

凯恩帝K1000GF_i系列 磨削类数控系统 编程手册 B054B-2801-W41N-0001

凯恩帝K1000GF_i系列

磨削类数控系统 编程手册

北京凯恩帝数控技术有限责任公司

B054B-2801-W41N-0001
© KND CO. , LTD.

说明书使用注意事项

在对本产品进行安装连接、编程和操作之前，必须详细阅读本说明书以及机床厂家提供的说明书，严格按照说明书的要求进行操作，否则可能导致产品损坏、工件报废甚至人身伤害。

本说明书描述的产品功能、技术指标仅针对本产品。安装了本产品的数控机床的实际功能和技术性能由机床厂家的设计决定，关于数控机床的具体指标请以机床厂家的说明书为准。

本说明书的内容可能随产品更新而变动，恕不另行通知。

本说明书适用于 K1000GFi 磨削类机床等产品。

本产品支持电子盘功能。机床调试完毕后，请将系统参数备份在电子盘中。当机床运行过程中发生数据紊乱或工作异常等情况时，读取电子盘操作可使系统快速恢复到备份前的状态。具体操作方法请参见操作篇内容。

本说明书的版权归“北京凯恩帝数控技术有限责任公司”所有。如有疑问，请垂询我公司技术人员，或使用以下沟通渠道联系我公司。

网址：	http://www.knd.com.cn	E-mail：	bj@knd.com.cn
总机：	010-63701999	销售部：	010-63701981

产品使用注意事项

运输与储存

产品包装箱堆叠不可超过六层
不可在产品包装箱上攀爬、站立或放置重物
不可使用与产品相连的电缆拖动或搬运产品
严禁碰撞、划伤面板和显示屏
产品包装箱应避免潮湿、暴晒以及雨淋

开箱检查

打开包装后请确认是否是您所购买的产品
检查产品在运输途中是否有损坏
对照清单确认各部件是否齐全，有无损伤
如存在产品型号不符、缺少附件或运输损坏等情况，请及时与我公司联系

接线

参加接线与检查的人员必须是具有相应能力的专业人员
产品必须可靠接地，接地电阻应小于 4 欧姆，不能使用中性线（零线）代替地线
接线必须正确、牢固，以免导致产品故障或出现意想不到的后果
插拔插头或打开产品机箱前，必须切断产品电源

检修

检修或更换元器件前必须切断电源
发生短路或过载时应检查故障，故障排除后方可重新启动
不可对产品频繁通断电，断电后若须重新通电，相隔时间至少 1 分钟

目 录

I	概述篇	1
1	概要	3
1.1	概述	3
1.2	CNC 机床的一般操作	4
1.3	阅读说明书注意事项	4
II	编程篇	5
1	概述	7
1.1	插补功能	7
1.2	进给功能	8
1.3	加工图纸和刀具的运动	9
1.3.1	参考点（特定的机械点）	9
1.3.2	加工图纸上的坐标系和 CNC 指令的坐标系	9
1.3.3	刀具运动指令尺寸的表示方法（绝对值和增量值指令）	11
1.4	主轴功能	13
1.5	刀具功能	13
1.6	辅助功能	14
1.7	程序的构成	14
1.8	刀具补偿功能	16
1.9	行程	17
2	准备功能（G 功能）	18
3	控制轴	22
3.1	轴名称	22
3.2	轴类型	22
3.2.1	直线轴和旋转轴的合成运动	23
3.3	单位	24
3.4	最大行程	25
4	插补功能	27
4.1	定位（G00）	27
4.2	直线插补（G01）	28
4.3	圆弧插补（G02，G03）	29

4.4	延时运动功能 (NT)	32
5	进给功能	34
5.1	快速进给	34
5.2	切削进给	34
5.2.1	每分进给 (G98)	34
5.2.2	每转进给 (G99)	35
5.2.3	输入单位与输出范围	35
5.3	高速高精控制 (G05)	36
5.4	暂停 (G04)	40
6	参考点	41
6.1	自动返回参考点 (G28) 和从参考点移动 (G29)	41
6.2	自动返回第 2、第 3 参考点 (G30)	43
6.3	返回参考点检查 (G27)	43
7	坐标系	44
7.1	机床坐标系	44
7.1.1	机床坐标系的设定	44
7.1.2	机床坐标系定位 (G53)	44
7.1.3	快速机床坐标系定位 (G153)	45
7.2	工件坐标系 (G50)	45
7.2.1	工件坐标系的设定	46
7.2.2	工件坐标系的移动或变更	49
7.3	附加工件坐标系 (G54 Pn)	50
7.4	局部坐标系 (G52)	51
7.5	笛卡尔坐标轴设定 (G54.9)	52
7.6	平面选择 (G17, G18, G19)	55
8	坐标值和尺寸	56
8.1	绝对指令和增量指令 (G90, G91)	56
8.2	变换中特定回零功能	57
8.3	英制与公制的转换 (G20, G21)	58
8.4	小数点编程	59
8.5	直径和半径编程	60
8.5.1	直径指定和半径指定	60
8.5.2	直径和半径可编程切换 (G10.9)	61
9	测量机能	62
9.1	跳跃机能 (G31)	62
9.2	多级跳跃机能	64

9.2.1	G31 多级跳转功能.....	64
9.2.2	G04 多级跳转功能.....	64
9.3	转矩限制跳转功能.....	65
9.4	自动刀具测量补偿（G36, G37）	66
10	主轴功能.....	70
10.1	速度控制.....	70
10.1.1	分级调速（2 位数 S 指令）	71
10.1.2	无级调速（6 位数 S 指令）	71
10.1.3	自动编入正反转代码.....	71
10.2	恒线速控制（G96, G97）	72
10.3	轮廓控制.....	75
10.3.1	进入及退出轮廓控制.....	75
10.3.2	主轴夹紧、松开控制.....	76
10.3.3	主轴定向	77
10.4	多主轴控制.....	78
10.4.1	主轴控制 M 代码	78
10.4.2	速度指令	78
10.4.3	当前主轴	78
10.5	自定义主轴 M 代码	79
10.6	主轴比例控制（SPRC）	79
10.6.1	格式及说明	80
10.6.2	应用举例	84
10.7	主轴换挡.....	86
10.7.1	自动换挡	86
10.7.2	手动换挡	87
11	刀具功能（T 功能）	89
12	辅助功能（M 功能）	91
12.1	辅助功能代码.....	91
12.2	程序控制相关 M 代码	91
12.3	机床控制相关 M 代码	92
12.4	用户自定义输入/输出（M983）	94
12.5	主轴卡盘控制.....	96
12.6	台尾设置	96
13	程序的构成.....	98
13.1	程序.....	98
13.1.1	主程序和子程序.....	98
13.1.2	顺序号和程序段.....	101
13.1.3	跳过任选程序段.....	101

13.1.4	注释节	102
13.1.5	字和地址	102
13.1.6	基本地址和指令值范围	103
13.2	程序结束	104
13.3	文件结束	104
14	简化编程功能	105
14.1	复合型磨削固定循环	105
14.1.1	振荡磨削循环 (G75)	105
14.2	倒角和倒圆编程	105
15	补偿功能	109
15.1	刀具长度补偿	109
15.2	刀尖半径补偿 (G40~G42)	113
15.2.1	概要	113
15.2.2	假想刀尖	113
15.2.3	补偿指令	117
15.2.4	刀尖半径补偿的注意事项	121
15.3	补偿量的程序输入功能 (G10)	122
16	变量指令轴地址符	125
17	主插补轴功能 (G07.3)	126
18	加减速与平滑	130
18.1	加减速控制	130
18.2	速度平滑控制	134
19	主轴比例控制 (SPRC)	135
19.1.1	应用举例	139
20	斜轴功能	142
21	并行控制器(PEXC)功能	145
21.1	通道说明	146
21.2	PEXC 功能	146
21.3	PEXC 通道调用	148
21.3.1	调用方式 1: NC 调用(CP/CN/CL 指令)	149
21.3.2	调用方式 2: PLC PEXC 指令调用	150
21.3.3	调用方式 3: PLC G 接口调用	151
21.4	通道等待功能	151

21.4.1	G4.1 通道等待命令	151
21.4.2	G4.2 等待 PEXC 通道结束命令	152
21.5	PEXC 通道 S 代码支持	153
21.6	PEXC 通道 G/F 接口	153
22	机床补偿控制器	155
22.1	相关接口	155
22.1.1	控制接口	155
22.1.2	补偿平面	156
22.1.3	诊断接口	156
22.2	应用	157
23	程序	159
23.1	屏蔽子程序显示和屏蔽单段功能指令	159

I 概述篇

1 概要

1.1 概述

本手册详细阐述了 K1000GFi 系列磨削用数控系统的使用说明，包括全部选择功能说明。数控机床实际具备的功能、机床操作面板规格及使用方法请参照机床厂家发行的说明书。系统软硬件特性如下：

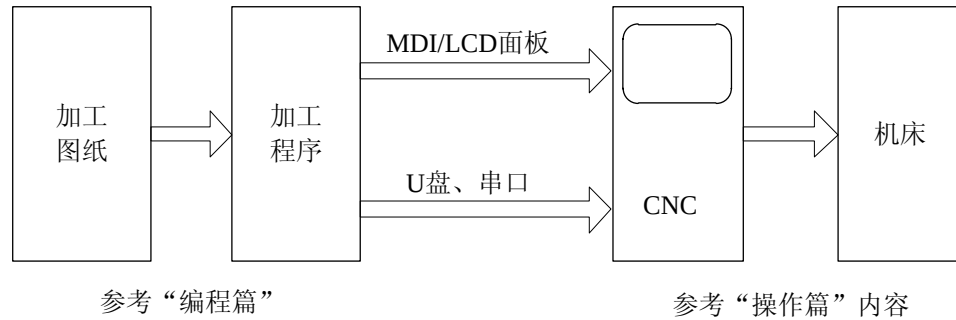
- 性能强劲
 - 采用 KSSB 伺服总线控制技术，可配套光栅尺、圆光栅，实现全闭环控制
 - 内置 50MB 大容量程序存储空间
- 界面友好
 - 支持 3D 图形显示功能，能描绘毛坯、加工过程、加工后的形状、坐标变换、剖视图等
- 功能丰富
 - 具有斜轴功能
 - 支持主轴比例控制，实现多边形切削、主轴速度/相位同步
 - 支持并行控制器，方便使用 NC 代码快速实现简易多通道控制
 - 提供断点管理，断电管理功能
 - 支持程序模拟功能，快速验证刀路及程序语法正确性
 - 支持 KND 拼音输入法，提高程序可读性
 - 具有 NC 控制多主轴功能，降低 PLC 编写主轴功能的难度
 - 支持多种图形诊断方式，方便以图形化方式进行机床调试
 - 支持开放式 PLC，满足二次开发需求，可显示和监控梯形图程序
 - 具有 PLC 轴功能，可用来控制刀库、刀架旋转、交换工作台、分度工作台和其他外围装置
 - 支持 PLC 在线编辑，简化梯形图编辑流程
 - 支持参数可自行定义分类，或进行收藏，使用更便捷
 - 伺服参数备份及恢复
 - 可直接导入雷尼绍螺补数据
 - 提供历史记录功能，方便追溯机床异常
- 磨床功能
 - 包括外圆磨功能、内圆磨功能、直切功能、斜切功能
 - 内圆磨功能
 - 循环方式：磨削、长修、返新砂轮位具有斜轴功能
 - 磨削对象：可以选择使用量仪、内孔磨削、端面磨削
 - 内孔磨削方式：断续、连续
 - 长期修整对象：可选择砂轮端面、砂轮外圆
 - 振动磨削循环（G75）
 - 外圆磨功能
 - 直切功能
 - 斜切功能
 - 具体描述请参见操作手册-磨床功能
- 信息安全

- 支持电子盘功能
- 支持数据打包备份及恢复功能

1.2 CNC 机床的一般操作

用 CNC 机床加工零件时，首先要编制程序，然后用该程序控制 CNC 机床。

- 1 根据加工图纸编制零件加工程序。编程手册详细地介绍了编程方法。
- 2 CNC 读入程序后，把零件和刀具装在机床上，刀具按着程序运动，加工实际零件。操作手册详细介绍了如何操作。



- 3 连接调试手册详细介绍了系统外形尺寸，信号说明及日常维护等信息。

1.3 阅读说明书注意事项

- 1 数控机床的功能不仅由数控系统决定，还与机床结构、配电柜、驱动系统等因素有关。

选择机能1	...	选择机能N	接口
CNC基本功能			

由此图可知，CNC 系统一般由基本功能、选择机能、接口部分组成。不同的机床可能选择不同的接口设计和选择机能，所以机床操作人员需要参阅机床厂家发行的说明书。

- 2 本手册介绍了数控系统与连接调试相关的说明。机床设计人员除了需要阅读本说明书外，还要结合编程操作手册相关内容，才能全面了解系统的功能。在此基础上才能使机床达到最佳性能。由于功能不同，订购的费用也不一样，详细情况请参照 KND 公司订货清单。

- 3 本手册以下列软硬件版本为基础阐述：

主板版本号：0051I-0100-W01Z-0101

后置接口板板号：0051I-0100-W01Z-0202

系统软件版本：K1000GF_i_A01_V5.1.00c_20200306

PLC 版本：KTC_STD_3.0_20200325

- 4 若需要编制 PLC 程序，请参考《KND PLC 用户手册》进行 PLC 二次开发。

- 5 若需要编写宏 B 程序，请在官网下载《宏 B 编程手册》。

- 6 磨床诊断信息、PLC 参数以及变量表请参考连接调试篇的附录 4

★ 重要提示

本系统提供电子盘功能。机床调试完毕后，请将系统当前数据备份在电子盘中。当机床运行过程中发生数据丢失、数据紊乱或不能工作等情况时，恢复电子盘操作可使系统快速恢复到备份前的状态。具体操作方法请参见《操作手册》。

II 编程篇

1 概述

1.1 插补功能

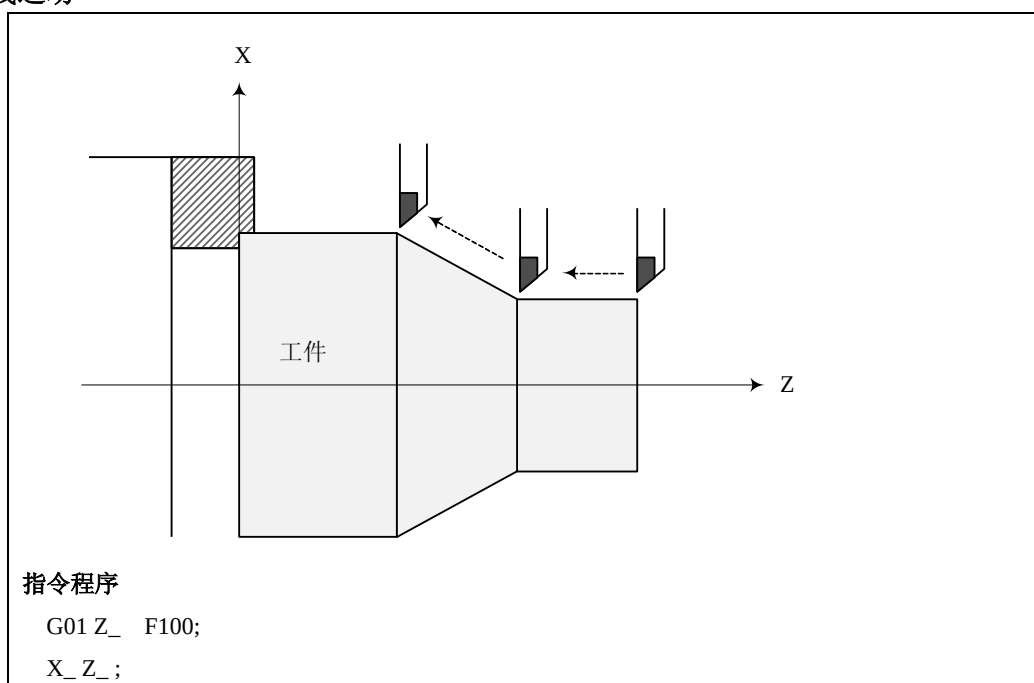
刀具沿着构成工件的直线和圆弧运动。(参见 II-4)

注

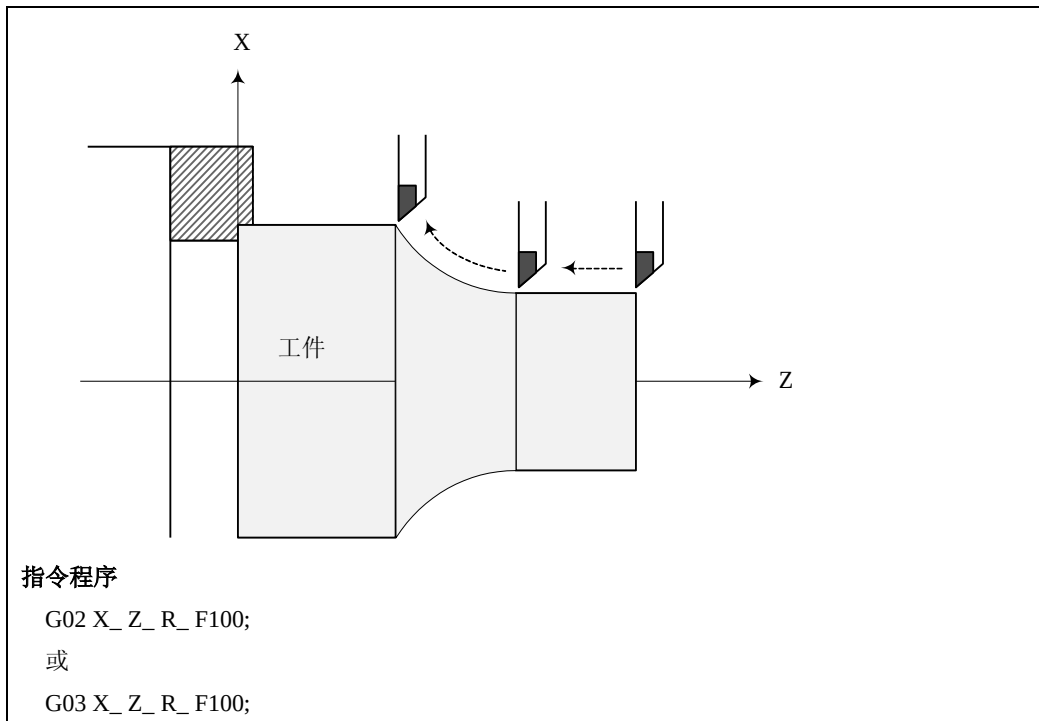
在实际机床中，有可能刀具不动，而工作台运动。本手册假定刀具相对工件运动来进行说明。

解释

- 刀具沿着直线运动



- 刀具沿着圆弧运动



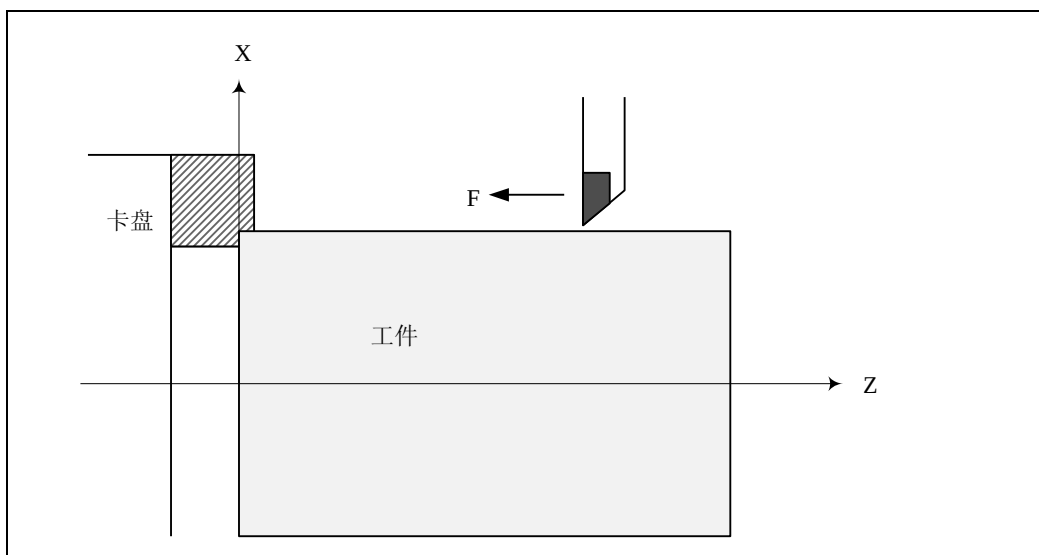
把刀具沿着直线、圆弧运动的功能称为插补功能。

编程指令 G01、G02、G03 等称为准备功能，用于指示数控装置进行何种插补。

1.2 进给功能

为了切削零件，用指定的速度使刀具运动称为进给。（参见 II-5）

解释



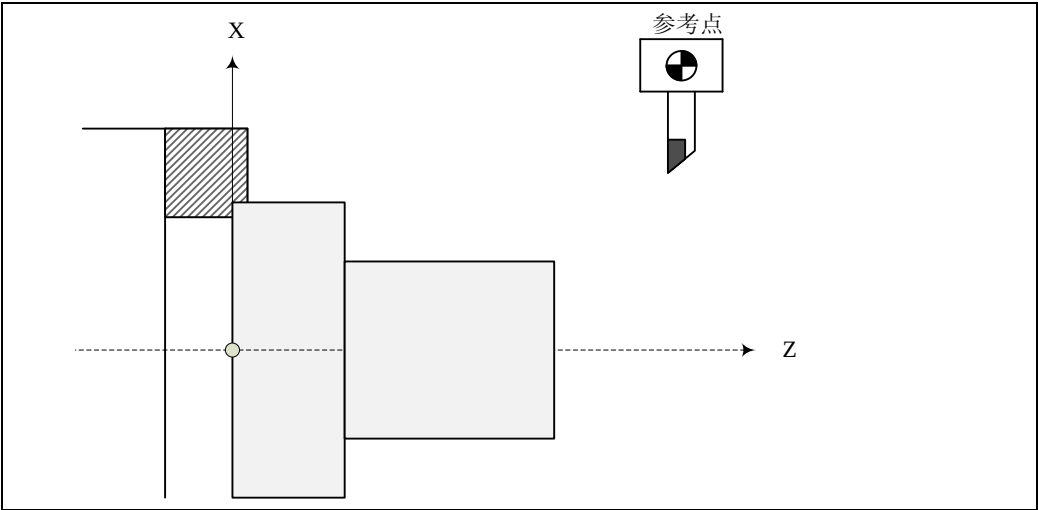
进给速度可用数值指令。例如，让刀具以 150mm/min 进给时，程序指令为：F150.0。

决定进给速度的功能称为进给功能。

1.3 加工图纸和刀具的运动

1.3.1 参考点（特定的机械点）

在 CNC 机床上，设计有特定的机械装置，通常在这个位置换刀和进行后面将要讲述的坐标系设定，这个位置称为参考点。



解释

要使刀具移动到参考点，有下面两种方式：

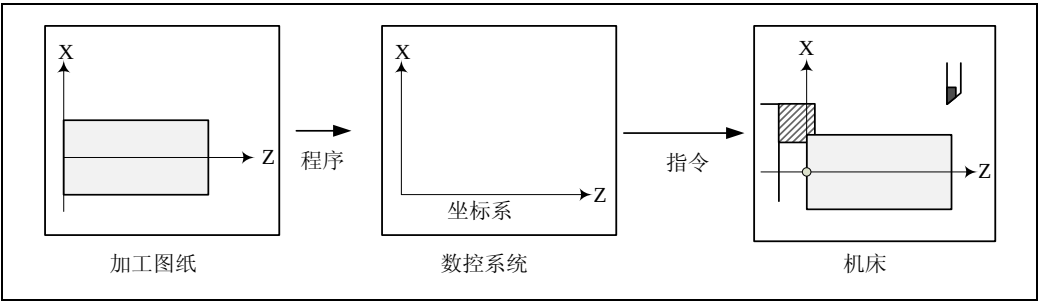
1 手动返回参考点（参见操作手册）

通过手动方式按照操作返回参考点。

2 自动返回参考点（参见 II-6）

通常，接通电源后，首先手动返回参考点。之后，为了更换刀具而将刀具移动到参考点时，使用自动返回参考点。

1.3.2 加工图纸上的坐标系和 CNC 指令的坐标系



解释

• 坐标系

坐标系根据设定的地方不同，有下面两种（参见 II-7）：

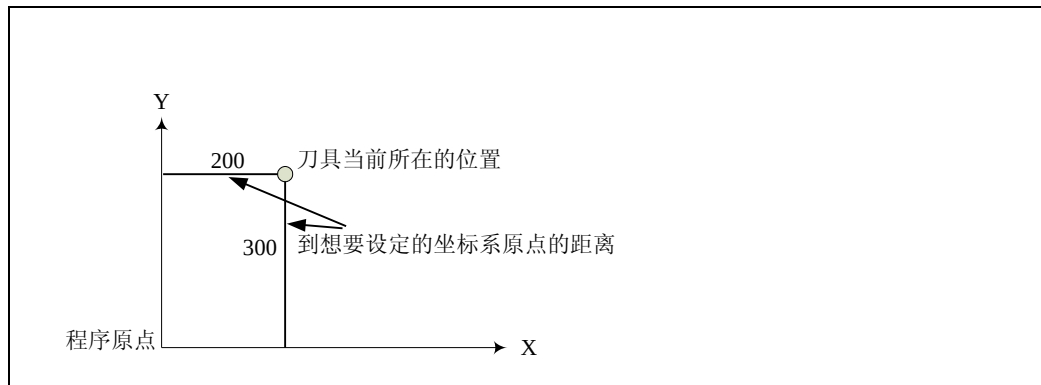
1 加工图纸上的坐标系

这个坐标系画在加工图纸上，程序中的数据使用这个坐标系的坐标值。

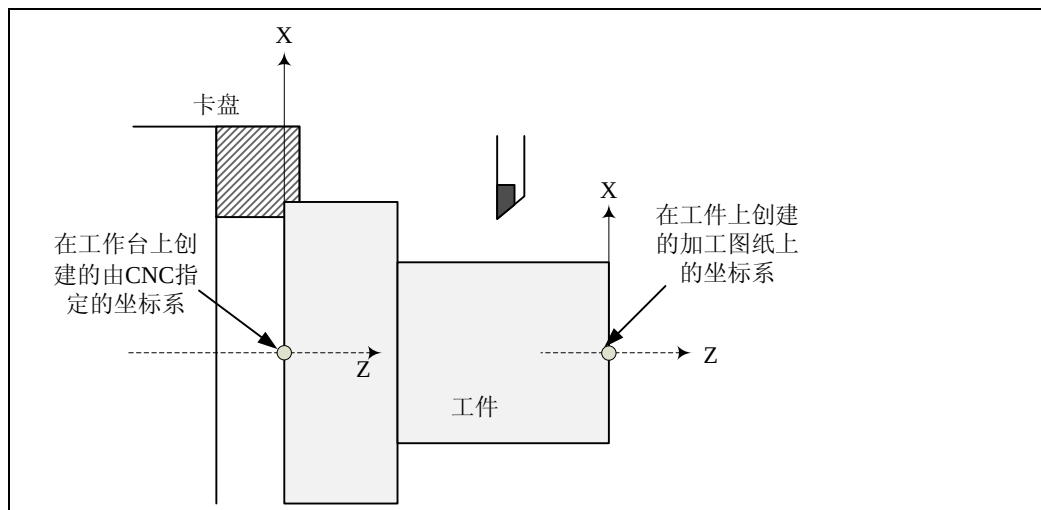
2 CNC 指令的坐标系

这个坐标系实际设定在机床工作台上。根据程序，指令从现在的刀具位置到要设定的坐标系原点的

距离，这样就设定了工作台上的坐标系。



工件一装在工作台上，就产生了这两个坐标系的相对关系。

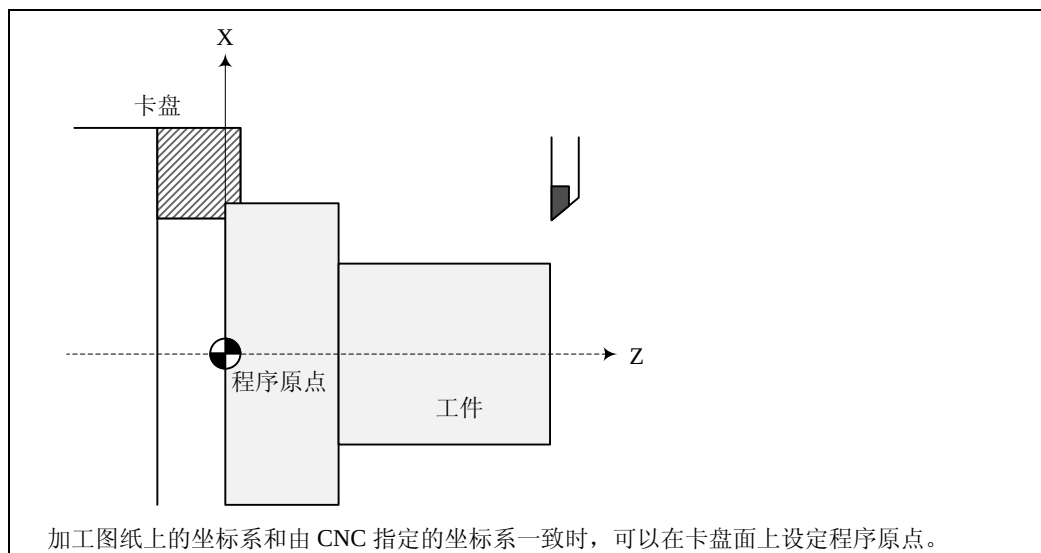


刀具在 CNC 指令的坐标系上，按照加工图纸上坐标系的指令程序把工件切削成图纸上的形状，因此，要把零件正确地加工出图纸所示的形状，必须把这两个坐标系确定在同一位置上。

• 将两个坐标系设定在相同位置的方法

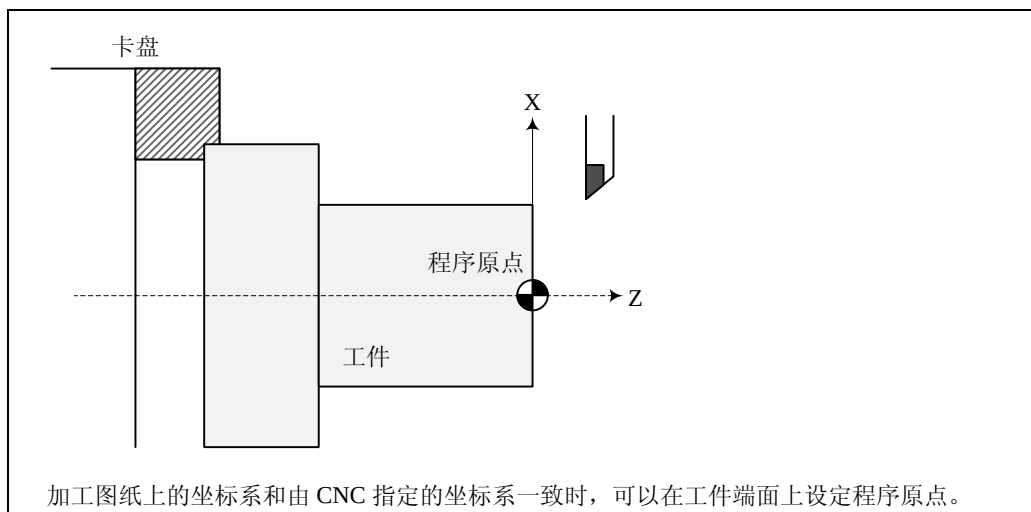
对于如何确定这两个坐标系在同一位置，可根据零件的形状、加工数量等采用不同的方法。

1 把坐标系原点设在卡盘面上



加工图纸上的坐标系和由 CNC 指定的坐标系一致时，可以在卡盘面上设定程序原点。

2 把坐标系原点设在零件端面上



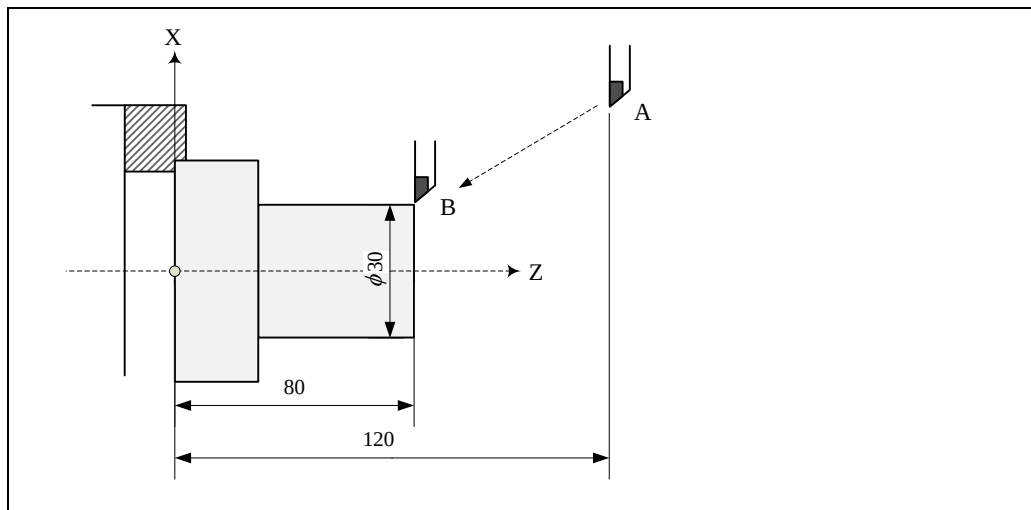
1.3.3 刀具运动指令尺寸的表示方法（绝对值和增量值指令）

刀具运动指令的坐标值有绝对值和增量值两种。（参见《编程篇》绝对指令和增量指令（G90，G91）章节）

解释

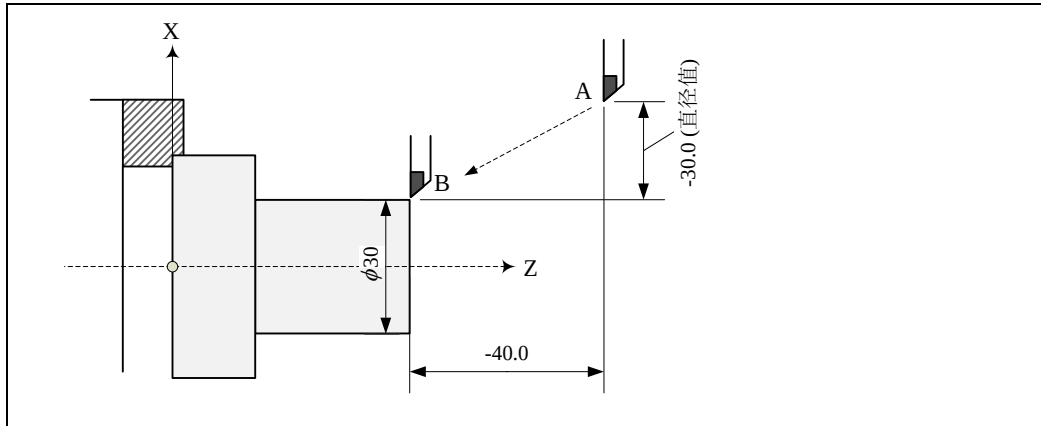
- 绝对指令

指定“自坐标系原点的距离”，即以坐标值指定刀具的移动位置。



- 增量指令

指定刀具由上一位置到下一位置的距离。

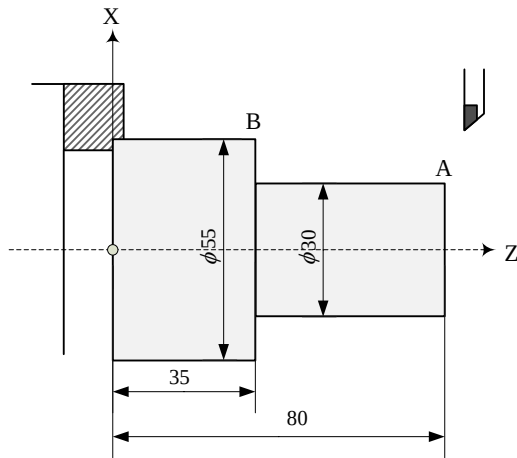


- 直径指定和半径指定

指令 X 轴尺寸时，可以用直径值或半径值。

直径指定

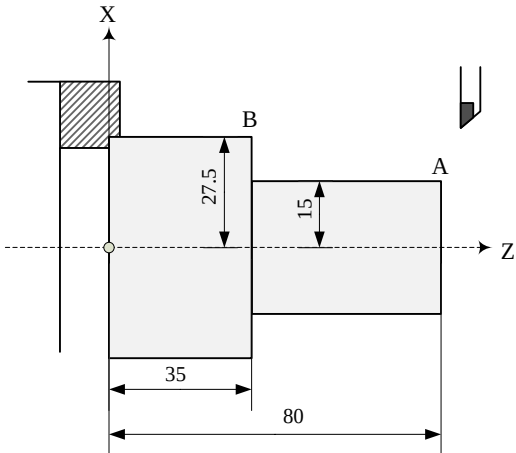
直径指定时，X 轴的值就是图纸上给出的直径值。



A、B 点的坐标值分别为：A (30.0, 80.0)、B (55.0, 35.0)。

半径指定

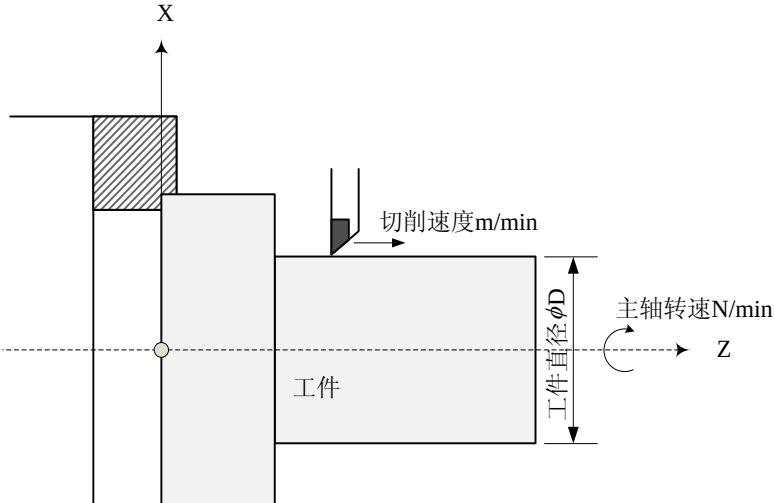
半径指定时，X 轴的坐标值是离开零件中心的距离，即指令半径值。



A、B 点的坐标值分别为：A（15.0、80.0）、B（27.5、35.0）。

1.4 主轴功能

把切削工件时刀具相对工件的速度称为切削速度。CNC 可以用主轴转速 RPM 来指令这个切削速度。



工件直径为 100 毫米，切削速度用 80 米/分加工时，根据主轴转速 $N=1000V/\pi D$ 的关系，主轴转速约 250RPM，指令为：S250

把有关主轴转速的指令称为主轴功能。（参见 II-10）

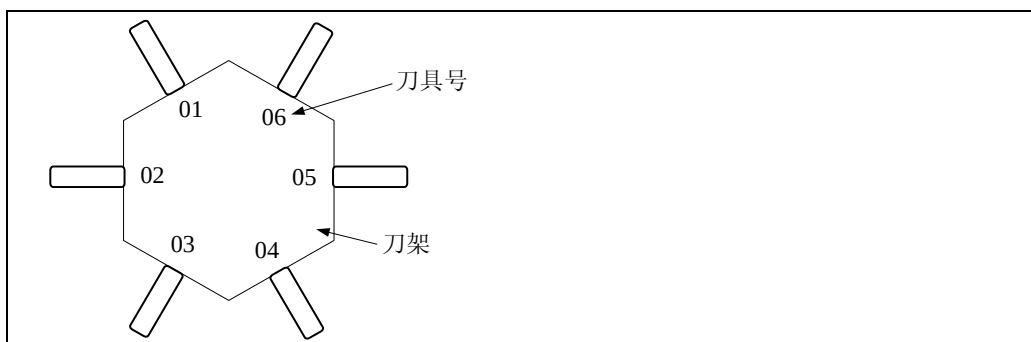
当选择了恒线速度控制功能时，指定切削速度 V（米/分），即使在工件直径不断变化的锥面切削中，主轴速度不断改变，从而保持切削线速度不变。（参见 II-10.1.3）

1.5 刀具功能

根据各种加工选择各自所需的刀具。

给每个刀具赋予一个编号，通过程序指定该编号，即可选择相应的刀具。

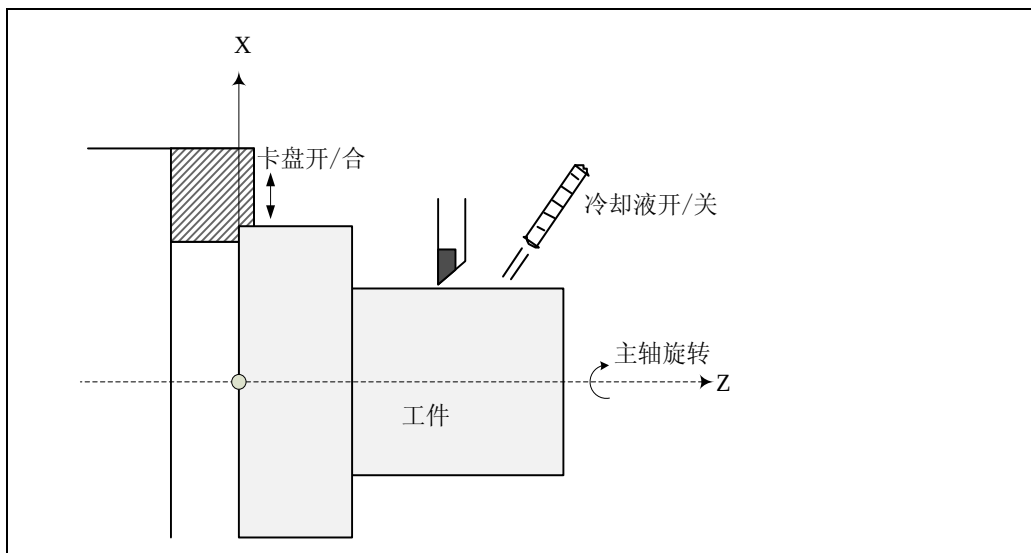
举例



某粗车用刀具号为 01 号，在刀库 01 号的位置上，通过指令：T0101 就可以选择该刀具。
把这个功能称为刀具功能。

1.6 辅助功能

刀具开始加工工件时，要使主轴回转，供给冷却液，关闭卡盘，为此必须控制机床主轴电机和冷却油泵的开/关、卡盘的开合。



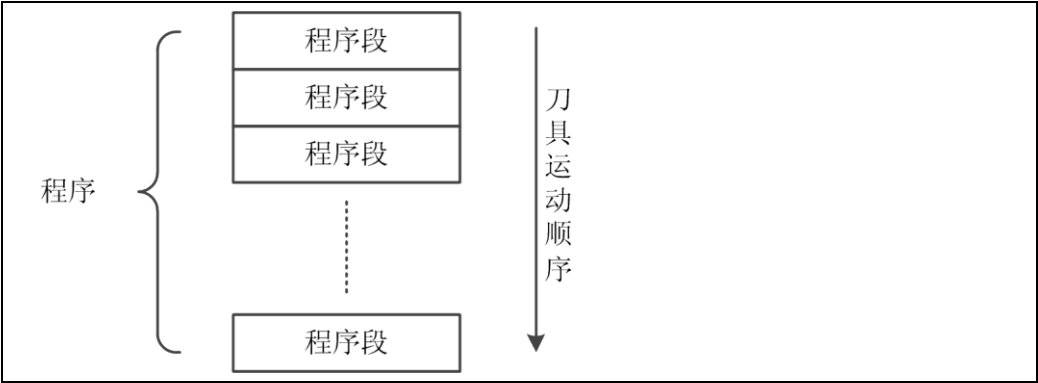
指定机床各种设备开/关操作的功能称为辅助功能，通常用 M 代码指定。（参见 II-12）
例如，M03 表示机床主轴正转。

1.7 程序的构成

为操作机床而给 CNC 发出的一组指令，称为程序。

在发出指令后，使刀具沿直线或圆弧移动，或使主轴电机开始或停止旋转。

在程序中，是按刀具的实际移动顺序发出指令的。



每一顺序的指令组，称为程序段。
对一个加工系列，整个程序由多个程序段组成。
识别各个程序段的号码称为顺序号，而识别各个程序的号码称为程序号。（参见 II-13）

解释

• 程序段

```
N**** G** X**.* Y**.* M** S**** T**** ;  
N: 顺序号  
G: 准备功能  
X、Y: 运动尺寸  
M: 辅助功能  
S: 主轴功能  
T: 刀具功能  
分号 (;): 程序段结束
```

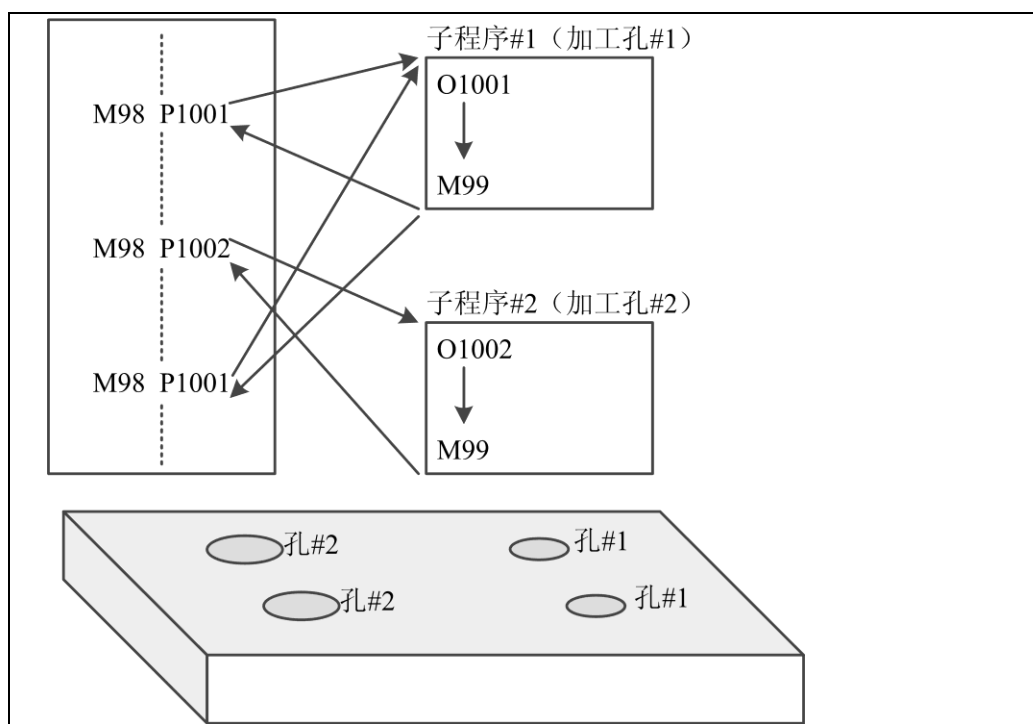
一个程序段的开头是表示 CNC 运动顺序的顺序号，末尾是表示这个程序段结束的分号 (;)。

