



总线式车床数控系统

用户手册

适用于：
WA-N716XTN/WA-N736XTN

南京华兴数控技术有限公司

安全使用说明

为了使您能安全正确地使用本系统，在操作机床前请仔细阅读本说明书。

一般性警告及注意事项

1. 在使用新程序进行实际加工零件时，请勿直接进行加工，应在不装刀具和零件的情况下，利用单段程序段进给，进行试运转，验证机床机械运动的正确性。在程序未被确认正确的情况下进行加工，可能存在不可预料的机械运动，造成刀具、机床、工件损坏以及人员受伤。
2. 应在充分确认输入数据的正确性后再进行操作。若使用的数据不正确，可能存在不可预料的机械运动，造成刀具、机床、工件损坏以及人员受伤。
3. 确认设置的进给速度和主轴转速是否合适。每台机床都有其可承受的最高进给速度，用户设置的进给速度值不能超过机床最高进给速度。另外，加工对象不同，最合适的进给速度和主轴转速也不同，请按照机床说明书执行。若进给速度和主轴转速设置不合适，则可能会造成刀具、机床、工件损坏及人员受伤。
4. 使用刀具补偿功能时，应充分确认补偿方向和补偿量。若使用的数据不正确，可能存在所料未及的机械运动，造成刀具、机床、工件损坏及人员受伤。
5. 系统的参数应设定合适的值。需要调整参数值时，必须在充分理解参数意义的基础上再进行修改。若参数设定错误，可能会造成刀具、机床、工件损坏及人员受伤。
6. 配置好的参数文件最好做一备份，以便日后恢复。

有关编程的警告说明

编程时要熟读并充分理解操作说明书的内容，有关安全的主要注意事项如下：

1. 坐标系设定

坐标系设定错误时，即使程序移动指令正确，也不能得到预想的动作，并且有可能造成造成刀具、机床、工件损坏及人员受伤。

2. 非直线插补定位

非直线插补定位时（始点和终点间非直线移动的运动方式，比如 G02, G03）必须在正确确认运动轨迹后再编程，否则有可能使刀具、机床、工件损坏及人员受伤。

3. 回转轴动作功能

在有回转轴动作的场合，根据工件安装方式、离心力大小，充分考虑回转轴的速度后再编程。如果程序不合适，回转轴的速度过大，工件可能被甩下。有可能使刀具、机床、工件损坏及人员受伤。

4. 端面恒线速控制

在恒线速控制中，应正确指定最高转速，当恒线速控制轴的工件半径接近于零时，主轴速度变得非常高，若指令不合适，有可能使刀具、机床、工件损坏及人员受伤。

有关操作的警告说明

1. 手动操作

手动操作机床运动时，要掌握刀具及工件的位置，确认移动轴、移动方向以及进给速度等方面的选择是否有误。若操作有误，有可能使刀具、机床、工件损坏及人员受伤。

2. 手动返回机床零点

对于需要手动返回机床零点的机床，电源接通后，必须进行手动返回机床零点，否则机床会出现预想不到的动作，有可能使刀具、机床、工件损坏及人员受伤。

3. 手轮进给

使用手轮进给时，若选择 100 倍的倍率运转时，刀具、工作台等移动速度将变得较快，因此应特别注意。否则有可能使刀具、机床、工件损坏及人员受伤。

4. 倍率无效

在螺纹切削中，由于倍率调整可能造成螺纹切削误差，因此手动倍率调整无效。

总线调试重要说明

本数控系统通过 RS-485 总线实现与 GDM500 系列驱动器连接，并且在连接的最后一个驱动器 X2 接口处插上（120 欧姆）终端电阻，具体接线详见 6.4。

由于系统出厂时内存中的值都为初始值，电机在运输过程中器是要与电池脱开等因素，新机床在调试时需要设置相应的参数。

1. 机床第一次调试时，无论系统或驱动器显示什么报警，首先要确定驱动器站号，PA-75 为轴的站号，X 轴驱动 PA-75 设为“1”，Z 轴驱动 PA-75 设为“3”，Y 轴标配为伺服主轴，不需要设置此参数，若 Y 轴选配总线轴，则 Y 轴驱动 PA-75 设为“2”，若飞刀盘轴 R 轴选配总线轴，则 R 轴驱动 PA-75 设为“4”。保存参数重新上电生效。

系统是否开放总线轴，由系统的位参数 B030-B032 决定，X 轴、Y 轴、R 轴需要选择为总线轴把对应的参数该为“1”即可，保存参数重新上电生效。Z 轴默认必须为总线轴，所以没有参数选择。本系统由于硬件限制，最多只能连接三个总线轴，即除了 Z 轴外，X 轴、Y 轴和 R 轴最多只能再选择两个总线轴。

2. 完成步骤 1 后，系统会提示“错误 111：*轴编码器多圈错，按回车键清除多圈数据”，驱动器显示“ERR-15”，这一般是由于电机编码器与电池脱开过所致。按【ENTER】键，系统提示“已完成，请关机重新上电”，重新上电。

3. 完成步骤 2 后，系统会提示“错误 121：刀补号错误，按回车运行，其他键停机”，这是由于系统出厂时内存中的值都为空，刀补号为“0”，系统无法建立正确的绝对坐标。按【ENTER】键，系统这时会给驱动器发出使能信号，输入“M24 K*”，给系统置*号刀补号，“*”表示当前刀具的刀补号，比如当前为 1 号刀，则执行“M24 K1”，刀补号会变为“1”，然后需要重新上电。

4. 完成步骤 3 后，系统会提示“错误 120：坐标可能有误，按回车运行，其他键停机”，这是由于系统刀补号在步骤 3 中刚刚建立，绝对坐标存在不确定性，给出确认请求。按【ENTER】键，系统会重新建立坐标。

5. 设置齿轮比，详见 4.2.3

6. 设置机床坐标，详见 3.4.3

7. 设置软限位，详见 3.1.3

8. 双主轴功能，详见 5.3.6

任何状态下无论是系统还是驱动，不允许单个断电，必须一起断电、上电！

U 盘接口边上的硬复位按钮仅在升级软件时方可使用，否则可能会造出总线报警及坐标

错误等故障。

总线报警相关说明

100 已完成, 请关机重新上电

原因及解决方法: 当系统执行过特别的总线设置操作后, 完成提示关机, 重新上电

101 总线通讯未建立或从站未就绪超时

原因及解决方法: 缺少轴, 轴号设置错误, 通讯线路错误

Z 轴默认必须为总线轴, 由于硬件限制, 本系统最多只能连接三个总线轴, 即除了 Z 轴外, X 轴、Y 轴和 R 轴最多只能再选择两个总线轴

检查驱动器 PA-75 号

1 代表 X 轴

2 代表 Y 轴

3 代表 Z 轴

4 代表 R 轴

检查通讯线路接插件及排除短路, 断路错误

102 总线通讯错: 从站未使能

原因及解决方法: 驱动器不匹配, 使用非本公司生产的驱动器
更换驱动器

103 总线通讯线路错

原因及解决方法: 通讯线路错误

检查通讯线路接插件及排除短路, 断路错误

104 同步命令超时

原因及解决方法: 系统读编码器多圈超时, 执行 G77 清多圈操作后驱动器反馈超时
更换驱动器

105 X/Y/Z/R 电池电压低/更换

原因及解决方法: 对应的那个轴, 编码器电池欠压
更换编码器电池

109 从站未使能

原因及解决方法: 驱动使能禁止端子被接通, 驱动高压电压故障, 驱动型号不匹配

111 X/Y/Z 轴伺服报警

原因及解决方法: 对应的那个轴伺服驱动器报警

检查对应的那个轴驱动器具体报警号, 参考 GDM 驱动器手册排除故障

115 X/Y/Z/R轴电池/多圈数据失效

原因及解决方法: 对应的那个轴更换过电池, 下次上电即触发此种报警
按回车键, 从新建立机床坐标系

119 .. 正在链接下位机...

上电通讯准备期, 正常链接会在 30 秒内完成, 超过这个时间会报 101 号错误

120 坐标可能有误, 按回车运行, 复位键停机

原因及解决方法: 异常断电, 断电后移动过丝杆、联轴器或者电机轴, 更换过电池、更改过齿轮比或人为强制更改过刀补号后, 下次上电将触发此种报警
按回车键, 重新对刀

121 刀补号错, 用 M24 重设, 重新上电

原因及解决方法: 系统刀补被清除或刀补号设置错误, 下次上电将触发此种报警
执行 M24 K**, 比如 M24 K1 回车, 设置正确的刀补, 重新上电, 重新对刀

122 电池警或 G77 清多圈, 按回车开始, 上电后重新对刀

原因及解决方法: 系统执行过回零 (G77) 操作或清除过电池电压低报警, 操作结束将触发此种报警
重新上电, 重新对刀, 重新建立坐标系

123 X/Y/Z/R 轴伺服/参数电子齿轮比不为 1:1

原因及解决方法: 系统暂时不支持在驱动器上修改电子齿轮比
需要把驱动器 PA12 和 PA13 都改为 1, 在系统上设置齿轮比

目录

安全使用说明.....	I
一般性警告及注意事项.....	I
有关编程的警告说明.....	I
有关操作的警告说明.....	II
总线调试重要说明.....	II
总线报警相关说明.....	III
目录	V
I 系统概述.....	11
1.1 主要特点.....	11
1.2 主要规格.....	11
1.3 系统资源.....	11
1.4 系统主要功能简介.....	12
1.5 坐标系规定.....	12
1.5.1 相对于静止的工件而运动的原则.....	12
1.5.2 标准坐标系的规定.....	12
1.5.3 机床运动部件方向的规定.....	12
1.5.4 机床参考点.....	13
1.5.5 工件坐标系.....	13
1.5.6 换刀时刀补的原理.....	13
1.6 数控系统的操作键盘.....	14
1.6.1 主功能键.....	15
1.6.2 软定义键 F1~F8	16
1.6.3 编辑字符键.....	16
1.6.4 手工操作机床时坐标进给及进给参数设置.....	17
1.6.5 其它.....	18
1.7 开机	20
1.7.1 开机画面设计.....	20
1.7.2 主功能选择.....	20
1.7.3 子功能选择.....	21
II 系统编程.....	22
2.1 程序段格式.....	22
2.1.1 宏变量.....	23
2.2 准备功能（G 功能）.....	23
2.2.1 G00——快速定位.....	25
2.2.2 G01——直线插补.....	25
2.2.3 G02——顺圆插补.....	26
2.2.4 G03——逆圆插补.....	27
2.2.5 G04——延时.....	27

2.2.6 G05——快速分度	28
2.2.7 G07——断屑功能	28
2.2.8 G08——切换到位置模式并分度	28
2.2.9 G09——进给准停	29
2.2.10 G14——飞刀攻牙功能	29
2.2.11 G20——子程序调用	29
2.2.12 G21——低电平条件转移功能	29
2.2.13 G22——子程序定义	30
2.2.14 G23——高电平条件转移功能	30
2.2.15 G24——子程序结束返回	30
2.2.16 G25——跳转加工	31
2.2.17 G26——转移加工（程序内部子程序调用）	31
2.2.18 G27——无限循环	32
2.2.19 G28——公制多段连续螺纹加工指令（段内、段间可变螺距）	32
2.2.20 G29——英制多段连续螺纹加工指令（段内、段间可变螺距）	33
2.2.21 G30——放大缩小倍率取消	33
2.2.22 G31——放大或缩小倍率	33
2.2.23 G33/G34——公/英制单刀螺纹循环	33
2.2.24 G35——跳跃功能	34
2.2.25 G39——模态单刀螺纹循环	34
2.2.26 G40——G42 刀尖半径补偿	35
2.2.27 G54——撤消零点偏置，恢复工作坐标系	35
2.2.28 G55——绝对零点偏置	36
2.2.29 G56——增量零点偏置	36
2.2.30 G57——当前点偏置	37
2.2.31 G61——当前段与后续加工段连续清角	37
2.2.32 G62——当前段快速清角指令	37
2.2.33 G64——取消清角过渡	37
2.2.34 G71——轴向粗车循环	38
2.2.35 G72——径向粗车循环	43
2.2.36 G73——封闭轮廓复合循环	46
2.2.37 G75——径向切槽循环	47
2.2.38 G76——从当前位置返回加工起始点（进刀点）	49
2.2.39 G77——设置参考点（机械原点）	50
2.2.40 G79/G80——公/英制端面螺纹循环	50
2.2.41 G81——外圆（内圆）固定循环	50
2.2.42 G82——端面固定循环	52
2.2.43 G83——深孔加工循环	55
2.2.44 G84——公制刚性攻丝循环	56
2.2.45 G85——英制刚性攻丝循环	56
2.2.46 G86——公制螺纹循环	56
2.2.47 G87——英制螺纹循环	61
2.2.48 G90——绝对坐标编程	61
2.2.49 G91——增量坐标编程	62

2.2.50 G92——设定工件坐标系	62
2.2.51 G96——恒线速切削	62
2.2.52 G97——取消恒线速切削	63
2.2.53 G98——取消每转进给	63
2.2.54 G99——设定每转进给	63
2.3 辅助功能（M功能）	63
2.3.1 M00——程序暂停	64
2.3.2 M01——条件暂停/选择停	64
2.3.3 M02——程序结束	64
2.3.4 M03——主轴正转	64
2.3.5 M04——主轴反转	65
2.3.6 M05——主轴停止与制动	65
2.3.7 M08/M09——开/关冷却液	66
2.3.8 M10/M11——主轴夹紧松开控制	66
2.3.9 M12/M13——主轴高速档继电器开/关	66
2.3.10 M18/M19——主轴准停/取消	66
2.3.11 M20——开指定的继电器	66
2.3.12 M21——关指定的继电器	66
2.3.13 M24——人为指定刀补号	66
2.3.14 M25——等待换刀结束	66
2.3.15 M26——发位置模式，撤销准停	66
2.3.16 M27——主轴准停加位置模式	66
2.3.17 M28/M29——主轴的速度/位置模式	66
2.3.18 M30——程序结束	67
2.3.19 M32~M39——控制 T5-T8 指定的输出口	67
2.3.20 M41~M44——指定主轴转速档	67
2.3.21 M46——设置相对坐标	67
2.3.22 M47——计件数清零	67
2.3.23 M48——计件数加 1	67
2.3.24 M49——计时清零	68
2.3.25 M57——自动重复上料功能	68
2.3.26 M65——主轴速度模式飞刀盘功能	68
2.3.27 M66——主轴位置模式飞刀盘功能	69
2.3.28 M69——读出编码器计数值	69
2.3.29 M71~M88——M 功能脉冲输出与尾架进退	69
2.4 F、S、T 功能	70
2.4.1 F——进给功能	70
2.4.2 S——主轴转速控制	70
2.4.3 T——刀具功能	70
III 系统操作	73
3.1 安全、保护与补偿	73
3.1.1 急停	73
3.1.2 硬限位	73
3.1.3 软限位	73

3.1.4 间隙补偿.....	73
3.1.5 丝杆螺距补偿.....	74
3.2 PRGM(程序)主功能.....	74
3.2.1 程序名输入原则.....	74
3.2.2 程序编辑.....	75
3.2.3 复制文件.....	76
3.2.4 删除文件.....	76
3.2.5 修改程序属性.....	76
3.2.6 输入和输出功能.....	77
3.2.7 浏览.....	77
3.3 U 盘管理.....	77
3.3.1 U 盘管理说明.....	77
3.3.2 U 盘管理界面及界面介绍.....	78
3.3.3 U 盘文件的选中.....	78
3.3.4 打开 U 盘文件夹.....	79
3.3.5 返回上级目录.....	79
3.3.6 将 U 盘文件存入系统.....	79
3.3.7 用户程序存储器中的程序存入 U 盘.....	79
3.3.8 浏览 U 盘文件.....	79
3.3.9 删除 U 盘文件.....	80
3.3.10 浏览用户程序存储器中的程序文件.....	80
3.3.11 U 盘管理界面下循环浏览用户程序列表.....	80
3.4 POS (位置)主功能.....	80
3.4.1 自动操作.....	81
3.4.2 手动操作机床.....	82
3.4.3 设置机床坐标.....	83
3.4.4 手轮(手摇脉冲发生器).....	83
3.4.5 系统加工状态设置.....	83
3.4.6 MDI 操作方式.....	84
3.5 图形显示功能.....	84
3.5.1 图形显示功能的画面进入顺序.....	84
3.5.2 图形模拟步骤.....	85
IV 系统功能.....	86
4.1 参数体系.....	86
4.2 参数的基本概念.....	87
4.2.1 加减速时间常数.....	87
4.2.2 直线式升降速.....	87
4.2.3 电子齿轮比.....	88
4.2.4 参数密码.....	89
4.3 系统参数.....	89
4.4 位参数.....	89
4.5 螺距误差补偿.....	90
4.5.1 螺距误差补偿须注意的问题.....	90
4.5.2 螺距误差补偿设置举例.....	90

4.5.3 螺距误差补偿 U 盘导入.....	90
4.6 刀具参数.....	91
4.6.1 刀补操作.....	91
4.6.2 坐标修调.....	91
4.6.3 刀补值的直接输入.....	91
4.7 初始化.....	92
4.7.1 清内存.....	92
4.7.2 格式化.....	92
4.7.3 修改密码.....	92
4.7.4 出厂值.....	92
4.7.5 时间设置.....	94
4.8 诊断.....	94
4.8.1 输入口.....	94
4.8.2 输出口.....	95
4.8.3 报警定义.....	96
4.8.4 报警列表.....	97
4.8.5 I/O 监控.....	97
V 系统重要功能详述.....	98
5.1 如何提高加工效率.....	98
5.1.1 无需使用 G61, G62 指令.....	98
5.1.2 并行执行 S、T 等指令.....	98
5.2 加工中修改刀补值.....	98
5.3 主轴控制.....	99
5.3.1 主轴模拟量输出控制.....	99
5.3.2 主轴的 M 功能控制.....	99
5.3.3 主轴夹紧卡盘（液压卡盘）控制.....	100
5.3.4 主轴启动前状态检测功能.....	100
5.3.5 主轴启动中状态检测功能.....	101
5.3.6 双主轴功能区分.....	101
5.3.7 主轴定位分度功能.....	101
5.4 外部功能控制.....	103
5.4.1 三位开关.....	103
5.4.2 手轮功能.....	103
5.4.3 三色灯功能.....	103
5.4.4 尾架功能.....	103
5.4.5 系统对进给轴的控制.....	104
5.4.6 伺服单元与系统应答逻辑.....	104
5.4.7 系统对进给轴的脉冲输出方式:.....	104
5.4.8 软限位.....	105
5.4.9 换刀过程.....	105
5.4.10 机床报警处理.....	105
5.5 工件坐标系的产生和恢复.....	106
5.5.1 工件坐标系的产生模式.....	106
5.5.2 机床坐标及工件坐标的产生.....	106

5.5.3 坐标变换 G54~G57	107
5.5.4 加工开始位置设定	107
5.5.5 刀补修调与刀具偏置	107
5.6 刀尖半径补偿	108
5.6.1 概述	108
5.6.2 刀尖的相位定义	108
5.6.3 刀具参数表	108
5.6.4 C 刀补建立与撤销过程	108
5.6.5 刀尖补偿的轨迹方向定义	111
5.7 系统软件升级	111
5.7.1 系统软件升级	111
5.7.2 用户开机界面更新	113
VI 数控系统连接	114
6.1 系统组成	114
6.1.1 数控系统控制单元框图	114
6.1.2 一个典型的机床电器方案	114
6.1.3 机械尺寸	115
6.1.4 接口定义一览	116
6.1.5 输出信号对照表	117
6.1.6 输入信号对照表	118
6.2 强电供电	120
6.2.1 安装要求	120
6.2.2 强电供电	120
6.2.3 接地	120
6.2.4 强电安装中注意事项	120
6.3 数控系统内部连接	121
6.3.1 输入、输出	121
6.4 数控系统信号接接口定义	122
6.4.1 数控系统外部连接	122
6.4.2 输入/输出口	123
6.5 刀架控制	130
附录一 出错报警	133
附录二 系统参数	137
附录三 位参数	142
附录四 编程实例	151

I 系统概述

1.1 主要特点

7 系列总线数控系统是我公司新推出的总线式数控系统，总线内核采用 RS-485 总线通讯标准，并结合我公司自主知识产权(专利号 ZL 2012 1 0150455.2)的硬核解决方案，控制周期 128us~4ms，配合本公司 APH 系列主轴伺服单元，高可靠性、高性价比。

功能特点：

1. 配置高性能 23 位多圈绝对值编码器，系统上电后无需回零，自动恢复坐标，加工中直接对刀，坐标偏差自动报警及纠错。
2. 配置主轴分度、定位，及“第三轴控制”功能，具备基本 C 轴功能。
3. 配置双主轴模拟量接口，可控制动力头。
4. 直线后加减速控制，在保证轨迹精度的前提下达到加工效率同类产品中最优。
5. 各种螺纹功能，可加工公/英制、直/锥、变螺距、多头/单头、T 型螺纹，8 字油槽，定点破口，不等分多头螺纹，公/英制攻丝等。
6. 各种补偿功能，螺距补偿，反向间隙补偿，刀具补偿，C 型刀具半径补偿。
7. 各种保护功能，总线通讯，主轴/伺服超程，编码器错误，液压压力监控，外部信号超时，软限位，主轴/伺服状态动态监控，程序启动条件，各种互锁。

1.2 主要规格

进给当量：	X: 0.0001mm Y: 0.0001mm Z: 0.0001mm R: 0.0001mm
联动/控制轴数：	3/4
编程范围：	±99999.9999mm
快进速度：	30000mm/min (0.0001mm当量)
程序容量：	电子盘容量为2000K，可存储200个用户程序，10个参数文件
插 补：	直线，圆弧，公/英制、直/锥、多头/单头、变螺距、T 型螺纹、8 字油槽、定点破口，不等分多头螺纹，公/英制攻丝等

1.3 系统资源

显 示：	8.4 寸彩色液晶屏，分辨率为 800×600
电 子 盘：	2M 存储器，最多可存 200 个加工程序及参数文件 39路开关量，光电隔离，其中机床零信号为中断方式接入，快速响应
输入信号：	手轮接口1路，×1，×10，×100倍率
编码器接口：	1 路，四倍频处理 29路开关量，继电器功率驱动（OC门）输出；
输出信号：	X、Z两个方向驱动信号为总线式 Y（APH伺服主轴）方向标配为（CP、CW）脉冲式输出 Y方向驱动信号可以选配为总线式

	R轴（飞刀）方向标配为（CP、CW）脉冲式输出
	R轴（飞刀）方向驱动信号可以选配为总线式
	2路10位模拟量输出，输出范围：0~10V
通 信：	RS232C，异步串行口，双 USB 接口
时 间：	加工计时

1.4 系统主要功能简介

程序管理功能：	全屏幕编辑(ISO 代码)、更名、删除、串行输入/输出等, USB 输入/输出等。
操作功能：	自动、手动、点动、手轮、MDI、单段、暂停、坐标及间补记忆，任意段启动。
参 数：	刀具参数、间隙补偿、系统参数、位参数、螺距误差补偿等。
图 形：	实时跟踪加工图形及模拟加工。

1.5 坐标系规定

在数控机床上加工零件时，刀具与零件的相对运动，必须在确定的坐标系中才能按规定的程序进行加工。为了便于编程时描述机床的运动，简化程序的编制方法，保证记录数据的互换性，数控机床的坐标和运动方向均已标准化。

1.5.1 相对于静止的工件而运动的原则

这一原则是为了编程人员能够在不知道是刀具移动，还是工件移动的情况下零件图纸，确定机床的加工过程。

1.5.2 标准坐标系的规定

标准坐标系是一个直角坐标系。如图 1.1 所示。

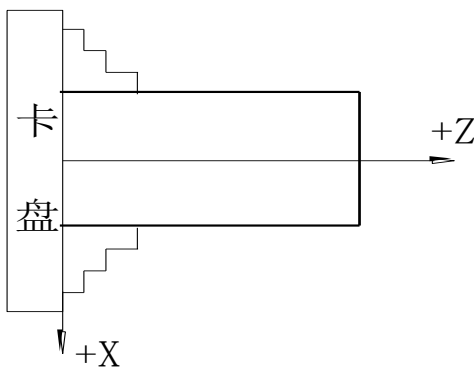


图 1.1 标准坐标系

这个坐标系的各个坐标轴与机床主要导轨相平行。

1.5.3 机床运动部件方向的规定

机床的某一运动部件的运动正方向，是增大刀具和工件距离的方向。

1.5.3.1 Z 坐标运动

Z 坐标的运动，是由传递切削动力的主轴所规定。在标准坐标系中，始终与主轴平行的坐标被规定为 Z 坐标。

1.5.3.2 X 坐标运动

X 坐标是水平的，它平行于工件的装夹表面。X 坐标是在刀具或工件定位平面内运动的

主要坐标。

在车床上，规定大拖板沿床身（纵向）向尾架侧移动为 Z 坐标正向，刀架朝摇把方向移动为 X 坐标正向（后置刀架正好相反）。

1.5.4 机床参考点

机床参考点也称机械零点，它是指 X、Z 两方向沿正向移动到接近极限位置，感应到该方向参考点开关时所决定的位置。一台机床是否有回参考点功能，取决于机床制造商是否安装了参考点开关（也称机械原点开关）。

1.5.5 工件坐标系

选择机床上的固定位置作为原点，相对于该原点的坐标值描述工件形状的坐标系，一般工件的编程都是以工件坐标系实现的。以车床为例，X 方向的原点是工件的轴线，Z 方向的原点一般选卡盘端面或工件端面均可。

所有坐标值，其含义是刀尖相对于坐标原点的位置。坐标原点不同，即使刀尖在机床上处于同一绝对位置，其坐标值也不同。为了保证加工中刀尖坐标的唯一性，必须确定坐标原点（也称零点），而零点位置是由刀尖的位置及坐标值大小反推而得到。

例如：假设刀尖坐标为 (50, 250)，则沿 X 负方向走 25mm 处为 X 坐标原点；沿 Z 负方向走 250mm 处为 Z 坐标原点（见图 1.2 的 A 处）。

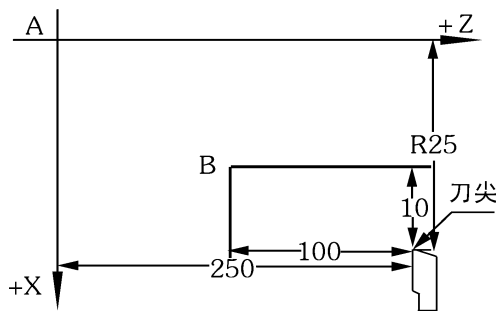


图 1.2

注：在车床上，规定 X 方向（也称横向）坐标为直径量。

现在假设刀尖位置不变，而坐标为 (20, 100) 则零点在图中的 B 处，这就是浮动零点的概念。但请记住，对于一个加工程序，必须将零点确定后才能加工，不得随意改变（除非通过坐标平移指令）。浮动零点一旦确定，便构成实际加工中使用的工件坐标系。程序中所有刀尖移动，均以该坐标系为参考。坐标零点的确定，详见对刀过程及 G92 指令。

1.5.6 换刀时刀补的原理

加工比较复杂的工件时，往往需要多把刀具。而加工程序是按其中某一把刀具的刀尖进行编制的，换刀后，当前刀尖相对于前一把刀的刀尖在 X 和 Z 两个方向必定会有偏移，也就是说即使大小拖板不动，换刀后刀尖位置会变化，刀补的作用是用来弥补这种变化。

例如：当前刀为 T1，其刀尖位置为 A1；换成二号刀后（n），二号刀刀尖处于 A2 位置，换刀后刀尖坐标由 A1 (X1, Z1) 变为 A2 (X2, Z2)，刀补的作用就是将刀尖坐标值由原来的坐标 (X1, Z1) 转换成 (X2, Z2)，A1 和 A2 在 X、Z 方向的相对差值是可以预先测出的，这个值就是数控系统记忆的刀补值。在实际应用中，为了简化这一过程，数控系统不是测出各把刀两两之间的差值，而采取更简洁的方法来记忆刀补值。即记忆坐标值的方法来确定。

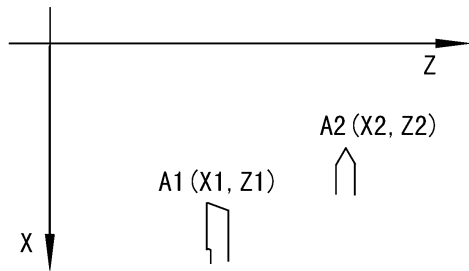


图 1.3

例如：将每把刀的刀尖沿 X、Z 方向一一靠上某一固定点（芯棒或试件），把刀尖刚刚接触这一固定点时作为标准，由于各把刀的长度不同，靠到固定点时显示的坐标点也不同。数控系统分别记忆各把刀靠到时的坐标值。这些各不相同的坐标值两两之间实际上就包含了这两把刀之间的长度差信息。在产生刀补值时有多种方法，数控系统采用的是试切工件后输入工件尺寸的方法，可以方便地对出外圆，内孔等刀具的刀补值，而且消除了工艺系统弹性变形造成的误差。

1.6 数控系统的操作键盘

数控系统提供的全部操作功能可由键盘操作实现。系统前面板由液晶屏、地址功能键盘区、数字键盘区和手动操作键盘区组成。

系统的操作面板如图 1.4 所示：

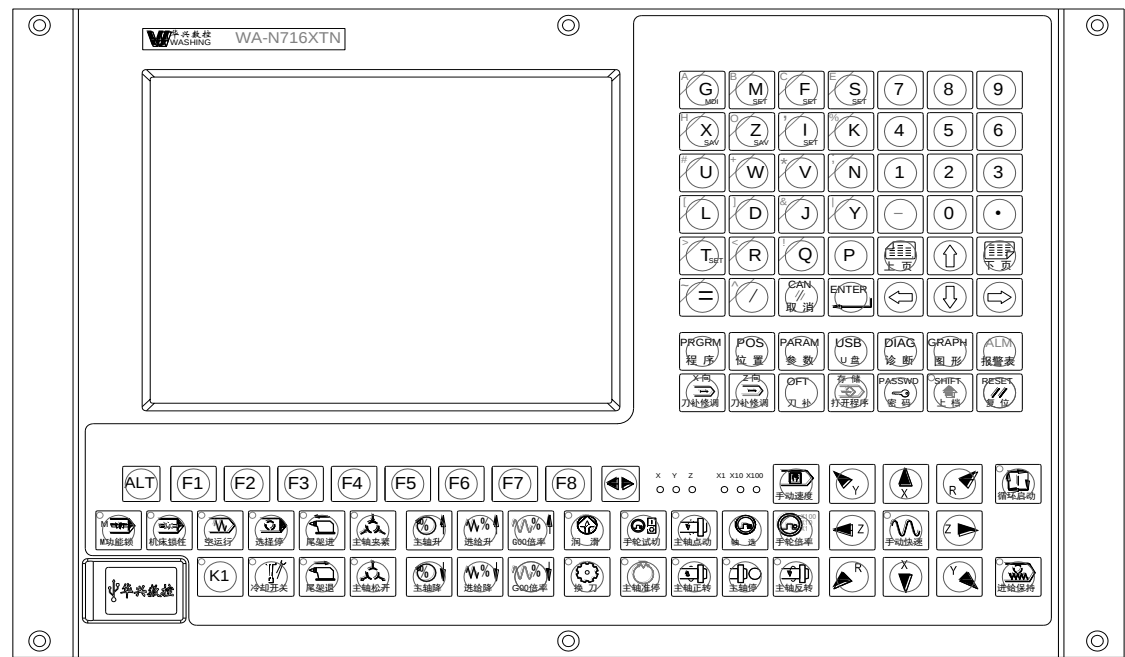


图 1.4 WA-N716XTN 系统前面板外形图

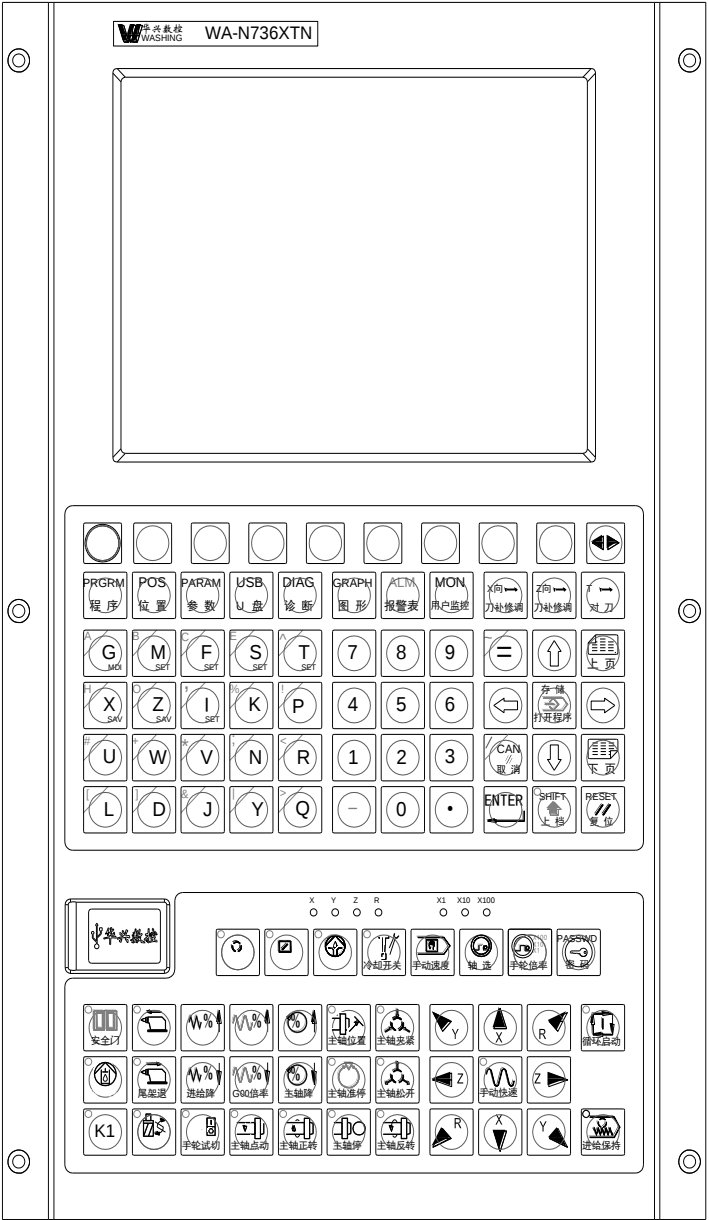


图 1.5. WA-N736XTN 系统前面板外形图

数控系统具备六大主功能：

- PRGRM----程序：与程序有关的各种管理，程序输入、输出操作。
- POS-----位置：所有与机床有关的运动，强电信号控制。
- PARAM----参数：根据不同的机床设定不同的控制参数。
- USB-----U 盘： U 盘管理功能，进行 U 盘文件操作。
- GRAPH----图形：实时跟踪加工轨迹情况。
- DIAG-----诊断：观察输入输出状态。

1.6.1 主功能键

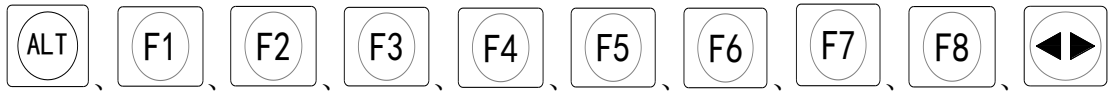
主功能键盘区包括程序、位置、参数、U 盘、图形、诊断六个键，用于选择系统的六大主功能。其具体功能及意义如表 1.1 所示。

表 1.1 主功能键盘区按键说明

按键	手册中的符号	说明
	【程序】	用户加工程序管理，用于创建、修改、保存以及输入输出用户加工代码等操作。
	【位置】	机床操作加工，实现对机床的各种操作功能。
	【参数】	参数设置，用于设置各种与机床、数控系统以及驱动器有关的参数。
	【U 盘】	USB 接口，用于管理 U 盘与系统之间的程序与参数的交换。
	【图形】	进入图形模拟界面。
	【诊断】	进入诊断界面。
	【报警表】	报警表

1.6.2 软定义键 F1~F8

在液晶屏下方有八个键标有 F1~F8，在手册中分别用【F1】~【F8】该键所代表的功能随当前用户选择的主功能不同而变化，主要用于在主功能下选择属于该主功能的子功能，F 键的含义跟当前屏幕下方的汉字对应。当超出八个子功能时，按【↔】键切换到下一页软功能画面。



1.6.3 编辑字符键

主要用于输入加工程序的 ISO 代码及各种坐标参数值。

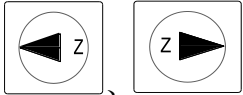
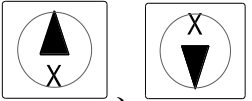
表 1.2 编辑字符键盘

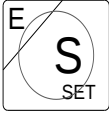
按键	手册中的符号	说明
 ... 	【G】...【P】	字母键，有 G M F S T X Z I K U W V N L D J Y T R Q P，按下键盘 shift 灯亮，字母键则对应显示系统按键的阴影部分字符 A B C E H O , % # + * ; [] & > < !
 ... 	【0】...【9】	数字键，有 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

	【/】	
	【.】	小数点键，在编辑、输入时被用作小数字
	【=】	等号键，在编辑、输入时被用作等号，按下键盘 shift 键灯亮时，此键则对应显示~
	【ENTER】	回车键
	【SHIFT】	上档键

1.6.4 手工操作机床时坐标进给及进给参数设置

表 1.3 坐标进给及进给参数设置

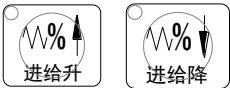
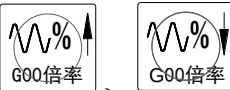
按键	手册中的符号	说明
	【Z◀】【Z▶】	Z 正、负向手动进给
	【X▲】【X▼】	X 正、负向手动进给
	【Y↖】【Y↗】	Y 正、负向手动进给
	【R▶】【R◀】	R 正、负向手动进给
	【Gmid】	G 功能
	【Mset】	M 功能
	【Fset】	设置进给速度 F
	【Iset】	设置点动步进量 I

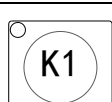
	【Sset】	设置主轴转速 S
	【Xsav】	记忆 X 向的坐标值
	【Zsav】	记忆 Z 向的坐标值

1.6.5 其它

表 1.4 其它键

按键	手册中的符号	说明
 	【上页】 【下页】	翻页键
   	【←】、【→】、 【↑】、【↓】	上、下、左、右方向键
	【主轴正转】	主轴正转键
	【主轴反转】	主轴反转键
	【主轴停】	主轴停键
	【主轴准停】	主轴准停键
	【手轮试切】	手轮试切键
	【主轴点动】	主轴点动键
	【手动速度】	手动速度键
 	【主轴升】 【主轴降】	主轴升/降键

	【进给升】 【进给降】	进给升/降键
	【G00 倍率升】 【G00 倍率降】	G00 倍率升/降键
	【冷却开/关】	冷却液开/关键
	【换刀】	换刀键，按此键可换下一把刀
	【润滑】	润滑打开/关闭键
	【主轴夹紧】 【主轴松开】	主轴夹紧/松开
	【尾架进】 【尾架退】	尾架进/退键
	【循环启动】	循环启动键
	【进给保持】	进给保持键
	【手动快速】	手动快速键
	【刀补修调】	刀补修调键
	【存储/打开程序】	存储参数/打开程序复用键
	【刀补】	刀补键
	【轴选】	手轮轴选键

	【手轮倍率】	手轮脉冲倍率设定：将手轮的输出脉冲乘以设定的倍率数。×1、×10、×100
	【密码】	密码键
	【CAN】	取消键
	【RESET】	软复位键
	【M 功能锁】	M 功能锁键
	【机床锁住】	机床锁住键
	【空运行】	空运行键
	【选择停】	选择停键
	【K1】	K1 键

注：系统键盘有若干复用键，数控系统能自动判断按键的意义，用户无须进行键定的切换操作。

1.7 开机

第一次开机前，应检查系统外观是否有明显异常，电源连接是否有误，到开关电源接头是否有脱落，确认无误后方可通电。系统的动力来源为三芯电源插头，引入单相 220V / 50Hz 交流电，接地线接机床强电柜的接地铜排。

1.7.1 开机画面设计

系统的开机画面可由用户自行设计，用户可自行设计一幅 800×600 点阵的 256 色彩色图像。

设计好的画面详见 5.7.2 章节方法更新升级。

1.7.2 主功能选择

开机后，只有主功能选择有效，用户想使用某个具体的功能，只有进入相关的主功能后，才能实现。因此，用户必须首先按包含该具体功能(子功能)的主功能选择键，进入对应的主功能状态，选择所希望的功能。本系统操作界面尽量采用提示方式，使用户了解当前操作是

否为系统所提供。同时按键操作原则是：以尽量少的按键次数，实现用户所希望的功能。

一般说来，要实现某一个具体功能操作，用户只须进行三次按键：

(1) 按主功能键，系统退出原来状态，进入新的主功能状态；

(2) 按子功能选择键(一般是【F1】～【F8】之一)，将该子功能置于有效；

(3) 在子功能状态下，按具体操作键实现具体功能。例如，当前系统处于编辑状态下，正在编辑加工程序，用户希望进入操作状态，使 X、Z 二轴移动到合适位置，按以下顺序操作：

(1) 按【位置】主功能键，系统将刚才所编辑的加工程序自动保存好，然后退出【程序】主功能，进入【位置】主功能，屏幕上显示【位置】主画面；

(2) 按与“手动”相对应的 F 功能键（如没有，请按【↔】切换 F 功能键），进入手动方式；

(3) 按坐标移动键【Z←】、【Z→】、【Y←】、【Y→】、【X←】、【X→】移动坐标轴。

1.7.3 子功能选择

在屏幕下方有八个键标有 F1～F8，这八个键的作用是在某一主功能下，选择各种子功能。由于主功能有三种，而各种主功能下的子功能也各不相同，因此，F1～F8 的作用也随时变化，对于当前 F1～F8 的具体定义，在屏幕有提示。因此，F1～F8 又称软定义键或 F 功能键。对于在当前主功能下未定义的 F 键，屏幕上一般无相应提示，按此键系统无响应。本系统在软件版本升级时可能对其加以定义。当 F1～F8 不够用时，可按【↔】键切换到下一页 F 功能键。

II 系统编程

2.1 程序段格式

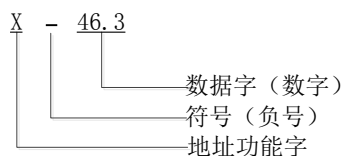
所谓程序段格式，是指程序段书写规则，它包括数控机床要执行的功能和执行该功能所需的参数，一个零件加工程序是由若干程序段组成，每个程序段又由不同的功能字组成，车床数控系统常用的功能字如下：

表 2.1 常用的功能字

机 能	地 址	范 围	意 义
程序号	P、N	0~9999	指定程序号，子程序号
顺序段号	N	0000~99999	程序段号
准备机能	G	00~99	指令动作方式
坐标字	X、Y、Z、I、K、R、 L、J、D	$\pm 0.001 \sim \pm 99999.999$	运动指令坐标、圆心坐标、螺距、半径、循环次数
进给速度	F	1~5000MM/MIN	进给速度指令
G00 速度	F	1~29980MM/MIN	G00 速度指令
主轴机能	S	0~5000RPM	主轴转速指令
刀具机能	T	1~8	刀具指令
辅助机能	M	0~99	辅助指令

数控系统不要求每个程序段都具有上面这些指令，但在每个程序段中，指令要遵照一定格式来排列。每个功能字在不同的程序段定义中可能有不同的定义，详见具体指令。

数控系统采用的程序格式是可变程序段格式，所谓可变程序段格式就是程序段的长度随字数和字长的变化而改变。一个程序段由一个或多个程序字组成。程序字通常由地址字和地址字后的数字和符号组成，例如：



这种程序字格式，以地址功能字为首，后跟一串数字组成，若干个字构成一个程序段。在上一程序段已写明而本程序段里不发生变化的那些字仍然有效，可以不再重写。尺寸字中，可只写有效数字，不规定每个字要写满固定数。

例如： N0420 G03 X70 Z-40 I0 K-20 F100

上段程序中 N、G、X、Z、I、K、F

均为地址功能字

N

程序段号

G03

准备功能，也可写成 G3

X Z I K

坐标地址

F

进给量

" - "

表示符号

03、70、-40、0、-20、100

为数据字

在程序段中，表示地址功能的英文字母可以分为尺寸字地址和非尺寸字地址，尺寸字地址用以下字母表示：X、Y、Z、I、K、R、J、D；非尺寸字地址用以下字母表示：N、S、T、G、F、M、P、L，在 X 方向，所有尺寸均以直径或直径差表示。例如：X50 表示刀尖移动到 $\Phi 50$

处，I10 表示圆心相对于圆弧起点的直径差为 $\Delta \Phi 10$ 。

一个完整的程序由程序名、程序段号和相应的符号组成，程序名在程序目录中以区分不同程序、程序内容见下例：

```
N0010      G92  X50  Z100
N0020      S1200  M03
N0030      G01  X40  F300
N0040      Z90
N0050      G02  X30  Z85  I0  K-5
N0060      G01  Z60
N0070      G02  X40  Z55  I10  K0
N0080      G01  X51
N0090      G00  X50  Z100
N0100      M02
```

在通常情况下，一个程序段是零件加工的一个工步，数控程序是一个程序段语句序列，贮存在存储器里。加工零件时，这些语句从存储器里整体读出并一次性解释成可执行数据格式，然后加以执行。

程序段号用来标识组成程序的每一个程序段，它由字母 N 后面跟数字 0000~9999 组成，程序段号必须写在每一段的开始，可使用段号自动生成器产生段号。（见程序编辑功能）在一个程序中，程序段号可以采用 0000~9999 中的任意值，但各程序段号原则上应按其在程序中的先后次序由小到大排列。为了便于在需要的地方插入新的程序段，建议在编程时不要给程序段以连续序号，如果在 CNC 面板上进行编程，建议程序段以 10 为间隔进行编号，这样便于插入程序时赋予不同段号。

2.1.1 宏变量

程序段中可以使用宏变量（P0~P9）来替代数字。首先在程序中用赋值语句对宏变量（P0~P9）进行赋值，在以后的程序中，即可用已赋值的宏变量代换该数值，程序在执行时自动将宏变量换回该变量最近一次的赋值数。如果程序中对该宏变量再次赋值，则新值只对改变后的引用有效，之前的引用仍为原值。

例如：

```
N0010      P2=1      P5=55      P7=200
N0020      GP2      XP5      Z100      FP7
N0030      P2=40     P5=160
N0040      XP2      ZP5
N0050      M02
```

这个程序执行时等同于：

```
N0020      G1      X55  Z100  F200
N0040      X40      Z160
N0050      M02
```

2.2 准备功能（G 功能）

准备功能用字母 G 后跟两位数来编程，G 功能也称准备功能指令，用来定义轨迹的几何形状和 CNC 的工作状态。任何一种数控装置，其功能均包括基本功能和选择功能两大部分。基本功能是系统必备的功能，选择功能是供用户根据机床特点和用途选择的功能，编程时一定要先看懂机床说明书之后才能着手编程。机床可根据数控系统的功能来配置控制功能，即

机床不一定能实现数控系统的全部功能。

数控系统的全部 G 功能如下：

模态	G00	快速定位
模态	G01	直线插补
模态	G02	顺圆插补
模态	G03	逆圆插补
	G04	延时
	G05	快速分度
	G08	切换到位置模式并分度
	G07	断屑功能
	G09	伺服准确定位暂停
	G14	飞刀攻牙功能
	G20	子程序调用
	G21	低电平条件转移功能
	G22	子程序定义
	G23	高电平条件转移功能
	G24	子程序结束返回调用程序
	G25	跳转加工
	G26	转移加工(程序内部子程序调用)
	G27	无限循环
	G28	公制变螺距单刀螺纹
	G29	英制变螺距单刀螺纹
模态	G30	放大缩小倍率取消
模态	G31	放大或缩小倍率
	G33	公制单刀螺纹加工循环
	G34	英制单刀螺纹加工循环
	G35	跳跃功能
模态	G39	模态单刀螺纹循环
	G40	取消刀具(刀尖)半径补偿
	G41	刀具(刀尖)半径左边补偿
	G42	刀具(刀尖)半径右边补偿
	G54	撤消零点偏置,恢复上电时返回机械原点时的工件坐标
	G55	绝对值零点坐标偏置
	G56	增量值零点坐标偏置
	G57	当前坐标点坐标偏置
	G61	后续程序段快速清角
	G62	当前段快速清角
	G64	取消 G62 清角功能
	G71	轴向粗车循环
	G72	径向粗车循环
	G73	封闭轮廓复合循环
	G75	径向切槽循环
	G76	以工件坐标返回加工开始点
	G77	设置机床参考点(机械原点)

	G79	端面螺纹公制
	G80	端面螺纹英制
	G81	外圆(内圆)固定循环
	G82	端面固定循环
	G83	深孔加工循环
	G84	公制攻丝循环
	G85	英制攻丝循环
	G86	公制螺纹加工循环
	G87	英制螺纹加工循环
模态	G90	绝对坐标编程
模态	G91	增量坐标编程
	G92	修改工件坐标系坐标原点位置(改变刀尖的工件坐标值)
	G96	恒线速切削
	G97	取消恒线速切削
	G98	取消每转进给
	G99	设定每转进给

下面,对以上 G 功能作详细说明。

2.2.1 G00——快速定位

格式: G00 X__ Y__ Z__

说明:

(1) 所有编程轴同时以 P30#~P32#参数所定义的速度移动,当某轴走完编程值便停止,而其他轴继续运动。

(2) 不运动的坐标无须编程。

(3) 目标点的坐标值可以用绝对值,也可以用增量值,小数点前最多允许 5 位数(不包括符号),小数点后最多允许 3 位,正数省略“+”号(该规则适用于所有坐标编程)。

(4) G00 编程时,也可以写作 G0。

例: 图 2.1 程序如下(从 A 运动到 B):

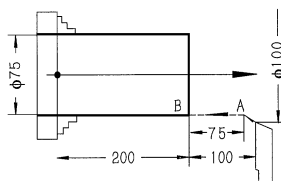


图 2.1

绝对坐标编程: G00 X75 Z200

增量坐标编程: G91 G00 X-25 Z-100

或 G00 U-25 W-100

先是 X 和 Z 同时走到 A 点,接着 Z 向再走 75 到 B 点。

程序间过渡说明:

两段加工轨迹之间的过渡有两种方式:圆弧转接与清角(尖角)过渡,详见 4.2.1 及 G61, G62, G64 说明。

2.2.2 G01——直线插补

格式 1: G01 X__ Y__ Z__ F__

对于机械加工中常见的倒角, G01 可附加倒角功能

格式 2: G01 X__ D__ F__ ; 45 度斜线倒角

或 G01 X__ R__ F__ ; 圆弧倒角

如图 2.2:

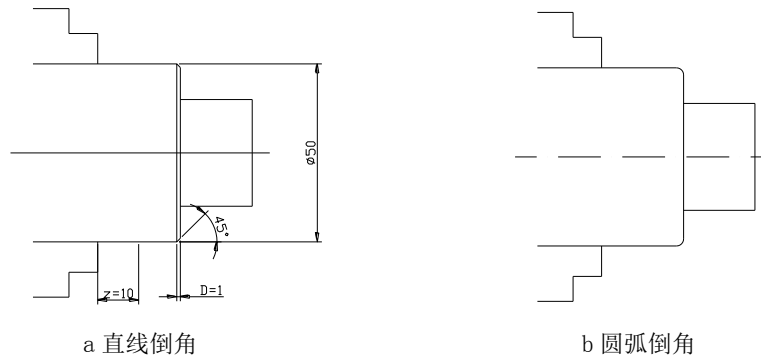


图 2.2 直线插补

D 或 R 最大 10mm, 并且 X 与 Z 仅支持沿端面或外圆加工(即单边加工), 不支持斜线。否则会出现 05 # 错。

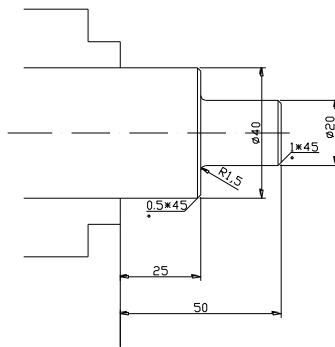


图 2.3

倒角程序可连续出现:

```
N0010 G00 X0 Z50
N0020 G01 X20 D1 F100
N0030 Z25 R1.5
N0040 X40 D0.5
N0050 Z5
N0060 G00 X50 Z100 (退刀)
```

2.2.3 G02——顺圆插补

格式: G02 X__ Z__ I__ K__ F__

G02 X__ Z__ R__ F__

说明:

(1) X、Z 在 G90 时, 圆弧终点坐标是相对编程零点的绝对坐标值。在 G91 时, 圆弧终点是相对圆弧起点的增量值。无论 G90、G91, I 和 K 均是圆心相对圆弧起点的坐标值, I 默认是 X 方向的直径量, 位参数可以选择 I 直径还是半径, B013: =1: 圆弧 I 为半径编程 =0: I 为直径编程。圆心坐标 I, K 在圆弧插补时不得省略, 除非用 R (圆弧半径) 编程。

(2) G02 指令编程时, 可以直接编过象限圆, 整圆等 (R 编程不能用于整圆)。

注意: 圆弧加工到顶点时 X 或 Z 轴可能会换向运动, 此时系统会自动进行间隙补偿, 如果参数区未输入间隙补偿或参数区的间隙补偿与机床实际反向间隙相差悬殊, 都会在工件上产生明显的切痕。

(3) 整圆不能用 R 编程。

(4) R 为工件单边 R 弧的半径。R 为带符号数，“+”表示圆弧角小于 180° ；“—”表示圆弧角大于 180° 。

(5) G02 也可以写成 G2。

例：加工下图 AB 段圆弧程序如下：

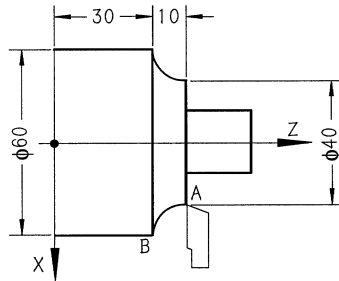


图 2.4

绝对坐标编程：

G90 G02 X60 Z30 I20 K0 F150 (圆心坐标编程)

G90 G02 X60 Z30 R10 F150 (半径 R 编程)

增量坐标编程：

G91 G02 X20 Z-10 I20 K0 F150 (圆心坐标编程)

G91 G02 X20 Z-10 R10 F150 (半径 R 编程)

G02 U20 W-10 R10 F150

2.2.4 G03——逆圆插补

格式：G03 X__Z__I__K__F__

G03 X__Z__R__F__

说明：用 G03 指令编程时，除圆弧旋转方向相反外，其余跟 G02 指令相同。

例：图 2.5 程序如下：

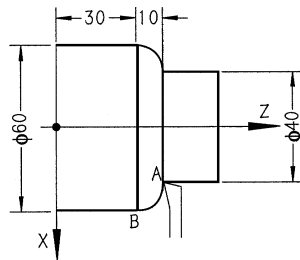


图 2.5

绝对坐标编程：

G90 G03 X60 Z30 I0 K-10 F100 (圆心坐标编程)

G90 G03 X60 Z30 R10 F100 (半径 R 编程)

增量坐标编程：

G91 G03 X20 Z-10 I0 K-10 F100 (圆心坐标编程)

G91 G03 X20 Z-10 R10 F100 (半径 R 编程)

G03 U20 Z-10 R10 F100

2.2.5 G04——延时

格式：G04 Kxx.xx

说明：程序延时 K 后面的编程值（秒）后，继续向下运行，延时范围 0.01~65000 秒。

2.2.6 G05——快速分度

格式: G05 Y__ F__ Y 可以换成 Z 或 R 但不得是 X 轴, F 为转 /分, 最大 2500;
Y 必须是回转轴(见位参数 10#), Y 的单位为度。

功能: 位置模式下主轴快速分度定位。

举例:

```
N0010 M03 S1000      ;主轴速度模式 RPM=1000
N0020 G00 Z1
N0030 G01 X0 F80
N0040 G00 Z10
N0050 M27 Y0          ;主轴准停转位置模式定位后坐标为 Y 轴
N0060 G05 Y180 F1500;主轴位置模式分度到 180 度, 速度 1500 转/分
N0070 G01 Z-30 F100
N0080 M29              ;撤销主轴位置模式
N0090 M03 S1000
...
```

注: 关于 G05 的详细说明见 5.3.7。

2.2.7 G07——断屑功能

格式: G07 K__ L__

K 延时时间

L 每次切削长度

单独 G07 取消断屑功能

举例:

```
N0010 G00 X20 Z0
N0020 G07 K0.5 L2
N0030 G01 Z-20 F200
N0040
.....
N0100 G07
N0110 .....
```

2.2.8 G08——切换到位置模式并分度

格式: G08 Y__ F__;

Y 可以是其他回转轴, 以下以 Y 为例。

工作过程: 发位置→等待主轴停→关 M03/M04/准停→延时 104#→产生 Y 坐标→执行 G05。

举例:

```
N0010 M03 S1000      ;主轴速度模式 RPM=1000
N0020 G00 Z1
N0030 G01 X0 F80
N0040 G00 Z10
N0050 G08 Y180 F1500;主轴位置模式分度到 180 度, 速度 1500 转/分
N0060 G01 Z-30 F100
N0070 M29              ;撤销主轴位置模式
N0080 M03 S1000
...
```

注：关于 G08 的详细说明见 5.3.7。

2.2.9 G09——进给准停

格式：G09

说明：G09 用于检测伺服电机是否已经运动到指定位置，当伺服跟随误差小于给定值时，伺服会向系统输出一个到位信号，当系统在走完某段程序后，如该段有 G09，则系统在一段时间内检查各轴是否有到位信号输入，该时间由 P89#参数设定，当超过定时，仍无信号，则系统发出 54#报警继续向下运行。

2.2.10 G14——飞刀攻牙功能

格式：G14 Z(X/Y)___ K/I___ R___ D___

说明：当选配 R 轴（飞刀盘轴）时，可以用 Z/X/Y 任意一个轴与 R 轴实现联动攻牙

K 表示公制牙距，I 表示英制牙数

R 表示飞刀盘转速，有符号，正负选择左旋/右旋，单位 R/MIN

D 表示攻牙到底孔底延时，单位秒

此功能可以配合 M65 格式 2 使用。

注意：G14 功能不支持每转进给 (G99) 状态，若处在 G99 状态，使用 G14 功能前需要执行 G98 取消 G99 状态。

2.2.11 G20——子程序调用

格式：G20 NXXXX.XXXX

说明：

(1) N 后第一个 4 位数为要调用的子程序的程序名，允许 4 位数，小数点后位数表示本次调用的循环次数。

(2) 子程序中的宏变量 (P0~P9) 在 G20 调用前，必须赋予明确的数值。

(3) 本段程序不得出现以上描述以外的内容。

(4) 不同的子程序可重复嵌套调用 10 次，但不得调用本身。

2.2.12 G21——低电平条件转移功能

格式：G21 NXXXX.XX

说明：

(1) N 后第一个 4 位数为要转移到的段号，允许 4 位数，小数点后 2 位数表示条件输入口号。

(2) G21 NXXXX.XX 不得与其他指令共段。

(3) 当程序中编有 G21 NXXXX.XX 时，系统编译到该程序段时系统会中断在此处，程序运行到该段时才会判断条件输入口 XX 是否有信号，如果条件输入口 XX 没有信号程序继续向下执行，如果条件输入口 XX 有信号程序将转移到 NXXXX 指定的段号进行加工。转移的段号可以在当前 G21 段之前也可以再之后。

例如：

```
N0010 G92 X50 Z100
N0020 G21 N0040.19
N0030 G00 X10 Z20
N0040 G01 X40 Z80 F300
N0050 Z60
N0060 G00 X50 Z100
N0070 G04 K3
```

N0080 M02

以上程序的加工顺序是这样的：

如果执行到 N0020 时 19 号口没有输入信号输入，则程序按顺序执行；

如果 19 号口有信号输入则程序按一下顺序执行：

N0010-N0020-N0040-N0050-N0060-N0070-N0080

2.2.13 G22——子程序定义

格式：G22 Nxxxx

说明：

(1) 子程序名以 N 开头, N 后的二位数子程序名。

(2) G22 Nxxxx 不得与其他指令共段。

(3) G22 与 G24 成对出现，形成一个完整的子程序体。

(4) 子程序内部的参数数据有二种格式：

a) 常数格式，数据中为编程给定常数，即 0~9。

b) 宏变量格式，程序中的功能号，参数等数字部分均可用变量表示，而变量的具体值在调用子程序的主程序中由 $P \times = \times \times$ 定义传入，本系统可处理 10 个变量参数：P0 P1 P9。

(5) 子程序与转移加工（G25、G26）可混合嵌套最多 10 次。

(6) 在需要由参数定义变量时，可用 $P0 = \times \times$, $P1 = \times \times$ 等来给 P0# ~ P9# 赋予明确的数值，无论 P 参数在主程序或子程序中出现，该宏变量即用最近一次的赋值来取代。

2.2.14 G23——高电平条件转移功能

格式：同 G21

说明：与 G21 的区别在于小数点后 2 位数条件输入口号的有效电平不一样。G21 低电平有效，G23 高电平有效。

2.2.15 G24——子程序结束返回

格式：G24

说明：

(1) G24 表示子程序结束，返回到调用该子程序程序的下一段。

(2) G24 与 G22 成对出现。

(3) G24 本段不允许有其它指令出现。

例：通过下例说明在子程序调用过程中参数的传递过程，请注意应用。

主程序 P0001

N0010 S1000 M03

N0020 P7=200 P8=50 P9=02

N0030 G20 N05

N0040 M02

子程序 N0005

N0010 G22 N0005

N0020 G92 X50 Z100

N0030 G01 X40 FP7

N0040 Z97

N0050 GP9 Z92 X50 I10 K0 FP8

N0060 G01 Z-25 FP7

N0070 G00 X60

N0090 Z100

N0100 G24

注意：(1)调用子程序时如果 P 参数没有定义，则在子程序中 P 参数的值是不定的。

(2)变量也可用于主程序中。

2.2.16 G25——跳转加工

格式：G25 NXXXX. XXXX. XXXX

说明：

(1)本格式所定义的循环体为 N 后面的两个程序段号之间定义的程序块（包括这两段），最后一个数字定义该程序块的调用次数，不编认为是 1。

(2)G25 指令执行完毕后的下一段加工程序，为跳转加工程序块的下一段程序。

(3)G25 程序段中不得出现其它指令。

例：

N0010 G92 X50 Z100

N0020 G25 N0040.0060.02

N0030 G00 X10 Z20

N0040 G01 X40 Z80 F300

N0050 Z60

N0060 G00 X50 Z100

N0070 G04 K3

N0080 M02

以上程序的加工顺序是这样的：

N0010-N0020-N0040-N0050-N0060-N0040-N0050-N0060-N0070-N0080

注意：G25 指令不能在循环体内部，如上例中循环体为 N0040 至 N0060，G25 在 N0020 行，必须不能在 N0040 至 N0060 内部。

2.2.17 G26——转移加工（程序内部子程序调用）

格式：G26 NXXXX. XXXX. XXXX

说明：转移加工指令执行完毕，下一个加工段为 G26 NXXXX. XXXX. XXXX 段的下一段，这是与 G25 的区别之处，其余与 G25 相同。

例：N0010 S800 M03

N0020 G04 K2

N0030 G01 X2 F20

N0040 G00 X0 Z0

N0050 G92 G90 X0 Z0

N0060 G01 Z-20 X20 F300

N0070 M00

N0080 Z-40

N0090 G26 N0050.0080

N0100 Z-60 X0

N0110 M02

以上程序的加工顺序是这样的：

N0010-N0020-N0030-N0040-N0050-N0060-N0070-N0080-N0050-N0060-N0070-N0080-N0100-N0110

注意：G26 指令不能在循环体内部，如上例中循环体为 N0050 至 N0080，G26 在 N0090

行，必须不能在 N0050 至 N0080 内部。

2.2.18 G27——无限循环

格式 1: G27 NXXXX.XXXX.XXXX

格式 2: G27

说明:

(1) 本格式所定义的循环体为 N 后面的两个程序段号之间定义的程序块(包括这两段)，最后一个数字定义该程序块的调用次数，编写几次就循环几次，类似于 G25, G26，如果不编最后一个数字程序执行无限循环。

(2) 为保证每次循环开始时，坐标不发生偏移，要求该程序块为封闭轨迹，否则将造成每次开始时起点漂移，最终越出工作台。

(3) 格式 2 为快捷编程，默认循环从程序第一行开始，到 G27 所在行的上一行结束。下面例子中的 N0090 行，可以用快捷编程“N0090 G27”代替“N0090 G27 N0030.0090”。

例: N0010 S800 M03
N0020 G04 K2
N0030 G00 X50
N0040 G00 Z0
N0050 G01 X20 F300
N0060 Z-20
N0070 X40
N0080 Z-40
N0090 G27 N0030.0080
N0100 M02
N0110

注意: G27 指令不能在循环体内部，如上例中循环体为 N0030 至 N0080，G27 在 N0090 行，必须不能在 N0030 至 N0080 内部。

2.2.19 G28——公制多段连续螺纹加工指令（段内、段间可变螺距）

格式: G28 Z__U__K__R__D__

说明: Z__ 螺纹长度

U__ 锥度变化量

K__ 螺纹牙距

R__ 每转螺距变化量, 螺距变化单位为毫米/转

D__ 螺纹起始角度(0~360 度)

注:

(1) 如果多个螺纹段连续编程, 则起始角度“D”只在第一个螺纹段中有效。

(2) 在螺纹加工期间主轴修调开关必须保持不变。

(3) 进给修调开关无效。

举例:

N0010 G00 X20 Z0
N0020 G01 X19 F6000
N0030 G28 Z-20 K1
N0040 G28 Z-40 U5 K1
N0050 G28 Z-60 U5 K1
N0060 G01 X40 F6000

```
N0070 G00 X50 Z50
```

G28 应用典型举例

例1 “8”字油槽的加工

```
N0010 M03 S50
N0020 G00 X50 Z20
N0030 G00 X20.5 Z-10
N0040 G28 X19.5 Z-6 K8
N0050 G28 Z-10 K8
N0060 G28 Z-14 K8
N0070 G28 Z-10 K8
N0080 G28 X19 Z-6 K8
N0090 G28 Z-10 K8
N0100 G28 Z-14 K8
N0110 G28 Z-10 K8
N0120 G28 Z-6 K8
N0130 G28 Z-10 X20 K8
N0140 G00 X50 Z20
N0150 M02
```

2.2.20 G29——英制多段连续螺纹加工指令（段内、段间可变螺距）

格式：同 G28

说明：K 为牙/英寸

2.2.21 G30——放大缩小倍率取消

格式：G30

说明：执行 G31 放大缩小时，G30 取消 G31 的作用。

2.2.22 G31——放大或缩小倍率

格式：G31 KXX.XX

说明：

- (1) 倍率范围为 0.001~65.5，即 K0.001~K65.5。
- (2) 倍率的效果是将加工轨迹的各个部分尺寸均匀地放大或缩小 K 倍。
- (3) 倍率对刀具尺寸不产生效果。

2.2.23 G33/G34——公/英制单刀螺纹循环

格式 1：G33 Z__ K__ R__；直螺纹

格式 2：G33 U__ Z__ K__ R__；锥螺纹

X__ Z__：螺纹终点坐标

K：牙距

R：切深，有符号数，-为外螺纹

本循环只运行一次切削，循环结束后刀具停在循环起点，可以很方便地实现自由切削加工。

直螺纹例：

```
N0010 M03 S500
N0020 G00 X50 Z100
N0030 G33 Z55 K1 R-1.5
```

```

N0040 G33 Z55 K1 R-2
N0050 G33 Z55 K1 R-2.2
N0060 M02

```

对于锥螺纹，由下图可看出，R 的绝对值必须大于 U 的绝对值。

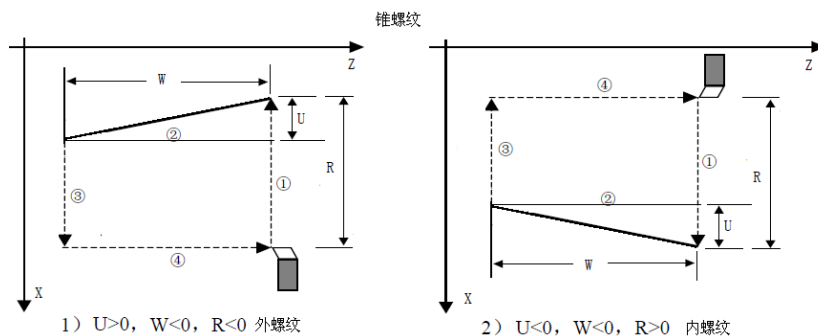


图 2.6

G34 格式同 G33。仅 K 参数的意义为 K 牙/英寸。

2.2.24 G35——跳跃功能

格式 1: G35 X_F__

格式 2: G35 X_K_F__

说明：在 G35 指令后，像 G01 一样可以指令直线插补。

B094: =1: G35 按编程值重置绝对坐标 =0: 不变

(1) 该指令执行时，若输入了外部跳转信号，则中断该指令执行，转而执行下个程序段。

(2) 格式 1 在编程中出现 G35 X xx 时，系统默认检测 P69# 参数设定的输入口信号，当信号有效时，若 B094=1 系统将 X 坐标置成 X xx 后继续往下执行，若 B094=0 X 坐标不变继续往下执行；如果在 X 轴走完编程值后未检测到信号，系统不做处理继续往下执行。

格式 2 在编程中出现 G35 X xx K xx 时，系统检测 K_{xx} 设定的输入口信号，当信号有效时，若 B094=1 系统将 X 坐标置成 X xx 后继续往下执行，若 B094=0 X 坐标不变继续往下执行；如果在 X 轴走完编程值后未检测到信号，系统不做处理继续往下执行。

```
N0010 G00 X50
```

```
N0020 G35 X0 F1000
```

（系统在这过程中检测 P69# 参数设定的输入口信号，当信号有效时根据 B094 决定是否将坐标置为 0 后继续往下执行）

```
N0030 G01 X52 F150
```

```
N0040 G00 X50
```

```
N0050 M02
```

```
N0060
```

如果 N0020 为 “G35 X0 K19 F1000” 则只检测 19 号输入口的信号，P69# 参数无效。

2.2.25 G39——模态单刀螺纹循环

格式 1: G39 X(U)__ Z(W)__ F/I__ D__ J__ L__；直螺纹

格式 2: G39 X(U)__ Z(W)__ F/I__ D__ J__ L__ R__；锥螺纹

X__ 螺纹起点绝对坐标 Z__：螺纹终点绝对坐标

U__ 螺纹起点增量坐标 W__：螺纹终点增量坐标

F: 牙距（公制）

I: 牙数（英制）

D: 螺纹起始角度(0~360 度)(见 G28 说明)

J: Z 向退尾位置修正(见 G86 说明)

L: 螺纹头数, 用于多头螺纹 ($N \leq 150$) (见 G86 说明)

R: 切削起点与切削终点 X 轴绝对坐标的差值(直径值),

本循环只运行一次切削, 循环结束后刀具停在循环起点, 可以很方便地实现自由切削加工。

直螺纹例:

N0010 M03 S500

N0020 G04 K2

N0030 G00 X30 Z5

N0040 G39 X29 Z-50 F2; 加工螺纹, 分 4 刀切削, 第一次进刀 1mm

N0050 X28.4 ; 第二次进刀 0.6mm

N0060 X28.1 ; 第三次进刀 0.3mm

N0070 X28 ; 第四次进刀 0.1mm

N0080 M02

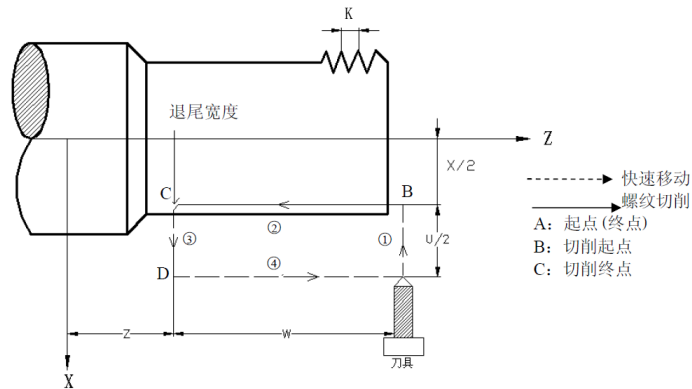


图 2.7

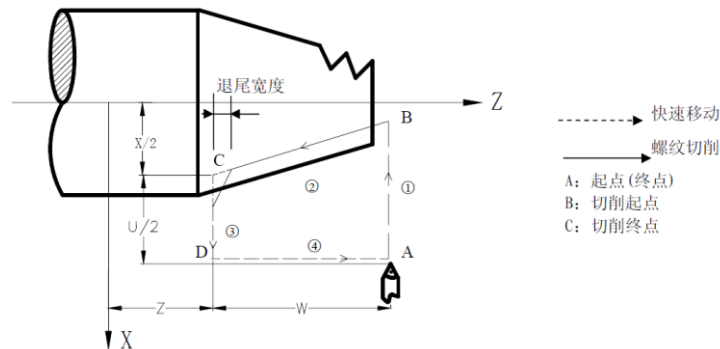


图 2.8

2.2.26 G40——G42 刀尖半径补偿

格式: G40——取消刀尖半径补偿

G41——左边刀尖半径补偿

G42——右边刀尖半径补偿

说明: G40-G42 见第五章说明。

2.2.27 G54——撤消零点偏置, 恢复工作坐标系

格式: G54

说明:

(1) 在零点偏置后, G54 功能将使加工零件的编程零点恢复到上电时最初设定的工件坐标系。

(2) G54 功能将取消以前所有的坐标偏置功能。

2.2.28 G55——绝对零点偏置

格式: G55 X__ Y__ Z__

说明:

(1) G55功能将使编程原点平移到 X' O' Z' 所规定的坐标处。

(2) X、Z两个坐标可以全部平移, 也可以一坐标平移, 不编入的坐标, 其原点不平移。

(3) G55功能为独立程序段, 本段不得出现其它指令。

(4) G55以后的程序段, 将以G55建立的新的坐标系编制, 不考虑原坐标系的影响。

(5) 加工时动态坐标显示仍然相对最初的坐标系原点。

(6) G55本身不是移动指令, 它只是记忆坐标偏置, 如需要刀具运行到G54这点, 必须再编G01或G00 X0 Z0程序段, 使刀具运行到G54点。

例:

```

N0010 G92 G90 X40 Z65
N0020 G01 X60 Z45 F100 (AB)
N0030 G55 Z35
N0040 G01 X50 Z0 (BC)
N0050 X80 Z-20 (CD)
N0060 G54
N0070 M02

```

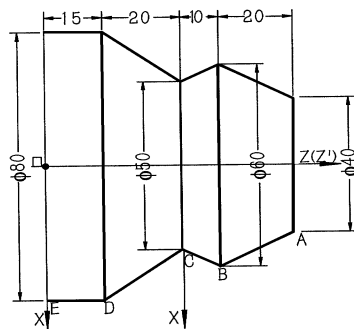


图 2.9

2.2.29 G56——增量零点偏置

格式: G56 X__ Y__ Z__

说明:

(1) G56 功能将使坐标系的原点从刀具的当前位置增量平移 XZ 形成新的坐标系。

(2) 其它注意事项同 G55。

```

例: N0010 G90 G92 X20 Z70
      N0020 G01 X40 Z50 F100
      N0030 G56 Z-10
      N0040 G01 X50 Z0
      N0050 X60 Z-20
      N0060 G54
      N0070 M02

```

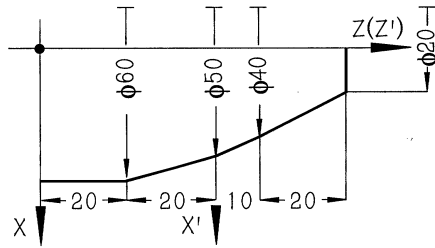


图 2.10

2.2.30 G57——当前点偏置

格式: G57

说明:

(1) G57 功能将刀具的当前位置设定为坐标原点, 以后编程均以这点为坐标原点, 不必考虑原坐标系的影响。

(2) 其余与 G56 相同。

例: N0010 G90 G92 X20 Z60
 N0020 G01 X40 Z40 F100
 N0030 G57
 N0040 G02 Z-20 I0 K-10
 N0050 G54
 N0060 M02

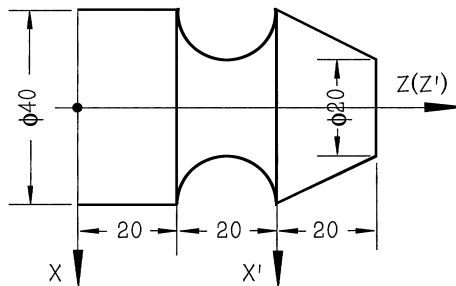


图 2.11

2.2.31 G61——当前段与后续加工段连续清角

格式: G61

说明: 本段与后续加工轨迹均为尖角连接, 直到 G64 取消之。(见 4.2.1 说明)

例: G01 X100 Z20 F100 G61

2.2.32 G62——当前段快速清角指令

格式: G62

说明: 本段轨迹与下段之间为尖角过渡。

2.2.33 G64——取消清角过渡

格式: G64

G61~G64 说明:

在 4.2.1 中提到两段加工程序段间系统控制的切削速度不变, 但二段轨道之间会出现过渡弧度, 在一些对工件型面有要求的场合, 必须消除这些弧度, 如有阶轴, 各种端面等。此时, 采用了 G61 或 G62 可以使刀具在完全运行完本段程序后才开始下一段程序, 保证二型面之间的形状与编程形状吻合, 称之为“清角”功能。

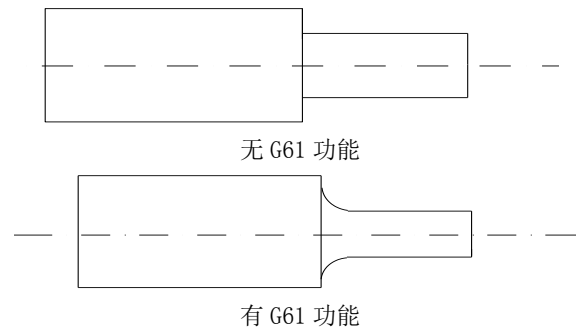


图 2.12

在切削加工时, 由于进给速度很小。约 F300 以下, 在切削时间常数 (39#) 较小 (<100 毫秒) 时, 该过渡弧度也很小, 对工件的影响也很小, 在满足加工要求的前提下, 不采用清角功能可以提高加工效率, 减小冲击振动, 有助于提高光洁度, 但在要求较高的场合或必须为尖角, 推荐采用 G61 (G62) 功能。

G62 只对当前程序起作用, 即本段程序实现清角, 而其后的程序仍然采用过渡弧度方式。G61 对当前段及后续程序均有效, 直到 G64 取消, 过渡加工只适用于连续的 G01, G02, G03, 一旦后续程序不是以上轨迹, 系统自动取消过渡功能。

G61、G62 只在 B224 为 “=0: 程序段连续过渡” 时才有意义, 若 B224 为 “=1: 程序段间停顿” 时, 参数已经设置为清角模式。

2.2.34 G71——轴向粗车循环

G71 用于在精车轨迹之间沿横向切除多余的材料, 并留下精车的加工余量。

G71 有两种粗车加工循环: 类型 I 和类型 II

G71 格式:

G71 U(Δd) R(e) F__ S__ T__ ; 第一段 G71

G71 P(ns) N(nf) U(Δu) W(Δw) ; 第二段 G71

N(ns) G0/G1 X(U) Z(W) . . . ; ns 段只能 G00/G01

N. ; 精车轮廓轨迹

N. . . . F ; 精车轮廓轨迹

N. .

N. .

N(nf) ; G71 最后一段: nf 段只能 G00/G01;

为保证程序能正确执行:

1. 两段 G71 应按顺序连续两段编程。

2. P(ns) ~ N(nf) 程序块应紧接着 G71 程序行。

3. 从 P(ns) 段到 N(nf) 段之间的程序定义了精车轨迹, G71 将在这些轨迹的空间切除材料 (粗车), 并留下精车余量。

类型 I: P(ns) 段未出现 Z(W) 指令, 用于端面外向工件方向加工, X/Z 坐标均沿一个单调方向不得出现凹坑或凸台。

类型 II: P(ns) 段有 Z(W) 指令 (进给量 0 或非 0), 可加工凹坑或凸台, Z 坐标沿一个方向单调增加, 而 X 坐标可以递增或递减。

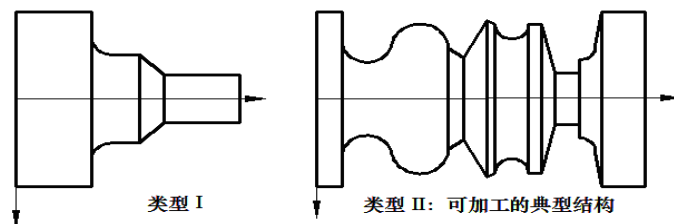


图 2.13 类型 I 与类型 II 区分

代码意义：G71代码分为三个部分：

- 1: 第一段G71给定粗车时的切削量、退刀量和切削速度、主轴转速、刀具功能。
- 2: 第二段G71给定精车轨迹的程序段区间、精车余量的程序段。
- 3: P(ns) ~N(nf) 定义精车轨迹的若干连续的程序段，执行G71时，这些程序段仅用于计算粗车的轨迹，实际加工时刀具沿这些程序轨迹构成的空间沿Z向切削多余材料。

系统根据精车轨迹、精车余量、进刀量、退刀量等数据自动计算粗加工路线，沿与Z轴平行的方向切削，通过多次进刀→切削→退刀的切削循环完成工件的粗加工。G71的起点和终点相同。

相关定义：

精车轨迹：P(ns) ~N(nf)之间的程序段给出精加工轨迹，ns程序段的起点为精车轨迹起点，简称A点，A点也是G71的结束点。P(ns)程序段的终点简称B点。N(nf)程序段的终点为精车轨迹的终点，简称C点。精车轨迹为A点→B点→C点。

粗车轮廓：精车轨迹按精车余量(Δu 、 Δw)偏移后的轨迹，是执行G71形成的轨迹轮廓。精加工轨迹的A、B、C点经过偏移后对应粗车轮廓的A'、B'、C'点，G71代码最终的连续切削轨迹为B'点→C'点。

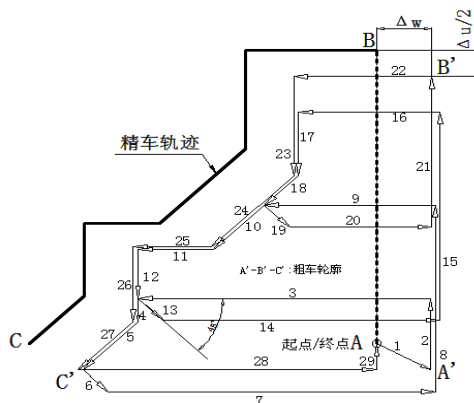


图 2.14 G71 类型 I 刀具加工轨迹

G71相关参数说明：

U(Δd): 粗车时X轴每次进刀量，范围0.001~99.999mm，无符号半径值，进刀方向由ns程序段的移动方向决定。U(Δd)为模态，未输入U(Δd)时，以系统参数#166的值作为进刀量。

R(e): 粗车时X轴的退刀量，取值范围0.001~99.999mm，无符号半径值，退刀方向与进刀方向相反，R(e)为模态，未输入R(e)时以系统参数#167的值作为退刀量。

P(ns): 精车轨迹的第一个程序段的程序段号。

N(nf): 精车轨迹的最后一个程序段的程序段号。ns~nf之间的程序段数量不大于100段。

U(Δu): X轴的精加工余量，取值范围±0.001~9999.999mm，直径值，粗车轮廓相对于精车轨迹的X轴坐标偏移，即：A'点与A点X轴绝对坐标的差值。U(Δu)未输入时，系统按 $\Delta u=0$ 处理，即：粗车循环X轴不留精加工余量。

$W(\Delta w)$: Z轴的粗加工余量, 取值范围 $\pm 0.001 \sim 9999.999\text{mm}$, 粗车轮廓相对于精车轨迹的Z轴坐标偏移, 即: A' 点与A点Z轴绝对坐标的差值。 $W(\Delta w)$ 未输入时, 系统按 $\Delta w=0$ 处理, 即: 粗车循环Z轴不留精加工余量。

强烈建议 $W(\Delta w)=0$, 否则会将侧面的余量切除。

M、S、T、F: 出现在G71代码行的F为粗车的切削速度, 返程快速由#148指定(710XTN总线系统为#145)。在P(ns)~N(nf)之间所有与轨迹描述无关的代码可以编程但不被执行。只在G70的精车循环程序段中才有效。子程序调用有效但所有程序段不得大于100段。

类型I: 代码执行过程: 如图:

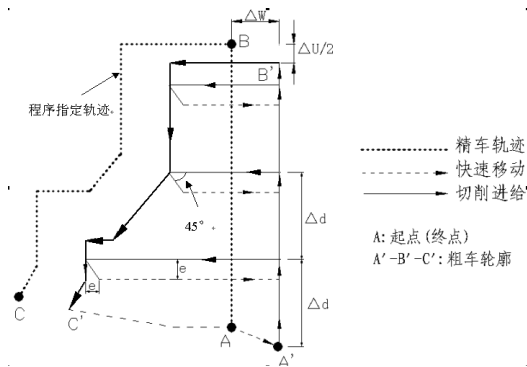


图 2.15 G71 代码循环轨迹

1. 从起点A点快速移动到 A' 点, X轴移动 Δu 、Z轴移动 Δw 。
2. 从 A' 点X轴移动 Δd (进刀), 进刀速度按G71定义的进给速度, 进刀方向与A点→B点的方向一致。
3. Z轴切削进给到粗车轮廓, 进给方向与B点→C点Z轴坐标变化一致。
4. X轴、Z轴按边界轮廓加工到本次进给的起点。
5. X轴、Z轴沿进刀相反方向退刀 $e(45^\circ)$ 直线, 退刀速度为G71定义的进给速度。
6. Z轴以快速移动速度退到下次进刀的起点;
7. X轴再次进刀($\Delta d+e$)重复以上过程, 直到X达到或越过 B' 点时, 沿粗车轮廓从 B' 点切削进给至 C' 点;
8. 从 C' 点快速移动到A点, G71执行结束, 继续执行N(nf)程序段的下一行程序段, 快速返回速度由#148参数给定。
9. 留精车余量时坐标偏移方向:
 $U(\Delta u)$ 、 $W(\Delta w)$ 反应了精车时坐标偏移和切入方向, 按 Δu 、 Δw 的符号有四种不同组合, 见图, 图中 $B \rightarrow C$ 为精车轨迹, $B' \rightarrow C'$ 为粗车轮廓, A为起刀点。Z向单调性由 $W(\Delta w)$ 判断。
10. N(ns)段为G00/G01。

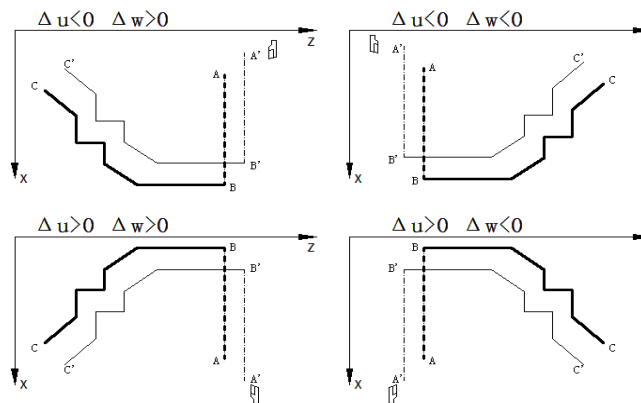


图 2.16 精车余量 $U(\Delta u)$ 、 $W(\Delta w)$ 的方向与加工方向一览

类型II: 可以加工X向凸台或凹槽:

1. 凹槽和凸台数量无限制, P(ns) ~N(nf) 之间的程序段数量不大于100段。
2. 沿X轴的外形轮廓不必单调递增或单调递减, 但是, 沿Z轴的外形轮廓必须单调递增或递减, 示意如下:

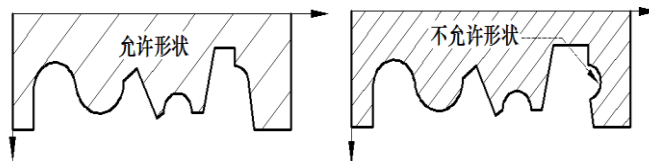


图 2.17

3. 第一刀不必垂直: 如果沿Z轴为单调变化的形状就可进行加工, 示意图如下:

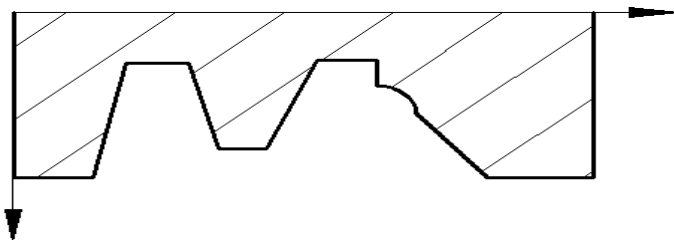


图 2.18

4. 车削后, 应该退刀, 退刀量由R(e) 仅沿X向退刀
5. 代码执行过程: 1~34步

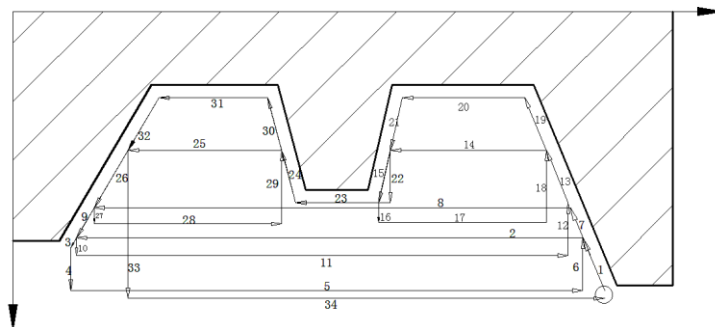


图 2.19

注意事项:

1. P(ns) 程序段只能是G01代码, 必须指定X(U) 和Z(W) 两个轴, 当Z轴不移动时也必须指定W0。
2. 精车余量只能指定X方向, 如果指定了Z方向上的精车余量, 则会使整个加工轨迹发生偏移, 如果指定最好指定为0。
3. 精车轨迹P(ns)~N(nf) 程序段, Z轴尺寸必须是单调变化(一直增大或一直减小), X轴尺寸不需要单调变化。
4. P(ns)~N(nf) 程序段应紧接着在G71程序段后编写。执行完成后, 按顺序执行nf程序段的下一程序, 不会重复执行P(ns)~N(nf) 程序段。
5. 执行G71时, P(ns)~N(nf) 程序段仅用于计算粗车轮廓的边界, 并未按实际轨迹执行。P(ns)~N(nf) 程序段中, 可以出现任意G M F S T指令, 但G71循环时, 只有以下与轨迹描述相关的G功能被处理: G00、G01、G02、G03、G40、G41、G42, 其余代码在G70精车循环时有效。如含有子程序调用时, 所有程序段不得大于100段。
6. 刀补指令在G71之前必须撤除, 在P(ns)~N(nf) 程序段里可以重新定义, 在精加工轨迹的基础上再形成刀补轨迹, G71将以刀补后的轨迹作为精加工轨迹。
7. 进给保持与单段均有效。

8. $U(\Delta d)$, $W(\Delta u)$ 都用同一地址U指定, 其区分是根据该程序段有无指定P, N代码。
 9. 在MDI方式中不能执行G71代码, 否则产生报警。
 10. G71不得嵌套使用。
 11. 加工开始的A点必须是X最大的位置, 其余的轨迹的X坐标不得大于起点的X。
- 注意: 刀补后圆弧顶点可能超过起点的X坐标, 刀补后Z向可能产生单调性错误。
 注意: 各种刀补或编程计算造成的轨迹起点终点误差限, 由#165参数设定。

类型II槽型的加工顺序示例 ($\Delta w > 0$):

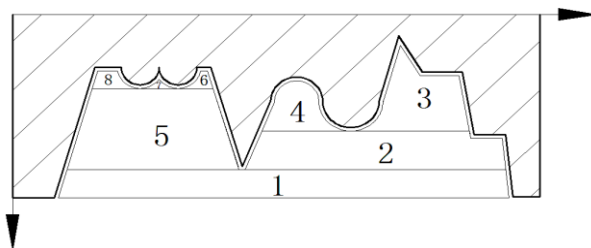


图 2.20

编程范例:

以下示例仅表示编程方法及G71可以处理的各种轨迹形状, 不代表使用合适或不合适的刀具均能加工出图示零件。

示例一: 类型I

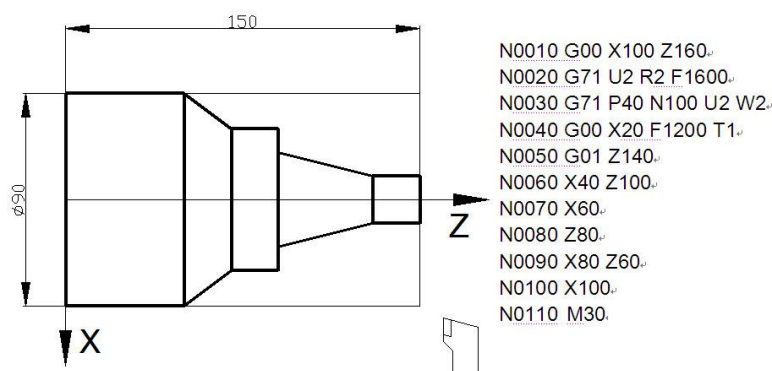


图 2.21

示例二: 类型II

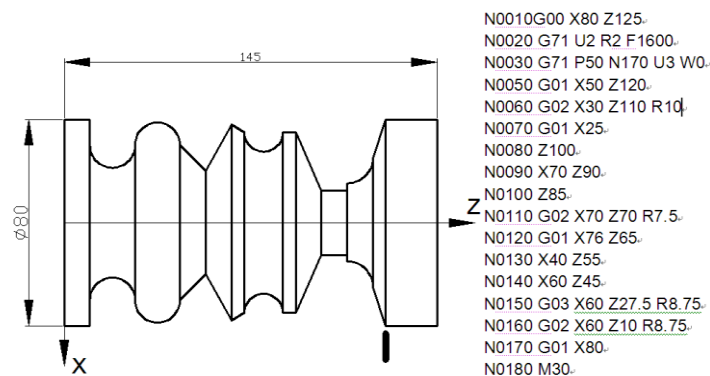


图 2.22

示例三: 类型I和类型II混合使用, 必须以类型II编程:

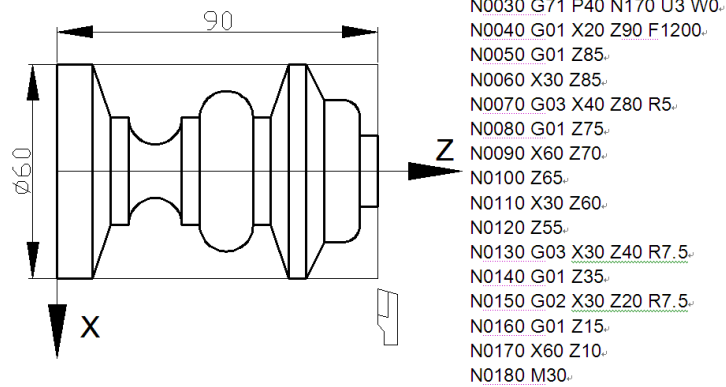


图 2.23

示例四：含刀补及精车循环G70和G71的粗精加工循环：

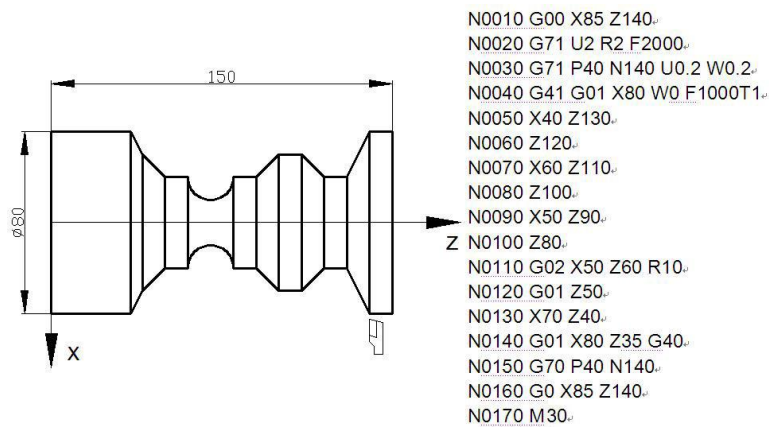


图 2.24

轴向精车循环G70

格式：

P(ns)...

...

N(nf)...

