



教育部 高职高专规划教材

# 数控加工 实训教程

● 熊 熙 主编



化学工业出版社  
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

# 数控加工实训教程

熊 熙 主编

化学工业出版社  
教材出版中心  
· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

**图书在版编目(CIP)数据**

数控加工实训教程/熊熙主编. —北京:化学工业出版社, 2003.7  
教育部高职高专规划教材  
ISBN 7-5025-4057-1

I. 数… II. 熊… III. 数控机床-加工-高等学校: 技术学院-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 055718 号

---

教育部高职高专规划教材

**数控加工实训教程**

熊 熙 主编

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 胡全胜

责任校对: 洪雅姝 王素芹

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社 出版发行  
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 6¼ 字数 142 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4057-1/G · 1169

定 价: 12.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极具匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论课与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有关问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

# 前言

数控加工技术的快速发展和广泛应用极大地推动了制造业水平的提高,促进了经济的蓬勃发展。随着数控机床拥有量的不断增加,社会急需大量掌握数控加工技术的应用性人才。在数控加工的生产现场,尤其缺乏数控机床操作维护、数控工艺设计及程序编制的工程技术人员。

本实训教程是在编者多年来从事数控加工教学、科研、生产的工作基础上,针对高职高专数控加工专业的实践教学要求,结合数控加工的国家职业技能鉴定标准编写的。

本实训教程共分为六章,分别介绍了数控车床、数控铣床、加工中心、数控快走丝电火花线切割机床、数控慢走丝电火花线切割机床和数控电火花成型机床等六种典型数控机床的操作及维护,刀具、机床附件及工具的使用和零件的加工步骤。

本实训教程的绪论由熊熙编写,第一章由余平编写,第二章由王阳合编写,第三章由廖慧勇编写,第四章、第六章由廖强编写,第五章由刘铁编写,全书由熊熙统稿并担任主编。

由于编者水平有限,书中错误和欠缺之处,恳请读者批评指正。

编者

2003年3月

## 内 容 提 要

本实训教程从生产实际出发,简明扼要地介绍了数控车床、数控铣床、加工中心、数控快走丝电火花线切割机床、数控慢走丝电火花线切割机床和数控电火花成型机床的操作、使用方法。内容包括:各种数控机床的基本组成、国内常用的数控机床及生产企业、各种数控机床的操作方法、各种数控机床附件和工具的使用、数控机床的加工过程。

本实训教程着重介绍数控加工中各种常用数控机床的具体操作、使用方法,按照机床类别讨论各种数控机床在操作、加工中的共性问题。以实际零件加工为主线,按照具体的操作细节和顺序安排内容,采用大量图例说明问题。

本教程可作为高职高专院校制造类专业数控加工实训教材,也可作为数控加工职业技能培训的教材。

# 目 录

|                         |    |                         |    |
|-------------------------|----|-------------------------|----|
| 绪论 .....                | 1  | (一) 每日检查要点 .....        | 15 |
| 一、数控加工在制造业中的作用与地位 ..... | 1  | (二) 月检查要点 .....         | 16 |
| 二、我国数控加工现状及发展 .....     | 1  | (三) 六个月检查要点 .....       | 16 |
| 三、数控机床操作在生产中的实际意义 ..... | 2  | 第四节 数控车床附件、刀具的使用 .....  | 17 |
| 四、数控机床操作步骤 .....        | 2  | 一、数控车床夹具 .....          | 17 |
| 五、数控加工实训的目的及注意事项 .....  | 3  | (一) 液压动力卡盘 .....        | 17 |
| (一) 目的 .....            | 3  | (二) 尾座 .....            | 17 |
| (二) 注意事项 .....          | 3  | 二、数控车床刀具及其使用 .....      | 18 |
| 第一章 数控车床加工 .....        | 4  | (一) 数控车床车刀的类型 .....     | 18 |
| 第一节 数控车床的组成 .....       | 4  | (二) 车刀的更换 .....         | 19 |
| 一、数控车床的布局形式 .....       | 4  | 第五节 加工操作实例 .....        | 19 |
| 二、数控车床的组成部分及其作用 .....   | 4  | 一、零件及加工要求 .....         | 19 |
| (一) 床身 .....            | 4  | 二、准备工作 .....            | 20 |
| (二) 主传动系统及主轴部件 .....    | 4  | (一) 工件装夹方式及加工工艺路线       |    |
| (三) 进给传动系统 .....        | 5  | 的确定 .....               | 20 |
| (四) 自动回转刀架 .....        | 5  | (二) 刀具选择及刀具零点坐标设定 ..... | 20 |
| 三、数控车床的主要技术参数 .....     | 5  | (三) 切削用量的确定 .....       | 21 |
| 第二节 我国常用的数控车床 .....     | 6  | (四) 加工程序编制 .....        | 21 |
| 一、常见的数控车床控制系统 .....     | 6  | 三、操作步骤及内容 .....         | 22 |
| 二、我国常用的数控车床 .....       | 6  | (一) 机床的开机 .....         | 22 |
| (一) 经济型数控车床 .....       | 6  | (二) 回零操作 .....          | 22 |
| (二) 全功能数控车床 .....       | 6  | (三) 加工程序输入 .....        | 22 |
| (三) 车削中心 .....          | 7  | (四) 工件装夹 .....          | 22 |
| (四) 数控立式车床 .....        | 7  | (五) 刀具参数设置(对刀) .....    | 22 |
| 第三节 数控车床的操作 .....       | 7  | (六) 零点偏置设定 .....        | 23 |
| 一、数控车床的操作方法 .....       | 7  | (七) 图形模拟加工 .....        | 23 |
| (一) 控制面板及功能选择 .....     | 7  | (八) 程序试运行 .....         | 23 |
| (二) 回零操作 .....          | 9  | (九) 自动加工 .....          | 23 |
| (三) 机床手动控制 .....        | 10 | (十) 加工完毕, 取下工件, 清洁      |    |
| (四) 加工程序编辑 .....        | 10 | 机床 .....                | 23 |
| (五) 零件图形模拟加工与通信操作 ..... | 11 | 四、常见故障的处理 .....         | 23 |
| (六) 参数设置 .....          | 11 | (一) 数控系统开启后显示屏无任        |    |
| (七) 加工程序执行前的准备工作 .....  | 13 | 何画面显示 .....             | 23 |
| (八) 自动加工的一般步骤 .....     | 13 | (二) 机床不能动作 .....        | 23 |
| (九) 自动加工方式 .....        | 13 | (三) 不能正常返回零点, 且有报       |    |
| (十) 数控车床避免碰撞的主要方法 ..... | 13 | 警产生 .....               | 23 |
| 二、数控车床的安全操作规程 .....     | 15 | (四) 面板显示值与机床实际进给        |    |
| 三、数控车床日常维护及保养 .....     | 15 | 值不符 .....               | 24 |

