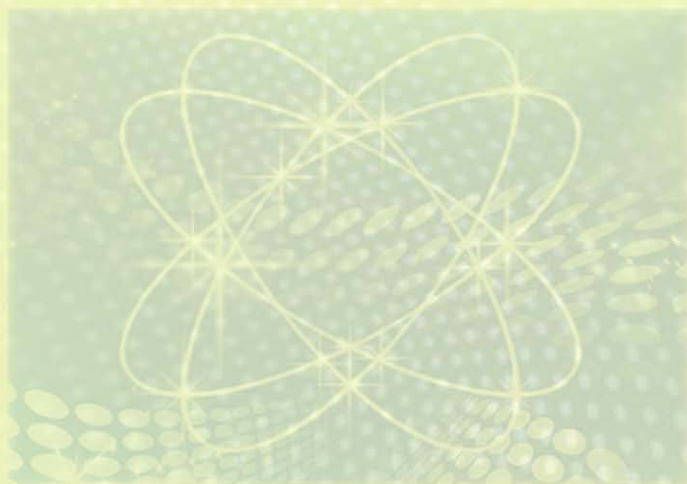


# 数控车教程

徐红波 主编



浙江工商大学出版社

# 数控车教程

徐红波 主编



浙江工商大学出版社  
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

## 图书在版编目(CIP)数据

数控车教程 / 徐红波主编. —杭州: 浙江工商大学出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-5178-0277-8

I. ①数… II. ①徐… III. ①数控机床—车床—中等专业学校—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 010303 号

## 数控车教程

徐红波 主编 邢巧兰 金建生 副主编

---

责任编辑 杜功元 陈晓雯

封面设计 王妤驰

责任印制 包建辉

出版发行 浙江工商大学出版社

(杭州市教工路 198 号 邮政编码 310012)

(E-mail: zjgsupress@163.com)

(网址: <http://www.zjgsupress.com>)

电话: 0571-88904980, 88831806(传真)

排 版 杭州朝曦图文设计有限公司

印 刷 杭州五象印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 6.5

字 数 150 千

版 印 次 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5178-0277-8

定 价 13.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江工商大学出版社营销部邮购电话 0571-88904970

# 目 录

## CONTENTS

<b>第一章 数控车床入门知识</b> .....	001
项目一 参观数控车床、了解数控刀具和学生实习作品 .....	001
项目二 数控车床简介 .....	003
项目三 数控车削加工准备 .....	007
项目四 典型产品数控车床加工过程 .....	009
<b>第二章 数控车床的基本操作</b> .....	013
项目一 FANUC 0i Mate—TC 数控车床的面板操作 .....	013
项目二 刀具安装、工件装夹和对刀实训 .....	018
<b>第三章 数控车床编程知识</b> .....	022
项目一 数控车床常用指令 .....	022
项目二 圆弧指令(G02、G03)的编程 .....	025
项目三 圆锥的数值计算 .....	028
项目四 轮廓粗车、精车循环指令编程 .....	032
项目五 过象限圆弧工件的加工 .....	035
项目六 槽类工件的编程加工 .....	040
项目七 螺纹工件的编程加工 .....	045
<b>第四章 数控车床初级工训练</b> .....	051
项目一 简单台阶轴的加工 .....	051
项目二 带圆弧的简单轴类工件加工 .....	055
项目三 简单两头轴类工件加工 .....	059
项目四 带锥面工件的加工 .....	063
项目五 数控车床初级工训练件加工 .....	067
<b>第五章 数控车床中级训练</b> .....	071
项目一 简单轴类工件的加工 .....	071

