



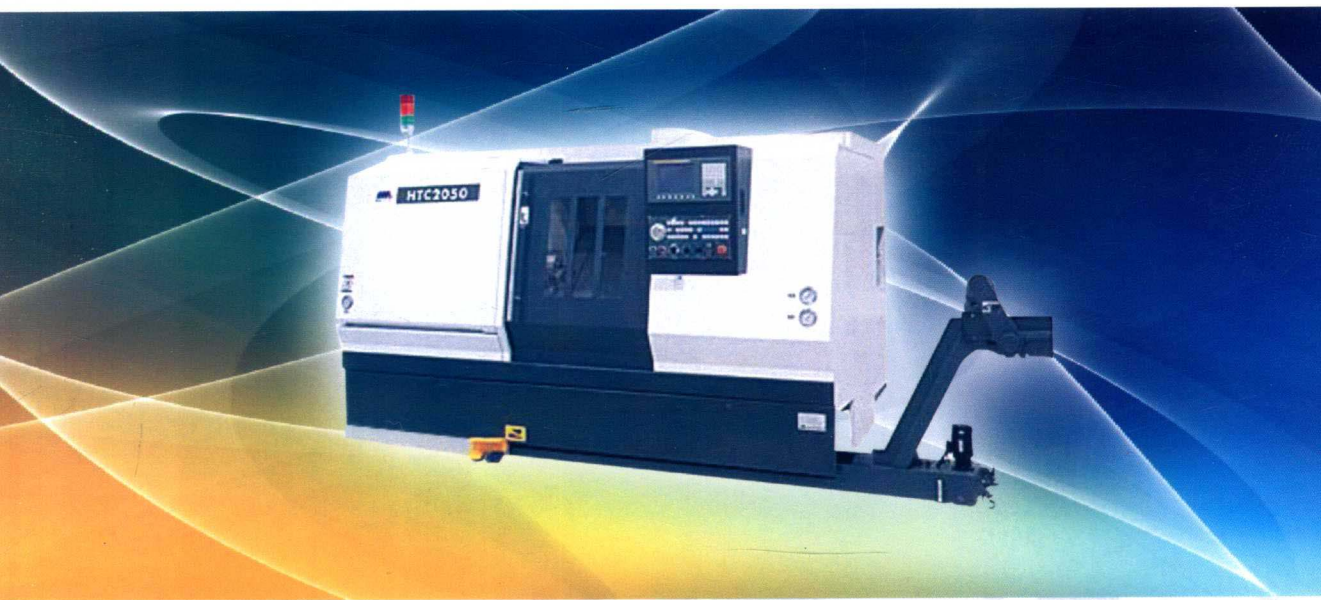
中等职业教育规划教材



数控车削加工

主 编 崔豫军

副主编 武珍平 谌 玮



西北工业大学出版社

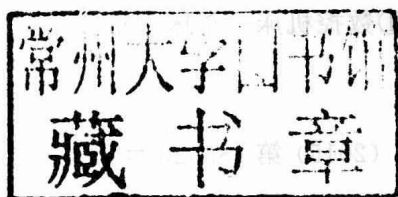
SHUKONG CHEXIAO JIAGONG

数控车削加工

主 编 崔豫军

副主编 武珍平 湛 玮

附录 (附C) 目录附录并图



西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是根据中等职业学校教学实际情况,参考教育部最新颁布的中等职业学校数控专业教学大纲和国家职业技能鉴定标准,基于工作过程、任务驱动的思路编写而成。

全书包括5个模块(13个任务):简单轴类零件的加工、简单套类零件的加工、复杂轴类零件的加工、复杂套类零件的加工和盘类零件的加工。编写时依据企业生产的典型零件为载体,以培养学生的数控车削加工综合职业能力为目标,有机地融入理论知识与操作技能,形成了按照行动导向、任务驱动的教学做一体化课程。

本书可作为中等职业学校数控技术应用专业和模具制造技术专业教学用书,也可作为各类数控专业技术人员的岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削加工/崔豫军主编. —西安:西北工业大学出版社,2015.7

ISBN 978-7-5612-4508-8

I. ①数… II. ①崔… III. ①数控机床—车床—车削—加工工艺—中等专业学校—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第185520号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:<http://www.nwpup.com>

印刷者:兴平市博闻印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:17

字 数:412千字

版 次:2015年9月第1版

2015年9月第1次印刷

定 价:39.00元

编审委员会

主任:林 山
副主任:张 斌 崔豫军
委员:王 成 刘明文 杨圣良
 谌 玮 栗利纯 齐明俐
 武珍平 杨 龙 管学龙
 高 升 唐翊博 陶春燕

前 言

随着社会发展和职业教育改革步伐的加大,企业对员工岗位的工作能力要求越来越高,要使学生满足企业需求,并形成较强的岗位工作能力,必须加强对学生专业基础理论知识和关键技能的培养,因此数控技术应用专业的教学要求、内容和教学模式、方法需要进一步改革创新。为适应这一要求,本书以国家职业标准《数控车工》(中级)规定的理论知识和技能要求为目标,以企业岗位需求为导向,以企业的典型工作任务来重新设计学习内容及任务。

