K100T-C车床用数控系统

编程操作手册

B035B-0400-T21N-0001

WWW.KND.COM.CN

K100T-C车床用数控系统

编程操作手册

北京凯恩帝数控技术有限责任公司

B035B-0400-T21N-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。

本说明书发布于 2014-08-15，基于以下软硬件版本编制：
主板版本号：0030I-0100-W01Z-0102
软件版本号：K100T-C_A01_V3.1.10_140522
PLC 版本号：KTC_STD_1.0_20140516
其它版本的不同之处请参考相关补充说明书。

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
与产品连接的浪涌吸收二极管必须按规定方向连接，否则会损坏产品
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 规格一览表 3
1.3 CNC 机床的一般操作 6
1.4 阅读说明书注意事项 6

II 编程篇 9

1 概述 11

1.1 插补功能 11
1.2 进给功能 12
1.3 加工图纸和刀具的运动 13
1.3.1 参考点（特定的机械点） 13
1.3.2 加工图纸上的坐标系和 CNC 指令的坐标系 13
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） 15
1.4 主轴功能 17
1.5 刀具功能 17
1.6 辅助功能 18
1.7 程序的构成 18
1.8 刀具补偿功能 20
1.9 行程 21

2 控制轴 22

2.1 控制轴数 22
2.2 轴名称 22
2.3 轴类型 22
2.4 单位 23
2.5 最大行程 24

3 准备功能（G 功能） 25

4 插补功能 27

4.1 定位（G00） 27
4.2 直线插补（G01） 28

4.2.1 直线插补说明 28
4.2.2 旋转轴速度单位缩小功能 29
4.3 圆弧插补（G02，G03） 30
4.3.1 圆弧插补说明 30
4.3.2 圆弧插补精度控制机能 33
4.4 等螺距螺纹切削（G32） 34
4.5 变螺距螺纹切削（G34） 39
4.6 数字主轴螺纹插补（G07.2） 40
4.7 数字主轴螺纹切削循环（G78.1） 42

5 进给功能 48

5.1 快速进给 48
5.2 切削进给 48
5.2.1 每分进给（G98） 48
5.2.2 每转进给（G99） 49
5.2.3 输入单位与输出范围 49
5.3 高速高精进给控制 50
5.3.1 加减速控制 50
5.3.2 拐角控制 52
5.3.3 轨迹光顺功能 53
5.3.4 刀具轴向设定功能 53
5.3.5 编程允差设定功能 53
5.3.6 预先预读功能 54
5.3.7 速度平滑控制 54
5.3.8 修改参数（G05） 55
5.4 暂停（G04） 55

6 参考点 57

6.1 自动返回参考点（G28）和从参考点移动（G29） 57
6.2 自动返回第 2、第 3 参考点（G30） 59
6.3 返回参考点检查（G27） 59

7 坐标系 60

7.1 机床坐标系 60
7.1.1 机床坐标系的设定 60
7.1.2 机床坐标系定位（G53） 60
7.1.3 快速机床坐标系定位（G153） 61
7.1.4 程序控制加减速度和加减速曲线 61
7.2 工件坐标系 61
7.2.1 工件坐标系的设定 61
7.2.2 工件坐标系的移动或变更 65

8 坐标值和尺寸 67

8.1 小数点编程 67
8.2 直径和半径编程 68
8.2.1 直径指定和半径指定 68

9 测量机能 70

9.1 跳跃机能（G31） 70
9.2 多级跳跃机能 71

10 Y 轴功能 73

11 主轴功能（S 功能） 74

11.1 主轴速度指令 74
11.1.1 S2 位数（主轴档位输出） 74
11.1.2 S5 位数（主轴模拟输出） 74
11.2 模拟主轴换档 75
11.2.1 模拟主轴自动换档机能 75
11.2.2 模拟主轴手动换档机能 76
11.3 恒线速控制（G96，G97） 77
11.4 主轴卡盘控制 80
11.5 台尾设置 81
11.6 数字主轴控制 81

12 刀具功能（T 功能） 83

13 辅助功能（M 功能） 85

13.1 辅助功能代码 85
13.2 特殊 M 代码 87
13.2.1 用户接口转跳机能（M91/M92、M93/M94） 87
13.2.2 特殊 M 代码（M21/M22/M71/M72、M23/M24/M73/M74） 88
13.3 辅助功能参数 89
13.4 与辅助功能相关的报警 89

14 程序的构成 91

14.1 程序 91
14.1.1 主程序和子程序 91
14.1.2 程序号 93
14.1.3 顺序号和程序段 93
14.1.4 跳过任选程序段 94
14.1.5 注释节 94

14.1.6 字和地址 95
14.1.7 基本地址和指令值范围 95
14.1.8 扩展 NC 字和地址 96
14.2 程序结束 96
14.3 文件结束 96

15 简化编程功能 97

15.1 攻丝固定循环 97
15.1.1 模拟主轴攻丝（G93） 97
15.2 单一型固定循环（G90、G92、G94） 98
15.2.1 外圆/内圆车削循环（G90） 98
15.2.2 螺纹切削循环（G92） 101
15.2.3 端面车削循环（G94） 104
15.2.4 单一型固定循环的使用方法 105
15.3 复合型车削固定循环（G70~G76） 107
15.3.1 外圆粗车循环（G71） 108
15.3.2 端面粗车循环（G72） 111
15.3.3 封闭切削循环（G73） 113
15.3.4 精加工循环（G70） 115
15.3.5 端面深孔加工循环（G74） 118
15.3.6 外圆、内圆切槽循环（G75） 120
15.3.7 复合型螺纹切削循环（G76） 122
15.3.8 复合型固定循环（G70~G76）的注意事项 128

16 补偿功能 130

16.1 刀具长度补偿 130
16.2 刀尖半径补偿（G40~G42） 133
16.2.1 概要 133
16.2.2 假想刀尖 133
16.2.3 补偿指令 138
16.2.4 刀尖半径补偿的注意事项 141
16.2.5 刀尖半径补偿的详细说明 142
16.3 拐角圆弧插补功能（G39） 167
16.4 补偿量的程序输入功能（G10） 170

III 操作篇 171

1 概要 173

1.1 手动操作 173
1.1.1 手动返回参考点 173
1.1.2 手动操作移动刀具 173

1.2 刀具按程序移动—自动运转 174
1.2.1 存储器运转 174
1.2.2 MDI 运转 174
1.2.3 DNC 运转 174
1.3 自动运转的操作 175
1.3.1 程序的选择 175
1.3.2 启动及停止 175
1.4 程序调试 175
1.4.1 机床实际运动方法 176
1.4.2 机床不动，观察显示位置变化的方法 177
1.5 程序的编辑 177
1.6 数据的显示及设定 178
1.7 信息显示 181
1.7.1 程序显示 181
1.7.2 现在位置的显示 181
1.7.3 报警显示 182
1.7.4 零件数显示，加工时间显示 182
1.8 数据的输入输出 183

2 操作面板说明 184

2.1 系统面板 184
2.1.1 面板图片 184
2.1.2 液晶屏亮度调整 184
2.1.3 显示机能键 184
2.1.4 机能软体键 185
2.1.5 MDI 按键说明 186
2.2 机床面板 187
2.3 附加面板 188

3 电源的接通和切断 190

3.1 接通电源 190
3.2 切断电源 190

4 手动操作 191

4.1 回零操作 191
4.1.1 有机械零点回零操作 191
4.1.2 无机械零点回零操作 193
4.1.3 手动程序回零操作 193
4.2 手动进给 194
4.3 单步进给 195
4.4 手轮进给 196
4.4.1 自动手轮功能 196

4.5 手动绝对开关 197
4.6 手动辅助机能操作 200

5 自动运行 202

5.1 存储器运行 202
5.2 MDI 单段运行 203
5.3 MDI 多段运行 203
5.4 DNC 运行 205
5.4.1 B 类 DNC 加工 205
5.4.2 DNC 程序帧访问功能 205
5.4.3 注意事项与限制 208

6 试运行 210

6.1 机床锁住 210
6.2 辅助功能锁住 210
6.3 进给速度倍率 211
6.4 快速进给倍率 211
6.5 模拟主轴倍率 212
6.6 空运行 212
6.7 单程序段 213
6.8 跳过任选程序段 215

7 安全操作 216

7.1 超程防护 216
7.1.1 硬件超程防护 216
7.1.2 软件超程防护 216
7.1.3 软限位预测 217
7.2 紧急操作 219
7.2.1 复位 219
7.2.2 急停 219
7.2.3 切断电源 219

8 报警处理 220

9 程序编辑 221

9.1 概述 221
9.2 编辑 222
9.2.1 新建程序 222
9.2.2 修改程序号 223
9.2.3 删除程序 223
9.2.4 编辑单元的插入 223

9.2.5 编辑单元的修改 224
9.2.6 编辑单元的删除 224
9.2.7 删除一个或多个程序段 224
9.2.8 自动插入顺序号 225
9.2.9 编辑程序后光标跳转 227
9.3 检索 227
9.3.1 检索程序 227
9.3.2 检索编辑单元 228
9.3.3 检索字符串 228
9.4 扩展编辑 229
9.4.1 复制 229
9.4.2 移动 232
9.4.3 合并 235
9.4.4 注意事项 236
9.5 U 盘程序编辑 237
9.5.1 U 盘文件打开 237
9.5.2 U 盘文件编辑 238
9.5.3 U 盘文件保存 239
9.5.4 U 盘文件关闭 239
9.5.5 U 盘文件运行 240

10 拼音输入法 241

10.1 概述 241
10.2 输入法功能的使用 241
10.3 按键响应说明 242
10.4 词典的加载 243

11 数据显示与设定 244

11.1 公共显示 244
11.1.1 中/英文切换 246
11.1.2 系统界面风格 246
11.1.3 系统屏幕保护 246
11.2 位置画面 247
11.2.1 相对子画面 247
11.2.2 绝对子画面 248
11.2.3 总和子画面 248
11.2.4 位置&程序子画面 249
11.3 程序画面 250
11.3.1 地址值子画面 250
11.3.2 程序子画面 251
11.3.3 目录子画面 251
11.3.4 U 盘子画面 252

11.4 刀补画面 253
11.4.1 显示 253
11.4.2 刀补项检索 253
11.4.3 绝对对刀 254
11.4.4 相对对刀 255
11.4.5 刀补值调整 257
11.5 参数画面 257
11.5.1 参数子画面 257
11.5.2 目录子画面 260
11.5.3 兼容 K100Ti-D 系统的参数页面显示 261
11.6 诊断画面 261
11.7 报警画面 261
11.7.1 报警子画面 261
11.7.2 外部报警子画面 262
11.8 图形画面 262
11.9 设置画面 262
11.9.1 常用开关子画面 262
11.9.2 设置子画面 263
11.9.3 坐标系子画面 264

12 PLC 说明 266

12.1 PLC 主要技术指标 266
12.2 PLC 诊断数据显示与设定 266
12.2.1 检索地址数据 267
12.2.2 掉电保持继电器（K 区）的显示与设定 267
12.2.3 数据表（D 区）的显示与设定 268
12.2.4 定时器（T 区）的显示与设定 268
12.2.5 计数器（C 区）的显示与设定 268
12.2.6 兼容 K100Ti-D 系统的诊断页面显示 269

13 图形功能 270

13.1 轨迹图形 270
13.1.1 参数子画面 270
13.1.2 图形子画面 271
13.1.3 轨迹图形参数设置举例 272
13.2 图形快速绘制机能 273

14 数据输入输出及电子盘 275

14.1 概述 275
14.1.1 采用串口输入/输出 275
14.1.2 采用 U 盘输入/输出 275
14.1.3 电子盘 276

14.2 输入/比较和输出程序 277
14.2.1 程序文件格式 277
14.2.2 采用串口输入/比较和输出程序 278
14.2.3 采用 U 盘输入/比较和输出程序 279
14.3 输入/输出刀补 281
14.3.1 文件格式 281
14.3.2 采用串口输入/输出刀补 282
14.3.3 采用 U 盘输入/输出刀补 283
14.4 输入/输出系统参数 283
14.4.1 文件格式 283
14.4.2 采用串口输入/输出系统参数 284
14.4.3 采用 U 盘输入/输出系统参数 284
14.5 输入/输出 PLC 参数 285
14.5.1 文件格式 285
14.5.2 采用串口输入/输出 PLC 参数 286
14.5.3 采用 U 盘输入/输出 PLC 参数 286
14.6 系统软件升级与备份 287
14.7 系统数据备份与恢复 289
14.8 电子盘操作 290

Ⅰ　概述篇

1 概要

1.1 概述

本手册详细阐述了车床用数控系统的使用说明，包括全部选择功能说明。“规格一览表”中列出了该系统具有的各种功能。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
  - 采用高性能 ARM9 微处理器实现高速高精控制，插补周期 2 毫秒，内部控制精度 1 纳秒。
  - 可实现多程序段预读，速度平滑，圆弧插补精度控制功能。
  - 采用插补前加减速控制，可跨多段自动加减速。
  - 具备 1000 条/秒的程序指令处理能力，可实现高速小线段加工。
- 美观可靠
  - 控制主板采用六层 PCB 板设计，使用表贴元件，集成度更高。
  - 采用 TFT 彩色液晶显示器。
  - 应用全新工艺结构，抗干扰能力更强，可靠性更高。
  - 采用国际流行色的全新模具面板，外形美观大方。
- 功能丰富
  - 支持国际标准 G 指令，与 FANUC 系统指令兼容。
  - 具有单一固定循环、复合固定循环等简化编程功能。
  - 能加工单头/多头公英制螺纹（直螺纹、锥螺纹、端面螺纹、变螺距螺纹）。
  - 系统 DI/DO 标准配置 40/24 点。
- 信息安全
  - 具有限时保护，开机、参数、程序密码等多种操作权限控制功能。
  - 支持电子盘数据备份功能。
  - 支持 U 盘接口，可实现系统与 U 盘间的数据互存，支持 U 盘 DNC 加工功能。
  - 内置 640K 程序存储空间，可编辑和运行 U 盘内的程序。
- 界面友好
  - 支持中文、英文两种操作界面，提供完整的帮助信息，使操作更方便。
  - 系统参数按功能分类排列，使用更方便。

1.2 规格一览表

- **结构规格**

型号	安装方式	液晶屏	面板尺寸
K100T-C	横式	7 英寸（分辨率 800×480）	400×245

- **基本功能**

名称	K100T-C 规格
NC 轴数	3
PLC 轴数	1
数字主轴	1

名称	K100T-C 规格
模拟主轴	1
G 代码体系	G 代码体系 A
轴类型	可设置为直线轴、A 类旋转轴、B 类旋转轴、C 类旋转轴、D 类旋转轴
插补周期	2ms
最小指令单位	0.001mm
最大指令值	±99999.999mm
快速进给速度	60000mm/min
快速进给倍率	F0，25，50，100%
最高进给速度	30000mm/min
电子齿轮比	1~65535：1~65535
自动加减速	有
进给速度倍率	0~150%
螺纹功能	单头/多头螺纹（直螺纹、锥螺纹、端面螺纹、变螺距螺纹） 模拟量攻丝
手动连续进给	1 轴或 2 轴
定位	G00（可直线插补定位）
插补	直线（G01） 圆弧（G02/G03） 数字主轴螺纹插补（G07.2） 数字主轴螺纹切削循环（G78.1）
扩展 NC 字和地址	支持
高速高精功能	多段预读，速度平滑处理，跨段自动加减速，拐角和圆弧控制
PLC 功能	固化标准 PLC
返回参考点	自动返回参考点（G28），从参考点自动返回（G29），第 2、3 参考点（G30）
返回参考点检查	G27
LCD/MDI	7 英寸液晶屏
MDI 软体键	5+2 个
单步进给	×1，×10，×100，×1000
通讯接口	RS232C，RS485，U 盘接口
外置手轮接口	有
I/O 接口	40/24
暂停（秒）	有
机床锁住	全部轴
存储行程检查	有
准停状态	有
准停	有
存储型螺距误差补偿	有（128 点）
MDI 运转	有
复位	有
空运转	有

名称	K100T-C 规格
单程序段	有
程序保护信号	有
自诊断功能	有
紧急停	有
状态输出	报警信号 复位信号 分配完毕信号 自动运转中信号 自动运转启动中信号 CNC 准备完毕信号，伺服准备完毕信号 自动运转休止中信号，电源准备完毕信号
电源	单相 AC220V +10%-15%，50Hz ±1Hz
坐标系	机床坐标系（G53）
自动坐标系设定	有
小数点输入	有
补偿数据的程序输入	有
刀具补偿	刀具半径补偿 C，拐角圆弧补偿
固定循环	单一固定循环（G90/G92/G93/G94）， 复合固定循环（G70~G76） 攻丝固定循环（G93）
反向间隙补偿	有

- **辅助功能**

名称	规格
辅助功能	M2 位数，M 代码自定义，手动/MDI/自动方式控制主轴正转、反转、停止；控制冷却液启、停；控制润滑启、停。
辅助功能锁住	有

- **主轴功能**

名称	规格
主轴功能	档位控制（S01~S08）、模拟控制（S4 位数）、数字主轴、主轴定位、刚性攻丝。
主轴模拟输出	有
模拟主轴换档	有
主轴倍率	50~120%

- **刀具功能**

名称	规格
刀具功能	T01~T8
刀具补偿存储器	16 个
刀具补偿	长度补偿、半径补偿

- **编辑，操作**

名称	规格
编辑功能	参数、诊断按位输入、程序复制/移动/合并、MDI 多程序段执行

存储容量	640KB
存储程序个数	512 个
电子盘	内置，3 个区
U 盘	可编辑，可直接运行：10~30MB，DNC 运行：容量无限制
程序号的显示	有
顺序号检索	有
程序号检索	有
跳过任选程序段	1 个
程序开关	有
程序目录画面增强	支持程序注释或部分内容预览

- **显示**

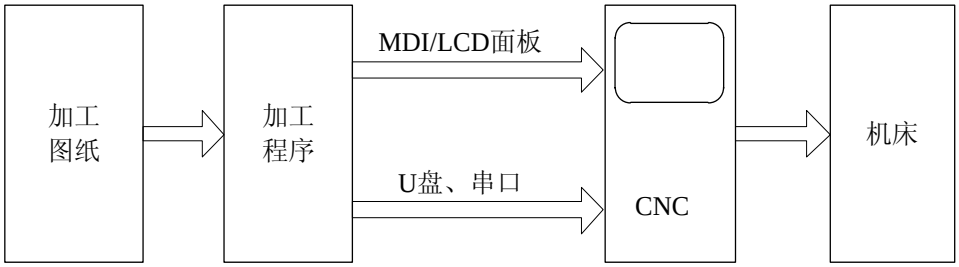
名称	规格
显示	中文，英文
加工时间、零件数显示	有
实际速度显示	有
主轴转速，M/S/T 指令	有
图形显示	刀具轨迹图形

1.3 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。

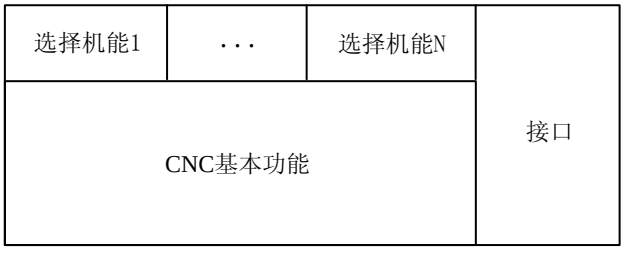
2 CNC 读入程序后，把零件和刀具装在机床上，刀具按着程序运动，加工实际零件。操作手册详细介绍了如何操作。



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。

1.4 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。



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：

系统主板版本：0030I-0100-W01Z-0102

系统软件版本：K100T-C_A01_V3.1.10_140522

PLC 版本：KTC_STD_1.0_20140516

4 其它版本软件的不同之处请参看相关“补充说明书”。

★ 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

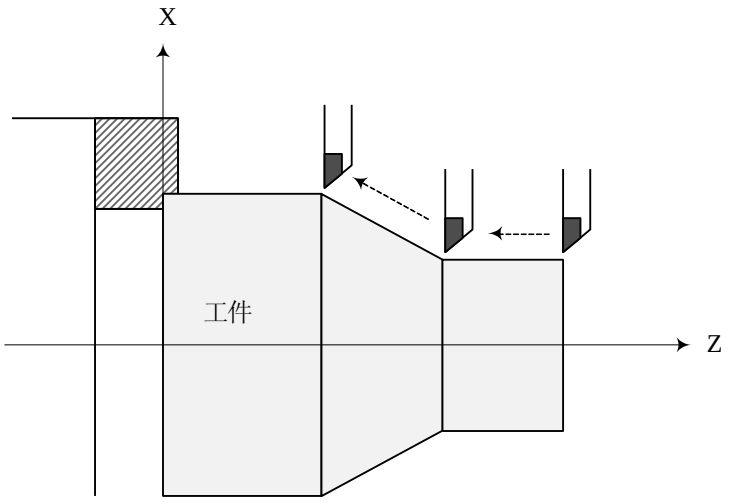
刀具沿着构成工件的直线和圆弧运动。（参见 II-4）

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**

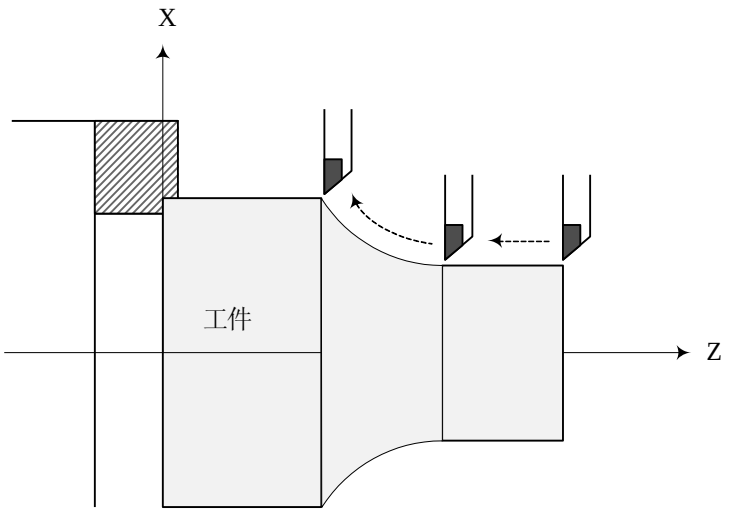


指令程序

G01 Z_ ;

X_ Z_ ;

- **刀具沿着圆弧运动**



指令程序

G02 X_ Z_ R_ ;

或

G03 X_ Z_ R_ ;

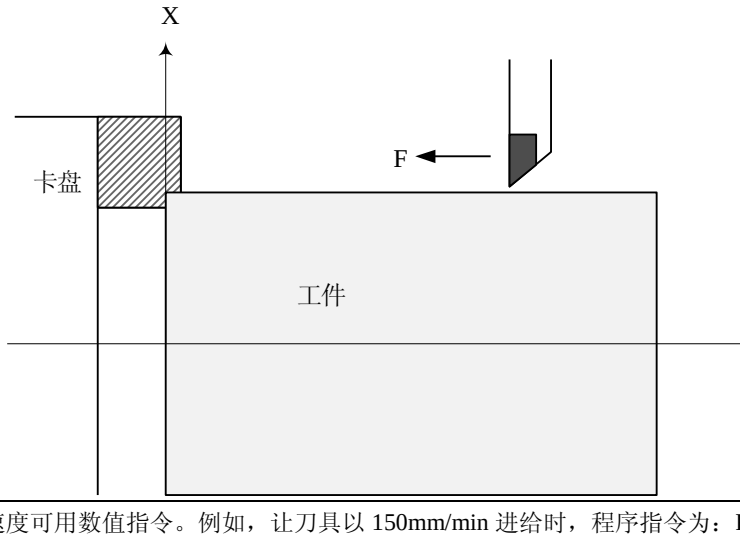
把刀具沿着直线、圆弧运动的功能称为插补功能。

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



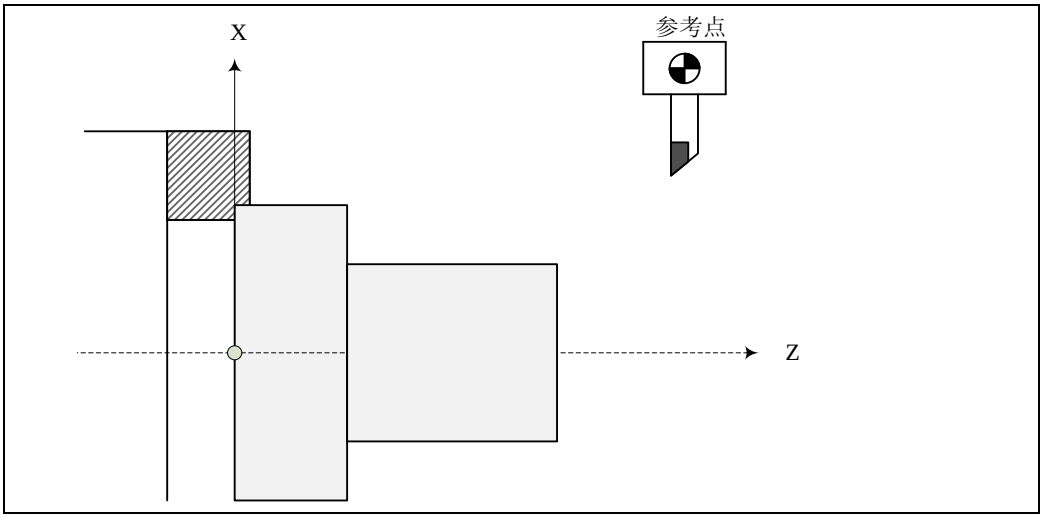
进给速度可用数值指令。例如，让刀具以 150mm/min 进给时，程序指令为：F150.0。

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：

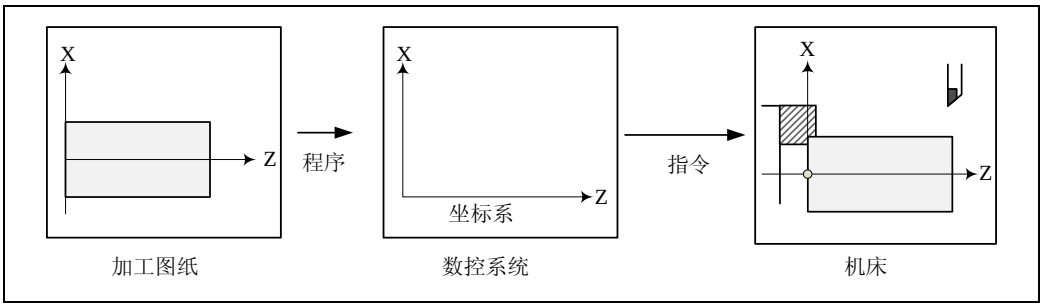
1 手动返回参考点（参见操作手册）

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）：

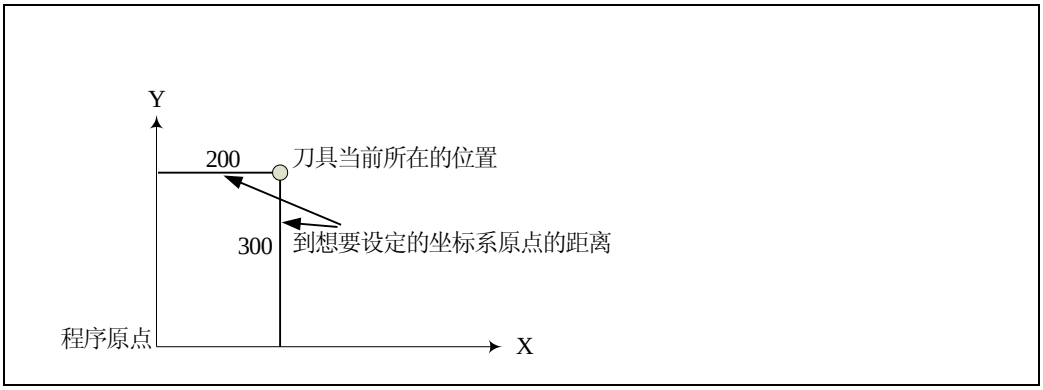
1 加工图纸上的坐标系

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。

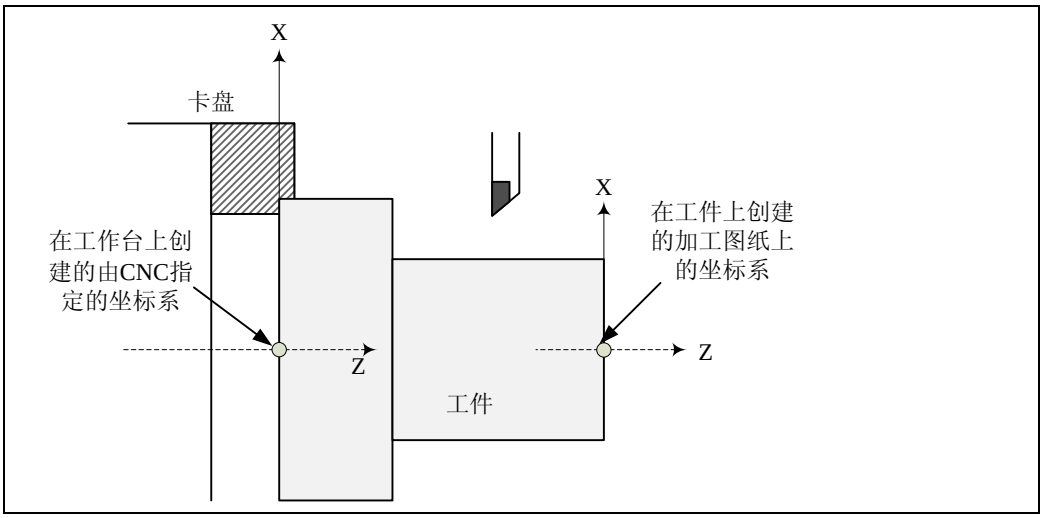
2 CNC 指令的坐标系

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。

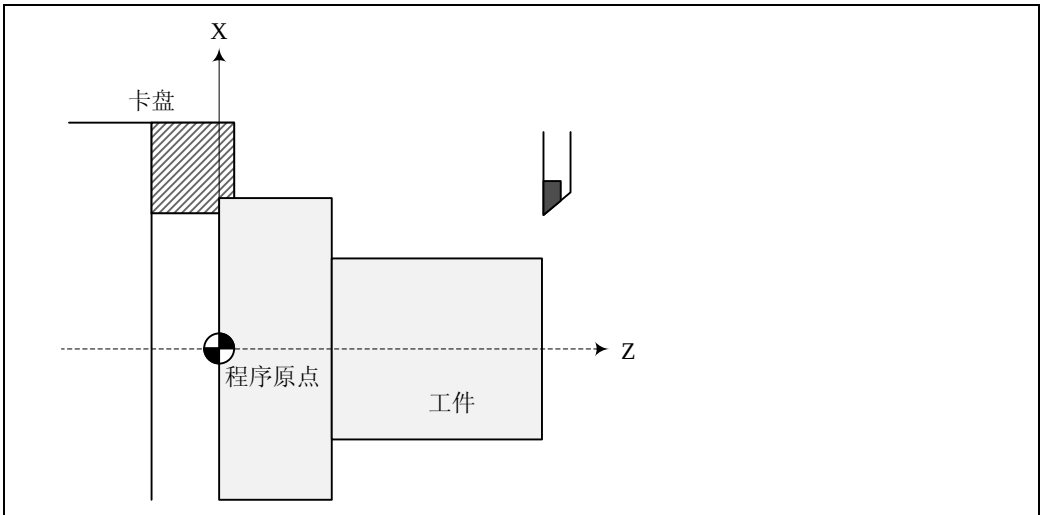


刀具在 CNC 指令的坐标系上，按照加工图纸上坐标系的指令程序把工件切削成图纸上的形状，因此，要把零件正确地加工出图纸所示的形状，必须把这两个坐标系确定在同一位置上。

- **将两个坐标系设定在相同位置的方法**

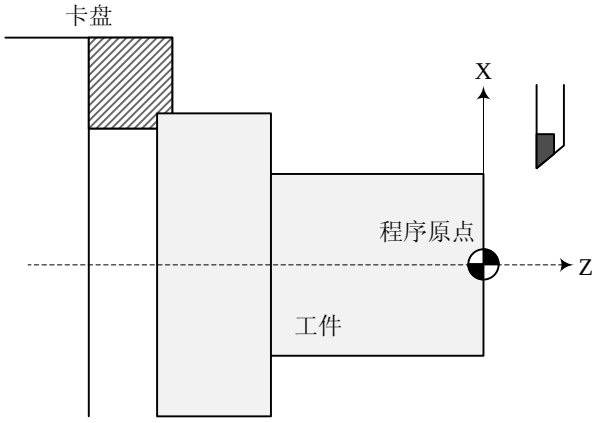
对于如何确定这两个坐标系在同一位置，可根据零件的形状、加工数量等采用不同的方法。

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



加工图纸上的坐标系和由 CNC 指定的坐标系一致时，可以在工件端面上设定程序原点。

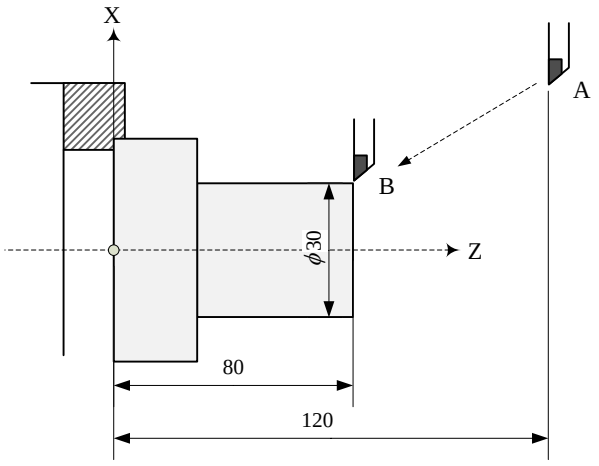
1.3.3 刀具运动指令尺寸的表示方法（绝对值和增量值指令）

刀具运动指令方式有绝对值和增量值两种。

解释

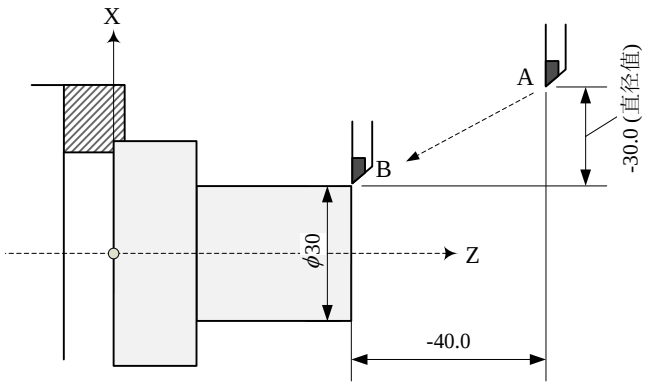
- **绝对指令**

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。

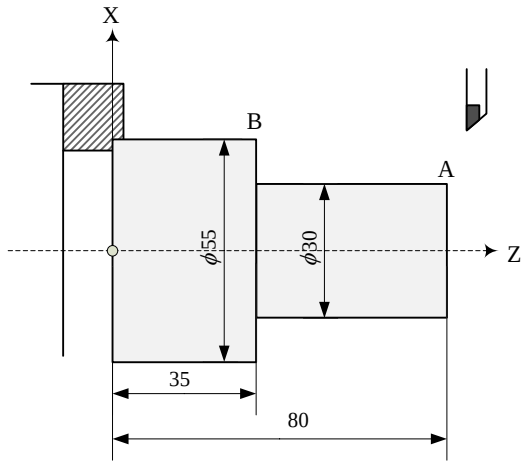


- **直径指定和半径指定**

X 轴方向编程时，可以选择直径值或半径值。默认设置由机床厂家决定。

直径指定

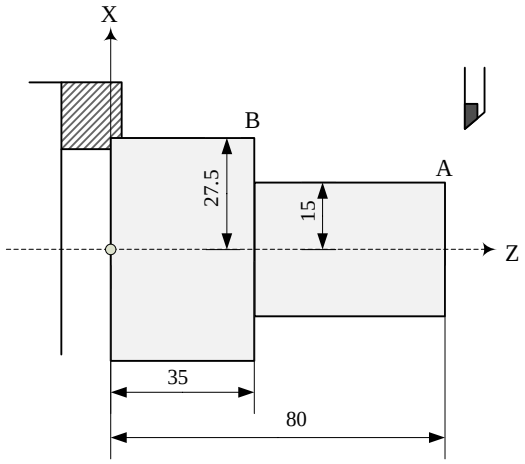
直径指定时，X 轴的值就是图纸上给出的直径值。



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

半径指定

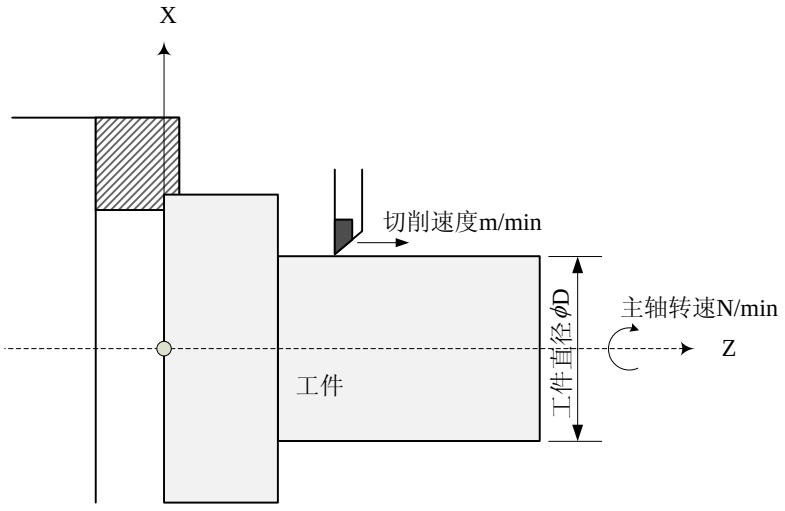
半径指定时，X 轴的坐标值是离开零件中心的距离，即指令半径值。



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/πD 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-11）

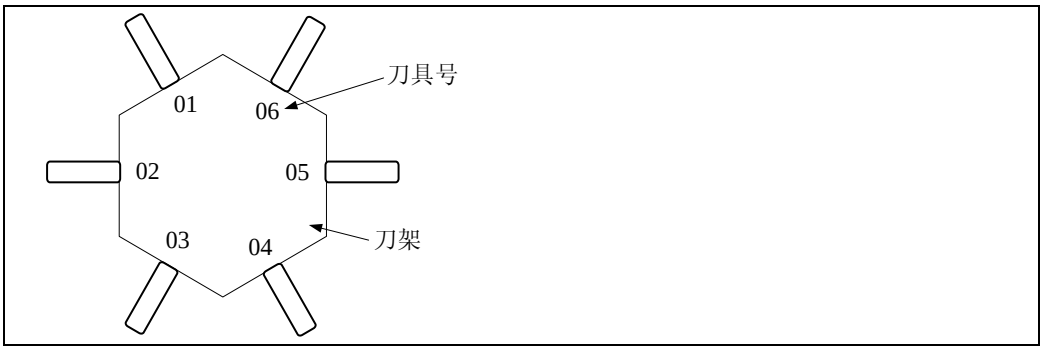
当选择了恒线速度控制功能时，指定切削速度 V（米/分），即使在工件直径不断变化的锥面切削中，主轴速度不断改变，从而保持切削线速度不变。（参见 II-11.3）

1.5 刀具功能

根据各种加工（铣削加工下为钻孔/攻丝/镗孔/铣削等，车削加工下为粗削/半光洁/精削/螺纹切削/开槽等），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

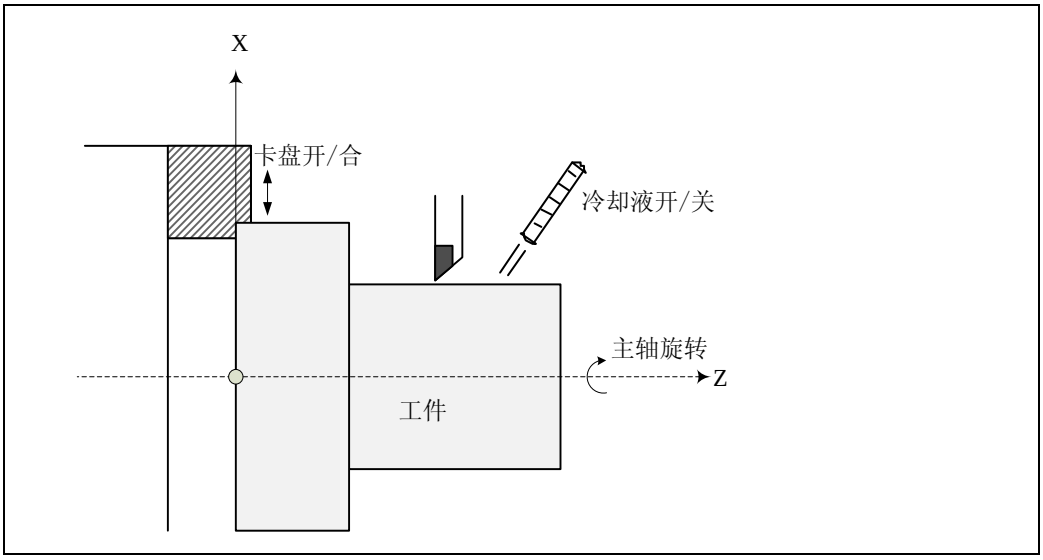


某粗车用刀具号为 01 号，在刀库 01 号的位置上，通过指令：T0101 就可以选择该刀具。

把这个功能称为刀具功能。（参见《编程手册》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-13）

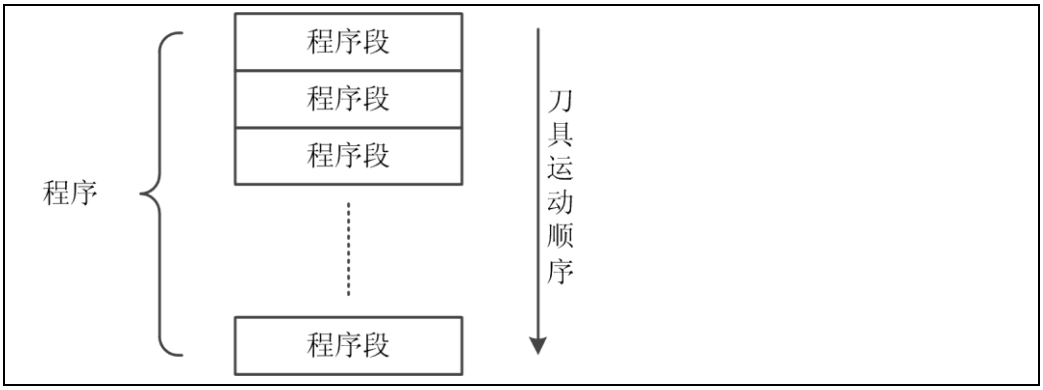
例如，M03 表示机床主轴正转。

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-14）

解释

- **程序段**

一个程序段

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

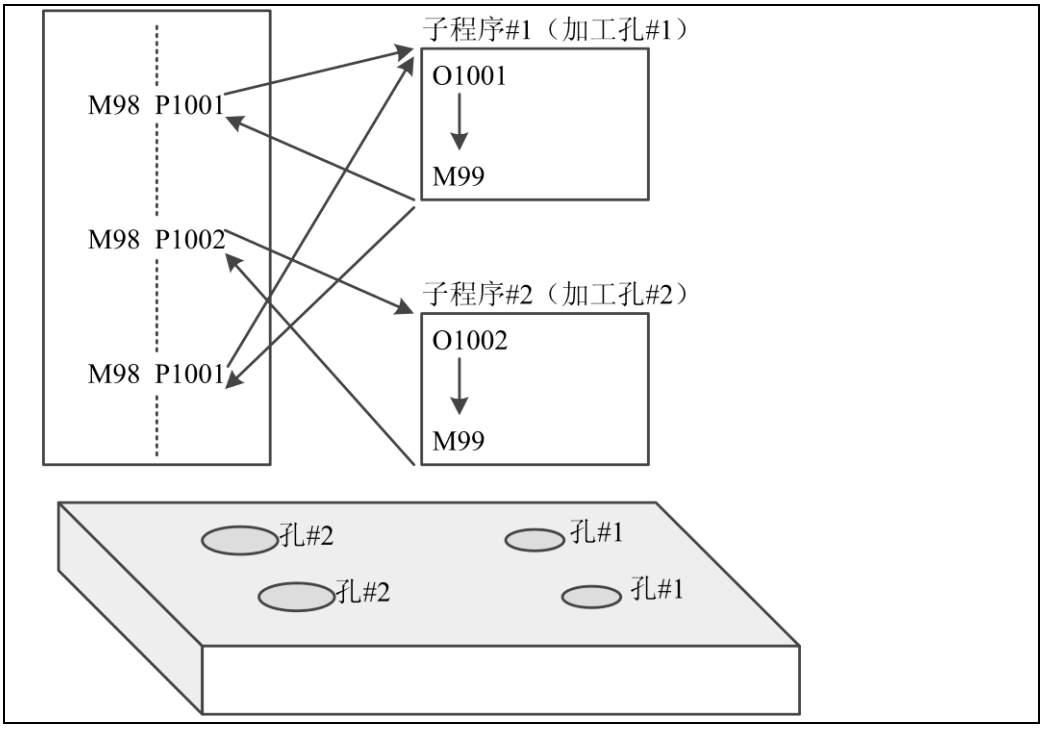
一个程序段的开头是表示 CNC 运动顺序的顺序号，末尾是表示这个程序段结束的分号（;）。

- **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。

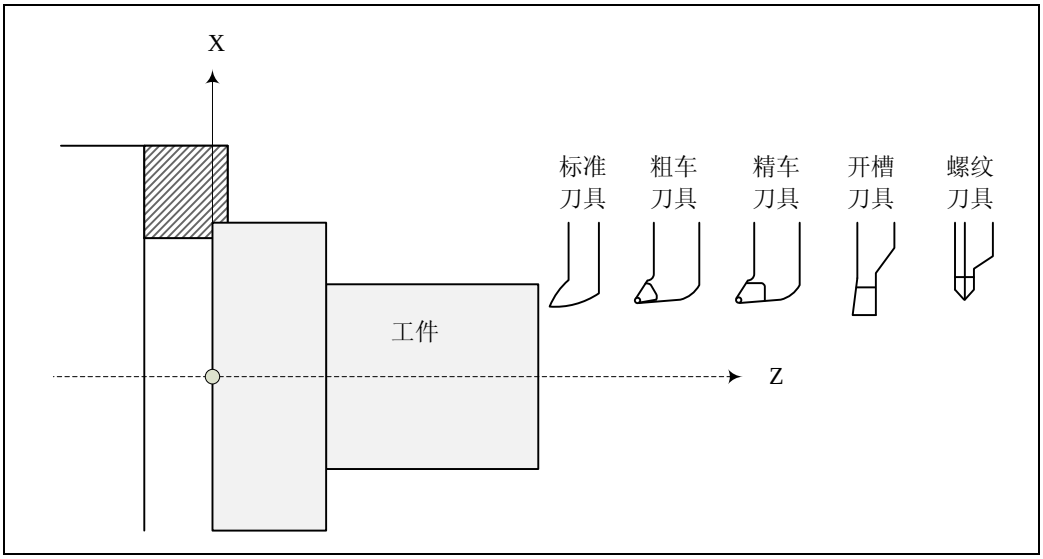


1.8 刀具补偿功能

解释

- **刀具长度补偿功能**

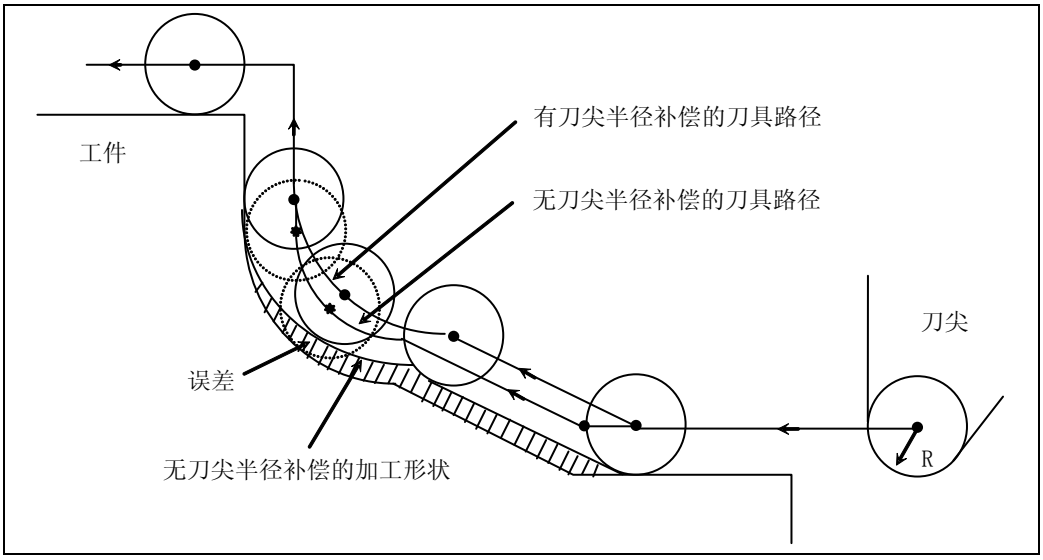
通常加工一个工件时，要使用多把刀具。各刀具有不同的形状，按照这些刀具来改变程序，非常麻烦。为此，事先测量出各刀具的刀尖位置，然后把它们与标准刀具刀尖位置的差设定给系统（参见操作手册），这样，即使换刀，程序也不需要变更就可以加工了。这个功能称为刀具长度补偿。（参见 II-16）



- **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

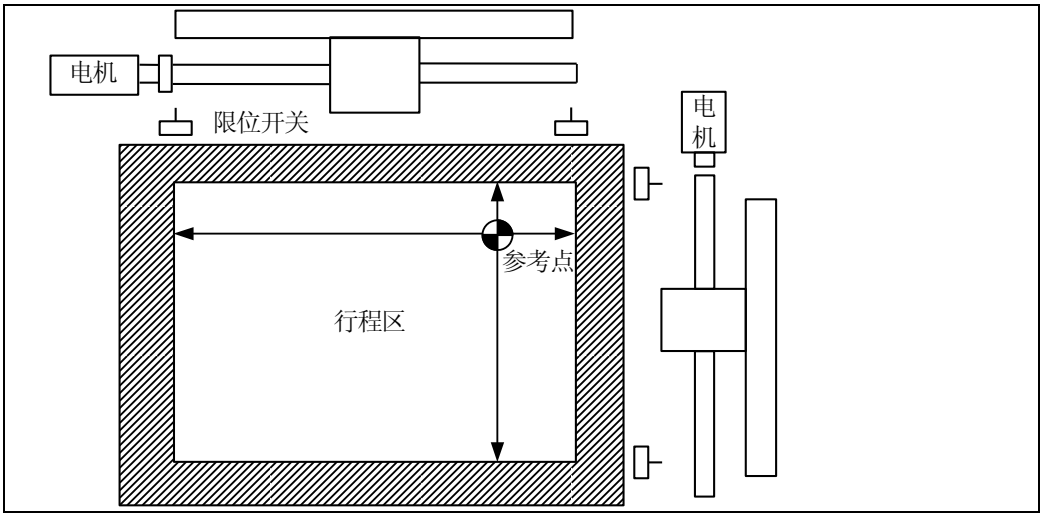
迹运动。这个功能称为刀尖半径补偿功能。（参见 II-16）



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 控制轴

2.1 控制轴数

型号	K100T-C
控制轴数	3

2.2 轴名称

赋给机床移动轴的名称，叫做轴名称。

本系统使用如下轴名称

X（U）、Y（V）、Z（W）

2.3 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”（《连接调试手册》第 92 页 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。

N1 Y0;	顺序号	实际移动量	终点绝对坐标值	终点机床坐标值
N2 Y200.0;	N2	200.0	200.0	200.0
N3 Y540.0;	N3	340.0	540.0	180.0
N4 V720.0;	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。

Y0;	顺序号	实际移动量	终点绝对坐标值	终点机床坐标值
N1 Y-150.0;	N1	-150.0	210.0	210.0
N2 Y540.0;	N2	330.0	180.0	180.0
N3 Y-620.0;	N3	-800.0	100.0	100.0
N4 V380.0;	N4	380.0	120.0	120.0
N5 V-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）。

Y0;	顺序号	实际移动量	终点绝对坐标值	终点机床坐标值
N1 Y-150.0;	N1	-150.0	210.0	210.0
N2 Y540.0;	N2	-30.0	180.0	180.0
N3 Y-620.0;	N3	-80.0	100.0	100.0

N4 V380.0;	N4	380.0	120.0	120.0
N5 V-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）。

Y0;	顺序号	实际移动量	终点绝对坐标值	终点机床坐标值
N1 Y-150.0;	N1	-150.0	-150.0	-150.0
N2 Y540.0;	N2	-30.0	-180.0	-180.0
N3 Y-620.0;	N3	-80.0	100.0	100.0
N4 V380.0;	N4	380.0	120.0	120.0
N5 V-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。

2.4 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 mm 或 deg（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 mm 或 deg（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 mm 或 deg（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**

直线轴小数位数由参数“直线轴小数位数”（《连接调试手册》第 89 页 P0042）设定。参数设置可参照下表。

P0042 设定数值	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
2	0.01mm	0.01mm	0.005mm	0.000005mm
3	0.001mm	0.001mm	0.0005mm	0.0000005mm

- **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”(《连接调试手册》第 89 页 P0045）设定。参数设置可参照下表：

P0045 设定数值	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

- **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 导程 F 的小数位数=公制直线轴小数位数+1；导程变化量 K 的小数位数=公制直线轴小数位数+1;。

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。

2.5 最大行程

机床各控制的实际行程范围由“正向行程限位”(《连接调试手册》第 93 页 P0610）和“负向行程限位”(《连接调试手册》第 94 页 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×± 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。

3 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。

自定义 G 代码范围为 G0~G9999，但是 G999 以后 G 代码无法用相应的带小数点的 G 代码表示。

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）

Y__ ； （G00 有效）

G01 Z__ ； （G01 有效）

X__ ； （G01 有效）

G 代码列表

G 代码	组别	功能
G04	00	暂停，准停
G10		可编程数据输入
G27		返回参考点检查
G28		返回参考点
G29		从参考点返回
G30		返回第 2 第 3 参考点
G31		跳跃机能
G39		拐角偏移圆弧插补
G50		工件坐标系设定/主轴最高转速钳制
G53		机床坐标系定位（快速移动）
G53.1(G153)		快速机床坐标系定位
G70		精加工循环
G71		外圆粗车循环
G72		端面粗车循环

G 代码	组别	功能
G73		封闭切削循环
G74		端面深孔加工循环
G75		外圆、内圆切槽循环
G76		复合形螺纹切削循环
G05		参数修改指令
G07.2(G207)		数字主轴螺纹插补
*G00		定位（快速移动）
*G01		直线插补（切削进给）
G02		圆弧插补 CW（顺时针）
G03		圆弧插补 CCW（逆时针）
G32		螺纹切削
G34	01	变螺距螺纹切削
G90		外圆,内圆车削循环
G92		螺纹切削循环
G93		攻丝固定循环
G94		端面切削循环
G78.1(G178)		数字主轴螺纹切削循环
*G54		工件坐标系 1
G55		工件坐标系 2
G56		工件坐标系 3
G57	05	工件坐标系 4
G58		工件坐标系 5
G59		工件坐标系 6
*G40		刀尖半径补偿取消
G41	07	刀尖半径补偿（左）
G42		刀尖半径补偿（右）
*G98	10	每分进给
G99		每转进给
G96	14	恒线速 ON
*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 01 组 G 代码中的 G00、G01 需要通过参数“G01”（《连接调试手册》第 100 页 P2500.7）来选择哪个作为默认 G 代码。

3 06 组 G 代码中 G20、G21 的开机状态与上次系统关机前保持一致。

4 00 组的 G 代码是非模态 G 代码，只在当前程序段有效。

5 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）。

6 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，则最后一个 G 代码有效。

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、Y、Z、U、V、W 等，表示任意轴的组合。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。

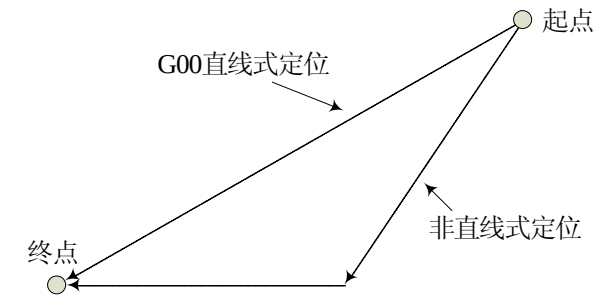
解释

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”（《连接调试手册》第 87 页 P0004.1 或第 185 页 P061.1）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“轴快速独立运动时的加减速度”（《连接调试手册》第 117 页 P6440）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”（《连接调试手册》第 94 页 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”（《连接调试手册》第 115 页 P6412）和“快速减速曲线”（《连接调试手册》第 115 页 P6413）控制。G00 定位示意图如下：

非直线定位、直线插补方式定位示意图



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 直线插补定位时，加速度由参数“快速运动平均加速度”（《连接调试手册》第 116 页 P6432）给定，减速度由“快速运动平均减速度”（《连接调试手册》第 116 页 P6433）给定。非直线插补定位时，各轴加减速度由参数“轴快速独立运动时的加减速度”（《连接调试手册》第 117 页 P6440）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：

- G70~76 循环中的定位运动
- G178 指令中的定位运动
- G90~G94 中的定位运动
- 当前段为 G00 定位指令，但前一段为螺纹指令
- 刀具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）

4.2.1 直线插补说明

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 Yβ Zγ Ff ;

X 轴方向的速度：$F_X = \frac{\alpha}{L} \times f$

Y 轴方向的速度：$F_Y = \frac{\beta}{L} \times f$

Z 轴方向的速度：$F_Z = \frac{\gamma}{L} \times f$

$L = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}$

若同时对直线轴 α 和旋转轴 β 进行直线插补，则分别以 mm/min 和 deg/min 为单位的 α 、β 的切线速度为 F(mm/min)。β 轴的速度是通过 F 求出所需时间后再将其换算为 deg/min 而求得的。

G01 U40.0 V20.0 F300.0 ;（旋转轴特殊控制机能无效）

假定以公制输入时的旋转轴（相对坐标地址为 V）的 20.0deg 为 20mm。

分配所需时间为：

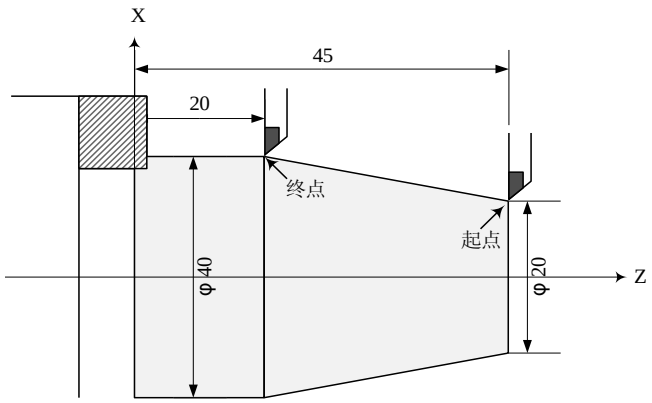
$$\frac{\sqrt{40^2 + 20^2}}{300} = 0.14907\text{min}$$

旋转轴的速度为：

$$\frac{20\text{deg}}{0.14907\text{min}} = 134.2\text{deg/min}$$

举例

- **直线轴插补**



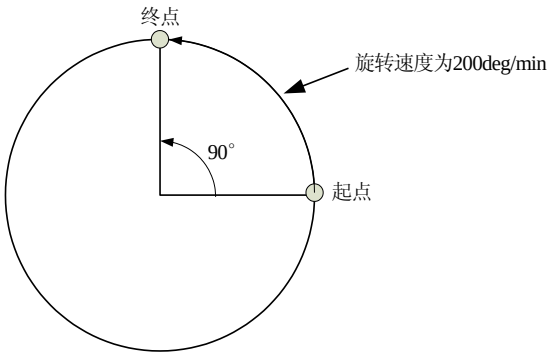
直径编程条件下的直线插补：

G01 X40.0 Z20.0 F200. ; （绝对方式）

或

G01 U20.0 W-25.0 F200. ; （增量方式）

- **旋转轴插补**



G01 V90.0 F200.0 ;（旋转轴特殊控制机能无效）

旋转轴（相对坐标地址为 V）以 200deg/min 的进给速度，逆时针旋转 90 度。

4.2.2 旋转轴速度单位缩小功能

当旋转轴与直线轴一起插补运动时，因单位差异可能导致合成速度中直线轴分速度太小，而旋转轴分速度太大。为了解决这个问题，提供了旋转轴速度单位缩小功能。

解释

- **名义移动量**

直线轴名义移动量=直线轴实际移动量（单位：毫米或英寸）

$$\text{旋转轴名义移动量} = \frac{\text{旋转轴实际移动量}}{36}$$ （单位：0.1 转）

- **名义长度**

$$\text{名义长度} = \sqrt{\sum \text{名义长度}^2} = \sqrt{\sum \text{直线轴实际移动量}^2 + \sum \left(\frac{\text{旋转轴实际移动量}}{36}\right)^2}$$

- **直线插补时的速度和加速度**

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

$$旋转轴分速度 = \frac{旋转轴名义移动量}{名义长度} \times 本段速度\ （单位：0.1\ 转/min）$$

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

$$旋转轴分加/减速度 = \frac{旋转轴名义移动量}{名义长度} \times 本段加/减速度\ （单位：0.1\ 转/min/s）$$

旋转轴的速度和加速度单位分别由[度/min]和[度/min/s]变为[0.1 转/min]和[0.1 转/min/s]。

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 该机能有效时，轴参数中旋转轴的速度和加速度单位分别为[0.1 转/min]和[0.1 转/min/s]。

3 该机能不影响旋转轴小数位数，也不影响插补分辨率。

4 该机能对已经使用“转”（速度[转/分]、加速度[(转/分)/秒]）为单位的机能无影响。刚性攻丝机能（参数 P6434/P6435 单位均为[(转/分)/秒]），以及 PLC 轴控制中的速度指令（平均加速度 DATA6 和平均减速度 DATA7 单位均为[(转/分)/秒]）均不受该机能影响。

举例

加工程序

G01 W50. V9000. F5099.020 ; // W 为直线轴的相对地址，V 为旋转轴的相对地址。

分速度计算

直线轴轴名义移动量=50.0[mm]

旋转轴名义移动量=9000.0/36=250.0[0.1 转]

名义长度= $\sqrt{50.0^2 + 250.0^2} = 254.951$

直线轴分速度=50.0/254.951*5099.020=1000.000[mm/min]

旋转轴分速度=250.0/254.951*5099.020=5000.000[0.1 转/min]=500[转/min]

4.3 圆弧插补（G02，G03）

4.3.1 圆弧插补说明

在指定平面上，使刀具沿着圆弧进行切削运动。本系统仅支持在 XZ（G18）平面上进行圆弧插补。

格式

XZ 平面的圆弧

$$\begin{Bmatrix} G02 \\ G03 \end{Bmatrix} X(U)_\ Z(W)_ \begin{Bmatrix} R_ \\ I_\ \mathrm{K}_ \end{Bmatrix} F_;$$

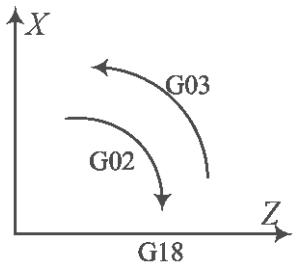
项目	指定内容	命令	描述
1	插补方向	G02	顺时针圆弧插补（CW）

项目	指定内容	命令	描述
		G03	逆时针圆弧插补（CCW）
2	终点位置或距离	X、Z	绝对坐标系中的终点位置
		U、W	从始点坐标到终点坐标的距离
3	圆心位置或半径	I、K	从始点坐标到圆心坐标的距离
		R	圆弧半径
4	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 XZ 平面从 Y 轴的正方向往负方向看而言，如下图所示：

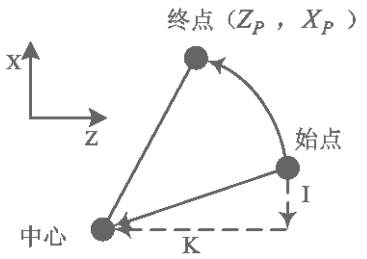


- **圆弧上的移动量**

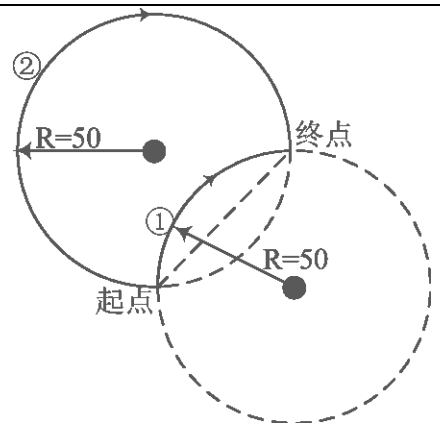
对于 G 代码体系 A，用地址 X、Z 指定圆弧终点的绝对值，用地址 U、W 指定增量值。增量值是从圆弧始点到终点的距离值。

- **圆弧中心**

圆弧中心用地址 I、K 指定，它们分别对应于 X、Z。I、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**



（半径编程）

①的圆弧小于 180°时，执行 G 代码 G02 U60.0 W50.0 R50.0 F300.0 ;

②的圆弧大于 180°时，执行 G 代码 G02 U60.0 W50.0 R-50.0 F300.0 ;

- **圆弧中心检查功能**

当参数“RIKALM”（《连接调试手册》第 101 页 P2501.7）设为 1 时，该功能有效。当 G02/G03 未指令圆心或者圆心错误时发出 PS329 报警。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；

- **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 或 K 为 0 时，该地址可以省略。

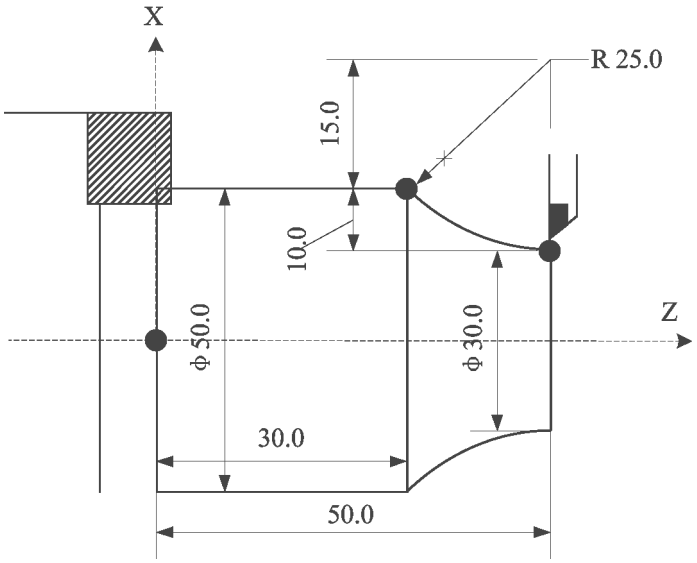
2 当忽略所有圆弧上的移动量，则终点与起点位置相同，若用 I、K 指定圆心，则指定的是一个整圆。

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 $2R + e \geq |\overrightarrow{AB}|$，e 为参数 P6450 的设定值，$|\overrightarrow{AB}|$为圆弧起点到终点的矢量大小，否则系统报警。

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）

4.3.2 圆弧插补精度控制机能

解释

“圆弧或螺线插补精度”（《连接调试手册》第 118 页 P6451 或第 188 页 P072）又称弓高误差，用于控制圆弧插补精度。用户可以利用该机能独立控制圆弧或扩展弧线速度。

假设圆弧半径为 r（mm），“圆弧或螺线插补精度”为 δ nm，插补周期 itp（ms），那么速度 v 计算公式为：

$$v = 120 \times \sqrt{2 \times r \times \delta} / itp \quad \text{（mm/min）}$$

在不同的半径、精度、插补周期下，速度对照表如下：

半径和精度	1ms 插补周期速度	2ms 插补周期速度
R=4mm， δ =5nm	759mm/min	380mm/min
R=4mm， δ =10nm	1073mm/min	537mm/min
R=4mm， δ =20nm	1518mm/min	759mm/min
R=4mm， δ =100nm	3394mm/min	1697mm/min
R=4mm， δ =200nm	4800mm/min	2400mm/min

半径和精度	1ms 插补周期速度	2ms 插补周期速度
R=40mm，δ =5nm	2400mm/min	1200mm/min
R=40mm，δ =10nm	3394mm/min	1697mm/min
R=40mm，δ =20nm	4800mm/min	2400mm/min
R=40mm，δ =100nm	10733mm/min	5367mm/min
R=40mm，δ =200nm	15179mm/min	7589mm/min

注

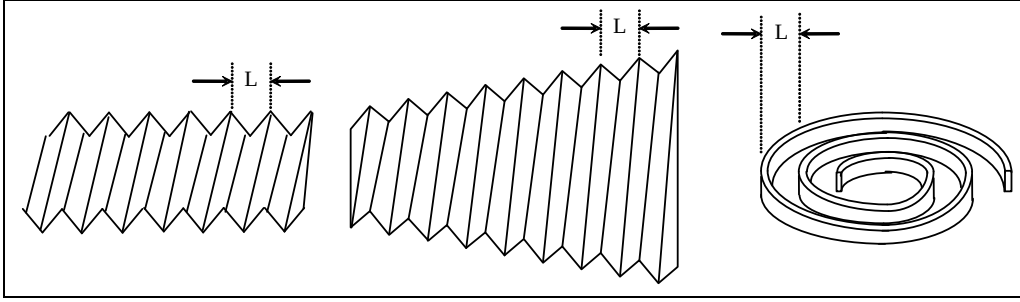
1 “圆弧或螺线插补精度”设为 0 时，该机能无效。

2 该机能仅用于控制速度，通过降低速度达到减小伺服跟随误差的目的，实际上达不到这样的精度。

3 相同的圆弧插补精度，在不同插补周期下，对圆弧的速度限制是不一样的；插补周期越小，相同精度下，圆弧加工速度越快。

4.4 等螺距螺纹切削（G32）

用 G32 指令，可以切削相等导程的直螺纹、锥螺纹和端面螺纹。如下图所示，L 为导程。



格式

G32 Xp__ Zp__ F__ Q__ ;

Xp__：指定 X 轴终点坐标。

Zp__：指定 Z 轴终点坐标。

F__：指定长轴方向的导程。

Q__：指定偏移角度（0~360 度）。

解释

- **螺纹切削类型**

G32 为模态指令。螺纹导程是指主轴转一圈长轴的位移量（X 轴位移量按半径值）。

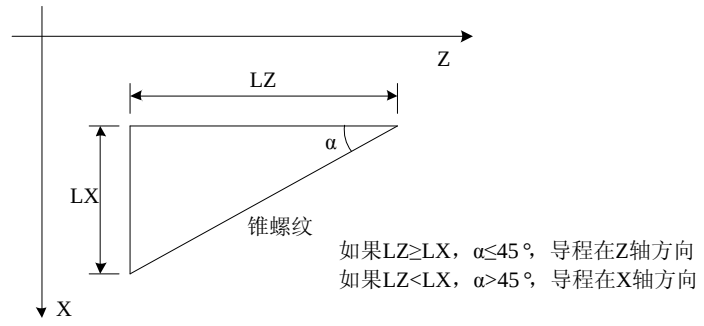
起点和终点的 Xp 坐标相同时，进行直螺纹切削；起点和终点的 Zp 坐标相同时，进行端面螺纹切削；起点和终点 Xp、Zp 坐标都不相同时，进行锥螺纹切削。

- **多次螺纹切削**

一般加工一根螺纹时，从粗车到精车，用同一轨迹要进行多次螺纹切削。进行多次螺纹切削时，零件圆周上的切削点仍是相同的，工件上的螺纹轨迹也是相同的。但是从粗车到精车，主轴的转速必须是一定的。当主轴转速变化时，螺纹有可能会产生偏差。

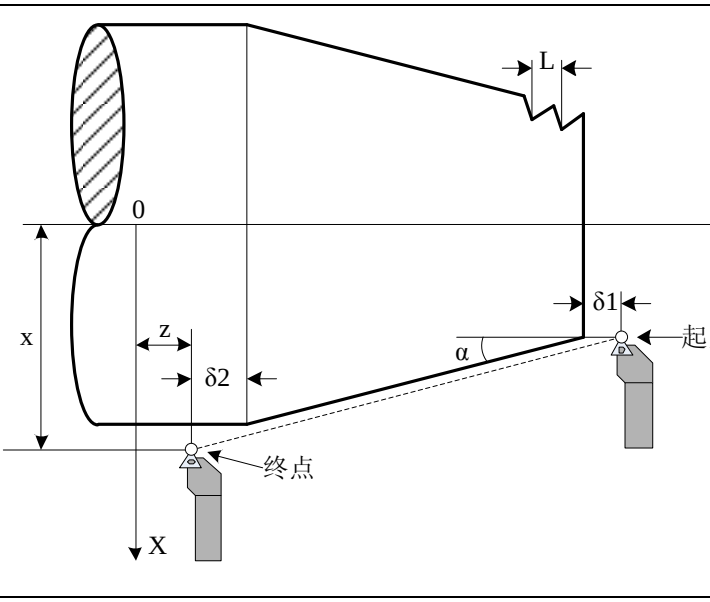
- **螺纹的导程**

螺纹的导程，是指长轴方向的导程。如下图所示。



导程通常用半径指定。

在螺纹切削开始及结束部分，一般由于升降速的原因，会出现导程不正确部分，考虑此因素影响，指令螺纹长度比需要的螺纹长度要长。如下图所示。



可以指令的导程与软件配置有关。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。

注

1 在螺纹切削中，进给速度倍率无效，固定在 100%。

2 在螺纹切削中，主轴不能停止，如果进给停止，切深会急剧增加，产生危险。因此进给保持在螺纹切削中无效。

3 在进入螺纹切削状态后的一个非螺纹切削程序段时，如果又按了一次进给保持按钮（或者持续按着），则在非螺纹切削程序段中停止。

4 如果在单程序段状态进行螺纹切削时，在执行完非螺纹切削程序段后停止。

5 在螺纹切削过程中，由自动方式变为手动方式时，与持续按进给保持按钮（注 3）相同，在非螺纹切削程序段的开始，进给保持停止。但是，从自动方式变为其他方式时，和注 4 同样，在执行完非螺纹切削程序段后，用单程序段状态停止。

6 当前一个程序段为螺纹切削程序段，而现在程序段也是螺纹切削时，进行连续螺纹切削。

G32 Z__ F__ ;

Z__ ; 连续螺纹加工

G32__ ; 连续螺纹加工

Z__ F__ ; 连续螺纹加工

7 在切端面螺纹和锥螺纹时，也可进行恒线速控制，但由于转速改变，将难保证正确的螺纹导程。因此切螺纹时，指令 G97，即不使用恒线速控制。

8 在螺纹切削前的移动指令程序段可指定倒角，但不能指定圆角 R。

9 在螺纹切削程序段中，不能指定倒角和圆角 R。

10 在螺纹切削中主轴倍率有效，但在切螺纹中，如果改变了倍率，由于升降速的影响等因素不能切出正确的螺纹。

- **英制螺纹切削机能**

螺纹切削（G32、G92）或攻丝（G93）时，螺纹导程如果用 I 指定，其单位为：牙/英寸。

I 的指令范围与软件配置有关。

例

1 切削 $2\frac{1}{8}$ 牙/英寸的螺纹时，指定 I2.125。

2 切削 $50\frac{4}{5}$ 牙/英寸的螺纹时，指定 I50.8。

3 切削 6 牙/英寸的螺纹时，指定 I6.0。

注

1 当在程序段同时指定 F 和 I 时，F 有效。

2 I 编程时可带小数点，小数点前单位为牙/英寸，小数位数与直线轴小数位数相同。

3 指令 I 后，系统自动由 I 计算 F。F 的单位与编程单位有关，而 I 的单位固定为牙/英寸，与编程单位无关。公制编程时，F=25.4/I，英制编程时，F=1/I。

- **加工螺纹时起始角偏移**

用于加工多头螺纹。加工时，主轴先偏移 Q__指定的角度后，再进行螺纹加工。

注

1 Q 仅在编入的程序段有效，其小数位数与直线轴小数位数相同。

2 当 Q 超出 360 时无效，按 0 度处理。

3 连续 G32 时，Q 仅在第一个 G32 程序段有效，第二个 G32 程序段中指定的 Q 无效。

- **连续螺纹切削**

为了在螺纹切削中，进行控制以消除连续的程序段加工中的移动中断引起的不连续部分，可以连续指定螺纹切削的程序段。程序段间的连接处，被控制为尽可能保持与主轴同步。

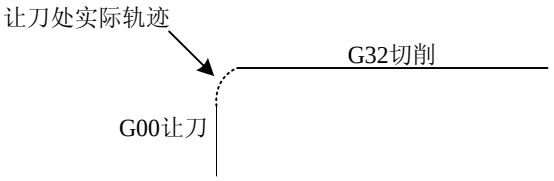
例

```
G00 X50.0 Z2.0 ;
G32 Z-50. F8. Q180 ;
G32 Z-100. F10. ;
G32 Z-150. F12. ;
```

- **退尾处理**

关于螺纹加工中的进刀、切削、让刀、返回等术语的定义参考以下示意图。

- 让刀段不论是 G00 还是 G01 都自动采用快速退尾，速度受参数“螺纹让刀运动速度上限”（《连接调试手册》第 121 页 P6484 或第 188 页 P070）限制。
- 螺纹切削段加减速曲线采用直线加减速，加/减速度由参数 P6480/P6481 设定。
- 让刀加减速曲线由参数 P6482 设定，让刀加速度由参数 P6483 设定。
- 退尾效果由“螺纹切削平均减速度”（《连接调试手册》第 120 页 P6481）、“螺纹让刀加减速曲线”（《连接调试手册》第 120 页 P6482）与“螺纹让刀平均加减速度”（《连接调试手册》第 120 页 P6483）、“螺纹让刀运动速度上限”（《连接调试手册》第 121 页 P6484 或第 188 页 P070）共同决定，实际轨迹如下图所示。

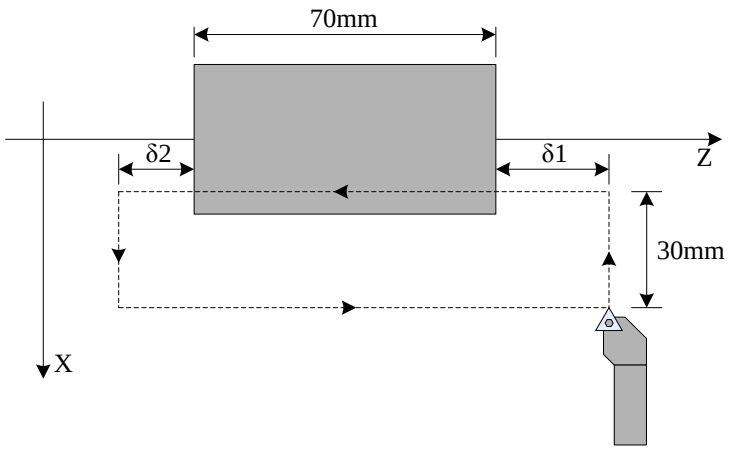


注

G32 中螺纹切削的回退功能无效，让刀和返回步骤，需用户编程实现。

举例

- **直螺纹切削**

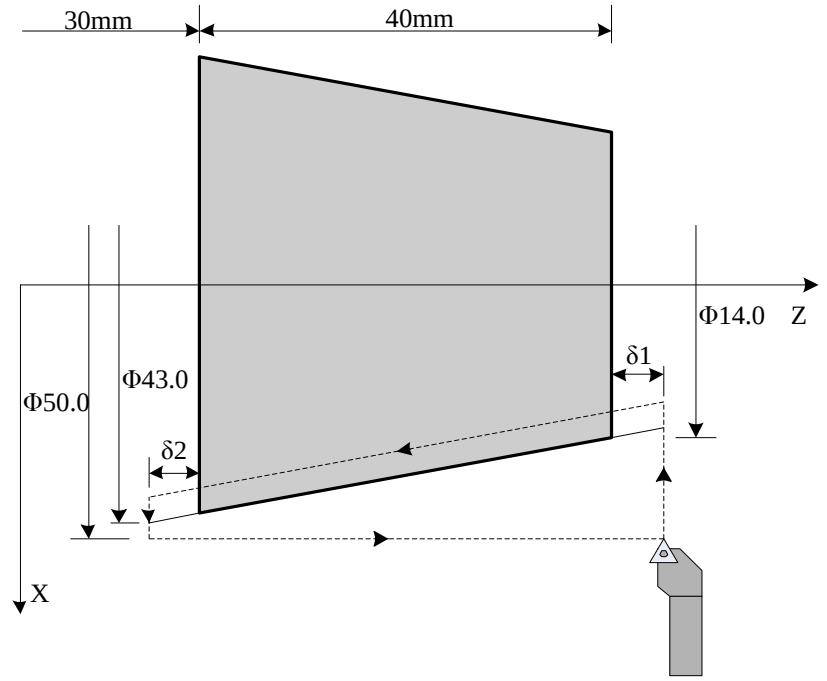


螺纹导程为 4mm，δ1=3mm，δ2=1.5mm，在 X 方向切深为 1mm（两次切入）。

加工程序（公制输入，直径编程）

```
G00 U-62.0 ;
G32 W-74.5 F4.0 ;
G00 U62.0 ;
W74.5 ;
U-64.0 ;（第二次再切入 1mm）
G32 W-74.5 ;
G00 U64.0 ;
W74.5 ;
```

- **锥螺纹切削**



螺纹导程为 3.5mm，δ1=2mm，δ2=1mm，在 X 方向切深为 1mm（两次切入）。

加工程序（公制输入，直径编程）

```
G00 X12.0 Z72.0 ;
G32 X41.0 Z29.0 F3.5 ;
G00 X50.0 ;
Z72.0 ;
X10.0 ;（第二次再切入 1mm）
G32 X39.0 Z29.0 ;
G00 X50.0 ;
Z72.0 ;
```

4.5 变螺距螺纹切削（G34）

变螺距螺纹切削通过对每个导程指令增加或减少一个固定值来实现。

格式

G34 Xp__ Zp__ F__ K__ Q__ ;

Xp__：指定 X 轴终点坐标。

Zp__：指定 Z 轴终点坐标。

F__：指定长轴方向的导程。

K__：指定主轴每转导程的增减量。

Q__：指定偏移角度（0~360 度）。

解释

- **每转导程增减量**

除 K 外其它地址与 G32 指令相同。

K 值的范围为[-50mm，50mm]。当 K 值超过上述范围，或因 K 的增加或减小使导程超过允许值或者导程出现负值时产生报警（PS0014）。

如果导程过大，应该采用较低的主轴转速。否则，容易产生 22 号驱动报警（Z 轴指令速率过大）。

- **多头变螺距螺纹加工**

和 G32 一样，加工时，主轴先偏移 Q__指定的角度后，再进行螺纹加工。

注

连续 G34 时，Q 仅在第一个 G34 程序段有效，第二个 G34 程序段中指定的 Q 无效。

例

```
G34 Z-50. F8. K0.5 Q180 ;
G34 Z-100. F20. K-0.5 ;
```

- **退尾处理**

与 G32 的处理相同。

注

G34 中螺纹切削的回退功能无效，让刀和返回步骤，需用户编程实现。

4.6 数字主轴螺纹插补（G07.2）

数字主轴螺纹插补是指使用数字主轴代替模拟主轴进行螺纹加工。

格式

G07.2 Pij NF_ NP_ ; **启动数字主轴螺纹插补**

…… NF_ ;

……

…… NF_ ;

G07.2 ; **取消数字主轴螺纹插补**

Pij：

i 为螺纹导程方向轴的轴号（直线轴），j 为主轴轴号（旋转轴），数值为：1~3，分别对应第 1~3 轴。

NF_：

G07.2 程序段的 NF_为启动数字主轴螺纹插补后第 1 个程序段的起点导程。后面的 NF_为当前段终点导程（也是下一段起点导程）。

NP_：

主轴转动方向。

NP0：直线轴正向移动时，主轴正向运动；直线轴负向运动时，主轴反向运动。

NP1：直线轴正向移动时，主轴反向运动；直线轴负向运动时，主轴正向运动。NP0 可忽略。

解释

数字主轴螺纹插补有效时，除定位程序段（G00）外，主轴跟随指定的直线轴运动。主轴最高转速为：$主轴转速 = \frac{直线轴移动速度}{导程}$

数字主轴螺纹插补有效时，“数字螺纹加速曲线”（《连接调试手册》第 116 页 P6418）和“数字螺纹减速曲线”（《连接调试手册》第 116 页 P6419）有效，“数字螺纹切削主轴平均加速度”（《连接调试手册》第 117 页 P6438）和“数字螺纹切削主轴平均减速度”（《连接调试手册》第 117 页 P6439）

有效。快速加减速曲线和加减速度不受影响。

起点导程和终点导程不同时，导程在起点和终点间线性变化（变螺距螺纹）。

注

1 G07.2 指令应独占一段指令。

2 非 MDI 方式复位时自动取消数字主轴螺纹插补。

3 数字主轴螺纹插补不影响手动模式。

4 数字主轴螺纹插补有效，指令 NF 为 0 时，视为主轴不动（或导程无穷大）。

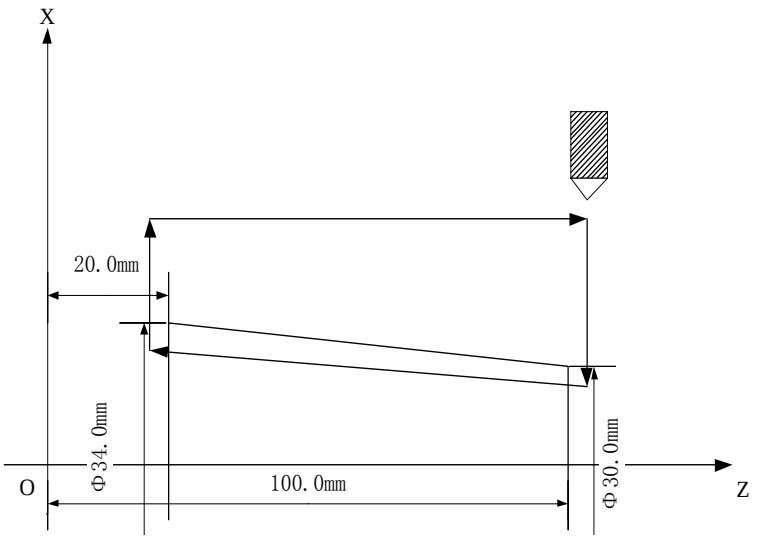
5 数字主轴螺纹插补有效时，系统只考虑起点到终点直线轴的移动量，而不考虑实际是否有移动。如果该移动量为 0，那么主轴不动。

6 数字主轴螺纹插补有效时，过高的直线轴移动速度或过小的导程，可能会导致主轴转速过高。

7 数字主轴螺纹插补有效时，螺纹加工、攻丝循环（G93）、钻孔循环（包括刚性攻丝）不可使用。

8 G07.2 启动数字主轴螺纹插补时，系统自动插入 M05 指令。数字主轴螺纹插补有效时，不要再指令主轴正/反转（M03/M04），否则主轴转速为正/反转转速与数字主轴螺纹插补时主轴转速的叠加。

举例



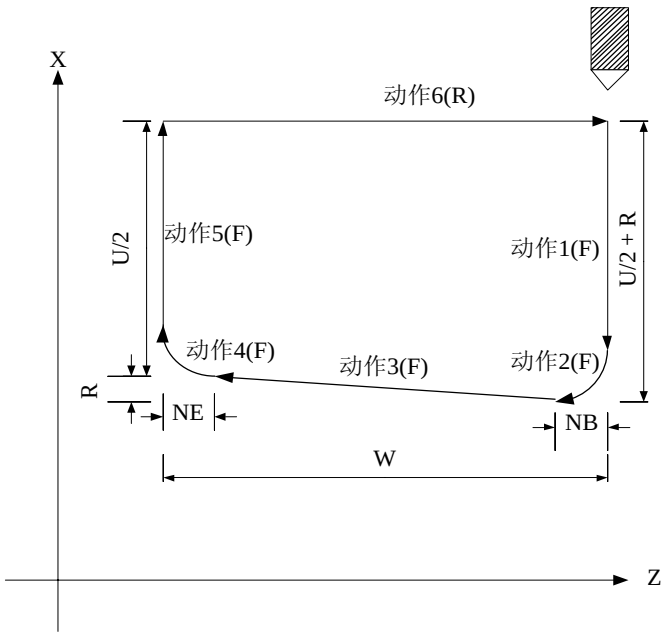
加工 80.0mm 长的螺纹，导程为 5.0mm，X 方向切深为 1mm（2 次切入）。

加工程序

```
G00 X80. Z102.0 ;
G07.2 P24 NF5. ;
X30. ;
G01 X34. Z18. F50. ;
G00 X80. ;
Z102. ;
X28. ;
G01 X32. Z18. F50. ;
G00 X80. ;
Z102. ;
G07.2 ;
```

4.7 数字主轴螺纹切削循环（G78.1）

数字主轴螺纹切削循环（G78.1）利用固定循环功能，在一个程序段中实现螺纹切削的进刀，加工，退刀，返回等多个动作，用于简化数字主轴螺纹插补时的编程，提高编程效率。G78.1 固定循环由 6 个动作完成，如下图所示。



G78.1固定循环动作顺序：
动作1：切削进给进刀；
动作2：切削进给旋入；
动作3：切削进给加工；
动作4：切削进给旋出；
动作5：切削进给退刀；
动作6：快速进给返回；

格式

G78.1 X(U)_ Z(W)_ R_ Q_ NB_ NE_ NP_ L_ F_ ;