• 程序

通常在程序的开头是程序号，以地址符 O 开头。在程序的结尾是 M30 或 M99，表示程序结束。

• 主程序和子程序

编写加工程序时，如果要在工件的不同地方加工同样的图形，则往往先把这部分图形的程序单独编写出来，把它称为子程序。相对于子程序来说，程序的本体就称为主程序。在执行主程序时，如果有调用子程序的指令，则执行子程序。子程序执行完后，再返回执行主程序的指令。

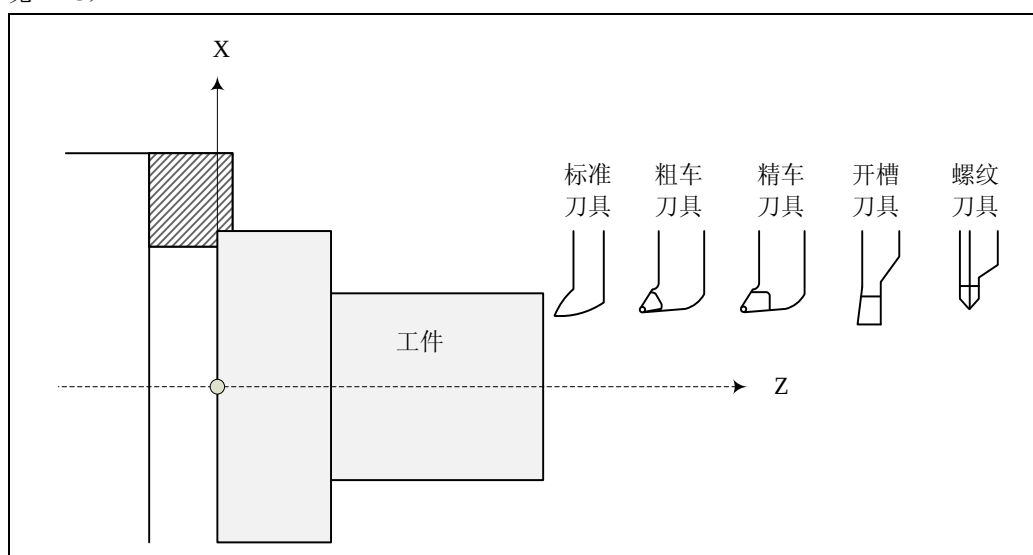


1.8 刀具补偿功能

解释

• 刀具长度补偿功能

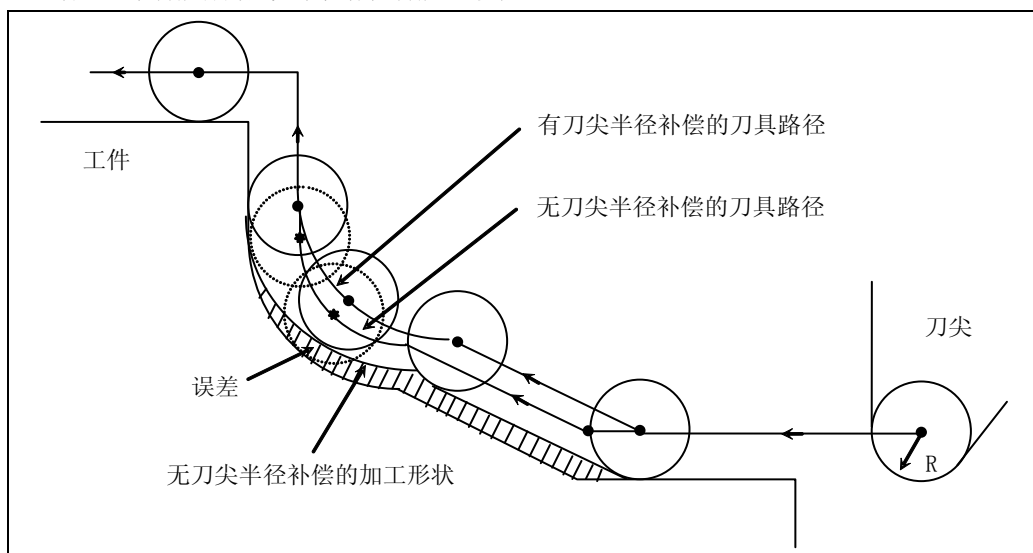
通常加工一个工件时，要使用多把刀具。各刀具有不同的形状，按照这些刀具来改变程序，非常麻烦。为此，事先测量出各刀具的刀尖位置，然后把它们与标准刀具刀尖位置的差设定给系统（参见操作手册），这样，即使换刀，程序也不需要变更就可以加工了。这个功能称为刀具长度补偿。（参见 II-15）



• 刀尖半径补偿功能

由于实际刀尖都是圆形的，并不是假想刀尖那样的理想尖角，因此只用刀具长度补偿功能进行圆弧切削和锥度切削时，很难达到精度上的要求。事先把刀尖半径存在系统中，刀具就能沿着正确的轨

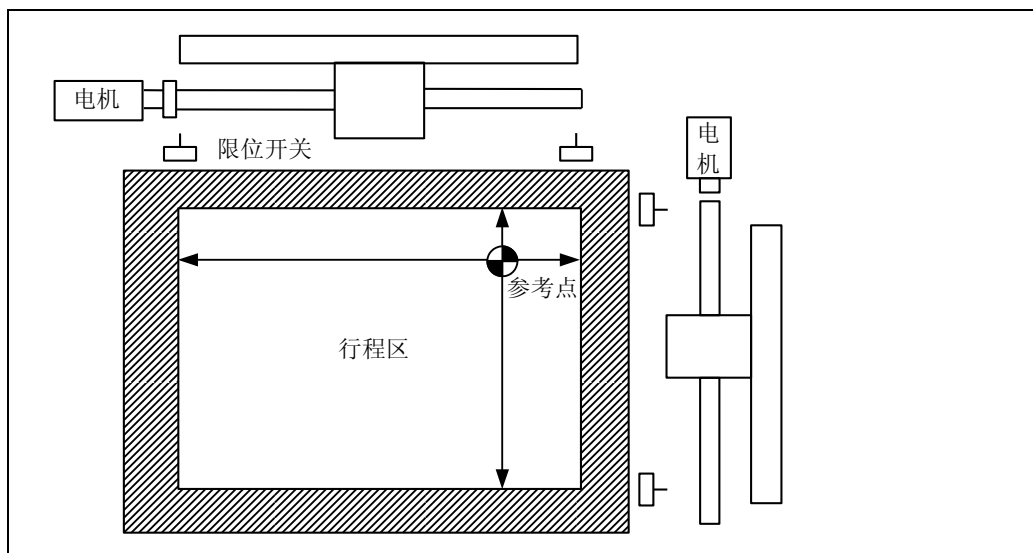
迹运动。这个功能称为刀尖半径补偿功能。（参见 II-15）



1.9 行程

机床上每个轴的端点都装有限制开关，以防止刀具移动超出端点。

刀具可以移动的范围称为行程。



2 准备功能（G 功能）

准备功能由 G 代码（G 地址及其后数值）表示，规定其所在的程序段的意义。

格式

格式 1: Gxxxx

4 位数 G 代码

格式 2: Gab.c

2 位数带 1 位小数 G 代码，等价于 Gcab。如：G03.2 可写为 G203。

注

- 1 自定义 G 代码范围为 G0~G9999，但是 G999 以后 G 代码无法用格式 2 表示。
- 2 G 代码中开头的零可以省略。如：G03 可写为 G3，G03.2 可写为 G3.2，G0100 可写为 G100 等。但 G00 最多略写为 G0。

类型

类型 1: 非模态 G 代码

只在被指令的程序段有效

类型 2: 模态 G 代码

在同组其它 G 代码指令前一直有效

例

G00 和 G01 为同组模态 G 代码。加工程序如下：

G00 X__； （G00 有效）

Z__； （G00 有效）

G01 X__； （G01 有效）

Z__； （G01 有效）

G 代码列表

参数 GSP (P1.6)	G 代码体系
0	G 代码体系 A
1	G 代码体系 B

A 体系	B 体系	组别	功能
G04	G04	00	暂停，准停
G104(G04.1)	G104(G04.1)		通道等待命令
G204(G04.2)	G204(G04.2)		等待 PEXC 通道结束命令
G10	G10		可编程数据输入
G27	G27		返回参考点检查
G28	G28		返回参考点

A 体系	B 体系	组别	功能
G29	G29		从参考点返回
G30	G30		返回第 2 第 3 参考点
G31	G31		跳跃机能
G36	G36		各轴自动刀偏设定
G37	G37		各轴自动刀偏设定
G50	G92		工件坐标系设定/主轴最高转速钳制
G52	G52		局部坐标系设定
G53	G53		机床坐标系定位
G153(G53.1)	G153(G53.1)		机床坐标系定位（快速移动）
G65	G65		宏程序调用命令
G71	G71		纵向走刀磨削循环指令
G72	G72		纵向走刀直接固定尺寸磨削循环指令
G73	G73		振荡磨削循环指令
G74	G74		振荡直接固定磨削循环指令
G75	G75		振荡磨削循环
G910(G10.9)	G910(G10.9)		直径半径可编程切换
G954(G54.9)	G954(G54.9)		笛卡儿坐标系坐标轴设定
G05	G05		高速高精控制指令
G251(G51.2)	G251(G51.2)		停止 SPRC 控制器
G250(G50.2)	G250(G50.2)		停止 SPRC 控制器
G307(G07.3)	G307(G07.3)		主插补轴命令
G65.1	G65.1		指令数据输出
★G00	★G00	01	定位（快速移动）
G01	G01		直线插补（切削进给）
G02	G02		圆弧插补 CW（顺时针）
G03	G03		圆弧插补 CCW（逆时针）
G17	G17	02	XY 平面选择
★G18	★G18		ZX 平面选择
G19	G19		YZ 平面选择
—	★G90	03	绝对值编程
—	G91		增量值编程
★G54	★G54	05	工件坐标系 1
G55	G55		工件坐标系 2
G56	G56		工件坐标系 3
G57	G57		工件坐标系 4
G58	G58		工件坐标系 5
G59	G59		工件坐标系 6
G20	G20	06	英制数据输入
G21	G21		公制数据输入
★G40	★G40	07	刀尖半径补偿取消

A 体系	B 体系	组别	功能
G41	G41		刀尖半径补偿（左）
G42	G42		刀尖半径补偿（右）
★G98	★G94	10	每分进给
G99	G95		每转进给
G96	G96	14	恒线速 ON
★G97	★G97		恒线速 OFF

注

1 带★记号的 G 代码为系统默认 G 代码，系统启动时，同组模态 G 代码处于默认状态。

2 未处于上电默认状态的 G 代码采用青色显示。

3 01 组 G 代码 G00、G01 需要通过参数“G01”（P2500.7）来选择哪个作为默认 G 代码。参数“RSTG01”有效时，在非录入方式下进行“复位”操作，可恢复为“G01”参数设置的默认 G 代码。

4 10 组 G 代码 A 体系 G98、G99，B 体系 G94、G95 需要通过参数“FPT”（P2500.1）来选择哪个作为默认 G 代码。参数“RSTFPT”有效时，在非录入方式下进行“复位”操作，可恢复为“FPT”参数设置的默认 G 代码。

5 参数“RSTG40”有效时，非录入方式下进行“复位”操作，恢复“G40”指令模态，取消刀尖半径补偿。

6 06 组 G 代码中 G20、G21 的开机状态与系统关机前保持一致。

7 00 组的 G 代码是非模态 G 代码，只在当前程序段有效。

8 如果使用了 G 代码列表中未列出或未使能的 G 代码，则出现报警（PS1205）。

9 在同一个程序段中可以指令几个不同组的 G 代码。如果在同一个程序段中指令了多个同组 G 代码，则发出报警（PS1215）。

10 在固定循环（09 组 G 代码）中，如果指令了 01 组的 G 代码，固定循环则自动被取消，变成 G80 状态。但 01 组的 G 代码不受固定循环 G 代码的影响。

11 G 代码体系 A 中绝对编程和增量编程方式不是由 G90 和 G91 区分，而是由地址符区分。

12 G 代码体系 A 没有比例缩放功能。

13 G65.1 为 PLC 轴功能，详细说明参见调试篇\PLC 轴\指令数据输出（G65.1/G165）

• 相关参数

2500

G01						FPT	
-----	--	--	--	--	--	-----	--

[数据类型] 位型

7

G01

加电时为 G00/G01

0: G00

1: G01

1

FPT

上电时为每分进给或每转进给

0: 每分进给

1: 每转进给

2502

					RSTFPT	RSTG40	RSTG01
--	--	--	--	--	--------	--------	--------

[数据类型] 位型

2

RSTFPT

复位恢复为 FPT 参数设置（录入方式参数无效）

0: 不恢复

- 1: 恢复
- 1 RSTG40 复位恢复为 G40（录入方式参数无效）
 - 0: 不恢复
 - 1: 恢复
- 0 RSTG01 复位恢复为 G01 参数设置（录入方式参数无效）
 - 0: 不恢复
 - 1: 恢复

3 控制轴

3.1 轴名称

赋给机床移动轴的名称，叫做轴名称。

轴名称可通过参数“自定义轴地址字符”（P0420）设定。可供选择的轴名称如下：

A、B、C、U、V、W、X、Y、Z、H 或与 A、B、C、D、E、F、G、H、R 或数字 1~9 的双字符组合

3.2 轴类型

控制轴的类型包括：直线轴、A 类旋转轴、B 类旋转轴、C 类旋转轴和 D 类旋转轴。可通过参数“轴类型”（P0412）进行选择。

解释

• A 类旋转轴

绝对坐标不受任何限制，机床坐标被限制在 0~360 度之间。

	顺序号	实际移动量	终点绝对坐标值	终点机床坐标值
N1 G90 C0;				
N2 G90 C200.0;	N2	200.0	200.0	200.0
N3 G90 C540.0;	N3	340.0	540.0	180.0
N4 G91 C720.0;	N4	720.0	1260.0	180.0

• B 类旋转轴

绝对坐标和机床坐标被限制在 0~360 度之间。对于自动运行，所有程序段的起点都被限制在 0~360 度之间，但是本段可以指令超过 360 度的运动。

	顺序号	实际移动量	终点绝对坐标值	终点机床坐标值
G90 C0;				
N1 G90 C-150.0;	N1	-150.0	210.0	210.0
N2 G90 C540.0;	N2	330.0	180.0	180.0
N3 G90 C-620.0;	N3	-800.0	100.0	100.0
N4 G91 C380.0;	N4	380.0	120.0	120.0
N5 G91 C-840.0;	N5	-840.0	0	0

• C 类旋转轴

绝对坐标和机床坐标被限制在 0~360 度之间，并在绝对编程时执行最短路径。增量指定时，移动量就是指令值；绝对指定时执行最短路径，移动量限定在-180 度~+180 度之间（包括-180 度和+180 度）。

	顺序号	实际移动量	终点绝对坐标值	终点机床坐标值
G90 C0;				
N1 G90 C-150.0;	N1	-150.0	210.0	210.0
N2 G90 C540.0;	N2	-30.0	180.0	180.0
N3 G90 C-620.0;	N3	-80.0	100.0	100.0
N4 G91 C380.0;	N4	380.0	120.0	120.0
N5 G91 C-840.0;	N5	-840.0	0	0

• D 类旋转轴

绝对坐标和机床坐标被限制在-180~180 度之间，并在绝对编程时执行最短路径。增量指定时，移动量就是指令值；绝对指定时执行最短路径，移动量限定在-180 度~+180 度之间（包括-180 度和+180 度）。

	顺序号	实际移动量	终点绝对坐标值	终点机床坐标值
G90 C0;				
N1 G90 C-150.0;	N1	-150.0	-150.0	-150.0
N2 G90 C540.0;	N2	-30.0	-180.0	-180.0
N3 G90 C-620.0;	N3	-80.0	100.0	100.0
N4 G91 C380.0;	N4	380.0	120.0	120.0
N5 G91 C-840.0;	N5	-840.0	0	0

注
1 使用 B/C/D 类旋转轴时，应特别注意，以防止发生干涉、碰撞。
2 使用 C/D 类旋转轴时，如果进行圆弧插补，那么最好用相对量指定圆弧终点坐标。
3 使用 C/D 类旋转轴时，如果设置了软限位，那么绝对指定时不执行最短路径。

3.2.1 直线轴和旋转轴的合成运动

在一些加工中需要用到直线轴与旋转轴的合成插补运动，因单位差异（旋转轴单位“度”）可能导致合成速度中直线轴分速度与旋转轴分速度不匹配的情况。为解决这个问题，本系统提供“旋转轴速度单位缩放功能”，用于速度的统一匹配，由参数“RAUM”(P0400.6)和“旋转轴减速比”(P0416)控制。

注
1 当 RAUM=0，或 RAUM=1 且 P0416-n(n 为轴号)=0 时，速度单位为“0.1 转/分”，加速度单位为“(100 转/分)/秒”
2 当 RAUM=1 且 P0416-n(n 为轴号)不为 0 时， (1) 速度单位为： $\frac{0.1}{P0416-n} \text{ 转/分} = \frac{36}{P0416-n} \text{ 度/分}$ (2) 加速度单位为： $\left(\frac{100}{P0416-n} \text{ 转/分}\right)/\text{秒} = \left(\frac{36000}{P0416-n} \text{ 度/分}\right)/\text{秒}$
3 设置参数“RPSS”(P0405.7)为 1，可使 S 指令及反馈转速为电机转速，而非旋转轴转速。
4 总线轴可以不使用旋转轴速度、加速度单位缩放机能，系统已自动根据 P1130-n/P1131-n 将单位转化为电机单位。该机能一般用于非总线系统或总线系统脉冲轴使用。
5 减速比除通过 P416 参数设置外，还可通过更改对应轴的 G 接口共同作用，对应说明请参考附录篇\诊断信息及 PLC 参数\诊断数据\PLC 到 NC 信号（G 区）中的 G1500~G1560 接口说明。

解释

下面以有旋转轴速度、加速度单位缩放机能的情况描述插补计算的过程。

• 名义移动量

直线轴名义移动量=直线轴实际移动量

$$\text{旋转轴名义移动量} = \text{旋转轴实际移动量} \times \frac{P416}{36}$$

注

- 1 当 P416 设置为减速比时，旋转轴名义移动量为以 0.1 度为单位的电机移动量。
- 2 对于无旋转轴速度、加速度单位缩小机能的总线轴
旋转轴名义移动量= 电机实际移动量/ 36，即：以 0.1 度为单位的电机移动量。

• 名义长度

$$\text{名义长度} = \sqrt{\sum \text{名义长度}^2} = \sqrt{\sum \text{直线轴名义移动量}^2 + \sum \text{旋转轴名义移动量}^2}$$

直线插补时的速度和加速度

$$\text{直线轴分速度} = \frac{\text{直线轴移动量}}{\text{名义长度}} \times \text{本段速度（单位：mm/min 或 inch/min）}$$

$$\text{旋转轴分速度} = \frac{\text{旋转轴移动量}}{\text{名义长度}} \times \text{本段速度（单位：度/分）}$$

$$\text{直线轴分加/减速度} = \frac{\text{直线轴移动量}}{\text{名义长度}} \times \text{本段加/减速度（单位：mm/min/s）}$$

$$\text{旋转轴分加/减速度} = \frac{\text{旋转轴移动量}}{\text{名义长度}} \times \text{本段加/减速度（单位：度/分/秒）}$$

注

- 1 该机能对定位运动、直线运动、圆弧等的附加直线运动、以及 PLC 轴控制中的直线插补运动都有效。
- 2 该机能不影响旋转轴小数位数，也不影响插补分辨率。

• 举例

加工程序

G01 W50. H50. F57.198 ; W 为直线轴 Z 的相对地址, H 为旋转轴 C 的相对地址。

分速度计算

设 RAUM=0, P1130-4=20, P1131-4=1(注：减速比 1: 20)

Z 轴名义移动量=50.0

C 轴名义移动量=C 轴电机移动量/36=50.0*20/36=27.778(20 为减速比)

$$\text{名义长度} = \sqrt{50.0^2 + 27.778^2} = 57.198$$

Z 轴分速度=50.0/57.198*57.198=50.000[mm/min]

C 轴分速度=50.0/57.198*57.198=50.000[度/min]

3.3 单位

系统涉及到的单位包括最小输入单位、最小输出单位、最小移动单位和最小插补单位。

1 最小输入单位

也称最小设定单位或最小编程单位，指的是编程时移动量的最小单位，或绝对坐标的最小单位。以毫米、英寸或度表示。

2 最小输出单位

也称最小机床单位，指的是机床坐标的最小单位。以毫米、英寸或度表示。

3 最小移动单位

发送给驱动器的指令的最小单位（系统电子齿轮比 1:1 时，表示 1 个脉冲代表的长度或角度）。

以毫米、英寸或度表示。

4 最小插补单位

为最小移动单位的千分之一（当最小编程单位为微米时实现纳米级插补，当最小编程单位为纳米时，实现皮米级插补）。系统电子齿轮实际分频系数为参数设定分频系数的 1000 倍。

解释

• 直线轴的最小单位

直线轴的最小输入单位包括公制和英制两种，由 G 代码（G20/G21）选择或通过设置页面选择。而最小输出单位和最小移动单位的公英制选择由参数 SCW（P400.3）控制。

直线轴小数位数由参数“直线轴小数位数”（P0042）设定。参数设置可参照下表。

P0042	最小输入单位	最小输出单位	最小移动单位	最小插补单位
1	0.1mm	0.1mm	0.05mm	0.00005mm
	0.01inch	0.01inch	0.005inch	0.000005inch
2	0.01mm	0.01mm	0.005mm	0.000005mm
	0.001inch	0.001inch	0.0005inch	0.0000005inch
3	0.001mm	0.001mm	0.0005mm	0.0000005mm
	0.0001inch	0.0001inch	0.00005inch	0.00000005inch
4	0.0001mm	0.0001mm	0.00005mm	0.00000005mm
	0.00001inch	0.00001inch	0.000005inch	0.000000005inch

• 旋转轴的最小单位

旋转轴的单位没有公英制之分，默认情况下单位是度（deg）。

旋转轴小数位数由参数“旋转轴小数位数”（P0045）设定。参数设置可参照下表：

P0045	最小输入单位	最小输出单位	最小移动单位	最小插补单位
1	0.1deg	0.1deg	0.05deg	0.00005deg
2	0.01deg	0.01deg	0.005deg	0.000005deg
3	0.001deg	0.001deg	0.0005deg	0.0000005deg
4	0.0001deg	0.0001deg	0.00005deg	0.00000005deg

• 暂停最小单位

暂停最小单位为 0.001 秒，与直线轴或旋转轴的最小单位无关。详细设定单位请参见机床制造厂家的说明书。

注

- 1 公制下导程 F 的小数位数=公制直线轴小数位数+1；英制下导程 F 的小数位数=英制直线轴小数位数+2。公制下导程变化量 K 的小数位数=公制直线轴小数位数+1；英制下导程变化量 K 的小数位数=英制直线轴小数位数+2。
- 2 本版本最小移动单位为最小输出单位的一半。而此前版本除了车床 X 轴直径编程时最小移动单位为最小输出单位的一半外，最小移动单位与最小输出单位相同。请注意电子齿轮比的设定。

3.4 最大行程

机床各控制的实际行程范围由“正向行程限位”（P0610）和“负向行程限位”（P0611）设定，参数值必须在最大行程范围之内。

解释

机床各控制轴的最大行程由“允许数据位数”和最小输出单位决定。如下表所示。

允许数据位数	最大行程
8	最小输出单位 $\times\pm 99999999$

注

- 1 允许数据位数参数由数控系统厂家设定。
- 2 不可指定超过最大行程的指令。
- 3 当正负向行程限位超过最大行程时，以最大行程进行限制。

4 插补功能

4.1 定位（G00）

用 G00 定位，刀具以快速移动速度移动到由 IP 指定的位置。

格式

G00 IP__ ;

IP: X、Z、U、W 等，表示任意轴的组。对绝对指令为刀具移动的终点坐标值，对增量指令为刀具的移动量。

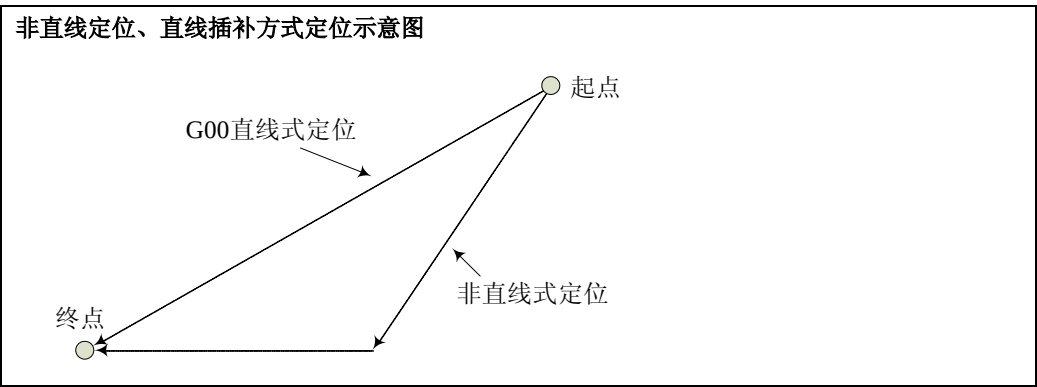
分号 “;”：表示程序段结束。

解释

G00 为 01 组代码，指定 G00 后，在指定同组 G 代码前一直有效。

G00 定位方式可由参数 “LRP”（P0004.1）选择：

- LRP=0: G00 使用非直线方式定位。各轴按照快速速度独立运动，直到到达定位点。平均加减速由参数 “轴快速运动平均加减速速度”（P6432）设定。
- LRP=1: G00 使用直线插补方式定位。刀具沿着直线移动到指定点，运行轨迹与 G01 相同。刀具在最短的时间定位，各轴定位速度不超过各自的 “快速速率”（P0711）。但要注意的是，此时仍然是各轴独立控制加减速，由参数 “快速加速曲线”（P6412）和 “快速减速曲线”（P6413）控制。G00 定位示意图如下：



限制

- 1 进行 “自动手轮” 功能控制时，如果使用非直线定位，那么手轮正转和反转影响 G00 定位路径；反转只能保证回到起点，但路径与正转路径不重合。直线插补定位则无此影响。
- 2 插补定位时，加速度由参数 “轴快速运动平均加速度”（P6432）给定，减速度由 “轴快速运动平均减速度”（P6433）给定。
- 3 同一个程序段，相同参数下，直线插补定位与非直线定位的执行时间相同。建议使用直线插补定位。
- 4 以下情况中的定位自动使用直线插补定位，与 LRP 的设定无关：G70~G75 循环，G90~G94，G36~G37，G178，钻孔循环，螺纹指令后的 G00 段，半径补偿插入的定位段。
- 5 其余情况的定位与 LRP 设定有关，主要包括：

- G00 指令（前一段不是螺纹指令）
- G27~G30 指令
- G53 指令

4.2 直线插补（G01）

G01 是以当前点为起点，用 IP 指定终点，以 F 值为指定速度，从当前点到终点做直线插补运动的切削指令。

格式

G01 IP__ F__ ;
IP: 对绝对指令为刀具移动的终点坐标值，对增量指令为刀具的移动量。
F: 刀具的进给速度。

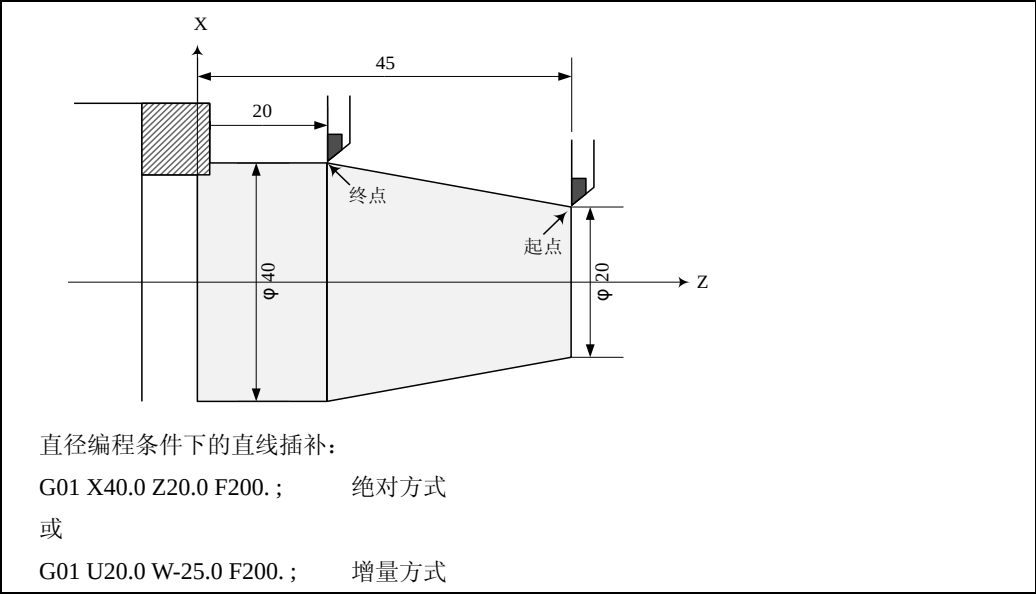
解释

F 指定的进给速度，在指定新值前总是有效，因此不需对每个程序段一一指定。
由 F 指定的速度是刀具沿着直线移动的合成速度。若没有在任何情况下指定过 F，则发出报警（PS0011）。
沿各轴方向的速度如下：

G01 Xα Zγ Ff ;
X 轴方向的速度： $F_X = \frac{\alpha}{L} \times f$
Z 轴方向的速度： $F_Z = \frac{\gamma}{L} \times f$
 $L = \sqrt{\alpha^2 + \gamma^2}$

举例

- 直线轴插补



4.3 圆弧插补（G02，G03）

在指定平面上，使刀具沿着圆弧进行切削运动。

格式

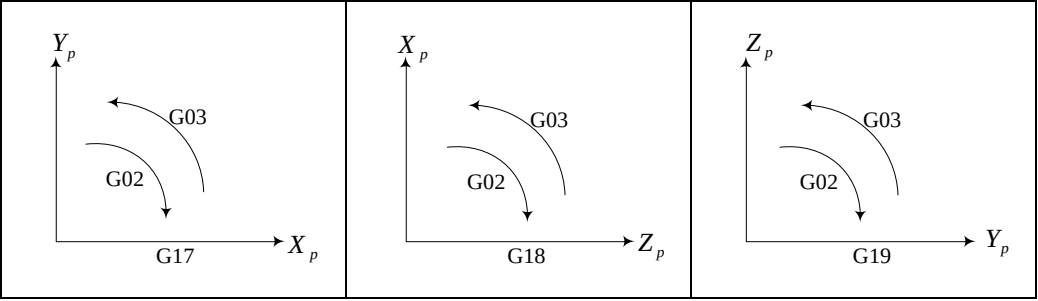
XY 平面的圆弧 G17 $\left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_p \text{--} Y_p \text{--} \left\{ \begin{matrix} R \text{--} \\ I \text{--} \end{matrix} \right\} NIP \text{--} F \text{--} ;$
ZX 平面的圆弧 G18 $\left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} Z_p \text{--} X_p \text{--} \left\{ \begin{matrix} R \text{--} \\ K \text{--} \end{matrix} \right\} NIP \text{--} P \text{--} F \text{--} ;$
YZ 平面的圆弧 G19 $\left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} Y_p \text{--} Z_p \text{--} \left\{ \begin{matrix} R \text{--} \\ J \text{--} \end{matrix} \right\} NIP \text{--} P \text{--} F \text{--} ;$

项目	指定内容	命令	描述
1	平面指定	G17	XY 平面圆弧指定
		G18	ZX 平面圆弧指定
		G19	YZ 平面圆弧指定
2	插补方向	G02	顺时针圆弧插补（CW）
		G03	逆时针圆弧插补（CCW）
3	终点位置或距离	Xp、Yp、Zp 中的两轴	绝对坐标系中的终点位置
		U、V、W 或 G91 下 Xp、Yp、Zp 中的两轴	从始点坐标到终点坐标的距离
4	圆心位置或半径	I、J、K 中的两轴	从始点坐标到圆心坐标的距离
		R	圆弧半径
5	进给速度	F	圆弧进给的切线速度

解释

• 圆弧插补的方向

所谓顺时针（G02）和逆时针（G03）是指在右手直角坐标系中，对于 ZpXp 平面（XpYp 平面、YpZp 平面）从 Yp 轴（Zp 轴、Xp 轴）的正方向往负方向看而言，如下图所示：

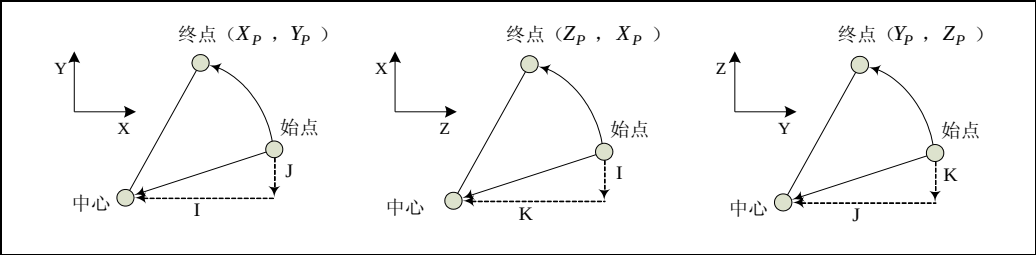


• 圆弧上的移动量

对于 G 代码体系 A，用地址 Xp、Yp 或 Zp 指定圆弧终点的绝对值，用地址 U、V 或 W 指定增量值；对于 G 代码体系 B，用地址 Xp、Yp 或 Zp 指定圆弧的终点，G90 指令下表示绝对值，G91 指令下表示增量值。增量值是从圆弧始点到终点的距离值。

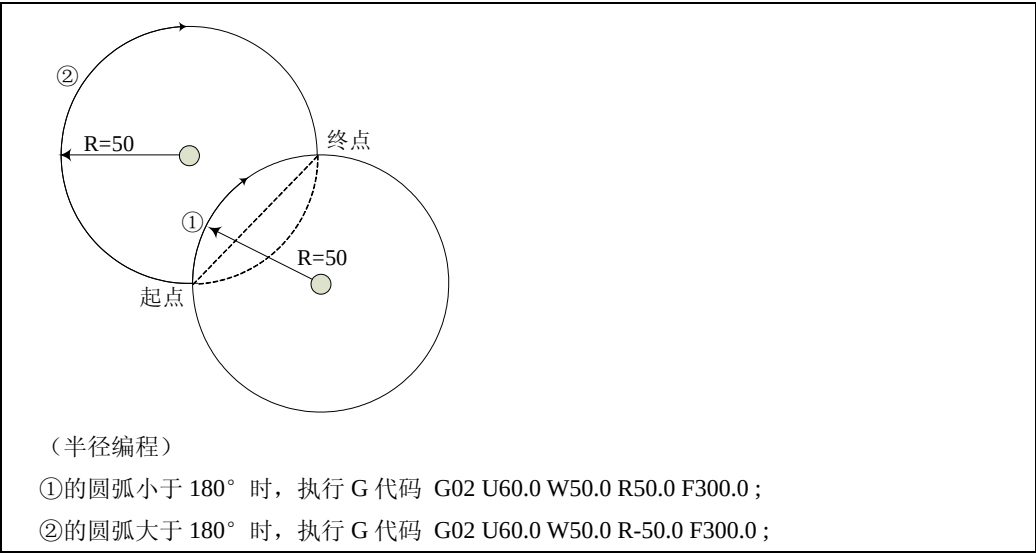
• 圆弧中心

圆弧中心用地址 I、J、K 指定，它们分别对应于 Xp、Yp、Zp。I、J、K 后面的数值是从圆弧始点到圆心的矢量分量，是含符号的增量值。如下图所示：



• 圆弧半径

圆弧 I/J/K/R 支持 15 位数据，3 位小数时最大值 999999999999.999



• 圆弧中心检查功能

2501	RIKALM							
------	--------	--	--	--	--	--	--	--

[数据类型] 位型

RIKALM

0: G02, G03 未指令圆心位置时不报警

1: G02, G03 未指令圆心位置时报警

注

当参数“RIKALM”设为1时，该功能有效。G02/G03未指令圆心或者圆心错误时发出PS329报警：“G02/G03未指令圆心位置或圆心位置指令错误”。

包括以下情况：

1 指令“R0”，立即报警

2 指令“I0 J0 K0”，立即报警

3 同时用R和IJK指令圆心时，立即报警

4 未指令R和IJK时，若当前段包括G02/G03，则立即报警；若当前是G02/G03模态，则指令轴运动时报警

2501		IJK0ALM					
------	--	---------	--	--	--	--	--

[数据类型] 位型

IJK0ALM

- 0：G02，G03编入平面外IJ或者K值为0时不报警
- 1：G02，G03编入平面外IJ或者K值为0时报警

注

1 当参数“IJK0ALM”设为1时，平面外编入I0/J0/K0报警PS21：“G02/G03平面指定错”。

2 当参数“IJK0ALM”设为0时，平面外编入I0/J0/K0，不发生报警；编入非0值时发生报警PS21：“G02/G03平面指定错”。

• 进给速度

圆弧插补的进给速度用F指定，为刀具沿着圆弧切线方向的速度。

注

1 当I、J或K为0时，该地址可以省略。

2 当忽略所有圆弧上的移动量，则终点与起点位置相同，若用I、J、K指定圆心，则指定的是一个整圆。

3 终点与起点位置相同时使用R，则生成0度的弧，即不移动。

4 刀具实际移动速度相对于指定速度的误差在±2%以内，而指定速度是刀具沿着半径补偿后的圆弧运动的速度。

5 R指令圆弧半径时，需满足 $2R + e \geq \overline{AB}$ ，e为“圆弧起点和终点极半径允许偏差量”(P6450)， $\overline{AB}$ 为圆弧起点到终点的矢量大小，否则系统报警。

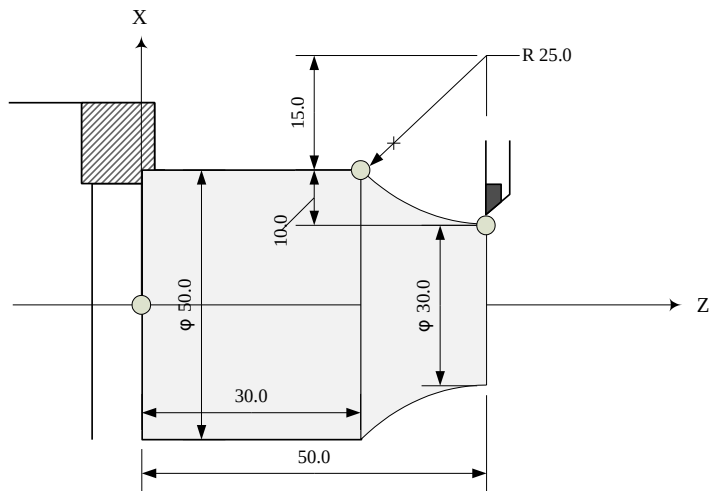
6 圆弧无运动段指令G40是否报警由参数“CIRG40NA”(P3253.1)决定。

(1) CIRG40NA=1时，在G40段为G02/G03且无运动时，若下一段为圆弧，那么报警，否则不报警；

(2) CIRG40NA=0时，G40段为G02/G03时，不论是否指令运动都报警。

7 通过指令G54.9 Pijk，可实现任意两轴圆弧插补。G54.9的设定对本指令的格式会产生影响。此时，Xp、Yp、Zp分别为G54.9设定的第1/2/3个轴。

举例



把图中的轨迹分别用绝对方式和增量方式编程：

绝对方式

G02 X50.0 Z30.0 I25.0 F30 ;I, K 指定

或

G02 X50.0 Z30.0 R25.0 F30 ;R 指定

增量方式

G02 U20.0 W-20.0 I25.0 F30 ;I, K 指定

或

G02 U20.0 W-20.0 R25.0 F30 ;R 指定

4.4 延时运动功能（NT）

在运动段插入 NT 指令用于延时启动运动。

解释

使用 NT 功能后，本段检查到上一段运动结束(减速停止)后，延时 NT 指定时间后开始运动。

NT0 类似 G04 准停，NTt 类似 G04P。但 G04 需要独立一行，而 NT 可在运动段插入。

注意

有些情况是无效的，例如：G32 后的直线运动段。

循环指令加入 NT 将使循环的每个阶段都延时启动。

刀补时，插入的程序段受当前段 NT 指令影响。

举例

```
O6001;
G5 R200 Q18.0;
G0 G17 G40 G80 ;
G0 G54 X5. Y-9. S6000 M3;
Z25. M08 ;
G1 Z-11. F500. ;
Y-10. F1500. ;
G2 X0. Y-15. I-5. J0. ;圆弧旋入
G1 X-58. NT0 ;旋入停止后立即开始运动
Y15.;
X58.;
Y-15.;
X0. ;下一段圆弧旋出
G2 X-5. Y-10. I0. J5. NT0 ;上段运动至终点停止后，立即开始旋出
G1 Y-9. ;
G0 Z25.;
M5;
M30;
```

• 接刀痕问题

当切入和切出在同一点，加工后产生接刀痕问题时，先检查反向间隙是否正确补偿(即使小于 10um 也要补偿)，以及驱动器摩擦补偿是否启用，然后按以下两种办法解决：

- 1 变更工艺，使切入和切出不在同一个点。
- 2 在切入和切出点的下一个程序段插入 NT 指令。

注：减小 G05Q 值可以减小接刀痕，但会降低加工效率，且效果不如插入 NT 指令。

5 进给功能

5.1 快速进给

用定位指令（G00）进行快速定位。每个轴的快速进给速度都可以用参数来设定，所以在指令中不需要指定。

格式

G00 IP__;

G00: 定位（快速移动）指令。

IP__: 指定终点坐标。

解释

定位过程中各轴速度由参数“快速速率”（P0711）设定。

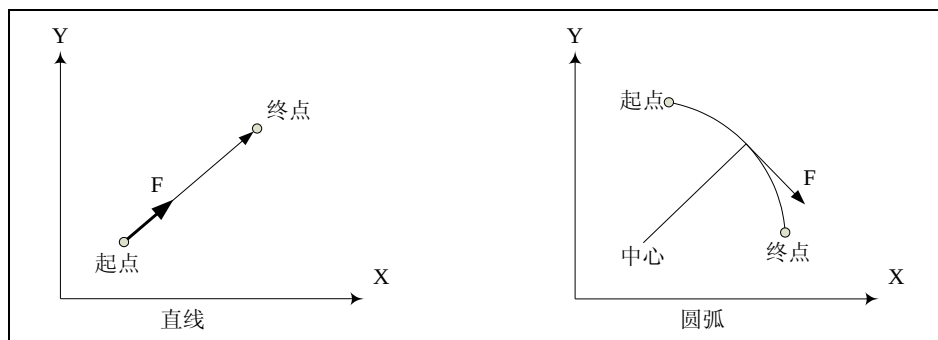
对于快速移动速度的倍率控制，利用机床操作面板上的按键，可得到如下倍率：

F0、25%、50%、100%

F0: 由参数“快速倍率最低挡速率 F0”（P0712）设定

5.2 切削进给

在直线插补（G01）和圆弧插补（G02、G03）中用 F 代码后面的数值来指定刀具的进给速度。切削进给速度的方向指向刀具移动的切线方向。如下图所示：



切削进给支持两种指令方法：一种是每分进给，F 值表示刀具每分钟的进给量；另一种是每转进给，F 值表示主轴每转一圈刀具的进给量。

5.2.1 每分进给（G98）

格式

G98 ;

F__ ;

G98: 每分进给指令

F__: 进给速度（毫米/分或英寸/分）

解释

- 1 在每分进给方式下，刀具每分钟的进给量直接由 F 的数值决定。每分进给 G 代码是模态的，一旦指定将一直有效，直到同组的每转进给 G 代码被指定。
- 2 实际的切削速度（使用倍率后的进给速度）如果超过了参数“切削进给上限速度”（P0713）设定值，则被限制在上限值上。上限值以毫米/分或英寸/分为单位进行设定。
- 3 进给倍率通过操作面板上的倍率开关控制，可以使用 0~150%（每挡 10%）的倍率。

5.2.2 每转进给（G99）

格式

G99 ;
F__ ;
G99: 每转进给指令
F__: 进给速度

解释

- 1 在每转进给方式下，主轴每转一圈刀具的进给量直接由 F 的数值确定。每转进给 G 代码是模态的，一旦指定将一直有效，直到同组的每分进给 G 代码被指定。
- 2 进给倍率通过操作面板上的倍率开关控制，可以使用 0~150%（每挡 10%）的倍率。
- 3 使用每转进给时，主轴上必须装有位置编码器。
- 4 当位置编码器的转速在 1rev/min 以下时，进给速度会出现不均匀。如果不要求速度均匀的加工，可用 1rev/min 以下的转速。这种不均匀会达到什么程度，不能一概而论，不过在 1rev/min 以下，转速越慢，进给速度越不均匀。

功能参数

2500						FPT	
[数据类型]		位型					
1		FPT					
		0: 上电时为每分进给					
		1: 上电时为每转进给					

5.2.3 输入单位与输出范围

在默认参数设置下（直线轴小数位数 P0042 为 3），每分进给和每转进给方式的最小输入单位和最大输出范围，如下表所示：

输入输出方式	每分进给		每转进给	
	最小输入单位	最大输出范围	最小输入单位	最大输出范围
公制输入输出	0.001mm/min	60000.0mm/min	0.0001mm/rev	2000.0mm/rev
英制输入输出	0.0001inch/min	2362.2inch/min	0.000001inch/rev	2000.0inch/rev

注

- 1 每分进给方式的速度，在上述最大输出范围内，还受切削进给上限速度参数（P0713）的限制。
- 2 进给速度指令值在系统中的运算误差为±2%。当达到稳定状态后，误差是通过测定移动500mm 以上的距离来求得的。
- 3 对于如螺纹切削和攻丝等指令，进给倍率无效。
- 4 G98, G99 下，轴锁功能均有效。

5.3 高速高精控制（G05）

格式

G05 L_ NP_ P_ R_ A_ C_ Q_ CT_ AD_ NE_ E_;