本书的编写理念主要包括如下几点:

- (1)注重充分调动学生的学习兴趣。
- (2)以任务为载体,整合了相关理论知识。
- (3)根据认知学习规律,设计不同的学习内容。
- (4)注重循序渐进自主学习模式的构建。
- (5)注重关键能力培养方法的创新与设计。
- (6)注重教学做一体化教学组织的可操作性和可复制性。
- (7)注重培养学生的职业规范和综合职业素养。

通过采取过程评价与结果评价相结合的教学评价,按照过程控制、持续改进的原则重点评价学生的综合职业能力。目标是使学生能独立操作数控车床,按照零件图加工出合格的产品,并达到数控车工中级职业资格能力要求。

在本书的编写过程中,得到了高等职业技术院校和相关企业的大力支持,在此表示衷心的感谢!

由于时间仓促及水平有限,书中遗漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正,提出宝贵的意见和建议。

编 者

2015年6月

目 录

模块一 简单轴类零件的加工	1
任务一 圆柱销的加工	1
任务二 芯轴的加工	39
任务三 连接销轴的加工	71
任务四 球头手柄的加工	87
模块二 简单套类零件的加工	110
任务五 止推套的加工	110
任务六 钢套的加工	128
任务七 螺母的加工	141
模块三 复杂轴类零件的加工	152
任务八 螺旋千斤顶芯轴的加工	152
任务九 限位活塞的加工	180
任务十 三球手柄的加工	198
模块四 复杂套类零件的加工	214
任务十一 卸料套的加工	214
任务十二 导向套的加工	233
模块五 盘类零件的加工	244
任务十三 法兰盘的加工	244
附录	257
附录一 FANUC Oi Mate TC 车床数控系统准备功能指令一览表	257
附录二 常用辅助功能 M 代码一览表(FANUC 与华中 HNC 两系统相同)	261
附录三 华中世纪星车床数控系统(HNC-21/22T)准备功能一览表	262
附录四 数控加工工序卡片	263
附录五 数控加工程序单	264

模块一 简单轴类零件的加工

模块介绍

本模块主要任务是能够完成简单轴类零件的加工。通过本模块的学习,能够按照数控车床操作规程的要求,基本掌握数控车床操作面板各按键的功能组合;正确进行工件定位装夹;外轮廓加工刀具的选择、刃磨和装夹;熟悉量具的功能和测量方法;掌握数控车床的基本操作要领;能够完成简单外轮廓(外圆、台阶、沟槽、圆锥、圆弧、三角形外螺纹)的工艺分析、程序编制、零件加工和质量检测等工作。

任务一 圆柱销的加工

任务介绍

如图 1-1 所示,该零件为某机械加工企业生产的圆柱销,订单数量为 20 件,工件毛坯尺寸为 $\phi 40 \times 82$,材料为 45# 中碳钢,要求 3 天交货并保证质量。

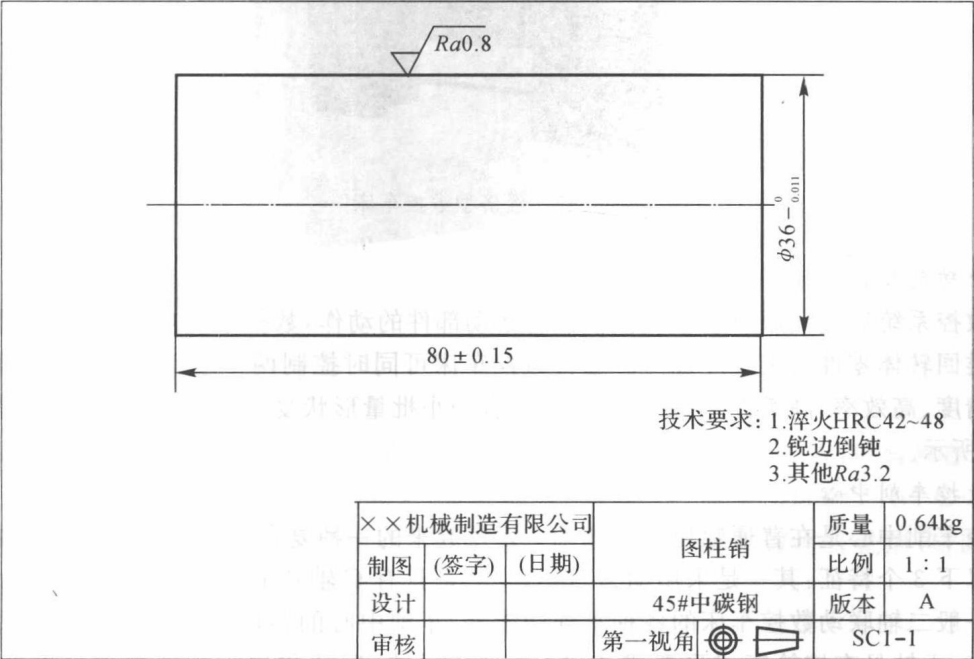


图 1-1 圆柱销零件图



学习目标

- (1) 熟悉车间管理及数控车床安全操作规程；
- (2) 了解数控车床的相关知识、坐标系知识和车刀的几何形状；
- (3) 熟悉数控车床的操作面板；
- (4) 了解华中数控车削系统基本指令；
- (5) 能正确进行数控车床的开机、回零、关机以及手动、增量和手摇操作；
- (6) 能按照工艺规程的要求，手动完成圆柱销的半精加工。

