



职业操作技能实训系列教程

数控车床 操作与加工实训

段晓旭 编著



- ◆ 以市场为导向
- ◆ 以技能为核心
- ◆ 从认知到实践
- ◆ 迈向就业的阶梯



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

职业操作技能实训系列教程

数控车床操作与加工实训

段晓旭 编著

关崎炜 曹力军 参编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

全书内容包括数控车床基础知识、数控车削编程、数控车床仿真操作、数控车床操作、典型数控车削加工、综合数控车削加工、数控车床维护与保养共7章。

本书适合数控机床操作方面的职业培训,本科、高职和职业中专的机械类专业数控机床编程与操作的实训教材,也可供从事数控机床的科研、工程技术人员参考。

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

数控车床操作与加工实训/段晓旭编著. —北京:电子工业出版社,2008.9
(职业操作技能实训系列教程)

ISBN 978-7-121-07288-8

I. 数… II. 段… III. ①数控机床:车床—操作—教材 ②数控机床:车床—加工工艺—教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第130969号

策划编辑:李 洁

责任编辑:张 帆

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:9.5 字数:243.2千字

印 次:2008年9月第1次印刷

印 数:4000册 定价:19.00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 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

职业操作技能实训系列教程

编 委 会

主 任	王 强		
副 主 任	邹 伟	李晓峰	
成 员	王 雷	赵明久	刘家枢
	李 超	周光宇	段晓旭
	李文杰	栾 敏	杨 海
	王新宇	汤振宁	赵玉伟
	郎敬喜	刘丽华	徐光远
	关崎炜	朱宇新	
主 审	徐 衡		

策 划

段晓旭

前 言

随着我国装备制造业的大力发展,数控机床逐渐成为机械工业设备更新和技术改造的首选。数控机床的发展与普及,需要大批高素质的数控机床编程与操作的人员。全国许多院校纷纷设置了数控专业。在数控专业的课程中,数控实训环节尤其重要,但目前仍缺乏实用性和可操作性强的实训教材,在很大程度上影响了数控实训的效果。

本书是我校工业实训中心多年从事数控车床教学和实训的经验总结,集中体现了本中心注重实际应用能力培养学生的教学特点。全书以数控加工综合实训为目标,从数控加工工艺分析、编程指令、数控车床的实际操作训练出发,以典型零件的工艺分析和编程为重点,既强调了实际加工训练,又具有很强的数控实训的可操作性。全书综合性、实践性强,通过大量的综合实例,使各章节联系紧密。

本书适合数控机床操作方面的职业培训,本科、高职和职业中专的机械类专业数控机床编程与操作的实训教材,也可供从事数控机床的科研、工程技术人员参考。

本书由沈阳职业技术学院工业实训中心的部分老师合作编写。全书主要由段晓旭编著并统稿。参加编写的还有关崎炜、曹力军等。这些老师大多数都参加过全国及辽宁省各类数控技能大赛并取得过优异成绩,多名老师曾荣获“辽宁省技术能手”称号,并被评聘为高级技师。他们从事数控加工技术实践与教学多年,多次裁判过国家级数控大赛,实践经验十分丰富。

本书在编写过程中,还得到了汪强、杨柠嘉、王天宇的关心、支持和帮助,在此特向他们一并表示感谢。由于编者的水平有限,书中难免存在一些缺点,恳请读者批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