X(U)_：X 向终点坐标或者移动量。

Z(W)_：Z 向终点坐标或者移动量。

R_：锥度螺纹最大端和最小段的半径差。

Q_：第一头螺纹的起始偏移角度。

NB_：螺纹旋入阶段的宽度。

NE_：螺纹旋出阶段的宽度。

NP_：指定 NP1 时多头螺纹的偶数头反向加工，指定 NP0 时正常加工多头螺纹。

L_：螺纹头数。

F_：切削进给速度。

解释

- **使用要点和注意事项**

1 在指定 G78.1 之前，需要先指定 G07.2 进入到数字主轴螺纹插补模式，否则报警（PS0287）。

2 G78.1 是模态指令，在未指令 01 组其他 G 代码时一直有效，指令 01 组其他 G 代码后清除 G78.1 的模态信息。

3 非 MDI 复位时，G78.1 被替换为 01 组上电时默认 G 代码。

4 不可在坐标变换有效状态下指定 G78.1，否则报警（PS0288）。

5 X(U)_，Z(W)_在每个程序段都必须指令，如果只指令其中一个，则报警（PS0292）；同时不允许 X，Z 轴以外的其他轴输入，否则报警（PS0290）。

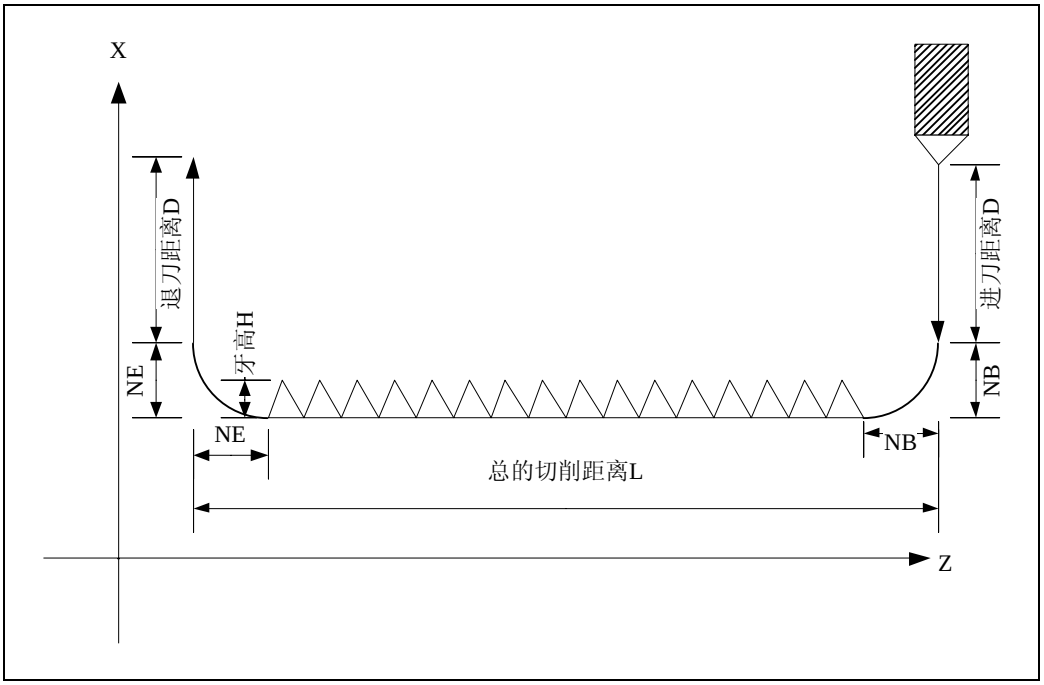
6 如果 X(U)_，Z(W)_都没有输入时，系统将只记录模态信息而不运动。

7 固定循环从旋入阶段到旋出阶段禁止单段停止。

8 动作 6（快速返回到循环起点）的过程中，主轴自动旋转至零点，为下一次循环作准备。系统根据退刀时主轴的位置，自动采取正转、反转或不转动的方法将主轴位置调整到零位。

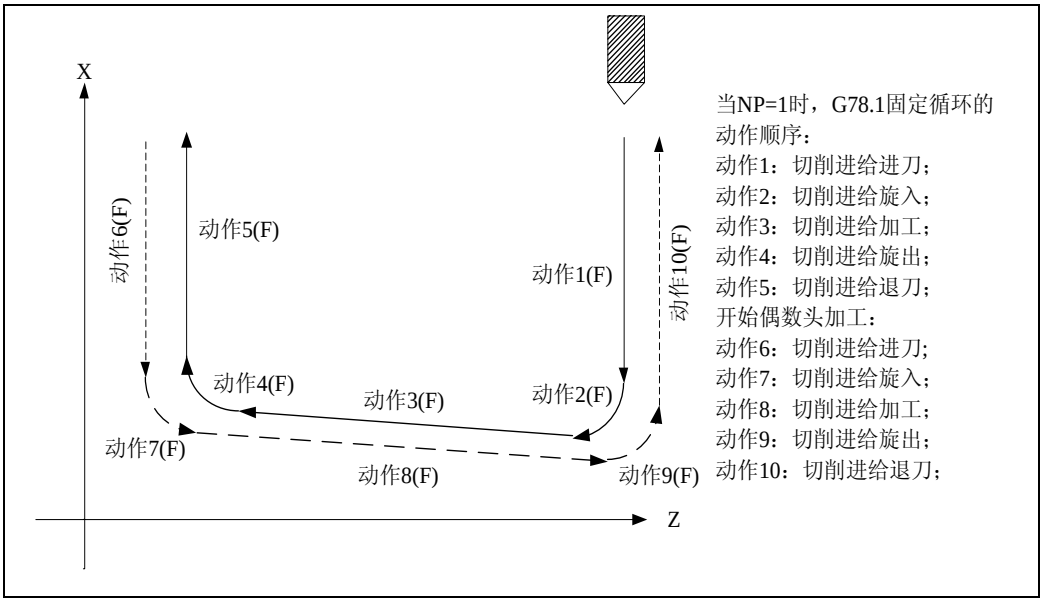
- **NB 和 NE 的意义**

在螺纹旋入阶段或者螺纹旋出阶段，由于升降速的原因需要一段加速或减速的距离，以实现刀具的旋入或旋出。系统在旋入或旋出阶段，根据 NB 或 NE 的值自动插入一段小圆弧指令实现该加减速过程，如下图所示。其中 NB 或 NE 的距离应大于螺纹牙高 H，并且远小于进刀或者退刀距离 D，同时 NB 与 NE 的和不能超过 Z 轴的总进给量 L。



- **NP 的意义**

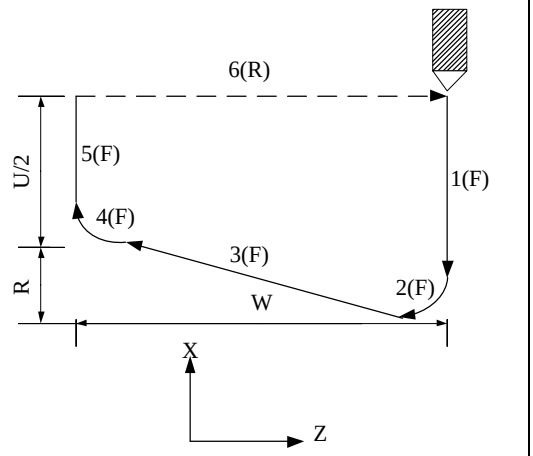
NP 为 1 时，多头螺纹加工的偶数头将进行反向加工，省去了快速运动回到初始点的过程，提高了加工效率。当不是多头螺纹或者 NP 等于 0 时，将正常加工多头螺纹，即快速运动回到起始点后继续正向加工下一头螺纹。指定 NP1 的加工情况如下图所示。



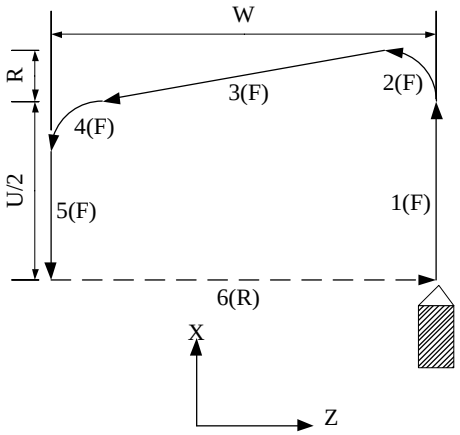
- **地址 U、W、R 符号与轨迹的关系**

增量值指定时，地址 U、W、R 后数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示。

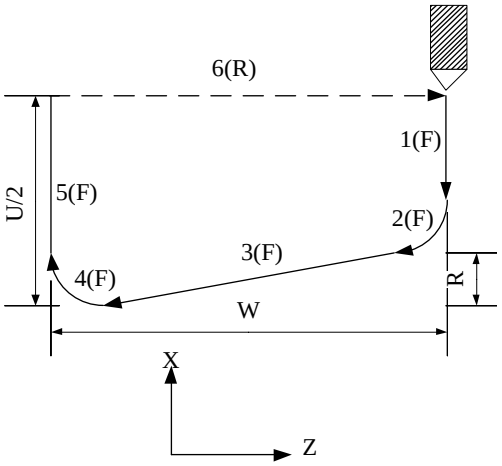
（1）U<0，W<0，R<0



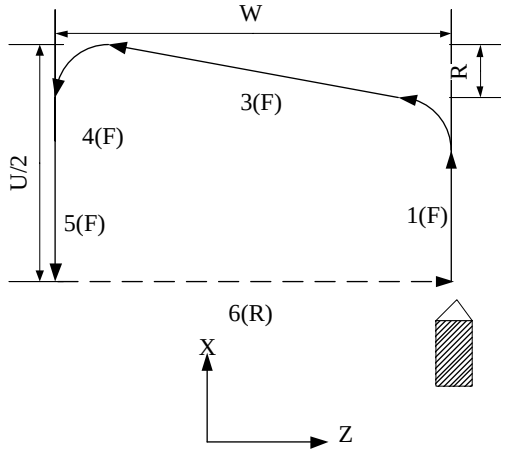
（2）U>0，W<0，R>0



（3）U<0，W<0，R>0，但｜R｜≤｜U/2｜

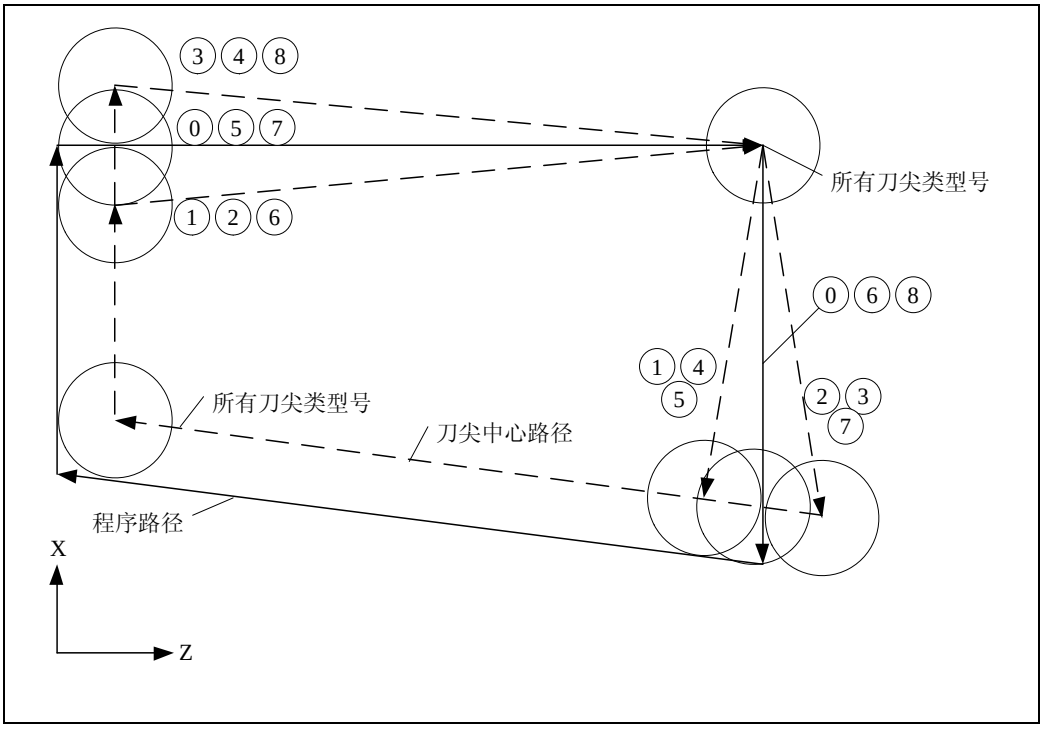


（4）U>0，W<0，R<0，但｜R｜≤｜U/2｜

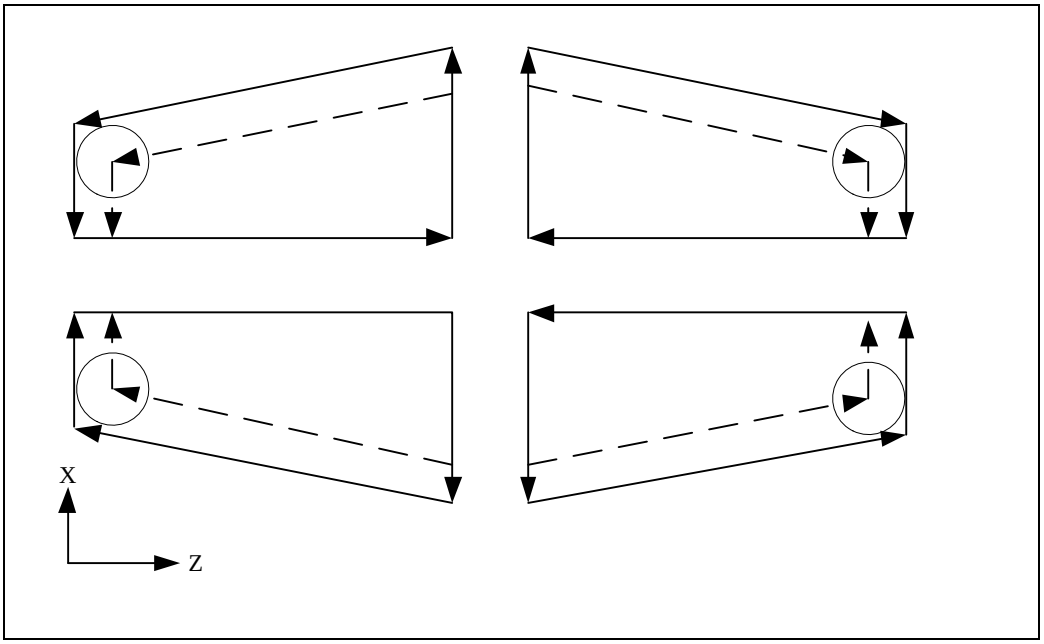


- **半径补偿**

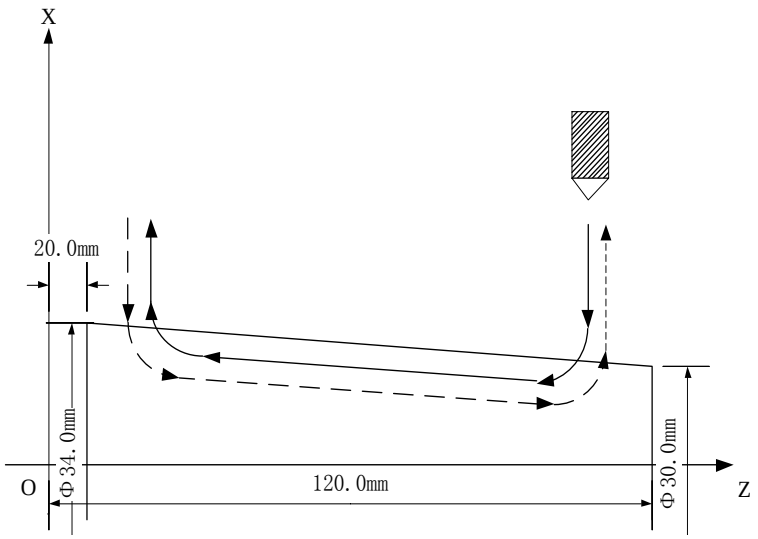
对于 G78.1 固定循环的刀尖中心路径，通常平行于程序路径，如下图所示。



无论 G41 还是 G42 方式，补偿方向如下图所示。



举例



加工 80.0mm 长的双头螺纹，导程为 5.0mm，X 方向切深为 1.5mm（6 次切入）。

加工程序

```
G00 X80. Z100.0 ;
G07.2 P24 NF5. ;
G78.1 X34. Z20. R-2. NB3.0 NE3.0 NP1 L2 F50. ;
X29. Z20. ;
X28. Z20. ;
X27.5 Z20. ;
X27.2 Z20. ;
X27. Z20. ;
G07.2 ;
```

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”（《连接调试手册》第 94 页 P0711）设定。

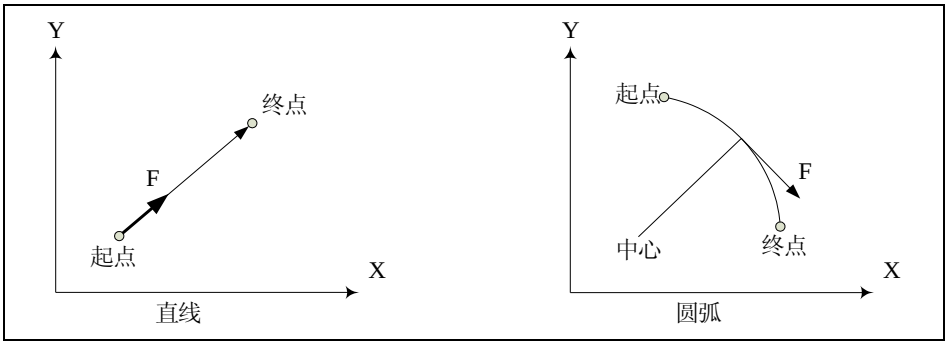
对于快速移动速度的倍率控制，利用机床操作面板上的按键，可得到如下倍率：

F0、25%、50%、100%

F0：由参数“快速倍率最低挡速率 F0”（《连接调试手册》第 95 页 P0712 或第 180 页 P026）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 系统接通电源后，即被设定在每分进给方式。
3 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”（《连接调试手册》第 95 页 P0713 或第 180 页 P025）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。
4 进给倍率通过操作面板上的倍率开关控制，可以使用 0~150%（每档 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（毫米/转或英寸/转）

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%（每档 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。

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，允许数据位数 P0015 为 8，最大切削速度 P0020 为 30000，最大切削转速度 P0022 为 2000），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	30000.0mm/min	0.0001mm/rev	2000.0mm/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。

5.3 高速高精进给控制

5.3.1 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 5 种加减速曲线类型供用户选择，分别为：直线（2 次）、2.5 次曲线、S 曲线（3 次）、4 次曲线、三角曲线。曲线次数是从位移与时间关系计算得出的。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）
- 紧急减速曲线（P6416）
- 数字螺纹加速曲线（P6418）/数字螺纹减速曲线（P6419）
- 螺纹让刀加速曲线（P6482）

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：

- 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。为方便用户调试，系统使用平均加减速度参数，通过最大速度和平均加减速度可计算出加减速时间。

例

假设：编程最大速度为 2 米/分，平均加速度（20 米/分）/秒，平均减速度为（10 米/分）/秒。

那么刀具从停止加速到最大速度的时间为 0.1 秒（2÷20），

从最大速度减速到停止的时间为 0.2 秒（2÷10）。

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度参数的显示进行设置。

加减速曲线类型参数是否显示受参数“FACDCT”（《连接调试手册》第 87 页 P0005.2）控制。

加减速度参数的单位由参数“ACDCMS”（《连接调试手册》第 87 页 P0005.4 或第 185 页 P062.6）控制。

加减速度参数合并功能是否有效由参数“ACDCM”（《连接调试手册》第 87 页 P0005.4 或第 185 页 P062.6）控制。

- **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）	所有曲线类型 [相关参数] P6410/P6412/P6430/P6432	所有曲线类型 [相关参数] P6411/P6413/P6431/P6433	所有曲线类型 [相关参数] P6416/P6436
直线/圆弧/螺线插补（每转进给）	√（2 次）直线 [相关参数] P6430/P6432	所有曲线类型 [相关参数] P6411/P6413/P6431/P6433	所有曲线类型 [相关参数] P6416/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（包括 G93 攻丝）	√（2 次）直线 [相关参数] P5310	√（2 次）直线 [相关参数] P5310	√（2 次）直线 [相关参数] P5310
螺纹切削	√（2 次）直线 [相关参数] P6480	√（2 次）直线 [相关参数] P6481	所有曲线类型 [相关参数] P6416/P6436
螺纹让刀	所有曲线类型 [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。
手动方式/单步方式/回零方式	所有曲线类型 [相关参数] P5110/P5210/P5410	所有曲线类型 [相关参数] P5111/P5211/P5411	所有曲线类型 [相关参数] P5111/P5211/P5411
手轮模式	√（2 次）直线 [相关参数]	√（2 次）直线 [相关参数]	√（2 次）直线 [相关参数]

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
	P5414/P5420	P5414/P5420	P5414/P5420

5.3.2 拐角控制

解释

- **基于角度的控制**

参数“切削拐角角度”(《连接调试手册》第 118 页 P6453）用于判断两程序段是否相切。

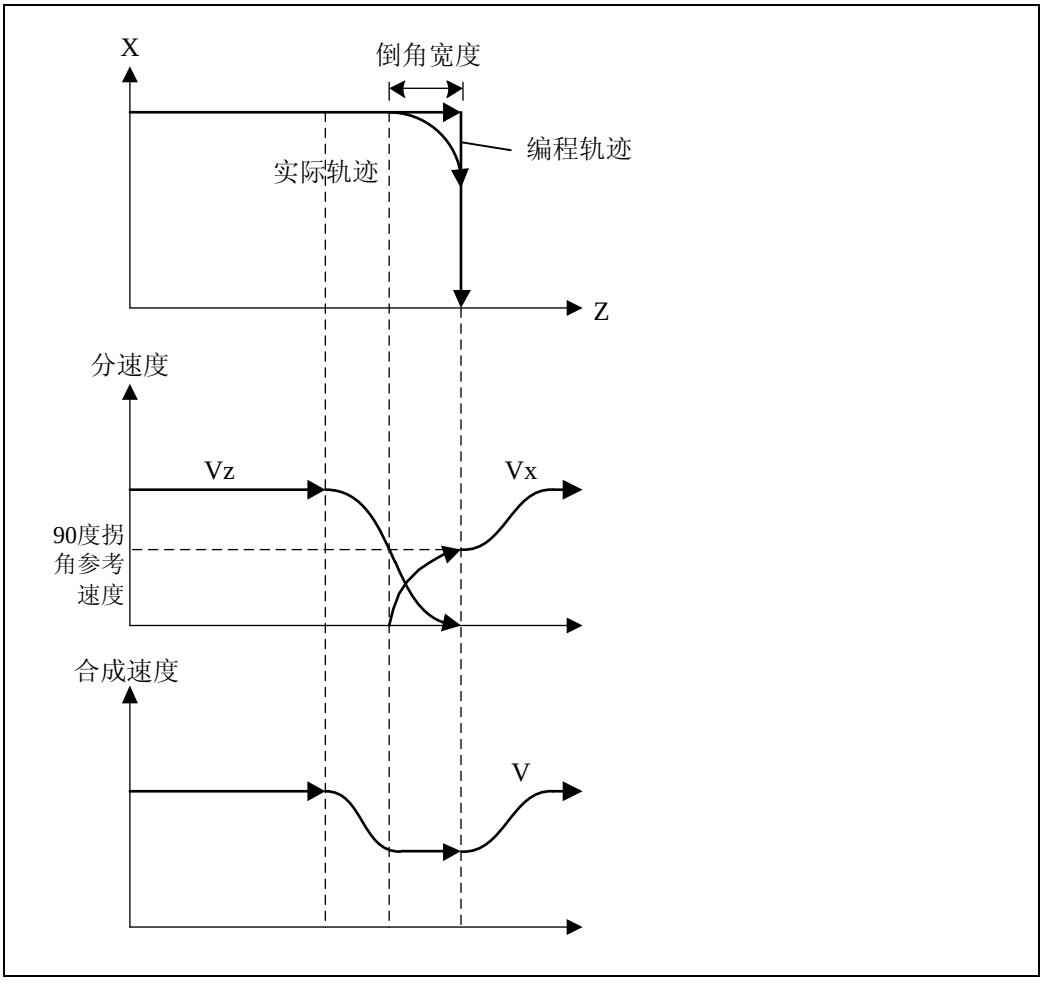
注

1 增大此参数时，如果机床产生冲击，应设置“切削平滑系数”(《连接调试手册》第 118 页 P6457 或第 188 页 P073)。

2 模具加工时，有时需要在大转角处（接近或超过 90 度）不减速，否则表面加工质量不好；此时，可将该参数设置为较大值（必须<180 度)。

- **倒角宽度控制机能**

该机能允许一定的过切量，用于防止刀具相对工件表面运动速度过低，或者在允许一定过切量的情况下提高加工效率。由参数“90 度拐角参考速度”(《连接调试手册》第 120 页 P6475）控制。如下图所示：在拐角处，当 Z 轴减速到“90 度拐角参考速度”时，X 轴就开始启动加速，两轴的合成速度不会继续下降，所以拐角处的加工效率会提高，但刀具实际轨迹存在误差。



注

1 使用该机能后，如果紧急停止信号（外部急停/外部复位/键盘复位）在倒角宽度控制开始前出现，那么倒角宽度控制机能无效，系统立即减速停止；如果紧急停止信号在倒角宽度控制开始后出现，那么在倒角控制结束后减速停止。

2 小线段加工或要求轮廓精度较高的地方，可以禁用该功能（设为 0），或设为较小的数值。

5.3.3 轨迹光顺功能

使用轨迹光顺功能，允许轮廓有一定的误差，减小机床震动。

相关参数为：

第 1 轨迹误差控制机能：第 1 轨迹误差控制基系数（P6457）/第 1 轨迹误差控制阶数（P6458）

第 2 轨迹误差控制机能：第 2 轨迹误差控制基系数（P6459）/第 2 轨迹误差控制阶数（P6460）

两机能基本相同，可同时使用。

注

1 在振动允许范围内，设置时应让阶数尽量高，基系数尽量小，这样可兼顾精度和加工平稳性。但过高的阶数可能会导致 PS0002 报警（当阶数倍增时，系统负载率会显著增大）。

2 加工螺纹或每转进给时，如果对跟随性要求较高，那么可以减小 P6457~P6460 数值，或直接禁用这两个功能。

3 两个轨迹误差控制机能共同特点是：都有轨迹光顺作用，但对直线轨迹影响基本可忽略，同时不会造成同一轨迹往复加工不重合问题。不同点是：第 1 轨迹误差控制机能在更新坐标前控制。而第 2 轨迹误差控制机能在更新坐标后控制；其输出存在滞后，在碰到限位后按减速停止（会走完滞后量）。

4 第 2 轨迹误差控制机能与通常意义上的后加减速共同点是：存在滞后量。不同点是：其影响仅在附近的若干插补周期，对直线轨迹部分无影响，不会造成往复加工同一轨迹不重合现象；后加减速可能对直线轨迹会产生平移（与原轨迹平行，但有一定的偏移），往复加工同一轨迹不重合。

5 建议驱动器前馈设置为 100%，并且不要使用驱动器的限位功能，这会造成较大的冲击，限位最好由系统处理。当驱动器前馈设置较大时，限位冲击较大，此时除了可通过设置工作区进行减速外，也可适当设置 P6459/P6460 减小冲击。

5.3.4 刀具轴向设定功能

设定刀具轴向，即与哪个进给轴平行，可优化刀具方向固定的小线段加工。相关参数为刀具轴向设定（P6455）和小线段最大长度值（P6454）。

注

1 如果刀具轴向设定参数被设定为 0 或程序段 4 轴及以上联动，则该机能无效。

2 使用该机能，可能会引起较大的震动，这时可设置参数 P6457 以便减小震动。

3 当该机能有效时，如果连续两段长度均大于参数 P6454 设定值，那么临时禁用刀具轴向控制机能。

5.3.5 编程允差设定功能

设定编程允许误差，可优化小线段加工。相关参数为编程允许误差（P6456）和 TDIRC（P6400.1）。

注

1 “编程允许误差”(《连接调试手册》第 118 页 P6456）不能设定过大。当 CAM 软件生成小线段时选择的最小编程单位与系统相同时，应设定该参数为 4 个最小编程单位（或略微大些）。当 CAM 软件生成小线段时选择的最小编程单位大于系统最小编程单位时，应设定该参数为 4 个 CAM 软件生成程序时选择的最小编程单位（或略微大些），如：CAM 软件生成时选择 1μm 为单位，而系统最小编程单位是 0.1μm，那么设定该值为 40（=4μm）或略大。当 CAM 软件生成小线段时选择的最小编程单位小于系统最小编程单位时，设定该参数为 4 个系统的最小编程单位（或略微大些），如：CAM 软件生成时选择 0.1μm 为单位，而系统最小编程单位是 1μm，那么设定该值为 4（=4μm）或略大。

2 同时设定刀具轴向和允许误差（当 TDIRC=1 时），可以使用较小的切削拐角角度（如：10 度~20 度）加工出合格的工件。

5.3.6 预先预读功能

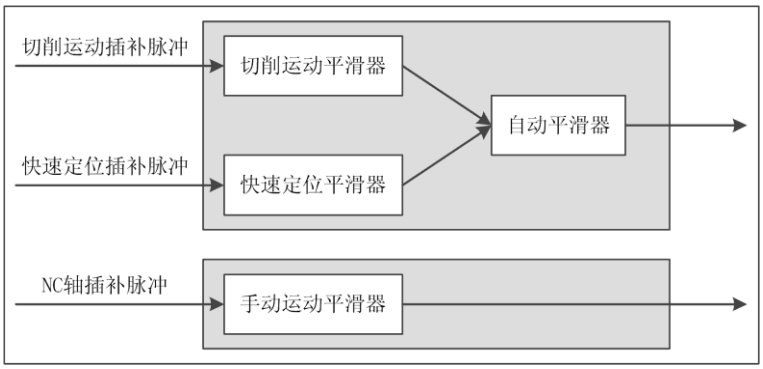
通常情况系统边预读边加工，但如果存在大量的程序段长度小于单插补周期内进给量，那么最终预读可能跟不上进给。（尽量不要生成这种程序，CAM 输出时可适当降低分辨率。）本机能启用后，必要时会在速度为 0 处预先填充预读控制器，填充时轴无输出，并在运行状态处显示“预读”。相关参数为预读控制器最小负载百分比（P6470）。

注

使用该机能后，可能会延长加工时间。

5.3.7 速度平滑控制

系统提供 3 个通道的速度平滑控制功能，它们分别用于控制切削运动、快速定位运动、手动运动。如下图所示：



系统为每个平滑器分配两个数据参数。如下表所示：

平滑系数	平滑阶数	说明
P6457	P6458	切削运动平滑器控制参数
P6459	P6460	自动平滑器控制参数（对切削运动和快速定位都有效）
P6461	P6462	手动模式平滑器控制参数
P6467	P6468	快速平滑器控制参数

解释

速度平滑控制功能可以光顺轴运动轨迹，减少机床震动。设置合适的参数可在允许的加工精度范围内尽可能的增加加工效率。各平滑器的控制算法相同，只是控制参数的范围和默认值不同。

在允许的机床震动范围内，应尽量设置大的平滑阶数和小的平滑系数，这样可兼顾加工精度和加工

平稳性。但提高平滑阶数会显著增大 CPU 负载，过大的阶数可能会导致 PS002 报警。

5.3.8 修改参数（G05）

G05 指令可用于修改以下参数：

- “切削平滑系数”（《连接调试手册》第 118 页 P6457 或第 188 页 P073），用 R 指定。
- “自动平滑系数”（《连接调试手册》第 119 页 P6459），用 E 指定。
- “切削拐角角度”（《连接调试手册》第 118 页 P6453），用 Q 指定。

格式

G05 Rr Ee Qq ;

r 为切削平滑系数，数值范围：0~4。

e 为自动平滑系数，数值范围：0~4。

q 为切削拐角角度，数值范围为：10.0~179.999999。

注

1 G05 指令必须独占一段指令。

2 可以只修改某一个参数，指令执行后，立即将新的参数存入非易失性存储器。

3 Q 的有效小数位数为系统直线轴的小数位数，与旋转轴小数位数或参数显示的小数位数无关。建议输入时带上小数点。

4 不同的程序要求不同，有些程序要求高精度，而有些程序允许轮廓有一定程度的失真。因此，不同的程序可能需要不同的参数，这时可在程序开头或其它适当地方插入 G05 指令，而不必打开程序开关手工修改这些参数。

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。

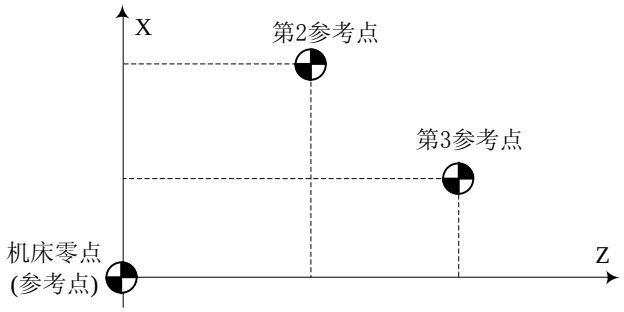
2 如果省略了 P、U、X 指令则可看作是准确停。

3 执行 G04 指令将自动禁止预读与缓冲。

6 参考点

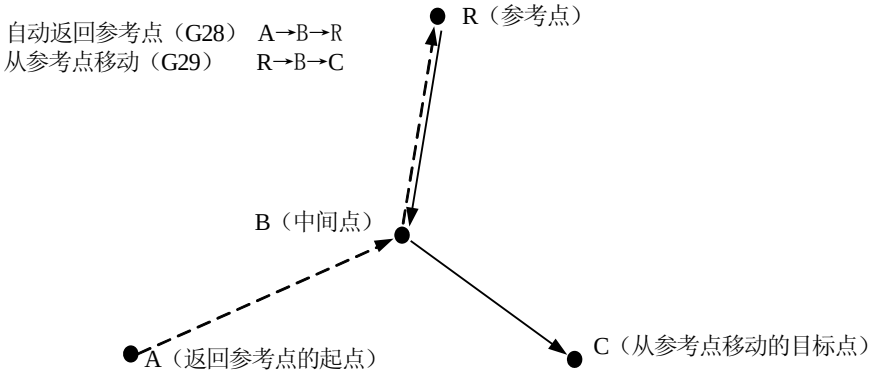
参考点是指机床上某一固定位置。加工时，可把参考点作为自动换刀的位置，通过返回参考点功能将刀具移动到该位置。

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”（《连接调试手册》第 93 页 P0511）和“第 3 参考点机床坐标”（《连接调试手册》第 93 页 P0512）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（Y60.0）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”（《连接调试手册》第 92 页 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。

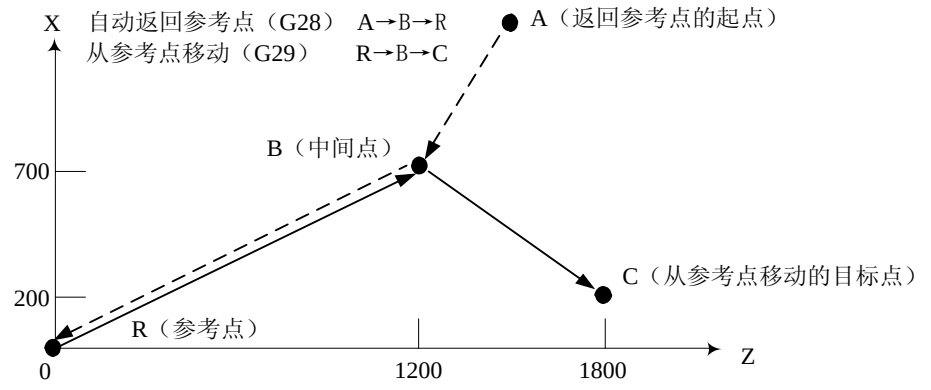
注

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



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”（《连接调试手册》第 93 页 P0511）和“第 3 参考点机床坐标”（《连接调试手册》第 93 页 P0512）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）。

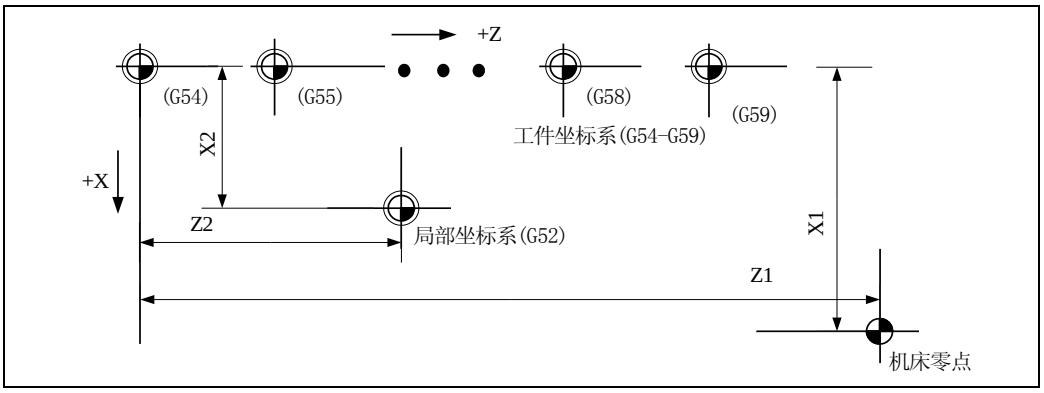
7 坐标系

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或工件坐标系来指定坐标位置。

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。

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）。

注

1 当指定 G53 指令时，将自动清除刀具半径、长度等补偿量。

2 G53 抑制 G 代码预读。

3 在数字主轴螺纹插补状态下，执行 G53 指令，会产生报警（PS0049）。

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度。可用 CT/AD/AC/DC 指令修改加减速曲线和加减速度。

7.1.4 程序控制加减速度和加减速曲线

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

CT：曲线类型，十位数为加速曲线类型，个位数为减速曲线类型。

AD：加减速度

AC：加速度

DC：减速度

AD，AC 和 DC 的单位与加减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。

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度，以便防止用户修改加减速度和加减速曲线后影响换刀时间。

7.2 工件坐标系

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。

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。

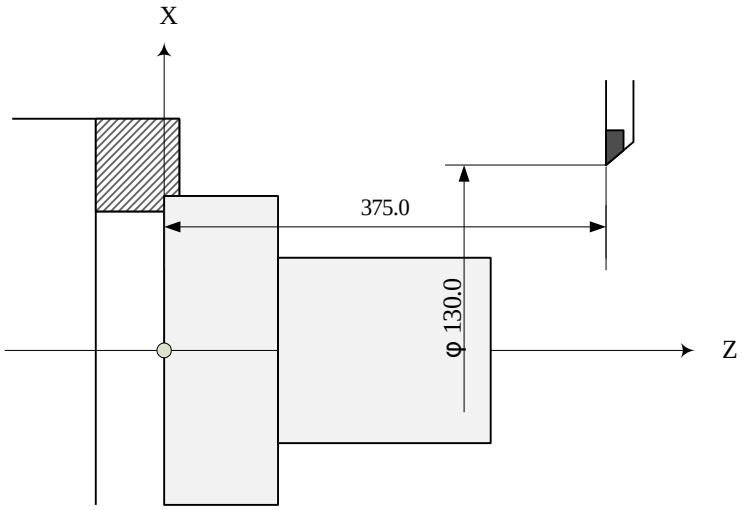
1 IP__为增量值时，指令前刀具坐标值与增量相加，作为 G50 指定的绝对坐标。

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。通常情况下，在指定刀具补偿前请先设定工件坐标系。

3 当用 G50 设置了工件坐标系后，刀尖所处的位置就是 G50 设定的位置。程序中的绝对指令都是以工件坐标系原点为起点来表示的。

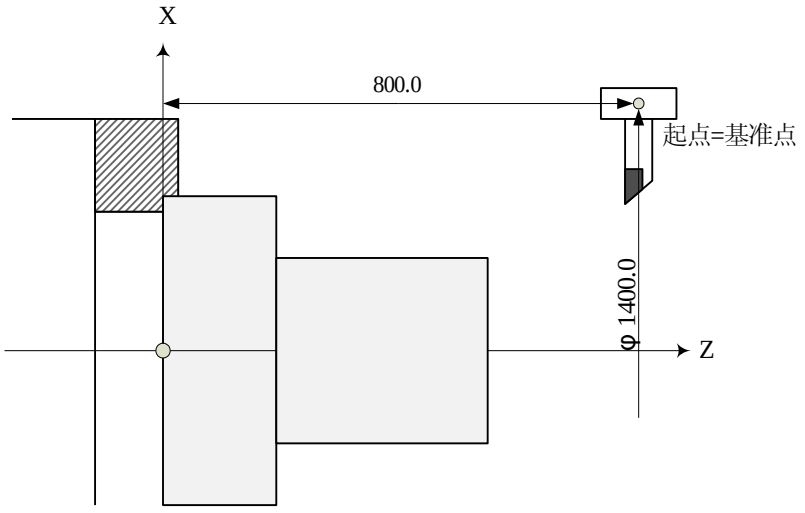
举例

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”（《连接调试手册》第 92 页 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=α，Y=β，Z=γ。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 Xα Zγ ;

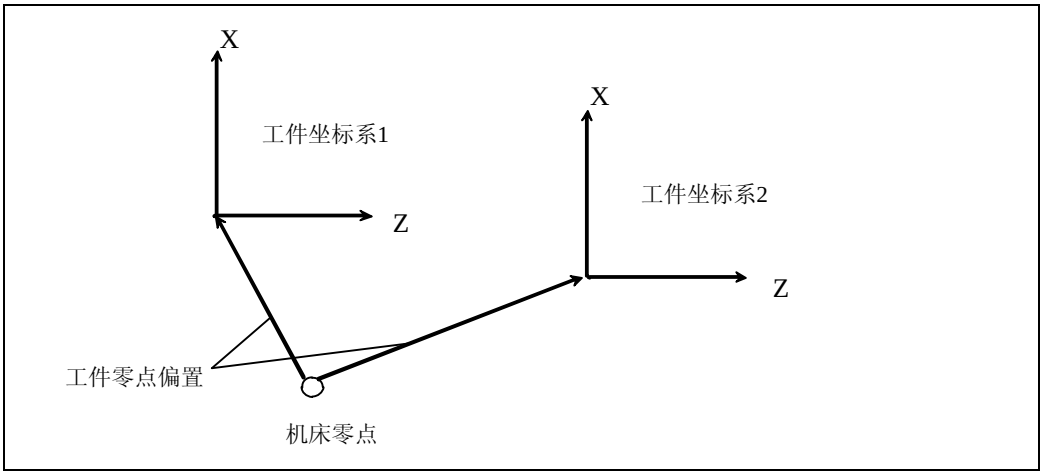
7.2.1.3 选择工件坐标系（G54~G59）

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。

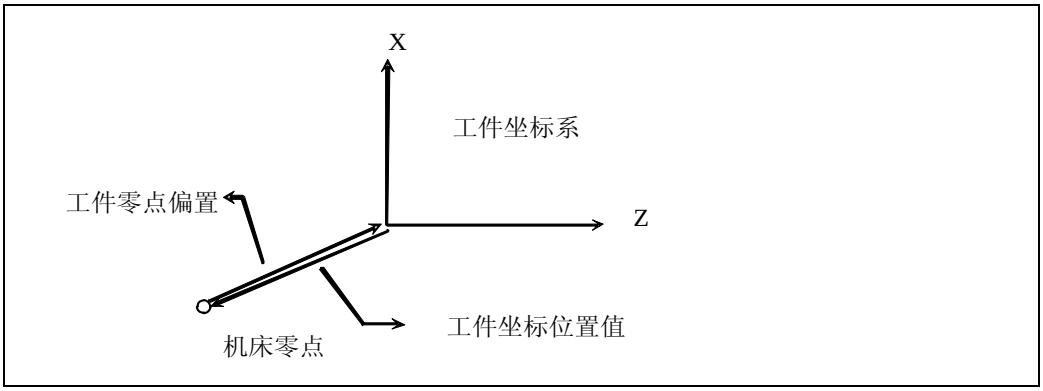
G54	工件坐标系 1
G55	工件坐标系 2
G56	工件坐标系 3
G57	工件坐标系 4
G58	工件坐标系 5
G59	工件坐标系 6

解释

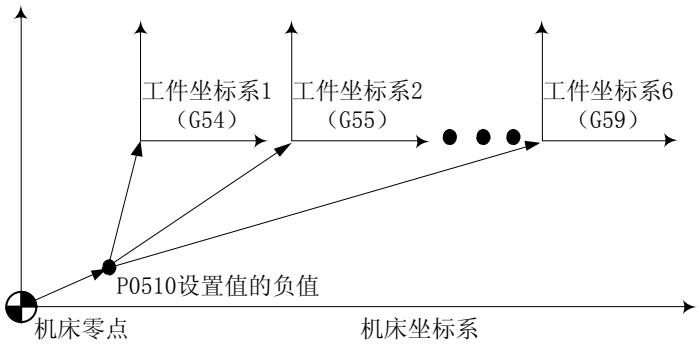
1 这六个工件坐标系是由从机床零点到各自坐标系零点的距离（工件零点偏置）设定的，如下图所示。



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。

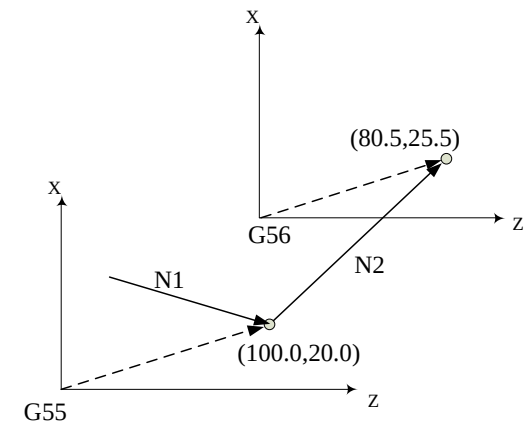


注

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”（《连接调试手册》第 97 页 P2300.3）。。

举例



加工程序

N10 G55 G00 X20.0 Z100.0 ;

N20 G56 X25.5 Z80.5;

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 Xα Zγ ;

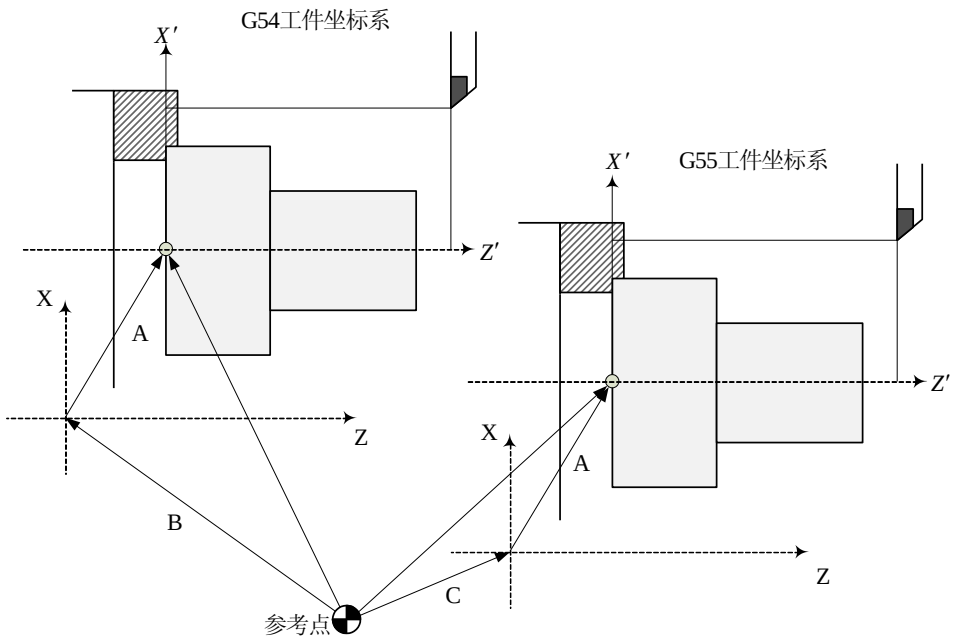
IP__：指定当前点在设定工件坐标系中的坐标。

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



X'-Z'：新工件坐标系

X-Z：原工件坐标系

A：由 G50 产生的偏移量

B：G54 中的工件零点偏置量

C：G55 中的工件零点偏置量

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=0~5 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）。

8 坐标值和尺寸

8.1 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毫米、度或秒的位置。

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，单位为毫米、度或秒，无小数点时，单位为最小输入单位。

例

G21 ; 公制输入，默认位置地址最小输入单位 0.001mm。

X1. ; X 位置为 1mm。

X1 ; X 位置为 0.001mm。

- **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”（《连接调试手册》第 100 页 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”（《连接调试手册》第 100 页 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

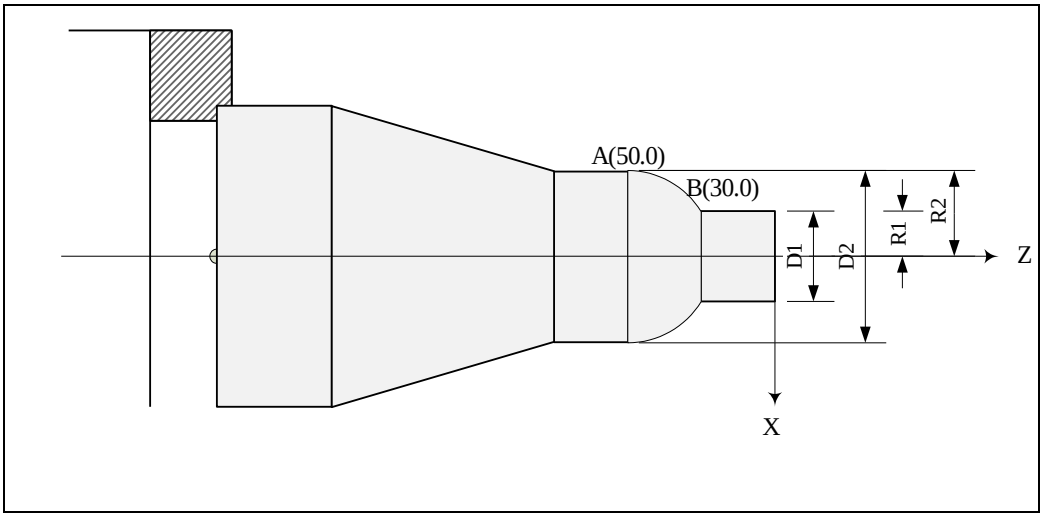
X1.0 G04 ; X 地址作为位置地址处理，X1.0 在公制单位下暂停 1 秒。

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。

8.2 直径和半径编程

8.2.1 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 ;	O0001 ;
G00 X0. Z2. ;	G00 X0. Z2. ;
G01 Z0. F200. ;	G01 Z0. F200. ;
X30. ;	X15. ;
W-10. ;	W-10. ;
G03 X50. W-10. R10. ;	G03 X25. W-10. R10. ;
G00 X60. ;	G00 X30. ;
Z50. ;	Z50. ;
M30 ;	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“XRC”（《连接调试手册》第 87 页 P0003.0 或第 177 页 P004.5）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 轴指令	用直径指令
地址 U 的增量指令	用直径指令
坐标系设定（G50）	用直径指令 X 轴坐标值
刀具补偿量的 X 轴的值	用参数“ORC”（《连接调试手册》第 105 页 P3200.4）指定直径编程或半径编程
单一型固定循环中 X 轴的切深量	用半径值指令
圆弧插补的半径指令（R、I、K）	用半径值指令
X 轴方向的进给速度	用半径变化/min 或半径变化/rev 指令
X 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。

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 X0.5 或 G11.7。

- **进给速度**

G31 以 F 指令的速度进给。

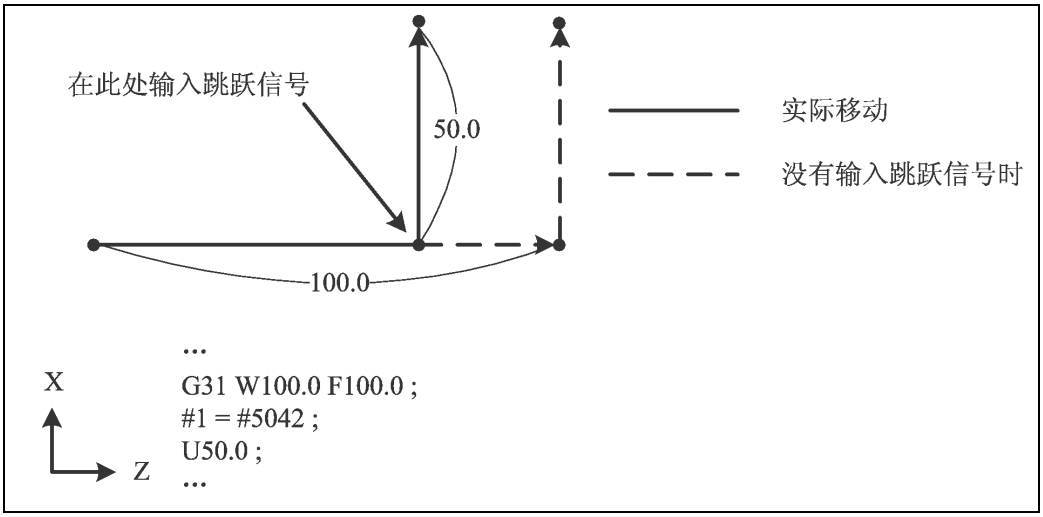
- **跳跃点位置**

跳跃信号为 ON 时，读取宏变量#5041~#5043 的值可以获得跳跃点的绝对坐标值，方便测量。在移动量不明确时，也可以使用跳跃机能。

举例

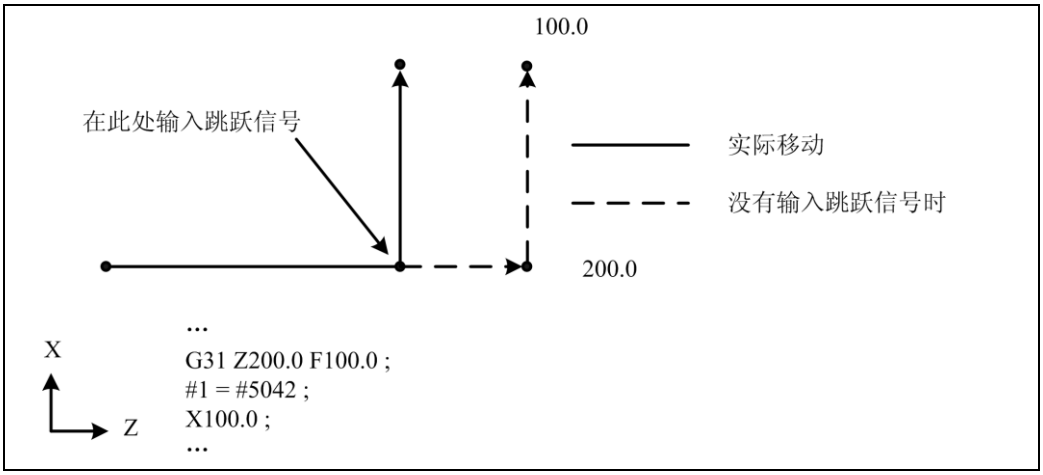
- **G31 后程序段是增量指令**

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。



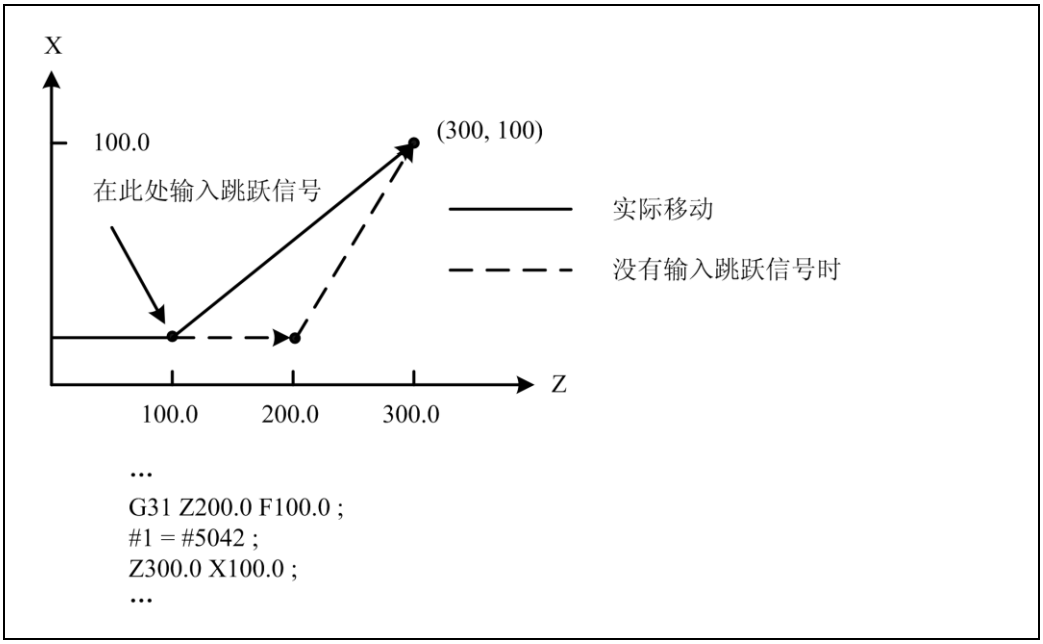
- **G31 后用绝对指令只指定 1 个轴**

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。



- **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。



9.2 多级跳跃机能

当参数“SKPN”（《连接调试手册》第 89 页 P0006.4）设为 1 时，多级跳跃机能有效。G31 指令再增加 5 个跳跃信号。

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 1~5。P1~P5 分别对应跳跃信号 SKP1~SKP5。P 未输入或输入 P0 时使用原 G31 信号，超出 0~5 范围则触发 PS340 号报警。

解释

- **跳跃信号**

  使用 X0.0、X0.1、X0.2、X0.3、X0.4。

  各跳跃信号的有效电平可以由参数 P4501 设置。

- **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。

10 Y 轴功能

将系统参数 P0405-3.2 设置为 0，Y 轴功能有效。此时，Y 轴相关参数才能显示和设置。

注

Y 轴的绝对坐标编程和显示用地址符 Y 表示，相对坐标编程和显示用地址符 V 表示。

Y 轴可实现的运动

快速运动	：G00 Y（V）_ X（U）_ Z（W）_;
进给运动	：G01 Y（V）_ X（U）_ Z（W）_ F_;
螺纹切削	：G32 Y（V）_ F_ Q_;
回参考点	：G28 Y（V）_ X（U）_ Z（W）_;
回第 2、3 参考点	：G30 P2（P3） Y（V）_ X（U）_ Z（W）_;
设坐标系	：G50 Y_ X_ Z_;
跳跃功能	：G31 Y_ X（U）_ Z（W）_ F_;
手动功能	：手动、单步、手轮、手动回零等

11 主轴功能（S 功能）

11.1 主轴速度指令

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，如果指令多个，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。

注

1 如果主轴转速和移动指令在同一程序段，可能当刀具快速移动到工件时，主轴仍未达到指定的速度。建议 S 代码和移动指令不要写在同一程序段。

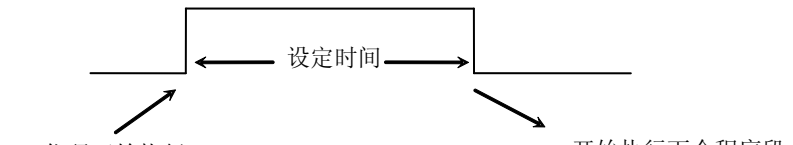
2 S 代码需要和主轴 M 指令配合使用。

11.1.1 S2 位数（主轴档位输出）

用地址 S 和其后面 2 位数控制主轴转速。

系统可提供 8 级主轴机械换档（S01~S08）。当没有选择模拟主轴机能时，即参数“SANG”（《连接调试手册》第 86 页 P0001.4 或第 177 页 P004.7）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。

S 代码的执行时间可由定时器 T01 设定。



注

1 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。

2 S2 位数有效时，若指令 S4、5 位数，则后 2 位数有效。

3 S 代码设定时间参数请参见 II-13.3。

11.1.2 S5 位数（主轴模拟输出）

解释

- **自动方式**

用地址 S 及其后面的 5 位数值，直接指令主轴的转速（rev/min），不同的机床厂家转速的单位也往往不同。

- **手动方式**

当系统使用模拟主轴时，即参数“SANG”（《连接调试手册》第 86 页 P0001.4 或第 177 页 P004.7）设为 1 时，参数“JOGS”（《连接调试手册》第 103 页 P2700.2）可选择在手动方式下模拟主轴速度的控制方式：

- JOGS＝1 时，模拟主轴速度由编程的 S 代码控制。

- JOGS＝0 时，在手动方式下，模拟主轴速度由以下参数决定：
  (1) 参数“手动方式下主轴速度的初值”（《连接调试手册》第 103 页 P2711）设定开机时手动方式下模拟主轴转速的初始值，单位为 rev/min。
  (2) 参数“手动方式下主轴速度的增量”（《连接调试手册》第 103 页 P2713）设定手动方式下的模拟主轴转速每次的增减值。增加时以参数“手动方式下主轴速度最大值”（《连接调试手册》第 103 页 P2712）为上限。

位置页面的 S 值在手动方式下显示手动主轴转速。

- **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。其模拟电压的输出值取决于主轴的档位，由系统内部控制调节。

2 当参数“JOGS”（《连接调试手册》第 103 页 P2700.2）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指手动连续进给、手轮、单步或回零（机械或程序回零）方式。

11.2 模拟主轴换档

11.2.1 模拟主轴自动换档机能

解释

- **M 代码对应的档位转速**

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。

- **相关诊断参数**

1 “GEARKP”（《连接调试手册》第 155 页 K004.6）：1/0，上电时，恢复/不恢复断电前的档位。

2 “SORCH”（《连接调试手册》第 155 页 K004.5）：1/0，换档时，模拟电压输出基准选择第一档/当前档。

3 “AGIM”（《连接调试手册》第 155 页 K004.4）：1/0：主轴档位反馈信号有效电平为高电平/低电平。

4 “AGIN”（《连接调试手册》第 155 页 K004.3）：1/0：自动换档时，总是检查/出现新 S 时检查换档到位信号。

5 “AGEARM”（《连接调试手册》第 155 页 K004.2）：1/0：主轴通过 M 指令换档/根据 S 指令自动换档。

6 “AGST”（《连接调试手册》第 155 页 K004.1）：1/0：自动换档时，需要/不需要手动完成换档（即档位到位信号输入后，是否需按“循环启动”键才能完成换档）。

7 “AGEAR”（《连接调试手册》第 155 页 K004.2）：1/0：选择模拟主轴自动换档/手动换档。

- **M 指令换档过程**

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 检查指令代码的档位与当前输出的档位是否一致。如果一致，M 代码结束，不进行换档。如果不一致，进行以下换档过程。
3 使主轴转速为诊断数据表“主轴换档低速”（《连接调试手册》第 161 页 D0056）设置的转速。如果进给轴有运动，则暂停运动。
4 延迟“主轴换档定时器 1”（《连接调试手册》第 166 页 T010）设定的时间后，关闭原档位输出信号，同时输出新档位信号。
5 若诊断参数“AGIN”（《连接调试手册》第 155 页 K004.3）设为 1，跳至第 6 步，否则跳至第 7 步。
6 检查档位到位输入信号，如果到位，跳至第 7 步。
7 延迟“主轴换档定时器 2”（《连接调试手册》第 166 页 T011）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 按新的档位输出模拟主轴转速，换档 M 指令结束。

- **S 指令换档过程**

1 轴运动停止，模拟主轴输出“主轴换档低速”（《连接调试手册》第 161 页 D0056）设定的转速。
2 延迟“主轴换档定时器 1”（《连接调试手册》第 166 页 T010）设定的时间后，输出换档信号 GEAR1~4。
3 检测档位信号 GEAR1~4 是否到位。
4 到位后，延迟“主轴换档定时器 2”（《连接调试手册》第 166 页 T011）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 按新的档位输出模拟主轴转速，S 指令结束。

11.2.2 模拟主轴手动换档机能

解释

- **主轴输入接口换档**

诊断参数“AGEAR”（《连接调试手册》第 155 页 K004.2）设为 0 时，为模拟主轴手动换档，根据输入接口的情况来确定主轴档位。

输入信号 GEAR4I（X1.2）=1，系统按“主轴 4 档最大速度”（《连接调试手册》第 161 页 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 档最大速度”（《连接调试手册》第 161 页 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 档最大速度”（《连接调试手册》第 161 页 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 档最大速度”（《连接调试手册》第 161 页 D0040）设置的最高主轴转速输出。

注

1 模拟主轴手动换档时，档位输入信号级别最低，如果选择该点为其它功能，则档位输入信号无效。
2 如果选择了模拟主轴手动换档时，不想换档，可以将 D40/D44/D48/D52 设置为相等。

11.3 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，并把与其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**

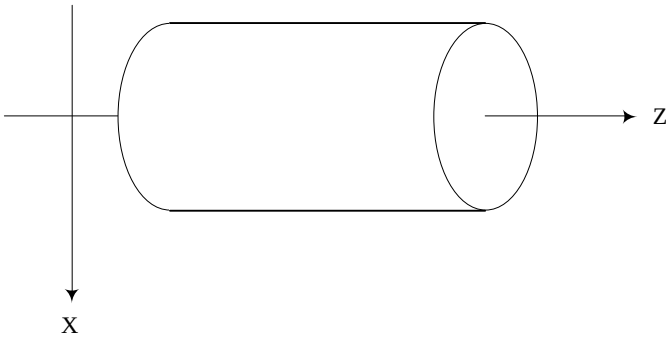
G50 S__；　用于 G 代码体系 A

S__：主轴最高转速，单位 rev/min。

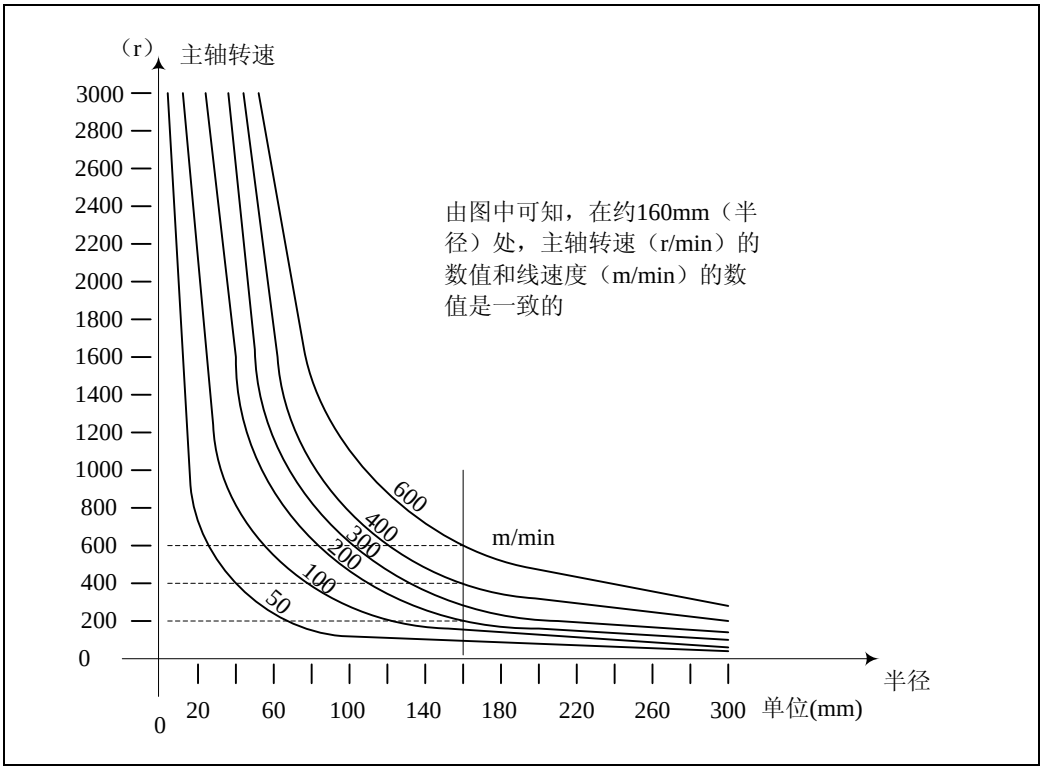
解释

- **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/G92 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，则主轴速度不会被箝制。

- **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/G92 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。

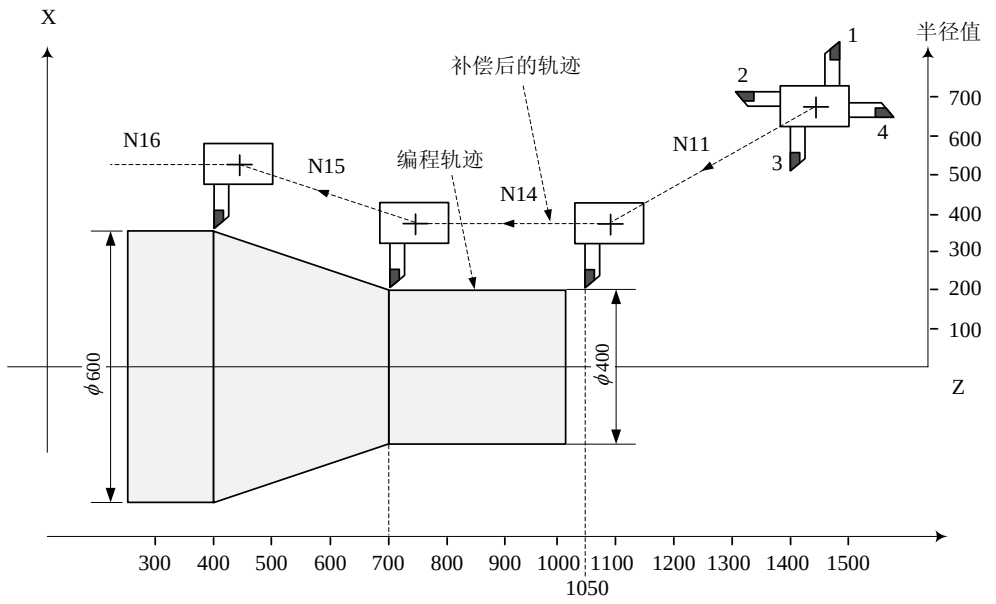
7 每转进给（G99），在恒线速控制方式下（G96），虽然无使用意义，但仍有效。

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



加工程序

N8 T0303 ; （直径指定）

N9 G00 X1000.Z1400. ;

N11 X400.Z1050. ;

N12 G50 S3000 ; （指定最高转速）

N13 G96 S200 ; （线速度 200m/min）

N14 G01 Z700. F1000. ;

N15 X600. Z400. ;

N16 Z_ ;

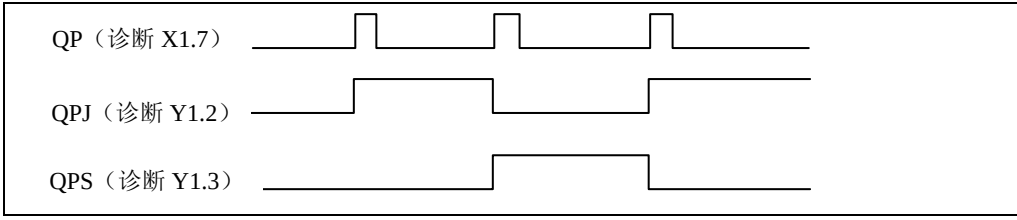
系统通过程序中的 X 坐标值进行线速度计算，使其达到指定的线速度。当有补偿时，不是用补偿后的 X 值进行计算的。上例的 N15 的终点，不是转塔中心，而是刀尖。也就是说，在Φ600 处，线速度为 200m/min。X 值为负时，取绝对值进行计算。

11.4 主轴卡盘控制

解释

- **卡盘手动控制（输入信号 QP）**

当“QPSL”（《连接调试手册》第 156 页 K008.0）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”（《连接调试手册》第 156 页 K008.1）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**

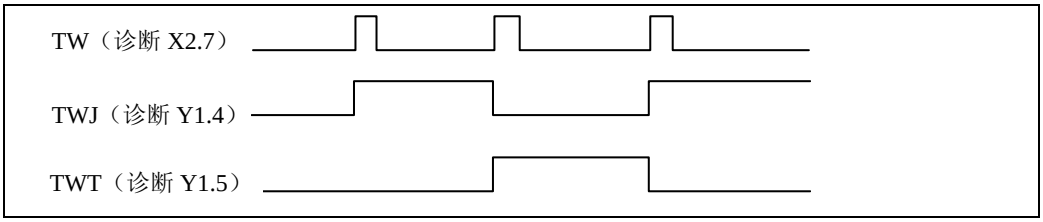
  若诊断参数“QPLS”（《连接调试手册》第 156 页 K008.2）设为 0，则卡盘输出信号 QPS/QPJ 为电平方式；若 QPLS 设为 1，则卡盘输出信号 QPS/QPJ 为脉冲方式，脉冲信号的宽度由诊断“卡盘脉冲宽度”（《连接调试手册》第 166 页 T012）设置。

11.5 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”（《连接调试手册》第 156 页 K008.4）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”（《连接调试手册》第 166 页 T013）设置。

11.6 数字主轴控制

系统配数字主轴时，既可通过速度指令使主轴旋转，也可用 G00 指令使主轴旋转角度，实现主轴定位。

注

1 将系统参数 P0410 设为 5,，且 P0405-5.3 设置为 0 时，此功能有效。

2 系统支持 G50 指令设置数字主轴的浮动零点。

定位控制

```
M60  ;          数字主轴切换到定位控制，
                位置页面左下角显示的 S ××××变成 C ×.×××
G28  C0.  ;     数字主轴回机械零点
G00  C120  ;    数字主轴定位角度为 120 度
```

速度控制

```
M61  ;          数字主轴切换到速度控制（系统默认状态）
M03  S1000  ;   数字主轴正转，速度为 1000 转/分
```

12 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”（《连接调试手册》第 160 页 D0007）设定。

格式

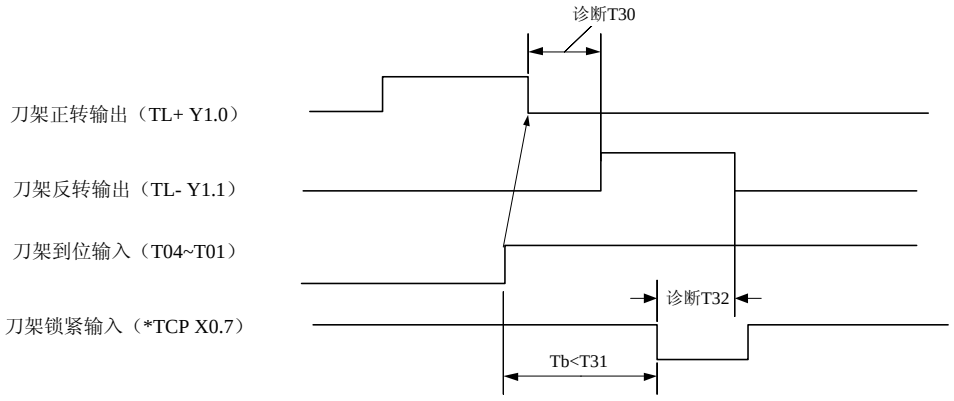
TOOXX；

OO：刀具选择号

XX：刀补号

解释

- **换刀过程（以宏达刀架为例）**



T30：刀架正转停止到反转锁紧输出的延迟时间。

T31：刀架到位到锁紧的允许时间。

T32：刀架锁紧到位到反转锁紧停止的延迟时间。

换刀过程如下：

1 T 代码开始执行时，首先输出刀架正转信号（TL+），使刀架旋转。

2 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。

3 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。

4 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-）。

5 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（自动记录在 PLC 参数）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≥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。

- **刀架输入信号检查机能**

诊断参数“TCKI”（《连接调试手册》第 159 页 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。

- **后刀架选择机能**

当诊断参数“RVX”（《连接调试手册》第 159 页 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”（《连接调试手册》第 159 页 K016.1）设定；刀架锁紧信号（*TCP）由“TCPS”（《连接调试手册》第 159 页 K016.0）设定。

注

1 一般情况下，接外部信号时，选择高电平作为有效信号。否则，当信号线断开时，会立刻认为有效。

2 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。

13 辅助功能（M 功能）

如果在地址 M 后面指令了 2 位数值，那么就把对应的信号送给机床，用来控制机床辅助功能的开关。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。

13.1 辅助功能代码

本系统提供 M00~M99 共一百个 M 代码。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。

解释

- **标准辅助功能 M 代码**

名称	功能
M00	程序暂停
M01	程序选停
M03	主轴正转
M04	主轴反转
M05	主轴停止
M08	冷却开
M09	冷却关
M10	卡盘卡紧
M11	卡盘松开
M19	第 1 主轴主轴定向
M21	特殊 M 代码
M22	特殊 M 代码
M23	特殊 M 代码
M24	特殊 M 代码
M26	吹气开
M27	吹气关
M06	调用子程序
M30	程序结束
M31	加工计数
M38	C 轴（主轴）夹紧
M39	C 轴（主轴）松开
M98	调用子程序
M99	子程序返回
M32	润滑开
M33	润滑关
M41	模拟主轴档位第一档
M42	模拟主轴档位第二档

名称	功能
M43	模拟主轴档位第三档
M44	模拟主轴档位第四档
M48	进给倍率固定 100%
M49	进给倍率恢复
M60	C 轴模式（主轴位置控制）进入
M61	C 轴模式（主轴位置控制）退出
M71	特殊 M 代码
M72	特殊 M 代码
M73	特殊 M 代码
M74	特殊 M 代码
M78	台尾进
M79	台尾退
M91	特殊 M 代码
M92	特殊 M 代码
M93	特殊 M 代码
M94	特殊 M 代码

注

1 当在程序中指定了上述以外的 M 代码时，系统将产生外部报警（01：M 代码错）并停止执行。

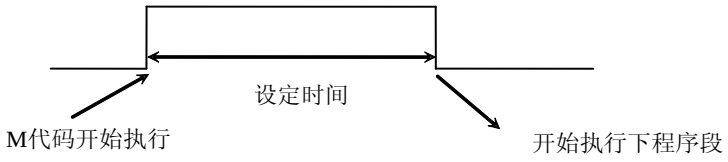
2 M 启动后，即使系统工作方式改变，也仍然保持。用手动方式按键无法关闭，可按“复位”键关闭。

3 PLC 可自定义 M 代码。

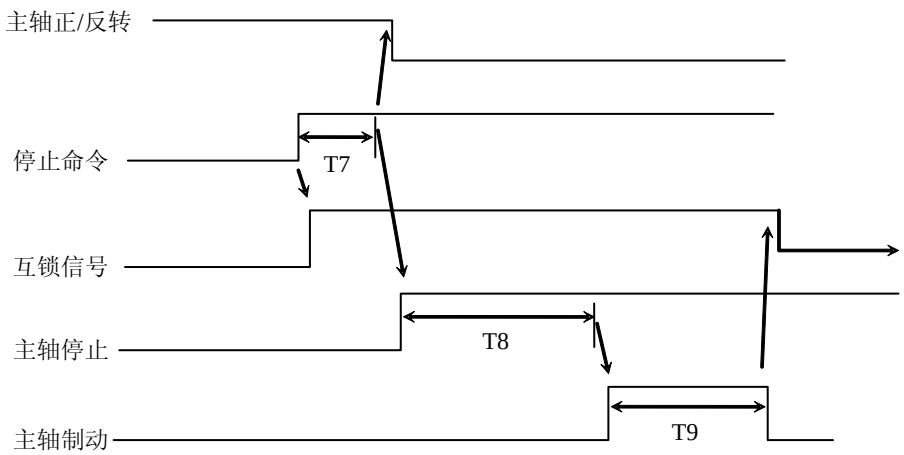
4 M 代码输出为脉冲或电平由 PLC 程序控制。

- **相关定时器**

除 M30 外，其他 M 代码的执行时间可由定时器 T00 设定。示意图如下。



主轴正反转、停止、制动等时序图及设定时间，如下所示。



T7：主轴在转动时，当发出主轴停止（自动或手动）命令后，先使能轴互锁信号，延迟 T7 后，发出主轴停止信号。该值设定在定时器 T 区 T7。

T8：从发出主轴停止信号到发出主轴制动信号的延迟时间。该值设定在定时器 T 区 T8。

T9：主轴制动时间。该值设定在定时器 T 区 T9。

- **特殊意义 M 代码**

下面的 M 代码规定了特殊的使用意义，由系统实现功能：

1 M30：程序结束，编程时必须单独一行。步骤如下：

(1) 停止自动运转，处于复位状态。

(2) 根据参数 M30（P2500.6），光标返回到主程序开头或保持不变。

(3) 根据参数 MCNO（P0001.0），加工件数由 NC 决定或由 PLC 决定。

2 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。

3 M01：程序选停。“调试/设置”页面上的“程序选停”为开时有效。

4 M98/M99：子程序调用。详情参见 II-14.1.1.2

注

1 M00、M01、M30 的下一个程序段即使存在，也不进入缓冲存储器中。

2 执行 M98/M99 时，代码信号不传送给 PLC。

13.2 特殊 M 代码

13.2.1 用户接口转跳机能（M91/M92、M93/M94）

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。

13.2.2 特殊 M 代码（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。

解释

- **相关参数**

诊断参数“SM21”（《连接调试手册》第 158 页 K013.6）决定 M21/M22/M71/M72 代码功能有效/无效。

诊断参数“SM23”（《连接调试手册》第 158 页 K013.7）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”（《连接调试手册》第 166 页 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 置为 1，则关闭接口 M23O 的输出。
7 M73：执行“M23 功能定时器”（《连接调试手册》第 166 页 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。

13.3 辅助功能参数

诊断号 T 区为 PLC 参数，用户可根据实际情况进行设定。设定方式参见操作手册。

定时器	功能
T00	M 代码执行时间
T01	S 代码执行时间
T02	T 代码执行时间
T03	换刀过程定时器
T05	自动润滑打开时间定时器
T06	自动润滑关闭时间定时器
T07	互锁开始到主轴停止输出的延时
T08	主轴停止输出到主轴制动输出的延时
T09	主轴制动输出到互锁解除的延时
T10	主轴换档定时器 1 AGEAR1
T11	主轴换档定时器 2 AGEAR2
T12	主轴换档定时器 3 AGEAR3
T14	M 代码脉冲输出宽度
T18	外部蜂鸣器输出定时器
T19	M10 延时定时器
T20	断续吹气输出定时器
T40	刀具未松开到位延时报警定时器（斗笠、圆盘刀库共用）
T41	刀具未夹紧到位延时报警定时器（斗笠、圆盘刀库共用）
T42	刀套未倒下/刀库未伸出到位延时报警定时器（斗笠、圆盘刀库共用）
T43	刀套未抬起/刀库未拉回到位延时报警定时器（斗笠、圆盘刀库共用）
T46	圆盘刀库机械手扣刀信号错误延时报警定时器
T47	圆盘刀库机械手原点信号错误延时报警定时器

13.4 与辅助功能相关的报警

与辅助机能相关的报警通过“外部报警”页面显示。常用外部报警号如下：

外部报警号	报警信息
01	M 代码错。（程序中编入了非法的 M 代码）
02	S 代码错。（程序中编入了非法的 S 代码）
03	T 代码错。（程序中编入了非法的 T 代码）
04	刀盘故障或者换刀时间设定错。
05	刀位异常。当“TCKI”（《连接调试手册》第 159 页 K016.7）设为 1 时有效。
06	M03、M04 代码指定错。（主轴正/反转时，没有停止就指定了主轴反/正转）
07	主轴旋转时指定了 S。（当主轴正在旋转时，指定了 S 代码进行主轴换档）
08	总刀位数参数设定错。
09	请进行手动主轴换档，完成后，按循环启动。
10	启动自动循环时，防护门未关闭。
11	主轴单元报警。

外部报警号	报警信息
13	请手动换档，完成后，按循环启动（选择模拟主轴时）。
14	卡盘松时，起动了主轴。
15	卡盘压力不足。

14 程序的构成

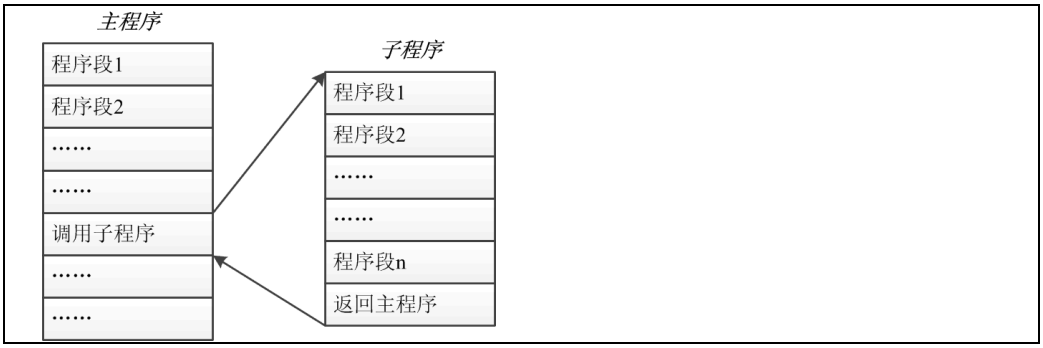
14.1 程序

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。

14.1.1 主程序和子程序

14.1.1.1 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。

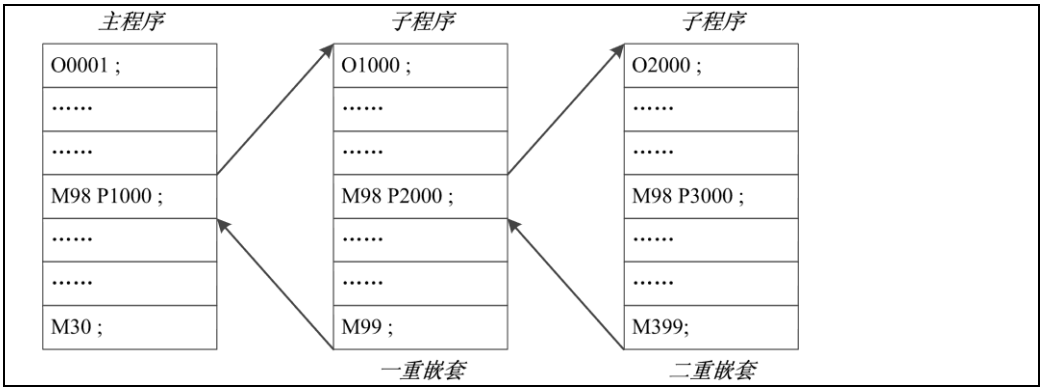


在系统存储器内，主程序和子程序合计可存储 512 个程序（标准机能），选择其中一个主程序后，便可按其指示控制数控机床工作。

关于程序的存储、选择等方法，请参见 III-9。

14.1.1.2 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）。

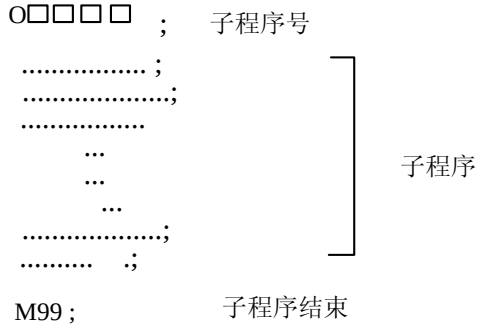


可以用一条调用子程序指令连续重复调用同一子程序，最多可重复调用 9999 次。

解释

- **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：

M98 POOOOXXXX ;

OOOO：重复调用次数。

XXXX：被调用的子程序号。

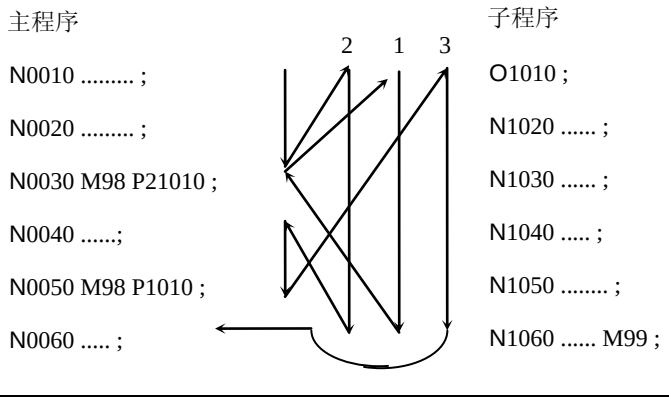
如果省略了重复次数，则认为重复次数为 1 次。

例

M98 P51002 ;

表示号码为 1002 的子程序被连续调用 5 次。

从主程序调用子程序执行的顺序，如下例所示。



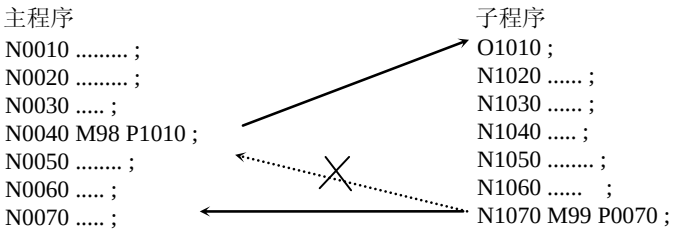
在子程序中调用子程序与在主程序中调用子程序的情况一样。

注

当检索不到用地址 P 指定的子程序号时，产生报警（PS0078）。

- **特殊使用方法**

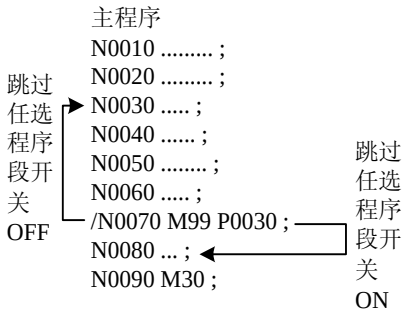
1 如果用 P 指定顺序号，当子程序结束时，不返回到调用此子程序的程序段的下一个程序段，而是返回到用 P 指定的顺序号的程序段，但是主程序在非存储器运转方式工作时，P 不起作用。这种方法返回到主程序与一般方法相比占用时间较多。



