

王 兵 张卫东 编著



看得见学

数控车床加工实战



KAN SHIPIN XUE
SHUKONG
CHECHUANG
JIAGONG
SHIZHAN

详细讲解操作中
复杂结构与细节

实景与立体图配合
解析动作要点

扫描二维码
看视频



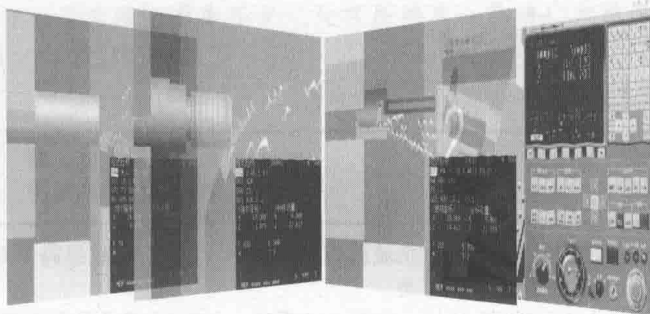
化学工业出版社



看视频学

数控车床加工实战

王 兵 张卫东 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

看视频学数控机床加工实战/王兵, 张卫东编著. —北京:
化学工业出版社, 2018.1
ISBN 978-7-122-29840-9

I. ①看… II. ①王…②张… III. ①数控机床-车床-加工
IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 126408 号

责任编辑: 王 烨 项 激
责任校对: 王素芹

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

710mm×1000mm 1/16 印张 10 $\frac{1}{4}$ 字数 212 千字 2018 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

职业技能培训是增强劳动者知识与技能水平，提高劳动者就业能力的有效途径。数控车削是机械加工最主要的加工方法之一。随着市场经济的发展，企业不但需要高素质的管理者，更需要高素质的技术人才。只有操作人员技术过硬，才能确保产品加工质量，从而提高生产率，使企业获得良好的经济效益。

本书根据数控车工的培养目标，针对其工作需求，以工作过程为导向，以技能实操为主线，循序渐进，强化训练。本书主要有以下特色。

1. 图表图解，详析技能操作

通过图表图解，将加工实战中复杂的知识与大量细节简单化、清晰化，语言简洁，贴近现场，达到了读图学习技能知识的目的，有利于读者的理解和掌握。

2. 引入典型零件，扩展编程视野

大量引入典型零件，通过对诸多典型零件的编程与加工，举一反三，使读者融会贯通，从而拓展加工编程视野。

3. 二维码扫描观看编程加工视频，体验实战加工

扫描二维码观看零件加工视频，体验实战加工场面，从而对零件加工编程有一个形象的认识。

本书不仅可作为各层次读者自学用书，也可作为机械制造企业技术工人的学习读物，还可以作为各职业鉴定培训机构和职业技术学院的培训教材。

本书由王兵，张卫东编著。毛江华、刘义、杨东、刘莉玲、万莉、叶广明、张军、曾艳等也为本书的编写提供了帮助。

由于编著者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正，以利提高。

编著者

第 1 章 数控车床编程与基本操作

001

1.1 认识数控车床	002
1.1.1 数控车床的结构组成	002
1.1.2 数控车床的工作原理	003
1.1.3 数控车床的加工应用范围	004
1.1.4 数控车床的分类	005
1.1.5 数控车床的布局	008
1.2 数控车床编程加工基础	010
1.2.1 坐标系	010
1.2.2 数控编程的方法	012
1.3 数控车床的基本操作	018
1.3.1 安全文明生产	018
1.3.2 认识数控系统控制面板按钮与功能	019
1.3.3 数控车床的基本操作	023
1.3.4 数控程序的编辑	024
1.3.5 字符的删除、插入和替换	025
1.3.6 自动加工	027
1.3.7 对刀与换刀	027
1.3.8 数控车床的润滑保养	030

第 2 章 轴类工件的加工编程

033

2.1 台阶轴的加工编程	034
2.1.1 加工相关编程指令	034
2.1.2 编程指令的应用	035
2.1.3 加工编程实战	037

2.2 外圆弧面的加工编程	044
2.2.1 加工相关编程指令	044
2.2.2 圆弧面加工时车刀的选用	045
2.2.3 圆弧面车削路径	045
2.2.4 加工编程实战	046
2.3 外圆锥面的加工编程	051
2.3.1 加工相关编程指令	051
2.3.2 加工编程实战	053
2.4 轴类综合零件的加工编程	056
2.4.1 加工相关编程指令	056
2.4.2 刀尖圆弧半径补偿加工	060
2.4.3 加工编程实战	061

