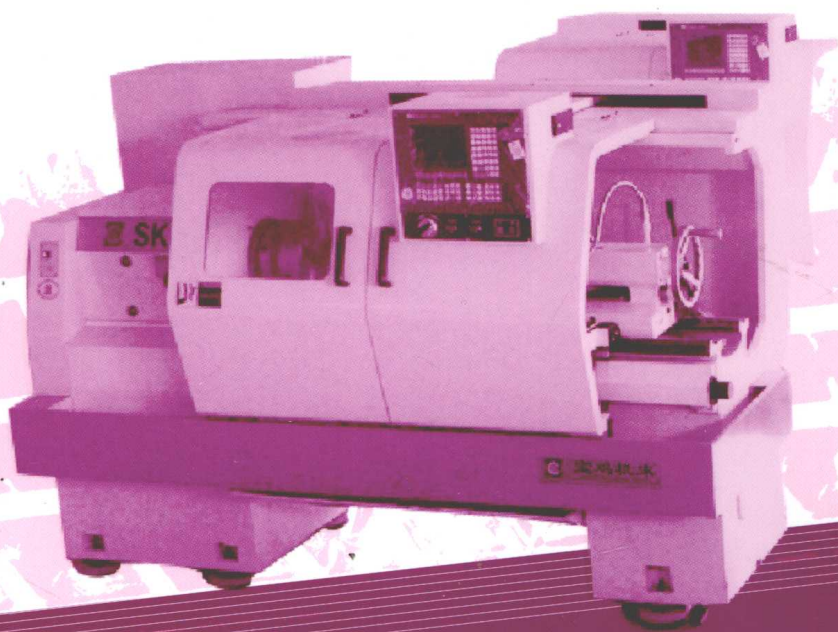


21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材



# 数控加工技术项目教程

主 编 李东君



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材

# 数控加工技术项目教程

主 编 李东君

副主编 钱晓琳 赵成喜



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书的编写以高等职业技术人才培养目标为依据,结合教育部模具专业紧缺型人才培养要求,注重教材的基础性、实践性、科学性、先进性和通用性,融理论教学、技能操作、企业项目为一体。

本书以项目引领,以工作过程为导向,以具体工作任务为驱动,按照数控加工职业岗位(数控编程员和数控操作工)的工作内容及工作过程,参照数控操作工国家职业资格标准,对应职业岗位核心能力培养设置了五大项目:数控车削加工技术、数控铣削加工技术、加工中心加工技术、数控电火花加工技术、数控机床考证强化,进行由浅入深的项目任务学习和训练,最后完成综合零件的工艺设计、程序编制和加工操作。

本书按照国家职业标准进行数控车、数控铣/加工中心等工种的中级工强化训练,较好地符合了企业对数控加工一线人员的职业素质需要。

本书适合高职高专数控相关专业学生作为教材使用,也适合数控加工专业人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控加工技术项目教程/李东君主编. —北京:北京大学出版社,2010.8

(21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-17398-5

I. ①数… II. ①李… III. ①数控机床—加工—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 121606 号

书 名:数控加工技术项目教程

著作责任者:李东君 主编

策 划 编 辑:赖 青 张永见

责 任 编 辑:李娉婷

标 准 书 号:ISBN 978-7-301-17398-5/TH·0199

出 版 者:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址:<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱:[pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

印 刷 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:北京大学出版社

经 销 者:新华书店

787mm×1092mm 16 开本 26.75 印张 627 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价:48.00 元

---

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024

电子邮箱:[fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

本书的编写以高等职业技术人才培养目标为依据,结合教育部模具专业紧缺型人才培养要求,注重教材的基础性、实践性、科学性、先进性和通用性,融理论教学、技能操作、企业项目为一体。本书的设计以项目引领,以工作过程为导向,以具体工作任务为驱动,按照数控加工职业岗位(数控编程员和数控操作工)的工作内容及工作过程,参照数控操作工国家职业资格标准,对应职业岗位核心能力培养设置了5大项目和24个工作任务,进行由浅入深的项目任务学习和训练,最后完成综合零件的工艺设计、程序编制和加工操作。同时,按照国家职业标准进行数控车、数控铣/加工中心等工种的中级工强化训练,较好地符合了企业对数控加工一线人员的职业素质需要。

本书具有以下突出特点:

(1) 以项目引领,以工作过程为导向,以具体工作任务为驱动,工作任务选自企业或生产中典型零件统领整个教学内容。

(2) 强化职业技能和综合技能培养,要求教学中教师在“教中做”、学生在“做中学”,并与职业技能鉴定相结合。

本书参考学时为192学时,建议采用理论实践一体的教学模式,6周完成,各项目参考学时如下表。

| 项目设计         | 任务设计                | 建议学时 | 课内实训学时 | 总学时(192) |
|--------------|---------------------|------|--------|----------|
| 项目1 数控车削加工技术 | 任务1.1 认识数控车削加工      | 4    | 2      | 6        |
|              | 任务1.2 车削加工外圆柱/圆锥类零件 | 3    | 3      | 6        |
|              | 任务1.3 车削加工外圆弧类零件    | 3    | 3      | 6        |
|              | 任务1.4 车削加工螺纹类零件     | 3    | 3      | 6        |
|              | 任务1.5 车削加工孔类零件      | 3    | 3      | 6        |
|              | 任务1.6 车削加工综合类零件     | 2    | 6      | 8        |
|              | 任务1.7 操作数控车床        | 4    | 6      | 10       |
| 项目2 数控铣削加工技术 | 任务2.1 认识数控铣削加工      | 4    | 2      | 6        |
|              | 任务2.2 铣削加工平面类零件     | 3    | 3      | 6        |
|              | 任务2.3 铣削加工轮廓类零件     | 4    | 4      | 8        |
|              | 任务2.4 铣削加工型腔类零件     | 4    | 4      | 8        |
|              | 任务2.5 铣削加工孔类零件      | 4    | 4      | 8        |
|              | 任务2.6 铣削加工综合类零件     | 2    | 6      | 8        |
|              | 任务2.7 操作数控铣床        | 4    | 6      | 10       |

(续)

| 项目设计                               | 任务设计                          | 建议学时 | 课内实训学时 | 总学时(192) |
|------------------------------------|-------------------------------|------|--------|----------|
| 项目3 加工中心加工技术                       | 任务3.1 认识加工中心                  | 2    | 4      | 6        |
|                                    | 任务3.2 加工十字型腔                  | 2    | 4      | 6        |
|                                    | 任务3.3 操作加工中心                  | 2    | 6      | 8        |
| 项目4 数控电火花加工技术                      | 任务4.1 数控电火花线切割加工技术            | 4    | 2      | 6        |
|                                    | 任务4.2 数控电火花成形加工技术             | 2    | 2      | 4        |
| 项目5 数控机床考证强化<br>(学生选择一种数控机床, 60学时) | 任务5.1 数控车床操作考证强化——加工轴类零件      | 4    | 26     | 30       |
|                                    | 任务5.2 数控车床操作考证强化——加工套类零件      | 4    | 26     | 30       |
|                                    | 任务5.3 数控铣床/加工中心操作考证强化——加工十字底板 | 2    | 18     | 20       |
|                                    | 任务5.4 数控铣床/加工中心操作考证强化——加工凹盘   | 2    | 18     | 20       |
|                                    | 任务5.5 数控铣床/加工中心操作考证强化——加工凸台孔板 | 2    | 18     | 20       |

本书由南京交通职业技术学院李东君担任主编, 南京交通职业技术学院钱晓琳、大连海洋大学职业技术学院赵成喜任副主编。李东君负责编写项目1、项目2与项目4, 钱晓琳负责编写项目3, 赵成喜负责编写项目5。项目4在编写过程中得到苏州新火花公司朱万成工程师的大力协助; 另外在编写过程中参考和借鉴了诸多同行的相关资料、文献, 在此一并表示诚挚感谢!

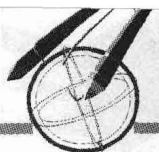
限于编者水平有限, 书中难免有疏漏之处, 敬请读者不吝赐教, 以便修正, 日臻完善。

