

新时代中等职业教育立体化精品教材

车工工艺与技能训练

主编 陈宏志 徐全举



汕头大学出版社

新时代中等职业教育立体化精品教材

车工工艺与技能训练

主 审 熊效军 黄胜军

主 编 陈宏志 徐全举

编 委 汪少辉 王 玲 郭 燕 黎瑞军



汕头大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

车工工艺与技能训练 / 陈宏志, 徐全举主编.
汕头: 汕头大学出版社, 2024. 8. — ISBN 978-7-5658-
5380-7

I. TG510.6

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024TG8943 号

车工工艺与技能训练

CHEGONG GONGYI YU JINENG XUNLIAN

主 编: 陈宏志 徐全举

责任编辑: 汪艳蕾

责任技编: 黄东生

封面设计: 易 帅

出版发行: 汕头大学出版社

广东省汕头市大学路 243 号汕头大学校园内 邮政编码: 515063

电 话: 0754-82904613

印 刷: 天津市蓟县宏图印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 10.25

字 数: 220 千字

版 次: 2024 年 8 月第 1 版

印 次: 2024 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 49.80 元

ISBN 978-7-5658-5380-7

版权所有, 翻版必究

如发现印装质量问题, 请与承印厂联系退换

前 言

随着我国大力发展装备制造业，社会及企业对技能型人才的知识与技能有了更高的要求，需求量也越来越大，职业技术教育的模式也随之有了新的发展。车工作为一个传统的工种，在机械零件的生产中有不可替代的作用。为满足企业对技能型人才的需求，适应职业技术教育和专业教学改革的需要，我们编写了本书。本书以理论知识为基础，以操作技能为主线，比较全面地介绍了车工基础操作，力求突出实用性和可操作性，以利于技能型人才的培养。本书介绍了职业院校工科学生应了解的重要工艺方法和实践操作，它不仅可以让学生获得机械制造的基础知识，了解普通机床加工的一般操作，提高学生的操作技能和动手能力，而且能加强学生理论联系实际，提高学生工程实践的能力，培养其工程素质。

本书内容包括车削基础知识、常用量具认识与使用、轴类零件加工、套类零件加工、成形面和表面修饰加工、螺纹加工、多件组合车削。全书由熊效军、黄胜军担任主审，陈宏志、徐全举担任主编，汪少辉、王玲、郭燕、黎瑞军参与编写。

本书在编写过程中得到了一线生产部门专家的指点，也得到同行老师们的积极支持与帮助，在此一并表示感谢。本书可作为中职院校机械专业学生的教材使用，也可供机械加工从业人员的参考书。

由于编者水平有限，不足之处敬请读者指正。

编 者
2024 年 1 月

目 录

项目一 车削基础知识

任务一	机械加工安全文明生产教育	2
任务二	车床的认识与操作	4
任务三	车床的润滑与维护保养	7
任务四	车刀简介	9

项目二 常用量具认识与使用

任务一	游标卡尺的使用	22
任务二	千分尺的使用	25

项目三 轴类零件加工

任务一	车外圆、端面和台阶	30
任务二	切断和车槽	40
任务三	车外圆锥面	49
任务四	车偏心	55

项目四 套类零件加工

任务一	车孔	64
任务二	铰孔	77

项目五 成形面和表面修饰加工

任务一	车成形面及修光	84
任务二	滚花	94





项目六 螺纹加工

任务一	车削普通外螺纹	102
任务二	车削普通内螺纹	119
任务三	攻螺纹	130
任务四	套螺纹	134

项目七 多件组合车削

任务一	车梯形螺纹偏心组合件	138
任务二	车偏心四件套组合件	147

参考文献





项目一 车削基础知识

[教学目标]

序号	教学目标	具体内容
1	素养目标	1) 培养学生分析问题、解决问题的能力 2) 培养学生勤实践、多动手、爱动脑的好习惯 3) 培养学生的团队协作能力，能团结互助完成教学任务
2	知识目标	1) 了解车工安全文明操作的重要性 2) 了解车刀安装对车削加工的影响 3) 了解和熟悉车床上各个部件的作用
3	技能目标	1) 熟知车工安全生产、文明生产的相关内容 2) 能进行简单的机床操作 3) 能熟练地进行刀具和工件的安装

