

数控车床加工技术

● 主编 赵延毓 杨继宏

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

数控车床加工技术

主编 赵延毓 杨继宏

常州大学图书馆
藏书章

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

数控车床加工技术 / 赵延毓, 杨继宏主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 8
ISBN 978 - 7 - 5682 - 4725 - 2

I. ①数… II. ①赵… ②杨… III. ①数控机床 - 车床 - 加工工艺 - 高等学校 - 教材
IV. ①TG519. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 206305 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / [http: //www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 13

字 数 / 307 千字

版 次 / 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 50.00 元

责任编辑 / 孟雯雯

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

Qianyan

随着我国社会主义市场经济和现代加工技术的迅速发展,社会及企业对技能型人才的知识与技能结构提出了更高、更新的要求。本书是为了适应各类技术人员、技术工人学习和培训的需求,以及满足广大学员的学习需要,帮助他们提高相关的理论知识与技能操作水平而编写的,同时可作为数控车工学员在操作方面基础训练的教材。

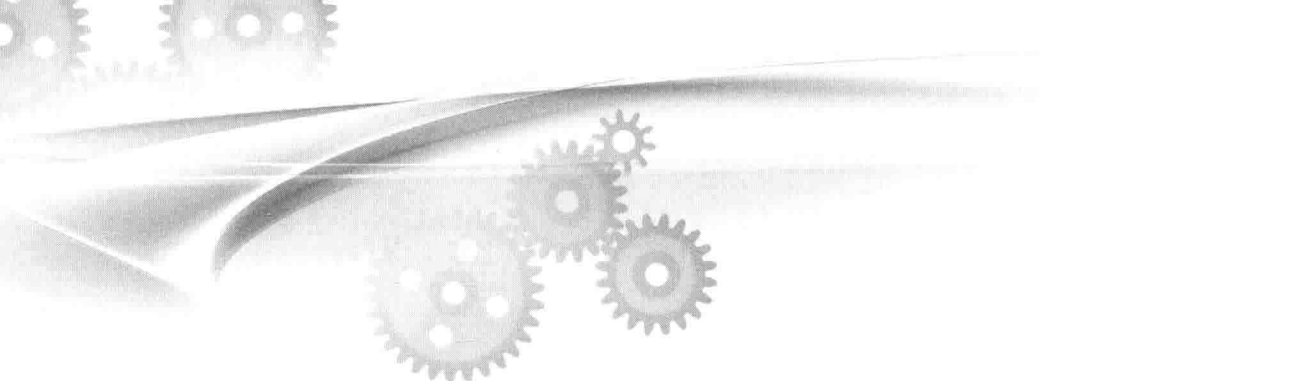
本书在编写过程中,以任务为导向,在每一任务中融入大量的基础知识,学用结合,避免理论与实际应用相脱节,由浅入深、逐步渗透。

本书由赵延毓、杨继宏担任主编,周立波、谢鑫、关鑫、林伟担任副主编,逯蕴锋、侯广飞、张世宏、郑生智等参与本教材的编写工作。此外,本书在编写过程中借鉴了国内外同行的最新资料与文献,并得到北航海尔软件工程有限公司(长春销售部)、上海宇龙软件工程有限公司、华中数控有限公司等单位的大力支持,在此一并表示感谢。

限于编者水平有限,书中难免有欠妥之处,敬请读者批评指正。

编者

第1章 数控设备基础知识	001
1.1 数控机床简介	001
1.2 数控车床安全文明生产	012
1.3 华中数控车床基本操作	016
第2章 刀具刃磨	035
2.1 90°外圆车刀刃磨	035
2.2 切断（切槽）刀刃磨	042
2.3 三角形螺纹车刀刃磨	044
2.4 刀具磨损	047
第3章 固定循环指令的应用	053
3.1 数控车削加工程序编制	053
3.2 数控车床刀具补偿功能	056
3.3 编程实例	060
第4章 螺纹车削加工	069
4.1 螺纹车削加工基础	069
4.2 编程实例	074
第5章 复合循环指令应用	088
5.1 数控车削加工工艺设计	088
5.2 内（外）径粗车复合循环指令编程实例	097
5.3 端面粗车复合循环指令加工实例	104
5.4 闭环车削复合循环指令加工实例	111
第6章 子程序应用实例	119
6.1 子程序编程	119
6.2 子程序加工梯形螺纹	127
第7章 典型零件生产加工实例	133
7.1 零件的基准	133



目 录

Contents

7.2 零件生产加工	139
第 8 章 宏指令编程及应用	144
8.1 B 类宏程序指令	144
8.2 宏程序应用实例	148
第 9 章 自动编程	155
9.1 CAD/CAM 自动编程	155
9.2 CAXA 数控车 XP 应用	158
第 10 章 数控车床操作工应会实例	166
10.1 数控车床操作工应会实例 I	166
10.2 数控车床操作工应会实例 II	168
10.3 数控车床操作工应会实例 III	170
附录 1 FANUC 0i Mate 数控系统	173
附录 2 数控车削刀具刀片编号说明	177
附录 3 数控车工国家职业标准	184



