

# 项目

# 1

## 车床的基本知识

- 能力目标:**
1. 了解车床的特点及分类;
  2. 了解车床及数控车床的结构组成及工作原理;
  3. 掌握安全技术及文明生产的相关知识;
  4. 了解金属切削基本原理以及刀具的材料及分类;
  5. 理解有关切削用量的基本概念;
  6. 掌握车刀的刃磨、安装和使用技术。

**内容描述:** 在机械加工行业中,机床被认为是所有设备的“工业母机”,车床则是机床的一种,用来进行车削加工,使用车床的工人被称为“车工”。车床主要用于加工轴、盘、套和其他具有回转表面的工件,以圆柱体为主,是机械制造和修配工厂中使用最广泛的一类机床。

## 任务 1 车床的结构特点、分类与安全文明生产

### 活动 1 车床的特点及结构组成

#### 1. 车床的基本特点

##### (1) 车床的工作原理。

车床是做进给运动的车刀对做旋转主运动的工件进行切削加工的机床,车床加工的原理就是把刀具和工件安装在车床上,由车床的传动和变速系统产生刀具与工件的相对运动,切削出符合要求的零件。刀具与工件的相对运动,即切削运动。

##### (2) 车床的加工范围。

车床的加工范围非常广泛,可以进行各种回转类零件的加工,如车外圆、车端面、切断或切槽、钻中心孔、钻孔、镗孔、铰孔、车削各种螺纹、车削内外圆锥面、车削特形面、滚花、盘绕弹簧和攻丝等。车床上常用的加工类型如图 1-1 所示。



车削加工概述

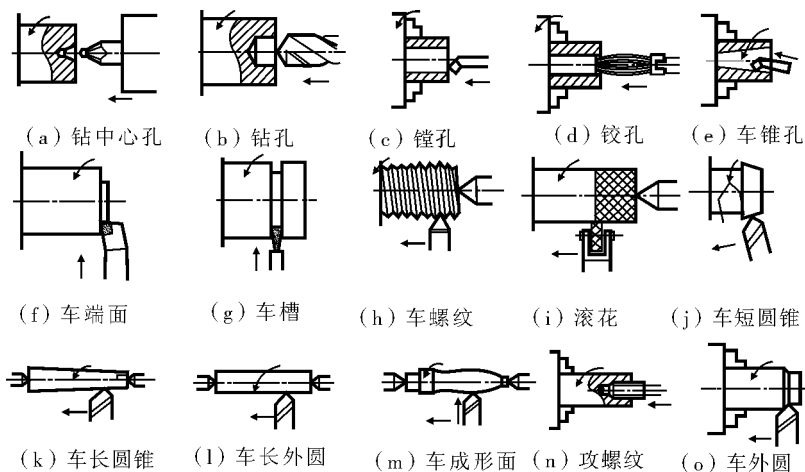


图 1-1 车床的加工类型

## 2. 车床的结构组成及技术参数

一般普通车床的主要组成部件有：主轴箱、交换齿轮箱、挂轮架、进给箱、溜板箱、刀架、尾座、光杠、丝杠、床身、床脚和冷却装置。这里以常用的 CA6140 型卧式车床为例进行介绍，如图 1-2 所示。

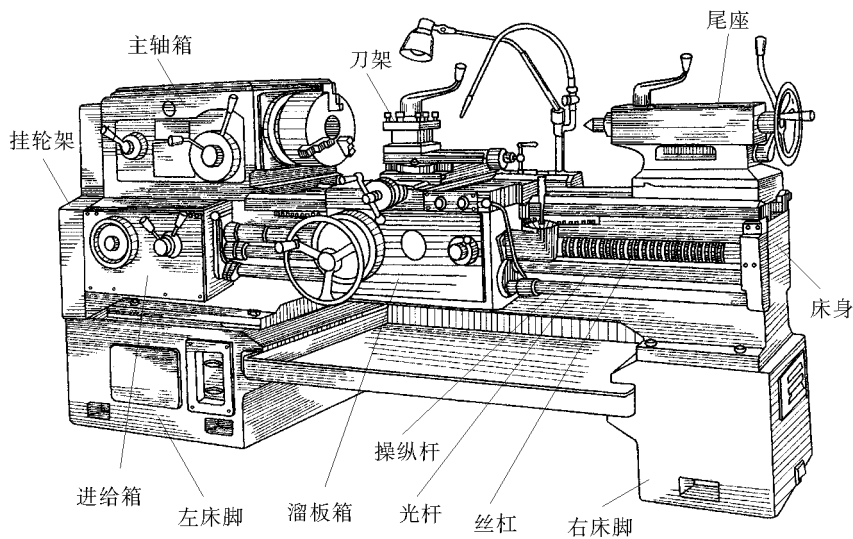


图 1-2 CA6140 型卧式车床

① 主轴箱：又被称为“床头箱”，它的主要任务是将主电机的旋转运动经过一系列的变速机构，使主轴得到所需的正转和反转两种转向不同的转速，同时主轴箱分出部分动力将运动输入进给箱。主轴箱中，主轴是车床的关键零件，大多为空心结构，其前端外锥面安装三爪卡盘等附件来夹持工件，前端内锥面用来安装顶尖，细长孔可穿入长棒料。主轴在轴承上

运转的平稳性直接影响工件的加工质量,一旦主轴的旋转精度降低,则机床的使用价值就会降低。

② 进给箱:又被称为“走刀箱”,进给箱中装有进给运动的变速机构,调整其变速机构,可得到所需的进给量或螺距,通过光杠或丝杠将运动传至刀架以进行切削。

③ 挂轮箱:挂轮箱装在床身的左侧,其上装有变换齿轮(挂轮),可以将主轴的旋转运动传递给进给箱。调整挂轮箱上的齿轮,并与进给箱内的变速机构相配合,可以车削出不同螺距的螺纹,并满足车削时对不同纵向、横向进给量的需求。