注

M99 中 P 指定的顺序号有效位为 4 位，多出的位无效。

2 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，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。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。



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。

3 DNC 运行调用子程序

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 CMOS 中。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。

14.1.2 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。）

14.1.3 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。

14.1.4 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。

14.1.5 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%。

14.1.6 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

14.1.7 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
程序号	O	1~9999
顺序号	N	1~99999
准备功能	G	0~999
尺寸字	X Y Z U V W I J K Q R	±99999.999
每分进给	F	0.001~30000.0
主轴功能	S	0~99999
刀具功能	T	0~99
辅助功能	M	0~99
暂停	X/P	0~99999.999s

功能	地址	毫米输入
G74/G75 的 X 方向移动量	P	±99999.999
子程序号重复调用次数指定	P	1~99999999
刀尖号	Q	0~9
顺序号	P/Q	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。

14.1.8 扩展 NC 字和地址

基本 NC 字是由“单个大写字母（A~Z）”+“数字”组成的单字母地址字，如：X200.000，Y200.000。

扩展 NC 字有两种表示法：

1 由“N”+“单个大写字母（A~Z）”+“数字”组成的双字母地址字，如：NX200.000，NY200.000。

2 与基本 NC 字一样，由“单个大写字母（A~Z）”+“数字”组成，但要在该字前加逗号。

基本 NC 字和扩展 NC 字可以在同一段中。

例

X200.000 Y100.000 NA300.000 ,X300.000 NC150.000 NZ300.000 ;

该段由 6 个字和一个段落结束符“;”组成。其中有两个基本字（前两个字），四个扩展字（后四个字）。逗号的作用是将紧跟其后的那个基本字转化为扩展字，对双字母地址表示的扩展字不影响。该段与下面的程序段等价：

X200.000 Y100.000 NA300.000 NX300.000 NC150.000 NZ300.000 ;

注

参数“CENCW”（《连接调试手册》第 100 页 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。

14.2 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”（《连接调试手册》第 100 页 P2500.6）控制。

14.3 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。

15 简化编程功能

15.1 攻丝固定循环

15.1.1 模拟主轴攻丝（G93）

格式

G93 Zp_ F/I_ Q_ L_ P_ ;

Zp_：指定 Zp 轴终点坐标。

F/I_：攻丝导程。I 为英制导程指定，F 为公制导程指定。

Q_：起始角偏移。

L_：加工头数。

P_：每头螺纹加工完后的暂停时间。

解释

G93 为 01 组模态 G 代码。一般情况下，G93 后应指定 01 组其它模态 G 代码。

例

```
G93 Z-100. F5. ;    攻丝循环到 Z-100.后返回。
G00 X50. ;          X 向快速定位。
```

- **执行过程**

G93 执行过程如下：

1 Zp 轴向负方向按每转进给方式（切螺纹）进给。

2 运动到程序指定的坐标后，自动停止主轴转动。主轴完全停止后，自动反向旋转主轴，Zp 退回到起始位置。

3 停止主轴旋转，恢复程序段前指定的方向旋转主轴。

- **其他说明**

1 与螺纹加工相同，在 G93 攻丝过程中，加减速曲线为直线，加/减速度由参数（P6480/P6481）设定。

2 如果 Zp 正向运动后执行 G93，由于反向运动，系统会先执行反向间隙补偿。如果配步进电机堵转，可设置更小的间隙补偿速度，或在执行 G93 前，先指令 Zp 轴负向运动。

3 主轴制动时间参数的设置会影响主轴停止后反向启动旋转的时间，请注意设置。

注

1 Zp 必须为负向运动，否则产生报警（PS0012）。
2 不能编入除 Zp 以外的其它轴指令，否则产生报警（PS0012）。
3 G93 模态有效时，如果 Zp 轴未指令，则系统产生报警（PS0012）。（之前版本在 G93 模态有效时，如果 Zp 轴未指令，则按上次保存值运动。）
4 执行 G93 之前，必须启动主轴旋转。
5 要求机床的主轴刹车时间短。系统准备时按运动值+50.000，要求输出主轴停止时，运动长度不能超出 50mm 以上。
6 要求主轴转速不能过高。
7 指定地址 I 时，为英制螺纹指定。可理解为移动 1 英寸时主轴的圈数，单位为牙/英寸。
8 笛卡儿坐标系设定会更改攻丝进给轴。
9 本版本有 F122（FG93S1/FG93S3）输出信号和 G122（NG93W1/NG93W3）等待输入信号控制功能。具体参考 PLC 接口相关说明。

15.2 单一型固定循环（G90、G92、G94）

在有些特殊的粗车加工中，由于切削量大，同一加工路线要反复切削多次。此时可利用固定循环功能，用一个程序段可实现通常由 3~10 多个程序段指令才能完成的加工路线。并且在重复切削时，只需改变数值。这个固定循环对简化程序非常有效。

有三种单一型固定循环：外圆/内圆车削循环（G90）、螺纹切削循环（G92）、端面车削循环（G94）。

单一型固定循环指令只能在 ZX 平面运行。

在下面的说明中，都是以 X 轴用直径指定为例。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。

要取消单一型固定循环方式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 组 G 代码。

15.2.1 外圆/内圆车削循环（G90）

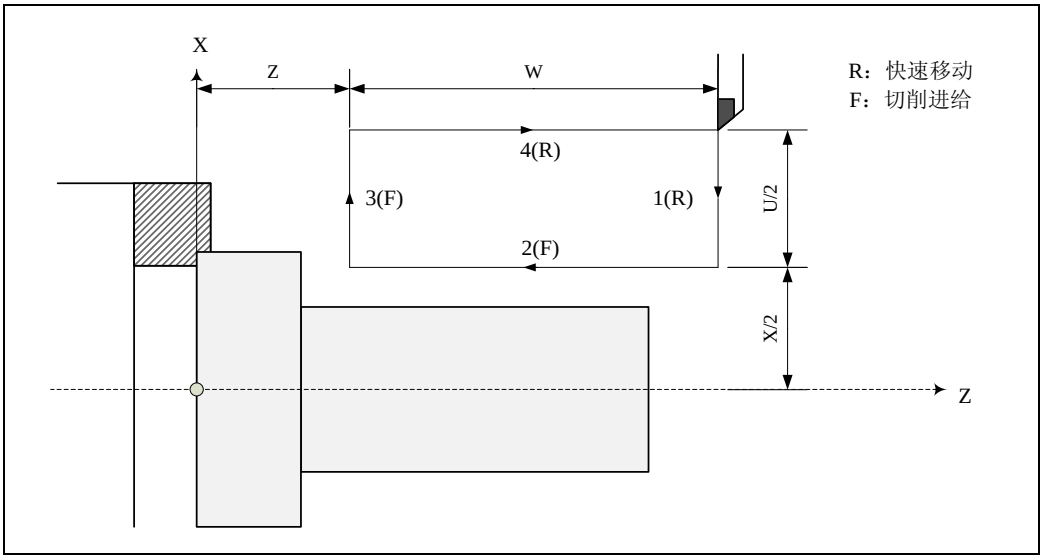
15.2.1.1 圆柱切削循环

格式

G90 X(U)__ Z(W)__ F__ ;

X(U)__ Z(W)__：纵向终点坐标（下图步骤 2 与 3 交点）或到纵向终点的移动量

F__：进给速度



解释

如上图所示，增量值指令时，地址 U、W 后的数值的符号，由轨迹 1 和 2 的方向来决定。在上述循环中，U 是负，W 也是负。在单程序段条件下，将连续执行 1、2、3、4 动作。

举例

加工程序

O0001 ;	程序号
M03 S500 ;	指定主轴正转
G00 X50. Z2. ;	刀具定位
G90 X45. Z-20. F100. ;	指定 G90 循环和 F 值
G00 X100. Z50. ;	刀具回退
M30 ;	程序结束

15.2.1.2 圆锥切削循环

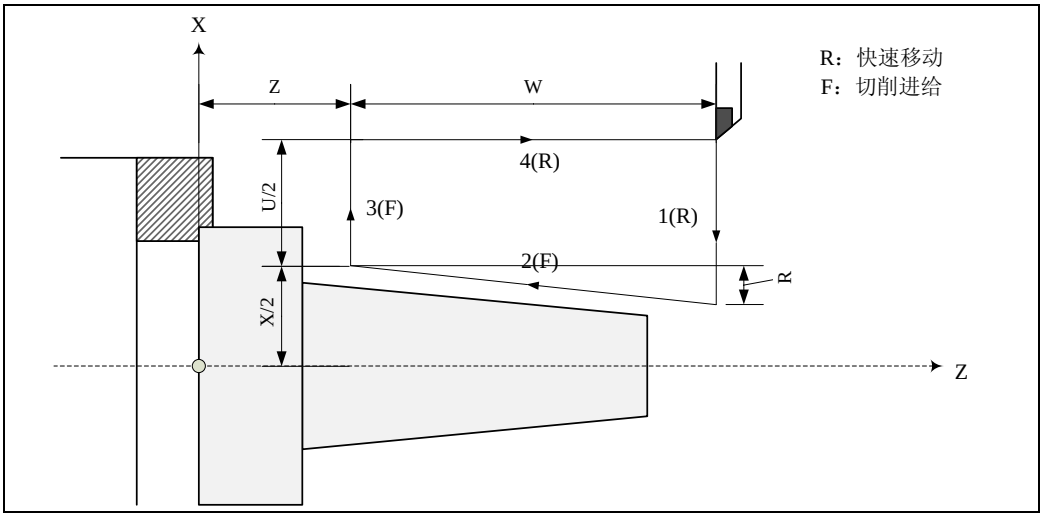
格式

G90 X(U)__ Z(W)__ R__ F__ ;

X(U)__ Z(W)__：纵向终点坐标（下图步骤 2 与 3 交点）或到纵向终点的移动量

F__：进给速度

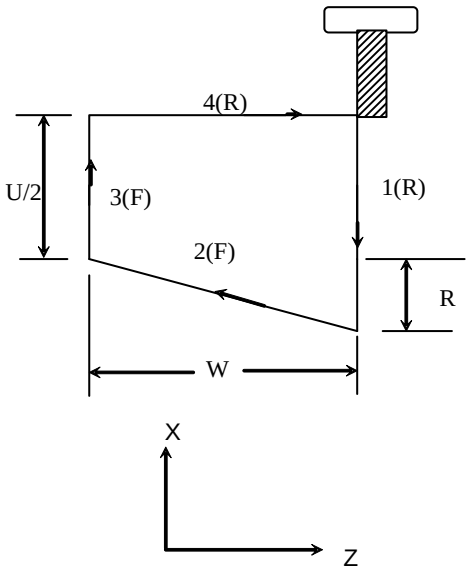
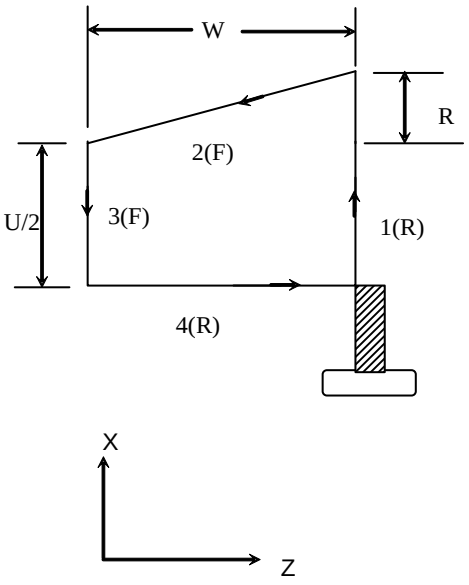
R__：最大端和最小端的半径差

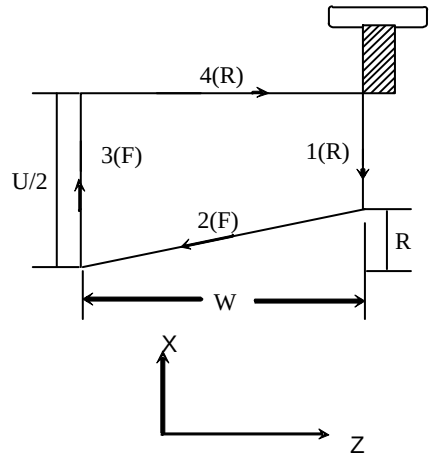
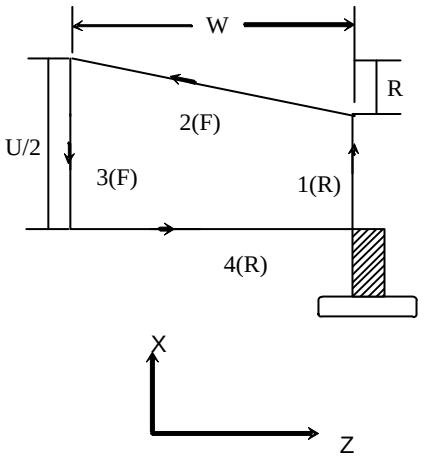


解释

如上图所示，R 值的正负决定工件正锥还是反锥体。

增量值指定时，地址 U、W、R 后数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示。

（1）U<0，W<0，R<0	（2）U>0，W<0，R>0
	

（3）U<0，W<0，R>0，但｜R｜≤｜U/2｜	（4）U>0，W<0，R<0，但｜R｜≤｜U/2｜
	

15.2.2 螺纹切削循环（G92）

15.2.2.1 直螺纹切削循环

格式

G92 X(U)__ Z(W)__ F(I)__ L(Q)__ P__ J(aj) K(ak);

X(U)__ Z(W)__：纵向终点坐标（下图步骤 2 与 3 交点）或到纵向终点的移动量。

F__：公制螺纹的导程。单位：mm，范围：0.0001~500.0000。

I__：英制螺纹的牙数，可理解为长轴移动 1 英寸时主轴的圈数。单位：牙/英寸，范围：0.060~254000.000。非模态值。

L__：多头螺纹的头数。范围：1~99。模态值。超出范围进行单头螺纹加工。

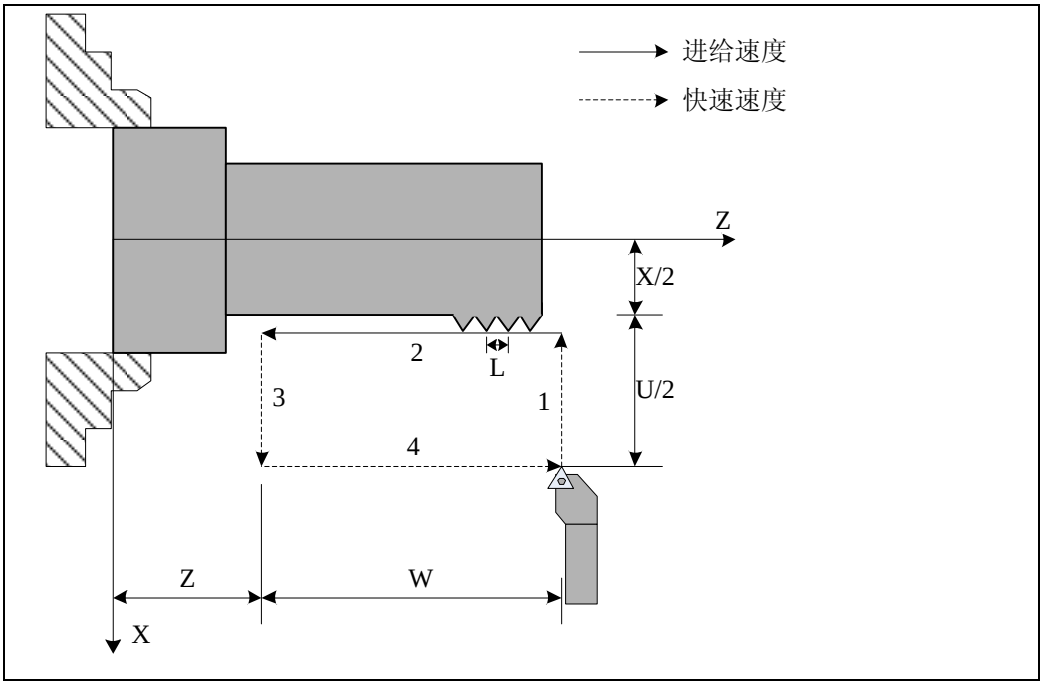
Q__：螺纹切削起始偏移角度。单位：度，范围：0~360。

P：螺纹倒角量。同 G76 中的 r，参考 G76 指令说明。

aj/ak：让刀平均加减速度系数，其比值影响退尾速度。

螺纹让刀平均加减速度实际值等于 P6483×aj/ak，aj 和 ak 可以输入任意值，只要其比值在 0.01~4.0 范围内即可。aj 和 ak 未输入时，都默认为 1.0。aj 和 ak 未输入小数点时，数据处理受 PODI 参数影响：

- PODI=1 时，J1 等价于 J1.0；
- PODI=0 时，J1 等价于 J0.001（与编程位数相关，此处以 3 位小数为例）



解释

如上图所示，增量值指令的地址 U、W 后续数值的符号，根据轨迹 1 和 2 的方向决定。即如果轨迹 1 的方向是 X 轴的负向，则 U 的数值为负。螺纹导程范围，主轴速度限制等，与 G32 的螺纹切削相同。

单程序段时，用循环起动进行 1、2、3、4 的动作。

注

1 要使用多头螺纹加工（L__）、起始角偏移螺纹加工（Q__）功能，需将参数“QSEL”（《连接调试手册》第 114 页 P6300.6 或第 181 页 P036.6）设为 1。

2 有关螺纹切削的参数与注意事项与 G32 相同，请参考 II-4.4。

3 要取消单一型固定循环方式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 组 G 代码。

15.2.2.2 圆锥螺纹切削循环

格式

G92 X(U)__ Z(W)__ R__ F(I)__ L(Q)__ P__ J(aj) K(ak) ;

X(U)__ Z(W)__：纵向终点坐标（下图步骤 2 与 3 交点）或到纵向终点的移动量。

R__：最大端和最小端的半径差。

F__：公制螺纹的导程。单位：mm，范围：0.0001~500.0000。

I__：英制螺纹的牙数，可理解为长轴移动 1 英寸时主轴的圈数。单位：牙/英寸，范围：0.060~254000.000。非模态值。

L__：多头螺纹的头数。范围：1~99。模态值。

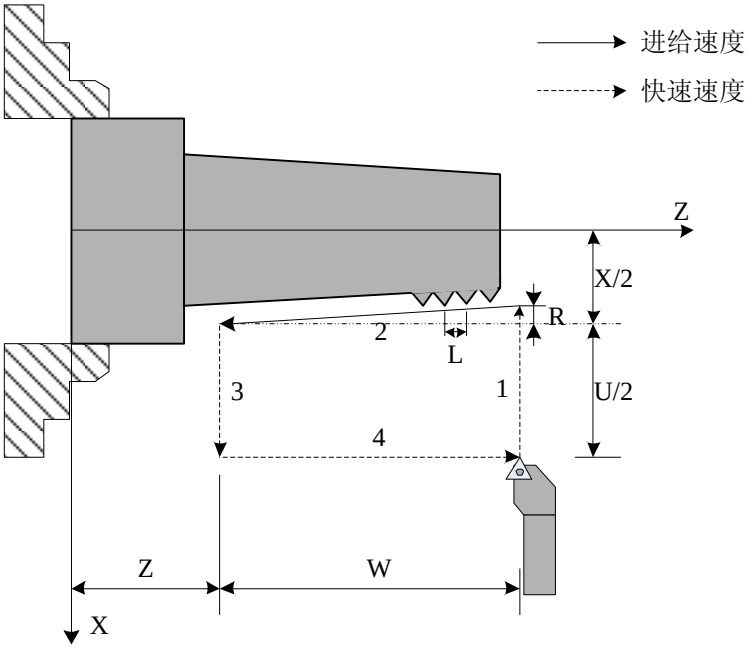
Q__：螺纹切削起始偏移角度。单位：度，范围：0~360。

P：螺纹倒角量。同 G76 中的 r，参考 G76 指令说明。

aj/ak：让刀平均加减速度系数，其比值影响退尾速度。

螺纹让刀平均加减速度实际值等于 P6483×aj/ak，aj 和 ak 可以输入任意值，只要其比值在 0.01~4.0 范围内即可。aj 和 ak 未输入时，都默认为 1.0。aj 和 ak 未输入小数点时，数据处理受 PODI 参数影响：

- PODI=1 时，J1 等价于 J1.0；
- PODI=0 时，J1 等价于 J0.001（与编程位数相关，此处以 3 位小数为例）



解释

说明与注意事项请参见上一小节“直螺纹切削循环”。

15.2.3 端面车削循环（G94）

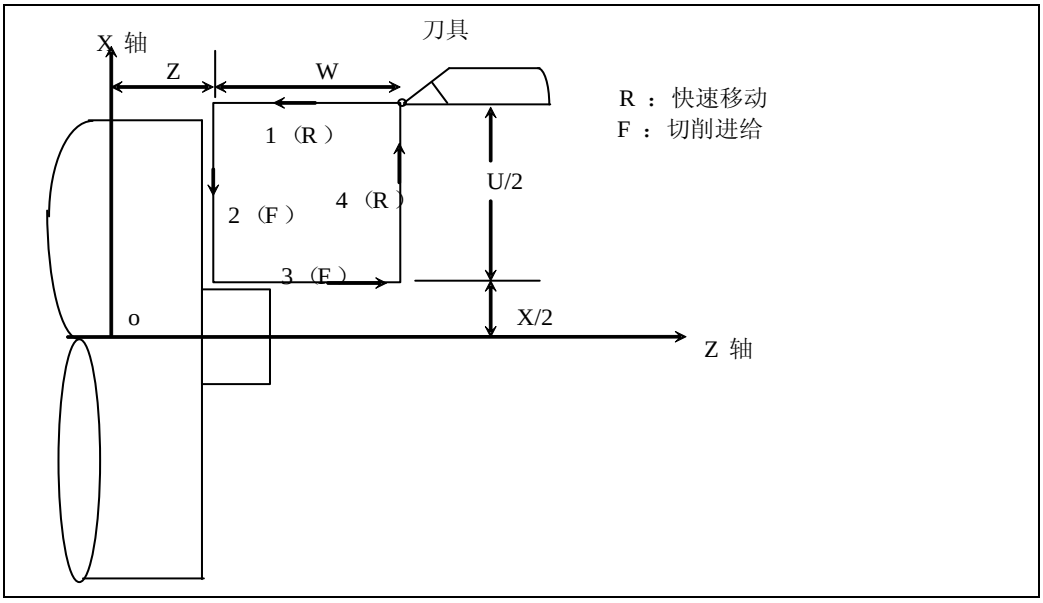
15.2.3.1 端面切削循环

格式

G94 X(U)__ Z(W)__ F__ ;

X(U)__ Z(W)__：侧向终点坐标（下图步骤 2 与 3 交点）或到侧向终点的移动量。

F__：进给速度



解释

如上图所示，增量值指令时，地址 U、W 后的数值的符号，由轨迹 1 和 2 的方向来决定。即如果轨迹 1 的方向是 Z 轴的负向，则 W 为负值。在单程序段条件下，将连续执行 1、2、3、4 动作。

15.2.3.2 锥度端面切削循环

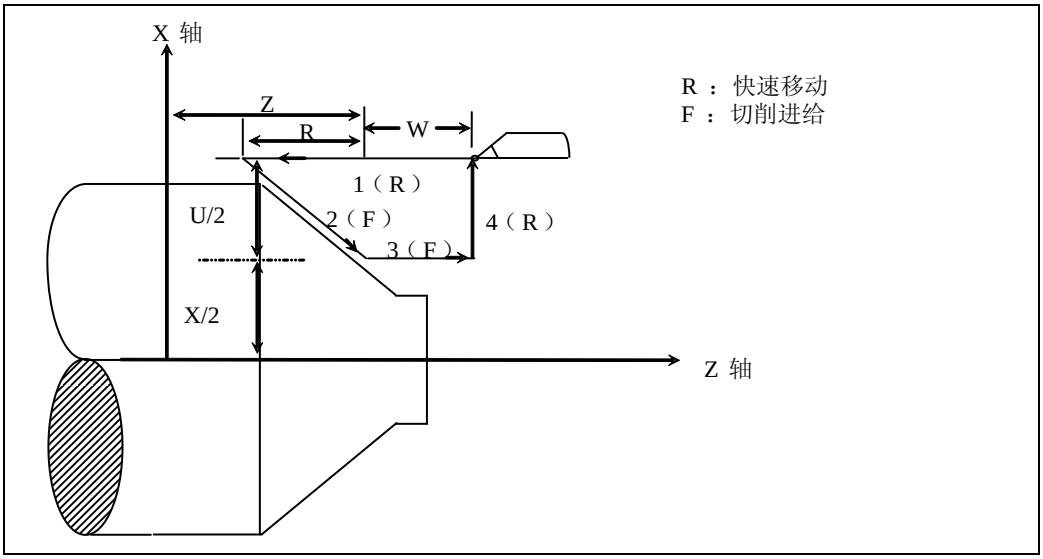
格式

G94 X(U)__ Z(W)__ R__ F__ ;

X(U)__ Z(W)__：侧向终点坐标（下图步骤 2 与 3 交点）或到侧向终点的移动量。

R__：锥度量

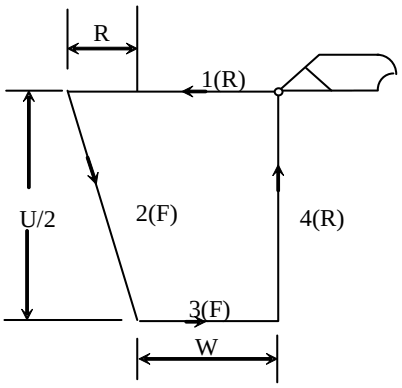
F__：进给速度



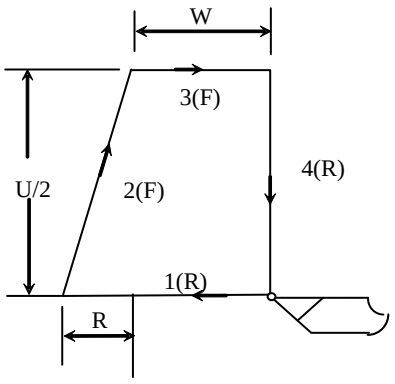
解释

增量值指定时，地址 U、W、R 后数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示。

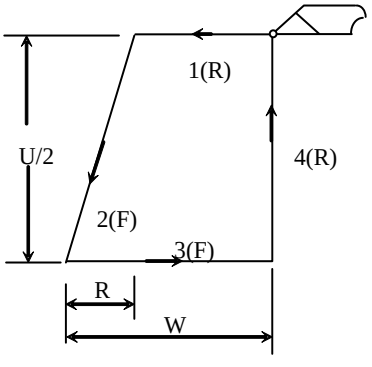
（1）U<0，W<0，R<0



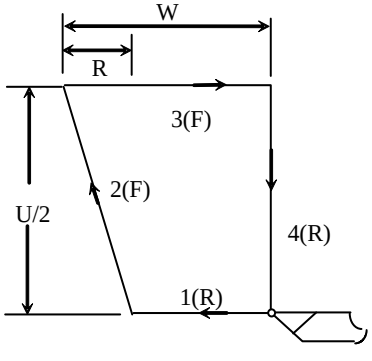
（2）U>0，W<0，R<0



（3）U<0，W<0，R>0 (｜R｜≤｜W｜)

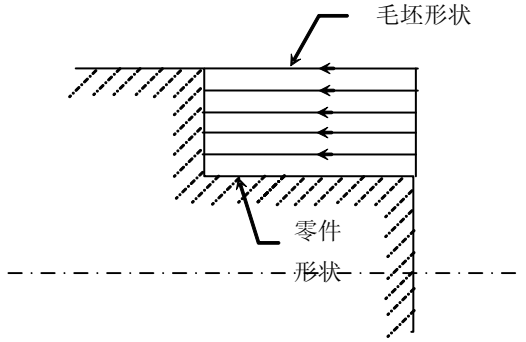
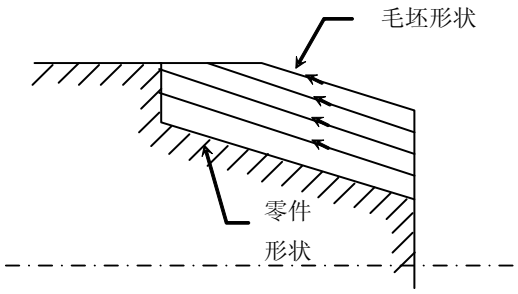


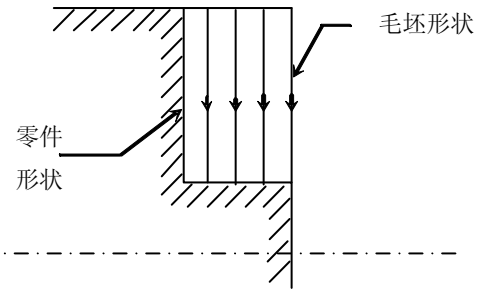
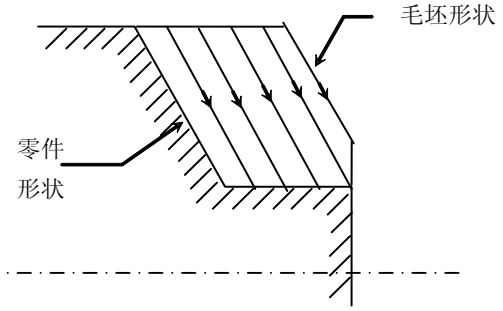
（4）U>0，W<0，R>0 (｜R｜≤｜W｜)



15.2.4 单一型固定循环的使用方法

根据毛坯形状和零件形状，选择适当的固定循环。

（1）圆柱切削循环（G90）	（2）圆锥切削循环（G90）
	

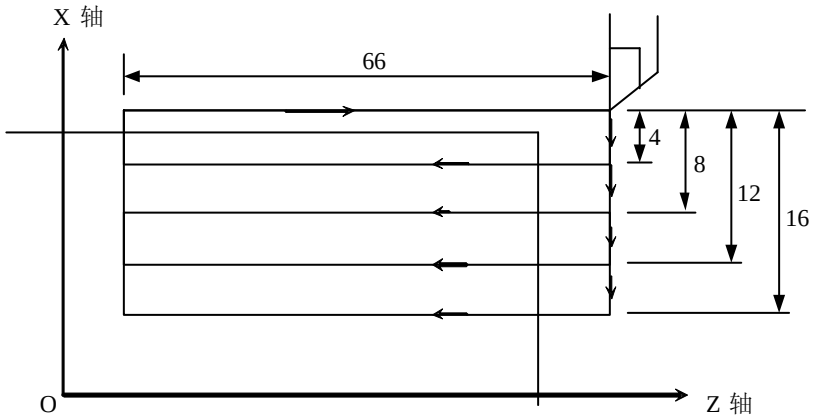
（3）端面切削循环（G94）	（4）锥度端面切削循环（G94）
	

解释

- **模态**

固定循环中的数据 X(U)、Z(W)、R 和 G90、G92、G94 一样，都是模态值。所以当没有指定新的 X(U)、Z(W)、R 时，前面指令的数据均有效。在实际使用中，Z 轴移动量相同，根据 X 轴移动指令变化，可以重复固定循环。另外，对于 X(U)、Z(W)、R 的数据，当指令了 G04 以外的非模态 G 代码或 G90、G92、G94 以外的 01 组的代码时，被清除。

例




```
O0001 ;
N020 G00 X100. Z70. ;
N030 G90 U-8.0 W-66.0 F400 ;
N040 U-16.0 ;
N050 U-24.0 ;
N060 U-32.0 ;
N070 G00 X100. Z100. ;
M30 ;
```

- **特殊使用方法**

1 固定循环程序段后面的程序段中，如果只包含 EOB（;）或者无移动指令，则重复此固定循环。

2 用 MDI 方式指令固定循环时，当此程序段运行结束后，只要移动光标到 EOB（;）处，再次按下“启动”按键，即可以进行和前面同样的固定循环。

3 在固定循环状态中，如果指令了 M、S、T，则固定循环可以和 M、S、T 功能同时执行。如果如下述例子所示那样指令 M、S、T 后，取消了固定循环（由于指令 G00、G01），再次指令固定循环即可。

例

```
O0001 ;
N003 T0101 ;
……
N010 G90 X20.0 Z-10.0 F200. ;
N011 G00 T0202 ;
N012 G90 X20.5 Z-10.0 ;
M30;
```

15.3 复合型车削固定循环（G70~G76）

复合型车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 平面（XZ 平面）中进行。以下说明中 X 轴用直径值指定，如果用户要使用半径值指定，则用 U/2 替代 U，X/2 替代 X 即可。

15.3.1 外圆粗车循环（G71）

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G71 U(Δd) R(e) ;

G71 P(ns) Q(nf) W(Δw) U(Δu) F(f) M(m) S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

下图中 A→A'→B 的精加工形状的移动指令，由顺序号 ns 到 nf 的程序来指令。

Δd：进刀量。切入方向由 AA'方向决定。该指定是模态的，一直到下次指定以前均有效。并且用参数（P3312）也可以指定，根据该指定，参数值也改变。

e：退刀量。该指定是模态的，在下次指定前均有效。用参数（P3313）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

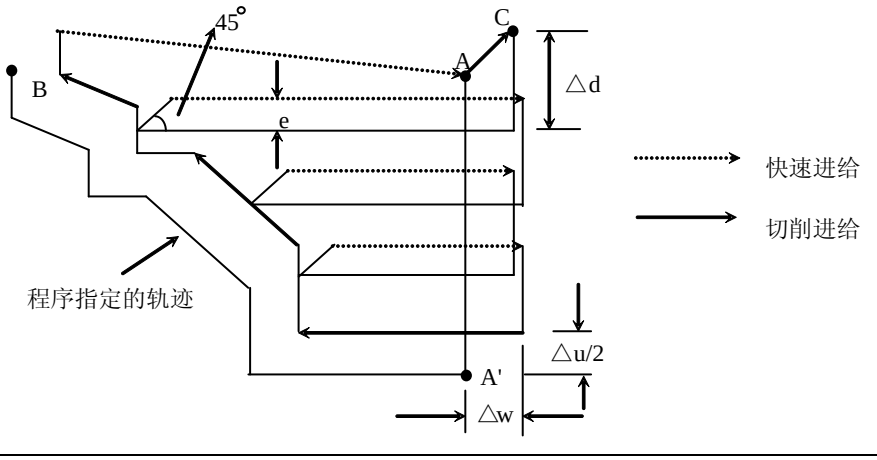
ns：精加工形状程序段群的第一个程序段的顺序号。

nf：精加工形状程序段群的最后一个程序段的顺序号。

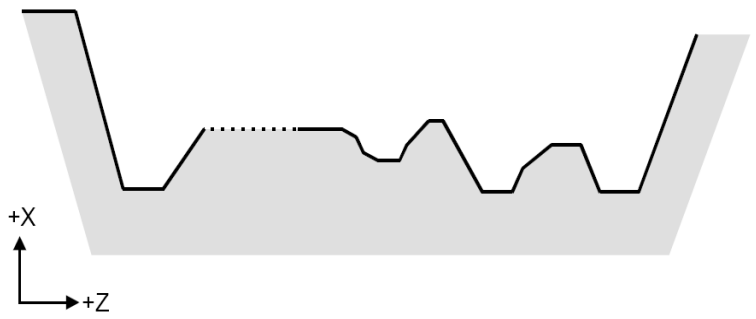
Δu：平面第 2 轴(ZX 平面时为 X 轴)方向的精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

Δw：平面第 1 轴(ZX 平面时为 Z 轴)方向精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

f、m、s、t：在 G71 循环中，顺序号 ns~nf 之间程序段中的 F、M、S、T 功能均无效，全部被忽略。仅在有 G71 指令的程序段中，F、M、S、T 是有效的。



多槽孔加工

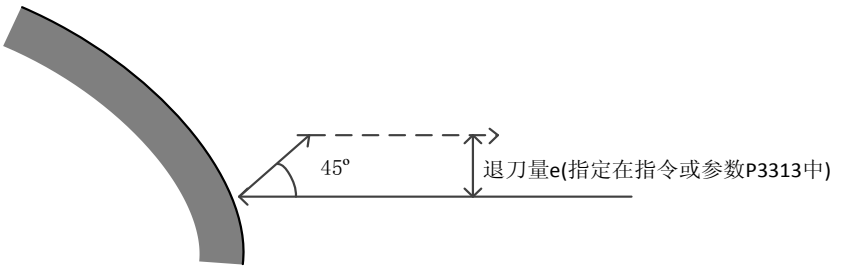


可加工如上图所示槽孔。粗车时，由离起点最近的槽孔加工起，依次加工完所有槽孔。槽孔数量不限。

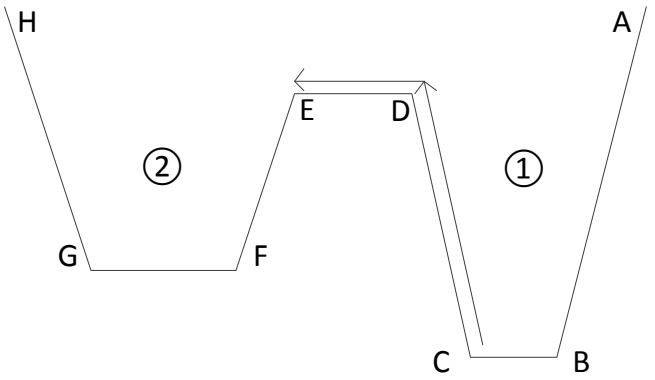
每个粗车子循环由最多 6 个阶段组成，包括“进刀”、“沿轮廓切入”、“粗车”、“沿轮廓切出”、“退刀”、“返回”。当“FCRPN”（《连接调试手册》第 106 页 P3301.7 或第 187 页 P065.7）设为 0 时，无“沿轮廓切出”阶段，否则有该阶段。

- **FCRPN=0**

无轮廓切出阶段时，采用 45 度退刀(如下图)。但是，在当前槽孔粗车完后，以切削方式沿精车轮廓走到下一个槽孔起点，开始粗车下一个槽孔。沿轮廓走到下一个槽孔的过程，可以省去粗车完所有槽孔后，不需要再进行粗车轮廓。

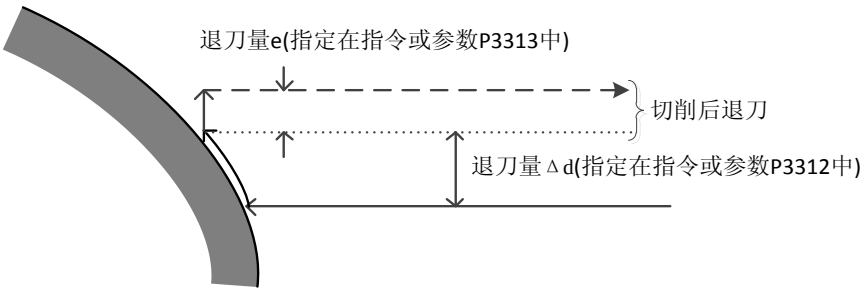


无轮廓切出阶段时，从槽①底部到槽②时沿轮廓切削路径示意图如下：

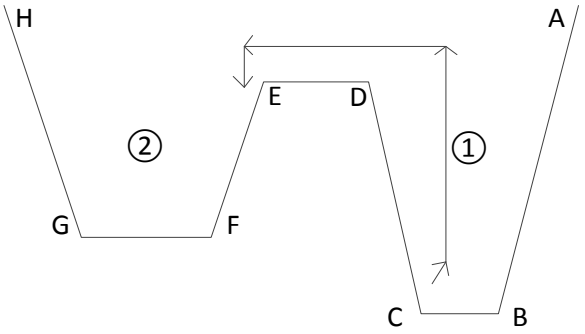


- **FCRPN=1**

有轮廓切出阶段时，粗车后沿轮廓切出，然后再退刀。但是，在当前槽孔粗车完后，沿 45 度方向让刀，然后定位到下一个槽孔起点，开始粗车下一个槽孔。有了轮廓切入和轮廓切出阶段，粗车完所有槽孔后，也不需要再进行粗车轮廓。



有轮廓切出阶段时，从槽①底部到槽②时定位路径示意图



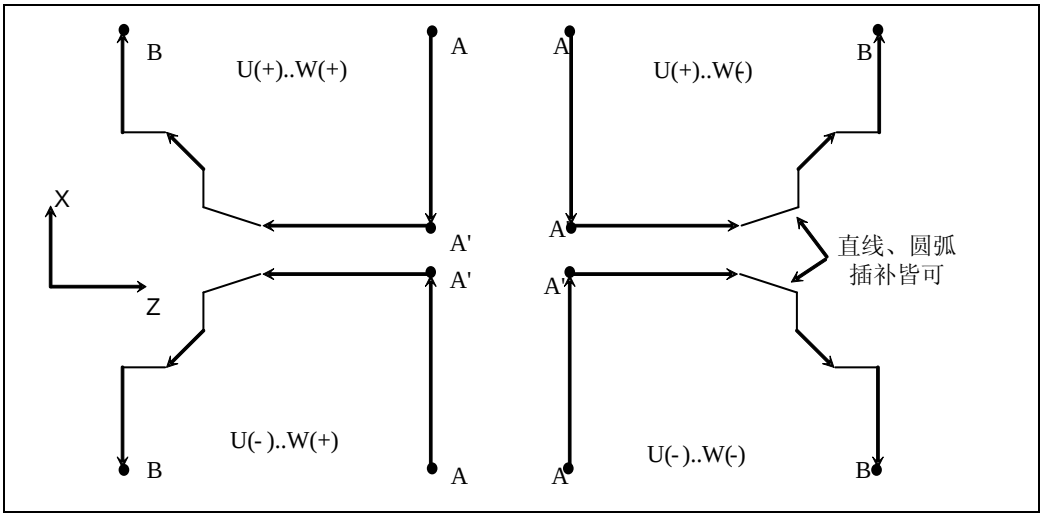
解释

- **动作**

如上图所示，在程序中，给出 A→A'→B 之间的精加工形状。留出Δ U/2、Δ W 精加工余量，用Δ d 表示每次的切削的进刀量。执行完沿平面第 2 轴（ZX 平面时为 X 轴）方向的最后切削后，沿着精削形状进行粗车轮廓切削。等粗车轮廓加工结束后，执行由 Q 指定的程序段的下一个程序段。

- **形状**

根据Δ u、Δ w 的符号，用 G71 切削的形状，具有下述四种情况。无论哪种都是将刀具平行移动到平面第 1 轴(ZX 平面时为 Z 轴)后切削工件，此时Δ u、Δ w 的符号如下图所示。



- **单调性检查**

对平面第 1 轴的单调性进行检查，如果非单调变化，那么报警 PS0381。

在 U(+)的情况下，不可加工具有比循环起点更高位置的形状。在 U(-)的情况下，不可加工具有比循环起点更低位置的形状。

设置参数“NCCDMN”（《连接调试手册》第 106 页 P3301.5 或第 187 页 P065.5）可屏蔽此项检查，但不建议使用。

- **开头程序段**

需要在精削形状程序的开头程序段(顺序号 ns 的程序段中 A-A'间的指令)中指定 G00 或 G01 指令，否则报警 PS0065。

注

1 Δd 和 Δu 都用同一地址指定，其区分是根据该程序段有无指定 P、Q。

2 当 Δd/Δu/Δw 所用地址与平面所要求的地址不符时，产生报警(PS0391)。

3 循环动作由 P、Q 指定的 G71 指令进行。

4 在 A 至 B 间的移动指令中的 F、M、S、T 无效，G71 程序段或以前指令的 F、M、S、T 有效。

5 当具有恒线速控制选择功能时，在 A 至 B 间移动指令中的 G96 或 G97 无效，在 G71 或之前程序段中有效。

6 当具有每转进给功能时，在 A 至 B 间移动指令中的 G94 或 G95 无效，在 G71 或之前程序段中有效。

7 在顺序号 ns 到 nf 的程序段中，不能调用子程序。

8 在程序段 ns~nf 之间，可以指定 G70 精加工循环时所需的 F、M、S、T 值。

9 P、Q 地址此处指定时不允许带小数点，否则产生报警（PS1202）。

15.3.2 端面粗车循环（G72）

与 G71 相同，G72 用与 X 轴平行的动作进行切削。

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G72 W(Δd) R(e) ;

G72 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) F(f) M(m) S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

下图中 A→A'→B 的精加工形状的移动指令，由顺序号 ns 到 nf 的程序来指令。

Δd：进刀量。切入方向由 AA'方向决定。该指定是模态的，一直到下次指定以前均有效。并且用参数（P3312）也可以指定，根据该指定，参数值也改变。

e：退刀量。该指定是模态的，在下次指定前均有效。用参数（P3313）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

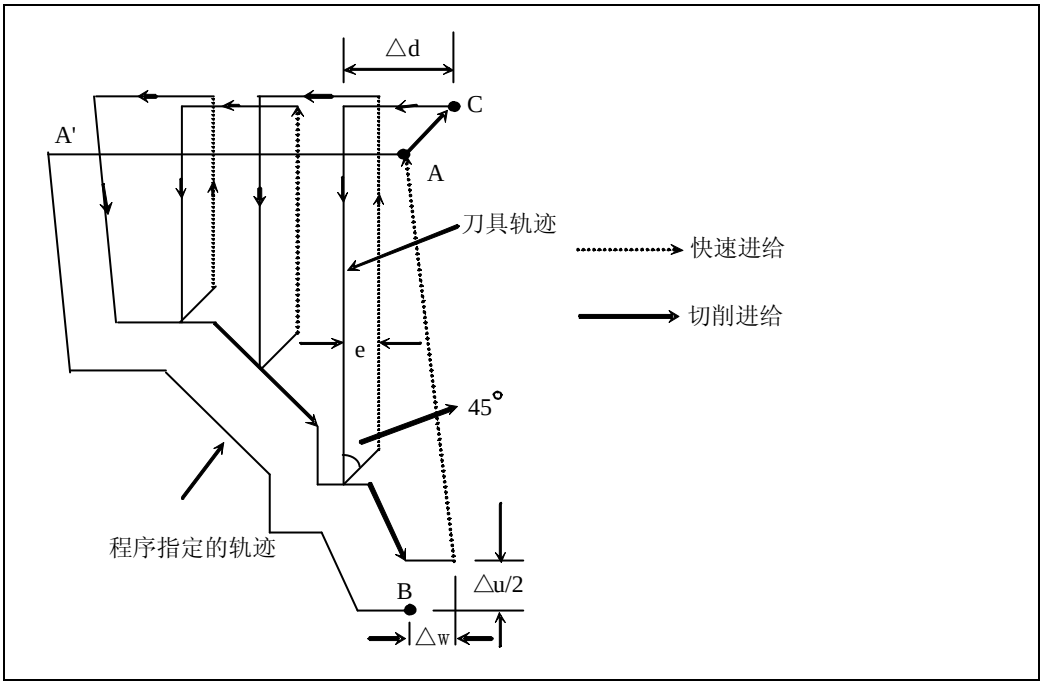
ns：精加工形状程序段群的第一个程序段的顺序号。

nf：精加工形状程序段群的最后一个程序段的顺序号。

Δu：平面第 2 轴(ZX 平面时为 X 轴)方向的精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

Δw：平面第 1 轴(ZX 平面时为 Z 轴)方向精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

f、m、s、t：在 G72 循环中，顺序号 ns~nf 之间程序段中的 F、M、S、T 功能均无效，全部被忽略。仅在有 G72 指令的程序段中，F、M、S、T 是有效的。



多槽孔加工

请参考 G71 说明，这里仅描述与 G71 的不同之处。

G72 通过平行于 X 轴移动刀具来切削工件。

形状在 Z 轴方向不必是单调增加或单调减少，可以设置凹陷部分(槽孔)，但是 X 轴方向必须是单调变化的。

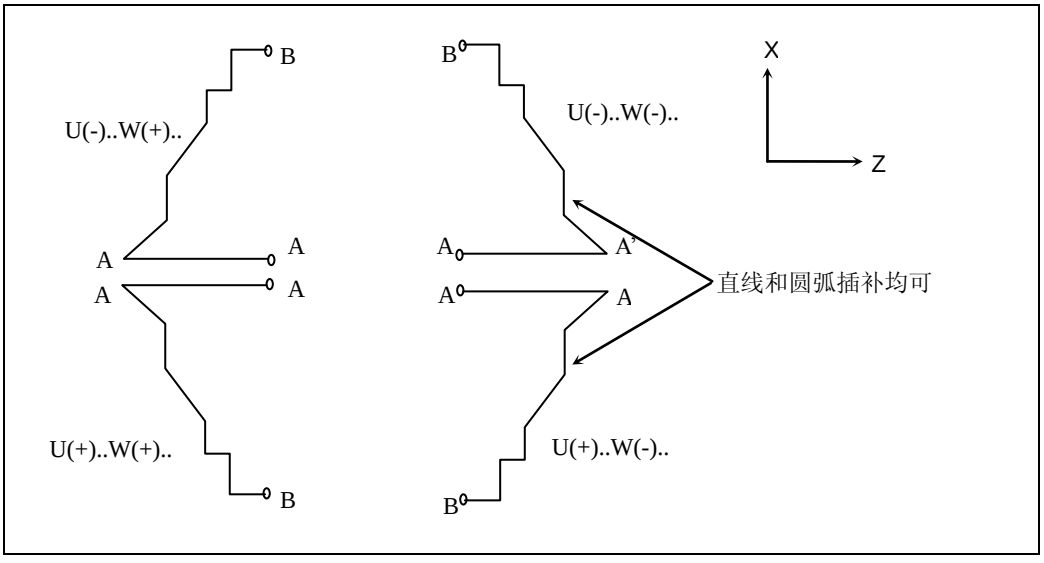
解释

- **动作**

如上图所示，在程序中，给出 A→A'→B 之间的精加工形状。留出 Δ U/2、Δ W 精加工余量，用 Δ d 表示每次的切削的进刀量。

- **形状**

根据 Δ u、Δ w 的符号，用 G72 切削的形状，具有下述四种情况。无论哪种都是根据刀具平行移动到 X 轴后切削工件，此时 Δ u、Δ w 符号如下图所示。



- **单调性检查**

对平面第 2 轴的单调性进行检查，如果非单调变化，那么报警 PS0381。

在 W(+)的情况下，不可加工具有比循环起点更高位置的形状。在 W(-)的情况下，不可加工具有比循环起点更低位置的形状。

设置参数“NCCDMN”（《连接调试手册》第 106 页 P3301.5 或第 187 页 P065.5）可屏蔽此项检查，但不建议使用。

- **开头程序段**

需要在精削形状程序的开头程序段(顺序号 ns 的程序段中 A-A'间的指令)中指定 G00 或 G01 指令，否则报警 PS0065。

注

1 Δd 和 Δu 都用同一地址指定，其区分是根据该程序段有无指定 P、Q。
2 当 Δd/Δu/Δw 所用地址与平面所要求的地址不符时，产生报警(PS0391)。
3 循环动作由 P、Q 指定的 G72 指令进行。
4 在 A 至 B 间的移动指令中的 F、M、S、T 无效，G72 程序段或以前指令的 F、M、S、T 有效。
5 当具有恒线速控制选择功能时，在 A 至 B 间移动指令中的 G96 或 G97 无效，在 G72 或之前程序段中有效。
6 当具有每转进给功能时，在 A 至 B 间移动指令中的 G94 或 G95 无效，在 G72 或之前程序段中有效。
7 在顺序号 ns 到 nf 的程序段中，不能调用子程序。
8 在程序段 ns~nf 之间，可以指定 G70 精加工循环时所需的 F、M、S、T 值。
9 P、Q 地址此处指定时不允许带小数点，否则产生报警（PS1202）。

15.3.3 封闭切削循环（G73）

利用该循环，可以按同一轨迹重复切削，每次切削刀具向工件移动一次。因此，对于锻造、铸造等粗加工已初步形成的毛坯，可以高效率地加工。

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G73 W(Δk) U(Δi) R(d) ;

G73 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) F(f) M(m) S(s) T(t) ;

N(ns) ;

……

N(nf) ;

下图中 A→A'→B 的精加工形状的移动指令，由顺序号 ns 到 nf 的程序来指令。

Δi：X 轴方向退刀的距离及方向。这个指定是模态的，一直到下次指定前均有效。并且用参数（P3314）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

Δk：Z 轴方向退刀的距离及方向。这个指定是模态的，一直到下次指定前均有效。并且用参数（P3315）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

d：分割次数，等于粗车次数。该指定是模态的，直到下次指定前均有效。也可以用参数（P3316）指定，根据该指定，参数值也改变。如编入 R5，会分割 5 次。

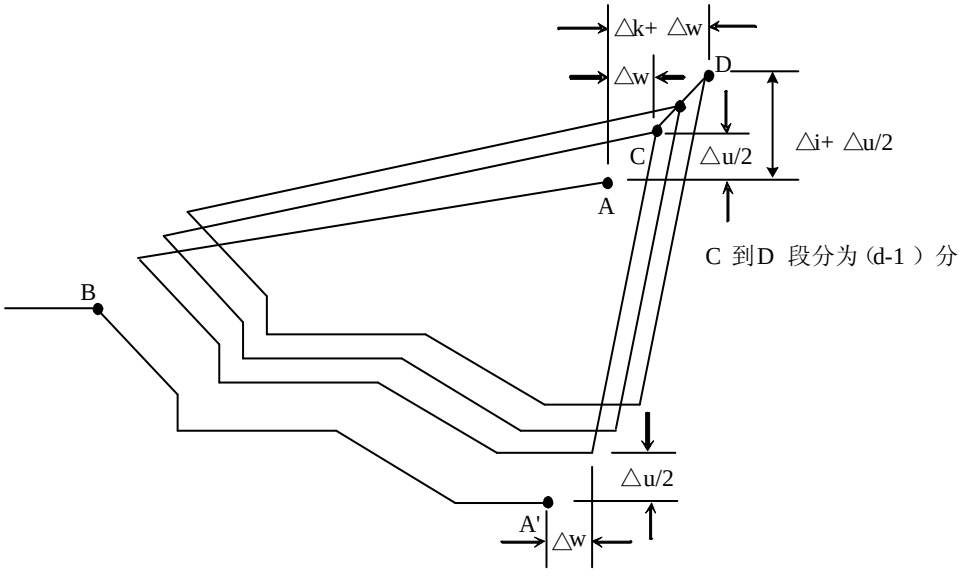
ns：精加工形状程序段群的第一个程序段的顺序号。

nf：精加工形状程序段群的最后一个程序段的顺序号。

Δu：X 轴方向精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

Δw：Z 轴方向精加工余量的距离及方向，不设置时默认为 0。

f、m、s、t：在 G73 循环中，顺序号 ns~nf 之间程序段中的 F、M、S、T 功能均无效，全部被忽略。仅在有 G73 指令的程序段中，F、M、S、T 是有效的。



注

1 Δi、Δk、Δu、Δw 都用地址 U、W 指定，其区分是根据改程序段有无指定 P、Q。

2 当Δi/Δk/Δu/Δw 所用地址与平面所要求的地址不符时，产生报警(PS0391)。例如：G18 平面需要使用 W、U 指定Δk、Δi 时，如果输入 V 地址，那么报警。

3 循环动作由 P、Q 指定的 G73 指令进行。

4 G73 的切削形状同 G71 一样可分为四种，编程时请注意Δi、Δk、Δu、Δw 的符号。循环结束后，刀具返回 A 点。

5 G73 可以加工内凹的工件，所以在指定退刀量时要格外小心，一旦指定得不合理，则在退刀时有可能会撞上前面凸出的部位。一般选取退刀量时可以设定为最大余量的单边值。

6 P、Q 地址此处指定时不允许带小数点，否则产生报警（PS1202）。

7 R 地址此处指定时不应带小数点，如果编入小数点，那么自动取整数部分。

15.3.4 精加工循环（G70）

在用 G71、G72 或 G73 粗车后，可用 G70 精车。

格式

G70 P(ns) Q(nf) ;

ns：精加工形状程序段群的第一个程序段的顺序号。

nf：精加工形状程序段群的最后一个程序段的顺序号。

注

1 在 G71、G72、G73 程序段中指令的 F、M、S、T，对 G70 程序段无效。而顺序号 ns~nf 间指令的 F、M、S、T 对 G70 有效。

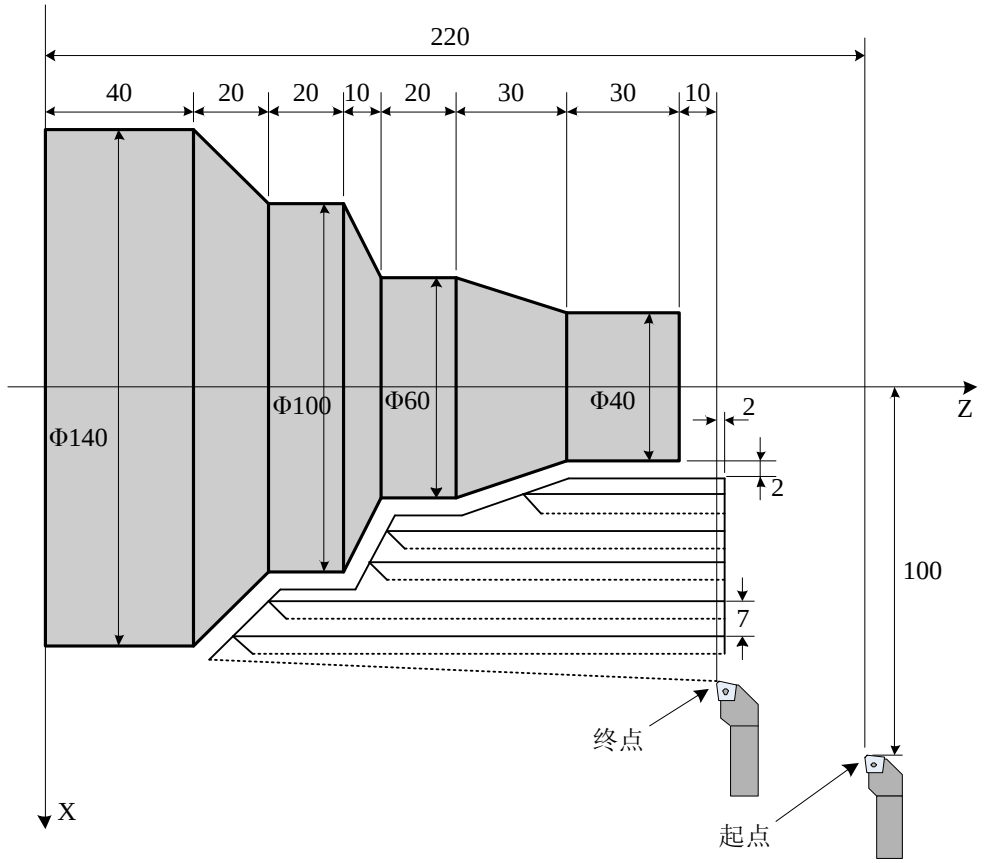
2 G70 的循环一结束，刀具就快速移动返回始点，并开始读入 G70 循环的下个程序段。

3 指令 G70~G73 时，在被使用的顺序号 ns~nf 间的程序段中，不能调用子程序。

4 P、Q 地址此处指定时不允许带小数点，否则产生报警（PS1202）。

举例

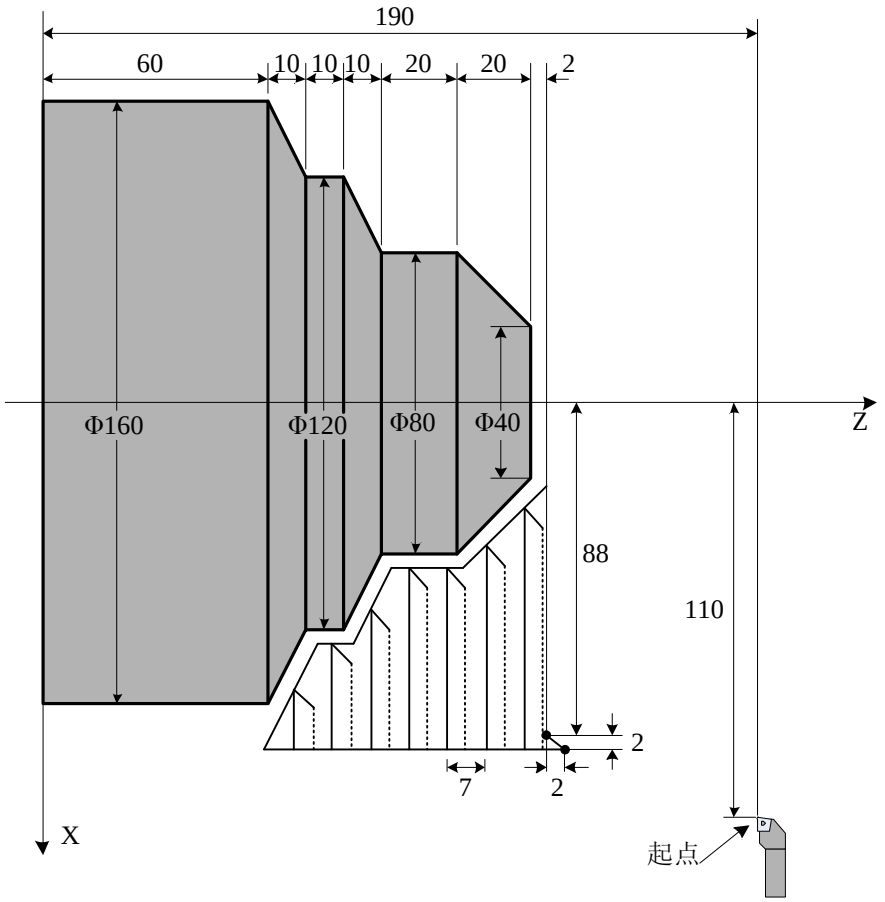
- **复合型固定循环（G70、G71）的实例**



（直径指定，公制输入）

```
N010 G50 X200.0 Z220.0 ;
N011 G00 X160.0 Z180.0 ;
N012 G71 U7.0 R1.0 ;
N013 G71 P014 Q020 U4.0 W2.0 F300.0 S800 ;
N014 G00 X40.0 F100.0 S1000 ;
N015 G01 W-40.0 ;
N016 X60.0 W-30.0 ;
N017 W-20.0 ;
N018 X100.0 W-10.0 ;
N019 W-20.0 ;
N020 X140.0 W-20.0 ;
N021 G70 P014 Q020 ;
```

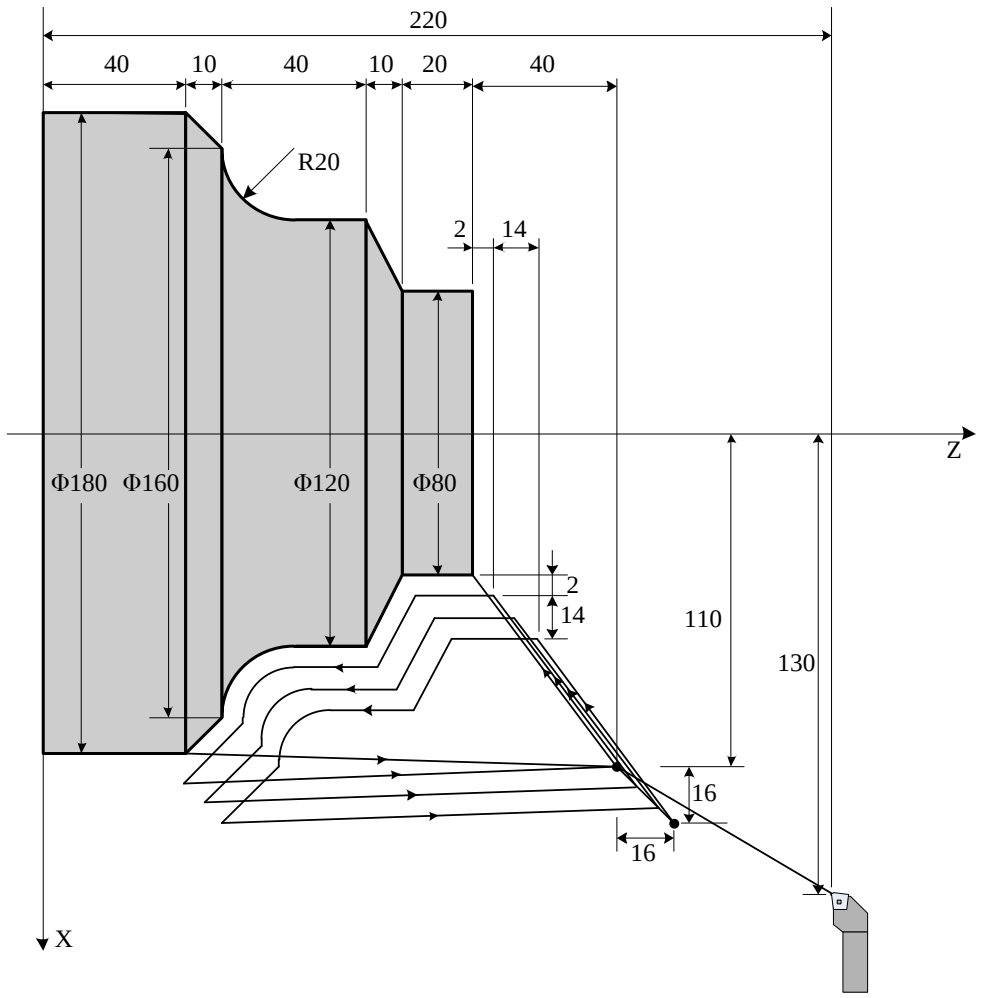
- **复合型固定循环（G70、G72）的实例**



（直径指定，公制输入）

```
N010 G50 X220.0 Z190.0 ;
N011 G00 X176.0 Z132.0 ;
N012 G72 W7.0 R1.0 ;
N013 G72 P014 Q019 U4.0 W2.0 F300 S800 ;
N014 G00 Z56.0 S1000 ;
N015 G01 X120.0 W14.0 F150.0 ;
N016 W10.0 ;
N017 X80.0 W10.0 ;
N018 W20.0 ;
N019 X36.0 W22.0 ;
N020 G70 P014 Q019 ;
```

- **复合型固定循环（G70、G73）的实例**



（直径指定，公制输入）

```
N010 G50 X260.0 Z220.0 ;
N011 G00 X220.0 Z160.0 ;
N012 G73 U14.0 W14.0 R3 ;
N013 G73 P014 Q019 U4.0 W2.0 F300 S0180 ;
N014 G00 X80.0 W-40.0 ;
N015 G01 W-20.0 F150.0 S0600 ;
N016 X120.0 W-10.0 ;
N017 W-20.0 S0400 ;
N018 G02 X160.0 W-20.0 R20.0 ;
N019 G01 X180.0 W-10.0 S0280 ;
N020 G70 P014 Q019 ;
```

15.3.5 端面深孔加工循环（G74）

G74 指令可以进行外圆切削的断屑处理。另外，如果省略 X(U)、P，只进行 Z 轴动作，则变为深孔钻循环。

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G74 R(e) ;

G74 Z(W) X(U) Q(Δk) P(Δi) R(Δd) F(f) ;

e：回退量。这个指定是模态的，在下次指定前一直有效。并且用参数（P3317）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

X(U)：X 轴方向的终点坐标值，绝对值或相对值指定。

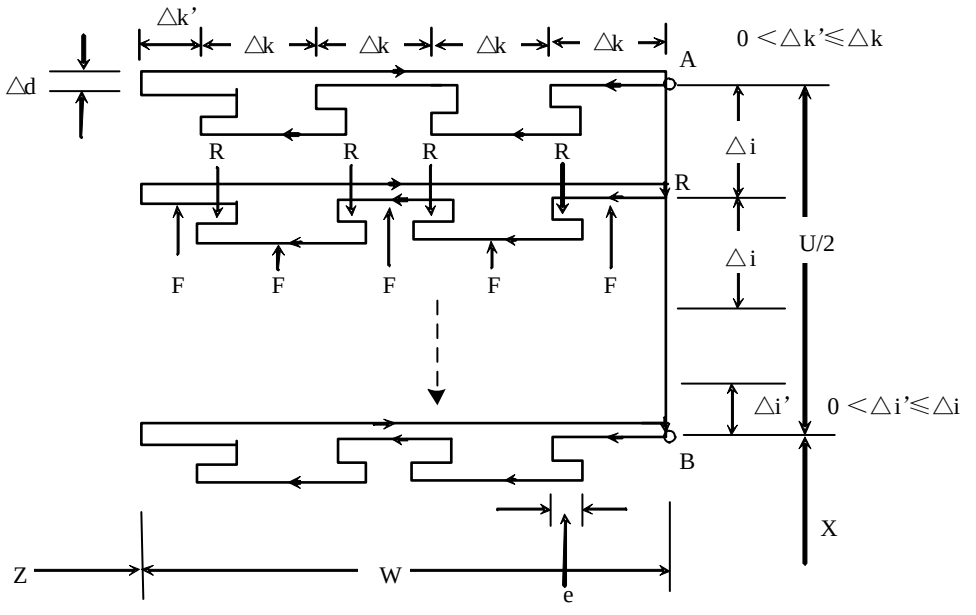
Z(W)：Z 轴方向的终点坐标值，绝对值或相对值指定。

Δi：X 轴方向的移动量

Δk：Z 轴方向的移动量

Δd：刀具在切削底部时，X 轴方向的退刀量。打直孔时通常不需要设定。设定时请考虑退刀值是否满足实际情况。

f：进给速度。



注

1 e 和Δd 都用地址 R 指定，它们的区别根据有无指定平面内轴来确定。即如果指定轴指令，则 R 指定的是Δd。

2 循环动作通过指定轴指令的 G74 指令进行。

3 当参数“G74S”(《连接调试手册》第 106 页 P3300.2）设为 1 时，系统具有回退到加工起点功能。该机能有效时，加工循环中，每次的回退位置为超过加工起始位置距离 e 处，下一步再快速进给到新的加工点之前距离 e 处。其它循环过程不变。

4 Δd 通常以正值指定，但是当省略 X 轴或 X 轴移动量为 0 时，即深孔钻循环，可以指定退刀方向的符号，此时Δi 指定无意义。

5 P、Q 地址是否允许编入小数点，与位参数“PQDOT”(《连接调试手册》第 106 页 P3300.1）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”)。

15.3.6 外圆、内圆切槽循环（G75）

G75 指令相当于在 G74 中，将 X 轴和 Z 轴调换。在此循环中，可以进行端面切削的断屑处理。另外，如果省略 Z 轴或 Z 轴移动量为 0，则可以对外径进行切槽加工和切断加工。

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G75 R(e) ;

G75 Z(W) X(U) Q(Δk) P(Δi) R(Δd) F(f) ;

e：回退量。这个指定是模态的，在下次指定前一直有效。并且用参数（P3317）也可设定，根据该指定，参数值也改变。

Z(W)：Z 轴方向的终点坐标值，绝对值或相对值指定。

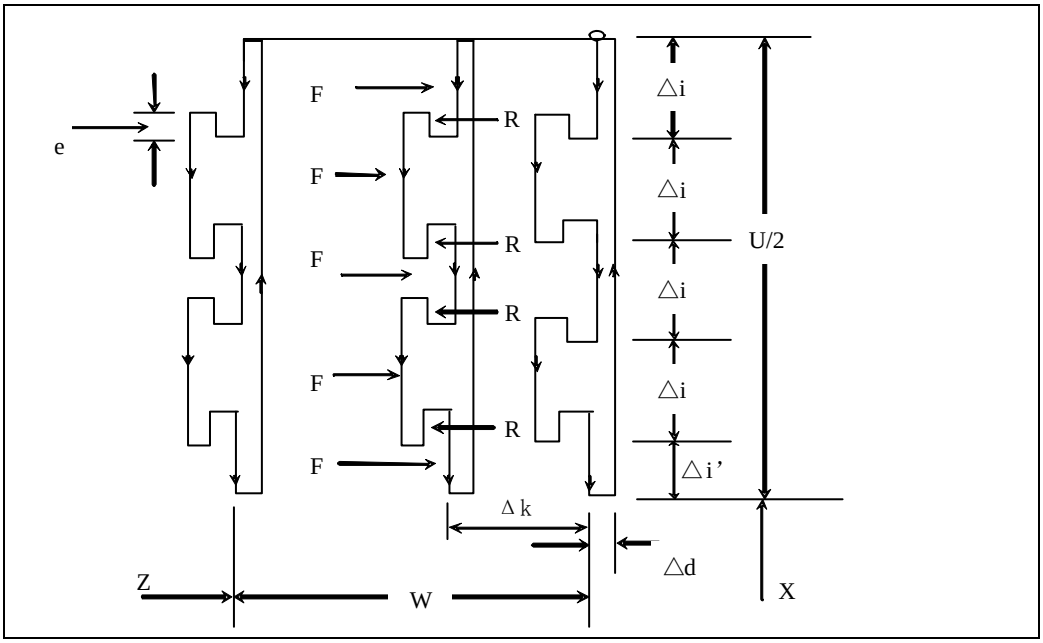
X(U)：X 轴方向的终点坐标值，绝对值或相对值指定。

Δi：X 轴方向的移动量

Δk：Z 轴方向的移动量

Δd：刀具在切削底部时，Z 轴方向的退刀量。打直孔时通常不需要设定。设定时请考虑退刀值是否满足实际情况。

f：进给速度。



解释

G74、G75 都可用于切断、切槽或孔加工，都可以自动退刀，并且可以进行彼此相互对称的四种轨迹运动。

注

1 e 和 Δd 都用地址 R 指定，它们的区别根据有无指定平面内轴来确定。即如果指定轴指令，则 R 指定的是 Δd。

2 循环动作通过指定轴指令的 G75 指令进行。

3 当参数“G74S”（《连接调试手册》第 106 页 P3300.2）设为 1 时，系统具有回退到加工起点功能。该机能有效时，加工循环中，每次的回退位置为超过加工起始位置距离 e 处，下一步再快速进给到新的加工点之前距离 e 处。其它循环过程不变。

4 Δd 通常以正值指定，但是当省略 X 轴或 X 轴移动量为 0 时，即深孔钻循环，可以指定退刀方向的符号，此时 Δi 指定无意义。

5 P、Q 地址是否允许编入小数点，与参数“PQDOT”（《连接调试手册》第 106 页 P3300.1）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”)。

15.3.7 复合型螺纹切削循环（G76）

格式

ZpXp 平面(G18 平面)

G76 P(m)(r)(a) Q(Δdmin) R(d) E(s)(n) NB(kb) NE(ke) ;

G76 Z(W) X(U) R(i) P(k) Q(Δd) F(L) NB(nb) NE(ne) J(aj) K(ak) L(l);

m：精加工重复次数。单位：次，范围 01~99。

模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3320 的值始终相同。

r：螺纹退尾宽度。单位：0.1L（L 指导程），范围 00~99。

螺纹退尾宽度控制机能是否有效由参数“TWWC”（《连接调试手册》第 114 页 P6300.7）选择。

设 L 作为导程，可以用 00~99 两位数值指定 0.0L~9.9L 范围内的值。若未指定 r，系统默认 r 值为 10。

为防止与 G92 螺纹退尾宽度模态相互影响，建议用户在每次使用 G76 时，都指定 r，在使用 G92 指令时都指定 P。

a：刀尖角度（螺纹牙的角度）。单位：度，范围：00~90

模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3321 的值始终相同。

Δdmin：最小进刀量，半径编程

当单次切入量（$\Delta d \times \sqrt{N} - \Delta d \times \sqrt{N-1}$）比 Δdmin 小时，则使用 Δdmin 作为该次进刀量。

模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3318 的值始终相同。

d：精加工余量，半径编程

模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3319 的值始终相同。

s：螺纹段起点类型。范围：0 或 1

模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3323 的值始终相同。

0—精车时，螺纹段起点偏移$(k-d) \times \tan(\frac{a}{2})$。

1—精车时，螺纹段起点偏移量为 0，方便用 G92 螺纹循环指令再次修正。

n：螺纹切削方法。范围：0,1,2,3

模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3322 的值始终相同。

0—切削量恒定的单边切削。

1—切削量恒定的错齿切削。

2—进刀量恒定的单边切削。

3—进刀量恒定的错齿切削。

X(U)/Y(V)/Z(W)：纵向切削终点坐标，绝对值或相对值指定。

i：螺纹起点与终点的半径差。i 为 0 表示切削直螺纹。半径编程。

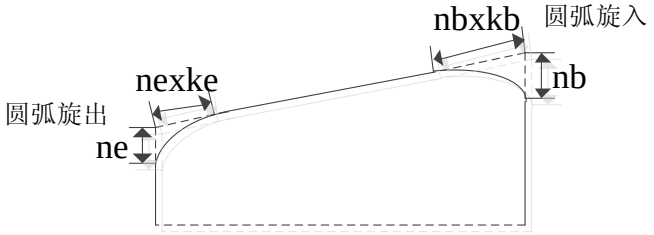
k：螺纹牙高。半径编程

Δd：第一次进刀量。半径编程

L：螺纹导程

nb/kb：圆弧旋入功能控制。输入 nb 时，圆弧旋入机能有效；kb 为旋入系数，是模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3324 的值始终相同。kb 最小值为 1.2。

ne/ke：圆弧旋入功能控制。输入 ne 时，圆弧旋出机能有效；ke 为旋出系数，是模态值，在下次指定前均有效。该值与参数 P3325 的值始终相同。kb 最小值为 1.2。



nb/kb/ne/ke示意图

aj/ak：让刀平均加减速度系数。其比值影响退尾速度。

螺纹让刀平均加减速度实际值等于 P6483×aj/ak，aj 和 ak 可以输入任意值，只要其比值在 0.01~4.0 范围内即可。aj 和 ak 未输入时，都默认为 1.0。aj 和 ak 未输入小数点时，数据处理受 PODI 参数影响：

- PODI=1 时，J1 等价于 J1.0；
- PODI=0 时，J1 等价于 J0.001（与编程位数相关，此处以 3 位小数为例）

l：螺纹头数

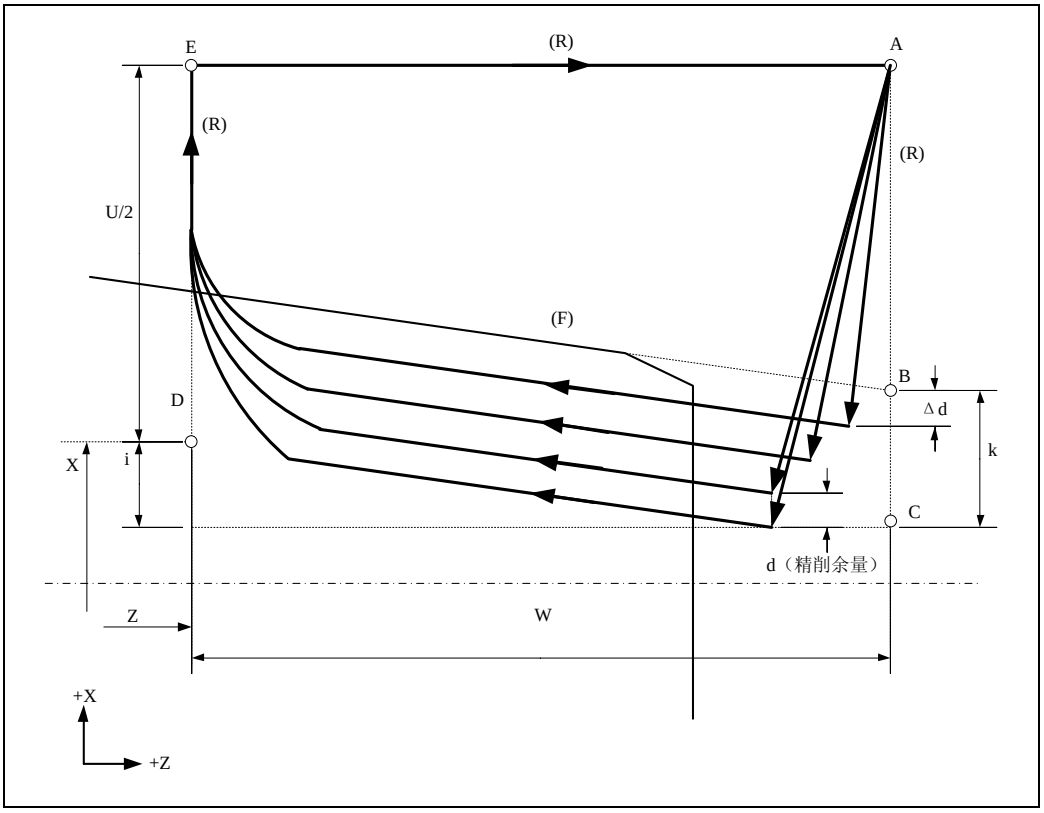
G76 运动指令（非 G76 参数设置指令）中 L 为模态值，但仅限于连续 G76 运动指令

例如：连续 G76 指令段之间插入 G04 指令时，后面的 G76 运动指令可继承前面运动指令中的 L 值。

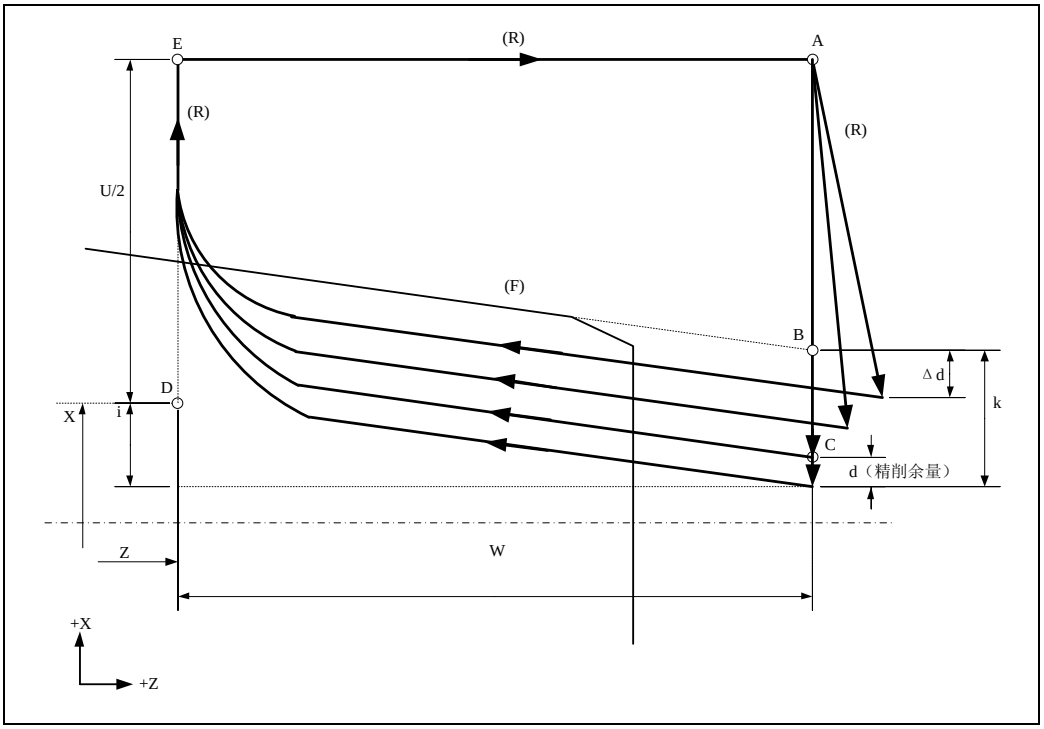
解释

- **螺纹段起点类型**

螺纹段起点类型（r）为 0 时，切削起点都在线段 AC 的左侧，如下图所示：



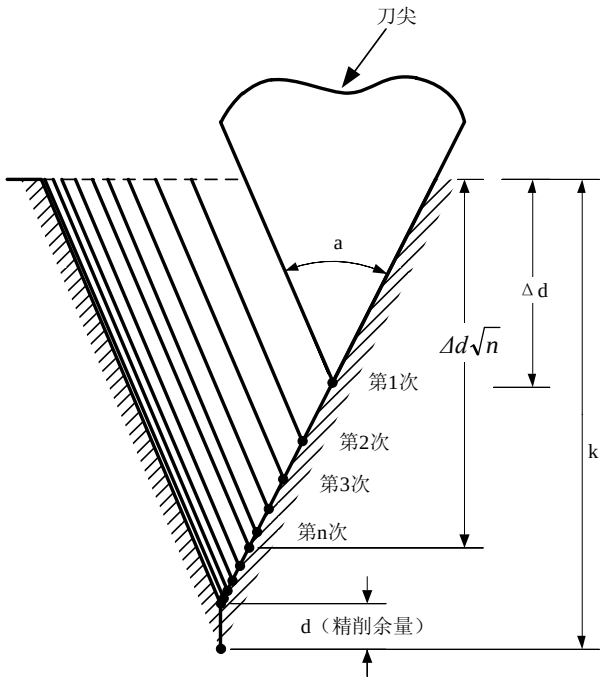
螺纹段起点类型（r）为 1 时，切削起点都在线段 AC 的右侧，如下图所示：



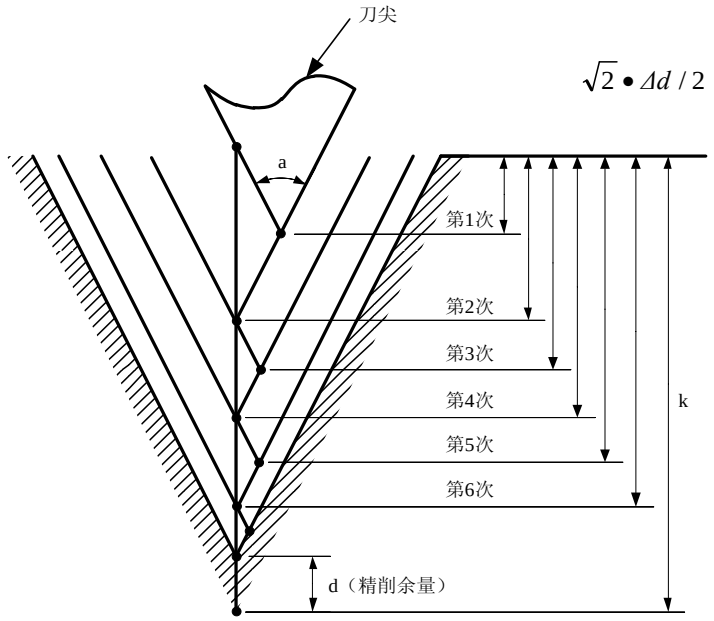
- **切削方法**

切削方法有 4 种。如下图所示：

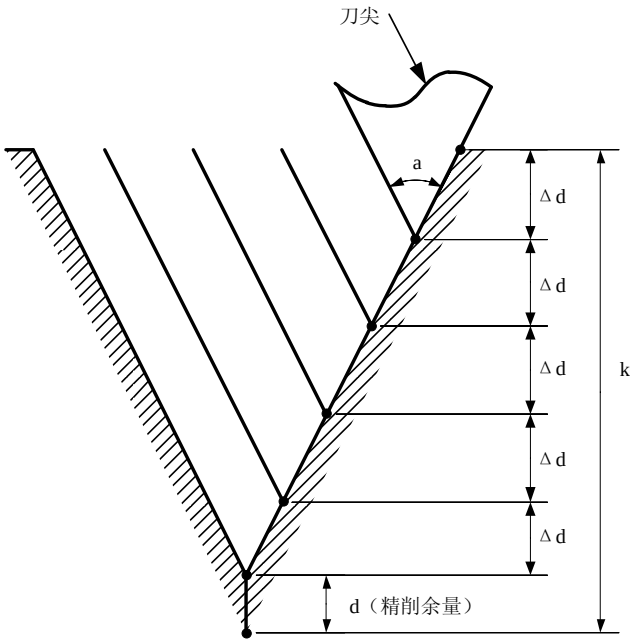
切削量恒定的单边切削(n0)



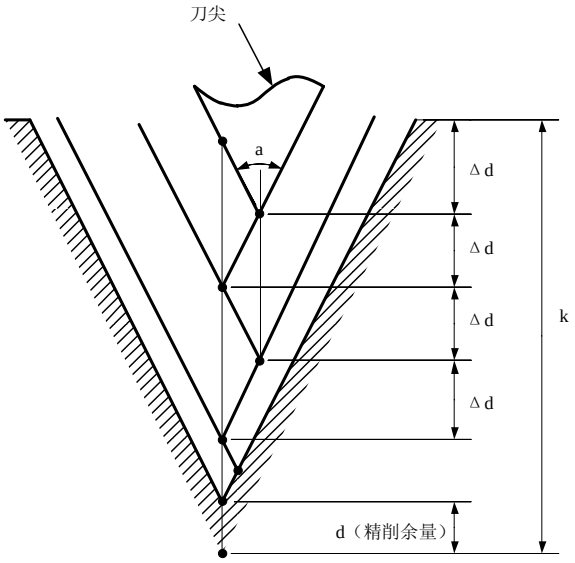
切削量恒定的错齿切削(n1)



进刀量恒定的单边切削(n2)



进刀量恒定的错齿切削(n3)



- **圆弧旋入旋出机能**

使用该机能可加工中间螺纹，参考前面的“nb/kb/ne/ke 示意图”。参数“CCOFRE”（《连接调试手册》第 106 页 P3301.6 或第 185 页 P062.5）与圆弧旋出机能有关。