其相关地址说明如下表：

指定内容	地址	说明
G5 参数组	L	有效数值： 1~10—对应“[设置]→[高精]”的10组数据。 说明： 指令L后，如果还指令其它地址，那么指令的地址将替换L指定参数组中对应地址的数值。
小线段预处理类型	NP	有效数值： 1 —用于宏程序小线段 3 —用于CAM小线段 说明： 该功能用于批量准备数据，提高小线段加工性能，并提高显示速度。 该功能使用时，检查轴数与插补次数是否满足要求，否则触发PS580报警；4轴以上要求参数P10至少设置为1。 该功能一次处理多个程序段，光标指在最后一段。余移动量为这些程序段的总余移动量，而不是光标所在段余移动量。 指令NP3后(不包括NP1)，可多译码3位小数；否则，系统只解析3位小数，忽略剩下的小数位。即：当小数位数设置为3位时，指令NP2~NP8后，编程超过3位小数时，系统最多可以解析6位小数。
刀具方向	P	有效数值： 1~3—例如：刀具方向沿Z轴时，铣床指令P3(车床指令P2)。 说明： 指令P后，NP指令指定3或不指定，不指定时系统默认NP3。 此功能用于平行刀路曲面加工(特别是有渐变棱角的CAM小线段程序必须指定，如：人脸) 如果要求轮廓精度较高，那么不能指令P，并且尽量较小R值，甚至不用R值； P只能通过G05指令，指定P时Q值自动无效；
切削平滑阶	R	有效数值：

指定内容	地址	说明
数		0~500 说明： 如果指令 P 而未指令 R，那么默认 R500，一般只用于调试，不进行实际加工(轮廓误差加大)。 输入时如果带小数点，那么小数点及小数部分被忽略。 G05R0 用于准确停。
切削拐角角度	A	有效数值：1.0~30.0 说明： 曲面精加工：[10,20]，其它：[5,10]。 用于判断相邻两程序段是否相切。如相切，那么不减速，否则减速。 开粗时适当降低此角度(如：1~10 度)，以减小非拐角处振动。 以插补周期 2ms 为例，进给速度 F(mm/min)时，角度 A 可产生非拐角处加速度： $F \cdot \sin(A) \cdot 0.5$ 例如：F4000.0mm/min，A10.0，那么非拐角处最大加速度： $4000 \cdot \sin(10.0) \cdot 0.5 = 347(\text{m/min/s})$ 。因此，对于进给较快的非曲面精加工，应适当降低角度 A。
平滑前加速度限制	C	有效数值： 10.0~500.0(此为公制范围，英制除 25.4)。 说明： 用于提高效率 非拐角处及 P 功能平行刀路非换向处无影响 平滑前拐角加速度可能比限制值大 如果当前程序因变速过于频繁导致实际拐角加速度比限制值大很多，并且平滑后加速度较大，那么请不要指定 C 功能。
圆弧及短直线加速度限制	Q	有效数值： 1.000~100.000(此为公制范围，英制除 25.4)。 说明： P 指令时 Q 自动无效。 该功能生效时，对以下两种情况进行速度限制： (a) 圆弧(平面或空间的圆弧、阿基米德螺线、对数螺线)； (b) NP 功能开启后的小线段小曲率处有效。但仅对 NP1 和 NP3 有效。 G05 指令中允许指令 Q0，表示取消 L 中 Q 地址数据(即允许 G05 Li Q0 取消 Q)。
切削加减速曲线类型	CT	有效数值： 0~4(曲线类型)或 10~200(S 曲线时间 N) 说明： 指令 CT0，配合 C 提高非精加工效率 指令 $CT \geq 30$ ，改善精加工变速处纹路或降低低增益超调现象
切削加减速度	AD	有效数值： 0.001--10000.0(此为公制范围，英制除 25.4)。

指定内容	地址	说明
		说明： 变速处纹路不佳时，除提高 CT(>=30)外，也可考虑降低 AD 数值
第 1 路径优化器公差	NE	有效数值： <=4.0(单位：mm)。注意：一般 0.5 就很大了。 说明： 1 指定该公差时启用第 1 路径优化器。限制： (1) 指令 L 时报警； (2) 指令 P 时报警； (3) G307 有效时报警。 2 第 1 路径优化器主要用于过滤较大误差点。例如：应用于轮毂修复。对于模具等小线段加工，一般只用第 2 路径优化器，即 E 功能。 3 如果同时启用第 2 路径优化器，那么内部自动限定不小于第 2 路径优化器公差 4 P6520 为第 1 路径优化器阶数，通常使用默认值 200，设置较大值时，优化效果会更好，线段将更密，同时将占用更多的 CPU 时间。 5 只对 G01/G02/G03 程序段优化。
第 2 路径优化器公差	E	有效数值： <=1.0(单位：mm) 说明： 1 指定该公差时启用第 2 路径优化器。限制： (1) 指令 L 时报警； (2) 指令 P 时报警； (3) G307 有效时报警。 2 第 2 路径优化器主要用于密化路径，并过滤较小的误差点。内部限定下限为每插补周期进给长度的 1/4。2ms 插补周期下，当进给速度为 F(mm/min)时，每周期进给长度为： $\frac{2 \cdot F}{60 \cdot 1000}$ 。取值过小时可能导致优化后线段过密，数据准备跟不上输出，结果将是反复减速停止。取值过大，导致形状误差较大。 3 P6521 为第 2 路径优化器阶数，通常使用默认值 200，设置较大值时，优化效果会更好，线段将更密，同时将占用更多的 CPU 时间。 4 只对 G01/G02/G03 程序段优化。 5 E 通常需要配合 Q 使用，在曲率大的地方减速，以防止加速度过大产生振动。

清除 G05 控制

非 MDI 复位(复位键或执行 M02/M30 等引起的复位)或 G5 不带其它地址将清除以上所有控制。

显示

G5 任何一个功能有效时，在右上角会有提示信息。
C、Q、CT、AD 不显示数值，显示/C、/Q、/CT、/AD。

刀具方向控制功能(P 功能)

平行刀路曲面精加工时，必须指定该功能。如果未指定，那么可能在曲面上出现一些或大或小的坑点。当加入刀具方向(P 指令)控制后，坑点消失。

轨迹平滑及加速度抑制(R 功能)

CAM 小线段程序(粗加工或精加工)可能有各种不理想的轨迹或较大加速度，都可用 R 功能抑制。粗加工时有时还可以用 Q 功能(如：Q36.0)降低大曲率处速度。
系统计算进切削平滑器前各轴最大加速度(N40/41/...)和出切削平滑器后各轴最大加速度(N50/N51/...)。并根据 P6440/P6441 设定的加速度限制值，推算出各轴大致需要的平滑阶数(N60/N61/...)。如果 N60/N61/...的最大值小于 R 指令值，那么可降低 R 以减小轮廓误差；但过低的平滑阶数(例如：<40)，不利于光顺轨迹本身的误差。这些加速度都是以加速度单位显示，因此请将 P5.4(ACDCMS)位参数设置为 0，避免 P6440/P6441 加速度限制用时间显示时产生混乱。
系统记忆进切削平滑器前发现各轴切削最大加减速度的程序段号(N70/N71/...)和出切削平滑器后发现各轴切削最大加减速度的程序段号(N80/N81/...)。可将这些程序段附近的段摘出，用于快速调试 R 的合理值。
提高加工速度时，各种产生最大加速度将相应提高，因此可能需要根据新的加工速度调整 R 值。

路径优化功能(E/NE 功能)

- “FG05E”(P6401.0)为 0 时允许使用该功能。
- 1 对于从路径优化出来的轨迹点，每个点都与原加工程序的若干程序段相关。为防止单段、暂停、模式切换再启动时轨迹不同，系统对该情况下的单段、暂停、模式切换特殊处理如下。
 - (1) 暂停或模式切换时，减速停止，但不清除运行状态。状态栏同时显示“运行”和“暂停”。按启动键可再次执行。
 - (2) 单段时，记录当前位置点相关的最后一个程序段，当轨迹前进到相关的最后一个程序段发生变化时，立即暂停。此处暂停视为单段停止，显示暂停，同时不清除运行状态。状态栏同时显示“运行”和“暂停”。按启动键可再次执行。
 - 2 从程序中间开始加工与从头开始加工的轨迹可能不重合。此外，经过路径优化的程序段不支持断点断电保存。

刀补有效时，按曲率限速功能(Q)

- 1 刀补无效时(G40)，G05Q 限速有效。
- 2 刀补有效时(G41/G42)，且参数 P6401.1(G05QSC)=1 时，G05Q 限速有效。
- 3 刀补有效时(G41/G42)，且参数 P6401.1(G05QSC)=0 时，G05Q 限速无效。

刀补有效时，更密的程序段支持

相关参数：

P11	每主控周期最大预处理段数
-----	--------------

当 P11<=1 时，为原有方式：每主控周期处理一段
当 P11>1 时，为新增方式：每主控周期可以处理多段。最大设置值目前为 16。

G05 默认值

在未指令 G05 的情况下，系统将采用 P6500~6505 参数设定值进行精度控制。P6500~6505 参数的取值范围同 G05 格式中 P/NP/R/Q/A/C 地址，系统默认为无效，因此该部分参数应由配置软件进行配置。

6500	默认刀具方向 P
6501	默认小线段类型 NP
6502	默认切削平滑阶数 R
6503	默认圆弧或螺线最大加速度 Q
6504	默认切削拐角角度 A
6505	默认拐角平滑前加速度限制 C
6520	第 1 路径优化器阶数
6521	第 2 路径优化器阶数

5.4 暂停（G04）

利用暂停指令，可以推迟下个程序段的执行，推迟时间为指令的时间。

格式

G04 X__ ;
或
G04 U__ ;
或
G04 P__ ;
 X：暂停时间设置（可使用小数）。
 U：暂停时间设置（可使用小数）。
 P：暂停时间设置（不可使用小数）。

解释

利用暂停指令，可以使下一程序段的执行推迟指定的一段时间。

指令字	指令范围	指令单位
X	0.001~99999.999	秒
U	0.001~99999.999	秒
P	1~99999999	0.001 秒

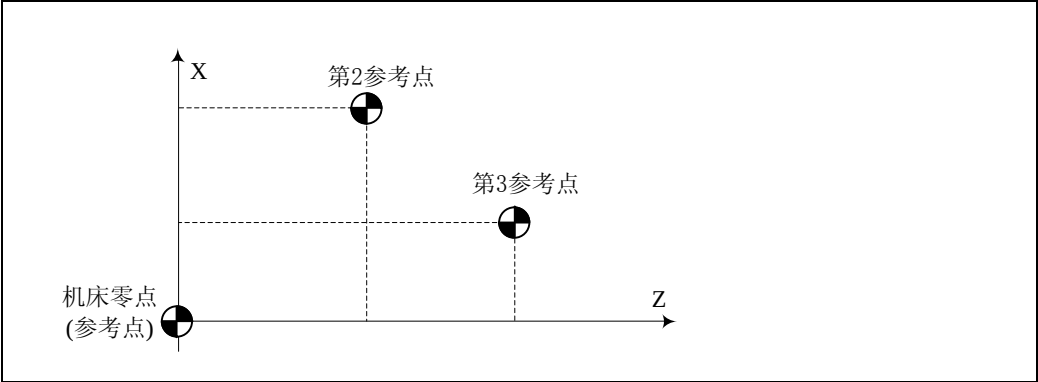
注

- 1 X/U/P 指令单位与直线轴或旋转轴的最小单位无关。
- 2 如果省略了 P、U、X 指令则可看作是准确停。
- 3 执行 G04 指令将自动禁止预读与缓冲。

6 参考点

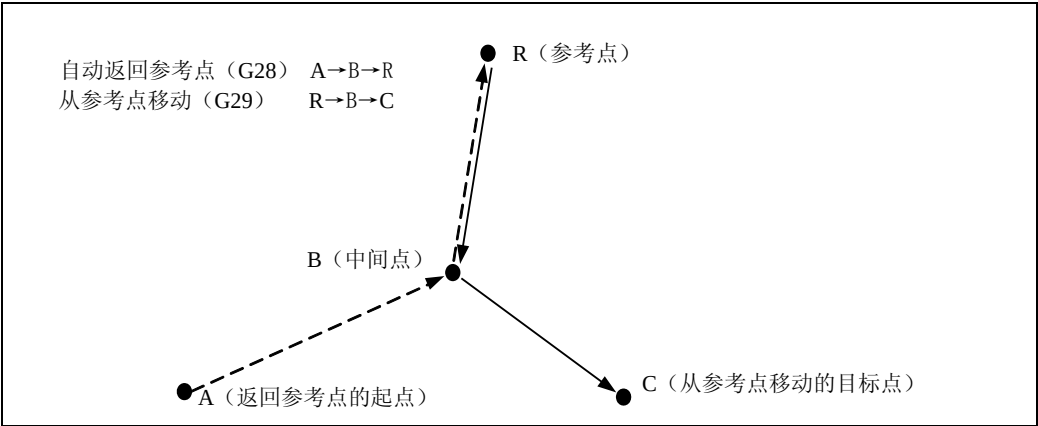
参考点是指机床上某一固定位置。加工时，可把参考点作为自动换刀的位置，通过返回参考点功能将刀具移动到该位置。

本系统最多可以指定三个参考点，第 1 参考点的机床坐标始终为 0，即机床零点，“第 2 参考点机床坐标”（添加参数交叉引用）和“第 3 参考点机床坐标”（添加参数交叉引用）分别用于设定第 2、3 参考点的机床坐标，如下图所示。



6.1 自动返回参考点（G28）和从参考点移动（G29）

自动返回参考点功能（G28）可使指定轴经中间点自动返回到参考点，返回完毕，回零灯亮。从参考点移动功能（G29）可使指定轴经中间点移动到指定位置。如下图所示。



格式

G28 IP__ ;
G28: 自动返回参考点指令。
IP__: 自动返回参考点时途经的中间点坐标，绝对或增量值指定。

G29 IP__ ;
G29: 从参考点移动指令。
IP__: 最终移动到的目标点坐标，绝对或增量值指定。

解释

- 1 执行 G28 过程中，以快速移动速度进行中间点和参考点的定位。

- 2 在机床锁住状态，G28 无法从中间点快速定位到参考点，回零灯也不会亮。
- 3 G28 一般在自动换刀时使用，因此原则上要提前取消刀具半径、长度等补偿量。
- 4 只有在 G28 程序段中指定的坐标才能作为中间点被存储。对于还未在 G28 中指定的坐标，则用之前指定 G28 的中间点坐标作为当前中间点坐标。

例

N1 G28 X40.0 ;

X 轴移动到参考点，中间点（X40.0）被存储起来。

N2 G28 Z60.0 ;

Z 轴移动到参考点，中间点（Z60.0）被存储起来。

N3 G29 X10.0 Z20.0 ;

X 轴和 Z 轴经 G28 指定的中间点（40.0， 60.0），返回到 G29 指定的目标点（10.0， 20.0）。

- 5 参数“回零后自动坐标系设定的坐标值”（P0510）可指定刀具在返回参考点后的工件坐标。
- 6 G29 要在通过 G28 或 G30 返回参考点的状态下指定。
- 7 对于 G29 的增量指令，指定值指定的是从中间点开始的增量值。
- 8 在 G29 移动到中间点和指令点中，都是以快速移动速度进行的。

注

1 通电后，如果一次也没进行手动返回参考点，指令 G28 时，从中间点到参考点的运动和手动返回参考点时相同。

2 用 G28 指令通过中间点到参考点后，变更工件坐标系时，中间点也移动到新坐标系。此后指令 G29 时，在新坐标系中，通过中间点在指定的位置定位。

3 G28、G30 指令从中间点到参考点快速移动时，由于各轴运动独立，最终的轨迹往往是折线而非直线。

举例

X

700

200

0

自动返回参考点（G28） A→B→R

从参考点移动（G29） R→B→C

A（返回参考点的起点）

B（中间点）

C（从参考点移动的目标点）

R（参考点）

1200

1800

Z

加工程序

G28 X700.0 Z1200.0 ; （A→B→R 的程序）

..... ;

G29 X200.0 Z1800.0; （R→B→C 的程序）

6.2 自动返回第 2、第 3 参考点（G30）

格式

G30 P2 IP__;

返回第 2 参考点（P2 可以省略）

G30 P3 IP__;

返回第 3 参考点

IP__: 自动返回参考点时途经的中间点坐标，绝对或增量值指定。

解释

- 1 只有在执行过 G28 或手动返回参考点之后，方可使用返回第 2、3 参考点功能。通常当刀具自动交换（ATC）位置与第 1 参考点不同时使用 G30 指令。
- 2 第 2、3 参考点的位置由系统参数“第 2 参考点机床坐标”（添加参数交叉引用）和“第 3 参考点机床坐标”（添加参数交叉引用）设定，参数的含义是第 2、3 参考点相对于第 1 参考点的距离，单位与机床坐标系的单位一致。
- 3 在第 1 参考点未建立之前，执行了返回第 2、3 参考点指令，则产生报警（PS0093）。
- 4 指令 G30 时，P 值非 2 或 3，则产生报警（PS0094）。
- 5 在机床锁住状态，G30 无法从中间点快速定位到参考点，回零灯也不会亮。
- 6 G30 一般在自动换刀时使用，因此原则上要提前取消刀具半径、长度等补偿量。

6.3 返回参考点检查（G27）

G27 是用来检查为返回参考点而编写的快速移动程序是否能准确返回参考点的功能。

格式

G27 IP__;

IP__: 指定参考点的坐标（绝对值/相对值指定）。

解释

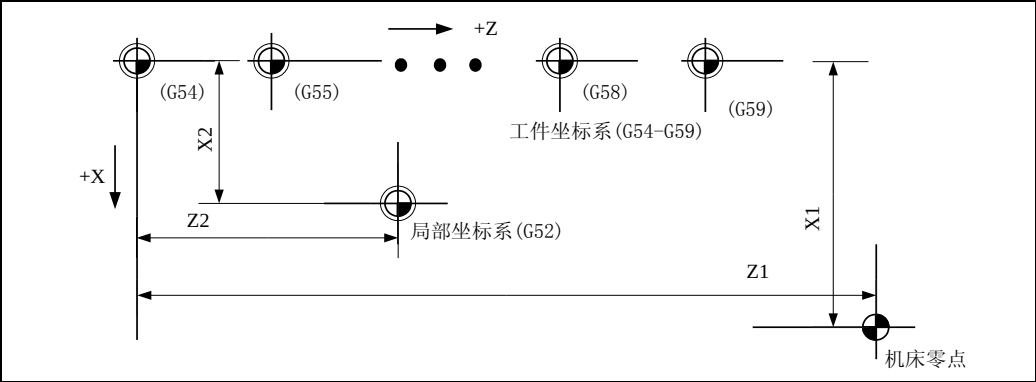
G27 指令使刀具以快速移动速度定位到 IP 指定的位置。如果刀具到达参考点（机床零点），参考点返回灯点亮，否则产生报警（PS0092）。

7坐标系

机床工作时，刀具按照加工程序指定的坐标运动到指定位置。坐标值由坐标轴的分量来指定，如 X_Y_Z_。本系统使用机床坐标系、工件坐标系、局部坐标系之一来指定坐标位置。

- 1 机床坐标系是以机床上的固定点为原点的，是其他坐标系的基准，一旦建立，系统将其保存，在重新设定前一直有效。
- 2 工件坐标系是基于机床坐标系中的子坐标系，可以设置和更改其在机床坐标系内的位置。
- 3 局部坐标系是基于工件坐标系中的子坐标系，可以设置和更改其在工件坐标系内的位置。

各坐标系关系如下图：



7.1 机床坐标系

机床零点（参考点）是机床制造商为机床设定固定基准点。以机床零点为坐标原点的坐标系叫做机床坐标系。

7.1.1 机床坐标系的设定

通常情况下，系统开机后，用户要对机床坐标系进行重新设定。
在对各坐标轴进行手动回零，或由 G28 指令进行返回参考点运动后，系统即可根据机床零点建立机床坐标系。
此坐标系将保存在系统中，直到用户重新设定。

7.1.2 机床坐标系定位（G53）

根据指定的机床坐标，将刀具快速移动到目标位置。

格式

```
G53 IP__;  
IP__: 目标点在机床坐标系下的绝对坐标
```

解释

- 1 由于一般定位指令（G00）只能指定工件坐标系下的目标点，如果用户要将刀具移动到机床的特殊位置时（如换刀位置），用 G53 指令更方便。
- 2 G53 是非模态 G 代码，仅在当前程序段有效。
- 3 G53 指令必须是绝对指令。如果是增量指令，则产生报警（PS0241）。

4 G53 可以根据 GA 组模态决定按 G00/G01 速率运动（如果 GA 组为 G00，那么 G53 按 G00 速率运动；如果 GA 组不是 G00，那么 G53 按 G01 速率运动）。

例

```
%  
...  
G53 G01 Z50. F1000. ;  
G53 Z100. F4000. ;  
G53 Z150. F1000. ;  
...  
M30;  
%
```

以上为连续三段按 G01 速率运动的 G53 程序段。由于 G01 有预读功能，因此不会出现 G53 每段减速停止问题。

注

- 1 当指定 G53 指令时，若参数“G53COFS”（P3252.2）=0，将自动清除刀具半径、长度等补偿量；否则需指定相应 G 代码清除长度或半径补偿量。
- 2 G53 抑制 G 代码预读。
- 3 在圆柱插补、极坐标插补、假想轴插补或数字主轴螺纹插补状态下，执行 G53 指令，会产生报警（PS0049）。
- 4 在极坐标系、坐标系旋转或坐标系缩放状态下，执行 G53 指令，会产生报警 PS628。

7.1.3 快速机床坐标系定位（G153）

格式

G153 IP__ NF__ ;
IP__：目标点在机床坐标系下的绝对坐标
NF__：运动速率

解释

NF 指令的速率对 G153 为模态数据，在非 G153 或 G04 指令段清除。速率上限受参数“最大快速速度”限制。

G153 可加快换刀速度，使用 NF 可以不影响用户指令的进给速率。

G153 指令运动类型为快速运动，使用快速平滑器和快速加减速曲线类型及快速加减速速度。可用 CT/AD/AC/DC 指令修改加减速曲线和加减速速度。

注

在极坐标系、坐标系旋转或坐标系缩放状态下，执行 G153 指令，会产生报警 PS628。

PS628：“指令 G53/G153 前，需要取消极坐标系、坐标系旋转或缩放状态”

7.2 工件坐标系（G50）

加工零件使用的坐标系称为工件坐标系。工件坐标系在加工前需要提前设定，也可以通过移动原点来改变已设定的工件坐标系。

7.2.1 工件坐标系的设定

工件坐标系有三种设定方法：

- 1 G50 设定工件坐标系
- 2 自动设定工件坐标系
- 3 选择 G54~G59 工件坐标系

7.2.1.1 G50 设定工件坐标系

格式

G50 IP__;

IP__: 指定当前点在设定工件坐标系下的坐标。

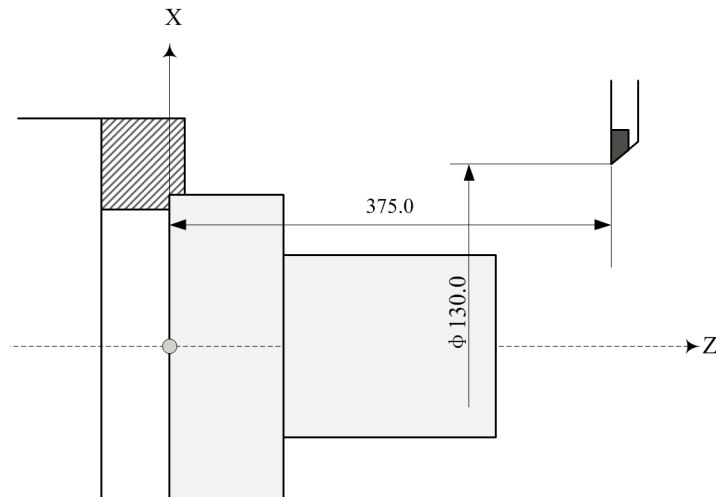
解释

工件坐标系的建立方式是使指定坐标值 (IP__) 成为当前刀具上的点 (如刀尖) 在设定工件坐标系中的绝对坐标值。

- 1 IP__为增量值时，指令前刀具坐标值与增量相加，作为 G50 指定的绝对坐标。
- 2 如果在刀具补偿期间用 G50 设置坐标系，那么刀补前的位置与 G50 设置的位置相符。
- 3 通常情况下，在指定刀具补偿前请先设定工件坐标系。

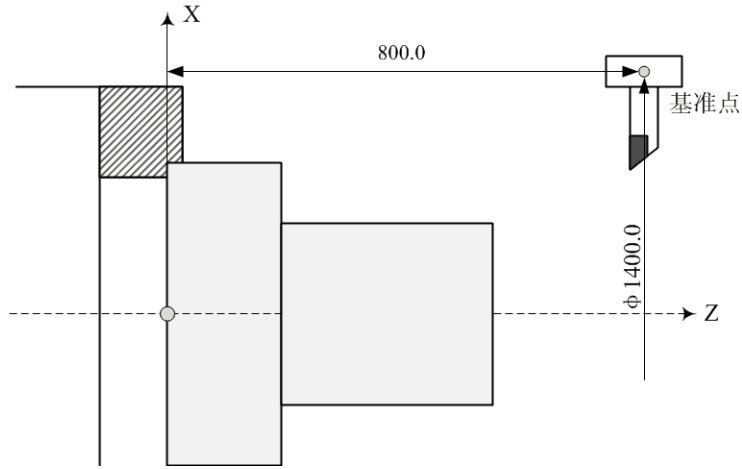
举例

- 以刀尖为指定点设定工件坐标系：



G50 X130.0 Z375.0 ;

- 以刀架基准点为指定点设定工件坐标系：



G50 X1400.0 Z800.0 ;
建立坐标系后，在绝对方式下，指令基准点移动到被指定的位置时，必须加刀具长度补偿，补偿值为基准点到刀尖的差。

7.2.1.2 自动设定工件坐标系

手动或自动返回参考点后，系统将自动设定工件坐标系。如果 α 、 β 、 γ 分别为参数“回零后自动坐标系设定的坐标值”（P0510）的值，则返回参考点后，刀架基准点或刀尖位置的绝对坐标值为 $X=\alpha$ ， $Y=\beta$ ， $Z=\gamma$ 。这样就设定了工件坐标系。此方法与在参考点上执行下面指令设定是等效的。

G50 X α Y β Z γ ;

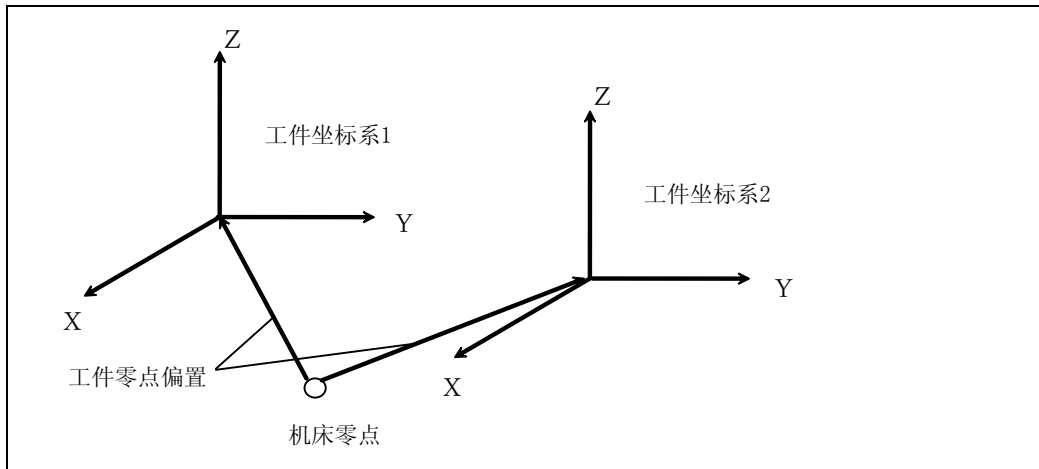
7.2.1.3 选择工件坐标系（G54~G59）

系统提供 G54~G59 六个基本坐标系，用户可通过系统 MDI 面板设定各坐标系的工件零点偏置数据，然后选择任意一个工件坐标系。开机后，默认选择 G54 坐标系。

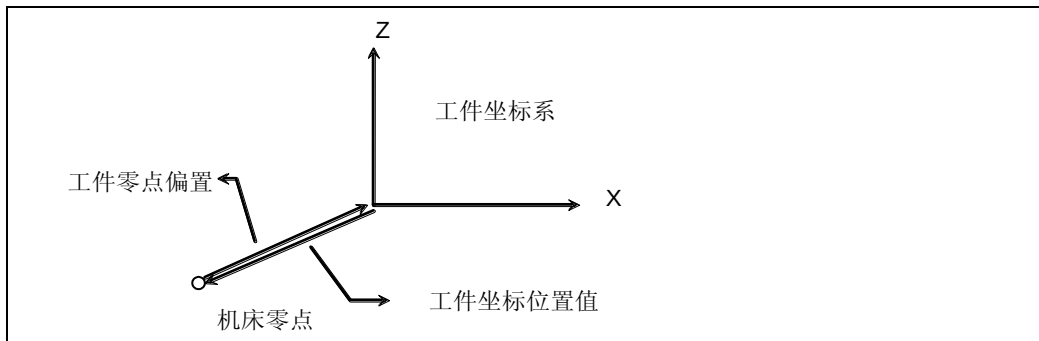
G54	工件坐标系 1
G55	工件坐标系 2
G56	工件坐标系 3
G57	工件坐标系 4
G58	工件坐标系 5
G59	工件坐标系 6

解释

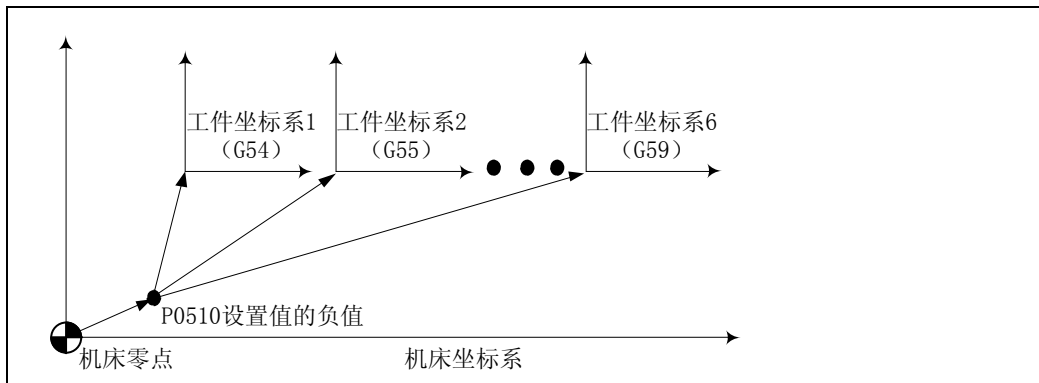
- 1 这六个工件坐标系是由从机床零点到各自坐标系零点的距离（工件零点偏置）设定的，如下图所示。



2 返回参考点后，绝对位置为工件零点偏置的负值，如下图所示。



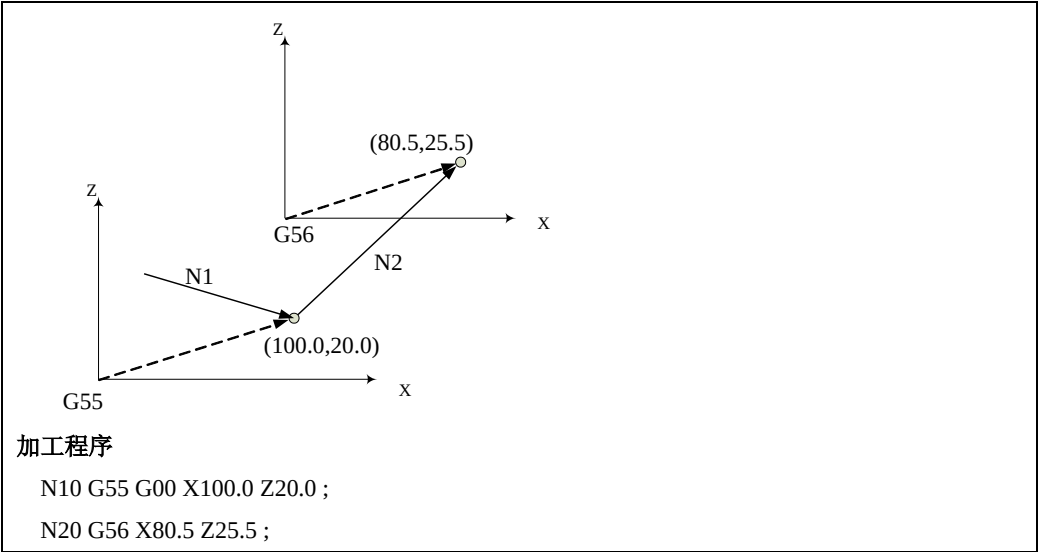
3 如果选择了工件坐标系，一般情况下设置参数（P0510）为零。如果设定值不为零，返回参考点后，所有的工件坐标系偏移该参数设定值的负值。



注

- 1 当选择工件坐标系后，一般不需 G50 设定坐标系。如用 G50 设定则会移动工件坐标系 1~6。因此，勿将 G50 与 G54~G59 混用，除非要移动工件坐标系 1~6。
- 2 相对位置是否随工件坐标系的设置而改变，取决于参数“PPD”（P2300.3）。

举例



7.2.2 工件坐标系的移动或变更

选择 G54~G59 工件坐标系后，如果需要移动或变更工件坐标系，可以通过以下两种方法实现：

- 1 使用系统 MDI 面板修改 G54~G59 数据；
- 2 在加工程序中使用 G50 或 G10 修改。

7.2.2.1 用 G50 移动工件坐标系

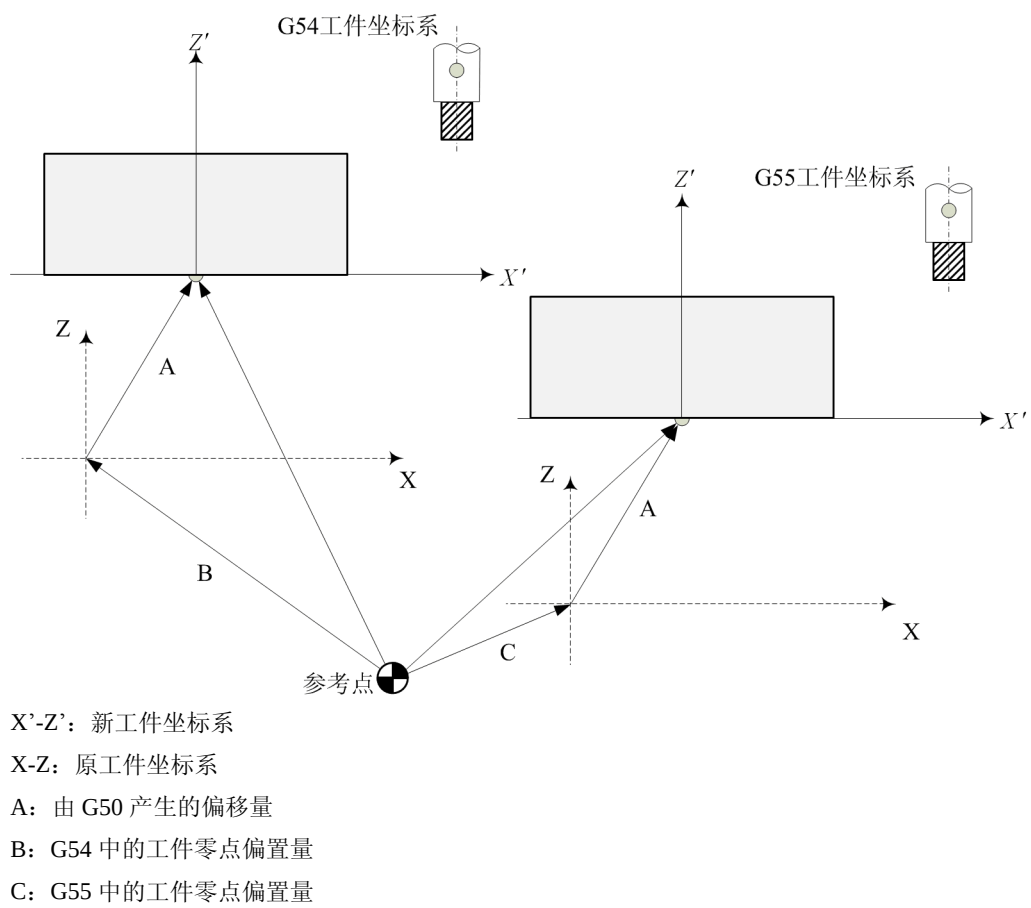
格式

G50 IP__ ;
IP__：指定当前点在设定工件坐标系中的坐标。

解释

- 1 在已选择的工件坐标系（G54~G59）中执行 G50 指令，可以使所有原来的工件坐标系同步发生偏移而产生新的坐标系，所有工件坐标系偏移量相同。
- 2 如果 G50 指令中，指令的 IP__为增量值，则坐标系偏移量为增量值取反。

举例



7.2.2.2 用 G10 变更工件坐标系

当工件坐标系不足或由于加工程序不同而要求变更工件坐标系时，可使用 G10 指令，代替 MDI 面板手动输入，变更各坐标系的工件零点偏置量。

格式

G10 L2(或 L1) Pp IP__ ;

p: 要变更的坐标系选择。p=1~6 对应工件坐标系 G54~G59。

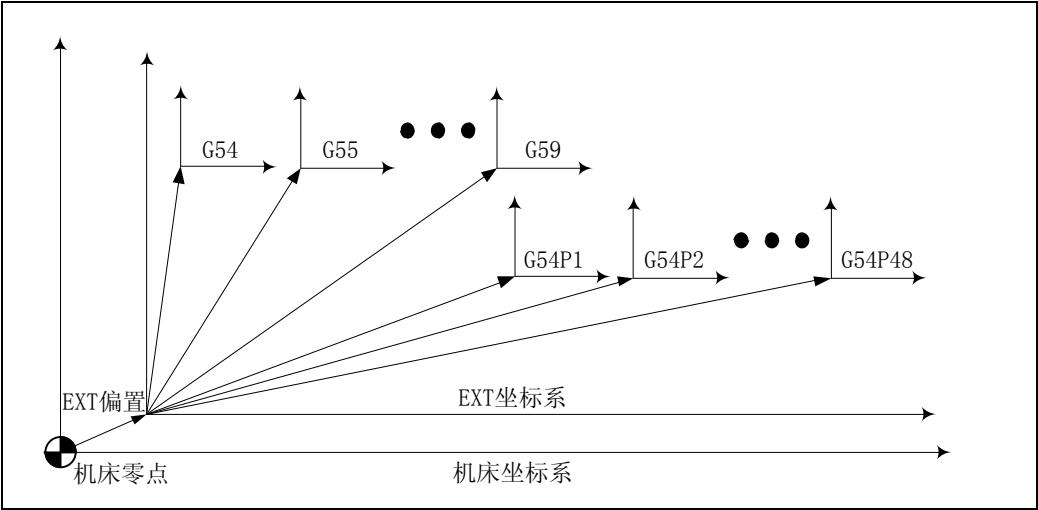
IP__: 若是绝对指令，则为每轴的工件零点偏置量；若为增量指令，则将改值加到对应轴的原工件零点偏置量上。

注

如 P 未编入或超出范围时，则产生报警（PS0032）。

7.3 附加工件坐标系（G54 Pn）

除了 G54~G59 六个基本工件坐标系以外，当参数“G54PWK”（P0500.2）设置为 1 时，系统还提供了 99 个附加工件坐标系。如下图所示：



格式

- 选择附加工件坐标系

G54 Pn ;
Pn: 指定附加工件坐标系的代码。
n: 1~48。

- 设置附加工件坐标系

附加工件坐标系可由 G10 指令设置。

G10 L20 Pp IP__ ;
p: 选择要变更的坐标系。p=1~48: 设定附加工件坐标系 G54P1~G54P99。
IP__: 若是绝对指令, 则为每轴的工件零点偏置量; 若为增量指令, 则将改值加到对应轴的原工件零点偏置量上。

解释

- 选择附加工件坐标系

当 P 代码和 G54 一起指定时, 从附加工件坐标系 1~48 中选择相应的坐标系。工件坐标系一旦被选择将一直有效, 直到另一个工件坐标系被选择。在电源接通时, 选择 G54 工件坐标系。
用户亦可通过系统 MDI 面板设定各坐标系的工件零点偏置值, 详细说明请参考《操作手册》坐标系子画面。

- 在附加工件坐标系中设定工件零点偏置量

当 G10 指令中 IP__ 指定增量值时, 指定值加到当前的偏置量上生成新的偏置量。

7.4 局部坐标系 (G52)

当在工件坐标系中编写加工程序时, 为了简便, 可以在工件坐标系中再设定一个子坐标系。这个子坐标系称为局部坐标系。

格式

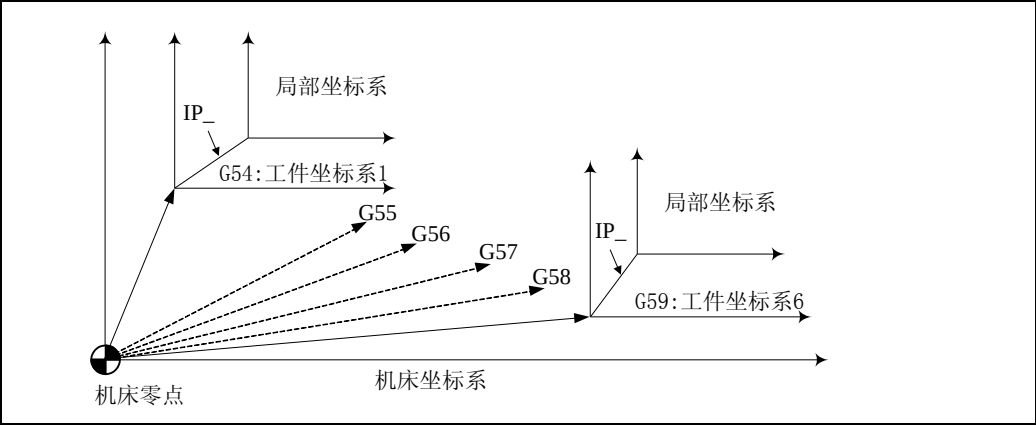
G52 IP__ ; 设定局部坐标系
.....
G52 IP0 ; 取消局部坐标系
IP__: 指定局部坐标系原点在工件坐标系中的绝对坐标。

解释

当设定局部坐标系时，指定的 IP__ 无论是绝对方式还是相对方式，其数值都表示局部坐标系原点在工件坐标系中的绝对坐标。同时，系统界面显示的绝对坐标也是局部坐标系中的坐标。在工件坐标系中用 G52 指定局部坐标系的新零点，可以改变局部坐标系。

一旦用 G52 指定了局部坐标系，则此局部坐标系将在其对应的工件坐标系中一直有效，直到指令 G52 IP0 ;使局部坐标系零点与工件坐标系零点一致。

与 G50 指令不同，G52 只在其对应的工件坐标系中起作用，如下图所示。



- 注
- 1

当一个轴自动或手动返回参考点时，该轴的局部坐标系零点与工件坐标系零点一致，即取消了局部坐标系。这与指令 G52 α0 ; (α: 返回参考点的轴) 的效果相同。
- 2

局部坐标系设定不改变工件坐标系和机床坐标系。
- 3

复位时是否清除局部坐标系，取决于参数的设定。当参数“CLRG52”(P0500.6) 设置为 1 时，复位时局部坐标系被取消。
- 4

当用 G50 设定工件坐标系时，局部坐标系被取消。如果未指令所有轴的坐标值，则未指定坐标值的轴的局部坐标系并不取消，而是保持不变。
- 5

G52 暂时取消刀具半径补偿。
- 6

G52 程序段执行后，绝对坐标立即显示局部坐标系中的坐标。

7.5

笛卡尔坐标轴设定（G54.9）

空间笛卡尔坐标系的三个坐标轴，通过指令 G54.9 可以修改。主要与极坐标插补、圆柱插补配合使用，常用于空间任意轴钻孔、攻丝，车床任意轴之间的固定循环。

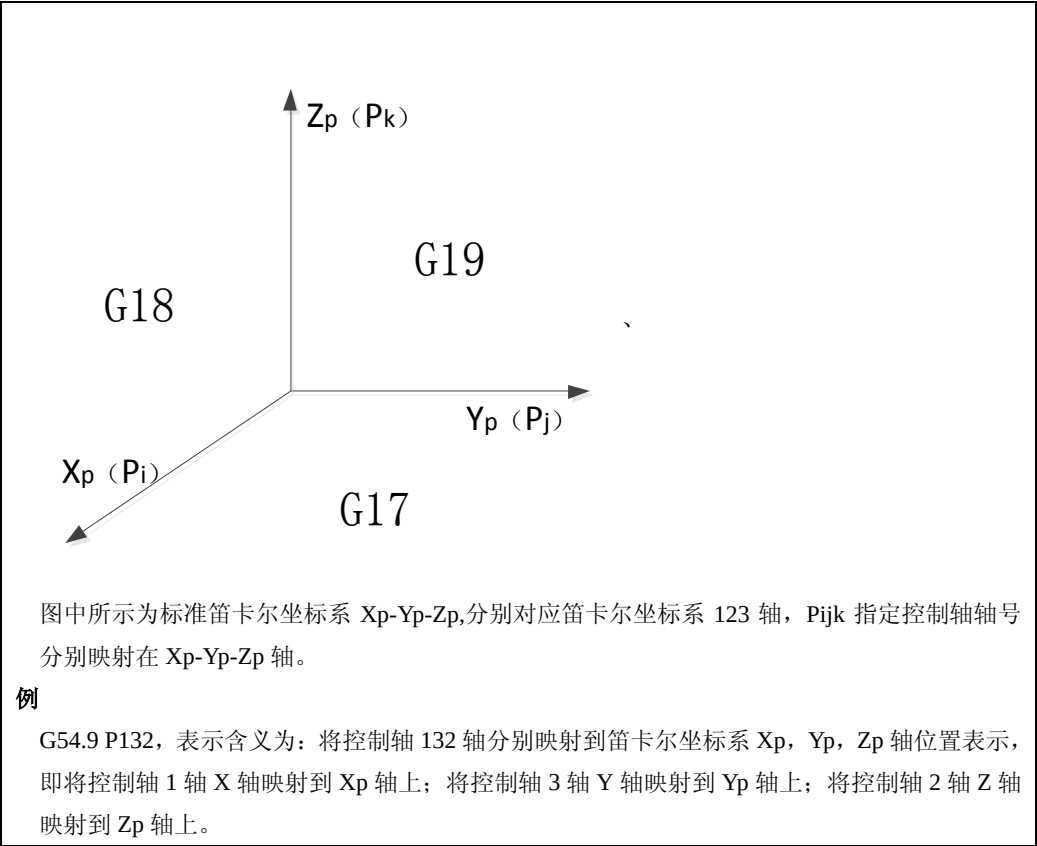
格式

G54.9 Pijk ;	设定笛卡尔坐标轴
.....	
G54.9 P0 或 G54.9;	恢复默认笛卡尔坐标轴设定
i/j/k: 分别为空间笛卡尔坐标系第 1/2/3 轴。数值为：1~8，分别对应控制轴 1~8。	