第 1 章 数控车床基础知识	1	2.5.1 螺纹切削指令 (G32)	27
1.1 数控车床入门	1	2.5.2 螺纹切削单一循环指令 (G82)	28
1.1.1 工艺知识	1	2.5.3 螺纹切削复合循环指令 (G76)	30
1.1.2 实训项目 1 (数控车床结构)	6	2.6 刀具补偿	31
1.2 数控车削刀具知识	6	2.6.1 刀具位置偏移	31
1.2.1 工艺知识	6	2.6.2 刀具半径补偿	34
1.2.2 实训项目 2 (刀具展示)	9	思考题 2	35
思考题 1	11	第 3 章 数控车床仿真操作	36
第 2 章 数控车削编程	12	3.1 数控车床仿真系统中的工件与机床	36
2.1 数控车床程序基础	12	3.1.1 机床选择	36
2.1.1 数控程序组成与结构	12	3.1.2 工件的使用	37
2.1.2 常用 M 代码说明	17	3.1.3 选择车刀	37
2.1.3 数控车床坐标系	17	3.1.4 实训项目 (数控仿真软件入门)	39
2.1.4 工件坐标系	18	3.2 机床基本操作	39
2.1.5 直径编程与半径编程	18	3.2.1 机床准备	39
2.1.6 绝对坐标值与增量坐标值	18	3.2.2 手动方式	39
2.2 刀具直线进给指令	19	3.2.3 对刀操作	40
2.2.1 快速点定位指令 (G00)	19	3.2.4 设置参数	42
2.2.2 直线插补指令 (G01)	19	3.2.5 数控程序处理	44
2.2.3 实训项目 (G00、G01 指令练习)	19	3.2.6 自动加工方式	47
2.3 刀具圆弧进给指令	20	3.2.7 实训项目	48
2.3.1 圆弧插补指令 (G02、G03)	20	(数控仿真基本操作练习)	48
2.3.2 实训项目 (G02、G03 指令练习)	21	3.3 车床仿真	48
2.4 循环加工指令	22	3.3.1 工艺知识	48
2.4.1 外圆切削单一循环指令 (G80)	22	3.3.2 实训项目 (零件图样)	48
2.4.2 外圆粗加工多	24	思考题 3	54
重复循环 (G71)	24	第 4 章 数控车床操作	55
2.4.3 端面切削循环指令 (G72)	25	4.1 数控车床操作面板	55
2.4.4 固定形状切削复合循环 (G73)	26	4.1.1 数控车床系统控制面板	55
2.5 轴类工件的螺纹车削	27	4.1.2 数控车床机床控制面板	58
		4.1.3 数控车床的操作规范	59
		4.2 手动操作数控车床	60

4.3 工件、刀具的装夹	61	6.1.2 技工经验窍门	108
4.3.1 工艺知识	61	6.2 套类零件的车削加工	108
4.3.2 实训项目(刀具安装)	63	6.2.1 实训项目(典型套类零件的 数控加工)	108
4.4 实训项目(零件加工)	64	6.2.2 技工经验窍门	115
思考题 4	66	6.3 组合零件的车削加工	115
第 5 章 典型数控车削加工	67	6.3.1 实训项目(典型组合装配类 零件的数控加工)	115
5.1 轴类零件的车削加工	67	6.3.2 技工经验窍门	128
5.1.1 实训项目(典型轴类零件的 数控加工)	67	思考题 6	129
5.1.2 技工经验窍门	73	第 7 章 数控车床维护与保养	131
5.2 螺纹类零件的车削加工	74	7.1 数控车床的维护与保养	131
5.2.1 实训项目(典型螺纹类零件的 数控加工)	74	7.1.1 数控车床维护保养的意义和 基本知识	131
5.2.2 技工经验窍门	79	7.1.2 数控设备的日常维护	131
5.3 内孔类零件的车削加工	79	7.1.3 数控设备的日常保养	132
5.3.1 实训项目(典型内孔类零件的 数控加工 1)	79	7.2 数控车床的安装调试	133
5.3.2 实训项目(典型内孔类零件的 数控加工 2)	85	7.2.1 机床开箱的检查工作	133
5.3.3 技工经验窍门	92	7.2.2 数控车床的搬运及安装	133
5.4 槽类零件的车削加工	92	7.2.3 机床的连接工作	133
5.4.1 实训项目(典型槽类零件的 数控加工)	92	7.2.4 数控系统的连接与调整	134
5.4.2 技工经验窍门	100	7.2.5 通电试车	136
思考题 5	100	7.2.6 机床精度及功能调试	136
第 6 章 综合数控车削加工	102	7.2.7 组织机床验收工作	137
6.1 盘类零件的车削加工	102	思考题 7	137
6.1.1 实训项目(典型盘类零件的 数控加工)	102	附录 A FANUC 常用系统功能 中英文对照表	138
		参考文献	144

