Changes for the Better

MITSUBISHI ELECTRIC

三菱数控系统

编程说明书 M系 (1/2)

M800/M80系列

IB-1501291(CHN)-A

前言

本说明书是使用三菱数控装置 M800/M80 系列产品时的说明书。
本说明书对其编程进行说明，在使用产品前请仔细阅读本说明书。为了安全使用本数控装置，请在熟读下页的 “安全注意事项” 后，再使用本数控装置。

本说明书的内容
本书中的 “信号” 相关说明是对机床－ PLC 间或者 NC － PLC 间的信息传达进行说明。
控制 （ON/OFF）信号的方法因机床而异，请通过机床制造商提供的说明书进行确认。
参数分为用户可以使用的参数和机床制造商根据规格设定的参数。
本文中写有 “可以通过参数 #xxxx 进行设定” 的内容，根据参数不同，有时不能由用户进行设定 / 变更。关于您所使用的机床规格，请确认机床制造商的说明书。

⚠ 注意

⚠ 关于 “限制事项” 及 “可使用的功能” 等的说明事项，机床制造商提供的说明书优先于本说明书。

⚠ 本说明书未加说明的事情，请解释为 “不可行”。

⚠ 本说明书在编写时，假定所有选项功能均已配备。使用时请通过机床制造商提供的规格书进行确认。

⚠ 各机床的相关说明，请参考机床制造商提供的说明书。

⚠ 可使用的画面及功能因各 NC 系统（或版本）而异。使用前请务必确认规格。

一般注意事项
(1) 使用时请参考以下资料。
三菱数控装置 M800/M80 使用说明书 IB-1501288

(2) 编程时请参考以下资料。
三菱数控装置 M800/M80 编程说明书
L 系（车床系统）(1/2) IB-1501289
L 系（车床系统）(2/2) IB-1501290
M 系（加工中心系统）(1/2) IB-1501291
M 系（加工中心系统）(2/2) IB-1501292

安全注意事项

在安装、运行、编程、维护 / 检修前，请务必熟读机床制造商提供的规格书、本说明书、相关说明书、附属文件，然后再正确使用。请在熟悉了本数控装置的相关知识、安全信息及注意事项后再使用。
在本说明书中，安全注意事项分为“危险”、“警告”、“注意”3 个等级。

⚠ 危险

错误操作可能立即导致操作者死亡或重伤。

⚠ 警告

错误操作可能导致操作者死亡或重伤。

⚠ 注意

错误操作可能导致操作者受伤或财产损失。

即使是注明为“注意”的问题，根据情况的不同，也可能导致严重的后果。以上均为重要内容，请严格遵守。

以下图标为禁止、强制的图标。

⃠	**表示禁止（不可执行）。** **例如“严禁烟火”时为 。**
●	**表示强制（必须执行）。** **例如接地时为 。**

各图标的含义如下。

一般注意	**注意旋转物**	**注意防高温**	**注意防触电**	**注意防破裂**
一般禁止	**严禁拆解**	**严禁烟火**	**一般指示**	**接地**

为了安全使用本数控装置

三菱数控装置是为工业用机床而专门设计、制造的。
请勿用于其它用途，特别是可能对公共设施影响较大，对人身和财产安全由重大影响的用途。

⚠ 危险

本说明书中无此项内容。

⚠ 警告

1. 运行相关事项

⚠ 将中途的程序段设为运行开始位置并启动程序时，不执行设定程序段之前的程序。请确认 G,F 模态和坐标值是否恰当。若在设定的程序段前存在坐标系偏移指令等变更坐标系的指令或 M,S,T,B 指令，请通过 MDI 等操作执行必要的指令。如果不执行上述操作，而直接从设定的程序段启动程序时，可能会导致刀具与机床发生碰撞、机床以非预期速度运行、刀具 / 机床损坏或操作者受伤的情况。

⚠ 在恒表面速度控制中（G96 模态中），恒表面速度控制对象轴（在车床中通常为 X 轴）接近主轴中心时，主轴转速可能会变大，导致工件、卡盘等的速度超过允许转速。此时，加工中的工件可能会飞出，导致刀具 / 机床的损坏、操作者受伤等危险情况。

⚠ 注意

1. 产品、说明书相关事项

⚠ 关于 “限制事项”及 “可使用的功能”等的说明事项，机床制造商提供的说明书优先于本说明书。

⚠ 本说明书未记载的事情，请解释为 “不可以”。

⚠ 在编写本说明书时，假定所有选项功能均已附加。使用时请通过机床制造商提供的规格书进行确认。

⚠ 各机床的相关说明，请参考机床制造商提供的说明书。

⚠ 可使用的画面及功能因 NC 系统（或版本）而异。使用前请务必确认规格。

2. 画面操作相关事项

⚠ 请在实际加工前通过图形检查功能执行空运行、单程序段运行等操作确认加工程序、刀具补偿量、工件坐标偏置量等。

⚠ 如果在单程序段停止时变更工件坐标系偏置量，新的偏置量将从下一个程序段开始生效。

⚠ 请在镜像中心执行镜像的打开 / 关闭。

⚠ 如果在自动运行中（包括单程序段停止中）变更刀具补偿量，新的刀具补偿量将从下一程序段或多个程序段后的指令开始生效。

⚠ 基准主轴与同步主轴同时夹持相同工件时，请勿关闭同步主轴端的旋转指令。否则可能因同步主轴停止导致出现非常危险的情况。

3. 编程相关事项

⚠ 将 “G 后无数值”指令视为 “G00”。

⚠ “;”“EOB”及 “%”“EOR”是用于说明的标记。使用 ISO 码时，实际代码为 “CR,LF”或是 “LF”与 “%”。 在编辑画面创建的程序会以 “CR,LF”的格式被保存到 NC 内存中，但通过 FLD、RS-232C 等外部设备创建的程序，其格式可能会是 “LF”。 使用 EIA 码时，实际代码为 “EOB（程序段结束符）”与 “EOR（记录结束符）”。

⚠ 在创建加工程序时，请选择适当的加工条件，不能超过机床、NC 性能、容量的限制。本说明书中的的例题未考虑到加工条件等因素。

⃠ 未经机床制造商允许，请勿变更固定循环程序。

⚠ 进行多系统编程时，请充分注意其它系统程序引起的移动。

电池废弃的注意事项

（注）　此标记由 EU 指令 2006/66/EC 第 20 条 “致最终用户”及其附件 II 指定，并通用于欧盟国家。

考虑到回收再利用，三菱电机产品的设计与制造均选用高品质材料和零件。
上述标记表示请将废弃电池、蓄电池与一般垃圾分开处理。
上述标记下若带有元素符号则表示超高浓度电池或蓄电池内含有重金属。
浓度标准如下：
Hg：汞 (0,0005%)、Cd：镉 (0,002%)、Pb：铅 (0,004%)
欧盟对用完的电池、蓄电池进行分类回收，请通过各地区的回收再利用中心，妥善处理您使用过的电池、蓄电池。

让我们齐心协力，共同保护地球环境！

商标

MELDAS、MELSEC、EZSocket、EZMotion、iQ Platform、MELSOFT、GOT、CC-Link、CC-Link/LT、CC-Link IE 是三菱电机株式会社在日本及其他国家的商标或是注册商标。

Ethernet 是施乐公司在美国及其他国家的注册商标。
Microsoft®, Windows®时美国 Microsoft Corporation 公司在美国及其他国家的商标或是注册商标。
SD 标志、SDHC 标志是 SD-3C, LLC 公司商标或是注册商标。
UNIX 是 The Open Group 公司在美国及其他国家的注册商标。
Intel®、Pentium®是 Intel Corporation 公司在美国及其他国家的商标或是注册商标。

其他的产品名、公司名分别为各公司的商标或是注册商标。

本製品の取扱いについて

(日本語 /Japanese)
本製品は工業用 (クラス A) 電磁環境適合機器です。販売者あるいは使用者はこの点に注意し、住商業環境以外での使用をお願いいたします。

Handling of our product

(English)
This is a class A product. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

본 제품의 취급에 대해서

(한국어 /Korean)
이 기기는 업무용 (A 급) 전자파적합기기로서 판매자 또는 사용자는 이 점을 주의하시기 바라며 가정외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다 .

目录

1 章～ 14 章：请参照编程说明书 M 系 (1/2)。
从 15 章开始：请参照编程说明书 M 系 (2/2)。

1 章 控制轴 1
1.1 坐标语和控制轴 2
1.2 坐标系和坐标原点符号 3

2 章 最小指令单位 5
2.1 输入设定单位 6
2.2 指令单位 10 倍 7
2.3 分度单位 8

3 章 程序的构成 9
3.1 程序格式 10
3.2 文件格式 14
3.3 可选程序段跳跃 16
3.3.1 可选程序段跳跃 ; / 16
3.3.2 可选程序段跳跃追加 ; /n 18
3.4 G 代码 20
3.4.1 模态、非模态 20
3.4.2 G 指令一览表 20
3.5 加工前的注意事项 25

4 章 预读缓存 27
4.1 预读缓存 28

5 章 位置指令 29
5.1 位置指令方式 ; G90,G91 30
5.2 英制指令 / 公制指令切换 ; G20,G21 32
5.3 小数点输入 34

6 章 插补功能 39
6.1 定位 (快速进给) ; G00 40
6.2 直线插补 ;G01 43
6.3 圆弧插补 ;G02,G03 45
6.4 R 指定圆弧插补 ; G02,G03 50
6.5 平面选择 ; G17,G18,G19 52
6.6 螺纹切削 54
6.6.1 固定导程螺纹切削 ; G33 54
6.6.2 英制螺纹切削 ; G33 58
6.7 螺旋插补 ; G17,G18,G19 及 G02,G03 60
6.8 单向定位 66
6.8.1 单向定位 ; G60 66
6.8.2 各轴单向定位 68
6.9 圆筒插补 ; G07.1 69
6.10 圆切削 ; G12,G13 76
6.11 极坐标插补 ; G12.1,G13.1/G112,G113 78
6.12 指数函数插补 ; G02.3,G03.3 85
6.13 极坐标指令 ; G16 91
6.14 涡旋 / 圆锥插补 ; G02.1/G03.1 (类型 1)、G02/G03 (类型 2) 98
6.15 三维圆弧插补 ; G02.4,G03.4 102
6.16 NURBS 插补 ; G06.2 107
6.17 虚拟轴插补 ; G07 112

7 章 进给功能 115
7.1 快速进给速度 116
7.1.1 快速进给速度 116
7.1.2 G00 进给速度指令 (,F 指令) 117
7.2 切削进给速度 121
7.3 F1 位进给 122
7.4 每分钟进给 / 每转进给 (非同步进给 / 同步进给) ; G94,G95 125

7.5 反比时间进给 ; G93 127
7.6 进给速度的指定与对各控制轴的效果 132
7.7 快速进给恒斜率加减速 136
7.8 快速进给恒斜率多段加减速 141
7.9 切削进给恒斜率加减速 148
7.10 精确停止检查 ; G09 154
7.11 精确停止检查模式 ; G61 158
7.12 减速检查 159
7.12.1 减速检查 159
7.12.2 反方向反转移动时的减速检查 167
7.13 快速进给程序段重叠 ; G0.5 P1 169
7.13.1 G00 用快速进给程序段重叠功能 ; G0.5 171
7.13.2 G28 用快速进给程序段重叠 179
7.14 自动转角倍率 ; G62 181
7.15 攻丝模式 ; G63 187
7.16 切削模式 ; G64 188

8 章 暂停 189
8.1 暂停（时间指定）; G04 190

9 章 辅助功能 193
9.1 辅助功能（M8 位）..... 194
9.2 第 2 辅助功能（A8 位 , B8 位或 C8 位）..... 196
9.3 转台分度 197

10 章 主轴功能 199
10.1 主轴功能 200
10.2 恒表面速度控制 ; G96,G97 201
10.3 主轴速度限制设定 ; G92 210
10.4 主轴位置控制（主轴 C 轴控制）..... 212

11 章 刀具功能（T 指令）..... 219
11.1 刀具功能（T8 位 BCD）..... 220

12 章 刀具补偿功能 221
12.1 刀具补偿 222
12.1.1 刀具补偿 222
12.1.2 刀具补偿组数的系统分配 226
12.2 刀长补偿 / 取消 ; G43,G44/G49 228
12.3 刀具轴方向刀长补偿 ; G43.1/G49 232
12.4 刀径补偿 ; G38,G39/G40/G41,G42 239
12.4.1 刀径补偿的动作 240
12.4.2 刀具补偿中的其它指令及动作 249
12.4.3 G41/G42 指令和 I,J,K 指定 259
12.4.4 刀径补偿中的插入 265
12.4.5 与刀径补偿相关的一般注意事项 267
12.4.6 补偿模式中的补偿编号的变更 268
12.4.7 刀径补偿开始和 Z 轴的切入动作 271
12.4.8 干涉检查 273
12.4.9 指定补偿量直径 283
12.4.10 半径补偿中的工件坐标切换 285
12.5 三维刀径补偿 ; G40/G41,G42 287
12.6 刀具位置补偿 ; G45 ～ G48 298
12.7 可编程补偿输入 ; G10 306
12.8 刀具寿命管理数据输入 ; G10,G11 311
12.8.1 通过 G10 L3 指令输入刀具寿命管理数据 ; G10 L3,G11 311
12.8.2 通过 G10 L3 指令输入刀具寿命管理数据 ; G10 L30,G11 314
12.8.3 刀具寿命管理数据输入的注意事项 317
12.8.4 刀具寿命管理数量的系统分配 318

13 章 固定循环 321
13.1 标准固定循环 322
13.1.1 钻孔、点钻 ; G81 326
13.1.2 钻孔、计数式镗孔 ; G82 327
13.1.3 深孔钻孔循环 ; G83 328

13.1.3.1 深孔钻孔循环 328
13.1.3.2 小径深孔钻孔循环 330
13.1.4 攻丝循环 ; G84 333
13.1.5 镗孔 ; G85 344
13.1.6 镗孔 ; G86 345
13.1.7 背镗孔 ; G87 346
13.1.8 镗孔 ; G88 348
13.1.9 镗孔 ; G89 349
13.1.10 步进循环 ; G73 350
13.1.11 反向攻丝循环 ; G74 352
13.1.12 圆切削 ; G75 354
13.1.13 精镗孔 ; G76 356
13.1.14 固定循环使用上的注意事项 358
13.1.15 初始点与 R 点位置返回 ;G98,G99 360
13.1.16 固定循环模式中的工件坐标设定 361
13.1.17 钻孔循环高速回退 362
13.1.18 在钻孔循环中加减速模式切换 366
13.2 特别固定循环 367
13.2.1 螺栓孔循环 ; G34 368
13.2.2 角度直线 ; G35 369
13.2.3 组 ; G36 370
13.2.4 栅格 ; G37.1 371

14 章 宏程序相关功能 373
14.1 子程序控制 ; M98,M99,M198 374
14.1.1 子程序调用 ; M98,M99 374
14.1.2 子程序调用 ; M198 380
14.1.3 图形旋转 ; M98 I_J_K_ 381
14.2 变量指令 384
14.3 用户宏程序 388
14.4 宏程序调用命令 389
14.4.1 单纯调用 ; G65 389
14.4.2 模态调用 A(移动指令调用) ; G66 393
14.4.3 模态调用 B(每个程序段调用) ; G66.1 395
14.4.4 G 代码宏程序调用 397
14.4.5 辅助指令宏程序调用 (M,S,T,B 代码宏程序调用) 398
14.4.6 宏程序调用命令的详细说明 399
14.4.7 ASCII 码宏程序 401
14.5 在用户宏程序中使用的变量 405
14.5.1 共变量 407
14.5.2 局变量 (#1 - #33) 408
14.5.3 系统变量 411
14.6 用户宏程序指令 412
14.6.1 运算指令 412
14.6.2 控制指令 417
14.6.3 外部输出指令 ; POPEN,PCLOS,DPRNT 420
14.6.4 注意事项 424
14.6.5 使用用户宏程序时的具体示例 425
14.7 宏程序插入 ;M96,M97 429

15 章 程序支持功能 437
15.1 倒角 I/ 转角 R I 438
15.1.1 转角倒角 I ; G01 X_ Y_ ,C 438
15.1.2 转角 R I ; G01 X_ Y_ ,R_ 440
15.1.3 转角倒角扩展 / 转角 R 扩展 442
15.1.4 转角倒角中插入动作 / 转角 R 中插入动作 444
15.2 转角倒角 II/ 转角 R II 445
15.2.1 转角倒角 II ; G01/G02/G03 X_ Y_ ,C_ 445
15.2.2 转角 R II ; G01/G02/G03 X_ Y_ ,R_ 447
15.2.3 转角倒角 / 转角 R 扩展 448
15.2.4 转角倒角中插入动作 / 转角 R 中插入动作 448
15.3 直线角度指令 ; G01 X_/Y_ A_/,A_ 449
15.4 几何加工 ; G01 A_ 450
15.5 几何加工 IB 452
15.5.1 几何加工 IB (自动计算 2 切点) ; G02/G03 P_Q_ /R_ 453
15.5.2 几何加工 IB(自动计算直线 - 圆弧的交点) ; G01 A_ , G02/G03 P_Q_H_ 455

15.5.3 几何加工 IB（自动计算直线－圆弧的切点）；G01 A_，G02/G03 R_H_ 458
15.6 可编程参数输入 ；G10 L70/L100, G11 460
15.7 G 指令镜像 ；G50.1,G51.1 463
15.8 法线控制 ；G40.1/G41.1/G42.1(G150/G151/G152) 467
15.9 手动任意逆行禁止 ；G127 486

16 章 多系统控制功能 491
16.1 等待 492
16.1.1 等待（! 代码）；!n（!m ...）L 492
16.1.2 指定启动点的等待（类型 1）；G115 494
16.1.3 指定启动点的等待（类型 2）；G116 497
16.1.4 通过 M 代码指定等待功能；M*** 500
16.1.5 设定为忽略等待时的等待 503
16.2 子系统控制 506
16.2.1 子系统控制Ⅰ ； G122 506
16.2.2 子系统控制Ⅱ ； G144 521

17 章 高速高精度控制 535
17.1 高速加工模式 536
17.1.1 高速加工模式 I,II ；G05 P1, G05 P2 536
17.2 高精度控制 544
17.2.1 高精度控制 ；G61.1, G08 544
17.2.2 SSS 控制 560
17.2.3 平滑转角控制 564
17.2.4 可变加速度插补前加减速 567
17.2.5 初始高精度控制 570
17.2.6 多系统同时高精度 571
17.3 高速高精度控制 573
17.3.1 高速高精度控制 Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ ；G05.1 Q1, G05 P10000/P0, G05 P20000/P0 573
17.4 样条插补 ；G05.1 Q2/Q0 595
17.5 高精度样条插补 ；G61.2 604
17.6 加工条件选择Ⅰ ；G120.1,G121 606

18 章 与高级加工相关的控制 611
18.1 倾斜面加工 ；G68.2, G68.3 612
18.1.1 通过欧拉角设定特征坐标系 613
18.1.2 通过滚动角、俯仰角、偏航角设定特征坐标系 614
18.1.3 通过平面内的 3 点设定特征坐标系 616
18.1.4 通过 2 个矢量设定特征坐标系 618
18.1.5 通过投影角设定特征坐标系 620
18.1.6 根据刀具轴方向设定特征坐标系 621
18.1.7 刀具轴方向控制 622
18.1.8 动作说明 627
18.1.9 选择旋转轴基准位置 631
18.1.10 与其它功能的关系 636
18.1.11 注意事项 639

19 章 坐标系设定功能 643
19.1 坐标语与控制轴 644
19.2 坐标系种类 645
19.2.1 基本机床坐标系、工件坐标系和局部坐标系 645
19.2.2 机床原点和第 2, 第 3, 第 4 参考点（原点） 646
19.2.3 自动坐标系设定 647
19.2.4 旋转轴用坐标系 648
19.3 基本机床坐标系选择；G53 651
19.4 坐标系设定 ；G92 652
19.5 局部坐标系设定 ；G52 654
19.6 工件坐标系设定及工件坐标系偏置 ；G54 ～ G59 (G54.1) 658
19.7 工件坐标系预置 ；G92.1 668
19.8 三维坐标转换 ；G68/G69 673
19.9 程序坐标旋转 ；G68/G69 686
19.10 参数坐标旋转输入 ；G10 I_ J_/K_ 693
19.11 比例缩放 ；G50/G51 705
19.12 参考点（原点）返回 ；G28,G29 709
19.13 第 2, 第 3, 第 4 参考点（原点）返回 ；G30 713

19.14 换刀位置返回 ; G30.1 ～ G30.6 716
19.15 参考点核对 ; G27 718

20 章 保护功能 719
20.1 移动前行程检查 ; G22/G23 720

21 章 测量辅助功能 723
21.1 自动刀长测量 ; G37 724
21.2 跳跃功能 ; G31 728
21.3 多段跳跃功能 1 ; G31.n ,G04 733
21.4 多段跳跃功能 2 ; G31 P 735
21.5 变速跳跃 ; G31 Fn 737
21.6 扭矩限制跳跃 ; G160 741
21.7 可编程电流限制 ; G10 L14 745

附录 1 固定循环程序 747

1章

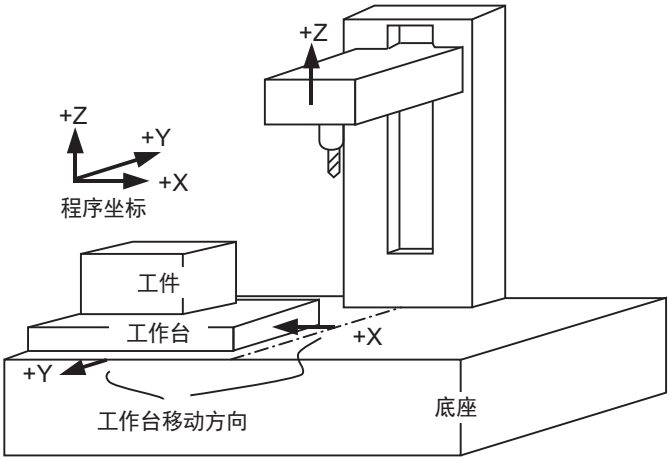
控制轴

1.1 坐标语和控制轴

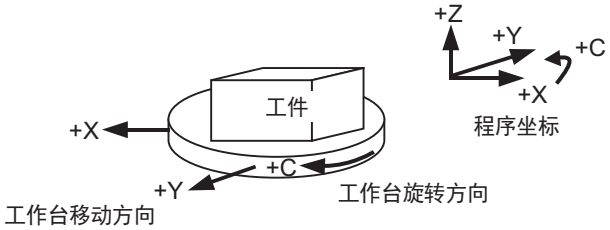
功能及目的

标准规格的控制轴数为 3 轴，但通过追加附加轴，最多可控制 4 轴。使用预先决定的字母轴名称指定与其对应的各加工方向。

X － Y 工作台时



X － Y& 旋转工作台时



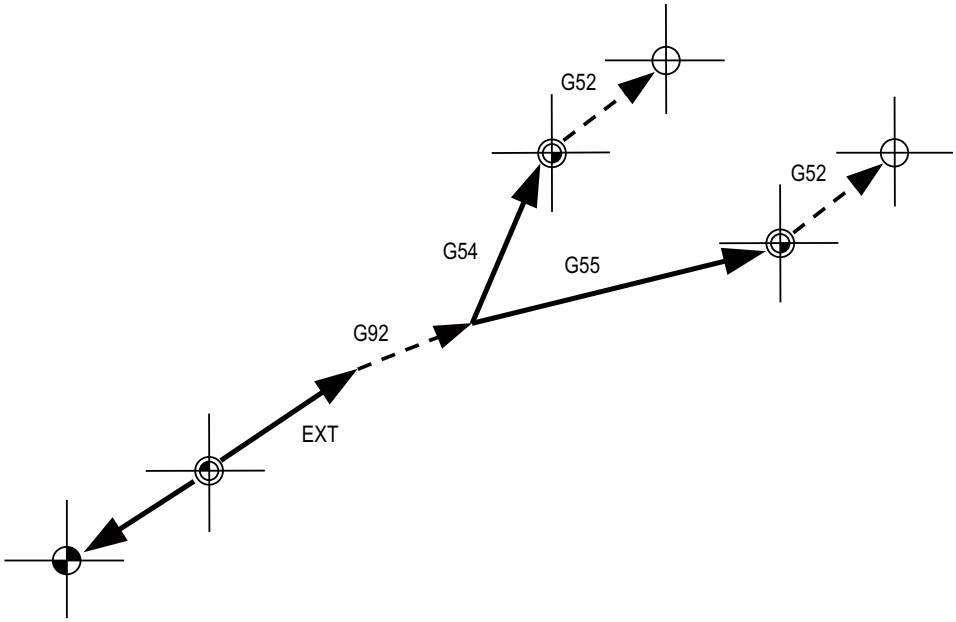
1.2 坐标系和坐标原点符号

参考点：
用于确立坐标系和换刀的特定位置

机床坐标原点：
机床中固有的规定位置

工件坐标原点（G54 ～ G59）：
工件加工中使用的坐标系原点

基本机床坐标系是表示机床中固有的规定位置（换刀位置、行程极限位置等）的坐标系。
工件坐标系是在工件加工中使用的坐标系。
基本机床坐标系及工件坐标系（G54 ～ G59）是在挡块式参考点返回完成时，根据参数值自动确立的坐标系。
用参数设定基本机床坐标原点（机床坐标原点）和参考点的偏置。（通常由机床制造商设定）
可以通过坐标系设定功能和工件坐标偏置测量（附加规格）等，设定工件坐标系。



参考点
机床坐标原点
工件坐标原点
本地坐标原点
用参数设定的偏置
程序中设定的偏置
（接通电源时为 0）

G52	本地坐标系偏置（*1）
G54	工件坐标系（G54）偏置（*1）
G55	工件坐标系（G55）偏置
G92	G92 坐标系偏移
EXT	外部工件坐标偏置

（*1）每个 G54 ～ G59 单独具有 G52 偏置 .

本地坐标系（G52）在工件坐标系 1 ～ 6 指定的坐标系上有效。
而且可以通过 G92 指令移动基本机床坐标系，将其作为虚拟机床坐标系，此时工件坐标系 1 ～ 6 也同时偏移。

2章

最小指令单位

2.1 输入设定单位

功能及目的

输入设定单位为刀具补偿量或工件坐标偏置等设定数据的单位。
程序指令单位为程序上的移动量单位。
用 mm、inch、度（°）的单位表示。

详细说明

通过参数从以下类型中选择各轴单独的程序指令单位及各轴通用的输入设定单位。（由机床制造商的规格决定。）

	参数		直线轴		旋转轴（°）
			公制	英制	
输入设定单位	#1003 iunit	= B	0.001	0.0001	0.001
		= C	0.0001	0.00001	0.0001
		= D	0.00001	0.000001	0.00001
		= E	0.000001	0.0000001	0.000001
程序指令单位	#1015 cunit	= 0	按照 #1003 iunit		
		= 1	0.0001	0.00001	0.0001
		= 10	0.001	0.0001	0.001
		= 100	0.01	0.001	0.01
		= 1000	0.1	0.01	0.1
		= 10000	1.0	0.1	1.0

注意事项

(1) 切换英制／公制的方法分为通过参数画面（#1041 I_inch; 仅在通电时有效）切换及通过 G 指令（G20,G21）切换 2 种。
但通过 G 指令只能切换程序指令单位，无法切换输入设定单位。因此，请预先按照输入设定单位设定刀具补偿量等的补偿量和变量数据。

(2) 不可同时使用公制与英制。

(3) 在对程序指令单位不同的轴之间执行圆弧插补时，使用输入设定单位指定中心指令（I,J,K）和半径指令（R）。（为避免混淆，指定时请带小数点。）

2.2 指令单位 10 倍

功能及目的

根据参数指定，可按照任意倍率使用程序的指令单位。
本功能仅对不使用小数点时的指令单位有效。
通过参数“#8044 指令单位 10 倍”设定倍率。

详细说明

(1) 根据已创建的加工程序，在指令单位 1 μ m、“指令单位 10 倍”参数值为“10”的 CNC 装置上进行加工时，可将其用作输入指令单位 10 μ m，执行与以前相同的加工。

(2) 同样，根据已创建的加工程序，在指令单位 0.1 μ m、“指令单位 10 倍”参数值为“10”的 CNC 装置上进行加工时，可将其用作输入指令单位 1 μ m，执行与以前相同的加工。

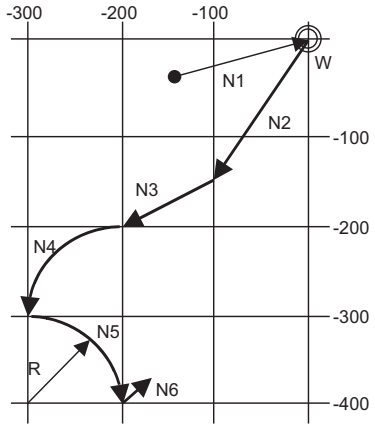
(3) 本功能对暂停功能 G04 X_ (P_)；无效。

(4) 本功能不适用于刀具补偿输入的补偿量无效。

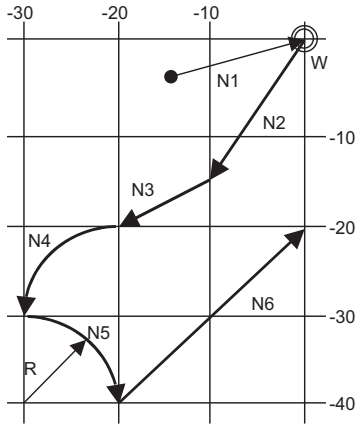
(5) 本功能适用于小数点类型 I 有效时，不适用于小数点类型 II 有效时。

(6) 指令单位 10 倍不适用于刀具形状设定 (G10L100 格式)。

程序示例 （加工程序 ： 按照 1 = 10 μ m 创建程序） (CNC 装置为 1 = 1 μ m 系统）	“指令单位 10 倍”参数			
	10		1	
	X	Y	X	Y
N1 G90 G00 X0 Y0;	0	0	0	0
N2 G91 X-10000 Y-15000;	-100.000	-150.000	-10.000	-15.000
N3 G01 X-10000 Y-5000 F500;	-200.000	-200.000	-20.000	-20.000
N4 G03 X-10000 Y-10000 J-10000;	-300.000	-300.000	-30.000	-30.000
N5 X10000 Y-10000 R10000;	-200.000	-400.000	-20.000	-40.000
N6 G01 X20.000 Y20.000	-180.000	-380.000	0.000	-20.000



指令单位 10 倍 ON



指令单位 10 倍 OFF

2.3 分度单位

功能及目的

本功能用于在旋转轴中限制指令值。
可用于转台等的分度。可以将不是分度单位（参数设定值）的程序指令作为程序错误。

详细说明

在旋转轴中，设定限制指令值的分度单位（参数）后，只能以此分度单位进行定位。若进行不是分度单位设定值的程序指令，将发生程序错误 (P20)。
另外，参数设定值为 0 时，不进行分度位置的检查。

（例）分度单位的设定值为 2° 时，只能用 2° 单位指定终点的机床坐标位置。
G90 G01 C102.000 ; ... 移动到 102° 的角度。
G90 G01 C101.000 ; ... 程序错误
G90 G01 C102; ... 移动到 102° 的角度。（小数点类型 2）

使用以下轴规格参数。（由机床制造商的规格决定。）

#	项目		内容	设定范围 （单位）
2106	Index unit	分度单位	设定可以进行旋转轴定位的分度单位。	0 ～ 360 [°]

注意事项

(1) 在设定了分度单位后，以度单位执行定位。

(2) 只能在旋转轴上进行分度位置的检查。

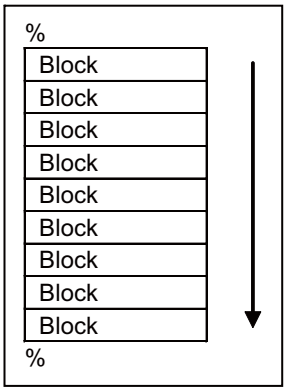
(3) 将分度单位设为 “2° ”，旋转轴为 B 轴时，通过 JOG 移动，当 B 轴位于 1.234 位置，若进行 “G90 B5.” 或 “G91 B2.” 指令，将发生分度错误。

3章

程序的构成

3.1 程序格式

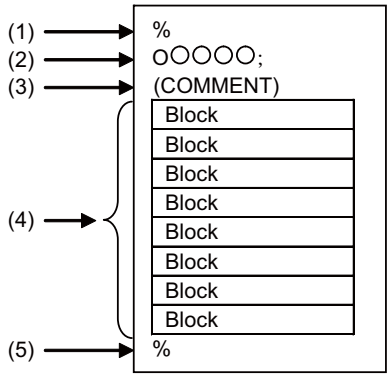
为运行机床而对 NC 发出的指令的集合，称为“程序”。
程序是“程序段”单位的集合，用一个“程序段”指定一个机床动作（顺序）。
按照实际移动刀具的顺序记述这些指令（程序段）。
程序段是“字”单位的集合，用一个“字”指定对一个操作的命令。
字是字符（英文字母、数字、符号）的集合，字符按照某种顺序排列。



详细说明

程序

程序的格式如下所示。



(1) 程序开始
在程序开头加入记录终止符（EOR、%）。
在 NC 上创建程序时，会自动附加记录终止符。在外部设备上创建程序时，请务必在程序开头加入记录终止符。详情请参考文件格式说明。

(2) 程序编号
程序编号是指根据主程序或子程序单位进行程序分类的编号，通过地址 “O”和其后最多 8 位的数字指定程序编号。程序编号必须位于程序的开头。另外，可禁止编辑（编辑锁定）08000 号和 09000 号程序。关于编辑锁定的详细内容，请参考使用说明书。

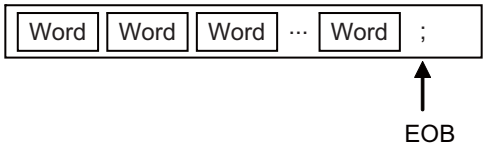
(3) 注释
用左括号 “(”、右括号 “)”括起来后，将在执行程序时忽略括号内的信息。
可以提前输入程序名称和注释等信息。

(4) 程序部分
程序由多个程序段组成。

(5) 程序结束
在程序末尾加入记录终止符（EOR、%）。
在 NC 上创建程序时，会自动附加记录终止符。

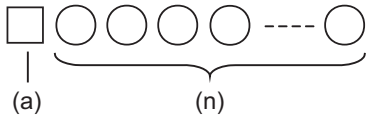
程序段和字符

［程序段］



程序段由字构成，是指令的最小单位。
包含执行机床特定动作时所需的信息，以程序段单位构成完整的指令。
在程序段末尾加入表示程序段结束的记录终止符（EOB，为了方便，用“;”表示）

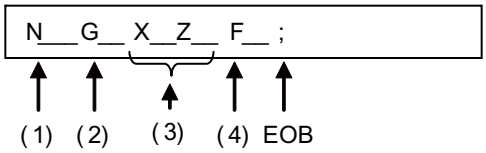
［字］



(a) 英文字母（地址）
(n) 数字

字由称为地址的英文字母和数字（数值信息）构成。
数值信息的含义和有效位数因地址而异。
（注）可对所有数字省略开头的零。

主要的字的内容如下所示。



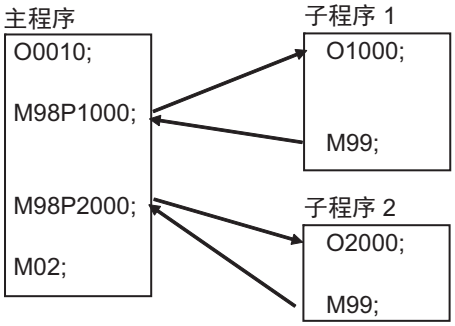
(1) 顺序号
“顺序号”是由地址 N 及其后最多 8 位（通常为 3 位或 4 位）的数字构成。在程序中用作搜索所需程序段的标志（分支的跳转目标）。
不影响机床的动作。

(2) 准备功能（G 代码、G 功能）
“准备功能（G 代码、G 功能）”由地址 G 及其后 2 位或 3 位（也可能包含小数点后 1 位）数字构成。G 代码主要用于指定轴的移动和坐标系的设定等功能。例如，G00 用于执行定位，G01 用于执行直线插补。

(3) 坐标语
“坐标语”用于指定机床各轴的坐标位置和移动量。由表示机床各轴的地址及其后的数值信息（正负符号及数字）构成。
地址可使用 X,Y,Z,U,V,W,A,B,C 等。用数值指定坐标位置和移动量的方法分为“绝对值指令”和“增量值指令”两种。

(4) 进给功能（F 功能）
“进给功能（F 功能）”用于指定刀具对工件的相对速度。由地址 F 及其后的数字构成。

主程序和子程序



将某个固定的顺序和反复使用的参数前置，作为子程序记忆到内存中，在需要时可从主程序调用子程序。
在执行主程序时，如果存在调用子程序的指令，则执行子程序。在子程序的执行结束后，返回主程序。
关于子程序执行的详细内容，请参考子程序的控制说明。

3.2 文件格式

功能及目的

通过 NC 的编辑画面或计算机等设备创建程序文件。
在 NC 内存与外部输入输出设备之间，可执行加工程序的输入输出。将内置于 NC 装置内的硬盘也作为外部设备使用。关于输入输出方法的详细内容，请参考使用说明书。
程序文件飞格式因创建程序的设备而异。

详细说明

可执行输入输出的装置

可执行程序文件输入输出的设备如下所示。

外部输入输出设备	M800W	M800S	M80
NC 内存	○	○	○
串口	○	○	○
控制单元内 SD 卡	○	－	－
正面 SD 卡	○	○	○
以太网	○	○	○
显示器单元内数据服务器	○	○	○
正面 U 盘	○	○	○

程序的文件格式

各外部输入输出设备的文件格式如下所示。

(1) NC 内存（在 NC 上创建程序）

```
(COMMENT) ;
G28XYZ ;
  :
  :
M02 ;
%
```

记录结束符（EOR、%）	自动附加记录结束符（EOR、%） 无需输入。
程序号（O 号）	不是必须项目。
文件传输	要将 NC 内存中的多个程序通过串口传输到外部设备时，所有程序将集中到外部设备侧的一个文件中。 将含有外部设备侧的多个程序的文件通过串口传输到 NC 内存时，1 个程序对应 1 个文件。

(2) 外部设备（SD 卡、U 盘等串口以外）

[单个程序]	[多个程序]
CRLF (COMMENT) CRLF G28 XYZ CRLF : : M02 CRLF % ^Z	CRLF O100(COMMENT) CRLF G28 XYZ CRLF : : M02 CRLF O101(COMMENT1) CRLF : M02 CRLF % ^Z

记录结束符（EOR、%）	跳跃第 1 行（从 % 至 LF 或是 CR LF）。不传输第 2 行的 % 以后的内容。 如果第 1 行没有 %，在向 NC 内存传输时无法将必要的信息传输至 NC 内存，因此在创建时必须在第 1 行输入 %。
程序号（O 号）	忽略（COMMENT）前的 O 号，以文件名为优先。
文件传输	无法在串口 <-> 串口以外的外部设备之间执行多个程序的传输 / 检查。 将含有外部设备侧多个程序的文件通过串口传输到 NC 内存时，将 1 个程序分割为 1 个文件。 从串口以外的外部设备（多个程序）将各程序分割传输至 NC 内存时，仅在向装置 B 的文件名栏指定传输目标文件时，可省略如 “(COMMENT)” 的开头程序名。
程序名	可用 32 个字符（多系统程序时为 29 个字符）以内的英文字母、数字指定程序名。
程序段结束（EOB、;）	输入输出参数 “CR 输出” 设定为为 “1” 时，EOB 为 CRLF。

(3) 外部设备（串口）

```
% LF
O100(COMMENT) LF
G28 XYZ LF
 :
 :
M02 LF
%
```

记录结束符（EOR、%）	跳跃第 1 行（从 % 至 LF 或是 CR LF）。不传输第 2 行 % 以后的内容。 如果第 1 行没有 %，在向 NC 内存传输时无法将必要的信息传输至 NC 内存，因此在创建时必须在第 1 行输入 %。
文件传输	无法执行串口 <-> 串口以外的外部设备之间的多个程序的传输 / 检查。 用串口传输时，仅在向装置 B 的文件名栏指定传输目标文件时，可省略如 “(COMMENT)” 的开头程序名。
程序名	可用 32 个字符（多系统程序时为 29 个字符）以内的英文字母、数字指定程序名。
程序段结束（EOB、;）	输入输出参数 “CR 输出” 设定为为 “1” 时，EOB 为 CRLF。

3.3 可选程序段跳跃

3.3.1 可选程序段跳跃 ; /

功能及目的

此功能是指可选择性地忽略加工程序中 “/”（斜杠）代码之后的程序段，直到程序段结束。

详细说明

程序段带有 “/” 代码时，如果可选程序段跳跃信号接通，将忽略 “/” 之后的程序段，直到程序段结束，如果可选程序段跳跃信号关闭，将执行 “/” 之后的程序段，直到程序段结束。
此时，奇偶校验有效，不受可选程序段跳跃信号的 ON、OFF 状态影响。
例如，当某个工件需要执行所有程序段，而其它工件不执行特定程序段的加工时，可在创建程序时，通过在特定程序段中加入 “/” 代码，即可使用 1 个程序加工出不同的零件。

程序示例

(1) 参数 “#1274 ext10/bit4” 的值为 “0”，且参数 “#1226 aux10/bit1” 的值为 “0” 时，
将程序段中途的 “/” 作为除法运算命令执行，与可选程序段跳跃信号的 ON/OFF 状态无关。

```
G00 X0. Z0.;
#101 = [ 100. / 4 ] ;      将 #101 设为 “25.”。（作为除法运算命令执行）
G00 Z[ 100. / 4 ] ;        Z 轴移动至 “25.”。（作为除法运算命令执行）
#102 = 100. / #101 ;       将 #102 设为 “4.”。（作为除法运算命令执行）
M30 ;
```

(2) 参数 “#1274 ext10/bit4” 的值为 “0” 且参数 “#1226 aux10/bit1” 为 “1” 时
仅在用 [ ] 括起含 “/” 的算式时，将 “/” 作为除法运算命令执行。
在上述以外的其他情况下，如果可选程序段跳跃信号接通，则忽略 “/” 以后的程序段，直到程序段结束，如果可选程序段跳跃信号关闭，则跳过 “/” 的程序段执行之后的内容。

< 可选程序段跳跃信号接通时的动作示例 >

```
G00 X0. Z0.;
#101 = [ 100. / 4 ] ;      将 #101 设为 “25.”。（作为除法运算命令执行）
G00 X100. / Z200. ;        X 轴移动至 “100.”。Z 轴不移动（忽略 “/” 以后的部分）
G00 Z[ 100. / 4 ] ;        Z 轴移动至 “25.”。（作为除法运算命令执行）
#102 = 100. / #101 ;       将 #102 设为 “100.”。忽略 “/” 以后的部分）
M30 ;
```

< 可选程序段跳跃信号关闭时的动作示例 >

```
G00 X0. Z0.;
#101 = [ 100. / 4 ] ;      将 #101 设为 “25.”。（作为除法运算命令执行）
G00 X100. / Z200. ;        X 轴移动至 “100.”，Z 轴移动至 “200.”。（读取时跳跃 “/”）
G00 Z[ 100. / 4 ] ;        Z 轴移动至 “25.”。（作为除法运算命令执行）
#102 = 100. / #101 ;       发生 “P242 未定义变量”。（读取时跳跃 “/”）
M30 ;
```

(3) 参数 “#1274 ext10/bit4” 的值为 “1” 时
仅在用 [ ] 括起含 “/” 的算式时或含 “/” 的算式在运算式右边时，将 “/” 作为除法运算命令执行。
在上述以外的其他情况下，如果可选程序段跳跃信号接通，则忽略 “/” 以后的程序段，直到程序段结束，如果可选程序段跳跃信号关闭，则跳过 “/” 的程序段执行之后的内容。

< 可选程序段跳跃信号接通时的动作示例 >

```
G00 X0. Z0.;
#101 = [ 100. / 4 ] ;      将 #101 设为 “25.”。（作为除法运算命令执行）
G00 X100. / Z200. ;        X 轴移动至 “100.”。Z 轴不移动（忽略 “/” 以后的部分）
G00 Z[ 100. / 4 ] ;        Z 轴移动至 “25.”。（作为除法运算命令执行）
#102 = 100. / #101 ;       将 #102 设为 “4.”。（作为除法运算命令执行）
M30 ;
```

< 可选程序段跳跃信号关闭时的动作示例 >

```
G00 X0. Z0.;
#101 = [ 100. / 4 ] ;      将 #101 设为 “25.”。（作为除法运算命令执行）
G00 X100. / Z200. ;        X 轴移动至 “100.”，Z 轴移动至 “200.”。（读取时跳跃 “/”）
G00 Z[ 100. / 4 ] ;        Z 轴移动至 “25.”。（作为除法运算命令执行）
#102 = 100. / #101 ;       将 #102 设为 “4.”。（作为除法运算命令执行）
M30 ;
```

注意事项

(1) 参数 “#1274 ext10/bit4” 的值为 “0” 且参数 “#1226 aux10/bit1” = “0” 时，请务必在程序段的开头前附加 “/”。如果将其插入程序段中途，将作为用户宏程序的除法运算命令使用。
（例）
N20 G01 X25. /Z25. ; ..... 错误（用户宏程序的除法运算命令，此时发生程序错误）
/N20 G01 X25. Z25. ; ..... 正确
参数 “#1274 ext10/bit4” = “0” 且 “#1226 aux10/bit1” = “1” 时，如果在程序段中途加入 “/”，则跳跃 “/” 以后的内容。
用作除法命令时，请通过 [ ] 将包含 “/” 的公式括起来。

(2) 程序段开头为 “空白＋ “/”” 时，不受 “#1226 aux10/bit1” 设定值的影响，作为程序段开头使用。

(3) 可选程序段跳跃的处理是在预读缓存的前一刻进行是。
因此，无法跳跃到已被读入预读缓存中的程序段。

(4) 在顺序号搜索中，此功能也有效。

(5) 在纸带记忆、纸带输出中，不受可选程序段跳跃信号状态的影响，对带有 “/” 代码的所有程序段执行输入输出。

3.3.2 可选程序段跳跃追加；/n

功能及目的

在自动运行中及搜索过程中，选择是否执行带有 “/n(n:1 ～ 9)”（斜杠）的程序段。
通过创建带有 “/n”代码的加工程序，可用 1 个程序加工不同的零件。

详细说明

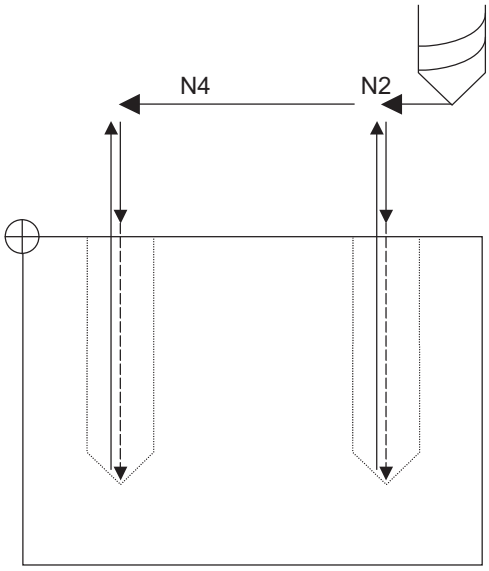
在程序段开头输入 “/n”（斜杠）代码，接通可选程序段跳跃 n 信号后，可在运行时跳过带有 “/n”的程序段。此外，对于 “/n”代码存在于程序段中途而不是程序段开头的程序段，则根据参数 “#1226 aux10/bit1”的设定值运行。
在可选程序段跳跃 n 信号关闭时，执行带有 “/n”的程序段。

程序示例

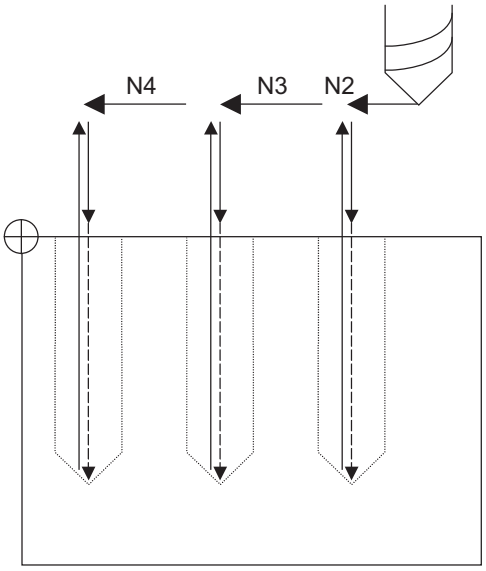
(1) 加工如下图所示的 2 个零件时，创建下述的程序，如果接通可选程序段跳跃 5 信号，则在加工后将获得零件 1，如果关闭可选程序段跳跃 5 信号，则在加工后将获得零件 2。

```
        N1 G54 ;
        N2 G90 G81 X50. Z-20. R3. F100 ;
/5      N3 X30. ;
        N4 X10. ;
        N5 G80 ;
        M02 ;
```

零件 1
可选程序段跳跃 5 信号 接通



零件 2
可选程序段跳跃 5 信号 关闭



(2) 如果在同一程序段的开头指定多个 “/n”，在对应指令的可选程序段跳跃 n 信号中，只要有任意 1 个信号为接通状态，就忽略程序段。

```
        N01 G90 Z3. M03 S1000 ;
  /1/2  N02 G00 X50. ;
  /1/2  N03 G01 Z-20. F100 ;
  /1/2  N04 G00 Z3. ;
  /1  /3 N05 G00 X30. ;
  /1  /3 N06 G01 Z-20. F100 ;
  /1  /3 N07 G00 Z3. ;
    /2/3 N08 G00 X10. ;
    /2/3 N09 G01 Z-20. F100 ;
    /2/3 N10 G00 Z3. ;
        N11 G28 X0 M05 ;
        N12 M02 ;
```

(a) 可选程序段跳跃 1 信号 接通
（可选程序段跳跃 2,3 信号 关闭）
[动作]N01 → N08 → N09 → N10 → N11 → N12

(b) 可选程序段跳跃 2 信号 接通
（可选程序段跳跃 1,3 信号 关闭）
[动作]N01 → N05 → N06 → N07 → N11 → N12

(c) 可选程序段跳跃 3 信号 接通
（可选程序段跳跃 1,2 信号 关闭）
[动作]N01 → N02 → N03 → N04 → N11 → N12

(3) 参数 “#1226 aux10/bit1”的值为 “1”时，如果在同一程序段中途指定多个 “/n”，在对应指令的可选程序段跳跃 n 信号中，只要有任意 1 个信号为接通状态，就忽略程序段内其指令之后的部分。

```
N01 G91 G28 X0.Y0.Z0.;
N02 G01 F1000;
N03 X1. /1 Y1. /2 Z1.;
N04 M30;
```

N03 程序段执行如下动作。
(a) 可选程序段跳跃 1 信号 接通、
可选程序段跳跃 2 信号 关闭时
忽略 “Y1. Z1.”。
(b) 可选程序段跳跃 1 信号 关闭、
可选程序段跳跃 2 信号 接通时
忽略 “Z1.”。

3.4 G 代码

3.4.1 模态、非模态

G 代码是用于规定程序内各程序段动作模式的指令。
G 代码分为模态指令与非模态指令。
模态指令是在组内的 G 代码中，指定始终作为 NC 动作模式的 1 个 G 代码指令。在指定取消指令或是同组内其它 G 代码之前，保持该动作模式。
非模态指令是仅在指定时才作为 NC 动作模式的指令。对下一个程序段无效。

3.4.2 G 指令一览表

G 代码	组	功能	章编号
△ 00	01	定位	6.1
0.5	28	快速进给程序段重叠	7.14.1
△ 01	01	直线插补	6.2
02	01	圆弧插补　CW R 指定圆弧插补 CW 螺旋插补 CW 涡轮 / 圆锥插补 CW（类型 2）	6.3 6.4 6.7 6.14
03	01	圆弧插补　CCW R 指定圆弧插补 CCW 螺旋插补 CCW 涡轮 / 圆锥插补 CCW（类型 2）	6.3 6.4 6.7 6.14
02.1	01	涡旋 / 圆锥插补 CW　（类型 1）	6.14
03.1	01	涡旋 / 圆锥插补 CCW　（类型 1）	6.14
02.3	01	指数函数插补 正转	6.12
03.3	01	指数函数插补 反转	6.12
02.4	01	三维圆弧插补 CW	6.15
03.4	01	三维圆弧插补 CCW	6.15
04	00	暂停（时间指定）	8.1
05	00	高速加工模式 高速高精度控制 II	17.1 17.3
05.1	00	高速高精度控制 I 样条曲线	17.3 17.4
06.2	01	NURBS 插补	6.16
07	00	虚拟轴插补	6.17
07.1 107	21	圆筒插补	6.9
08	00	高精度控制	17.2
09	00	精确停止检查	7.10
10	00	可编程补偿输入 可编程参数输入 参数坐标旋转输入 刀具寿命管理数据输入	12.7 15.6 19.10 12.8
11	00	取消（可编程补偿输入 / 可编程参数输入 / 刀具寿命管理数据输入）	12.7 15.6 12.8
12	00	圆切削 CW	6.10
13	00	圆切削 CCW	6.10
12.1 112	21	极坐标插补 开启	6.11
＊ 13.1 113	21	极坐标插补 取消	6.11
14			
＊ 15	18	极坐标指令 关闭	6.13

G 代码	组	功能	章编号
16	18	极坐标指令 开启	6.13
△ 17	02	平面选择 X-Y	6.5
△ 18	02	平面选择 Z-X	6.5
△ 19	02	平面选择 Y-Z	6.5
△ 20	06	英制指令	5.2
△ 21	06	公制指令	5.2
22	04	移动前行程检查 开启	20.1
23	04	移动前行程检查 取消	20.1
24			
25			
26			
27	00	参考点检查	19.15
28	00	参考点返回	19.12
29	00	开始位置返回	19.12
30	00	第 2 ～ 4 参考点返回	19.13
30.1	00	换刀位置返回 1	19.14
30.2	00	换刀位置返回 2	19.14
30.3	00	换刀位置返回 3	19.14
30.4	00	换刀位置返回 4	19.14
30.5	00	换刀位置返回 5	19.14
30.6	00	换刀位置返回 6	19.14
31	00	跳跃 / 变速跳跃 多段跳跃 2	21.2 21.4
31.1	00	多段跳跃 1-1	21.3
31.2	00	多段跳跃 1-2	21.3
31.3	00	多段跳跃 1-3	21.3
32			
33	01	螺纹切削	6.6
34	00	特别固定循环 （螺栓孔循环）	13.2
35	00	特别固定循环 （角度直线）	13.2
36	00	特别固定循环（圆弧）	13.2
37	00	自动刀长测量	21.1
37.1	00	特别固定循环（棋盘孔）	13.2
38	00	刀径补偿矢量指定	12.4
39	00	刀径补偿转角圆弧	12.4
＊ 40	07	刀径补偿取消 三维刀径补偿取消 5 轴加工用刀径补偿取消	12.4 12.5 –
41	07	刀径补偿 左 三维刀径补偿 左	12.4 12.5
42	07	刀径补偿 右 三维刀径补偿 右	12.4 12.5
＊ 40.1 150	15	法线控制 取消	15.8
41.1 151	15	法线控制 左 开启	15.8
42.1 152	15	法线控制 右 开启	15.8
41.2	07	5 轴加工用刀径补偿（左）	–
42.2	07	5 轴加工用刀径补偿（右）	–
43	08	刀长补偿 (+)	12.2
44	08	刀长补偿 (-)	12.2

G 代码	组	功能	章编号
43.1	08	刀具轴方向刀长补偿开启	12.3
43.4	08	刀尖点控制 类型 1 开启	-
43.5	08	刀尖点控制 类型 2 开启	-
45	00	刀具位置补偿（伸长）	12.6
46	00	刀具位置补偿（缩短）	12.6
47	00	刀具位置补偿（伸长 2 倍）	12.6
48	00	刀具位置补偿（缩短一半）	12.6
* 49	08	刀长补偿取消 刀具轴方向刀长补偿 刀尖点控制取消	12.2 12.3 -
* 50	11	比例缩放 取消	19.11
51	11	比例缩放 开启	19.11
* 50.1	19	G 指令镜像 取消	15.7
51.1	19	G 指令镜像 开启	15.7
52	00	局部坐标系设定	19.5
53	00	基本机床坐标系选择	19.3
53.1	00	刀具轴方向控制（类型 1)	18.1.7
53.6	00	刀具轴方向控制（类型 2)	18.1.7
* 54	12	工件坐标系 1 选择	19.6
55	12	工件坐标系 2 选择	19.6
56	12	工件坐标系 3 选择	19.6
57	12	工件坐标系 4 选择	19.6
58	12	工件坐标系 5 选择	19.6
59	12	工件坐标系 6 选择	19.6
54.1	12	扩展工件坐标系 选择	19.6
54.4	27	工件设置误差补偿	-
60	00(01)	单向定位	6.8.1
61	13	精确停止检查模式	7.11
61.1	13	高精度控制 开启	17.2
61.2	13	高精度样条曲线	17.5
62	13	自动转角倍率	7.14
63	13	攻丝模式	7.15
* 64	13	切削模式	7.16
65	00	用户宏程序 单纯调用	14.4.1
66	14	用户宏程序 模态调用 A	14.4.2
66.1	14	用户宏程序 模态调用 B	14.4.3
* 67	14	用户宏程序 模态调用 取消	14.3
68	16	程序坐标旋转模式 开启 / 三维坐标转换模式 开启	19.9 19.8
68.2	16	倾斜面加工指令	18.1
68.3	16	倾斜面加工指令（根据刀具轴方向进行指令）	18.1
* 69	16	程序坐标旋转模式 关闭 / 三维坐标转换模式 关闭 / 倾斜面加工取消	19.9 19.8 18.1
70	09	用户固定循环	
71	09	用户固定循环	
72	09	用户固定循环	
73	09	固定循环（步进）	13.1.10
74	09	固定循环（反向攻丝）	13.1.11
75	09	固定循环（圆切削）	13.1.12
76	09	固定循环（精镗孔）	13.1.13

G 代码	组	功能	章编号
77	09	用户固定循环	
78	09	用户固定循环	
79	09	用户固定循环	
＊ 80	09	固定循环取消	13.1
81	09	固定循环（钻孔 / 点钻）	13.1.1
82	09	固定循环（钻孔 / 反向镗孔）	13.1.2
83	09	固定循环（深钻孔 / 小径深钻孔）	13.1.3
84	09	固定循环（攻丝）	13.1.4
85	09	固定循环（镗孔）	13.1.5
86	09	固定循环（镗孔）	13.1.6
87	09	固定循环 （背镗孔）	13.1.7
88	09	固定循环（镗孔）	13.1.8
89	09	固定循环（镗孔）	13.1.9
△ 90	03	绝对值指令	5.1
△ 91	03	增量值指令	5.1
92	00	坐标系设定 / 主轴限制速度设定	19.4 10.3
92.1	00	工件坐标系预置	19.7
93	05	反比时限进给	7.5
△ 94	05	每分钟进给（非同步进给）	7.4
△ 95	05	每转进给（同步进给）	7.4
△ 96	17	恒表面速度控制开启	10.2
△ 97	17	恒表面速度控制 关闭	10.2
＊ 98	10	固定循环 初始级别返回	13.1.15
99	10	固定循环 R 点级别返回	13.1.15
100 ～ 225	00	用户宏程序 (G 代码调用）最多 10 个	14.4.4
120.1	00	加工条件选择 I	17.6
121	00	加工条件选择 I 取消	17.6
122	00	子系统 I 启动	16.2.1
127	00	手动任意逆行禁止	15.9
144	00	子系统 II 启动	16.2.2
145	00	子系统 I 、II 取消	16.2
160	00	扭矩限制跳跃	21.6

注意事项

(1) ＊标记表示在初始状态下应选择的代码，或已被选中的代码。
△标记表示根据参数设定，在初始状态下应选择的代码，或已被选中的代码。

(2) 指定了 2 个以上的同组 G 代码时，最后指定的 G 代码生效。

(3) 此 G 代码一览表是以前的 G 指令一览表。根据机床不同，可能会使用G 代码宏程序，执行与以往G 指令不同的动作。请通过机床制造商提供的说明书进行确认。

(4) 在输入各复位时是否执行模态初始化因情况而异。

(a) “复位 1”
在复位初始参数 (#1151 rstinit) 为 ON 时，执行模态初始化。(由机床制造商的规格决定。)

(b) 在输入 “复位 2” 及 “复位 & 回退”
信号时，执行模态初始化。

(c) 紧急停止解除时的复位
以 “复位 1” 为准。

(d) 在启动如参考点返回等个别功能时，自动执行复位。
以 “复位 & 回退” 为准。

⚠ 注意

⚠ 将 “G 后无数值” 指令视为 “G00”。

3.5 加工前的注意事项

⚠ 注意

⚠ 在创建加工程序时，请选择适当的加工条件，不能超过机床、NC 性能、容量的限制。本说明书中的的例题未考虑到加工条件等因素。

⚠ 请在实际加工前通过图形检查功能执行空运行、单程序段运行等操作确认加工程序、刀具补偿量、工件坐标偏置量等。

4章

预读缓存

4.1 预读缓存

功能及目的

通常，为了在自动运行时顺利进行程序解析处理，会预读一个程序段，但是刀径补偿时，为了计算包含干涉检查的交点，会最多预读 5 个执行程序段。

详细说明

预读缓存的规格如下所示。

(1) 记忆 1 个程序段的数据。

(2) 注释及可选程序段跳跃信号接通时，由 “/”（斜杠）代码到 EOB 代码为止的内容不会被读入预读缓存中。

(3) 预读缓存的内容在复位时将被全部清除。

(4) 在连续运行中，单程序段为 ON 时，预读缓存在记忆下一程序段数据后停止。

(5) 对于进行外部控制的 M 指令，禁止对其进行预读，要使其重新计算的方法如下。
判断为通过 PLC 进行外部控制的 M 指令时，接通 PLC 输出信号中的 “要求重新计算”。（“要求重新计算 “信号接通后，重新计算已经预读处理过的程序段。）
这些动作由机床制造商的规格决定。

注意事项

(1) 连续执行程序时和执行单程序段时，可选程序段跳跃等的 PLC 信号变为有效 / 无效的时间不同。

(2) 根据 M 指令接通 / 关闭可选程序段跳跃等的 PLC 信号时，在通过缓冲寄存器进行预读的程序中，PLC 控制动作无效。

5章

位置指令

5.1 位置指令方式； G90,G91

功能及目的

通过指定 G90/G91，可以将以后的坐标指令作为绝对值指令或增量值指令执行。但是，通过 R 指定的圆弧半径、通过 I,J,K 指定的圆弧中心始终使用增量值指令。

指令格式

```
G90/G91 X__ Y__ Z__ α __ ;
```

G90	绝对值指令
G91	增量值指令
X,Y,Z, α	坐标值（α为附加轴）

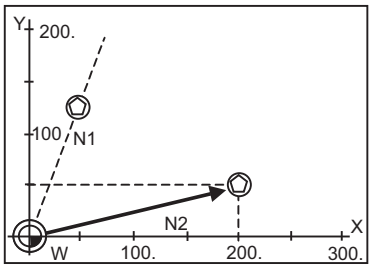
详细说明

(1) 在绝对值模式中，可以使轴移动到由程序指定的工件坐标系位置，与当前位置无关。

N1 G90 G00 X0 Y0 ;

在增量值模式中，以当前位置为起点 (0)，仅按照程序指定值的相对值进行相应移动。

N2 G90 G01 X200. Y50. F100 ;
N2 G91 G01 X200. Y50. F100 ;
不管是在绝对值还是在增量值模式下，从工件坐标系 0 点发出的指令均为相同坐标指令值。



刀具

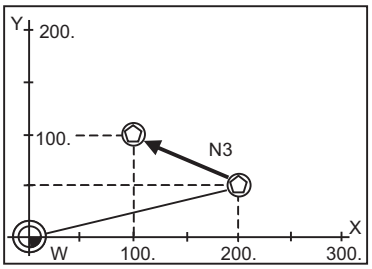
(2) 对于下一程序段，最后指定的 G90/G91 将作为模态继续有效。

(G90) N3 X100. Y100. ;

工件坐标系的 X 向 100.mm 的位置移动，Y 向 100.mm 的位置移动。

(G91) N3 X-100. Y50. ;

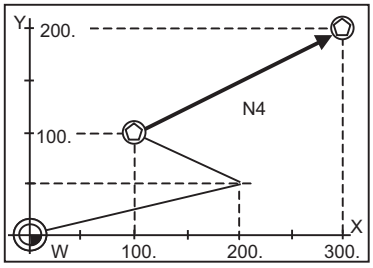
作为增量值，X 轴移动 -100.mm，Y 轴移动 +50.mm，最终 X 移动到 100.mm 的位置，Y 移动到 100.mm 的位置。



(3) 由于在同一程序段中可多次指定，因此只能将特定地址作为绝对值或增量值进行指定。

N4 G90 X300. G91 Y100. ;

根据 G90，X 轴使用绝对值模式，移动到工件坐标系 300.mm 的位置，根据 G91，Y 轴使用增量值模式，移动 +100.mm，最终 Y 移动到 200.mm 的位置。对于下一个程序段，G91 作为模态继续有效，剩余的指令使用增量值模式。



(4) 在接通电源时，可根据参数 #1073 I_Absm 的设定选择使用绝对值指令还是增量值指令。

(5) 在通过手动数据输入 (MDI) 指定时，也从此程序段开始作为模态继续使用。

5.2 英制指令／公制指令切换； G20,G21

功能及目的

可根据 G20/G21 指令，切换英制指令和公制指令。

指令格式

```
G20 ; ... 英制指令
```

```
G21 ; ... 公制指令
```

详细说明

G20/G21 只切换指令单位，而不切换输入单位。
另外，G20/G21 的切换仅对直线轴有效。对旋转轴无效。

关于输出单位／指令单位／设定单位

坐标系和参数的设定／显示单位由参数 “#1041 I_inch”决定。对于移动／速度指令，在 “#1041 I_inch”设定为 ON，且处于 G21 指令模式时，显示为公制单位，在 “#1041 I_inch”设定为 OFF，且处于 G20 指令模式时，将内部公制单位的数据转换并显示为英制单位。在接通电源时及复位时的指令单位，由参数 “#1041 I_inch”、“#1151 rstint”、“#1210 RstGmd/bit5”的组合决定。
这些参数由机床制造商的规格决定。

NC 轴

项目	初始英制 OFF（内部单位公制）#1041 I_inch=0		初始英制 ON（内部单位英制）#1041 I_inch=1	
	G21	G20	G21	G20
移动／速度指令	公制	英制	公制	英制
坐标系显示	公制	公制	英制	英制
速度显示	公制	公制	英制	英制
用户参数设定／显示	公制	公制	英制	英制
工件／刀具补偿 设定／显示	公制	公制	英制	英制
手轮进给指令	公制	公制	英制	英制

PLC 轴

项目	#1042 pcinch=0（公制）	#1042 pcinch=1（英制）
移动／速度指令	公制	英制
坐标系显示	公制	英制
用户参数设定／显示	公制	英制

注意事项

(1) 以 “#1041 I_inch”设定的单位进行参数 / 刀具数据的输入输出。
如果参数输入数据中没有 “#1041 I_inch”，使用当前 NC 中设定的单位。

(2) PLC 窗口的读、写单位固定为公制单位，与参数和 G20/G21 指令模态无关。

(3) 如果在同一程序段中指定 G20/G21 指令与其它 G 代码，将发生程序错误 (P33)。请在其它程序段中进行其它 G 代码指令。
- G05 （ 高速加工模式 ）
- G7.1 （圆筒插补 ）
- G12.1 （极坐标插补 ）

5.3 小数点输入

功能及目的

在定义刀具轨迹、距离、速度等的加工程序输入信息中，可进行指定 mm（公制）或 inch（英制）单位零点的小数点输入。
另外，根据机床制造商的规格（参数 “#1078 Decpt2”），选择是将无小数点数据的最低位作为最小输入指令单位（类型Ⅰ），还是作为零点 （类型Ⅱ）。

详细说明

(1) 小数点指令对加工程序中的距离、角度、时间、速度及换算倍率 （仅在 G51 之后）指令均有效。

(2) 在小数点输入类型Ⅰ与类型Ⅱ中，根据指令单位制，没有小数点数据的指令值有如下差异。

指令	指令单位	类型Ⅰ	类型Ⅱ
X1;	cunit=10000	1000 （μm，10^{-4}inch,10^{-3}°）	1 (mm, inch, °)
	cunit= 1000	100	1
	cunit= 100	10	1
	cunit= 10	1	1

(3) 小数点指令的有效地址为 X,Y,Z,U,V,W,A,B,C,I,J,K,E,F,P,Q,R。但 P 仅在换算倍率时有效。详情请参考一览表。

(4) 小数点指令中的有效指令值范围如下。（输入指令单位 cunit=10 时）

	移动指令（直线）	移动指令（旋转）	进给速度	暂停
输入单位 [mm]	-99999.999 ～ 99999.999	-99999.999 ～ 99999.999	0.001 ～ 10000000.000	0 ～ 99999.999
输入单位 [inch]	-9999.9999 ～ 9999.9999		0.0001 ～ 1000000.0000	

(5) 小数点指令对子程序等中所使用变量数据的定义指令也有效。

(6) 小数点指令有效时，可选择规格中规定的最小输入指令单位（1 μm，10 μm 等）或 mm，作为无小数点指定的指令最小单位。通过参数 “#1078 Decpt2” 选择。

(7) 在对小数点无效地址的小数点指令中，将忽略小数点后的数字，仅使用整数部分的数据进行处理。小数点无效地址如下所示。[D,H,L,M,N,O,S,T]。
但是，如果是变量指令，则全部视为带小数点的数据。

(8) 指令单位 10 倍适用于小数点类型Ⅰ有效时，但不适用于小数点类型 II 有效时。

小数点输入Ⅰ，Ⅱ与小数点指令的有效、无效

如果对下述的一览表中小数点指令有效的地址进行不使用小数点的指令，则小数点输入Ⅰ，Ⅱ如下所示。
如果对其进行使用小数点的指令，则小数点输入Ⅰ，Ⅱ相同。

(1) 小数点输入Ⅰ
指令数据的最低位与指令单位一致。
（例）在 1 μ m 系统中指定了 “X1”时，动作与指定 “X0.001”时相同。

(2) 小数点输入Ⅱ
指令数据的最低位与指令位置一致。
（例）在 1 μ m 系统中指定了 “X1”时，动作与指定 “X1.”时相同。

- 使用地址与小数点指令的有效 / 无效 -

地址	小数点指令	用途	备注
A	有效	坐标位置数据	
	无效	旋转工作台	
	无效	辅助功能代码	
	有效	角度数据	
	无效	数据设定、轴号 (G10)	
	无效	程序号	
B	有效	坐标位置数据	
	无效	旋转工作台	
	无效	辅助功能代码	
	无效	子系统Ⅰ / 子系统Ⅱ 识别编号	
C	有效	坐标位置数据	
	无效	旋转工作台	
	无效	辅助功能代码	
	有效	转角倒角量	,C
D	无效	补偿编号（刀具位置、刀径）	
	有效	自动刀长测定：减速区域 d	
	无效	数据设定 :BIT 形数据	
	无效	子程序存储元件编号	,D
	无效	子系统Ⅰ / 子系统Ⅱ 同步控制指定	
	有效	偏差跳跃值	
E	有效	英制螺纹数、 精密螺纹导程	
F	有效	切削进给速度、自动刀长测量速度	
	有效	螺纹导程	
	有效	同步攻丝时的 Z 轴螺距数	
	有效	快速进给速度	,F
G	有效	准备功能代码	
H	无效	刀长补偿编号	
	无效	子程序内的顺序号	
	无效	可编程参数输入 BIT 形数据	
	无效	基准主轴选择	
	无效	子系统Ⅰ / 子系统Ⅱ 复位型	

地址	小数点指令	用途	备注
I	有效	圆弧中心／图形旋转中心坐标	
	有效	刀径补偿的矢量成分	
	有效	特别固定循环的孔距	
	有效	圆切削的圆半径（增量）	
	有效	G0/G1 到位宽度、钻孔循环 G0 到位宽度	,I
	有效	移动前行程检查下限的坐标	
J	有效	圆弧中心／图形旋转中心坐标	
	有效	刀径补偿的矢量成分	
	有效	特别固定循环的孔距或角度	
	有效	G0/G1 到位宽度、钻孔循环 G1 到位宽度	,J
	有效	移动前行程检查下限的坐标	
K	有效	圆弧中心／图形旋转中心坐标	
	有效	刀径补偿的矢量成分	
	无效	特别固定循环的钻孔数	
	无效	钻孔循环／子系统Ⅰ／子系统Ⅱ的重复次数	
	有效	移动前行程检查下限的坐标	
L	无效	固定循环／子程序重复次数	
	无效	可编程刀具补偿输入／工件偏置输入：种类选择	L2,L20,L10,L11L12,L13
	无效	可编程参数输入选择：数据设定选择	L70
	无效	可编程参数输入 :2 WORD 形数据	4 字节
	无效	等待编号	
	无效	刀具寿命数据	
M	无效	辅助功能代码	
N	无效	顺序号	
	无效	可编程参数输入：数据编号	
O	无效	程序号	
P	无效／有效	暂停时间	参数
	无效	子程序的调用程序号	
	无效／有效	攻丝循环的孔底暂停	参数
	无效	特别固定循环的钻孔数	
	无效	螺旋的螺距数	
	无效	补偿编号 (G10)	
	无效	恒表面速度控制轴号	
	无效	可编程参数输入：大区分编号	
	无效	多段跳跃功能 2 信号指令	
	无效	子程序返回目标地址顺序号	
	无效	第 2,3,4 参考点返回编号	
	有效	比例缩放倍率	
	无效	高速模式型	
	无效	高精度控制模式　开始／结束	
	无效	扩展工件坐标系编号	
	无效	刀具寿命数据组编号	
	无效	加工用途	
	无效	子系统Ⅰ／子系统Ⅱ的开始顺序号	

地址	小数点指令	用途	备注
Q	有效	深钻孔循环的切入量	
	有效	背镗孔的偏移量	
	有效	精镗孔的偏移量	
	无效	主轴最低限制转速	
	有效	螺纹切削开始偏移角度	
	无效	刀具寿命数据管理方式	
	无效	加工条件	
	无效	子系统Ⅰ／子系统Ⅱ的结束顺序号	
	无效	扭矩跳跃值	
R	有效	固定循环的 R 点	
	有效	R 指定圆弧半径	
	有效	转角 R 倒角圆弧半径	,R
	有效	补偿量 (G10)	
	无效	同步攻丝／非同步攻丝切换	
	有效	自动刀长测定：减速区域 r	
	有效	旋转角度	
	无效	跳跃加减速时间常数	
S	无效	主轴功能代码	
	无效	主轴最高限制转速	
	无效	恒表面速度控制／恒表面速度取消：表面速度	
	无效	可编程参数输入 :WORD 形数据	2 字节
T	无效	刀具功能代码	
U	有效	坐标位置数据	
V	有效	坐标位置数据	
W	有效	坐标位置数据	
X	有效	坐标位置数据	
	有效	暂停时间	
Y	有效	坐标位置数据	
Z	有效	坐标位置数据	

（注 1）用户宏程序自变量的小数点均有效。

程序示例

(1) 对小数点有效地址的程序示例

程序示例	小数点指令 1		小数点指令 2
	1 = 1 μ m 时	1 = 10 μ m 时	1=1mm
G0 X123.45 （小数点单位均为 mm）	X123.450 mm	X123.450 mm	X123.450 mm
G00 X12345	X12.345 mm （最后的位为 1 μ m 单位）	X123.450 mm	X12345.000 mm
#111=123 #112=5.55 X#111 Y#112	X123.000 mm Y5.550 mm	X123.000 mm Y5.550 mm	X123.000 mm Y5.550 mm
#113=#111+#112 （加法运算）	#113=128.550	#113=128.550	#113=128.550
#114=#111-#112 （减法运算）	#114=117.450	#114=117.450	#114=117.450
#115=#111*#112 （乘法运算）	#115=682.650	#115=682.650	#115=682.650
#116=#111/#112 #117=#112/#111 （除法运算）	#116=22.162 #117=0.045	#116=22.162 #117=0.045	#116=22.162 #117=0.045

注意事项

(1) 含有四则运算符号时，作为带小数点的数据使用。
（例 1）G00 X123+0 ;
作为 X 轴 123mm 的指令。不是 123 μ m。

6章

插补功能

6.1 定位（快速进给）；G00

功能及目的

本指令通过坐标语，以当前点为起点，高速定位到坐标语所指定的终点。

指令格式

```
G00 X__ Y__ Z__ α __ ,I__ ,F__; ...  定位（快速进给）
```

X, Y, Z, α	表示坐标值。（α为附加轴） 根据此时的 G90/G91 状态，决定其表示绝对位置或增量位置。
,I	到位宽度。仅对指定的程序段有效。因此，在没有该地址的程序段，则按照参数“#1193 inpos”的设定。1 ～ 999999 详细内容请参考“减速检查”。
,F	指定在根据 G00 指令的移动、G00 模式中的移动、钻孔用固定循环中的移动中的快速进给速度。 与 G01 模式中的每分进给 F 指令（mm/min、inch/min）的指令范围相同。 英制 / 公制切换对旋转轴无效。 详细内容请参照“G00 进给速度指令（,F 指令）”。

指令地址对附加的所有轴均有效。

详细说明

(1) 快速进给速度因机床制造商的规格而异（参数“#2001 rapid”）。
如果“G00 进给速度指定（,F 指令）”功能有效且在与 G00 指令相同的程序段中存在“,F”指令，则以“,F”指令的速度进行定位。此功能无效时或者在 G00 指令的程序段中不存在“,F”指令时，以参数“#2001 rapid”设定的速度进行定位。

(2) G00 指令为 01 组的模态指令。连续指定 G00 指令时，从下一个程序段开始，可只使用坐标语进行指令。

(3) 在 G00 模式下，始终在程序段的起点、终点执行加减速。在终点执行指令减速或是到位检查，确认各系统内所有移动轴的移动完成后，进入下一个程序段。

(4) 通过 G00 指令取消（G80）09 组的 G 功能（G72 ～ G89）。

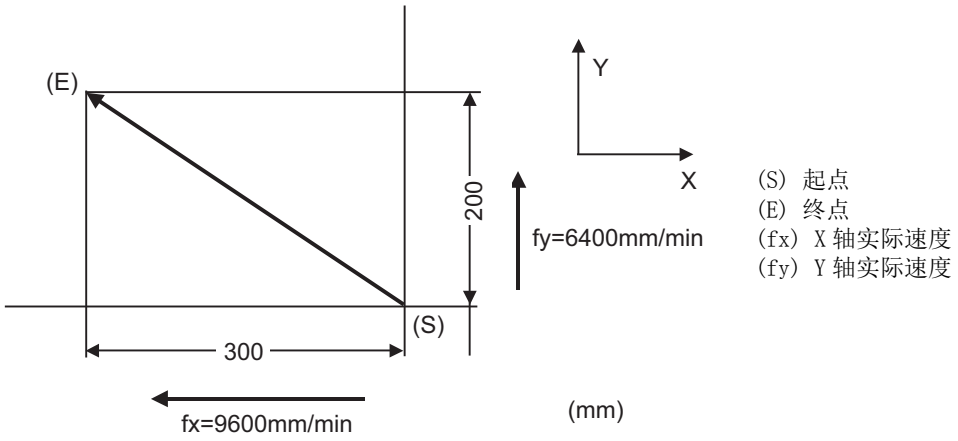
⚠ 注意

⚠ 将“G 后无数值”指令视为“G00”。

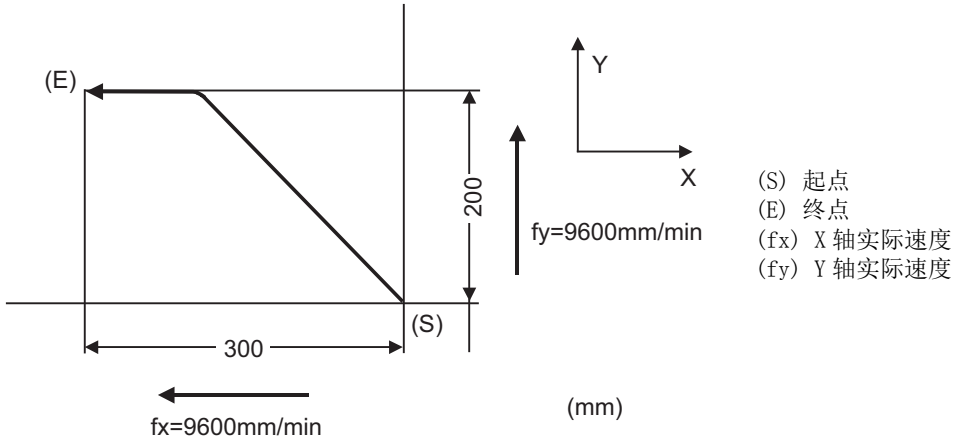
刀具路径

刀具路径为直线或非直线由机床制造商的规格决定（参数“#1086 G0Intp”）。
直线、非直线对定位时间没有影响。

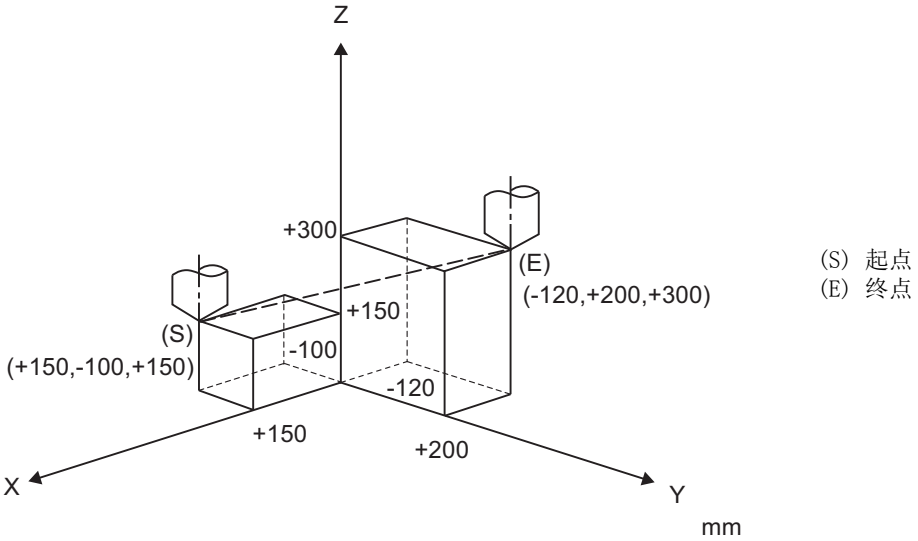
(1) 直线路径 ： 参数“#1086 G0Intp”为“0”时
定位时的刀具移动路径为连接起点与终点的最短路径。在指定的各轴速度不超过其快速进给速度的范围内，自动计算定位速度，以确保分配时间最短。
例如，X 轴与 Y 轴的快速进给速度均为 9600mm/min 时
G91 G00 X-300000 Y200000 ；（输入设定单位 0.001mm 时）
编辑上述程序，则刀具按照如下图所示的路径移动。



(2) 非直线路径 ： 参数“#1086 G0Intp”为“1”时
在定位过程中，刀具以各轴的快速进给速度从移动路径起点移动到终点。
例如，X 轴与 Y 轴的快速进给速度均为 9600mm/min 时
G91 G00 X-300000 Y200000 ；（输入设定单位 0.001mm 时）
编辑上述程序，则刀具按照如下图所示的路径移动。



程序示例




```
G91 G00 X-270. Y300. Z150. ;
```

减速检查的相关注意事项

减速检查方式分为指令减速方式、平滑检查方式、到位检查方式三种，快速进给 / 切削进给使用哪一种方式由机床制造商的规格决定（参数 “#1306 InpsTyp”、“#1389 G1SmthChk”、“#1223 aux07/bit1”、“#1193 inpos” 的组合）。
对程序中存在到位宽度指令的程序段，执行临时变更了到位宽度的到位检查。（到位宽度可编程指令）
对程序中没有到位宽度指令的程序段，采用由机床制造商的规格决定的减速检查方式（参数 “#1193 inpos”）进行减速检查。
切削进给时，如果错误检测信号接通，则强制执行到位检查。

快速进给（G00）		#1193 inpos	
		0	1
,I 指令	无	指令减速方式（在 “#2003 smgst” bit3-0 中设定的各加减速类型的指令减速检查）	到位检查方式（根据 “#2077 G0inps”、“#2224 SV024” 执行到位检查）
	有	到位检查方式（根据 “,I”、“#2077 G0inps”、“#2224 SV024” 执行到位检查）	

切削进给（G01）		#1193 inpos	
		0	1
,I 指令	无	指令减速方式（在 “#2003 smgst” bit7-4 中设定的各加减速类型的指令减速检查）	到位检查方式（根据 “#2078 G1inps”、“#2224 SV024” 执行到位检查）
	有	到位检查方式（根据 “,I”、“#2078 G1inps”、“#2224 SV024” 执行到位检查）	

关于减速检查，请参考 “减速检查”。

6.2 直线插补 ;G01

功能及目的

该指令通过坐标语与进给速度指令的组合，以地址 F 中所指定的速度，将刀具从当前点直线移动（插补）到坐标语所指定的终点。但此时，地址 F 所指定的进给速度始终作为相对于刀具中心前进方向的线速度使用。

指令格式

G01 X__ Y__ Z__ α __ F__ ,I__ ；直线插补

X,Y,Z, α	表示坐标值。（α为附加轴） 根据此时的 G90/G91 状态，决定其表示绝对位置或增量位置。
F	进给速度（mm/min 或°/min）
,I	到位宽度。仅对指定的程序段有效。因此，在没有该地址的程序段，则按照参数“#1193 inpos”的设定。1 ～ 999999

详细说明

(1) G01 指令为 01 组的模态指令。连续指定 G01 指令时，从下一个程序段开始，可只使用坐标语进行指令。在最初的 G01 指令中，如果未赋予 F 指令，将发生程序错误（P62）。

(2) 通过°/min（小数点位置的单位）指定旋转轴的进给速度。(F300=300°/min)

(3) 根据 G01 指令取消（G80)09 组的 G 功能（G72 ～ G89）。

直线插补指令时的到位宽度可编程指令

该指令通过加工程序指定直线插补指令时的到位宽度。

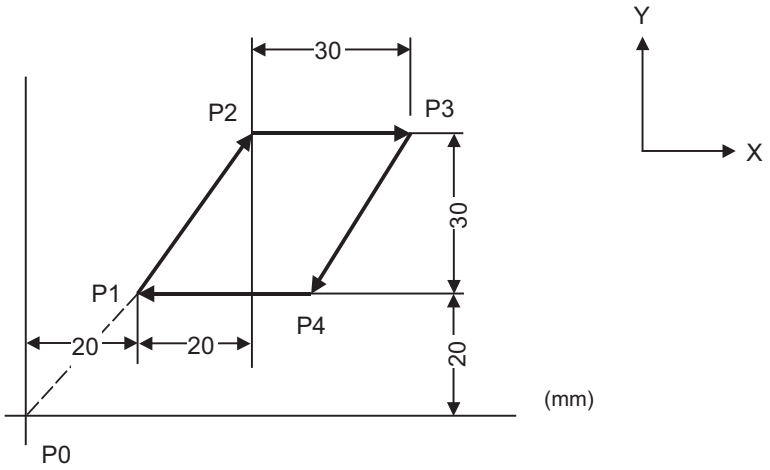
G01 X_ Y_ Z_ F_ ,I_ ；	
X,Y,Z	各轴的直线插补坐标值
F	进给速度
,I	到位宽度

在直线插补指令中，仅在执行减速检查时，指定的到位宽度才有效。
- 打开错误检测开关时。
- 在同一程序段中进行了 G09（精确停止检查）指令时。
- 选择了 G61（精确停止检查模式）时。

（注 1）关于到位检查的动作，请参考“定位（快速进给）;G00”。

程序示例

（例） 以进给速度 300 mm/min 切削 P1 → P2 → P3 → P4 → P1
但 P0 → P1 为刀具定位



G91 G00 X20. Y20. ;	P0 → P1
G01 X20. Y30. F300 ;	P1 → P2
X30. ;	P2 → P3
X-20. Y-30. ;	P3 → P4
X-30. ;	P4 → P1

6.3 圆弧插补 ;G02,G03

功能及目的

该指令可使刀具沿圆弧移动。

指令格式

```
G02  X__ Y__ I__ J__ F__  ; ...  圆弧插补： 顺时针（CW）
```

```
G03  X__ Y__ I__ J__ F__  ; ...  圆弧插补： 逆时针（CCW）
```

X,Y	圆弧终点坐标
I,J	圆弧中心坐标
F	进给速度

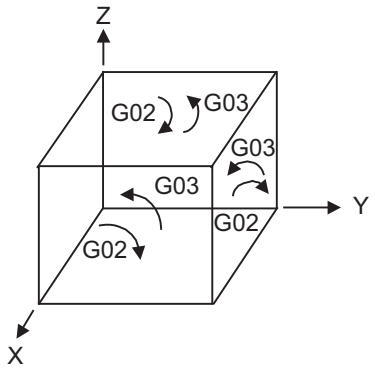
详细说明

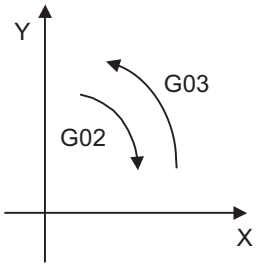
(1) 圆弧指令通过地址 X,Y（或 Z, 或 X,Y,Z 的平行轴）指定圆弧终点坐标，通过地址 I,J（或 K）指定圆弧中心坐标值。

圆弧终点坐标值的指令可同时使用绝对值、增量值，但必须通过距起点的增量值指定圆弧中心坐标值。

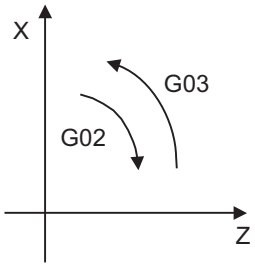
通过程序指令单位指定圆弧中心坐标值。当对程序指令单位 (#1015 cunit) 不同的轴进行圆弧指令时，必须加以注意。为了防止混乱，指定时请带上小数点。

(2) G02(G03) 指令是 01 组的模态指令。连续发出 G02(G03) 指令时，从下一程序段开始，可只使用坐标语进行指定。
通过 G02,G03 区别圆弧的旋转方向。
G02 CW（顺时针旋转）
G03 CCW（逆时针旋转）

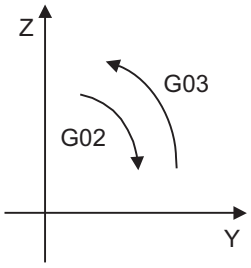




G17 (X-Y) 平面



G18 (Z-X) 平面



G19 (Y-Z) 平面

(3) 可通过单程序段指令执行跨越多个象限的圆弧。

(4) 执行圆弧插补，需要以下信息。
(a) 平面选择 ..... 是否有与 XY,ZX,YZ 中任一平面平行的圆弧。
(b) 旋转方向 ..... 顺时针旋转 (G02) 还是逆时针旋转 (G03)。
(c) 圆弧终点坐标 ..... 通过地址 X,Y,Z 指定。
(d) 圆弧中心坐标 ..... 通过地址 I,J,K 指定。（增量值指令）
(e) 进给速度 ..... 通过地址 F 指定。

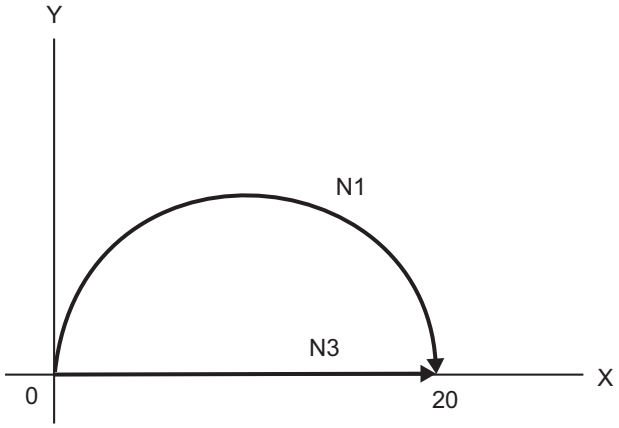
平面选择

存在圆弧的平面有以下 3 个平面（请参考详细说明的图），按照下述方法进行选择。
XY 平面
指定 G17;（平面选择 G 代码）。
ZX 平面
指定 G18;（平面选择 G 代码）。
YZ 平面
指定 G19;（平面选择 G 代码）。

直线插补替换

如果在圆弧指令时未指定圆弧中心、半径，通常会发生程序错误 (P33)。
根据机床制造商的规格，只有未指定中心坐标和半径的程序段可以执行直线插补到终点坐标值（参数“#11029 Arc to G1 no Cent”。但模态为圆弧模态。
本功能不适用于几何加工功能中的圆弧指令。

（例）#11029 = “1”

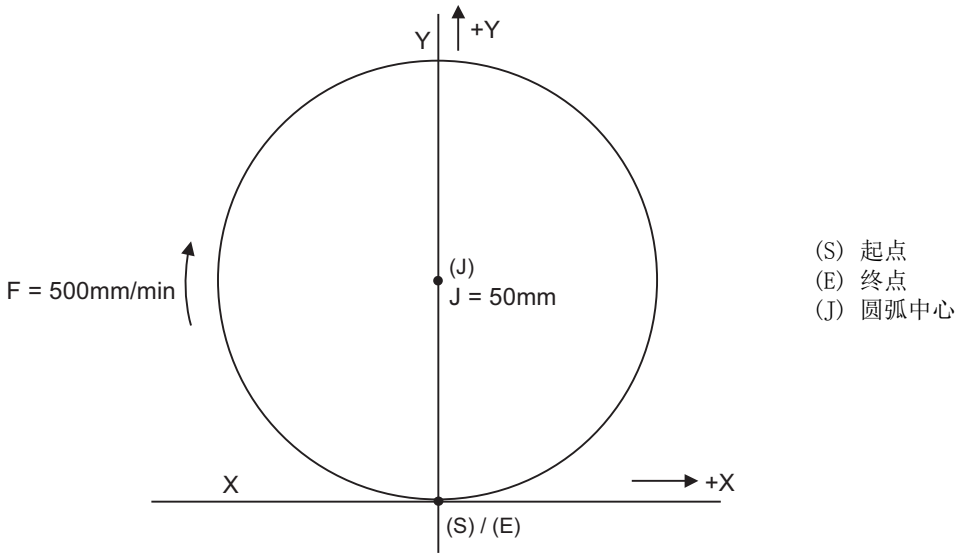



```
G90 X0 Y0 ;
N1 G02 X20. I10. F500 ;      ... (a)
N2 G00 X0 ;
N3 G02 X20. F500 ;           ... (b)
M02 ;
```

(a) 有圆弧中心指定，因此执行圆弧插补 (G02)
(b) 无圆弧中心指定、半径指定，因此执行直线插补 (G01)

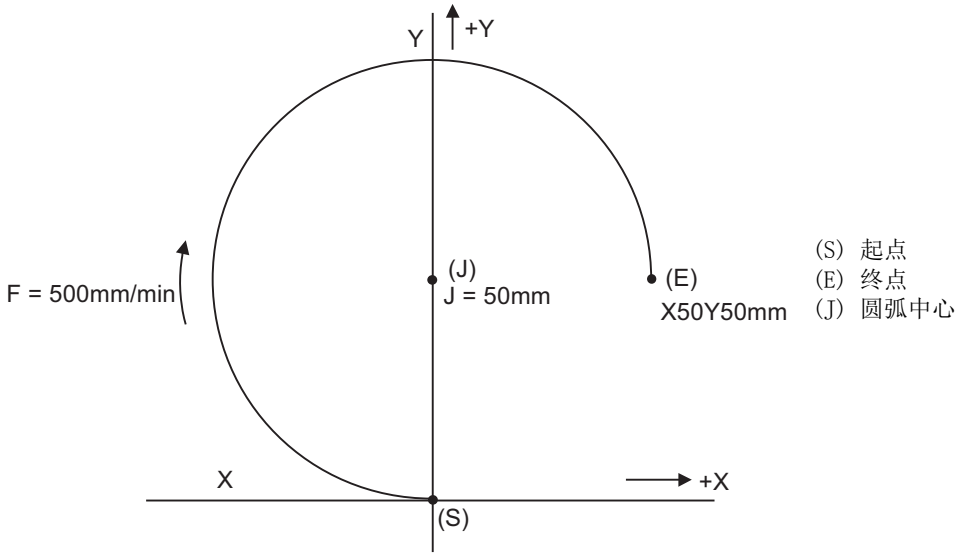
程序示例

（例 1）



G02 J50. F500;	真圆指令

（例 2）



G91 G02 X50. Y50. J50. F500;	3/4 指令

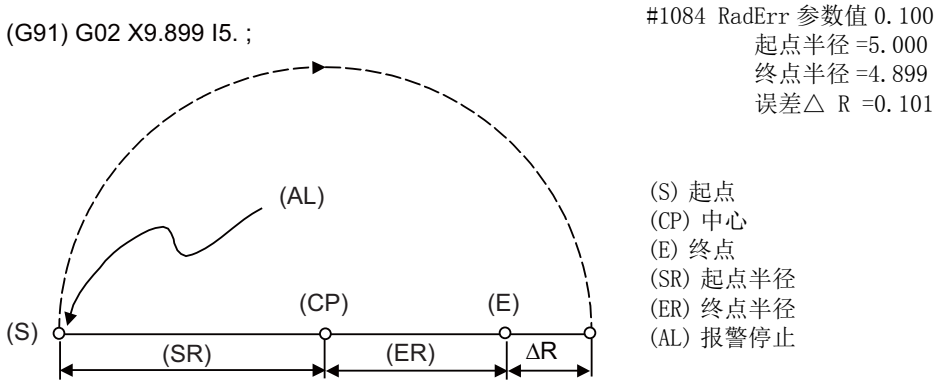
注意事项

(1) 在圆弧动作中，顺时针旋转 (G02)、逆时针旋转 (G03) 的方向是指 “在右手坐标系中，从与对象平面垂直相交的坐标轴正方向看向负方向时” 的方向。

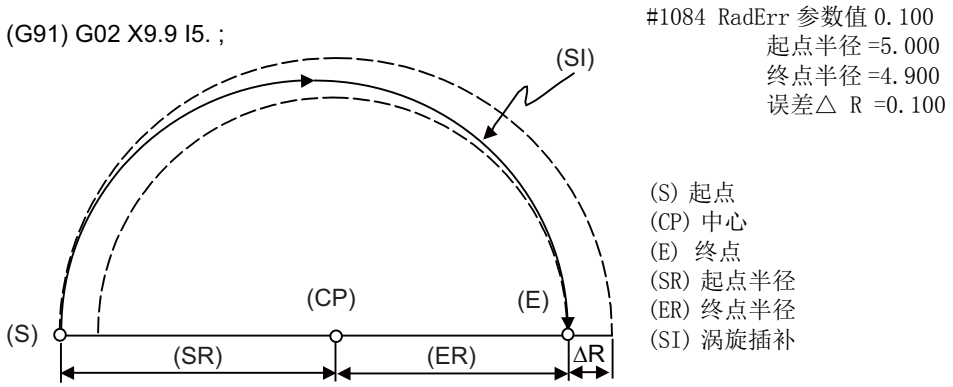
(2) 省略了所有终点坐标，或终点与起点的位置相同时，如果使用 I,J,K 指定圆弧中心，则视为指定 360 °的圆弧（真圆）。

(3) 在圆弧指令中，如果起点半径与终点半径不一致时，则如下所示。

(a) 误差△ R 大于参数 “#1084 RadErr” 时，将在圆弧起点发生程序错误 (P70)。



(b) 误差△ R 小于参数值时，变为朝向指令终点的涡旋状插补。



6.4 R 指定圆弧插补； G02,G03

功能及目的

除通过以往的圆弧中心坐标（I,J,K）指定进行圆弧插补指令以外，也可通过直接指定圆弧半径 R 进行圆弧插补指令。

指令格式

```
G02  X__ Y__ R__ F__  ; ...  R 指定圆弧插补： 顺时针旋转（CW）
```

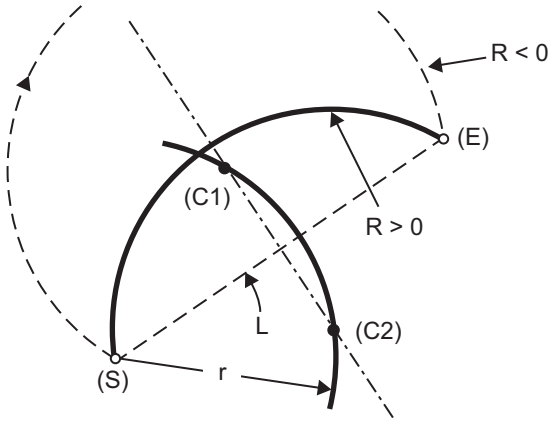
```
G03  X__ Y__ R__ F__  ; ...  R 指定圆弧插补： 逆时针旋转（CCW）
```

X	X 轴终点坐标
Y	Y 轴终点坐标
R	圆弧半径
F	进给速度

通过程序指令单位指定圆弧半径。当对程序指令单位（#1015 cunit）不同的轴进行圆弧指令时，必须加以注意。为了防止混乱，发出指令时请带上小数点。

详细说明

圆弧中心位于与连接起点与终点的线段垂直相交的 2 等分线上，与以起点为中心的指定半径的圆的交点，就是圆弧指令中所指定的中心坐标。
指令程序 R 的符号为正时，为半圆以下的圆弧指令，指令程序 R 的符号为负时，为半圆以上的圆弧指令。



(S) 起点
(E) 终点
(C1)：R<0 时的圆弧中心
(C2)：R>0 时的圆弧中心

R 指定圆弧插补指令需满足以下条件。

$$\frac{L}{2 \cdot r} \leqq 1$$

L / 2 − r ＞ 参数值（#1084 RadErr）时，发生报警。

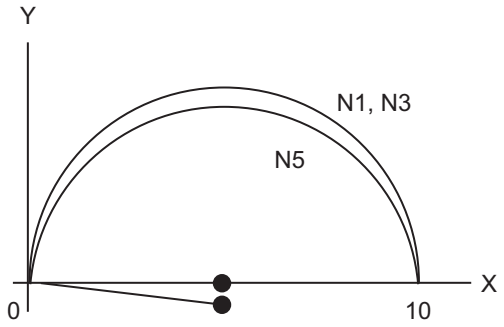
在此，L 为从起点到终点的直线线段。在同一程序段中同时存在 R 指令与 I,J,(K) 指令时，将优先执行通过 R 指定的圆弧指令。真圆指令（起点与终点一致）时，由于 R 指定的圆弧指令会立即完成，不会进行任何动作，因此请使用 I,J,(K) 指定圆弧指令。
且平面选择与 I,J,K 指定圆弧指令相同。

圆弧中心坐标补偿

在 R 指定圆弧插补中，会因计算误差而无法获得希望的半圆，因此，在 “连接起点与终点的线段” 与 “指令半径 × 2” 的误差小于设定值时，应执行补偿，使连接起点和终点的线段的中点成为圆弧中心。
设定值由机床制造商的规格决定（参数 “#11028 Tolerance Arc Cent”（圆弧中心误差修正允许值））。

（例）#11028 = “0.000 (mm)”

设定值	允许值
设定值 < 0	0（不补偿中心误差）
设定值 = 0	2 ×最小设定单位
设定值 > 0	设定的值




```
G90 X0 Y0 ;
N1 G02 X10. R5.000;
N2 G00 X0;
N3 G02 X10. R5.001;      ...(a)
N4 G00 X0;
N5 G02 X10. R5.002;      ...(b)
N6 G00 X0;
M02 ;
```

(a) “补偿中心坐标” = 与 N1 的轨迹相同
(b) “不补偿中心坐标” = 相对于 N1，轨迹稍靠近内侧

计算误差补偿允许值：0.002mm
从起点到终点的线段：10.000
N3：半径× 2=10.002 “误差 0.002 → 补偿”
N5：半径× 2=10.004 “误差 0.004 → 不补偿”
如上图所示。

程序示例

（例 1）

G02 Xx1 Yy1 Rr1 Ff1 ;	XY 平面 R 指定圆弧

（例 2）

G03 Zz1 Xx1 Rr1 Ff1 ;	ZX 平面 R 指定圆弧

（例 3）

G02 Xx1 Yy1 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 ;	XY 平面 R 指定圆弧 （在同一程序段中同时存在通过 R 的指定与通过 I,J,(K) 的指定时，优先处理通过 R 的指定。）

（例 4）

G17 G02 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 ;	该指令为 XY 平面 R 指定圆弧，但由于是真圆指令，因此立即完成。

6.5 平面选择 ; G17,G18,G19

功能及目的

用于指定执行圆弧插补（含螺旋切削）及刀径补偿指令时的刀具动作属于哪个平面。
可通过将基本 3 轴及分别与其对应的平行轴作为参数进行登录，选择不是任意平行轴的 2 轴构成的平面。若将旋转轴作为平行轴进行登录，则也可选择包含旋转轴的平面。
平面选择用于选择
- 进行圆弧插补（含螺旋切削）的平面
- 进行刀径补偿的平面。
- 进行固定循环定位的平面。

指令格式

```
G17 ; ... 选择 XY 平面
```

```
G18 ; ... 选择 ZX 平面
```

```
G19 ; ... 选择 YZ 平面
```

X,Y,Z 表示各坐标轴或其平行轴。

详细说明

参数登录

	#1026-1028 基本轴 I,J,K	#1029-1031 平行轴 I,J,K
I	X	U
J	Y	
K	Z	V

（表 1）平面选择参数登录示例

如上述的示例所示，可以登录基本轴及其平行轴。
基本轴也可以是 X,Y,Z 以外的轴。
未登录的轴与平面选择无关。

平面选择方式

在表 1 中
I 表示 G17 平面的横轴或 G18 平面的纵轴
J 表示 G17 平面的纵轴或 G19 平面的横轴
K 表示 G18 平面的横轴或 G19 平面的纵轴即
G17 ..... IJ 平面
G18 ..... KI 平面
G19 ..... JK 平面

(1) 通过基本轴或其平行轴中的哪一轴选择平面，取决于与平面选择 (G17,G18,G19) 指令位于同一程序段中的轴地址指令。
表 1 的参数登录示例
G17 X__ Y__ ;　　XY 平面
G18 X__ V__ ;　　VX 平面
G18 U__ V__ ;　　VU 平面
G19 Y__ Z__ ;　　YZ 平面
G19 Y__ V__ ;　　YV 平面

(2) 在未指定平面选择 G 代码 (G17,G18,G19) 的程序段中，不切换平面。
G17 X__ Y__ ;　　XY 平面
　　Y__ Z__ ;　　XY 平面（平面无变化）

(3) 在已指定平面选择 G 代码 (G17,G18,G19) 的程序段中，如果省略了轴地址，则视为省略了基本 3 轴的轴地址。
表 1 的参数登录示例
G17 ;　　XY 平面
G17 U__ ;　　UY 平面
G18 U__ ;　　ZU 平面
G18 V__ ;　　VX 平面
G19 Y__ ;　　YZ 平面
G19 V__ ;　　YV 平面

(4) 如果在平面选择 G 代码 (G17,G18,G19) 所在程序段中指定轴地址，指定的轴将发生移动。

(5) 由平面选择 G 代码 (G17,G18,G19) 决定的平面中不存在的轴指令与平面选择无关。
表 1 的参数登录示例
进行 G17 U__ Z__ ; 指令时，
选择 UY 平面，Z 轴将移动，与平面无关。

(6) 如果在平面选择 G 代码 (G17,G18,G19) 所在程序段中重复指定基本轴或其平行轴，则按照基本轴、平行轴的顺序优先决定平面。
表 1 的参数登录示例
进行 G17 U__ Y__ W__ ; 指令时，
选择 UY 平面，W 轴将移动，与平面无关。

（注 1）在接通电源时以及复位时，选择由参数“#1025 初始平面选择”设定的平面。

6.6 螺纹切削

6.6.1 固定导程螺纹切削 ; G33

功能及目的

通过 G33 指令进行与主轴旋转同步的刀具进给控制，因此可执行固定导程直螺纹切削加工及锥螺纹切削加工。此外，还可通过指定螺纹切削开始角度，可加工多条螺纹等。

指令格式

普通导程螺纹切削

```
G33 Z__(X__ Y__ α __) F__ Q__ ;
```

Z（X Y α）	螺纹终点
F	长轴（移动量最多的轴）方向导程
Q	螺纹切削开始偏移角度（0.001 - 360.000 °）

精密导程螺纹切削

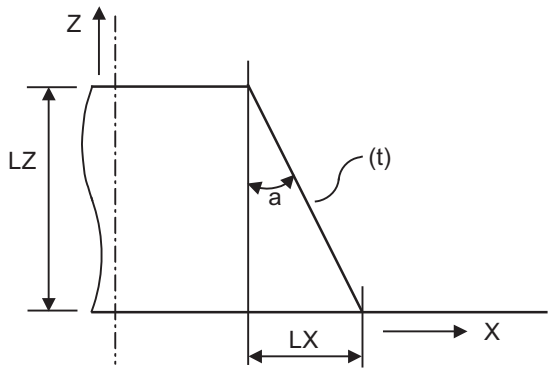
```
G33 Z__(X__ Y__ α __) E__ Q__ ;
```

Z（X Y α）	螺纹终点
E	长轴（移动量最多的轴）方向导程
Q	螺纹切削开始偏移角度（0.001 - 360.000 °）

详细说明

(1) E 指令也可用于指定英制螺纹切削的螺纹数，可通过参数设定选择是通过螺纹数指定，还是通过精密导程指定。（参数“#8156 精密螺纹切削 E”设定为“1”时，使用精密导程指定。）

(2) 锥螺纹导程用于指定长轴方向的导程。



(t) 锥螺纹部分

a < 45° 时，导程为 LZ
a > 45° 时，导程为 LX
a = 45° 时，导程可为 LX 或 LZ

螺纹切削 公制输入

输入设定单位	B (0.001mm)			C (0.0001mm)		
指令地址	F(mm/rev)	E(mm/rev)	E(螺纹数/inch)	F(mm/rev)	E(mm/rev)	E(螺纹数/inch)
最小指令单位	1(=0.001) (1.=1.000)	1(=0.0001) (1.=1.0000)	1(=1.00) (1.=1.00)	1(=0.0001) (1.=1.0000)	1(=0.00001) (1.=1.00000)	1(=1.000) (1.=1.000)
指令范围	0.001 - 999.999	0.0001 - 999.9999	0.03 - 999.99	0.0001 - 999.9999	0.00001 - 999.99999	0.026 - 222807.017

输入设定单位	D (0.00001mm)			E (0.000001mm)		
指令地址	F(mm/rev)	E(mm/rev)	E(螺纹数/inch)	F(mm/rev)	E(mm/rev)	E(螺纹数/inch)
最小指令单位	1(=0.00001) (1.=1.00000)	1(=0.000001) (1.=1.000000)	1(=1.0000) (1.=1.0000)	1(=0.000001) (1.=1.000000)	1(=0.0000001) (1.=1.0000000)	1(=1.00000) (1.=1.00000)
指令范围	0.00001 - 999.99999	0.000001 - 999.999999	0.0255 - 224580.0000	0.000001 - 999.999999	0.0000001 - 999.9999999	0.02541 - 224719.00000

螺纹切削 英制输入

输入设定单位	B (0.0001inch)			C (0.00001inch)		
指令地址	F (inch/rev)	E (inch/rev)	E(螺纹数/inch)	F (inch/rev)	E (inch/rev)	E(螺纹数/inch)
最小指令单位	1(=0.0001) (1.=1.0000)	1(=0.00001) (1.=1.00000)	1(=1.000) (1.=1.000)	1(=0.00001) (1.=1.00000)	1(=0.000001) (1.=1.000000)	1(=1.0000) (1.=1.0000)
指令范围	0.0001 - 39.3700	0.00001 - 39.37007	0.025 - 9999.999	0.00001 - 39.37007	0.000001 - 39.370078	0.0255 - 9999.9999

输入设定单位	D (0.000001inch)			E (0.0000001inch)		
指令地址	F (inch/rev)	E (inch/rev)	E(螺纹数/inch)	F (inch/rev)	E (inch/rev)	E(螺纹数/inch)
最小指令单位	1(=0.000001) (1.=1.000000)	1(=0.0000001) (1.=1.0000000)	1(=1.00000) (1.=1.00000)	1(=0.0000001) (1.=1.0000000)	1(=0.00000001) (1.=1.00000000)	1(=1.000000) (1.=1.000000)
指令范围	0.000001 - 39.370078	0.0000001 - 39.3700787	0.02541 - 9999.99999	0.0000001 - 39.3700787	0.00000001 - 39.37007873	0.025401 - 9999.999999

（注 1）指定导程时，需确保其在换算为每分钟进给的进给速度后，不能超过最高切削进给速度。

(3) 请勿在锥螺纹切削指令及滚动螺纹切削指令中使用恒表面速度控制。

(4) 在从粗加工到精加工的过程中，请保持主轴转速不变。

(5) 在螺纹切削中，如果因进给保持使进给停止，可能会导致螺纹破损，因此在螺纹切削过程中，请勿执行进给保持。但是，在执行螺纹切削指令至轴移动的过程中，进给保持有效。
在螺纹切削中，如果按下进给保持开关，在螺纹切削结束后（不再是 G33 模式），在下一个程序段的终点停止程序段。

(6) 对于转换后的切削进给速度，在螺纹切削开始时，与切削进给限制速度进行比较，如果超出限制速度上限，将发生操作错误。

(7) 在螺纹切削中，为了确保导程，转换后的切削进给速度可能会超过切削进给限制速度。

(8) 在螺纹切削开始 / 结束时，通常会因伺服系统的延迟而导致导程错误。
因此，在指定螺纹长度时，必须指定为在所需螺纹长度上附加了错误导程长度后的长度。

(9) 主轴转速受如下限制。
1 ≦ R ≦最高进给速度 / 螺纹导程
但 R ≦编码器的允许转速 (r/min)
R：主轴转速 (r/min)
螺纹导程：mm 或 inch
最高进给速度：mm/min 或 inch/min　（受机床规格限制。）

(10) 相对最大切削进给速度，螺纹导程过大，上述 (9) 式中 R<1 时，可能会发生程序错误 (P93)。

(11) 在螺纹切削中，空运行也有效，但空运行时的进给速度无法与主轴旋转同步。
螺纹切削开始时，检查空运行信号，忽略螺纹切削中的切换。

(12) 即使在非同步进给 (G94) 指令时，螺纹切削指令也为同步进给。

(13) 在螺纹切削中，主轴倍率及切削进给倍率无效，固定为 100%。

(14) 在刀径补偿中，如果指定了螺纹切削指令，将临时取消刀径补偿，执行螺纹切削。

(15) 在执行 G33 时，如果将模式切换为其它自动模式，则在执行完下一个非螺纹切削程序段后，停止自动运行。

(16) 在执行 G33 时，如果将模式切换为手动模式，则在执行完下一个非螺纹切削程序段后，停止自动运行。单程序段运行时，在执行完下一个非螺纹切削（不再是 G33 模式）程序段后，停止自动运行。但在 G33 指令轴开始移动之前，立即停止自动运行。

(17) 螺纹切削指令在等待旋转编码器的 1 转同步信号后，开始移动。
但在多系统中执行螺纹切削指令时，请在执行完系统间等待后，再执行螺纹切削指令。例如，在 2 系统单主轴规格时，某一系统处于螺纹切削状态，如果对其它系统进行螺纹切削指令，则不等待旋转编码器的 1 转同步信号，指令轴就开始移动，不能正确执行动作。

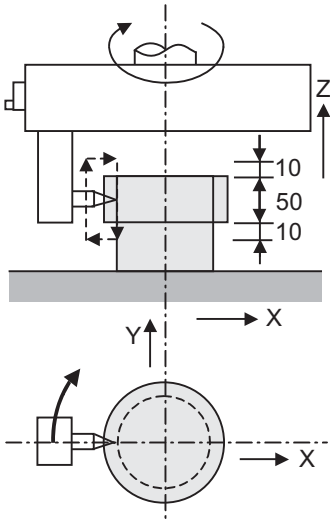
(18) 螺纹切削开始偏移角度为非模态。当 G33 中没有 Q 指令时，视为 “Q0”。

(19) 螺纹切削中的自动运行手轮插入有效。

(20) 如果 G33 的 Q 指定了超过 360.000 的值，将发生程序错误 (P35)。

(21) G33 在单个循环中执行 1 条切削。要进行 2 条切削时，请变更 Q 的值，进行相同指令。

程序示例



N110 G90 G00 X-200. Y-200. S50 M3 ;	主轴中心被定位至工件中心，主轴正转。
N111 Z110. ;	
N112 G33 Z40. F6.0 ;	执行第 1 次螺纹切削。螺纹导程 =6.0mm
N113 M19 ;	通过 M19 指令执行主轴定向。
N114 G00 X-210. ;	向 X 轴方向退刀。
N115 Z110. M0 ;	使刀具返回到工件上方，通过 M00 使程序停止。 请根据需要调整刀具。
N116 X-200. ; M3 ;	准备第 2 次的螺纹切削。
N117 G04 X5.0 ;	根据需要指定暂停，以稳定主轴转速。
N118 G33 Z40. ;	执行第 2 次螺纹切削。

