

职业技术教育机类实训系列规划教材

# 数控车 操作技术

SHUKONGCHE  
CAOZUO JISHU

● 主 编 邵 刚  
副主编 谢 暴 谭章宁 郑贤奎

 安徽科学技术出版社



职业技术教育机类实训系列规划教材

# 数控车 操作技术

●主 编 邵 刚  
副主编 谢 暴 谭章宁 郑贤奎

 安徽科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

数控车操作技术/邵刚主编. —合肥:安徽科学技术出版社,2008.6

(职业技术教育机类实训系列规划教材)

ISBN 978-7-5337-3817-4

I. 数… II. 邵… III. 数控机床:车床-操作-职业教育-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 065218 号

---

数控车操作技术

邵 刚 主编

出 版 人:朱智润

责任编辑:何宗华 期源萍

封面设计:冯 劲

出版发行:安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号  
出版传媒广场,邮编:230071)

电 话:(0551)3533330

网 址:www.ahstp.net

E - mail:yougoubu@sina.com

经 销:新华书店

排 版:安徽事达科技贸易有限公司

印 刷:合肥晓星印刷有限责任公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:10.75

字 数:260 千

版 次:2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

定 价:19.50 元

---

(本书如有印装质量问题,影响阅读,请向本社市场营销部调换)

# 职业教育实践教材丛书

## 编审委员会

主 任 乔德宝

委 员 (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 牛宝林 | 吕同斌 | 刘培玉 | 邵 刚 |
| 汪永华 | 汪业常 | 余承辉 | 杨思国 |
| 杨柳青 | 林春方 | 郭 恒 | 曹光跃 |
| 黄炳龙 | 黄 祥 | 黄道业 | 程 周 |

# 前 言

本教材在调查研究和教学实践的基础上,总结了近几年来高等职业技术教育课程改革的经验,适应经济发展、科技进步和生产实际对教学内容提出的新要求;注意吸取生产实际中的新知识、新技术、新工艺和新方法;突出职业教育特点,紧密联系生产实际,具有实用性、系统性、通用性和先进性的特色。

本教材将数控编程与数控实训相结合,突出实践环节的机床基本操作步骤、操作规程及方法。基本概念严谨,指导性强。注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,充实训练模块的内容,强化应用,有针对性地培养学生较强的职业技能。本教材以目前国内的主流、典型 FANUC 和华中数控系统编程、操作、数控仿真和数控加工工艺为主线,详细讲解了数控编程基础知识和基本指令使用时的注意事项等,以及通过对典型零件数控编程实例结合说明事项进行应用的技能。而在操作环节中,不仅详细介绍了两种不同数控系统的基本操作方法,而且具体地介绍了典型零件的加工过程和操作步骤,对数控机床安全操作规程、机床维护与保养等也都做了说明。

教材内容按照职业资格鉴定的要求,采用螺旋结构、分层逐级深入的教学方法编写,结构合理,深入浅出,通俗易懂。

本教材适用面宽,可作高等职业技术学院、职工大学等相关专业数控实训和国家职业资格鉴定的指导教材,也可供大专院校和从事数控加工工作的技术及操作人员参考,或作为相关技能培训教材。

本教材第一章、第七章由合肥通用职业技术学院邵刚老师编写,第二章、第三章由安徽职业技术学院谢暴老师编写,第四章、第五章由合肥通用职业技术学院谭章宁老师编写,第六章由安徽工业经济职业技术学院郑贤奎老师编写。

由于作者水平所限,书中欠妥和错误之处,恳请读者及专家批评指正。

编 者

# 目 录

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 第一章 数控车床操作工的基本要求 .....               | 1   |
| 第二章 数控车床及工艺概述 .....                  | 8   |
| 第一节 数控车床的功能及结构特点 .....               | 8   |
| 第二节 数控车床的机械结构组成 .....                | 9   |
| 第三节 数控车床的主要技术参数 .....                | 12  |
| 第四节 数控车加工工艺概述 .....                  | 13  |
| 第三章 数控车床编程训练 .....                   | 22  |
| 第一节 数控车床的坐标系 .....                   | 22  |
| 第二节 编程规则 .....                       | 24  |
| 第三节 编程内容及方法 .....                    | 26  |
| 第四节 数控车床基本编程指令 .....                 | 29  |
| 第五节 FANUC 系统循环指令编程方法训练 .....         | 39  |
| 第六节 华中 HNC-21T 世纪星系统循环指令编程方法训练 ..... | 55  |
| 第四章 FANUC 数控车床基本操作 .....             | 71  |
| 第一节 FANUC 面板介绍 .....                 | 71  |
| 第二节 FANUC 车床的启动和停止 .....             | 75  |
| 第三节 机床回参考点 .....                     | 76  |
| 第四节 FANUC 系统基本操作 .....               | 76  |
| 第五节 零件编程加工操作实例 .....                 | 85  |
| 第六节 机床操作小结 .....                     | 91  |
| 第五章 HNC-21T 数控车床基本操作 .....           | 93  |
| 第一节 HNC-21T 世纪星面板介绍 .....            | 93  |
| 第二节 世纪星车床的启动和停止 .....                | 97  |
| 第三节 机床回参考点 .....                     | 98  |
| 第四节 HNC-21T 世纪星基本操作 .....            | 98  |
| 第五节 零件编程加工操作实例 .....                 | 107 |
| 第六节 机床操作小结 .....                     | 114 |
| 第六章 宇龙数控车床仿真软件操作介绍 .....             | 116 |
| 第一节 FANUC 数控车床仿真操作 .....             | 116 |
| 第二节 HNC-21T 世纪星数控车床仿真操作 .....        | 120 |
| 第七章 数控车床中级工模拟试题 .....                | 123 |
| 参考文献 .....                           | 164 |