|                                     |    |                                           |    |
|-------------------------------------|----|-------------------------------------------|----|
| (五) 系统开机之后死机 .....                  | 24 | (十) 首件试加工 .....                           | 35 |
| (六) 刀架连续运转不停或在某规定<br>刀位不能定位 .....   | 24 | (十一) 工件正式加工 .....                         | 36 |
| (七) 刀架突然停止运转, 步进电动<br>机抖动而不运转 ..... | 24 | 二、数控铣床安全操作规程 .....                        | 36 |
| (八) 电动刀架工作不稳定 .....                 | 24 | 三、数控铣床日常维护及保养 .....                       | 37 |
| (九) 超程处理 .....                      | 24 | 第五节 数控铣床加工实例 .....                        | 37 |
| (十) 报警处理 .....                      | 24 | 一、零件及加工要求 .....                           | 37 |
| <b>第二章 数控铣床加工</b> .....             | 25 | 二、准备工作 .....                              | 37 |
| 第一节 数控铣床的组成 .....                   | 25 | (一) 准备过程 .....                            | 37 |
| 一、数控铣床的布局形式 .....                   | 25 | (二) 编制加工程序 .....                          | 37 |
| 二、数控铣床的组成部分及其作用 .....               | 25 | 三、操作步骤及内容 .....                           | 38 |
| (一) 主轴箱 .....                       | 25 | (一) 开机, 机床回原点 .....                       | 38 |
| (二) 进给伺服系统 .....                    | 26 | (二) 安装夹具 .....                            | 38 |
| (三) 控制系统 .....                      | 26 | (三) 将工件装夹在虎钳上, 用百分<br>表检查工件的上表面是否上翘 ..... | 38 |
| (四) 辅助装置 .....                      | 26 | (四) 将立铣刀装夹在弹簧夹头<br>刀柄上 .....              | 38 |
| (五) 机床基础件 .....                     | 26 | (五) 对刀设定工件坐标系 .....                       | 38 |
| 三、数控铣床的主要技术参数 .....                 | 26 | (六) 将加工程序输入到机床中 .....                     | 38 |
| 第二节 我国常用的数控铣床 .....                 | 26 | (七) 输入刀具补偿值 .....                         | 38 |
| 一、经济型数控铣床 .....                     | 26 | (八) 程序调试 .....                            | 38 |
| 二、全功能立式、卧式数控铣床 .....                | 26 | (九) 工件加工 .....                            | 38 |
| 三、龙门式数控铣床 .....                     | 27 | (十) 尺寸测量 .....                            | 39 |
| 第三节 数控铣床附件、刀具的使用 .....              | 28 | (十一) 结束加工 .....                           | 39 |
| 一、刀柄 .....                          | 28 | <b>第三章 加工中心加工</b> .....                   | 40 |
| (一) 刀柄的种类和作用 .....                  | 28 | 第一节 加工中心的组成 .....                         | 40 |
| (二) 刀柄的使用方法 .....                   | 28 | 一、加工中心的布局形式 .....                         | 40 |
| 二、数控回转工作台 .....                     | 30 | 二、加工中心的组成部分及其作用 .....                     | 40 |
| 三、Z轴设定器 .....                       | 30 | 三、加工中心的主要技术参数 .....                       | 41 |
| 四、寻边器 .....                         | 31 | 第二节 我国常用的加工中心 .....                       | 41 |
| (一) 偏心式寻边器的使用方法 .....               | 31 | 一、立式加工中心 .....                            | 41 |
| (二) 光电式寻边器的使用方法 .....               | 32 | 二、卧式加工中心 .....                            | 42 |
| 五、机用虎钳 .....                        | 32 | 三、复合加工中心 .....                            | 42 |
| 六、铣床用卡盘 .....                       | 33 | 四、龙门加工中心 .....                            | 42 |
| 第四节 数控铣床的操作 .....                   | 33 | 第三节 加工中心的工具系统及辅助设备 .....                  | 43 |
| 一、数控铣床的一般操作方法 .....                 | 33 | 一、加工中心的刀柄 .....                           | 43 |
| (一) 数控铣床的操作面板 .....                 | 33 | (一) 弹簧夹头刀柄 .....                          | 44 |
| (二) 开、关机操作 .....                    | 33 | (二) 强力夹头刀柄 .....                          | 44 |
| (三) 手动回零操作 .....                    | 33 | (三) 莫氏锥度刀柄 .....                          | 44 |
| (四) 数控铣床坐标运动的手动操作 .....             | 34 | (四) 侧固式刀柄 .....                           | 44 |
| (五) 程序编辑 .....                      | 34 | (五) 面铣刀刀柄 .....                           | 45 |
| (六) 程序的传输 .....                     | 34 | (六) 钻夹头刀柄 .....                           | 45 |
| (七) 程序的调试 .....                     | 35 | (七) 丝锥夹头刀柄 .....                          | 46 |
| (八) 对刀操作 .....                      | 35 | (八) 镗刀刀柄 .....                            | 46 |
| (九) 刀具补偿值的输入和修改 .....               | 35 | (九) 增速刀柄 .....                            | 46 |