第 3 章 套类工件的加工编程

073

3.1 直通孔和台阶孔的加工编程	074
3.1.1 加工相关编程指令	074
3.1.2 加工编程实战	075
3.2 内锥面的加工编程	078
3.2.1 锥台孔的加工编程	078
3.2.2 内锥孔的加工编程	079
3.3 内圆弧的加工编程	080
3.3.1 内凹圆弧的加工编程	080
3.3.2 内凸圆弧的加工编程	082
3.3.3 内圆弧综合件加工编程	085
3.4 平底孔和内沟槽的加工编程	086
3.4.1 平底孔的加工编程	086
3.4.2 内沟槽的加工编程	088
3.5 套类综合工件的加工编程	089
3.5.1 套类综合工件一加工编程	089
3.5.2 套类综合工件二加工编程	090
3.5.3 套类综合工件三加工编程	092

3.5.4 法兰盘的加工编程	093
3.5.5 套类综合工件四的加工编程	095
3.5.6 套类综合工件五的加工编程	097

第 4 章 螺纹工件的加工编程

101

4.1 普通三角形螺纹工件的加工编程	102
4.1.1 加工相关编程指令	102
4.1.2 螺纹工件的对刀	104
4.1.3 加工编程实战	105
4.2 梯形螺纹的加工编程	113
4.2.1 加工相关编程指令	113
4.2.2 Z 向刀具偏置值的计算	114
4.2.3 加工编程实战	115
4.3 螺纹综合零件的加工编程	117
4.3.1 外螺纹综合件一的加工编程	117
4.3.2 外螺纹综合件二的加工编程	119
4.3.3 外螺纹综合件三的加工编程	121
4.3.4 内螺纹综合件一的加工编程	123
4.3.5 内螺纹综合件二的加工编程	124
4.3.6 内螺纹综合件三的加工编程	125

第 5 章 复杂工件的加工编程

129

5.1 子程序的应用加工编程	130
5.1.1 加工相关编程指令	130
5.1.2 加工编程实战	131
5.2 特殊型面的加工编程	133
5.2.1 加工相关编程指令	133

数控车床加工实战

5.2.2 特殊型面的加工方法	137
5.2.3 加工编程实战	140
5.3 复杂综合工件的加工编程	142
5.3.1 复杂工件一的加工编程	142
5.3.2 复杂工件二的加工编程	145
5.3.3 复杂工件三的加工编程	147
5.3.4 复杂工件四的加工编程	150
5.3.5 复杂工件五的加工编程	151

参考文献

155

看视频学

数控车床加工实战



chapter 1

第1章

数控车床编程与基本操作

数控车床是数字程序控制车床的简称，它集万能型车床的通用性、精密型车床的高加工精度和专用型普通车床的高加工效率等特点于一身，是一种以数字量作为指令信息形式，并通过数字逻辑电路或计算机控制的机床，是目前使用较为广泛的数控机床。图 1-1 所示为一台典型的数控车床。



图 1-1 数控车床

1.1 认识数控车床

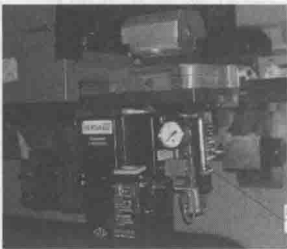
1.1.1 数控车床的结构组成

数控车床的种类很多，但其结构主要由车床主体、数控装置、伺服驱动系统和辅助装置等部分组成，见表 1-1。

表 1-1 数控车床的结构组成

部件名称	图 示	说 明
车床主体		数控车床机械本体，包括床身、主轴、刀架部分、进给系统等
数控装置		数控车床的控制核心部件，由各种数控系统完成对数控车床的控制

续表

部件名称	图 示	说 明
伺服驱动系统		数控车床的执行机构。主要用来接收数控装置输出的指令信息。其输出端是数控车床刀架运动部分的驱动元件
其他装置		加工过程中对设备起到冷却作用
		对导轨、传动齿轮、滚珠丝杠及主轴箱等起到润滑作用
		将切屑从加工区域排到数控车床之外，常见的排屑装置有平板链式、刮板式和螺旋式三种

1.1.2 数控车床的工作原理

数控车床加工零件时，一般先根据被加工零件的图样，用规定的数字代码和程序格式编制程序单，再将编制好的程序单记录在信息介质上，通过阅读机把信息介质上的代码转换为电信号，并输送到数控装置，数控装置将接收到的信号进行处理后，以脉冲信号形式向伺服系统发出执行指令，伺服系统接到指令后，驱动车床各进给机构按规定的加工顺序、速度和位移量，完成对零件的车削。基本工作原理如图 1-2 所示。

