

高等职业教育机电类规划教材

数控车削编程 加工实训

陈建环 主编

项目导向 任务驱动

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件
教师免费下载

本书以典型零件为载体,分成数控车削加工基础、数控车削编程与操作以及综合训练3大部分。包括12个项目和3个综合训练项目。

第1部分为与数控车削编程加工相关的基础知识,包括机床结构、刀具夹具和机床坐标系等内容。

第2部分是数控车削编程与操作,包括主要车削加工编程指令和对刀操作等内容。

第3部分是针对典型零件的综合训练,突出结合生产实际的工艺分析、工艺处理和精度控制内容,体现各项目内容的有机结合,形成完整的数控车削编程和加工能力。

本书可作为高职高专机械类专业的教材,还适合于具有基本机械加工基础知识的人员、中职、技校的学生和社会培训机构学员使用。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削编程加工实训/陈建环主编. —北京:机械工业出版社,2011.3

高等职业教育机电类规划教材

ISBN 978-7-111-33421-7

I. ①数… II. ①陈… III. ①数控机床:车床—车削—程序设计—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第021846号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王英杰 责任编辑:王英杰

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:鞠 杨 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9印张·220千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-33421-7

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

1. 教材内容的规划

(1)数控车削编程加工岗位能力分析 本课程是机械类专业的一门专业必修课。数控加工技术是传统机械制造技术和现代计算机技术融合起来的现代制造技术。它既包含了一般机械加工的工艺知识,也涉及编程知识。在现代数控加工车间,一个零件的生产流程如下:



在上述流程中,工艺制订和编程是核心能力,机床操作是主要岗位技能。对于多数企业而言,大量需求的是掌握工艺分析能力和编程能力、并且能操作数控机床的人员。高职毕业生正是这一岗位的最有力竞争者。本课程的最终目的,就是综合运用数控编程和加工过程中所需要的知识,训练基本编程技能,提高数控机床的操作技能,形成完整的中等复杂程度零件的数控车削编程与加工能力。

(2)数控车削工艺分析和编程相结合 在多年的教学实践中我们体会到,学习数控加工工艺要有一定的普通切削加工工艺的基础。加工工艺的分析和设计能力的提升离不开相当的实践积累,不可能依靠几个课时、就工艺而谈工艺的课程模式来实现。另一方面,数控加工工艺的学习如果和编程加工的学习结合进行,可以提高效率,事半功倍,加深对工艺问题的理解。在许多学校的人才培养方案中,已经不再单独开设数控加工工艺课程,而是把数控加工工艺课程和编程加工课程融为一体,在具体的零件编程中,体现工艺内容。考虑到在学习数控车削编程时,读者已经学习了普通车削加工工艺分析和工艺制订的内容,至少已经具有了一定的普通车削加工的操作基础,因此,本书不安排独立的关于加工工艺的分析的内容,而是在具体的项目中、特别是在最后的体现企业生产要求的综合训练项目中,结合实例分析和编制工艺,完成数控加工编程。

(3)基于企业生产实例的教材内容 本书结合我国数控加工企业的设备情况,以广州数控设备有限公司开发的国内业界的主流车床数控系统 GSK980TD 为平台,突出实际编程加工能力的训练,形成本专业的专业核心能力——数控车削加工工艺设计、工件加工编程及数控车床的操作能力。由于 GSK980TD 系统和 FANUC 0i Mate-TC 等数控车床系统功能基本一致,本书也基本上适用于其他的主流系统。

本书以生产中常见的定位轴等零件为典型零件,以完成典型零件的编程加工为总任务。本书把实际生产过程的具体工作,分为若干个项目编写,每个项目相对独立,便于实施教学做一体化的教学方式,力求简明、易学、实用。本书的目标是帮助读者达到数控车削中级工编程加工的水平。

本书分成数控车削加工基础、数控车削编程与操作和综合训练 3 大部分。

第 1 部分为与数控车削编程加工相关的基础知识,包括机床结构、刀具夹具和机床坐标系。结合具体的实物学习相关内容。

第2部分是数控车削编程与操作,是本书的核心内容。为了合理分解学习内容,选定了典型零件销轴(见图1)和曲面套(见图2)。它们包含了圆柱面、端面、锥面、圆弧面、螺纹、沟槽、内孔等,涵盖了数控车削编程加工的主要内容。本部分以典型零件为基础,结合编程加工训练,适当穿插工艺内容,分解为若干个项目,循序渐进,分别训练。

