

第 1 章

数控车床编程与操作

数控车床是目前使用最广泛的数控机床之一,主要用于加工轴类、盘类等回转体零件。通过数控加工程序的运行,可自动完成内外圆柱面、圆锥面、螺纹和端面等工序的切削加工,并能进行车槽、钻孔、扩孔以及铰孔等工作。

任务一 数控车床认识与操作

一、任务引入

1. 任务描述

数控车床是数控机床中结构较为简单,用途十分广泛的机床之一。它能加工各种回转体零件。下面我们以 FANUC 0i 数控系统为例,介绍数控面板上各按键的功能和作用,以及数控车床的操作方法,并学习安全文明生产等相关方面的知识。

2. 知识目标

- (1)熟悉数控车床的组成及各部分作用;
- (2)了解数控车床的种类;
- (3)熟悉数控车床操作面板各按钮的含义和作用。

3. 技能目标

- (1)能根据加工零件合理选择车床;
- (2)熟练掌握数控车床的操作方法;
- (3)熟练掌握数控程序的输入与编辑。

二、任务分析

学习本任务时,先观看多媒体课件了解数控机床的结构及性能,掌握数控操作系统面板

上各按键的作用、数控车床的操作方法及相关的安全文明操作规程等内容,然后通过输入相关程序掌握操作系统面板各按键的使用方法。

三、知识准备

(一)数控车床的组成

数控车床一般由输入/输出设备、计算机数控装置、伺服单元、驱动装置、检测装置、可编程控制器(PLC)、机床 I/O 电路和装置及机床本体组成。

1. 输入/输出设备

输入装置的作用是将控制介质(将零件加工信息传送到数控装置的程序载体)上的数控代码传递并存入数控系统内。常见的输入装置有如移动硬盘、U 盘、磁盘等。输出装置的作用是将数控程序、代码或数据进行打印或显示等。数控系统一般配有 CRT 显示器或点阵式液晶显示器,可显示非常丰富的信息,有些还能显示图形。

2. 计算机数控(CNC)装置

(1)组成

数控装置是数控机床的核心,主要包括计算机系统、位置控制板、PLC 接口板、通信接口板、特殊功能模块以及相应的控制软件等。

(2)作用

接受控制介质上的数字化信息,经过控制软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种信号和指令来控制机床的各个部分。

3. 伺服单元、驱动装置和检测装置

伺服单元是数控装置和机床本体的联系环节,它接受数控装置的指令信息,并按指令信息的要求控制执行部件的进给速度、方向和位移。它把来自 CNC 装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。常用的伺服执行机构有功率步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。

驱动装置的作用是把经放大的指令信号变为机械运动,通过简单的机械连接部件驱动机床,使工作台精确定位或按规定的轨迹做严格的相对运动,最后加工出图纸所要求的零件。

检测装置的作用是把机床工作台的实际位移转变成电信号反馈给 CNC 装置,供 CNC 装置与指令值比较产生误差信号,以控制机床向消除该误差的方向移动。按有无检测装置,数控系统可分为开环系统和闭环系统;而按检测量装置安装的位置不同,闭环数控系统又可分为全闭环数控系统与半闭环数控系统。常用检测元件有:直线光栅、光电编码器、圆光栅、绝对编码尺等。

4. 可编程控制器(PLC)、机床 I/O 电路和装置

(1) 组成

① PLC: 用于完成与逻辑运算有关顺序动作的 I/O 控制, 它由硬件部分和软件部分组成。

② 机床 I/O 电路和装置: 实现 I/O 控制的执行部件。

(2) 作用: 保证灵敏准确地跟踪 CNC 装置指令。

① 接受 CNC 的 M、S、T 指令, 对其进行译码并转换成对应的控制信号, 控制辅助装置完成机床相应的开关动作。可编程控制器的特点: 响应快、性能可靠、易于使用、编程和修改程序快捷方便, 此外还可直接驱动机床电器。

② 接受操作面板和机床检测装置的 I/O 信号, 送给 CNC 装置。经 CNC 装置处理后, 输出指令控制 CNC 系统的工作状态和机床的动作。

5. 机床本体

机床本体是数控机床的主体, 用于完成各种切削加工的机械部分。主要包括主运动部件、进给运动执行部件(如滑板及其传动部件)和床身等。

(二) 数控车床的分类

数控车床的品种规格繁多, 从不同的技术或经济指标出发, 可以对其进行各种不同的分类。根据数控车床的功能和组成, 一般可以按下面几种原则进行分类。

1. 按进给伺服系统控制方式分类

(1) 开环控制系统数控车床

开环控制系统数控车床的主要特征是该车床系统内没有位置检测反馈装置。这类车床的控制精度主要取决于伺服系统的传动链及步进电机本身, 控制精度不高。其优点是结构简单, 反应迅速, 工作稳定、可靠, 调试、维修方便。开环控制系统数控车床工作原理如图 1-1 所示。

