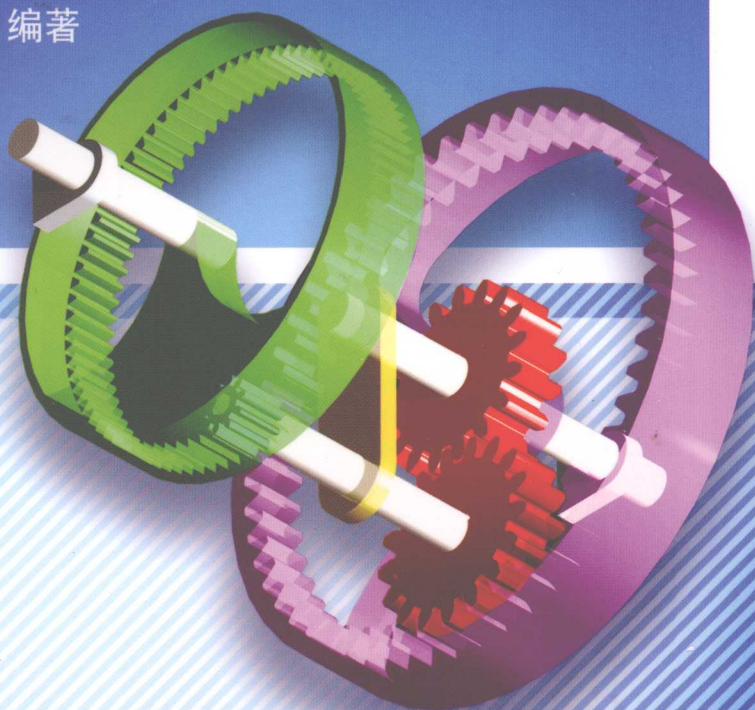


数控机床操作技术丛书

数控车床操作技术

娄锐 张礼 王悦 编著



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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

数控机床操作技术丛书

数控车床操作技术

娄 锐 张 礼 王 悦 编著

電子工業出版社.

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书共7章,重点介绍了数控车床的分类与应用、数控车床的产生及发展趋势;数控车削加工工艺基础知识及数控车削刀具的选择与使用;数控车床(FANUC、SIEMENS、华中世纪星、FAGOR等系统)控制面板和功能面板的使用方法;数控车床的基本操作方法;数控系统软件调试和数控系统的数据输入、输出功能;数控车床的操作规程与日常维护。特别是对轴类、套类、盘类等典型零件的编程、装夹和加工作作了翔实的介绍。

本书可供从事数控车床加工操作的人员使用,也可以作为高职院校学生的教材,还可以作为继续教育数控培训教材。

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。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床操作技术/娄锐,张礼,王悦编著. —北京:电子工业出版社,2008.6
(数控机床操作技术丛书)

ISBN 978-7-121-06623-8

I. 数… II. ①娄… ②张… ③王… III. 数控机床:车床-操作 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 062672 号

策划编辑:张 榕

责任编辑:刘真平

印 刷:北京市李史山胶印厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:300 千字

印 次:2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:19.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

数控机床操作技术丛书

编 委 会

主任委员 李 佳 娄 锐

委 员 (按姓氏笔画为序)

王 悦 王兴东 纪 红 李龙泉 张 礼

吴春玉 杨中立 桑 路 梁宇栋 靳怀瑜

序 言

数控机床已经成为现代制造的主流制造装备，数控机床拥有量以及数控技术的普及程度，已经成为衡量一个国家综合实力和工业现代化水平的重要标志。随着数控机床在中国普及速度的加快，国内数控机床用量剧增，亟需一大批数控应用高级技术人才和熟练操作数控机床的高技能人才。目前，企业里从事数控机床操作工作的人员，一部分是由生产工人中的骨干经数控应用技术培训后上岗的；而其余的大部分是来自高职院校和中职学校的毕业生。职业院校的毕业生虽然具备了数控机床基本操作能力，但是缺乏生产实践经验和满足生产要求的数控机床操作技术。