编者  
2010年3月

# 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 项目 1 数控车削加工技术 .....        | 1   |
| 任务 1.1 认识数控车削加工 .....      | 2   |
| 1.1.1 任务导入：数控车削仿真加工 .....  | 2   |
| 1.1.2 知识链接 .....           | 3   |
| 1.1.3 任务实施 .....           | 24  |
| 习题 .....                   | 39  |
| 任务 1.2 车削加工外圆柱/圆锥类零件 ..... | 40  |
| 1.2.1 任务导入：短轴零件加工 .....    | 41  |
| 1.2.2 知识链接 .....           | 41  |
| 1.2.3 任务实施 .....           | 56  |
| 习题 .....                   | 57  |
| 任务 1.3 车削加工外圆弧类零件 .....    | 59  |
| 1.3.1 任务导入：手柄加工 .....      | 59  |
| 1.3.2 知识链接 .....           | 59  |
| 1.3.3 任务实施 .....           | 71  |
| 习题 .....                   | 73  |
| 任务 1.4 车削加工螺纹类零件 .....     | 74  |
| 1.4.1 任务导入：螺钉加工 .....      | 74  |
| 1.4.2 知识链接 .....           | 75  |
| 1.4.3 任务实施 .....           | 86  |
| 习题 .....                   | 88  |
| 任务 1.5 车削加工孔类零件 .....      | 89  |
| 1.5.1 任务导入：套管的加工 .....     | 89  |
| 1.5.2 知识链接 .....           | 89  |
| 1.5.3 任务实施 .....           | 93  |
| 习题 .....                   | 95  |
| 任务 1.6 车削加工综合类零件 .....     | 96  |
| 1.6.1 任务导入：长轴加工 .....      | 96  |
| 1.6.2 任务实施 .....           | 97  |
| 习题 .....                   | 106 |
| 任务 1.7 操作数控车床 .....        | 109 |
| 1.7.1 任务导入：加工简单轴类零件 .....  | 109 |
| 1.7.2 知识链接 .....           | 109 |
| 1.7.3 任务实施 .....           | 119 |
| 习题 .....                   | 121 |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 项目小结 .....                   | 122        |
| <b>项目 2 数控铣削加工技术 .....</b>   | <b>123</b> |
| 任务 2.1 认识数控铣削加工 .....        | 124        |
| 2.1.1 任务导入：数控铣削仿真加工 .....    | 124        |
| 2.1.2 知识链接 .....             | 125        |
| 2.1.3 任务实施 .....             | 139        |
| 习题 .....                     | 139        |
| 任务 2.2 铣削加工平面类零件 .....       | 140        |
| 2.2.1 任务导入：六面体铣削加工 .....     | 140        |
| 2.2.2 知识链接 .....             | 141        |
| 2.2.3 任务实施 .....             | 161        |
| 习题 .....                     | 162        |
| 任务 2.3 铣削加工轮廓类零件 .....       | 164        |
| 2.3.1 任务导入：连杆外轮廓铣削加工 .....   | 164        |
| 2.3.2 知识链接 .....             | 164        |
| 2.3.3 任务实施 .....             | 173        |
| 习题 .....                     | 178        |
| 任务 2.4 铣削加工型腔类零件 .....       | 179        |
| 2.4.1 任务导入：矩形型腔零件的铣削加工 ..... | 179        |
| 2.4.2 知识链接 .....             | 179        |
| 2.4.3 任务实施 .....             | 181        |
| 习题 .....                     | 184        |
| 任务 2.5 铣削加工孔类零件 .....        | 186        |
| 2.5.1 任务导入：端盖零件的加工 .....     | 186        |
| 2.5.2 知识链接 .....             | 186        |
| 2.5.3 任务实施 .....             | 205        |
| 2.5.4 拓展实训：支承座零件的孔加工 .....   | 208        |
| 习题 .....                     | 211        |
| 任务 2.6 铣削加工综合类零件 .....       | 214        |
| 2.6.1 任务导入：腰形槽底板的加工 .....    | 214        |
| 2.6.2 任务实施 .....             | 214        |
| 2.6.3 拓展实训：半径补偿和圆弧插补程序 ..... | 218        |
| 2.6.4 拓展实训：子程序和坐标旋转程序 .....  | 219        |
| 2.6.5 拓展实训：带槽凸版 .....        | 221        |
| 2.6.6 拓展实训：凹模 .....          | 223        |
| 习题 .....                     | 228        |
| 任务 2.7 操作数控铣床 .....          | 231        |
| 2.7.1 任务导入：十字凸台零件加工(1) ..... | 231        |
| 2.7.2 知识链接 .....             | 232        |



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 2.7.3 任务实施                   | 237        |
| 2.7.4 拓展实训：十字凹槽零件的加工(2)      | 241        |
| 习题                           | 245        |
| 项目小结                         | 246        |
| <b>项目3 加工中心加工技术</b>          | <b>247</b> |
| 任务 3.1 认识加工中心                | 248        |
| 3.1.1 任务导入：加工中心仿真加工          | 248        |
| 3.1.2 知识链接                   | 248        |
| 3.1.3 任务实施                   | 273        |
| 习题                           | 275        |
| 任务 3.2 加工十字型腔                | 277        |
| 3.2.1 任务导入：加工十字型腔            | 277        |
| 3.2.2 任务实施                   | 278        |
| 习题                           | 283        |
| 任务 3.3 操作加工中心                | 286        |
| 3.3.1 任务导入：加工凸台槽孔            | 286        |
| 3.3.2 知识链接                   | 286        |
| 3.3.3 任务实施                   | 288        |
| 习题                           | 293        |
| 项目小结                         | 294        |
| <b>项目4 数控电火花加工技术</b>         | <b>295</b> |
| 任务 4.1 数控电火花线切割加工技术          | 296        |
| 4.1.1 任务导入：典型凸模零件的线切割自动编程与加工 | 296        |
| 4.1.2 知识链接                   | 296        |
| 4.1.3 任务实施                   | 330        |
| 习题                           | 337        |
| 任务 4.2 数控电火花成形加工技术           | 338        |
| 4.2.1 任务导入                   | 338        |
| 4.2.2 知识链接                   | 339        |
| 4.2.3 任务实施                   | 358        |
| 习题                           | 363        |
| 项目小结                         | 364        |
| <b>项目5 数控机床考证强化</b>          | <b>365</b> |
| 任务 5.1 数控车床操作考证强化——加工轴类零件    | 366        |
| 5.1.1 任务导入：加工轴类零件            | 366        |
| 5.1.2 知识链接                   | 366        |
| 5.1.3 任务实施                   | 372        |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 任务 5.2 数控车床操作考证强化——加工套类零件 .....      | 375 |
| 5.2.1 任务导入：加工套类零件 .....              | 375 |
| 5.2.2 任务实施 .....                     | 376 |
| 习题 .....                             | 378 |
| 任务 5.3 数控铣床/加工中心操作考证强化——加工十字底板 ..... | 388 |
| 5.3.1 任务导入：加工十字底板 .....              | 388 |
| 5.3.2 知识链接 .....                     | 388 |
| 5.3.3 任务实施 .....                     | 396 |
| 任务 5.4 数控铣床/加工中心操作考证强化——加工凹盘 .....   | 400 |
| 5.4.1 任务导入：加工凹盘零件 .....              | 400 |
| 5.4.2 任务实施 .....                     | 401 |
| 任务 5.5 数控铣床/加工中心操作考证强化——加工凸台孔板 ..... | 406 |
| 5.5.1 任务导入：加工凸台孔板 .....              | 406 |
| 5.5.2 任务实施 .....                     | 407 |
| 习题 .....                             | 411 |
| 项目小结 .....                           | 417 |
| 参考文献 .....                           | 418 |