解释

默认控制轴 1~3 为 X、Z、Y 轴，笛卡尔坐标轴 1~3 为 Xp、Yp、Zp 轴，指令中 Pijk 表示笛卡尔坐标轴 1/2/3 轴对应的控制轴轴号。使用 G54.9 指令表示将控制轴映射到笛卡尔坐标系中表示，i 指

定的控制轴号对应笛卡尔坐标系中 1 轴，即 X_p 轴；j 轴指定的控制轴号对应笛卡尔坐标系 2 轴，即 Y_p 轴；k 轴指定的控制轴号对应笛卡尔坐标系 3 轴，即 Z_p 轴。

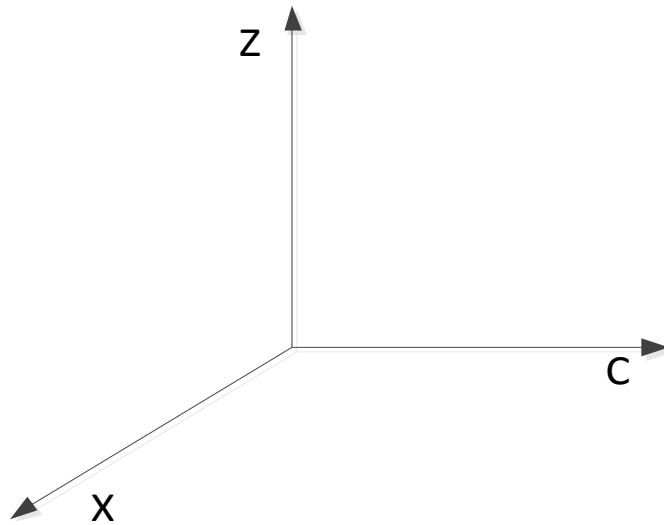


注

- 1 本手册中带有下标 p 的坐标轴，均指笛卡尔坐标轴。即 X_p 、 Y_p 、 Z_p 分别为笛卡尔坐标轴 1~3。
- 2 该指令必须独占一个程序段。指令时必须处于刀具补偿取消/极坐标取消/比例缩放取消/旋转取消的状态。
- 3 设定后系统屏幕右下方显示笛卡尔坐标轴的设定。
- 4 可用于实现任意两轴圆弧插补。
- 5 非 MDI 方式下复位时，恢复默认笛卡尔坐标轴设定。

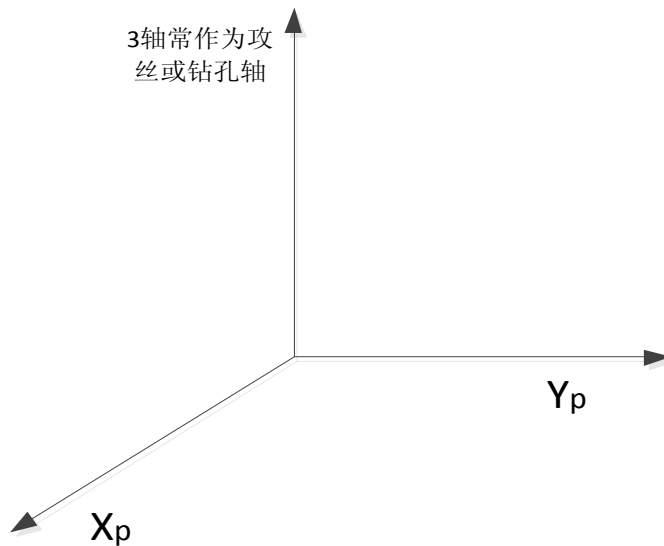
举例

例：常用于极坐标插补，圆柱插补等。



若需要使用 XCZ 3 轴加工时，此时控制轴 X 轴为 1 轴，映射到笛卡尔坐标系 X_p 上；控制轴 C 轴为 4 轴，映射到笛卡尔坐标系 Y_p 上；控制轴 Z 轴为 2 轴，映射到笛卡尔坐标系 Z_p 上。表示为 G54.9 P142

例：常用于攻丝，钻孔加工



笛卡尔坐标系也常用于攻丝、钻孔加工中，一般情况下使用控制轴 Z 轴作为攻丝钻孔轴，若需要使用其它轴作为攻丝或钻孔轴加工时，可将此控制轴映射到笛卡尔坐标系的 3 轴，即 Z_p 轴。如使用 XYZ3 轴加工，控制轴 Y 轴作为攻丝轴，将 Y 轴映射到 Z_p 轴，控制轴 Y 轴对应轴号为 3，可表示为 G54.9 P123

例：常用于固定循环

具体请参考 II-14

7.6 平面选择（G17，G18，G19）

用 G 代码进行圆弧插补、刀具半径补偿、坐标旋转缩放、钻孔等平面的选择。

格式

G17； 指定 XpYp 平面（笛卡尔坐标系）
G18； 指定 ZpXp 平面（笛卡尔坐标系）
G19； 指定 YpZp 平面（笛卡尔坐标系）

解释

在没指令 G17，G18，G19 的程序段里，平面不发生变化。
直线移动指令与平面选择无关。
系统开机时，G18（ZpXp 平面）被选定。

注 本手册中带有下标 p 的坐标轴，均指笛卡尔坐标轴。即 Xp、Yp、Zp 分别为笛卡尔坐标轴 1~3。
--

举例

G18 G01 Z10. X20. F100.；	选择 ZpXp 平面
Z30.；	平面不变
G17 Z50.；	直线移动指令与平面无关

8 坐标值和尺寸

8.1 绝对指令和增量指令（G90，G91）

指令轴移动有绝对指令和增量指令两种方法。绝对指令是用轴移动的终点位置坐标值进行编程的方法。增量指令是用轴移动量直接编程的方法。

格式

• G 代码体系 A

指令轴	绝对指令	增量指令
X 轴移动指令	X	U
Z 轴移动指令	Z	W
Y 轴移动指令	Y	V
C 轴移动指令	C	H

• G 代码体系 B

G90 IP__ ;	绝对指令
G91 IP__ ;	增量指令

举例

刀具从 B 点移动到 A 点，X 轴为直径编程。

指令方式	G 代码体系 A	G 代码体系 B
绝对指令	X420.0 Z60.0 ;	G90 X420.0 Z60.0 ;
相对指令	U220.0 W-390.0 ;	G91 X220.0 Z-390.0 ;

注

- 1 G 代码体系 A 中，同轴的绝对指令和增量指令（X 和 U 或者 W 和 Z 等）在一个程序段中不可同时使用；非同轴的绝对指令和增量指令在一个程序段内可以混用。上例也可以编程为：“X420.0 W-390.0 ;”。
- 2 5 轴以上系统增量编程使用绝对地址+R，如 X 轴增量移动 50.0，编程格式为 XR50.0。

8.2 变换中特定回零功能

解释

该功能作用于缩放（G51）、旋转（G68/G68.1）、极坐标变换（G16）这三种情况下的回零操作，方便在加工子程序时，在以上三种情况下使用 G28/G29/G30 回零操作进行换刀。

• 功能详述

- 1 通过设置参数 HMCON（P3600.1）为 1 可以打开该功能。
- 2 该功能允许在以下状态中进行特定回零操作：缩放（G51）、旋转（G68/G68.1）、极坐标系（G16）。
- 3 可以使用以下回零相关操作：到中间点运动量为 0 的 G28/G30、G29 指令，此时进行回零的坐标轴与指令的坐标轴一致，不受变换影响。

例：

G28 G91 X0.; （铣床或车床 B 体系）
或
G28 U0.; （车床 A 体系）
不符合上述要求的回零操作，会触发 PS122 报警。

• 回零后指令操作

回零后指令可以是以下几类：

- 1 使用 G29 返回，同时需要指令之前所有回零的轴，若未全部指令，则发生 PS400 报警。

例：

G90 X0 Y0;
G51 X100.0 Y100.0 P500;
G28 G91 X0 Y0; （使用 G28 进行 X，Y 轴回零操作）
G29 G90 X100.0; （使用错误，使用 G29 时未指令所有回零轴）
G29 G90 X100.0 Y100.0; （使用正确，使用 G29 时指令了所有回零轴）
G29 G91 X0 Y0;

- 2 若运动指令（运动指令包括含有 G29 情况）涉及变换的轴，则所有变换涉及到的轴必须同时指令，且为绝对指令。若未全部指令则触发 PS400 报警。

例：

G90 X0 Y0;
G68 X200.0 Y100.0 R45.0;
G28 G91 X0 Y0; （使用 G28 进行 X，Y 轴回零操作）
G90 G01 X400.0; （使用错误，涉及到变换的轴未全部指令）
G91G01 X400.0 Y100.0; （使用错误，必须使用绝对指令）
G90G01X400.0;
G90G01Y100.0; （使用错误，涉及到变换的轴必须同时指令）
G90 G01 X400.0 Y100.0; （使用正确，涉及到变换的轴同时指令，且为绝对指令）

注：变换涉及的轴包括以下情况：

对极坐标系：当前坐标平面内的轴；

对缩放：缩放比例不为 1 的轴；

对平面旋转：当前旋转平面内的轴（包含以空间旋转方式指令的平面旋转情况）；

对空间旋转：当前坐标系内的轴；

功能参数

3600							HMCN	
------	--	--	--	--	--	--	------	--

[数据类型] 位型

1 HMCN

0: 不允许变换时进行特定回零操作

1: 允许变换时进行特定回零操作

相关报警

PS400	变换中回零后，涉及变换的轴必须全部指定，且为绝对指令
PS122	处于坐标系变换状态，请先取消 G16/G51/G68（G68.1）/G12.1

8.3 英制与公制的转换（G20，G21）

用 G20 和 G21 来选择系统数据的输入单位（最小设定单位或最小编程单位）是英制还是公制。

格式

G20；	英制输入
G21；	公制输入

解释

G20 或 G21 要在程序开头，坐标系设定之前，用单独的程序段指令。指令之后，输入数据的单位就成为对应的英制或公制最小设定单位（参见 II-3.3）。下列数据的单位会根据 G20 或 G21 指令变化：

- F 指定的进给速度值
- 位置相关的指令值
- 工件坐标系零点偏置值
- 刀具补偿值
- 手摇脉冲发生器 1 个刻度的值
- 单步进给的移动量。
- 部分参数值

注

1 当参数“INCV”（P0001.5）设为 0 时，系统数据输入单位的公英制与参数“SCW”（P0400.3）一致，不受 G20 和 G21 的控制。

2 开机时，G20 或 G21 保持上次关机前的状态。

3 在加工程序运行时，不要中途转换 G20 和 G21 的状态。

4 当最小移动单位和最小输入单位不同时，出现的最大误差只是最小移动单位误差的一半，此误差不累积。

5 G20 和 G21 切换时，要根据新的输入单位修改工件零点偏置和刀具补偿。

8.4 小数点编程

数值可以带小数点输入。对于表示距离、时间和速度单位的指令值可以使用小数点，这样的地址值如下所示：

X, Y, Z, U, V, W, A, B, C, I, J, K, Q, R, F, E, H, NX, NY, NZ, NU, NV, NW, NA, NB, NC, NI, NJ, NK, NQ, NR, NF, NE, ND, NH, NL, NO

根据不同地址和指令，小数点的位置可以是秒、毫米、英寸或度的位置。

解释

• 有无小数点处理

系统对有无小数点的处理完全不同。有小数点时，单位为秒、毫米、英寸或度，无小数点时，单位为最小输入单位。

例	
G21； 公制，最小输入单位 0.001mm	G20； 英制，最小输入单位 0.0001inch
X1.； X 位置为 1mm。	X1.； X 位置为 1inch
X1； X 位置为 0.001mm。	X1； X 位置为 0.0001inch

• 有无小数点混用

有小数点的数值和无小数点的数值可以混用。

例
X1000 Z23.7；
X10. Z22359；

• 最小输入单位限制

如果指定的数值小于最小输入单位时，则最小输入单位以后的数字被舍去。

例
指定 X1.23456 时，在默认情况下，对于公制输入，按 X1.234 处理；对于英制输入，按 X1.2345 处理，并且数字位数不能超过允许数据位数（7~9）。

输入带小数点的数值时，系统会根据最小输入单位将它改写成整数，并进行位数校验，如果超过允许数据位数，则产生报警（PS1204）。

例
X1234567.8→X1234567800（公制输入），此时超过 9 位数，产生报警。

• 默认小数点（PODI）

使能参数“PODI”（P2500.3），可以使具有小数点编程功能的地址在编程时，如果没有编入小数点，则自动在数值最后添加小数点。

例
X100 自动认为是 X100.0，即 100mm。此时，如果想编程 100μm，应输入 X0.1，而不能输入 X100。

• 强制输入小数点（POD）

使能参数“POD”（P2500.3），强制可带小数点的地址必须编入小数点。如果没有编入小数点，则产生报警（PS1202）。

• 暂停指令（G04）

指定暂停时，地址 X 可以输入小数点，但地址 P 不能用小数点。

使用暂停指令时，在一个程序段内要先指定 G04。

例

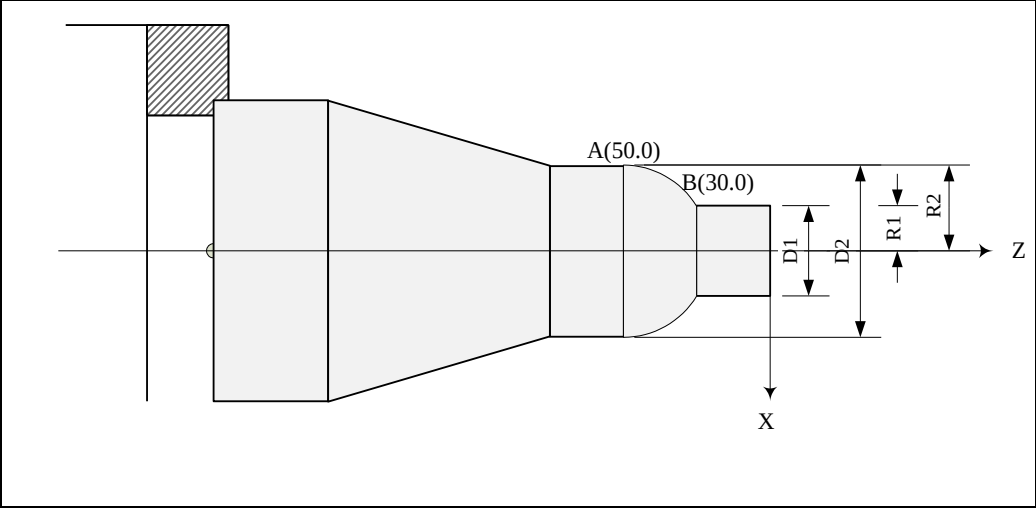
X1.0 G04； X 地址作为位置地址处理，X1.0 在公制单位下暂停 1 秒，英制单位下暂停 10 秒。

G04 X1.0； X 地址作为时间地址处理，X1.0 相当于 X1000，结果暂停 1 秒。

8.5 直径和半径编程

8.5.1 直径指定和半径指定

T 系列在编写加工程序时，因为零件截面一般都是圆形，所以有直径指定和半径两种指定方法。如下图所示。



直径编程	半径编程
O0001； G00 X0. Z2.； G01 Z0. F200.； X30.； W-10.； G03 X50. W-10. R10.； G00 X60.； Z50.； M30；	O0001； G00 X0. Z2.； G01 Z0. F200.； X15.； W-10.； G03 X25. W-10. R10.； G00 X30.； Z50.； M30；

解释

如上述程序，当选择半径编程时，X 轴的坐标使用半径值指定；选择直径编程时，X 轴的坐标使用直径值指定。两种方式可通过参数“DIA”（P0405.5）或 G 代码（G10.9）选择。

• 直径指定时的注意事项

项目	注意事项
Z 轴指令	与直径、半径无关
X（任意直线轴指令）	支持直/半径指令
地址 U 的增量指令（任意直线轴增量指令）	支持直/半径指令

项目	注意事项
坐标系设定 (G50)	用直径指令 X/Y 轴坐标值
刀具补偿量的 X/Y 轴的值	用参数 “DIA” (P0405.5) 指定直径编程或半径编程
圆弧插补的半径指令 (R、I、K)	用半径值指令
X/Y 轴方向的进给速度	用半径变化/min 或半径变化/rev 指令
X/Y 轴的位置显示	用直径值显示

注 1 在说明书中，如果没有特别指出直径或半径指定，那么，当直径指定时，X 轴为直径值，当半径指定时，X 轴为半径值。 2 关于刀具补偿使用直径的意义，是指当刀具补偿量改变时，工件外径的直径值变化。如果不换刀具，补偿量改变 10mm，则切削工件外径的直径值改变 10mm。 3 关于刀具补偿使用半径的意义，是指刀具本身的长度。

8.5.2 直径和半径可编程切换 (G10.9)

可利用 G10.9 对直线轴切换直径编程和半径编程方式。

格式：

G10.9 IP0 ;	指定直线轴半径编程
G10.9 IP1 ;	指定直线轴直径编程

注 1 G10.9 指令必须独占一个程序段。编入 M/S/T 时，报警 PS526。 2 未编入轴地址时，报警 PS528；轴数据非 0/1 时，报警 PS527；对旋转轴指定直径编程时，报警 PS341。 3 非 MDI 方式复位时，自动复位为参数 “DIAi” (i: 直线轴号) 设定的编程状态。 4 当 i 轴当前的编程状态与位参数 DIAi(i: 直线轴号) 设定的编程状态不一致时，系统在屏幕上方中间显示当前的编程状态。例如：“X-D” 表示 X 直径编程；“X-R” 表示 X 半径编程。 5 当用 G10.9 改变直径/半径编程方式时，坐标系显示及输入值同时进行切换，但刀具长度补偿值(形状或磨损)与 G10.9 无关。例如：当参数设定 X 轴为直径编程，但是执行了 G10.9 X0，切换为半径编程方式，此时坐标系页面 X 轴数据自动转换为半径值，输入的数据也为半径值；但是 X 轴刀具长度补偿值(形状或磨损)仍然为直径值。

9 测量机能

9.1 跳跃机能（G31）

在 G31 中指定进给轴的移动，可以执行与 G01 相同的直线插补。如果在轴移动过程中系统接收到了跳跃信号，则终止执行剩余运动，而开始执行下个程序段。该机能主要用于由外部信号控制的加工跳转情况，或用来测量工件的尺寸。

格式

G31 IP__ F__；

G31: 跳跃指令，非模态，仅在本程序段中有效。

IP__: 指定移动终点坐标。

F__: 指定进给速度。

解释

- 跳跃信号

来自 G11.7。

- 进给速度

参数“SKPF”(P4500.7)可以选择 G31 是以参数设定的速度进给还是以 F 指令的速度进给。当 SKPF 设为 1 时，以“G31 低速速度”(P4510)作为进给速度。

G31 指令减速度（AD 或 DC 指令），在检测到跳跃信号时，有减速过程；否则，立即停止插补，无减速过程。

- 跳跃点位置

跳跃信号为 ON 时：

若 G31 指令了 AD 或 DC 指令，读取宏变量#5061~#5068 可以获得跳跃时刻的绝对坐标值，读取宏变量#5041~#5048 可以获得减速后的绝对坐标值。

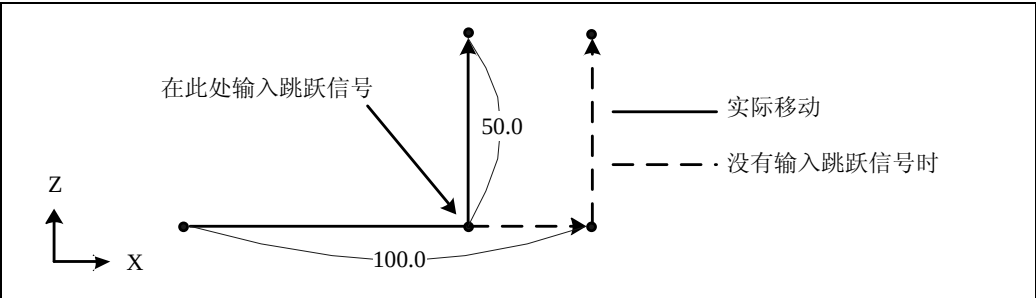
若 G31 未指令 AD 或 DC 指令，宏变量#5061~#5068 和#5041~#5048 读取到的值相同。

在移动量不明确时，也可以使用跳跃机能。

举例

- G31 后程序段是增量指令

从跳跃信号中断的位置用增量值运动。同时将跳跃点 X 轴绝对坐标保存到宏变量#1 中。



(G 代码体系 A)	(G 代码体系 B)
...	...
G31 U100.0 F100.0 ;	G91 G31 X100.0 F100.0 ;
#1 = #5041 ;	#1 = #5041 ;
W50.0 ;	Z50.0 ;
...	...

• G31 后用绝对指令只指定 1 个轴

指令轴移动至指令位置，没有指定的轴保持在跳跃信号输入位置。同时将跳跃点 X 轴绝对坐标保存到宏变量#1 中。

(G 代码体系 A)	(G 代码体系 B)
...	...
G31 X200.0 F100.0 ;	G90 G31 X200.0 F100.0 ;
#1 = #5041 ;	#1 = #5041 ;
Z100.0 ;	Z100.0 ;
...	...

• G31 后用绝对指令指定 2 个轴

无论跳跃信号从什么时候输入，刀具都移动至下个程序段指定的位置。同时将跳跃点 X 轴绝对坐标保存到宏变量#1 中。

(G 代码体系 A)	(G 代码体系 B)
...	...
G31 X200.0 F100.0 ;	G90 G31 X200.0 F100.0 ;
#1 = #5041 ;	#1 = #5041 ;
X300.0 Z100.0 ;	X300.0 Z100.0 ;
...	...

9.2 多级跳跃机能

当参数“SKPN”(P0006.4)设为1时,多级跳跃机能有效。

9.2.1 G31 多级跳转功能

格式

G31 IP_ F_ P_ ;

G31: 跳跃指令,非模态,仅在本程序段中有效。

IP_: 指定移动终点坐标。

F_: 指定进给速度。

P_: 跳跃信号编号。范围1~16。P1~P8分别对应跳跃信号SKP1~SKP8。P9~P16对应PLC的8个G接口,即G31.0~G31.7(SKIP9~SKIP16)。P未输入或输入P0时使用原G31信号,超出范围则触发PS340号报警。

解释

• 跳跃信号

使用总线IO模块1的低8位输入点。默认情况下总线IO模块的起始地址偏移为12,那么跳跃信号使用X12.0~X12.7。

各跳跃信号的有效电平可以由参数P4501设置。

参数SKPSRC(P4500.5)可以设置跳跃信号1~8取自总线IO模块的低8位。

注:以下情况会屏蔽P4500.5(SKPSRC)

1. 本地DI未配置时,此时跳转信号取自总线IO模块1的低8位
2. 本地DI已配置,但总线IO模块数(P1710)=0时,此时跳转信号取自本地DI。

• 进给速度

参考章节II-9.1说明。

• 跳跃点位置

参考章节II-9.1说明。

9.2.2 G04 多级跳转功能

格式

G04 X(U,P,XR)_ (Q_);

X(U,P,XR)_: 暂停时间 (U仅用于五轴以下车床A体系,P指令单位为毫秒,XR用于五轴以上车床A体系)

Q_: Q1~Q16 (Q为指令信号)

解释

当由G04指定的跳转信号被输入时,G04指令的暂停时间不再执行,当前含有G04语句段立即结束,并跳转至下一程序段。

• 跳转信号

Q1~Q8(同G31 P1~P8): 对应X12.0~X12.7。

Q9~Q16（同 G31 P9~P16）：对应 PLC 的 8 个 G 接口，即 G31.0~G31.7(SK P9~SK P16)。

• 举例

运行程序

O0001
N10 G04 X10 Q1;
N20 G04 X10 Q2;
N30 G04 X10 Q3;
N40 G04 X10 Q4;
N50 G00 Z100;
将 P4501 中 SKP1-SKP4 均置为 0，执行程序，此时 G04 指定跳转信号为低电平有效，程序直接跳至 N50 段执行；
将 P4501 中 SKP1-SKP4 均置为 1，执行程序，此时 G04 指定跳转信号为高电平有效，执行 N10 段时，给出 DI 插座 1 管脚一个高电平信号，G04 指定暂停时间将不再执行，立即结束当前段并跳转至 N20 段；若在 G04 语句执行期间不给入高电平跳转信号，当前段执行结束后顺序执行程序。

功能参数

0006

			SKPN				
--	--	--	------	--	--	--	--

[数据类型] 位型
[默认设置] 00000000
4 SKPN
0: 多级跳转信号功能无效
1: 多级跳转信号功能有效

4501

SKP8	SKP7	SKP6	SKP5	SKP4	SKP3	SKP2	SKP1
------	------	------	------	------	------	------	------

[数据类型] 位型
[默认设置] 00000000
SKP1
0: 跳转信号 n 低电平有效
1: 跳转信号 n 高电平有效

相关报警

1 SKPN=0 时,G04 中编入 Q 或 G31 中编入 P 时,报警 PS542(无多级跳转信号功能.检查 SKPN 位(P6.4))。

2 SKPN=1 时，编入 G04 Q0 时，报警 PS340(跳转信号编号超限)。

9.3 转矩限制跳转功能

- 1) G31 指令转矩限制跳转
- G31 IP_F_P_Q_;
- P 跳跃信号编号，编入时跳跃信号输入时进行跳转；
- Q 转矩限制，范围 1-200，单位%，编入时检测到转矩大于等于该值时进行跳转；
- 注 1：两者可以独立使用，也可同时使用；
- 注 2：同时使用，且希望使用原 G31 跳跃信号（SKP0/SKIP）时，须编入 P0
- 示例：

```
G31 X10 F10;           // 使用原 G31 跳跃信号（SKP0/SKIP）
G31 X10 F10 P1;        // 仅跳转信号（同多级跳转），使用 SKP1
G31 X10 F10 Q50;       // 仅转矩跳转
G31 X10 F10 P1 Q50;    // 跳跃信号及转矩同时有效
G31 X10 F10 P0 Q50;    // 原跳跃信号（SKP0/SKIP）及转矩同时有效
```

- 2) 诊断 F[75].0，给出 G31 跳转状态
注：下次调用 G31 时状态清零

3) 位参数：

P4500		SKPPE					
-------	--	-------	--	--	--	--	--

6 SKPPE
1/0: 跳跃点绝对坐标是否考虑位置误差补偿

当 SKPPE=1 时，在变量 5061-5068 基础上，进行位置误差补偿。

- 4) 通过设置诊断 G[1600]接口，支持在输出速度匀速后，G31 才进行转矩跳转；未设置 G[1600]时，不进行匀速检查，达到转矩时立即跳转；

注：G[1600]，平滑时间(匀速转矩使用)，单位 ms（此接口含义为指令速度到达匀速后，为防止反馈速度未达到指令速度而进行的延时）

9.4 自动刀具测量补偿（G36，G37）

当用 G36 或 G37 指令刀具移动到测量位置时，系统自动计算当前坐标值与指令测量坐标值之间的差值，并将此值作为刀具补偿量。在刀补状态下执行 G36 或 G37 时，计算出的测量结果用于更新补偿量，使当前补偿量变为新补偿量。

格式

G36 IPa ;
G36: 自动刀具测量指令。也可以使用 G37，G36 与 G37 功能完全相同，与测量轴无关。
IPa: 指定测量轴位置的绝对坐标。只能指定 1 个轴，如 Xa、Ya、Za 等。

解释

- 坐标系

因为测量位置使用绝对编程指令，所以在指令 G36 或 G37 前，必须预先设定好工件坐标系。

- 移动至测量位置

在 MDI 或 AUTO 方式，首先调用刀具，然后用 G36 或 G37 指令将刀具移动至测量位置。注意只能指定一个轴，同时测量位置必须是绝对指令，否则报警（PS0083）。

G36 或 G37 指令执行时，刀具以快速进给向测量位置移动，在中途降低进给速度，然后继续移动直到从测量仪器发出终点到达信号为止。即当刀尖到达测量位置时，测量仪器传送一个信号至系统使刀具停止。

测量输入信号与相应轴减速信号共用输入点，如 PLC 接口 X0.5、X1.5 等。参数“DECI”（P1605.0）对测量输入信号同样有效，但不进行滤波处理。连接总线驱动器时，测量输入信号可来自总线驱动器的 DEC 信号，或由 G0.4/G1.4/.....等输入。

- 补偿

在刀补状态下，刀补被进一步补偿，其补偿量是刀具测量位置的坐标值 α 与 G36 或 G37 指令指定的 a 值之间的差值。即：

新形状补偿量 = 当前形状补偿量 + 当前磨损补偿量 + (α-a)

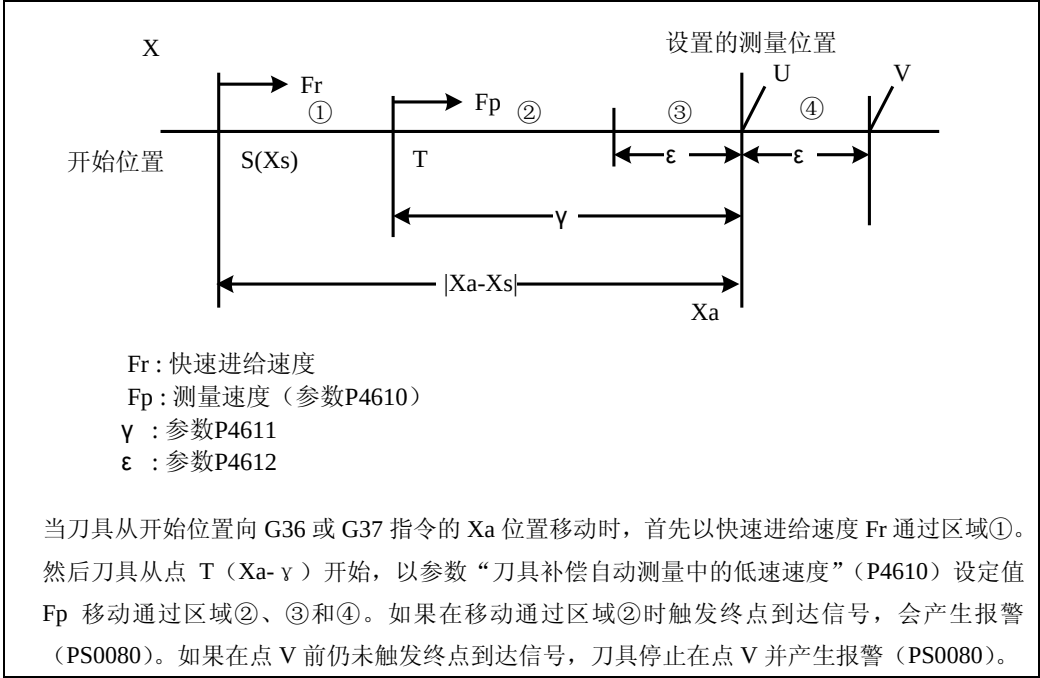
新磨损补偿量 = 0

这些补偿量也可从 MDI 键盘变更。

注

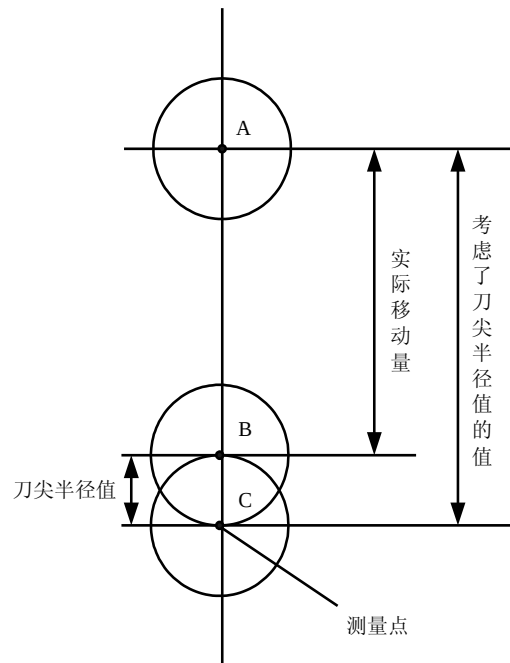
长度补偿有效时，为防止坐标系测量错误，增加参数“NAWLOM”(P0500.3)。当参数设为 0 时不允许坐标系测量输入。

• 进给速度和报警（以 X 轴为例）



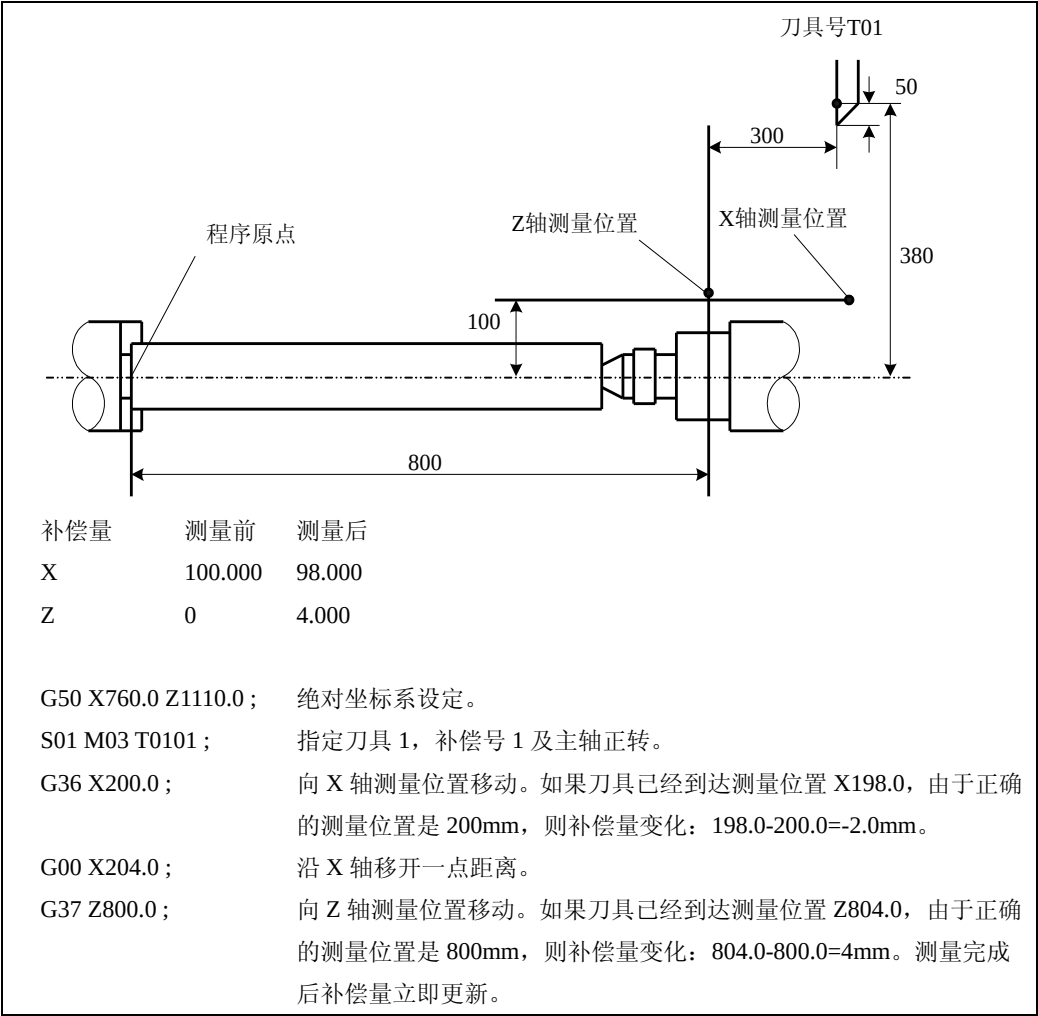
注

- 1 在指令 G36 或 G37 时，如果长度补偿无效，会产生报警（PS0081）。
- 2 在 G36 或 G37 指令的同一程序段中变更长度补偿时，会产生报警（PS0082）。
- 3 测量速度 F_p 、 γ 和 ε 由参数设定。这些值已经由机床制造厂家设定。
- 4 γ 及 ε 必须是正数，且 $\gamma > \varepsilon$ 。
- 5 在指令 G36 或 G37 前，必须取消刀尖半径补偿。
- 6 以测量速度移动时，如果插入一个手动移动，重新启动前，应将刀具回到插入手动移动前的位置。
- 7 当刀尖半径补偿机能有效，计算刀补时应考虑刀尖半径值，确保刀尖半径设定正确。刀具实际上是从 A 点移动到 B 点，但是补偿量的计算是假设刀具考虑了刀尖半径值而移动到 C 点。



- 8 测量完后立即更新绝对坐标。
- 9 如果指令了不能进行长度补偿的轴，则产生报警（PS0237）。

举例



10 主轴功能

10.1 速度控制

将地址 S 及其后面的数值，译码后送给机床，用于机床的主轴控制。在一个程序段中可以指令一个 S 代码，如果多段连续指令 S 代码，系统只识别最后一个。

关于可以指令 S 代码的位数以及如何使用 S 代码等，请参照机床制造厂家的说明书。

当移动指令和 S 代码在同一程序段时，移动指令和 S 代码可同时开始执行。

多主轴时的速度控制，请参照 II-10.4.2。

格式

M03 S__	; 主轴正转
M04 S__	; 主轴反转
M05	; 主轴停止

解释

- 1 主轴 M 代码需与 S 代码配合使用，如果只指令 S 代码，主轴并不会旋转。
- 2 主轴正转时，不能指定反转指令；反之，主轴反转时，也不能指令正转指令；需要先指令主轴停止，否则报警。但是当设置参数“SP1M34C”（P2751.6）为 1 时，允许正转时直接指令反转，且不会报警。

切削锁

主轴旋转速度未稳定前，为保证工件表面的切削质量，系统会在执行到切削指令（G01/G02 等）时，等待主轴转速稳定后才执行。为了提高效率，定位指令并不会等待；如需要，可增加 G04。

注

切削锁住功能仅判断当前主轴转速是否稳定。如果需要使用切削锁住功能，请注意指令当前主轴，否则可能判错主轴。有关“当前主轴”的描述，请参考 II-10.4.3

• 举例

M03 S2000	; 启动主轴
G00 X50 Z5	; 定位指令，即使主轴速度未稳定，也会执行
G99 G01 Z-10 F0.5	; 等待主轴转速稳定后才开始执行

• 相关参数

2700

				G98CUTLI	G99CUTLI		
--	--	--	--	----------	----------	--	--

[数据类型] 位型

3 G98CUTLI

0: 主轴转速不稳时，分进给切削段锁住有效

1: 主轴转速不稳时，分进给切削段锁住无效

2 G99CUTLI

0: 主轴转速不稳时，转进给（非螺纹）切削段锁住有效

1: 主轴转速不稳时，转进给（非螺纹）切削段锁住无效

10.1.1 分级调速（2 位数 S 指令）

用地址 S 和其后面 2 位数控制主轴转速。系统可提供 8 级主轴机械换挡调速（S01~S08）。
当主轴调速类型为分级调速时，即“SP1SANG”（K041.6）设为 0 时，S 代码与主轴的转速的对应关系及机床提供几级主轴变速，请参照机床制造厂家的说明书。

注
当在程序中指定了上述以外的 S 代码时，系统将产生外部报警（02：S 代码错）并停止执行。

10.1.2 无级调速（6 位数 S 指令）

解释

• 自动方式

用地址 S 及其后面的 6 位数值，直接指令主轴的转速（rev/min，或 RPM），不同的机床厂家转速的单位也往往不同。
位置页面大字体 S—显示空间不足时，前导字符 S 不显示；
位置页面小字体 S—显示空间不足时，改为以“K”为基本单位，例如 S 等于 120000 时，显示为“120K”。



• 手动方式

若没有编入 S 代码，则 S 代码的初值由参数“(主轴 1)手动方式下速度初值及上电时 S 代码的初值”（P2760）设定。

参数“SP1JOGS”（P2750.1）可选择在手动方式下模拟主轴速度的控制方式：

- SPnJOGS=1 时，主轴速度由编程的 S 代码控制。
- SPnJOGS=0 时，每次按下  或  按键，主轴转速的增减值由参数“(主轴 1)手动方式下速度增量”（P2762）设定，并以参数“(主轴 1)手动方式下速度最大值”（P2761）为上限。

• 其他方式

在其它方式时，主轴以指定的 S 代码旋转。

注
1 参数指定的转速是最终主轴输出的转速，而不是主轴电机的转速。如采用模拟电压控制，模拟电压的输出值取决于主轴的挡位，由系统内部控制调节。
2 当参数“SP1JOGS”（P2750.1）设为 0 且主轴旋转时，在手动与非手动间切换，主轴速度会发生变化。
3 本节描述中的手动方式包括：手动连续进给、手轮、单步或回零（机械或程序回零）方式。

10.1.3 自动编入正反转代码

主轴位参数（以第 1 主轴为例）：

P2751			SPSM					
-------	--	--	------	--	--	--	--	--

5 SPSM

1/0：编入 S 代码时是/否自动插入最后使用的正转或反转代码

第一次指定正转，如编入 S1000，自动编入 M03 S1000 等

10.2 恒线速控制（G96，G97）

所谓恒线速控制是指刀具相对旋转主轴夹持工件的线速度是恒定的，随着刀具位置的变化，根据线速度计算出主轴转速，并把其与对应的电压值输出给主轴控制部分，使得刀具与工件接触点的速度保持恒定，不受工件半径的影响。

对于线速度的单位，公制为 m/min（米/分），英制为 feet/min（英尺/分）。线速度单位根据机床厂家不同有时会不同。

格式

• 恒线速指令

G96 S__；	恒线速开始
S__：指定线速度，单位 m/min 或 feet/min。	
.....	
G97 S__；	恒线速取消
S__：指定主轴转速，单位 rev/min。	

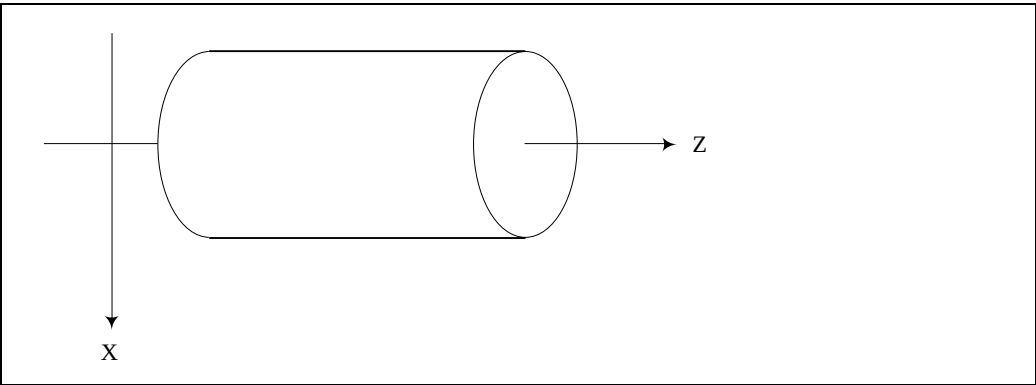
• 主轴最高转速钳制指令

G50 S__；	用于 G 代码体系 A
G92 S__；	用于 G 代码体系 B
S__：主轴最高转速，单位 rev/min。	

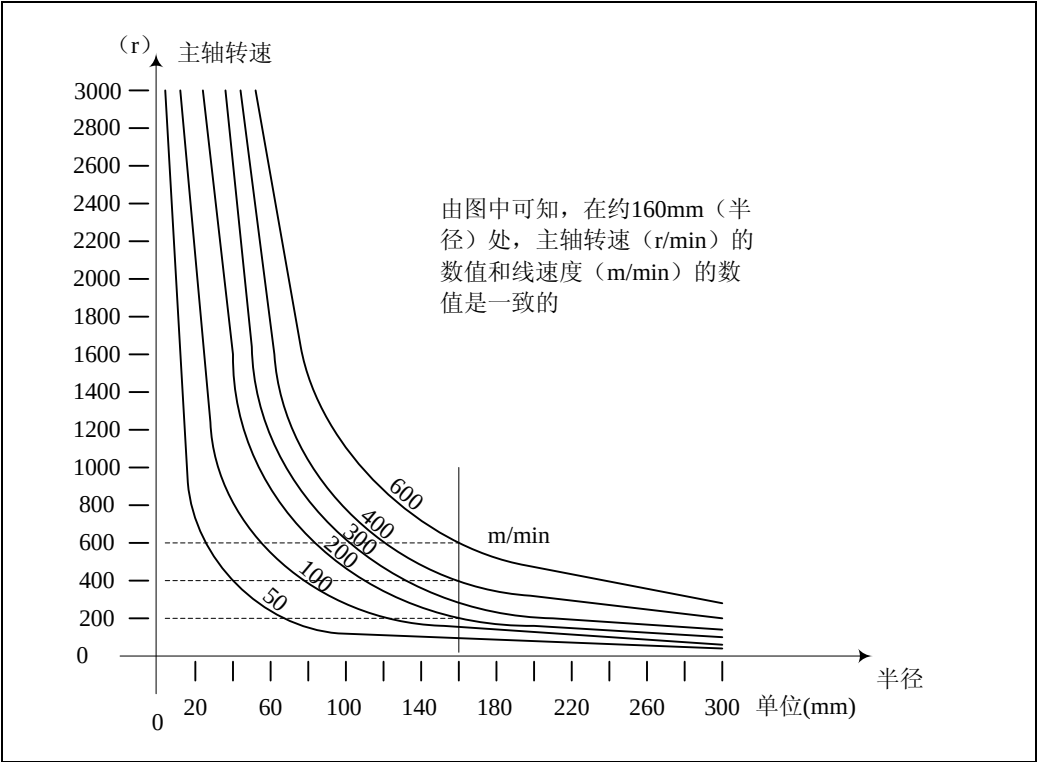
解释

• 恒线速控制

在执行恒线速控制前，必须设置工件坐标系。使 X 轴（恒线速控制的轴）的中心坐标值为 0。如下图所示。



G96 是模态 G 代码。指定后，随着工件程序执行中工件半径的增大或减小，主轴转速同步发生改变，以保持表面线速度恒定，直到指定 G97 前一直有效。在 G96 程序段中主轴转速为 0，直到出现 M03（主轴正转）或 M04（主轴反转），恒线速功能才有效。主轴转速、工件半径和表面速度之间的关系，如下图所示。