# 第一章 数控车床操作工的基本要求

数控车床是机械制造系统中一种具有高效率、高精度与高柔性特点的自动化加工设备,可有效解决复杂、精密、小批多变零件的加工问题,充分适应现代化生产的需要。随着数控车床的发展与普及,急需大量高素质的能够操作数控车床,进行工件多工序组合切削加工的数控车床操作工。依据《数控车工国家职业标准》的规定,中级(国家职业资格四级)数控车床操作工的基本要求是:通过在培训现场进行的实际操作训练,进一步了解数控车床的组成、性能、结构和特点,掌握数控车床的编程指令、基本操作、日常维护保养、简单故障和加工中不正常现象的排除方法,熟悉数控车床加工零件的全过程,能较熟练地使用数控车床的全部功能,完成中等复杂程度及以上零件的加工,初步具备在现场分析、处理工艺及程序问题的能力。

## 一、本职业的知识与技能要求

按照《数控车工国家职业标准》中关于数控车工的工作要求,提出如下知识和技能方面的基本要求。其中,中级、高级、技师的知识和技能要求依次递进,高级别包括低级别的要求。

| 职业功能   | 工作内容     | 技能要求                                                                                                  | 相关知识                                               | 职业等级 |
|--------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------|
| 一、工艺准备 | (一)读图与绘图 | 1.能读懂主轴、蜗杆、丝杠、偏心轴、两拐曲轴、齿轮等中等复杂程度的零件工作图<br>2.能绘制轴、套、螺钉、圆锥体等简单零件的工作图<br>3.能读懂车床主轴、刀架、尾座等简单机构的装配图        | 1.复杂零件的表达方法<br>2.简单零件工作图的画法<br>3.简单机构装配图的画法        | 中级   |
|        |          | 1.能读懂多线蜗杆、减速器壳体、三拐以上曲轴等复杂畸形零件的工作图<br>2.能绘制偏心轴、蜗杆、丝杠、两拐曲轴的零件工作图<br>3.能绘制简单零件的轴测图<br>4.能读懂车床主轴箱、进给箱的装配图 | 1.复杂畸形零件图的画法<br>2.简单零件轴测图的画法<br>3.读车床主轴箱、进给箱装配图的方法 | 高级   |
|        |          | 1.能根据实物或装配图绘制或拆画零件图<br>2.能绘制车床常用工装的装配图及零件图                                                            | 1.零件的测绘方法<br>2.根据装配图拆画零件图的方法<br>3.车床工装装配图的画法       | 技师   |