为了满足广大数控机床操作人员的需求，电子工业出版社电子技术分社组织编写了数控机床操作技术丛书。本套丛书包括《数控车床操作技术》、《数控加工中心操作技术》、《数控电加工机床操作技术》、《数控机床 Fanuc 系统调试与操作技术》及《CAD/CAM 实用软件操作技术》共五册。丛书的主要作者均为富有生产实践经验并从事数控应用技术专业教学工作的教师，丛书在编写过程中注重理论联系实际，侧重于操作，并结合典型零件深入浅出地介绍数控加工工艺分析、编制加工程序、工件的装夹、数控机床的操作知识及数控系统的调试与维修技术等知识。相信广大读者在阅读本套丛书时，会不同角度得到许多有益的启示。

经过全体作者的努力，将数控机床操作技术丛书奉献给广大读者朋友，对于书中存在的各种不足或缺点，恳请广大读者给予理解和支持，并予以指正。本套丛书的编写与出版工作得到了电子工业出版社电子技术分社赵丽松分社长和张榕副编审的支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

数控机床操作技术丛书编委会

前 言

随着数控加工技术应用领域的不断扩大,我国数控机床消费数量在不断增加,企业对数控车床操作工的需求数量和技能要求均有所提高。目前,从事数控车床操作工作的主要人群是来自高职院校和中职学校的毕业生,还有部分企业技术工人是经过数控应用技术培训取得数控车床职业资格证书的。因此,结合数控车床操作和加工实例编著此书,对从事该工作的操作技工具具有较强的指导意义。

本书重点介绍数控车床的操作方法、操作技巧及数控车床的调试操作等应用技术。在第1章中重点介绍了数控车床的分类与应用、数控车床的产生与发展、车削中心的发展概况;在第2章中重点介绍了数控车床的坐标系统、数控车削加工工艺基础及数控车削刀具的选择与使用;在第3章中分别介绍了FANUC系统、SIEMENS系统、华中世纪星系统、FAGOR系统控制面板和功能面板的使用方法;在第4章中重点介绍了数控车床加工程序的编辑与输入、数控车床手动运行和自动运行,以及简单故障的排除方法;在第5章中分别介绍了数控系统软件调试和数控系统的数据输入/输出功能;在第6章中详细介绍了轴类、套类、盘类等典型零件的编程、装夹和加工方法;在第7章中重点介绍了数控车床的操作步骤、操作规程、日常维护与保养等。

全书共7章,娄锐编写第1章、第2章;张礼编写第3章、第4章、第6章、第7章;王悦编写第5章。全书由娄锐统稿审定。

本书在编写过程中得到了天津机电职业技术学院梁宇栋、纪红、王兴东和天津中德职业技术学院赵新杰等老师的帮助,在此谨致谢意。对在本书的组稿与出版过程中电子工业出版社的赵丽松分社长及张榕副编审所给予的支持和帮助深表谢意。

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处和错误,敬请读者批评指正。

编 者

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可,复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为;歪曲、篡改、剽窃本作品的行为,均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人应承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序,保护权利人的合法权益,我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为,本社将奖励举报有功人员,并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话:(010)88254396;(010)88258888

传 真:(010)88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址:北京市万寿路173信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编:100036

目 录

第1章 概论	1
1.1 数控车床概述	2
1.1.1 数控车床的用途及结构特点	2
1.1.2 数控车床的布局	4
1.1.3 数控车床的分类及应用	5
1.2 数控车床的产生与发展	9
1.2.1 数控车床的发展概况	9
1.2.2 数控车床的发展趋势	12
1.2.3 车削中心的发展概况	13
第2章 数控车削加工的基础知识	15
2.1 数控车床的坐标系统	16
2.1.1 机床坐标轴	16
2.1.2 机床坐标系	17
2.1.3 工件坐标系	17
2.2 数控车削加工工艺基础	18
2.2.1 数控车削加工的主要对象	18
2.2.2 数控车削加工工艺的制定	20
2.2.3 夹具的选择与工件的安装	25
2.3 数控车削刀具的选择与使用	27
2.3.1 数控车刀的选择	27
2.3.2 刀具失效的形式、原因及解决方法	33
第3章 数控车床控制面板	39
3.1 数控车床控制面板概述	40
3.1.1 系统面板	40
3.1.2 功能面板	40
3.2 FANUC Series Oi Mate-TB 控制面板介绍	41
3.2.1 FANUC Series Oi Mate-TB 系统面板	41
3.2.2 FANUC Series Oi Mate-TB 功能面板	43
3.2.3 其他机床厂出产的功能面板	45
3.3 SIEMENS-802D 数控系统标准面板介绍	47
3.3.1 SIEMENS-802D 系统面板	47
3.3.2 SIEMENS-802D 功能面板	49
3.4 华中世纪星(HNT-21/22T)控制面板介绍	50

