



工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目



21 世纪高职高专机电工程类规划教材

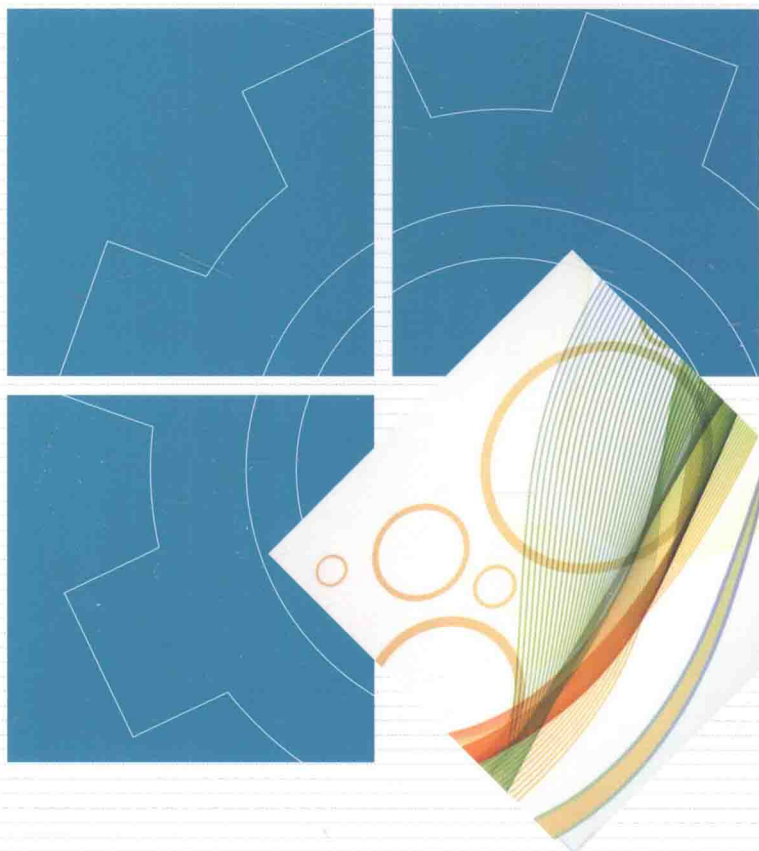
21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JIDIANGONGCHENGLEI GUIHUA JIAOCAI

# 数控机床 及数控加工技术

S

hukong Jichuang  
Ji Shukong Jiagong Jishu

■ 倪祥明 主编



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部高职高专“十二五”规划教材立项项目

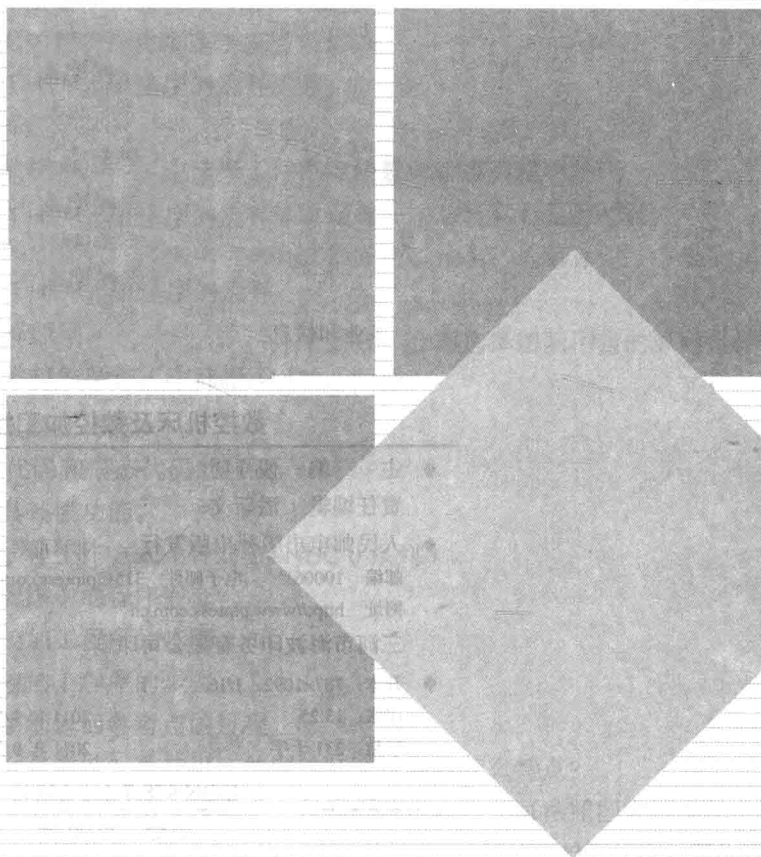


21 世纪高职高专机电工程类规划教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JIDIANGONGCHENGLEI GUIHUA JIAOCAI

# 数控机床 及数控加工技术

■ 倪祥明 主编



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

数控机床及数控加工技术 / 倪祥明主编. -- 北京 :  
人民邮电出版社, 2011.9  
21世纪高职高专机电工程类规划教材  
ISBN 978-7-115-25843-4