|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| (十) 中心冷却刀柄 .....                   | 46 |
| (十一) 转角刀柄 .....                    | 47 |
| (十二) 多轴刀柄 .....                    | 47 |
| 二、刀具种类及使用 .....                    | 47 |
| (一) 刀具的种类 .....                    | 47 |
| (二) 刀具的使用 .....                    | 47 |
| 三、加工中心夹具的选择和使用 .....               | 48 |
| 四、机外对刀仪 .....                      | 49 |
| (一) 对刀仪的组成 .....                   | 49 |
| (二) 使用对刀仪应注意的问题 .....              | 49 |
| 第四节 加工中心的操作 .....                  | 50 |
| 一、加工中心的基本操作方法 .....                | 50 |
| 二、刀具在刀库中的设置 .....                  | 50 |
| 三、刀具长度补偿值的确定 .....                 | 50 |
| (一) 机内设置 .....                     | 50 |
| (二) 机外刀具预调结合机上对刀 .....             | 51 |
| 四、程序调试 .....                       | 51 |
| 五、加工中心安全操作规程 .....                 | 51 |
| 六、加工中心日常维护及保养 .....                | 52 |
| 第五节 加工操作实例 .....                   | 52 |
| 一、零件及加工要求 .....                    | 52 |
| 二、准备工作 .....                       | 53 |
| (一) 工艺分析及工艺路线设计 .....              | 53 |
| (二) 机床的选择 .....                    | 54 |
| (三) 刀具准备及使用 .....                  | 54 |
| (四) 夹具的选择和使用 .....                 | 54 |
| (五) 程序编制 .....                     | 54 |
| 三、操作步骤及内容 .....                    | 54 |
| (一) 开机, 各坐标轴手动回<br>机床原点 .....      | 54 |
| (二) 将已装夹好刀具的刀柄采用<br>手动方式放入刀库 ..... | 54 |
| (三) 清洁工作台, 安装夹具 .....              | 55 |
| (四) 对刀, 确定并输入工件坐标系<br>参数 .....     | 55 |
| (五) 对刀确定其他刀具的<br>长度补偿值 .....       | 55 |
| (六) 装夹工件 .....                     | 55 |
| (七) 输入加工程序 .....                   | 55 |
| (八) 调试加工程序 .....                   | 55 |
| (九) 试切 .....                       | 55 |
| (十) 加工 .....                       | 55 |
| (十一) 测量并进行加工质量分析 .....             | 56 |
| (十二) 清理加工现场 .....                  | 56 |