3.4.1	华中世纪星(HNT-21/22T)系统面板	50
3.4.2	华中世纪星(HNT-21/22T)功能面板	51
3.5	FAGOR 控制面板介绍	53
3.5.1	FAGOR 系统面板	54
3.5.2	FAGOR 功能面板	55
第4章	数控车床操作方法	57
4.1	数控车床加工程序的编辑与输入	58
4.1.1	加工程序的输入方法	58
4.1.2	加工程序的编辑方法	60
4.2	数控车床手动运行	67
4.2.1	手动进给方式	67
4.2.2	手轮方式	68
4.2.3	MDI 方式	68
4.3	数控车床手动调整	69
4.3.1	主轴的操作	70
4.3.2	回转刀架的手动调整	72
4.3.3	尾座的手动操作	73
4.4	数控车床的参数设置方法	73
4.4.1	工件坐标系的设置	73
4.4.2	刀具补偿的设置	75
4.5	数控车床的试运行及自动运行	80
4.5.1	数控车床的试运行	80
4.5.2	数控车床的自动运行	82
4.6	数控车床发生故障时的排除方法	86
第5章	数控车床的调试操作	89
5.1	数控系统软件调试	90
5.1.1	数控系统参数的作用	90
5.1.2	数控系统参数的相关操作	90
5.1.3	常用系统参数	95
5.2	CNC 的数据输入/输出功能	102
5.2.1	数控系统的通信功能	102
5.2.2	串行通信的硬件配置	103
5.2.3	串行通信的软件配置	104
第6章	加工实例	109
6.1	轴类零件加工实例	110
6.1.1	轴类零件概述	110
6.1.2	对典型轴类零件的工艺分析	113
6.1.3	选用加工刀具	125
6.1.4	零件的加工程序	131

6.2	套类零件加工实例	135
6.2.1	套类零件的工艺分析	135
6.2.2	选用加工刀具	142
6.2.3	零件的加工程序	145
6.3	盘类零件加工实例	147
6.3.1	盘类零件的工艺分析	147
6.3.2	选用加工刀具	152
6.3.3	零件的加工程序	153
第7章	数控车床的操作规程与日常维护	157
7.1	数控车床的操作规程	158
7.1.1	数控车床的操作步骤	158
7.1.2	数控车床的操作规程	159
7.2	数控车床的维护与保养	160
7.2.1	数控车床的验收	161
7.2.2	日常维护与保养	170
7.2.3	定期维护与保养	172
7.2.4	企业数控车床操作规程举例	173
参考文献		175



1.1 数控车床概述

数控车床又称为 CNC (Computer Numerical Control) 车床, 即用计算机数字控制的车床。普通车床是靠手工操作机床来完成各种切削加工的, 而数控车床是将编制好的加工程序输入到数控系统中, 由数控系统通过车床 X、Z 坐标轴的伺服机构去控制车床进给运动部件的动作顺序、移动量和进给速度, 再配以主轴的转速和转向, 可以加工各种轴类、盘类和套类等回转体零件, 包括零件上高精度的曲面、内外螺纹面及端面螺纹等。

1.1.1 数控车床的用途及结构特点

1. 数控车床的用途

数控车床与普通车床一样, 也是用来加工轴套类或轮盘类等回转体零件的。但是由于数控车床是按照零件的加工程序, 自动完成对零件内外轮廓的切削加工, 所以它特别适合加工形状复杂的轴套类或轮盘类零件。其加工零件的尺寸精度可以达到 IT5 ~ IT6, 加工表面的粗糙度可以达到 $Ra\ 1.6\mu m$ 以下。

