# 项目一 数控车床概述

#### 🔊 知识目标

- 了解数控车床的用途、结构及工作原理。
- 掌握数控车床的分类。
- 掌握工件坐标系的概念。
- 掌握数控机床坐标系和运动方向。

#### 🗩 能力目标

- 学会分析 FANUC-0i 系统数控车床的结构特点。
- 学会确定工件坐标系。

#### 🔊 学习情景

数控车床主要用来加工轴类零件的内外圆柱面、圆锥面、螺纹表面、成型回转体面等, 对于盘类零件可以进行钻孔、扩孔、绞孔、镗孔等,还可以完成车端面、切槽、倒角等加 工。数控车床是目前国内使用极为广泛的一种数控机床,如图 1-1 所示为 FANUC-0i 系统 数控车床外观。下面先来认识它的结构、功能特点,再掌握机床坐标系和工件坐标系的建立。



图 1-1 FANUC-0i 数控车床

# 任务一 数控车床简介

# 一、数控设备的产生和发展

1. 数控的基本概念

(1) 数控设备。就是采用了数控技术的机械设备,或者说是装备了数控系统的机械设

# •• 💞 数控车床编程与操作(第 2 版)

备。数控机床是数控设备的典型代表,其他数控设备还有数控冲剪机、数控压力机、数控 弯管机、数控坐标测量机、数控绘图仪、数控雕刻机等。

(2) NC。数字控制,是用数字化信号对机构的运动过程进行控制的一种方法。出现的时间为 1952—1965 年。

(3) CNC。计算机数字控制,由硬件和软件共同完成数控的功能,具有柔性。出现于 1974 年以后。

(4) 数控机床。是指应用数控技术对加工过程进行控制的机床。

(5) 数控加工。运用数控机床对零件进行加工,称为数控加工。

#### 2. 数控机床的产生与常用的数控系统

1948 年,美国帕森(Parsons)公司在研制加工直升机螺旋桨叶片轮廓用检查样板的机床时,首次提出计算机控制机床的设想,在麻省理工学院(MIT)的协助下,于 1952 年研制成功了世界上第一台三坐标直线插补且连续控制的立式数控铣床。1958 年,由清华大学和北京第一机床厂合作研制了我国第一台数控铣床。

我国在数控车床上常用的数控系统有日本 FANUC(发那科)公司的 0T、0iT、3T、5T、6T、10T、11T、0TC、0TD、0TE 等,德国 SIEMENS(西门子)公司的 802S、802C、802D、840D 等,以及美国的 ACRAMATIC 数控系统、西班牙的 FAGOR 数控系统等。

国产普及型数控系统产品有:广州数控设备厂的 GSK980T 系列、华中数控公司的世纪 星 21T、北京机床研究所的 1060 系列、无锡数控公司的 8MC/8TC 数控系统、北京凯恩帝 数控公司的 KND-500 系列、北京航天数控集团的 CASNUC-901(902)系列、大连大森公司的 R2F6000 型等。

# 二、认识数控车床

#### 1. 数控车床的用途

数控车床是数字程序控制车床的简称,是一种高精度、高效率的自动化机床,也是目前使用最广泛的数控机床之一,主要用于轴类、盘套类等回转体零件的加工。它是目前国内使用极为广泛的一种数控机床,约占数控机床总数的 25%。数控车床加工零件的尺寸精度可达 IT5~6,表面粗糙度可达 1.6μm 以下。

#### 2. 数控车床的分类

数控车床品种繁多,规格不一,可按如下方法进行分类。

1) 按车床主轴位置分类

(1) 卧式数控车床。

卧式数控车床如图 1-2(a)所示。卧式数控车床用于轴向尺寸较长或小型盘类零件的车削 加工。其车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。其倾斜导轨结构可 以使车床具有更大的刚性,并易于排除切屑。相对而言,卧式车床因结构形式多、加工功 能丰富而应用广泛。

(2) 立式数控车床。

立式数控车床简称为数控立车,如图 1-2(b)所示。其车床主轴垂直于水平面,一个直径

很大的圆形工作台,用来装夹工件。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较 小的大型复杂零件。



#### 图 1-2 数控车床

2) 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床。

这类车床没有尾座,适合车削盘类(含短轴类)零件。夹紧方式多为电动或液动控制,卡盘结构多具有可调卡爪或不淬火卡爪(即软卡爪)。

(2) 顶尖式数控车床。

这类车床配有普通尾座或数控尾座,适合车削较长的零件及直径不太大的盘类零件。

3) 按刀架数量分类

(1) 单刀架数控车床。

数控车床一般都配置有各种形式的单刀架,如四工位卧动转位刀架或多工位转塔式自 动转位刀架。

(2) 双刀架数控车床。

这类车床的双刀架配置平行分布,也可以是相互垂直分布。

4) 按功能分类

(1) 经济型数控车床。

采用步进电动机和单片机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, 成本较低,但自动化程度和功能都比较差,车削加工精度也不高,适用于要求不高的回转 类零件的车削加工。

(2) 普通数控车床。

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,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) 车削加工中心。

在普通数控车床的基础上,增加了 C 轴和动力头,更高级的数控车床带有刀库,可控制 X、Z 和 C 三个坐标轴,联动控制轴可以是(X, Z)、(X, C)或(Z, C)。由于增加了 C 轴和铣削动力头,这种数控车床的加工功能大大增强,除可以进行一般车削外,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等加工。