## 第四章 数控快走丝电火花

### 线切割加工 .....

#### 第一节 数控快走丝电火花线切割机床

##### 的组成 .....

##### 一、数控快走丝电火花线切割机床的

##### 布局形式 .....

##### 二、数控快走丝电火花线切割机床的

##### 组成部分及其作用 .....

##### (一) 工作台 .....

##### (二) 走丝机构 .....

##### (三) 锥度切割装置 .....

##### (四) 数控系统 .....

##### (五) 脉冲电源 .....

##### (六) 工作液循环系统 .....

##### 三、数控快走丝电火花线切割机床的

##### 主要技术参数 .....

#### 第二节 我国常用的数控快走丝电火花

##### 线切割机床 .....

##### 一、经济型数控快走丝电火花线切割

##### 机床 .....

##### 二、精密型数控快走丝电火花线切割

##### 机床 .....

#### 第三节 数控快走丝电火花线

##### 切割机床的操作 .....

##### 一、线切割加工工艺 .....

##### (一) 线切割加工的工艺参数 .....

##### (二) 线切割加工过程 .....

##### 二、机床调整 .....

##### (一) 压丝块的调整 .....

##### (二) 更换导轮和轴承 .....

##### (三) 导电块的调整 .....

##### (四) 贮丝机构的调整 .....

##### (五) 工作液循环系统的调整 .....

##### 三、基本操作 .....

##### (一) Z轴行程调整 .....

##### (二) 电极丝垂直度的调整 .....

##### (三) 上丝、紧丝操作 .....

##### (四) 工件装夹 .....

##### (五) 电极丝运动起点位置的确定 .....

##### 四、加工操作步骤 .....

##### 五、数控快走丝电火花线切割机床

##### 安全操作规程 .....

##### 六、数控快走丝电火花线切割机床日常

##### 维护及保养 .....

|                         |    |                            |    |
|-------------------------|----|----------------------------|----|
| 七、常见故障判断及排除 .....       | 65 | 三、操作步骤及内容 .....            | 78 |
| 第四节 加工操作实例 .....        | 66 | <b>第六章 数控电火花成型加工</b> ..... | 80 |
| 一、零件及加工要求 .....         | 66 | 第一节 数控电火花成型机床的组成 .....     | 80 |
| 二、准备工作 .....            | 66 | 一、数控电火花成型机床的               |    |
| (一) 工艺分析 .....          | 66 | 布局形式 .....                 | 80 |
| (二) 加工程序编制 .....        | 66 | 二、数控电火花成型机床组成部分            |    |
| 三、操作步骤及内容 .....         | 66 | 及其作用 .....                 | 80 |
| <b>第五章 数控慢走丝电火花线切割</b>  |    | 三、数控电火花成型机床的               |    |
| 加工 .....                | 68 | 主要技术参数 .....               | 81 |
| 第一节 数控慢走丝电火花线切割机床的      |    | 第二节 我国常用的数控电火花成型机床 .....   | 81 |
| 组成 .....                | 68 | 一、单轴数控电火花成型机床 .....        | 81 |
| 一、慢走丝电火花线切割机床与          |    | 二、三轴数控电火花成型机床 .....        | 81 |
| 快走丝电火花线切割机床的比较 .....    | 68 | 第三节 数控电火花成型机床的操作 .....     | 82 |
| 二、慢走丝电火花线切割机床的组成        |    | 一、数控电火花成型加工过程 .....        | 82 |
| 部分及其作用 .....            | 69 | (一) 工艺分析 .....             | 82 |
| (一) 主机部分 .....          | 69 | (二) 选择加工方法 .....           | 82 |
| (二) 脉冲电源部分 .....        | 72 | (三) 选择与放电脉冲有关的参数 .....     | 82 |
| (三) 数控系统部分 .....        | 72 | (四) 选择电极材料 .....           | 82 |
| (四) 工作液循环过滤系统部分 .....   | 72 | (五) 设计电极 .....             | 82 |
| 第二节 我国常用数控慢走丝电火花        |    | (六) 制造电极 .....             | 82 |
| 线切割机床 .....             | 73 | (七) 加工前的准备 .....           | 82 |
| 第三节 数控慢走丝电火花线切割机床的      |    | (八) 热处理安排 .....            | 82 |
| 操作 .....                | 73 | (九) 编制、输入加工程序 .....        | 82 |
| 一、数控慢走丝电火花线切割机床的        |    | (十) 装夹与定位 .....            | 82 |
| 操作要领 .....              | 73 | (十一) 开机加工 .....            | 82 |
| (一) 工艺准备 .....          | 73 | (十二) 加工结束 .....            | 82 |
| (二) 实施少量多次切割 .....      | 75 | 二、电火花加工的工艺因素 .....         | 83 |
| (三) 合理安排切割路线 .....      | 75 | (一) 间隙与斜度 .....            | 83 |
| (四) 正确选择切割参数 .....      | 75 | (二) 加工参数 .....             | 83 |
| (五) 控制上部导向器与工件的距离 ..... | 76 | (三) 电极损耗 .....             | 84 |
| 二、数控慢走丝电火花线切割机床         |    | 三、电极的安装、校正 .....           | 84 |
| 安全操作规程 .....            | 76 | (一) 整体式电极 .....            | 84 |
| (一) 人身安全 .....          | 76 | (二) 多电极 .....              | 85 |
| (二) 设备安全 .....          | 76 | (三) 镶拼式电极 .....            | 85 |
| 三、数控慢走丝电火花线切割机床         |    | (四) 校正 .....               | 85 |
| 日常维护及保养 .....           | 76 | 四、定位 .....                 | 86 |
| (一) 一般性要求 .....         | 76 | (一) 划线法 .....              | 86 |
| (二) 定期润滑 .....          | 76 | (二) 量块角尺法 .....            | 86 |
| (三) 定期检查与更换 .....       | 77 | (三) 测定器量块定位法 .....         | 86 |
| 第四节 数控慢走丝电火花线切割机        |    | (四) 接触感知定位法 .....          | 86 |
| 床附件、工具的使用 .....         | 77 | 五、加工条件的选用 .....            | 86 |
| 第五节 加工操作实例 .....        | 78 | 六、排屑 .....                 | 86 |
| 一、零件及加工要求 .....         | 78 | 七、数控电火花成型机床安全操作规程 .....    | 87 |
| 二、准备工作 .....            | 78 | 第四节 加工操作实例 .....           | 87 |

