



国家职业教育技能培训系列教材

“双证制”教学改革用书

车工实训教程

(丰田教学模式)

Chegong Shixun Jiaocheng

明立军 文恒钧 主编



本书是根据高等职业教育高技能型人才培养的基本要求,借鉴“丰田教学模式”实训方法而编写的。本书共分四个单元,具体包括车工基本功训练、技能技巧训练、典型零件的车削、较复杂零件的车削等4个部分。主要内容有车削的基本知识、车外圆柱面、车内圆柱面、车圆锥、车成形面、车刀、车螺纹、车蜗杆、车多线螺纹、切削原理与刀具、工件定位与车床夹具、车偏心工件、车曲轴、车双孔连杆、车细长轴、车薄壁套、车削工艺分析与综合课题。车多头蜗杆、车较复杂偏心工件、车长丝杠、综合课题与多件组合课题。

本书主要供中、高等职业技术学院机械类专业车工实训教学使用,也可作为职业培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

车工实训教程(丰田教学模式)/明立军,文恒钧主编. —北京:机械工业出版社,2007.2

(国家职业教育技能培训系列教材)

“双证制”教学改革用书

ISBN 978-7-111-20989-8

I. 车... II. ①明...②文... III. 车削—技术培训—教材 IV. TG51

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第025645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:王世刚、汪光灿 责任编辑:汪光灿 版式设计:冉晓华

责任校对:陈延翔 封面设计:张静 责任印制:洪汉军

北京汇林印务有限公司印刷

2007年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.75印张·409千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-20989-8

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379193

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书将知识与技能融合为一体,以探索新的职业技能训练教学形态,提高技能训练课的教学质量,突出能力本位为基本指导思想,在借鉴劳动和社会保障部理论与技能训练“一体化”教材改革成果的基础上,以“丰田教学模式”车工实习课的内容要求为主线,由具有丰富实习与理论教学经验的教师编写。在教育部“机械加工技术”示范专业教学中使用,效果良好。

书中内容选定以“国家职业标准”为依据,以车工实习操作技能为主体。本工种初、中、高三个等级的内容分类是按不同阶段、不同程度的典型工件和能力要求而划分的。

本书在编写中力求突出以下几个特点:

1. 在实习课题中引入了“丰田教学模式”——丰田汽车公司高等学园实习教学模式。车床操作实习在引入课题制作训练的工艺流程和工艺方法上,突出操作过程的程序化、规范化的同时,保留了车工工艺学中先进的理论部分,按理论结合实践“一体化”的教学要求,围绕技能训练,对车工技术实习课程进行了整合。

2. 以劳动过程作为课题的加工步骤和排序方法,教学过程合理自然,符合技能形成的规律,符合车工岗位实际劳动过程的要求。

3. 在知识的系统性和全面性上,对传统教材内容作出了相应的调整,相关理论知识以支承技能训练为主,把够用为度作为内容取舍的主要标准。

4. 教材在充分满足初、中、高级工参加培训和自学需要的同时,还选用了国际技能竞赛的相关试题,目的在于开阔眼界,激励学生学习的兴趣。

5. 课题技能训练的标准既符合生产实践的需要又接近竞赛训练的要求,目的在于在满足生产岗位需求的同时逐步走向国际奥林匹克技能竞赛。

本书由沈阳职业技术学院汽车分院明立军、文恒钧、韩旭、葛岳、李俊、王世国、姚宝峰、刘春光编写。明立军、文恒钧任本书主编。本书在编写过程中得到学校领导及教务处、机电工程系、科研处和实习厂的大力支持和帮助,在此致以谢意。

尽管我们为书的编写付出了极大的努力,但对于如何适应职业教育改革创新要求,符合时代精神还欠缺实践经验。因此,对于书中不当之处,望同行专家给予批评和指正,并提出宝贵建议和意见。

编 者

2006.12

目 录

前言

第一单元 车工基本功训练 1

课题一 车削的基本知识 1

第一节 CA6140 车床简介 1

第二节 文明生产与安全技术 4

第三节 车床的维护与保养 5

第四节 车刀简介 6

第五节 切削用量的基本概念 10

第六节 切削液 12

练习题 13

课题二 车外圆柱面 14

第一节 车外圆、端面 and 台阶 14

第二节 切断和车外沟槽 37

练习题 52

课题三 车内圆柱面 53

第一节 钻孔 53

第二节 车孔 58

练习题 69

课题四 车圆锥 70

练习题 88

课题五 车成形面 89

第一节 车曲面 89

第二节 滚花 93

练习题 96

课题六 车刀 97

第一节 外圆车刀 97

第二节 车刀刃磨 99

练习题 100

课题七 车螺纹 101

第一节 车三角螺纹 101

第二节 车梯形螺纹 115

练习题 124

课题八 综合课题 125

第二单元 技能技巧训练 135

课题一 车蜗杆 135

练习题 140

课题二 车多线螺纹 141

练习题 144

课题三 切削原理和刀具 145

第一节 金属切削过程 145

第二节 车刀切削部分几何参数的选择 ... 152

第三节 切削用量的选择 156

第四节 断屑 157

第五节 减小工件表面粗糙度值的方法 ... 160

练习题 163

课题四 工件定位与车床夹具 164

第一节 工件定位 164

第二节 车床夹具 174

练习题 178

课题五 车偏心工件 179

练习题 188

课题六 综合课题 189

第三单元 典型零件的车削 197

课题一 车曲轴 197

练习题 201

课题二 车双孔连杆 202

练习题 204

课题三 车细长轴 205

练习题 209

课题四 车薄壁套 210

练习题 212

课题五 车削工艺分析与综合课题	213	课题二 车复杂偏心工件	236
第一节 定位基准选择	213	练习题	239
第二节 车削工艺分析	217	课题三 车长丝杠	240
第三节 综合课题	225	练习题	245
第四单元 较复杂零件的车削	233	课题四 综合课题	246
课题一 车多头蜗杆	233	课题五 多件组合课题	253
练习题	235	参考文献	259