子任务一 认识数控车床，能够识别机床不同结构功能

一、数控车床分类

(一) 按数控系统的功能分类

1. 经济型数控车床

经济型数控车床是用普通车床进行改装的，功能简单、价格低廉，加工精度略高于普通车床。如图 1-2 所示。

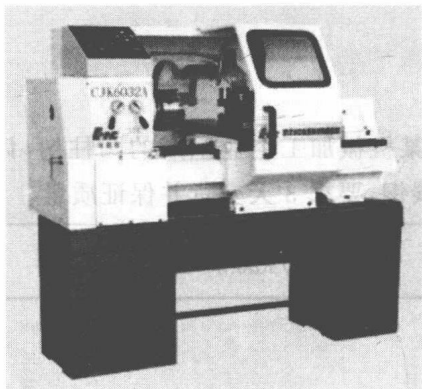


图 1-2 经济型数控车床

2. 全功能数控车床

由数控系统通过伺服驱动系统去控制各运动部件的动作，数控系统功能强，主要适用于轴类和盘类回转体零件的多工序加工。这种数控车床可同时控制两个坐标轴，即 X 轴和 Z 轴。具有高精度、高效率、高柔性化等综合特点，适合中小批量形状复杂的多品种、多规格零件。如图 1-3 所示。

3. 数控车削中心

数控车削中心是在普通数控车床基础上发展起来的一种复合加工机床。一般来说车削中心具有以下 3 个特征：其一是采用动力刀架，其二是具有 C 轴功能，其三是刀架容量大。即除了具有一般二轴联动数控车床的各种车削功能外，车削中心的转塔刀架上有能使刀具旋转的动力刀座，主轴具有按轮廓成形要求连续（不等速回转）运动和进行连续精确分度的 C 轴功能，并能与 X 轴或 Z 轴联动，控制轴除 X, Z, C 轴之外，还可具有 Y 轴。可进行径向和轴向钻

削、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和攻螺纹等加工。在具有插补功能的条件下,为了实现各种曲面铣削加工,还可以增加 C 轴和动力头刀架。更高级的机床还带有刀库,可控制 X,Z 和 A,C 多个坐标轴。如图 1-4 所示。

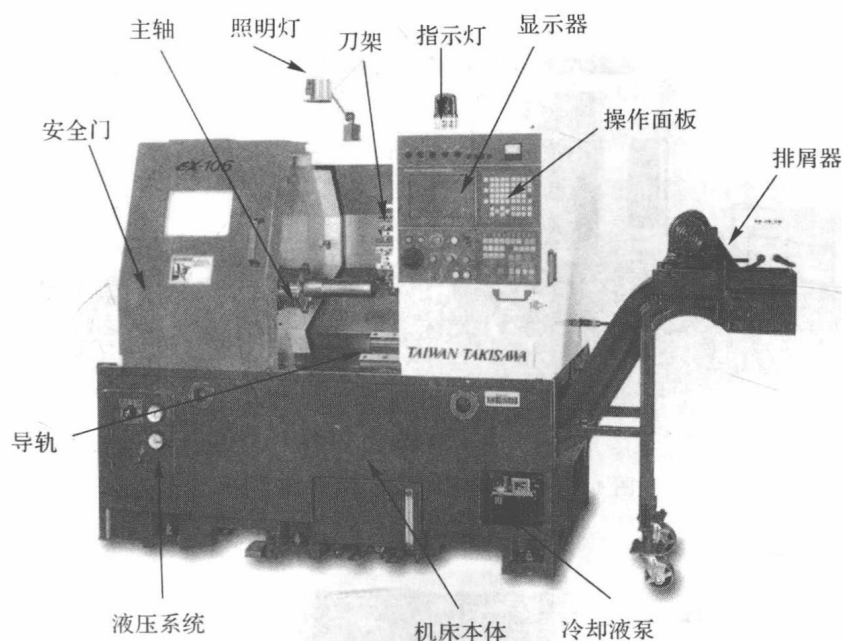


图 1-3 单刀架单主轴全功能卧式数控车床

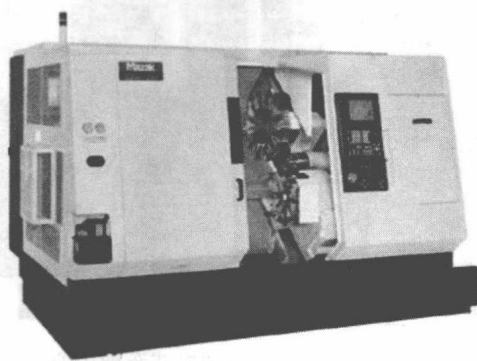


图 1-4 双刀架卧式车削中心

(二)按数控车床主轴位置分类

1. 立式数控车床

立式数控车床用于回转直径较大的盘类零件的车削加工。装载了 ATC 装置的 CNC 立式车床,可以对工件尺寸最大为 $\phi 1\,000 \times 1\,000$ 的大型零部件,或使用卧轴 CNC 车床不可能抓住的异型巨大零部件进行高效率的加工。通常有专用于车削和可以进行铣削、研磨等复合加工性能的两种机型,如图 1-5 所示。