数控车削中心和数控车铣中心可在一次装夹中完成更多的加工工序,提高了加工质量

3 🛛 🖄

# ••• 💞 数控车床编程与操作(第 2 版)

和生产效率,特别适用于复杂形状的回转类零件的加工。

(4) FMC 车床。

FMC 是英文 Flexible Manufacturing Cell (柔性加工单元)的缩写。FMC 车床实际上就是 一个由数控车床、机器人等构成的系统。它能实现工件搬运、装卸的自动化和加工调整准 备的自动化操作。

5) 按进给伺服系统控制方式分类

(1) 开环控制。

开环控制系统是指不带反馈的控制系统。开环控制具有结构简单、系统稳定、容易调 试、成本低等优点。但是系统对移动部件的误差没有补偿和校正,所以精度低。一般适用 于经济型数控机床和旧机床数控化改造。

开环控制系统如图 1-3 所示。部件的移动速度和位移量是由输入脉冲的频率和脉冲数决 定的。



图 1-3 开环控制系统

(2) 半闭环控制。

半闭环控制系统是在开环系统的丝杠上装有角位移测量装置,通过检测丝杠的转角间 接地检测移动部件的位移,反馈到数控系统中。由于惯性较大的机床移动部件不包括在检 测范围之内,因而称作半闭环控制系统,如图 1-4 所示。系统闭环环路内不包括机械传动环 节,可获得稳定的控制特性。机械传动环节的误差,用补偿的办法消除后,可获得满意的 精度。中档数控机床广泛采用半闭环数控系统。



图 1-4 半闭环控制系统

(3) 闭环控制。

闭环控制系统在机床移动部件上直接装有位置检测装置,将测量的结果直接反馈到数 控装置中,与输入指令进行比较控制,使移动部件按照实际的要求运动,最终实现精确定 位,原理如图 1-5 所示。因为它把机床工作台纳入了位置控制环,故称为闭环控制系统。



图 1-5 闭环控制系统

该系统定位精度高、调节速度快,但调试困难,系统复杂并且成本高,故适用于精度 要求很高的数控机床,如精密数控镗铣床、超精密数控车床等。

#### 3. 数控车床的结构与数控系统的基本功能

1) 数控车床的结构

(1) 如图 1-6 所示,数控车床主要由数控系统和机床机械部件组成,数控系统主要有程 序载体输入装置、数控装置、伺服系统、位置反馈系统等;数控车床的机械部件包括主传 动系统、进给传动系统以及辅助装置。具体功能如下。





 勤控系统,是数控机床的运算和控制系统,完成所有加工数据的处理、计算工作, 最终实现对数控机床各功能的指挥工作。

② 伺服系统,由伺服电机和伺服驱动装置组成,是数控机床的执行机构,它把来自数控装置的脉冲信号经驱动单元放大后传给电机,带动机床移动部件的运动,使工作台(或 溜板)精确定位或按规定的轨迹做严格的相对运动,加工出符合图纸要求的零件。

③ 反馈装置,用来检测机床实际运动参数,同时反馈给数控装置,纠正指令误差, 补偿加工误差。

④ 机床本体,是指数控机床的机械部件和一些配套部件,由床身、主轴箱、刀架、 尾座、进给系统、冷却润滑系统等部分组成。数控车床直接用伺服电机通过滚珠丝杠驱动 溜板和刀架实现进给运动,因而进给系统的结构大为简化。

(2) 床身和导轨的布局。

FANUC-0i 数控车床属于平床身、平导轨数控车床,它的工艺性好,便于导轨面的加工。 由于刀架水平布置,因此,刀架运动精度高。但是由于水平床身的下部空间小,故排屑困 难。从结构尺寸上看,刀架水平放置使滑板横向尺寸较长,从而加大了机床宽度方向的



结构尺寸。

(3) 刀架布局。

分为排式刀架和回转式刀架两大类,如图 1-7 所示。目前两坐标联动数控车床多采用回转刀架,它在机床上的布局有两种形式。一种是用于加工盘类零件的回转刀架,其回转轴垂直于主轴,如图 1-7(a)所示为常用的 4 工位排式刀架;另一种是用于加工轴类和盘类零件的回转刀架,其回转轴平行于主轴,如图 1-7(b)和 1-7(c)所示为常用的 6 工位和 8 工位转位刀架。



(a) 4 工位排式刀架

(b) 6 工位转位刀架

图 1-7 刀架的布局

(c)8工位转位刀架

(4) 机械传动机构。

如图 1-8 所示为机械传动机构。除了部分主轴箱内的齿轮传动机构外,数控车床仅保留 了普通车床的纵、横进给的螺旋传动机构。



图 1-8 机械传动机构

如图 1-9 所示为螺旋传动机构,数控车床中的螺旋副,是将驱动电动机所输出的旋转运动转换成刀架在纵横方向上直线运动的运动副。

构成螺旋传动机构的部件,一般为滚珠丝杠副,如图 1-10 所示。滚珠丝杠副的摩擦阻 力小,可消除轴向间隙及预紧,故传动效率及精度高,运动稳定,动作灵敏。但结构较复 杂、制造技术要求高,所以成本也较高。另外,自动调整其间隙大小时,难度亦较大。