I. ①数… II. ①倪… III. ①数控机床—加工—高等  
职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第144117号

## 内 容 提 要

本书首先从数控车床、铣床和加工中心设备选用、工艺范围和刀具配备等方面介绍了数控机床工艺系统的选用;然后按照零件加工过程,主要就 FANUC 和华中数控系统分别介绍了数控车床、铣床和加工中心零件的工艺分析、程序编制和操作方法;最后介绍了数控机床日常养护和简单故障的排除方法。本书可作为高职、高专机电和数控模具类专业的教材。

工业和信息化部高职高专“十二五”规划教材立项项目

21 世纪高职高专机电工程类规划教材

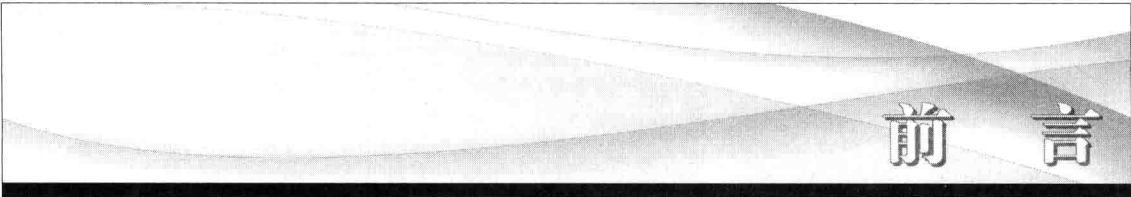
### 数控机床及数控加工技术

- 
- ◆ 主 编 倪祥明  
责任编辑 潘新文
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
三河市海波印务有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 13.25 2011 年 9 月第 1 版  
字数: 331 千字 2011 年 9 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-25843-4

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223  
反盗版热线: (010)67171154



# 前言

数控加工技术是传统机械加工技术、信息技术和计算机数字控制技术的集成，是一门综合性技术。数控技术在装备制造业中占有极其重要的地位，数控技能型人才是综合性人才，而数控设备操作能力是高技能数控人才的基础技能。本书根据教育部教高【2006】16号《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和教育部、财政部教高【2010】8号《关于进一步推进“国家示范性高等职业院校建设计划”实施的通知》等文件指导思想，系统地介绍了数控车床、铣床和加工中心的选用、工艺分析、程序编制和操作方法。在内容编排上，将理论知识按照项目与实际加工操作相结合的方式，注重学生能力的培养，强调技能的提高。

本书在编写过程中，力求推行任务驱动、项目导向的教学模式，突出“做中学、学中做、教学做一体化”的技能培养方式，参照职业岗位任职要求和行业、企业技术标准进行课程开发，以服务学生就业为宗旨，教学 and 实际实现了紧密结合。

本书内容共分为4篇：第1篇数控机床，从数控车床、铣床和加工中心设备选用、工艺范围和刀具配备等方面介绍了数控机床工艺系统的选用；第2篇编程和加工技术，按照零件加工过程，主要就FANUC和华中数控系统分别介绍了数控车床、铣床和加工中心加工技术的工艺分析、程序编制和操作方法；第3篇数控机床维护，主要介绍了数控机床日常养护和简单故障的排除方法；第4篇附录，收录了FANUC和华中数控系统指令系统、题库和国家数控操作技能职业标准。

本书由倪祥明任主编，李立斌任副主编。全书共4篇，李记春编写了第1篇，刘勇、高锦南编写了第2篇项目一，曹明顺、毛伟编写了第2篇项目二，匡焱、毛灵燕编写了第2篇项目三，马中秋编写了第3篇并收录了第4篇。全书由倪祥明和李立斌统稿并审定。

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请使用本书的广大教师和读者批评指正，在此一并感谢。

# 目 录

## 第 1 篇 数控机床

|                  |   |                  |    |
|------------------|---|------------------|----|
| 项目一 数控机床认识 ..... | 2 | 1.2.2 工艺范围 ..... | 9  |
| 任务一 数控车床选用 ..... | 2 | 1.2.3 铣削刀具 ..... | 11 |
| 1.1.1 类型选择 ..... | 2 | 1.2.4 坐标系统 ..... | 11 |
| 1.1.2 工艺范围 ..... | 5 | 任务三 加工中心选用 ..... | 12 |
| 1.1.3 车削刀具 ..... | 5 | 1.3.1 类型选择 ..... | 12 |
| 1.1.4 坐标系统 ..... | 7 | 1.3.2 工艺范围 ..... | 13 |
| 任务二 数控铣床选用 ..... | 8 | 1.3.3 刀具系统 ..... | 15 |
| 1.2.1 类型选择 ..... | 8 | 1.3.4 坐标系统 ..... | 16 |