第1章 数控设备基础知识

数控技术是指用数字量及字符发出指令并实现自动控制的技术，它已经成为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础。随着社会生产和科学技术的飞速发展，传统的普通机械加工设备已难以适应市场对产品多样化的要求。为满足发展需求，采用数字控制技术对机床加工过程进行自动控制的数控机床应运而生。

本章主要介绍以下几方面内容：

- (1) 数控机床的产生与发展。
- (2) 数控车床基本结构及基本操作。
- (3) 数控车床常用刀具。
- (4) 数控机床日常维护与保养。

通过本章的学习，使学生熟悉数控机床产生及发展趋势，掌握数控车床的功能、结构、加工范围，了解数控车床常用刀具，重点掌握数控车床的对刀操作技巧。

1.1 数控机床简介

数控机床，又称 CNC (Computer Numerical Control) 机床，是一种安装了程序控制系统的机床，该系统能逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。数字控制技术是近代发展起来的一种自动控制技术，用数字化的信息对某一对象进行控制，其控制对象可以是位移、速度、温度、压力、流量和颜色等。

1.1.1 数控机床的产生与发展

1. 数控机床的产生

在机械制造工业中并不是所有的产品零件都具有很大的批量，但介于小批量生产的零件（批量在 10 ~ 100 件）约占机械加工总量的 80% 以上。尤其是在造船、航天、航空、机床、重型机械以及国防工业更是如此。为了满足多品种、小批量的自动化生产，迫切需要一种灵活、通用、能够适应产品不断变化的柔性自动化机床。数控机床就是在这样的背景下诞生与发展起来的，它为单件、小批量生产的精密复杂零件提供了自动化加工手段。

1948 年，美国帕森斯公司 (Parsons. Co) 受美国空军委托与麻省理工学院伺服机构研究所合作进行数控机床的研制工作。1952 年，第一台数控三坐标立式铣床试制成功，但第一台工业用数控铣床直到 1954 年 11 月才生产出来。我国数控机床的研制从 1958 年起步，由清华大学研制出了最早的样机。

2. 数控机床的发展

1) 数控系统的发展

从 1952 年第一代数控机床问世后, 数控系统已先后经历了两个阶段和六代的发展, 其六代是指电子管、晶体管、集成电路、小型计算机、微处理器和基于工控 PC 机的通用 CNC 系统。其中前三代为第一阶段, 称为硬件连接数控系统, 简称 NC 系统; 后三代为第二阶段, 称为计算机软件数控, 简称 CNC 系统。

2) 数控机床的发展趋势

随着先进生产技术的发展, 要求现代数控机床向高速度、高精度、开放式、智能化、复合化、高可靠性、多种插补功能、人机界面的友好等方向发展。

(1) 高速度、高精度。

高速度指数控机床的高速切削和高速插补进给, 目标是在保证加工精度的前提下, 提高加工速度。这不仅要求数控系统的处理速度快, 同时还要求数控机床具有大功率和大转矩的高速主轴、高速进给电动机、高性能的刀具、稳定的高频动态刚度。

高精度包括高进给分辨率、高定位精度和重复定位精度、高动态刚度、高性能闭环交流数字伺服系统等。

(2) 开放式。

要求新一代数控机床的控制系统是一种开放式、模块化的体系结构: 系统的构成要素应是模块化的, 同时各模块之间的接口必须是标准化的; 系统的软件、硬件构造应是“透明的”“可移植的”; 系统应具有“连续升级”的能力。

为满足现代机械加工的多样化需求, 新一代数控机床机械结构更趋向于“开放式”: 机床结构按模块化、系列化原则进行设计与制造, 以便缩短供货周期, 最大限度满足用户的工艺需求。数控机床很多部件的质量指标不断提高, 品种规格逐渐增加, 机电一体化内容更加丰富, 因此专门为数控机床配套的各种功能部件已完全商品化。

(3) 智能化。

所谓智能化数控系统, 是指具有拟人智能特征。智能数控系统通过对影响加工精度和效率的物理量进行检测、建模、提取特征、自动感知加工系统的内部状态及外部环境, 快速做出实现最佳目标的智能决策, 对进给速度、切削深度、坐标移动、主轴转速等工艺参数进行实时控制, 使机床的加工过程处于最佳状态。

(4) 复合化。

复合化加工, 即在一台机床上工件一次装夹便可以完成多工种、多工序的加工, 通过减少装卸刀具、装卸工件及调整机床的辅助时间, 实现一机多能, 最大限度地提高机床的开机率和利用率。1958 年, 美国的克耐·杜列克公司 (Keaney & Trecker Corp - K&T 公司) 在一般数控机床的基础上开发了数控加工中心 (MC), 即自备刀库的自动换刀数控机床。随着数控技术的不断发展, 打破了原有机床分类的工艺性能界限, 出现了相互兼容、扩大工艺范围的趋势。复合加工技术不仅是加工中心、车削中心等在同类技术领域内的复合, 而且正在向不同类技术领域进行复合发展。

多轴同时联动移动, 是衡量数控系统的重要指标, 现代数控系统的控制轴数可多达 16 轴, 同时联动轴数已达到 6 轴。高档次的数控系统还增加了自动上、卸料的轴控制功能, 有的在 PLC 里增加了位置控制功能, 以补充轴控制数的不足, 这将会进一步扩大数控机床的

工艺范围。

(5) 高可靠性。

高可靠性的数控系统是提高数控机床可靠性的关键。选用高质量的印制电路和元器件,对元器件进行严格地筛选,建立稳定的制造工艺及产品性能测试等一整套质量保证体系。在新型的数控系统中采用大规模、超大规模集成电路实现三维高密度插装技术,进一步把典型的硬件结构集成化,做成专用芯片,提高了系统的可靠性。

现代数控机床都装备有各种类型的监控、检测装置,并具有故障自动诊断与保护功能,能够对工件和刀具进行监测,若发现工件超差及刀具磨损、破裂,能及时报警,给予补偿,或对刀具进行调换,具有故障预报和自恢复功能,以保证数控机床长期可靠地工作。数控系统一般能够对软件、硬件进行故障自诊断,能自动显示故障部位及类型,以便快速排除故障。此外系统中注意增强保护功能,如行程范围保护功能、断电保护功能等,以避免损坏机床或导致工件报废。

(6) 多种插补功能。

数控机床除具有直线插补、圆弧插补功能外,有的还具有样条插补、渐开线插补、螺旋插补、极坐标插补、指数曲线插补、圆柱插补和假想坐标插补等功能。

(7) 人机界面的友好。

现代数控机床具有丰富的显示功能,多数系统都具有实时图形显示、PLC 梯形图显示和多窗口的其他显示功能;丰富的编程功能,如会话式自动编程功能、图形输入自动编程功能,有的还具有 CAD/CAM 功能;方便的操作,有引导对话方式帮助你很快熟悉操作,设有自动工作手动参与功能;根据加工的要求,各系统都设置了多种便于编程的固定循环;伺服系统数据和波形的显示,伺服系统参数的自动设定;系统具有多种管理功能,如刀具及其寿命的管理、故障记录、工作记录等;PLC 程序编制方法增加,目前有梯形图编程(Ladder Language Program)方法、步进顺序流程图编程(Step Sequence Program)方法,现在越来越广泛地用 C 语言编写 PLC 程序;帮助功能,系统不但能显示报警内容,而且能指出解决问题的方法。

3. 数控机床特点

1) 对加工对象的改型适应性强

在数控机床上加工零件,主要取决于加工程序。它与普通机床不同,不必制造、更换许多工具、夹具,不需要经常调整机床。因此,数控机床适用于零件频繁更换的场合,也就是适合单件、小批量生产及新产品开发,可缩短生产准备周期,节省大量工艺装备的费用。

2) 加工精度高,质量稳定、可靠

数控机床是精密机械和自动化技术的综合体。机床的数控装置可以对机床运动中产生的位移、热变形等导致的误差,通过测量系统进行补偿而获得很高且稳定的加工精度,数控机床的加工精度一般可达到 $0.002 \sim 0.05 \text{ mm}$ 。由于数控机床能实现自动加工,所以减少了操作人员素质带来的人为误差,提高了同批零件的一致性。

3) 生产效率高

就生产效率而言,相对于普通机床,数控机床的效率一般能提高 $2 \sim 3$ 倍,甚至十几倍。主要体现在以下几个方面:

(1) 一次装夹完成多工序加工,省去了普通机床加工的多次变换工种、工序间的转件以及划线等工序。



(2) 简化了夹具及专用工装等, 由于是一次装夹完成加工, 所以普通机床多工序的夹具省去了, 即使偶尔必须用到专用夹具, 由于数控机床的超强功能, 夹具的结构也可简化。

4) 减轻劳动强度

数控机床的操作由体力型转为智力型。

5) 改善劳动条件

数控机床可有效地减少零件的加工时间。数控机床经过调整以后, 输入程序并启动, 机床能自动连续地加工直至加工结束。操作者主要完成程序的输入、编辑, 装卸零件, 刀具准备, 加工状态的观测, 零件的检测等工作, 大大降低了劳动强度, 数控机床操作者的劳动趋于智力型工作。另外, 数控机床一般是封闭式加工, 既清洁又安全。

6) 有利于生产管理

数控机床加工可预先精确估计加工时间; 所使用的刀具、夹具可进行规范化、现代化管理; 数控机床使用数字信号与标准代码为数控信息, 易于实现加工信息的标准化, 目前已与计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 有机地结合起来, 是现代集成制造技术的基础; 可实现一机多工序加工, 简化生产过程的管理, 减少管理人员, 并可实现无人化生产。

7) 良好的经济效益

使用数控机床加工零件时, 分摊到每个零件上的设备费用是较昂贵的。但在单件、小批量生产的情况下, 可以节省许多其他方面的费用, 因此能够获得较好的经济效益。

使用数控机床, 在加工之前节省了划线工时, 在零件安装到机床上之后可以减少调整、加工和检验时间, 减少了直接生产费用。另一方面, 由于数控机床加工零件不需要手工制作模型、凸轮、钻模板及其他夹具; 故节省了工艺装备费用。此外, 数控机床的加工精度稳定, 减少了废品率, 使生产成本进一步下降。

8) 易于建立计算机网络通信, 便于现代化、网络化管理

由于数控机床使用数字信息, 因此它易于计算机建立通信网络, 便于计算机辅助设计/制造/工艺 (CAD/CAM/CAPP) 系统的连接, 从而形成计算机辅助设计与制造紧密结合的一体化系统, 并可通过网络 DNC, 配合网络管理系统, 实现数控机床的网络化管理。

9) 价格较昂贵

数控机床是以数控系统发展的新技术对传统机械制造产业渗透形成的机电一体化产品, 涉及机械、信息处理、自动控制、伺服驱动、自动检测、软件技术等许多领域, 尤其是采用了许多高精尖的先进技术, 使得数控机床的价格较高。

10) 调试和维修需专门的技术人员来完成

由于数控机床结构复杂, 所涉及的学科、专业技术面较广, 因此要求安装调试和维修人员应经过专门的技术培训。

4. 数控机床的加工范围

1) 数控加工的适应范围

(1) 形状复杂, 加工精度要求高, 普通机床无法加工的零件, 或可加工但经济性较差的零件。

(2) 加工轮廓虽不复杂, 但要求同批产品一致性较高的, 或要求一次性装夹后完成多工序加工的零件。

(3) 用普通机床加工时, 需要复杂工装保证的或检测部位多、检测费用高的零件。

(4) 在普通机床上加工时,需要做反复调整,或需要反复修改设计参数后才能定型的零件。

(5) 用普通机床加工时,加工结果极易受到人为因素(如心理、生理及技能等)影响的大型或贵重的零件。

(6) 用普通机床加工生产效率很低或劳动强度很大时。

2) 不适用数控机床加工的范围

(1) 加工轮廓简单,精度要求低或生产批量又特别大的零件。

(2) 装夹困难或必须靠人工找正定位才能保证加工精度的单件零件。

(3) 加工余量特别大或材质及余量都不均匀的坯件。

(4) 加工中,刀具的质量(主要是耐用度)特别差时。

1.1.2 数控车床的基本结构及分类

1. 数控车床的组成

1) 车床本体

车床本体是数控机床的机械部件,包括床身、主轴箱、工作台、进给机构等,如图1.1-1所示。数控车床主体结构有以下特点:

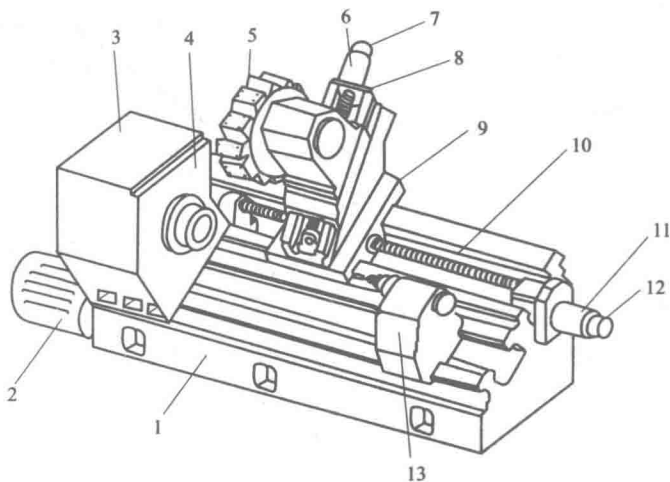


图 1.1-1 数控车床

1—床身; 2—主轴电动机; 3—主轴箱; 4—主轴; 5—回转刀架; 6—X轴进给电动机; 7—X轴编码器;
8—X轴丝杠; 9—托板; 10—Z轴丝杠; 11—Z轴电动机; 12—Z轴编码器; 13—尾座