图 1-9 螺旋传动机构

图 1-10 滚珠丝杠副的原理

1一螺母; 2一滚珠; 3一丝杠; a、c一滚道; b一回路管道

2) 数控系统的主要功能

(1) 两轴联动: 联动轴数是指数控系统按加工要求控制同时运动的坐标轴数。该系统 可实现 *X、Z* 两轴联动。

(2) 插补功能:指数控机床能够实现的线形能力。机床的档次越高插补功能越多,说 明能够加工的轮廓种类越多,一般系统可实现直线、圆弧插补功能。

(3) 进给功能:可实现快速进给、切削进给、手动连续进给、点动进给、进给倍率修 调、自动加减带等功能。

(4) 刀具功能:可实现刀具的自动选择和换刀。

(5) 刀具补偿:可实现刀具在X、Z轴方向的尺寸、刀尖半径/刀位等补偿。

(6) 机械误差补偿:可自动补偿机械传动部件因间隙产生的误差。

(7) 程序管理功能:可实现对加工程序的检索、编制、修改、插入、删除、更名、在 线编辑及程序的存储等功能。

(8) 图形显示功能:利用监视器(CRT)可监视加工程序段、坐标位置、加工时间等。

(9) 操作功能:可进行单程序段的执行、试运行、机床闭锁、暂停和急停等功能。

(10) 自诊断报警功能:可对软、硬件故障进行自我诊断,用于监视整个加工过程是否 正常并及时报警。

(11) 通信功能: 该系统配有 RS-232C 接口,为进行高速传输设有缓冲区。

#### 4. 数控车床的主要技术参数和型号

数控车床的主要技术参数有:最大回转直径,最大车削直径,最大车削长度,最大棒 料尺寸,主轴转速范围,*X、Z*轴行程,*X、Z*轴快速移动速度,定位精度,重复定位精度, 刀架行程,刀位数,刀具装夹尺寸,主轴形式,主轴电机功率,进给伺服电机功率,尾座 行程,卡盘尺寸,机床重量,轮廓尺寸(长×宽×高)等。

数控车床型号举例如下。





# 三、数控车床的工作原理

数控车床的工作原理如图 1-11 所示。首先根据零件图样制订工艺方案,采用手工或计 算机进行零件的程序编制,把加工零件所需的机床的各种动作及全部工艺参数变成机床数 控装置能接受的信息代码。然后将信息代码通过输入装置(操作面板)的按键,直接输入到数 控装置中;另一种方法是利用计算机和数控机床的接口直接进行通信,实现零件程序的输 入和输出。进入数控装置的信息,经过一系列处理和运算转变成脉冲信号。有的信号送到 机床的伺服系统,通过伺服机构对其进行转换和放大,再经过传动机构驱动机床有关部件; 还有的信号送到可编程序控制器中,用以顺序控制机床的其他辅助动作,如实现刀具的自 动更换与变速、松夹工件、开关切削液等动作。





# 四、数控车床的特点

数控加工经历了半个多世纪的发展,已成为应用于当代各个制造领域的先进制造技术

的基础。数控加工的最大特点:一是可以极大地提高加工质量精度和加工时间误差精度, 稳定加工质量,保证加工零件质量的一致性;二是可以极大地改善劳动条件。

具体地说, 数控车床与普通车床相比较具有如下优点。

(1) 数控车床一般具有手动加工(用电手轮)、机动加工和控制程序自动加工等功能,加工过程中一般不需要人工干预。普通车床只具有手动加工和机动加工功能,加工过程全部由人工干预。

(2) 数控车床一般具有 CRT 屏幕显示功能,显示加工程序、多种工艺参数、加工时间、 刀具运动轨迹以及工件图形等。数控车床一般还具有自动报警显示功能,根据报警信号或 报警提示,可以迅速地查找车床故障。而普通车床不具备上述功能。

(3) 数控车床的主传动和进给传动采用直流或交流无级调速伺服电动机,一般没有主 轴变速箱和进给变速箱,传动链短。而普通车床主传动和进给传动一般采用三相交流异步 电动机,由变速箱实现多级变速以满足工艺要求,机床传动链长。

(4) 数控车床一般具有工件测量系统,加工过程中一般不需要进行工件尺寸的人工测量。而普通车床在加工过程中,必须由人工不断地进行测量,以保证工件的加工精度。

## 五、数控车床的应用范围

数控车床具有普通车床不具备的许多优点,其应用范围正在不断扩大,但它目前并不 能完全代替普通车床,也不能以最经济的方法解决机械加工中的所有问题。

数控车床最适合加工具有以下特点的零件。

- (1) 形状结构比较复杂的零件。
- (2) 多品种、小批量生产的零件。
- (3) 需要频繁改型的零件。
- (4) 需要最短周期的急需零件。
- (5) 价值昂贵、不允许报废的关键零件。
- (6) 批量较大、精度要求高的零件。

由于机械加工劳动力费用的不断增加,数控车床的自动化加工又可减少操作工人(可以 实现一人多台),生产效率高。因此,大批量生产的零件采用数控车床(特别是经济型数控车 床)加工,在经济上也是可行的。