## 第 2 篇 编程和加工技术

|                        |    |                        |     |
|------------------------|----|------------------------|-----|
| 项目二 数控车削编程与加工 .....    | 18 | 【知识拓展】 .....           | 66  |
| 任务一 简单轴类零件编程与加工 .....  | 18 | 项目三 数控铣削编程与加工 .....    | 67  |
| 2.1.1 任务描述 .....       | 18 | 任务一 凸模板的编程与加工 .....    | 67  |
| 2.1.2 知识准备 .....       | 19 | 3.1.1 任务描述 .....       | 68  |
| 2.1.3 任务实施 .....       | 27 | 3.1.2 知识准备 .....       | 69  |
| 【知识拓展】 .....           | 29 | 3.1.3 任务实施 .....       | 78  |
| 任务二 典型轴类零件数控车削加工 ..... | 32 | 【知识拓展】 .....           | 83  |
| 2.2.1 任务描述 .....       | 32 | 任务二 微型千斤顶底座编程与加工 ..... | 86  |
| 2.2.2 知识准备 .....       | 33 | 3.2.1 任务描述 .....       | 87  |
| 2.2.3 任务实施 .....       | 38 | 3.2.2 知识准备 .....       | 88  |
| 【知识拓展】 .....           | 40 | 3.2.3 任务实施 .....       | 90  |
| 任务三 含曲面类的零件编程与加工 ..... | 42 | 【知识拓展】 .....           | 98  |
| 2.3.1 任务描述 .....       | 42 | 任务三 数控铣床操作与加工 .....    | 105 |
| 2.3.2 知识准备 .....       | 42 | 3.3.1 数控铣床安全操作规程 ..... | 105 |
| 2.3.3 任务实施 .....       | 50 | 3.3.2 面板操作 .....       | 106 |
| 【知识拓展】 .....           | 52 | 3.3.3 程序编制与校验 .....    | 108 |
| 任务四 数控车床操作与加工 .....    | 53 | 3.3.4 对刀与加工 .....      | 109 |
| 2.4.1 任务描述 .....       | 53 | 3.3.5 检测与考核 .....      | 112 |
| 2.4.2 安全操作规程 .....     | 54 | 项目四 加工中心编程与加工 .....    | 114 |
| 2.4.3 面板操作 .....       | 55 | 任务一 孔系零件编程与加工 .....    | 114 |
| 2.4.4 程序编制与校验 .....    | 58 | 4.1.1 任务描述 .....       | 114 |
| 2.4.5 对刀与加工 .....      | 62 | 4.1.2 知识准备 .....       | 116 |
| 2.4.6 检测与考核 .....      | 64 | 4.1.3 任务实施 .....       | 125 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 【知识拓展】 .....         | 127 |
| 任务二 综合类零件编程与加工 ..... | 130 |
| 4.2.1 任务描述 .....     | 130 |
| 4.2.2 知识准备 .....     | 131 |
| 4.2.3 任务实施 .....     | 136 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 【知识拓展】 .....         | 143 |
| 任务三 加工中心的操作及加工 ..... | 148 |
| 4.3.1 任务描述 .....     | 148 |
| 4.3.2 知识准备 .....     | 149 |
| 4.3.3 任务实施 .....     | 155 |

### 第3篇 数控机床养护

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 项目五 数控机床养护 .....       | 160 |
| 任务一 数控机床保养 .....       | 160 |
| 5.1.1 数控机床保养基本知识 ..... | 160 |
| 5.1.2 数控机床保养实践 .....   | 164 |
| 任务二 数控机床的维护 .....      | 166 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 5.2.1 数控机床的基本使用条件 ..... | 167 |
| 5.2.2 数控机床的日常维护 .....   | 168 |
| 5.2.3 数控机床的故障诊断 .....   | 171 |
| 5.2.4 数控机床的故障诊断实例 ..... | 174 |

### 第4篇 附录

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 附录一 FANUC 系统、华中数控系统<br>指令对照表 ..... | 184 |
| 附录二 《数控机床和加工技术》                    |     |

|            |     |
|------------|-----|
| 试题库 .....  | 190 |
| 参考文献 ..... | 206 |

# 第1篇

---

## 数 控 机 床

机械工业出版社



## 数控机床认识

现代数控机床在我国的使用始于 20 世纪 60 年代,至今只有近 60 年的历史。近 30 年来,数控机床得到了迅速的发展,机械制造技术有了更深刻的变化和进步,社会对数控机床的需求日益增加,加工零件产品也呈现多样化和高精度的趋势;多品种、中小批量生产的比重明显增加,采用传统的普通加工设备已难以适应高效率、高精度、多样化的加工要求。一方面加工的大量前期准备工作与机械加工过程连为一体,另一方面,机械加工的全过程与柔性自动化水平不断提高,即提高制造系统适应生产条件变化的能力。数控技术同时又是柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)的技术基础之一,是机电一体化技术的重要组成部分。

数控机床的种类很多,根据其加工工艺、控制原理、功能和组成,可以从几个不同的角度进行分类。按加工工艺方法,分为普通数控机床、加工中心、坐标数控机床和数控特种加工机床;按控制运动的方式,分为点位控制数控机床、直线控制数控机床和轮廓控制数控机床;按所用进给伺服系统的类型,分为开环控制数控机床、闭环控制数控机床和半闭环控制数控机床;按数控装置,分为硬件式数控机床和软件式数控机床。