④ 丝杠与光杠:用以连接进给箱与溜板箱,并把进给箱的运动和动力传给溜板箱,使溜板箱获得纵向直线运动。丝杠主要用于车削螺纹,它能使拖板和车刀按要求的速比作很精确的直线移动。光杠将进给箱的运动传递给溜板箱,使床鞍及中滑板作纵向、横向自动进给。



#### 小贴士

丝杠是专门用来车削各种螺纹而设置的。在进行工件的其他表面车削时,只用光杠,不用丝杠。读者要结合溜板箱的内容区分光杠与丝杠的区别。

⑤ 溜板箱:又被称为“拖板箱”,与刀架相联,是车床进给运动的操纵箱。溜板箱内装有将光杠和丝杠的旋转运动变成刀架直线运动的机构,通过光杠传动实现刀架的纵向、横向进给运动和快速移动,通过丝杠带动刀架作纵向直线运动,以便车削螺纹。

⑥ 刀架:刀架由两层滑板(中、小滑板)、床鞍与刀架体共同组成,用于安装车刀并带动车刀作纵向、横向或斜向运动。

⑦ 床身:床身是车床的基础零件,用来支承和安装车床的各部件,保证其相对位置,如床头箱、进给箱、溜板箱等。床身由纵向的床壁组成,床壁间有横向筋条用以增加床身刚性。床身固定在左、右床腿上。床身具有足够的刚度和强度,床身表面精度很高,以保证各部件之间有正确的相对位置。床身有四条平行的导轨,供大拖板(刀架)和尾架相对于床头箱进行正确的移动。为了保持床身表面的精度,在操作车床中应注意维护保养。

⑧ 尾座:尾座由尾座体、底座、套筒等组成,安装在床身导轨上,并能沿此导轨作纵向移动,以调整其工作位置。尾座上的套筒锥孔内可安装顶尖、钻头、铰刀、丝锥等刀具或辅具。

⑨ 床脚:前后两个床脚分别与床身前后两端下部连为一体,用以支承安装在床身上的各个部件。同时,通过地脚螺栓和调整垫块使整台车床固定在工作场地上,通过调整,能使床身保持水平状态。

⑩ 操纵杆:操纵杆是车床控制机构的主要部件之一。在操纵杆的左端和溜板箱的右侧各装有一个操纵手柄,操作者可方便地操纵手柄以控制车床主轴的正转、反转或停车。

⑪ 冷却装置:冷却装置主要通过冷却水泵将水箱中的切削液加压后喷射到切削区域,降低切削温度,冲走切屑,润滑加工表面,以提高刀具使用寿命。



命和工件的加工表面质量。

## 活动 2 车床的技术参数说明及分类

### 1. 车床的技术参数

车床的技术参数包括主参数、最大加工距离、主轴转速、进给量等。下面以 CA6140 型车床为例,对车床型号的含义予以说明,CA6140 型车床的技术参数如表 1-1 所示。

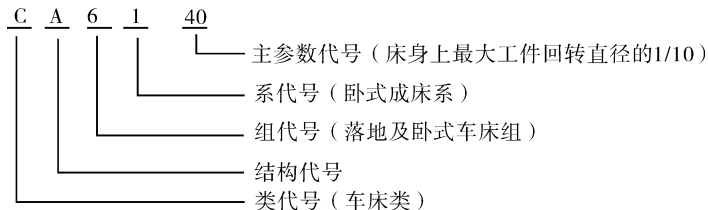


表 1-1 CA6140 型车床的技术参数

序号	技术内容	技术参数
1	主参数(床身上最大工件回转直径)	400 mm
2	最大加工距离	750、1 000、1 500 和 2 000 mm 四种
3	主轴转速	24 级正转(最高为 1 400 r/min,最低为 10 r/min) 12 级反转(最高为 1 580 r/min,最低为 14 r/min)
4	纵向进给量	0.028~3.420 mm/r
5	横向进给量	0.012~1.710 mm/r
6	车削米制螺旋	螺距为 1~12 mm
7	车削英制螺旋	14~3 牙/in
8	电动机功率及转速	功率为 7.5 kW,转速为 1 450 r/min

### 2. 车床的分类

按用途和结构的不同,车床主要分为卧式车床、落地车床、立式车床、转塔车床、单轴自动车床、多轴自动、半自动车床、仿形车床、多刀车床和各种专门化车床(如凸轮轴车床、曲轴车床、车轮车床、铲齿车床)。在所有车床中,以卧式车床的应用最为广泛。卧式车床加工尺寸公差等级可达 IT8~IT7,表面粗糙度  $Ra$  值可达  $1.6 \mu\text{m}$ 。

#### (1) 卧式车床。

卧式车床具有结构简单,操作方便,主轴孔径大,加工对象广,占地面积小,主轴转速和进给量的调整范围大,工艺范围广等优点。这种车床主要由工人手工操作,适用于机器、仪表工业,可作为加工小型机械零件和单件、小批生产及修配车间修理之用。

#### (2) 落地车床。

落地车床又被称为“花盘车床”、端面车床、大头车床或地坑车床,它的结构采用床头箱

主轴垂直于托板运动方向的床身导轨,床头箱和横向床身连接在同一底座上,底座上为山型导轨结构,可手动调节托板的横向移动。落地车床主要用于车削直径较大的重型机械零件,如轮胎模具、大直径法兰管板、汽轮机配件、封头等,被广泛应用于石油化工、重型机械、汽车制造、矿山铁路及航空领域中某些特殊零件的生产制造。