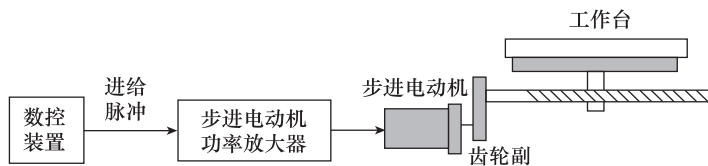


图 1-1 开环控制系统

(2) 半闭环控制系统数控车床

该系统的数控车床在机床的控制过程中形成部分位置随动控制环路, 不把机械传动装置等部分包括在内, 故称该控制环路为“半闭环”。这种车床控制系统的位置测量元件不是测量工作台的实际位置, 而是测量伺服电机的转角, 经过推算间接测量工作台位移, 不能补偿数控机床传动链零件的误差, 其工作原理如图 1-2 所示。

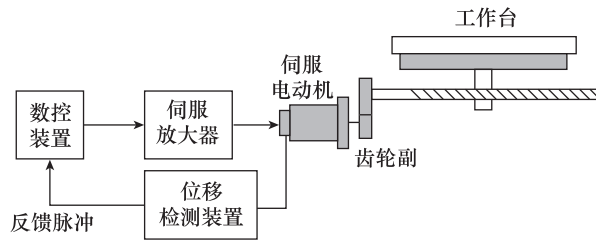


图 1-2 半闭环控制系统

(3)全闭环控制系统数控车床

这类车床的控制精度很高,所采用的伺服系统在车床的控制过程中,形成全部位置的随动控制环路,自动检测并补偿实际的机床位移误差。缺点是结构复杂,价格高。全闭环控制系统绝大多数采用伺服电动机,有位置检测元件和位置比较电路,其工作原理如图 1-3 所示。

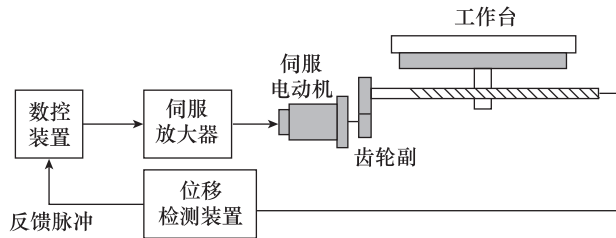


图 1-3 全闭环控制系统

2. 按功能水平分类

(1)经济型数控车床

一般指对普通车床的进给系统进行改造后形成的简易型数控车床。此类车床通常采用步进电动机驱动的开环伺服系统,和单片机或单板机的控制系统。特点是结构简单,价格低廉,自动化程度和功能都差,车削加工精度不高,适用于要求不高的回转类零件的车削加工。

(2)标准数控车床

根据车削加工要求在结构上进行专门设计并配备通用数控系统而形成的数控车床,其数控系统功能强,自动化程度和加工精度也比较高,适用于一般回转类零件的车削加工。这种数控车床可同时控制两个坐标轴,即 X 轴和 Z 轴。

(3)车削中心

车削中心是在普通数控车床的基础上,增加了 C 轴和动力刀具系统,更高级的数控车床还带有刀库。可以控制 X 、 Z 和 C 三个运动坐标轴,联动运动坐标轴可以是 $(X、Z)$ 、 $(X、C)$ 或 $(Z、C)$ 。由于增加了 C 轴和动力刀具系统,车削加工中心的功能大大增强了,除可以进行一般车削加工外,还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削加工等。

(4) FMC 车床

FMC 车床是由数控车床、机器人等构成的系统,如图 1-4 所示。它能实现工件搬运、装卸和加工调整准备的自动化操作。

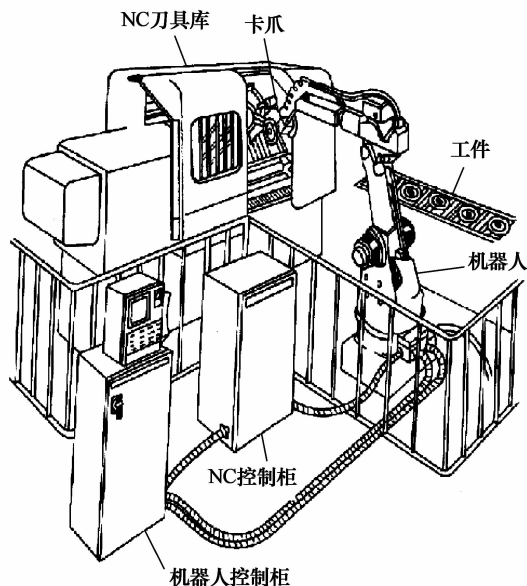


图 1-4 FMC 车床

3. 按主轴的配置形式分类

(1) 卧式数控车床

卧式数控车床是指主轴轴线处于水平位置的车床,如图 1-5 所示。根据导轨的方向,这类车床又可分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床,其中,倾斜导轨卧式车床具有较大刚性,且易于排除切屑。