第1章 数控车床基础知识

数控机床是一种按照输入的数字程序信息进行自动加工的机床。数控加工泛指在数控机床上进行零件加工的工艺过程。数控加工技术是指高效、优质地实现产品零件特别是复杂形状零件加工的有关理论、方法与实现的技术,它是自动化、柔性化、敏捷化和数字化制造加工的基础与关键技术。该技术集传统的机械制造、计算机、现代控制、传感检测、信息处理、光机电技术于一体,是现代机械制造技术的基础。它的广泛应用,给机械制造业的生产方式及产品结构带来了深刻的变化。数控技术的水平和普及程度,已经成为衡量一个国家综合国力和工业现代化水平的重要标志。



学习目标

- 掌握数控机床的结构、组成及传动系统结构
- 掌握数控机床的主要功能及特点
- 掌握数控车床文明生产和安全操作规程
- 理解数控车床适合加工哪些工件
- 了解数控车床常用刀具类型

1.1 数控车床入门

1.1.1 工艺知识

1. 数控车床简介

数控机床是一种通过数字信息,控制机床按给定的运动轨迹,进行自动加工的机电一体化的加工装备,经过半个世纪的发展,数控机床已是现代制造业的重要标志之一,在我国制造业中,数控机床的应用也越来越广泛,是一个企业综合实力的体现。

数控机床是现代装备制造业中机电一体化的典型设备之一。它将传统的机械制造技术与现代制造技术、传感技术、测量技术、信息技术、网络技术、计算机技术结合在一起,构成了现代的数控机床。

数控车床是能够实现二维坐标联动轮廓控制的数控机床,其刀具的加工轨迹是通过机床主轴轴线的二维平面曲线。典型数据车床外形如图 1-1 所示。



图 1-1 典型数控车床外形

(1) 数控车床的组成及工作原理

数控车床一般由控制介质、输入/输出设备、计算机数控装置、伺服系统及机床本体组成，如图 1-2 所示。

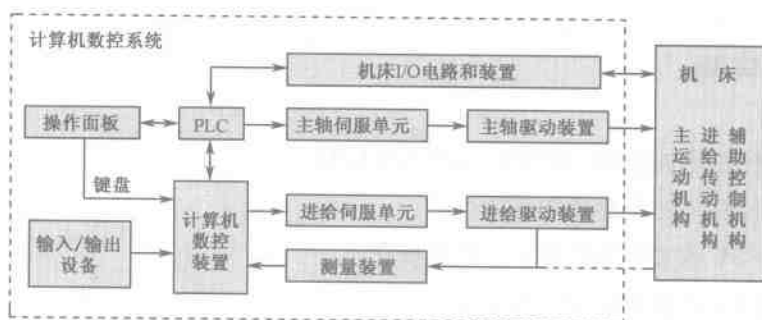


图 1-2 数控车床工作原理图

1) 控制介质。

控制介质又称信息载体，是联系操作者与数控机床的媒介物质，反映了数控加工中的全部信息。目前常用的有穿孔带、磁带或磁盘等。

2) 输入/输出装置 (I/O 装置)。

输入/输出装置是 CNC 系统与外部设备进行交互的装置。交互的信息通常有零件加工程序、功能菜单等。I/O 装置的主要功能是将编制好的零件加工程序，记录在控制介质上并输入 CNC 装置或将调试完成的零件加工程序通过输出设备，存放或记录在相应的控制介质上。

3) 数控装置。

CNC 装置是数控机床实现自动加工的核心，主要由计算机系统、位置控制板、PLC 接口板、通信接口板、特殊功能模块以及相应的控制软件等组成。

作用：根据输入的零件加工程序信息进行相应的处理（如运动轨迹处理、机床输入/输出处理等），然后输出控制命令到相应的执行部件（伺服单元、驱动装置和 PLC 等），所有这些工作是 CNC 装置内硬件和软件协调配合、合理组织的，使整个系统有条不紊地进行工作。

4) 伺服系统。

伺服系统是数控系统与机床本体之间的传动联系环节，主要由伺服电动机、驱动控制系



统以及位置检测反馈装置组成。伺服电动机是系统的执行元件，驱动控制系统则是伺服电动机的动力源。数控系统发出的指令信号与位置反馈信号比较后，作为位移指令，再经过驱动系统的功率放大后，带动机床移动部件作精确定位或按照规定的轨迹和进给速度运动，使数控机床加工出符合图样要求的零件。