项目二	一般轴类工件及外螺纹的加工 .....	075
项目三	球头类工件的加工 .....	079
项目四	凹圆弧面轴类工件的加工 .....	083
项目五	复杂轴类工件的加工 .....	087
<b>附录</b>	<b>数控车床中级工考工题库训练 .....</b>	<b>091</b>
项目一	数控车床中级工技能考核题 1 .....	091
项目二	数控车床中级工技能考核题 2 .....	093
项目三	数控车床中级工技能考核题 3 .....	095
项目四	数控车床中级工技能考核题 4 .....	097
项目五	数控车床中级工技能考核题 5 .....	099

# 第一章 数控车床入门知识

本项目主要介绍常见的数控车床、数控车床刀具、数控车床的坐标系、数控车床车削加工工艺、典型产品数控加工过程及文明生产与安全操作规程等内容,本项目的训练任务如下。

## 项目一 参观数控车床、了解数控刀具和学生实习作品

### 【知识目标】

了解数控车床刀具的种类。  
了解数控车床擅长加工工件的形状。

### 【技能目标】

了解数控车床加工工件所用刀具。

### 【任务引入】

#### 练习 数控车床刀具的常用种类

如图 1-1-1 所示,根据该工件切削表面应如何选用车刀。

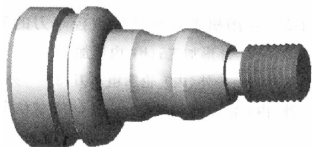


图 1-1-1 数控车床的加工工件

## 【必备知识】

### 1. 数控车床

数控车床分为经济型数控车床、全功能数控车床和车削中心 3 类,其外形图如图 1-1-2 所示。

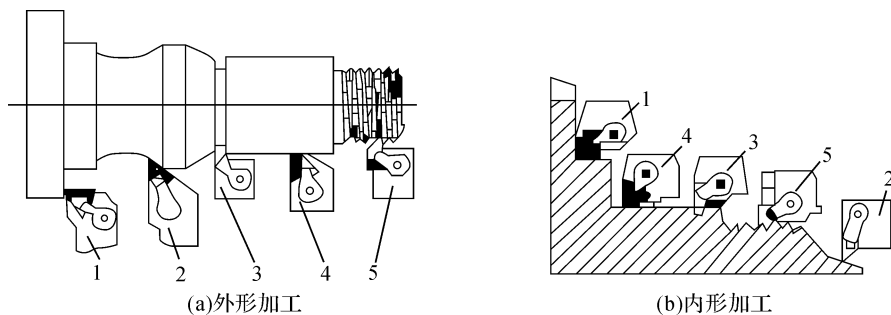


图 1-1-2 数控车床

### 2. 数控车床常用刀具的种类

刀具的选择是数控车削加工最重要的内容之一,数控车削过程中使用的刀具不同于传统车削加工的普通车刀,对刀具提出了更高的要求。不仅要求其刚性好、切削性能好、耐用度高,而且要求安装、调整、刃磨方便,断屑及排屑性能好。因此,数控车床加工中常使用标准的机夹式可转位车刀,其主要目的是对刀便捷,缩短辅助时间,有利于加工的规范性。