### (3) 立式车床。

立式车床主轴垂直于水平面,立式车床一般可分为单柱式和双柱式。小型立式车床一般做成单柱式,大型立式车床一般做成双柱式。立式车床的工作台由导轨支撑,刚性好,切削平稳。工件装夹在水平的回转工作台上,刀架在横梁或立柱上移动,由于工作台在水平面内,工件的安装调整也比较方便。立式车床主要用于加工直径大、长度短的重型工件和不易在卧式车床上装夹的工件。

### (4) 转塔车床。

转塔车床具有能装多把刀具的转塔刀架,转塔刀架可以转位,因老式转塔刀架大多呈六角形,故转塔车床旧称“六角车床”。转塔刀架的轴线大多垂直于机床主轴,可沿床身导轨作纵向进给。一般大、中型转塔车床是滑鞍式的,转塔溜板直接在床身上移动。小型转塔车床常是滑板式的,在转塔溜板与床身之间还有一层滑板,转塔溜板只在滑板上作纵向移动,工作时滑板固定在床身上,只有当工件长度改变时才移动滑板的位置。机床另有前后刀架,可作纵向、横向进给。采用附加装置后,还可进行螺纹加工和仿形加工。转塔车床通常用于对夹持在弹簧夹头中的棒料或装在卡盘中的坯件进行车削、钻削和铰削等加工,且能在工件的一次装夹中由工人依次使用不同刀具完成多种工序,适用于成批生产。

### (5) 自动车床。

自动车床能按一定程序自动完成中小型工件的多工序加工,能自动上、下料,可重复加工一批同样的工件,适用于大批量生产。

### (6) 多刀半自动车床。

多刀半自动车床有单轴、多轴、卧式和立式之分。单轴卧式的布局形式与普通车床相似,但两组刀架分别装在主轴的前后或上下,用于加工盘、环和轴类工件,其生产效率比普通车床高3~5倍。

### (7) 仿形车床。

仿形车床能仿照样板或样件的形状尺寸,自动完成工件的加工循环,适用于形状较复杂的工件的成批生产,生产效率比普通车床高10~15倍。仿形车床有多刀架、多轴、卡盘式、立式等类型。

### (8) 专门化车床。

专门化车床是加工某类工件的特定表面的车床,如曲轴车床、凸轮轴车床、车轮车床、车轴车床、轧辊车床和钢锭车床等。

## 活动 3 数控车床

数控车床又被称为“CNC(Computerized Numerical Control)车床”,即计算机数字控制

车床,是目前国内使用量最大、覆盖面最广的一种数控机床。车削中心是一种高精度、高效率的自动化机床,它具有广泛的加工性能,可加工直线圆柱、斜线圆柱、圆弧和各种螺纹。同时,它也具有直线插补、圆弧插补等各种补偿功能,并在复杂零件的批量生产中发挥了良好的经济效果。

### 1. 数控车床的基本结构

数控车床的基本构成同其他的数控机床类似,其主要由程序介质、输入输出设备、数控装置、伺服系统及测量装置、机床主体及其他辅助装置等几部分组成,如图 1-3 所示。

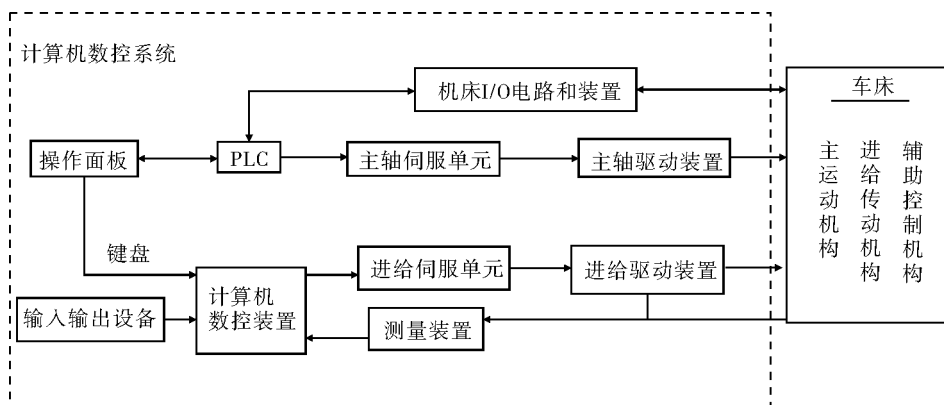


图 1-3 数控车床的组成

#### (1) 程序介质。

程序介质用于记载机床加工零件全部信息的存储器,可记载如零件加工的工艺过程、工艺参数、位移数据、切削速度等信息。常用的程序介质有磁带、磁盘等。

#### (2) 输入输出设备。

输入输出设备是 CNC 系统与外部设备进行信息交互的装置。交互的信息通常是零件加工程序,即将编制好的记录在控制介质上的零件加工程序输入 CNC 系统或将调试好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) CNC 装置(CNC 单元)。

CNC 装置由计算机系统、位置控制板、PLC 接口板、通讯接口板、特殊功能模块以及相应的控制软件等组成。该装置的作用是根据输入的零件加工程序进行相应的处理(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),所有这些工作是由 CNC 装置内的硬件和软件协调配合,合理组织,使整个系统有条不紊地进行工作的。CNC 装置是 CNC 系统的核心。

#### (4) 伺服系统和测量装置。

伺服系统由伺服驱动电机和伺服驱动装置组成,是数控系统的执行部件。它的基本作用是接收数控装置发来的指令脉冲信号,控制机床执行机构的进给速度、方向和位移量,以完成零件的自动加工。测量装置一般指位置和速度测量装置,用于实现进给伺服系统的闭环控制。

### (5) PLC、机床 I/O 电路和装置。

PLC (可编程逻辑控制器, Programmable Logic Controller): 用于完成与逻辑运算有关顺序动作的 I/O 控制, 由硬件和软件组成。