G70 P(ns) N(nf)

(以下略)

2.2.35 G72——径向粗车循环

格式：

G72 W(Δd) R(e) F S T ; 第一段G72

G72 P(ns) N(nf) U(Δu) W(Δw) ; 第二段G72

N(ns) G0/G1 X(U) Z(W) . . ; G72第一段: ns段只能G00/G01

N. ; 精车轮廓轨迹

N. . . . F; 精车轮廓轨迹

N. . . . S;

N. . . . ;

N (nf) . . . ; G71 最后一段: nf 段只能 G00/G01

为保证程序能正确执行：

1. 两段G72应按顺序连续两段编程。

2. P(ns) ~N(nf) 程序块应紧接着 G72 程序行。

从P(ns)段到N(nf)段之间的程序定义了精车轨迹,G72将在这些轨迹的空间切除材料(粗车),并留下精车余量。

类型I: P(ns)段未出现X(U)指令, X/Z坐标均沿一个单调方向不得出现凹坑或凸台。

类型II: P(ns)段有X(U)指令(进给量0或非0),可加工凹坑或凸台,X坐标沿一个方向单调增加,而Z坐标可以递增或递减。

代码意义: G72代码分为三个部分:

1: 第一段G72给定粗车时的切削量、退刀量和切削速度、主轴转速、刀具功能。

2: 第二段G71给定精车轨迹的程序段区间、精车余量的程序段。

3: P(ns)~N(nf)定义精车轨迹的若干连续的程序段,执行G72时,这些程序段仅用于计算粗车的轨迹,实际加工时刀具沿这些程序轨迹构成的空间沿Z向切削多余材料。

系统根据精车轨迹、精车余量、进刀量、退刀量等数据自动计算粗加工路线,沿与Z轴平行的方向切削,通过多次进刀→切削→退刀的切削循环完成工件的粗加工。G72的起点和终点相同。

精车轨迹:

P(ns)~N(nf)之间的程序段给出精加工轨迹,ns程序段的起点为精车轨迹起点,简称A点,A点也是G71的结束点。P(ns)程序段的终点简称B点。N(nf)程序段的终点为精车轨迹的终点,简称C点。精车轨迹为A点→B点→C点。

粗车轮廓:

精车轨迹按精车余量(Δu 、 Δw)偏移后的轨迹,是执行G71形成的轨迹轮廓。精加工轨迹的A、B、C点经过偏移后对应粗车轮廓的A'、B'、C'点,G71代码最终的连续切削轨迹为B'点→C'点。

G72相关参数说明:

W(Δd): 粗车时Z轴每次进刀量,范围0.001~99.999mm,无符号半径值,进刀方向由ns程序段的移动方向决定。W(Δd)为模态,未输入W(Δd)时,以系统参数#166的值作为进刀量。

R(e): 粗车时Z轴的退刀量,取值范围0.001~99.999mm,无符号半径值,退刀方向与进刀方向相反,R(e)为模态,未输入R(e)时以系统参数#167的值作为退刀量。

P(ns): 精车轨迹的第一个程序段的程序段号。

N(nf): 精车轨迹的最后一个程序段的程序段号。ns~nf之间的程序段数量不大于100段。

U(Δu): X轴的精加工余量,取值范围 $\pm 0.001 \sim 9999.999$ mm,直径值,粗车轮廓相对于精车轨迹的X轴坐标偏移,即:A'点与A点X轴绝对坐标的差值。U(Δu)未输入时,系统按 $\Delta u=0$ 处理,即:粗车循环X轴不留精加工余量。

W(Δw): Z轴的精加工余量,取值范围 $\pm 0.001 \sim 9999.999$ mm,粗车轮廓相对于精车轨迹的Z轴坐标偏移,即:A'点与A点Z轴绝对坐标的差值。W(Δw)未输入时,系统按 $\Delta w=0$ 处理,即:粗车循环Z轴不留精加工余量。

类型II: 强烈建议U(Δu)=0,否则会将侧面的余量切除。

M、S、T、F: 出现在G72代码行的F为粗车的切削速度,返程快速由#145指定。在P(ns)~N(nf)之间所有与轨迹描述无关的代码可以编程但不被执行。只在G70的精车循环程序段中才有效。子程序调用有效但所有程序段不得大于100段。

类型I: 代码执行过程:

1. 从起点A点快速移动到A'点,X轴移动 Δu 、Z轴移动 Δw 。

2. 从A'点Z轴移动 Δd (进刀),进刀速度按G72定义的进给速度,进刀方向与A点→B点

的方向一致。

3. X 轴切削进给到粗车轮廓，进给方向与B点→C点X轴坐标变化一致。
4. X 轴、Z 轴按边界轮廓加工到本次进给的起点。
5. X 轴、Z 轴沿进刀相反方向退刀 $e(45^\circ \text{直线})$ ，退刀速度为G72定义的进给速度。
6. X 轴以快速移动速度退到下次进刀的起点；
7. Z轴再次进刀($\Delta d+e$)重复以上过程，直到Z达到或越过B'点时，沿粗车轮廓从B'点切削进给至C'点；
8. 从C'点快速移动到A 点，G72执行结束，继续执行N(nf)程序段的下一行程序段。快速返回速度由#145参数给定。
9. N(ns)段为G00/G01。

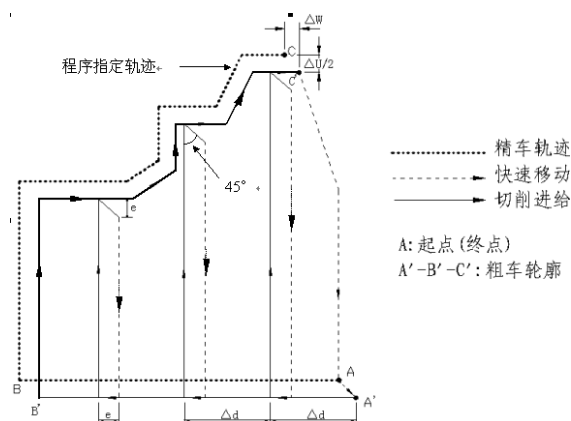


图 2.25

留精车余量时坐标偏移方向：

U(Δu)、 $\Delta W(w)$ 反应了精车时坐标偏移和切入方向，按 Δu 、 Δw 的符号有四种不同组合，见下图，图中B→C为精车轨迹，B'→C'为粗车轮廓，A为起刀点。X向单调性由 $\Delta U(u)$ 判断。

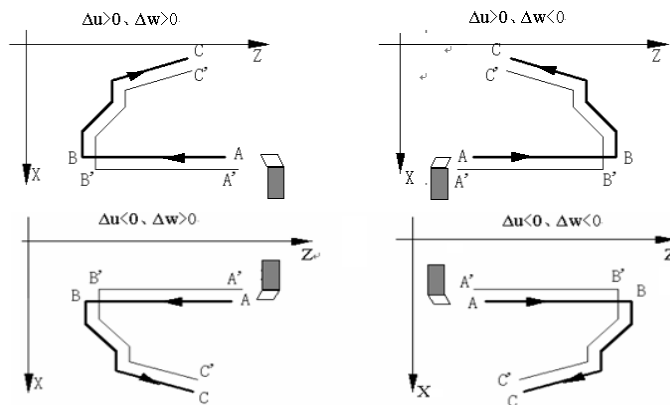


图 2.26

类型II:

类型 II 可以加工Z向凸台或凹槽：

1. 凹槽和凸台数量无限制，P(ns) ~N(nf)之间的程序段数量不大于100段。
2. 沿Z 轴的外形轮廓不必单调递增或单调递减，但是，沿X 轴的外形轮廓必须单调递增或递减，示意如下：

注意事项：

3. ns~nf程序段必须紧跟在G72程序后编写，这样系统会把G72程序段与ns~nf程序段视为一个整体，在执行完G72程序段后，按顺序执行nf程序段的下一程序。否则系统在执行G72

程序时,虽然会自动收索到ns~nf程序段并执行,执行完成后,按顺序执行nf程序段的下一程序,因此会引起重复执行ns~nf程序段。

4. 执行G72时, ns~nf程序段仅用于计算粗车轮廓, 程序段并未被执行。ns~nf程序段中的 F、S、T代码在执行G72循环时无效。执行G70精加工循环时, ns~nf程序段中的 F、S、T代码有效。

5. ns程序段只能是不含X(U)代码字的G00、G01代码, 否则报警。

6. 精车轨迹(ns~nf程序段), X轴、Z轴的尺寸都必须是单调变化(一直增大或一直减小)。

7. ns~nf程序段中, 只能有G功能: G00、G01、G02、G03、G40、G41、G42代码, 其余代码在G70精车循环时有效。如含有子程序调用时, 所有程序段不得大于100段。

8. G96、G97、G98、G99代码在执行 G72循环中无效, 执行 G70精加工循环时有效。

9. 刀补指令在G72之前必须撤除, 在P(ns)~N(nf)程序段里可以重新定义, 在精加工轨迹的基础上再形成刀补轨迹, G72将以刀补后的轨迹作为精加工轨迹。

10. 进给保持与单段均有效。

11. U(Δd), W(Δu)都用同一地址W指定, 其区分是根据该程序段有无指定P, N代码。

12. 在MDI方式中不能执行G72代码, 否则产生报警。

13. G72不得嵌套使用。

14. 加工开始的A点必须是Z最大的位置, 其余的轨迹的X坐标不得大于起点的Z。

注意: 刀补后圆弧顶点可能超过起点的Z坐标, 刀补后X向可能产生单调性错误。

注意: 各种刀补或编程计算造成的轨迹起点终点误差限, 由#165参数设定。

示例: 图2. 27

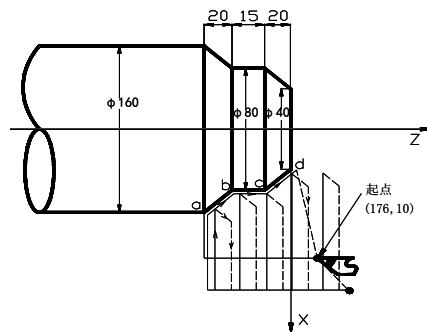


图 2. 27

程序:

```

N0010 G00 X176 Z10 M03 S500
N0020 G72 W2.0 R0.5 F300; (进刀量2mm, 退刀量0.5mm)
N0030 G72 P40 N80 U0.2 W0.1; (对a—d粗车, X留0.2mm, Z留0.1mm余量)
N0040 G00 Z-55 S800 ; (快速移动)
N0050 G01 X160 F120; (进刀至a点)
N0060 X80 W20; (加工a—b) 精加工路线程序段
N0070 W15; (加工b—c)
N0080 X40 W20 ; (加工c—d)
N0090 P40 N80; (精加工a—d)
N0100 M30

```

2.2.36 G73——封闭轮廓复合循环

格式: G73 I__ K__ N__ L__ X__ Z__ F__

说明: 该功能在切削工作时刀具轨迹为图 2. 28 所示的封闭回路, 刀具逐渐进给, 使封

闭切削回路逐渐向零件最终形状靠近，最终切削成工件的形状，其精加工路径为 A→B→C→D 的轨迹。

这种指令能对铸造、锻造等粗加工中已初步成型的工作，进行高效率切削。

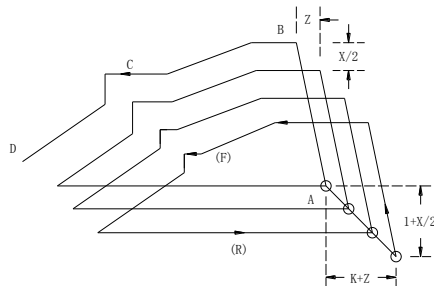


图 2.28

其中：

I: X 轴方向的粗加工总余量；

K: Z 轴方向的粗加工总余量；

N: 精加工程序段数；

L: 粗切削次数；

X: X 方向精加工余量；

Z: Z 方向精加工余量；

F: 粗加工时 G73 中编程的 F 有效，而精加工时处于精加工程序段内的 F 有效。

注意：I 和 K 表示粗加工时总的切削量，粗切削次数为 L，则每次 X、Z 向的切削量为 I / L、K / L。

```

例：N0010 G00 X540 Z390
      N0020 G73 I440 K60 N6 L20 X0.6 Z0.3 F2400
      N0030 G00 X80 Z370
      N0040 G01 X80 Z270 F240
      N0050 G01 X150 Z140
      N0060 G02 X350 Z40 I200 K0
      N0070 G01 X400 Z20
      N0080 G01 X520 Z00
      N0090 G00 X540 Z390
      N0110 M02
  
```

运用这组复合循环指令，只需指定精加工路线和粗加工的吃刀量，系统会自动计算粗加工路线和循环次数。

2.2.37 G75——径向切槽循环

格式：G75 R(e)

G75 X(U)___ Z(W)___ P(Δi) N(Δk) R(Δd) F

说明：

轴向(Z 轴)进刀循环复合径向断续切削循环：从起点径向(X 轴)进给、回退、再进给……直至切削到与切削终点 X 轴坐标相同的位置，第一轮径向循环为了防止过切，轴向不退刀、径向回退至与起点 X 轴坐标相同的位置，完成一次径向切削循环；轴向再次进刀后，进行下一次径向切削循环；切削到切削终点后，返回起点(G75 的起点和终点相同)，径向切槽复合循环完成。G75 的轴向进刀和径向进刀方向由切削终点 X(U)Z(W)与起点的相对位置决定，此代码用于加工径向环形槽或圆柱面，径向断续切削起到断屑、及时排屑的作用。

相关定义：

径向切削循环起点:每次径向切削循环开始径向进刀的位置,表示为 $A_n (n=1, 2, 3, \dots)$, A_n 的 X 轴坐标与起点 A 相同, A_n 与 A_{n-1} 的 Z 轴坐标的差值为 Δk 。第一次径向切削循环起点 A_1 与起点 A 为同一点,最后一次径向切削循环起点(表示为 A_f)的 Z 轴坐标与切削终点相同。

径向进刀终点:每次径向切削循环径向进刀的终点位置,表示为 $B_n (n=1, 2, 3, \dots)$, B_n 的 X 轴坐标与切削终点相同, B_n 的 Z 轴坐标与 A_n 相同,最后一次径向进刀终点(表示为 B_f)与切削终点为同一点;

轴向退刀终点:每次径向切削循环到达径向进刀终点后,轴向退刀(退刀量为 Δd)的终点位置,表示为 $C_n (n=1, 2, 3, \dots)$, C_n 的 X 轴坐标与切削终点相同, C_n 与 A_n Z 轴坐标的差值为 Δd ; 径向切削循环终点:从轴向退刀终点径向退刀的终点位置,表示为 $D_n (n=1, 2, 3, \dots)$, D_n 的 X 轴坐标与起点相同, D_n 的 Z 轴坐标与 C_n 相同(与 A_n Z 轴坐标的差值为 Δd);

切削终点:

X(U) Z(W): 指定的位置,最后一次径向进刀终点 B_f 。

R(e): 每次径向(X轴)进刀后的径向退刀量,取值范围 $0 \sim 99.999$ (单位: mm, 半径值),无符号。未输入 R(e) 时,系统默认 0,即径向(X轴)的退刀量为 0。

X: 切削终点 B_f 的 X 轴绝对坐标值。

U: 切削终点 B_f 与起点 A 的 X 轴绝对坐标的差值。

Z: 切削终点 B_f 的 Z 轴的绝对坐标值。

W: 切削终点 B_f 与起点 A 的 Z 轴绝对坐标的差值。

P(Δi): 径向(X轴)进刀时, X 轴断续进刀的进刀量,取值范围 $0 < \Delta i \leq 9999.999$ (单位: mm, 半径值),无符号。

N(Δk): 单次径向切削循环的轴向(Z轴)进刀量,取值范围 $0 < \Delta k \leq 9999.999$ (单位: mm),无符号。

R(Δd): 切削至径向切削终点后,轴向(Z轴)的退刀量,取值范围 $0 \sim 9999.999$ (单位: mm),无符号。

省略 R(Δd) 时,系统默认径向切削终点后,轴向(Z轴)的退刀量为 0。

省略 Z(W) 时,轴向(Z轴)的进刀量为 0。

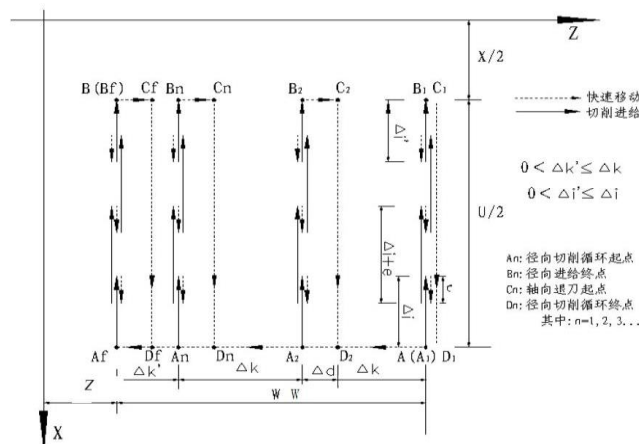


图 2.29

G75 轨迹图代码执行过程:

①从径向切削循环起点 A_n 径向(X轴)切削进给 Δi , 切削终点 X 轴坐标小于起点 X 轴坐标时, 向 X 轴负向进给, 反之则向 X 轴正向进给;

②径向(X轴)快速移动退刀 e, 退刀方向与①进给方向相反;

③如果 X 轴再次切削进给 ($\Delta i+e$), 进给终点仍在径向切削循环起点 A_n 与径向进刀终点 B_n 之间, X 轴再次切削进给 ($\Delta i+e$), 然后执行②; 如果 X 轴再次切削进给 ($\Delta i+e$) 后, 进给终点到达 B_n 点或不在 A_n 与 B_n 之间, X 轴切削进给至 B_n 点, 然后执行④;

④轴向(Z 轴)快速移动退刀 Δd 至 C_n 点, B_f 点(切削终点)的 Z 轴坐标小于 A 点(起点)Z 轴坐标时, 向 Z 轴正向退刀, 反之则向 Z 轴负向退刀, 第一轮径向循环最后为防止过切, 轴向不退刀;

⑤径向(X 轴)快速移动退刀至 D_n 点, 第 n 次径向切削循环结束。如果当前不是最后一次径向切削循环, 执行⑥; 如果当前是最后一次径向切削循环, 执行⑦;

⑥轴向(Z 轴)快速移动进刀, 进刀方向与④退刀方向相反。如果 Z 轴进刀 ($\Delta d+\Delta k$) 后, 进刀终点仍在 A 点与 A_f 点(最后一次径向切削循环起点)之间, Z 轴快速移动进刀 ($\Delta d+\Delta k$), 即: $D_n \rightarrow A_{n+1}$, 然后执行①(开始下一次径向切削循环); 如果 Z 轴进刀 ($\Delta d+\Delta k$) 后, 进刀终点到达 A_f 点或不在 D_n 与 A_f 点之间, Z 轴快速移动至 A_f 点, 然后执行①, 开始最后一次径向切削循环;

⑦Z 轴快速移动返回到起点 A, G75 代码执行结束。

代码说明:

循环动作是由含 X(U) 和 P(Δi) 的 G75 程序段进行的, 如果仅执行 “G75 R(e)” 程序段, 循环动作不进行;

Δd 和 e 均用同一地址 R 指定, 其区别是根据程序段中有无 X(U) 和 P(Δi) 代码字;

在 G75 代码执行过程中, 可使自动运行停止并手动移动, 但要再次执行 G75 循环时, 必须返回到手动移动前的位置。如果不返回就再次执行, 后面的运行轨迹将错位;

执行单程式段的操作, 在运行完当前轨迹的终点后程序暂停。

进行切槽循环时, 必须省略 R(Δd) 代码字, 因在切削至径向切削终点无退刀距离。示例:

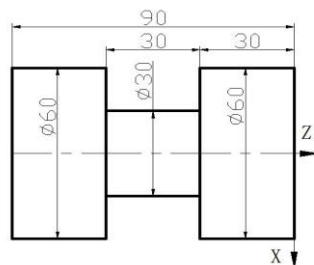


图 2.30

N0010 G00 X100 Z50 M03 S500;	启动主轴
N0020 G00 X65 Z-35;	定位到加工起点, X 向预留安全值, Z 方向加上刀具宽度假设为 5mm
N0030 G75 R0.5 F100;	加工循环
N0040 G75 X30 Z-60 P6 N4 R0.6;	X 轴每次进刀 6mm(半径值), 退刀 0.5mm(半径值), 进到终点 (X30) 后, 快速返回起点 (X65), Z 向进刀 4mm, 循环以上步骤继续运行
N0050 X100 Z50;	返回加工起点
N0060 M30;	程序结束
N0070	

2.2.38 G76——从当前位置返回加工起始点 (进刀点)

格式: G76 X__ Y__ Z__

说明:

(1) 本段中不得出现其他内容。

(2) 机床上相对于原点的坐标以大坐标显示,加工开始的刀具位置坐标记忆于P18#、P19#参数,该功能可从机床任意位置回到该处,速度与G00相同。

(3) 加工开始点(P18#、P19#)是参考加工原点(如卡盘中心)所设定的点,G75执行的结果是使刀尖移动到工件坐标与参数P18#、P19#相同的坐标位置。

(4) Y轴对应的进刀点的工件坐标为P114#。

2.2.39 G77——设置参考点(机械原点)

格式: G77 X__ Y__ Z__

说明:

(1) 本段中不得出现其他内容。

(2) 执行此指令后 G77 后面出现的轴编码器多圈值将被清零,只留下小于单圈的数值(详见 3.4.3 说明)。

2.2.40 G79/G80——公/英制端面螺纹循环

格式: G79 X(U)__ K__ I__ R__ L__

说明:

X(U)__ : 螺纹终点 X 轴坐标,绝对、相对坐标编程均可;

K__ : 螺距(公制 Kmm,英制 K 牙/英寸);

I__ : 螺纹切完后在 Z 方向的退尾长度;

R__ : 螺纹深度;

L__ : 循环次数。

注:

(1) 端面螺纹加工中的参数设定同 G86 直螺纹,详细说明请参照 2.2.42 节。

(2) 端面螺纹无单刀切削。

(3) 端面螺纹无旋进切削功能。

举例:

```

N0010    M03 S500
N0020    G04 K2
N0030    G00 X100 Z100
N0040    G00 X50 Z0
N0050    G79 X0 K2 R1 I4 L6
N0060    G00 X100 Z100
N0070    M02

```

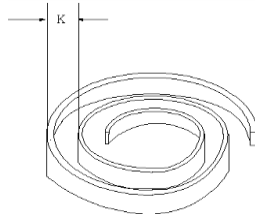


图 2.31

G80 格式同 G79。仅 K 参数的意义为 K 牙/英寸。

2.2.41 G81——外圆(内圆)固定循环

格式: G81 X__ Z__ R__ I__ K__ F__

说明:

(1) 在绝对坐标模式下, X、Z 为另一个端面 (终点) 的绝对坐标, 增量编程模式下, X、Z 为终点相对于当前位置的增量值。

(2) R 为起点截面的加工直径。

(3) I 粗车进给量, K 精车进给量, I、K 为有符号数, 并且两者符号应相同。符号约定如下: 由外向中心轴切削 (车外圆) 为 “-”, 反之为 “+”。

(4) 不同的 X、Z、R 值决定外圆不同的形状, 如: 有锥度或没有锥度, 正向锥度或反向锥度, 左切削或右切削等。

(5) F 为切削加工的进给速度 (mm/min)。

(6) 加工结束后, 刀具停止在终点上。

例 1: 正向锥度外圆, 进行左切削

G90 G81 X40 Z100 R30 I-1 K-0.2 F200 (绝对值编程)

G91 G81 X0 Z-50 R30 I-1 K-0.2 F200 (增量编程)

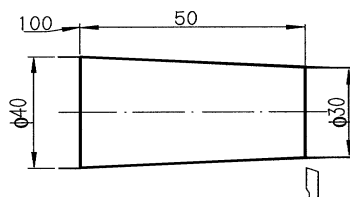


图 2.32 正向锥度外圆图

加工过程:

- ① G01 进刀 2 倍 I (第一刀为 I, 最后一刀为 I+K 精车), 进行深度切削;
 - ② G01 两轴插补, 切削至终点截面, 如果加工结束则停止;
 - ③ G01 退刀 I 至安全位置, 同时进行辅助切面光滑处理;
 - ④ G00 回刀 ΔZ 到起点截面;
 - ⑤ G00 快速进刀至离工件表面 I 处, 预留 I 进行下一步切削加工;
- 重复至①。

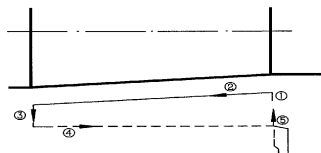


图 2.33 加工过程图

例 2: 无锥度外圆, 进行左切削

G90 G81 X30 Z100 R30 I-1 K-0.2 F200 (绝对值编程)

G91 G81 X-10 Z-50 R30 I-1 K-0.2 F200 (增量编程)

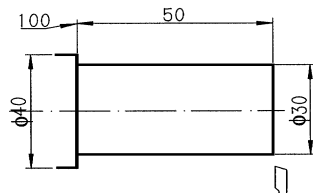


图 2.34 无锥度外圆

加工过程例 1。

例 3: 反向锥度外圆, 进行左切削, 考虑到终点处的切削量, 刀具在起点处应离工件适当距离 ($\geq \Delta \Phi$)。

G90 G81 X30 Z100 R40 I-1 K-0.2 F200 (绝对值编程)

G91 G81 X-30 Z-50 R40 I-1 K-0.2 F200 (增量编程)

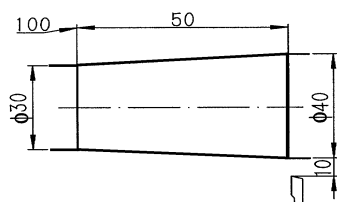


图 2.35 反向锥度外圆

加工过程：

- ① G01 进刀 2 倍 I（第一刀为 I，最后一刀为 I+K 精车），进行深度切削；
- ② G01 两轴插补，切削至终点截面，如果加工结束则停止；
- ③ G01 退刀 I，同时进行辅助切面光滑处理；
- ④ G00 快速退刀 $\Delta \Phi$ 至安全位置；
- ⑤ G00 快速回刀至起点截面；重复至①。

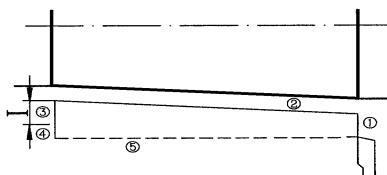


图 2.36 加工过程图

例 4：反向锥度外圆，进行右切削

G90 G81 X40 Z150 R30 I-1 K-0.2 F200（绝对值编程）

G91 G81 X0 Z50 R30 I-1 K-0.2 F200（增量编程）

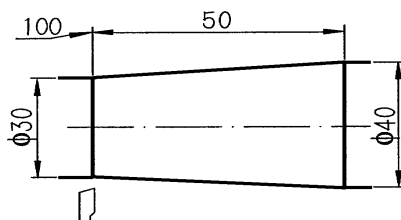


图 2.37 反向锥度外圆，进行右切削

加工过程同例 1。

例 5：反向锥度内圆，进行左切削

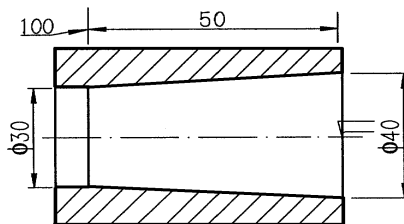


图 2.38 反向锥度内圆

G90 G81 X30 Z100 R40 I1 K0.2 F200（绝对值编程）

G91 G81 X30 Z-50 R40 I1 K0.2 F200（增量编程）

加工过程：类似于例 1，区别在于退刀时刀具向中心轴方向退刀。

2.2.42 G82——端面固定循环

格式：G82 X__ Z__ R__ I__ K__ F__

说明：

- (1) 在绝对坐标模式下，X、Z 为另一个端面（终点）的绝对坐标，增量编程模式下，X、

Z 为终点相对于当前位置的增量值。

(2) $R = (\text{终点直径} - \text{起点直径})$ ，终点(起点)直径在终点(起点)截面上最终锥体直径。在将工件截短的端面加工时，终点直径与起点直径均为零。R 为有符号数，“+”表示终点直径大于起点直径，“-”则相反。

(3) I 粗车进给，K 精车进给，I、K 为有符号数，并且两者符号应相同。符号约定如下：向左切削加工时为“+”（可省略），向右切削加工时为“-”。

(4) 不同的 X、Z、R、I 值决定端面不同的形状，其中，R 值决定是否有锥度， $R=0$ 时端面没有锥度；如果在绝对模式下同时有 $X=0$ ， $R=0$ ，则将工件截短，并且端面车平；R 的符号决定了有锥度端面的锥度方向；Z、R、I 的符号共同定了锥度端面的切削方式，分内切削和外切削两种。对于各种情况的编程，以下将举例作详细说明。

(5) F 切削加工的进给速度 (mm/min)。

(6) 对于没有锥度的端面，加工长度没有限制；对于有锥度的端面，加工长度限制在两端面之间的长度，并且加工开始前刀具须停在两端面之一上。加工结束后，刀具停止在编程终点上。

例 1：锥度有台阶的端面循环，初始时刀具可停在 A 或 B 位置上从 A 处开始

G90 G82 X30 Z100 R10 I-1 K-0.2 F200 (绝对值编程)

G91 G82 X-10 Z-5 R10 I-1 K-0.2 F200 (增量编程)

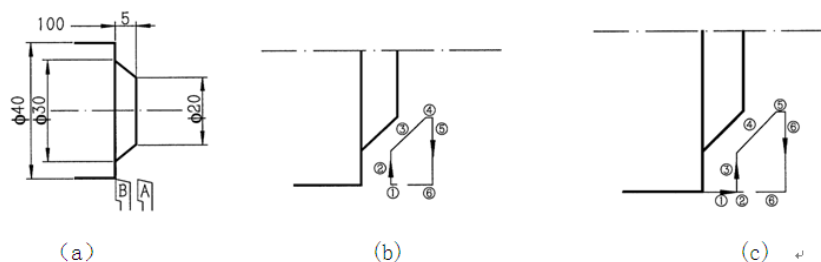


图 2.39

加工过程：

① G01，Z 方向进刀 2 倍 I（第一刀为 I，最后一刀为 I+K 精车）进行长度切削；G01，X 方向进刀至终点处，进行深度切削；

② G01 两轴插补，切削至另一端面；G01，Z 方向退刀 I 至安全位置，同时进行辅助切面光滑处理；

③ G00，X 方向退刀到起点处；

④ G00，Z 方向快速进刀至离工件表面 I 处，预留 I 进行下一步切削加工；

⑤ 如果加工结束则 G01 进刀至终点处，停止，否则重复至①。

从 B 处开始：

G90 G82 X20 Z105 R-10 I-1 K-0.2 F200 (绝对值方式)

G91 G82 X-20 Z5 R-10 I-1 K-0.2 F200 (增量坐标编程)

加工过程：

① G00，Z 方向快速进刀至 A 处；

② G01，Z 方向进刀 2 倍 I（第一刀为 I，最后一刀为 I+K 精车），进行长度切削；

③ G01，X 方向进刀至终点处，进行深度切削；

④ G01 两轴插补，切削至另一端面；

⑤ G01，Z 方向退刀 I 至安全位置，同时进行辅助切面光滑处理；

⑥ 如果加工结束则 G01 进刀至终点处，停止；否则，G00，X 方向退刀到起点处；

⑦ G00，Z 方向快速进刀至离工件表面 I 处，预留 I 进行下一步切削加工；

⑧ 重复至②。

例 2：锥度无台阶的端面循环，初始时刀具可停在 A 或 B 位置上从 A 处开始

G90 G82 X20 Z100 R0 I-1 K-0.2 F200（绝对值方式）

G91 G82 X-10 Z-10 R0 I-1 K-0.2 F200（增量坐标编程）

加工过程：

类似例 1，A，不同在于没有第③步。

从 B 处开始：

G90 G82 X20 Z110 R0 I-1 K-0.2 F200（绝对值方式）

G91 G82 X-10 Z10 R0 I-1 K-0.2 F200（增量坐标编程）

加工过程：类似例 1，B，不同在于没有第④步。

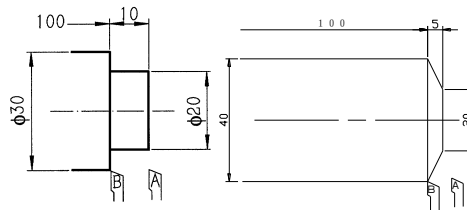


图 2.40

例 3：锥度无台阶的端面循环，初始时刀具可停在 A 或 B 位置上从 A 处开始

G90 G82 X40 Z100 R20 I-1 K-0.2 F200（绝对值方式）

G91 G82 X0 Z-5 R20 I-1 K-0.2 F200（增量坐标编程）

加工过程：类似例 1.A，不同在于没有第②步。

从 B 处开始：

G90 G82 X20 Z105 R-20 I-1 K-0.2 F200（绝对值方式）

G91 G82 X-20 Z5 R-20 I-1 K-0.2 F200（增量坐标编程）

加工过程：类似例 1.B，不同在于没有第③步。

根据不同的 X、R 值还可以编程以下图形：

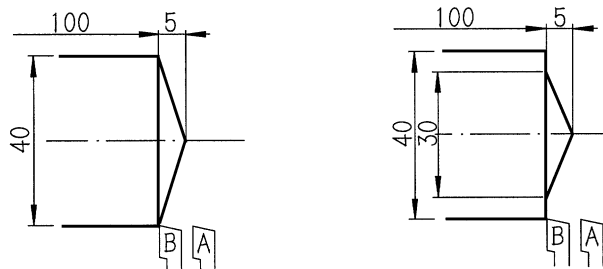


图 2.41

例 4：有台阶的凹端面循环。由中心向外加工时，刀具应停在中心位置，以保证退刀回刀时不会撞刀

G90 G82 X20 Z100 R-10 I-1 K-0.2 F200（绝对坐标编程）

G91 G82 X20 Z-5 R-10 I-1 K-0.2 F200（增量坐标编程）

以上例子中，若将 I、K 符号同时改变为“+”，则图形以 X 轴镜象，进行右加工。

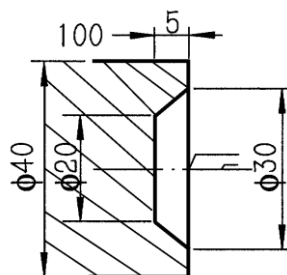


图 2.42

2.2.43 G83——深孔加工循环

用于 Z 轴的间歇进给。每次进给切削后都快速退刀到孔顶位置并暂停 P100#参数设定的秒数（以利于排屑），之后快进到距上一次孔底 K 距离的位置。进行又一次的切削进给循环，直到切削到 I 代表的孔底位置。暂停 R 指定的秒数，最后快速退刀到孔顶位置，G83 指令段执行结束。

格式 1: G83 X__ Y__ Z__ I__ J__ K__ R__ F

格式 2: G83 X__ Y__ Z__ D__ I__ J__ K__ R__ F

与格式 1 的区别在于用 D 参数指定第一刀切削深度（推荐大于 J）

Z: 孔顶坐标

I: 孔底坐标

J: 每次进给深度（无符号数）

K: 每次退刀后，再次进给时，由快进转换为工进时距上一次孔底的距离（无符号数）

R: 孔底延时时间

D: 第一刀切削深度（无符号数）

F: 进给速度

例 1: G92 X60 Z130

M03 S500

G90 G83 X100 Z90 I30 J20 K10 R1 F600

M02

例 2: G92 X60 Z130

M03 S500

G91 G83 X40 Z-40 I-60 J20 K10 R1 D30 F600

M02

G83 指令动作循环见图 2.43 如示：

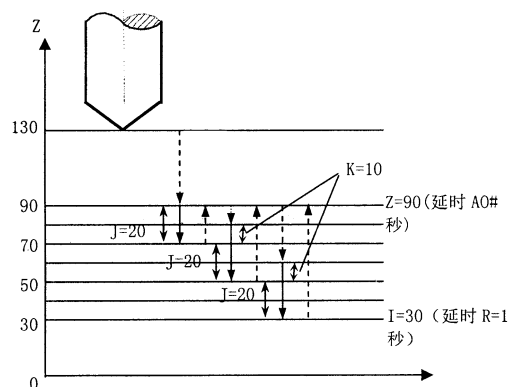


图 2.43 G83 指令动作图

2.2.44 G84——公制刚性攻丝循环

格式: G84 Z__ K__ L__ N__

说明:

(1) G84(G85) 只能在安装了主轴编码器的情况下使用。

(2) Z 为攻丝终点坐标, K 为螺距。

L: 材料补偿量, 取值范围 0-15, 一般材料取 0 (不编 L 值), 脆性材料可以加大 L 提高攻丝转速。粘贴材料适当加大 (5-10) 可以减小断丝攻的可能。L 不编则由 P87# 决定。

N: 当攻丝进给达到 Z 值后系统发出主轴停止信号, 当主轴降至 N 设定转速时, 系统发出反转信号, 从而减少换向时间, N 不编时系统检测到主轴转速降到 0 后才发出主轴反向信号。

对于主轴是变频调速时, 由于变频器本身的特性, 编写 N 将不起作用。

(3) 刚性攻丝时主轴转速的选择

刚性攻丝时主轴每转一转, Z 向沿主轴轴向进给一个螺纹螺距, 主轴加减速时也严格维持这一关系。攻丝时主轴倍率, 进给倍率被禁止。

刚性攻丝时 Z 向的进给与主轴同步, 当攻丝进给到达 Z 值后, 系统发出主轴停止信号, 主轴从设定转速降到零速值的这段减速时间内 Z 向仍然是在跟进 (主轴减速时间越长, 跟进长度越大), 为了减少减速时间内的跟进长度, 应尽量减少主轴升降速时间。

攻丝进给速度与主轴转速有如下的比例关系:

$$F=S \times K \quad (\text{式 } 2.1)$$

式中:

F——攻丝进给速度; S——主轴转速; K——丝攻螺距;

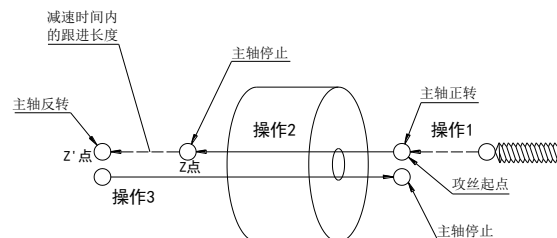


图 2.44

说明:

操作 1: 快速定位到攻丝起始点, 主轴正转。

操作 2: 攻丝进给到 Z 点, 主轴停。

操作 3: 主轴反转, 丝攻退回到起始点主轴停。

2.2.45 G85——英制刚性攻丝循环

格式: 同 G84。

说明: 螺距为 K 牙/英寸。

2.2.46 G86——公制螺纹循环

G86(G87) 为螺纹加工循环, 通过参数宏变量, 加速度等选项设置, 可以实现各种进刀方式, 退刀方式, 直, 锥, 管螺纹、端面螺纹 (G79)、公英制螺纹、小孔螺纹, 各种非 60° 螺纹刀的牙型加工, 由于 G86(G87) 功能较为复杂, 请认真阅读本节, 尤其在加工特殊要求螺纹时, 请注意各种参数与变量的配合。

格式: G86 X _ Z _ K _ I/D _ R _ N _ L _ J _

$X_:$ 螺纹终点 X 轴坐标, 绝对、相对坐标编程均可, 直螺纹不要编写此值
 $Z_:$ 螺纹长度, 绝对或相对编程均可
 $K_:$ 螺距 (公制 Kmm, 英制 K 牙/英寸)
 $I/D_:$ 螺纹切完后在 X 方向的退尾长度/旋进距离值
 $R_:$ 螺纹外径与根径的直径差, 正值
 $N_:$ 螺纹头数, 用于多头螺纹 ($N \leq 150$)
 $L_:$ 循环次数
 $J_:$ Z 向退尾位置修正

说明:

宏变量 P10, P11, P12 专用于设定螺纹加工的其他参数。

(1) 每次进刀方式由程序前面 P10 和 P11 赋值语句决定, 最后一刀 X 向单边进刀光整螺纹面。(是否光刀由 P25# 参数决定)。

(2) 螺纹在 X 向退尾方向由 I 值决定, “+” 为外螺纹, “-” 为内螺纹。

(3) 加工循环的起始位置为将刀尖对准螺纹的顶径处。

(4) J 值表示 Z 方向退尾位置的修正 (见后面说明)。

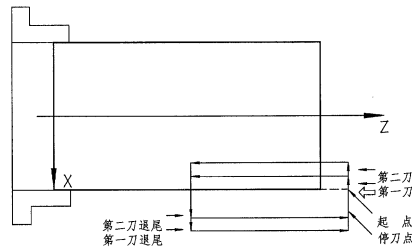


图 2.45

(5) 当需要等螺距收尾时, 可使用退尾修正功能, 其格式为通常的 G86 指令中增加 J 值。J 值不编时, 一般 Z 向运动到接近终点时 X 向才退尾。

(6) 在 G86 中 X 向退尾长度正常以 I 后面的值表示, 当编 D 时, 表示螺纹进刀为旋进。用旋进功能时注意: 开始进刀时, 刀尖必须位于工件表面外距离 $\geq D$ 值, 否则将撞刀, 旋进距离等于退尾距离 (X 向)。I 值不编用于加工小孔螺纹的定点退刀, 此时 X 向退刀方向由 R 的正负号决定。

(7) 根据 I、J、D 的编程, 可以有各种组合, 以下为常见的几种:

- | | | | | | | | | |
|----|-----|-------|-----|----|-----|----|----|--------------------------|
| a) | G86 | Z-100 | R2 | K3 | L10 | I5 | | 普通螺纹加工 |
| b) | G86 | Z-100 | R2 | K3 | L10 | I5 | J6 | 离 Z 向正常退尾位置提前 6mm 退尾 |
| c) | G86 | Z-100 | R2 | K3 | L10 | D5 | | 旋进切入但没有等螺距退尾 |
| d) | G86 | Z-100 | R2 | K3 | L10 | D5 | J6 | 旋进旋出离 Z 向正常退尾位置提前 6mm 退尾 |
| e) | G86 | Z-100 | R-2 | K3 | L10 | | | 外螺纹定点退刀循环切削 |
| f) | G86 | Z-100 | R2 | K3 | L10 | | | 内螺纹定点退刀循环切削 |
| g) | G33 | Z-100 | R-2 | K3 | | | | 单刀外螺纹切削 |
| h) | G33 | Z-100 | R2 | K3 | | | | 单刀内螺纹切削 |

用户可根据具体情况灵活设置各种编程参数。

旋进切入的角度和切入位置根据螺纹加工速度 (主轴转速 $\times$ K 螺距)、X 向旋进旋出时间常数和速度 (P16#, P49#, P59#)、螺纹加工时 Z 向时间常数和速度 (P40#, P45#) 的不同而有不同的角度。

(8) P16# 参数表示 X 向旋进 / 旋出的速度, 一般编程值 200mm / min-6000mm / min, 但当

设定值 $<100\text{mm/min}$ ，时，系统加工时自动调整到 2500mm/min 。

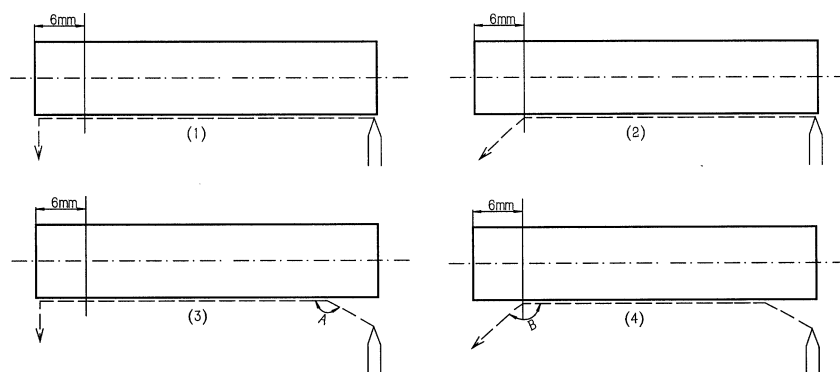


图 2.46

(9) 对于螺纹切削时每刀的切深，可在程序中自由设定，采用赋值语句 $P10=0, 1, 2$ 。

a、当 $P10=0$ 时，螺纹切削时等距离进刀，即每次进刀量为 R/L ，当 $P25\#$ 参数不等于 0 时，最后增加一刀光刀（记入总切削量 R ）。

b、当 $P10=1$ 时，等切削量进刀。对于 60 度螺纹刀可保证每次进刀的金属切削量基本相同。每刀切削量为： $\Delta R_n = (\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) \times R / \sqrt{L}$ ， ΔR_n ：第 n 次进刀量。 n ：第 n 次进刀。 $n \leq L$ 。 L ：循环次数， R ：总切深。

c、当 $P10=2$ 时，等切削量进刀，将 $P10=1$ 时的第 1 刀分为两刀切削。如果觉得第一刀切削量太大，可将 $P10$ 设为 2，系统将第一刀分为两刀切削，以免损伤刀尖例如当 $R=1.0$ ， $L=5$ 时，有：

P10	第一刀	第二刀	第三刀	第四刀	第五刀	第六刀	第七刀
0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.19	0.01	/
1	0.45	0.19	0.14	0.12	0.09	0.01	/
2	0.23	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.01

(10) 对于螺纹切削方式在程序中也可以自由设定，采用赋值语句 $P11=0, 1, 2, 3$ 。

$P11=0$ ：刀刃沿螺纹牙型中线切入

$P11=1$ ：刀刃沿螺纹牙型左边切入

$P11=2$ ：刀刃沿螺纹牙型右边切入

$P11=3$ ：刀刃沿螺纹牙型左边、右边轮流切入

例：N0010 G00 X100 Z100

N0020 G00 X50 Z1

N0030 P10=2 P11=0（本行与 G86 之间不要有其他指令）

N0040 G86 Z50 K1 R1.1 I3 L5

N0050 G00 X100 Z100

N0060 M02

如果这以上进刀方法仍然不能满足要求，可采用 G33 单刀螺纹循环自定义切深。

(11) 螺纹加工的开始及结束时有升降速过程，在此时间内，螺纹是不准确的，因此实际加工时必须避开这二个区域。 $P40\#$ 和 $P45\#$ 参数定义了螺纹加工时 Z 向加速度可调速升降速长度。

(12) 螺纹加工时 Z 向步进 / 伺服电机的进给速度不应超过某一值，如 4m/min ，该速度与机床大小及电机功率有关。

(13) 螺纹在切削前，系统测主轴转速，定出步进电机的最佳升降速过程，并判断主轴转速是否稳定，等到编码器的零信号出现后，开始加工，这过程需 50-100 毫秒，若主轴转速不稳定，系统需等到主轴转速稳定后才开始加工。若测不到稳定的速度，一般不会进行螺纹加工。P23#参数表示主轴转速波动的百分比，正常取 5-15，实际加工时主轴转速波动率应 $\leq$ P23#参数。

(14) P25#参数，设定螺纹最后一刀的光刀量，若螺纹加工循环最后不要光刀，P25#参数应=0。

注意：旋进(D 值有效)时，只能加工直螺纹。J 必须是正值。

(15) 定点退刀

在加工小孔内螺纹时，由于退刀空间限制，I 值不能定义，X 向只能退到加工开始位置。X 向的退刀方向由 R 的正负号决定。

格式：

G86 Z-30 K1 R1.5 L3 (内螺纹)

G86 Z-30 K1 R-1.5 L3 (外螺纹)

(16) 提前退尾与滞后退尾 (J 值)

不编 J 值，X 向正常退尾，退尾位置发生在 Z 向降速开始时。

J>0 时，X 向退尾位置比正常退尾位置提前 Jmm。

说明：例如不编 J 值时 X 向退尾发生在 Z 坐标为 50。如 J 的编程值为 3，此时 X 向退尾发生在 Z 坐标为 53 处。

J<0 时，J 是一个百分比，X 向开始退尾的位置比 Z 向正常位置滞后，滞后长度等于 Z 向退尾长度的 J%。

J=0 时，等同于正常退尾位置。

J=-100 时，等同于螺丝加工到全部长度（螺丝根部）时才退尾。

$0 \leq J \leq 100$ 时，X 向退尾点发生在螺丝根部与 Z 向正常退尾位置之间。

(17) 单刀螺纹

当螺纹进刀使用等距进刀或等切削量进刀仍不能满足要求时，可采用单刀螺纹循环 G33/G34 人工设定每次切入深度（G33/G34 分别为公/英制）。

请看一段程序（M45×1 的外螺纹）

```
G00 X50 Z100          ; 到螺纹端面
G33 Z55 K1 R-1.5       ; 螺纹切入 1.5mm
G33 Z55 K1 R-2.3       ; 螺纹再切入 0.8mm
G33 Z55 K1 R-2.5       ; 螺纹再切入 0.2mm 光刀
.....
```

G00 X70

M02

注意：

a) 使用单刀螺纹循环时，两段 G33 之间主轴转速变化不得大于 P23#。

b) 修改过 Z 向加速度（P40#、P45#）后，必须使用新工件重新加工。

(18) 螺纹品质改善

a) 柔性处理：

系统设定 P80#KP, P81#KI, P82#KD 参数可改善螺纹加工的跟随性能及 X、Z 向电机的运行品质。

对于脉冲输出的系统控制模式只采用 KP（P80#），KI 与 KD 应设为零。

在 B097=1 时，KP 有效， $KP \leq 100$ ，越小则螺纹加工的平稳性越好，但微观螺距误

差略加大（无螺距积累误差），在螺距不变时，可提高主轴转速，提高工件光洁度，KP不宜太小，一般 $KP=75\sim 100$ ，当 $KP=100$ 能满足加工要求时，建议不使用 KP，即 B097 设为 0。

b) 快速退尾：

通过调整主轴转速，X、Z 向加速度，以及 J 值，可实现各种品质的螺纹尾部形状。

加大 P45#，减少 P40#，可提高 Z 向加速度，使螺距的升降速长度减少，加大有效螺纹长度。

加大 P16#，P49#，减小 P59#，可推迟 X 向退尾时间，有助于改善螺纹末端的牙深均匀性。

亦可通过改变 J 值及正负号来改善螺纹退尾时的品质： $J>0$ ，并减小 X 向加速度，可形成多圆逐渐变浅的收尾， $J<0$ ，加大 X 向加速度，适当减小 Z 向加速度，可形成很短的收尾槽。

(19) 与螺纹加工有关的参数一览表：

a) P59#：螺纹 X 向旋进/旋出速度上限，与 P49#合并计算加速度，旋出与退尾同样动作。

b) P20#：编码器线数

本参数必须与机床上装配的主轴编码器每相每转脉冲数吻合，否则会造成加工螺距不准并影响加工品质。

系统对编码器脉冲 4 倍频，1200 线的编码器系统将检测出 4800 线

c) P25#：螺纹最后一刀光刀量

螺纹 X 向进刀若干次完成（由 L 决定），当 $P25\neq 0$ 时，X 向每刀进给量由 R 值减去 P25#，然后分 L 次切削，最后执行一次光刀加工，全部循环数为 $L+1$

d) P40#、P45# 螺纹加工时 Z 轴时间常数与速度上限

合并计算 Z 向加速度，但并不据此确定 Z 向的加工速度。

e) P49#、P59# 螺纹切削时 X 向旋进旋出时间常数与速度上限

当加工无进退刀槽螺纹时，决定 X 切入及退尾的加速度

f) P88#：螺纹 X 向进刀的实际速度

X 轴切入螺纹时以 G01 运动切入螺纹的实际速度。

g) P84#：1#螺纹牙尖角

P85#：2#螺纹牙尖角

正常螺纹刀为 60° 尖角，当加工螺纹采用单边切削时（ $P11=1、2、3$ ，并且牙尖角 $\neq 60^\circ$ ）。此时就必须由 P84#，P85#定义螺纹的牙尖角。P84#，P85#的意义：当 $P11\neq 0$ （即沿螺纹单边切削时）

P12=0： 60° 牙尖角

P12=1： 55° 牙尖角

P12=2： 65° 牙尖角

P12=3：用户定义的牙尖角，由 84#参数决定

P12=4：用户定义的牙尖角，由 85#参数决定

P84#、P85#为牙尖半角的正切值并乘以 10000

例如： 62° 的牙尖角

$$\text{TAN}(62/2) \times 10000 = 6009$$

例：加工一牙尖角为 62° ，而且刀刃沿牙型的左边切入（设定 P85#为 6009）

N0100 P11=1 P12=4

N0110 G86 Z50 K2 I4 R1 L3

如采用标准 60° 螺纹刀具，或不采用单边切削方式，则无须采用 P12 宏变量。

T 型螺纹的编程说明：

- 1) 在编螺纹程序前必须用赋值语句对 T 型螺纹的牙型进行赋值
- 2) P12=5 (T 型螺纹加工)
- 3) P0=A-B (螺纹底宽度一刀尖宽度)， $P0 \leq 2$ 倍的刀宽

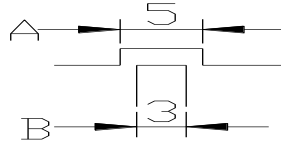


图 2.47

- 4) 当系统参数 P25=0 时，建议螺纹循环次数 L=奇数，例：L7, L9 等。
- 5) 当系统参数 P25≠0 时（光刀量≠0 时），建议螺纹循环次数 L=偶数，例：L8, L10 等。

a) 编程实例：

- a: 螺纹底宽度 A=5
- b: 刀尖宽度 B=3
- c: 系统参数 P25=0.1 (光刀量)

```

N0010 M03 S1000 T1
N0020 G04 K2
N0030 G00 X100 Z50
N0040 G00 X30 Z10
N0050 P12=5 P0=2
N0060 G86 Z-50 K6 R3 I8 L10
N0070 G00 X100 Z50
N0080 M02
N0090

```

b) T 型螺纹无等切削量加工

螺纹第一刀沿槽宽中间加工，从第二刀开始，左右槽边依次加工，当 P25=0 时，螺纹循环次数为 L 次，P25≠0 时，螺纹循环次数为 L+1 次。最后一刀 X 向无进给，保证牙底等深。