根据工件被加工表面的不同,常用的机夹式可转位车刀可分为外圆车刀、内孔车刀、端面车刀、切槽车刀和螺纹车刀等,如图 1-1-3 所示。



1—外(内)端面车刀;2—外(内)轮廓粗车刀;3—外(内)切槽车刀;4—外(内)轮廓精车刀;5—外(内)螺纹车刀

图 1-1-3 常用机夹式可转位数控车刀的类型

### 3. 历届同学的实习工件和生产作品,如图 1-1-4 所示。

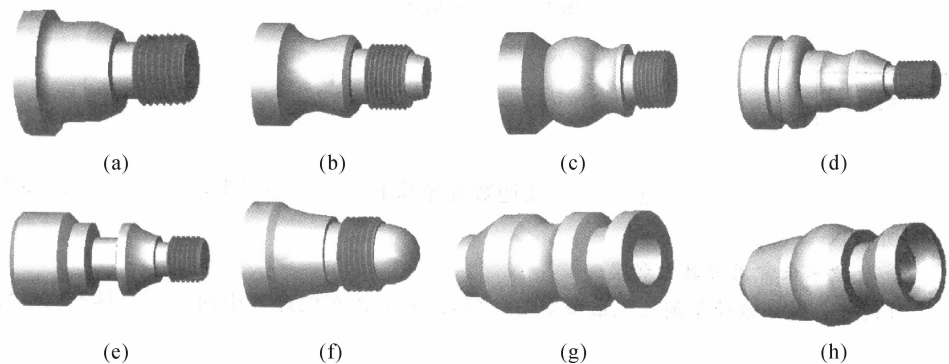


图 1-1-4 学生的实习作品

## 【任务实施】

### 练习 数控车床刀具的常用种类

如图 1-1-1 所示,根据该工件切削表面应如何选用车刀?

参考答案:

分别使用的刀具有:90°粗、精右偏外圆刀,切槽刀以及 60°外螺纹刀。

## 【思考与练习】

1. 数控车床所用刀具与普通车床所用刀具有何区别?
2. 说说数控车床刀具的特点和刀具的选择。

## 项目二 数控车床简介

### 【知识目标】

了解数控车床的种类。

掌握数控车床坐标系的确定方法。



## 【技能目标】

能合理建立工件坐标系。

## 【任务引入】

### 练习 工件坐标系的建立

建立图 1-2-1 所示工件的坐标系。

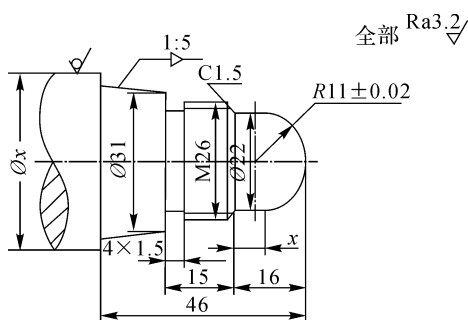


图 1-2-1

## 【必备知识】

### 1. 数控车床的分类与组成

数控是数字控制(Numerical Control, NC),是指用数字、文字和符号组成的数字指令来实现一台或多台机械设备动作控制的技术。数控技术也叫计算机数控技术(Computer Numerical Control, CNC),是一种装有程序控制系统的自动化机床,该控制系统能够逻辑地处理具有控制编码或其他符号指令规定的程序,并将其译码,从而使机床动作并加工工件,具有 CNC 系统的车床称为 CNC 车床。

#### (1) 数控车床的分类。

- ①按加工性能分类,可分为:卧式数控车床、立式数控车床、车削加工中心。
- ②按系统控制原理分类,可分为:开环、半闭环、闭环、混合环控制型数控车床。
- ③按控制系统功能水平分类,可分为:经济型、普及型和全功能型数控车床。

#### (2) 数控车床的组成及其作用。

数控车床主要由数控系统、机床主机(包括床身、主轴箱、刀架进给传动系统、液压系统、冷却系统、润滑系统等)组成。

- ①数控系统:用于对机床的各种动作进行自动化控制。
- ②床身:数控车床的床身和导轨有多种形式,主要有水平床身、倾斜床身、水平床身斜滑

鞍等,它构成机床主机的基本骨架。

③传动系统及主轴部件:其主传动系统一般采用直流或交流无级调速电动机,通过皮带传动或通过联轴器与主轴直联,带动主轴旋转,实现自动无级调速及恒切削速度控制。主轴组件是机床实现旋转运动(主运动)的执行部件。

④进给传动系统:一般采用滚珠丝杠螺母副,由安装在各轴上的伺服电机,通过齿形同步带传动或通过联轴器与滚珠丝杠直联,实现刀架的纵向和横向移动。

⑤自动回转刀架:用于安装各种切削加工刀具,加工过程中能实现自动换刀,以实现多种切削方式的需要。它具有较高的回转精度。

⑥液压系统:可使机床实现夹盘的自动松开与夹紧以及机床尾座顶尖自动伸缩。

⑦冷却系统:在机床工作过程中,可通过手动或自动方式为机床提供冷却液对工件和刀具进行冷却。

⑧润滑系统:集中供油润滑装置,能定时定量地为机床各润滑部件提供合理润滑。

思考:普及型和全功能型数控车床的组成有哪些区别?