• 主轴速度倍率

对于指定的线速度或转速，根据主轴倍率选择，可以使用 50~120% 的倍率。

• 主轴最高转速钳制

在恒线速控制时，如果主轴转速超过了 G50 指定的 S__值，则主轴以 S__指定的值旋转。若不设定主轴最高转速值，则主轴速度不会被钳制。

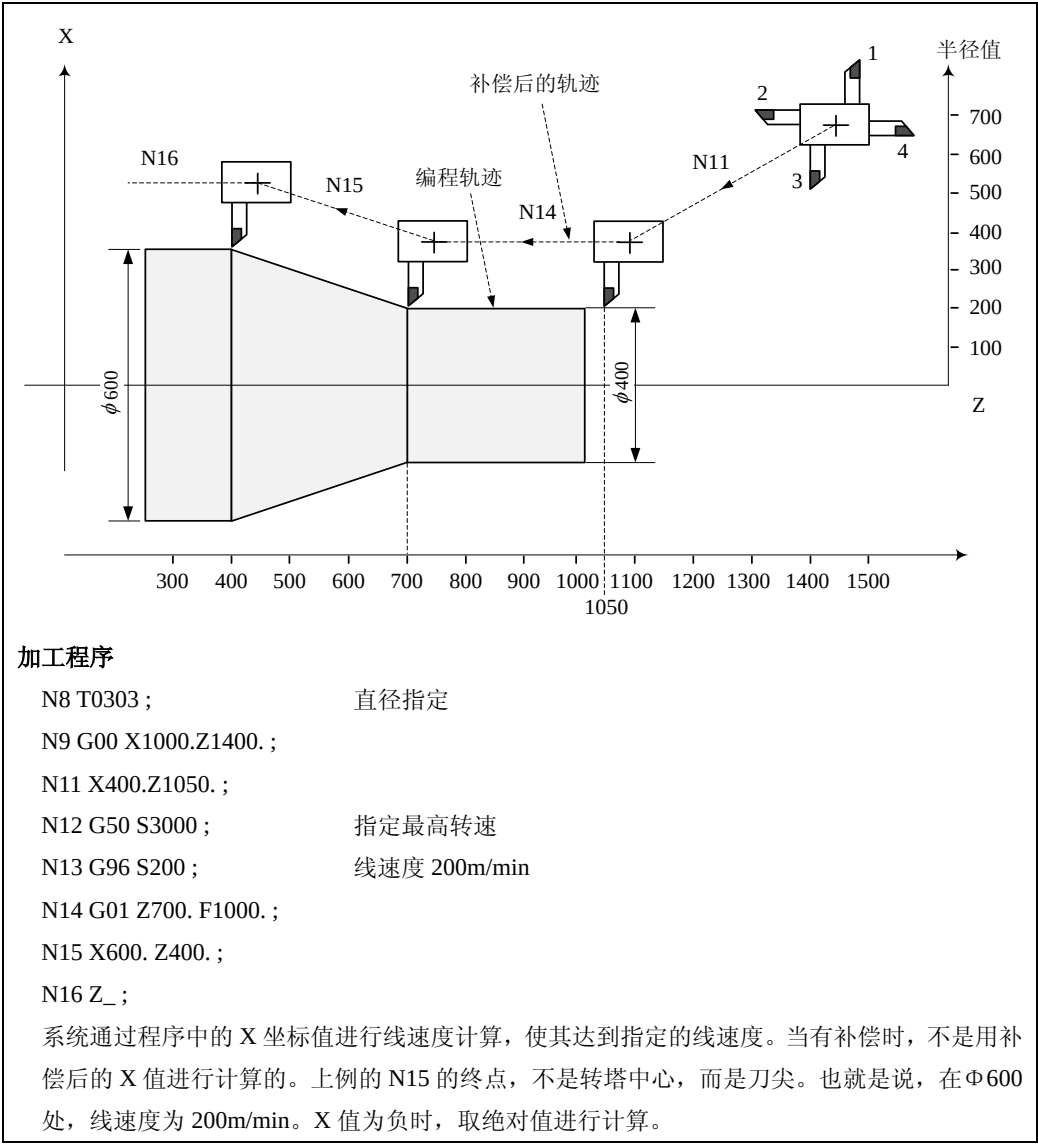
• 快速移动（G00）时的恒线速控制

对于用 G00 指令的快速进给程序段，当恒线速控制时，不对时刻变化的刀具位置进行线速度控制，而是计算程序段终点位置的线速度。这是因为默认快速移动时不进行切削的缘故。

注

- 1 当电源接通时，如果没设定主轴最高转速的状态，即为不限制状态。
- 2 对于设定主轴最高转速的状态，只适用于 G96 状态，G97 状态时不限制。
- 3 G50 S0 ;表示限制到 0rev/min。
- 4 在 G96 状态中，被指令的 S 值，即使在 G97 状态中也保持着。当返回到 G96 状态时，其值恢复。
G96 S50 ; 50m/min 或 50feet/min
G97 S1000 ; 1000rev/min
G96 X3000 ; 50m/min 或 50feet/min
- 5 机床锁住时，进给轴不动，但对应程序中 X 坐标值的变化，主轴仍进行恒线速控制。
- 6 切螺纹时，恒线速控制也是有效的。因此切螺纹时，应通过 G97 方式使恒线速控制无效，使主轴以同一转速转动。
- 7 每转进给（G99），在恒线速控制方式下（G96），虽然无使用意义，但仍有效。
- 8 从 G96 状态变为 G97 状态时，G97 程序段如果没有指令 S 码（转/分），那么 G96 状态的最后转速作为 G97 状态的 S 值使用。X 是 N3 前一个程序段的转速，即从 G96 状态变为 G97 状态时，主轴速度不变。
N1 G97 S800 ; 800rev/min
N2 G96 S100 ; 100m/min
N3 G97 ; Xrev/min
- 9 恒线速控制中指定的线速度是相对于编程轨迹的，而不是刀补后的位置的线速度。

• 举例



10.3 轮廓控制

可将伺服主轴作为旋转轴，进行位置指令定位，与其他伺服轴之间进行插补的功能，也称作 Cs 轴功能。是极坐标插补、圆柱插补、数字主轴螺纹插补、刚性攻丝等的基础。

关于是否具有此功能、轮廓控制时主轴对应的轴名称等设定、具体的机床结构，请咨询机床制造厂家。

10.3.1 进入及退出轮廓控制

格式

M60	;进入轮廓控制
.....	
M61	;退出轮廓控制

解释

- 1 进入轮廓控制后，即可将主轴作为旋转轴进行轮廓编程。指令正转/反转/停止/定向 M 代码时，会自动进入转速控制，可以省略进入转速控制 M 代码。
- 2 有 Cs 功能时，主轴回零后自动进入轮廓控制，无需再指定轮廓控制 M 代码。
- 3 无 Cs 功能时，指令进入轮廓控制 M 代码时，会触发报警。

注

1 可通过 G28 或手动机械回零到达轮廓控制方式时的零点。零点的位置与主轴的设定 (P2730、P2731、P2732)、回零方式 P5130 有关。

2 如果主轴处于速度控制状态，那么执行 M60 会先停止主轴，然后进入轮廓控制状态。该代码会等到主轴停止，并处于允许插补状态才结束。如果主轴处于轮廓控制状态，那么执行 M61 会先停止主轴，然后进入转速控制状态。该代码在主轴停止后结束（总线主轴会等待断使能后结束）。

3 进行极坐标插补、圆柱插补、数字主轴螺纹插补、刚性攻丝等时，会自动进入轮廓控制，因此不用单独编入 M60 或 M61。

举例

M03 S2000 ;速度控制

G00 X20.;

G04 X2;

M60 ;进入轮廓控制

G28 C0 ;C 轴回零

G00 C120. ;定位到 C120 度位置

G01 X10. C130. F100. ;C 轴与 X 轴直线插补

G00 X20. C240 ;定位到 X20. C240 度位置

G04 X2;

M61 ;退出轮廓控制

10.3.2 主轴夹紧、松开控制

主轴在轮廓控制方式下定位到某一角度后,为了使端面或侧面钻孔、攻丝时的主轴角度不发生变化,常常需要配合主轴夹紧机构将主轴固定。完成加工后,又需要将夹紧机构松开,方便主轴定位到下一个位置。

格式

M38 ;主轴夹紧

M39 ;主轴松开

解释

• 自动夹紧及松开

- 为简化编程，减少重复的 M38/M39 编写，本系统支持自动松开及夹紧：
- 1 主轴处于夹紧状态时，若执行手动、回零操作，或执行轮廓位置或速度控制指令，将首先松开主轴，等待松开到位后，再继续执行。
 - 2 主轴执行 G00 定位到位后，会自动夹紧主轴。

注

目前只支持指令 G00 后的自动夹紧功能。连续的钻孔循环中，第 1 段中仍需指令 M38。

• 举例

端面钻孔

T0404
M03.2 S2=1000 ;启动第 2 主轴，正转 1000 转
G00 X20 Z20
G04 X1
M60 ;主轴 1 进入轮廓控制
G28 C0 ;主轴 1 回零
G81 C60. Z-10 R2 F100 NS2 M38 ;定位到主轴 60° 位置，夹紧主轴 1，然后进行端面钻孔（Z 向），动力头为第 2 主轴
C120. ;自动松开主轴 1，定位到 120° 位置，自动夹紧，继续钻孔
C180.
.....
G00 Z20 ;Z 向退回，结束钻孔循环
M61 ;主轴 1 退出轮廓控制
M30

• 相关参数

2750

		PRWT					
--	--	------	--	--	--	--	--

[数据类型] 位型

PRWT 主轴夹紧时，转动或执行 M60 操作会提示报警/松开主轴并继续执行(不报警)
0: 报警
1: 不报警

2751
2801
2851

					SP1G0M38		
					SP2G0M38		
					SP3G0M38		

[数据类型] 位型

SPnG0M38

0: 无定位停止时自动夹紧功能
1: 有定位停止时自动夹紧功能

10.3.3 主轴定向

定向是指主轴停止在某一特定位置的功能，常用于刀库换刀或上下工件。定向位置的更改，与主轴驱动器类型有关，请与机床制造厂家联系。

格式

M19;

解释

- 1 有 Cs 功能时，主轴定向后自动进入轮廓控制，无需再指定轮廓控制 M 代码。
- 2 主轴有移动量时（插补运动或手动移动），清除定向完成信号，定向指令自动结束。

10.4 多主轴控制

多主轴控制是指在具有多个主轴的机床中，除了第 1 主轴外，还可控制从第 2 主轴起的其他主轴，各个主轴可以具有与第 1 主轴相同的功能，而只有 M、S 等代码有区别。系统最多支持 5 个主轴。具体的主轴安装位置及其对应的主轴轴号等，请以实际机床为准。

10.4.1 主轴控制 M 代码

各个主轴控制用的 M 代码如下：

主轴动作	主轴 1	主轴 2	主轴 3	主轴 4	主轴 5
主轴正转	M03	M03.2	M03.3	M03.4	M03.5
主轴反转	M04	M04.2	M04.3	M04.4	M04.5
主轴停止	M05	M05.2	M05.3	M05.4	M05.5
主轴定向	M19	M19.2	M19.3	M19.4	M19.5
进入轮廓控制	M60	M60.2	M60.3	M60.4	M60.5
退出轮廓控制（进入转速控制）	M61	M61.2	M61.3	M61.4	M61.5
主轴夹紧	M38	M38.2	M38.3	M38.4	M38.5
主轴松开	M39	M39.2	M39.3	M39.4	M39.5

10.4.2 速度指令

格式

S*n*=__；
n = 1~5，表示主轴 1~主轴 5 指令转速

解释

- 1 主轴指令 S__（S 后未编入 1），专用于指令主轴 1 的转速。
- 2 上述编程格式“=”左右两侧不能有空格。
- 3 多个主轴的转速指令，可以在同一行编入。

举例

M03 S100 ;第一主轴，正转 100 转
M3.2 S2=200 S3=100 ;第二主轴，正转 200 转；第三主轴，转速 100 转
M3.3 ;第三主轴，正转

10.4.3 当前主轴

格式

NS__；
NS 后接主轴编号。当数字超出范围或指令主轴无效时，以第 1 个有效主轴为当前主轴。

解释

- 1 当前主轴是指用于钻孔、攻丝、螺纹加工、每转/每分进给、恒限速等的主轴。

注

对不同的主轴进行速度控制，不需要指令 NS，只需要指令相应的 M、S 代码即可。

2 NS 是模态地址。非 MDI 下复位时，清除此模态数据。

10.5 自定义主轴 M 代码

方便用户按照使用、编程习惯自定义部分功能 M 代码。

相关参数

2740	(主轴 1) 自定义 M 代码: M3, M4, M5, M19, M38, M39, M60, M61
------	--

请按顺序逐个替换，按【修改】键更改规则

P2741~P2744 对应主轴 2~5，参数功能定义同主轴 1

限制

- 1 按 M3, M4, M5, M19, M38, M39, M60, M61 的顺序逐个替换
- 2 各 M 代码用 ‘,’ 分割
- 3 不允许重复指定或者与其他主轴重复指定
- 4 不期望启用的功能，用 M 字母代替
如: M3, M4, M5, M19, M, M, M60, M61 (表示没有主轴加紧松开功能)
- 5 未指定的 M 代码使用系统默认 M 代码
如: M803, M804, M805 (之后的 M19, M38, M60 等使用系统默认 M 代码)

10.6 主轴比例控制 (SPRC)

本系统设计有两个主轴比例控制器 (SPRC): SPRC1 和 SPRC2。SPRC 是用于控制从动主轴，使其跟随主动主轴、按编程比例转动，同时可进行相位控制和补偿控制的功能。

10.6.1 格式及说明

格式

• 启动SPRC控制器

G251 NLnl NPnp Pp Qq Rr NQnq Ee Kk

[说明]

nl: 选择SPRC控制器。有效数值: 1~2, 对应SPRC1~SPRC2。未编入默认SPRC1控制器。

np: 主轴号选择。

十位数: 主动主轴号(1~最大主轴数), 个位数: 从动Cs主轴号(1~最大主轴数)。

未编入时, 默认主动主轴为第1主轴, 从动主轴为第2主轴。

p/q: 主动主轴和从动主轴转速比。

(1) p有效范围: 1~1000, q有效范围: -1000~-1 或 1~1000

(2) P未编入时, 默认p=1

(3) Q未编入时, 默认q=1。q为负值代表从动主轴与主动主轴旋转方向相反。

r: 主动主轴与从动主轴相位差。r满足条件: -360.0 < r < 360.0

若R编入, 则进行相位控制; 若R未编入, 根据以下情况决定是否要进行相位控制:

(1) 使用SPRC1 且位参数SPRC1NR(P2700.0)=0, 或使用SPRC2 且位参数SPRC2NR(P2700.1)=0 时, 进行相位控制, 等同于输入R0。

(2) 使用SPRC1 且位参数SPRC1NR(P2700.0)=1, 或使用SPRC2 且位参数SPRC2NR(P2700.1)=1 时, 不进行相位控制。

其中, 相位控制附加速度由从动主轴的“定向或整圈停止电机转速”参数(P2776/P2826/P2876)确定。

nq: 补偿增益

(1) nq有效范围: 1~100, 单位: Hz

(2) 当无相位控制或非1:1同步主轴, 指定NQ时报警。

(3) 当同时满足以下条件时, 不指定NQ效果更好, 指定反而更差:

1) 主动和从动主轴都为总线轴

2) 位参数DSPSCi(i--主动主轴的轴号)=1

3) 非控制方式0 时

4) 驱动器型号及驱动器软件版本相同

e/k: 滚齿加工中斜齿圆柱齿轮加工, 属专用机械加工。e为螺旋角, k为模数。

(1) e有效范围: -50.0~50.0 度

(2) k有效范围: 0.01~100.0mm 或 0.01/25.4~100.0/25.4inch

(3) E和K同时使用, 仅输入一个时报警

(4) 当“G251EK”(P2701.0)为0 时禁用EK

- 停止 SPRC 控制器

G250 NLnl Pp ;

[说明]

nl: 选择 SPRC 控制器。有效数值: 1~2, 对应 SPRC1~SPRC2。

未编入默认同时停止 SPRC1 和 SPRC2。

p: 发出停止信号, 并等待 SPRC 控制器停止

p 有效范围: 1

P 未编入时，向 SPRC 控制器发出减速停止信号，但不等待其停止结束

编入 P1 时, 向 SPRC 控制器发出减速停止信号, 并等待其停止结束

解釋

- 坐标更新

SPRC 控制期间, 从动主轴跟随主动主轴运动的部分脉冲, 计入机床坐标, 不计入绝对坐标。但累计未计入部分, 在 SPRC 控制结束时更新绝对坐标。

SPRC 控制器启动时刻, 从动主轴绝对坐标清 0。停止时刻, 将 SPRC 控制期间未计入绝对坐标的数据总和计入绝对坐标。

• SPRC 启动说明

1 启动后系统在标题栏中间以红色字体醒目提示工作中的 SPRC 控制器: SPRC1/SPRC2

注：当 SPRC1 和 SPRC2 都显示时，中间没有空格显示。

2 启动后, 从动主轴立即进入轮廓控制模式

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴), 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	G51.2; 1:1 控制, Y 轴进入轮廓模式, 坐标清零 ... G50.2; 虽停止 SPRC 控制器, 但 Y 轴仍处于轮廓模式
其它说明	G51.2 与 G251 等价, G50.2 与 G250 等价, 下同

3 启动后, 当主动主轴为数字主轴时, 那么主轴停止时保持使能状态。

例如：

配置 1	第 1 主轴为总线主动轴(C 轴), DSPSC4=1, 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	M3 S500 ; G4 P2000 ; G51.2 ; G4 P5000 ; M5 ; C 轴停止后不断使能

配置 2	第 1 主轴为总线主动轴(C 轴)，DSPSC4=0，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	M3 S500 ; G4 P2000 ; G51.2 R0 NQ20 ; G4 P5000 ; M5 ; C 轴停止后不断使能

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	M3 S200 ;	启动主动主轴
	G51.2 P1 Q2 ;	1:2 控制
	G01 Z-10. F100. ;	待 Y 轴速度稳定(处于 SPRC 从动跟随过程中)后切削

注意：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	G51.2 ;	1:1 控制，主动主轴处于停止状态
	G1 Z-10. F100. ;	虽从动主轴未处于跟随状态，但因主动主轴处于停止状态，不会进行切削锁住

8 当 SPRC 启动控制后，可再次指定 G251，给入新的控制器数据

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	M3 S400 ;	
	G4 P1000 ;	
	G51.2 Q2 ;	Y 轴 800 转/分
	G4 P1000;	
	G51.2 P2 ;	Y 轴直接从 800 转/分直接降到 200 转/分
	G4 P1000 ;	
	G51.2 ;	Y 轴直接从 200 转/分直接升到 400 转/分

• SPRC 停止说明

1 通过代码停止

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	G0 X20. Z0. ;	
	M3 S400 ;	
	G51.2 P2 ;	Y 轴 200 转/分
	G01 Z-10. F500. ;	
	G50.2 ;	停止，不等待
	G0 X25. ;	
	G50.2 P1 ;	等待 SPRC 控制器，可省略
	G0 Y180.0;	Y 轴定位到 180 度
其它说明	“G50.2 P1;”段可省略。下一段指令 Y 轴移动时，系统因为检测到 Y 轴为 SPRC 控制器控制的从动主轴且处于减速状态，所以进行了等待，以保证“G0 Y180.0;”正确运动到 Y180.0。	

2 通过 G 接口停止

PLC 可在复位时接通 SPnRSPRC(n 为从动主轴轴号)，这样复位时就可以停止相应 SPRC 控制器。

3 有补偿时，且除 SPRC 控制器外有脉冲输出，报警并停止 SPRC 控制器。

4 主动或从动主轴报警时，停止 SPRC 控制器。

相关参数

2700							SPRC2NR	SPRC1NR
------	--	--	--	--	--	--	---------	---------

[数据类型]	位型
1	SPRC2NR SPRC2 控制器未输入 R 时，默认 R0/不进行相位控制
0	SPRC1NR SPRC1 控制器未输入 R 时，默认 R0/不进行相位控制

2769	(主轴 1)到位允许误差
2819	(主轴 2)到位允许误差
2869	(主轴 3)到位允许误差

指令补偿(NQ)时，从动主轴到位允许误差在补偿控制时使用。当误差绝对值大于到位允许误差时，进行补偿。

10.6.2 应用举例

多边形加工

工件轴：第 1 主轴，为主动主轴
刀具旋转轴：第 2 主轴，为从动主轴
位参数 SPRC1NR(P2700.0)=0，目的：省略 R0 编入。
示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	O0251 ;	
	M3 S100 ;	工件轴旋转速度 100 转/分
	G0 X50. Z0. ;	快速定位
	G51.2 P1 Q2 ;	刀具旋转轴以速度 200 转/分同步旋转，执行相位同步，但无补偿
	G01 Z-10. F100. ;	Z 轴进给
	G0 X80. ;	X 轴回退
	G50.2 ;	刀具旋转轴同步解除，刀具停止
	G0 Z100. ;	Z 轴退回安全位置
	M30 ;	

同步夹持工件

工件轴：第 1 主轴，为主动主轴
刀具旋转轴：第 2 主轴，为从动主轴
示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	O0251 ;	
	...	
	第 1 主轴卡盘关闭 M 代码	由 PLC 实现
	...	
	M3 S1500 ;	第 1 主轴旋转
	...	
	G51.2 R0 NQ10 ;	同步控制，且有相位同步，有补偿
	...	
	第 2 主轴卡盘关闭 M 代码	PLC 需确认 F2208.1(SP2SYNC)=1，然后关闭

	卡盘
说明	在主轴同步夹持模式中，主动主轴与从动主轴同时夹持相同工件时，请勿更改主轴转速或停止主轴。否则可能因变速过程中，同步误差变大，而引发非常危险的情况。

主轴重叠控制（承载攻丝）

在主轴重叠方式下，进行攻丝/钻孔等，以提高效率。

工件轴：第 1 主轴，为主动主轴

刀具旋转轴(攻丝轴)：第 2 主轴，为从动主轴

示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	O0251 ; M3 S500 ; 工件轴旋转速度 500 转/分 ... G51.2 ; ... G0 X0 Z2. ; G84 Z-20. F2. S2=300 NS2 ; 重叠后，攻入时 800 转/分，攻出时 200 转/分 G250 ; M5 ; M30;

平齿轮加工（专用机械）

工件轴：第 1 主轴，为主动主轴

刀具旋转轴(滚齿轴)：第 2 主轴，为从动主轴

示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	O0251 ; M3 S500 ; 工件轴旋转速度 500 转/分 G0 X40. Z5. ; 快速定位 G51.2 P10 R0 ; 滚齿轴 50 转/分同步旋转，执行相位同步 G01 Z-10. F10. ; 第 1 次切入 G0 X44. ; Z5. ; X38. ; G01 Z-10. F10. ; 第 2 次切入 G0 X44. ; ... G50.2 ; 刀具旋转轴同步解除，刀具停止 ... M30 ;

斜齿轮加工（专用机械）

刀具旋转轴(滚齿轴)：第 1 主轴，为主动主轴

工件轴：第 2 主轴，从动主轴

其它加工参数：齿数 P=68，滚齿条数 Q=3，螺旋角 E=18 度，模数 K=2.5mm，工件左旋，滚刀右旋。注：P/Q 不可约分。

示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(Y 轴)，第 2 主轴为从动轴(C 轴)
程序	<pre> O0251 ; G250 ; M3 S160 ; 刀具旋转速度 500 转/分 G0 X20. Z3. ; 快速定位 G251 NP12 P68 Q-1 E18.0 K2.5 R0; 启动滚齿加工，执行相位同步 G00 X-5.5 ; G1 Z-80. F0.050; 第 1 次切入 G0 X20. ; G1 Z3. F3. ; 用 G1 回定位位置，相当于 C 轴补偿量归零(不能用 G0) G0 X-8.5 ; G01 Z-80. F0.050 ; 第 2 次切入 G0 X20. ; ... G50.2 ; 刀具旋转轴同步解除，刀具停止 ... M30 ; </pre>

10.7 主轴换挡

对于有多个主轴挡位的机床，根据是否有自动换挡机构，分为自动换挡、手动换挡两种换挡方式。具体的换挡方式，请咨询机床制造厂家。

10.7.1 自动换挡

解释

诊断参数“AGEAR”(K044.0)设为 1 时，为自动换挡方式。

系统支持通过 M 代码换挡、S 代码换挡两种方式，可通过参数“AGEARM”(K044.2)进行选择。

• M 代码对应的挡位转速

M41：主轴 1 挡，最高转速设定在诊断数据表 D040。

M42：主轴 2 挡，最高转速设定在诊断数据表 D044。

M43：主轴 3 挡，最高转速设定在诊断数据表 D048。

M44：主轴 4 挡，最高转速设定在诊断数据表 D052。

• 相关参数

1 “SPSWAY”(K044.7)：1/0：主轴 1 选择/不选择摆动换挡输出。

2 “GEARKP”(K044.6)：1/0：上电时，恢复/不恢复断电前的挡位。

3 “AGIM”(K044.4)：1/0：主轴挡位反馈信号有效电平为高电平/低电平。

- 4 “AGIN”(K044.3): 1/0: 自动换挡时, 是/否检查挡位反馈信号。
- 5 “AGEARM”(K044.2): 1/0: 主轴通过 M 指令换挡/根据 S 指令自动换挡。
- 6 “AGST”(K044.1): 1/0: 自动换挡时, 需要/不需要手动完成换挡 (即挡位到位信号输入后, 是否需按“循环启动”键才能完成换挡)。
- 7 “AGEAR”(K044.0): 1/0: 选择模拟主轴自动换挡/手动换挡。

• M 指令换挡过程

当程序自动运行 M41~M44 时, 过程如下:

- 1 检查系统是否有模拟主轴功能, 且诊断参数“AGEAR”是否设置为 1。否则产生外部报警 (01: M 代码错)。
- 2 检查指令代码的挡位与当前输出的挡位是否一致。如果一致, M 代码结束, 不进行换挡。如果不一致, 进行以下换挡过程。
- 3 使主轴转速为诊断数据表“主轴换挡低速”(D0056)设置的转速。如果进给轴有运动, 则暂停运动。
- 4 若当前主轴有反馈转速, 依靠反馈转速判断是否关闭原挡位输出信号, 输出新挡位信号; 若当前主轴无反馈转速, 延迟“主轴换挡定时器 1”(T10)设定的时间后, 关闭原挡位输出信号, 同时输出新挡位信号。
- 5 若诊断参数“AGIN”(K044.3)设为 1, 跳至第 6 步, 否则跳至第 7 步。
- 6 检查挡位到位输入信号, 如果到位, 跳至第 7 步。
- 7 延迟“主轴换挡定时器 2”(T11)设定的时间后, 如果诊断参数 AGST 为 0, 则跳至第 9 步, 否则跳至第 8 步。
- 8 按“取消”按键取消报警, 然后等待“循环启动”键, 按下后执行第 9 步。
- 9 按新的挡位输出模拟主轴转速, 换挡 M 指令结束。

• S 指令换挡过程

- 1 轴运动停止, 模拟主轴输出“主轴换挡低速”(D0056)设定的转速。
- 2 若当前主轴有反馈转速, 依靠反馈转速判断是否输出换挡信号 GEAR1~4; 若当前主轴无反馈转速, 延迟“主轴换挡定时器 1”(T10)设定的时间后, 输出换挡信号 GEAR1~4。
- 3 检测挡位信号 GEAR1~4 是否到位。
- 4 到位后, 延迟“主轴换挡定时器 2”(T11)设定的时间。如果诊断参数 AGST 为 0, 则跳至第 6 步, 否则跳至第 5 步。
- 5 按“取消”按键取消报警, 然后等待“循环启动”键, 按下后执行第 6 步。
- 6 按新的挡位输出模拟主轴转速, S 指令结束。

10.7.2 手动换挡

解释

• 主轴输入接口换挡

诊断参数“AGEAR”(K044.0)设为 0 时, 为手动换挡方式, 根据输入接口的情况来确定主轴挡位。输入信号 GEAR4I (X1.2)=1, 系统按“主轴 4 挡最大速度”(D0052)设置的最高主轴转速输出。输入信号 GEAR3I (X1.3)=1, 系统按“主轴 3 挡最大速度”(D0048)设置的最高主轴转速输出。输入信号 GEAR2I (X1.6)=1, 系统按“主轴 2 挡最大速度”(D0044)设置的最高主轴转速输出。输入信号 GEAR2I~GEAR4I 全为 0 时, 系统按“主轴 1 挡最大速度”(D0040)设置的最高主轴转速输出。

注

- 1 主轴手动换挡时，挡位输入信号级别最低，如果选择该点为其它功能，则挡位输入信号无效。
- 2 如果选择了主轴手动换挡时，不想换挡，可以将 D40/D44/D48/D52 设置为相等。

11 刀具功能（T 功能）

用地址 T 及其后面 2 位数来选择机床上的刀具。在一个程序段中，可以指令一个 T 代码。移动指令和 T 代码在同一程序段中指令时，移动指令和 T 代码同时开始。
系统可提供的刀具数由诊断数据“总刀具数”（D0007）设定。

格式

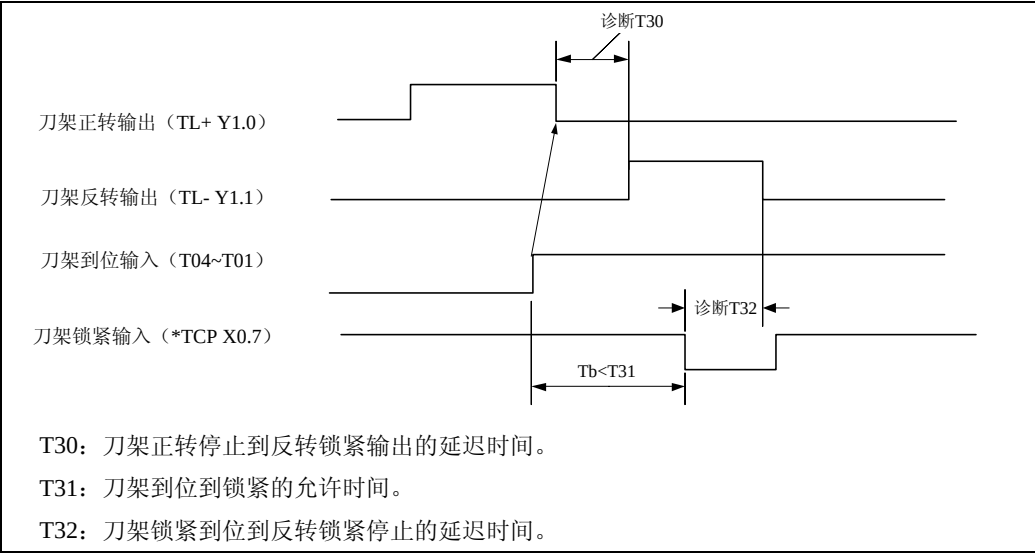
T00XX；

OO：刀具选择号

XX：刀补号

解释

- 换刀过程（以宏达刀架为例）



换刀过程如下：

- T 代码开始执行时，首先输出刀架正转信号（TL+），使刀架旋转。
- 当接收到 T 代码指定的刀具到位信号后，关闭刀架正转信号。
- 延迟 T30 时间后，刀架开始反转而进行锁紧（TL-），并开始检查锁紧信号*TCP。
- 当接收到该信号后，延迟诊断号 T32 设置的时间，关闭刀架反转信号（TL-）。
- 换刀结束，程序转入下一程序段继续执行。如指定的刀号与现在的刀号（实际的刀号反馈）一致时，则换刀指令立即结束，并转入下一程序段执行。

注

1 当系统输出刀架反转信号后，在诊断号 T31 设定的时间内，如果系统没有接收到*TCP 信号，系统将产生报警，并关闭刀架反转信号。即当 $Tb \geq T31$ 时，产生外部报警。

2 换刀所需的最长时间设置在诊断参数 T03。换刀时间超过设定值，产生外部报警。

3 当使用排刀时（执行不同的 T 代码，实际并没有以上的换刀动作，而只是更改刀补），可将“NOTFNCT”（P6400.4）设为 1 以节省换刀时间。使用该功能时，一般“MBNCP”（P6400.5）应同时设置为 1。

- 刀架输入信号检查机能

诊断参数“TCKI”（K016.7）设置为 1 时，检查刀架输入信号。完成以下机能：

在换刀完成后，一直检查刀位输入信号。如果刀位输入信号和当前刀位不一致，即应该接通的没接通，则产生外部报警。

注

- 1 按诊断数据 D7 设置的刀具数量，检查对应的输入信号个数。
- 2 如果不需检查或使用排刀时，可设置 TCKI=0。

- 换刀完成检查机能

- 1 换刀完成，FIN 信号给入后，若刀号输出(F5)与输入(G25)不一致，报警 PS561。
- 2 手动换刀完成，系统接收到 G12.7(JTOLF)信号后，立即用 G25 更新 F5 接口。PLC 可利用 F5 实时监测刀架状态。
- 3 F 接口在上电或 PLC 完整执行完后才刷新，防止 PLC 分片执行带来的时序问题。
- 4 对结束程序段前做冗余保护，检测辅助机能等是否已执行完。

- 后刀架选择机能

当诊断参数“RVX”（K016.4）设为 1 时，选择后刀架机能。此时，原手动 X 轴+、-运动反向。同时相应键上的指示灯亮。

- 输入信号有效电平

刀架到位信号（T01 等）有效电平由诊断参数“TSGN”（K016.1）设定；刀架锁紧信号（*TCP）由“TCPS”（K016.0）设定。

注

当无刀架锁紧信号时，可以不接该信号，设置 TCPS 为低电平有效，通过设置时间 T32 来设置反转锁紧时间。

12 辅助功能（M 功能）

M 代码由 M 地址和其后的 2~4 位数字组成，用来控制机床辅助功能，如主轴正反转、冷却开关、换刀等。

M 代码在一个程序段中只允许一个有效。位置移动指令和 M 指令在同一个程序段中时，两者同时开始执行。该部分说明按照功能主要分为“程序控制相关 M 代码”和“机床控制相关 M 代码”两类进行介绍。

12.1 辅助功能代码

本系统提供 4 位 M 代码（M00~M9999）。除了已经固定的 M 代码外，其余 M 代码均可由机床厂商自行定义。

格式

格式 1: Mxxxx
4 位数 M 代码

格式 2: Mab.c
2 位数带 1 位小数 M 代码，等价于 Mcab。如：M03.2 可写为 M203。

注

1 自定义 M 代码范围为 M0~M9999，但是 M999 以后 M 代码无法用格式 2 表示。

2 M 代码中开头的零可以省略。如：M03 可写为 M3，M03.2 可写为 M3.2，M0100 可写为 M100 等。但 M00 最多略写为 M0。

12.2 程序控制相关 M 代码

该部分代码用于程序控制相关功能，功能由 NC 定义。

名称	功能
M00	程序暂停
M01	程序选停
M02	即 M30(用于兼容部分以 M02 结束的程序)
M30	程序结束
M91	用户接口跳转机能
M92	用户接口跳转机能
M93	用户接口跳转机能
M94	用户接口跳转机能
M96	宏中断功能开启
M97	宏中断功能关闭
M98	调用子程序
M99	子程序返回

注

- 1 M00 程序停。当执行了 M00 的程序段后，停止自动运行。与程序单段停一样，把之前的模态信息全部保存起来。重新按下“启动”键后，再继续自动运行。
- 2 M98/M99 子程序调用。详情参见 II-13.1.1.2
- 3 M30 程序结束。详情参见 II-13.2
- 4 M96/M97 中断型宏程序调用。详情参见错误!未找到引用源。
- 5 M00、M01、M30 的下一个程序段即使存在，也不进入缓冲存储器中。
- 6 执行 M96/M97/M98 时，代码信号不传送给 PLC；执行 M99 时是否输出到 PLC 由参数“M990”（P1600.6）决定
- 7 M 启动后，即使系统工作方式改变，也仍然保持。用手动方式按键无法关闭，可按“复位”键关闭

用户接口转跳机能

系统自动运行这些 M 代码时，会根据输入接口信号的状态进行程序跳转。

• 格式

M9* Pn ;
*: 1~4
Pn: 指定程序段

• 解释

当条件满足时，转跳到 Pn 指定的以 N 开头的程序段。若 n 未检索到，则产生报警（PS0128）。

- 1 M91: 当输入信号 M91I=0，转跳。输入信号 M91I=1，顺序执行下一程序段。
- 2 M92: 当输入信号 M91I=1，转跳。输入信号 M91I=0，顺序执行下一程序段。
- 3 M93: 当输入信号 M93I=0，转跳。输入信号 M93I=1，顺序执行下一程序段。
- 4 M94: 当输入信号 M93I=1，转跳。输入信号 M93I=0，顺序执行下一程序段。

• 举例

N50 M92 P100 ;
N60 G00 X100. Z100. ;
N70 ... ;
N100 G00 X0. Z0. ;
当程序执行到 N50 时，如果输入接口 M91I=1，则转跳执行 N100；如果输入接口 M91I=0，则顺序执行 N60。

12.3 机床控制相关 M 代码

主轴相关 M 代码

主轴 M 代码功能由 NC 定义,使用时不发送给 PLC 处理，但必须是不同主轴的 M 代码。系统可并行执行不同主轴的 M 代码。

功能	主轴 1	主轴 2	主轴 3
主轴正转	M3	M203(M03.2)	M303(M03.3)
主轴反转	M4	M204(M04.2)	M304(M04.3)
主轴停止	M5	M205(M05.2)	M305(M05.3)
主轴定向	M19	M219(M19.2)	M319(M19.3)
进入轮廓控制	M60	M260(M60.2)	M360(M60.3)

进入转速控制	M61	M261(M61.2)	M361(M61.3)
主轴夹紧	M38	M238(M38.2)	M338(M38.3)
主轴松开	M39	M239(M39.2)	M339(M39.3)

机床功能 M 代码

部分 M 代码功能由 PLC 处理。

名称	功能
M07	对刀测量
M08	冷却开
M09	冷却关
M10	卡盘夹紧
M11	卡盘松开
M26	吹气开
M27	吹气关
M32	润滑开
M33	润滑关
M41	模拟主轴挡位第一挡
M42	模拟主轴挡位第二挡
M43	模拟主轴挡位第三挡
M44	模拟主轴挡位第四挡
M48	进给倍率固定 100%
M49	进给倍率恢复
M62	同步轴功能建立
M63	同步轴功能解除
M78	台尾进
M79	台尾退
M88	刀套定位缸前进输出
M89	刀套定位缸后退输出

注

- 1 当在程序中指定了程序控制和机床控制以外的 M 代码时，系统将产生外部报警（01：M 代码错）并停止执行。
- 2 M 启动后，即使系统工作方式改变，也仍然保持。用手动方式按键无法关闭，可按“复位”键关闭。

特殊 M 代码（M21/M22/M71/M72、M23/M24/M73/M74）

对于 M21/M22/M71/M72、M23/M24/M73/M74 这些 M 代码可作为一般 M 代码使用，也可设置执行的时间宽度，还可以等待输入信号的到来而结束程序段

• 相关参数

诊断参数“SM21”（K024.0）决定 M21/M22/M71/M72 代码功能有效/无效。

诊断参数“SM23”（K024.1）决定 M23/M24/M73/M74 代码功能有效/无效。

• 相关接口

输入接口有 M21I（X1.2）和 M23I（X1.3）。

输出接口有 M21O（Y2.6）和 M23O（Y2.7）。

• 使用说明

- 1 M21: 同一般的 M 代码。如果参数 SM21 设置为 1, 则输出接口 M21O 有输出。
- 2 M22: 同一般的 M 代码, 如果参数 SM21 设置为 1, 则关闭接口 M21O 的输出。
- 3 M71: 执行“M21 功能定时器”(T024)指定的时间后, 结束该程序段。如果参数 SM21 设置为 1, 则输出接口 M21O 有输出, 结束时, 关闭输出接口 M21O。
- 4 M72: 检测输入信号 M21I, 如果 M21I=0, 则等待。如果 M21I=1, 结束该程序段, 这时, 如果参数 SM21 设置为 1, 则输出接口 M21O 有输出。
- 5 M23: 同一般的 M 代码。如果参数 SM23 设置为 1, 则输出接口 M23O 有输出。
- 6 M24: 同一般的 M 代码, 如果参数 SM23 设置为 1, 则关闭接口 M23O 的输出。
- 7 M73: 执行“M23 功能定时器”(T025)指定的时间后, 结束该程序段。如果参数 SM23 设置为 1, 则输出接口 M23O 有输出, 结束时, 关闭输出接口 M23O。
- 8 M74: 检测输入信号 M23I, 如果 M23I=0, 则等待。如果 M23I=1, 结束该程序段, 这时, 如果参数 SM23 设置为 1, 则输出接口 M23O 输出。

注

- 1 急停时关闭 M21、M23 输出。
- 2 按复位键关闭 M21、M23 输出。

12.4 用户自定义输入/输出（M983）

自定义输入输出指令 M983 为程序控制相关 M 代码, 用于检测外部输入, 并对外输出, 配合 PLC 使用。

主通道与 PEXC 通道都可以使用该指令。

格式

M983 I_K_NI_NK_P_Q;

I: 输入点位置。格式为[字节偏移].[位偏移], 基地址为 G4100。

K: 输出点位置。格式为[字节偏移].[位偏移], 基地址为 F4100。

NI: 等待输入状态。当输入且为数据 0 的时候, 等待 0, 其他等待 1。

NK: 输出状态。当输入且为数据 0 的时候, 输出 0, 其他输出 1。

P: 等待时间, 单位秒。未输入表示一直等待。

Q: 输出时间, 单位秒。未输入表示不取消输出。

解释

• 输入逻辑

首先等待 P 地址指定的时间。在等待的过程中, 检测 I 地址指定的输入点位置, 若其状态与 NI 指定的一致, 则终止等待, 继续处理之后的指令。

若在指令的等待时间内一直没有检测到期望的输入状态, 则会触发 PS409 报警。

• 输出逻辑

将 K 地址指定的输出点状态, 设置成与 NK 指定的相同状态。

若输入 Q, 则等待指定的时间, 然后将输出点状态设置成与 NK 指定的相反状态。否则输出点一直为 NK 指定的状态。

针对特殊情况，如复位时，需要控制 M983 输出点，可通过 G 接口控制 M983 输出状态。

- 1 G4120~G4127：需要被控制的输出点位置（控制位）
- 2 G4140~G4147：控制的输出点位置的对应值（数值位）

以上诊断皆按位与 F4100~F4107（输出位）相对应，如：G4120.0 和 G4140.0 影响 F4100.0，以此类推。

当控制位为 1 时，输出位状态设置成与数值位一致

当控制位为 0 时，不改变输出位状态

注

M983 在特定情况下，将指定输出位设置为期望值，其余情况不改变输出位状态

例：F4100.0 在复位键按下时，变为 0，则

1 设置 G4140.0 为 0

2 复位键按下时，设置 G4120.0 为 1，其余时刻为 0

• 限制

- 1 M983 指令必须单独一行，否则多数情况下触发 PS 报警；
- 2 M983 必须写在 P、Q 地址之前，否则 PS 报警；
- 3 M983 指令内，上述地址都可以输入小数，位数与编程位数相同；
- 4 I/K 字节偏移范围 0~7，位偏移范围 0~7，超限会触发 PS408 报警；
- 5 同时存在 I/K 的情况，先检测输入，再进行输出。

举例

M983 I1.2 P3.0 ;

等待 G4101.2 状态变为 1，时长为 3 秒。超时触发 PS 报警。

M983 I4.7 NI0 ;

等待 G4104.7 状态变为 0。一直等待，不会超时。

M983 K5.3 ;

将 F4105.3 设置为 1。

M983 K7.0 NK0 Q0.5;

将 F4107.0 设置为 0，0.5 秒之后设置为 1。

PLC 相关内容

G4120~G4127，用于表示哪一输出位置需要控制（以下称为控制位）；

G4140~G4147，用于表示控制的输出位置的对应值（以下称为数值位）；

以上诊断皆按位与 F4100~F4107（以下称为输出位）相对应，例如：

G4120.0 与 G4140.0 影响 F4100.0，以此类推。

当控制位为 1 时，输出位会被设置成与数值位一致；

当控制位为 0 时，该功能不改变输出位状态。

注：M983 功能也是在特定时刻，将指定输出位为设置为期望值，其余情况不改变输出为状态。

操作示例：要求 F4100.0 在复位按键时，变为 0，则

- 设置 G4140.0 为 0；
- 当复位按下时，设置 G4120.0 为 1，其余时刻为 0。

E0（输入超时不报警）功能

部分使用环境中，M983 用于检测输入，同时期望在输入超时情况下不进行报警，由程序自行决定处理方式。此时可以使用 E0 功能。

指令格式：M983 Ix.x Kx.x NIx NKx Pxxx.x Qxxx.x E0。

其中 E0 表示在当前 M983 指定的输入，在设置时间内未检测到时，直接结束，不执行之后的输出操作，也不触发 PS 报警。E 地址未输入或输入其他值，则与之前一致，依旧触发 PS 报警。

E0 只对当前程序段有效，即非模态。若该段不检测输入，或等待时间无限，则 E0 实际上无作用。

宏变量 3800~3808，用于获得主通道以及 PEXC 通道上一次执行 M983 的状态。其中 3800 对应主通道，3801~3808 对应 PEXC 通道 1~8。

该宏变量值含义为：

0 执行正常

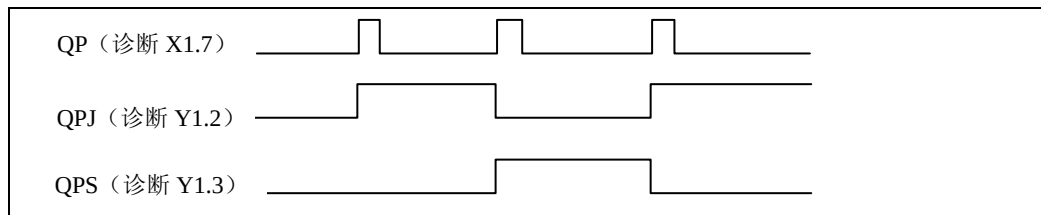
1 等待时间到达，输入状态依旧与期望不符。即输入超时

12.5 主轴卡盘控制

解释

• 卡盘手动控制（输入信号 QP）

当“QPSL”（K012.0）设为 1 时，卡盘机能有效。当卡盘控制脚踏开关有动作时，卡盘控制时序图如下。



• 卡盘自动控制（M10、M11）

M10：输出卡盘紧信号。

M11：输出卡盘松信号。

• 卡盘反馈信号检查

诊断参数“QPIN”（K012.1）设为 1 时，使能卡盘反馈信号检查功能。

启动主轴时，除检查是否有卡盘紧信号输出外，还要检查卡盘紧反馈信号，如果卡盘紧反馈不到位，则不能启动主轴，产生外部报警；使用卡盘自动控制（M10、M11）时，也要等待反馈信号，才能继续执行；卡盘手动控制不需要反馈信号。