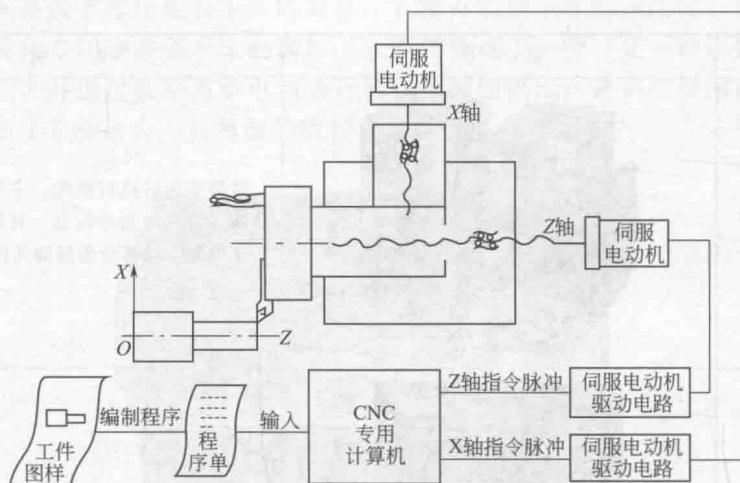


图 1-2 数控车床的基本工作原理示意图

1.1.3 数控车床的加工应用范围

(1) 数控车床的加工范围

与普通车床一样，数控车床也用来加工轴类或盘类零件，其加工零件的尺寸精度可达 IT5~IT6，表面粗糙度可达 $1.6\mu\text{m}$ 以下。它的加工应用范围包括：

- ① 各种回转表面，如内外圆柱面、圆锥表面、成形回转表面、端面及螺纹面等；
- ② 各种高精度的曲面；
- ③ 端面螺纹；
- ④ 钻、扩、铰孔和切槽等。

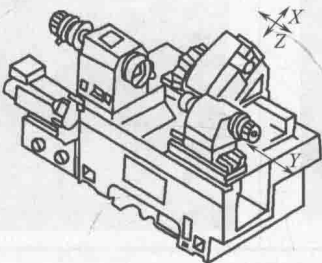
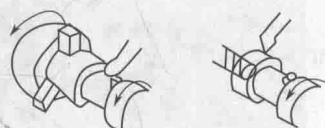
(2) 数控车床的配置与加工能力

数控车床的结构配置不同，其加工能力也不尽相同，见表 1-2。

表 1-2 数控车床的配置与加工能力

机型配置	加工能力
标准 2 轴	
C 轴+动力刀架	

续表

	机型配置	加工能力
副主轴		

1.1.4 数控车床的分类

数控车床的品种繁多,规格不一,可按如下方法进行分类。

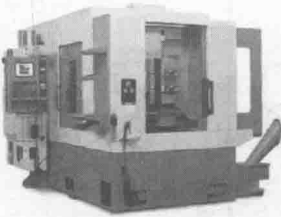
(1) 按数控系统的功能分类

按这种分类方法可将数控车床分为经济型数控车床、全功能型数控车床、车削中心、FMC 车床,见表 1-3。

表 1-3 按数控系统功能分类的数控车床

类 型	图 示	说 明
经济型		加工具有针对性,价格低廉,但功能较为简单,主要由机械和电气控制两大部分组成
全功能型		能自动地完成对轴类及盘形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。加工精度稳定、灵活,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
车削中心		以车床为基本体,并在其基础上进一步增加动力铣、钻、镗以及副主轴的功能,使需多次加工的工序一次完成

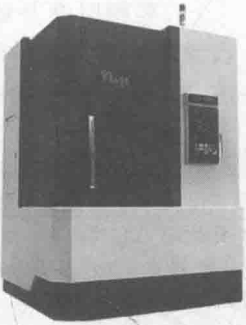
续表

类 型	图 示	说 明
FMC 车床		全称 Flexible Manufacturing Cell(柔性加工单元), 由数控车床、机器人等构成, 能实现一系列自动化加工

