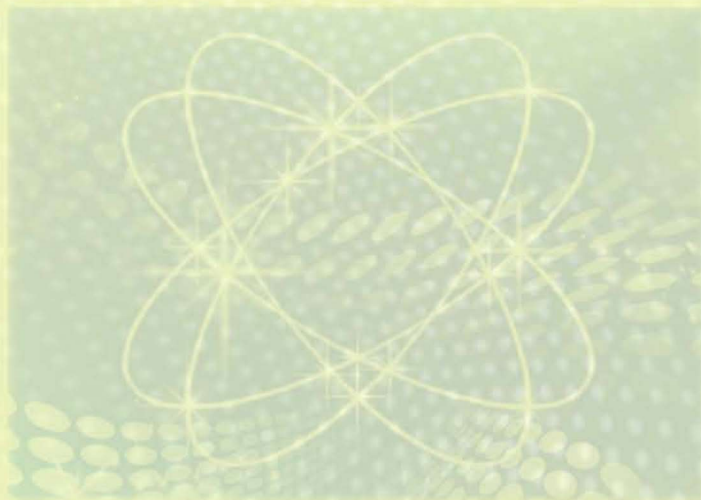


典型零件车削编程与加工

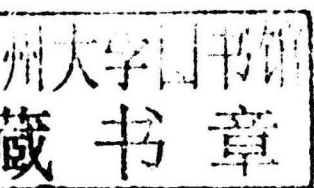
辛志伟 主编



兰州大学出版社

典型零件车削编程与加工

主 编:辛志伟
参 编:张彪元 雷 晋 陈巧玲
主 审:郭雪林



兰州大学出版社
二〇一二年六月

图书在版编目(CIP)数据

典型零件车削编程与加工/辛志伟主编. —兰州:
兰州大学出版社, 2012. 8
ISBN 978-7-311-03948-6

I. ①典… II. ①辛… III. ①机械元件—数控机床—
车床—程序设计—中等专业学校—教材②机械元件—数控
机床—车床—车削—中等专业学校—教材 IV. ①
TH13②TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 204203 号

责任编辑 郝可伟
封面设计 张友乾

书 名	典型零件车削编程与加工
作 者	辛志伟 主编
审 订	郭雪林
出版发行	兰州大学出版社 (地址: 兰州市天水南路 222 号 730000)
电 话	0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心) 0931-8914298(读者服务部)
网 址	http://www.onbook.com.cn
电子信箱	press@lzu.edu.cn
印 刷	兰州新文印刷有限责任公司
开 本	787 mm × 1092 mm 1/16
印 张	7.5
字 数	170 千
版 次	2012 年 8 月第 1 版
印 次	2012 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-311-03948-6
定 价	13.50 元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

编写说明

《典型零件车削编程与加工》是根据国家示范性中职学校教学改革任务项目式教学要求,以项目为载体,按照实际工作过程展开教学的项目驱动式实训教材,教材设计了从数控车床基本结构认识到数控车床典型零件加工共计十五个项目,阐述了数控车削类典型零件从“图样”到“产品”全部工作过程所需的知识、技能及职业素质要求。每个项目按照“知识链接”、“项目分析”、“项目实施”、“项目评价”方式展开,有效地将完成项目所应用的理论知识点融入各项目任务操作过程中,真正做到了理实一体,与每一项目配套的十五个实训任务设计明确、可操作性强,符合机械生产加工顺序,涵盖外圆、端面、台阶、内孔、圆锥、圆弧、沟槽、螺纹、特形面等表面加工以及轴类件、配合件、轴套等复杂零件加工项目。

本书的主要特色是改变了传统教材的知识组织构架,采用了更适宜中等职业学校技能培养的知识技能组织架构形式,力求简明实用。本书采用十五个大的项目串接所要掌握的知识,内容由浅入深,循序渐进。全书围绕数控车床的操作、典型零件的车削加工工艺展开教学,以实际零件的车削加工过程为主线,通过典型零件工艺分析和加工过程,达到理论与生产实际相结合、技能训练与职业岗位相结合的目的,体现职业教育工学结合的特色。

本书在编写时主要考虑了以下几个方面:

第一,改变学科知识系统化的课程观,以工作过程系统化的课程观统领全书知识结构,对数控车床、数控编程、数控加工工艺、数控刀具等四门课程的内容进行整合重构,形成接近于工厂加工实际的实操教学内容,有效缩短了实训教学与就业岗位之间的距离。

第二,每个项目均使用典型零件的编程与加工过程作为项目载体,以工作任务为中心,以工作过程为主线,由易到难、由浅入深、循序渐进,充分体现典型性、真实性和完整性。

本书由甘肃省张掖市职业中专辛志伟主编,张彪元、雷晋、陈巧玲参编。张掖市职业中专副校长郭雪林任编审,对书稿体例、架构、文字提出了宝贵意见,谨在此致以衷心的感谢!

本书适用于中职学校机械制造、数控、模具、计算机辅助制造、机电一体化等专业,也可作为应用型本科、高职院校、成人教育、函授学院、岗位培训班的教材以及机械行业企业技术

人员的参考书。

本书建议学时192学时,具体分配参考如下:

项 目	建议学时
项目一:认识数控车床	6
项目二:数控车床的坐标系	4
项目三:数控车床的基本操作技术	8
项目四:华中数控系统程序格式	4
项目五:数控工艺文件	8
项目六:简单台阶轴(直线轮廓类)的车削编程与加工	8
项目七:台阶轴(圆弧轮廓类)的车削编程与加工	8
项目八:带沟槽零件的车削编程与加工	8
项目九:倒角、锥面的车削编程与加工	8
项目十:三角外螺纹的车削编程与加工	8
项目十一:轴套类零件的车削编程与加工	8
项目十二:中等复杂程度轴类零件的车削编程与加工	12
项目十三:抛物线轮廓类零件的车削编程与加工	12
项目十四:双曲线轮廓类零件的车削编程与加工	12
项目十五:轴套类配合件的车削编程与加工	16
综合实操练习汇编	52
合计	192

编 者
二〇一二年六月

目 录

上篇 数控车床基本知识

项目一 认识数控车床 3

 一、数控车床的种类 3

 二、数控车床的结构组成 4

 三、数控车床的性能指标 5

 四、数控车床的特点 6

 五、数控车床的操作面板 7

项目二 数控车床的坐标系 10

 一、机床坐标轴 10

 二、机床坐标系、机床零点和机床参考点 11

 三、工件坐标系、程序原点和对刀点 12

项目三 数控车床的基本操作技术 13

 一、车床基本操作 13

 二、坯料、刀具的装夹 15

 三、数控车床对刀操作技术 15

项目四 华中数控系统程序格式 16

 一、指令字的格式 16

 二、程序段的格式 17

 三、程序的一般结构 17

 四、程序的文件名 18

 五、HNC-21T/22T数控系统的编程指令体系 18

项目五 数控工艺文件 21

 一、工序卡 21



二、数控刀具调整单 21

三、数控加工程序单 22

中篇 简单轴类件、盘套类零件的车削编程与加工

项目六 简单台阶轴(直线轮廓类)的车削编程与加工 27

 一、知识链接 27

 二、项目分析 30

 三、项目实施 31

 四、项目评价 33

 五、实操作业 34

项目七 台阶轴(圆弧轮廓类)的车削编程与加工 35

 一、知识链接 35

 二、项目分析 37

 三、项目实施 38

 四、项目评价 38

 五、实操作业 39

项目八 带沟槽零件的车削编程与加工 40

 一、知识链接 40

 二、项目分析 41

 三、项目实施 42

 四、项目评价 43

 五、实操作业 44

项目九 倒角、锥面的车削编程与加工 45

 一、知识链接 45

 二、项目分析 48

 三、项目实施 49

 四、项目评价 50

 五、实操作业 51

项目十 三角外螺纹的车削编程与加工 52

 一、知识链接 52

 二、项目分析 58

三、项目实施	59
四、项目评价	63
五、实操作业	64
项目十一 轴套类零件的车削编程与加工	65
一、知识链接	65
二、项目分析	67
三、项目实施	67
四、项目评价	70
五、实操作业	71