轴套类和轮盘类零件的区分在于长径比, 一般将长径比大于 1 的零件视为轴类零件; 长径比小于 1 的零件视为轮盘类零件。如图 1-1 所示, 数控车削加工包括端面车削、外圆柱面车削、圆锥面和圆弧面切削、内圆柱面和内圆锥面车削 (镗孔)、钻孔加工、内外螺纹面切削、内外槽切削、切断等, 在数控车床上还可以车削形状复杂的成型面。

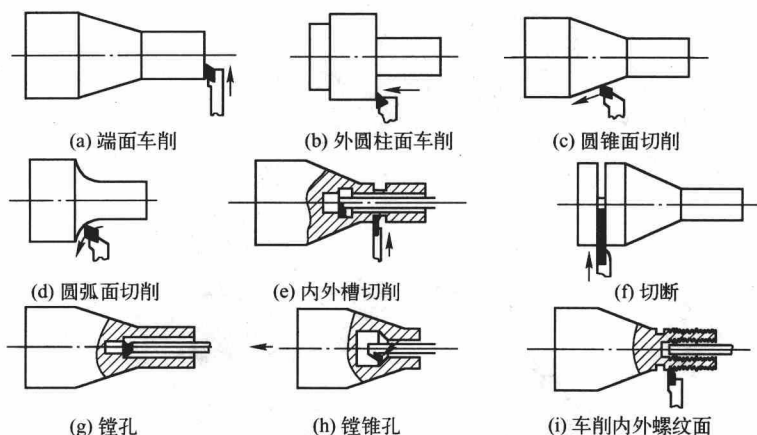


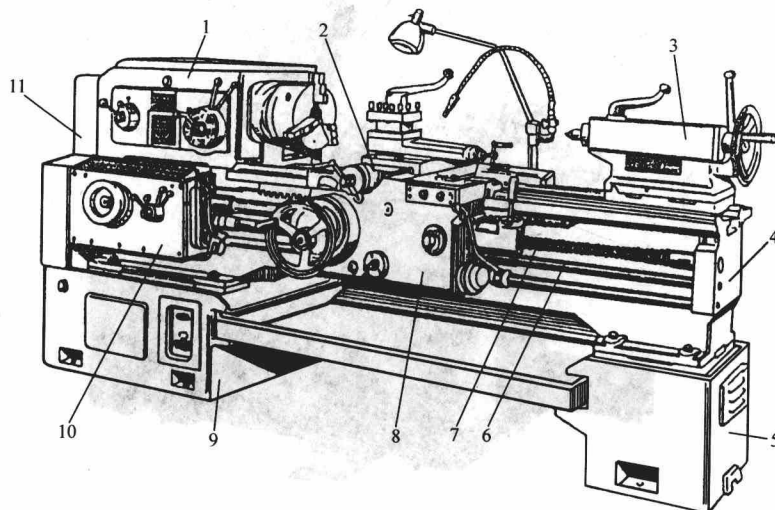
图 1-1 数控车削的加工范围

数控车床具有加工灵活, 通用性强, 能适应产品的品种和规格频繁变化的特点, 能够满足新产品的开发和多品种、小批量、生产自动化的要求, 因此被广泛应用于机械制造业, 例如汽车制造厂、发动机制造厂等。