[任务要求]

- 1) 注重集体协作，严格按照指导教师的安排进行机床操作训练。
- 2) 以小组为单位，分组进行机床操作训练。

[任务实施]

以任务驱动法和基于工作过程导向贯穿整个单元的教学过程，在任务实施过程中灵活运用讲授、提问、讨论、演示、巡回指导等教学方法。

[任务耗材]

根据实际情况进行准备。

[工时安排]

序号	内容	工时安排
任务一	机械加工安全文明生产教育	2
任务二	车床的认识与操作	2
任务三	车床的润滑与维护保养	2
任务四	车刀简介	4



任务一 机械加工安全文明生产教育

在我国的机械制造行业中，车床在金属切削机床的配置中约占 50%。在实际生产中，大多数机械零件是通过车床加工生产的。车工加工工艺守则是车工在车削加工零件的过程中应遵守的基本规则，是教师指导学生进行技能训练的重要依据，是实际生产中应自觉遵守、认真执行的具有约束性的规定。

坚持安全第一、文明生产是防止工伤和设备事故的重要保证，是教学管理的重要内容之一。安全文明生产的一些具体要求是长期生产活动中经验和教训的总结，必须严格执行。

一、安全文明生产的注意事项

- 1) 工作时应穿工作服，戴袖套。女生应戴工作帽，辫子或长发应盘起来塞在工作帽内。
- 2) 禁止穿背心、裙子、短裤、拖鞋或高跟鞋以及戴围巾进入实训场地。
- 3) 严格遵守安全操作规程。
- 4) 注意防火和安全用电。
- 5) 车床使用前应进行如下检查：
 - ①各移动手柄、变速手柄的原始位置是否正确。
 - ②手摇各进给手柄，检查进给运动是否正常。
 - ③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，检查运动是否正常。
 - ④主轴回转时，检查齿轮是否能把润滑油甩出来。
- 6) 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，必须随即将卡盘扳手从卡盘上取下。
- 7) 装卸工件、更换刀具、变换速度、测量加工表面时，必须先停车。
- 8) 不准戴手套操作车床或测量工件。
- 9) 操作车床时，必须集中精力，注意身体和衣服不要靠近回转中的工件，头不能离工件太近。
- 10) 操作车床时，严禁离开工作岗位，不准做与操作内容无关的其他事情。
- 11) 应使用专用铁钩清除切屑，不准用手直接清除。
- 12) 操作中若出现异常现象，应及时停车检查；出现故障、事故时应立即切断电源，及时申报，由专业人员维修，车床未修复不得使用。



普车安全操作规程
及文明生产

二、安全文明生产要求

- 1) 爱护并正确使用刀具、量具、工具，操作后放置稳妥、整齐，并存放在固定位置以便操作时使用，用后应放回原处。



- 2) 爱护车床和车间的其他设备及设施。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，精密的物件应放置稳妥，不可随意乱放，以免其损坏和丢失。
- 4) 量具应经常保持清洁，用后应擦净、涂油，放入盒内，并及时归还至工具室。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限内，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，床面上不准放置工具或工件。
- 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，应用千斤顶支承住。
- 7) 车刀磨损后，应及时刃磨，不允许用钝刃车刀继续切削，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率。
- 8) 车削铸铁或气割下料的工件前，应擦去车床导轨面上的润滑油，铸件上的型砂、杂质应尽可能去除干净，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。半成品和成品应堆放整齐、轻拿轻放，严防碰伤已加工表面。
- 11) 工件图样、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。

三、磨刀室使用注意事项

磨刀室是车工专业安全事故发生率最高的地方，因此，保证磨刀室的安全是重中之重。

- 1) 学生训练磨刀必须在教师的指导和示范下进行。
- 2) 砂轮磨损过大、跳动严重时，必须及时修整以保证安全。
- 3) 严禁学生用砂轮端面磨刀。

四、车床起动的安全提示

- 1) 车床主轴箱变速必须停车进行。
- 2) 进给箱变换进给速度可在低速开机情况下进行。
- 3) 初学者使用车床车削螺纹时不能使用高速。



任务二 车床的认识与操作

在机械加工行业中，车床被认为是所有设备的工作“母机”。车床主要用于加工轴、盘、套类工件和其他具有回转表面、以圆柱体为主的工件，它是机械制造企业和修配工厂使用最广泛的一类机床。铣床和钻床等机械都是从车床引申出来的。古代的车床是靠手拉或脚踏，通过绳索使工件旋转，并由操作人员手持刀具切削工件的，如图 1-1 所示。