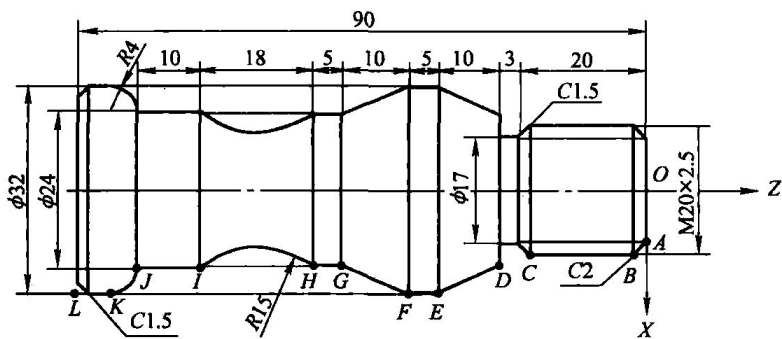


图1 定位销轴

为基础,结合编程加工训练,适当穿插工艺内容,分解为若干个项目,循序渐进,分别训练。

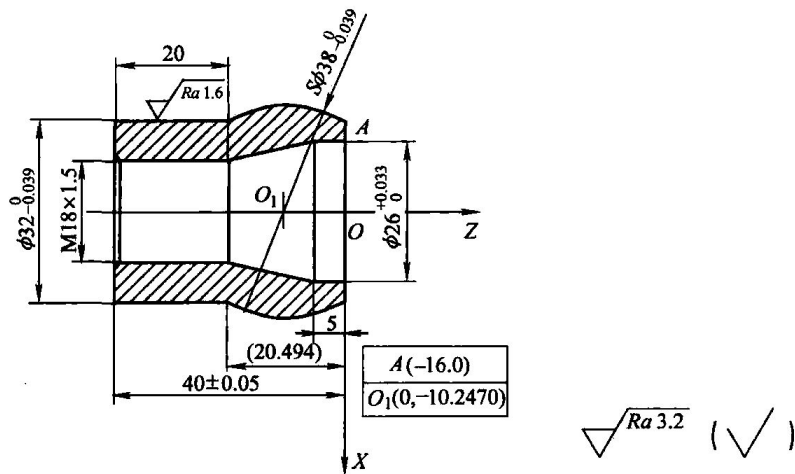


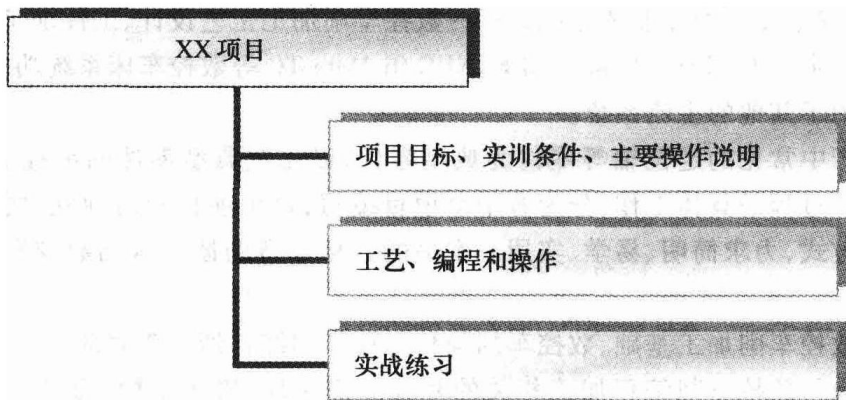
图2 曲面套

第3部分是针对典型零件的综合训练,突出结合生产实际中的工艺分析、工艺处理、精度控制等内容,体现各项目内容的有机结合,形成完整的数控车削编程和加工能力。

2. 任务驱动的单元结构

本书遵循项目导向、任务驱动的思路,把数控车削编程加工的内容,分解为多个项目,力求每个项目都容易实现教学做一体化的教学方式。每个项目都相对独立,便于灵活安排教学进度。

每个相对独立的学习单元结构如下:



(1)首先列出项目目标、实训条件、主要操作,使学习者明确任务和软硬件环境。

(2)其次为具体的编程和加工训练内容,是学习的主要内容。特别说明的是,本教材没有像许多实训指导书那样,把所有操作步骤罗列出来,因为每台数控机床都有详尽的操作指导书,具体按钮等的操作和作用都已表达清楚。如何结合编程,有机地运用这些功能是本教材希望重点体现的。

(3)最后是实战练习,以紧扣目标的实战练习为工作任务,供学习者巩固消化学习内容。

3. 实用的补充内容

本教材根据数控加工编程的需要,补充了其他主要系统的代码表、数控考证要求及实训实例,使本书更具有实用性。

此外,为适应多数学校的实训条件,方便学习,本书所有项目均假定在四刀位的经济型数控车床上完成。

本教材由广州城市职业学院陈建环主编,广东佛山市顺德梁镒琚职业技术学校赵汝其、广州数控设备有限公司马康辉参加编写。广州数控设备有限公司吴祖明、黎德强、李伟东等为本书提供了部分素材和实例。本教材初稿在专业教学中不断修改完善,并得到了广州城市职业学院校本教材建设项目的支持帮助,在此对相关同事的大力支持表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间限制,书中定有错漏之处,恳请读者斧正。

编 者

目 录

前言

第 1 部分 数控车削编程加工基础

项目 1 认识数控车床及附件	1
1.1 什么是数控车床	2
1.2 数控车床的组成	2
1.3 数控车床的分类	4
1.4 数控车床的工作过程	6
1.5 数控车床的结构特点	6
1.6 数控车床的加工特点	7
1.7 数控车床的加工对象	7
1.8 数控车刀及其刀架	8
1.9 车刀的刃磨	11
1.10 数控车床的夹具	13
1.11 实战练习	15
项目 2 数控车削编程常识	16
2.1 数控车床的坐标系	16
2.2 机床零点和工件坐标系	17
2.3 编程坐标	17
2.4 坐标的单位及范围	18
2.5 准备功能(G 功能)	18
2.6 辅助功能(M 功能)	19
2.7 刀具、进给和主轴功能	19
2.8 数控车削编程的特点	21
2.9 实战练习	21

第 2 部分 数控车削编程与操作

项目 3 数控车床的基本操作	23
3.1 GSK980TD 数控系统的 LCD/MDI 面 板	23
3.2 机床外接面板	29
3.3 手动操作	30
3.4 录入方式运转(MDI 方式)	33
3.5 急停和超程	33
3.6 数控加工的工艺流程	33
3.7 数控编程方法	35

3.8 GSK980TD 数控系统加工程序的基本 结构	35
3.9 程序的编辑	36
3.10 程序的检验	38
3.11 实战练习	39

项目 4 简单轴类工件的编程加工和单

把刀的对刀

4.1 相关指令及工艺知识	41
4.2 单把刀的对刀	43
4.3 试切加工	44
4.4 固定循环指令	45
4.5 加工实例	47
4.6 实战练习	49

项目 5 含圆弧轮廓的工件的编程加

工

5.1 相关指令及工艺知识	50
5.2 加工实例	52
5.3 实战练习	53

项目 6 带槽轴和台阶轴类工件的编程

加工和多把刀的对刀

6.1 拐角处理的相关工艺知识	55
6.2 槽加工的工艺知识	56
6.3 台阶轴加工的工艺知识	57
6.4 相关指令	57
6.5 加工实例	60
6.6 多把刀的对刀	64
6.7 实战练习	68