6.6.2 英制螺纹切削 ; G33

功能及目的

在 G33 指令中指定长轴方向的每英寸螺纹数后，将执行与主轴旋转同步的刀具进给控制，因此可执行固定导程的直螺纹切削加工、锥螺纹切削加工。

指令格式

```
G33 Z__(X__ Y__ α __) E__ Q__ ;  ...  英制螺纹切削
```

Z（X Y α）	螺纹终点
E	长轴（移动量最大的轴）方向上的每英寸螺纹数（也可进行小数点指令）
Q	螺纹切削开始偏移角度（0 ～ 360°）

详细说明

(1) 每英寸的螺纹数用于指定长轴方向的螺纹数。

(2) E 代码也可用于指定精密导程长度，但可通过参数设定选择是通过螺纹数指定，还是通过精密导程指定。（参数“#8156 精密螺纹切削 E”设定为“0”时，使用螺纹数指定。）

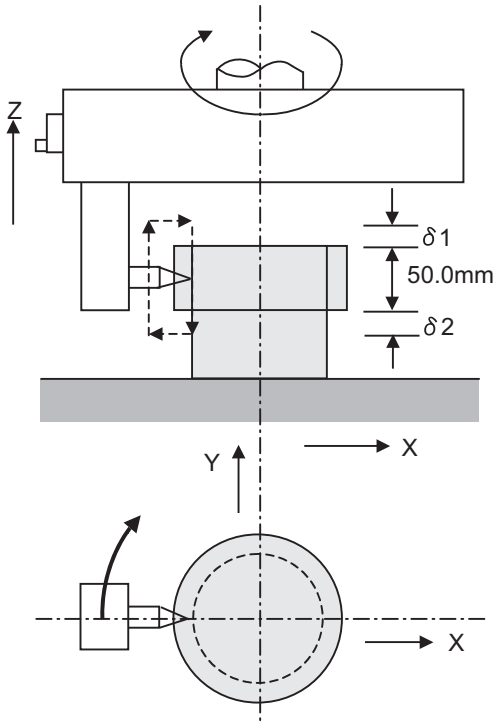
(3) 设定 E 的指令值时，请确保其在换算为导程后不超过导程值的范围。

(4) 其它以“固定导程螺纹切削”为准。

程序示例

螺纹导程……3 螺纹 / 英寸（=8.46666...）

δ 1=10mm、δ 2=10mm，通过公制输入进行编程时

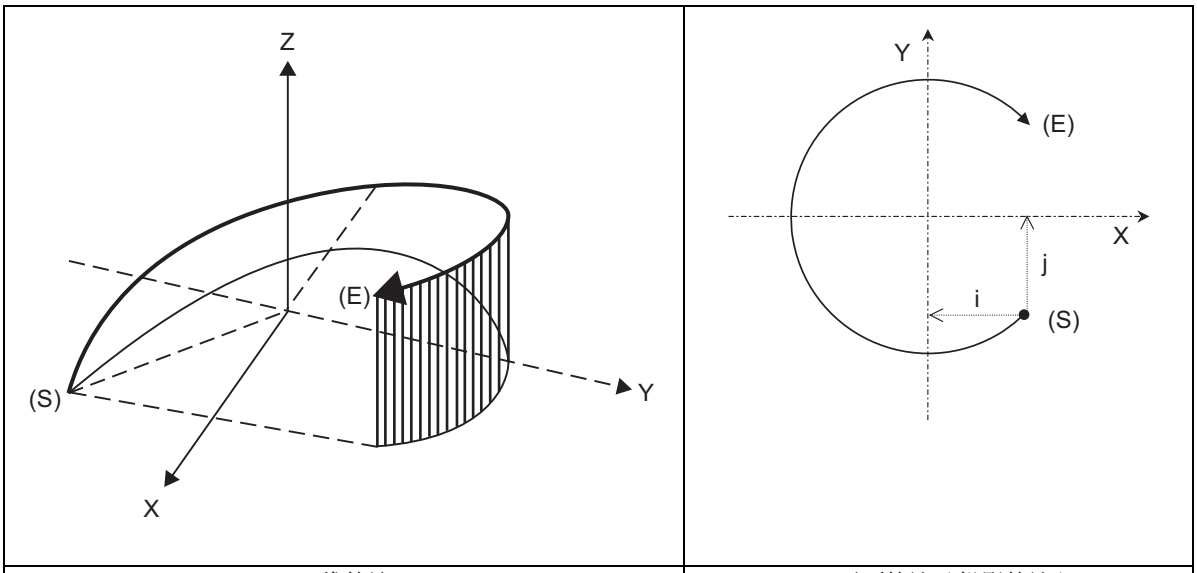


N210 G90 G00 X-200. Y-200. S50 M3 ;	
N211 Z110. ;	
N212 G91 G33 Z-70. E3.0 ;	（第 1 次螺纹切削）
N213 M19 ;	
N214 G90 G00 X-210. ;	
N215 Z110. M0 ;	
N216 X-200. ; M3 ;	
N217 G04 X2.0 ;	
N218 G91 G33 Z-70. ;	（第 2 次螺纹切削）

6.7 螺旋插补 ; G17,G18,G19 及 G02,G03

功能及目的

执行平面选择中所含 2 轴的圆弧插补，并与此同步进行其它轴的直线插补。
在垂直相交 3 轴中执行时，可以螺旋状地移动刀具。



三维轨迹	XY 平面轨迹（投影轨迹）

(S) 起点　　(E) 终点

——— 指令程序轨迹　　——— 指令程序的 XY 平面投影轨迹

指令格式

```
G17/G18/G19 G02/G03 X__  Y__  Z__  I__  J__  P__  F__ ; ...  螺旋插补（圆弧中心指定）
```

```
G17/G18/G19 G02/G03 X__  Y__  Z__  R__  F__ ; ...  螺旋插补（半径 (R) 指定）
```

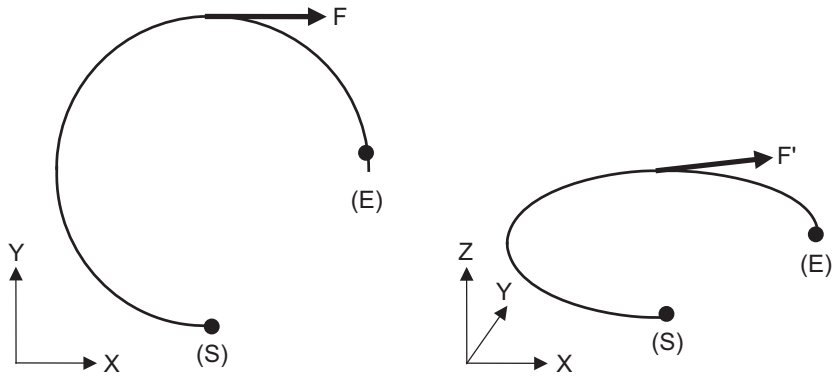
G17/G18/G19	圆弧平面 (G17: XY 平面、G18: ZX 平面、G19: YZ 平面)
G02/G03	圆弧旋转方向 (G02: 顺时针、G03: 逆时针旋转)
X, Y	圆弧终点坐标
Z	直线轴终点坐标
I, J	圆弧中心坐标
P	螺距数
R	圆弧半径
F	进给速度

圆弧终点坐标、直线轴终点坐标的指令可同时使用绝对值、增量值，但必须通过距起点的增量值指定圆弧中心坐标值。
用程序指令单位指定圆弧中心坐标、圆弧半径。对程序指令单位 (#1015 cunit) 不同的轴进行螺旋插补指令时，必须加以注意。
为了防止混乱，指定时请带上小数点。

详细说明

螺旋插补时的速度指定

通常的螺旋插补速度指定如下图所示，指定包含第 3 轴插补量的切线速度 F'，但圆弧平面速度指定如上图所示，指定在圆弧平面中的切线速度 F。
为了使 F 达到圆弧平面中的切线速度，NC 将自动计算螺旋插补的切线速度 F'。

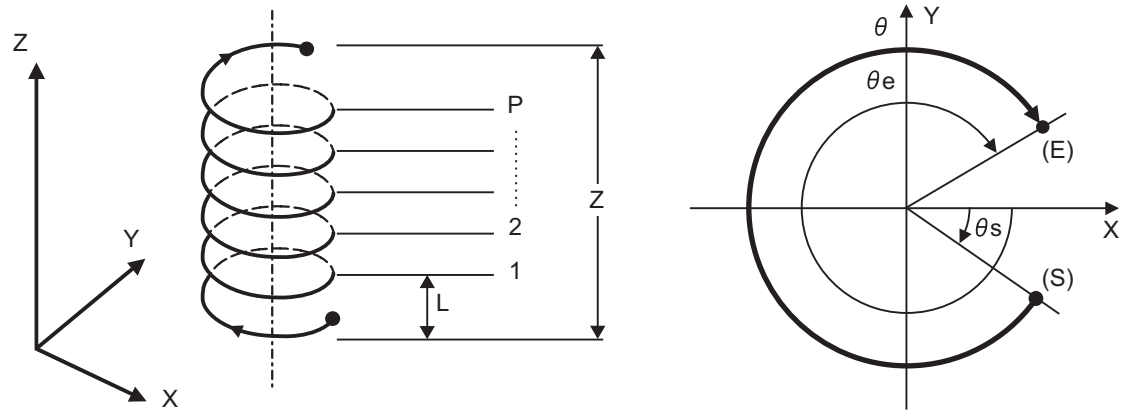


(S)　起点　　(E)　终点

圆弧平面速度指定和通常的速度指定中的哪一个有效，由机床制造商的规格决定。

#1235 set07/bit0	含义
1	选择圆弧平面速度指定
0	选择通常的速度指定

通常的速度指定



(S)　起点　　(E)　终点

(1) 请在圆弧插补指令上组合指定不包含圆弧轴的其它直线轴（可指定多个轴）。

(2) 请通过进给速度 F 指定 X,Y,Z 各轴合成方向的速度。

(3) 按照下式计算螺距 L。

$$L = \frac{Z}{(2\pi \cdot P + \theta)/2\pi}$$

$$\theta = \theta e - \theta s = \tan^{-1}\frac{ye}{xe} - \tan^{-1}\frac{ys}{xs} \quad (0 \leq \theta < 2\pi)$$

在此，xs,ys 距离圆弧中心的起点坐标
xe,ye 为距离圆弧中心的终点坐标

(4) 螺距数为 0 时，可省略地址 P。

（注）螺距数 P 的指令范围为 0 ～ 9999。
无法通过 R 指令圆弧指定螺距数（P 指令）。

(5) 平面选择

螺旋插补圆弧平面的选择与圆弧插补时相同，取决于平面选择模式与轴地址。螺旋插补指令基本上是通过平面选择 G 代码（G17,G18,G19）指定执行圆弧插补的平面，并且指定 2 个圆弧插补轴与 3 个直线插补轴（与圆弧平面垂直相交的轴）的轴地址。

XY 平面圆弧、Z 轴直线
　在 G02(G03) 模式与 G17（平面选择 G 代码）模式下指定 X,Y,Z 3 轴的轴地址。
ZX 平面圆弧、Y 轴直线
　在 G02(G03) 模式与 G18（平面选择 G 代码）模式下指定 Z,X,Y 3 轴的轴地址。
YZ 平面圆弧、X 轴直线
　在 G02(G03) 模式与 G19（平面选择 G 代码）模式下指定 Y,Z,X 3 轴的轴地址。

附加轴的平面选择与圆弧插补的平面选择相同。

UY 平面圆弧、Z 轴直线
　在 G02(G03) 模式与 G17（平面选择 G 代码）模式下指定 U,Y,Z 3 轴的轴地址。

除上述基本指令方法外，还有在后述的“程序示例”中所示的指令方法等，通过这些指令方法选择的圆弧平面的详细内容，请参考“平面选择 ; G17,G18,G19”。

圆弧平面的速度指定

选择圆弧平面速度指定时，F 指令与通常的 F 指令相同，作为模态数据使用，对之后的 G01,G02,G03 指令也有有效。

（例）

G17 G91 G02 X10. Y10. Z-4. I10. F100 ;	圆弧平面以 F100 的速度执行螺旋插补
G01 X20. ;	以 F100 的速度执行直线插补
G02 X10. Y-10. Z4. J-10. ;	圆弧平面以 F100 的速度执行螺旋插补
G01 Y-40. F120;	以 F120 的速度执行直线插补
G02 X-10. Y-10. Z-4. I-10. ;	圆弧平面以 F120 的速度执行螺旋插补
G01 X-20. ;	以 F120 的速度执行直线插补

选择圆弧平面速度指定时，只将螺旋插补的速度指令换算为在圆弧平面指定的速度，然后执行动作。其它直线 / 圆弧指令将作为通常的速度指令。

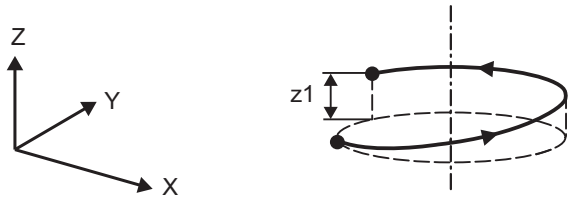
(1) 实际进给速度 (Fc) 表示螺旋插补的切线。

(2) 模态值的速度 (FA) 表示指令速度。

(3) 本功能仅在选择每分钟进给（非同步进给：G94) 时有效。选择每转进给（同步进给：G95) 时，无法执行圆弧平面速度指定。

程序示例

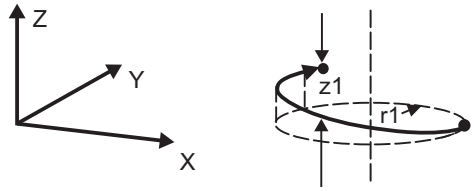
（例 1）



G17;	XY 平面
G03 Xx1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 P0 Ff1;	XY 平面圆弧、Z 轴直线

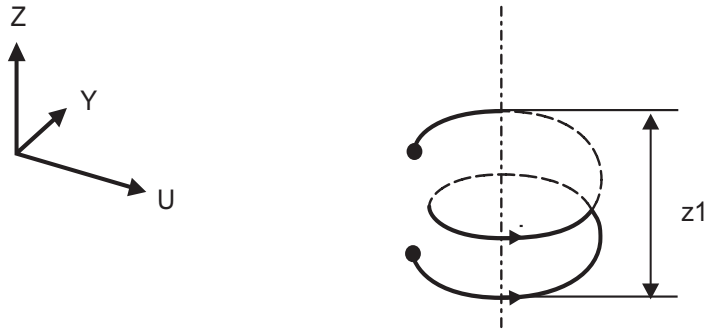
（注）螺距数为 0 时，可省略地址 P。

（例 2）



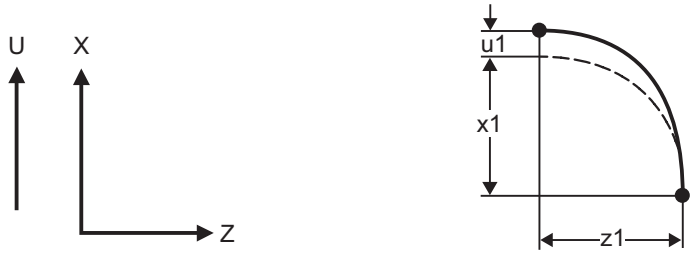
G17;	XY 平面
G02 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1;	XY 平面圆弧、Z 轴直线

（例 3）



G17 G03 Uu1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 P2 Ff1;	UY 平面圆弧、Z 轴直线

（例 4）



G18 G03 Xx1 Uu1 Zz1 Ii1 Kk1 Ff1;	ZX 平面圆弧、U 轴直线

（注）有相同系列产品时，标准轴执行圆弧插补，附加轴执行直线插补。

（例 5）

G18 G02 Xx1 Uu1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 Kk1 Ff1;	ZX 平面圆弧、U 轴、Y 轴直线 （忽略 J 指令）

（注）可指定 2 个以上的直线插补轴。

6.8 单向定位

若使用单向定位功能，可通过将始终定位到规定方向改为定位到最终位置，实现消除了背隙误差的高精度定位。
分为 G 指令方式（使用 G60 的方法），和各轴单向定位方式（由机床制造商指定的轴始终为单向定位的对象）2 种方法。
关于您所使用的机床规格，请确认机床制造商提供的规格书或说明书。

6.8.1 单向定位 ; G60

功能及目的

可通过 G60 指令，将始终定位到规定方向改为定位到最终位置，实现消除了背隙误差的高精度定位。

指令格式

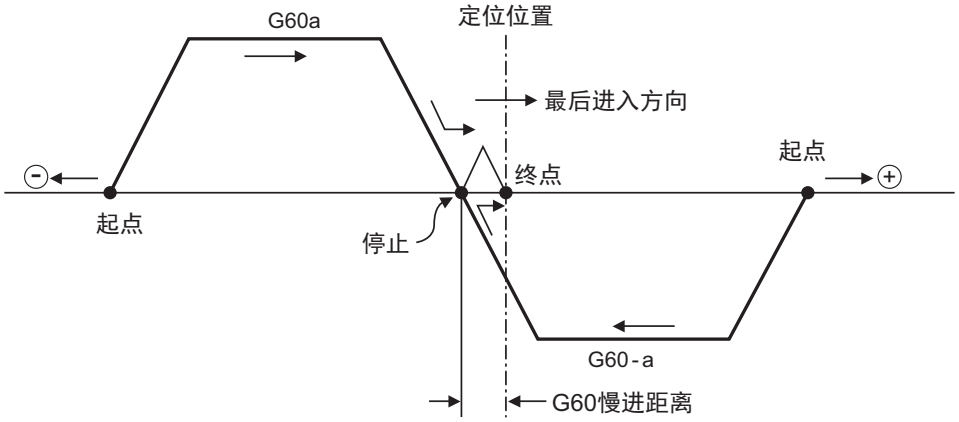
```
G60 X__ Y__ Z__ α __ ...  单向定位
```

α	附加轴

详细说明

(1) 可在参数中设定用于最终定位方向与最终定位的蠕变距离。

(2) 以快速进给速度移动到从最终位置移动了蠕变距离后的位置，然后按照快速进给的设定，移动到最终位置，完成定位。



(3) 在机床锁定及 Z 轴取消时的 Z 轴指令时，也执行上述定位动作。（仅显示）

(4) 镜像开启时，通过镜像向相反方向移动至中间位置，但最终进入时的蠕变距离的动作不受镜像的影响。

(5) 在 G00 空运行有效时的空运行中，以空运行速度移动至终点。

(6) 可通过复位、紧急停止、互锁、进给保持、快速进给倍率 0，在最终定位时按照蠕变距离移动的过程中停止进给。
按照蠕变距离移动时，以快速进给设定的速度执行移动。且快速进给倍率有效。

(7) 对于钻孔固定循环中的钻孔轴，不执行单向定位。

(8) 在精镗孔、背镗孔的固定循环中按照偏移量移动时，不执行单向定位。

(9) 未通过参数设定蠕变距离的轴将执行一般定位。

(10) 单向定位为非插补型定位。

(11) 如果指定同一位置（移动量 0)，则按照蠕变距离往返移动，从最终进入方向定位到原来的位置。

(12) 如果对未附加本规格的 NC 进行 G60 指令，将发生程序错误 (P61))。

(13) 以往的 G60 指令属于组 00(非模态)，但根据机械制造商的规格，有时可将 G60 作为组 01 的模态 G 代码使用（参数 “#1271 ext01/bit3”)。
此时，可不在每个程序段中都指定 G60。
除了可将 G60 指令作为模态使用以外，其它内容与以往的非模态 G60 指令相同。

(14) 将 G60 指令作为模态使用时，如果在同一程序段中指定了组 01 的 G 代码，则最后指定的 G 代码有效。

6.8.2 各轴单向定位

功能及目的

在 G00 的定位中，可以对各轴进行单向定位。
对象轴由机床制造商的规格决定（参数 “#2084 G60_ax”）。
用参数 “#8209 G60 偏移量”对各轴设定单向定位指令时的最终定位方向和距离。
以下为将 B 轴作设定为单向定位对象轴时的示例。

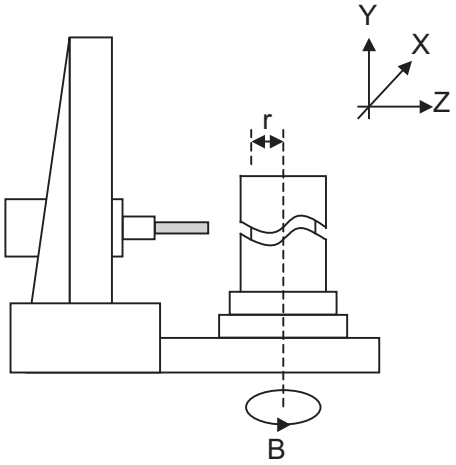
```
G00X100.;          ... 通常的定位动作
G00B100.;          ... 单向定位动作
G00X200.B200.;     ... X 轴：通常的定位动作，B 轴：单向定位动作
```

各轴单向定位的动作与 G60 指令时相同。请参照 “单向定位 ; G60”的项目说明。

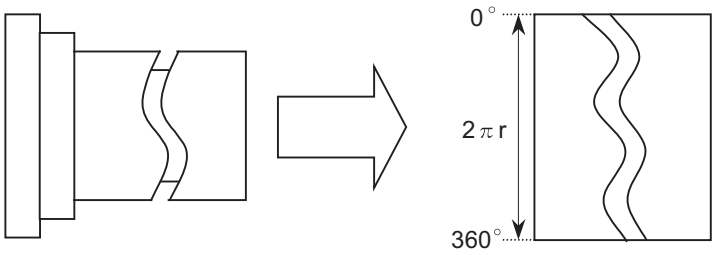
6.9 圆筒插补 ; G07.1

功能及目的

本功能将圆筒侧面的形状（圆筒坐标系上的形状）展开为平面，以展开后的形状作为平面坐标发出程序指令，然后在执行机械加工时，转换为圆筒坐标的直线轴与旋转轴的移动，执行轮廓控制。



可按照圆筒侧面展开后的形状编程，因此可用于圆筒凸轮等的加工。对旋转轴及与其垂直相交的轴进行程序指令，在圆筒侧面上进行沟槽等加工。



指令格式

G07.1 C__ ; ... 圆筒插补模式开始 / 取消

C	圆筒半径值（旋转轴名称为 “C” 时） - 半径值 ≠ 0 : 圆筒插补模式开始 - 半径值 = 0 : 圆筒插补模式取消

详细说明

(1) 从圆筒插补模式开始到取消为止的区间内的坐标指令为圆筒坐标系指令。

```
G07.1 C 圆筒半径值 ;      圆筒插补模式开始                    （开始圆筒插补）
    :                     （在此区间的坐标指令为圆筒坐标系指令）
    :
    :
G07.1 C0 ;                圆筒插补模式取消                    （结束圆筒补偿）
```

(2) 也可使用 G107 代替 G07.1。

(3) 请在单独的程序段中指定 G07.1。如果与其它 G 代码位于同一程序段，将会发生程序错误 (P33)。

(4) 以角度对旋转轴进行编程。

(5) 在圆筒插补模式中，可进行直线插补和圆弧插补指令。但请在 G07.1 程序段前，指定平面选择指令。

(6) 坐标指令可为绝对指令、增量指令。

(7) 对程序指令可执行刀径补偿。对刀径补偿后的路径执行圆筒插补。

(8) 请通过 F 将进给速度指定为在圆筒展开的平面上的切线速度。F 的单位为 mm/min 或是 inch/min。

圆筒插补的精度

在圆筒补偿模式中，将通过角度指定的旋转轴移动量转换为圆周上的距离，然后与其它轴之间进行直线和圆弧插补的运算后，再重新转换为角度。
因此，在圆筒半径较小的情况下，实际的移动量可能与指定值不符。但不累计此时产生的误差。

相关参数

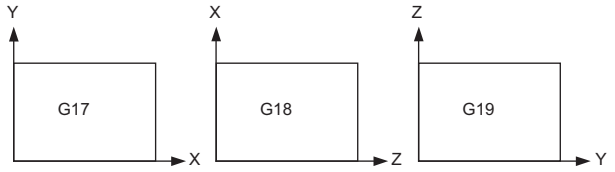
#1516 mill_ax（铣削轴名称）
#8111 铣削半径值
#1267 ext03/bit0 (G 代码切换）
#1270 ext06/bit7（使用圆筒插补中 C 轴坐标）

平面选择

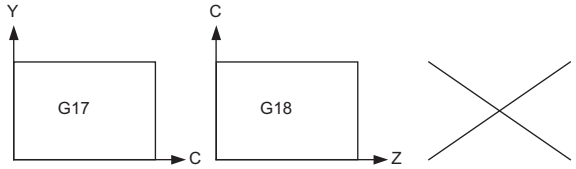
需通过平面选择指令设定要进行执行圆筒插补的轴。（注）
通过参数（#1029,#1030,#1031）设定旋转轴与哪个轴的平行轴对应。
可在该平面指定圆弧插补 / 刀径补偿等。
请在 G07.1 指令前后设定平面选择指令，如未设定，在有移动指令时，将会发生程序错误（P485）。

平面选择时，在指定轴地址后，轴发生移动。如果不希望发生轴移动，请通过增量值进行指令。
（例）
G19 Z0. C0. ; ..... 执行圆筒插补的平面选择指令与执行插补的 Z 轴 C 轴 2 轴指令
G07.1 C100. ;..... 开始圆筒插补
:
G07.1 C0 ; ..... 取消圆筒插补

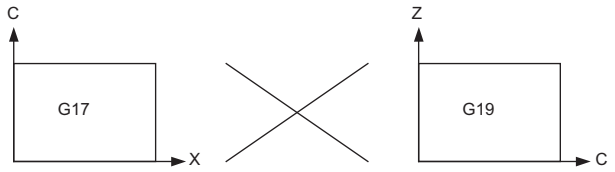
基本坐标系
X,Y,Z



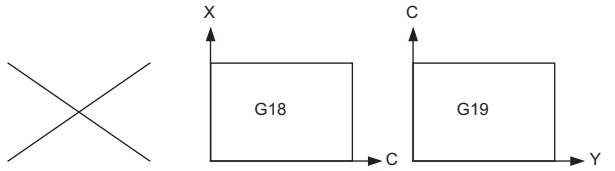
圆筒坐标系
C , Y , Z
（旋转轴为 X 轴的平行轴）
#1029



圆筒坐标系
X , C , Z
（旋转轴为 Y 轴的平行轴）
#1030

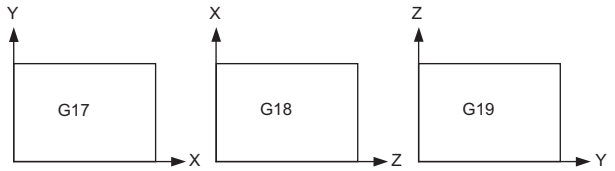


圆筒坐标系
X , Y , C
（旋转轴为 Z 轴的平行轴）
#1031

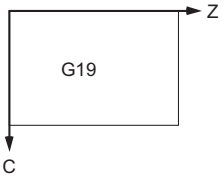


（注）在一些机种、版本中，会通过 G07.1 与 G19 自动选择 Z-C 平面（Y-Z 圆筒平面）。
可在该平面指定圆弧插补 / 刀径补偿等。

基本坐标系
X,Y,Z

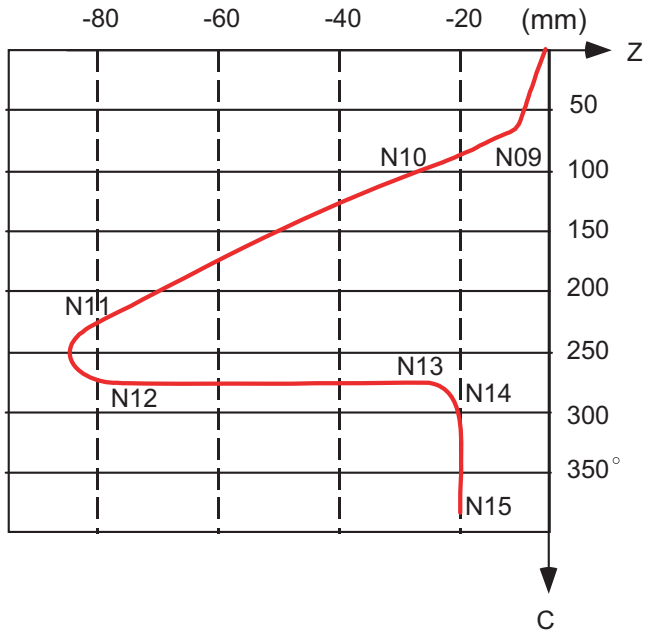


圆筒坐标系



程序示例

```
<程序>
 N01 G28 XZC ;
N02 T020 ;
N03 G97 S100 M23 ;
N04 G00 X50. Z0. ;
N05 G94 G01 X40. F100. ;
N06 G19 C0 Z0 ; ..............................  执行圆筒插补的平面选择指令与执行插补的 2 个轴指令
N07 G07.1 C20. ;  ............................  圆筒插补开始
N08 G41 ;
N09 G01 Z-10. C80. F150 ;
N10 Z-25. C90. ;
N11 Z-80. C225. ;
N12 G03 Z-75.C270. R55. ;
N13 G01 Z-25 ;
N14 G02 Z-20.C280. R80. ;
N15 G01 C360. ;
N16 G40 ;
N17 G07.1 C0 ;  ..............................  圆筒插补取消
N18 G01 X50. ;
N19 G0 X100. Z100. ;
N20 M25 ;
N21 M30 ;

<参数>
#1029 aux_I
#1030 aux_J      C
#1031 aux_K
```



与其它功能的关系

圆弧插补

(1) 在圆筒插补模式中，可在旋转轴与直线轴之间进行圆弧插补。

(2) 在圆弧插补中，可进行 R 指定的指令。（无法进行 I,J,K 指定）

刀径补偿

在圆筒插补模式中，可进行刀径补偿。

(1) 与圆弧插补时相同，请进行平面选择指令。
要进行刀径补偿时，请在圆筒插补模式中执行刀径补偿启动、取消。

(2) 如果在刀径补偿中进行 G07.1 指令时，将会发生程序错误 (P485)。

(3) 如果在刀径补偿取消后，在无移动指令的状态下进行 G07.1 指令，则将 G07.1 指令程序段的轴位置视为刀径补偿取消后的位置，执行之后的动作。

切削每分钟进给（非同步进给）

(1) 随着圆筒插补模式开始，强制进入每分钟进给（非同步）模式。

(2) 随着圆筒插补模式取消，每转进给（同步）模式将返回至圆筒插补模式开始前的状态。

恒表面速度控制

(1) 如果在恒表面速度控制模式中 (G96) 进行 G07.1 指令，将会发生程序错误 (P485)。

辅助功能

(1) 在圆筒插补模式中，也可进行辅助功能 (M) 及第 2 辅助功能指令。

(2) 圆筒补偿模式中的 S 指令不指定主轴转速，而是指定旋转刀具的转速。

刀长补偿

(1) 如果在圆筒插补模式中执行刀长补偿，将会发生程序错误 (P481)。

```
  :
  :
G43 H12 ;        ... 执行圆筒插补前的刀长补偿 → 可
G00 X100. Z0. ;
G19 Z C ;
G07.1 C100. ;
  :
G43 H11 ;        ... 执行圆筒插补模式中的刀长补偿 → 程序错误
  :
G07.1 C0 ;
```

(2) 在圆筒插补开始前，请先完成刀具补偿动作（刀长及磨耗补偿量的移动）。
在发出圆筒插补开始指令时，如果刀具补偿动作未完成，将出现以下情况。
- 即使执行 G07.1 指令，机械坐标也不发生变化。
- 执行 G07.1 指令后，工件坐标为刀长补偿动作后的值。
（即使取消圆筒插补，也不解除该工件坐标。）

圆筒插补中的 F 指令

圆筒插补模式中的 F 指令根据之前的每分钟进给指令（G94/G98）、每转进给指令（G95/G99）模式，决定是否使用之前的 F 指令。

(1) G07.1 之前为 G94(G98) 时
在圆筒插补中没有 F 指令时，直接使用之前 F 指令的进给速度。
圆筒插补模式取消后的进给速度，保持圆筒插补模式开始时或在圆筒插补中设定的最后的 F 指令进给速度。

(2) G07.1 之前为 G95(G99) 时
在圆筒插补中无法使用之前 F 指令的进给速度，因此需要进行新的 F 指令。
圆筒插补模式取消后的进给速度返回至圆筒插补模式开始前的状态。

G07.1 中没有 F 指令时

之前的模式	没有 F 指令	G07.1 取消后
G94(G98)	使用之前的 F	←
G95(G99)	程序错误（P62）	使用 G07.1 前的 F

在 G07.1 中存在 F 指令时

之前的模式	有 F 指令	G07.1 取消后
G94(G98)	使用指定的 F	←
G95(G99)	使用指定的 F *1	使用 G07.1 前的 F
*1）在 G07.1 中，按每分钟进给指令执行动作		

限制事项与注意事项

(1) 在圆筒插补模式中，可使用的 G 代码指令如下所示。

G 代码	内容
G00	定位
G01	直线插补
G02	圆弧插补 (CW)
G03	圆弧插补 (CCW)
G04	暂停
G09	精确停止检查
G40-42	刀径补偿
G61	精确停止模式
G64	切削模式
G65	用户宏程序（单纯调用）
G66	用户宏程序（模态调用）
G66.1	用户宏程序（调用各宏程序的程序段）
G67	用户宏程序取消（模态调用取消）
G80-89	钻孔固定循环
G90/91	绝对 / 增量
G94	非同步进给
G98	固定循环 / 初始点返回
G99	固定循环 /R 点返回

在圆筒插补中，指定上述以外的 G 代码时，发生程序错误。

(2) 通电及复位时，为圆筒插补模式取消状态。

(3) 在圆筒插补中的指令轴存在参考点返回未完成轴时，发生程序错误 (P484)。

(4) 取消圆筒插补模式时，需要取消刀径补偿。

(5) 通过圆筒插补模式取消，切换为切削模式、返回至圆筒插补前所选平面。

(6) 无法再启动（程序再启动）圆筒插补中的程序段对应的程序。

(7) 在镜像中发出圆筒插补指令时，发生程序错误 (P486)。

(8) 圆筒插补模式开始 / 取消时，均执行减速检查。

(9) 在圆筒插补模式中指定圆筒插补、极坐标插补时，发生程序错误 (P481)。

6.10 圆切削 ； G12,G13

功能及目的

圆切削循环是使刀具由圆中心出发，切削圆内周的同时描绘真圆，可以一直切削至返回圆中心。

指令格式

G12 I__ D__ F__ ; ... 圆切削 圆切削的旋转方向 顺时针方向（CW）

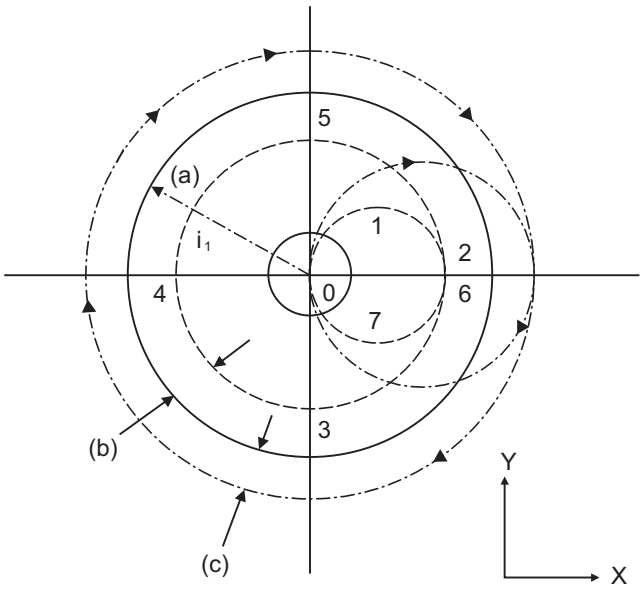
G13 I__ D__ F__ ; ... 圆切削 圆切削的旋转方向 逆时针方向（CCW）

I	圆半径（增量值）、忽略符号
D	补偿编号（补偿号及补偿数据不在显示装置上显示）
F	进给速度

详细说明

(1) 补偿量的符号 + 表示缩小，- 表示扩大。

(2) 在当前选择的平面 G17,G18,G19 进行圆切削。



——————— 补偿量符号 +　　—·—·—·— 补偿量符号 -

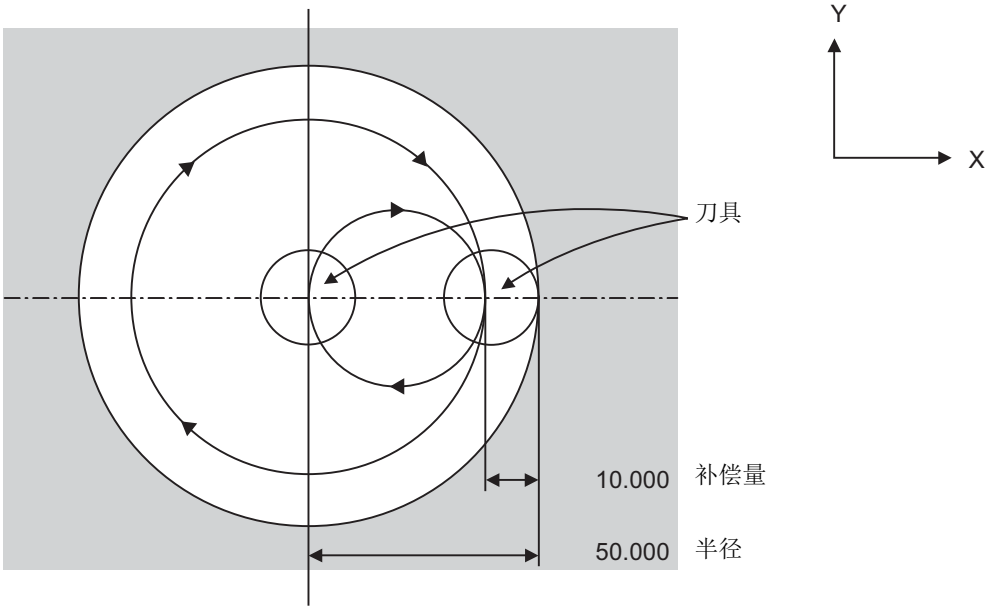
(a) 圆半径　　(b) d1 的补偿量 +　　(c) d1 的补偿量 -

G12 时（刀具中心路径）0->1->2->3->4->5->6->7->0

G13 时（刀具中心路径）0->7->6->5->4->3->2->1->0

程序示例

（例 1） G12 I50.000 D01 F100 ； 补偿量 +10.000mm 时



注意事项

(1) 没有补偿编号 "D" 或补偿编号不正确时，发生程序错误 (P170)。

(2) ［半径 (I)- 补偿量］为 0 或者负时，发生程序错误 (P223)。

(3) 在刀径补偿 (G41/G42) 中进行了 G12 或 G13 指令时，在通过由 G12 或 G13 指令的 D 补偿后的路径中半径补偿有效。

(4) 在与 G12,G13 相同程序段中指定格式中没有的地址时，发生程序错误 (P32)。
但是，在参数 “#11034 圆切削指令地址检查类型” 中设定 “1” 时进入下个动作。

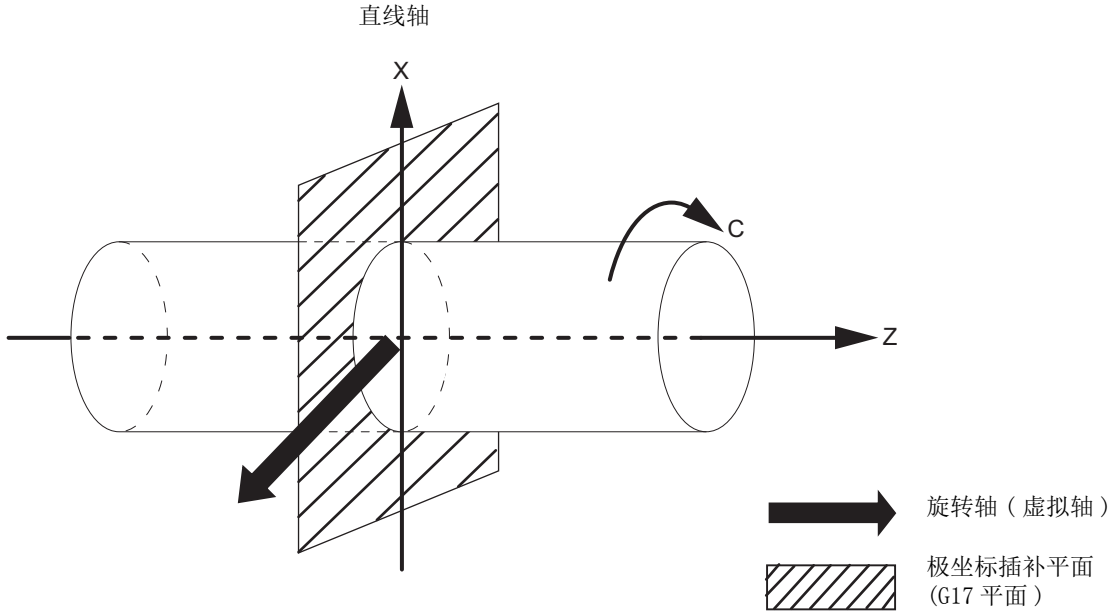
(a) 除 "H" 指令以外的其它指令不发生程序错误。

(b) 除了 "D","F","I", 及 "M","S","T","B" 以外的其它指令均无效。

6.11 极坐标插补 ； G12.1,G13.1/G112,G113

功能及目的

本功能是将垂直相交坐标系中编程的指令转换为直行轴的移动（工件的移动）和旋转轴的移动（工件的旋转）并进行轮廓控制。
可以选择将直线轴作为平面第 1 轴直角轴，将直角的虚拟轴作为平面第 2 轴的平面（以下称为极坐标插补平面）。在此平面上进行极坐标插补。另外，在极坐标插补中将工件坐标系的原点作为坐标系的原点。



在工件外径上切削直线上的缺口部位，以及在凸轮轴的磨削等中有效。

指令格式

G12.1 ; ... 极坐标插补模式开始

G13.1 ; ... 极坐标插补模式取消

详细说明

(1) 从极坐标插补模式开始到取消的区间内的坐标指令为极坐标插补。

```
G12.1 ;                 极坐标插补模式开始              （开始极坐标插补）
   :                    （在此区间的坐标指令为极坐标插补）
   :
   :
G13.1 ;                 极坐标插补模式取消              （结束极坐标插补）
```

(2) 也可使用 G112,G113，代替 G12.1,G13.1。

(3) 请在单独程序段指定 G12.1,G13.1。与其它 G 代码在相同程序段指定，则发生程序错误 (P33)。

(4) 在圆筒插补模式中，可发出直线插补或圆弧插补指令。

(5) 坐标指令可为绝对指令、增量指令。

(6) 对程序指令可执行刀径补偿。对刀径补偿后的路径可执行极坐标插补。

(7) 进给速度是通过 F 指定在极坐标插补平面（直交坐标系）上的线速度。F 的单位为 mm/min 或是 inch/min。

(8) G12.1/G13.1 指令时，进行减速检查。

平面选择

进行极坐标插补的直线轴和旋转轴取决于机床制造商规格（参数 #1533)。

(1) 通过进行极坐标插补的直线轴参数 (#1533) 决定进行极坐标插补的假设平面。

#1533 的设定值	虚拟平面
X	G17 (XY 平面)
Y	G19 (YZ 平面)
Z	G18 (ZX 平面)
空白（无设定）	G17 (XY 平面)

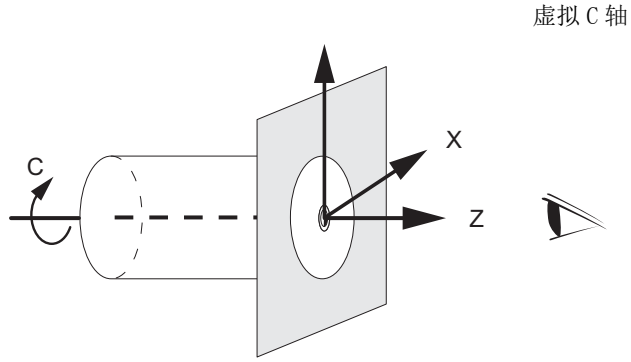
(2) 在极坐标插补模式中执行平面选择指令 (G17 ～ G19) 时，发生程序错误 (P485)。

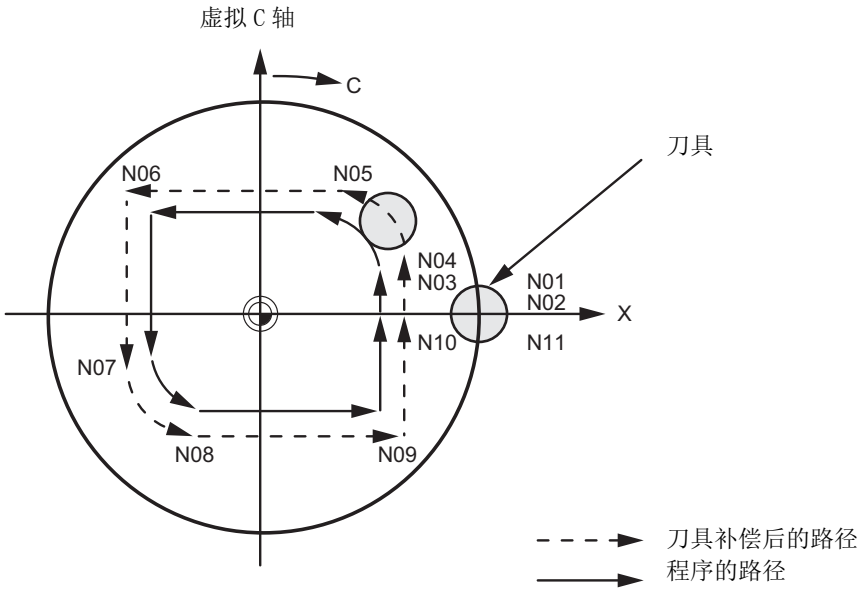
（注）根据机种和版本不同，有时可能没有参数 (#1533)。此时的动作与参数 (#1533) 为空白（无设定）时的动作相同。

相关参数

#1516 mill_ax（铣削轴名称）
#1517 mill_c（铣削插补 虚拟轴名称）
#8111 铣削半径值
#1533 mill_Pax（极坐标直线轴名称）

程序示例






```
<程序>
 :
 :
N01 G17 G90 G00 X40.0 C0 Z0;        开始位置的决定
N02 G12.1;                          极坐标插补模式：开始
N03 G01 G42 X20.0 F2000;            开始实际加工
N04 C10.0;
N05 G03 X10.0 C20.0 R10.0;
N06 G01 X-20.0;                     形状程序
N07 C-10.0;
N08 G03 X-10.0 C-20.0 I10.0 J0;     （根据 X-C 虚拟轴平面中的直角坐标值。）
N09 G01 X20.0;
N10 C0;
N11 G40 X40.0;
N12 G13.1;                          极坐标插补模式：取消
 :
 :
M30 ;
```

与其它功能的关系

极坐标插补中的程序指令

(1) 极坐标插补模式中的程序指令在极坐标插补平面，由直线轴和旋转轴（虚拟轴）的直角坐标值进行指令。
在平面第 2 轴（虚拟轴）的指令轴地址中，指定旋转轴 (C) 的轴地址。
指令的单位不是 deg(度）而是与平面第 1 轴（直线轴）的轴地址指令相同的单位 (mm 或 inch)。

(2) 进行 G12.1 指令时的虚拟轴坐标值为 “0”。即将进行 G12.1 指令的位置视为角度 =0，开始极坐标插补。

极坐标平面中的圆弧插补

在极坐标插补模式中进行圆弧插补时的圆弧半径地址由直线轴参数 (#1533) 决定。

#1533 的设定值	中心指定指令
X	I,J（将极坐标平面视为 XY 平面）
Y	J,K（将极坐标平面视为 YZ 平面）
Z	K,I（将极坐标平面视为 ZX 平面）
空白（无设定）	I,J（将极坐标平面视为 XY 平面）

而且也可以由 R 指定圆弧半径。

（注）根据机种和版本不同，有时可能没有参数 (#1533)。此时，变为与参数 (#1533) 空白（无设定）时相同的动作。

刀径补偿

在极坐标插补模式中，可执行刀径补偿。

(1) 与极坐标插补相同，请指定平面选择。
执行刀径补偿时，请在极坐标插补模式中执行启动、取消。

(2) 在刀径补偿中进行极坐标插补，则发生程序错误 (P485)。

(3) 在刀径补偿取消后没有移动指令的状态下发出 G12.1/G13.1 指令，则将 G12.1/G13.1 指令程序段的轴位置视为刀径补偿取消后的位置，执行之后的动作。

非同步进给

(1) 随着极坐标插补模式的开始，强制进入非同步模式。

(2) 随着极坐标插补模式的取消，同步模式将返回至极坐标插补模式开始前的状态。

(3) 在恒表面速度控制模式中 (G96) 发出 G12.1 指令时，发生程序错误 (P485)。

辅助功能

(1) 在极坐标插补模式中，也可指定辅助功能 (M) 及第 2 辅助功能。

(2) 极坐标插补模式中的 S 指令并非指定主轴转速，而是指定旋转刀具的转速。

刀长补偿

(1) 如果在圆筒插补模式中执行刀长补偿，将会发生程序错误 (P481)。

```
  :
G43 H12 ;              ... 进行极坐标插补前的刀长补偿 → 可
G00 X100. Z0. ;
G12.1 ;
  :
G43 H11 ;              ... 极坐标插补模式中的刀长补偿 → 程序错误
  :
G13.1 ;
```

(2) 在极坐标插补开始前，请先完成刀具补偿动作（刀长及磨耗补偿量的移动）。
发出极坐标插补开始指令时，若刀具补偿动作尚未完成，将发生如下情况。
- 即使执行 G12.1 指令，机械坐标也不发生变化。
- 执行 G12.1 指令时，工件坐标为刀长补偿动作后的值。
（即使取消极坐标插补，也不能解除该工件坐标。）

极坐标插补中的 F 指令

关于极坐标插补模式中的 F 指令，根据之前的每分钟进给指令 (G94/G98)、每转进给指令 (G95/G99) 的模式，决定是否使用之前的 F 指令。

(1) G12.1 之前为 G94(G98) 时
在极坐标插补中，如果没有 F 指令，则直接使用之前的 F 指令进给速度。
极坐标插补模式取消后的进给速度为在开始极坐标插补模式时或在极坐标插补中最后设定的 F 指令进给速度。

(2) G12.1 之前为 G95(G99) 时
在极坐标插补中，不能使用之前的 F 指令进给速度。需要进行新的 F 指令。
圆筒插补模式取消后的进给速度将恢复为极坐标插补模式开始前的状态。

[G12.1 中没有 F 指令时]

之前的模式	没有 F 指令	G13.1 后
G94(G98)	使用之前的 F	←
G95(G99)	程序错误 (P62)	使用 G12.1 前的 F

[G12.1 中有 F 指令时]

之前的模式	有 F 指令	G13.1 后
G94(G98)	使用指定的 F	←
G95(G99)	使用指定的 F *1	使用 G12.1 前的 F
*1) 在 G12.1 中，按照每分钟进给指令执行动作		

极坐标插补时钻孔固定循环指令中的钻孔轴

在极坐标插补模式时，钻孔固定循环指令中的钻孔轴由直线轴参数（#1533）决定。

#1533 的设定值	钻孔轴
X	Z（将极坐标平面视为 XY 平面）
Y	X（将极坐标平面视为 YZ 平面）
Z	Y（将极坐标平面视为 ZX 平面）
空白（无设定）	Z（将极坐标平面视为 XY 平面）

极坐标插补时 G76（精镗孔）、G87（背镗孔）指令中的偏移量

在极坐标插补时，G76,G87 指令中的偏移量由直线轴参数（#1533）决定。

#1533 的设定值	中心指定指令
X	I,J（将极坐标平面视为 XY 平面）
Y	J,K（将极坐标平面视为 YZ 平面）
Z	K,I（将极坐标平面视为 ZX 平面）
空白（无设定）	I,J（将极坐标平面视为 XY 平面）

限制事项与注意事项

(1) 在极坐标插补模式中，可使用的 G 代码指令如下所示。

G 代码	内容
G00	定位
G01	直线插补
G02	圆弧插补 (CW)
G03	圆弧插补 (CCW)
G04	暂停
G09	精确停止检查
G40-42	刀径补偿
G61	精确停止模式
G64	切削模式
G65	用户宏程序（单纯调用）
G66	用户宏程序（模态调用）
G66.1	用户宏程序（调用各宏程序的程序段）
G67	用户宏程序取消（模态调用取消）
G80-89	钻孔固定循环
G90/91	绝对 / 增量
G94	非同步进给
G98	固定循环 / 初始点返回
G99	固定循环 /R 点返回

在极坐标插补中，如果指定上述以外的 G 代码，可能会发生程序错误 (P481)。

(2) 对于正在进行极坐标插补的程序段，不能进行程序重启（程序再启动）。

(3) 在极坐标插补指令前，请设定工件坐标系使旋转轴中心成为坐标系原点。极坐标插补模式中，请勿变更坐标系。(G50，G52，G53，相对坐标的复位，G54 ～ G59 等）

(4) 极坐标插补中的进给速度为在极坐标插补平面（垂直相交坐标系）上的插补速度。
（通过转换极坐标，改变相对刀具的速度）
在极坐标插补平面（垂直相交坐标系）上通过旋转轴的中心附近时，极坐标插补后的旋转轴侧进给速度变得非常大。

(5) 极坐标插补中的平面外的轴移动指令与极坐标插补无关，进行轴移动。

(6) 在极坐标插补中的当前位置显示中，显示所有实际的坐标值，但只有 “剩余移动量” 中显示在极坐标输入平面中的移动量。

(7) 在通电时及复位时，处于极坐标插补模式取消状态。

(8) 如果在极坐标插补中的指令轴中存在参考点返回未完成轴，将会发生程序错误 (P484)。

(9) 要取消极坐标插补模式时，需要先取消刀径补偿。

(10) 由极坐标插补模式取消切换到车削模式，返回到极坐标插补前所选择的平面。

(11) 在镜像中，如果进行极坐标插补指令，将会发生程序错误 (P486)。

(12) 在极坐标插补模式中，如果指定圆筒插补、极坐标插补，将会发生程序错误 (P481)。

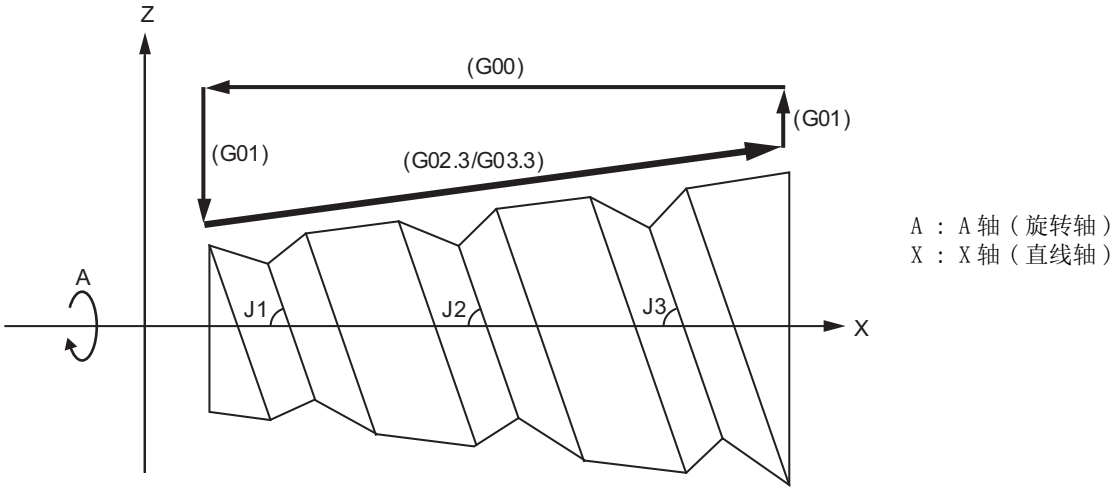
(13) 在极坐标插补中，如果要在正侧控制 X 轴的可动区域时，需在极坐标插补指令前移动到 X 为 "0" 以上的正侧区域。相反，如果要在负侧控制 X 轴的可动区域，需在极坐标指令前移动到不含 "0" 的负侧区域。

6.12 指数函数插补 ; G02.3,G03.3

功能及目的

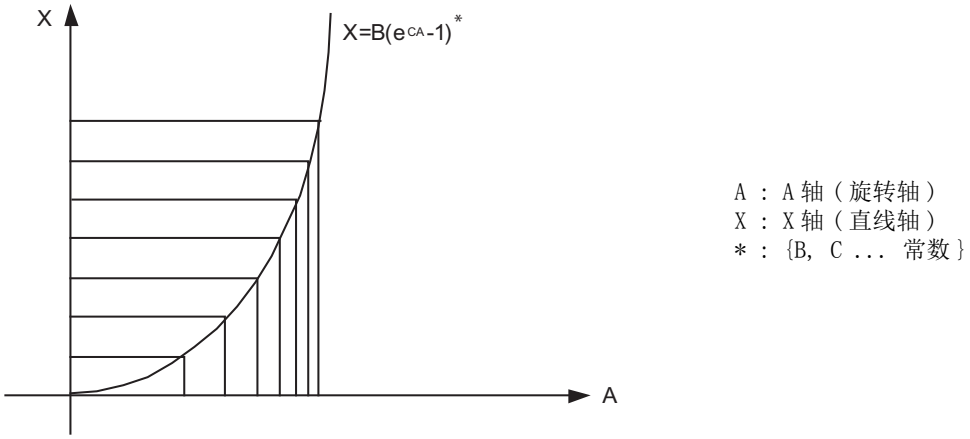
指数函数插补是指相对于直线轴的移动，使旋转轴呈指数函数状变化的插补。
此时，在其它轴与直线轴之间进行直线插补。
通过本功能，可实现扭转角（螺旋角）固定的锥形槽加工（锥形的等螺旋加工）。
可在立铣刀等刀具的切槽和磨削中使用。

- 锥形的等螺旋加工



扭转角 : J1 = J2 = J3

- 直线轴和旋转轴的关系



指令格式

```
G02.3 Xx1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 Qq1 Kk1 ; ... 正转的插补（模态）
```

```
G03.3 Xx1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 Qq1 Kk1 ; ... 反转的插补（模态）
```

X	X 轴的终点（注 1）
Y	Y 轴的终点（注 1）
Z	Z 轴的终点（注 1）
I	角度 i1（注 2）
J	角度 j1（注 2）
R	常数值 r1（注 3）
F	初始进给速度（注 4）
Q	终点时的进给速度（注 5）
K	指令被忽略。

（注 1）指定由参数（#1514 expLinax）指定的直线轴及与此轴之间进行直线插补的轴的终点。
在指定了参数（#1515 expRotax）所指定旋转轴的终点时，不进行指数函数插补，而是进行直线插补。这些参数的设定由机床制造商的规格决定。

（注 2）指令单位如下所示。

设定单位	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E
（单位 = °）	0.001	0.0001	0.00001	0.000001

指令范围为 -89 ～ +89°。
当没有地址 I 或 J 指令时，发生程序错误（P33）。
当地址 I 或 J 指令的值为 0 时，发生程序错误（P35）。

（注 3）指令单位如下所示。

设定单位	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E	单位
公制系统	0.001	0.0001	0.00001	0.000001	mm
英制系统	0.0001	0.00001	0.000001	0.0000001	inch

指令范围是不含 0 的正值。
当没有地址 R 指令时，发生程序错误（P33）。
当地址 R 指令的值为 0 时，发生程序错误（P35）。

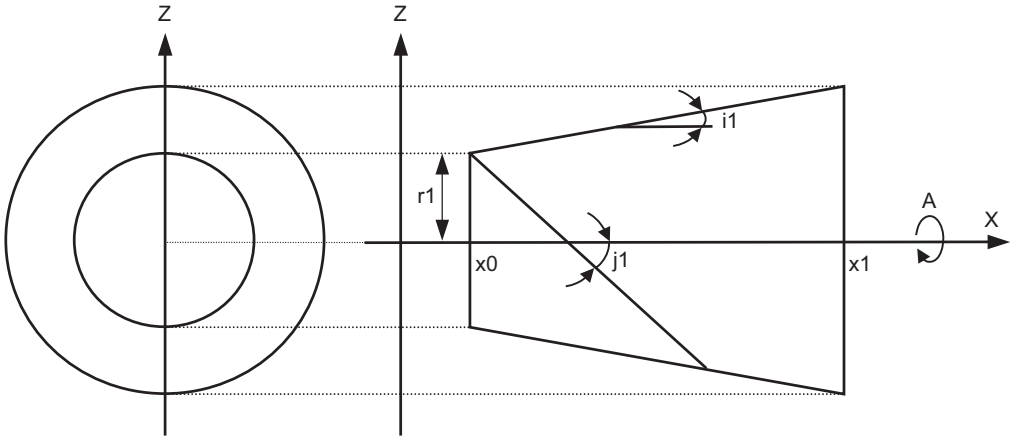
（注 4）指令单位 / 指令范围与通常的 F 代码相同。（请用每分钟进给进行指令。）
指定包含旋转轴的合成进给速度。
通常的 F 模态值不随地址 F 指令变化。
当没有地址 F 指令时，发生程序错误（P33）。
当地址 F 指令的值为 0 时，发生程序错误（P35）。

（注 5）指令单位如下所示。

设定单位	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E	单位
公制系统	0.001	0.0001	0.00001	0.000001	mm
英制系统	0.0001	0.00001	0.000001	0.0000001	inch

指令单位 / 指令范围与通常的 F 代码相同。
指定包含旋转轴的合成进给速度。
通常的 F 模态值不随地址 Q 指令变化。
在 CNC 内部，根据直线轴的移动，在初速 (F) 和终速 (Q) 之间进行插补
在没有地址 Q 指令时，视为指定了与初始进给速度（地址 F 指令）相同的值进行插补。（起点和终点的进给速度相同。）
地址 Q 指令的值为 0 时，发生程序错误 (P35)。

- 锥形的等螺旋加工示例



X ： X 轴（直线轴）　　A ： A 轴（旋转轴）　　x0 ：直线轴的起点

详细说明

指数函数的关系式

在 G02.3/G03.3 指令中，直线轴 (X) 和旋转轴 (A) 的指数函数关系式的定义如下所示。

$X(\theta) = r1 * (e^{\theta/D} - 1) / \tan(i1)$ ...（直线轴 (X) 的移动　(1)）

$A(\theta) = (-1)^{\omega} * 360 * \theta / (2\pi)$...（旋转轴 (A) 的移动）

但是

$D = \tan(j1) / \tan(i1)$

正转 (G02.3) 时 $\omega = 0$，反转 (G03.3) 时 $\omega = 1$

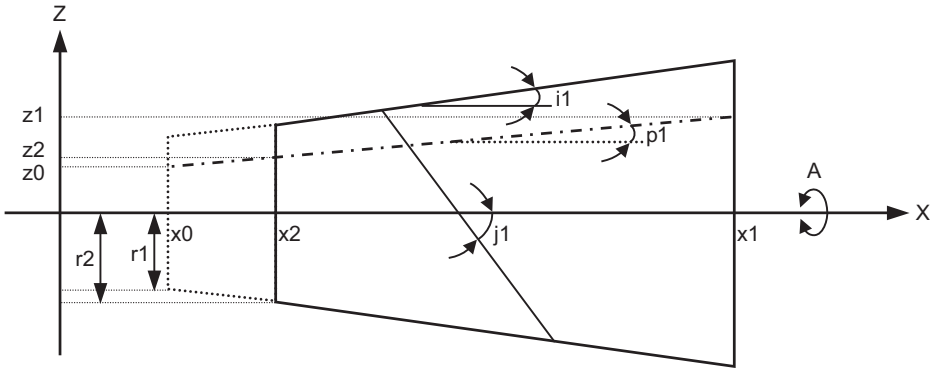
θ 是距离旋转轴起点的旋转角度（弧度）

另外，根据 (1) 式，旋转轴的旋转角度（θ）如下所示。

$\theta = D * \ln\{(X * \tan(i1) / r1) + 1\}$

加工示例

- 锥形的等螺旋加工



<加工示例的指数函数关系式>

$Z(\theta) = r1 * (e^{\theta/D} - 1) * \tan(p1) / \tan(i1) + z0$ ...(1)

$X(\theta) = r1 * (e^{\theta/D} - 1) / \tan(i1)$ ...(2)

$A(\theta) = (-1)^{\omega} * 360 * \theta / (2\pi)$

但是

$D = \tan(j1) / \tan(i1)$

Z(θ)　：距离 Z 轴（在与直线轴 (X 轴）间进行直线插补的轴）原点的绝对值
X(θ)　：距离 X 轴（直线轴）起点的绝对值
A(θ)　：距离 A 轴（旋转轴）起点的绝对值
r1　：指数函数插补的常数值（地址 R 指令）
r2　：工件左端半径
x2　：在工件左端的 X 轴（直线轴）位置
x1　：X 轴（直线轴）的终点（地址 X 指令）
x0　：X 轴（直线轴）的起点（设定“x 0 ≦ x 1”以使工件和刀具不干涉。）
z1　：Z 轴（在与直线轴 (X 轴）间进行直线插补的轴）的终点（地址 Z 指令）
z0　：Z 轴（在与直线轴 (X 轴）间进行直线插补的轴）的起点
i1　：锥角（地址 I 指令）
p1　：槽底倾斜角
j1　：扭转角（螺旋角）(地址 J 指令）
ω　：扭转方向 (0：正转、1：反转）
θ　：工件旋转角度（弧度）
f1　：初始进给速度（地址 F 指令）
q1　：终点时的进给速度（地址 Q 指令）
k1　：无意义数据（地址 K 指令）

根据 (1)(2) 式

$Z(\theta) = X(\theta) * \tan(p1) + z0$ ...(3)

根据 (3) 式，由 X 轴、Z 轴的终点位置 (x1,z1) 决定槽底倾斜角 (p1)。
另外，由槽底倾斜角 (p1)、X 轴的位置决定 Z 轴的移动量。
根据上图，通过下述公式，用工件左端的半径 (r2)、X 轴的起点 (x0)、在工件左端的 X 轴位置 (x2)、锥角 (i1) 计算指数函数插补的常数值 (r1)。

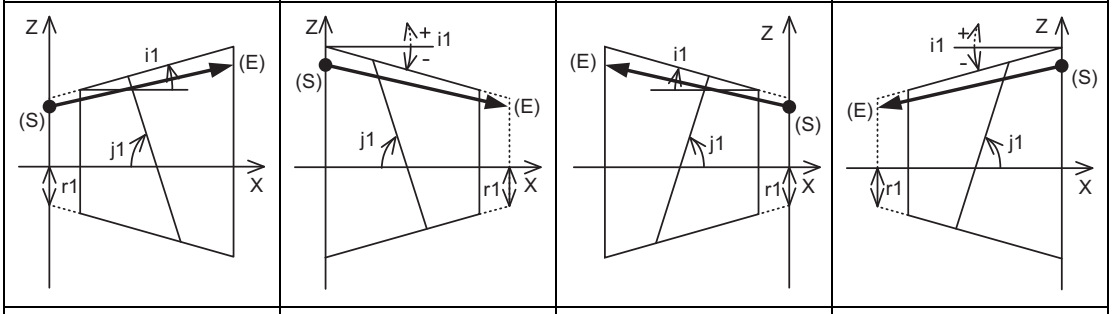
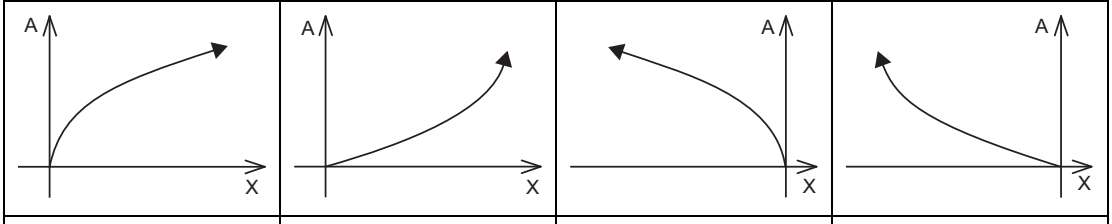
$r1 = r2 - \{(x2 - x0) * \tan(i1)\}$

分别用指令地址 I,J 指定锥角 (i1)、扭转角 (j1)。
但是，倒锥形时将扭转角 (i1) 设为负值。
用 G 代码切换扭转方向（ω）。(G02.3 指令时为正转，G03.3 指令时为反转）
根据以上设定，可进行锥形（或倒锥形）的等螺旋加工。

指令和动作

(1)G2.3（j1 ＜ 0 时，与 G3.3 相等）

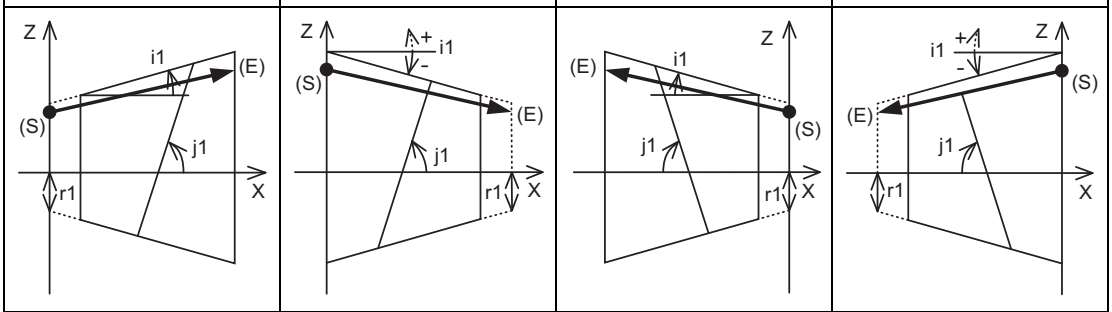
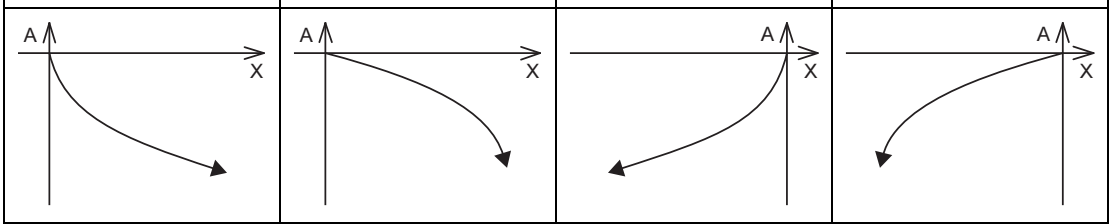
条件下的图片，上段表示指令、下段表示动作。

X 移动方向 ＞ 0		X 移动方向 ＜ 0	
i1 ＞ 0	i1 ＜ 0	i1 ＞ 0	i1 ＜ 0
			
			
N10 G28XYZC; N20 G91G0 X100. Z100.; N30 G2.3 X100. Z100. I50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X100. Z200.; N30 G2.3 X100. Z-100. I-50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X-100. Z100.; N30 G2.3 X-100. Z100. I50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X-100. Z200.; N30 G2.3 X-100. Z-100. I-50. J80. R105. F500.; N40 M30;

(S) 起点　(E) 终点

(2)G3.3（j1 ＜ 0 时，与 G2.3 相等）

条件下的图片，上段表示指令，下段表示动作。

X 移动方向 ＞ 0		X 移动方向 ＜ 0	
i1 ＞ 0	i1 ＜ 0	i1 ＞ 0	i1 ＜ 0
			
			
N10 G28XYZC; N20 G91G0 X100. Z100.; N30 G3.3 X100. Z100. I50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X100. Z200.; N30 G3.3 X100. Z-100. I-50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X-100. Z100.; N30 G3.3 X-100. Z100. I50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X-100. Z200.; N30 G3.3 X-100. Z-100. I-50. J80. R105. F500.; N40 M30;

(S) 起点　(E) 终点

注意事项

(1) G02.3/ G03.3 指令时，将直线轴与旋转轴的起点位置作为 0，按照指数函数关系式进行插补。

(2) 即使处于 G02.3/ G03.3 模式，在下述情况下也进行直线插补。
而且，直线插补时的进给速度使用在此程序段的 F 指令速度。（但是，不更新通常的 F 模态。）
- 未指定参数（#1514 expLinax）所指定的直线轴。
  或其轴的移动量为 0 时。
- 指定了参数（#1515 expRotax）所指定的旋转轴时。

(3) 在 G02.3/G03.3 模式下，如果进行下述指令时，将会发生程序错误。
另外，在下述模式下，如果进行 G02.3/G03.3 指令，也发生程序错误。
- 刀长补偿（仅在根据指数函数插补移动的同时开始补偿动作时发生错误。
  如果在 G02.3/G03.3 模式开始前就开始补偿动作，则可支持使用刀长补偿。）
- 刀径补偿
- 高速高精度控制
- 高速加工
- 比例缩放
- 刀具轴方向刀长补偿
- 图形旋转
- 程序坐标旋转
- 参数坐标旋转
- 三维坐标转换

(4) 在极坐标插补、圆筒插补、铣削插补模式中，如果进行这些指令，将会发生程序错误（P481）。

(5) 在比例缩放、镜像中，如果进行这些指令，将会发生程序错误（P612）。

(6) 在高速高精度Ⅱ中，如果进行这些指令，将会发生程序错误（P34）。

(7) 即使在同步进给模式中，G02.3/G03.3 也以非同步进给执行动作，同步进给模式被取消。

(8) 参数“#1515 expRota”的设定与初始的 C 轴设定为相同轴名称时，将根据 C 轴选择信号所选择的轴作为旋转轴进行插补。

6.13 极坐标指令 ; G16

功能及目的

本功能通过半径和角度的极坐标指定终点坐标值。

指令格式

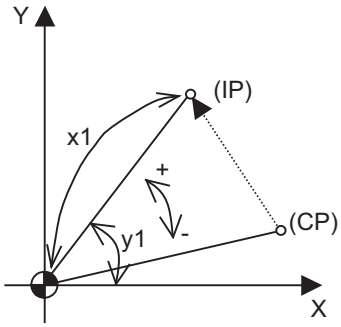
```
G16 ;  ...  极坐标指令模式开启
```

```
G15 ;  ...  极坐标指令模式关闭
```

详细说明

(1) 极坐标指令模式由开启到关闭的区间为极坐标指令。

G1x ;	极坐标指令的平面选择（G17/G18/G19）
G16	极坐标指令模式开启
G9x G01 Xx1 Yy1 F2000	极坐标指令
;	G9x ： 极坐标指令的中心选择（G90/G91）
:	G90 ： 工件坐标系的原点为极坐标的中心
	G91 ： 当前位置为极坐标的中心
	x1 ： 平面的第 1 轴…指定极坐标的半径
	y1 ： 平面的第 2 轴…指定极坐标的角度
G15 ;	极坐标指令模式关闭



(CP) 当前位置
(IP) 指令位置

[G90/G17(X-Y 平面）时]

(2) 由 G17,G18,G19 进行极坐标指令模式中的平面选择。

(3) 极坐标指令为模态指令。通电时，极坐标指令模式为关闭状态（G15）。复位时，可以通过设定参数（#1210 RstGmd/bit11）选择是否进行模态初始化。

(4) 在极坐标指令模式中，用已选择的平面第 1 轴指定半径，用第 2 轴指定角度。例如，选择 X-Y 平面时，用地址“X”指定半径，用地址“Y”指定角度。

(5) 在所选平面的逆时针方向，角度为正，在顺时针方向，角度为负。

(6) 半径、角度均可用绝对值 / 增量值指令（G90,G91）进行指令。

(7) 半径为绝对值指令时，指定距离工件坐标系（但在设定了局部坐标系时，则为距离局部坐标系）原点的距离。

(8) 半径为增量值指令时，以前一程序段的中点作为极坐标的中心，指定距离此中心的增量值。此外，用距离前一程序段的角度的增量值指定角度。

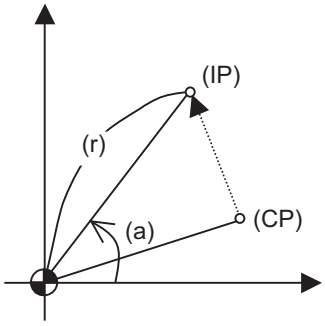
(9) 将半径值指定为负值时，执行与“将半径指令值变更为绝对值，在角度指令值基础上加上 180 度的指令”时相同的动作。

指令位置

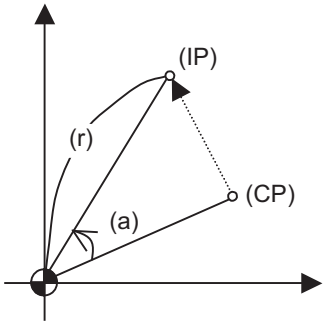
(1) 将工件坐标系的原点设为极坐标中心时

通过用绝对值指定半径，工件坐标系的原点成为极坐标的中心。

但在使用局部坐标系 (G52) 时，局部坐标系的原点成为极坐标的中心。



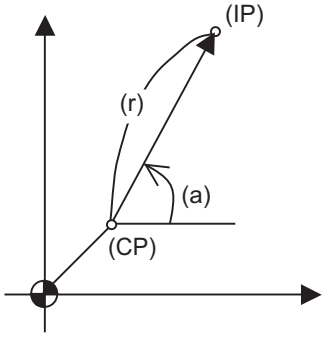
角度为绝对值指令时



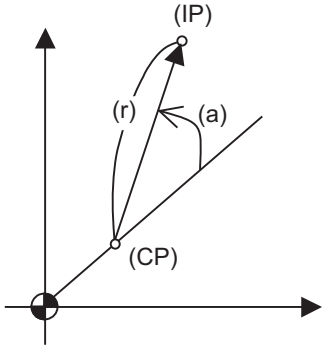
角度为增量值指令时

(2) 将当前位置设为极坐标中心时

通过用增量值指定半径，当前位置成为极坐标的中心。



角度为绝对值指令时

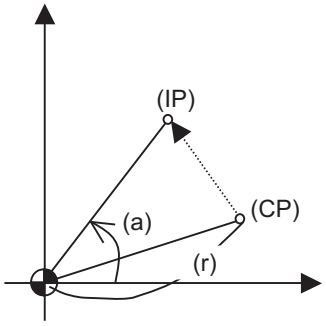


角度为增量值指令时

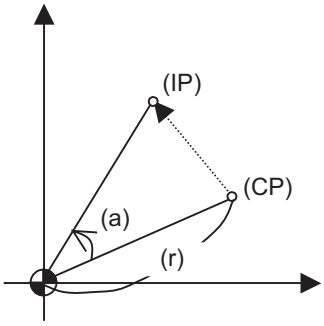
(CP) 当前位置　(IP) 指令位置　(a) 角度　(r) 半径

(3) 省略了半径指令时

如果省略半径指令，则工件坐标系的原点成为极坐标中心，从极坐标中心到当前位置的距离成为半径。但在使用局部坐标系 (G52) 时，局部坐标系的原点成为极坐标的中心。



角度为绝对值指令时

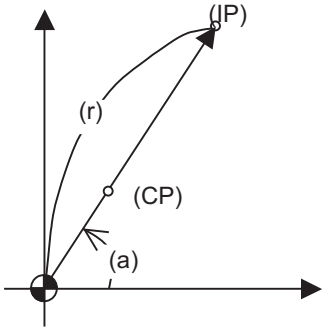


角度为增量值指令时

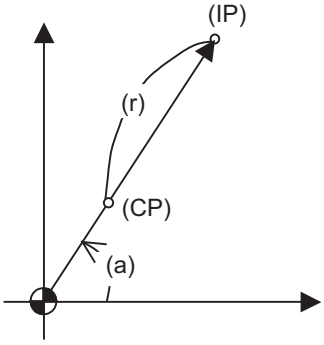
(4) 省略了角度指令时

如果省略角度指令，则工件坐标系中的当前位置角度成为角度指令。
如果用绝对值指定半径，则工件坐标系的原点成为极坐标的中心。但在使用局部坐标系 (G52) 时，局部坐标系的原点成为极坐标的中心。

此外，如果用增量值指定半径，则当前位置成为极坐标的中心。



半径为绝对值指令时



半径为增量值指令时

(CP)　当前位置　　(IP)　指令位置　　(a)　角度　　(r)　半径

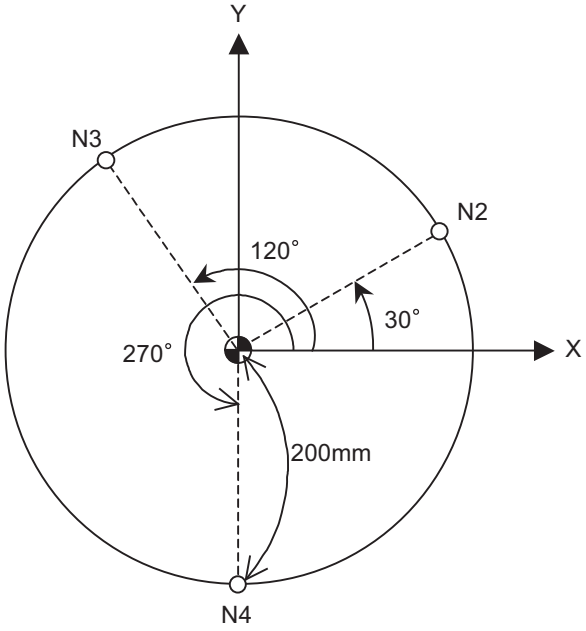
不作为极坐标指令的轴指令

在极坐标指令模式中，伴有下个指令的轴指令不作为极坐标指令。另外，在极坐标指令模式中，如果移动指令中不存在选择平面第 1 轴及第 2 轴的轴指令，也不作为极坐标指令。

功能	G 代码
暂停	G04
可编程参数输入 / 补偿输入	G10
局部坐标系设定	G52
机械坐标系设定	G92
机械坐标系选择	G53
程序坐标旋转	G68
比例缩放	G51
G 指令镜像	G51.1
参考点检查	G27
参考点返回	G28
起点返回	G29
第 2 ～ 4 参考点返回	G30
换刀位置返回 1	G30.1
换刀位置返回 2	G30.2
换刀位置返回 3	G30.3
换刀位置返回 4	G30.4
换刀位置返回 5	G30.5
换刀位置返回 6	G30.6
自动刀长测量	G37
跳跃	G31
多段跳跃 1-1	G31.1
多段跳跃 1-2	G31.2
多段跳跃 1-3	G31.3
直线角度指令	G01 Aa1

程序示例

工件坐标系的原点为极坐标的原点时。



- 极坐标的原点为工件坐标系的原点
- 平面为 X-Y 平面

(1) 半径和角度为绝对值指令时

N1 G17 G90 G16 ;	极坐标指令、X-Y 平面选择 极坐标的原点为工件坐标系的原点
N2 G85 X200. Y30. Z-20. F200. ;	半径 200mm、角度 30°
N3 Y120. ;	半径 200mm、角度 120°
N4 Y270. ;	半径 200mm、角度 270°
N5 G15 G80 ;	极坐标指令取消

(2) 半径为绝对值指令，角度为增量值指令时

N1 G17 G90 G16 ;	极坐标指令、X-Y 平面选择 极坐标的原点为工件坐标系的原点
N2 G85 X200. Y30. Z-20. F200. ;	半径 200mm、角度 30°
N3 G91 Y90. ;	半径 200mm、角度 + 90°
N4 Y150. ;	半径 200mm、角度 +150°
N5 G15 G80 ;	极坐标指令取消

注意事项

(1) 在极坐标指令模式中，如果进行高精度相关的指令，或者在与高精度相关的指令模式中进行极坐标指令，此时的动作取决于所使用的机床规格。
请参考“高精度控制”、“高速高精度控制功能”的说明。

(2) 在极坐标指令模式中，在镜像中心以外的位置取消镜像（G 代码 / 参数 /PLC 信号），则变为机械位置偏离绝对值的状态。在镜像中心的设定中使用绝对值，因此，如果在此状态下再次指定镜像中心，中心可能会被设定到非预期位置。要取消镜像时，请务必在镜像中心取消镜像，或在取消后，通过指定极坐标指令的半径及角度的绝对值指令进行定位。

6.14 涡旋／圆锥插补 ； G02.1/G03.1（类型 1）、G02/G03（类型 2）

功能及目的

对起点和终点不在同一圆周上的圆弧指令进行插补，以使起点和终点平滑地呈涡旋状连接。

指令格式有 2 种，通过参数切换。

指令格式

```
G17 G02.1/G03.1 X__ Y__ I__ J__ P__ F__；   ... 涡旋／圆锥插补（类型 1 :#1272  ex08/bit2=0）
```

```
G17 G02/G03 X__ Y__  I__ J__ Q__/L__/K__ F__；  ... 涡旋／圆锥插补（类型 2 :#1272  ex08/bit2=1）
```

G17	圆弧平面
G02.1/G03.1（类型 1）	圆弧旋转方向（类型 1）
G02/G03（类型 2）	圆弧旋转方向（类型 2）
X Y	终点坐标（若包含圆弧平面以外的轴，则变为圆锥插补。）
I J	圆弧中心
P（类型 1）	螺距数（涡旋数）（类型 1）
Q/L/K（类型 2）	半径增减量／螺距数（涡旋数）/ 高度的增减量（类型 2）
F	进给速度（刀具路径方向速度）

以上述指令，用 f1 的速度进行圆弧插补动作。

刀具路径是指以由距离起点的 X 轴方向距离 i，Y 轴方向距离 j 所指定的位置为中心，向终点描绘涡旋的圆弧轨迹。

(1) 通过 G17, G18, G19 指定圆弧平面。（类型 1,2 共通）

G17	XY 平面
G18	ZX 平面
G19	YZ 平面

(2) 通过 G02.1(G02) 或 G03.1(G03) 指定圆弧旋转方向。（类型 1,2 共通）

G02.1/G02	顺时针 (CW)
G03.1/G03	逆时针旋转 (CCW)

(3) 通过 XYZ 指定终点坐标。（类型 1,2 共通）
（可进行小数点指令，单位为 mm（或 inch）。）
省略圆弧平面的轴指定时，沿用起点的坐标。
包含圆弧平面以外的轴时，变为圆锥插补。

(4) 用 IJK 指定圆弧中心。（类型 1,2 共通）
（可进行小数点指令，单位为 mm（或 inch）。）
I: 指定距离起点的 X 轴方向增量
J: 指定距离起点的 Y 轴方向增量
K: 指定距离起点的 Z 轴方向增量
省略了旋转平面的任一轴时，沿用起点的坐标。

(5)P 用于指定螺距数（涡旋数）。（类型 1）
螺距数和转数如下所示。

螺距数指定（0 ～ 99）	转数
P0	不足 1 转（可以省略。）
P1	超过 1 转不足 2 转
Pn	超过 n 转不足 (n+1) 转

(6)Q 用于指定涡旋每转的半径增减量。（类型 2）
可通过以下公式计算出指定半径增减量时的涡旋数。
转数 = ｜（圆弧终点半径 － 圆弧起点半径）｜ / ｜半径的增减量｜

(7)L 为指定螺距数（涡旋数）。（类型 2）（范围：0 ～ 99）
省略时变为 L1。
螺距数和转数如下所示。

螺距数指定（0 ～ 99）	转数
L1	不足 1 转
L2	超过 1 转不足 2 转
Ln	超过 (n-1) 转不足 n 转

同时指定 Q 和 L 时，Q 优先。

(8)K 是指定圆锥插补时的涡旋每转的高度的增减量。（类型 2）
以圆弧平面以外的轴为对象，用 I,J,K 指定高度的增减量。
高度的增减量和旋转平面的关系如下所示。

旋转平面	高度的增减量
G18	J 指令
G19	I 指令
G18/G19 以外	K 指令

可通过以下公式计算出指定高度增减量时的转数。
转数 = 高度 / ｜高度的增减量｜
同时指定 Q，K，L 时，按 Q ＞ K ＞ L 的优先顺序进行。
对于半径增减量及高度增减量的范围，可进行小数点指令，单位为 mm（或 inch）。

详细说明

(1) G02.1 的圆弧旋转方向与 G02 相同，G03.1 的圆弧旋转方向与 G03 相同。

(2) 在涡旋插补中没有 R 指定圆弧。

(3) 可通过更改起点半径和终点半径，同时指定直线轴，进行圆锥切削和锥螺纹切削等加工。

(4) 通常圆弧 (G02,G03) 中起点半径和终点半径的差小于参数设定值时，自动变为涡旋插补。

(5) 可同时指定的轴组合取决于规格。在此范围内可任意组合。

(6) 进给速度为恒定的切线速度。

(7) 不能与刀径补偿 (G41,G42) 组合进行同步控制。

(8) 圆弧平面总是按照 G17, G18, G19 指定。即使指定与平面不一致的 2 个地址，也可以通过 G17, G18，G19 进行平面的圆弧控制。

(9) 圆锥插补
同时指定了涡旋插补平面以外的轴时，与涡旋的插补同步进行其它轴的插补。

(10) 在以下情况下，发生程序错误。

(a) 类型 1/ 类型 2 共通项目

设定项目	指令范围（单位）	错误
终点坐标	坐标指令的范围 (mm/inch) （可指定小数点）	- 指定超过指令范围的数值时，发生程序错误 (P35)。 - 在指令系统中指定了不可控制的轴地址时，发生程序错误 (P33)。
圆弧中心	坐标指令的范围 (mm/inch) （可指定小数点）	- 指定超过指令范围的数值时，发生程序错误 (P35)。 - 在指令系统中指定了不可控制的轴地址时，发生程序错误 (P33)。 - 旋转平面的轴指定不完整时，发生程序错误 (P33)。
螺距数	0 ～ 99	- 指定超过指令范围的数值时，发生程序错误 (P35)。
进给速度	速度指令的范围 (mm/min,inch/min) （可指定小数点）	- 指定超过指令范围的数值时，发生程序错误 (P35)。

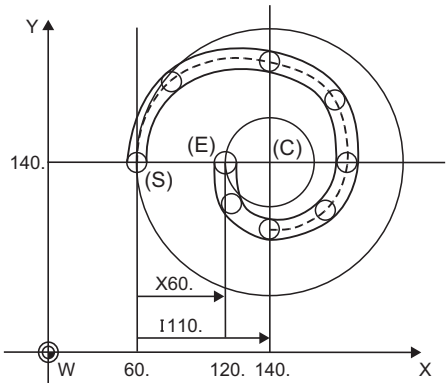
(b) 仅适用于类型 2 的项目

设定项目	指令范围（单位）	错误
半径的增减量	坐标指令的范围 (mm/inch) （可指定小数点）	- 指定的增减量为起点半径和终点半径的差量，则符号相反时，发生程序错误 (P33)。 - 根据增减量计算出的终点位置大于涡旋终点误差时，发生程序错误 (P70)。
高度的增减量	坐标指令的范围 (mm/inch) （小数点指令可）	- 指定的增减量与高度的移动方向符号相反时，发生程序错误 (P33)。 - 根据增减量计算出的终点位置大于涡旋终点误差时，发生程序错误 (P70)。
G02.1/0G3.1		- 类型 2 时，如果使用 G02.1/G03.1，则发生程序错误 (P34)。

程序示例

（例 1）

```
G91 G17 G01 X60. F500 ;
Y140. ;
G2.1 X60. Y0  I100. P1  F300 ;
G01 X-120. ;
G90
G17  G01  X60. F500 ;
Y140. ;
G2.1   X120. Y140. I100. P1  F300 ;
G01 X0 ;
```



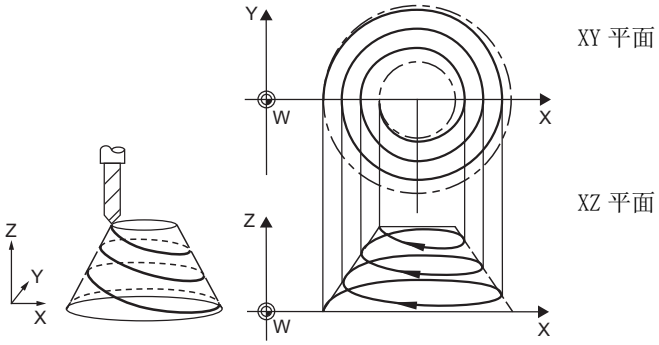
（S）起点（E）终点（C）中心

（例 2）

```
G91 G17 G01 X60. F500 ;
Y140. ;
G02.1X60.0 Z100.0 I100. P1  F300 ;→  由于是 G17 平面，因此不能用 X-Z 进行圆弧控制。
G01X-120 ;                            用 X-Y 进行圆弧控制。
```

（例 3）在下述示例的情况下，变为圆锥台的插补。

```
G17 G91 G02.1 X100.Z150. I150.P3 F500；
```



与其它功能的关系

(1) 类型 1/ 类型 2 共通项目

- 由于起点与终点不在同一圆弧上，因此无法进行正确的法线控制。
- 几何加工功能有效时，如果没有中心指令，则发生程序错误 (P33)。

(2) 仅限类型 2 的项目

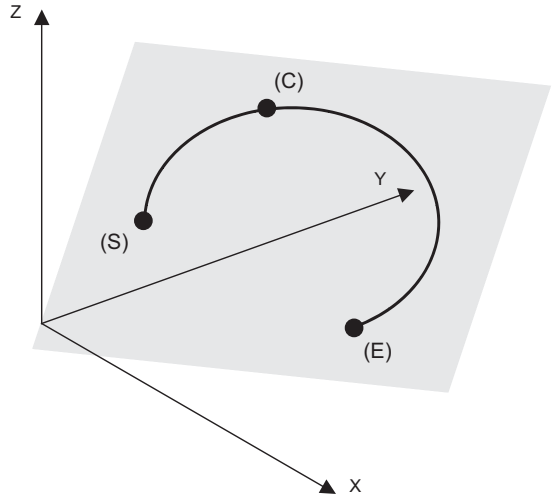
- 在镜像中发出涡旋指令时，发生程序错误 (P34)。
- 在比例缩放中发出涡旋指令时，发生程序错误 (P34)。
- 在倒角 / 转角 R 指令中发出涡旋指令时，发生程序错误 (P33)。

6.15 三维圆弧插补 ； G02.4,G03.4

功能及目的

要在三维空间上进行圆弧指令，需要指定除起点（当前位置）及终点以外的圆弧上任意的点（中间点）。在三维圆弧插补指令中，根据三维空间上指定的 3 点（起点、中间点、终点），可以加工定义的圆弧形状。

要使本功能有效，需要具有相应的选项功能。没有相应的选项功能时，如果发出三维圆弧插补指令，则发生程序错误 (P39)。



(S) 起点（当前位置）
(E) 终点
(C) 中间点

指令格式

G02.4(G03.4)	Xx1 Yy1 Zz1 αα1 ；	中间点的指定（第 1 程序段）
	Xx2 Yy2 Zz2 αα2 ；	终点的指定（第 2 程序段）

G02.4(G03.4)	三维圆弧插补指令（不可指定旋转方向。）
x1, y1, z1	中间点的坐标
x2, y2, z2	终点的坐标
α	除了三维圆弧插补中作为基准的轴 (X, Y, Z) 以外的任意轴（可省略）

(1) G02.4 和 G03.4 指令动作相同。（无法指定旋转方向。）

(2) 三维圆弧插补中作为基准的轴是由参数设定的 3 个基本轴。

(3) 程序段内的 X,Y,Z 地址可以省略。在第 1 程序段中省略的中间点坐标成为起点坐标，在第 2 程序段中省略的终点坐标成为中间点坐标。

(4) 在三维圆弧插补指令中，除了作为基准的垂直相交坐标系 (X, Y, Z) 以外，可以指定任意轴。在起点～中间点间移动时，在指定中间点的程序段（第 1 程序段）中指定的任意轴将插补移动到指令点。另外，在中间点～终点间移动时，在指定终点的程序段（第 2 程序段）中指定的任意轴将插补移动到指令点。可指定的任意轴数因同步轮廓控制轴数而异。指定时，三维圆弧插补中作为基准的 3 个基本轴与同时指定的任意轴的总轴数不能超过同步轮廓控制轴数。

详细说明

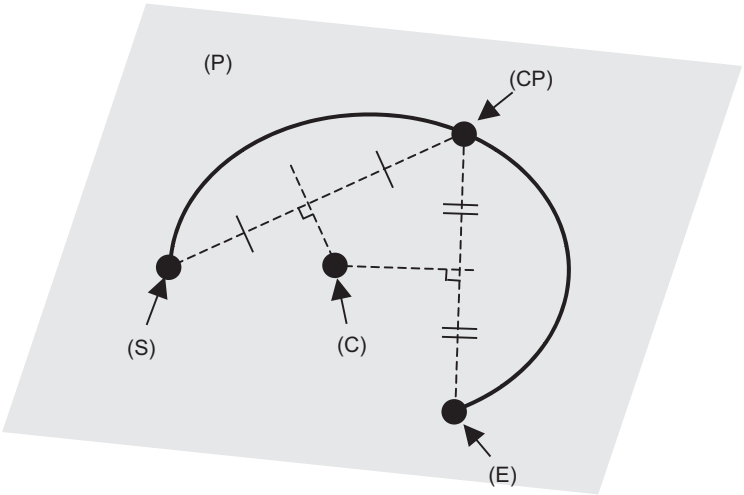
中间点、终点的指定

在三维圆弧插补中，可通过在成为起点的当前位置以外的其它位置指定中间点、终点，定义三维空间上存在的圆弧（参照下图）。因此，根据指令格式，需要在第 1 程序段中指定中间点，在第 2 程序段中指定终点，如果只指定 1 个程序段，则发生程序错误 (P74)。

另外，在三维圆弧插补中，如果终点和起点一致，则变为直线插补（参照 “变为直线插补时” 的项目）。因此，在三维圆弧插补中不能指定真圆 (360° 旋转)。

另外，请将中间点指定在起点和终点的中间位置。如果中间点接近起点或终点，则圆弧精度可能较低。

- 决定三维空间中的圆弧



(P)　包含起点、中间点、终点的平面
(S)　起点（当前位置）
(E)　终点
(CP)　中间点
(C)　中心

如上图所示，在三维空间上固定 3 点（起点、中间点、终点），即可计算出圆弧中心坐标。因此，指定 2 点时不能计算出圆弧中心，变为直线插补。
另外，如果中间点接近起点或终点，则在计算圆弧中心坐标时，可能会产生误差。

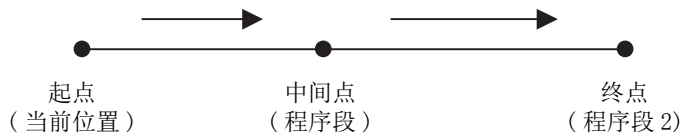
变为直线插补时

下述情况下，不进行三维圆弧插补，变为直线插补。

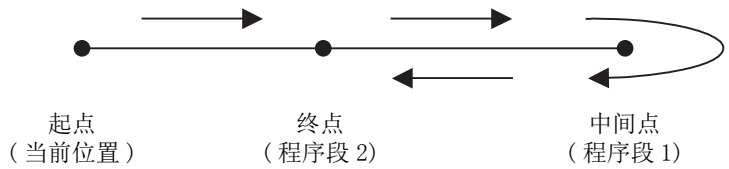
(1) 起点、中间点、终点位于同一条直线上时（参照下图）
（终点位于起点和中间点之间时，按照起点→中间点→终点的顺序移动。）

(2) 起点、中间点、终点中有 2 点一致时
（因此，即使为了指定真圆，使起点和终点一致，也会变为直线插补。另外，起点和终点一致时，以起点→中间点→终点的顺序移动。）

- 变为直线插补时



3 点排列在同一直线上时，变为直线插补。



即使在直线上终点位于起点和中间点之间，也以起点→中间点→终点的顺序移动。

模态指令

三维圆弧插补指令 G02.4(G03.4) 是属于 01 组的模态指令。因此，在指定 01 组的其它 G 代码前持续有效。连续进行三维圆弧插补指令时，前一指令的终点成为下一指令的起点。

与其它功能的关系

不可使用的指令

三维圆弧插补模态中发生程序错误的 G 代码指令

G 代码	功能名称	程序错误
G05 Pn	高速加工模式	P34
G05 P10000	高速高精度控制 II	P34
G05.1 Q0/G05.1 Q1	高速高精度控制 I	P34
G07.1	圆筒插补	P485
G12/G13	圆切削 CW/CCW	P75
G12.1	极坐标插补	P485
G16	极坐标指令	P75
G41/G42	刀径补偿	P75
G41/G42	三维刀径补偿	P75
G41.1/G42.1	法线控制	P75
G43/G44	刀长补偿	P75
G51	比例缩放	P75
G51.1	镜像	P75
G66/G66.1	用户宏程序	P75
G67	用户宏程序	P276
G68	程序坐标旋转	P75
G68	三维坐标转换	P921
G73/G74/G76/G81/G82 G83/G84/G85/G86/G87 G88/G89	固定循环	P75

三维圆弧插补指令时发生程序错误的 G 代码模态指令

G 代码模态	功能名称	程序错误
G05 Pn	高速加工模式	P34
G05 P10000	高速高精度控制 II	P34
G05.1 Q1	高速高精度控制 I	P34
G07.1	圆筒插补	P481
G12.1	极坐标插补	P481
G16	极坐标指令	P75
G41/G42	刀径补偿	P75
G41/G42	三维刀径补偿	P75
G41.1/G42.1	法线控制	P75
G43/G44	刀长补偿	P75
G51	比例缩放	P75
G51.1	镜像	P75
G66/G66.1	用户宏程序	P75
G68	程序坐标旋转	P75
G68	三维坐标转换	P922

不可使用的功能

如果在三维圆弧插补中使用下述功能，则发生报警。

- 振荡
- 宏插入
- 参数设定镜像
- 外部镜像
- 倒角 / 转角 R

即使其它功能有时也会增加限制。请参考各功能的说明。

注意事项

(1) 设定单程序段有效并运行时，程序段不会在中间点停止。

(2) 三维圆弧插补中的速度指令为圆弧上的切线速度。

(3) 在增量指令有效状态下指定三维圆弧插补时，在中间点指定程序段中指定相对于起点的中间点相对位置，在终点指定程序段中指定相对于中间点的终点相对位置。

(4) 在图形检查中，分别用直线描绘起点 -> 中间点、中间点 -> 终点的三维圆弧插补的轨迹。

6.16 NURBS 插补 ; G06.2

功能及目的

本功能只需指定在曲面 / 曲线加工中所使用的 NURBS(non-uniform rational B-spline) 曲线参数（阶数 / 权重 / 节点 / 控制点），即可实现 NURBS 曲线加工，而不替换微小线段。

本功能仅在高速高精度控制 II 模式中有效，因此要使用本功能，还需要具有高速高精度控制 II 功能规格。

NURBS 插补时是以指令速度进行插补，但在曲率大的位置，将限制为不超过机床容许加速度的速度。

指令格式

```
G06.2  Pp  Kk1 X1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff;
           Kk2 Xx2 Yy2 Zz2 Rr2;
           Kk3 Xx3 Yy3 Zz3 Rr3;
           Kk4 Xx4 Yy4 Zz4 Rr4;
               :
           Kkn Xxn Yyn Zzn Rrn;
           Kkn+1;
           Kkn+2;
           Kkn+3;
           Kkn+4;
```

Pp	设定 NURBS 曲线的阶数。 在与 G06.2 指令相同的程序段中指定。 阶数 p 的 NURBS 曲线为 (p-1) 次曲线。省略时与 P4 相同。 （例）P2: 1 次曲线（直线）
Kkn	节点 对 NURBS 插补的各程序段设定节点。 由 NURBS 插补的第 1 程序段到阶数 p 程序段，将节点设定为相同值。存在只有节点的程序段时，结束 NURBS 插补。
Xxn Yyn Zzn	控制点的坐标值。将第 1 程序段的控制点指定为与 NURBS 插补前的坐标值相同的位置。
Rrn	控制点的权重。设定 NURBS 插补的各控制点的重量。
Ff	插补速度（可省略）

详细说明

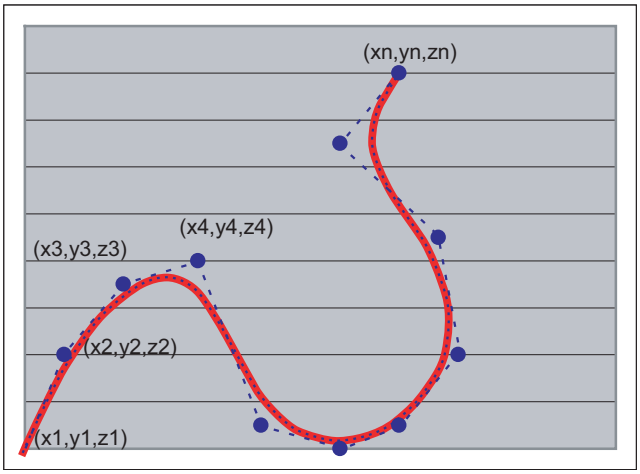
(1) 在 NURBS 插补的第 1 程序段中指定阶数 P。

(2) 将 NURBS 插补的第 1 程序段的控制点指定为与 NURBS 插补前的坐标值相同的位置。

(3) 在 NURBS 插补的第 1 程序段中，指定在之后的 NURBS 插补程序段中使用的所有轴。

(4) 从 NURBS 插补的第 1 程序段到阶数 p 的设定值程序段，将节点 K 设为相同值。

(5) 按照阶数 P 的设定值指定节点 K 的单独程序段指令，结束 NURBS 插补。
此时，将节点 K 设为相同值。



通过控制点的程序轨迹

NURBS 插补曲线

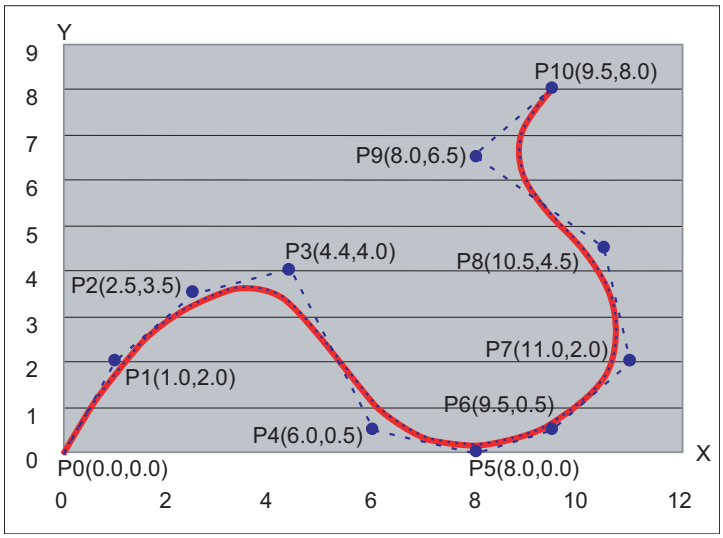
（注）在 NURBS 插补结束后进行节点单独指令时，再次变为 NURBS 插补模式。
NURBS 插补结束后的节点单独指令与以下指令含义相同。
G06.2 Pp Km Xxn Yyn Zzn R1.0

程序示例

阶数 4(3 次曲线)，控制点为 11 的程序示例如下所示。

控制点	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10				
节点	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0

```
:
:
G05 P10000;                                  高速高精度Ⅱ控制模式 ON
G90 G01 X0. Y0. Z0. F300 ;
G06.2 P4 X0. Y0. R1. K0 ;        P0          NURBS 插补 ON
X1.0   Y2.0  R1.  K0 ;           P1
X2.5   Y3.5  R1.  K0 ;           P2
X4.4   Y4.0  R1.  K0 ;           P3
X6.0   Y0.5  R1.  K1 ;           P4
X8.0   Y0.0  R1.  K2 ;           P5
X9.5   Y0.5  R1.  K3 ;           P6
X11.0  Y2.0  R1.  K4 ;           P7
X10.5  Y4.5  R1.  K5 ;           P8
X8.0   Y6.5 R1.  K6 ;            P9
X9.5   Y8.0 R1.  K7 ;            P10
K8;
K8;
K8;
K8;                                          NURBS 插补 OFF
G05 P0;                                      高速高精度Ⅱ控制模式 OFF
:
:
```



通过控制点的程序轨迹

NURBS 插补曲线

与其它功能的关系

G 代码 / 进给 / 辅助功能

NURBS 插补时，不能设定所有 G 代码 / 进给速度 /MSTB 代码。
在与 G06.2 指令相同的程序段中指定固定循环的 G 代码时，忽略固定循环的 G 代码。
从 NURBS 插补的第 2 程序段开始，如果进行除了在 NURBS 插补的第 1 程序段中指定的轴地址、R 及 K 以外的其它指令，将会发生程序错误。

数据格式

(1) 可选程序跳跃 "/"
从 NURBS 插补的第 2 程序段开始，不可设定程序跳跃 "/"。

(2) 控制接入 "(" 及控制脱开 ")"
从 NURBS 插补的第 2 程序段开始，不可设定 "(" 和 ")"。

(3) 局部变量、公共变量
NURBS 插补时可以查看变量，但如果设定变量，则会发生程序错误 (P29)。

(4) 系统变量
在 NURBS 插补时，如果查看 / 设定系统变量，会发生程序错误 (P29)。

中断 / 再启动

是否可以中断 / 重启程序如下所示。

种类	NURBS 插补中
单程序段	可（注 1）
进给保持	可
复位	可（注 2）
程序停止	不可
可选停止	不可
手动插入	不可（注 3）
MDI 插入	不可
再启动搜索	不可
宏插入	不可（注 4）
PLC 插入	不可（注 5）

（注 1）仅在最终控制点执行单程序段停止。
在 NURBS 插补中途不执行单程序段停止。

（注 2）根据复位（复位 1/ 复位 2/ 复位 & 回退），NURBS 插补模式取消。

（注 3）动作因手动绝对信号的状态而异。
- 手动绝对信号关闭时
  仅在偏离手动插入的移动量的状态下，执行 NURBS 插补。
- 手动绝对信号接通时
  手动插入后的自动启动时，在按照剩余距离移动后，发生程序错误 (P554)。
  但是，手动插入后如果返回原位置，则可继续运行。

（注 4）忽略宏插入信号 (UIT)。

（注 5）忽略 PLC 插入信号 (PIT)。

图形检查

不可进行图形检查（检查连续 / 步进）中的 NURBS 插补。
图形检查时，变为连接控制点的直线插补。

双系统同时高精度

在双系统同步高精度规格有效时，在第 2 系统和第 2 系统可同时指定 NURBS 插补。

注意事项

(1) NURBS 插补对象轴为基本 3 轴。

(2) 在第 1 程序段 (G06.2 程序段)，请对所有进行 NURBS 插补的轴进行控制点的指令。从第 2 程序段开始，如果指定第 1 程序段中未指定的轴，会发生程序错误 (P32)。

(3) 第 1 控制点 (G06.2 程序段的坐标值）用于指定 NURBS 曲线的起点。因此，指定时请与前一程序段的终点一致。如果不一致，会发生程序错误 (P552)。

(4) 权重的指令范围为 0.0001 ～ 99.9999，即使省略小数点，也进行和带小数点时相同的处理。指令 1 时，为与 1.0 同等的指令。
当指定小数点后 5 位以上时，发生程序错误 (P33)。

(5) 节点指令不可省略，每个程序段均需要指令。如果省略，会发生程序错误 (P33)。

(6) 节点和权重一样，可指定到小数点后 4 位，即使省略小数点，也进行和带小数点时相同的处理。指定 1″ 时，与指定 1.0 时相同。
当指定小数点后 5 位以上时，发生程序错误 (P33)。

(7) 请将节点指定为等于或大于前一程序段的值。设定值小于前一程序段时，发生程序错误 (P551)。

(8) 不能在图形检查（检查连续 / 步进）时进行 NURBS 插补。
图形检查时，使用连接控制点的直线插补。

(9) 在 NURBS 插补模式中进行复位（复位 1/ 复位 2/ 复位 & 回退）时，NURBS 插补模式被取消。

(10) 仅在下述模式中可以指定 NURBS 插补。如果在下述模式以外的其它模式中进行指令，则发生程序错误 (P29)。

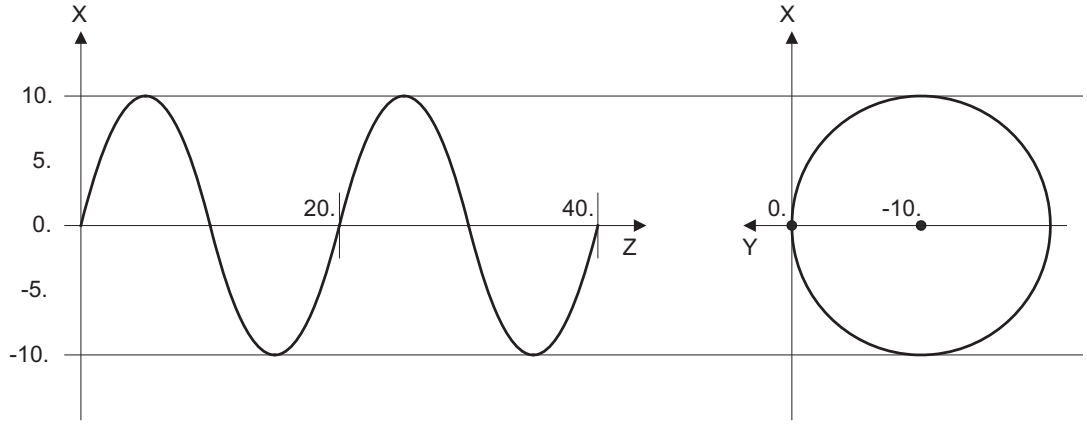
种类	可指定 NURBS 插补的模式
G 组 5	非同步进给 (G94)
G 组 7	刀径补偿取消 (G40)
G 组 8	刀具补偿 +/-(G43/G44) 刀具补偿取消 (G49)
G 组 9	固定循环取消 (G80)
G 组 11	比例缩放取消 (G50)
G 组 13	高精度控制开启 (G61.1) 切削模式 (G64)
G 组 14	用户宏程序模态调用取消 (G67)
G 组 15	法线控制取消 (G40.1)
G 组 16	坐标旋转取消 / 三维坐标转换取消 (G69.1)
G 组 17	恒表面速度控制取消 (G97)
G 组 18	极坐标指令关闭 (G15)
G 组 19	G 指令镜像关闭 (G50.1)
G 组 21	极坐标插补关闭 (G13.1)
-	非参数坐标旋转中
-	非参数设定镜像中
-	非外部输入镜像中

6.17 虚拟轴插补 ; G07

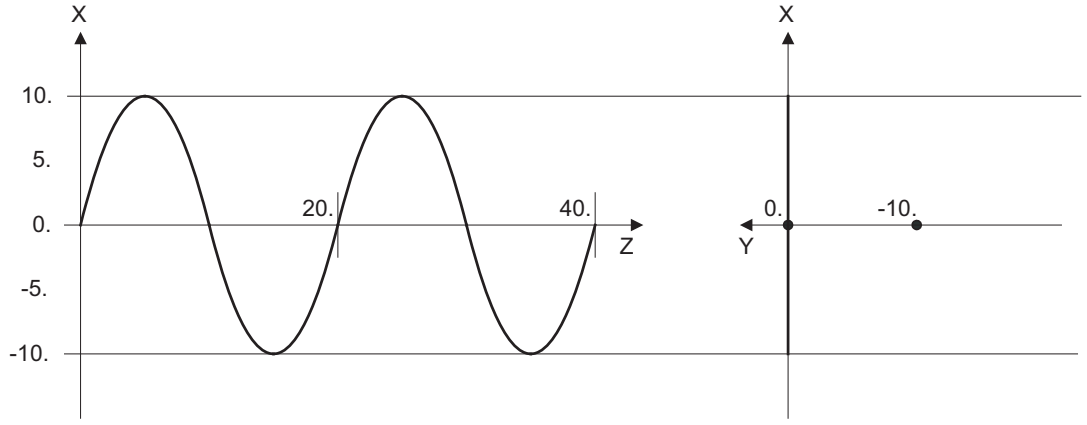
功能及目的

虚拟轴插补是通过将包含直线轴的螺旋插补或涡旋插补的 1 轴作为虚拟轴（无实际移动的轴），进行脉冲分配，进行相对于横向（虚拟轴）的螺旋插补或涡旋插补（SIN 插补或 COS 插补）。

通常的螺旋插补



虚拟轴插补中的螺旋插补



在 ZX 平面上进行 SIN 插补时，指定 Y 轴为虚拟轴，可通过执行螺旋插补（YX 平面选择：G17 G02），实现 SIN 插补。虚拟轴没有实际移动。

指令格式

G07 α 0 ; ... 虚拟轴插补模式开启

G07 α 1 ; ... 虚拟轴插补模式取消

α	视为虚拟轴的轴名称

详细说明

(1) 在 "G07 α 0 ;" ～ "G07 α 1 ;" 间，α 轴为虚拟轴。

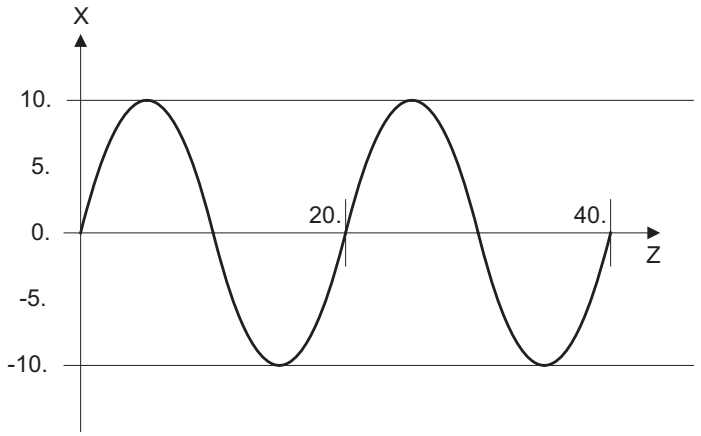
(2) 进行虚拟轴设定的轴指定可适用于 NC 轴的所有轴。

(3) 也可设定多个虚拟轴。

(4) 如果进行除了虚拟轴插补模式开启 (0)/ 取消 (1) 以外的其它指令，则将其视为取消 (1)。但是，只指定虚拟轴，不指定数值时，视为模式开启 (0)。

程序示例

N01 G07 Y0 ;	将 Y 轴作为虚拟轴。
N02 G17 G02 X0. Y0. Z40. I0. J-10. P2 F50;	在 XZ 平面中进行 SIN 插补。
N03 G07 Y1 ;	将 Y 轴恢复为实际轴。