续表

| 职业功能   | 工作内容           | 技能要求                                                                                 | 相关知识                                                                                 | 职业等级 |
|--------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 一、工艺准备 | (二)<br>制定加工工艺  | 1. 能正确选择加工零件的工艺基准<br>2. 能决定工步顺序、工步内容及切削参数<br>3. 能编制台阶轴类和法兰盘类零件的车削工艺卡                 | 1. 数控车床的结构特点及其与普通车床的区别<br>2. 台阶轴类、法兰盘类零件的车削加工工艺知识<br>3. 数控车床工艺编制方法                   | 中级   |
|        |                | 1. 能制定简单零件的加工工艺规程<br>2. 能制定三拐以上曲轴、有立体交叉孔的箱体等畸形、精密零件的车削加工顺序<br>3. 能制定加工大型、复杂零件的车削加工顺序 | 1. 简单零件加工工艺规程的制定方法<br>2. 畸形、精密零件的车削加工顺序的制定方法<br>3. 大型、复杂零件的车削加工顺序的制定方法               | 高级   |
|        |                | 1. 能编制典型零件的加工工艺规程<br>2. 能对零件的车削工艺进行合理性分析,并提出改进建议                                     | 1. 典型零件加工工艺规程的编制方法<br>2. 车削工艺方案合理性的分析方法及改进措施                                         | 技师   |
|        | (三)<br>工件定位与夹紧 | 1. 能正确装夹薄壁、细长、偏心类工件<br>2. 能合理使用四爪单动卡盘、花盘及弯板装夹外形较复杂的简单箱体工件                            | 1. 定位、夹紧的原理及方法<br>2. 车削时防止工件变形的的方法<br>3. 复杂外形工件的装夹方法                                 | 中级   |
|        |                | 1. 能使用、调整三爪自定心卡盘、尾座顶尖及液压高速动力卡盘并配置软爪<br>2. 能正确使用和调整液压自动定心中心架<br>3. 能正确选择、使用、调整刀架      | 1. 三爪自定心卡盘、尾座顶尖及液压高速动力卡盘的使用、调整方法<br>2. 液压自动定心中心架的特点、使用及安装调试方法<br>3. 刀架的种类、用途及使用、调整方法 | 高级   |
|        |                | 1. 能设计、制作装夹薄壁、偏心工件的专用夹具<br>2. 能对现有的车床夹具进行误差分析并提出改进建议                                 | 1. 薄壁、偏心工件专用夹具的设计与制造方法<br>2. 车床夹具的误差分析及消减方法                                          | 技师   |
|        | (四)<br>刀具准备    | 1. 能够依据加工工艺卡选取刀具<br>2. 能够在刀架上正确装卸刀具<br>3. 能够确定有关切削参数                                 | 1. 数控车床刀具的种类、结构及特点<br>2. 数控车床对刀具的要求                                                  | 中级   |
|        |                | 能正确选择刀架上的常用刀具                                                                        | 刀架上常用刀具的知识                                                                           | 高级   |
|        |                | 能根据有关参数选择合理刀具                                                                        | 刀具参数的设定方法                                                                            | 技师   |



续表

| 职业功能       | 工作内容           | 技能要求                                                                                          | 相关知识                                                                                                                                             | 职业等级 |
|------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 一、<br>工艺准备 | (五)<br>编制程序    | 1.能编制带有台阶、内外圆柱面、锥面、螺纹、沟槽等轴类、法兰盘类零件的加工程序<br>2.能手工编制含直线插补、圆弧插补二维轮廓的加工程序                         | 1.几何图形中直线与直线、直线与圆弧、圆弧与圆弧的交点的计算方法<br>2.机床坐标系及工件坐标系的概念<br>3.直线插补与圆弧插补的意义及坐标尺寸的计算<br>4.手工编程的各种功能代码及基本代码的使用方法<br>5.主程序与子程序的意义及使用方法<br>6.刀具补偿的作用及计算方法 | 中级   |
|            |                | 能手工编制较复杂的、带有二维圆弧曲面零件的车削程序                                                                     | 较复杂圆弧与圆弧的交点的计算方法                                                                                                                                 | 高级   |
|            |                | 1.能用计算机软件编制车削程序<br>2.能用计算机软件编制车削中心程序                                                          | 1.CAD/CAM软件的使用方法<br>2.车削中心的原理及编程方法                                                                                                               | 技师   |
|            | (六)<br>设备维护保养  | 1.能在加工前对车床的机、电、气、液开关进行常规检查<br>2.能进行数控车床的日常保养                                                  | 1.数控车床安全操作规程<br>2.数控车床的日常保养方法与内容                                                                                                                 | 中级   |
|            |                | 1.能阅读编程错误、超程、欠压、缺油等报警信息,并排除一般故障<br>2.能完成机床定期维护保养                                              | 1.数控车床报警信息的内容及解除方法<br>2.数控车床定期维护保养的方法<br>3.数控车床液压原理及常用液压元件                                                                                       | 高级   |
|            |                | 1.能根据数控车床的结构、原理,诊断并排除液压及机械故障<br>2.能进行数控车床定位精度和重复定位精度及工作精度的检验<br>3.能借助词典看懂进口数控设备相关外文标牌及使用规范的内容 | 1.数控车床常见故障的诊断与排除方法<br>2.数控车床定位精度和重复定位精度及工作精度的检验方法<br>3.进口数控设备常用标牌及使用规范英汉对照表                                                                      | 技师   |
| 二、<br>工件加工 | (一)<br>输入程序    | 1.能手工输入程序<br>2.能使用自动程序输入装置<br>3.能进行程序的编辑与修改                                                   | 1.手工输入程序的方法及自动程序输入装置的使用方法<br>2.程序的编辑与修改方法                                                                                                        | 中级   |
|            | (二)<br>对刀      | 1.能进行试切对刀<br>2.能使用机内自动对刀仪器<br>3.能正确修正刀补参数                                                     | 试切对刀方法及机内对刀仪器的使用方法                                                                                                                               |      |
|            | (三)<br>试运行     | 能使用程序试运行、分段运行及自动运行等切削运行方式                                                                     | 程序的各种运行方式                                                                                                                                        |      |
|            | (四)<br>简单零件的加工 | 能在数控车床上加工外圆、孔、台阶、沟槽等                                                                          | 数控车床操作面板各功能键及开关的用途和使用方法                                                                                                                          |      |