机床 I/O 电路和装置: 实现 I/O 控制的执行部件, 是由继电器、电磁阀、行程开关、接触器等组成的逻辑电路; 能接受 CNC 的 M、S、T 指令, 对其进行译码并转换成对应的控制信号, 输出指令控制辅助装置完成机床相应的开关动作; 能接受操作面板和机床侧的 I/O 信号, 送给 CNC 装置, 经其处理后, 输出指令控制 CNC 系统的工作状态和机床的动作。

### (6) 机床主体。

数控车床的机体由床身、主轴、导轨、刀架、冷却装置等组成, 如图 1-4 所示, 其结构主要由主运动部件、进给运动部件(工作台、拖板及相应的传动机构)、支承件(立柱、床身等)以及特殊装置(刀具自动交换系统、工件自动交换系统)和辅助装置(如排屑装置)等构成。



图 1-4 普通数控车床

## 2. 数控车床的种类

数控车床品种繁多, 规格不一, 可按如下方法进行分类。

(1) 按车床主轴位置可分为立式数控车床、卧式数控车床两类, 其中卧式数控车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。

(2) 按加工零件的基本类型可分为卡盘式数控车床和顶尖式数控车床。

(3) 按刀架数量可分为单刀架数控车床和双刀架数控车床。

(4) 按功能分类可分为经济型数控车床、普通数控车床和车削加工中心。

## 3. 数控车床零件加工原理

当使用车床加工零件时, 通常都需要对机床的各种动作进行控制, 一是控制动作的先后次序, 二是控制机床各运动部件的位移量。采用普通车床加工时, 这种开车、停车、走刀、换向、主轴变速和开关切削液等操作都是由人工直接控制的。采用自动机床和仿形机床加工时, 上述操作和运动参数则是由凸轮、靠模和挡块等装置以模拟量的形式来控制的, 它们虽

能加工比较复杂的零件,且有一定的灵活性和通用性,但是零件的加工精度会受凸轮、靠模制造精度的影响,而且工序准备时间也很长。采用数控车床加工零件时,只需要将零件图形和工艺参数、加工步骤等以数字信息的形式编成程序代码,输入到机床控制系统中,再由其进行运算处理后转换成驱动伺服机构的指令信号,从而控制机床各部件协调动作,自动地加工零件。当更换加工对象时,只需要重新编写程序代码,输入机床,即可由数控装置代替人的大脑和双手的大部分功能,控制加工的全过程,制造出任意复杂的零件。

数控加工的原理如图 1-5 所示。从图 1-5 可以看出,数控车床加工过程总体上可分为数控程序编制和机床加工控制两大部分。

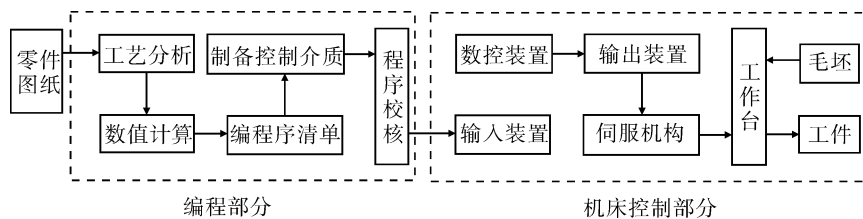


图 1-5 数控车床加工原理

数控车床的控制系统一般都能按照数字程序指令控制机床实现主轴自动启停、换向和变速,能自动控制进给速度、方向和加工路线,能选择刀具并根据刀具尺寸调整吃刀量及行走轨迹,能完成加工中所需要的各种辅助动作。

## 活动 4 安全技术与文明生产

### 1. 安全文明生产的重要性

随着全球制造业日新月异的快速发展,世界上众多优秀企业越来越多地重视并强调安全生产,而且安全思想和安全理念也在不断地更新,其中企业安全文明生产作为一种价值观得到进一步的树立和强化,已成为安全生产中弘扬和倡导的主流。企业安全文化的研究和应用也在我国迅速发展起来,其弘扬和传播都有了较大进展,研究也日趋深入,因为安全就是生命,所以在安全生产中必须建立企业安全文明生产制度。安全文明生产是保障生产工人和机床设备安全的依据,是防止工伤和设备事故的根本保证,也是搞好企业经营管理的内容之一。它直接影响到人身安全、产品质量和经济效益,影响机床设备和工具、夹具、量具的使用寿命及生产工人技术水平的正常发挥。所以,学生在学校期间必须认真学习安全文明生产制度或条例,养成良好的安全文明生产习惯。

### 2. 安全文明生产注意事项

- (1)工作时应穿工作服,长头发的操作工应戴工作帽,将长发盘、塞在工作帽内。
- (2)禁止穿背心、裙子、短裤,以及戴围巾、穿拖鞋或高跟鞋进入训练场地。
- (3)严格遵守安全操作规程。
- (4)注意防火和安全用电。