2. 数控车床的结构特点

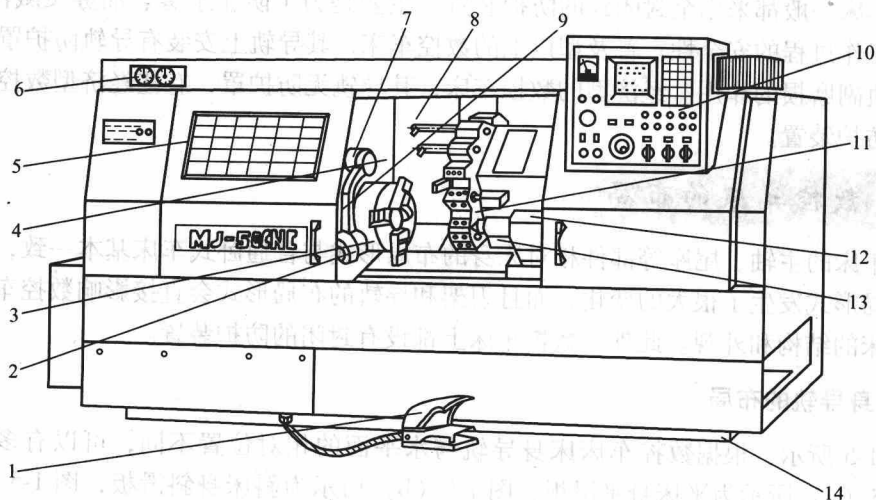
图 1-2 所示为卧式车床的外观图, 图 1-3 所示为数控车床的外观图。对比卧式车床和数控

车床的外观图可以发现：数控车床在结构上仍然是由主轴箱、刀架、进给传动系统、床身和尾座等主要部件组成的，而且两者都有冷却系统和润滑系统，只是数控车床的进给系统与卧式车床的进给系统在结构上存在着本质上的差别。卧式车床主轴的运动经过主轴箱 1 里面的进给换向机构、挂轮变速机构 11、进给箱 10、溜板箱 8 传到光杠 6 或丝杠 7，带动刀架实现纵向和横向进给运动。图 1-4 所示为数控车床的传动结构，伺服电动机 6 经滚珠丝杠、传动 X 向滑板 5，带动回转刀架 7 实现 X 轴进给运动；同理，Z 轴的伺服电动机经滚珠丝杠、传动 Z 向滑板 8，带动回转刀架实现 Z 轴进给运动。可见数控车床进给传动系统的结构较普通车床大为简化。



1—主轴箱；2—刀架；3—尾座；4—床身；5—右床腿；6—光杠；7—丝杠；
8—溜板箱；9—左床腿；10—进给箱；11—挂轮变速机构

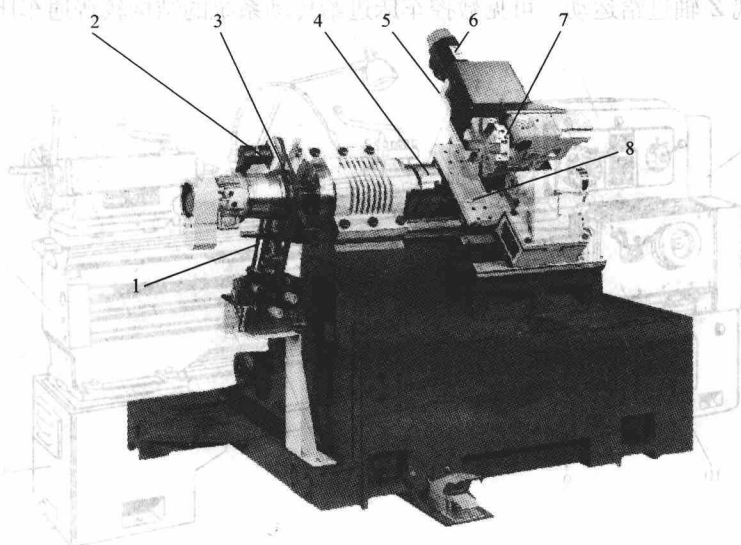
图 1-2 卧式车床外观图



1—脚踏开关；2—对刀仪；3—主轴卡盘；4—主轴箱；5—机床防护门；
6—压力表；7—对刀仪防护罩；8—防护罩；9—对刀仪转臂；
10—操作面板；11—回转刀架；12—尾座；13—滑板；14—床身

图 1-3 数控车床外观图

数控车床也有加工各种螺纹的功能,如图1-4所示,为了使主轴的旋转与刀架的移动保持同步关系,一般用主轴电动机经同步齿形带1驱动主轴4旋转,并且在主轴箱内安装有脉冲编码器2,主轴的运动通过同步齿形带3,1:1地传到脉冲编码器。当主轴旋转时,脉冲编码器便发出检测脉冲信号给数控系统,使主轴电动机的旋转与刀架的切削进给保持同步关系,即实现加工螺纹时主轴转一转,刀架Z向移动一个导程的运动关系。5是X向滑板,6是X轴伺服电动机,7是回转刀架,8是Z向滑板。