2. 卧式数控车床

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。相对于立式数控车床来

说,卧式数控车床的结构形式较多、加工功能丰富、使用面广。随着数控技术的发展,数控车床的工艺和工序将更加复合化和集中化。即把各种工序(如车、铣、钻等)都集中在一台数控车床上来完成。目前国际上出现的双主轴结构就是这种构思的体现。如图 1-3、图 1-6 所示。

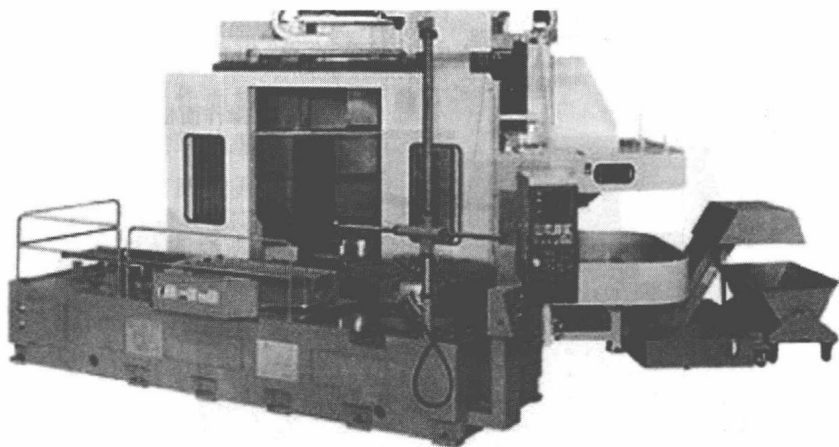


图 1-5 单刀架单主轴立式数控车床

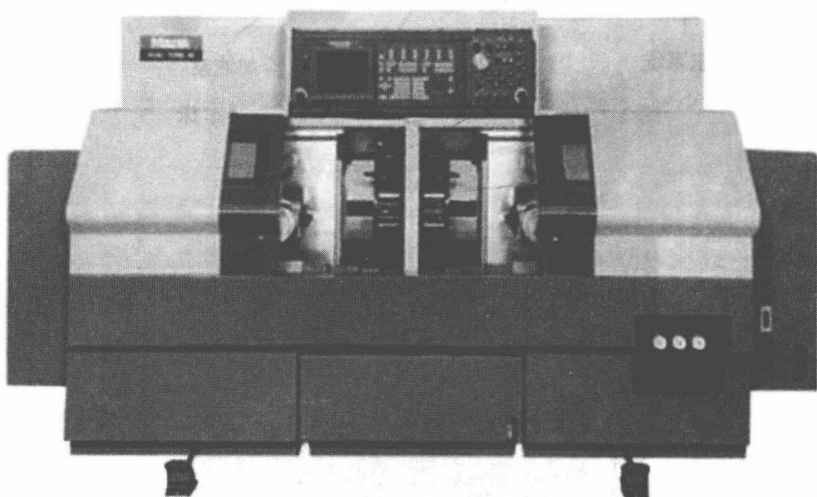


图 1-6 双主轴双刀架卧式车削中心

3. 单刀架数控车床

单刀架数控车床如图 1-3 所示。

4. 双刀架数控车床

双刀架数控车床如图 1-4、图 1-6 所示。

二、数控车床的结构特点

与普通车床相比,数控车床结构特点包括下面几个方面:

- (1)刚性高,采用高性能的主轴部件,传递功率大、抗振性好及热变形小。
- (2)传动链短,结构简单,传动精度高,一般采用滚珠丝杠副、直线滚动导轨副等。进给伺

服传动采用了高性能传动件。

(3)有较完善的刀具自动交换和管理系统。工件在车床上一次安装后,能自动地完成或接近完成工件各面的加工工序。

三、数控机床的组成结构

现代数控机床一般由输入/输出设备、控制介质、计算机数控装置(CNC)、伺服系统、可编程控制器(PLC)、电气控制装置、检测反馈系统和机床本体等部分组成。

1. 输入/输出设备

输入装置的作用是将程序载体上的数控代码变成相应的电脉冲信号,传送并存入计算机数控装置内。数控机床的输入装置有键盘、磁盘驱动器、RS232 串行通信口 MDI 等。

输出装置的作用是使数控系统通过显示器为操作人员提供必要的信息。最直观的输出装置是显示器,有 CRT 显示器或彩色液晶显示器两种。如图 1-7 所示。

2. 控制介质

控制介质即信息载体。要对数控机床进行控制,就必须在人和机床之间建立某种联系,这种联系的中间媒介物就是控制介质。

常用的控制介质有穿孔纸带、穿孔卡、磁盘、磁带、存储卡等等。

3. 计算机数控装置

计算机数控装置是数控机床的核心,它接受输入装置送来的数字化信息,经过控制软件和逻辑电路进行译码、运算和逻辑处理后,将各种指令信息输出给伺服系统,向伺服系统发出相应的脉冲信号,并通过伺服系统控制机床运动部件按加工程序指令运动。