5) 检测反馈系统。

检测反馈系统由检测元件和相应的电路组成，其作用是检测机床的实际位置、速度等信息，并将其反馈给数控装置与指令信息进行比较和校正，构成系统的闭环控制。

6) 机床本体。

机床本体指的是数控机床机械机构实体，包括床身、主轴、进给机构等机械部件。由于数控机床是高精度和高生产率的自动化机床，它与传统的普通机床相比，应具有更好的刚性和抗振性，相对运动摩擦系数要小，传动部件之间的间隙要小，而且传动和变速系统要便于实现自动化控制。

(2) 数控车床的特点

1) 加工精度高，产品质量稳定。

数控车床的最小进给脉冲当量可达 0.001mm 级。可满足零件加工的尺寸精度的需要。

传动系统、执行机构具有高刚度。反向间隙、螺距误差可调整到误差较小的状态，这时数控机床的静态精度也较高，这些因素可以保证产品的质量稳定。

2) 生产效率高，经济效益好。

数控加工可大幅度减少调整夹具、刀具、测量等辅助工时，数控加工的高速切削可获得较高的生产效率和较佳的经济效率。

3) 减轻劳动强度。

数控加工是自动加工的过程，不需要人工干预，从而减轻操作者的劳动强度。

4) 有较强的通信功能。

数控车床一般具有 RS-232 接口，可与 CAD/CAM 软件配合，在数控机床上进行 DNC 在线加工，以减少所占 CNC 中的内存，还设有其他通信接口，可通过网络传输相关数据。

当然数控机床也存在价格昂贵，维护工作量大的事实。数控加工对操作者的技能水平要求是很高的。

(3) 与传统车床相比，数控车床结构的特点

1) 数控车床刀架的两个方向运动分别由两台伺服电动机驱动，所以它的传动链短。用伺服电动机直接与丝杠连接带动刀架运动。

2) 多功能数控车床是采用直流或交流主轴控制单元来驱动主轴，按控制指令作无级变速，主轴之间不必用多级齿轮副来进行变速。床头箱内的结构已比传统车床简单得多。数控车床的另一个结构特点是刚度大，这是为了与控制系统的高精度控制相匹配，以便适应高精度的加工。

3) 数控车床的第三个结构特点是轻拖动。刀架移动一般采用滚珠丝杠副。滚珠丝杠副是数控车床的关键机械部件之一，滚珠丝杠两端安装的滚动轴承是专用轴承，这种专用轴承配对安装，是选配的，最好在轴承出厂时就是成对的。

4) 数控车床一般采用镶钢导轨，这样机床精度保持时间较长，寿命也可延长许多，数控车床的滑动导轨也要求耐磨性好。



5) 数控车床还具有加工冷却充分、防护较严密等特点, 自动运转时一般都处于全封闭或半封闭状态。

6) 数控车床一般还配有自动排屑装置。

2. 数控车削的主要加工对象

(1) 精度要求高的零件

由于数控车床的刚性好, 制造和对刀精度高, 以及能方便和精确地进行人工补偿甚至自动补偿, 所以它能够加工尺寸精度要求高的零件。此外, 由于数控车削时刀具运动是通过高精度插补运算和伺服驱动来实现的, 再加上机床的刚性好和制造精度高, 所以它能加工对直线度、圆度、圆柱度要求较高的回转体零件。

(2) 表面粗糙度好的回转体零件

数控车床能加工出表面粗糙度较小的零件, 不但是因为机床的刚性好和制造精度高, 还由于它具有恒线速度切削功能。在材质、精车留量和刀具已定的情况下, 表面粗糙度取决于进给速度和切削速度。使用数控车床的恒线速度切削功能, 就可选用最佳线速度来切削端面, 这样切出的粗糙度既小又一致。数控车床还适合于车削各部位表面粗糙度要求不同的零件。粗糙度小的部位可以用减小进给速度的方法来达到, 而这在传统车床上是做不到的。