• 卡盘输出方式设置

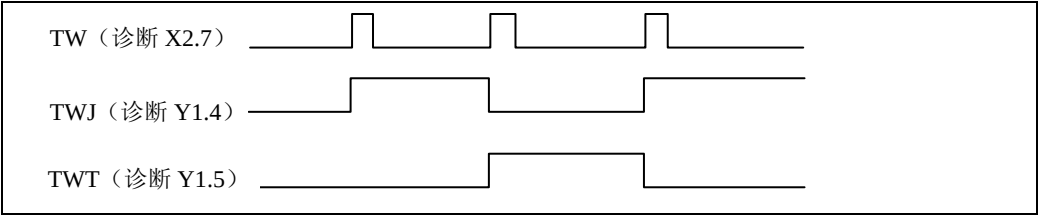
若诊断参数“QPLS”（K012.2）设为 0，则卡盘输出信号 QPS/QPJ 为电平方式；若 QPLS 设为 1，则卡盘输出信号 QPS/QPJ 为脉冲方式，脉冲信号的宽度由诊断“卡盘脉冲宽度”（T012）设置。

12.6 台尾设置

解释

• 台尾手动控制（输入信号 TW）

当台尾控制脚踏开关有动作时，台尾控制时序图如下。



• 台尾自动控制（M78、M79）

M78: 输出台尾进信号。

M79: 输出台尾退信号。

• 台尾输出方式设置

若诊断参数“TPLS”（K010.2）设为 0，则台尾控制输出信号 TWJ/TWT 为电平方式；若 TPLS 设为 1，则台尾控制输出信号 TWJ/TWT 为脉冲方式，脉冲信号的宽度由诊断参数“台尾脉冲宽度”（T013）设置。

13 程序的构成

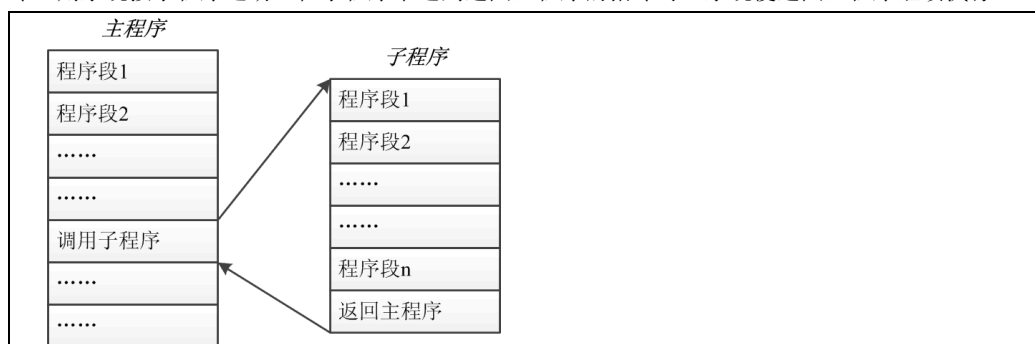
13.1 程序

程序是由多个程序段构成的，而程序段又是由字构成的，各程序段用程序段结束代码（EOB）分隔开。

13.1.1 主程序和子程序

13.1.1.1 主程序

程序分为主程序和子程序。通常系统是按主程序的指令运动的，如果主程序上遇有调用子程序的指令，则系统按子程序运动，在子程序中遇到返回主程序的指令时，系统便返回主程序继续执行。

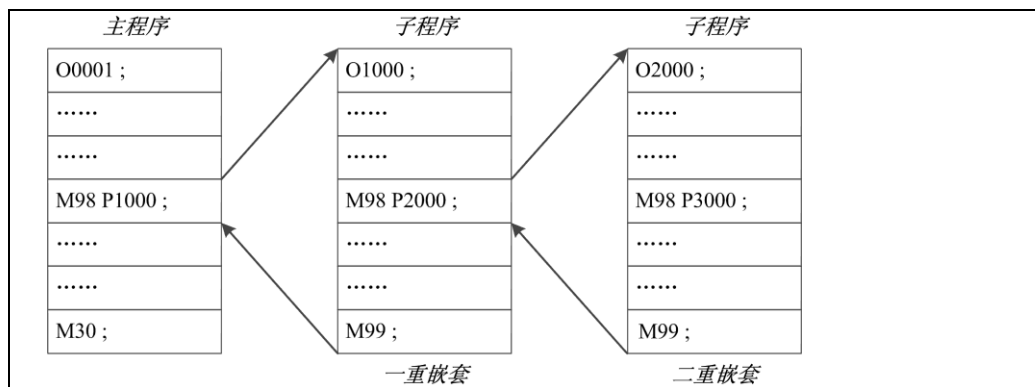


在系统存储器内，主程序和子程序合计可存储 512 个程序（标准机能），选择其中一个主程序后，便可按其指示控制数控机床工作。

关于程序的存储、选择等方法，请参见《操作手册》程序编辑。

13.1.1.2 子程序

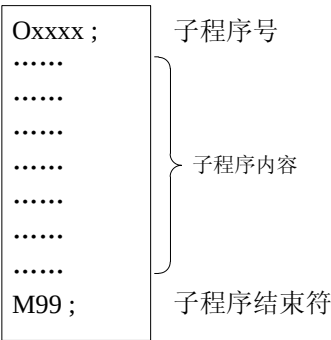
在程序中存在某一些固定顺序且重复出现的指令时，便可把它们作为子程序事先存到存储器中，这样可以使程序变得非常简单。子程序可以在自动方式下调出，并且被调出的子程序还可以调用另外的子程序。子程序嵌套级数最多为 63 级，超出则产生报警（PS0077）。



可以用一条调用子程序指令连续重复调用同一子程序，最多可重复调用 9999 次。

编写子程序

按下面格式写一个子程序：



在子程序的开头，地址 O 后写上子程序号，在子程序最后是 M99 指令。
关于子程序的存储方法请参见操作手册。

子程序的执行

子程序由主程序或子程序调用指令调出执行。调用子程序的指令格式如下：

• 格式

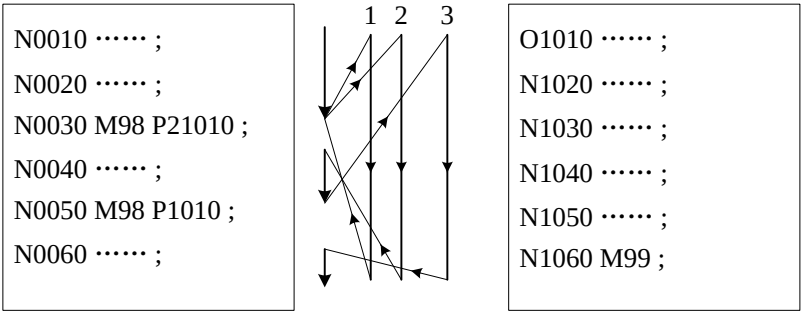
参数“M98L”(P2502.7) =0 时：
M98 P0000XXXX ;
OOOO: 重复调用次数，最大可为 99999 次。
XXXX: 被调用的子程序号。

参数“M98L”(P2502.7) =1 时：
M98 PXXXX Lnnnn ;
XXXX: 被调用的子程序号
nnnn: 循环次数

例：
参数 M98L=0 时：
M98 P51002 ;表示 1002 号程调用 5 次

参数 M98L=1 时：
M98 P1L100 ;表示 1 号程序调用 100 次

从主程序调用子程序执行的顺序，如下例所示。



在子程序中调用子程序与在主程序中调用子程序的情况一样。

• 功能参数

2502	M98L						
------	------	--	--	--	--	--	--

[数据类型] 位型

M98L

- 0: P 为次数与子程序号, 不使用 L
- 1: P 为子程序号, L 为次数

注

1 当检索不到用地址 P 指定的子程序号时, 产生报警 (PS0078)。

2 当参数 “M98L” (P2502.7) 为 0 时, 若同时指令 P、L 地址, 会触发 PS404 报警: “M98 调用子程序, P 与 L 不可同时输入 (参数 2502.7 为 0)”

3 当参数 “M98L” (P2502.7) 为 1 时, 此时指令 P 大于 9999, 会触发 PS405 报警: “M98 调用子程序, P 过大 (参数 2502.7 为 1)”

4 当 M98 指令中, P、L 都没有指令时, 会触发 PS345 报警: “M98 指令中,P、L 地址同时未指定”

5 当参数 “M98L” (P2502.7) 为 1 时, 此时 L 应大于 0, 否则触发 PS407 报警: “M98 调用子程序, L 应该大于 0 (参数 “M98L” (P2502.7) 为 1)”

特殊使用方法

• 程序内循环

程序内循环指令格式如下:

M98 Ln ; (循环开始, n 表示循环次数)

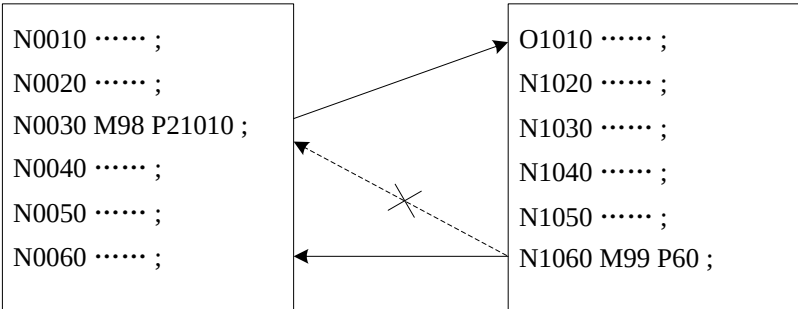
XXXXXXXXXX (循环体)

M99 ; (循环结束)

M98 指令中必须指定地址符 P 或 L, 否则报警。DNC 加工中不允许程序内循环操作。

• P 指定顺序号

子程序结束时, 若用地址符 P 指定了顺序号, 系统不返回到调用此子程序的程序段的下一个程序段, 而是返回到用 P 指定的顺序号的程序段, 但是主程序在非存储器运转方式工作时, P 不起作用。这种方法返回到主程序与一般方法相比占用时间较多。

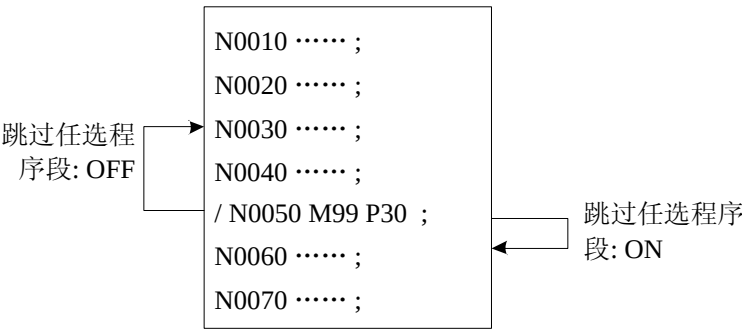


注

M99 中 P 指定的顺序号有效位为 4 位, 多出的位无效。

• 主程序中执行 M99

在主程序中, 如果执行 M99, 则返回到主程序的开头继续重复执行。例如, 在主程序中有个程序段/M99, 若跳过任选程序段开关是 OFF 状态, 则执行 M99, 返回主程序的开头, 并从开头重复执行。在跳过任选程序段为 OFF 状态期间, 一直反复执行。若此时是/M99 Pn ;程序段时, 则不返回到程序的开头, 而返回到顺序号 n 的地方, 但返回到 n 处时间较长。当跳过任选程序段开关为 ON 状态时, 则跳过/M99 程序段, 而执行其下个程序段。



注

MDI 模式下单独执行 M99 时，跳转到程序开头后停止，按启动键可再次运行。

使用 A 类 DNC，若程序中含有 M99，但运行程序无法回到主程序，则发生报警 259。

• **DNC 运行调用子程序**

参数“DFBS”（P0100.4）有效时，在 DNC 方式下，可以调用子程序。调用的子程序必须预先保存在本地。调用子程序的过程和自动方式下完全相同，同样支持子程序嵌套调用。程序号系统的存储器里可以存储多个程序，为了把这些程序相互区别开，在程序的开头，冠以用地址 O 及后续四位数值构成的程序号。程序从程序号开始，到 M30 或 M99 结束。

格式

Oxxxx

O: 程序号地址。

xxxx: 程序号（1~9999，前导零可省略。）

13.1.2 顺序号和程序段

程序是由多个指令构成的。一个指令单位称为一个程序段。程序段之间用程序段结束符 EOB (;) 隔开。

在程序段的开头可以用地址 N 和后续五位数构成顺序号。前导零可省略。

格式

Nxxxxx

N: 顺序号地址。

xxxxx: 顺序号（1~99999，前导零可省略。）

解释

顺序号的顺序是任意的，其间隔也可不等。可以全部程序段都带有顺序号，也可以在重要的程序段带有。但按一般的加工顺序，顺序号要从小到大。在程序的重要地方带上顺序号是方便的。例如，换刀时，或者工作台分度移到新的加工面时等。

13.1.3 跳过任选程序段

自动运行方式下，开头带有斜杠 (/) 的程序段，在机床界面的程序选跳开关为 ON 或机床面板按下“跳段”键时，被系统跳过，不予执行。如果选跳开关为 OFF 且没有按下“跳段键”，则仍照常执行该段。也就是说带有斜杠的程序段，根据操作的选择，可以跳过或不跳过。

例：

```
N100 X100.0 ;
/N101 Z100.0 ;
N102 X200 ;
```

在上面的程序中，如果选跳开关为 ON 或按下“跳段键”，则 N101 程序段被跳过。

注

- 1 斜杠 (/) 必须处于程序段开头，否则产生报警 (PS1109)。
- 2 跳过任选程序段是从存储器把信息读到缓冲存储器时处理的。已读入到缓冲寄存器中的信息，即使开关置于 ON，已读入的程序段仍有效。
- 3 在顺序号检索中，本功能也有效。
- 4 在程序通过接口传入存储器中时，此功能无效。即无论跳过任选程序段的开关状态为何，含有斜杠的程序段都被存入。
- 5 存储器内程序输出时，也与跳过任选程序段开关状态无关。

13.1.4 注释节

用户可以在注释节中，用任意的代码描述标题、注释和提示等。

格式

(.....)

(: 注释节开始

): 注释节结束

.....: 用户添加的注释

解释

注释节与加工程序一起传输、存储和显示。

在存储器运行或 DNC 运行加工程序期间，所有注释节被忽略。

注

不可在注释中出现 EOB (;) 或 %。

13.1.5 字和地址

13.1.5.1 基本 NC 字和地址

字是构成程序段的要素，由地址和其后面的数值构成（有时在数值前带有+、-符号）。

格式

X1000

X: 地址

1000: 数值

解释

地址是英文字母 (A~Z) 中的一个字母，它规定了其后数值的意义。根据不同的准备功能，有时一个地址也有不同的意义。在本系统中，可以使用的地址和它的意义如下表所示。

功能	地址	意义
程序号	O	程序号
顺序号	N	顺序号
准备功能	G	指定动作状态（直线、圆弧等）
尺寸字	X Y Z C U W H V A B	坐标轴移动指令
	R	圆弧半径
	I J K	圆弧中心坐标
进给速度	F	进给速度指定
主轴功能	S	主轴转速指定
刀具功能	T	刀具号的指定
辅助功能	M	控制机床方面 ON/OFF 的指定
补偿号	H	补偿号的指定
暂停	P X	暂停时间的指定
子程序号和重复调用次数指定	P	指定子程序号和子程序的重复调用次数
参数	P Q R	固定循环参数

13.1.5.2 扩展 NC 字和地址

1 由“N”+“单个大写字母（A~Z）”+“数字”组成的双字母地址。

格式

NX1000（第 1 种） NX：扩展地址 1000：数值 ，X1000（第 2 种） ，X：扩展地址（等同于 NX） 1000：数值
--

注 参数“CENCW”（P2500.2）控制扩展 NC 字的逗号表示法（第 2 种表示法）是否有效，如果 CENCW 为 0，则逗号表示法无效。
--

2 由字母开头（非“N”）+“字母”或“数字”组成，这些 NC 字一般被赋予功能用法，作为功能指令使用。

例 CT, AD, AC, DC, MD, MS, S1, S2, S3, RS 以及 AR~ZR 等。
--

13.1.6 基本地址和指令值范围

基本地址和指令值范围如下表所示（默认状态：允许数据位数为 9，直线轴小数位数为 3）。

功能	地址	毫米输入	英寸输入
程序号	O	1~9999	1~9999

功能	地址	毫米输入	英寸输入
顺序号	N	1~99999	1~99999
准备功能	G	0~999	0~999
尺寸字	X Y Z U V W A B C I J K Q R	±999999.999	±99999.9999
每分进给	F	0.001~60000.0	0.0001~2362.2
主轴功能	S	0~99999	0~99999
刀具功能	T	0~99	0~99
辅助功能	M	0~99	0~99
暂停	X/P	0~99999.999s	0~99999.999s
G74/G75 的 X 方向移动量	P	±999999.999	±99999.9999
子程序号重复 调用次数指定	P	1~99999999	1~99999999
刀尖号	Q	0~9	0~9
顺序号	P/Q	1~99999	1~99999

这些全部都是对系统的限制值，与对机床方面的限制完全无关，请特别注意这一点。例如，对于系统，可以指令 X 轴移动量约到 100m（公制），而实际机床 X 轴行程可能是 2m。编程时要参照本说明书，同时也要参照机床厂家发行的说明书，在很好理解对编程限制的基础上编制程序。

13.2 程序结束

程序的最后有 M30 或 M99 时，表示该程序结束。

格式

M30 ;	程序结束并返回程序开头
M99 ;	子程序结束

解释

程序执行中，如果检测出上述代码，系统结束程序执行，进入复位状态。执行 M99 后，光标返回到调用该子程序的主程序中；执行 M30 后，光标是否返回程序开头由参数“M30”（P2500.6）控制。M30，M99 结束时，编程必须单独一行。

M30 具有自动、半自动功能。此功能由诊断 G23.6 控制，当 G23.6 为 1 时，非 0 号程序 M30 不停止。此用法要注意 PLC 接收到 M30 后不向 NC 发送复位信号。

13.3 文件结束

在程序结束的后面，用%表示文件的结束。如果在程序结尾未执行 M30 就执行%，则系统变成复位状态。

14 简化编程功能

14.1 复合型磨削固定循环

复合型磨削固定循环是为进一步简化编程提供的固定循环。例如，只给出精加工形状的轨迹，即可以自动决定中途进行粗车的刀具轨迹。并且，还有用于螺纹切削的固定循环。

复合型固定循环可以在 G18/G19 平面中进行（G73 也可在 G17 平面中进行）。

在下面的说明图中，都是以 ZpXp 平面(G18 平面)为例说明。说明中 X 轴用直径指定，如果用户要以 X 轴为半径指定，则用 U/2 替代 U，X/2 替代 X。

如需使用 Y/Z 平面，或使用 G54.9 指令任意平面加工，则方向关系与此相同，可以 Z 轴或 G54.9 第 3 轴（螺纹导程方向轴）为基准进行类推。

注

复合磨削加工时，可通过参数“DFC”（P2303.0）设置是否显示固定循环偏移量的实际位置。
若显示，绝对坐标为实际加工轨迹（编程轨迹+精加工余量），若不显示，绝对坐标为编程轨迹。

14.1.1 振荡磨削循环（G75）

格式

G75 X__ Z__ Q__ I__ F__;
X: 磨削进刀量（增量）
Z: Z 轴振荡幅度
Q: Z 轴振荡速度
I: 光磨延时时间
F: X 轴磨削进刀速度

注

1 Q 地址是否允许编入小数点，与位参数“PQDOT”有关。
(1) PQDOT=1: 允许编入小数点。此时，PODI(P2500.3)=1，未编入小数点时，自动加小数点；POD(P2500.4)=1 时，必须编入小数点。
(2) PQDOT=0: 不允许编入小数点，否则发出 PS1202 报警(“小数点错误”)

举例

例：
G75 X0.2 Z0.4 Q300 I3 F10
#进刀量 0.2mm，Z 轴振荡幅度 0.4mm，Z 轴振荡速度 300mm/min，光磨延时 3 秒，进到速度 10mm/min

14.2 倒角和倒圆编程

当参数“CCR”（P0003.3）设为 1 时，该机能有效。系统在以下插补间自动插入倒角或倒圆程序段。

- 1 在直线插补与直线插补之间
- 2 在直线插补与平面圆弧插补之间

- 3 在平面圆弧插补与直线插补之间
- 4 在平面圆弧插补与平面圆弧插补之间

格式

倒角格式:

当“CHAM1JK”(P2501.0)设为0时:

- 当CENCW(P2500.2)设置为0时,用“NC_”指令倒角。
- 当CENCW(P2500.2)设置为1时,也可以用“,C_”格式指令倒角。

当“CHAM1JK”设为1时,用“I_”、“J_”或“K_”之一指令倒角。

注意:此格式主要为了兼容以前的使用了倒圆倒角的程序。但无法在圆弧段指令倒角。建议使用“NC_”格式。

倒圆格式:

当“CORNERR”(P2501.1)设为0时,用“NR_”指令倒圆。当“CENCW”(P2500.2)设为1时,也可以用“,R_”格式指令倒圆。

当CORNERR设为1时,用“R_”指令倒角。此格式无法在圆弧段指令倒圆。建议使用“NR_”格式。

解释

当在指定的直线插补或平面圆弧插补程序段的末尾指定上述格式时,插入一个倒角或倒圆程序段。可以连续多个倒角或倒圆程序段。

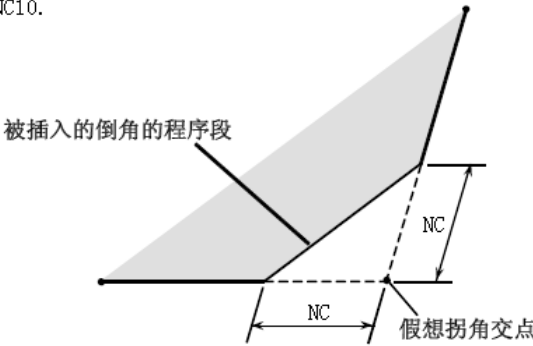
• 倒角

指令倒角数据(正值)为从假想拐角交点起的倒角起点到终点距离。所谓假想拐角就是不进行倒角时假设存在的拐角。

① G01 U100. NC10.

② U100. W100.

被插入的倒角的程序段



The diagram illustrates the chamfering process on a 2D coordinate system. It shows two intersecting lines forming a 90-degree angle. A shaded gray area represents the chamfered region. Two dimension lines, both labeled 'NC', indicate the distance from the original intersection point (labeled '假想拐角交点' - Imagined corner intersection point) to the start and end of the chamfer. An arrow points to the shaded area with the label '被插入的倒角的程序段' (Program segment for inserted chamfer).

倒角时,直线段允许有三个轴运动(笛卡尔空间坐标系的3个轴),但平面圆弧段不允许指定平面外的轴运动。

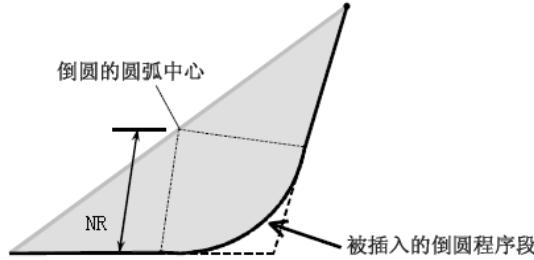
• 倒圆

指令倒圆数据(正值)为指令倒圆的半径。

① G01 U100. NR10.

② U100. W100.

倒圆的圆弧中心



The diagram illustrates the filletting process on a 2D coordinate system. It shows two intersecting lines forming a 90-degree angle. A shaded gray area represents the filleted region. A dimension line labeled 'NR' indicates the radius of the fillet. An arrow points to the shaded area with the label '被插入的倒圆程序段' (Program segment for inserted fillet). The center of the fillet arc is marked with a dot and labeled '倒圆的圆弧中心' (Center of the fillet arc).

在直线插补与直线插补之间倒圆时，如果指令倒圆的程序段与下一程序段在 G17、G18、或 G19 平面内，那么插入平面圆弧(G02/G03)，否则插入空间圆弧(G03.3)。

对有圆弧插补的程序段进行倒圆时，倒圆处前后两段程序段必须共面。插入的倒圆程序段为平面圆弧(G02/G03)。

• 单程序段

当参数“COCHINS”(P2501.2)设为 1 时，倒圆或倒角插入的程序段可以单段执行，光标停留在指令该倒圆或倒角的程序段(假想拐点处前一程序段)。

当参数 COCHINS 设为 0 时，单段执行时，指令倒圆倒角的程序段单段不停止，直到插入的程序段执行结束时才停止。

• 刀具半径补偿

指令倒角或倒圆使得两程序段间插入一个倒角或倒圆程序段，在刀具半径补偿时，与手动编入等价的三个程序段进行刀具半径补偿的情形完全等价。

限制

注

1 指令倒角或倒圆指令的程序段或其下一段有如下限制：

• 不能指令变更公英制编程状态的 G 代码

• 不能含有 M02/M06/M30/M96/M97/M98/M99 等程序控制代码

• 不能变更镜像状态，可在之前变更

• 不能指令 C 类或 D 类旋转轴运动

• 不能变更极坐标插补状态，可在之前变更

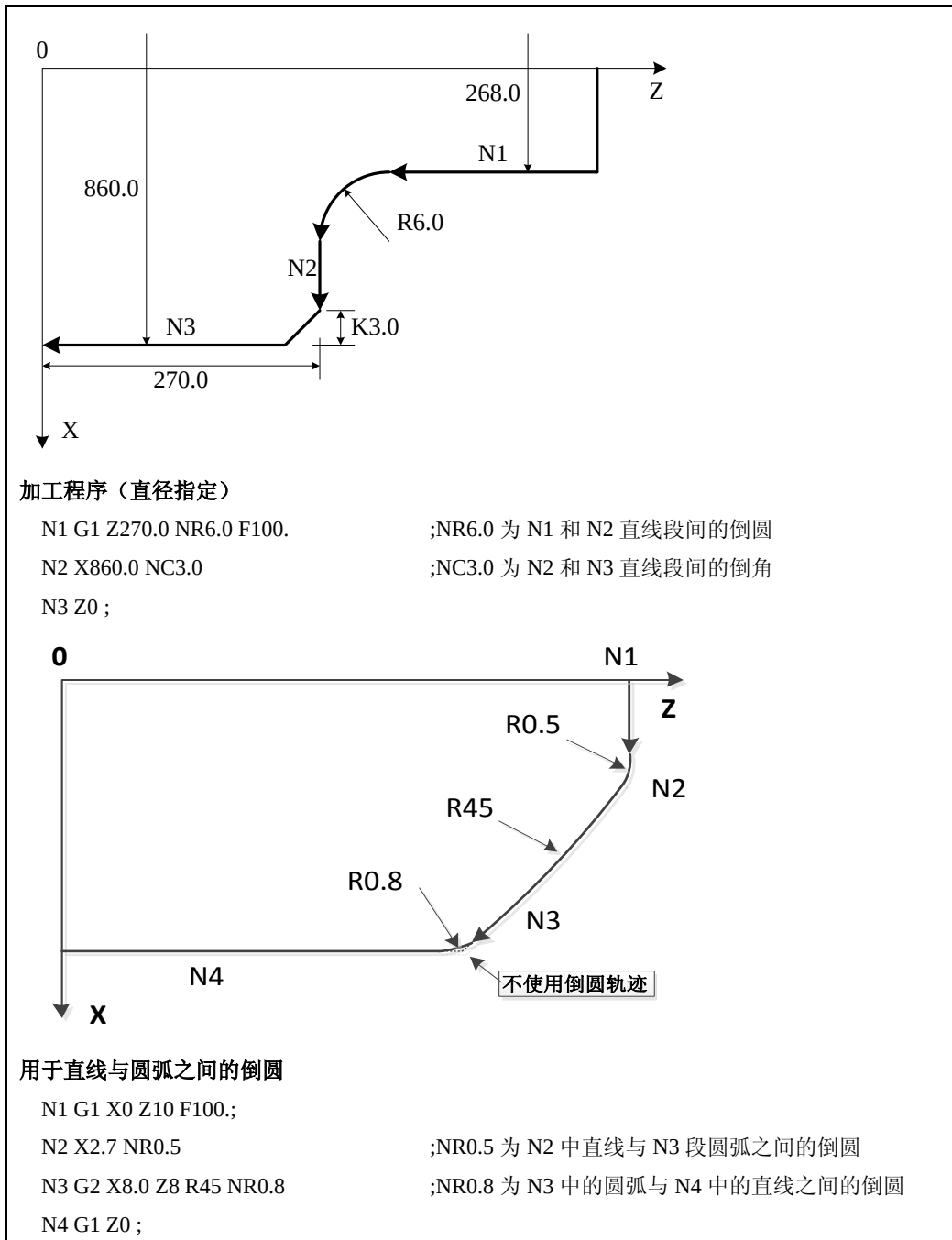
• 不能输入坐标系旋转、比例缩放、极坐标变换 G 代码，可在之前指定

• 不能指令笛卡尔三维空间坐标系外的轴运动

2 在切螺纹的程序段中，不能使用倒角和过渡圆

3 倒圆和倒角同时指令时报警

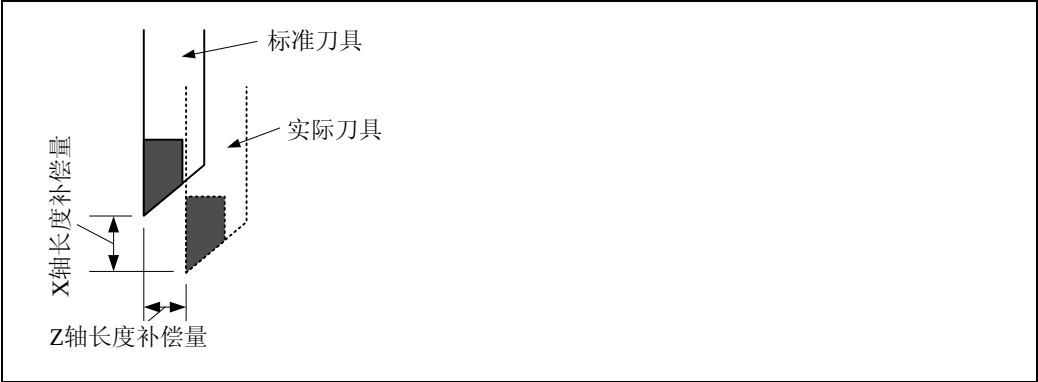
举例



15 补偿功能

15.1 刀具长度补偿

把编程时假设的标准刀具与实际进行加工时使用的刀具长度值之差设置到刀补存储器里。加工工件时，不需要修改程序，只需要指定相应的刀补号，就可以使用不同长度的刀具来加工相同的工件。这就是刀具长度补偿功能。



格式

```
TOOXX ;  
OO: 刀具选择号  
XX: 刀具补偿号
```

解释

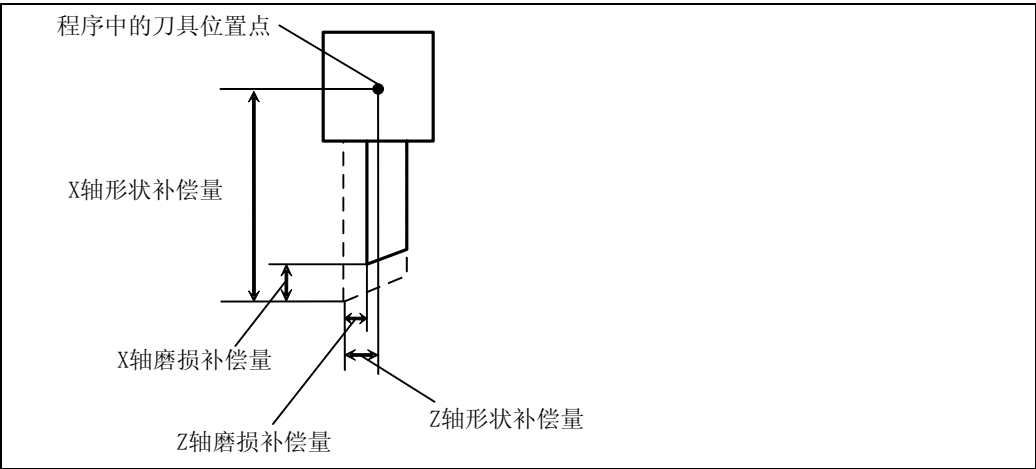
本系统中，刀具长度补偿仅由 T 代码来控制，不受 G 代码的控制。

- 刀具选择

刀具选择是通过指定与刀具号相对应的 T 代码来实现的。关于刀具选择号与刀具的关系请参照机床制造商发行的手册。

- 刀具长度形状和磨损补偿量

如下图所示，刀具长度形状补偿量对刀具形状及刀具安装位置进行补偿，刀具长度磨损补偿量对刀尖磨损进行补偿。可以根据补偿号分别设置这些补偿量。执行时的刀具长度补偿量为形状补偿量与磨损补偿量之和。



• 补偿号

补偿号最大可以指定的范围是 T0000~T0064。在 LCD/MDI 面板，可把补偿号 T0001~T0064 对应的 X 轴、Z 轴长度补偿量事先设定在刀补存储器中。与补偿号 00 对应的刀具补偿量始终为 0，无法设定。

当指定了 T 代码且它的补偿号不是 00 时，刀具补偿有效。如果补偿号是 00，则刀具补偿被取消。刀具长度形状补偿量允许输入范围为[-100000.000, 100000.000]，磨损补偿量允许输入范围由参数“刀具磨损补偿最大值”(P3270) 决定。“刀具磨损补偿最大值”的范围为[1.000~10000.000]，假设该参数的值为 α ，那么磨损补偿量的允许输入范围为[- α , α]。执行时刀具长度补偿量为形状补偿量与磨损补偿量之和。

• 刀具补偿号与形状补偿变量号对应表：

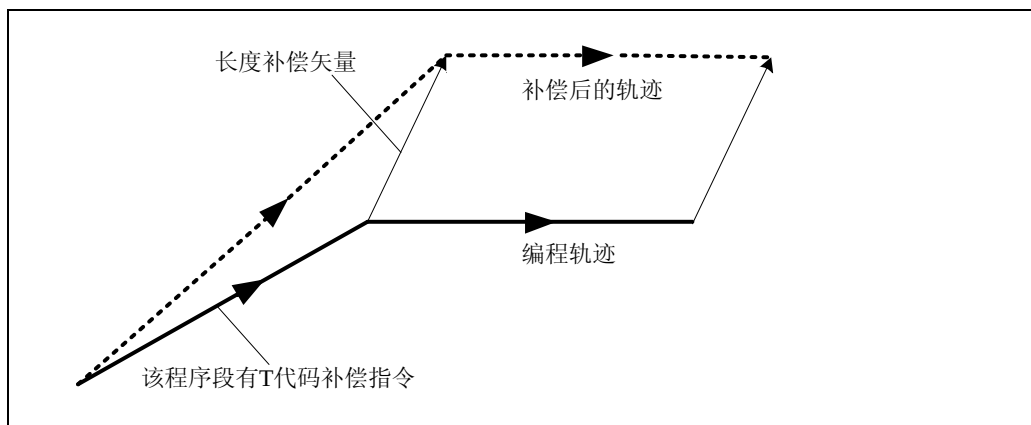
补偿号	1 轴长度补偿形状变量号	2 轴长度补偿形状变量号	3 轴长度补偿形状变量号	4 轴长度补偿形状变量号	5 轴长度补偿形状变量号	6 轴长度补偿形状变量号	7 轴长度补偿形状变量号	8 轴长度补偿形状变量号	半径补偿(R)形状变量号
1	#10001	#20001	#30001	#40001	#50001	#60001	#70001	#80001	#90001
2	#10002	#20002	#30002	#40002	#50002	#60002	#70002	#80002	#90002
.....									
64	#10064	#20064	#30064	#40064	#50064	#60064	#70064	#80064	#90064

• 刀具补偿号与磨损补偿变量号对应表：

补偿号	1 轴长度补偿磨损变量号	2 轴长度补偿磨损变量号	3 轴长度补偿磨损变量号	4 轴长度补偿磨损变量号	5 轴长度补偿磨损变量号	6 轴长度补偿磨损变量号	7 轴长度补偿磨损变量号	8 轴长度补偿磨损变量号	半径补偿(R)磨损变量号
1	#18001	#28001	#38001	#48001	#58001	#68001	#78001	#88001	#98001
2	#18002	#28002	#38002	#48002	#58002	#68002	#78002	#88002	#98002
.....									
64	#18064	#28064	#38064	#48064	#58064	#68064	#78064	#88064	#98064

• 长度补偿

以 X、Z 轴的刀具长度补偿量为分量的矢量叫做长度补偿矢量，如下图所示。



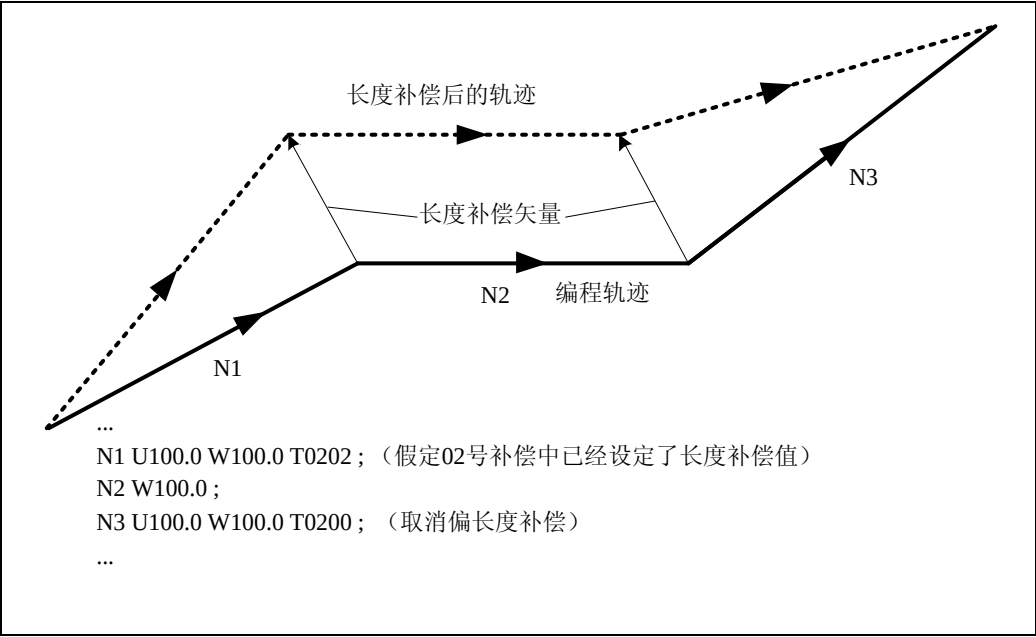
当单独指定 T 代码时，系统执行的是无运动指令的长度补偿移动。这个移动在 G00 方式时是以快速移动进行的，其它方式时则按切削进给速度运动。

注

- 1 参数“DIA”（P0405.5）可对 X 轴的刀具长度补偿量进行直径/半径规格的指定。
- 2 参数 OFL（P3201.0）设置该轴是否允许长度补偿，默认情况下，第 1、2 轴允许长度补偿。
- 3 G50 Xx Zz TOOXX；
此指令没有刀具移动，设定坐标系的当前坐标为（x，z）与 T 代码指定补偿号相对应长度补偿量之和。
- 4 G04 TOOXX；
G02 TOOXX；
G10 TOOXX；
上述指令仅完成换刀，不执行刀具长度补偿。
- 5 如果自动循环中正在使用长度补偿，在 MDI 操作修改补偿量之后，无需再指定，而是在下一个程序段自动有效。
- 6 在多轴车床系统中（3~8 轴车床），可对 X/Z 轴以外的轴（如 Y/C/U/V/W/A 轴）进行补偿，这些轴的长度补偿动作与 X/Z 轴相同。

• 长度补偿取消

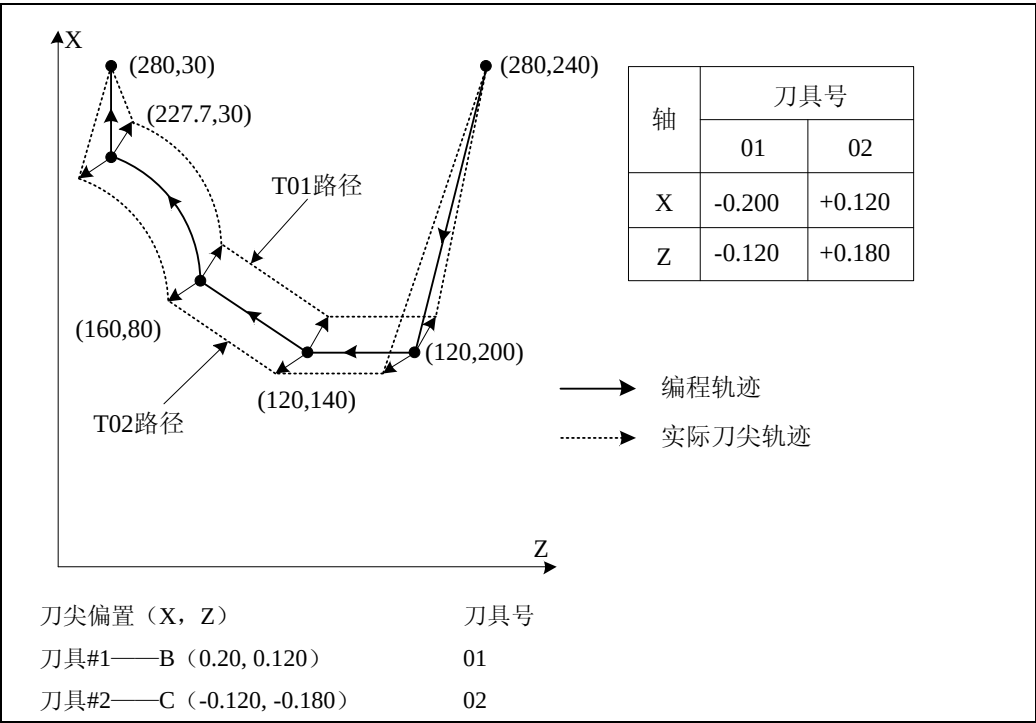
当指定了 TOO00，选择 00 号补偿时，刀具长度补偿即被取消。在取消的程序段末尾，长度补偿矢量为零。



限制

- **螺旋插补（G02、G03）**
在使用螺旋插补的程序段中，不能指定刀具长度补偿。
- **机床坐标系定位（G53）**
在指定此指令时，刀具补偿量被取消，后面若要再使用刀具补偿，必须用 T 代码指定。
- **返回参考点（G28、G30 和手动）**
在指定这些指令或操作时，刀具补偿量被暂时取消，在指定下一个轴移动时，刀具补偿量恢复。

举例



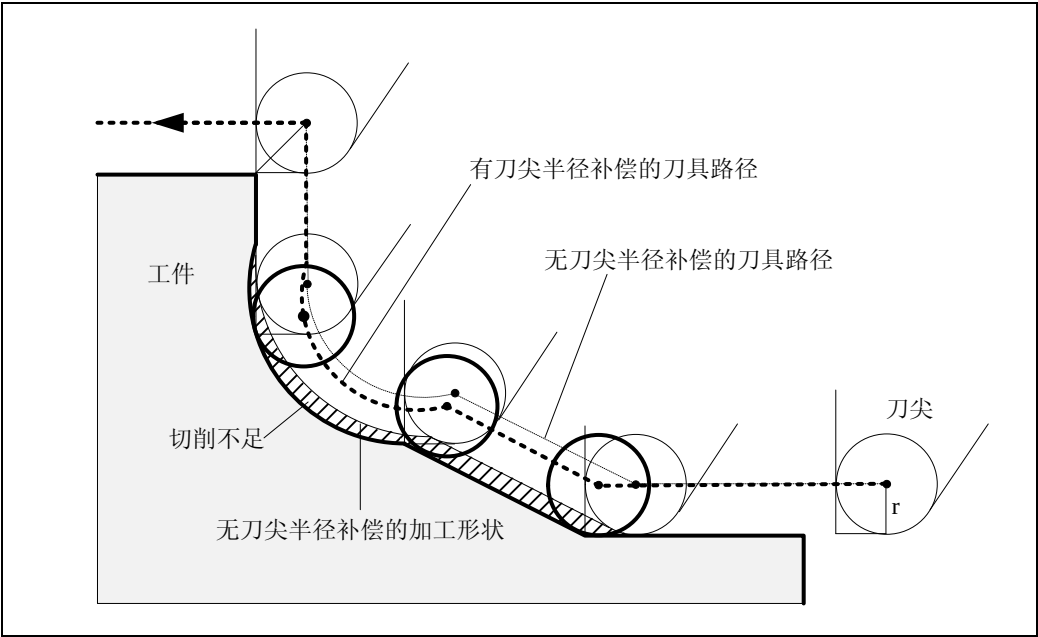
(程序实例 1) G50 X280.0 Z240.0 ; G00 X120.0 Z200.0 T0101 ; G01 Z140.0 F30 ; X160.0 Z80.0 ; G03 X227.7 Z30.0 R53.81 ; G00 X280.0 T0100 ;	(程序实例 2) G50 X280.0 Z240.0 ; G00 X120.0 Z200.0 T0202 ; G01 Z140.0 F30 ; X160.0 Z80.0 ; G03 X227.7 Z30.0 R53.81 ; G00 X280.0 T0200 ;
--	--

15.2 刀尖半径补偿（G40~G42）

15.2.1 概要

由于实际刀尖都是圆形的，并不是假想刀尖那样的理想尖角，因此只用刀具长度补偿功能进行圆弧切削和锥度切削时，很难达到精度上的要求。这时，就需要使用刀尖半径补偿功能。

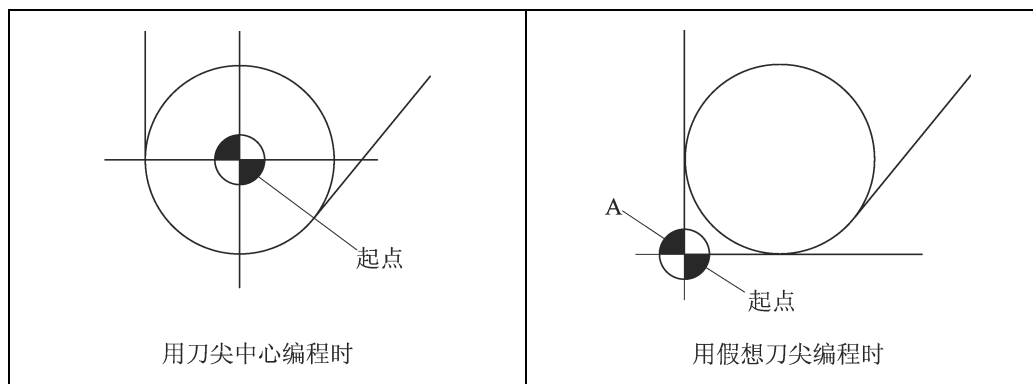
当参数“CRC”（P0002.1）设为 1 时，该功能才有效。



15.2.2 假想刀尖

下图刀尖 A 点实际上不存在。假想刀尖的设定是因为通常设定实际刀尖中心比较困难，而设定假想刀尖容易一些（见注）。与使用刀尖中心编程一样，使用假想刀尖编程时无需考虑刀尖半径。