4. 伺服系统

伺服系统包括伺服单元、伺服驱动装置(或执行机构)等,是数控系统的执行部分。其作用是把来自数控装置的脉冲信号转换成机床移动部件的运动。如图 1-8 所示。

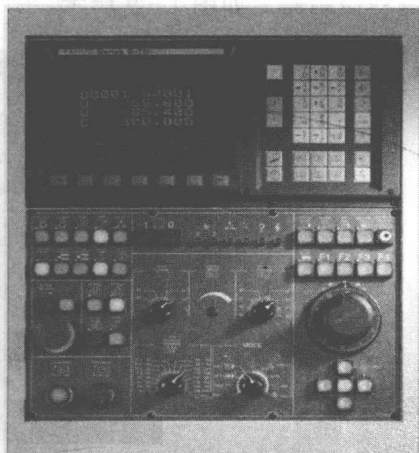


图 1-7 输入/输出设备

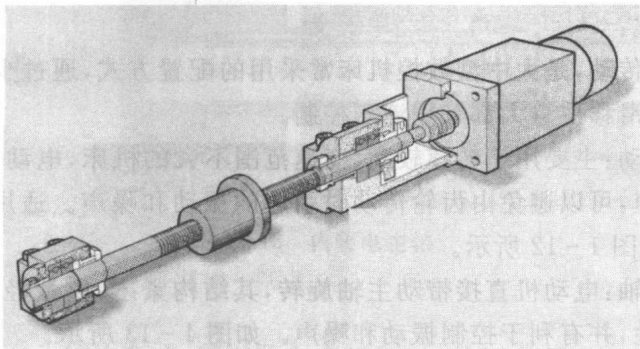


图 1-8 伺服系统

5. 可编程控制器及电气控制装置

可编程控制器与电气控制装置协调配合来共同完成数控机床的控制,其中计算机数控装置主要完成数字运算和管理等有关功能,如零件程序的编辑、插补运算、译码、位置伺服控制等。可编程控制器的作用是接收计算机数控装置的控制代码 M(辅助功能)、S(主轴转速)、T(选刀、换刀)等顺序动作信息,对顺序动作信息进行译码,转换成对应的控制信号,控制辅助动作。

用于数控机床的可编程控制器一般分为两类:一类是内装型可编程控制器,另一类是独立型可编程控制器。如图 1-9 所示。

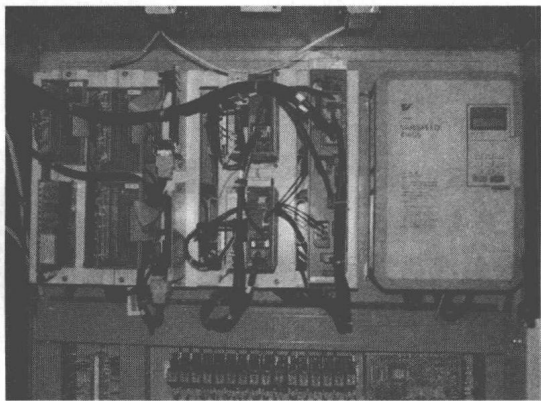


图 1-9 可编程控制器及电气控制装置

6. 检测反馈系统

检测反馈系统的作用是对机床的实际运动速度、方向、位移量以及加工状态加以检测,把检测结果转化为电信号反馈给数控装置,通过比较,计算出实际位置与指令位置之间的偏差,并发出纠正误差指令。位置检测主要使用感应同步器、磁栅、光栅、激光测距仪等。

7. 机床本体

机床本体是加工运动的实际机械部件,主要包括主运动部件、进给运动部件(如工作台、刀架)和支承部件(如床身、立柱等),还有冷却、润滑、转位部件(如夹紧、换刀机械手)等辅助装置。如图 1-10 所示。

8. 机床部件结构简介

(1) 主轴驱动形式:

1) 齿轮变速的主传动:是大中型数控机床常采用的配置方式,通过少数几对齿轮传动,扩大变速范围。齿轮的滑移位置大都采用液压控制。

2) 带传动的主传动:主要用于转速较高、变速范围不大的机床,电动机本身的调整就能满足要求,不用齿轮变速,可以避免由齿轮传动时引起的振动和噪声。适用于高速、低转矩特性的主轴。如图 1-11、图 1-12 所示。