注意事项

(1) 可在虚拟轴插补中使用的插补功能为螺旋插补和涡旋插补。

(2) 在高速高精度控制Ⅱ (G05P10000) 指令时，请取消虚拟轴插补。

(3) 虚拟轴插补仅在自动运行时有效。在手动运行时无效。在手轮插入、虚拟轴中也有效。即移动相当于手轮插入量的距离。

(4) 虚拟轴的移动指令将被忽略。分配进给速度时，对虚拟轴的分配与实际轴相同。

(5) 保护功能（互锁、存储行程极限等）对正在进行虚拟轴插补的轴也有效。

(6) 对于虚拟轴，即使再次进行虚拟轴设定，也不会发生错误，虚拟轴的效果继续保持。

(7) 对于不是虚拟轴的轴，即使进行虚拟轴取消，也不会发生错误，而是保持实际轴的状态。

(8) 如果进行复位 2 或复位 & 回退，则虚拟轴被取消。

7章

进给功能

7.1 快速进给速度

7.1.1 快速进给速度

功能及目的

可通过参数对各轴独立设定进给速度。可设定的速度范围在 1mm/min ～ 10000000mm/min 之间。但会根据机床规格限制上限速度。
关于进给速度的设定值，请参考机床规格书。
快速进给速度对 G00,G27,G28,G29,G30,G60 指令有效。
定位时的路径分为从起点到终点以直线进行插补的插补性，和以各轴最高速度移动的非插补型，通过参数“#1086 G0Intp”进行选择。定位时的时间都相同。

在高精度控制、高速高精度控制Ⅰ、高速高精度控制Ⅱ、高速高精度控制Ⅲ、高精度样条控制、SSS 控制中，设定高精度控制模式用快速进给速度速度后，以此进给速度移动。

- 高精度控制模式用快速进给速度的设定值为“0”时，以快速进给速度移动。
- 可对各轴独立设定高精度控制模式用快速进给速度。
- 高精度控制模式用快速进给速度有效的 G 码指令为 G00,G27,G28,G29,G30,G60。
- 高精度控制模式用快速进给速度有时可通过 PLC 信号设置倍率。（PLC 信号的动作由机床制造商的规格决定。）

（注）快速进给速度
可根据 PLC 输入信号，可对手动和自动的快速进给设置倍率。分为两种类型，根据 PLC 规格决定。
类型 1：设定 1%,25%,50%,100% 的 4 阶段倍率。
类型 2：以 1% 为单位设定倍率，范围从 0% 到 100%。

7.1.2 G00 进给速度指令（,F 指令）

功能及目的

利用本功能，可指定 G00（定位指令）及 G00 模式中的轴进给速度。
可通过加工程序指定换刀或龙门的轴移动速度，以重物等的移动抑制机床振动。
进给速度以外的其它动作由 G00 规格决定。

指令格式

G00 X_ Z_ (Y_)　,F1000; ... 以 ,F 指令速度进行快速进给

,F	指定 G00，G00 模式中的移动、钻孔用固定循环中的移动的快速进给速度。 与 G01 模式中的每分进给 F 指令（mm/min、inch/min）的指令范围相同。 英制 / 公制切换对旋转轴无效。

详细说明

(1) “,F”指令仅对指令程序段有效。

(2) G00，G27 ～ G30，G60，G00 模式中，在向钻孔循环中的孔位置初始点移动的程序段以外的其它程序段，以及无移动指令（轴地址指令）的程序段中指定了“,F”时，“,F”将被忽略。

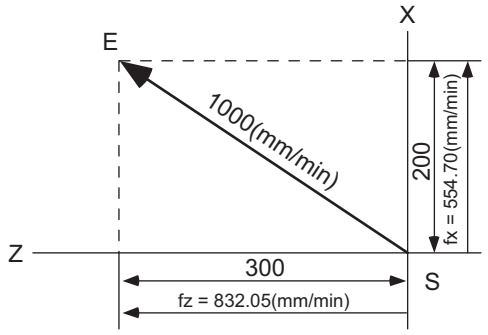
(3) 每转进给（G95）模式中的“,F”指令也为每分钟进给。

(4) “,F”指令的动作因参数“#1086 G0Intp”的状态而异。

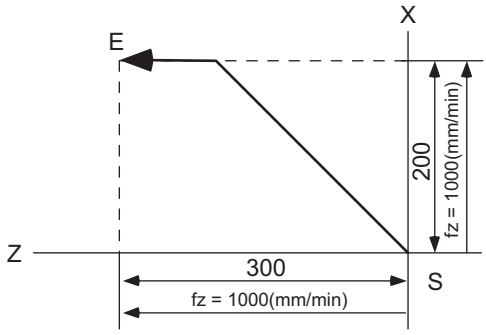
“#1086 G0Intp”	“,F”指令的处理
关闭（下左图）	作为插补速度处理。
开启（下右图）	作为每个轴的指令速度处理。

关于 G00 X200. Z300. ,F1000 指令时的进给速度

〈“G0 非插补”OFF 时〉



〈“G0 非插补”ON 时〉



fx：X 轴实际有效速度
fz：Z 轴实际有效速度

(5) 无“,F”指令时，在轴规格参数中设定的快速进给速度有效。（注 1）

(6) “,F”指令受在轴规格参数中设定的快速进给速度限制。（注 1）
速度限制方式因参数 “#1086 G0Intp”的设定而异。

“#1086 G0Intp”	速度限制
关闭	将 “,F”的指令值（插补速度）换算为每个轴的速度后，如果存在轴速度超过快速进给速度参数值的轴，则计算插补速度，使各轴速度不超过快速进给速度。（注 1）
开启	对 “,F”的指令值（每轴速度）超过快速进给速度参数值的轴，以参数中设定的速度进行限制。（注 1） 速度不超过快速进给速度参数值的轴仍使用指令速度。

（注 1）快速进给的参数由机床制造商的规格决定。
通常选择参数 “#2001 rapid”。

程序示例

(1)G00 程序段中、G00 模式中的进给速度指令（G00 插补时）

:	
G00 X100. Z100. ,F1000 ;	以 XZ 的合成速度 1000(mm/min) 移动。
X200. Z200. ;	以不超过 XZ 各轴快速进给速度参数值的最高进给速度进行插补移动。
X300.Z300. ,F2500 ;	以 XZ 的合成速度 2500(mm/min) 移动。
:	

(2) 向钻孔循环的孔位置初始点移动的速度指令（纵向攻丝循环时）

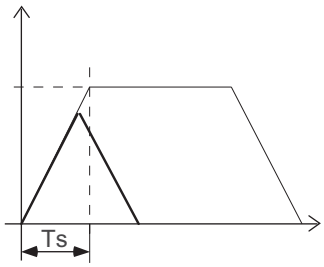
:	
G88 X-20. Z30 R5. F1.D3 S500 ,R1 ,F2000 ;	以 2000(mm/min) 移动到孔位置初始点（Z30.）。 在孔位置循环中，以 2000(mm/min) 移动进行定位（G00）。
X-20. Z35. R5. ;	以 Z 轴的进给速度（参数设定值）移动到孔位置初始点（Z35.）。
X-20. Z40. R5.,F3000 ;	以 3000(mm/min) 移动到孔位置初始点（Z30.）。 在孔位置循环中，以 2000(mm/min) 移动进行定位（G00）。
G80 ;	
:	

与其它功能的关系

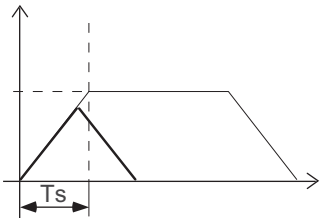
快速进给恒斜率加减速

“,F”指令时，对在 “,F”指令中指定的速度执行恒斜率加减速控制。
速度（下图的纵轴）因 “,F”指令的有无而异。

(1) 无 “,F”指令时
参数设定的快速进给速度



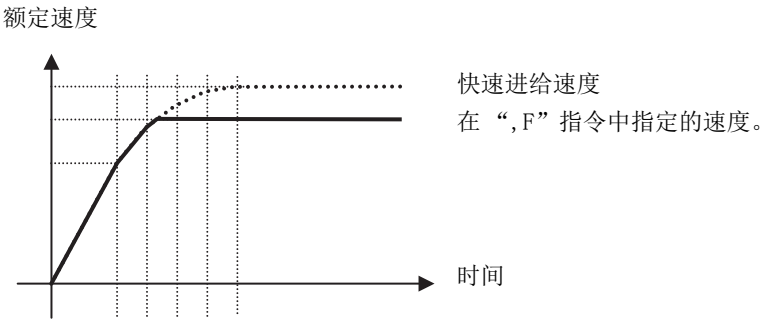
(2) 有 “,F”指令时
“,F”指令速度



——— 快速进给恒斜率有效时的动作
——— 快速进给恒斜率无效时的动作

快速进给恒斜率多段加减速

根据达到快速进给速度、额定速度、额定速度的 G00 时间常数，以及对最大加速度的加速率，计算出加减速方式并进行加减速，进给速度为在 “,F”指令中指定的速度。



快速进给倍率

对 “,F”指令的倍率。

倍率取消

在 “,F”指令时，对于快速进给倍率，倍率取消也无效。

空运行

参数 “#1085 G00Drn”设定为 ON、快速进给关闭时，空运行有效。此时，以设定的手动进给速度移动。设定手动倍率有效为 ON 时，切削进给倍率也有效。

外部减速

在 “,F” 指令时也有效。

可编程到位检查

在 “,F” 指令时也有效。

刀尖点控制

刀尖点控制中，“,F” 指令无效。

特别固定循环

钻孔用固定循环中有 “,F” 指令时，孔位置间的移动速度为在 “,F” 指令中指定的速度。
与特别固定循环位于同一程序段的 “,F” 指令将被忽略。

单向定位

如果 “,F” 指令与 G60（单向定位指令）位于同一程序段中，则使用在 “,F” 指令中指定的速度。

参考点比较、开始位置返回、换刀位置返回

如果 “,F” 指令与 G27（参考点比较）、G29（开始位置返回）、G30.n（换刀位置返回）位于同一程序段中，则使用在 “,F” 指令中指定的速度。

参考点返回、第 2 ～第 4 参考点返回

如果 “,F” 指令与 G28（参考点比较）、G30（第 2 ～第 4 参考点返回）位于同一程序段中，则使用在 “,F” 指令中指定的速度。
对于非高速参考点返回状态的轴，与手动时相同，执行挡块式返回。此时的移动速度由机床制造商的规格决定（参数 “#2025 G28rap”）。

注意事项

(1) 无 G00 进给速度指令规格时，若进行 “,F” 指令，将会发生程序错误 (P39)。

(2) 可在同一程序段中进行 “,F” 指令和 “F” 指令。此时，“F” 指令为切削进给的进给速度。

(3) 根据机床制造商的规格，可能对无移动指令的程序段中也进行补偿动作（参数 “#1100 Tmove”）。
此时，如果在无移动指令的刀具补偿指令 (T 指令) 的程序段中进行了 “,F” 指令，则仅限在 G00 模式中，以 “,F” 指令速度进行补偿移动。

(4) 如果在无移动指令的刀径补偿取消指令 (G40) 程序段中进行了 “,F” 指令，则仅限在 G00 模式中，以 “,F” 指令速度进行刀径补偿取消动作。

7.2 切削进给速度

功能及目的

通过地址 F 与数字指定切削进给速度。

切削进给速度对 G01,G02,G03,G02.1,G03.1 指令有效。

在高精度控制、高速高精度控制Ⅰ、高速高精度控制Ⅱ、高速高精度控制Ⅱ、高精度样条曲线控制、SSS 控制中设定高精度控制模式用切削限制速度时，受此进给速度限制。

- 高精度控制模式用切削限制速度为 0 时，受切削进给限制速度限制。
- 切削进给速度受参数的高精度控制模式用切削限制速度限制。

例每分钟进给（非同步进给）

	进给速度	
G01 X100. Y100. F200 ;	200.0mm/min	作为 F200 或是 F200.000 时也相同。
G01 X100. Y100. F123.4 ;	123.4mm/min	
G01 X100. Y100. F56.789 ;	56.789mm/min	

可指定的速度范围（输入设定单位为 1 μ m 时）

指令模式	进给速度范围	备　　注
mm/min	0.001 ～ 10000000	
inch/min	0.0001 ～ 1000000	
°/min	0.001 ～ 10000000	

（注 1）如果通电后的第一个切削指令 (G01,G02,G03) 中没有 F 指令，将发生程序错误 (P62)。

7.3 F1 位进给

功能及目的

通过设定 F1 位进给参数，对应地址 F 的后续 1 位数值设定的进给速度成为指令速度。
指定 F0 时，使用快速进给速度，与 G00 时的进给速度相同。(G 模态不变，但加减速方法按照快速进给的设定。)
若指定 F1 ～ F5，对应设定的进给速度成为指令速度。

详细说明

(1) 要设定 F1 位进给有效，需将参数 “#8145 F1 位进给有效”设定为”1 “。

(2) 用第 1 手动手轮设定与 F1 位对应的进给速度倍率功能。（不能用第 2、第 3 手轮变更进给速度。）
根据下式决定进给速度的增减量。

$$\pm\triangle F = \frac{FM}{K} \times (\pm P)$$

+ 表示增加、- 表示减少

K ：运算常数
(FM 的分割数，手动手轮脉冲发生器 1 刻度左右的增减速度的计算常数。)
基本规格参数 “#1507 F1_K”

FM ：F1 ～ F5 限制速度
基本规格参数 “#1506 F1_FM”

P ：手动手轮脉冲数

另外，F1 ～ F5 的对应速度由机床制造商的规格决定（参数 “#1185 spd_F1”～ “#1189 spd_F5”）。
可增减范围的设定值为 0 ～ “#1506 F1_FM”。
进给速度为 0 时，发生操作错误 (M01 0104)。

(3) F1 位有效时，可并用 F1 位指令和通常的切削进给速度指令。

（例 1）	F0	快速进给速度
	F1 ～ F5	F1 位
	F6 以上	通常的切削进给速度指令

(4) F1 位指令在 G01、G02、G03、G02.1、G03.1 模态中有效。

(5) F1 位在固定循环中也可使用。

(6) 手动手轮的脉冲数为 1 刻度 1 脉冲，与倍率无关。

(7) 在 F1 位指令中，将 F1 位指令中信号和 F1 位编号作为 PLC 信号输出。（机床制造商的规格）

F1 位指令和 G 指令

(1) 与 F1 位指令位于同一程序段中的 01 组 G 指令

	执行进给速度	模态显示速度	G 模态
G00F0 F0G00	快速进给速度	0	G00
G00F1 F1G00	〃	1	G00
G01F0 F0G01	〃	0	G01
G01F1 F1G01	F1 的内容	1	G01

(2) 可在同一程序段中进行 F1 位指令和非模态指令。此时如果执行非模态指令，则 F1 位模态也同时更新。

运算常数 K 的设定示例

希望将手轮 1 刻度作为± 10mm/min 时
FM = 15000mm/min

$$\triangle F = 10 = \frac{15000}{K}$$

K = 1500。
因此，旋转手轮 1 刻度后，进给速度为 F(1 ～ 5) ± 10[mm/min]。

通过手轮变更速度的有效条件

以下条件全部成立时，通过手轮变更速度有效。

(1) 自动运行（ 程序运行、MDI） 。

(2) 处于自动启动中。

(3) 处于切削进给中，指定了 F1 位进给速度指令。

(4) F1 位进给参数设定为 ON。

(5) F1 位进给开关开启。

(6) 非机床锁定状态。

(7) 非空运行状态。

(8) F1 位进给速度上限值 (#1506)、F1 位进给速度变化常数不为零 (#1507)。

通过手轮操作变更 F1 位进给速度的方法切换

在变更参数或切断电源之前，通过手动手轮变更的 F1 位进给速度有效。另外，仅在动作中可确认变更后的进给速度。但是，参数 “#1246 set18/bit6”(F1 位进给速度变更方法切换) 设定为 “1” 时，可通过将 F1 位进给速度的参数设定为变更后的进给速度，使其在切断电源后仍然以变更后的进给速度执行动作。此时，如果不切换画面，就不会在参数显示中反映变更后的参数值。

注意事项

(1) F1 位进给指令时，接通 F1 位进给速度变更有效信号，通过手动手轮变更速度有效并且符合以下条件时，速度受 F1 位进给速度上限值限制。
F1 位进给速度 > F1 位进给速度上限值

(2) F1 位进给指令时，如果通过手轮操作将 F1 位进给速度变更为“0”，则输出“0104 F1 位进给速度零”的报警。可通过手轮操作将 F1 位进给速度恢复为大于 0 的值，解除此报警。

(3) K=0 时，不能进行速度变更。

(4) G00 模式时，F1 ～ F5 无效，使用快速进给速度。

(5) G02、G03、G02.1、G03.1 模式中若使用 F0，则发生程序错误 (P121)。通过修改 F0 指令可解除错误。

(6) F1. ～ F5.（带小数点）不是 F1 位进给指令，而是表示 1mm/min ～ 5mm/min（直接数值指令）的进给速度。

(7) 在英制指令中使用时，指令速度 inch/min 为对应 F1 ～ F5 设定的进给速度的 1/10。

(8) 在公制或度指令中使用时，指令速度 mm（°）/mm 为对应 F1 ～ F5 设定的进给速度。

(9) 每转进给 (G95) 时，即使进行 F1 位进给指令，也作为通常的 F 指令（直接数值指令）执行。

(10) F1 位进给指令和反比时间进给指令时，反比时间进给指令优先。

(11) F1 位进给速度变更和手动速度指令时，手动速度指令优先。

(12) 刚性攻丝指令中，不能用手轮进行速度变更。

7.4 每分钟进给／每转进给（非同步进给／同步进给）；G94,G95

功能及目的

每分钟进给（非同步进给）

通过 G94 指令，用 F 及其后续数值将此程序段开始的指令直接指定为每分钟进给速度（mm/min、inch/min）。

每转进给（同步进给）

通过 G95 指令，用 F 及其后续数值将此程序段开始的指令直接指定为主轴每转进给速度（mm/rev、inch/rev）。
使用本指令时，必须在主轴中安装旋转编码器。

指令格式

```
G94 ; ... 每分进给（mm/min）（非同步进给）
```

```
G95 ; ... 每分进给（mm/min）（同步进给）
```

详细说明

G94/G95 为模态指令。
（例）G95 指令后，在出现 G94 或 G93（反比时间进给）指令之前，G95 持续有效

(1) 通过 F 代码指定时的指令范围如下所示。

公制输入

输入设定单位	B(0.001mm)		C(0.0001mm)	
指令模式	每分钟进给	每转进给	每分钟进给	每转进给
指令地址	F(mm/min)	F(mm/rev)	F(mm/min)	F(mm/rev)
最小指令单位	1(=1.000) (1.=1.000)	1(=0.001) (1.=1.000)	1(=1.0000) (1.=1.0000)	1(=0.0001) (1.=1.0000)
指令范围	0.001 ～ 1000000.000	0.001 ～ 999.999	0.0001 ～ 1000000.0000	0.0001 ～ 999.9999

输入设定单位	D(0.00001mm)		E(0.000001mm)	
指令模式	每分钟进给	每转进给	每分钟进给	每转进给
指令地址	F(mm/min)	F(mm/rev)	F(mm/min)	F(mm/rev)
最小指令单位	1(=1.00000) (1.=1.00000)	1(=0.00001) (1.=1.00000)	1(=1.000000) (1.=1.000000)	1(=0.000001) (1.=1.000000)
指令范围	0.00001 ～ 1000000.00000	0.00001 ～ 999.99999	0.000001 ～ 1000000.000000	0.000001 ～ 999.999999

英制输入

输入设定单位	B(0.0001inch)		C(0.00001inch)	
指令模式	每分钟进给	每转进给	每分钟进给	每转进给
指令地址	F(inch/min)	F(inch/rev)	F(inch/min)	F(inch/rev)
最小指令单位	1(=1.0000) (1.=1.0000)	1(=0.0001) (1.=1.0000)	1(=1.00000) (1.=1.00000)	1(=0.00001) (1.=1.00000)
指令范围	0.0001 ～ 100000.0000	0.0001 ～ 999.9999	0.00001 ～ 100000.00000	0.00001 ～ 999.99999

输入设定单位	D(0.000001inch)		E(0.0000001inch)	
指令模式	每分钟进给	每转进给	每分钟进给	每转进给
指令地址	inch/min	F(inch/rev)	inch/min	F(inch/rev)
最小指令单位	1(=1.000000) (1.=1.000000)	1(=0.000001) (1.=1.000000)	1(=1.0000000) (1.=1.0000000)	1(=0.0000001) (1.=1.0000000)
指令范围	0.000001 ～ 100000.000000	0.000001 ～ 999.999999	0.0000001 ～ 100000.0000000	0.0000001 ～ 999.9999999

(2) 每转进给时的执行速度（实际的机床移动速度）如下式（式 1）所示。

FC = F × N × OVR ..... （式 1）

FC : 执行速度 (mm/min, inch/min)

F : 指令速度 (mm/rev, inch/rev)

N : 主轴旋转速度 (r/min)

OVR : 切削进给倍率

通过式 1 计算执行速度 FC，如果同时指定了多轴，则在指令的矢量方向起作用。

注意事项

(1) 在设定显示装置的 “位置显示”画面上，FC 表示将指令速度和主轴旋转速度及切削进给倍率换算为每分进给速度后的执行速度 (mm/min 或 inch/min)。

(2) 上述执行速度超过切削进给限制速度时，受限制速度限制。

(3) 执行每转进给时，如果主轴旋转速度为 0，则发生 “M01 操作错误 0105”。

(4) 机床锁定中的进给速度使用指令速度。

(5) 空运行时为每分进给，以手动进给速度（mm /min 或 inch/min）移动。

(6) 固定循环 G84（攻丝循环）及 G74（反攻丝循环）按照已指定的进给模式执行。

(7) 在通电时或执行 M02,M30 时，执行每分进给 (G94) 还是每转进给 (G95)，由参数 “#1074 I_Sync”的设定决定。

7.5 反比时间进给；G93

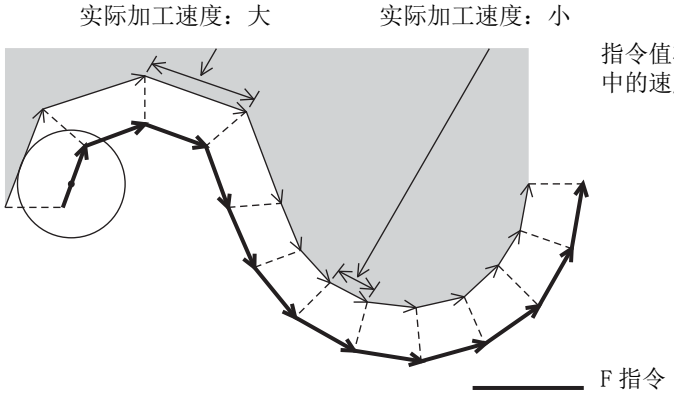
功能及目的

设定刀径补偿，加工曲线形状时，如果是内侧切削，在切削面的加工速度会比刀具中心的进给速度快，因此导致切削面的精度下降等问题。

反比时间进给功能可代替通常的进给指令，用 F 指令指定 1 个程序段的加工时间（倒数），即使是用微小直线表示自由曲面的加工程序执行刀径补偿，也可将在切削面的加工速度控制为固定的速度，防止精度下降。

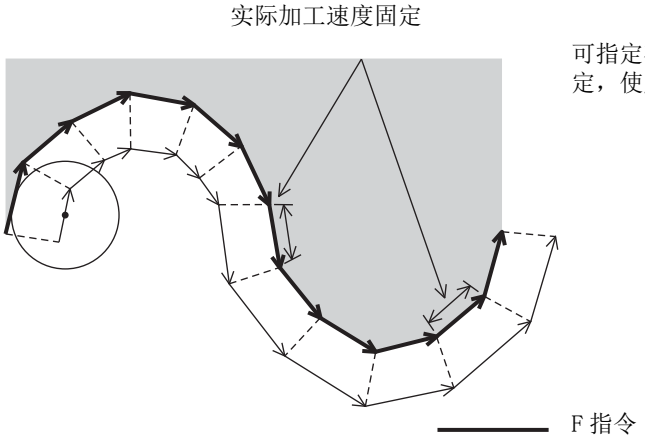
但如果计算出的加工时间超过切削进给限制速度时，则在反比时间进给中，F 指令值按照切削进给限制速度。

通常的 F 指令



指令值将成为刀具中心的速度，因此在实际切削面中的速度会时大时小。

反比时间进给



可指定在实际切削面的速度，因此切削面的速度固定，使用指定的加工速度，不受刀径影响。

指令格式

G93 ； ... 反比时间进给

反比时间进给（G93）为模态指令，在指定每分进给（G94）或每转进给（G95）之前，反比时间进给模式有效。

G00 X1 Yy1 ;	
G93;	-> 反比时间进给模式开启
G01 Xx2 Yy2 Ff2;	-> 反比时间进给模式中
G02 Xx3 Yy3 Ii3 Jj3 Ff3;	:
G94(G95);	-> 反比时间进给模式关闭

在移动程序段中，对线段指定加工时间，因此需每次都指定进给速度 F。

详细说明

(1) 反比时间进给（G93）为模态指令，在指定每分进给（G94）或每转进给（G95）、或执行复位（M02、M30 等）之前，保持反比时间进给模式。

(2) 反比时间进给中 F 指令值的指令方法

		公制指令（G21）	英制指令（G20）
直线模式时 (G01)		切削点进给速度（mm/min） ——————— 线段长度（mm）	切削点的进给速度（inch/min） ——————— 线段长度（mm）
圆弧模式时 (G02, G03) (G02.1, G03.1)		切削点进给速度（mm/min） ——————— 起点的圆弧半径（mm）	切削点的进给速度（inch/min） ——————— 起点的圆弧半径（mm）
指令范围	B	0.001 ～ 999999.999 (1/min)	
	C	0.0001 ～ 999999.9999 (1/min)	
	D	0.00001 ～ 999999.99999 (1/min)	
	E	0.000001 ～ 999999.999999(1/min)	

(3) 通电后的初始模态为 G94（每分进给）或 G95（每转进给）。

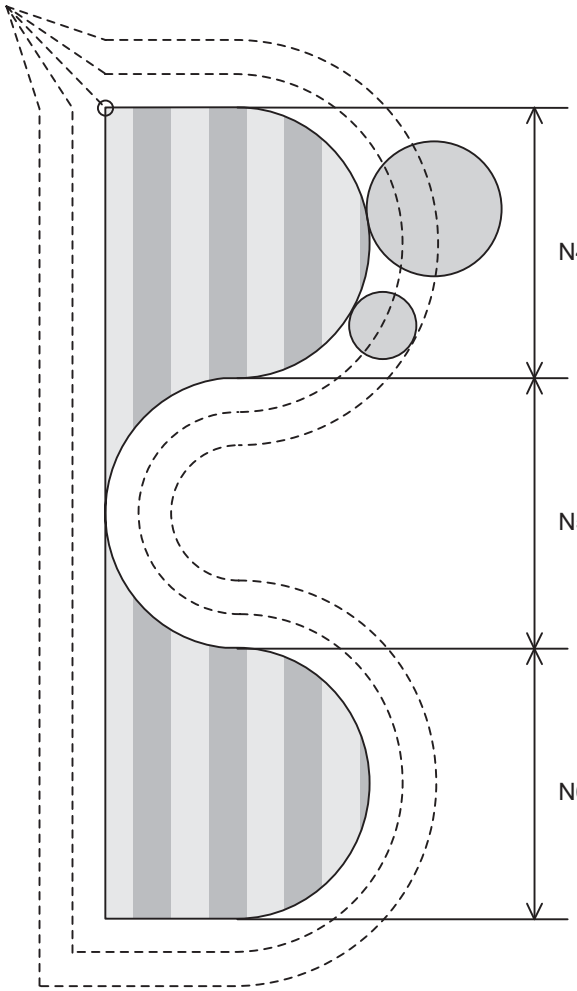
(4) 刀径补偿 / 倒角 R/C 的插入程序段的进给速度与前一程序段的进给速度相同。

(5) 在 C 轴法线控制（法线控制类型Ⅱ）的插入程序段中，进给速度与旋转后的移动程序段的进给速度相同。

程序示例

在刀径补偿中使用了反比时间进给时

每分钟进给
N01 G90 G00 X80. Y-80. ;
N02 G01 G41 X80 Y-80. D11 F500 ;
N03 X180. ;
N04 G02 Y-280. R100. ;
N05 G03 Y-480. R100. ;
N06 G02 Y-680. R100. ;
N07 G01 X80. F500 ;
N08 Y-80. ;
N09 G04 X80. Y-80. ;
N10 M02 ;
反比时间进给
N01 G90 G00 X80. Y-80. ;
N02 G01 G41 X80. Y-80. D11 F500 ;
N03 X180. ;
N04 G93 G02 Y-280. R100. F5 ;
N05 G03 Y-480. R100. F5 ;
N06 G02 Y-680. R100. F5 ;
N07 G94 G01 X80. F500 ;
N08 Y-80. ;
N09 G04 X80. Y-80. ;
N10 M02 ;



每分进给和反比时间进给的比较（刀径为 10.[mm]）（单位：mm/min）

顺序编号	每分钟进给		反比时间进给	
	刀具中心的进给速度	切削点的进给速度	刀具中心的进给速度	切削点的进给速度
N04	F500	F450	F550	F500
N05	F500	F550	F450	F500
N06	F500	F450	F550	F500
		↓		↓
		在程序段的连接处切削速度会发生变化，因此出现接缝。		使用指令中的进给速度，与刀径无关。

与其它功能的关系

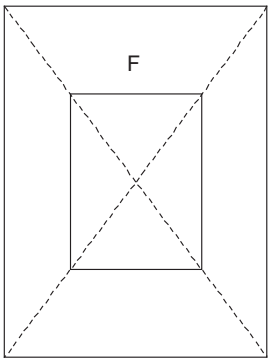
(1) 比例缩放 (G51)

使用比例缩放功能时，请对比例缩放后的形状进行 F 指令。例如，执行了 2 倍的比例缩放时，加工距离也变为 2 倍。

因此，与比例缩放前一样，以进给速度进行切削时，请将 F 的值指定为除以比例缩放的倍数后的值 (F')。

$$F' = \frac{F}{2}$$

F = 进给速度 (mm/min) / 距离 (mm)



比例缩放 (2 倍) 后的形状

(2) 高速加工模式Ⅱ (G05P2)

在反比时间进给 (G93) 模态中，高速加工模式Ⅱ (G05P2) 不执行高速加工模式动作，而是以反比时间进给模式执行动作。在反比时间进给模式关闭后，高速加工模式有效。

(3)G93 模式中计算出的速度大于每分进给的速度范围时，受限于参数中设定的限制速度。

(4)G93(反比时间进给) 指令时，若执行以下的指令，则发生程序错误 (P125)。

G 代码	功能
G02.3, G03.3	指数函数插补
G06.2	NURBS 插补
G12	圆切削 CW
G13	圆切削 CCW
G31 ～ G31.3	跳跃
G33	螺纹切削
G34 ～ G36, G37.1	特别固定循环
G37	自动刀长测量
G73 ～ G89	固定循环
G96	恒表面速度控制 开启

(5) 在以下的模式中进行了 G93(反比时间进给) 指令时，将会发生程序错误 (P125)。

G 代码	功能
G02.3, G03.3	指数函数插补
G33	螺纹切削
G73 ～ G89	固定循环
G96	恒表面速度控制 开启

注意事项

(1) 通电后的初始模态为 G94（每分进给）或 G95（每转进给）。

(2) G93 模态中的 F 指令为非模态指令。请在各程序段中进行 F 指令．无 F 指令的程序段将会发生程序错误 (P62)。

(3) 如果指定 F0，将会发生程序错误 (P62)。

(4) 从 G93 变更为 G94 或 G95 时，需要进行 F 指令。若没有 F 指令，将会发生程序错误 (P62)。

(5) 进给速度受限于最大切削速度。因此，实际的进给速度可能会比指令速度慢。

(6) 如果指定了如 F0.001 这样非常慢的速度，加工时间会出现误差。

7.6 进给速度的指定与对各控制轴的效果

功能及目的

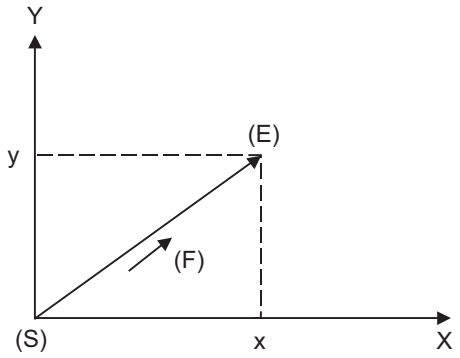
机床中包含各种控制轴，这些控制轴分为控制直线运动的直线轴与控制旋转运动的旋转轴。进给速度用于指定这些轴的移位速度，控制直线轴与旋转轴时，对刀具移动速度产生的效果各有不同。
分别对各轴指定移位量，但进给速度的指定与移位量不同，不受对各轴进行指定，而是使用同一数值进行指定，因此当同时控制 2 轴以上的轴时，必须先理解对各轴的作用方式。
通过下列相关事项对进给速度的指定进行说明。

详细说明

控制直线轴时

不管机床是只控制 1 轴，还是控制 2 轴以上的控制轴，都将 F 所指定的进给速度作为刀具前进方向的线速度。

（例）以 f 指定进给速度，控制直线轴（X,Y 轴）时



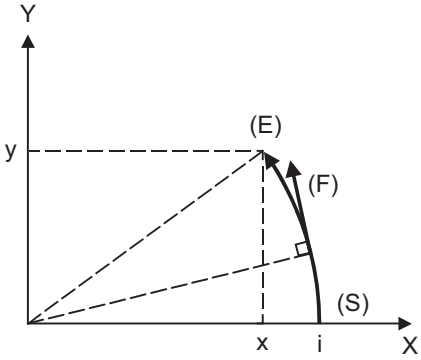
$$fx = f \times \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$ ...X 轴的进给速度

$$fy = f \times \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$ ...Y 轴的进给速度

(S) 刀具起点　　(E) 刀具终点
(F) 此方向的速度为 f。

只控制直线轴时，在程序中只需指定切削速度。
将指定的进给速度分解为与移动量相对应的部分，即为各轴的进给速度。

（例）以 f 指定进给速度，使用圆弧插补功能控制直线轴（X,Y 轴）时：
刀具前进方向，即切线方向的速度为在程序中指定的进给速度。



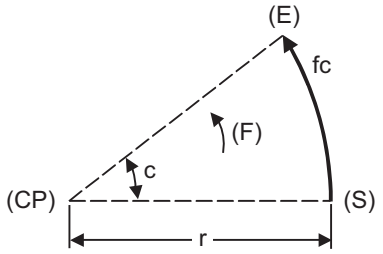
(S) 刀具起点
(E) 刀具终点
(F) 在该方向上的速度为 f。

此时，X,Y 各轴的进给速度均随着刀具移动发生变化。但合成后的速度依然保持固定值 f。

控制旋转轴时

控制旋转轴时，指定的进给速度为旋转轴的转速、即作为角速度动作。
因此，刀具前进方向的切削速度，即线速度随旋转中心与刀具的距离而发生变化。
在程序中指定的速度必须考虑到此距离。

（例）以 f 指定进给速度，控制旋转轴（C 轴）时
（f 的单位为 °/min）



(S) 刀具起点
(E) 刀具终点
(CP) 旋转中心
(F) 角速度为 f。

此时，为了将 fc 作为刀具前进方向的切削速度（线速度）

$$fc = f \times \frac{\pi \cdot r}{180}$$

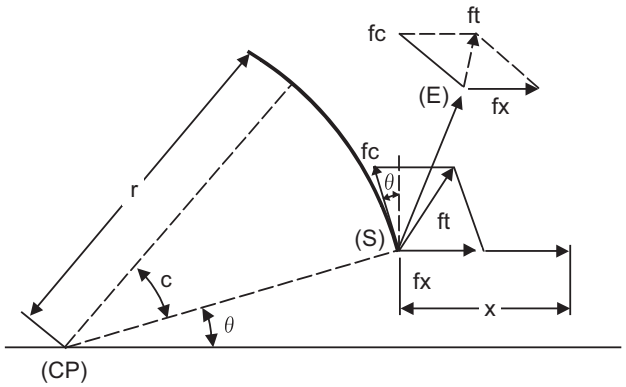
在程序中指定的进给速度必须满足以下条件。

$$f = fc \times \frac{180}{\pi \cdot r}$$

同时控制直线轴与旋转轴时

无论控制装置是控制直线轴，还是控制旋转轴，动作均相同。
控制旋转轴时，赋予坐标 (A,B,C) 的数值为角度、赋予进给速度 (F) 的数值全部用于线速度。即旋转轴的 1 °与直线轴 1mm 等价。
因此，同时控制直线轴与旋转轴时，与用 F 指定的各轴数值对应的部分与上述 “控制直线轴时” 相同。但此时，由于在直线轴控制中，速度部分的大小、方向均不会发生变化，而在旋转轴控制中，速度部分的方向会随着刀具的移动而发生变化 （大小不变），结果导致合成后的刀具前进方向进给速度随刀具移动而发生变化。

（例） 用 f 指定进给速度，同时控制直线轴 (X 轴）与旋转轴 (C 轴）时
将 X 轴增量指令值设为 x，将 C 轴增量指令值设为 c，则



(S) 刀具起点
(E) 刀具终点
(CP) 旋转中心
fx 的大小、方向固定
fc 的大小固定，方向发生变化
ft 的大小方向均发生变化

X 轴的进给速度（线速度）fx 及 C 轴的进给速度（角速度）ω 为

$$fx = f \times \frac{x}{\sqrt{x^2 + c^2}} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$\omega = f \times \frac{c}{\sqrt{x^2 + c^2}} \quad \cdots\cdots (2)$$

C 轴控制中的线速度 fc 为

$$fc = \omega \times \frac{\pi \times r}{180} \quad \cdots\cdots (3)$$

将起点 (S) 的刀具前进方向速度设为 ft，分别将 X 轴及 Y 轴方向的分速度视设为 ftx,fty，则

$$ftx = -r\sin\left(\frac{\pi}{180}\theta\right) \times \frac{\pi}{180}\omega + fx \quad \cdots\cdots (4)$$

$$fty = -r\cos\left(\frac{\pi}{180}\theta\right) \times \frac{\pi}{180}\omega \quad \cdots\cdots (5)$$

在此，r 为旋转中心与刀具的距离（单位 mm）
θ 为旋转中心的 (S) 点与 X 轴之间的角度（单位 °）

根据 (1),(2),(3),(4),(5) 式，合成速度 ft 为

$$ft = \sqrt{ftx^2 + fty^2}$$

$$= f \times \frac{\sqrt{x^2 - x \times c \times r\sin\left(\frac{\pi}{180}\theta\right)\frac{\pi}{90} + \left(\frac{\pi \times r \times c}{180}\right)^2}}{x^2 + c^2} \quad \cdots\cdots (6)$$

因此，在程序中指定的进给速度 f 应为

$$f = ft \times \frac{x^2 + c^2}{\sqrt{x^2 - x \times c \times r\sin\left(\frac{\pi}{180}\theta\right)\frac{\pi}{90} + \left(\frac{\pi \times r \times c}{180}\right)^2}} \quad \cdots\cdots (7)$$

但 (6) 式的 ft 是在 (S) 点的速度， 随 C 轴旋转， θ 的值发生变化，因此 ft 的数值也发生变化。因此，为了尽可能使切削速度 ft 保持固定，在单个程序段中指定的旋转角度必须要尽量小，缩小 θ 值的变化幅度。

7.7 快速进给恒斜率加减速

功能及目的

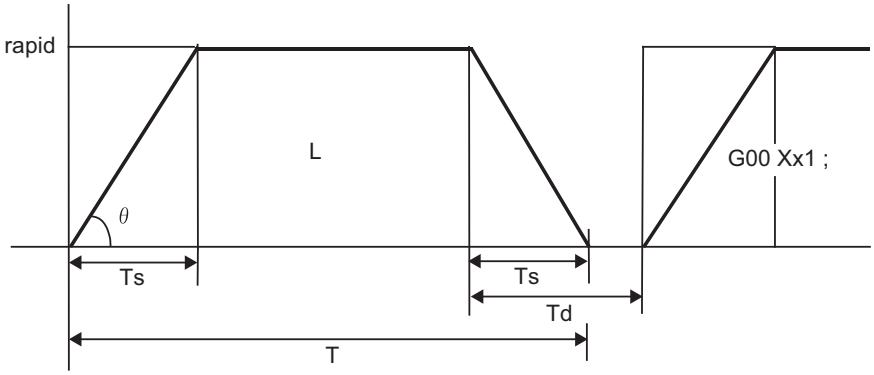
本功能是指在快速进给模式的直线加减速中，以固定的斜率执行加减速。恒斜率加减速方式与插补后加减速方式相比，具有更好的循环时间改善效果。

详细说明

(1) 快速进给恒斜率加减速仅在快速进给指令时有效。而且仅在快速进给指令的加减速模式为直线加速，直线减速时有效。

(2) 执行快速进给恒斜率加减速时的加减速曲线如下。

［插补距离较长，速度达到快速进给速度时］



$$T = \frac{L}{rapid} + Ts$$

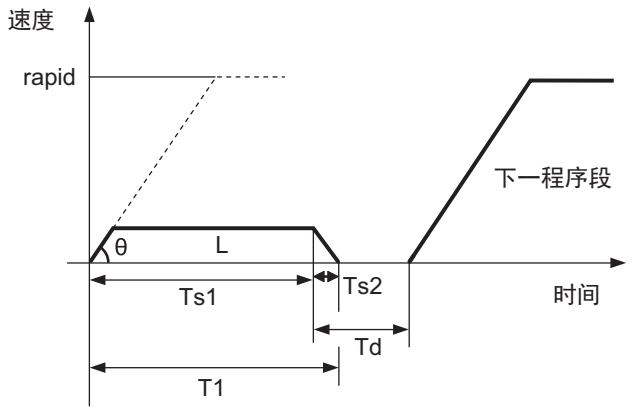
$$Td = Ts + (0 \sim 14ms)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{rapid}{Ts}\right)$$

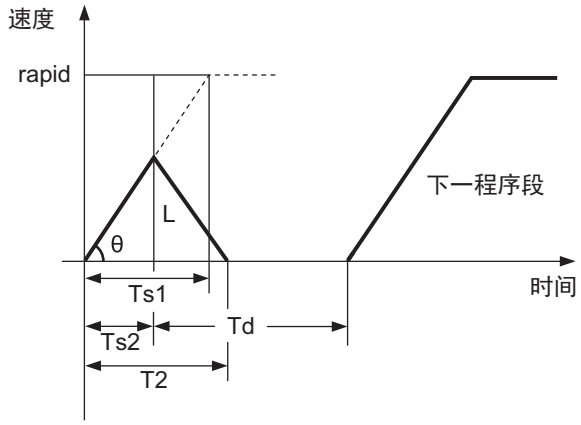
rapid 快速进给速度
Ts ：加减速时间常数
Td ：减速检查时间
θ ：加减速的斜率
T ：插补时间
L ：插补距离

［插补距离比加减速距离短时］

时间常数恒定加减速时



斜率恒加减速时



$$T1 = Ts1 + Ts2$$

$$T2 = 2 \times \sqrt{Ts1 \times L/rapid}$$

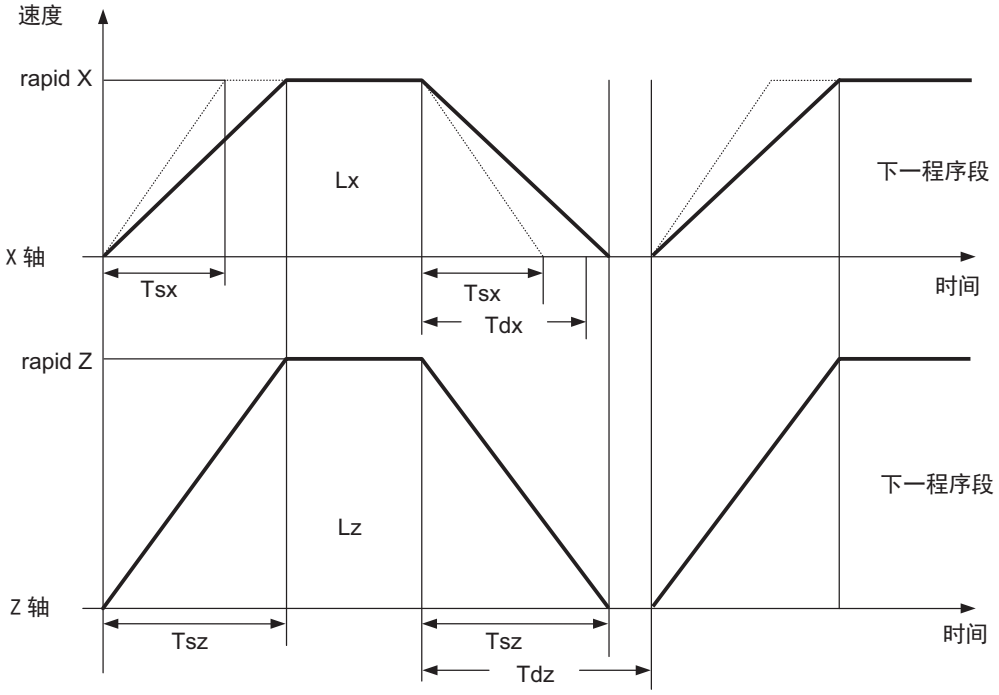
$$Td = T2/2 + (0 \sim 14\ ms)$$

$$\theta = \frac{\tan^{-1}}{Ts1}(rapid)$$

rapid ：快速进给速度（ 轴规格参数 #2001 rapid）
Ts1 ：加减速时间（ 轴规格参数 #2004 G0tL）
Ts2 ： 达到最大速度时的加减速时间
Td ：指定减速检查时间
θ ：加减速的斜率
T1 ：插补时间（ 恒时间常数加减速）
T2 ：插补时间（ 恒斜率加减速）
L ：插补距离

(3) 快速进给恒斜率加减速时，如果 2 轴同时进行插补（直线插补），则各轴的加减速时间为根据同时指定的轴快速进给速度、快速进给加减速时间常数及插补距离决定的各轴加减速时间中最长的时间值。因此，在各轴的加减速度时间常数不同时，也进行直线插补。

[2 轴同时插补时（直线插补 Tsx < Tsz，Lx ≠ Lz 时）]

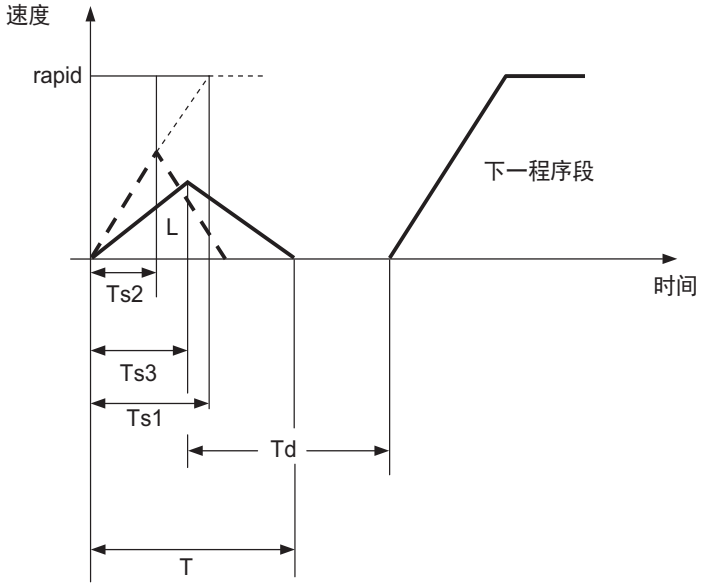


Tsz＞Tsx 时，
Tdz＞Tdx，
这个程序段的 Td＝Tdz。

Tsx ：X 轴的加减速时间
Tsz ：Z 轴的加减速时间
Tdx ：X 轴的指令减速检查时间
Tdz ：Z 轴的指令减速检查时间
Lx ：X 轴的插补距离
Lz ：Z 轴的插补距离

(4) 在参数中设定了恒斜率加减速时间的最小时间常数时，进行相应的加减速，使达到根据插补距离计算出的速度的加减速时间不低于恒斜率加减速最小时间常数。

［插补距离较短，加减速时间小于恒斜率加速最小时间常数时］



$$T = 2 \times Ts2$$

$$Td = T/2 + (0 \sim 14\ ms)$$

rapid ：快速进给速度（ 轴规格参数 #2001 rapid）
Ts1 ：加减速时间（ 轴规格参数 #2004 G0tL）
Ts2 ：达到最大速度时的加减速时间
Ts3 ： 恒斜率加减速最小时间（ 轴规格参数 #2198 G0tMin）
Td ：指定减速检查时间
T ：插补时间
L ： 插补距离

(5) 通过快速进给时间常数切换要求信号切换快速进给时间常数，但 PLC 信号的动作或相关参数的设定由机床制造商的规格决定。
从接通 / 关闭了快速进给时间常数切换要求信号的下一程序段开始切换时间常数。

	基本的快速进给时间常数（信号关闭）	切换用快速进给时间常数（信号接通）
基本的快速进给时间常数	#2004 G0tL	#2598 G0tL_2
快速进给时间常数（一次延迟）/ 软件加减速的第二段时间常数	#2005 G0t1	#2599 G0t1_2

（注）#2598 为 “0” 时，使用 #2004 。#2599 为 “0” 时，使用 #2005 。

(6) 进行快速进给恒斜率加减速时的 G00（ 快速进给指令）的程序格式与本功能无效（ 恒时间加减速）时相同。

(7) 本功能仅在 G00（ 快速进给）指令时有效。

注意事项

(1) “#2003 smgst 加减速模式”设定为软件加减速，“#1219 aux03/bit7 软件加减速时间常数切换”设定为“1：加减速时间 G0tL + G0t1(G1tL + G1t1)”时，进行相应的的加减速，使第一段和第二段的加减速时间之和不低于恒斜率加减速最小时间常数。

(2) “#2003 smgst 加减速模式”为软件加减速时，如果加减速时间未达到 G0tL(G1tL) ，则第二段时间常数也按照和第一段时间常数一样的比率缩短。

(3) 通过设定恒斜率加减速有效，在 1 程序段的移动距离较短时，使加减速时间也缩短。此功能虽然具有缩短循环时间的效果，但另一方面也会诱发机床振动。此时，若在参数“#2198 G0tMin”中设定了恒斜率加减速时的最小时间常数，则进行相应的的加减速，使加减速时间不低于此设定值。这些参数由机床制造商的规格决定。

7.8 快速进给恒斜率多段加减速

功能及目的

本功能是在自动运行中的快速进给模式的加减速中，配合电机扭矩特性执行加减速（在手动运行中无法使用）。使用快速进给恒斜率多段加减速方式时，可最大限度的发挥电机性能，因此可达到缩短定位时间，改善循环时间的效果。

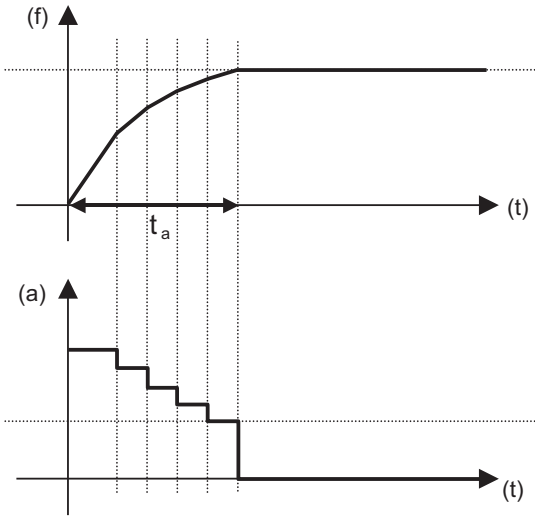
一般情况下，伺服电机的扭矩在高速旋转区域中有下降的特性。

在快速进给恒斜率加减速方式中，未考虑此伺服电机扭矩特性，视为加速度固定。因此，必须使用速度范围内最小的加速度。为了在低速区域中使加速度留有余量，或将低速区域中的加速度发挥到最大限度，需要降低所用转速的上限。

在此，为了最大限度发挥伺服电机性能，执行考虑了扭矩特性的快速进给恒斜率多段加减速。

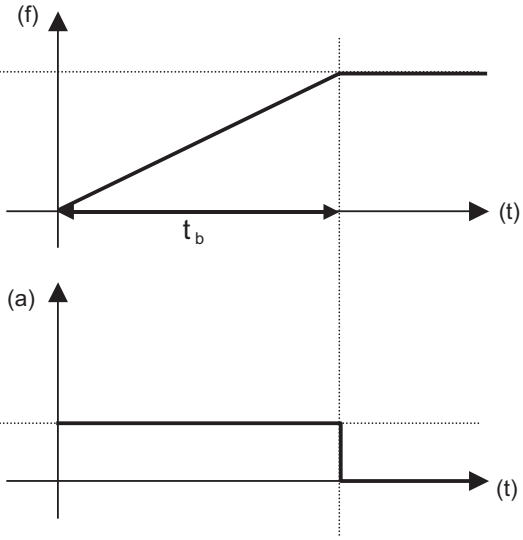
执行快速进给恒斜率多段加减速时的加减速曲线如下图所示。

［快速进给恒斜率多段加减速时］



通过参数设定自动调整段数。

［快速进给恒斜率加减速时］



要执行高速旋转时，需要降低加速度。

（f）速度　（t）时间　（a）加速度

详细说明

使用条件

(1) 本功能的有效 / 无效由机床制造商的规格决定（参数 “#1205 G0bdcc”）。
但需注意以下各点。

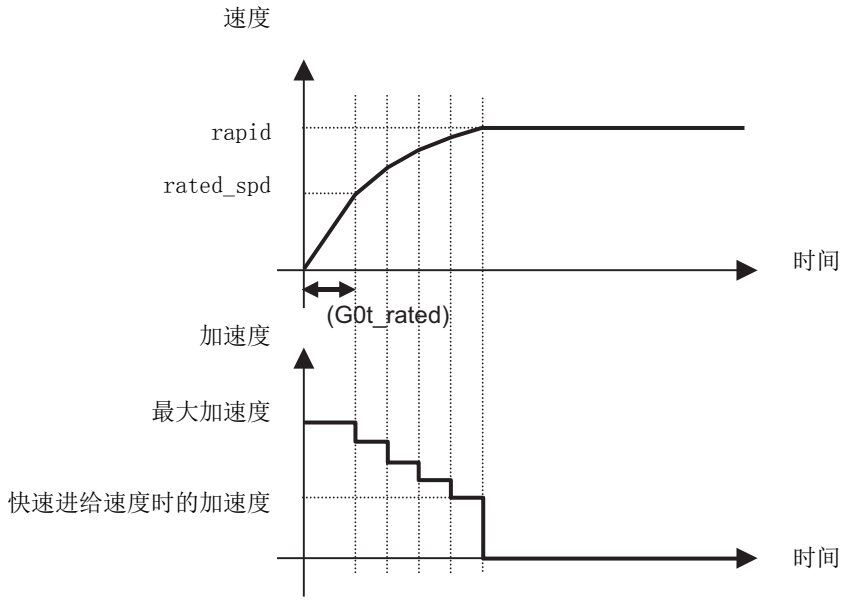
(a) 除了第 1 系统，不能将参数 “#1205 G0bdcc” 设为 “2”。若将除了第 1 系统以外的其它系统设为 “2”，将会发生 MCP 报警 (Y51 0017)。

(b) 没有快速进给恒斜率多段加减速规格时，不能将参数 “#1205 G0bdcc” 设为 “2”。即使进行了此设定也无效。此时，执行通常的时间常数恒定加减速（插补后加减速）。

(c) G00 非插补型（“#1086 G00Intp” = 1）时，即使将参数 “#1205 G0bdcc” 设为 “2”，本功能也无效。此时，执行通常的时间常数恒定加减速（插补后加减速）。

(2) 要使用本功能，需要在各轴设定以下参数。

#2001 rapid	快速进给速度 [mm/min]
#2151 rated_spd	额定速度 [mm/min]
#2153 G0t_rated	达到额定速度的加速时间 [ms]
#2152 acc_rate	快速进给速度时的加速度与最大加速度的比 [%]



相对于最大加速度的加速率 = 快速进给速度时的加速度 / 最大加速度

(3) 满足以下任意条件时，本功能无效，以 “快速进给恒斜率加减速” 执行动作。对于无需执行快速进给恒斜率多段加减速的轴，请将 “#2151 rated_spd”、 “#2152 acc_rate”、“#2153 G0t_rated” 全部设为 “0”。

(a) “#2151 rated_spd”（额定速度）为 “0”，或大于 “#2001 rapid”（快速进给速度）时。

(b) “#2151 rated_spd”（相对于最大加速度的加速率） 为 “0” 或 “100” 时。

(c) G00 非插补型（“#1086 G00Intp” = 1）时，即使将参数 “#1205 G0bdcc” 设为 “2”，本功能也无效。此时，执行通常的时间常数恒定加减速（插补后加减速）。

(4) 根据参数设定进行加减速的加减速曲线比较如下表所示。

模式	快速进给恒斜率多段加减速	#1086 G00Intp	#1205 G0bdcc	动作
G00 指令	ON	0	0	时间常数恒定加减速（插补型）
			1	恒斜率加减速（插补前加减速）
			2	恒斜率多段加减速
		1	任意	时间常数恒定加减速（非插补型）
	OFF	0	0	时间常数恒定加减速（插补型）
			1	恒斜率加减速（插补前加减速）
			2	时间常数恒定加减速（插补型）
		1	任意	时间常数恒定加减速（非插补型）
手动快速进给	任意	任意	任意	时间常数恒定加减速（非插补型）

段数的决定方法

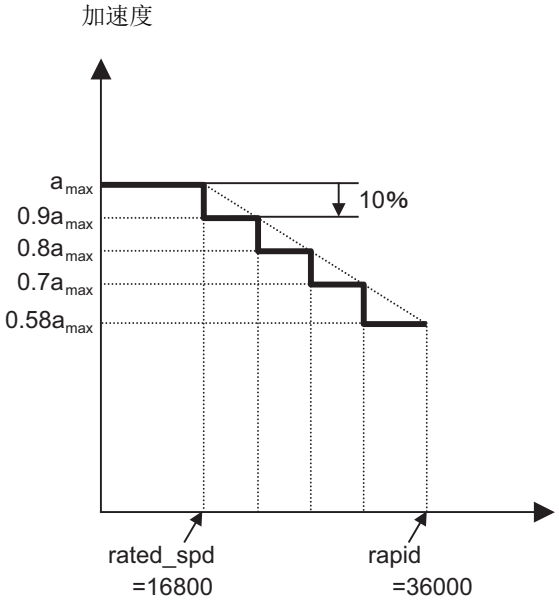
在快速进给恒斜率多段加减速中，通过设定的参数自动调整段数。

按照每段减少最大加速度的 10% 的幅度进行自动调整。因此，段数的决定方法如下。

“段数” = (100 - “#2152 acc_rate”) / 10 + 1 （小数点以下舍去）

设定下表的参数值时，加减速曲线如下所示。

编号	项目		设定值
2001	rapid	快速进给速度	36000 [mm/min]
2151	rated_spd	额定速度	16800 [mm/min]
2152	acc_rate	相对于最大加速度的加速率	58 [%]



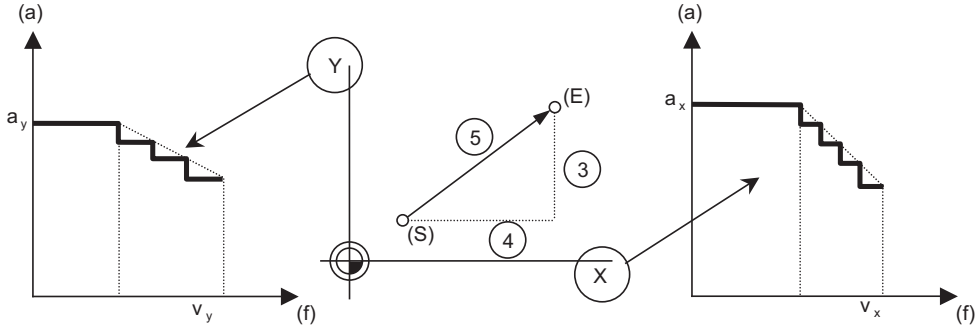
(f) 速度

多轴插补时的加速度曲线

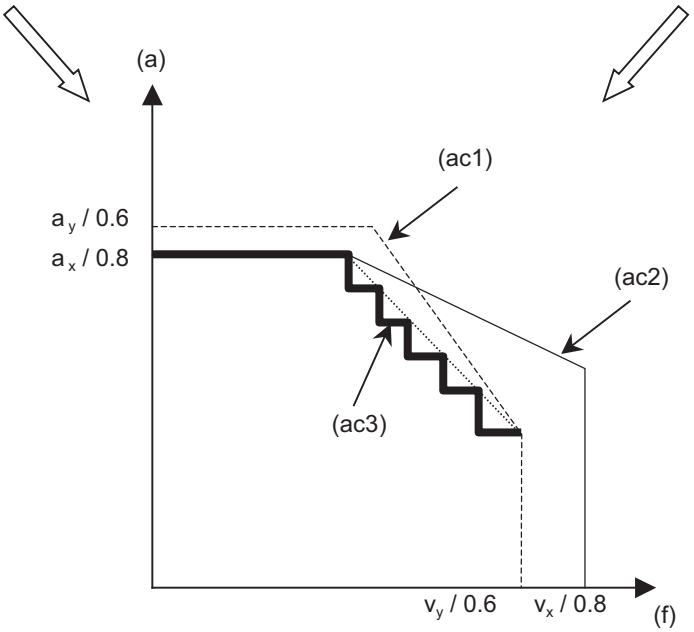
对加速度曲线不同的多轴执行快速进给移动时，动作分为如下 2 种。

- 插补型　(#1086 G0Intp = 0)：起点至终点以直线移动
- 非插补型 (#1086 G0Intp = 1)：各轴按照各自的参数设定速度移动

快速进给恒斜率多段加减速仅在插补型时有效。插补型时，使加速度曲线在不超过各轴允许加速度的范围内，以最大的加速度执行动作。



[Y 轴单独的加速度曲线]　　[X 轴单独的加速度曲线]



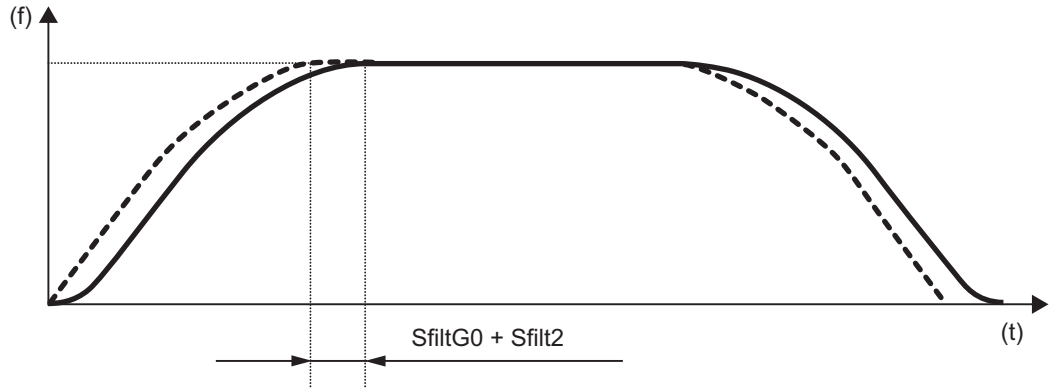
[合成方向的加速度曲线]

(a) 加速度　　(f) 速度
(S)　起点　　(E)　终点
(ac1)　以 Y 轴快速进给速度向合成方向移动时的加速度曲线
(ac2)　以 X 轴的快速进给速度向合成方向移动时的加速度曲线
(ac3)　合成方向的加速度曲线

S 形滤波器控制

可通过使用 S 形滤波器控制，使快速进给恒斜率多段加减速的加减速呈平滑的变化。

可在 0 ～ 200(ms) 的范围内，通过基本规格参数 “#1569 SfiltG0”(G00 软件加减速滤波器）进行设定。此外，还可通过 “#1570 Sfilt2”（软件加减速滤波器 2)，使加减速更加平滑。



(f) 速度　　(t) 时间

- - - - - - - 无 S 形滤波器　　——— 有 S 形滤波器

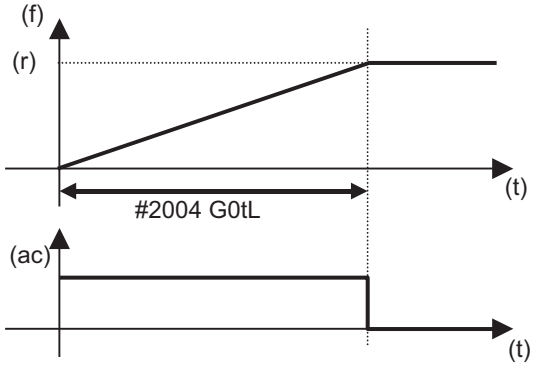
高精度控制模式用快速进给速度

在高精度控制、高速高精度控制Ⅰ、高速高精度控制Ⅱ及高精度样条控制中，可设定不同于快速进给速度（“#2001 rapid”）的高精度控制模式用快速进给速度（“#2109 Rapid(H-precision)”）。

在高精度控制模式用快速进给速度中设定了数值后的动作如下。

(1) “高精度控制模式用快速进给速度 ＞ 快速进给速度”时

本功能无效，以“快速进给恒斜率加减速”执行动作。

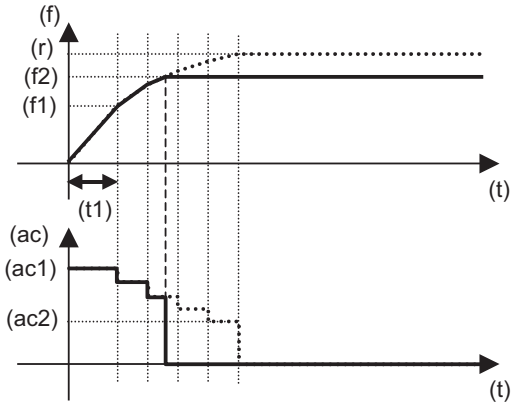


(f) 速度
(t) 时间
(r) 快速进给速度
(ac) 加速度

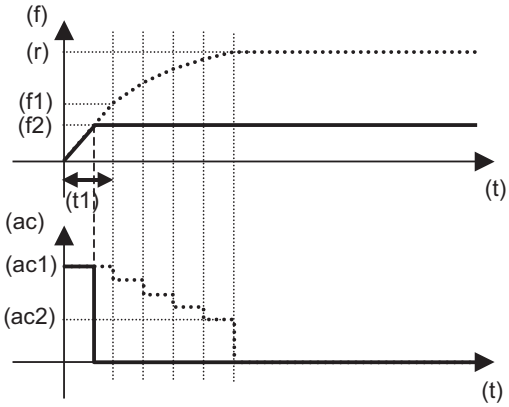
(2) “高精度控制模式用快速进给速度 ＜ 快速进给速度”时

按照根据快速进给速度、额定速度、达到额定速度的 G00 间常数、相对于最大加速度的加速率计算出的加速度方式执行加减速，进给速度为高精度控制模式用快速进给速度。

大于额定速度时



小于额定速度时



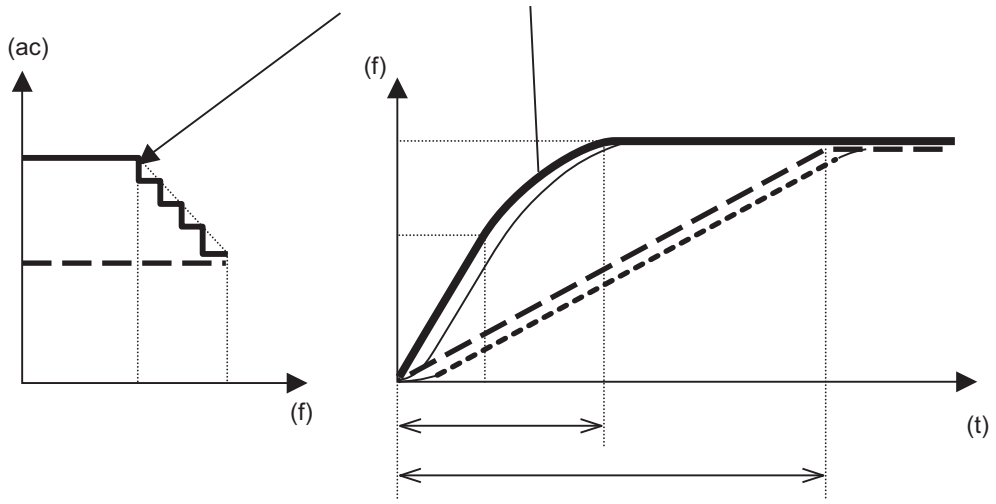
(f) 速度
(f1) 额定速度
(f2) 高精度控制模式用快速进给速度
(t) 时间
(t1) 达到额定速度的加速时间
(ac) 加速度
(ac1) 最大加速度
(ac2) 快速进给速度时的加速度
(r) 快速进给速度

注意事项

(1) 快速进给恒斜率多段加减速仅在快速进给指令时有效。但在手动快速进给时，无法使用快速进给恒斜率多段加减速。
手动快速进给时，使用恒时间常数加减速（插补后加减速）。因此，加减速取决于以下参数。
- #2001 rapid : 快速进给速度
- #2003 smgst : 加减速模式
- #2004 G0tL: G0 时间常数（线性）
- #2005 G0t1: G0 时间常数（1 次延迟）

如图所示，快速进给恒斜率多段加减速与手动快速进给中的加速时间（时间常数）各异。

快速进给恒斜率多段加减速



(f) 速度　(t) 时间　(ac) 加速度

快速进给恒斜率多段加减速　手动快速进给（线性）

有 S 形滤波器　软件加减速

(2) 在 1 系统以外的其它系统中，无法使用快速进给恒斜率多段加减速。但在 2 系统以上的系统中，只要是第 1 系统就可以使用。

(3) 快速进给恒斜率多段加减速无效时，即使将参数“#1205 G0bdcc”设为“2”，本功能也无效。此时，执行通常的时间常数恒定加减速（插补后加减速）。

(4)G00 非插补模式时（“#1086 G0Intp”=“1”），无法使用快速进给恒斜率多段加减速。仅在插补模式时有效。

(5) 以快速进给恒斜率多段加减速执行动作时，忽略加减速模式的快速进给加减速类型（“#2003 smgst”的 bit0 ～ bit3)。

(6) 快速进给恒斜率多段加减速有效时，无法使用快速进给简易恒斜率加减速（“#1200 G0_acc”）。即使将快速进给简易恒斜率加减速设定为有效（“#1200 G0_acc”=“1”），此设定也会被忽略。

(7) 快速进给恒斜率多段加减速有效时，无法使用可编程到位检查。即使指定到位宽度也会被忽略。

(8) 在快速进给恒斜率多段加减速中，前馈无效。

7.9 切削进给恒斜率加减速

功能及目的

本功能是指在切削进给模式的直线加减速中，以固定的斜率执行加减速。本功能与恒斜率加减速方式和恒时间加减速方式相比，具有更好的循环时间改善效果。

详细说明

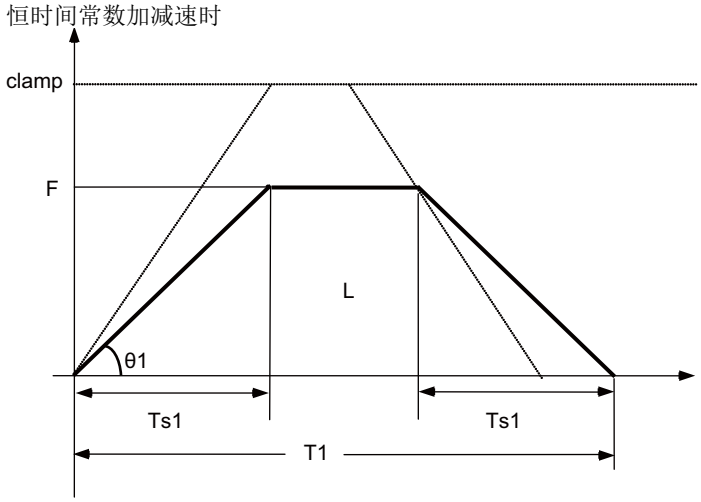
(1) 在直线插补（G01）指令中，切削进给恒斜率加减速仅在加减速模式为直线型加减速或软件加减速时有效。

(2) 进行切削进给恒斜率加减速时，直线插补指令的程序格式与本功能无效（ 恒时间常数加减速 ）时相同。

(3) 执行切削进给恒斜率加减速时的加减速曲线如下所示。

[插补距离较长，速度达到切削进给速度时]

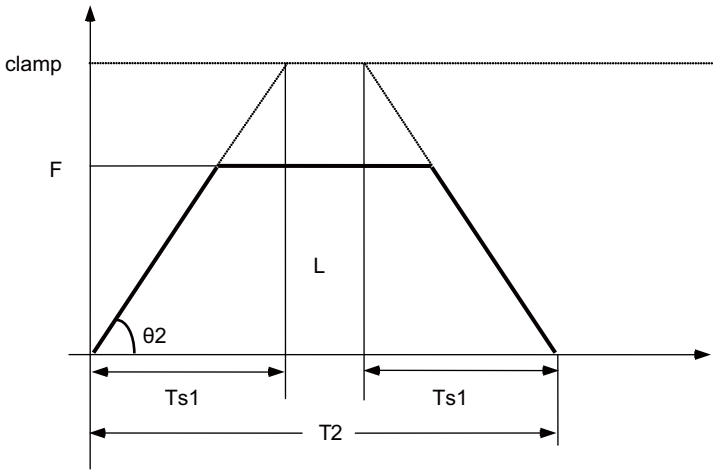
恒时间常数加减速时



$$T1 = \frac{L}{F} + Ts1 \times 2$$

$$\theta 1 = \tan^{-1}\left(\frac{F}{Ts1}\right)$$

恒斜率加减速时



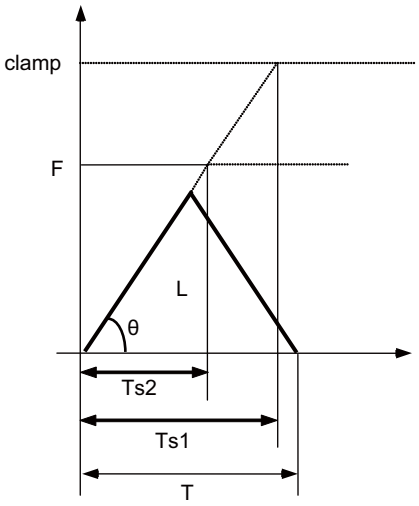
$$T2 = \frac{L}{F} + \frac{Ts1 \times F}{clamp}$$

$$\theta 2 = \tan^{-1}\left(\frac{clamp}{Ts1}\right)$$

clamp ：切削进给最高速度（轴规格参数 #2002 clamp）
F: 切削进给速度
Ts1 ：加减速的时间 （ 轴规格参数 #2007 G1tL）
θ 1 ：加减速的斜率（恒时间常数加减速）
θ 2 ：加减速的斜率（恒斜率加减速）
T1 ：插补时间 （ 恒时间常数加减速）
T2 ：插补时间 （ 恒斜率加减速）
L ：插补距离

恒时间常数加减速时，加减速斜率由切削进给速度决定。但在恒斜率加减速时，加减速斜率由切削进给最高速度决定，与恒时间常数加减速相比，加工时间比缩短。

［插补距离较短，速度未达到切削进给速度时］

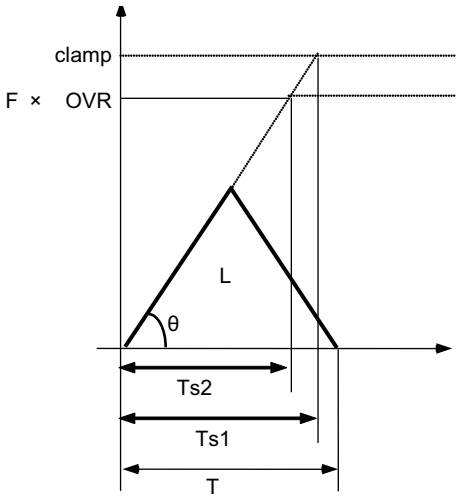


$$T = 2 \times \sqrt{Ts2 \times L / clamp}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{clamp}{Ts1}\right)$$

clamp ：切削进给最高速度（轴规格参数 #2002 clamp）
F: 切削进给速度
Ts1 ：加减速的时间 （ 轴规格参数 #2007 G1tL）
Ts2 ：达到切削进给速度的加减速时间
θ ：加减速的斜率
T ：插补时间
L ：插补距离

［插补距离短，速度未达到切削进给速度的最大值，且切削进给恒斜率加减速的倍率有效时］



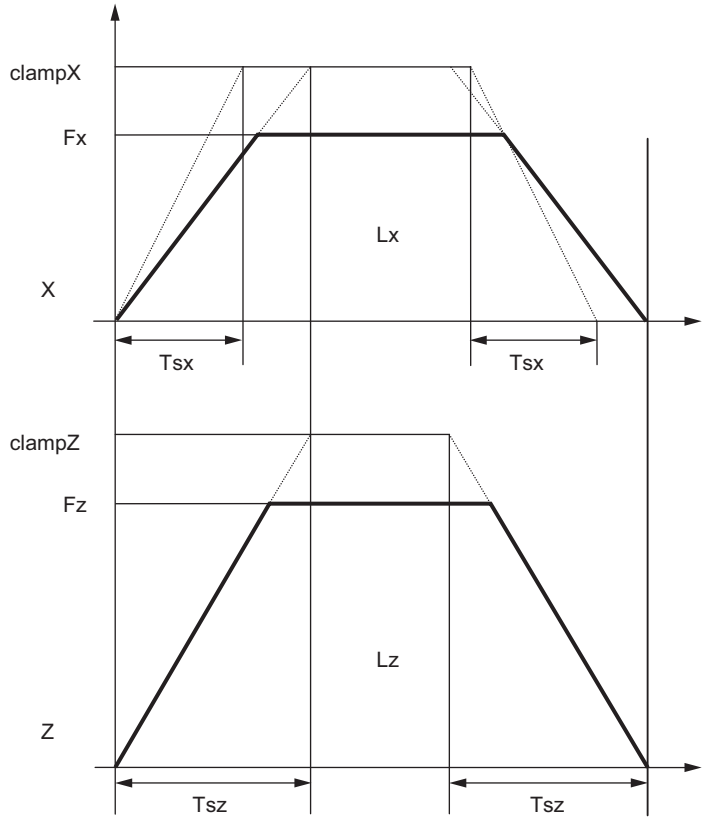
$$T = 2 \times \sqrt{Ts2 \times L \times OVR / clamp}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{clamp}{Ts1}\right)$$

clamp ：切削进给最高速度（轴规格参数 #2002 clamp）
F: 切削进给速度
OVR ：用于切削进给恒加减速的倍率最大值（基本共通参数 #1367 G1AccOVRMax）
Ts1 ：加减速的时间 （ 轴规格参数 #2007 G1tL）
Ts2 ：达到切削进给速度的加减速时间
θ ：加减速的斜率

[2 轴同时插补时（Tsx ＜ Tsz，Lx ≠ Lz 时）]

直线插补恒斜率加减速时，如果对多轴同时进行了插补，则各轴的加减速时间为，由同时指定的轴的切削进给最高速度（轴规格参数 #2002 clamp）、切削进给加减速时间常数（轴规格参数 #2007 G1tL）、切削进给速度（F）及插补距离（L）决定的各轴快速进给减速时间中，最长的时间值。
但是，对于加减速时间常数大于切削进给加减速时间常数（轴规格参数 #2007 G1tL）的轴，以切削进给加减速时间常数（轴规格参数 #2007 G1tL）进行加减速。

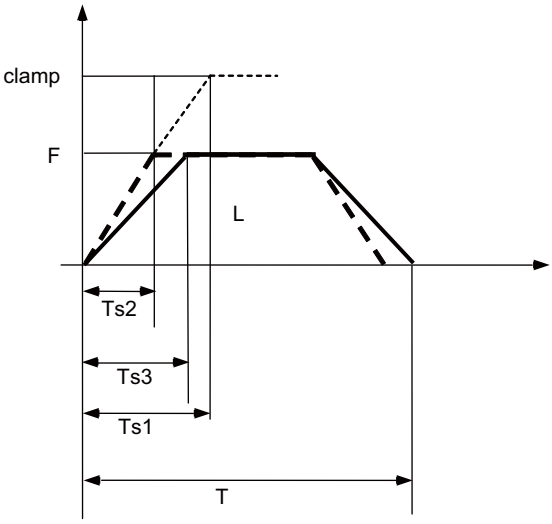


Tsx ：X 轴的加减速时间
Tsz ：Z 轴的加减速时间
Lx ：X 轴的插补距离
Lz ：Z 轴插补距离
Fx ：X 轴的进给速度
Fz ：Z 轴的进给速度

Tsx ＜ Tsz 时，此程序段的加减速时间（Ts）为 Tsz（Z 轴的加减速时间）。

［速度较慢，加减速时间小于恒斜率加减速最小时间常数时］

进行使达到切削进给速度的加减速时间不低于恒斜率加减速最小时间常数的加减速。

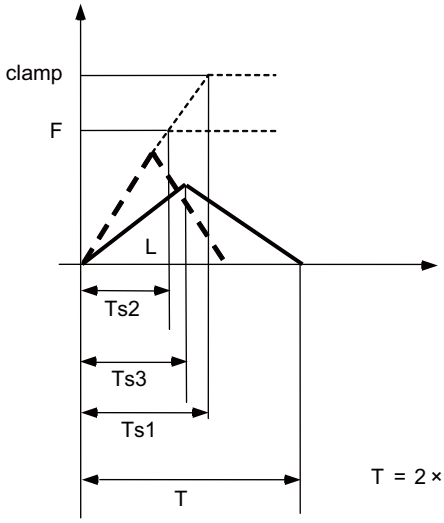


$$T = \frac{L}{F} + 2 \times Ts3$$

clamp ：切削进给最高速度（轴规格参数 #2002 clamp）
F: 切削进给速度
Ts1 ：加减速的时间 （ 轴规格参数 #2007 G1tL）
Ts2 ：达到切削进给速度的加减速时间
Ts3 ：恒斜率加减速最小时间 （ 轴规格参数 #2199 G1tMin）
T ：插补时间
L ：插补距离

［插补距离短，加减速时间小于恒斜率加减速最小时间常数时］

进行使达到由插补距离计算出的速度的加减速时间不低于恒斜率加减速最小时间常数的加减速。



$$T = 2 \times Ts3$$

clamp ：切削进给最高速度（轴规格参数 #2002 clamp）
F: 切削进给速度
Ts1 ：加减速的时间 （ 轴规格参数 #2007 G1tL）
Ts2 ：达到切削进给速度的加减速时间
Ts3 ：恒斜率加减速最小时间 （ 轴规格参数 #2199 G1tMin）
T ：插补时间
L ：插补距离

注意事项

(1) 在切削进给恒斜率控制中，将切削进给倍率设定为 100% 以上时，随着进给速度上升，加减速时的斜率变得更大。
使用 100% 以上的切削进给倍率时，请设定 “#1367 G1AccOVRMax”。（这些参数由机床制造商的规格决定。）但是，“#1367 G1AccOVRMax”的值设定为 0 ～ 99 时，即使切削进给倍率设定为 100% 以上，也限制为 100%。

(2) 只要有 1 个 NC 控制轴设定了 G1 软件加减速，“#1367 G1AccOVRMax”的设定就无效，切削进给倍率限制为 100%。

(3) “#2003 smgst 加减速模式”设定为软件加减速，“#1219 aux03/bit7 软件加减速时间常数切换”设定为 “1：加减速时间 G0tL + G0t1(G1tL + G1t1)”时，进行相应的的加减速，使第一段和第二段的加减速时间之和不低于恒斜率加减速最小时间常数。

(4) “#2003 smgst 加减速模式”为软件加减速时，如果加减速时间未达到 G0tL(G1tL) ，则第二段时间常数也按照和第一段时间常数一样的比率缩短。

(5) 通过设定恒斜率加减速有效，在 1 程序段的移动距离较短或者直线插补 (G01) 时的指令速度较低时，使加减速时间也变短。此功能虽然具有缩短循环时间的效果，但另一方面也会诱发机床振动。此时，若在参数 “#2199 G1tMin”中设定了恒斜率加减速时的最小时间常数，则进行相应的的加减速，使加减速时间不低于此设定值。这些参数由机床制造商的规格决定。

7.10 精确停止检查 ； G09

功能及目的

刀具进给速度发生急剧变化时，为了缓和对机床的冲击以及防止在转角切削时出现圆角，优势需要在确认机床减速停止后处于到位状态，或经过减速检查时间后，再开始下个程序段。此时，可使用精确停止检查功能。
在同一程序段中指定 G09（精确停止检查）时，进行减速检查。G160 指令为非模态指令。
根据机床制造商的参数设定，决定是通过减速检查时间进行控制还是通过到位检查进行控制。（参考 “减速检查”）
在伺服参数的 “#2224 sv024”或 “#2077 G0inps”、“#2078 G1inps”中设定到位宽度。这些参数由机床制造商的规格决定。

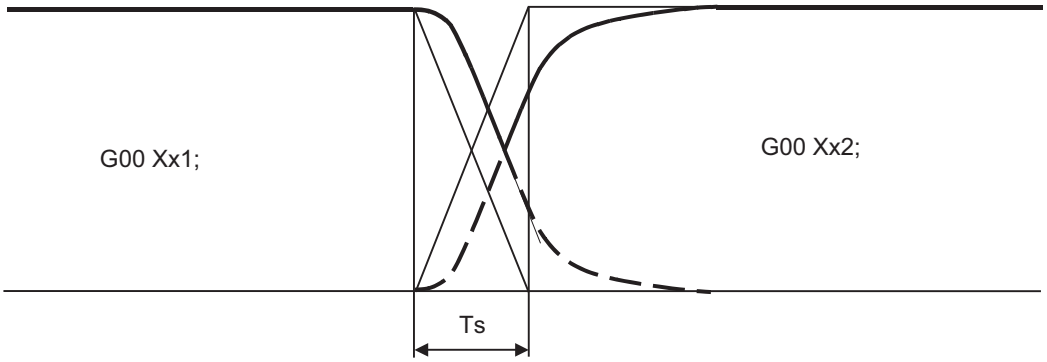
指令格式

```
G09 G01 (G02,G03) ; ...  精确停止检查
```

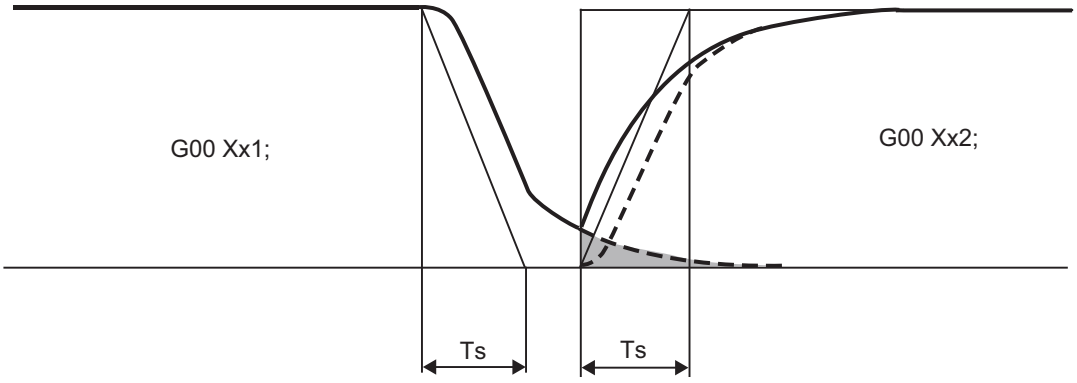
精确停止检查 G09 仅对其程序段内的切削指令 (G01 ～ G03) 有效。

详细说明

［连续切削进给时］

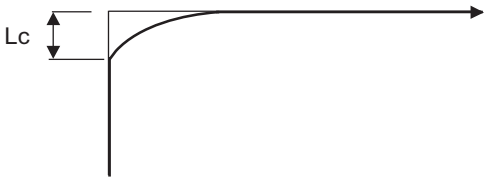


［切削进给到位检查时］



Ts ： 切削进给加减速时间常数　　到位宽度

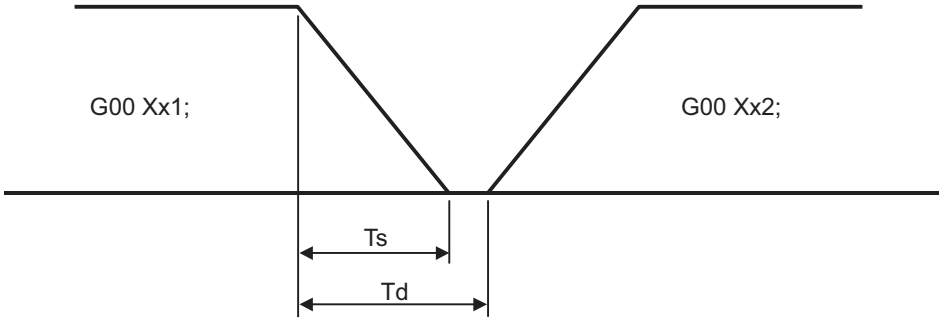
如上图所示，在伺服参数“#2224 sv024”中，将到位宽度设定为下一个程序段开始前的上一个程序段剩余距离（阴影线部分的面积）。（由机床制造商的规格决定。）
到位宽度用于将加工工件转角的圆度控制在一定值以下。



如果要消除转角的圆度时，请将伺服参数“#2224 sv024”设定为尽量小的值，执行到位检查，或在程序段间进行暂停（G04）指令。
（参数的设定由机床制造商的规格决定。）

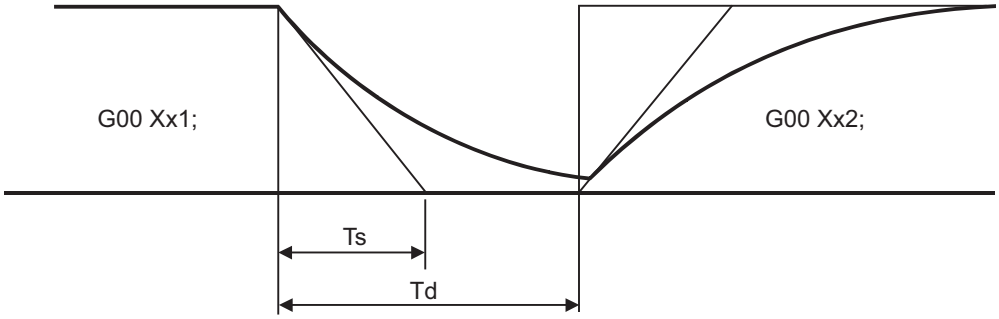
减速检查时

(1) 直线加减速时



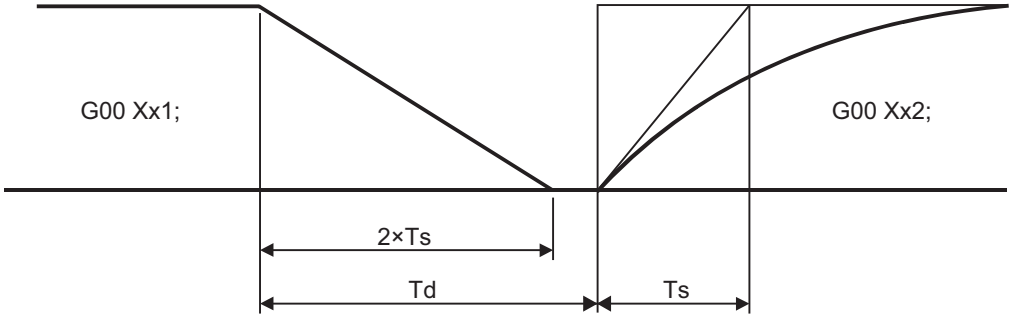
Ts: 加减速时间常数　　Td: 减速检查时间　Td = Ts + α （0 ～ 10ms 左右）

(2) 指数加减速时



Ts: 加减速时间常数　　Td: 减速检查时间　Td = 2 × Ts + α （0 ～ 10ms 左右）

(3) 指数加速 / 直线减速时



Ts: 加减速时间常数　　Td: 减速检查时间　Td = 2 × Ts + α （0 ～ 10ms 左右）

切削进给时的减速检查所需时间为，同时指定的多个轴中，由各轴切削进给加减速模式及切削进给加减速时间常数决定的各轴切削进给减速检查时间中，最长的时间值。

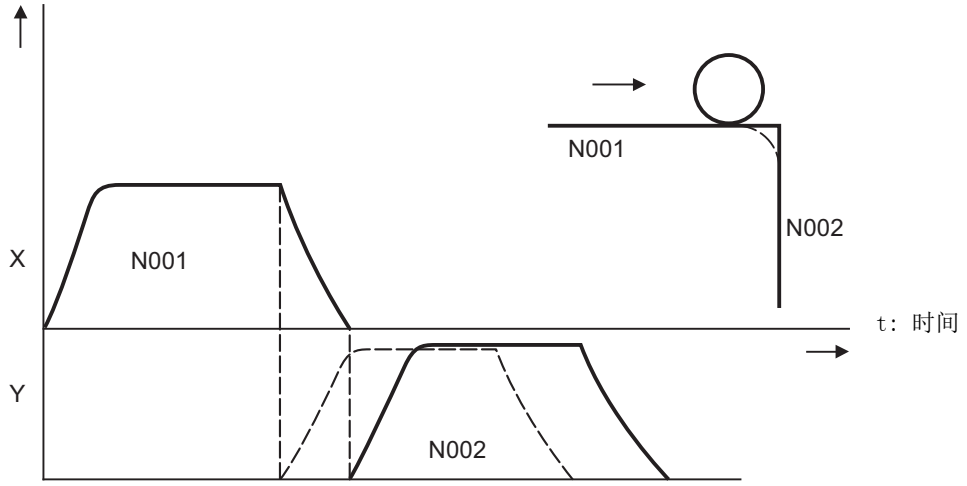
（注 1）希望在固定循环的切削程序段中进行精确停止检查时，请将在固定循环子程序段中输入 G09。

程序示例

N001 G09 G01 X100.000 F150 ;	确认减速检查时间或减速停止后的到位状态，然后执行下一个程序段。
N002 Y100.000 ;	

[精确停止检查的效果]

f: 指令速度　　刀具



实线为有 G09 时的速度曲线

曲线为无 G09 时的速度曲线

7.11 精确停止检查模式 ; G61

功能及目的

通过 G09 指定的精确停止检查仅对其所在程序段执行到位状态确认，G61 为模态功能。因此，在 G61 以后的切削进给指令 (G01 ～ G03) 中，在各程序段的终点进行减速，检查到位状态。
根据以下指令解除模态。

G61.1..... 高精度控制模式
G62 ..... 自动转角倍率
G63 ..... 攻丝模式
G64 ..... 切削模式

指令格式

G61 ; ... 精确停止检查模式

选择 G61 时，进行到位检查，随后在到位检查模式被解除之前，持续在切削指令程序段的终点进行到位检查。

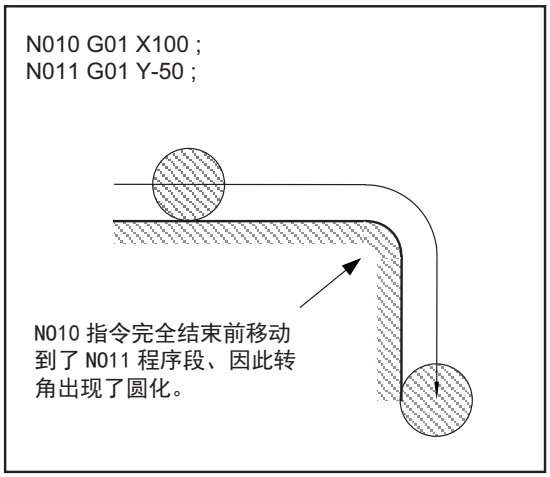
7.12 减速检查

7.12.1 减速检查

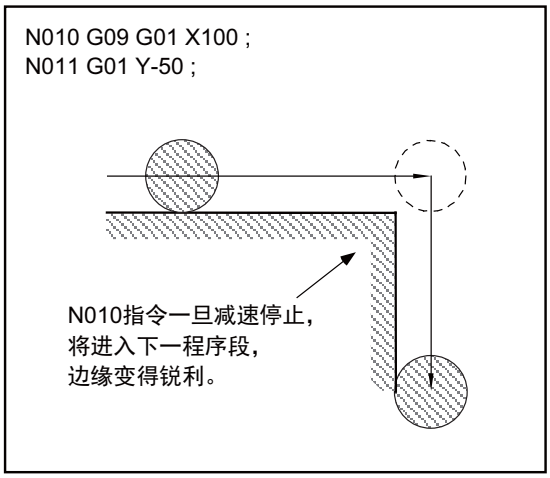
功能及目的

减速检查功能是指在轴移动程序段的连接处进行减速停止，然后执行下一个程序段，从而在控制轴的进给速度发生急剧变化时，缓和对机床的冲击，防止转角圆化。

无减速检查



有减速检查



减速检查的执行条件如下所示。

(1) 快速进给时的减速检查
在快速进给模式的程序段移动结束时，必须执行减速检查，然后执行下一程序段。

(2) 切削进给时的减速检查
切削进给模式下，以下任一条件有效时，在程序段的终点执行减速检查，然后执行下一程序段。
(a) 选择 G61（ 精确停止检查模式 ）
(b) 在同一程序段中指定了 G09（ 精确停止检查模式 ）时
(c) 错误检测开关（ PLC 信号 ）开启时

减速检查方式分为指令减速方式、平滑检查方式、到位检查方式 3 种。
选择哪种方式由机床制造商的规格决定（参数 “#1306 InpsTyp”、“#1389 G1SmthChk”、“#1223 aux07/bit1”、“#1193 inpos”的组合）。
另外，根据机床制造商的规格，可能对快速进给指令时和切削进给指令时的各个进给指令区别使用不同的减速检查方式（参数 “#1306 InpsTyp”）。

详细说明

每个移动指令组合的动作

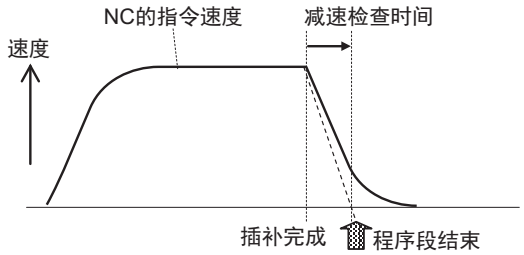
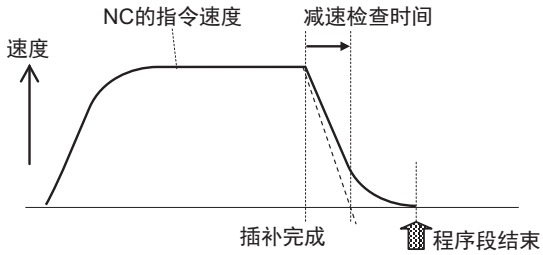
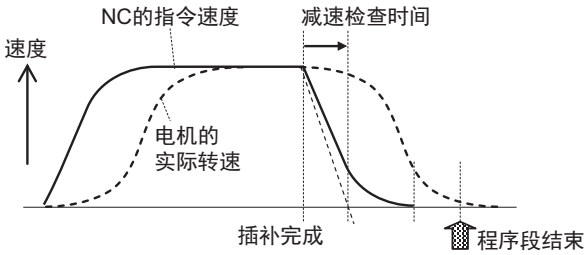
下一个程序段	当前程序段		
	G00	G01	无 G00/G01 移动
G00	○	（○）(1)(2)	×
G01	○	（○）(1)(3)	×
上述以外	○	（○）(1)	×

○ ：减速检查

（○）:(1) 接通了错误检查信号，或在 G09 有效、G61 有效时禁止减速检查。
(2) G01 -> G00 程序段指令时，“#1502 G0Ipfg ”开启，在移动方向反转时进行指令减速检查。
(3) G01 -> G01 程序段指令时，“#1503 G1Ipfg ”开启，在移动方向反转时进行指令减速检查。
反方向反转时的详细内容请参考“反方向反转时的减速检查 ”。
不符合上述条件时，不进行减速检查。

× ：无减速检查

减速检查的种类

(1) 指令减速检查方式 在插补结束后，经过减速检查时间（注 1）时，减速结束。	
(2) 平滑检查方式 在插补结束后，经过减速检查时间，所有轴平滑零时，减速结束。	
(3) 到位检查方式 在插补结束后，经过减速检查时间，所有轴平滑零并且所有轴到位时，减速结束。	

（注 1）根据加减速模式及加减速时间常数自动计算出减速检查时间。

减速检查的选择（机床制造商的规格）

(1) 执行程序段为快速进给指令 (G00/G53) 时

参数	减速检查方式	判断条件
#1193 inpos		
0	指令减速检查方式	经过减速检查时间
1	到位检查方式	经过减速检查时间，所有轴平滑零并且所有轴到位
2	平滑检查方式	经过减速检查时间，且所有轴平滑零

(2) 执行程序段为切削指令时 (G01/G02/G03)

参数 “#1306 InpsTyp” 设定为 “0” 时，如下所示（机床制造商的规格）。

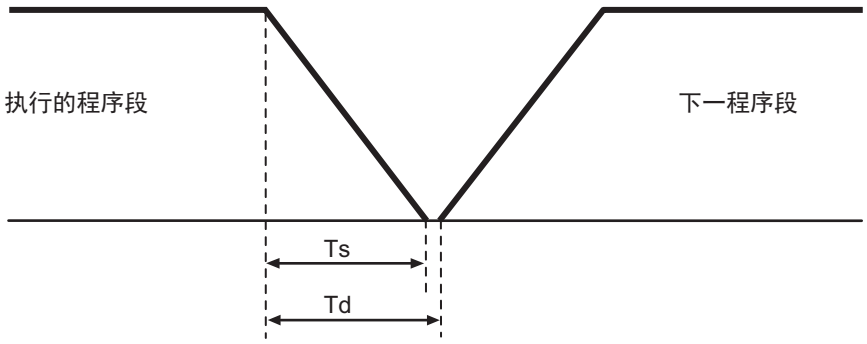
参数		减速检查方式	判断条件
#1389 G1SmthChk	#1223 aux07/BIT1		
0	0	指令减速检查方式	经过减速检查时间
	1	到位检查方式	经过减速检查时间，所有轴平滑零并且所有轴到位
1	-	平滑检查方式	经过减速检查时间，且所有轴平滑零

参数 “#1306 InpsTyp” 设定为 “1” 时，不受参数 “#1389 G1SmthChk” 的值影响，与 (1) 的快速进给时的方式相同。

指令减速检查方式

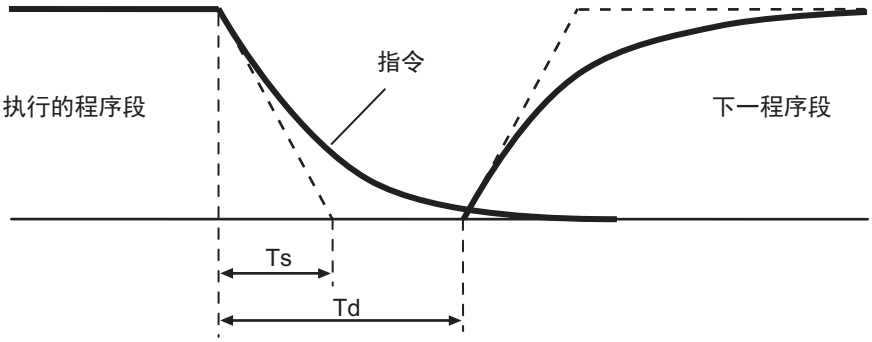
1 个程序段的插补完成后，先确认指令系统的减速已完成，然后再开始执行下一程序段。
以下对从正在执行快速进给的程序段进入下一个程序段的示例进行说明。
减速检查所需时间为同时指定的轴中，由各轴加减速模式及加减速时间常数决定的各轴减速检查时间中，最长的时间值。

(a) 直线加减速时



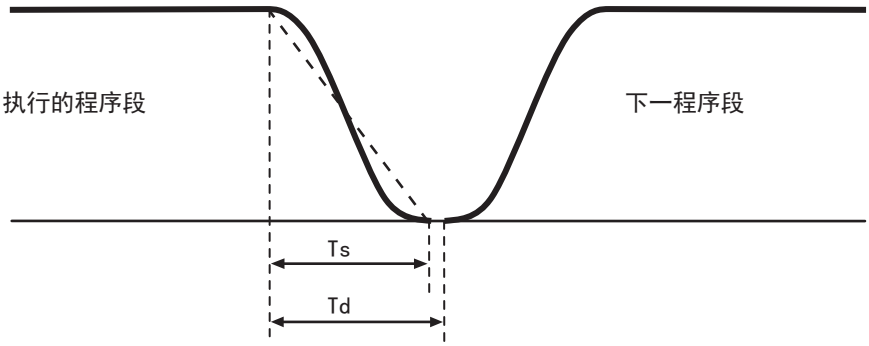
(Ts) 直线加减速时间常数
(Td) 减速检查时间 ： Td = Ts + α (0 ～ 10ms 左右)

(b) 指数形加减速时



(Ts) 指数加减速时间常数
(Td) 减速检查时间 ： Td = 2 × Ts + α (0 ～ 10ms 左右)

(c) 软件加减速时

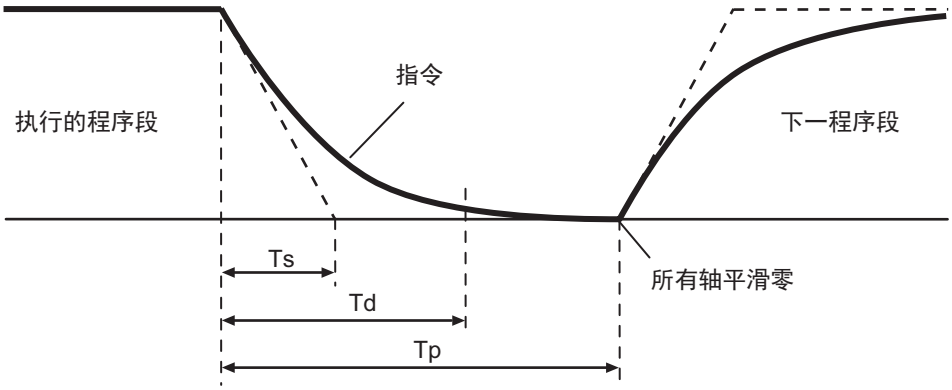


(Ts) 加减速时间常数
(Td) 减速检查时间 ： Td = 2 × Ts + α (0 ～ 10ms 左右)

平滑检查方式

执行指令减速检查后，进一步确认系统内所有轴平滑归零，然后开始执行下一个程序段。

指数形加减速时

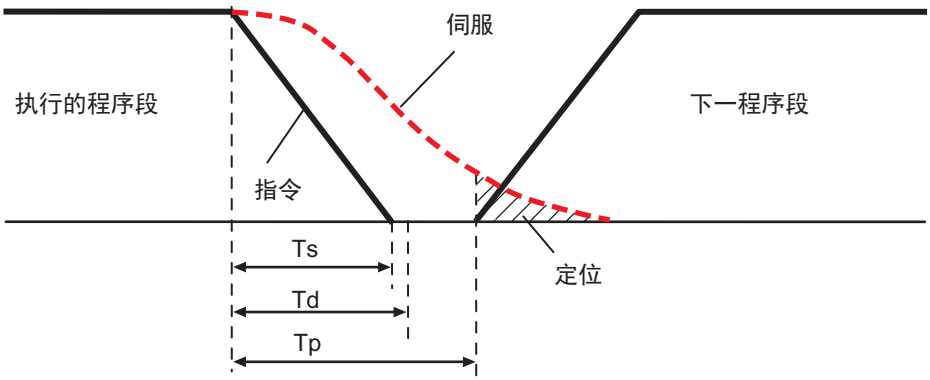


(Ts) 指数加减速时间常数
(Td) 减速检查时间
(Tp) 程序段结束等待时间

到位检查方式

执行指令减速检查后，进一步确认系统内所有轴的剩余距离低于固定值，然后执行下一个程序段。
在快速进给到位区域确认剩余距离。
将伺服参数 “#2224 SV024” 或 G0 到位宽度 “#2077 G0inps”（G01 时为 G1 到位宽度 “#2078 G1inps”）中较大的值作为到位宽度。
（旋转轴时，将 “#13024 SP024” 的设定值作为到位宽度。）

直线加减速时

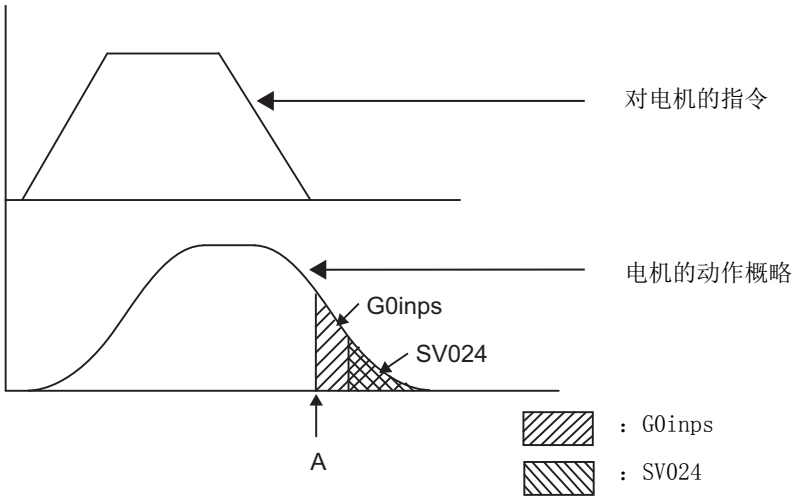


(Ts) 直线加减速时间常数
(Td) 减速检查时间
(Tp) 程序段结束等待时间

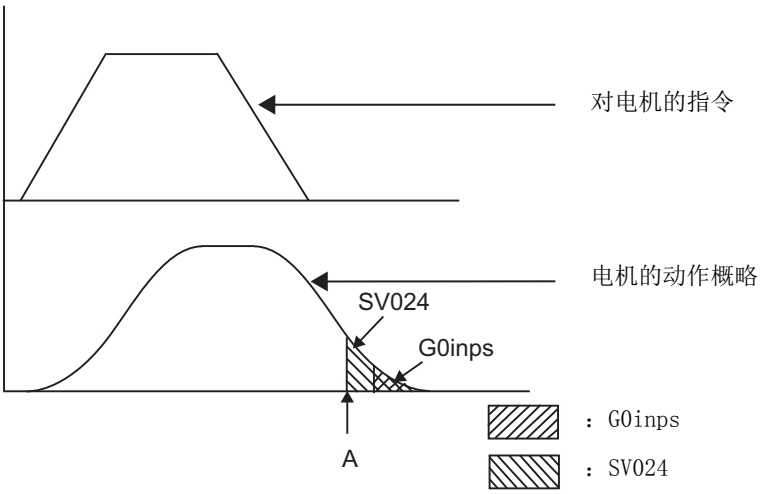
到位宽度为下一个程序段开始时上一个程序段的剩余距离，如上图所示。（ 上图斜线部分面积 ）

减速检查用于缩短定位时间。增大到位宽度的设定值，可缩短更多时间，但下一个程序段开始时上一个程序段的剩余距离也会变长，可能会影响到实际的加工。
每隔一段时间检查剩余距离。因此有时可能会无法达到与到位宽度的设定值相对应的定位时间缩短效果。

(1) 通过 G0inps 执行到位检查 ： SV024 < G0inps 时 （判定在图中 A 位置停止）



(2) 通过 SV024 执行到位检查 ： G0inps < SV024 时 （判定在图中 A 位置停止）



到位宽度可编程指令

该指令通过加工程序指定定位指令时的到位宽度。

```
G00 X_ Z_(Y_) ,I_ ;
```

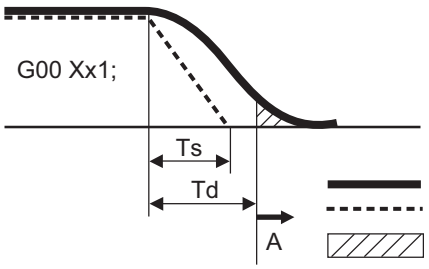
X,Z(,Y_)	各轴的定位坐标值
,I	到位宽度（设定范围 :1 ～ 999999)

确认执行减速检查的程序段的位置误差量在到位宽度以下，然后开始执行下一个程序段。
将通过参数设定的到位宽度 (SV024, G0inps (G01 时则为 G1inps)) 与通过程序指定的到位宽度中较大的值作为到位宽度。
有多个移动轴时，确认各系统的所有移动轴的位置误差量小于本指令的到位宽度，然后开始执行下一个程序段。
关于 “,I” 指令，请同时参考”定位（快速进给）；G00 “。

到位检查的不同点

通过参数设定的到位检查与通过可编程指令指定的到位检查有以下不同。

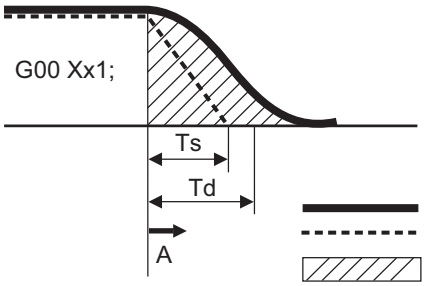
(1) 通过参数设定的到位检查
在指令系统的减速完成后（图中 A)，比较伺服系统的位置误差量与参数设定值（到位宽度）。



(Ts) 加减速时间常数
(Td) 减速检查时间： Td = Ts + α (0 ～ 10ms 左右）

伺服机床位置
指令
到位宽度（伺服系统的位置误差量）

(2) 通过可编程指令（ “,I” 地址指令）指定的到位检查
在指令系统的减速开始后（图中 A)，比较位置误差量与指定的到位宽度。



(Ts) 加减速时间常数
(Td) 减速检查时间： Td = Ts + α (0 ～ 10ms 左右）

伺服机床位置
指令
到位宽度（伺服系统的位置误差量）

与其它功能的关系

刀具补偿

刀具补偿时，对补偿后的程序段执行减速检查动作。

自动错误检测

在自动错误检测有效的程序段中，减速检查无效，程序段结束条件按照自动错误检测。

高速加工模式

高速加工模式时，在 G01 → G01 连续程序段内沿反方向移动反转时，及时参数 “#1503 G1Ipfg”设定为 “1”，也不执行指令减速。
在 G01 → G00 连续程序段中沿反方向移动反转时，根据 G0Ipfg 的设定执行减速检查。

高速简易程序检查

在通过高速简易程序检查进行高速运行时，也进行减速检查。在高速简易程序检查运行中，按照时间缩短系数缩短减速检查时间。

注意事项

(1) 到位检查有效时，需要设定到位宽度的参数。（机床制造商的规格。）

(2) 对自动机床锁定状态的轴，本功能无效。

(3) 对切削指令的下一个程序段进行了 MSTB 指令时，在切削指令的减速结束之前，输出 MSTB 代码。对于需要在轴移动结束后执行的 MSTB 指令，请确认 PLC 信号 (DEN)，然后执行这些指令。（动作由机床制造商的规格决定。）

(4) 在设定了到位检查方式的系统内，如果存在控制轴同步 / 重叠状态的轴，则在所有轴平滑归零时，判定为减速结束。（与平滑检查方式一样）

(5) 连续进行螺纹切削指令时，在程序段的连接处不进行减速检查。

7.12.2 反方向反转移动时的减速检查

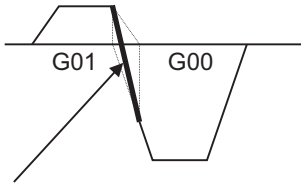
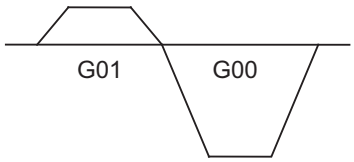
功能及目的

虽然在 G01 -> G00、G01 -> G01 时无法指定减速检查，但在连续程序段中沿反方向移动反转时，可进行如下指定。
另外，在对多个轴进行插补时，只要有 1 轴沿反方向移动，就进行减速检查。
与其它功能的关系和注意事项请参考 “减速检查”的内容。

详细说明

G01 -> G00 反方向移动反转时的减速检查

G01 -> G00 在连续程序段中沿反方向移动反转时，根据机床制造商的规格，可变更反方向的减速检查（参数“1502 G0Ipfg”）。

	同方向	反方向
G0Ipfg:0		 合成 G01 和 G00 的速度后，加速度过大
G0Ipfg:1		 指令检查

多个轴移动且有减速检查时的程序示例

(1)

G91 G01 X100. Y100. F4000 ; G00 X-100. Y120. ;	X 轴向反方向移动，因此进行减速检查。

(2)

G91 G01 X100. Y-100. F4000 ; G00 X80. Y100. ;	Y 轴向反方向移动，因此进行减速检查。

(3)