CCOFRE=0：G76 圆弧旋出时，不禁止快速退尾机能。

CCOFRE=1：G76 圆弧旋出时，禁止快速退尾机能。

系统从让刀段的前一段开始检查是否进入退尾，那么在圆弧旋出功能有效的情况下，系统最早从圆弧旋出阶段开始退尾。

- **动作**

螺纹切削循环中 C、D 间的运动为切削运动，其他过程以快速定位方式移动。

注

1 用 P、Q、R 指定的数据，根据有无地址 X(U)、Y(V)、Z(W)来区别。无地址 X(U)、Y(V)、Z(W)时，P 地址不能带小数点。

2 循环动作由包含 X(U)、Y(V)、Z(W)的 G76 指令进行。

3 关于 G76 切螺纹的注意事项，与 G32 和 G92 指令相同。

4 为解决系统控制步进电机时，因加减速时间过长导致的螺纹尾部螺距不均匀的问题，用户可将进给轴设置为直线加减速方式。

5 当 P 地址指定 m/r/n/a 时，不能带小数点。G76 第一段中的 Q 地址、G76 第二段中的 P/Q 地址是否允许编入小数点，与“PQDOT”（《连接调试手册》第 106 页 P3300.1）、“PODI”（《连接调试手册》第 100 页 P2500.3）和“POD”（《连接调试手册》第 100 页 P2500.3）有关。

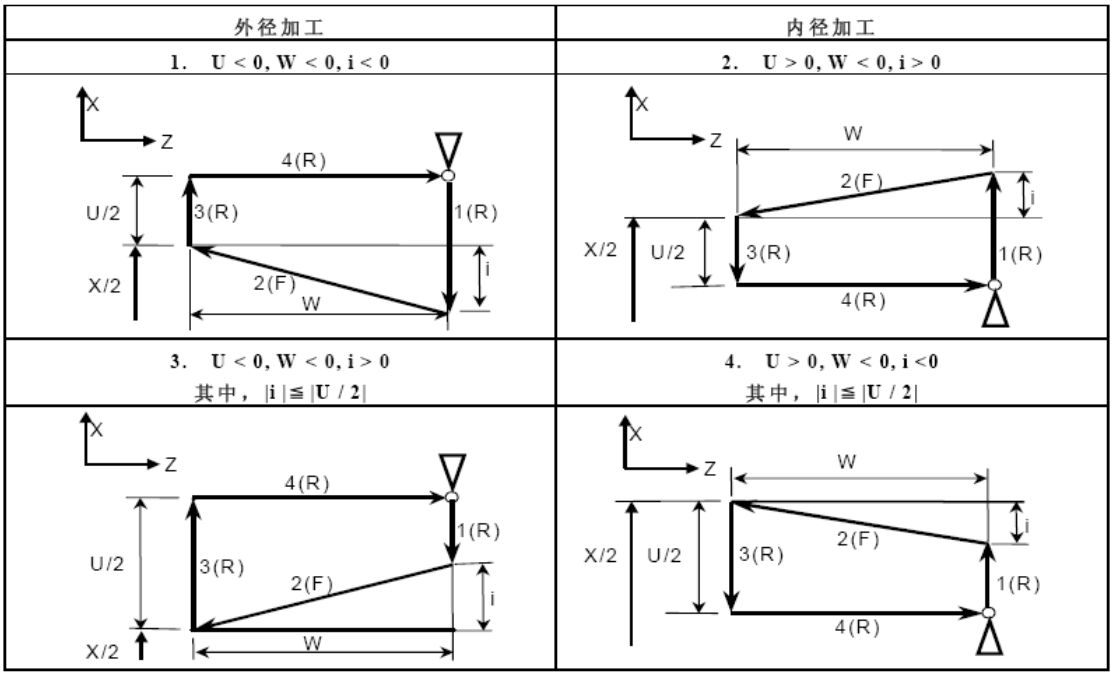
(1) PQDOT=1：允许编入小数点。PODI=1 时若未编入小数点，则自动加小数点；POD=1 时，必须编入小数点。

(2) PQDOT=0：不允许编入小数点，否则发出 PS1202 报警“小数点错误”。

6 螺纹牙高需要大于精加工余量和最小切削深度，否则产生报警。

- **锥度符号与刀具路径的关系**

锥度符号与刀具路径的关系如下图所示：



- **进刀量**

第一次进刀量为 Δd，在不小于最小进刀量 Δdmin 的条件下，第 N 次为$\Delta d\sqrt{N} - \Delta d\sqrt{N-1}$。

- **刀具半径补偿**

允许进行刀具半径补偿，参考 G90、G94 刀具半径补偿路径说明。

- **限制**

在 G76 的螺纹切削子循环中，出现以下情况时系统报警：

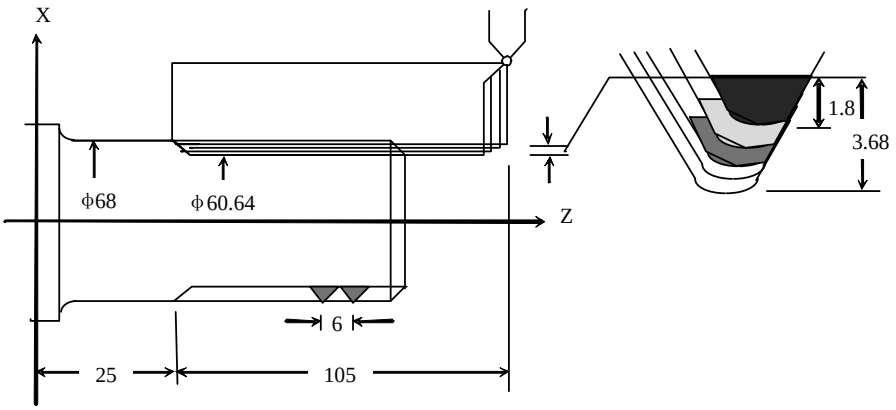
1 进刀移动量与让刀移动量方向相同（正常情况下，让刀方向与进刀方向是相反的）。

2 偏移后，进刀移动量反向。

3 偏移后，让刀移动量反向。

举例

示例一：



加工程序

G76 P010060 Q100 R200 ;

G76 X60.64 Z25.0 P3680 Q1800 F6.0 ;

示例二：（多头螺纹加工示例）

```
O7600 ;
G0 X50. Z0. ;
G76 P011060 Q1. R0.5 ;
G76 X40. Z-20. P4. Q2. F4. L3 ;      // 3 头螺纹(保存 L 值)
G04 P500;                            // G04 不清除保存的 L 值
G76 X39. Z-20. P4. Q2. ;             // 3 头螺纹(使用保存的 L 值)
G0 ;                                 // 清除保存的 L 值
G76 X38. Z-20. P4. Q2. ;             // 单头螺纹
M30 ;
```

15.3.8 复合型固定循环（G70~G76）的注意事项

1 在指定复合型固定循环的程序段中，P、Q、X、Z、U、W、R 等必要的参数，在每个程序段中必须正确指令。

2 在 G71、G72、G73 指令的程序段中，如果用 P 指令了顺序号，那么对应此顺序号的程序段必须指令 01 组 G 代码的 G00 或 G01，否则产生报警（PS0065）。

3 在指令 G70、G71、G72、G73 的程序段以及这些程序段中的 P 和 Q 顺序号之间的程序段时，不能指令 M98 和 M99。

4 在 G70、G71、G72、G73 程序段中，用 P 和 Q 指令顺序号的程序段范围内，不能有下列指令。

(1) 除 G04（暂停）外的一次性代码

(2) G00、G01、G02、G03 以外的 01 组代码

(3) M98 和 M99

(4) 变更坐标系的 G 代码

(5) 变更公英制状态的 G 代码

(6) 变更镜像状态的 G 代码

(7) 钻孔固定循环 G 代码

(8) 启动坐标系旋转、比例缩放、极坐标变换、或极坐标插补的 G 代码

5 在执行复合型固定循环（G70~G76）中，可以使动作停止插入手动运动，但再次开始执行复合型固定循环时，必须返回到插入手动运动前的位置。如果不返回即再次启动，手动的移动量会加在绝对值上，后面的动作将错位，其值等于手动的移动量。

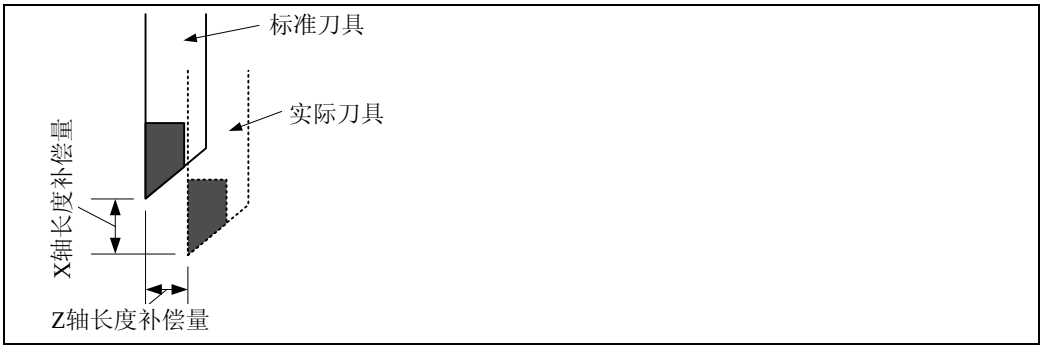
6 执行 G70、G71、G72、G73 时，用 P、Q 指定的顺序号，在这个程序内不能重合。

7 在 G70、G71、G72、G73 中，用 P、Q 指定的精加工形状程序段组合的最后一个移动指令，不能是倒角或过渡圆，否则会产生报警（PS0051）。

16 补偿功能

16.1 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

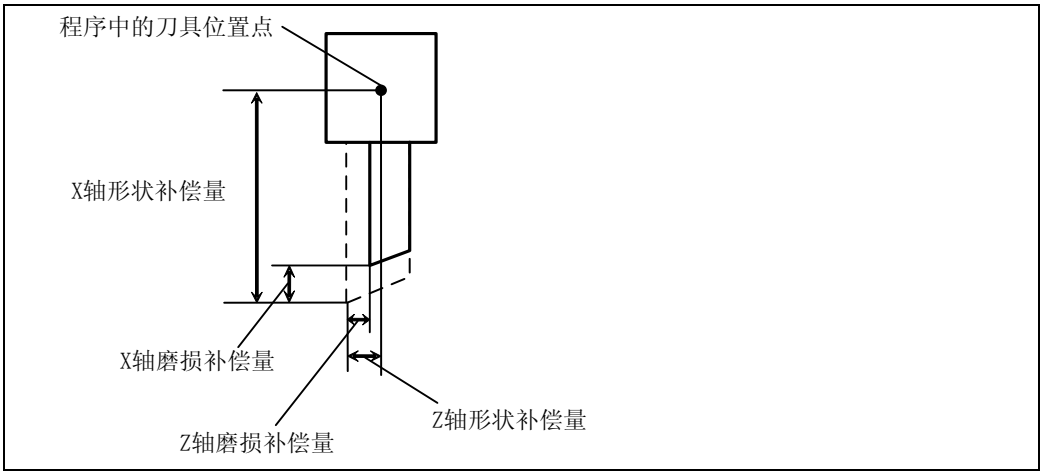
本系统中，刀具长度补偿仅由 T 代码来控制，不受 G 代码的控制。

- **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。



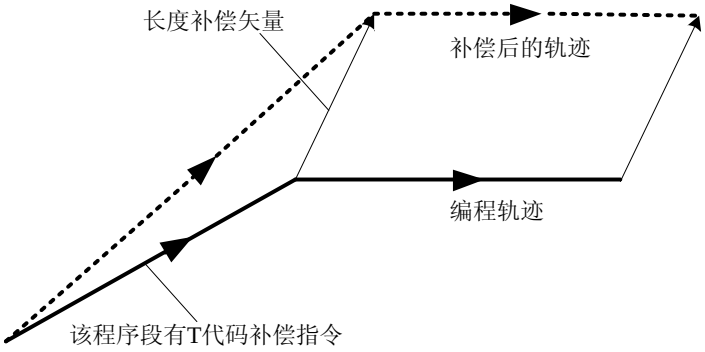
- **补偿号**

补偿号最大可以指定的范围是 TOO00~TOO16。在 LCD/MDI 面板，可把补偿号 TOO01~TOO16 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[-10000.000，10000.000]，磨损补偿量允许输入范围由参数“刀具磨损补偿最大值”（《连接调试手册》第 106 页 P3220 或第 189 页 P079）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。

- **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“ORC”（《连接调试手册》第 105 页 P3200.4）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。

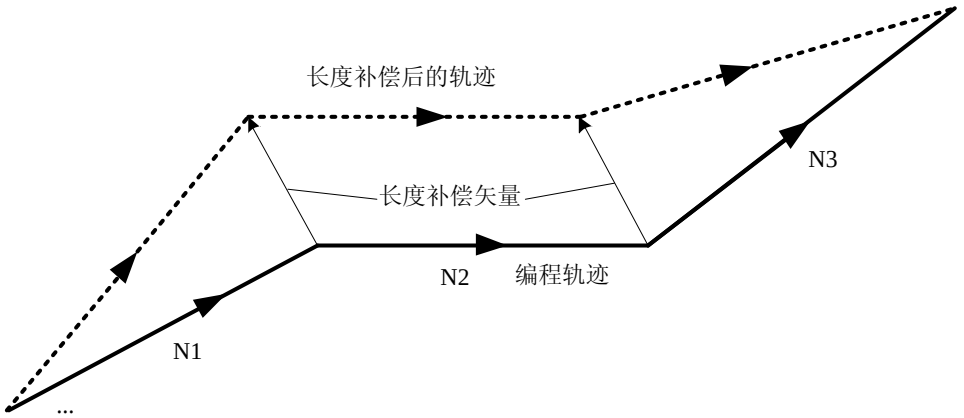
4 G04 TOOXX ;
G02 TOOXX ;
G10 TOOXX ;
上述指令仅完成换刀，不执行刀具长度补偿。

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（3~3 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。



...
N1 U100.0 W100.0 T0202 ;（假定02号补偿中已经设定了长度补偿值）
N2 W100.0 ;
N3 U100.0 W100.0 T0200 ;（取消偏长度补偿）
...

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。

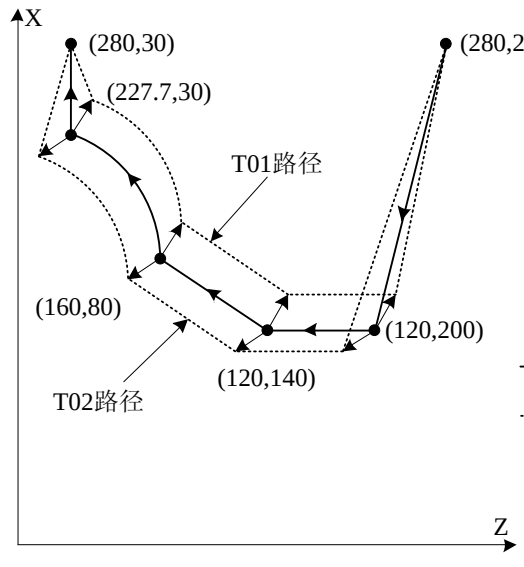
- **机床坐标系定位（G53）**

  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



轴	刀具号	
	01	02
X	-0.200	+0.120
Z	-0.120	+0.180

刀尖偏置（X，Z）	刀具号
刀具#1——B（0.20, 0.120）	01
刀具#2——C（-0.120, -0.180）	02

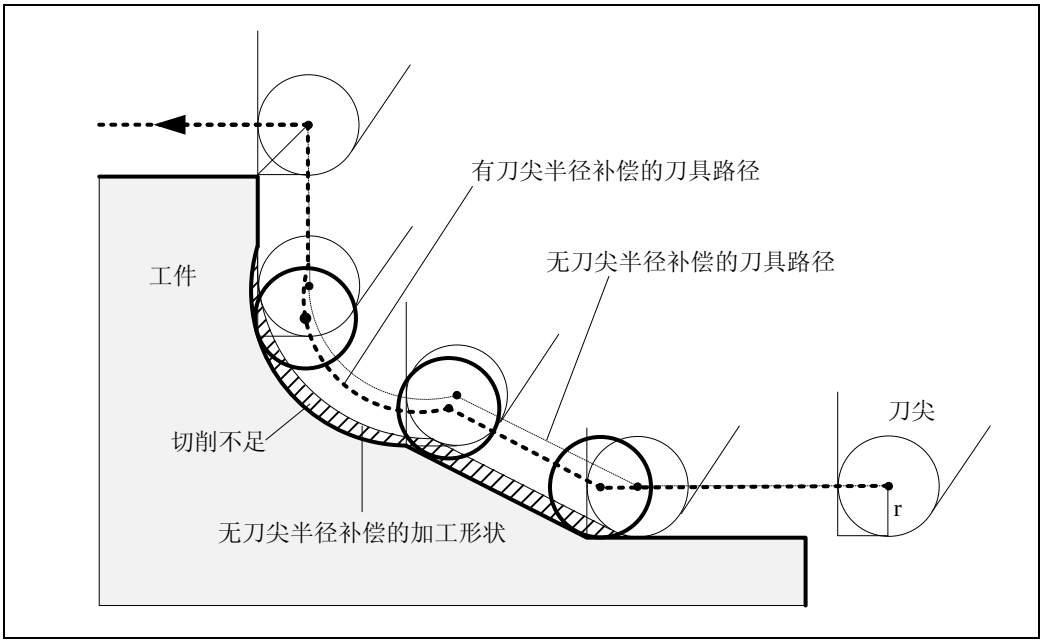
（程序实例 1）	（程序实例 2）
G50 X280.0 Z240.0 ;	G50 X280.0 Z240.0 ;
G00 X120.0 Z200.0 T0101 ;	G00 X120.0 Z200.0 T0202 ;
G01 Z140.0 F30 ;	G01 Z140.0 F30 ;
X160.0 Z80.0 ;	X160.0 Z80.0 ;
G03 X227.7 Z30.0 R53.81 ;	G03 X227.7 Z30.0 R53.81 ;
G00 X280.0 T0100 ;	G00 X280.0 T0200 ;

16.2 刀尖半径补偿（G40~G42）

16.2.1 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。

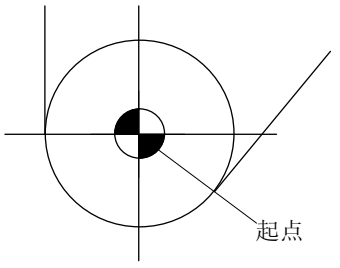
当参数“CRC”（《连接调试手册》第 86 页 P0002.1）设为 1 时，该功能才有效。



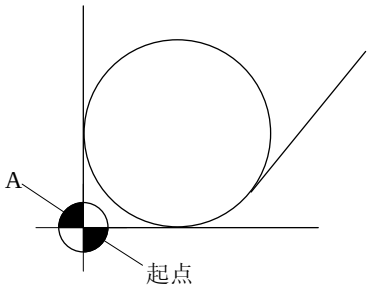
16.2.2 假想刀尖

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：



用刀尖中心编程时



用假想刀尖编程时

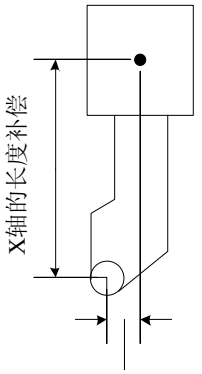
注

1 对有机械零点的机床来说，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。

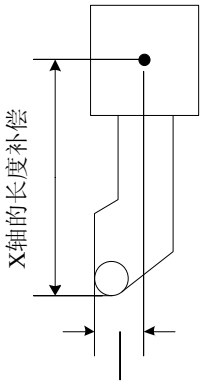
解释

- **当刀架中心在起点时的刀具长度补偿量**



设定从标准点至刀尖中心的距离为补偿量

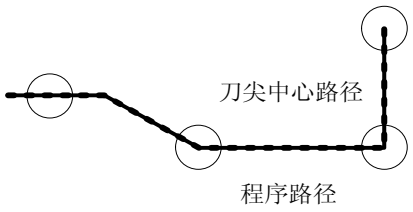
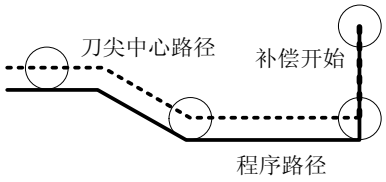
起点放在刀尖中心上



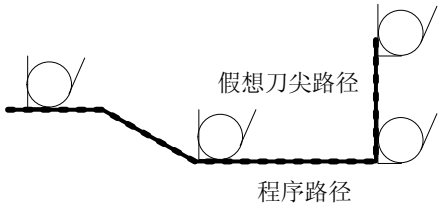
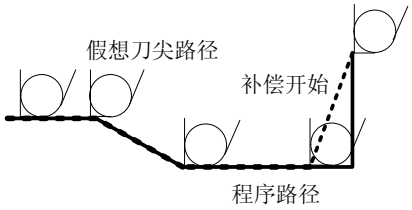
设定从标准点至假想刀尖的距离为补偿量

起点放在假想刀尖上

- **将刀尖中心作为起点进行加工时的刀具路径**

无刀尖半径补偿时，刀尖中心路径与程序路径一样（重合）	如果用刀尖半径补偿，将会执行正确的切削
	

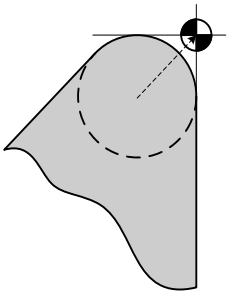
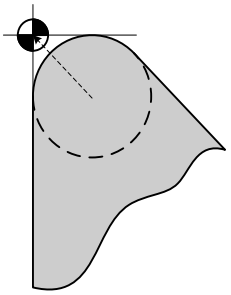
- **将假想刀尖作为起点进行加工时的刀具路径**

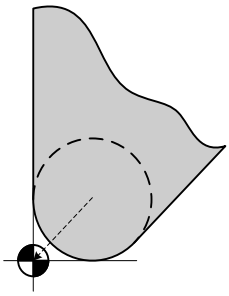
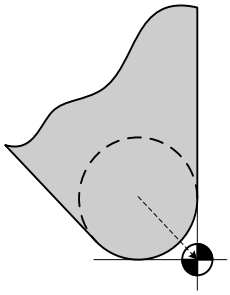
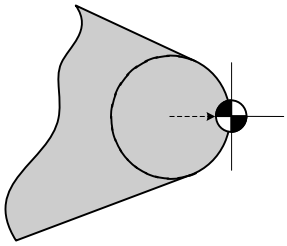
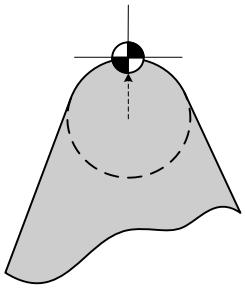
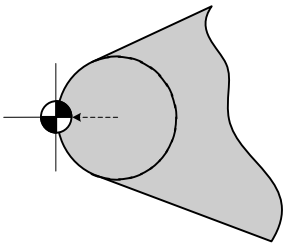
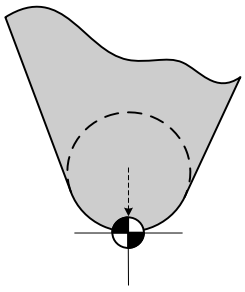
无刀尖半径补偿时，刀尖路径与程序路径一样（重合）	如果用刀尖半径补偿，将会执行正确的切削
	

- **假想刀尖的方向**

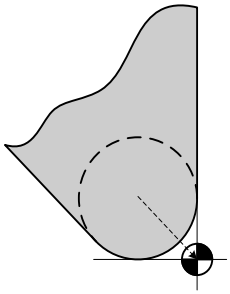
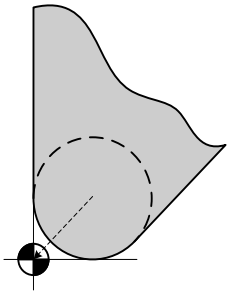
从刀尖中心看到的假想刀尖的方向，由切削过程中刀具的方向决定，所以与补偿量一起必须同时事先设置。假想刀尖的方向可从下图所示的 8 种规格所对应的编码来选择。这些图说明了刀具与起点间的关系。箭头终点是假想刀尖。

1 后刀架假想刀尖方向

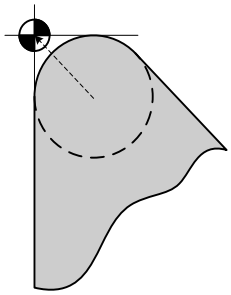
假想刀尖号码 1	假想刀尖号码 2
	

假想刀尖号码 3 	假想刀尖号码 4 
假想刀尖号码 5 	假想刀尖号码 6 
假想刀尖号码 7 	假想刀尖号码 8 

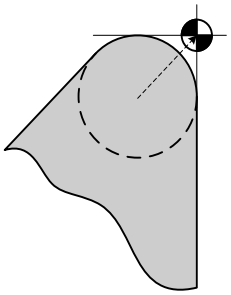
2 前刀架假想刀尖方向

假想刀尖号码 1 	假想刀尖号码 2 

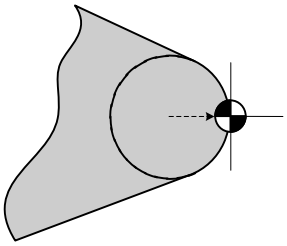
假想刀尖号码 3



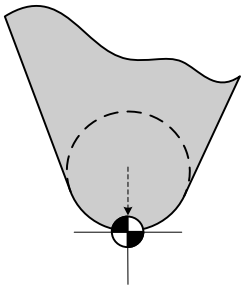
假想刀尖号码 4



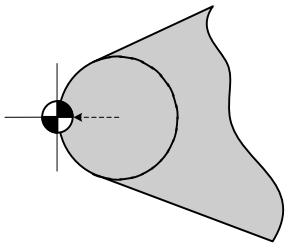
假想刀尖号码 5



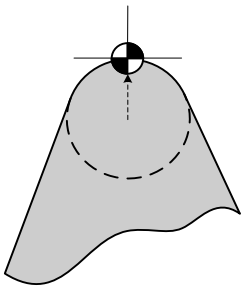
假想刀尖号码 6



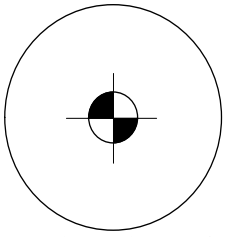
假想刀尖号码 7



假想刀尖号码 8



当刀尖中心与起点一致时，设置刀尖号码 0 或 9。对应各刀具补偿号，设置各刀具的假想刀尖号。



刀尖中心和起点一致

假想刀尖号码 0 或 9

16.2.3 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

- **补偿号**

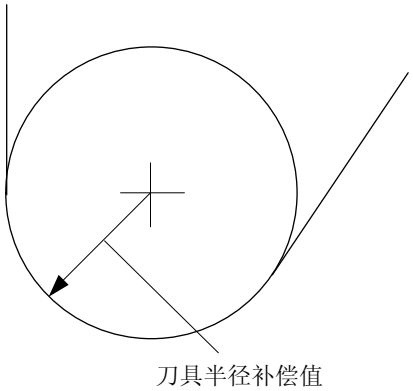
使用 T 代码低 2 位指定半径补偿号，补偿号最多可以设定 16 个，编号范围 TOO00~TOO16（TOO00 表示取消刀尖半径补偿）。

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[-100.000，100.000]，磨损补偿量允许输入范围由参数“刀具磨损补偿最大值”（《连接调试手册》第 106 页 P3220 或第 189 页 P079）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 XZ 平面上进行的，该平面称为补偿平面。在程序中用（X，Z）或（I，K）执行补偿计算和向量计算时，不在补偿平面上轴的移动不受影响。

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。

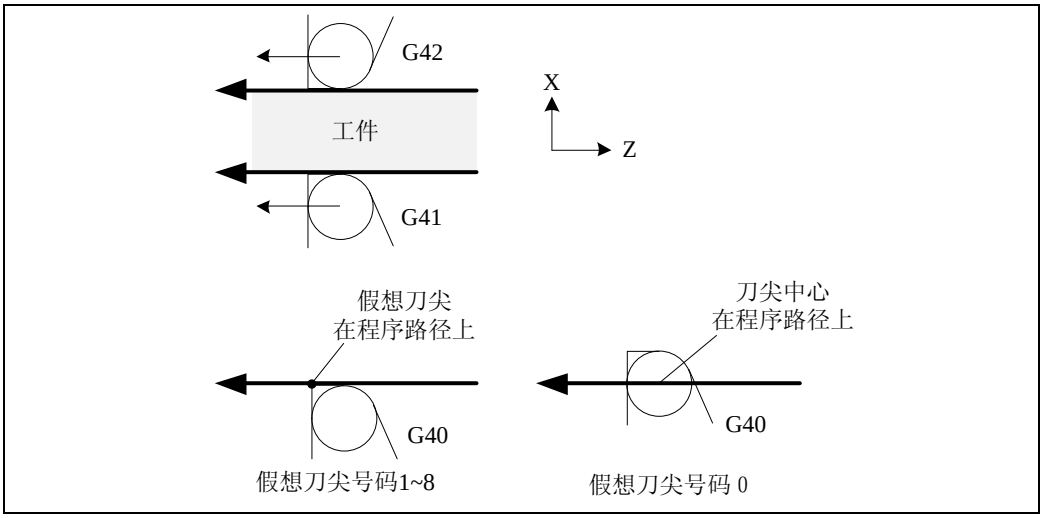
- **补偿方向**

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。

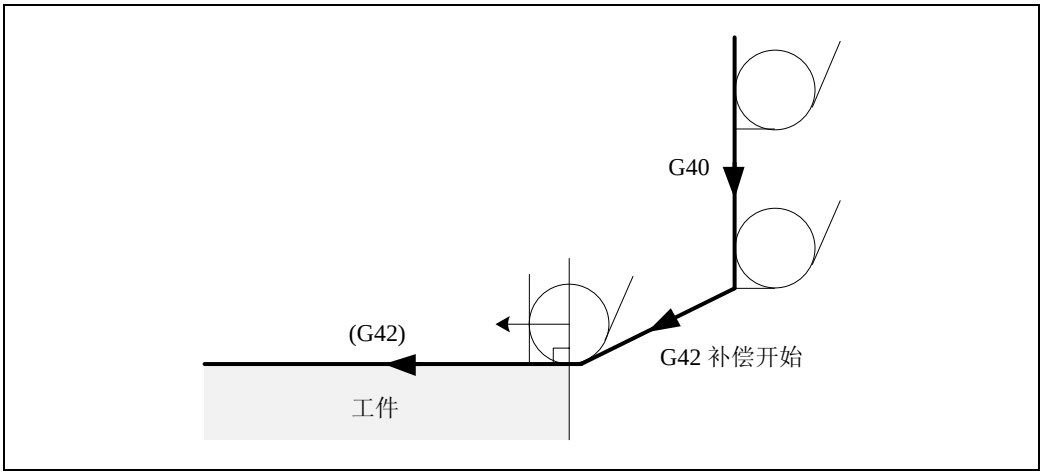
- **补偿开始**

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。

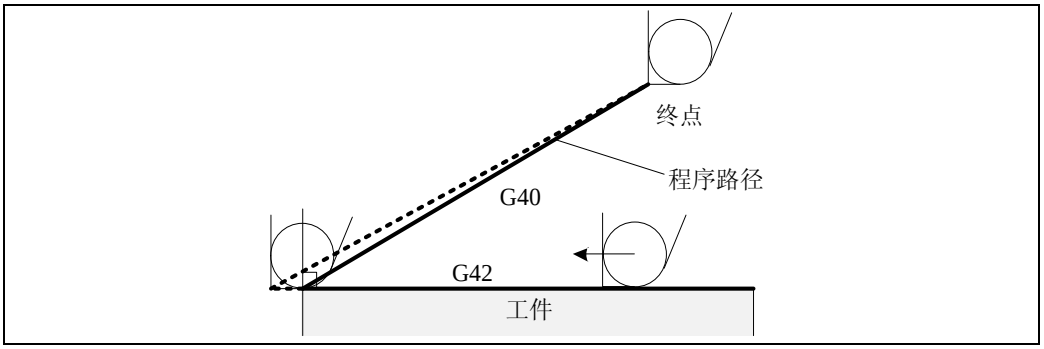


- **补偿取消**

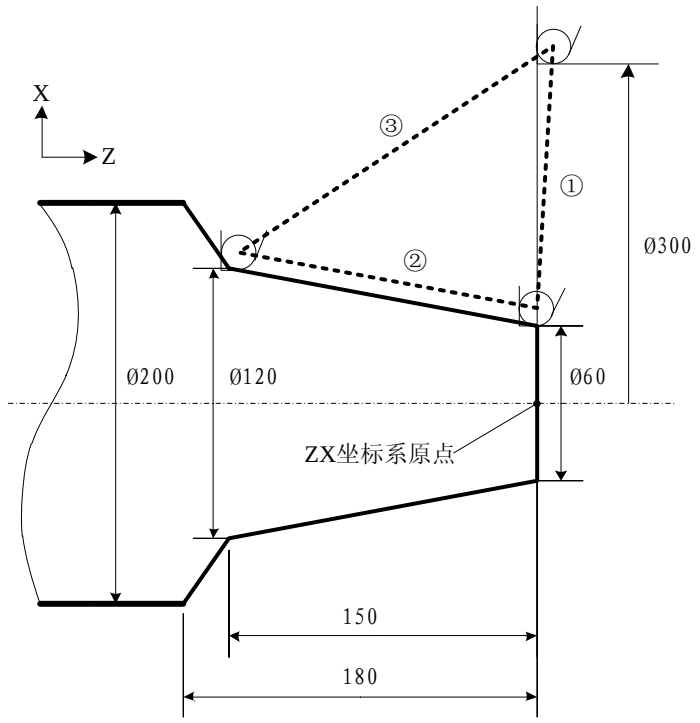
从 G41 或 G42 变为 G40 的程序段称为补偿取消程序段。

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



（在G40模式，半径编程）
…
① G42 G00 X30.0 Z0 TOOXX；
② G01 X60.0 W-150.0 F100.0 ；
③ G40 G00 X150.0 W150.0 ；
…

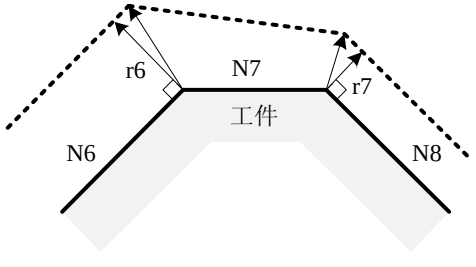
16.2.4 刀尖半径补偿的注意事项

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

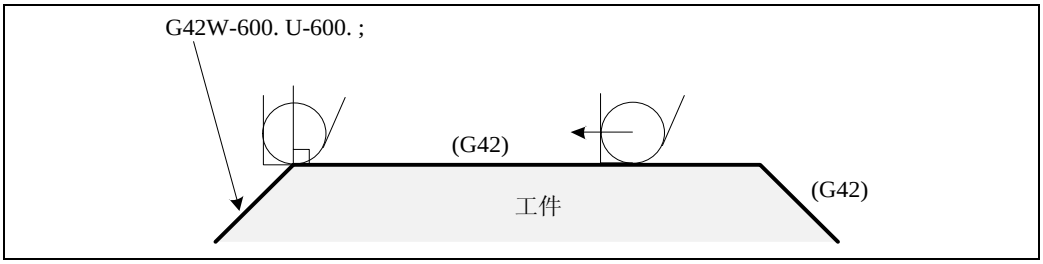
通常，换刀时，补偿量必须在取消模式中变更。如在补偿模式中变更补偿量，在程序段的终点计算新补偿量。



r6：程序段6计算的补偿量
r7：程序段7计算的补偿量

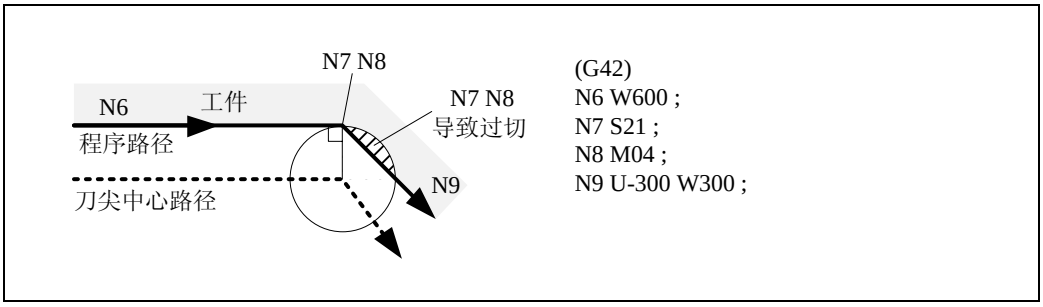
在 G41/G42 方式下又指令 G41/G42

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 II-16.2.5.3“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 II-16.2.5.5。



16.2.5 刀尖半径补偿的详细说明

16.2.5.1 概要

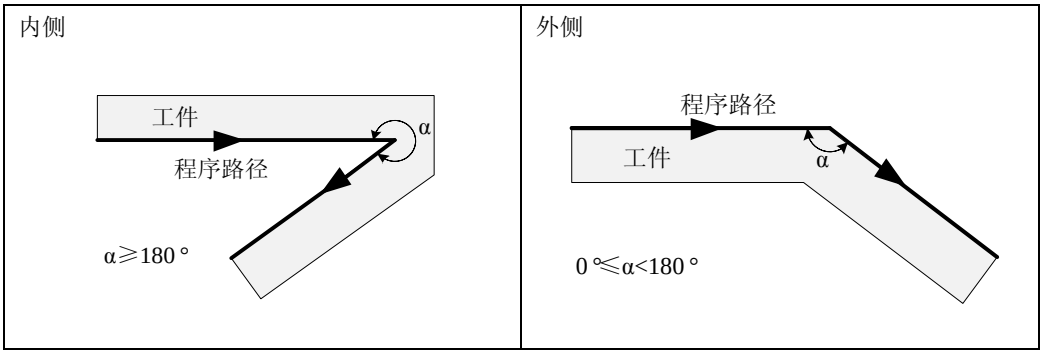
解释

- **拐角**

  两个相邻移动程序段交点处的切线在工件实体一侧的夹角

- **内侧和外侧**

  拐角大于或等于 180 度时称为“内侧”，在 0~180 度之间时称为“外侧”



- **补偿取消状态**

  当系统初上电、复位或者执行了 M02、M30 指令，系统处于补偿取消状态。在补偿取消状态下，补偿向量的大小始终为 0，刀尖中心路径与编程路径一致。程序的最后，必须以补偿取消状态结束。

- **补偿开始条件**

在补偿取消状态下，当满足以下条件的程序段开始执行，系统进入补偿模式。

1 含有 G41 或 G42 指令，或控制进入 G41 或 G42 模式。

2 刀尖补偿的补偿号不为 0。

3 至少指令了补偿平面上一个轴（I、J、K 除外）的移动，且移动量不为 0。

注

在补偿开始程序段，不能指令圆弧指令 G02 和 G03，否则产生报警（PS0034）。

- **补偿结束条件**

在刀尖半径补偿模式下，当指令了 G40 IP_或者 TOO00 或者 D00，刀尖半径补偿即被取消。

注

刀尖半径补偿取消时，不能指令圆弧指令，否则会产生报警（PS0034）且刀具停止。

- **系统内程序段数**

补偿开始段，系统连续读入两个程序段，第一个程序段读入并执行，第二个程序段进入刀尖补偿缓冲区。

单程序段方式下，读入二个程序段，执行第一个程序段，然后停止。

在连续执行时，通常预先读入二个程序段，因此在 CNC 内部有三个程序段，一个为正在执行的程序段，下面的二个程序段进入缓冲区。

在补偿取消模式，系统控制当前程序段以及刀尖半径补偿缓冲寄存器中的程序段的执行。此时，如果选择单程序段模式，系统执行一个程序段后停止，再次按下起动按扭，系统直接执行下一个程序段而不用再预读。

图中符号

下文描述中，图中出现的各符号含义如下：

1 S 表示执行单程序段 1 次的位置

2 SS 表示执行单程序段 2 次的位置

3 SSS 表示执行单程序段 3 次的位置

4 L 表示刀具沿直线移动

5 C 表示刀具沿圆弧运动

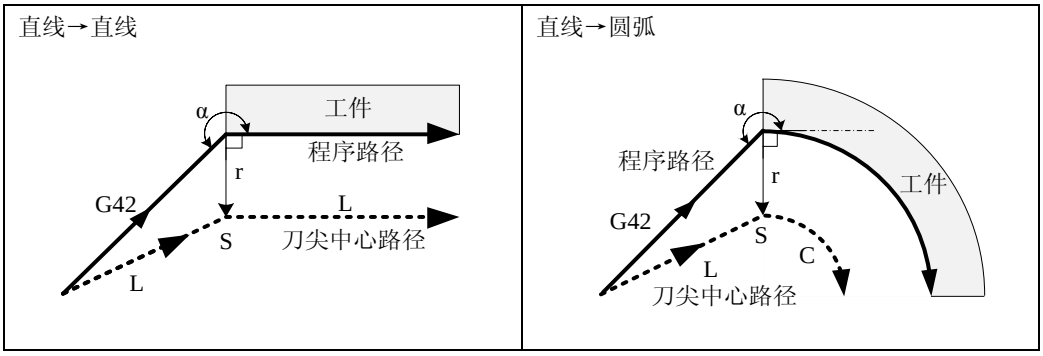
6 r 表示刀具半径补偿量

7 X 表示补偿路径交点

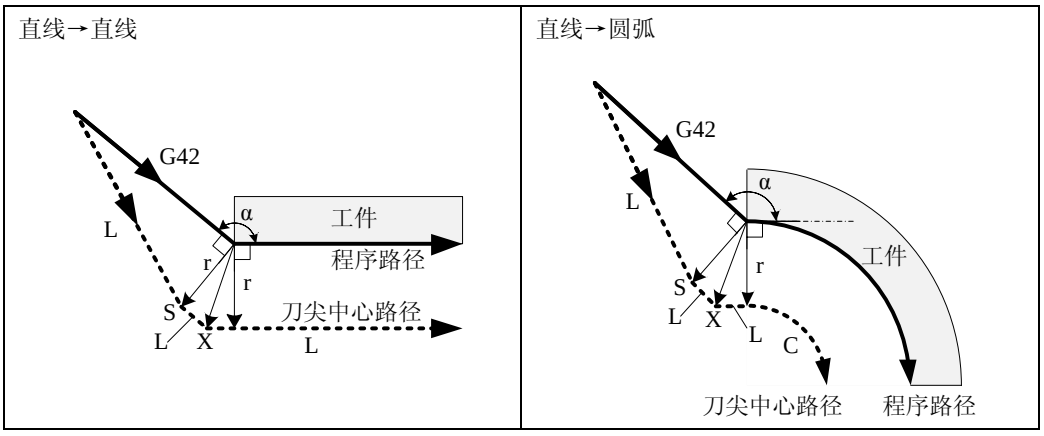
16.2.5.2 补偿开始时的刀具移动

以下说明从补偿取消状态进入补偿状态时的刀具移动方式。

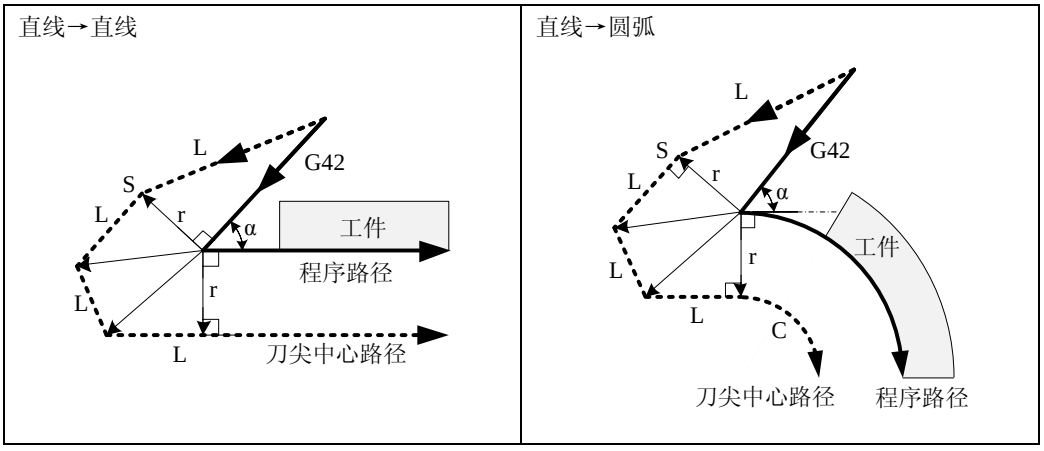
沿拐角的内侧移动（α ≥ 180°）



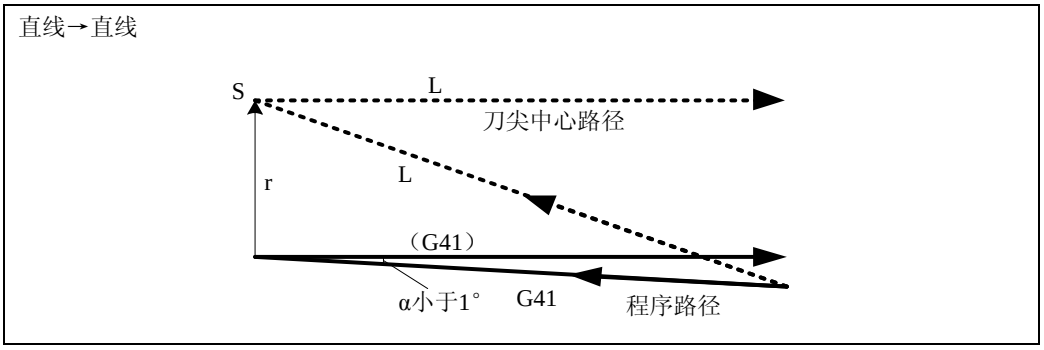
沿着拐角为钝角的外侧移动（90° ≤ α < 180°）



沿着拐角为锐角的外侧移动（α < 90°）



沿着拐角为小于1°的锐角外侧移动（α < 1°）

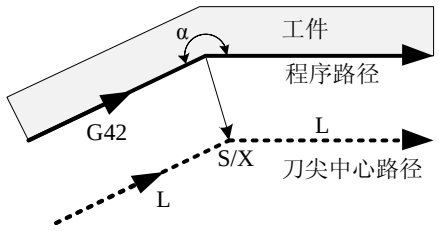


16.2.5.3 补偿模式下的刀具移动

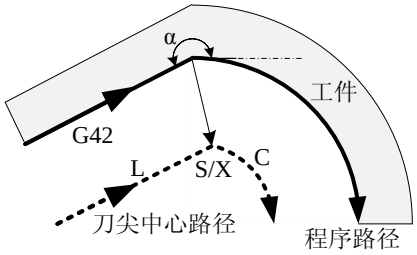
在补偿模式，如果没有连续指定 2 个或 2 个以上的非移动程序段（辅助机能或暂停等），补偿仍会正确执行，否则可能会产生过切或切削不足。

沿拐角的内侧移动（α ≥ 180°）

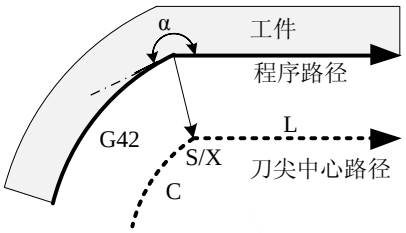
直线→直线



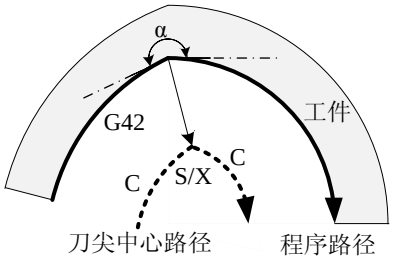
直线→圆弧



圆弧→直线



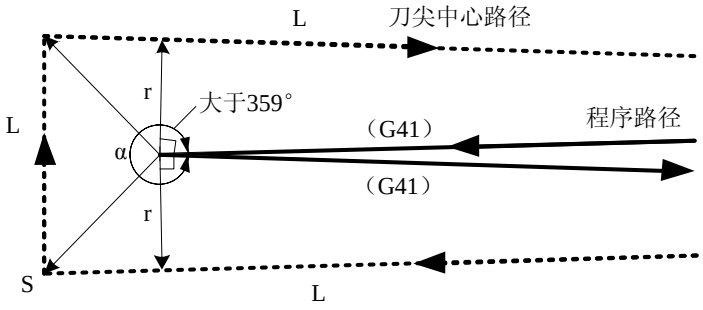
圆弧→圆弧



沿着拐角小于1°的内侧移动（α > 359°）

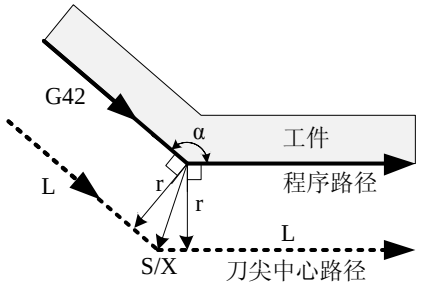
这里只说明直线→直线的情况，其他情况依此类推。

直线→直线

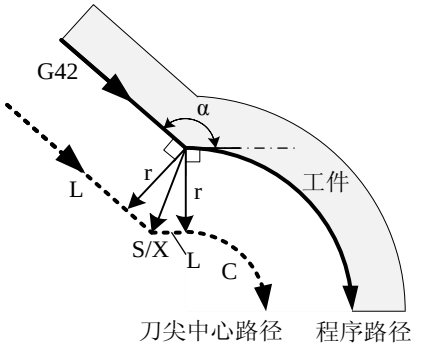


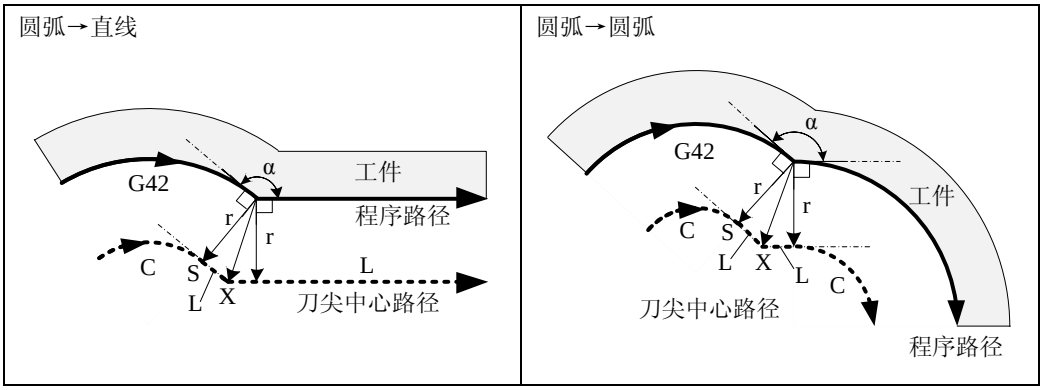
沿着拐角为钝角的外侧移动（90° ≤ α < 180°）

直线→直线

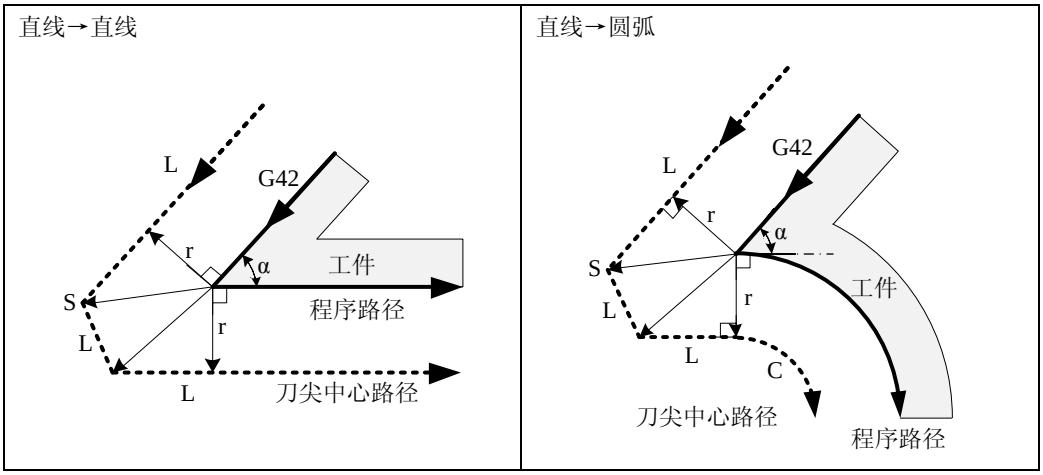


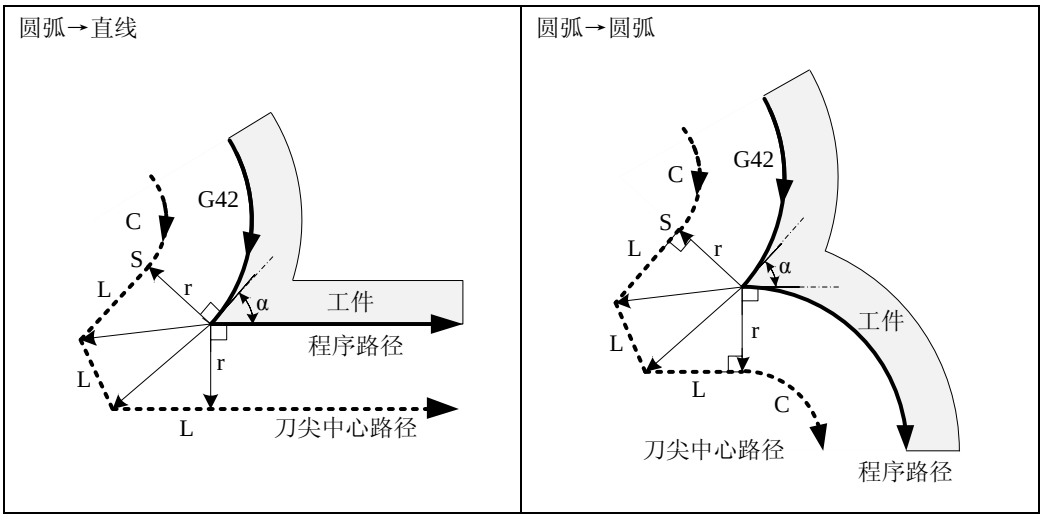
直线→圆弧





沿着拐角为锐角的外侧移动（α < 90°）

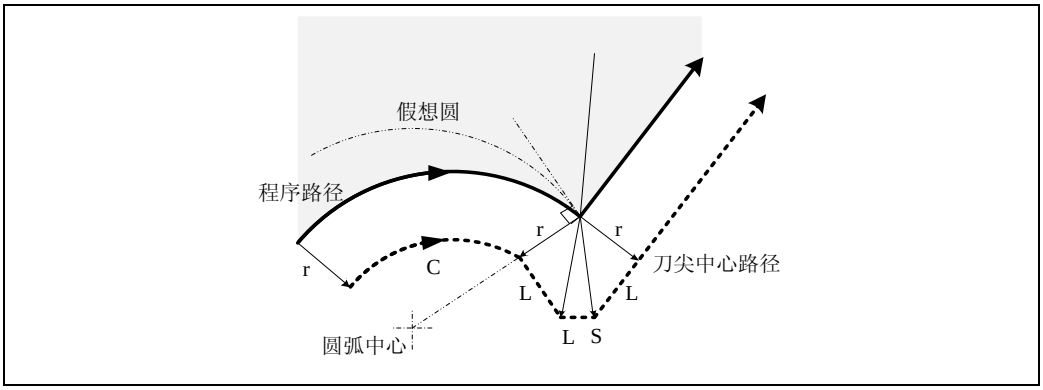




特殊情况

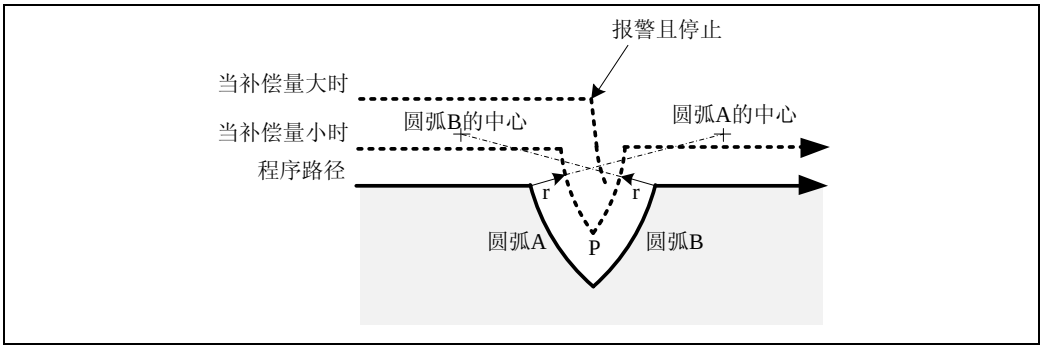
- **编程圆弧终点不在圆弧上**

  如下图，当编程圆弧终点不在圆弧上时，系统则假设刀尖半径补偿相对于一个假想圆进行，该假想圆通过圆弧终点。根据这种假设，系统创建一个矢量，并进行补偿。“圆弧→圆弧”情况也相同。



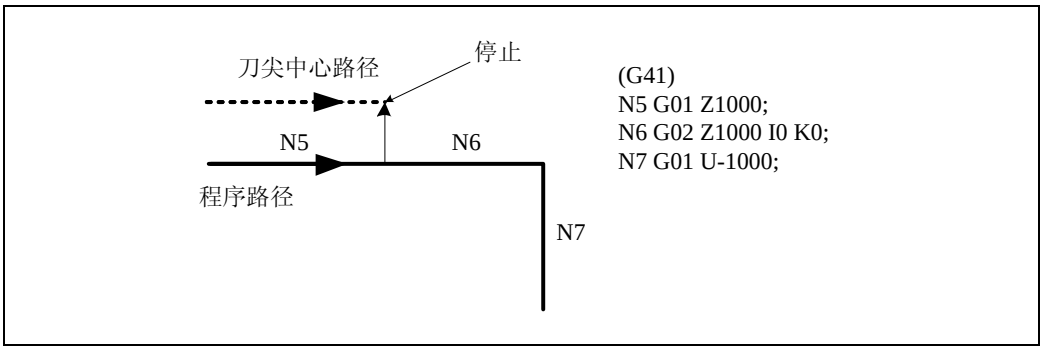
- **没有交叉点**

当刀尖半径值较小时，圆弧的补偿路径有交点，但是当刀尖半径变大，可能交点不存在。如下图所示，遇到这种情况，刀具将停止在前一程序段的终点并显示报警（PS0033）。



- **圆弧的中心与起点或终点一致**

如果圆心和起点或终点相同，则会产生报警 PS0038，并停止在前一程序段终点。如下图所示。

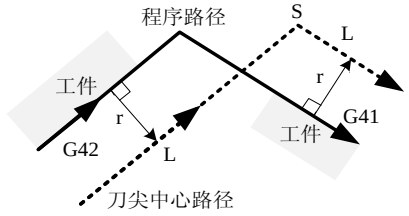


补偿模式下改变补偿方向

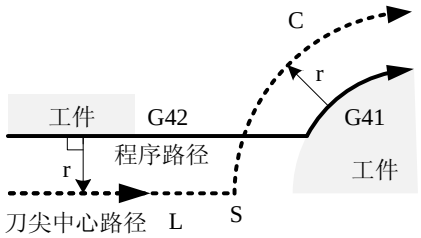
在补偿模式中可变更补偿方向。如果补偿方向在一个程序段中改变，则将该程序段的刀尖中心路径和上一程序段的刀尖中心路径的交点，作为上一程序段的终点和该程序段的起点。但不可在起动开始程序段及其后面的程序段变更。补偿方向变更时，没有内侧和外侧的概念。下文的解释中补偿量假设为正。

- **具有交点的补偿路径**

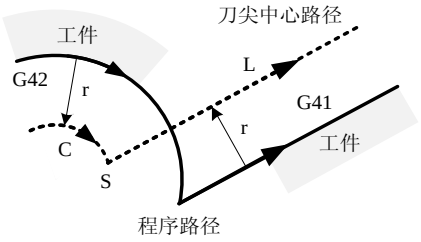
直线→直线



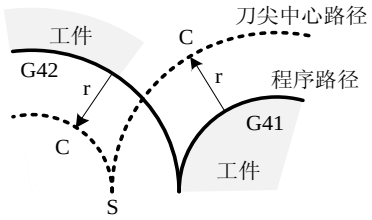
直线→圆弧



圆弧→直线



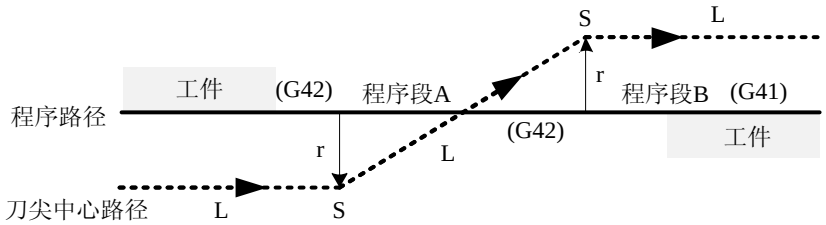
圆弧→圆弧

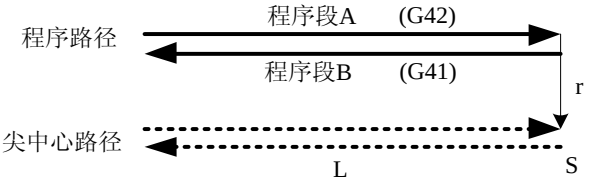


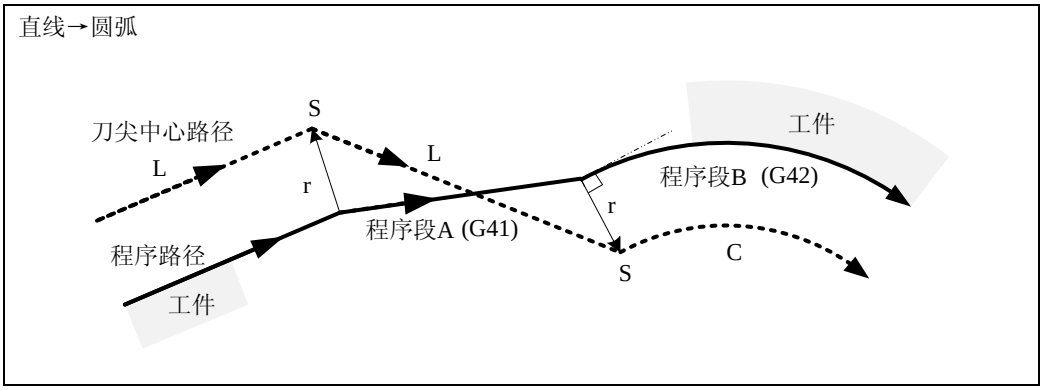
- **没有交点的补偿路径**

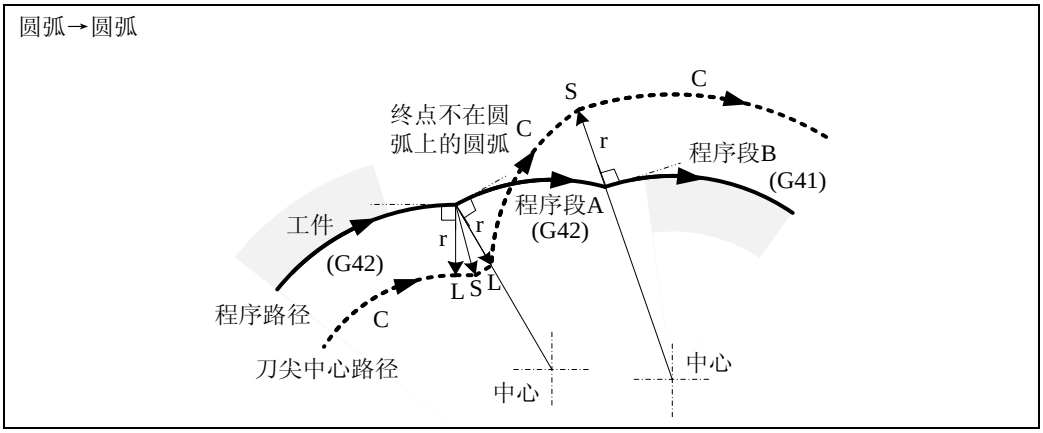
当用 G41，G42 改变程序段 A 至程序段 B 的补偿方向时，如果没有交点，则创建一个与程序段 B 的起点垂直的向量，作为程序段 A 的终点和程序段 B 的起点。

直线→直线





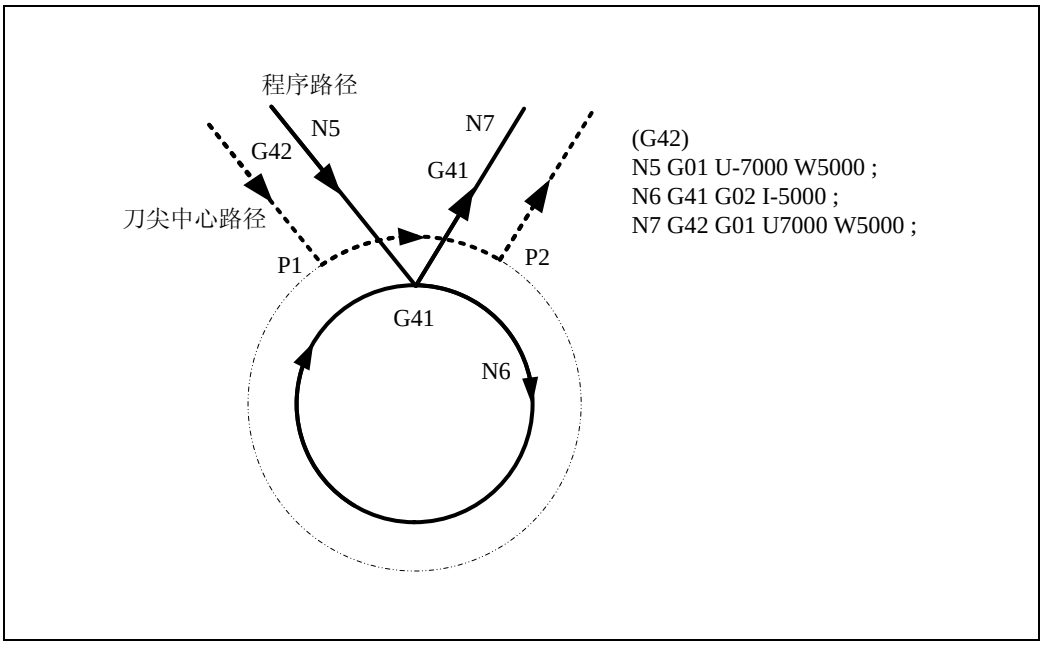




- **大于 1 周的圆弧**

通常不会产生这种情况。但当 G41 及 G42 变更时，或用 I，J，K 指令 G40 时，则可能会出现。如下图，刀尖中心路径不是圆弧，而是 P1 至 P2 的一段弧。并且在某些情况下，可能会因为干涉检查出现报警。

如希望刀具按全圆移动，必须分段指令。

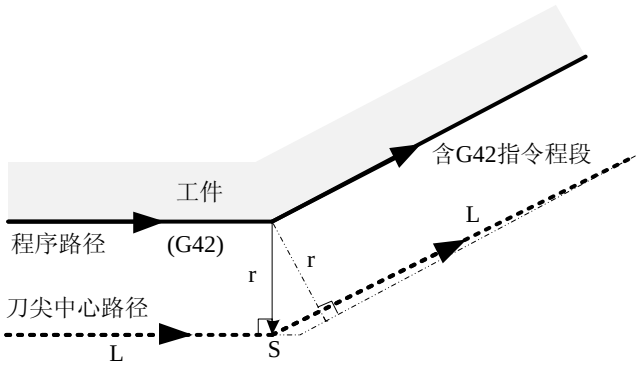


补偿模式下重复指定刀尖半径补偿 G 代码

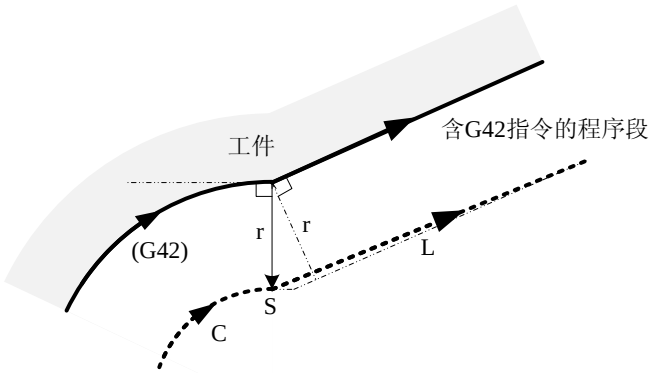
在补偿模式中，重复指定刀尖半径补偿 G 代码时（G41/G42 模式时指定 G41/G42），相对于移动方

向会形成一个与前程序段成直角的向量，与加工内侧和外侧无关。如果在圆弧指令中指定此种 G 代码，则不能得到正确的圆弧。

直线→直线



直线→圆弧

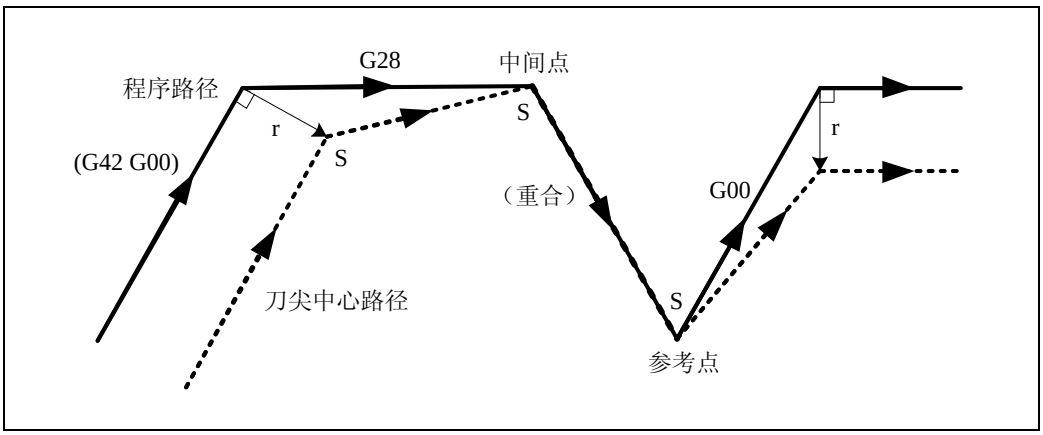


补偿模式下暂时取消补偿的指令

在补偿模式中，如果指定以下的指令，补偿会暂时取消，之后系统会将补偿模式自动恢复。请参见“补偿取消时的刀具移动”及“补偿开始时的刀具移动”的说明。

- **G28 自动返回参考点**

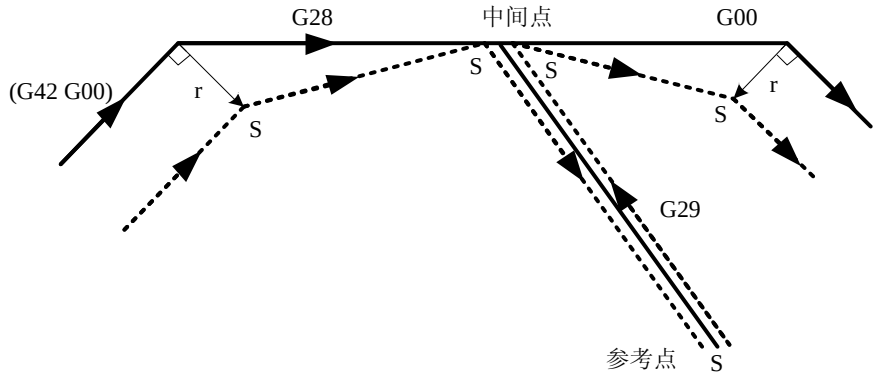
在补偿模式中，如果指令 G28，补偿将在中间点取消，在参考点返回后补偿模式自动恢复



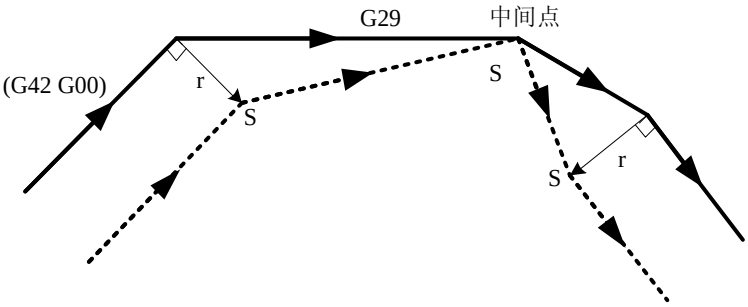
- **G29 从参考原点自动返回**

在补偿模式中，如指令 G29，补偿将在中间点取消，补偿模式将在下一个程序段自动恢复。

在 G28 后立刻指令 G29 时



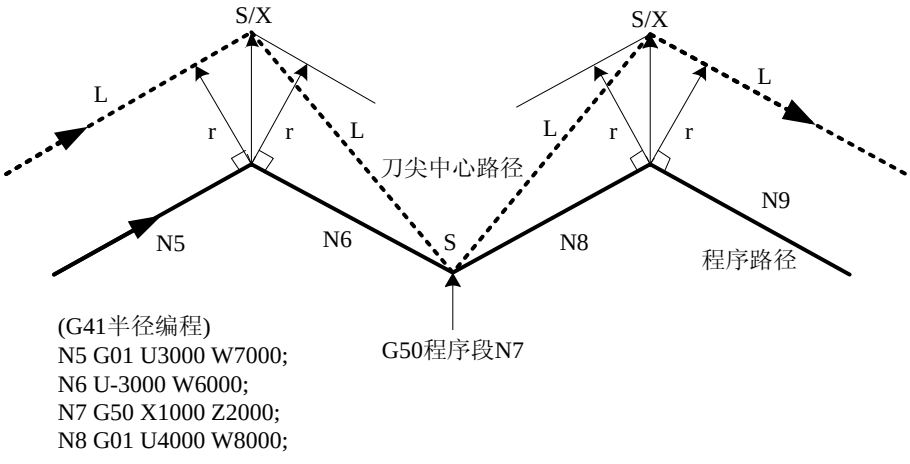
不在 G28 后立刻指令 G29 时



- **G50 工件坐标系设定**

在补偿模式中，如果指定了 G50（工件坐标系设定），补偿向量会暂时取消，之后补偿向量会自动恢复。

此时，不同于补偿取消模式，刀具直接从交点移动到补偿向量取消的指令点。在补偿模式恢复时，刀具又直接移动到交点。



- **车削固定循环**

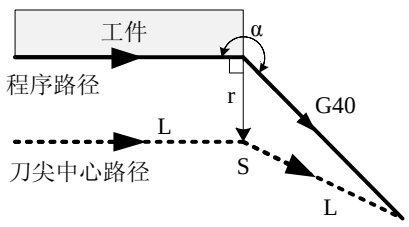
执行车削固定循环 G90、G92、G94 以及 G70~G76 时，在移动到循环起点的过程中，刀尖半径补偿被暂时取消，在从循环终点移出时恢复刀尖半径补偿。参见 II-16.2.5.8。

16.2.5.4 补偿取消时的刀具移动

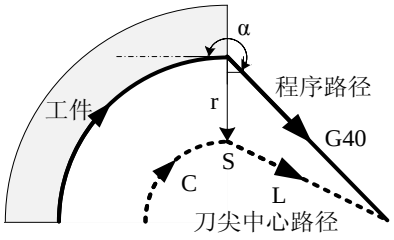
以下说明从补偿状态退出到补偿取消状态时的刀具移动方式。

沿拐角的内侧移动（$\alpha \geq 180°$）

直线→直线

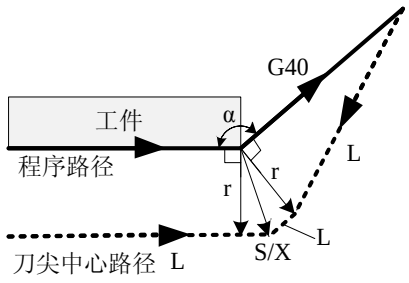


直线→圆弧

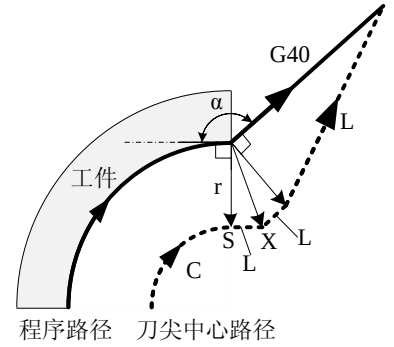


沿着拐角为钝角的外侧移动（$90° \leq \alpha < 180°$）

直线→直线

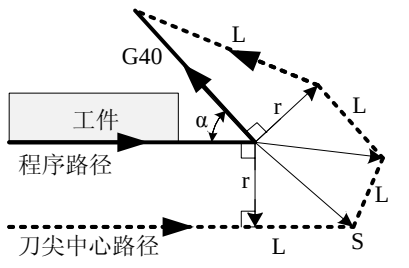


直线→圆弧

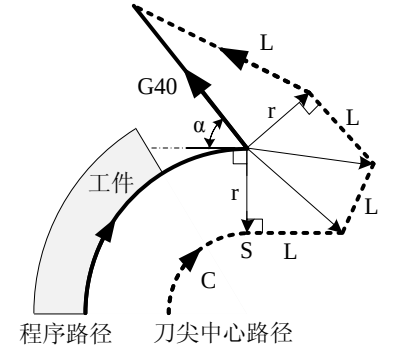


沿着拐角为锐角的外侧移动（$\alpha < 90°$）

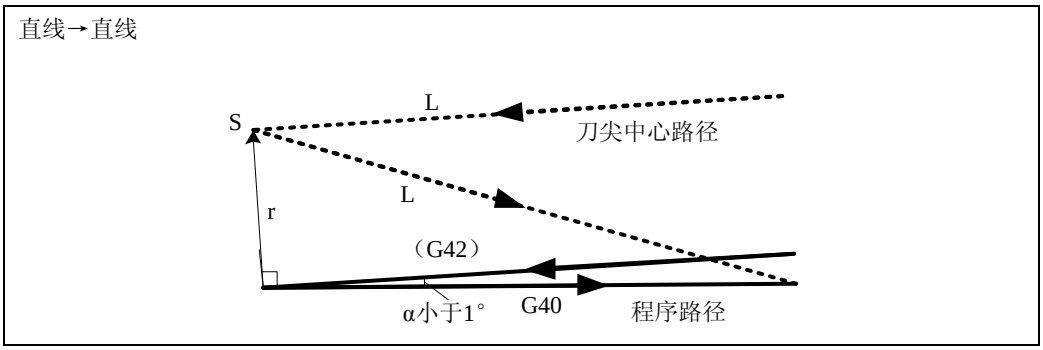
直线→直线



直线→圆弧



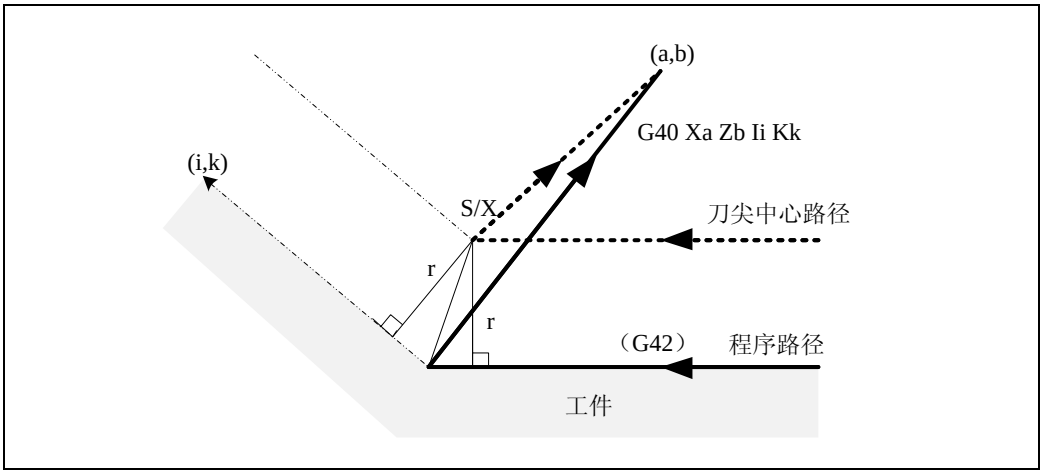
沿着拐角为小于1°的锐角外侧移动（α < 1°）



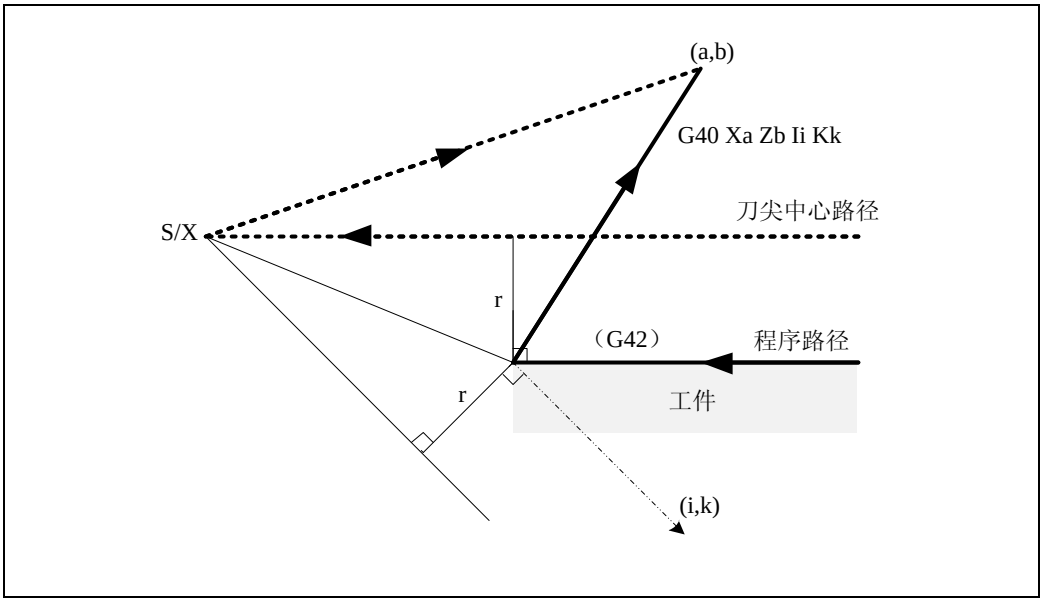
G40 和 I_J_K_同时指定

如果在指定 G40 和 I_J_K_的程序段之前为 G41 或 G42 模式，则系统假设已经指定从前面程序段的终点到向量(I, J)、(I, K)或(J, K)的方向，补偿方向（G41、G42）与前面程序段相同。

- **指定加工内侧**



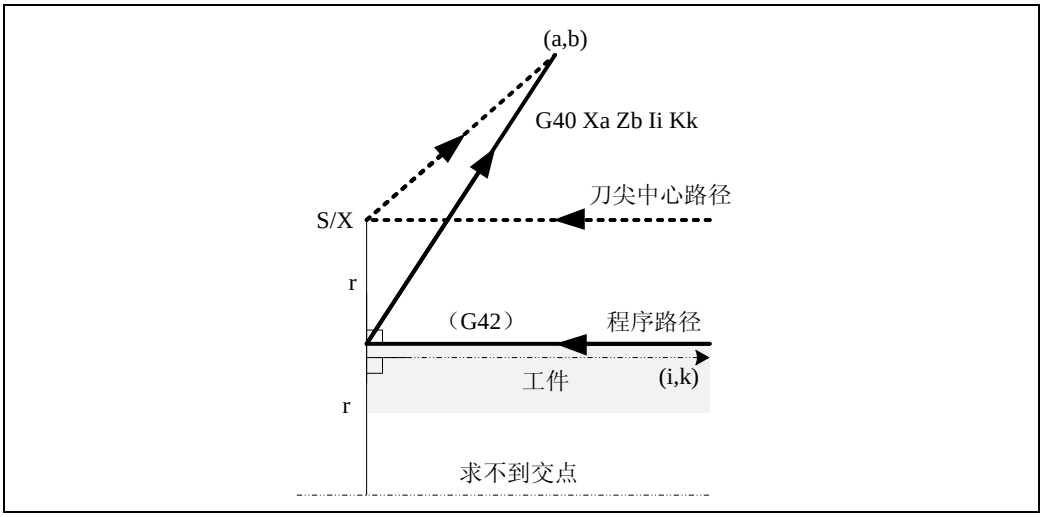
- **指定加工外侧**



- **没有交点**

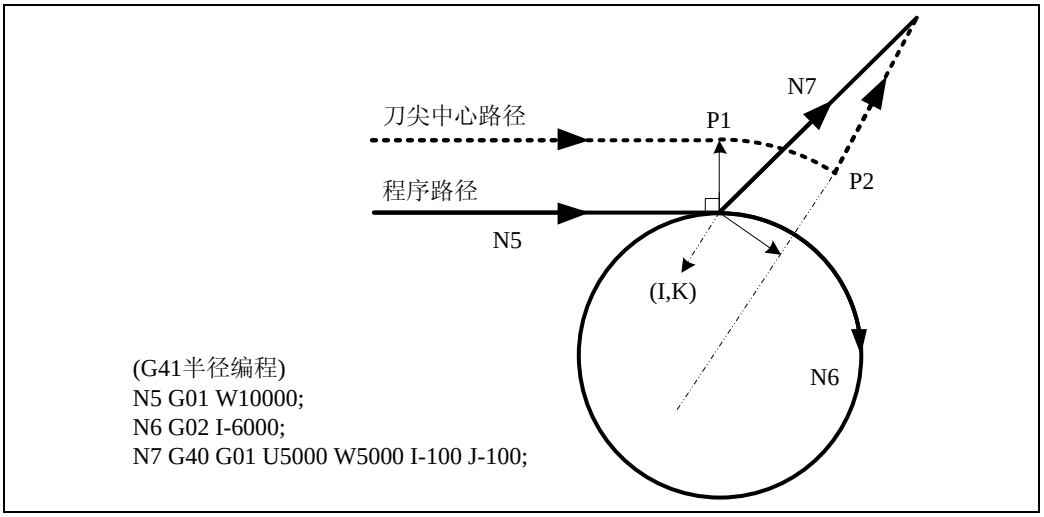
当求不到交点时，系统产生一个起点位于 G40 前面的程序段的终点，大小等于补偿量的一个偏移

向量。刀具移动到该偏移向量处。



- **大于一周的圆弧**

在下图中，刀尖中心路径不沿圆周移动，而沿圆弧从 P1 至 P2。在某些情况下，可能会因干涉检查产生报警（PS0041）。如想沿圆周移动，圆弧指令必须分割。



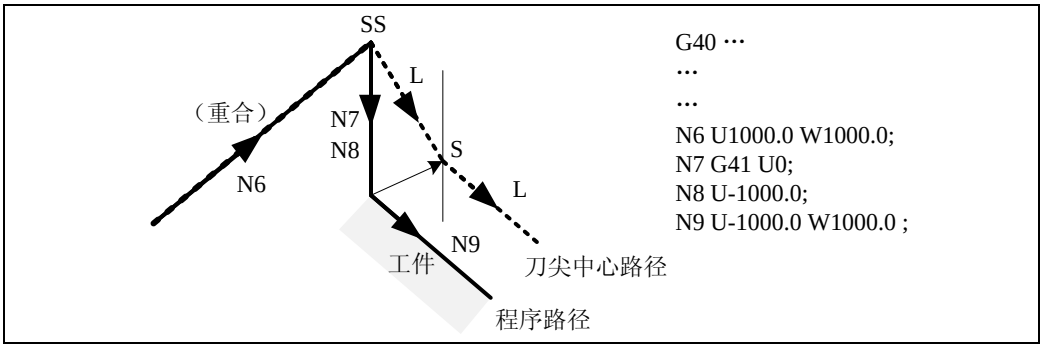
16.2.5.5 不产生刀具移动的程序段

下表中各类型的程序段都是不会产生刀具移动的程序段。

类型	举例	解释
1	M05 ;	M 代码输出
2	S01 ;	S 代码输出
3	G04 X10.000 ;	暂停指令
4	G10 P01 X100 ;	补偿量设定
5	(G17) Z100 ;	补偿平面内无移动的指令
6	G98 ;	只有 G 代码
7	G01 U0 ;	移动量为零