3) 内装电动机主轴:电动机直接带动主轴旋转,其结构紧凑,质量轻,转动惯量小,可提高启动、停止的响应特性,并有利于控制振动和噪声。如图 1-13 所示。

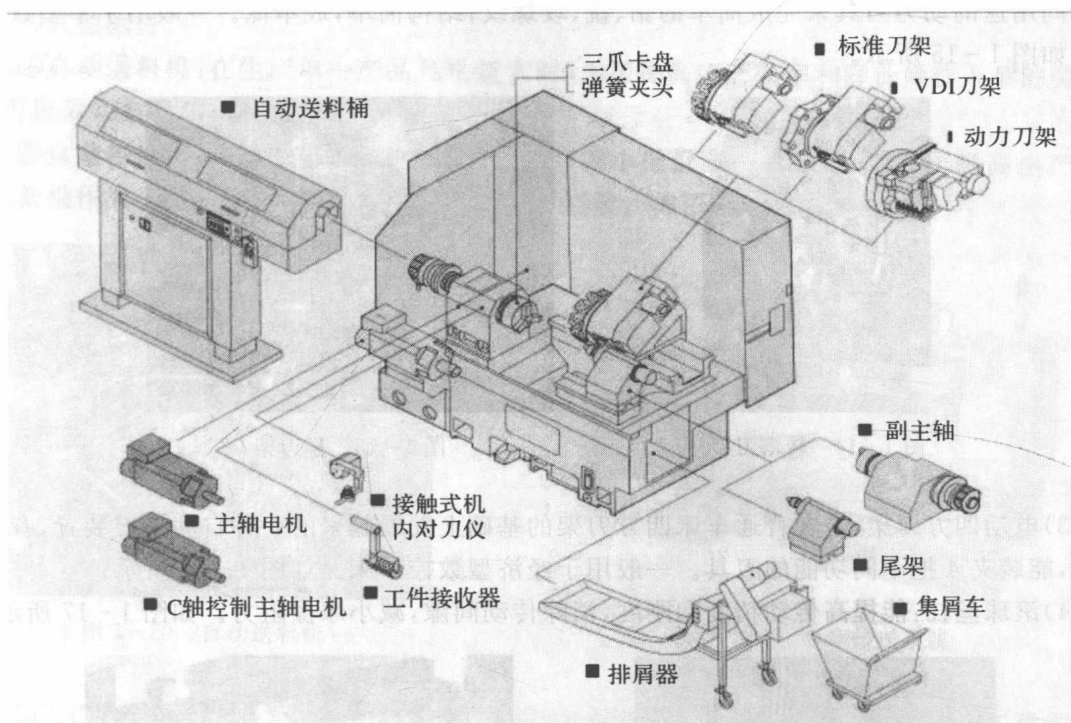


图 1-10 数控车床的机械结构

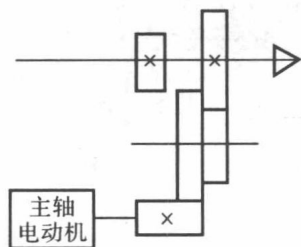


图 1-11 齿轮变速的主传动

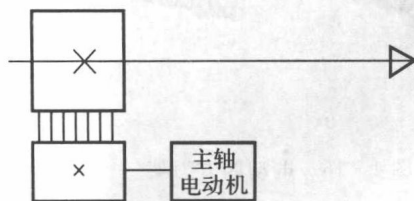


图 1-12 带传动的主传动

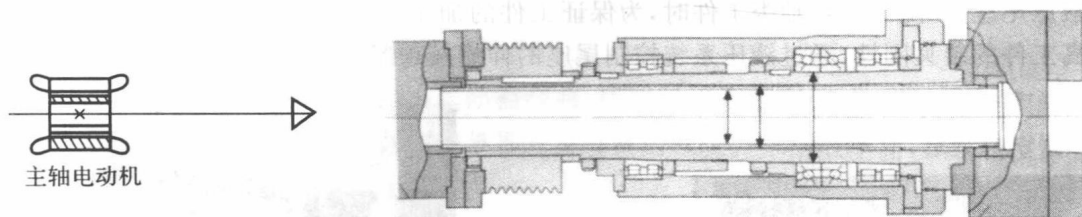


图 1-13 内装电主轴

(2)运动部件:

1)转塔刀架:具有多种结构形式,可以装夹多把刀具,使用方便,换刀时间较短,刀具存储较多且安全可靠。如图 1-14 所示。

2)排刀架:刀具布置和机床调整较方便;如使用快换台板可以实现机外对刀预调;可以安

装不同用途的动力刀具来完成简单的钻、铣、攻螺纹;结构简单,成本低。一般用于小型数控车床。如图 1-15 所示。

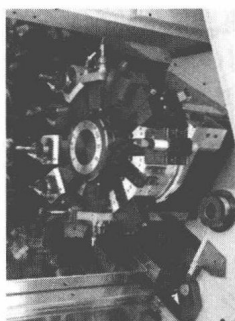


图 1-14 转塔刀架

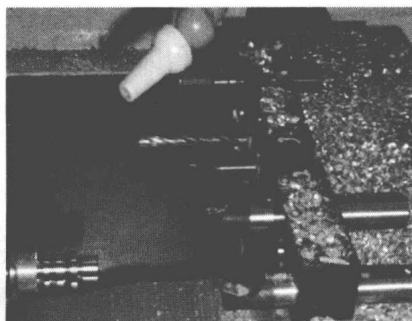


图 1-15 排刀架

3) 电动四方刀架: 是在普通车床四方刀架的基础上发展起来的一种自动换刀装置, 有 4 个刀位, 能装夹 4 把不同功能的刀具。一般用于经济型数控车床。如图 1-16 所示。