项目 7 复合外形工件的编程加工

7.1 相关工艺知识	70
7.2 相关指令	71
7.3 加工实例	72
7.4 实战练习	75

项目 8 螺纹的编程加工

8.1 相关工艺知识	78
8.2 G32、G92 指令	81
8.3 G92 指令的编程应用	85

8.4 实战练习	87
项目 9 攻螺纹与螺纹切削复合循环编程加工及螺纹指令的选用	88
9.1 攻螺纹循环切削指令 G33	88
9.2 螺纹切削复合循环指令 G76	89
9.3 加工实例	91
9.4 螺纹加工指令的比较和选用	93
9.5 实战练习	94
项目 10 子程序编程	96
10.1 相关工艺知识	96
10.2 相关指令	97
10.3 加工实例	97
10.4 实战练习	102
项目 11 内孔和内螺纹的编程加工	103
11.1 相关工艺知识	103
11.2 加工实例	104
11.3 实战练习	107
项目 12 刀具半径补偿的应用	108
12.1 相关工艺知识	108
12.2 刀具半径自动补偿指令	109
12.3 刀具半径自动补偿的建立过程	111

12.4 加工实例	111
12.5 实战练习	113

第 3 部分 综合训练

综合实例 1	114
综合实例 2	117
综合实例 3	120
综合练习	123
附录	127
附录 A FANUC Oi Mate-TC 数控系统的编程指令代码	127
附录 B 华中世纪星车床数控系统的编程指令代码	129
附录 C 西门子车床数控系统的编程指令代码	130
附录 D 数控车床实习实训模拟试卷(中级工)	130
附录 E 数控车工(中级)国家职业技能鉴定标准	133
附录 F 数控车床的操作规程	135
参考文献	136

第1部分 数控车削编程加工基础

项目1 认识数控车床及附件

项目目标

- 理解数控车床的工作原理。
- 能合理选择数控车床的加工对象。
- 掌握数控车床的安全操作规范。
- 掌握主要刀具的性能特点，能合理选择数控车床的刀具。
- 认识刀具角度，掌握正确的磨刀方法。
- 掌握通用夹具的特点，能合理选择数控车床的夹具。

实训条件

- 数控车床。
- 机床结构说明书。
- 普通车刀、机夹车刀、尾座钻夹头。
- 心轴。
- 磨刀砂轮。
- 辅助工具（用于打开机床部件的工具及装夹刀片和刀具的工具）。

主要操作

- 解读机床铭牌和系统标识。
- 观察数控车床，说明各组成部分及其作用。
- 打开控制柜，认识控制部分主要组件，说明其作用。
- 认识伺服电动机、检测元件。
- 观察、安装机夹车刀刀片，说明刀具用途。
- 观察焊接车刀，说明主要刀具角度并说明刀具用途。
- 刃磨车刀。
- 调整车床夹具，操作刀架、卡盘。

1.1 什么是数控车床

数控车床是数值控制车床的简称，它集通用性好的万能型车床、加工精度高的精密型车床和加工效率高的专用型车床的优点于一身，是目前使用量最大、应用最为广泛的一种数控机床。数控车床主要用于加工轴类、盘类等回转体零件。通过数控加工程序的运行，可自动完成内外圆柱面、圆锥面、成形表面、螺纹和端面等工序的切削加工，并能进行车槽、钻孔、扩孔、铰孔等工作。在数控车床基础上发展起来的车削中心可在一次装夹中完成更多的加工工序，提高加工精度和生产效率，特别适合于复杂形状的回转类零件的加工。

1.2 数控车床的组成

虽然数控车床种类较多，但一般均由车床主体、数控装置和伺服系统三大部分组成。图 1-1 是数控车床的基本组成框图。

1. 车床主体

除了基本保持普通车床传统布局形式的部分经济型数控车床外，目前大部分数控车床均已专门设计并定型生产。

(1) 主轴与主轴箱

1) 主轴 主轴是带动工件旋转，实现切削运动的主要部件。数控车床主轴的回转精度直接影响工件的加工精度；其功率大小、回转速度影响加工的效率；其同步运行、自动变速及定向停止等功能影响车床的自动化程度。

2) 主轴箱 数控车床主轴箱和普通车床主轴箱有较大的差别。具备有级自动调速功能的数控车床，其主轴箱内的传动机构已经大大简化；具有无级自动调速（包括定向停止）的数控车床，起机械传动变速和变向作用的机构已经不复存在了，其主轴箱也成了“轴承座”及“润滑箱”的代名词；至于用普通车床改造（具有手动操作和自动控制加工双重功能）的数控车床，则基本上保留其原有的主轴箱。

(2) 导轨 数控车床的导轨是保证进给运动准确性的重要部件。它在很大程度上影响车床的刚度、精度及低速进给时的平稳性，是影响工件加工质量的重要因素之一。除部分数控车床仍沿用传统的滑动导轨（金属型）外，定型生产的数控车床已较多地采用贴塑导轨。这种新型滑动导轨的摩擦因数小，耐磨性、耐蚀性及吸振性好，润滑条件也比较优越。

(3) 机械传动机构 除了部分主轴箱内的齿轮传动等机构外，数控车床已在普通车床传动链的基础上，作了大幅度的简化。如取消了交换齿轮箱、进给箱、溜板箱以及绝大部分传动机构，仅保留了纵、横向进给的螺旋传动机构，并在驱动电动机至丝杠间增设了（少