1, 3—同步齿形带; 2—脉冲编码器; 4—主轴; 5—传动X向滑板;
6—X轴伺服电动机; 7—回转刀架; 8—传动Z向滑板

图1-4 数控车床的传动结构

数控车床一般都采用全封闭式的防护装置,主要是为了防止水雾、油雾飞溅污染环境,保证机床工作过程的安全性。普及型以上的数控车床,其导轨上安装有导轨防护罩,起防尘和减小导轨副磨损的作用。经济型的数控车床,其导轨无防护罩,有些经济型数控车床采用半封闭式防护装置。

1.1.2 数控车床的布局

数控车床的主轴、尾座等部件相对床身的布局形式与普通卧式车床基本一致,但刀架和导轨的布局形式发生了很大的变化,而且刀架和导轨的布局形式会直接影响数控车床的使用性能、机床的结构和外观。此外,数控车床上都设有封闭的防护装置。

1. 床身导轨的布局

如图1-5所示,根据数控车床床身导轨与水平面的相对位置不同,可以有多种布局形式:图1-5(a)所示为平床身平滑板,图1-5(b)所示为斜床身斜滑板,图1-5(c)所示为平床身斜滑板,图1-5(d)所示为前斜床身平滑版,图1-5(e)所示为立式床身立滑板。

水平床身的工艺性好,便于导轨面的加工。水平床身导轨配上水平放置的刀架可提高刀架的运动精度,一般可用做大型数控车床或小型精密数控车床的布局。但是水平床身由于下部空间小,故排屑困难。从结构尺寸上看,刀架水平放置使得滑板横向尺寸较长,从而加大

了机床宽度方向的结构尺寸。

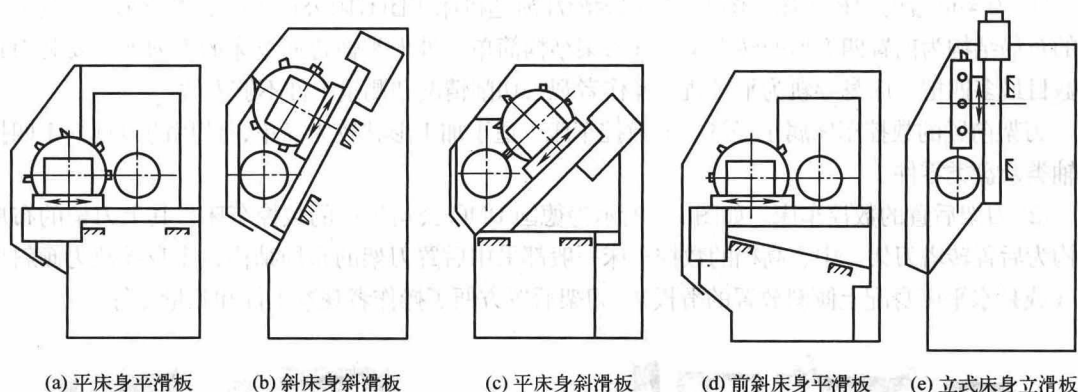


图 1-5 数控车床布局形式

水平床身配上倾斜放置的滑板，并配置倾斜式的导轨防护罩，这种布局形式一方面有水平床身工艺性好的特点，另一方面机床宽度方向的尺寸较水平配置滑板的要小，且排屑方便。

水平床身配上倾斜放置的滑板和斜床身配置斜滑板的布局形式被中、小型数控车床所普遍采用。这是由于此两种布局形式排屑容易，热铁屑不会堆积在导轨上，也便于安装自动排屑器；操作方便，易于安装机械手，以实现单机自动化；机床占地面积小，外形简洁、美观，容易实现封闭式防护。