### 3. 安全操作规程

(1) 车床使用前应检查其各部分机构是否完好,检查各传动手柄、变速手柄的原始位置是否正确,手摇各进给手柄,检查进给运动是否正常。

(2) 进行车床主轴和进给系统的变速检查,使主轴回转和纵向、横向进给由低速到高速运动,检查变速运动是否正常。

(3) 主轴回转时,检查齿轮是否甩油润滑。

(4) 工件和车刀必须装夹牢固,以防飞出伤人。卡盘必须装有保险装置。工件装夹好后,卡盘扳手必须随即从卡盘上取下。

(5) 装卸工件、更换刀具、变换速度、测量加工表面时,必须先停车。

(6) 不准戴手套操作车床或测量工件。

(7) 操作车床时,必须集中精力,注意手、身体和衣服不要靠近回转中的工件(如带轮、带、齿轮、丝杠等)。注意操作过程中,头不能离工件太近。

(8) 操作车床时,严禁离开岗位,不准做与操作内容无关的其他事情。

(9) 棒料毛坯从主轴孔尾端伸出不能太长,并应使用料架或挡板,防止甩弯后伤人。

(10) 车床运转时,不准用手抚摸工件表面,严禁用棉纱擦抹回转中的工件。

(11) 高速切削、车削崩屑材料和刃磨刀具时,应戴防护眼镜。

(12) 应使用专用铁钩清除切屑,不准用手直接清除。

(13) 操作中若出现异常现象,应及时停车检查;出现故障、事故应立即切断电源,及时申报,由专业人员检修,未修复不得使用。

### 4. 文明生产与日常维护

(1) 爱护刀具、量具、工具,并正确使用。器具放置稳妥、整齐、合理,存放在固定的位置,便于操作时取用,用后应放回原处。

(2) 爱护机床和车间其他设备、设施。车床主轴箱盖上不应放置任何物品。

(3) 工具箱内应分类摆放物件。重物放置在下层,轻物放置在上层。精磨的物件应放置稳妥,不可随意乱放,以免损坏和丢失。

(4) 量具应经常保持清洁,用后应擦净、涂油,放入盒内,并及时归还原处。所使用的量具必须定期校验,使用前应检查合格证确认其在允许使用期内,以保证其度量准确。

(5) 不允许在卡盘及床身导轨上敲击或校直工件,床面上不准放置工件或工具。

(6) 装夹较重的工件时,应用木板保护床面。下班时若工件不卸下,应用千斤顶支承。

(7) 车刀磨损后,应及时刃磨,不允许用钝刀继续切削,以免增加车床负荷,损坏车床,影响工件表面的加工质量和生产效率。

(8) 车削铸铁工件,应擦去车床导轨面上的润滑油,将铸件上的型砂杂质尽可能去除干净,以免磨损床身导轨面。

(9) 使用切削液时,车床导轨面上应涂润滑油。切削液应定期更换。

(10) 毛坯、半成品和成品应分开放置。

(11) 图样、工艺卡片应放置在便于阅读的位置,并注意保持其清洁和完整。

(12)工作地周围应保持清洁整齐,避免堆放杂物,防止绊倒。

(13)工作结束后应认真擦拭机床、工具、量具和其他附件,使各物件归位。车床按规定加注润滑油,将床鞍摇至床尾一端,各手柄放置到空挡位置。清扫工作地,关闭电源。

## 任务2 金属切削原理基本知识

### 活动1 金属切削过程

为了切除工件上多余的金属,以获得形状、尺寸精度和表面质量都符合要求的工件,除必须使用切削刀具外,刀具与工件之间还必须作相对运动——切削运动。根据这些运动对切削加工过程所起的作用不同,可分为主运动和进给运动。

#### 1. 主运动

主运动是切除工件上多余金属、形成工件新表面所必不可少的基本运动。它是由机床或人力提供的主要运动,主运动的特征是速度最高、消耗功率最多。切削加工中只有一个主运动,它可由工件完成,也可由刀具完成。外圆车削时工件的旋转(见图 1-6),钻削和铣削时钻头和铣刀的回转,以及平面刨削时刨刀的往复直线运动(见图 1-7),等等,都是主运动。

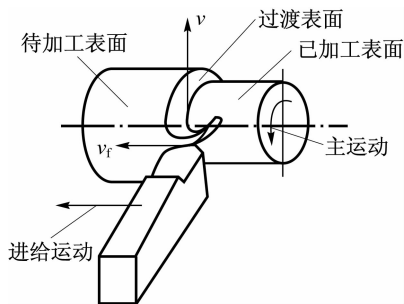


图 1-6 外圆车削的切削运动与加工表面

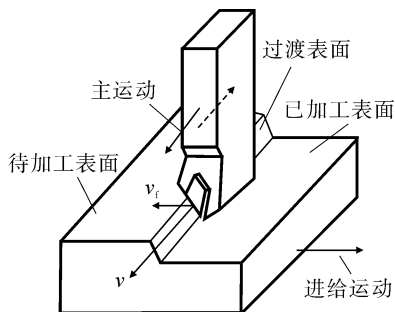


图 1-7 平面刨削的切削运动与加工表面

由于切削刃上各点的主运动的大小和方向都不一定相同,为了便于分析问题,通常选取合适的点来分析其运动,此点被称为“选定点”。切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度,被称为“切削速度”,其大小和方向可用矢量  $v_c$  表示。

## 2. 进给运动

进给运动是把切削层间断或连续投入切削的一种附加运动。进给运动配合主运动即可不断地或连续地切除切屑,获得所需几何特性的已加工表面。进给运动的速度小,消耗的功率少。进给运动可以是连续的,如图 1-6 所示的车削加工,也可以是步进的;如图 1-7 所示的刨削加工,可以是旋转运动,也可以是直线运动。

切削刃上选定点相对于工件的进给运动的瞬时速度,被称为“进给速度”,其大小和方向用矢量  $v_f$  表示。

当主运动和进给运动同时进行(如车削、铣削等),刀具切削刃上选定点与工件间的相对切削运动,是主运动和进给运动的合成运动,被称为“合成切削运动”。合成切削运动的瞬时速度大小和方向用矢量  $v_c$  表示,如图 1-8 所示。