G90 G01 X100. Y100. F4000 ; G00 X80. Y120. ;	X 轴向反方向移动，因此进行减速检查。 （程序开始位置为 X0 Y0 时）

(4)

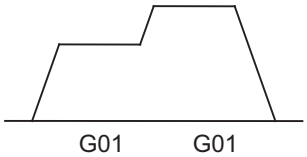
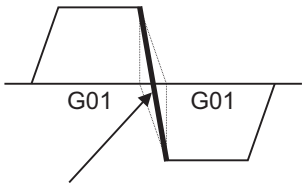
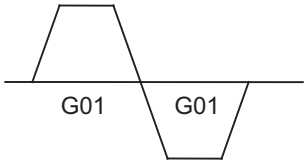
G91 G01 X100. Y100. F4000 ; G00 X100. Y100. ;	X 轴及 Y 轴同方向移动，因此不进行减速检查。

(5)

G91 G01 X100. Y80. F4000 ; G00 X80. ;	X 轴同方向移动，无 Y 轴移动指令时，不进行减速检查。

G01 -> G01 反方向移动反转时的减速检查

G01 -> G01 在连续程序段中沿反方向移动反转时，根据机床制造商的规格，可变更反方向时的减速检查（参数“1503 G1Ipfg”）。

	同方向	反方向
G1Ipfg:0		 合成 G01 和 G01 的速度后，加速度过大
G1Ipfg:1		 指令检查

多个轴移动且有减速检查时的程序示例

(1)

G91 G01 X100. Y100. F4000 ; G01 X-100. Y120. ;	X 轴向反方向移动，因此进行减速检查。

(2)

G91 G01 X100. Y-100. F4000 ; G01 X80. Y100. ;	Y 轴向反方向移动，因此进行减速检查。

(3)

G90 G01 X100. Y100. F4000 ; G00 X80. Y120. ;	X 轴向反方向移动，因此进行减速检查。 （程序开始位置为 X0 Y0 时）

(4)

G91 G01 X100. Y100. F4000 ; G01 X100. Y100. ;	X 轴及 Y 轴同方向移动，因此不进行减速检查。

(5)

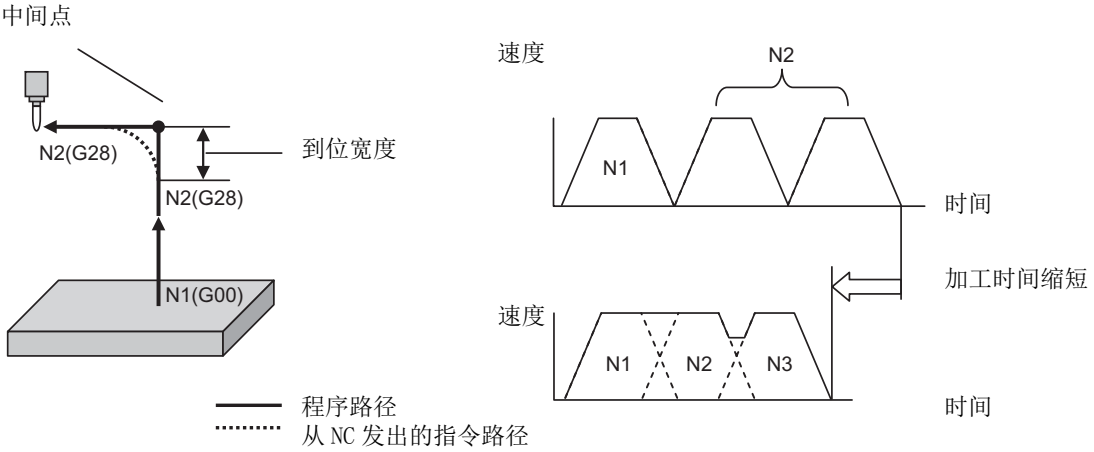
G91 G01 X100. Y80. F4000 ; G00 X80. ;	X 轴同方向移动，无 Y 轴移动指令时，不进行减速检查。

7.13 快速进给程序段重叠 ; G0.5 P1

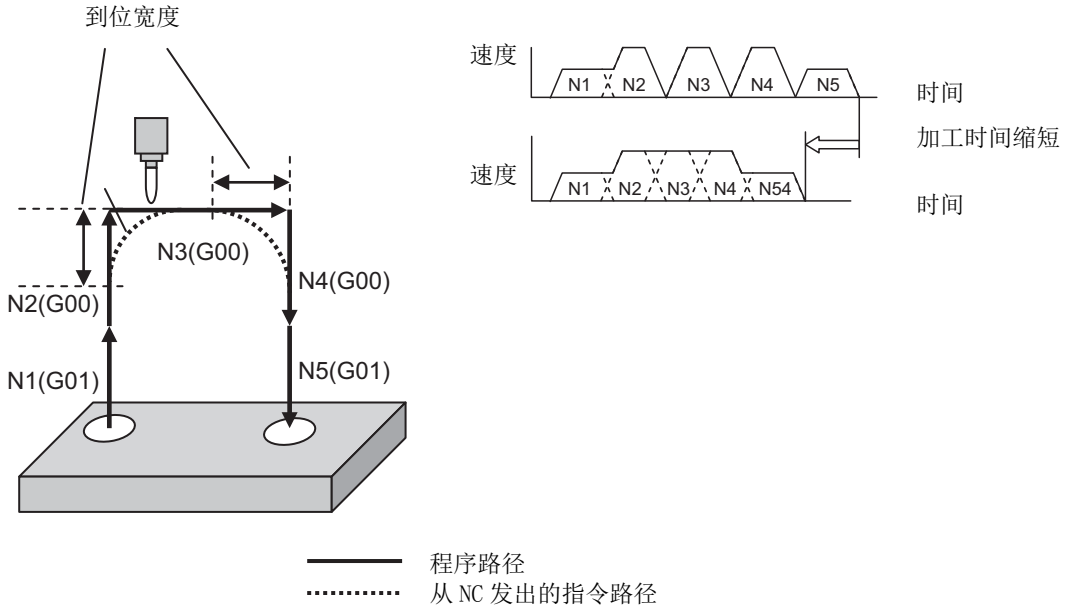
功能及目的

无需等待定位（G00）或参考点返回（G28/G30）的减速结束，即可开始（重叠）下一个程序段。
利用此功能，可缩短包含定位（G00）或参考点返回（G28/G30）动作的加工循环时间。
根据加工程序指定重叠量，或通过参数进行调整，将重叠量指定为快速进给程序段重叠用到位宽度。
另外，如果存在同一方向的连续移动指令，则在程序段间无需减速。
G00 之后的程序段不是 G00、G28/G30，而是 G01 时，本功能也有效。
在 G28 指令后，即使连续进行 G00、G28/G30 指令，本功能也无效。

动作示例和速度波形 1（换刀动作中的快速进给程序段重叠应用实例）



动作示例和速度波形 2（连续的钻孔动作中的快速进给程序段重叠应用示例）



使用了到位宽度的减速检查方式

从使用了快速进给 (G00)、原点返回 (G28/G30) 的到位宽度的减速检查方式有效的功能中，选择使用优先顺序高的功能。

所有功能都无效时，执行指令减速。

功能 （减速检查方式）	有效条件	减速检查 有效动作	优先顺序
可编程到位检查	在 G00 指令的程序段中，以 “,I” 地址指定到位宽度时有效。 （仅在指定 “,I” 地址的程序段有效） （详细内容请参考 “定位（快速进给）；G00”、“减速检查”。）	G00	1
快速进给程序段重叠（本功能）	(1) G00 时 参数 “#1442 G0ol” 设定为 “1” 且 G00 快速程序段重叠有效的模态状态 (G0.5P1)。 (2) G28/G30 时 参数 “#1443 G28ol” 设定为 “1” 时。	G00/G28/G30	2
通过参数设定的到位检查	参数 “#1193 inpos” 设定为 “1 ” 时。 （详细内容请参考 “减速检查”。）	G00	3

关于 G00 的重叠，请参考 “G00 用快速进给程序段重叠 ；G0.5”，关于 G28/G30 的重叠，请参考 “G28/G30 用快速进给程序段重叠”。

7.13.1 G00 用快速进给程序段重叠功能 ; G0.5

功能及目的

无需等待定位（G00）或参考点返回（G28/G30）的减速结束，即可开始（重叠）下一个程序段。
关于快速进给程序段重叠的功能，请同时参考 “快速进给程序段重叠”。
在 G28 用快速程序段重叠功能有效时，G28/G30 可重叠。详细内容请参考 “G28/G30 用快速进给程序段重叠”。

指令格式

G00 用快速进给程序段重叠功能 启动

```
G0.5 P1 J_ K_;
```

P	快速进给程序段重叠功能的启动 / 取消 (0: 取消 /1: 起动)
J	直线轴的到位宽度 (0.000 - 1000.000 (mm))
K	旋转轴的到位宽度 (0.000 - 1000.000 (°))

G00 用快速进给程序段倍率功能 取消

```
GG0.5  P0; ...
```

（注 1）如果不是单独指令，将会发生程序错误 (P35)。

（注 2）可和 N 码（顺序）同时进行指令。

（注 3）对于在包含 G28/G30 的 2 个程序段的连接处的到位宽度，不能使用 G0.5P1 指令进行变更。

（注 4）G0.5P1、G0.5P0 均为模态指令。

（注 5）G20 指令中的 J 地址的指令单位为英制单位。

（注 6）省略地址时，由机床制造制造商的规格决定的宽度有效。（参数 “#2224 SV024”“#13024 SP024”）
另外，在设定不足规格宽度的数值时，规格宽度也同样有效。

（注 7）在 J 或 K 地址中设定 “0” 时，进行以往的减速检查。

详细说明

有效条件

G00 用快速进给程序段重叠功能在满足以下所有条件时有效。

(1) G00 用快速进给程序段重叠功能有效。
请确认机床制造商的规格（参数 “#1442 G0ol”）。

(2) 处于 G0.5P1 模态状态。
按照下述方法进入 G0.5P1 模态状态。
- 在加工程序中指定快速进给程序段重叠有效 G 代码 (G0.5P1)。
- “#12056 I_G0oL G00”参数设定为 “1”（有效）。

N1 G0.5 P1;	快速进给程序段重叠功能 ：有效
N2 G91 G00 X10.;	
N3 G00 X20.;	
N4 G0.5 P0;	快速进给程序段重叠功能 ：无效
:	

(3) 在 G00 用快速进给程序单重叠功能有效时，在定位 (G00) 之后，有固定循环、子程序、宏程序调用指令程序段。
此外，在固定循环，子程序或宏程序中，有作为本功能对象的连续移动指令。
（但是，以固定循环指令指定到位宽度时，以其值为优先。）

对象动作

(1) 在 G00 用快速进给程序段重叠功能有效时，定位 (G00) 后的 G 代码无论是定位 (G00) 还是直线插补 (G01)，都根据当前正在执行的定位模式和机床制造商的参数设定，进行非对象动作。（参数 “#1086 G0intp”、“#1205 G0bdcc”）
详细内容请参考下表。

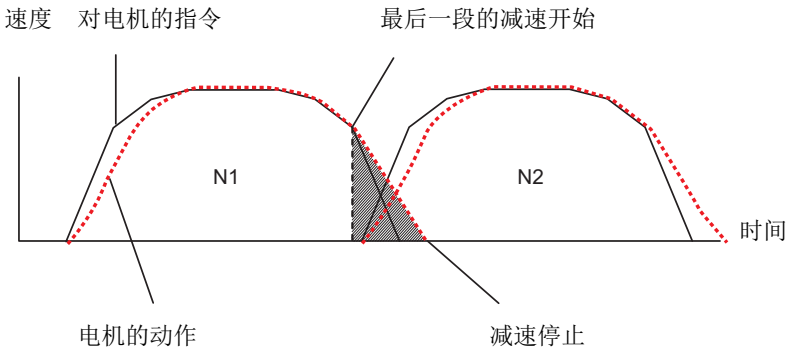
控制模式	参数		定位 (G00) 后的 G 代码	
高精度模式	#1086	#1205	G00	G01
关闭	0	0	○	○
		1	○	×
		2	○	×
	1	0/1/2	○	○
开启	0	0	○	×
		1	○	×
		2	○	×
	1	0/1/2	○	×

○ ： G00 用快速进给程序段重叠功能　对象动作

× ： G00 用快速进给程序段重叠功能　非对象动作

(2) 在 G00 多段加减速中执行快速进给程序段重叠时，下一个程序段（以下程序的 N2）的开始时间为当前执行程序段（N1）的最后一段减速开始以后。
另外，下图的阴影线地方为可指定到位宽度的范围。

```
N1 G91 G00 X10.;
N2 X10.;
```



重叠开始位置的调整

可通过到位宽度，对执行 G00 用快速进给程序段重叠时的重叠开始位置进行调整。当前移动程序段中所有移动轴的剩余距离小于到位宽度，开始下一个程序段。（参考下图）
用 J/K 指令设定到位宽度时，对各直线轴，各旋转轴设定数值。使用参数进行设定时，各轴的参数均由机床制造商的规格决定（参数“#2631 G0olinps”）。

以下表示与各移动轴的剩余距离和到位宽度相对应的下一个程序段开始位置。
以下为 X 轴到位宽度：10mm，Y 轴到位宽度：20mm 时的示例。

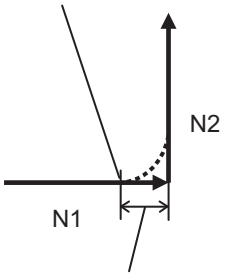
(a) X 轴时

程序示例

```
N1 G91 G00 X50.;
N2 Y50.;
```

动作

N2 程序段开始位置



X 轴到位宽度＝ 10mm

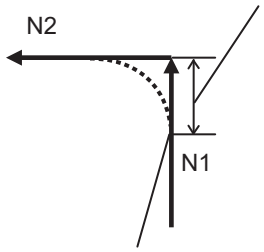
(a) Y 轴时

程序示例

```
N1 G91 G00 Y50.;
N2 X-50.;
```

动作

Y 轴到位宽度＝ 20mm



N2 程序段开始位置

(c) X 轴、Y 轴时

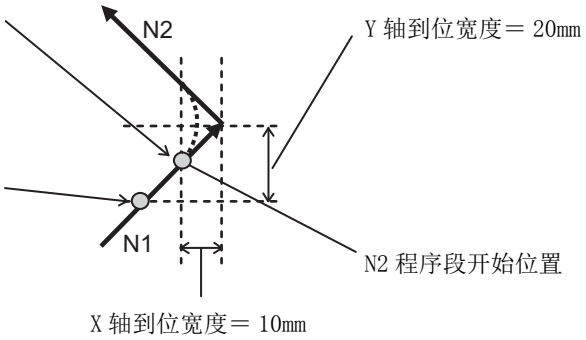
程序示例

```
N1 G91 G00 X50. Y50.;
N2 X-50. Y50.;
```

动作

Y 轴、X 轴位置误差量都小于到位宽度。
-> 开始下一个程序段。

Y 轴位置误差量小于到位宽度，但 X 轴位置误差量大于到位宽度。
-> 不开始下一个程序段。



到位宽度

到位宽度由 G 代码的地址或参数值决定。

(1) 使用 G 代码进行指令时，用地址 J/K 指定的到位宽度有效。
但是，如果在地址 J/K 中指定 “0”，则进行以往的减速检查。

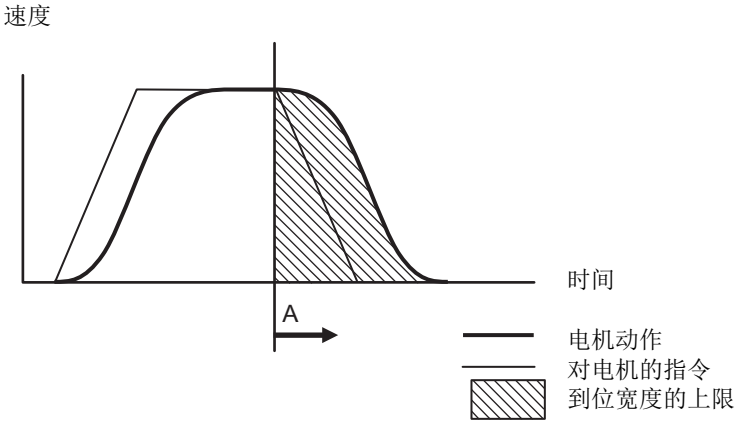
(2) 省略了地址 J/K 指令时，由机床制造制造商的规格决定的到位宽度分别对定位和切削进给有效。（参数”#2631 G0olinps “” #2632 G1olinps”）

(a) 定位 (G00)- 定位 (G00)：参数 “#2631 G0olinps”

(b) 定位 (G00) - 切削进给 (G01)（高精度模式关闭时）：参数 “#2632 G1olinps”

到位宽度的上限、下限

(1) 到位宽度的上限
在快速进给程序段重叠功能有效时，在速度指令的减速开始后（图中 A) 进行到位检查。因此，实际的到位宽度上限为，从指令减速开始后的伺服机床位置到指令位置（到达点）之间的距离（下图斜线部分的面积）



(2) 到位宽度的下限
到位宽度的下限由机床制造商的规格决定（参数 “#2224 SV024”“#13024 SP02”）。
即使将到位宽度指定为小于此参数值，也使用此参数值。

根据路径进行到位宽度补偿

在以往的减速检查（到位检查方式）中，不管路径（转角角度）如何，都使用同样的到位宽度，因此即使路径方向几乎不变，也会发生超出必要限度的速度变化，循环时间变长。在快速进给程序段重叠功能中，根据路径（转角角度）自动进行到位宽度补偿。

但是，在作为重叠对象的移动之间，如果存在无移动程序段，则不根据路径进行到位宽度补偿。

- 角度为 90° 以上时，不管转角角度如何，都使用指定的到位宽度。
- 角度不足 90° 时，进行到位宽度补偿，使其与转角角度为 90° 时的转角误差量相同。

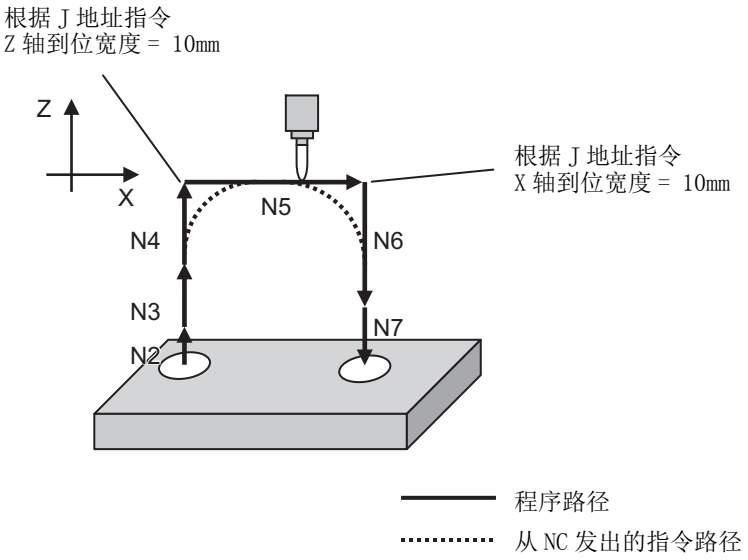
程序示例

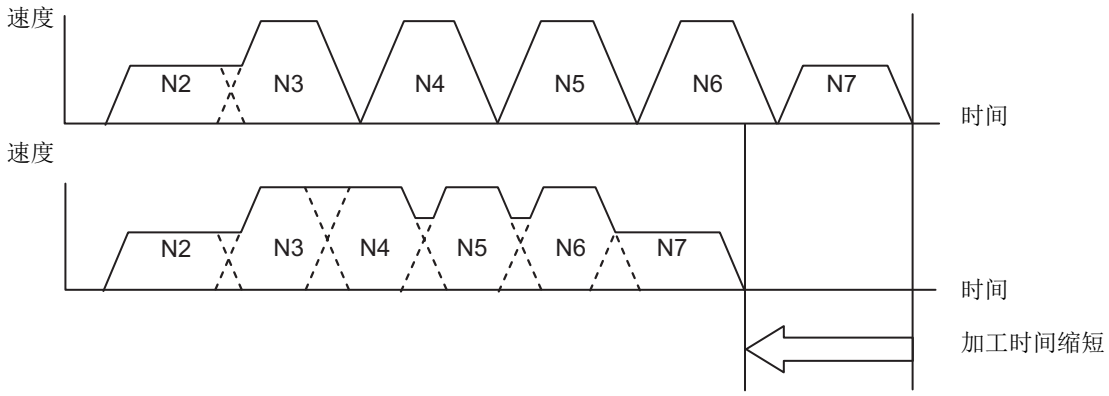
根据 J 地址指定到位宽度时（G0.5P1 J_）

在 G00（快速进给）、G01（切削进给）的组合中使用了 G00 快速进给程序段重叠时的使用示例如下所示。（高精度控制模式关闭时）

参数设定值	X 轴	Z 轴
#2631(G0olinps)	20mm	15mm
#2632(G1olinps)	10mm	5mm

```
N1 G0.5P1 J10.0;
N2 G91 G01 Z25.;
N3 G00 Z25.;
N4 G00 Z50.;
N5 G00 X125.;
N6 G00 Z-75.;
N7 G01 Z-25.
F1000.;
```

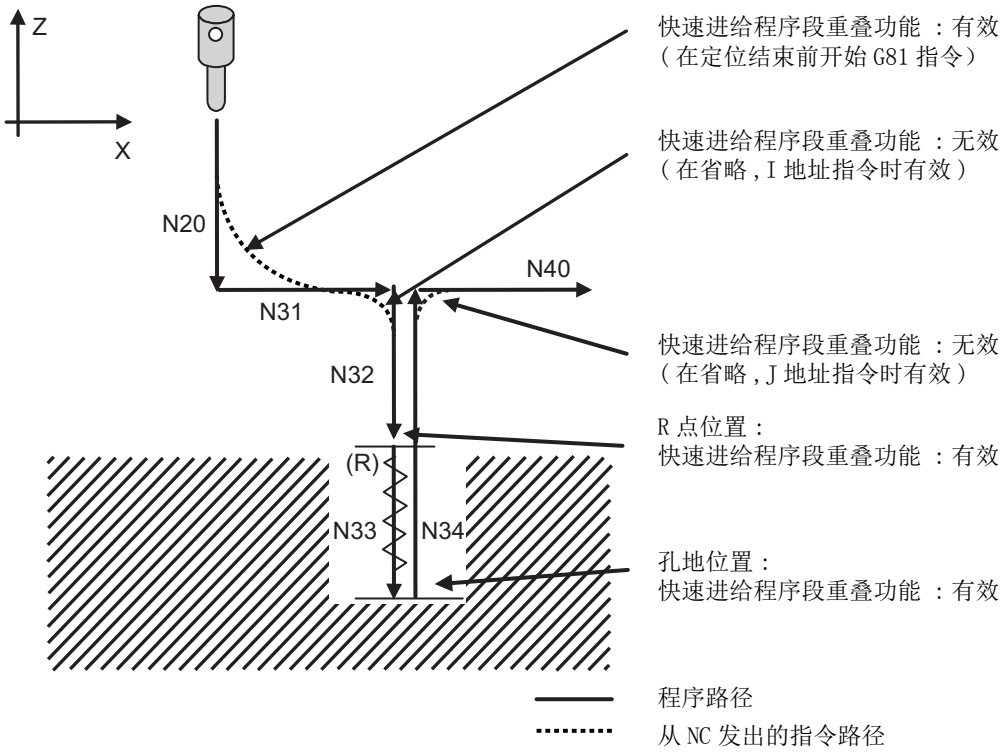




固定循环的动作示例

指定 G00（定位）→ G81（钻孔）时

< 主程序 >	（G81 的程序）
N10 G0.5 P1 J10.0;	N31 G00 X50. Y0.;
N20 G91 G98 G64 G00 X50.;	N32 G00 Z-25.;
N30 G81 X50. Y0. Z-25. R-25. F1000. L1. ,I2.0 ,J1.0;	N33 G01 Z-25. F1000.;
N40 G00 X50. ;	N34 G00 Z50.;

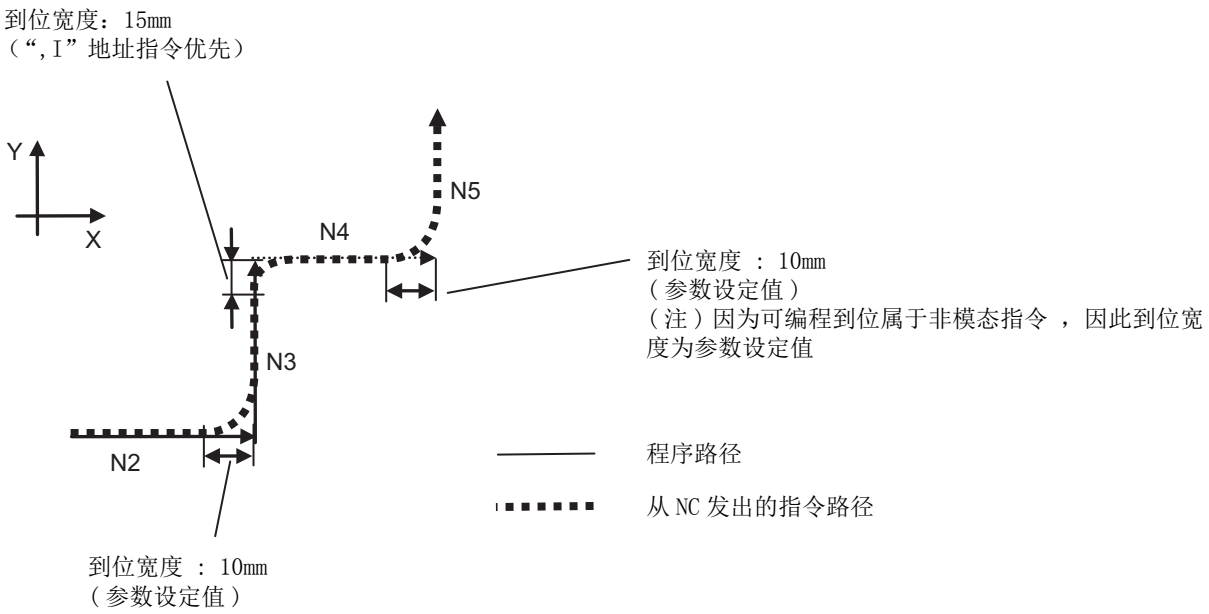


与其它功能的关系

可编程到位

快速进给程序段重叠功能有效时，如果使用程序中的 “,I” 地址指令指定到位宽度，则可编程到位的到位宽度优先。
另外，可编程到位属于非模态指令，因此从 “,I” 地址指令开始，使用在快速进给程序段重叠功能有效时指定的到位宽度。
以下为在参数中设定的 G00 用到位宽度为 X、Y 轴 = 10mm 时的示例。

N1 G0.5 P1;	G0.5 指令（G00 用）
N2 G91 G00 X50.;	G00 用快速进给程序段重叠功能 ：有效
N3 Y50. ,I15.;	“,I” 地址指令有效
N4 X50.;	G00 用快速进给程序段重叠功能 ：有效
N5 Y50.;	
:	



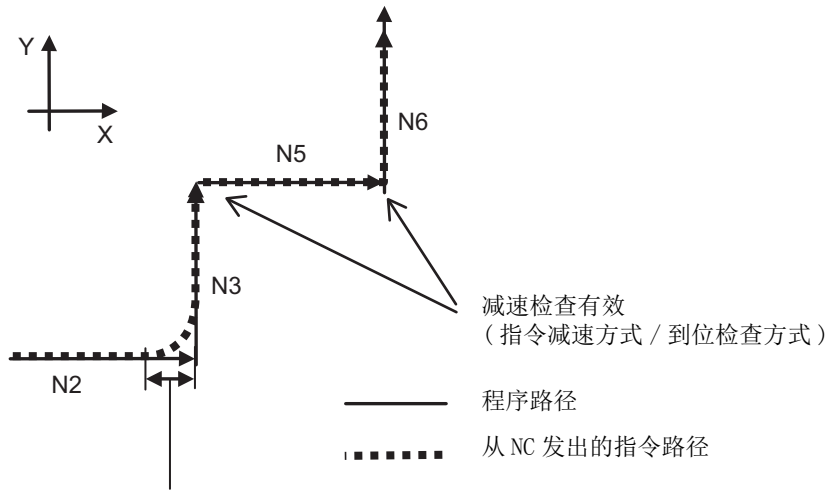
（注 1）仅在快速进给程序段重叠功能有效时，可使用 G00 插补前加减速的可编程到位（ “,I” 指令）。

（注 2）G00 指令后的程序段如果是无移动指令程序段，则即使对 G00 指令进行 “,I” 地址指令，也视为快速进给程序单段重叠。因此，仅对重叠对象动作执行重叠。

减速检查

快速进给程序段重叠功能有效时，对于此功能的对象动作，以往的减速检查功能无效。
快速进给程序段重叠功能无效时，以往的减速检查功能有效。
以下为在参数中设定的 G00 用到位宽度为 X、Y 轴 = 10mm 时的示例。

N1 G0.5 P1;	G0.5 指令（G00 用）
N2 G91 G00 X50.;	G00 用快速进给程序段重叠功能 有效
N3 Y50.;	减速检查有效
N4 G0.5 P0;	
N5 X50.;	减速检查有效
N6 Y50.;	减速检查有效
:	



到位宽度 ： 10mm
（参数设定值）

注意事项

(1) 在快速进给程序段重叠功能对象动作程序段间插入无移动指令程序段时，如果高精度模式关闭，则进行重叠，如果高精度模式开启，则不执行重叠。
另外，即使在高精度模式关闭时，如果 G00 用快速进给程序段重叠无效（”#1442 G0o1 “为 OFF）并且 G28 用快速进给程序段重叠（”#1443 G28o1 “为 ON）有效，则即使在 G00 指令和 G28/30 程序段间存在无移动程序段，也不执行重叠。

(2) 在快速进给程序段重叠功能对象动作程序段间插入无移动指令程序段时，不根据路径进行到位宽度补偿。

7.13.2 G28 用快速进给程序段重叠

功能及目的

无需等待定位（G00）或参考点返回（G28/G30）的减速结束，即可开始（重叠）下一个程序段。
关于快速进给程序段重叠的功能，请同时参考“快速进给程序段重叠”。
在 G00 用快速程序段重叠功能有效时，G00 可重叠。详细内容请参考“G00 用快速进给程序段重叠”。

详细说明

有效条件

G28 用快速进给程序段重叠功能在满足以下条件时有效。

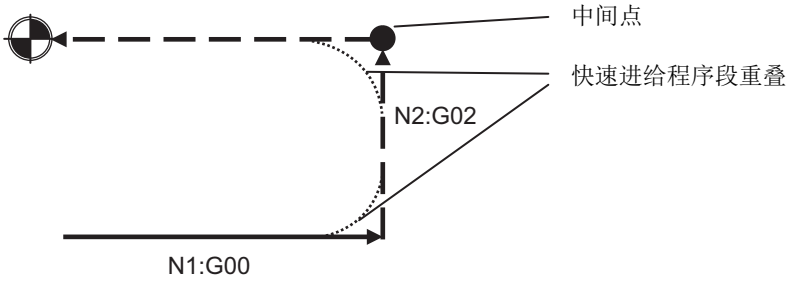
(1) G28 用快速进给程序段重叠功能有效。
（请确认机床制造商的规格。）“#1443 G28ol”。）

(2) 高速参考点返回。（挡块式为对象以外。）

(3) G00 用快速进给程序段重叠功能有效时，G00 指令的下一个指令为 G28 或 G30 定位指令。

（注 1）G28/G30 在经过中间点时是否也作为重叠的对象，由机床制造商的规格决定（参数”#1205 G0bdcc“、”#1086 G0intp“）。

（注 2）在 G28/G30 指令后，即使下一个指令为 G28/G30 指令，也不作为快速进给程序段重叠的对象动作。（不执行重叠。）



重叠开始位置的调整

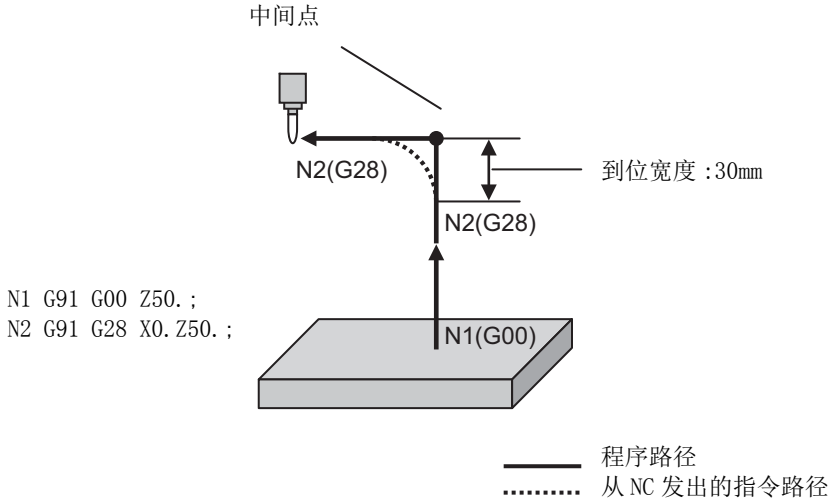
可通过到位宽度，对执行 G28 用快速进给程序段重叠时的重叠开始位置进行调整。在当前移动程序段中，如果所有移动轴的剩余距离比到位宽度小，则开始下一个程序段。
到位宽度由机床制造商的规格决定（参数“#2633 G28olinps”）。

程序示例

下述为在 G28/G30（参考点返回）和 G00（快速进给）的组合中使用 G28 用快速进给程序段重叠时的使用示例。

参数设定值	X 轴	Z 轴
#2633 G28olinps	25mm	30mm

轴的初始位置 ： X 轴 =-50mm、 Z 轴 =-100mm



与其它功能的关系

参考 “G00 用快速进给程序段重叠 ； G0.5”。

注意事项

参考 “G00 用快速进给程序段重叠 ； G0.5”。

7.14 自动转角倍率 ; G62

功能及目的

在刀径补偿中，为了减轻内侧转角切削或是自动转角 R 内侧切削时的负荷，自动对进给速度设定倍率。
在指定刀径补偿取消 (G40)、精确停止检查模式 (G61)、高精度控制模式 G61.1)、攻丝模式 (G63) 或切削模式 (G64) 前，自动转角倍率有效。

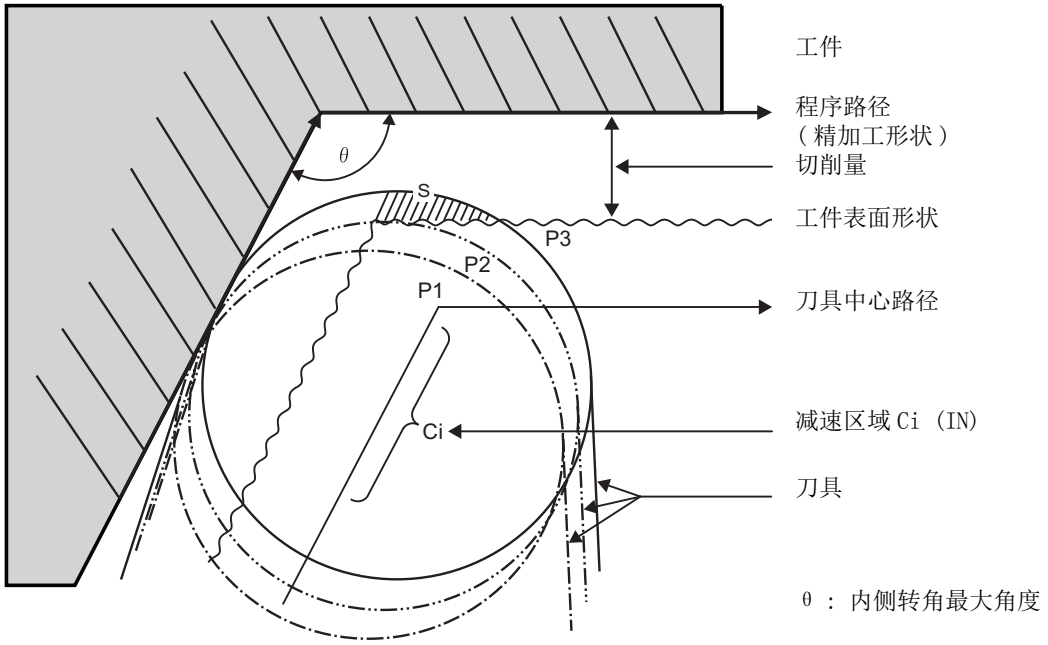
指令格式

```
G62 ; ...  自动转角倍率
```

详细说明

内侧转角时

如下图所示，在切削内侧转角时，切削量变大，对刀具施加的负载也增大。此时，在转角的设定范围内自动执行倍率调整，降低进给速度，抑制负载的增大，以实现良好的切削。
但仅在对精加工形状进行编程时有效。



［动作］

(1) 不使用自动转角倍率时
上图中刀具按照 P1 → P2 → P3 的顺序移动时，由于 P3 比 P2 多了相对于斜线 S 面积的切削量，因此刀具负载将增大。

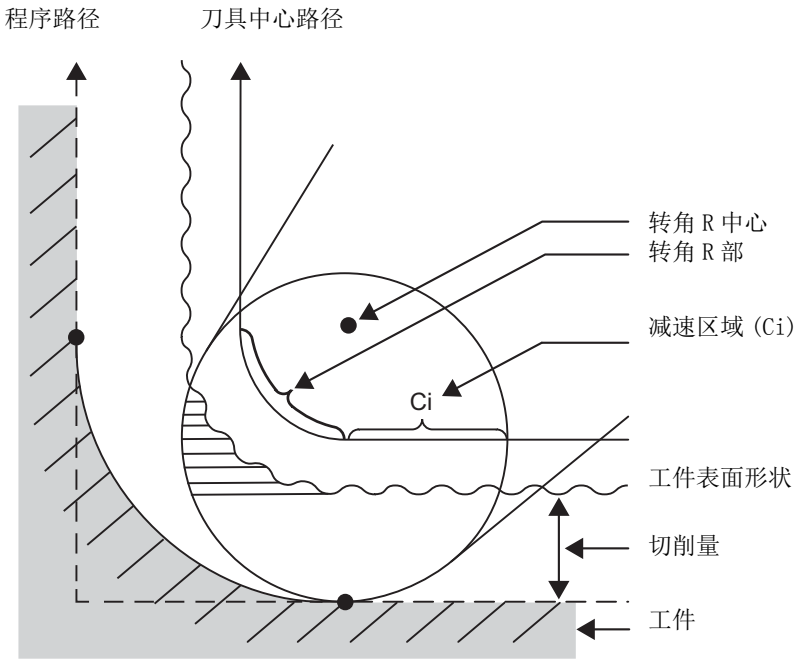
(2) 使用自动转角倍率时
在上图内侧转角角度 θ 小于参数所设定角度时，在减速区域 Ci 自动执行参数所设定倍率。

［参数的设定］

在加工参数中设定如下参数。设定方法请参考使用说明书。

#	参数	设定范围
#8007	倍率	0 ～ 100［%］
#8008	内侧转角的最大角度 θ	0 ～ 180［°］
#8009	减速区域的 Ci	0 ～ 99999.999［mm］或 0 ～ 3937.000［inch］

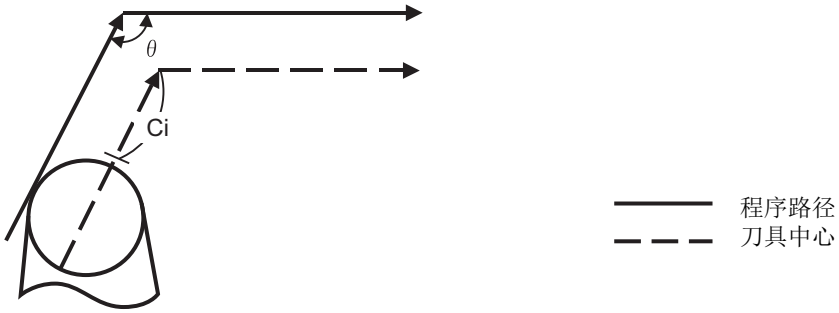
自动转角 R 时



(1) 对自动转角 R 执行内侧补偿时，在减速区域 Ci 与转角 R 位置自动执行参数所设定的倍率。（不执行角度检查。）

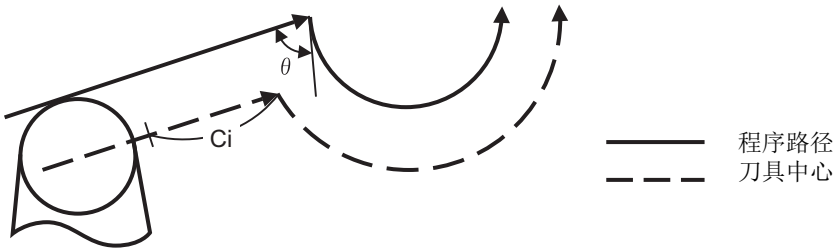
执行示例

(1) 直线 - 直线转角



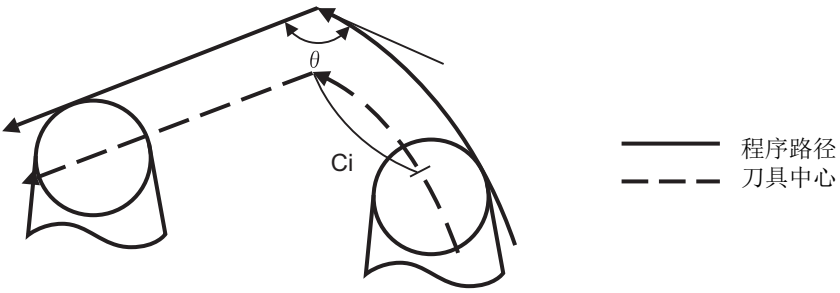
在 Ci 中执行参数所设定的倍率。

(2) 直线 - 圆弧（外侧补偿）转角



在 Ci 中执行参数所设定的倍率。

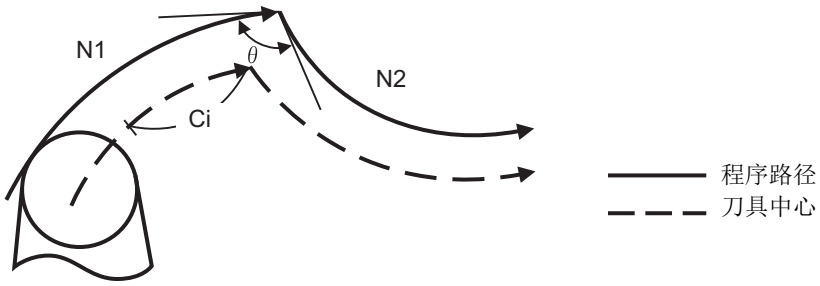
(3) 圆弧（内侧补偿）- 直线转角



在 Ci 中执行参数所设定的倍率。

（注）在圆弧指令时，执行倍率的减速区域 Ci 为圆弧长度。

(4) 圆弧（内侧补偿）- 圆弧（外侧补偿）转角



在 Ci 中执行参数所设定的倍率。

与其它功能的关系

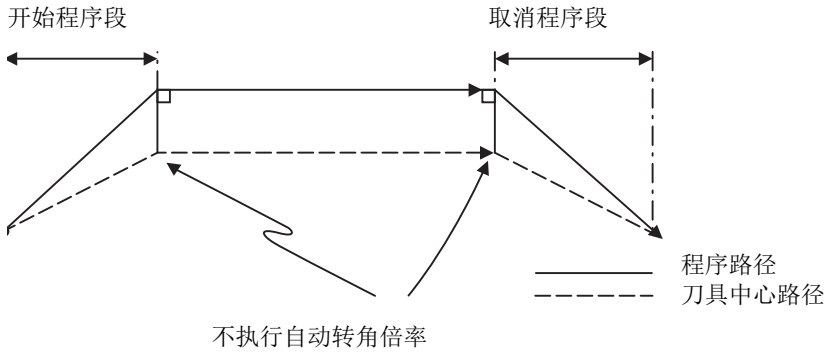
功　　能	转角中的倍率
切削进给 倍率	在执行切削进给倍率后，执行自动转角倍率。
倍率 取消	在倍率取消时，自动转角倍率不会取消。
速度限制	有效（自动转角倍率后）
空运行	自动转角倍率无效
同步进给	对同步进给速度执行自动转角倍率
螺纹切削	自动转角倍率无效
G31 跳跃	在刀径补偿中进行 G31 指令时，发生程序错误
机床锁定	有效
机床锁定高速	自动转角倍率无效
G00	无效
G01	有效
G02,G03	有效

注意事项

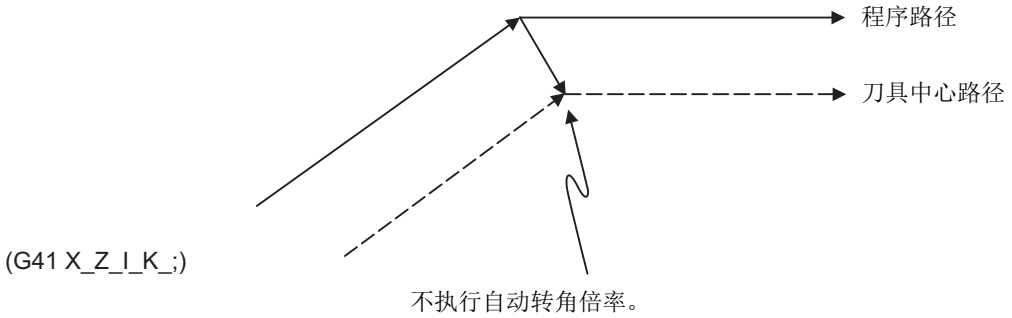
(1) 自动转角倍率仅在 G01,G02,G03 模式下有效，在 G00 模式下无效。且从 G00 切换为 G01(G02,G03) 模式（反之也相同）时，在该转角，G00 程序段不执行自动转角倍率。

(2) 即使处于自动转角倍率模式，但在进入刀径补偿模式前，不执行自动转角倍率。

(3) 在含有刀径补偿开始 / 取消指令的转角，不执行自动转角倍率。



(4) 在含有刀径补偿的 I,K 矢量指令的转角，不执行自动转角倍率。



(5) 无法执行交点运算时，不执行自动转角倍率。
在以下情况不执行交点运算。
- 有 4 个以上不连续的移动指令程序段时

(6) 圆弧指令时的减速区域为圆弧长度。

(7) 根据参数设定，内侧转角的角度为程序路径上的角度。

(8) 将参数的最大角度设为 0 或 180 时，不执行自动转角倍率。

(9) 将参数倍率设为 0 或 100 时，不执行自动转角倍率。

7.15 攻丝模式；G63

功能及目的

通过 G63 指令，进入下述适用攻丝加工的控制模式。

(1) 切削倍率 100% 固定
(2) 程序段间连接处的减速指令无效
(3) 进给保持无效
(4) 单程序段无效
(5) 攻丝模式中信号输出

G63 以准确到位检查模式 (G61)、高精度控制模式 (G61.1)、自动转角倍率 (G62) 或是攻丝模式 (G64) 解除。
通电时为切削模式状态。

指令格式

```
G63 ; ...  攻丝模式
```

7.16 切削模式； G64

功能及目的

通过发出 G64 指令，进入可获得平滑切削面的切削模式。在切削模式下，与精确停止检查模式（G61）相反，在切削进给程序段之间不减速停止，连续执行下一个程序段。
通过精确停止检查模式（G61）、高精度控制模式（G61.1）、自动转角倍率（G62）或是攻丝模式（G63）解除 G64。
通电时进入切削模式。

指令格式

```
G64 ; ...  切削模式
```

8章

暂停

8.1 暂停（时间指定）；G04

功能及目的

本功能是根据程序指令暂停机床移动，变为等待状态。因此，可以延迟下一个程序段的开始。等待状态可以通过输入跳跃信号取消。

指令格式

G94 G04 X__ /P__ ; ... 暂停（时间指定）

X/P	暂停时间

暂停时间的输入指定单位取决于参数。

详细说明

(1) 小数点指令指定 X 的暂停时间有效。

(2) 可通过参数 (#8112) 切换小数点指令指定 P 的暂停时间是否有效。通过参数设定小数点指令无效时，忽略 P 的小数点以下的指令。

(3) 小数点指令有效时 / 无效时，各自的暂停时间指令范围如下。

小数点指令有效时指令范围	小数点指令无效时指令范围
0 ～ 99999.999(s)	0 ～ 99999999(ms)

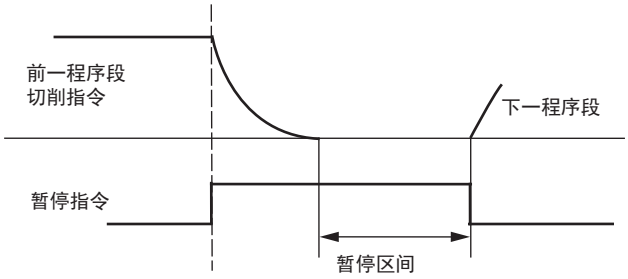
(4) 通过将参数 “#1078 Decpt2”设定为 1，可以将无小数点时的暂停时间设定单位设为 1 秒。仅对 X 及小数点指令有效的 P 有效。

(5) 暂停指令是如果在上个程序段中存在切削指令，则减速停止完成后开始计算暂停时间。另外，与 M,S,T,B 指令在相同程序段中进行指令时，同时开始。

(6) 互锁中的暂停有效。

(7) 暂停对机床锁定也有效。

(8) 根据机床制造商的规格，可以取消暂停（参数 “#1173 dwlskp”）。在暂停时间中输入设定的跳跃信号时，舍去剩余时间，进行下一程序段的处理。



程序例

指令	暂停时间［秒］			
	#1078 Decpt2 = 0		#1078 Decpt2 = 1	
	G04P 小数点无效	G04P 小数点有效	G04P 小数点无效	G04P 小数点有效
G04 X500 ;	0.5		500	
G04 X5000 ;	5		5000	
G04 X5. ;	5		5	
G04 X#100 ;	1000		1000	
G04 P5000 ;	5		5	5000
G04 P12.345 ;	0.012	12.345	0.012	12.345
G04 P#100 ;	1	1000	1	1000

（注 1）上述事例为在以下条件中的结果。
- 输入设定单位 0.001mm 或 0.0001inch
- #100 = 1000 ;

（注 2）“G04P 小数点无效”为控制参数（#8112）。

（注 3）输入设定单位为 0.0001inch 时，G04 前的 X 设为 10 倍。例如，“X5. G04 ;”时，暂停时间为 50 秒。

注意事项 / 限制事项

(1) 使用本功能时，由于已明确暂停的 X，因此请在 G04 后进行 X 指令。

9章

辅助功能

9.1 辅助功能（M8 位）

功能及目的

辅助功能又叫 M 功能，是指定主轴正转、反转、停止、冷却油 ON、OFF 等机床辅助功能。

详细说明

本控制装置由地址 M 后的 8 位数字（0 ～ 99999999）指定，单程序段中可最多有 4 组指令。同一程序段中可以指令的个数取决于机床制造商规格（参数 “#12005 Mfig”）。

（例） G00 Xx Mm1 Mm2 Mm3 Mm4 ;

在单程序段中指定 5 组以上时，最后的 4 组有效。
可通过参数选择辅助功能是 BCD 输出还是二进制输出。
由于是用于 M00,M01,M02,M30,M96,M97,M98,M99 8 种特定目的的補助指令，因此可作为一般性的辅助指令分配。因此可以指定 92 种。
具体数值和功能的对应请参考机床制造商发行的说明书。
另外，由于禁止对 M00,M01,M02,M30 进行预读处理，所以在预读缓存中不能读取下一个程序段。
在与移动指令相同的程序段中指定 M 功能时，指令的执行顺序，可能有以下 2 种状况。适用哪种取决于机床规格。

(1) 移动完成后执行 M 功能。

(2) 同时执行移动指令与 M 功能。

另外，对除了 M96,M97,M98,M99 之外的全部 M 指令，需要分别处理并完成。

程序停止；M00

若读取此辅助功能，则 NC 停止下一个程序段的读取。仅作为 NC 功能停止下一个程序段的读取，主轴旋转、冷却液等机床端的功能是否停止因机床而异。
通过按下机床操作面板的自动启动按钮重新启动。
根据机床规格决定是否用 M00 复位。

可选停止；M01

在机床操作面板的可选停止开关为 ON 的状态下，如果读取此 M01 指令则下一个程序段的读取停止，实现与前述的 M00 指令相同的功能。
若可选停止开关变为 ON 则忽略 M01 指令。

```
（例）      :
      N10 G00 X1000 ;                 可选停止开关的状态和动作
      N11 M01 ;                       ON 时 用 N11 停止
      N12 G01 X2000 Z3000 F600 ;      OFF 时  不用 N11 停止执行下一个指令 (N12)
            :
```

程序结束 ; M02 或 M30

通常在加工完成的最终程序段使用此指令，因此此指令主要作为加工程序的起点检测指令使用。根据机床规格决定是否进行起点检测动作。
另外，根据机床规格，在起点检测及相同的程序段中指定的其它指令完成后，用 M02,M30 复位。
（但是，由于这次复位，指令位置显示坐标系的内容未清除，但是模态指令、补偿量被取消。）
在起点检测完成时（自动运行中灯灭），由于停止下一个动作因此重启时需要按下自动启动按钮等操作。

M02,M30 完成后，在重新启动时如果仅指定最初的移动指令为坐标语，则请注意在程序结束时的插补模式下动作。
建议在首先指定的移动指令中指定 G 功能。

（注 1）M00,M01,M02,M30 也分别单独输出信号，但是通过按下复位键
复位 M00,M01,M02,M30 单独输出。

（注 2）根据手动数据输入 MDI 也可指定 M02,M30。
此时可与其它指令同时制定。

宏程序插入 ; M96,M97

M96,M97 变为用户宏程序插入控制用 M 代码。
用户宏程序插入控制用 M 代码执行内部处理，不执行外部输出。
作为辅助功能使用 M96,M97 时，请用参数（#1109 subs_M 及 #1110 M96_M,#1111 M97_M）变更别的 M 代码。

子程序调用、结束 ; M98,M99

作为向子程序的分支及分支位置的子程序发出的返回命令使用。
M98,M99 是内部处理，不输出 M 代码信号和行程信号。

M00/M01/M02/M30 指令时的内部处理

读取 M00,M01,M02,M30 时，内部处理中断预读。此外的加工程序起点检侧动作和经复位处理的模态的初始状态因机床规格而异。

9.2 第 2 辅助功能（A8 位，B8 位或 C8 位）

功能及目的

用于指定分度工作台的位置等操作。在本控制装置中，通过地址 A,B,C 后续 8 位数值，在 0 ～ 99999999 范围内任意指定，但代码与位置的对应关系因机床规格而异。

详细说明

第 2 辅助功能中使用的地址（A,B,C 中的任意一个）因机床制造商的规格而异（参数 “#1170 M2name”）。（轴名称中使用的地址除外）
在单程序段中最多可指定 4 组第 2 辅助功能。在相同程序段内可指定的个数因参数设定（#12011 Bfig）而异。
可通过参数选择第 2 辅助功能是 BCD 输出还是二进制输出。
在与移动指令相同的程序段指定 A,B,C 功能与移动指令时，指令的执行顺序，可能有以下 2 种状况。适用哪种取决于机床规格。

(1) 移动指令结束后，再执行 A,B,C 功能。

(2) 同时执行移动指令与 A,B,C 功能。

需通过 PLC 处理所有第 2 辅助功能并结束这些功能。
地址组合如下表所示。即附加轴的轴名称与第 2 辅助功能无法使用相同的地址。

		附加轴名称		
		A	B	C
第 2 辅助功能	A	－	○	○
	B	○	－	○
	C	○	○	－

注意事项

在第 2 辅助功能地址中指定 A 时，无法使用以下功能。
- 直线角度指令（可使用 ,A。）
- 几何指令

9.3 转台分度

功能及目的

通过设定分度轴，可进行转台的分度。
分度指令只能指定工作台分度设定轴中的分度角度。要进行工作台的夹紧 / 松开，不需要指定特殊的 M 代码，程序较为容易。

详细说明

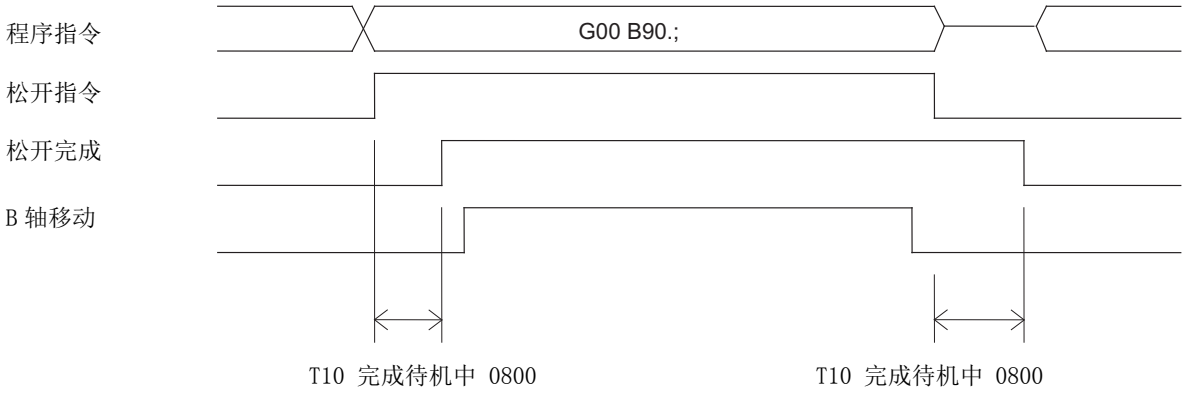
转台分度功能的动作如下所示。

指令格式示例

（例）G00 B90 ;
B: 用转台分度轴（参数 #2076 index_x）指定的轴

(1) 在进行转台分度的轴的 “分度轴选择” 参数 (#2076) 中设定 “1”。
(2) 根据程序指令，执行已选择的轴移动指令（绝对 / 增量任意均可）。
(3) 轴移动前，进行松开动作。
(4) 松开动作完成后，开始指定的轴移动。
(5) 移动完成后，进行夹紧动作。
(6) 夹紧完成后，进行下个程序段的处理。

[动作时序图]



注意事项

(1) 可在多个轴上设定转台分度轴。

(2) 转台分度轴的移动速度遵从此时模态 (G00/G01) 的进给速度。

(3) 在同一个程序段指定转台分度轴和其它轴时，也可以进行转台分度轴的松开指令。因此，在松开动作完成之前，在相同程序段中指定的其它轴也不能移动。
但是，非插补指令时，在相同程序段中指定的其它轴可以移动。

(4) 转台分度轴通常作为旋转轴使用，但是本功能中，即使是直线轴，也可以进行松开动作。

(5) 由于自动运行，在工作台分度轴移动中，发生使松开指令 OFF 的原因时，保持松开状态下，转台分度轴减速停止。
另外，在相同程序段指定的其它轴，也同样减速停止（非插补指令除外）。

(6) 通过在转台分度轴的移动中进行互锁等中断轴移动时，保持松开状态。

(7) 转台分度轴的移动指令连续时，不能进行夹紧 / 松开动作。
但是，即使在单程序段运行时移动指令连续，也执行夹紧 / 松开动作。

(8) 请注意不要将指令位置设在不可夹紧的的位置。

10章

主轴功能

10.1 主轴功能

功能及目的

在地址 S 之后用 8 位数值（0 ～ 99999999）指定，1 个程序段内可指定 1 组。
输出信号为带符号的 32bit 二进制数据和启动信号。
需对所有 S 指令都指定处理及结束顺序。

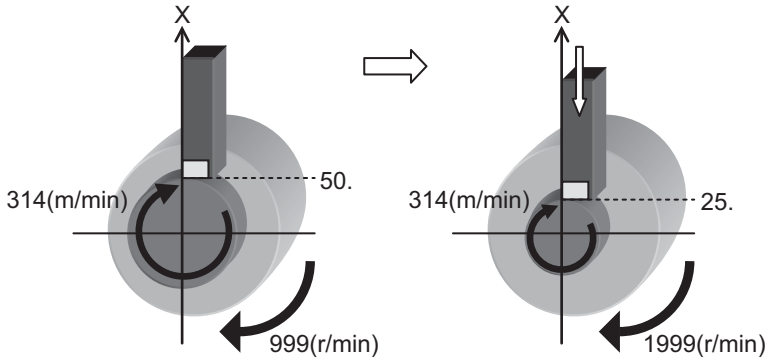
10.2 恒表面速度控制 ; G96,G97

功能及目的

在本功能中，配合刀尖位置的移动调整主轴转速（恒表面速度控制），使切削点的速度始终为恒定速度（固定切削速度）。
通过在切断工序等中使用，对加工时间、刀具寿命等有改善效果。
但是，刀尖位置移动到工件原点时，可能会以机床规格上的最高转速旋转，非常危险。请务必主轴限制速度设定指令（G92/G50）设定最高限制转速。

恒表面速度控制指令 G96 S314m/min 时的恒表面速度控制

工件半径 :50mm（半径值）　　工件半径 :25mm（半径值）



因为表面速度恒定，因此，随着刀尖位置的移动计算主轴转速，使其自动变化。
在上述示例中，因为表面速度（314(m/min)）恒定，因此随着工件半径的变化（50mm → 25mm），转速由 999(r/min) 变为 1999(r/min)。

$$\text{主轴转速 (r/min)} = \frac{\text{表面速度 (m/min)}}{\text{G96 指令值}} \Big/ \frac{\text{工件外围 (m/r)}}{\text{根据工件原点和刀尖位置自动计算}}$$

指令格式

恒表面速度开启

G96 S__ P__ ;	
S	表面速度（-99999999 ～ 99999999（m/min））、-99999999 ～ 99999999（feet/min））
P	恒表面速度控制轴 0 ～ n（n: 进行 G96 指令的系统内的可控制轴数）

（注 1）将 S 指令作为绝对值处理，忽略符号。

（注 2）S 指令值超出指令范围时，发生程序错误（P35）。

（注 3）P 指令值超出指令范围时，发生程序错误（P133）。

恒表面速度取消

G97 S__;	
S	主轴转速（-99999999 ～ 99999999（r/min））

（注 1）将 S 指令作为绝对值处理，忽略符号。

详细说明

(1) P0 或者无 P 指令时的动作取决于机床厂的规格（ 参数 “#1181 G96_ax”）。
但是，此参数为 “0”时，无论是否有地址 P 的设定，第 1 轴都为恒表面速度轴。
0: 固定为第 1 轴 (P 指令无效）
1: 第 1 轴
2: 第 2 轴
:

(2) 在恒表面速度控制模式中，如果要更改恒表面速度控制轴，请以 G96 P_ 的形式进行指令。（但在上述参数设定为 “0”时，无法更改。）
此时也可通过同时指定 S，更改表面速度。

< 例 1>

加工程序	恒表面速度指令系统内的控制轴排列			动作说明
	第 1 轴	第 2 轴	第 3 轴	
: G96 S200 P1; : :	X1 ↓ ↓ ↓	Z1 ↓ ↓ ↓	C1 ↓ ↓ ↓	X1 轴成为恒表面速度控制轴。 （对 X1 轴控制主轴旋转，使表面速度变为 200(m/min))
G96 P2; :	↓ ↓	↓ ↓	↓ ↓	Z1 轴成为恒表面速度控制轴。

< 例 2>

加工程序	恒表面速度指令系统内的控制轴排列			动作说明
	第 1 轴	第 2 轴	第 3 轴	
: G96 S200 P1; : : :	Z1 ↓ ↓ ↓ ↓	C1 ↓ ↓ ↓ ↓	- - - - -	Z1 轴为恒表面速度控制轴。 （对 Z1 轴控制主轴旋转，使表面速度变为 200(m/min))

(3) 作为控制对象的主轴由机床厂的规格决定（参数 “#1300 ext36/bit0”）。
在多主轴控制Ⅱ（注 1）时，根据 PLC 发出的主轴选择信号决定。

（注 1） 使用了 PLC 信号的多主轴控制。规格的有无及详细说明因机种和机床厂的规格而异。

(4) 恒表面速度控制开启指令时，通过 S 指令指定主轴的表面速度。
在恒表面速度控制模式中，只能用 S 指令更改表面速度。

(5) 根据作为加工对象的工件、安装在主轴上的卡盘、刀具等规格，在需要限制转速时，进行主轴限制速度设定 (G92 S__ Q__) 的指令。
主轴限制速度设定仅在恒表面速度控制模式中有效，还是在通常的主轴旋转指令时也有效，取决于机床厂的规格（参数 “#1227 aux11/bit5”）。
通过主轴限制速度设定 (G92 S__ Q__) 设定最高限制转速以及最低限制转速后，即使进行 “G92 S0”指令，也不取消最高速度限制。
在恒表面速度控制中进行复位时，是否保持指令主轴限制速度设定，取决于机床厂的规格（参数 “#1210 RstGmd/bit19”）。

(6) 是否始终执行快速进给指令时的恒表面速度计算，取决于机床厂的规格（参数 “#1087 G96_G0”）。

(7) 恒表面速度取消指令 (G97) 用于对执行了恒表面速度开启指令的系统取消恒表面速度控制。
不能从其它系统取消恒表面速度控制。
保持执行取消恒表面速度指令 (G97) 时的主轴转速。

(8) 在恒表面速度控制中进行复位时，复位后的主轴转速为 0(r/min)。

与其它功能的关系

最高限制转速的检查

在进行恒表面速度控制指令时，对主轴限制速度是否有效进行检查。
恒表面速度控制轴在原点附近时，主轴以最高转速旋转。
此时，通过进行主轴速度限制指令检查，防止主轴高速旋转。

(1) 在多主轴控制Ⅱ中，如果速度限制指令对所选择主轴无效，则发生操作错误 (M01 1043)。在发生错误时，请通过复位结束，在主轴选择后进行主轴速度限制指令。
发生上述操作错误时，执行同一程序段内的指令。

(a) G96 S100 M03 指令： 通过 M03 指令，从用户 PLC 输入主轴正转信号时，主轴正转。
（主轴速度为之前的指令转速。）

(b) G96 S100 X30. 指令：即使在发生错误时，也进行进行轴移动，直到进行复位。

(2) 在主轴速度限制指令检查有效时，进行 G92/G50 S0 指令，则将其视为主轴速度限制指令 0。

(3) 在多主轴控制Ⅱ时，对在 G96S 指令时选择的主轴，进行主轴速度限制检查。 请对选择的所有主轴进行主轴速度限制指令。

(4) 是否进行主轴速度限制指令检查，取决于机床厂的规格（参数 “#1146 Sclamp”、“#1284 ext20/bit0”）。
参数 “#1146 Sclamp”为 0 时，如果处于恒表面速度关闭状态，则无法进行主轴速度限制指令，因此无法在恒表面速度控制前进行主轴速度限制指令。

关于 “#1284 ext20/bit0”，
0: 进行主轴速度限制的检查。
1: 不进行主轴速度限制的检查。

(5) 根据部分机床厂的规格，仅在恒表面速度中执行速度限制（参数 “#1227 aux11/bit5”）。此时，可通过进行复位，使限制处于无效状态。
是否设定为保持限制状态，取决于机床厂的规格。（参数 “#1210 RstGmd/bit10、bit19”）。

BIT10: 组 17 恒表面速度控制指令模态
BIT19: 主轴旋转限制速度

(6) 在通过初始恒表面速度或者恒表面速度控制指令模态保持，以恒表面速度模态运行时，根据 S 指令（表面速度），进入恒表面速度控制模式。主轴速度限制指令检查有效时，请在 S 指令前进行主轴速度限制指令。

任意轴交换

(1) 通过任意轴交换指令更改了恒表面速度控制轴的轴配置时，主轴转速保持恒表面速度控制轴配置变化前的主轴转速。

(2) 保持主轴转速时，如果通过 S 指令指定表面速度，则指定的表面速度在恒表面速度轴的轴配置恢复时开始生效。

恒表面速度指令后，在恒表面速度指令系统内通过任意轴交换指令更改了恒表面速度控制轴的轴编号时的示例如下所示。

加工程序	恒表面速度指令系统内的控制轴排列			动作说明
	第 1 轴	第 2 轴	第 3 轴	
G140 X=X1 Z=Z1 C=C1 :	X1 ↓	Z1 ↓	C1 ↓	
G96 S100 P1 :	↓ ↓	↓ ↓	↓ ↓	对 X1 轴进行恒表面速度控制。
G140 Z=Z1 : : :	Z1 ↓ ↓ ↓	- - - -	- - - -	第 1 轴从 X1 轴变为 Z1 轴，因此按照对 X1 轴的恒表面速度最终指令值，主轴转速为恒定转速。
S200 : : :	↓ ↓ ↓ ↓	- - - -	- - - -	因为保持恒表面速度的转速，因此，将表面速度从 100(m/min) 更改为 200(m/min) 的变更指令无效。
G140 X=X1 :	X1 ↓	- -	- -	第 1 轴恢复为 X1 轴时，再次开始恒表面速度计算。表面速度变为 200(m/min)。

恒表面速度指令后，在恒表面速度指令系统以外的其它系统中，通过任意轴交换指令更改了恒表面速度控制轴的轴编号时的示例如下所示。

加工程序		恒表面速度指令系统内的控制轴排列			动作说明
恒表面速度指令系统	其它系统	第 1 轴	第 2 轴	第 3 轴	
G140 X=X1 Z=Z1 C=C1 :	: :	X1 ↓	Z1 ↓	C1 ↓	
G96 S100 P1 : :	: : :	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	对 X1 轴进行恒表面速度控制。
: : : : :	G140 X=X1 : : : :	Z1 ↓ ↓ ↓ ↓	C1 ↓ ↓ ↓ ↓	- - - - -	第 1 轴从 X1 轴变为 Z1 轴，因此按照对 X1 轴的恒表面速度最终指令值，主轴转速为恒定转速。
G140 X=X1 :	: :	X1 ↓	- -	- -	第 1 轴恢复为 X1 轴时，再次开始恒表面速度计算。

(3) 恒表面速度轴的轴配置发生变化，主轴转速保持为恒定的转速时，如果再次执行恒表面速度指令，则解除主轴转速保持，再次执行恒表面速度控制指令。

加工程序		恒表面速度指令系统内的控制轴排列			动作说明
恒表面速度指令系统	其它系统	第 1 轴	第 2 轴	第 3 轴	
G140 X=X1 Z=Z1 C=C1 :	: :	X1 ↓	Z1 ↓	C1 ↓	
G96 S100 P1 : :	: : :	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	对 X1 轴进行恒表面速度控制。
: : : : :	G140 X=X1 : : : :	Z1 ↓ ↓ ↓ ↓	C1 ↓ ↓ ↓ ↓	- - - - -	第 1 轴从 X1 轴变为 Z1 轴，因此按照对 X1 轴的恒表面速度最终指令值，主轴转速为恒定转速。
G96 S100 P1 :	: :	Z1 ↓	- -	- -	对 Z1 轴进行恒表面速度控制。

(4) 在恒表面速度控制临时取消状态时，恒表面速度轴的轴配置发生变化，在轴配置恢复时，保持主轴转速。之后，在通过 S 指令指定表面速度时，进入恒表面速度状态。

加工程序		恒表面速度指令系统内的控制轴排列			动作说明
恒表面速度指令系统	其它系统	第 1 轴	第 2 轴	第 3 轴	
G140 X=X1 Z=Z1 C=C1 :	: :	X1 ↓	Z1 ↓	C1 ↓	
G96 S100 P1 : :	: : :	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	对 X1 轴进行恒表面速度控制。
: : :	S1=1200 : :	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	进入恒表面速度临时取消的状态。
: : :	G140 X=X1 : :	Z1 ↓ ↓	C1 ↓ ↓	- - -	第 1 轴从 X1 轴变为 Z1 轴，但由于处于恒表面速度临时取消的状态，因此主轴转速不变。
G140 X=X1 Z=Z1 : :	: : :	X1 ↓ ↓	Z1 ↓ ↓	- - -	仍为恒表面速度临时取消的状态。
S100 :	: :	↓ ↓	↓ ↓	- -	对 X1 轴进行恒表面速度控制。

(5) 恒表面速度控制临时取消时，恒表面速度轴的轴配置发生变化，如果通过 S 指令指定表面速度，则主轴转速为在临时取消时保持的主轴转速，在恒表面速度轴的轴配置恢复时，进入恒表面速度状态。

加工程序		恒表面速度指令系统内的控制轴排列			动作说明
恒表面速度指令系统	其它系统	第 1 轴	第 2 轴	第 3 轴	
G140 X=X1 Z=Z1 C=C1 :	: :	X1 ↓	Z1 ↓	C1 ↓	
G96 S100 P1 : :	: : :	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	对 X1 轴进行恒表面速度控制。
: : :	S1=1200 : :	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	进入恒表面速度临时取消的状态。
: : :	G140 X=X1 : :	Z1 ↓ ↓	C1 ↓ ↓	- - -	第 1 轴从 X1 轴变为 Z1 轴，但由于处于恒表面速度临时取消的状态，因此主轴转速不变。
S200 : : : :	: : : : :	↓ ↓ ↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓ ↓ ↓	- - - - -	将表面速度从 100(m/min) 更改为 200(m/min) 的变更指令。主轴转速为在恒表面速度临时取消时保持的主轴转速，由于轴配置未恢复，因此恒表面速度无效。
G140 X=X1 Z=Z1 : :	: : :	X1 ↓ ↓	Z1 ↓ ↓	- - -	第 1 轴恢复为 X1 轴时，再次开始恒表面速度计算。表面速度变为 200(m/min)。

其它功能

功能名称	动作
主轴速度限制设定 (G92/G50)	主轴速度限制设定在恒表面速度控制中也有效。 在恒表面速度控制中进行复位时，是否保持指令主轴限制速度设定，取决于机床厂的规格。（参数 “#1210 RstGmd BIT19”）。
圆筒插补 (G07.1)	在圆筒插补模式中，不能进行恒表面速度控制指令。否则会发生程序错误 (P481)。 在恒表面速度控制模式中，不能进行圆筒插补指令。否则会发生程序错误 (P485)。
螺纹切削（导程 / 螺纹数指定）(G32)	如果在对同一系统进行螺纹切削或螺纹切削循环指令时，进行了恒表面速度指令，或在同一系统的恒表面速度控制模式中，进行了螺纹切削或者螺纹切削循环指令，则恒表面速度控制对象主轴的主轴转速不变。 （不进行恒表面速度控制。） 保持执行螺纹切削或者螺纹切削循环指令时的主轴转速。 在螺纹切削或者螺纹切削循环指令结束时，转速变为根据恒表面速度控制轴的位置和表面速度计算出的主轴转速。 对于正在执行螺纹切削指令的主轴，不能从其它系统对其进行恒表面速度指令。另外，对于正在进行恒表面速度控制的主轴，不能从其它系统对其进行螺纹切削指令。否则会发生操作错误 (M01 1113)。
攻丝循环 (G84/G88) 刚性攻丝循环 (G84/G88)	如果在对同一系统进行攻丝循环或刚性攻丝循环指令时，进行了恒表面速度指令，或在同一系统的恒表面速度控制模式中，进行了攻丝循环指令，则恒表面速度控制对象主轴的主轴转速不变。（不进行恒表面速度控制。） 保持执行攻丝循环指令时的主轴转速。 在攻丝循环或者刚性攻丝循环指令结束时，转速变为根据恒表面速度控制轴的位置和表面速度计算出的主轴转速。 对于正在执行攻丝循环或者刚性攻丝循环指令的主轴，不能从其它系统对其进行恒表面速度指令。另外，对于正在进行恒表面速度控制的主轴，不能从其它系统对其进行攻丝循环或刚性攻丝循环指令。否则会发生操作错误 (M01 1113)。 在恒表面速度控制模式中，不能进行刚性攻丝循环指令。否则会发生程序错误 (P182)。 另外，在执行刚性攻丝循环指令时，不能进行恒表面速度指令。否则会发生程序错误 (P186)。
任意轴交换 (G140/G141)	通过任意轴交换指令更改了恒表面速度控制轴的轴配置时，主轴转速保持恒速度控制轴配置变化前的主轴转速。保持主轴转速，直到恒表面速度控制轴恢复到之前的配置，或者恒表面速度控制被取消。 不能对发生操作错误 (M01 1043) 的系统中的轴进行轴交换。
主轴型伺服电机控制	在使用主轴型伺服时，恒表面速度控制对象主轴也可工作。
主轴外部减速	对恒表面速度控制中的主轴关闭主轴外部减速信号时，主轴转速被限制为主轴外部减速速度。此时，S 模拟最大 / 最小超出信号 (SOVE) 开启。
高速简易程序检查	进行表面速度计算，但主轴的实际转速为选择系统同步机床锁定高速运行之前的转速，转速不变。
NC 复位（复位 1/2、复位 & 回退）	在恒表面速度控制中进行 NC 复位时，主轴转速变为 0(r/min)。

注意事项

(1) 在恒表面速度控制中（G96 模态中），恒表面速度控制对象轴（车床时通常为 X 轴）接近主轴中心时，主轴转速会变大，可能会超过工件、卡盘等的允许转速。此时，正在加工的工件等可能会飞出，导致刀具 / 机床的损坏、操作者受伤等情况。因此请务必在 “主轴转速限制” 有效的状态下使用。另外，请在充分远离程序原点的位置进行恒表面速度控制指令。

程序示例

<例 1> 参数 “#1146 Sclamp” = “0” 时

```
G96 S200 ;          ... 控制主轴转速，使表面速度变为 200m/min。
G92 S4000 Q200 ;    ... 主轴的转速限制为最高 4000r/min、最低 200r/min。
M3 ;                ... 对主轴的旋转指令。
```

<例 2> 参数 “#1146 Sclamp” = “1” 时

```
G92 S4000 Q200 ;    ... 主轴的转速限制为最高 4000r/min、最低 200r/min。
G96 S200 ;          ... 控制主轴转速，使表面速度变为 200m/min。
M3 ;                ... 对主轴的旋转指令。
```

（注）为安全起见，请在进行 G92 指令后再对主轴进行旋转指令。

⚠ 警告

⚠ 在恒表面速度控制中（G96 模态中），恒表面速度控制对象轴（车床时通常为 X 轴）接近主轴中心时，主轴转速会变大，可能会超过工件、卡盘等的允许转速。此时，正在加工的工件等可能会飞出，导致刀具 / 机床的损坏、操作者受伤等情况。

(2) G96 指令时，请勿省略表面速度指令 “S_”。省略时，按照以前的指令 “S_”。
对恒表面速度控制模式中的主轴的 S 指令（“S_” 指令）为表面速度的指令。

(3) 恒表面速度控制轴在原点附近时，如果未进行主轴速度限制指令，主轴将以最高转速旋转。建议在进行恒表面速度指令之前，进行主轴速度限制指令。
此时，需将参数 “#1146 Sclamp” 设定为有效，但本功能取决于机床厂的规格。

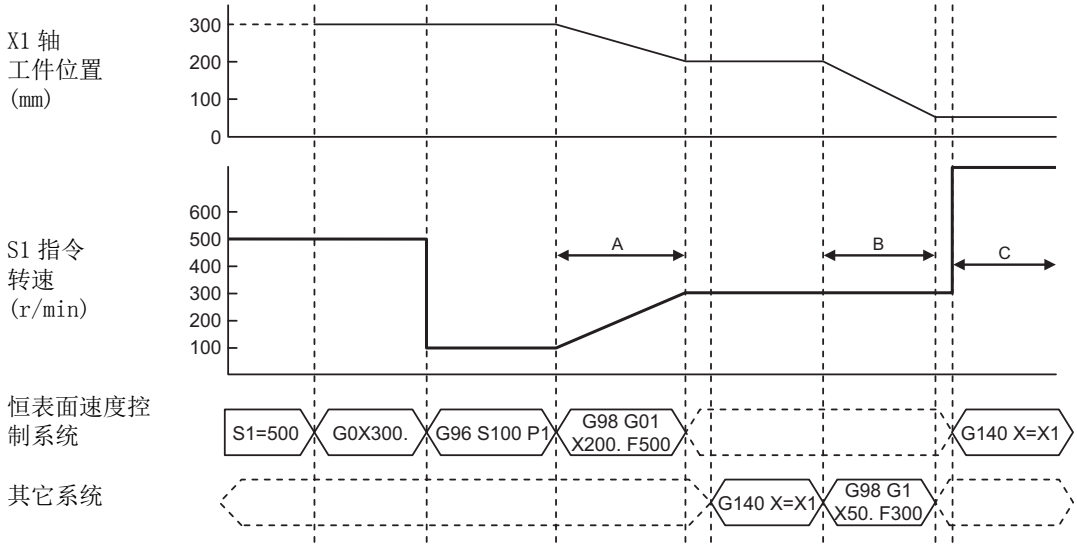
(4) 恒表面速度指令时，如果指定的轴编号在指令系统内不存在，则发生程序错误 (P133)。

(5) 如果恒表面速度控制中存在任意轴交换指令，在保持主轴转速时，主轴速度限制指令也有效。

(6) 恒表面速度控制中的轴配置根据任意轴交换指令变化，从保持主轴转速后，到轴配置恢复，再次开始恒表面速度处理为止的期间内，如果恒表面速度对象轴的位置发生变化，则在再次开始恒表面速度处理时，恒表面速度主轴的转速可能会发生较大变化，敬请注意。

加工程序		恒表面速度指令系统内的控制轴排列			动作说明
恒表面速度指令系统	其它系统	第 1 轴	第 2 轴	第 3 轴	
G140 X=X1 Z=Z1 C=C1 :	: :	X1 ↓	Z1 ↓	C1 ↓	
G96 S100 P1 : :	: : :	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	对 X1 轴进行恒表面速度控制。
: : : : : :	G140 X=X1 : : : : :	Z1 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	C1 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	− − − − − −	第 1 轴从 X1 轴变为 Z1 轴，因此按照对 X1 轴的恒表面速度最终指令值，主轴转速为恒定转速。
G140 X=X1 :	: :	X1 ↓	− −	− −	第 1 轴恢复为 X1 轴时，再次开始恒表面速度计算。

< 动作图 >



区间 A: 通过恒表面速度控制，随着 X1 轴的位置变化，主轴转速也发生变化

区间 B: X1 轴的位置发生变化，但由于保持主轴旋转，因此主轴转速不变

区间 C: 为再次开始表面速度计算，主轴转速快速变化

10.3 主轴速度限制设定 ； G92

功能及目的

在 G92 之后，用地址 S 指定主轴最高限制转速，用地址 Q 指定主轴最低限制转速。
根据作为加工对象的工件、安装在主轴上的卡盘、刀具等的规格，在需要限制转速时进行主轴速度限制设定。

指令格式

G92 S__ Q__ ; ... 主轴限制速度设定

S	最高限制转速
Q	最低限制转速

详细说明

(1) 对应主轴和主轴电机之间的齿轮切换，可通过参数，以 1r/min 单位设定最多 4 段的转速范围。此参数设定的转速范围和 “G92 S_ Q_;” 指定的转速范围中，上限较低的范围、下限较高的范围有效。

(2) 是仅在恒表面速度模式中进行转速限制，还是在恒表面速度取消中也进行转速限制，取决于机床厂的规格（参数 “#1146 Sclamp”、“#1227 aux11/bit5”）。

（注 1）G92S 指令时及转速限制动作

		Sclamp=0		clamp=1	
		aux11/bit5=0	aux11/bit5=1	aux11/bit5=0	aux11/bit5=1
指令	G96 中	转速限制指令		转速限制指令	
	G97 中	主轴转速指令		转速限制指令	
动作	G96 中	执行转速限制		执行转速限制	
	G97 中	无转速限制		执行转速限制	无转速限制

（注 2）G92 之后的地址 Q 的处理与恒表面速度模式无关，将其作为主轴速度限制指令。

(3) 进行模态复位（复位 2，复位 & 回退）时，主轴限制转速的指令值被清除。
在 “#1210 RstGmd / bit19” 设定为 ON 时，保持模态。
在接通电源时被清除为 0。

注意事项

(1) 通过主轴限制速度设定（G92 S__ Q__）设定最高限制转速以及最低限制转速后，即使进行 “G92 S0”指令，也不取消最高速度限制。此时 Q__ 值仍有效，S0 < Q__ ，因此将 Q__ 作为最高速度限制速度，将 S0 作为最低速度限制速度。

(2) 未进行主轴限制速度设定（G92 S__ Q__）指令时，可能会以参数中设定的机床规格最高旋转速度旋转，敬请注意。特别是在进行恒表面速度控制（G96 S__）指令时，请进行主轴限制速度设定，指定主轴最高转速。随着刀具接近主轴中心，主轴转速会变大，可能会超过工件、卡盘等的允许转速。

⚠ 警告

⚠ 主轴限制速度设定指令为模态指令，但在从程序中途开始时，请确认 G,F 模态和坐标值是否恰当。另外，若在程序开始前存在坐标系偏移指令等变更坐标系的指令和 M,S,T,B 指令，请通过 MDI 等操作进行必要的指令。如果不执行上述操作就从设定的程序段启动程序，可能会引起机床干涉，或导致机床以意外的速度运行。

10.4 主轴位置控制（主轴 C 轴控制）

功能及目的

可将主轴作为旋转轴进行控制的功能。从主轴切换到旋转轴后，与伺服轴相同，可通过进行位置指令（移動指令）定位或在与其它伺服轴之间进行插补。通过使用本功能，在希望将主轴台作为旋转轴进行简易控制时，不再需要以往用于切换主轴与伺服轴的机床机构（齿轮切换机构）。
关于本功能的有效 / 无效、使用本功能时的各设定以及您使用的机床机构，请通过机床厂提供的规格书货说明书进行确认。
主轴和旋转轴的切换分为 PLC 信号方式和程序指令方式两种。
使用哪一种方式取决于机床厂的规格（参数 “3129 cax_spec/bit0”），请确认机床厂提供的规格书。
以下对程序指令方式进行说明。
本说明书中，将作为主轴控制时的模式称为 “主轴模式”，将作为旋转轴进行控制时的模式称为 “C 轴模式”。
此外，PLC 信号的处理和动作取决于机床厂的规格。详情请参考机床厂提供的说明书。

C 轴模式的坐标原点和原点调整

编码器方式主轴位置控制 (PLG 及外部编码器）时，将编码器的 Z 相位置作为 C 轴的第 1 参考点。此第 1 参考点为坐标原点，但可通过主轴 C 轴原点返回偏移量的参数设定，调整主轴原点位置。此参数取决于机床厂的规格（参数 “#3113 cax_sft”）。

程序指令方式

可通过加工程序的 G00 指令切换到 C 轴模式，通过 S 指令切换到主轴模式。选择程序指令方式时，C 轴伺服关闭信号 (*SVFn) 必须始终处于开启状态。这些信号取决于机床厂的规格。
伺服关闭信号关闭时的动作如下所示。

- 不能从主轴模式切换到 C 轴模式，或从 C 轴模式切换到主轴模式。
- 在主轴模式时，即使进行正转指令 (SRN) 或反转指令 (SRI)，主轴也不执行动作。
- 在 C 轴模式时进行移动指令，则发生操作错误 (M01 0005)。另外，在伺服关闭时，则按照参数 “#1064 svof”（误差修正）（取决于机床厂的规格）的设定。
  接通电源时、复位时为哪种模式取决于机床厂的规格（参数 “#3129 cax_spec/BIT2, BIT3”）
  若在 C 轴模式设定状态下接通电源，则在进行 Z 相检测动作及原点返回动作后，进入 C 轴模式。

指令格式

主轴模式 -> C 轴模式（C 轴）的切换

```
G00 C__ ;
```

C	C 轴模式的对象轴 C 轴

- 通过 NC 程序，在主轴模式中进行 “G00 C_ ” 指令。直接定位到指令的位置。
  另外，若进行 “G00 X_ Z_ C_” 指令，则与 G00 非插补参数（机床厂的规格 “#1086 G0Intp”）的设定无关，以各轴非插补进行定位，C 轴切换到 C 轴模式。
- 切换指令仅 G00 指令有效。如果用其它 G 代码进行指令，则发生程序错误 (P430)。
- 主轴位置控制对象轴的指令请使用绝对值地址或绝对值指令 (G90) 进行指令。如果使用增量值地址或增量值指令 (G91) 进行指令，则发生程序错误 (P32)。
- 切换时的动作为原点返回型（注 1)，从旋转状态开始返回原点时的的原点返回方向按照旋转方向（注 2)。从停止状态开始返回原点时的原点返回方向及插补模式选择，取决于机床厂的规格（“#3106 zrn_typ/bit9,bitA” 及 “#3106 zrn_typ/bitD,bitE”）。

（注 1) 主轴模式→ C 轴模式切换时为必须进行原点返回的类型。取决于机床厂的规格 (#3106 zrn_typ/bit8)。

（注 2) 取决于机床厂的规格 (#3106 zrn_typ/bitB)。

[C 轴模式切换条件]

切换指令时要求以下条件必须成立。

“C 轴伺服关闭信号 (*SVFn) 为开启状态”

C 轴模式 -> 主轴模式的切换

- 主轴正转信号 (SRN) 或主轴反转信号 (SRI) 开启，且用 S 指令切换到主轴模式。
- 在主轴正转信号 (SRN) 或主轴反转信号 (SRI) 的上升沿切换到主轴模式。

[主轴模式切换条件]

切换指令时要求以下条件必须成立。

“C 轴伺服关闭信号 (*SVFn) 为开启状态，且 C 轴选择信号 (CMD) 关闭”

详细说明

模式的切换

(1) 正转指令 + 旋转指令（S 指令）切换到主轴模式的示例
M03 指令→正转指令（SRN）开启且反转指令（SRI） 关闭
M04 指令→反转指令（SRI）开启且正转指令（SRN）关闭

程序示例	模式	说明
M03 S1000 : :	主轴模式	- 以正转 1000(r/min) 旋转。
G00 C90.	C 轴模式	- 从旋转状态直接定位到 90°。 - 定位后，从主轴模式切换到 C 轴模式。
G01 X10. C20. F100 :		- C 轴模式时，可将主轴作为旋转轴进行指令。 - C 轴模式时，也可与其它伺服轴进行插补动作。
M03 S1500 : :	主轴模式	- 以正转指令＋旋转指令（S 指令），从 C 轴模式切换到主轴模式。 - 切换到主轴模式后，以正转 1500(r/min) 旋转。
G00 X20.C270.	C 轴模式	- 从旋转状态直接定位到 270°。与此同时，X 轴以非插补方式定位到 20mm。 - 定位后，从主轴模式切换到 C 轴模式。

(2) 通过从正转指令变为反转指令，切换到主轴模式的示例
M03 指令→正转指令（SRN）开启且反转指令（SRI） 关闭
M04 指令→反转指令（SRI）开启且正转指令（SRN）关闭

程序示例	模式	说明
M03 S1000 : :	主轴模式	- 以正转 1000(r/min) 旋转。
G00 C90.	C 轴模式	- 从旋转状态直接定位到 90°。 - 定位后，从主轴模式切换到 C 轴模式。
G01 X10. C20. F100 :		- C 轴模式时，可将主轴作为旋转轴进行指令。 - C 轴模式时，也可与其它伺服轴进行插补。
M4 : :	主轴模式	- 用反转指令从 C 轴模式切换到主轴模式。 - 切换到主轴模式后，以反转 1000(r/min) 旋转。
G00 X20.C270.	C 轴模式	- 从旋转状态直接定位到 270°。与此同时，X 轴以非插补方式定位到 20mm。 - 定位后，从主轴模式切换到 C 轴模式。

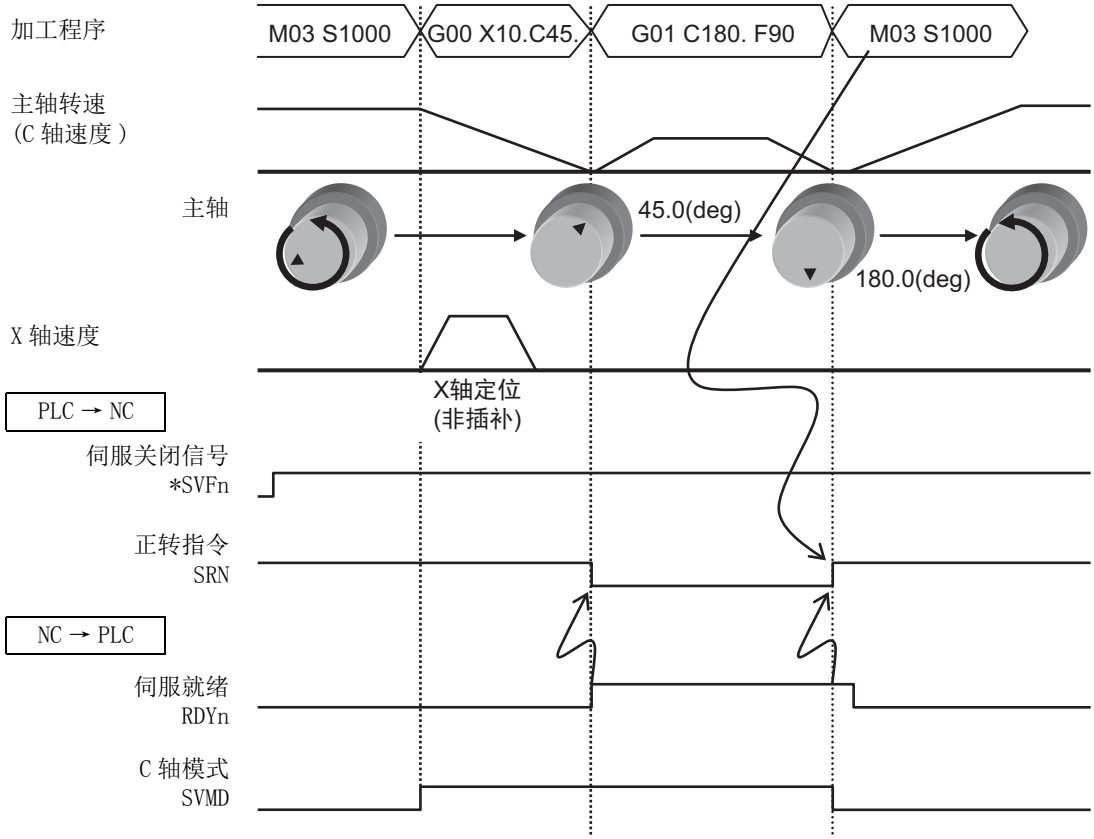
(3) 不从 C 轴模式切换到主轴模式的示例

M03 指令→正转指令 (SRN) 开启且反转指令 (SRI) 关闭

程序示例	模式	说明
M03 S1000 : :	主轴模式	- 以正转 1000(r/min) 旋转。
G00 C90.	C 轴模式	- 从旋转状态直接定位到 90°。 - 定位后，从主轴模式切换到 C 轴模式。
G01 X10. C20. F100 :		- C 轴模式时，可将主轴作为旋转轴进行指令。 - C 轴模式时，也可与其它伺服轴进行插补。
M3 : :	C 轴模式	- 正转→正转指令，无旋转指令 (S 指令)，无正转指令的上升沿 (变化)，因此不切换到主轴模式。需进行旋转指令 (S 指令)，或通过 M3 指令对正转指令进行关闭→开启操作。

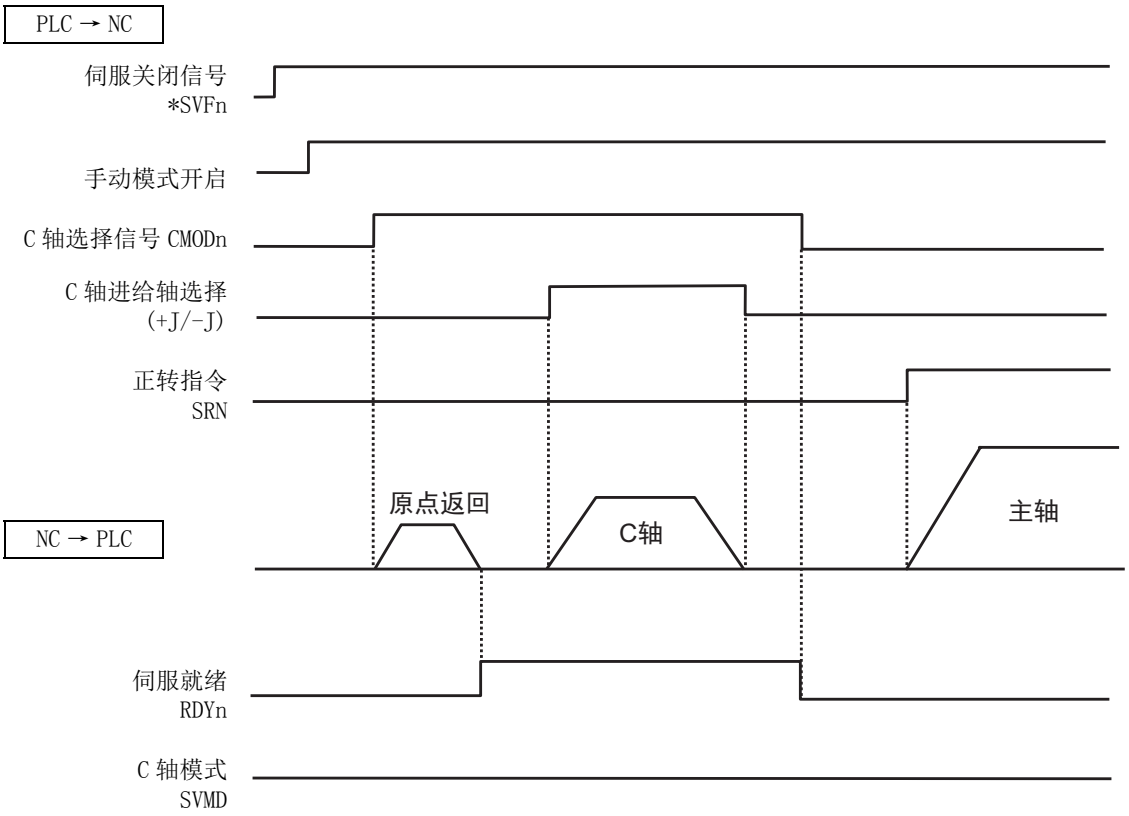
切换时的动作

选择程序指令方式时的切换动作为原点返回型。



选择程序指令方式时的手动运行

在手动运行模式下，将主轴 C 轴作为 C 轴进行移动时，通过 C 轴选择信号（CMOD）关闭→开启，切换到 C 轴模式。另外，通过 C 轴选择信号开启→关闭，切换到主轴模式。切换动作为原点返回型。在 C 轴模式下，选择手动模式（JOG 模式、手轮模式、增量模式、手动任意进给模式、原点返回模式），可使轴移动。



在通过程序指令方式选择 C 轴模式、主轴模式时，更改 C 轴选择信号（CMOD）时的模式如下所示。通过自动运行中的程序指令方式切换 C 轴模式、主轴模式时，在 C 轴选择信号开启状态时不切换。按照 C 轴选择信号（CMOD）的状态。

C 轴选择信号（CMOD）	自动运行中		复位中	
	“G00 C_ 指令”指定的 C 轴模式中	“S 指令”指定的主轴模式中	C 轴模式中	主轴模式中
关闭→开启	C 轴模式	C 轴模式	C 轴模式	C 轴模式
开启→关闭	C 轴模式	主轴模式	主轴模式	主轴模式
备注			复位时是否为 C 轴模式取决于机床厂的规格。 (#3129 cax_spec/BIT2) (#3129 cax_spec/BIT3)	

与其它功能的关系

主轴正转启动（SRN）、主轴反转启动（SRI）

与主轴正转启动（SRN）、主轴反转启动信号（SRI）的状态无关，进行切换到 C 轴模式的动作。另外，C 轴模式中的主轴正转启动、主轴反转启动无效。
[PLC 信号方式] 时，通过在 C 轴模式取消后再次执行主轴正转启动或者主轴反转启动（OFF → ON 操作 ）旋转主轴。
[程序指令方式] 时，通过在 C 轴模式中再次执行主轴正转启动或者主轴反转启动（OFF → ON 操作 ），或执行主轴正转启动或主轴反转启动为 ON 状态的 S 指令旋转主轴。

主轴定向信号（ORC）

C 轴模式中的主轴定向指令（ORC）无效。另外，主轴定向中的主轴位置控制指令（ 主轴 /C 轴控制 ）也无效。

主轴齿轮切换

在 C 轴模式中不能进行齿轮切换。在从 C 轴模式切换到主轴模式后进行齿轮切换。另外，在齿轮切换时，不能切换到 C 轴模式。在齿轮切换结束后切换到 C 轴模式。

线圈切换

C 轴模式中的线圈切换无效。请在切换到 C 轴模式之前执行线圈切换。线圈切换时，如果执行切换到 C 轴模式的指令，将在线圈切换结束后实施 C 轴模式切换。

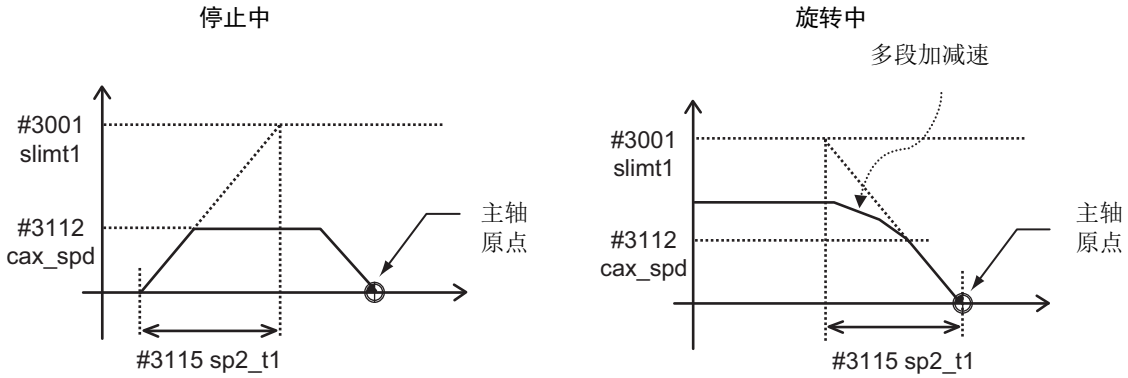
主轴倍率

主轴倍率对 C 轴模式切换时的原点返回动作无效。另外，在 C 轴模式中，主轴倍率也无效。C 轴模式中伺服轴的切削进给倍率、快速进给倍率有效。

主轴型伺服电机控制

主轴位置控制有效，但以下内容存在不同。

(1) 原点返回动作的速度方式
从停止状态开始原点返回时，与通常主轴的动作相同，但从旋转状态开始原点返回时，以多段加减速方式减速到 C 轴原点返回速度，从 C 轴原点返回速度开始，在原点位置以恒定斜率减速停止。多段加减速方式和 C 轴原点返回速度取决于机床厂的规格（“#3054 sptc1”～、“#3061 spdiv1”～及 “#3112 cax_spd”）。



模拟主轴

主轴位置控制无效。

绝对位置检测

C 轴模式时，不能进行绝对值位置检测。

恒表面速度控制

［程序指令方式］时、表面速度指令 S(m/min) 且主轴正转启动 (SRN) 或主轴反转启动信号 (SRI) 开启时，从 C 轴模式切换到主轴模式。

手动任意逆行

程序指令方式时，“进行主轴模式→ C 轴模式切换的程序段（例 G00 C_）”、“进行 C 轴模式→主轴模式切换的程序段（例 M03 S1000）”为禁止逆行的程序段。对于切换了模式的程序段，无法逆行。

注意事项 / 限制事项

(1) 如果在关闭伺服关闭信号 (*SVFn) 的状态下进行移动指令，则发生操作错误 (M01 0005)。请通过复位解除错误，开启伺服关闭信号，然后再次运行。另外，如果进行主轴指令，则主轴不旋转。

(2) 如果在 C 轴移动时关闭伺服关闭信号 (*SVFn)，则发生操作错误 (M01 0005)。请通过复位请解除错误。

(3) 请使用 G00 指令进行从主轴模式到 C 轴模式的切换。如果使用 G00 指令以外的其它指令，则发生程序错误 (P430)。

(4) 主轴位置控制对象轴的指令请使用绝对值地址或绝对值指令 (G90) 进行指令，如果使用增量值地址或增量值指令 (G91) 指令时，则发生程序错误 (P32)。

11 章

刀具功能（T 指令）

11.1 刀具功能（T8 位 BCD）

功能及目的

刀具功能也叫 T 功能，是指定刀具编号。本控制装置由地址 T 后的 8 位数字（0 ～ 99999999）指定，单程序段中可最多有 4 组指令。但是，同一程序段中可以指令的个数取决于机床制造商规格（参数 “#12009 Tfig”）。输出信号为 8 位的 BCD 信号和启动信号。
在与移动指令相同的程序段中指定 T 功能时，指令的执行顺序，可能有以下 2 种状况。适用哪种取决于机床规格。

(1) 移动完成后执行 T 功能。

(2) 同时执行移动指令与 T 功能。

需通过 PLC 处理并结束所有 T 指令。

12章

刀具补偿功能

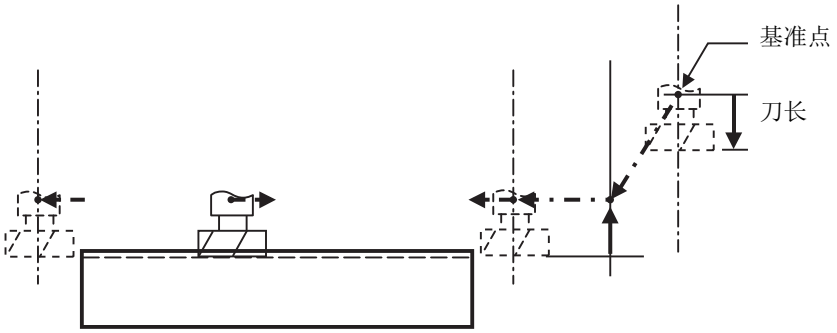
12.1 刀具补偿

12.1.1 刀具补偿

功能及目的

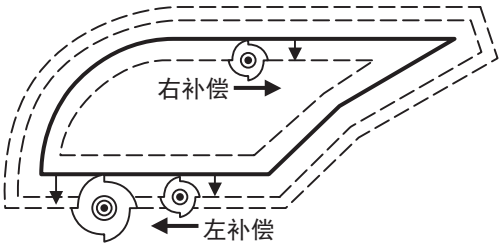
基本刀补功能如下图所示，分为刀长补偿与刀径补偿。通过刀补编号指定各补偿量。且通过设定显示装置或程序输入各补偿量。

刀长补偿



（侧面图）

刀径补偿



（平面图）

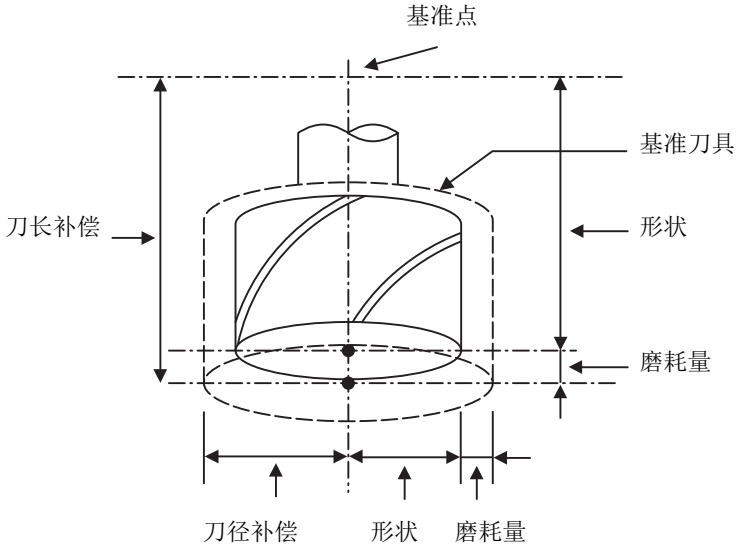
刀具补偿内存

执行刀具补偿量设定 / 选择的刀具补偿内存分为Ⅰ，Ⅱ。（由机床制造商规格决定。）

通过设定显示装置预先设定补偿量。

参数“#1037 cmdtyp”为“1”时为类型Ⅰ、“2”时为类型Ⅱ。

刀具补偿内存种类	长度补偿、径补偿的区别	形状补偿、磨耗补偿的区别
类型Ⅰ	无	无
类型Ⅱ	有	有



类型 I

如下表所示，1 个补偿编号对应 1 个补偿量。因此，刀长补偿量、刀径补偿量、形状补偿量及磨耗补偿量没有区别，可全部通用。

(D1) = a1 ,　(H1) = a1
(D2) = a2 ,　(H2) = a2
　　:　　:
(Dn) = an ,　(Hn) = an

补偿编号	补偿量
1	a1
2	a2
3	a3
:	:
:	:
n	an

类型 II

如下表所示，可独立设定 1 个补偿编号对应的刀长的形状补偿量、磨耗补偿量，刀径的形状补偿量、磨耗补偿量。

通过 H 选择刀长的补偿量，通过 D 选择刀径的补偿量。

(H1) = b1 + c1 ,　(D1) = d1 + e1
(H2) = b2 + c2 ,　(D2) = d2 + e2
　　:　　:
(Hn) = bn + cn ,　(Dn) = dn + en

补偿编号	刀长 (H)		刀径 (D)/（位置补偿）	
	形状补偿量	磨耗补偿量	形状补偿量	磨耗补偿量
1	b1	c1	d1	e1
2	b2	c2	d2	e2
3	b3	c3	d3	e3
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
n	bn	cn	dn	en

⚠ 注意

⚠ 在自动运行中（包括单程序段停止中）更改刀补量时，更改后的值将从下一个程序段或多个程序段后的指令开始生效。

刀补编号 (H/D)

指定刀补编号的地址。

(1) H 用于刀长补偿，D 用于刀具位置补偿及刀径补偿。

(2) 一旦指定，则刀补编号在指定新的 H 或是 D 前不发生变化。

(3) 在 1 个程序段仅发出 1 次补偿编号指令。（指定 2 次以上时，最后的指定生效。）

(4) 可使用的补偿组数因机种而异。

40 组时　通过 H01 ～ H40(D01 ～ D40) 的编号指定。

(5) 设定值大于该数值时，发生程序错误 (P170)。

(6) 设定值范围与各编号如下表所示。
通过在显示器预先设定对应各补偿编号的补偿量。

设定	形状补偿量		磨耗补偿量	
	公制系统	英制系统	公制系统	英制系统
#1003 = B	± 999.999 (mm)	± 99.9999 (inch)	± 999.999 (mm)	± 99.9999 (inch)
#1003 = C	± 999.9999 (mm)	± 99.99999 (inch)	± 999.9999 (mm)	± 99.99999 (inch)
#1003 = D	± 999.99999 (mm)	± 99.999999 (inch)	± 999.99999 (mm)	± 99.999999 (inch)
#1003 = E	± 999.999999 (mm)	± 99.9999999 (inch)	± 999.999999 (mm)	± 99.9999999 (inch)

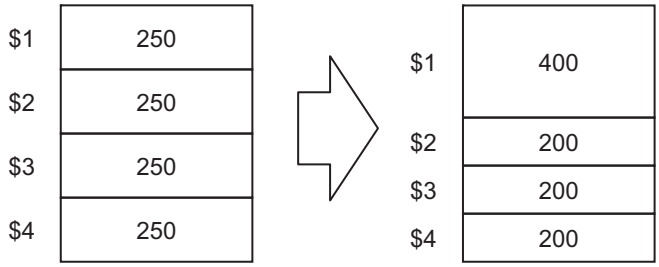
12.1.2 刀具补偿组数的系统分配

功能及目的

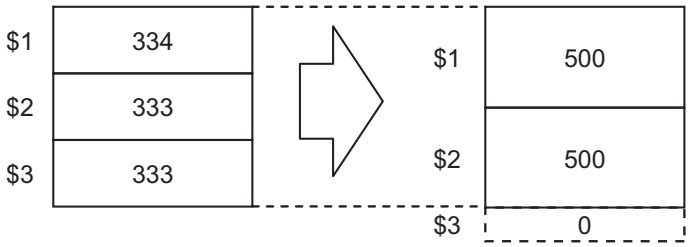
可以设定每个系统的补偿组数。
本功能有下述方式，使用哪个取决于机床制造商的规格（参数 “#1438 Ofs-SysAssign”“#12054 Tol-Ofsnum”）。
　任意分配 ： 任意分配给各系统。
　固定分配 ： 自动均等任意分配给各系统。
任意分配时，由于可以将补偿组数较少也可的系统的补偿组数分配到其它系统，因此可以高效分配补偿组数。另外，也可以将在辅助轴系统中不需要补偿组数的系统的补偿组数设为 “0”。
本功能在不同刀具补偿内存系统的规格有效时可以使用，但是此参数由机床制造商的规格而定（参数 “#1051 MemTol”）以后，以系统内的补偿组数为 999 组的情况为例进行说明。“系统内补偿组数”是指所有系统的补偿组数总计。

(1) 任意分配 (#1438=1 时)
　各系统的组数由机床制造商规格而定（参数 “#12054 Tol-ofsnum”）。
　下例表示车削系统中使用 4 系统时的组数。

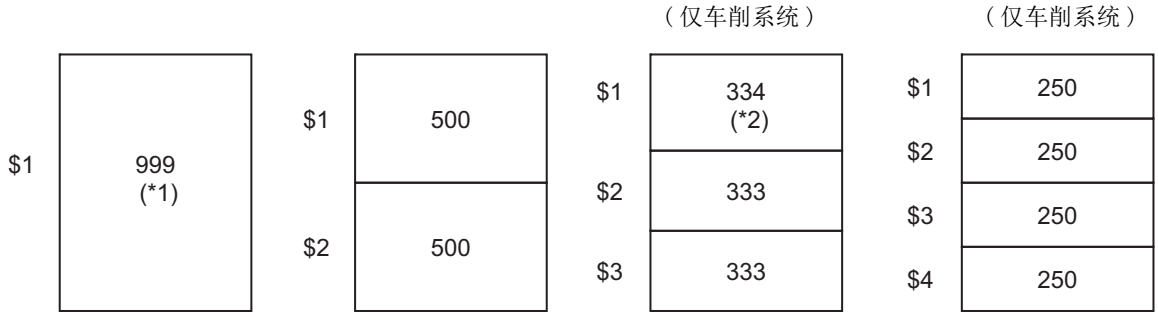
(a) 在 4 系统系统中，希望增加第 1 系统的补偿组数时



(b) 在 3 系统系统中，由于将第 3 系统作为辅助轴系统使用，因此希望将补偿组数设为 “0 组”时



(2) 固定分配 (#1438=0 时)



(*1) 各系统最大的补偿组数为 999 组。

(*2) 发生端数时，将端数的组数分配到第 1 系统。

注意事项

(1) 在单系统系统中，最大补偿组数为 999。

(2) 在单系统系统中不通过设定参数，就可以使用系统内补偿组数。

(3) 即使在任意分配的规格有效时，在参数 “#12054 Tol-Ofsnum”（任意分配数）的总计不足系统内补偿组数时，剩余组数也不会被分配给任何系统。

(4) 刀具补偿内存系统共通（“#1051 MemTol”=1 时）中，不通过设定参数就可以在所有系统中通用系统内补偿组数。参数 #1051 是根据机床制造商规格而定，因此请确认使用的机床规格。

(5) 参数 “#12054 Tol-Ofsnum”=0 时，即使任意分配的规格有效，也是固定分配。

(6) 输入补偿数据时，输入的补偿数据数超过当前的补偿组数时，无法输入超出的补偿数据。

12.2 刀长补偿 / 取消 ； G43,G44/G49

功能及目的

通过此指令，可以对各轴进行补偿，仅补偿到预先设定移动指令的终点位置。使用本功能编程时，通过将预想的刀长值与实际刀长的偏差作为补偿量，可以使程序具有通用性。

指令格式

```
G43 Zz Hh ; ... 刀长补偿 + 开始
```

```
G44 Zz Hh ; ... 刀长补偿 - 开始
```

```
G49 Zz  ; ... 刀长补偿取消
```

详细说明

刀长补偿的移动量

执行 G43 或 G44 的刀长补偿开始指令及 G49 的刀长补偿取消指令时，根据下一个计算式计算移动量。

	Z 轴移动量	
G43 Zz Hh1	; z +(lh1)	在 + 方向仅补偿刀具补偿量
G44 Zz Hh1	; z -(lh1)	在 - 方向仅补偿刀具补偿量
G49 Zz	; z -(+)(lh1)	补偿量取消

lh1; 补偿编号 h1 的补偿量

如上述算式，不管是绝对值指令还是增量值指令，都要对已编程的移动指令的终点坐标值进行指定补偿量的补偿，补偿后的坐标值为实际的终点。

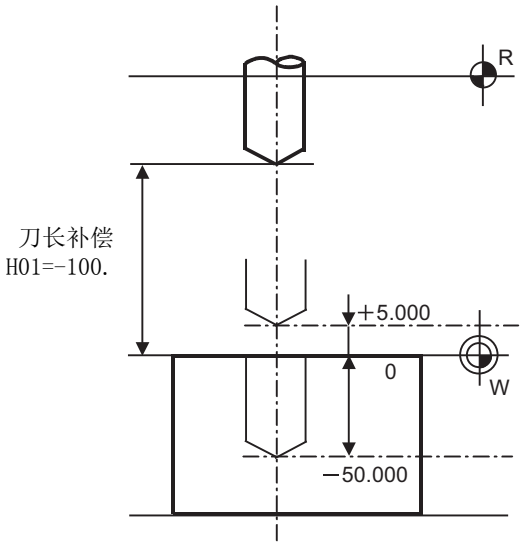
通电及执行 M02 后，变为 G49（刀长补偿取消）模式。

（例 1）绝对值指令时　H01=-100000

```
N1 G28 Z0 T01 M06 ;
N2 G90 G92 Z0 ;
N3 G43 Z5000 H01 ;
N4 G01 Z-50000 F500 ;
```