# 项目1

## 数控车削加工技术

### 能力目标

1. 分析数控车削加工工艺能力；
2. 编制数控车削加工程序能力；
3. 操作数控车床能力。

### 项目导读

本项目从认识数控车削加工开始，分别介绍车削外圆柱/圆锥类、外圆弧类、螺纹类、孔类、综合类零件，最后操作数控车床分析车削工艺、拟定车削路线，同时利用数控仿真软件同步体验，由浅入深分类介绍数控车削编程技术与仿真编程加工，最后是实际机床操作加工，直接体验车削加工的真实过程。

本项目精选加工案例，借助数控仿真软件同步教学，强化实践性，遵循“做中学，学中做”，融理论实践为一体。学习过程按照：分析工艺→拟定车削路线→编写数控车削程序→仿真加工验证→检测工件，即



## 任务 1.1 认识数控车削加工

| 专项能力目标               | 涉及知识点               | 权重/(%) | 建议学时 |
|----------------------|---------------------|--------|------|
| 分析数控车床结构             | 数控车床结构种类；数控车削工艺知识   | 20     | 6    |
| 会对刀设立刀补并确定相关加工坐标     | 机床坐标系确定原则；工作坐标系及其设定 | 40     |      |
| 分析车削工艺；会使用数控车床加工仿真软件 | 数控车床仿真软件的使用         | 40     |      |

### 1.1.1 任务导入：数控车削仿真加工

任务描述完成如图 1.1 所示零件的数控仿真加工，毛坯为  $\Phi 25\text{mm}$  圆钢，材料 45 号钢。

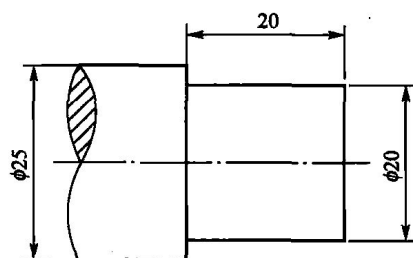


图 1.1 阶梯轴零件图

程序清单：

| 程序名                 | 程序名                      |
|---------------------|--------------------------|
| O0001               | 调用一号刀补、建立工件坐标系           |
| N10 T0101;          | 主轴正转 S300                |
| N20 M03 S300;       | G01 走到安全点                |
| N30 G01 X40 Z5 F50; | 走到 X23 Z2 点              |
| N40 G01 X23 Z2;     | 粗切一直径 23 的外圆             |
| N50 G01 Z-20;       | X 方向退刀到 X30              |
| N60 X30;            | Z 方向退刀到 Z2               |
| N70 Z2;             | X 方向进刀到 21               |
| N80 X21;            | 粗切一直径 21 的外圆             |
| N90 G01 Z-20;       | X 方向退刀到 X30              |
| N100 X30;           | Z 方向退刀到 Z2               |
| N110 Z2;            | X 方向进刀到 20.4 留 0.4mm 的余量 |
| N120 X20.4;         | 粗切一直径 20.4 的外圆           |
| N130 Z-20;          | X 方向退刀到 X30              |
| N140 X30;           | Z 方向退刀到 Z2               |
| N150 Z2;            | X 方向进刀到 20               |
| N160 X20;           | 精车切一直径 20 的外圆            |
| N170 Z-20 F30;      |                          |

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| N180 G01 X100;  | X 方向退刀到 100        |
| N190 Z100;      | Z 方向退刀到 100 (即换刀点) |
| N200 T0100 M05; | 取消一号刀补, 主轴停        |
| N210 M30;       | 程序结束               |

### 1.1.2 知识链接

#### 1. 数控机床的分类

##### 1) 按加工方式分类

- (1) 切削机床类。如数控车床、铣床、镗床、钻床和加工中心等。
- (2) 成形机床类。如数控冲压机、弯管机、折弯机等。
- (3) 特种加工机床类。如数控电火花、线切割、激光加工机床等。
- (4) 其他机床类。如数控等离子切割、火焰切割、点焊机、三坐标测量机等。

##### 2) 按控制系统功能分类

(1) 点位控制数控机床。点位控制数控机床只要求控制机床的移动部件从某一位置移动到另一位置的准确定位, 对于两位置之间的运动轨迹不作严格要求, 在移动过程中刀具不进行切削加工, 如图 1.2 所示。具有点位控制功能的数控机床有数控钻床、数控冲床、数控镗床及数控点焊机等。

(2) 直线控制数控机床。直线控制数控机床的特点是除了控制点与点之间的准确定位外, 还要保证两点之间移动的轨迹是一条与机床坐标轴平行的直线, 而且对移动的速度也要进行控制, 因为这类数控机床在两点之间移动时要进行切削加工, 如图 1.3 所示。具有直线控制功能的数控机床有比较简单的数控车床、数控铣床及数控磨床等, 很少有单纯用于直线控制的数控机床。