程序段位于补偿开始时

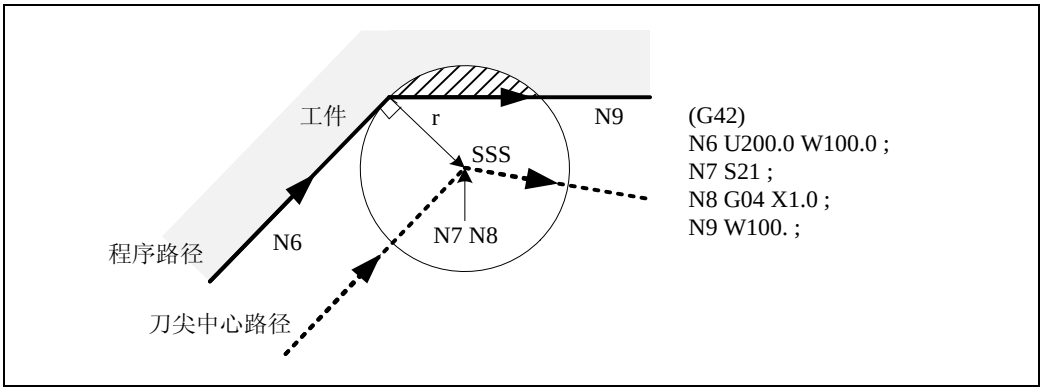
如果在补偿开始的指令没有刀具移动，不会产生补偿向量。



程序段位于补偿模式时

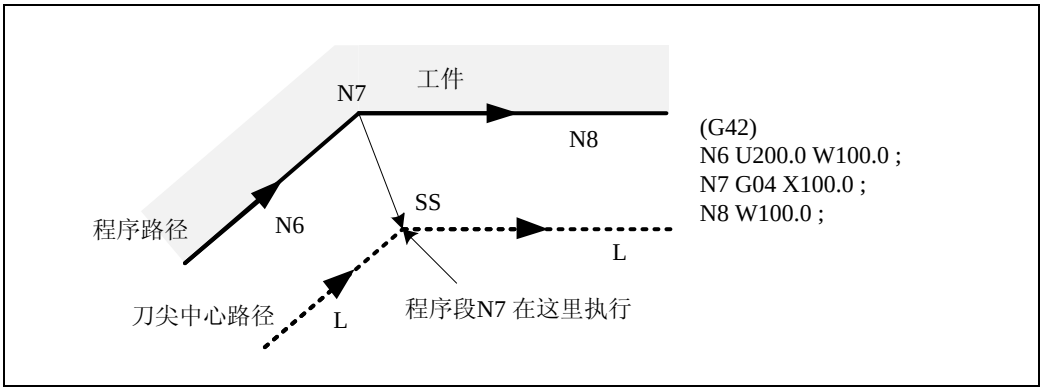
- **连续指令两个及两个以上无刀具移动的程序段时**

两个及以上没有刀具移动的程序段不可连续指令。如果这样指令，会形成长度为补偿量，方向垂直于前程序段移动方向的向量，可能产生过切。

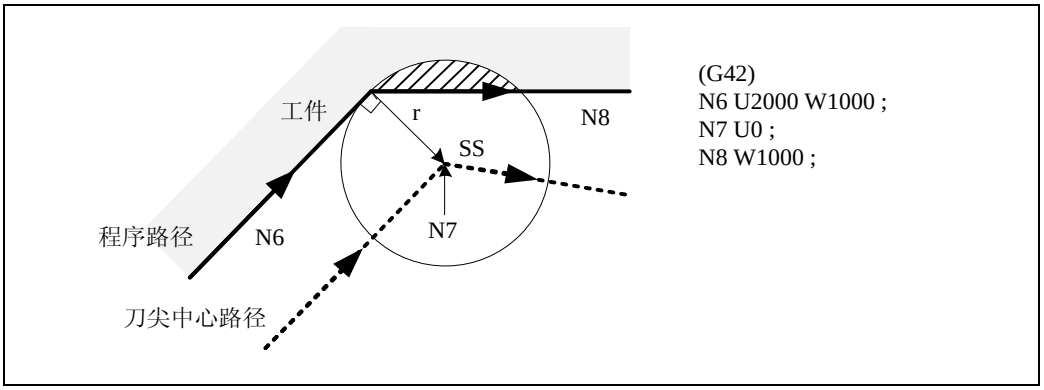


- **仅只指令了一个无刀具移动的程序段时**

此时，向量及刀尖中心路径与没有指令该程序段时一样。该无刀具移动程序段在单程序段停止点执行。

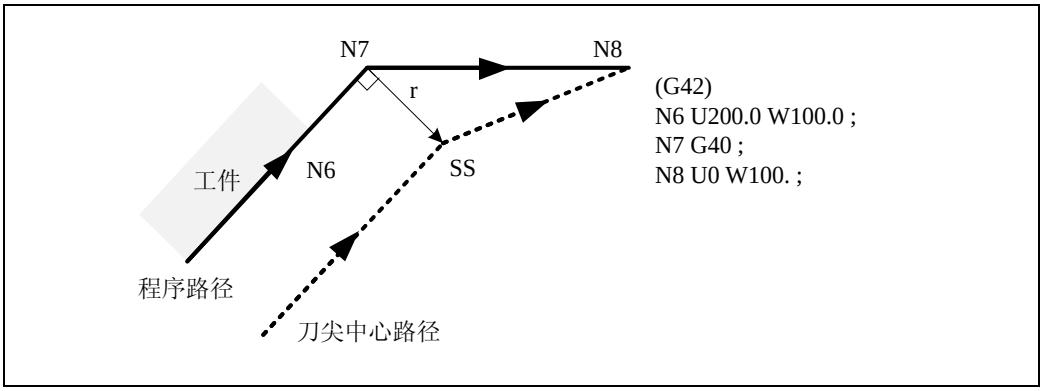


但是，对于移动量为零的程序段（类型 7，参见上表），即使只指定一个程序段，刀具移动与连续指定两个及两个以上没有刀具移动指令的程序段时的情形一样。



程序段位于补偿取消时

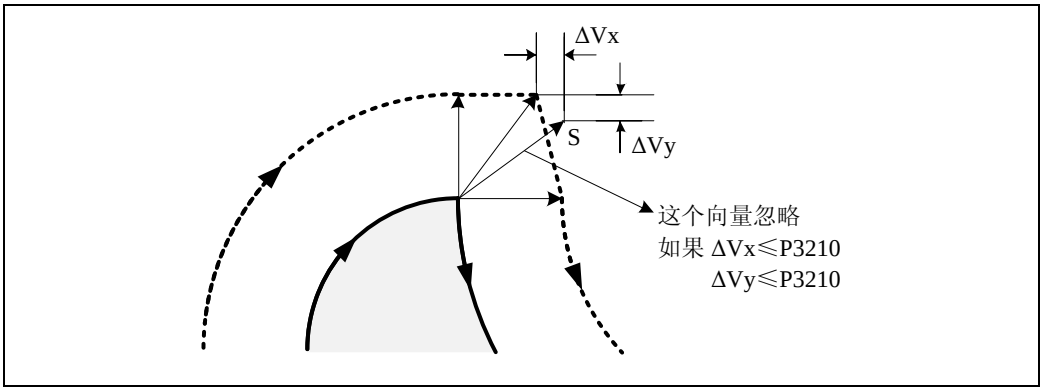
当没有刀具移动的程序段与补偿取消一起指令时，会形成长度为补偿量，方向垂直于前程序段移动方向的向量，这个向量在下一个移动指令取消。



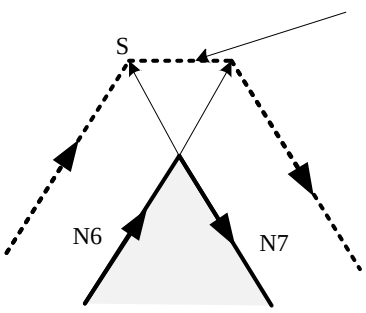
16.2.5.6 转角移动

在一个程序段的终点创建两个或更多个补偿向量时，刀具则线性地从一个向量移动到另一个向量。这种移动称为转角移动。

当向量几乎一致时，即向量间的转角移动的距离被判定为较短时（根据参数 P3210），不执行转角移动。此时后面的向量被忽略。通过忽略因为刀尖半径补偿而产生的微小移动，从而防止由于缓冲的中断而引起的速度波动。



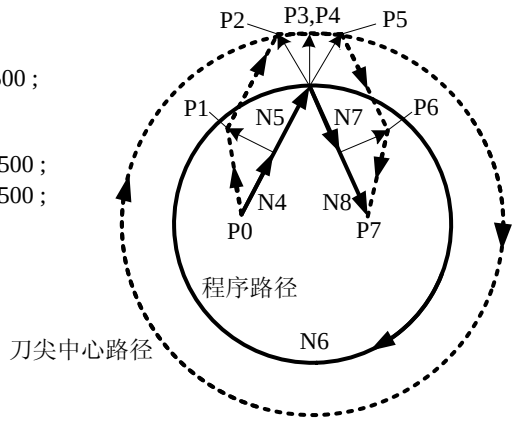
如果这些向量不一致（未被忽略），则产生一个沿转角的移动。这个移动属于后面的程序段。



这些移动属于程序段N7，进给率因此等于程序段N7的进给率。如果程序段N7是G00模式，刀具以快速进给率移动。如果是G01，G02，G03模式，刀具以切削进给率移动。

但是，如果下一个程序段的路径超过半圆时，则不执行以上机能，即始终不忽略向量。主要是为了避免如下情况。

(半径编程)
N4 G41 U2000 W1500 ;
N5 U2000 W1500 ;
N6 G02 I-6000 ;
N7 G01 U-2000 W1500 ;
N8 G40 U-2000 W1500 ;



如果向量未忽略，则刀尖中心路径为 P0→P1→P2→P3→整圆→P4→P5→P6→P7；但是，如果 P2 及 P3 间的向量可忽略，则 P3 被忽略。刀尖中心路径为 P0→P1→P2→P4→P5→P6→P7，程序段 N6 的圆弧切削整个被忽略。

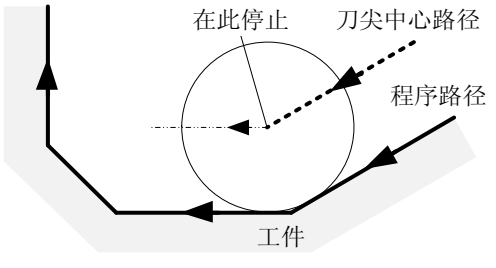
16.2.5.7 倒角及拐角

倒角或拐角处补偿条件

在倒角或拐角圆弧，只有在拐角处有交点时，才可以进行刀尖半径补偿。在补偿取消，补偿开始或改变补偿方向时，不能进行补偿，此时刀具运动停止并显示报警（PS0297）。

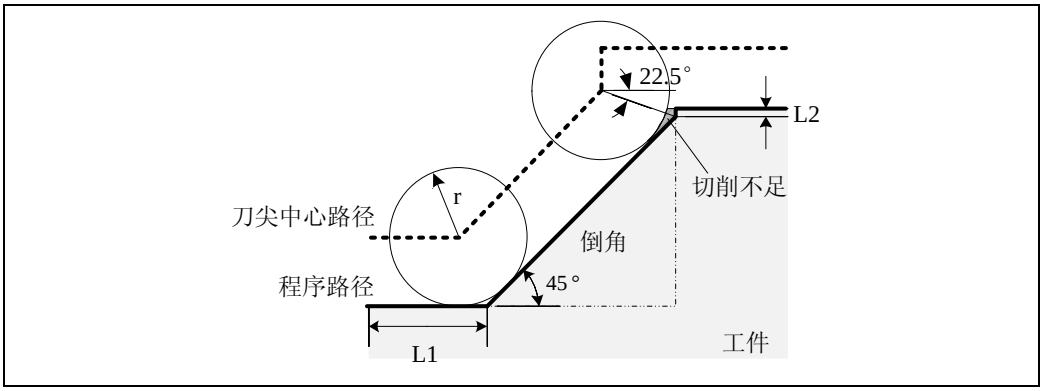
倒角值或拐角圆弧值过小

在内侧倒角或内侧拐角圆弧时，如果倒角值或拐角圆弧值小于刀尖半径值，因为会产生过切，刀具运动停止并显示报警（PS0297）。



切削不足

- **切削不足示例图**

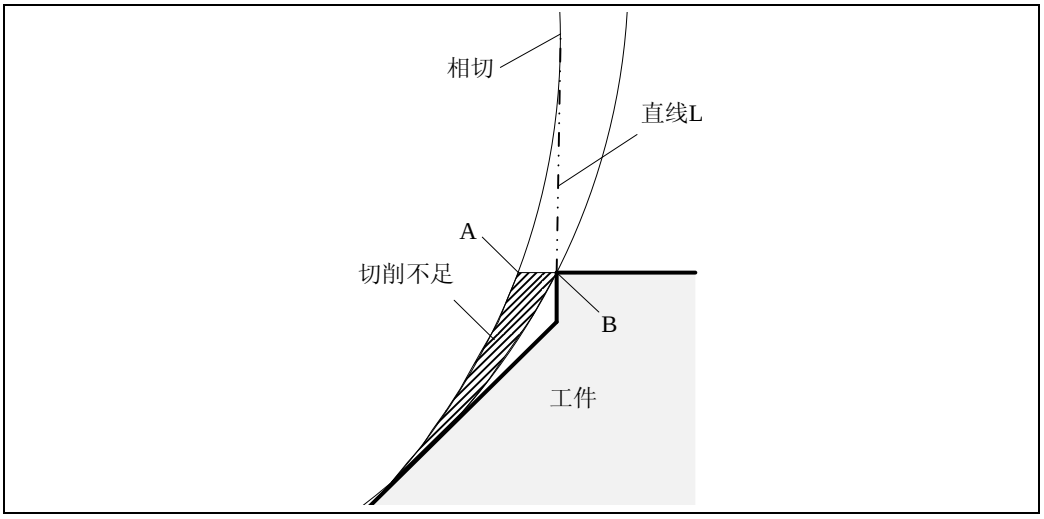


对于内侧倒角，如果非倒角部分的程序路径（上图 L1、L2）的长度在

$$0 \le L1, L2 \le r \times \tan 22.5°, (r \text{ 刀尖半径})$$

范围内时，就会产生切削不足。

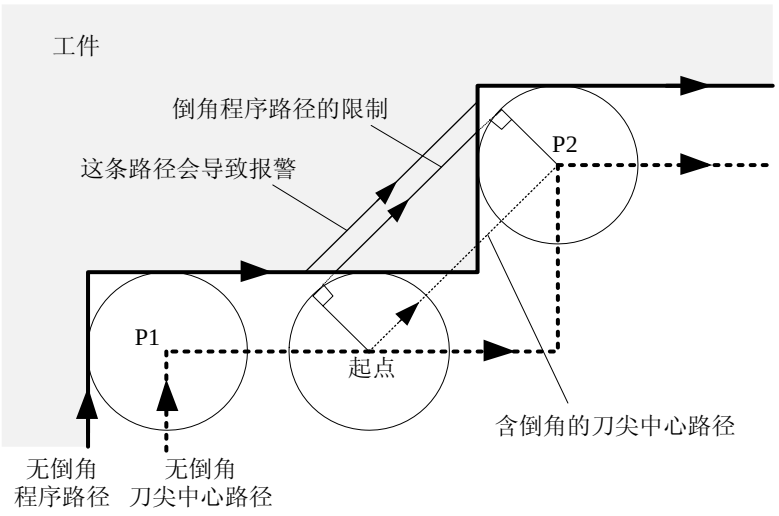
- **切削不足示例放大图**



在上图中，尽管刀尖应该在点 B 定位，但实际在点 A 定位（刀尖与直线 L 相切）。因此，存在切削不足情况。

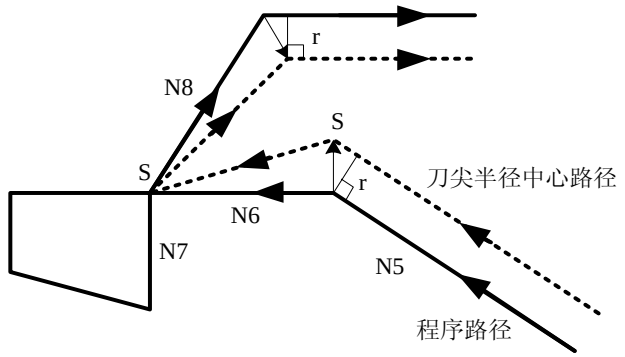
拐角或倒角的路径限制

外侧倒角补偿时，对程序路径有限制，必须保证倒角的完整性，并且不能出现过切现象。如下图所示，如果倒角值大于图中的限制值，会产生报警（PS0052/PS0055）。



16.2.5.8 车削固定循环时的刀尖半径补偿

执行车削固定循环 G90、G92、G94 以及 G70~G76 时，在移动到循环起点的过程中，刀尖半径补偿被暂时取消，在从循环终点移出时恢复刀尖半径补偿，如下图所示。对于循环内的刀尖半径补偿路径，各种循环指令处理不尽相同。

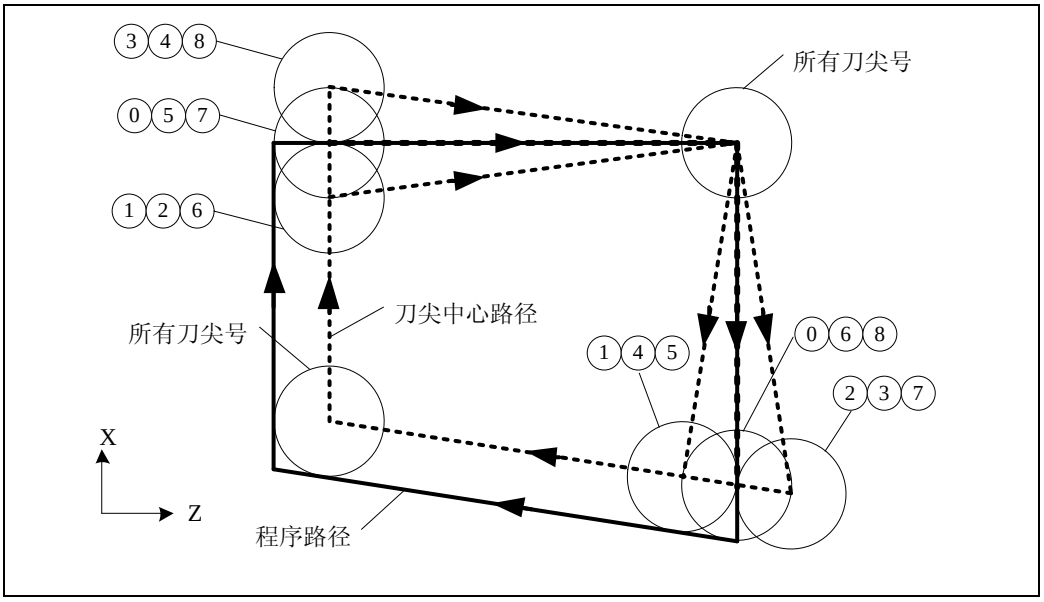


(G42)
N5 G01 U500.0 W600.0;
N6 W-800.0;
N7 G90 U-600.0 Z-800.0 I-300.0;
N8 G01 U1200.0 W500.0;

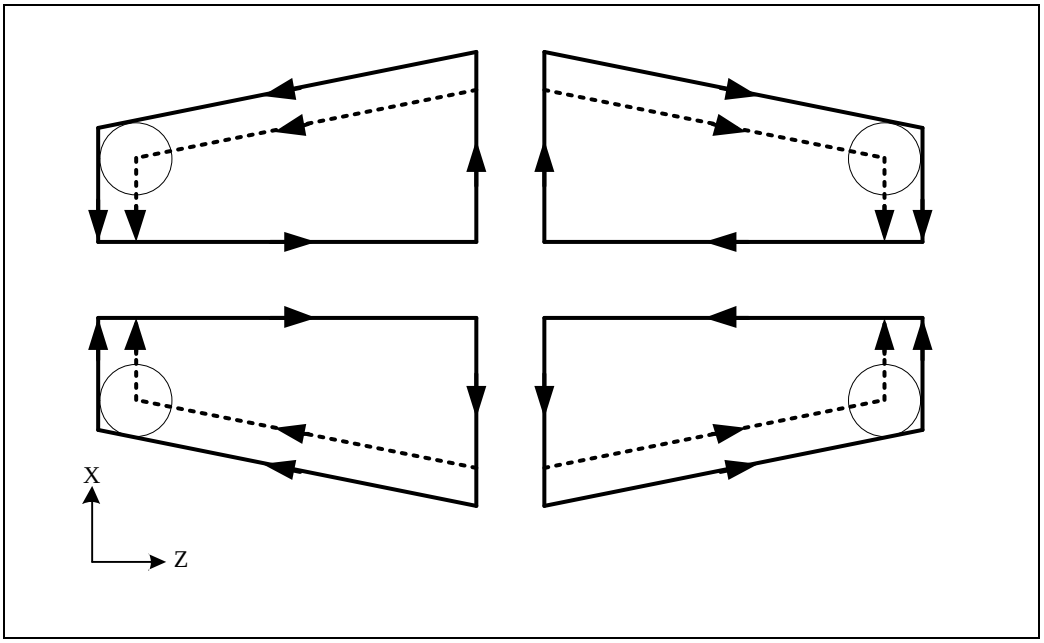
循环内的刀尖半径补偿

- **G90、G92 或 G78.1**

  如下图，图中标号表示假想刀尖号。

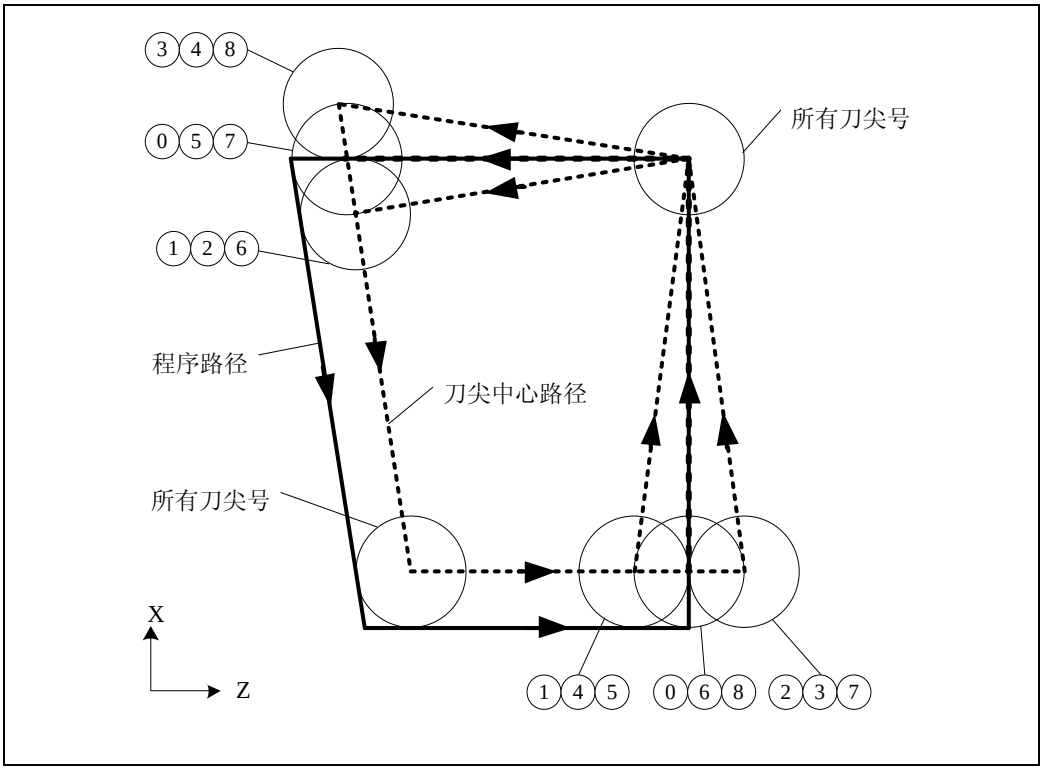


无论是 G41，G42 方式，补偿方向如下图所示。

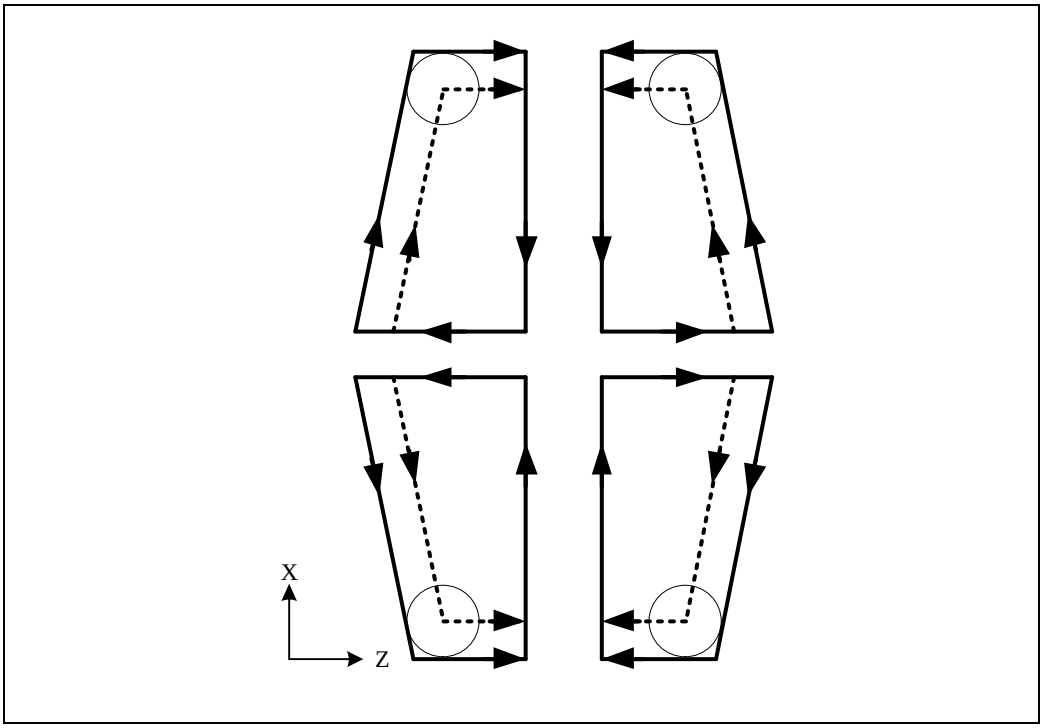


- **G94**

如下图，图中标号表示假想刀尖号。



无论是 G41，G42 方式，补偿方向如下图所示。



- **G71~G73**

在循环过程中，路径偏移刀尖半径向量，不进行任何交点计算。

注

不要在 P、Q 程序段之间执行 G41、G42、G40，虽然不会影响到 G71~G73，但退出循环时将可能会改变补偿向量方向。

- **G70**

在循环内的第一个程序段开始刀尖半径补偿，在移动到循环终点的过程中取消刀尖半径补偿。

注

请在 G70 之前执行 G41、G42，在 G70 之后执行 G40

- **G74~G76**

在循环中，不执行刀尖半径补偿。

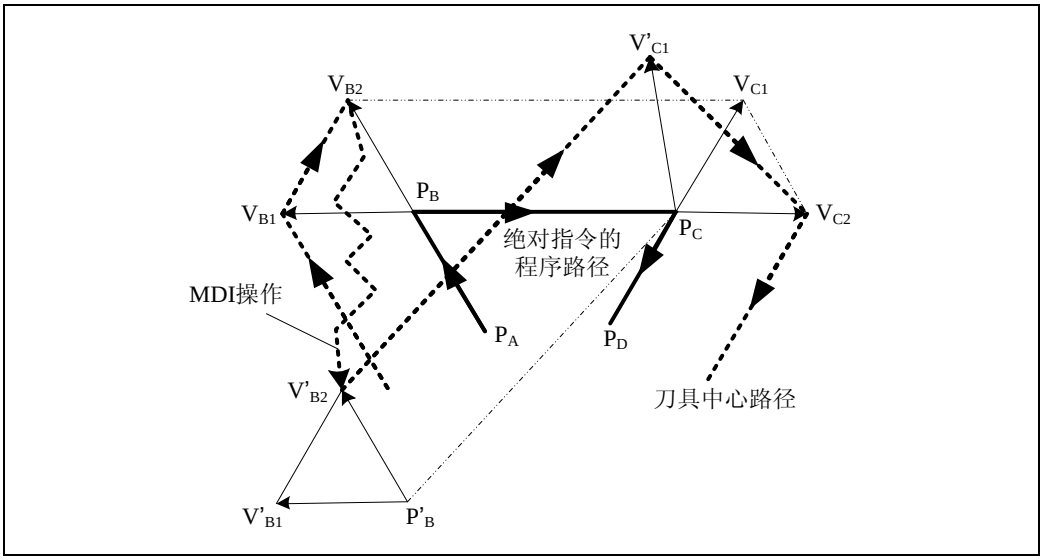
16.2.5.9 MDI 方式下刀尖半径补偿

MDI 运行

复位后，在 MDI 方式下执行程序，和自动运行相同，也进行刀尖半径补偿。

MDI 干预

当绝对指令编程的 NC 程序在自动运行过程中执行了单程序段停止，插入执行 MDI 操作，然后再次起动自动运行时，此时，系统传送下一个程序段起点的向量，并根据下两个程序段形成其它向量。所以，如下图所示，从点 PC 后补偿可正确地执行。

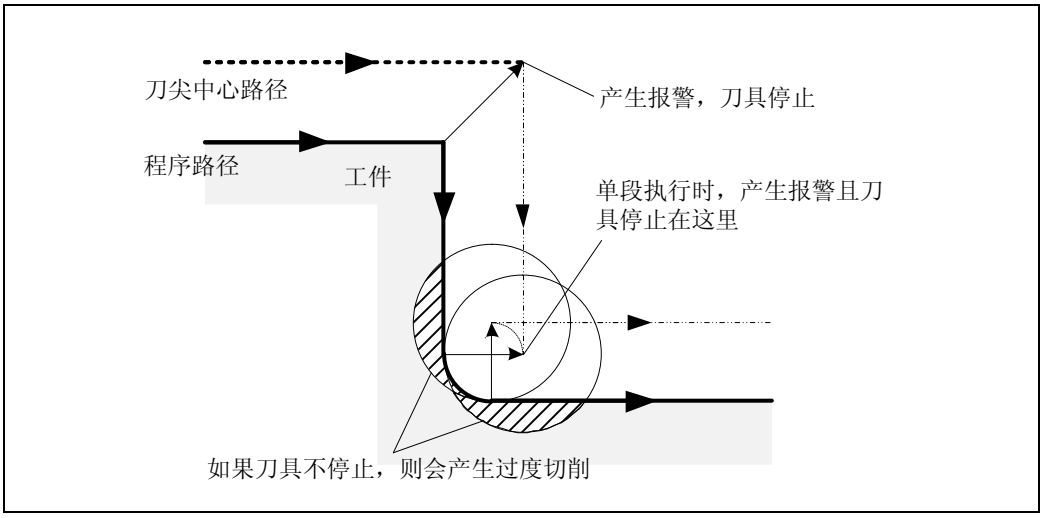


当点P_A，P_B，P_C以绝对指令编程时，程序段从P_A至P_B执行后用单段执行停止，插入 MDI 方式移动刀具。向量V_{B1}及V_{B2}传送至V'_{B1}及V'_{B2}，在程序段$P_B \rightarrow P_C$及$P_C \rightarrow P_D$间的向量V_{C1}及V_{C2}重新计算。但是，因为向量V_{B2}没有再度计算，所以从点P_C后补偿才可正确地执行。

16.2.5.10 利用刀尖半径补偿防止过切

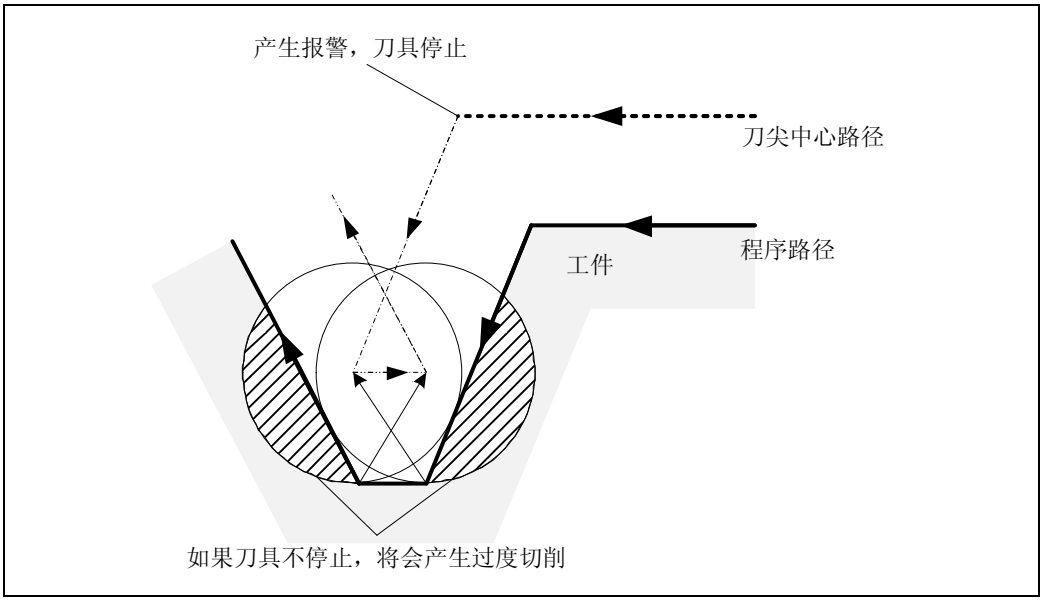
加工比刀尖半径小的圆弧内侧

当转角半径小于刀尖半径时，因为刀尖的内侧补偿将产生过度切削，会产生报警，刀具停在单段程序开始位置，因此在单段执行时，会产生过度切削。



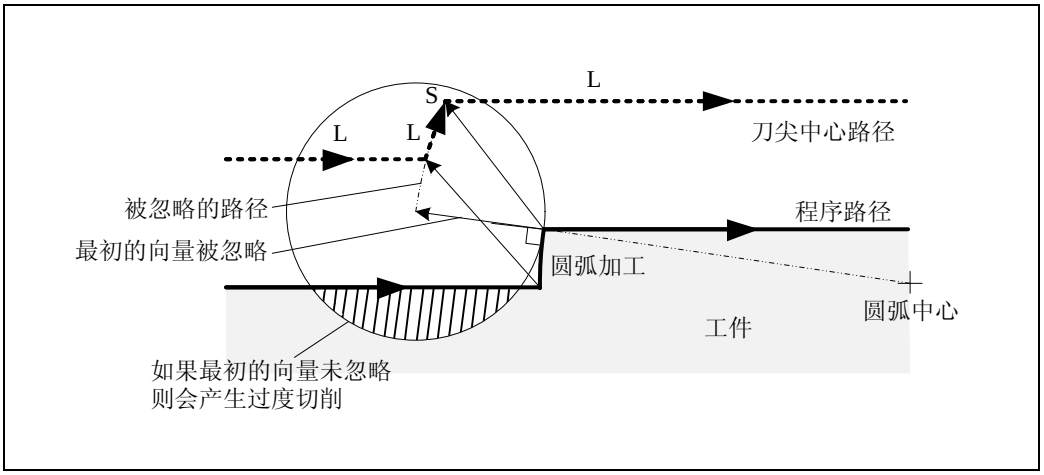
加工刀尖半径小的截沟

因为刀尖半径补偿强制刀尖中心路径向程序路径反向移动，会产生过度切削。



加工刀尖半径小的段差

如果在程序中有比刀尖半径小的段差时，用圆弧加工指令这个段差的加工时，正常补偿的刀尖中心路径变成与程序方向相反。此时忽略最初的向量，刀具直线移动到第二个向量。单段执行在这里停止。如不在单段模式下加工，自动运行会继续。如果段差是直线，不会产生报警，作正确切削。但会残留未切削部分。



16.2.5.11 干涉检查

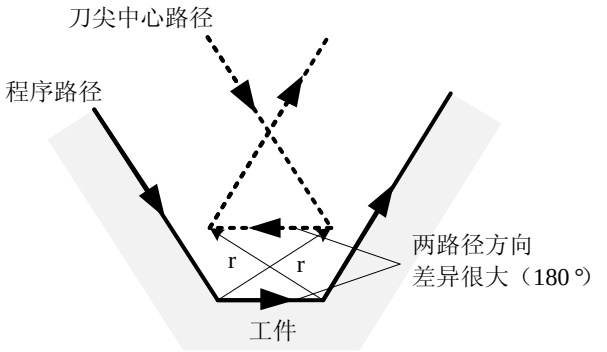
刀具过切现象称为“干涉”。干涉检查功能可以预测出可能的刀具过切情况，但是不能检查出所有的干涉情形，即使过切未发生也可能会进行干涉检查，并报警。

干涉的基本条件

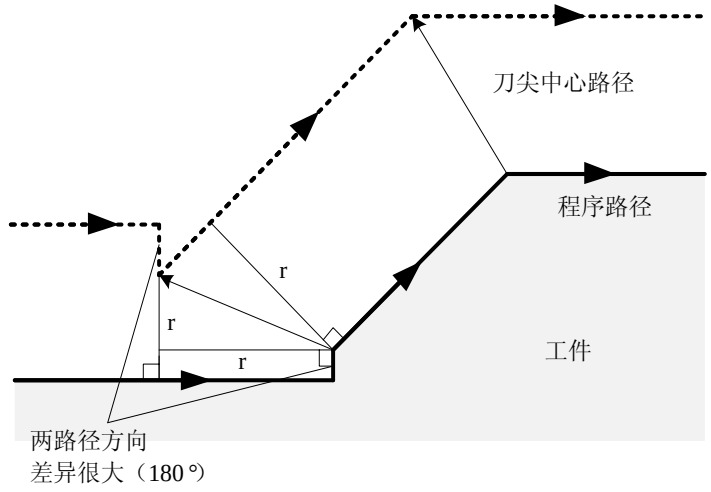
1 刀尖中心路径方向与程序路径方向不同（路径间的夹角在 90 度~270 度之间）。

2 圆弧加工时，除以上条件外，刀尖中心路径的起点和终点间的夹角与程序路径起点和终点间的夹角有很大的差异（180 度以上）。

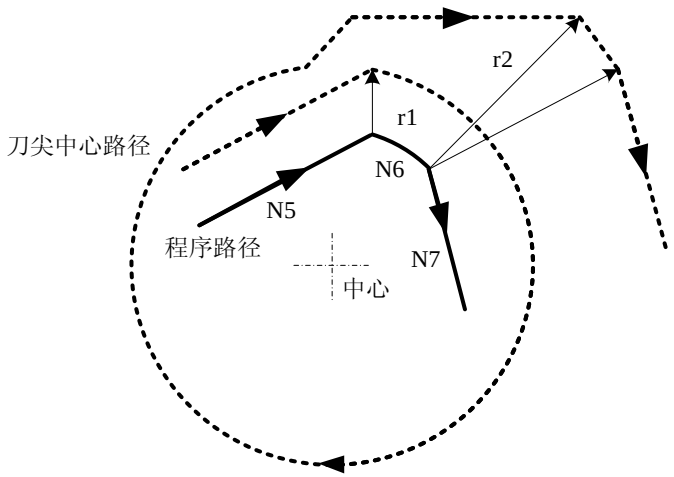
例 1



例 2



例 3



(G41)
N5 G01 G91 X8000 Y2000 H01 ;
N6 G02 Y-1600 X3200 I-2000 J-8000 H02 ;
N7 G01 X2000 Y-5000 ;

（H01刀具半径补偿量 r1 =2000)
（H02刀具半径补偿量 r2 =6000)

以上范例，程序段 N6 的圆弧在一个象限内。但是在刀具补偿后，圆弧位于 4 个象限。

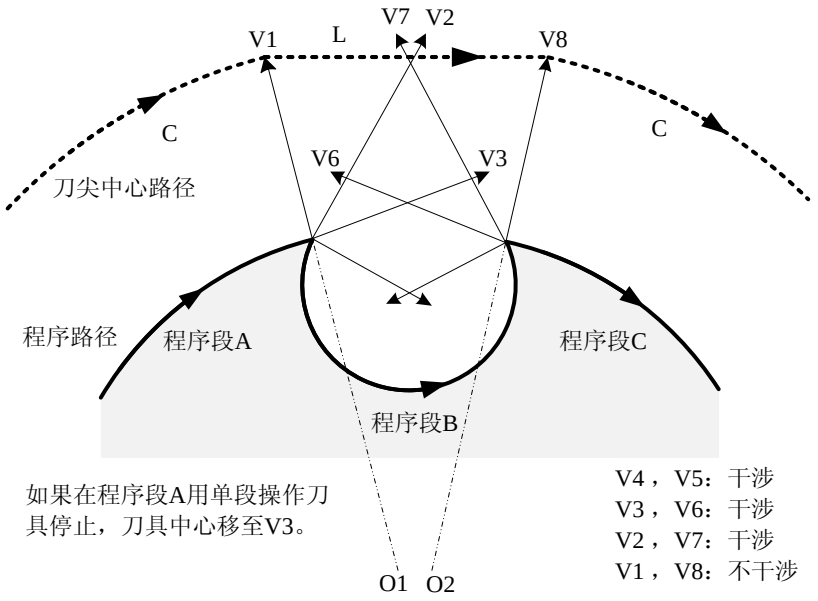
干涉的预先处理

补偿模式中，相邻的程序段 A、B 及 C 执行时，在 A 及 B 间产生向量 V1、V2、V3 及 V4，在 B 及 C 间产生向量 V5、V6、V7 及 V8（参见下文例子中的图），首先检查最近的向量。如果发生干涉，则将它们消去。但是如果要忽略的向量在拐角的最后，它们不能消去。即：

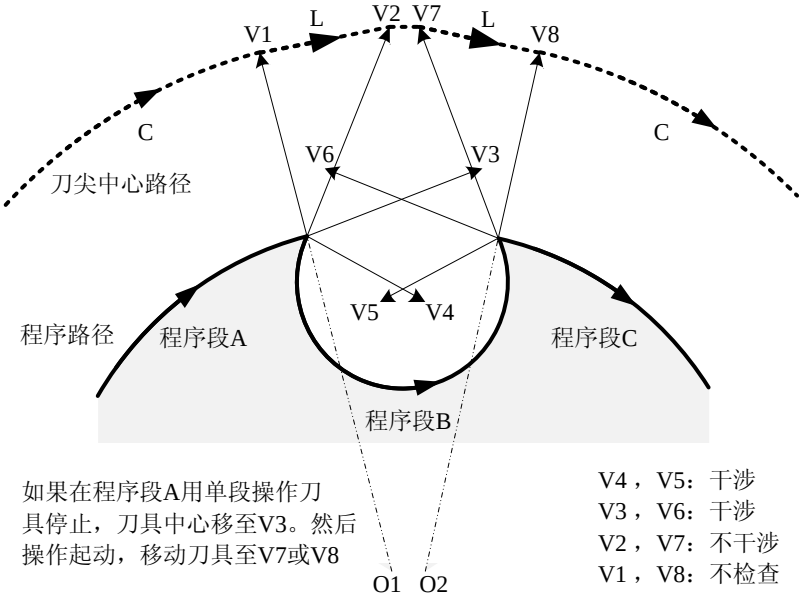
V4 和 V5 间 ----- 干涉 -----V4，V5 消去
V3 和 V6 间 ----- 干涉 -----V3，V6 消去
V2 和 V7 间 ----- 干涉 -----V2，V7 消去
V1 和 V8 间 ----- 干涉 -----V1，V8 不能消去

如果在检查中，某一对向量不干涉，则不检查此后的向量。如果程序段 B 是圆弧移动，向量干涉会产生直线移动。

例 1 刀具直线移动（V1→V8）

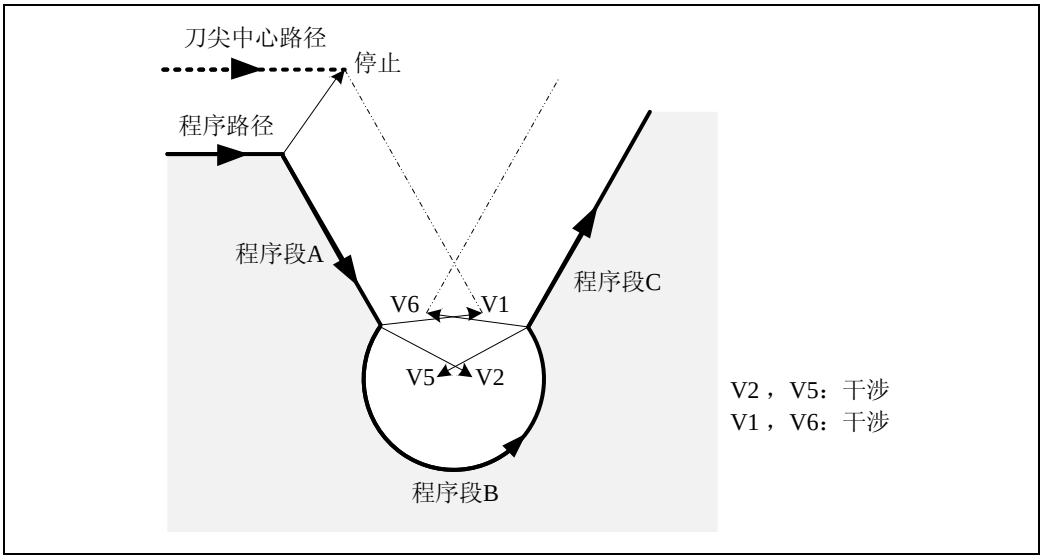


例 2 刀具直线移动（V1→V2→V7→V8）



预处理后仍有干涉发生

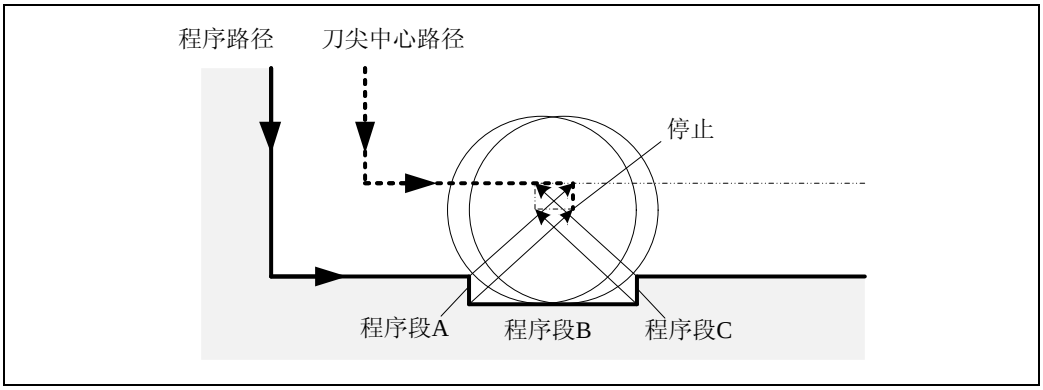
如果干涉在预处理后发生或检查开始只有一组向量而这组向量干涉，刀具在前面程序段执行后立即停止（如果用单程序段操作执行，刀具在程序段结束时停止），显示报警（PS0041）。



实际上没有干涉，但作干涉检查

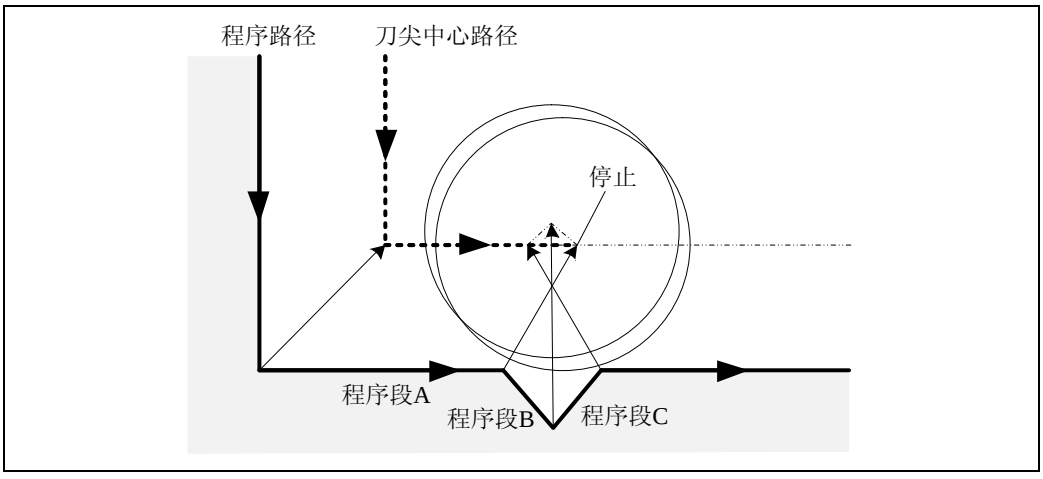
- **凹处深度小于补偿量**

实际上没有干涉，但是因为在程序 B 段，程序的方向与刀尖半径补偿的路径相反，刀具停止并显示报警。



- **截沟深度小于补偿量**

刀尖中心路径与程序路径方向相反。



16.3 拐角圆弧插补功能（G39）

在刀尖半径补偿中，通过指定 G39，即可在拐角处进行以补偿量作为半径的拐角圆弧补偿。

格式

G39；

或

G39 I_ K_

解释

- **拐角圆弧插补**

  当上述指令被指定时，即可进行以补偿量为半径的拐角圆弧插补。此指令前面的 G41、G42 确定圆弧是顺时针还是逆时针。G39 是一次性 G 代码。

- **没有 I、K 指令时的 G39**

  当指令 G39 时，产生拐角圆弧，该拐角圆弧使圆弧终点的矢量与下一程序段的起点垂直。

- **含有 I、K 指令时的 G39**

  当用 I、K 指定 G39 时，产生拐角圆弧，该拐角圆弧使圆弧终点的矢量与由 I、K 值指定的矢量垂直。

限制

- **移动指令**

  不能在一个含有 G39 的程序段中指定移动指令。否则系统将会发出报警。

- **内侧拐角**

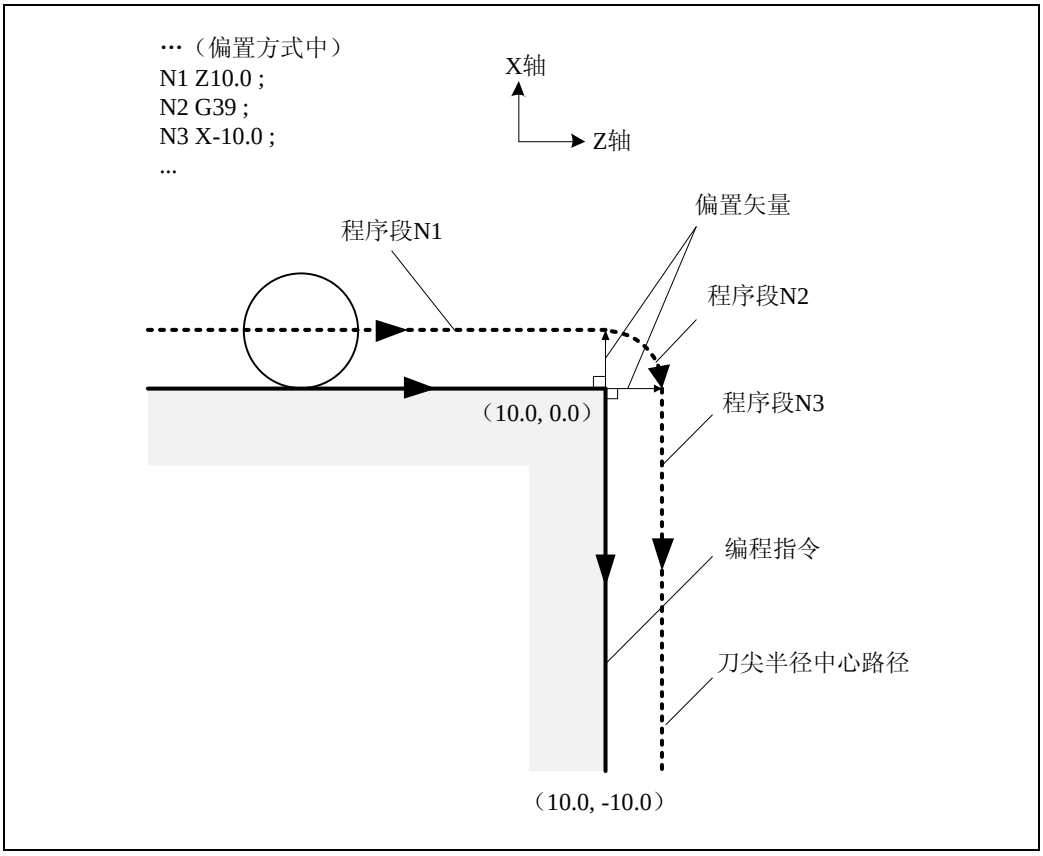
  内侧拐角的程序段间不能指定 G39。进行该指令将导致过切。

- **拐角圆弧的速度**

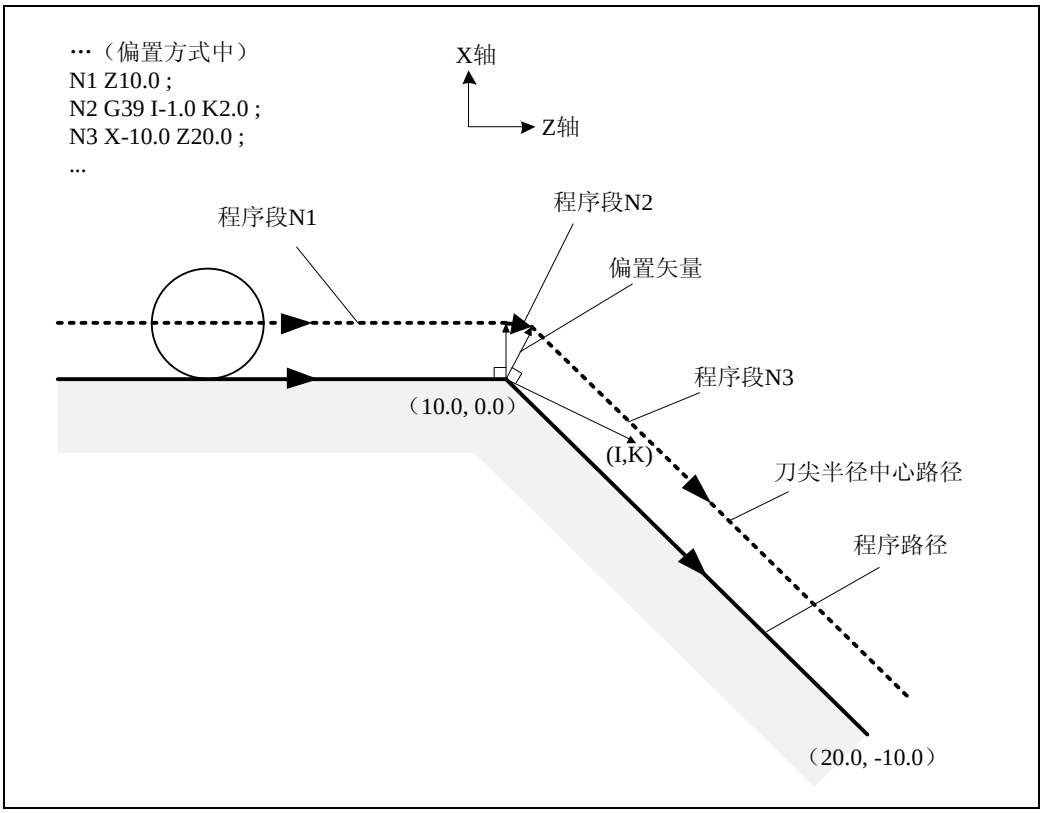
  在 G00 方式下通过 G39 指定拐角圆弧时，拐角圆弧的程序段速度是基于前面指定的 F 指令的速度。

举例

- **没有 I、K 指令时的 G39**



- **含有 I、K 指令时的 G39**



16.4 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”（《连接调试手册》第 105 页 P3200.0 或第 185 页 P061.5）选择。

磨损补偿无效（WOFC=0）

G 代码体系 A：

绝对指令：G10 L10 P_IP_ R_ Q_;

增量指令：G10 P_ U_ W_ NC_ ;

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）

开启工件偏移机能（WSFT=1）时，G10 P0000 X_ Z_;设置工件偏移。

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 P100_ X_ Z_ R_ Q_ ;

形状增量指令：G10 P100_ U_ W_ NC_ ;

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）

开启工件偏移机能（WSFT=1）时，G10 P0000 X_ Z_;设置工件偏移。

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。

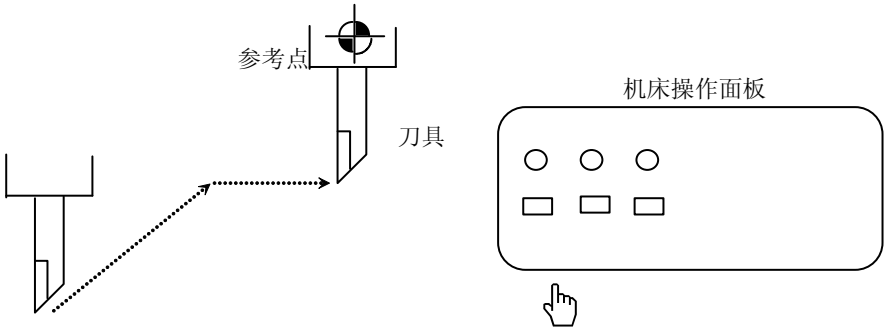
III　操作篇

1 概要

1.1 手动操作

1.1.1 手动返回参考点

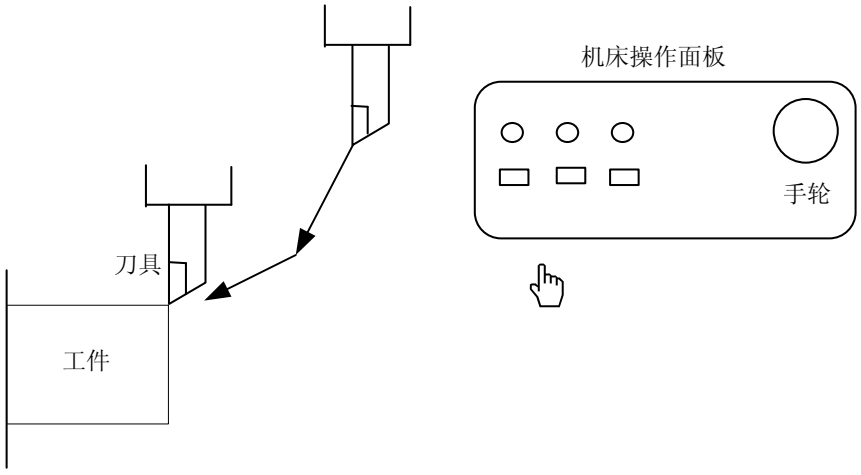
在 CNC 机床上，设有特定的机械位置，在此位置进行换刀和坐标系的设定，把这个位置称为参考点。一般电源接通后，刀具需移到参考点。使用操作面板上的相应键，把刀具移动到参考点的操作称为手动返回参考点（参见 III-4.1）。



另外，根据程序指令也可使刀具返回参考点。这称为自动返回参考点。（参见编程手册）

1.1.2 手动操作移动刀具

使用操作面板上相应键或者手摇脉冲发生器，可以使刀具在各轴方向移动。



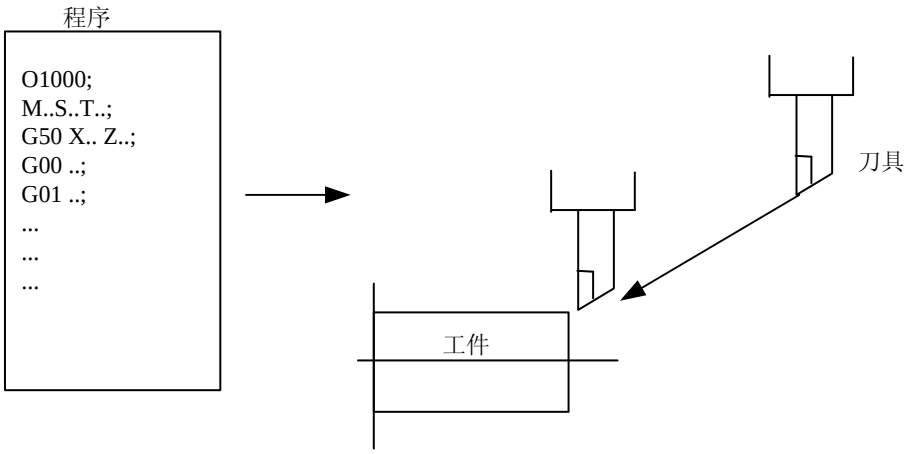
具体操作方法

1 手动连续进给（参见 III-4.2）
手按着按钮期间，刀具连续运动。

2 单步进给（参见 III-4.3）
按下按钮后，每按一次，刀具移动一定距离。

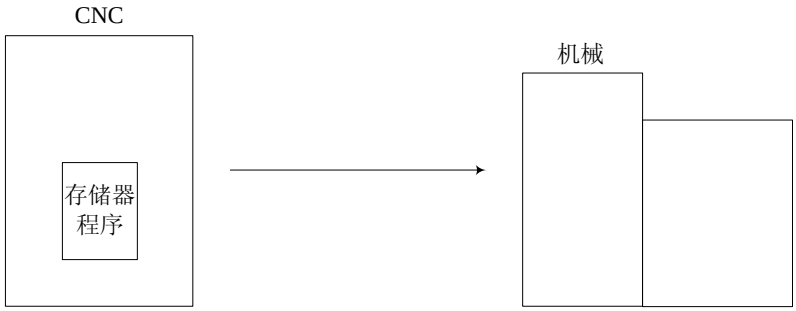
3 手摇脉冲发生器进给（参见 III-4.4）
回转手摇脉冲发生器，每转一个刻度，刀具移动一定的距离。

1.2 刀具按程序移动—自动运转



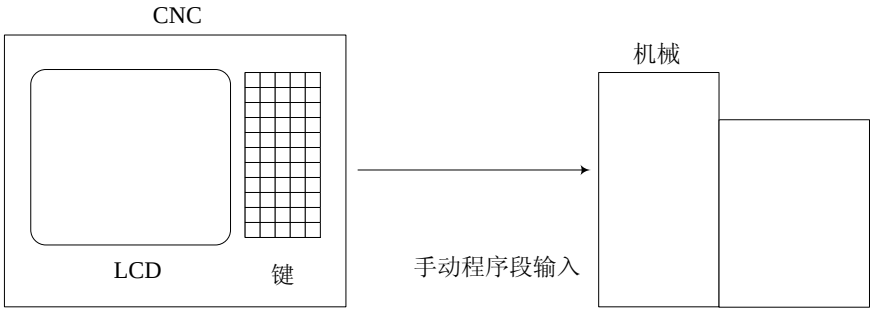
机床按着编制好的程序运动，称为自动运转（参见 III-5）。自动运转有存储器运转、MDI 运转、DNC 运转三种。

1.2.1 存储器运转



程序存储到 CNC 存储器中以后，就可按照存储器中的程序运转，这就叫作存储器运转。

1.2.2 MDI 运转



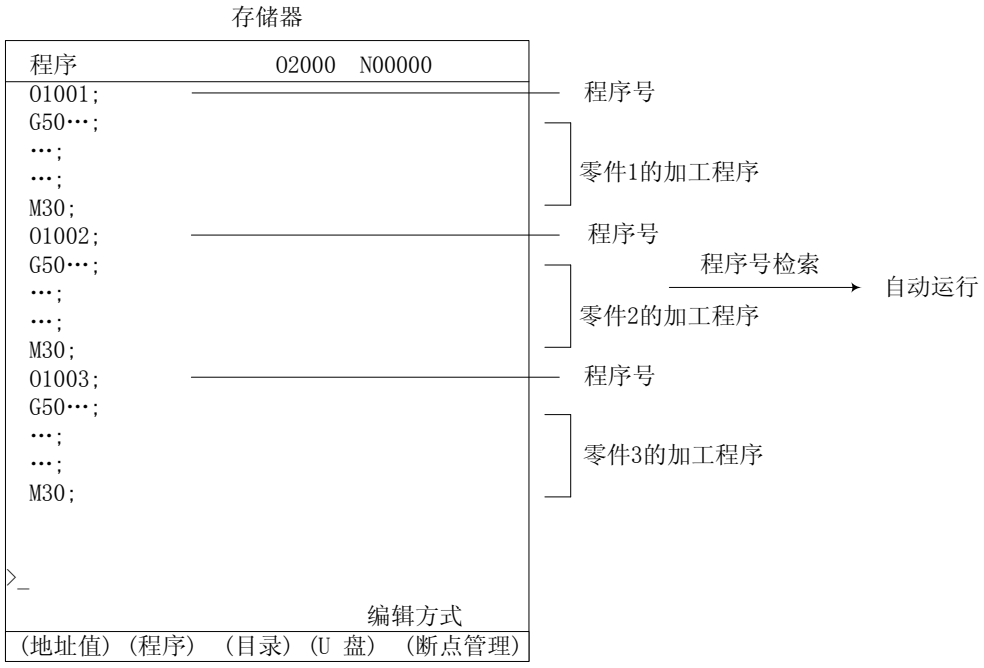
把程序用 MDI 键盘上的键送入后，根据这个指令运转，就叫作 MDI 运转。

1.2.3 DNC 运转

把一个程序从编程器一边传入，一边进行加工，这就叫作 DNC 运转。

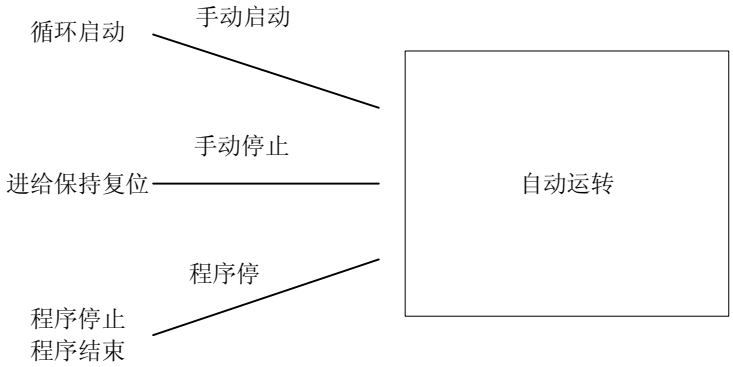
1.3 自动运转的操作

1.3.1 程序的选择



选择需要加工的零件程序。一般一个零件准备一个程序。当存储器中存有多个程序时，检索程序号（参见 III-9.3.1）

1.3.2 启动及停止



按了循环启动键后，开始自动运转。当按了进给保持键、复位按钮后，自动运转停止。另外，在程序中，如果指令了程序停止，或者程序结束，则在自动运转中途停止。加工完一个零件后，自动运转停止。

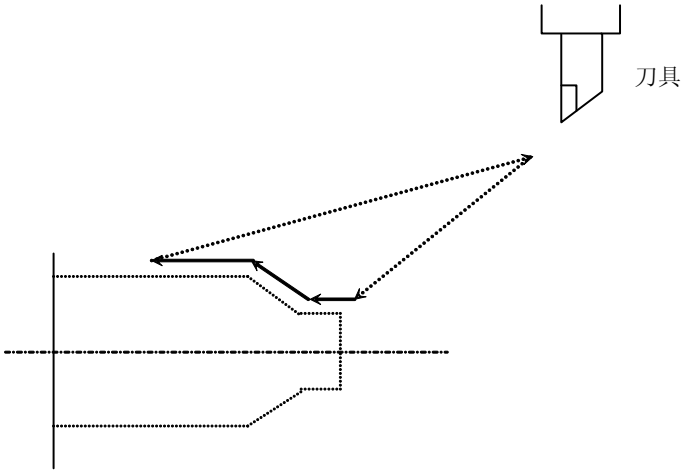
1.4 程序调试

在实际加工以前，按照编好的程序进行自动运转，检查机床运动是否符合要求（参见 III-6）。检查方法分为机床实际运动和机床不动（只观察位置显示的变化）两种。

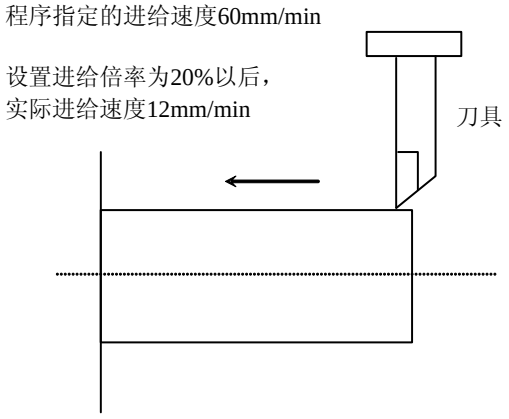
1.4.1 机床实际运动方法

空运转

卸下工件，只检查刀具的移动（参见 III-6.6）。刀具的移动速度用机械操作面板的刻度盘选择。

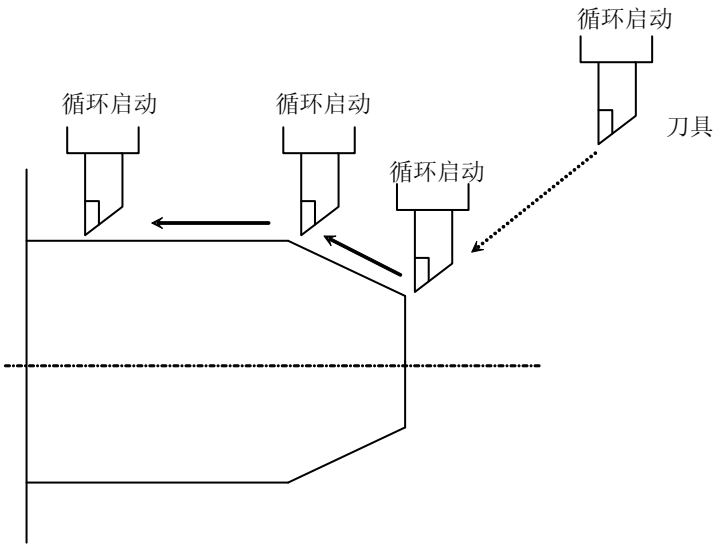


进给速度倍率



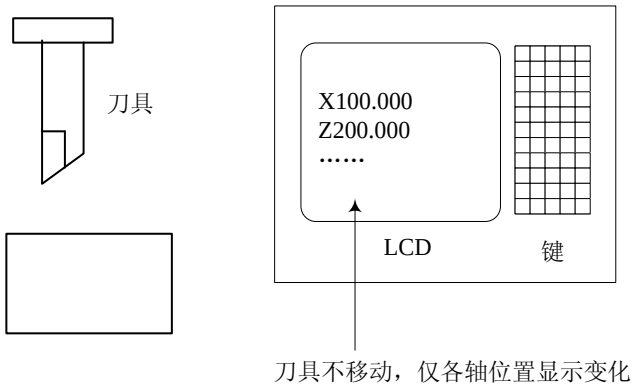
单程序段

按循环启动键后刀具走一个动作后（执行一个程序段）停止，再按循环启动键后刀具走下一个动作后（执行下一个程序段）停止，这样做可以检查程序（参见 III-6.7）。



1.4.2 机床不动，观察显示位置变化的方法

机床锁住

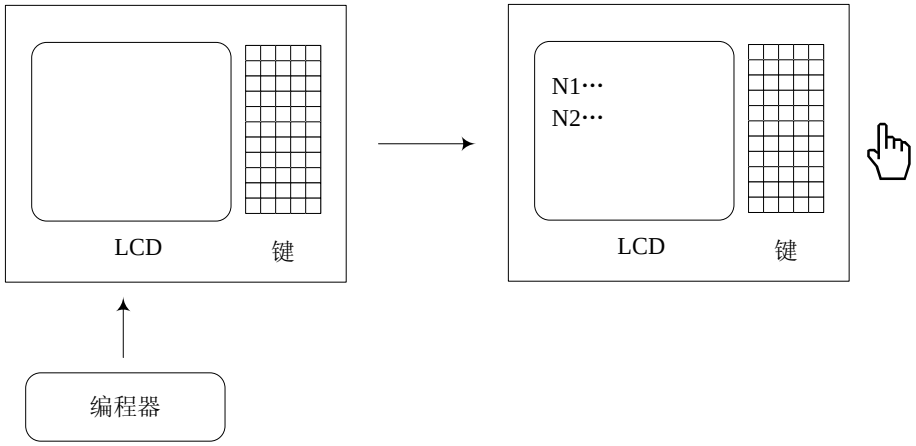


辅助功能锁住

在机床锁住并且辅助功能锁住的状态下，如果进行自动运转，则主轴回转、换刀、冷却开/关等辅助功能所有动作都不进行。（参见 III-6.2）

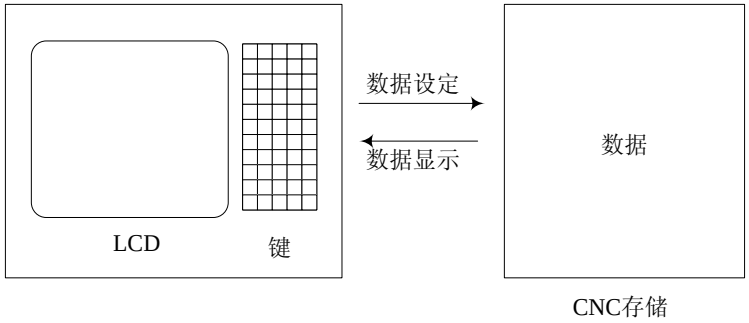
1.5 程序的编辑

编制好的程序存到存储器中后，可以用 MDI 键盘修改、变更该程序（参见 III-9）。

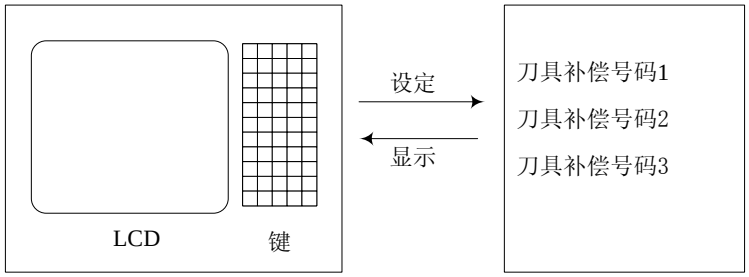


1.6 数据的显示及设定

通过键盘操作，边看画面，边把 CNC 存储器中存储的数据设定成新的值，在显示器上显示存储器的数据。

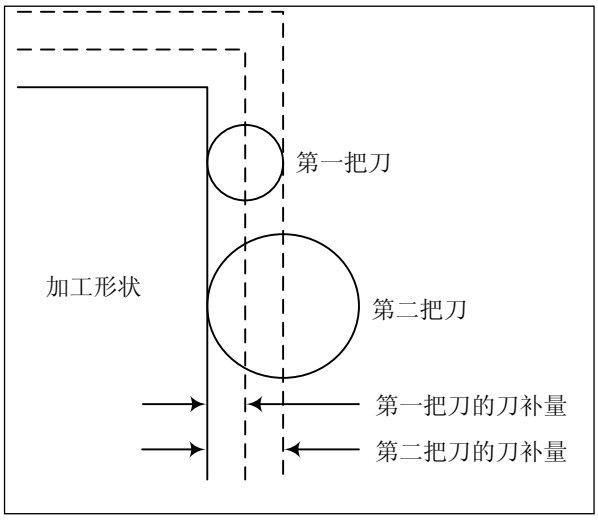


补偿量



刀具具有一定的尺寸（长度、直径），加工某一形状的零件时，由于刀具的不同，刀具移动轨迹也不同。如果事先把刀具的尺寸数据设定在 CNC 中，那么用同一程序，即使不同的刀具，其刀具轨迹也由 CNC 内部自动生成。

有关刀具尺寸的数据称为补偿量（参见 III-11）。



参数的显示、设定

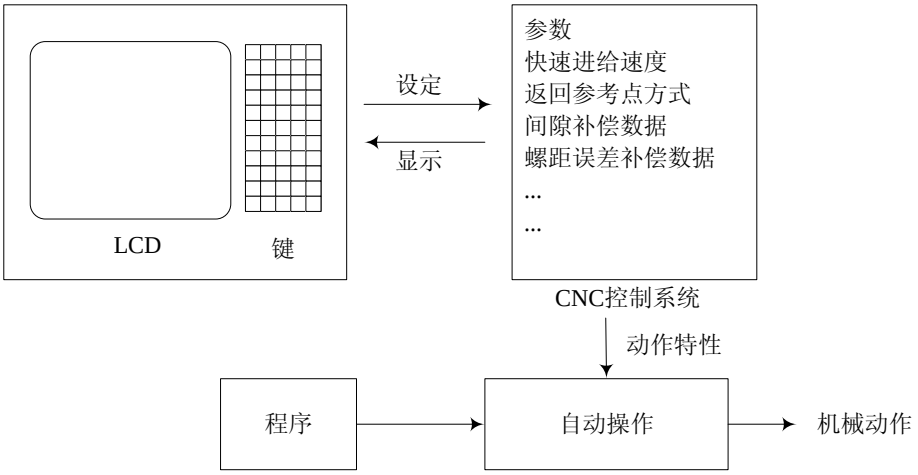
CNC 对各种机械的特性具有通用的功能。通过设定参数以适用于不同的机床。例如：

1 各轴的快速进给速度。

2 最小移动单位有公制、英制两种。

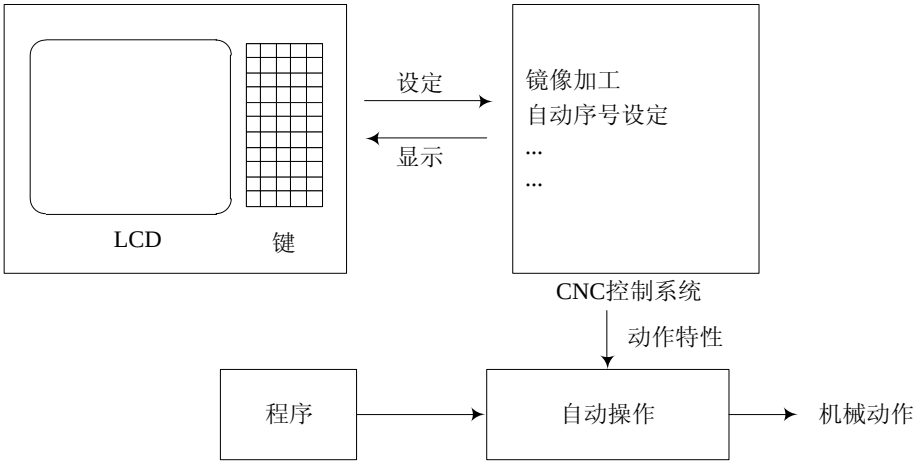
3 指令倍乘比（CMR）等等。

参数对于机械是固有的，随机械不同而不同。



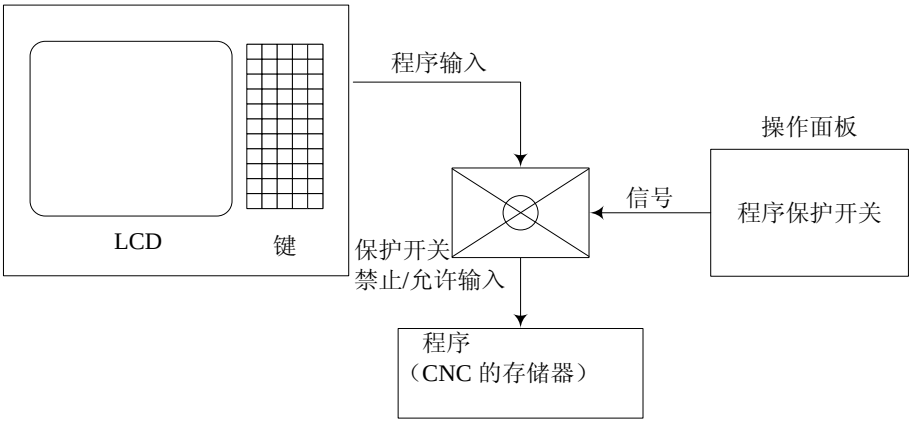
设置参数的显示、设定

在机械运转中，除参数外，操作者可在操作时对一些数据进行设定（设置画面），从而使机械特性发生变化。这些数据就称为设置参数。



程序保护开关

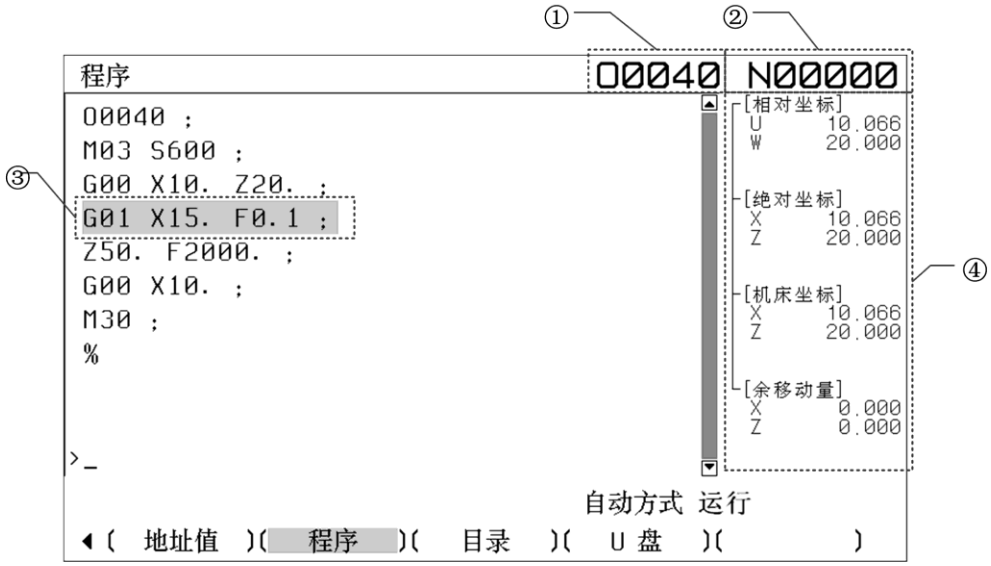
为防止因误操作而变更程序，可以设置一个开关，称为程序保护开关（简称程序开关），只有开关打开时，系统才允许变更程序。



1.7 信息显示

1.7.1 程序显示

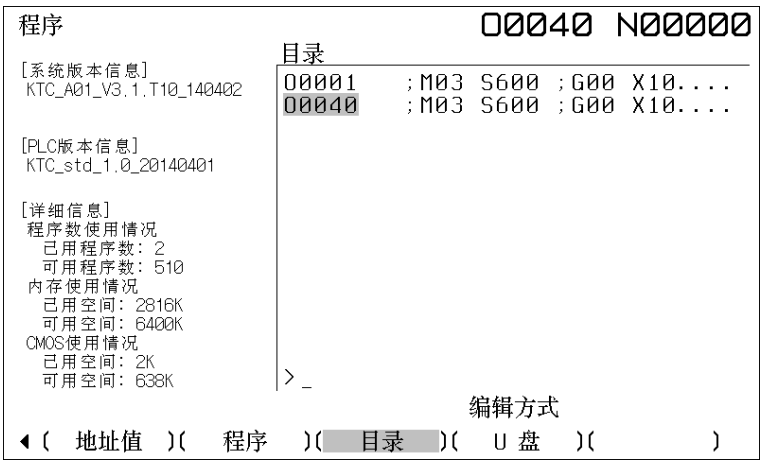
执行中的程序



①正在执行的程序的程序号　　②正在执行的程序段的顺序号

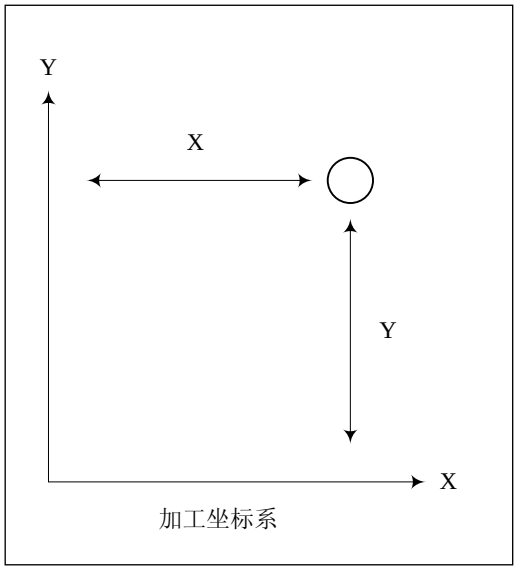
③光标指示正在执行的程序段　　④系统当前各轴坐标值

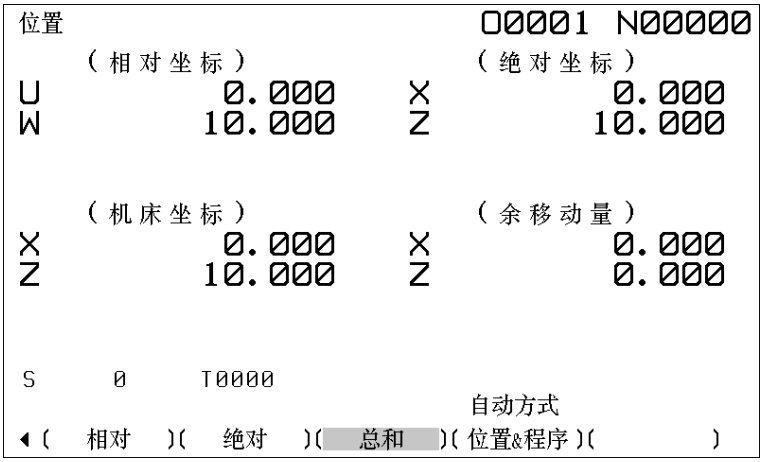
程序一览表



1.7.2 现在位置的显示

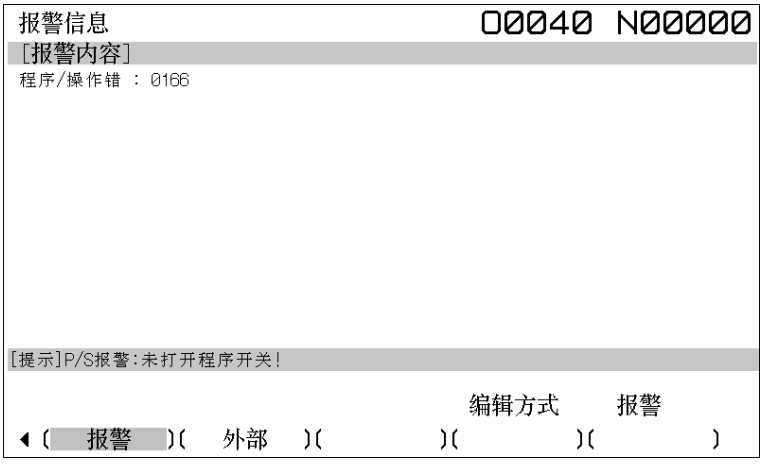
以各坐标系的坐标值显示现在刀具的位置，也可以显示现在位置到目标点的距离。





1.7.3 报警显示

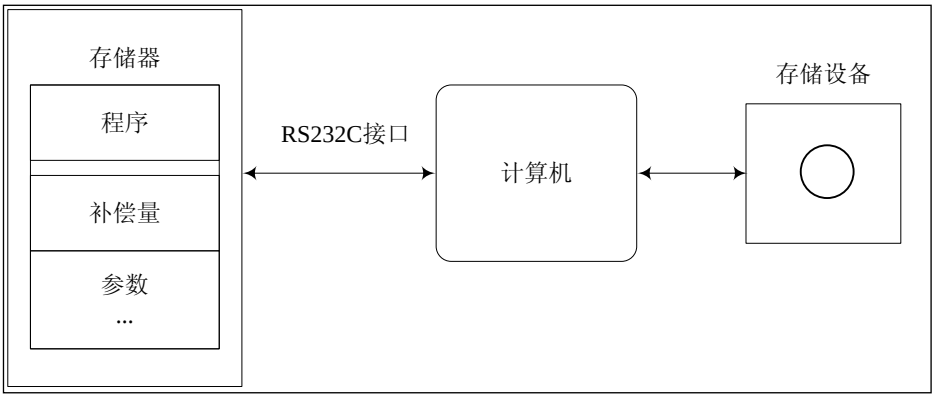
在显示屏画面上显示与发生故障相对应的报警代码和报警信息。（参见数据显示与设定章节）



1.7.4 零件数显示，加工时间显示

如果选择了此功能，在位置画面上可显示加工时间和零件数（参见 III-11）。

1.8 数据的输入输出

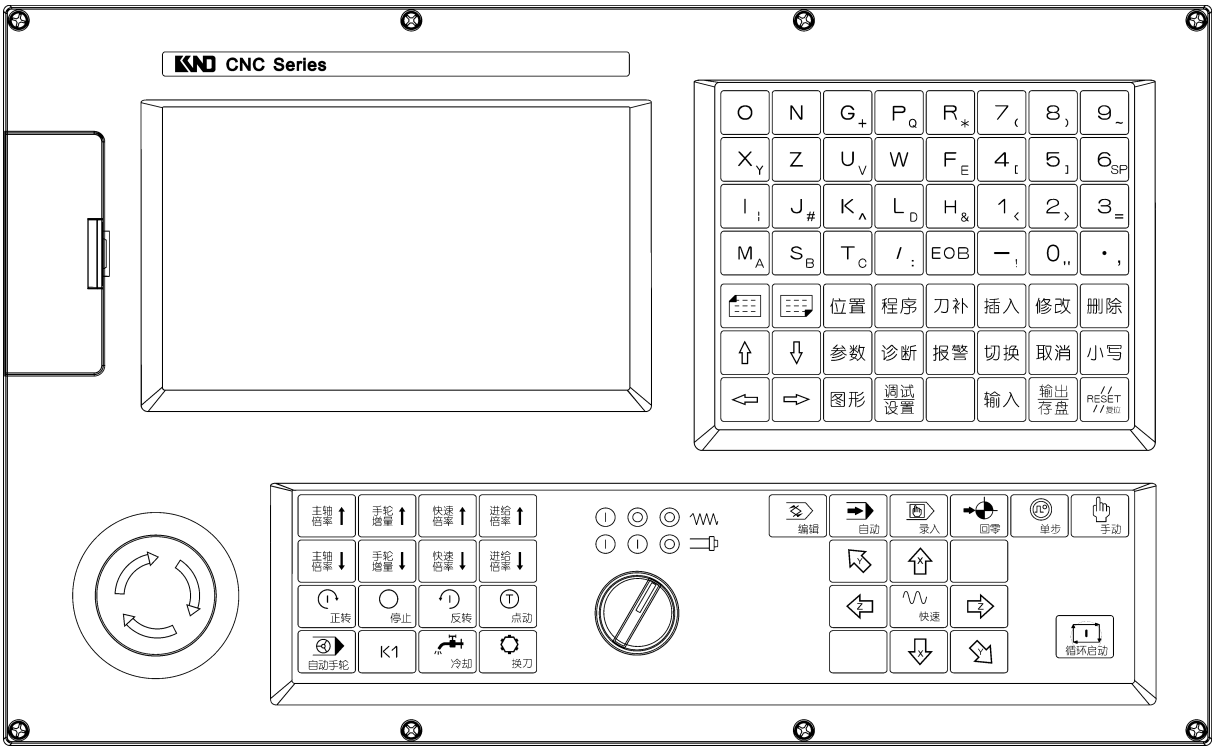


在 CNC 存储器中的程序、刀补量、参数等能通过串口或 USB 接口保存在计算机或 U 盘等存储器上。并且可以从这些媒介上把这些数据输入给 CNC 存储器（参见 III-14）。