(2) 按主轴位置分类

这类数控车床按主轴位置可分为卧式和立式, 见表 1-4。

表 1-4 按主轴位置分类的数控车床

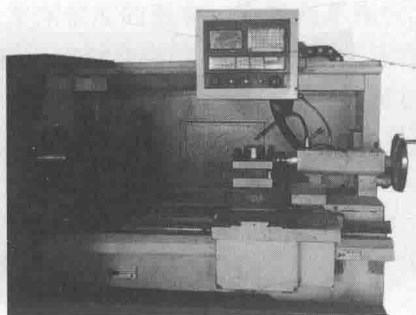
类 型	图 示	说 明
卧式		主轴轴线处于水平位置, 能够加工多种零件的内外圆、端面、切槽、任意锥面、球面及公、英制螺纹、圆锥螺纹等, 适合大批量生产。是应用最为广泛的数控车床
立式		主轴垂直于水平面, 并有一个直径很大的圆形工作台, 用来装夹零件。主要用于加工径向尺寸较大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件

(3) 按刀架数量分类

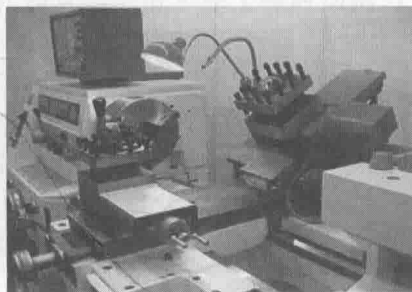
数控车床按刀架数量可分为单刀架数控车床和双刀架数控车床, 如图 1-3 所示。

(4) 按控制方式分类

数控车床的伺服系统实际上是根据其不同的控制方式分类的, 即按车床有无检测反馈元件以及检测装置分类, 见表 1-5。



(a) 单刀架数控车床



(b) 双刀架数控车床

图 1-3 数控车床按刀架数量的分类

表 1-5 按控制方式分类的数控车床

类 型	图 示	说 明
开环伺服		没有位置检测元件,伺服驱动部件通常为反应式步进电动机或混合式伺服步进电动机。结构较简单、成本较低,在精度要求不太高的场合中得到较广泛的应用
闭环伺服		采用直线型位置检测装置对数控车床工作台位移进行直接测量并进行反馈控制的位置伺服系统。精度较高,但系统的结构较复杂、成本高,且调试维修较难,因此多用于大型精密车床
半闭环伺服		采用旋转型角度测量元件和伺服电动机按照反馈控制原理构成的位置伺服系统。驱动功率大,响应快速,适用于各种数控机床

(5) 按数控车床主轴数量分类

这种分类方法可将数控车床分为单主轴数控车床 (图 1-4) 和多主轴数控车床 (图 1-5)。

(6) 按特殊或专门的用途分类

这种方法可把数控车床分为螺纹、活塞、曲轴等 (类型), 如图 1-6 所示。螺纹数控车床主要用于加工生产各种螺纹; 活塞数控车床主要适用于汽车、拖拉机制造中对内燃机活塞的外圆、环槽及顶面的精加工; 曲轴数控车床是专门加工各种曲轴轴承室的专用机床。

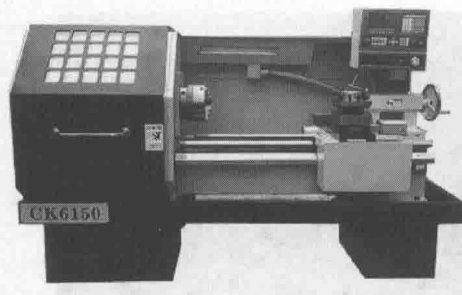


图 1-4 单主轴数控车床

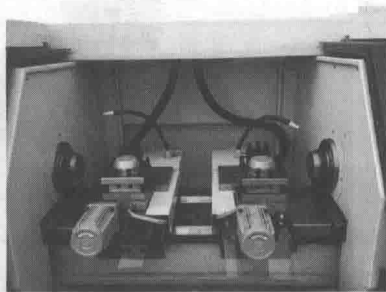
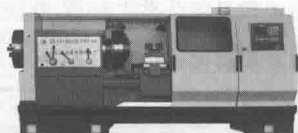
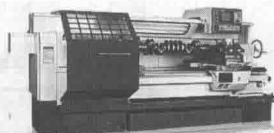


图 1-5 双主轴数控车床



(a) 螺纹数控车床



(b) 曲轴数控车床

图 1-6 特殊或专门用途的数控车床

1.1.5 数控车床的布局

(1) 影响数控车床布局的因素

数控车床的布局形式与普通车床基本一致，也受多个方面的影响。

① 工件尺寸、质量和形状的影响。随着工件尺寸、质量和形状的变化，数控车床的布局有卧式、落地式（端面）、单柱立式、双柱立式和龙门移动式，立式车床的区别，如图 1-7 所示。