T 型槽两边的切削量：

1. 当 P25=0 时，T 型槽每次每边切削量为 $P0/L-1$
2. 当 P25≠0 时，每次切削量为 $P0-P25/L-2$

最后二刀 T 槽切削量为 P25，而 X 向进刀为：倒数第二刀 X 进 P25，最后一刀 X 向进深 0。

2.2.47 G87——英制螺纹循环

格式：同 G86。

注：螺距为 K 牙 / 英寸。

2.2.48 G90——绝对坐标编程

格式：G90

说明：

- (1) G90 编入程序时，以后所有编入的坐标值全部是以编程零点为基准的。
- (2) 系统上电后，处在 G90 状态。

例：

```

N0010 G90 G92 X20 Z90
N0020 G01 X40 Z80 F100
N0030 G01 Z60 F50
N0040 G03 X60 Z50 I0 K-10
N0050 M02

```

2.2.49 G91——增量坐标编程

格式: G91

说明: G91编入程序时, 之后所有坐标值均以前一个坐标位置作为起始点来计算运动的编程值。在下列坐标系中, 始终以前一点作为起始点来编程。

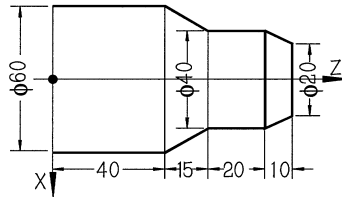


图 2.48

例:

```

N0010 G91 G92 X20 Z85
N0020 G01 X20 Z-10 F100
N0030 Z-20
N0040 X20 Z-15
N0050 M02

```

G90, G91 适用于 X, Y, Z 的编程, 即 G90 有效时 X, Y, Z 的值为绝对量, G91 有效时, X, Y, Z 的值为增量编程, 而对于 U, V, W, 无论是 G90 或 G91, 均为增量编程。

同一语句中可以 X, Y, Z, U, V, W 不同轴既绝对又增量混合编程, 如:

```
N0010 G90 G01 X100 V30 W20 F100;
```

但不可以同一个轴编程混合编程, 如:

```
N0010 G90 G01 X100 U100 F100, 这是错误的格式。
```

2.2.50 G92——设定工件坐标系

格式 1: G92 X__ Y__ Z__

格式 2: G92 U__ V__ W__

说明:

(1) G92 只改变系统当前显示的坐标值, 不移动坐标轴, 达到设定坐标原点的目的。

(2) G92 的效果是将显示的刀尖坐标改成设定值。

(3) G92 后面的 XYZ 可分别编入, 也可一次全编。

注意: 在只使用一把刀的情况下, 可以用 G92 这种简易快捷的方法代替对刀, 否则不能使用 G92 代替对刀, 因为 G92 功能会修改整个坐标系。

2.2.51 G96——恒线速切削

格式: G96

说明:

(1) 恒线速切削只适用于有模拟量输出的系统, 控制主轴无级变速。

(2) 当 G96 执行时, CNC 以此时的切削速度为基准, 根据 X 方向是正向切削还是负向切削线性调整主轴的转速。

(3) 当主轴的转速达到系统的额定最大转速或最低转速时 (由 P26#, P28#限定)

时, X 向连续进刀、退刀, 主轴的转速不再变化。

(4) G96 由 G97 及 M05、M02 等指令来取消。

(5) 由于主轴变频器有升 / 降速时间设定, 当 G96 生效时, 变频器的升 / 降时间常数越短, 则主轴转速的跟随性越好。

(6) 当 G96 有效, 而此时 X 值为 0, 系统报警(线速度为 0)。

2.2.52 G97——取消恒线速切削

格式: G97

2.2.53 G98——取消每转进给

格式: G98

2.2.54 G99——设定每转进给

格式: G99 FXXXX

说明: G99 后面的 F XXXX 为每转进给的距离, 单位为 μm , 即 F 后面只能为整数。这与每分钟进给的单位不同。

2.3 辅助功能 (M 功能)

M 功能也称辅助功能, 用于 CNC 输入输出口的状态控制。辅助功能由字母 M 及后面两位数组成, 数控系统的辅助功能如下:

M00	程序暂停
M01	条件暂停/选择停
M02	程序结束
M03	主轴正转
M04	主轴反转
M05	主轴停止
M08	开冷却液
M09	关冷却液
M10	工件夹紧
M11	工件松开
M12	主轴高速档继电器开
M13	主轴高速档继电器关
M18	伺服主轴准停模式
M19	伺服主轴设定为位置模式
M20	开指定的继电器
M21	关指定的继电器
M24	设定刀补号
M25	并行换刀时等待换刀结束
M26	发位置模式, 撤销准停
M27	主轴准停加位置模式
M28	伺服主轴设定为速度模式
M29	伺服主轴设定为位置模式
M30	程序结束
M32~M39	控制 T5-T8 指定的输出口
M41~M44	指定主轴档位转速

M46	设置相对坐标
M47	加工计件数清零
M48	加工计件数加 1
M49	加工计时清零
M57	自动重复上料功能
M65	主轴速度模式飞刀盘功能
M66	主轴位置模式飞刀盘功能
M69	读出编码器计数值
M71~M85	M 功能脉冲输出

M 功能是用来使机床外部开关接通或断开的功能，如主轴启动、停止，冷却电机接通或断开。M 功能常因机床生产厂家及机床结构和型号不同，与标准规定的 M 功能有差异。

下面就 M 功能作详细说明。

2.3.1 M00——程序暂停

格式：M00

说明：程序里出现 M00，本段程序执行前暂停等待。按下加工启动键，程序运行本行的其它指令。

2.3.2 M01——条件暂停/选择停

条件暂停

格式 1：M01 KXX 或 M01 LXX

格式 2：M01 KXX DXX 或 M01 LXX DXX

说明：K（或 L）后面的值为对应的输入口的编号，程序执行到此处便停下等待，直到外部向该输入口输入一低有效（或高有效）的信号，程序向下执行。要求外部电平有效时间 >15 毫秒。K 为高电平有效，L 为低电平有效。系统的输入口编号定义存储在系统中，可在参数——诊断界面中查到每个输入口的输入号。D 为外部向该输入口输入信号的等待时间，单位秒，当等待时间超过 D 设定的值仍然未检测到信号时，系统会提示 M01 等待超时报警；报警内容可以自定义，详见 4.8.5。若不编写 D 则默认等待 P147# 参数所设定的时间。

P147# 参数：M01 检测时间，1 秒为最小单位，如果此参数为 0 时默认一直等待。

选择停

格式：M01

说明：

配合面板【选择停】键使用，当程序执行到这一指令时系统会判断选择停是否有效（选择停灯是否亮），若有效系统会进入暂停状态，否则不作任何动作继续执行后面程序。

条件暂停与选择停的区别在于，系统在编译时会自动判断 M01 后是否有 L 或者 K，若有则认为是条件暂停，反之为选择停。

2.3.3 M02——程序结束

格式：M02

说明：

(1) M02 结束加工程序。

(2) 当程序中不编 M02，若位参数 B005=0，程序结束后关主轴 (M05) 和冷却 (M09)。

若位参数 B005=1 并且不编 M02，程序结束后不关主轴和冷却，仅结束本次循环。

2.3.4 M03——主轴正转

格式：M03

说明:

(1) 程序里写有 M03 指令, 首先使主轴正转继电器吸合, 接着 S 功能输出模拟量, 控制主轴顺时针 M03 方向旋转。它控制 M03 吸合继电器。M03 动作顺序:

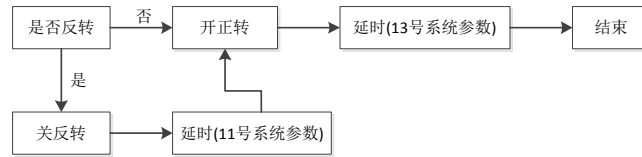


图 2.49

(2) 若 B016=0, M03 为保持输出;

(3) 若 B016=1, M03 为脉冲输出, 脉冲延时由 P13# 参数决定。

2.3.5 M04——主轴反转

格式: M04

说明:

(1) 控制 M04 继电器, 启动主轴反转。M04 动作顺序:

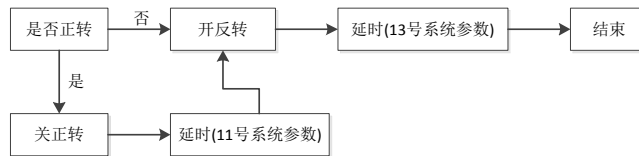


图 2.50

(2) 若 B016=0, M04 为保持输出;

(3) 若 B016=1, M04 为脉冲输出, 脉冲延时由 P13# 参数决定。

2.3.6 M05——主轴停止与制动

格式: M05

说明:

(1) M05 指令输出脉冲信号, 关主轴正或反转控制继电器, 停止输出模拟量, 主轴旋转停止。输出脉冲信号宽度由 P14# 参数决定。控制 M05 继电器功率输出。

(2) 如果 P12# 参数值 ≠ 0, 系统 8# 输出口 (M78) 会输出短信号到制动继电器, 提供主轴制动功能。

(3) 如果 B015 参数=1, M05 关 S1~S4 继电器; B015=0, M05 不关 S1~S4 继电器。

(4) M05 指令执行过程:

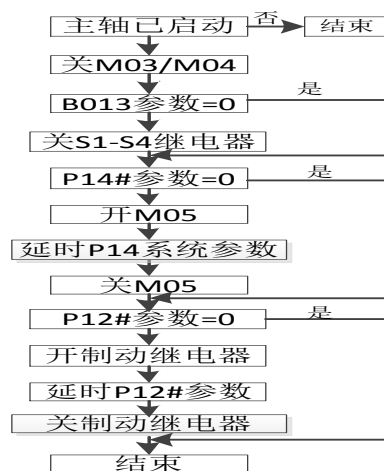


图 2.51 M05 指定执行过程

2.3.7 M08/M09——开/关冷却液

说明：M08 功能在本段程序开始时执行，接通冷却液控制继电器。

M09 功能在本段程序运行完毕后，关掉冷却液控制继电器。

2.3.8 M10/M11——主轴夹紧松开控制

格式：M10 或 M11

说明：详见第五章的描述。

2.3.9 M12/M13——主轴高速档继电器开/关

M12/M13 用于开/关主轴高/低速换档继电器，系统规定 M12/M13 继电器与 S3 合用。

2.3.10 M18/M19——主轴准停/取消

M18：主轴准停并产生 Y 坐标(不进入位置模式)：

发准停→关 M03/M04/位置→检测准停到位→延时 104#→生成 Y 坐标→结束

M18 默认输出口 XJ6-19(位置准停)输出信号使主轴伺服进入准停模式。输出口号由 P134 # 系统参数设定，默认 21 号输出口，可以修改此参数选择输出口号。

M19：撤销准停模式输出使主轴伺服进入速度模式。

2.3.11 M20——开指定的继电器

格式：M20 Kxx

说明：K 后二位数对应某继电器号，执行到该句后，系统的继电器或功率输出有效，使外部继电器吸合，并延时 0.02 秒后继续向下执行。

2.3.12 M21——关指定的继电器

格式：M21 Kxx

说明：K 后二位数对应某继电器号，执行到该句后，继电器输出无效，使外部继电器断开，并延时 0.02 秒后继续向下执行。

2.3.13 M24——人为指定刀补号

格式：M24 Kxx

说明：一般在系统第一次上电或执行过清内存指令后以及其他必须改变刀补号时，可以执行此指令。本指令只改变刀补号而不调整工件坐标，所以执行此指令后务必重新对刀。K 后二位数取值为 00~24。M24 不得在程序中使用。

2.3.14 M25——等待换刀结束

采取并行换刀时，换刀过程中各坐标轴电机仍然在运动。如果希望在换刀完成后才开始下一段加工，可在程序中增加 M25 指令。换刀结束后才开始下一段加工，以防撞刀。如果在退刀过程中无撞刀风险，则不需要 M25 指令，以提高加工效率。

2.3.15 M26——发位置模式，撤销准停

发位置模式→关 M03/M04/位置→结束

2.3.16 M27——主轴准停加位置模式

M27 Y0(或其他回转轴 Z0、R0)：准停转位置并生成坐标：

发准停→撤销 M04/M04/位置→检测准停到位→延时 104#→发位置→延时 0.1 秒→撤准停→生成 Y 坐标(或其他回转轴)→结束。

2.3.17 M28/M29——主轴的速度/位置模式

M28：默认输出口 XJ6-18(位置模式)输出信号使主轴伺服进入位置模式，接收系统的脉

冲信号。输出口号由 P136# 系统参数设定, 默认 22 号输出口, 可以修改此参数选择输出口号。

M29: 撤销位置模式输出使主轴伺服进入速度模式。

若位参数 B095=1“=1: M28 由编码器定位主轴”, 位参数 B101=1“=1: Y 向以圆周表示, 0~360”, 则当执行 M28 时, 系统会根据接收到的当前编码器的角度值, 直接显示在系统 Y 轴坐标上。

2.3.18 M30——程序结束

格式: M30

说明:

(1) M30 结束加工程序。

(2) 当程序中不编 M30, 若位参数 B005=0, 程序结束后关主轴 (M05) 和冷却 (M09)。

若位参数 B005=1 并且不编 M30, 程序结束后不关主轴和冷却, 仅结束本次循环。

2.3.19 M32~M39——控制 T5-T8 指定的输出口

说明:

(1) M32 打开系统参数 156 号设置的 T5 有效输出口

(2) M33 关闭系统参数 156 号设置的 T5 有效输出口

(3) M34 打开系统参数 157 号设置的 T6 有效输出口

(4) M35 打开系统参数 157 号设置的 T6 有效输出口

(5) M36 打开系统参数 158 号设置的 T7 有效常开输出口, 关闭 T7 有效常闭输出口

(6) M37 打开系统参数 159 号设置的 T7 有效常闭输出口, 关闭 T7 有效常开输出口

(7) M38 打开系统参数 160 号设置的 T8 有效常开输出口, 关闭 T8 有效常闭输出口

(8) M39 打开系统参数 161 号设置的 T8 有效常闭输出口, 关闭 T8 有效常开输出口

(158. 159/160. 161 需都设置输出口 M36, M37/M38. M39 才能打开和关闭输出口)

备注: (使用指令需提前设置位参数 B231-B234, 系统参数 156-161)

2.3.20 M41~M44——指定主轴转速档

适用于变频器驱动的机械变速主轴, 一般会配合 S1~S4 使用。详见 5.3.1~5.3.2。

2.3.21 M46——设置相对坐标

格式: M46 X__ Y__ Z__

说明:

(1) 直接把 X Y Z 后面的数值显示到相对坐标中。

(2) M46 后面的 XYZ 可分别编入, 也可一次全编。

2.3.22 M47——计件数清零

格式: M47

说明: M47 功能使系统累计加工计件归零。

2.3.23 M48——计件数加 1

格式: M48

说明: M48 功能使系统累计加工计件增 1。

2.3.24 M49——计时清零

格式: M49

说明: M49 功能使系统累计加工计时归零

2.3.25 M57——自动重复上料功能

格式: M57 I__ K__ D__ R__ N__

说明:

I_: 上料到位输入信号

K_: 上料输出口

D_: 检测输入口最大等待时间, 单位: 秒

R_: 再次输出上料相对上次关闭上料的间隔时间(若上次上料未成功), 单位: 秒

N_: 上料重复执行最大次数, 若上料输出 K 口并等待 D 秒后仍未检测到 I 输入信号, 系统关闭输出 K 口并延时 R 秒后, 再次输出 K 口重复上料, 最大重复 N 次后, 若还未成功, 则系统报警提示“M57 送料失败”。报警内容可以自定义, 详见 4.8.5。

2.3.26 M65——主轴速度模式飞刀盘功能

格式 1: M65 S__ R__ K__

格式 2: M65 R__

说明: 首先确保系统软件硬件都有飞刀盘功能。

位参数 B253 “M65 飞刀盘为 R 轴”, 要改为“1”

位参数 B056 “RERR 高电平有效”, 要改为“1”

位参数 B241 “RESET 停主轴”, 根据实际情况选择 0 或 1

系统参数 162 号 M65 启停时间常数, 一般“200”左右。取值太小, 电机启停会比较快, 容易报警。

系统参数 163 号 M65 电机最大速度, 一般取值“30000”以内, 表示刀盘最大速度 3000 转每分钟。

当用户要求重新上电继续未完成工件车削或要求二次车削的话, 需要刀盘轴回零, 这个回零动作需要上电执行一次就可以了, 系统会一直记录刀盘的位置值。

系统参数 86 号“各轴回零速度”, 改为“0”

系统参数 164 号“R 轴回零速度”, 此参数一般取值“200”, 不要太大, 因为零点信号很短, 否则可能检查不到零位信号或旋转多圈后才检测到。

格式 1 说明:

K 的值表示起始角度, 当车方角度有要求时, 可以编写 K 值, 比如 K30 表示车方角度向后偏移 30 度。

R 的值为刀盘轴的转速, 要小于电机额定转速, 因为在启动瞬间要跟随主轴, 转速会大于设定值, 有可能会出现超速报警。R 值有正负。

S 的值为主轴转速, 有正负正负。

比如: 一把刀时, S:R=1:1 时车一方, S:R=1:2 时车两方; 两把刀时, S:R=1:1 时车两方, S:R=1:2 时车四方, 要车其它几方原理类似。建议用户选择最佳比例 S:R=1:2。

停止时编写 M65, M65 S__ R__要和 M65 成对出现, 不然会出现“M65 格式错误报警”。

当需要调整转速时, 必须在刀盘停止的情况下, 重新启动刀盘, 意思是: 如果 M65 S500 R1000 已经启动了, 不允许再执行 M65 S__ R__, 要先执行 M65 停止, 再换转速。

尽量避免在主轴已经启动的情况下启动飞刀盘, 如: 已经 M03 S1000 了, 再执行如果 M65 S500 R1000, 飞刀盘很有可能会超速报警。

飞刀盘功能不一定要用主轴伺服, 即使是变频主轴只要使用了 1:1 连接的编码器, 也可

以使用此功能。

格式 2 说明：飞刀盘也可以单独运行，执行指令 M65 R500，这样可以当动力头使用，可以实现打孔等功能，此功能可以配合 G14 专用攻牙功能使用。

2.3.27 M66——主轴位置模式飞刀盘功能

M66 功能，要求主轴伺服进入位置模式，才能有能使用，需要使用同步带，或者使用 APH 主轴驱动配合第二编码器使用。

M66 功能的参数与 M65 的基本一样。

M66 增加了一个位参数 B174 “=1: Y 轴 0—10mm 显示”，需要把主轴（Y 轴）齿轮比（系统参数 35, 36 号），改为 10mm 旋转一圈，1:1 同步带的情况下，35, 36 都改为 1。

如果需要重复车方或定角度车方，M66 启动前应让 Y 轴（主轴）和 R 轴走到固定的起始位，走 R 坐标时用 G00 编写，因为 R 轴飞刀盘时不支持 G01 运动，G00 后面可以指定 F 值 R 轴运行速度。

大概编程格式：

N0010 M28; 主轴进入位置模式

N0020 G04 K0.2; 延时 0.2 秒

N0030 G00 Y0 D0 F1000; 只能用 G00，注意这边是 D，如果编写 R 就是增量值。

N0100 M66 S1000 R1000; 注意本行编写的是 S，不是 Y，虽然主轴用的是 Y 坐标。

N0110 G04 K2

N0120

.....

N0200 M66

N0210 M30

N0220

2.3.28 M69——读出编码器计数值

将读出值放入 Z 轴相对坐标，目的：检查编码器计数的正向（见 5.3.7.1 第一条第 4 点）。

重复检查 M27, M18, G08 的定位精度：

N0010 M03 S1000

N0020 G4 K1

N0030 M05

N0040 M27 Y0

N0050 G4 K1

N0060 M69 ; Z 轴相对坐标值 ZLX1000=编码器脉冲计数值。

重复执行，观察 Z 轴相对坐标值 ZL 的偏差，每一个偏差脉冲对应分度误差：

$ZLX360 \text{ 度} \div (\text{编码器线数} \times 4)$; ZL=Z 轴相对坐标值

注：关于 G05 的详细说明见 5.3.7。

2.3.29 M71~M88——M 功能脉冲输出与尾架进退

2.3.29.1 M71~M88——M 功能脉冲输出

格式：M77 （以 M77 为例）

说明：考虑到各种机床对 M 功能要求不同，系统设置了该功能，用于控制继电器板上的继电器输出短时间的通断信号，其动作顺序如下（以 M77 为例）：

(1) 系统 7#输出口输出，控制继电器板上的 7#继电器，使之吸合。

(2) 延时 P15#参数, P15#参数=0 时延时 0.4 秒。

(3) 系统 7#输出口停止输出，断开 7#继电器。

有关各继电器的输出号，显示在系统的诊断界面，或查阅技术手册。

2.3.29.2 M78/M79——M 功能尾架进退

若 B085=0：脉冲输出；

若 B085=1：M78/M79 尾架进退，为电平输出，配合面板尾架进/尾架退功能使用。有关尾架功能详见 5.4.4 的描述。

2.4 F、S、T 功能

F、S、T 功能是进给功能、主轴功能、刀具功能的简称。

2.4.1 F——进给功能

进给功能一般称 F 功能，F 功能可以直接规定 G01、G02、G03 的进给速度，F 功能用字母 F 及数字表示，其切削进给速度为毫米/分。数控系统的进给速度从 F1~F5000mm/min 之间，用户可根据实际切削情况，任意选择。当采用每转进给时，F 为微米，即每转主轴进给多少 μm 。

2.4.2 S——主轴转速控制

主轴控制分主轴变频调速电机和主轴变速电机（双速电机、三速电机）两种。

2.4.2.1 主轴带变频电机

由 S××××、M03、M04、M05、以及一系列参数实现主轴控制，并确定主轴控制的模拟量输出(出厂设定 0~10V)。一般机床主轴有一级手工换档，以实现不同的转速范围，使得低速时仍有较大的输出扭矩。可输出高速、低速等四档模拟电压值。

有关主轴控制详见第五章的描述。

2.4.3 T——刀具功能

刀具功能也称 T 功能，用来进行刀具选择，使用电动刀架或排刀由 P05# 参数 (=1：电动刀架，=0：排刀) 决定。刀具功能用字母 T 及后面的数字组表示。对于电动刀架，控制回转刀架进行换刀，并改变相应刀号；对于排刀，刀号一律为 0，仅改变刀补号。

2.4.3.1 T 功能格式

T n . m n：刀号（1-8） m：刀补号（1-12）

有以下几种书写形式：

	电动刀架	排刀
T n	换 n 号刀，用 n 号刀补	用 n 号刀补
T n.0 或 T n	换 n 号刀，不带刀补	同上
T 0. m 或 T . m	不换刀，用 m 号刀补	用 m 号刀补
T n . m	换 n 号刀，用 m 号刀补	用 m 号刀补
T 0.0	无动作	无动作

2.4.3.2 刀号与刀补号

对于排刀，刀号一律为 0，通过改变刀补号来修正刀尖的偏差；对于电动刀架，刀号一律由刀架内的传感器得到，CNC 不作记忆。因此，无论排刀还是电动刀架，CNC 均可准确地了解刀号。而刀补号 CNC 无法通过外部开关得到，尤其是对于排刀以及刀号与刀补号不一样时，CNC 只能通过记忆得到刀补号，在正常工作中刀补号在 1~10 之间，但是在特殊情况下，如 CNC 第一次使用、系统总清除或内存紊乱引起刀补号超出上述范围或不准时，可用 M24 人为指定刀补号，但此时有可能造成 CNC 实际坐标与显示坐标不符，这时需重新找正 CNC 坐标。

注：若参数设定为电动刀架(P05# 参数=1)，而 CNC 系统未与电动刀架连接或连接不正确，或刀补号超限，此时系统会出现错误 06。

2.4.3.3 加工中修改刀补

在加工中如发现工件尺寸有变化，可实时修改刀补值，其过程如下：

1. 暂停或单段有效使坐标轴电机停止运动；
2. 按刀补修调键；
3. 修改刀补值；
4. 启动加工循环。

注：修补后的刀补只对后续刀具起作用，对当前刀无效。

2.4.3.4 刀补表

刀补表间接记忆了各把刀之间刀尖的差值以及刀尖的相位，也就是说，刀补值需在换刀时经计算得出来。在 PARAM 状态下，按 F1 键，屏幕上显示 10 个刀具参数，DX 为 X 方向的刀补值，DZ 为 Z 方向的刀补值，R 为刀尖圆弧半径，PH 为刀尖与工件相对位置的相位关系。

2.4.3.5 电动刀架的功能动作顺序

系统的 P5# 用于设定不同的换刀方式：

P5#=0 排刀

P5#=1 常见的电动刀架

P5#=2~10：用户自定义的其他刀架

对于电动刀架，其动作顺序如图所示：

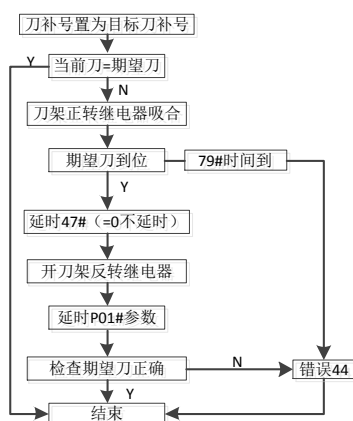


图 2.52 PLC 动作顺序

2.4.3.6 对刀方法及步骤

本系统采用的试切对刀法，在产生刀补的同时，也建立了刀具的工件坐标，为了便于操作，系统提供了 X 向、Z 向单独的记忆对刀参数的方式和 X 向、Z 向同时记忆对刀方式，具体操作步骤如下：

(1) X 向、Z 向单独记忆对刀

X 向对刀方法：

- ① 在卡盘上夹一毛坯件；系统进入手动操作方式；
- ② 转动刀架，选择需要对刀的刀号，如“T1”；然后选择适当的主轴转速及手动进给速度，启动主轴；
- ③ 移动刀具，用选择好的刀具在毛坯上车削出一小段外圆(或内孔)，按【Xsav】键，屏幕下方出现“X向刀偏已保存”；
- ④ 手动退出刀具，停下主轴，测量并记录切削后外圆(内孔)的直径；
- ⑤ 按【刀补】键进入刀具补偿参数界面，屏幕上显示“X0.000”(显示最后一次 X 向刀补输入值)，在键盘上输入步骤4中所测量出的直径，按【ENTER】键确认后系统会提示“数据已保存”。

注意：若刀具在工件轴线的另一侧切削(即刀具位于轴线的反方向)，则输入的直径为负值。

Z 向对刀法：

①进入手动操作方式；

②再次启动主轴，移动刀架，用n号刀具在毛坯上车削出一端面，按【Zsav】键，屏幕下方出现“Z向刀偏已保存”；

③手动退出刀具，停下主轴，测量出切削端面到卡盘端面的长度值L；

④按【刀补】键进入刀具参数界面，屏幕上出现提示“Z 0.000”（显示最后一次Z向刀补输入值），在键盘上输入步骤③中所测量出的长度L，按【ENTER】键确认，此时该刀具在工件坐标系中的相对位置即已确定。

有时步骤②中的位置就是实际的Z向零点位置，这时可以跳过步骤③直接执行步骤④，屏幕上出现提示“Z 0.000”（显示最后一次Z向刀补输入值），在键盘上输入“0”，按【ENTER】键确认。

(2) X 向、Z 向同时记忆对刀

① 在卡盘上夹一毛坯件，进入手动操作方式并转动刀架，选择需要对刀的刀具，如“T1”；

② 选择适当的主轴转速及手动进给速度，启动主轴，移动刀架，使用选择好的 T1 号刀具在毛坯上车削出一端面，按【Zsav】键，沿 X 方向退出刀具至合适位置，加工一段外圆，按【Xsav】键；

③ 退出刀具，停下主轴，测量出切削后的外圆直径和工件端面到卡盘端面的长度 L；

④ 按【刀补】键进入刀具参数界面，大光标停留在 1 号刀补，屏幕上出现提示“X 0.000”，并有光标在后面闪烁，输入直径后再按【ENTER】键确认。此时，大光标停留在 Z 向补偿值，并有光标在后面闪烁，屏幕上出现提示“Z 0.000”，输入长度值 L 后再按【ENTER】键，刀补建立后该刀具在工件坐标系中的相对位置随之确定。

刀补的其他功能如刀补修调等，见操作说明的刀具参数部分。

III 系统操作

正确操作数控系统，必须掌握各种功能的操作方法及所显示的各种信息的含义。数控系统给用户提供的可操作界面如下：

1. 键盘面板：接受用户对系统的指令，并据此协调系统内部状态，实现全部系统功能。
2. 通讯接口：可与任何配备标准 RS232 串行接口的计算机进行通讯。
3. 彩色液晶屏，实时提供各种系统信息。
4. 各种输入/输出接口。
5. USB 接口：插入 U 盘与控制系统交换加工程序或参数文件。

3.1 安全、保护与补偿

一般情况下，步进电机开环驱动由于自身原理，在发生超程堵转时不会对机械产生重大影响，而对于交流伺服电机为执行元件的系统，在交流伺服的过载能力，输出扭矩会急剧增加，有可能发生机械损坏甚至严重事故。因此，机床的安全保护对于以交流伺服单元驱动的机床来说尤为重要。系统通过以下诸多方面来进行限制出错的可能性。

3.1.1 急停

急停按钮应具备常开/常闭触点各一付，其中，常开触点应接到系统以便在急停按钮按下时系统进入急停状态。

急停按钮的常闭触点强烈推荐接入机床的强电柜给主回路(主轴及伺服)供电的控制回路内，以便在紧急情况时，以最高的可靠性保证主轴与伺服停止运行。

系统在收到急停信号时，切换到手动方式，出现 55#报警，并封锁一切操作。

3.1.2 硬限位

对于以交流伺服为执行元件的机床，每个轴应该装上高可靠的机械式三联行程开关，在系统软限位未起作用时强行切断主回路供电控制电路，一般三联开关：两联接入强电控制回路作为两个方向的限位输入，第三路可作为返回机床零点的初定位信号。

由于接近开关动作不能直接切断控制回路，所以一般不推荐用感应式接近开关作为伺服轴的限位开关，如必须采用，应选用 NPN 型 OC 门输出的接近开关，输入口号由 P72#和 P73#设定。

3.1.3 软限位

系统提供内部定时检测功能实时监控系统的坐标是否越过人为设定的区间，一旦超过，则停止运行，切换到手动方式，并发生 40#报警，其过程由一系列参考体系构成，具体说明见 5.4.8。

3.1.4 间隙补偿

对于具有一定反向间隙补偿的机械传动机械，系统可以补偿其造成的精度损失，但不能期望补偿后的效果与无间隙的加工质量相同，尤其是在圆弧加工过象限时，间隙值越大，对品质的影响越大，因此，机床应尽可能减少间隙值。

系统采取附加运动的原理处理间隙，其运动的加速度由 P39#时间常数及 P48#补偿速度上限计算出。

3.1.5 丝杆螺距补偿

由于制造及温度等综合因素的影响，丝杆螺距误差从统计上讲，属于系统误差，而非随机误差，数控系统认为在两个相邻测量点之间的误差在测量距离足够小时($\leq 1.5\sim 2$ 倍螺距)其误差呈加权线性分布，因此系统在进行螺距误差补偿时，除保证测量点上的补偿准确外，对于测量点之间的误差仍然进行加权补偿，从而保证在整个丝杆的全行程内，每个系统周期(约 4ms)都对丝杆误差进行补偿，而不是孤立地只对测量点进行补偿。

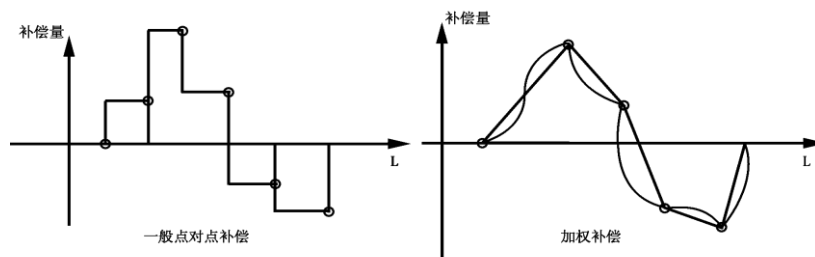


图 3.1 丝杆螺距补偿

在加权补偿的图形中可看出，丝杆长度范围任意一点的补偿量与邻近的测量点的补偿量是不同的，而任意一点补偿量的确定，除与当前点左右两侧量点的误差值有关外，还与邻近测量点前后的误差变化量有关。螺距补偿的实现条件见 4.5.1。

3.2 PRGRM(程序)主功能

按【程序】键后，屏幕上显示程序管理主画面如图 3.2 所示：

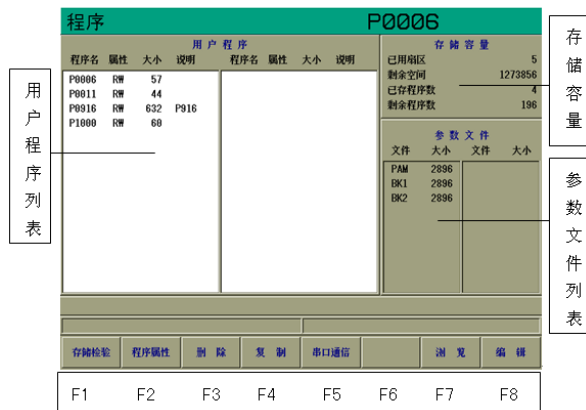


图 3.2 程序管理

系统中最多可保存 200 个文件，最大内存 2000K, 对每个程序名, 系统显示以下信息：

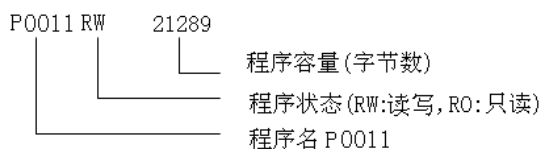


图 3.3

3.2.1 程序名输入原则

在系统中，只有主程序能进行加工，主程序以 P 或 N 为第一个字母。子程序以 N 为第一个字母，子程序只能被主程序调用。主程序或子程序后跟四位数字表示不同的程序号，系统规定，主程序可以是 P0000~P9999 或 N0000~N9999 之间任何一个，子程序可以是 N0000~N9999 之间任何一个。

输入程序名时，首先输入 P(或 N)，然后按键 0~9 输入四位数字，若不足四位数字，系统会自动用“0”补齐四位，如输入“P1”【ENTER】，则实际会生成程序“P0001”。

3.2.2 程序编辑

程序管理画面上按【F8】键，屏幕上与 F8 对应的按钮被按下，同时光标在屏幕左下方“请输入文件名”后闪烁，用户可输入一个主程序名 P0000~P9999 或子程序名 N0000~N9999，按回车后进入编辑画面。编辑画面如图 3.4:

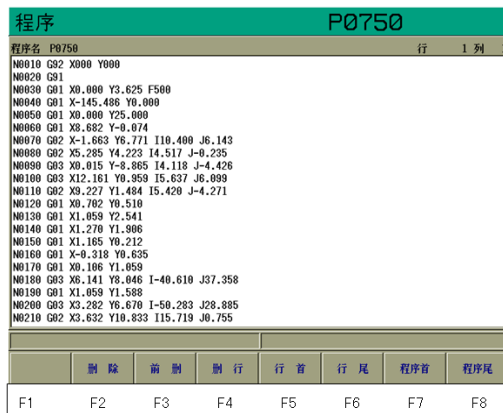


图 3.4 程序编辑

若该程序已存在系统中，则将该程序显示在屏幕上，若是新程序，屏幕上程序显示区中无任何程序，屏幕中间空白处供用户编辑，系统最大可以编辑约 600K 的程序，如果程序为只读属性，则不能进行修改。

第一行显示当前程序名，以及光标所在的行号和列号，底行为编辑功能键提示，此时 F 功能键成为编辑程序时的子功能键。中间为程序显示区，用户可以在其中编辑程序。

字符数字键：每按一次字符或数字键，在光标位置上出现所按字符或数字，同时光标及其后的字符均后移一个字符位置，即在原光标位置上挤进一个字符(插入方式)。

编辑功能键：由 F 功能键和回车键【ENTER】组成。编辑功能键的作用是移动光标到合适位置，以便加进、删除一个(或一行)字符，它们并不直接在程序中添加字符。回车键的作用是使光标到达下一行的行首。若它处于程序中间某一行中，会在该行与下一行之间插入一个空行，同时将原来该行光标位置向后的所有字符带到空行中，产生新的一行。

例如：编辑下面两段程序：

N0010 G00 X100

N0020 G01 Z10

按键顺序为：N—0—0—1—0—G—0—0—X—1—0—0—ENTER

N—0—0—2—0—G—0—1—Z—1—0—ENTER

编辑时，以下键有效：

字符/数字键：按字符数字键在光标当前位置上出现相应的字符或数字

光标移动键：

【←】：左移光标，光标由当前位置左移一个字符，若光标已在当前行行首，停止左移。

【→】：右移光标，光标由当前位置右移一个字符，若光标已在当前行行尾，停止右移。

【↑】：上移光标，光标由当前行上移一行，若光标已在程序首行，停止上移。

【↓】：下移光标，光标由当前行下移一行，若光标已在程序尾行，停止下移。

【上页】：文本显示区一次能够显示 22 行内容，称为一页，从当前页开始向前显示一页。

【下页】：从当前页开始向后显示一页。

F 功能键：

【F2】：删除。删除光标位置上的字符，若光标位于在行尾则将下一行内容移至当前行行尾。

【F3】: 前删。删除光标位置前的字符, 若光标位于行首, 则将当前行移至上一行行尾。

【F4】: 删行。删除光标所在行, 同时被删行的下面内容上移一行。

【F5】: 行首。光标跳至当前行行首。

【F6】: 行尾。光标跳至当前行行尾。

【F7】: 程序首。显示程序第一页内容, 且光标跳至程序首行行首。

【F8】: 程序尾。显示程序最后页内容, 且光标跳至程序尾行行尾。

注意:

严禁非正常退出编辑状态, 否则系统中的部分程序甚至全部程序将被破坏, 这些非正常退出包括:

(1) 在编辑时按硬件复位、关机或电网瞬时掉电。

(2) 若编辑一个很大的程序, 系统可能要等待一会才能进入编辑画面, 在等待时发生上述行为, 会破坏一部分或全部程序。

发生以上情况, 本系统不能保证程序的完备性。

如需退出编辑状态, 只需按某主功能键, 系统便切换到其它主功能状态, 在退出之前, 系统自动将用户编辑的程序进行处理后保存, 并将程序记录于目录, 反映在程序名表中。

3.2.3 复制文件

本功能是将某程序复制成另一程序。

在程序界面下, 按【F4】键, 屏幕下方与 F4 对应“复制”按钮被按下, 同时在屏幕左下方“请输入文件名”中出现光标, 在光标处键入将被复制的程序名, 如 P0067 (P0067 必须是已在系统中的程序), 按回车键后系统提示: “将程序复制为”, 光标在其后闪烁, 再输入复制的目标程序名, 如 P0068 (P0068 必须是不在系统中的程序), 按【ENTER】后复制完成, 新的程序产生, 同时程序名表中也发生相应的改变。

3.2.4 删除文件

本功能是将一个无用的程序从系统中删除掉, 可以是主程序, 也可以是子程序, 只要它出现在程序名表中。

在程序界面下, 按【F3】键, 屏幕下方与 F3 对应的按钮“删除”被按下, 输入需要删除的程序名, 按【ENTER】键后该程序即被删除。

注意: 程序一旦被删除后, 将无法恢复, 故删除时, 务请仔细操作。

3.2.5 修改程序属性

数控系统的每一个程序可有两种属性, 分别是:

a) 读写 ;

b) 只读 。

对于读写属性, 可进行一般的编辑, 删除等。对于只读属性, 程序只能显示在屏幕上供观看, 而不能在其中增减字符。此功能可防止误操作破坏程序。

在程序界面下, 按【F2】, 屏幕下方与 F2 对应的按钮“程序属性”被按下, 同时在光标处输入程序名。按【ENTER】键后, 系统提示: “请选择新属性 0: 读写、1: 只读”, 表示该程序将被赋予属性。输入 0、1 两个数字之一, 则该程序属性将被重新设定, 同时在程序名表中也有变化, 这两个数字的含义:

0: 读写属性 ;

1: 只读属性 。

注意: 一个新程序编辑后, 其属性缺省为 0 (RW 读写属性)。

3.2.6 输入和输出功能

系统通过 RS—232 串行口输入、输出程序。操作：

- (1) 按【程序】进入程序管理；
- (2) 按【F5】“串口通讯”。

注：

- (1) 程序名输入时，若打错字符，可用“前删”键修改。
- (2) 与计算机进行程序交换的具体操作请见通讯软件上的说明文件。

3.2.6.1 串口输入

可以经串行口从 PC 机或其他数控系统输入一个程序。

按【F5】，屏幕下方“串口输入”按钮被按下，系统提示“请输入文件名”并在后面显示光标，在光标处输入程序名(必须是系统中没有的程序)，按回车键后输入过程开始。

通讯传输时，在屏幕上可见到输入的字符依次显示。

3.2.6.2 串口输出

将已存储在系统中的某个程序输出给 PC 机或其它数控系统。步骤：

按【F4】，幕下方“串口输出”按钮被按下，系统提示“请输入文件名”并在后面显示光标，在光标处输入程序名(已存储于系统中)，按回车键后输出开始。

3.2.7 浏览

浏览功能能快速浏览 CNC 存储区中的用户程序内容，该功能可以打开任意大小的文件，进行查看，但不能进行修改。

在程序界面下，按【F7】再输入文件名，系统打开相应文件，若直接回车，系统打开文件列表的第一个文件。此时，功能键 F1~F8 被重新定义。

【F1】：编辑。可编辑当前显示的程序内容。

【F2】：查找。查找用户输入的字符串，并将光标移至第一个与该字符串相同的位置。

【F3】：找下一个。可以依次查看与查找功能中输入的字符串相同的内容。

【F4】：程序首。将光标移至文件首。

【F5】：程序尾。将光标移至文件尾。

【F6】：上一段程序。按【F6】显示 CNC 用户程序区的下一个程序名及内容。若当前程序为用户程序区的最后一个程序，按此键后显示第一个程序。

【F7】：下一段程序。按【F7】显示 CNC 用户程序区的上一个程序名及内容。若当前程序为用户程序区的第一个程序，按【F7】后，显示最后一个程序内容及名称。

【F8】：返回。返回到程序主界面。

3.3 U 盘管理

系统提供了 USB 接口，支持对 U 盘的访问。在 U 盘管理界面下可以实现 U 盘内容和用户程序存储器间的导入和导出。

3.3.1 U 盘管理说明

- (1) 支持采用 USB1.1/USB2.0 协议的 U 盘存储器，U 盘文件系统格式为 FAT 格式。
- (2) 可管理的最大 U 盘目录深度为 6 级。
- (3) U 盘文件名显示格式为 8.3 格式，即 ××××××××.×××格式，长于 8.3 格式的文件名以缩减为 8.3 的格式显示，支持中文目录名。
- (4) 支持与用户程序存储器间文件相互存储。
- (5) U 盘文件名自动排序。

3.3.2 U 盘管理界面及界面介绍

- (1) 打开 U 盘防护盖，插入 U 盘；
- (2) 按【U 盘】键，进入 U 盘管理界面；如图 3.5 所示：

U 盘									
用户程序				U 盘程序					
程序名	属性	大小	说明	程序名	属性	大小	说明	程序名	长度
P0006	RW	57						M20.1X1	896
P0011	RW	44						P02.1X1	3767
P0916	RW	632	P916					P1	52
P1000	RW	60						P115	91K
								P2	1725
								P222	85
								P333	1725
								P5	130
								P555	7239
								P666	4032
								P710	85
								P720	91K
								P888	7239

图 3.5 U 盘管理

- (1) U 盘程序列表区：显示 U 盘当前目录下的文件列表。
- (2) 用户程序列表区：显示用户程序存储器中的程序列表。
- (3) U 盘路径显示区：显示 U 盘当前文件的路径，最大深度为 6 级。
- (4) 状态栏：错误操作信息和操作提示信息以及操作结果信息显示栏。

U 盘管理界面下 F 功能键介绍：

- 【F1】：存入 U 盘。将用户程序列表中的程序文件存入 U 盘当前目录。
- 【F2】：浏览程序。浏览用户程序列表中的程序。
- 【F3】：文件下页。用户程序列表一屏最多显示 30 个用户程序，当程序数目超过一屏时，可用循环翻页功能显示用户程序列表中当前未显示出的程序。
- 【F5】：复制到系统。将选中的 U 盘文件复制为另一个程序名到用户程序存储器。
- 【F6】：删 U 盘文件。删除选中的 U 盘文件。
- 【F7】：浏览 U 文件。浏览选中的 U 盘文件。
- 【F8】：存入系统。将选中的 U 盘文件存入用户程序存储器。

U 盘文件列表的显示操作键介绍：

- 【上页】：当前 U 盘文件目录列表向前显示一页。
- 【下页】：当前 U 盘文件目录列表向后显示一页。
- 【↑】：上移光标，光标在 U 盘文件列表区上移一行，当光标移至 U 盘文件列表区顶部，继续按【↑】键，当前文件列表内容整体下移一行，同时将目录列表中未显示的前一个文件显示在列表顶部。若当前光标位置上已是 U 盘文件列表的第一个文件或目录，则停止上移。
- 【↓】：下移光标，光标在 U 盘列表区下移一行，当光标移至 U 盘文件列表区底部，继续按【↓】键，当前文件列表内容整体上移一行，同时将目录列表中未显示的下一个文件显示在列表底。若当前光标位置上已是 U 盘文件列表的最后一个文件或目录，则停止下移。

3.3.3 U 盘文件的选中

由于 U 盘中的文件名可能是中文名或长文件名，这给 U 盘文件名的输入带来了不便，为了便于用户对 U 盘文件进行操作，系统采用光标选中的方式来选择要操作的文件。

系统规定：在对 U 盘文件进行任何操作前需要首先选中该文件。所谓选中，即移动 U 盘文件列表中的光标，将其置在所要操作的文件名上，即表示选中了该文件。文件夹的选中与此相同。

3.3.4 打开 U 盘文件夹

系统支持的 U 盘目录深度为 6 级，在不超过目录深度下的文件夹均可打开。用户可以将加工程序分类存储到相应文件夹中，便于用户查找和管理程序。要打开某个文件夹，首先要选中该文件夹，然后按【ENTER】键，即打开该文件夹，同时在 U 盘文件列表中显示该文件夹中的内容。

假设 U 盘根目录下有一名为[加工程序]的文件夹，以打开该文件夹为例说明如何进行打开文件夹的操作：

- (1) 移动 U 盘光标，选中[加工程序]文件夹；
- (2) 按【ENTER】键，该文件夹的内容即在 U 盘文件列表中显示。

3.3.5 返回上级目录

通过以下操作可以返回U盘当前文件的上级目录：

- (1) 选中[返回上级]；
- (2) 按【ENTER】键，即可返回上级目录，若返回成功，U盘路径显示区显示新的路径；
- (3) 若当前目录已是U盘根目录，则不能再向上返回。

3.3.6 将 U 盘文件存入系统

该功能实现将U盘中的文件存入用户程序存储器。通过下面的例子来说明具体的操作流程，假设U盘根目录下已存在test.nc文件，要将其存入用户程序存储器，且在用户存储器中以P0003命名。

- (1) 进入U盘管理界面（参照3.3.2操作），选中test.nc文件；
- (2) 按【F8】（存入系统）键，在提示栏显示“将程序复制为”输入框，输入P0003后按【ENTER】键，即开始将U盘文件存入系统；
- (3) 若操作成功，P0003文件会出现在用户程序列表中。

注：

- (1) 存入系统的文件名必须遵守用户程序命名规则，即以P或N开头，后跟四个数字。
- (2) 存入系统的U盘文件大小不能超过系统规定的用户程序最大值，约600Kbyte。
- (3) 文件夹不能存入系统。

3.3.7 用户程序存储器中的程序存入 U 盘

操作举例说明，假设用户程序目录列表中已存在P0003程序，现将其存入U盘根目录，在U盘中命名为P0001。

- (1) 进入U盘管理界面（参照3.3.2操作）；
- (2) 在U盘管理界面下，按【F1】（存入U盘）键，在显示“请输入文件名”输入框，并有光标在输入框闪烁，输入P0003后按【ENTER】键，在提示栏显示“将程序复制为”输入框，并有光标在输入框闪烁，输入P0001后按【ENTER】键，即开始将用户程序存储器中的P0003存入到U盘根目录的操作；
- (3) 若操作成功，P0001会出现在经重新排序后U盘文件列表中。