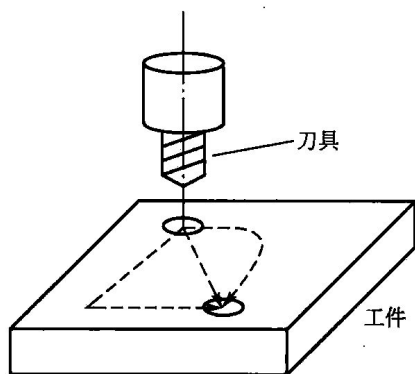


图 1.2 点位控制钻孔加工

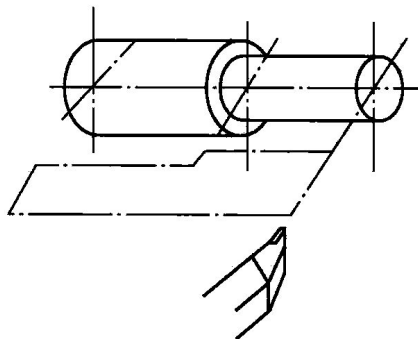


图 1.3 直线控制

(3) 轮廓控制数控机床。轮廓控制又称连续轨迹控制, 这类数控机床能够对两个或两个以上的运动坐标的位移及速度进行连续相关的控制, 因而可以进行曲线或曲面的加工, 如图 1.4 所示。具有轮廓控制功能的数控机床有数控车床、数控铣床及加工中心等。

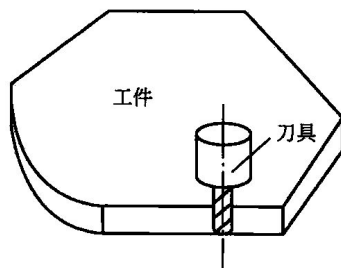


图 1.4 轮廓控制数控机床

##### 3) 按伺服控制方式分类

(1) 开环控制数控机床。这类数控系统不带检测装置,

也无反馈电路,以步进电动机为驱动元件,如图 1.5 所示。CNC 装置输出的指令进给脉冲经驱动电路进行功率放大,转换为控制步进电动机各定子绕组依次通电/断电的电流脉冲信号,驱动步进电动机转动,再经机床传动机构(齿轮箱,丝杠等)带动工作台移动。这种方式控制简单,价格比较低廉,被广泛应用于经济型数控系统中。

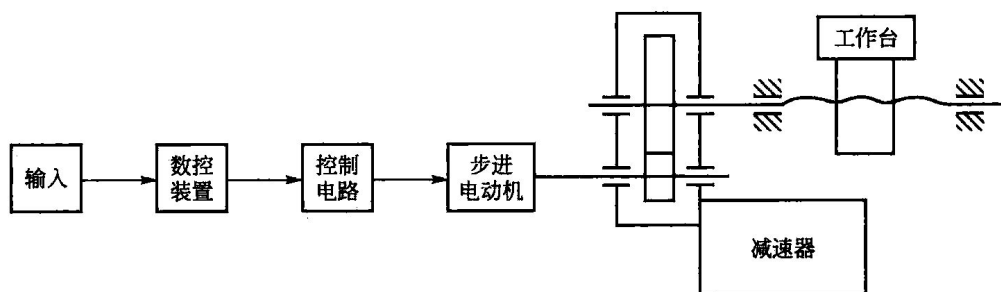


图 1.5 开环控制系统框图

(2) 闭环控制数控机床。位置检测装置安装在机床工作台上,用以检测机床工作台的实际运行位置(直线位移),并将其与 CNC 装置计算出的指令位置(或位移)相比较,用差值进行控制,其控制框图如图 1.6 所示。这类控制方式的位置控制精度很高,但由于它将丝杠、螺母副及机床工作台这些大惯性环节放在闭环内,所以调试时,其系统稳定状态很难达到。

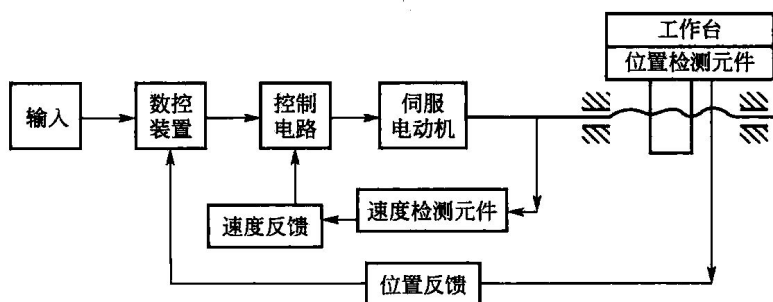


图 1.6 闭环控制系统框图

(3) 半闭环控制数控机床。位置检测元件被安装在电动机轴端或丝杠轴端,通过角位移的测量间接计算出机床工作台的实际运行位置(直线位移),并将其与 CNC 装置计算出的指令位置(或位移)相比较,用差值进行控制,其控制框图如图 1.7 所示。由于闭环的环路内不包括丝杠、螺母副及机床工作台这些大惯性环节,由这些环节造成的误差不能由环路所矫正,其控制精度不如闭环控制数控系统,但其调试方便,可以获得比较稳定的控制特性,因此在实际应用中,这种方式被广泛采用。