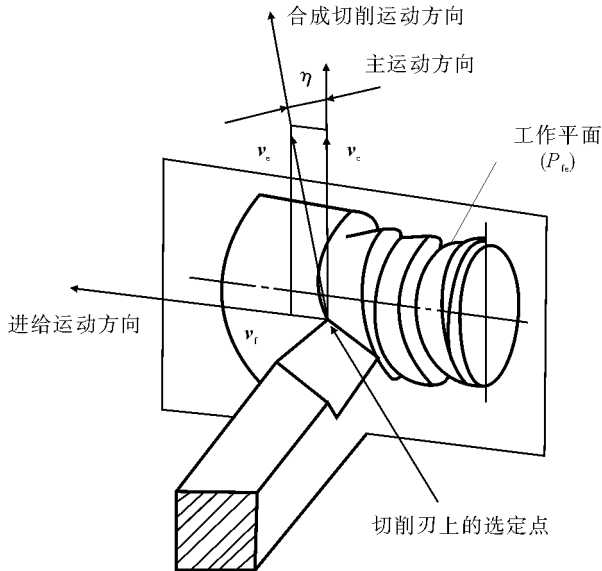


图 1-8 车刀相对于工件的运动

由图 1-8 可知

$$v_c = v_c + v_f \quad (1-1)$$

显然,刀刃上各点的合成切削速度是不相等的。切削速度  $v_c$  和进给速度  $v_f$  所在的平面被称为“工作平面”,以  $P_c$  表示。在工作平面内,同一瞬时主运动方向与合成切削运动方向之间的夹角被称为“合成切削速度角”,以  $\eta$  表示。

在切削加工过程中,工件上的金属层不断地被刀具切除而变成切屑,同时在工件上形成新表面。在新表面的形成过程中,工件上有三个不断变化着的表面(见图 1-6 或图 1-7):“待加工表面”是指工件上有待切除金属层的表面;“已加工表面”是指工件上经刀具切除金

属层后产生的新表面;“过渡表面”是指主切削刃正在切削着的表面,它是待加工表面和已加工表面之间的过渡表面。

## 活动 2 切削用量三要素



在切削运动加工过程中,需要依据不同的工件材料、刀具材料和其他技术经济要求来选定适宜的切削用量。所谓“切削用量”,就是用来表示切削加工中主运动和进给运动参数的数量值。切削用量包括切削速度、进给量和背吃刀量三个要素。

### 1. 切削速度

“切削速度”是指切削刃上选定点相对于工件主运动的瞬时速度,用符号  $v_c$  表示,单位为  $\text{m}/\text{min}$  或  $\text{m}/\text{s}$ 。当主运动是旋转运动时,切削速度是指圆周运动的线速度,即

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1\,000} \quad (1-2)$$

式中: $d$ ——工件的直径,mm;

$n$ ——工件或刀具每分(秒)钟的转数,r/min 或 r/s。

**【例】** 车削直径为 50 mm 的工件,若选主轴转速为 600 r/min,求切削速度的大小?

解:由式(1-2)得

$$v_c = \frac{\pi \cdot n \cdot d}{1\,000} = \frac{3.14 \times 600 \times 50}{1\,000} = 9.42 \text{ m/min}$$

### 2. 进给量

“进给量”是指刀具在进给运动方向上相对工件的位移量,可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表述或度量。车削时进给量的单位是  $\text{mm}/\text{r}$ ,即工件每转一圈,刀具沿进给运动方向移动的距离。刨削等主运动为往复直线运动,其间歇进给的进给量为  $\text{mm}/\text{d} \cdot \text{st}$ (毫米/双行程),即每个往复行程刀具与工件之间的相对横向移动距离。对于刨削、插削等主运动为往复直线运动的加工,虽然可以规定进给速度,却需要规定间歇进给的进给量;对于铰刀、铣刀、齿轮滚刀等多刃切削工具,在它们进行工作时,还要规定每一个刀齿的进给量  $f_z$ ,即后一个刀齿相对于前一个刀齿的进给量。

单位时间的进给量,被称为“进给速度”,车削时的进给速度  $v_f$  ( $\text{mm}/\text{min}$  或  $\text{mm}/\text{s}$ ) 计算公式为

$$v_f = n \cdot f \quad (1-3)$$

### 3. 背吃刀量 $a_p$

“背吃刀量  $a_p$ ”是主切削刃与工件过渡表面的瞬时接触长度(又被称为“作用切削刃”)在垂直于基面工作平面的方向上测量的大小,单位为 mm。所谓“基点”,就是作用切削刃上的中点,它将作用切削刃分成相等的两段。对于车削及钻削而言, $a_p$  是已加工表面和待加工表面之间的垂直距离。

对于外圆车削,外圆柱的表面切削深度可以用下式计算。

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1-4)$$

式中： $d_w$ ——待加工表面直径，mm；

$d_m$ ——已加工表面直径，mm。

**【例】** 现有  $\phi 30$  的毛坯，一次走刀加工成  $\phi 26$ ，试问背吃刀量是多少？

解：由式(1-4)得

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} = (30 - 26) / 2 = 2 \text{ mm}$$



### 小贴士

切削用量的选择原则：从最大生产效率的观点选择切削用量，应首先选用大的切削深度（或切削宽度），力求在一次或较少几次行程中把大部分余量切去；其次根据切削条件选用较大的进给量（或切削厚度）；最后根据刀具寿命和机床功率选用适当的切削速度。这也是粗加工时选择切削用量的原则。精加工时一般选用较小的切削深度和进给量，然后根据刀具寿命选择较高的切削速度，力求提高加工精度和减小表面粗糙度。

## 活动 3 表面粗糙度

“表面粗糙度”是指加工表面具有的较小间距和微小峰谷的不平度。表面粗糙度两波峰或两波谷之间的距离（波距）很小（在 1 mm 以下），属于微观几何形状误差。表面粗糙度越小，则表面越光滑。

### 1. 表面粗糙度对零件使用性能的影响

表面粗糙度与机械零件的配合性质、耐磨性、疲劳强度、接触刚度、振动和噪声等有密切关系，对机械产品的使用寿命和可靠性有重要影响。

#### (1) 对配合性质的影响。

对于间隙配合，表面粗糙度过大则易磨损，使间隙很快地增大，引起配合性质的改变，特别是在尺寸小、公差小的情况下，对配合性质的影响更大；对于过盈配合，表面粗糙度增大会减小实际有效过盈量，降低连接强度。因此，提高零件表面质量，可以提高间隙配合的稳定性，并可提高过盈配合的连接强度。