下篇 复杂轴类、盘套类零件的车削编程与加工

项目十二 中等复杂程度轴类零件的车削编程与加工	75
一、知识链接	75
二、项目分析	79
三、项目实施	80
四、项目评价	80
五、实操作业	82
项目十三 抛物线轮廓类零件的车削编程与加工	83
一、知识链接	83
二、项目分析	86
三、项目实施	86
四、项目评价	88
项目十四 双曲线轮廓类零件的车削编程与加工	89
一、知识链接	89
二、项目分析	90
三、项目实施	90
四、项目评价	92
项目十五 轴套类配合件的车削编程与加工	93
一、知识链接	94
二、项目分析	97
三、项目实施	98



四、项目评价 99

附录 实操练习汇编 101

2012年甘肃省中等职业学校技能大赛样题1 101

2012年甘肃省中等职业学校技能大赛样题2 102

2012年甘肃省中等职业学校技能大赛样题3 104

2011年甘肃省中等职业学校技能大赛样题1 106

2011年甘肃省中等职业学校技能大赛样题2 108

2011年甘肃省中等职业学校技能大赛样题3 110

上篇 数控车床基本知识

- 项目一 认识数控车床
- 项目二 数控车床的坐标系
- 项目三 数控车床的基本操作技术
- 项目四 华中数控系统程序格式
- 项目五 数控工艺文件

项目一 认识数控车床

知识目标

1. 了解数控车床的种类,掌握其结构组成。

技能目标

1. 熟悉华中数控车床 CK6143 的面板操作技术。

一、数控车床的种类

(一) 按车床主轴位置分类

1. 卧式数控车床

卧式数控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。

2. 立式数控车床

立式数控车床简称为数控立车,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。这类车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。

(二) 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。

(三) 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,这种数控机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。

二、数控机床的结构组成

(一) 车床结构

数控机床一般由输入/输出设备、CNC装置(或称CNC单元)、伺服单元、驱动装置(或称执行机构)、可编程控制器(PLC)及电气控制装置、辅助装置、车床本体及测量反馈装置组成。图1-1是数控机床的组成框图。

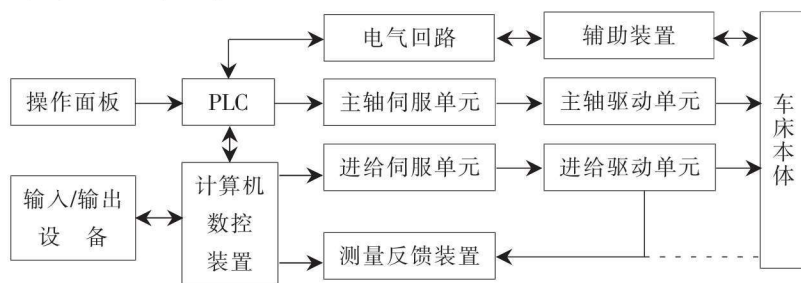


图1-1 数控机床的组成

1. 车床本体

数控车床的车床本体与传统车床相似,由主轴传动装置、进给传动装置、床身、工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等组成。但数控车床在整体布局、外观造型、传动系统、刀具系统的结构以及操作机构等方面都已发生了很大的变化,这种变化的目的是满足数控车床的要求和充分发挥数控车床的特点。

2. CNC单元

CNC单元是数控车床的核心,CNC单元由信息的输入、处理和输出三个部分组成。CNC单元接受数字化信息,经过数控装置的控制软件和逻辑电路进行译码、插补、逻辑处理后,将各种指令信息输出给伺服系统,伺服系统驱动执行部件做进给运动。

3. 输入/输出设备

输入装置是将各种加工信息传递于计算机的外部设备。在数控车床产生初期,输入装置为穿孔纸带,现已淘汰,后发展成盒式磁带,再发展成键盘、磁盘等便携式硬件,极大地方便了信息输入工作,现通用DNC网络通讯串行通信的输入方式。

输出指输出内部工作参数(含车床正常、理想工作状态下的原始参数,故障诊断参数等),一般在车床初始工作状态需输出这些参数作记录保存,待工作一段时间后,再将输出与原始资料作比较、对照,可帮助判断车床工作是否维持正常。