(3) 轮廓形状复杂的零件

数控车床具有圆弧插补功能, 所以可直接使用圆弧指令来加工圆弧轮廓。数控车床也可加工由任意平面曲线所组成的轮廓回转零件, 既能加工可用方程描述的曲线, 也能加工列表曲线。如果说车削圆柱零件和圆锥零件既可选用传统车床也可选用数控车床, 那么车削复杂回转体零件就只能使用数控车床。

(4) 带一些特殊类型螺纹的零件

传统车床所能切削的螺纹相当有限, 它只能加工等节距的直、锥面, 公、英制螺纹, 而且一台车床只限定加工若干种节距。数控车床不但能加工任何等节距直、锥面, 公、英制和端面螺纹, 而且能加工增节距、减节距, 以及要求等节距、变节距之间平滑过渡的螺纹。数控车床加工螺纹时主轴转向不必像传统车床那样交替变换, 它可以一刀又一刀不停顿地循环, 直至完成, 所以它车削螺纹的效率很高。数控车床还配有精密螺纹切削功能, 再加上一一般采用硬质合金成型刀片, 以及可以使用较高的转速, 所以车削出来的螺纹精度高、表面粗糙度低。可以说, 包括丝杠在内的螺纹零件很适合于在数控车床上加工。

(5) 超精密、超低表面粗糙度的零件

磁盘、录像机磁头、激光打印机的多面反射体、复印机的回转鼓、照相机等光学设备的透镜及其模具, 以及隐形眼镜等要求超高的轮廓精度和超低的表面粗糙度值, 它们适合于在高精度、高功能的数控车床上加工。以往很难加工的塑料透镜, 现在也可以用数控车床来加工。超精加工的轮廓精度可达到 $0.1\mu\text{m}$, 表面粗糙度可达 $0.02\mu\text{m}$ 。超精车削零件的材质以前主要是金属, 现已扩大到塑料和陶瓷。

3. 数控车床的加工过程

数控车床的工作过程如图 1-3 所示。

1) 首先根据零件加工图样进行工艺分析, 确定加工方案、工艺参数和各种数据。



图 1-3 数控车床的工作过程

2) 用规定的程序代码和格式规则编写零件加工程序；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（如穿孔带或磁带）上。

4) 通过阅读机把信息介质上的代码转变为电信号，并输送给数控装置。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，立即驱动数控车床进给机构严格按照指令的要求进行位移，使车床自动完成相应零件的加工。

4. 文明生产与安全操作

1) 进入数控实习现场后，应服从安排，听从指挥，不得擅自启动或操作数控系统及机床。

2) 不得在实习现场嬉戏、打闹及进行任何与实习无关的活动，以保证实习正常、有序地进行。

3) 使用数控车床前，应仔细查看车床各部分机构是否完好，认真检查数控系统及各电气附件的插头、插座是否连接可靠。检查车床各手柄位置是否正常，传动带及防护罩是否装好，并加油润滑。工作前慢车启动，空转数分钟，观察车床是否有异常。

4) 操作数控系统前，应检查散热风扇是否运转正常，以保证良好的散热效果。

5) 操作数控系统时，对按键及开关的操作不得太用力，以防止损坏。自动转位刀架未回到位时，不得用外力强行定位，以防止损坏内部结构。

6) 安装工件要放正、夹紧，安装完毕应取出卡盘扳手；装卸大工件要用木板保护床面。

7) 刀具的安装要垫好、放正、夹牢；装卸完刀具要锁紧刀架，并检查限位。

8) 戴好防护眼镜，工作服要扎好袖口，头发过长应卷入工作帽中，不准戴手套及穿凉鞋工作。

9) 数控车床的加工程序必须经指导教师认可后方可使用，以防止编程错误所引起的事故。

10) 开动机床后，不能随意改变主轴转速；不能打开车床防护门；不能量度尺寸和触摸工件，切削加工时要精力集中，并要防止各部件的碰撞。

11) 不允许随意离开岗位。数控车床的加工虽属自动进行，但不属无人加工性质，仍然需要操纵者监控。

12) 若发生事故，应立即按下急停按钮并关闭电源，保护现场并及时报告以便分析原因，总结教训。

13) 下班时，擦净机床并加油润滑，清理现场，关闭电源。

14) 属违反操作规程所引起的事故，当事人必须按实际维修费用作出赔偿。



15) 定期对机床进行检查并认真做好保养工作。

1.1.2 实训项目 1 (数控车床结构)