第一单元 车工基本功训练

由于卧式车床具有良好的特性和应用广泛等特点，要求车床操作工人的技能水平也相对较高。加强基本功训练，夯实基本功底，熟练掌握车床加工基本操作和基本技能十分必要。因此，强化车床基本功训练夯实基础是成为优秀技能工的前提条件。

课题一 车削的基本知识

第一节 CA6140 车床简介

车削加工是机械制造行业中被普遍应用的加工方法之一，而应用车床加工使用最多的设备是卧式车床，当前 CA6140 车床广泛的使用性和良好的操作性在诸多机床当中仍然是倍受欢迎的金属切削机床。CA6140 型车床是我国自行设计的卧式车床，和 C620—1 型车床相比较，它具有良好的性能，结构合理，操作方便，精度较高，而且外形美观，是一种应用广泛的卧式车床。其外形结构如图 1-1 所示。它由主轴箱、刀架、尾座、床身、床脚、丝杠、光杠、操纵杆、溜板箱、床脚、进给箱、交换齿轮箱等部分组成。

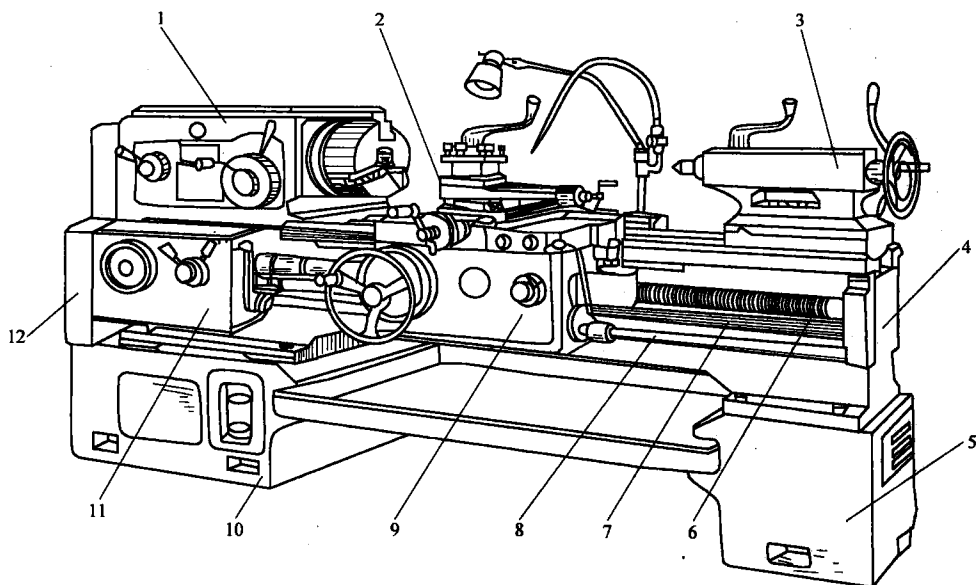


图 1-1 CA6140 型车床

- 1—主轴箱 2—刀架 3—尾座 4—床身 5—床脚 6—丝杠
7—光杠 8—操纵杆 9—溜板箱 10—床脚 11—进给箱 12—交换齿轮箱

CA6140 型车床型号如下:

C——类代号;

A——结构特性代号;

6——组代号 (落地及卧式车床组);

1——系代号 (卧式车床系);

40——代表车床床身最大工件回转直径的 1/10。

一、车床传动系统

CA6140 车床传动系统, 如图 1-2 所示。

现以 CA6140 车床为例, 介绍车床传动过程如图 1-1 所示。为了完成车削工作, 车床必须有主运动和进给运动的相互结合。主运动是通过电动机和带轮把运动传给主轴箱, 经过变速机构, 使主轴得到不同转速, 再经卡盘带动工件旋转。而进给运动是由主轴箱的旋转运动传到交换齿轮箱, 再经进给箱, 由丝杠或光杠驱动溜板箱联动溜板刀架, 从而控制车刀运动轨迹完成各种表面车削。

二、CA6140 车床主要技术规格

- 床身上工件最大回转直径: 400mm
- 中滑板上工件最大回转直径: 210mm
- 最大工件长度: (4 种) 750mm、1000mm、1500mm、2000mm
- 最大纵向行程: 650mm、900mm、1400mm、1900mm
- 中心高 (主轴中心到床身平面导轨距离) 205mm
- 主轴内孔直径: 48mm
- 主轴转速
 - 正转 (24 级): 10 ~ 1400r/min
 - 反转 (12 级): 14 ~ 1580r/min
- 车削螺纹范围
 - 米制螺纹 (44 种): 1 ~ 192mm
 - 英制螺纹 (20 种): 2 ~ 24 牙/in
 - 米制蜗杆 (39 种): 0.25 ~ 48mm
 - 英制蜗杆 (37 种): 1 ~ 96 牙/in
- 机动进给量
 - 纵向进给量 (64 种): 0.028 ~ 6.33mm/r
 - 横向进给量 (64 种): 0.014 ~ 3.16mm/r
- 床鞍纵向快速移动速度: 4m/min
- 中拖板横向快速移动速度: 2m/min
- 主电动机功率、转速: 7.5kW、1450r/min
- 快速移动电动机功率、转速: 0.25kW、2800r/min
- 机床工作精度
 - 精车外圆的圆度: 0.01mm
 - 精车外圆的圆柱度: 0.01mm/100mm
 - 精车端面的平面度: 0.02mm/400mm