续表

| 职业功能        | 工作内容                      | 技能要求                                                                    | 相关知识                                                                   | 职业等级 |
|-------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|
| 二、工件加工      | (五) 较复杂零件的加工              | 能加工带有二维圆弧曲面的较复杂零件                                                       | 在数控车床上利用多重复合循环加工带有二维圆弧曲面的较复杂零件的方法                                      | 高级   |
|             | (六) 复杂零件的加工               | 能对适合在车削中心加工的带有车削、铣削、磨削等工序的复杂工件进行加工                                      | 1. 铣削加工和磨削加工的基本知识<br>2. 车削加工中心加工复杂工件的方法                                | 技师   |
| 三、精度检验及误差分析 | (一) 高精度轴向尺寸、理论交点尺寸及偏心件的测量 | 1. 能用量块和百分表测量公差等级 IT9 的轴向尺寸<br>2. 能间接测量一般理论交点尺寸<br>3. 能测量偏心距及两平行非整圆孔的孔距 | 1. 量块的用途及使用方法<br>2. 理论交点尺寸的测量与计算方法<br>3. 偏心距的检测方法<br>4. 两平行非整圆孔孔距的检测方法 | 中级   |
|             | (二) 内外圆锥检验                | 1. 能用正弦规检验锥度<br>2. 能用量棒、钢球间接测量内、外锥体                                     | 1. 正弦规的使用方法及测量计算方法<br>2. 利用量棒、钢球间接测量内、外锥体的方法与计算方法                      |      |
|             | (三) 多线螺纹与蜗杆的检验            | 1. 能进行多线螺纹的检验<br>2. 能进行蜗杆的检验                                            | 1. 多线螺纹的检验方法<br>2. 蜗杆的检验方法                                             |      |
|             | (四) 复杂、畸形机械零件的精度检验及误差分析   | 1. 能对复杂、畸形机械零件进行精度检验<br>2. 能根据测量结果分析产生车削误差的原因                           | 1. 复杂、畸形机械零件精度的检验方法<br>2. 车削误差的种类及产生原因                                 | 高级   |
|             | (五) 精度分析                  | 能根据测量结果分析产生加工误差的主要原因,并提出改进措施                                            | 车削加工中影响加工精度的主要因素和提高加工精度的措施                                             | 技师   |
| 四、培训指导与管理工作 | (一) 指导操作                  | 能指导数控车床中、高级操作工进行实际操作                                                    | 培训教学的基本方法                                                              | 技师   |
|             | (二) 理论培训                  | 能讲授本专业技术理论知识                                                            |                                                                        |      |
|             | (三) 生产管理                  | 1. 能组织有关人员协同作业<br>2. 能协助部门领导进行计划、调度及人员管理                                | 生产管理基本知识                                                               |      |
|             | (四) 质量管理                  | 1. 能在本职工作中认真贯彻各项质量标准<br>2. 能应用全面质量管理知识,实现操作过程的质量分析与控制                   | 1. 相关质量标准<br>2. 质量分析与控制方法                                              |      |

## 二、本职业培训与鉴定的主要内容

本职业培训与鉴定的技术对象是金属材料的切削加工,在被培训与鉴定者初步具备数控机床工作原理(组成结构、插补原理、控制原理、伺服系统)和编程方法(常用指令代码、程序格式、子程序、固定循环)等数控应用技术基本知识,以及金属切削加工(车工、钳工和镗工)的基本知识、编制常规工艺规程的基本知识、计算机应用的基本知识和生产技术管理知识等基础上进行。

### (一) 对于中级数控车床操作工

#### 1. 数控车床的基本操作、日常维护及保养

(1)常用卧式数控车床的名称、型号、规格、性能、结构、主要组成部分(传动系统和数控系统)及作用;

(2)数控车床的开机、关机;

(3)机床控制面板各功能键的作用及使用方法;

(4)切削液系统的使用;

(5)常用夹具(液压卡盘、顶尖、数控车床专用夹具和组合夹具),量具(游标卡尺、外径千分尺、内径百分表、内径千分表)及机床附件(对刀仪、磁盘驱动器等)的名称、规格、构造、用途、使用和调整规则;

(6)常用数控刀具(种类、材料、牌号、性能、尺寸等)的选择方法,能修磨各种非标准刀具的几何形状、角度;

(7)刀具的装夹、更换,刀具的预调及其参数的输入和修改的基本操作;