4) 滚珠丝杠: 能提高传动精度和刚度, 消除传动间隙, 减小摩擦阻力。如图 1-17 所示。

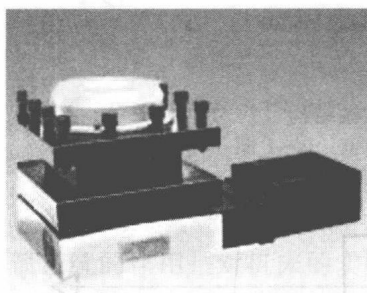


图 1-16 电动四方刀架

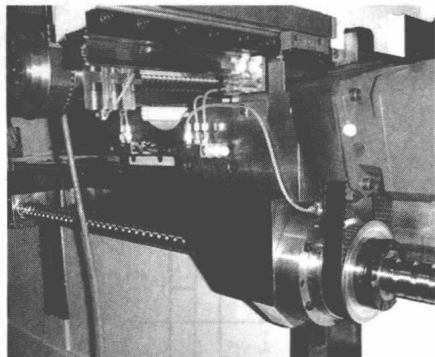


图 1-17 滚珠丝杠

5) 液压中心架: 在加工细长轴类工件时, 起到辅助支撑的作用, 以提高轴类加工的刚性, 从而保证工件的加工精度。如图 1-18 所示。

6) 液压尾座: 在加工较长轴类工件时, 为保证工件的加工精度, 采用一夹一顶或两顶尖装夹以提高工件的装夹刚性, 通过液压系统控制尾座的伸缩及顶紧压力。如图 1-19 所示。

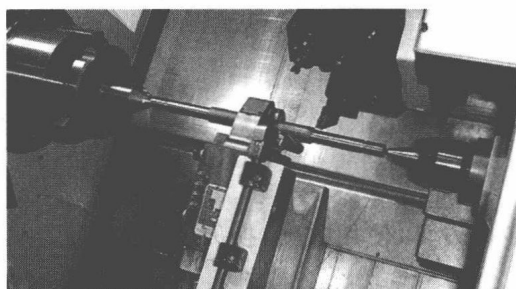


图 1-18 液压中心架

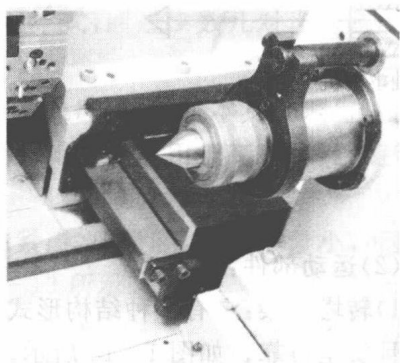


图 1-19 液压尾座

7)其他附件。

①自动送料机:在生产单一产品且批量大时,为了提高生产效率和降低操作人员的劳动强度,可以采用自动送料机。如图 1-20 所示。

②自动传送系统:在单一产品批量生产,或单件小批量多品种加工时,为了提高生产效率和降低操作人员的劳动强度,可以采用自动传送系统。如图 1-21 所示。

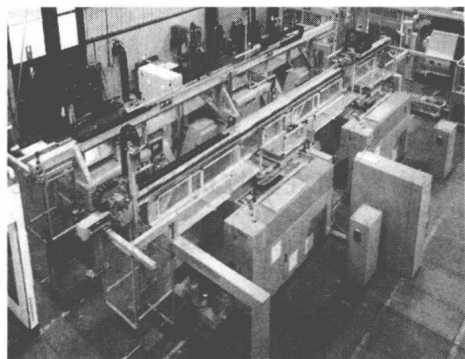


图 1-20 自动送料机

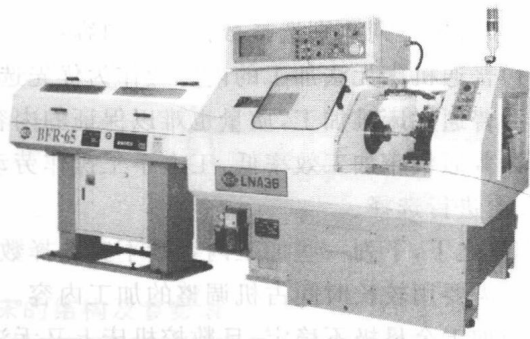


图 1-21 自动传送系统

③工件装卸机器人:为了提高生产效率和降低操作人员的劳动强度,可以使用工件装卸机器人。如图 1-22 所示。

四、数控车床的主要加工对象

1. 精度要求高的回转类零件

由于数控车床刚性好,制造和对刀精度高,以及能方便和精确地进行人工补偿和自动补偿,所以能加工尺寸精度要求高的零件。

2. 表面形状复杂的回转体零件

由于数控车床具有直线和圆弧插补功能,所以可以车削由任意直线和圆弧组成的形状复杂的回转体零件。

3. 带特殊螺纹的回转体零件

由于数控车床的进给运动是由程序控制的,所以可以车削任意导程的直、锥和端面螺纹,还能车削变导程以及要求等导程和变导程光滑过渡的螺纹。车削效率高,螺纹精度高,表面粗糙度小。