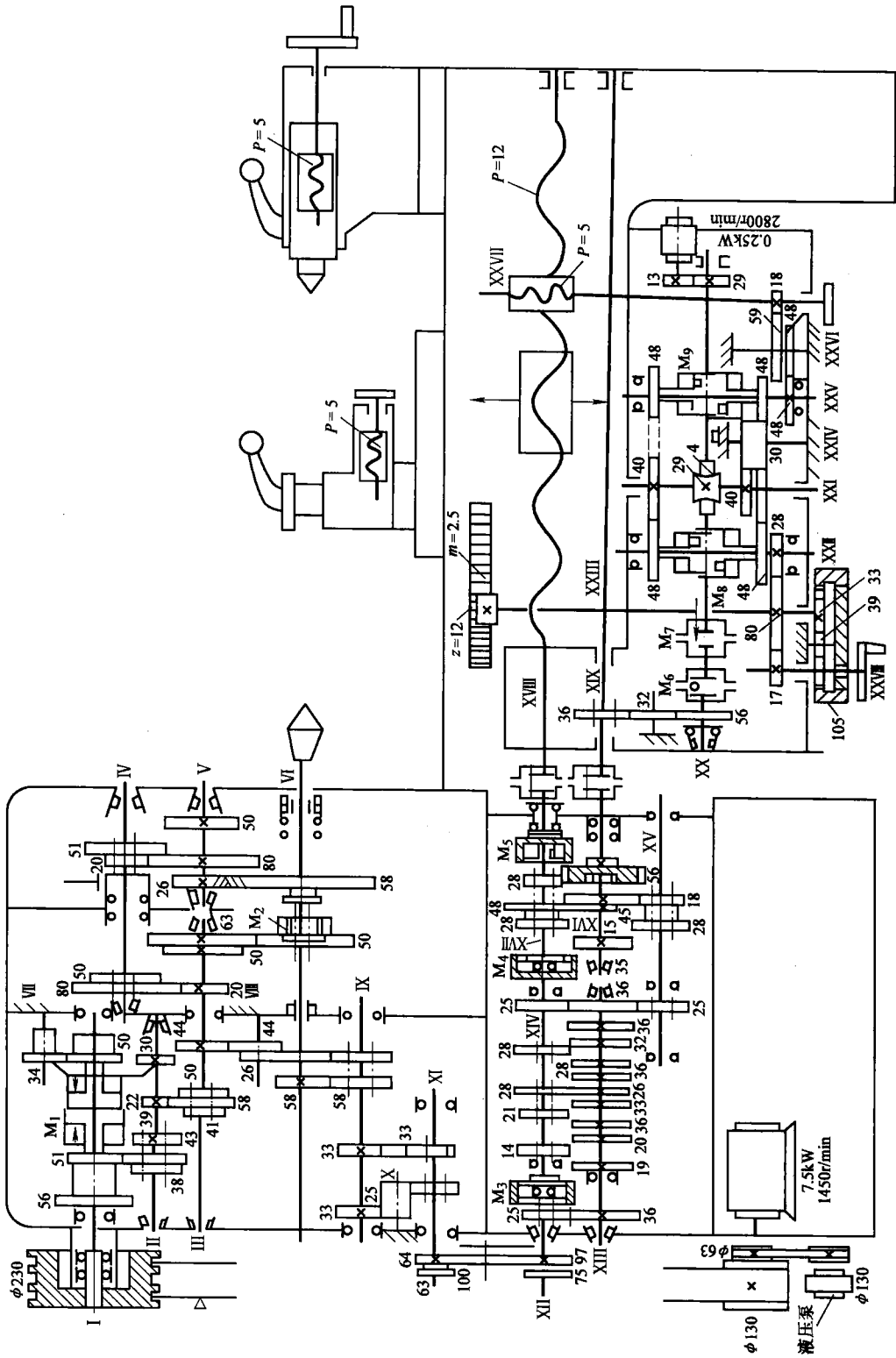


图 1-2 CA6140 车床传动系统

精车螺纹的螺距精度: $0.04\text{mm}/100\text{mm}$

$0.06\text{mm}/300\text{mm}$

精车表面粗糙度值: $R_a (0.8 \sim 1.6) \mu\text{m}$

第二节 文明生产与安全技术

一、文明生产

1) 开车前检查车床各部分机构及防护设备是否完好, 各手柄是否灵活、位置是否正确。检查各注油孔, 并进行润滑。然后使主轴空运转 $1 \sim 2\text{min}$, 待车床运转正常后才能工作。若发现车床有毛病, 应立即停车, 申报检修。

2) 主轴变速必须先停车, 变换进给箱手柄要在低速进行。为保持丝杠的精度, 除车削螺纹外, 不得使用丝杠进行机动进给。

3) 刀具、量具及工具等的放置要稳妥、整齐、合理, 有固定的位置, 便于操作时取用, 用后应放回原处。主轴箱盖上不应放置任何物品。

4) 工具箱内应分类摆放物件。精度高的应放置稳妥, 重物放下层, 轻物放上层, 不可随意乱放, 以免损坏和丢失。

5) 正确使用和爱护量具。量具要经常保持清洁, 用后擦净, 涂油, 放入盒内, 并及时归还工具室。所用量具必须定期校验, 以保证其度量准确。

6) 不允许在卡盘及床身导轨上敲击或校正工件, 床面上不准放置工具或工件。装卡、找正较重工件时, 应用木板保护床面。下班时若工件不卸下, 应用千斤顶支撑。

7) 车刀磨损后应及时刃磨, 不允许用钝刃车刀继续车削, 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) 批量生产的零件, 首先应送检。在确认合格后方可继续加工。精车工件要注意防锈处理。