(2) 立式数控车床

立式数控车床是指主轴轴线垂直于水平面的车床,如图 1-6 所示。这类车床有一个直径较大的圆形工作台,主要用来加工径向尺寸较大,轴向尺寸较小的大型复杂零件。



图 1-5 卧式数控车床



图 1-6 立式数控车床

(三) 数控车床的用途与特点

1. 数控车床的用途

车削加工是工件旋转作主运动、车刀作进给运动的切削加工方法。其主要加工对象是回转体零件。基本的车削加工内容有车外圆、车端面、切断和车槽、钻孔、车孔、车螺纹、车圆锥面、车圆弧面、车非圆曲面等。

2. 数控车床的特点

(1) 适应性强

当加工零件改变时,数控车床只需更换零件的加工程序,不必用凸轮、靠模、样板或其他模具等专用工艺装备,且可采用成组技术的成套夹具。因此,数控机床的生产准备周期短,有利于机械产品的迅速更新换代。

(2) 适合加工复杂型面的零件

数控车床能实现两轴或两轴以上的联动,所以能完成复杂型面零件的加工,特别是可用数学方程式和坐标点表示的形状复杂的零件。

(3) 加工精度高,质量稳定

数控车床有较高的加工精度,误差一般在 $0.005\sim 0.01\text{mm}$ 之间。数控车床的加工精度不受零件复杂程度的影响,车床传动链的反向齿轮间隙和丝杠的螺距误差等都可以通过数控装置自动进行补偿,其定位精度比较高,同时还可以利用数控软件进行精度校正和补偿。数控车床运行数控程序自动进行加工,可以避免人为误差,这就保证了零件加工质量的稳定性。

(4) 生产效率高

在数控车床上可以采用较大的切削用量,有效节省了工时。此外,数控车床还有自动调整、自动换刀和其他辅助操作自动化等功能,使辅助时间大为缩短,而且一般不需工序间的检验与测量,所以,比普通车床的生产效率至少高 $3\sim 4$ 倍。

数控车床的主轴转速及进给范围都比普通车床大。目前数控车床的最高进给速度可达 $100\text{m}/\text{min}$ 以上。数控车床的加工时间利用率高达 90% ,而普通车床仅为 $30\%\sim 50\%$ 。

(5) 工序集中,一机多用

数控车床特别是车削中心,在一次装夹的情况下,几乎可以完成零件的全部加工工序,一台数控车床可以代替数台普通车床。这样可以减少装夹误差,节省工序之间的运输、测量和装夹等辅助时间,还可以节省车间的占地面积,带来较高的经济效益。

(6) 减轻劳动强度

在输入程序并启动后,数控车床就不再需要人工参与,而自动进行连续加工,直至加工完毕。这样就简化了人工操作,使劳动强度大大降低。

(7) 价格较高且调试和维修较复杂

数控车床是一种技术含量和价格较高的设备,而且要求进行操作和维修的人员具有较高技术水平。

(四)数控车床的操作面板

1. 数控系统操作面板

CRT/MDI 操作面板与数控车床的系统有关,不同的系统其面板也不同。现以 FANUC 0i 系统为例,学习数控系统操作面板。如图 1-7 所示,这一操作面板由 CRT 显示器与编辑键盘两部分组成,各控制键及功能见表 1-1。



图 1-7 FANUC 0i 数控系统操作面板

表 1-1 控制键及功能

类别	图标	按钮名称	用途
功能		位置显示按钮	进入位置显示页面,显示刀具的坐标位置,有三种方式。
		程序显示按钮	进入程序的显示、编辑页面。在编辑方式下,编辑和显示内存中的程序;在 MDI 方式下,输入和显示 MDI 数据;在自动执行方式下,显示程序指令值。
		参数输入页面按钮	进入参数输入页面。按第一次进入坐标系设置页面,按第二次进入刀具补偿参数页面,进入不同的页面以后,用 PAGE 键切换。
		系统参数页面按钮	进入用于参数的设定、显示及自诊断功能数据的显示。
		信息页面按钮	进入信息页面,如“报警”。
		图形显示按钮	进入图形参数设置页面。
		帮助按钮	进入系统帮助页面。