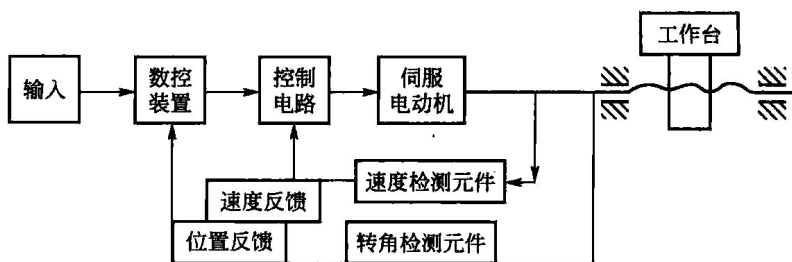


图 1.7 半闭环控制系统框图

## 2. 数控车床组成

### 1) 数控车床的结构组成

数控车床主要由车床本体、数控系统、伺服系统、检测装置和辅助装置等组成。图 1.8 所示为数控车床组成框图，其结构如图 1.9 所示。

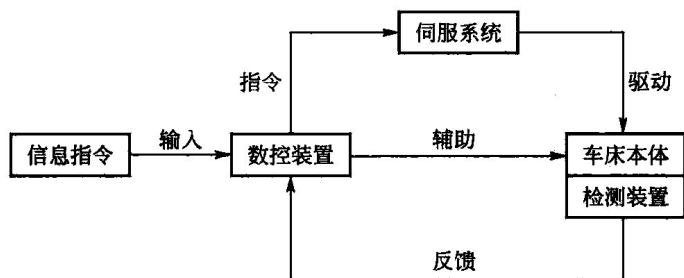


图 1.8 数控车床的组成框图

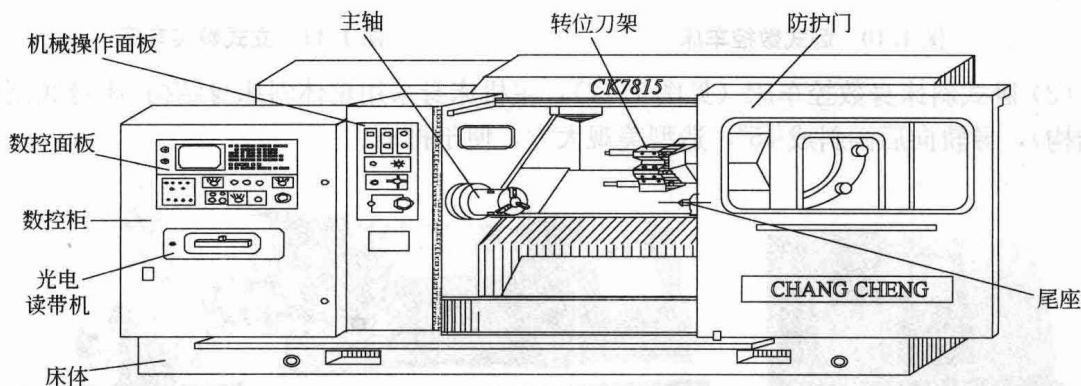


图 1.9 数控车床的结构

(1) 车床本体：数控机床的机械部件，主要包括主传动系统、进给传动系统、辅助装置等。与普通车床相比，数控车床的本体结构具有刚度好、精度高、可靠性好、热变形小等特点。

(2) 数控系统：数控车床的控制核心。现代数控系统通常是带有专门软件的专用计算机，在数控车床中起指挥作用。数控装置接收加工程序等送来的各种信息，经处理和调配后，向驱动机构发出各种指令信息。在执行过程中，其驱动、检测等机构同时将有关信息反馈给数控系统，以便经处理后发出新的执行命令。

(3) 伺服系统：数控车床的执行机构，由驱动和执行两大部分组成。它接受数控系统发出的脉冲指令信息，并按脉冲指令信息的要求控制执行部件的进给速度、方向和位移等，每一脉冲使机床移动部件产生的位移称为脉冲当量。

(4) 检测装置：通过位置传感器将伺服电动机的角位移或数控车床执行机构的直线位移转换成电信号，输送给数控装置，使之与指令信号进行比较，并由数控装置发出指令，纠正所产生的误差，使数控车床按加工程序要求的进给位置和速度完成加工。

(5) 辅助装置：数控车床中一些为加工服务的配套部分，如液压、气动装置、冷却、

照明、润滑、防护和排屑装置等。

## 2) 数控车床的类型

(1) 卧式数控车床 (见图 1.10): 分单轴卧式和双轴卧式数控车床。

(2) 立式数控车床 (见图 1.11): 分单柱立式和双柱立式数控车床。

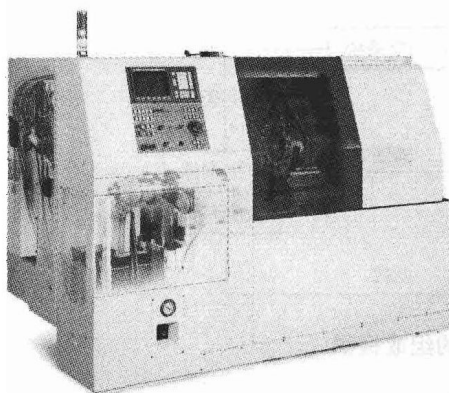


图 1.10 卧式数控车床



图 1.11 立式数控车床

(3) 卧式斜床身数控车床 (见图 1.12): 主机床身采用整体斜床身结构(床身底座一体化结构), 导轨向后倾斜成  $45^\circ$ , 造型美观大方, 便于排屑。