9) 毛坯、半成品和成品应分开放置。半成品和成品应堆放整齐, 轻拿轻放, 严防碰伤已加工表面。

10) 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。

11) 使用切削液前, 应在床身导轨上涂润滑油, 若车削铸铁或车削气割下料的工件应擦去导轨上的润滑油。铸件上的型砂、杂质尽量去除干净, 以免损坏床身导轨面。切削液应定期更换。

12) 工作场地周围应保持清洁整齐, 避免杂物堆放, 防止绊倒。

13) 工作完毕后, 将所用过的物件揩净归位, 清理机床, 刷去切屑, 擦净机床各部位的油污; 按规定加注润滑油, 最后把机床周围打扫干净; 将床鞍摇至床尾一端, 各转动手柄放到空挡位置, 关闭电源。

二、安全技术

操作中必须提高执行安全纪律的自觉性, 严格遵守安全技术。

1) 工作时穿好工作服, 带好安全帽, 头发要塞入帽内。

2) 必须戴好防护眼镜, 以免切屑飞入眼中。

3) 工作时精力集中, 手和身体不能靠近正在旋转的工件, 不允许擅自离开车床做与工作无关的事。

- 4) 工件和车刀要装夹牢固, 以免飞出伤人。
- 5) 不准用手刹住转动中的卡盘。
- 6) 工件旋转时不能进行工件测量工作。
- 7) 清除切屑用铁钩, 不可用手直接清除。
- 8) 工件安装完毕, 卡盘扳手要及时取下。
- 9) 棒料不能伸出主轴后端, 否则要使用挡架或挡板, 以免伤人。
- 10) 在车床上工作时不准戴手套。

第三节 车床的维护与保养

一、车床日常保养

为了维护车床的加工精度, 保证加工质量, 延长其使用寿命, 必须学会对车床进行合理的维护与保养。

1) 每天工作后, 首先切断电源, 然后对车床各表面、各罩壳、各导轨面、丝杠、光杠、各位置手柄、操纵杆等进行擦拭, 做到无油污, 车床表面清洁。

2) 每周末要求保养导轨面, 包括床身导轨面、小中滑板导轨面及转动部位的清洁润滑。要保证油眼畅通, 油标清晰, 并清洗油绳和护床油毛毡, 清扫工作场地。

二、CA6140 车床的润滑要求

图 1-3 所示为 CA6140 型车床润滑系统润滑点的示意图。润滑部位用数字标出。图中除所注②处的润滑部位用 2 号钙基润滑脂进行润滑外, 其余各部位都用 30 号机油润滑。换油时, 应先将废油放尽, 然后用煤油把箱体内冲洗干净后, 再注入新油。注油时应用网过滤, 且油面不得低于油标中心线。

图 1-3 中③表示 30 号机油, 其分子数字表示润滑油类别, 其分母表示两班制工作时换(添)油间隔的天数, 如 $\frac{30}{7}$ 表示油类号为 30 号机油, 两班制工作时换(添)油间隔的天数为 7 天。

主轴箱内的零件用液压泵循环润滑或飞溅润滑。箱内润滑油一般三个月更换一次。主轴箱体上有一个油标, 若发现油标内无油输出, 说明液压泵系统有故障, 应立即停车检查断油的原因, 待修复后才能开动车床。