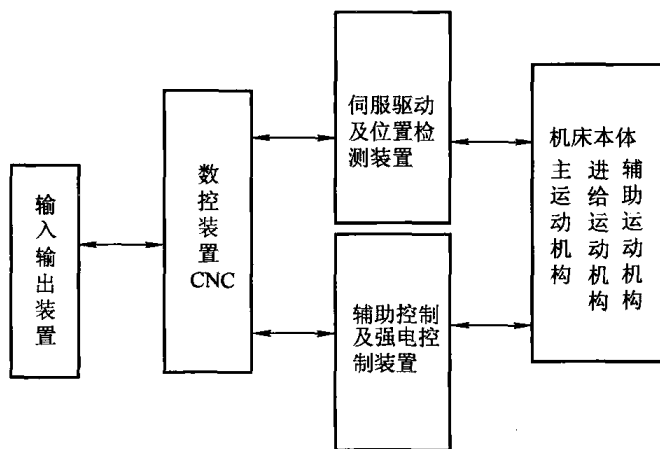


图 1-1 数控车床的基本组成框图

数车床未增设)可消除侧隙的齿轮副。

1) 螺旋传动机构 数控车床中的螺旋副,是将驱动电动机所输出的旋转运动转换成刀架在纵、横方向上的直线运动的运动副。构成螺旋传动机构的部件,一般为滚珠丝杠副,如图1-2所示。滚珠丝杠副的摩擦阻力小,可消除轴向间隙及预紧,故其传动效率高,精度高,运动稳定,动作灵敏。但滚珠丝杠副结构较复杂,制造技术要求较高,所以成本也较高,调整其间隙时,难度亦较大。

2) 齿轮副 在较多数控车床的驱动机构中,其驱动电动机与进给丝杠间设置有一个简单的齿轮箱(架)。齿轮副的主要作用是保证车床进给运动的脉冲当量符合要求,避免丝杠可能产生的轴向窜动对驱动电动机的不利影响。

(4) 自动转动刀架 除了车削中心采用随机换刀(带刀库)的自动换刀装置外,一般的数控车床采用带有固定刀位的自动转位刀架,有的车床还带有各种形式的双刀架、斜刀架等。经济型数控车床一般配备的是四刀位自动回转刀架。本教材以配备四刀位自动回转刀架的数控车床为基本设备。

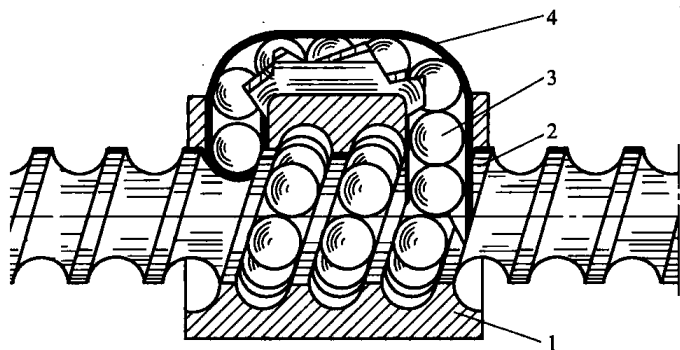


图1-2 滚珠丝杠副

1—螺母 2—丝杠 3—滚珠 4—滚珠循环装置

(5) 检测反馈装置 检测反馈装置是数控车床的重要组成部分,对加工精度、生产效率和自动化程度有很大影响。检测装置包括位移检测装置和工件尺寸检测装置两大类,其中工件尺寸检测装置又分为机内尺寸检测装置和机外尺寸检测装置两种。工件尺寸检测装置仅在少数高档数控车床上配用。

(6) 对刀装置 除了极少数专用性质的数控车床外,普通数控车床几乎都采用了各种形式的自动转位刀架,以进行多刀车削。这样,每把刀的刀位点在刀架上安装的位置,或相对于车床固定原点的位置,都需要通过对刀调整和测量,并加以固定,以保证工件加工的顺利进行。

2. 数控装置和伺服系统

数控车床与普通车床的主要区别就在于是否具有数控装置和伺服系统这两大部分。如果说数控车床的检测装置相当于人的眼睛,那么,数控装置就相当于人的大脑,伺服系统则相当于人的双手。这样,就不难看出这两大部分在数控车床中所处的重要地位了。

(1) 数控装置 数控装置的核心是计算机及其软件,它在数控车床中起“指挥”作用:数控装置接收由加工程序送来的各种信息,并经处理和调配后,向驱动机构发出执行命令。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装置,以便经处理后发出新的执行命令。

(2) 伺服系统 伺服系统准确地执行数控装置发出的命令,通过驱动电路和执行组件(如步进电动机、主轴电动机、伺服电动机等),完成数控装置所要求的各种运动。

1.3 数控车床的分类

1. 按车床主轴的配置形式分类

(1) 卧式数控车床 卧式数控车床的主轴轴线处于水平位置。卧式数控车床又分为水平导轨卧式数控车床和倾斜导轨卧式数控车床（如图 1-3 所示）。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。档次较高的卧式数控车床一般都采用倾斜导轨。数控车床又有单刀架和双刀架之分，前者是两坐标控制，后者是四坐标控制。双刀架卧式数控车床多数采用倾斜导轨。

(2) 立式数控车床 立式数控车床主轴轴线垂直于水平面。主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂工件。

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，可实现两坐标轴联动控制。

(2) 四轴控制的数控车床 机床上有两个回转刀架，可实现四坐标轴联动控制。

(3) 多轴控制的数控机床 机床上除了控制 X 、 Z 两坐标轴外，还可控制其他坐标轴，实现多轴控制，如具有 C 轴控制功能。车削加工中心或柔性制造单元，都具有多轴控制功能。