## 2. 坐标系

数控机床坐标系是为了确定工件在机床中的位置、机床运动部件的特殊位置(如换刀点、参考点等)以及运动范围(如行程范围)等而建立的几何坐标系。目前我国执行的行业数控标准 JB/T 3051—1999《数控机床 坐标和运动方向的命名》,与国际标准 ISO841 等效。

标准的坐标系为右手笛卡儿直角坐标系,如图 1-2-2 所示。

数控车床坐标系统分为机床坐标系和工件坐标系(编程坐标系)。无论哪种坐标系都规定与车床主轴轴线平行的方向为 Z 轴,且规定从卡盘中心至尾座顶尖中心的方向为正,在水平面内与车床主轴轴线垂直的方向为 X 轴,且规定刀具远离主轴旋转中心的方向为正方向,如图 1-2-3 所示。

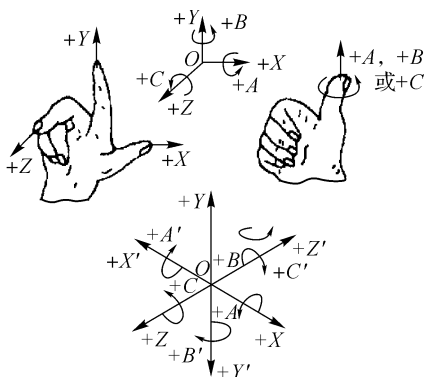


图 1-2-2 右手笛卡儿坐标系

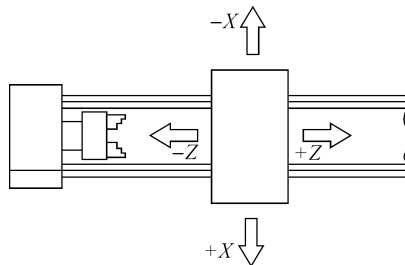


图 1-2-3 数控车床坐标系及刀具运动方向

### (1) 机床坐标系。

机床坐标系是机床固有的坐标系,是用来确定工件坐标的基本坐标系。机床坐标系的原点称为机床原点或机床零点。机床经过设计、制造和调整,这个原点便被确定下来,它是机床上固定的一个点。数控车床一般将机床原点定义在卡盘后端面与主轴旋转中心的交点上。

### (2) 机床参考点。

数控装置通电时并不知道机床零点位置,为了正确地在机床工作时建立机床坐标系,通常在每个坐标轴的移动范围内(一般在 X 轴和 Z 轴方向的最大行程处)设置一个机床参考点。机床启动时,通常要进行自动或手动回参考点,以建立机床坐标系。机床参考点可以与机床原点重合,也可以不重合,通过参数设定机床参考点到机床原点的距离。机床回到了参考点位置,也就知道了该坐标轴的原点位置。找到所有坐标轴的参考点,CNC 就建立起了机床坐标系。

### (3) 工件坐标系。

编制数控程序时,首先要建立一个工件坐标系,程序中的坐标值均以此坐标系为依据。工件坐标系是在编程时,编程人员选择工件上的某已知点为原点,建立一个新的坐标系,称为工件坐标系(也称编程坐标系)。工件坐标系一旦建立便一直有效,直到被新的工件坐标系所取代。

工件坐标系的原点选择要尽量满足编程简单、尺寸换算少、引起的加工误差小等条件。为了编程方便,将工件坐标系设在工件上,并将坐标原点设在图样的设计基准和工艺基准处,其坐标原点称为工件原点(或加工原点),如图 1-2-4 所示。数控车床的工件原点也称程序原点。