(8)工件的定位、装夹、找正;

(9)对刀、设置工件原点输入工件坐标系;

(10)刀具长度补偿和半径补偿的使用方法,加工参数的选择、计算、输入及修改等项目的基本操作;

(11)数控加工程序的输入、输出、检查、调试及执行;

(12)根据工件的技术要求,确定简单工艺路线,进行首件试切;

(13)加工过程中切削用量的调整;

(14)按工艺规程完成工件的加工及工件简单尺寸的现场测量;

(15)数控车床的日常维护与保养;

(16)爱岗敬业,遵章守纪,严格、正确执行数控车床安全操作规程。

#### 2. 简单数控工艺设计与程序编制

(1)按照工艺文件的要求,完成简单工件的加工;

(2)编制简单工件的工艺路线;

(3)手工编制简单的加工程序并执行。

### (二) 对于高级数控车床操作工

#### 1. 较复杂数控工艺设计与程序编制

(1)按照工艺文件的要求,完成较复杂工件的加工;

(2)编制较复杂工件的工艺路线;

(3)手工编制较复杂的加工程序并执行;

(4)应用 CAD/CAM 软件编程并加工。

## 2. 现场技术问题的分析处理

- (1) 加工状态的监控及紧急情况的处理;
- (2) 加工的中断及恢复;
- (3) 阅读数控车床各类报警信息,处理一般报警故障;
- (4) 工件加工中产生废品的原因分析与解决。

### (三) 对于技师

#### 1. 现场质量管理

- (1) 进行产品抽样检验,建立质量管理图并进行统计分析;
- (2) 数控加工工艺和加工程序的优化建议。

#### 2. 技术指导与管理

- (1) 指导数控车床中、高级操作工工作;
- (2) 制定数控车床操作规程;
- (3) 协助有关人员进行计划、调度及人员管理。

## 三、数控车床安全文明生产基本知识

### (一) 数控车床安全文明生产要求

在实习实训中人机安全始终要放到第一位,操作者一定要严格按照操作规程来进行操作。

(1) 开车前检查数控车床各部分机构及防护设备是否完好,各手柄是否灵活、位置是否正确。检查各注油孔,并进行润滑,然后使主轴空转 1~2 min,待数控车床运转正常后才能工作。若发现数控车床有毛病,应立即停车、申报检修。

(2) 刀具、量具及工具等的放置要稳妥、整齐、合理,有固定的位置,便于操作时取用,用完应放回原处。主轴箱盖上不应放置任何物品。

(3) 工具箱内应分类摆放物件。精度高的应放置稳妥,重物放下层、轻物放上层,不可随意乱放,以免损坏和丢失。

(4) 正确使用和爱护量具。经常保持清洁,用后擦净、涂油,放入盒内,并及时归还工具室。所用量具必须定期校验,以保证其度量准确。

(5) 不允许在卡盘及车身导轨上敲击或校直工件,车面上不准放置工具或工件。装夹找正较重工件时,应用木板保护车面。下班时若工件不卸下,应用千斤顶支撑。

(6) 车刀磨损后,应及时刃磨,不允许用钝刃刀继续刀削,以免增加车床负荷、损坏车床,影响工件表面的加工质量和生产效率。

(7) 批量生产的零件,首件应送验。在确认合格后,方可继续加工。精车加工要注意防锈处理。

(8) 毛坯、半成品和成品应分开放置。半成品和成品应堆放整齐、轻拿轻放,严防碰伤已加工表面。

(9) 图样、工艺卡应放置在便于阅读的位置,并注意保持其洁净和完整。

(10) 使用切削液前,应在车身导轨上涂润滑油,若车削铸铁或气割下料的工件,应擦去导轨上的润滑油。铸件上的型砂杂质应尽量去除干净,以免损坏车身导轨面。切削液应定期更换。

(11) 工作场地周围应保持清洁整齐,避免杂物堆放,防止绊倒。

(12) 工作完毕后,将所用过的物件擦净归位,清理机床、刷去切屑、擦净机床各部位的油污;按规定加注润滑油,最后把机床周围打扫干净;将床鞍摇至床尾一端,各转动手柄放到空挡

位置,关闭电源。

## **(二) 数控车床安全操作规程**

(1)进入数控实习现场后,应服从安排,听从指挥,不得擅自启动或操作数控系统及机床。

(2)不得在实习现场嬉戏、打闹及进行任何与实习无关的活动,以保证实习正常、有序地进行。

(3)使用数控车床前,应仔细查看车床各部分机构是否完好,认真检查数控系统及各电器附件的插头、插座是否连接可靠。检查车床各手柄位置是否正常,传动带及防护罩是否装好,并加油润滑。工作前慢车启动,空转数分钟,观察车床是否有异常。