【项目描述】

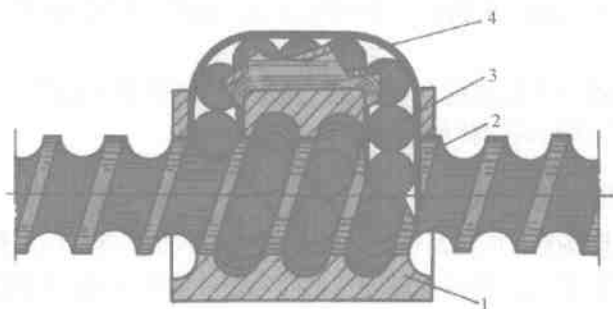
进一步了解数控车床进给传动的传动结构。比较其传动链与普通车床进给传动链的区别。

【操作步骤】

1) 现场观察数控车床进给传动系统的传动链。

指出传动链中的首端部件和末端部件。传动链中由哪些零部件组成。

2) 了解滚珠丝杠螺母副(如图 1-4 所示)的结构特点和作用。



1—螺母；2—丝杠；3—滚珠；4—滚珠循环装置

图 1-4 滚珠丝杠螺母副

3) 结合试切零件的演示,重复做刀架的启动、停止、直线进给运动。

观察重复点的坐标数据是否一致,是否有误差。间接考察伺服系统的定位精度、重复定位精度。

1.2 数控车削刀具知识

1.2.1 工艺知识

1. 数控车削常用刀具

数控车削是数控加工中应用最多的加工方法之一,而数控车刀是指数控车床上应用的各种刀具的统称,用于加工外圆、内孔、端面、螺纹、切槽等。按加工功能分类,其主要类型如图 1-5 所示。

数控车刀按切削刃形状可分为尖形车刀、圆弧形车刀和成形车刀三类。

(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(也称为刀位点)由直线形的主、副切削刃构成,如 90° 内、外圆车刀,左、右端面车刀,切断(切槽)车刀以及刀刃倒棱很



小的各种外圆和内孔车刀。

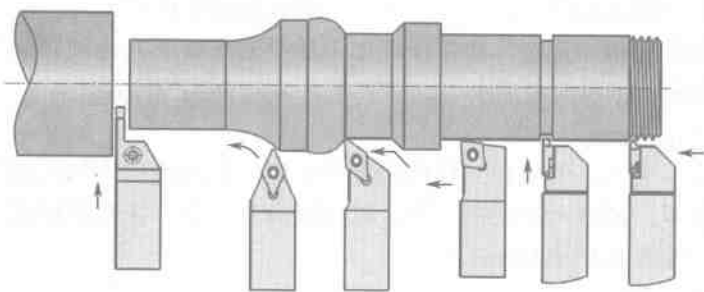


图 1-5 数控车刀主要类型

用这类车刀加工零件时，其零件的轮廓形状主要由一个独立的刀尖或一条直线形主切削刃位移后得到，它与另两类车刀加工时所得零件轮廓形状的原理是截然不同的。

尖形车刀几何参数（主要是几何角度）的选择方法与普通车削时基本相同，但应适合数控加工的特点（如加工路线、加工干涉等），进行全面的考虑，并应兼顾刀尖本身的强度。

（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。该车刀圆弧刃上每一点都是圆弧形车刀的刀尖，因此，刀位点不在圆弧上，而在该圆弧的圆心上。

当某些尖形车刀或成形车刀（如螺纹车刀）的刀尖具有一定的圆弧形时，也可作为这类车刀使用。

圆弧形车刀可以用于车削内外表面，特别适合于车削各种光滑连接（凹形）的成形面。选择车刀圆弧半径时应考虑两点：一是车刀切削刃的圆弧半径应小于或等于零件凹形轮廓上的最小曲率半径，以免发生加工干涉；二是该半径不宜选择太小，否则不但制造困难，还会因刀具强度太弱或刀体散热能力差而导致车刀损坏。