斜床身其导轨倾斜的角度分别为 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° （称为立式床身）。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。综合考虑上面的诸多因素，小型数控车床，其床身的倾斜度多采用 30° 和 45° ；中规格的数控车床，其床身的倾斜度以 60° 为宜；而大型数控车床，其床身的倾斜度多采用 75° 。

2. 刀架的布局

刀架作为数控车床的重要部件，其布局形式对机床整体布局及工作性能影响很大。目前两坐标联动的经济型数控车床一般采用四方形回转刀架，而全功能型的数控车床多采用 12 工位的回转刀架，也有采用 6 工位、8 工位、10 工位回转刀架的。回转刀架在机床上的布局有两种形式。一种是用于加工盘套类零件的回转刀架，其回转轴垂直于主轴；另一种是用于加工轴类和盘类零件的回转刀架，其回转轴平行于主轴。

1.1.3 数控车床的分类及应用

随着数控车床制造技术的不断发展，形成了多品种、多规格的局面。对数控车床的分类可以采用不同的方法。

1. 按机床主轴布局形式分类

(1) 卧式数控车床

卧式数控车床指主轴轴线处于水平位置的数控车床。卧式数控车床的刀架布局结构有前

置和后置两种。

① 刀架前置的数控车床。图 1-6 所示为浙江凯达机床集团有限公司生产的数控车床，其上刀架的布局结构为前置四方形回转刀架。该刀架结构简单，外形类似普通车床的方刀架，安装刀具的数目最多四把。床身导轨为平导轨，操作者观察切削情况和测量工件不够方便。

刀架前置的数控车床属于经济型的数控车床，适于加工形状较为简单，使用的刀具少于四把的轴类及盘类零件。

② 刀架后置的数控车床。如图 1-7 所示为德国 DMG 公司生产的数控车床，其上刀架的布局结构为后置转塔刀架。中、高档的数控车床一般都采用后置刀架的布局结构，床身导轨为倾斜导轨（或是水平床身配上倾斜放置的滑板），刀架后置方便了操作者观察工件和测量工件。

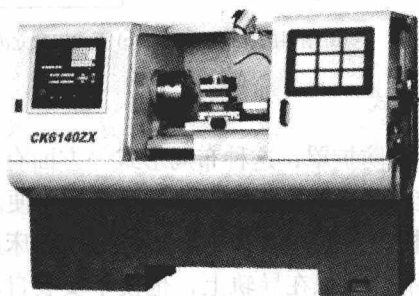


图 1-6 刀架前置的数控车床

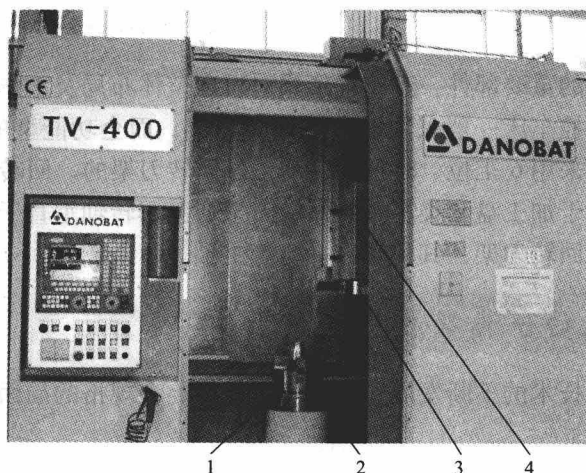


图 1-7 刀架后置的数控车床

刀架后置的数控车床属于全功能数控车床，适于加工形状复杂的轴类及盘类零件。

(2) 立式数控车床

立式数控车床指主轴轴线处于垂直位置的数控车床。图 1-8 所示为西班牙达诺巴特公司生产的立式数控车床，主轴垂直向上，三爪卡盘 1 上装夹着工件 2，垂直刀架 4 的下端安装有回转刀盘 3。刀架沿垂直导轨的移动为 Z 轴进给，刀架沿水平导轨的移动为 X 轴进给。