本项目主要从工艺范围、刀具、坐标系等方面介绍数控车床,数控铣床以及加工中心的选用。

## 任务一

## 数控车床选用

## 1.1.1 类型选择

数控车床可分为卧式和立式两大类。卧式数控车床又有水平导轨和倾斜导轨两种。档次较高的数控卧车一般都采用倾斜导轨。按刀架数量分类,又可分为单刀架数控车床和双刀架数控车床,前者是两坐标控制,后者是 4 坐标控制。双刀架卧式车床多数采用倾斜导轨。



数控车床与普通车床一样,也是用来加工零件旋转表面的。一般能够自动完成外圆柱面、圆锥面、球面以及螺纹的加工,还能加工一些复杂的回转面,如双曲面等。数控车床和普通车床的工件安装方式基本相同,为了提高加工效率,数控车床多采用液压、气动和电动卡盘。

数控车床的外形与普通车床相似,即由床身、主轴箱、刀架、进给系统、液压系统、冷却、润滑系统等部分组成。数控车床的进给系统与普通车床有质的区别,传统普通车床有进给箱和交换齿轮架,而数控车床是直接用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。

数控车床品种繁多,规格不一,可按如下方法进行分类。

### 1. 按车床主轴位置分类

(1) 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,具有一个直径很大的圆形工作台,用来装夹工件,如图 1.1 所示。这类机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。

(2) 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,如图 1.2 所示。

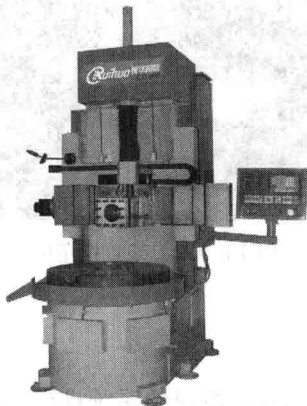


图 1.1 立式数控车床



图 1.2 卧式数控车床

### 2. 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床:卡盘式数控车床没有尾座,如图 1.3 所示,适合车削盘类(含短轴)零件。夹紧方式多为电动或液动控制,卡盘结构多具有可调卡爪或不淬火卡爪(即软卡爪),如图 1.4 所示。

(2) 顶尖式数控车床:这类车床配有普通尾座或数控尾座,适合车削较长的零件及直径不太大的盘类零件。

### 3. 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 4 工位卧动转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架,如图 1.5 所示。

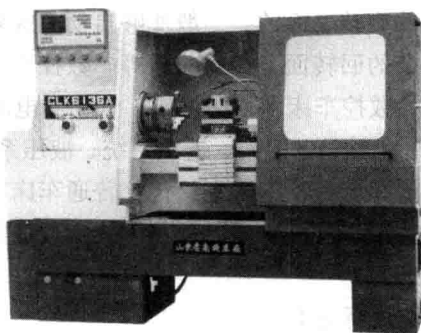


图 1.3 卡盘式数控车床

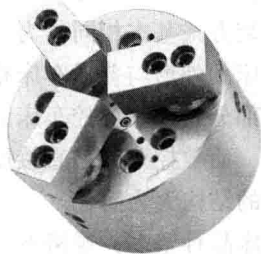


图 1.4 卡盘及卡爪

(2) 双刀架数控车床：这类车床的双刀架配置为平行分布，也可以是相互垂直分布，如图 1.6 所示。



图 1.5 单刀架数控车床

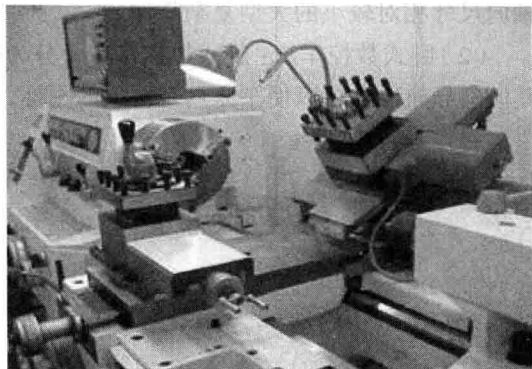


图 1.6 双刀架数控车床

#### 4. 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：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，如图 1.7 所示。更高级的数控车床带有刀库，可控制  $X$ 、 $Z$  和  $C$  3 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，这种数控车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。