2 操作面板说明

2.1 系统面板

2.1.1 面板图片



2.1.2 液晶屏亮度调整

本数控系统采用 TFT 彩色液晶屏，液晶屏的亮度可以手动调整。操作方式如下：

在回零方式下，位置画面的总和子画面，按数字键 1~3 的任何一个键，使 1~3 轴对应的相对坐标的字母闪烁后：

- ⇧：多次按此键，液晶屏将逐渐变亮。
- ⇩：多次按此键，液晶屏将逐渐变暗。

注

TFT 彩色液晶屏能自动调节亮度，一般情况下不用调整。

2.1.3 显示机能键

位置：切换到位置画面

程序：切换显示程序画面和恢复管理画面

刀补：切换显示刀补画面和宏变量画面

参数：切换到参数画面

诊断：切换显示诊断画面

报警：切换到报警画面

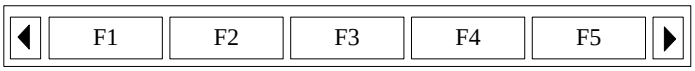
图形：切换到图形画面

调试/设置：切换到设置画面

当按这些显示机能键后，可直接显示对应的画面。软菜单直接进入其子目录。
对于未复用的显示功能键，连续按两次，将回到对应显示画面的第一页。

2.1.4 机能软体键

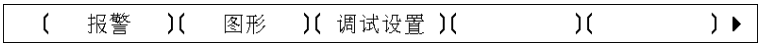
机能软体键是用于选择各种显示画面的菜单键。每一主菜单下又细分为一些子菜单。软体键显示在LCD 的最下端。最左端的软体键◀用于从子菜单返回主菜单的初始状态，最右端的软体键▶用于选择同级菜单的其它菜单内容。当最左、最右软键上无箭头提示时，表示按键无效。



主菜单

主菜单有 2 页。按软体键▶，可以在这两页中进行切换。

主菜单第 1 页



主菜单第 2 页

主菜单的各软键功能如下：

1 [位置]：显示位置画面
2 [程序]：程序的显示、编辑等
3 [偏置]：显示、设定补偿量和宏变量
4 [参数]：显示、设定参数
5 [诊断]：显示各种诊断数据
6 [报警]：显示报警信息
7 [图形]：显示、设定图形参数，显示刀具轨迹
8 [调试设置]：显示、设置各种设置参数和参数开关

子菜单

连续按 2 次同一主菜单的软体键，进入该主项的子菜单。如果只按 1 次，也可以用翻页键切换各子画面。下面列出各主项的子菜单项：

1 [位置]：包含[相对]，[绝对]，[总和]，[位置&程序]5 个子项。分别显示各种坐标、余移动量、实际速度、手动速率、主轴倍率、加工件数、加工时间、G 功能码、主轴转速、M/S/T 指令值、加工程序、图形显示等。

2 [程序]：包含[地址值]，[程序]，[目录]，[U 盘]6 个子项。显示的内容有：现程序段值、次程序段值、MDI 数据、模态数据、加工程序、各种坐标值、系统版本信息、程序目录、U 盘信息等。

3 [偏置]：刀补页面的子菜单与页面中光标位置有关，子菜单提供直接输入，测量输入、增量输入等功能方便地设置刀具补偿量。

4 [参数]：包含[参数]，[螺补]，[目录]，[上一区]，[下一区]5 个子项。可以在方便地浏览参数的各个分区，并可显示和设置各轴的螺距误差补偿量。

5 [诊断]：包含[PC 接口]，[PC 参数]，[NC 状态]，[运行]，[梯图]5 个子项。分别含二级子项。

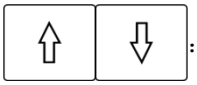
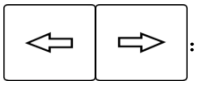
6 [报警]：包含[报警]，[外部]2 个子项。分别显示内部和外部报警信息。

7 [图形]：包含[参数]，[图形]，[快速图形]，[开始]，[清除]5 项。分别显示图形参数、刀具轨迹和作图状态。

8 [调试设置]：含[常用开关]、[设置]和[坐标系]3 项。显示设置参数、参数开关的状态、工件坐标系值。

2.1.5 MDI 按键说明

表 2.1-1 CNC 键盘说明

名称/图	用途
【复位】	解除报警，CNC 复位
【输出/存盘】	• 从 RS232 接口或 USB 接口输出程序、参数、补偿量等 • 电子盘存盘
地址/数字键	输入字母、数字等字符（许多按键都是复合键，按【切换】键后，再按地址/数字键时，可以输入该键右下角的字符）
【输入】	从 RS232 接口或 USB 接口输入程序、参数、补偿量等
【取消】	消除数据输入缓冲区（数据输入行）中的字符 例：数据输入缓冲区显示为 N001 时，按功能键后，N001 被清除
光标键	系统中有 4 种光标键： •  ：使光标向上或向下移动一个区分单位。程序和参数搜索时，按光标上、下键可向上或向下搜索指定字符和参数 •  ：使光标向左或向右移动一个区分单位。设置页面中也用于设定参数开关的状态。 持续地按光标键时，可使光标连续移动。
翻页键	系统中有 2 种翻页键： • ：向上翻页或逆方向更换显示画面 • ：向下翻页或顺方向更换显示画面

名称/图	用途
编辑键	系统中有 3 种编辑键，用于程序编辑： • 【插入】：向程序中插入字符 • 【修改】：修改程序中当前选中的字符 • 【删除】：删除程序中当前选中的字符
【切换】	• 切换按键功能 • 切换参数和诊断数据的显示方式：位显示和非位显示
【小写】	用于切换地址键的大小写，先按【小写】键后，再按地址键时，可以输入该键对应的小写字符

切换键和小写键

- **切换键功能**

  【切换】键的功能类似计算机键盘上的“SHIFT”键，按下【切换】键时，系统进入“SHIFT”状态，再次按下【切换】键时，系统退出“SHIFT”状态。在“SHIFT”状态下，按键上右下角字符为该按键含义，而在非“SHIFT”状态下，按键上中间的字符为该按键含义。“SHIFT”状态不影响那些右下角没有字符的按键含义。

- **小写键功能**

  和【切换】键类似，按下【小写】键时，系统进入“小写”状态，再次按下【小写】键时，系统退出“小写”状态。在“小写”状态时，输入的字母（地址）都变为小写，比如，在“小写”状态下，按下“N”键，将输入“n”。当输入的不是字母时，“小写”状态不会影响它们。

- **SHIFT 状态和小写状态显示**

  系统各画面的数据输入行的提示符中可显示“SHIFT”状态和“小写”状态：

  1 当系统既不处于“SHIFT”状态，也不处于“小写”状态时，提示符为“>”；

  2 当系统处于“SHIFT”状态时，提示符为“/S>”；

  3 当系统处于“小写”状态时，提示符为“/L>”；

  4 当系统既处于“SHIFT”状态，又处于“小写”状态时，提示符为“/L/S>”。

- **取消 SHIFT 状态和小写状态**

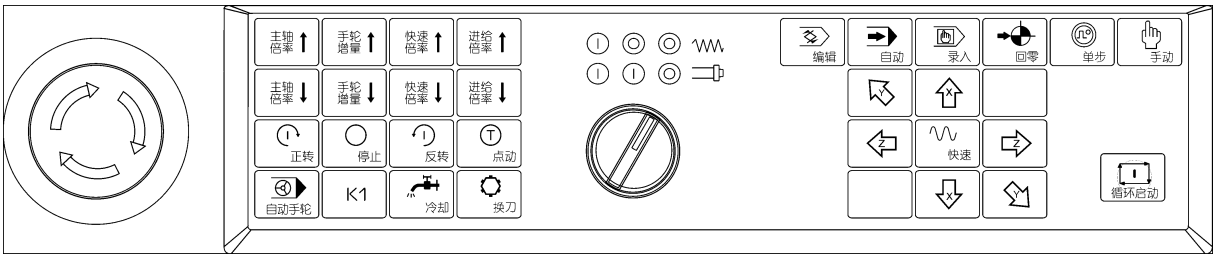
  参数“SHFT”（《连接调试手册》第 98 页 P2301.3）和“LCSE”（《连接调试手册》第 98 页 P2301.2）可分别控制“SHIFT”状态和“小写”状态的取消方式。

  1 当对应参数位为 1 时，“SHIFT”/“小写”状态只对下一个按下的键有效，下一个键按下之后，“SHIFT”/“小写”状态被自动取消

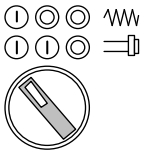
  2 当对应参数位为 0 时，“SHIFT”/“小写”状态将一直保持，直到再次按下【切换】或【小写】键。

2.2 机床面板

该系统的机床操作面板如下图所示。



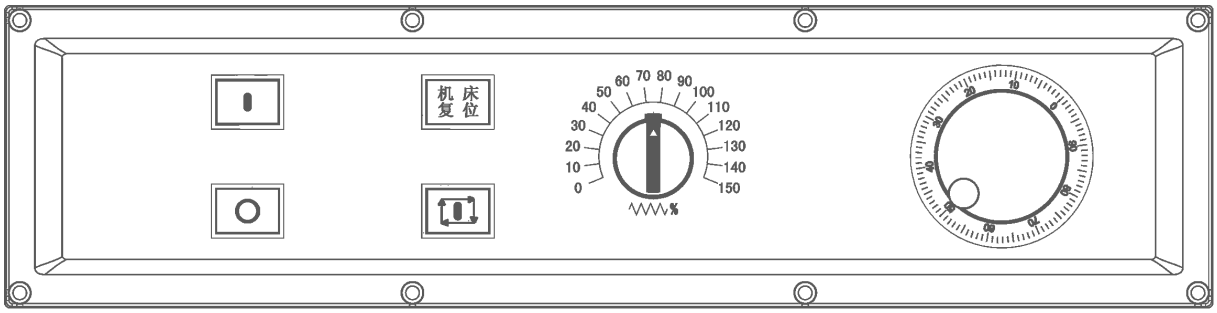
机床操作面板按键说明

名称/图	用途
	自动运行的启动
	选择操作方式
	• 手动快速进给 • 空运行速率选择
手动轴选键	• 手动连续进给轴方向运动 • 单步进给轴方向运动
	自动或手动方式时，选择快速进给倍率
	• 单步方式时，选择单步一次的移动量 • 用手摇脉冲发生器进给时，选择一刻度对应的移动量
	• 自动方式时，调节进给速率 • 手动方式时，选择手动连续进给的速度
	手动方式时，主轴正转、反转、点动、停止
	主轴倍率选择（含主轴模拟输出时）
	冷却液起动（详见机床厂发行的说明书）
	手动换刀（详见机床厂发行的说明书）
	自动手轮功能开关
	三位开关

2.3 附加面板

系统附加面板一般作为选配件，提供开机、关机、循环启动、暂停、急停等按钮，用户还可选用带手轮和主轴倍率开关的附加面板。

本节以其中一款附加面板为例进行介绍，用户实际使用的附件面板外观、尺寸可能与本节介绍的版本有差别，关于附件面板的详细使用说明请参考机床厂家提供的说明书。


机床
复位
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
%

3 电源的接通和切断

3.1 接通电源

步骤

1 从外观上确认 CNC 是正常的。

2 按照机床厂家说明书的要求接通电源。

3 接通电源后要确认 LCD 画面上显示的内容是正常的。

注

接通电源的同时，在位置画面或报警画面显示以前，请不要按 MDI 面板的键。因为此时面板的键还用于维修和特殊操作，有可能会引起意外。

开机时的部分特殊操作如下：

1 【输入】+数字键 0 ：系统初始化，设置标准参数，程序、刀具补偿数据清零。

2 【输入】+数字键 1~3：取保存过的电子盘数据。

3 【输入】+【程序】 ：系统软件版本通过 U 盘升级。

4 【输入】+数字键 9 ：将备份在 U 盘中的系统数据导入系统中。

5 【EOB】+【取消】 ：系统不进行软限位检查。

6 【复位】+【参数】 ：初始化系统参数和 PLC 参数，程序不清零。

3.2 切断电源

步骤

1 确认操作面板上的循环启动指示灯是否灭了。

2 确认机械的可动部分全部停止。

3 关于切断机械方面的电源，请参照机床说明书切断电源。

4 手动操作

手动操作指各手动方式下的人工操作，而手动方式包括：回零方式、手动方式、手轮方式、单步方式。

4.1 回零操作

手动回零功能包括手动程序回零和手动机械回零。根据机床的特性，手动机械回零又分多种情况。下表中的参数可以设置，以适应不同机床的特性，有关这些参数的详细说明请参见附录。

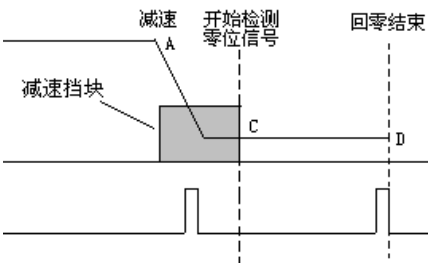
参数号	参数含义
P5110	回零加速曲线
P5111	回零减速曲线
P5112	各轴回零平均加速度
P5113	各轴回零平均减速度
P5120	各轴回零低速
P5121	各轴回零快速速率
P5130	各轴机械回零方式选择
P5131	各轴绝对编码器回零或主轴回零延时时间
P5132	各轴回零栅格偏移量
P5133	各轴回零参考点偏移量
P510	回零后自动坐标系设定数值

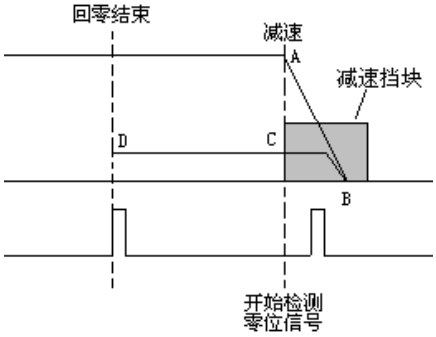
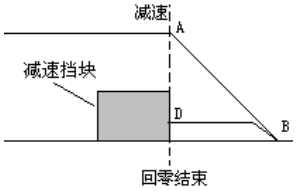
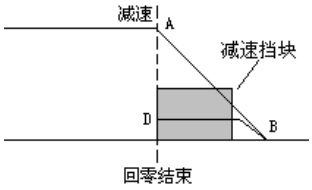
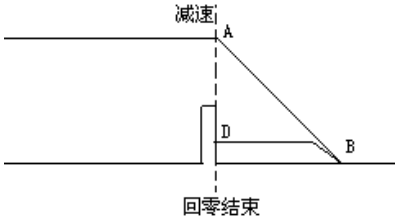
4.1.1 有机械零点回零操作

轴型位参数“ZRS”（《连接调试手册》第 91 页 P0405.5）设为 1 时，表示该轴有机械零点，对该轴的回零操作称为有机械零点回零操作。

4.1.1.1 机械回零方式选择

通过参数“机械回零方式选择”（《连接调试手册》第 111 页 P5130）可以匹配多种类型的机械零点配置，目前系统共支持 8 种设置。如下表所示：

P5130 值	说明
0	需要减速信号和零位信号，外侧回零（回零方向与手动回零轴方向相同）。  在 A 点减速，在 C 点开始检测零位信号，D 点检测到零位信号后结束回零。如果有栅格偏移量，那么在 C 点开始进行栅格偏移量运动，完成后开始检测零位信号。如果有参考点偏移量，那么在 D 点进行参考点偏移量运动。

P5130 值	说明
1	需要减速信号和零位信号，内侧回零（回零方向与手动回零轴方向相反）。  在 A 点减速，在 B 点停止并反向运动，在 C 点开始检测零位信号，D 点检测到零位信号后结束回零。如果有栅格偏移量，那么在 C 点开始进行栅格偏移量运动，完成后开始检测零位信号。如果有参考点偏移量，那么在 D 点进行参考点偏移量运动。
2	需要减速信号，外侧回零。 在离开减速开关后减速停止，然后低速反向查找减速信号下降沿，如下图所示：  在 A 点减速，在 B 点停止并反向运动，D 点检测到减速信号下降沿后结束回零。如果有参考点偏移量，那么在 D 点进行参考点偏移量运动。栅格偏移量无效。
3	需要减速信号，内侧回零。 在进入减速开关后减速停止，然后低速反向查找减速信号上升沿，如下图所示：  在 A 点减速，在 B 点停止并反向运动，D 点检测到减速信号上升沿后结束回零。如果有参考点偏移量，那么在 D 点进行参考点偏移量运动。栅格偏移量无效。
4	需要零位信号（一般用于旋转轴） 在检测到零位信号后减速停止，然后低速反向查找零位信号，如下图所示：  在 A 点减速，在 B 点停止并反向运动，D 点检测到零位信号后结束回零。如果 AB 间距离较大，存在多个零位信号，那么 D 点为离 B 点最近的零位信号。如果有参考点偏移量，那么在 D 点进行参考点偏移量运动。栅格偏移量无效。

注

1 在低速查找输入信号阶段，输入信号使用零位信号（例如回零方式 1）比减速信号（例如回零方式 2）更准。

(1) 使用零位信号时，系统 FPGA 在零位信号有效时，停止输出本插补周期内剩余脉冲；

(2) 使用减速信号时，软件在检测到输入信号有效时，下个周期停止输出，而本插补周期内硬件 DDA 输出脉冲必需全部输出。因此，使用减速信号时，最大有一个插补周期的误差，可通过降低低速速率减少此误差。

4.1.1.2 零位信号逻辑运算及取反控制机能

零位信号包括轴一转信号（简称 PC）和编码器一转信号（简称 PCS）两种。PC 信号用于回零方式 0、1 和 4。PCS 信号用于回零方式 7、8 和主轴零点的建立（主要用于螺纹切削和断使能坐标跟随）。PC 和 PCS 信号仅对**新平台主板**（0030I-0100-W01Z-0102）和**总线主板**（0025I-0200-W01Z-0101）有效。对于**新平台主板**，PC 信号每轴一个，PCS 信号只有一个（只有一个主轴编码器接口）；对于**总线主板**，PC 和 PCS 信号都只有一个（在主轴编码器接口中）。

相关参数说明请参考《操作手册》DI/DO/硬件相关参数。

4.1.1.3 操作步骤

1 按【回零】键进入回零模式

2 按下轴运动开关，到达参考点后松开。

注

1 手动回零时，轴向运动保持机能，手动回零轴向运动键+向/－向有效或无效机能，由 PLC 程序控制，请参见机床厂说明书。

2 返回参考点完成后，如果仍在手动回零方式，按轴运动键不能使机床移动。

3 开始回零处与参考点之间的距离不能太近。离开多少距离为佳请参照机床厂家说明书。

4 关于返回参考点的方向，请参照机床厂家的说明书。

4.1.1.4 回零后相关处理

1 取消刀具半径补偿（刀具长度补偿不再取消）。

2 取消局部坐标系。

3 根据工件坐标系设定和参数 P0510 数值设定坐标系，并进行绝对坐标和相对坐标的更新。

4.1.2 无机械零点回零操作

当轴型参数“ZRS”（《连接调试手册》第 91 页 P0405.5）设为 0 时，表示该轴无机械零点，该轴回零方式即为无机械零点回零。无机械零点回零操作步骤及回零后相关处理与有机械零点的回零操作相同。

无机械零点回零操作的回零速度由参数“回零快速速率”（《连接调试手册》第 111 页 P5121）指定，并且此方式下快速倍率有效，当快速倍率设置为最低档时，实际速率为参数“快速倍率最低挡速率 F0”（《连接调试手册》第 95 页 P0712 或第 180 页 P026）的设定值。

4.1.3 手动程序回零操作

手动程序回零操作可手动快速回到 G50 设置的位置上，使得系统在程序中间停止后，可迅速退回加工起点。

系统开机后，在执行手动程序回零前，必须执行至少一次 G50 指令，执行 G50 指令时，所有轴的机床坐标被记忆。记忆了之后的程序零点断电前将一直保持，直到新的程序零点被记忆。

在没有记忆任何程序零点时，执行程序回零操作将会产生 90 号报警。

程序回零速度由 P5122 指定。程序回零时，快速倍率有效，当把快速倍率设置最低档时，速率由快速倍率最低档速率参数 P712 指定。

操作步骤

1 同时按下地址键 P+【回零】，系统进入手动程序回零方式。

2 按下机床面板上的手动轴向运动开关可使对应轴回到记忆程序零点时所处的机床位置。

注

程序回零操作和机械回零不同，程序回零没有回零后相关处理，不会清刀具补偿和局部坐标系设定。

4.2 手动进给

在手动方式下，按下机床面板上的手动轴向运动开关，可使刀具沿所选的轴和方向连续移动。手动进给的相关参数如下表所示：

参数号	参数含义
P5210	手动加速曲线
P5211	手动减速曲线
P5212	各轴手动平均加速度
P5213	各轴手动平均减速度
P5220	各轴手动倍率为 1 时的速率
P5221	各轴手动快速速率

步骤

1 按下【手动】方式键，选择手动操作方式。

2 选择要移动的轴的运动开关键，按住不放，使机床沿着选定轴方向移动。

3 松开轴运动开关键，机床立即减速停止。

解释

- **手动进给速度**

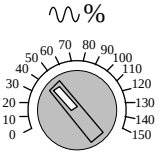
手动进给速度由参数“手动倍率为 1 时的速率”(《连接调试手册》第 112 页 P5220）设定，手动进给倍率可由机床操作面板上的进给倍率键或由机床附件操作面板上的倍率开关（或外装倍率开关）控制，进给倍率可在 0%~150%范围内变动，每档相差 10%。手动进给速度最终的速度值=“手动倍率为 1 时的速率”设定值×进给倍率。

1 机床操作面板上的进给倍率键：

：将进给倍率降低一档

：将进给倍率提高一档

2 机床附件操作面板（或外装倍率开关）：



：选择进给倍率的百分数

注

手动进给倍率具体是由机床操作面板控制，还是由机床附件操作面板或外装倍率开关控制，可通过 PLC 程序设置，参见机床厂的说明书。

- **手动快速进给**

手动方式时按 快速 键，可控制手动运动为手动快速进给。 快速 是带自锁的键，多次按下时，会在开关状态中切换。

当手动快速开关打开时，手动进给变为手动快速进给，实际进给速度与参数 P5221 和快速倍率有关。快速倍率分为 4 档，可通过按 快速倍率↑ 和 快速倍率↓ 进行选择。

手动进给速率计算方式如下表所示。手动进给速率与手动快速开关状态、快速倍率状态及各参数设置有关。

手动快速开关状态	快速倍率状态	手动进给速率
快速开关关闭	任意	P5220×进给倍率
快速开关打开	F0（最低档）	P0712
快速开关打开	25%、50%或 100%	P5221×快速倍率

注

1 在接通电源或解除急停后，如果没有返回参考点，那么只有当位参数“ISOT”（《连接调试手册》第 94 页 P0700.2）设为 1 时，才能进行手动快速进给，当 ISOT 设为 0 时，即使手动快速开关打开时，也不会执行手动快速进给。

2 手动快速进给时的速度、时间常数、加减速方式与用程序指令的快速进给相同。

- **手动多轴运动**

当参数“SMAX”（《连接调试手册》第 86 页 P0002.0）设为 1 时，系统支持手动多轴联动功能。若同时按下多个轴的运动开关键，那么被选中轴可以同时运动。

4.3 单步进给

在单步进给方式下，选择要移动的轴的运动开关键，每按一次可使选定轴在指定方向单步移动，移动量的最小单位是最小编程单位。单步输入倍率可选择为×1 倍、×10 倍或×100 倍。与单步进给相关的参数如下表所示：

参数号	参数含义
P5410	单步或手轮加速曲线
P5411	单步或手轮减速曲线
P5412	各轴单步或手轮平均加速度
P5413	各轴单步或手轮平均减速度
P5420	各轴手轮/单步速率限制

操作步骤

1 按【单步】方式键，当参数“HPG”（《连接调试手册》第 86 页 P0001.3 或第 177 页 P004.6）设为 0 时，系统进入单步进给方式，键上的指示键亮

2 按倍率选择键，单步移动量可选为最小编程单位的×1 倍、×10 倍或×100 倍

3 按轴运动开关键，选择要移动的轴和移动的方向，每按一次轴运动开关键，对应轴都会向指定方向移动一步，移动的速率与手动进给速率相同。

注

车床时，当 1 轴（X 轴）为直径编程时，单移动量也是直径值。

4.4 手轮进给

在手轮方式下，可通过旋转机床操作面板上的或外置的手摇脉冲发生器使机床微量进给，用户可通过轴选择键选择要移动的轴。

手摇脉冲发生器每一个刻度的移动量的最小单位对应最小编程单位，可选择的倍率为×1 倍、×10 倍或×100 倍。与手轮进给相关的参数如下表所示：

参数号	参数含义
P5414	手轮平滑时间
P5420	各轴手轮或单步速率限制

操作步骤

1 按【单步】方式键，当参数“HPG”（《连接调试手册》第 86 页 P0001.3 或第 177 页 P004.6）设为 1 时，系统进入手轮进给方式，键上的指示键亮

2 按倍率选择键，手摇脉冲发生器每刻度移动量可选为最小编程单位的×1 倍、×10 倍或×100 倍

3 按手轮轴选择键选择要移动的轴

4 转动手摇脉冲发生器，顺时针旋转时选定的轴正向运动，逆时针旋转时选定的轴负向运动

手轮进给速率

手轮进给速率由手摇脉冲发生器旋转的速率决定，但是，当手摇脉冲发生器的速度超过 P5420 的限制时，手轮进给速率将由 P5420 决定。

注

手摇脉冲发生器的速度超过参数“手轮或单步速率限制”（《连接调试手册》第 114 页 P5420 或第 188 页 P076）的设定值时，将会出现手摇脉冲发生器上的刻度与系统移动量不符合的情况。

4.4.1 自动手轮功能

按下机床操作面板上的【自动手轮】按键，可切换自动手轮开关状态。

自动手轮开关打开时，系统会在状态行中，操作方式后显示“手轮”字符，程序运行时，系统忽略程序中指定的进给速率，进给速率由手轮旋转速率确定。

手轮正向转动时，系统按程序指定的方向运动；手轮负向转动时，系统将按程序指定的反方向运动（逆向运动）。

注

1 参数“自动手轮平滑时间”（《连接调试手册》第 113 页 P5310）可设置平滑时间，减小手动旋转带来的抖动。

2 逆向运动不能跨越程序段，最多逆向运动到当前程序段开始位置。

自动手轮按程序速率进给

自动手轮功能打开时，输出速率可由参数“HPSF”(《连接调试手册》第 113 页 P5300.5）控制。HPSF 设为 0 时，输出速率由手轮转速决定。HPSF 设为 1 时，输出速率由编程速率（进给倍率有效）决定，同时手轮转速作为附加倍率；手轮最大转速由 P5311 设定。输出速率由下面的公式计算：

$$\text{输出速率} = \text{程序速率} \times \frac{\text{MIN(手轮转速，P5311)}}{P5311}$$

其中：“程序速率”——倍率后的速率，切削进给时进给倍率有效，快速运动时快速倍率有效。

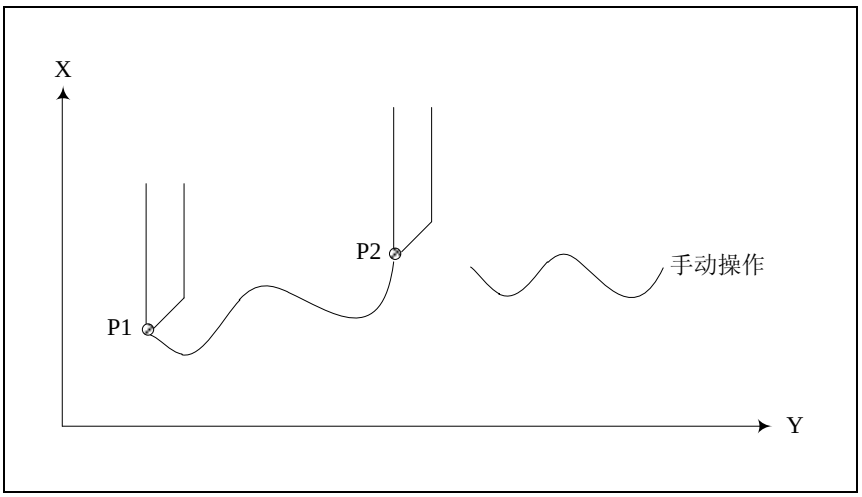
MIN（手轮转速，P5311）——手轮转速与 P5311 两者最小值。

注

每转进给（螺纹、模拟主轴攻丝除外）时，按反馈转速计算速率（切削时进给倍率有效），而不是编程转速。

4.5 手动绝对开关

手动绝对开关用来选择是否把手动方式下刀具的移动量加到在绝对坐标值上。本系统手动绝对开关恒为**打开**状态，绝对坐标变化跟随手动运动，如下图所示。



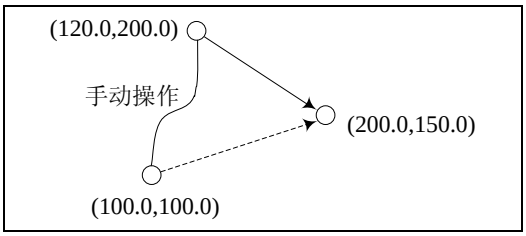
解释

以下面的程序为例，解释手动绝对开关打开时对坐标值变化的影响。

```
G01 G90 X100.0 Y100.0 F100. ;  ①
X200.0 Y150.0 ;                ②
X300.0 Y200.0 ;                ③
```

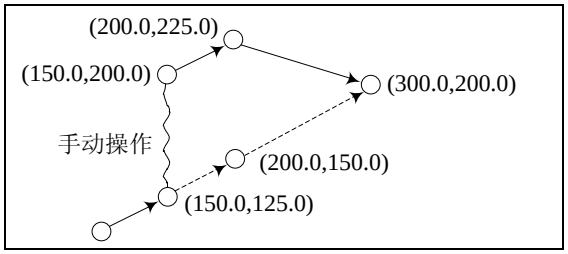
- **程序段结束后的手动运行**

在①程序段结束点，插入手动操作（X 轴+20.0，Y 轴+100.0）后，执行②程序段时的情况如下图所示。



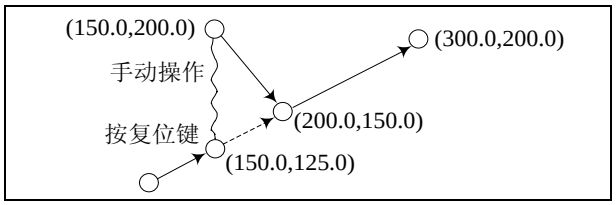
- **进给保持时的手动运行**

在执行②程序中，按进给保持按钮，插入手动操作（Y 轴+75.0），再次按循环启动按钮后的坐标变化情况如下图所示。



- **进给保持后复位后的手动运行**

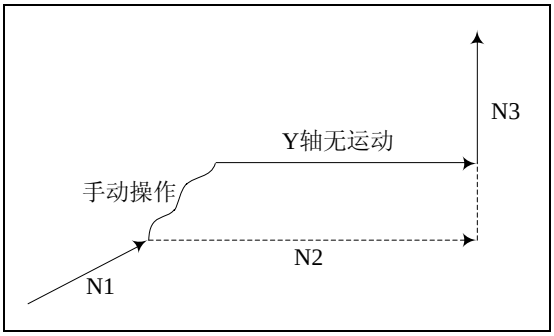
在执行②程序段中，按进给保持按钮，用【复位】键复位后，插入手动操作（Y 轴+75.），移动光标到②程序段，启动运行，使之再读入②程序时，坐标值的变化如下图所示。



- **下一个程序段的移动指令只有 1 个轴**

如下程序中，下一个程序段的移动指令中只有 1 个轴，只有该被指定的轴才返回，如下图所示，在 N1 程序段结束后插入手动操作。

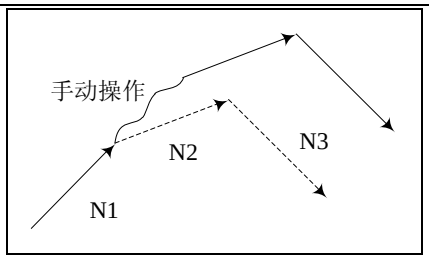
```
N1 G01 G90 X100.0 Y100.0 F100. ;
N2 X200.0 ;
N3 X300.0 Y200.0 ;
```



- **下一个程序段的移动指令是增量指令**

如下程序中，下一个程序段的移动指令是增量指令时，在 N1 程序段结束后插入手动操作，绝对坐标变化如下图所示。

```
N1 G01 G90 X100.0 Y100.0 F100. ;
N2 G91 X100.0 Y50. ;
N3 X100.0 Y-200.0 ;
```

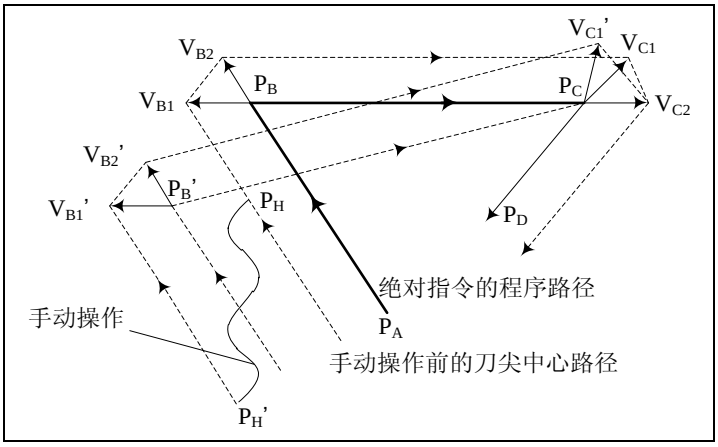


- **刀具半径补偿或刀尖半径补偿中的手动运行（轴移动指令为绝对编程）**

在插入手动操作，又重新启动自动循环后，当前程序段的剩余部分和下一个程序段起点的向量被平移，新的向量是基于下一程序段和下下一程序段之间的关系，并考虑了手动干预量的基础上计算出来的。

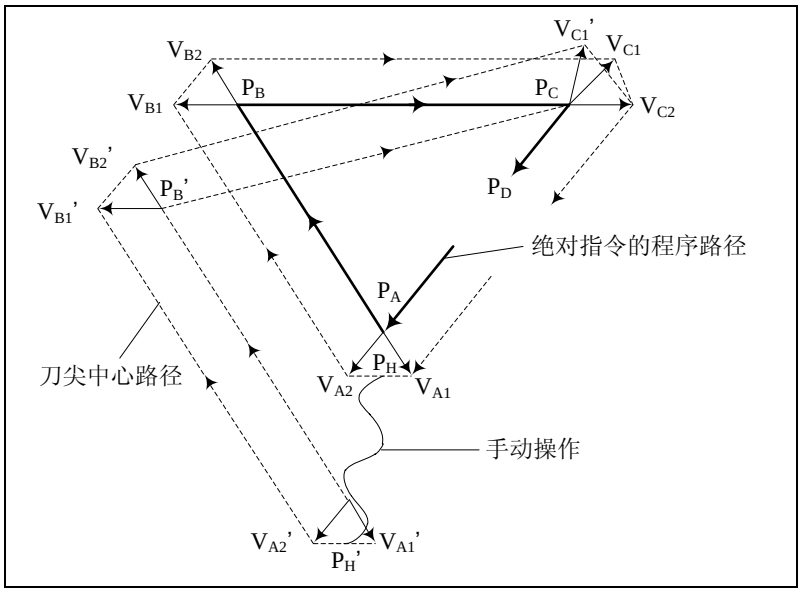
- 非拐角移动时插入手动操作

如下图所示，假设在从点P_A向点P_B的移动中，在点P_H处按下进给保持开关，手动移动到点P_H'。程序段终点由P_B移至P_B'，点P_B处的向量V_{B1}，V_{B2}也移动为V_{B1}'，V_{B2}'。下两个程序段$P_B \rightarrow P_C$及$P_C \rightarrow P_D$间的向量V_{C1}，V_{C2}被忽略，新的向量V_{C1}'，V_{C2}'由新的程序段$P_B' \rightarrow P_C$及$P_C \rightarrow P_D$产生（例子中$V_{C2} = V_{C2}'$）。但是，由于V_{B2}'不是重新计算出来的向量，系统在程序段$P_B' \rightarrow P_C$不能进行正确的补偿，在P_C后，方可进行正确的补偿。



- 拐角移动时插入手动操作

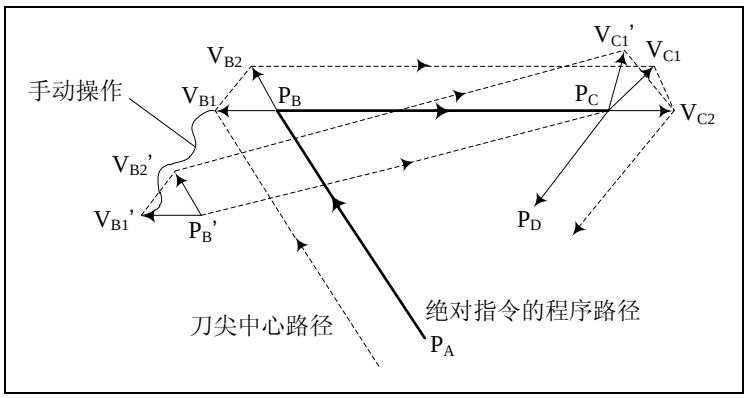
在刀具半径补偿或刀尖半径补偿的拐角处插入手动操作时，与非拐角时也相同。向量V_{A2}'，V_{B1}'，V_{B2}'是V_{A2}，V_{B1}，V_{B2}在手动操作插入后平移的向量。系统只能在P_C后，方可进行正确的补偿。如下图所示。



- 单程序段停止时插入手动操作

  单程序段停止时插入手动操作，坐标值的变化如下图所示。位于下一个程序段开头的向量V_{B1}，V_{B2}被平移，平移量为手动操作的平移量。以后的过程同上述例子。

  单程序段停止时，也可以插入 MDI 操作，其移动方式与手动操作时相同。



4.6 手动辅助机能操作

手动换刀

手动/手轮/单步/回零方式下，按下【换刀】键，刀架旋转换下一把刀，具体工作方式，参照机床厂家的说明书。

手动冷却液开关

手动/手轮/单步/回零方式下，按下【冷却】键，可改变冷却液开关状态，即冷却液输出时，按此键可关闭输出，冷却液未输出时，按此键可打开输出。【冷却】键同带自锁的按钮，多次按下时会在“开→关→开”切换。

手动主轴控制

- **主轴正转**

  手动/手轮/单步/回零方式下，按下【正转】键，可启动主轴正向转动。

- **主轴反转**

手动/手轮/单步/回零方式下，按下【反转】键，可启动主轴反向转动。

- **主轴停止**

手动/手轮/单步/回零方式下，按下【停止】键，可停止主轴转动。

注

1 当主轴处于正转状态时，按下【反转】键，主轴会先停止，然后再反转；当主轴处于反转状态时，按下【正转】键，主轴也会先停止，然后再正转。

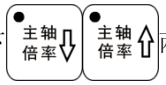
2 主轴启动时，可能需要延时，与 PLC 程序的设置相关。

以上操作的具体响应情况与 PLC 密切相关，请参见机床厂的 PLC 说明。

- **主轴点动**

手动/手轮/单步/回零方式下，一直按着【点动】键，主轴正向转动，松开【点动】键，主轴则停止转动。

- **主轴速率**

手动/手轮/单步/回零方式下，通过按下 

两个键，调节主轴的转动速率。各手动方式下，主轴速率初值由 P2711 设定，主轴速率调节的增量值由 P2713 设定，主轴速率的最大值由 P2712 设定。

1

：减小主轴速率，减小值由 P2713 设定

2

：增大主轴速率，增大值由 P2713 设定

注

手动方式下，主轴速率控制只有在使能模拟主轴机能时，即设置“SANG”（《连接调试手册》第 86 页 P0001.4 或第 177 页 P004.7）为 1 时才有意义。

说明

1 各辅助机能在手动方式是启动/打开后，方式改变时，输出保持不变。但可通过自动方式执行相应的 M 代码关闭对应的输出。同样，在自动方式执行相应的 M 代码输出后，也可在手动方式下按相应的键关闭相应的输出。

2 按【复位】键复位时，换刀，冷却，润滑，主轴正反转输出是否受到影响，取决于参数“RSJG”（《连接调试手册》第 96 页 P2100.5 或第 181 页 P036.2）的设置，RSJG 为 1 时，复位时会保持这些输出，否则这些输出都被关闭。

3 急停时，主轴正反转，冷却，润滑，换刀输出都被关闭。

5 自动运行

机床在程序控制下运行被称为自动运行。自动运行分多个类型，包括存储器运转、MDI 运转、DNC 运转。

5.1 存储器运行

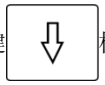
自动方式下，运行事先存储到内存中的某个程序，称为存储器运行。

步骤

1 将程序存储到内存中（可直接在系统中编辑，也可从串口或 U 盘输入程序）

2 按方式键【自动】，进入自动方式

3 按【程序】键进入程序画面，再按[程序]软键，显示程序区

4 按地址键 O，并利用数字键输入要运行的程序号，最后按光标键  检索到要执行的程序

5 按【启动】键，开始自动运行程序，【启动】键上的指示灯亮，当运行结束时，指示灯灭。

解释

- **自动运行流程**

1 从指定的程序中，读取一个程序段中的指令。

2 译码已读取的程序段中的指令，并变成可执行的数据。

3 开始执行此程序段中的指令。

4 读取下个程序段中的指令。

5 译码下个程序段中的指令，变成可执行的数据，放入缓冲存储器中。

6 前一个程序段执行结束后，由于下一程序段内容已经被放入缓冲寄存器，因此可以立即开始下个程序段的执行。

7 重复步骤 4、5、6，执行自动运转，直至程序结束。

- **自动运行停止的方法**

有两种停止自动运行的方法：

1 在要停止的程序段输入 M00、M01、M02 或 M30

(1) M00（程序停止）

含有 M00 的程序段执行后，自动运行停止，模态信息被保存起来。按【启动】键，能再次开始自动运转。

(2) M01（可选停止）

当程序选停开关打开时，M01 的作用相当于 M00；当程序选停开关关闭时，M01 没有任何作用。

(3) M02/M30（程序结束）

含有 M02/M30 的程序段执行后，主程序结束，自动运行停止，系统进入复位状态。

2 按下操作面板上的按键，包括【暂停】和【复位】键

(1) 进给保持

按【暂停】键，系统中止程序运行并安全地停止机床移动，进入进给保持状态，此时【暂停】键上的指示灯亮。

(2) 复位

按【复位】键，系统立即终止程序运行，并减速停止刀具运动，进入复位状态。参数“AUTOR”（《连接调试手册》第 113 页 P5300.7 或第 182 页 P043.0）和“AUED”（《连接调试手册》第 99 页 P2302.7）可控制复位时程序光标的位置。

1) AUED=0 时

AUTOR=0 时，复位后程序光标返回程序开头；

AUTOR=1 时，复位后程序光标位置保持不变；

在子程序中按复位键，AUTOR 参数无效，程序光标总是返回到主程序开头

2) AUED=1 时

在主程序中按复位键，AUTOR 参数无效，程序光标总是跳转到当前正在执行的程序段开头；

在子程序中按复位键，AUTOR 参数无效，程序光标总是返回到主程序中调用子程序的程序段的下一个程序段开头。

- **主程序中的 M99**

存储器运行时，若主程序中有 M99，那么 M99 执行完后，将跳转到程序开头继续执行，不断重复执行主程序。

5.2 MDI 单段运行

当参数“SBMP”（《连接调试手册》第 100 页 P2500.0）设为 1 时，系统在 MDI 方式下只允许运行单个程序段。

程序下的地址值子页面将提供程序输入功能，

MDI 单段运行功能打开后，有以下限制：

1 单段程序显示区域不显示程序号"O0000"，未输入内容时，光标显示在 EOB 上，字段编辑模式下，第一次插入内容插入到 EOB 之前，并且光标停在 EOB 之前的字段上；

2 所有程序显示区域只能对第一段程序进行编辑，并且字段模式下光标不能移动到 EOB 上，字符模式下光标不能移动到‘%’上；

3 字段模式下，光标移动到第一个字段时，不能在前面插入新的字段，只能通过修改输入；

4 禁止以下按键及命令输入：EOB、上下光标键、上下翻页键以及:J/S/SA 命令；

5 禁止以下操作：新建非 0 号程序、通过输入 OXXXX+‘↓’切换到非零号程序、扩展编辑、多段删除、通过目录页面切到非零号程序；

6 不允许执行 M98/M96/M06 机能，无法开启单段；

5.3 MDI 多段运行

当参数“SBMP”（《连接调试手册》第 100 页 P2500.0）设为 0 时，系统支持 MDI 方式下运行多段程序。

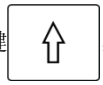
在 MDI 方式下，通过 MDI 面板可以编制多行程序并执行，这种执行方式称为 MDI 多段运行或 MDI 运行。MDI 运行的程序格式和通常的程序一样。MDI 运行适用于简单的测试操作。

步骤

1 按【程序】键进入程序画面，或按【位置】键进入位置画面

2 按方式键【录入】，选择 MDI 方式，系统自动创建一个临时程序，程序号为 O0000

3 插入 1 个或多个要执行的程序段

4 按光标键  ，将光标移动到程序开头

5 按【启动】键开始 MDI 运行，当系统执行到 EOR（%）时，系统自动清空临时程序

解释

- **MDI 临时程序编制**

  在 MDI 方式下编制程序，与编辑方式下一样，可以执行插入，修改，删除等操作。参见 III-9.2。

- **删除或清空 MDI 临时程序**

  对 MDI 临时程序的删除操作与清空操作是类似的，临时程序被删除后，可切换到其他方式，再次切回 MDI 方式时，系统将会重新创建一个空的临时程序。MDI 临时程序的清空或删除操作与参数“RMPP”相关，本系统中 RMPP 参数固化为 0。

  当 RMPP=0 时

  1 清空程序

  (1) 在 MDI 运行中，执行了 M02，M30 或者 EOR（%）。

  (2) 设置参数“MCL”（《连接调试手册》第 99 页 P2302.6）为 1，按复位键。

  2 删除程序

  (1) 切换到编辑方式中，执行了任何编辑操作（包括光标移动等）。

  (2) 编制 MDI 临时程序时，输入地址键 O，再按下删除键

  (3) 输入 O-9999，并按删除键可删除所有程序，包括 MDI 临时程序

  当 RMPP=1 时

  1 清空程序

  (1) 编制 MDI 临时程序时，输入地址键 O，再按下删除

  (2) 输入 O-9999，并按删除键可删除所有非临时程序，但只会清空 MDI 临时程序

  2 删除程序：任何操作都不能删除临时程序

  注

  RMPP=1 时，原来的操作结果如下：

  1 执行 M02/M30 后，光标会停止在 M02/M30 的下一个程序段

  2 执行 EOR（%）后，光标停止在 EOR（%）

  3 无论 MCL 为何值时，按复位键，光标将跳转到程序开头

- **停止 MDI 运行**

  和存储器运行时相同，但不同的是当 MDI 运行到 M02，M30 或 EOR（%）会有不同的响应（参见上文）。

- **MDI 临时程序中的 M99**

  若在 MDI 临时程序中指定了 M99，那么执行完 M99 后，将停止执行程序，跳转到程序开头，并且此时不会清空临时程序。这与 M02/M30 不同，与存储器运行时的 M99 也不同。

- **重新启动**

  MDI 运行停止后，可以进行编辑操作。光标在程序中任何位置时，都可以按【启动】键再次启动 MDI 运行，系统将会从当前的光标所在程序段的开头重新执行程序。

- **运行非临时程序**

  MDI 方式下，可以检索非临时程序（O0001~O9999），并可以加工非临时程序，但这不符合习惯。因此，建议用户不要在 MDI 方式下运行非临时程序。

限制

1 只有当 RMPP 为 1 时，临时程序才会存储到 CMOS 中

2 系统内存已满时，将无法自动创建临时程序 O0000，有关临时程序的任何操作将无法进行。

5.4 DNC 运行

系统可直接从外部输入设备读取程序运行，这种运行方式称为 DNC 运行。当加工程序非常大，系统内存无法完整容纳加工程序时，用户仍然可采用 DNC 运行方式进入加工。

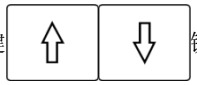
本系统仅支持 B 类 DNC 加工，即通过 U 盘实现 DNC。

5.4.1 B 类 DNC 加工

步骤

- **U 盘 DNC**

1 设置 DNC 为 0（选择 B 类 DNC）。

2 按【编辑】键进入编辑方式，按【程序】键进入程序画面，并按[U 盘]软键进入 U 盘页面，按光标键  键将光标定位于加工程序。

3 按软键[U 盘]→[DNC 打开]，系统切换到程序区，并显示选择的加工程序。

4 按方式键【自动】，切换到自动方式。

5 按【启动】键，系统开始加工。

注

1 系统支持的程序文件扩展名为 PRG/TXT/NC/PTP

2 设置“DNCE”（《连接调试手册》第 98 页 P2301.1）为 1，使 DNC 打开的文件可以编辑

5.4.2 DNC 程序帧访问功能

当工件形状较复杂时，加工程序通常由 CAM 软件生成，程序尺寸都比较大，动辄十几兆、几十兆甚至更大。这样的大程序是无法直接存储到系统中，必须采用计算机或 U 盘存储。系统通过串口或 U 盘 DNC 功能将程序逐段读入，然后进行译码执行。传统的 DNC 程序是单向顺序输入的，系统无法进行编辑、重复执行等操作。DNC 程序帧访问功能很好地解决了这一问题，主要功能如下：

1 DNC 程序全程序范围内程序段浏览

2 DNC 程序全程序范围内程序段可多次执行

(1) 支持 M98、M99 子程序调用

(2) 支持主程序中的 M99

(3) 支持复合车削循环

(4) 有限支持宏程序跳转

3 DNC 程序全程序范围内程序段可编辑（插入、删除、修改及保存）

解释

- **功能使能**

1 U 盘 DNC 帧

在 B 类 DNC 方式下，设定参数“DNCF”（《连接调试手册》第 89 页 P0100.6）为 1 可启用 U 盘 DNC 帧访问方式功能。

- **帧容量**

启用帧访问功能后，系统在逻辑上将 DNC 程序分为若干帧，每一个帧的程序段数称为帧容量。帧容量由参数“DNC 加工中程序缓冲区保留段数”（《连接调试手册》第 90 页 P0113）设定，默认值为 1024，上限值仅受系统可用内存容量限制，当设定值小于系统小线段处理等级所要求的程序段数（$2^{N+1}, N = P0012$ 设定值）时，为了避免对高速高精加工功能产生影响，帧容量将被设定为 2^{N+1}。

注

1 系统允许最大程序段帧数为 32k（32×1024），当程序较大时，应适当增大帧容量，避免程序段帧数超过最大值。超过最大值时，将报警 PS0255，并停止运行。

假设程序段平均长度为 16 字符，当帧容量为 1024 时，支持的最大程序为 16B×1024×32k=512MB。

3 更改“DNC 加工中程序缓冲区保留段数”后，应重新打开 DNC 程序。

- **打开程序**

1 设定参数 DNC 为 0

2 设定参数 DNCF 为 1（仅在打开 U 盘文件时）

3 切换系统到编辑方式，进入程序画面，U 盘子画面

4 移动光标到 DNC 程序文件

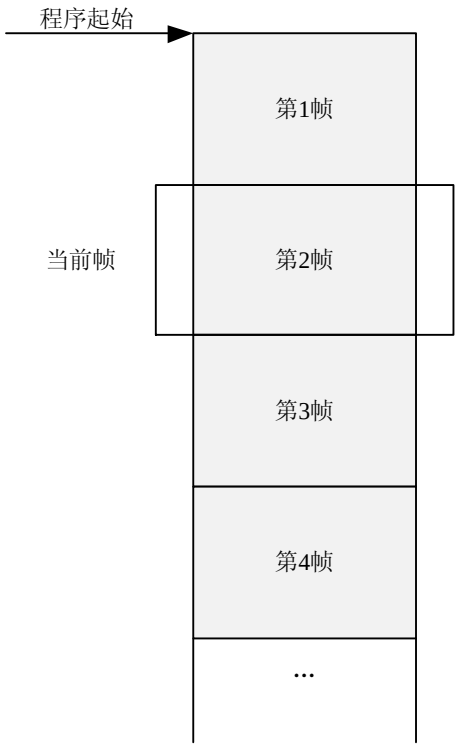
5 按[DNC 打开]软键，系统读取程序的第一帧，切换到程序子画面

注

为了方便查看 DNC 程序，系统一次性读入的程序段数为帧容量+1，最后一个程序段是下一帧的第一个程序段，在浏览和编辑程序时起衔接作用。

- **浏览程序**

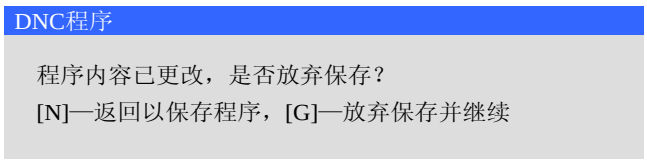
在编辑方式下，DNC 程序与普通程序相似，可通过光标键移动光标，也可进行地址检索或执行跳转编辑指令（:J）对 DNC 程序进行全程序范围内的浏览。系统将 DNC 程序视为帧序列，如下图所示，光标越过帧边界时，系统从内存中移除当前帧，读入目标帧，只有一帧会驻留在内存中。



- **编辑程序**

当参数“DNCE”（《连接调试手册》第 98 页 P2301.1）为 1 时，DNC 程序可以编辑。DNC 程序编辑时，除多段删除操作外，其他编辑操作只能在当前帧内进行，帧内的编辑操作与普通程序相同，编辑完成后应按[程序]→[保存]软键，将当前帧的修改保存到 U 盘文件系统中。

如果当前帧内容被修改而没有保存，那么当光标越过帧边界时，系统根据参数“ASDP”（《连接调试手册》第 89 页 P0100.5）处理，当 ASDP 为 1 时，系统自动保存后再执行相应的操作；当 ASDP 为 0 时，系统弹出保存提示窗口，如下图所示，需用户确认后才能继续执行操作。



注

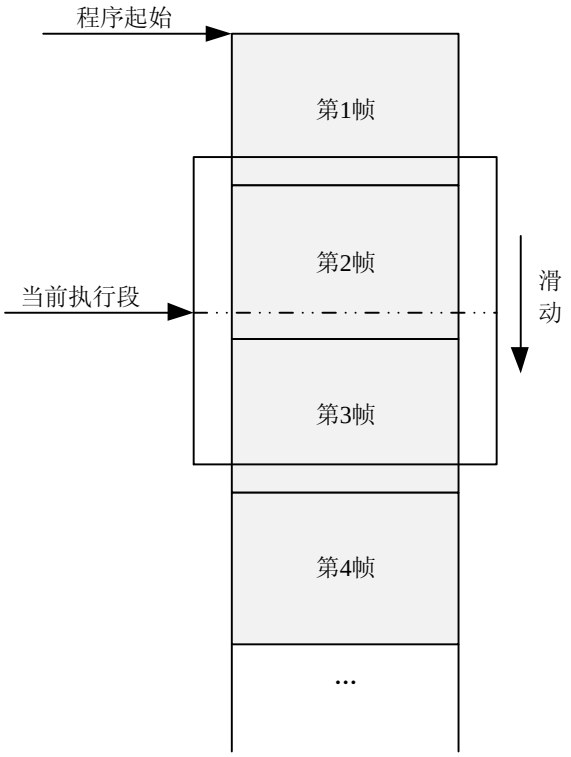
1 当程序更改而没有存盘时，执行循环启动，系统弹出保存提示窗口，选择 G 后，系统执行更改后的程序，但不存盘，当执行光标越过帧边界时，当前帧的更改将丢失。

2 当程序更改而没有存盘时，按【复位】键，系统弹出保存提示窗口，选择 G 后，系统不保存更改，直接将跳转到程序开头，若当前帧是第 1 帧，则更改不丢失，否则更改将丢失。

3 当程序更改而没有存盘时，多段删除操作不能跨越帧边界。

- **执行程序**

系统在自动方式下执行 DNC 程序时，在内存中保留 2 帧，当前执行程序段前后各一帧。距离当前执行程序段超过一帧长度的程序段将被从内存中移除，同时将后面等量的程序段读入到内存中，保持内存中的程序段数为 2 帧长度，如下图所示。



注

1 执行宏程序时，可以在当前执行程序段前后 1 帧范围内跳转

2 执行复合车削循环时，跳转范围也应在内存中（2 帧范围内）

3 当跳转范围较大时，可适当增大帧容量

限制

U 盘子画面，可以采用[DNC 打开]或[打开]软键打开 U 盘程序，[打开]软键一次性将程序读入到系统内存中，程序大小受到内存大小限制，而[DNC 打开]则是采用本节叙述的处理方式。同一时刻，系统可以[打开]多个程序，但只能[DNC 打开]一个程序。

5.4.3 注意事项与限制

程序号

DNC 程序的程序号被限制在 10000~19999 之间，程序号在 DNC 程序创建时由系统分配，分配的方法如下：

1 当 DNC 文件中的程序号为 n（n 为 1~9999 之间），那么对应的 DNC 程序的程序号为 10000+n

2 当 DNC 文件中的程序号为 n（n 大于 9999），那么开始 DNC 加工或 DNC 打开程序时，将会出现 1404 号报警，从而无法将输入设备的程序读到内存中

3 当 DNC 文件中没有程序号时，那么对应的 DNC 程序的程序号将为 O10001

注

不论参数 DNCE 如何设置，都不能修改 DNC 程序的程序号，并且也不能将内存中的程序的程序号修改为 10000~19999 之间的任何一个数。

保留段数

DNC 运行时，程序段执行完后并不会立即被删除，那些执行完却还没有被删除的程序段称为保留段。总的保留段数由参数“DNC 加工中程序缓冲区保留段数”（《连接调试手册》第 90 页 P0113）设置，设置该参数时最小不应小于 1。系统总是保留当前正在执行的程序段前面，由 P113 指定个数的程序段。由于 DNC 程序是读入到内存的，所以应合理设置保留段数，避免占用过多的内存。

当前加工位置

用户可通过在程序段中加入 N 号来确定当前正在执行的程序段在整个 DNC 程序中的位置。也可在编辑方式下，执行“:PN”编辑命令（参见《操作手册》编辑指令），打开程序段落号显示功能，根据程序段落号来确定当前加工位置。

循环跳转指令

DNC 运行时，执行循环或跳转指令时，可能会出现问题，因此，应避免在 DNC 程序中插入循环和跳转指令。

DNC 运行的停止

DNC 运行的停止方式与存储器运行时几乎相同，只有执行 M02/M30 和复位时不一样。

1 A 类 DNC 运行时，执行 M02/M30、EOR（%）或复位时，系统会自动删除读入到内存中的 DNC 程序。

2 B 类 DNC 运行时，执行 M02/M30、EOR（%）或复位时，系统不会删除 DNC 程序，而是跳转到程序开头。

DNC 运行时连接中断

当系统处于 DNC 运行时，若串口连接失败或 U 盘被拔除，则系统将会停止运行，并显示报警。

6 试运行

实际加工之前，为了测试加工程序的正确性，可使用本章所述的功能来调试加工程序。

6.1 机床锁住

机床锁住开关，又称轴锁开关，当开关打开时：

1 机床不移动，但位置坐标的显示和机床运动时一样

2 M、S、T 指令都能正确执行，并输出

3 刀具图形轨迹能够正确显示

机床锁住功能主要用于校验程序的运行轨迹是否正确。

解释

- **机床轴锁报警**

如果轴锁时，机床发生运动，那么系统机床坐标将不正确，此时加工将可能出现撞刀，“机床轴锁报警”提醒用户必须重新建立机床零点。

> **注**
>
> 接绝对编码器的机床不需要回零，但必须复位，复位时系统将从绝对编码器中读出当前位置，重新建立参考系。

步骤

使用【调试/设置】页面上的“机床锁住（键 8）”项目，可切换轴锁开关的状态。

该键如同带自锁的按钮，多次按下时，会在“开→关→开”状态中切换，当为“开”时，键上的指示灯亮，为“关”时，键上的指示灯灭。

当参数“QGRH”（《连接调试手册》第 87 页 P0005.0 或第 185 页 P061.3）设为 1 时，【调试/设置】页面上的“机床锁住（键 8）”项目显示为“保留”。轴锁信号 G29.7 只能通过【快速图形】软按键打开或关闭。

限制

轴锁开关打开时，即使执行了 G27 或 G28 指令，因为机械不回参考点，所以返回参考点指示灯不会亮。

> **注**
>
> 程序正常运行时，**切记**不能动此开关。

6.2 辅助功能锁住

辅助功能锁住开关，又称 M 锁开关，当开关打开时，M、S、T 指令都不执行。该开关一般和轴锁开关一起使用，用于校验程序。

步骤

使用【调试/设置】页面上的“辅助锁住（键 7）”项目，可切换 M 轴开关的状态。

该键如同带自锁的按钮，多次按下时，会在“开→关→开”状态中切换，当为“开”时，键上的指示灯亮，为“关”时，键上的指示灯灭。

限制

M00，M01，M02，M30，M98，M99 执行时，不受 M 锁开关状态影响。

当参数“QGRH”（《连接调试手册》第 87 页 P0005.0 或第 185 页 P061.3）设为 1 时，【调试/设置】页面上的“辅助锁住（键 7）”项目显示为“保留”。

6.3 进给速度倍率

用户通过设置进给速度倍率（进给倍率），可以按百分比方式改变由程序指定的进给速度，从而达到验证程序的目的。

进给倍率可由机床操作面板上的进给倍率键或由机床附件操作面板上的倍率开关(或外装倍率开关)控制，进给倍率可在 0%~150%范围内变动，每档的相差是 10%的变化量。实际进给速度最终值=程序指定的进给速度×进给倍率。

步骤

在自动运行之前或在自动运行时，按机床操作面板上的进给倍率键，或机床附件操作面板上或外装的倍率旋钮，调整进给倍率至所需的百分比。当前有效进给倍率显示在位置画面中“F”值的右侧。

解释

1 机床操作面板上的进给倍率键：

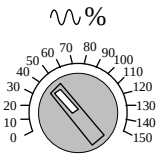
(1)

：将进给倍率降低一档

(2)

：将进给倍率提高一档

2 机床附件操作面板（或外装倍率开关）：



：选择进给倍率的百分数

注

1 进给倍率具体是由机床操作面板控制，还是由机床附件操作面板或外装倍率开关控制，可通过 PLC 程序设置，参见机床厂的说明书。

2 进给倍率与手动进给倍率共用一个倍率开关。

限制

1 螺纹切削过程中，为了保证安全性，倍率设置被忽略，始终保持在 100%

2 当程序指定的进给速度×进给倍率的结果大于参数“切削进给上限速度”（《连接调试手册》第 95 页 P0713 或第 180 页 P025）值时，实际进给速度取参数设定值。

6.4 快速进给倍率

用户可设置快速进给倍率（快速倍率），临时减小快速进给的速度，这将影响到程序中所有类型的快速移动的速度。包括：

1 G00 快速进给；

2 固定循环中的快速进给；

3 G27，G28，G29 时的快速进给；

4 手动快速进给；

5 手动返回参考点的快速进给。

解释

在自动运行之前或在自动运行时，按机床操作面板上的快速倍率键，调整快速倍率至所需的百分比。快速倍率分为 4 档：F0、25%、50%和 100%。

快速倍率为 F0 时的速度由参数“快速倍率最低挡速率 F0”（《连接调试手册》第 95 页 P0712 或第 180 页 P026）指定，当快速倍率为其他值时，快速移动速度为“快速速率”（《连接调试手册》第 94 页 P0711）×快速倍率。

6.5 模拟主轴倍率

当模拟主轴机能使能时，即参数“SANG”（《连接调试手册》第 86 页 P0001.4 或第 177 页 P004.7）设为 1 时，用户通过设置模拟主轴倍率（主轴倍率），可以按百分比修改由程序中 S 代码指定的主轴速度。主轴倍率由机床操作面板上的主轴倍率开关控制，调节范围为 50%~120%，每档的相差是 10%的变化量。实际主轴转动速度=程序指定的速度×主轴倍率。

步骤

在自动运行之前或自动运行时，按机床面板上的主轴倍率键，可增大或减小主轴倍率。当前主轴倍率会显示在位置画面 S 指令值的后面。

解释

机床面板上的各模拟主轴倍率键作用如下：

1

：向下调节（减小）主轴倍率一档

2

：向上调节（增大）主轴倍率一档

有些机床面板不支持此按键，可使用外部倍率开关调节主轴倍率。

限制

当调节主轴倍率使程序指定的主轴速度乘于主轴倍率的值超过“主轴最大模拟量输出”（《连接调试手册》第 161 页 D0036）时，输出值被限制在最大值。

6.6 空运行

忽略程序中指定的速度，以系统设定的速度移动刀具，称为空运行。空运行不用于加工，一般情况下，工作台上不放工件，利用该功能可检查刀具的移动是否正确。

使用【调试/设置】页面上的“空运行（键 1）”项目，可切换空运行开关状态。

该键如同带自锁的按钮，多次按下时，会在“开→关→开”中切换，当键上的指示灯亮时，表示空运行开关打开，指示灯灭时表示空运行开关关闭。

步骤

1 在自动方式或录入方式下，启动程序之前，打开空运行

2 选择要检查的程序，按下【启动】键

解释

- **空运行速度**

空运行时的速度会受到参数“RDRN”(《连接调试手册》第 94 页 P0700.5)、手动快速进给开关状态、手动进给倍率等的影响。如下表所示。

表 6.6-1 空运行速度

手动快速进给开关	RDRN	程序指令	
		快速进给	切削进给
打开	任意	快速进给速度	下表中的最大值
关闭	1	根据手动进给倍率，查下表	根据手动进给倍率，查下表
关闭	0	快速进给速度	根据手动进给倍率，查下表

表 6.6-2 空运行速度阶梯表

手动进给倍率	进给速度	
	公制编程（mm/min）	
0%	0.0	
10%	2.0	
20%	3.2	
30%	5.0	
40%	7.9	
50%	12.6	
60%	20.0	
70%	32.0	
80%	50.0	
90%	79.0	
100%	126.0	
110%	200.0	
120%	320.0	
130%	500.0	
140%	790.0	
150%	1260.0	

6.7 单程序段

当单程序段开关打开时，执行完一个程序段后，系统将会停止，再启动后，执行完下一个程序段后，系统将会再次停止。用户可以一个程序段一个程序段地执行整个程序，常用于检查多个程序段的执行结果是否满足期望。

使用【调试/设置】页面上的“单程序段（键 2)”项目，可切换单程序段开关状态。

该键如同带自锁的按钮，多次按下时，会在“开→关→开”中切换，键上的指示灯亮时，表示单程序段开关打开，键上的指示灯灭时，表示单程序段开关关闭。

步骤

1 自动运行之前，打开“单程序段”状态，程序开始启动执行后，执行完第一个程序段就会停止。

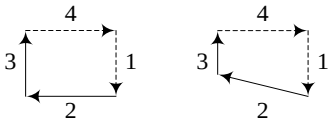
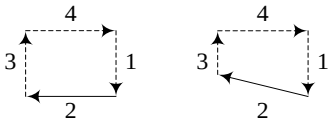
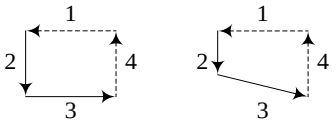
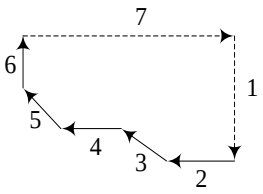
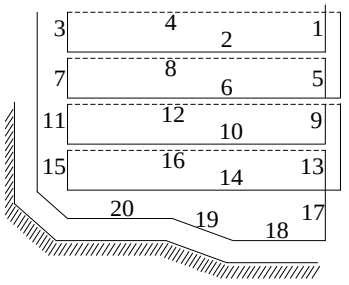
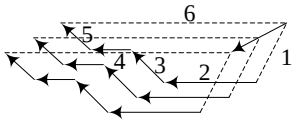
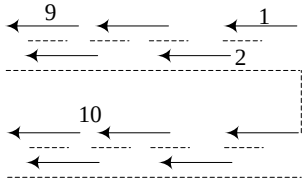
2 自动运行时，打开“单程序段”状态，在执行完当前正在执行的程序段后，就会停止。

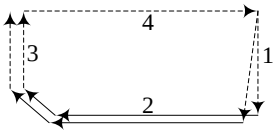
解释

- **参考点返回**

在 G28、G29、G30 的中间点，也会进行单程序段停止。中间点停止时，进给保持指示灯亮。

- **车削固定循环**

G 代码	刀具轨迹	说明
G90		1~4 作为一个循环。动作 4 结束后停止。
G92		1~4 作为一个循环。动作 4 结束后停止。
G94		1~4 作为一个循环。动作 4 结束后停止。
G70		1~7 作为一个循环。动作 7 结束后停止。
G71，G72		1~4，5~8，9~12，13~16，17~20 作为一个循环。循环结束后停止。 此图是 G71 的情况，G72 相同。
G73		1~6 作为一个循环。循环结束后停止。
G74，G75		1~10 作为一个循环。循环结束后停止。

G 代码	刀具轨迹	说明
G76		1~4 作为一个循环。循环结束后停止。

6.8 跳过任选程序段

跳过任选程序段开关（简称跳段开关）打开时，系统将会忽略包含“/”的程序段。

使用【调试/设置】页面上的“程序选跳（键 6）”项目，可切换“跳过任选程序段”开关状态。

该键如同带自锁的按钮，多次按下时会在“开→关→开”状态中切换，当键上的指示灯亮时，表示跳段开关打开，当键上的指示灯灭时，表示跳段开关关闭。

步骤

在自动运行前或自动运行时，打开“跳段开关”，系统将不再执行包含“/”的程序段。

解释

当程序段包含的指令从存储器读到缓冲寄存器时，系统根据跳段开关状态和程序段中是否包含“/”决定是否跳过该程序段，但已经读到缓冲寄存器中的程序段是不受跳段开关影响的。

注

用户无法准确地预测出程序段何时会被读到缓冲寄存器中，为了保证跳段开关起到效果，应在自动运行前打开跳段开关，在自动运行时，打开跳段开关，包含“/”的程序段可能仍然被执行。

7 安全操作

7.1 超程防护

为了避免各进给轴超出行程而损坏机床，必须采取超程防护措施。

7.1.1 硬件超程防护

机床上，一般各轴正、负方向上都安装了限位开关（行程开关），刀具只能在由各轴正、负限位开关限定的范围内移动。当刀具试图越过限位开关时，限位信号有效，系统立即停止刀具移动，并显示超程报警信息。

当出现超程时，反向移动刀具（正向超程，则负向移动；负向超程，则正向移动）脱离限位开关，若移动过程中，限位信号无效，则报警自动解除。

注

1 硬件超程防护功能可以被 PLC 程序屏蔽，请参见机床厂的说明书。

2 有关限位开关如何连接到系统，请参见《连接调试手册》。

7.1.2 软件超程防护

软件超程防护和硬件超程防护类似。软件超程的正负向限位坐标对应硬件超程的限位开关。各轴正、负向限位坐标分别由轴型参数“正向行程限位”（《连接调试手册》第 93 页 P0610）和“负向行程限位”（《连接调试手册》第 94 页 P0611）指定，它们所限定的范围称为软限位。当机床坐标将要超出软限位时，系统立即停止刀具移动，并显示超程报警。手动反向移动刀具，使各轴机床坐标进入限定范围，可解除报警。

解释

- **超出工作区报警**

  为了保证刀具不会超出软限位，系统会监视刀具的运动速度和方向。若系统监测到刀具将会超出软限位，则立即以“紧急减速系数”（《连接调试手册》第 117 页 P6436）减速直到停止，并产生“超出工作区”报警。

- **禁止软件超程防护报警**

  系统是否进行软件超程防护，取决于开机操作、参数“SOT”（《连接调试手册》第 93 页 P0600.7）和系统回零状态，如下表所示。

表 7.1-1 软件超程禁止条件

开机时按下【EOB】+【取消】	SOT	系统上电后是否已回零	是否禁止软件超程防护
按下	0	未回零	禁止
按下	1	未回零	禁止
不按下	0	未回零	不禁止
不按下	1	未回零	禁止
按下	0	已回零	不禁止
按下	1	已回零	不禁止
不按下	0	已回零	不禁止

开机时按下【EOB】+【取消】	SOT	系统上电后是否已回零	是否禁止软件超程防护
不按下	1	已回零	不禁止

- **Z 轴软件超程防护**

Z 轴软件超程防护可以被单独地控制，设置参数“OTZN”（《连接调试手册》第 93 页 P0600.6）为 1，可以单独禁止 Z 轴软件超程防护，而不影响其他轴。

- **旋转轴与软件超程防护**

1 对于 A/B/C 类旋转轴：

(1) 如果正向软限位参数（P610）大于或等于 360 度时，系统不检查正向限位；

(2) 如果负向软限位参数（P611）小于 0 度时，系统不检查负向限位；

(3) 如果正向软限位参数等于 360 度，同时负向软限位参数等于 0 度时，系统将不会检查该轴运动是否超出软限位。

2 对于 D 类旋转轴：

(1) 如果正向软限位参数（P610）大于或等于 180 度时，系统不检查正向限位；

(2) 如果负向软限位参数（P611）小于 180 度时，系统不检查负向限位；

(3) 如果正向软限位参数等于 180 度，同时负向软限位参数等于 180 度时，系统将不会检查该轴运动是否超出软限位。

注

旋转轴默认的正、负向限位参数是系统允许的最大正向坐标和最大负向坐标。此默认参数也会禁止该轴的软件超程防护。

7.1.3 软限位预测

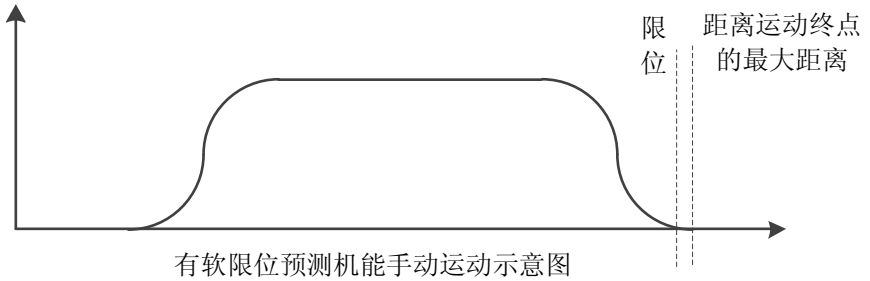
该功能由参数“MJPCH”（《连接调试手册》第 93 页 P0605.7）控制是否有效。该功能有效时，系统在下列情况下进行软限位预测。

手动运动

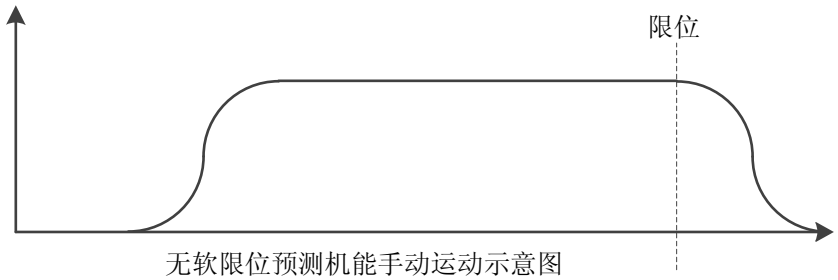
系统根据运动方向计算距限位距离，内部设定一个比该距离略大的手动最大运动量。在碰到软限位前，系统降低该轴速度，以很低的速度碰到软限位。

当软限位预测机能无效时，内部设定一个很大大的手动最大运动量。该轴将以比较大的速度碰到软限位。这种情况下系统仅仅以手动模式平滑器来平滑输出速率。当速度较快时，需要将“手动模式平滑系数”（《连接调试手册》第 119 页 P6461）的数值调大。

下图为手动运动时软限位预测机能打开和关闭情况下的运动示意图（图中轨迹未考虑手动模式平滑器的影响）。



有软限位预测机能手动运动示意图



无软限位预测机能手动运动示意图

程序回零（包括自动及手动程序回零)

软限位预测功能有效时，系统在执行程序回零前，计算程序回零运动量，预测运动结束后是否会超出限位，如果是，那么报警 PS460/PS461，不执行程序回零操作。

机械回零

软限位预测功能有效时，且在机械回零时软限位有效时，系统计算距回零方向软限位的运动量，并作为查找减速信号的最长距离。如果未找到减速档块，那么会以“回零平均减速度”(《连接调试手册》第 110 页 P5113）减速停止在限位处，终止回零过程。

断点/断电轴位置恢复时的快速运动

软限位预测功能有效时，系统在恢复轴位置前计算运动量，并预测运动结束后是否会超出限位，如果是，那么取消断点恢复，并报警 PS462/PS463。

自动加工

软限位预测功能有效时，系统只检查运动段终点是否超出限位，不检查程序段中间点是否超出限位（如圆弧象限点等)。

1 如果当前段为快速运动，那么在快速运动过程中，对已经预读的程序段（包括定位和切削）逐段预测是否超出软限位，并限制最多预测 64 段。

2 如果当前段为切削运动，那么在切削过程中，对已经预读的程序段逐段预测是否超出软限位。最多预测 64 段，但若预读的程序段中包含快速运动程序段，那么不对该段及其后程序段预测。之所以与快速运动预测方式不同，目的是为了让超出软限位的程序，尽可能在快速运动阶段停止。

3 在当前程序段运行过程中，检查到后续预读的程序段超出限位后，报警 PS464（正向超出软限位）/PS465（负向超出软限位)，并在报警页面显示超出软限位的程序段。

注

1 如果当前段本身超出限位，那么报警 PS464/PS465，本段不执行；如果当前段没有超出限位，但已预读的后续程序段超出限位，那么在报警 PS464/PS465 前，当前段可能已经运动了一定的距离。

2 如果超出软限位的程序段过长，那么报警时可能显示不完整。

限制

当对轴进行特殊处理，例如使用 PLC 轴对输出脉冲进行比例关系控制时，应取消该轴软限位预测机能，否则会出现误报警或手动无法运动到指定位置问题。类似这种情况，只能使用动态工作区保护。

7.2 紧急操作

在加工过程中，由于用户编程、操作不当或产品故障等原因，可能会出现一些意想不到的结果。此时必须使系统立即停止工作。本节描述的是在紧急情况下系统所能进行的处理，机床在紧急情况下的处理请见机床制造厂的相关说明。

7.2.1 复位

当机床异常输出或坐标轴异常动作时，按【复位】键，可使系统立即复位，复位时：

1 所有轴运动停止；

2 冷却、润滑、主轴旋转停止输出（参见解释）；

3 自动运行结束，但保持各模态。

解释

- **复位时 M 指令状态**

参数“RSJG”（《连接调试手册》第 96 页 P2100.5 或第 181 页 P036.2）可控制复位时，冷却、润滑和主轴旋转输出是否保持。

1 当 RSJG=0 时，复位时冷却、润滑、主轴旋转都停止输出。

2 当 RSJG=1 时，复位时，冷却、润滑保持当前状态不变，但主轴旋转停止输出。

7.2.2 急停

机床运行过程中，在遇到危险或紧急情况下，应按下急停按钮，系统立即控制机床停止移动，停止输出冷却、润滑，停止主轴旋转等，并显示急停报警。

松开急停按钮后，急停报警解除，系统进入复位状态。为了确保坐标位置的正确性，急停报警解除后，应重新执行机械回零操作（未安装机械零点的机床，不得回零）。

注

1 急停按钮可能被 PLC 程序屏蔽，请参见机床厂的说明书。

2 解除急停报警前，请先确认故障已经排除。

3 在开机和关机之前按下急停按钮可减少设备的电冲击。

7.2.3 切断电源

机床运行过程中，在遇到危险或紧急情况下，也可立即切断机床电源，防止事故发生。

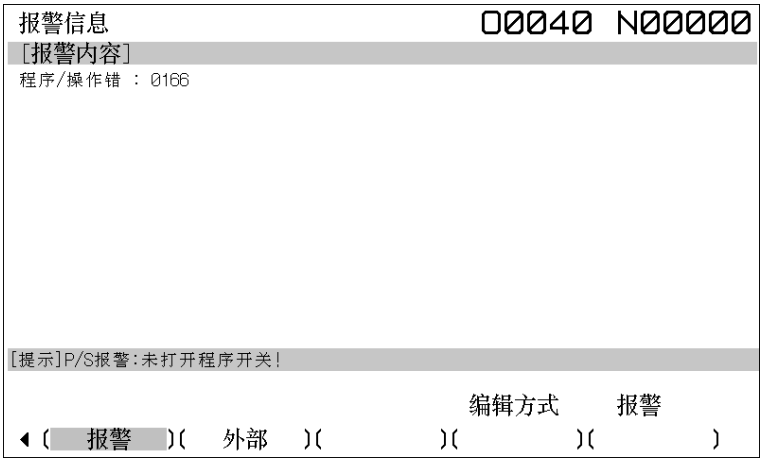
切断电源后，系统显示坐标与实际位置可能有较大偏差，必须进行重新对刀等操作。

8 报警处理

在加工过程中，由于用户编程、操作不当或产品故障等原因，系统会出现运转异常，根据系统的不同表现，需要进行不同的处理。

屏幕上显示报警

通常，由于用户编程、参数设置或操作不当导致的问题，系统会在报警画面，显示报警号和提示，如下图所示。请根据报警提示信息，或参见《操作手册》报警一览表确定故障原因，修改程序或参数设定。



屏幕上未显示报警

有时候，从显示上看，系统没有运行，但此时系统可能正忙于处理内部任务。出现这种情况时，可切换到诊断画面，根据诊断变量的当前状态，判断系统的状态。请参见《操作手册》诊断数据。

无法排除的异常

请详细记录异常发生时的现象及可能的原因，并与机床厂或 KND 公司取得联系。

9 程序编辑

9.1 概述

用户可在数控系统中直接编辑程序。

步骤

编辑程序的一般步骤如下：

1 切换到位置画面或程序画面的程序区

2 切换到编辑方式或 MDI 方式

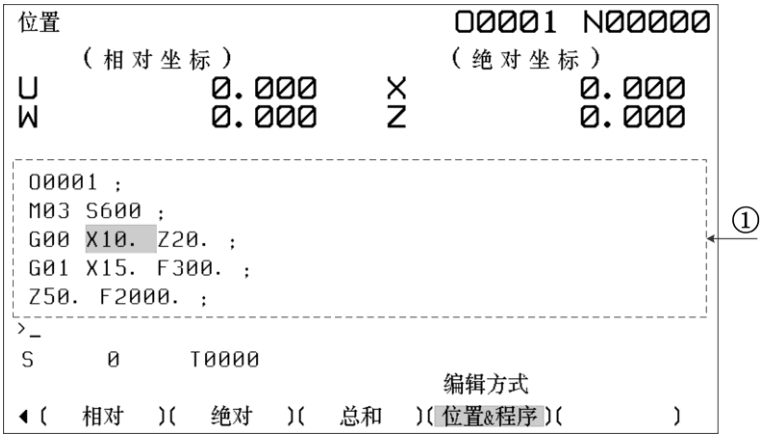
3 打开程序保护开关

4 利用 MDI 键盘的各地址键、数字键和功能键，插入、修改、删除程序

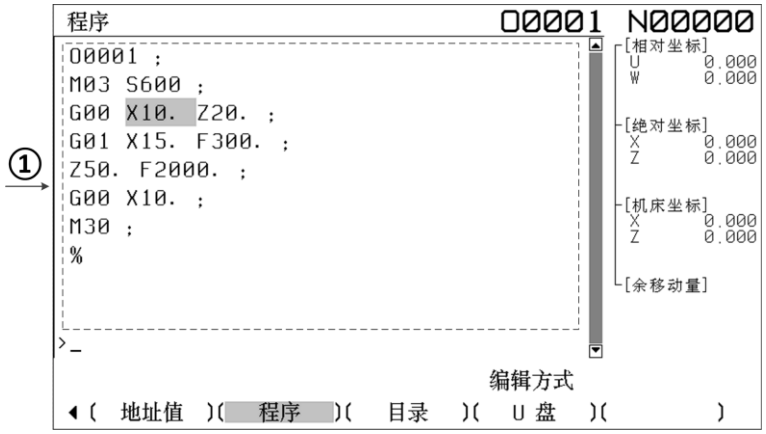
解释

- **程序区**

程序区是指系统中程序显示和编辑的窗口。位置画面和程序画面都包含程序区。如下图标注①所示。



①位置画面的程序区



①程序画面的程序区

进入位置画面中的程序区的步骤如下：

1 按【位置】键，进入位置画面

2 按[位置&程序]软键，页面下部为程序区，此时可进行编辑操作

进入程序画面的程序区的步骤如下：

1 按【程序】键，进入程序画面

2 按[程序]软键，进入程序页面，页面左边为程序区

- **工作方式和程序保护开关**

必须切换系统到编辑方式或 MDI 方式，才能进行程序编辑。编辑 MDI 临时程序（0 号程序）时不需要打开程序保护开关，而编辑普通程序（非 0 号程序）时，必须打开程序保护开关。对普通程序的修改会立即保存到 CMOS 存储器中，而对 MDI 临时程序的修改不会保存到 CMOS 存储器中。

程序保护开关（简称程序开关）可以保护程序不被意外地修改。用户可以在[调试/设置]画面的第一页中打开它（参见第 244 页数据显示与设定）。

注

1 虽然 MDI 方式下，可以编辑普通程序，但一般不建议这么做。MDI 方式一般只用于编辑 0 号程序，并运行它，执行一些简单的操作。

2 程序保护开关也可能通过机床上的按钮或钥匙控制，参见机床厂的说明书。

限制

- **程序数量**

标准配置的系统最大可存储 512 个程序。

- **存储容量**

标准配置的系统，CMOS 容量为 640KB，内存容量为 22MB。

普通程序都会自动存储到 CMOS 中，因此，它们的总大小不能超过 640KB

9.2 编辑

编辑程序开始时，必须先切换到程序区，编辑方式，并打开程序保护开关。本书以后的程序编辑操作，不再重复说明这一步骤。

9.2.1 新建程序

步骤

1 按地址键 O，并输入程序号，如：“O1”

2 按【插入】键

系统将创建一个空的程序，如下图所示。其中：“O0001”是程序号；“%”表示程序结束符。

解释

- **一次新建多个程序**

当用户一次性输入多个程序号，如“O1O2O3”，那么系统将会一次性创建 3 个空程序：O0001、O0002 和 O0003。

- **新建程序的同时插入部分程序字**

当用户在输入程序号的同时，输入了部分程序段，如“O2;G01X10.;”，那么系统将创建 O0002 程序，并同时创建多个编辑单元（参见 III-9.2.4）。

注

“;”字符由【EOB】键输入

限制

1 普通程序号的可取范围是 1~9999

2 系统不允许任何两个程序具有相同的程序号，当输入了一个已经存在的程序号时，将会导致创建程序失败，并报警 PS140。

9.2.2 修改程序号

步骤

1 检索到要修改的程序，光标可移动至该程序的任何位置

2 输入地址“O”

3 输入新的程序号，如“0003”

4 按下【修改】键

9.2.3 删除程序

步骤

- **单个程序删除**

1 输入地址“O”

2 输入程序号，如“0001”

3 按下【删除】键

- **删除所有程序**

1 输入地址“O”

2 输入“-9999”

3 按下【删除】键

9.2.4 编辑单元的插入

编辑单元是编辑操作的最小单位。对于普通的 G 代码程序来说，一个程序字就是一个编辑单元，编辑单元以地址字母为间隔。但若采用了宏程序指令，则没有程序字的概念，一次插入的宏程序指令都被视为一个编辑单元。插入到程序中的编辑单元以空格分隔。

步骤

- **单个编辑单元的插入**

1 输入一个程序字，如“G01”

2 按【插入】键

系统在当前光标位置后插入编辑单元“G01”，并将当前光标移动到刚插入的编辑单元。

- **多个编辑单元的插入**

1 输入多个程序字，如“G01X100.Y100.Z100.F2000;”

2 按【插入】键

系统将创建“G01”、“X100.”、“Y100.”、“Z100.”、“F2000”、“;”，6 个编辑单元，插入到当前光标位置后面，并将当前光标移动到刚插入的编辑单元中的最后一个编辑单元处。

注

如果输入的多个程序字不合法，如“‘G01XY100.Z100.;”，则创建的编辑单元可能和预期的不太一样。此时，可以删除错误的输入，重新输入一次。

解释

- **程序段的创建**

当输入包含 EOB（“;”）时，系统会以“;”为分隔创建多个程序段。

9.2.5 编辑单元的修改

步骤

1 将光标定位于要修改的编辑单元，如“X100.”

2 输入希望修改的结果，如“Y100.␣Z100.”