(1) 由于采用了高性能的主轴及伺服传动系统,数控车床的机械传动结构大为简化,传动链较短。

(2) 为适应连续的自动化加工,数控车床机械结构具有较高的动态刚度和阻尼精度,具有较高的耐磨性而且热变性小。

(3) 为了减少摩擦、提高传统精度,数控车床更多地采用了高效传动部件,如滚珠丝杠副、直线导轨等。

2) 控制部分 (CNC 装置)

控制部分是数控机床的核心, 一般为一台车床的专用计算机, 包括印制电路板、各种电器元件、屏幕显示器 (监视器) 和键盘、装置等部分。磁带、纸带目前已较少使用。

CNC 装置的基本工作过程:

(1) 输入。

输入的内容有零件程序、控制参数、补偿数据。输入形式有键盘输入、磁盘输入、计算机传送、光电阅读器纸带输入等。

(2) 译码。

其目的是将程序段中的各种信息, 按一定的语法规则解释成数控装置能识别的语言, 并以一定的格式存放在指定的内存存储器中。

(3) 刀具补偿。

刀具补偿包括刀具长度补偿和刀具半径补偿。

(4) 进给速度的处理。

编程所给定的刀具移动速度是加工轨迹切线方向的速度, 速度处理是将其分解成各坐标方向的分速度。

(5) 插补。

一般 CNC 装置能对直线、圆弧进行插补运算, 一些专用或较高档的 CNC 装置还可以完成椭圆、抛物线、正弦曲线和一些专用曲线的插补运算。

(6) 位置控制。

控制机床刀具或工作台精确移动, 达到改变工件形状、加工出合格产品的目的。

3) 伺服系统

伺服系统是数控系统的执行机构, 由驱动装置、执行机构和反馈装置组成。

4) 辅助装置

辅助装置是指数控机床的一些配套部件。

2. 数控车床的基本工作原理

数控车床工作时, 首先根据被加工零件的图样, 将工件的形状、尺寸及技术要求等, 采用手工或计算机按运动顺序和所用数控车床规定的指令代码及程序格式编制成加工程序, 并将这些程序存储在穿孔纸带、磁带、磁盘及其他计算机用通信方式等信息载体上 (或用键盘直接输入), 然后经输入装置, 读出信息并送入数字控制装置。数控装置就依照数控代码指令进行一系列处理和运算, 变成脉冲信号, 并将其输入驱动装置, 带动车床传动机构, 车床工作部件有次序地按要求的程序自动进行工作, 加工出图样要求的零件。

数控车床加工是把刀具与工件的运动坐标分成最小的单位量, 即最小位移量, 由数控系统根据工件程序的要求, 向各轴发出指令脉冲, 使各坐标轴移动若干个最小位移量, 从而实现刀具与工件的相对运动, 以完成零件的加工。一个脉冲所对应的车床位移量称为脉冲当量 (单位: 毫米/脉冲)。