|                                    |    |                      |    |
|------------------------------------|----|----------------------|----|
| 一、加工要求 .....                       | 87 | (三) 选择加工模式 .....     | 88 |
| 二、准备工作 .....                       | 88 | (四) 安装电极, 校正垂直 ..... | 88 |
| (一) 根据加工要求制造电极 .....               | 88 | (五) 定位 .....         | 88 |
| (二) 设计加工工艺和加工程序 (根据机床功能和要求) .....  | 88 | (六) 输入编辑加工程序 .....   | 88 |
| 三、操作步骤 .....                       | 88 | (七) 加工前的检查 .....     | 88 |
| (一) 开机 .....                       | 88 | (八) 启动机床加工 .....     | 88 |
| (二) 安装夹具, 根据工件特点采用<br>永磁吸盘装夹 ..... | 88 | (九) 加工结束, 机床复位 ..... | 88 |
|                                    |    | <b>主要参考书目</b> .....  | 89 |

## 绪 论

### 一、数控加工在制造业中的作用与地位

制造业是国民经济的命脉,机械制造业又是制造业中的支柱与核心。在现代社会生产领域中,计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助管理以及将它们有机地集成起来的计算机集成制造(CIM)已经成为现代企业科技进步和实现现代化的标志。用计算机辅助制造工程技术对我国传统产业进行改造,是我国制造业走向世界、走向现代化的必由之路。

在国际竞争日益激烈的今天,作为计算机辅助制造工程技术基础的数控加工技术在机械制造业中的地位显得愈来愈重要。现在很多工业发达国家的数控化率可达30%以上,数控机床已成为机械制造业的主要设备。我国从1958年开始研制和使用数控机床,至今在数控机床的品种、数量和质量等方面得到了长足的发展。特别是在改革开放以来,我国数控机床的总拥有量有了显著的增加。数控加工技术的应用和普通机床的数控化改造已成为传统机械制造企业提高竞争力、摆脱困境的有效途径。

进入20世纪90年代后,国家科委、各工业部门都十分重视先进制造技术的应用,积极鼓励和扶持制造企业采用数控加工技术进行技术改造,提高企业工艺技术水平。经国务院批准,自2000年9月1日起执行的《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》是国家引导经济结构战略性调整,改善投资结构以及审批投资项目的主要依据之一,其中确定CAD、CAT、CAM、CAE系统,高速、精密数控机床等为国家重点鼓励发展的产品和技术。可以预见,在今后几年,适合我国国情的数控加工技术将形成一个新兴的高科技产业,成为新的经济增长点。

### 二、我国数控加工现状及发展

据了解,2001年我国机床产值为世界第5名,机床消费额在世界排名第3位,达47.4亿美元,仅次于德国和美国,消费额比上一年增长25%。数控机床消费量从1991年的4113台增长到2000年的23482台,年均增长25%。据权威人士预测,今后5~10年,我国数控机床消费将呈现高速增长态势,数控机床将成为市场需求的主流。

纵观改革开放20年,我国机床消费额大致和国民经济GDP增长值同步,十年翻了一番。我国将有可能在2005年成为世界机床第一消费大国。可以说,我国还处于数控机床普遍应用到提高的过渡期,随着我国制造业的振兴,数控技术将得到更快的发展,前景广阔。