（3）成形车刀

成形车刀俗称样板车刀，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，常见的成形车刀有小半径圆弧车刀、非矩形槽车刀和螺纹车刀等。在数控加工中，应尽量少用或不用成形车刀，当确有必要选用时，则应在工艺准备文件或加工程序单上进行详细说明。

2. 数控车刀选择

在实际生产中，数控车刀主要根据数控车床回转刀架的刀具安装尺寸、工件材料、加工类型、加工要求及加工条件从刀具样本中查表确定，其步骤大致如下：

- 1) 确定工件材料和加工类型（外圆、孔或螺纹）；
- 2) 根据粗、精加工要求和加工条件确定刀片的牌号和几何槽形；
- 3) 根据刀架尺寸、刀片类型和尺寸选择刀杆。

正确选择刀具需要在生产实践中积累经验。

3. 数控车床切削用量选择

切削用量包括主轴转速（切削速度）、背吃刀量、进给量。对于不同的加工方法，需要选



择不同的切削用量，并编入程序单内。

合理选择切削用量的原则是，粗加工时，一般以提高生产率为主，但也应考虑经济性和加工成本；半精加工和精加工时，应在保证加工质量的前提下，兼顾切削效率、经济性和加工成本。具体数值应根据机床说明书、切削手册，并结合经验而定。

(1) 切削深度 a_p (mm)

主要根据机床、夹具、刀具和工件的刚度来决定。在刚度允许的情况下，应以最少的进给次数切除加工余量，最好一次切净余量，以便提高生产率。在数控机床上，精加工余量可小于普通机床，一般取 $0.2\sim 0.5\text{mm}$ 。

(2) 主轴转速 n (r/min)

主要根据允许的切削速度 v_c (m/min) 选取。

$$n = 1000v_c / \pi D$$

式中， v_c ——切削速度，由刀具的耐用度决定；

D ——工件或刀具直径 (mm)。

主轴转速 n 要根据计算值在机床说明书中选取标准值，并填入程序单中。

(3) 进给量 (进给速度) f (mm/min 或 mm/r)

进给量 (进给速度) 是数控机床切削用量中的重要参数，主要根据零件的加工精度和表面粗糙度要求以及刀具、工件的材料性质选取。当加工精度、表面粗糙度要求高时，进给量数值应选小些，一般在 $20\sim 50\text{mm/min}$ 范围内选取。最大进给量则受机床刚度和进给系统的性能限制，并与脉冲当量有关。表 1-1 为硬质合金外圆车刀切削速度参考表，表 1-2 为硬质合金车刀粗车外圆及端面进给量参考表。

表 1-1 硬质合金外圆车刀切削速度参考表

工件材料	热处理状态	$a_p=0.3\sim 2\text{mm}$	$a_p=2\sim 6\text{mm}$	$a_p=6\sim 10\text{mm}$
		$f=0.08\sim 0.3\text{mm/r}$	$f=0.3\sim 0.6\text{mm/r}$	$f=0.6\sim 1\text{mm/r}$
		$v_c/(\text{m/min})$	$v_c/(\text{m/min})$	$v_c/(\text{m/min})$
低碳钢、易切钢	热轧	140~180	100~120	70~90
中碳钢	热轧	130~160	90~110	60~80
	调质	100~130	70~90	50~70
合金工具钢	热轧	100~130	70~90	50~70
	调质	80~110	50~70	40~60
工具钢	退火	90~120	60~80	50~70
灰铸铁	HBS<190	90~120	60~80	50~70
	HBS=190~225	80~110	50~70	40~60
高锰钢			10~20	
铜及铜合金		200~250	120~180	90~120
铝及铝合金		300~600	200~400	150~200
铸铝合金		100~180	80~150	60~100