3. 数控车床分类

数控车床的种类较多, 常用的车床有以下分类方式。

1) 按数控车床主轴分布形式分类

(1) 立式数控车床。

立式数控车床的主轴垂直于水平面, 并有一个直径较大且用于装夹工件的工作台。立式

数控车床主要用于加工径向尺寸较大、轴向尺寸较小的大型复杂零件，如图 1.1-2 所示。

(2) 卧式数控车床。

卧式数控车床的主轴平行于水平面，又可分为水平导轨卧式数控车床和倾斜导轨卧式数控车床。图 1.1-3 所示为倾斜导轨卧式数控车床。

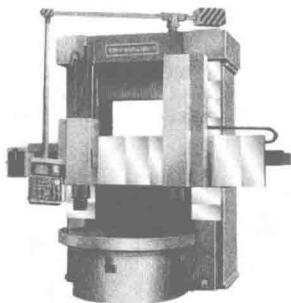


图 1.1-2 立式数控车床

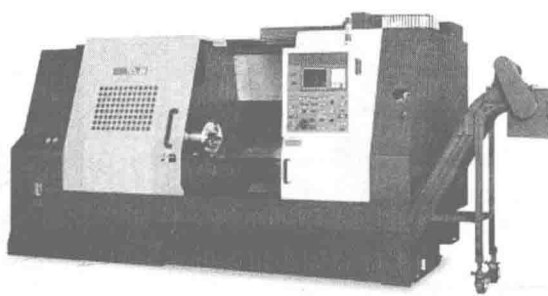


图 1.1-3 倾斜导轨卧式数控车床

2) 按刀架数量分类

(1) 单刀架卧式数控车床，如图 1.1-4 所示。

(2) 双刀架卧式数控车床，如图 1.1-5 所示。

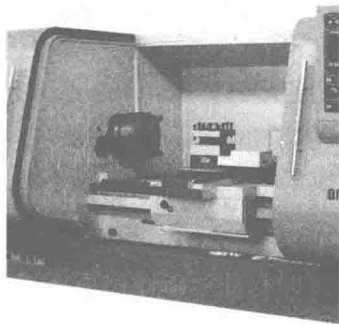


图 1.1-4 单刀架卧式数控车床

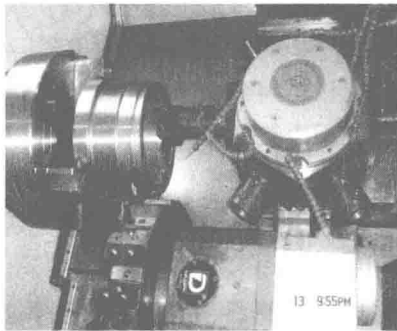


图 1.1-5 双刀架卧式数控车床

3) 按数控系统功能分类

(1) 经济型数控车床。

经济型数控车床通常是基于普通车床进行数控改造而成的，一般为前置刀架，主要用于加工精度要求不高、具有一定复杂形状的零件。

(2) 全功能型数控车床。

这类车床的总体结构先进、控制功能齐全、加工自动化程度较高、辅助功能齐全、稳定可靠性较高，适于加工精度要求较高、形状复杂的零件。

(3) 数控车铣中心。

如图 1.1-6 所示，车铣中心是以全功能数控车床为主体，并配置刀库、换刀装置、分度装置、铣削动力头和机



图 1.1-6 数控车铣中心



械手等，能够实现多工序复合加工的机床。在零件一次装夹后，可完成车、铣、钻、扩、铰、攻螺纹等多种工序加工。

随着技术的发展，数控车床的结构发生了较大的变化，适应小型盘类零件加工的倒立式数控车床逐渐得到应用，如图 1.1-7 所示。

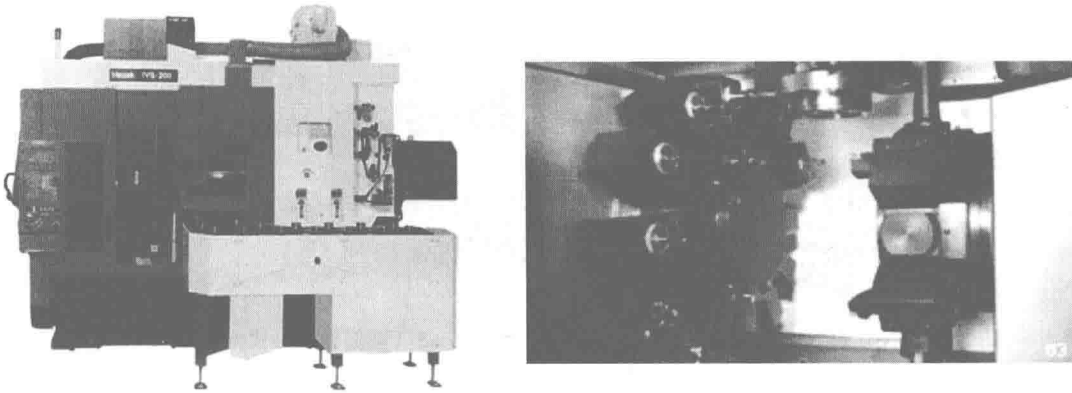


图 1.1-7 倒立式数控车床

倒立式数控车床的结构特点：

- (1) 主轴与卡盘采用倒立设计，使工件装卡及加工自动完成。配合无料输送机构和工件翻转机构，可实现工件的一次上料，最终成型。
 - (2) 大扭矩内藏式主轴电动机，提供宽频无级变速，变速范围为 30 ~ 400 r/min。
 - (3) 采用内藏式油冷却系统，有效降低头部温升，确保长时间加工的精确度。
 - (4) 配备工件翻转机构，实现工件翻转动作，方便完成工料双面加工。
 - (5) 卡盘倒立式夹持工件，避免划伤工件，有效地改进了卧式加工排屑性不好的缺点，确保了精度。
 - (6) 12 工位送料，确保加工效率。
 - (7) 回转刀塔的刀盘提供 12 个 VDI 旋转刀具安装位，允许任意 X 向、Z 向刀具的安装，从而实现铣、钻、攻丝等加工功能。
 - (8) 具有 C 轴功能，C 轴分辨率为 0.001 度。
 - (9) 由于新型的 Y 轴带正负 50 mm 的行程，使得偏心钻和铣的操作成为可能。
- 倒立式车床主轴如图 1.1-8 所示。