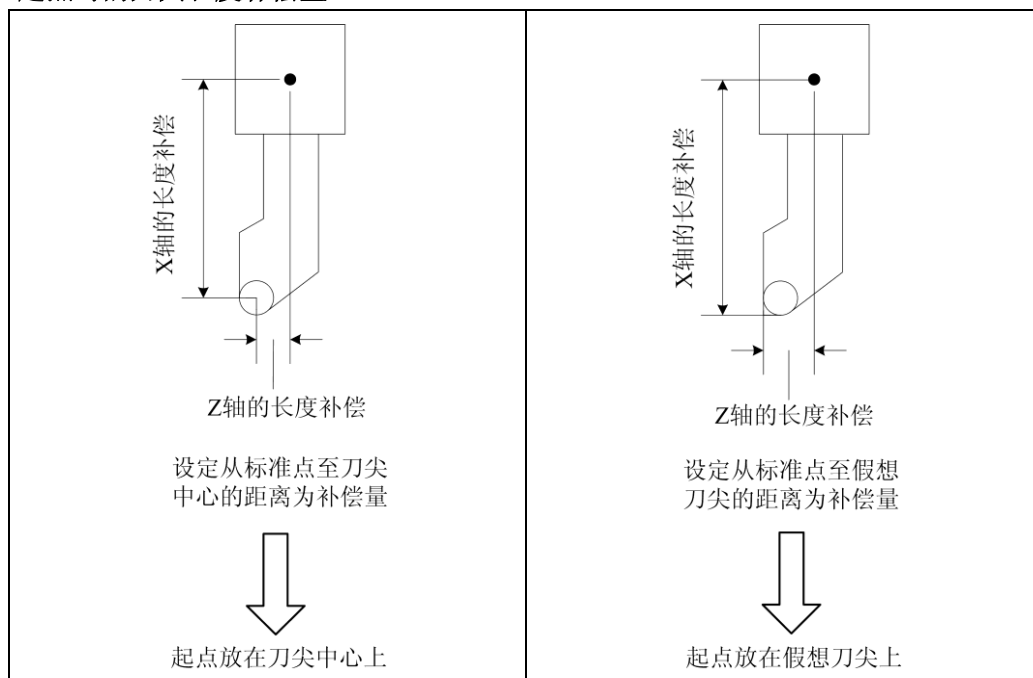
刀具在起点时的位置关系如下图所示：

**注**

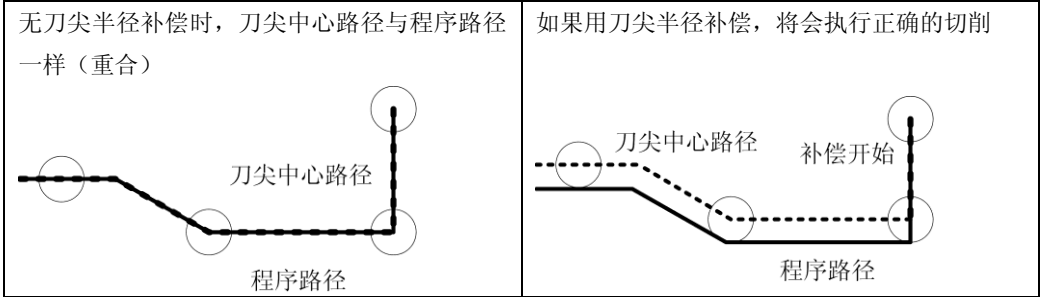
- 1 对有机床零点的机床来说，一个标准点如刀架中心可以作为起点。从这个标准点到刀尖半径中心或假想刀尖的距离设置为刀具长度补偿值。
- 2 设置从标准点到刀尖半径中心的距离作为长度补偿值，相当于设置刀尖半径中心作为起点；而设置从标准点到假想刀尖的距离作为长度补偿值，相当于设置假想刀尖作为起点。为了设置长度补偿值，通常测量从标准点到假想刀尖的距离比测量从标准点到刀尖半径中心的距离容易。

解释

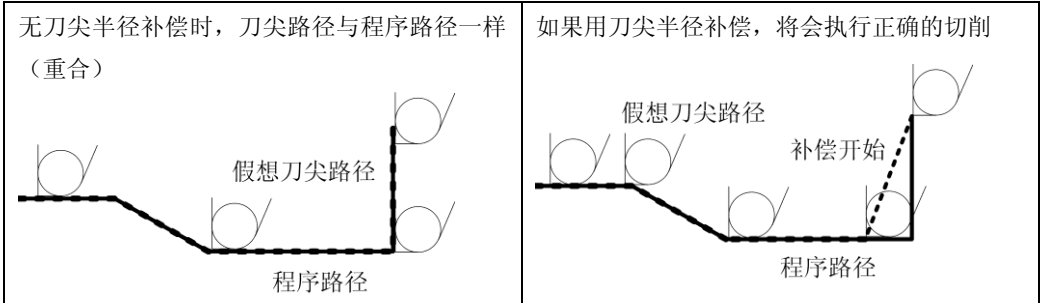
- 当刀架中心在起点时的刀具长度补偿量



• 将刀尖中心作为起点进行加工时的刀具路径



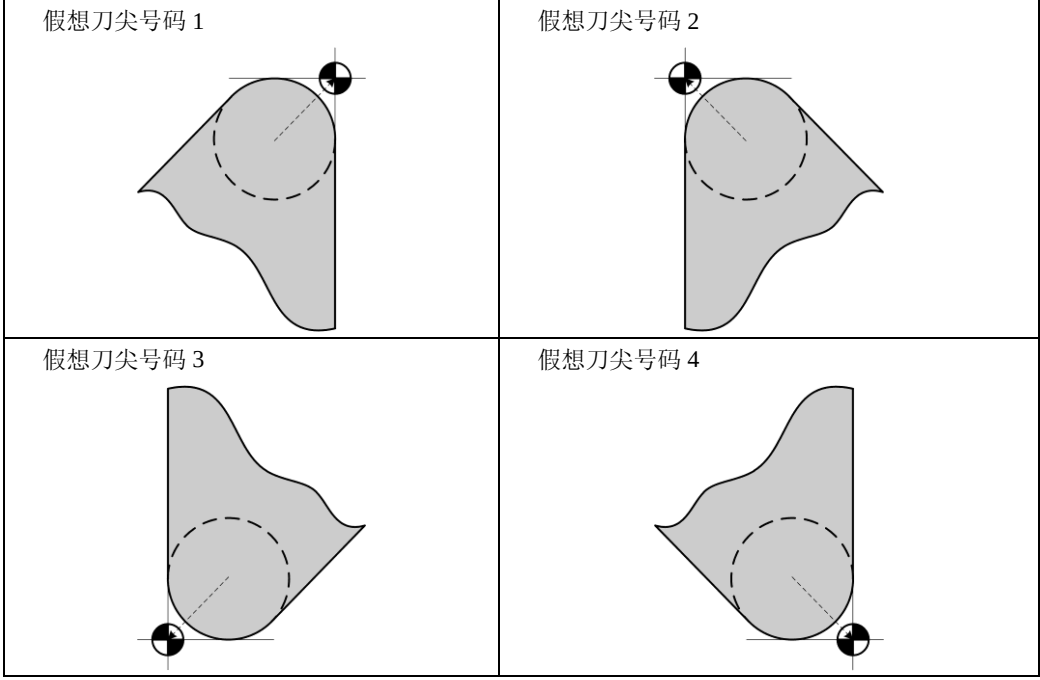
• 将假想刀尖作为起点进行加工时的刀具路径

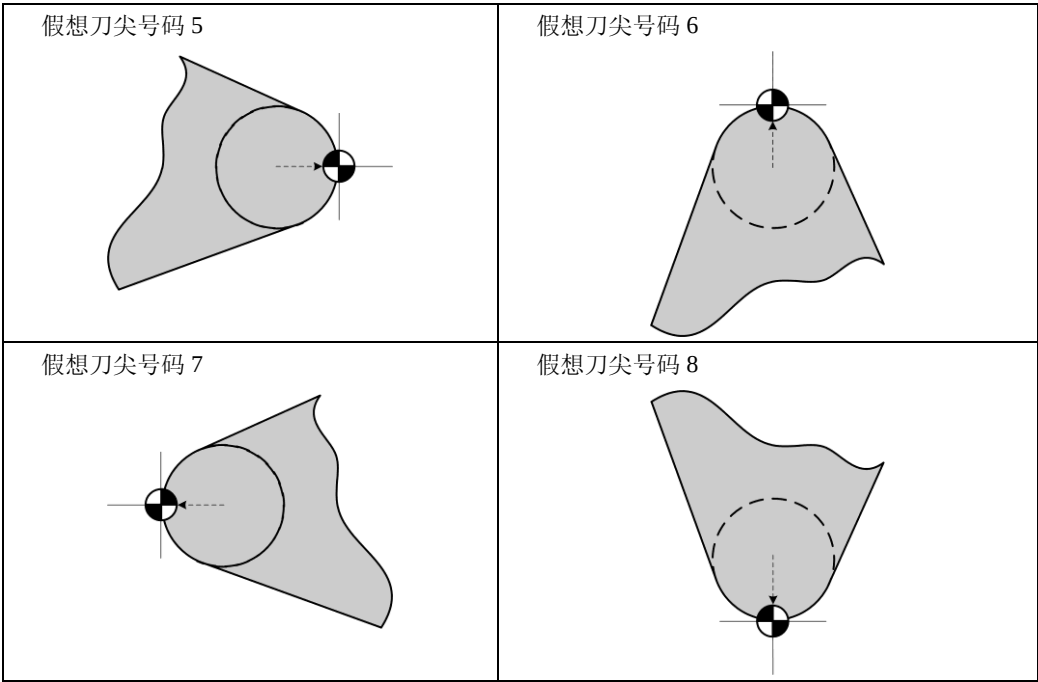


• 假想刀尖的方向

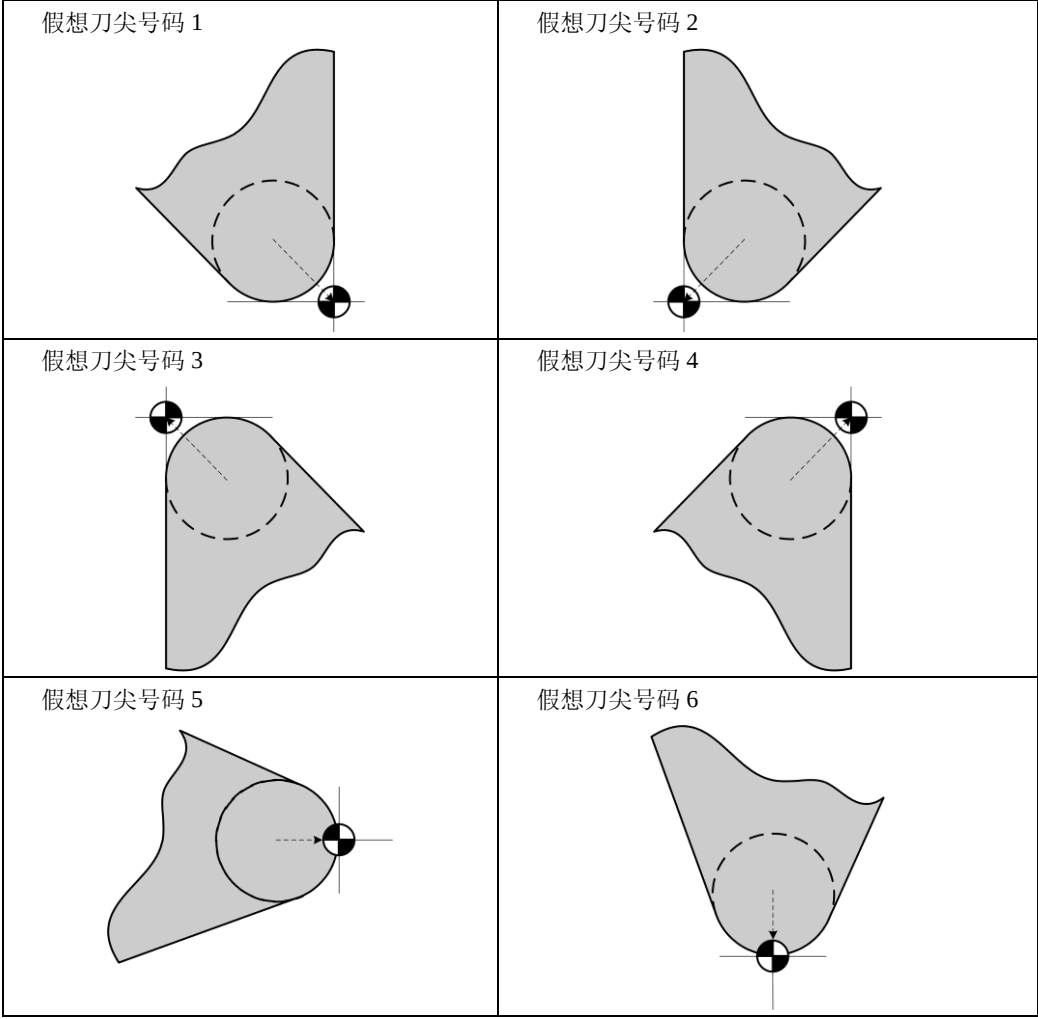
从刀尖中心看到的假想刀尖的方向，由切削过程中刀具的方向决定，所以与补偿量一起必须同时事先设置。假想刀尖的方向可从下图所示的 8 种规格所对应的编码来选择。这些图说明了刀具与起点间的关系。箭头终点是假想刀尖。

1 后刀架假想刀尖方向

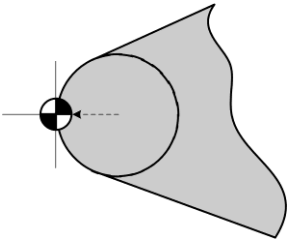




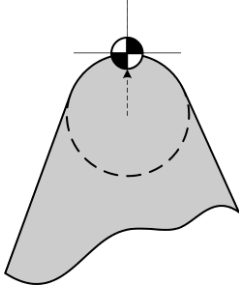
2 前刀架假想刀尖方向



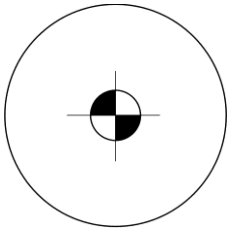
假想刀尖号码 7



假想刀尖号码 8



假想刀尖号码 0 或 9



刀尖中心和起点一致

15.2.3 补偿指令

格式

- 刀尖半径补偿开始

G00/G01 G41/G42 IP_ T_;
G41: 刀尖半径补偿（左）
G42: 刀尖半径补偿（右）
IP_: 轴移动的指令值
T_: 刀尖半径补偿补偿号

- 刀尖半径补偿取消

G40 IP_ ;
或
TOO00 ;
G40: 刀尖半径补偿取消
IP_: 轴移动的指令值
TOO00: 指定补偿号 00

解释

- ROTC

3252			ROTC					
------	--	--	------	--	--	--	--	--

[数据类型] 位型

ROTC

- 0: 指定刀具半径补偿(G41/G42)时不需要同时指定刀补号
- 1: 指定刀具半径补偿(G41/G42)时需要同时指定刀补号

• DRCMP

3250		DRCMP					
------	--	-------	--	--	--	--	--

DRCMP

半径补偿使用/不使用 D 代码

0: 不使用

1: 使用

- 1 DRCMP=1 时：使用 D 代码指定刀具半径补偿号
- 2 DRCMP=0 时：使用 T 代码指定刀具半径补偿号
- G41/G42 程序段，或处于 G41/G42 模态时，编入 D，则发出 PS520 报警
- 3 ROTC=1 时：G41/G42 程序段需同时指定 D，否则发出 PS522 报警

• 补偿号

使用 T 代码低 2 位指定半径补偿号，补偿号最多可以设定 64 个，编号范围 TOO00~TOO64 (TOO00 表示取消刀尖半径补偿)。

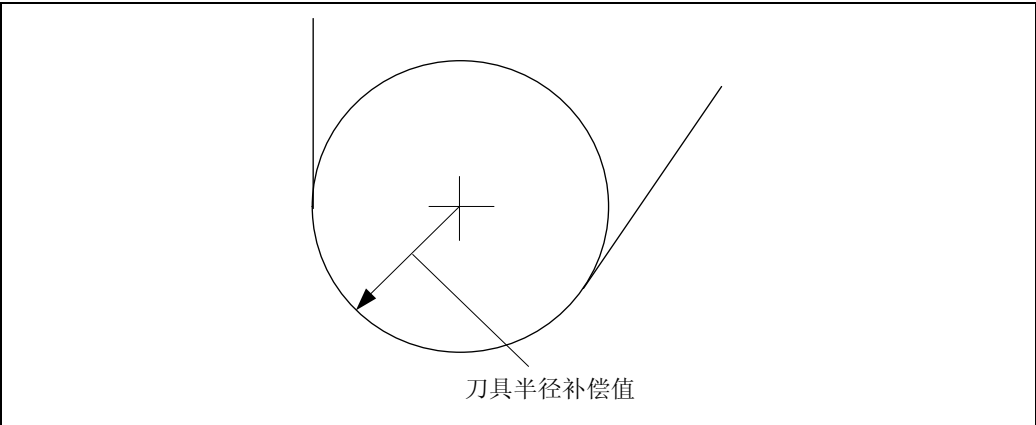
补偿量事先通过 MDI&LCD 单元设定，它与程序上指定 T 代码后面 2 位数相对应(参见操作手册)。

半径形状补偿量允许输入范围为[-1000.000, 1000.000]，磨损补偿量允许输入范围由参数“刀具磨损补偿最大值”(P3270)决定。“刀具磨损补偿最大值”的范围为[1.000~10000.000]，假设该参数的值为 α ，那么磨损补偿量的允许输入范围为[- α , α]。执行时半径补偿值为形状补偿量与磨损补偿量之和。

• 补偿向量

补偿向量又称为偏移向量，是长度等于指定的刀尖半径的二维向量。补偿向量的计算在控制单元内完成，存储在数控装置内部，随着刀具前进，它的方向时刻在改变。补偿路径（即刀尖中心轨迹）等于编程路径加上或减去（由补偿方向决定）刀尖半径。

补偿向量是随着刀具前进而改变的，清楚这一点，对编程很重要。



• 补偿平面

补偿的计算是在由 G17, G18, G19 所指定的平面上进行的，该平面称为补偿平面，默认为 G18 平面。当选择 ZX 平面，在程序中用 (X, Z) 或 (I, K) 执行补偿计算和向量计算时，不在补偿平面的轴的移动不受补偿影响，同时进行三轴控制时，只对投影在补偿平面的刀具路径作补偿。

补偿平面的变更必须在补偿取消模式进行。如果在补偿模式中执行，系统会显示报警 (PS0040)，同时机床停止。

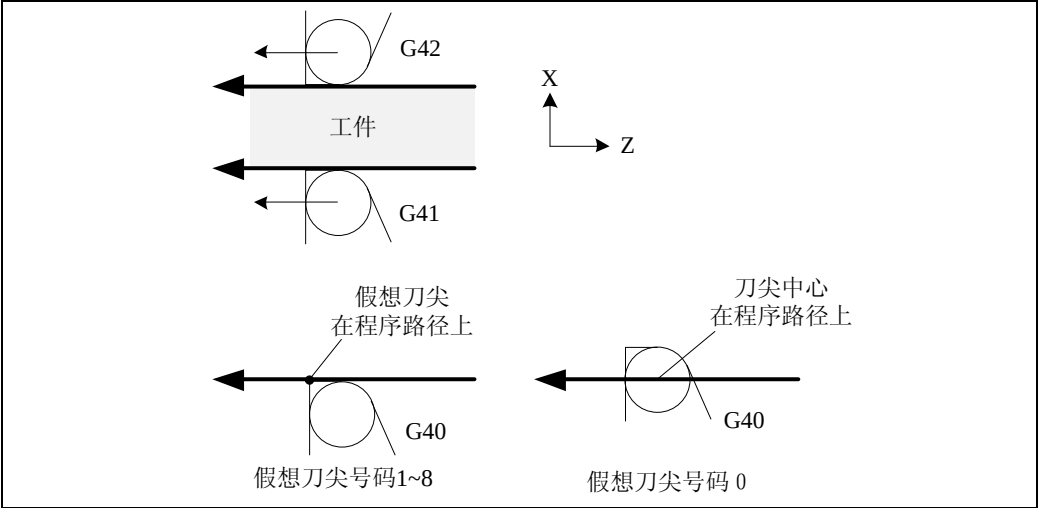
• 补偿方向

在刀尖半径补偿时，必须指定刀具与工件的位置。

G 代码	工件位置	刀具路径
G40	无限制	在编程路径上移动
G41	前进方向右侧	在编程路径的前进方向的左侧移动
G42	前进方向左侧	在编程路径的前进方向的右侧移动

G40, G41 及 G42 是 07 组的 G 代码，它们与 G00, G01, G02, G03 指令组合，定义刀具运动方式、半径补偿类型及补偿方向。

当指定 G41 或 G42，则系统进入刀具补偿状态。当指定 G40，则系统进入取消补偿状态。



刀尖半径补偿方向由刀尖半径补偿 G 代码 (G41/G42) 及补偿量的符号共同决定，如果刀尖半径补偿量为负值，工件位置将改变。具体如下：

G 代码	补偿量符号	
	+	-
G41	左侧补偿	右侧补偿
G42	右侧补偿	左侧补偿

注

1 这里的左侧和右侧是相对于后刀架车床而言的（如上图中的 XZ 坐标系方向），编程时应总是按后刀架方式进行，无须考虑实际车床到底是前刀架还是后刀架。关于手动方式下，前后刀架设置的差别请参见 PLC 程序说明。

2 如果补偿量的符号改变，刀尖半径补偿的补偿方向就会改变，但是假想刀尖的方向不变。因此，请慎重改变补偿量的正负符号。

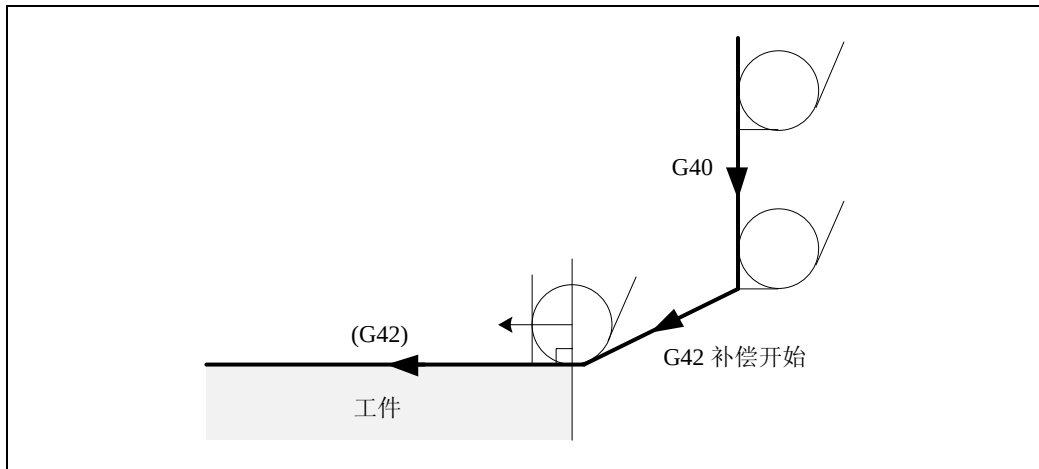
• 补偿开始

从 G40 变为 G41 或 G42 的程序段称为补偿开始程序段。

G40 __ ；

G41 __ ； 补偿开始程序段。

补偿开始程序段执行过渡的刀尖半径补偿移动。在补偿开始程序段之后的程序段起点，刀尖中心垂直于该程序路径。



• 补偿取消

从 G41 或 G42 变为 G40 的程序段称为补偿取消程序段。

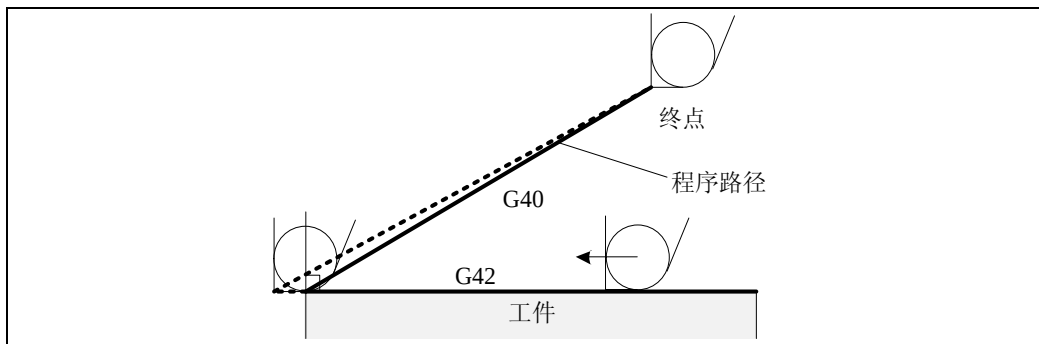
G41 — ；

 — ；

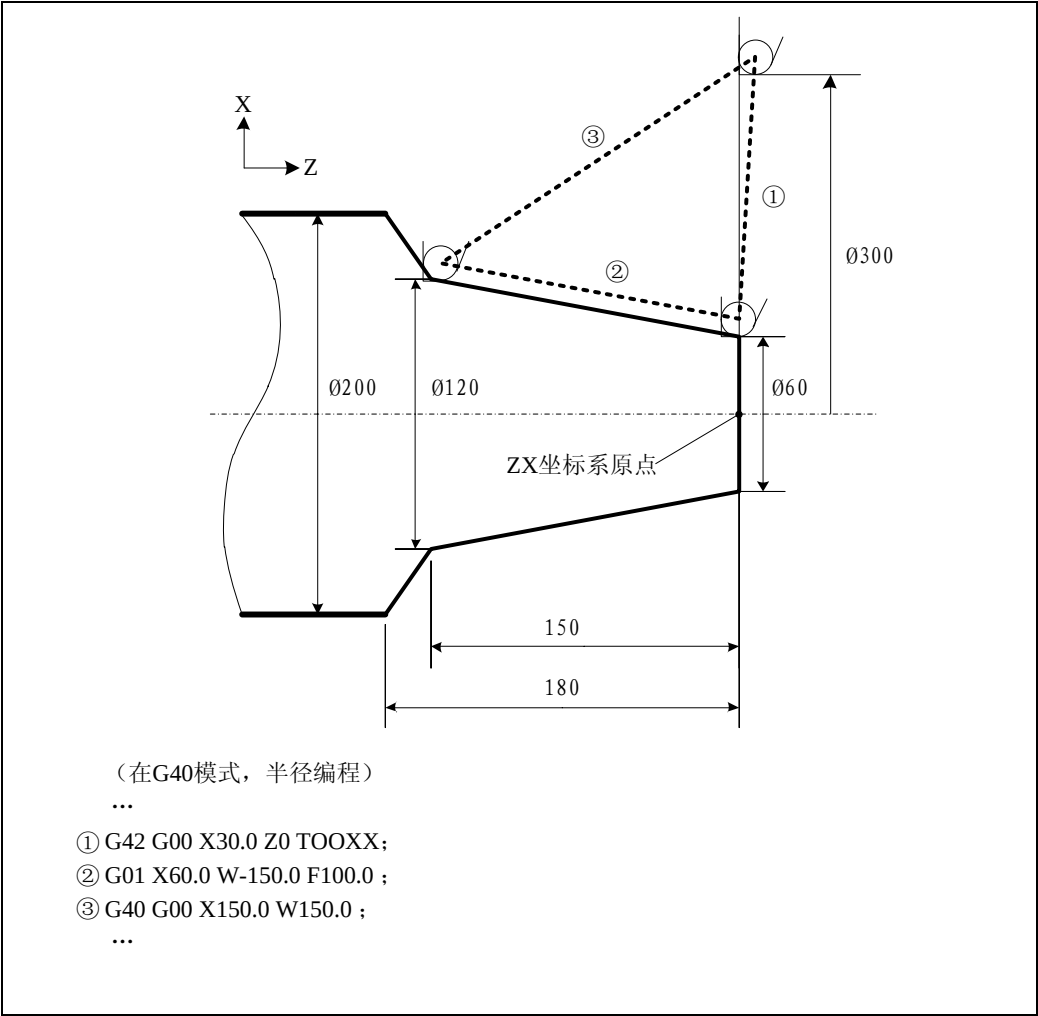
G40 — ； 补偿取消程序段。

 — ；

在补偿取消程序段的前一个程序段的末端，刀尖中心移动到垂直于该程序路径的位置。



举例



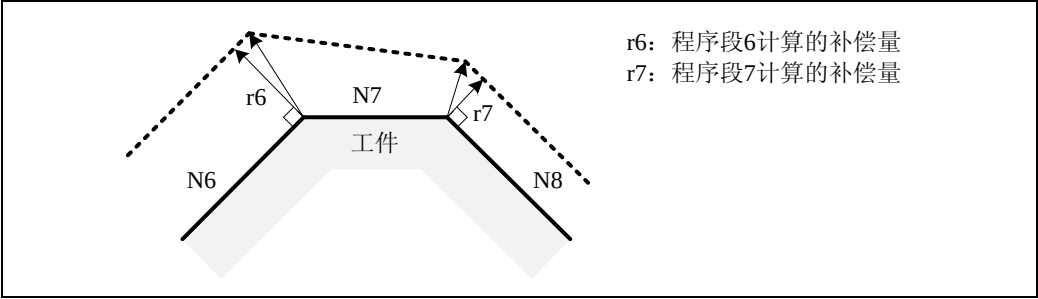
15.2.4 刀尖半径补偿的注意事项

子程序调用与返回

在调用子程序前（即执行 M98 前），系统必须在补偿取消模式，进入子程序后，可以起动补偿，但在返回主程序前（即执行 M99 前）必须为补偿取消模式，否则会报警 PS0036。

补偿模式中变更补偿量

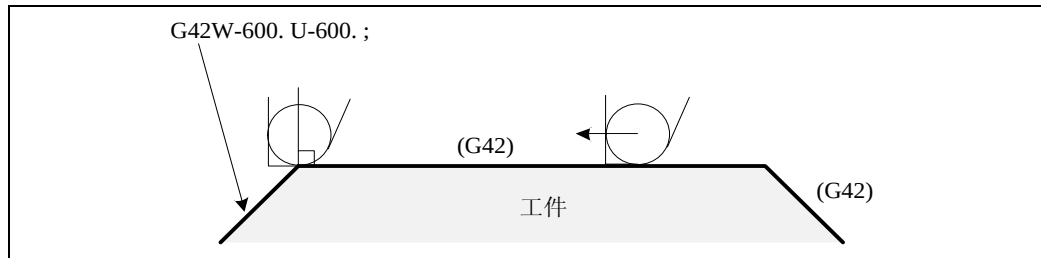
通常，换刀时，补偿量必须在取消模式中变更。如在补偿模式中变更补偿量，在程序段的终点计算新补偿量。



在 G41/G42 方式下又指令 G41/G42

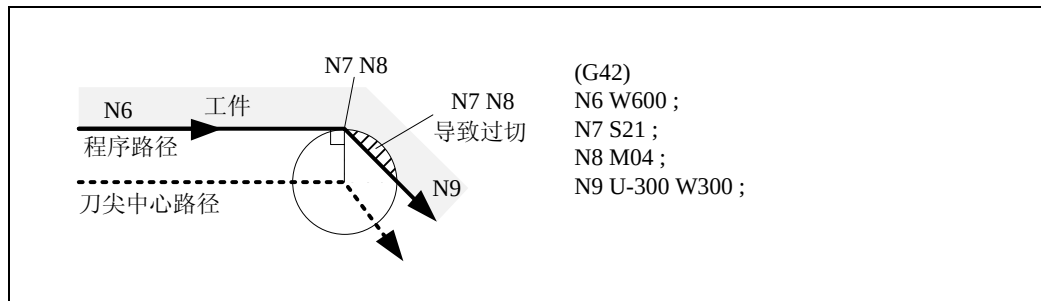
此时，刀尖中心位置在前一程序段的终点垂直于前一程序段的程序路径。参见[错误!未找到引用源。](#)

“补偿模式下重复指定刀具半径补偿 G 代码”。



不可连续指令两个或两个以上无移动命令的程序段

补偿模式中，连续指定两个或两个以上无移动的程序段时，刀尖中心会移到前一程序段的终点垂直于前一程序段程序路径的位置。如下图所示，这将可能导致过切。如果程序段是类型 7，那么即使只指定一个程序段，也会出现下图中的情况，参见[错误!未找到引用源。](#)。



15.3 补偿量的程序输入功能（G10）

刀具补偿值可在程序中使用 G10 指令输入。

本节对 G10 的所有阐述只针对补偿量的程序输入功能。G10 的其他功能，如变更工件坐标系，请参见 II-7.2.2.2。

G10 设置补偿值的指令格式与磨损补偿是否有效有关，由参数“WOFC”（P3250.0）选择。

磨损补偿无效（WOFC=0）

G 代码体系 A:

绝对指令: G10 P_IP_R_Q_;

增量指令: G10 P_U_W_NC_;

G 代码体系 B:

绝对指令: G90 G10 P_X_Z_R_Q_;

增量指令: G91 G10 P_X_Z_R_;

P_: 补偿号 (从 1 开始)

X(U): 刀具补偿数据 (X)

Z(W): 刀具补偿数据 (Z)

R(NC): 刀尖半径偏置量 (R)

Q_: 假想刀尖号 (T)

- 1 开启工件偏移机能 (“WSFT” (P0500.7) 为 1) 时, G10 P0000 X_Z_; 设置工件偏移。
- 2 开启刀具偏移机能 (“TSFT” (P3252.3) 为 1) 时, G10 P9999 X_Z_; 设置工件偏移。
- 3 G 代码 A 体系下可指令 U、W... 增量指令。G 代码 B 体系下通过 G90/G91 指令。

磨损补偿有效（WOFC=1）

G 代码体系 A:

磨损绝对指令: G10 P_X_Z_R_Q_;

磨损增量指令: G10 P_U_W_NC_;

形状绝对指令: G10 P1000_X_Z_R_Q_;

形状增量指令: G10 P1000_U_W_NC_;

G 代码体系 B:

磨损绝对指令: G90 G10 P_X_Z_R_Q_;

磨损增量指令: G91 G10 P_X_Z_R_;

形状绝对指令: G90 G10 P1000_X_Z_R_Q_;

形状增量指令: G91 G10 P1000_X_Z_R_;

P_: 补偿号

X(U): 刀具补偿数据 (X)

Z(W): 刀具补偿数据 (Z)

R(NC): 刀尖半径偏置量 (R)

Q_: 假想刀尖号 (T)

- 1 开启工件偏移机能 (“WSFT” (P0500.7) 为 1) 时, G10 P10000 X_Z_; 设置工件偏移。
- 2 开启刀具偏移机能 (“TSFT” (P3252.3) 为 1) 时, G10 P19999 X_Z_; 设置工件偏移。
- 3 G 代码 A 体系下可指令 U、W... 增量指令。G 代码 B 体系下通过 G90/G91 指令。

注

- 1 CENCW=1 时, NC_以,C_代替。
- 2 G 代码体系 A 同时编入 R_和 NC_时, 编程刀补值为两者之和。
- 3 刀尖号 Q_允许在增量指令或磨损指令中指定, 且均为绝对指令。
- 4 无 P 输入或输入值超范围, 触发 PS31。
- 5 对不允许长度补偿的轴进行修改, 触发 PS237。
- 6 无半径补偿/刀尖方向功能时修改对应数据, 触发 PS310。
- 7 无磨损功能时修改磨损值, 触发 PS278。
- 8 长度形状值过大, 触发 PS29。
- 9 长度磨损值过大, 触发 PS234。
- 10 半径形状值过大, 触发 PS235。
- 11 半径磨损值过大, 触发 PS236。
- 12 刀尖方向输入值超过范围, 触发 PS32。

16 变量指令轴地址符

地址符：Pi = 进行绝对地址编程，Ri = 进行相对地址编程，其中 i=1~8，代表空间内的 8 个轴

注

1 铣床和车床 B 体系时主通道不支持 Ri 指定

2 Pi=, Ri=中间不能有空格

例

P1=0;P2=0 绝对运动

R1=100,R2=100 相对运动

主通道和 PEXC 通道可以使用宏变量#9000~#9007 对空间内第 1~8 轴的轴地址进行重映射，#9000~#9007 在各空间是独立的，不相互影响，设为 0 的轴不能指定，未设定的轴不进行重映射。

例

#9000=4;#9001=5#9002=0; 空间内第 1、2 轴映射到系统的第 4、5 轴，关闭第 3 轴

P1=0;P2=0; 4、5 轴绝对运动

R1=100,R2=100; 4、5 轴相对运动

P3=0; 报警：非法地址符

17 主插补轴功能（G07.3）

在某些场合中，同时运动的多个轴中，以某一个轴的运动为主要运动，其给定速度也是可确定的。则以该轴作为“主插补轴”，创建一个从主插补轴的起点到终点的虚拟运动，各个轴的实际合成运动是与该虚拟运动同时开始、同时结束的。这个功能称为“主插补轴”功能。配合 G05 功能，可应用于凸轮车、凸轮磨等。

格式

G7.3 IP p ;	启动主插补轴功能
.....	
G7.3.;	取消主插补轴功能
IP: “主插补轴”对应的轴地址。	
p: 取值范围: [1.0, 1000.0]。含义: 程序段路径长度（名义长度）与主插补轴运动增量之间的比例限制。超出该限制后会报警。	

解释

主插补轴只能用于螺纹切削以外的运动，一般用于直线运动。对于直线，可理解为“速度（F 值）直接作用于主插补轴上，其它轴跟随运动”。因此，启动主插补轴功能后，速度 F 值不再是各轴的合成速度，需注意。

- 1 只有当主插补轴有移动量时，该功能才生效。
- 2 非 MDI 方式下，按下复位按键可取消主插补轴功能。

举例

凸轮车

X/Y/Z/C 4 轴系统，C 轴控制头架（旋转轴），X 轴控制砂轮工进，3 位小数点，使用绝对指令编程。为了提高效率，C 轴采用匀速旋转。

%

(子程序);

G5 NP3 R200. ;

G7.3 C1.5 ;启用主插补轴功能，C 为主插补轴

G0 X0 C0 ;

G1 F360 ;指令主插补轴速度 F 值（参考名义移动量计算）

#512 = 0 ;

#513 = 100 ;

WHILE[#512 < #513] DO1 ;

N2500 X0 C0 ;基圆部分

N3401 X0 C90.1 ;开始桃尖部分

N3402 X0 C90.2 ;

N3403 X0.00014 C90.3 ;虽然显示 3 位小数，但 NP 功能可直接解析 6 位小数

N3404 X0.0002 C90.4 ;

N3405 X0.00026 C90.5 ;

N3406 X0.00032 C90.6 ;

N3407 X0.00038 C90.7 ;

N3408 X0.00043 C90.8 ;

N3409 X0.00047 C90.9 ;

N3410 X0.0005 C91 ;

.....

N5198 X0 C269.8 ;

N5199 X0 C269.9 ;

N6090 X0 C359 ;

N6091 X0 C359.999 ;

#512 += 1 ;

END1 ;

G7.3 ;取消主插补轴功能

M99 ;返回主程序

%

凸轮磨

X/Y/Z/A 4 轴系统，Y 轴控制头架（旋转轴），X 轴控制砂轮工进，3 位小数点，在 T 系统 B 体系运行。为了达到平稳的磨削力，桃尖处 Y 轴的速度是变化的。

%

(子程序);

G5 NP3 R200;

G7.3 Y10 ;启用主插补轴功能，Y 为主插补轴

#512=0 ;

#513=5 ;

WHILE[#512<#513]DO1 ;

N10100 G91 G01 Y1 X0 F1200 ;增量指令编程

N10101 Y1 X0 F1200 ;基圆部分

N10102 Y1 X0 F1200 ;

N10103 Y1 X0 F1200 ;

.....

N10860 Y1 X0 F1039 ;F 值变化

N10870 Y1 X0 F1004 ;

N10880 Y1 X0 F969 ;

N10890 Y1 X0 F936 ;

N10900 Y1 X0 F902 ;

N10910 Y1 X0 F866 ;

.....

N11610 Y1 X.151 F241 ;桃尖部分

N11620 Y1 X.143 F249 ;

N11630 Y1 X.135 F251 ;

N11640 Y1 X.127 F258 ;

N11650 Y1 X.118 F262 ;

N11660 Y1 X.111 F267 ;

.....

N15000 #512=#512+1 ;

N15100 END1 ;

G7.3 ;取消主插补轴功能

G91 G01 Y10 X0.2 F3000 ;此时的 F 为合成速度（按照名义移动量计算）

M99 ;返回主程序

%

注

- 1 使用该功能时，一般主插补轴的运动量相对较大，是主要运动轴，否则可能导致其它跟随插补轴的速度或加速度过大。
- 2 因主插补轴有效时，F 值意义与无效时不同，故不需要主插补轴功能时（如上述程序返回主程序前），要编入取消指令，防止其他程序中多轴联动时速度异常，引起危险。
- 3 为减小其他轴跟随时的加速度，可将拐角处的轨迹变得更细密，或增加 G05 段中 R 的大小。
- 4 为使小线段加工更流畅、加工精度更高，可从以下几方面对程序进行优化：
 - (1) 增加循环内（上述程序 WHILE-END 之间）的程序段数：将轨迹密化，或将循环体展开多次；
 - (2) 循环内的地址值尽量用常数，少用宏表达式计算；
 - (3) 循环内不要使用 G05，否则会禁止预读。

18 加减速与平滑

18.1 加减速控制

本系统自动进行加减速控制，不但能够使刀具的启动和停止更加平稳，而且在运行过程中也可以使速度平稳的变化。因此，编程时不需要对加减速进行考虑，但要提前设置好加减速相关参数。

加减速控制有插补前加减速控制和插补后加减速控制之分，本系统在插补前进行加减速控制，并可跨多段加减速。

解释

• 加减速曲线类型

本系统提供 6 种加减速曲线类型供用户选择，分别为：（2 次）直线、2.5 次曲线、（3 次）S 曲线（无匀加速段）、4 次曲线、三角曲线、带匀加速段的 S 曲线。曲线次数是从位移与时间关系得出的。

加速和减速可选择不同的曲线类型，并可分别选用不同的平均加速度。

相关参数如下：

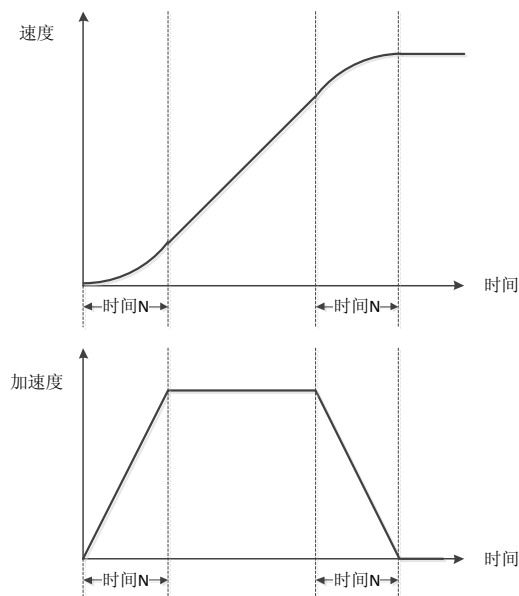
1 自动方式相关参数：

- 切削加速曲线（P6410）/切削减速曲线（P6411）
- 快速运动加速曲线（P6412）/快速运动减速曲线（P6413）
- 刚性攻丝加速曲线（P6414）/刚性攻丝减速曲线（P6415）
- 数字螺纹加速曲线（P6418）/数字螺纹减速曲线（P6419）
- 螺纹加速曲线（P6420）/数字螺纹减速曲线（P6421）
- 螺纹让刀加速曲线（P6482）

参数数值说明如下：

数值 0~4 为原曲线类型。

数值 ≥ 10 (≤ 200) 为带匀加速段的 S 曲线。且数值大小为时间 N。如下图：



- 带匀加速段的 S 曲线图

注：上述参数系统默认 30，即使用带匀加速段的 S 曲线。

其中紧急减速曲线用于复位/暂停/轴锁等情况，急停或限位报警时立即停止输出，无减速过程。

2 手动模式相关参数(目前不能使用带匀加速段的 S 曲线):

- 手动加速曲线 (P5210) /手动减速曲线 (P5211)
- 单步或手轮加速曲线 (P5410) /单步或手轮减速曲线 (P5411)
- 回零加速曲线 (P5110) /回零减速曲线 (P5111)

• 加速度与减速度数值

不管是哪一种加减速曲线，当加速度太大时，都会逼近直线，影响加工的平稳性，因此要合理设置加速度和减速度。数值太小会影响加工效率，太大会造成机床震动。

系统使用平均加/减速度方便用户使用。通过最大速度和平均加速度或平均减速度可计算出加速或减速时间。

例

最大速度 2000mm/min，平均加速度 (20000mm/min) /s，平均减速度为 (10000mm/min) /s，那么从停止开始加速到最大速度的加速时间为 100ms，从最大速度减速到停止的减速时间为 200ms。

平均加速度或减速度适用于各种曲线类型。

多轴联动时，加速度或减速度均指的是切线方向的平均加减速速度。

相关参数如下：

1 自动方式相关参数：

- 切削平均加速度 (P6430) /切削平均减速度 (P6431)
- 快速运动平均加速度 (P6432) /快速运动平均减速度 (P6433)
- 刚性攻丝平均加速度 (P6434) /刚性攻丝平均减速度 (P6435)
- 紧急减速系数 (P6436)
- 数字螺纹平均加速度 (P6438) /数字螺纹平均减速度 (P6439)
- 螺纹切削平均加速度 (P6480) /螺纹切削平均减速度 (P6481)

其中，紧急减速系数用于复位/暂停/轴锁等情况，急停或限位报警时立即停止输出，无减速过程。

2 手动模式相关参数：

- 手动平均加速度 (P5212) /手动平均减速度 (P5213)
- 单步或手轮平均加速度 (P5412) /单步或手轮平均减速度 (P5413)
- 回零平均加速度 (P5112) /回零平均减速度 (P5113)
- 手轮平滑时间 (P5414)
- 手轮或单步速率限制 (P5420)

• 加减速相关参数显示设置

系统支持对加减速曲线类型和加减速速度参数的显示进行设置。

- 1 加减速曲线类型参数是否显示受参数 “FACDCT” (P0005.2) 控制。
- 2 加减速速度参数的单位由参数 “ACDCMS” (P0005.4) 控制。
- 3 加减速速度参数合并功能是否有效由参数 “ACDCM” (P0005.4) 控制。

注

“FACDCT” (P0005.2) 仅影响回零、手动、单步的加减速曲线是否显示。

- 1 回零加速曲线 (P5110) /回零减速曲线 (P5111)
- 2 手动加速曲线 (P5210) /手动减速曲线 (P5211)
- 3 单步或手轮加速曲线 (P5410) /单步或手轮减速曲线 (P5411)

• 加减速相关控制指令

使用 CT, AD, AC 和 DC 指令在加工程序中控制加减速速度和加减速曲线类型。

CT: 曲线类型

AD: 加减速速度

AC: 加速度

DC: 减速度

注

- 1 AD, AC 和 DC 的单位与加减速速度是否用时间表示无关, 与公英制无关。不影响螺纹切削段、刚性攻丝切削段、进入数字螺纹控制的程序段。
- 2 CT 取值说明: 0~4 对应不同的曲线; ≥ 5 时为带匀速段的 S 曲线, 且数值大小表示平滑时间

例

G153 Z200. NF12000. CT11 AD80. ;

编写 G153 换刀程序时, 可以指定加减速曲线和加减速速度, 以便防止用户修改加减速速度和加减速曲线后影响换刀时间。

• 加减速控制方式

插补功能	可用加速曲线类型	可用减速曲线类型	
		正常情况	复位/暂停/轴锁/急停/限位等紧急情况
直线/圆弧/螺线插补 (每分进给)	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6410/P6412/P6430/P6432	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6411/P6413/P6431/P6433	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6436
直线/圆弧/螺线插补 (每转进给)	√ (2 次) 直线 [相关参数] P6430/P6432 注: 只有直线有效, 无法选择曲线类型	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6411/P6413/P6431/P6433	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6436
直线/圆弧插补 (自动手轮控制) 注: 自动手轮控制对螺纹切削部分无效	√ (2 次) 直线 [相关参数] P5310 注: 只有直线有效, 无	√ (2 次) 直线 [相关参数] P5310 注: 只有直线有效, 无	√ (2 次) 直线 [相关参数] P5310

插补功能	可用加速曲线类型	可用减速曲线类型	
		正常情况	复位/暂停/轴锁/急停/限位等紧急情况
(包括 G93 攻丝)	法选择曲线类型	法选择曲线类型	
螺纹切削	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6420/P6421/P6480 注: 只有直线有效, 无法选择曲线类型	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6420/P6421/P6481 注: 只有直线有效, 无法选择曲线类型	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6436
螺纹让刀	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6482	与让刀段指令 (G00/G01) 有关。	与让刀段指令 (G00/G01) 有关。
数字主轴刚性攻丝	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6414/P6434	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6415/P6435	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6436
数字主轴螺纹插补	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6418/P6438	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6419/P6439	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线 √三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P6436
手动方式/单步方式/回零方式	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线	√ (2 次) 直线 √2.5 次曲线 √ (3 次) S 曲线 √4 次曲线

插补功能	可用加速曲线类型	可用减速曲线类型	
		正常情况	复位/暂停/轴锁/急停/ 限位等紧急情况
	√三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P5110/P5210/P5410	√三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P5111/P5211/P5411	√三角曲线 √带匀加速段的 S 曲线 [相关参数] P5111/P5211/P5411
手轮模式	√(2 次) 直线 [相关参数] P5414/P5420	√(2 次) 直线 [相关参数] P5414/P5420	√(2 次) 直线 [相关参数] P5414/P5420

18.2 速度平滑控制

在加工中进行速度平滑可提高加工的精度，提高加工效率，避免一些机械冲击从而提高加工水平。系统提供了在不同加工中适用的平滑器供用户加工时进行选择使用。

各平滑器说明如下：

平滑器	参数	说明
切削平滑器	P6502 (默认切削平滑阶数) 或通过 G05R 更改	平滑切削运动，但不包括以下运动： 1 螺纹切削 2 插补型攻丝/G93 攻丝 3 G31/G36/G37（无任何平滑器）
快速平滑器	P6461 (快速平滑时间)	平滑快速运动
螺纹平滑器	P6462 (螺纹切削平滑时间)	平滑螺纹切削 注：除大螺距螺纹加工外，不建议开启；开启螺纹平滑会降低螺纹跟随性。
刚性攻丝平滑器	P6463 (插补型攻丝、G93 攻丝平滑时间)	平滑插补型攻丝及 G93 攻丝
手动模式平滑器	P6465 (手动模式平滑时间)	平滑手动模式相关运动
PLC 轴平滑器	P6466 (PLC 轴平滑时间)	平滑 PLC 轴运动
简易 PLC 轴平滑器	P6467 (简易 PLC 轴平滑时间)	平滑简易 PLC 轴运动
主轴平滑器	P2779/P2829/... (转速控制平滑时间)	平滑主轴转动

19 主轴比例控制（SPRC）

本系统设计有两个主轴比例控制器（SPRC）：SPRC1 和 SPRC2。SPRC 是用于控制从动主轴，使其跟随主动主轴、按编程比例转动，同时可进行相位控制和补偿控制的功能。格式及说明

格式

• 启动 SPRC 控制器

G251 NLnl NPnp Pp Qq Rr NQnq Ee Kk

[说明]

nl: 选择 SPRC 控制器。有效数值: 1~2, 对应 SPRC1~SPRC2。未编入默认 SPRC1 控制器。

np: 主轴号选择。

十位数: 主动主轴号(1~最大主轴数), 个位数: 从动 Cs 主轴号(1~最大主轴数)。

未编入时, 默认主动主轴为第 1 主轴, 从动主轴为第 2 主轴。

p/q: 主动主轴和从动主轴转速比。

(1) p 有效范围: 1~1000, q 有效范围: -1000~-1 或 1~1000。pq 支持小数。

(2) P 未编入时, 默认 p=1

(3) Q 未编入时, 默认 q=1。q 为负值代表从动主轴与主动主轴旋转方向相反。

r: 主动主轴与从动主轴相位差。r 满足条件: $-360.0 < r < 360.0$

若 R 编入, 则进行相位控制; 若 R 未编入, 根据以下情况决定是否要进行相位控制:

(1) 使用 SPRC1 且位参数 SPRC1NR(P2700.0)=0, 或使用 SPRC2 且位参数 SPRC2NR(P2700.1)=0 时, 进行相位控制, 等同于输入 R0。

(2) 使用 SPRC1 且位参数 SPRC1NR (P2700.0)=1, 或使用 SPRC2 且位参数 SPRC2NR (P2700.1)=1 时, 不进行相位控制。

其中, 相位控制附加速度由从动主轴的“定向或整圈停止电机转速”参数 (P2776/P2826/P2876) 确定。

nq: 补偿增益

(1) nq 有效范围: 1~100, 单位: Hz

(2) 当无相位控制或非 1:1 同步主轴, 指定 NQ 时报警。

(3) 当同时满足以下条件时, 不指定 NQ 效果更好, 指定反而更差:

1) 主动和从动主轴都为总线轴

2) 位参数 DSPSCi(i--主动主轴的轴号)=1

3) 非控制方式 0 时

4) 驱动器型号及驱动器软件版本相同

e/k: 滚齿加工中斜齿圆柱齿轮加工, 属专用机械加工。e 为螺旋角, k 为模数。

(1) e 有效范围: -50.0~50.0 度

(2) k 有效范围: 0.01~100.0mm 或 0.01/25.4~100.0/25.4inch

(3) E 和 K 同时使用, 仅输入一个时报警

(4) 当 “G251EK” (P2701.0) 为 0 时禁用 EK

• 停止 SPRC 控制器

G250 Nlnl Pp ;

[说明]

nl: 选择 SPRC 控制器。有效数值: 1~2, 对应 SPRC1~SPRC2。

未编入默认同时停止 SPRC1 和 SPRC2。

p: 发出停止信号, 并等待 SPRC 控制器停止

p 有效范围: 1

P 未编入时, 向 SPRC 控制器发出减速停止信号, 但不等待其停止结束

编入 P1 时, 向 SPRC 控制器发出减速停止信号, 并等待其停止结束

注: G250 自动恢复同步前从动轴转速

解释

• 坐标更新

SPRC 控制期间, 从动主轴跟随主动主轴运动的部分脉冲, 计入机床坐标, 不计入绝对坐标。但累计未计入部分, 在 SPRC 控制结束时更新绝对坐标。

SPRC 控制器启动时刻, 从动主轴绝对坐标清 0。停止时刻, 将 SPRC 控制期间未计入绝对坐标的数据总和计入绝对坐标。

• SPRC 启动说明

1 启动后系统在标题栏中间以红色字体醒目提示工作中的 SPRC 控制器: SPRC1/SPRC2

注: 当 SPRC1 和 SPRC2 都显示时, 中间没有空格显示。

2 启动后, 从动主轴立即进入轮廓控制模式

例如:

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴), 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	G51.2 ; 1:1 控制, Y 轴进入轮廓模式, 坐标清零 ... G50.2 ; 虽停止 SPRC 控制器, 但 Y 轴仍处于轮廓模式
其它说明	G51.2 与 G251 等价, G50.2 与 G250 等价, 下同

3 启动后, 当主动主轴为数字主轴时, 那么主轴停止时保持使能状态。

例如:

配置 1	第 1 主轴为总线主动轴(C 轴), DSPSC4=1, 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	M3 S500 ; G4 P2000 ; G51.2 ; G4 P5000 ; M5 ; C 轴停止后不断使能

配置 2	第 1 主轴为总线主动轴(C 轴), DSPSC4=0, 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	M3 S500 ; G4 P2000 ; G51.2 R0 NQ20 ; G4 P5000 ; M5 ; C 轴停止后不断使能

配置 3	第 1 主轴为脉冲主轴(C 轴，P2730=2104)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	M3 S500 ; G4 P2000 ; G51.2 R0 NQ20 ; G4 P5000 ; M5 ; C 轴停止后不断使能

4 处于 SPRC 从动控制中的主轴, 具有以下限制

(1) G27~G30/G53/G153 中编入该轴地址时报警

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴), 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	G51.2; 1:1 控制, Y 轴进入轮廓模式, 坐标清零 G28 Y0; 报警

(2) 提前转速控制时断使能功能无效

(3) 再次指令该轴为另一 SPRC 控制器将报警。系统限制主轴不允许同时为两个 SPRC 控制器的从动主轴

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴), 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	G51.2; 1:1 控制 G51.2 NL2; 报警

(4) SPRC 控制停止前将一直保持使能状态。如果为总线从动主轴, 那么附加转速控制时, 即便 DSPSCI=0(i 为从动主轴轴号), 也无法开环。

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	G51.2； 1:1 控制 M3.2 S2=100； 从动轴附加 100 转/分。若为总线从动主轴，那么闭环控制 M5.2； 停止附加转动 M3.2； 再次附加转动 M61； 报警，因为将无法断开使能信号。

(5) 执行 M19/M61/M38/M39 时报警, 也包括定向和 C/S 开关按键

例如：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	G51.2； 1:1 控制 M19； 主动主轴定向 M19.2； 报警

(6) 若此时使用 PLC 轴功能控制该从动主轴(包括手动移动该轴), 那么该控制立即进入轴锁状态。

5 处于 SPRC 控制中的主动或从动主轴，提前转速控制时断使能功能无效

6 从动主轴加减速过程中(非同步跟随阶段),该主轴的多段加减速参数及转速控制平滑时间有效。

7 当 SPRC 启动控制, 且主动主轴未处于停止状态, 但从动主轴未处于跟随过程中, 那么系统自动进行切削锁住。

例如:

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴), 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	M3 S200 ;	启动主动主轴
	G51.2 P1 Q2 ;	1:2 控制
	G01 Z-10. F100. ;	待 Y 轴速度稳定(处于 SPRC 从动跟随过程中)后切削

注意:

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴), 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	G51.2 ;	1:1 控制, 主动主轴处于停止状态
	G1 Z-10. F100. ;	虽从动主轴未处于跟随状态, 但因主动主轴处于停止状态, 不会进行切削锁住

8 当 SPRC 启动控制后, 可再次指定 G251, 给入新的控制器数据

例如:

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴), 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	M3 S400 ;	
	G4 P1000 ;	
	G51.2 Q2 ;	Y 轴 800 转/分
	G4 P1000;	
	G51.2 P2 ;	Y 轴直接从 800 转/分直接降到 200 转/分
	G4 P1000 ;	
	G51.2 ;	Y 轴直接从 200 转/分直接升到 400 转/分

• SPRC 停止说明

1 通过代码停止

例如:

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴), 第 2 主轴为从动轴(Y 轴)	
程序	G0 X20. Z0. ;	
	M3 S400 ;	
	G51.2 P2 ;	Y 轴 200 转/分
	G01 Z-10. F500. ;	
	G50.2 ;	停止, 不等待
	G0 X25. ;	
	G50.2 P1 ;	等待 SPRC 控制器, 可省略
	G0 Y180.0;	Y 轴定位到 180 度
其它说明	“G50.2 P1;”段可省略。下一段指令 Y 轴移动时, 系统因为检测到 Y 轴为 SPRC 控制器控制的从动主轴且处于减速状态, 所以进行了等待, 以保证“G0 Y180.0;”正确运动到 Y180.0。	

2 通过 G 接口停止

PLC 可在复位时接通 SPnRSPRC(n 为从动主轴轴号), 这样复位时就可以停止相应 SPRC 控制器。

3 有补偿时, 且除 SPRC 控制器外有脉冲输出, 报警并停止 SPRC 控制器。

4 主动或从动主轴报警时, 停止 SPRC 控制器。

相关参数

2700						SPRC2NR	SPRC1NR
------	--	--	--	--	--	---------	---------

[数据类型]	位型
1	SPRC2NR SPRC2 控制器未输入 R 时，默认 R0/不进行相位控制
0	SPRC1NR SPRC1 控制器未输入 R 时，默认 R0/不进行相位控制

2769	(主轴 1)到位允许误差
2819	(主轴 2)到位允许误差
2869	(主轴 3)到位允许误差

指令补偿(NQ)时，从动主轴到位允许误差在补偿控制时使用。当误差绝对值大于到位允许误差时，进行补偿。

注意事项

1. G00 快速、手动和手轮运动会进行 Z 向补偿。
2. 当 G251 使用配置为 2104（带编码器反馈的脉冲主轴），且无相位控制（R），无补偿（NQ）时，使用主动轴的输出脉冲，而不是反馈脉冲。

19.1.1 应用举例

多边形加工

工件轴：第 1 主轴，为主动主轴
 刀具旋转轴：第 2 主轴，为从动主轴
 位参数 SPRC1NR(P2700.0)=0，目的：省略 R0 编入。
 示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	O0251 ; M3 S100 ; 工件轴旋转速度 100 转/分 G0 X50. Z0. ; 快速定位 G51.2 P1 Q2 ; 刀具旋转轴以速度 200 转/分同步旋转，执行相位同步， 但无补偿 G01 Z-10. F100. ; Z 轴进给 G0 X80. ; X 轴回退 G50.2 ; 刀具旋转轴同步解除，刀具停止 G0 Z100. ; Z 轴退回安全位置 M30 ;

同步夹持工件

工件轴：第 1 主轴，为主动主轴
 刀具旋转轴：第 2 主轴，为从动主轴
 示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(C 轴)，第 2 主轴为从动轴(Y 轴)
程序	O0251 ; ... 第 1 主轴卡盘关闭 M 代码 由 PLC 实现 ...

主轴重叠控制（承载攻丝）

示例：

平齿轮加工（专用机械）

示例：

- 140 -

	G50.2 ; 刀具旋转轴同步解除，刀具停止 ... M30 ;
--	---

斜齿轮加工（专用机械）

刀具旋转轴(滚齿轴)：第 1 主轴，为主动主轴

工件轴：第 2 主轴，从动主轴

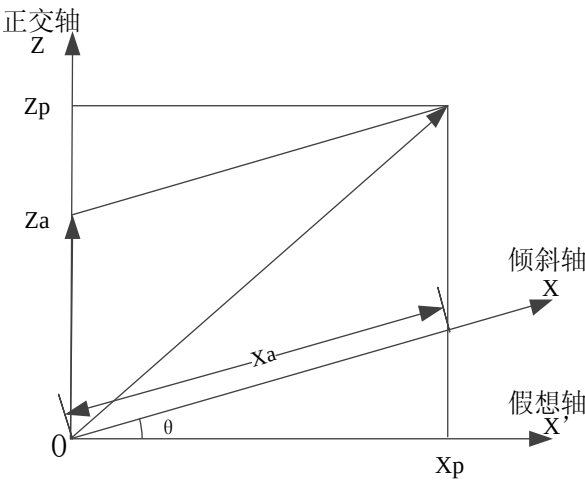
其它加工参数：齿数 P=68，滚齿条数 Q=3，螺旋角 E=18 度，模数 K=2.5mm，工件左旋，滚刀右旋。注：P/Q 不可约分。

示例：

配置	第 1 主轴为主动轴(Y 轴)，第 2 主轴为从动轴(C 轴)
程序	O0251 ; G250 ; M3 S160 ; 刀具旋转速度 500 转/分 G0 X20. Z3. ; 快速定位 G251 NP12 P68 Q-1 E18.0 K2.5 R0; 启动滚齿加工，执行相位同步 G00 X-5.5 ; G1 Z-80. F0.050; 第 1 次切入 G0 X20. ; G1 Z3. F3. ; 用 G1 回定位位置，相当于 C 轴补偿量归零(不能用 G0) G0 X-8.5 ; G01 Z-80. F0.050 ; 第 2 次切入 G0 X20. ; ... G50.2 ; 刀具旋转轴同步解除，刀具停止 ... M30 ;

20 斜轴功能

斜轴功能：数控机床上，由于结构设计的需要，部分坐标轴可能会采用倾斜式布局，倾斜轴的运动将导致（虚拟）笛卡儿坐标系中的两个坐标轴同时产生移动。系统在倾斜轴运动时，能够自动调整坐标尺寸，这个功能称为斜轴控制功能。



解释

以 X 轴倾斜为例，如下图所示，假设倾斜角为 θ ，运动起点为 $(0,0)$ 。当编程的终点坐标为 (X_p, Z_p) 时，

各轴实际运动距离 (X_a, Z_a) 的计算公式为：

当 X 轴的移动距离的计算式为：

$$X_a = \frac{X_p}{\cos \theta}$$

沿 Z 轴的移动距离由 X 轴的倾角修正，按下式计算：

$$Z_a = Z_p - X_p \times \tan \theta$$

沿 X 轴的进给速度分量按下式计算：

$$F_a = \frac{F_p}{\cos \theta}$$

式中 X_a ， Z_a ， F_a ：实际的距离和速度

X_p ， Z_p ， F_p ：编程的距离和速度

注

- 1 （虚拟）笛卡儿坐标系 ZOX' 为程序坐标系，斜坐标系 ZOX 为实际移动坐标系。
- 2 公式中轴坐标为半径值。

实际在移动斜轴时，必定引入正交轴坐标的移动，当用户只想假想轴移动，希望正交轴不移动时，系统内部需处理绝对坐标中正交轴的移动量。

格式

G00/G01/G31 U_F_NP1
NP=1 时，根据 U_（假想轴上移动量，相对编程）自动计算在正交轴上的移动量，合成斜轴上的独立运动

例

P413=21，P414=30
X、Z 回零后，执行程序：
G1 U10 F100 NP1;
结束后：
绝对坐标：X10.000 Z2.887
机床坐标：X11.547 Z0.000
斜轴移动量：
$$\frac{10}{\cos(30^{\circ})} = 11.547$$

正交轴移动量（系统内部处理）：
$$\frac{10}{2} \times \tan(30^{\circ}) = 2.887$$

步骤

斜轴控制中的纵轴和斜轴必须在参数 P413 设定，十位数—正交轴轴号，个位数—倾斜轴轴号。沿各轴的移动距离根据倾斜角度 P414 设定。例如：Z 轴为正交轴，X 轴为倾斜轴，假定倾斜角度为 +30 度。那么设置 P413=21，P414=30.0。

坐标说明

机床坐标总是为斜坐标系中实际坐标，相对坐标或绝对坐标总是为（虚拟）笛卡儿坐标系中的程序坐标。

- 1 斜轴与正交轴独立运动
- 以下情况独立运动：
- (1) 回参考点(程序回参考点/机械回参考点，包括 G28 回参考点)

(2) 按机床坐标运动(G53/G153)

(3) 非自动和录入方式下，G1250.0(AACSEPG)=1
- 该情况下，指令斜轴轴运动时(例如：X 为斜轴，指令 X20.0)，斜轴机床坐标变化，正交轴机床坐标不会跟随变化(即不动)，但绝对坐标会发生变化。

注

参考点有效时，斜轴与正交轴的独立运动，不会导致需要重新回参考点。

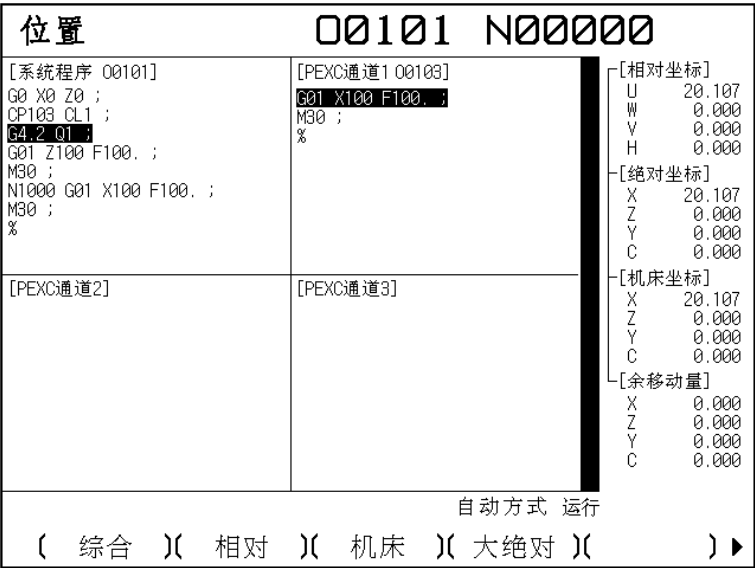
- 2 按（虚拟）笛卡儿坐标系运动
- 指斜轴功能有效时非独立运动情况。该情况下，指令斜轴轴运动时(例如：X 为斜轴，指令 X20.0)，斜轴绝对坐标正常变化，不会引起正交轴绝对坐标变化，但是斜轴和正交轴机床坐标都将变化(即两轴都运动)。

手动或自动返回参考点

倾斜轴和正交轴回参考点无先后次序要求。

21 并行控制器(PEXC)功能

系统设计有 8 个并行控制器(PEXC)：PEXC1/PEXC2/.../PEXC8。PEXC 是用于部分替代(今后将逐渐完善直至全部替代)原 PLC 轴控制。可由 PLC 使用，也可由 NC 指令调用。



PEXC 通道运行示意图

相关参数

P6					PECPCN			
[数据类型] 位型								
3 PECPCN NC 调用 PEXC 通道功能有效/无效								
0: 无效								
1: 有效								
注 当该参数设置为 0 时，NC 调用 PEXC 通道时，报警 PS775: PEXC 错误，NC 调用 PEXC 通道功能无效。								
P18	PLC 轴功能接口选择							
0--无效/1--G、F 接口/2--使用 PEXC 并行执行控制器								
P19	DPEXC8	DPEXC7	DPEXC6	DPEXC5	DPEXC4	DPEXC3	DPEXC2	DPEXC1
[数据类型] 位型								
DPEXCn 并行通道 n 无效/有效								
0: 有效								
1: 无效								
P406							PEXCn	

[数据类型] 位型

1 PEXCn n 轴是/否由 PEXC 控制轴

0: 否

1: 是

注
当前轴该参数为 1 时，若主通道指令该轴运动，则报警 PS776：主通道不能指令 PEXC 轴运动，
请查看 P406.1。

P2303	PLCPATH						
-------	---------	--	--	--	--	--	--

1/0: 是/否显示 PLC 通道页面

注：当 P18=2 时，设置该参数将显示 PEXC 页面。

P2751	PEXCIV8	PEXCIV7	PEXCIV6	PEXCIV5	PEXCIV4	PEXCIV3	PEXCIV2	PEXCIV1
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

PEXCIVn

1/0: PEXC 通道 n 使用独立/公用保持宏变量(#500-#999)

注：每个 PEXC 通道均支持使用各自通道的非易失性宏变量，仅支持通过程序方式或配合桁架功能
使用。

21.1 通道说明

原先 NC 通道为主通道，加上 8 个 PEXC 通道，共 9 个通道。

通道编号	说明
0	主通道
1	PEXC1
2	PEXC2
3	PEXC3
4	PEXC4
5	PEXC5
6	PEXC6
7	PEXC7
8	PEXC8

21.2 PEXC 功能

G 代码支持

组号	G 代码		功能
	铣床或车床 B 体系	车床 A 体系	
01 组 (模态)	G00		直线定位
	G01		直线插补
	G02		顺时针圆弧插补(CW)
	G03		逆时针圆弧插补(CCW)
	G102(G02.1)		空间圆弧插补
00 组	G04		暂停

(一次性)	G28		自动返回参考点
	G30		返回第 2 第 3 参考点
	G31		跳跃机能
	G53		机床坐标系定位
	G153(G53.1)		快速机床坐标系定位
	G104(G4.1)		通道等待命令
	G204(G4.2)		通道结束等待命令
	G954(G54.9)		笛卡儿坐标系坐标轴设定
	G251		支持
	G250		支持
	G350		支持
02 组	G17/G18/G19		加工平面选择
03 组	G90/G91		绝对值编程/增量值编程
07 组	G40		不支持, 忽略
	G41		不支持, 报警
	G42		不支持, 报警
08 组	G49		不支持, 忽略
	G43		不支持, 忽略
	G44		不支持, 忽略
10 组	G94	G98	每分进给(不支持, 忽略)
	G95	G99	每转进给(不支持, 报警)
14 组		G96	恒线速 ON(不支持, 报警)
		G97	恒线速 OFF(不支持, 报警)

注: PEXC 通道 G00 定位采用直线, 与位参数 LPR(P4.1)无关。

其它功能

功能	是否支持	补充说明
M 代码	是	过程控制 M 代码仅支持 M99 和 M30。 以下过程控制 M 代码不支持: M00/M01/M02 M06 M91~M94(车床) M96/M97 M98
S 代码	是	
T 代码	否	
子程序	否	
手轮调试	NC 调用支持	
暂停控制	支持	G 接口信号: PAUSE_1~PAUSE_8

单段控制	支持	G 接口信号：SBK_1~SBK_8
再启动控制	支持	G 接口信号：RSTART_1~RSTART_8
宏程序	支持	限制： 局部变量不可使用，否则会与主通道局部变量混乱，后续改进支持。 全局变量不要与主通道使用相同的全局变量，否则会出现变量混乱。 译码后变量就写入。 后续改进宏程序的使用

速度和加速度说明

速度和加速度与主通道使用参数相同。需要注意的是参数 P6460/P6461/P6463 虽然对 PEXC 生效，但实现不同，效果略有不同。参考下面说明：

- 1 PEXC 快速加减速时间 S 曲线时间 N=P6412+P6460+P6461
- 2 PEXC 刚性攻丝加减速 S 曲线时间 N=P6414+P6463
- 3 P6460 对 PEXC 不再是指数型，只是简单解决振动问题
- 4 G31 跳跃信号到来时，编入 AD 指令，进行减速控制，而不是立即停止脉冲输出；未编入 AD 会立即停止脉冲输出

宏变量说明

- 1 写全局变量 100~1000 时记录通道号，以便检查各通道写全局变量冲突，冲突时报警 732；
- 2 禁止 PEXC 通道进行子程序调用（包括 M98，M06 和自定义宏程序调用），调用时报警 733；
- 3 增加 PEXC 局部变量显示，输入输出功能；

21.3 PEXC 通道调用

所有 PEXC 通道，有以下三种调用方式，但需错开使用。

- 1 NC 调用(CP/CN/CL 指令)
 - 2 梯级调用
 - 3 G 接口调用(G3480~G3494)
- 方式 2 和方式 3 合称“PLC 调用”

21.3.1 调用方式 1: NC 调用(CP/CN/CL 指令)

格式

CPcp CNcn CLcl ;

cp: 指定调用程序号 1~9999。
超出范围报警 PS700。未编入默认当前程序,但如果当前程序是 0 号程序,那么报警 PS707。

cn: 指定开始段顺序号,非 0 值。
指定 0 时报警 PS701。未指定时,开始段为调用程序的第 1 段。

cl: 指定 PEXC 通道编号 1~8。
超出范围报警 PS702,未编入默认使用 PEXC1。

注

1 调用语句不要求单独一行,在所在段开始执行时进行调用。

2 CP 和 CN 应至少编入 1 个。

3 开始段不仅是调用开始执行处,也是通道程序中 M99 重复执行处。

复位

以下情况引发复位(减速停止,有报警时复位报警):

- 1 急停信号(G27.4 *ESP)有效
- 2 ERS_i 信号有效
- 3 复位按键有效。包括:MDI 复位按键、机床复位按键(X70.7)、PLC 复位按键(G29.4)

注:ERS(G27.7)仅对主通道有效。

示例

示例 1

主通道(NC 通道)	PEXC2 通道
O101 G0 Z0 CP103 CL2; 定位,并用 PEXC2 执行 O103 G4.2 Q2 ; 等待 PEXC2 结束 X0 Y0 Z100.; M30 ;	O103 G54.9 P124 ; G03 X40. Y20. R-30. F2000. ; M30 ;

示例 2

主通道(NC 通道)和 PEXC1 通道编在同一程序
O101 G0 Z0 CN1000; 定位至 Z0,并用 PEXC 执行 N1000 开始至程序结束之间的程序块 G4.2 Q1 ; 等待 PEXC1 结束 X0 Y0 Z100. ; M30 ; N1000 G54.9 P124 ; G03 X40. Y20. R-30. F2000. ; M30 ;

示例 3

主通道(NC 通道)和 PEXC1 通道编在同一程序	
O101	
G0 Z0 CN1000;	定位至 Z0，并用 PEXC 执行 N1000 开始至程序结束之间的程序块
G4.2 Q1 ;	无法等到 PEXC1 结束，除非复位。
X0 Y0 Z100. ;	
M30 ;	
N1000 G1 X100. F2000. ; 循环起始段	
N1001 X0. ;	
N1002 M99 ;	循环，跳至 N1000 继续执行

21.3.2 调用方式 2：PLC PEXC 指令调用

PEXC 指令

功能：PLC 通道程序并行执行指令函数；

- 格式



输入说明

- ACT： 输入信号，ACT 有效时 PEXC 执行通道程序（当 ACT 为 0 会停止执行）；
- 通道号： 常量或变量，范围 1~8；
- 程序文本： 通道执行程序文本；
- 输出说明： 无输出。

注
1 每一个通道可以最多拥有 32 个并行程序，但一次只能执行一个并行程序；
2 同一个通道的多个并行程序只能同时接通一个，同一通道内切换到另一个程序时需要间隔一个 PLC 周期；
3 并行程序暂不支持在线编辑，请在 PC 端编辑；
4 须配合 KNDPLC V5.5 以上版本使用

复位

- 以下情况引发复位(减速停止，有报警时复位报警)：
- 1 急停信号(G27.4 *ESP)有效。不复位调用逻辑错误。

- 2 ERS_i 信号有效。不复位调用逻辑错误。
 - 3 ACT=0。复位调用逻辑错误。
- 注：ERS(G27.7)仅对主通道有效。

21.3.3 调用方式 3：PLC G 接口调用

G 接口

G3480	(PEXC1)调用程序号
G3482	(PEXC2)调用程序号
G3484	(PEXC3)调用程序号
G3486	(PEXC4)调用程序号
G3488	(PEXC5)调用程序号
G3490	(PEXC6)调用程序号
G3492	(PEXC7)调用程序号
G3494	(PEXC8)调用程序号

数值非 0 为调用程序号，数值 0 为复位调用。

注：可通过将调用程序号清零实现通道复位，通过将通道倍率清零实现通道的暂停

复位

- 以下情况引发复位(减速停止，有报警时复位报警)：
- 1 急停信号(G27.4 *ESP)有效。不复位调用逻辑错误。
 - 2 ERS_i 信号有效。不复位调用逻辑错误。
 - 3 调用程序号变更为 0。复位调用逻辑错误。
- 注：ERS(G27.7)仅对主通道有效。

21.4 通道等待功能

21.4.1 G4.1 通道等待命令

该命令可用于主通道和所有 PEXC 通道。

格式

G4.1 Pp Ll Qq ; p: 等待信号编号，1~999，未输入或超出范围报警。 l: 等待通道数 1~3，未输入默认 1。 q: 等待通道编号，每两位十进制为 1 个通道编号。通道编号参考前面的通道说明。 G4.1 应单独一行，包含以下地址时报警： 1 M/S/T 2 轴地址 3 其它 G 代码
--

示例

主通道程序	PEXC1 程序
O0001 ; G0 X0 Y0 ; CP1000 ; G1 X100. F1000. ; G4.1 P1 Q1 ; 等待 PEXC1 通道 P1 信号 X0. ; ... M30 ;	O1000 ; G1 Y100. F1000. ; G4.1 P1 Q0 ; 等待主通道 P1

主通道程序	PEXC1 程序	PEXC2 程序
O0001 ; G0 X0 Y0 ; CP1000 ; CP1001 L2; G1 X100. F1000. ; 等待 PEXC1/2 通道 P1 信号 G4.1 P1 L2 Q0102 ; X0. ; ... M30 ;	O1000 ; G1 Y100. F1000. ; 等待主通道及 PEXC2 P1 G4.1 P1 L2 Q0002 ;	O1001 ; G1 Z100. F1000. ; 等待主通道及 PEXC1 P1 G4.1 P1 L2 Q0001 ;

21.4.2 G4.2 等待 PEXC 通道结束命令

该命令可用于主通道和所有 PEXC 通道。

格式

G4.2 Qq ; q: 等待通道编号，每两位十进制为 1 个 PEXC 通道编号(1~8)，但不包括主通道(通道 0)。通道编号参考前面的通道说明。 G4.2 应单独一行，包含以下地址时报警： 1 M/S/T 2 轴地址 3 其它 G 代码 Q0001 等价于 Q1，高位 0 忽略 主通道遇到 M30/M02/EOR 时，自动等待所有 NC 调用(不包括 PLC 调用)的 PEXC 通道结束
--

示例

主通道程序	PEXC1 程序
O0001 ; G0 X0 Y0 ;	O1000 ; G1 Y100. F1000. ;

CP1000 ; G1 X100. F1000. ; G4.1 P1 Q1 ; 等待 PEXC1 通道 P1 信号 X0. ; G4.2 Q1 ; 等待 PEXC1 执行完 G0 X0 Y0 ; M30 ;	G4.1 P1 Q0 ; 等待主通道 P1 M30 ;
---	---

21.5 PEXC 通道 S 代码支持

PEXC 通道中支持 S 代码编程，其使用方式与 NC 通道一致。

注 1: 诊断 N511/N531/N551 为当前 S 代码值, N512/N532/N552 为当前 S 代码值发出的通道号(0--NC 主通道, !=0--PEXC 通道号)

21.6 PEXC 通道 G/F 接口

G 接口

以下接口对三种调用方式都有效。

G3500	DISAXLK_1	ENATHD_1	MDCHG_1		RSTART_1	SBK_1	PAUSE_1	ERS_1
G3502	(PEXC1)快速倍率							
G3503	(PEXC1)切削倍率							

G3520~G3643 为 PEXC2~8 通道 G 接口信号，同 PEXC1

ERS_i (i=1~8): PEXCi 外部复位信号

PAUSE_i (i=1~8): PEXCi 暂停信号

注

PEXC 执行 G28 时，从中间点向零点移动过程中，出现暂停信号时，按照零速处理，不显示“暂停”。G28 以后将在 PEXC 中单独增加，不在调用 PLC 通道处理，此处暂时以零速处理。

SBK_i (i=1~8): PEXCi 单段信号

注

单段停止后，手轮仍然可以回退，以后再考虑是否禁止。此处暂不处理。

RSTART_i (i=1~8): PEXCi 单段或暂停的再启动信号

MDCHG_i (i=1~8): NC 调用时模式切换是否暂停

ENATHD_i (i=1~8): PLC 调用时自动手轮功能有效

注

NC 调用的 PEXC 通道程序与 NC 程序视为一体，自动手轮控制与之相同；PLC 调用的 PEXC 通道程序，根据需要打开“ENATHD_i”。

DISAXLK_i (i=1~8): PEXCi 禁用轴锁相关信号(G29.6/G29.5/G33)

G3500			MDCHG				
5 MDCHG							

1/0: NC 调用时模式切换是/否暂停

F 接口

以下接口用于 PLC 调用(“梯级调用”和“G 接口调用”)。

F3500	NERST_1	PFIN_1		LOGE3_1	LOGE2_1	LOGE1_1	PEALM_1	START_1
-------	---------	--------	--	---------	---------	---------	---------	---------

F3520~F3640 为 PEXC2~8 通道 F 接口信号，同 PEXC1

START_i (i=1~8): PEXCi 通道工作中

PEALM_i (i=1~8): PEXCi 通道报警中

LOGE3_i~ LOGE1_i(i=1~8): PEXCi 逻辑错误码。下表以 PEXC1 为例对逻辑错误码进行说明。

PEXC1 逻辑错误码 (LOGE3_1~ LOGE1_1)	含义
0	正常
1	[来源]梯级调用 [原因]至少有两条 PEXC 指令使用通道 i, 且 ACT 输入信号都有效。注: 如果需要同时执行多条 PEXC 指令, 请安排多个 PEXC 通道并行执行。
2	[来源]梯级调用和 G 接口调用 [原因]同时使用梯级调用和 G 接口调用。注: 一个时刻只能选择一种调用。 如果需要并行执行, 请安排多个 PEXC 通道并行执行。
3	[来源]梯级调用或 G 接口调用 [原因]当前 PLC 调用尚未复位时, 给入了新的 PLC 调用。
4	[来源]梯级调用或 G 接口调用 [原因]当前调用(三种调用都有可能)尚未复位时, 给入了新的 PLC 调用。
5	[来源]梯级调用或 G 接口调用 [原因]当前调用(三种调用都有可能)有报警尚未复位时, 给入了新的 PLC 调用。

PFIN_i (i=1~8): 1: PEXCi 通道完成。

NERST_i (i=1~8): 1: PEXCi 通道有逻辑错误码(BIT2~4)或报警(BIT1)需复位。PLC 根据该接口进行复位。PEALM_i 和 LOGE2_i~ LOGE1_i 仅用于判断问题来源。

22 机床补偿控制器

用于补偿机床位置或磨损(如：砂轮磨损)。

22.1 相关接口

22.1.1 控制接口

机床补偿控制器通过宏变量接口完成。

变量说明：

变量号	读取	写入
9900	无效	写入 33335555 时，开启机床补偿控制器。之后若需要关闭改功能，只能重新上电。开启后，再次写入的数值被忽略。
9906	主通道最后半径补偿号。 返回主通道 G41/G42 有效时最后一段的半径补偿号	无效
9907	主通道当前补偿方向 -1—G42 0— G40 1— G41 注：#9920 半径补偿功能根据该方向确定半径补偿方向。	无效
9908	补偿平滑时间，单位：ms	补偿平滑时间，单位：ms。范围：16~200 注：超出数值范围时，写入失败
9910	无效	所有轴补偿速度，单位 mm/min。 数值不能小于 100mm/min，也不能超过切削进给上限速度 P713。 注 1：超出数值范围时，写入失败。 注 2：等同于 9911~9918 写入相同值。
9911~9918	1~8 轴补偿速度，单位：mm/min。	1~8 轴补偿速度，单位：mm/min。 数值不能小于 100mm/min，也不能超过切削进给上限速度 P713。 注 1：超出数值范围时，写入失败。 注 2：目前旋转轴不支持
9920	补偿半径，单位：mm	刀具(或砂轮等)半径补偿值，单位：mm。 注 1：此为绝对值，实际补偿值为该变量的变化量。写入 0 将取消半径补

变量号	读取	写入
		偿量。以下情况不计算半径补偿矢量，保持最后的补偿矢量： 1) 攻丝过程中(主通道) 2) G31/G36/G37/G53/G153(主通道) 注：G41/G42 半径补偿时，无法执行 G31，会报“刀偏时指令了 G31”。 3) 螺纹(主通道) 4) 快速运动(主通道) 5) 处于 G40 状态(主通道) 注 2：处于 G41/G42 状态时，数值>0，增大半径补偿量，数值<0 时，减小半径补偿量。 注 3：快速绘图时写入忽略
9921~9928	长度补偿值，单位：mm	长度补偿值，单位：mm。 注 1：此为绝对值，实际补偿值为该变量的变化量。写入 0 将取消该轴长度补偿量。 注 2：快速绘图时写入忽略

限制

- 1 目前旋转轴和被拆除的轴不支持
- 2 有一个控制轴产生伺服报警时，其它控制轴也报警，同时清除长度补偿和半径补偿量。
- 3 绝对编码器 TU2 时如果有该轴的补偿量(半径或长度)，那么报警(报警会清除补偿量)，复位后重新执行即可。
- 4 MACC 补偿运动虽可视为切削运动，但绘图时同 PLC 轴运动一样按快速绘制。

22.1.2 补偿平面

可以通过 G141(G142EN)/G142 接口指定补偿平面，也可以通过 G154 代码在程序中指定补偿平面。
注：G17/G18/G19 代码有效

22.1.3 诊断接口

主通道切削切矢量诊断接口

N320								TVVALID
TVVALID: (MACC)1/0—切矢量有效/无效								
N330	(MACC)切矢量 1 轴分量							
N331	(MACC)切矢量 2 轴分量							
...	...							
N337	(MACC)切矢量 8 轴分量							

补偿诊断接口

N321	(MACC)半径补偿值(单位: mm)
N322	(MACC)半径补偿补偿平面第 1 轴轴索引
N323	(MACC)半径补偿补偿平面第 2 轴轴索引
N324	(MACC)补偿平滑时间
N340	(MACC)1 轴长度补偿值(单位: mm)
N341	(MACC)2 轴长度补偿值(单位: mm)
...	...
N347	(MACC)8 轴长度补偿值(单位: mm)
N350	(MACC)半径补偿矢量 1 轴分量(单位: mm)
N351	(MACC)半径补偿矢量 2 轴分量(单位: mm)
...	...
N357	(MACC)半径补偿矢量 8 轴分量(单位: mm)
N360	(MACC) 1 轴长度补偿量(单位: mm)
N361	(MACC) 2 轴长度补偿量(单位: mm)
...	...
N367	(MACC) 8 轴长度补偿量(单位: mm)
N370	(MACC) 1 轴余补偿量(单位: mm)
N371	(MACC) 2 轴余补偿量(单位: mm)
...	...
N377	(MACC) 8 轴余补偿量(单位: mm)
N380	(MACC) 1 轴本周期补偿脉冲(插补单位)
N381	(MACC) 2 轴本周期补偿脉冲(插补单位)
...	...
N387	(MACC) 8 轴本周期补偿脉冲(插补单位)

22.2 应用

示例程序:

```
%
O1 ;
#9900 = 33335555 ;           // 功能开启
G17 ;                         // 铣床 XY 平面
    (注: 也可以通过 G142 接口或者 G154 指令改变补偿平面)
#9910 = 1000;                 // 补偿速度 1000mm/min
```

```
CP2 ;                      // 使用 PEXC 并行执行 O2 程序
G42 D1 G0 X0. Y-20. ;
G1 X20. F2000. NR6. ;
Y20. NR6. ;
X-20. NR6. ;
Y-20. NR6. ;
X0. ;
G40 G0 X20. ;
G4.2 Q1 ;                  // 等待 PEXC1 执行完
#98001 = #98001 - #9920 ;  // 将补偿量计入半径磨损
#9920 = 0 ;                // 清除补偿量
M30 ;
%

%

O2
#1 = 1 ;
N10 G4 X0.5 ;
#9920 += 0.1 ;             // 每 0.5s 增加半径补偿 0.1mm，实际加工可能使用主轴转矩控制等
#1 += 1 ;
IF [#1 < 10] GOTO 10 ;
M30 ;
%
```

23 程序

23.1 屏蔽子程序显示和屏蔽单段功能指令

功能描述

该功能用于调用子程序时，通过使用屏蔽指令，实现对子程序特定段进行显示屏蔽与程序单段运行功能的屏蔽。

格式

- 屏蔽子程序显示 MD 指令

```
%  
Oxxxx  
MD1;          屏蔽子程序显示开始指令  
...  
...  
...  
MD0;          屏蔽子程序显示取消指令  
%
```

注
屏蔽显示指令仅对子程序有效或 M98L 功能在当前程序内调用的子程序块有效。
MD1/MD0 应在同一程序配对使用。

- 举例

```
例：自定义 M 代码 M999 调用子程序 O9400  
O0001  
M999;  
M30;  
  
O9400  
MD1;          开始屏蔽显示  
N10 G04 X100.0;  
N20 G01 X500.0 F100.0;  
N30 M99;  
MD0;          结束屏蔽显示
```

注

- 1 示例程序使用了屏蔽显示指令，开始屏蔽的 MD1 指令放在第一个 EOB 之前，结束屏蔽指令 MD0 可放在 M99 段前行、与 M99 同行、M99 段后，都可实现对整个子程序的屏蔽显示。N10-N30 段被屏蔽显示，屏幕显示状态为 O0001 界面，无法看到 O9400 内容。
- 2 屏蔽显示部分从 MD1 指令之后开始。
- 3 子程序执行结束后，调用子程序的程序顺序执行。
- 4 MD 状态复位即清除。

• 屏蔽程序单段 MS 指令

```
%  
Oxxxx  
MS1;                屏蔽程序单段功能指令  
.  
.  
.  
MS0;                取消屏蔽程序单段功能  
%
```

注

- 1 该指令不仅限于子程序中的使用，程序均可使用
- 2 MS1/MS0 需要在同一程序段配对使用

• 举例

例：自定义 M 代码 M999 调用子程序 O9400

```
O0001  
M999;  
M30;  
  
O9400  
MS1;                开始屏蔽程序单段功能  
N10 G04 X100.0;  
N20 G04 X100.0;  
N30 G04 X100.0;  
N40 G04 X100.0;  
N50 M99;  
MS0;                结束屏蔽程序单段功能
```

注

- 1 示例程序使用了屏蔽单段功能指令，在单段方式下运行该程序，O9400 中 N10-N50 段单段功能被屏蔽，单段功能无效，程序在 N10-N50 段顺序执行。
- 2 子程序中使用时，如果希望从设置 MS1 处开始直至子程序返回都屏蔽单段，那么分两种情况：
 - (a) MS0 编写在 M99 的前一段；
 - (b) MS0 与 M99 编写在同一段（禁止 M99 快速跳转）。
- 3 对于因其他设置引起禁止 M99 快速跳转的情况（如参数 M99O=1、M99 段编写了 S/T 指令等），应采用情况 b，否则采用情况 a。

jius