#### (2) 对摩擦、磨损的影响。

摩擦会增加能量的耗损，主要由零件表面峰谷的阻力造成，而此阻力来自凸峰的弹性、塑性变形和切割作用。表面越粗糙，摩擦系数就越大，因摩擦而消耗的能量也越大。此外，表面越粗糙，则两配合表面的实际有效接触面积越小，单位面积压力越大，故更易磨损。但是，在某些场合，如表面过于光洁，则不利于润滑油的贮存，会使之形成半干摩擦甚至干摩擦，反而使摩擦系数增大，从而加剧磨损；过于光滑的表面有时还会增加零件接触面间的吸附力，也会使摩擦系数增大，加速磨损。



(3) 对抗腐蚀性的影响。

表面越粗糙, 它的凹谷处越容易积聚腐蚀性物质, 然后逐渐渗透到金属材料的内层, 造成表面锈蚀。凹谷深度越大, 锈蚀作用越严重。

(4) 对零件强度的影响。

零件表面越粗糙, 表面上凹痕产生的应力集中现象越严重。特别是零件受交变载荷时, 零件因应力集中导致产生疲劳断裂而损坏。因此, 特别要提高零件沟槽或圆角处的表面质量, 以增加零件的抗疲劳强度。

## 2. 表面粗糙度的评定参数

(1) 轮廓算术平均偏差  $R_a$ 。

“轮廓算术平均偏差  $R_a$ ”是指在取样长度内被测表面轮廓上各点到轮廓中线距离的绝对值的算术平均值, 如图 1-9 所示。在实际测量中, 测量点的数目越多,  $R_a$  越准确。 $R_a$  是比较普遍采用的评定参数, 其测量方法较为简便, 一般用轮廓仪检测, 测得的  $R_a$  值越大, 则表示表面越粗糙。 $R_a$  的表达式如下。

$$R_a \approx \frac{1}{n} (|Y_1| + |Y_2| + |Y_3| + \cdots + |Y_n|) \quad (1-5)$$

或

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i|$$

(2) 轮廓最大高度  $R_z$ 。

“轮廓最大高度  $R_z$ ”是指在取样长度内轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离, 如图 1-9 所示。 $R_z$  参数对某些表面上不允许出现较深的加工痕迹有实用意义。

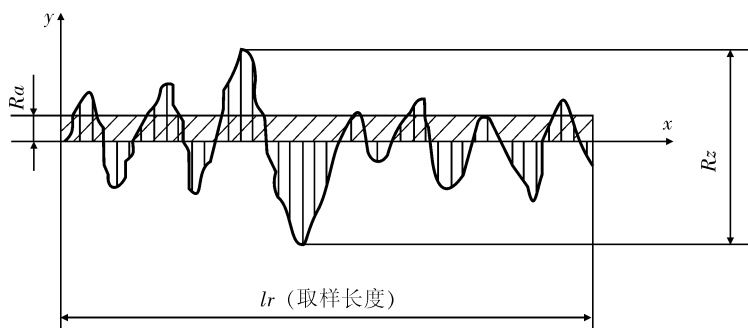


图 1-9 轮廓算术平均偏差  $R_a$



### 小贴士




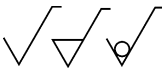
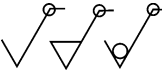
在 2006 年以前, 国家标准中还有一个评定参数为“微观不平度十点高度”, 用  $R_z$  表示, “轮廓最大高度”用  $R_y$  表示。在 2006 年以后, 国家标准中取消了“微观不平度十点高度”参数, 采用  $R_z$  表示轮廓最大高度。

### 3. 表面粗糙度代号及其标注法

#### (1) 表面粗糙度符号。

在图样中,可以用不同的图形符号来表示对零件表面结构的不同要求。标注表面结构的图形符号及其含义如表 1-2 所示。

表 1-2 表面粗糙度符号及意义说明

符号名称	符号样式	含义及说明
基本图形符号		未指定工艺方法的表面;基本图形符号仅用于简化代号标注,当通过一个注释解释时可单独使用,没有补充说明时不能单独使用
扩展图形符号		用去除材料的方法获得表面,如通过车、铣、刨、磨等机械加工的表面;仅当其含义是“被加工表面”时可单独使用
		用不去除材料的方法获得表面,如铸、锻等;也可用于保持上道工序形成的表面,不管这种状况是通过去除材料或不去除材料形成的
完整图形符号		在基本图形符号或扩展图形符号的长边上加一横线,用于标注表面结构特征的补充信息
工件轮廓各表面图形符号		当在某个视图上组成封闭轮廓的各表面有相同的表面结构要求时,应在完整图形符号上加一圆圈,标注在图样中工件的封闭轮廓线上

#### (2) 表面粗糙度的选用原则。

- ① 在满足表面功能要求的情况下,尽量选用较大的表面粗糙度值。
  - ② 在同一零件上,工作面的粗糙度参数值小于非工作面的粗糙度参数值。
  - ③ 摩擦表面比非摩擦表面的粗糙度参数值要小,滚动摩擦表面比滑动摩擦表面的粗糙度值要小;运动速度高、单位压力大的摩擦表面比运动速度低、单位压力小的摩擦表面的粗糙度参数值小。
  - ④ 受循环载荷的表面及易引起应力集中的结构(如凸角、沟槽),其表面粗糙度参数值要小。
  - ⑤ 配合性质要求高的结合表面、配合间隙小的配合表面及要求连接可靠且受重载的过盈配合表面,均应取较小的粗糙度值。
  - ⑥ 配合性质相同时,在一般情况下,零件尺寸越小,则表面粗糙度数值应越小;在同一精度等级时,小尺寸比大尺寸的、轴比孔的表面粗糙度数值要小。
- 通常在尺寸公差、表面形状公差小时,表面粗糙度数值也小。但表面粗糙度数值与尺寸公差、表面形状公差之间并不存在确定的相互关系。