3 按【修改】键

用户可将当前编辑单元修改为一个或多个编辑单元，创建编辑单元的方式与插入时相同。

解释

- **程序段结束符 EOB 的修改**

如果被修改的编辑单元是“;”，并且修改后的结果不包含“;”，那么这将导致以“;”分隔的两个程序段合并为一个程序段。

限制

1 当光标位于程序开头的程序号处，如“O0001”，不能进行修改，因为修改它将影响程序号，有关程序号的修改，请参见 III-9.2.2

2 当光标位于程序结束符“%”时，也不能进行修改操作。

9.2.6 编辑单元的删除

步骤

1 将光标定位于要删除的编辑单元

2 按【删除】键

系统将会删除当前编辑单元，并将光标移动到下一个编辑单元。

解释

- **程序段结束符 EOB 的删除**

如果被删除的编辑单元是“;”，那么这将导致以“;”分隔的两个程序段合并为一个程序段。

9.2.7 删除一个或多个程序段

步骤

- **删除光标所在程序段**

1 输入地址“N”

2 按【删除】键

- **删除光标之后的程序段（包括光标所在程序段）**

1 输入地址“N”

2 输入要删除的程序段数，如“10”

3 按【删除】键

- **删除光标之前的程序段（不包括光标所在程序段）**

1 输入地址“N”

2 输入负号“-”

3 输入要删除的程序段数，如“10”

4 按【删除】键

注

1 向后或向前删除多个程序段时，程序段数可以多于存在的程序段数，假设光标之后只有 10 个程序段，但输入“N9999”，再按删除键，则会删除 10 个程序段，并且不会报错。

2 程序号（如“O0001”）和程序结束符（“%”）不会被删除。

9.2.8 自动插入顺序号

本系统支持自动插入顺序号功能，要使能该功能，须在设置画面的第一页，修改“自动序号”项的值为 1（参见第 262 页 III-11.9）。编辑程序之前，还应设置参数“顺序号增量”（《连接调试手册》第 100 页 P2311 或第 180 页 P029），该参数是自动插入的顺序号的增量，默认为 10。

本系统使用参数“ASCL”（《连接调试手册》第 99 页 P2302.1）控制自动插入顺序号的模式。当 ASCL 为 1 时，选择增强模式，顺序号被插入到当前程序段开始；当 ASCL 为 0 时，选择兼容模式，顺序号被插入到下一程序段开始。兼容模式与老版本系统自动插入顺序号功能相同。建议在本系统上使用增强模式。

9.2.8.1 兼容模式

用户在进行插入操作时，如果插入的最后一个编辑单元是程序段结束符“;”，则系统会在其后自动插入顺序号，插入的顺序号为当前程序段的顺序号加上参数 P2311 设置的序号增量。

限制

1 如果插入的程序段结束符不是最后一个编辑单元，那么系统不会自动插入顺序号。

2 系统在计算当前程序段的程序号时，只会检索当前程序段已经存在的 N 号，而不会检索正在插入的编辑单元中的 N 号，例如，当插入“N20 X10;”时，系统不会将 N20 视为当前程序段的顺序号，自动插入的顺序号会在上一次自动插入的顺序号基础上加上序号增量。

9.2.8.2 增强模式

用户在进行插入操作时，当插入程序段结束符时，若程序段没有顺序号，那么系统将自动插入顺序号，插入的顺序号为上一程序段的顺序号加上参数 P2311 设置的序号增量。

解释

下面用一个例子解释增强模式时，自动插入顺序号功能。例子中，序号增量采用默认值。

1 输入“O100;”，按【插入】键，新建一个程序

```
O0100 ;
%
```

2 输入“X10;”，按【插入】键，系统自动插入顺序号 N10

```
O0100 ;
N10 X10 ;
%
```

3 输入“X20”，按【插入】键，因程序段未结束，系统未自动插入顺序号

```
O0100 ;
N10 X10 ;
X20 ;
%
```

4 输入“Z10;”，按【插入】键，程序段结束，系统自动插入顺序号 N20

```
O0100 ;
N10 X10 ;
N20 X20 Z10 ;
%
```

5 输入“X30;Z20;X40;”，按【插入】键，系统自动在 3 个程序段前插入 N30、N40、N50

```
O0100 ;
N10 X10 ;
N20 X20 Z10 ;
N30 X30 ;
N40 Z20 ;
N50 X40 ;
%
```

6 输入“N100X50;”，按【插入】键，由于用户手动指定了顺序号 N100，所以系统不再插入顺序号

```
O0100 ;
N10 X10 ;
N20 X20 Z10 ;
N30 X30 ;
N40 Z20 ;
N50 X40 ;
N100 X50 ;
%
```

8 输入“X60;N200X70;X80;”，按【插入】键，系统检测到 X80 所在程序段的前一个程序段，用户手动指定了顺序号 N200，于是系统在 X80 程序段开头插入 N210

```
O0100 ;
N10 X10 ;
N20 X20 Z10 ;
N30 X30 ;
N40 Z20 ;
N50 X40 ;
N100 X50 ;
N110 X60 ;
N200 X70 ;
N210 X80 ;
%
```

9.2.9 编辑程序后光标跳转

用户编辑程序后若切换到自动方式进行加工，光标可自动跳转到程序开头，避免因疏忽导致程序从不希望的段开始运行。此功能由“APGTH”（《连接调试手册》第 113 页 P5300.6）控制是否有效。

光标跳转的判断条件

在编辑或录入方式下修改程序（创建、删除、修改、切换程序、移动光标）时，系统任务编辑操作被执行，切换到自动方式时光标自动跳转：

检索功能

APGTH 设为 1 时，自动方式下的字段检索功能有效，但若自动编辑功能有效，该功能视为无效。该功能非运行、非暂停、非外部输出情况下才可以执行，操作方式与编辑方式下的检索操作一样；检索后选中目标字段所在行。若目标字段跨越多行，则选中首个字母所在行；若未检索到目标则会触发 PS331 报警；若单段停止在 M98/M99/G65 等引起子程序调用或返回的指令，此时使用检索操作会触发 PS330 报警；

注

执行检索后，程序会根据当前位置重新开始运行，并保持之前运行的模态，用户需确认安全后继续运行。

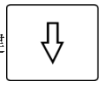
9.3 检索

9.3.1 检索程序

步骤

- **检索下一个程序**

1 输入地址“O”键

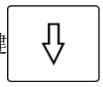
2 按光标键 

如果系统中存在不止一个程序，那么光标将会跳到下一个程序。这种检索方式具有循环特性，最后一个程序的下一个程序是第一个程序。

- **检索指定程序**

1 输入地址“O”键

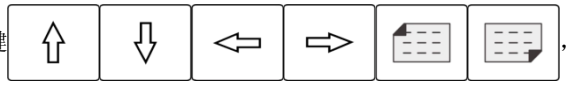
2 输入要检索的程序号，如“0002”

3 按光标键 

如果系统中存在指定程序号的程序，那么光标将会跳到该程序的当前位置。

9.3.2 检索编辑单元

步骤

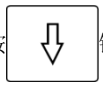
按光标键  ，可使光标定位于程序中的任何一个编辑单元。

9.3.3 检索字符串

步骤

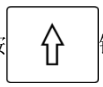
- **向下检索**

1 输入要检索的字符串，如“G1”

2 按  键

- **向上检索**

1 输入要检索的字符串，如“G1”

2 按  键

如果程序中存在要检索的字符串，则光标将定位于该字符串，并选中该字符串。

解释

- **顺序号搜索**

字符串检索功能可实现顺序号搜索功能，只要将检索字符串替换为要搜索的顺序号即可，如“N100”。

- **多个编辑单元搜索**

字符串检索功能可以同时搜索多个编辑单元，例如可以构造这样的检索字符串“X100␣Y100”，注意字符串中的空格“␣”（编辑单元分隔符）不能省略。多个编辑单元的搜索能力，可以实现很复杂的搜索功能，例如：

1 搜索出现在“G01”右边的“X100”程序字，检索字符串为“G01␣X100”

2 搜索程序段尾部的“X100”，检索字符串为“X100␣;”

3 搜索程序段开头的“X100”，检索字符串为“;X100”

注意事项

检索字符串时，可能会导致选中部分不足一个编辑单元或多于一个编辑单元，甚至跨越多个程序段，此时，若直接进行插入、修改或删除等编辑操作，这些操作将作用于选中部分，将可能导致编辑单元被分割，部分被删除等不期望的结果。

9.4 扩展编辑

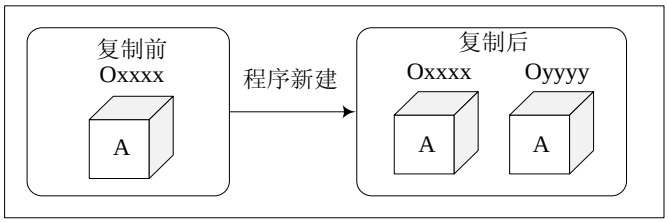
扩展编辑功能提供复制、移动和合并程序功能，这些功能的操作只能在程序画面的程序区完成，位置画面的程序区不具备这样的功能。

9.4.1 复制

用户可通过复制功能，复制整个程序或程序的一部分到一个新的程序中去。

复制整个程序

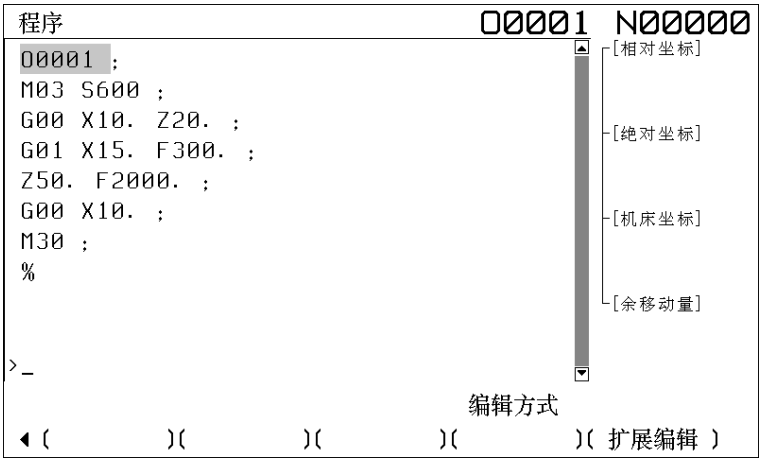
下图是复制整个程序的示意图。图中，被复制的程序的程序号为 xxxx，复制操作产生的新程序的程序号为 yyyy。复制操作后，yyyy 程序内容与 xxxx 程序内容完全相同。



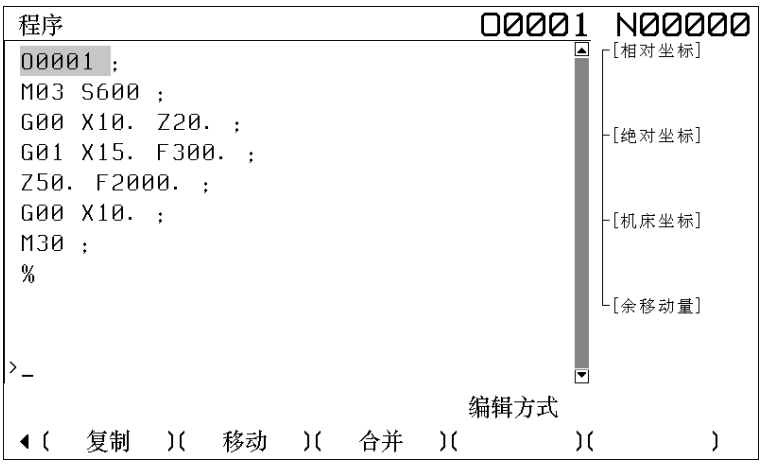
- **步骤**

1 打开程序保护开关，选择编辑方式，进入程序画面的程序区

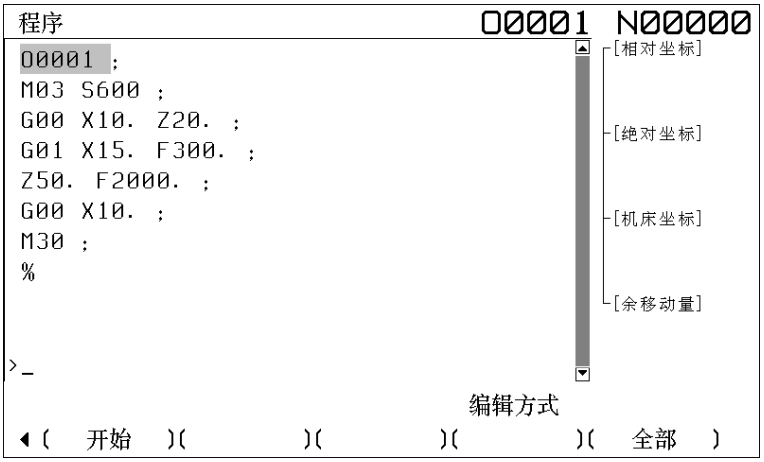
2 再按一下[程序]软键，进入扩展编辑起始画面，屏幕显示如下图



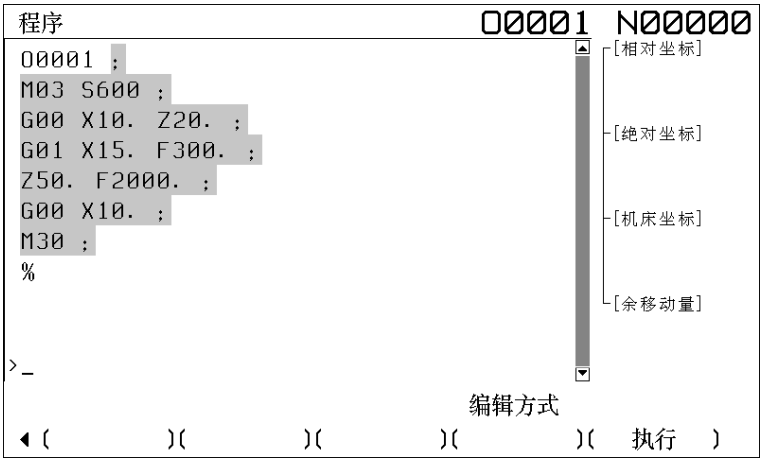
3 按[扩展编辑]软键，进入扩展编辑子菜单，如下图



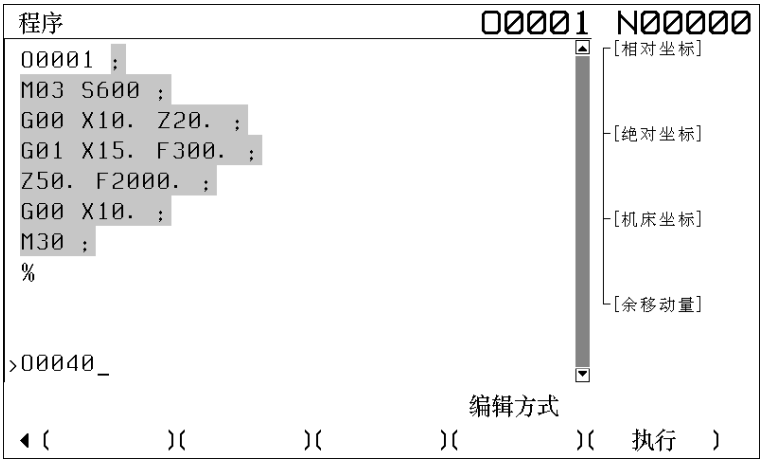
4 按[复制]软键，进入复制子菜单，如下图



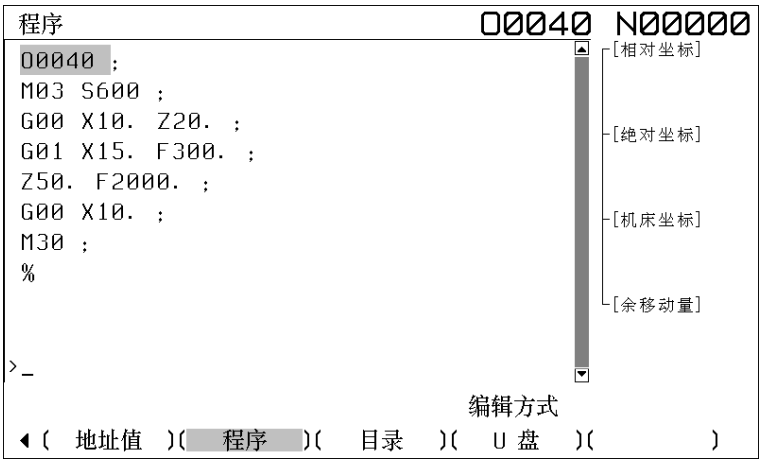
5 按[全部]软键，准备执行复制操作，菜单显示如下图



6 输入地址“O”和想要新建的程序的程序号，如“O0040”，如下图

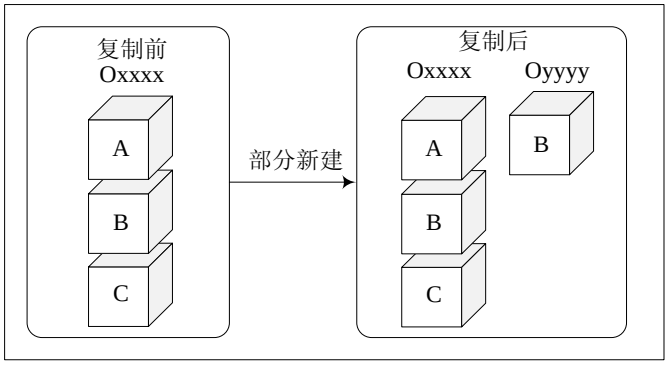


7 按[执行]软键，系统执行复制整个程序操作，复制的结果如下图所示



复制一部分程序

下图是复制一部分程序的示意图。被复制程序的程序号为 xxxx，被复制的部分为 B 部分，新建的程序的程序号为 yyyy。复制操作后，xxxx 程序保持不变，yyyy 程序与 xxxx 程序的 B 部分相同。



- **步骤**

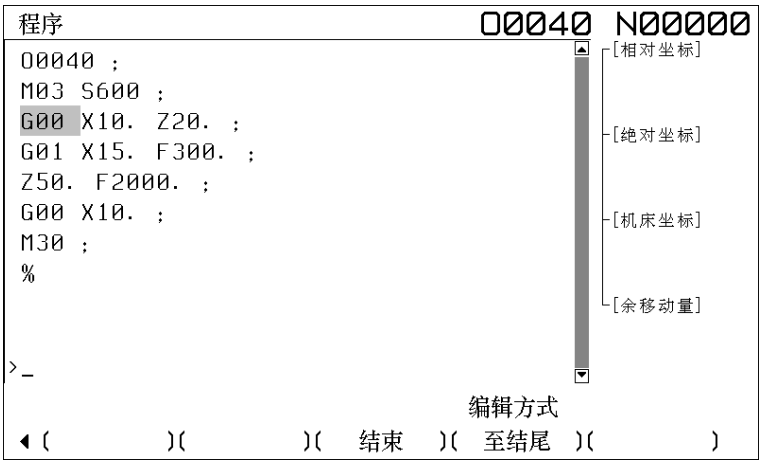
1 打开程序保护开关，选择编辑方式，进入程序画面的程序区

2 再按一下[程序]软键，进入扩展编辑起始画面

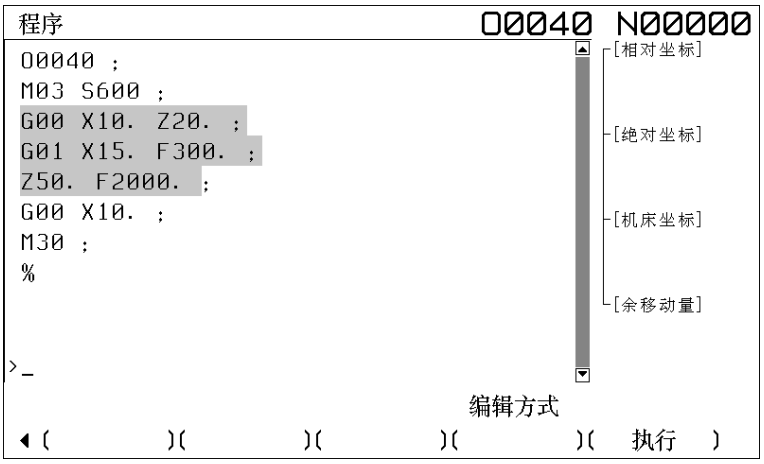
3 按[扩展编辑]软键，进入扩展编辑子菜单

4 按[复制]软键，进入复制子菜单

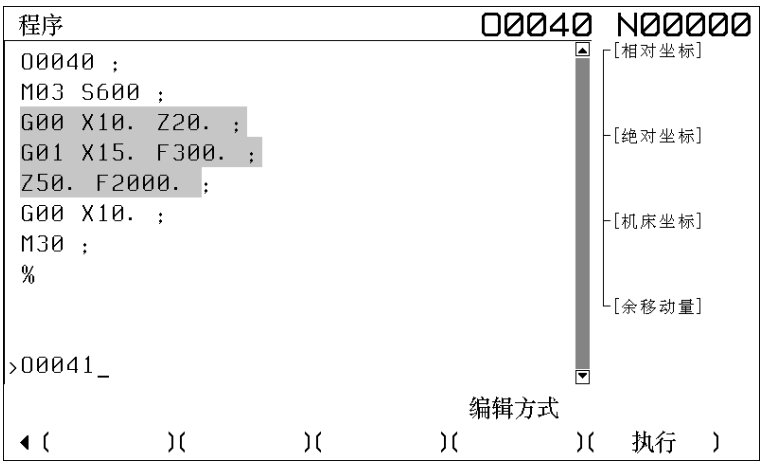
5 移动光标到要复制部分的开头，并按[开始]软键，屏幕显示如下



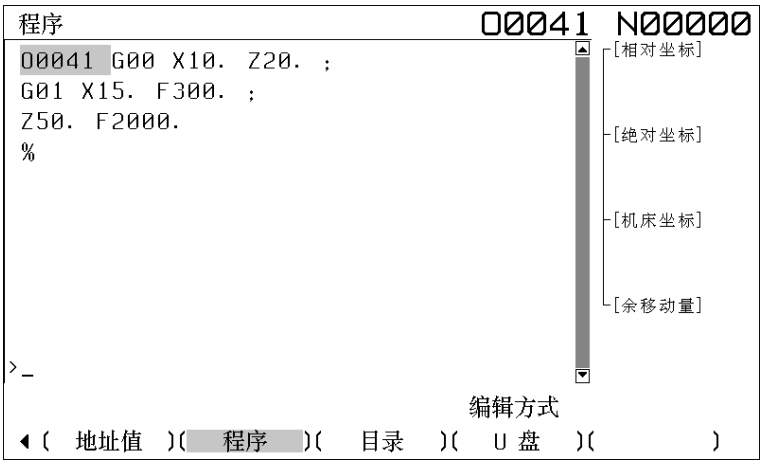
6 移动光标到要复制部分的结尾，按[结束]软键。也可按[至结尾]软键，这将使要复制部分的结尾变为程序的结尾，与光标当前位置无关。



7 输入地址“O”和想要新建的程序的程序号，如“O0041”，如下图



8 按[执行]软键，系统执行复制部分程序操作，复制的结果如下图所示



9.4.2 移动

用户可通过移动功能，将一个程序的一部分剪切到一个新的程序中去。

下图是移动程序操作的示意图。xxxx 程序的 B 部分被移动到一个新的程序 yyyy 中。移动操作结束后，xxxx 程序的 B 部分被删除，yyyy 程序为原 xxxx 程序的 B 部分。

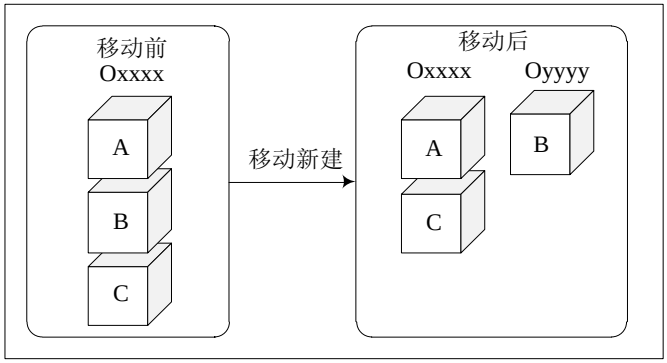


图 9.4-1 移动程序功能

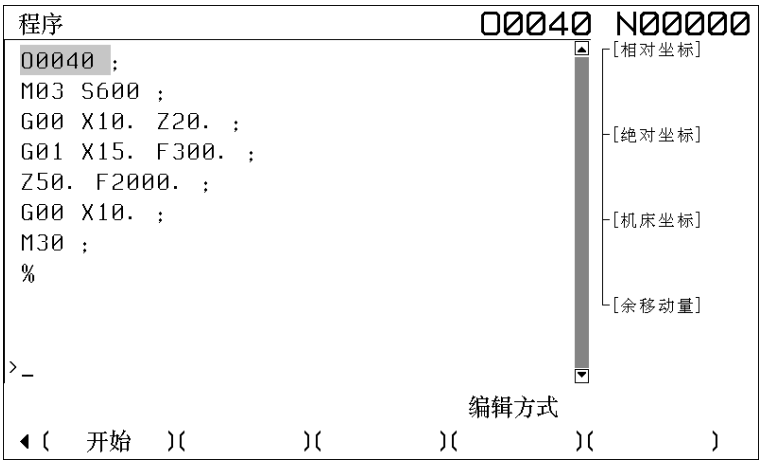
步骤

1 打开程序保护开关，选择编辑方式，进入程序画面的程序区

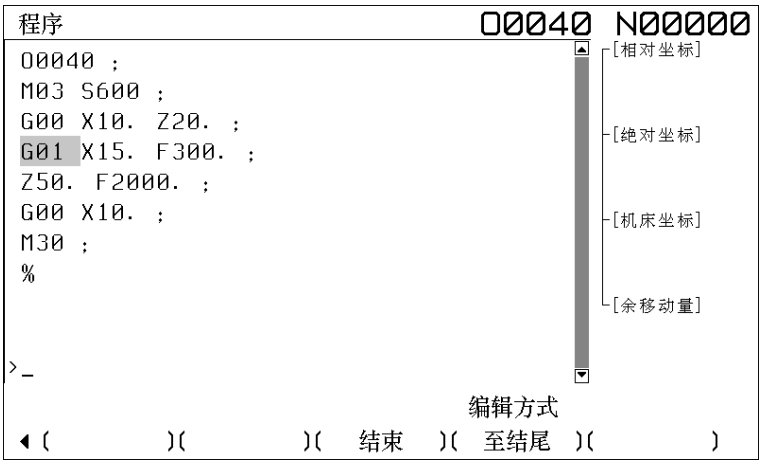
2 再按一下[程序]软键，进入扩展编辑起始画面

3 按[扩展编辑]软键，进入扩展编辑子菜单

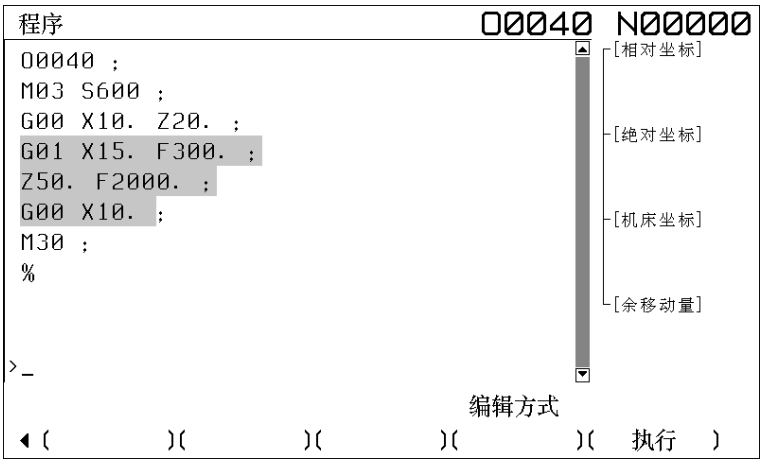
4 按[移动]软键，进入移动子菜单



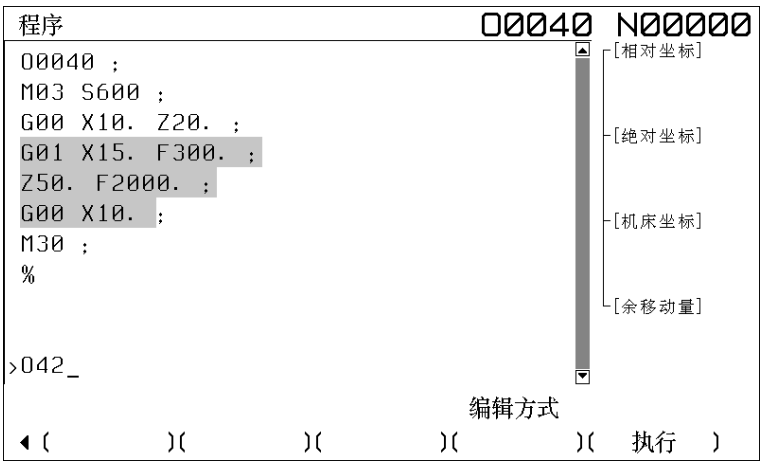
5 移动光标到要移动部分的开头，并按[开始]软键



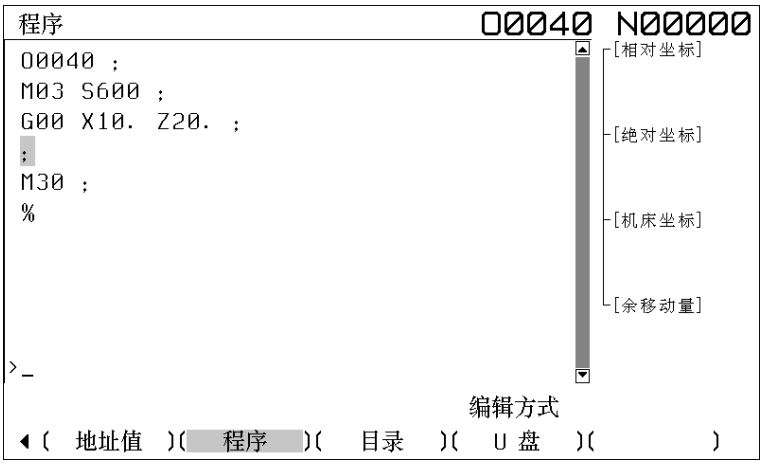
6 移动光标到要移动部分的结尾，并按[结束]软键，也可按下[至结尾]软键，这将使要移动部分的结尾变为程序的结尾，与光标当前位置无关。

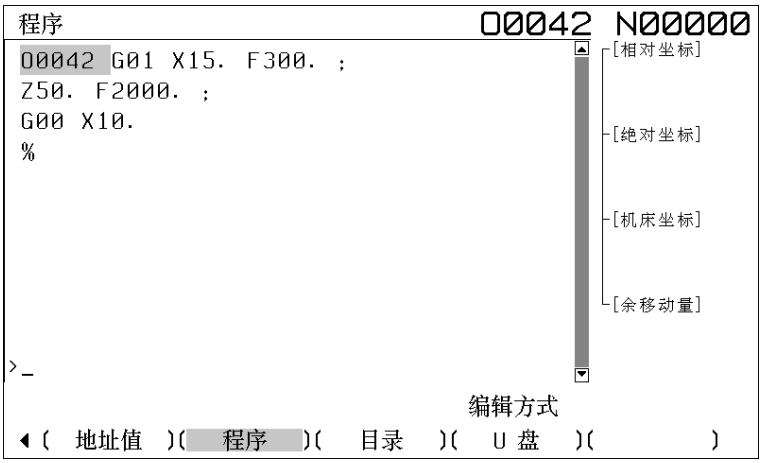


7 输入地址“O”和想要新建的程序的程序号，如“O42”，如下图



8 按[执行]软键，系统执行移动操作，移动后，原程序和新建的程序如下

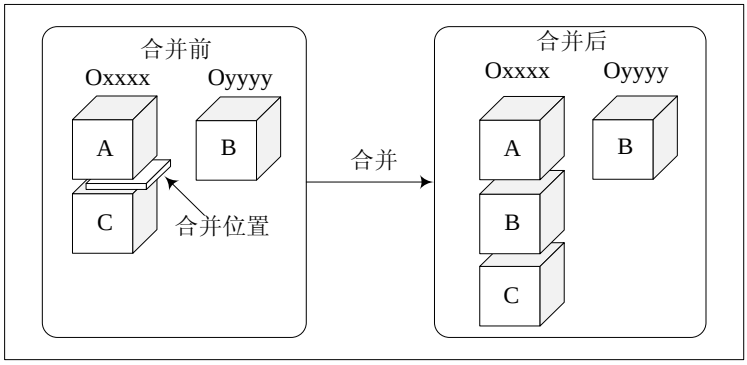




9.4.3 合并

用户可通过合并功能，在当前程序的任意位置插入另一程序。

下图是合并程序操作的示意图。yyyy 程序被合并到 xxxx 程序的指定位置。合并操作后，yyyy 程序保持不变，xxxx 程序的 B 部分为 yyyy 程序。



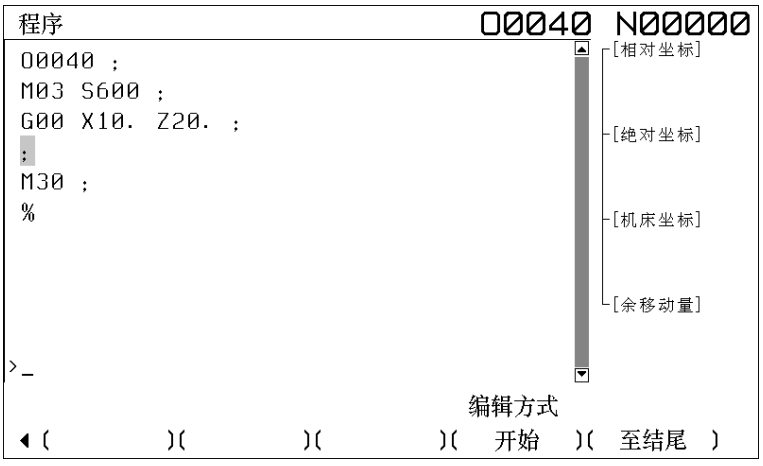
步骤

1 打开程序保护开关，选择编辑方式，进入程序画面的程序区

2 再按一下[程序]软键，进入扩展编辑起始画面

3 按[扩展编辑]软键，进入扩展编辑子菜单

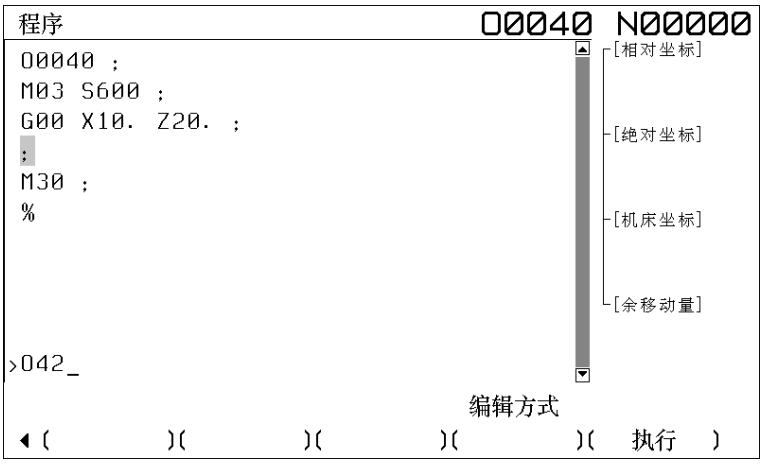
4 按[合并]软键，进入合并子菜单

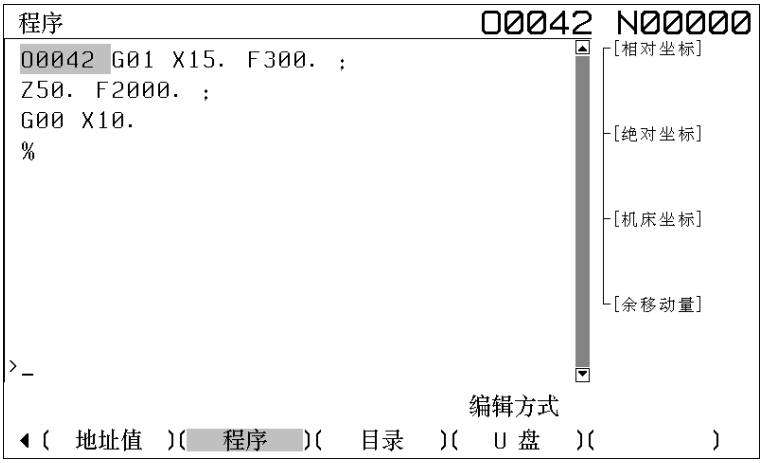


5 移动光标到要插入位置，并按[开始]软键，也可按[至结尾]软键，此时插入位置变为程序结尾，

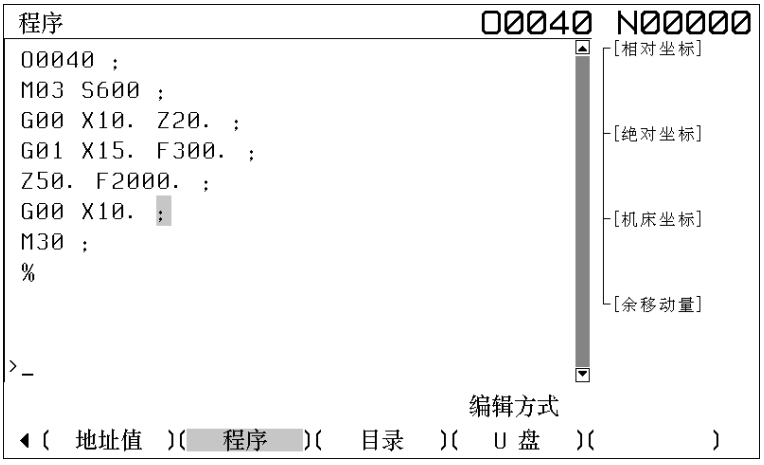
与当前光标位置有关。

6 输入地址“O”和想要插入的程序的程序号，如“O42”。屏幕显示及 O0042 程序的内容如下。





7 按[执行]软键，系统执行合并操作，合并操作后，O0042 程序内容被插入到当前程序的指定位置之前。



9.4.4 注意事项

1 每个扩展编辑都需要多个步骤才能完成，操作中途可按【复位】键退出。

2 扩展编辑过程中，允许进行插入、修改、删除操作，操作结束后，系统自动跳到复制、移动、合并子菜单最开始。

9.5 U 盘程序编辑

本系统可打开和编辑 U 盘工作目录中的程序，也可启动运行该程序。该功能相当于把 U 盘作为系统程序存储器，大大扩展了系统的程序容量。

限制

- **可同时打开的 U 盘程序个数**

  打开的 U 盘程序被读入到内存中，而 CMOS 中的程序上电也会读到内存中，因此，同时打开的 U 盘程序数量，加上 CMOS 中程序数量，不能超过内存中程序数量 512

- **可打开的 U 盘程序大小**

  当选用标配 64MB 内存的系统时，所有打开的 U 盘程序的总大小上限约为 7MB。若选用具有 128MB 内存的系统时，可打开的 U 盘程序的总大小上限为 22MB。

9.5.1 U 盘文件打开

步骤

- **打开单个文件（方法 1）**

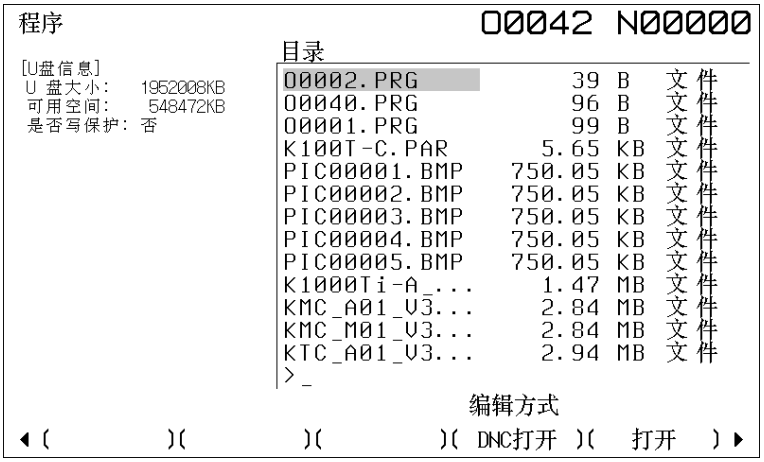
  1 打开程序开关

  2 按【编辑】键，切换系统到编辑方式

  3 按【程序】键，进入程序画面

  4 按[U 盘]软键，进入 U 盘子画面

  5 再按[U 盘]软键，可显示 U 盘子菜单，如下图所示



  6 移动光标到要有效的文件名

  有效的文件名形式：Oxxxx.###或 Oxxxx(****).###，其中

  (1) xxxx：程序号

  (2) ###：扩展名，有效的扩展名包括 PRG、TXT、NC 和 PTP

  (3) ****：注释，可以是中文，长度不限

  7 按[打开]软键，系统显示 U 盘输入对话框直到文件内容完全读入内存

- **打开单个文件（方法 2）**

  前 5 步与方法 1 相同，后几步如下：

  1 输入“Oxxxx”，其中 xxxx 为程序号

  2 按[打开]软键，系统将读入 U 盘工作目录中的“Oxxxx.PRG”文件，若无该文件，则报警 PS0058

（文件不存在或内容错误）。

- **打开单个文件（方法 3）**

前 5 步与方法 1 相同，后几步如下：

1 输入有效的文件名（包括扩展名），形式可如下：

(1) Oxxxx.PRG

(2) Oxxxx.TXT

(3) Oxxxx.NC

(4) Oxxxx.PTP

2 按[打开]软键，系统将读入 U 盘工作目录中的由输入的文件名指定的文件，若无该文件，则报警 PS0058（文件不存在或内容错误）。

- **打开多个文件**

前 5 步与打个单个文件方法 1 相同，后几步如下：

1 输入“O-9999”

2 按[打开]软键，系统将读入 U 盘工作目录中所有文件名为“Oxxxx.PRG”形式的文件

注

打开单个文件时，采用方法 1 可打开文件名中带中文注释的文件，因此，推荐采用这种方式打开 U 盘文件。

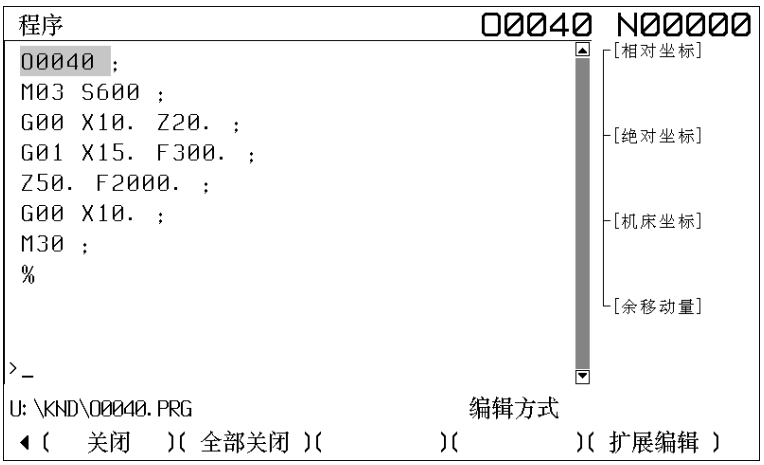
解释

- **程序号的确定**

U 盘打开文件时，程序文件开头的程序号总是被忽略，程序号取文件名中的“xxxx”。

- **文件路径和关闭菜单显示**

如下图所示，U 盘文件显示时，会在程序区左下方，状态行上显示文件路径：“U:\KND\Oxxxx.###”。在进入程序子画面后，再次按[程序]软键，可显示程序编辑子菜单，若当前文件是打开的 U 盘文件，则 F1 和 F2 位置会显示[关闭]和[全部关闭]软键。



限制

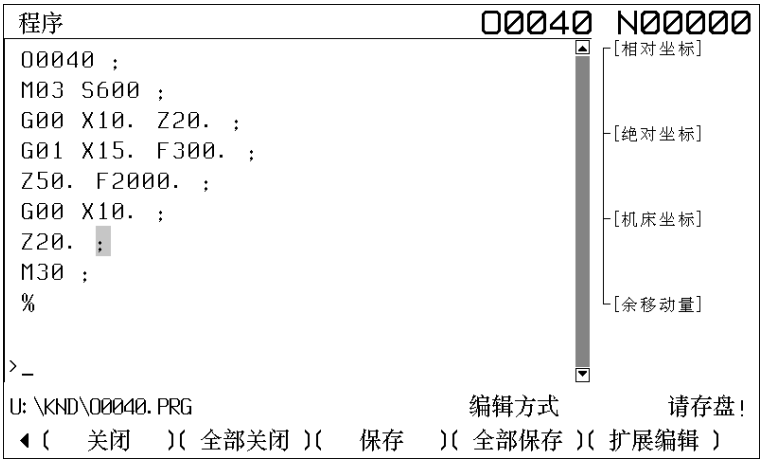
U 盘文件打开后，程序号也会在程序目录中显示。若打开时，目录中已经有相同程序号的程序，则打开失败，并报警 PS1404（创建程序失败）。

9.5.2 U 盘文件编辑

U 盘文件读入内存后，编辑方式与 CMOS 程序完全相同，包括扩展编辑。

9.5.3 U 盘文件保存

如果用户修改了打开的 U 盘文件，那么系统会在屏幕右下方，状态行中以红色文件闪烁显示“请存盘!”字样，此时再次按下[程序]软键，在程序编辑子菜单的 F3 和 F4 位置，将会显示[保存]和[全部保存]软键。



步骤

- **保存当前 U 盘文件**

1 在程序子画面，再次按[程序]软键，系统显示程序编辑子菜单；

2 按[保存]软键，系统显示保存对话框，直到文件完整保存到 U 盘。

- **保存所有 U 盘文件**

1 在程序子画面，再次按[程序]软键，系统显示程序编辑子菜单；

2 按[全部保存]软键，系统显示保存对话框，直到所有修改的文件完整保存到 U 盘。

注

1 只有当正在编辑的 U 盘文件被修改而未存盘时，才会显示[保存]软键

2 如果内存中存在被修改而未存盘的 U 盘文件时，才会显示[全部保存]软键

3 存盘结束后，才能拔出 U 盘，如果在 U 盘上的指示闪烁时，拔出 U 盘，则可能损坏 U 盘或 U 盘中的文件系统

9.5.4 U 盘文件关闭

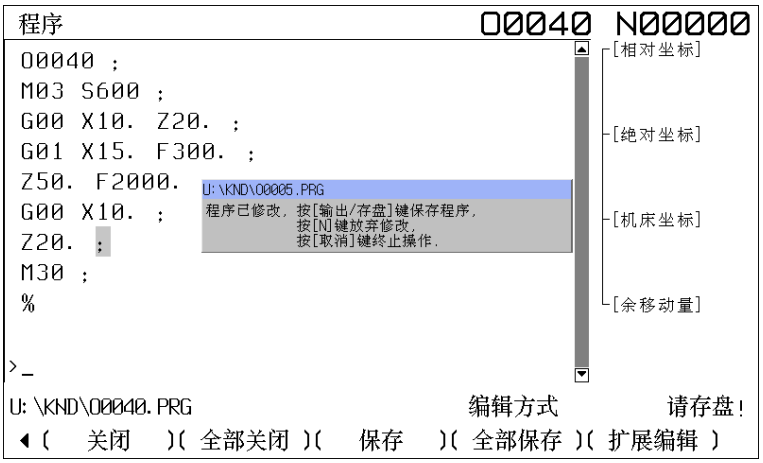
关闭 U 盘文件就是将 U 盘文件从内存中移除，释放其所占有的内存。

步骤

- **关闭当前 U 盘文件**

1 在程序子画面，再次按[程序]软键，系统显示程序编辑子菜单；

2 按[关闭]软键，若当前文件没有被修改，则文件直接关闭。若当前文件被修改后未存盘，则弹出对话框，提示用户保存，提示对话框的标题栏显示文件路径名，如下图所示，此时：



(1) 按【输出/存盘】键：可保存当前程序，保存后关闭当前程序

(2) 按地址键 N：放弃未保存的修改，直接关闭当前程序

(3) 按【取消】键：终止关闭操作

- **关闭所有 U 盘文件**

1 在程序子画面，再次按[程序]软键，系统显示程序编辑子菜单；

2 按[全部关闭]软键，若所有打开的 U 盘文件都没有未保存的修改，则所有被打开的 U 盘文件都会被从内存中移除；若打开的 U 盘文件中存在未保存的修改，则对每一个未保存的文件，系统都会弹出提示对话框，提示用户是否保存，标题栏显示文件路径名，对话框及操作同上。

9.5.5 U 盘文件运行

U 盘文件打开后，驻留在内存中，运行方式与 CMOS 程序完全相同，唯一要注意是，若运行的 U 盘文件若调用了 U 盘中的子程序，那么子程序也必须打开。

注

对于无法装到内存中的大文件，只能采用 U 盘 DNC 方式加工。

10 拼音输入法

10.1 概述

借助拼音输入法用户可录入汉字到系统内，一般用于为加工程序添加中文注释。目前拼音输入法支持中文一级汉字库，共 3755 个汉字。另外，系统词库中还包括上万个常用的 1 到 4 字的短语。不在系统字库中的汉字不能输入和显示，一级汉字库详见《操作手册》一级汉字表；

拼音输入法功能由参数“IME”（《连接调试手册》第 87 页 P0005.7 或第 185 页 P061.6）控制是否有效。当 IME 设为 1 时，功能有效。

打开或关闭拼音输入法

IME 设为 1 时，在编辑方式下，【位置】页面的【总和】、【相对】、【机床】子页面下，或者【程序】页面的【程序】子页面下，按【切换】+【小写】键，打开或关闭拼音输入法。输入法功能打开后，在系统右下角状态栏中将提示“中文”字样。

10.2 输入法功能的使用

输入法的拼音输入

系统键盘支持完整的 26 个英文字母，通过键盘即可以输入汉字的拼音。对于那些字母复用按键（如“P”和“Q”），在输入拼音时不必考虑复用的问题，在按下【P】键后系统会同时用“P”和“Q”去组成拼音。同时用户也可以用【切换】键指定确切的输入字符。例如，按下【切换】键后再按“P”键，系统将只用字母“Q”去组成拼音。

全拼和首字母输入方式

打开拼音输入法功能后，就可以按字母键或者数字键输入相应拼音。输入拼音后在窗口中央将显示候选词选择窗口。候选词选择窗口由两行组成，第一行为候选拼音，第二行为候选词；系统为每个候选词赋予了一定的使用频率，候选词按频率高低依次排序。对于系统不支持的短语，用户只能逐个汉字输入。无法输入系统中不存在的汉字。

系统支持“全拼拼音输入”和“首字母方式输入”。全拼方式输入就是输入汉字的完整拼音，例如：如果要输入短语“凯恩帝”，则输入完整的拼音”kaiendi”后，期望的短语将出现在候选词窗口中；

首字母方式输入就是只输入短语中每个汉字的拼音对应的第一个字母。例如要输入短语“数控系统”，其对应的拼音为“shukongxitong“，取每个字汉字的首字母为”“skxt”，输入对应的首字母拼音，期望的短语将出现在候选词窗口中。首字母方式能加快拼音输入，适合于 2 字以上的短语输入，对于系统中不存在的短语只能逐个汉字输入。

- **光标移动**

当前光标位置所在的汉字将以黄色背景突出显示，可移动光标到任何期望的汉字上：

1 上下翻页键：每次上翻或者下翻一页；

2 光标上下移动键：移动到上一个或者下一个候选拼音；

3 光标左右移动键：在候选词中左右移动；

- **汉字选择**

当期望的汉字出现在窗口中，可以移动光标到该汉字上并按【EOB】键插入该汉字到输入栏；也可

以按数字键 1~8 选择插入该汉字到输入栏。

当汉字被选择时，系统将更新该汉字的使用频率属性，当下次再输入相同的拼音时，被选择的汉字的显示位置将更加靠前，随着该汉字被选择的次数增多，其显示位置将逐渐靠前，直到显示在最前面的位置。汉字的使用频率信息并不会保存到系统当中，当系统掉电并重新开机时，所有汉字的频率将根据词典记录的信息重新初始化。

被选择的汉字将写入到输入栏中，系统根据选择的汉字预测接下来可能的输入，预测值在输入法窗口的第二栏中显示。预测值也根据词组的使用频率由高到低进行排序；例如如果选择了“凯“字，则可能的预测值有“恩帝”，“旋”。如果选择的汉字没有预测值，则输入法窗口自动关闭；

自动预测功能会根据当前的选择并结合系统词库自动预测接下来可能的词组，因此一次输入拼音字符串不宜过长，以便提高输入效率。例如如果要输入词组“凯恩帝”，可以先输入拼音“kai”，选择汉字“凯”后系统会自动预测出“恩帝”两个字，从而减少拼音输入提高输入效率；

- **删除，取消操作**

  当发现输入的拼音有误时，可以通过【删除】键逐个删除输入的拼音。当输入的拼音完全删除后，候选词窗口将自动关闭。

  当候选词窗口关闭后，按【删除】键将删除光标所在的程序段；当发现输入的拼音有误并希望全部删除重新输入时，可以按【取消】键全部删除，候选词窗口将自动关闭。

  当候选词窗口关闭后，按【取消】键将逐个字符删除输入栏中的内容；

- **输入法打开时输入字母或数字**

  按【切换】+【小写】键打开输入法后，系统将自动进入中文输入状态，此时在窗口右下方的状态栏中将提示“中文”字样；如果在输入法打开状态下，期望输入字母或数字，此时可以按【小写】键，输入法将在中文，ABC，abc 三种状态之间切换；当切换到 ABC 状态时，将输入大小字母或数字，当切换到 abc 状态时，将输入小写字母或数字；

- **中文注释的插入删除**

  中文输入法输入的汉字是作为程序的注释使用，因此必须用“()”括起来使用，否则在执行程序时将发生报警。

  当程序的注释字符串输入完毕后，不要关闭输入法，直接按【插入】键就可以把注释内容插入到程序光标处。如果需要删除光标所在程序段，只需要关闭候选词窗口后按【删除】键就可以删除光标处程序段。

10.3 按键响应说明

在输入法处于打开状态下，候选词窗口打开或者关闭时，按键的动作响应可能不同，详见下表：

按键	输入法打开状态	按键响应
字母键	输入法打开	作为输入法的拼音输入
数字键	候选词窗口打开	用于选择候选词
	候选词窗口关闭	输入数字到系统输入栏中
光标移动键	候选词窗口打开	候选词的光标移动
	候选词窗口关闭	按原方式响应
翻页键	候选词窗口打开	候选词的翻页
	候选词窗口关闭	按原方式响应
【EOB】键	候选词窗口打开	选择当前光标所在的候选词
	候选词窗口关闭	直接输入 EOB 字符到输入栏
【切换】键	无关	【切换】+【小写】关闭或者打开输入法

【小写】键	无关	按【小写】键，依次在中文，ABC，abc 三种状态之间进行切换
【删除】键	候选词窗口打开	逐个删除输入的拼音字母
	候选词窗口关闭	按原方式响应，删除光标所在程序段
【取消】键	候选词窗口打开	关闭候选词窗口，取消输入
	候选词窗口关闭	逐个字符删除输入栏内容
其他按键	无关	按原方式响应，与输入法状态无关

10.4 词典的加载

系统初始化后没有词典数据，输入法功能无法使用。用户可通过 U 盘加载词典文件到系统中。词典的加载步骤为：

1 通过 PC 机拷贝词典数据*.dic 到 U 盘的 knd 目录下

2 打开输入法功能参数开关“IME”（《连接调试手册》第 87 页 P0005.7 或第 185 页 P061.6）

3 插入 U 盘，切换系统工作模式到编辑模式

4 如果此前打开了输入法，则先按【切换】+【小写】关闭输入法

5 在【程序】-【U 盘】子页面的目录中找到*.dic 文件

6 按【输入】键，此时系统将出现加载提示框，系统将加载词典并保存到 Flash 中

7 重新启动数控系统

以上步骤执行完毕后，如果没有发生报警信息，则词典加载成功。在【位置】或者【程序】页面，按【切换】+【小写】键可以打开或关闭拼音输入法。

若从 U 盘读取数据发生错误，系统发出 PS454 报警：“从 U 盘读取词典数据时发生错误”。当在分析词典数据时发生错误，系统发出 PS455 报警：“加载词典数据时发生错误”。这时用户需要检查词典文件是否损坏。

11 数据显示与设定

本系统可显示 9 个主画面：

1 位置：按 位置 键显示的画面

2 程序：按 程序 键一次，显示的画面

3 刀补：按 刀补 键一次，显示的画面

4 参数：按 参数 键一次，显示的画面

5 诊断：按 诊断 键一次，显示的画面（诊断画面参见 III-12）

6 报警：按 报警 键显示的画面

7 图形：按 图形 键显示的画面

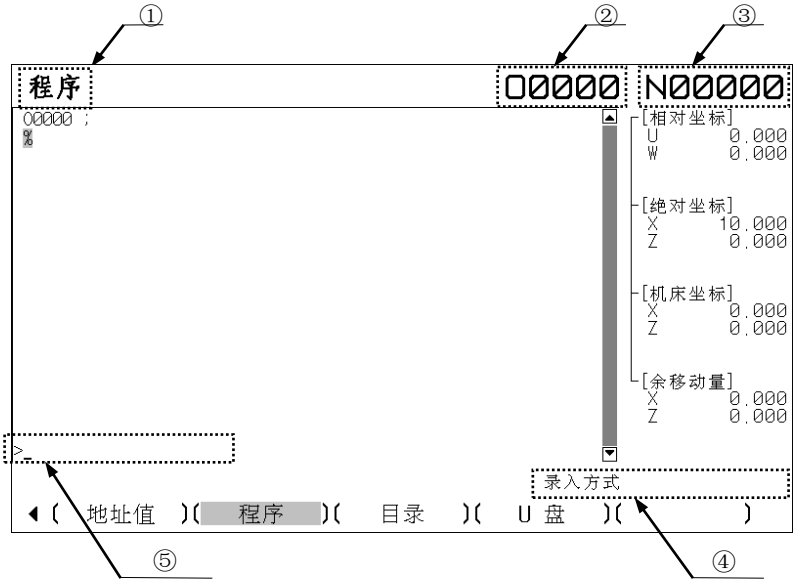
8 设置：按 调试 设置 键显示的画面

主画面切换也可以通过主菜单操作实现。每个主画面又包含若干子画面，子画面可通过软菜或翻页键来切换。

本章将详细说明各界面下的数据设定方法。

11.1 公共显示

系统中每一个画面都包含公共的显示元素，本节将单独说明这些元素。如下图所示。



① 画面名称 ②程序号 ③顺序号 ④状态行 ⑤输入行

主画面名称显示

每个画面的左上角都显示当前主画面名称，如上图中标注①所示，表示当前正处于位置画面。

程序号和顺序号显示

每个画面的右上角都显示当前正在编辑或执行的程序号，如上图中标注②所示，表示正在编辑的程序为 0040 号程序。

程序号右边显示的是正在执行的程序段的顺序号，如上图中标注③所示。注意，顺序号显示只在执行带有顺序号的程序段时才会更新，编辑方式下，在不同程序段中移动光标，或者切换程序都不会更新顺序号显示。如果系统上电时，如果从未启动加工，那么顺序号显示为“N00000”。

输入行显示

系统中很多画面允许用户进行数据设定，设定时需要输入数据，输入的数据被显示在输入行中，如上图中标注⑤所示，“>”为提示符。设定数据时，输入了有效的数据后，按【输入】或其他键（参见各画面的说明），可执行数据设定操作，按【取消】键可清空数据输入，以便重新输入新的数据。

注

不是所有画面都有输入行。每个画面对用户输入都有一定的约束条件，对于不满足条件的输入字符一般会直接抛弃，而不是显示在输入行。

状态行显示

每个画面的右下角都有一行用于显示系统当前重要状态的状态行，如上图中标注④所示。状态行显示主要包括：

1 操作方式：显示当前的操作方式，即编辑方式、自动方式、录入方式、机械回零、程序回零、单步/手轮方式、手动方式。

2 准备未绪：表示控制系统或驱动系统没有处于可运行的状态，以红色字体闪烁显示。

3 报警：表示系统中有报警发生，以红色字体闪烁显示。进入报警画面，可获得有关当前报警的详细信息。

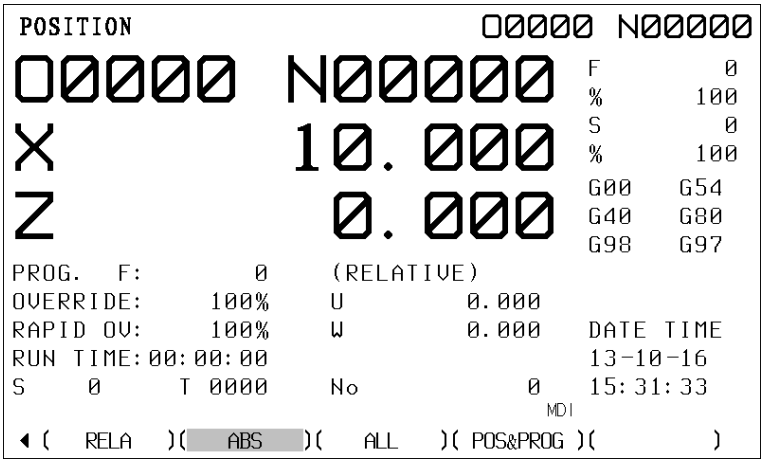
4 调试：表示系统正处于“PLC 调试”状态，参见 III-11.9。

5 暂停：表示系统正处于进给保持状态，以红色字体闪烁显示。

6 手轮：表示自动方式时，当前进给速度由手轮控制。参见 III-5

11.1.1 中/英文切换

本系统支持全英文界面，通过设置画面来设定（参见 III-11.9），英文界面的位置画面如下图所示。



注

英文界面下没有位参数的提示。

11.1.2 系统界面风格

系统提供两种界面风格：黑色背景（新界面）和灰色背景（旧界面）。

参数“界面选择”（《连接调试手册》第 100 页 P2310）用于选择界面风格，P2310 为 0 时为新界面，P2310 为 1 时为旧界面。修改 P2310 后，必须重新上电才能更换界面风格。

11.1.3 系统屏幕保护

系统支持屏幕保护功能。对于长时间加工过程，该功能有助于延长液晶屏使用寿命。

解释

- **进入屏幕保护状态**

如果系统在参数“屏保等待时间”（《连接调试手册》第 100 页 P2312 或第 189 页 P078）设定的时间范围内，未检测到任何按键动作，并且“WULPS”（《连接调试手册》第 131 页 G0080.7）状态保持不变，系统将关闭屏幕显示，进入屏幕保护状态。

注

参数 P2312 设定为 0 时，屏幕保护功能被禁止。

- **退出屏幕保护状态**

以下动作将使系统退出屏幕保护状态（唤醒屏幕显示）：

1 按下 MDI 面板上的【位置】、【程序】、【刀补】、【参数】、【诊断】、【报警】、【图形】、【调试/设置】、【复位】中的任意一个键；

2 按下机床操作面板的任意按键；

3 WULPS 信号由 0 变为 1。

注

1 通过按下 MDI 面板按键退出屏幕保护时，按下的按键功能同时有效。例如：系统在位置画面进入屏保状态，然后按下【程序】键，系统将退出屏幕保护状态，并切换到程序画面。

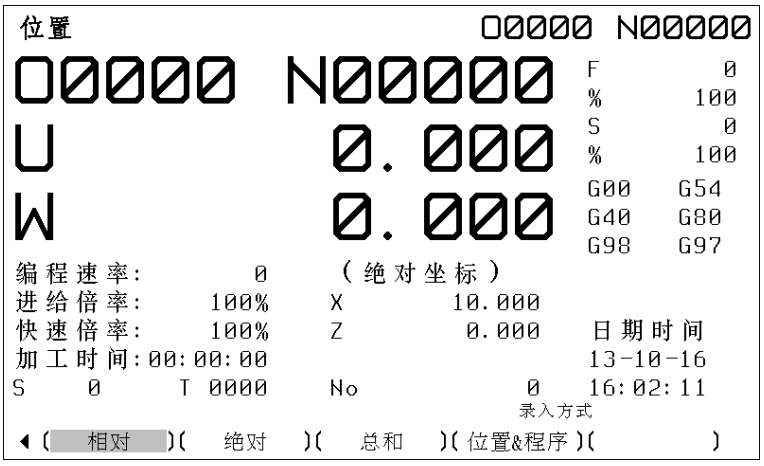
2 利用 WULPS 信号可实现由 DI 信号唤醒屏幕显示的功能，如“急停”信号等。

11.2 位置画面

程序画面包含 4 个子画面：相对、绝对、总和和位置&程序。按软键[相对]、[绝对]、[总和]和[位置&程序]可切换到这些子画面。

11.2.1 相对子画面

如下图所示，相对子画面突出显示相对坐标。同时以小字体显示绝对坐标。模态信息、编程速率、进给倍率、快速倍率、加工时间、S 代码、T 代码等信息。



解释

- **相对坐标**

相对坐标是用户上一次清零相对坐标值后，坐标的变化量。清零相对坐标的步骤如下：

1 在相对子页面，切换到手动/手轮/单步/回零操作方式

2 按下轴的编号对应的数字键（1~3）直到轴字母闪烁

3 重复上一步操作，直到所有需要清零的轴的轴字母都闪烁

4 按【取消】键，所有轴的相对坐标被清零，地址符停止闪烁

注

系统上电时，相对坐标被自动清零。

- **绝对坐标**

绝对坐标是各轴相对工件坐标系原点的坐标。绝对坐标可用参数“DAL”（《连接调试手册》第 97 页 P2300.6）和“DAC”（《连接调试手册》第 97 页 P2300.7）选择是否包含刀具长度补偿和刀具半径补偿值。

- **ST 指令值**

显示当前正在执行的 S/T 代码值，并显示主轴倍率、刀具号和刀具补偿号。

- **编程速率、手动速率、手轮增量**

在编辑、自动和 MDI 方式显示编程速率

在回零、手动模式显示手动速率

在手轮、单步模式显示手轮增量或单步增量

- **快速倍率**

快速倍率当前状态，100%、50%、25%或 F0

- **主轴转速**

“S xxxx”：显示当前主轴的实际转速，该速度由主轴编码器反馈回来。

- **实际速度**

该项目的显示内容由参数“INTSPD”（《连接调试手册》第 100 页 P2304.0）决定。

1 INTSPD=0：显示实际的进给速度，并在其后显示进给倍率。实际进给速度=程序指令值×进给倍率。并受进给最高速度限制。当实际进给速度小于 1 时，显示“<1”。

2 INTSPD=1：显示实时进给速率。实时进给速率是在考虑进给倍率，加减速等因素后得到的当前时刻的瞬时进给速度。

(1) 实时进给速率是由各轴运动量合成计算而来的合成进给速度，但由于计算误差的存在，实时速率与编程指令值之间可能会有小的误差。

(2) 实时进给速率使用编程单位（毫米/分或英寸/分）。

(3) 实时进给速率右侧显示当前的进给倍率，当不在手动模式下时，进给倍率为切削进给倍率；当在手动模式下时，显示为手动进给倍率，如果手动快速有效时，则显示为快速倍率；

- **加工时间**

系统自动运行时间，格式为：“小时:分钟:秒钟”。进给保持不会计入加工时间。加工时间开机时被自动清零，用户也可同时按下【取消】+【修改】键，手动清零加工时间。

- **加工件数**

每执行一次 M30，加工件数增加 1，用户可同时按下【取消】+【删除】键清零该件数值。

- **模态值**

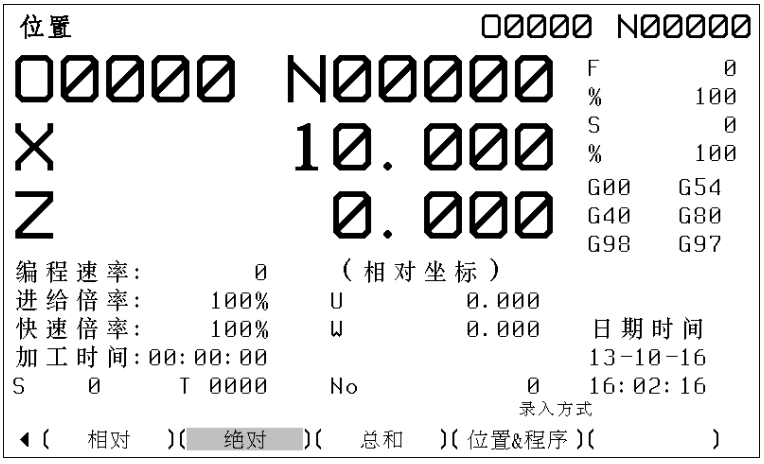
显示当前各 G 代码组的模态。

- **日期时间**

系统在屏幕右下角显示当前日期时间。

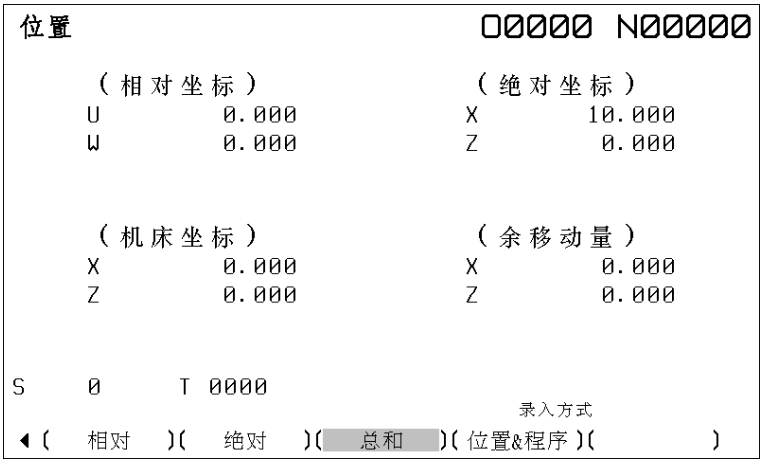
11.2.2 绝对子画面

如下图所示，绝对子画面突出显示绝对坐标。各项解释与相对子画面中的对应项相同。



11.2.3 总和子画面

如下图所示，总和子画面显示相对坐标、绝对坐标、机床坐标和余移动量。还包括当前 S/T 代码状态。



解释

- **机床坐标**

机床坐标是各轴相对于机床零点的坐标。

对于没有机械零点的机床，用户可在合适的位置，手动清零机床坐标，步骤如下：

1 切换到总和页面

2 切换到手动/手轮/单步/回零操作方式

3 按下【取消】+轴的编号对应的数字键（1~3），将清零对应轴的机床坐标

- **余移动量**

各轴运动时，距离终点的长度值。

注

1 旋转轴的相对、绝对、机床坐标及余移动量显示位置可由 PLC 设置为显示当前转速，参见 G118 的说明。

2 主轴的相对、绝对、机床坐标及余移动量显示位置可由 PLC 设置为显示当前转速，设置方法是将“SPPRV”（《连接调试手册》第 132 页 G0119.0）设为 1

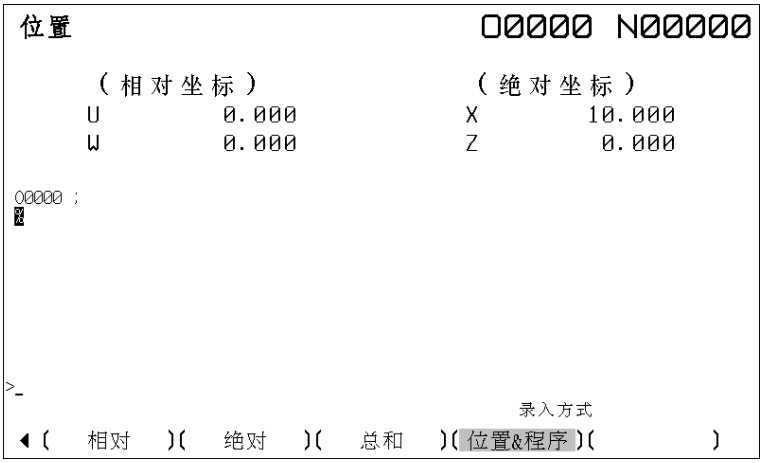
3 当主轴零点已建立，即“SPZERO”（《连接调试手册》第 142 页 F0121.0）为 1，且主轴使能断开（“SPDIS”（《连接调试手册》第 132 页 G0121.0）为 1）时，主轴坐标按反馈更新，系统在显示坐标时进行平滑处理，平滑周期为 128

4 主轴 2 的相对、绝对、机床坐标及余移动量显示位置可由 PLC 设置为显示当前转速，设置方法是将“SP2PRV”（《连接调试手册》第 132 页 G0119.1）设为 1

5 当主轴 2 零点已建立，即“SP2ZERO”（《连接调试手册》第 142 页 F0121.1）为 1，且主轴 2 使能断开（“SP2DIS”（《连接调试手册》第 132 页 G0121.1）为 1）时，主轴 2 坐标按反馈更新，系统在显示坐标时进行平滑处理，平滑周期为 128

11.2.4 位置&程序子画面

如下图所示，位置程序子画面显示当前程序、相对坐标和绝对坐标。



解释

- **程序**

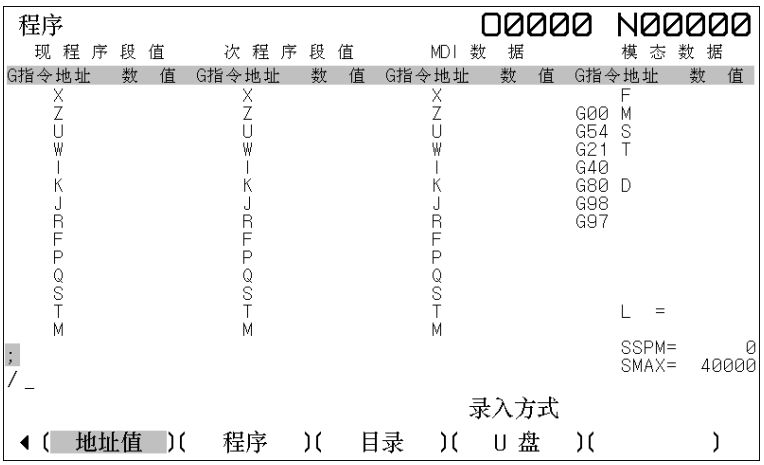
  位置画面的程序区，参见 III-11.3。

11.3 程序画面

程序画面包含 4 个子画面：地址值、程序、目录、U 盘。按软键[地址值]、[程序]、[目录]、[U 盘]可切换到这些子画面。

11.3.1 地址值子画面

如下图所示，地址值子画面显示当前程序段和下一程序段的译码数据值，以及模态数据值。



解释

- **现程序段值**

  现程序段值显示当前正在执行的程序段的译码数据值。

- **次程序段值**

  次程序段值显示将当前正在执行的程序段的下一程序段的译码数据值。

- **MDI 数据**

  MDI 方式时，该列显示与次程序段值显示相同。其他方式时，该列显示无效。

- **模态数据**

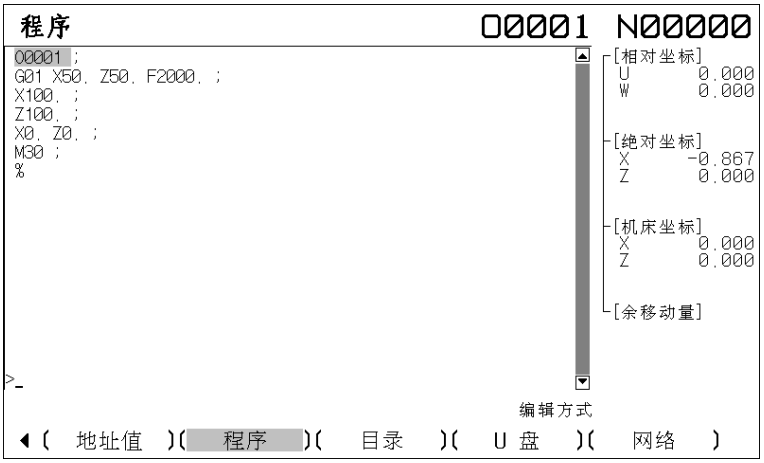
  显示当前所有模态数据的值，包括 G 代码组的模态值和 F、M、S、T、D、L 等的值。

注

当单程序段开关打开时，程序总在执行完一个程序段后停止，所以次程序段不会被译码，次程序段的值也就不会显示了。

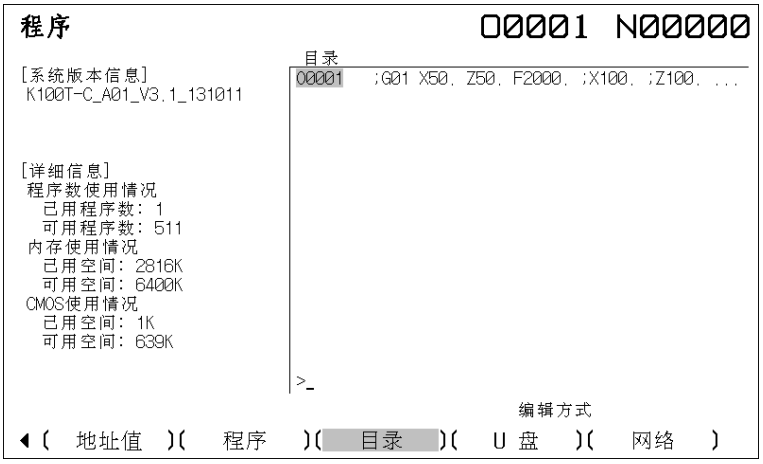
11.3.2 程序子画面

如下图所示，程序子画面包括一个较大的程序区以及所有坐标值。程序区的描述参见 III-9.1，各坐标的显示与位置画面的坐标显示相同。



11.3.3 目录子画面

如下图所示，目录子画面包含系统版本信息，程序一览表、程序数目和程序占用内存情况。



解释

- **系统版本信息**

显示当前系统的型号、轴数及发布日期。

- **目录**

目录是系统内存中所有程序的一览表，按程序号顺序排列。

用户可通过光标键（方向键和翻页键）浏览程序列表，光标所在的程序号对应的程序将成为当前程序，显示在程序区中。

- **详细信息**

1 程序数使用情况

最多支持 512 个程序，已用程序数是内存中的程序的个数，可用程序数是 512 减去已用程序数。

2 内存使用情况

标配可用内存为 10MB，普通程序、MDI 临时程序、DNC 程序等共享内存资源。

3 CMOS 使用情况

CMOS 采用备份电池供电，系统掉电时，仍然保持 RAM 中的数据。标配的可用 CMOS 空间为 640KB。所有普通程序都会存储到 CMOS 中。

操作

- **切换目录列表显示方式**

在目录子画面，按[目录]软键，可切换目录列表显示方式。目录列表显示方式分为两种：

1 紧凑型：只显示程序号（和以前相同）。

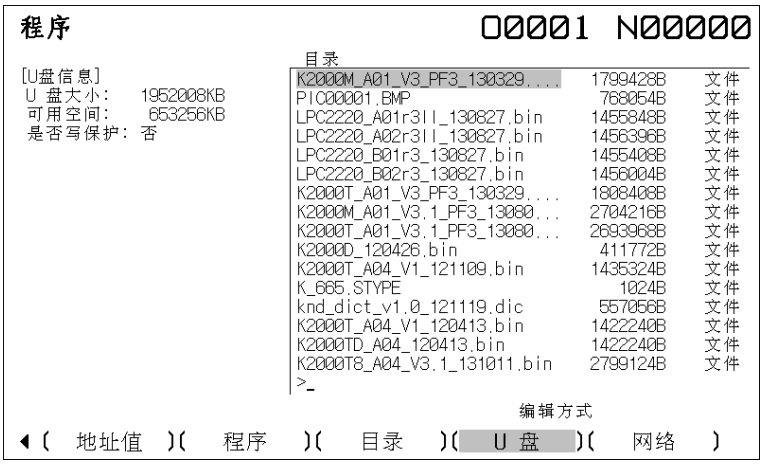
2 详细型：每行显示一个程序号，程序号后面显示第一程序段和第二程序段包含的有效注释，如果没有注释，则显示程序开始部分的内容。

注

只有第一程序段是“;”（仅包含 EOB）时，才会显示第二程序段包含的有效注释。

11.3.4 U 盘子画面

U 盘子画面包含 U 盘信息和 U 盘文件列表。



解释

- **U 盘信息**

包含插入 U 盘的容量、可用空间和写保护状态信息。

- **U 盘文件列表**

U 盘文件系统中，KND 子文件夹中的文件列表。

注

1 U 盘程序编辑功能，请参见 III-9.5 节。

2 U 盘输入、输出程序、参数、宏变量、PLC 等，请参见 III-14 节。

- **文件排序**

系统支持 U 盘文件列表排序功能，可按照文件名称、大小、类型和修改时间进行排序。

按【U 盘】软按键进入下级菜单，再按【排序】软按键即可显示排序方式软按键。

- **文件检索**

输入要检索的文件名字串，按上下光标键向上或向下检索目标文件。所有匹配不区分大小写。

1 输入字串以‘^’打头时，匹配以‘^’之后内容开头的文件名

2 输入字串不以‘^’打头时，匹配包含输入字串的文件名

- **长文件名滚动显示**

滚动过程中结尾出现半个汉字的情况以‘?’过度。

- **文件大小显示**

文件小于 1024 字节时，显示单位为 B，不带小数

文件小于 1024 千字节时，显示单位为 KB，带 2 位小数

文件小于 1024 兆字节时，显示单位为 MB，带 2 位小数

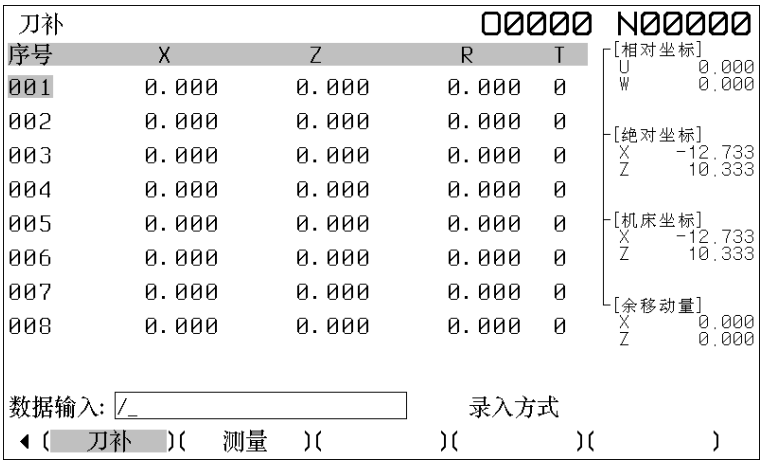
文件大于等于 1024 兆字节时，显示单位为 GB，带 2 位小数

不支持显示大于 4G 的文件。

11.4 刀补画面

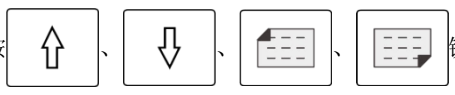
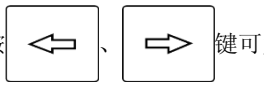
11.4.1 显示

刀补画面用于显示和设置 16 个刀补项。本系统支持长度补偿和半径补偿，各自独立显示和设置。当工件坐标系平移功能有效时（“WSFT”（《连接调试手册》第 92 页 P0500.7 或第 185 页 P061.4）设为 1），[工件偏移]软菜单会显示，该功能默认无效。半径补偿是否显示与参数“CRC”（《连接调试手册》第 86 页 P0002.1）相关，磨损补偿是否显示与参数“WOFC”（《连接调试手册》第 105 页 P3200.0 或第 185 页 P061.5）相关。本节以默认参数（CRC=1，WOFC=1，WSFT=0）进行介绍。默认界面如下：



11.4.2 刀补项检索

移动光标检索

刀补项可通过移动光标来检索，按  键可定位到指定刀补项，按  键可定位到刀补项行内位置。

搜索刀补号

刀补项也可通过刀补号快速定位，定位步骤如下：

1 切换到刀补画面

2 输入 P 和有效刀补号，如“P10”

3 按【输入】，光标将定位到指定刀补项的当前列上

11.4.3 绝对对刀

绝对对刀方式，就是每一把刀具的刀补值都是独立的。手动返回机床坐标系零点后，系统自动将工件坐标系零点设置为机床坐标系零点。此时如采用绝对坐标值编程，刀具的刀尖都是相对于机床坐标系零点运动的。

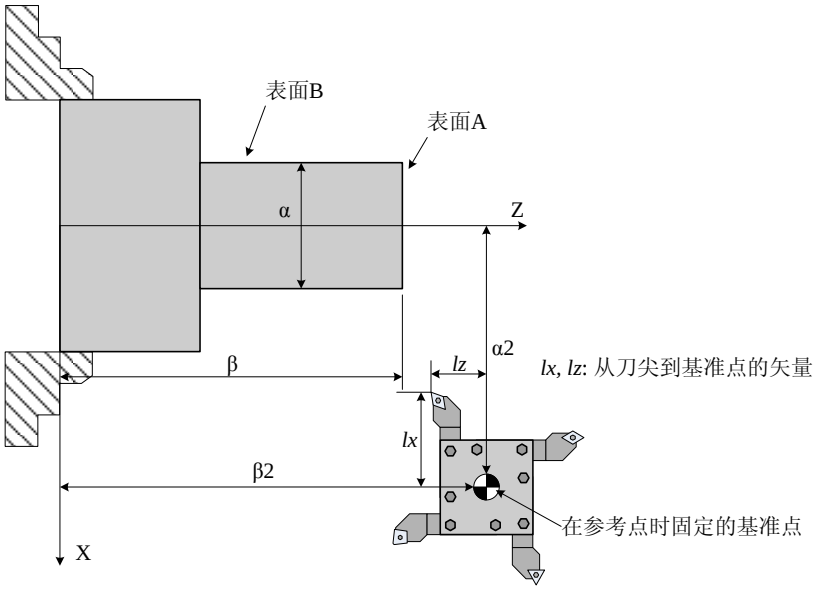


图 11.4-1 对刀示意图

绝对对刀步骤如下：

1 选择“机械回零”方式，执行 NC 轴回零操作

2 选择一把刀具，启动主轴，手动沿工件端面（表面 A）切削，在 Z 轴不动的情况下，沿 X 轴把刀具移到安全位置，停止主轴旋转

3 测量表面 A 到工件坐标系原点的距离值“β”。若工件坐标系原点在工件右端面的左侧，可将该“β”的正值直接输入到【测量】页面中对应刀偏号上；若工件坐标系零点就是工件右端面的中心点，可直接在【测量】页面中对应刀偏号上输入 Z0

4 启动主轴，手动沿工件外圆（表面 B）切削，在 X 轴不动的情况下，沿 Z 轴把刀具移到安全位置，停止主轴旋转，测量切削处工件的直径值“α”。在【测量】页面中对应刀补号上输入“α”，若切削点在工件回转中心线后侧，则应该在对应刀补号上输入负的“α”值。

5 手动选择另一把刀具，重复 1～4 的步骤，设定所有刀具的刀补值

对刀举例

假设：工件坐标系原点在工件右端面的中心点上，需要设置 001 号刀补，测的试切处工件直径为值 20mm。

设置步骤：选择【测量】页面，移动光标到 101 项上，输入 Z0 后按【输入】键；输入 X20.0 后按【输入】键。

加工举例

用两把刀具加工一外圆直径 Φ20mm，长度为 20mm 的圆柱体。毛坯直径Φ25mm。T01 刀用来切外圆，并作为标准刀具，T02 刀是切断刀，刀宽 4mm。程序如下：

O0001；

N10 M03 S××； 主轴启动
N20 T0101； 执行 1 号刀补，把工件的加工坐标系原点偏移到工件的右端面上
N30 G00 X20 Z5； 快速定位到工件加工坐标系 X20 Z5 处
N40 G01 Z-20 F100；
N50 G00 X50 Z50； 移动到换刀处
N60 T0202； 执行 2 号刀补，把工件的加工坐标系原点偏移到工件的右端面上
N70 G00 X35 Z-24； 快速定位到工件加工坐标系 X35 Z-24 处
N80 G01 X-1 F80； 切断工件
N90 G00 X60 Z60；
N100 T0200； 取消 2 号刀补
N110 M05；
N120 M30；

操作过程如下：

1 对刀，设定好两把刀具的刀补值

2 运行程序：可在任意点启动程序。注意开始自动加工时，程序光标的位置一定要在程序开头

注

1 程序的第一条移动指令为绝对编程，并且无 G50 设置时，刀补设置好以后，退刀到任意点，都可以启动程序进行加工。

2 机床安装机械回零开关时，每次接通电源后开机，首先应返回机械零点，这样可把机床在这之前产生的累积误差消除掉。在出现撞刀或急停时，手动返回机械零点后，就可重新启动程序进行加工。

3 无机械回零开关时，每次开机后不进行机械回零操作即可直接对刀。加工中如出现撞刀或按急停时，就要重新对刀，设定刀补值了。

4 为了防止在输入刀补值时误操作，可将参数“OFMD2”（《连接调试手册》第 105 页 P3202.6 或第 182 页 P042.7）设为 1。这时，在刀补页面第一页只能输入地址 U/W，在刀补页面第二页只能输入地址 X/Z。

11.4.4 相对对刀

相对对刀就是把其中一把刀的刀尖作为基准点，基准刀尖的刀补为 0，其它刀的补偿值都是相对于基准刀尖设置的。

采用相对对刀方式时，在程序的开头必须执行指令 G50 Xα Zβ。自动加工一旦运行此程序段，后面指令中绝对值指令位置都是用此坐标系下的坐标值来表示的。G50 指令设定的加工坐标系与机床坐标系无关。

相对对刀过程如下，参考图 11.4-1：

1 选择一把标准刀具，一般为加工时所用到的第一把刀

2 用【手动方式】沿工件端面（表面 A）切削，在 Z 轴不动的情况下沿 X 轴将刀具移到安全位置，停止主轴转动

3 在【位置】页面、【录入方式】下，执行 G50 Z0；（键入“G50Z0；”后，按“插入”键，再按“启动”键），此时 Z 轴绝对坐标清 0。（此种情况是加工坐标系零点在工件右端面的回转中心上）

4 用【手动方式】沿工件外圆面（表面 B）切削，在 X 轴不动情况下沿 Z 轴将刀具移到安全位置，停止主轴转动

5 测量试切处工件的直径值“α”，在【位置】页面、【录入方式】下，执行 G50 Xα。（若试切点在工件回转中心线后侧的，则在录入方式下执行 G50 X-α）

6 再在【位置】页面下，把 U 坐标清 0，这样用 G50 设定的加工坐标系零点位置就确定了

7 换另外一把刀，在【手动方式】下，把刀尖移到工件端面上（即标准刀尖试切的位置点），在刀补的【测量】页面中把光标移到相应的刀补号上，输入 Z 后按【输入】键，则这把刀的 Z 方向的相对刀补便设好了

8 在【手动方式】下，把刀尖移到外圆面，也是标准刀具的试切点，输入 X 后按【输入】键，则 X 方向的刀补也设置好了

9 如还有其它刀具，同样对刀设定好这把刀具相对标准刀具在 X、Z 两个方向的刀偏值

对刀结束后，移动刀具到程序启动点，即是程序 G50 Xα Zβ;中 αβ 的数值，αβ 是标准刀具刀尖相对于工件坐标系零点在 X、Z 两个方向的距离值。程序结束时，编制的程序必须使标准刀具返回到程序的启动点，以便于再次启动程序。