续 表

类别	图标	按钮名称	用途
复位		复位按钮	使所有操作停止,如解除报警、CNC 复位等。
编辑		替代按钮	用输入的数据替代光标所在处的数据。
		删除按钮	删除光标所在处的数据,也可删除一个数控程序或全部数控程序。
		插入按钮	把输入域之中的数据插入到当前光标之后的位置。
		消除按钮	消除输入域内的数据。
		回车换行按钮	程序段结束符号“;”被输入。
		上档按钮	上档字母、数字的输入。
翻页		翻页按钮	向前翻页。
			向后翻页。
光标移动		光标移动按钮	向上、下、左、右移动光标。
输入		输入按钮	把输入域内的数据输入参数页面或者输入一个外部的数控程序。
数字/字母		数字/字母按钮	用于输入数据到输入域内,系统自动判别取字母还是取数字。

2. 数控车床操作面板

机床操作面板是由机床制造厂家确定的,机床的类型不同,其开关的位置、按钮的功能及排列顺序有一定的差异。国产数控机床多用中文名字标示,进口机床多用英文名字标示,还有一些按键用标准图标标示。常见数控车床的操作面板如图 1-8 所示,各键的名称及功能见表 1-2。

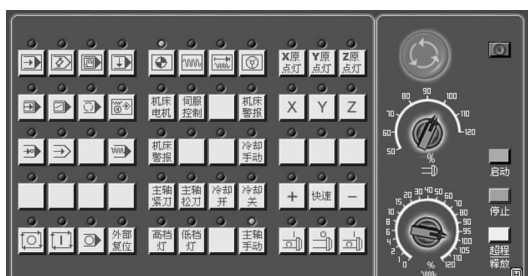














图 1-8 数控车床操作面板


表 1-2 机床操作面板各主要键的名称及用途

类别	图标	按钮名称	用途
电源开关		系统启动、停止	在开机和关机操作中用以开启和关闭数控系统。
超程报警		超程释放	当发生超程报警时,红灯亮。利用 JOG 功能向反方向移动,解除超程报警。
急停		急停	用于锁止正在运行的机床,使机床立即停止运动。
模式选择按钮		自动执行(AUTO)	按下该按钮后,可自动执行程序。在这种模式下,可进行六种不同的运行形式。
		编辑按钮(EDIT)	可以对数控程序进行输入和编辑。
		手动数据输入按钮(MDI)	手动输入程序让机床自动加工,也可操作系统面板设置必要的参数。
		在线加工(DNC)	通过 RS-232 通信接口,用电缆线连接计算机和数控机床,选择加工程序进行边传输边加工。
		回机床参考点按钮(REF)	手动回机床参考点。
		增量进给(INC)	先选择进给轴,再选择增量步长。
		手轮进给操作按钮(HND)	通过操作手轮,在 X、Z 轴两个方向进行精确移动。对刀时常用此键。
		手动连续进给按钮(JOG)	可手动切削连续进给和手动快速进给或点动机床。

续 表

类别	图标	按钮名称	用途
在自动执行模式下六种运行形式按钮		单程序段按钮	每按下一次循环启动按钮,机床将执行一段操作后暂停。再次按下循环启动按钮,则机床再执行一段程序暂停。采用此种模式可进行各程序段操作检查。
		程序段跳段	段前加“/”符号的程序段将被跳过执行。
		选择停止	在自动执行的程序中出现“M01;”程序段时,此时程序将停止执行。再次按下循环启动按钮后,系统将继续执行“M01”;以后的程序。
		程序重启动	程序将重新从程序开始处启动。
		机床锁住	在自动运行过程中刀具的移动功能将被限制执行,程序空运行,系统显示程序运行时刀具的位置坐标。该功能主要用于检查程序是否编制正确。
		空运行按钮	在自动运行过程中,刀具按参数指定的速度在不装夹工件的情况下运行。该功能主要用于检查刀具的运行轨迹是否正确。
		进给速度倍率	在自动运行中,对进给速率进行倍率调整。
循环启动执行按钮		循环启动开始	在自动运行状态下,机床循环运行程序。
		循环启动停止	在循环启动状态下,程序运行及刀具运动将处于暂停状态,其他指令如主轴转速、冷却状态等保持不变。
		单段执行	每按下一次该按钮,机床将执行一段程序后暂停。
主轴功能		主轴正转按钮	选择主轴正转、停、反转运动。
		主轴停转按钮	
		主轴反转按钮	
		主轴转速调节	通过旋转该按钮来调节主轴旋转转速倍率。在 MDI 或自动模式下,当程序代码的主轴转速偏高或偏低时,可以用来修调程序中编制的主轴转速。

续 表

类别	图标	按钮名称	用途
主轴高低档转换按钮		主轴高档按钮	主轴高低档转换。
		主轴低档按钮	
用户自定义按钮		刀具的松开与夹紧	用于换刀过程中的装刀与卸刀。
		冷却按钮	对主轴和刀具进行冷却。