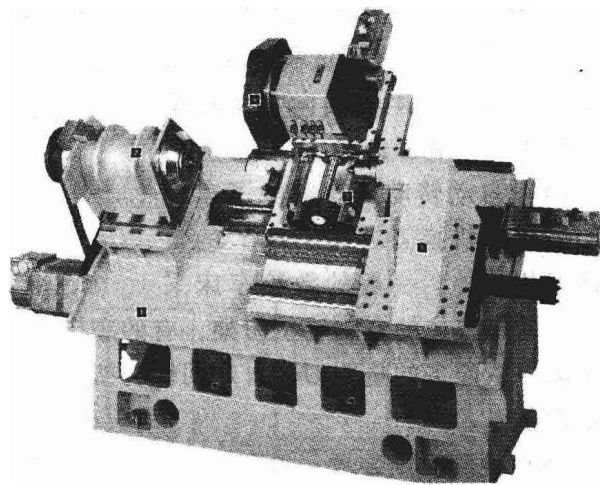


图 1-3 倾斜导轨卧式数控车床

3. 按数控系统的功能分类

(1) 经济型数控车床（简易数控车床） 一般采用步进电动机驱动的开环伺服系统，具有 CRT 显示、程序存储、程序编辑等功能，加工精度较低，功能较简单。

(2) 全功能型数控车床 较高档次的数控车床，具有刀具半径自动补偿、恒线速度、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，适宜于加工精度要求高、形状复杂、循环周期长、品种多变的单件或中小批量的工件。

(3) 精密型数控车床 采用闭环控制，不但具有全功能型数控车床的全部功能，而且机械系统的动态响应较快，在数控车床的基础上增加了其他附加坐标轴，适用于精密和超精密加工。

4. 按伺服系统的控制方式分类

(1) 开环伺服系统 开环伺服系统一般由环形分配器、步进电动机功率放大器、步进电动机、齿轮箱和丝杠螺母传动副等组成，如图 1-4 所示。

工作原理：每当数控装置发出一个指令脉冲信号，就使步进电动机的转子旋转一个固定角度，车床刀架移动一定的距离。

特点：开环伺服系统没有刀架位移检测装置，对机械传动误差没有补偿和校正，刀架的

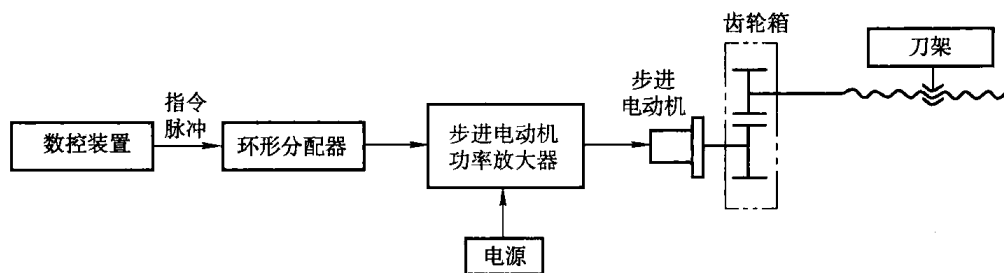


图 1-4 开环伺服系统示意图

位移精度完全取决于步进电动机的步距角精度和齿轮副和丝杠螺母副的精度与传动间隙等，所以这种系统很难保证较高的位置控制精度。同时由于受步进电动机性能的影响，其速度也受到一定的限制。但这种开环伺服系统的结构简单、调试方便、工作可靠、性能稳定、价格低廉，因此被广泛用于精度要求不太高的经济型数控车床上。

(2) 闭环伺服系统 闭环伺服系统主要是由比较环节（位置比较和放大组件、速度比较和放大组件）、驱动组件、机械传动装置、测量装置等组成，如图 1-5 所示。

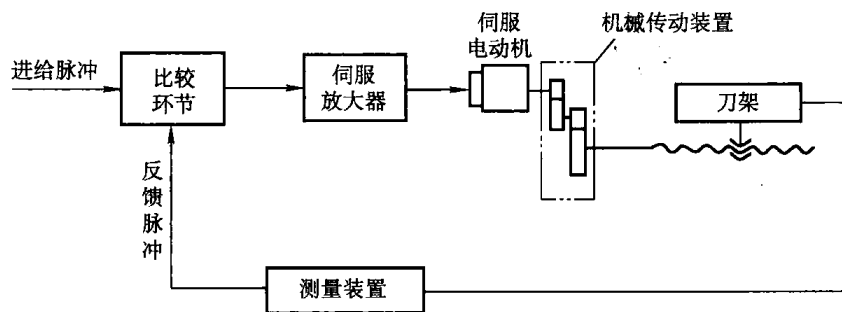


图 1-5 闭环伺服系统示意图

工作原理：数控装置发出位移指令脉冲，经电动机和机械传动装置使机床刀架移动，安装在刀架上的位置检测器把机械位移变成电学量，反馈到输入端与输入信号相比较，得到的差值经过放大和变换，最后驱动刀架向减少误差的方向移动。如果输入信号不断地产生，则刀架就不断地跟随输入信号运动。

特点：闭环伺服系统的位置检测装置安装在机床刀架上，将刀架的实际位置检测出来并与数控装置的指令进行比较，用差值进行控制，因而可以达到很高的定位精度，同时还能达到较高的速度，在精度要求高的大型和精密机床上应用十分广泛。由于系统增加了检测、比较和反馈装置，所以结构比较复杂，不稳定因素多，调试维修比较困难。

(3) 半闭环伺服系统 半闭环伺服系统也有位置检测反馈装置，但检测组件安装在电动机轴端或丝杠轴端处，通过检测伺服机构的滚珠丝杠转角，间接计算移动部件的位移，然后反馈到数控装置的比较器中，与原输入指令位移值进行比较，用比较后的差值进行补偿控制，使移动部件补充位移，直到差值消除为止，如图 1-6 所示。

特点：半闭环伺服系统的测量装置没有将丝杠螺母机构、齿轮机构等传动机构包括在内，所以这些传动机构的传动误差仍然会影响移动部件的位移精度。但半闭环伺服系统将惯性大的刀架安排在闭环之外，系统调试较容易，稳定性好，所能达到的精度、速度和动态特性优于开环伺服机构，为大多数中小型数控机床所采用。