另一方面,虽然我国的数控机床总拥有量有较大的提高,各种类型、不同档次的数控机床在企业得到了广泛的使用,其中不乏世界领先的数控机床,但使用情况不容乐观。主要表现在数控机床功能未得到充分发挥,数控机床的实际开机率低,数控机床加工效率低,技术准备工作周期长、反复多,加工质量不稳定,总体的技术应用水平还比较低。其主要原因是数控加工技术人员的素质、数量、结构还不适应数控加工技术发展的要求,我国迫切需要大量的从研究开发到使用、维修的各个层次的数控技术人才。

### 三、数控机床操作在生产中的实际意义

数控机床是根据加工程序对工件进行自动加工的先进设备，工件的加工质量主要由机床的加工精度、工艺和加工程序的质量决定，基本上排除了机床操作人员手工操作技能的影响，但对操作者的综合素质提出了较高的要求。尤其是在我国开始逐渐普及数控加工技术的初期，很多企业拥有先进的数控机床，但数控加工工艺及加工程序的质量却很低，数控机床操作人员的数量和素质不能满足数控加工快速发展的要求，导致产品质量差，加工效率低。目前，符合数控加工实际需要的数控机床操作人员还存在较大的缺口。据统计，2002 年我国仅数控加工操作工就短缺 60 万人。

数控机床是典型的机、电、液、气一体化的设备，对使用操作人员的要求较高，是国家劳动和社会保障部要求持职业资格证书上岗的技术复杂性工种。数控机床的操作不同于普通机床对操作者的经验和手工技巧的要求，需要操作人员具有较好的工艺基础知识和较高的综合素质，能够不断了解和掌握先进加工技术的实际应用。

数控机床要按照数控加工程序自动进行零件的加工，必须由机床操作人员具体实施。可以说，数控加工工艺方案是通过机床操作人员在数控机床上实现的，数控加工现场经验的积累又是提高数控加工工艺和数控加工程序质量的基础。因此，数控机床的操作是企业生产过程中一个重要的环节，数控机床操作人员的素质和水平将直接影响企业的生产效率、产品质量以及生产成本，高素质的数控机床操作人员是保证数控加工工艺得以正确和顺利实施的重要条件之一。

### 四、数控机床操作步骤

数控机床基本上覆盖了所有的机床类型，种类虽然很多，但在机床的使用上都有相同或相似的规律。在加工现场，数控机床的操作一般按照以下步骤进行，如图 0-1 所示。

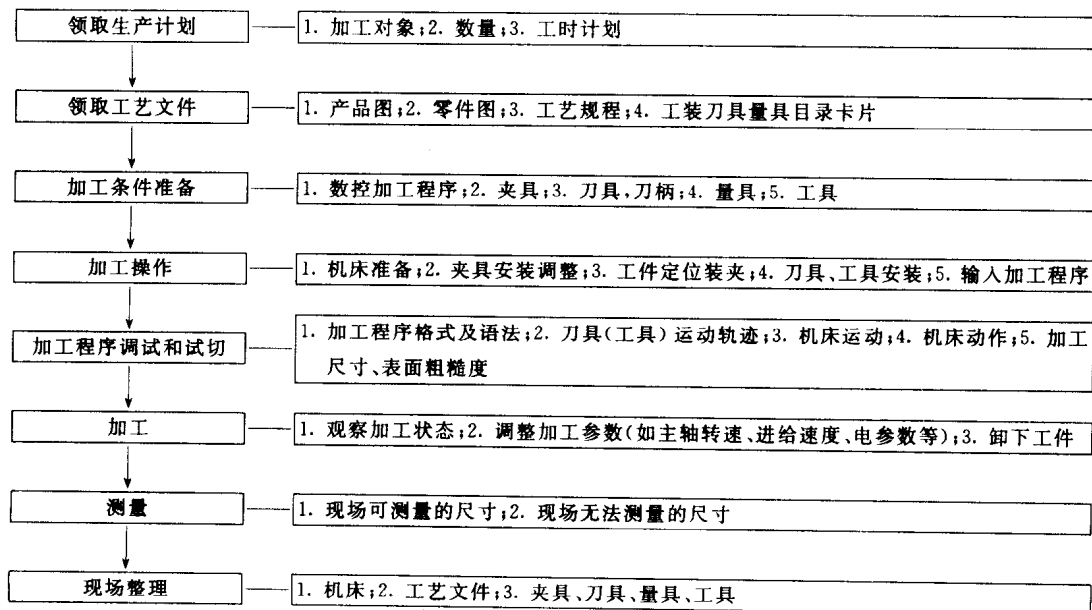


图 0-1 数控机床一般操作步骤

## 五、数控加工实训的目的及注意事项

### （一）目的

为适应数控加工技术的发展对专业人才的要求，根据数控加工职业技能鉴定的标准，在通过理论学习掌握必需的“应知”知识的基础上，经过实际的操作训练，了解数控加工的生产实际，熟悉数控加工生产环境，掌握数控加工“应会”的机床操作技能，提高专业技术应用能力，培养良好的职业道德。