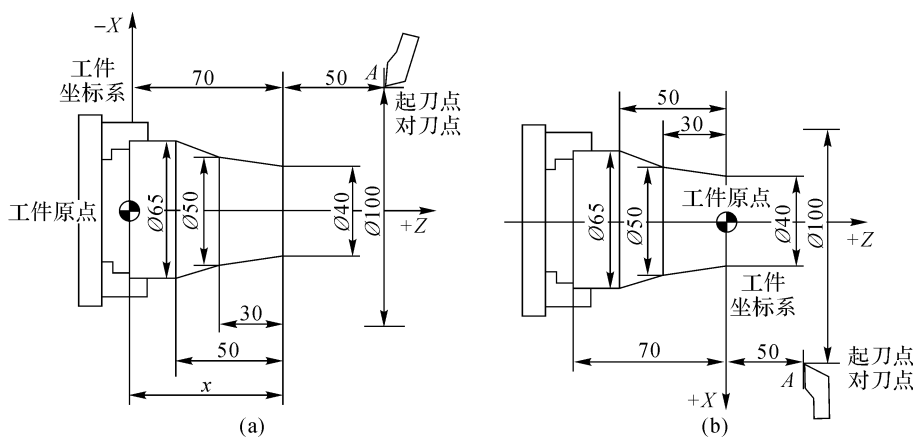


图 1-2-4 工件坐标系

注意:工件原点是人为设定的,从理论上讲,工件原点选在工件上的任何位置都是可以的,但实际上为了编程方便,工件原点一般都选在工件的轴中心线与工件左端面或右端面的交点处。

## 【任务实施】

### 练习 工件坐标系的建立

建立图 1-2-1 所示工件的坐标系。

参考答案:

为了编程方便,把工件原点设在球 R11 的右端,以这点为程序原点,建立坐标系。

## 【思考与练习】

1. 机床参考点有什么作用？
2. 机床坐标系和工件坐标系有什么区别？

## 项目三 数控车削加工准备

### 【知识目标】

学会分析工件图样并制定加工工序和加工路线。  
掌握数控车削加工中的数值计算方法。

### 【技能目标】

能正确安装工件。  
能正确安装数控车床刀具。

### 【任务引入】

#### 练习 数控车削加工的准备工作

加工如图 1-3-1 所示工件需要做哪些准备工作？

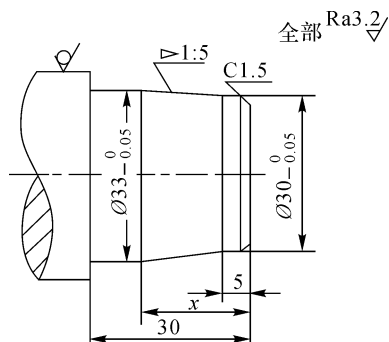


图 1-3-1

## 【必备知识】

### 1. 数控车削加工工艺的内容

- (1) 确定工件坯料的装夹方式与加工方案。
- (2) 刀具的选择。
- (3) 切削用量的选择。
- (4) 数控车削加工中对刀点与换刀点的确定。
- (5) 数控车削加工工艺技术文件的编写。

### 2. 数控车削加工的准备

数控车削加工准备工作应保证加工符合图样要求的合格工件,同时应能使数控机床的功能得到合理的利用与充分的发挥,以使数控机床能安全可靠及高效地工作。准备工作是多方面的,包括分析工件图样、确定工件的装夹方法和选择夹具、合理选择工件原点和工件坐标系、安装刀具和确定切削用量、确定加工工序和加工路线、数字处理和编写工件加工程序单等。由于数控车削加工的准备工作的涉及的问题很多,编程人员需要注意以下几点:

#### (1) 分析工件图样。

根据工件图分析工件的材料、形状、尺寸、精度、表面粗糙度以及毛坯形状和热处理要求等,以便制定出最佳的加工方案来保证达到工件图样的要求。

#### (2) 确定工件的装夹方法和选择夹具的原则。

① 尽量选择已有的通用夹具并减少装夹次数,尽量做到一次装夹就把工件的所有加工面都加工出来。尽量使工件的定位基准与设计基准重合,以减少定位误差对尺寸精度的影响。

② 应考虑装卸工件是否方便可靠,以减少辅助时间。

③ 夹具的定位、夹紧机构的元件及装夹完毕的工件必须保证较高的安全性。

#### (3) 合理选择工件原点和工件坐标系。

在编写程序前,合理选择工件原点和工件坐标系是很重要的。工件坐标系是指编程人员在工件上确定的某一点为原点所建立的坐标系,工件坐标系原点就是数控加工的对刀点。其选择原则有以下几点:

① 尽可能使数值计算方便,程序段少,程序编写简单;

② 工件原点应选在容易找正且便于检查的位置。

#### (4) 安装刀具和确定切削用量。

安装车刀是加工工件前非常重要的一项工作。数控车床上常用的有转塔刀架和四方刀架,车刀安装的正确与否,将直接影响加工的质量和效率。车刀的安装应做到以下几点:

① 车刀刀尖应与主轴轴线等高,防止刀具的前角和后角数值发生变化;

② 刀头部分的伸出量不宜过长,一般为刀杆厚度的 1.5 倍,防止刀具切削时产生振动,影响工件尺寸精度和表面粗糙度;

③ 车刀的安装角度与工作角度应保持一致,防止刀具的主偏角和副偏角数值发生变化;

- ④车刀垫铁使用的数量要尽可能少,尽量选用平整的垫铁,且垫铁应与刀架侧面对齐;
- ⑤车刀要用两只螺栓压紧在刀架上,并逐个轮流拧紧。

在确定切削用量时,一定要根据机床、刀具、工件材料、冷却条件等各方面因素来选用数值,要做到既不影响刀具寿命,又保证加工的效率不下降或下降不明显。

(5)确定加工工序和加工路线的原则。

- ①保证工件的加工精度和表面粗糙度。
- ②尽量缩短加工路线,减少空行程时间和换刀次数,以提高生产率。
- ③尽量使数值计算方便,程序段少,以减少编程工作量。

(6)数字处理和编写工件加工程序单。

数字处理是在编写工件加工程序单之前,要计算出工件轮廓上各几何参素间的坐标,得出刀具中心运动轨迹,获得刀位数据。

在完成上述各步骤之后,程序员便可根据各数控系统的程序指令,按照规定的程序格式,编写出工件加工程序单,并对程序进行校验。

## 【任务实施】

### 练习 数控车削加工的准备工作的准备工作

加工如图 1-3-1 所示工件需要做哪些准备工作?

参考答案:

(1)分析工件图样;(2)确定工件的装夹方法和选择夹具的原则;(3)合理选择工件原点和工件坐标系;(4)安装刀具和确定切削用量;(5)确定加工工序和加工路线的原则;(6)数字处理和编写工件加工程序单。

## 【延伸拓展】

思考:数控车削加工前的准备工作起什么作用?

# 项目四 典型产品数控车床加工过程

## 【知识目标】

了解数控车削加工的全过程。

掌握文明生产与安全操作规程的要求。

## 【技能目标】

根据不同的加工表面选择不同的刀具。

遵守数控车床文明生产与安全操作规程。

## 【任务引入】

### 练习 数控车床加工典型产品的加工过程

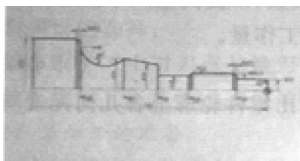
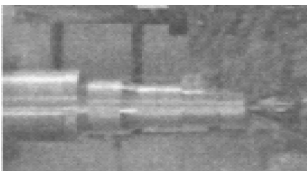
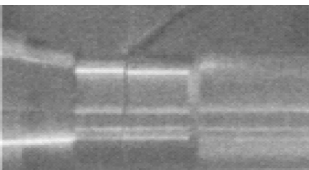
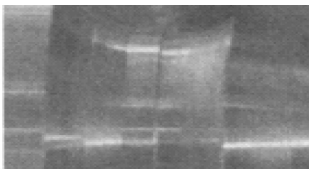
观察典型工件的加工过程,写出数控车床加工过程的特点。