#### 5. 其他分类方法

按数控系统的不同控制方式等指标，数控车床可以分很多种类，如直线控制数控车床、两

主轴控制数控车床等；按特殊或专门工艺性能可分为螺纹数控车床、活塞数控车床、曲轴数控车床等多种。

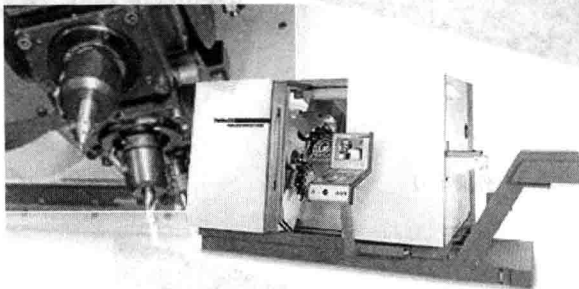


图 1.7 动力头

### 1.1.2 工艺范围

数控车床的工艺范围较广，一般可进行内外圆柱面、圆锥面、螺纹面、成形面的加工，也可切槽、车端面，如图 1.8 所示。

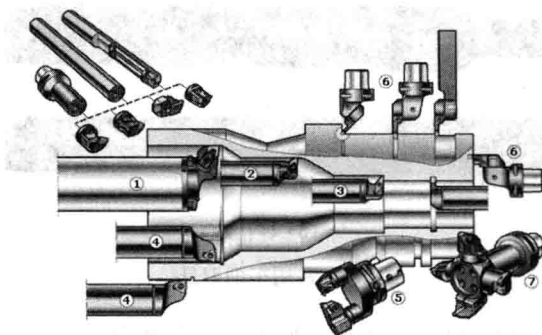


图 1.8 数控车床的工艺范围

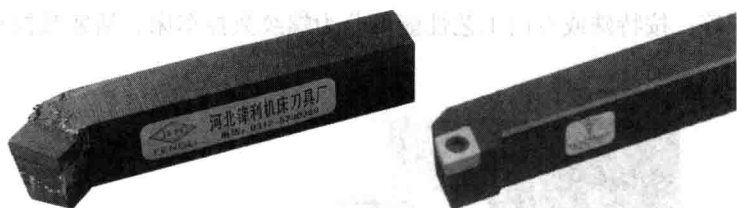
### 1.1.3 车削刀具

车刀的种类很多，按其用途和结构可分为外圆车刀、左偏刀、右偏刀、镗孔刀、切断刀、螺纹车刀、样板刀、机夹不重磨车刀等。

图 1.9 所示为常用车刀，包括  $45^\circ$  外圆车刀、 $90^\circ$  外圆车刀、外螺纹车刀、镗孔刀。

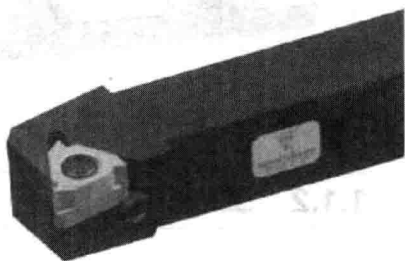
车削刀具按照加工方式可分为以下几种

(1) 车削车床刀具：常规车削刀具仍为方形刀体或圆柱刀杆，如图 1.10 所示。方形刀体一般用槽形刀架螺钉紧固方式固定，圆柱刀杆是用套筒螺钉紧固方式固定。它们与机床刀盘之间是通过槽形刀架和套筒接杆来连接的。在模块化车削工具系统中，有刀块式和圆柱齿条式，而以圆柱齿条式应用较多。数控机床的刀头与刀体的连接是“插入快换式系统”，它既可以用于外圆车削又可用于内孔镗削，也适用于车削中心的自动换刀系统。

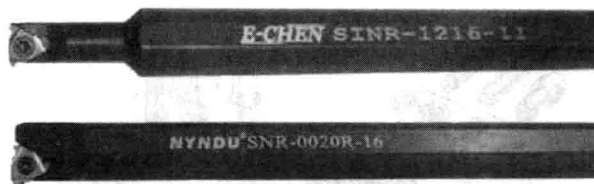


(a) 45°外圆车刀

(b) 90°外圆车刀



(c) 外螺纹车刀



(d) 镗孔刀

图 1.9 常用车削刀具

(2) 钻削车床刀具：钻削刀具既可用于数控车床、车削中心，又可用于数控镗铣床和加工中心，如图 1.11 所示。

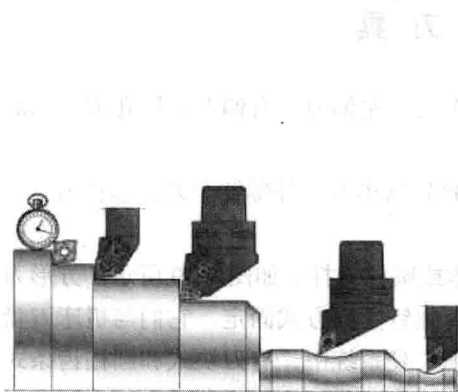


图 1.10 车削车床刀具

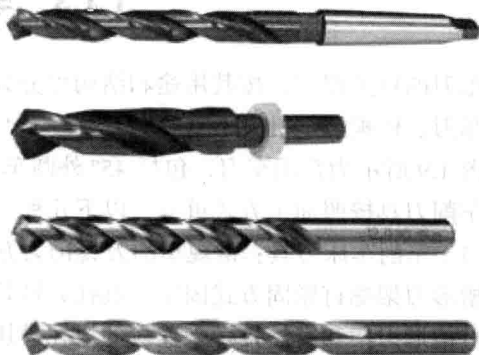


图 1.11 钻削车床刀具

(3) 铣削车床刀具：铣刀体与刀杆分离制造，以刀体孔为基准与刀杆配合连接，或铣刀体

与刀杆制成一体（直接与柄体连接），如图 1.12 所示。对机夹式可转位刀片的铣刀，这两种连接形式均可采用，而整体式高速钢铣刀则采用前者。整体式高速钢铣刀（面铣、立铣、三面刃铣）目前均有标准刀具提供。