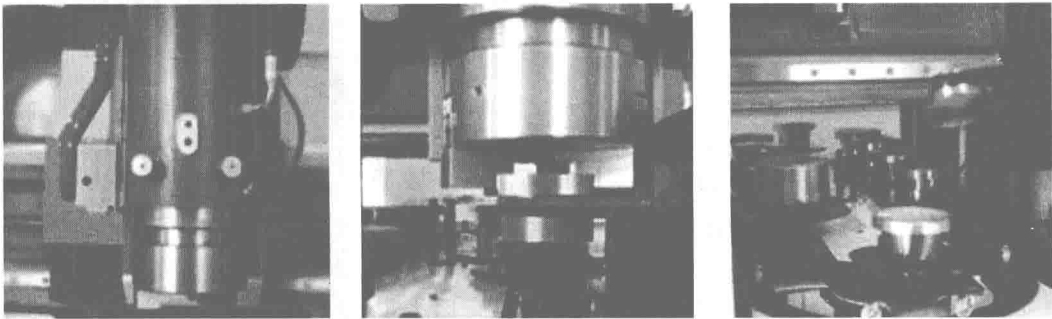


图 1.1-8 倒立式车床主轴



1.1.3 数控车床常用刀具

数控车削加工包括内外圆柱面的车削加工、端面车削加工、钻孔加工、螺纹加工、复杂外形轮廓回转面的车削加工等。在零件加工前，应对加工的零件进行相应的工艺处理，选择合适的刀具进行加工。

1. 常用数控刀具类型

数控车削是数控加工中应用最广泛的加工方法之一，而数控车刀是指数控车床上应用的全类刀具的统称，按加工功能分类，主要有内（外）轮廓车刀、内（外）切槽刀、内（外）螺纹车刀和端面车刀，如图 1.1-9 所示。

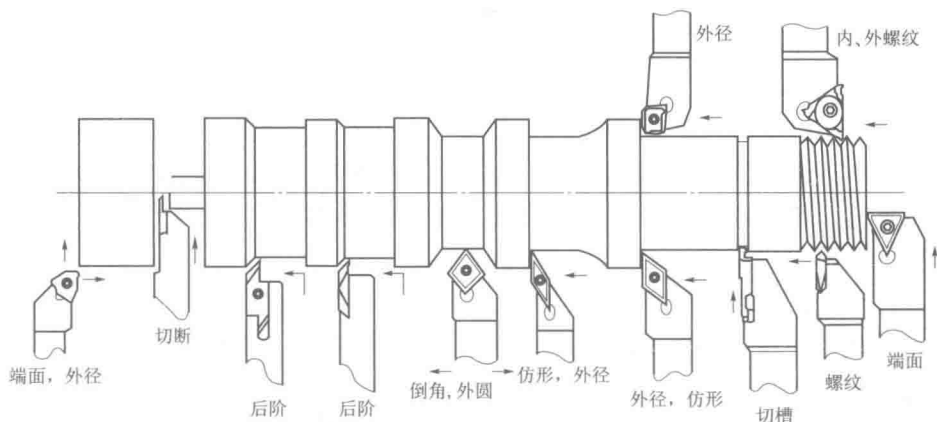


图 1.1-9 常用数控刀具

数控车刀按切削刃形状分类可分为尖形车刀、圆弧形车刀和成型车刀等三大类，如图 1.1-10 所示。

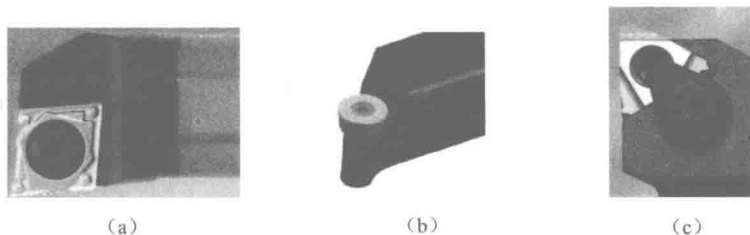


图 1.1-10 常用刀具类型

(a) 尖形车刀；(b) 圆弧形车刀；(c) 成型车刀

1) 尖形车刀

它是以直线形切削刃为特征的车刀，这类车刀的刀尖（同时也是其到位点）由直线形的主、副切削刃构成，如 90° 内外轮廓车刀、端面车刀、切断（槽）刀等。

2) 圆弧形车刀

它是以一圆度误差或线轮廓误差很小的圆弧形切削刃为特征的车刀。该车刀圆弧刃上的每一点都是圆弧形车刀的刀尖，因此刀位点不在圆弧上，而是在该圆弧的圆心上。

当某些尖形车刀或成型车刀的刀尖具有一定的圆弧形状时,也可作为圆弧形车刀使用。

3) 成型车刀

成型车刀,俗称样板刀,其加工零件的轮廓形状完全由车刀刀刃的形状和尺寸决定,数控车削加工中,常见的成型车刀有小圆弧车刀、非矩形槽车刀和螺纹车刀等。在数控加工中应尽量少选用或不用成型车刀,确有必要选用时,应在工艺准备文件或加工程序单上详细说明。