### （二）注意事项

- ① 必须保证人身和设备安全。
- ② 着重掌握数控机床操作的一般规律，再针对具体所使用的数控机床进行练习，逐步熟练和提高。
- ③ 在操作练习中，最好有明确的加工对象。

## 第一章 数控车床加工

数控车床主要用于轴类或盘类零件的内外圆柱面、任意角度的内外圆锥面、复杂回转内外曲面和圆柱、圆锥螺纹等的切削加工，并能进行切槽、钻孔、扩孔、铰孔及镗孔等。

### 第一节 数控车床的组成

#### 一、数控车床的布局形式

数控车床的布局大都采用机、电、液、气一体化布局，全封闭或半封闭防护。图 1-1 为数控车床外形。

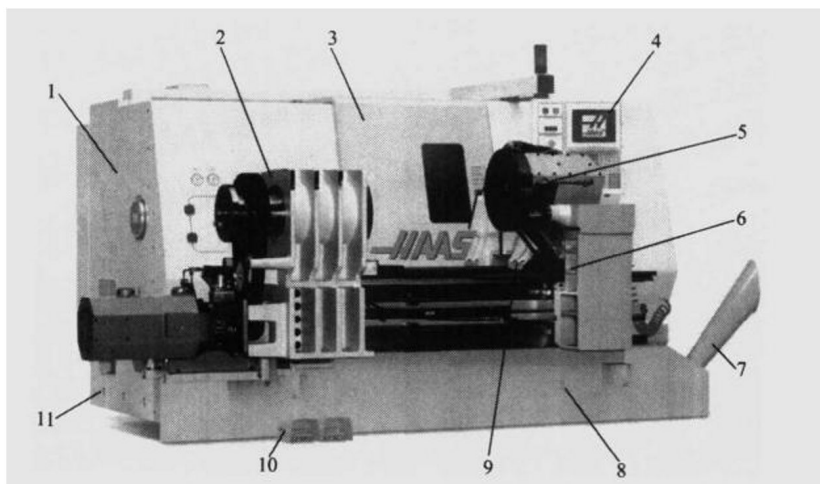


图 1-1 数控车床外形

1—电气箱；2—主轴；3—机床防护门；4—操作面板；5—回转刀架；  
6—尾座；7—排屑器；8—冷却液箱；9—滑板；10—卡盘踏板开关；11—床身

#### 二、数控车床的组成部分及其作用

数控车床是由床身、主轴箱、刀架进给系统、尾座、液压系统、冷却系统、润滑系统、排屑器等部分组成。

##### （一）床身

数控车床的床身结构和导轨有多种形式，主要有水平床身、倾斜床身、水平床身斜滑鞍等。中小规格的数控车床采用倾斜床身和水平床身斜滑鞍较多。倾斜床身多采用  $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$  和  $90^\circ$  角，常用的有  $45^\circ$ 、 $60^\circ$  和  $75^\circ$  角。大型数控车床和小型精密数控车床采用水平床身较多。

##### （二）主传动系统及主轴部件

如图 1-2 所示。数控车床的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，

带动主轴旋转，实现自动无级调速及恒切速度控制。主轴组件是机床实现旋转运动的执行件。

### （三）进给传动系统

进给传动系统如图 1-3 所示。横向进给传动系统是带动刀架作横向（X 轴）移动的装置，它控制工件的径向尺寸。纵向进给装置是带动刀架作轴向（Z 轴）运动的装置，它控制工件的轴向尺寸。