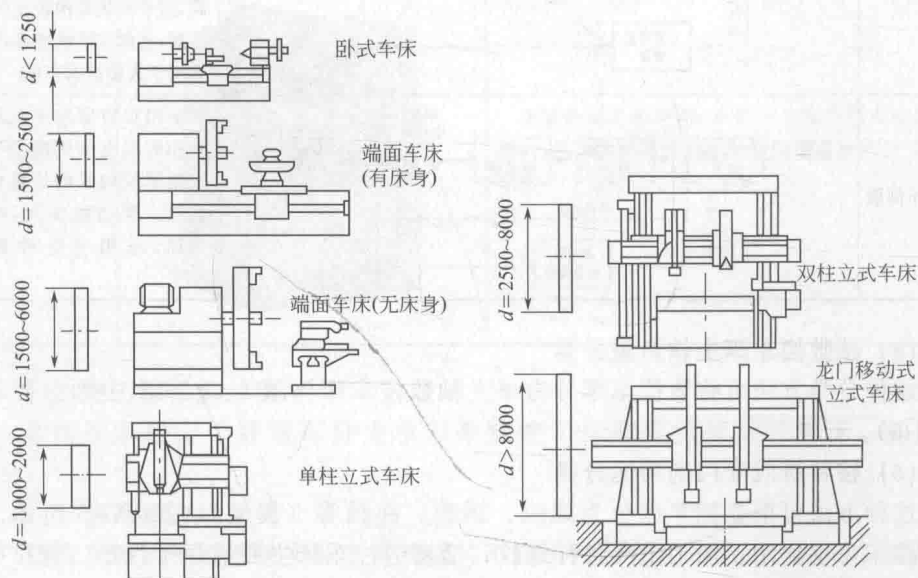


图 1-7 工件尺寸、质量和形状对车床布局的影响 (d 为直径)

② 车床精度的影响。为提高车床的工作精度，降低车床工作时切削力、切削热和切削振动对自身的影响，数控车床在布局时就必须考虑它各部件的刚度、抗震性和热变形敏感性等问题。否则，会对加工尺寸造成一定的影响。

③ 车床生产率的影响。因对生产率要求不同，数控车床的布局可以分为单主轴单刀架、双主轴单刀架以及双主轴双刀架等不同的结构。

(2) 床身和导轨的布局

数控车床床身和导轨水平面的相对位置如图 1-8 所示。

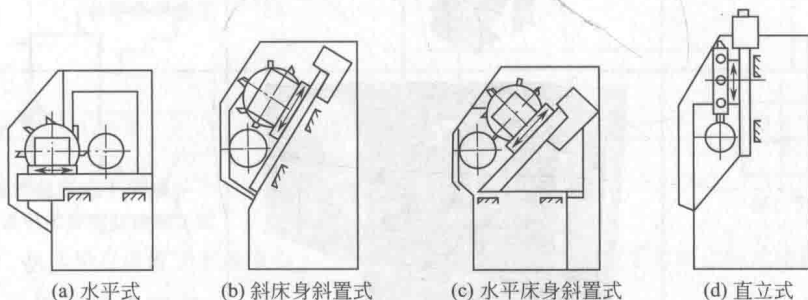


图 1-8 数控车床的床身和导轨布局示意图

对于大型数控车床或小型精密数控车床，一般都采用水平式。水平式布局的车床工艺性好，便于导轨面的加工，同时也能提高刀架运动精度。但由于刀架水平放置，使得滑板横向尺寸较大，从而也使得车床宽度加大。另外，由于床身下部空间小，所以排屑困难。对于一般小型数控车床，为了排屑的方便性，多采用斜置式。其导轨倾斜角度分别为 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等，当导轨倾斜角度为 90° 时，称为直立式。倾斜角度的大小直接影响着车床外形尺寸高度与宽度的比例。

在图 1-8 中，图 1-8 (b)、(c) 虽均为斜置式，但两者也有一定的区别。图 1-8 (b) 为斜床身斜面滑板布局，图 1-8 (c) 为水平床身斜面滑板布局。这两种布局形式的优点是：排屑容易，热切屑不会堆积于导轨上，便于安装自动排屑器，易于安装机械手以实现单机自动化，且操作方便、车床占地面积较小、容易实现封闭式防护。

(3) 刀架的布局

刀架是数控车床的重要部件，它分为工位刀架和排式刀架两大类，见表 1-6。

表 1-6 数控车床刀架

分 类		图 示	说 明
工位刀架	四工位		数控车床最常用的一种刀架，多用于二坐标控制的数控车床。四工位用于加工轴类和盘形类零件。多工位刀架回转轴与车床主轴平行，可装夹多把刀具，用于加工盘形类零件