图 1.12 铣削车床刀具

### 1.1.4 坐标系统

数控机床的加工是由程序控制完成的，所以坐标系的确定与使用非常重要。根据 ISO841 标准，数控机床坐标系用右手笛卡尔坐标系作为确定标准。数控车床平行于主轴方向即纵向为  $Z$  轴，水平面内垂直于主轴方向即横向为  $X$  轴，刀具远离工件方向为正向，如图 1.13 所示。

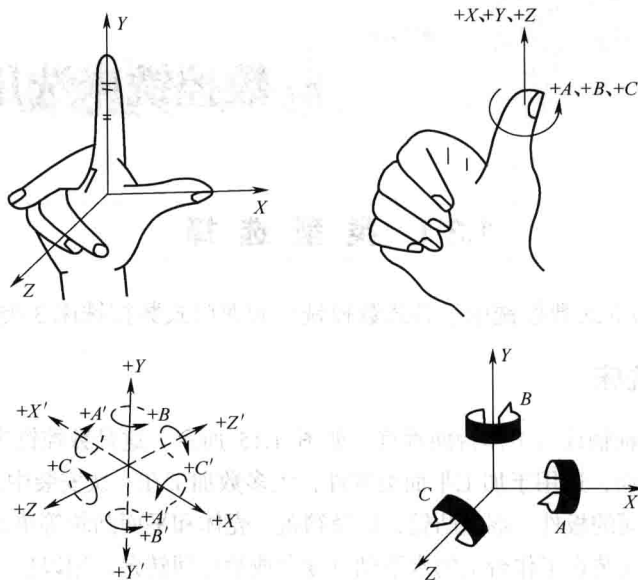


图 1.13 右手笛卡尔坐标系

数控车床有 3 个坐标系即机械坐标系、编程坐标系和工件坐标系。机械坐标系的原点是生产厂家在制造机床时的固定坐标系原点,也称机械零点。它是在机床装配、调试时已经确定下来的,是机床加工的基准点。在使用中机械坐标系是由参考点来确定的,机床系统启动后,进行返回参考点操作,机械坐标系就建立了。坐标系一经建立,只要不切断电源,坐标系就不会变化。编程坐标系是编程序时使用的坐标系,一般把 Z 轴与工件轴线合, X 轴放在工件端面上。工件坐标系是机床进行加工时使用的坐标系,它应该与编程坐标系一致。图 1.14 所示为数控车床的坐标系。

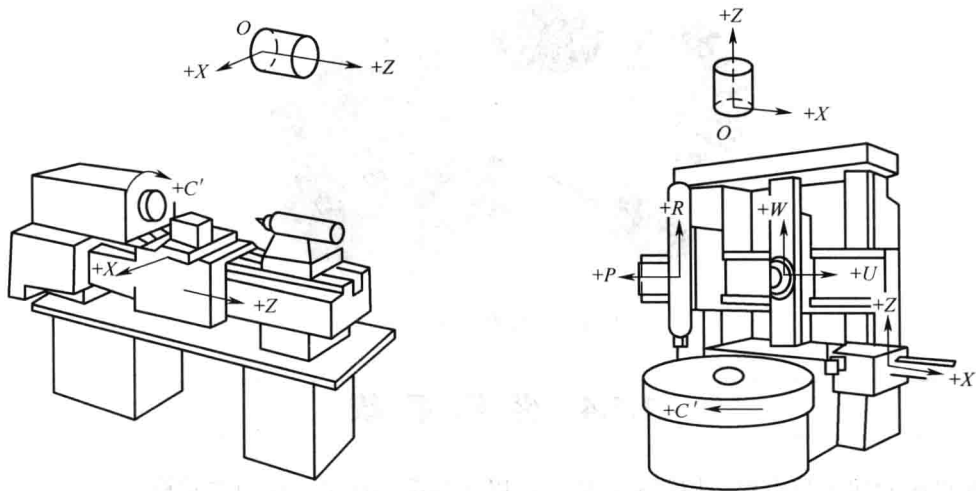


图 1.14 数控车床坐标系

## 任务二

### 数控铣床选用

#### 1.2.1 类型选择

数控铣床通常分为立式数控铣床、卧式数控铣床和龙门式数控铣床 3 类。

##### 1. 立式数控铣床

立式数控铣床的主轴轴线与工作台面垂直,如图 1.15 所示。这是数控铣床最常见的一种布局形式,一般为 3 坐标联动,适用于加工平面类零件,大多数加工在一次安装中只加工零件的一面。例如,单面的孔系、曲面的板件、端面凸轮,以及箱盖、壳体和平面凸轮等单面加工零件。也可以选用第 4 轴,通常是指安装在工作台上的水平轴分度台或数控回转台,用以加工螺旋线零件。