四、任务实施

(一) 开机与关机

1. 开机

(1) 首先检查机床的初始状态, 以及控制柜的前、后门是否关好。

(2) 机床电源开关一般位于机床的侧面或背面, 在使用时, 必须先将主电源开关置于【ON】位置。

(3) 确定电源接通后, 按下机床操作面板上绿色【系统启动】按钮, 系统自检后 CRT 上出现位置显示画面。注意: 在出现位置画面和报警画面之前, 请不要接触 CRT/MDI 操作面板上的键, 以防引起意外。

2. 关机

(1) 确认机床的运动全部停止, 按下机床操作面板上红色【系统关闭】按钮, CNC 系统电源被切断。

(2) 将主电源开关置于【OFF】位置, 切断机床的电源。

(二) 手动操作方式

1. 手动返回参考点

(1) 按下机床操作面板上【回零】按钮。

(2) 分别使各轴向参考点方向手动进给, 先按 +X【↓】按钮, 再按 +Z【→】按钮, 当机床面板上的【X 轴回零】和【Z 轴回零】指示灯亮了, 表示已回到参考点。

提 示

系统通电后, 必须返回参考点; 在加工过程中发生意外而按下急停按钮, 则必须重新回一次参考点。为了保证安全, 防止刀架与尾座相撞, 在回参考点时应 X 轴先回零, 然后再 Z 轴回零。

2. 手动进给操作

(1) 手动连续进给操作

- ① 按下机床操作面板上【手动】按钮。
- ② 选择移动轴,按 X 轴【↓】【↑】按钮或 Z 轴【←】【→】按钮所选择的轴方向移动。
- ③ 同时按下【快移】按钮,各轴可快速移动。

提 示

手动操作只能单轴运动。把方式选择开关置为【手动】位置后,之前选择的轴并不移动,需要重新选择移动轴。

(2) 手动增量进给操作

- ① 按下机床操作面板上【手动】按钮。
- ② 选择移动轴,按 X 轴【↓】【↑】按钮或 Z 轴【←】【→】按钮所选择的轴方向进行增量移动。

(3) 手轮进给操作

- ① 按下机床操作面板上【X 手摇】或【Z 手摇】按钮。
- ② 转动手摇脉冲发生器,实现手轮增量进给。

提 示

进行手动连续进给、增量进给等手轮进给操作时,按下【×1—F0】、【×10—25%】、【×100—50%】、【×1000—100%】按钮,可分别选择不同的进给速度,其中【×1—F0】为每转移动 0.001mm,【×10—25%】为每转移动 0.01mm,【×100—50%】为每转移动 0.1mm,【×1000—100%】为每转移动 1mm。

3. 主轴旋转的操作

- ① 按下机床操作面板上【手动】按钮。
- ② 按下【主轴正转】按钮或【主轴反转】按钮,可使机床主轴正反转,按下【主轴停止】按钮,可使机床主轴正反转暂停。
- ③ 按下【主轴点动】按钮,将使机床主轴旋转,松开后,主轴则停止旋转。
- ④ 在主轴旋转过程中,可以通过【主轴倍率修调】旋钮对主轴转速实现无级调速。【主轴倍率修调】挡位为 50%~120%,在加工程序执行过程中,也可对程序中指定的转速进行调节。

提 示

在开机后,主轴的旋转必须在【MDI】方式下启动。

4. 选刀操作

- ① 按下机床操作面板上【手动】按钮。
- ② 按下【手动选刀】按钮,根据刀架上的刀位数字,可选择不同的刀位号。

(三) 手动输入程序(MDI)操作方式

- ① 按下机床操作面板上【MDI】按钮。
- ② 按下【PROG】按钮,进入【MDI】输入窗口。
- ③ 在数据输入行输入一个程序段,按【EOB】键,再按【INSERT】确定。
- ④ 按【循环启动】按钮,执行输入的程序段。

(四) 程序的编辑操作方式

按下机床操作面板上【编辑】按钮,在系统操作面板上,按【PROG】键,CRT 出现编程界面,系统处于程序编辑状态。按程序编制格式进行程序的输入或修改,然后将程序保存在系统中。也可以通过系统的操作,对程序进行程序选择、程序复制、程序改名、程序删除、通信、取消等操作。

1. 程序的输入

- ① 置于【编辑】模式。
- ② 按【PROG】键,进入程序编辑界面,如图 1-9 所示。
- ③ 键入地址码○(或其他地址码)及要存储的程序号(四位数字,相当于程序名称),输入的程序号不可以与已有的程序号重复。