（例 2）增量值指令时　H01=-100000

```
N1 G28 Z0 T01 M06 ;
N2 G91 G92 Z0 ;
N3 G43 Z5000 H01 ;
N4 G01 Z-55000 F500 ;
```

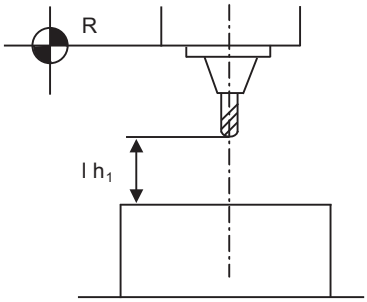


补偿编号

(1) 补偿量因刀具类型而异。

类型 I

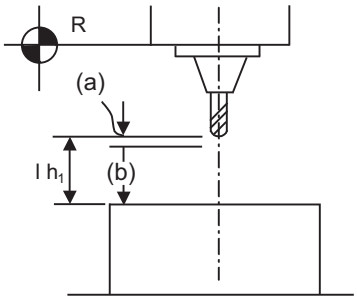
进行 G43　Hh1;
指令时，用补偿编号 h1 指令的补偿量 lh1，与刀长补偿量、刀径补偿量、形状补偿量及磨耗补偿量无区别，全部为共通的补偿量。



类型 II

进行 G43　Hh1;
指令时，用补偿编号 h1 指令的补偿量 lh1，

lh1: 形状补偿量 (b) + 摩损补偿量 (a)。



(2) 补偿编号的有效范围由规格（补偿组数）而定。

(3) 指令的补偿编号超出规格的范围时，发生程序错误 (P170)。

(4) 如果指定 H0，则刀长取消。

(5) 在与 G43 或 G44 相同的程序段中指定的补偿编号作为以后的模态有效。

（例 3）

```
G43 Zz1 Hh1 ;   ................ 用 h1 进行刀长补偿。
  :
G45 Xx1 Yy1 Hh6 ;
  :
G49 Zz2 ;   ..................... 刀长补偿取消。
  :
G43 Zz2 ;   ..................... 再次用 h1 进行刀长补偿。
  :
```

(6) 在 G43 模态中，再次进行 G43 指令时进行补偿，补偿量为补偿编号的数据差量。

（例 4）

```
G43 Zz1 Hh1 ;   ................ z1+(lh1)      的移动。
  :
G43 Zz2 Hh2 ;   ................ z2+(lh2-lh1) 的移动。
  :
```

G44 模态中，G44 也一样。

刀长补偿的有效轴

(1) 参数 “#1080 Dril_Z”为 “1”时，刀长补偿总是对 Z 轴起作用。

(2) 参数 “#1080 Dril_Z”为 “0”时，刀长补偿的有效轴是由与 G43 相同的程序段指定的轴地址决定。优先顺序如下所示。

Zp > Yp > Xp

（例 5）

```
G43 Xx1 Hh1  ;   ........... 对 X 轴 + 补偿
  :
G49 Xx2 ;
  :
G44 Yy1  Hh2  ;   .......... 对 Y 轴 - 补偿
  :
G49 Yy2 ;
  :
G43 αα1 Hh3  ;   ........ 对付加轴 + 补偿
  :
G49 αα1 ;
  :
G43 Xx3  Yy3  Zz3 ;   ...... 对 Z 轴进行补偿。
  :
G49 ;
```

附加轴的操作是由参数 “#1029 ～ 1031 aux_I,J,K”的设定决定。

希望在旋转轴中进行刀长补偿时，请对任意平行轴设定旋转轴的轴名称。

(3) 在与 G43 相同的程序段中没有指定 H（补偿编号）时，在 Z 轴变为有效。

（例 6）

```
G43 Hh1 ;  ................. 对 Z 轴进行补偿和取消
  :
G49 ;
```

进行刀长补偿模态中的其它指令时的动作

(1) 如果通过 G28 及手动进行参考点返回动作，则完成参考点返回时刀长补偿取消。

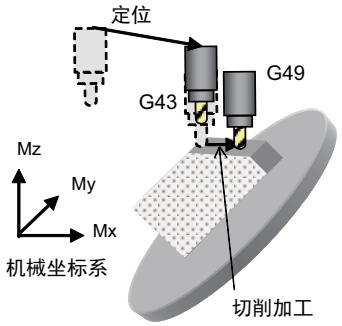
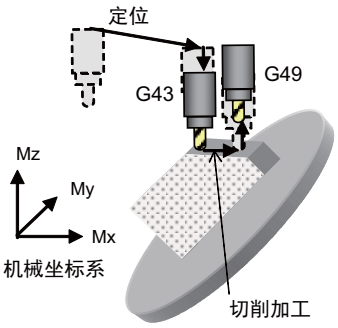
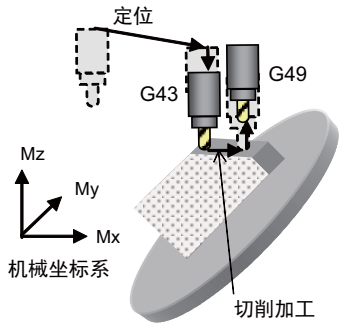
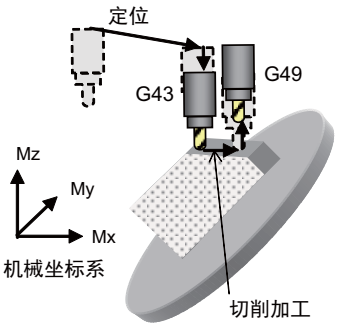
（例 7）

```
G43 Zz1 Hh1 ;
  :
G28 Zz2 ;   ................  到达参考点时变为取消状态。（与 G49 相同）
  :
G43 Zz2  Hh2 ;
  :
G49 G28  Zz2 ;  ............  中间点是由包含刀长补偿的位置进行定位。
                              到达参考点时变为取消状态。
```

(2) 向 G53 机床坐标系进行移动指令时，在取消刀具补偿量的状态下移动到机床位置。返回到 G54-G59 工件坐标系时，再次返回到移动的坐标，移动量为刀具补偿量。

刀长补偿指令移动切换

进行刀长补偿单独指令（G43 / G44），刀长补偿单独取消（G49）时，根据机床制造商的规格，有时进行补偿量的移动（参数“#1247/bit0”（刀长补偿移动切换））。

	不移动（#1247/bit0 = 1）		移动（#1247/bit0 = 0）	
刀长补偿单独指令	: G54 A0. C0. G68.2 G53.1 G00XxYyZz G43H1 : G49		: G54 A0. C0. G68.2 G53.1 G00XxYyZz G43H1 : G49	
	※ 如果进行刀长补偿单独指令，则不进行轴移动，补偿量反映到编程位置坐标系。		※ 如果进行刀长补偿单独指令，则进行刀长补偿量的轴移动。	
有刀长补偿移动的指令	: G54 A0. C0. G68.2 G53.1 G00XxYyZz G43H1Z0 : G49Z10.		: G54 A0. C0. G68.2 G53.1 G00XxYyZz G43H1Z0 : G49Z10.	
	※ 如果进行有刀长补偿移动的指令，则进行刀长补偿量的轴移动。		※ 如果进行有刀长补偿移动的指令，则进行刀长补偿量的轴移动。	

12.3 刀具轴方向刀长补偿 ； G43.1/G49

功能及目的

(1) 刀具轴方向刀长补偿及补偿量的变更

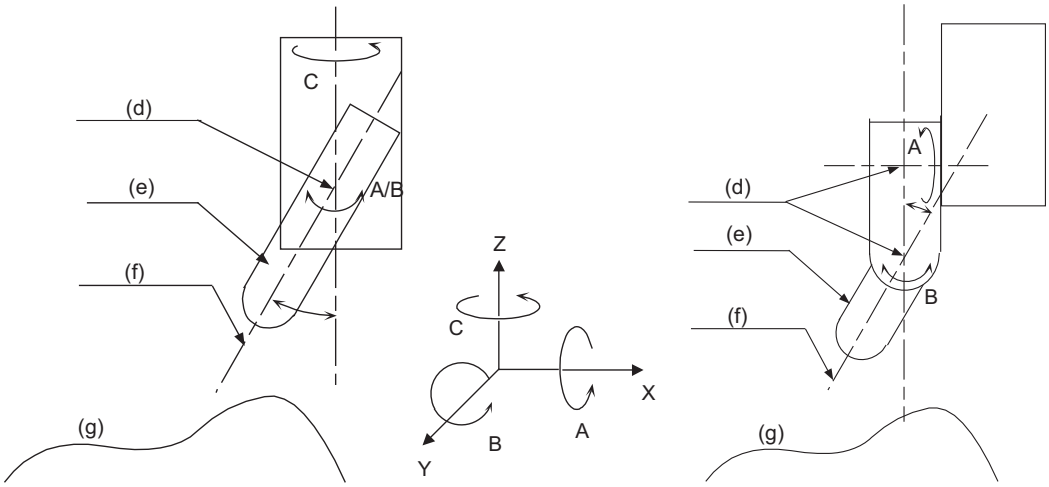
旋转旋转轴使刀具轴方向不是 Z 轴方向，也可在刀具轴方向执行刀具补偿。使用本功能编程时，将设定的刀长值与实际刀长的偏差设为补偿量，从而使程序具有通用性。特别对旋转轴的移动指令较多的程序有效。

在刀具轴方向刀长补偿模式中且刀具轴方向刀长补偿量变更模式时，通过旋转手动脉冲发生器变更刀具轴方向刀长补偿量。

(2) 机床构成

通过刀具轴方向刀长补偿功能对刀尖轴（旋转轴）方向执行补偿。

决定补偿方向的轴为 Z 轴旋转的 C 轴（主轴）与 X 轴旋转的 A 轴或 Y 轴旋转的 B 轴的组合，可通过参数指定。



A/B 轴　　B/C 轴　　A/B 轴

(d) 旋转中心　　(e) 刀具

(f) 轴方向（补偿方向）　　(g) 工件

指令格式

```
G43.1  X__ Y__ Z__ H__ ; ... 刀具轴方向刀长补偿 ON
```

```
G49 Zz  ; ... 刀长补偿取消
```

X, Y, Z	移动数据
H	刀长补偿编号 [补偿编号超出规格范围时，发生程序错误 (P170)。]

详细说明

(1) G43,G44 与 G43.1 为同组 G 代码。因此，无法同时执行这些补偿。且取消 G43,G44,G43.1 时，全部使用 G49。

(2) 没有刀具轴方向刀长补偿的规格时，指定 G43.1，则发生程序错误 (P930)。

(3) 在 G43.1 程序段中，如果 X 轴、Y 轴、Z 轴、A/B 轴、C 轴任意 1 轴未完成参考点返回，则发生程序错误 (P430)。但在以下情况时，可以从错误对象中被排除。

- 选择机械轴时
A 轴、B 轴、C 轴从错误对象中被排除。

- 将回零参数 “#2031 noref” 设为 “1” 时
将 noref 设为 “1” 的轴视为参考点返回完成的轴，从错误对象中被排除。

刀具轴方向刀长补偿量的变更

(1) 满足以下条件时，通过旋转手动脉冲发生器，将手轮移动量累加到刀具轴方向的刀长补偿量。

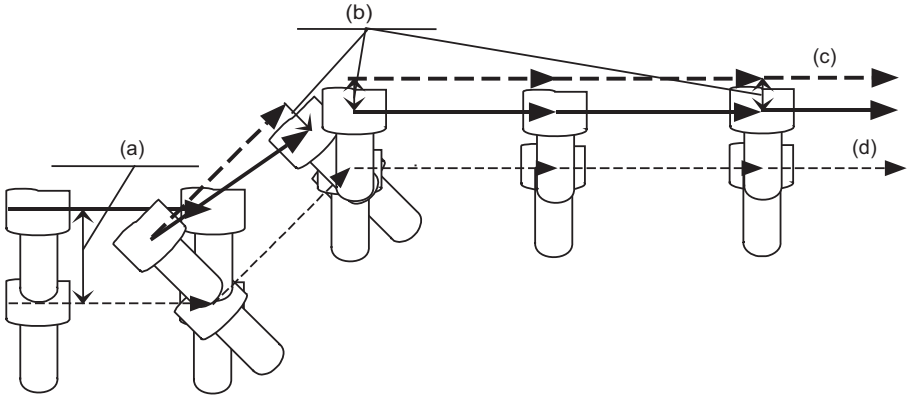
- 运行模式为 MDI、自动、纸带中的任意 1 个，状态为单程序段停止中、进给保持中或者切削进给移动中。但在错误中或警告中，无法变更补偿量。
- 为刀具轴方向刀长补偿中 (G43.1)。
- 为刀具轴方向刀长补偿量变更模式 (YC92/1)。
- 为刀具手轮进给 & 插入模式 (YC5E/1)。
- 手轮选择轴选择第 3 轴（刀具轴）。

(2) 如果变更补偿编号，则变更量被取消。

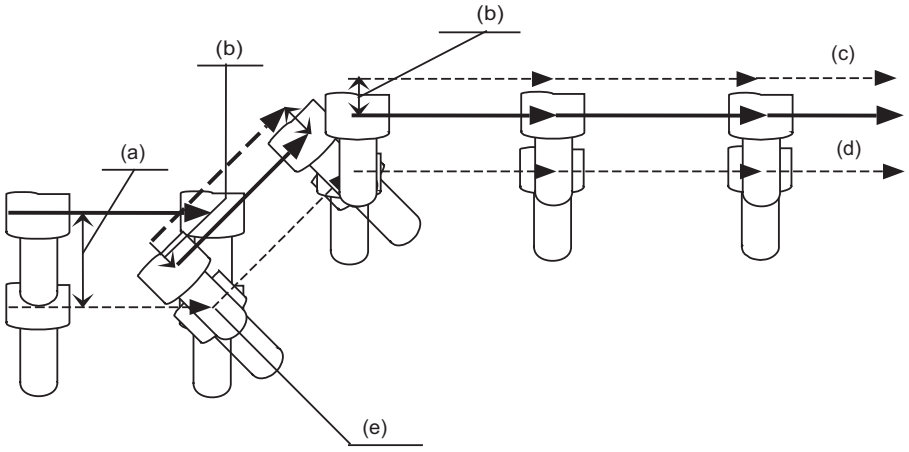
（注 1）刀具轴方向刀长补偿量变更模式中的坐标值与手动 ABS 开关 (YC28)、基本轴规格参数 “#1061 intabs” 无关，与手动 ABS 打开做相同动作。

（注 2）在连续运行中、单程序段停止中、进给保持中时，如果变更补偿量，则补偿量从下一程序段开始发生变化。

（例）在连续运行中，变更补偿量时



（例）在单程序段停止中，变更补偿量时



(a) 变更前补偿量
(b) 变更补偿量
(c) 补偿后轨迹
(d) 程序轨迹
(e) 单程序段停止

（注 3）如果变更补偿量，则对应实际补偿编号的补偿量将发生变化。但如果执行 NC 复位或刀具轴方向刀长补偿取消 (G49)，则返回至原补偿量。

刀具轴方向刀长补偿矢量

进行刀具轴方向刀长补偿的矢量如下所示。

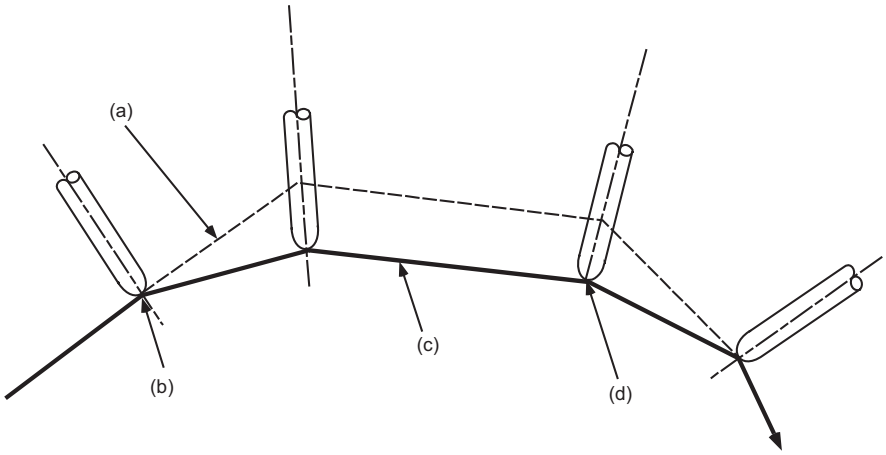
(1) 旋转轴的设定为 A,C 轴时

Vx = L * sin(A) * sin(C)
Vy = -L * sin(A) * cos(C)
Vz = L * cos(A)

(2) 旋转轴的设定为 B,C 轴时

Vx = L * sin(B) * cos(C)
Vy = L * sin(B) * sin(C)
Vz = L * cos(B)

Vx,Vy,Vz : x,y,z 轴的刀具轴方向刀长补偿矢量
L : 刀长补偿量 (lh)
A,B,C : A,B,C 轴的旋转角度（机床坐标位置）



(a) 刀具轴方向刀长补偿后的路径
(b) G43.1 指令
(c) 程序路径
(d) G49 指令

(3) 旋转轴角度指令

旋转轴（刀尖轴）的角度因旋转轴种类的不同使用的值也不同。

使用伺服轴时 :
A、B 轴、C 轴的旋转角度使用机床坐标位置。

使用机械轴时 :
A、B 轴、C 轴的旋转角度不使用各轴的机床坐标位置，而是使用从 R 寄存器 (R2628 ～ R2631) 读取的值。

补偿量的复位

以下情况时，刀具轴方向刀长补偿量被清除。

(1) 完成手动参考点返回时。

(2) 执行复位 1、复位 2、复位 & 回退时。

(3) 指定 G49 时。

(4) 执行补偿编号为 0 的指令时。

(5) 基本系统参数 “#1151 rstint” 为 “1”，执行 NC 复位时。

(6) 如果在补偿中执行 G53 指令，则临时取消补偿，移动至通过 G53 指定的机床位置。

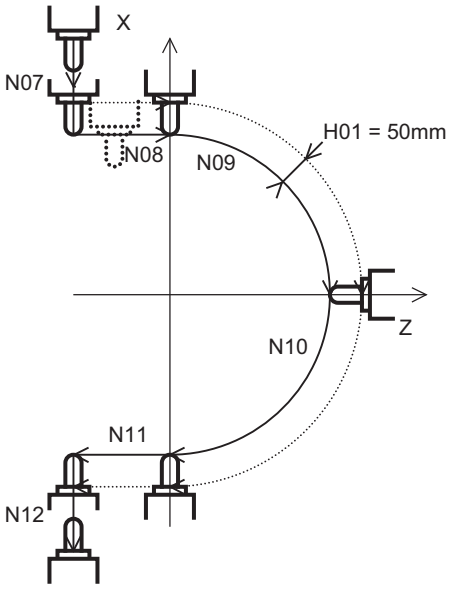
程序示例

圆弧加工示例

表示在 ZX 平面，旋转轴 B,C 轴按照直线→圆弧→圆弧→直线的程序示例。

加工程序

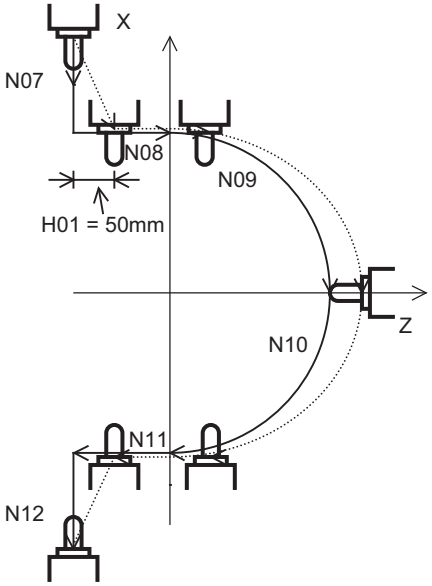
```
N01 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;              补偿量 H01 = 50.mm
N02 G28 B0 C0 ;
N03 G90 G54 G00 X400. Y0 ;
N04 Z-150. ;
N05 B90. ;                          B 轴 90°
N06 G18 ;
N07 G43.1 X250. H01 ;               刀具轴方向刀长补偿 ON
N08 G01 Z0 F200 ;
N09 G02 X0 Z250. I-250. K0 B0 ;      右上圆弧 B 轴 0°
N10 G02 X-250. Z0 I0 K-250. B-90. ;  右下圆弧 B 轴 -90°
N11 G01 Z-150. ;
N12 G00 G49 X-400. ;                刀具轴方向刀长补偿 OFF
N13 G91 G28 B0 C0 ;
N14 G28 X0 Y0 Z0 ;
N15 M02 ;
```



不补偿时的刀具

程序轨迹

补偿后的轨迹



与其它功能的关系

与三维坐标变换的关系

(1) 在刀具轴方向刀长补偿中执行三维坐标变换时，发生程序错误 (P931)。

(2) 在三维坐标变换中执行刀具轴方向刀长补偿时，发生程序错误 (P921)。

(3) 在与三维坐标变换相同的程序段中，指定与刀具轴方向刀长补偿时，发生程序错误 (P923)。

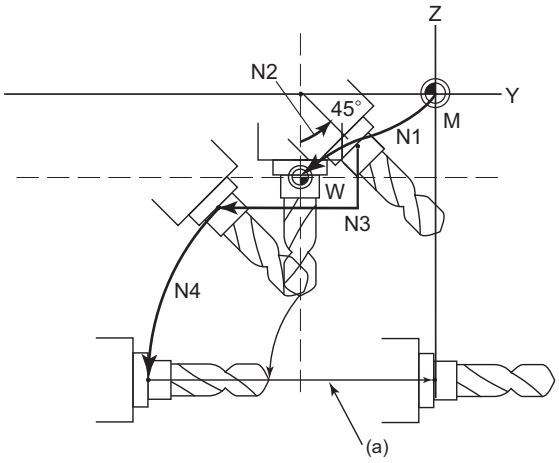
与自动参考点返回的关系

(1) 在刀具轴方向刀长补偿中，执行 G27 ～ G30 指令时，发生程序错误 (P931)。

与手动参考点返回的关系

(1) 直角轴的参考点返回
取消挡块式参考点返回、高速参考点返回的刀具轴方向刀长补偿。

<Y 轴手动参考点返回 >

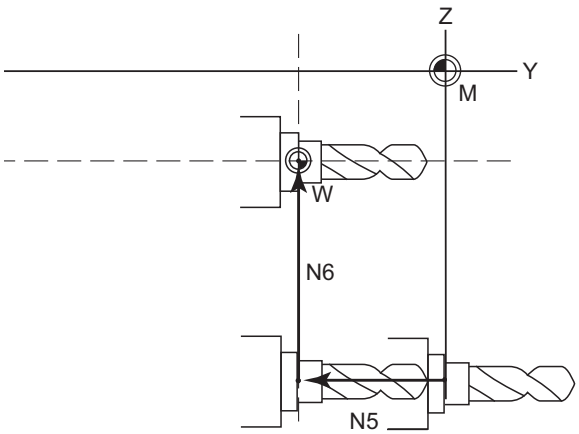


N1 G90 G00 G54 X0 Y0 Z0 ;
向工件原点定位
N2 G00 A45. ;
使旋转轴旋转 45°
N3 G43.1 H1 ;
刀具轴方向刀长补偿 ON
N4 G19 G03 Y-5.858 Z-14.142 J14.142 K-14.142 A90. ;
圆弧切削

手动挡块式参考点返回 (a)

N5 G00 Y0. ;
N6 Z0. ;
:
:

<Y 轴手动参考点返回后的动作 >

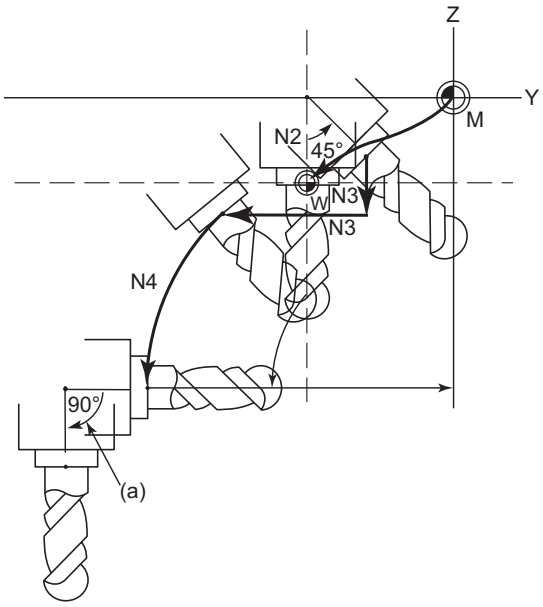


N5 G00 Y0. ;
→定位在刀具轴方向刀长补偿被取消的位置
N6 Z0. ;
→定位在刀具轴方向刀长补偿被取消的位置
:
:

(2) 旋转轴的参考点返回

取消挡块式参考点返回、高速参考点返回的刀具轴方向的刀长补偿。

<A 轴手动参考点返回 >



N1 G90 G00 G54 X0 Y0 Z0 ;

向工件原点定位

N2 G00 A45. ;

使旋转轴旋转 45°

N3 G43.1 H1 ;

刀具轴方向刀长补偿 ON

N4 G19 G03 Y-5.858 Z-14.142 J14.142 K-14.142 A90. ;

圆弧切削

手动挡块式参考点返回 (a)

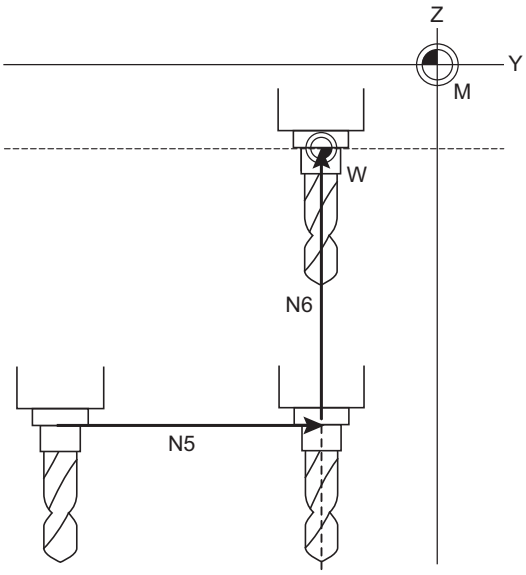
N5 G00 Y0. ;

N6 Z0. ;

:

:

<A 轴手动参考点返回后的动作 >



N5 G00 Y0. ;

定位在刀具轴方向刀长补偿被取消的位置

N6 Z0. ;

定位在刀具轴方向刀长补偿被取消的位置

:

:

与图形检查的关系

(1) 图形检查描绘补偿后的轨迹。

12.4 刀径补偿 ； G38,G39/G40/G41,G42

功能及目的

在补偿刀具半径的功能中，可以通过 G 指令（G38 ～ G42）及 D 指令向任意矢量方向进行补偿，补偿量为选择的刀具半径量。

指令格式

```
G40 X__Y__; ... 刀径补偿取消
```

```
G41 X__Y__ D__; ... 刀径补偿（左）
```

```
G42 X__Y__ D__; ... 刀径补偿（右）
```

```
G38 I__J__; ... 补偿矢量的变更／保存（仅在径补偿模式中可以指令）
```

```
G39 X__Y__; ... 转角切换（仅在径补偿模式中可以指令）
```

详细说明

补偿组数因机种而异。（组数为刀长补偿、刀具位置补偿、刀径补偿的总组数）
在刀径补偿中忽略 H 指令，只有 D 指令有效。
另外，刀径补偿是在平面选择 G 代码或轴地址 2 轴指定的平面内进行。对除了指定的平面中包含的轴及与指定平面平行的轴以外的轴不进行补偿。关于通过 G 代码进行平面选择，请参照平面选择的项目。

12.4.1 刀径补偿的动作

详细说明

刀径补偿取消状态

在以下任何条件下刀径补偿均为补偿取消模式。

(1) 通电后

(2) 按下了设定显示装置的复位按钮后

(3) 执行带复位功能的 M02,M30 后

(4) 执行补偿取消指令 (G40) 后

在补偿取消模式中补偿矢量为 0，刀具中心路径与程序路径一致。
请务必在补偿取消状态下终止包含刀径补偿的程序。

刀径补偿的开始（启动）

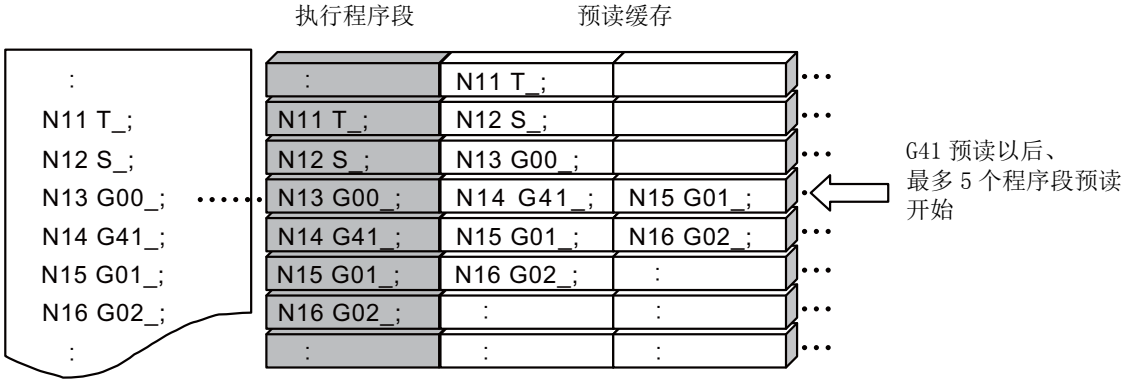
在补偿取消状态下满足以下全部条件时，开始刀径补偿。

(1) 指定 G41 或 G42 后的移动指令。

(2) 刀径补偿的补偿编号为 0 ＜ D ≦最大补偿编号。

(3) 为定位 (G00) 或直线插补 (G01) 的移动指令。

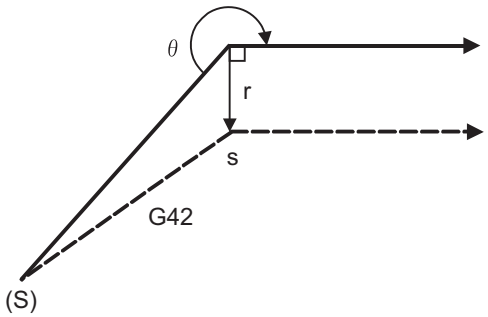
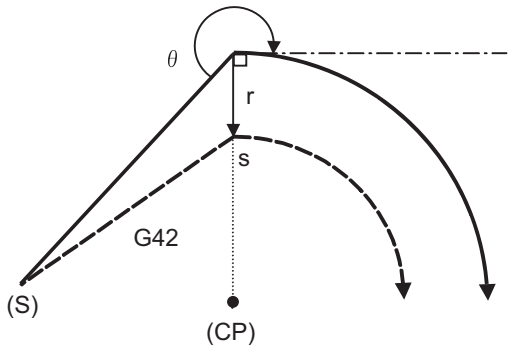
开始补偿时，无论连续运行还是单程序段运行，移动指令一定为 3 个程序段，否则连续读取到最多 5 个程序段后再执行。
另外，补偿模式中也同样预读最多 5 个程序段，再进行补偿运算。
[控制状态图]



在补偿开始动作中有类型 A 和类型 B 两种。
选择哪种类型取决于参数 “#8157 半径补偿类型 B”的设定。
且此类型和补偿取消动作类型可共用。

刀径补偿的开始动作

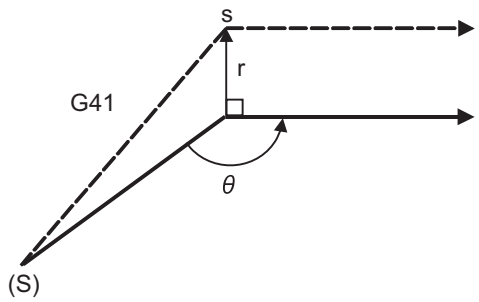
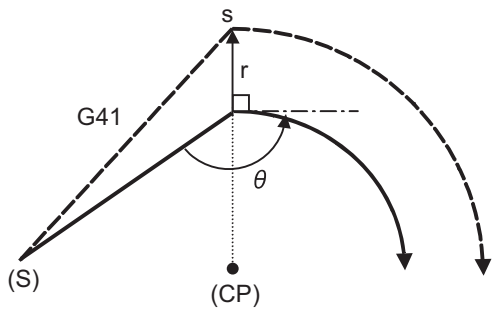
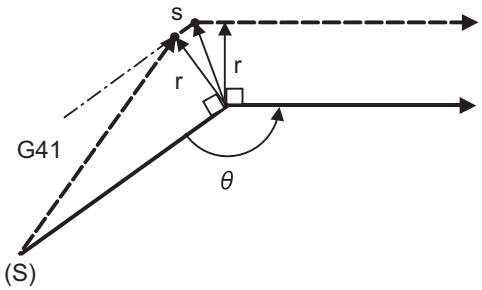
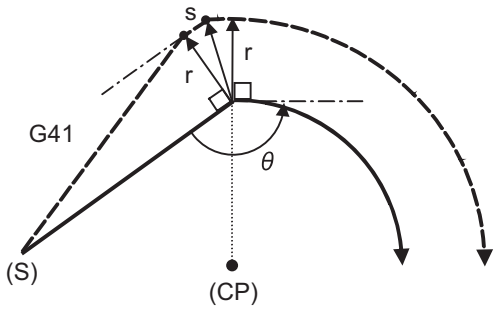
(1) 转角内侧时

直线→直线	直线→圆弧
	

(S) 起点
r ： 补偿量
—— 程序路径

(CP) 圆弧中心
s ： 单程序段停止点
---- 刀具中心路径

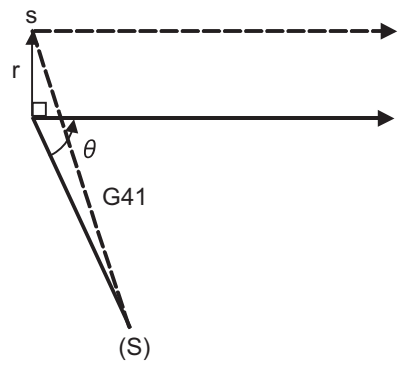
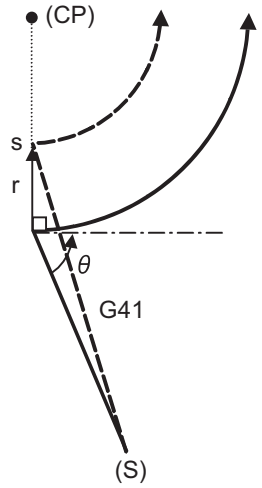
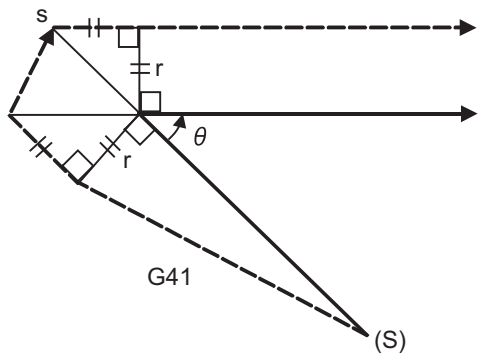
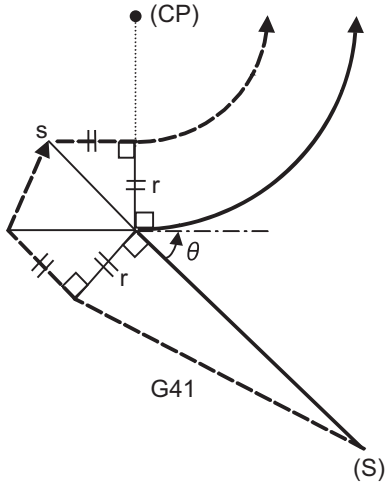
(2) 转角外侧（钝角）时［90 °≦ θ ＜ 180 °］

直线→直线（类型 A）	直线→圆弧（类型 A）
	
直线→直线（类型 B）	直线→圆弧（类型 B）
	

(S) 起点
r ： 补偿量
—— 程序路径

(CP) 圆弧中心
s ： 单程序段停止点
---- 刀具中心路径

(3) 转角外侧（锐角）时［θ ＜ 90 °］

直线→直线（类型 A）	直线→圆弧（类型 A）
	
直线→直线（类型 B）	直线→圆弧（类型 B）
	

(S) 起点　　(CP) 圆弧中心

r ： 补偿量　　s ： 单程序段停止点

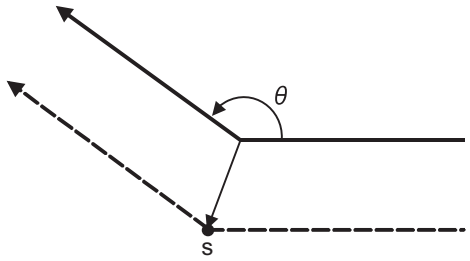
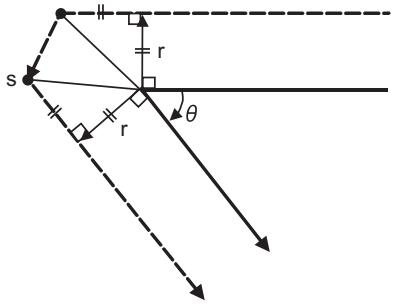
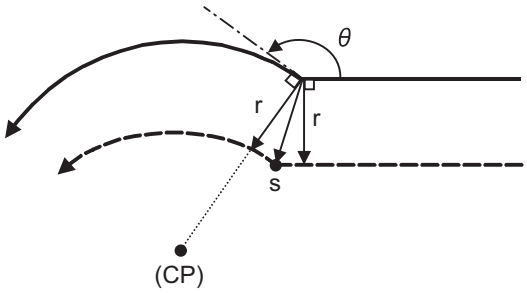
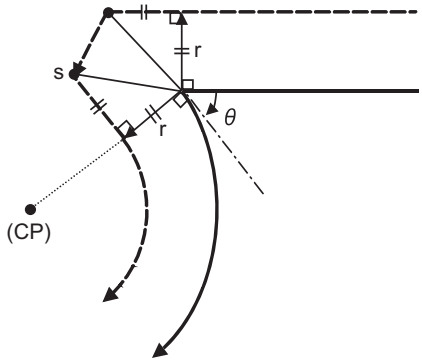
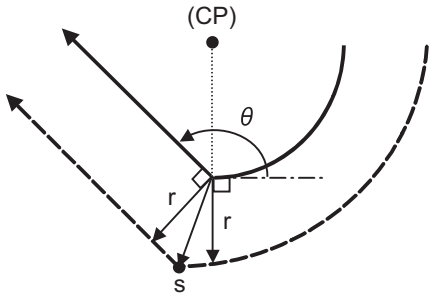
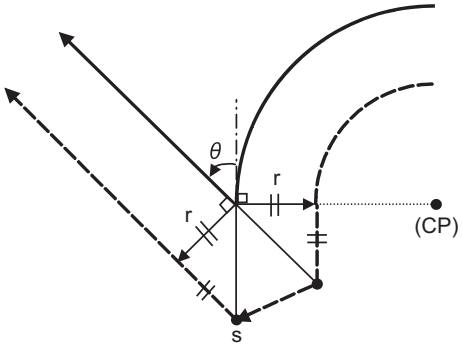
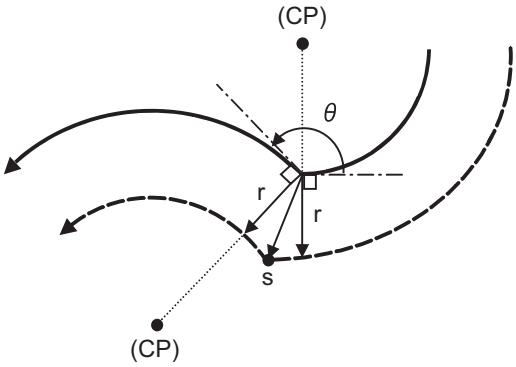
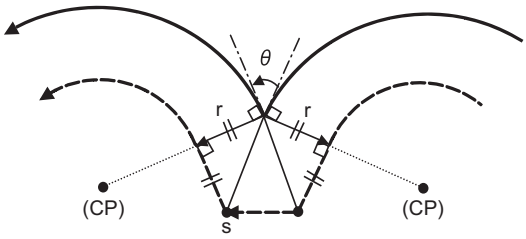
——— 程序路径　　- - - - 刀具中心路径

（注 1）在与 G41 或 G42 相同的程序段中无轴移动指令时，在与下一程序段方向垂直的方向进行补偿动作。

补偿模式中的动作

由直线 / 圆弧求得刀具中心路径，对程序路径 (G00,G01,G02,G03) 进行补偿。
在补偿模式中即使指定相同的补偿指令 (G41/42) 也忽略。
在补偿模式中，连续指定 4 个以上不伴随移动的程序段时，会发生切入过量和切入不足。
另外在刀尖 R 补偿中指定 M00 时，变为预读禁止。

(1) 旋转转角外侧时

直线→直线（90° ≦ θ ＜ 180°）	直线→直线（0° ＜ θ ＜ 90°）
	
直线→圆弧（90° ≦ θ ＜ 180°）	直线→圆弧（0° ＜ θ ＜ 90°）
	
圆弧→直线（90° ≦ θ ＜ 180°）	圆弧→直线（0° ＜ θ ＜ 90°）
	
圆弧→圆弧（90° ≦ θ ＜ 180°）	圆弧→圆弧（0° ＜ θ ＜ 90°）
	

(CP) 圆弧中心

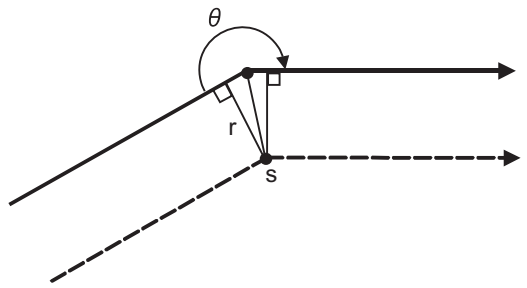
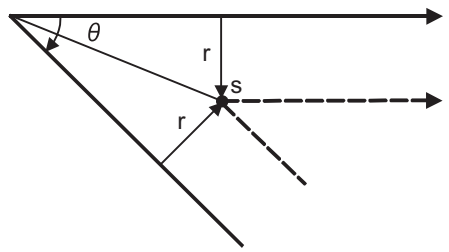
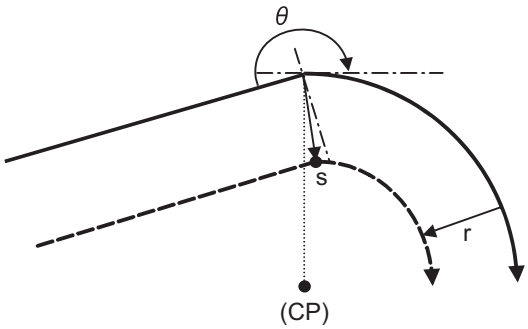
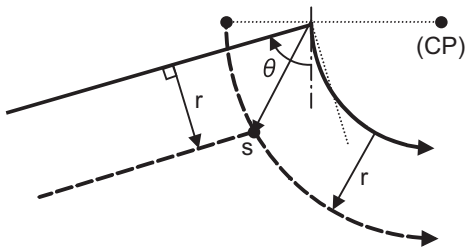
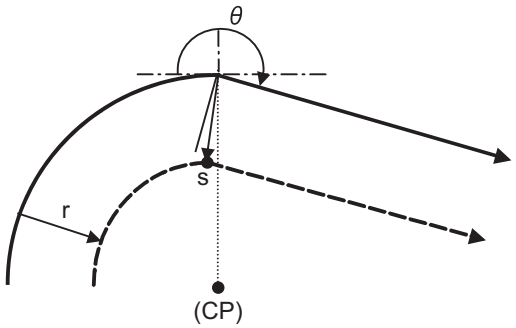
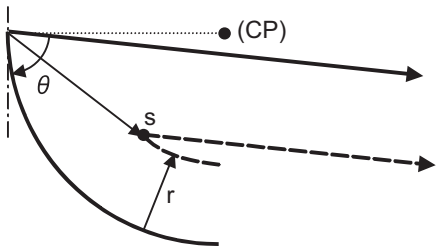
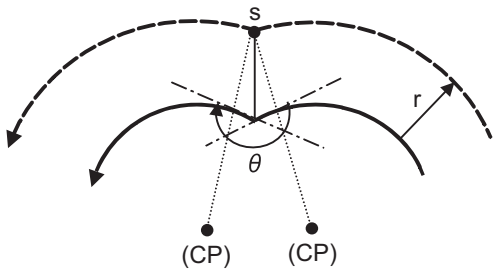
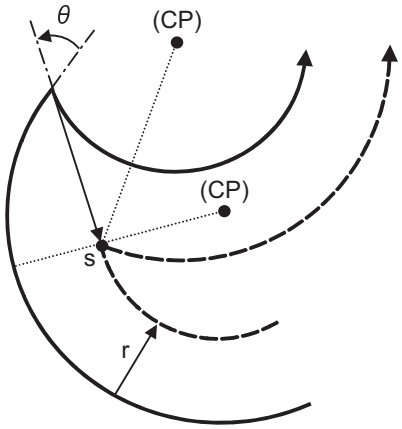
r ： 补偿量

s ： 单程序段停止点

—— 程序路径

- - - - 刀具中心路径

(2) 旋转转角内侧时

直线→直线 （钝角）	直线→直线 （锐角）
	
直线→圆弧 （钝角）	直线→圆弧 （锐角）
	
圆弧→直线 （钝角）	圆弧→直线 （锐角）
	
圆弧→圆弧（钝角）	圆弧→圆弧（锐角）
	

(CP) 圆弧中心

r ： 补偿量

s ： 单程序段停止点

—— 程序路径

- - - - 刀具中心路径

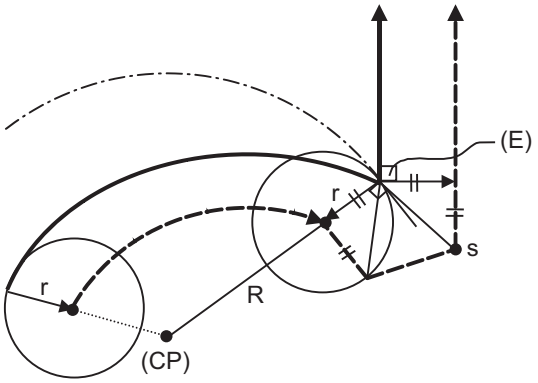
(3) 圆弧上没有圆弧终点时

涡旋圆弧指令时

由圆弧的起点到终点作为涡旋圆弧进行插补。

通常圆弧指令时

补偿后的误差如果在参数 “#1084 RadErr”以内，则作为涡旋圆弧进行插补。



(E) 圆弧终点
(CP) 圆弧中心
r ： 补偿量

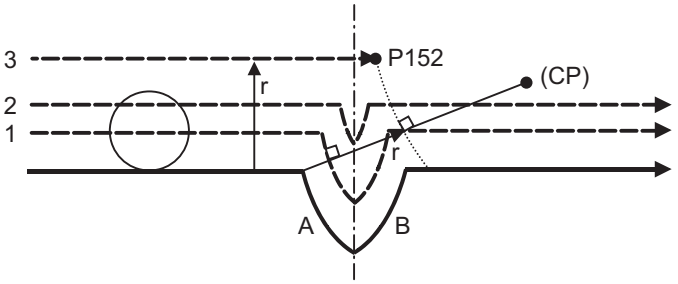
(4) 不存在内侧交点时

下图时，根据补偿量，有时会不存在圆弧 A、圆弧 B 的交点。

此时，在上一程序段的终点显示发生程序错误 (P152)，动作停止。

图中，曲线 1,2 是由于补偿量 r 较小因此存在交点，可以加工。

曲线 3 是由于补偿量 r 较大因此不存在交点，从而发生程序错误 (P152)。



(CP) 圆弧 A 中心
r ： 补偿量

程序路径　　刀具中心路径

刀径补偿取消

在刀径补偿模式中，满足以下某种条件时刀径补偿会被取消。
但是，此时需要为圆弧指令以外的移动指令。
通过圆弧指令执行补偿取消指令时，发生程序错误（P151）。

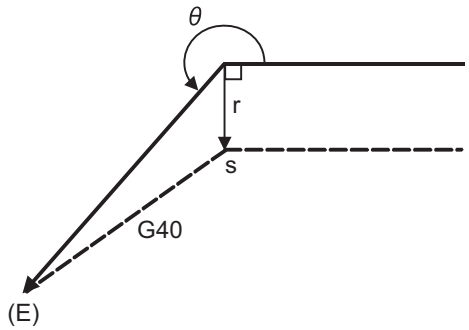
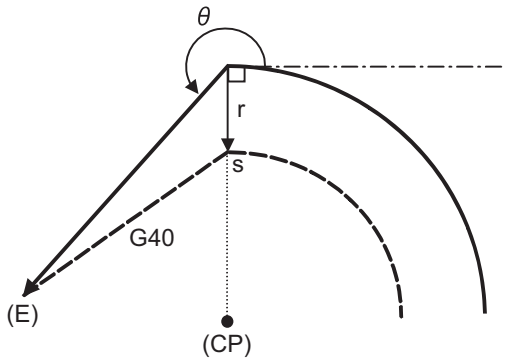
(1) 执行 G40 指令。

(2) 执行补偿编号 D00。

读取补偿取消指令后，变为取消模式，中断 5 个程序段的预读，变为单程序段预读。

刀径补偿的取消动作

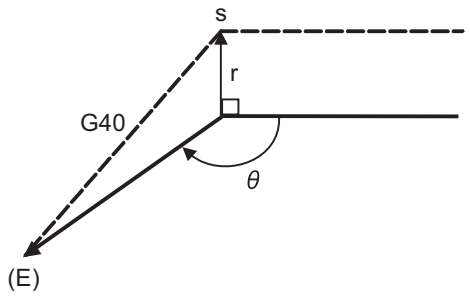
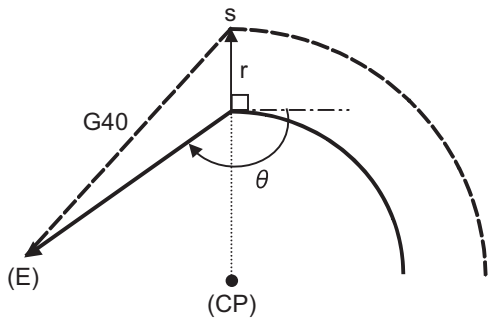
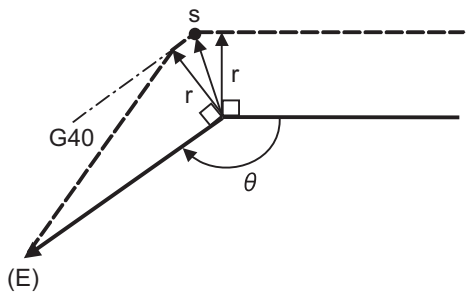
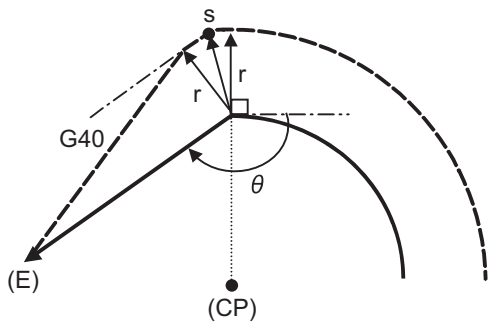
(1) 转角内侧时

直线→直线	圆弧→直线
	

(E) 终点
r ： 补偿量
—— 程序路径

(CP) 圆弧中心
s ： 单程序段停止点
---- 刀具中心路径

(2) 转角外侧（钝角）时［90 °≦ θ ＜ 180 °］

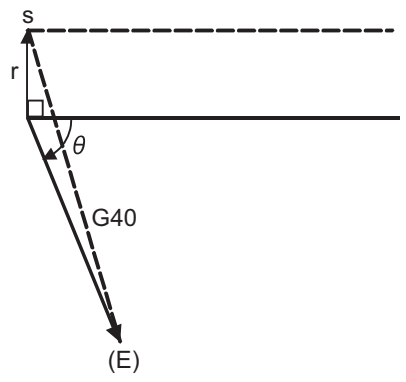
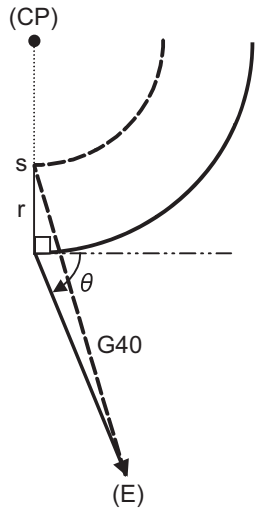
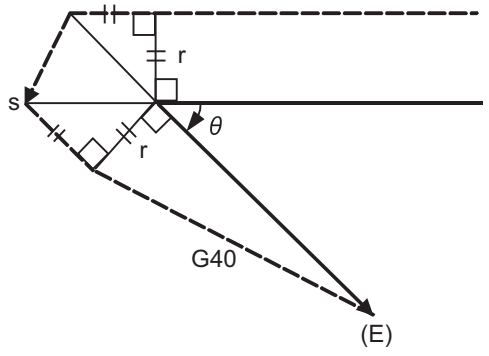
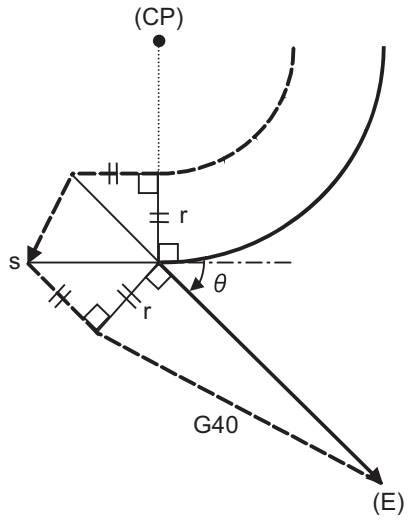
直线→直线（类型 A）	圆弧→直线（类型 A）
	
直线→直线（类型 B）	圆弧→直线（类型 B）
	

(E) 终点　　(CP) 圆弧中心

r ： 补偿量　　s ： 单程序段停止点

——— 程序路径　　- - - - 刀具中心路径

(3) 转角外侧（锐角）时［ θ < 90 °］

直线→直线（类型 A)	圆弧→直线（类型 A)
	
直线→直线（类型 B)	圆弧→直线（类型 B)
	

(E) 终点　　(CP) 圆弧中心

r ： 补偿量　　s ： 单程序段停止点

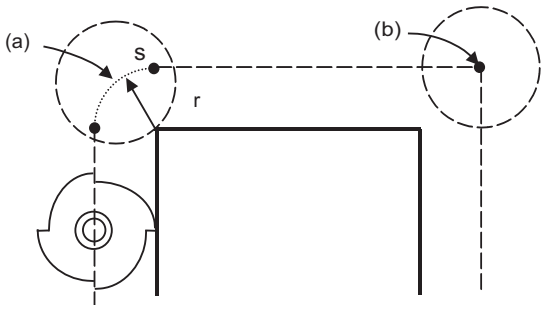
——— 程序路径　　- - - - 刀具中心路径

12.4.2 刀具补偿中的其它指令及动作

详细说明

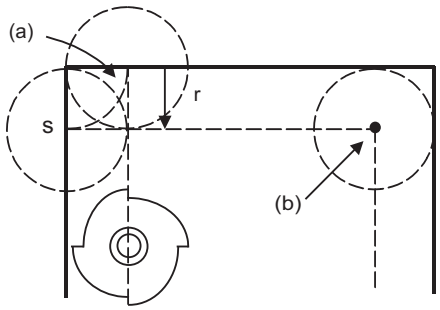
转角圆弧的插入

如果进行 G39（转角圆弧）指令，则在工件转角不进行交点计算，插入以补偿量为半径的圆弧。



（G39 指令有）　　（G39 指令无）

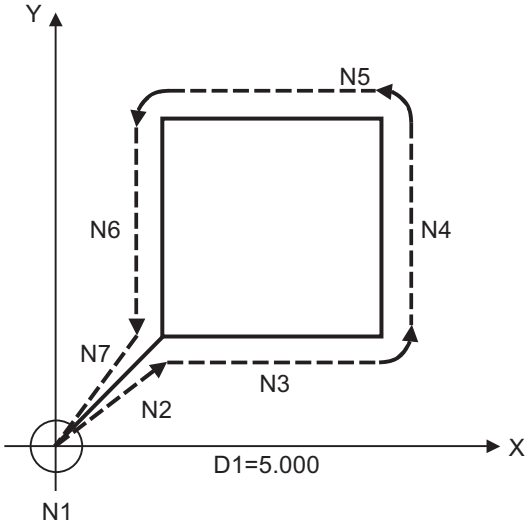
［外侧补偿时］



（G39 指令有）　　（G39 指令无）

［内侧补偿时］

(a) 插入圆弧　　(b) 交点　　r ： 补偿量　　s ： 单程序段停止点




```
N1 G28 X0 Y0 ;
N2 G91 G01 G42 X20. Y20. D1 F100 ;
N3 G39 X40. ;
N4 G39 Y40. ;
N5 G39 X-40. ;
N6 Y-40. ;
N7 G40 X-20. Y-20. ;
N8 M02 ;
```

补偿矢量的变更 / 保存

在刀径补偿中，可通过 G38 指令变更或保存补偿矢量。

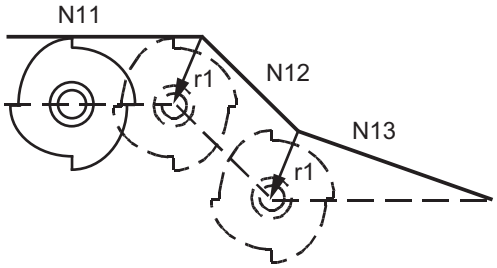
(1) 矢量的保存

如果在有移动指令的程序段中进行 G38 指令，则在其程序段终点不进行交点计算，而保存前面程序段的矢量。

G38 Xx Yy;

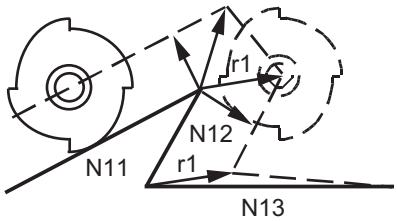
可以利用移动量等。

[内侧补偿的矢量保存]



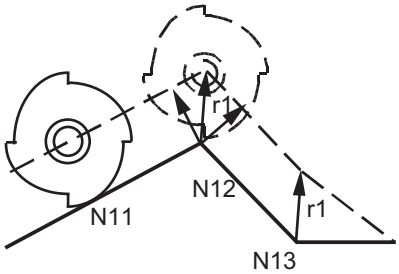

```
N11 G01 Xx11 ;
N12 G38 Xx12 Yy12 ;
N13 G40 Xx13 ;

r1:N11-N12 程序段的交点计算中的矢量
```

[外侧补偿锐角的矢量保存]




```
N11 G01  Xx11 Yy11 ;
N12 G38 Xx12 Yy12 ;
N13 G40 Xx13 ;

r1:N11-N12 程序段的交点计算中的矢量
```

[外侧补偿钝角的矢量保存]




```
N11 G01 Xx11 ;
N12 G38 Xx12 Yy12 ;
N13 G40 Xx13 ;

r1:N11-N12 程序段的交点计算中的矢量
```

——— 程序路径

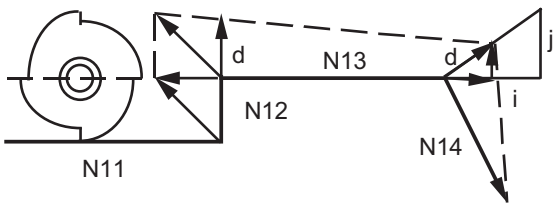
- - - - 刀具中心路径

(2) 矢量的变更

可以用 I,J,K 指定新的补偿矢量的方向，用 D 指定补偿量。

（可以在与移动指令相同的程序段进行指令。）

G38 Ii Jj Dd;（I,J,K 由选择的平面决定。）




```
N11 G01 Xx11 ;
N12 Yy12 ;
N13 G38 Xx13 Ii Jj Dd ;
N14 G40 Xx14 Yy14 ;
```

—— 程序路径

---- 刀具中心路径

在进行指令的 i、j 矢量方向生成补偿量 d 的矢量。

（注）如果在与圆弧程序段 (G02/G03)I,J 指令相同的程序段进行 G38 指令，则 I,J 作为 G38 的矢量处理，发生错误。

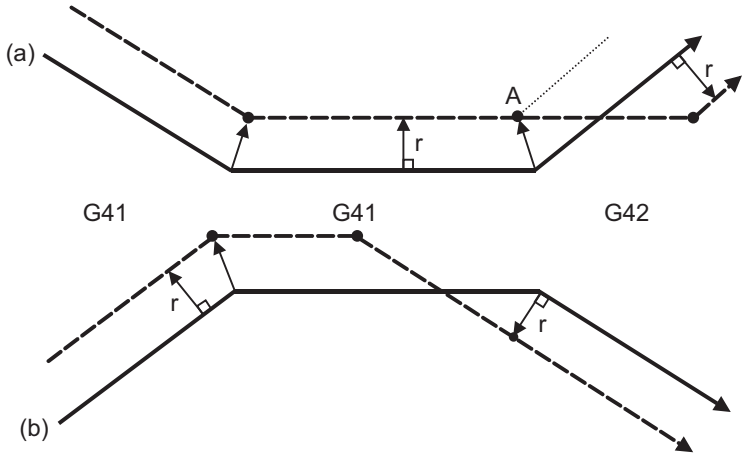
刀径补偿中的补偿方向的变更

补偿方向是由刀径补偿指令（G41,G42）和补偿量的符号决定。

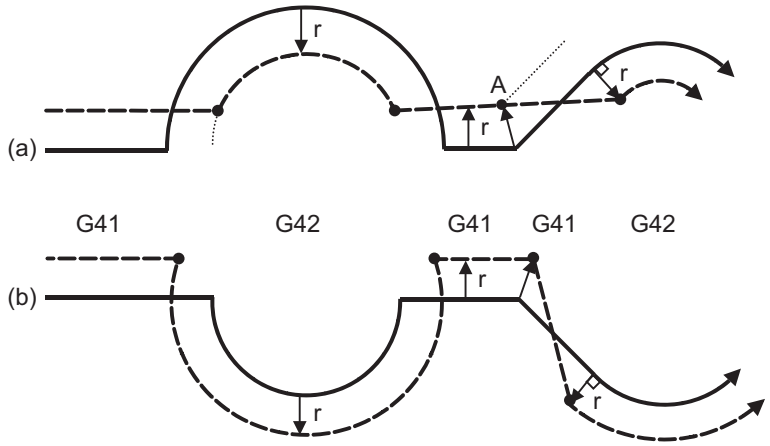
G 代码	补偿量符号 +	补偿量符号 -
G41	左侧补偿	右侧补偿
G42	右侧补偿	左侧补偿

如果在补偿模式中不进行补偿取消指令就变更补偿指令，则可以变更补偿方向。
但是，在补偿开始程序段和下一程序段不能变更补偿方向。

(1) 直线→直线
(a) 变更补偿方向时存在交点（图中 A）时
(b) 变更补偿方向时不存在交点时



(2) 直线 < -- > 圆弧
(a) 变更补偿方向时存在交点（图中 A）时
(b) 变更补偿方向时不存在交点时



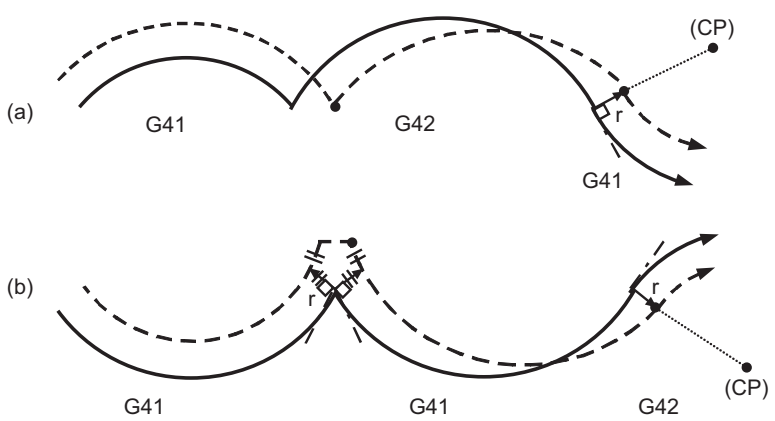
—— 程序路径　　---- 刀具中心路径

(3) 圆弧→圆弧

(a) 变更补偿方向时存在交点（图中 A）时

(b) 变更补偿方向时不存在交点时

(CP) 圆弧中心



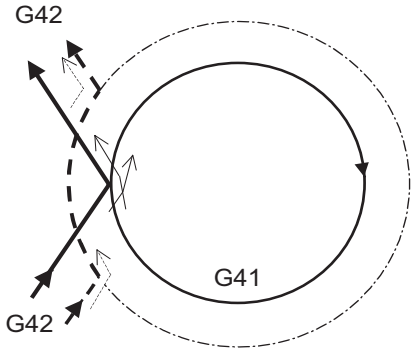
(4) 在直线上往返时

(5) 因补偿方法，圆弧变为 360° 以上时

下述情况下圆弧可能会变为 360° 以上。

通过切换 G41/G42 来切换补偿方向。

圆弧为 360° 以上时，如图进行补偿，产生切削剩余部分。




```
:
G42 G01 X_ Y_;
G41 G02 X_ Y_ I_ J_;
G42 G01 X_ Y_;
:
```

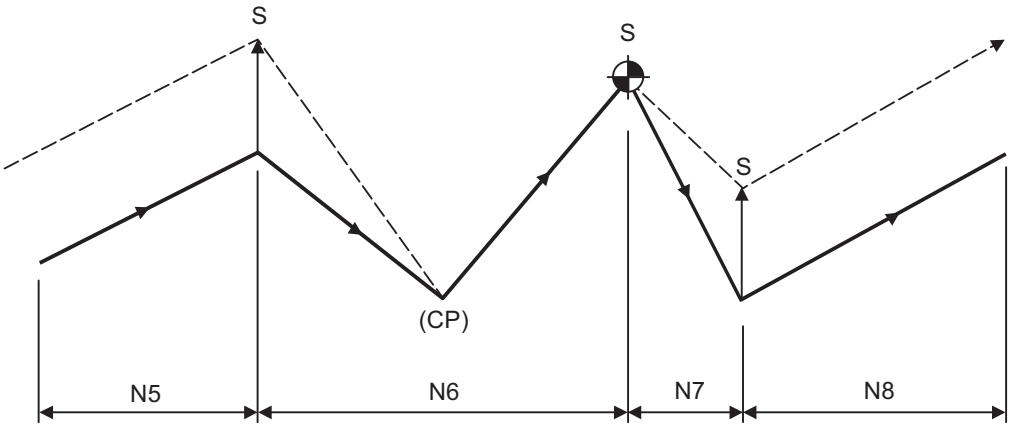
程序路径　　刀具中心路径

切削剩余部分

暂时删除补偿矢量的指令

在补偿模式中进行下一指令时，暂时删除补偿矢量，然后自动返回补偿模式。
此时，不进行补偿取消动作，而前往交点矢量后没有矢量的点即程序的指令点。返回补偿模式时也直接前往交点。

(1) 参考点返回指令
在中间点（无中间点时为参考点）暂时补偿矢量变为 0。

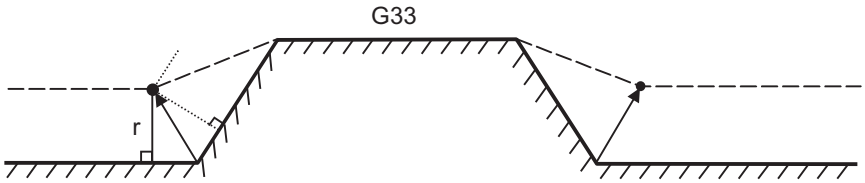



```
  (G41)  :                                                    (CP) 中间点
N5 G91 G01 X60. Y30. ;
N6 G28 X50. Y-40. ;          ←在中间点进行暂时补偿的矢量 0
N7     X30. Y-60. ;            （无中间点时为参考点）
N8     X70. Y40. ;
             :
```

(2) 在基本机床坐标系选择 (G53) 中，暂时删除补偿矢量。

（注 1）在坐标系设定 (G92) 指令中，补偿矢量不变。

(3) G33 螺纹切削指令
G33 程序段中不进行刀径补偿。



不移动的程序段

以下程序段被称为不移动的程序段。

M03 ;	M 指令
S12 ;	S 指令
T45 ;	T 指令
G04 X500 ;	暂停
G22 X200. Y150. Z100 ;	禁止加工区域设定
G10 L10 P01 R50 ;	补偿量设定
G92 X600. Y400. Z500. ;	坐标系设定
(G17) Z40. ;	在补偿平面外的移动
G90 ;	仅 G 代码
G91 X0 ;	移动量 0

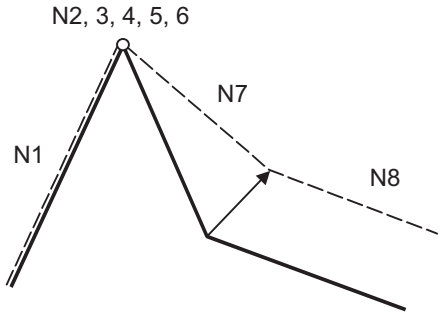
M00、M01、M02、M30 为预读禁止 M 代码处理。

(1) 在开始补偿时被指定时

连续为 4 个以上不移动的程序段以及预读禁止 M 指令时，不生成补偿矢量。

```
N1 X30.Y60. ;
N2 G41 D10 ;
N3 G04 X1000 ;
N4 F100 ;
N5 S500 ;
N6 M3 ;
N7 X20.Y-50. ;
N8 X50.Y-20. ;
```

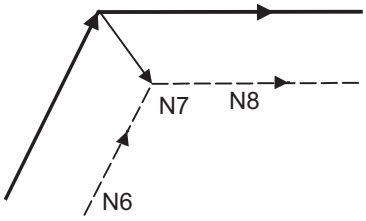
不移动的程序段



(2) 在补偿模式中执行指令时

在补偿模式中，如果没有连续 4 个以上的不移动的程序段或者没有预读禁止 M 指令，则生成通常的交点矢量。

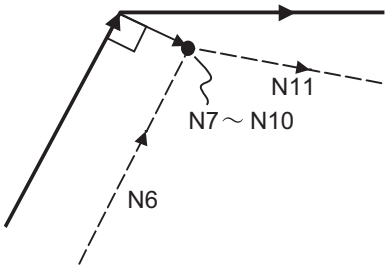
```
N6 G91 X100. Y200.
;
N7 G04 X P1000 ;    ... 不移动的程序段
N8 X200. ;
```



在图 N7 中执行程序段 N7。

连续为 4 个以上不移动的程序段以及预读禁止 M 指令时，在上一程序段终点垂直制作补偿矢量。
此时可能会产生切入。

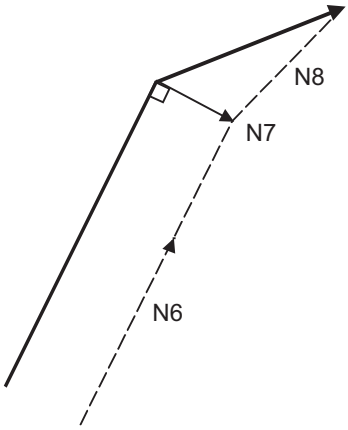
```
N6 X100. Y200. ;
N7 G04 X1000 ;
N8 F100 ;
N9 S500 ;          不移动的程序段
N10 M4 ;
N11 X100. ;
```



(3) 补偿取消的同时执行指令时

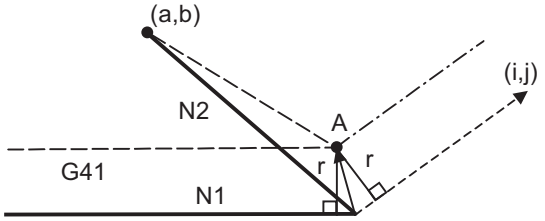
同时执行了不移动的程序段和 G40 指令时，只取消补偿矢量。

```
N6 X100. Y200. ;
N7 G40 M5 ;
N8 X100. Y50. ;
```



在 G40 中指定 I,J,K 时

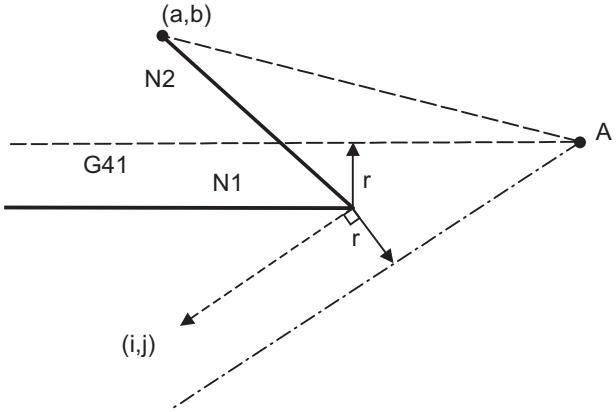
(1) 在 G40 程序段前 4 个程序段中，最后的移动指令程序段为 G41 或 G42 模式时，考虑是否进行由最后的移动指令终点向矢量 I,J,K 方向的移动指令，补偿后在到达与此相对的虚拟刀具中心路径的交点前进行取消。补偿方向不变。



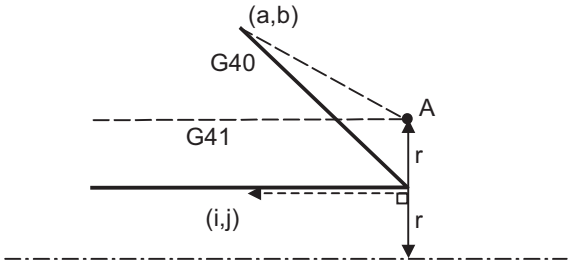

```
N1 (G41) G01 X_ ;
N2 G40 Xa Yb Ii Jj ;
```

此时，如下图所示，请注意不管补偿方向如何，在弄错指令矢量时也请务必求出交点。

[弄错上述程序示例的 I,J 符号时]

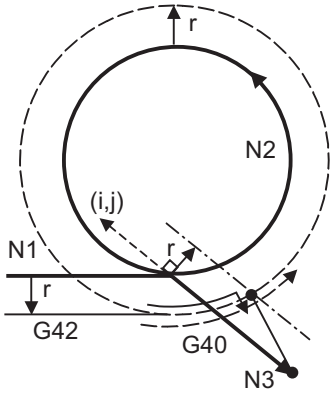


另外，交点运算结果补偿矢量极度变大时，G40 前的程序段中生成垂直矢量。



程序路径
刀具中心路径
虚拟刀具中心路径

(2) 请注意在圆弧指令后的 G40 指令下，根据 I,J,K 的内容，圆弧为 360° 以上时，会出现切削剩余部分。




```
N1 (G42,G91) G01 X200. ;
N2 G03 J150. ;
N3 G40 G01 X150. Y-150. I-100. J100. ;
```

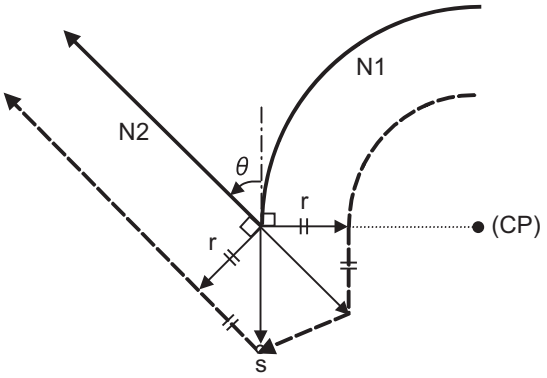
程序路径

刀具中心路径

切削剩余部分

转角的移动

移动指令程序段的接缝处可以有多个补偿矢量时，在其矢量间进行直线移动。此动作被称为转角移动。
矢量不一致时，进行移动以旋转转角。
在单程序段运行中的动作是，将前面程序段和转角移动作为 1 个程序段执行，下次启动时，将剩余的移动和下一程序段作为 1 个程序段执行。



(CP) 圆弧中心
r : 补偿量
s : 单程序段停止点

程序路径　　刀具中心路径

12.4.3 G41/G42 指令和 I,J,K 指定

功能及目的

通过将 G41/G42 和 I,J,K 在同一程序段中执行指令，可以有意识地改变补偿方向。

指令格式

```
G17（XY 平面）G41/G42 X__ Y__ I__ J__ ;
```

```
G18（ZX 平面）G41/G42 X__ Z__ I__ K__ ;
```

```
G19（YZ 平面）G41/G42 Y__ Z__ J__ K__ ;
```

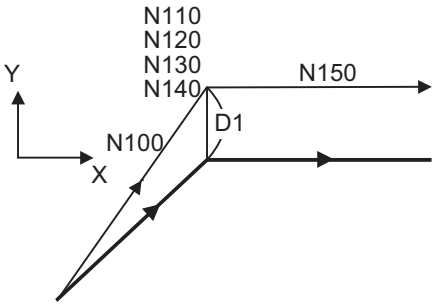
此时，请将移动模式设为直线指令（G00,G01）。

详细说明

I,K 类型矢量（G17 XY 平面选择）

就此指令下产生的新矢量 I,J 类型矢量（G17 平面）进行说明。（请也同样考虑 G18 平面的 KI、G19 平面的 JK。）如下图所示，I,K 类型矢量不进行程序的路径交点运算，而是垂直于由 I,K 指定的方向，将补偿量大小的矢量作为补偿矢量。I,J 矢量在补偿开始时（前面的程序段为 G40 模式），模式中（前面的程序段为 G41/G42 模式）也可以执行指令。

(1) 开始补偿时，执行 I,K 指令时

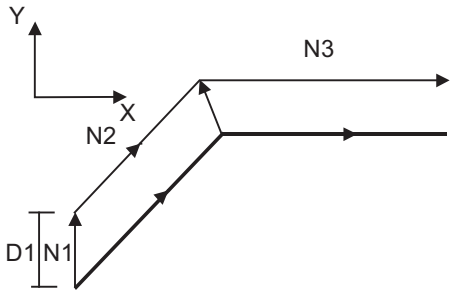



```
(G40)
≀
N100  G91  G41  X100. Y100. I150. D1 ;
N110  G04  X1000 ;
N120  G01  F1000 ;
N130  S500 ;
N140  M03 ;
N150  X150. ;
≀
```

← 程序路径

← 刀具中心路径

(2) 补偿开始时没有移动指令时

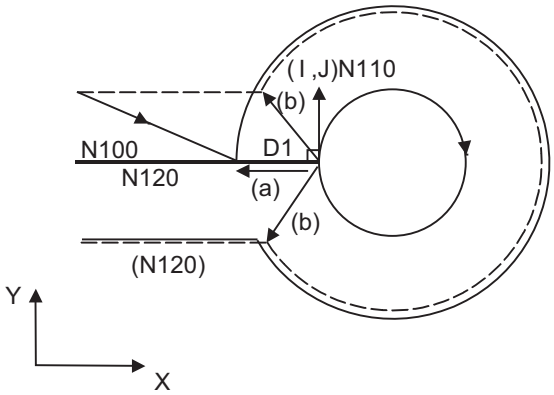



```
(G40)
~
N1  G41  I150. D1 ;
N2  G91  X100. Y100. ;
N3  X150. ;
~
```

程序路径

刀具中心路径

(3) 在模式中执行 I,J 指令时（G17 平面）




```
~
(G17  G41  G91)
N100  G41  G00 X150. J50. ;
N110  G02  I150. ;
N120  G00  X-150. ;
~
```

(a) IJ 类型矢量

(b) 交点运算类型矢量

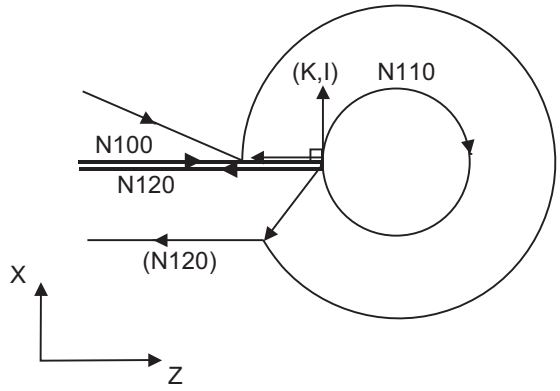
程序路径

刀具中心路径

进行交点运算的路径

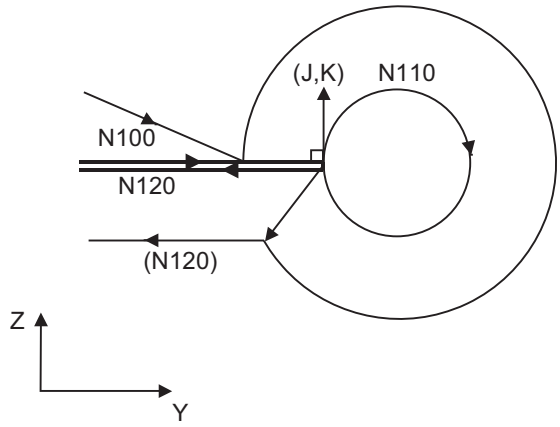
（参考）

(a) G18 平面



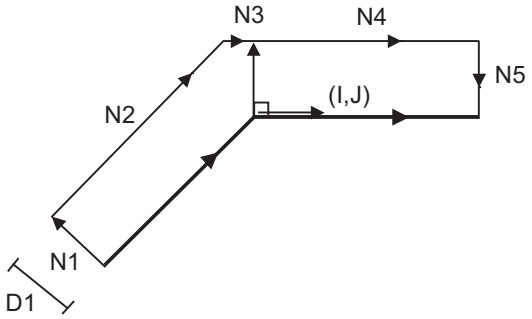

```
                    ≀
        (G18  G41  G91)
N100  G41  G00  Z150. I50. ;
N110  G02  K50. ;
N120  G00  Z - 150. ;
                    ≀
```

(b) G19 平面




```
                    ≀
        (G19  G41  G91)
N100  G41  G00 Y150. K50. ;
N110  G02  J50. ;
N120  G00  Y - 150. ;
                    ≀
```

(4) 在不移动的程序段中执行指令时




```
N1  G41  D1  G01  F1000 ;
N2  G91  X100. Y100. ;
N3  G41  I50. ;
N4  X150. ;
N5  G40 ;
```

补偿矢量的方向

(1) G41 模式时

从 Z 轴（第 3 轴）的正方向向原点看去，将 I,J 指定的方向左转 90 °的方向

（例 1）I100. 时		（例 2）I-100. 时	
←———	(100, 0) IJ 方向	←———	(-100, 0) IJ 方向
←– – – –	补偿矢量的方向	←– – – –	补偿矢量的方向

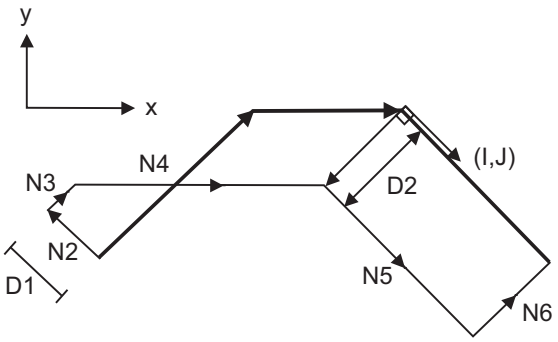
(2) G42 模式时

从 Z 轴（第 3 轴）的正方向向原点看去，将 I,J 指定的方向右转 90 °的方向

（例 1）I100. 时		（例 2）I-100. 时	
←———	(100, 0) IJ 方向	←———	(-100, 0) IJ 方向
←– – – –	补偿矢量的方向	←– – – –	补偿矢量的方向

补偿的模态切换

中途可以切换 G41/G42 模态。



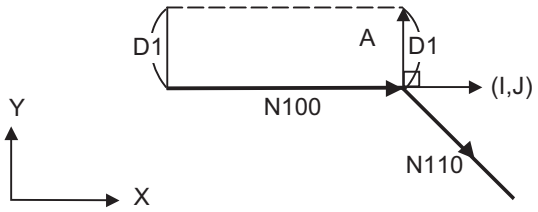

```
N1 G28 X0 Y0 ;
N2 G41 D1 F1000 ;
N3 G01 G91 X100. Y100. ;
N4 G42 X100. I100. J-100.
   D2 ;
N5 X100. Y-100. ;
N6 G40 ;
N7 M02 ;
%
```

补偿矢量的补偿量

补偿量由 IJ 指定的程序段补偿编号（模态）决定。

<例 1>

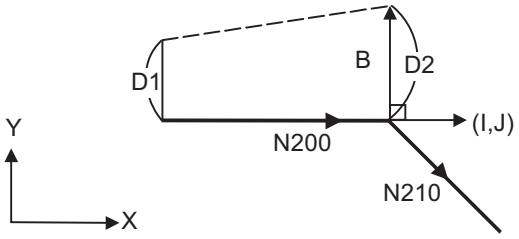
矢量 A 变为登录到 N100 程序段补偿编号模态 D1 的补偿量。




```
(G41  D1  G91)
              ≀
N100  G41  X150. I50. ;
N110  X100. Y-100. ;
              ≀
```

<例 2>

矢量 B 变为登录到 N200 程序段补偿编号模态 D2 的补偿量。

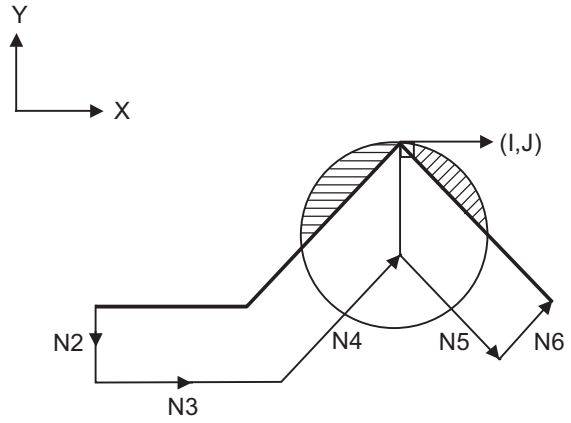



```
(G41  D1  G91)
              ≀
N200  G41  X150. I50. D2 ;
N210  X100. Y-100. ;
              ≀
```

注意事项

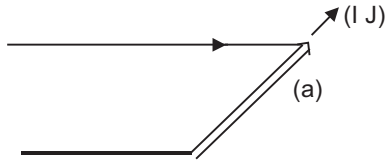
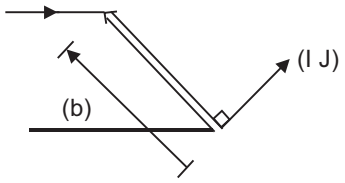
(1) 执行 I,J 类型矢量指令时请在直线模式（G00,G01）下进行。开始插补时，如果为圆弧模式，则发生程序错误（P151）。
补偿模式中，圆弧模式时的 IJ 指定为圆弧的中心指定。

(2) 在指定了 I,J 类型矢量时，即使干涉也不会进行矢量的删除（干涉的回避）。因此，此时可能会发生切入过度的情况。
下图时，在图中斜线部分发生切入。



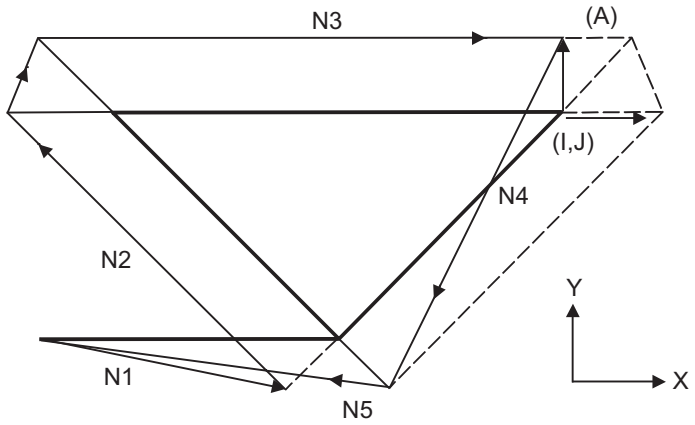

```
N1  G28  X0 Y0 ;
N2  G42  D1  F1000 ;
N3  G91  X100. ;
N4  G42  X100. Y100. I10. ;
N5  X100. Y-100. ;
N6  G40 ;
N7  M02 ;
```

(3) G38 I_ J_ (K_) 指令和 G41/G42 I_ J_ (K_) 指令的矢量不同。

	G38	G41/G42
例	: (G41) : G38 G91 X100. I50. J50. ; :	: (G41) : G41 G91 X100. I50. J50. ; :
		
	在 IJ 方向具有补偿量 (a) 大小的矢量	在 IJ 方向具有补偿量 (b) 大小的矢量

(4) G41/G42 指令有 / 无和 I,J,(K) 指令有 / 无的组合的补偿方法请参照下表。

G41/42	I,J,(K)	补　偿　方　法
无	无	交点运算类型矢量
无	有	交点运算类型矢量
有	无	交点运算类型矢量
有	有	I,J 类型矢量 没有插入程序段



N1 G91 G01 G41 X200. D1 F1000 ;
N2 X-150. Y150. ;
N3 G41 X300. I50. ;
N4 X-150. Y-150. ;
N5 G40 X-200. ;

进行 I,J 类型矢量的补偿时没有 (A) 的插入程序段

12.4.4 刀径补偿中的插入

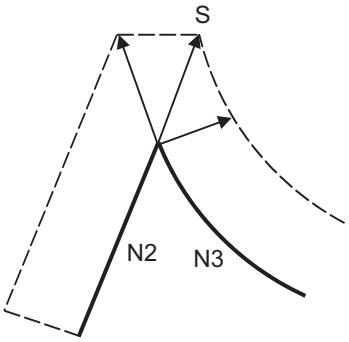
详细说明

MDI 插入

在纸带、自动、MDI 运行等自动运行模式中，不论是哪种运行模式刀径补偿均有效。
在纸带、自动运行中，程序段停止后，用 MDI 插入则如下图所示。
图中 S 表示单程序段时停止位置。

(1) 无移动的插入（刀具轨迹不发生变化）

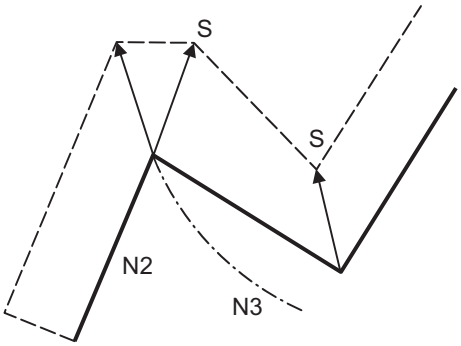
```
自动运行                          MDI 插入
N1 G41 D1;
N2 X20. Y50. ;
                            <--- S1000 M3;
N3 G03 X40. Y-40. R70. ;
```



(2) 有移动的插入
在插入后的移动程序段中，自动进行补偿矢量的重新运算。

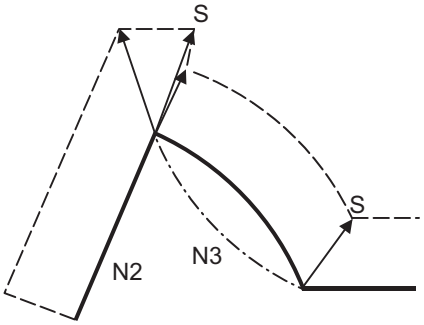
直线插入时

```
自动运行                          MDI 插入
N1 G41 D1;
N2 X20. Y50. ;
                            <--- X50. Y-30. ;
                                 X30. Y50. ;
N3 G03 X40.Y-40. R70. ;
```



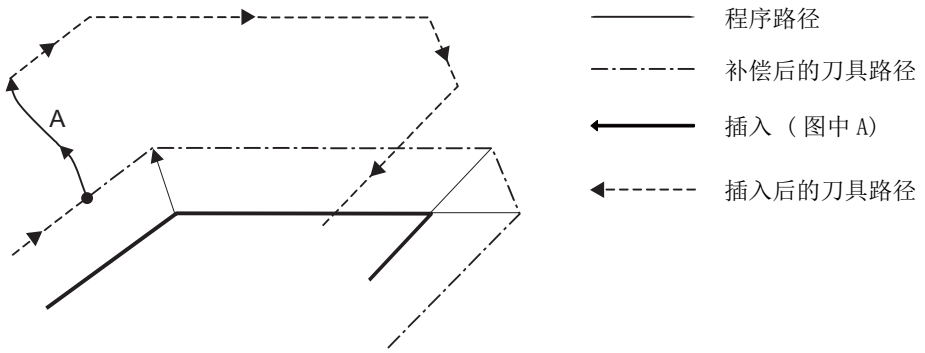
圆弧插入时

```
自动运行                          MDI 插入
N1 G41 D1;
N2 X20. Y50. ;
                            <--- G02 X40. Y-40. R70. ;
                                 G01 X40. ;
N3 G03 X40. Y-40. R70. ;
```



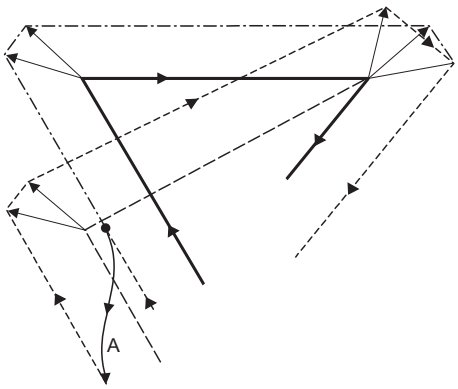
手动插入

(1) 在手动绝对 OFF 中的插入
变为仅偏移了插入量的轨迹。

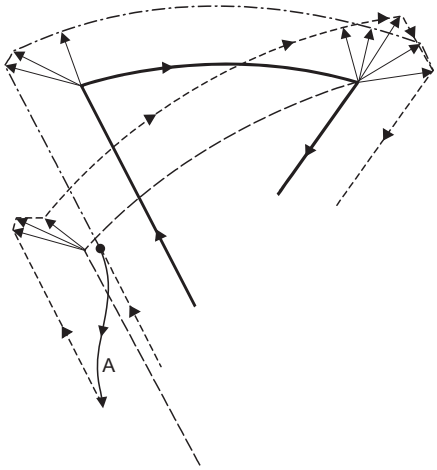


(2) 手动绝对 ON 中的插入
增量值模式与手动绝对 OFF 模式时执行相同动作。
绝对值模式时，如下图所示，在插入程序段的下一程序段终点返回至原轨迹。

［直线－直线－直线］



［直线－圆弧－直线］



程序路径

补偿后的刀具路径

插入（图中 A)

插入后的刀具路径

12.4.5 与刀径补偿相关的一般注意事项

注意事项

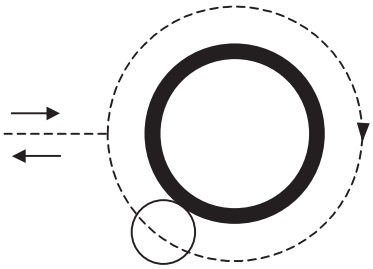
补偿量

(1) 通过用 D 代码指定补偿量编号，以此进行补偿量的指定。如果曾指定过 D 代码，则在以后指定别的 D 代码之前，此 D 代码一直有效。另外，用 H 代码指定时，则没有程序错误 (P170) 补偿编号。
D 代码除了指定刀径补偿的补偿量外，也可以用于指定刀具位置补偿的补偿量。

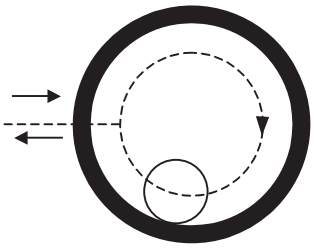
(2) 通常在半径补偿取消模式下选择不同刀具时进行补偿量的变更，但是在补偿模式中进行变更时，程序段终点的矢量是使用该程序段指定的补偿量进行计算。

补偿量的符合和刀具中心路径

如果将补偿量设为负 (-)，则与全部替换 G41 和 G42 时的图形一样。因此，旋转外侧已旋转的工件内侧，旋转内侧已旋转的工件外侧。
下图表示一个示例。通常将补偿量作为正 (+) 进行编程。如 (a) 编辑刀具中心路径时，如果将补偿量设为负 (-) 则如 (b) 进行动作。相反，如 (b) 进行编程时，如果补偿量为负 (-) 则如 (a) 进行动作。因此，可以在 1 个程序中执行雄、雌两种形状的切削加工，可以通过选择恰当的补偿量任意决定两者的公差。
（但是，补偿开始、取消时通过类型 A，圆分为 2 份）



G41 补偿量 (+) 或 G42 补偿量 (-)
(a)



G41 补偿量 (-) 或 G42 补偿量 (+)
(b)

---- 刀具中心路径

12.4.6 补偿模式中的补偿编号的变更

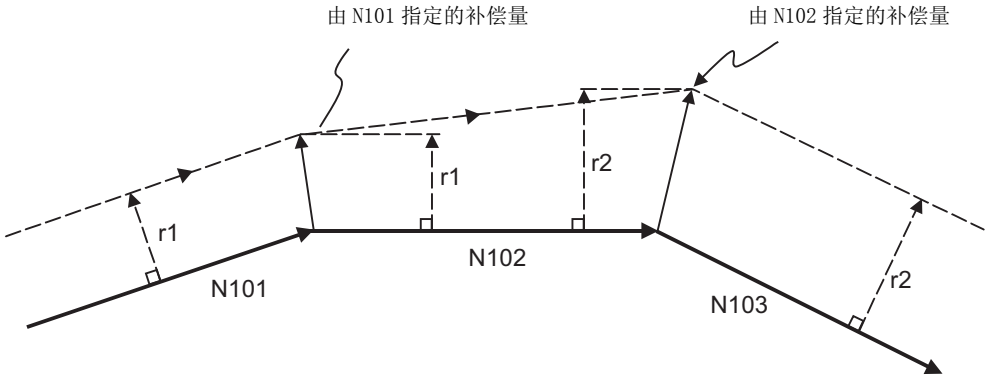
功能及目的

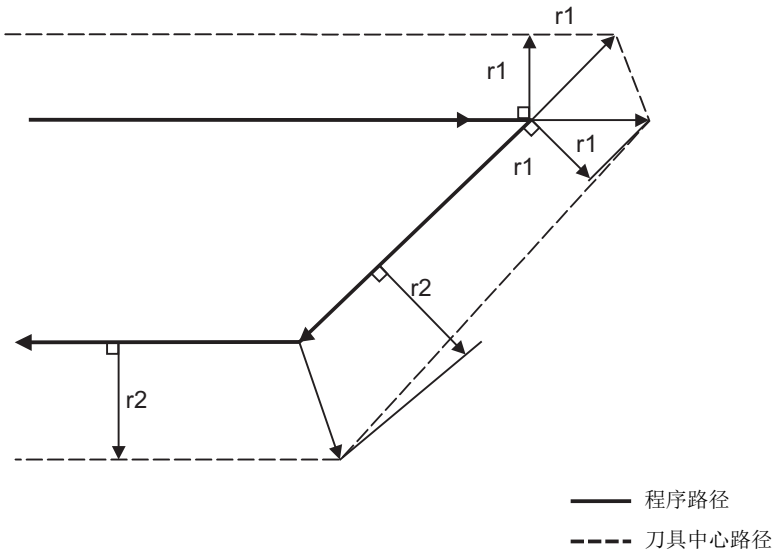
原则上，在补偿模式中请不要变更补偿编号。如果发生了变更则执行如下动作。

改变补偿编号（补偿量）时

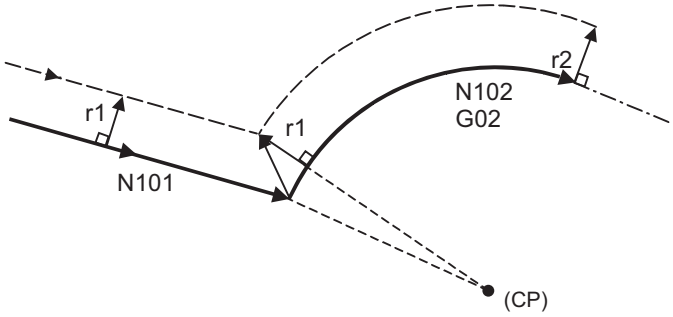
```
     G41  G01 ........ Dr1 ;
     ( α  = 0,1,2,3)
N101      G0 α     Xx1  Yy1 ;
N102      G0 α     Xx2  Yy2  Dr2 ;  ........ 变更补偿编号
N103               Xx3  Yy3 ;
```

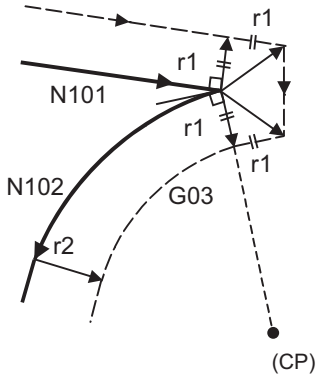
直线→直线 时





直线→圆弧 时



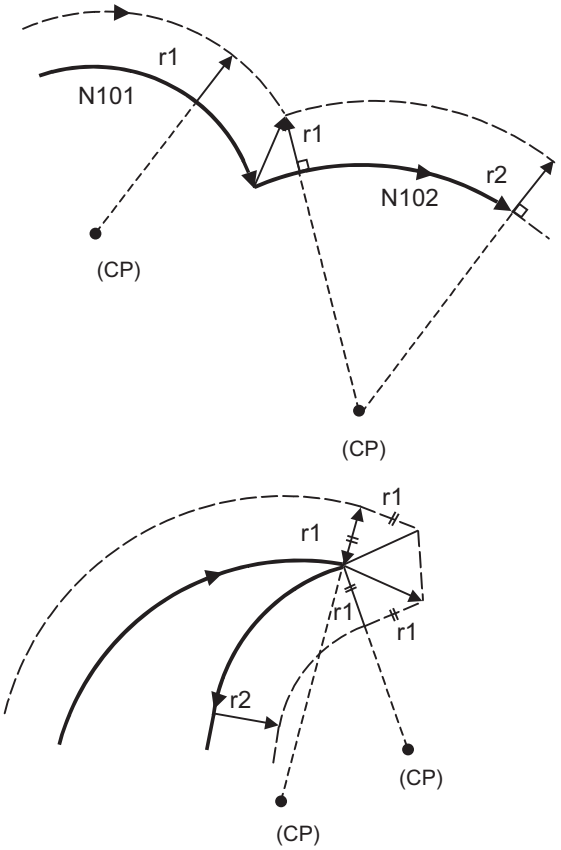


(CP) 圆弧中心

程序路径

刀具中心路径

圆弧→圆弧 时



(CP) 圆弧中心
程序路径
刀具中心路径

12.4.7 刀径补偿开始和 Z 轴的切入动作

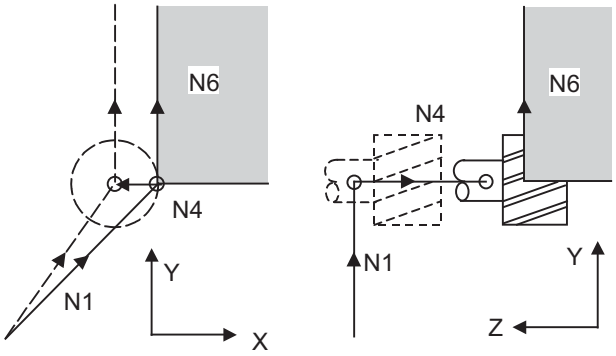
功能及目的

开始切削时，在离开工件的位置预先进行刀径补偿（通常 XY 平面），之后一般在 Z 轴进行切入，此时如果希望分为快速进给 Z 轴动作和接近工件后再切削进给两个阶段，则请注意以下几点进行编程。

程序示例

为如下程序时

```
N1 G91 G00 G41 X500. Y500. D1 ;
N2 S1000 ;
N3 M3 ;
N4 G01 Z-300. F1 ;
N6         Y100. F2 ;
        :
        :
```

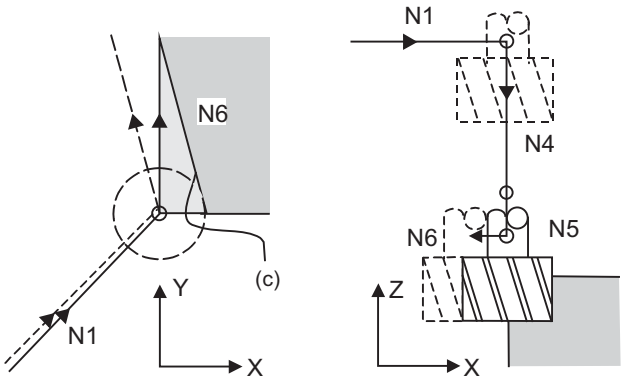


N4　Z 轴下降（单程序段）
- - - -　刀具中心路径

如果为此程序，则在 N1 补偿开始时，可以读取到 N6 程序段，判断 N1 和 N6 的关系，如上图正确进行补偿。

然后，将上述程序的 N4 程序段分为 2 份时，

```
N1 G91 G00 G41 X500. Y500. D1 ;
N2 S1000 ;
N3 M3 ;
N4         Z-250. ;
N5 G01 Z-50. F1 ;
N6         Y100. F2 ;
```

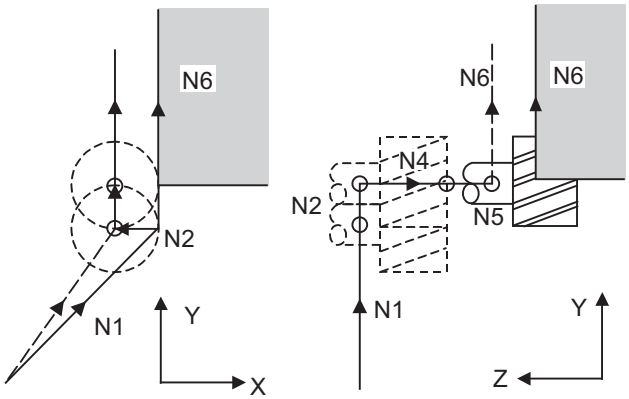


(c)　切入

此时，由于有四个程序段没有 N2 ～ N5 和、XY 平面内的指令，所以在 N1 补偿开始时不可读到 N6 的程序段。结果，只以 N1 程序段的信息为基础，进行补偿，在补偿开始时不能生成补偿矢量。因此，如上图切入过量。

此时，考虑内部计算，在 Z 轴切入前预先执行方向与 Z 轴下降后行进方向完全相同的指令，则可以防止切入过量。

```
N1 G91 G00 G41 X500. Y500. D1 ;
N2 S1000 ;
N3 M3 ;
N4         Z-250. ;
N5 G01 Z-50. F1 ;
N6         Y100. F2 ;
```



在 N2 中，由于执行了方向与 N6 行进方向相同的指令，因此可以正确被补偿。

12.4.8 干涉检查

功能及目的

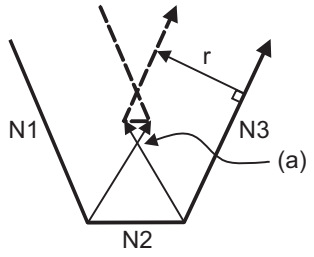
刀径较程序路径大时，在刀径补偿中补偿刀具可能会切入到工件中。此现象被称为干涉，为防止发生干涉的功能被称为干涉检查。
干涉检查有如下 3 种，可通过参数选择使用哪个。

	功能	参数		动作
		#8102 干涉回避	#8103 干涉检查无效	
(1)	干涉检查报警功能	0	0	在执行发生切入的程序段前发生程序错误 (P153)，导致停止。
(2)	干涉检查回避功能	1	0	变更路径，以避免发生切入。 无法变更时，发生程序错误 (P153) 停止。
(3)	干涉检查无效功能	0/1	1	即使发生切入也可继续执行切削。 用于微小线段程序。

详细说明

视为干涉的条件

在预读 5 个程序段中，3 个程序段存在移动指令时，各移动指令接点上的补偿运算矢量发生交叉时，视为发生干涉。



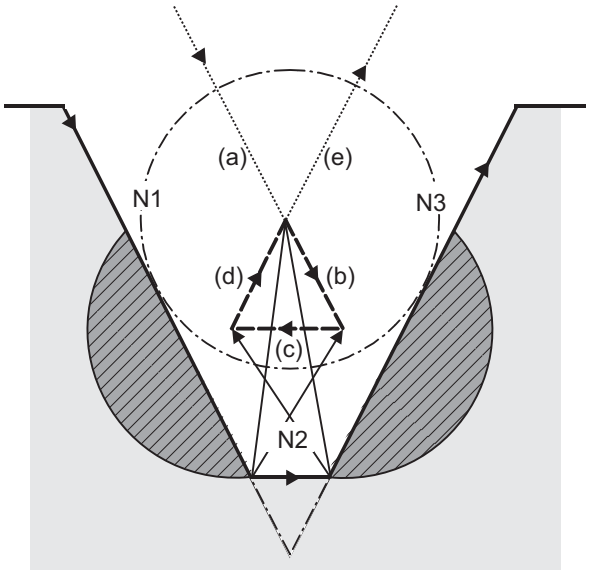
(r) 补偿量　　(a) 矢量交叉。

程序路径

刀具中心路径

（例 1）由径较大的刀具加工包含短线段程序时的例
在图中斜线部分发生切入。

```
(G41)
N1 G91 G01 X50. Y-100. ;
N2 X70. Y-100. ;
N3 X120. Y0 ;
```

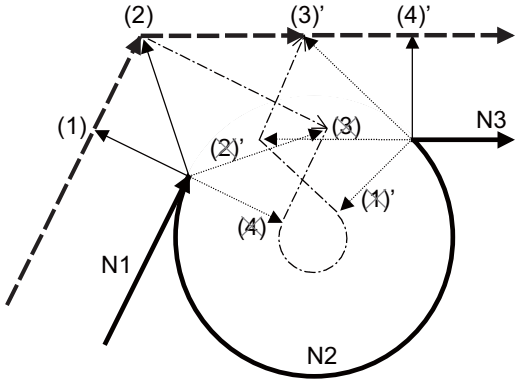


(1) 报警功能时
执行 N1 前发生报警，因此使用缓存修正功能，变更为 N1 G1 X20. Y-40. ；后可继续执行加工。

(2) 回避功能时
执行 N1 与 N3 的交点运算，创建干涉回避矢量。
刀具中心路径为 (a) → (e)。

(3) 干涉检查无效时
切入 N1 与 N3 的直线，并通过该直线。
刀具中心路径为 (a) → (b) → (c) → (d) → (e)。

（例 2）由径较大的刀具加工包含半径较小的圆弧的程序时
在图中圆的起点 / 终点附近发生切入。



干涉检查处理
矢量 (1)(4)' 检查 → 不发生干涉
↓
矢量 (2)(3)' 检查 → 不发生干涉
↓
矢量 (3)(2)' 检查 → 发生干涉 → 删除矢量 (3)(2)'
↓
删除矢量 (4)(1)'

(1) 报警功能时
执行 N1 前发生报警。

(2) 回避功能时
通过上述干涉检查处理，将矢量 (1)、(2)、(3)'、(4)' 作为有效矢量留下。刀具中心路径将连接矢量 (1)、(2)、(3)'、(4)' 的路径作为干涉回避路径执行动作。

（虚线路径）

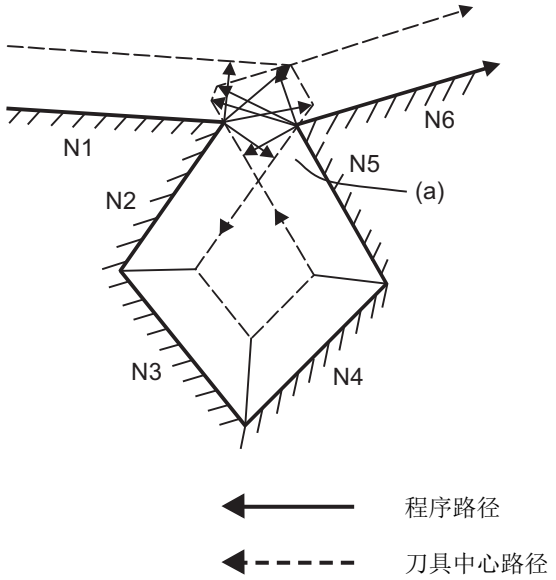
(3) 干涉检查无效时
刀具中心路径将连接矢量 (1)、(2)、(3)、(4)、(1)'、(2)'、(3)'、(4)' 的路径作为干涉回避路径，一边执行切入一边执行动作。

（一点虚线路径）

无法执行干涉检查时

(1) 无法预读 3 个移动指令程序段时
（在预读的 5 个程序段中，没有移动指令的程序段在 3 个以上时）

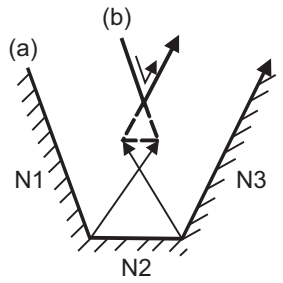
(2) 在移动指令的第 4 个程序段以后，发生干涉时



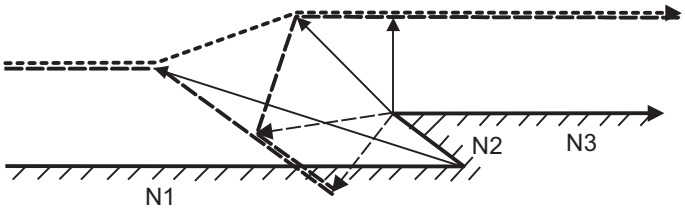
(a) 无法执行干涉检查。

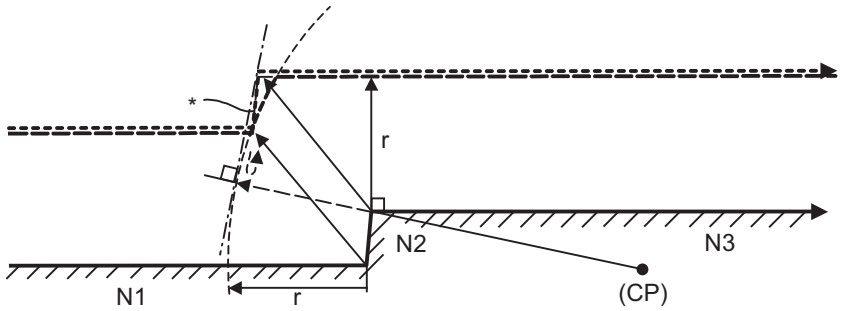
干涉回避功能有效时的干涉回避动作

干涉回避功能有效时，执行如下动作。



（a）程序路径　　（b）刀具中心路径





程序路径

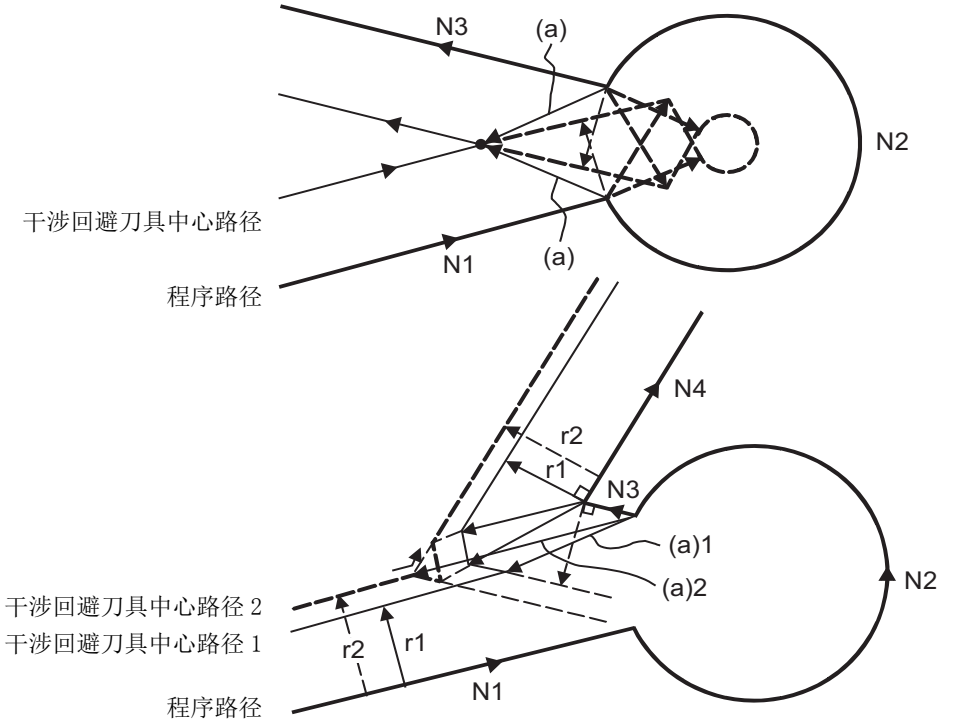
不执行干涉检查的刀具中心路径

干涉回避刀具中心路径（*: 沿直线移动）

有效矢量

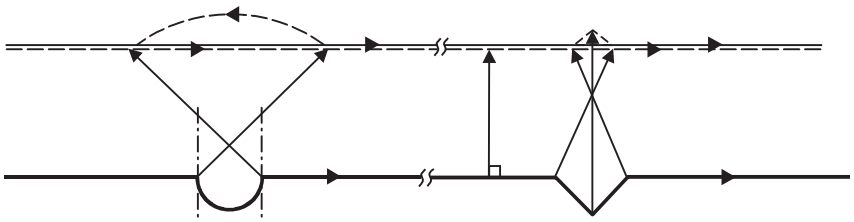
无效矢量

清除所有干涉回避的线矢量时，如下图所示创建新的回避矢量，执行干涉回避。



(a) 回避矢量

下图时，将留出切槽。



程序路径

不执行干涉检查的刀具中心路径

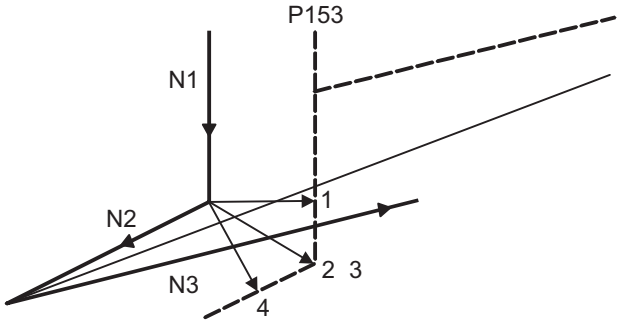
干涉回避刀具中心路径

干涉检查报警发生动作

在下列条件下，将发生干涉检查报警。

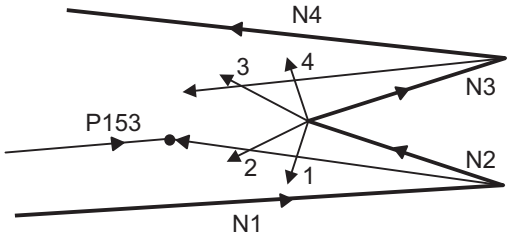
(1) 选择干涉检查报警功能时

本程序段终点处的矢量全部被清除时
如下图所示，N1 程序段终点处的矢量 1 ～ 4 全部被清除时，执行 N1 前，发生程序错误 (P153)、导致停止。

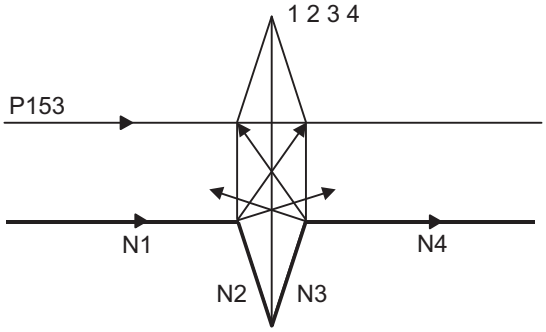


(2) 选择干涉检查回避功能时

(例 1) 即使本程序段的终点矢量全部被清除，下一个程序段的终点矢量仍部分有效时
在下图中，执行 N2 的干涉检查，则 N2 的终点矢量全部被清除，但仍将 N3 的终点矢量视为有效。
此时，在 N1 的终点发生程序错误 (P153)，导致停止。