4. 伺服单元

伺服单元由驱动器、驱动电机组成,并与车床上的执行部件和机械传动部件组成数控车床的进给系统。它的作用是把来自数控装置的脉冲信号转换成车床移动部件的运动。对步进电机来说,每一个脉冲信号使电机转过一个角度,进而带动车床移动部件移动一个微小距离。每个进给运动的执行部件都有相应的伺服驱动系统,整个车床的性能主要取决于伺服系

统。

5. 驱动装置

驱动装置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车床,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。和伺服单元相对应,驱动装置有步进电机、直流伺服电机和交流伺服电机等。

伺服单元和驱动装置可合称为伺服驱动系统,它是车床工作的动力装置,CNC装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施。所以,伺服驱动系统是数控车床的重要组成部分。

6. 可编程控制器

可编程控制器 (PC, Programmable Controller) 是一种以微处理器为基础的通用型自动控制装置,专为在工业环境下应用而设计。由于最初研制这种装置的目的是解决生产设备的逻辑及开关控制,故把称它为可编程逻辑控制器(PLC, Programmable Logic Controller)。当 PLC 用于控制车床顺序动作时,也可称为编程车床控制器 (PMC, Programmable Machine Controller)。PLC 已成为数控车床不可缺少的控制装置。CNC 和 PLC 协调配合,共同完成对数控车床的控制。

7. 测量反馈装置

测量装置也称反馈元件,包括光栅、旋转编码器、激光测距仪、磁栅等。通常安装在车床的工作台或丝杠上,它把车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,以控制车床向消除该误差的方向移动。

(二) 工作原理

使用数控车床时,首先要将被加工零件图纸的几何信息和工艺信息用规定的代码和格式编写成加工程序;然后将加工程序输入数控装置,按照程序的要求,经过数控系统信息处理、分配,使各坐标移动若干个最小位移量,实现刀具与工件的相对运动,完成零件的加工。

三、数控车床的性能指标

(一) 主要规格尺寸

数控车床的规格尺寸主要有床身与刀架最大回转直径、最大车削长度、最大车削直径等。

(二) 主轴系统

数控车床主轴采用直流或交流电动机驱动,具有较宽调速范围和较高回转精度,主轴本身刚度与抗震性比较好。现在数控车床主轴普遍达到 5 000~10 000 r/min 甚至更高的转速,对提高加工质量和加工各种小孔极为有利;主轴可以通过操作面板上的转速倍率开关调整转速;在加工端面时主轴具有恒线速度切削功能(恒线速单位:mm/min),是衡量车床的重要性能指标之一。

(三) 进给系统

该系统有进给速度范围、快速(空行程)速度范围、运动分辨率(最小移动增量)、定位精度和螺距范围等主要技术参数。

进给速度是影响加工质量、生产效率和刀具寿命的主要因素,直接受到数控装置运算速度、车床运动特性和工艺系统刚度限制。数控车床的进给速度可达到10~30 m/min,其中最大进给速度为加工的最大速度,最大快进速度为不加工时移动的最快速度,进给速度可通过操作面板上的进给倍率开关调整。

脉冲当量(分辨率)是CNC重要的精度指标。有两个方面的内容:一是车床坐标轴可达到的控制精度(可以控制的最小位移增量),表示CNC每发出一个脉冲时坐标轴移动的距离,称为实际脉冲当量或外部脉冲当量;二是内部运算的最小单位,称为内部脉冲当量,一般内部脉冲当量比实际脉冲当量设置得要小,为的是在运算过程中不损失精度,数控系统在输出位移量之前,自动将内部脉冲当量转换成外部脉冲当量。

实际脉冲当量决定于丝杠螺距、电动机每转脉冲数及机械传动链的传动比,其计算公式为:

$$\text{实际脉冲当量} = \text{传动比} \times \frac{\text{丝杠螺距}}{\text{电动机每转脉冲数}}$$

数控车床的加工精度和表面质量取决于脉冲当量数的大小。普通数控车床的脉冲当量一般为0.001 mm,简易数控车床的脉冲当量一般为0.01 mm,精密或超精密数控车床的脉冲当量一般为0.0001 mm,脉冲当量越小,数控车床的加工精度和表面质量越高。