(4)操作数控系统前,应检查散热风扇是否运转正常,以保证良好的散热效果。

(5)操作数控系统时,对按键及开关的操作不能太用力,以防止损坏。自动转位刀架未回转到位时,不能用外力强行定位,以防止损坏内部结构。

(6)安装工件要放正、夹紧,安装完毕取出卡盘扳手;装卸大工件要用木板保护床面。

(7)刀具的安装要垫好、放正、夹牢;装卸完刀具要锁紧刀架,并检查限位。

(8)戴好防护眼镜,工作服要扎好袖口,头发过长应卷入工作帽中,不准戴手套及穿凉鞋工作。

(9)数控车床的加工程序必须经指导教师认可后方可使用,以防止编程错误所引起的事故。

(10)开车后,不能随意改变主轴转速;不能打开车床防护门;不能量度尺寸和触摸工件。切削加工时要精力集中,并要防止各部件的碰撞。

(11)数控车床的加工虽属自动进行,但不属无人加工性质,仍然需要操纵者监控,不允许随意离开岗位。

(12)若发生事故,应立即按下急停按钮并关闭电源,保护现场,及时报告以便分析原因,总结教训。

(13)下班时,擦净机床并加油润滑,清理现场,关闭电源。

## **(三) 数控车床的日常维护**

为了使数控机床保持良好状态,除了发生故障应及时修理外,坚持经常的维护保养是十分重要的。坚持定期检查,经常维护保养,可以把许多故障隐患消灭在萌芽之中,防止或减少事故的发生。不同型号的数控车床日常保养内容和要求不完全一样,对于具体的机床,应按说明书中的规定执行。

以下列出几个带有普遍性的日常维护内容。

(1)每天做好各导轨面的清洁润滑,有自动润滑系统的机床要定期检查、清洗自动润滑系统,检查油量,及时添加润滑油,检查油泵是否定时启动、打油及停止。

(2)每天检查主轴箱自动润滑系统工作是否正常,定期更换主轴箱润滑油。

(3)注意检查电器柜中冷却风扇是否工作正常,风道过滤网有无堵塞,清洗黏附的尘土。

(4)注意检查冷却系统,检查液面高度,及时添加油或水,油、水脏时要更换、清洗。

(5)注意检查主轴驱动皮带,调整松紧程度。

(6)注意检查导轨镶条松紧程度,调节间隙。

(7)注意检查机床液压系统油箱油泵有无异常噪声,工作油面高度是否合适,压力表指示是否正常,管路及各接头有无泄露。

(8)注意检查导轨、机床防护罩是否齐全有效。

(9)注意检查各运动部件的机械精度,减少形状和位置偏差。

(10)每天下班做好机床清扫卫生,清扫铁屑,擦净导轨部位的冷却液,防止导轨生锈。

## 第二章 数控车床及工艺概述

数控车床又称为 CNC 车床,即使用计算机数字控制的车床,是目前使用极为广泛的数控机床之一。数控车床将编制完成的加工程序输送到数控系统中,由数控系统通过 X、Z 坐标轴伺服电机控制车床进给运动部件的动作顺序、位移和进给速度,再配合主轴的转速和转向,即可加工出各种形状不同的轴类和盘类等回转体零件。

### 第一节 数控车床的功能及结构特点

数控车床能自动地完成对轴类及盘类零件的内外圆柱面、圆锥面、圆弧面及螺纹等的切削加工,并能进行切槽、钻孔、扩孔和铰孔等工作。数控车床加工精度稳定、加工灵活、通用性强,能适应多品种、小批量生产自动化的要求,特别适合加工形状复杂的轴类和盘类零件。

全功能型数控车床(图 2-1)一般由以下部分组成:



图 2-1 全功能型数控车床

(1)机床本体:它是数控车床的机械部件,主要包括床身、主传动系统、刀架和尾座、进给机构等。

(2)数控装置:它是数控车床的控制核心,包括译码器、存储器、控制器、CTR 显示器、输入/输出设备等。

(3)伺服驱动系统:它是数控车床切削工作的动力部分,主要实现主运动和进给运动,由伺

服驱动电路和伺服驱动装置组成。伺服驱动装置主要有主轴电动机和进给伺服驱动装置。

(4)辅助装置:是指数控车床的一些配套部件,包括液压、气压装置及冷却系统、润滑系统和排屑装置等。

由于数控车床刀架的纵向(Z轴)和横向(X轴)运动分别采用两台伺服电机驱动经滚珠丝杠传到溜板和刀架,不必使用挂轮、光杠等传动部件,所以它的传动链短;多功能数控车床是采用直流或交流伺服电机来驱动的,它可以按控制指令作无级变速,与主轴间无须再用多级齿轮副来进行变速,床头箱结构比普通车床简单得多。所以数控车床的结构大为简化,精度和刚度大大提高。另外,数控车床还采用滚珠丝杠拖动,加工时冷却充分,防护较安全。