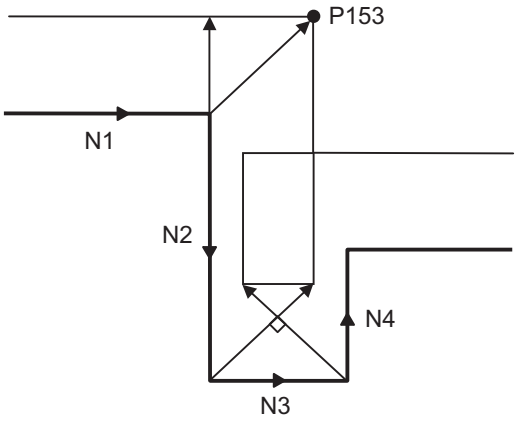
下图时，在 N2 中移动方向发生反转。
此时，在执行 N1 前发生程序错误 (P153)，导致停止。

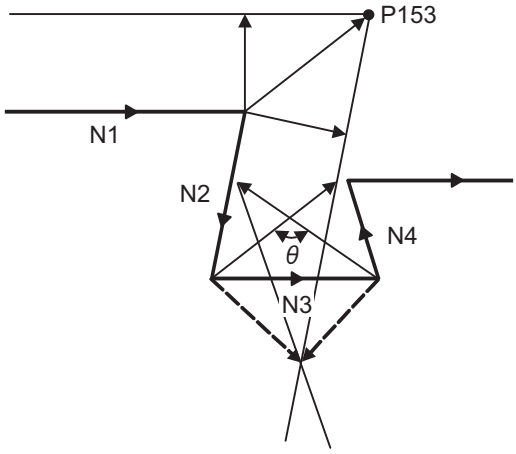


（例 2）无法创建回避矢量时

如下图所示，即使已经满足回避矢量的创建条件，但有时仍无法创建回避矢量，或回避矢量与 N3 发生干涉。

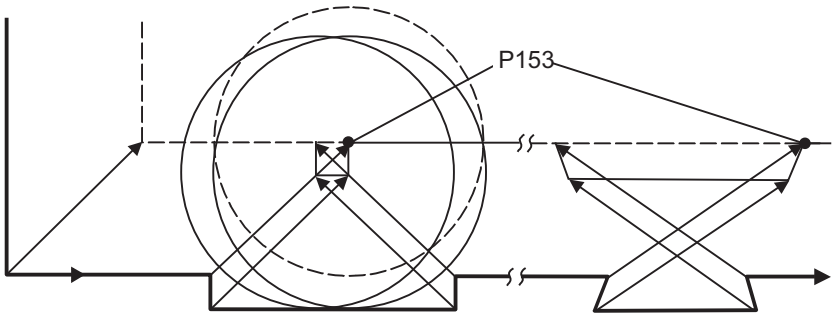
因此，矢量的夹角大于 90° 时，在 N1 终点发生程序错误 (P153)，导致停止。





（例 3）程序进行方向与补偿后的进行方向相反时

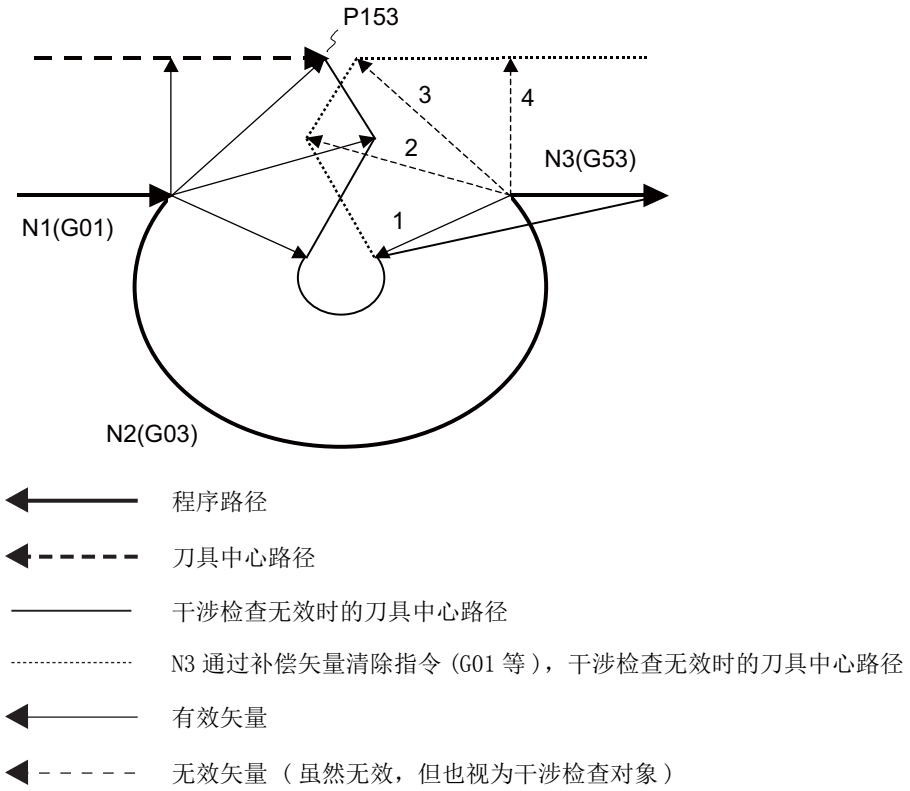
对小于刀径平行或开底的槽进行编程时，有时即使实际未发生干涉，也视为发生干涉。



（例 4）临时取消补偿矢量指令之前的程序段终点矢量发生干涉时 |

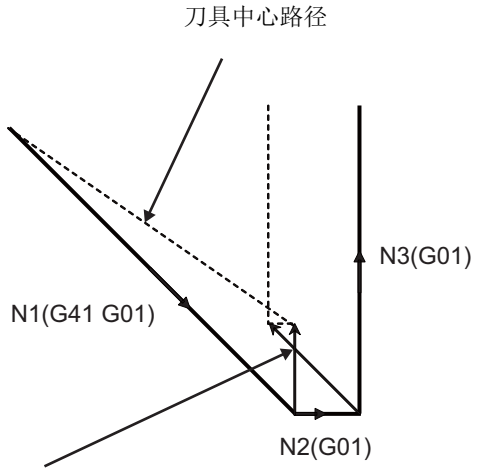
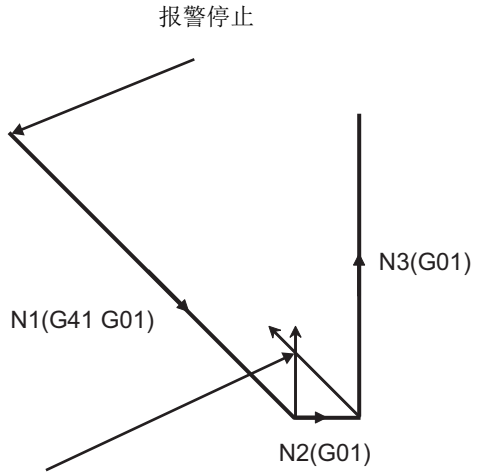
即使是临时取消补偿矢量指令之前的程序段终点，也与取消补偿矢量相同，在终点矢量执行干涉检查。因此即使在实际加工中未发生干涉，也被视为发生干涉。视为干涉时，发生程序错误 (P153)。

在下图中，因 N3 临时取消补偿矢量的 G53 指令，将 N2 的终点矢量视为矢量 1。与取消补偿矢量指令相同，在矢量 1 ～ 4 执行干涉检查，被视为执行干涉。
在上一程序段的终点发生程序错误 (P153)、动作停止。



启动程序段的干涉检查

补偿开始动作时，刀具路径由与 G41/G42 在相同程序段的移动指令和下一个移动指令决定，不进行干涉检查。进行干涉检查时，需要设定参数 “#1241 set13/bit1”（取决于机床制造商规格）。但是，即使干涉回避设定 “#8102 干涉回避” = “1”，也不会进行干涉回避，而报警停止。

(a) 启动程序段的干涉检查无效	(b) 启动程序段的干涉检查有效
“#1241 set13/bit1” = “0” 或 “#8103 干涉回避无效” = “1”	“#1241 set13/bit1” = “1” 且 “#8103 干涉回避无效” = “0”
	
不进行 N2 程序段和 N3 程序段的接点的补偿运算矢量的干涉检查。在 N3 程序段中发生切入。	进行 N2 程序段和 N3 程序段的接点的补偿运算矢量的干涉检查，发生报警。

12.4.9 指定补偿量直径

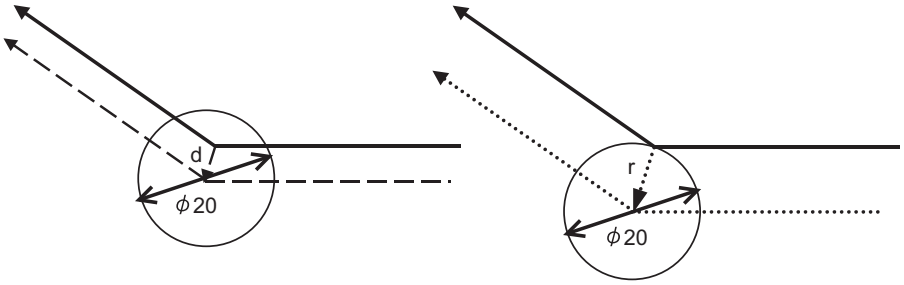
功能及目的

可以通过本功能用刀具直径指定刀径补偿。将控制参数 “#8117 径补偿直径有效”设为 ON 时，将指令刀号中设定的补偿量识别为直径补偿量，在补偿时变为半径补偿量。

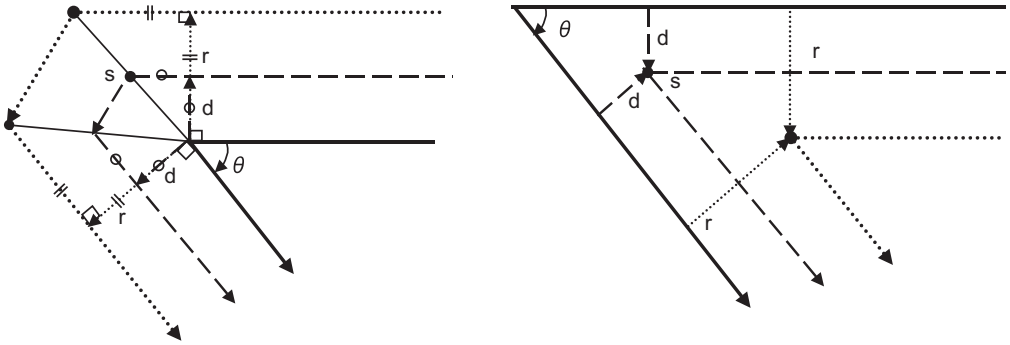
动作示例

指定刀径补偿量直径时的动作

如果执行刀径补偿量 D=10.0 指令，则参数 #8117 为 ON 时，变为刀径补偿量 d=5.0。
（参数 #8117 为 OFF 时，刀径补偿量 r=10.0）



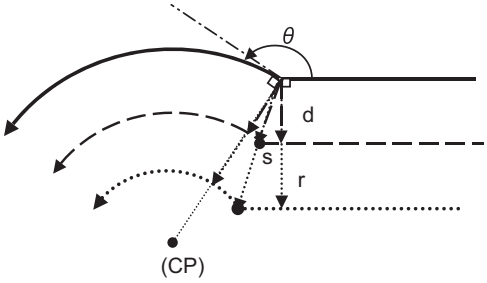
(1) 直线 -> 直线（锐角）



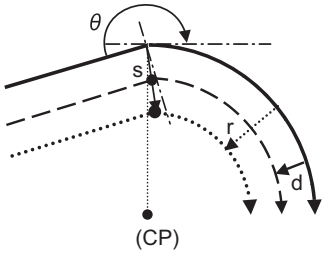
转角外侧　　转角内侧

程序路径
刀具中心路径（#8117 ON 时）
刀具中心路径（#8117 OFF 时）

(2) 直线 -> 圆弧（钝角）

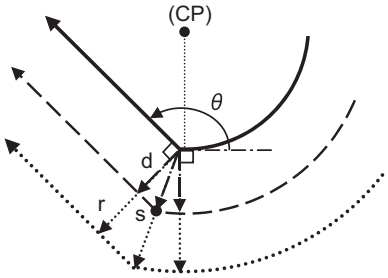


转角外侧

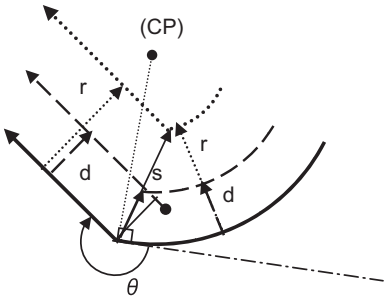


转角内侧

(3) 圆弧 -> 直线（钝角）



转角外侧



转角内侧

———	程序路径
- - - -	刀具中心路径（#8117 ON 时）
·····	刀具中心路径（#8117 OFF 时）
(CP)	圆弧中心

限制事项

(1) 设定刀径补偿量时，即使变更参数 #8117，也不会改变已设定的补偿量。

(2) 在补偿中，请不要改变参数 #8117。通过输入可编程参数，在补偿中变更设定时，发生程序错误 (P421)。

(3) 参数 “#1037 cmdtyp” 为 “2” 时，如果将参数 #8117 设为 ON，则判断刀径磨耗的数据也是直径补偿量，变为半径值进行补偿。

(4) 也可以对刀具寿命管理数据指定刀径补偿量直径。

(5) 参数 #8117 不影响刀径测量功能。

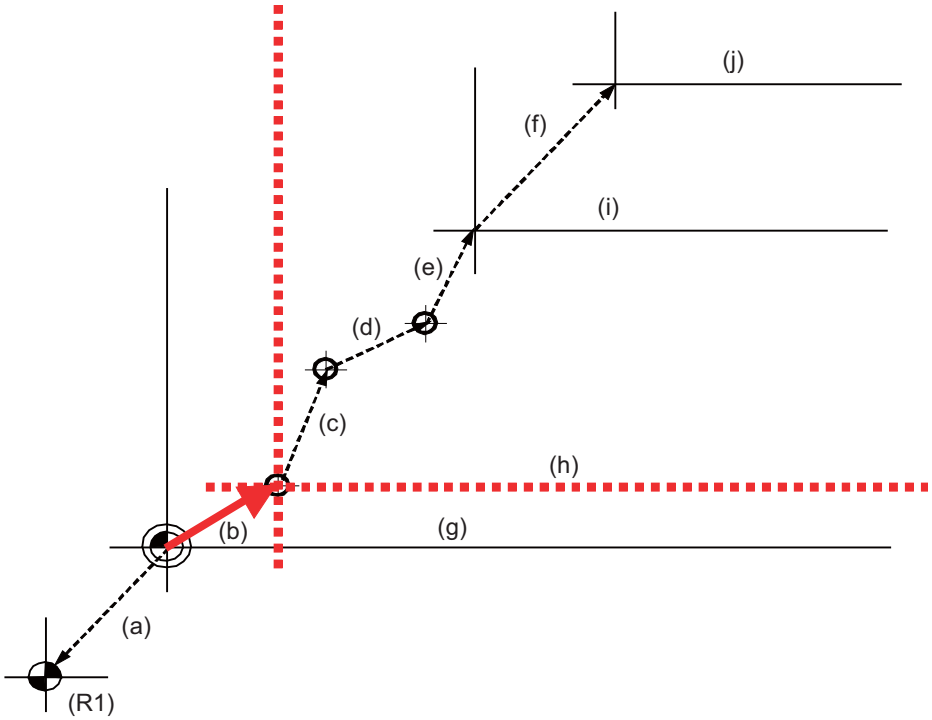
12.4.10 半径补偿中的工件坐标切换

功能及目的

进行半径补偿时，根据坐标系上的位置计算刀具中心的移动路径，但是根据参数“#1246/bit2 半径补偿坐标切换”的设定的不同，根据的坐标系也不同。（根据机床制造商规格而定。）

详细说明

参数为“0”时，根据工件坐标系的位置进行半径补偿计算。
参数为“1”时，根据程序坐标系的位置进行半径补偿计算。
程序坐标系如下图进行定义。



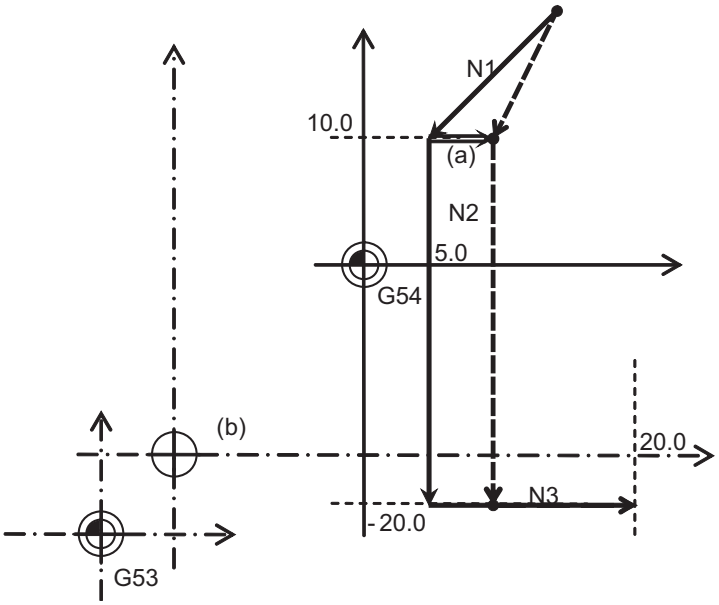
(R1) 第 1 参考点
(a) 第 1 参考点补偿
(b) 切入量补偿
(c) 外部工件坐标偏置
(d) G92 补偿
(e) 工件坐标系偏置
(f) 局部坐标系偏置
(g) G53 基本机床坐标系
(h) 程序坐标系
(i) G54 - G59/G54. 1Pn 工件坐标系 / 扩展工件坐标系
(j) G52 局部坐标系

用参数进行坐标系的切换如下。

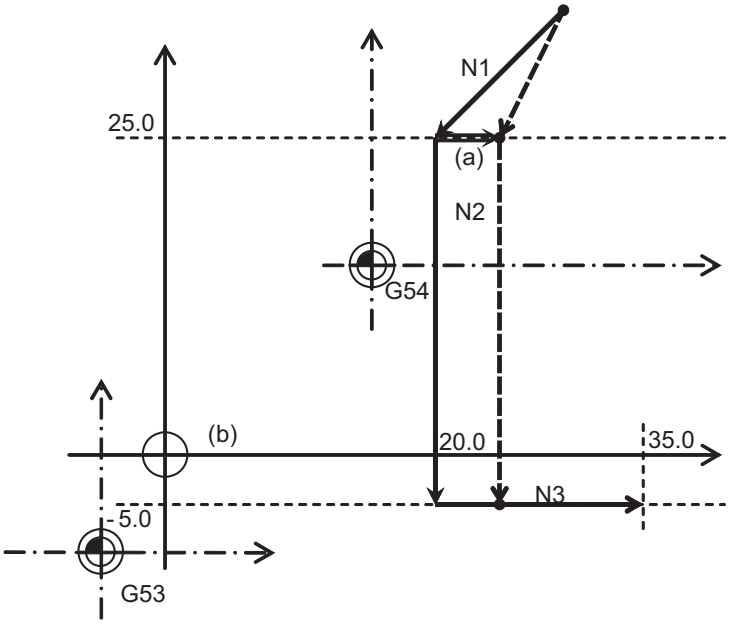
G90 G54 G00 X15. Y20.;
N1 G41 D3 X5. Y10. ;
N2 G01 Y-20. F1000 ;
N3 G40 X30. ;
M30 ;

D3 =5.000
G54 补偿
X15.000
Y15.000

(1) 参数 = 0



(2) 参数 = 1

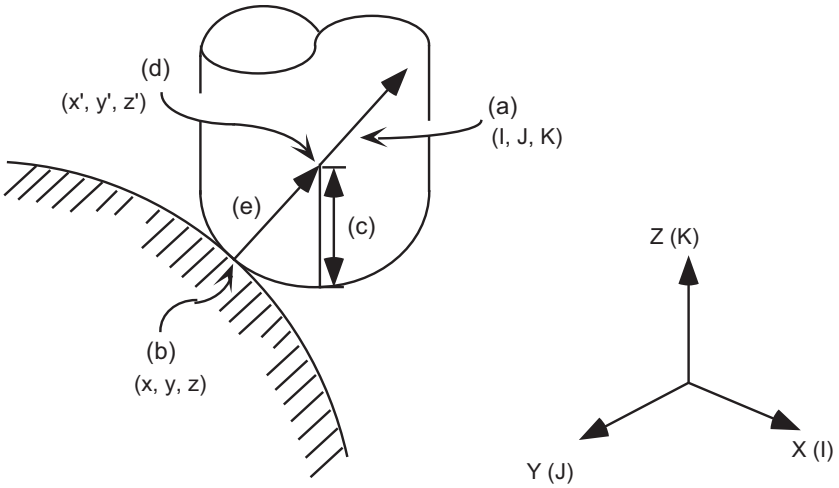


———	程序路径	(a)	补偿矢量
- - - -	刀具中心路径	(b)	程序坐标系

12.5 三维刀径补偿 ; G40/G41,G42

功能及目的

三维刀径补偿是根据指定的三维矢量，在三维空间补偿刀具。



如上图根据 (a) 面法线矢量 (I, J, K)，在 (d) 刀具中心坐标 (x', y', z') 上移动刀具，(d) 刀具中心坐标 (x', y', z') 仅对 (b) 程序坐标 (x, y, z) 补偿了 (c) 刀具半径 r。

另外，三维刀径补偿在 (I, J, K) 方向生成矢量，与二维刀径补偿在与 (I, J, K) 方向成直角的方向生成的矢量不同。（在程序段终点生成矢量。）

(e) 三维补偿矢量（补偿）的轴成分如下。

$$Hx = \frac{I}{\sqrt{(I^2 + J^2 + K^2)}} \times r$$

$$H_Y = \frac{J}{\sqrt{(I^2 + J^2 + K^2)}} \times r$$

$$H_Z = \frac{K}{\sqrt{(I^2 + J^2 + K^2)}} \times r$$

因此，(d) 刀具中心坐标 (x', y', z') 分别如下显示。但是，(x, y, z) 为程序坐标。

$x' = x + Hx$
$y' = y + Hy$
$z' = z + Hz$

（注 1）三维补偿矢量 (Hx, Hy, Hz) 是指方向与面法线矢量 (I, J, K) 相同，但是大小为刀具半径 r 的面法线矢量。

（注 2）加工参数“#8071 三维补偿”设为“0”以外的值时，$\sqrt{(I^2 + J^2 + K^2)}$ 使用“#8071 三维补偿”作为值。（详情请参考设置说明书。）

指令格式

```
G41(G42)  X__ Y__ Z__ I__ J__ K__ D__ ; ... 三维刀径补偿开始

          X__ Y__ Z__ I__ J__ K__; ... 新面法线矢量的指令（补偿中）

G40;  （或 D00;）... 三维刀径补偿取消

G40  X__ Y__ Z__;  （或 X__ Y__ Z__  D00;）... 三维刀径补偿取消
```

G41	三维刀具补偿指令（+ 方向）
G42	三维刀具补偿指令（- 方向）
G40	三维刀具补偿取消指令
X, Y, Z	移动轴指令的补偿空间
I, J, K	面法线矢量
D	补偿编号 （进行了 D00 指令时，即使没有 G40 指令，也会结束三维刀径补偿。）

在与三维刀径补偿指令 G41(G42) 相同的程序段中，对 3 轴均执行补偿编号 D 及面法线矢量 (I, J, K) 指令。

如果没有对 3 轴均执行面法线矢量 (I, J, K) 指令，则为通常的刀径补偿模式。(I, J, K) 指令值为“0”时，视为已经执行指令。）

G 代码	补偿量：		D00
	+	-	
G40	取消	取消	取消
G41	I,J,K 方向	I,J,K 反方向	取消
G42	I,J,K 反方向	I,J,K 方向	取消

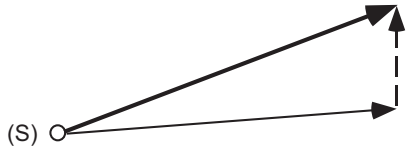
详细说明

补偿空间由三维刀径补偿开始程序段的轴地址指令 (X, Y, Z, U, V, W) 决定。	（例）G17 ; G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;	X Y Z 空间
	G17 ; G41 Yy Ii Jj Kk ;	X Y Z 空间
在此，U, V, W 分别作为 X, Y, Z 轴的附加轴。 在三维刀径补偿开始程序段中同时指定 X 轴和 U 轴 (Y 和 V、Z 和 W) 时，当前指定的平面选择轴优先。 另外，未指定轴地址的坐标轴视为已分别指定了 X, Y, Z 轴。	G17 V ; G41 Xx Vv Zz Ii Jj Kk ;	X V Z 空间
	G17 W ; G41 Ww Ii Jj Kk ;	X Y W 空间
	G17 ; G41 Xx Yy Zz Ww Ii Jj Kk ;	X Y Z 空间
	G17 W ; G41 Xx Yy Zz Ww Ii Jj Kk ;	X Y W 空间
	G17 ; G41 Ii Jj Kk ;	X Y Z 空间
	G17 U ; G41 Ii Jj Kk ;	U Y Z 空间

动作示例

补偿开始：有移动指令时

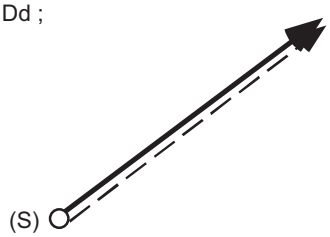
G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk Dd ;



(S) 起点
刀具中心路径
程序路径
三维补偿矢量

补偿开始：无移动指令时

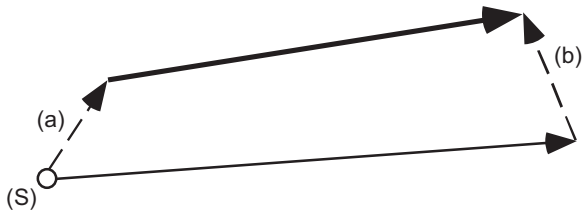
G41 Ii Jj Kk Dd ;



(S) 起点
刀具中心路径
三维补偿矢量

补偿中的移动：有移动指令和面法线矢量指令时

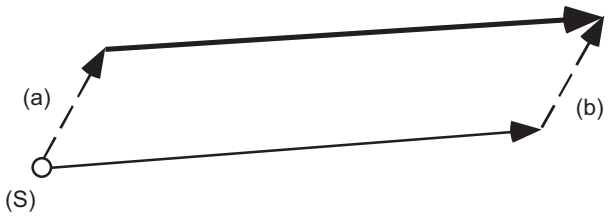
Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;



(S) 起点
(a) 旧矢量
(b) 新矢量
刀具中心路径
程序路径

补偿中的移动：无面法线矢量指令时

Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;



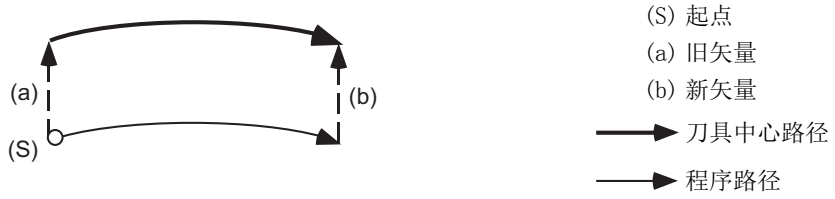
(S) 起点
(a) 旧矢量
(b) 新矢量
刀具中心路径
程序路径

补偿中的移动：圆弧或螺旋切削时

如果在圆弧或螺旋切削中执行 I,J,K 指令，则会变为圆弧中心指令，新矢量与旧矢量相同。

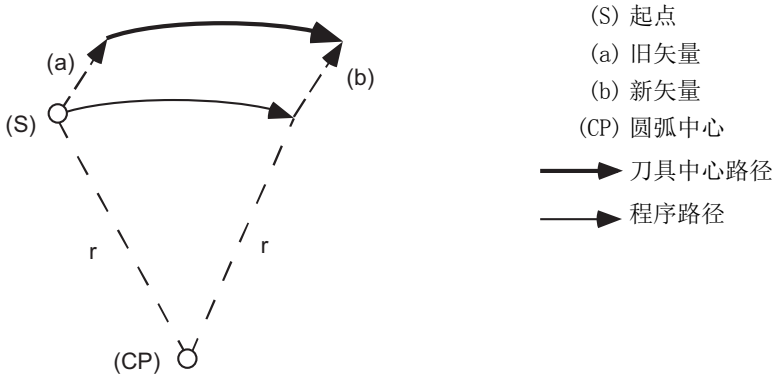
即使在 R 指令时，如果执行 I,J,K 指令，也会被忽略，新矢量与旧矢量相同。

G02 Xx Yy (Zz) Ii Jj ;　　I, J(K) 表示圆弧中心。
且，
G02 Xx Yy (Zz) Rr ;　　R 指定円弧



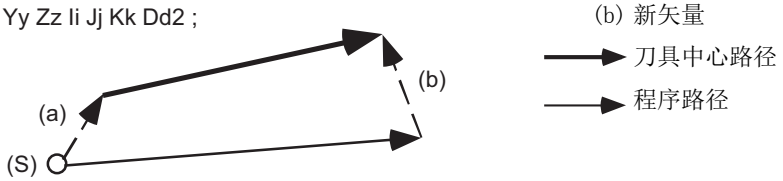
（注）在圆弧或螺旋切削时，中心坐标不偏移。因此，在下述矢量时，如果执行圆弧 I,J,K 指令则发生程序错误 (P70)。

G02 Xx Yy (Zz) Ii Jj ;　　I, J(K) 表示圆弧中心。
且，
G02 Xx Yy (Zz) Rr ;　　R 指定円弧



刀径补偿中的移动：改变补偿量时

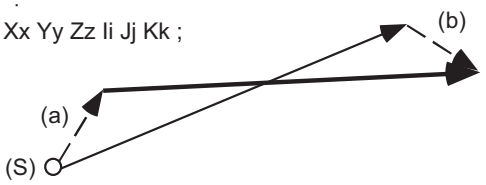
G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk Dd1 ;
:
G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk Dd2 ;



（注）在改变补偿量的程序段中如果没有 I, J, K 指令，则变为与旧矢量同样的矢量。此时，模态切换，但是在进行了 I, J, K 指令时补偿量切换。

刀径补偿中的移动：改变补偿方向时

G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk Dd1 ;
:
G42 Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;



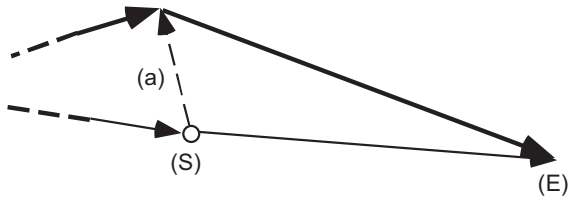
(S) 起点
(a) 旧矢量
(b) 新矢量
→ 刀具中心路径
→ 程序路径

（注 1）在改变补偿方向的程序段中如果没有 I，J，K 指令，则补偿方向不变，为与旧矢量同样的矢量。此时，模态切换，但是在进行了 I，J，K 指令时补偿方向切换。

（注 2）如果在圆弧（G02/G03）程序段中改变补偿方向，则视 I，J 为圆弧中心。因此，补偿方向不变。
即使在 R 指令时，如果执行 I,J,K 指令，也会被忽略，不能改变补偿方向。

刀径补偿中的移动 ： 有移动指令时

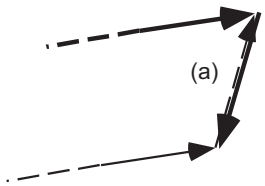
G40 Xx Yy Zz ；（或 Xx Yy Zz D00 ;）



(S) 起点
(E) 终点
(a) 旧矢量
→ 刀具中心路径
→ 程序路径

刀径补偿取消：无移动指令时

G40;（或 D00 ;）



(a) 旧矢量
→ 刀具中心路径
→ 程序路径

与其它功能的关系

通常的刀径补偿

在三维刀径补偿开始程序段中，如果没有对 3 轴均执行面法线矢量（I，J，K）指令，则为通常的刀径补偿模式。
在三维刀径补偿中不执行面法线矢量指令，而进行 G41(G42) 指令时，模态不变，为旧矢量。
在刀径补偿中，随面法线矢量，进行 G41(G42) 指令时，忽略此指令，变为通常的刀径补偿。

刀长补偿

在三维刀径补偿后的坐标上进行刀长补偿。

刀具位置偏置

在三维刀径补偿后的坐标上进行刀具位置补偿。

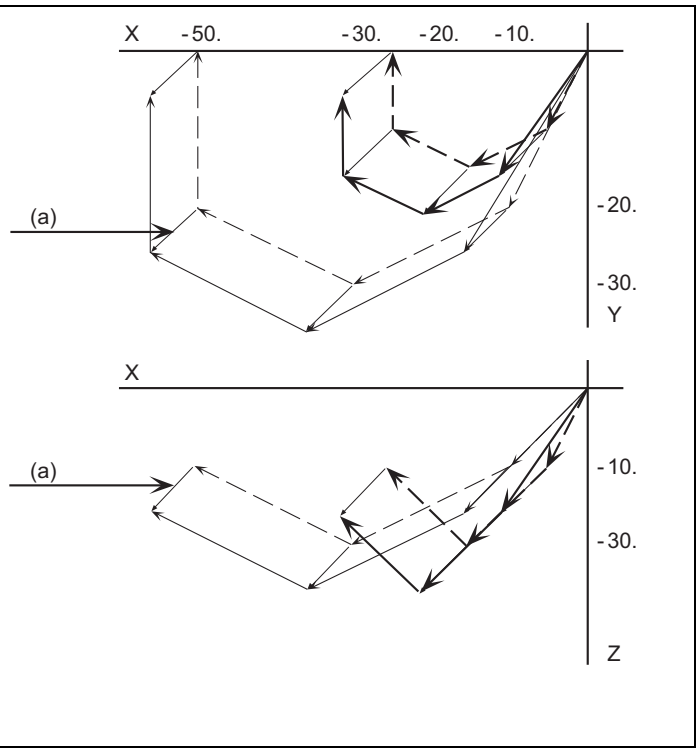
固定循环

发生程序错误（P155）。

比例缩放

对三维刀径补偿前的坐标进行比例缩放。
在面法线矢量（I，J，K）中不进行比例缩放。

```
D1=10.

G90 ;
G51 X0 Y0 P0.5 ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5.
K-5. ;
N2 X-30. Y-30. Z-20. ;
N3 X-50. Y-20. Z-10. ;
N4 Y0. ;


N1(  -5.000, -10.000, -10.000 )
N1( -10.773, -15.773, -15.773 )

N2( -15.000, -15.000, -20.000 )
N2( -20.773, -20.773, -25.773 )

N3( -25.000, -10.000, -10.000 )
N3( -30.773, -15.773, -15.773 )

N4( -25.000,    0.000, -10.000 )
N4( -30.773,   -5.773, -15.773 )

* 上段：比例缩放后的程序位置
  下段：补偿比例缩放后的位置
```



(a) 面法线矢量

— — –程序路径

———补偿后路径

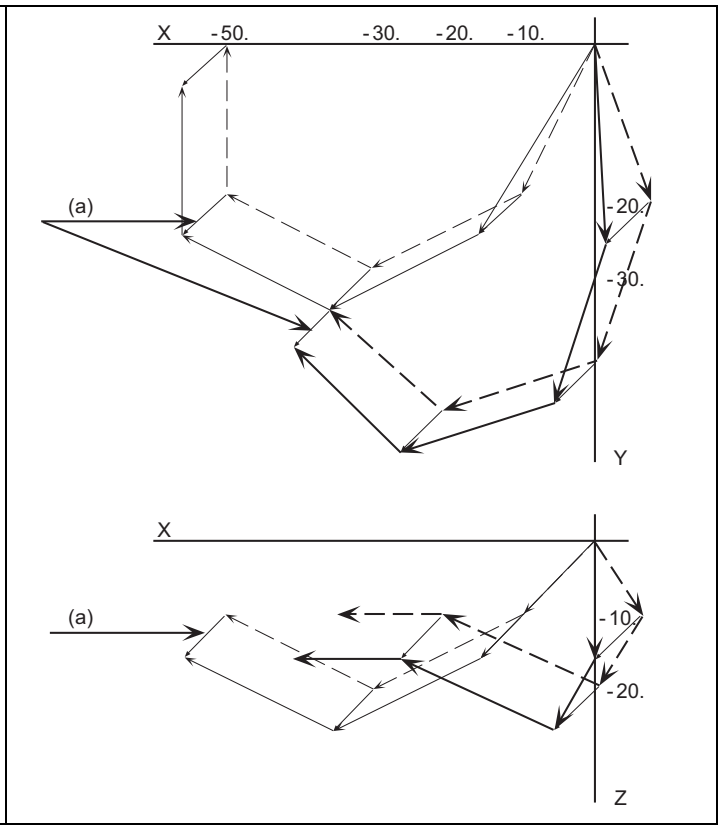
– – – –比例缩放后程序路径

———补偿比例缩放后路径

程序坐标旋转

对三维刀径补偿前的坐标进行程序坐标旋转。
面法线矢量（I，J，K）不旋转。

```
D1=10.

G90 ;
G68 X0 Y0 R45. ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5.
K-5. ;
N2 X-30. Y-30. Z-20. ;
N3 X-50. Y-20. Z-10. ;
N4 Y0. ;


N1(    7.071, -21.213, -10.000 )
N1(    1.298, -26.986, -15.773 )

N2(    0.000, -42.426, -20.000 )
N2(   -5.773, -48.199, -25.773 )

N3( -21.213, -49.497, -10.000 )
N3( -26.986, -55.270, -15.773 )

N4( -35.355, -35.355, -10.000 )
N4( -41.128, -41.128, -15.773 )

* 上段 ： 坐标旋转后的程序位置
  下段 ： 补偿坐标旋转后的位置
```



(a) 面法线矢量

— — -程序路径

———补偿后路径

– – – –坐标旋转后的程序路径

———补偿坐标旋转后的路径

参数坐标旋转

在三维刀径补偿后的坐标上进行参数坐标旋转。
面法线矢量（I，J，K）旋转。

镜像

在三维刀径补偿后的坐标上进行镜像。
在面法线矢量（I，J，K）上进行镜像。

跳跃

发生程序错误（P608）。

参考点检查

不取消补偿量。如果在三维刀径补偿中执行指令则会有补偿量偏差，并因此发生程序错误（P434）。

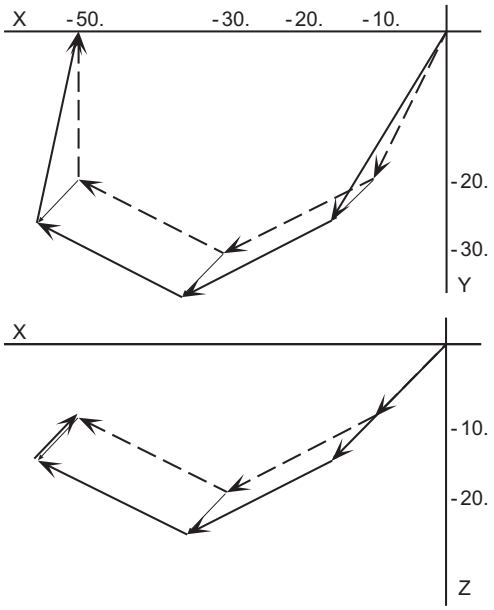
自动转角倍率

三维刀径补偿中的自动转角倍率无效。

机床坐标系选择

(1) 绝对指令时，在指令坐标位置上暂时取消所有轴。

```
D1=10.

G90 ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5.
K-5. ;
N2 X-30. Y-30. Z-20. ;
N3 X-50. Y-20. Z-10. ;
N4 G53 Y0 ;

N1( -10.000, -20.000, -10.000 )
N1( -15.773, -25.773, -15.773 )

N2( -30.000, -30.000, -20.000 )
N2( -35.773, -35.773, -25.773 )

N3( -50.000, -20.000, -10.000 )
N3( -55.773, -25.773, -15.773 )

N4( -50.000,    0.000, -10.000 )
N4( -50.000,    0.000, -10.000 )

* 上段 ： 程序位置
  下段 ： 补偿后的位置
```

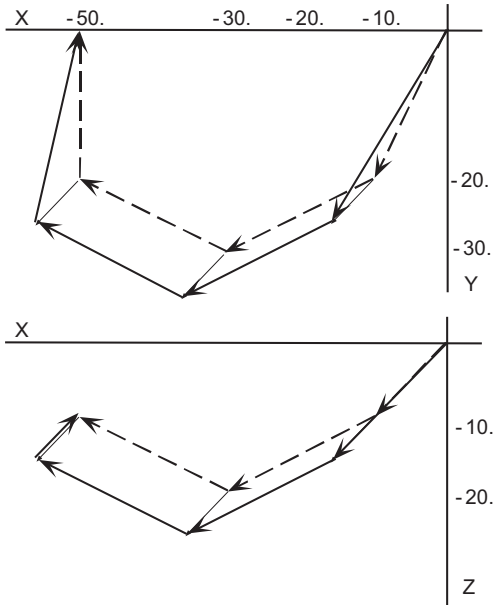


————程序路径

———补偿后路径

(2) 增量指令时，根据移动量（增量），牵引并移动矢量。
（暂时取消补偿量。）

```
D1=10.

G91 ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-5.
K-5. ;
N2 X-20. Y-10. Z-10. ;
N3 X-20. Y10. Z10. ;
N4 G53 Y20. ;

N1( -10.000, -20.000, -10.000 )
N1( -15.773, -25.773, -15.773 )

N2( -30.000, -30.000, -20.000 )
N2( -35.773, -35.773, -25.773 )

N3( -50.000, -20.000, -10.000 )
N3( -55.773, -25.773, -15.773 )

N4( -50.000,    0.000, -10.000 )
N4( -50.000,    0.000, -10.000 )

* 上段 ： 程序位置
  下段 ： 补偿后的位置
```



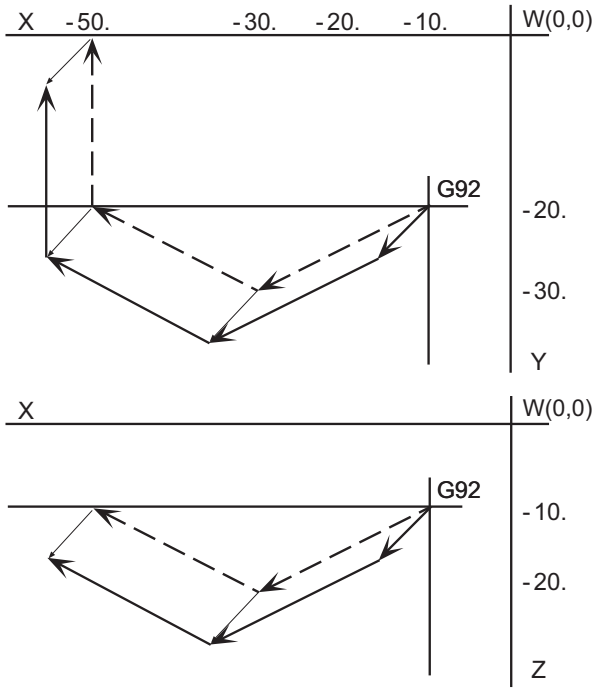
————程序路径

———补偿后路径

坐标系设定

在与坐标系设定相同的程序段中进行指令时，进行坐标系设定，用面法线矢量（I, J, K）单独启动。

```
D1=10.

G91 ;
N1 G92 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5.
J-5. K-5. ;
N2 X-20. Y-10. Z-10. ;
N3 X-30. Y-10. Z10. ;
N4 Y20. ;

N1( -10.000, -20.000, -10.000 )
N1( -15.773, -25.773, -15.773 )

N2( -30.000, -30.000, -20.000 )
N2( -35.773, -35.773, -25.773 )

N3( -50.000, -20.000, -10.000 )
N3( -55.773, -25.773, -15.773 )

N4( -50.000,   0.000, -10.000 )
N4( -55.773,  -5.773, -15.773 )

* 上段 ： 程序位置
  下段 ： 补偿后的位置
```



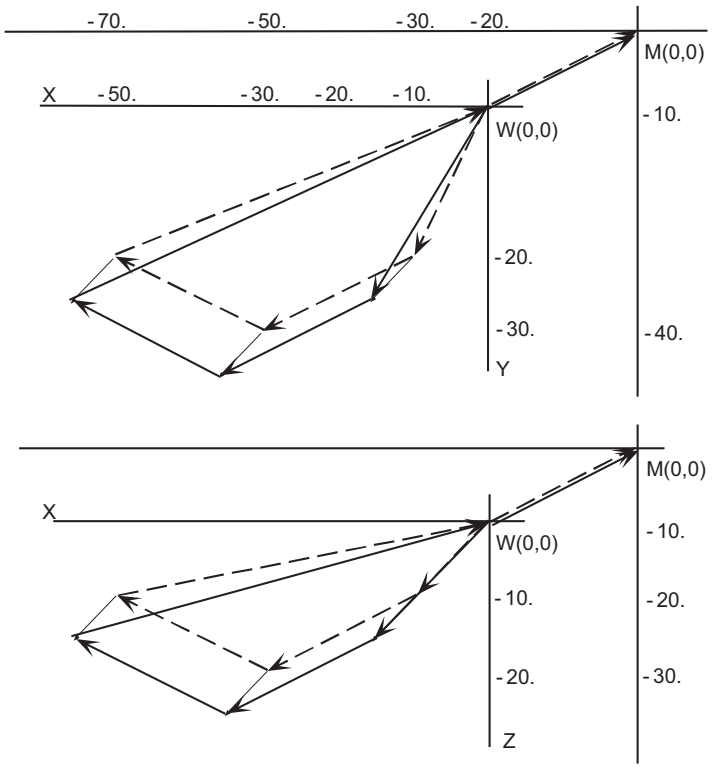
－－－－程序路径

———补偿后路径

参考点返回

在中间点暂时取消所有轴。

```
D1=10.

G91 ;
N1 G41 D1 X-10. Y-20. Z-10. I-5. J-
5. K-5. ;
N2 X-20. Y-10. Z-10. ;
N3 X-20. Y10. Z10. ;
N4 G28 X0 Y0 Z0 ;

N1( -10.000, -20.000, -10.000 )
N1( -15.773, -25.773, -15.773 )

N2( -30.000, -30.000, -20.000 )
N2( -35.773, -35.773, -25.773 )

N3( -50.000, -20.000, -10.000 )
N3( -55.773, -25.773, -15.773 )

N4(   0.000,    0.000,    0.000 )
N4(   0.000,    0.000,    0.000 )

N4(  20.000,   10.000,   10.000 )
N4(  20.000,   10.000,   10.000 )

* 上段 ： 工件坐标位置
  下段 ： 补偿后的位置
```



————程序路径

————补偿后路径

NC 复位

如果在三维刀径补偿中进行 NC 复位，三维刀径补偿被取消。

紧急停止

如果在三维刀径补偿中发生或解除紧急停止，则三维刀径补偿被取消。

限制事项

(1) 通过 D 指令选择补偿编号，D 指令仅在执行 G41、G42 指令时有效。而且，如果没有 D 指令，则通过前面的 D 指令进行选择。

(2) 请在 G00 或 G01 模式下变更为补偿模式。如果在圆弧模式时变更，则发生程序错误 (P150)。
变更后的补偿方向、补偿量从在 G00 或 G01 模式中进行 I，J，K 指令的程序段开始有效。在圆弧模式下，面法线矢量 (I, J, K) 不在同一程序段时，如果进行三维刀径补偿指令，则只有模态信息改变。
面法线矢量是由下一个进行了 I, J, K 指令的程序段开始有效。

(3) 在某空间的三维刀径补偿模式中，不能切换为其它空间进行三维刀径补偿。切换补偿空间时请务必进行取消 (G40 或 D00)。
（例）

```
G41 Xx Yy Zz Ii Jj Kk ;        在 X,Y,Z 空间开始补偿
     :                            :
     :                            :
G41 Uu Yy Zz Ii Jj Kk ;        在 X,Y,Z 空间进行补偿，U 轴仅移动指令值。
```

(4) 补偿编号 D 指令的标准不在 1 ～ 40、附加规格不在 1 ～ 800（最大）时，发生程序错误 (P170)。

(5) 仅在 G40 指令和 D00 指令时取消三维刀径补偿。

(6) 根据 I, J, K 进行指令的矢量大小 ($I^2+J^2+K^2$) 为溢出时，发生程序错误 (P35)。

12.6 刀具位置补偿 ； G45 ～ G48

功能及目的

在与 G45 ～ G46 相同程序段中指定轴的移动距离的延长和缩小量仅为设定的补偿量。

而且，G47,G48 也同样延长、缩小 2 倍的补偿量。

补偿组数因机种而异。详情请参考规格说明书。

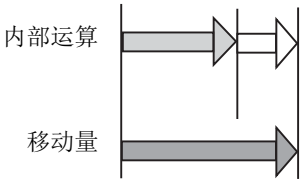
D01 ～ Dn

（组数为刀长补偿、刀具位置补偿、刀径补偿的总组数）

起点　　终点

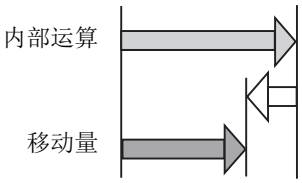
G45 指令

延长量仅为补偿量



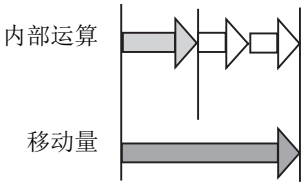
G46 指令

缩小量仅为补偿量



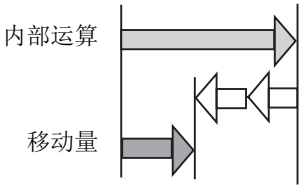
G47 指令

延长量为补偿量的 2 倍



G48 指令

缩小量为补偿量的 2 倍



（程序指令值）　（补偿量）　（补偿后移动量）

指令格式

G45 X__ Y__ Z__ D__ ; ... 仅延长移动补偿内存中设定的补偿量的大小

G46 X__ Y__ Z__ D__ ; ... 仅缩小移动补偿内存中设定的补偿量的大小

G47 X__ Y__ Z__ D__ ; ... 仅移动补偿内存中设定的补偿量 2 倍的大小

G48 X__ Y__ Z__ D__ ; ... 仅缩小移动补偿内存中设定的补偿量 2 倍的大小

X, Y, Z	各轴的移动量
D	刀补编号

详细说明

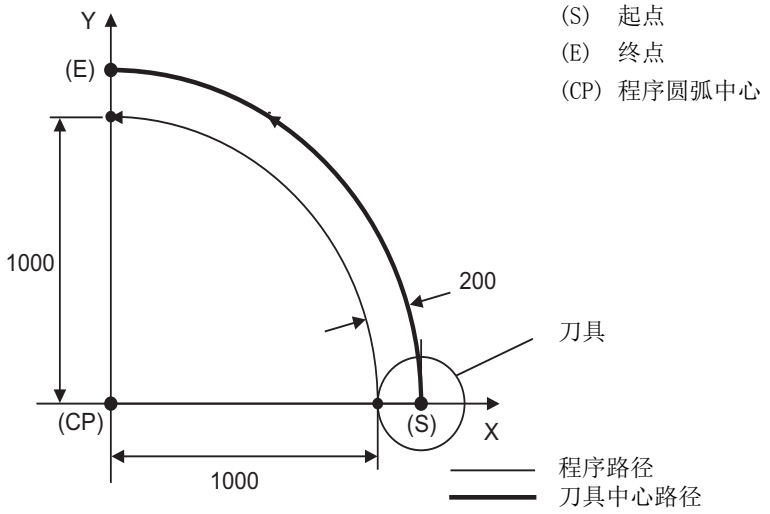
下表表示增量值时的对应。

指 令	等价指令的移动量 （指定的补偿量 = I）	实 例 （X=1000 时）
G45 Xx Dd	X(x+I)	I= 10 X= 1010 I= -10 X= 990
G45 X-x Dd	X-(x+I)	I= 10 X= -1010 I= -10 X= -990
G46 Xx Dd	X(x-I)	I= 10 X= 990 I= -10 X= 1010
G46 X-x Dd	X-(x-I)	I= 10 X= -990 I= -10 X= -1010
G47 Xx Dd	X(x+2*I)	I= 10 X= 1020 I= -10 X= 980
G47 X-x Dd	X-(x+2*I)	I= 10 X= -1020 I= -10 X= -980
G48 Xx Dd	X(x-2*I)	I= 10 X= 980 I= -10 X= 1020
G48 X-x Dd	X-(x-2*I)	I= 10 X= -980 I= -10 X= -1020

程序示例

（例 1）

1/4 圆弧指令时的刀具位置偏置



用 D01 = 200 预先在 +X 方向进行补偿。

```
G91 G45 G03 X -1000 Y1000 I -1000 F1000 D01 ;
```

即使未在与 G45 ～ G48 指令相同的程序段中进行补偿编号指令，也可以用至今已存储的刀具位置补偿编号进行补偿。

指定的补偿编号超出规格范围时，发生程序错误 (P170)。

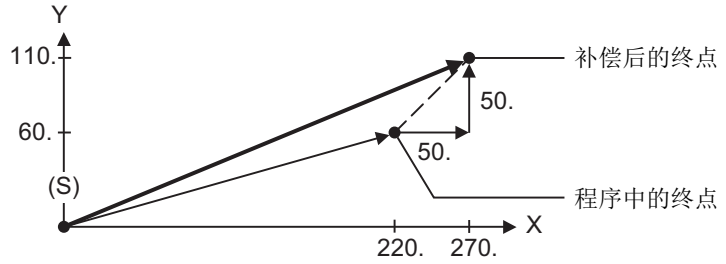
这些 G 代码不是模态指令因此仅对指定的程序段有效。

进行绝对值指令时，由前面程序段的终点开始，向具有 G45 ～ G48 的程序段中被指定的位置方向移动，相对此移动方向，在各轴方向上进行延长、缩小。

即执行绝对值指令时，对此程序段中的移动量（增量值）进行补偿。

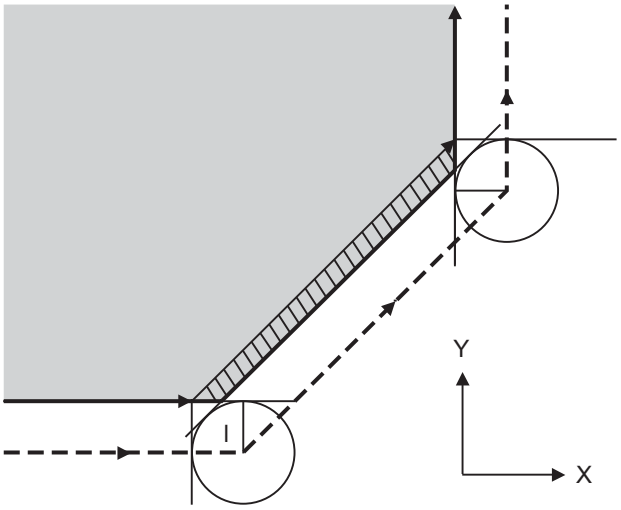
同时执行 n 轴指令时，对所有指定的轴进行相同的补偿。即使对附加轴也有效。（但是，在同步控制轴数的范围内。）

```
G01 G45 X220. Y60. D20 ;
(D20) = +50. 000
```

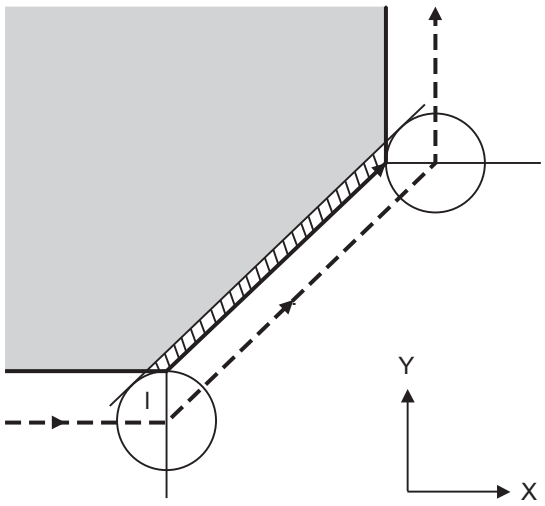


(S) 起点

（注 1）如果对 2 轴进行补偿，则如下图变为切入过量或切入不足。此时，请使用刀径补偿（G40 ～ G42）。




```
G01 G45 Xx 1 Dd1 ;
        Xx2 Yy 2 ;
G45 Yy3 ;
```




```
G01 Xx1 ;
G45 Xx2 Yy2 Dd 2 ;
Yy3 ;
```

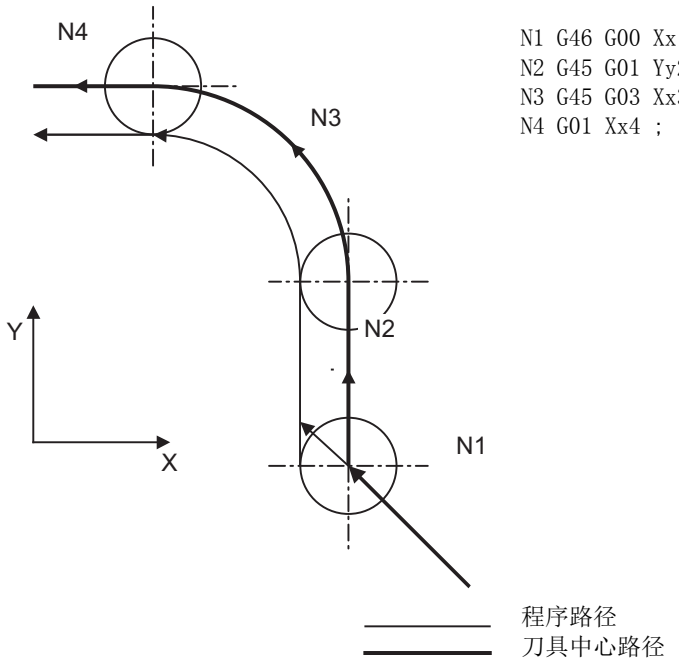
程序路径　　刀具中心路径

工件

插入不足（上图）或切入过量（下图）

1 = 补偿量的设定值

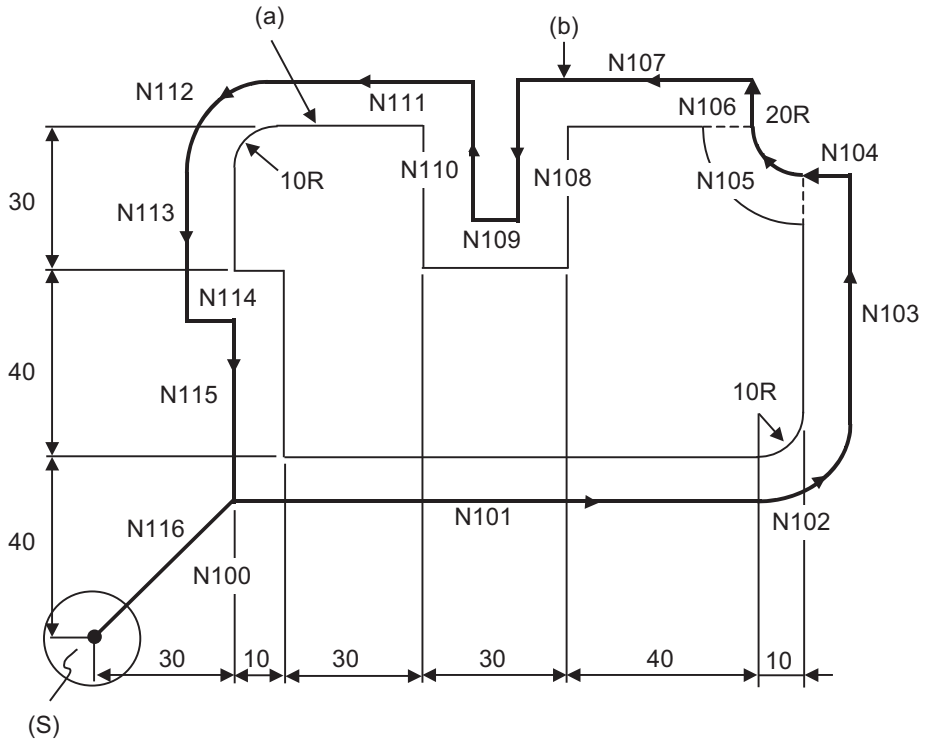
（例 2）




```
N1 G46 G00 Xx1 Yy1 Dd1 ;
N2 G45 G01 Yy2 Ff2 ;
N3 G45 G03 Xx3 Yy3 Ii3 ;
N4 G01 Xx4 ;
```

（例 3）

进行 G45 ～ G48 指令时，每次的补偿量是由补偿编号指定的补偿量，并不是像刀长补偿 (G43) 一样，移动与前次补偿的差量，



(S)　起点

(a)　程序路径　　(b)　刀具中心路径

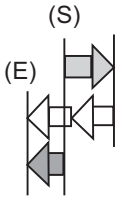
补偿量　D01=10.000mm（刀径的补偿量）

```
N100   G91    G46   G00   X40.0   Y40.0   D01 ;
N101   G45    G01   X100.0   F200   ;
N102   G45    G03   X10.0   Y10.0   J10.0   ;
N103   G45    G01   Y40.0   ;
N104   G46    X0   ;
N105   G46    G02   X-20.0   Y20.0   J20.0   ;
N106   G45    G01   Y0   ;
N107   G47    X-30.0   ;
N108          Y-30.0   ;
N109   G48    X-30.0   ;
N110          Y 30.0   ;
N111   G45    X-30.0   ;
N112   G45    G03   X-10.0   Y-10.0   J-10.0   ;
N113   G45    G01   Y-20.0   ;
N114          X10.0   ;
N115          Y-40.0   ;
N116   G46    X-40.0   Y-40.0   ;
N117   M02    ;
%
```

注意事项

(1) 请在不是固定循环模式时使用本指令。
（即使在固定循环中进行指令也会被忽略。）

(2) 由延长、缩小产生的内部运算的结果是，在反转时指令方向移动到相反方向。



程序指令　　G48 X20.000 D01 ;

补偿　　补偿量 = +15.000

刀具的移动　　实际移动 = X-10.000

(S)　起点
(E)　终点

(3) 在增量值指令（G91）模式下，进行移动量 0 的指令时，如下所示。

补偿编号　　: D01
对应 D01 的补偿量　　: 1234

NC 指令	G45 X0 D01 ;	G45 X-0 D01 ;	G46 X0 D01 ;	G46 X-0 D01;
等价指令	X1234 ;	X -1234 ;	X -1234 ;	X1234;

另外，在绝对值指令中，移动量设为 0 时，立即结束，不进行补偿量的移动。

(4) 圆弧插补时，在轴上有起点和终点时

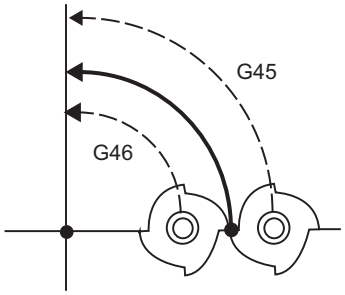
只有 1/4 圆、1/2 圆、3/4 圆，才可以根据 G45 ～ G48 指令进行刀径补偿。

相对圆弧程序路径，补偿方向在外侧和内侧时，分别执行以下指令。

但是，此时在圆弧起点需要对希望的方向进行补偿。（此圆弧单独进行了补偿指令时，圆弧起点半径和圆弧终点半径的偏移量仅为补偿量。）

图中的粗线表示程序路径。

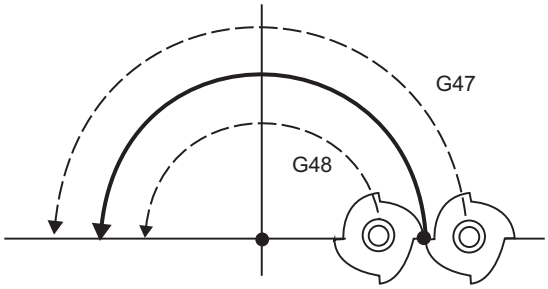
1/4 圆



在圆的外侧进行补偿时 G45
在圆的内侧进行补偿时 G46

程序路径
补偿后的路径

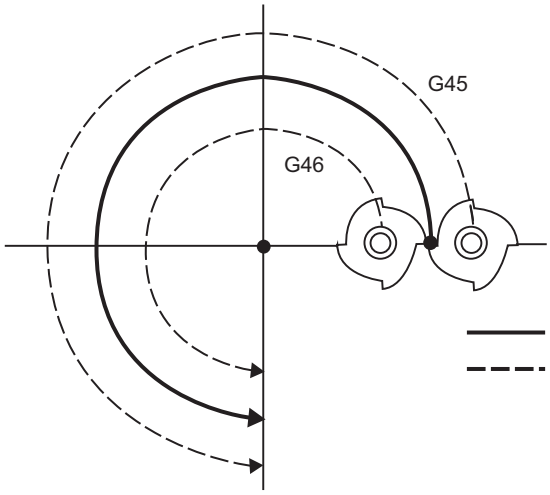
1/2 圆



在圆的外侧进行补偿时 G47
在圆的内侧进行补偿时 G48

程序路径
补偿后的路径

3/4 圆



在圆的外侧进行补偿时 G45
在圆的内侧进行补偿时 G46

程序路径
补偿后的路径

12.7 可编程补偿输入 ; G10

功能及目的

根据 G10 指令可以由程序开始设定 / 变更刀具补偿和工件偏置。在绝对值 (G90) 模式中指定的补偿量变为新的补偿量，在增量值 (G91) 模式中当前设定的补偿量基础上加上指定的补偿量，则变为新的补偿量。

指令格式

工件偏置输入

```
G90 (G91)  G10  L2  P__  X__  Y__  Z__  ;
```

P	0 : 外部工件 1 : G54 2 : G55 3 : G56 4 : G57 5 : G58 6 : G59

（注）在 G91 模式中，补偿量为增量值，每次执行程序时都会累加。为了避免这种错误，请在 G10 前努力执行 G90 或 G91 指令，以引起大家的注意。

刀具补偿输入

类型 I

```
G10  L10  P__  R__  ; ...  刀径补偿内存
```

P	补偿编号
R	补偿量

类型 II

```
G10  L10  P__  R__  ; ...  刀径补偿内存   长度补偿形状补偿
```

```
G10  L11  P__  R__  ; ...  刀径补偿内存   长度补偿磨耗补偿
```

```
G10  L12  P__  R__  ; ...  刀径补偿内存   半径形状补偿
```

```
G10  L13  P__  R__  ; ...  刀径补偿内存 半径磨耗补偿
```

（注）参数 “#1037 cmdtyp” 为 “1” 时为类型 I，为 “2” 时为类型 II。

详细说明

(1) G10 为非模态指令，仅对指定的程序段有效。

(2) G10 不伴随移动，请不要与 G54 ～ G59,G90,G91 以外的 G 指令并用。

(3) 请不要在同一程序段中执行固定循环及子程序调用指令和 G10 指令。误动作是发生程序错误的原因。

(4) 请不要在同一程序段中指定工件坐标偏置输入 (L2 或 L20) 与刀具补偿输入 (L10)。

(5) 如果进行不正确的 L 编号、补偿编号指令，则分别发生程序错误 (P172,P170)。
另外，当补偿量超出最大指令值时，发生程序错误 (P35)。

(6) 补偿量的小数点输入有效。

(7) 外部工件坐标系及工件坐标系的补偿量是指定由基本坐标系原点开始的距离。

(8) 通过输入工件坐标偏置，更新的工件坐标系由以前的模态 (G54 ～ G59) 或同一程序段模态 (G54 ～ G59) 决定。

(9) 输入工件坐标偏置值时可以省略 L2。

(10) 若在工件偏置输入中，省略 P 指令，则作为当前选择的工件偏置输入进行处理。

(11) 补偿量的设定单位如下。
更换指令值单位后，未嵌入表中的值发生程序错误 (P35)。
另外，在增量值指令的情况下，补偿量设定范围是当前设定值和指令值的和。

设定	补偿量			
	公制系统	英制系统	公制系统	英制系统
#1003=B	± 999.999 (mm)	± 99.9999 (inch)	± 9999.999 (mm)	± 999.9999 (inch)
#1003=C	± 999.9999 (mm)	± 99.99999 (inch)	± 9999.9999 (mm)	± 999.99999 (inch)
#1003=D	± 999.99999 (mm)	± 99.999999 (inch)	± 9999.99999 (mm)	± 999.999999 (inch)
#1003=E	± 999.999999 (mm)	± 99.9999999 (inch)	± 9999.999999 (mm)	± 999.9999999 (inch)

程序示例

(1) 输入补偿量。

```
·····; G10 L10 P10 R-12.345 ; G10 L10 P05 R9.8765 ; G10 L10 P30 R2.468 ; ·····
```

H10=-12.345　H05=9.8765　H30=2.468

(2) 更新补偿量

（例 1）已设定 H10=-1000。

N1 G01 G90 G43 Z-100000 H10 F100 ;	(Z=-101000)
N2 G28 Z0 ;	
N3 G91 G10 L10 P10 R-500 ;	（为 G91 模式，因此加上 -500 计算）
N4 G01 G90 G43 Z-100000 H10 ;	(Z=-101500)

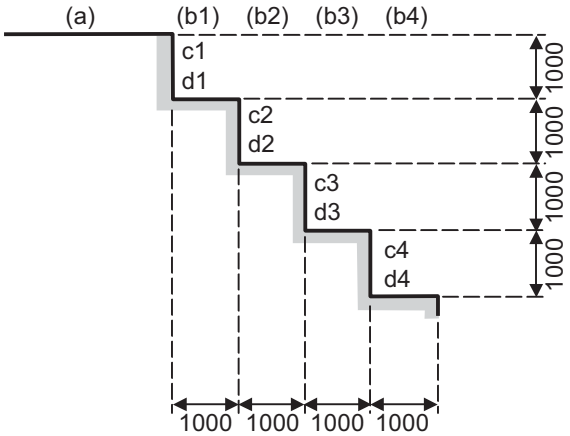
（例 2）已设定 H10=-1000。

主程序

N1 G00 X100000 ;	a
N2 #1=-1000 ;	
N3 M98 P1111 L4 ;	b1, b2, b3, b4

子程序 O1111

N1 G01 G91 G43 Z0 H10 F100 ;	c1, c2, c3, c4
G01 X1000 ;	d1, d2, d3, d4
#1=#1-1000 ;	
G90 G10 L10 P10 R#1 ;	
M99 ;	



（注）最终补偿量 H10= -5000 。

（例 3）如下书写例 2 的程序。

主程序

N1 G00 X100000 ;
N2 M98 P1111 L4 ;

子程序 O1111

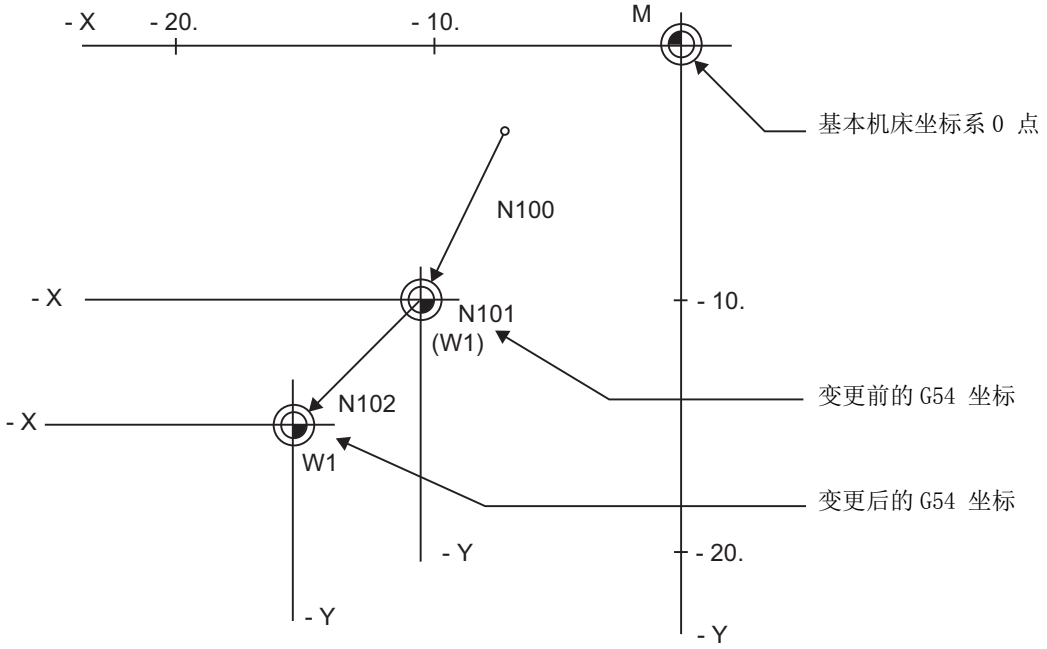
N1 G01 G91 G43 Z0 H10 F100 ;
N2 G01 X1000 ;
N3 G10 L10 P10 R-1000 ;
N4 M99 ;

(3) 更新工件坐标系补偿量时

如下假设以前的工件坐标系偏置量。

X=-10.000　　Y=-10.000

N100　G00　G90　G54　X0　Y0 ;
N101　G90　G10　L2　P1　X-15.000　Y-15.000 ;
N102　X0　Y0 ;
M02 ;



（注 1）N101 中工件位置显示变化

在 N101 中，通过 G10 变更工件坐标系前后，G54 工件位置显示数据改变。

X = 0　　→　　X = +5.000

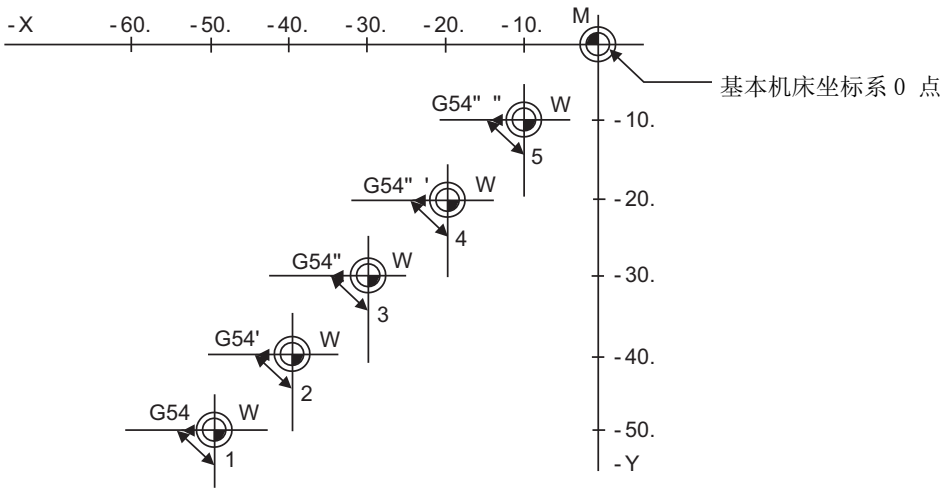
Y = 0　　Y = +5.000

在 G54 ～ G59 中设置工件坐标系补偿量时

G90 G10 L2 P1 X-10.000　Y-10.000 ;
G90 G10 L2 P2 X-20.000　Y-20.000 ;
G90 G10 L2 P3 X-30.000　Y-30.000 ;
G90 G10 L2 P4 X-40.000　Y-40.000 ;
G90 G10 L2 P5 X-50.000　Y-50.000 ;
G90 G10 L2 P6 X-60.000　Y-60.000 ;

(4) 将 1 个工件坐标系作为多个工件坐标系使用时

主程序	:
	#1=-50. #2=10. ;
	M98 P200 L5 ;
	M02 ;
	%
子程序 0200	N1 G90 G54 G10 L2 P1 X#1 Y#1 ;
	N2 G00 X0 Y0 ;
	N3 X-5. F100 ;
	N4 X0 Y-5. ;
	N5 Y0 ;
	N6 #1=#1+#2 ;
	N7 M99 ;
	%



注意事项

(1) 即使在画面中显示该指令，在执行前，补偿编号及变量的内容也不会更新。

```
N1 G90 G10 L10 P10 R-100 ;
N2 G43 Z-10000 H10 ;
N3 G00 X-10000 Y-10000 ;
N4 G90 G10 L10 P10 R-200 ;  ........  通过执行 N4 程序段，H10 的补偿量也被更新。
```

12.8 刀具寿命管理数据输入 ; G10,G11

12.8.1 通过 G10 L3 指令输入刀具寿命管理数据 ; G10 L3,G11

功能及目的

通过 G10 指令（非模态指令），可以进行刀尖寿命管理数据的登录、变更、追加及已登录的组的删除。
刀具寿命管理方式中有Ⅰ/Ⅱ/Ⅲ三种，哪种方式有效由机床制造商的规格而定。
刀具寿命管理Ⅲ时，不能进行组号 1 以外的登录、变更、追加。

指令格式

开始寿命管理用数据登录

```
G10  L3 ;
P_ L_ Q_ ;  （第 1 组）
T_ H_ D_ ;
T_ H_ D_ ;
P_ L_ Q_ ;（下一组）
T_ H_ D_;
```

P	组号
L	寿命
Q	管理方式
T	刀号。通过此处登录的顺序选择预备刀具。
H	刀长补偿编号
D	刀径补偿编号

寿命管理用数据 组的变更、追加开始

```
G10  L3 P1;
P_ L_ Q_ ;  （第 1 组）
T_ H_ D_ ;
T_ H_ D_ ;
P_ L_ Q_ ;（下一组）
T_ H_ D_;
```

P	组号
L	寿命
Q	管理方式
T	刀号
H	刀长补偿编号
D	刀径补偿编号

寿命管理用数据 组的删除开始

```
G10  L3 P2;
P_ ;（第 1 组）
P_ ;（下一组）
```

P	组号

寿命管理用数据 登录、变更、追加、删除的结束

```
G11 ;
```

详细说明

可指定的范围

项　　目		可 指 定 的 范 围
组号	(Pn)	1 ～ 99999999（刀具寿命管理III时，只能使用组号 1。）
寿命	(Ln)	0 ～ 65000 次（次数管理方式） 0 ～ 4000 分（时间管理方式）
管理方式	(Qn)	1 ～ 3 1: 安装次数管理 2: 时间管理 3: 切削次数管理
刀号	(Tn)	1 ～ 99999999
刀长补偿编号	(Hn)	0 ～ 999 (*)
刀径补偿编号	(Dn)	0 ～ 999 (*)

(*) 刀具补偿编号的设定范围因刀具补偿组数的规格而异。
指定了各超出数据范围的值时，发生程序错误 (P35)。

动作示例

	程序示例	动　　作
数据的登录	G10 L3 ; P10 L10 Q1 ; T10 H10 D10 ; G11 ; M02 ;	1. 删除所有组数据后，开始登录。 2. 登录组号 10。 3. 在组号 10 上登录刀号 10。 4. 结束登录。 5. 结束程序。
组的 变更、追加	G10 L3 P1 ; P10 L10 Q1 ; T10 H10 D10 ; G11; M02 ;	1. 开始变更、追加组及刀具。 2. 变更、追加的动作如下所示。 (1) 未登录组号 10 时 - 追加登录组号 10。 - 在组号 10 上登录刀号 10。 (2) 已登录组号 10，但未登录刀号 10 时 - 在组号 10 上追加登录刀号 10。 (3) 同时登录组号 10 及刀号 10 时 - 变更刀号 10 的数据。 3. 结束变更、追加组及刀具。 4. 结束程序。
删除组	G10 L3 P2 ; P10 ; G11 ; M02 ;	1. 开始删除组。 2. 删除组号 10 的数据。 3. 结束删除组。 4. 结束程序。

12.8.2 通过 G10 L3 指令输入刀具寿命管理数据 ; G10 L30,G11

功能及目的

通过 G10 指令（非模态指令），可以进行刀尖寿命管理数据的登录、变更、追加及已登录的组的删除。
刀具寿命管理Ⅲ时，不能进行组号 1 以外的登录、变更、追加。
关于刀长补偿及刀径补偿，通过在管理方式中指定增量补偿量或直接补偿量，可以以刀径补偿量形式进行登录 / 变更。

指令格式

开始寿命管理用数据登录

```
G10  L30 ;
P_ L_ Q_ ;  （第 1 组）
T_ H_ R_ ;
T_ H_ R_ ;
P_ L_ Q_ ;  （下一组）
T_ H_ R_;
```

P	组号
L	寿命
Q	管理方式
T	刀号。通过此处登录的顺序选择预备刀具。
H	刀长补偿编号 或 刀长补偿量
R	刀径补偿编号 或 刀径补偿量

不可省略 L_,Q_,H_,R_。省略时发生程序错误 (P33)。

寿命管理用数据 组的变更、追加开始

```
G10  L30 P1;
P_ L_ Q_ ;  （第 1 组）
T_ H_ R_ ;
T_ H_ R_ ;
P_ L_ Q_ ;（下一组）
T_ H_ R_;
```

P	组号
L	寿命
Q	刀长补偿数据形式，刀径补偿数据形式，管理方式
T	刀号
H	刀长补偿编号 或 刀长补偿量
D	刀径补偿编号 或 刀径补偿量

不可省略 L_,Q_,H_,R_。省略时发生程序错误 (P33)。

寿命管理用数据 组的删除开始

```
G10  L30 P2;
P_ ;（第 1 组）
P_ ;（下一组）
```

P	组号

寿命管理用数据 登录、变更、追加、删除的结束

```
G11 ;
```

详细说明

可指定的范围

项　　目		可指定的范围
组号	（ Pn ）	1 ～ 99999999（刀具寿命管理III时，只能使用组号 1。）
刀号	（ Tn ）	1 ～ 99999999
管理方式	（ Qabc ）	abc：整数 3 位 a. 刀长补偿数据形式 0：补偿编号 1：增量补偿量 2：直接补偿量 b. 形成刀径补偿数据 0：补偿编号 1：增量补偿量 2：直接补偿量 c. 刀具管理方式 0：使用时间 1：安装次数 2：使用次数
寿命	（ Ln ）	0 ～ 4000 分（使用时间） 0 ～ 65000 次（安装次数） 0 ～ 65000 次（使用次数）
刀长补偿 编号 / 量	（ Hn ）	0 ～ 999（补偿编号）(*1) ± 999.999（增量补偿量）(*2) ± 999.999（直接补偿量）(*2)
刀径补偿 编号 / 量	（ Rn ）	0 ～ 999（补偿编号）(*1) ± 999.999（增量补偿量）(*2) ± 999.999（直接补偿量）(*2)

(*1) 刀具补偿编号的设定范围因刀具补偿组数的规格而异。
(*2) 补偿量的数据范围，请参照 “12.9.3 刀具寿命管理数据输入的注意事项”(16)。

动作示例

	程序示例	动　　作
数据的登录	G10 L30 ; P10 L10 Q001 ; T10 H10 R10 ; G11 ; M02 ;	1. 删除所有组数据后，开始登录。 2. 登录组号 10。 刀具管理方式为安装次数。 刀长补偿、刀径补偿均为补偿编号形式。 3. 在组号 10 上登录刀号 10。 4. 结束登录。 5. 结束程序。
组的 变更、追加	G10 L30 P1 ; P10 L10 Q122 ; T10 H0.5 R0.25 ; G11; M02 ;	1. 开始变更、追加组及刀具。 2. 变更、追加的动作如下所示。 (1) 未登录组号 10 时 (a) 追加登录组号 10。 关于变更 / 追加的刀具 刀具管理方式为使用次数， 刀长补偿为增量补偿量形式， 刀径补偿为直接补偿量形式。 (b) 在组号 10 的刀长补偿中，登录增量补偿量 0.5， 在刀径补偿中登录直接补偿量 0.25。 (2) 已登录组号 10，但未登录刀号 10 时 - 在组号 10 上追加登录刀号 10。 (3) 同时登录组号 10 及刀号 10 时 - 变更刀号 10 的数据。 3. 结束变更、追加组及刀具。 4. 结束程序。
删除组	G10 L30 P2 ; P10 ; G11 ; M02 ;	1. 开始删除组。 2. 删除组号 10 的数据。 3. 结束删除组。 4. 结束程序。

12.8.3 刀具寿命管理数据输入的注意事项

与其它功能的关系

(1) 计算刀具的使用数据时，在下述功能动作时，不进行计算。
- 机床锁定
- 辅助轴功能锁定
- 空运行
- 单程序段
- 跳跃

注意事项

(1) 通过在自动、MDI 模式中执行程序，进行刀具寿命数据的登录、变更、追加、删除。

(2) 不可重复进行组号及刀号指令。发生程序错误 (P179)。

(3) 在一个程序段中进行 2 个以上的相同地址指令时，最后的指令生效。

(4) 在 G10L3 指令下省略了寿命数据 (L_) 时，该组的寿命数据为 ″0″。

(5) 在 G10L3 指令下省略了管理方式 (Q_) 时，该组的管理方式由基本规格参数 “#1106 Tcount” 决定。
但是，在进行切削次数管理方式时，请在程序中进行指令。

(6) 在 G10 L30 指令下如果没有指定 3 位的管理方式 (Q_)，则省略的高位位相当于 “0”。
因此，“Q1” 相当于 “Q001”，“Q12” 相当于 “Q012”。

(7) 在 G10L3 指令下省略了刀长补偿编号 (H_) 时，该组的刀长补偿编号为 “0”。

(8) 在 G10L3 指令下省略了刀径补偿编号 (D_) 时，该组的刀径补偿编号为 “0”。

(9) 由 G10 L3 或 G10 L30 至 G11 之间，无法带顺序号进行编程。发生程序错误 (P33)。

(10) 使用数据计数有效信号 (YC8A) 接通时，无法进行 G10 L3 或 G10 L30 指令。发生程序错误 (P177)。

(11) 已登录的数据即使在断电后也会被保持。

(12) 进行 G10 L3 或 G10 L30 指令时，全部删除登录的数据后，进行指定的组及刀具的登录。

(13) 在 G10 L3 P1 或 G10 L30 P1 指令中，进行变更或追加的条件如下。

(a) 变更的条件

- 同时登录指定的组号及刀号。
  ... 变更指定的刀号数据。

(b) 追加的条件

- 未同时登录指定的组号及刀号。
  ... 追加登录指定的组号及刀号的数据。
- 已登录指定的组号，但是未登录指定的刀号。
  ... 在指定的组号中追加登录指定的刀号数据。

(14) 刀具补偿编号的设定范围根据机床制造商规格而定。

(15) 刀具寿命管理Ⅲ时，不能进行组 1 以外的登录、变更、追加。

12.8.4 刀具寿命管理数量的系统分配

功能及目的

可以设定每个系统的刀具寿命管理数。
本功能有下述方式，使用哪个由机床制造商的规格而定（参数 “#1439 Tlife-SysAssign”“#12055 Tol-lifenum”）。

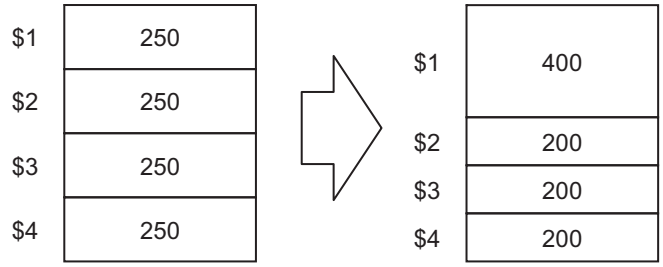
任意分配 ： 将刀具寿命管理数任意分配给各系统。
固定分配 ： 将刀具寿命管理数自动均等地分配给各系统。

任意分配时，由于能将刀具寿命管理数较少也无碍的系统的刀具寿命管理数分配到其它系统，因此可以高效分配刀具寿命管理数。另外，也可以将在辅助轴系统中不需要刀具寿命管理数的系统的刀具寿命管理数设为 “0”。
以后，以系统内的刀具寿命管理数为 999 组的情况为例进行说明。

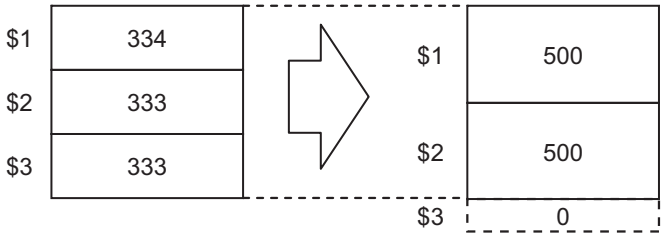
(1) 任意分配 (#1439=1 时)

各系统数由机床制造商规格而定（参数 “#12055 Tol-lifenum”）。
下例表示车削系统中使用 4 系统时的组数。

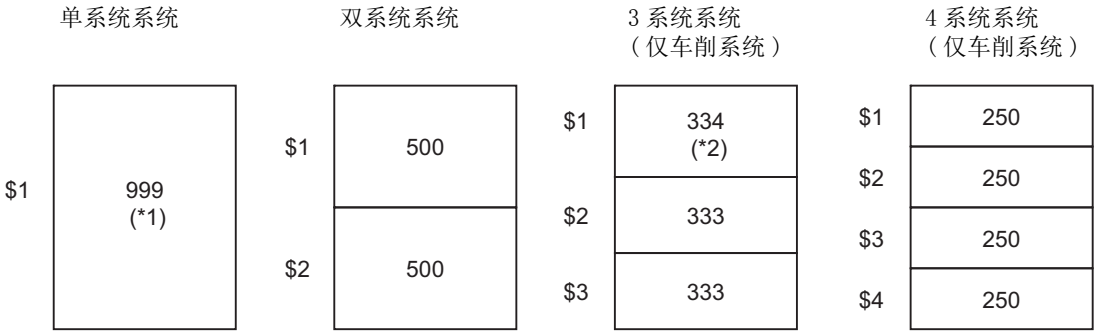
(a) 在 4 系统系统中，希望增加第 1 系统 ($1) 的刀具寿命管理数时



(b) 在 3 系统系统中，由于将第 3 系统 ($3) 作为辅助轴系统使用，因此希望将刀具寿命管理数设为 “0 组” 时



(2) 自动平均分配 (#1439=0 时)



(*1) 各系统最多的刀具寿命管理数为 999。

(*2) 发生端数时，将端数量的个数分配到第 1 系统。

注意事项

(1) 在单系统系统中，最大刀具寿命管理数为 999。

(2) 在单系统系统中不通过设定参数，就可以使用系统内刀具寿命管理数。

(3) 即使在任意分配的规格有效时，在参数 “#12055 Tol-lifenum”的总数不足系统内刀具寿命管理数时，剩余个数也不能被分配给任何系统。

(4) 即使在任意分配的规格有效时，在参数 “#12055 Tol-lifenum”的总数超过系统内刀具寿命管理数时，发生系统错误 (Y05)。

(5) 即使在任意分配规格有效时，所有系统参数 “#12055 Tol-lifenum”为 “0”时，也是固定分配。

(6) 文件输入刀具寿命管理数据时，输入的刀具寿命管理数超过当前的刀具寿命管理数时，无法输入超出的刀具寿命管理数据。

13章

固定循环

13.1 标准固定循环

功能及目的

通过在单个程序段发出的指令，按照预先设定的作业顺序执行通常的定位与钻孔、镗孔、攻丝等加工程序的功能，加工顺序如下。
另外，通过编辑标准固定循环子程序，可以由用户自身变更固定循环顺序，由用户自身注册／编辑独立的固定循环程序。关于标准固定循环子程序请参考操作说明书附录中的固定循环子程序一览表。以下内容表示本控制装置的固定循环功能一览表。

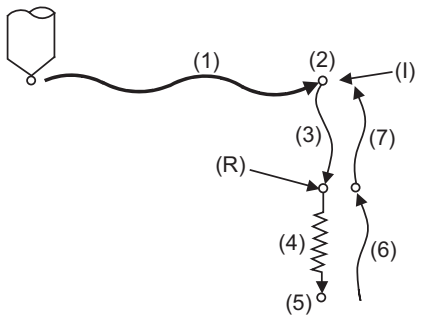
G 代码	开始钻孔作业（-Z 方向）	在孔底中的动作		返回动作（+Z 方向）	高速回退	用　　途
		暂停	主轴			
G80	—	—	—	—	—	取消
G81	切削进给	—	—	快速进给	可	钻孔、 点钻循环
G82	切削进给	有	—	快速进给	—	钻孔、 计数式镗孔循环
G83	间歇进给	—	—	快速进给	可	深孔钻孔循环
G84	切削进给	有	反转	切削进给	—	攻丝循环
G85	切削进给	—	—	切削进给	—	镗孔循环
G86	切削进给	有	停止	快速进给	—	镗孔循环
G87	快速进给	—	正转	切削进给	—	背镗孔循环
G88	切削进给	有	停止	快速进给	—	镗孔循环
G89	切削进给	有	—	切削进给	—	镗孔循环
G73	间歇进给	有	—	快速进给	可	步进循环
G74	切削进给	有	正转	切削进给	—	反向攻丝循环
G75	切削进给	—	—	快速进给	—	圆形切削循环
G76	切削进给	—	定位主轴停止	快速进给	—	精镗孔循环

通过 G80 指令、其它钻孔加工模式、或是 01 组的 G 指令取消固定循环模式，同时清除各数据。

详细说明

固定循环的基本动作

实际动作分为以下 7 种。



(I) 初始点
(R) R 点

(1) 表示 X,Y 轴的定位，用 G00 定位。

(2) 在定位完成后（初始点）的动作，执行 G87 指令时将 M19 指令由控制装置移到机床端。执行此 M 指令，控制装置出现完成信号 (FIN) 则开始下一个动作。另外，在单程序段停止开关打开时，定位完成后程序段停止。

(3) 通过快速进给进行到 R 点的定位。

(4) 通过切削进给执行钻孔加工。

(5) 在孔位置执行动作，与固定循环模式不同，有主轴停止 (M05)、主轴反转 (M04)、主轴正转 (M03)、暂停、刀具移动等。

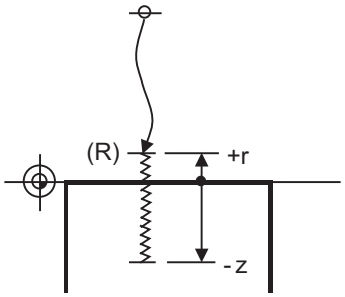
(6) 回避到 R 点，根据固定循环的模式不同，可能会采用切削进给或快速进给。

(7) 通过快速进给返回至初始点。

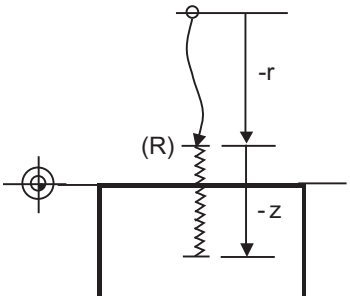
（注）可通过 G98/G99 指令切换固定循环结束位置是在 (6)、还是在 (7)。（请参考 “初始点与 R 点位置返回 ;G98,G99”）

绝对值指令与增量值指令的差异

绝对值时



增量值时



(R) R 点

定位平面与钻孔轴

固定循环有定位平面与钻孔轴的基本控制要素，根据 G17,G18,G19 的平面选择指令决定定位平面，钻孔轴是垂直于上述平面的轴（X,Y,Z 或是其平行轴）。

平面选择	定位平面	钻孔轴
G17(X-Y)	Xp-Yp	Zp
G18(Z-X)	Zp-Xp	Yp
G19(Y-Z)	Yp-Zp	Xp

Xp,Yp,Zp 表示各基本轴 X,Y,Z 或是基本轴的平行轴。

定位可指定钻孔轴以外的任意轴。

钻孔轴取决于与 G81 ～ G89,G73,G74,G76 在相同程序段指定的钻孔轴轴地址。此时，未指定轴地址时，基本轴为钻孔轴。

（例 1）选择 G17(X-Y 平面），Z 轴的平行轴为 W 轴时

```
G81 .... Z__; Z 轴为钻孔轴。
G81 .... W__; W 轴为钻孔轴。
G81 ....    ; (Z,W 无)Z 轴为钻孔轴。
```

（注 1） 根据参数 #1080 Dril_Z ，可以将钻孔轴固定为 Z 轴。

（注 2） 请在固定循环取消状态下进行钻孔轴的切换。

在之后的说明中，会将固定循环的各模式的动作定位平面作为 XY 平面、钻孔轴作为 Z 轴进行说明。 但是，指令值全部为增量值，定位平面为 XY 平面，钻孔轴为 Z 轴。

固定循环中的到位宽度编程指令

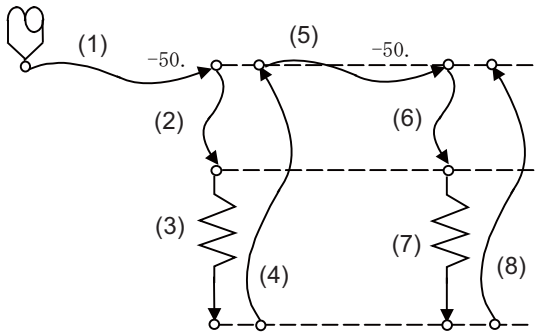
本指令是通过加工程序，指定固定循环指令时的到位宽度。 指定的到位宽度仅对 G81 （钻孔、点钻）、G82 （钻孔、计数式镗孔）、G83 （深孔钻孔循环）、G84 （攻丝循环）、G85 （镗孔）、G89 （镗孔）、G73 （步进循环）、G74 （反攻丝循环）8 种固定循环有效，对定位轴指定 I″ 地址，对钻孔轴指定 J″ 地址。

地址	地址的意义	指令范围 （单位）	备注
,I	定位轴用到位宽度（位置误差量）	0.001 ～ 999.999 (mm)	指定范围外的数值时，发生程序错误 (P35)。
,J	钻孔轴用到位宽度（位置误差量）		

固定循环程序的到位检查

在固定循环中，当重复次数 L 的指定超过 2 次以上时，指定的到位宽度在重复程序段（下图中的 (5) ～ (8)）直接生效。

```
          :
G91 G81 X-50. Z-50. R-50. L2 F2000 ,I0.2 ,J0.3;
          :
```

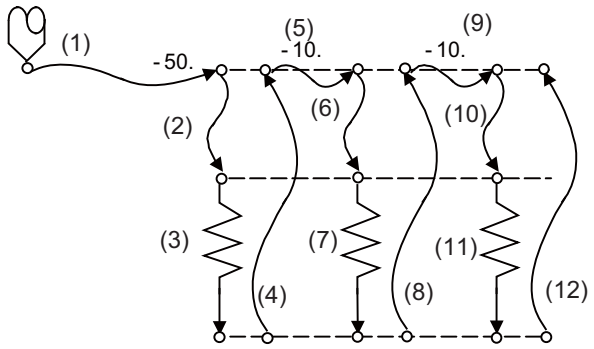


动作方式	,I	,J
(1)	有效	-
(2)	-	无效
(3)	-	无效
(4)	-	有效
(5)	有效	-
(6)	-	无效
(7)	-	无效
(8)	-	有效

图 1 指定重复次数 L 时的动作

在下述加工程序中，指定的到位宽度在图 2 的程序段生效。在 (B) 程序段，上一程序段 (A) 中指定的与定位相关的到位宽度 (,I) 无效（动作 (5)）。但在孔底的返回中，上一程序段 (A) 中指定的到位宽度 (,J) 有效（动作 (8)）。定位相关的到位宽度有效时，如 (C) 程序段所示，请再次指定（动作 (9)）。

```
          :
G91 G81 X-50. Z-50. R-50. F2000 ,I0.2 ,J0.3 ; ..... (A)
X-10. ; ............................................ (B)
X-10.,I0.2 ; ...................................... (C)
```



动作方式	,I	,J
(1)	有效	-
(2)	-	无效
(3)	-	无效
(4)	-	有效
(5)	无效	-
(6)	-	无效
(7)	-	无效
(8)	-	有效
(9)	有效	-
(10)	-	无效
(11)	-	无效
(12)	-	有效

图 2 固定循环模态中的动作

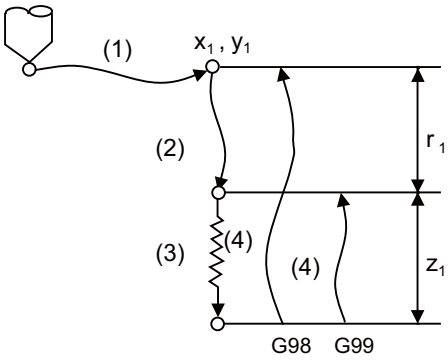
13.1.1 钻孔、点钻 ; G81

指令格式

```
G81 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Ll1,Ii1,Jj1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 "0" 时不执行。
,Ii1	定位轴到位宽度
,Jj1	钻孔轴到位宽度

详细说明



动作方式	i1	j1	程序
(1)	有效	-	G00 Xx1 Yy1
(2)	-	无效	G00 Zr1
(3)	-	无效	G01 Zz1 Ff1
(4)	-	有效	G98 模式 G00 Z-(z1+r1) G99 模式 G00 Z-z1

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(4) 指令完成时的位置。

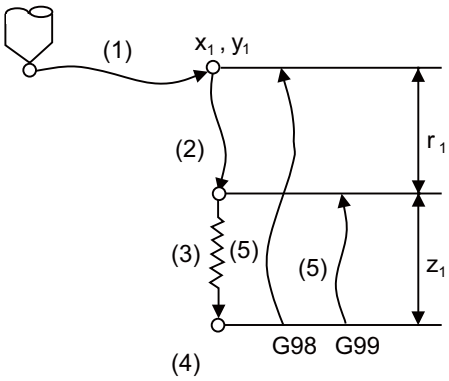
13.1.2 钻孔、计数式镗孔 ; G82

指令格式

```
G82 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Pp1	指定孔底位置的暂停时间（忽略小数点以下）（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 "0" 时不执行。
,Ii1	定位轴到位宽度
,Jj1	钻孔轴到位宽度

详细说明



动作方式	i1	j1	程序
(1)	有效	-	G00 Xx1 Yy1
(2)	-	无效	G00 Zr1
(3)	-	无效	G01 Zz1 Ff1
(4)	-	-	G04 Pp1（暂停）
(5)	-	有效	G98 模式 G00 Z-(z1+r1) G99 模式 G00 Z-z1

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(5) 指令完成时的位置。

13.1.3 深孔钻孔循环 ; G83

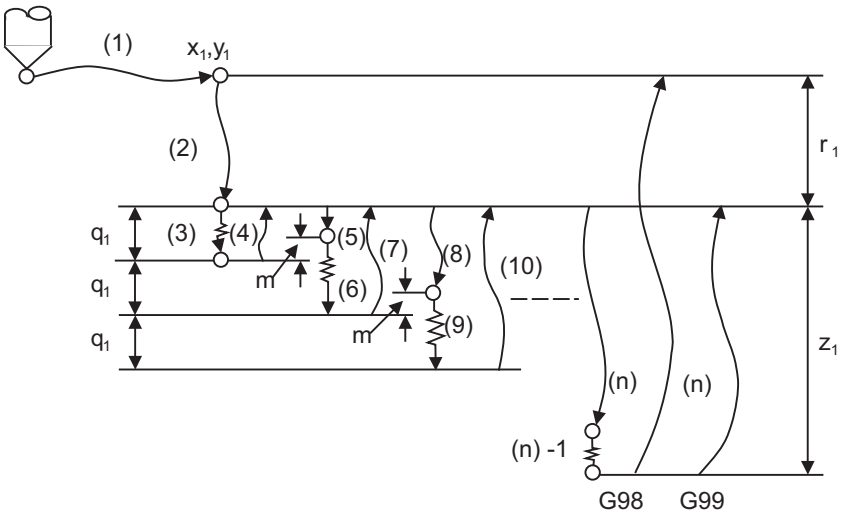
13.1.3.1 深孔钻孔循环

指令格式

```
G83 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Qq1 Ff1 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Qq1	每次的切入量（增量值）（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 "0" 时不执行。
,Ii1	定位轴到位宽度
,Jj1	钻孔轴到位宽度

详细说明



动作方式	i1	j1	程序
(1)	有效	-	G00 Xx1 Yy1
(2)	-	无效	G00 Zr1
(3)	-	无效	G01 Zq1 Ff1
(4)	-	无效	G00 Z-q1
(5)	-	无效	G00 Z(q1-m)
(6)	-	无效	G01 Z(q1+m) Ff1
(7)	-	无效	G00 Z-2*q1
(8)	-	无效	G00 Z(2*q1-m)
(9)	-	无效	G01 Z(q1+m) Ff1
(10)	-	无效	G00 Z-3*q1
:			
(n)-1	-	无效	
(n)	-	有效	G98 模式 G00 Z-(z1+r1) G99 模式 G00 Z-z1

通过 G83 执行此类第 2 次以后的切入时，在距之前加工位置 “m” mm 的位置将快速进给切换为切削进给。到达孔底时，根据 G98 或 G99 模式执行返回。
“m”取决于参数 “#8013 G83 返回”。编程时，请使 q1 大于 m。
单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(n) 指令完成时的位置。

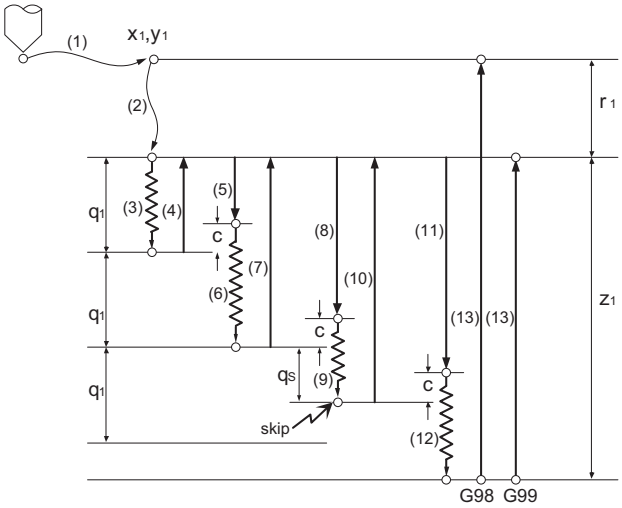
13.1.3.2 小径深孔钻孔循环

指令格式

```
G83 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Qq1 Ff1 Ii1 Pp1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Qq1	每次的切入量（增量值）（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Ii1	仅在与 G83 相同的程序段，记忆 R 点至切削开始位置的进给速度以及从孔底的返回速度（mm/min）并在小径深孔钻孔循环取消前保持有效。 （省略时遵从“#8085 G83 小径进给 F”“#8086 G83 小径返回 F”的设定。）
Pp1	指定孔底位置的暂停时间

详细说明



c: 参数 “#8084G83 小径间隔”

qs: 输入小径深孔钻孔循环信号（YCCA）时的切入量

skip: 输入小径深孔钻孔循环信号（YCCA）

动作方式	程序
(1)	G00 Xx1 Yy1,Ii1
(2)	G00 Zr1
(3)	G01 Zq1 Ff1
(4)	G01 Z-q1 Fi2
(5)	G01 Z(q1-c) Fi1
(6)	G01 Z(q1+c) Ff1
(7)	G01 Z-2· q1 Fi2
(8)	G01 Z(2· q1-c) Fi1
(9)	G01 Z(q1+c) Ff1
(10)	G01 Z-(2· q1+qs) Fi2
(11)	G01 Z(2· q1+qs-c) Fi1
(12)	G01 Z(z1-q1*n-qs) Ff1
(13)	G98 模式 G01 Z-(z1+r1)Fi2 G99 模式 G01 Z-z1 Fi2

i1 没有指令、I 指令时遵从 “#8085G83 小径进给 F” 的设定。
i2 没有指令、I 指令时遵从 “#8086G83 小径返回 F” 的设定。

在深孔钻孔加工中，重复切入与返回动作执行多次加工的同时，在切入中输入小径深孔钻孔循环信号时，通过跳跃此次的切入，可减轻带给刀具的负荷。

通过指定参数 “#8083 G83 小径模式 M”设定的 M 代码，进入小径深孔钻孔循环模式。
在此模式中发出 G83 指令时，执行小径深孔钻孔加工循环。
通过以下条件取消该模式。
- 固定循环取消指令 （G80, 组 1 的 G 指令）
- 复位

在 G83 深孔钻孔循环模态中，即使执行小径深孔钻孔循环模式切换的 M 指令，也不立即切换为小径深孔钻孔循环模式。再次发出 G83 指令时，才切换为小径深孔钻孔循环模式。

在切削动作中，输入小径深孔钻孔循环信号 (YCCA)(9) 时，跳跃剩余的切削指令，以返回速度 i2 返回至 R 点。

向钻孔轴 R 点的定位 (2) 至钻孔结束后向 R 点 / 初始点的返回 (13) 期间，输出 “小径深孔钻孔循环中信号 (XCC1)”。

“c”取决于参数 “#8084G83 小径间隙”。

编程时，请使 q1>c。

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(13) 指令完成时的位置。

没有 “I”指令时，当 “#8085 G83 小径进给 F”“#8086 G83 小径返回 F”任意为 “0”时，发生程序错误 (P62)。

使用小径深孔钻孔循环前，请确认以下相关参数。
- #8083 G83 小径模式 M
- #8084 G83 小径间隙
- #8085 G83 小径进给 F
- #8086 小径返回 F

13.1.4 攻丝循环 ; G84

指令格式

```
G84 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Qq1 Ff1 Pp1,Rr2 Ss1 ,Ss2 ,Ii1 ,Jj1 ,Ll1 (Kk1);
```

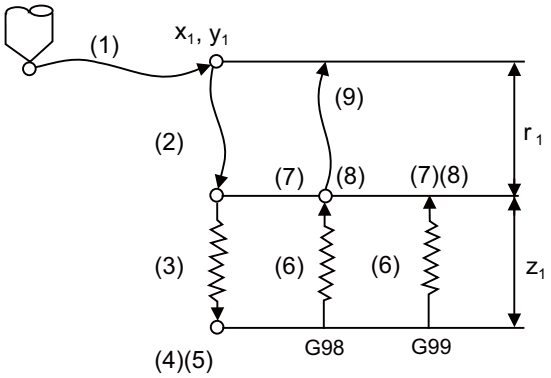
Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Qq1	每次的切入量（增量值）（模态）
Ff1	刚性攻丝时： 指定主轴每转的钻孔轴进给量（攻丝螺距）（模态） 非刚性攻丝时： 指定切削进给中的进给速度（模态）
Pp1	指定孔底位置的暂停时间（忽略小数点以下）（模态）
,Rr2	同步式选择（r2=1 刚性攻丝模式，r2=0 非刚性攻丝模式） （省略时，遵从参数 “#8159 刚性攻丝” 的设定。）
Ss1	主轴转速指令 （注 1）刚性攻丝时，忽略 “Sn ＝ *****” 类型的 S 指令。（n: 主轴号、*****: 转速） （注 2）在刚性攻丝模态执行 S 指令时，发生程序错误（P186）。
,Ss2	返回时的主轴转速
,Ii1	定位轴到位宽度
,Jj1	钻孔轴到位宽度
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 ″0″ 时不执行。
Kk1	重复次数（仅在参数 “#1271 ext07/bit1” = “1” 时方可指令）

（注）,S 指令作为模态信息被保持。

当设定值小于主轴转速（S 指令）时，即使在返回时主轴转速的值也有效。返回时的主轴转速为非 0 值时，攻丝返回倍率值（#1172 tapovr）失效。

详细说明

通常的攻丝循环（没有 Q 指令时）



动作方式	i1	j1	程序
(1)	有效	-	G00 Xx1 Yy1
(2)	-	无效	G00 Zr1
(3)	-	无效	G01 Zz1 Ff1
(4)	-	-	G04 Pp1
(5)	-	-	M4 （主轴反转）
(6)	-	无效	G01 Z-z1 Ff1
(7)	-	-	G04 Pp1
(8)	-	-	M3 （主轴正转）
(9)	-	有效	G98 模式 G00 Z-r1 G99 模式无移动

r2=1 时为刚性攻丝模式、r2=0 时为非刚性攻丝模式。未指定 r2 时，遵从参数设定。

在执行 G84 时，处于倍率取消状态，倍率自动为 100%。

当控制参数 “G00 空运行”打开时，空运行对定位指令生效。且在执行 G84 时，按下进给保持按钮，则顺序为 (3) ～ (6) 时，不立即停止，而是在完成 (6) 后再停止。执行顺序 (1)(2)(9) 的快速进给时，立即停止。

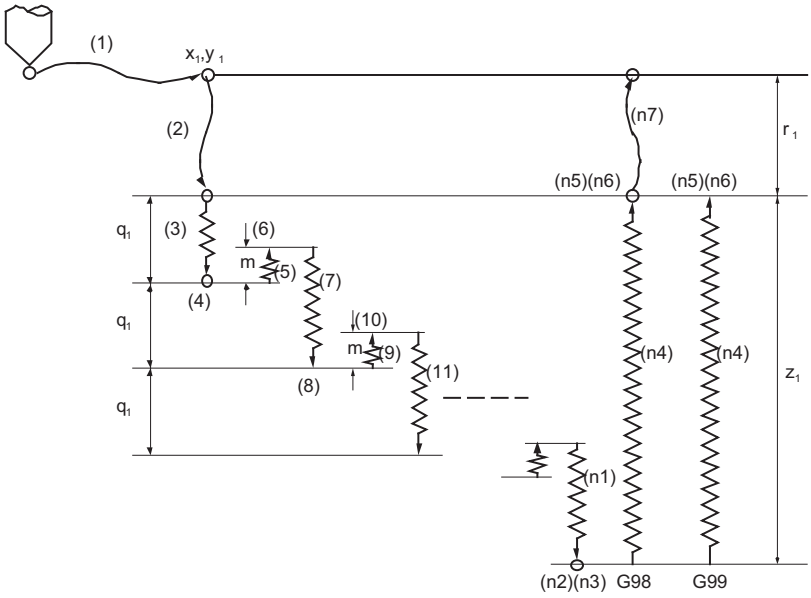
单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(9) 指令完成时的位置。

在 G84 模态中，输出 “攻丝中”的 NC 输出信号。

在 G84 刚性攻丝模态中，不输出 M3,M4,M5 与 S 代码。

在攻丝循环中，因紧急停止等导致操作中断时，将 “攻丝返回”信号 (TRV) 设为有效时，可将执行攻丝返回动作的刀具从工件处拔出。

啄式攻丝循环（有 Q 指令、#1272 ext08/bit4=0）



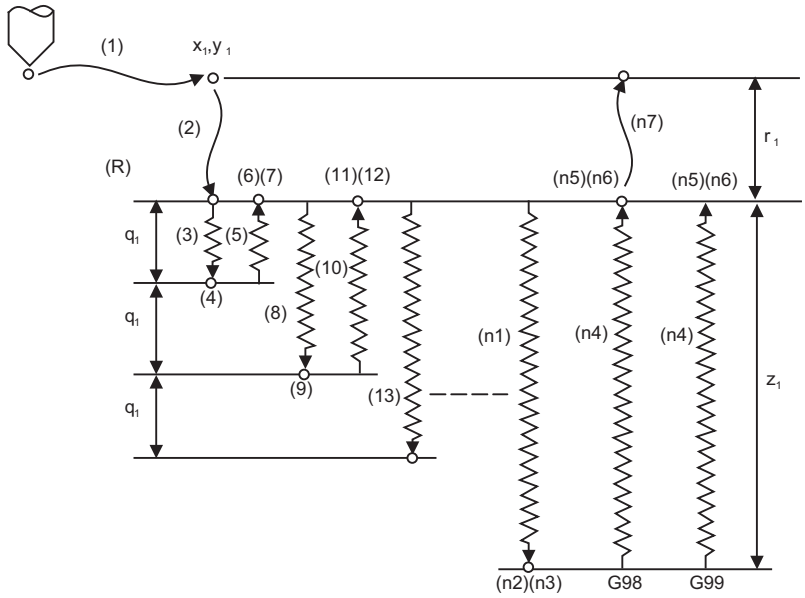
m ： 参数 “#8018 G84/G74 返回”
（注） 程序为 G84 时。
在 G74 中，主轴的正转 (M3)/ 反转 (M4) 为相反状态。

动作方式	程序
(1)	G00 Xx1 Yy1 ,Ii1
(2)	G00 Zr1
(3)	G01 Zq1 Ff1
(4)	M4（主轴反转）
(5)	G01 Z-m Ff1
(6)	M3（主轴正转）
(7)	G01 Z(q1+m) Ff1
(8)	M4（主轴反转）
(9)	G01 Z-m Ff1
(10)	M3（主轴正转）
(11)	G01 Z(q1+m) Ff1
:	:
(n1)	G01 Z(z1-q1*n) Ff1
(n2)	G04 Pp1
(n3)	M4（主轴反转）
(n4)	G01 Z-z1 Ff1 Ss2
(n5)	G04 Pp1
(n6)	M3（主轴正转）
(n7)	G98 模式 G0 Z-r1 ,Jj1 G99 模式 无移动

通过指定 1 次的切入量 (Q)，执行多次到孔底的切削，从而可减轻刀具负载。在参数 “#8018 G84/G74 返回”设定从孔底的返回量。 通过机床制造商规格（参数 “#1272ext08/bit4”），将啄式攻丝循环与深孔钻孔攻丝循环任意一个设为有效。选择啄式攻丝循环时，在 G84/G74 攻丝循环指令程序段指定 “每次的切入量 Q”，则执行啄式攻丝循环。
在以下情况下执行通常的攻丝循环。

- 未指定 Q 时。
- Q 的指令值为 ″0″ 时。

深孔钻孔攻丝循环（有 Q 指令、#1272 ext08/bit4=1）



(R) R 点

（注）程序为 G84 时。

在 G74 中，主轴的正转 (M3)/ 反转 (M4) 为相反状态。

动作方式	程序
(1)	G00 Xx1 Yy1
(2)	G00 Zr1
(3)	G09 G01 Zq1 Ff1
(4)	M4（主轴反转）
(5)	G09 G01 Zq1 Ff1
(6)	G04 Pp1
(7)	M3（主轴正转）
(8)	G09 G01 Z(2*q1) Ff1
(9)	M4（主轴反转）
(10)	G09 G01 Z-(2*q1) Ff1
(11)	G04 Pp1
(12)	M3（主轴正转）
(13)	G09 G01 Z(3*q1) Ff1
:	:
(n1)	G09 G01 Zz1 Ff1
(n2)	G04 Pp1
(n3)	M4（主轴反转）
(n4)	G09 G01 Z-z1 Ff1
(n5)	G04 Pp1
(n6)	M3（主轴正转）
(n7)	G98 模式 G00 Z-r1 G99 模式无移动

(a) 在深孔钻孔攻丝加工中，通过指定 1 次的切入量，执行多次到孔底的切削，从而可减轻刀具负载。
深孔钻孔攻丝循环时，要使刀具每次都返回到 R 点。

(b) 通过机床制造商规格（参数 “#1272ext08/bit4”），将啄式攻丝循环与深孔钻孔攻丝循环任意一个设为有效。选择深孔钻孔攻丝循环时，在 G84/G74 攻丝循环指令程序段指定 “每次的切入量 Q”，则执行深孔钻孔攻丝循环。
在以下情况下执行通常的攻丝循环。
- 未指定 Q 时。
- Q 的指令值为 ″0″ 时。

(c) 在执行 G84 时，处于倍率取消状态，切入动作的倍率自动为 100%。参数 “#1172 tapovr” 设定的倍率也无效。（“#1272 ext08/bit5” 为 “1” 时，“#1172 tapovr” 仅在回退动作中有效）

(d) 参数 “#1085 G00 空运行” 为 “1” 时，空运行对定位指令有效。且在执行 G84 时按下进给保持开关，在切入动作及返回时不立即停止，在 R 点返回后再停止。

(e) 单程序段运行时，在切入动作及返回时不停止，在 R 点 / 初始点返回完成后停止。

(f) 在 G84 模态中，输出 “攻丝中” 的 NC 输出信号。

(g) 在 G84 刚性攻丝模态中，不输出 M3,M4,M5,S 代码等数据。

(h) 刚性攻丝中的 F 指令值如 “不足 0.01mm/rev” 很小时，无法顺利旋转主轴，因此请扩大指令范围。F 可选择 mm/rev 与 mm/min。

(i) 在刚性攻丝、非刚性攻丝动作中，当外部减速信号有效时，即使与减速条件一致，进给速度也不发生变化。

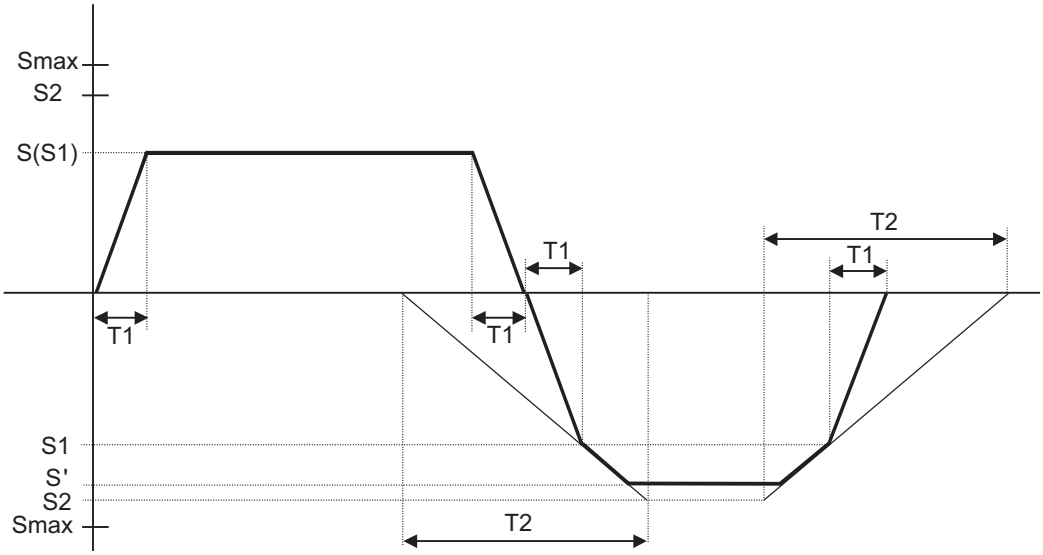
(j) 在深孔钻孔攻丝循环中，因紧急停止、复位等导致加工中断时，输入攻丝返回信号，则执行攻丝返回。

(k) 在深孔钻孔攻丝循环中输入参考点返回信号时，执行攻丝返回动动作，在攻丝返回动作完成后再执行参考点返回动作。

刚性攻丝中的主轴加减速方式

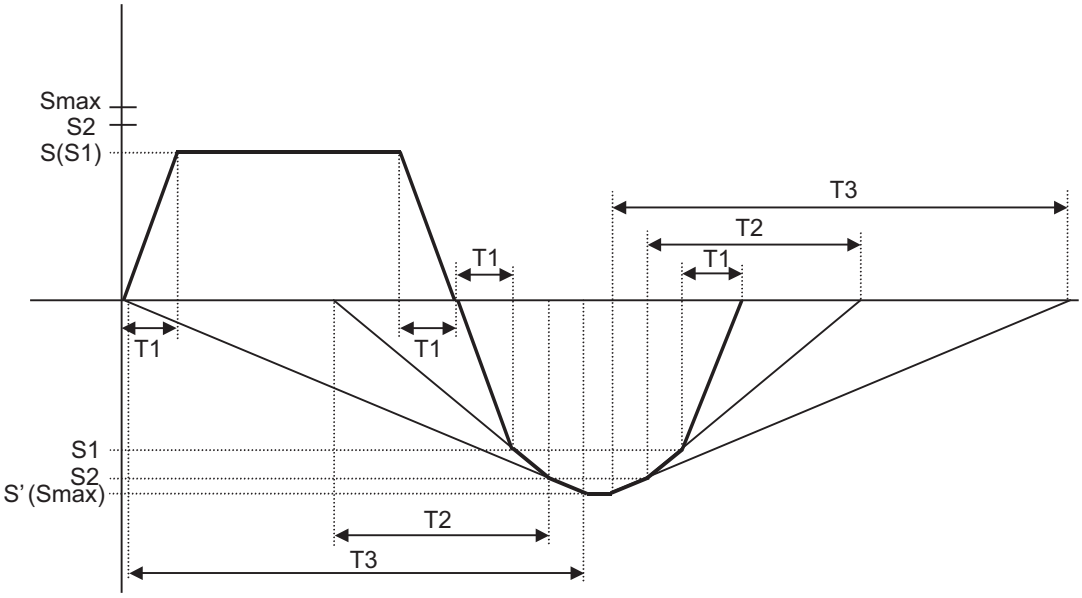
本功能通过将刚性攻丝中的主轴及钻孔轴的加减速方式，最多进行 3 段处理，可使主轴加减速方式近似于速度环时的加减速方式。
加减速方式对各齿轮，最多进行 3 段处理。（根据机床制造商规格而定。）
从孔底返回时，根据返回时的主轴转速，可能会执行快速返回。返回时的主轴转速作为模态信息被保持。

(1) 攻丝转速＜返回时的主轴转速≦刚性攻丝切换主轴转速 2 时



S	指令主轴转速
S’	返回时的主轴转速
S1	攻丝转速 （主轴基本规格参数 #3013 ～ #3016）
S2	刚性攻丝切换主轴转速 2 （主轴基本规格参数 #3037 ～ #3040）
Smax	最高转速 （主轴基本规格参数 #3005 ～ #3008）
T1	攻丝时间常数 （主轴基本规格参数 #3017 ～ #3020）
T2	刚性攻丝切换时间常数 2 （主轴基本规格参数 #3041 ～ #3044）

(2) 刚性攻丝切换主轴转速 2< 返回主轴转速时



S	指令主轴转速
S'	返回时的主轴转速
S1	攻丝转速 （主轴基本规格参数 #3013 ～ #3016）
S2	刚性攻丝切换主轴转速 2 （主轴基本规格参数 #3037 ～ #3040）
Smax	最高转速 （主轴基本规格参数 #3005 ～ #3008）
T1	攻丝时间常数 （主轴基本规格参数 #3017 ～ #3020）
T2	刚性攻丝切换时间常数 2 （主轴基本规格参数 #3041 ～ #3044）
T3	刚性攻丝切换时间常数 3 （主轴基本规格参数 #3045 ～ #3048）

攻丝循环 / 攻丝返回的进给速度

在攻丝循环、攻丝返回中的进给速度如下。

(1) 刚性攻丝循环 / 非刚性攻丝循环的选择

程序 G84…, Rxx	控制参数 刚性攻丝	刚性 / 非刚性
,R00	-	非刚性
,Rxx 未指定	关闭	
	打开	刚性
,R01	-	

－表示与设定无关

(2) 非刚性攻丝循环的进给速度选择

G94/G95	控制参数 F1 位有效	F 指令值	速度指定
G94	关闭	F 指定	每分钟进给
	打开	F0 ～ F8 以外	
		F0 ～ F8 （无小数点）	F1 位进给
G95	-	F 指定	每转进给

－表示与设定无关

(3) 刚性攻丝循环返回时的主轴转速

地址	地址的意义	指令范围 （单位）	备注
,S	返回时的主轴转速	0 ～ 99999(r/min)	作为模态信息被保存。 当设定值小于主轴转速时，即使在返回时主轴转速的数值也有效。 返回时的主轴转速不为 0 时，攻丝返回倍率值失效。

非刚性攻丝循环的主轴正转 / 反转指令的 M 代码

非刚性攻丝循环时，在 “孔底”“R 点”输出的主轴正转 / 反转指令的 M 代码为参数 “#3028 sprcmm”设定的 M 代码。

但是当参数 “#3028 sprcmm”为 ″0″ 时，主轴正转指令的 M 代码作为 M3、主轴反转指令的 M 代码作为 M4 被输出。

刚性攻丝的每分钟进给指令

通过参数 “#1268 ext04/bit2”的设定，使刚性攻丝的每分钟进给指令有效。 本参数有效时，遵从 G94,G95 模态。

	G94（每分钟进给） 模态中	G95（每转进给） 模态中
#1268/bit2 = ON	每分钟进给	每转进给
#1268/bit2 = OFF	每转进给	每转进给

刚性攻丝到位检查参数的设定值与攻丝轴的动作

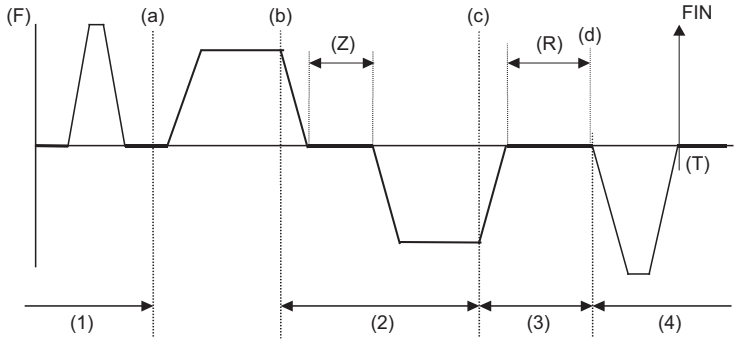
(1) 刚性攻丝到位检查的设定

#1223 aux07				G84/G74 指令的 P 指定	刚性攻丝时的到位检查		
bit3	bit4	bit5	bit2				
刚性攻丝到位检查	孔底	R 点	I 点→ R 点		孔底	R 点	I 点→ R 点
0	–	–	–	–	检查	检查	检查
1	–	–	–	没有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 R-5.	不检查	不检查	不检查
1	1	1	1	有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	(注 2)	检查	检查
1	1	0	1	有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	(注 2)	不检查	检查
1	0	1	1	有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	检查	检查	检查
1	0	0	1	有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	不检查	不检查	检查
1	1	1	0	有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	(注 2)	检查	不检查
1	1	0	0	有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	(注 2)	不检查	不检查
1	0	1	0	有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	不检查	检查	不检查
1	0	0	0	有 P 例：G84 F1. Z-5. S1000 P0 R-5.	不检查	不检查	不检查

（注 1）I 点被称为初始点。

（注 2）根据攻丝用到位宽度执行到位检查

(2) 刚性攻丝到位检查的到位宽度与攻丝轴的动作



(Z) 孔底　　(R) R 点

(a) 从 R 点的 G00 进给的到位结束

(b) 攻丝切入时的 G01 减速开始

(c) 攻丝返回时的 G01 减速开始

(d) 向 R 点的 G00 进给开始

(1) 根据 G0inps 执行到位检查的部分

(2) 根据 TapInp 执行到位检查的部分

(3) 根据 G1inps 执行到位检查的部分

(4) 根据 sv024 执行到位检查的部分

R 点　: 根据 G1inps 执行到位检查

I 点　: 根据 G0inps 执行到位检查

孔底 : 根据 Tapinps 执行到位检查

(3) 刚性攻丝到位检查参数的设定值与攻丝轴动作的关系

#1223 aux07				孔底等待时间	孔底动作	R 点中的动作	I 点→ R 点中的动作
bit3	bit4	bit5	bit2				
刚性攻丝到位检查	孔底	R 点	I 点→ R 点				
0	-	-	-	通过 P 指定的时间 未指定 P 时，处理时间需要数 10ms	inpos(#1193) 与 aux07(#1223)：根据 bit1 的设定	inpos(#1193) 与 aux07(#1223)：根据 bit1 的设定	inpos(#1193) 与 aux07(#1223)：根据 bit1 的设定
1	0	0	1	P 指定与 TapDwl(#1313) 中较大一方有效 双方均为 0，则不暂停	等待至经过左栏的时间		等待至通过 G0inps 完成到位检查前
1	0	1	1	P 指定与 TapDwl(#1313) 中较大一方有效 双方均为 0，则不暂停	等待至经过左栏的时间	等待至通过 G1inps 完成到位检查前	等待至通过 G0inps 完成到位检查前
1	1	0	1	P 指定与 TapDwl(#1313) 中较大一方有效 双方均为 0，则不暂停	到位检查完成后，等待至经过左栏的暂停时间		等待至通过 G0inps 完成到位检查前
1	1	1	1	P 指定与 TapDwl(#1313) 中较大一方有效 双方均为 0，则需要数 10ms 处理时间	到位检查完成后，等待至经过左栏的暂停时间	等待至通过 G1inps 完成到位检查前	等待至通过 G0inps 完成到位检查前
1	0	0	0	P 指定与 TapDwl(#1313) 中较大一方有效 双方均为 0，则不暂停	等待至经过左栏的时间		
1	0	1	0	P 指定与 TapDwl(#1313) 中较大一方有效 双方均为 0，则不暂停	等待至经过左栏的时间	等待至通过 G1inps 完成到位检查前	
1	1	0	0	P 指定与 TapDwl(#1313) 中较大一方有效 双方均为 0，则不暂停	到位检查完成后，等待至经过左栏的暂停时间		
1	1	1	0	P 指定与 TapDwl(#1313) 中较大一方有效 双方均为 0，则需要数 10ms 处理时间	到位检查完成后，等待至经过左栏的暂停时间	等待至通过 G1inps 完成到位检查前	

（注 1）I 点被称为初始点。

备注：在孔底不执行定位检查时，处理时间需要数 10ms。

与 R 点相同，处理时间需要 0 ～ 14.2ms

在 I 点→ R 点中，需要主轴增益切换的时间

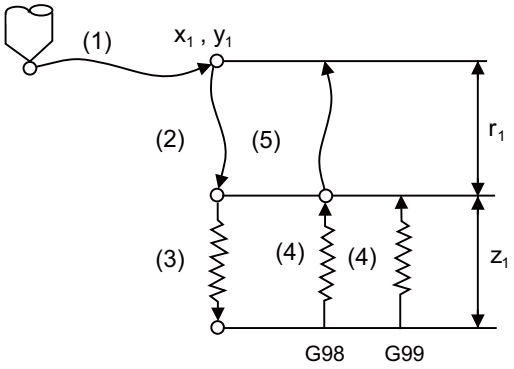
13.1.5 镗孔 ; G85

指令格式

```
G85 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）(模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）(模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定 (0 ～ 9999) 为 "0" 时不执行。
,Ii1	定位轴到位宽度
,Jj1	钻孔轴到位宽度

详细说明



动作方式	i1	j1	程序
(1)	有效	-	G00 Xx1 Yy1
(2)	-	无效	G00 Zr1
(3)	-	无效	G01 Zz1 Ff1
(4)	-	无效	G01 Z-z1 Ff1
(5)	-	无效	G98 模式 G00 Z-r1 G99 模式无移动

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(4) 或 (5) 指令完成时的位置。

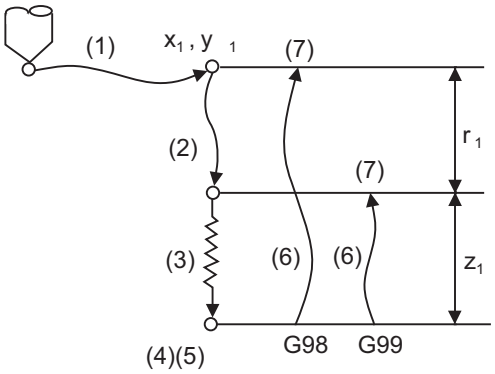
13.1.6 镗孔 ; G86

指令格式

```
G86 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1 ;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Pp1	指定孔底位置的暂停时间（忽略小数点以下）（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 "0" 时不执行。

详细说明



动作方式	程序
(1)	G00 Xx1 Yy1
(2)	G00 Zr1
(3)	G01 Zz1 Ff1
(4)	G04 Pp1
(5)	M5（主轴停止）
(6)	G98 模式 G00 Z-(z1+r1) G99 模式 G00 Z-z1
(7)	M3（主轴正转）

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(7) 指令完成时的位置。

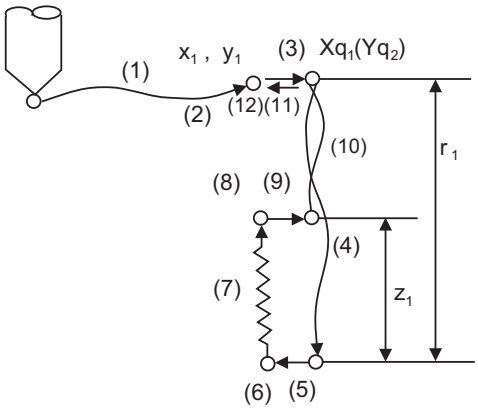
13.1.7 背镗孔 ; G87

指令格式

```
G87 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Iq1 Jq2 Kq3 Ff1 Ll1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Iq1 Jq2 Kq3	偏移量的指定（增量值）（模态） 根据平面选择，指定地址如下。 G17 平面选择时： IJ G18 平面选择时： KI G19 平面选择时： 根据 JK 参数设定，在 Q 地址指定偏移量。 请参考 “偏移量的指定 (I,J,K)” 一项。
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定 (0 ～ 9999) 为 ″0″ 时不执行。

详细说明

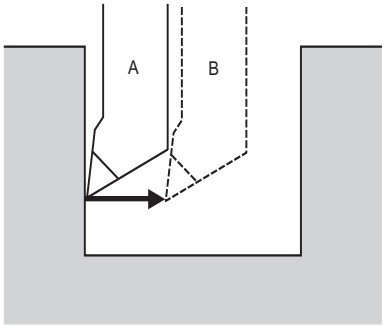


动作方式	程序
(1)	G00 Xx1 Yy1
(2)	M19 （主轴定向）
(3)	G00 Xq1 (Yq2) （偏移）
(4)	G00 Zr1
(5)	G01 X-q1(Y-q2)Ff1（偏移）
(6)	M3 （主轴正转）
(7)	G01 Zz1 Ff1
(8)	M19 （主轴定向）
(9)	G00 Xq1 (Yq2) （偏移）
(10)	G98 模式 G00 Z-(r1+z1) G99 模式 G00 Z-(r1+z1)
(11)	G00 X-q1(Y-q2)（偏移）
(12)	M3 （主轴正转）

单程序段运行时的停止位置为 (1)(4)(6)(11) 指令完成时的位置。

偏移量的指定请参考（I,J,K）

使用本指令，能够在不损伤加工面的情况下，执行高精度镗孔加工。 定位至孔底及切削后的退刀（返回）如下图所示，在偏移向刀尖反方向的状态下执行。



A:　切削时的刀具位置

B:　定位至孔底及切削后的退刀时的刀具位置

根据平面选择，指定偏移量的地址如下。

G17 平面选择时： IJ

G18 平面选择时： KI

G19 平面选择时： JK

在直线插补执行偏移量，进给速度取决于 F 指令。
请在与钻孔位置数据相同的程序段通过增量值指定 I,J,K。
且 I,J,K 在固定循环中作为模态使用。

（注）设定将钻孔轴固定为 Z 轴的参数 “#1080 Dril_z”时，偏移量不为 I,J，也可指定地址 Q。此时，在参数 “#8207 G76/87 没有偏移”及 “#8208 G76/87 偏移 (-)”中设定是否执行偏移与偏移方向。忽略 Q 值的符号，作为正值使用。且 Q 值在固定循环中为模态，也用于 G83,G73,G76 的切入量，请加以注意。

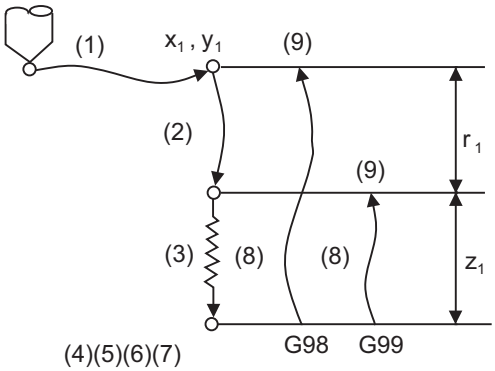
13.1.8 镗孔 ; G88

指令格式

```
G88 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Pp1	指定孔底位置的暂停时间（忽略小数点以下）（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 "0" 时不执行。

详细说明



动作方式	程序
(1)	G00 Xx1 Yy1
(2)	G00 Zr1
(3)	G01 Zz1 Ff1
(4)	G04 Pp1
(5)	M5（主轴停止）
(6)	单程序段停止开关 ON 时停止
(7)	自动启动开关 ON
(8)	G98 模式 G00 Z-(z1+r1) G99 模式 G00 Z-z1
(9)	M3（主轴正转）

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(6)(9) 指令完成时的位置。

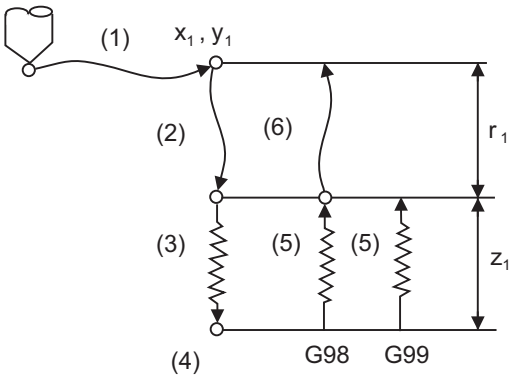
13.1.9 镗孔 ; G89

指令格式

```
G89 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1 ,Ii1,Jj1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Pp1	指定孔底位置的暂停时间（忽略小数点以下）（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 "0" 时不执行。
,Ii1	定位轴到位宽度
,Jj1	钻孔轴到位宽度

详细说明



动作方式	i1	j1	程序
(1)	有效	-	G00 Xx1 Yy1
(2)	-	无效	G00 Zr1
(3)	-	无效	G01 Zz1 Ff1
(4)	-	-	G04 Pp1
(5)	-	无效	G01 Z-z1 Ff1
(6)	-	有效	G98 模式 G00 Z-r1 G99 模式 无移动

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(5) 或 (6) 指令完成时的位置。

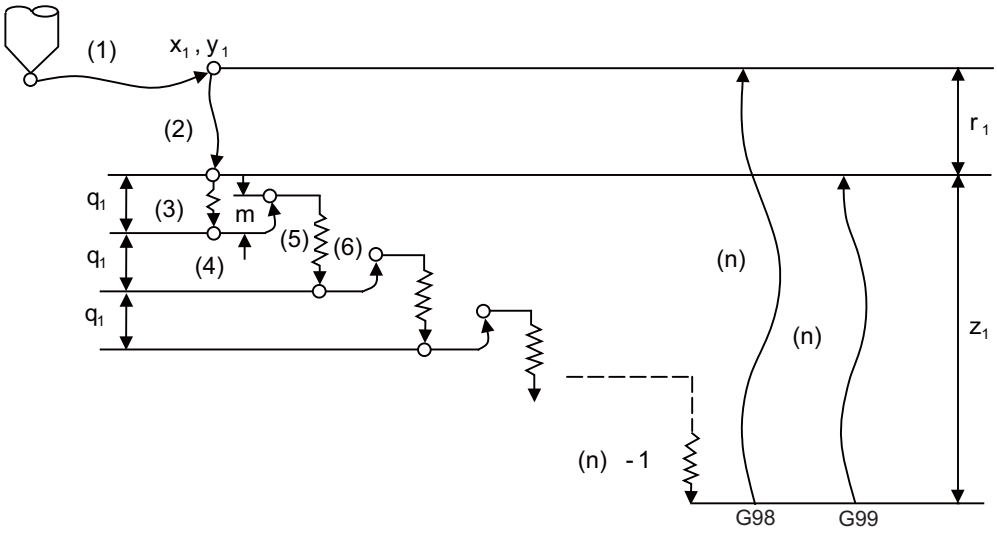
13.1.10 步进循环 ; G73

指令格式

```
G73 Xx1 Yy1 Zz1 Qq1 Rr1 Ff1 Pp1 Ll1 ,Ii1 ,Jj1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Qq1	每次的切入量（增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Pp1	指定孔底位置的暂停时间（忽略小数点以下）（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 "0" 时不执行。
,Ii1	定位轴到位宽度
,Jj1	钻孔轴到位宽度

详细说明



动作方式	i1	j1	程序
(1)	有效	-	G00 Xx1 Yy1
(2)	-	无效	G00 Zr1
(3)	-	无效	G01 Zq1 Ff1
(4)	-	-	G04 Pp1
(5)	-	无效	G00 Z-m
(6)	-	无效	G01 Z(q1+m) Ff1
:			
(n)-1	-	无效	
(n)	-	有效	G98 模式 G00 Z-(z1+r1) G99 模式 G00 Z-z1

在 G73 中，执行此类第 2 次以后的切入时，仅以快速进给返回 “m” mm 后，切换为切削进给。返回量 “m” 取决于参数 “#8012 G73 返回”。

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(n) 指令完成时的位置。

13.1.11 反向攻丝循环 ; G74

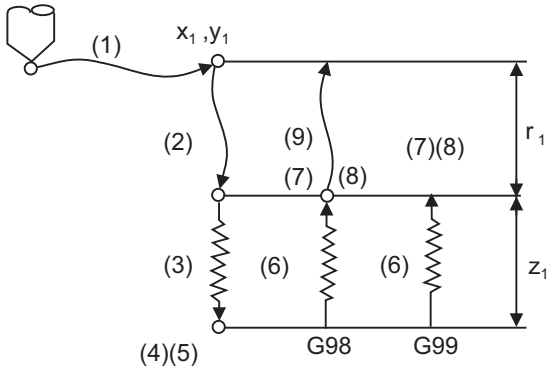
指令格式

```
G74 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 ,Rr2 Ss1 ,Ss2 Ll1 ,Ii1,Jj1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Ff1	主轴每转的 Z 轴进给量（攻丝螺距）（模态）
Pp1	指定孔底位置的暂停时间（忽略小数点以下）（模态）
,Rr2	同步式选择（r2=1 刚性攻丝模式，r2=0 非刚性攻丝模式）（模态） （省略时，遵从参数 “#8159 刚性攻丝”的设定。）
Ss1	主轴转速指令 （注 1）刚性攻丝时，忽略 “Sn ＝ *****”类型的 S 指令。(n: 主轴号、*****: 转速） （注 2）在刚性攻丝模态执行 S 指令时，发生程序错误 (P186)。
,Ss2	返回时的主轴转速
Ll1	固定循环往返次数的指定 (0 ～ 9999) 为 ″0″ 时不执行。
,Ii1	定位轴到位宽度
,Jj1	钻孔轴到位宽度

（注） 非刚性攻丝模式时，F 地址为切削进给速度。

详细说明



动作方式	i1	j1	程序
(1)	有效	-	G00 Xx1 Yy1
(2)	-	无效	G00 Zr1
(3)	-	无效	G01 Zz1 Ff1
(4)	-	-	G04 Pp1
(5)	-	-	M3 （主轴正转）
(6)	-	无效	G01 Z-z1 Ff1
(7)	-	-	G04 Pp1
(8)	-	-	M4 （主轴反转）
(9)	-	有效	G98 模式 G00 Z-r1 G99 模式无移动

r2=1 时为刚性攻丝模式、r2=0 时为非刚性攻丝模式。未指定 r2 时，遵从参数设定。
在执行 G74 时，处于倍率取消状态，倍率自动为 100%。
当参数 “#1085 G00Drn” 为 “1” 时，空运行对定位指令生效。
且在执行 G74 时，按下进给保持按钮，则顺序为 (3) ～ (6) 时，不立即停止，而是在完成 (6) 后再停止。步骤 (1)(2)(9) 的快速进给时，立即停止。
单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(9) 指令完成时的位置。
在 G74 及 G84 模态中，输出 “攻丝中” 的信号。
在 G74 刚性攻丝模态中，不输出 M3,M4,M5 与 S 代码。

刚性攻丝中的主轴加减速方式

请参考 “攻丝循环；G84”。

攻丝循环 / 攻丝返回的进给速度

请参考 “攻丝循环；G84”。

非刚性攻丝循环的主轴正转 / 反转指令的 M 代码

请参考 “攻丝循环；G84”。

刚性攻丝到位检查参数的设定值与攻丝轴的动作

请参考 “攻丝循环；G84”。

13.1.12 圆切削；G75

功能及目的

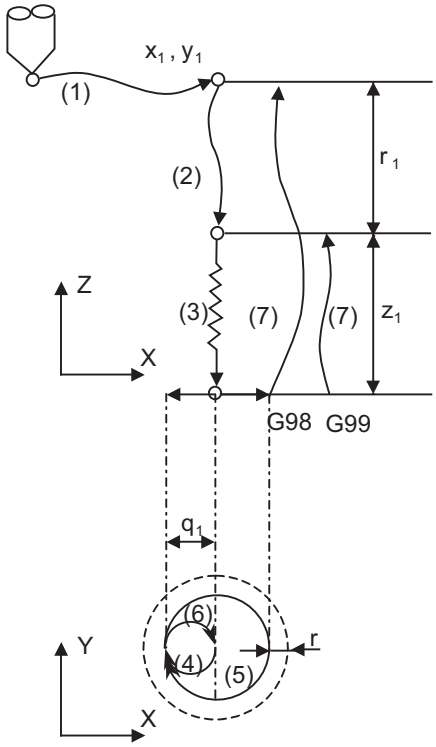
圆切削循环将 XY 轴定位在圆中心、使 Z 轴切入至指令位置后，切削圆内周的同时描绘真圆，一直切削至返回圆中心。

指令格式

```
G75 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Qq1 Pp1 Ff1 Ll1 ;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Qq1	外周圆的半径（模态）
Pp1	刀径补偿编号（模态）
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定（0 ～ 9999）为 "0" 时不执行。

详细说明



动作方式	程序	
(1)	G00 Xx1 Yy1	
(2)	G00 Zr1	
(3)	G01 Zz1 Ff1	
(4)	Gn X-(q1-r) I-(q1/2) 内周圆 1/2 圆	
(5)	Iq1 外周圆	n:q1 ≧ 0 → G02 q1 ＜ 0 → G03 r:p1 指定的编号的刀径补偿量
(6)	X(q1-r) I(q1/2) 内周圆 1/2 圆	
(7)	G98 模式 G00 Z-(z1+r1) G99 模式 G00 Z-z1	

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(6) 指令完成时的位置。

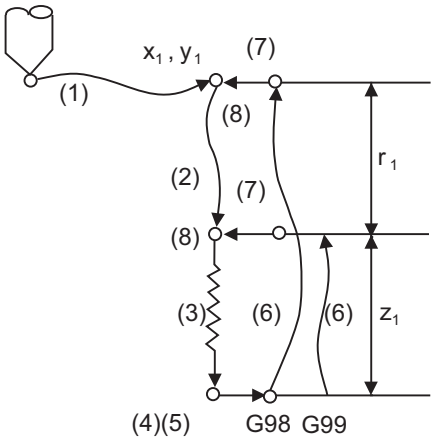
13.1.13 精镗孔 ; G76

指令格式

```
G76 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Iq1 Jq2 Kq3 Ff1 Ll1;
```

Xx1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Yy1	指定钻孔点位置（绝对值或增量值）
Zz1	指定孔底位置（绝对值或增量值）（模态）
Rr1	指定 R 点位置（绝对值或增量值）（模态）
Iq1 Jq2 Kq3	偏移量的指定（增量值）（模态） 根据平面选择，指定地址如下。 G17 平面选择时 : IJ G18 平面选择时 : KI G19 平面选择时 : 根据 JK 参数设定，在 Q 地址指定偏移量。 请参考 “偏移量的指定 (I,J,K)” 一项。
Ff1	指定切削进给中的进给速度（模态）
Ll1	固定循环往返次数的指定 (0 ～ 9999) 为 ″0″ 时不执行。

详细说明

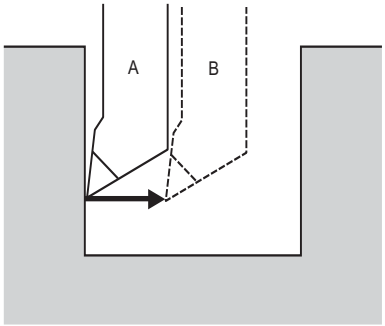


动作方式	程序
(1)	G00 Xx1 Yy1
(2)	G00 Zr1
(3)	G01 Zz1 Ff1
(4)	M19 （主轴定向）
(5)	G01 Xq1 (Yq2)Ff1（偏移）
(6)	G98 模式 G00 Z-(z1+r1) G99 模式 G00 Z-z1
(7)	G00 X-q1 (Y-q2)（偏移）
(8)	M3 （主轴反转）

单程序段运行时的停止位置为 (1)(2)(7) 指令完成时的位置。

偏移量的指定请参考（I,J,K）

使用本指令，能够在不损伤加工面的情况下，执行高精度镗孔加工。
切削后的退刀（返回）是在刀尖的反方向在偏移的状态下执行。



切削时的刀具位置
切削后退刀时的刀具位置

根据平面选择，指定偏移量的地址如下。

G17 平面选择时： IJ

G18 平面选择时： KI

G19 平面选择时： JK

在直线插补执行偏移量，进给速度取决于 F 指令。

请在与钻孔位置数据相同的程序段通过增量值指定 I,J,K。
且 I,J,K 在固定循环中作为模态使用。

（注）设定将钻孔轴固定为 Z 轴的参数“#1080 Dril_z”时，偏移量不为 I,J，也可在地址 Q 指定。此时，在参数“#8207 G76/87 没有偏移”及“#8208 G76/87 偏移 (-)”中设定是否执行偏移与偏移方向。忽略 Q 值的符号，作为正值使用。
且 Q 值在固定循环中为模态，也用于 G83,G73,G76 的切入量，请加以注意。

13.1.14 固定循环使用上的注意事项

注意事项

(1) 发出固定循环指令时，需要通过以前的辅助功能 （M3; 或 M4;）将主轴旋转到规定方向上。
但发出 G87 （背镗孔）指令时，由于固定循环中已包含主轴旋转指令，所以仅需预先指定转速指令。

(2) 在固定循环模式中，在该程序段中存在基本轴、附加轴或 R 数据时，执行钻孔动作，否则不执行钻孔动作。
但即使存在 X 轴数据，若是暂停 (G04) 的时间指令，也不执行钻孔动作。

(3) 请在执行钻孔动作的程序段 （包含基本轴、附加轴或 R 数据的程序段）指定钻孔加工数据 (Q,P,I,J,K)。

(4) 固定循环除 G80 外，也可通过 G00 ～ G03,G33 指令取消。在相同程序段指定固定循环时如下。

```
m=00 ～ 03, 33          n= 固定循环

Gm Gn X_Y_Z_R_Q_P_L_F_;

Gm      : 执行        Gn          : 无视
X_Y_Z   : 执行         R_Q_P_L    : 无视          F  : 记忆
```

但发出 G02,G03 指令时，R 作为圆弧半径使用。

(5) 在与固定循环相同的程序段或是固定循环模式，指定 M00,M01 时，忽略固定循环，定位后输出 M00,M01。任意指定 X,Y,Z,R 中的一个时，执行固定循环。

(6) 在与固定循环相同的程序段指定辅助功能时，在进行最初的定位动作时，输出 M 代码及 MF。且根据 FIN （结束信号）进入下一个动作。
指定次数时，仅在首次进行上述控制。

(7) 在与固定循环相同的程序段指定其它控制轴（例如旋转轴、附加轴）时，首先移动其它控制轴后，再执行固定循环。

(8) 当未指定重复次数 L 时，视为 L1。在固定循环 G 代码指令程序段指定 L0 时，虽然记忆钻孔加工数据，但不执行钻孔加工。

（例）G73 X__Y__Z__R__Q__P__F__L0__;
仅记忆存在执行地址的代码

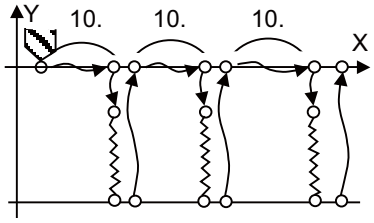
(9) 执行固定循环时，固定循环程序指定的模态指令仅在固定循环子程序内有效，对调用固定循环的程序模态没有影响。

(10) 无法在固定循环子程序调用其它子程序。

(11) 固定循环子程序的移动指令忽略小数点。

(12) 在增量值模式中，重复次数 L 为 2 以上时，每次都以增量值进行定位。

（例） G91 G81 X10. Z-50. R-20. F100. L3;



(13) 返回时的主轴转速值小于主轴转速值时，返回时的主轴转速值生效。

(14) 根据参数设定的主轴转速、时间常数，当第 2 段及第 3 段的加减速斜率比各自前一段的斜率大时，前一段的斜率生效。

(15) 当轴基本规格参数的攻丝转速及刚性攻丝切换主轴转速 2 的设定值超过最高转速时，主轴转速受最高转速限制。

(16) 返回时的主轴转速不为 0 时，攻丝返回倍率值失效。

(17) 如下例所示，在某个轴的移动方向反转的程序段中，由于伺服系统的负载会变得非常大，所以请不要在加工程序中指定到位宽度。

```
G01 X100. ,I10.0;
      X-200.;
```

(18) 增大到位宽度可编程指令的设定值时，可缩短定位时间或直线插补时间。下一个程序段开始时的上一个程序段的位置误差量也变大，有时会对实际加工产生阻碍。

(19) 定期进行到位宽度与位置误差量的比较，所以到位时的位置误差量小于等于到位宽度的设定值。

(20) 当到位宽度编程指令的到位宽度较小时，通过指令减速检查或参数进行的到位检查可能会先生效。

(21) 可通过 M 功能选择刚性攻丝 / 非刚性攻丝。

基本规格参数

#	项目		内容	设定范围
1272 (PR)	ext08	bit1	M 功能 刚性攻丝循环有效	0: 无效 1: 有效

本参数处于关闭状态时，不可通过 M 功能执行刚性攻丝选择。

基本规格参数

#	项目	内容	设定范围
1513	stapM	刚性攻丝选择用 M 代码	0 ～ 99999999

通过本参数设定值的辅助功能代码选择刚性攻丝模式。
可在攻丝指令之前的相同程序段指定 M 功能。
使用本参数时，请将 “#1272 ext08/bit1 M 功能刚性攻丝循环有效” 设为有效。

刚性攻丝 / 非刚性攻丝的选择取决于下表组合。

	组合											
程序指令 (,R0/1)	0	0	0	0	1	1	1	1	无指令			
#8159 刚性攻丝	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
M 功能代码 (M**)	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○
同步 / 非同步选择	非	非	非	非	同	同	同	同	非	同	同	同

×： 未指定　　非 非刚性攻丝
○： 指定　　同 刚性攻丝

（注）请勿使用 M00,01,02,30,98,99。

(22) 即使关闭 “#1151 复位初始” 参数，在固定循环中按下 NC 复位 1 时，也可以取消固定循环。

(23) 攻丝轴为机床锁住时，即使高速刚性攻丝选项有效，也是通常的刚性攻丝。

13.1.15 初始点与 R 点位置返回 ;G98,G99

功能及目的

可以选择在固定循环中将最终顺序中的返回位置设在 R 点，或者设为初始位置。

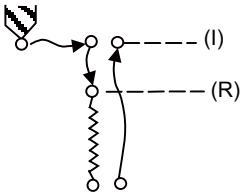
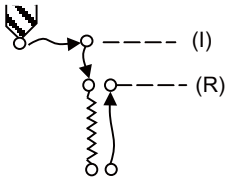
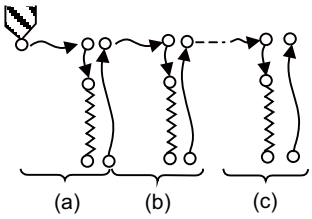
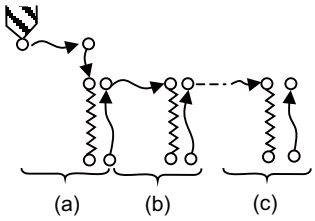
指令格式

```
G98 ; ... 初始位置返回
```

```
G99 ; ... R 点位置返回
```

详细说明

G98/G99 模式和返回次数指定的关系如下表所示。

钻孔次数	程序例	G98 （接通电源时，根据 M02,M30 取消时，复位按钮）	G99
仅执行 1 次	G81 X100. Y100. Z-50. R25. F1000 ;	 返回初始位置。	 返回 R 点位置。
执行 2 次以上	G81 X100. Y100. Z-50. R25. L5 F1000 ;	 全部返回初始位置。	

(a) 第 1 次　　(b) 第 2 次　　(c) 最后一次

13.1.16 固定循环模式中的工件坐标设定

功能及目的

在设定的工件坐标系中相对轴指定的轴进行移动。
由于定位完成后的 R 点定位或 Z 轴移动 Z 轴生效。

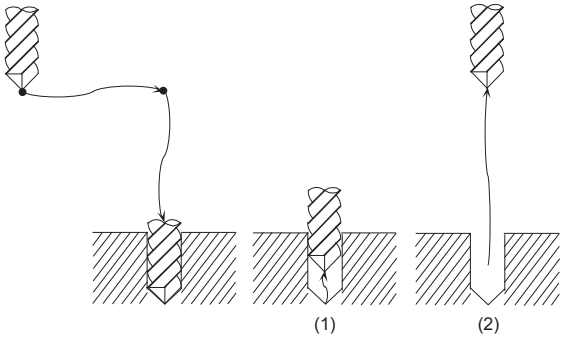
（注）地址 Z 及 R 的工件坐标切换时，即使是相同值，也请再次编程。

（例）G54 Xx1 Yy1 Zz1;
G81 Xx1 Yy2 Zz2 Rr2;
G55 Xx3 Yy3 Zz2 Rr2 ... 即使 Z,R 与前一次相同，也需要再次指定
Xx4 Yy4;
Xx5 Yy5;

13.1.17 钻孔循环高速回退

功能及目的

本功能是在钻孔加工时，使钻孔从孔底高速回退的功能。通过本功能，可在孔底钻孔不发生切入的状态下，缩短旋转时间，提高刀具寿命。



从孔底高速回退［图中 (1)］，之后在快速进给模式下返回至初始点或 R 点（图中 (2)）。

指令格式

与固定循环的指令格式相同。

详细说明

(1) 在执行以下固定循环时，仅在 “#8123 高速回退有效”有效时才执行本功能。

- G81（钻孔、 点钻循环）
- G83（深孔钻孔循环）
- G73（步进循环）

(2) “#8123 高速回退有效”有效时，在孔底使用丢步补偿功能，使刀具高速回退。

(a) 将伺服参数的丢步补偿类型设为丢步补偿类型 2 或是丢步补偿类型 3，设定下述参数，调整回退量。

- #2170 Lmc1QR（高速回退用丢步补偿增益 1）
  （相当于 “#2216 SV016 LMC1 丢步补偿 1”）
- #2171 Lmc2QR（高速回退用丢步补偿增益 2）
  （相当于 “#2241 SV041 LMC2 丢步补偿 2”）

(b) 与通常的丢步补偿不同，设定丢步补偿时间、丢步补偿 3 弹性常数、丢步补偿 3 粘性系数时，请根据机床制造商规格设定（下述参数）。

- #2172 LmcdQR（高速回退用丢步补偿时间）
  （相当于 “#2239 SV039 LMCD 丢步补偿时间”）
- #2173 LmckQR（高速回退用丢步补偿 3 弹性常数）
  （相当于 “#2285 SV085 LMCk 丢步补偿 3 弹性常数”）
- #2174 LmccQR（高速回退用丢步补偿 3 粘性系数）
  （相当于 “#2286 SV086 LMCc 丢步补偿 3 粘性系数”）

(c) 钻孔轴为同步控制轴时，请将主动轴与从动轴的各参数分别设为相同数值。

(3) 在 G80（固定循环取消）指令时，若发出相同组（组 9）的其它固定循环指令或是组 1 的指令，则本功能取消。

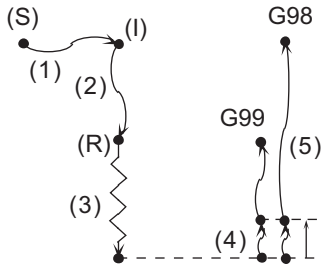
(4) 在下述指令模态中，无法执行本功能。

即使 “#8123 高速回退有效”有效，也根据通常的快速进给执行移动。

- G43.1（刀具轴方向刀长补偿）
- G43.4, G43.5（刀尖点控制）
- G68（三维坐标转换）

动作说明

G81 指令时的动作

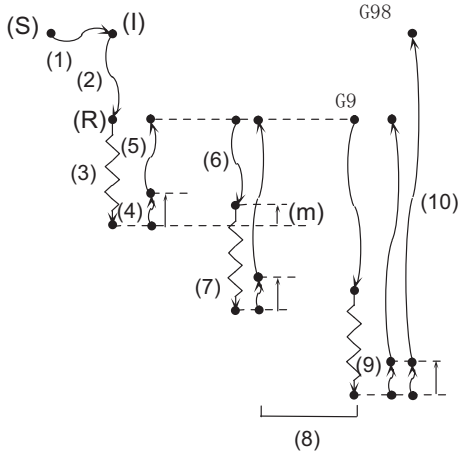


(1) 起点→初始点移动
(2) 初始点→ R 点移动
(3) 切削进给
(4) 以高速回退
(5) 返回至 R 点或初始点

(I) 初始点　　(S) 起点
(R)R 点

单程序段运行时的停止位置仅为 (1)(2)(5) 移动结束时的位置。

G83 指令时的动作

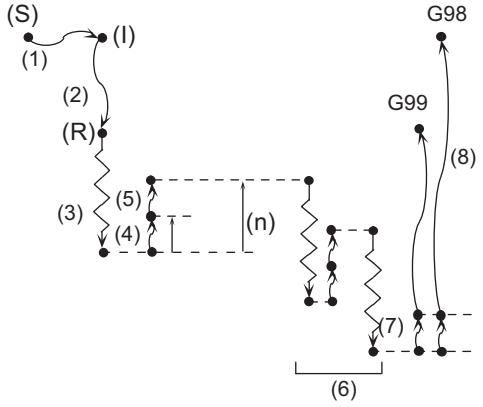


(1) 起点→初始点移动
(2) 初始点→ R 点移动
(3) 切削进给
(4) 以高速回退
(5) 返回至 R 点
(6) 上一次的切削进给位置＋向 “G83 返回量”位置移动
(7) 切削进给
(8) (4) ～ (7) 往返
(9) 以高速回退
(10) 返回至 R 点或初始点

(I) 初始点　　(S) 起点
(R)R 点　　(m)G83 返回量

单程序段运行时的停止位置仅为 (1)(2)(10) 移动结束时的位置。

G73 指令时的动作



(1) 起点→初始点移动
(2) 初始点→ R 点移动
(3) 切削进给
(4) 以高速回退
(5) 移动至 “G73 返回量”设定的位置
(6) (3) ～ (5) 往返
(7) 以高速回退
(8) 返回至 R 点或初始点

(I) 初始点　　(S) 起点
(R)R 点　　(n)G73 返回量

单程序段运行时的停止位置仅为 (1)(2)(8) 移动结束时的位置。
有暂停指令时，执行暂停后再执行高速回退动作。

13.1.18 在钻孔循环中加减速模式切换

功能及目的

本功能是在钻孔固定循环中切换恒斜率插补后加减速的动作的功能。

指令格式

与固定循环（G83,G87,G83.2）的指令格式相同。

详细说明

将参数 “#1253 set25/bit2　钻孔循环中加减速模式切换”设为有效时的动作如下所示。

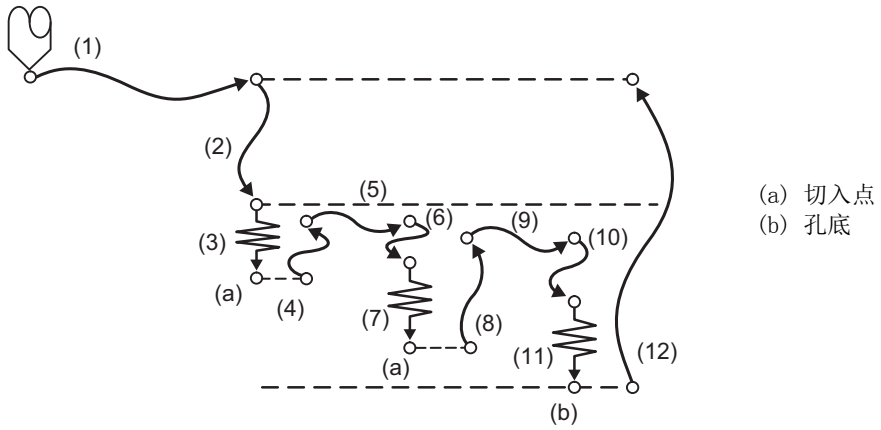
(1) 加减速模式为线性或软件加减速。（ 软件加减速以外的设定为线性加减速。）

(2) 变为恒斜率插补后加减速的参数设定所对应的动作。
由 #2001 rapid（ 快速进给速度） 和 #2004 G0tL G0 时间常数（ 线性） 决定 G0（ 快速进给） 加减速的斜率，由 #2002 clamp（ 切削进给速度上限） 和 #2007 G1tL G1 时间常数（ 线性） 决定 G1（ 切削进给）加减速的斜率。
恒斜率加减速的详情请参照 “快速进给恒斜率加减速”。

动作示例

在钻孔循环中加减速模式切换有效时的动作示例

由参数 “#19417 孔底减速检查 2”的设定，进行孔底的钻孔轴的减速检查动作。



#19417		G81	G82	G83	G73
0	(a) 切入点	减速检查		不进行减速检查	
	(b) 孔底	不进行减速检查			
1	(a) 切入点	不执行指令减速检查		指令减速检查	
	(b) 孔底	指令减速检查			
2	(a) 切入点	指令减速检查			到位检查（sv024）
	(b) 孔底	到位检查（sv024）			

13.2 特别固定循环

功能及目的

特殊固定循环是与标准固定循环组合使用。
在使用特殊固定循环前，在标准固定循环中，已记入定位数据以外（X,Y 以外）的孔加工数据。
执行特别固定循环时，定位到钻孔位置。在钻孔用固定循环中执行钻孔动作。
在执行特殊固定循环后，在被取消前会一直保持记忆的标准固定循环。
不是固定循环模式时，指定特殊固定循环则只能执行定位动作，而不能进行钻孔动作。
不进行钻孔用固定循环指令，而进行特殊固定循环时，根据此时 01 组的模态 G 代码进行定位动作。

13.2.1 螺栓孔循环； G34

功能及目的

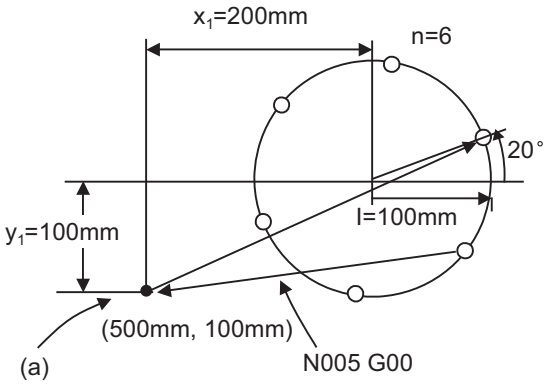
在以 X、Y 指定的坐标为中心，半径 R 的圆周上，由与 X 轴成角度 θ 的点开始，n 等分圆周，钻 n 个孔。各孔位置的钻孔动作遵从标准固定循环。
孔位置间的移动全部变为 G00 模式。在 G34 指令完成后，不保存数据。

指令格式

```
G34 Xx1 Yy1 Ir J θ Kn ;
```

Xx1,Yy1	螺栓孔循环的中心位置。受到 G90/G91 的影响。
Ir	圆的半径 r。根据输入的设定单位将单位设为正数。
J θ	最初钻洞点的角度 θ 。将逆时针方向设为正方向。 （小数点位置变为° 的位。无小数点时变为 0.001° 单位。）
Kn	钻孔个数 n。可指定个数为 1 ～ 9999 ，0 不可指定。为正时逆时针旋转，为负时顺时针定位。否则发生程序错误 (P221)。

程序例




```
N001 G91 ;
N002 G81 Z-10.000 R5.000 L0 F200 ;
N003 G90 G34 X200.000 Y100.000 I100.000
     J20.000 K6;
N004 G80 ;……(G81 的取消 )
N005 G90 G00 X500.000 Y100.000 ;
```

(a) G34 执行前的位置

如例所示，G34 指令完成后的刀具位置在最后的孔上，使之移动到下一个位置时，需要计算坐标值，以使用增量值指定，因此使用绝对值模式比较方便。

（注 1）在编辑与 G34 指令相同的程序段中选择的平面纵轴、横轴、G、N、I、J、K、H、O、P、F、M、S、第 2 辅助功能以外的地址时，发生程序错误 (P32)。

13.2.2 角度直线 ; G35

功能及目的

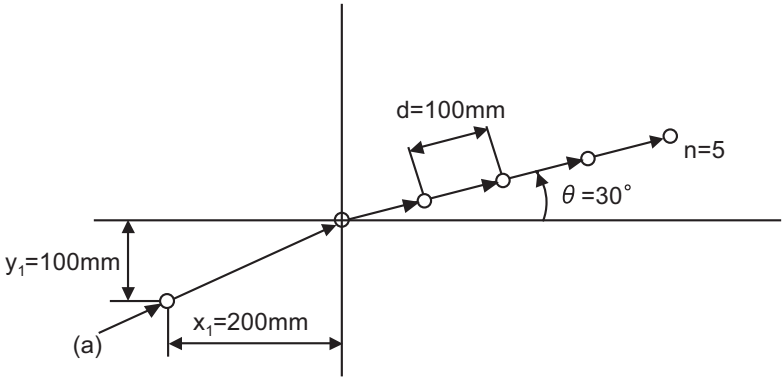
以 X、Y 指定的位置为起点，在与 X 轴成角度 θ 的方向每隔 d 钻孔，共钻孔 n 个。各孔位置的钻孔动作遵从标准固定循环。
孔位置间的移动全部变为 G00 模式。在 G35 指令完成后，不保存数据。

指令格式

```
G35 Xx1 Yy1 Id J θ Kn ;
```

Xx1,Yy1	起点坐标的指定。受到 G90/G91 的影响。
Id	间隔 d。根据输入设定单位，d 为负时，在以起点为中心的点对称方向钻孔。
J θ	角度 θ 。将逆时针方向设为正方向。 （小数点位置变为° 的位。无小数点时变为 0.001° 单位。）
Kn	孔的个数 n。在包含起点的个数中，可指定的范围为 1 ～ 9999。

程序例




```
G91
;
G81   Z-10.000 R5.000 L0 F100 ;
G35   X200.000 Y100.000
      I100.000 J30.000 K5 ;
```

(a) G35 执行前的位置

（注 1）当 K 指令为 K0 或者无 K 指令时，发生程序错误 (P221)。

（注 2）K 值为 4 位以上时，将低 4 位设为有效。

（注 3）在编辑与 G34 指令相同的程序段中选择的平面纵轴、横轴、G、N、I、J、K、H、O、P、F、M、S、第 2 辅助功能以外的地址时，发生程序错误 (P32)。

（注 4）若与 G35 指令相同的程序段中存在组 0 的 G 指令则后面的指令优先。

（例） G35 G28 Xx1 Yy1 Ii1 Jj1 Kk1 ; 忽略 G35，作为 G28 Xx1 Yy1 执行

（注 5）在与 G35 指令相同的程序段中存在 G72 ～ G89 指令时，忽略固定循环，执行 G35 指令。

13.2.3 组 ; G36

功能及目的

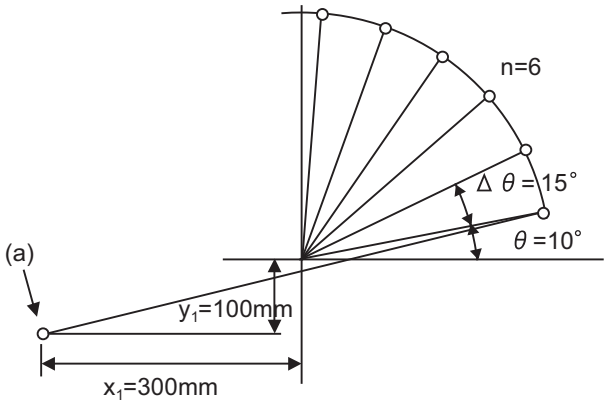
在以 X、Y 指定的坐标为中心，半径 R 的圆周上，由与 X 轴成角度 θ 的点开始，以 Δ θ 角度间隔依次钻 n 个孔。各孔位置的钻孔动作遵从标准固定循环。
孔位置间的移动全部变为 G00 模式。在 G36 指令完成后，不保存数据。

指令格式

```
G36 Xx1 Yy1 Ir J θ P Δ θ Kn ;
```

Xx1,Yy1	圆弧的中心坐标。受到 G90/G91 的影响。
Ir	圆弧半径 r。根据输入的设定单位将单位设为正数。
J θ	最初钻洞点的角度 θ 。将逆时针方向设为正方向。（小数点位置变为° 的位。无小数点时变为 0.001° 单位。）
P △ θ	角度间隔 θ 。为正时逆时针旋转，为负时顺时针钻孔。（小数点位置变为° 的位。无小数点时变为 0.001° 单位。）
Kn	钻孔个数 n。可指定的范围为 1 ～ 9999。

程序例




```
N001   G91
       ;
N002   G81   Z-10.000 R5.000 F100 ;
N003   G36   X300.000 Y100.000 I300.000
             J10.000 P15000 K6 ;
```

(a) G36 执行前的位置

（注 1）在编辑与 G34 指令相同的程序段中选择的平面纵轴、横轴、G、N、I、J、K、H、O、P、F、M、S、第 2 辅助功能以外的地址时，发生程序错误 (P32)。

13.2.4 栅格 ; G37.1

功能及目的

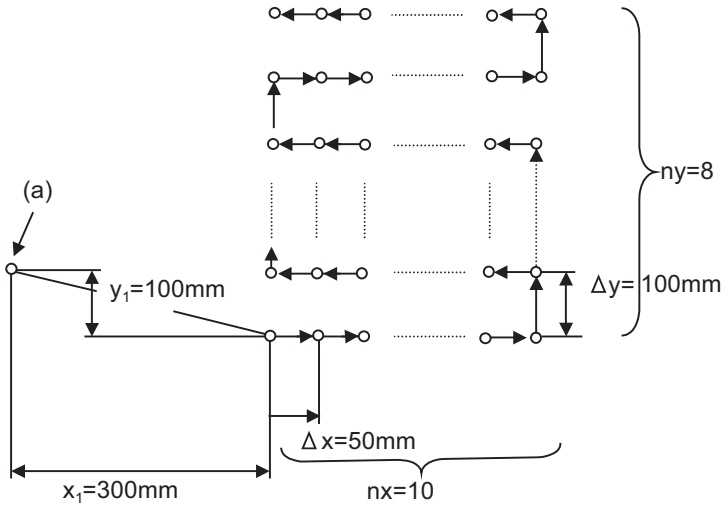
以 X、Y 指定的位置为起点，以平行的间隔Δ x 在 X 轴上钻 nx 个格子点的孔，因此可由 X 轴方向钻孔。各孔位置的钻孔动作遵从标准固定循环。
孔位置间的移动全部变为 G00 模式。在 G37.1 指令完成后，不保存数据。

指令格式

```
G37.1 Xx1 Yy1 I Δ x Pnx J Δ y Kny ;
```

Xx1,Yy1	指定起点坐标。受到 G90/G91 的影响。
I △ x	X 轴的间隔Δ x。根据输入设定单位，Δ x 为正时，在由起点看去的正方向取间隔，为负时，在负方向取间隔。
Pnx	X 轴方向的个数 nx。可指定的范围为 1 ～ 9999。
J △ y	Y 轴的间隔Δ y。根据输入设定单位，Δ y 为正时，在由起点看去的正方向取间隔，为负时，在负方向取间隔。
Kny	Y 轴方向的个数 ny。可指定的范围为 1 ～ 9999。

程序例




```
G91 ;
G81   Z-10.000 R5.000 F20 ;
G37.1 X300.000 Y-100.000 I50.000 P10
      J100.000 K8 ;
```

(a)G37.1 执行前的位置

（注 1）当 P,K 指令为 P0,K0 或者无 P,K 指令时，发生程序错误 (P221)。PK 值为 4 位以上时，将低 4 位设为有效。

（注 2）在编辑与 G34 指令相同的程序段中选择的平面纵轴、横轴、G、N、I、J、K、H、O、P、F、M、S、第 2 辅助功能以外的地址时，发生程序错误 (P32)。

（注 3）若与 G37.1 指令相同的程序段中存在组 0 的 G 指令则后面的指令优先。

（注 4）在与 G37.1 指令相同的程序段中存在 G72 ～ G89 指令时，忽略固定循环，执行 G37.1 指令。

（注 5）在与 G37.1 指令相同的程序段中编辑 G22/G23 指令时，忽略 G22/G23 指令，执行 G37.1 指令。

14章

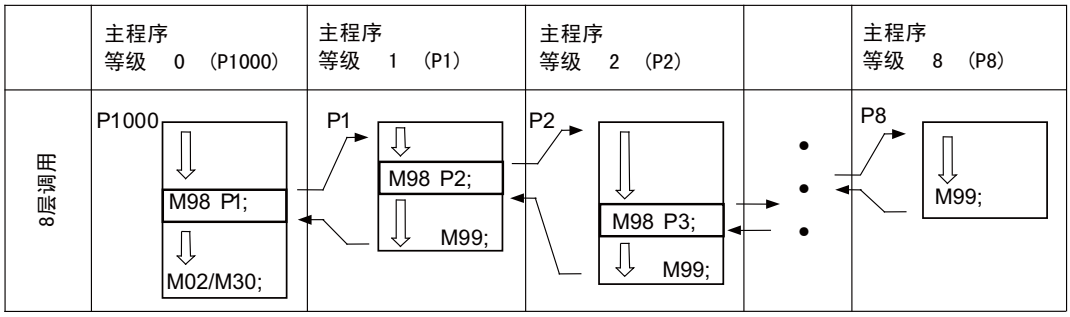
宏程序相关功能

14.1 子程序控制； M98,M99,M198

14.1.1 子程序调用 ； M98,M99

功能及目的

预先将某个固定的顺序和重复使用的参数作为子程序记忆到内存中，在需要时可通过主程序调用并使用子程序。通过 M98 指令调用子程序，通过 M99 指令从子程序返回主程序。还可从子程序调用其它子程序，最多可调用 8 层。



通过纸带记忆编辑、子程序控制、固定循环的附加组合，可执行的功能如下表所示。

	示例 1	示例 2	示例 3	示例 4
1. 纸带记忆编辑	有	有	有	有
2. 子程序控制	无	有	有	无
3. 固定循环	无	无	有	有
功　　能				
1. 自动运行	○	○	○	○
2. 纸带编辑（主存储器）	○	○	○	○
3. 子程序调用	×	○	○	×
4. 子程序的变量赋值（注 2）	×	○	○	×
5. 子程序多重调用（注 3）	×	○	○	×
6. 固定循环	×	×	○	○
7. 固定循环用子程序编辑	×	×	○	○

（注 1） 带有○标记的功能可使用，带有×标记的功能不能使用。

（注 2） M98 不传递变量，但若具有变量指令规格，则可使用子程序内的变量指令。

（注 3） 多重调用最多可为 8 层。

指令格式

子程序调用

```
M98  P__  H__  L__  ,D__  ;
```

```
M98  ＜文件名＞  H__  L__  ,D__  ;
```

P	要调用的子程序内的程序编号 （若省略，则为本身的程序） 但仅在自动运行和 MDI 运行时可省略 P。 （最大 8 位的数值） 可根据参数，调用以 0 编号为开头的 4 位数字或 8 位数字的子程序编号。但是，如果指令值大于参数中设定的位数，则按照指令值调用子程序。
＜文件名＞	文件名 可指定文件名代替程序编号。 此时，请使用＜ ＞将文件名括起来。 （文件名包含扩展名在内最多为 32 个字符。） （例） M98 <BUHIN-12.RAF> ;
H	要调用的子程序内的顺序号（若省略，则为开头的程序段）
L	子程序的重复次数 （若省略，则视为 L1，在 L0 时不执行。） （用 4 位数值指定 1 ～ 9999 次） 例如， M98 P1 L3 等价于 M98 P1 ; M98 P1 ; M98 P1 ;
,D	子程序的装置编号 (0 ～ 4)。 省略 ,D 时，按照参数 “#8890 子程序搜索顺序 D0” - “#8894 子程序搜索顺序 D4” 的设定，搜索子程序。 在参数 “#8880 子程序保存位置 D0:dev” 等中设定装置编号。

从子程序返回

```
M99  P__  ;
```

P	返回位置顺序编号（若省略，则返回调用程序段的下一个程序段）

详细说明

子程序的创建和登录

在最终程序段中，除了需输入子程序结束命令 M99(P_)；作为单独的程序段以外，子程序的其它格式与一般的自动运行用加工程序相同。

O △△△△△△△△ ；	作为子程序编号的程序编号
..... ； : ..... ；	子程序本体
M99 ；	子程序返回指令
%(EOR)	登录结束代码

(1) 通过设定显示装置上的 “编辑”操作，登录上述的程序。详细内容请参考使用说明书中的 “ 程序编辑”。

(2) 仅可使用 1 ～ 99999999 范围内，且在附加规格中所指定种类的子程序编号。纸带中无程序编号时，以 “程序输入”时的设定编号进行登录。

(3) 可从子程序调用程序时的嵌套数最多为 8 层，如果超过 8 层，则发生程序错误 (P230)。

(4) 登录到存储器中时，按照读入的顺序进行登录，不区别子程序与主程序，因此请确保主程序与子程序的编号不重复。（如果编号重复，则在登录时以错误 (E11) 处理。）

(5) 子程序的嵌套对象为除 M98 以外的下述指令。
- G65　　程序调用
- G66　　模态调用
- G66.1　模态调用
- G 代码调用
- 辅助功能调用
- MDI 插入
- 自动刀长测量
- 宏程序插入
- 多段跳跃功能

(6) 下一个指令不作为子程序的嵌套对象，可调用 8 层以上。
- 固定循环
- 模式循环

(7) 要重复使用子程序时，指定 M98 Pp1 Ll1;，即可重复执行 11 次。

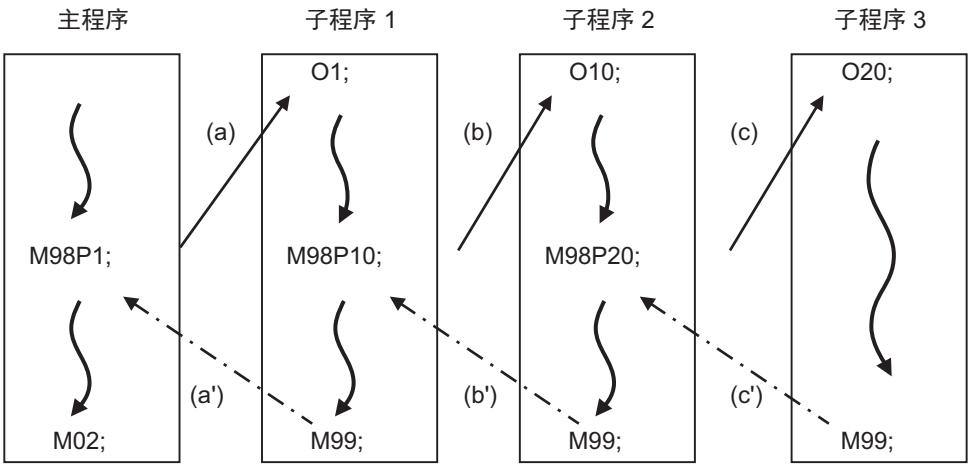
(8) 在多系统情况下，如果存在调用系统的子程序为空，则用参数切换子程序的调用动作。（这些参数由机床制造商的规格决定。）

#1050 MemPrg	#1285 ext21/ bit1	内　容
0,2,4,6	-	调用已登录到系统间通用存储器中的子程序。
1,3,5,7	OFF	调用已登录到所选系统的存储器中的子程序。
	ON	调用已登录到所选系统的存储器中的子程序。所选系统的子程序为空时，调用第 1 系统的同一编号子程序。

程序示例

程序示例 1

子程序的调用为 3 次（3 层嵌套）时



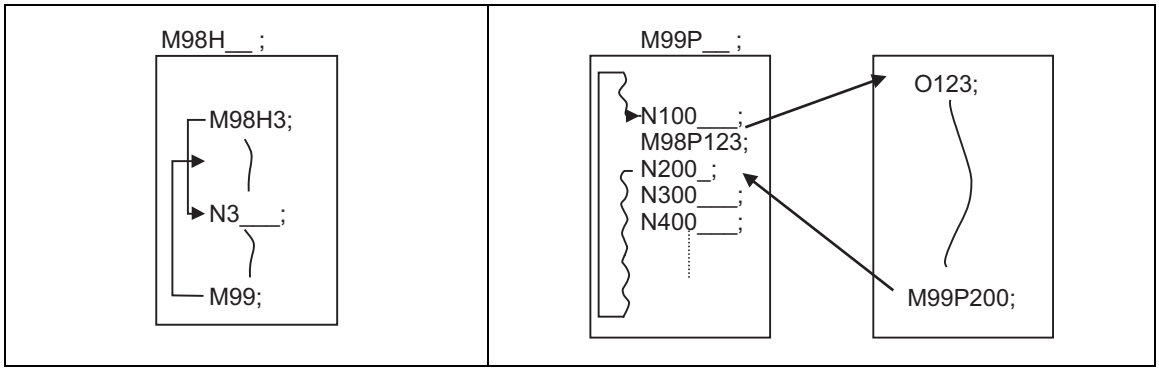
执行顺序 (a)-(b)-(c)-(c')-(b')-(a')

(1) 执行嵌套时，M98 和 M99 必须 1 对 1 对应，(a) 对应 (a')，(b) 对应 (b')。

(2) 模态信息无主程序和子程序的区别，按照执行顺序修改模态信息，因此在调用并执行子程序后，请注意模态数据的状态。

程序示例 2

M98 H__ ; M99 P__ ; 为有调用指令的程序中的顺序编号。



注意事项

(1) 若找不到指定的 P（程序编号），则发生程序错误 (P232)。

(2) M98 P_ ; M99 ; 的程序段不执行单程序段停止。但在存在 0,N,P,L,H 以外的其它地址时，可执行单程序单段停止。（若为 X100. M98 P100 ;，则在执行 X100. 后分支到 O100。）

(3) 在主程序中指定 M99 时，返回开头。（在 MDI 时也相同。）

(4) 可从纸带、BTR 运行通过 M98 P_ ; 分支到子程序，但不能通过 M99 P_ ; 指定返回位置的顺序编号。（忽略 P_。）

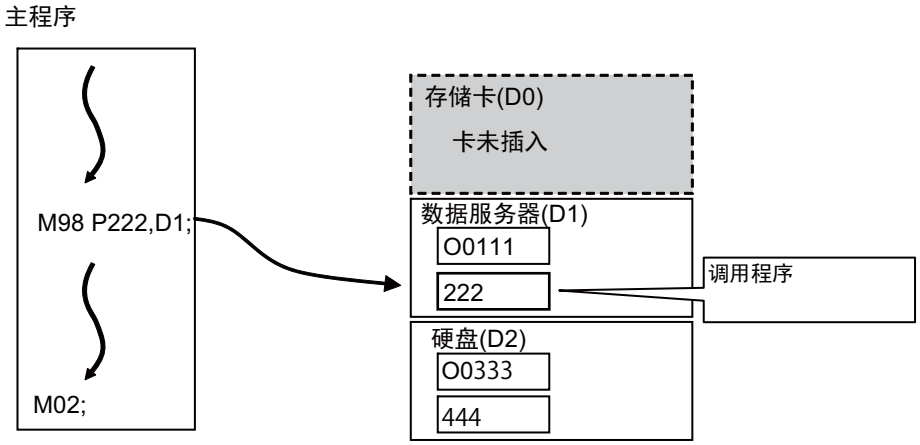
(5) 在搜索通过 M99 P_ ; 指定的顺序编号时，需要一定的时间，敬请注意。

(6) 在子程序中使用文件名称时，请指定包含扩展名在内为 32 字符以内的文件名。若指定超过 32 字符的文件名，则发生程序错误 (P232)。

(7) 将所有程序作为文件进行登录。例如，将名为 “0100” 文件作为子程序调用时，不能通过 M98P100 或 M98P0100 找到 “0100”。在 P 后面指定数值时，会忽略开头的零，因此视为指定了名为 “100” 的程序编号（文件）。如调用名为 “0100” 的程序时，请指定文件名，使用 M98<0100> 的格式。

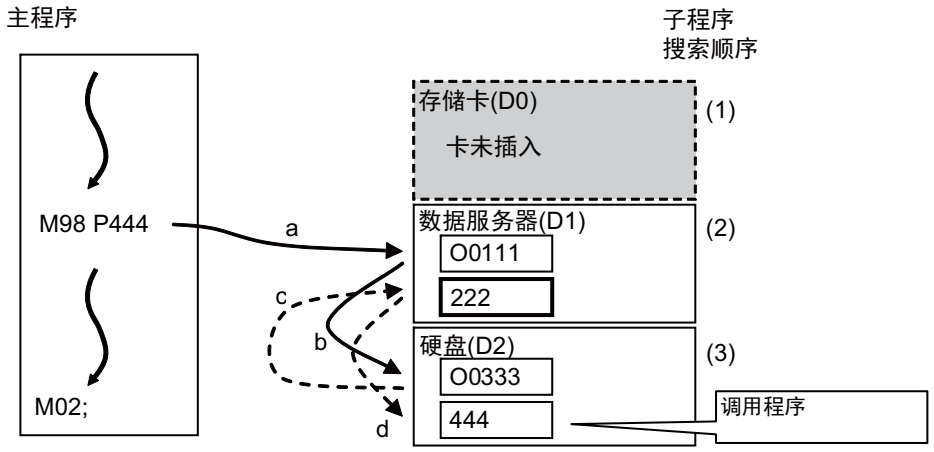
(8) 优先调用带 0 编号的子程序
在参数 #8129= “1” 或 “2” 时，搜索附加了 0 编号的子程序。
若找不到带 0 编号的子程序，则搜索以 P 指令指定了名称的子程序。
（注）为防止调用意外的程序，创建程序时，请勿使用可能会被视为同一程序的名称。(123、00123、000000123 可能会被视为同一程序。)
设定了优先调用带 0 编号的子程序时的子程序调用动作示例如下。

(a) 有装置编号指定时
只以指定装置为对象进行搜索。



［参数设定］
#8129 子程序编号选择 = 1 （以 0 编号为开头的 4 位数字的程序编号）
#8880 子程序保存位置 D0 dev = R（存储卡）
#8882 子程序保存位置 D1 dev = D（数据服务器）
#8884 子程序保存位置 D2 dev = G（硬盘）

(b) 无装置编号指定时
按照 #8890（子程序搜索顺序 D0）～ #8894（子程序搜索顺序 D4）的设定，搜索带 0 编号的子程序。(a,b 实线箭头的动作）
搜索但未找到带 0 编号的子程序时，按照子程序搜索顺序的设定，调用以 P 指令指定了名称的子程序。(c,d 虚线箭头的动作）
指定的子程序保存位置都不是搜索对象时，从存储器中搜索。
※无法识别在子程序保存位置中指定的装置及目录时，包括忘记插入存储卡、插入不足、接触不良等，不属于搜索对象。



［参数设定］
#8129 子程序编号选择 = 1（以 0 编号为开头的 4 位数字的程序编号）
#8880 子程序保存位置 D0 dev = R（存储卡）
#8882 子程序保存位置 D1 dev = D（数据服务器）
#8884 子程序保存位置 D2 dev = G（硬盘）
#8890 子程序搜索顺序 D0 = 1
#8891 子程序搜索顺序 D1 = 2
#8892 子程序搜索顺序 D2 = 3

14.1.2 子程序调用 ; M198

功能及目的

可将已登录到 SD 卡中的程序作为子程序进行调用。将 SD 卡中的程序作为子程序进行调用时，在主程序中进行以下指定。

指令格式

子程序调用

```
M198  P__  L__  ;
```

```
M198  <文件名>  L__  ;
```

P	要调用子程序的 SD 卡内的程序编号。（最大 8 位） 可根据参数，调用以 0 编号为开头的 4 位数字或 8 位数字的子程序编号。但是，如果指令值大于参数中设定的位数，则按照指令值调用子程序。
< 文件名 >	文件名 可指定文件名代替程序编号。 此时，请使用< >将文件名括起来。 （文件名包含扩展名在内最多为 32 个字符。）
L	子程序的重复次数。（最大 4 位） 可省略。（此时，调用 1 次子程序） 指定为 “L0” 时，不执行子程序调用。

（注） 无法调用顺序号 (M198 H***)。

从子程序返回

```
M99  ;
```

详细说明

(1) 通过 M198 指令调用子程序时，子程序的嵌套仅限 1 次。只能从自动运行或 MDI 模式的程序进行调用。

(2) 从程序开头到第一个 LF（换行代码。在 16 进制时为 0x0A）的内容无效，无法运行 / 显示。但程序开头以 0 编号开始时，从程序开头开始的内容有效。

(3) 只有 1 系统可运行登录到 SD 卡内的程序。如果试图 2 系统以上同时运行登录到 SD 卡内的程序，将会发生程序错误。此时，如果对所有系统进行复位，则除了第一个系统以外，程序只显示为 “%”。

(4) 关于 < 文件名 >、带 0 编号的子程序调用，请参考 “子程序调用 ; M98,M99”。

14.1.3 图形旋转 ; M98 I_J_K_

功能及目的

同一模式程序在同心圆上多次重复时，将其中一个旋转加工模式登录为一个子程序，从主程序调用子程序时，可通过指定旋转中心，在同心圆上创建旋转相似形的路径，从而简化编程。

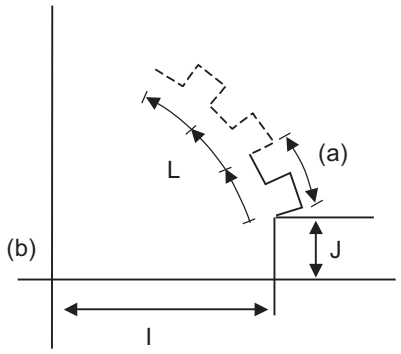
指令格式

```
M98  I__ J__ K__ P__ H__ L__ ,D__ ; ...  子程序调用指令
```

```
M98  I__ J__ K__ <文件名> H__ L__ ,D__ ; ...  子程序调用指令
```

I J K	旋转中心坐标
P	要调用的子程序内的程序编号 （若省略，则为本身的程序） 但仅在自动运行和 MDI 运行时可省略 P。 （最大 8 位的数值） 可根据参数，调用以 0 编号为开头的 4 位数字或 8 位数字的子程序编号。
<文件名>	可指定文件名代替程序编号。此时，请使用< >将文件名括起来。 （文件名包含扩展名在内最多为 32 个字符。） （例） M98 <BUHIN-12.RAF>；
H	要调用的子程序内的顺序号（若省略，则为开头的程序段）
L	子程序的重复次数 （若省略，则视为 L1，在 L0 时不执行。） （用 4 位数值指定 1 ～ 9999 次）
,D	子程序的装置编号 (0 ～ 4)。 若省略 ,D，则为存储内的子程序。 在加工程序中设定装置编号。

详细说明



(a) 基本图形
(b) 旋转中心

(1) 第一次执行用子程序调用功能调用的子程序时，以旋转角度 0° 执行，遵循指令的轨迹。

(2) 若重复次数在 2 次以上，则根据调用的子程序的起点 / 终点和旋转中心坐标计算旋转角度，以旋转中心坐标为基准，以第一次的子程序轨迹为基本图形，按照指定的调用次数进行旋转配置。

(3) 子程序内的所有程序段都旋转。

(4) 如果子程序的起点和终点不在以指令图形旋转中心坐标为中心的同一圆周上，则以子程序的终点为起点，以下一次旋转的子程序的第一个移动指令程序段终点为终点，进行插补。

(5) 图形旋转子程序可同时使用绝对值、增量值。即使用绝对值指令，旋转动作也与使用增量值指令时相同。

(6) 用 I,J,K 指定距离起点开始的增量值。

(7) 不能从图形旋转中的子程序分支到其它的子程序。

(8) 在工件坐标系上进行图形旋转，因此可按照 G92、G52、G54 ～ G59（工件坐标系偏移）指令进行偏移。

(9) 在图形旋转中，不能使用在旋转平面轴的机床坐标系上的功能（参考点返回、单向定位等），但可使用不在旋转平面的轴的机床坐标系功能。

(10) 关于 < 文件名 >、带 0 编号的子程序，请参考 “子程序调用 ; M98,M99”。

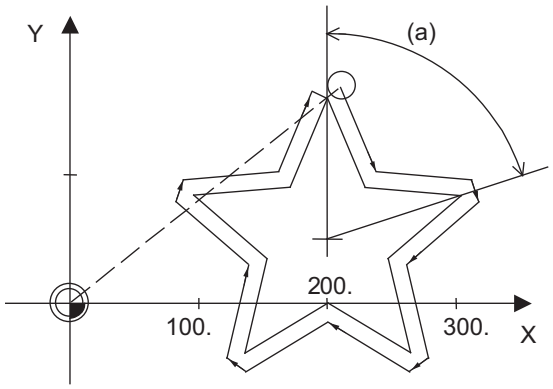
程序示例

主程序（O1000）

```
N01 G90 G54 G00 X0 Y0 ;
N02 G01 G41 X200. Y150. D01 F500 ;
N03 G01 Z-50. F300 ;
N04 M98 P2200 L5 J-100. ;
N05 G90 G01 Z50. F500 ;
N06 G40 ;
N07 G00 X0 Y0 ;
```

子程序（O2200）

```
N01 G91 G01 X29.389 Y-59.549 ;
N02 X65.717 Y-9.549 ;
N03 M99 ;
```



(a)　基本图形

注意事项

(1) 在图形旋转中，如果进行图形旋转指令，则发生程序错误。

(2) 不能同时进行图形旋转和程序坐标旋转指令。否则会发生程序错误。

14.2 变量指令

功能及目的

相对于对程序中的某个地址直接赋值，本功能通过指定变量，在执行程序时，随时根据当时的情况对该变量赋值，以提高程序的灵活性、通用性。

指令格式

```
#△△△=○○○○○○○○ ;
```

```
#△△△=［表达式］;
```

详细说明

变量的表示方式

		例
#m	m 为由 0 ～ 9 构成的数值。	#100
#[f]	f 为表达式，指以下内容。	#[-#120]
	数值 m	123
	变量	#543
	表达式　运算符　表达式	#110+#119
	-（负）表达式	-#120
	［表达式］	#119
	函数［表达式］	SIN[#110]

（注 1）标准运算符包括 +，-，*，/ 4 种。

（注 2）没有用户宏程序规格时，无法使用函数。

（注 3）变量编号为负时，发生错误 (P24)。

（注 4）错误的变量表述示例如下。

错误	正确
#6/2	#［6/2］(#6/2 将被解释为 [#6]/2。)
#--5	#[-[-5]]
#-[#1]	#[-#1]

变量的种类

变量的种类如下表所示。

<table>
<tr><th colspan="3">种类</th><th colspan="2">编号</th><th>功能</th></tr>
<tr><td colspan="3">共变量</td><td>共变量 1</td><td>共变量 2</td><td rowspan="6">- 可在主程序、子程序、各宏程序间通用。
- 在多系统中使用共变量时，根据机床制造商的规格，可指定在系统间通用的共变量个数（参数 “#1052 MemVal”）。
（注 5）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">单系统</td><td>600 组</td><td>500 ～ 999
100100 ～ 800199（注 7）</td><td>100 ～ 199</td></tr>
<tr><td>700 组</td><td>400 ～ 999（注 4）
100100 ～ 800199（注 7）</td><td>100 ～ 199</td></tr>
<tr><td>8000 组</td><td>400 ～ 999（注 4）
100100 ～ 800199（注 7）
900000 ～ 907399</td><td>100 ～ 199</td></tr>
<tr><td rowspan="2">多系统
(n= 系统数)</td><td>600+100 *n 组</td><td>400 ～ 999（注 4）
100100 ～ 800199（注 7）</td><td>100 ～ 199 *n</td></tr>
<tr><td>7900+100 *n 组</td><td>400 ～ 999（注 4）
100100 ～ 800199（注 7）
900000 ～ 907399</td><td>100 ～ 199 *n</td></tr>
<tr><td colspan="3">局变量</td><td colspan="2">1 ～ 33</td><td>在宏程序内可局部使用。</td></tr>
<tr><td colspan="3">系统变量</td><td colspan="2">1000 ～</td><td>在系统中的用途固定。</td></tr>
<tr><td colspan="3">固定循环变量</td><td colspan="2">1 ～ 32</td><td>固定循环程序内的局变量</td></tr>
</table>

（注 1）所有共变量在断电后仍可保持。

（注 2）也可通过参数（“#1128 复位时变量为空”、“#1129 电源打开时变量为空”）的设定，在复位或断电时，将共变量设定为〈空〉。

（注 3）共变量分为以下两种。
共变量 1: 所有系统可通用的变量
共变量 2: 仅在该系统的程序内可通用的变量

（注 4）仅在共变量组数在 700 组以上的机床制造商规格有效时（参数 “#1336 #400_Valtyp”），可使用 #400 号共变量。
#400 号共变量可使用时，可在共变量画面中进行显示、设定。
此外，可执行 #400 号共变量的数据输入输出。

（注 5）在多系统中当参数 “#1052 MemVal”设定为 “1”时（机床制造商的规格）时，可将共变量 #100 ～ #199、#500 ～ #999 的部分或全部作为在系统间通用的变量。可在系统间通用的变量个数取决于机床制造商的规格（参数 “#1303 V1comN”、“#1304 V0comN”）。
（例） “#1304 V0comN”设定为 “5”时
#500 ～ #504: 系统间通用
#505 ～ #999: 各系统单独使用

根据机床制造商的规格，#100 ～ #199 为在各系统单独使用的变量，#500 ～ #999 为系统间通用的变量（参数 #1052 MemVal “）。变量组数 700 组以上时可作为共变量使用的 #400 号共变量，以及变量组数 8000 组时可使用的 #900000 ～ #907399，不受参数 “#1052 MemVal”的设定影响，为系统间通用的变量。

（注 6）在共变量数据输入中，如果输入文件中存在下述错误变量编号数据，则忽略错误的变量编号数据，仅输入正常的共变量数据。

- 不是局变量（#1 ～ #33）和系统变量（#1000 ～）等共变量的变量数据
- 共变量组数条件不一致的变量数据

（例）

共变量组数 700 组（#100 ～ #199、#500 ～ #999、#100100 ～ #800199 时，如果输入文件中存在 # 编号超出规格范围的变量，则忽略这些变量，只输入规格范围内的变量。

（注 7）参数 “#1316 CrossCom”设定为 “1”时，将 #100100 ～ #800199 用作系统通用共变量。（由机床制造商的规格决定。）可使用的系统通用共变量如下表所示。

变量组数		共变量 1（“#1316 CrossCom” = “1”时）
变量组数规格	600 组（500+100 组）	#100100 ～ #100199（等价于系统 1 的 #100 ～ #199） #200100 ～ #200199（等价于系统 2 的 #100 ～ #199） #300100 ～ #300199（等价于系统 3 的 #100 ～ #199） #400100 ～ #400199（等价于系统 4 的 #100 ～ #199） #500100 ～ #500199 #600100 ～ #600199 #700100 ～ #700199 #800100 ～ #800199
	700 组（600+100 组）	
	8000 组（7900+100 组）	

（使用示例）

< 单系统时 >

```
#100100=200 ;   .........   等价于 #100=200 ; 。
#200105=#100 ;  .........   将 #200105 设为 200。
#300110=#100100 ;  ......   将 #300110 设为 200。
#800199=#500120 ;  ......   将 #800199 设为 500120 的变量值。
```

< 多系统时 >

可使用其它系统的各系统单独使用共变量 #100 ～ #199。

```
$1
#200100=-100 ;  .........   将系统 2 的 #100 设为 -100。
#101=#200102 ;  .........   将 #101 中设为系统 2 的 #102 变量值。
#300105=#200103 ;  ......   将系统 3 的 #105 设为系统 2 的 #103 变量值。
#110=#500107 ;  .........   将 #110 设为 500107 的变量值。
```

- 变量 #100100 ～ #100110 为共变量，无法使用系统变量 #100100 ～ #100110 读取 PLC 数据的功能。
- 参数 “#1052 MemVal”设定为 “1”时，系统间通用个数指定的设定无效，执行与设定为 “0”时相同的动作。
- 参数（“#1128 复位时变量为空”、“#1129 电源打开时变量为空”设定为 “1”时的动作如下所示。

  “#1128 复位时变量为空”

  与执行了复位的系统的 #100 ～ #199 等价的系统通用共变量变为空。

  （例）在系统 1 执行复位时，#100100 ～ #100199 为空

  在系统 2 执行复位时、#200100 ～ #200199 为空

  “#1129 电源打开时变量为空”

  与有效系统的 #100 ～ #199 等价的系统通用共变量为空。

  （例）单系统时，#100100 ～ #100199 为空

  双系统时，#100100 ～ #100199、#200100 ～ #200199 为空
- 可在共变量画面上显示、设定系统通用共变量 #100100 ～ #800199。
- 共变量组数不足 600 组或参数 “#1316 CrossCom”设定为 “0”时，如果使用共变量 #100100 ～ #800199，则发生程序错误（P241）。

变量的引用

除 O,N 及 /（斜杠）以外，可对所有地址使用变量。

(1) 直接使用变量值
X#1 ..... 将 #1 的值作为 X 的值使用。

(2) 使用变量值的补数
X-#2 ..... 将修改了 #2 符号后的值作为 X 的值使用。

(3) 定义变量
#3 = #5 ..... 变量 #3 使用等价的变量 #5 的值。
#1 = 1000 ..... 变量 #1 使用等价的值 1000 （视为 1000.）。

(4) 定义变量运算式
#1 = #3 + #2 - 100 ..... 使用 #3 + #2 - 100. 的运算结果作为 #1 的值。
X[#1 + #3 + 1000] ..... 使用 #1 + #3 + 1000 的运算结果作为 X 的值。

（注 1）不能在同一程序段中定义地址和变量。请分开定义。

错误		正确
X#1 = #3 + 100 ;	→	#1 = #3 + 100 ; X#1 ;

（注 2）[ ] 最多可使用 5 层。
#543 = -[[[[[#120]/2+15.]*3-#100]/#520+#125+#128]*#130+#132]

（注 3）在变量的定义中，对变量的个数及字符数均没有限制。

（注 4）请在 0 ～± 99999999 范围内设定变量值。
如果超过此范围，可能无法正确进行运算。

（注 5）变量的定义从下一个指令开始生效。
#1 = 100 ; ..... #1 = 100（从下一个指令开始生效）
#1 = 200 #2 = #1 + 200 ; ..... #1 = 200, #2 = 400（从下一个指令开始生效）
#3 = #1 + 300 ; ..... #3 = 500（从下一个指令开始生效）

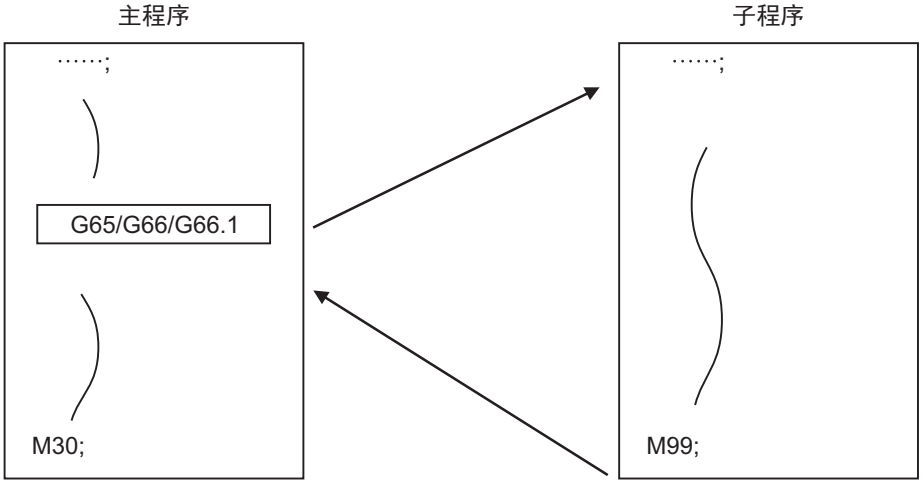
（注 6）引用变量时，始终视为末尾有小数点。

在 #100 = 10 时
X#100 ; 为 X10.。

14.3 用户宏程序

功能及目的

为实现汇总功能，将 1 组控制命令和运算命令作为宏程序登录并使用。
宏程序使用变量、运算命令、控制命令等，将专用的控制功能子程序化。
通过和变量指令组合，可使用宏程序调用、各种运算、PLC 和数据输入输出、控制、判定、分支等多个命令，执行测量等操作。



根据需要，用宏程序调用命令从主程序中调用并使用这些专用的控制功能。

G 代码	功能
G65	用户宏程序 单纯调用
G66	用户宏程序　模态调用 A（移动指令调用）
G66.1	用户宏程序　模态调用 B（每个程序段调用）
G67	用户宏程序　模态调用 (G66,G66.1) 取消

详细说明

(1) 在输入 G66 指令或 G66.1 指令后、在输入 G67（取消）指令之前，在执行有移动指令的程序段后，或执行每个程序段后，调用指定的用户宏程序子程序。

(2) G66(G66.1),G67 指令必须在同一程序中成对出现。

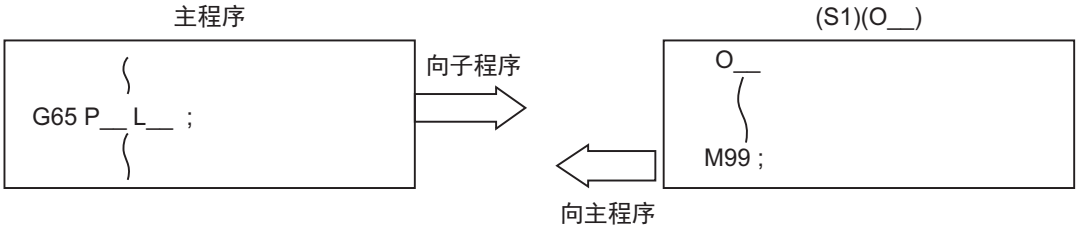
14.4 宏程序调用命令

功能及目的

宏程序调用命令分为仅调用命令程序段的单纯调用，与调用模态中各程序段的模态调用（A 型，B 型）。

14.4.1 单纯调用 ; G65

功能及目的



通过 M99 结束用户宏程序子程序。

指令格式

G65 P__ L__ 自变量 ; ... 单纯调用

G65 ＜文件名＞ L__ 自变量 ; ... 单纯调用

P	程序编号 可根据参数，调用以 0 编号为开头的 4 位数字或 8 位数字的子程序编号。
＜文件名＞	文件名 可指定文件名代替程序编号。 此时，使用＜ ＞将文件名括起来。 （文件名包含扩展名在内最多为 32 个字符。）
L	重复次数
自变量	变量数据指定

详细说明

(1) 在用户宏程序子程序中，需传递自变量作为局变量时，请在地址后指定实际的数值。
此时，自变量与地址无关，可使用符号、小数点。自变量分为以下 2 种类型。

自变量赋值 I

格式：A_ B_ C_ .....X_ Y_ Z_

(a) 可使用除 G,L,N,O,P 外的所有地址指定自变量。

(b) 必须按照字母顺序指定 I,J,K。
I_ J_ K_... 可
J_ I_ K_... 不可

(c) 除 I,J,K 外，无需按照字母顺序指定。

(d) 可省略无需指定的地址。

(e) 在自变量赋值 I 中可使用的地址与用户宏程序本体内的变量编号的对应关系如下表所示。

地址／变量编号对应		调用命令可使用的地址	
自变量赋值 I 的地址	宏程序内的变量	G65,G66	G66.1
A	#1	○	○
B	#2	○	○
C	#3	○	○
D	#7	○	○
E	#8	○	○
F	#9	○	○
G	#10	×	×＊
H	#11	○	○
I	#4	○	○
J	#5	○	○
K	#6	○	○
L	#12	×	×＊
M	#13	○	○
N	#14	×	×＊
O	#15	×	×
P	#16	×	×＊
Q	#17	○	○
R	#18	○	○
S	#19	○	○
T	#20	○	○
U	#21	○	○
V	#22	○	○
W	#23	○	○
X	#24	○	○
Y	#25	○	○
Z	#26	○	○

○标记： 可使用
×标记： 不可使用
＊标记 ： 在 G66.1 模态中可使用

自变量赋值 II

格式：A__B__C__I__J__K__I__J__K__...