# 任务二 数控机床坐标系

一般来讲,在数控车床上使用的坐标系有两个:一个是机床坐标系;另一个是工件坐标系,也叫程序坐标系。

## 一、机床坐标系

#### 1. 概念

机床坐标系是用来确定工件坐标系的基本坐标系,是机床本身所固有的坐标系,是机

9 🛛 🖄

# ••• 数控车床编程与操作(第 2 版)

床安装、调试的基础,是机床生产厂家设计时自定的,其位置由机械挡块决定,不能随意 改变。不同的机床有不同的坐标系。

#### 2. 机床原点

机床原点也称为机械原点,是机床坐标系的原点,为车床上的一个固定点,在机床装 配、调试时就已经确定下来。

车床的机床原点定义为主轴旋转中心线与卡盘后端面的交点。如图 1-12 所示, O 点即为机床原点。



图 1-12 机床原点和参考点

#### 3. 参考点

参考点也是机床上的一固定点。该点与机床原点的相对位置如图 1-12 所示(点 O<sup>7</sup> 即为 参考点)。其位置由 Z 向与 X 向的机械挡块来确定。当机床回参考点后,显示的 Z 与 X 的坐 标值均为零。当完成回参考点的操作后,则马上显示此时的刀架中心(对刀参考点)在机床坐 标系中的坐标值,这相当于在数控系统内部建立了一个以机床原点为坐标原点的机床坐标 系。当出现下列情况时,需回参考点操作确定机床坐标系原点。

(1) 机床首次开机,或关机后重新接通电源时。

- (2) 解除机床急停状态后。
- (3) 解除机床超程报警信号后。

#### 4. 数控机床的坐标系和运动方向

在编程中,要进行正确的数值计算,保证描述机床运动的正确性,必须明确数控机床 的坐标轴和运动方向。

(1) 为简化编程和保证程序的通用性,对数控机床的坐标轴和方向命名制定了统一的标准,规定直线进给坐标轴用 X、Y、Z表示,常称基本坐标轴。X、Y、Z坐标轴的相互关系用笛卡儿右手直角坐标系定则决定,如图 1-13 所示。图中大拇指的指向为 X 轴的正方向, 食指指向为 Y 轴的正方向,中指指向为 Z 轴的正方向。

(2) 旋转轴 A(B, C)绕直线轴 X(Y, Z)旋转,其正方向用右手法则确定,握住拳头,大拇指指向 X(Y, Z)轴的正方向,则其余四指指向为 A(B, C)的正方向。

(3) 确定机床工件坐标系方向,一律假定刀具相对于静止的工件运动。

(4) 某一坐标轴的正方向是指刀具远离工件的方向。



图 1-13 笛卡儿右手直角坐标系

#### 5. 数控车床的坐标系规定

数控车床的坐标系是以径向为 X 轴方向,纵向为 Z 轴方向。指向主轴箱的方向为 Z 轴 的负方向,而指向尾座的方向为 Z 轴的正方向。X 轴是以远离工件中心的方向为 X 轴正 方向。

如图 1-14 所示,这是常见的数控(NC)车床坐标系。主轴为 Z 轴,刀架平行于 Z 轴运动 方向(即纵向)为 Z 轴运动方向,刀架前后运动方向(即横向)为 X 轴运动方向。



图 1-14 常见的数控车床坐标系

常见的数控车床的刀架(刀塔)安装在靠近操作人员一侧,其坐标系如图 1-15 所示, *X* 轴往前为负,往后为正。

若刀塔安装在远离操作人员的一侧时,则 X 轴往前为正,往后为负,如图 1-16 所示,这类车床常见的有带卧式刀塔的 NC 车床。



图 1-15 常见的数控车床刀架坐标系



图 1-16 带卧式刀塔的数控车床坐标系



# 二、工件坐标系

#### 1. 概念

以程序原点为原点,所构成的坐标系称为工件坐标系。工件坐标系也称编程坐标系, 是编程人员在编程和加工时使用的坐标系,即程序的参考坐标系。

#### 2. 工件原点

在程序设计时,将工件图尺寸转换成坐标系,在转换成坐标系前即会选定某一点来当 作坐标系零点。然后以此零点为基准计算出各点坐标,此零点即称为工件零点,也称程序 零点(程序原点)。数控车床的程序原点一般定为零件精加工右端面与轴心线的交点处。工件 坐标系的原点就是工件原点,也叫作工件零点。如图 1-17 所示为以工件右端面为工件原点 的工件坐标系。



图 1-17 工件原点和工件坐标系

题 习

- (1) 数控车床和普通车床相比,具有哪些加工特点?
- (2) 数控机床由哪几部分组成?
- (3) 数控机床伺服系统按控制方式分为几类? 各有何特点?
- (4) 数控机床的车床坐标原点和机床参考点分别是什么?它们有何关系?
- (5) 何谓机床坐标系和工件坐标系? 其主要区别是什么?