1—三爪卡盘；2—工件；3—回转刀盘；4—垂直刀架

图 1-8 立式数控车床

立式数控车床适于加工直径尺寸较大, 轴向尺寸较小, 形状复杂的盘类零件。

2. 按数控系统控制的轴数分类

(1) 两轴控制的数控车床

机床上只有一个回转刀架, 可实现 X 、 Z 两坐标轴控制, 图 1-6 和图 1-7 所示即是两轴控制的数控车床。

(2) 四轴控制的数控车床

床身上安装有两个独立的滑板和回转刀架的数控车床称为双刀架四轴控制数控车床。其上每个刀架的切削进给是分别控制的, 因此两刀架可以同时切削同一工件的不同部位, 既扩大了加工范围, 又提高了加工效率。双刀架四坐标数控车床的结构复杂, 且需要配置专门的数控系统实现对两个独立刀架的控制。这种机床适合加工曲轴、轮毂、飞机零件等形状复杂、批量较大的零件。

如图 1-9 所示为双刀架卧式数控车床的刀架配置示意图。图 1-9 (a) 所示为两个独立的回转刀架, 一个为后置刀架, 另一个为前置刀架, 可以分别控制 X 坐标轴和 Z 坐标轴的进给运动。图 1-9 (b) 所示为两个回转刀架相对主轴回转中心的布局位置, 其中后置回转刀架有 12 个刀位, 前置回转刀架有 8 个刀位。

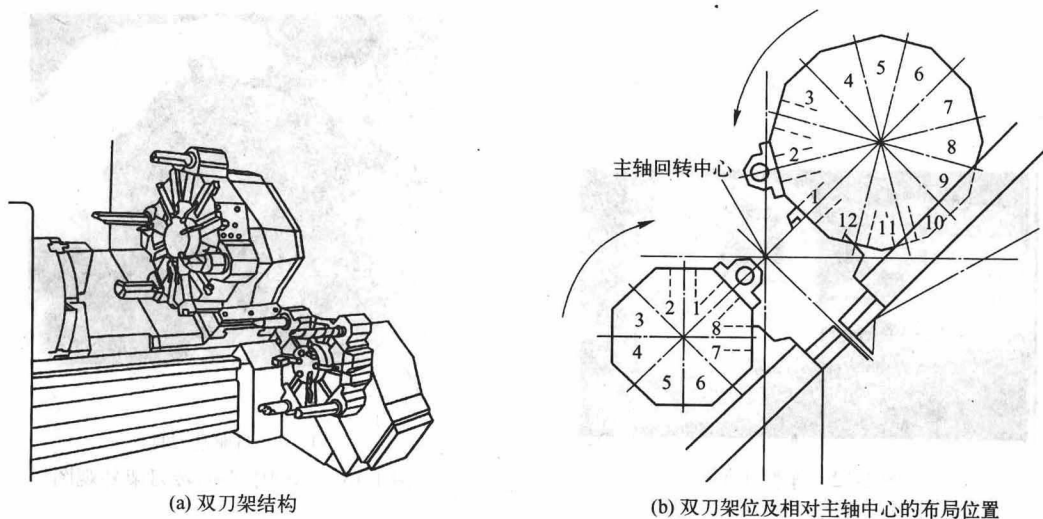


图 1-9 双刀架卧式数控车床的刀架配置示意图

图 1-10 所示为沈阳第一机床厂生产的数控立式轮毂车床, 采用了单主轴、双刀架立式布局结构, 工件安装在工作台上随主轴一起旋转, 适合加工径向尺寸较大的汽车轮毂零件。如图 1-11 所示, 该机床左侧和右侧的回转刀架 1 和 5 各有 6 个刀位, 可以分别安装 12 把外圆车削刀、镗孔刀、切槽刀等, 工件 2 安装在工作台 4 上用卡爪 3 夹紧, 工作台 4 为双工位旋转交换工作台, 使装卸工件的时间与切削时间重合, 具有较高的生产效率和加工精度。

(3) 三轴控制的车削中心

图 1-12 所示的车削中心是在数控车床的基础上发展起来的, 主要特征是在数控车床的回转刀架上增设了多种自驱动刀具并对主轴 (C 轴) 进行伺服控制, 自驱动刀具具有钻削头、