④ 先按【EOB】键,再按【INSERT】键,可以存储程序号。然后在每个程序号的后面键入程序,按【EOB】、【INSERT】键储存程序。



图 1-9 程序输入窗口

2. 程序的检索

- ① 置于【编辑】模式。
- ② 按【PROG】键,键入地址和要检索的程序号。
- ③ 按【检索】键,检索结束时,在 CRT 画面的右上方显示已检索的程序号。

3. 程序的检查

- ① 置于【编辑】模式。
- ② 按【PROG】键,键入程序号。
- ③ 按【PAGE ↑】与【PAGE ↓】键,或者使用光标移动键来检查程序。

4. 程序的修改

- ① 置于【编辑】模式。
- ② 按【PROG】键,键入程序号选择要编辑的程序。
- ③ 按【PAGE ↑】与【PAGE ↓】键,或者使用光标移动键来检查程序。

④光标移动到要变更的字符,进行【CAN】、【ALTER】、【SHIFT】等操作。

5. 程序的删除

①置于【编辑】模式。

②按【PROG】键,键入程序号“○××××”选择要删除的程序。

③按【DELTE】键,选中的程序被删除。

④删除全部程序,输入“○-9999”,按【DELTE】键,全部程序删除。

6. 后台编辑

①置于【自动】模式。

②按【PROG】键,按【BG-EDT】键,进入后台编辑功能界面,可进行程序的编辑。

(五)数据的显示与设定

1. 偏置量设置

①按【**OFFSET
SETTING**】主功能键。

②按【**补正**】、【**SETTING**】、【**坐标系**】、【**操作**】对应的软键,显示所需要的页面。

③使光标移向需要变更的偏置量位置。

④由数据输入键输入补偿量。

⑤按【**INPUT**】键,确认并显示补偿值。

2. 参数设置

①按【**SYSTEM**】键和【**PAGE**】键与菜单扩展【**>**】键显示设置参数画面(也可以通过软键【**参数**】显示)。

②将光标移至要设定参数的位置,键入设定的数值,按【**INPUT**】键。在设定数值前,必须将【**OFFSET
SETTING**】主功能下【**SETTING**】参数读写功能打开,置于【**1**】的挡位。

3. 信息数据的显示

按【**MESGE**】键和菜单扩展【**>**】键显示报警画面、报警履历和外部信息等数据信息。

(六)对刀操作

对刀就是在机床上设置刀具偏移值或设定工件坐标系的过程。

1. 工件棒料与刀具的装夹找正

(1)工件棒料的装夹

装夹工件棒料时应使三爪自定心卡盘夹紧工件棒料,并有一定的夹持长度,棒料的伸出长度应考虑到零件的加工长度及必要的限位安全距离等。棒料中心线应尽可能与主轴中心线重合。如装夹外圆已经精车的工件,必须在工件外圆上包一层铜皮,以防止损伤外圆表面。

(2) 工件棒料的找正

找正装夹时必须将工件的加工表面回转轴线(同时也是工件坐标系 Z 轴)找正到与车床主轴回转中心重合。找正方法与普通车床上找正工件相同,一般为打表找正。通过调整卡爪,使工件坐标系 Z 轴与车床主轴的回转中心重合。

单件生产工件偏心安装时常采用找正装夹。用三爪自定心卡盘装夹较长的工件时,工件离卡盘夹持部分较远处的旋转中心不一定与车床主轴旋转中心重合,这时必须用花针或百分表找正。

(3) 刀具的装夹

刀具的装夹应注意以下几点:

- ① 车刀不能伸出太长。
- ② 刀尖应与主轴中心线等高。
- ③ 螺纹刀装夹时,应用螺纹样板进行装夹。
- ④ 切槽刀要装正,以保证副偏角对称。

2. 设置主轴旋转

- ① 按下机床操作面板上【MDI】按钮。
- ② 按下【PROG】按钮,进入【MDI】输入窗口。
- ③ 先按【EOB】键,再按【INSERT】确定。
- ④ 在数据输入行输入“M03 S600”,按【EOB】键,再按【INSERT】确定。
- ⑤ 按【循环启动】按钮,主轴正转。

3. 选择刀具,确定刀位

4. 设置轴 X 方向的刀具偏移值

- ① 启动主轴正转,按下机床操作面板上【手动】按钮,移动刀架使其靠近工件。
- ② 切换【Z 手摇】按钮,沿着 Z 轴的负方向进给,试切工件的外圆,保证量具能测量外圆直径表面即可,切削不宜过长,如图 1-10 所示。
- ③ 车削后,沿着 Z 轴的正方向退刀,不能移动 X 轴。
- ④ 按【主轴停止】按钮,测量已车削外圆的直径 d ,将它记录下来。
- ⑤ 按【**OFFSET SETTING**】主功能键,进入参数设定页面;先按【**补正**】对应的软键,再按下【**形状**】对应的软键,出现刀具补正界面,如图 1-11 所示。

⑥ 将光标移至要补偿的番号,G001→T01、G002→T02、G003→T03、G004→T04,以此类推;输入测量的外圆直径“X(d)”,按【**测量**】对应的软键,X 向的刀具偏移值自动存入,即完成轴 X 方向的对刀。