## 任务3 刀具

### 活动1 刀具的材料

刀具材料的切削性能直接影响着生产效率、工件的加工精度、已加工表面质量和加工成本等。

#### 1. 刀具的材料特性

金属切削时,刀具切削部分直接和工件及切屑接触,承受着很大的切削压力和冲击,并受到工件及切屑的剧烈摩擦,产生很高的切削温度,即刀具切削部分是在高温、高压及剧烈摩擦的恶劣条件下工作的。因此,刀具切削部分材料应具备高的硬度和耐磨性,足够的强度和韧性,高的耐热性,良好的导热性,以及良好的工艺性和经济性。

#### 2. 常用刀具材料的分类、特点及应用

刀具材料可分为高速钢、硬质合金、陶瓷和超硬材料等几大类。

##### (1) 普通高速钢。

“普通高速钢”是指用来加工一般工程材料的高速钢,常用的牌号有:

W18Cr4V(简称“W18”),属钨系高速钢,具有较好的切削性能,是我国最常用的一种高速钢;W6Mo5Cr4V2(简称“M2”),属钼系高速钢,韧性和高温塑性均超过 W18Cr4V,但其磨削性能较差;W9Mo3Cr4V(简称“W9”),是一种含钨量较多、含钼量较少的钨钼系高速钢,其碳化物不均匀性介于 W18 和 M2 之间,但抗弯强度和冲击韧度高于 M2,具有较好的硬度和韧性,其热塑性也很好。普通高速钢被广泛用于制造钻头、铰刀、丝锥、铣刀、齿轮刀具及拉刀等。

##### (2) 高性能高速钢。

“高性能高速钢”是在普通高速钢的基础上,用调整其基本化学成分和添加一些其他合金元素(如钒、钴、铅、硅、铌等)的办法,着重提高其耐热性和耐磨性而衍生出来的钢种。高性能高速钢刀具主要被用来加工不锈钢、耐热钢、高温合金和超高强度钢等难加工材料。

##### (3) 硬质合金。

硬质合金的常温硬度很高(89~93 HRA,相当于 78~82 HRC),耐熔性好,热硬性可达 800~1 000 °C 以上,允许的切削速度比高速钢高 4~7 倍,刀具寿命高 5~8 倍,是目前切削加工中用量仅次于高速钢的主要刀具材料。但它的抗弯强度和韧性均较低,性脆,不耐冲击和振动,工艺性也不如高速钢。

##### (4) 涂层刀具。

涂层刀具是在韧性较好的硬质合金基体上或在高速钢刀具基体上涂覆一薄层耐磨性高的难熔金属化合物而获得的。

涂层刀具的硬度比基体高得多,抗氧化性能和抗粘结性能高,因而有较高的耐磨性和抗月牙洼磨损能力。涂层具有较低的摩擦系数,可降低切削

★ 微视频



常用刀具材料(一)

★ 微视频



常用刀具材料(二)



时的切削力及切削温度,大大提高刀具的耐用度。涂层硬质合金的通用性广,一种涂层刀片可替代几种未涂层刀片使用。

(5)其他刀具材料。

① 陶瓷材料。

优点:很高的硬度(91~95 HRA)和耐磨性,刀具耐用度高;有很好的高温性能,化学稳定性好。

缺点:脆性大,抗弯强度和冲击韧度低,承受冲击负荷的能力差。

应用:钢料、铸铁、高硬材料(如淬火钢等)连续切削的半精加工或精加工。

② 人造金刚石。

优点:有极高的硬度和耐磨性,切削刃非常锋利,有很高的导热性。

缺点:耐热性较差,且强度很低。

应用:高速条件下精细车削及镗削有色金属及其合金和非金属材料。但由于金刚石中的碳原子和铁有很强的化学亲和力,故金刚石刀具不适合加工铸铁材料。

③ 立方氮化硼。

优点:硬度高(高达 8 000~9 000 HV),耐磨性好,能在较高切削速度下保持加工精度。热稳定性好,化学稳定性好,且有较高的热导率和较小的摩擦系数。

缺点:强度和韧性较差。

应用:对高温合金、淬硬钢、冷硬铸铁等材料进行半精加工和精加工。

### 3. 常用的车刀材料

车刀切削部分在工作时要承受较大的切削力和较高的切削温度,以及摩擦、冲击和振动,因此,车刀材料应具备较高的硬度和耐磨性、足够的强度和韧性、高的耐热性和导热性等性能。目前常用的车刀材料有非合金工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金、人造聚晶金刚石及立方氮化硼等,其中,高速钢和硬质合金是两类最常用的车刀材料。常用的车刀材料和性能如表 1-3 所示。

表 1-3 常用车刀材料和性能

车刀材料	牌号	性能	用途
高速钢	W18Cr4V	有较好的综合性能和可磨削性能	用于制造各种复杂刀具和精加工刀具,应用广泛
	W6Mo5Cr4V	有较好的综合性能和热塑性	用于制造热轧刀具,如扭槽麻花钻等
硬质合金	YG3	抗弯强度和韧性较好,适于加工铸铁、有色金属等脆性材料或冲击力较大的场合	用于精加工
	YG6		介于粗、精加工之间
	YG8		用于粗加工
	YT5	耐磨性和抗粘附性较好,能承受较高的切削温度,适于加工钢或其他韧性较大的塑性金属	用于粗加工
	YT15		介于粗、精加工之间
	YT30		用于精加工