3.3.8 浏览 U 盘文件

在U盘管理界面下可以直接浏览查看U盘文件内容，这样便于用户在对U盘文件进行存储或删除操作前确定文件是否正确。具体操作流程如下：

- (1) 进入U盘管理界面（参照3.3.2操作），在U盘管理界面下，选中需要浏览的文件；
- (2) 按【F7】（浏览U文件）键，即切换至U盘文件浏览界面；

在文件浏览界面下可以进行如下按键操作：

【F6】（程序首），查看文件的首页。

【F7】(程序尾)，查看文件的尾页。

【F8】(返回)，返回到U盘主界面。

【上页】：当前U盘文件向前显示一页。

【下页】：当前U盘文件向后显示一页。

【↑】：上移光标，光标在U盘文件上移一行，当光标移至U盘文件列表区顶部，则停止上移。

【↓】：下移光标，光标在U盘列表区下移一行，当光标移至U盘文件列表区底部，则停止下移。

(3)若要退出U盘文件浏览，可在按任一主功能键，退出浏览界面，切换至相应主功能界面；

(4)若要浏览下一个U盘文件，首先要退出U盘文件浏览界面（参见流程3操作）返回到U盘管理界面，在U盘界面下选中要浏览的文件，重复流程2的操作即可。

3.3.9 删除 U 盘文件

当U盘剩余空间不足时，可以通过删除U盘文件功能删除不用的U盘文件。操作流程如下：

(1)在U盘界面下，进入要删除的文件所在目录（参照 5.5 操作），选中要删除的U盘文件；

(2)按【F6】(删除U盘文件)键，即可删除文件；

(3)若删除成功，被删除文件名从所在目录中消失，所在目录文件名列表重新排序显示，且在状态栏有“删除成功”信息出现。

3.3.10 浏览用户程序存储器中的程序文件

该功能便于用户在向U盘存储程序之前浏览查看用户程序存储器程序文件是否正确。以浏览用户列表中的P0003程序为例，具体操作如下：

(1)在U盘界面下，按【F2】(浏览程序)，弹出“请输入文件名”输入框，并有光标在后面闪烁；

(2)输入要浏览的文件名如P0003，按【ENTER】键，即切换到用户程序存储器文件浏览界面，并显示P0003文件内容。

3.3.11 U 盘管理界面下循环浏览用户程序列表

当用户程序列表中的程序个数超过一屏（30个）显示范围时，若要查看当前未列出的用户程序名，可通过此功能进行查看。具体操作如下：

(1)在U盘管理界面下按【F3】(文件下页)键，在程序列表框中显示下页的程序名，若翻到列表尾页，再次按【F3】(文件下页)键则显示第一页程序列表内容；

(2)在U盘管理界面下循环翻页功能只对用户程序列表有效。

3.4 POS (位置)主功能

POS（位置）主功能提供对系统或机床的各种操作和控制，如自动循环、手动连续进给、进给参数选择、MDI方式等。该主功能下的各种子功能仍由功能键F1~F8选择。

按“POS(操作)”键进入加工主功能，显示画面如图 3.6 所示：

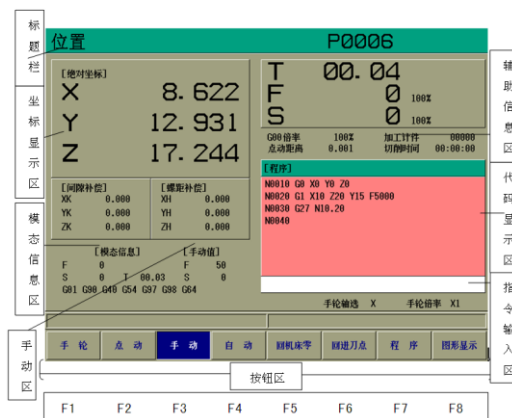


图 3.6 位置界面

操作加工界面相关说明：

- (1) 标题栏区，显示当前的主功能以及显示当前加工程序和程序起始段号。
- (2) 坐标显示区，在位置界面共有三种坐标显示方式。按【ALT】键，可以在几个显示方式下相互切换，用户可以在参数 P91 中设置开机时该界面的坐标显示方式，默认为显示绝对坐标。
- (3) 模态信息区。在位置界面下动态显示 F、S、T 的值和 G 模态代码。
- (4) 手动区，显示进给速度和主轴转速在手动模式下的设定值。
- (5) 大坐标动态显示实际进给速度和主轴转速。
- (6) 辅助信息区，加工计件，切削时间：动态显示加工工件的数量，加工耗时；G00 倍率，点动距离：显示当前状态下 G00 倍率值和点动距离值。
- (7) 代码显示区，可显示九行加工程序，在自动循环加工过程中高亮显示当前执行段。
- (8) 指令输入区，MDI 代码输入，F、S、I 设置值输入等。
- (9) 主轴倍率和进给倍率显示。
- (10) 按钮区，为位置界面下的各种机床操作 F 功能提示。位置显示界面有【手轮】、【点动】、【手动】、【自动】、【回机床零】、【回进刀点】、【程序】、【图形显示】八种方式，分别对应 F1~F8 功能键。通过按相应的 F 功能键进入相对应的机床操作。

3.4.1 自动操作

自动循环加工启动，对应机床的自动操作方式。

3.4.1.1 自动循环(含任意段号处启动加工)

自动循环加工启动，对应机床的自动操作方式，按【F4】键后，在操作模式显示区显示“自动”，再按【存储/打开程序】键，屏幕左下方输入程序名显示区内出现光标并闪烁，用户可在此处输入准备运行的程序名，“前删”键用于修改程序名输入时按错的字符；屏幕中间的程序列表显示用户程序区中已有的程序名、程序大小、程序属性。

程序名输入无误并按【ENTER】键，说明系统已准备运行该程序，此后，如按【循环启动】键，该程序开始运行。如在循环启动前，按【F6】(起始段号)键，在光标出现处，提示用户输入行号，输入行号并按【ENTER】键后按循环启动，则系统从输入的行号开始执行。例如：输入N0100，再按循环启动键，则系统找到以N0100为行号的第一个程序段开始执行，前面的程序段不执行；如没有则从第一行开始执行，并提示错误。

本系统规定，自动循环下的编程零点，就是系统大坐标显示值为零的点，一切编程轨迹均以此坐标为基准。编程的坐标系与工件坐标系重合。

例如：编程为：

G90 G01 X10 Z30 F100

而循环开始时系统大坐标为：

X —50.000
Z —3.500

那么执行上述程序的结果是：X坐标沿正方向移动60mm(直径量)，Z坐标沿正方向移动26.5mm。

按下【循环启动】键后，系统首先对程序进行必要的检查、检错等内部处理，如有错，则出现错误提示，无错便开始顺序执行程序。

注意：(1) 自动循环加工的程序名，由【存储/打开程序】调出。

(2) 在自动加工前，可以进入图形模拟或跟踪，具体见3.5节。

3.4.1.2 自动运行的停止

在程序自动运行中，要使自动运行的程序停止，系统提供了三种方法：

(1) 程序停(M00)指令、选择停状态下的 M01 指令或【循环暂停】键。

含有 M00 或者选择停状态下的 M01 的程序段执行后，程序暂停运行，模态信息全部被保存起来。按【循环启动】键后，程序继续执行。

(2) 程序结束(M02 或 M30) 指令或【循环取消】键。

含有 M02 或 M30 的程序段执行后，或在暂停状态下按【循环取消】键，程序结束运行。如按【循环启动】键，则从程序开头启动加工。

(3) 在紧急情况下，可按<急停> 按钮，取消程序自动运行。

3.4.1.3 自动运行中的速度控制

在自动运行时，系统可以通过修改进给倍率改变运行时的移动速度。通过【进给倍率】旋钮或【进给升】、【进给降】键来改变进给倍率，进给倍率可实现 0%~300%共 21 级实时调节。

注：进给倍率修调程序中F设定的值是编程速度。

$$\text{实际进给速度} = \text{F设定的值} \times \text{进给倍率}$$

另外，自动运行时，也可按【G00 倍率】键选择快速定位的速度倍率，各轴的快速定位速度由 P030~P032 分别设定，快速倍率可实现 F10~100%十档调节。

3.4.1.4 自动运行中的主轴转速控制

在自动运行时，系统可以通过修改主轴倍率改变运行时的主轴转速。通过【主轴倍率】旋钮或【主轴升】、【主轴降】键来改变主轴倍率，主轴倍率可实现 10%~300%共 21 级实时调节。

注：进给倍率修调程序中 S 设定的值是编程主轴转速。

$$\text{实际主轴转速} = \text{S设定的值} \times \text{主轴倍率}$$

3.4.2 手动操作机床

手动操作包括手动连续进给和步进进给二种方式，又称手动、点动操作方式，冷却和主轴均可手动操作。

(1) 手动方式：按“手动”按钮对应的 F 键即进入手动方式，在手动方式下，【Z◀】、【Z▶】、【Y▶】、【Y◀】、【X▶】、【X◀】键表示各个坐标轴沿其正方向或负方向移动的操作键，按下其中之一，对应的坐标轴便沿相应的方向运动。其进给速度可按“FSET”手工设定。当由以

上四个进给键之一与“”同时按下时，按 10#参数设定速度运行。

(2) 点动方式：与手动方式一样，按“点动”按钮对应的 F 键便可进入点动操作方式，每按一次坐标进给键，其坐标便沿该键对应的方向移动一个给定的长度，该长度由【Iset】设定。

(3) 手动操作参数的设定：只在手动、点动方式时有效。

按【FSET】键：设定手动或点动方式的坐标移动速度(字母键区的“F”键)，按【Fset】

键出现光标后，可输入数字，表示每分钟进给的毫米数，按【ENTER】后有效。

该速度的范围在 $1 \sim 9999 \text{ mm/min}$ (0.001 mm 脉冲当量时) 之间，若输入有误，系统自动设定为 50.000 mm/min ，按错数字，可用【Fset】键重新设置。

按“Isset”键：设置点动步进进给量，只在点动方式有效，用于设置步进量。按【Isset】键，在光标后输入步进量 ($0.001 \sim 65.5 \text{ mm}$)。

按【S】键：设置主轴转速，按【S】键后，在光标处输入数字表示主轴转速，按【ENTER】后有效。系统输出该转速对应的模拟量。该转速由 P3#参数、P4#参数限定上限。

(4) 主轴与冷却：在手动、手轮、点动方式下，主轴、冷却均可手工操作。

(5) 夹紧/松开功能：【夹紧】、【松开】键分别用于夹紧和松开工件；【内夹/外夹】键用于方向选择。在三位开关置到主轴停、进给停档位时，按【内夹/外夹】键，键上对应的灯将发生变换，M10 和 M11 功能的方向也将产生变化。

3.4.3 设置机床坐标

新机床调试或者由于更换了电机、丝杆、联轴器、编码器电池等因素，机床原点坐标会发生偏移，一般需要重新设置机床坐标。具体方法如下：

在“POS (位置)”功能下，“手动”方式下，手动把 X 轴移动到实际机械零点附近后，直接输入“G77 X”后按【ENTER】键，系统即将会把 X 轴的机床坐标编码器多圈值清零，留下小于单圈的值作为新的机床坐标，提示“注意！：G77 改变机床坐标系，须重新上电，并全部对刀”，按【ENTER】键确认设置机床坐标，系统提示“已完成，请关机重新上电”，若按【取消】键则取消设置机床坐标操作，执行相似操作可对 Z 轴设置机床坐标，Y 轴目前标配增量式编码器非总线主轴，没有此功能。

设置机床坐标后，需要重新执行对刀，设置软限位等操作。

3.4.4 手轮(手摇脉冲发生器)

手轮可以控制机床在 X 方向、Y 方向或 Z 方向上的直线运动，为适应不同的需要，手轮设置了三个速度档(倍率)，分别为 X1、X10、X100，速度档之间可随时切换，最小控制精度等同于系统控制精度，最大控制速度是脉冲当量的 100 倍。手轮主要用于机床的快速直线移动、对刀等。

手轮操作如下：

(1) 在主菜单下按【加工】主功能键进入机床操作界面。

(2) 按“手轮”对应的 F 键，进入手轮操作方式。

(3) 按【手轮轴选】键选择运动坐标轴，同时在屏幕的机床状态区“手轮”后显示已选择的坐标轴。

(4) 按【手轮倍率】键选择手轮倍率，同时在屏幕的机床状态区“手轮”后显示已选择的倍率。

(5) 摇动手轮，则机床做相应运动。

(6) 要退出手轮状态，可按自动，手动，点动或回机床零对应的 F 功能键。

具体参数详见 5.4.2

3.4.5 系统加工状态设置

在“操作加工”主功能的“自动”子功能下，有二种与机床一数控系统有关的状态设置。

(1) 单段：按【F5】键来回切换。有效时，“单段”按钮被按下，系统每执行一个程序段，便停下来等待用户输入，每按一次【循环启动】键，系统向下执行一个程序段，若在等待时按下【循环取消】键，那么这个循环将被取消，且不能被恢复。

(2) 暂停：与【循环启动】对应，自动循环可由【循环暂停】键暂停加工。在暂停后按【循环启动】继续运行，若按【循环取消】键，则本次自动加工被取消。

注：自动加工开始后，不能进入轨迹显示功能。

3.4.6 MDI 操作方式

在位置界面的手动、自动、点动、手轮方式下，按字母键【G】、【S】，指令输入区出现光标，此时可键入一程序，按【ENTER】键后系统执行该程序。该段程序不须输入段号。在自动方式下的可执行程序段均可在MDI方式下执行。

按【ENTER】键前，如字段输入过程中有错，可按【←】左移光标键，逐个取消输入的代码；按【ENTER】键前，若想取消MDI操作，可按任意主功能键取消操作。

MDI运行后的停止和自动运行的停止操作方法一致，参见自动运行的停止。

3.5 图形显示功能

在位置界面下，按【F4】(自动)进入自动方式，此时按【F8】(图形显示)进入图形显示方式(联机或模拟)。该功能用于显示刀具在某加工程序控制下，刀尖的运行轨迹。该功能可以使用户直接观察到编程轨迹的运行过程，同时结合屏幕上显示的坐标值，能直观地发现程序中的重大错误。屏幕上的图形可同步跟踪刀尖的切削运动，并显示棒料的外形，操作者可以从屏幕上直接观察到刀尖运动时，回转体的形成过程。模拟状态时，屏幕上显示刀具的中心轨迹，但机床各坐标轴并不运动，并且各种机床电器的控制功能也无效，它主要供用户调试程序，当程序无误时可以加工，避免由于编程疏忽引起的故障，甚至事故。

3.5.1 图形显示功能的画面进入顺序

- (1) 按【位置】主键进入位置界面；
 - (2) 按【F4】(自动)键；
 - (3) 按【存储/打开】键；
 - (4) 输入文件名 P0750；
 - (5) 按【ENTER】；
 - (6) 按【F8】(图形显示)键后，图形界面如图 3.7 所示：
- 显示界面如下：

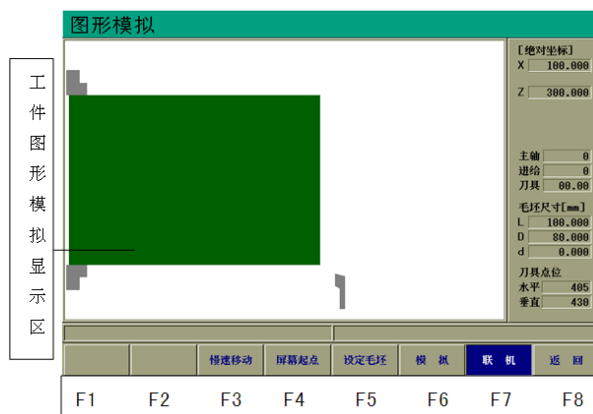


图 3.7 图形模拟

图形显示界面各按钮功能：

图形界面各按钮功能：

- (1) 【F3】慢速移动：改变模拟刀具的移动速度，该按钮按下后，按钮变为快速移动。该按钮根据状态在慢速移动和快速移动之间切换。
- (2) 【F4】屏幕起点：将模拟刀具移动到起始位置。
- (3) 【F5】设定毛坯：用于设置毛坯尺寸。按下此键，再移动光标，可设置或修改毛坯尺寸。在 L 后输入实际毛坯长度，在 D 后输入毛坯外径，在 d 后输入毛坯内径。

- (4) 【F6】模拟：按下此键，使图形模拟时，实际刀具不运动。
- (5) 【F7】联机：按下此键，使图形模拟同时，实际刀具也运动。
- (6) 【F8】返回：按下此键，返回到位置界面。

3.5.2 图形模拟步骤

- (1) 在图形显示界面，按【F5】（设定毛坯）键；
- (2) 依次在 L 后输入毛坯长度，在 D 后输入毛坯外径，在 d 后毛坯内孔（如没有内孔则输入 0）；
- (3) 在图形显示区右下方有一个竖线，竖线的上端在此代表刀具刀尖，用户必须移动竖线在屏幕上选择一个合适的位置，这个竖线所停的位置，应该是当前显示的工件坐标对应的位置。可用【←】、【→】、【↑】、【↓】移动竖线，而每按一次方向键，竖线的移动量可以在 1 个像素/10 个像素之间切换。如何选择移动量由【F3】键决定。通过方向键可将竖线中心移至图形显示区的任意位置；
- (4) 一旦竖线就位，按【循环启动】键，程序便可开始执行。用竖线表示的刀具依照用户程序模拟运动。而机床是否运动。则取决于驱动电源是否接通及选择模拟或联机。程序执行完毕，可按其他主功能键退出图形轨迹显示。模拟结束，可以通过图形判断程序是否正确。如有错误，按【程序】主功能键，回到编辑状态修改程序，程序修改完毕，重新进行图形模拟，直至正确为止。

IV 系统功能

4.1 参数体系

按下【PARAM 参数】主键进入参数界面，如图 4.1 所示。参数界面下的主功能包括：刀具参数，系统参数，位参数，螺距补偿，初始化设置、诊断及坐标偏置等。这些参数对机床的正常运行和加工品质至关重要。



图 4.1 参数管理

“当前文件”栏：是数控系统正在使用的参数。

“备份一”栏：是用户参数文件备份存放区。

“备份二”栏：是用户参数文件备份存放区。

当前参数、备份一、备份二是基于电子盘中存放方式的不同划分的，它们的主要区别有：

(1) 当前参数是数控系统正在使用的参数，它的文件名显示在程序管理界面下参数显示区。它存放在用户程序存储区，电子盘格式化将会删除当前参数文件，而格式化不会影响到参数文件的备份一和备份二。

(2) 用户可以浏览和编辑当前参数，但备份参数只可以浏览。

用户在浏览或编辑参数文件之前，应该确定“参数存储类型”选择的是当前参数或备份一、备份二中的参数文件，备份文件是不能被编辑的，在编辑备份文件时状态栏会提示“该文件为备份，不可进行编辑”。备份文件用来备份当前参数文件，如果需要编辑或使用某个备份文件时，需要把它恢复为当前文件，然后才可以编辑和使用。

用户可以用光标键【←】和【→】移动参数存储类型光标，来选择要打开的参数文件的存储类型。例如图中选择了“当前参数”，此时如果按下【F1】（刀具参数）、【F2】（系统参数）、【F3】（位参数）、【F4】（螺距补偿）、【F5】（初始化）和【F6】（诊断），参数数据中显示的是当前参数存储区的数据。提示栏中提示的是参数存储类型光标处文件的信息。

根据其功能参数分为以下三类：

(1) 检测类：测试外部输入口状态，主轴转速以及主轴编码器是否正常工作等。

(2) 系统设置类：系统初始化，设置口令，格式化电子盘等。

(3) 参数体系：

a) 系统参数：P00#~P199#

b) 刀具参数：24 把刀具的刀补值

c) 位参数：40 个 8 位参数，共 320 个状态

d)螺距误差补偿: 160 点 / 轴

说明: 系统参数共 200 个, 从 P00#到 P199#, 位参数共 40 个, 每个位参数共 8 位, 每一位用 Babc 表示, 其中:

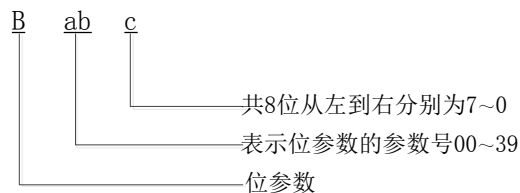


图 4.2

例如: B124: 第 12#位参数从左边数第 4 位。

4.2 参数的基本概念

在介绍参数之前, 首先介绍一些基本概念。

4.2.1 加减速时间常数

对于机床的坐标轴, 其运行速度从零达到所设定的最大速度时所耗用的时间, 或从所设定的最大速度到停止时所耗用的时间。

系统在 G00 快速定位螺纹切削及手动进给时采用直线升降速, 在切削加工时及手轮进给时采用指数升降速。

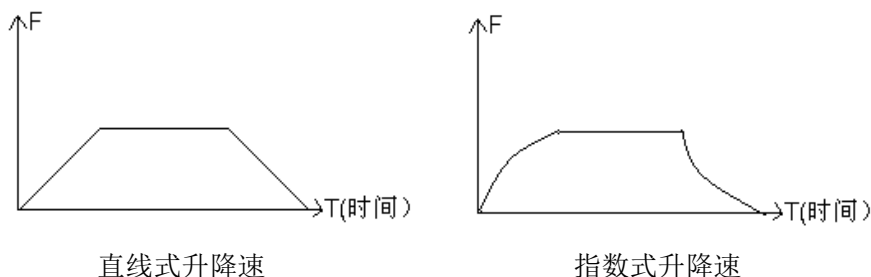


图 4.3

采用指数式升降速在切削的程序段间会有过渡弧度(见图)该弧度与进给速度和指数升降速时间常数有关(39#), 减小 39#有助于减小该弧度, 如果两段轨迹之间不产生过渡弧度, 可采用快速清角指令 G61, G62 解决(详见 G61, G62 说明)。

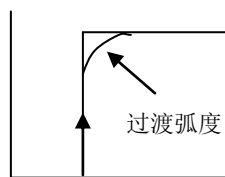


图 4.4

4.2.2 直线式升降速

数控系统用采样控制法, 每隔 4.096 毫秒对各坐标轴实现一次采样控制, 各轴加减速采用匀加速控制方法, 即每个采样间隔(4.096ms)电机速度(如果运动的话)的变化是恒定值, 它就是系统的加(减)速度。其计算公式为:

$$a = \frac{V_m \times Ts^2}{60 \times Tm}$$

其中:

T_s : 系统采样时间(4.096ms)

T_m : 加减速时间常数(ms)

V_m : 最大速度(mm/min)

a : 加速度

可通过改变最大速度或改变加减速时间常数实现改变加速度的目的。

最大速度一般用来限定在该运动状态的最大速度,并且与加减速时间常数一起确定加速度值,而系统的实际运行速度应小于或等于最大速度。

加速度 a 与最大速度 V_m 及时间常数 T_m 的关系如下图:

V_m	↑	↓	—	—
T_m	—	—	↓	↑
a	↑	↓	↑	↓

图 4.5

‘↑’表示增大,‘↓’表示减小,‘—’表示不变,而当 T_m 与 V_m 同时变化时,则由公式具体确定。

4.2.3 电子齿轮比

调节系统的输出,使得系统的坐标运行值与工作台运动的距离保持一致,而不需刻意为此调节电机与丝杆的传动比。

电子齿轮由系统参数设定,每轴二个参数称为倍率 MLT 与分率 DVT ,对于滚珠丝杆传动工作台运动时:

$$\frac{MLT}{DVT} = \frac{Pmt \times Gf}{Pcn \times Gd}$$

其中: Pmt : 电机每转脉冲数

编码器线数×编码器倍频数

为了方便运算,此系统标配 GDM500 系列驱动器时,已经把这个值折算为 10000 μm

Pcn : 丝杆螺距 μm , (10mm 丝杆时,这个值为 10000 μm)

Gf : 电机与丝杆连接传动中从动轮齿数总数

Gd : 电机与丝杆连接传动中主动轮齿数总数

MLT 与 DVT 必须取其最小正整数值。

MLT 与 DVT 的范围为 0~65535,但比值必须在 0.01~100 之间。

对于直连情况, $Gf = Gd = 1$

比如 Z 轴为 6mm 丝杆,那么 Pcn 为 6000 μm , Pmt 为 10000 μm ,

$$MLT = (10000 \mu m * 1) : (6000 \mu m * 1) = 5:3$$

比如 X 轴为 4mm 丝杆,那么 Pcn 为 4000 μm , Pmt 为 10000 μm ,

$$MLT = (10000 \mu m * 1) : (4000 \mu m * 1) = 5:2, \text{但是 X 轴一般为直径编程(双边切削),机床实际只运动一半的距离,所以 } MLT = (5/2) : 2 = 5:4$$

Y 轴标配 2500 线主轴伺服电机, $2500 * 4 = 10000$,一般 Y 轴用作旋转轴使用, 360° 旋转一圈,即 Y 坐标变化 360.0000,当主轴伺服电机与机床主轴为 1:1 同步带联接时

$$MLT = [(10000 \mu m * 1) * 10000] : [(10000 \mu m * 1) * 360000] = 1:36$$

所以 P033# 参数为 5, P034# 参数为 4, P035# 参数为 1, P036# 参数为 36, P037# 参数为 5, P038# 参数为 3。

设置完齿轮比并保存后, 系统和驱动器必须重新上电, 齿轮比才会生效。

重新上电后系统会提示“错误 120: 坐标可能有误, 按回车运行, 其他键停机”, 这是因为修改完齿轮比后, 系统根据当前编码器反馈值计算出新的绝对坐标, 给出确认请求。按【ENTER】键, 系统会重新建立坐标, 需要重新对刀。

齿轮比必须在系统上设置, 驱动中的齿轮比务必保持出厂值。

4.2.4 参数密码

为防止参数被无意修改, 系统设置了密码。首先必须输入密码解锁, 然后才能修改参数, 方法如下:

- (1) 按【PASSWD 密码】键, 在“请输入密码:”后显示光标;
- (2) 输入密码。该密码与“初始化”功能中的口令一致;
- (3) 按【ENTER】键, 输入正确, 系统清除该行, 否则, 显示错误。

4.3 系统参数

修改系统参数的操作步骤:

- (1) 按主功能键【PARAM 参数】进入参数画面;
- (2) 按【F2】(系统参数)进入系统参数界面, 【PASSWD】输入密码;
- (3) 按翻页键【上页】、【下页】以及光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】移动光标到相应的参数上;
- (4) 按数字键可直接进行重新输入;
- (5) 按回车键【ENTER】输入有效;
- (6) 按【存储/打开程序】键将参数存入电子盘。

注:

- (1) 具体定义见附录二;
- (2) 按【详细列表】键则把系统参数按列表方式排列。

4.4 位参数

对于很多只有二种选择性的功能, 可用位参数设定, 每个参数有 8 位, 每位只有 0 或 1 二种状态, 可作为某一功能的有效或无效选择, 系统共有 40 个位参数, 最多可实现 320 种状态的有效与否。

修改位参数的操作步骤:

- (1) 按【参数】主功能键;
- (2) 按【F3】(位参数)进入位参数界面, 【PASSWD】输入密码;
- (3) 按光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】以及【◀】(F1)、【▶】(F2)键移动光标到相应的参数上;
- (4) 按数字键 0 或 1 输入;
- (5) 按【存储/打开程序】键将参数存入电子盘。位参数从 0#到 39#, 每个位参数有 8 位, 从左到右分别叫第一位, 第二位, ……第八位, 为方便起见, 每个位参数的某一位用 Babc 表示, 例如 B134 表示第 13 号位参数的第四位。

注: 具体定义见附录三。

4.5 螺距误差补偿

系统每轴最多可输入 160 个误差补偿点, 每轴的补偿点数及两个点之间的间隔由系统参数的 P52#~P57# 决定, 超出补偿范围的点系统认为螺距误差为 0, 在两个补偿点之间系统认为螺距误差是线性变化。

- (1) 按主功能键【参数】, 再按【F4】(螺距补偿), 进入螺距补偿界面;
- (2) 按【F1】键可选择 X、Y、Z、A 各轴;
- (3) 按翻页键【上页】、【下页】以及光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】, 用来移动光标;
- (4) 按按数字键可直接进行重新输入某个点的误差值。

4.5.1 螺距误差补偿须注意的问题

- (1) 必须输入密码后才能修改。
- (2) 输入值为补偿值, 即为抵消该误差而须输入的补偿值。
- (3) 各轴螺距误差是否进行补偿由参数的 B012~B010 决定。
- (4) 在 POS 位置界面上动态显示各轴运行过程中的补偿情况。
- (5) 系统必须先回机床零点, 才能进行螺距补偿。
- (6) 根据 X 向、Z 向丝杆长度、丝杠精度、加工工件尺寸确定 X 向、Z 向螺距误差补偿间隔长度及补偿点数。每轴最多补偿 160 点 (52、53、56、57 参数)。
- (7) 用激光干涉仪测出 X、Z 两个方向从机床零点开始沿负向每隔一定距离 (P52#、P56# 参数) 的误差。
- (8) 将测出的误差输入到参数表的螺距误差项中。
- (9) 将位参数 03# 设为: XXXXX101 (开放回参考点功能, X 号表示该位无关)。

4.5.2 螺距误差补偿设置举例

例: X 丝杠有效长度为 300mm, 共补偿 100 点, P52#参数=300/100=3, P53#参数=100 (≤150)

用激光干涉测出螺距误差: (先回零点, 使XP=0)

沿—X向走到-3mm处(系统显示),	实测走到-2.974,	1#螺距误差为-0.006
沿—X向走到-6mm处(系统显示),	实测走到-6.003,	2#螺距误差为+0.003
沿—X向走到-9mm处(系统显示),	实测走到-9.007,	3#螺距误差为+0.007
沿—X向走到-12mm处(系统显示),	实测走到-11.990,	4#螺距误差为-0.010
沿—X向走到-15mm处(系统显示),	实测走到-14.998,	5#螺距误差为-0.002
沿—X向走到-18mm处(系统显示),	实测走到-17.991,	6#螺距误差为-0.009
沿—X向走到-21mm处(系统显示),	实测走到-21.001,	7#螺距误差为+0.001
沿—X向走到-24mm处(系统显示),	实测走到-24.002,	8#螺距误差为+0.002
沿—X向走到-27mm处(系统显示),	实测走到-27.009,	9#螺距误差为+0.009
沿—X向走到-291mm处(系统显示),	实测走到-291.011,	97#螺距误差为+0.011
沿—X向走到-294mm处(系统显示),	实测走到-294.000,	98#螺距误差为0
沿—X向走到-297mm处(系统显示),	实测走到-296.999,	99#螺距误差为-0.001
沿—X向走到-300mm处(系统显示),	实测走到-300.007,	100#螺距误差为+0.007

最后存盘, CNC系统将在加工时自动进行螺距补偿。

4.5.3 螺距误差补偿 U 盘导入

用激光干涉仪等工具测出的螺距误差数据一般可以输出到电脑, 然后按照系统要求的格式处理后可以 U 盘导入到系统。用仪器得到的误差数据大多是以微米为单位的整数, 同时根据方便的原则, 要求如下:

(1) 螺距误差数据文件用 Windows 记事本产生，每轴螺距误差数据的文件名不同，分别为：X 轴为“I01X.TXT”，Y 轴为“I01Y.TXT”，Z 轴为“I01Z.TXT”，A 轴为“I01A.TXT”；螺距误差数据文件内容如下图：

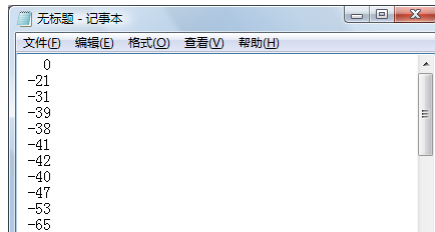


图 4.6

(2) 在螺距误差数据文件中每行数据对应系统的螺距补偿参数中的一个参数，依次递增，每行的数据是一个可带符号的整数；如图上中-21，导入到系统后对应的 1 号参数为-0.021。

操作步骤：

- (1) 在螺距补偿界面下，按【F1】将页面切换到需要导入的页面如 Y 轴；
- (2) 将处理完的数据文件，按命名规则命名，然后复制到 U 盘根目录；
- (3) 按“U 盘导入”对应的 F 功能键。

4.6 刀具参数

每把刀的刀具参数有四项，分别是 X Z 向的刀补值，刀尖圆弧半径，刀尖向对于工件的相位编号（1~9）。

关于刀具参数在编程中的作用请见 2.4.3。

4.6.1 刀补操作

- (1) 按【F1】键，进入刀具参数设置画面，此时，光标在“T01”刀号的参数处闪烁；
- (2) 此时 F 功能键被重新定义，可按翻页键【上页】、【下页】以及光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】将光标移到需要设置的刀号处；
- (3) 若要输入 X 向值，按【F1】(对刀)后再直接输入试切的工件直径，按【ENTER】后产生刀补；
- (4) 若要输入 Z 向值，先按【ENTER】键，再按【F1】(对刀)键，然后输入试切的工件长度，按【ENTER】后产生刀补；
- (5) 按【存储/打开程序】键将输入或修改的参数存盘。

4.6.2 坐标修调

因为各种原因造成刀架或车床的拖板产生微量位移使得刀尖的工件坐标产生误差，此时使用坐标修调用功能可一修正这一误差。

操作步骤同 4.6.1，只是在步骤 3、步骤 4 选择【F2】(修调)键。

4.6.3 刀补值的直接输入

刀补值的直接输入一般用于刀补值清除，我们不建议使用直接输入的方法来建立刀补。输入的刀补值如果是当前使用的刀补，会导致换刀时工件坐标错误，可能导致不可预测的后果，输入刀补后请确认输入正确，并返回机床零。

操作步骤如下：

- (1) 进入刀具参数界面；
- (2) 按【F3】(输入)，输入刀补值，按【ENTER】键，再按【存储】键保存参数。

4.7 初始化

在初始化界面下主要实现了以下功能：清内存、格式化、修改密码、恢复参数出厂值、参数文件的备份和恢复、时间设置和序列号等。

初始化界面的进入步骤：

- (1) 按主功能键【参数】，进入参数界面；
- (2) 按【F5】（初始化）进入初始化界面。

4.7.1 清内存

如果受外部干扰造成系统紊乱、显示紊乱、数据混乱等系统运行中出现的异常情况，应使用清内存操作。它将所有存储单元全部置为 0，包含掉电保护区的运行参数，及程序名表等。因此用户应慎重执行该功能，以防重要参数和程序丢失。

清内存的操作步骤：

- (1) 进入初始化界面，再按【F1】（清内存），进入清内存界面；
- (2) 输入正确的密码，按【ENTER】；
- (3) 系统自动重新启动。

4.7.2 格式化

当出现用户程序错误、文件或文件目录紊乱、参数文件无法保存时，需要对电子盘进行格式化操作。格式化操作将会删除系统内的所有用户程序和所有除备份参数之外的参数（不会影响到时间和密码），用户应慎重执行该功能，以防重要程序和当前参数文件的丢失。若格式化之前，需要保存当前参数文件可参见参数备份操作。

格式化的操作步骤：

- (1) 进入初始化界面，再按【F2】（格式化），进入格式化界面；
- (2) 输入正确的密码，按【ENTER】；
- (3) 系统开始执行格式化操作。

4.7.3 修改密码

系统添加密码主要是为了防止误操作破坏一些重要参数文件，而使得系统无法正常运行。出厂时系统密码为“XZ0012”（字母“XZ”+数字“0012”），用户可以在系统修改密码界面下修改密码。

修改密码的步骤：

- (1) 进入初始化界面，再按【F3】（修改密码），进入修改密码界面；
- (2) 在“原密码”输入框中输入正确的密码；
- (3) 在“新密码”和“确认密码”输入框中输入新的密码，这两次输入的密码要一致；
- (4) 输入完成后按【F6】（确定）（或当光标在确认密码输入框中时，也可按【ENTER】）

保存新密码；

(5) 密码修改成功时系统会在状态栏中提示“密码修改完成, 请记住新密码”，如果提示“密码错误”，那么请在原密码输入框中输入正确的密，否则密码将无法修改成功，如果提示“输入的新密码不一致, 请重新输入”，表示在“新密码”和“确认密码”中输入的两个密码不相同，请确认后重新输入。

4.7.4 出厂值

出厂值界面主要完成以下功能：恢复参数的出厂值、备份参数到备份数据区、从备份数据区恢复参数，U 盘导入，U 盘导出等功能；

出厂值界面的进入：

- (1) 按主功能键【参数】，进入参数界面；
- (2) 按【F4】（初始化）进入初始化界面；
- (3) 按【F4】（出厂值）进入出厂值界面。

4.7.4.1 如何恢复参数的出厂值

恢复参数的出厂值功能就是将指定的参数的系统当前使用的参数恢复成出厂设置的参数，该功能主要在数控系统参数混乱而使系统无法正常工作时使用，参数的出厂值可以保证系统的正常运行但不一定能符合用户的具体需要，因此用户应慎重执行该功能。为了防止误操作需要在操作之前先输入密码。

恢复出厂值的步骤：

- (1) 进入出厂值界面；
- (2) 按【密码】键，输入正确的密码，再按【ENTER】；
- (3) 用光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】或【ENTER】将大光标移至“当前参数”所在的列，以及需要恢复出厂值的参数所在的行；
- (4) 按【F1】（出厂值），系统开始执行出厂值操作。

4.7.4.2 如何备份参数

备份参数的主要作用就是保护参数防止数据丢失，参数备份文件不受电子盘格式化的影响，因此建议用户将符合自己操作要求的参数在数控系统中作个备份，可以在参数出错时随时恢复。数控系统为每种参数提供“备份一”和“备份二”两个存储空间。

备份参数的步骤：

- (1) 进入出厂值界面；
- (2) 按【密码】键，输入正确的密码，再按【ENTER】；
- (3) 用光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】或【ENTER】键将大光标移至“备份一”或“备份二”所在的列，以及将要备份的参数所在的行；
- (4) 按【F2】（备份），系统开始执行备份操作。

4.7.4.3 如何将备份参数文件恢复成当前参数文件

恢复参数就是将用户以前备份的数据恢复为当前参数，供数控系统使用，因此如果用户以前没有作过备份，此操作将是没有意义的。恢复参数操作将会覆盖系统正在使用的参数，如果该参数没有备份，覆盖系统将无法恢复这个参数，因此用户应慎重执行该功能。建议用户在恢复参数之前，先浏览将要用于恢复为当前参数的备份数据。

恢复参数的步骤：

- (1) 进入出厂值界面；
- (2) 按【密码】键，输入正确的密码，再按【ENTER】；
- (3) 用光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】或【ENTER】键将大光标移至“备份一”或“备份二”所在的列，以及将要恢复的参数所在的行；
- (4) 按【F3】（恢复），系统开始执行恢复操作。

4.7.4.4 如何把当前参数导出到U盘

数控系统的当前参数是以文件的形式存放在电子盘中，包括一下几个文件：刀具参数、系统参数、位参数、螺距补偿和坐标偏置，文件名分别是 T01、S01、B01、I01 和 C01。导出参数是将数控系统中的被选择的当前参数导出到U盘根目录，文件名是它在数控系统中的文件名，“导出文件”操作只能对当前参数使用。用户可以将一套满足需要的参数导出到U盘，然后保存到计算机，在系统参数混乱时用来恢复。

导出文件的步骤：

- (1) 进入出厂值界面；
- (2) 按【密码】键，输入正确的密码，再按【ENTER】；

(3)用光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】或【ENTER】将大光标移至“当前参数”所在的列，以及要导出的参数文件所在的行；

(4)按【F5】(U 盘导出)，操作成功后相应的参数文件将被复制到 U 盘的根目录，操作失败将会提示出现的错误。

4.7.4.5 如何从 U 盘中导入参数文件

U 盘导入参数文件操作先从 U 盘根目录下查找与大光标处文件名相同的文件，找到后再用 U 盘中的该文件替换相应的当前参数。只能对当前参数进行“导入文件”操作，不能对数控系统的备份一和备份二进行该操作。用户应该保证要导入的参数是正确的，否则可能导致数控系统的参数混乱。在使用这些导入的参数进行加工之前，请确认参数是否正确，否则可能造成刀具、机床、工件损坏及人员受伤。

导入文件的步骤：

(1)进入出厂值界面；

(2)按【密码】键，输入正确的密码，再按【ENTER】；

(3)用光标键【←】、【↑】、【→】、【↓】或【ENTER】将大光标移至“当前参数”所在的列，以及要导入的参数文件所在的行；

(4)按【F4】(U 盘导入)，操作成功后相应的 U 盘根目录文件将被复制到系统，作为当前参数使用，操作失败将会提示出现的错误。

4.7.5 时间设置

在时间设置界面下，用户可以查看和设置当前的日期和时间，这部分数据不受格式化的影响，但如果系统是试用版可能无法修改当前时间，而只能浏览。

时间设置的方法和步骤：

(1)进入初始化界面，按【F5】(时间设置)，进入时间设置界面；

(2)移动大光标到需要设置的位置，按数字键直接输入，请确认输入的数据是否正确，否则无法修改成功；

(3)修改完成后，按【存储/打开程序】键，保存修改的数据。

4.8 诊断

诊断界面提供输入口、输出口、编码器、手轮以及主轴转速的检测和监视功能，此功能在机床调试以及错误判断时，很有用处。按【参数】主功能键进入参数界面，再按【F6】(诊断)可进入诊断界面。

4.8.1 输入口

在诊断界面按【F2】(输入口)进入输入口界面：

诊断 >> 输入口

01 外接暂停	XJ5-04 0	03 正限位	XJ2-12 0	04 负限位	XJ2-11 0
05 夹紧到位	XJ2-22 0	07 启动	XJ5-03 0	08 急停	XJ5-5/9 0
10 夹紧输入	XJ2-24 0	11 主轴零速	XJ2-10 0	12 松开输入	XJ2-25 0
16 主轴报警	XJ6-09 0	17 T03	XJ2-19 0	18 T06	XJ2-08 0
19 T08	XJ2-09 0	20 T01	XJ2-18 0	21 T04	XJ2-07 0
22 T05	XJ2-20 0	23 T07	XJ2-21 0	24 T02	XJ2-06 0
26 输入02	XJ6-10 0	27 主轴到达	XJ2-23 0	29 输入03	XJ6-22 0
30 三位启动	XJ5-08 0	31 三位暂停	XJ5-07 0	32 Y轴选择	XJ2-02 0
33 Z轴选择	XJ3-09 0	35 倍率10	XJ3-05 0	36 手轮急停	XJ3-06 0
38 倍率100	XJ3-13 0	40 X轴选择	XJ3-12 0	41 主轴就绪	XJ8-12 0
42 扩展输入2	XJ8-24 0	43 扩展输入3	XJ8-11 0	44 扩展输入4	XJ8-23 0
45 扩展输入5	XJ8-10 0	46 扩展输入6	XJ8-22 0	47 扩展输入7	XJ8-09 0
48 扩展输入8	XJ8-21 0				

图 4.7 输入口

每行显示 3 组信息，每组信号包含以下信息（以第一组为例）：

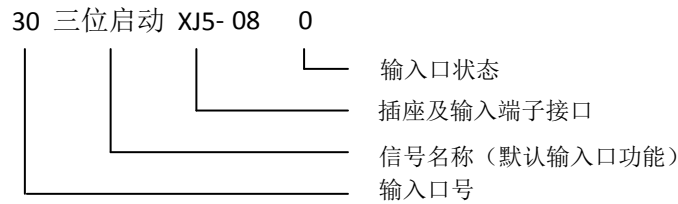


图 4.8

输入口号和输入端子接口是一一对应的。输入口状态对应的是输入端子接口的输入状态，和位参数 B04, B05, B06, B07, B27, B28 定义的有效电平没有关系。

有些功能的输入口是可以设置的，例如：三位开关启动输入信号，输入口号在参数 P102 中定义，那么用户可以根据需要自行设置。假设需要将 XJ2-09 设置为三位开关启动输入口，则从诊断界面下找到 XJ2-09 对应的输入口为 19，将参数 P102 设置为 19 即可。

4.8.2 输出口

在诊断界面按【F3】（输出口）进入输出口界面：

诊断 >> 输出口				(开关: '1' / '0', 复位: 'CAN' / 'X' / '0'/存储)			
01 M03(2)	XJ1-14 0	02 M04(2)	XJ1-07 0	03 M05	XJ1-06 0		
04 刀架正转	XJ2-14 0	05 刀架反转	XJ2-01 0	06 冷却	XJ1-13 0		
07 润滑	XJ1-04 0	08 尾架进	XJ1-05 0	09 尾架退	XJ1-10 0		
10 S3	XJ1-12 0	11 S1	XJ1-01 0	12 S2	XJ1-03 0		
13 抱闸	XJ1-09 0	16 松开输出	XJ1-02 0	17 夹紧输出	XJ1-11 0		
18 主轴使能	XJ6-05 0	19 M03	XJ6-20 0	20 M04	XJ6-07 0		
21 主轴准停	XJ6-19 0	22 位置模式	XJ6-18 0	23 攻丝	XJ6-06 0		
25 扩展输出1	XJ8-15 0	26 扩展输出7	XJ8-03 0	27 扩展输出3	XJ8-17 0		
28 扩展输出4	XJ8-05 0	29 扩展输出7	XJ8-02 0	30 扩展输出6	XJ8-16 0		
31 扩展输出7	XJ8-04 0	32 扩展输出7	XJ8-18 0				
30 硬件序号	000						
转速	0	主轴编码器	0	手轮编码器	0		
复位初始化32#~1#: XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX							

图 4.9 输出口

4.8.2.1 输出口

每行显示 3 组信息，每组信号包含一下信息（以第一组为例）：

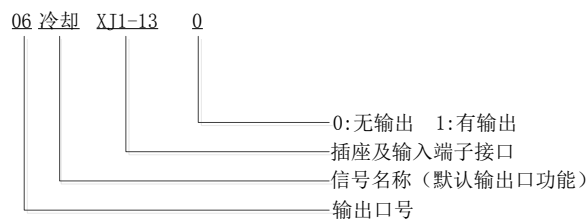


图 4.10 输出口

输出口状态是系统往相应输出端子的输出状态，测试时可通过 M20KXX, M21KXX 来输出信号并通过对相应端子的测量，检查输出口是否正常。

对于某些可设置的输出口的功能，输出口的设置方法和输入口设置方法相同。

4.8.2.2 输出口管理：动态开关输出口

进入功能：参数→诊断→输出口(F3)

功能 1 动态开关指定输出口

通过左右箭头可以移动光标到相应的输出口位置，进行动态开关光标处输出口，直接输入数字“1”可以打开光标处的输出口，输入数字“0”可以关闭光标处的输出口，方便调试使用。

功能2 复位键复位设定输出口

按复位键，光标会移动到最下方，复位初始化 32#~1#，最右侧闪烁，通过左右箭头可以把光标移到想要设定的输出口位置。在光标闪烁处可以输入数字“0”或者字母“X”，设定完成后需要按【存储】键保存。X 表示保持原态，0 表示复位对应输出口。按复位键时，所有被设定为 0 的输出口，都会被复位键关闭。

注意：需要把位参数 17 号，B177 改为 1。B177 “=0: RESET 键输出 16#位参数;=1 输出诊断的设定”。

4.8.2.3 主轴转速和主轴编码器

该界面主要检查主轴编码器是否正常以及测试主轴旋转速度是否稳定。当主轴旋转时进入该功能，数控系统显示检测到的主轴转速和每一转内的编码器发出的脉冲数 $\times 4$ ，正常 1200 线的编码器为 4800，可有 3-5 个脉冲的偏差，但一次多了必然在相邻的上/下次减少，无积累误差。开始 1-3 次显示的数据可能不准是正常的。

4.8.2.4 手轮编码器

手轮编码器显示框中显示摇动手轮时系统读到的手轮编码器的反馈数据，用来测试手轮编码器或编码器接口是否正常。

4.8.3 报警定义

在诊断界面下，按【F1】（报警定义），进入报警定义界面。报警定义功能提供了自定义报警功能，用户可以最多定义 10 个自定义报警，错误提示为 X1~X0，以区别于通常报警。自定义报警可以在系统接收到输入口信号后在系统显示，并根据参数报警定义参数决定是否停止加工等功能。

4.8.3.1 设置步骤：

(1) 编辑自定义报警内容文件

报警文件前 10 行分别对应 1~10 号自定义报警的报警内容，每个自定义报警系统最多显示 15 个汉字，如下图：

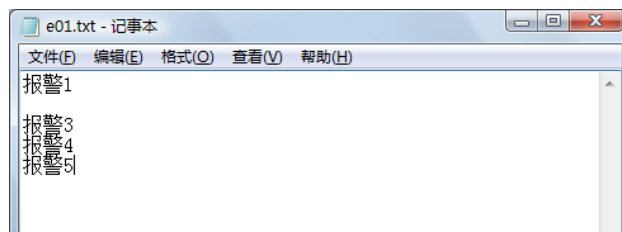


图 4.11 使用记事本编写自定义报警内容

编辑完成后，保存文件，文件名为“e01. txt”，并将该文件复制到 U 盘根目录。

(2) 将报警文件导入到系统

按参数进入参数界面，按【F6】进入诊断界面，按【F1】（报警定义），进入自定义报警界面，按 F1 (U 盘导入)，将报警文件 (e01. txt) 导入到系统。

(3) 设置相关参数

在自定义报警界面下，除报警内容外，参数还有报警、解除、停止和输出。

作用分别是：

报警：报警输入口号，当相应的输入口输入一个有效电平时，系统产生一个相应的自定义报警，等于 0 时，不产生此自定义报警。

解除：解除该自定义报警输入口，当解除报警输入口输入一个有效电平时，该自定义报警被解除，等于 0 时，用户要用 CAN 键来解除报警。

停止：是否停止自动加工。为 0 时，只提示报警不停止加工；为 1 时，提示报警且停止加工；为 2 时，提示报警不停止加工，继续把本次程序运行完成，但是系统不允许下次启动程序，直到报警信号撤销。

输出：产生自定义报警时向外输出信号的输出口，等于0时不往外输出信号。

参数P119为自定义报警的个数，最大值为5，为0时，则关闭自定义报警功能。参数B04，B05，B06，B07，B27，B28可以设置输入口的有效电平。

4.8.3.2 使用举例

将1号自定义报警设置为“报警1”，并让XJ2-22端子输入低电平时产生1号自定义报警，并停止加工，当XJ2-24端子同时输入低电平时，系统清除此自定义报警。

(1)编辑自定义报警内容文件，产生的“e01.txt”文件，并保存到U盘根目录，然后导入报警内容；

(2)在诊断表中查得XJ2-22输入口为05，XJ2-24输入口为10。先将大光标移至序号为01的所在的行，在“报警”栏输入05，在“解除”栏中输入10，在“停止”栏中输入01，表示出现报警时停止程序，在“输出”栏中输入09，表示出现报警时9号输出口会有输出；

(3)将参数P119号设置为1，参数B044设置0，B057设置为0。

4.8.4 报警列表

在诊断界面，按【F4】（报警列表）进入报警列表界面，可以显示当前系统的错误，报警列表是按照错误产生时的时间先后顺序排列的，最多可以同时显示10个错误。系统重启后，报警列表将被清空。

4.8.5 I/O 监控

在诊断界面下，按【F5】（I/O 监控），进入 I/O 监控界面。I/O 监控功能提供了输入输出内容自定义功能和自定义输入输出实时动态显示功能。最多10个输入，10个输出。

设置步骤：

(1)编辑 I/O 监控内容文件

监控文件前10行分别对应1~10号自定义输入内容，后10行分别对应1~10号自定义输出内容，每个自定义最多显示15个汉字。输入信号要以X开头，输出信号要以Y开头，系统识别到第一个Y开始认为下面的都是输出口定义。如下图：

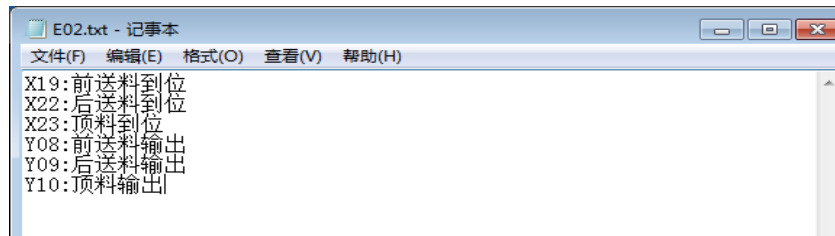


图 4.12 使用记事本编写 I/O 监控内容

编辑完成后，保存文件，文件名为“e02.txt”，并将该文件复制到U盘根目录。

(2)将监控文件导入到系统

按参数进入参数界面，按【F6】进入诊断界面，按【F5】（I/O 监控），进入 I/O 监控界面，系统会自动将文件(e02.txt)从U盘导入。

(3)功能说明

M01 L 或者 M57 超时报警时，系统会调用 I/O 表格中对应的输入信号定义内容。

进入 I/O 监控界面后，会实时显示 I/O 表格中对应的输入输出信号定义内容的当前 0 或 1 状态。

V 系统重要功能详述

5.1 如何提高加工效率

提高加工效率的方法主要有两种:

- (1) 缩短或取消程序段之间的升降速过程;
- (2) 在坐标轴运动中同时进行换刀及启停主轴等过程。

5.1.1 无需使用 G61,G62 指令

除非工艺需要工件的两段轨迹之间为尖角, 否则尽量不要使用 G61, G62 指令
如加工的时间常数为 100ms 时, 每条加工程序将节省 0.6~0.8。

5.1.2 并行执行 S、T 等指令

系统提供三种并行的外部指令:

- (1) 电动刀架换刀
- (2) 主轴启停
- (3) 主轴夹紧松开

打开 20#位参数(置 1)的对应位后实现

例:(位参数 B201 并行主轴启停, B200 并行换刀均置 1)

```
N0010 M03 S1000 T2
N0020 G00 X150 Z450
N0030 G01 X50 Z120 F1200 M25
N0040 Z20
N0050 G00 X100
N0060 T1
N0070 G00 X150 Z450
```

说明: N0010 M03 S1000 T2 执行后, 系统启动执行设定的 M03 S1000 与 T2 的换刀动作。
接着(约 0.008 秒后), 系统执行 G0 X150 Z450 的退刀动作, 在运行到 X150 Z450 的过程中,
系统启动主轴与换刀。此处一般可节约 3~6 秒的时间。

在 N0030 的 M25 指令, 系统确认换刀到位后, 再执行 N0030 中的 G01 X50 Z120 F1200, 否则等待直到换刀结束。以防接近工件时撞刀, 如有把握, 在执行 N0030 时不会发生撞刀, M25 指令可不用。

5.2 加工中修改刀补值

在加工中如发现工件尺寸因刀具磨损等原因造成尺寸变化, 可及时修改以进行调整, 减少工件的报废:

- (1) 执行暂停或单段。
- (2) 手动停主轴(或用三位开关)。
- (3) 测量工件尺寸。
- (4) 进入刀补修调界面, 根据尺寸变化方向修改刀补值。

说明:

- (1) 当前执行的程序段系统不进行补偿, 而是到下一段后才补偿。
- (2) 修改的刀补可以是当前刀, 也可以是其他刀。
- (3) 对于加工中修改的刀补值, 系统即时修改刀补值, 并以 F500 的速度重新调整刀尖位置, 与真实尺寸吻合。
- (4) 注意错误的修改值可能导致撞刀。

5.3 主轴控制

5.3.1 主轴模拟量输出控制

- (1) 系统模拟量输出可选 0~5V 或 0~10V

B115=0: 0~10V

B115=1: 0~5V

主轴转速用 S 功能实现, S0~S8000。

S0 为主轴停, S1~S4 为控制主轴多速电机的继电器输出, S5 保留, S6~S8000 (根据 P3# P4# 确定主轴的最大转速) 为 255 档模拟量输出。

- (2) 主轴恒线速输出

G96: 设定恒线速功能有效

G97: 取消恒线速功能

G96 必须与 S 功能联合使用, G96 发生时, 以 G96 时刻的主轴转速与当前的 X 坐标共同计算当时的线速度, 以后 X 坐标变化时, 主轴模拟量输出随之变化以保持恒线速切削, 恒线速的主轴转速上下限由 P26#, P28# 限定。

G96 编程时, X 轴的工件坐标必须不为零, 否则会因为计算出的线速度为零而出现 53 # 报警。

- (3) 主轴模拟量的输出定标

当主轴采取机械有级变档结合变频控制时 (如主轴采用双速电机或采用机械变档), 系统有如下方法自动或手动控制模拟量输出, 以达到主轴转速与编程速度一致。

外部高/低速信号输入: H/L

当 B087=0 时, 系统检测主轴高低速 H/L 信号的电平决定主轴转速 (外部高低速输入信号 H/L 的输入号由 P76# 决定), 当 P76# 定义的输入号的输入无效 (高电平), 主轴最高速由 P3# 确定, S 的编程等于 P3# 时, 主轴模拟量输出最大。当 P76# 定义的输入有效 (低电平), 则由 P4# 决定模拟量输出最大电压的主轴转速。B087=1 时, 系统不检测 H/L 信号, 而是根据记忆的 S1~S4 的状态决定采用哪个参数作为与模拟量输出最大时的主轴转速。

由程序定义的 S1~S4 决定模拟量输出最大时对应的主轴最大转速

	S1	S2	S3	S4
各级转速上限	P3#	P4#	P77#	P78#
	M41	M42	M43	M44

也可以用 M41~M44 指定对应的参数作为最大模拟量的转速 (见上表)。

当 B087=0 时两档选择是自动选择, 但用户必须用外部开关量信号给系统。当 B087=1 时有四档可选, 用户必须在程序中用 M41~M44 与 SXXXX 主轴转速配合使用, 以保证编程的主轴转速与真实的转速一致。

5.3.2 主轴的 M 功能控制

由 M03、M04、M05、S 功能组成, 通过 P 参数与位参数的不同选项可以实现各种控制要求。

- (1) M 功能的不同选项配合

B016: =0: M03、M04 为常态保持输出, 由 M05 停止。

B016: =1: M03、M04 为脉冲输出, 由 P13#决定脉冲宽度

M05 只能是脉冲输出, 脉冲宽度由 P14#决定。

M03、M04 之间直接切换时, 如需延时由 P11#决定。

如需主轴快速能耗制动, 其继电器输出延时由 P12#决定, P12#定义的制动动作发生在关断 M03, M04 之后。

以上参数均可置为 0 使该功能无效。

(2) 主轴与 M 功能的关联

为方便编程操作, 系统定义主轴控制的诸多关联选项。

a) B137: 决定 S 功能是否自动执行 M03 (=0 执行, =1 不执行)

b) S1~S4:

B015: =0: 允许使用 S1~S4; =1: 不允许使用 S1~S4

B136: =0: 系统无 S4 功能(只有 S1、S2、S3); =1: S4 有效

B135: =0: 定义 M78 为 S4 输出 (只有在 B136=1 时有效); =1: S4 由 M79 输出

B134: =0: M05 是关模拟量; =1: M05 是不关模拟量

注意: M02 或 M30 指令将强制关闭模拟量及冷却液(即强制执行 M05、M09, 而不管 B134), 如程序结束后不希望主轴停转, 请不要在程序尾使用 M02 或 M30 指令。

5.3.3 主轴夹紧卡盘(液压卡盘)控制

(1) 液压卡盘控制方式有以下几种:

a) 程序指令控制 M10 主轴夹紧, M11 主轴松开。

b) 外部脚踏开关: 分单联开关、双联开关及双向旋钮控制。

c) 键盘按钮控制: 夹紧, 松开。

(2) 控制模式有关的参数选项

P95#: 继电器输出口号, 控制夹紧液压电磁阀的继电器。

P96#: 继电器输出口号, 控制松开液压电磁阀的继电器。

P97#: 定义外部输入口号, 启动夹紧动作。

P98#: 定义外部输入口号, 启动松开动作。

P105#: 控制液压夹紧电磁阀的通电时间以防止液压油缸长期通电造成损坏。

P106#: 控制液压松开电磁阀的通电时间以防止液压油缸长期通电造成损坏。

P105#=0 或 P106# =0 时为油缸长期通电方式。

P107#: 主轴夹紧到位输入口号, P107#=0 时不检测夹紧到位。

B187: =1: 自动加工时响应主轴夹紧松开命令 =0: 不响应

B186: =1: 单联脚踏开关一路短信号输入 =0: 单联脚踏开关两路长信号

B184: =1: 选择双联脚踏开关 =0: 单联开关

当采用两位旋钮(两个常开触点)控制时, B186=0, B184=1, P97#, P98#设置相应的输入口号。

当采用一位脚踏开关或者按钮(一个常开触点, 通一下夹紧, 再通一下松开)控制时, B186=1, B184=0, P97#设置相应的输入口号, P98#设为“0”。

5.3.4 主轴启动前状态检测功能

B197: =1: 主轴启动前检查主轴夹紧信号 =0: 不检测

B195: =1: 系统记忆主轴夹紧状态 =0: 系统检测主轴夹紧就绪信号

B195 只在 B197 为“1”的情况下, 才有意义。

5.3.5 主轴启动中状态检测功能

系统设定了两种输入判断，检测主轴启动后主轴是否确定已启动

(1) B147=0: 由外部 I/O 口 (P94#参数定义) 检测是否输入有效决定主轴是否已启动。

(2) B147=1: 主轴转速大于 50RPM 为主轴工作就绪。

(3) B144=0: 系统每次启动主轴时不检查主轴启动就绪信号; =1: 检查主轴启动就绪。

当检查主轴是否启动时，系统在由 P11#决定的时间内循环扫描 P94#定义的输入口，检测到信号有效为正常，否则报警。

对于 B147=0, B144=1, 将主轴变频器的就绪输出的常开触点作为主轴就绪信号输入，可避免开机后变频器的开机延时造成系统未能正常启动主轴的故障。

5.3.6 双主轴功能区分

本系统具备双模拟量功能，其中第一主轴标配主轴伺服，支持位置/速度两种模式，具体接线详见 6.5，当然只需要速度模式时，用第一主轴控制变频器也是可以的。第二主轴只支持速度模式，一般用来控制变频器带动力头，具体接线详见 6.4.2.3。

5.3.1~5.3.5 所述功能只对第一主轴有效。

第一主轴指令用 M03 S××××, M04 S××××, M03/M04 由 XJ6-20/07 输出口输出控制主轴正反转，第一主轴停止用指令 M05, S××××由 XJ6-01 输出相对应模拟量控制转速。

第二主轴用指令 S2=××××, S2=-××××, 当 S2 后面的数值为正或者没符号时由 XJ1-14 既 M03(2) 输出控制正转，当 S2 后面的数值为“-”时 XJ1-07 既 M04(2) 输出控制反转，××××由 XJ2-16 输出相对应模拟量控制转速，第二主轴停止用指令 S2=0。

5.3.7 主轴定位分度功能

5.3.7.1 准备

1. B260=0, B080~B084=0; B10#与主轴对应的回转轴位=1。

2. 系统与伺服所有调整电机旋转方向的参数均恢复出厂值。

3. 主轴正向: 从尾架向主轴方向看去主轴逆时针旋转为+向，位置模式下主轴正向进给，主轴都必须逆时针旋转，否则调整系统或伺服参数使主轴正向为逆时针方向。

4. 编码器正向: 主轴处于速度模式 M05 有效时，手工沿逆时针转动主轴至少 2 圈，然后在数控系统的 MDI 模式下输入 M69，系统将读出编码器的内部计数值并显示在 Z 轴的相对坐标上，该数值应为正数，一旦为负数，将位参数 B2601 置成 1，重新转动主轴两圈并执行 M69 直到 Z 的相对坐标值为正值。

5.3.7.2 G05 与 G08:

1. 相关参数:

104#: 主轴在位置模式下停稳后，到执行 G05 的延时，正常=500 毫秒。不同的设备应加以调整，保证定位精度。

133#: 主轴零位脉冲 Z 处的角度，当主轴刚好位于 Z 脉冲时，一般认为此处的角度=0，当 133#设定 Z 脉冲为某个角度 α 时，主轴的角度零点在沿此处顺时针 α 处，假如主轴从 Z 脉冲逆时针转过 50 度时，角度值= $\alpha + 50$ 度。

主轴必须设定成回转轴(位参数 10#)

104#: 主轴进入位置模式后，延时 104#再生成角度坐标有助于提高坐标的精度。

2. 优先级:

位置模式与准停模式同时有效，处于位置模式。

M03/M04: 撤销位置与准停模式。

任何位置与准停操作均撤销已经存在的速度模式的 M03/M04。

G08: 撤销速度模式 M03/M04。G08 结束后处于位置模式。

G05: 仅在位置模式下运行, 此前主轴应已处于位置模式。

3. G05 快速分度:

功能: 位置模式下主轴快速分度定位。

格式: G05 Y__ F__; Y 可以换成 Z 或 R 但不得是 X 轴, F 为转 / 分, 最大 2500;
Y 必须是回转轴(见位参数 10#)。Y 的单位为度。

举例:

```
N0010 M03 S1000      ;主轴速度模式 RPM=1000
N0020 G00 Z1
N0030 G01 X0 F80
N0040 G00 Z10
N0050 M27 Y0          ;主轴准停转位置模式定位后坐标为 Y 轴
N0060 G05 Y180 F1500;主轴位置模式分度到 180 度, 速度 1500 转/分
N0070 G01 Z-30 F100
N0080 M29              ;撤销主轴位置模式
N0090 M03 S1000
...
```

4. G08 切换到位置模式并分度:

格式: G08 Y__ F__; 说明见 G05。Y 可以是其他回转轴, 以下以 Y 为例。

工作过程: 发位置→等待主轴停→关 M03/M04/准停→延时 104#→产生 Y 坐标→执行 G05。

举例:

```
N0010 M03 S1000      ;主轴速度模式 RPM=1000
N0020 G00 Z1
N0030 G01 X0 F80
N0040 G00 Z10
N0050 G08 Y180 F1500;主轴位置模式分度到 180 度, 速度 1500 转/分
N0060 G01 Z-30 F100
N0070 M29              ;撤销主轴位置模式
N0080 M03 S1000
...
```

5.3.7.3 相关 M 功能:

1. M18 主轴准停并产生 Y 坐标(不进入位置模式):

发准停→关 M03/M04/位置→检测准停到位→延时 104#→生成 Y 坐标→结束

2. M19 撤销准停:

关准停→结束

3. M26 发位置模式, 撤销准停:

发位置模式→关 M03/M04/位置→结束

4. M27 Y0(或其他回转轴 Z0、R0): 准停转位置并生成坐标:

发准停→撤销 M04/M04/位置→检测准停到位→延时 104#→发位置→延时 0.1 秒→撤准停→生成 Y 坐标(或其他回转轴)→结束。

5. M29 进入速度:

关位置/关准停→结束

6. M69 读出编码器计数值:

将读出值放入 Z 轴相对坐标, 目的: 检查编码器计数的正向(见 5.3.7.1 第一条第 4 点)

和重复检查 M27, M18, G08 的定位精度:

N0010 M03 S1000

N0020 G4 K1

N0030 M05

N0040 M27 Y0

N0050 G4 K1

N0060 M69 ;Z 轴相对坐标值 $ZL \times 1000 =$ 编码器脉冲计数值。

重复执行, 观察 Z 轴相对坐标值 ZL 的偏差, 每一个偏差脉冲对应分度误差:

$ZL \times 360 \text{ 度} \div (\text{编码器线数} \times 4)$;ZL=Z 轴相对坐标值

5.4 外部功能控制

5.4.1 三位开关

三位开关可方便地实现自动加工下进给与主轴的暂停。

注意, 在三位开关暂停或主轴停时, 系统副面板上的主轴操作均可有效, 但一旦三位开关恢复到程序运行时, 系统均恢复自动加工程序中设定的转速与转动方向。

螺纹暂停: 只有在 Z 轴回到螺纹循环起点时, 才暂停, 同时主轴不停止运转。

B156: =1: 三位开关有效, 此时任何自动循环的启动必须将三位开关拨到运行位。

P102#: 三位开关程序运行的输入端子号

P103#: 三位开关主轴暂停的输入端子号

5.4.2 手轮功能

B127: =1: 手轮的轴选及倍率由外挂手轮控制 =0: 手轮的轴选及倍率由面板按键控制

B155: =1: 手轮试运行速度恒定

启动手轮试运行时, 开放此功能, 可以改善手轮摇的不平稳, 可能会造成机床运动不平稳问题。

P51#: 手轮运行的时间常数。

数值越小相应越快, 但是如果手轮控制时机床振动比较大的话, 可以适当增加这个值。

P155#: 手轮限速。

此参数为 0 表示不限速。当手轮摇的太快且速度不平稳时机床振动会比较明显, 或者太快时电机可能会出现超速报警时, 可以修改此参数。

手轮信号, 倍率和轴选由 XJ3 接入, 具体接线方式见 VI 系统连接篇中手轮一节。

5.4.3 三色灯功能

B204: =1: 开放三色(运行灯、报警灯)灯功能

B247: =1: 三色黄灯由 M77 输出

报警灯的输出口为 9#口(M79), 运行灯的输出口为 8#口(M78), 黄灯的输出口为 7#口(M77), 系统默认输出口不可更改, 若开放了运行灯、报警灯, 需要把系统参数 121#, 122#, 尾架进和尾架退默认的输出口号改为其它值或者改为 0; 若开放了黄灯, 需要把系统参数 109#, 润滑默认的输出口号改为其它值或者改为 0。避免一个输出口两用, 存在不确定状态。

5.4.4 尾架功能

B085=1: M78/M79 尾架进退, 为电平输出, 配合面板尾架进/尾架退功能也可以与外接按钮开关配合使用。

P121#: 尾架进输出口号

P122#: 尾架退输出口号

系统默认 P121# 为 8, P122# 为 9, 当 8#、9# 口被占用时 (如已经开放了三色灯功能) 可以通过这两个参数把尾架进/退设置到其他输出口。

外接尾架按钮输入信号可以通过:

P117#: 尾架进按钮输入口号, =0 时无尾架外部按钮

P118#: 尾架退按钮输入口号, =0 时单按钮进退

当 P117# 不为 0 时表示, 外接尾架按钮功能开放; 当 P117# 不为 0, P118# 不为 0, 表示外接尾架为双按钮控制; 当 P117# 不为 0, P118# 为 0, 表示外接尾架为单按钮控制 (按一下进, 再按一下退); 若 P117# 为 0, 不论 P118# 是否为 0, 外接尾架功能都不开放。

5.4.5 系统对进给轴的控制

(1) 系统对 Y (伺服主轴位置模式时) 方向进给的脉冲输出方式以进给脉冲 (CP) 和方向 (CW) 脉冲输出。对 X、Z 两个方向输出为总线信号输出。

(2) 进给轴控制的主要选项。

以下参数置成一时分别开放 R Z Y X 各轴的对应功能, 设成 0 时则不开放。

1. 电子齿轮: B003~B000
2. 螺距补偿: B012~B010
3. 反向间隙补偿: B022~B020
4. 各轴反向运行: B084~B080
5. 圆坐标显示: B103~B100

说明:

圆坐标以 360 度作为坐标显示数值上限。

5.4.6 伺服单元与系统应答逻辑

原则:

(1) 系统与驱动器同时上电。

(2) 伺服强电电源一般分两组, 一组 r, t 为单相 220V, 供伺服内部的控制电路使用, 一组 R, S, T 为三相 220V, 经过大功率模块逆变控制, 为交流伺服电机提供电源, 称为主回路。

一旦系统检测到总线就绪信号, 并已输出使能, 同时又无其他严重报警, 系统便处于待命状态, 可以正常工作。

5.4.7 系统对进给轴的脉冲输出方式:

系统对 X、Z 两个方向输出为总线信号输出。

系统对 Y (伺服主轴位置模式时) 方向进给的脉冲输出方式以进给脉冲 (CP) 和方向 (CW) 脉冲输出。

最大脉冲频率: 500KHz (对应于 0.1 微米分辨率的进给速度为 30m/min), 脉冲输出波形:

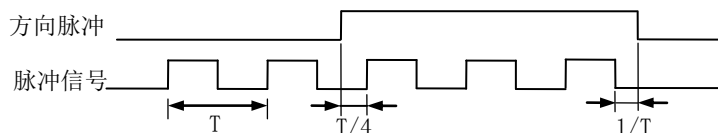


图 5.1

(1) 系统保证在换向时方向脉冲的前沿与后沿均覆盖脉冲信号。1/4 的脉冲周期。

(2) 脉冲信号为 1/2 占空比。

(3) CP 信号在低振动输出模式下脉冲波动率 $\leq 125\text{ns}$ (位参数 B107=0), 速度精度为 7.5mm/min。在高精度速度控制方式下 (位参数 B107=1) 平均速度波动 $< 0.5\%$ 。

(4) 高转速加工大螺纹螺距时,可设定 B091=1 (开放进给柔性处理) 改善螺纹加工品质。

5.4.8 软限位

软限位由系统控制,在工件坐标或机床坐标运动到超过某一范围时发出报警信号并停止运动,切换到手动模式。

软限位由以下参数模式:

位参数:

B026 =1: 开放软限位功能

B024 =1: 软限位无须回参考点有效

B096 =0: 以机床坐标作为软限位依据 =1: 以工件坐标为软限位依据

P 参数:

P44#: 限位降速时间常数。

P60#~P65#分别为 X, Y, Z 各轴在所选择的坐标系零点正负两方向软限位的极限坐标范围。

说明:

一旦各轴运动时操过软限位范围,系统立刻降速并停止运行,此时可能会超过软限位区间一定距离,该超距离与软限位发生时的速度有关,并且该超越距离与速度和加速度有关,可降低时间常数 P44#的方法提高加速度,减小越界长度。

5.4.9 换刀过程

系统可处理排刀，电动刀架，液压/伺服驱动的刀架等若干方式，用户由 P5#参数定义换刀方式：

P5#	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	排刀	电动刀架	2~10 为用户定义 (选件)								

最多可定义 10 种换刀形式，系统标配为 0、1 两种，其他的刀架控制用户须提前订货或提前说明刀架形式。

系统最多控制 24 把刀。

P2#定义刀具数量。

与电动刀架，换刀的有关参数如下：

P1#: 刀架夹紧时反转时间。过长可能造成刀架电机发热, 过短则刀架可能未夹紧。

P2#: 电动刀架上的刀具数量, P2#=4 时, T05~T08 可作为其它输入口使用。

P5#: 刀架形式的定义。

P47#: 刀架正反转换向之间的延时。一般适用于较大型的刀架。

P79#：刀架正转最长时间，刀架正转经过 P79#定义的时间，如仍未找到目标刀架，可认为刀架正转卡住或刀具信号检测不正常，系统将提示 44#报警。

B141 =0: 在换刀结束后再次确认是当前刀号是否是预期的刀号; =1: 不再确认。

对于其他形式的换刀机械控制 P5#=2 或以上, 请用户与系统厂家联系取得相关资料。

面板顺序换刀键:

面板上的顺序换刀键：按 P2#定义的刀具数目顺序换刀，如系统未检测到刀号，该功能无效。若选择排刀 (P5#=0)，系统顺序调整刀补号及坐标。

5.4.10 机床报警处理

一、限位

由于各坐标轴运动超出了设定范围（超程）而造成的错误报警，一般分为硬件超程（由机械上限位开关动作引起）和软件超程（超出预期设定的坐标最大范围）。

限位发生后，系统自动执行以下动作过程：

- (1) 各坐标轴降速到零停止;
- (2) 切换到手动进给模式;
- (3) 关主轴, 关冷却;
- (4) 提示“错误 40”报警。

限位发生后, 引起限位该轴不能再沿该方向运动, 其反向运动允许, 以退出限位状态。

数控系统只能定义正向/负向限位, 即各轴共同使用一个正方向限位输入, 共同使用一个负方向的输入, 一旦某轴的正向(或负向)限位发生后, 其它各轴在该方向也不能运动, 直到退出限位为止。

硬件超程的输入有参数定义输入号: 正向限位输入号 P72#, 负向限位输入号 P73#。

二、驱动报警

- (1~3) 处理步骤同限位;
- (4) 提示“错误 41: 驱动报警”;

X、Z 轴驱动报警通过总线发送到系统; Y 轴(伺服主轴)驱动报警默认由 XJ6-09 管脚接入系统, 位参数 B057 选择高低电平, 可以通过 P91#修改输入口号。

三、急停报警

急停用于出现紧急情况时迅速切断机床系统的工作状态用。

急停处理:

- (1~3) 处理步骤同限位;
- (4) 显示“错误 55: 急停报警”;

急停接口有两个: 副面板急停 XJ5-05/09, B047 选择高低电平; 手轮急停 XJ3-06, B273 选择高低电平。

四、复位按钮

为软复位, 用于当前状态的撤销(比如关主轴, 关冷却)。

五、外部一般报警

用户可根据外部机械结构需要接入该报警信号, 该信号可由 B142 决定是作为报警提示还是与严重报警一样处理。

B146: =0: 报警时仅提示“错误 42”, 不做任何操作。

=1: 处理步骤同限位(1~3)。

外部一般报警输入信号接入端子由 P74#定义。

5.5 工件坐标系的产生和恢复

系统内部有二级坐标系, 机床坐标零点就是机械原点, 工件坐标 X, Y, Z(即以大字符显示的坐标), 原点在试切对刀时建立并保存在系统的数据体系内。两个坐标的坐标值都表示当前刀具的对刀的刀尖点相对与坐标原点的距离。

机床坐标在返回机械零点时建立, 而工件坐标是由试切对刀过程中系统计算出来。

5.5.1 工件坐标系的产生模式

原则上数控机床的坐标系(机床坐标及工件坐标)应该在机床上电时通过返回机械零点来恢复工件坐标, 但在实际操作中由于经济型数控的操作习惯, 相当一部分机床未安装机械零点传感器, 因此数控系统有两种模式可选。

5.5.2 机床坐标及工件坐标的产生

系统第一次上电时, 各种坐标及刀具信息均处于不确定状态, 必须经以下顺序产生各种数据:

- (1) 刀具装夹: 在刀架(或排刀架上)至少安装一把刀具作为当前刀;

- (2) 开机上电;
- (3) 各轴设置机床零点;
- (4) 试切对刀, 产生当前刀具的工件坐标系;
- (5) 其余刀具分别对刀;

5.5.3 坐标变换 G54~G57

系统上电时一律处于 G54 状态, 此时工件坐标可由返回机床零点时从系统中存储的有效信息中恢复, 而系统设定的其他坐标变换 G55~G57 则与传统的坐标变换略有不同以方便用户实现坐标变换操作。

G54: 恢复上电时的工件坐标。

G55: 绝对值工件坐标变换: 以 G55 后面的坐标值所处的位置作为新的工件坐标值的零点。

G56: 相对值坐标变换: G56 后所编的坐标值为相对于当前的偏移量, 偏移后的位置作为新的工件零点。

G57: 当前点偏置: 以刀具当前所处的位置作为新的坐标零点设定坐标系。

在自动程序执行完成后自动执行 G54 恢复初始工件坐标系, 以防造成混乱。

5.5.4 加工开始位置设定

为方便操作者将刀具移到某固定位置作为加工的起点, 系统设定了两种方式将刀具移动到该位置:

G75: 以机床坐标值返回加工开始点。

G76: 以工件坐标值返回加工开始点。

对 G75: 系统参数 P8#, P24#, P9#分别为 X, Y, Z 轴在机床坐标下加工开始点的坐标值。

对 G76: 系统参数 P18#, P22#, P19#分别为 X, Y, Z 轴工件坐标下加工开始点的坐标值。

G75XYZ 或 G76XYZ 的运行结果分别运行到以下坐标:

	X	Y	Z
G75	P8#	P24#	P9#
G76	P18#	P22#	P19#

5.5.5 刀补修调与刀具偏置

实际刀具在加工中会出现二种情况影响坐标值及加工尺寸, 须采取以下手段进行坐标调整

1、刀具微量磨损

采用刀补值修调: 微量修调值加进刀补值或从刀补值中减去, 取决于位参数 B157。

B157=0: 修调量加进刀补值 =1: 修调量从刀补值中减掉

2、刀尖崩裂

从刀夹中取下刀具重磨或更换, 刀尖坐标有较大变化, 此时只对该刀重新进行试切对刀以建立它的刀补值及对应的工件坐标, 但这个功能的实现有以下前提:

从上次对完刀到目前重新对刀时, 必须从未执行过以下功能之一:

a) 系统内存清零

b) 执行过坐标偏置

c) 发生过电机堵转, 闷车等现象而重新设定过工件坐标系

当不能确定是否发生以上情况时, 强烈建议用户更换其他刀具时对所有刀具重新对刀。

3、刀架整体偏移

伺服电机因堵转, 闷车造成坐标整体偏移会造成工件坐标系被破坏, 此时:

发现工件尺寸在 X, Z 方向变化若干, 可用坐标偏置功能输入 X, Z 方向的变化值, 工件

尺寸变化多少便输入多少, 工件尺寸增加输入正值, 尺寸减少输入负值。

5.6 刀尖半径补偿

5.6.1 概述

当我们用试切对刀时, 一般总是在 X 与 Z 方向分别切削工件, 通过一系列操作后建立工件坐标, 一般情况下 X, Z 二方向试切对刀后, 工件坐标是指刀具刀尖 A 点的坐标(如图 5.2), 但实际刀尖总有一段 R 圆弧, 造成 A 点实际上是一个假想的点。

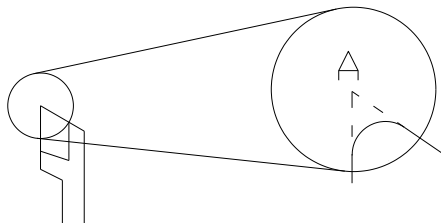


图 5.2

在 X、Z 二方向复合运动切削时, 将会造成轮廓误差。

5.6.2 刀尖的相位定义

由于刀尖的对刀方式及刀具的实际形状与工件的相对位置不同, 产生了刀具与工件的相对位置的变化不一, 如图 5.3 所示。

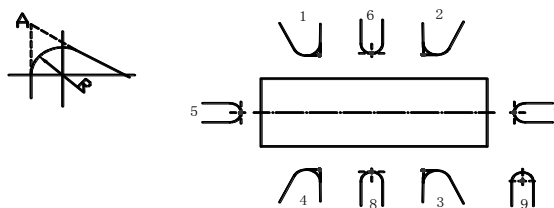


图 5.3

以上共 8 种, 分别编号 1~8 相位, 还有一种持对情况: 即刀尖的对刀点位于刀尖的圆弧中心(例如采用光学对刀仪可能对出这种位置)定义为 9#相位。

以上信息必须记忆在刀具表中。

5.6.3 刀具参数表

每把刀共有 4 个参数, 其中 DX, DZ 是刀补值, R 是刀尖半径, PH 则是这把刀的相位。

5.6.4 C 刀补建立与撤销过程

对于车床, 一把刀具在对好刀后, 其工件坐标只是刀尖上 A 点相对坐标原点的坐标。

在 C 刀补过程中, 其坐标运动也仍然是 A 点的坐标, 除非通过修改坐标系的指令修改坐标系将工件坐标的坐标点移到别处。

C 刀补过程分三个阶段:

- (1) C 刀补的建立;
- (2) C 刀补过程;
- (3) 退出 C 刀补。

为方便起见以后的描述均可认为刀具尖端形状为半径 R 的部分圆或全圆。C 刀补建立后禁止使用 G00 指令, 直到执行 G40 撤销 C 刀补。

1、C 刀补建立

只能以 G01、G02 或者 G03 作为 C 刀补建立的语句, 使系统从无 C 刀补状态进入 C 刀补

过程，系统内部的坐标系进行适当调整，典型语句如下：

G42 T03 F100

G01 X30 Z100

或 G42 G01 X30 Z100 T01 F100

轨迹描述：

(1) 对于夹角小于 180 情况：

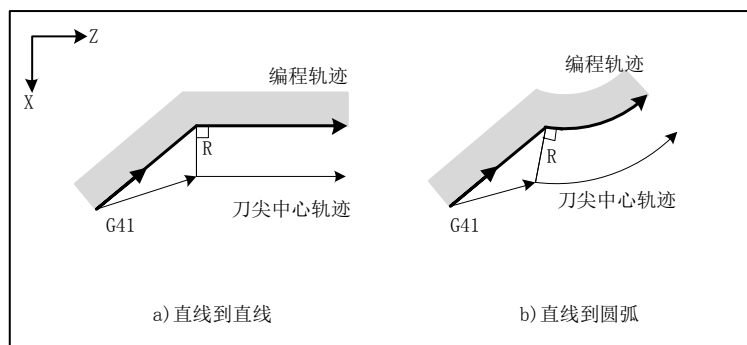


图 5.4

(2) 对于夹角 > 180 的情况：

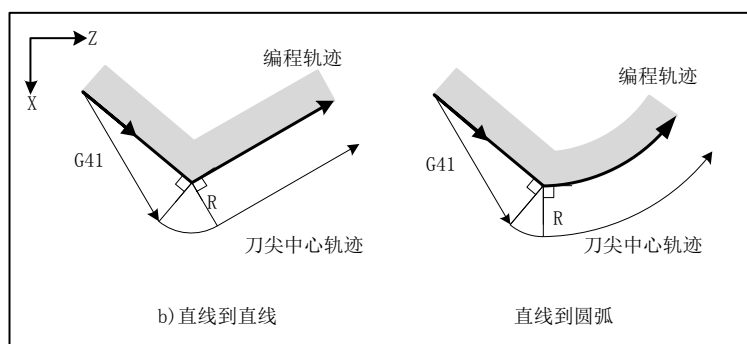


图 5.5

2、C 刀补过程中刀尖的运动过程：

(1) 对于夹角小于 180 情况：

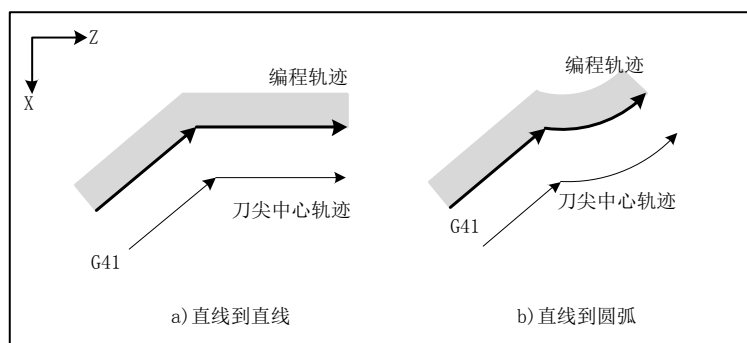


图 5.6

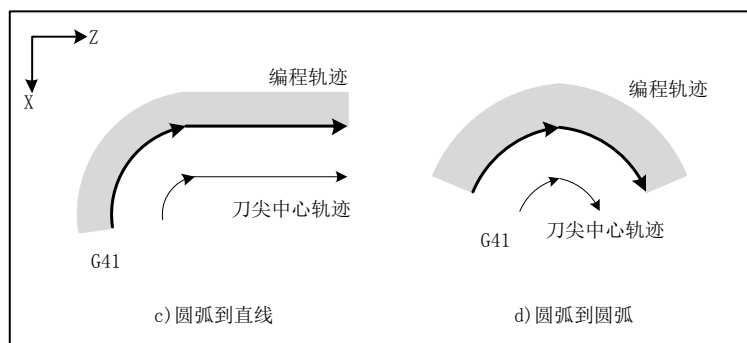


图 5.7

(2) 对于夹角 >180 的情况:

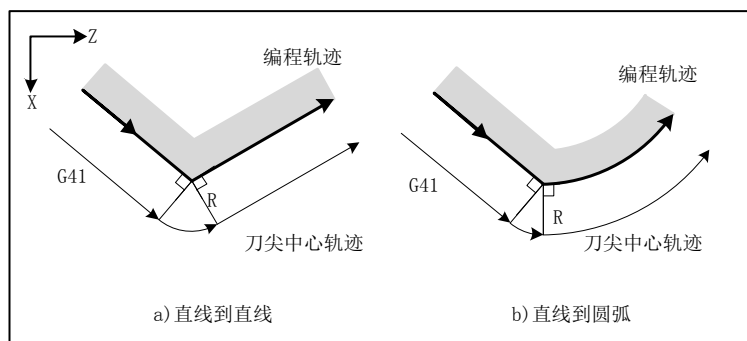


图 5.8

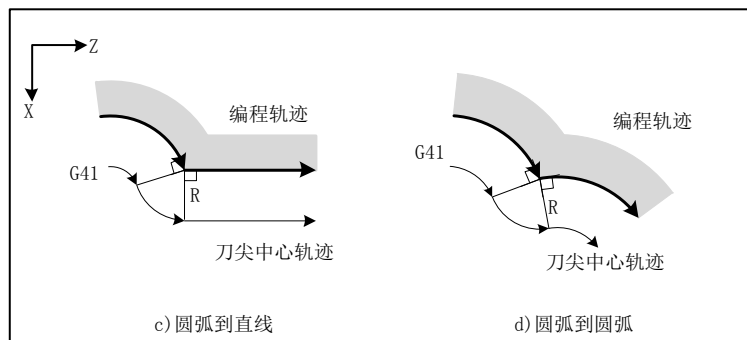


图 5.9

3、退出 C 刀补过程中刀尖的运动过程:

(1) 对于夹角小于 180 情况:

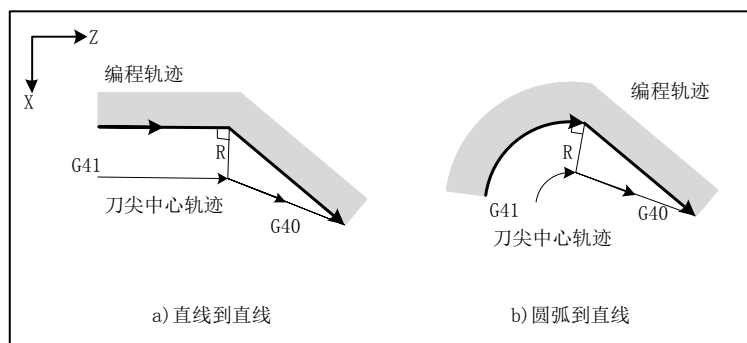


图 5.10

(2) 对于夹角 >180 的情况:

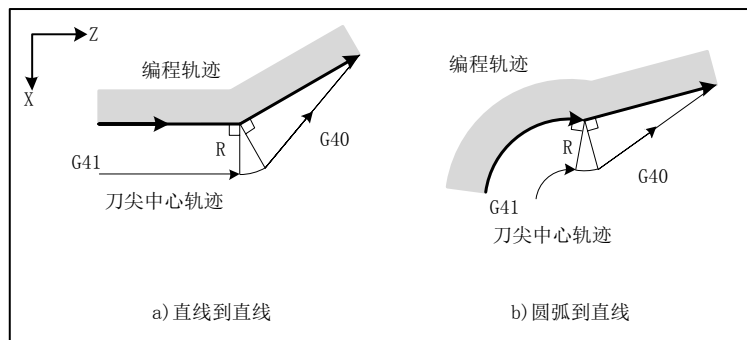


图 5.11

系统对于轨迹相交的一些特殊情况无法处理时将会报警。

典型的 C 刀补程序举例（其附录例四）。

5.6.5 刀尖补偿的轨迹方向定义

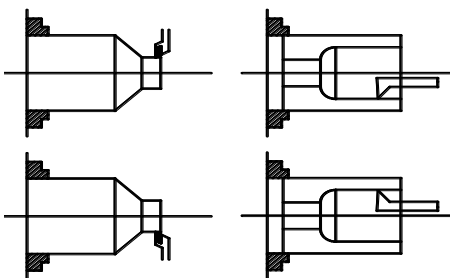


图 5.12

5.7 系统软件升级

本数控系统具有通过U盘和串口进行系统升级的功能。在用户现场，无须打开机箱便可进行升级，升级对系统中的原有参数文件、机床坐标、刀补及机床状态信息不产生影响，即升级完成后用户不需重新配置参数文件、建立刀补等操作，包括用户开机界面也不受影响。

5.7.1 系统软件升级

5.7.1.1 何时需要升级系统软件

- (1) 用户自行定制的新功能的更新软件。
- (2) 系统增加了新的功能。
- (3) 系统软件更新。

5.7.1.2 如何获取升级软件

获取该升级软件有以下几种途径：

- (1) 由技术服务人员直接提供。
- (2) 通过 Email 方式，由公司 provide。

注：WA-N716XTN/WA-N736XTN 升级软件名为：SN716XTN/SN736XTN。

5.7.1.3 如何进入系统升级界面或下载用户图片界面

按硬复位键复位系统（硬复位键位于 U 盘插口旁，需要打开 U 盘防护盖才能看到），在按系统硬复位键或者重新上电启动系统之前按住 ALT 键，直到弹出“请输入密码”提示为止方可松开。输入密码（密码为字母“GGG”），输入完成后按【ENTER】键确定，系统将弹出系统升级界面，如图所示：

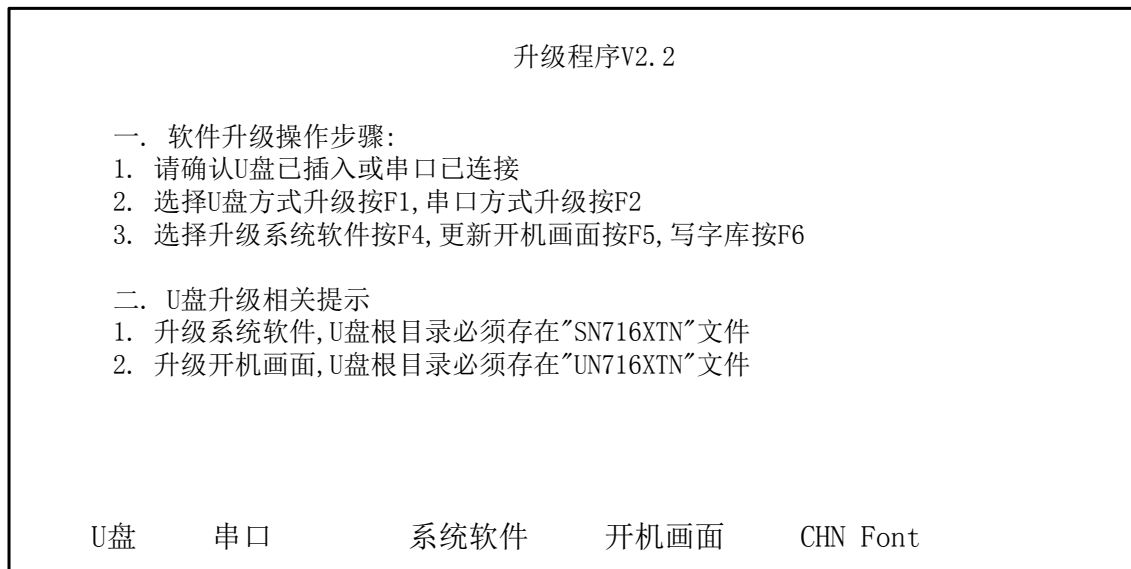


图 5.13 系统升级

升级界面介绍:

U 盘: 按该键选择通过 U 盘升级

串口: 按该键选择通过串口升级

系统软件: 按该键选择升级系统软件

开机画面: 按该键选择更新用户界面

CHN Font: 按该键选择写系统汉字库, 此功能在出厂时使用, 最终用户请不要使用。

5.7.1.4 如何通过 U 盘进行系统升级

操作流程如下:

(1) 获取系统升级软件, 获取方式见 5.7.1.2 节描述;

(2) 将获取到的升级软件存到 U 盘根目录;

(3) 进入系统升级界面 (参照 5.7.1.3 操作);

(4) 在系统升级界面下按 F1 (U 盘) 键, 再按 F4 (系统软件) 键, 即开始系统升级操作, 并在屏幕下方显示 “正在升级”, 同时显示升级进度, 直到界面上出现 “升级成功” 信息出现, 表示系统升级已完成;

(5) 重启系统, 查看系统能否正常启动, 若可以正常启动, 则说明系统升级成功。这时可以操作机床进行简单测试, 比如进行手动进给操作, 换刀等, 若测试正常, 可以进行试加工操作。测试正常, 则可以进行正常加工操作。

5.7.1.5 如何通过串口进行系统升级

操作流程如下:

(1) 获取系统升级软件, 获取方式见 5.7.1.2 节描述;

(2) 进入系统升级界面 (参照 5.7.1.3 操作);

(3) 在系统升级界面下按 F2 (串口) 键, 再按 F4 (系统软件) 键, 即开始系统升级操作, 并在屏幕下方显示 “正在升级”, 同时显示升级进度, 直到界面上出现 “升级成功” 信息出现, 表示系统升级已完成;

(4) 重启系统, 查看系统能否正常启动, 若可以正常启动, 则说明系统升级成功。这时可以操作机床进行简单测试, 比如进行手动进给操作, 换刀等, 若测试正常, 可以进行试加

工操作。测试正常，则可以进行正常加工操作。

5.7.2 用户开机界面更新

系统提供给用户一定的空间来存放用户开机界面，用户可以通过 U 盘或串口将编辑好的图片下载到数控系统，以后系统启动时显示开机界面既为您所更新的图片。系统支持的图片最大尺寸为 800×600 像素，彩色系统使用 256 色。

5.7.2.1 用户如何编辑自己的开机界面

用户可以使用 Windows 操作系统的画图板工具进行编辑图片，将编辑好的图片存为 256 色，800×600 像素，调色板必须使用标准的 256 色，否则系统显示的颜色会有偏差。

5.7.2.2 如何通过 U 盘更新用户界面

U 盘升级开机画面时 WA-N716XTN/WA-N736XTN 升级名为：UN716XTN/ UN736XTN。操作流程如下：

- (1) 将用于升级的文件存到 U 盘根目录；
- (2) 进入系统升级界面（参照 5.7.1.3 操作）；
- (3) 在系统升级界面下按 F1（USB）键，再按 F5（用户界面）键，两个键显示为按下状态，即开始系统升级操作，并弹出下载用户图片过程界面，直到界面上出现“升级成功”信息出现，表示用户图片下载更新已完成；
- (4) 重启系统，查看界面显示是否正确。

5.7.2.3 如何通过串口更新用户界面

操作流程如下：

- (1) 进入系统升级界面（参照 5.7.1.3 操作）；
- (2) 在系统升级界面下按 F2（串口）键，再按 F5（用户界面）键，两个键显示为按下状态，即开始系统升级操作，并弹出下载用户图片过程界面，直到界面上出现“升级成功”信息出现，表示用户图片下载更新已完成；
- (3) 重启系统，查看界面显示是否正确。

VI 数控系统连接

6.1 系统组成

6.1.1 数控系统控制单元框图

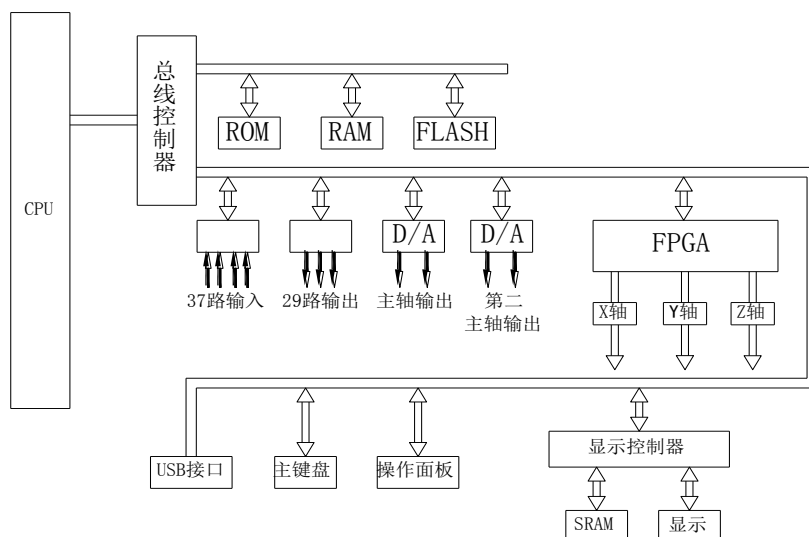


图 6.1 数控系统控制单元图

6.1.2 一个典型的机床电器方案

由数控系统构成的机床数控体系应包括以下内容：

- (1) CNC 控制单元及附件
- (2) 总线式伺服单元/脉冲式伺服单元
- (3) 伺服电机
- (4) 机床配电柜

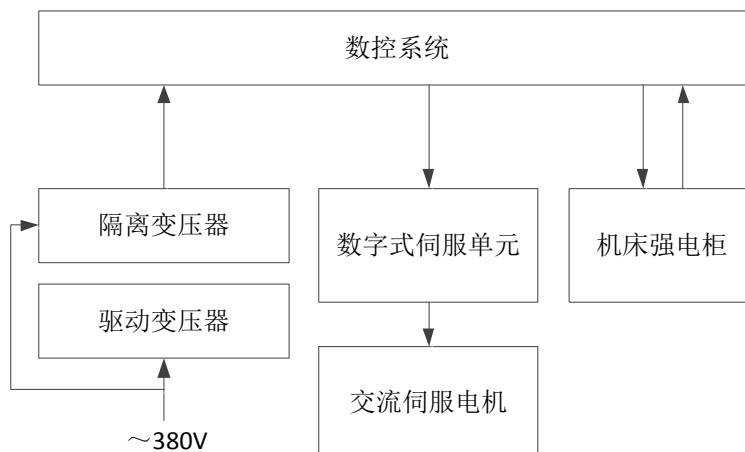


图 6.2 典型机床电器方案

6.1.3 机械尺寸

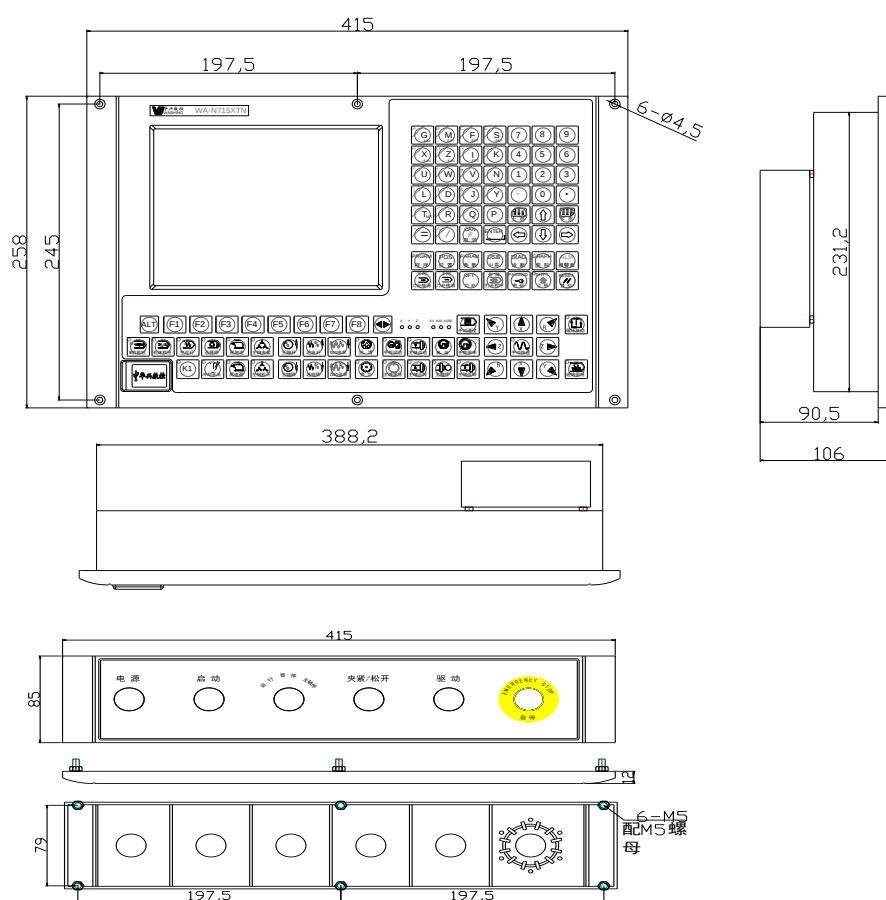
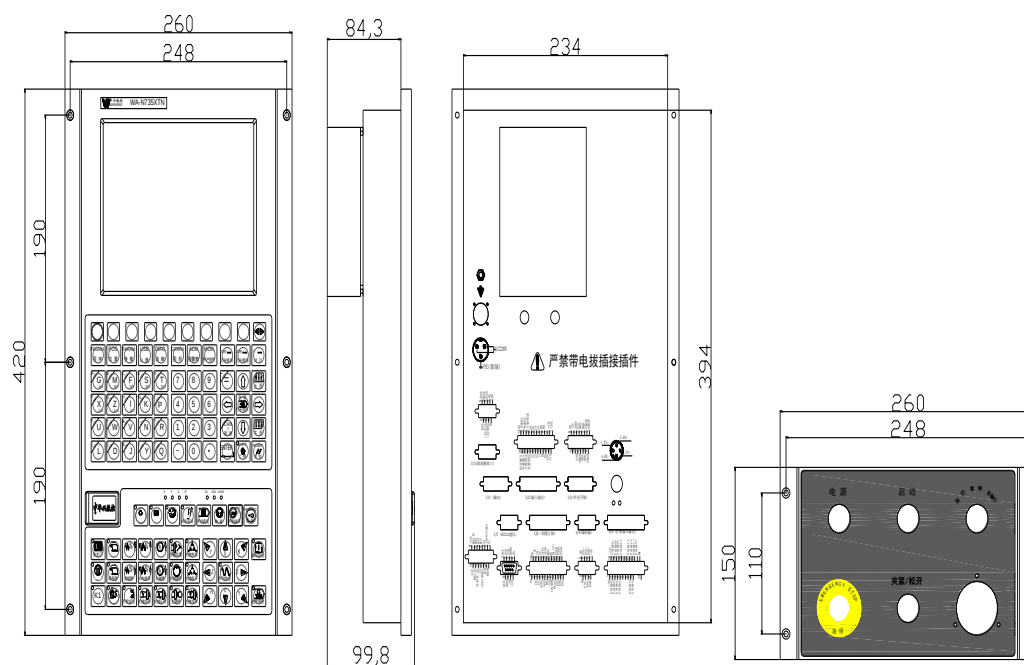