机床运行过程序后，系统会记忆启动点机床的坐标值。如加工过程中断，可利用程序回零的方法返回到程序的启动点，并继续加工（程序回零的方法参见请程序回零章节）。

加工举例

用两把刀具加工一外圆直径 Φ20mm，长度为 20mm 的圆柱体。毛坯直径Φ25mm。T01 刀用来切外圆，并作为标准刀具，T02 刀是切断刀，刀宽 4mm。程序如下：

```
O0001;
N10 G50 X50 Z50;        定工件加工坐标系，及确定标准刀具 1 号刀的起刀点位置
N20 T0101;              换 1 号刀，执行 1 号刀偏
N30 M03 S××;            主轴启动
N40 G00 X20 Z5;         快速移动到 G50 设定的工件坐标系 X20、Z5 处
N50 G01 Z-20 F100;      加工工件外圆长度为-20
N60 G00 X50 Z50;        快速移动到换刀点
N70 T0202;              换 2 号刀，执行 2 号刀偏
N80 G00 X35 Z-24;
N90 G01 X-1 F80;
N100 T0100;             换 1 号刀，取消刀偏
N110 G00 X50 Z50;       返回程序起点
N120 M05;               主轴停
N130 M30;               程序停止
```

操作过程

1 对刀：按上面提到的对刀方式，把 T01 号刀作为标准刀具，把坐标系零点设定在工件的右端面上，标准刀具的刀补值暂定为 0。同时把 T02 号刀相对于 T01 号刀的刀偏值设定好。如加工后有尺寸偏差也可调整 T01 的刀补值，这对 T02 的刀偏值是没有影响的。

2 运行程序：对好刀后，可手动方式选择标准刀具，再在录入方式下执行 G00 X50 Z50；程序段，把标准刀具快速定位距离工件的右端面加工坐标系原点 X50 Z50 处，就可运行程序了。自动运行时，光标位置一定要在程序的开始位置。

注

1 执行 G50 Xα Zβ;程序段时，此程序段本身不会使刀具产生移动，只是确定刀具目前处在新的加工坐标系中的位置值，同时也确定了加工坐标系零点的位置。

2 G50 指令设定的加工坐标系，每次运行程序时刀具的起刀点必须是同一点，即是程序 G50 指令中指定的加工坐标系位置点 α β。如机床刀具没有回到起刀点时就关机了，这样重新开机运行程序前，必须先对刀找到标准刀具启刀点的位置。确定标准刀具启刀点位置的方法是：可在录入方式程序页面下，输入标准刀具的刀号，如 T0100，选择标准刀具，同时取消其刀具补偿值。在手动方式下把刀具移到试切点的位置，Z 向是工件的右端面，X 向为外圆面，在录入方式下，执行 G50 Xx Z0 程序;（x 为试切处工件的直径值）这样就可确定出工件加工坐标系原点的位置，然后再在录入方式下执行 G00 Xα Zβ 把刀具快速定位到启刀点的位置，这样就可重新启动程序加工件。

11.4.5 刀补值调整

X 轴

凡是加工出来的工件尺寸（直径）比要求尺寸大时，在【刀补】页面中对应刀补号上输入（U-）负的增量刀补值；凡是加工出的工件尺寸（直径）比要求尺寸小时，输入（U+）正的增量刀补值。如 T01 加工出的外径实测为 φ20.02 时，比实际要求值大了 0.02mm，就可直接在刀补的【刀补】页面中 001 号刀补上输入 U-0.02，使刀补值减少，再次运行程序就可多切掉 0.02mm。

Z 轴

端面加工时，凡是加工出来的工件尺寸比要求尺寸长时，在【刀补】页面中对应刀补号上输入（W-）负的调整量，使得相对于这把刀具的加工坐标系原点向左偏移；凡是加工出来的工件尺寸比要求短时，在【刀补】页面中对应刀补号上输入（W+）正的调整量，使得相对于这把刀具的加工坐标系原点向右偏移。作切断加工时则相反，如：上例中 T02 切断刀，切断后工件尺寸实测为 20.1 时，比要求的尺寸大了 0.1mm，就应在【刀补】页面中 002 号上输入 W+0.1，使切断后工件变短。

11.5 参数画面

机床功能、驱动器性能、伺服系统特性等因素千差万别。通过参数设定，可使数控系统更好的控制机床，使机床性能最大程度的发挥出来。具体请参照机床厂家编制的参数表。

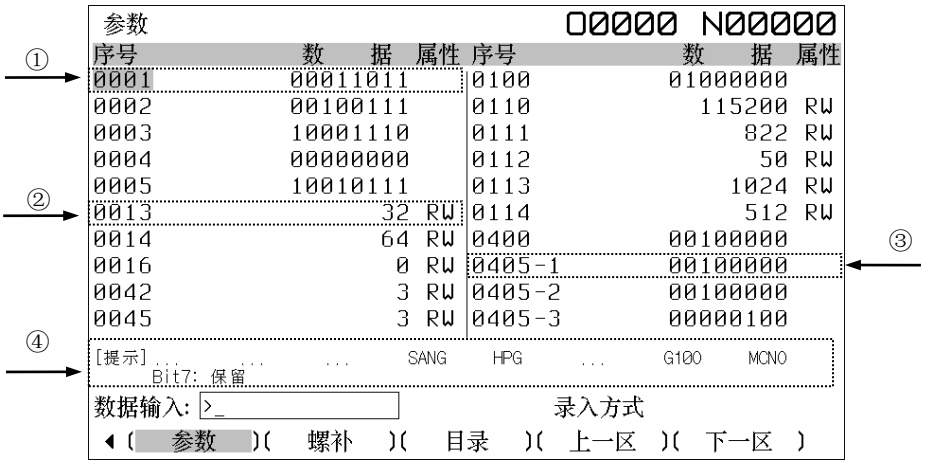
关于本系统支持的所有参数的含义请参见《操作手册》全部参数了解。

参数画面主要包含 3 个子画面：参数、螺补和目录。按软键[参数]、[螺补]和[目录]可分别进入这 3 个子画面。参数子画面用于显示和设定系统参数；螺补画面用于显示和设定螺补参数；目录子画面用于快速定位系统参数。

关于螺补参数的描述与设置方法请参考《操作手册》记忆型螺距误差补偿功能。

11.5.1 参数子画面

如下图所示，参数子画面显示系统参数列表，并在底部显示光标所在参数的提示信息，见图中标注④。用户可按光标键移动光标到不同的参数，也可按软键[上一区]和[下一区]快速定位到不同的参数区的首参数。



①位参数 ②字参数 ③轴型参数 ④参数提示

图 11.5-1 参数子画面

解释

- **位参数与字参数**

参数可分为位参数和字参数。如图 11.5-1，标注①处，参数 0001 是位参数；标注②处，参数 0042 是字参数。

1 位参数

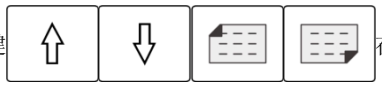
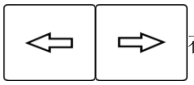
每 1 个位参数都有 8 个位，从左到右依次编号为 7~0，编号大的位称为高位，编号小的位称为低位。位参数的每一位都被视为一个独立的参数，可设置为 0 或 1。位参数的提示有两行，第一行显示 7~0 位的英文缩写，保留位用“...”代替，第二行显示当前位的中文说明。

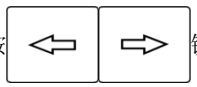
2 字参数

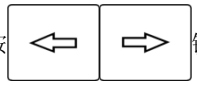
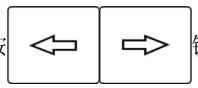
字参数又称数据参数，它的取值范围比位参数大。字参数的提示只有一行，显示字参数的说明。

- **位参数显示状态**

为了能够单独设定位参数的每一位，系统具有了位参数显示状态，相对位参数显示状态，非位参数显示状态称为正常显示状态。用户可按【切换】键切换参数显示状态，每按一次【切换】键，显示状态会在正常显示和位参数显示状态中转换。系统上电时，自动切换到正常显示状态。

任何显示状态时，都可按光标键  在不同参数中跳转。但光标键  在不同的显示状态时会有不同的动作。

1 正常显示状态时，可按  键在参数列表中，不同参数间横向移动

2 位参数显示状态时，光标移动到字参数时，按  键不响应；当光标移动到位参数时，按  键可使光标在不同位间循环切换，当光标定位于某一位时，可单独地设置此位，而不影响其他位，参数提示行也显示光标所在位的说明。

- **轴型参数和非轴型参数**

参数还可分为轴型参数和非轴型参数。如图 11.5-1，标注③处，参数 0405 是一个轴型参数。每一个轴型参数实际都对应 N 个参数，N 等于“系统 NC 轴数”（《连接调试手册》第 92 页 P0410）。每

个轴对应的轴型参数的参数号都在最后附加轴的编号，如第 1 轴对应的 0405 参数为“0405-1”。

- **参数的读写属性**

参数的读写属性可为 RO（只读）和 RW（可读写）。位参数的每一位有单独的属性。在位参数显示状态，当光标定位于某一位时，该位的读写属性显示于属性列。

注

KND 公司或机床厂会根据系统型号选择固化一些参数，它们不能被用户修改。开机时同时按【取消】+【参数】键，可显示所有参数，包括固化参数，固化参数的属性为 RO。

- **参数分区**

系统将所有参数按功能分为多个区，每个区的第一个参数被称为首参数。按软按键[上一区]和[下一区]可快速定位到上一区或下一区的首参数。

11.5.1.1 参数检索

参数检索的方式有两种：按参数号检索和按参数说明检索。按参数说明检索主要用于检索位参数的英文缩写。

步骤

- **按参数号检索**

1 输入地址“P”

2 输入参数号，如“0001”或“421-1”

3 按【输入】键，光标将跳转到输入的参数号，并清空输入行

注

1 输入的参数号可以省略前导 0

2 若系统中不存在输入的参数号，那么显示将不会跳转，输入行也不会被清空

- **按参数说明检索**

1 输入字符“/”

2 输入要检索的字符串，如“DNC”

3 按【输入】键，光标将跳转到当前光标位置后，第一个说明中出现检索字符串的参数处

4 重复步骤 3，光标将跳转到下一个说明中出现检索字符串的参数处。重复该步骤，直到光标跳转到期望的参数处

注

1 被检索字符串区分大小写

2 检索轴型位参数时不应输入参数号，例如要检索 ZRS1（P0405-1 的第 5 位），检索字符串应为 ZRS，若输入 ZRS1 则查找不到期望的参数

3 当光标位置以后的所有参数说明中都没有搜索到检索字符串时，系统将从第一个参数开始继续搜索，若搜索完所有参数都未发现检索字符串时，光标保持不动

4 输入的检索字符串不会被自动清空，需要手动按【取消】键清空

5 当检索到的参数是位参数中的某一位时，系统会自动切换到位参数显示状态，并将光标定位于检索到的参数位

11.5.1.2 参数设定

用户可对属性为 RW 的参数进行设置，为了防止参数被意外地修改，设置参数前必须打开参数开关，并且系统必须处于录入方式。

步骤

- **字参数设定**

1 切换到录入方式

2 切换到设置画面的“常用开关”子画面，按 3 键打开参数开关

3 切换到参数画面，参数子画面，利用光标键或通过检索定位到需要设定的字参数

4 输入合法的数值

5 按【输入】键，字参数被设定为输入的数值

- **位参数设定**

位参数设定方式根据当前显示状态不同而不同。正常显示状态时，可以将位参数的 8 个位作为一个整体来输入；位参数显示状态时，则可以单独的设定每一个位，而不是影响其他位。

1 正常显示状态

(1) 切换到录入方式

(2) 切换到设置画面的“常用开关”子画面，按 3 键打开参数开关

(3) 切换到参数画面，参数子画面，利用光标键或通过检索定位到需要设定的位参数

(4) 输入合法的 8 位二进位数据，如“00010111”，8 位二进制数据的每一位与位参数中的每一位一一对应。

(5) 按【输入】键，位参数被整个修改为输入的二进位数据，但保留位不受影响，保留位恒为 0

2 位参数显示状态

(1) 切换到录入方式

(2) 切换到设置画面的“常用开关”子画面，按 3 键打开参数开关

(3) 切换到参数画面，参数子画面，利用光标键或通过检索定位到需要设定的位参数的位

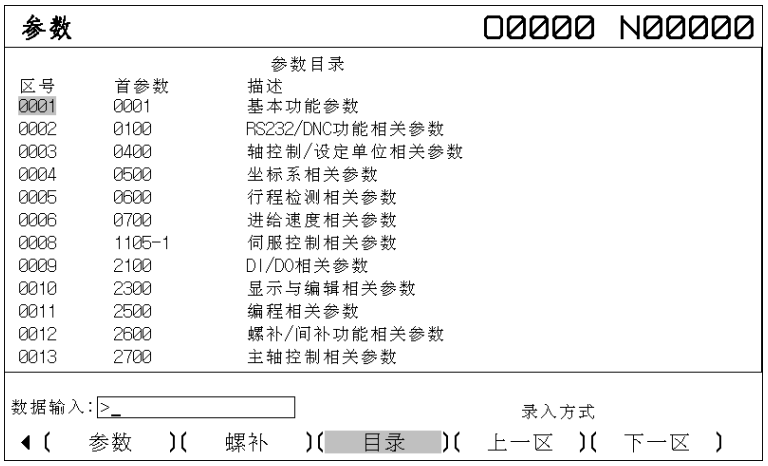
(4) 输入 0 或 1

(5) 按【输入】键，光标所在的参数位被修改为输入值，其他位不受影响

11.5.2 目录子画面

如下图所示，参数目录子画面是参数分区信息的列表，可帮助用户快速定位到需要的参数。

当由参数子画面切换到目录子画面时，光标将定位于当前参数所处的区；在目录子画面移动光标到其他区之后，再切换到参数子画面，光标将定位于该区的首参数。



解释

- **区号**

  显示参数区的编号

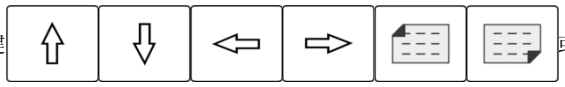
- **首参数**

  显示参数区的第一个参数的参数号

- **描述**

  显示参数区的简单描述，帮助用户记忆参数区的功能

步骤

1 按光标键  或软键[上一区]、[下一区]移动到期望的参数区

2 按软键[参数]，切换回参数子画面，光标将定位于选定区首参数

11.5.3 兼容 K100Ti-D 系统的参数页面显示

为了照顾老客户的操作习惯，系统参数页面也可以按 K100Ti-D 系统的方式显示和操作。

1 【切换】+【O】键开机，“参数”和“诊断”页面按 K100Ti-D 方式显示

2 【切换】+【N】键开机，“参数”和“诊断”页面按新的方式显示

参数页面按 K100Ti-D 方式显示时，参数 P001~060 中显示的参数功能与 K100Ti-D 一致，参数 P061 之后的参数为新增参数，参数说明请参考《操作手册》兼容老版本的参数和诊断补充说明

注

如果选择按 K100Ti-D 的方式显示，则像 Y 轴功能、数字主轴功能等新增功能将无法使用。

11.6 诊断画面

诊断画面用于显示系统诊断参数，PLC 参数和梯图等信息。具体内容请参考第 266 页 III-12.2。

11.7 报警画面

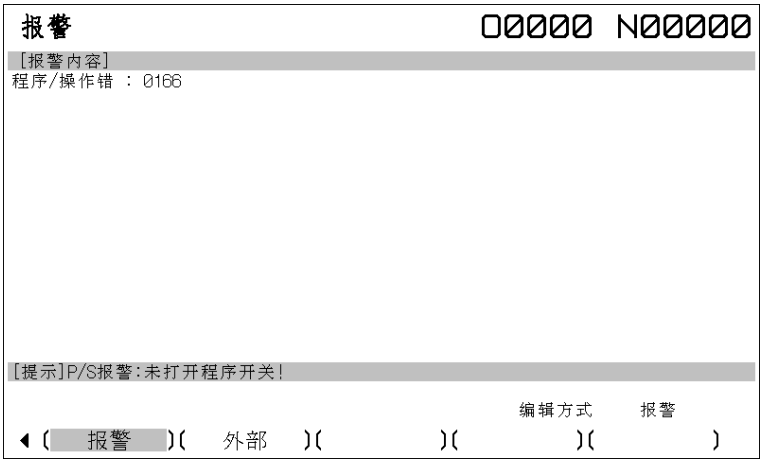
报警画面包含两个子画面：报警和外部报警。可通过按软键[报警]和[外部]分别切换到各子画面中。

当用户操作错误、编程错误、外部输入错误、PLC 程序出错等情况时，报警页面将显示报警信息。

报警发生时，页面是否切换到报警页由参数“FALCH”（《连接调试手册》第 99 页 P2303.6）控制。

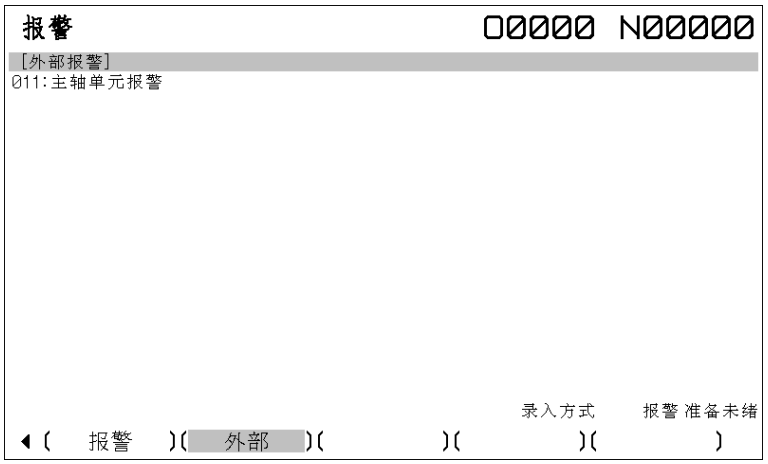
11.7.1 报警子画面

如下图所示，报警子画面会显示当前系统报警号，并在底部的提示行显示报警提示。用户可通过提示信息定位问题，并排除问题。当问题排除后，报警会自动解除，若报警未自动解除，可按复位键解除报警。



11.7.2 外部报警子画面

如下图所示，外部报警子画面会显示外部报警号和报警信息。外部报警与 PLC 程序相关，请参阅机床厂的说明书，定位问题，并排除问题。当问题排除后，报警会自动解除，若报警未自动解除，可按复位键解除报警。



11.8 图形画面

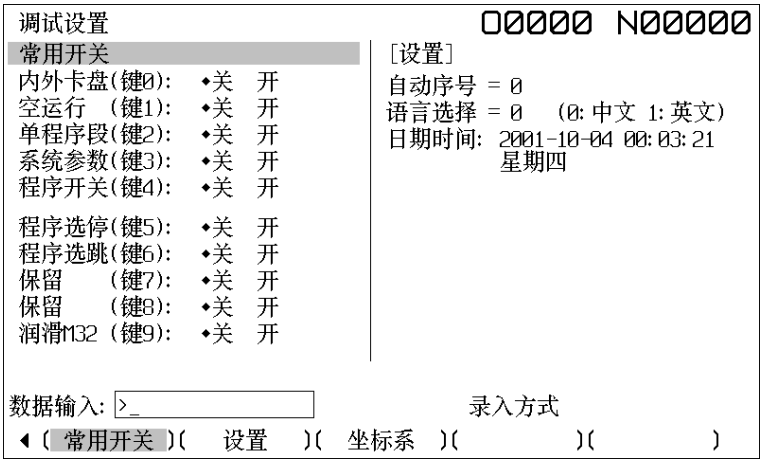
图形画面显示刀具运行轨迹。详细内容请参考第 270 页图形功能章节。

11.9 设置画面

设置画面包含 3 个子画面：常用开关、设置和坐标系。可通过翻页键或软按键[常用开关]、[设置和[坐标系]进行切换，前 2 个子画面显示在同一屏的左右两个窗口上。

11.9.1 常用开关子画面

如下图所示，常用开关子画面提供一些软件开关，方便控制机床设备和部分软件功能。



解释

- **内外卡盘**

  当前内外卡盘开关状态，开为外卡盘，关为内卡盘。按数字键 0 可切换内外卡盘开关状态。

  注

  内外卡盘开关状态掉电保持，开机时保持上一次关机时的状态。

- **空运行**

  当前空运行开关状态，按数字键 1 可切换空运行开关状态。

- **单程序段**

  当前单程序段开关状态，按数字键 2 可切换单程序段开关状态。

- **系统参数**

  当前参数开关状态，按数字键 3 可切换参数开关状态。参数开关打开时，系统会显示 100 号报警，提示用户参数开关被打开。参数开关关闭后，须按复位键解除 100 号报警。

- **程序开关**

  系统当前程序开关状态，按数字键 4 可切换程序开关状态。

- **程序选停**

  当前程序选停开关状态，按数字键 5 可切换程序选停开关状态。

- **程序选跳**

  当前程序选跳（跳段）开关状态，按数字键 6 可切换跳段开关状态。

- **润滑 M32**

  当前机床润滑开关状态，按数字键 9 可切换润滑开关状态。

11.9.2 设置子画面

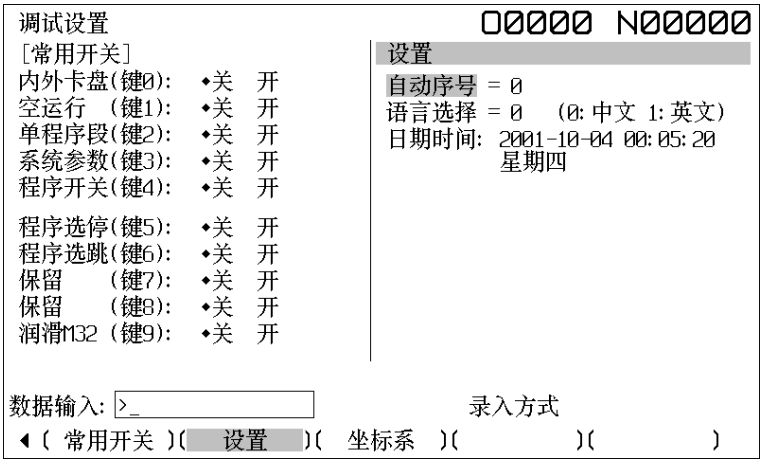
如下图所示，设置子画面主要用于显示和设置参数。操作的基本步骤如下：

1 切换到录入方式

2 按 ⇧ ⇩ 键，移动光标到需要设置的参数项

3 输入数值

4 按【输入】键



解释

- **自动序号**
  - 功能：

    使能或不使能自动插入顺序号功能。参见 III-9.2.8
  - 设定值：

    1：编辑程序时，自动插入顺序号

    0：编辑程序时，不自动插入顺序号
- **语言选择**
  - 功能：

    切换中英文显示界面
  - 设定值：

    1：切换到英文界面

    0：切换到中文界面
- **日期时间**
  - 功能：

    设定系统当前时间。
  - 设定值：

    系统允许设置时间为 1970~2099 年中的任何一个时间。用户可自由设置年、月、日、时、分、秒，系统将会自动保证日期的合法性，并自动计算星期。

11.9.3 坐标系子画面

用户可在坐标系子画面中设置 G54~G59 工件坐标系。

工件坐标系设定

本系统支持以下坐标系设定方式：+C 输入、测量、C 输入、+输入、输入。用户可使用光标键和翻页键检索要设定的工件坐标系，也可直接搜索期望的坐标系，搜索方法如下：

1 输入 G54~G59（标准坐标系）

2 按【输入】键，可快速定位到期望的坐标系

3 “+C 输入”、“+输入”、“输入”设定方式需要确认。

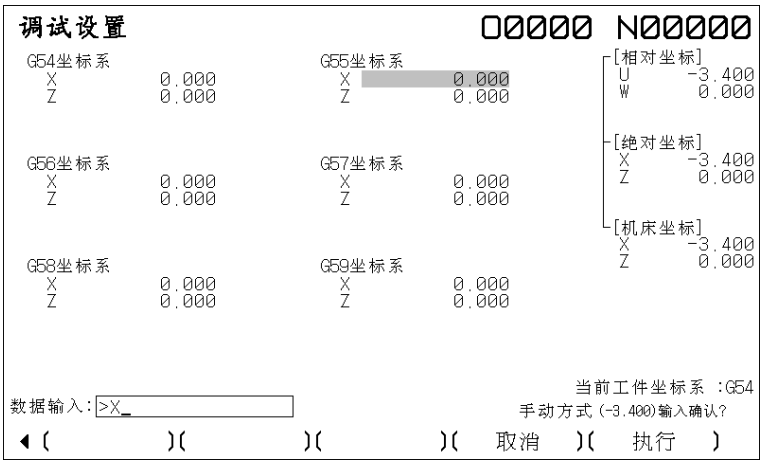
- **“+C 输入”**

选择坐标系，按下轴地址符（X、Z），再按下【+C 输入】软按键，页面提示输入后的数据和输入

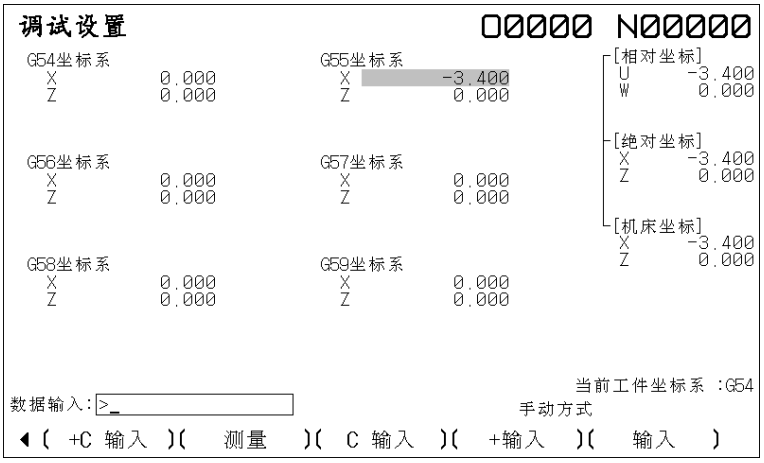
确认，按【执行】软按键确认修改。计算公式如下：

新偏置值 = 原偏置值 + 该轴相对坐标值

例如：光标移动到 G55 坐标系，按下字符 X 键，光标定位到 X 轴项，按【+C 输入】软按键，提示“(-3.400)输入确认？”，如下图所示：



按【执行】软按键，当前 G55 坐标系 X 轴数据变为-3.400，同时更新坐标系显示，如下图：



- **“测量”**

选择坐标系，按下轴地址符（X、Z），输入测量获取的数据，再按下【测量】软按键。计算公式如下：

偏置值 = 绝对坐标值 – 输入的测量值

- **“C 输入”**

选择坐标系，按下轴地址符（X、Z），再按下软按键【C 输入】。计算公式如下：

偏置值 = 该轴相对坐标值

- **“+输入”**

选择坐标系，“↑”、“↓”键移动光标到需要修改的轴，输入数据，再按下软按键【+输入】，页面提示输入确认，按【执行】软按键确认修改。计算公式如下：

偏置值 = 原偏置值 + 输入值

- **“输入”**

选择坐标系，“↑”、“↓”键移动光标到需要修改的轴，输入数据，再按下【输入】软按键，页面提示输入确认，按【执行】软按键确认修改。计算公式如下：

偏置值 = 输入值

12 PLC 说明

12.1 PLC 主要技术指标

处理时间

1 约 1μs/步

2 高级顺序程序：8ms/循环

3 低级顺序程序：8ms×n/循环（n 是由低级程序大小和高级顺序程序大小而定）

设定和显示

1 在诊断画面，可以查看输入/输出信号和控制继电器的状态；

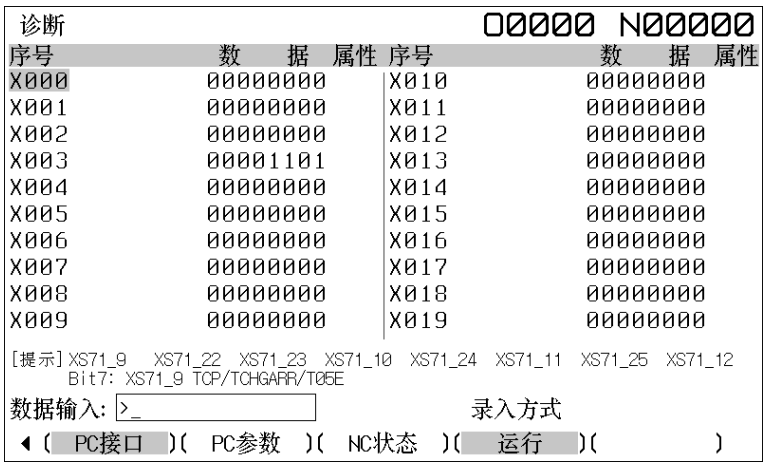
2 在诊断画面，可以查看和设置 PLC 的定时器，计数器参数；

3 在诊断画面，可以查看和设置 PLC 的 K 区（内部掉电保持继电器）和 D 区（数据表）参数；

12.2 PLC 诊断数据显示与设定

PLC 内部地址数据主要分为 3 类：PLC 接口状态、PLC 参数和 NC 状态。用户能够设置 PLC 参数，但不能设置 PLC 接口状态或 NC 状态，这些状态由外部 I/O 状态、系统程序和 PLC 程序决定，但是，用户可通过诊断画面查看到所有这些内部地址数据的当前值。

如下图所示，诊断画面底部有 4 个软键：[PC 接口]、[PC 参数]、[NC 状态]、[运行]/[停止]。



前 3 个软键按下时会显示下级软键菜单：

- [PC 接口]：(MC->PC X)(PC->MC Y)(PC->NC G)(NC->PC F)(R)
- [PC 参数]：(K)(数据表D)(定时器T)(计数器C)(刀库TL)
- [NC 状态]：(S)(N)(FPGA)( )( )

按下[MC→PC X]、[PC→MC Y]、[PC→NC G]、[NC→PC F]、[R]、[K]、[数据表 D]、[定时器 T]、[计数器 C]、[刀库 TL]、[S]、[N]、[FPGA]软键，可切换到诊断画面的 13 个子画面，即 X/Y/G/F/R/K/D/T/C/TL/S/N 地址数据显示子画面和梯形图显示子画面。每一个子画面又分为多个页面，可按 键切换。

诊断信号信息提示

诊断提示信息优先显示地址的信号名称，如果信号名称有注释信息时还能显示注释信息；地址的信号名称和注释信息是随梯图下载到系统中的。

1 当光标所在处为位诊断参数，但不在位选择状态时（按【切换】键切换），提示信息栏第一行显示字节地址的名称和注释信息，第二行显示各位的信号名称，每个信号名称最多显示 8 个字符。

2 当光标所在处为位诊断参数且在位选择状态时，第一行显示位的信号名称，每个信号名称最多可显示 16 个字符，第二行显示信号名称的注释信息。

3 当光标所在处不是位诊断参数时，提示信息栏第一行显示地址的名称，第二行显示地址的注释信息。

解释

- **PLC 数据类型**

以 8 位二进制形式显示的信号与位参数相似，按【切换】键切换成位显示状态时，可按位显示每 1 位。

12.2.1 检索地址数据

诊断画面中前 12 个子画面用于显示 X/Y/G/F/R/K/D/T/C/TL/S/N/FPGA 地址数据。用户可按软键进入相应的子画面，然后通过光标键移动到期望的地址数据上。为了方便查找地址数据，系统提供了更方便的快速检索方法。

步骤

1 切换到诊断画面中除梯图外的任意一个子画面

2 输入要检索的地址字符，如“X”

3 输入要检索的数据编号，如“100”

4 按【输入】键。系统清空输入行，并使光标跳转到要检索的地址数据（如果该地址数据存在）

检索信号名称

本系统支持按信号名称检索信号。在输入栏中输入‘/’字符，然后输入信号名称，系统将从当前光标位置处开始检索。当搜索到匹配字符串时，光标自动定位到搜索结果。

例如在诊断页面检索“/SKEY”，光标将定位在 K0.7 上。搜索过程中，系统在提示栏显示显示正在搜索信息。

搜索过程中，移动光标、按下【取消】或【复位】键，系统结束搜索。如果没有找到匹配的字符串，输入栏被清空，光标位置保持不变。

检索时，对于 PLC 地址 X，Y，R，K，D，T，C，TL，S，系统将从下载的 PLC 信号名称表中去搜索；而对于地址 G，F，N，FP，系统将从内置信号名称表中搜索。

12.2.2 掉电保持继电器（K 区）的显示与设定

掉电保持继电器的地址范围是 K 区所有变量，即 K0~K255，存电子盘时包含这些数据。

诊断画面中，按软键[PC 参数]和[K]可进入 K 地址数据显示画面。K 地址数据都是 8 位二进制数据，可以按字或按位设置。

设定步骤

1 切换到录入方式，打开程序开关

2 检索到想要修改的 K 地址

3 输入 8 位二进制数据，或按【切换】键，进入位显示状态，按位输入数据

4 按【输入】键，可将输入数据设置到系统中

注

设定 K0 变量时，不必打开程序开关

12.2.3 数据表（D 区）的显示与设定

数据表的地址范围是 D 区内所有变量，即 D0000~D9999。D 区数据掉电也保持，存电子盘时也包含在内。

在诊断画面，按软键[PC 参数]和[数据表 D]可切换到 D 地址数据显示画面。设置 D 区数据时，需按数据种类设置，8 位二进制显示的数据也可按位设置。

设定步骤

1 切换到录入方式，打开程序开关

2 检索到想要修改的 D 地址

3 按数据类型输入数据，对于 8 位二进制数据，按【切换】键进入位显示状态，按位输入数据

4 按【输入】键，可将输入数据设置到系统中

注

虽然 TL000~TL999 存储在 D4000~D9999 中，但是并不能通过“D40xx”检索到“TLxx”信号，必须输入“TLxx”才能检索到 TL 地址信号。

12.2.4 定时器（T 区）的显示与设定

系统包括 1000 个定时器，地址范围是 T0~T999。在诊断画面，按软键[PC 参数]和[定时器 T]可进入 T 地址数据显示子画面。每个定时器显示时都包含两项，上面一项是定时器的设定值，下面一项是定时器的当前值。定时器的值以十进制显示，单位为 ms，可设定的范围是 16ms~172800000s。定时器的当前值不可设置的，设定值可设置，并且设定值是掉电保持的，保存电子盘时也包括该参数。

设定步骤

1 切换到录入方式，打开程序开关

2 检索到想要修改的定时器的设定值处

3 输入想要设定的值（单位为 ms）

4 按【输入】键，可将输入数据设置到系统中

12.2.5 计数器（C 区）的显示与设定

系统包括 1000 个计数器，地址范围是 C0~C999。在诊断画面，按软键[PC 参数]和[计数器 C]可进入 C 地址数据显示子画面。每个计数器显示时都包含两项，上面一项是计数器的设定值，下面一项是计数器的当前值。计数器的值以十进制显示，可设定的范围是 0~4294967295（$2^{32}-1$）。计数器的当前值不可设置的，设定值可设置，并且设定值是掉电保持的，保存电子盘时也包括该参数。

设定步骤

1 切换到录入方式，打开程序开关

2 检索到想要修改的计数器的设定值处

3 输入想要设定的值

4 按【输入】键，可将输入数据设置到系统中

12.2.6 兼容 K100Ti-D 系统的诊断页面显示

为了照顾老客户的操作习惯，系统诊断页面也可以按 K100Ti-D 系统的方式显示和操作。

1 【切换】+【O】键开机，“参数”和“诊断”页面按 K100Ti-D 方式显示

2 【切换】+【N】键开机，“参数”和“诊断”页面按新的方式显示

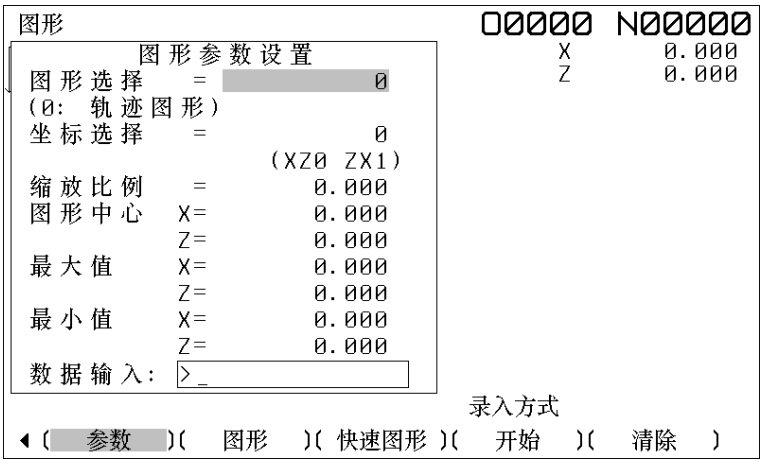
关于诊断参数的详细说明请参考《操作手册》兼容老版本的参数和诊断补充说明

注

如果选择按 K100Ti-D 的方式显示，则像 Y 轴功能、数字主轴功能等新增功能将无法使用。

13 图形功能

本数控系统具有轨迹图形显示功能，可以用来显示自动运行时或手动运行时，刀具的运行情况。轨迹图形显示在图形画面的图形区，同时也显示在位置画面的相对和机床子画面的右上角。图形画面的图形区较大，位置画面的图形区较小，系统将图形画面的图形区按比例缩小显示在位置画面的图形区上。如下图所示，图形画面包含图形参数子画面和图形子画面两个子画面，图形参数子画面显示在图形子画面之上，可通过按软键[参数]和[图形]切换。



13.1 轨迹图形

轨迹图形显示可描绘系统绝对坐标或机床坐标的变化轨迹。参数“G2DMC”（《连接调试手册》第 99 页 P2303.0）用于选择绝对坐标轨迹或机床坐标轨迹，G2DMC 为 0 时为绝对坐标轨迹，G2DMC 为 1 时为机床坐标轨迹。

当显示绝对坐标轨迹时，可选择是否包含刀具长度和刀具半径补偿，由参数“DAL”（《连接调试手册》第 97 页 P2300.6）和“DAC”（《连接调试手册》第 97 页 P2300.7）来设定：

1 参数 DAC 为 0 时，图形显示包含刀具半径补偿；DAC 为 1 时不包含刀具半径补偿。

2 参数 DAL 为 0 时，图形显示包含刀具长度补偿；DAL 为 1 时不包含刀具长度补偿。

注

1 描绘绝对坐标轨迹时（G2DMC=0），不受轴锁开关的影响，调试程序时，用户可打开轴锁开关和空运行开关，以空运行速度观察加工轨迹。

2 描绘机床坐标轨迹时（G2DMC=1），受轴锁开关的影响，轴锁开关打开时，系统不绘制轨迹图。

13.1.1 参数子画面

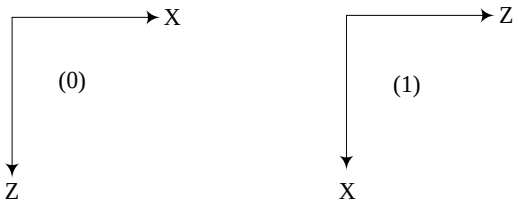
解释

- **图形选择**

选择轨迹图形时，应设置为 0

- **坐标选择**

支持 2 种绘图坐标系，如下图所示，用户应根据需要选择坐标系编号。



注

坐标系 X/Y/Z 轴分别对应系统 1~3 轴。

- **缩放比例**

设定图形画面的图形区绘图与实际加工轨迹尺寸的比例。

当用户设定了最大值或最小值时，系统会自动重新计算缩放比例，以使图形区能够刚好完整显示各轴最大值和最小值确定的区域。系统计算缩放比例时，会综合考虑坐标系形状（2 维轨迹或 3 维轨迹）、显示器的物理尺寸和分辨率。

用户可手动设定缩放比例，但应先设定最大值和最小值，然后参考系统自动计算的缩放比例来设置。缩放比例越小，显示范围越大，比例越大，显示的范围越小。

- **图形中心**

图形中心是各轴坐标最大值和最小值的平均值，当刀具运动到该坐标时，对应的点显示在图形区的中心位置。

当用户设定了最大值或最小值时，系统会自动重新计算图形中心，用户不能直接设定图形中心，可通过修改最大值或最小值来完成。

- **最大值和最小值**

刀具轨迹点中各轴坐标的最大值和最小值。最大值和最小值确定了一个平面或空间范围，只有在这个范围内的轨迹点才能显示在图形区。

注

1 无论 X 轴直/半径编程参数“XRC”（《连接调试手册》第 87 页 P0003.0 或第 177 页 P004.5）如何设置，最大值、最小值都是半径值。

2 如果手动设置了缩放比例，那么图形区显示的数据就不是由最大值和最小值确定的范围。需要根据手动设定的缩放比例与自动设定的缩放比例之间的比值来确定图形区显示的范围。

设定参数步骤

1 按 ⇧ ⇩ 键移动光标到要设定的图形参数

2 输入设定数据

3 按【输入】键

注

1 设定最大值、最小值时，如果输入的数据不包含小数点，则系统自动在其后添加小数点。

2 修改图形参数后，修改前已画出的图形不随图形参数的修改而变化，修改后画出的轨迹按新的图形参数画出。

13.1.2 图形子画面

显示

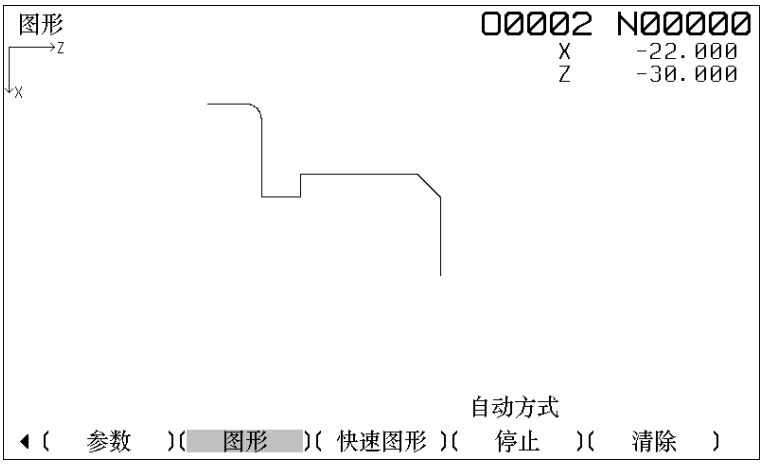
如下图所示是图形子画面，可按[图形]软键显示，画面上包含如下元素：

1 画面右上角：各轴绝对坐标的当前值；

2 画面左下角：当前选择的坐标系示意图，箭头表明了绘图的正方向；

3 画面中间：轨迹图形显示区，背景为黑色，白色虚线表示快速运动，黄色实线表示进给运动；

4 画面底部：图形子菜单，包括[开始]、[停止]、[清除]软键，可控制轨迹图形显示。



操作

- **开始**

按[开始]软键或地址键 S，可使系统进入作图状态。进入作图状态后，在自动/录入/手动方式下移动，绝对坐标值或机床坐标值（参见“G2DMC”(《连接调试手册》第 99 页 P2303.0)）改变时，对应的运动轨迹就会描绘出来。

- **停止**

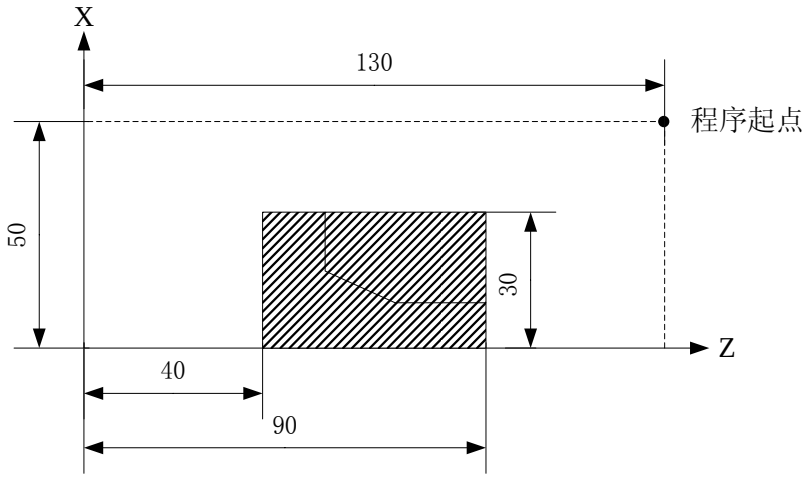
按[停止]软键或地址键 T，可使系统退出作图状态，不再描绘任何运动轨迹。

- **清除**

按[清除]软键或地址键 R，可清除已经显示的轨迹图形。

13.1.3 轨迹图形参数设置举例

如下图所示，编程单位为 0.001mm，程序起点为 Z=130，X=50。



参数设置

- **显示全部刀具路径**
  - 最大值：X=50.000 Z=130.000
  - 最小值：X=0.000 Z=0.000
  - 图形中心（自动计算）：X=25.000 Z=65.000
  - 缩放比例（自动计算）：1.614
- **仅显示阴影部分**
  - 最大值：X=30.000 Z=90.000
  - 最小值：X=0.000 Z=40.000
  - 图形中心（自动计算）：X=15.000 Z=65.000
  - 缩放比例（自动计算）：4.197
- **轨迹整体偏移**

  给最大值和最小值同时加上同一个偏移量 offset，即：
  - 最大值 = 最大值 + offset
  - 最小值 = 最小值 + offset

  对于 2 维轨迹：
  - 当 offset < 0 时，轨迹向上或右方偏移。
  - 当 offset > 0 时，轨迹向下或左方偏移。

  对于 3 维轨迹：
  - 当 offset < 0 时，轨迹向轴正方向偏移。
  - 当 offset > 0 时，轨迹向轴负方向偏移。

13.2 图形快速绘制机能

图形快速绘制机能由参数“QGRH”（《连接调试手册》第 87 页 P0005.0 或第 185 页 P061.3）控制是否有效：

1 QGRH=0：无快速绘图机能

2 QGRH=1：有快速绘图机能

解释

快速绘图机能有效时，【图形】页面下方显示【快速图形】软按键。在自动方式和录入模式下，按【快速图形】软按键启动快速绘图功能，系统进入轴锁状态（“MLK”（《连接调试手册》第 130 页 G0029.7 或第 201 页 022.7）为 1）；再次按下【快速图形】软按键退出快速绘图功能，同时退出轴锁状态（MLK 为 0）。在快速绘图状态下，屏幕右下方状态栏中闪烁显示“快速图形”提示信息。

模式切换

快速绘图功能仅在自动方式和录入方式下有效。如果在快速绘图状态下切换到手动、手轮/单步或回零模式，轴运动键无效。另外，在循环启动（“STL”（《连接调试手册》第 135 页 F0000.5 或第 197 页 005.2）为 1）或进给保持时，不能切换快速图形状态；在手动、手动/单步和回零模式下，只能关闭快速绘图。

轴锁和 M 锁信号影响

当 QGRH 为 1 时，机床附加面板的【M 锁】和【轴锁】按键无效，同时【机床/索引】第一页的【机床锁住】和【辅助锁住】项也无效并显示为“保留”。轴锁信号只能通过【快速图形】软键进行打

开或关闭；

当位参数 QGPH 为 0 时，机床附加面板的【M 锁】和【轴锁】有效，同时【机床/索引】第一页的【机床锁住】和【辅助锁住】项也有效。

限制

在快速图形状态下，自动运行时：

1 机床不动；

2 辅助机能无输出；

3 固定循环和 G93 循环不等待 G122 接口信号；

4 程序编程速度无效；

5 螺纹指令（包括 G93 攻丝指令）不按编码器反馈进给，而是按内部固定速率进给；即使未接编码器，螺纹指令也可正确绘图。G93 指令时，Z 向多准备的 50mm 不会绘制出来；

6 超程检查有效；

7 程序执行完后模态被保存下来。如果程序中使用了长度补偿、半径补偿或坐标变换等指令，那么须在程序结束处取消相关状态，以防止这些模态值影响后续加工；

8 G28/G30 回参考点时，如果设定有机械零点，但未建立参考点时，那么从中间点到参考点的过程被跳过。如果设定为无机械零点，或设定为有机械零点并已建立参考点，那么系统会绘制从中间点到参考点的图形；

9 如遇到 M30、M02、或 EOR（%），那么系统附加一反向运动，使内部机床位置回到轴锁前位置；注意：该反向运动，取的是因轴锁导致的机床未移动的距离的负值，也就是将绝对坐标偏移该值；此时，如果存在坐标变换、或因中途复位导致内部机床位置有尾数（内部位置分辨率高 1000 倍）等，内部机床位置无法回到轴锁前位置，此时系统将发出 PS457 报警：“在快速图形模式下，程序运行后内部机床坐标发生变化”。当发生报警时，需要退出快速图形状态并重新进行回零操作以建立坐标系，因此在编写程序时，应尽量在程序末尾取消程序中间启用的变换以确保系统内部机床坐标回到轴锁前位置。

10 系统累计因轴锁信号有效时导致的机床未移动的距离。在轴锁撤销（即退出快速图形状态）时，检查该距离是否不为零，如果不为零，那么报警。当产生该报警时，如果用的是绝对编码器，那么需要利用编码器绝对位置更新坐标（参考绝对编码器功能相关说明）；如果用的是相对编码器，那么需要重新回零（或对刀）；

11 G31 指令绘图时，不检查跳跃信号，系统视为无跳跃信号输入；

14 数据输入输出及电子盘

14.1 概述

数据输入输出功能是指系统与外部 I/O 设备进行数据交换的功能。系统支持 2 种 I/O 设备：通过串口电缆连接的计算机和插入系统的 U 盘，可输入/输出的如下数据：

1 加工程序
2 刀具补偿量
3 系统参数（包括螺补参数）
4 工件坐标系设置
5 系统程序升级与备份、数据备份与恢复：仅支持 U 盘操作
6 系统画面拷贝输出：仅支持 U 盘操作
7 PLC 参数

注

1 当串口和 U 盘同时连接到系统时，系统会优先选择 U 盘作为输入、输出设备。

除了可将系统数据保存到外部设备中，还可将数据保存到系统内部的电子盘，当发生 CMOS 掉电等情况时，可将电子盘中的数据恢复到系统中去。

14.1.1 采用串口输入/输出

采用串口输入/输出是指通过串口电缆与计算机进行数据交换，不支持系统备份与恢复和系统画面拷贝功能，并且计算机上还需要运行 KND 公司的相关软件。输入/输出程序、刀补、宏变量、参数、PLC 参数需要运行“KND 串口通信软件”（5.0 版本以上），在输入/输出操作前，必须做好如下准备工作（下文叙述操作步骤时，将不再重复这些准备工作）：

1 把系统和计算机通过串口电缆连接起来
2 设置系统的串口通信参数：修改参数“串口波特率”（《连接调试手册》第 90 页 P0110 或第 184 页 P056）和“串口属性”（《连接调试手册》第 90 页 P0111 或第 184 页 P057）
3 运行上位机支持软件，并设置与系统相同的串口通信参数。

注

1 “KND 串口通信软件”软件的安装和使用说明请参见《操作手册》串口通信软件使用说明。

14.1.2 采用 U 盘输入/输出

采用 U 盘输入/输出是指系统与插入到 USB 口的 U 盘进行数据交换。

解释

- **USB 接口协议与速度**

  系统的 USB 硬件是基于 USB1.1 协议的，读数据速度最快为 600kB/s，写数据速度最快为 400kB/s。支持目前市面上绝大多数 U 盘。支持的文件系统是 FAT16/FAT32。

- **U 盘工作目录**

  系统在 U 盘中的工作目录固定为“\KND”。执行输入操作时，用户须在 U 盘根目录下建立“KND”子目录，并将要输入的数据文件放在该目录中。执行输出操作时，若 U 盘中没有“KND”目录，

则系统会自动建立该目录。

- **U 盘工作画面**

程序画面中的 U 盘子画面为 U 盘输入/输出工作画面。U 盘工作画面上显示了 U 盘工作目录中的所有文件列表，在编辑方式下，可按光标键在文件列表中移动光标，光标指向的文件又称为 U 盘中的当前文件。

- **输出文件名**

U 盘输出数据时，文件名是固定的，如下表所示。

输出数据名称	输出文件名	说明
程序	Oxxxx.PRG	xxxx 为程序号
刀补	K100T-C.OFS	
系统参数	K100T-C.PAR	
PLC 参数	K100T-C.PRM	
系统软件备份	K100T-C_xx_xxxxxx.bin	K100T-C_xx_xxxxxx 为系统型号
系统数据备份	K100T-C_xx_xxxxxx.dat	K100T-C_xx_xxxxxx 为系统型号
系统画面拷贝	PICxxxxx.BMP	xxxxx 为图片顺序编号

- **输入文件名**

U 盘输入时，文件以扩展名来识别，如下表所示。

输入数据名称	扩展名	说明
程序	PRG	
刀补	OFS	
系统参数	PAR	
PLC 参数	PRM	
系统软件升级	BIN	只有合法的升级文件才能被识别，不仅仅是扩展名正确
系统数据恢复	DAT	只有合法的数据文件才能被识别，不仅仅是扩展名正确

限制

- **U 盘移除**

数据输入/输出时，不可拔掉 U 盘，否则输入/输出失败。其他时候，可随时拔掉 U 盘。

- **文件数**

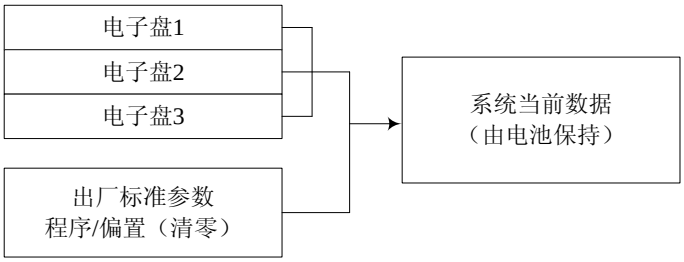
U 盘工作画面中只显示 U 盘工作目录中前 1024 个文件，当工作目录中文件数超过 1024 个时，系统将会报警，但不影响对前 1024 个文件的操作。

14.1.3 电子盘

电子盘是系统内部的非易失存储器，系统共支持 3 个电子盘（编号 1~3），每个电子盘都可完整保存系统中由电池保持的数据，包括：程序、刀补、宏变量、系统参数、PLC 参数等。如下图所示。电子盘的主要用途如下：

1 备份系统数据。当电池掉电或其它原因使系统当前数据丢失时，可迅速将保存在电子盘内的数据读入，使系统恢复正常工作。

2 当系统容量不足时，可暂时将不用的程序存储在电子盘中，以后再次使用时，可随时读入。



14.2 输入/比较和输出程序

系统支持采用串口和 U 盘方式输入/比较和输出程序。

解释

- **输入程序**

  将计算机上或 U 盘中的程序传送到系统中，系统接收到程序后，创建一个新的程序。
  若系统中存在相同程序号的程序，则输入程序操作将会失败，并报警 PS140；若系统 CMOS 空间不足时，输入程序操作也将失败，并报警 PS1404。

- **比较程序**

  将系统中的程序与计算机上或 U 盘中的程序进行比较，检查两个程序是否完全相同。
  若系统中不存在要比较的程序号，则报警 PS1403；若比较的两个程序存在差异，则报警 PS1402，否则比较操作正常结束，不报警。

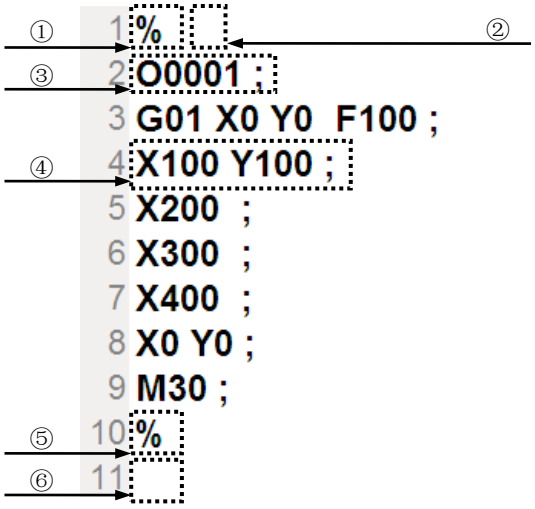
- **输出程序**

  将系统中的程序传送到计算机上或 U 盘中。

14.2.1 程序文件格式

下图是一个程序文件的例子，图中程序左边的行号不是程序文件的一部分，仅用于说明。图中各标注解释如下：

1 标注①是程序的开始，标志着程序文件中有效部分的开始；
2 标注②是不可见的换行符。程序中，每一行的结束都必须包含换行符，换行符是通过计算机中的回车键输入的；
3 标注③是程序的 O 号，即程序号，如果程序文件中不包含程序号，那么系统将认为是“O0001”，一个程序文件可以包含多个程序号，每个程序号标志着一个程序的开始；
4 标注④是程序中的一个程序段，它以 EOB（“;”）结尾，并在最后包含不可见的换行符；
5 标注⑤是程序的结束，标志着程序文件中有效部分的结束，注意其后必须包含换行符；
6 标注⑥是一个空行，这个空行是上一行最后不可见的换行符导致的结果，由于程序段最后必须包含换行符，所以这个空行总应该是存在的。



①程序开始符 ②不可见的换行符 ③程序号
④一个程序段 ⑤程序结束符 ⑥程序最后的空行

图 14.2-1 程序文件格式

14.2.2 采用串口输入/比较和输出程序

步骤

- **输入程序**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并打开要输入到系统中的程序文件
2 打开系统程序开关
3 切换系统到编辑方式，并进入位置画面或程序画面的程序区
4 选择即将新建的程序的程序号
(1) 如果选择输入程序文件中的程序号，则无须任何额外操作
(2) 如果输入程序中没有程序号或不想采用输入程序中的程序号，则可输入地址“O”和程序号，如“O0002”
(3) 如果输入程序中没有程序号，并且用户未输入程序号，系统将自动选择“0001”
5 按【输入】键，系统进入等待程序输入状态，并显示等待对话框
6 操作“KND 串口通信软件”，使之开始发送程序
7 系统接收到程序后，根据选定的程序号，创建一个新的程序

注

1 程序文件中可以包含多个程序，每一个程序都以“Oxxxx”开头，系统接收到这样的程序文件后，将创建多个程序。
2 采用串口输入程序时，系统会根据参数“FMAT”（《连接调试手册》第 98 页 P2301.4）决定是否格式化输入的程序字，FMAT 为 1 时，输入时执行格式化操作，FMAT 为 0 时，输入时不执行格式化操作。

- **比较程序**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并打开要比较的程序文件
2 关闭系统程序开关
3 切换系统到编辑方式，并进入位置画面或程序画面的程序区
4 选择要比较的程序的程序号

(1) 如果选择输入程序文件中的程序号，则无须任何额外操作

(2) 如果输入程序中没有程序号或不想采用输入程序中的程序号，则可输入地址“O”和程序号，如“O0002”

(3) 如果输入程序中没有程序号，并且用户未输入程序号，系统将自动选择“0001”

5 按【输入】键，系统进入等待程序输入状态，并显示等待对话框

6 操作“KND 串口通信软件”，使之开始发送程序

7 系统会一边接收程序，一边与选择的程序号对应的程序进行比较

(1) 若系统中没有与选定的程序号对应的程序，则比较操作失败，并显示 1403 号报警。

(2) 若系统在比较中发现两个程序不相同，则立即停止接收剩余的程序，并显示 1402 号报警，表示比较中的两个程序存在差异。

(3) 若接收程序结束时，未发现两个程序的差别，则系统不会报警。

- **输出单个程序（方法 1）**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并使之处于数据接收状态

2 切换系统到编辑方式，并进入位置画面或程序画面的程序区

3 选择要输出的程序：输入地址“O”和要输出的程序的程序号，如“O0001”

4 按【输出/存盘】键，系统显示输出对话框，当程序全部输出后，输出对话框消失

- **输出单个程序（方法 2）**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并使之处于数据接收状态

2 切换系统到编辑方式，并进入程序画面的目录子画面

3 移动光标到要输出的程序的程序号

4 按【输出/存盘】键，系统显示输出对话框，当程序全部输出后，输出对话框消失

- **输出所有程序**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并使之处于数据接收状态

2 切换系统到编辑方式，并进入位置画面或程序画面的程序区

3 输入“O-9999”

4 按【输出/存盘】键，系统显示输出对话框，当所有程序全部输出后，输出对话框消失

14.2.3 采用 U 盘输入/比较和输出程序

步骤

- **输入单个程序（方法 1）**

1 打开系统程序开关

2 切换系统到编辑方式，并进入位置画面或程序画面的程序区

3 输入“Oxxxx”：xxxx 为程序号

4 按【输入】键，系统显示“U 盘输入”对话框，当文件输出结束时，对话框消失，U 盘工作目录中的“Oxxxx.PRG”文件被输入到系统，程序号为“Oxxxx”

> **注**
>
> 若 U 盘中不存在 Oxxxx.PRG 文件，则系统报警 PS0058

- **输入单个程序（方法 2）**

1 打开系统程序开关

2 切换系统到编辑方式，并进入程序画面的 U 盘子画面，移动光标到要输入的程序文件（*.PRG）

3 保持在 U 盘子画面或者进入位置画面或程序画面的程序区

4 按【输入】键，系统显示“U 盘输入”对话框，当文件输出结束时，对话框消失，U 盘工作目

录中当前文件被输入到系统，程序号为输入文件中的程序号。

注

若输入文件中没有程序号，则系统自动选择“O0001”

- **输入 U 盘中所有程序**

1 打开系统程序开关

2 切换系统到编辑方式，并进入程序画面的 U 盘子画面

3 输入“O-9999”

4 按【输入】键，系统显示“U 盘输入”对话框，当文件输出结束时，对话框消失，U 盘工作目录中所有文件名为“Oxxxx.PRG”的文件都被输入到系统，程序号为各自文件中的程序号。

- **比较程序（方法 1）**

1 关闭系统程序开关

2 切换系统到编辑方式，并进入程序画面的 U 盘子画面，移动光标到要比较的程序文件

3 按【输入】键，系统显示“U 盘输入”对话框，并开始将 U 盘工作目录中的当前文件与系统中相同程序号的文件进行比较，比较结束时，对话框消失

4 若系统中不存在相同程序号的程序则报警 PS1403；若比较时发现差异，则报警 PS1402；若比较时未发现差异，则不报警。

- **比较程序（方法 2）**

1 关闭系统程序开关

2 切换系统到编辑方式，并进入位置画面或程序画面的程序区

3 输入“Oxxxx”:“xxxx”为要比较的程序号

4 按【输入】键，系统显示“U 盘输入”对话框，并开始将 U 盘工作目录中的“Oxxxx.PRG”文件与系统中程序号为“xxxx”的程序进行比较，比较结束时，对话框消失

5 若系统中不存程序号为“xxxx”的程序则报警 PS1403；若 U 盘工作目录中不存在“Oxxxx.PRG”文件则报警 PS1402；若比较时发现差异，则报警 PS1402；若比较时未发现差异，则不报警。

- **输出单个程序（方法 1）**

1 切换系统到编辑方式，并进入位置画面或程序画面的程序区

2 输入“Oxxxx”:“xxxx”为要输出的程序的程序号

3 按【输出/存盘】键，系统显示 U 盘输出对话框，当程序输出结束后，对话框消失，系统中程序号为“xxxx”的程序被输出到 U 盘工作目录的“Oxxxx.PRG”文件

注

若“Oxxxx.PRG”文件已经存在，则会被直接覆盖（没有提示）

- **输出单个程序（方法 2）**

1 切换系统到编辑方式，并进入程序画面的目录子画面

2 移动光标到要输出的程序的程序号

3 按【输出/存盘】键，系统显示 U 盘输出对话框，当程序输出结束后，对话框消失，系统中程序号为“xxxx”的程序被输出到 U 盘工作目录的“Oxxxx.PRG”文件

注

若“Oxxxx.PRG”文件已经存在，则会被直接覆盖（没有提示）

- **输出所有程序**

1 切换系统到编辑方式，并进入位置画面或程序画面的程序区

2 输入“O-9999”

3 按【输出/存盘】键，系统显示 U 盘输出对话框，当所有程序输出结束后，对话框消失，系统中

每一个程序都被输出到 U 盘工作目录中一个单独的“Oxxxx.PRG”文件中，“xxxx”为程序号

注

若“Oxxxx.PRG”文件已经存在，则会被直接覆盖（没有提示）

14.3 输入/输出刀补

系统支持采用串口和 U 盘方式输入和输出刀补量。

解释

- **输入刀补**

读入刀补文件，输入部分或所有刀补量。

- **输出刀补**

输出所有刀补量到刀补文件中。

限制

- **半径补偿功能**

1 参数“CRC”（《连接调试手册》第 86 页 P0002.1）设为 0 时，半径补偿功能无效，则输出的数据文件中不含有刀尖半径补偿值和刀尖方向，输入的数据文件中**不能**包含刀尖半径补偿值和刀尖方向，否则报警 PS0151（数据格式错误）。

2 参数 CRC 设为 1 时，半径补偿功能有效，则输出的数据文件中含有刀尖半径补偿值和刀尖方向，输入的数据文件中**必须**包含刀尖半径补偿值和刀尖方向，否则报警 PS0151（数据格式错误）。

- **磨损补偿功能**

1 参数“WOFC”（《连接调试手册》第 105 页 P3200.0 或第 185 页 P061.5）设为 0 时，磨损补偿功能无效，则输出的数据文件中不含有磨损补偿数据，输入的数据文件中**不能**包含磨损补偿数据，否则报警 PS0151（数据格式错误）。

2 参数 WOFC 设为 1 时，磨损补偿功能有效，则输出的数据文件中含有磨损补偿数据，输入的数据文件中**必须**包含磨损补偿数据，否则报警 PS0151（数据格式错误）。

14.3.1 文件格式

刀具磨损补偿功能有效和无效情况下的刀补文件格式不同，下面分别介绍。刀具磨损补偿功能由参数“WOFC”（《连接调试手册》第 105 页 P3200.0 或第 185 页 P061.5）控制。

无磨损补偿时（WOFC=0）

文件格式如下：

```
%
(KND K2000TC 1.0 OFFSET)
G10 P01 X_ Z_ R_ Q_ ;
G10 P02 X_ Z_ R_ Q_ ;
…
G10 P_ X_ Z_ R_ Q_ ;
%
```

各单元意义：

1 P_：刀具补偿号（1~刀具补偿组数）

2 X_：刀具补偿数据（X）

3 Z_：刀具补偿数据（Z）

4 R_：刀尖半径偏置量（R）

5 Q_：假想刀尖号（T）

开启工件偏移机能（“WSFT”(《连接调试手册》第 92 页 P0500.7 或第 185 页 P061.4）设为 1）时，G10 P0000 X_ Z_; 输入输出工件偏移。

有磨损补偿时（WOFC=1）

```
%
(KND K2000TC 1.0 OFFSET)
G10 P01 X_ Z_ R_ Q_ ;
G10 P02 X_ Z_ R_ Q_ ;
…
G10 P_ X_ Z_ R_ Q_ ;
G10 P10001 X_ Z_ R_ Q_ ;
G10 P10002 X_ Z_ R_ Q_ ;
…
G10 P100_ X_ Z_ R_ Q_ ;
%
```

各单元意义：

1 P_：刀具补偿号（1~刀具补偿组数）

2 X_：刀具补偿数据（X）

3 Z_：刀具补偿数据（Z）

4 R_：刀尖半径偏置量（R）

5 Q_：假想刀尖号（T）

开启工件偏移机能（“WSFT”(《连接调试手册》第 92 页 P0500.7 或第 185 页 P061.4）设为 1）时，G10 P10000 X_ Z_; 输入输出工件偏移。

> **注**
>
> 刀补文件格式在将来有可能会变化，为了确保文件格式正确，可以采用先输出刀补，然后修改输出文件，再输入刀补的方式。

14.3.2 采用串口输入/输出刀补

步骤

- **输入刀补**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并打开要输入的刀补文件

2 切换系统到编辑方式，进入刀补画面

3 按【输入】键，系统进入等待刀补输入状态，并显示等待对话框

4 操作“KND 串口通信软件”，使其开始发送刀补文件

系统接收到刀补数据后，隐藏等待对话框，并根据刀补数据设置系统刀补各项。

- **输出刀补**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并使其处于接收状态

2 切换系统到编辑方式，进入刀补画面

3 按【输出/存盘】键，系统开始输出所有刀补数据，并显示输出对话框

4 系统输出完所有刀补数据后，隐藏输出对话框

5 可观察到“KND 串口通信软件”成功接收到刀补数据

14.3.3 采用 U 盘输入/输出刀补

步骤

- **输入刀补**

1 切换系统到编辑方式，进入程序画面的 U 盘子画面

2 移动光标到刀补文件（*.OFS）

3 保持在 U 盘画面或进入刀补画面

4 按【输入】键，系统读入 U 盘当前文件中的刀补数据，并设置系统刀补各项。

- **输出刀补**

1 切换系统到编辑方式，进入刀补画面

2 按【输出/存盘】键，系统输出所有刀补数据到 U 盘工作目录

注

如果 U 盘工作目录中已经存在刀补文件，将被直接覆盖。

14.4 输入/输出系统参数

系统支持采用串口和 U 盘两种方式输入和输出系统参数（包括螺补参数），这里的系统参数指参数画面中显示的所有参数。

解释

- **输入系统参数**

从计算机或 U 盘文件（*.PAR）中读取系统参数数据，设置部分或所有系统参数。部分系统参数修改后，需要关机再开机才能生效，如果输入参数中包含这些参数，那么输入后必须执行关开机操作。

- **输出系统参数**

将所有系统参数输出到计算机或 U 盘文件中。

14.4.1 文件格式

下图是参数文件格式示意图，图中左边的行号不是文件的一部分，仅用于说明。图中各元素说明如下：

1 文件第 1 行是文件头，包含公司名、系统型号、系统版本号、系统参数文件标识和不可见的换行符，它们之间以 1 个或多个空格分隔。

(1) 标注①是公司名

(2) 标注②是系统型号

(3) 标注③是系统版本号，目前为“1.0”

(4) 标注④是系统参数文件标识，表明该文件是系统参数文件

(5) 标注⑤是不可见的换行符，系统参数文件每一行都必须以换行符结束

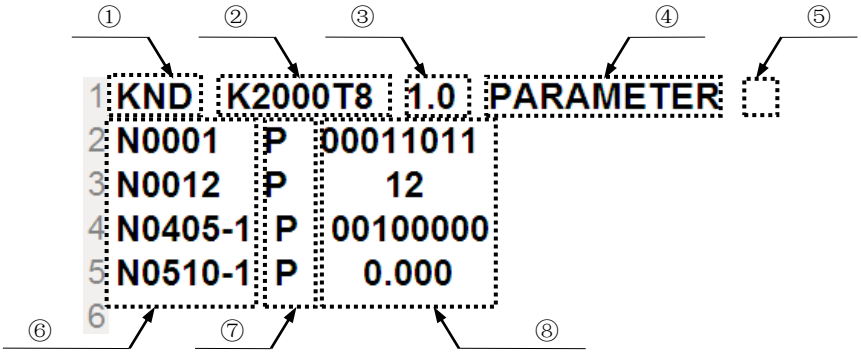
2 文件的第 2~5 行，每一行都对应一个参数，行中各元素之间以 1 个或多个空格分隔

(1) 标注⑥是参数号，参数号以地址“N”开头。轴型参数的参数号必须带有轴的编号，以明确该参数对应哪一个轴

(2) 标注⑦的地址“P”用于分隔参数号和参数值。

(3) 标注⑧是参数值，位参数的值必须是 8 位二进制的形式。

3 文件的最后一行是一个空行，由于文件的每一行都必须以换行符结束，所以该行总是存在。



①公司名称 ②系统型号 ③系统版本号 ④系统参数文件标识
⑤不可见的换行符 ⑥参数号 ⑦参数号和参数值分隔符 ⑧参数值

图 14.4-1 参数文件格式

注

系统参数文件格式在将来有可能会变化，为了确保文件格式正确，可以采用输出→修改→再输入的方式。

14.4.2 采用串口输入/输出系统参数

步骤

- **输入系统参数**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并打开要输入的系统参数文件
2 切换到设置画面的参数开关子画面，打开参数开关
3 切换系统到编辑方式，进入参数画面（任意子画面均可）
4 按【输入】键，系统进入等待系统参数输入状态，并显示等待对话框
5 操作“KND 串口通信软件”，使其开始发送系统参数文件
6 系统接收到系统参数数据后，隐藏等待对话框，并根据接收到的数据设置系统参数

注

如果系统报警 PS000（需关/开机），说明输入的参数包含需要重新启动才能生效的参数，请关机后，再开机。

- **输出系统参数**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并使其处于接收状态
2 切换系统到编辑方式，进入参数画面（任意子画面均可）
3 按【输出/存盘】键，系统开始输出所有系统参数，并显示输出对话框
4 系统输出完数据后，隐藏输出对话框
5 可观察到“KND 串口通信软件”成功接收到系统参数数据

14.4.3 采用 U 盘输入/输出系统参数

步骤

- **输入系统参数**

1 切换到设置画面的参数开关子画面，打开参数开关
2 切换系统到编辑方式，进入程序画面的 U 盘子画面

3 移动光标到要输入的系统参数文件（*.PAR）

4 保持在 U 盘子画面，或进入参数画面（任意子画面均可）

5 按【输入】键，系统读入 U 盘当前文件中的数据，并根据读入的数据设置系统参数

注

如果系统报警 PS000（需关/开机），说明输入的参数包含需要重新启动才能生效的参数，请关机后，再开机。

- **输出系统参数**

1 切换系统到编辑方式，进入参数画面（任意子画面均可）

2 按【输出/存盘】键，系统输出所有系统参数到 U 盘工作目录

注

如果 U 盘工作目录中已经存在参数文件，将被直接覆盖。

14.5 输入/输出 PLC 参数

系统支持采用串口和 U 盘两种方式输入和输出 PLC 参数。PLC 参数包括诊断画面中所有 K、D、T、C、TL 区数据，及 PLC 报警（外部报警）、PLC 扩展报警（外部扩展报警）、PLC 操作提示的提示信息，提示信息支持中文。

解释

- **输入系统参数**

从计算机或 U 盘文件（*.PRM）中读取 PLC 参数数据，设置部分或所有 PLC 参数。

- **输出系统参数**

将所有 PLC 参数输出到计算机或 U 盘文件中。

14.5.1 文件格式

下图是 PLC 参数文件格式示意图，图中左边的行号不是文件的一部分，仅用于说明。图中各元素说明如下：

1 文件第 1 行是文件头，包含公司名、系统型号、系统版本号、PLC 参数文件标识和不可见的换行符，它们之间以 1 个或多个空格分隔。

(1) 标注①是公司名

(2) 标注②是系统型号

(3) 标注③是系统版本号，目前为“1.0”

(4) 标注④是 PLC 参数文件标识，表明该文件是 PLC 参数文件

(5) 标注⑤是不可见的换行符，PLC 参数文件每一行都必须以换行符结束

2 文件的第 2~6 行，每一行都对应一个 K/D/T/C/TL 区参数，行中包含 3 个元素，各元素之间以 1 个或多个空格分隔

(1) 每 PLC 参数项以参数号开头，参数号包含参数所在区的地址及其所在区内的编号

(2) 地址“P”用于分隔参数号和参数值。

(3) 地址“P”后是参数的值，K 参数是位参数必须是 8 位二进制的形式

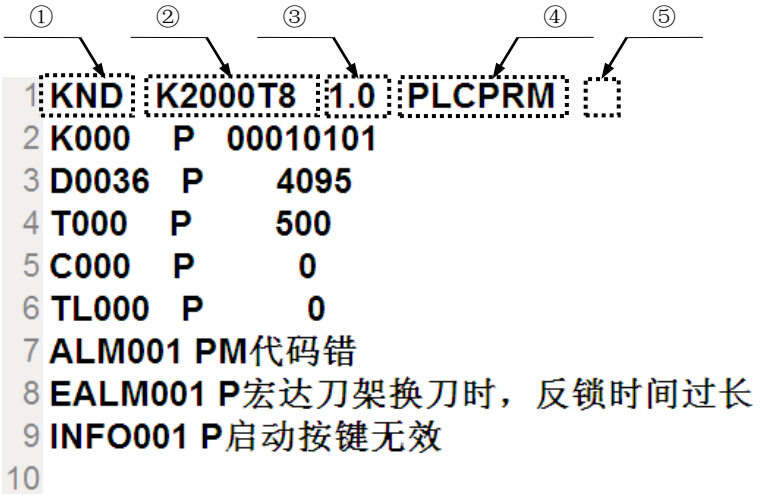
3 文件的第 7~9 行，每一行对应一个 PLC 报警或操作提示信息，每行包含 3 个元素。

(1) 每个提示项，以提示分类和编号开头。ALM 表示外部报警；EALM 表示外部扩展报警；INFO 表示操作提示。

(2) 地址“P”用于分隔提示号和提示信息。

(3) 地址“P”后提示信息，提示信息支持中英文。

4 文件的最后一行是一个空行，由于文件的每一行都必须以换行符结束，所以该行总是存在。



①公司名称 ②系统型号 ③系统版本号 ④PLC 参数文件标识

⑤不可见的换行符

图 14.5-1 PLC 参数文件格式

注

PLC 参数文件格式在将来有可能会变化，为了确保文件格式正确，可以采用输出→修改→再输入的方式。

14.5.2 采用串口输入/输出 PLC 参数

步骤

- **输入 PLC 参数**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并打开要输入的 PLC 参数文件

2 打开系统程序开关

3 切换系统到编辑方式，进入诊断画面的 PC 参数子画面中的任何一页（K/D/T/C/TL）

4 按【输入】键，系统进入等待 PLC 参数输入状态，并显示等待对话框

5 操作“KND 串口通信软件”，使其开始发送 PLC 参数文件

6 系统接收到 PLC 参数数据后，隐藏等待对话框，并根据接收到的数据设置 PLC 参数

- **输出 PLC 参数**

1 在计算机上运行“KND 串口通信软件”，并使其处于接收状态

2 切换系统到编辑方式，进入诊断画面的 PC 参数子画面中的任何一页（K/D/T/C/TL）

3 按【输出/存盘】键，系统开始输出所有 PLC 参数，并显示输出对话框

4 系统输出完数据后，隐藏输出对话框

5 可观察到“KND 串口通信软件”成功接收到 PLC 参数数据

14.5.3 采用 U 盘输入/输出 PLC 参数

步骤

- **输入 PLC 参数**

1 打开系统程序开关

2 切换系统到编辑方式，进入程序画面的 U 盘子画面

3 移动光标到要输入的系统参数文件（*.PRM）

4 保持在 U 盘子画面，或进入诊断画面的 PC 参数子画面中的任何一页（K/D/T/C/TL）

5 按【输入】键，系统读入 U 盘当前文件中的数据，并根据读入的数据设置 PLC 参数

- **输出 PLC 参数**

1 切换系统到编辑方式，进入诊断画面的 PC 参数子画面中的任何一页（K/D/T/C/TL）

2 按【输出/存盘】键，系统输出所有 PLC 参数到 U 盘工作目录

注

如果 U 盘工作目录中已经存在 PLC 参数文件，将被直接覆盖。

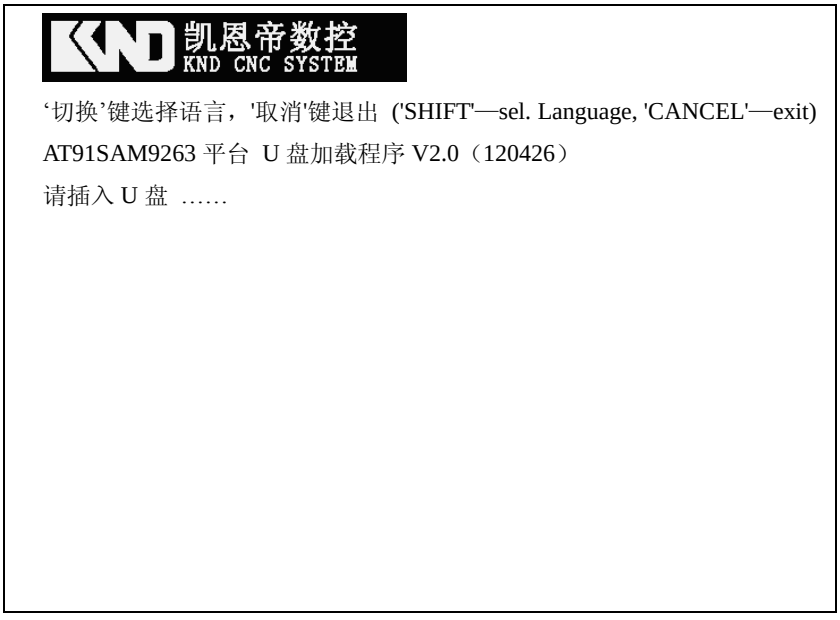
14.6 系统软件升级与备份

系统支持通过 U 盘对系统软件版本进行升级和备份，在升级之前强烈建议备份当前系统软件。

步骤

- **进入软件升级与备份画面**

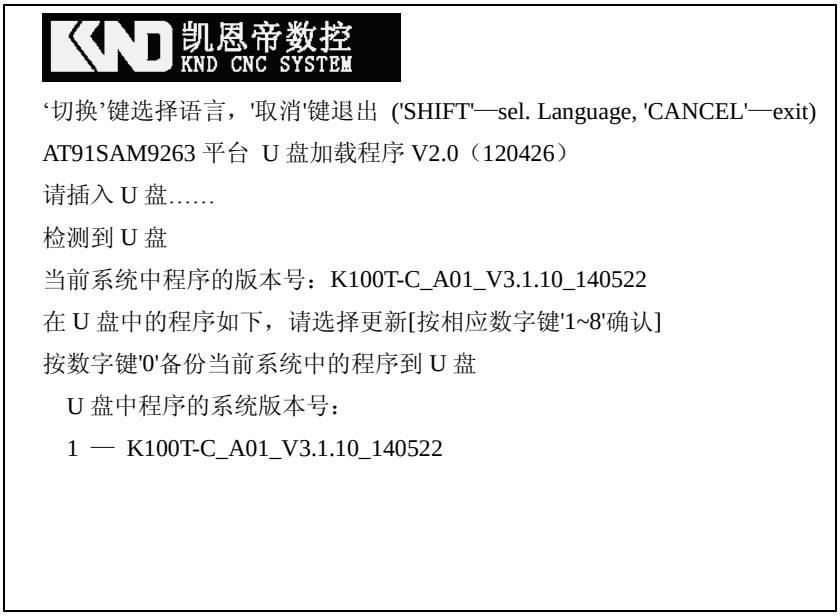
1 同时按下【输入】+【程序】键开机，系统进入软件升级画面，如下图所示。系统将一直等待 U 盘插入。



2 插入 U 盘。系统检测到 U 盘插入后，将会执行如下操作：

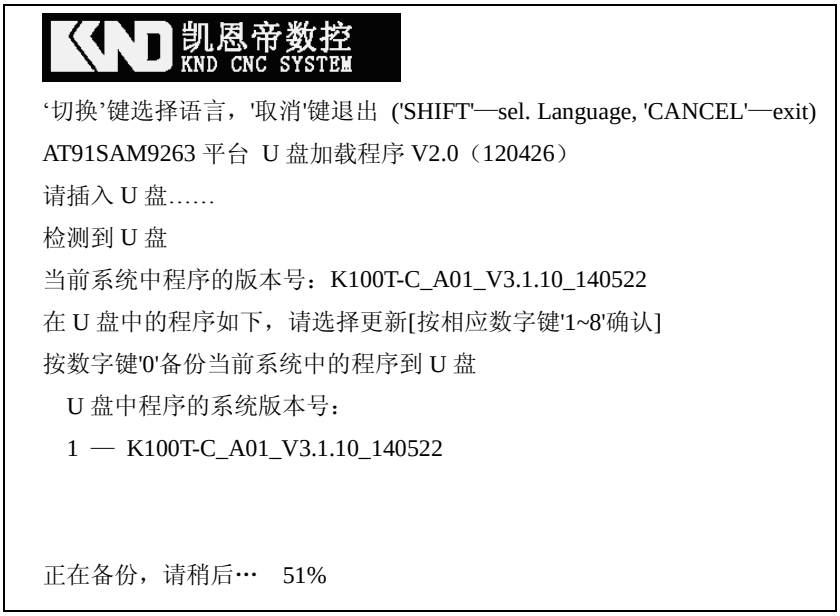
(1) 检测当前系统中是否有合法程序，如果有，则显示程序版本，否则显示“无程序或版本号无效”

(2) 检测 U 盘工作目录中的所有可用升级文件（*.bin）的版本号，然后显示可用系统软件列表，如下图所示。



- **备份系统当前软件**

1 进入软件升级和备份画面后，按数字键 0，可启动当前软件备份，如下图所示，备份过程中会有进度百分数提示。

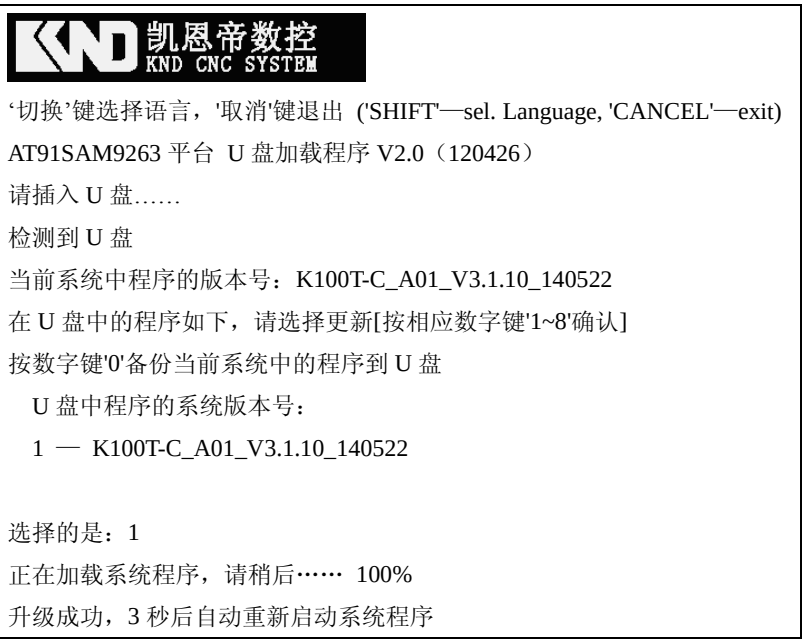


2 备份完成时，当前系统软件被写入到 U 盘工作目录中，文件名为“<系统版本号>.bin”的文件中。

3 系统提示用户可继续升级操作，

- **升级系统软件**

1 进入软件升级和备份画面后，按数字键 1~8，选择要升级到的系统软件版本号，系统开始升级，如下图所示，升级过程中会有进度百分数提示。



2 系统首先读入 U 盘中的升级文件，并进行校验。若校验失败，则提示："文件校验失败，请核对文件。"

3 校验成功后，系统会擦除当前程序，然后写入新的程序。若写入失败，则提示："写入程序失败，请重试或与 KND 公司联系。"

4 写入成功后，系统还会将刚写入的程序再进行一次校验。若校验失败，则会提示："升级失败，请重试或与 KND 公司联系"

5 校验成功后，系统提示："升级成功，3 秒后自动重新起动系统程序"

- **取消升级**

进入软件升级和备份画面后，若发现不需要升级，则可以按【取消】键，使程序跳转到系统软件运行。

注

1 不推荐按【取消】键来取消升级，建议重新启动系统。

2 系统软件升级时，**千万**不要拔掉 U 盘。

14.7 系统数据备份与恢复

系统数据备份时，可以将系统中的系统软件、参数、刀补、加工程序及 PLC 相关内容备份成一个 U 盘数据文件中；数据恢复时，可从 U 盘数据文件（*.DAT）中读出数据，替换当前系统中的系统软件、参数、刀补、加工程序及 PLC 相关内容。

步骤

- **备份**

插入 U 盘，同时按下【输出/存盘】+数字键 9 开机，按系统提示操作，可备份系统数据到 U 盘工作目录中一个扩展名为"DAT"的文件。

备份完成后可按【取消】键退出备份界面进入系统。

- **恢复**

插入 U 盘，同时按下【输入】+数字键 9 开机，可以将 U 盘工作目录中，扩展名为"DAT"的文件恢复到系统。

注

1 恢复时，系统中的系统软件、参数、刀补、加工程序及 PLC 相关内容都被替换，这个操作是无法取消的，所以请确认当前系统中的数据再不会被用到，否则应先备份当前系统数据。

2 备份和恢复数据时，不可拔出 U 盘。

3 系统数据备份与恢复画面，和系统软件升级与备份画面相似。

14.8 电子盘操作

步骤

- **读盘**

开机时可读取任意一个电子盘的数据到工作区中。操作如下：

1 同时按下【输入】+<电子盘号>（数字键 0~3），开机，系统提示“取盘，按 Reset 键确认，按 Can 键取消（<电子盘号>）。”

2 按【复位】键，系统将读入指定电子盘号的电子盘内容，恢复到工作区。此时也可按【取消】键，取消电子盘读操作。

注

1 读入 0 号电子盘，系统将恢复出厂的标准参数设置，同时清空所有程序，清零所有刀补数据。若只想恢复出厂参数设置，不想清除程序，则可同时按下【复位】+【参数】键时，开机。

2 读盘操作仅可在开机时执行，开机后无法读盘。

- **存盘**

可将系统工作区数据存入任意一个电子盘中。操作如下：

1 切换系统到编辑方式，进入位置画面或程序画面的程序区

2 输入地址“N”

3 按数字键 1~3，选择电子盘号

4 按【输出/存盘】键，系统显示存盘等待对话框，存盘结束时，对话框消失。

参数“EDALM”（《连接调试手册》第 97 页 P2300.5）设为 1 时，可在报警状态下存盘，否则不可在报警状态下存盘。