## 【必备知识】

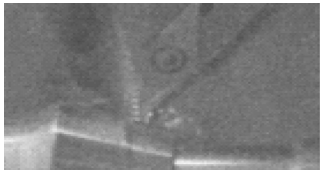
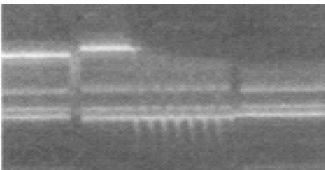
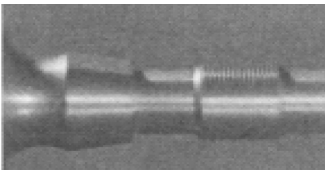
### 1. 数控车床加工典型产品的加工过程

为了使操作人员对数控车床加工工件有进一步的了解,本节例举一个数控最常加工的产品,帮助初学者理解数控车床加工加工工件的全过程,如表 1-4-1 所示。

表 1-4-1 典型产品的加工过程

序号	数控车床加工工件实况示意	数控车加工零件过程简述
1		分析工件图样,充分做好加工前期准备工作
2		粗加工外轮廓
3		粗加工凹槽
4		粗加工根切凹圆弧槽

续 表

序号	数控车床加工工件实况示意	数控车加工零件过程简述
5		精加工外轮廓
6		粗、精加工螺纹
7		成品工件展示

## 2. 文明生产与安全操作规程

做到安全文明生产,严格遵守数控车床的安全操作规程,养成良好的工作习惯和严谨的工作作风,是提高产品质量和延长设备使用寿命的前提。因此,要求数控车床操作者在实训时必须做到以下几点:

- (1)进入数控实训场地后,应服从安排,不得擅自启动或操作车床数控系统;
- (2)按规定穿戴好劳动防护用品;
- (3)不准穿高跟鞋、拖鞋上岗,不允许戴手套和围巾进行操作;
- (4)开启机床前,应该仔细检查车床各部分是否完好,各传动手柄、变速手柄的位置是否正确,还应按要求认真对数控机床进行润滑保养;
- (5)操作数控系统面板时,对各按键及开关的操作不得用力过猛,更不允许用扳手或其他工具进行操作;
- (6)完成对刀后,要做模拟换刀试验,以防正式操作时发生撞坏刀具、工件或设备等事故;
- (7)在数控车床车削加工的过程中,由于观察加工过程的时间多于操作时间,所以一定要选择好操作者的观察位置,不允许随意离开实训岗位,以确保安全;
- (8)操作数控系统面板及数控机床时,严禁两人同时操作;
- (9)自动运行加工时,操作者应集中注意力,左手应放在程序停止按钮上,眼睛观察刀尖运动情况,发现问题及时按下程序停止按钮,以确保刀具和数控机床安全,防止各类事故发生;
- (10)实训结束时,除了按规定保养数控机床外,还应认真做好交接班工作,必要时应做好文字记录。



## 【任务实施】

### 练习 数控车床加工典型产品的加工过程

观察典型工件的加工过程,写出数控车床加工过程的特点。

参考答案:

(1) 高效率;(2)高精度;(3)减轻劳动强度;(4)可加工普通金属切削加工难以完成的复杂零件;(5)自动化程度高。

## 【思考与练习】

1. 数控车床加工过程与普通车床加工过程有什么区别?
2. 数控车床安全操作需要注意哪些要点?