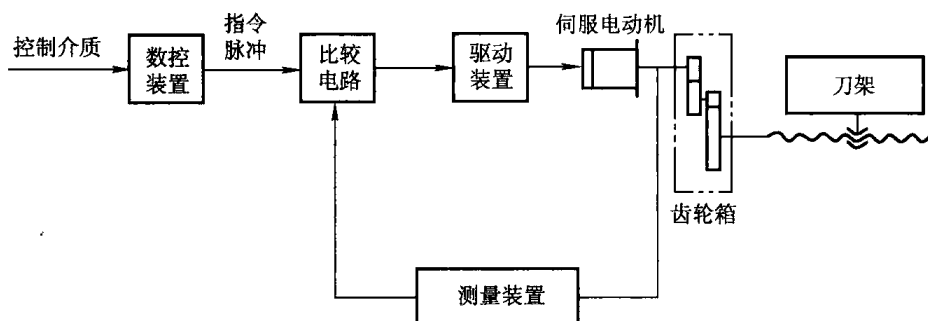


图 1-6 半闭环伺服系统示意图

1.4 数控车床的工作过程

数控车床的工作过程如图 1-7 所示。

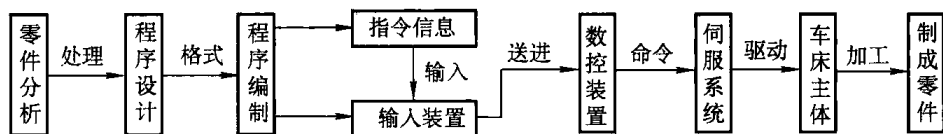


图 1-7 数控车床的工作过程

- 1) 首先根据零件加工图样进行工艺分析，确定加工方案、工艺参数和位移数据。
- 2) 用规定的程序代码和格式规则编写零件加工程序单，或用自动编程软件进行 CAD/CAM 工作，直接生成零件的加工程序文件。
- 3) 将加工程序的内容以代码形式完整记录在信息介质上。
- 4) 将代码输送给数控装置。由手工编写的程序，可以通过数控机床的操作面板输入；由编程软件生成的程序，通过计算机的串行通信接口直接传输到数控机床的数控单元 (MCU)。
- 5) 数控装置将所接受的信号进行一系列处理后，再将处理结果以脉冲信号的形式向伺服系统发出执行的命令。
- 6) 伺服系统接到执行的信息指令后，立即驱动车床进给机构严格按照指令的要求进行动作，使车床自动完成相应工件的加工。

1.5 数控车床的结构特点

数控车床已越来越多地应用于现代制造业，并发挥出普通车床无法比拟的优势。典型的数控车床主要有以下几个特点。

- (1) 传动链短 与普通车床相比，主轴的驱动不再是电动机、传动带和齿轮副机构变速来完成；进给运动采用横向和纵向分别由两台伺服电动机驱动来完成。不再使用交换齿轮、离合器等传统部件，传动链大大缩短。
- (2) 刚性高 为了与数控系统的高精度相匹配，数控车床的刚性高，以便适应高精度、高效率的加工要求。
- (3) 轻拖动 刀架（工作台）移动采用滚珠丝杠副，摩擦因数小，移动轻便。丝杠两

端的支承采用专用轴承,其压力角比普通轴承大,在出厂时便选配好。数控车床的润滑部分采用油雾自动润滑。这些措施都使得数控车床移动轻便。

1.6 数控车床的加工特点

(1) 自动化程度高 数控加工过程是按输入的程序自动完成的,操作者只需起始对刀、装卸工件、更换刀具,在加工过程中,主要是观察和监督车床运行,大大减轻了操作者的体力劳动强度。但是,由于数控车床的技术含量高,操作者的脑力劳动强度相应提高。

(2) 加工工件精度高、质量稳定 数控车床的定位精度和重复定位精度都很高,较容易保证一批工件尺寸的一致性,只要工艺设计和程序正确合理,加之精心操作,就可以保证工件获得较高的加工精度,也便于对加工过程实行质量控制。

(3) 生产效率高 数控车床加工可以在一次装夹中加工多个加工表面,一般只检测首件,所以可以省去普通车床加工时的不少中间工序,如划线、尺寸检测等,减少了辅助时间。此外由于数控加工的工件质量稳定,为后续工序带来方便,其综合效率明显提高。

(4) 便于新产品的研制和改型 数控加工一般不需要很多复杂的工艺装备,通过编制加工程序就可把形状复杂和精度要求较高的零件加工出来,当产品改型或更改设计时,只要改变程序就可,不需要重新设计工装。所以,数控加工能大大缩短产品研制周期,为新产品的研制开发,产品的改进、改型提供了捷径。

(5) 可向更高级的制造系统发展 数控车床及其加工技术是计算机辅助制造的基础。

(6) 初始投资较大 这是由于数控车床设备费用高,首次加工准备周期较长,维修成本高等因素造成的。

(7) 维修要求高 数控车床是技术密集型的机电一体化的典型产品,需要维修人员既懂机械,又要懂微电子维修方面的知识,同时还要配备较好的维修装备。

1.7 数控车床的加工对象

(1) 多品种中小批量工件 随着数控车床制造成本的逐步下降,现在不论是国内还是国外,用数控车床加工大批量工件的情况也已经出现。加工很小批量和单件生产时,如能缩短程序的调试时间和工装的准备时间也可以选用数控车床。

(2) 精度要求高的工件 由于数控车床的刚性好,制造精度高,对刀精确,能方便地进行尺寸补偿,所以能加工尺寸精度要求高的工件。

(3) 表面粗糙度值小的工件 在工件和刀具的材料、精加工余量及刀具角度一定的情况下,表面粗糙度取决于切削速度和进给速度。普通车床是恒定转速,直径不同切削速度就不同,而数控车床具有恒线速度切削功能,车端面或不同直径外圆时可以用相同的线速度,保证表面粗糙度值一致。在加工表面粗糙度不同的表面时,表面粗糙度值小的表面选用小的进给速度,表面粗糙度值大的表面选用大的进给速度,可变性很好,这点在普通车床上很难做到。