综上所述,数控车床的结构特点为:

(1)采用高性能的主轴部件,具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形性小等优点。

(2)进给伺服传动一般采用滚珠丝杠副、直线滚动导轨副等高性能传动件,具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点。

(3)多功能高档数控车床,有较为完善的刀具自动交换和管理系统。工件在机床上一次装夹,能自动完成工件多道工序的加工。

## 第二节 数控车床的机械结构组成

从总体上看,数控车床没有脱离普通车床的机械结构形式,仍由床身、主轴箱、刀架、进给系统,以及液压、冷却、润滑系统等部分组成。由于应用计算机数控系统,进给用伺服电机驱动,以连续控制刀具的纵向(Z轴)和横向(X轴)运动,从而完成对各类回转体工件内、外形面的加工,如圆柱、圆锥、圆弧和各种螺纹等,并能进行切槽、钻、扩和铰孔等工作。数控车床进给系统与普通车床有根本的区别,它没有传统的进给箱和交换齿轮架,而是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。数控车床也有螺纹加工的功能,由数控系统保证其主轴旋转与刀架进给运动之间的关系。在数控车床的主轴箱中安装有脉冲编码器,主轴的运动通过同步带1:1传送至脉冲编码器。主轴旋转时,脉冲编码器发出检测脉冲信号给数控系统,使主轴电机与刀架的进给保持“主轴转一圈,刀架沿Z轴前进一个导程”的关系。

### 一、床身底座

床身底座是整个机床的基础,它的结构形式决定了机床的总体布局。数控车床的布局形式有水平床身、斜床身、平床身斜滑板、立床身等几种。经济型数控车床一般与普通车床结构形式相同,多采用水平床身。水平床身工艺性好,易于加工制造。水平床身配上水平放置的刀架,可提高刀架的运动精度。这种布局一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床;不足的是床身下部空间小,排屑困难。从结构尺寸上看,刀架水平放置使溜板横向尺寸较长,从而加大了机床宽度方向的结构尺寸(图2-2)。

斜床身、平床身斜滑板在现代数控车床中得到了广泛应用。其优点是容易实现机电一体化,机床外形简洁、美观,占地面积小,容易实现封闭防护,排屑容易,便于安装自动排屑器,便于操作等。斜床身、平床身斜滑板的布局形式,被中、小型数控车床普遍采用(图2-3)。

斜床身按导轨相对于地面的倾斜角度可分为30°、45°、60°、75°和90°(立床身)等几种。倾斜角度小,排屑不便;倾斜角度大,导轨的导向性差,受力情况也差。导轨倾斜角度的大小还会

直接影响机床外形尺寸高度与宽度的比例。

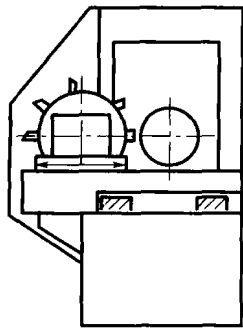


图 2-2 水平床身

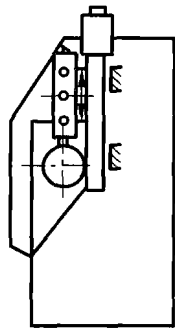
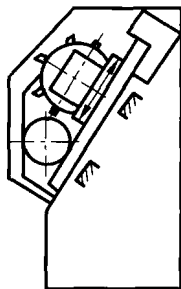
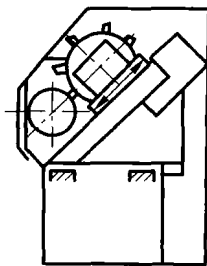


图 2-3 斜床身

二、主传动系统

数控车床主运动要求速度在一定范围内可调,有足够的驱动功率,主轴回转轴线的位置准确稳定,并有足够的刚性和抗振性。全功能型数控车床的主轴变速是按照加工程序指令自动进行的。为确保机床主轴传动的精度,降低噪音,减少振动,主传动链要尽可能地缩短;为保证满足不同的加工工艺要求并能获得最低切削速度,主传动系统应能无级地大范围变速;为提高端面加工的生产效率和加工质量,还应能实现恒线速控制。此外,主轴应能配合其他构件实现工件自动装夹。数控车床主传动系统一般采用直流、交流伺服电机或变频电机来实现无级调速,通过皮带传动,带动主轴旋转。有时为了增大调速范围,在主轴箱内可以增加两对变速齿轮,使主轴转速范围分为高速和低速两种。变挡一般采用油缸推动滑移齿轮来实现,如图 2-4 所示。