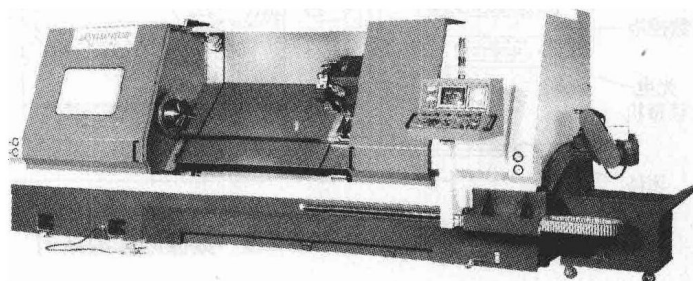


图 1.12 卧式斜床身数控车床

(4) 高精度数控车床。

(5) 四轴联动数控车床, 如图 1.13 所示。

(6) 车削加工中心, 图 1.14 为沈阳一机 CH6145A 车削中心机床的结构图, 车削中心是一种以车削为加工模式、添加铣削动力刀头后又可进行铣削加工模式的车—铣合一的切削加工机床类型。



图 1.13 四轴联动数控车床

(7) 各种专用数控车床, 如轮胎模专用数控车床, 如图 1.15 所示; 再如数控卡盘车床、数控管子车床等。

## 3) 数控车床的加工对象

结合数控车削的特点, 与普通车床相比, 数控车床适合于车削具有以下要求和特点的回转体零件。



(1) 轮廓形状特别复杂或难于控制尺寸的回转体零件。数控车床具有直线插补和圆弧插补功能，部分数控车床甚至还具有某些非圆曲线插补功能，故数控车床能车削由任意平面曲线轮廓所组成的回转体类的零件，包括不能用数学方程描述的列表曲线类的零件。有些内型、内腔零件，用普通车床难以控制尺寸，如图 1.16 所示的特形内表面零件，用数控车床加工很容易就能实现。