立式数控铣床结构简单,占地面积小,价格相对较低,应用广泛。在加工零件时易于观察

加工情况,并且装夹工件方便,调试程序容易,便于操作,但由于受立柱高度和换刀装置的限制,不能加工太高的零件。在加工型腔或下凹的型面时切屑不易排除,影响加工的顺利进行。

## 2. 卧式数控铣床

卧式数控铣床主轴轴线与工作台面平行,如图 1.16 所示。常见的是 3 个直线运动坐标加 1 个回转运动坐标,它能够使工件在一次装夹后完成除安装面和顶面以外的其余 4 个面的加工,最适合加工四面体零件。如果配有数控回转工作台可以实现 4 轴或 5 轴加工,从而扩大功能和加工范围。

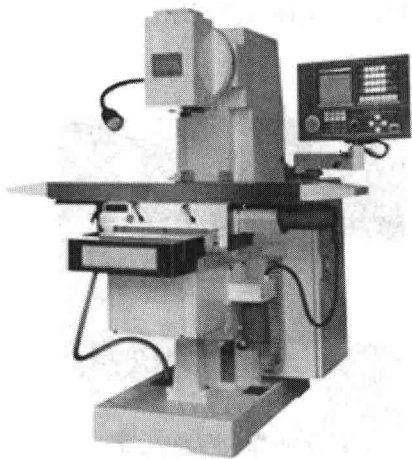


图 1.15 立式数控铣床

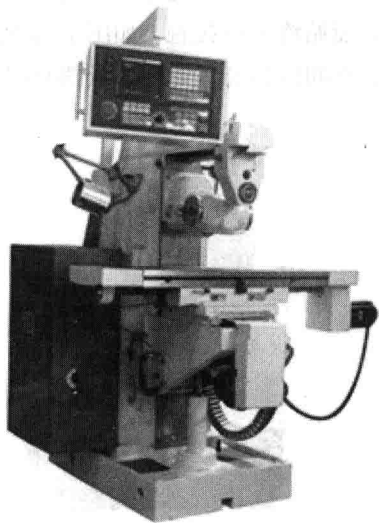


图 1.16 卧式数控铣床

与立式相比,卧式数控铣床结构复杂,占地面积大,价格也较高。在加工零件时装夹和测量零件不方便,调试程序及试切时不宜观察,但排屑顺畅。

## 3. 龙门式数控铣床

大型立式数控铣床多采用龙门式布局,在结构上采用对称的双立柱结构,以保证机床整体的刚性和强度。主轴可在龙门架的横梁与溜板上运动,而纵向运动则由龙门架沿床身移动或由工作台移动实现,其中工作台床身特大时多采用前者,如图 1.17 所示。龙门式数控铣床适合加工大型或形状复杂的零件,如飞机上的梁、框、壁板等,其主要在汽车、航空航天、机床等行业使用。

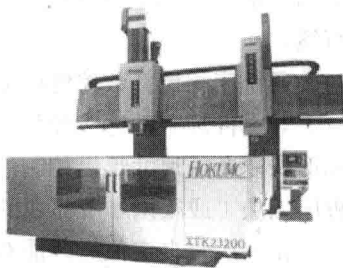


图 1.17 龙门式数控铣床

## 1.2.2 工艺范围

数控铣床不但能铣削普通铣床能铣削的各种表面,还能铣削普通铣床不能铣削的各种复杂曲面轮廓。最适合数控铣床加工的对象有下列几类。



## 1. 平面类零件

加工面平行或垂直于水平面或与水平面成定角的零件称为平面类零件,如图 1.18 所示。平面类零件是数控铣削加工对象中最简单的一类零件,其特点是加工面为平面或可展开成平面,一般用 2 坐标联动就可以加工出来。

## 2. 曲面类零件

加工面为空间曲面的零件称为曲面类零件,其特点是加工面不能展开成平面,加工中铣刀与零件表面始终是点接触,如图 1.19 所示。加工曲面类零件一般采用 3 坐标数控铣床;当曲面较复杂、空间较狭窄,需要刀具摆动时,要采用 4 坐标或 5 坐标数控铣床。

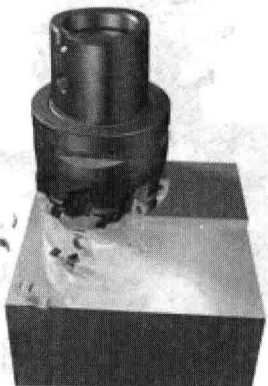


图 1.18 平面类零件

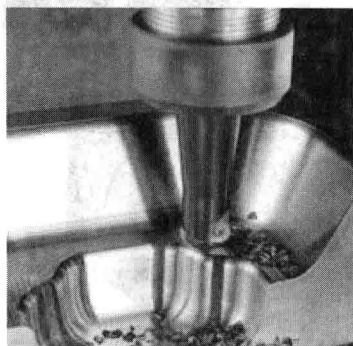


图 1.19 曲面类零件

## 3. 变斜角类零件

加工面与水平面的夹角呈连续变化的零件称为变斜角类零件,如图 1.20 所示,如飞机上的整体梁、框、缘条与肋等。其特点是加工面不能展开成平面,加工中加工面与铣刀圆周接触的瞬间为一条直线。