2. 常用数控刀具选型技巧

数控刀具选型应从零件图样的分析开始,到选定刀具共需两条路径、10个步骤。

第一条路径为:分析零件图样、机床影响因素,选择刀杆、刀片夹紧系统,选择刀片形状,该路径主要考虑机床和刀具的情况。第二条路径为:分析工件影响因素,选择工件材料代码,确定刀片的断屑槽形状,选择加工条件脸谱,这条路径主要考虑工件的情况。综合这两条路径的结果,才能确定所选用的刀具。

1) 数控刀具选型

数控刀具选型过程中注意考虑机床影响因素。为保证加工方案的可行性、经济性,获得最佳加工方案,在选择刀具前必须确定与机床有关的因素,如:机床类型、刀具附件(刀柄的形状、尺寸、切削方向)、主轴的功率和工件夹紧方式等。

2) 选择刀杆

选择刀杆时,首先应选择尺寸尽可能大的刀杆,同时要考虑以下几个因素:夹持方式、切削层截面形状(即背吃刀量、进给量)、刀柄的悬伸长度。

3) 刀片夹紧系统

刀片夹紧系统常用杠杆式夹紧系统,其特点是:定位精度高、切屑流畅、操作简便、可与其他系列刀具产品通用。螺钉夹紧系统适用于小孔径内孔以及长悬伸加工。

4) 选择刀片形状

(1) 刀尖角。

刀尖角的大小决定了刀片的强度,在工件结构形状和系统刚度允许的前提下,应选择尽可能大的刀尖角。通常这个角度为 $35^{\circ} \sim 90^{\circ}$,例如R形圆刀片在重切削时具有较好的稳定性,但是易产生较大的径向力。

(2) 刀片形状的选择。

刀片形状主要依据被加工工件表面形状、切削方法、刀片转位次数和刀具使用寿命等因素选择。

正三角形刀片可用于主偏角为 60° 或 90° 的外圆车刀、端面车刀、内孔车刀等,此类车刀刀尖角小、强度较差、耐用度较低,只适用于较小的切削用量。

正五边形刀片的刀尖角为 180° ,其强度及耐用度较高、散热面积较大,但切削时径向力大,只适于加工系统刚性较好的情况下使用。

正方形刀片的刀尖角为 90° ,比正三角形刀片的刀尖角要大,因此其强度和散热性能均有所提高。这种刀片通用性较好,主要用于主偏角为 45° 、 60° 、 75° 等的外圆车刀、端面车刀和镗孔刀。

棱形刀片和圆形刀片主要用于成型面和圆弧表面的加工。

常用刀具的刀片形状如图1.1-11所示。

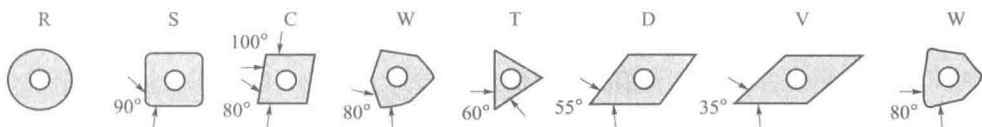


图 1.1-11 常用刀具刀片形状

5) 工件影响因素

- (1) 工件形状及稳定性;
- (2) 工件材质: 硬度、塑性、韧性、形成的切屑类型等;
- (3) 毛坯类型: 铸件或锻件等;
- (4) 工艺系统刚性: 机床、夹具、工件、刀具的刚性等;
- (5) 图样要求表面质量;
- (6) 加工精度;
- (7) 切削深度;
- (8) 进给量;
- (9) 刀具耐用度。

6) 选择工件材料代码

按照不同的机械加工性能, 确定被加工材料的组号代码, 见表 1.1-1。

表 1.1-1 加工材料代码

加工材料		材料代码
钢	非合金钢、合金钢、高合金钢、不锈钢、铁素体、马氏体	P (蓝)
不锈钢、铸钢	奥氏体、铁素体—奥氏体	M (黄)
铸铁	灰口铸铁、球墨铸铁、灰口铸铁	K (红)
NF 金属	有色金属、非金属材料	N (绿)
难切削材料	以镍或钴为基体的热固性材料、钛、钛合金及难切削的高合金钢	S (棕)
硬材料	淬硬钢、淬硬铸铁和冷硬模铸件、锰钢	H (白)

7) 确定刀片的断屑槽形状

按照加工的背吃刀量和进给量, 根据刀具选用手册确定刀片的断屑槽槽型代码。

8) 选择加工条件脸谱

即选择刀片适合的加工范围, 见表 1.1-2。

9) 选定刀具

(1) 确定刀具材料。

根据被加工工件材料的材料组代号、刀片的断屑槽型、加工条件, 参考刀具手册选择刀片材料代号。

(2) 选定刀具。

根据工件加工表面轮廓选择刀杆, 根据刀杆选择适用的刀片型号。