4. 表面粗糙度要求高的回转体零件

在材质、精车余量和刀具已选定的情况下,表面粗糙度取决于进给量和切削速度。数控车床具有恒线速度切削功能,能加工出表面粗糙度值小而均匀的零件,可以根据表面粗糙度的要求选用不同的进给量和切削速度。



图 1-22 工件装卸机器人

五、数控车床加工工艺的主要内容

工艺规程是工人在加工时的技术指导文件。数控车床受控于程序指令,加工的全过程都

是按程序指令自动进行的。数控加工程序根据数控加工工艺规程编制,因此,数控车床加工程序与普通车床工艺规程有较大差别,涉及的内容也较广。数控车床加工规程不仅要包括零件的车削工艺过程,而且还包括切削用量、走刀路线、刀具尺寸以及车床的运动过程。因此,要求编程人员应熟悉数控车床的性能、特点、运动方式、刀具系统、切削规范以及工件的装夹方法等。工艺方案的好坏不仅影响车床效率的发挥,而且将直接影响到零件的加工质量。

1. 数控加工内容的选择

一般可按下列原则选择数控加工内容:

- (1)普通机床无法加工的内容应作为优先选择内容。
- (2)普通机床难加工,质量也难以保证的内容应作为重点选择内容。
- (3)普通机床加工效率低,工人手工操作劳动强度大的内容,可在数控机床尚有加工能力的基础上进行选择。

相比之下,下列一些加工内容则不宜选择数控加工:

- (1)需要用较长时间占机调整的加工内容。
- (2)加工余量极不稳定,且数控机床上又无法自动调整零件坐标位置的加工内容。
- (3)不能在一次安装中加工完成的零星分散部位,采用数控加工很不方便,效果不明显,可以安排普通机床补充加工。

此外,在选择数控加工内容时,还要考虑生产批量、生产周期、工序间周转情况等因素,要尽量合理使用数控机床,达到产品质量、生产率及综合经济效益等指标都明显提高的目的,要防止将数控机床降格为普通机床使用。

2. 数控车床加工工艺

- (1)选择适合在数控车床上加工的零件,确定工序内容。
- (2)分析被加工零件的图纸,明确加工内容及技术要求。
- (3)确定零件的加工方案,制定数控加工工艺路线,如划分工序、安排加工顺序、处理非数控加工工序的衔接等。
- (4)加工工序的设计,如选取零件的定位基准、装夹方案的确定、工步划分、刀具选择和确定切削用量等。
- (5)对零件图纸的数学处理,如计算基点坐标、节点坐标、辅助坐标等。
- (6)编写加工程序单,以及数控加工程序的调整,如选取对刀点和换刀点、进退刀位置,确定刀具补偿参数及制定加工路线等。
- (7)程序的编写、校验与修改,检查程序、参数的正误。
- (8)首件试切加工与现场问题处理。
- (9)数控加工工艺文件的定型与归档。

3. 数控加工工艺编程过程

一般来说,首先根据零件图的要求进行图样分析,明确零件的尺寸精度、形状位置精度、表面粗糙度以及技术要求等;分析确定毛坯,采用何种设备进行加工,夹具的选择、刀具的选择、工序的安排;将图样尺寸、进退刀位置等通过数字计算,转换为编程加工的参数;再按照程序编制的规则,编写程序;然后输入数控系统,制备控制介质,方便后续操作;最后通过程序校验、调整、修改,进行零件试切加工,检测无误后即可正式生产。

基本步骤如图 1-23 所示。

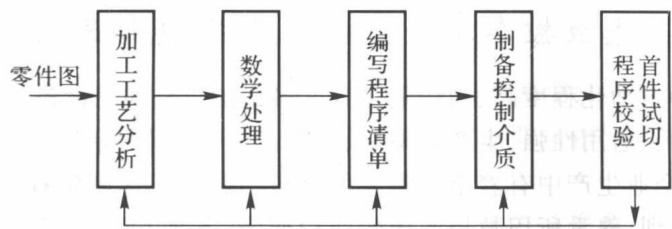


图 1-23 数控加工工艺编程过程

 课内练习

1. 参观企业或学校的数控车间,分组记录 3 种数控车床的规格参数、机床各部件结构,见表 1-1。

表 1-1 数控机床的结构及参数表

序号	机床相关信息		参数	参数	参数
1	机床型号				
2	使用何种数控系统				
3	主轴控制系统	动力源			
4		主轴锥孔规格			
5		主轴变速方式			
6		主轴变速范围			
7	进给控制系统	动力源			
8		进给速度范围			
9		快速移动速度			
10		定位精度			
11		重复定位精度			
12	液压系统	工作台规格(X/Y/Z行程)			
13		额定压力			
14		液压控制工作内容			
15	气压系统	额定压力			
16		气压控制工作内容			
17	其他结构	刀架(刀库)			
18		其他附件			

2. 分小组使用多媒体做报告,现场讲解一台数控车床的结构、功能,小组互评,教师点评及总结。