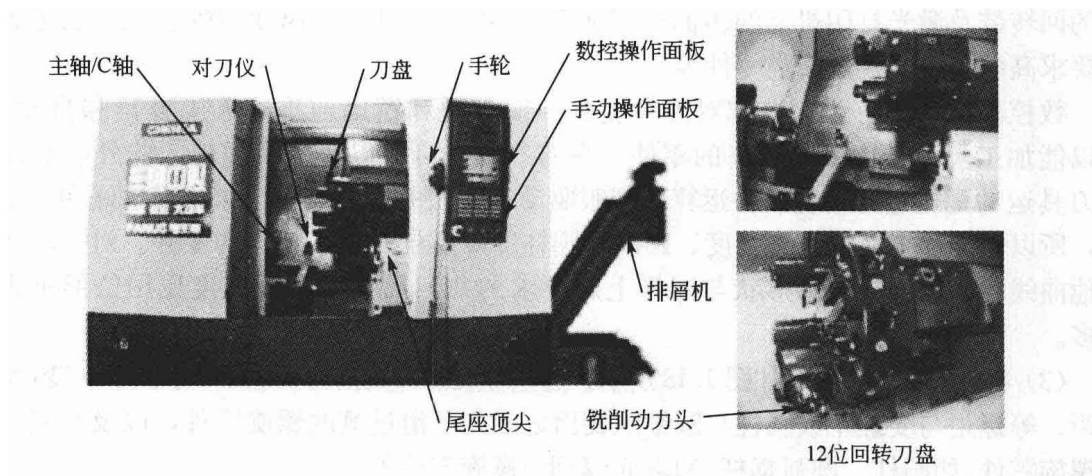


图 1.14 沈阳一机 CH6145A 车削中心

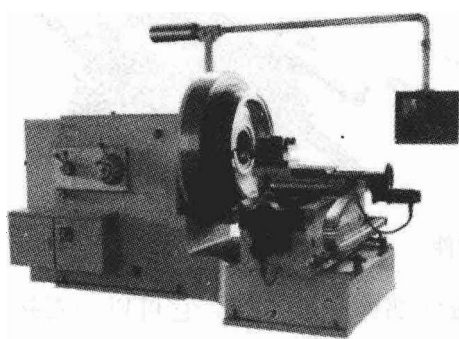


图 1.15 轮胎模专用数控车床

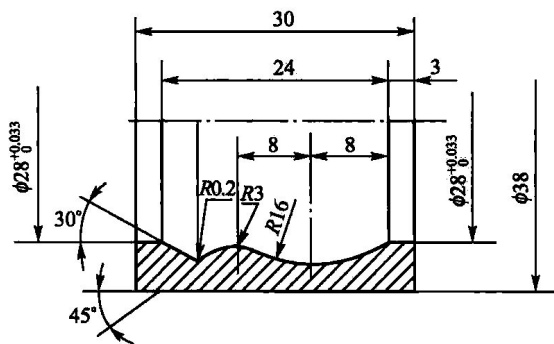
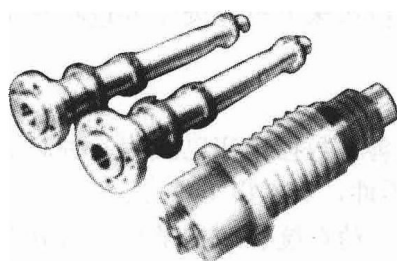
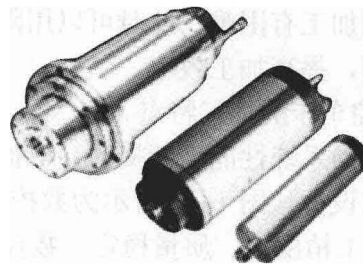


图 1.16 特形内表面零件

(2) 精度要求高的回转体零件。如图 1.17(a)所示高精度机床主轴和图 1.17(b)所示高速电动机主轴所示。



(a) 高精度机床主轴



(b) 高速电动机主轴

图 1.17 精度要求高的回转体零件

零件的精度要求主要指尺寸、形状、位置和表面等精度要求,其中表面精度主要指表面粗糙度。例如,尺寸精度高(达 $0.001\text{mm}$ 或更小)的零件;圆柱度要求高的圆柱体零件;素线直线度、圆度和倾斜度均要求高的圆锥体零件;线轮廓度要求高的零件(其轮廓形状精度可超过用数控线切割加工的样板精度);在特种精密数控车床上,还可加工出几何轮廓精度极高(达 $0.0001\text{mm}$ )、表面粗糙度数值极小( $Ra$ 达 $0.02\mu\text{m}$ )的超精零件(如复印机中的回转鼓及激光打印机上的多面反射体等),以及通过恒线速度切削功能,加工表面精度要求高的各种变径表面类零件等。

数控车床刚性好,制造和对刀精度高,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较高的零件。在有些场合可以以车削代磨削。此外,数控车削的刀具运动是通过高精度插补运算和伺服驱动来实现的,再加上机床的刚性好和制造精度高,所以它能加工对母线直线度、圆度、圆柱度等形状精度要求高的零件。对于圆弧以及其他曲线轮廓,加工出的形状与图样上所要求的几何形状的接近程度比用仿形车床要高得多。

(3) 特殊的螺旋零件。如图 1.18 所示,这些螺旋零件是指特大螺距(或导程)、变(增/减)螺距、等螺距与变螺距或圆柱与圆锥螺旋面之间作平滑过渡的螺旋零件,以及高精度的模数螺旋零件(如圆柱、圆弧蜗杆)和端面(盘形)螺旋零件等。

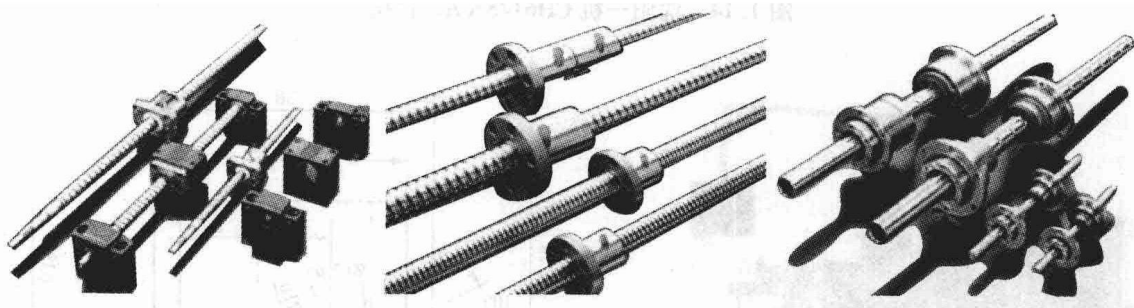


图 1.18 特殊的螺旋零件

数控车床车螺纹时主轴转向不必像普通车床车螺纹时那样交替变换,它可以一刀接一刀不停地循环,直到完成螺纹加工,因此它加工螺纹的效率很高。数控车床可以配备精密螺纹切削功能,再加上一般采用硬质合金成形刀片,可以使用较高的转速,所以车削出来的螺纹精度高、表面粗糙度小。

#### (4) 淬硬零件的加工。

在大型模具加工中,有不少尺寸大而形状复杂的零件,这些零件经热处理后的变形量较大,磨削加工有困难,此时可以用陶瓷车刀在数控车床上对淬硬零件进行车削加工,以车削代磨削,提高加工效率。

#### 4) 数控车床的加工特点

随着控制系统性能不断提高,机械结构不断完善,数控车床已成为一种高自动化、高柔性的加工设备,图 1.19 所示为数控车床加工的零件,具有以下特点:

(1) 加工精度高、质量稳定。数控车床的机械传动系统和结构都具有较高的精度、刚度和热稳定性。数控车床的加工精度基本不受零件复杂程度的影响,零件加工精度和质量由机床保证,消除了操作者的人为误差。所以数控车床加工精度高,而且同一批零件加工尺寸一致性好,加工质量稳定。