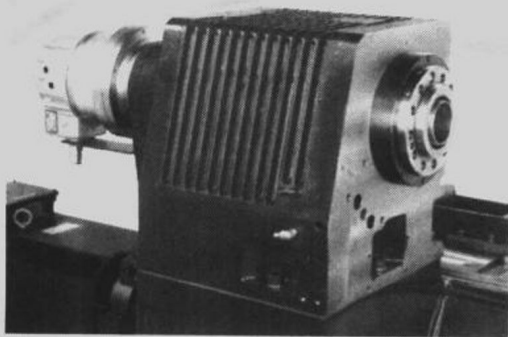


图 1-2 主轴部件

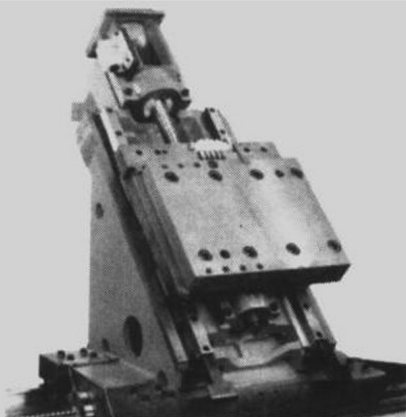


图 1-3 X、Z 进给溜板

### （四）自动回转刀架

刀架是数控车床的重要部件，它安装各种切削加工刀具，其结构直接影响机床的切削性能和工作效率。

数控车床的刀架分为转塔式和排刀式刀架两大类。转塔式刀架是普遍采用的刀架形式，它通过转塔头的旋转、分度、定位来实现机床的自动换刀工作。如图 1-4 所示。

两坐标连续控制的数控车床，一般都采用 6~12 工位转塔式刀架。排刀式刀架主要用于小型数控车床，适用于短轴或套类零件加工。如图 1-5 所示。

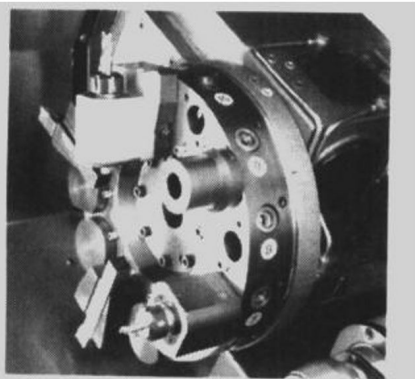


图 1-4 转塔式刀架

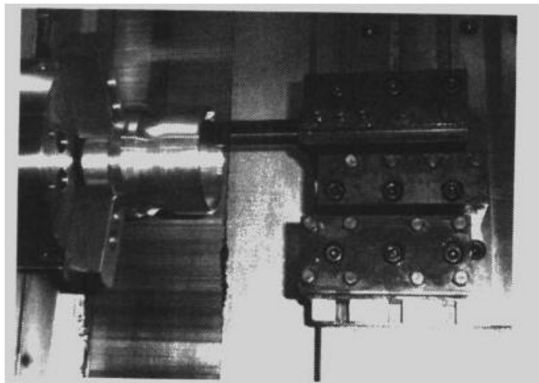


图 1-5 排刀式刀架

## 三、数控车床的主要技术参数

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，主轴头型式，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。

## 第二节 我国常用的数控车床

### 一、常见的数控车床控制系统

我国在数控车床上常用的数控系统有日本的 FANUC 公司的 0T、3T、5T、6T、10T、11T、0TC、0TD、0TE、7CT、160/18TC、160/180TC 等, 德国的 SIEMENS 公司的 802S、802C、802D、810D、840D、840Di、840C 等, 以及美国 ACRAMATIC 数控系统、西班牙 FAGOR 数控系统等。

国内生产的经济型数控系统产品有: 南京大方股份有限公司的 JWK 系列, 南京江南机床数控工程公司的 JN 系列, 上海开通数控公司的 KT-300 系列等。

普及型数控系统产品有: 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 KND-500 系列, 北京航天数控集团的 CASNUC-901、902 系列, 广州数控设备厂 GSK980T 系列, 大连大森公司的 R2F6000 型等。

高档数控系统的主要产品有: 珠峰数控公司的 CME988 (中华 I 型) 系列, 北京航天数控集团的 CASNUC911MC (航天 I 型), 华中数控公司的世纪星 21T 及中科院沈阳计算所 LT8520/30 (蓝天 I 型) 等。

### 二、我国常用的数控车床

数控车床品种、规格繁多, 目前应用较多的是中等规格的两坐标连续控制的数控车床。

#### (一) 经济型数控车床

一般采用开环控制, 具有 CRT 显示、程序储存、程序编辑等功能, 加工精度不高。如图 1-6 所示, 主要用于精度要求不高, 有一定复杂性的零件。

#### (二) 全功能数控车床

这是较高档次的数控车床, 具有刀尖圆弧半径自动补偿、恒线速、倒角、固定循环、螺纹切削、图形显示、用户宏程序等功能, 加工能力强。如图 1-7 所示。适宜加工精度高、形状复杂、工序多、循环周期长、品种多变的单件或中小批量零件的加工。

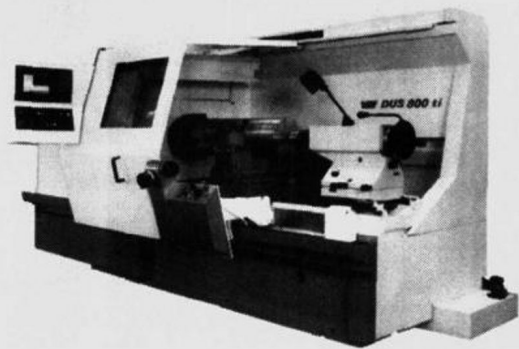


图 1-6 经济型数控车床

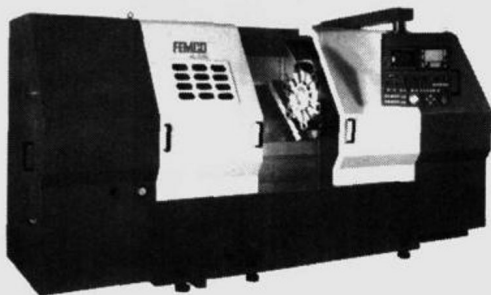


图 1-7 全功能数控车床