进给箱内的齿轮和轴承, 除了用齿轮飞溅润滑外, 在进给箱上部还有用于油绳导油润滑的储油槽, 每班应给储油槽加一次油。

交换齿轮箱中间齿轮轴承是黄油杯润滑, 每班一次。7 天加一次钙基脂。

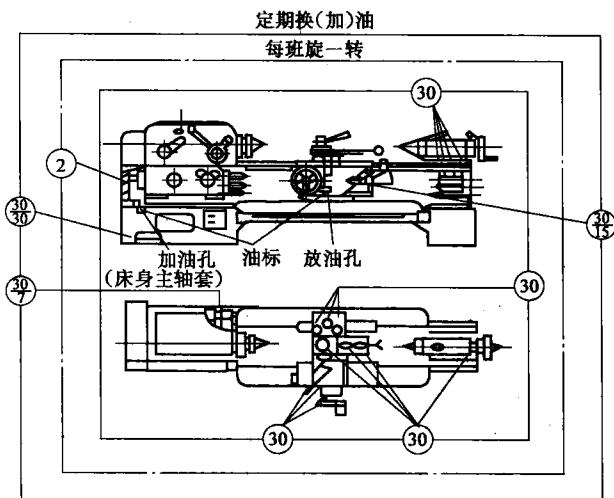


图 1-3 CA6140 型车床润滑系统

尾座和中、小滑板手柄及光杠、丝杠、刀架转动部位靠弹子油杯润滑，每班润滑一次。此外，床身导轨、滑板导轨在工作前后都要擦净，用油枪加油。

三、车床一级保养

当车床运转 500h 后，需要一级保养。保养以操作工人为主，维修工人配合进行。保养时首先切断电源，保养工作方可进行。具体保养内容要求如下：

(1) 外保养

- 1) 清洁床身外表及个罩盖，要求内外清洁，无锈蚀，无油污。
- 2) 清洁丝杠、光杠和操纵杆。
- 3) 检查螺钉、手柄是否齐全。

(2) 主轴箱

- 1) 清洗滤油器，使之无杂物。
- 2) 检查主轴是否松动。
- 3) 调整摩擦片和制动器。

(3) 滑板及刀架

清洗刀架，调整中、小滑板间隙（塞铁间隙、丝杠与螺母间隙）。

(4) 交换箱

- 1) 清洗齿轮轴并换油。
- 2) 调整齿轮啮合间隙。
- 3) 检查轴、套有无松动现象。

(5) 尾座 清洗尾座，保持内外清洁。

(6) 润滑

- 1) 清洗冷却泵、滤油器、盛液盘。
- 2) 畅通油路、油孔、清洁油线、油毡。
- (7) 清扫电动机、电器箱，电器装置稳固齐全。

第四节 车 刀 简 介

一、常用车刀的种类和用途

常用车刀按其用途分为：外圆车刀、端面车刀、切断刀、内孔车刀、螺纹车刀、成形车刀和机夹车刀等。常用车刀的几何形状见图 1-4。

90°外圆偏刀主要用来车削工件的外圆、阶台、端面，如图 1-4a、c 所示。

45°外圆弯头车刀主要用来车削外圆、端面、倒角，如图 1-4b 所示。

切断刀主要用来切断工件或切槽。如图 1-4d 所示。

内孔车刀用来车削内孔，如图 1-4e 所示。

成形车刀用于车削成形面，如图 1-4f 所示。

螺纹车刀用于车削螺纹，如图 1-4g 所示。

硬质合金可转位车刀，用机械夹固的方式将硬质合金刀片固定在刀杆上，更换刀片时只需调整一个角度，无需刃磨即可用新的切削刃继续切削，图 1-5 所示为硬质合金可转位车刀。

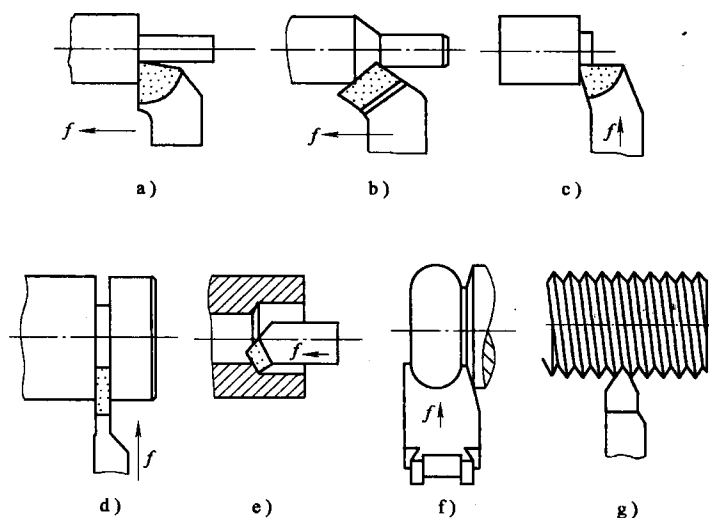


图 1-4 常用车刀种类和用途

- a) 90°外圆偏刀 b) 45°外圆弯头车刀 c) 端面车刀
d) 切断刀 e) 内孔车刀 f) 成形车刀 g) 螺纹车刀

二、切削部分材料

1. 对车刀材料的要求

车削时车刀切削部分要产生较大的切削抗力和高温下的摩擦力，因此刀具的寿命取决于刀片是否有良好的切削性能，因此车刀的切削部分必须具备高硬度、高耐磨性、耐热性以及足够的强度和韧性，除此之外应具有良好的工艺性以保证车刀材料的广泛应用。

2. 常用材料

高速钢（又称锋钢、白钢）：是一种含钨、铬、钒、钼等元素较多的高合金工具钢。常用的牌号为 W18Cr4V、W9Cr4V2 等。这种材料强度高，韧性好，能承受较大的冲击力，工艺性好，易刃磨成形，刃口锋利，常用于一般切削速度下的精车。但因其耐热性较差，故不适于高速切削。

目前，还有一类通过改变高速钢的化学成分而发展起来的高性能高速钢，如 95 W18Cr4V、W12Cr4V4Mo、W6Mo5Cr4V2Al 等。这类高速钢的硬度、耐磨性和耐热性等主要切削性能都优于普通高速钢。

硬质合金：由硬度和熔点均很高的碳化钨、碳化钛和胶结金属钴（Co）用粉末冶金方法制成，其硬度、耐磨性均很好，热硬性也很高，故其切削速度比高速钢高出几倍甚至几十倍，能加工高速钢无法加工的难加工的切削材料，但抗弯强度和冲击韧度比高速钢差很多。制造形状复杂刀具时，工艺上要比高速钢困难。硬质合金是目前应用最广泛的一种车刀材料，尤其适合高速切削（最高切削速度可达 220m/min）。

陶瓷：用氧化铝（ Al_2O_3 ）微粉在高温下烧结而成的陶瓷材料刀片，其硬度、耐磨性和耐热性均比硬质合金高。因此可采用比硬质合金高几倍的切削速度，并能使工件获得较小的

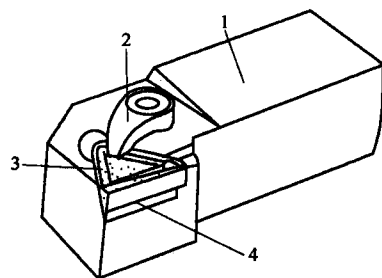


图 1-5 硬质合金可转位车刀

- 1—刀杆 2—夹紧装置
3—刀片 4—刀垫

表面粗糙度值和较好的尺寸稳定性。但陶瓷材料刀片最大的缺点是性脆，抗弯强度低，易崩刃。陶瓷材料刀片主要用于连续表面的车削场合。此外，还有一些高性能的刀具材料得到应用，如聚晶人造金刚石、立方碳化硼和热压氧化硅陶瓷等。

三、车刀几何形状

1. 车刀组成

车刀由刀体和刀柄组成，刀柄是刀具的夹持部分，刀体是刀具上夹持或焊接刀片的分。

刀体是车刀的切削部分，基本上由三面、两刃一尖组成，即前刀面、主后刀面、副后刀面、主切削刃、副切削刃、刀尖组成，如图 1-6 所示。

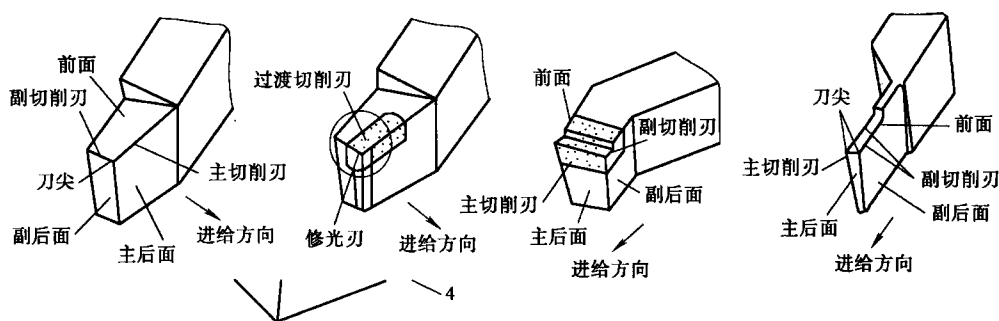


图 1-6 刀体的组成部分

前面：车刀上切屑流经的表面。

主后面：车刀上与工件过渡表面相对的表面。

副后面：车刀上与已加工表面相对的表面。

主切削刃：前面与主后面的交线。

副切削刃：前面与副后面的交线。

刀尖：是主切削刃与副切削刃的交点。为了增加刀尖强度，刀尖处磨成圆弧过渡刃。圆弧过渡刃又称为刀尖圆弧，一般硬质合金车刀刀尖圆弧 $r = 0.5 \sim 1\text{mm}$ 。所谓修光刃是副切削刃最前端一段平直切削刃，安装车刀时修光刃与进给方向平行，而且修光刃的长度应大于进给量 (f) 才能起到修光作用，如图 1-7 所示。

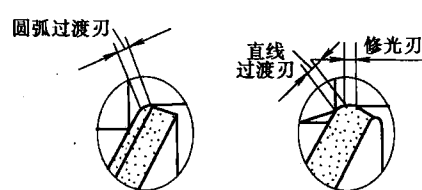


图 1-7 车刀修光刃

2. 确定车刀角度的辅助平面

为了确定和测量车刀的几何角度，通常假设三个辅助平面作为基准，即切削平面、基面和截面，如图 1-8 所示。

切削平面：切削平面是过车刀主切削刃上的某一选定点，并与工件的过渡表面相切的平面（见图 1-8a）。

基面：基面是过车刀主切削刃上某一选定点，并与该点切削速度方向垂直的平面（见图 1-8a）。

由于过主切削刃上某一选定点的切削速度方向和过该点并与工件上的过渡表面相切的方向是一致的，所以基面与切削平面互相垂直。

截面：截面有主截面和副截面之分。

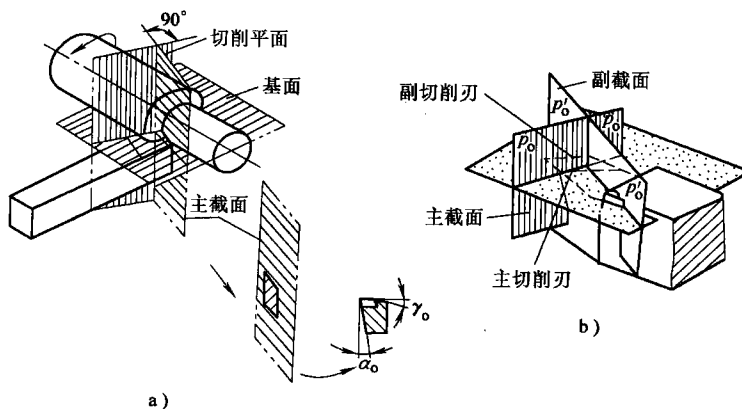


图 1-8 车刀几何角度的辅助平面

过车刀主切削刃上某一选定点，同时垂直于该点的切削平面和基面的平面叫主截面（见图 1-8b）。

过车刀副切削刃上某一选定点，同时垂直于该点的切削平面和基面的平面叫副截面（见图 1-8b）。

需提出的是：上述定义是假设切削时只有主运动，不考虑进给运动，刀柄的中心线垂直于进给方向，且规定刀尖对准工件中心，此时基面与刀柄底平面平行，切削平面与刀柄底平面垂直。这种假设状态称为刀具的“静止状态”。静止状态的辅助平面是车刀刃磨和标注角度的基准。

3. 车刀主要几何角度

车刀主要几何角度如图 1-9 所示。

1) 前角： (γ_o) 前角是前面与基面的夹角。

2) 后角： (α_o) 后角是后面与切削平面的夹角。在主截面内（见图 1-9 中的 p_o-p_o 平面）测量的是主后角 (α_o) ；在副截面内（见图 1-9 中的 $p'_o-p'_o$ 平面测量的是副后角 α'_o ）。