# 项目二 FANUC-0i 数控仿真系统对刀操作

#### 🔊 知识目标

- 了解数控车床仿真系统操作面板的功能按钮。
- 掌握数控车床仿真系统坐标方向判定方法及回零操作方法。
- 掌握数控车床毛坯和刀具的安装及对刀操作方法。

#### 🔊 能力目标

- 熟悉 FANUC-0i 数控车削系统仿真的界面构成。
- 掌握数控车床毛坯和刀具的安装及对刀操作。
- 掌握 FANUC-0i 系统数控车床仿真的基本操作。

#### 🔊 学习情景

数控机床是一种较为昂贵的机电一体化的新型设备,它具备"高速、高效、高精度"的特点。如果初学时就让学生直接在数控机床上操作,可能会出现撞坏刀具等现象,甚至可能会因操作失误对学生造成人身伤害。应用数控加工仿真系统可以减少一半考生占用数控机床的时间,学生可以将编程与程序校验时间放在计算机上完成,然后通过数据传输将所编程序输入数控机床,对零件进行加工,这样安全性及效率均会大为提高。

引入数控加工仿真系统进行技能操作,学生可以轻松对实习过程进行初始化,对未能 完成的实习课题进行项目保存,对已完成的实习课题进行调入回顾,而后再进行几次实际 操作,就能达到事半功倍的效果,这大大提高了实习效率,降低了实习成本。下面就来学 习上海宇龙FANUC-0i数控仿真系统操作。如图2-1所示为学生使用数控仿真系统加工零件。



#### 图 2-1 数控仿真实训室



# 任务一 数控仿真系统运行界面简介

# 一、安装与进入

1. 安装

(1) 将"数控加工仿真系统"的安装光盘放入光驱。在资源管理器中单击光盘图标, 在显示的文件夹目录中双击"数控加工仿真系统 3.x"文件夹,在弹出的下级子目录中根据 操作系统选择适当的文件夹(Windows 2000 操作系统选择名为 2000 的文件夹, Windows 98 操作系统选择名为 9x 的文件夹, Windows XP 操作系统选择名为 xp 的文件夹)。

(2) 选择适当的文件夹并打开,在显示的文件名列表中双击 Setup.exe 文件 3,系统弹出如图 2-2 所示的安装向导界面。



图 2-2 安装向导界面

(3) 系统接着弹出"欢迎"界面,单击"下一个"按钮,如图 2-3 所示。

(4) 在弹出的"软件许可证协议"界面中单击"是"按钮,如图 2-4 所示。

欢迎	x	软件许可证协议	×
	文回进入设置程序教授加工仿真系统。本程序将 把繁控加工仿真系统美人您的计算机。 特别建议您在运行设置程序前退出所有¥indows程序。 单击取消退出设置程序。然后关闭您所运行的所有程序。 单击下一个继续设置程序。 警告:本程序夹到颇权法及国际条约的保护。	这些时可证协议 请阅读下面的许可证协议。按 PAGEDOWN 健阅读协议的其它部分。 上海宇龙软件工程有限公司《集终用户许可协议》 重要预知一语认真阅读:本《最终用户许可协议》(以下称《协议》)是 您(个人或事一实体)与上海宇龙软件工程有限公司(周天上海宇龙软件工程有限公司《其上海宇龙软件工程有限公司(周天上海宇龙软件工程有限公司《其上海宇龙软件计是和自己所计组和软件产品。如此一种有限公司华产品(在现代》如是不知道一些有一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些一些	
	未经授权复制或散发本程序,或其中的任何部分,都可能会 受到民法与刑法的严惩,并将受到法律允许的最大处罚。	本"软件"受著作权法和其它知识产权法及条约的保护。本"软件产品"只许可使用,而非出售。	•
		您是否接受前面许可证协议中的所有条款"如果您选择否,设置程序将关闭。如果 安装数控加工仿真系统,您必须接受此协议。	要
	下一个(近) > 取消	〈后退復〉 是① 否④	

图 2-3 "欢迎"界面

图 2-4 "软件许可证协议"界面

(5) 在弹出的"选择目标位置"界面中,单击"浏览"按钮,选择所需的目标文件夹,

默认为 "C:\Program Files\数控加工仿真系统"。目标文件夹选择完成后,单击"下一个" 按钮,如图 2-5 所示。

(6) 此时系统弹出"设置类型"界面,根据需要选择"教师机"或"学生机",如 图 2-6 所示。选择完成后单击"下一个"按钮。这里安装的是"学生机"。



图 2-5 "选择目标位置"界面

建类型		×
	单击您所选的设置类型,然后单击下一个. 图示可 ●望思知 	
	〈后退 @) 「下一个 @) 〉	取消

图 2-6 "设置类型"界面

(7) 接着系统弹出"选择程序文件夹"界面,默认程序文件夹名为"数控加工仿真系统"。该文件夹名可以修改,也可以在"现有的文件夹"列表框中选择。选择程序文件夹后,单击"下一个"按钮,如图 2-7 所示。此时弹出数控加工仿真系统的安装界面,如图 2-8 所示。

选择程序文件夹		×	
9	设置程序会把程序围标添加到伪在下面幼程序文件来中 您 可做人—个新的文件来名称,或从现有的文件来列表中选 取 单击下一个维续进行 据在文件来 (D): 现在如文件来 (A):		
	ATL DEC SUL CAR AVE. NEC DE MUN Joiner Cisce ITV Viewer Enthamatics 3.0 MATLAB 6.5 MartLaB 6.5 Microsoft Developer Network Bicrosoft Developer Network		c:\program files\假控加工伤真系统\ranotecontrol.e 10 % 
	〈后退 (2) 下一个 (2) 〉 取消		