(4) 轮廓形状复杂的工件 任意平面曲线都可以用直线或圆弧来逼近,数控车床具有圆弧插补功能,可以加工各种复杂轮廓的工件,如图1-8所示。

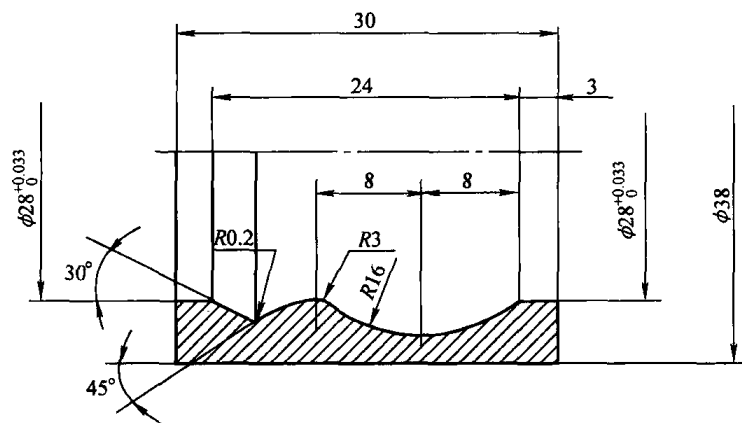


图 1-8 复杂轮廓的工件

1.8 数控车刀及其刀架

1. 数控车刀的分类及用途

根据刀具结构的不同,数控车刀可分为整体式和镶嵌式。镶嵌式刀具按车刀与刀体固定方式的不同又分为焊接式和机械夹紧式车刀。

(1) 焊接式车刀 焊接式车刀是将硬质合金刀片用焊接的方法固定在刀体上。焊接式车刀的结构简单,制造方便,刚性好。但由于存在焊接应力,使刀具材料的使用性能受到影响,甚至会出现裂纹。另外,刀杆不能重复利用,硬质合金刀片不能充分回收利用,造成材料的浪费。

根据加工表面及用途的不同,焊接式车刀分为切断刀、外圆刀、端面车刀、内孔车刀、螺纹车刀以及成形车刀等,如图 1-9 所示。

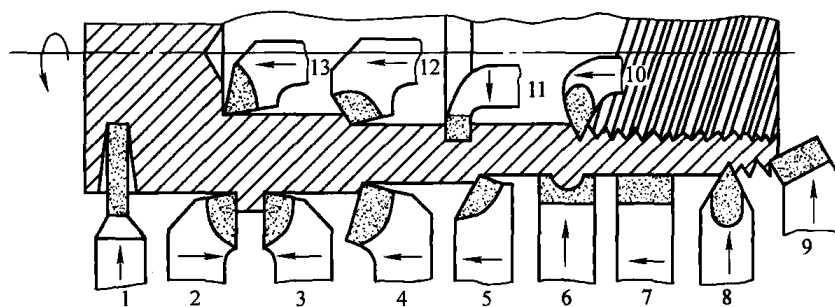


图 1-9 焊接式车刀的种类、形状和用途

- 1—切断刀 2—90°左偏刀 3—90°右偏刀 4—弯头车刀 5—直头车刀 6—成形车刀
7—宽刃精车刀 8—外螺纹车刀 9—端面车刀 10—内螺纹车刀 11—内槽车刀
12—通孔车刀 13—不通孔车刀

(2) 机械夹紧式车刀 机械夹紧式车刀分为不转位和可转位两种。可转位车刀是使用可转位刀片的机夹车刀,把经过研磨的可转位多边形刀片用夹紧组件夹在刀杆上。可转位车刀在使用过程中,切削刃磨钝后,通过刀片的转位,即可用新的切削刃继续加工,只有当多