表 1-2 硬质合金车刀粗车外圆及端面进给量参考表

工件材料	刀杆尺寸 BXH (mm ²)	工 件 直径 d (mm)	切削深度 a_p (mm)				
			<3	3~5	5~8	8~12	>12
			进给量 f (mm/r)				
碳素结构钢 合金结构钢 耐热钢	16×25	20	0.3~0.4	—	—	—	—
		40	0.4~0.5	0.3~0.4	—	—	—
		60	0.5~0.7	0.4~0.6	0.3~0.5	—	—
		100	0.6~0.9	0.5~0.7	0.5~0.6	0.4~0.5	—

1.2.2 实训项目 2（刀具展示）

【项目描述】

认识各种常用刀具，观察各种刀具的结构，分辨组成元件、刀片定位夹紧机构特点。了解它们的功用，掌握各种车床刀具的用途。观察各种车床刀具切削刃形状特征、断屑槽形状、刀片主要几何角度，将数控车床常用刀具与普通车床常用刀具的特点进行对比，掌握数控车床刀具的特性，常用车刀及刀片外形图见表 1-3 所列。

表 1-3 常用车刀及刀片外形图

车刀刀头		外圆车刀		内孔车刀	
螺纹车刀		切断刀和切槽刀		焊接式车刀	
刀片	铝加工刀片		车刀和镗刀片		金属陶瓷刀片
螺纹车刀刀片		切断刀和切槽刀		可焊式刀片	

【操作步骤】

1) 根据刀具结构图（图 1-6）认识刀具名称。

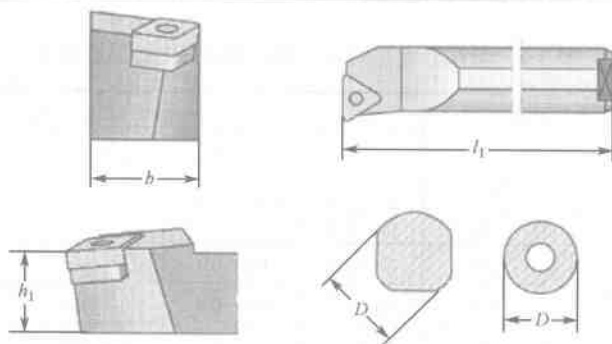


图 1-6 刀具结构图

2) 分别观察各种刀具的外形结构特点, 拆卸刀具刀片夹紧机构 (见图 1-7)。

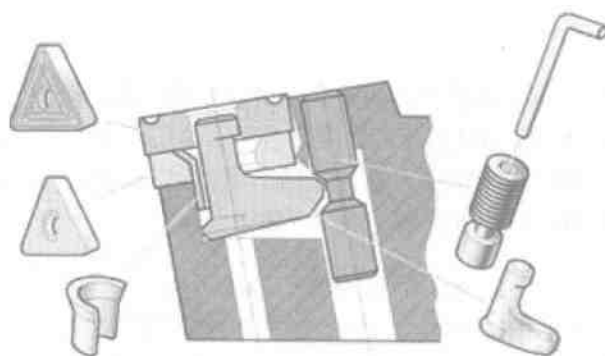


图 1-7 观察刀具外形结构

3) 拆卸、安装复合夹紧机构刀具 (见图 1-8)。

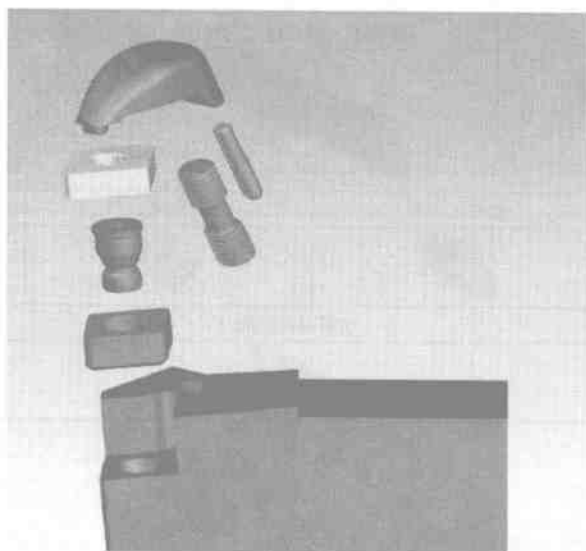


图 1-8 拆卸、安装复合夹紧机构刀具