图 2-7 "选择程序文件夹"界面



(8) 安装完成后,系统弹出"设置完成"界面,单击"结束"按钮,完成整个安装过程,如图 2-9 所示。



图 2-9 "设置完成"界面



#### 2. 进入

单击"开始"按钮,在弹出的"开始"菜单中选择"程序"|"数控加工仿真系统"|"加 密锁管理程序"命令,如图 2-10 所示。

		Windows Catalog						
	45	Windows Update						
	$\bigcirc$	设定程序访问和默认值						
	C C C C C C C C C C C C C C C C C C C	打开 Office 文档						
	3	新建 Office 文档						
	1	程序(P)	۲	1	附件 Outlook Exercises	ŀ		
	٢	文档(D)	•	B	TOSHIBA 用户手册			
ition	0	设置(5)	۲	3	Windows Messenger ADSL拔号王	•		
e Ed	P	搜索( <u>C</u> )	۲	ē	Microsoft Office	۲		
Hom	0	帮助和支持(日)		ee M	Adobe Reader 7.0 Microsoft SOL Server	•		
ХР		运行( <u>R</u> )		0	宇龙数控技能考核软件	Þ		
ws			_		数控加工仿真系统	•	1	加密領管理程序
op	2	注销 lyao( <u>L</u> )		5	Visio Professional		\$	数控加工仿真系统
Vin		光辺は竹田小山		m	New Visio Drawing	•	L	
^		大阳山 草柳(山)…		_	¥			

图 2-10 进入步骤

加密锁程序启动后,屏幕右下方工具栏中出现"加密锁"图标<sup>10</sup>,表示加密锁管理程 序启动成功。此时重复上面的步骤,选择"数控加工仿真系统"命令,系统弹出"用户登 录"界面,如图 2-11 所示。



图 2-11 "用户登录"界面

进入数控加工仿真系统有以下两种方法。

(1) 单击"快速登录"按钮,直接进入。

(2) 输入用户名和密码,再单击"登录"按钮。填写信息为:管理员用户名 manage, 口令 system; 一般用户名 guest, 口令 guest。

# 二、选择机床和回零操作

#### 1. 选择机床类型

选择"机床"|"选择机床"命令,在弹出的"选择机床"对话框中选择控制系统类型和相应的机床类型并单击"确定"按钮,此时界面如图 2-12 所示。

	选择机床
<ul> <li>         机床(M) 零件(P) 3     </li> <li>         选择机床         选择刀具         基准工具         拆除工具         DNC传送         检查wr程序      </li> </ul>	控制系統 「FANDUC PA SIEMENS 0 年中敷控 「「州敷控 ○ 大森敷控 ○ MITSUBISH SIEMENS 8100 SIEMENS 8020 SIEMENS 8023 UR未类型 卒年床 0 続床 0 卧式加工中心 0 立式加工中心 下 推 作 作 作 市 市 市 市 日本
100 - 100 EV1	<u> 確定 </u> 取消

图 2-12 选择控制系统和机床类型

#### 2. FUNAC-0i 车床标准面板

车床面板组成如图 2-13 所示,它由系统操作面板(CRT/MDI 操作面板)和机床操作面板 (也称为用户操作面板)组成。图中上方是系统操作面板,下方是机床操作面板。另外,在机 床操作面板的右下角还有一个隐藏手轮控制面板。



图 2-13 FANUC-0i 车床标准面板



1) 机床操作面板

机床操作面板主要用于控制机床的运动和选择机床运行状态,由操作模式选择按钮、 数控程序运行控制开关等多个部分组成。操作模式选择按钮见表 2-1。

图标	名称	功用
	自动操作	控制机床连续自动加工
$\overline{\diamond}$	编辑方式	程序存储和编辑
	MDI	手动数据输入
	远程执行	执行由外部数据源传入的程序
	返回参考点	机床手动返回参考点
m	快速点动	刀架按不同倍率快速移动
	机动速度进给	以特定的进给速度控制机床某轴移动
$\textcircled{\begin{tabular}{ c c c c c } \hline \hline$	手摇脉冲进给	通过手轮使刀架前后或左右运动

表 2-1 操作模式选择按钮

数控程序运行控制开关见表 2-2。

表 2-2 数控程序运行控制开关

图标	名称	功用
	程序的单段运行	每按一次循环启动键,执行一段程序,主要用于测试程序
	程序段任选跳步操作	凡在程序段前有"/"符号的程序段全部跳过不执行
	程序选择性停止	执行至 M01 时暂停
***	进给暂停	在自动操作方式和 MDI 方式下,按下此键,程序执行被暂停
$\widehat{}$	机床锁住操作	按下此键,机床处于锁住状态,在手动方式下,各轴移动操作只 能使位置显示值变化,机床各轴不动,主轴、冷却、刀架照常 工作
	试运行	用于在不切削的情况下实验、检查新输入的工件加工程序的操作
tol	循环启动键	在自动操作方式和 MDI 方式下, 启动程序
	程序运行开始	模式选择旋转到 ATUO 和 MDI 位置时按下有效,其余时间按下 无效
	循环停止	自动方式下,遇有 M00 程序停止
	主轴正转	手动开机床主轴正转
°	主轴停转	手动开机床主轴停转
	主轴反转	手动开机床主轴反转
	急停键	发生紧急情况,立即停止操作,机床的全部动作停止
	主轴倍率	调节主轴速度,速度调节范围为0~120%
Õ	进给倍率	调节数控程序运行中的进给速度,调节范围为0~120%