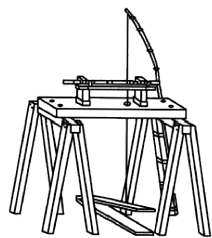


图 1-1 脚踏车床

1797 年，英国机械发明家莫兹利创制了使用丝杠传动刀架的现代车床，并于 1800 年采用交换齿轮来改变车床进给速度和被加工螺纹的螺距。1817 年，另一位英国人罗伯茨采用了四级带轮和背轮机构来改变主轴转速。为了提高机械自动化程度，1845 年，美国的菲奇发明了转塔车床。1848 年，美国又出现了回轮车床。1873 年，美国的斯潘塞制成一台单轴自动车床，不久他又制成三轴自动车床。20 世纪初出现了由单独电动机驱动的、配有齿轮变速箱的车床。

随着机械工业的发展和需要，各种高效自动车床和专业化车床迅速发展。为了提高制造小批量工件的生产率，20 世纪 40 年代末，带液压仿形装置的车床得到推广，与此同时，多刀车床也得到发展。20 世纪 50 年代中期，发展了带穿孔卡、插销板和拨码盘等的程序控制车床。数控技术于 20 世纪 60 年代开始应用于车床，这种车床称为数控车床（图 1-2），20 世纪 70 年代后得到迅速发展。

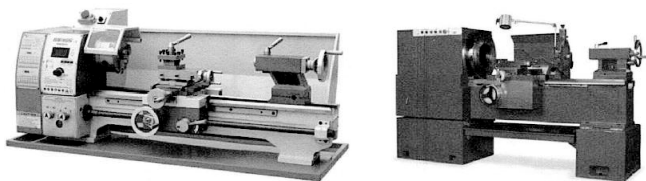


图 1-2 数控车床

1. 车床组成

CA6140A 型车床是职业院校车工教学的常用设备，如图 1-3 所示。

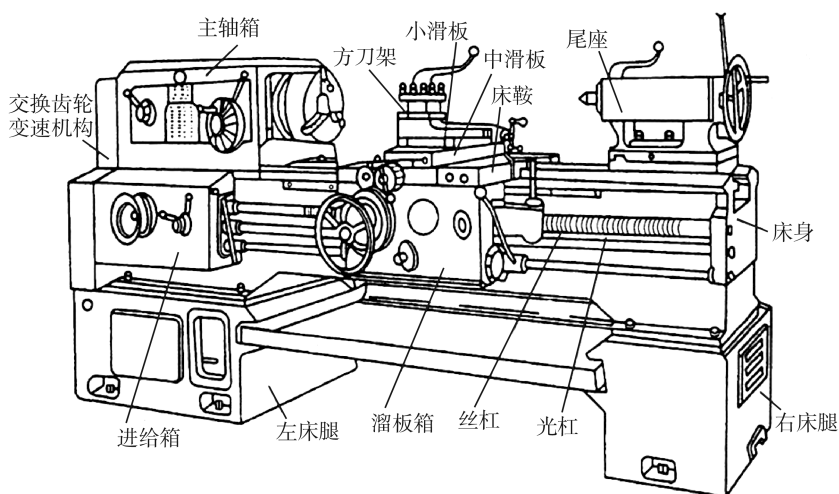


图 1-3 CA6140A 型车床



卧式车床
介绍及使用



2. 车床操作

- 1) 打开车床电源总开关（通称通电）。
- 2) 按下起动按钮（绿色），提起右侧操纵手柄，主轴低速正向旋转，训练车床正转、反转、停车。
- 3) 车床刻度盘的使用见表 1-1。