定位精度是指数控车床各移动轴在确定的终点所能达到的实际位置精度,其误差称为定位误差。定位误差包括伺服系统、检测系统、进给系统等误差,还包括移动部件导轨的几何误差等。它将直接影响零件加工的精度。

重复定位精度是指在数控车床上,反复运行同一程序代码,所得到的位置精度的一致程度。重复定位精度受伺服系统特性、进给传动环节的间隙与刚性以及摩擦特性等因素的影响。一般情况下,重复定位精度是呈正态分布的偶然性误差,它影响一批零件加工的一致性,是一项非常重要的精度指标。一般数控车床的定位精度为0.001 mm,重复定位精度为0.005 mm。

(四) 刀具系统

数控车床的刀具系统包括刀架工位数、工具孔直径、刀杆尺寸、换刀时间、重复定位精度等各项内容。加工中心刀库容量与换刀时间直接影响其生产率,换刀时间是指自动换刀系统将主轴上的刀具与刀库刀具进行交换所需要的时间,换刀一般可在5~20 s的时间内完成。

数控车床性能指标还有电机、冷却系统、车床外形尺寸、车床重量等。

四、数控车床的特点

与普通车床相比,数控车床具有以下几个特点:

(一) 适应性强

由于数控车床能够实现多个坐标的联动,所以数控车床能加工形状复杂的零件,特别是对于可用数学方程式和坐标点表示的零件,加工非常方便。更换加工零件时,数控车床只需更换零件加工的NC程序。

(二) 加工质量稳定

对于同一批零件,由于使用同一车床和刀具及同一加工程序,刀具的运动轨迹完全相同,这就保证了零件加工的一致性,且质量稳定。

(三) 效率高

数控车床的主轴转速及进给范围比普通车床大。目前数控车床最高进给速度可达到100 m/min以上,最小分辨率达0.01 μm 。一般来说,数控车床的生产能力约为普通车床的3倍,甚至更高。数控车床的时间利用率高达90%,而普通车床仅为30%~50%。

(四) 精度高

数控车床有较高的加工精度,一般在0.005 mm~0.1 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。因此,数控车床的定位精度比较高。

(五) 减轻劳动强度

在输入程序并启动后,数控车床就自动地连续加工,直至完毕。这样就简化了工人的操作,使劳动强度大大降低。

数控车床还有能实现复杂的运动、产生良好的经济效益、利于生产管理现代化等特点。

五、数控车床的操作面板

HNC-21T/22T采用彩色LCD液晶显示器,内置式PLC,可与多种伺服驱动单元配套使用。具有开放性好、结构紧凑、集成度高、可靠性好、性能价格比高、操作维护方便等特点。

(一) 操作台结构

HNC-21T/22T世纪星车床数控装置操作台为标准固定结构,如图1-2所示,其结构美观、体积小,外形尺寸为420 mm×310 mm×110 mm($W\times H\times D$)。

(二) 显示器

操作台的左上部为7.7英寸彩色液晶显示器(分辨率为640×480),用于汉字菜单、系统状态、故障报警的显示和加工轨迹的图形仿真。

(三) NC键盘

NC键盘包括精简型MDI键盘和F1~F10十个功能键。

标准化的字母数字式MDI键盘介于显示器和“急停”按钮之间,其中的大部分键具有上挡键功能,当“Upper”键有效时(指示灯亮),输入的是上挡键。

NC键盘用于零件程序的编制、参数输入、MDI及系统管理操作等。F1~F10十个功能键位于显示器的正下方。

(四) 车床控制面板MCP

标准车床控制面板的大部分按键(除“急停”按钮外)位于操作台的下部。

“急停”按钮位于操作台的右上角。

车床控制面板用于直接控制车床的动作或加工过程。



MPG手持单元由手摇脉冲发生器、坐标轴选择开关组成，用于手摇方式增量进给坐标

HNC-21T 的软件操作界面如图1-3所示。其界面由如下几个部分组成:

