车削加工

基本要求

(1) 了解车削加工的基本知识；
(2) 熟悉卧式车床的名称、主要组成部分及作用；
(3) 了解立式、转塔车床的工作特点及适用场合；
(4) 了解轴类、盘套类零件装夹方法的特点及常用附件的大致结构和用途；
(5) 掌握外圆、端面、内孔的加工方法，并能正确选择简单零件的车削加工顺序。

3.1 车削概述

车削加工是机械加工中最基本、最常用的加工方法，是在车床上用车刀对零件进行切削加工的过程。其中，主轴带动零件所作的旋转运动为主运动，刀具的移动为进给运动。它既可以加工金属材料，也可以加工塑料、橡胶、木材等非金属材料。车床在机械加工设备中占总数的50%以上，是金属切削机床中数量最多的一种，适于加工各种回转体表面，在现代机械加工中占有重要的地位。车削加工既适合于单件小批量零件的加工生产，又适合于大批量的零件加工生产。

车床的加工范围很广，主要加工各种回转表面(端平面、外圆、内圆、锥面、螺纹、回转成形面、回转沟槽及滚花等)。车削加工所能完成的工作如图3-1所示。

车削加工可以在卧式车床、立式车床、转塔车床、仿形车床、自动车床、数控车床及各种专用车床上进行，以满足不同尺寸、形状零件的加工及提高劳动生产率，其中卧式车床应用最广。

车削加工与其他切削加工方法比较有如下特点。

(1) 车削适应范围广。它是加工不同材质、不同精度的各种具有回转表面零件不可缺少的工序。

(2) 容易保证零件各加工表面的位置精度。例如，在一次安装过程中加工零件各回转面时，可保证各加工表面的同轴度、平行度、垂直度等位置精度的要求。

(3) 生产成本低。车刀是刀具中最简单的一种，制造、刃磨和安装较方便。车床附件较多，生产准备时间短。

(4) 生产率较高。车削加工一般是等截面连续切削，因此，切削力变化小，较刨、铣等切削过程平稳，可选用较大的切削用量，生产率较高。

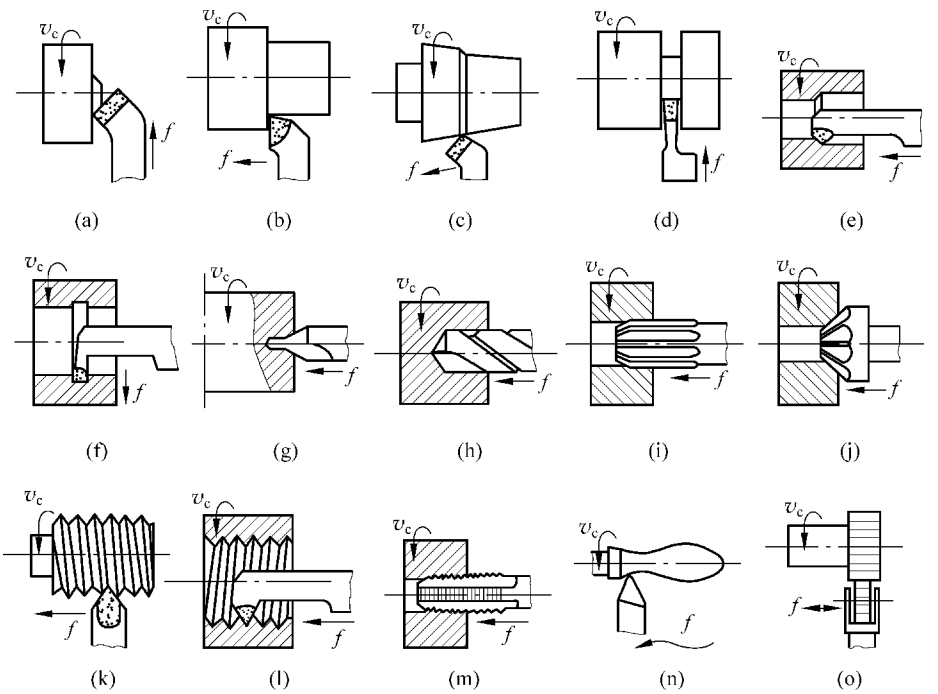


图 3-1 车削加工可完成的主要工作

(a) 车端面；(b) 车外圆；(c) 车外锥面；(d) 车槽、车断；(e) 车孔；(f) 车内槽；(g) 钻中心孔；(h) 钻孔；(i) 铰孔；(j) 锪锥孔；(k) 车外螺纹；(l) 车内螺纹；(m) 攻螺纹；(n) 车成形面；(o) 滚花

车削的尺寸精度一般可达 IT8～IT7，表面粗糙度 Ra 值为 3.2～1.6μm。尤其是对不宜磨削的有色金属进行精车加工可获得更高的尺寸精度和更小的表面粗糙度 Ra 值。常用车削精度与相应表面粗糙度见表 3-1。

表 3-1 常用车削精度与相应表面粗糙度

加工类别	加工精度	表面粗糙度值 Ra/μm	标注代号	表面特征
粗车	IT12	25～50	50/25	可见明显刀痕
	IT11	12.5	12.5	可见刀痕
半精车	IT10	6.3	6.3	可见加工痕迹
	IT9	3.2	3.2	微见加工痕迹
精车	IT8	1.6	1.6	不见加工痕迹
	IT7	0.8	0.8	可辨加工痕迹方向
精细车	IT6	0.4	0.4	微辨加工痕迹方向
	IT5	0.2	0.2	不辨加工痕迹

3.2 车　　床

3.2.1 机床的型号

为便于管理和使用，都赋予每种机床一个型号，表示机床的名称、特性、主要规格和结构特点。按照2008年颁布的金属切削机床型号编制方法（GB/T 15375—2008），其编制的基本方法如图3-2所示。机床的类代号，用大写的汉语拼音字母表示，当需要时，每类可分为若干分类，用阿拉伯数字写在类代号之前，作为型号的首位（第一分类不予表示）。机床的特性代号，用大写的汉语拼音字母表示。机床的组、系代号用两位阿拉伯数字表示。机床的主参数用折算值表示，当折算数值大于1时，则取整数，前面不加“0”；当折算数值小于1时，则以主参数值表示，并在前面加“0”；某些通用机床，当无法用一个主参数表示时，则在型号中用设计顺序号表示，顺序号由1起始，当设计顺序号少于十位数时，则在设计顺序号之前加“0”。机床的第二主参数列入型号的后部，并用“×”（读作“乘”）分开。凡属长度（包括跨距，行程等）的采用“1/100”的折算系数，凡属直径、深度、宽度的则采用“1/10”的折算系数，属于厚度等则以实际数值列入型号；当需要以轴数和最大模数作为第二主参数列入型号时，其表示方法与以长度单位表示的第二主参数相同，并以实际的数据列入型号。机床的重大改进顺序号是用汉语拼音字母大写表示的，按A、B、C等汉语拼音字母的顺序选用（但“I、O”两个字母不得选用），以区别原机床型号。同一型号机床的变型代号是指某些类型机床，根据不同加工的需要，在基本型号机床的基础上，仅改变机床的部分性能结构时，加变型代号以便与原机床型号区分，这种变型代号是在原机床型号之后，加1、2、3等阿拉伯数字的顺序号，并用“、”（读作“之”）分开。

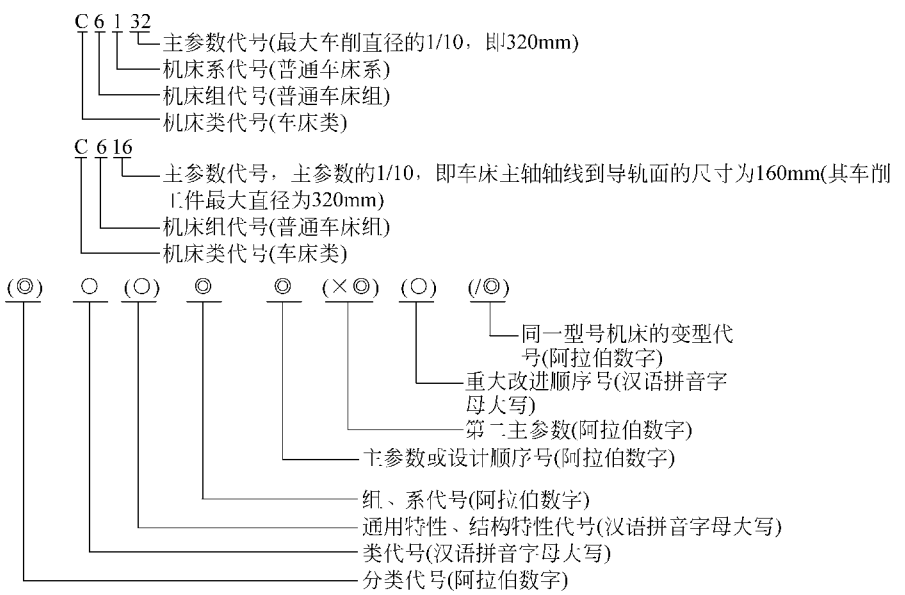


图3-2　机床型号编制方法

3.2.2 卧式车床的组成

机床均用汉语拼音字母和数字按一定规律组合进行编号，以表示机床的类型和主要规格。车工实习中常用的车床型号为C6132、C6136，在C6132车床编号中，C是“车”字汉语拼音的首字母，读作“che”；6和1分别为机床的组别和系别代号，表示卧式车床；32为主参数代号，表示最大车削直径的1/10，即最大车削直径为320mm。

卧式车床有各种型号，其结构大致相似。图3-3为C6132型卧式车床的外形，其主要组成部分如下所述。

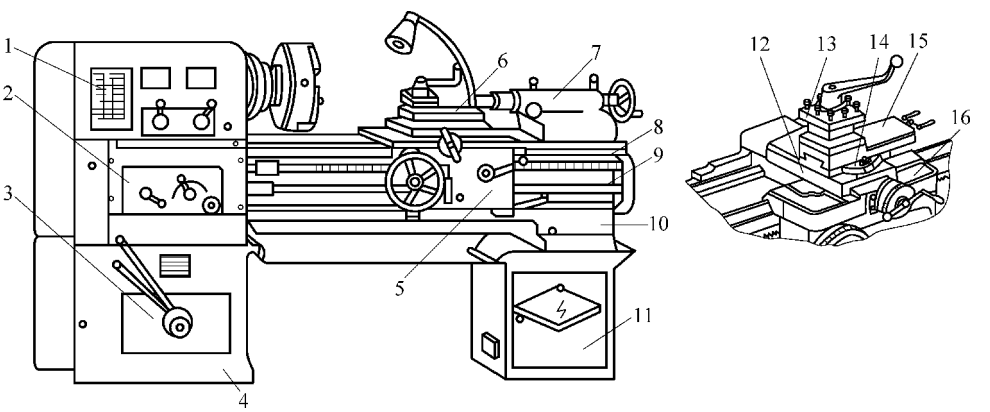


图3-3 C6132型卧式车床

1—床头箱；2—进给箱；3—变速箱；4—前床脚；5—溜板箱；6—刀架；7—尾架；8—丝杠；9—光杠；10—床身；11—后床脚；12—中滑板；13—方刀架；14—转盘；15—小滑板；16—大滑板

(1) 主轴箱　又称床头箱，内装主轴和变速机构。通过改变设在床头箱外面的手柄位置，可使主轴获得12种不同的转速(45～1980r/min)。主轴是空心结构，能通过长棒料，棒料能通过主轴孔的最大直径是29mm。主轴的右端有外螺纹，用以连接卡盘、拨盘等附件。主轴右端的内表面是莫氏5号的锥孔，可插入锥套和顶尖，当采用顶尖并与尾架中的顶尖同时使用安装轴类工件时，其两顶尖之间的最大距离为750mm。床头箱的另一重要作用是将运动传给进给箱，并可改变进给方向。

(2) 进给箱　又称走刀箱，它是进给运动的变速机构。它固定在床头箱下部的床身前侧面。变换进给箱外面的手柄位置，可将床头箱内主轴传递下来的运动，转为进给箱输出的光杠或丝杠获得不同的转速，以改变进给量的大小或车削不同螺距的螺纹。其纵向进给量为0.06～0.83mm/r，横向进给量为0.04～0.78mm/r；可车削17种公制螺纹(螺距为0.5～9mm)和32种英制螺纹(每英寸2～38牙)。

(3) 变速箱　安装在车床前床脚的内腔中，并由电动机(4.5kW，1440r/min)通过联轴器直接驱动变速箱中的齿轮传动轴。变速箱外设有两个长的手柄，用来分别移动传动轴上的双联滑移齿轮和三联滑移齿轮，可共获6种转速，通过皮带传动至床头箱。

(4) 溜板箱　又称拖板箱，是进给运动的操纵机构。它使光杠或丝杠的旋转运动，通过齿轮和齿条或丝杠和开合螺母，推动车刀作进给运动。溜板箱上有3层滑板，当接通光杠时，可使床鞍带动中滑板、小滑板及刀架沿床身导轨作纵向移动；中滑板可带动小滑板及刀

架沿床鞍上的导轨作横向移动，故刀架可作纵向或横向直线进给运动。当接通丝杠并闭合开合螺母时可车削螺纹。溜板箱内设有互锁机构，使光杠、丝杠两者不能同时使用。

(5) 刀架　刀架用来装夹车刀并使其作纵向、横向和斜向运动，如图 3-4 所示为 C6132 车床的刀架结构。

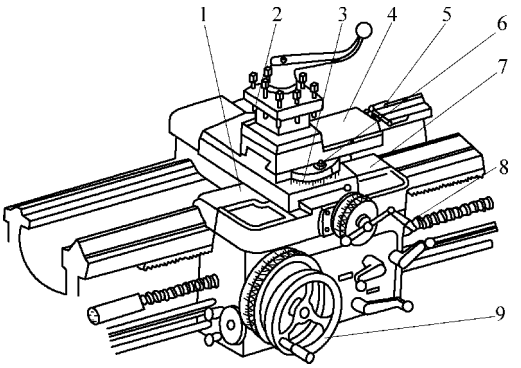


图 3-4　C6132 车床的刀架结构

1—中滑板；2—方刀架；3—转盘；4—小滑板；5—小滑板手柄；6—螺母；7—床鞍；8—中滑板手柄；9—床鞍手轮

它是多层结构，其中方刀架 2 可同时安装 4 把车刀，以供车削时选用。小滑板(小刀架) 4 受其行程的限制，一般作手动短行程的纵向或斜向进给运动，车削圆柱面或圆锥面。转盘 3 用螺栓与中滑板 (中刀架)1 紧固在一起，松开螺母 6，转盘 3 可在水平面内旋转任意角度。

中滑板 1 沿床鞍 7 上面的导轨作手动或自动横向进给运动。床鞍(大刀架)7 与溜板箱连接，带动车刀沿床身导轨作手动或自动纵向移动。

① 床鞍　与溜板箱牢固相连，可沿床身导轨作纵向移动。

② 中滑板　装置在床鞍顶面的横向导轨上，可作横向移动。

③ 转盘　固定在中滑板上，松开紧固螺母后，可转动转盘，使它和床身导轨成一个所需要的角度，而后再拧紧螺母，以加工圆锥面等。

④ 小滑板　装在转盘上面的燕尾槽内，可作短距离的进给移动。

⑤ 方刀架　固定在小滑板上，可同时装夹 4 把车刀。松开锁紧手柄，即可转动方刀架，把所需要的车刀更换到工作位置上。

(6) 尾座　用于安装后顶尖，以支持较长工件进行加工，或安装钻头、铰刀等刀具进行孔加工。偏移尾座可以车出长工件的锥体。尾座的结构由下列部分组成，如图 3-5 所示。

① 套筒　其左端有锥孔，用以安装顶尖或锥柄刀具。套筒在尾座体内的轴向位置可用手轮调节，并可用锁紧手柄固定。将套筒退至极右位置时，即可卸出顶尖或刀具。

② 尾座体　与底座相连，松开固定螺钉时，拧动螺杆可使尾座体在底板上作微量横向移动，以便使前后顶尖对准中心或偏移一定距离车削长锥面。

③ 底座　直接安装于床身导轨上，用以支承尾座体。

(7) 光杠与丝杠　将进给箱的运动传至溜板箱。光杠用于一般车削，丝杠用于车螺纹。

(8) 床身　车床的基础件，用来连接各主要部件并保证各部件在运动时有正确的相对位置。在床身上有供溜板箱和尾座移动用的导轨。

(9) 操纵杆　车床的控制机构，在操纵杆左端和拖板箱右侧各装有一个手柄，操作工人可以很方便地操纵手柄以控制车床主轴正转、反转或停车。

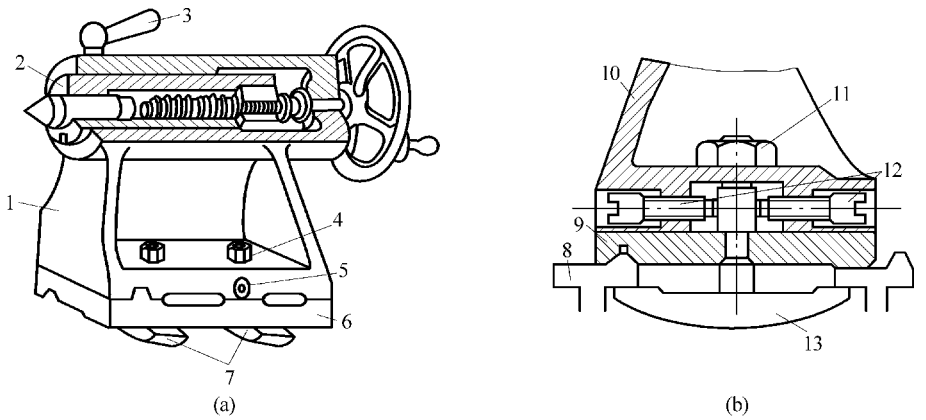


图 3-5 尾座的结构

1,10—尾座体；2—套筒；3—套筒锁紧手柄；4,11—固定螺钉；
5,12—调节螺钉；6,9—底座；7,13—压板；8—床身导轨

3.2.3 其他车床

除上述卧式车床外，还有如下几种常见的车床。

1. 立式车床

在立式车床上，可加工内外圆柱面、圆锥面、端面等，适用于加工长度短而直径大的重型零件，如大型带轮、大型轮圈、大型电动机零件等。立式车床的主轴回转轴线处于垂直位置，圆形工作台在水平面内，零件安装调整较安全和方便。它的立柱和横梁上都装有刀架，刀架上的刀具可同时切削并快速换刀。

2. 转塔车床

转塔车床曾称六角车床，用于加工外形复杂且大多数中心有孔的零件，如图 3-6 所示。

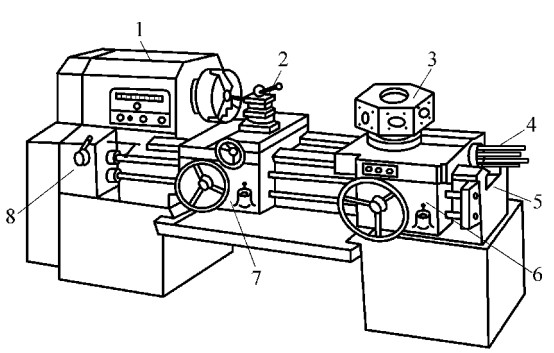


图 3-6 转塔车床

1—主轴箱；2—四方刀架；3—转塔刀架；4—定程装置；
5—床身；6—转塔刀架溜板箱；7—四方刀架溜板箱；8—进给箱

转塔车床在结构上没有丝杠和尾座，代替卧式车床尾座的是一个可旋转换位的转塔刀架。该刀架可按加工顺序同时安装钻头、铰刀、丝锥以及装在特殊刀夹中的各种车刀共 6 把。另外还有一个与卧式车床相似的四方刀架，两个刀架配合使用，可同时对零件进行加工。机床上还有定程装置，可控制加工尺寸。

3.2.4 车床传动

车床的传动系统由两部分组成，即主运动传动系统和进给运动传动系统。图 3-7 所示为 C6132 车床的传动系统简图，下面以此为例进行说明。

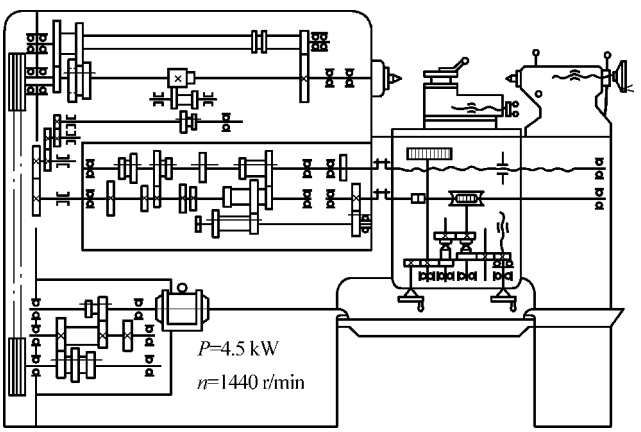


图 3-7 C6132 车床传动系统简图

1. 主运动传动系统

从电动机经变速箱和主轴箱使主轴旋转，称为主运动传动系统。电动机的转速是不变的，为 1440r/min。通过变速箱后可获得 6 种不同的转速，这 6 种转速通过带轮可直接传给主轴，也可再经主轴箱内的减速机构获得另外 6 种较低的转速。因此，C6132 车床的主轴共有 12 种不同的转速。另外，通过电动机的反转，主轴还有与正转相适应的 12 种反转转速。

2. 进给运动传动系统

主轴的转动经进给箱和溜板箱使刀架移动，称为进给运动传动系统。车刀的进给速度是与主轴的转速配合的，主轴转速一定，通过进给箱的变速机构可使光杠获得不同的转速，再通过溜板箱又能使车刀获得不同的纵向或横向进给量；也可使丝杠获得不同的转速，加工出不同螺距的螺纹。另外，调节正反走刀手柄可获得与正转相适应的反向进给量。

3.3 车　　刀

在金属切削加工中，虽然车刀的种类及形状多种多样，但其材料、结构、角度、刃磨及安装基本相似。

3.3.1 车刀的结构

车刀由刀头和刀杆两部分组成，刀头是车刀的切削部分，刀杆是车刀的夹持部分。车刀从结构上分为 4 种形式，即整体式、焊接式、机夹式、可转位式车刀。

车刀是一种单刃刀具，其种类很多，按用途可分为外圆车刀、端面车刀、镗刀、成形车刀、螺纹车刀、切断刀等。

车刀按结构形式分以下几种：

（1）整体式车刀　车刀的切削部分与夹持部分的材料相同，用于在小型车床上加工零件或加工有色金属及非金属，高速钢刀具即属此类，如图 3-8 所示。

（2）焊接式车刀　车刀的切削部分与夹持部分的材料完全不同。切削部分材料多以刀片形式焊接在刀杆上，常用的硬质合金车刀即属此类。焊接方式适用于各类车刀，特别是较小的刀具，如图 3-9 所示。

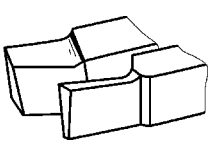


图 3-8　整体式车刀

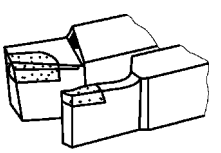
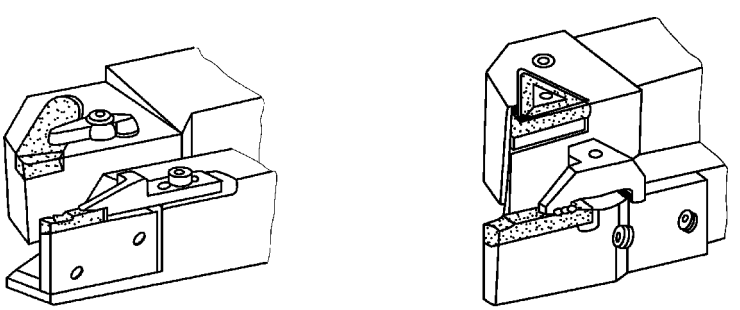


图 3-9　焊接式车刀

（3）机夹式车刀　分为机械夹固重磨式和不重磨式，前者用钝可集中重磨；后者切削刃用钝后可快速转位再用，也称机夹可转位式刀具，特别适用于自动生产线和数控车床。

机夹式车刀避免了刀片因焊接产生的应力、变形等缺陷，刀杆利用率高，如图 3-10 所示。



(a)　　(b)

图 3-10　机夹式车刀

（a）机夹重磨式车刀；（b）机夹不重磨式车刀

车刀的结构特点及其适用场合见表 3-2。

表 3-2 车刀的结构特点及其适用场合

名 称	特 点	适 用 场 合
整体式	用整体高速钢制造,刃口可磨得较锋利	小型车床或加工非铁金属
焊接式	焊接硬质合金或高速钢刀片,结构紧凑,使用灵活	各类车刀特别是小刀具
机夹式	避免了焊接产生的应力、裂纹等缺陷,刀杆利用率高。刀片可集中刃磨获得所需参数;使用灵活方便	外圆、端面、镗孔、切断、螺纹车刀等
可转位式	避免了焊接式车刀的缺点,刀片可快速转位;生产率高;断屑稳定;可使用涂层刀片	大中型车床加工外圆、端面、镗孔,特别适用于自动线、数控机床

3.3.2 车刀的刃磨

车刀(指整体车刀与焊接式车刀)用钝后是在砂轮机上重新刃磨的。

1. 砂轮的选择

砂轮的特性由磨料、粒度、硬度、结合剂和组织 5 个因素决定,以下主要介绍前三个要素。

1) 磨料

常用的磨料有氧化物系、碳化物系和高硬磨料系 3 种。工厂常用的是氧化铝砂轮和碳化硅砂轮。氧化铝砂轮磨粒硬度低(2000～2400HV)、韧性大,适用于刃磨高速钢车刀,其中白色的叫做白刚玉,灰褐色的叫做棕刚玉。碳化硅砂轮的磨粒硬度比氧化铝砂轮的磨粒高(2800HV 以上),性脆而锋利,并且具有良好的导热性和导电性,适用刃磨硬质合金。其中常用的是黑色和绿色的碳化硅砂轮,而绿色的碳化硅砂轮更适合刃磨硬质合金车刀。

2) 粒度

粒度表示磨粒大小的程度,以磨粒能通过每英寸长度上的孔眼的个数作为表示符号。例如 60 粒度是指磨粒正好可通过每英寸长度上有 60 个孔眼的筛网。因此,数字越大则表示磨粒越细。粗磨车刀应选磨粒号数小的砂轮,精磨车刀应选号数大(即磨粒细) 的砂轮。

3) 硬度

砂轮的硬度是反映磨粒在磨削力作用下,从砂轮表面上脱落的难易程度。砂轮硬,即表面磨粒难以脱落;砂轮软,表示磨粒容易脱落。砂轮的软硬和磨粒的软硬是两个不同的概念,必须区分清楚。刃磨高速钢车刀和硬质合金车刀时应选软或中软的砂轮。

综上所述,应根据刀具材料正确选用砂轮。刃磨高速钢车刀时,应选用粒度为 46 号到 60 号的软或中软的氧化铝砂轮。刃磨硬质合金车刀时,应选用粒度为 60 号到 80 号的软或中软的碳化硅砂轮,两者不能搞错。

2. 车刀刃磨的步骤

(1) 磨主后刀面,同时磨出主偏角及主后角,如图 3-11(a)所示;

(2) 磨副后刀面,同时磨出副偏角及副后角, 如图 3-11(b)所示;

(3) 磨前面,同时磨出前角, 如图 3-11(c)所示;

(4) 修磨各刀面及刀尖，如图 3-11(d)所示。

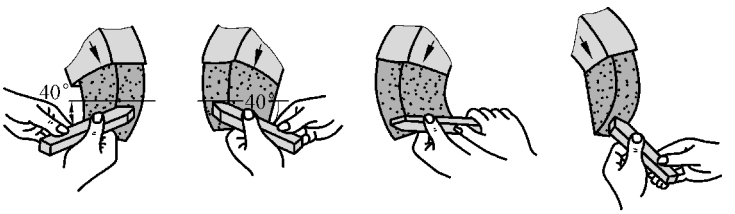


图 3-11 外圆车刀刃磨的步骤

3. 刃磨车刀的姿势及方法

(1) 人站立在砂轮机的侧面，以防砂轮碎裂时，碎片飞出伤人。

(2) 两手握刀的距离放开，两肘夹紧腰部，以减小磨刀时的抖动。

(3) 磨刀时，车刀要放在砂轮的水平中心，刀尖略向上翘 3°～8°，车刀接触砂轮后应作左右方向水平移动；当车刀离开砂轮时，车刀需向上抬起，以防磨好的刀刃被砂轮碰伤。

(4) 磨后刀面时，刀杆尾部向左偏过一个主偏角的角度；磨副后刀面时，刀杆尾部向右偏过一个副偏角的角度。

(5) 修磨刀尖圆弧时，通常以左手握车刀前端为支点，用右手转动车刀的尾部。

4. 磨刀安全知识

(1) 刃磨刀具前，应首先检查砂轮有无裂纹，砂轮轴螺母是否拧紧，并经试转后使用，以免砂轮碎裂或飞出伤人。

(2) 刃磨刀具不能用力过大，否则会使手打滑而触及砂轮面，造成工伤事故。

(3) 磨刀时应戴防护眼镜，以免砂砾和铁屑飞入眼中。

(4) 磨刀时不要正对砂轮的旋转方向站立，以防意外。

(5) 磨小刀头时，必须把小刀头装入刀杆上。

(6) 砂轮支架与砂轮的间隙不得大于 3mm，如发现过大，应调整适当。

3.3.3 车刀的安装

车刀必须正确牢固地安装在刀架上，如图 3-12 所示。

车刀安装的基本要求如下：

(1) 刀尖应与车床主轴轴线等高且与尾座顶尖对齐，刀杆应与零件的轴线垂直，其底面应平放在方刀架上。

(2) 刀头伸出长度应小于刀杆厚度的 1.5～2 倍，以防切削时产生振动，影响加工质量。

(3) 刀具应垫平、放正、夹牢。垫片数量不宜过多，以 1～3 片为宜，一般用两个螺钉交替锁紧车刀。

(4) 锁紧方刀架。

(5) 装好零件和刀具后，检查加工极限位置是否会干涉、碰撞。