表 1-1 车床刻度盘的使用

刻度盘	度量移动的距离	手动时操作	机动时操作	整圈格数	车刀移动距离 / (mm/格)
床鞍刻度盘	纵向移动距离	床鞍手轮	机动进给手柄及快速移动按钮	200 格	1
中滑板刻度盘	横向移动距离	中滑板手柄		100 格	0.05
小滑板刻度盘	纵向移动距离	小滑板手柄	无机动进给	100 格	0.05

消除刻度盘空行程的方法如图 1-4 所示。

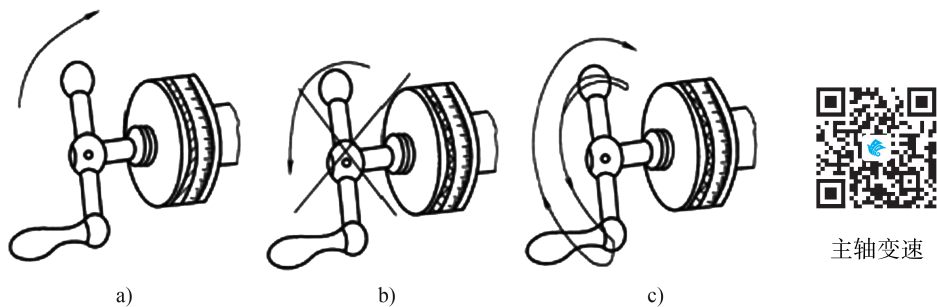


图 1-4 消除刻度盘空行程的方法

a) 摇过头 b) 错误：直接摇回 c) 正确：反转 2 圈，再摇至所需位置

4) 主轴箱变速训练（要求初学者进行下列类似实际操作练习）如下：

①调整主轴转速练习。

$$n = 30\text{r/min} \quad n = 132\text{r/min} \quad n = 700\text{r/min}$$

②调整进给量，见表 1-2。



进给调节

表 1-2 调整进给量

进给量 f / (mm/r)	0.11	0.22	0.44
调整手柄	$\frac{2}{A} - \frac{II}{S}$	$\frac{3}{A} - \frac{III}{S}$	$\frac{2}{A} - \frac{IV}{S}$

注：A、S、II、III、IV 表示手柄所处位置。

③调整螺距，见表 1-3。

表 1-3 调整螺距

螺距 P / mm	2	3	6
调整手柄	$\frac{3}{C} - \frac{III}{M}$	$\frac{6}{D} - \frac{III}{M}$	$\frac{3}{D} - \frac{IV}{M}$

注：C、D、M、III、IV 表示手柄所处位置。



5) 训练手感。

①左手握床鞍手柄，从床尾摇到床头，将后尾座推到床头，并要求学生把车床的后半部擦拭干净，导轨加润滑油后，再将尾座和床鞍摇回床尾。

训练目的：熟悉操作床鞍手柄及床鞍纵向移动的过程；养成良好的卫生习惯。

②右手握中滑板手柄，摇动手柄做横向移动，移动到最前端后，用布将车床中滑板两导轨和床鞍上部清理干净。中滑板导轨加润滑油后摇回原位。

训练目的：熟悉操作中滑板手柄及中滑板手柄横向移动的过程；培养学生养成良好的卫生习惯以及时刻保持工作场地干净整齐的卫生意识。

车床手柄操作及空车运转操作评价见表 1-4。

表 1-4 车床手柄操作及空车运转操作评价

项 目	内 容	配 分	评分 标准	评 价		
				自评	互评	师评
任务检测	观察车床的外形，说出车床各部分的名称及作用	40				
	主轴箱各手柄变速操作训练	5				
	进给箱各手柄位置变动操作训练	5				
	溜板箱各手柄位置变动操作训练	5				
	手动纵向进给、横向进给操作训练	5				
	小滑板直线进给、转动角度及进给训练	5				
	尾座移动及尾座套筒移动、固定操作训练	5				
职业素养	车床手柄操作正确	10				
	工作态度端正	10				
总分	着装符合要求	10				
	合计	100				
综合评价						