3) 楔角： (β_o) 楔角是在主截面内前面与后面之间的夹角。它的大小与前角和后角的大小有关，通常可由下式来计算：

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o)$$

4) 主偏角： (κ_r) 主偏角是主刀刃在基面上的投影与进给运动方向之间的夹角。

5) 副偏角： (κ'_r) 副偏角是副切削刃在基面上的投影与背离进给运动方向之间的夹角。

6) 刀尖角： (ϵ_r) 刀尖角是主切削刃和副切削刃在基面上的投影之间的夹角。它影响刀尖的强度和散热性能。其值按下式来计算：

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r)$$

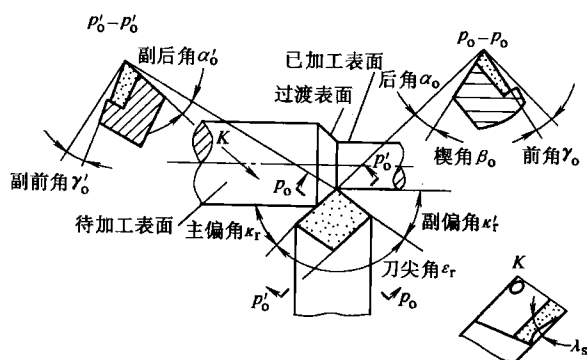


图 1-9 车刀切削部分主要角度

7) 刃倾角: (λ_s) 刃倾角是主切削刃与基面之间的夹角。

※ 关于切削部分主要几何角度的作用及选择安排在切削原理部分做详细说明。

第五节 切削用量的基本概念

一、车削运动

车削工件时, 车削运动主要分为工件的旋转运动和车刀的直线运动。

(1) 主运动 车削时工件的旋转运动称为主运动, 如图 1-10a 所示。

(2) 进给运动 使新的金属连续投入切削的运动。进给运动又分为纵向进给运动和横向进给运动, 如图 1-10b 所示。

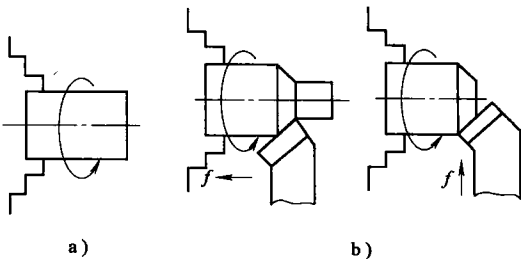


图 1-10 主运动与进给运动

二、切削时工件上的三个表面 (见图 1-11)

- 1) 已加工表面: 已经去除多余金属层的表面。
- 2) 过渡表面: 主切削刃在工件上形成的表面。
- 3) 待加工表面: 等待切除多余金属层的表面。

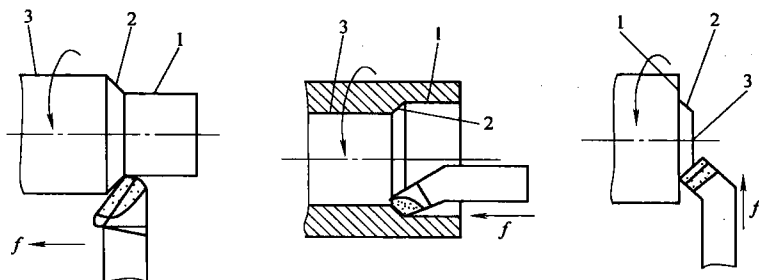


图 1-11 工件上的三个表面

1—已加工表面 2—过渡表面 3—待加工表面

三、切削用量

切削用量是度量主运动和进给运动大小的参数, 它包括背吃刀量、进给量和切削速度三要素。

(1) 背吃刀量 (a_p) 工件上已加工表面与待加工表面的垂直距离, 如图 1-12 所示。车断、车槽时切削刃的宽度就是背吃刀量。

车外圆时的背吃刀量为

$$a_p = (d_w - d_m) / 2$$

式中 a_p ——背吃刀量;

d_w ——待加工表面直径;

d_m ——已加工表面直径。

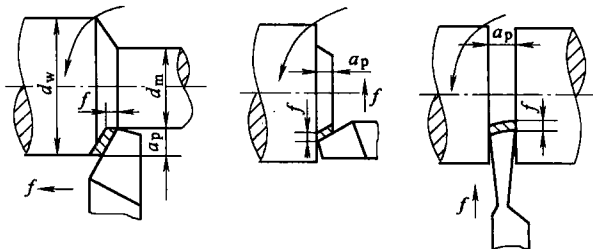


图 1-12 进给量和背吃刀量

(2) 进给量 (f) 工件每转动一转

车刀沿进给方向移动的距离称为进给量。其单位为 mm/r，如图 1-12 所示。进给量又分为纵向进给量和横向进给量。

$$(3) \text{ 切削速度 } (v_c = \frac{\pi dn}{1000})$$

式中 v_c ——切削速度 (m/min);

n ——车床主轴转速 (r/min);

d ——工件待加工表面直径 (mm)。

切削速度 v_c 是切削刃选定点相对于工件的主运动的瞬时速度，是衡量主运动大小的参数。

例：车削 $\phi 50\text{mm}$ 的工件外圆，选定切削速度 $v_c = 150\text{m/min}$ ，试确定车床主轴转速。

解：根据公式

$$n = 1000 v_c / \pi d = 1000 \times 150 / 3.14 \times 50 \text{r/min} \approx 955 \text{r/min}$$