与普通铣床相比,数控铣床加工有以下特点。

(1) 对零件加工的适应性强、灵活性好,能加工轮廓形状复杂或尺寸难以控制的零件,以及加工普通机床无法(或很困难)完成的零件。

(2) 在一次装夹定位后,能对零件进行多道工序的加工。数控铣床虽没有配备刀库,但采用手动换刀,刀具安装方便。

(3) 加工精度高、质量稳定,生产效率高。可以省去划线、中间检验等工作,省去复杂的工装,减少对零件安装调整等工作。通过选择最佳工艺路线和切削用量,有效地减少加工中的辅助时间,从而提高生产效率。

(4) 生产自动化程度高,可以减轻操作者的劳动强度,有利于生产管理自动化。全功能型数控铣床会采用全封闭式防护,防止冷却液、切屑溅出,保证安全。

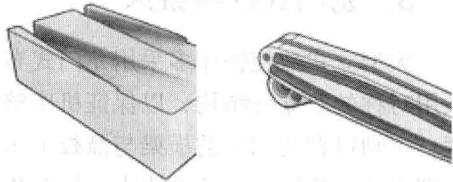


图 1.20 变斜角类零件

(5) 由于铣削加工属于断续切削方式, 因此对刀具要求较高, 应具有良好的抗冲击能力、韧性和耐磨性。

### 1.2.3 铣 削 刀 具

数控铣削刀具按刀具材料分, 可以分为高速钢铣刀和硬质合金铣刀。按铣刀的齿数和刀刃分, 可以分为粗齿铣刀和细齿铣刀, 具体有粗齿锥柄立铣刀、细齿锥柄立铣刀、长锥柄立铣刀、粗齿直柄立铣刀、细齿直柄立铣刀、直柄键槽铣刀、锥柄键槽铣刀、套式面铣刀、粗齿圆柱形铣刀、细齿圆柱形铣刀、直齿三面刃铣刀、错齿三面刃铣刀、粗齿锯片铣刀、细齿锯片铣刀、粗齿切口铣刀、细齿切口铣刀、凸半圆铣刀、凹半圆铣刀、T 形槽铣刀、半圆键槽铣刀、镶齿三面刃铣刀、镶齿套式面铣刀、单角度铣刀、不对称双角铣刀、对称双角铣刀等。硬质合金端铣刀的齿数因粗齿、中齿及细齿而异, 粗齿端铣刀适用于钢件的粗铣及精铣; 中齿端铣刀适用于铣削带有断续表面的铸件或对钢件的连续表面进行粗铣及精铣; 细齿端铣刀适用于在机床功率足够的情况下对铸铁件进行粗铣或精铣。

铣床刀具的选择分铣刀直径选择和铣刀齿数选择。铣刀直径的选择原则为: 一般尽可能选用小直径规格的铣刀, 因为铣刀直径大, 切削力矩增大, 易造成切削振动, 而且铣刀的切入长度增加, 使铣削效率下降; 当铣刀的刚性较差, 则应按加工情况尽可能选用较大直径的铣刀, 以增加铣刀的刚性。图 1.21 所示为常用的几种铣削刀具。

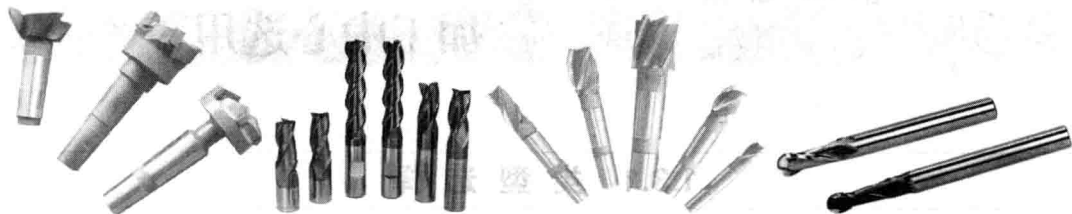


图 1.21 铣削刀具

### 1.2.4 坐 标 系 统

#### 1. Z轴坐标确定

规定与主轴线平行的坐标轴为 Z 坐标 (Z 轴), 并取刀具远离工件的方向为正方向。当机床有多根主轴时, 则选取一个垂直于工件装夹表面的主轴为 Z 轴 (如龙门铣床)。

#### 2. X轴坐标确定

X 轴规定为水平面内且平行于工件装夹表面的坐标轴。

#### 3. Y轴坐标确定

Y 坐标轴垂直于 X、Z 坐标轴。当 X、Z 轴确定之后, 按笛卡尔直角坐标系右手定则法判断, Y 轴方向就唯一确定了。