任务三 车床的润滑与维护保养

一、车床润滑的作用

为了保证车床的正常运转，减少磨损，延长使用寿命，应对车床的所有摩擦部位进行润滑，并注意日常的维护保养。

二、车床的润滑方式

车床的润滑可采用多种方式，常用的有以下几种：

1. 浇油润滑

它常用于外露的滑动表面，如床身导轨面和滑板导轨面等。

2. 溅油润滑

它常用于密闭的箱体中，如车床主轴箱中的转动齿轮将箱底的润滑油溅射到箱体上部的油槽中，然后经槽内油孔流到各润滑点进行润滑。

3. 油绳导油润滑

它常用于进给箱和溜板箱的油池中。利用毛线既吸油又易渗油的特性，通过毛线把油引入润滑点，间断地滴油润滑。

4. 弹子油杯注油润滑

它常用于尾座、中滑板手摇柄及丝杠、光杠、操纵杆支架的轴承处。定期用油枪端头油嘴压下油杯上的弹子，将油注入。油嘴撤去后，弹子又恢复原位，封住注油口，以防尘屑进入。

5. 润滑脂杯润滑

它常用于交换齿轮箱中交换齿轮架的中间轴润滑或不便于经常润滑处。先在润滑脂杯中加满钙基润滑脂，需要润滑时，拧紧油杯盖，杯中的润滑脂即可被挤压到润滑点中去。

6. 油泵输油润滑

它常用于转速高、需要大量润滑油连续强制润滑的结构，主轴箱内许多润滑点就是采用这种方式。

三、车床日常保养的要求

为了保证车床的加工精度、延长其使用寿命、保证加工质量、提高生产率，车工除了能熟练地操作机床外，还必须学会对车床进行合理的维护与保养。

车床的日常维护、保养要求如下：

- 1) 车床工作结束后切断电源，对车床各表面、导轨面、丝杠、光杠、操作手柄和操纵杆进行擦拭，做到无油污、无铁屑，保证车床外表清洁。
- 2) 每周保养床身导轨面和中、小滑板导轨面，保证转动部位的清洁、润滑；要求油





眼通畅、油标清晰，注意清洗油绳和保护车床的油毡，保持车床外表清洁和工作场地整洁。

四、车床一级保养的要求

当机床运行 500h 后，需要进行一级保养。一级保养工作以操作工人为主，在维修工人的配合下进行，保养时必须先切断电源，然后按下述顺序和要求进行操作。

1. 主轴箱的保养

- 1) 清洗过滤器，使其无杂物。
- 2) 检查主轴锁紧螺母有无松动、紧定螺钉是否拧紧。
- 3) 调整制动器及离合器摩擦片的间隙。

2. 交换齿轮箱的保养

- 1) 清洗齿轮、轴套，并在油杯中注入新油脂。
- 2) 调整齿轮啮合间隙。
- 3) 检查轴套有无晃动现象。

3. 滑板和刀架的保养

拆洗刀架和中、小滑板，洗净擦干后重新组装，并调整中、小滑板与镶条的间隙。

4. 尾座的保养

摇出尾座套筒，并擦净涂油，以保持其内外清洁。

5. 润滑系统的保养

- 1) 清洗切削液泵、滤油器和盛液盘。
- 2) 保证油路通畅，保持油孔、油绳、油毡清洁无铁屑。
- 3) 检查油质，保持油质良好、油杯齐全、油标清晰。

6. 电器的保养

- 1) 清扫电动机、电气箱上的尘屑。
- 2) 保证电气装置固定整齐。

7. 车床外表的保养

- 1) 清洗车床外表面及各罩盖，保持其内外清洁，无锈蚀、无油污。
- 2) 清洗光杠、丝杠、操纵杆。
- 3) 检查并补齐各螺钉、手柄球、手柄。

清洗擦净后，对各部件进行必要的润滑。





任务四 车刀简介

车刀是切削加工中应用最广泛的刀具之一。车刀的工作部分是产生、处理切屑的部分，包括切削刃、使切屑断碎或卷曲的结构、排屑或储存切屑的空间、切削液的通道等结构要素。

一、车刀的种类及材料

1. 车刀的组成

车刀由刀头和刀杆两个部分组成。刀杆是车刀上的夹持部分，用碳素结构钢制成，刀头是车刀参与切削的部分，也是车刀上最重要的部分，它由以下几个部分组成，如图 1-5 所示。