计算出的主轴转数可在主轴箱铭牌中查找取相近的数值。

(4) 切削用量初步选择 切削用量选择对于保证加工质量、提高生产效率具有很重要的意义。而选择切削用量时受制约的条件有工件材料、刀具材料、刀具几何角度、机床性能等，这些都是制约切削用量选择的重要因素。

1) 粗车时切削用量的选择。粗车时，加工余量大，主要考虑尽可能提高生产效率和保证必要的刀具寿命。原则上应选较大的切削用量，但又不能同时将切削用量三要素都增大。合理的选择是：首先应选较大的背吃刀量，以减少进给次数。若有可能，最好一次将粗车余量切除。若余量太大一次无法切除时，可分为二次或三次，但第一次的背吃刀量尽可能大一些。对于切削表层有硬皮的锻、铸件毛坯尤其要这样，以防止刀尖过早磨损。其次，为缩短进给时间再选择较大的进给量。当背吃刀量和进给量确定之后，在保证车刀寿命的前提下，再选择一个相对大而且合理的切削速度。

2) 半精车、精车时切削用量的选择。半精车、精车阶段，加工余量较小，主要考虑保证加工精度和表面质量，当然也要注意提高生产效率及保证刀具寿命。

根据工艺要求留给半精车、精车的加工余量，原则上是在一次进给过程中切除，若工件的表面粗糙度值要求较大，一次进给无法达到表面粗糙度要求时，应分二次进给，但最后一次进给的背吃刀量不得小于 0.1mm。

半精车、精车时进给量应选得小一些。切削速度则应根据刀具材料选择。高速钢车刀应选较低的切削速度 ($v_c < 5\text{m/min}$) 以降低切削温度；硬质合金车刀应选择较高的切削速度 ($v_c > 80\text{m/min}$)。这样即可提高表面质量又可以提高生产效率。

3) 借鉴日本丰田汽车公司国际奥林匹克车工技能竞赛训练切削用量选择，以及根据我国国情基本状况，推荐切削用量基本参数如下，见表 1-1。

表 1-1 推荐的切削用量基本参数

CA6140 车床 材料 45 钢 (机械夹固) YT15			
	粗 车	半 精 车	精 车
基本参数	$a_p = 2.5 \sim 5\text{mm}$	$a_p = 0.35\text{mm}$	$a_p = 0.15\text{mm}$
	$f = 0.3\text{mm/r}$	$f = 0.05 \sim 0.1\text{mm/r}$	$f = 0.05 \sim 0.1\text{mm/r}$
	$v_c = 60 \sim 80\text{m/min}$	$v_c = 180 \sim 200\text{m/min}$	$v_c = 180 \sim 200\text{m/min}$

第六节 切 削 液

在切削过程中,金属切削层发生了变化,切屑与刀具前面的摩擦,刀具后面与过渡表面的摩擦,会产生大量的切削热,而使切削温度大大升高。如果在切削过程中能合理运用切削液,不仅使工件表面粗糙度值得到减小,还因为降低了切削力和切削温度,从而提高了刀具的寿命。

一、切削液的作用

切削液有冷却作用、润滑作用与冲洗作用。

(1) 冷却作用 切削液能吸收并带走切削区域大量的切削热,能有效地改善散热条件,降低刀具和工件的温度,从而延长了刀具的使用寿命,防止工件变形而产生的误差,为提高加工质量和生产效率创造了极为有利的条件。

(2) 润滑作用 由于切削液能渗透到切屑、刀具与工件接触面之间,并粘附在技术表面上,而形成一层极薄的润滑膜,则可减小切屑、刀具与工件之间的摩擦,降低切削力和切削热,减缓刀具的磨损,因此有利于保持车刀刃口锋利,提高工件表面加工质量。对于精加工,加注切削液显得尤为重要。

(3) 冲洗作用 在车削过程中,加注有一定压力和充足流量的切削液,能有效地冲走粘附在加工表面和刀具上的微小切屑及杂质,减少刀具磨损,减小工件表面粗糙度值。

二、切削液的种类

车削常用切削液有乳化液和切削油两大类。

(1) 乳化液 乳化液是用乳化油加 15~20 倍的水稀释而成,主要起冷却作用。其特点是粘度小,流动性好,比热大,能吸收大量的切削热。但因其中水份较多,故润滑、防锈性能差,若加入一定量的硫、氯等添加剂和防锈剂,可提高润滑效果和防锈能力。

(2) 切削油 切削油的主要成分是矿物油,少数采用动物油或植物油。这类切削液的比热小,粘度较大,散热条件稍差,流动性差,但润滑效果比乳化液好,主要起润滑作用。

常用的切削油是粘度较低的矿物油,如 10 号、20 号机油和轻柴油、煤油等。由于纯矿物油的润滑效果不理想,通常在其中加入一定量的添加剂和防腐剂,以提高其润滑性能和防锈性能。

动、植物油作切削油虽然能形成较牢固的润滑膜,润滑效果较好,但容易变质,而使其应用受到限制。

三、冷却时的注意事项

1) 车削铸铁时一般不用切削液,原因是因为小的切屑容易堵塞冷却系统。

2) 一般钢件可选乳化液。

3) 车削不锈钢或耐热钢应选极压油或极压乳化液。

4) 使用高速钢刀具可选用乳化液,精加工时可选用高浓度的切削油或乳化液。

5) 硬质合金刀具一般不采用切削液,原因是硬质合金材料硬、脆,冷却后容易产生炸裂现象。