5. 设置轴 Z 方向的刀具偏移值

- ① 启动主轴正转,按下机床操作面板上【手动】按钮,移动刀架使其靠近工件。
- ② 切换【X 手摇】按钮,沿着 X 轴的负方向进给,试切工件的端面,如图 1-12 所示。
- ③ 车削后,沿着 X 轴的正方向退刀,不能移动 Z 轴。

④按【主轴停止】按钮,按【**OFFSET SETTING**】主功能键,进入参数设定页面;先按【补正】对应的软键,再按下【形状】对应的软键,出先刀具补正界面,如图 1-11 所示。

⑤将光标移至要补偿的番号,输入“Z0”,按【测量】对应的软键,Z向的刀具偏移值自动存入,即完成轴 Z 方向的对刀。

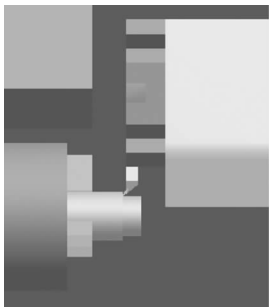


图 1-10 试切对刀外圆



图 1-11 刀具补正窗口



图 1-12 试切对刀端面

6. 设置刀尖圆弧半径补偿参数

刀尖圆弧半径值与刀尖位置号同样在如图 1-11 所示的界面中进行设定。

- ①将光标移至与刀具号相对应的刀具半径参数 R,输入刀具半径值,按【INPUT】键。
- ②将光标移至与刀具号相对应的刀尖位置参数 T,输入刀尖位置号,按【INPUT】键。

(七)对刀正确性校验

对完各刀具后,各刀具刀位点是否正确,可通过“MDI”方式进行校验。

按下机床操作面板上【MDI】按钮。

- ①选择加工程序,按下机床操作面板上【自动】按钮。
- ②按下【PROG】按钮,进入【MDI】输入窗口。
- ③输入“T0101 G00 X0 Z50. ;”,按【INSERT】键确认。
- ④按【循环启动】按钮执行,即可检查刀具的当前位置是否正确。

(八)自动加工操作

1. 加工程序测试

- ①选择加工程序,按下机床操作面板上【自动】按钮。
- ②按下【PROG】按钮,按下【检视】对应的软键,使界面显示正在执行的程序及坐标。
- ③按下【机床锁住】和【空运行】按钮,机床停止移动,但位置坐标的显示和机床移动时一样。此外,M、S、T 功能也可以执行,此开关用于程序的检测。
- ④按【循环启动】按钮,程序自动运行。

2. 加工程序图形模拟

该功能主要用于查看刀具的加工路径,验证走刀路线的合理性。其操作步骤如下:

- ①按主功能键。
- ②按【图形】软键,使画面显示图形界面。
- ③按操作面板上的【循环启动】按钮,观察加工图形。

3. 单段功能

若按下【单段】按钮,则执行一个程序段后,机床停止。

- ①使用指令 G28、G29、G30 时,即使在中间点,也能进行单程序段停止。
- ②固定循环的单程序段停止时,【进给保持】指示灯亮。
- ③M98、M99 的程序段不能单程序段停止。但是,M98、M99 的程序中有 O、N、P 以外的地址时,可以单程序段停止。

4. 进给速度倍率

用进给速度倍率开关选择程序指定的进给速度百分数,以改变进给速度(倍率),按照刻度可实现 0%~120%的倍率修调。

5. 自动加工

- ①自动运行前必须正确安装工件及相应刀具,编辑好程序并进行对刀操作。
- ②按下机床操作面板上【自动】按钮。
- ③按下【PROG】按钮,按下【检视】对应的软键,使界面显示正在执行的程序及坐标。
- ④按【循环启动】按钮,开始自动运行,循环启动指示灯点亮。
- ⑤开始自动运转后,按以下方式执行程序:
 - a. 从被指定的程序中,读取一个程序段的指令。
 - b. 解释已读取的程序段指令。
 - c. 开始执行指令。
 - d. 读取下一个程序段的指令。
 - e. 读取下一个程序段的指令,变为立刻执行的状态。该过程也称为缓冲。
 - f. 前一程序段执行结束,因被缓冲了,所以要立刻执行下一个程序段。
 - g. 重复执行 d、e,直到自动执行结束。
- ⑥使自动运转停止的方法有两种:预先在程序中想要停止的地方输入停止指令;按操作面板上的按钮使其停止。
 - a. 程序停止(M00)。执行 M00 指令之后,自动运转停止。与单程序段停止相同,到此为止的模式信息全部被保存,按【循环启动】键,可使其再开始自动运转。
 - b. 任选停止(M01)。与 M00 相同,执行含有 M01 指令的程序段之后,自动运转停止,但仅限于机床操作面板上的【选择停】开关接通时的状态。
 - c. 程序结束(M02、M30)。自动运转停止,呈复位状态。
 - d. 进给保持。在程序运转中,按机床操作面板上的【进给保持】按钮,可使自动运转暂时停止。
 - e. 复位。由 CRT/MDI 的复位按钮,外部复位信号可使自动运转停止,呈复位状态。若在移动中复位,机床减速后将停止。