#### 2) 数控系统操作面板

数控系统操作面板由 CRT 显示器和 MDI 键盘两部分组成。CRT 显示器可以显示机床 的各种参数和功能,如显示机床参考点坐标、刀具起始点坐标,输入数控系统的指令数据、 刀具补偿值的数值、报警信号、自诊断内容等。MDI 键盘由功能键、字母数字键、光标移 动和翻页键等组成。主要的功能键见表 2-3。

图标	名 称	功用
POS	位置键	显示现在位置的功能,可显示绝对坐标值、相对坐标值
PROG	程序键	在 EDIT 方式下,可以进行存储器内程序的编程、列表及显示; MDI 数据的输入显示; 在自动运转方式下,逐步显示程序内容
OFFSET SETTING	刀偏 设置	显示或输入刀具偏置量和磨耗值
SHIFT	上挡键	转换对应字符
CAN	删除键	删除输入域中的字符
INPUT	数据 输入键	输入参数或补偿值等数据
SYS- TEM	系统参 数页面	设置和更改系统参数
MESS- AGE	信息 页面	显示系统信息
CLSFON GRAPH	图形参 数设置 页面	用于图形的显示
ALTER	替代键	用于指令更改
INSERT	插入键	输入所编写的数据指令
DELETE	删除键	删除光标所在的代码
RESET	复位键	复置 CNC,解除报警

表 2-3 功能键

#### 3. 激活车床

按下"启动"按钮云,此时车床电机和伺服控制的指示灯变亮。 检查"急停"按钮是否松开至⑨状态,若未松开,按下"急停"按钮⑨,将其松开。

#### 4. 车床回参考点

检查操作面板上回原点指示灯 <u></u> 一是否亮,若指示灯亮,则已进入回原点模式;若指示灯不亮,则按下"回原点"按钮 <u></u>,转入回原点模式。

在回原点模式下,先将 X 轴回原点,按下操作面板上的"X 轴选择"按钮文,使 X 轴 方向移动指示灯文变亮,按下"正方向移动"按钮+,此时 X 轴将回原点, X 原点灯变 亮,CRT 上的 X 坐标变为 390.00。同样,再按下"Z 轴选择"按钮之,使指示灯变亮,按

19



下÷按钮, Z轴将回原点,Z原点灯。 变亮,此时 CRT 界面如图 2-14 所示。



图 2-14 回参考点界面

# 任务二 数控加工仿真系统对刀操作

数控程序一般按工件坐标系编程,对刀的过程就是建立工件坐标系与机床坐标系之间 关系的过程。下面具体说明车床对刀的方法,其中将工件右端面中心点设为工件坐标系原 点。将工件上其他点设为工件坐标系原点的方法与对刀方法类似。

## 一、定义毛坯

选择"零件"|"定义毛坯"菜单命令或在工具条上单击"毛坯"图标<sup>2</sup>,系统打开"定 义毛坯"对话框,如图 2-15 和图 2-16 所示。



定义毛坯			×
名字	語知		
形状	圆柱形	7	]
材料	081 低碳铈	3	]
	100.00	150.00	
â	定	取消	1

图 2-15 长方形毛坯定义

图 2-16 圆柱形毛坯定义

(1) 名字输入:在"名字"文本框内输入毛坯名,也可使用默认值。

(2) 选择毛坯形状: 铣床、加工中心有两种形状的毛坯供选择, 即长方形毛坯和圆柱

形毛坯,可以在"形状"下拉列表框中选择毛坯形状。车床仅提供圆柱形毛坯。

(3) 选择毛坯材料: "材料"下拉列表框中提供了多种供加工的毛坯材料, 可根据需

要在该下拉列表框中选择毛坯材料。

- (4) 参数输入:尺寸文本框用于输入尺寸,单位为毫米。
- (5) 保存退出: 单击"确定"按钮,保存定义的毛坯并且退出本操作。
- (6) 取消退出: 单击"取消"按钮, 退出本操作。

# 二、放置零件

选择"零件"|"放置零件"菜单命令或者在工具条中单击"放置零件"图标之,系统 弹出"选择零件"对话框,如图 2-17 所示。

迭	择零件	ŧ									X
	- 类型										
		◎ 选择毛坯	0	选择模型							
		I meret to be be	(	(14	1	(	( ) ( ) ( )	( + <b>P</b> +14	(14.1.1.		
	名称	模型文件名		长 (直径mm)	斑 (mm)	高 (mm)	初科	夹具形状	<u> </u> ∰ (mm)	宽(mm)	高(mm)
	毛坯1		长方形	250.00	250.00	100.00	08F 低碳钢	水平工	350.00	350.00	50.00
	毛坯2		长万形	250.00	250.00	100.00	08F 低碳钠	半口钳	500.00	250.00	100.00
								安装零件	×	闭	删除