图 6.3 WA-N716XTN 安装尺寸图以及附面板尺寸图



6.4 WA-N736XTN 安装尺寸图及附面板尺寸图

6.1.4 接口定义一览

6.1.4.1 前面板（塑料箱盖内）定义

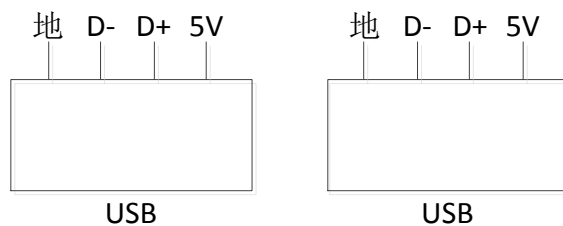


图 6.5 前面板 USB 接口定义

6.1.4.2 后盖板接口定义

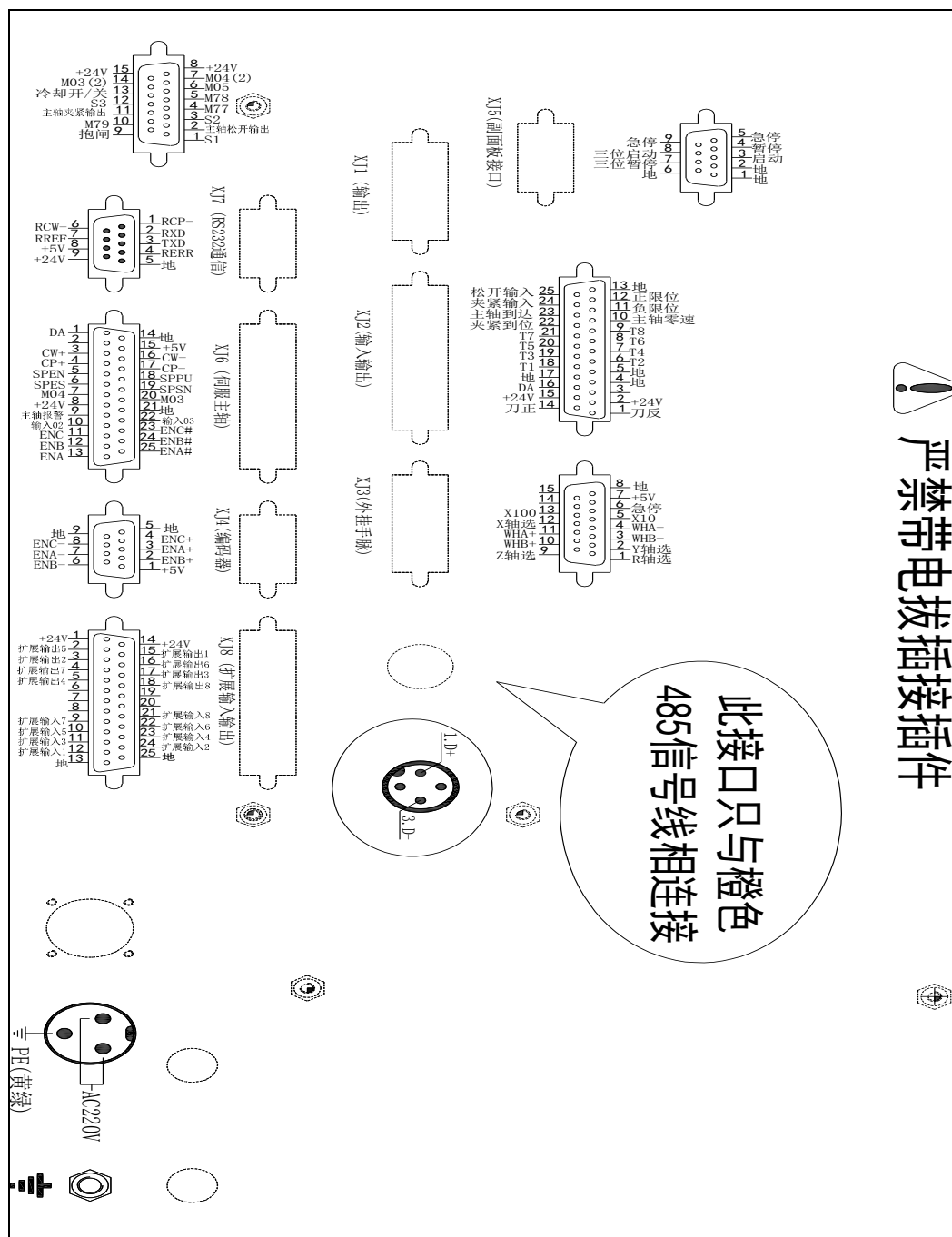


图 6.6 WA-N716XTN 后盖板接口

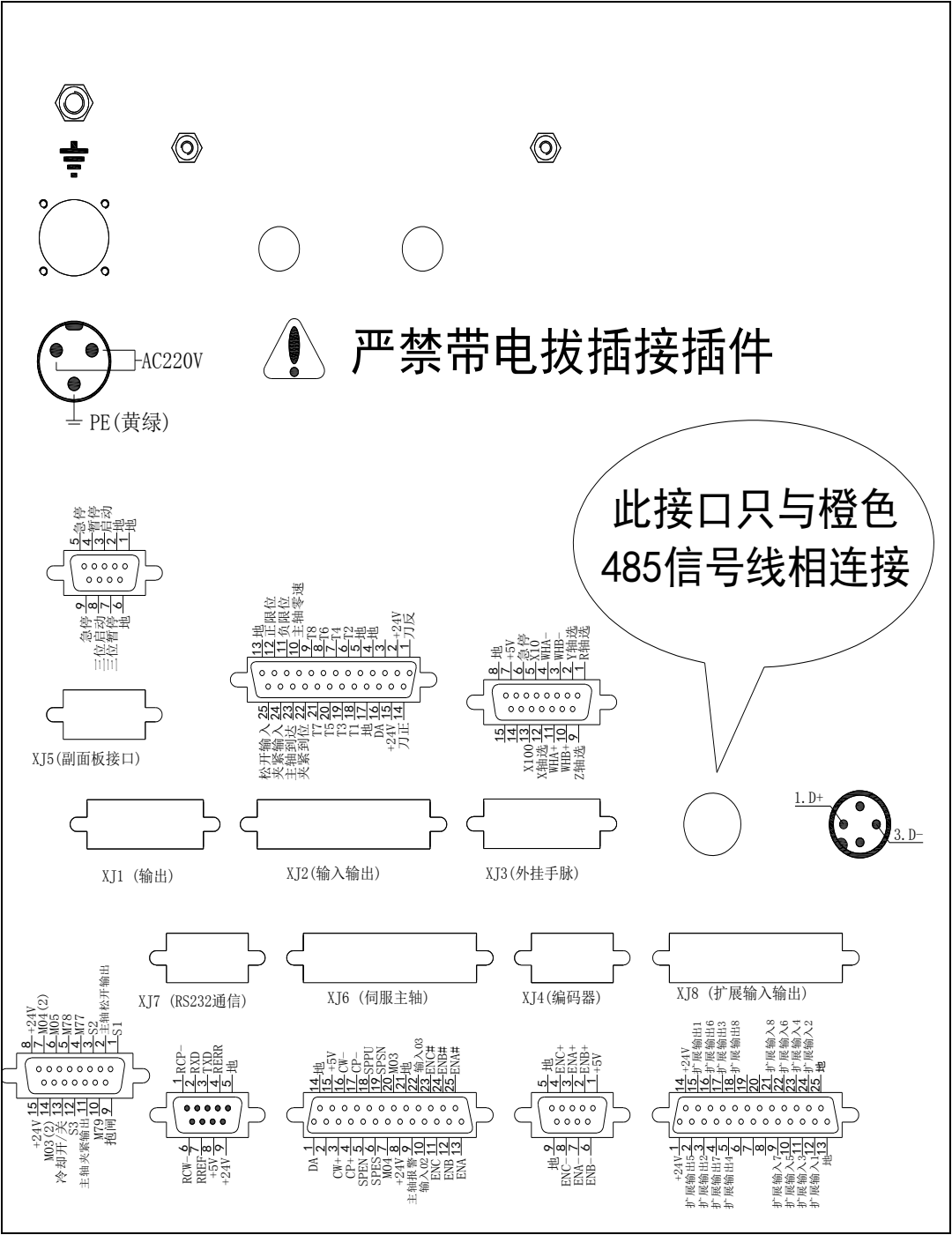


图 6.7 WA-N736XTN 后盖板接口

6.1.5 输出信号对照表

表 6.1 输出端口定义

插座及脚号	脉冲输出	保持输出	取消输出	补充功能	备注
XJ1-P14	M71	M20 K1	M21 K1	M03 (2)	第二主轴正转
XJ1-P07	M72	M20 K2	M21 K2	M04 (2)	第二主轴反转
XJ1-P06	M73	M20 K3	M21 K3	M05	第一主轴停止
XJ2-P14	M75	M20 K4	M21 K4		刀架正转

插座及脚号	脉冲输出	保持输出	取消输出	补充功能	备注
XJ2-P01	M74	M20 K5	M21 K5		刀架反转
XJ1-P13	M76	M20 K6	M21 K6	M08	冷却 M09 撤销 M08
XJ1-P04	M77	M20 K7	M21 K7		润滑
XJ1-P05	M78	M20 K8	M21 K8	M78	尾架进/三色运行灯
XJ1-P10	M79	M20 K9	M21 K9	M79	尾架退/三色报警灯
XJ1-P12	M80	M20 K10	M21 K10	S3	
XJ1-P01	M81	M20 K11	M21 K11	S1	
XJ1-P03	M82	M20 K12	M21 K12	S2	
XJ1-P09	M83	M20 K13	M21 K13		抱闸
XJ1-P02	M86	M20 K16	M21 K16	M11	松开输出
XJ1-P11	M87	M20 K17	M21 K17	M10	夹紧输出
XJ6-P05		M20 K18	M21 K18		主轴使能
XJ6-P20		M20 K19	M21 K19	M03	第一主轴正转
XJ6-P07		M20 K20	M21 K20	M04	第一主轴反转
XJ6-P19		M20 K21	M21 K21		第一主轴准停
XJ6-P18		M20 K22	M21 K22		第一主轴位置模式
XJ6-P06		M20 K23	M21 K23		刚性攻丝
XJ8-P15		M20 K25	M21 K25		扩展输出 1
XJ8-P03		M20 K26	M21 K26		扩展输出 2
XJ8-P17		M20 K27	M21 K27		扩展输出 3
XJ8-P05		M20 K28	M21 K28		扩展输出 4
XJ8-P02		M20 K29	M21 K29		扩展输出 5
XJ8-P16		M20 K30	M21 K30		扩展输出 6
XJ8-P04		M20 K31	M21 K31		扩展输出 7
XJ8-P18		M20 K32	M21 K32		扩展输出 8

功率输出：CNC 内部由功率三极管输出，驱动外部中间继电器。所有外部继电器的电流总和 $\leq 60\text{mA}$ 。

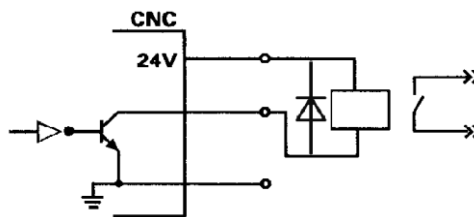


图 6.8

6.1.6 输入信号对照表

表 6.2 输入信号对照表

插座及引脚	条件输入	默认功能	备注（默认功能）
XJ5-P04	M01 L1/K1	外接暂停	外接暂停输入，由 P112#参数定义
XJ2-P12	M01 L3/K3	LIM+	正限位输入，由 P72#参数定义
XJ2-P11	M01 L4/K4	LIM-	负限位输入，由 P73#参数定义

插座及引脚	条件输入	默认功能	备注（默认功能）
XJ2-P22	M01 L5/K5	M10FIN	夹紧到位输入，由 P107#参数定义
XJ5-P03	M01 L7/K7	外接启动	外接启动输入，由 P93#参数定义
XJ5-P05/09	M01 L8/K8	面板急停	副面板急停输入
XJ2-P24	M01 L10/K10	IN M10	主轴夹紧输入，由 P97#参数定义
XJ2-P10	M01 L11/K11		主轴零速输入
XJ2-P25	M01 L12/K12	IN M11	主轴松开输入，由 P73#参数定义
XJ6-P09	M01 L16/K16	第一主轴报警	第一主轴报警输入，由 P91#参数定义
XJ2-P19	M01 L17/K17	3#刀	3#刀信号输入
XJ2-P08	M01 L18/K18	6#刀	6#刀信号输入
XJ2-P09	M01 L19/K19	8#刀	8#刀信号输入
XJ2-P18	M01 L20/K20	1#刀	1#刀信号输入
XJ2-P07	M01 L21/K21	4#刀	4#刀信号输入
XJ2-P20	M01 L22/K22	5#刀	5#刀信号输入
XJ2-P21	M01 L23/K23	7#刀	7#刀信号输入
XJ2-P06	M01 L24/K24	2#刀	2#刀信号输入
XJ6-P10	M01 L26/K26		输入 02
XJ2-P23	M01 L27/K27		主轴到达输入
XJ6-P22	M01 L29/K29		输入 03
XJ5-P08	M01 L30/K30	三位启动	三位启动输入，由 P102#参数定义
XJ5-P07	M01 L31/K31	三位主轴停	三位暂停输入，由 P103#参数定义
XJ3-P02	M01 L32/K32	Y 轴轴选	Y 轴轴选输入
XJ3-P09	M01 L33/K33	Z 轴轴选	Z 轴轴选输入
XJ3-P05	M01 L35/K35	倍率×10	倍率×10 输入
XJ3-P06	M01 L36/K36	手轮急停	手轮急停输入
XJ3-P13	M01 L38/K38	倍率×100	倍率×100 输入
XJ3-P12	M01 L40/K40	X 轴轴选	X 轴轴选输入
XJ8-P12	M01 L41/K41		主轴就绪输入
XJ8-P24	M01 L42/K42		扩展输入 2
XJ8-P11	M01 L43/K43		扩展输入 3
XJ8-P23	M01 L44/K44		扩展输入 4
XJ8-P10	M01 L45/K45		扩展输入 5
XJ8-P22	M01 L46/K46		扩展输入 6
XJ8-P09	M01 L47/K47		扩展输入 7
XJ8-P21	M01 L48/K48		扩展输入 8

注：M01 L__；M01 K__。

L 为低电平有效，K 为高电平有效

L 或 K 后的数字为输入编号

6.2 强电供电

6.2.1 安装要求

数控系统应处于良好的机械、电环境下工作，用户应保证其在合适的机、电安装，输入、输出接口应规范连接。

对于数控系统，用户应制作箱体用于安放该系统，系统面板上 6 个 $\Phi 4.5$ 通孔用 M4 螺钉固定于箱体上。箱体体积应足够大，应考虑系统后面接插件长度及多股线弯曲长度。箱体应散热良好。

6.2.2 强电供电

数控系统要求供电电压在标称电压的 $\pm 10\%$ 范围内。建议采用 150VA 的隔离变压器，如图所示：

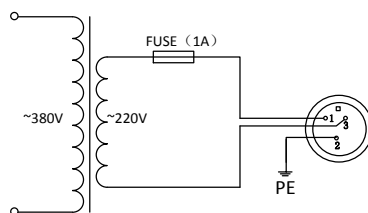


图 6.9 强电供电

注：本文提到的变压器输出电压都是空载电压，其容量不能低于规定的值。

6.2.3 接地

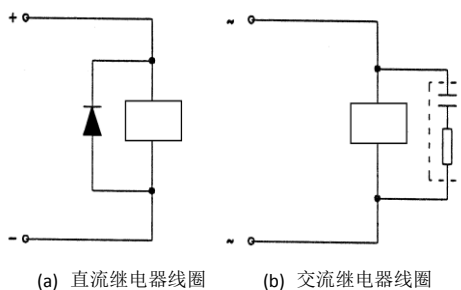
在电气安装中接地很重要，合理接地可使数控系统运行更稳定可靠并防止漏电事故发生。数控系统外部都有接地点，使用时须将此点可靠地与大地相连。做到：

- (1) 保证整个机床电器系统必须接到一个主接地点上并合理接大地。
- (2) 与 CNC 系统进行通讯的电子设备其信号地必须连至该设备的接地点，同时该点必须与机床系统的主接地点良好连接，连接线缆的截面积不小于 2.5mm^2 。
- (3) 信号电缆需有屏蔽层。
- (4) 严禁用交流零线（三相电的中线）作为接地线 PE。

6.2.4 强电安装中注意事项

数控系统必须与机床强电部分连接才能控制整个机床的各种动作。为保证系统可靠工作，机床强电部分所有感性负载均应加装相应的灭弧装置。建议如下（如图所示）：

- (1) 交流接触器线圈，采用单相灭弧器并联于接触器线圈两端；
- (2) 直流继电器线圈，并联二极管续流。



(a) 直流继电器线圈 (b) 交流继电器线圈

图 6.10 灭弧装置

交流电动机：根据电动机是单相还是三相选用单相/三相灭弧器，不得用分立的电阻、电容自制吸收回路。RC 必须装到开关或接触器的负载端，典型接法如图所示：

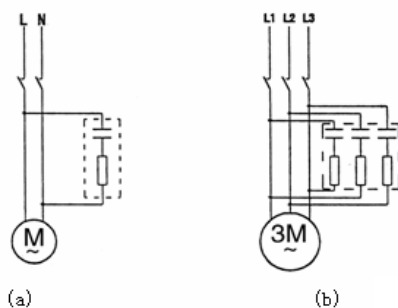


图 6.11

6.3 数控系统内部连接

6.3.1 输入、输出

6.3.1.1 输入接口电路示意图

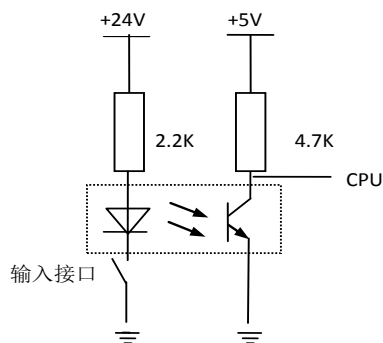


图 6.12 输入接口电路

输入接口举例

(1) 无源器件输入(如行程开关)

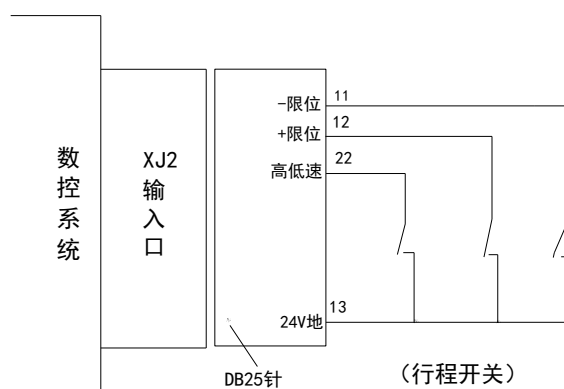


图 6.13

(2) 有源器件输入(如接触开关、霍尔元件等)

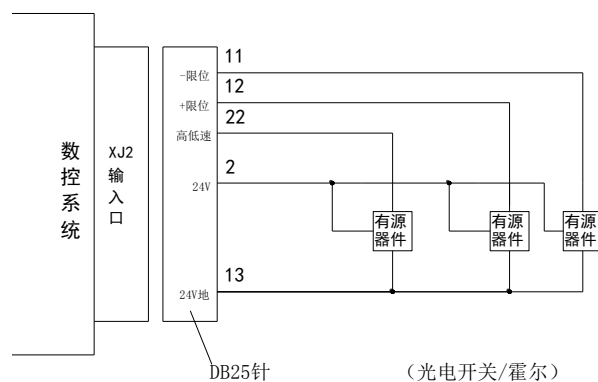


图 6.14

6.3.1.2 输出电路示意图

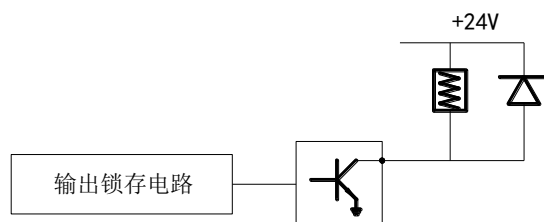


图 6.15

输出接口举例

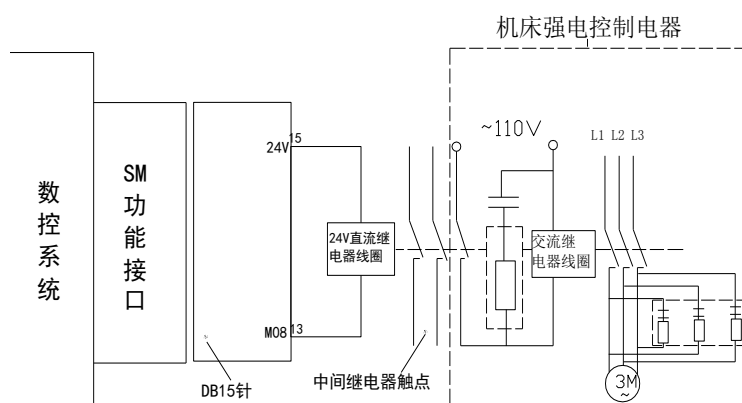


图 6.16

6.4 数控系统信号接接口定义

6.4.1 数控系统外部连接

和该 CNC 控制单元有关的各部件如图 6.17 所示连接。

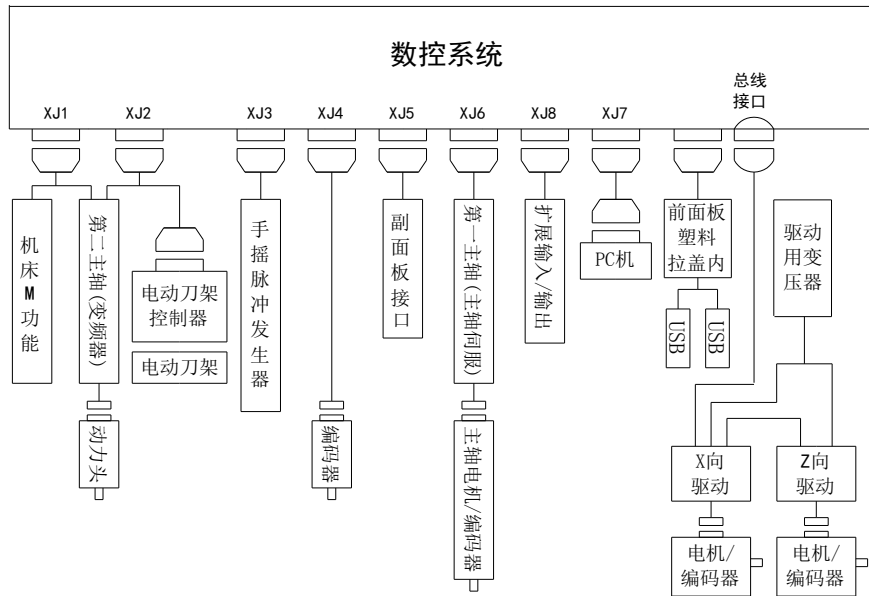


图 6.17 数控系统外部连接

6.4.2 输入/输出口

6.4.2.1 输出接口 XJ1

此接口为“DB15 孔”，与之相连用“DB15”针。

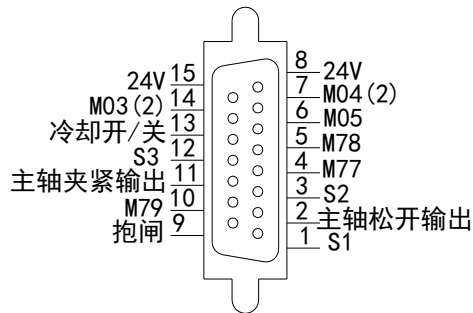


图 6.18 输出接口 XJ1 接口定义

表 6.3 输出接口 XJ1 功能定义

管脚	功能定义	管脚	功能定义
01	S1	09	报闸
02	主轴松开输出	10	M79
03	S2	11	主轴夹紧输出
04	M77	12	S3
05	M78	13	冷却开/关
06	M05	14	M03(供第二主轴使用)
07	M04(供第二主轴使用)	15	24V
08	24V		

说明：所有输出为单功率点输出（OC 门），限制电流为 60mA，外接感性负载（如直流继电器等）需加续流二极管。

6.4.2.2 输入输出接口 XJ2

此接口为“DB25 孔”，与之相连用“DB25”针。

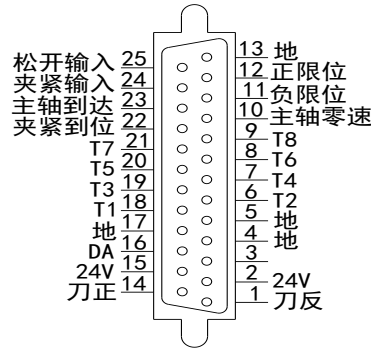


图 6.19 输入输出接口 XJ2 接口定义

表 6.4 输入输出接口 XJ2 功能定义

管脚	功能定义	管脚	功能定义
01	刀架反转	14	刀架正转
02	24V	15	24V
03		16	DA 信号 (0—10V)
04	地	17	地
05	地	18	1#刀
06	2#刀	19	3#刀
07	4#刀	20	5#刀
08	6#刀	21	7#刀
09	8#刀	22	夹紧到位
10	主轴零速	23	主轴到达
11	负限位	24	夹紧输入
12	正限位	25	松开输入
13	地		

刀架功能在此接口中。

本系统的刀架接口可与常州宏达数控设备厂或常州亚兴数控设备厂制造的 15T 型刀架直接连接，最多可控制八工位刀架，当用六工位刀架时，P21 和 P9 两根线可不接，用四工位刀架时，P20、P8、P21 和 P9 四根线可不变。见下图：

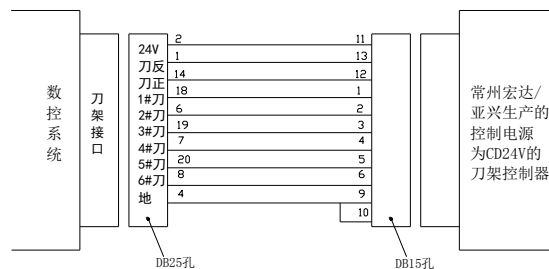


图 6.20

注意：

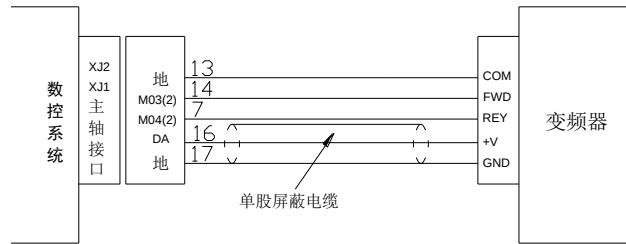
- (1) 若用户自制电动刀架控制电路，刀架正转和刀架反转接触器（或继电器）必须互锁。
- (2) 数控系统安装完毕后第一次与电动刀架联调时，若系统发出换刀指令而刀架没有动作，此时应立即切断三相电源、复位数控系统，重新调整输入到刀架电机的三相电相序。

6.4.2.3 第二主轴功能

第二主轴功能在 XJ1 和 XJ2 接口中，第二主轴具体使用方法详见 5.3.6。

模拟信号（DA）输出 0~10V 模拟电压，接变频器。模拟地与信号地在系统内互连。该

线必须单独用一芯屏蔽线，地线为屏蔽层。系统出厂设为 0~+10V，它与触点信号配合可控制变频器正转、反转及变速。要求外设（变频器）吸收电流<5mA。该接口与变频器连接图如下图所示：



注：13/14/7 脚对应 XJ1 接口，16/17 脚对应 XJ2 接口

图 6.21

6.4.2.4 外接手轮接口 XJ3

此接口为“DB15 孔”，与之相连用“DB15”针。

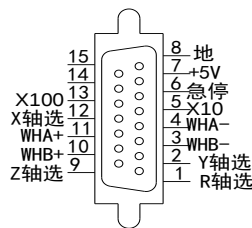


图 6.22 外接手轮接口 XJ3 接口定义

表 6.5 外接手轮接口 XJ3 功能定义

管脚	功能定义	管脚	功能定义
01	R 轴选	09	Z 轴选
02	Y 轴选	10	WHB+
03	WHB-	11	WHA+
04	WHA-	12	X 轴选
05	X10	13	X100
06	急停	14	
07	+5V	15	
08	地		

适配满足以下条件的手轮（也叫手脉）：

- (1) 工作电压：5V
- (2) 每转脉冲数：100
- (3) 输出信号：两路差分输出，即 A+、A- 和 B+、B-

手轮连接必须用屏蔽线，且尽可能用双绞屏蔽线，两根双绞线接一路差分信号，可按下图制作：

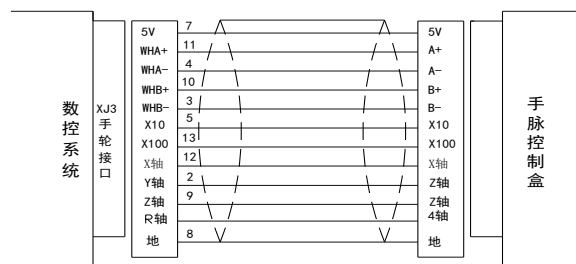


图 6.23

6.4.2.5 编码器口 XJ4

此接口为“DB9 孔”，与之相接的插头应为“DB9 针”，系统仅适配满足以下条件的编码器：

工作电压：5V

每转脉冲数：700~8000

输出信号：三路差分输出，即 A+、A-、B+、B-、Z+、Z-

编码器接口定义如下：

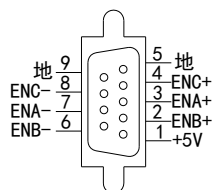


图 6.24 编码器口 XJ4 接口定义

表 6.6 编码器口 XJ4 功能定义

管脚	功能定义	管脚	功能定义
01	5V 电源	06	B-
02	B+	07	A-
03	A+	08	Z-
04	Z+	09	地
05	地		

同编码器连接必须用屏蔽线，且尽可能用双绞屏蔽线。两根双绞线接一路差分信号，可按下图制作：

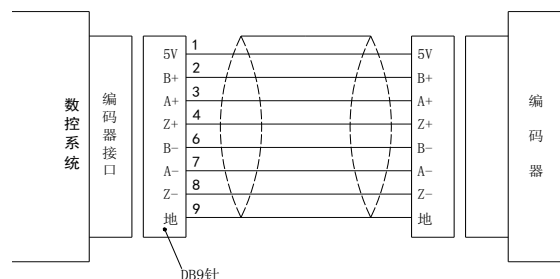


图 6.25

6.4.2.6 外接启动急停暂停接口 XJ5

此接口型号为“DB9 孔”，与之相连的插头应为“DB9 针”。定义如下：

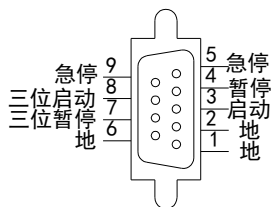


图 6.26 XJ5 接口定义

表 6.7 XJ5 功能定义

管脚	功能定义	管脚	功能定义
01	地	06	地
02	地	07	三位开关暂停

03	启动	08	三位开关启动
04	暂停	09	急停
05	急停		

如下图所示：

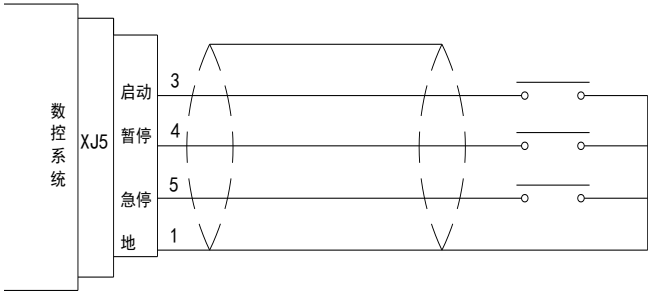


图 6.27

6.4.2.7 伺服主轴接口 XJ6

XJ6 为主轴伺服专用接口，支持位置、速度两种模式，“DB25 孔”插座，插头应为“DB25 针”。接口定义：

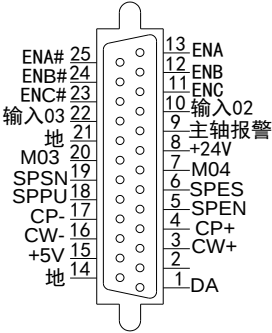


图 6.28 伺服主轴接口 XJ6 接口定义

表 6.8 伺服主轴接口 XJ6 功能定义

管脚	功能定义	管脚	功能定义
01	DA	14	地
02		15	+5V
03	CW+	16	CW-
04	CP+	17	CP-
05	SPEN(主轴使能)	18	SPPU(位置模式)
06	SPES(攻丝模式)	19	SPSN(主轴准停)
07	M04	20	M03
08	+24V	21	地
09	主轴报警	22	输入 03
10	输入 02	23	ENC#
11	ENC	24	ENB#
12	ENB	25	ENA#
13	ENA		

位置模式时的输出控制信号的形式为：CP 脉冲与 CW 方向信号。CP 以正脉冲输出，每一脉冲对应电机进给一步。CW 高电平控制电机正转，低电平则电机反转。脉冲信号为 1/2 占

空比，方向信号在换向时，超前脉冲信号 1/4 占空比。

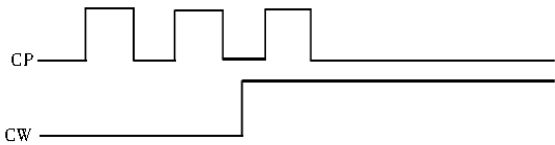


图 6.29

第一主轴使用方法详见 5.3.6。
第一模拟信号（DA）输出 0~10V 模拟电压，标配主轴伺服驱动器连接如下图所示：

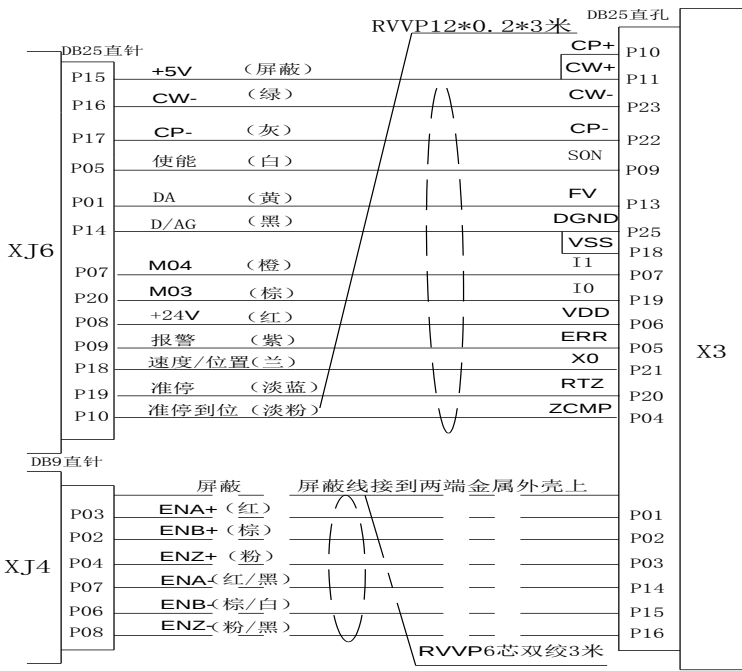


图 6.30 XJ6 信号口与主轴伺服驱动器 X3 连接图

说明：凡用屏蔽层连接两边+5V 或 0V 地端子时，不得再用屏蔽层内的芯线连接+5V 或 0V 地。

6.4.2.8 RS232 --R 轴（飞刀盘轴）XJ7

此接口型号为“DB9 针”，与之相连的插头应为“DB9 孔”。定义如下：

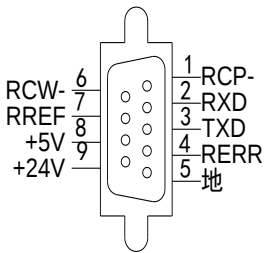


图 6.31 RS232 --R 轴（飞刀盘轴）XJ7

表 6.9 RS232 --R 轴（飞刀盘轴）XJ7 功能定义

管脚	功能定义	管脚	功能定义
01	CP-	06	CW-
02	RXD	07	REF
03	TXD	08	+5V
04	ERR	09	+24V

05	地		
----	---	--	--

标准放线定义如下：

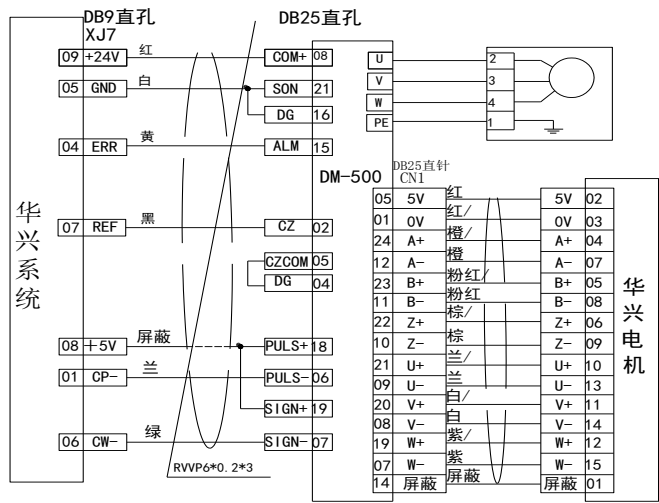


图 6.32

6.4.2.9 扩展输入输出接口 XJ8

此接口型号为“DB25 孔”，与之相连的插头应为“DB25 针”。定义如下：

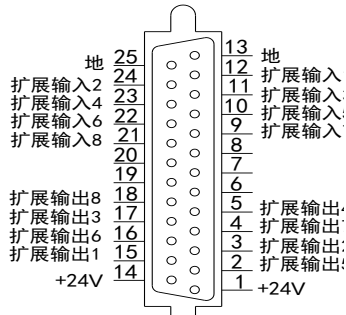


图 6.33 XJ8 接口定义

表 6.10 XJ8 功能定义

管脚	功能定义	管脚	功能定义
01	+24V	14	+24V
02	扩展输出 5	15	扩展输出 1
03	扩展输出 2	16	扩展输出 6
04	扩展输出 7	17	扩展输出 3
05	扩展输出 4	18	扩展输出 8
06		19	
07		20	
08		21	扩展输入 8
09	扩展输入 7	22	扩展输入 6
10	扩展输入 5	23	扩展输入 4
11	扩展输入 3	24	扩展输入 2
12	扩展输入 1	25	地
13	地		

6.4.2.10 总线接口连接线

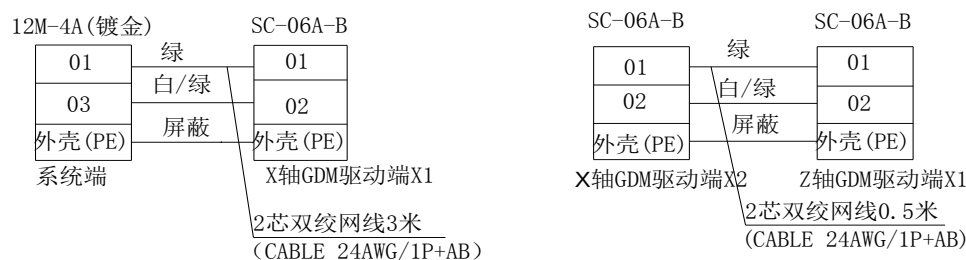


图 6.34 两轴总线接线方式

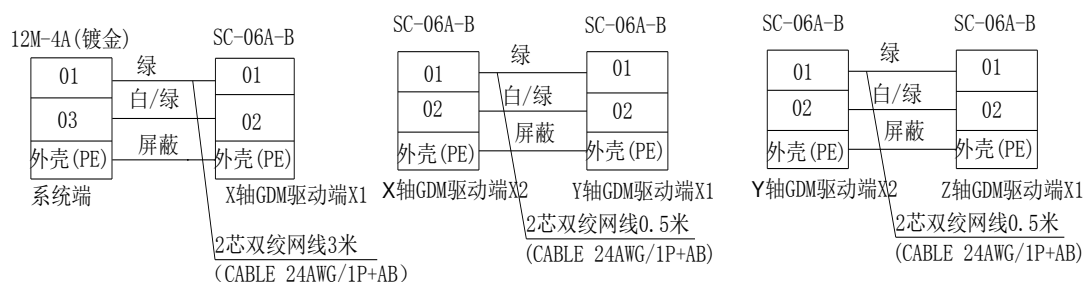


图 6.35 三轴总线接线方式

6.5 刀架控制

系统参数 5 号：为 0 排刀换刀，为 1 电动刀架换刀，除了常见的排刀和电动刀架功能，系统还可以配合其他多种刀架。常见的几种刀架

(1) 丞鑫伺服刀塔

系统参数 2#，刀具数目

系统参数 5#，刀架类型改为“8”

系统参数 79#，刀架换刀时间上限

接线定义：

输入信号：

1. P1 XJ8-24 扩展输入 2
2. P2 XJ8-11 扩展输入 3
3. P3 XJ8-23 扩展输入 4
4. P4 XJ8-10 扩展输入 5
5. 定位完成 XJ8-22 扩展输入 6
6. 锁紧到位 XJ8-09 扩展输入 7
7. 松开到位 XJ8-21 扩展输入 8

输出信号：

1. POS1 XJ8-15 扩展输出 1
2. POS2 XJ8-03 扩展输出 2
3. POS3 XJ8-17 扩展输出 3
4. POS4 XJ8-05 扩展输出 4
5. 触发 XJ8-02 扩展输出 5

- 6. 锁紧 XJ8-16 扩展输出 6
- 7. 松开 XJ8-04 扩展输出 7
- 8. 伺服使能 XJ8-18 扩展输出 8

(2) 印度普拉盖蒂 BTP 刀塔

系统参数 2#, 刀具数目

系统参数 5#, 刀架类型改为“12”

系统参数 79#, 刀架换刀时间上限

系统参数 126#, 刀架锁紧调整延时

接线定义:

输入信号:

- 1. 位 1 XJ2-21 T7
- 2. 位 2 XJ2-07 T4
- 3. 位 3 XJ2-19 T3
- 4. 位 4 XJ2-20 T5
- 5. 选通 XJ2-09 T8
- 6. 奇偶校验 XJ2-06 T2
- 7. 夹紧到位 XJ2-08 T6

输出信号:

- 1. 正转 XJ2-14 刀架正转
- 2. 反转 XJ2-01 刀架反转

(3) 六鑫液压刀塔

参数修改:

系统参数 2#, 刀具数目

系统参数 5#, 刀架类型改为“13”

刀盘松开超时, 夹紧超时, 旋转超时, 都是系统参数 79#控制, 默认都是 8 秒

接线定义:

输入信号:

- 1. A XJ2-18 T1
- 2. B XJ2-06 T2
- 3. C XJ2-19 T3
- 4. D XJ2-07 T4
- 5. E XJ2-20 T5
- 6. 夹紧到位 XJ2-08 T6

输出信号:

- 1. 正转 XJ2-14 刀架正转
- 2. 反转 XJ2-01 刀架反转
- 3. 刀塔夹紧 XJ1-01 S1
- 4. 刀塔松开 XJ1-03 S2

(4) 三和伺服刀塔

参数修改:

系统参数 2#, 刀具数目

系统参数 5#, 刀架类型改为“14”

系统参数 79#, 刀架换刀时间上限

接线定义:

输入信号:

- | | | |
|------------|--------|--------|
| 1. D01 | XJ8-24 | 扩展输入 2 |
| 2. D02 | XJ8-11 | 扩展输入 3 |
| 3. D03 | XJ8-23 | 扩展输入 4 |
| 4. D04 | XJ8-10 | 扩展输入 5 |
| 5. D05 | XJ8-22 | 扩展输入 6 |
| 6. S8 锁紧到位 | XJ8-09 | 扩展输入 7 |
| 7. S9 松开到位 | XJ8-21 | 扩展输入 8 |

输出信号:

- | | | |
|---------|--------|--------|
| 1. DI1 | XJ8-15 | 扩展输出 1 |
| 2. DI2 | XJ8-03 | 扩展输出 2 |
| 3. DI3 | XJ8-17 | 扩展输出 3 |
| 4. DI4 | XJ8-05 | 扩展输出 4 |
| 5. MD0 | XJ8-02 | 扩展输出 5 |
| 6. MD1 | XJ8-16 | 扩展输出 6 |
| 7. 刀架松开 | XJ8-04 | 扩展输出 7 |
| 8. 伺服使能 | XJ8-18 | 扩展输出 8 |

附录一 出错报警

出错号与错误内容提示:

出错号 出错内容

- 01 G04 定义的时间错
- 02 未定义 K 参数
- 03 G24 子程序返回错, 转移加工与子程序调用混乱
- 04 G31 放大后数据溢出
- 05 倒角参数错
- 06 刀具号出错或开机时刀补号错
- 07 无此 G、M 功能
- 08 转移加工(包括子程序调用)嵌套错
- 09 螺旋线参数错
- 10 程序行首字母错(行必须以 N 打头)
- 11 未定义
- 12 对刀计算刀补时未用 XSAV ZSAV 记忆坐标
- 13 数据格式错
- 14 转移加工未找到结束段号或 X U /Z W 同时出现
- 15 一行内字符太多或出现非法字符
- 16 C 刀补数据格式错
- 17 刀补时刀补平面错
- 18 G35 进给方向无法确定/主轴模拟量出错
- 19 建立刀补时未使用 G01
- 20 同一段程序中 M00, M02, M30 等混用
- 21 G20 调用的不是子程序
- 22 宏程序格式或执行错
- 23 螺距或速度超限或螺纹中缺 Z, K
- 24 循环加工的目标段号错或未找到
- 25 伺服驱动未就绪错误
- 26 转移加工不应出现在最后一行, 应加上 M02
- 27 圆弧中缺参数或刀补坐标与补偿平面不符
- 28 M01在定时内未检测到输入信号
- 29 刀补轨迹长度为 0
- 30 加工中不能操作此功能
- 31 RS232 通讯时出错
- 32 文件未找到或文件出错
- 33 电子齿轮比错误
- 34 加工数据存放空间已满
- 35 上次换刀出错/刀架位置错
- 36 防护门未关
- 37 未定义

- 38 坐标字或坐标值错
- 39 G, M等功能号后面参数错
- 40 正向坐标限位/负向坐标限位
- 41 主轴/驱动报警
- 42 一般报警
- 43 加工中改刀补须暂停, 可改位参数 B220=1
- 44 刀架反转时间过长、无刀位信号
- 45 文件名定义错误, 或进行输入输出时通讯出错
- 46 上电未读到参数
- 47 加工时累计刀补修调已超过 2 毫米!
- 48 主轴到编码器齿轮比错误
- 49 G71 的 dU/G72 的 dW 不得为零
- 50 圆弧起点与终点不符
- 51 整圆不能用 R 编程
- 52 启动加工时三位开关未处在启动位置
- 53 任意段起动时, 未找到对应段号或恒线速切削的线速度为零
- 54 坐标轴电机准停未实现
- 55 急停报警
- 56 每转进给时进给速度为零
- 57 RS232 通讯时内存不足
- 58 DNC 内存太小
- 59 主轴启动错误 (未收到外部主轴启动完成信号)
- 60 刨床冲程信号错
- 61 主轴刹车时不得启动
- 62 运行中尾架不得进退
- 63 M65 格式错
- 64 G39:U 与 R 同号时>=R;数据格式错
- 65 G74/G77格式/刀补号错
- 66 开机后未返回机械零点或回零时未检测到刀号
- 67 机械零点信号错。
- 68 未检测到主轴夹紧就绪信号
- 69 固定循环参数错
- 70 主轴准停偏移角度参数错
- 71 开机时键盘有键压下或启动键未弹起, 可能误启动
- 72 20#主轴编码器线数错/T型螺纹无光刀量
- 73 加工螺纹时没有检测到编码器信号/Z 向加速度太大
- 74 G33 模态缺 X 编程值/内部数据错
- 75 未检测到编码器信号/主轴转速波动过大
- 76 未定义
- 77 未定义
- 78 圆弧插补出错
- 79 G7n 之前须取消刀补
- 80 无此 I / O 口
- 81 未定义