边形车刀所有的切削刃都磨钝后,才需要更换刀片。数控车削加工时,为了减少换刀时间和方便对刀,尽量采用机夹车刀和机夹刀片,便于实现机械加工的标准化。

数控车床常用的机夹可转位式车刀的组成如图 1-10 所示。

数控车床常用的机夹可转位车刀常见刀片如图 1-11 所示。

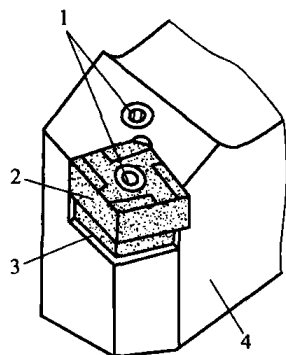


图 1-10 机夹可转位车刀的组成

1—夹固组件 2—刀片
3—刀垫 4—刀杆

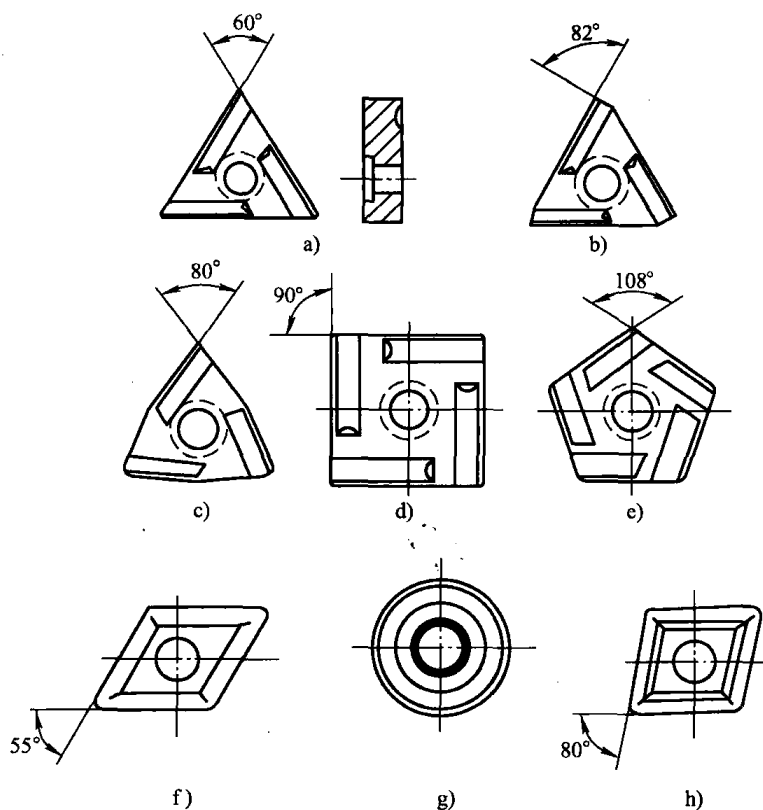


图 1-11 机夹可转位车刀常见刀片

2. 数控车刀的选用

(1) 刀片材料的选择 常用刀片材料有高速钢、硬质合金、涂层硬质合金、陶瓷、立方氮化硼和金刚石等,其中应用最多的是硬质合金和涂层硬质合金刀片。选择刀片材料主要依据被加工工件的材料、被加工表面的精度、表面质量要求、切削载荷的大小以及切削过程有无冲击和振动等。

(2) 刀片尺寸的选择 刀片尺寸的大小取决于必要的作用切削刃长度 l_n 。作用切削刃长度与背吃刀量 a_p 和车刀的主偏角 κ_r 有关,使用时可查阅有关刀具手册选取。

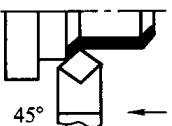
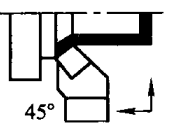
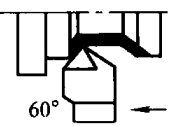
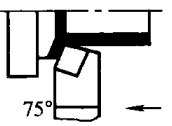
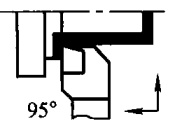
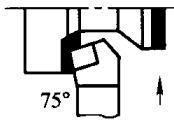
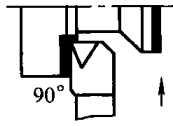
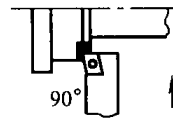
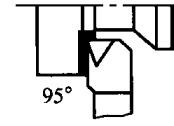
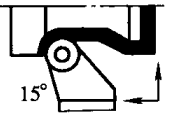
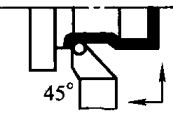
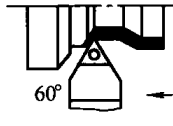
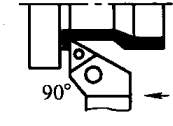
(3) 刀片形状的选择 刀片形状主要依据被加工工件的表面形状、切削方法、刀具寿命和刀片的转位次数等因素选择。被加工表面与适用的刀片形状可参考表 1-1 选取。

3. 数控车床的刀架

刀架是数控车床非常重要的部件。数控车床根据其功能,刀架上可安装的刀具数量一般为 4 把、6 把、8 把、10 把、12 把或 16 把,有些数控车床可以安装更多的刀具。

经济型或通用型数控车床常用四刀位回转方刀架,如图 1-12 所示。

表 1-1 被加工表面与适用的刀片形状

车削外圆表面	主偏角	45°	45°	60°	75°	95°
	刀片形状及加工示意图					
	推荐选用刀片	SCMA SPMR SCMM SNMM-8 SPUN SNMM-9	SCMA SPMR SCMM SNMG SPUN SPGR	TCMA TNMM-8 TCMM TPUN	SCMM SPUM SCMA SPMR SNMA	CCMA CCMM CNMM-7
车削端面	主偏角	75°	90°	90°	95°	
	刀片形状及加工示意图					
	推荐选用刀片	SCMA SPMR SCMM SPUR SPUN CNMG	TNUN TNMA TCMA TPUM TCMM TPMR	CCMA	TPUN TPMR	
车削成形面	主偏角	15°	45°	60°	90°	
	刀片形状及加工示意图					
	推荐选用刀片	RCMM	RNNG	TNMM-8	TNMG	

较完备的数控车床刀架的结构形式一般为回转式，刀具沿圆周方向安装在刀架上，可以安装径向车刀、轴向车刀、钻头、镗刀等，如图 1-13 所示。车削加工中心还可安装轴向铣刀、径向铣刀。少数数控车床的刀架为直排式，刀具沿一条直线安装。

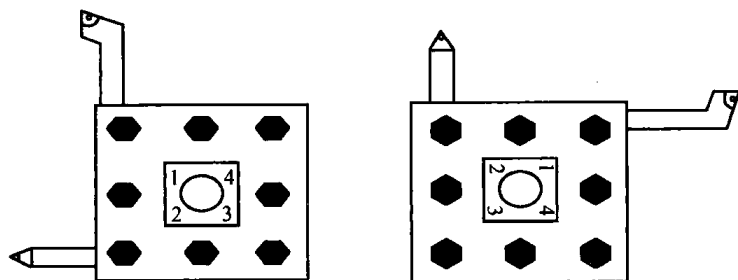


图 1-12 四刀位回转方刀架

数控车床可以采用两种方式配备刀架。

(1) 专用刀架 由车床生产厂商自己开发，所使用的刀杆也是专用的。这种刀架的优点是制造成本低，但缺乏通用性。

(2) 通用刀架 根据一定的通用标准而生产的刀架，数控车床生产厂商可以根据数控车床的功能要求进行选择配置。

4. 数控车床的铣削动力头

有些数控车床配有铣削动力头附件。数控车床刀架上安装铣削动力头可以大大扩展数控车床的加工能力，如图 1-14 所示。