- 1) 前刀面：又称前面，是切屑流出、刀头与切屑相接触的刀面。
 - 2) 主后刀面：又称主后面，切削时刀头与工件加工表面相对的刀面。
 - 3) 副后刀面：又称副后面，切削时刀头与工件已加工面相对的刀面。
 - 4) 主切削刃：又称主刀刃，前面与主后面的交线，它担负着主要的切削工作。
 - 5) 副切削刃：又称副刀刃，前面与副后面的交线，也起切削作用，配合主切削刃完成切削工作，担任少量切削工作。
 - 6) 刀尖：主切削刃与副切削刃之间的尖角部分。
- 任何车刀都由以上几个部分组成，数目可能不完全相同，如切断车刀包含有两个副切削刃和两个刀尖组成。

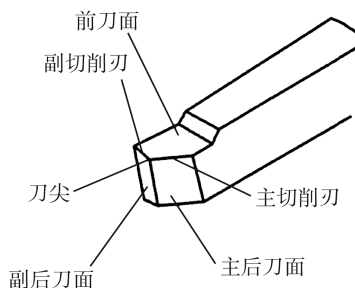


图 1-5 车刀切削部分的组成

2. 车刀的种类

按车刀用途分类可分为外圆车刀、端面车刀、切断和切槽刀、内孔车刀、螺纹车刀及成形车刀等。

- 1) 外圆车刀：外圆车刀用于车削工件的圆柱和圆锥的外表面，如图 1-6a、b 所示。外圆车刀按照走刀方向还可分为右偏刀和左偏刀。
- 2) 端面车刀：端面车刀用来车削端面和台阶，如图 1-6c 所示。车削时横向进给，为保证端面质量，必须具有合适的负偏角。
- 3) 切断和切槽刀：切断和切槽刀用来在工件表面上切沟槽和将工件切断，如图 1-6d 所示。
- 4) 内孔车刀：内孔车刀用来车削工件的圆柱孔和圆锥孔，如图 1-6e 所示。
- 5) 螺纹车刀：螺纹车刀用来车削内、外螺纹，如图 1-6f 所示。
- 6) 成形车刀：成形车刀是用于车削成形回转表面的专用刀具，如图 1-6g 所示。



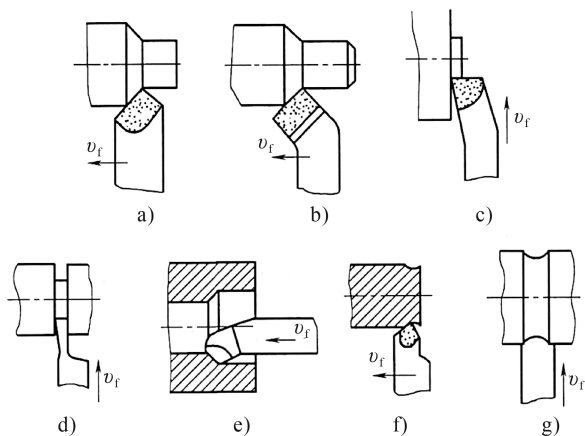


图 1-6 常用车刀的分类

- a) 直头车刀 b) 弯头车刀 c) 端面车刀 d) 切断车刀
e) 内孔车刀 f) 螺纹车刀 g) 成形车刀

3. 常用刀具材料

(1) 碳素工具钢 碳素工具钢淬火后硬度较高（60~64HRC），耐磨性较好，刃口锋利，但温度超过 200℃时硬度就明显下降。常用的碳素工具钢牌号有 T10A 和 T12A 等，可用来制造低速手用工具，如手用铰刀、锉刀和锯条等。

(2) 合金工具钢 它与碳素工具钢相比有较好的韧性、耐磨性和耐热性，还具有热处理变形小、淬透性好等优点，可用来制造丝锥、板牙等形状复杂的工具。常用的合金工具钢牌号有 9SiCr 及 CrWMn 等。

(3) 高速钢 高速钢耐热性好，当切削温度达到 540~620℃时仍能保持其切削性能，其韧性和工艺性也好，常用来制造车刀、钻头、铣刀、拉刀和齿轮加工刀具等。常用的钨系高速钢牌号有 W18Cr4V，钼系高速钢牌号有 W6Mo5Cr4V2 等。