- 82 已达到最大加工件数, 或 146#参数错
- 83 非法加工功能
- 84 未定义
- 85 C 刀补后加工园弧半径为 0
- 86 电子盘读出错误
- 87 串行通讯错误
- 88 RS232 通讯输入时错
- 89 RS232 通讯输出时错
- 90 电池电压低, 更换电池
- 91 未定义
- 92 读 U 盘错, 请重新插入 U 盘, 或按 RESET 取消
- 93 USB 口错误
- 94 伺服轴无法使能(检查试用期)
- 95 加工中不能使用 U 盘
- 96 总线脱机模式, 关机重启
- 97 C 刀补轨迹无交点
- 98 试用期设置错误
- 99 试用期已过
- 100 已完成, 请关机重新上电
- 101 总线通讯未建立或从站未就绪超时
- 102 总线通讯错: 从站未使能
- 103 总线通讯线路错
- 104 同步命令超时
- 105 X/Y/Z/R 电池电压低/更换
- 106 未定义
- 107 未定义
- 108 未定义
- 109 从站未使能
- 110 未定义
- 111 X/Y/Z/R 轴伺服报警
- 112 未定义
- 113 未定义
- 114 未定义
- 115 X/Y/Z/R 轴电池/多圈数据失效
- 116 未定义
- 117 未定义
- 118 未定义
- 119 .. 正在链接下位机....
- 120 坐标可能有误, 按回车运行, 复位键停机
- 121 刀补号错, 用 M24 重设, 重新上电
- 122 电池警或 G77 清多圈, 按回车开始, 上电后重新对刀
- 123 X/Y/Z/R 轴伺服/参数电子齿轮比不为 1:1
- 124 未定义
- 125 未定义

- 126 未定义
- 127 未定义
- 128 未定义
- 129 未定义
- 130 未定义
- 131 未定义
- 132 未定义
- 133 未定义
- 134 未定义
- 135 未定义
- 136 G71轨迹太多或少
- 137 轨迹X超过起点或Z单调性错
- 138 G71内部错
- 139 I类G71的ns段有Z移动/II类ns段不允许G00
- 140 未定义

附录二 系统参数

参数号	范围	出厂值	取值范围
00	车床 Z 向 G00 时间常数 (ms)	70	50~1000
01	刀架反转锁紧时间设定 (秒)	0.8	0~10
02	机床的刀具数目 (把)	4	1~12
03	主轴第 1 档转速上限 (rpm) (变频器模拟量输出用)	3000	100~8000
04	主轴第 2 档转速上限 (rpm) (变频器模拟量输出用)	1000	100~8000
05	=0 排刀换刀; =1 电动刀架; 其他为用户定制刀架	1	0~10
06	X 轴反向间隙 (mm)	0	0~1
07	Z 轴反向间隙 (mm)	0	0~1
08	X 轴对刀点相对于机械零点的坐标 (mm)	0	0~60000
09	Z 轴对刀点相对于机械零点的坐标 (mm)	0	0~60000
10	手动快速速度 (mm/min)	5000	0~60000
11	主轴换向延时 (秒)	0	0~10
12	主轴制动延时 (秒)	0	0~10
13	主轴启动延时 (秒)	0	0~10
14	M05 继电器脉冲输出延时 (秒)	0	0~10
15	继电器脉冲输出延时 (M71~M85) (秒)	1	0~10
16	螺纹 X 向旋进/旋出速度 (mm/min 详见 G86 说明)	5000	0~10000
17	初始画面, =0 版本; =1 厂商开机画面; =2 操作画面	0	0~2
18	X 轴对刀点相对于工件坐标的设定值 (mm)	0	0~60000
19	Z 轴对刀点相对于工件坐标的设定值 (mm)	0	0~60000
20	主轴编码器每相每转脉冲数	1200	700~4800
21	车床 X 轴 G00 的时间常数	70	0~60000
22	Y 轴返回机械零点时恢复的工件坐标值 (mm)	0	0~60000
23	主轴转速波动的百分比, 低于该值时, 才能加工螺纹	4	0~20
24	Y 轴对刀点相对于机床零点的坐标	0	0~60000
25	螺纹加工时最后一刀光刀量, =0: 不光刀 (mm)	0	0~65
26	恒线速切削时主轴转速上限 (RPM)	1000	1~60000
27	程序编辑时自动生成段号的增量 0~99, =0 时, 不产生段号	10	0~100
28	恒线速切削时主轴转速下限 (RPM)	100	1~5000
29	附面板 LED 亮度 (>10~100, =0: 50%)	12	6~32
30	X 轴 G00 快速定位速度 mm/min	8000	1~60000
31	Y 轴 G00 快速定位速度 mm/min	8000	1~60000
32	Z 轴 G00 快速定位速度 mm/min	8000	1~60000
33	X 向电子齿轮倍率	1	1~1000
34	X 向电子齿轮分率	2	1~1000
35	Y 向电子齿轮倍率	1	1~1000
36	Y 向电子齿轮分率	1	1~1000

37	Z 向电子齿轮倍率	1	1~1000
38	Z 向电子齿轮分率	1	1~1000
39	切削运动时各轴时间常数(毫秒)	70	50~1000
40	螺纹加工时 Z 轴时间常数(毫秒)	80	50~1000
41	切削时速度上限(mm/min)	6000	0~60000
42	G00 快速时速度下限(mm/min)	500	500~5000
43	返回参考点时寻找零信号的低速(mm/min)	50	1~500
44	限位各轴停下时的时间常数(毫秒)	70	50~1000
45	螺纹切削时 Z 向速度上限(mm/min)	5000	2000~60000
46	输入信号去抖动次数	4	3~30
47	电动刀架正/反转之间的延时(秒)	0.05	0~10
48	间隙补偿的速度上限(时间常数同 39#)(mm/min)	5000	1000~60000
49	螺纹加工时 X 向旋进旋出退尾的时间常数(毫秒)	80	50~1000
50	Y 轴反向间隙(mm)	0	0~1
51	手脉运行的时间常数	150	60~1000
52	X 轴螺距误差补偿间隔长度(mm)	0	0~60000
53	X 轴螺距误差补偿点数	0	0~160
54	Y 轴螺距误差补偿间隔长度(mm)	0	0~60000
55	Y 轴螺距误差补偿点数	0	0~160
56	Z 轴螺距误差补偿间隔长度(mm)	0	0~60000
57	Z 轴螺距误差补偿点数	0	0~160
58	圆弧插补的轮廓误差限制(mm)(一般取 0.002)	0.002	0~1
59	螺纹加工时 X 向旋进/退尾速度上限(mm/min)	8000	100~60000
60	X 轴从参考点开始正向软限位坐标(mm)	0	-60000~60000
61	X 轴从参考点开始负向软限位坐标(mm)	0	-60000~60000
62	Y 轴从参考点开始正向软限位坐标(mm)	0	-60000~60000
63	Y 轴从参考点开始负向软限位坐标(mm)	0	-60000~60000
64	Z 轴从参考点开始正向软限位坐标(mm)	0	-60000~60000
65	Z 轴从参考点开始负向软限位坐标(mm)	0	-60000~60000
66	X 轴参考点粗定位信号的输入端子编号	27	0~60
67	Y 轴参考点粗定位信号的输入端子编号	0	0~60
68	Z 轴参考点粗定位信号的输入端子编号	11	0~60
69	G35 输入口号	26	0~60
70	液压开关	0	0~40
71	Z 轴参考点精定位信号输入口号	28	0~60
72	正向限位输入端子编号	3	0~60
73	负向限位输入端子编号	4	0~60
74	外部一般性报警输入端子信号	0	0~60
75	返回参考点精确定位的低速	15	0~60000
76	主轴高/低速输入端子编号	0	0~60
77	主轴第 3 档转速上限(rpm)(变频器模拟量输出用)	1000	0~5000
78	主轴第 4 档转速上限(rpm)(变频器模拟量输出用)	1000	0~5000
79	刀架正转时间上限(秒)(刀架正转超时系统发出 44#报警)	8	0~160

80	位置环常数 KI (0~50)	0	0~50
81	位置环常数 KP (5~100)	80	5~100
82	位置环常数 KD (0~50)	0	0~50
83	刚性攻丝时, 主轴换向延时 (秒)	0	0~60
84	自定螺纹牙尖角 I, 单边切削螺纹时用 (见 G86 功能)	0	0~180
85	自定螺纹牙尖角 II, 单边切削螺纹时用 (见 G86 功能)	0	0~180
86	各轴回机床零快速速度, =0 时各轴回零由 130#~133#设定	6000	0~60000
87	刚性攻丝时, 补偿量为螺距的千分比	0	0~15
88	螺纹 X 向切入工件时以 G01 进刀的速度 (mm/min)	6000	1000~5000
89	进给轴准停 (G09) 等待时间 (毫秒)	20	0~60000
90	照明灯输出口	0	0~40
91	主轴报警输入口号	16	0~60
92	R 轴驱动报警口号	15	0~60
93	外部循环启动开关输入口号	7	0~60
94	主轴启动就绪输入口号	0	0~60
95	主轴夹紧电磁阀输出口	17	0~60
96	主轴松开电磁阀输出口	16	0~60
97	主轴夹紧脚踏开关输入口号	10	0~60
98	主轴松开脚踏开关输入口号	12	0~60
99	伺服开高压主回路输出口	0	0~60
100	G83 排屑延时 (秒)	0	0~50
101	开伺服高压到输出伺服使能延时 (秒)	0	0~60
102	三位开关循环启动位输入口号	30	0~60
103	三位开关主轴停输入口号	31	0~60
104	M27 准停转位置延时 (毫秒)	50	0~50
105	主轴液压夹紧油缸通电时间 (秒)	0	0~50
106	主轴液压松开油缸通电时间 (秒)	0	0~50
107	主轴液压夹紧到位信号输入口号	5	0~60
108	检测主轴液压夹紧就绪时间 (秒)	0	0~50
109	定时润滑输出口	0	0~60
110	定时润滑间隔时间 (秒)	0	0~60000
111	定时润滑开启时间 (秒)	0	0~60
112	外部循环暂停开关输入口号	1	0~60
113	上电时开伺服 RST 强电上电继电器延时 (秒)	0	0~50
114	Y 轴对刀点相对于工件坐标的设定值	0	0~60000
115	防护门锁电磁铁输出口	0	0~60000
116	螺纹前主轴变化延时	0	0~60000
117	尾架进按钮输入口号, =0 时无尾架外部按钮	0	0~60
118	尾架退按钮输入口号, =0 时单按钮进退	0	0~60
119	自定义外部报警数 (=0 时不开放)	0	0~10
120	操作加工默认显示模式	0	0~2
121	尾架进输出口	8	0~60
122	尾架退输出口	9	0~60

123	待定	0	0~60
124	主轴准停到位输入口号	26	0~60
125	跳步选择开关输入口号	0	0~60
126	Y 轴返回参考点时退出初定位信号的低速	50	1~500
127	Y 返回参考点精确定位的低速	15	0~500
128	螺纹 X Z 退刀的时间常数	100	0~60000
129	程序加工时预读段数（最小 200 段）	0	0~1000
130	86# = 0 时，X 轴回参考点速度	0	0~60000
131	86# = 0 时，Y 轴回参考点速度	0	0~60000
132	86# = 0 时，Z 轴回参考点速度	0	0~60000
133	主轴头脉冲处的位置角度	0	0~60000
134	主轴准停输出口号	21	0~60
135	G05 缺省速度	0	0~60
136	主轴速度位置模式选择输出口号	22	0~60
137	主轴刹车盘输出口号	0	0~60
138	K1 键输出口号	0	0~60
139	R 轴工件坐标的基准坐标	0	0~60000
140	待定	0	0~60000
141	X 轴工件坐标的基准坐标	0	0~60000
142	Y 轴工件坐标的基准坐标	0	0~60000
143	Z 轴工件坐标的基准坐标	0	0~60000
144	第二主轴最高转速	3000	0~60000
145	G71 等循环返程快速速度	0	0~60000
146	最大工件加工数，= 0 时无限制	0	0~60000
147	M01 检测时间，1 秒最小，0：无穷	0	0~60
148	主轴出轴端齿轮齿数	0	0~1000
149	主轴编码器端齿轮齿数	0	0~1000
150	飞刀盘电子齿轮倍率	0	1~1000
151	飞刀盘电子齿轮分率	0	1~1000
152	防护门开门按钮输入口号	0	0~60
153	防护门已关输入口号	0	0~60
154	防护门开锁时间，秒	0	0~60
155	手轮限速	3000	0~60000
156	T5 有效输出口号	0	0~60
157	T6 有效输出口号	0	0~60
158	T7 有效常开输出口号	0	0~60
159	T7 有效常闭输出口号	0	0~60
160	T8 有效常开输出口号	0	0~60
161	T8 有效常闭输出口号	0	0~60
162	M65 飞刀电机时间常数	100	0~60000
163	R 轴（飞刀盘）最大速度 mm/min, 加工转速 X10<85%	25000	0~60000
164	R 轴（飞刀盘）回零速度	200	0~1000
165	G71 圆弧半径及非单调允许误差 mm	0.05	0~1

166	G71 粗车 X 切削量 mm	0.5	0~100
167	G71 粗车退刀量 R(e) mm	0.5	0~100
168	螺纹启动滤波次数 0~100	6	0~100
169	螺纹前主轴变化延时(毫秒)	800	0~1000
170	单次最大修调量(mm)	0	0~60000
171	排屑器正传	0	0~60000
172	排屑器正传	0	0~60000
173	M57 送料到位信号保持时间(秒)	0	0~60000

附录三 位参数

00#

B007	B006	B005	B004	B003	B002	B001	B000
------	------	------	------	------	------	------	------

B007: =1: 半径编程 =0: 直径编程

B006: =1: 铣床加工功能 =0: 车床加工功能

B005: =1: 程序运行结束时不自动插入 M05、M09 (程序结尾不编 M02、M30 时有效)
=0: 程序运行结束时自动插入 M05、M09

B004: =1: 车床开放第三运动轴, 该功能只在 B007=0 时有效 =0: 不开放第三轴

B003: =1: R 轴开放电子齿轮功能 =0: R 轴不开放电子齿轮功能

B002: =1: Z 轴开放电子齿轮功能 =0: Z 轴不开放电子齿轮功能

B001: =1: Y 轴开放电子齿轮功能 =0: Y 轴不开放电子齿轮功能

B000: =1: X 轴开放电子齿轮功能 =0: X 轴不开放电子齿轮功能

00# 出厂设置 00010111

01#

B017	B016	B015	B014	B013	B012	B011	B010
------	------	------	------	------	------	------	------

B017: =1: 显示动态螺距误差补偿值, 其值分别以 XH、ZH 表示 =0: 不显示

B016: =1: M03, M04 为脉冲输出 =0: 保持输出

B015: =1: M05 关 S1~S4 =0: M05 不关 S1~S4

B014: =1: 攻丝结束后恢复主轴转速 =0: 攻丝结束后不恢复

B013: =1: 圆弧 I 为半径编程 =0: I 为直径编程

B012: =1: Z 轴开放螺距误差补偿功能 =0: 不开放

B011: =1: Y 轴开放螺距误差补偿功能 =0: 不开放

B010: =1: X 轴开放螺距误差补偿功能 =0: 不开放

01# 出厂值为 00000000

02#

B027	B026	B025	B024	B023	B022	B021	B020
------	------	------	------	------	------	------	------

B027: =1: 在操作界面上显示反向间隙补偿情况, 以 XK、ZK 表示 =0: 不显示

B026: =1: 开放软限位功能 =0: 不开放

B025: =0: G92 将相对坐标置成与绝对坐标相同

B024: =1: 软限位无须回参考点有效 =0: 软限位必须回参考点后有效

B023: =1: R 轴(刀盘轴)开放间隙补偿

B022: =1: Z 轴开放间隙补偿

B021: =1: Y 轴开放间隙补偿

B020: =1: X 轴开放间隙补偿

02# 出厂值为 00000111

03#

B037	B036	B035	B034	B033	B032	B031	B030
------	------	------	------	------	------	------	------

B037: =1: 开机自检通过, CNC 输出给伺服驱动器的 ENABLE 信号 (触点输出)
 B036: =1: 总线回转轴恢复编码器坐标 =0: 掉电保护
 B035: =1: 上电后不需要回机床零点; =0: 上电后需要回机床零点
 B034: =1: 回机床零点后工件坐标系清零; =0: 恢复当前工件坐标系
 B033: =1: 回参考点时关断软限位; =0: 不关软限位
 B032: =1: R 轴 (刀盘轴) 为总线轴 =0: 脉冲轴
 B031: =1: Y 轴为总线轴 =0: 脉冲轴
 B030: =1: X 轴为总线轴 =0: 脉冲轴
 03#出厂值为 10110001

注:参数 4#, 5#, 6#, 7#, 27#及 28#为通用 I/O 口输入时选择有效电平, 每一位的意义根据输入口号参提示或在诊断界面内查找其定义, 插座位置及输入状态。

04#

B047	B046		B044	B043	B042		B040
------	------	--	------	------	------	--	------

B047: =1: 8 号输入口 (急停) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B046: =1: 7 号输入口 (启动) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B044: =1: 5 号输入口 (夹紧到位) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B043: =1: 4 号输入口 (负限位) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B042: =1: 3 号输入口 (正限位) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B040: =1: 1 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

04#出厂值为 00000000

05#

B057	B056			B053	B052	B051	
------	------	--	--	------	------	------	--

B057: =1: 16 号输入口 (主轴) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B056: =1: 15 号输入口 (R-ERR) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B053: =1: 12 号输入口 (松开输入) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B052: =1: 11 号输入口 (Z 粗定位) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B051: =1: 10 号输入口 (夹紧输入) 高电平有效 =0: 低电平有效

05#出厂值为 10000000

06#

B067	B066	B065	B064	B063	B062	B061	B060
------	------	------	------	------	------	------	------

B067: =1: 24 号输入口 (T02) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B066: =1: 23 号输入口 (T07) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B065: =1: 22 号输入口 (T05) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B064: =1: 21 号输入口 (T04) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B063: =1: 20 号输入口 (T01) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B062: =1: 19 号输入口 (T08) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B061: =1: 18 号输入口 (T06) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B060: =1: 17 号输入口 (T03) 高电平有效 =0: 低电平有效

06#出厂值为 00000000

07#

	B076	B075		B073	B072	B071	
--	------	------	--	------	------	------	--

B076: =1: 31 号输入口 (三位暂停) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B075: =1: 30 号输入口 (三位启动) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B073: =1: 28 号输入口 (ZREF) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B072: =1: 27 号输入口 (X 粗定位) 高电平有效 =0: 低电平有效
 B071: =1: 26 号输入口 (XREF) 高电平有效 =0: 低电平有效
 07#出厂值为 00000000

08#

B087	B086	B085	B084	B083	B082	B081	B080
------	------	------	------	------	------	------	------

B087: =1: 主轴档位由 M41~44 决定 =0: 外部输入信号决定主轴高低速档
 B086: =1: 不输出 S1~S4 继电器
 B085: =1: 开放 M78/M79 尾架进退功能 =0: 脉冲输出
 B084: =1: R 刀盘轴换向
 B083: =1: 脉冲式主轴伺服位置模式进给换向
 B082: =1: Z 向电机运动反向 =0: Z 向电机运动正向
 B081: =1: Y 向电机运动反向 =0: Y 向电机运动正向
 B080: =1: X 向电机运动反向 =0: X 向电机运动正向
 08#出厂值为 00000000

09#

B097	B096	B095	B094	B093	B092	B091	B090
------	------	------	------	------	------	------	------

B097: =1: 加工结束保持当前倍率 =0: 不开放
 B096: =1: 软限位以工件坐标决定 =0: 软限位以机床坐标决定
 B095: =1: M28 由编码器定位主轴
 B094: =1: G35 按编程值重置绝对坐标 =0: 不变
 B093: =1: M01 暂停时启动无效
 B092: =1: 上电时, 向伺服输出 ENABLE 信号, 并检测 Z 向伺服的 READY 信号
 B091: =1: 上电时, 向伺服输出 ENABLE 信号, 并检测 Y 向伺服的 READY 信号
 B090: =1: 上电时, 向伺服输出 ENABLE 信号, 并检测 X 向伺服的 READY 信号
 09#出厂值为 00000111

10#

B107	B106	B105	B104	B103	B102	B101	B100
------	------	------	------	------	------	------	------

B107: =1: 回转轴进给速度 F=mm/min =0: 回转轴速度 F=RPM
 B106: =1: G91 时回转轴<360 度 =0: G91 时回转轴按实际编程角度运行
 B105: =1: 手动快速键保持;=0: 释放无效
 B104: =1: G90 编程旋转轴就近运动 =0: 旋转轴按符号运动
 B103: =1: R 轴以圆周表示, 0~360° =0: R 轴飞刀盘或长度轴
 B102: =1: Z 向以圆周表示, 0~360° =0: Z 向以长度表示
 B101: =1: Y 向以圆周表示, 0~360° =0: Y 向以长度表示
 B100: =1: X 向以圆周表示, 0~360° =0: X 向以长度表示
 10#出厂值为 01000010

11#

	B116	B115	B114	B113	B112	B111	B110
--	------	------	------	------	------	------	------

B117: =1: 关按键压下报警
 B116: =1: M05 等待编码器停
 B115: =1: 主轴模拟量选择 0~5V =0: 主轴模拟量选择 0~10V
 B114: =1: 电动刀架输出出口的刀架正转/刀架反转信号对调
 B113: =1: 5000 线电机低振动模式
 B112: =1: Z 向回零粗精信号共用 =0: Z 向回零粗精信号分开
 B111: =1: Y 向回零粗精信号共用 =0: Y 向回零粗精信号分开
 B111: =1: X 向回零粗精信号共用 =0: X 向回零粗精信号分开
 11#出厂值为 00000000

12#

B127	B126	B125	B124	B123	B122	B121	B120
------	------	------	------	------	------	------	------

B127: =1: 手轮的轴选及倍率由外部选择 =0: 系统面板按键选择
 B126: =1: 退出固定循环时不清空模态地址字 =0: 清空模态地址字
 B125: =1: 切换操作时倍率恢复到 100% =0: 倍率不变;
 B124: =1: 点动键启动主轴点动 =0: 点动有效, 正反转点动
 B123: =1: 串行录入或 DNC 传输时文件以%开头 =0: 无%开头
 B122: =1: G97 不恢复模拟量 =0: 恢复
 B121: =0: 主轴模拟量 0~5V 或 0~10V 输出
 =1: 主轴模拟量-10V~10V 输出
 B120: =1: M10/M11 检测主轴编码器停止
 12#出厂值为 00000000

13#

B137	B136	B135	B134	B133	B132	B131	B130
------	------	------	------	------	------	------	------

B137: =1: 主轴 S 编程, 不含有 M03 有效 =0: 主轴 S 编程, 含有 M03 有效
 B136: =1: 系统有 S4 功能 =0: 系统无 S4 功能(只有 S1、S2、S3)
 B135: =1: 定义 M79 为 S4 输出 =0: 定义 M78 为 S4 输出 (只有在 ES4=1 时有效)
 B134: =1: M05 不关模拟量输出 =0: M05 关模拟量输出
 B133: =1: 系统面板启动按键无效
 B132: =1: Z 轴负向回零, =0: Z 轴正向回零
 B131: =1: Y 轴负向回零, =0: Y 轴正向回零
 B131: =1: X 轴负向回零, =0: X 轴正向回零
 13#出厂值为 10000000

14#

B147	B146	B145	B144	B143	B142	B141	B140
------	------	------	------	------	------	------	------

B147: =1: 主轴转速大于 50RPM 为主轴工作就绪 =0: 检查主轴就绪信号输入
 B146: =1: 一般报警停自动加工 =0: 一般报警不停自动加工
 B145: =1: Y 轴为速度位置模式时, 主轴停发 M29 =0: 不发
 B144: =1: 主轴启动后检测主轴就绪信号 =0: 不检测
 B143: =1: 车床开放 Y 轴且 Y 轴工作在速度模式 =0: Y 轴为正常进给轴

B142: =1: 主轴停 M05 撤销位置模式 =0: 不撤销
B141: =1: 电动刀架换刀结束无需再确认刀号, 结束后再确认刀号
=0: 换刀结束后确认刀号
B140: =1: X 进刀结束启动螺纹
14#出厂值 00000000

15#

B157	B156	B155	B154	B153	B152	B151	B150
------	------	------	------	------	------	------	------

B157: =1: 刀补修调方向与实际尺寸方向相反 =0: 相同
B156: =1: 三位开关功能有效 =0: 无效
B155: =1: 手轮试运行速度恒定
B154: 特种刀架的刀号效验方式（须指定 P5#2~10 之一）
 =1: 使用相反校验 =0: 对特殊刀架检测刀号时使用正常奇偶效验
B153: =1: 关键盘蜂鸣器 =0: 开键盘蜂鸣器
B152: =1: 伺服报警后关伺服高压; =0: 不关
B151: =1: 伺服报警后关伺服使能; =0: 不关
B150: =1: 各轴各方向限位独自分开模式
15#出厂值 11000000

16#

键盘 RESET 键为软复位时功能选项，待升级。选 1 为无效（软件版本 V5.1 以上有效），当按下 Reset 键时会撤消以下动作

B167	B166	B165	B164	B163	B162	B161	B160
------	------	------	------	------	------	------	------

B167: =1: 尾架进/退连续通电 =0: 松开失电
B166: =1: RESET 键执行 M21 K17
B165: =1: RESET 键执行 M21 K16
B164: =1: RESET 键执行 M21 K9
B163: =1: RESET 键执行 M21 K8
B162: =1: RESET 键执行 M21 K7
B161: =1: 不停冷却 =0: RESET 键停冷却
B160: =1: 不停主轴 =0: RESET 键停主轴
16#出厂值 00000000

17#: 专机类别选项:

B177	B176	B175	B174	B173	B172	B171	B170
------	------	------	------	------	------	------	------

B177: =0: RESET 键输出 16#位参数;=1 输出诊断的设定
B176: =1: 程序手工取消后不计件
B175: =1: 螺纹 Z 向推到无连续过度
B174: =1: Y 轴 0~10mm 显示
B173: =1: 不显示刀号刀补号
B172: =1: 刨床 G00 按信号停顿
B171: =1: 刨床模式
B170: =1: 急停时开抱闸
17#出厂值 00000000

18#

B187	B186	B185	B184	B183	B182	B181	B180
------	------	------	------	------	------	------	------

B187: =1: 自动加工时响应主轴夹紧松开命令 =0: 不响应

B186: =1: 单联脚踏开关一路短信号输入 =0: 单联脚踏开关两路长信号

B185: =1: 水刀 Z 轴接步进电机; =0: 非步进电机

B184: =1: 选择双联脚踏开关 =0: 单联开关

B183: =1: 电动主轴夹紧有效, 脚踩通电, 脚松断电

B182: =1: Z 轴寻找精定位方向反向, =0: 同向

B181: =1: Y 轴寻找精定位方向反向, =0: 同向

B180: =1: X 轴寻找精定位方向反向, =0: 同向

18#出厂值 01000000

19#

B197	B196	B195	B194	B193	B192	B191	B190
------	------	------	------	------	------	------	------

B197: =1: 主轴启动前检查主轴夹紧信号 =0: 不检测

B196: =1: 开放回零模式下按方向进给键后该轴执行自动回零的功能

B195: =1: 系统记忆主轴夹紧状态 =0: 系统检测主轴夹紧就绪信号

B194: =1: 定时润滑启动关闭 =0: 关闭

B193: =1: 加工时润滑计时 =0: 开机后润滑计时

B192: =1: 开放 Z 轴电机抱闸功能, =0: 不开放

B191: =1: 开放 Y 轴电机抱闸功能, =0: 不开放

B190: =1: 开放 X 轴电机抱闸功能, =0: 不开放

19#出厂值 00000000

20#

B207	B206	B205	B204	B203	B202	B201	B200
------	------	------	------	------	------	------	------

B207: =1: 主轴 S1~S4 关模拟量 =0: 不关

B206: =1: S1~S4 编码输出 =0: S1~S4 单点输出

编程功能	S1	S2	S3	S4	
编码输出口	S1, S3	S1, S4	S2, S3	S2, S4	B206=1
正常输出口	S1	S2	S3	S4	B206=0

B205: =1: 开放运行中检测主轴夹紧口输入状态 =0: 不开放

B204: =1: 开放三色(运行)灯功能 =0: 不开放

B203: =1: 开放 CAN 键清除报警输出 =0: 关闭

B202: =1: 主轴夹紧/松开过程中执行后续加工程序 =0: 不开放

B201: =1: 主轴功能运行时继续向下执行程序 =0: 等待主轴功能执行完毕

B200: =1: 电动刀架换刀过程中运行后续程序 =0: 等待换刀结束

20#出厂值 00000000

21#

B217	B216	B215	B214	B213	B212	B211	B210
------	------	------	------	------	------	------	------

B217: =1: 上电时开一次润滑

B216: =1: 上电时设定主轴夹紧为夹内孔状态

B215: =1: 主轴夹紧时随时检测夹紧压力有效
 B214: =1: 上电显示主轴夹紧状态 =0: 上电显示主轴松开状态
 B213: =1: X 手动进给方向按斜导轨车床后置刀架
 B212: =1: 每次加工开始计时清零
 B211: =1: Z 向手动进给按键对调方向
 B210: =1: 每次上电不清除计件计时 =0: 清除
 21#出厂值 00000010

22#

B227	B226	B225	B224	B223	B222	B221	B220
------	------	------	------	------	------	------	------

B227: =1: 主轴手动夹紧时手动松开有效
 B226: =1: 加工中允许尾架进退 M78/M79 =0: 不允许
 B225: =1: 总线脱机模式
 B224: =1: 程序段间停顿 =0: 程序段连续过渡
 B223: =1: G74 工件坐标=机床坐标 =0: G74 恢复当前刀补号对应的工件坐标
 B222: =1: 开放 G27 计件功能 =0: 不开放
 B221: =1: 未记忆坐标, 不得输入刀补
 B220: =1: 加工中修改刀补, 无须暂停
 22#出厂值 00100011

23#

B237	B236	B235	B234	B233	B232	B231	B230
------	------	------	------	------	------	------	------

B237: =1: 主轴启动前检测尾架处于进给状态 =0: 不检测
 B236: =1: 非换刀报警及程序结束时不主动关刀架正反转
 B235: =1: 程序结束计件数不+1 =0: 计件数自动+1
 B234: =1: 开放 T8 输入作为按钮, 控制系统参数 160#/161#输出
 B233: =1: 开放 T7 输入作为按钮, 控制系统参数 158#/159#输出
 B232: =1: 开放 T6 输入作为按钮, 控制系统参数 157#输出
 B231: =1: 开放 T5 输入作为按钮, 控制系统参数 156#输出
 B230: =1: 关机时记忆当前进给倍率
 23#出厂值 00000001

24#

B247	B246	B245	B244	B243	B242	B241	B240
------	------	------	------	------	------	------	------

B247: =1: 开放三色黄灯由 M77 输出 =0: 不开放
 B246: =1: 面板进给倍率按键无效
 B245: =1: K1 键为: 回进刀点; =0: K1 键输出口
 B244: =1: 回进刀点键选择机床坐标 =0: 选择工件坐标
 B243: =1: G75 不恢复 18#, 19#, 114#
 B242: =1: 急停关辅助输出口 25#~32#
 B241: =1: RESET 停 M65
 B240: =1: 开放防护门禁 =0: 防护门随时开关
 24#出厂值 00000000

25#

B257	B256	B255	B254	B253	B252	B251	B250
------	------	------	------	------	------	------	------

B257: =1: 加工中开放尾架进退

B256: =1: 主轴启动后开放夹紧松开!!!! 谨慎使用

B255: =1: K1 键手动速度

B254: =1: 严重报警时执行 B160~B166

B253: =1: M65 飞刀盘为 R 轴

B252: =1: RESET 键按报警停处理

B251: =1: M65 飞刀盘为 Y 轴

B250: =1: 图形模拟按刀具中心轨迹=0: 按刀尖

25#出厂值 00001000

26#

B267	B266	B265	B264				B260
------	------	------	------	--	--	--	------

B267: =1: 程序保护有效

B266: =1: 参数保护有效

B265: =1: 编码器齿轮比开放 Z 脉冲校准

B264: =1: 暂停后按进给保持停止加工

B263: =1: 外接手动进给按键有效

B262: =1: 脉冲轴飞刀盘回零后才能启动

B261: =1: G86 最后 Z 轴不回退

B260: =1: 准停时编码器读数换向

26#出厂值 00000001

27#

B277	B276	B275	B274	B273	B272	B271	B270
------	------	------	------	------	------	------	------

B277: =1: 40 号输入口 (X 轴选择) 高电平有效 =0: 低电平有效

B276: =1: 39 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B275: =1: 38 号输入口 (倍率 100) 高电平有效 =0: 低电平有效

B274: =1: 37 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B273: =1: 36 号输入口 (外部急停) 高电平有效 =0: 低电平有效

B272: =1: 35 号输入口 (倍率 10) 高电平有效 =0: 低电平有效

B271: =1: 34 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B270: =1: 33 号输入口 (Z 轴选择) 高电平有效 =0: 低电平有效

27#出厂值 00000000

28#

B287	B286	B285	B284	B283	B282	B281	B280
------	------	------	------	------	------	------	------

B287: =1: 48 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B286: =1: 47 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B285: =1: 46 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B284: =1: 45 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B283: =1: 44 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B282: =1: 43 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B281: =1: 42 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效

B280: =1: 41 号输入口高电平有效 =0: 低电平有效
28#出厂值 00000000

29#

B297						B291	
------	--	--	--	--	--	------	--

B297: =1: 自定义报警时 Z 轴自动返回参考点
B296: =1: 同行 M02 后执行 =0: 先执行
B291: =1: 使用 U-Key 作为密码输入 =0: 从键盘输入密码
29#出厂值 00000000

附录四 编程实例

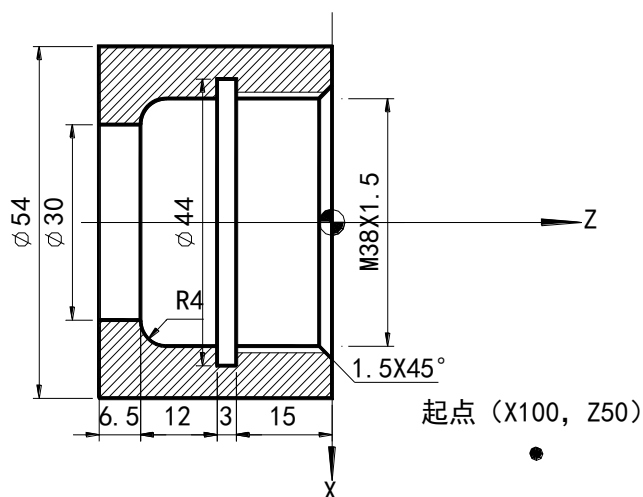
例一：图示如下零件

材料：黄铜，毛坯：锻件，单边余量约 1mm

螺纹为公制直螺纹，螺距 1.5mm

1#刀：内孔刀 2#刀：割槽刀(刀宽为槽宽 3mm) 3#刀：螺纹刀

刀具起始点为(X100, Z50)



附录 4.1

```

N0010 M03 S1500
N0020 G00 X100 Z50
N0030 T1
N0040 G00 X30
N0050 G00 Z0
N0060 G01 X55 F150 (加工端面)
N0070 G01 X39.5
N0080 G01 X36.5 Z-1.5 (倒角 1.5×45)
N0090 G01 Z-26 (车削内孔 Ø38)
N0100 G03 X30 Z-30 R4 F100 (车削内圆弧 R4)
N0110 G01 Z-37 (车削内孔 Ø30)
N0120 G00 X28 (X 向退刀)
N0130 G00 Z50 (Z 向退刀)
N0140 T2 (换内孔刀割槽)
N0150 G00 X35 (快速进刀)
N0160 G00 Z-18 (快速进刀)
N0170 G01 X44 F150 (割槽)
N0180 G00 X36 (快速退刀)
N0190 G00 Z50 (快速退刀)
N0200 T3 (换螺纹刀加工螺纹)

```

```

N0210 S700
N0220 G00 X36.5 Z2 (快速进刀)
N0230 G86 Z-16 K1.5 I-4 R2 L4 (加工螺纹)
N0240 G00 X100 Z80
N0250 M05
N0260 T1
N0270 G00 X100 Z250
N0280 M02

```

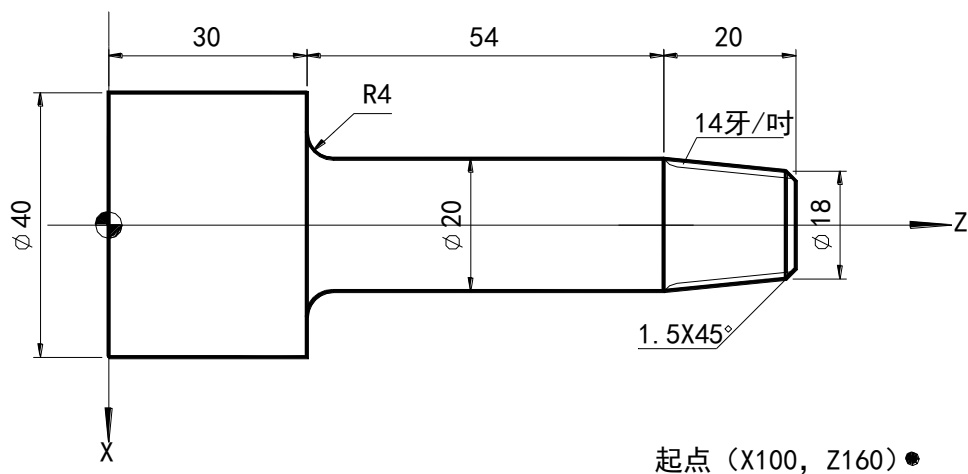
例二：图示如下零件

材料：45#，毛坯：锻件，单边余量约 1mm，

螺纹为英制锥螺纹，螺距每英寸 14 牙，

1#刀：外圆刀，2#刀：外螺纹刀

刀具起始点为(X100, Z160)



附录 4.2

```

N0010 M03 S1000
N0020 M08
N0030 G00 X100 Z160
N0040 T1
N0050 G00 X44 Z30.2 (快速进刀)
N0060 G01 X30 F120 (粗车端面)
N0070 G00 Z107 (快速退刀)
N0080 G00 X18.4 (快速进刀)
N0090 G01 Z104 F120 (慢速进刀)
N0100 G01 X20.4 Z84 (粗车外锥，直径余量 0.4)
N0110 G01 Z34 (粗车外圆 Φ20)
N0120 G02 X28 Z30.2 R3.8 F80 (粗车 R4)
N0130 G01 X40.2 F120 (粗车端面)
N0140 G01 Z0 (粗车外圆 Φ40)
N0150 G00 Z104 (快速退刀)
N0160 S1500
N0170 G00 X24 (快速进刀)

```

```

N0180 G01 X-0.2 F120 (精车端面)
N0190 G01 X15
N0200 G01 X18 Z102.5 (倒角 1.5×45)
N0210 G01 X20 Z84 (精车锥度)
N0220 G01 Z34 (精车外圆 Φ20)
N0230 G02 X28 Z30 R4 F80 (精车 R4)
N0240 G01 X40 F120 (精车端面)
N0250 G01 Z0 (精车外圆 Φ40)
N0260 G00 X100 Z160 (快速退刀)
N0270 T2 (换螺纹刀加工螺纹)
N0280 S700
N0290 G00 X17.8 Z106 (快速进刀)
N0300 G87 X20 Z84 K14 I4 R1.96 L8 (车削锥度螺纹)
N0310 G00 X100 Z160
N0320 M05
N0330 M09
N0340 T1
N0350 G00 X100 Z160
N0360 M02

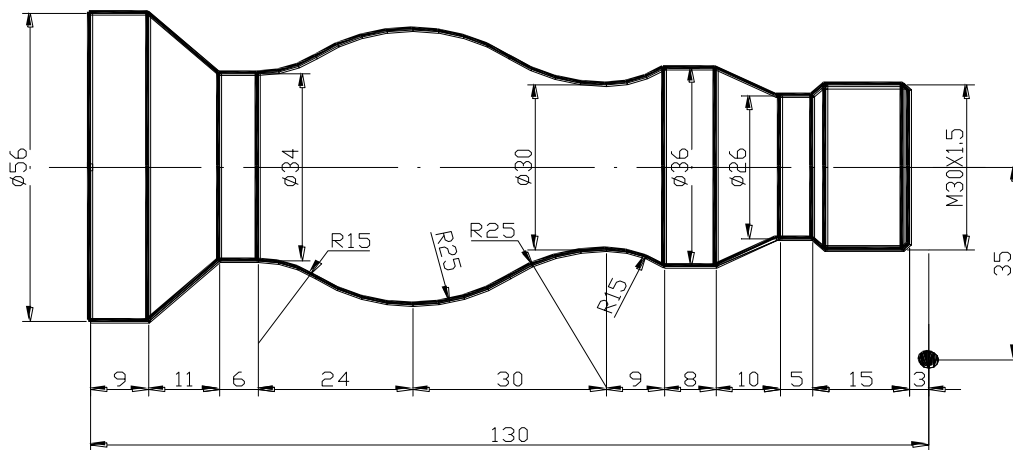
```

例三：下图所示零件，共用三把刀具

1#刀：为 90° 外圆刀，2#刀：切槽刀(5mm)，3#刀：60° 螺纹刀

毛坯尺寸 $\Phi 60 \times 150$ ，材料：铝。

编程如下：



附录 4.3

```

N0010 G00 X70 Z130
N0020 M03 S800
N0030 G01 Z127 F50 (慢速进刀)
N0040 X-0.5 (车端面)
N0050 G00 Z130 (快速退刀)
N0060 X56.2 (快速退刀)
N0070 G01 Z0 F80 (粗车外圆 Φ56)
N0080 G00 X58 (快速退刀)

```

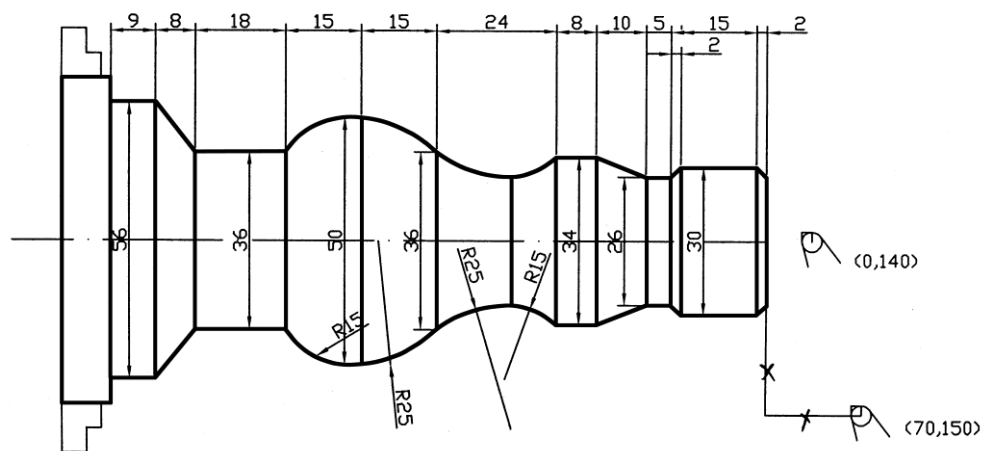
N0090 Z130 (快速退刀)
N0100 G01 X50.5 F80 (慢速进刀)
N0110 Z14 (粗车外圆)
N0120 G00 X52 (快速退刀)
N0130 Z130 (快速退刀)
N0140 G01 X44 F80 (慢速进刀)
N0150 Z70 (粗车外圆)
N0160 G00 X46 (快速退刀)
N0170 Z130 (快速退刀)
N0180 G01 X40 F80 (慢速进刀)
N0190 Z70 (粗车外圆)
N0200 G00 X42 (快速退刀)
N0210 Z130 (快速退刀)
N0220 G01 X36.2 F80 (慢速进刀)
N0230 Z75 (粗车外圆)
N0240 G00 X38 (快速退刀)
N0020 Z130 (快速退刀)
N0260 G01 X28.5 F80 (慢速进刀)
N0270 X30.5 Z125 (倒角)
N0280 Z104 (粗车外圆)
N0290 G00 X90 (快速退刀)
N0300 Z200 (快速退刀)
N0310 T2
N0320 M03 S400
N0330 G00 Z107 (快速进刀)
N0340 X32 (快速进刀)
N0350 G01 X26.2 F20
N0360 G00 X52 (快速退刀)
N0370 Z20 (快速退刀)
N0380 G01 X34.2 F20 (粗车外圆)
N0390 C01 X52 F50 (慢速退刀)
N0400 G00 Z200 (快速退刀)
N0410 T3 S1200
N0420 G00 X32 Z127
N0430 G01 X30 F50 (慢速进刀)
N0440 Z114 (精车螺纹外圆 $\Phi 30$)
N0450 X26 Z112 (倒角)
N0460 Z107 (精车外圆 $\Phi 26$)
N0470 X36 Z97 (精车锥度)
N0480 Z89 (精车外圆 $\Phi 36$)
N0490 X54 Z80 (粗车外圆)
N0500 X38 Z26 (粗车外圆)
N0510 Z20 (粗车外圆)
N0520 X58 Z9

```

N0530 G00 Z97 (快速退刀)
N0540 G01 X36 F80 (慢速进刀)
N0550 Z89 (慢速进刀)
N0560 G02 X30 Z80 R15 (精车顺圆弧 R15)
N0570 G02 X40 Z65 R25 (精车顺圆弧 R25)
N0580 G03 X40 Z35 R25 (精车逆圆弧 R25)
N0590 G02 X34 Z26 R15 (精车顺圆弧 R15)
N0600 G01 Z20 (精车外圆 Φ34)
N0610 X56 Z9 (精车锥度)
N0620 Z0 (精车外圆 Φ56)
N0630 S400
N0640 G00 X58 (快速退刀)
N0650 Z132 (快速退刀)
N0660 X30 (快速进刀)
N0670 G86 Z110 K1.5 I4 R1.35 L8 (车削螺纹)
N0680 G00 X70 (快速退刀)
N0690 Z200 (快速退刀)
N0700 T1
N0710 M02

```

例四：C 刀补示例——外圆切削



附录 4.4

刀具参数: T01 DX=0, DZ=0, R=1, PH=3

```

N0010 T1
N0020 G00 X70 Z150
N0030 G00 X0 Z140
N0040 G42 G01 X26 Z131 F200
N0050 G01 X30 Z129 F120
N0060 G01 Z114
N0070 G01 X26 Z112
N0080 G01 Z107

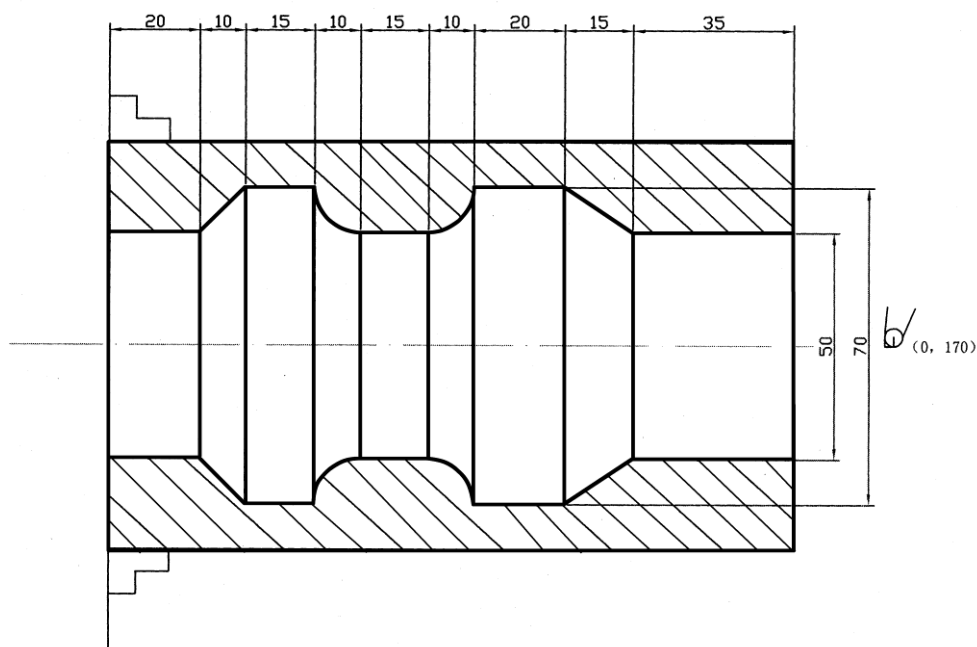
```

```

N0090 G01 X34 Z97
N0100 G01 Z89
N0110 G02 X26 Z80 R15
N0120 G02 X36 Z65 R25
N0130 G03 X50 Z50 R25
N0140 G03 X56 Z35 R15
N0150 G01 Z17
N0160 G01 X56 Z9
N0170 G01 Z0
N0180 G40 G01 X60 Z10
N0190 G00 X70 Z150
N0200 M2

```

例五：C 刀补示例——内孔切削



附录 4.5

刀具参数： T01 DX=0, DZ=0, R=2, PH=2

```

N0010 T1
N0020 G00 X150 Z200
N0030 G00 X0 Z170
N0040 G41 G01 X50 Z150 F1000
N0050 G01 Z115 F100
N0060 G01 X70 Z100
N0070 G01 Z80
N0080 G02 X50 Z70 R10
N0090 G01 Z55
N0100 G02 X70 Z45 R10
N0110 G01 Z30
N0120 G01 X50 Z20

```

```
N0130 G01 Z0  
N0140 G40 G01 X45 Z10  
N0150 G00 Z200  
N0160 X150  
N0170 M2
```

南京华兴数控技术有限公司

服务热线：4008606997

地 址：南京江宁经济技术开发区东善桥工业集中区

电 话：（025）87170996 87170997 87170998

传 真：（025）52627632

网 址：[Http://www.wxcnc.com](http://www.wxcnc.com)

Email：njwxcnc@163.com