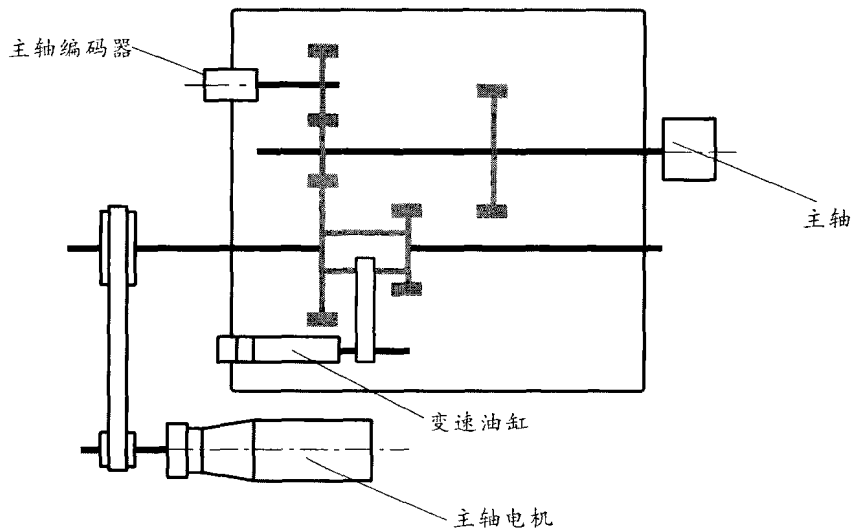


图 2-4 数控车床主传动结构图

三、进给传动系统

数控车床进给传动系统是由直流或交流伺服电机驱动,直接带动滚珠丝杠或通过同步齿



形带带动滚珠丝杠驱动刀架完成纵向(Z轴)和横向(X轴)的进给运动。其特点是精度高、响应快、低速大扭矩,其传动方式和结构特点与普通车床不同。由于采用了宽调速伺服电机与伺服系统,刀架快速移动和进给传动均经同一传动路线,进给范围广、快速移动速度快,还能实现准确定位。由于工件最后的尺寸精度和轮廓精度都直接受进给运动的传动精度、灵敏度和稳定性的影响,因此,数控车床的进给传动系统应充分注意减少摩擦力,提高传动精度和刚度,消除传动间隙以及减少运动件的惯量等。

滚珠丝杠螺母轴向间隙可以通过预紧的方法消除,预紧载荷以能有效地减少弹性变形带来的轴向位移为度。过大的预紧力将增加摩擦力,降低传动效率,并使寿命大为缩短。所以,一般要经过几次仔细调整,才能保证机床在最大轴向载荷下,既消除间隙,又能灵活运转。其预紧力由制造厂调整完成后供用户使用。

#### 四、刀 架

数控车床的刀架是机床的重要组成部分,其结构直接影响机床的切削性能和工作效率,在一定程度上刀架结构和性能体现了机床的设计与制造技术水平。

数控车床的刀架分为排式刀架和转塔式刀架两大类。转塔式刀架是普遍采用的刀架形式,它用转塔头各刀座来安装或支持各种不同用途的刀具,通过转塔头的旋转、分度、定位来实现机床的自动换刀工作。转塔式刀架分度准确,定位可靠,重复定位精度高,转位速度快,夹紧刚性好,可以保证数控车床的高精度和高效率(图 2-5、2-6 为卧式和立式两种)。立式转塔刀架的回转轴与机床主轴成垂直布置,刀位数有四位与六位两种,结构比较简单,经济型数控车床多采用这种刀架。

卧式转塔刀架的回转轴与机床主轴平行,可以在其径向与轴向安装刀具。径向刀具多用作外圆柱面及端面加工;轴向刀具多用作内孔加工。转塔刀架的工位数可达 20 个,但最常用的有 8、10、12、14 工位四种。刀架回转及松开夹紧的动力有电动的、液压的、电动回转松开碟形弹簧夹紧的、电动回转液压松开夹紧的等。刀位计数用多个行程开关(或接近开关)组成来进行,常用的以光电编码器为多。转塔刀架机械结构复杂,使用中故障率相对较高,因此在选用及使用维护中要给以足够重视。

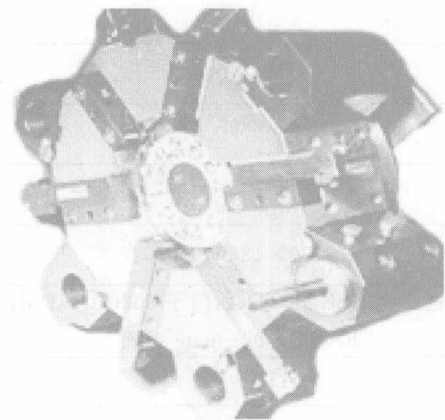


图 2-5 卧式转塔刀架外观图



图 2-6 立式转塔刀架外观图