(a) 除地址 A,B,C 外，可将 I,J,K 作为 1 组自变量，最多可指定 10 组。

(b) 重复使用相同地址时，请按照规定的顺序进行指定。

(c) 可省略无需指定的地址。

(d) 在自变量赋值 II 中可使用的地址与用户宏程序本体内的变量编号的对应关系如下表所示。

自变量赋值 II 地址	宏程序内的变量
A	#1
B	#2
C	#3
I1	#4
J1	#5
K1	#6
I2	#7
J2	#8
K2	#9
I3	#10
J3	#11
K3	#12
I4	#13
J4	#14
K4	#15
I5	#16

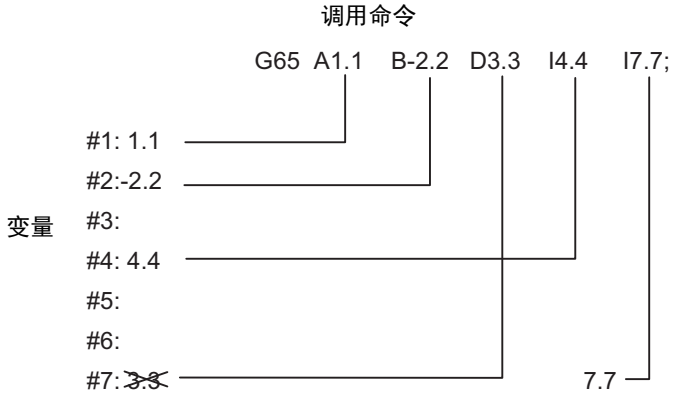
自变量赋值 II 地址	宏程序内的变量
J5	#17
K5	#18
I6	#19
J6	#20
K6	#21
I7	#22
J7	#23
K7	#24
I8	#25
J8	#26
K8	#27
I9	#28
J9	#29
K9	#30
I10	#31
J10	#32
K10	#33

（注 1）I,J,K 的下标 1 ～ 10 表示指令组的顺序，在实际命令中不需要。

自变量赋值Ⅰ，Ⅱ的混用

在自变量赋值中同时使用Ⅰ，Ⅱ两种类型时，若指定了对应相同变量的地址，则后指定的地址有效。

（例 1）



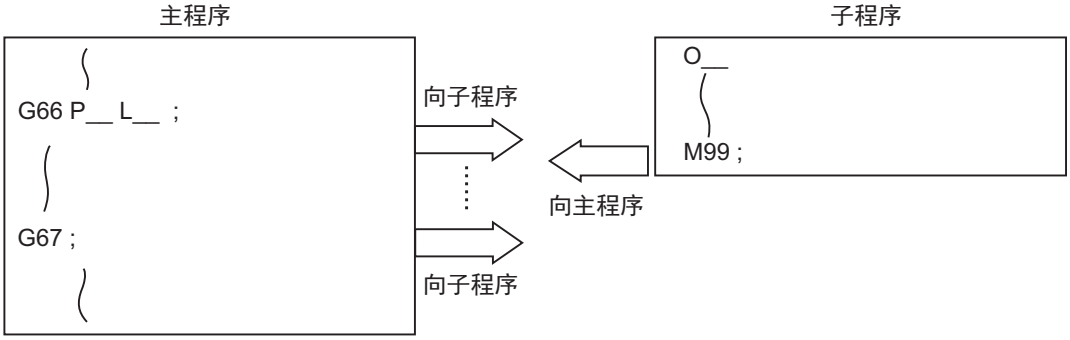
在上例中，当对 #7 的变量指定了 D3.3　I7.7 两个自变量时，后指定的 I7.7 有效。

(2) 设定为调用带 0 编号的子程序时，优先调用以 0 编号为开头的 P 指令值的子程序。
另外，P 指令值位数不足由参数“#8129 子程序编号选择”设定的位数时，在开头用 0 补充指令值的位数。
（例）参数“#8129 子程序编号选择”=“1”时，通过“G65 P12”指令调用“00012”的子程序。

(3) 即使设定为调用带 0 编号的子程序，在下述情况下，则调用不带 0 编号的 P 指令值的子程序。
- P 指令值位数大于由参数“#8129 子程序编号选择”设定的程序编号位数时
- 以指定 0 编号为开头的子程序不存在时

14.4.2 模态调用 A（移动指令调用）；G66

功能及目的



指定 G66 至 G67 之间有移动指令的程序段时，在执行该移动指令后，再执行指定的用户宏程序子程序。在用户宏程序子程序的执行次数 L 中指定。
自变量与单纯调用相同。

指令格式

模态调用 A

```
G66  P__  L__  自变量 ；
```

```
G66  <文件名>  L__  自变量 ；
```

P	程序编号 可根据参数，调用以 0 编号为开头的 4 位数字或 8 位数字的子程序编号。
<文件名>	文件名 可指定文件名代替程序编号。 此时，请使用< >将文件名括起来。 （文件名包含扩展名在内最多为 32 个字符。）
L	重复次数
自变量	变量数据指定

模态调用结束

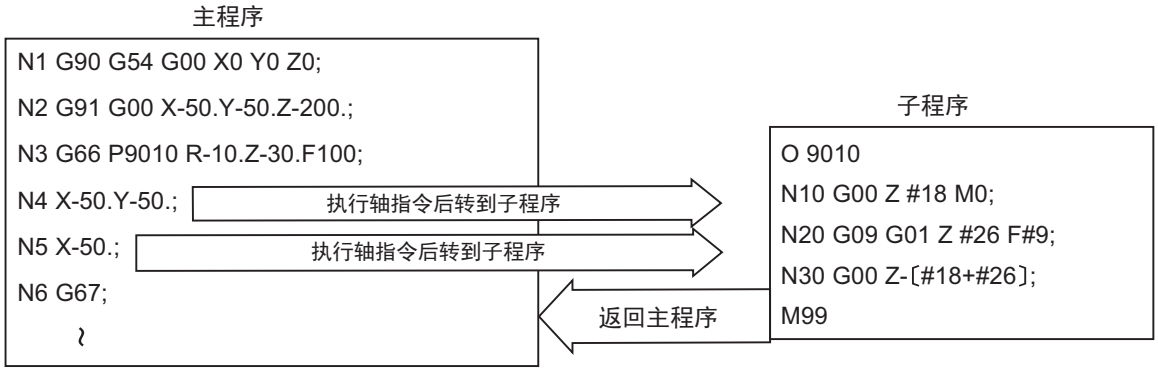
```
G67 ；
```

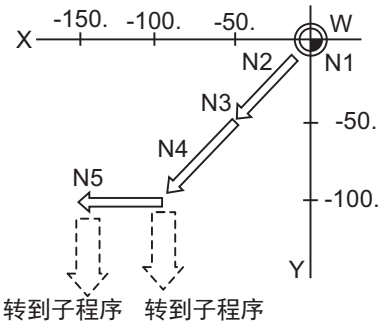
详细说明

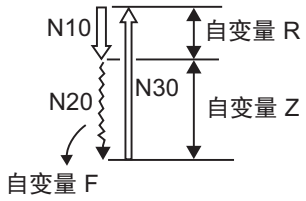
(1) 输入 G66 指令时，在输入 G67（取消）指令之前，在执行有移动指令的程序段后，调用指定的用户宏程序子程序。

(2) G66,G67 指令必须在同一程序中成对出现。
如果在没有 G66 指令的情况下进行 G67 指令，则发生程序错误。

（例）钻孔循环







（注 1）在执行主程序的轴指令后，执行子程序。

（注 2）从 G67 程序段开始，不执行子程序。

(3) 设定为调用带 0 编号的子程序时，优先调用以 0 编号为开头的 P 指令值的子程序。
另外，P 指令值位数不足由参数“#8129 子程序编号选择”设定的位数时，在开头用 0 补充指令值的位数。
（例）
参数“#8129 子程序编号选择”=“1”时，通过“G66 P12”指令调用“00012”的子程序。

(4) 即使设定为调用带 0 编号的子程序，在下述情况下，则调用不带 0 编号的 P 指令值的子程序。
- P 指令值位数大于由参数“#8129 子程序编号选择”设定的程序编号位数时
- 以指定 0 编号为开头的子程序不存在时

14.4.3 模态调用 B（每个程序段调用）；G66.1

功能及目的

在 G66.1 至 G67 之间指定的各指令程序段，无条件调用指定的用户宏程序子程序，按照 L 所指定的次数执行。
自变量与单纯调用相同。

指令格式

模态调用 B

```
G66.1  P__  L__  自变量 ;
```

```
G66.1  <文件名>  L__  自变量 ;
```

P	程序编号 可根据参数，调用以 0 编号为开头的 4 位数字或 8 位数字的子程序编号。
<文件名>	文件名 可指定文件名代替程序编号。 此时，请使用< >将文件名括起来。 （文件名包含扩展名在内最多为 32 个字符。）
L	重复次数
自变量	变量数据指定

模态调用结束

```
G67 ;
```

详细说明

(1) 在 G66.1 模式中，除了读取的各指令程序段的 O,N 及 G 代码以外，均不执行，作为自变量使用。但在最后指定的 G 代码和除 O,N 外最后指定的 N 代码也作为自变量使用。

(2) 在 G66.1 模式中，所有有意义的程序段与在程序段开头指定 G65 P_ 时相同。
（例 1）
G66.1 P1000 ; 模式中的
N100 G01 G90 X100. Y200. F400 R1000 ;
N100 G65 P1000 G01 G90 X100. Y200. F400 R1000 ; 相同。

（注 1）在 G66.1 模式中，也对 G66.1 指令程序段执行调用，自变量地址与变量编号的对应与 G65（单纯调用）相同。

(3) 在 G66.1 模式中，可作为新变量使用的 G,N 指令值范围受到一般 NC 指令值的限制。

(4) 将程序编号 O、顺序编号 N 及模态 G 代码作为模态信息进行更新。

(5) 设定为调用带 0 编号的子程序时，优先调用以 0 编号为开头的 P 指令值的子程序。
另外，P 指令值位数不足由参数 “#8129 子程序编号选择”设定的位数时，在开头用 0 补充指令值的位数。
（例）
参数 “#8129 子程序编号选择”= “1”时，通过 “G66.1 P12”指令调用 “00012”的子程序。

(6) 即使设定为调用带 0 编号的子程序，在下述情况下，则调用不带 0 编号的 P 指令值的子程序。
- P 指令值位数大于由参数 “#8129 子程序编号选择”设定的程序编号位数时
- 以指定 0 编号为开头的子程序不存在时

14.4.4 G 代码宏程序调用

功能及目的

只需指定 G 代码，即可调用指定程序编号的用户宏程序子程序。

指令格式

G** 自变量 ; ... G 代码宏程序调用

G**	进行宏程序调用的 G 代码

详细说明

(1) 上述命令与下述命令执行相同的动作，通过参数对各 G 代码设定对应哪个命令。
a : M98 P △△△△ ;
b : G65 P △△△△△ 自变量 ;
c : G66 P △△△△△ 自变量 ;
d : G66.1 P △△△△△ 自变量 ;
当设定了与上述 c,d 对应的参数时，为了取消模态调用，请在指定调用代码后或在用户宏程序中指定取消指令(G67)。

(2) 在参数中设定进行宏程序调用的 ** 和要调用的宏程序编号 P △△△△的对应关系。

(3) 本命令最多可使用 G100 ～ G999 中的 10 个。（也可根据参数 “#1081 Gmac_P”，使用系统中所使用的 G01 ～ G99。此参数的设定由机床制造商的规格决定。）

（注 1） G101 ～ G110,G200 ～ G202 为用户宏程序 I 代码，在参数中设定为 G 代码调用码时，以 G 代码调用为优先，不能作为用户宏程序 I 使用。

(4) 在通过 G 代码宏程序调用的程序内，不能指定这些 G 代码。如果指定这些 G 代码，则作为原 G 指令使用。

14.4.5 辅助指令宏程序调用（M,S,T,B 代码宏程序调用）

功能及目的

只需指定 M（或 S,T,B）代码，即可调用指定程序编号的用户宏程序子程序。（M 为登录过的 M 代码，S,T,B 以所有 S,T,B 代码为对象。）

指令格式

M** ；（或 S** ；，T** ；，B** ；）... 辅助指令宏程序调用

M**	进行宏程序调用的 M 代码（或是 S,T,B 代码）

详细说明

(1) 上述命令与下述命令执行相同的动作，通过参数对各 M 代码设定对应哪个命令。（S,T,B 代码时也相同。）

a ： M98 P**** ； b ： G65 P**** M** ；	不输出 M98,M**。
c ： G66 P**** M** ；	
d ： G66.1 P**** M** ；	

当设定了与上述 c,d 对应的参数时，为了取消模态调用，请在指定调用代码后或在用户宏程序中指定取消指令（G67）。

(2) 通过参数设定进行宏程序调用的 M** 和要调用的宏程序号 P**** 的对应关系。可登录的 M 代码范围为 M00 ～ M9999，最多可登录 10 个。
登录代码请使用除该机床基本的必要代码及 M0,M1,M2,M30,M96 ～ M99,M198 以外的代码。

(3) 与 M98 一样可显示在设定显示装置上，但不输出 M 代码、MF。

(4) 在通过 M 代码调用的用户宏程序子程序中，即使指定上述已登录的辅助指令，也不执行宏程序调用，而作为一般的辅助指令使用。（S,T,B 代码时也相同。）

(5) 使用所有 S,T,B 代码，调用 S,T,B 功能所指定程序编号的子程序。

(6) 最多可设定 10 个 M 代码。

（注）“#7002 M[01] 类型”设定为“1 ～ 3”时，用户宏程序调用等价于 G65/G66/G66.1。此时，在 M,S,T,B 代码宏程序前的字母不作为自变量使用。
例如，在同一程序段内指定 M 代码与 T 代码时，动作根据地址顺序而发生变化。
（准备）
将 M06 登录到 M 码宏程序
（指令）
M06 T02 ... 将 T 的数值作为宏程序内的变量 #20 使用。同时将数值代入 T 代码。
T02 M06 ... 不将数值代入宏程序内变量 #20。将数值代入 T 代码。

14.4.6 宏程序调用命令的详细说明

详细说明

M98 指令与 G65 指令的差异

(1) 可在 G65 中指定变量，而在 M98 中无法指定。

(2) 可在 M98 中指定顺序编号，而在 G65,G66,G66.1 中无法指定。

(3) M98 是在执行完 M98 程序段中除 M,P,H,L 以外的其它指令后，再执行子程序，而 G65 不做任何动作，只分支到子程序。

(4) M98 的程序段中包含 O,N,P,H,L 以外的其它地址时，执行单程序段停止，而在 G65 时，不执行单程序段停止。

(5) M98 局变量的级别固定，而在 G65 时，根据嵌套数而发生变化。
（例如，M98 前后的 “#1” 具有相同含义，但在 G65 时则分别具有不同含义。）

(6) 包括 G65,G66,G66.1，M98 的调用嵌套数最多为 8 层，但在 G65 时，包括 G66,G66.1，嵌套最多为 4 层。

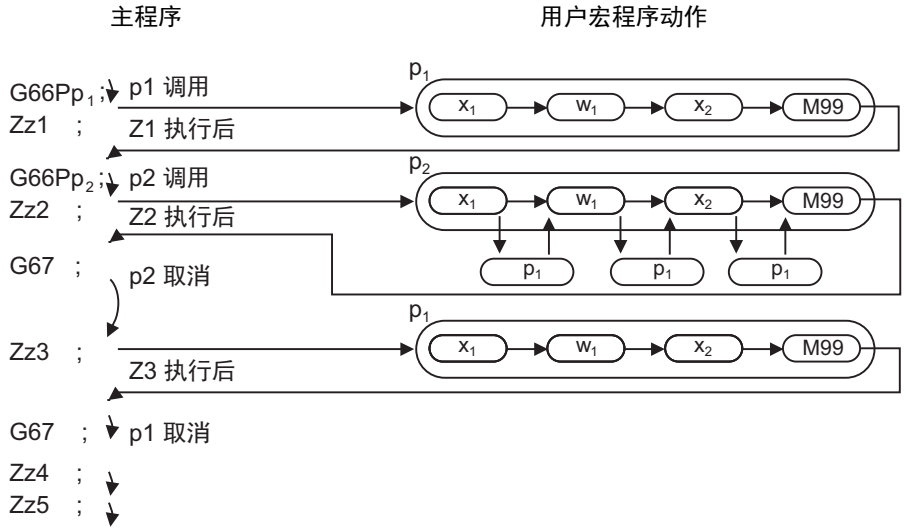
宏程序调用指令的嵌套数

单纯调用、模态调用的宏程序子程序调用的最多为 4 层。
宏程序调用命令时的自变量仅在被调用的宏程序层内有效。宏程序调用的嵌套数最多为 4 层，因此在各宏程序调用中可将自变量作为局变量，在程序中使用。

（注 1）执行 G65,G66,G66.1,G 代码宏程序调用或辅助指令宏程序调用时，视为嵌套 1 层，局变量的级别也增大 1 级。

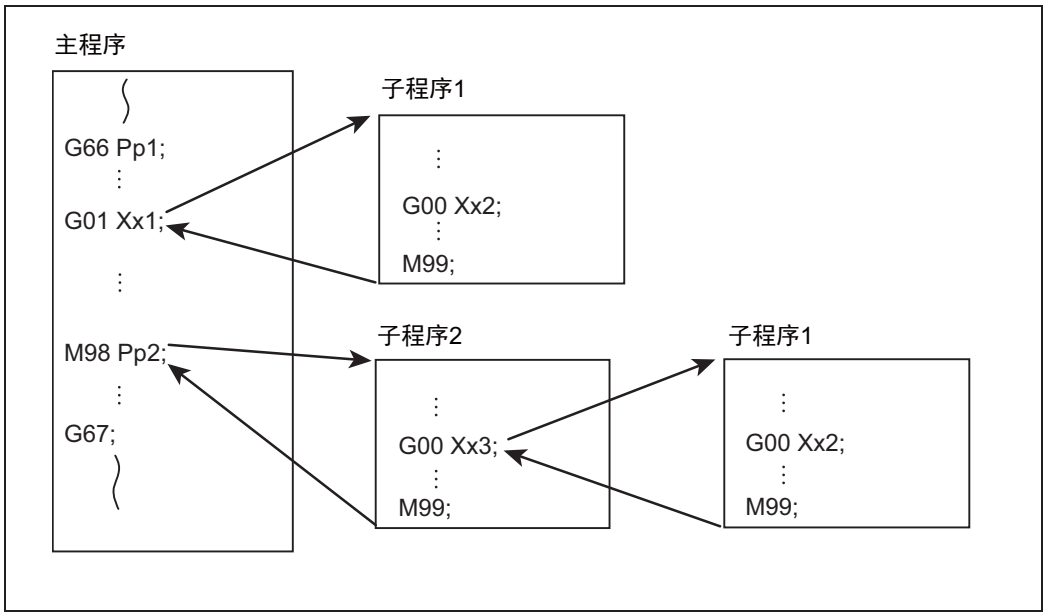
（注 2）在模态调用 A 中，每次执行移动指令，都对指定的用户宏程序进行子程序进行调用，而在指定了多重 G66 指令时，即使是对宏程序内的移动指令，也在每次执行轴移动时调用下一个用户宏程序。
从最后指定的用户宏程序子程序开始依次调用。

（例 1）



（注 3）在 G66(G66.1) 模态执行 M98 指令时，在执行 M98 调用的子程序中的移动指令后 (G66.1 时则是在执行每个程序段后)，再执行 G66(G66.1) 指定的程序。

（例 2）



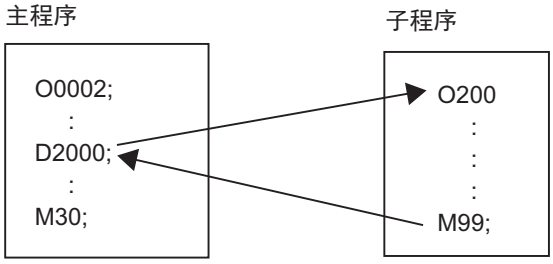
p1 与 p2 的程序编号相同时，子程序 1 与 2 的程序编号也相同。

14.4.7 ASCII 码宏程序

功能及目的

可事先在参数中设定已登录子程序（宏程序）和代码的对应关系，在加工程序中进行 ASCII 码指令，调用宏程序。
可在使用 G,M,S,T,B 的辅助指令宏程序调用功能时，另外使用本功能。
这些参数由机床制造商的规格决定。

（执行示例 1） M98 型

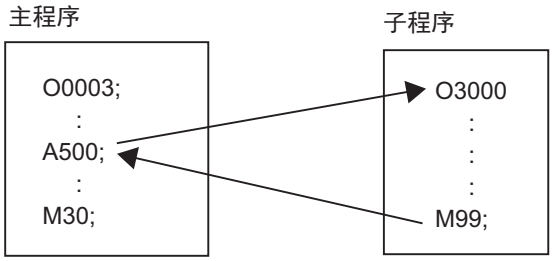


对共变量 #146 输出 2000 后，用 M98 子程序调用型调用程序编号 200 的子程序。

参数

#7401(ASCII 调用有效 / 无效)	1(有效)
#7402(ASCII 码)	D
#7403(调用类型)	0(M98 型)
#7404(程序编号)	200
#7405(共变量编号)	146

（执行示例 2） G65 型



对局部变量 #1 输出 500 后，用 G65 宏程序调用型调用程序编号 3000 的子程序。

参数

#7411(ASCII 调用有效 / 无效)	1(有效)
#7412(ASCII 码)	A
#7413(调用类型)	1(G65 型)
#7414(程序编号)	3000
#7415(共变量编号)	100(不使用)

指令格式

□ **** ; ... 指定地址和代码。

□	进行宏程序调用的 ASCII 码（1 字符）
****	输出到变量的值或表达式 （设定范围：± 999999.9999）

详细说明

(1) 上述命令与下述命令的动作相同。通过参数对各 ASCII 码设定对应哪个命令。

0 : M98 P**** ;
1 : G65 P****〈自变量〉;
2 : G66 P****〈自变量〉;
3 : G66.1 P****〈自变量〉;

当设定了与上述 2,3 对应的参数时，为了取消模态调用，请在指定调用代码后或在用户宏程序中指定取消指令(G67)。

(2) 通过参数设定进行宏程序调用的 ASCII 码和要调用的程序编号 P****。
可登陆的 ASCII 码最多为 2 个。

(3) 将代码部分输出到变量，但输出地址因调用类型和地址而异。

(a) M98 型时
输出到共变量，在参数中设定变量编号。
符合第 1 个地址（参数 #7401）时，输出到第 1 个变量编号（参数 #7404）所指共变量。（这些参数由机床制造商的规格决定。）

(b) G65/G66/G66.1 型时
输出到局部变量。变量编号因地址而异，如下所示。

地址	#	地址	#	地址	#
A	1	K	6	U	21
B	2	L	12	V	22
C	3	M	13	W	23
D	7	N	14	X	24
E	8	O	15	Y	25
F	9	P	16	Z	26
G	10	Q	17		
H	11	R	18		
I	4	S	19		
J	5	T	20		

（注）可使用的地址如下所示。
A, B, D, F, H, I, J, K, M, Q, R, S, T

注意事项

从调用了宏程序的程序中用 ASCII 码调用宏程序

不能从通过 ASCII 码调用了宏程序的程序中，再次用 ASCII 码调用宏程序。
其它方式请参考下表。
结果若判定为不能调用，则全部作为通常的指令处理。

		被调用侧			
		ASCII	GMSTB 宏程序	G65/66/66.1	M98
调用侧	ASCII	×	×	○	○
	GMSTB 宏程序	×	×	○	○
	G65/66/66.1	○	○	○	○
	M98	○	○	○	○

关于宏程序调用指令的嵌套数

单纯调用（G65）、模态调用（G66/G66.1）的宏程序子程序调用最多为 4 层。
宏程序调用指令的自变量仅在被调用的宏程序层内有效。
宏程序调用的嵌套数为 4 层，因此在各宏程序调用中，可将自变量作为局变量，在程序中使用。

关于子程序调用指令的嵌套数

从子程序调用子程序（M98）时，将主程序计为 0，最大可调用 8 层。
子程序的嵌套对象为以下指令。

(1) M98

(2) G65 G66 G66.1

(3) G 代码调用　辅助功能调用（M/S/T/B）

(4) MDI 插入

(5) 自动刀长测量

(6) 多段跳跃功能

另外，以下指令的指定与嵌套无关。

(7) 固定循环

(8) 宏程序插入

指令的优先顺序

在 ASCII 的地址中指定'M'时，可能会与该机床基本的必要代码重复。此时，根据代码的值按照以下优先顺序识别指令。

(1) M98,M99（子程序调用指令）
M00（程序停止指令),M01（可选停止指令）
M02,M30,M198,M199(结束指令）
M96,M97（宏程序插入指令）

(2) 符合 ASCII 码宏程序指令时

(3) 作为一般的指令

在 ASCII 码的地址中指定'S', 'T', 'B' 时，按照以下优先顺序识别指令。
(a) 符合辅助指令宏程序调用指令 (S,T,B) 时
(b) 符合 ASCII 码宏程序指令时
(c) 一般的指令

其它地址不符合 ASCII 码宏程序指令时，将其识别为一般的指令。要使用的指令与 ASCII 宏程序指令重复时，需通过 ASCII 码在调用了宏程序的程序中进行指令。
但是，如下所示，可能无条件作为一般的指令。

将在 ASCII 宏程序指令中设定的地址作为一般指令处理的条件

(1) 在同一程序段内存在数据设定指令 (G10) 时

(2) 在同一程序段内的 G 代码宏程序调用指令 (M,S,T,B、ASCII 时也相同）之后，进行了 ASCII 码宏程序调用时
（例） 在 ASCII 码宏程序中设定地址'D'(G65 型），并且将 M50 设定为宏程序调用 (G65 型）时

```
M50 D200;          有自变量（在 #7 中设定 200)，进行 M 码宏程序调用
```

(3) 参数输入中时

(4) 地址前有逗号时 (,)　例),D　,R　等

(5) 固定循环内的指令

(6) 用 G 代码宏程序调用的宏程序子程序内的指令
（用 M,S,T,B、ASCII 码调用宏程序时也相同）

14.5 在用户宏程序中使用的变量

功能及目的

在用户宏程序中使用的变量，需要具有变量规格和用户宏程序规格。
在本数控装置中的变量内，#33 以外的局部变量、共变量及系统变量的补偿量在电源关闭后仍可保持。（也可根据参数“#1129 电源关闭时变量为空”的设定，将电源关闭后的共变量设定为空。）

详细说明

变量的嵌套

对于用户宏程序规格时的变量，可将变量编号变量化（嵌套），或用〈表达式〉替换。
使用〈表达式〉时，只能进行一个四则运算。

（例 1）变量的嵌套

```
#1=10  #10=20  #20=30 ;
#5=# [#[#1]] ;                根据 #1=10，#[#[#1]]=#[#10]。
                              根据 #10=20，#[#10]=#20。
                              因此，#5=#20，即 #5=30。
```

```
#1=10 #10 =20 #20=30 #5=1000;
#[#[#1]]=#5;                  根据 #1=10，#[#[#1]]=#[#10]。
                              根据 #10=20，#[#10]=#20。
                              因此，#20=#5，即 #20=1000。
```

（例 2）变量的嵌套指定示例

```
#10=5 ;                       〈表达式〉将 ##10=100; 与 #[#10]=100; 作为相同的处理。
##10=100 ;                    因此，#5=100。
```

（例 3）用〈表达式〉替换变量编号。

```
#10=5 ;
#[#10 + 1] =  1000 ;          因此，#6  =  1000。
#[#10 - 1] = -1000 ;          因此，#4  = -1000。
#[#10 * 3] =  100 ;           因此，#15 =  100。
#[#10/2] = -100 ;             因此，#2  = -100。
```

未定义变量

用户宏程序规格时，可将在通电后从未使用过的变量及未用 G65,G66,G66.1 指定自变量的局部变量作为＜空＞使用。另外，也可强制设定变量为＜空＞。
变量 #0 始终作为＜空＞变量使用，左边不可定义。

(1) 运算式

```
#1 = #0;        .......... #1 =＜空＞
#2 = #0 + 1;    .......... #2 = 1
#3 = 1 + #0;    .......... #3 = 1
#4 = #0 * 10;   .......... #4 = 0
#5 = #0 + #0;   .......... #5 = 0
```

请注意，运算式中的＜空＞与 0 为相同的处理。
＜空＞ + ＜空＞ = 0
＜空＞ + ＜常数＞ = 常数
＜常数＞ + ＜空＞ = 常数

(2) 变量的引用
只引用了未定义的变量时，忽略到该地址为止的内容。
#1 =＜空＞时

```
G00 X#1 Y1000 ;      ......... 等价于 G00 Y1000 ; 。
G00 X#1+10 Y1000 ;   ........  等价于 G00 X10 Y1000 ; 。
```

(3) 条件式
仅在 EQ,NE 时，＜空＞和 0 的处理不同。(#0 为＜空＞)

#101 =＜空＞时	#101 = 0 时
#101EQ#0 ＜空＞=＜空＞成立	#101EQ#0 0 =＜空＞不成立
#101NE0 ＜空＞≠ 0 成立	#101NE0 0 ≠ 0 不成立
#101GE#0 ＜空＞≧＜空＞成立	#101GE#0 0 ≧＜空＞ 成立
#101GT0 ＜空＞＞ 0 不成立	#101GT0 0 ＞ 0 不成立
#101LE#0 ＜空＞≦＜空＞成立	#101LE#0 0 ≦＜空＞ 成立
#101LT0 ＜空＞＜ 0 不成立	#101LT0 0 ＜ 0 不成立

（注 1）EQ 及 NE 的比较仅限整数。有小数点以下的数值时，使用 GE,GT,LE,LT 进行比较。

14.5.1 共变量

详细说明

指可在任意位置通用的变量。共变量的组数因规格而异。
详情请参考变量指令的说明。

变量名与设定的引用

可将共变量 #500 ～ #519 命名为任意名称（变量名）。但变量名应以字母为开头，使用 7 个字符以内的英文字母或数字。变量名中请勿使用 “#”。否则会在执行时发生报警。

```
SETVNn [ NAME1,NAME2, .....] ;
```

n	带有变量名的变量的开头编号
NAME1	#n 的名称（变量名）
NAME2	#n+1 的名称（变量名）

在各变量名之间用 “,” 隔开。

(1) 一旦设定变量名，即使切断了电源，变量名也不会消失。

(2) 通过变量名引用程序中的变量。但此时的变量应用 [ ] 括起来。
（例 1）G01 X [#POINT1] ;

(3) 在设定显示装置的画面中，显示变量编号、数据、变量名。
（例 2）
程序 ..... SETVN500 [A234567,DIST,TOOL25] ;

（注）请勿在变量名的开头使用在运算命令等中所使用的 NC 规定字符（SIN,COS 等）。

14.5.2 局变量（#1 － #33）

详细说明

除了可在调用 1 个宏程序用子程序时定义为 < 自变量 >，还可在主程序与子程序内用作局变量，可在宏程序间重复使用。（最多嵌套 4 层）

```
G65 P__ L__ <自变量> ;
```

P	程序编号
L	重复次数

< 自变量 > 为 Aa1 Bb1 Cc1 ..... Zz1。

通过 < 自变量 > 指定的地址与用户宏程序本体内使用的局变量编号之间的对应关系如下表所示。

[自变量赋值 I]

调用命令		自变量地址	局变量编号
G65 G66	G66.1		
○	○	A	#1
○	○	B	#2
○	○	C	#3
○	○	D	#7
○	○	E	#8
○	○	F	#9
×	× *	G	#10
○	○	H	#11
○	○	I	#4
○	○	J	#5
○	○	K	#6
×	× *	L	#12
○	○	M	#13
×	× *	N	#14
×	×	O	#15
×	× *	P	#16

调用命令		自变量地址	局变量编号
G65 G66	G66.1		
○	○	Q	#17
○	○	R	#18
○	○	S	#19
○	○	T	#20
○	○	U	#21
○	○	V	#22
○	○	W	#23
○	○	X	#24
○	○	Y	#25
○	○	Z	#26
		-	#27
		-	#28
		-	#29
		-	#30
		-	#31
		-	#32
		-	#33

无法使用上表中带有×标记的自变量地址。但仅在 G66.1 模式中，可追加使用带有 * 标记的自变量地址。
带有 - 标记表示没有对应地址。

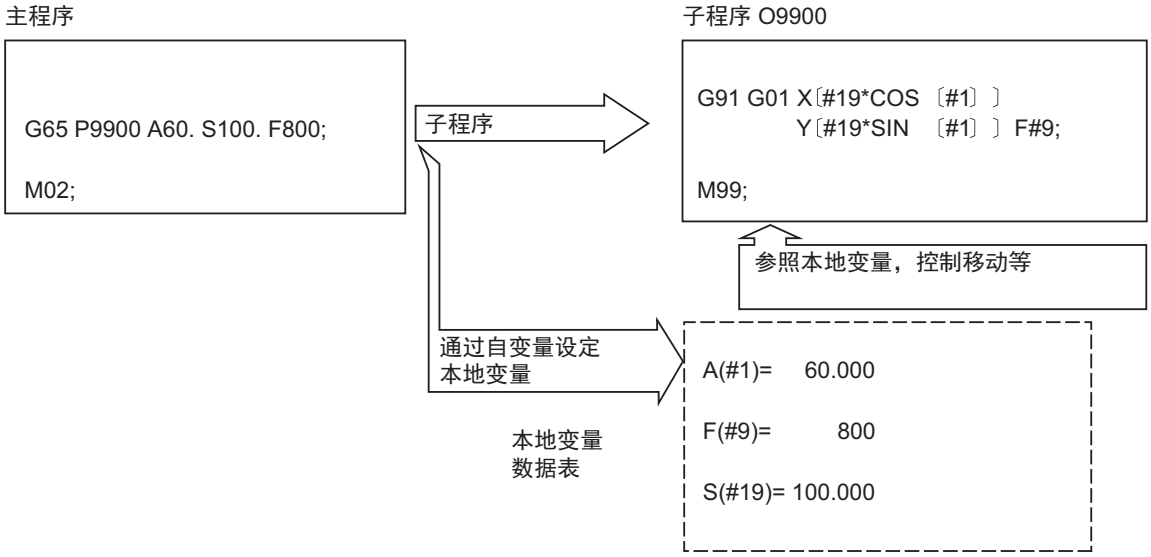
［自变量赋值 II ］

自变量赋值 II 地址	宏程序内的变量
A	#1
B	#2
C	#3
I1	#4
J1	#5
K1	#6
I2	#7
J2	#8
K2	#9
I3	#10
J3	#11
K3	#12
I4	#13
J4	#14
K4	#15
I5	#16

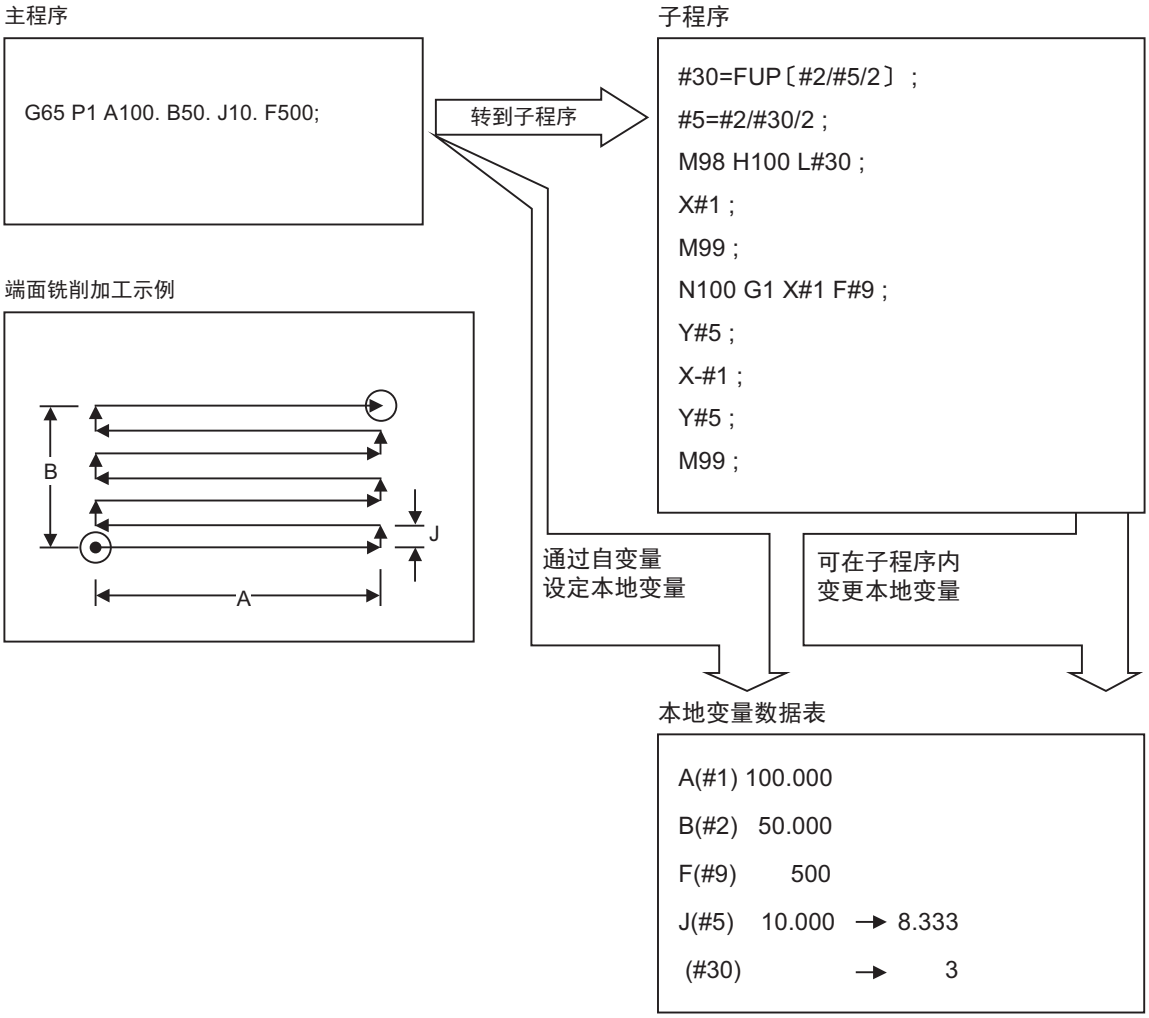
自变量赋值 II 地址	宏程序内的变量
J5	#17
K5	#18
I6	#19
J6	#20
K6	#21
I7	#22
J7	#23
K7	#24
I8	#25
J8	#26
K8	#27
I9	#28
J9	#29
K9	#30
I10	#31
J10	#32
K10	#33

（注 1） I,J,K 的下标 1 ～ 10 表示指令组的顺序，在实际命令中不需要。

(1) 在调用宏程序时，可通过指定 < 自变量 >，定义子程序的局变量。（在该子程序内可自由使用局变量。）

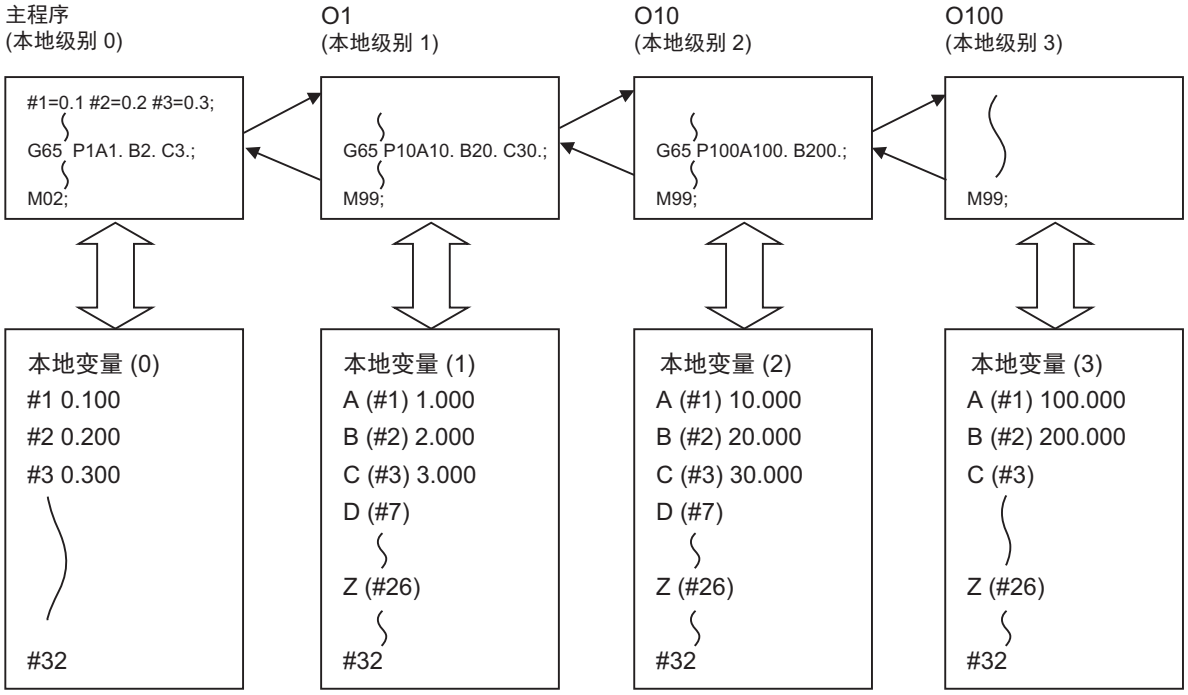


(2) 在该子程序内可自由使用局变量。



在正面铣削加工示例中，自变量 J 以铣削加工螺距 10.㎜ 进行编程，但为了实现等间隔螺距，将其变更为 8.333㎜。
在局变量 #30 中输入往返加工次数数据的计算结果。

(3) 在宏程序调用（4 层）的各级别可独立使用局变量。
在主程序（宏程序级别 0）也可独立使用局变量。
但在级别为 0 的局变量中无法使用自变量。



在设定显示装置上显示局变量的使用状态。
详情请参考使用说明书。

14.5.3 系统变量

共变量，局部变量以外也可使用系统变量等，读取工件偏置量等数据。
详情请参考系统变量一览表。

14.6 用户宏程序指令

14.6.1 运算指令

功能及目的

可在变量之间进行各种运算。

指令格式

```
#i = <表达式> ;
```

<表达式>是由常数、变量、函数或运算符构成。
也可使用常数取代下述的 #j,#k。

(1) 变量的定义、置换	#i = #j	定义、置换
(2) 加法形运算	#i = #j + #k	加法运算
	#i = #j - #k	减法运算
	#i = #j OR #k	逻辑或（32bit 的各 bit）
	#i = #j XOR #k	逻辑异或（　〃　）
(3) 乘法形运算	#i = #j * #k	乘法运算
	#i = #j / #k	除法运算
	#i = #j MOD #k	余数
	#i = #j AND #k	逻辑与（32bit 的各 bit）
(4) 函　　数	#i = SIN [#k]	正弦
	#i = COS [#k]	余弦
	#i = TAN [#k]	正切 tan θ 使用 sin θ /cos θ。
	#i = ASIN [#k]	反正弦
	#i = ATAN [#k]	反正切（ATAN 或 ATN 均可）
	#i = ACOS [#k]	反余弦
	#i = SQRT [#k]	平方值（SQRT 或 SQR 均可）
	#i = ABS [#k]	绝对值
	#i = BIN [#k]	从 BCD 转换为 BINARY
	#i = BCD [#k]	从 BINARY 转换为 BCD
	#i = ROUND[#k]	四舍五入（ROUND 或 RND 均可）
	#i = FIX [#k]	小数点以下舍去
	#i = FUP [#k]	小数点以下进位
	#i = LN [#k]	自然对数
	#i = EXP [#k]	以 e（=2.718.....）为底数的指数

（注 1）无小数点的值基本上都视为结尾有小数点（1=1.000）。

（注 2）从 #10001 开始的补偿量、从 #5201 开始的工件坐标系偏置值等为带小数点的数据。因此即使对这些变量编号没有小数点的数据，也作为带小数点的数据处理。

（例）

运算指令	执行指令后的共变量
#101 =1000 ; #10001 =#101 ; #102 =#10001 ;	#101 1000.000 #102 1000.000

（注 3）请务必将函数后的<表达式>用［　］括起来。

详细说明

运算顺序

(1) 从 (a) 到 (c) 的运算顺序为函数、乘除运算、加减运算。

```
#101=#111+#112*SIN〔#113〕
```

(a) 函数
(b) 乘除运算
(c) 加减运算

(2) 要优先运算的部分可使用［　］括起来。包括函数的［　］在内，［　］最多为 5 层。

```
#101=SQRT〔〔〔#111-#112〕*SIN〔#113〕+#114〕*#115〕;
```

1 层
2 层
3 层

运算指令示例

(1) 主程序与自变量赋值	G65 P100 A10 B20. ; #101 = 100.000 #102 = 200.000 ;	#1 10.000 #2 20.000 #101 100.000 #102 200.000		
(2) 定义、置换 =	#1 = 1000 #2 = 1000.	#1 1000.000 #2 1000.000		
	#3 = #101 #4 = #102	#3 100.000 #4 200.000	根据共变量	
	#5 = #10001 (#10001 = -10.)	#5 -10.000	根据刀具补偿	
(3) 加减运算 + -	#11 = #1 + 1000 #12 = #2 - 50. #13 = #101 + #1 #14 = #10001 - 3. (#10001 = -10.) #15 = #10001 + #102	#11 2000.000 #12 950.000 #13 1100.000 #14 -13.000 #15 190.000		
(4) 乘除运算 * /	#21 = 100 * 100 #22 = 100. * 100 #23 = 100 * 100. #24 = 100. * 100. #25 = 100 / 100 #26 = 100. / 100 #27 = 100 / 100. #28 = 100. / 100. #29 = #10001 * #101 (#10001 = -10.) #30 = #10001 / #102	#21 10000.000 #22 10000.000 #23 10000.000 #24 10000.000 #25 1.000 #26 1.000 #27 1.000 #28 1.000 #29 -1000.000 #30 -0.050		
(5) 余数 MOD	#19 = 48 #20 = 9 #31 = #19 MOD #20	#19/#20 = 48/9 = 5 余数 3 #31 = 3		
(6) 逻辑或 OR	#3 = 100 #4 = #3 OR 14	#3 = 01100100（2 进制） 14 = 00001110（2 进制）		
		#4 = 01101110 = 110		
(7) 逻辑异或 XOR	#3 = 100 #4 = #3 XOR 14	#3 = 01100100（2 进制） 14 = 00001110（2 进制）		
		#4 = 01101010 = 106		
(8) 逻辑与 AND	#9 = 100 #10 = #9 AND 15	#9 = 01100100（2 进制） 15 = 00001111（2 进制）		
		#10 = 00000100 = 4		
(9) 正弦 SIN	#501 = SIN [60] #502 = SIN [60.] #503 = 1000 * SIN [60] #504 = 1000 * SIN [60.] #505 = 1000. * SIN [60] #506 = 1000. * SIN [60.] （注）SIN [60] 等价于 SIN [60.]。	#501 #502 #503 #504 #505 #506	0.866 0.866 866.025 866.025 866.025 866.025	
(10) 余弦 COS	#541 = COS [45] #542 = COS [45.] #543 = 1000 * COS [45] #544 = 1000 * COS [45.] #545 = 1000. * COS [45] #546 = 1000. * COS [45.] （注）COS [45] 等价于 COS [45.]。	#541 #542 #543 #544 #545 #546	0.707 0.707 707.107 707.107 707.107 707.107	
(11) 正切 TAN	#551 = TAN [60] #552 = TAN [60.] #553 = 1000 * TAN [60] #554 = 1000 * TAN [60.] #555 = 1000. * TAN [60] #556 = 1000. * TAN [60.] （注）TAN [60] 等价于 TAN [60.]。	#551 #552 #553 #554 #555 #556	1.732 1.732 1732.051 1732.051 1732.051 1732.051	

(12) 反正弦 ASIN	#531 = ASIN[100.500 / 201.] #532 = ASIN[100.500 / 201] #533 = ASIN[0.500] #534 = ASIN[-0.500]	#531 #532 #533 #534	#30.000 #30.000 #30.000 #-30.000	
		（注）#1273/bit0 为 1 时， #534 = 330°。		
(13) 反正切 ATN 或 ATAN	#561 = ATAN [173205 / 100000] #562 = ATAN [173205 / 100000.] #563 = ATAN [173.205 / 100] #564 = ATAN [173.205 / 100.] #565 = ATAN [1.73205]	#561 #562 #563 #564 #565	60.000 60.000 60.000 60.000 60.000	
(14) 反余弦 ACOS	#521 = ACOS [100 / 141.421] #522 = ACOS [100. / 141.421]	#521 #522	45.000 45.000	
(15) 平方根 SQR 或 SQRT	#571 = SQRT [1000] #572 = SQRT [1000.] #573 = SQRT [10. * 10. + 20. * 20] 注）为了提高精确度，请尽可能在 [ ] 中进行运算。	#571 #572 #573	31.623 31.623 22.360	
(16) 绝对值 ABS	#576 = -1000 #577 = ABS [#576] #3 = 70. #4 = -50. #580 = ABS [#4 - #3]	#576 #577 #580	-1000.000 1000.000 120.000	
(17) BIN, BCD	#1 = 100 #11 = BIN [#1] #12 = BCD [#1]	#11 #12	64 256	
(18) 四舍五入 RND 或 ROUND	#21 = ROUND [14 / 3] #22 = ROUND [14. / 3] #23 = ROUND [14 / 3.] #24 = ROUND [14. / 3.] #25 = ROUND [-14 / 3] #26 = ROUND [-14. / 3] #27 = ROUND [-14 / 3.] #28 = ROUND [-14. / 3.]	#21 #22 #23 #24 #25 #26 #27 #28	5 5 5 5 -5 -5 -5 -5	
(19) 小数点以下舍去 FIX	#21 = FIX [14 / 3] #22 = FIX [14. / 3] #23 = FIX [14 / 3.] #24 = FIX [14. / 3.] #25 = FIX [-14 / 3] #26 = FIX [-14. / 3] #27 = FIX [-14 / 3.] #28 = FIX [-14. / 3.]	#21 #22 #23 #24 #25 #26 #27 #28	4.000 4.000 4.000 4.000 -4.000 -4.000 -4.000 -4.000	
(20) 下取整 FUP	#21 = FUP [14 / 3] #22 = FUP [14. / 3] #23 = FUP [14 / 3.] #24 = FUP [14. / 3.] #25 = FUP [-14 / 3] #26 = FUP [-14. / 3] #27 = FUP [-14 / 3.] #28 = FUP [-14. / 3.]	#21 #22 #23 #24 #25 #26 #27 #28	5.000 5.000 5.000 5.000 -5.000 -5.000 -5.000 -5.000	
(21) 自然对数 LN	#10 = LN [5] #102 = LN [0.5] #103 = LN [-5]	#101 #102 错误	1.609 -0.693 "P282"	
(22) 指数 EXP	#104 = EXP [2] #105 = EXP [1] #106 = EXP [-2]	#104 #105 #106	7.389 2.718 0.135	

注意事项

(1) 逻辑运算的注意事项

对 EQ,NE,GT,LT,GE,LE 也进行与加减运算相同的计算，所以请充分注意误差。例如在使用下式判断 #10 与 #20 是否相等时，因误差原因而无法正确判断。

```
IF [#10 EQ #20]
```

因此，如下式所示，在 #10 与 #20 的差在规定的误差范围内时，视为两者相等。

```
IF [ABS [#10 - #20] LT 200000]
```

14.6.2 控制指令

功能及目的

可根据 F ～ GOTO ～及 WHILE ～ DO ～ END 控制程序的流程。

详细说明

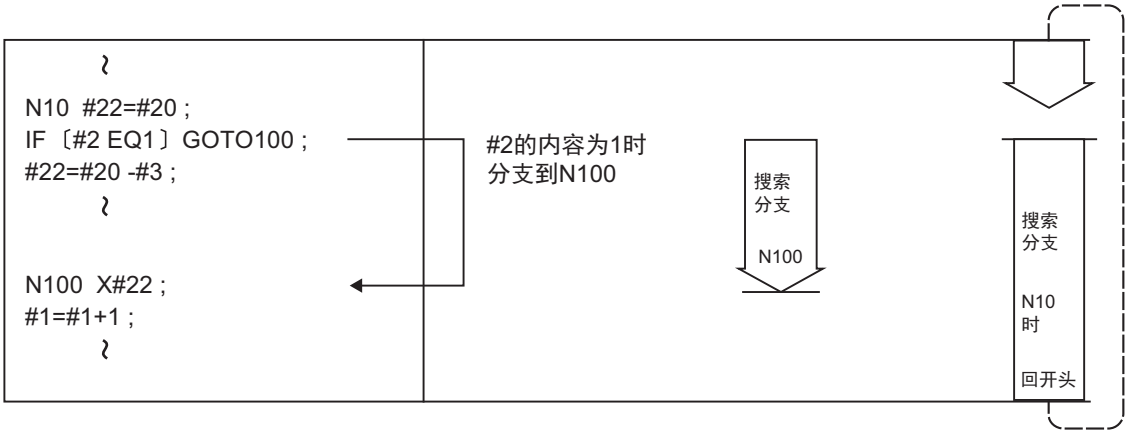
分支（条件转移）

IF ［条件式］GOTO n;　　（n 为其程序内的顺序号。）

条件成立时，转移到 n，不成立时执行以下程序段。
可省略 IF[条件式]，但是此时无条件转移到 n。
[条件式] 的种类如下所示。

#i EQ #j	= #i 等于 #j 时
#i NE #j	≠ #i 不等于 #j 时
#i GT #j	> #i 大于 #j 时
#i LT #j	< #i 小于 #j 时
#i GE #j	≧ #i 大于等于 #j 时
#i LE #j	≦ #i 小于等于 #j 时

GOTO n 的 n 必须在同一程序内，否则会发生程序错误 (P231)。可使用表达式或变量代替 #i,#j,n。
在 GOTO n 后执行的下一个顺序编号 n 的程序段中，顺序编号 Nn 必须位于程序段开头，否则会程序错误 (P231)。
但是，程序开头为 “/”，然后是 Nn 时，可分支到该顺序编号。



（注 1）查找分支目标顺序编号时，搜索从 IF.....; 的下一个程序段到程序结束 (% 代码），若未找到，则从程序开头搜索到 IF.....; 的前一程序段。因此，向程序流程的反方向的分支调用，其执行时间比按照程序方向的分支调用执行时间更长。

（注 2）EQ 及 NE 的比较仅为整数。有小数点以下的数值时，请使用 GE,GT,LE,LT 进行比较。

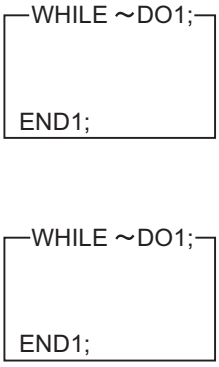
重复次数

```
WHILE［条件式］DOm ;            (m = 1, 2, 3 ......... 127)
:
END m ;
```

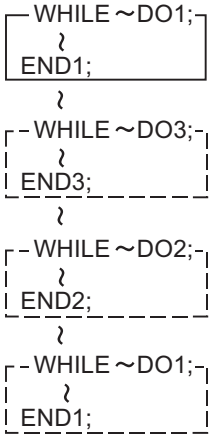
条件式成立时，从下一个程序段开始重复 ENDm 程序段，条件式不成立时，转为执行 ENDm 的下一个程序段。DOm 在 WHILE 之前也不影响。

成对使用 WHILE[条件式]DOm 和 ENDm，省略 WHILE[条件式] 时，则无限重复 DOm ～ ENDm。重复识别编号为 1 ～ 127。(DO1,DO2,DO3,.....DO127) 但是最多嵌套 27 层。

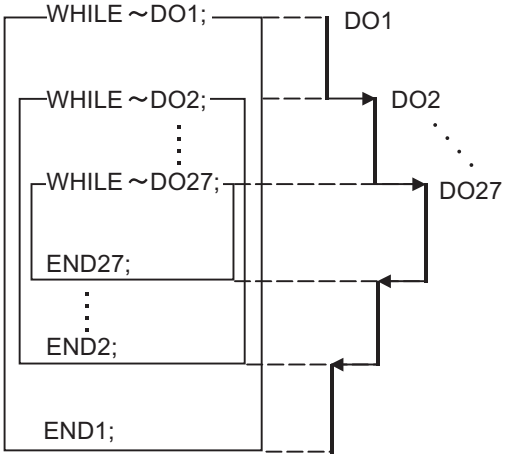
(1) 可多次使用同样的识别编号。



(2) WHILE ～ DOm 的识别编号任意。

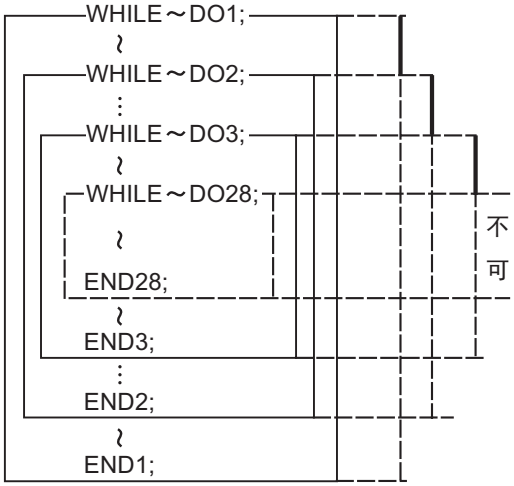


(3) WHILE ～ DOm 的嵌套数最多为 27 层。
m 在 1 ～ 127 之间，嵌套数任意。

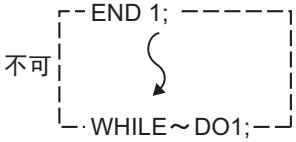


（注）嵌套时，不可使用已使用过的 m。

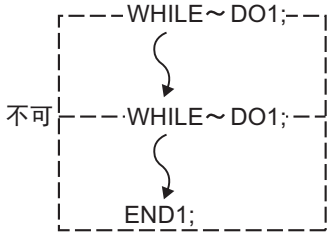
(4) WHILE ～ DOm 嵌套数不可超过 27 层。



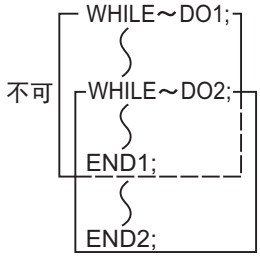
(5) 必须指定 WHILE ～ DOm 在前，ENDm 在后。



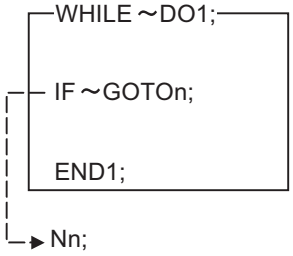
(6) WHILE ～ DOm 与 ENDm 在同一程序段内必须成 1 对 1 的对应。



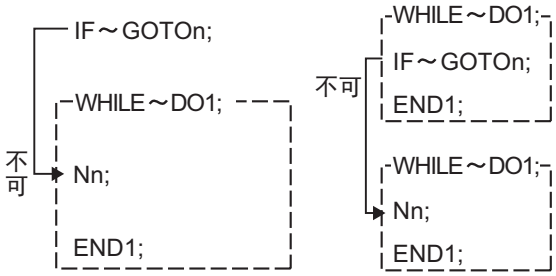
(7) 不能交叉使用 2 个 WHILE ～ DOm。



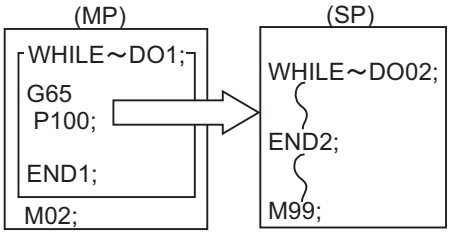
(8) 不能分支到 WHILE ～ DOm 的范围外。



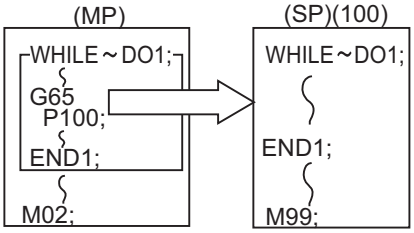
(9) 不能分支到 WHILE ～ DOm 中。



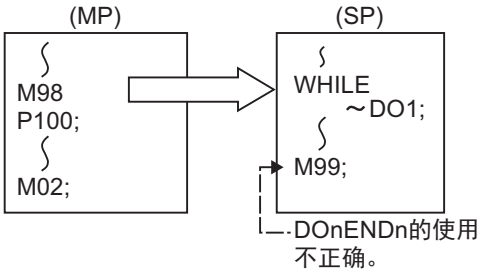
(10) 在 WHILE ～ DOm 之间，可通过 M98,G65,G66 等调用子程序。



(11) 在 WHILE ～ DOm 之间，可通过 G65,G66 调用宏程序，重新从 1 开始指令。包含主程序及子程序在内，最多可嵌套 27 层。



(12) 子程序内（包含宏程序），如果 WHILE 和 END 数不相等，则在 M99 发生程序错误。



(MP) 主程序　　(SP) 子程序

（注）调用包含 WHILE 的固定循环时，累加嵌套数。

14.6.3 外部输出指令 ; POPEN,PCLOS,DPRNT

功能及目的

区别于标准用户宏程序，使用以下宏程序命令转为外部输出指令。这些命令用于将变量值和字符输出到外部设备。可选择通过 RS-232C 接口输出和输出到存储卡。

指令格式

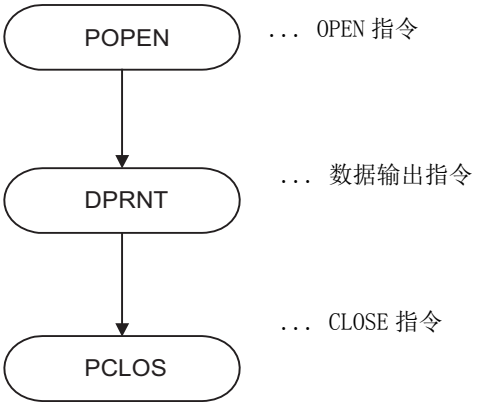
POPEN ... OPEN 指令

PCLOS ... CLOSE 指令

DPRNT ... 数据输出指令

POPEN	进行数据输出的准备处理。
PCLOS	进行数据输出的结束处理。
DPRNT	进行字符输出及变量值每个位的数值输出。

指令准备



详细说明

OPEN 指令 POPEN

(1) 在一系列数据输出指令之前进行该指令。

(2) 从 NC 向外部输出设备输出 DC2 的控制代码和 % 代码。

(3) 进行该指令后，在出现 PCLOS; 指令之前，该指令程序有效。

CLOSE 指令 PCLOS

(1) 在所有数据输出结束时进行该指令。

(2) 从 NC 向外部输出设备输出 % 代码和 DC4 的控制代码。

(3) 本指令与 OPEN 指令必须成对出现，不是 OPEN 模式时，请勿进行 CLOSE 指令。

(4) 即使在数据输出中因复位等而中断，也请在程序最后进行 CLOSE 指令。

数据输出指令 DPRNT

DPRNT [l1#v1 [d1 c1] l2#v2 [d2 c2] .....] ;		
l1	字符串	
v1	变量编号	
d1	小数点以上的有效位数	c + d ≦ 8
c1	小数点以下的有效位数	

(1) 用 ISO 码进行字符输出及变量值的 10 进制输出。

(2) 输出字符串时，用 ISO 码直接输出指令字符串。
可使用英文 (A ～ Z,0 ～ 9) 和特殊字符 (+,-,*,/)。
但将 “*” 输出为空格代码。

(3) 在 [ ] 内指定变量值内小数点以上和小数点以下的各必要位数。因此，输出变量值时，按照指令的位数，用 ISO 码输出从高位开始的包含小数点的 10 进制数。此时，不省略末尾的 0。

(4) 省略开头的 0。
通过设定参数，输出空格，以代替开头被省略的 0。
可对齐输出到打印机的数据的最后一位。

(5) 在输出数据的最后输出换行 (LF) 码。
另外，通过在参数 “#9112 ～ #9512 装置 0 ～ 4 CR 输出” 中设定 “1”，在 EOB(LF) 码之前写入 (CR) 码。

（注）在双系统规格中也可进行数据输出指令，输出通道为双系统共用。因此，请勿两系统同时执行数据输出。

关于数据输出位置

(1) 在参数 “#9007 宏程序打印输出位置” 中选择输出地址。

(2) 输出位置为存储卡时，在参数 “#9054 宏程序打印输出文件名” 中指定输出位置的文件名。

(3) 输出位置为存储卡时，输出位置的目录固定为根目录。

使用示例

＜参数的设定＞

#1127 DPRINT（DPRINT 位对齐）	= 1（对齐最小位后输出）
#9007 宏程序打印输出位置	= 9（通过外部输出指令输出到存储卡）
#9008 宏程序打印装置编号	= 0（通过外部输出指令使用装置 0）
#9054 宏程序打印输出文件名	= DPRNT_OUT（保存外部输出指令所指定输出数据的文件）
#9112 装置 0 CR 输出	= 1（在 LF 码前附加 CR 码）

＜加工程序＞

```
#1=12.34;
#2=#0
#100=-123456789.;
#500=-0.123456789;
POPEN;
DPRNT[];（注）
DPRNT[VAL-CHECK];
DPRNT[1234567890];
DPRNT[#1[44]];
DPRNT[#2[44]];
DPRNT[#100[80]];
DPRNT[#500[80]];
DPRNT[#100[08]];
DPRNT[#500[08]];
PCLOS;
M30;
%
```

（注）在编辑画面中打开输出文件时，请进行空行指令。如不进行空行指令，则在 NC 的编辑画面中，视为文件的开头行没有信息。

＜输出文件（文件名 = DPRNT_OUT)＞

空白　　换行符

(CR)	(LF)										
V	A	L	-	C	H	E	C	K	(CR)	(LF)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	(CR)	(LF)
			1	2	.	3	4	0	0	(CR)	(LF)
				0	.	0	0	0	0	(CR)	(LF)
-	2	3	4	5	6	7	8	9	(CR)	(LF)	
							-	0	(CR)	(LF)	
-	.	0	0	0	0	0	0	0	0	(CR)	(LF)
-	.	1	2	3	4	5	6	7	9	(CR)	(LF)

数值超出有效位数时，将超出部分舍去　　数值不足有效位数时，进行四舍五入

注意事项

(1) 忽略再启动搜索中的外部输出指令。
通过再启动搜索类型 2 在 POPEN 指令和 PCLOS 指令间再次搜索时，在再次启动程序之前，请以 MDI 插入等执行 POPEN 指令。

(2) 忽略图形检查中的外部输出指令。

(3) 在输出设备未连接、可用容量不足等无法输出的状态下，如果进行外部输出指令时，则发生程序错误 (P460)。

(4) 从 POPEN 指令后到 PCLOS 指令之间，如果进行 NC 复位，NC 将自动进行关闭处理。因此，如果要继续执行加工程序，请事先以 MDI 插入等执行 POPEN 指令。

(5) 从 POPEN 指令后到 PCLOS 指令之间，如果发生了程序错误时，NC 不自动进行关闭处理。因此，即使要继续执行加工程序，也无需以 MDI 插入等执行 POPEN 指令。

(6) 如果在将输出位置设定为存储卡时发生了程序错误，在拔出存储卡之前，请进行 NC 复位，关闭输出文件。

(7) 输出位置为存储卡时，如果在 POPEN 指令后未进行 PCLOS 指令或 NC 复位就拔出存储卡，或关闭 NC 电源，则输出文件可能会损坏。

(8) M800 系列时，仅在存储卡的驱动盘符名为 “E:” 或 “F:” 时，可将外部输出指令所指定的输出数据输出到存储卡。另外，优先输出到驱动盘 “E:”。驱动盘符名不是 “E:”、“F:” 时，如果设定输出位置为存储卡，进行外部输出指令，则发生程序错误 (P460)。

(9) 输出到存储卡时可创建的文件数由 FAT16 形式决定。

14.6.4 注意事项

注意事项

使用用户宏程序指令时，可将以往的移动指令、MST 指令等控制指令与运算、判断、分支等宏程序指令组合，创建加工程序。前者为执行语句，后者为宏语句时，由于宏语句的处理与机床控制没有直接关系，因此需在尽可能短的时间内处理，才能有效地缩短加工时间。
为了实现这一目的，可设定参数“#8101 宏程序单程序段”，在执行语句时，并行处理宏程序语句
（可在通常加工时，设定该参数关闭，对宏程序语句进行批量处理，在程序检查时，设定该参数开启，执行各宏程序语句的每个程序段，因此，请根据目的进行设定。）

程序示例

```
N1 G91 G28 X0 Y0 ;                ......(1)
N2 G92 X0 Y0 ;                    ......(2)
N3 G00 X-100. Y-100. ;            ......(3)
N4 #101 = 100. * COS[210.] ;      ......(4)    (4),(5) 宏语句
N5 #103 = 100. * SIN[210.] ;      ......(5)
N6 G01 X#101 Y#103 F800 ;         ......(6)
```

宏语句指以下语句。

(a) 运算指令（包含 = 的程序段）

(b) 控制指令（包含 GOTO,DO ～ END 等的程序段）

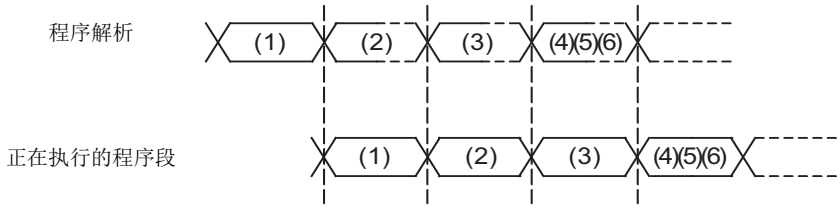
(c) 宏程序调用指令（也包含根据 G 代码等进行宏程序调用和取消指令 (G65,G66,G66.1,G67)）

执行语句指除了宏语句以外的语句。

上述程序示例的处理流程

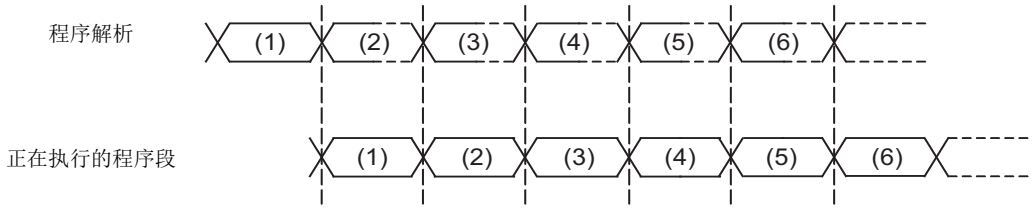
< 宏程序单程序段关闭 >

在控制 N3 的执行语句时，并行处理 N4,N5,N6。在控制 N3 时，如果来得及解析 N4,N5,N6，则连续执行机床控制。



< 宏程序单程序段开启 >

在控制 N3 的执行语句时，并行处理 N4。在 N3 结束后，解析 N5,N6，执行 N6，因此机床控制时的等待时间仅为 N5,N6 的解析时间。



14.6.5 使用用户宏程序时的具体示例

程序示例

如下为 3 个示例。

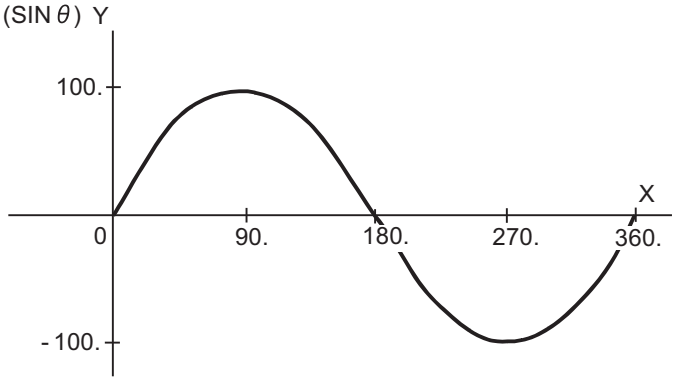
（例 1）SIN 曲线

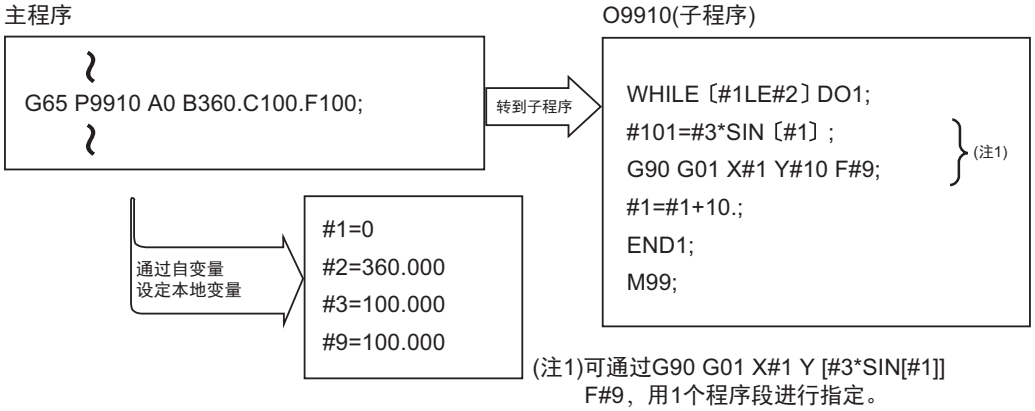
（例 2）螺栓孔循环

（例 3）棋盘孔

（例 1）SIN 曲线

```
G65 Pp1 Aa1 Bb1 Cc1 Ff1;

a1; 初始值 0°
b1; 最终值 360°
c1; R*SIN θ 的 R
f1; 进给速度
```





(注1)可通过G90 G01 X#1 Y [#3*SIN[#1]]
F#9，用1个程序段进行指定。

（例 2）螺栓孔循环

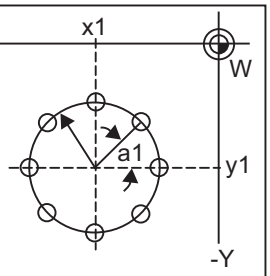
在固定循环（G72 ～ G89）中定义孔数据后，作为孔位置指令进行宏程序指令。

主程序

```
        ≀
G81 Z-100.R50.F300L0
G65 P9920 Aa1 Bb1 Rr1 Xx1 Yy1;
        ≀
```

转到子程序

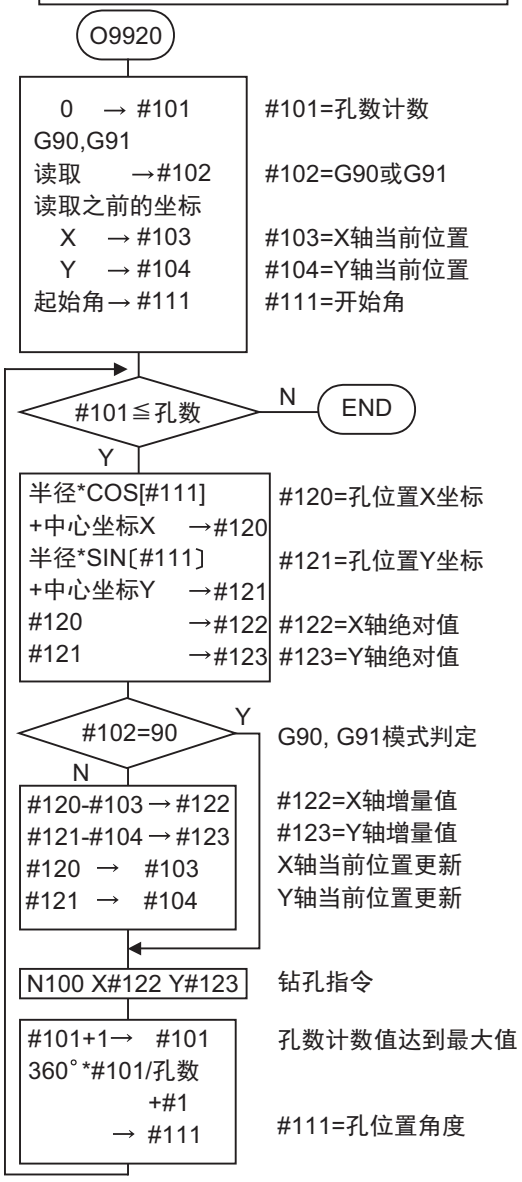
a1;开始角
b1;孔数
r1;半径
x1;X轴中心位置
y1;Y轴中心位置

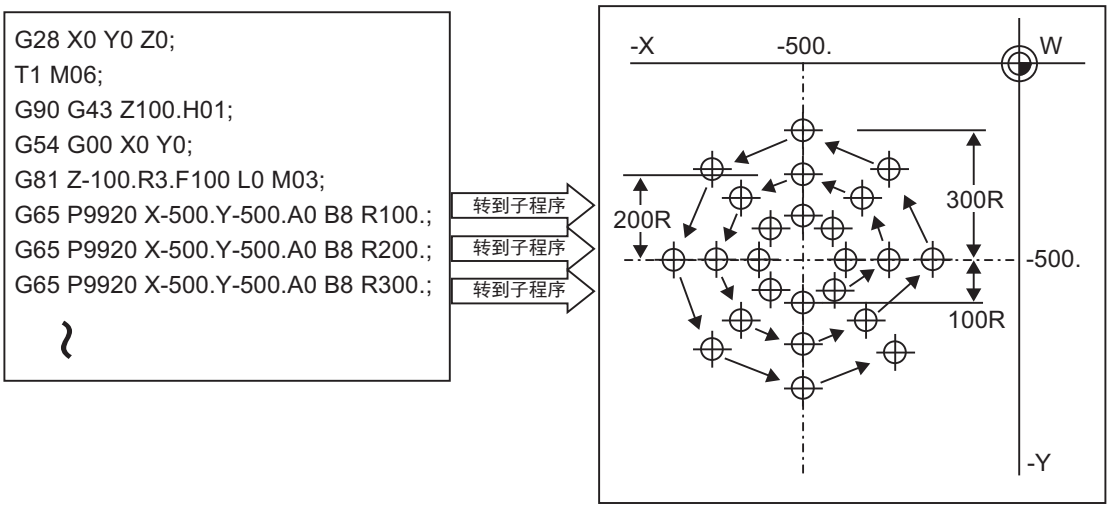


O9920(子程序)

```
#101=0;
#102=#4003;
#103=#5001;
#104=#5002;
#111=#1;
                    (注1)
WHILE〔#101LT#2〕DO1;

#120=#24+#18*COS〔#111〕;
#121=#25+#18*SIN 〔#111〕;   (注1)

#122=#120 #123=#121;
IF〔#102EQ90〕GOTO100;

#122=#120-#103;
#123=#121-#104;             (注1)

#103=#120;
#104=#121;                  (注1)

N100  X#122 Y#123;
#101=#101+1;
#111=#1+360.*#101/#2;       (注1)

END1;
M99;
```

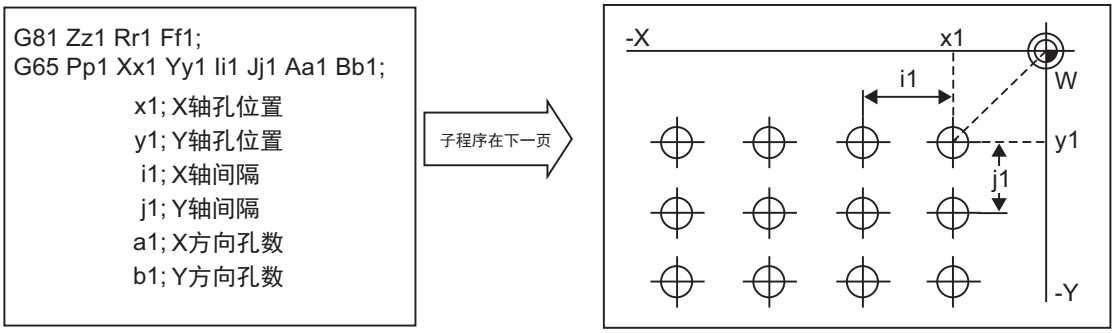
(注1) 可通过缩短为1个程序段，
缩短处理时间。

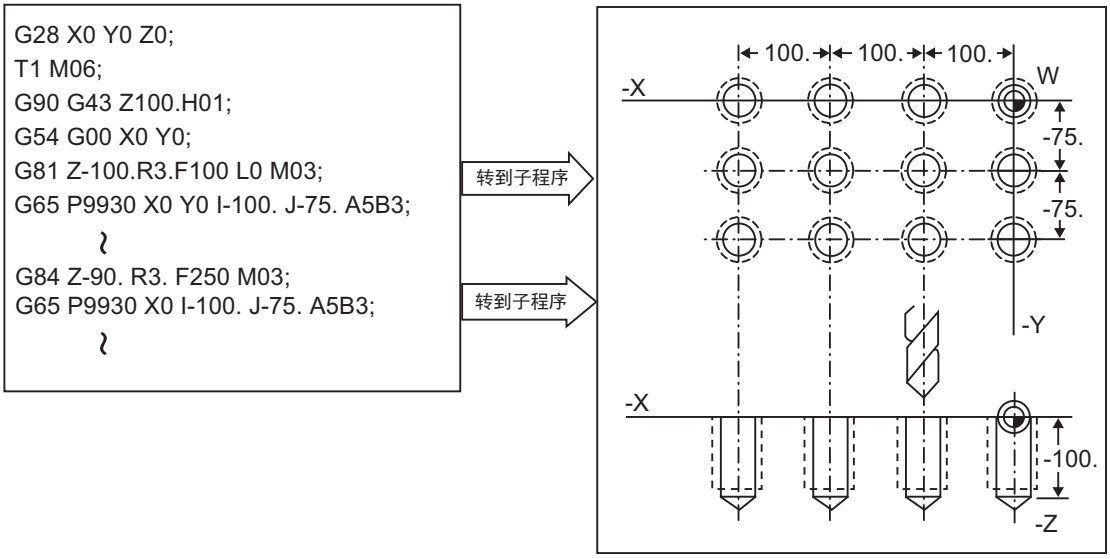




（例 3）棋盘孔

在固定循环（G72 ～ G89）中定义孔数据后，作为孔位置指令进行宏程序调用指令。

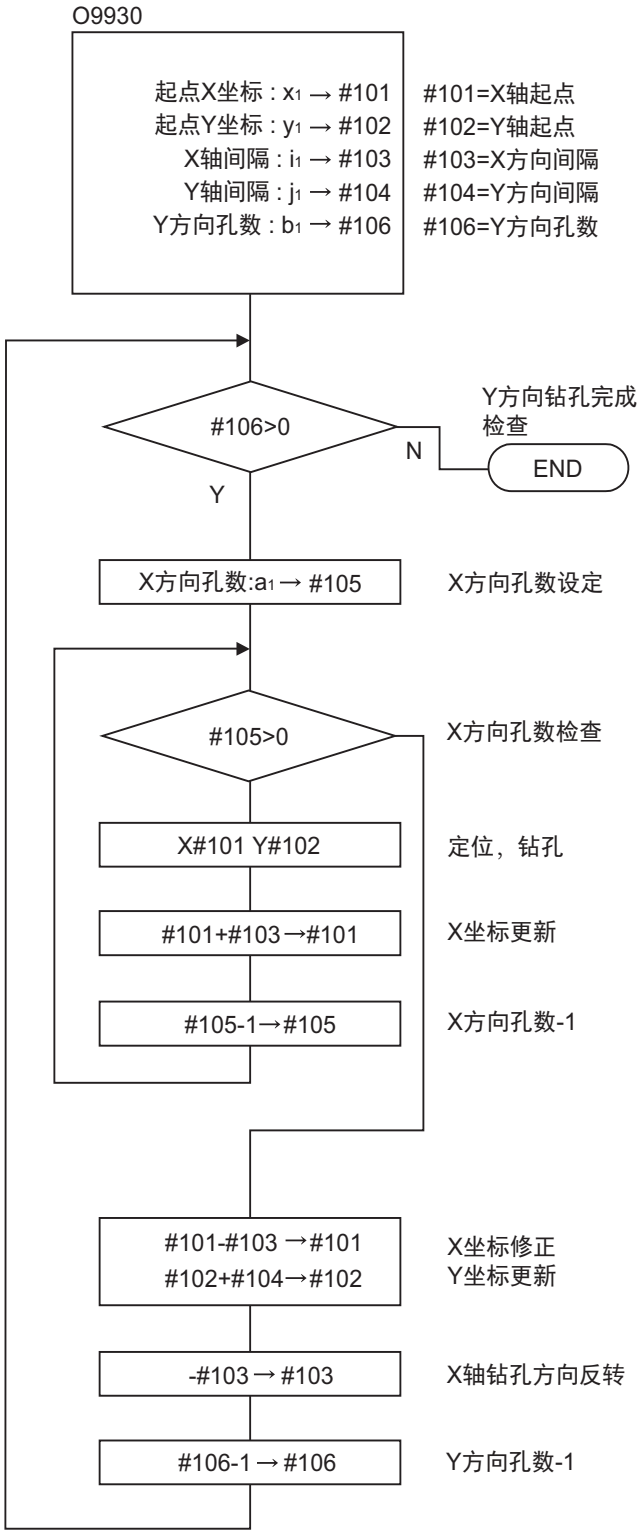




O9930(子程序)

```
#101=#24;
#102=#25;
#103=#4;
#104=#5;
#106=#2;
                    (注1)

WHILE〔#106GT0〕DO1;

#105=#1;

WHILE〔#105GT0〕DO2;

G90 X#101 Y#102;

#101=#101+#103;
#105=#105-1;
                    (注1)

END2;

#101=#101-#103;
#102=#102+#104;
#103=-#103;
#106=#106-1;
                    (注1)

END1;

M99;
```

(注1)通过缩短为1个程序段，缩短处理时间。



14.7 宏程序插入 ;M96,M97

功能及目的

用户宏程序插入功能是在程序执行过程中，通过在机床侧输入用户宏程序插入信号（UIT），优先于当前正在执行的程序，调用其它程序。
使用本功能可根据变化执行程序动作。

指令格式

用户宏程序插入有效

```
M96  P__  H__  ;
```

```
M96 ＜文件名＞ H__  ;
```

P	插入程序编号 可根据参数，调用以 0 编号为开头的 4 位数字或 8 位数字的插入程序编号。
＜文件名＞	文件名 可指定文件名代替程序编号。 此时，使用＜ ＞将文件名括起来。 （文件名包含扩展字最多为 32 个字符。）
H	插入顺序号

用户宏程序插入无效

```
M97  ;
```

详细说明

(1) 用户宏程序插入功能在程序中通过 M96,M97 指令切换插入信号 (UIT) 的有效 / 无效状态。即在发出 M96 指令后，在出现 M97 指令之前或是复位之前的用户宏程序插入有效期间，如果从机床侧输入插入信号 (UIT)，则用户宏程序插入启动，在当前正在执行的程序中，插入执行 P_ 所指定的程序。

(2) 在用户宏程序插入中或是 M97 指令后、复位后的用户宏程序插入无效状态中，在发出 M96 指令前无视插入的插入信号 (UIT)。

(3) M96,M97 作为用户宏程序插入控制 M 代码执行内部处理。

(4) 设定为调用带 0 编号的子程序时，优先调用以 0 编号为开头的 P 指令值的插入程序。
另外，P 指令值位数不足由参数 “#8129 子程序编号选择”设定的位数时，在开头用 0 补充指令值的位数。
（例）在参数 “#8129 子程序编号选择”= “1”时，通过 “G96 P12”指令调用 “O0012”的插入程序。

(5) 即使设定为调用带 0 编号的子程序，在下述情况下，则调用不带 0 编号的 P 指令值的插入程序。
- P 指令值位数大于由参数 “#8129 子程序编号选择”设定的程序编号位数时
- 以指定 0 编号为开头的插入程序不存在时

有效条件

用户宏程序插入仅在执行程序时有效。
有效条件如下。

(1) 选择自动运行模式或 MDI 模式。

(2) 处于自动启动中。

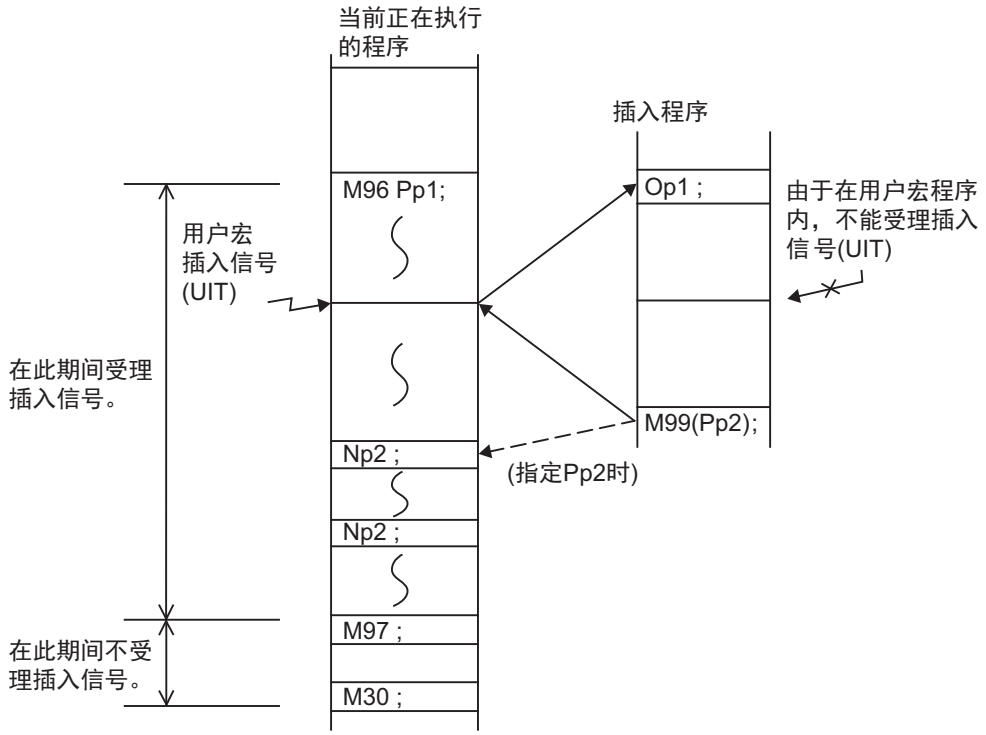
(3) 不处于用户宏程序插入处理中。

（注 1）在手动运行中（JOG, 步进，手轮 ... 等）宏程序插入无效。

动作概要

(1) 在当前正在执行的程序中进行 M96 Pp1; 指令后，输入用户宏程序插入信号 (UIT)，则执行插入程序 Op1，通过插入程序内的 M99; 指令返回原程序。

(2) 通过 M99 Pp2; 执行时，从插入程序段的下一个程序段开始，搜索到程序的最后一个程序段，如果未找到，则从程序的开头程序段搜索到插入程序段的上一个程序段，返回首个指定顺序号 Np2; 的程序段。



插入方式

插入方式分为类型 1 与类型 2，通过参数 “#1113 INT_2”选择。

[类型 1]

(1) 输入插入信号 (UIT)，则中断此时正在执行的移动或暂停，执行插入程序。

(2) 如果插入程序中存在移动指令或辅助功能指令 (MSTB)，则中断的程序段指令消失，执行插入程序。插入程序完成后，则从中断的程序段的下一个程序段开始继续执行程序。

(3) 插入程序中不存在移动指令及辅助功能指令 (MSTB) 时，在从插入程序返回后，从中断的程序段的中断点执行再启动，继续执行程序。

但在执行辅助功能指令 (MSTB) 的过程中，如果输入了插入信号 (UIT) 时，由于 NC 处于完成信号 (FIN) 等待状态，因此在 FIN 输入后执行插入程序内的移动指令或辅助功能指令 (MSTB)。

[类型 2]

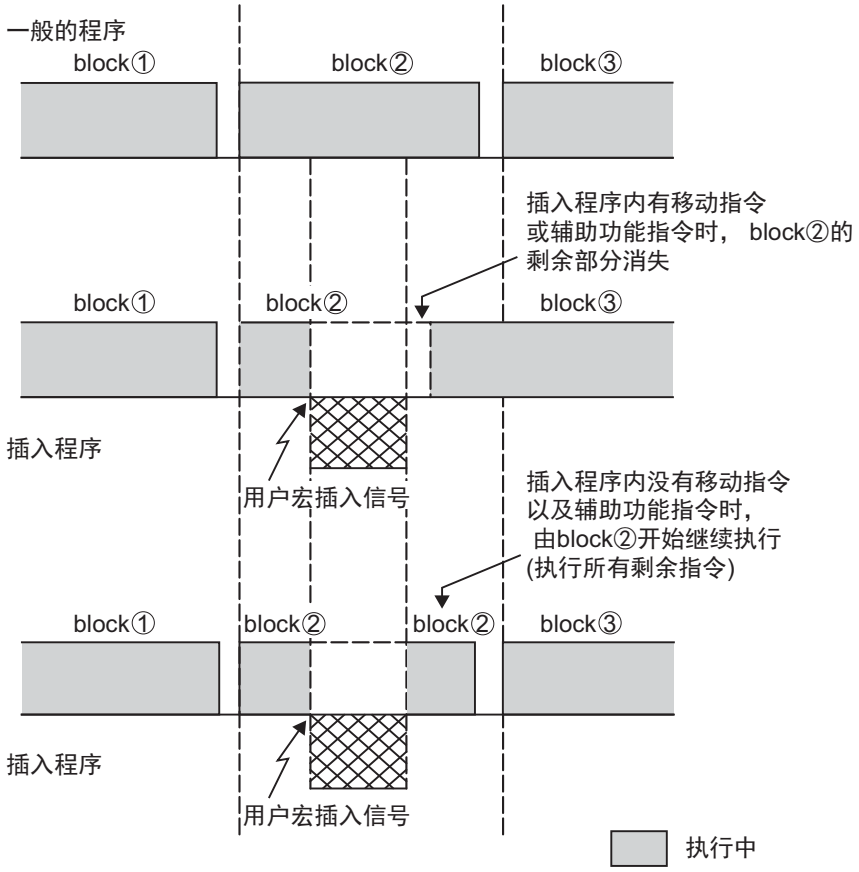
(1) 输入插入信号 (UIT) 时，不中断当前正在执行的程序段指令，同时执行插入程序。

(2) 在插入程序中存在移动指令或辅助功能指令 (MSTB) 时，在当前正在执行的程序段结束后，再执行这些指令。

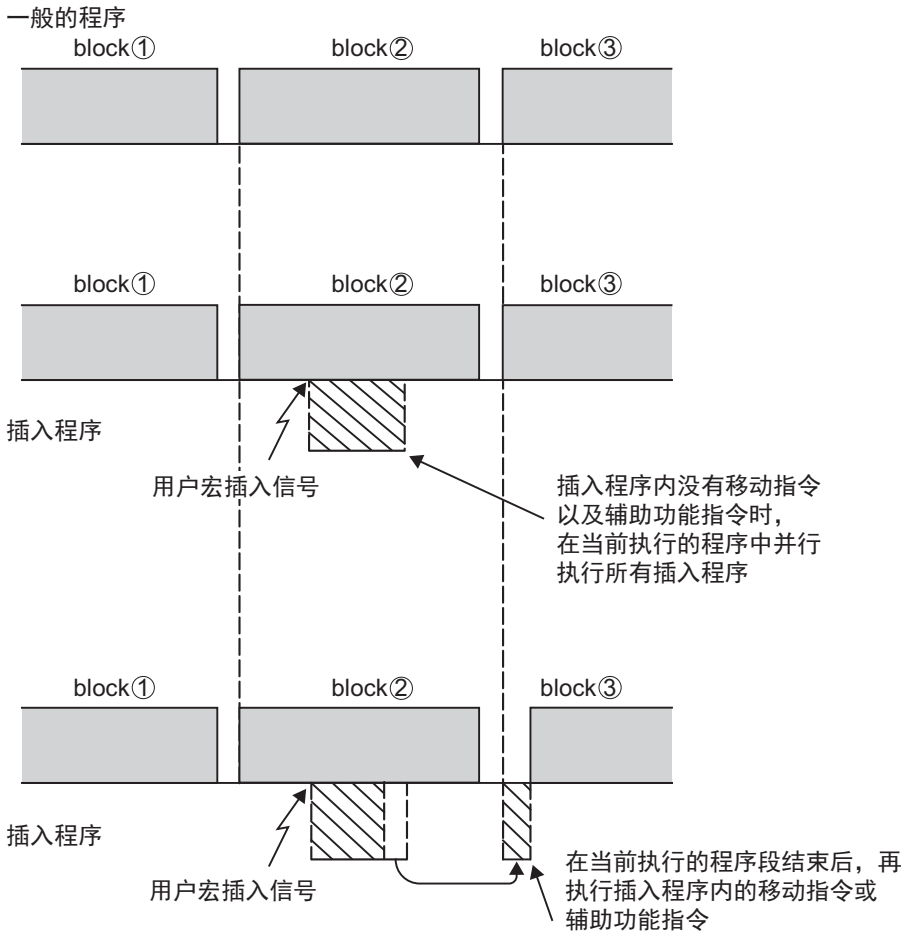
(3) 插入程序中不存在移动指令及辅助功能指令 (MSTB) 时，不中断当前正在执行的程序段，同时执行插入程序。

但即使原程序段结束，在插入程序未结束时，加工也可能会临时停止。

[类型1]


一般的程序
block①
block②
block③
插入程序内有移动指令
或辅助功能指令时， block②的
剩余部分消失
block①
block②
block③
插入程序
用户宏插入信号
插入程序内没有移动指令
以及辅助功能指令时，
由block②开始继续执行
(执行所有剩余指令)
block①
block②
block②
block③
插入程序
用户宏插入信号
执行中

[类型2]


一般的程序
block①
block②
block③
block①
block②
block③
插入程序
用户宏插入信号
插入程序内没有移动指令
以及辅助功能指令时，
在当前执行的程序中并行
执行所有插入程序
block①
block②
block③
插入程序
用户宏插入信号
在当前执行的程序段结束后，再
执行插入程序内的移动指令或
辅助功能指令

调用方式

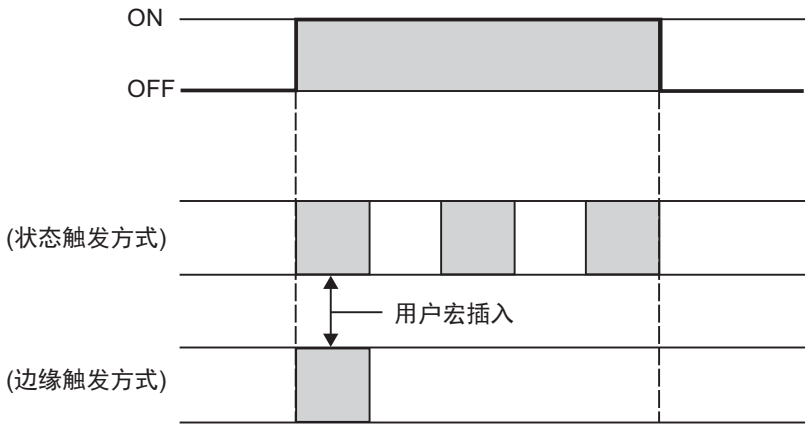
根据插入程序的调用方法，用户宏程序插入分为以下 2 种，通过参数 “#8155 子程序型插入”进行选择。
无论选择哪种，都累加调用嵌套数。而且，对于在插入程序内执行的子程序及用户宏程序调用，也分别累加嵌套数。

子程序型 插入	调用用户宏程序插入程序，将其作为子程序。（与 M98 调用相同）即在插入前后，局变量级别不变。
宏程序型插入	调用用户宏程序插入程序，将其作为用户宏程序。（与 G65 调用相同）即在插入前后，局变量级别发生变化。 而且，执行程序侧不向插入程序传递自变量。

用户宏程序插入信号（UIT）的接收方式

用户宏程序插入信号（UIT）的接收方式分为以下 2 种，通过参数 “#1112 S_TRG”进行选择。

状态 / 触发方式	用户宏程序插入信号（UIT）为接通状态时，将信号作为有效信号并接收。 通过 M96 使用户宏程序插入有效时，如果插入信号（UIT）接通，则执行插入程序。 可通过程序接通插入信号（UIT），重复执行插入程序。
边缘 / 触发方式	在用户宏程序插入信号（UIT）处于从关闭到接通的上升沿时，将信号作为有效信号并接收。 可在仅执行 1 次插入程序时使用该方式。



用户宏插入信号(UIT)的受理

从用户宏程序插入返回

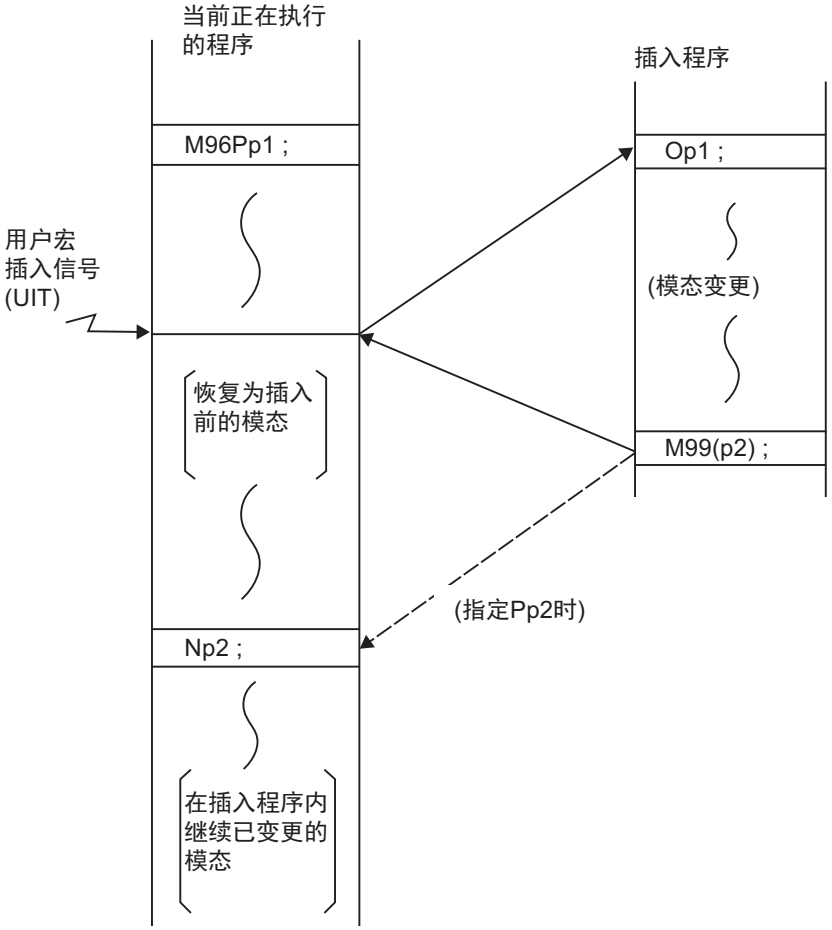
M99 （P__）；

通过在插入程序内进行 M99 指令，从用户宏程序插入返回原程序。
可通过地址 P 指定返回的程序内的顺序号。
此时，将从插入程序段的下一个程序段开始搜索到程序的最后一个程序段，如果为找到，则从程序的开头程序段搜索到插入程序段的上一个程序段，然后返回首个指定顺序号的程序段。
（与 M98 调用的 M99 P__ 相同）

用户宏程序插入中的模态信息

在插入程序内变更了模态信息时，从插入程序返回后的模态信息如下。

通过 M99 ； 返回时	在插入程序内变更的模态信息无效，返回至插入前的模态信息。 但是插入方式为类型 1 时，当插入程序中存在移动指令或辅助功能指令(MSTB)，则无法返回至插入前的模态信息。
通过 M99P__ ； 返回时	在插入程序内变更模态信息时，从插入程序返回后，插入程序中已变更的模态信息仍持续有效。此情况与从 M98 等调用的程序通过 M99P__；返回时相同。



用户宏插入中的模态信息

模态信息变量（#4401 ～ #4520）

可通过读取 #4401 ～ #4520 的值，识别用户宏程序插入程序控制改变时的模态信息。
单位为进行指令时的单位。

系统变量	模态信息	
#4401 ： #4421	G 代码（组 01） ： G 代码（组 21）	部分组未使用。
#4507	D 代码	
#4509	F 代码	
#4511	H 代码	
#4513	M 代码	
#4514	顺序编号	
#4515	程序编号（注 1）	
#4519	S 代码	
#4520	T 代码	

仅可在用户宏程序插入程序内使用本变量。
否则发生程序错误（P241）。

（注 1）将程序作为文件进行登录。通过 #4515 读取程序编号（文件名）后，将字符串转换为数值。
（例 1）
文件名 “123” 是字符串 0x31,0x32,0x33，因此值为
(0x31-0x30)*100 + (0x32-0x30)*10 + (0x33-0x30) = 123.0。
但如果文件名中包含数字以外的字符，则为 “空”。
（例 2）
文件名为 “123ABC” 时，因包含了数字以外的字符，因此变为 “空”。

用户宏程序插入控制用 M 代码

通过 M96,M97 控制用户宏程序插入，但如果 M96,M97 已用于其它用途，可使用其它 M 代码代替。
（将失去程序兼容性。）

在参数 “#1110 M96_M”、“#1111 M97_M” 中设定替代的 M 代码，并通过选择参数 “#1109 subs_M” 使这些设定有效，通过替代的 M 代码控制用户宏程序插入。
（但 M 代码的设定范围为 03 ～ 97，30 除外。）

未选择使替代的 M 代码有效的参数 “#1109 subs_M” 时，使用 M96,M97 作为用户宏程序插入控制用 M 代码。
无论何时，用户宏程序插入控制用 M 代码都在内部处理，不向外部输出。

参数种类

(1) 子程序型调用有效 “#8155 子程序型插入”
1: 子程序型用户宏程序插入
0: 宏程序型用户宏程序插入

(2) 状态 / 触发方式有效 “#1112 S_TRG”
1：状态 / 触发方式
0： 边缘 / 触发方式

(3) 插入方式类型 2 有效 “#1113 INT_2”
1：等待程序段执行结束后，执行插入程序内的执行语句的方式（类型 2）
0：不等待程序段执行结束，就执行插入程序内的执行语句的方式（类型 1）

(4) 用户宏程序插入控制用替代 M 代码有效 “#1109 subs_M”
1: 有效
0: 无效

(5) 用户宏程序插入控制用替代 M 代码
插入有效 M 代码（相当于 M96）“#1110 M96_M”
插入无效 M 代码（相当于 M97）“#1111 M97_M”

(6) 子程序编号选择 “#8129 子程序编号选择”
选择在子程序控制中优先调用的子程序编号。
0：指定的程序编号
1：以 0 编号为开头的 4 位数字程序编号
2：以 0 编号为开头的 8 位数字程序编号

注意事项

(1) 为了在用户宏程序插入程序内读取坐标而使用系统变量 #5001 ～（位置信息）时，坐标为在预读缓存内读取的坐标。

(2) 如果要在执行刀径补偿时执行插入，必须在用户宏程序插入程序发出的返回指令中指定顺序号 (M99P_;)。否则无法返回至原程序。

(3) 用户宏程序插入控制用替代 M 代码和 M 代码宏程序调用的 M 代码编号重复时，动作因机床制造商的规格而异（参数 “#1109 subs_M”）。

(a) 用户宏程序插入控制用 M 代码有效的规格时：
将 M 代码用作用户宏程序插入控制用替代 M 代码。

(b) 用户宏程序插入控制用 M 代码无效的规格时：
将 M 代码用作宏程序调用 M 代码。

(4) 插入类型 1 时，如果在插入程序内存在移动指令或 MSTB 指令，请勿对多系统间等待状态的系统执行宏程序插入。若对其进行了宏程序插入，则未进行插入的系统保持等待待机状态，停止加工。
若执行了插入，可根据未开始加工的系统的 “系统间等待忽略”信号开始加工，但此信号的动作由机床制造商的规格决定。

索引

15 章 (437 页) 以前的内容，请参照 “编程说明书 M 系 (1/2)”。
从 15 章 (437 页) 开始的内容，请参照 “编程说明书 M 系 (2/2)”。

!n (!m ...) L 492
/ 16
/n 18
ASCII 码宏程序 401
F1 位进给 122
G0.5 171
G0.5 P1 169
G00 40
G00 进给速度指令 (,F 指令) 117
G00 用快速进给程序段重叠功能 171
G01 43
G01 A_ 450
G01 A_ , G02/G03 P_Q_H_ 455
G01 A_ , G02/G03 R_H_ 458
G01 X_ Y_ ,C 438
G01 X_ Y_ ,R_ 440
G01 X_/Y_ A_/,A_ 449
G01/G02/G03 X_ Y_ ,C_ 445
G01/G02/G03 X_ Y_ ,R_ 447
G02,G03 45,50
G02.1/G03.1(类型 1)、G02/G03(类型 2) 98
G02.3,G03.3 85
G02.4,G03.4 102
G02/G03 P_Q_ /R_ 453
G04 190
G05 P1, G05 P2 536
G05.1 Q1, G05 P10000/P0, G05 P20000/P0 573
G05.1 Q2/Q0 595
G06.2 107
G07 112
G07.1 69
G09 154
G10 306
G10 I_ J_/K_ 693
G10 L14 745
G10 L3,G11 311
G10 L30,G11 314
G10 L70/L100, G11 460
G115 494
G116 497
G12,G13 76
G12.1,G13.1/G112,G113 78
G120.1,G121 606
G122 506
G127 486
G144 521
G16 91
G160 741
G17,G18,G19 52
G17,G18,G19 及 G02,G03 60
G20,G21 32
G22/G23 720
G27 718
G28,G29 709
G28 用快速进给程序段重叠 179
G30 713
G30.1 ～ G30.6 716
G31 728
G31 Fn 737
G31 P 735
G31.n ,G04 733
G33 54,58
G34 368
G35 369
G36 370
G37 724
G37.1 371
G38,G39/G40/G41,G42 239
G40.1/G41.1/G42.1(G150/G151/G152) 467
G40/G41,G42 287
G41/G42 指令和 I,J,K 指定 259
G43,G44/G49 228
G43.1/G49 232
G45 ～ G48 298
G50.1,G51.1 463
G50/G51 705
G52 654
G53 651
G54 ～ G59 (G54.1) 658
G60 66
G61 158
G61.1 ,G08 544
G61.2 604
G62 181
G63 187
G64 188
G65 389
G66 393
G66.1 395
G68.2, G68.3 612
G68/G69 673,686
G73 350
G74 352
G75 354
G76 356
G81 326
G82 327
G83 328
G84 333
G85 344
G86 345
G87 346
G88 348
G89 349
G90,G91 30
G92 210,652
G92.1 668
G93 127
G94,G95 125
G96,G97 201
G98,G99 360
G 代码宏程序调用 397
G 指令镜像 463
G 指令一览表 20
M*** 500
M198 380
M96,M97 429
M98 I_J_K_ 381
M98,M99 374
NURBS 插补 107
POPEN,PCLOS,DPRNT 420
R 指定圆弧插补 50

SSS 控制 560
半径补偿中的工件坐标切换 285
背镗孔 346
比例缩放 705
变量指令 384
变速跳跃 737
标准固定循环 322
补偿模式中的补偿编号的变更 268
步进循环 350
参考点（原点）返回 709
参考点核对 718
参数坐标旋转输入 693
程序格式 10, 14
程序坐标旋转 686
初始点与 R 点位置返回 360
初始高精度控制 570
单纯调用 389
单向定位 66
刀长补偿 / 取消 228
刀径补偿 239
刀径补偿的动作 240
刀径补偿开始和 Z 轴的切入动作 271
刀径补偿中的插入 265
刀具补偿 222
刀具补偿中的其它指令及动作 249
刀具补偿组数的系统分配 226
刀具功能（T8 位 BCD）..... 220
刀具寿命管理数据输入的注意事项 317
刀具寿命管理数量的系统分配 318
刀具位置补偿 298
刀具轴方向刀长补偿 232
刀具轴方向控制 622
倒角 I/ 转角 R I 438
等待 492
等待（! 代码）..... 492
第 2, 第 3, 第 4 参考点（原点）返回 713
第 2 辅助功能（A8 位 ,B8 位或 C8 位）..... 196
定位（快速进给）..... 40
动作说明 627
多段跳跃功能 1 733
多段跳跃功能 2 735
多系统同时高精度 571
法线控制 467
反比时间进给 127
反方向反转移动时的减速检查 167
反向攻丝循环 352
分度单位 8
辅助功能（M8 位）..... 194
辅助指令宏程序调用（M,S,T,B 代码宏程序调用）..... 398
干涉检查 273
高精度控制 544
高精度样条插补 604
高速高精度控制 573
高速高精度控制 Ⅰ , Ⅱ , Ⅲ 573
高速加工模式 I,II 536
各轴单向定位 68
根据刀具轴方向设定特征坐标系 621
工件坐标系设定及工件坐标系偏置 658
工件坐标系预置 668
攻丝模式 187
攻丝循环 333
共变量 407
固定导程螺纹切削 54
固定循环程序 748
固定循环模式中的工件坐标设定 361
固定循环使用上的注意事项 358
恒表面速度控制 201
宏程序插入 429
宏程序调用命令 389
宏程序调用命令的详细说明 399
换刀位置返回 716
基本机床坐标系、工件坐标系和局部坐标系 645
基本机床坐标系选择 651
机床原点和第 2, 第 3, 第 4 参考点（原点）..... 646
极坐标插补 78
极坐标指令 91
几何加工 450
几何加工 IB 452
几何加工 IB（自动计算 2 切点）..... 453
几何加工 IB(自动计算直线 - 圆弧的交点）..... 455
几何加工 IB(自动计算直线 - 圆弧的切点）..... 458
加工前的注意事项 25
加工条件选择 I 606
减速检查 159
角度直线 369
进给速度的指定与对各控制轴的效果 132
精确停止检查 154
精确停止检查模式 158
精镗孔 356
局变量 (#1 - #33) 408
局部坐标系设定 654
可编程补偿输入 306
可编程参数输入 460
可编程电流限制 745
可变加速度插补前加减速 567
可选程序段跳跃 16
可选程序段跳跃追加 18
控制指令 417
快速进给程序段重叠 169
快速进给恒斜率多段加减速 141
快速进给恒斜率加减速 136
快速进给速度 116
螺栓孔循环 368
螺纹切削 54
螺旋插补 60
每分钟进给 / 每转进给（非同步进给 / 同步进给）..... 125
模态、非模态 20
模态调用 A(移动指令调用）..... 393
模态调用 B(每个程序段调用）..... 395
扭矩限制跳跃 741
平滑转角控制 564
平面选择 52
切削进给恒斜率加减速 148
切削进给速度 121
切削模式 188
倾斜面加工 612
三维刀径补偿 287
三维圆弧插补 102
三维坐标转换 673
设定为忽略等待时的等待 503
深孔钻孔循环 328
使用用户宏程序时的具体示例 425
手动任意逆行禁止 486
输入设定单位 6
特别固定循环 367
跳跃功能 728
通过 2 个矢量设定特征坐标系 618
通过 G10 L3 指令输入刀具寿命管理数据 311, 314
通过 M 代码指定等待功能 500
通过滚动角、俯仰角、偏航角设定特征坐标系 614
通过欧拉角设定特征坐标系 613
通过平面内的 3 点设定特征坐标系 616
通过投影角设定特征坐标系 620
图形旋转 381

外部输出指令 420
位置指令方式 30
涡旋 / 圆锥插补 98
系统变量 411
小径深孔钻孔循环 330
小数点输入 34
虚拟轴插补 112
旋转轴用坐标系 648
选择旋转轴基准位置 631
样条插补 595
移动前行程检查 720
英制螺纹切削 58
英制指令 / 公制指令切换 32
用户宏程序 388
与刀径补偿相关的一般注意事项 267
与其它功能的关系 636
预读缓存 28
圆弧插补 45
圆切削 76, 354
圆筒插补 69
运算指令 412
在用户宏程序中使用的变量 405
在钻孔循环中加减速模式切换 366
暂停（时间指定）..... 190
栅格 371
直线插补 43
直线角度指令 449
指定补偿量直径 283
指定启动点的等待（类型 1）..... 494
指定启动点的等待（类型 2）..... 497
指令单位 10 倍 7
指数函数插补 85
主轴功能 200
主轴速度限制设定 210
主轴位置控制（主轴 C 轴控制）..... 212
注意事项 424, 639
转角 R Ⅰ 440
转角 R II 447
转角倒角 Ⅰ 438
转角倒角 II 445
转角倒角 / 转角 R 扩展 448
转角倒角 II/ 转角 R II 445
转角倒角扩展 / 转角 R 扩展 442
转角倒角中插入动作 / 转角 R 中插入动作 444, 448
转台分度 197
子程序调用 374, 380
子程序控制 374
子系统控制Ⅰ 506
子系统控制Ⅱ 521
自动刀长测量 724
自动转角倍率 181
自动坐标系设定 647
组 370
钻孔、点钻 326
钻孔、计数式镗孔 327
钻孔循环高速回退 362
坐标系和坐标原点符号 3
坐标系设定 652
坐标语与控制轴 2, 644
镗孔 344, 345, 348, 349

修订记录

修订日期	说明书编号	修 订 内 容
2015 年 10 月	IB(NA)1501291-A IB(NA)1501292-A	初版完成

M800/M80 系列　手册一览

此内容以附加 M8 系列的所有功能为前提进行叙述。
根据机型、机床厂规格可能无法使用、显示部分功能，敬请谅解。（请确认规格。）
机床厂发行的说明书优先于本说明书。

手册	IB 编号	使用目的· 内容
M800/M80 系列 使用说明书	IB-1501288	· NC 操作向导 · 画面操作说明等
M800/M80 系列 编程说明书 L 系 (1/2)	IB-1501289	· L 系的 G 代码编程 · 基本功能等
M800/M80 系列 编程说明书 L 系 (2/2)	IB-1501290	· L 系的 G 代码编程 · 多系统的各功能、高精度功能等
M800/M80 系列 编程说明书 M 系 (1/2)	IB-1501291	· M 系的 G 代码编程 · 基本功能等
M800/M80 系列 编程说明书 M 系 (2/2)	IB-1501292	· M 系的 G 代码编程 · 多系统的各功能、高精度功能等
M800/M80 系列 报警 / 参数说明书	IB-1501293	· 报警 · 参数

面向机床厂手册(NC)

手册	IB 编号	使用目的· 内容
M800/M80 系列 规格说明书	IB-1501281	· 机种选定 · 硬件规格 · 各种功能的概略说明
M800W 系列 连接· 设定说明书	IB-1501282	· 硬件规格详情 · 安装、连接、配线、设定(安装/调整)
M800S/M80 系列 连接· 设定说明书	IB-1501283	· 硬件规格详情 · 安装、连接、配线、设定(安装/调整)
M800/M80 系列 PLC 开发说明书	IB-1501284	· 电气设计 · I/O 相关(分配· 设定· 连接)、现场网络 · 开发环境说明(PLC 在线编辑、周边开发环境)等
M800/M80 Series PLC Programming Manual	IB-1501271	· 电气设计 · 顺序编程 · PLC 支持功能等
M800/M80 系列 PLC 接口说明书	IB-1501286	· 电气设计 · NC-PLC 间的接口信号

面向机床厂手册(驱动部)

手册	IB 编号	内容
MDS-E/EH Series Specifications Manual	IB-1501226	· 电源回生型的规格说明
MDS-E/EH Series Instruction Manual	IB-1501229	· 电源回生型的使用说明
MDS-EJ/EJH Series Specifications Manual	IB-1501232	· 回生电阻型的规格说明
MDS-EJ/EJH Series Instruction Manual	IB-1501235	· 回生电阻型的使用说明
MDS-EM Series Specifications Manual	IB-1501238	· 多轴一体电源回生型的规格说明
MDS-EM Series Instruction Manual	IB-1501241	· 多轴一体电源回生型的使用说明
DATA BOOK	IB-1501252	· 伺服驱动器、主轴驱动器、电机等的规格说明

Global Service Network

AMERICA

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION INC. (AMERICA FA CENTER)

Central Region Service Center
500 CORPORATE WOODS PARKWAY, VERNON HILLS, ILLINOIS 60061, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650

Michigan Service Satellite
ALLEGAN, MICHIGAN 49010, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650

Ohio Service Satellite
LIMA, OHIO 45801, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650
CINCINATTI, OHIO 45201, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650

Minnesota Service Satellite
ROGERS, MINNESOTA 55374, U.S.A.
TEL: +1-847-478-2500 / FAX: +1-847-478-2650

West Region Service Center
16900 VALLEY VIEW AVE., LAMIRADA, CALIFORNIA 90638, U.S.A.
TEL: +1-714-699-2625 / FAX: +1-847-478-2650

Northern CA Satellite
SARATOGA, CALIFORNIA 95070, U.S.A.
TEL: +1-714-699-2625 / FAX: +1-847-478-2650

Pennsylvania Service Satellite
PITTSBURG, PENNSYLVANIA 15644, U.S.A.
TEL: +1-732-560-4500 / FAX: +1-732-560-4531

Connecticut Service Satellite
TORRINGTON, CONNECTICUT 06790, U.S.A.
TEL: +1-732-560-4500 / FAX: +1-732-560-4531

South Region Service Center
1845 SATTELITE BOULEVARD STE. 450, DULUTH, GEORGIA 30097, U.S.A.
TEL +1-678-258-4529 / FAX +1-678-258-4519

Texas Service Satellites
GRAPEVINE, TEXAS 76051, U.S.A.
TEL: +1-678-258-4529 / FAX: +1-678-258-4519
HOUSTON, TEXAS 77001, U.S.A.
TEL: +1-678-258-4529 / FAX: +1-678-258-4519

Tennessee Service Satellite
Nashville, Tennessee, 37201, U.S.A.
TEL: +1-678-258-4529 / FAX: +1-678-258-4519

Florida Service Satellite
WEST MELBOURNE, FLORIDA 32904, U.S.A.
TEL: +1-678-258-4529 / FAX: +1-678-258-4519

Canada Region Service Center
4299 14TH AVENUE MARKHAM, ONTARIO L3R OJ2, CANADA
TEL: +1-905-475-7728 / FAX: +1-905-475-7935

Canada Service Satellite
EDMONTON, ALBERTA T5A 0A1, CANADA
TEL: +1-905-475-7728 FAX: +1-905-475-7935

Mexico Region Service Center
MARIANO ESCOBEDO 69 TLALNEPANTLA, 54030 EDO. DE MEXICO
TEL: +52-55-3067-7500 / FAX: +52-55-9171-7649

Monterrey Service Satellite
MONTERREY, N.L., 64720, MEXICO
TEL: +52-81-8365-4171

BRAZIL

MELCO CNC do Brasil Comércio e Serviços S.A

Brazil Region Service Center
ACESSO JOSE SARTORELLI, KM 2.1 CEP 18550-000, BOITUVA-SP, BRAZIL
TEL: +55-15-3363-9900 / FAX: +55-15-3363-9911

EUROPE

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V.
GOTHAER STRASSE 10, 40880 RATINGEN, GERMANY
TEL: +49-2102-486-0 / FAX: +49-2102-486-5910

Germany Service Center
KURZE STRASSE. 40, 70794 FILDERSTADT-BONLANDEN, GERMANY
TEL: + 49-711-770598-123 / FAX: +49-711-770598-141

France Service Center DEPARTEMENT CONTROLE NUMERIQUE
25, BOULEVARD DES BOUVETS, 92741 NANTERRE CEDEX FRANCE
TEL: +33-1-41-02-83-13 / FAX: +33-1-49-01-07-25

France (Lyon) Service Satellite DEPARTEMENT CONTROLE NUMERIQUE
120, ALLEE JACQUES MONOD 69800 SAINT PRIEST FRANCE
TEL: +33-1-41-02-83-13 / FAX: +33-1-49-01-07-25

Italy Service Center
VIALE COLLEONI, 7 - CENTRO DIREZIONALE COLLEONI PALAZZO SIRIO INGRESSO 1
20864 AGRATE BRIANZA (MB), ITALY
TEL: +39-039-6053-342 / FAX: +39-039-6053-206

Italy (Padova) Service Satellite
VIA G. SAVELLI, 24 - 35129 PADOVA, ITALY
TEL: +39-039-6053-342 / FAX: +39-039-6053-206

U.K. Branch
TRAVELLERS LANE, HATFIELD, HERTFORDSHIRE, AL10 8XB, U.K.
TEL: +49-2102-486-0 / FAX: +49-2102-486-5910

Spain Service Center
CTRA. DE RUBI, 76-80-APDO. 420
08173 SAINT CUGAT DEL VALLES, BARCELONA SPAIN
TEL: +34-935-65-2236 / FAX: +34-935-89-1579

Poland Service Center
UL.KRAKOWSKA 50, 32-083 BALICE, POLAND
TEL: +48-12-630-4700 / FAX: +48-12-630-4701

Mitsubishi Electric Turkey A.Ş Ümraniye Şubesi
Turkey Service Center
ŞERIFALI MAH. NUTUK SOK. NO.5 34775
ÜMRANIYE, ISTANBUL, TURKEY
TEL: +90-216-526-3990 / FAX: +90-216-526-3995

Czech Republic Service Center
KAFKOVA 1853/3, 702 00 OSTRAVA 2, CZECH REPUBLIC
TEL: +420-59-5691-185 / FAX: +420-59-5691-199

Russia Service Center
213, B.NOVODMITROVSKAYA STR., 14/2, 127015 MOSCOW, RUSSIA
TEL: +7-495-748-0191 / FAX: +7-495-748-0192

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. (SCANDINAVIA)
Sweden Service Center
HAMMARBACKEN 14 191 49 SOLLENTUNA, SWEDEN
TEL: +46-8-6251000 / FAX: +46-8-966877

Bulgaria Service Center
4 A.LYAPCHEV BOUL., POB 21, BG-1756 SOFIA, BULGARIA
TEL: +359-2-8176009 / FAX: +359-2-9744061

Ukraine (Kharkov) Service Center
APTEKARSKIY LANE 9-A, OFFICE 3, 61001 KHARKOV, UKRAINE
TEL: +380-57-732-7774 / FAX: +380-57-731-8721

Ukraine (Kiev) Service Center
4-B, M. RASKOVOYI STR., 02660 KIEV, UKRAINE
TEL: +380-44-494-3355 / FAX: +380-44-494-3366

Belarus Service Center
OFFICE 9, NEZAVISIMOSTI PR.177, 220125 MINSK, BELARUS
TEL: +375-17-393-1177 / FAX: +375-17-393-0081

South Africa Service Center
5 ALBATROSS STREET, RHODESFIELD, KEMPTON PARK 1619, GAUTENG, SOUTH AFRICA
TEL: +27-11-394-8512 / FAX: +27-11-394-8513

ASEAN

MITSUBISHI ELECTRIC ASIA PTE. LTD. (ASEAN FA CENTER)

Singapore Service Center
307 ALEXANDRA ROAD #05-01/02 MITSUBISHI ELECTRIC BUILDING SINGAPORE 159943
TEL: +65-6473-2308 / FAX: +65-6476-7439

Malaysia (KL) Service Center
60, JALAN USJ 10 /1B 47620 UEP SUBANG JAYA SELANGOR DARUL EHSAN, MALAYSIA
TEL: +60-3-5631-7605 / FAX: +60-3-5631-7636

Malaysia (Johor Baru) Service Center
17 & 17A, JALAN IMPIAN EMAS 5/5, TAMAN IMPIAN EMAS, 81300 SKUDAI, JOHOR MALAYSIA.
TEL: +60-7-557-8218 / FAX: +60-7-557-3404

Philippines Service Center
UNIT NO.411, ALABAMG CORPORATE CENTER KM 25. WEST SERVICE ROAD
SOUTH SUPERHIGHWAY, ALABAMG MUNTINLUPA METRO MANILA, PHILIPPINES 1771
TEL: +63-2-807-2416 / FAX: +63-2-807-2417

VIETNAM

MITSUBISHI ELECTRIC VIETNAM CO.,LTD

Vietnam (Ho Chi Minh) Service Center
UNIT 01-04, 10TH FLOOR, VINCOM CENTER 72 LE THANH TON STREET, DISTRICT 1,
HO CHI MINH CITY, VIETNAM
TEL: +84-8-3910 5945 / FAX: +84-8-3910 5946

Vietnam (Hanoi) Service Satellite
6th Floor, Detech Tower, 8 Ton That Thuyet Street, My Dinh 2 Ward, Nam Tu Liem District, Hanoi,Vietnam
TEL: +84-4-3937-8075 / FAX: +84-4-3937-8076

INDONESIA

PT. MITSUBISHI ELECTRIC INDONESIA

Indonesia Service Center (Cikarang Office)
JL.Kenari Raya Blok G2-07A Delta Silicon 5, Lippo Cikarang-Bekasi 17550, INDONESIA
TEL: +62-21-2961-7797 / FAX: +62-21-2961-7794

THAILAND

MITSUBISHI ELECTRIC FACTORY AUTOMATION (THAILAND) CO.,LTD

Thailand Service Center
12TH FLOOR, SV.CITY BUILDING, OFFICE TOWER 1, NO. 896/19 AND 20 RAMA 3 ROAD,
KWAENG BANGPONGPANG, KHET YANNAWA, BANGKOK 10120,THAILAND
TEL: +66-2-682-6522-31 / FAX: +66-2-682-6020

INDIA

MITSUBISHI ELECTRIC INDIA PVT. LTD.

India Service Center
2nd FLOOR, TOWER A & B, DLF CYBER GREENS, DLF CYBER CITY,
DLF PHASE-III, GURGAON 122 002, HARYANA, INDIA
TEL: +91-124-4630 300 / FAX: +91-124-4630 399
Ludhiana satellite office
Jamshedpur satellite office

India (Pune) Service Center
EMERALD HOUSE, EL-3, J-BLOCK, MIDC BHOSARI. PUNE – 411 026, MAHARASHTRA, INDIA
TEL: +91-20-2710 2000 / FAX: +91-20-2710 2100
Baroda satellite office
Mumbai satellite office

India (Bangalore) Service Center
PRESTIGE EMERALD, 6TH FLOOR, MUNICIPAL NO. 2,
LAVELLE ROAD, BANGALORE - 560 043, KAMATAKA, INDIA
TEL: +91-80-4020-1600 / FAX: +91-80-4020-1699
Chennai satellite office
Coimbatore satellite office

OCEANIA

MITSUBISHI ELECTRIC AUSTRALIA LTD.

Australia Service Center
348 VICTORIA ROAD, RYDALMERE, N.S.W. 2116 AUSTRALIA
TEL: +61-2-9684-7269 / FAX: +61-2-9684-7245

CHINA

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION (CHINA) LTD. (CHINA FA CENTER)

China (Shanghai) Service Center
1-3,5-10,18-23/F, NO.1386 HONG QIAO ROAD, CHANG NING QU,
SHANGHAI 200336, CHINA
TEL: +86-21-2322-3030 / FAX: +86-21-2308-3000
China (Ningbo) Service Dealer
China (Wuxi) Service Dealer
China (Jinan) Service Dealer
China (Hangzhou) Service Dealer
China (Wuhan) Service Satellite

China (Beijing) Service Center
9/F, OFFICE TOWER 1, HENDERSON CENTER, 18 JIANGUOMENNEI DAJIE,
DONGCHENG DISTRICT, BEIJING 100005, CHINA
TEL: +86-10-6518-8830 / FAX: +86-10-6518-8030
China (Beijing) Service Dealer

China (Tianjin) Service Center
UNIT 2003, TIANJIN CITY TOWER, NO 35 YOUYI ROAD, HEXI DISTRICT,
TIANJIN 300061, CHINA
TEL: +86-22-2813-1015 / FAX: +86-22-2813-1017
China (Shenyang) Service Satellite
China (Changchun) Service Satellite

China (Chengdu) Service Center
ROOM 407-408, OFFICE TOWER AT SHANGRI-LA CENTER, NO. 9 BINJIANG DONG ROAD,
JINJIANG DISTRICT, CHENGDU, SICHUAN 610021, CHINA
TEL: +86-28-8446-8030 / FAX: +86-28-8446-8630

China (Shenzhen) Service Center
ROOM 2512-2516, 25/F., GREAT CHINA INTERNATIONAL EXCHANGE SQUARE, JINTIAN RD.S.,
FUTIAN DISTRICT, SHENZHEN 518034, CHINA
TEL: +86-755-2399-8272 / FAX: +86-755-8218-4776
China (Xiamen) Service Dealer
China (Dongguan) Service Dealer

KOREA

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION KOREA CO., LTD. (KOREA FA CENTER)

Korea Service Center
8F, Gangseo Hangang Xi-tower, 401 Yangcheon-ro, Gangseo-gu, Seoul 157-801, KOREA
TEL: +82-2-3660-9602 / FAX: +82-2-3664-8668

Korea Taegu Service Satellite
4F KT BUILDING, 1630 SANGYEOK-DONG, BUK-KU, DAEGU 702-835, KOREA
TEL: +82-53-382-7400 / FAX: +82-53-382-7411

TAIWAN

MITSUBISHI ELECTRIC TAIWAN CO., LTD. (TAIWAN FA CENTER)

Taiwan (Taichung) Service Center (Central Area)
NO.8-1, INDUSTRIAL 16TH RD., TAICHUNG INDUSTRIAL PARK, SITUN DIST.,
TAICHUNG CITY 40768, TAIWAN R.O.C.
TEL: +886-4-2359-0688 / FAX: +886-4-2359-0689

Taiwan (Taipei) Service Center (North Area)
10F, NO.88, SEC.6, CHUNG-SHAN N. RD., SHI LIN DIST., TAIPEI CITY 11155, TAIWAN R.O.C.
TEL: +886-2-2833-5430 / FAX: +886-2-2833-5433

Taiwan (Tainan) Service Center (South Area)
11F-1., NO.30, ZHONGZHENG S. ROAD, YONGKANG DISTRICT, TAINAN CITY 71067, TAIWAN, R.O.C.
TEL: +886-6-252-5030 / FAX: +886-6-252-5031

请求

本说明书的记述内容尽可能做到与软件、硬件的修订相匹配，但有时可能无法完全同步。
使用时发现不当之处，请与本公司销售部门联系。

禁止转载

未经本公司允许，严禁以任何形式转载或复制本说明书的部分或全部内容。

COPYRIGHT 2015 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
ALL RIGHTS RESERVED

MITSUBISHI CNC

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
HEAD OFFICE : TOKYO BLDG.,2-7-3 MARUNOUCHI,CHIYODA-KU,TOKYO 100-8310,JAPAN

MODEL	M800/M80系列
MODEL CODE	100-475
Manual No.	IB-1501291

原产地 日本国
合格证

IB(NA)1501291(CHN)-A(1510)MEE
Made in JAPAN

Specifications are subject to change without notice.