(九)车床的急停操作

机床在手动或自动运行中,一旦发现异常情况,应立即停止机床的运动。使用【急停】旋钮或【进给保持】按钮中的任意一个均可使机床停止。

1. 使用【急停】旋钮

如果在机床运行时按下【急停】旋钮,机床进给运动和主轴运动会立即停止工作。待排除故障,重新执行程序恢复机床的工作时,顺时针旋转该按钮,按下机床复位按钮复位后,进行手动返回机床参考点的操作。

2. 使用【进给保持】按钮

如果在机床运行时按下【进给保持】按钮,则机床处于保持状态。待急停解除之后,按下【循环启动】按钮恢复机床运行状态,无需进行返回参考点的操作。

(十)位置显示

按下【POS】软键到位置显示页面,位置显示有三种方式,如图 1-13 所示。

绝对坐标系:显示刀位点在当前零件坐标系中的位置。

相对坐标系:显示操作者预先设定为零的相对位置。

综合显示:同时显示当时刀位点在坐标系中的位置。



图 1-13 位置显示窗口

五、检查评估

数控车床操作评分标准见表 1-3。

表 1-3 数控车床操作评分标准

姓名		得分			
项目	序号	检查内容	配分	点评	得分
知识掌握(30分)	1	基本知识(习题)	30		
机床操作(60分)	2	面板的组成及功用	10		
	3	程序的编辑操作	15		
	4	对刀方法	10		
	5	自动加工	10		
	6	手动操作方式	15		
团队协作(10分)	7	解决问题 团结互助	10		
教师点评					



知识拓展

数控车床加工安全规范

一、数控车床加工的安全生产要求

1. 操作前要戴好防护用品,穿工作服,袖口应扎紧。要戴工作帽,女同志的头发应在帽内。夏季禁止穿裙子、短裤和凉鞋上机操作。操作中不准戴手套。
2. 数控车床操作前,应仔细阅读并理解机床操作及编程说明书,特别是有关安全操作部分,如急停处理、超程处理和报警处理等;应检查数控机床各按钮及开关是否处在正常位置。
3. 机床开始加工前,应闭合机床防护挡板。加工时不能打开防护门。工作时,必须集中精力,注意观察数控机床的加工情况,如有异常应及时处理。加工过程中严禁两人及以上同时操作同一台数控机床。
4. 凡装夹工件、更换刀具、测量加工表面以及主轴变换速度时,须先停机。停机时,不准用手刹住转动的卡盘。车床开动时不准用手去摸工件表面,特别是加工螺纹时,严禁用手抚摸螺纹面。
5. 床身及导轨上不允许放置工具和工件,更不允许敲击。
6. 工件和车刀必须装夹牢固,以防卡盘在旋转中发生飞出事故。车削过程中,当要清除切屑时,应该使用铁钩,绝对不允许用手直接去拿,或用量具去钩。
7. 使用卡盘时必须装有保险块,以防止卡盘松动。采用液压卡盘的数控车床,选择夹紧的力要恰当。若使用机械卡盘,工件装夹完毕后,应及时取下卡盘扳手,以防开机后飞出伤人。
8. 不准在数控车床加工过程中打开电控柜。

二、数控车床操作规程

1. 机床通电后,检查电压、气压、油压是否正常,各种开关、按钮和键是否灵活,并对各手动润滑部位进行润滑。
2. 首先将 X 坐标轴手动回零(机械原点),再使 Z 坐标轴回零。如某轴在回零前已在零位,必须先将该轴移动一段距离后,再进行手动回零。
3. 确定符合加工工艺要求所需的刀具系统,进行正确安装,并输入相应刀具的补偿值。
4. 装夹工件,确定对刀点和换刀点,通过对刀操作建立工件坐标系。
5. 输入加工程序,经检索调出后,应认真检查核对加工程序。可通过数控车床的图形加工模拟和空运行功能对程序进行校核。
6. 手动脉冲发生器进给和手动连续进给时,应先认准所选的是哪个轴,包括其正、负方向,然后再进行操作。
7. 首件应采用单段执行方式进行加工,这样可及时处理突发情况,验证加工程序、对刀操作和刀具补偿的正确性,并在后续加工中作适当的调整。
8. 在加工过程中注意观察加工状态,并作出必要的处理。刀具重新刃磨或更换后,要重新进行对刀并修改刀具补偿值。加工时应使排屑装置畅通无阻,无卡塞。