图 2-17 "选择零件"对话框

在列表中单击所需的零件,选中的零件信息加亮显示。单击"安装零件"按钮,系统 自动关闭对话框,零件和夹具(如果已经选择了夹具)将被放到机床上。

#### 三、调整零件位置

零件可以在工作台面上移动。毛坯放上工作台后,系统将自动弹出一个小键盘,如 图 2-18 所示。通过单击小键盘上的方向按钮,可以实现零件的平移和旋转或车床零件调头。 小键盘上的"退出"按钮用于关闭小键盘。选择"零件"|"移动零件"菜单命令,也可以 打开小键盘。请在执行其他操作前关闭小键盘。

			退出
Ð	$\mathbf{\hat{C}}$	<b>-</b>	

图 2-18 移动零件小键盘



# 四、安装刀具

#### 1. 选择刀具

选择"机床"|"选择刀具"菜单命令或者在工具条中单击"刀具"图标 44, 系统弹出 "刀具选择"对话框,后置刀架操作顺序如图 2-19(a)所示。前置刀架如图 2-19(b)所示。



(a) 后置刀架

(b) 前置刀架

图 2-19 "刀具选择"对话框

#### 2. 安装刀具

系统中数控车床允许同时安装8把刀具(后置刀架)或者4把刀具(前置刀架)。

首先在"选择刀位"栏中单击所需的刀位,该刀位对应程序中的T01~T08(T04);其次 在"选择刀片"栏选择刀片类型,然后在刀片列表框中选择刀片;再在"选择刀柄"栏选 择刀柄类型,最后在刀柄列表框中选择刀柄。

(1) 变更刀具长度和刀尖半径。

选择车刀完成后,该界面的左下角将显示刀架所选位置上的刀具,其中的"刀具长度" 和"刀尖半径"均可以由操作者修改。

(2) 拆除刀具。

在"选择刀位"栏中单击要拆除刀具的刀位,单击"卸下刀具"按钮。确认操作完成 后单击"确定"按钮。

3. 对刀

试切法的具体步骤如下。

(1) 切削外径:按下操作面板上的"快速点动"按钮,手动状态指示灯变亮, ,机床进入手动操作模式。按下控制面板上的"X轴选择"按钮,使X轴方向移动指示灯 文变亮。按下"正向"按钮 → 或"负向"按钮 → ,使机床在X轴方向移动;同样使机床在Z轴方向移动。通过手动方式将机床移到如图 2-20 所示的大致位置。

按下操作面板上的"主轴正转"按钮, 使主轴反转"按钮, 使其指示灯变亮, 主轴转动。再按下"Z轴选择"按钮, 使 Z轴方向指示灯之变亮, 按下"负向"按钮,

用所选刀具来试切工件外圆,如图 2-21 所示。然后按"正向"按钮,*X*方向保持不动,刀具退出。



#### 图 2-20 移动机床





(2) 测量切削位置的直径:按下操作面板上的"主轴停止"按钮,使主轴停止转动,选择"测量"菜单命令,弹出如图 2-22(a)所示的对话框,单击试切外圆时所切线段,选中的线段由红色变为黄色。记下对话框下半部分中对应的 *X* 的值(即直径),然后进行以下操作:按下系统操作面板上的"刀偏设置"按钮;把光标定位在需要设定的坐标系上;光标移到 *X*;输入直径值;单击菜单软键"[测量]"完成 *X* 方向对刀,如图 2-22(b)所示。



(a) "车床工件测量"对话框

(b) X 方向对刀完成图

图 2-22 测量切削位置的直径与输入

(3) 切削端面:按下操作面板上的"主轴正转"按钮 → 或"主轴反转"按钮 → ,使其 指示灯变亮,主轴转动。将刀具移至如图 2-23(a)所示的位置,按下控制面板上的"X 轴选 择" ≤ 按钮,使 X 轴方向移动指示灯 ≤ 变亮。按下"负向"按钮 - ,切削工件端面,如 图 2-23(b)所示。然后按下"正向"按钮 + , Z 方向保持不动,刀具退出。



(a) (b)

图 2-23 切削端面视图

按下操作面板上的"主轴停转"按钮,使主轴停止转动;把光标定位在需要设定的坐标系上;在 MDI 键盘面板上按下需要设定的轴 Z键;输入工件坐标系原点的距离(注意距离有正负号);按菜单软键"[测量]",自动计算出坐标值填入,完成 Z 方向对刀,如图 2-24 所示。

퓨모	×		P	
.∰~5	170,000	145 033	0.000	
02	170.000	145.055	0.000	0
02	0.000	0.000	0.000	0
03	0.000	0.000	0.000	U C
04	0.000	0.000	0.000	U
05	0.000	0.000	0.000	Θ
06	0.000	0.000	0.000	Θ
07	0.000	0.000	0.000	Θ
08	0.000	0.000	0.000	
现在	位置(相对函	际)		
	260.933	3 W	145.033	
		S	Θ	1
JOG	**** *** ***			
result attain		ALL F CAL	5 1 F #85	

图 2-24 Z方向对刀完成图

习 题

- (1) 简述 FANUC-0i 系统安装与进入的过程。
- (2) 为什么每次启动系统后要进行"回车床参考点"操作?
- (3) 简述 X 向对刀过程。
- (4) 简述 Z 向对刀过程。