(4) 硬质合金 硬质合金的硬度高、耐磨性好、耐高温，在切削温度达到 1000℃时还保持良好的切削性能。它的缺点是韧性差，不能承受较大的冲击力。常用的硬质合金有钨钴类（代号为 YG）、钨钛钴类（代号为 YT）和钨钛钽（铌）钴类（代号为 YW）等多种。

二、车刀的主要角度

1. 车刀的几何角度

车刀的几何角度有两种：一是标注角度，是设计、刃磨和测量刀具的角度，也称为静止角度；二是刀具安装在机床上进行切削时的角度，称为工作角度。通常所说的角度，是指标注角度。

车刀的切削角度共有以下七项，如图 1-7 所示。

(1) 前角 (γ_0) 车刀前面与基面之间在正交平面投影的角度。前角是切削部分的主要工作角度，直接影响主切削刃口的锋利程度和强度，影响切削变形和切削力。增大前角能使车刀刃口锋利，减小切削变形和摩擦，减小切削力和切削热，使切削省力，并使切屑

容易排出。前角过大将削弱刀尖强度，散热能力降低，刀具的寿命降低。

(2) 主后角 (α_o) 车刀主后面与切削平面之间在正交平面投影的角度。其主要作用是减少车刀主后刀面与工件之间的摩擦，主后角过大过小都会使刀具的寿命降低。

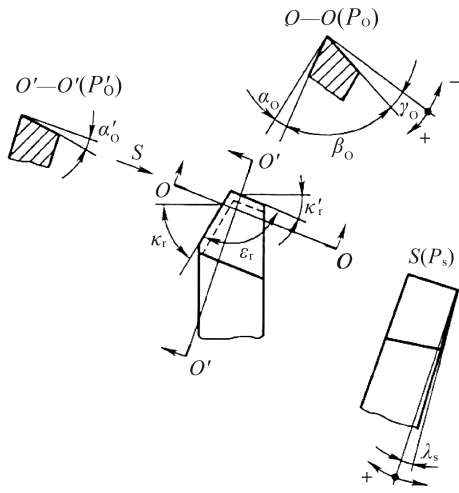


图 1-7 车刀的几何角度

(3) 副后角 (α'_o) 副切削平面在副截面内的夹角。副后角的主要作用是减少车刀后面与工件之间的摩擦，与主后角作用相似。

(4) 主偏角 (κ_r) 主切削刃与进给方向在基面上的投影之间的角度。主偏角的作用是改变主切削刃和刀头的受力情况和散热情况，影响主切削刃参与工作的长度。主偏角减小，刀尖部分的强度增加，散热条件较好；反之，刀尖强度降低，散热条件变差。主偏角还影响断屑效果。

(5) 副偏角 (κ'_r) 副切削刃与进给方向在基面上的投影的夹角。副偏角的主要作用是减少副切削刃与工件已加工表面之间的摩擦。

(6) 刀尖角 (ϵ_r) 主切削刃与副切削刃在基面上投影的夹角。刀尖角的大小影响已加工表面的粗糙度及副切削刃参与工作的长度。

(7) 刃倾角 (λ_s) 主切削刃与基面之间的夹角。刃倾角的主要作用是控制切屑的排出方向和刀尖承受冲击的能力，刃倾角有正值、负值和零度三种情况。

刃倾角等于零度时，切削过程中，切屑基本上沿前刀面卷曲流出或呈直线状流出，如图 1-8a 所示。以刀杆底面为基准，当刀尖是主切削刃的最高点时，刃倾角是正值。切削过程中，切屑流向工件待加工表面，切屑不会擦伤已加工表面，加工表面质量较高，如图 1-8b 所示。采用正刃倾角的车刀刀尖强度较差，受到冲击时，刀尖容易损坏。当刀尖是主切削刃的最低点时，刃倾角是负值。切削过程中，切屑排向工件已加工表面，容易擦伤已加工表面，如图 1-8c 所示。采用负刃倾角的车刀远离刀尖的切削刃处先接触工件，避免了刀尖受冲击，加强了刀尖强度，改善了刀尖处散热条件，有利于提高刀具寿命。

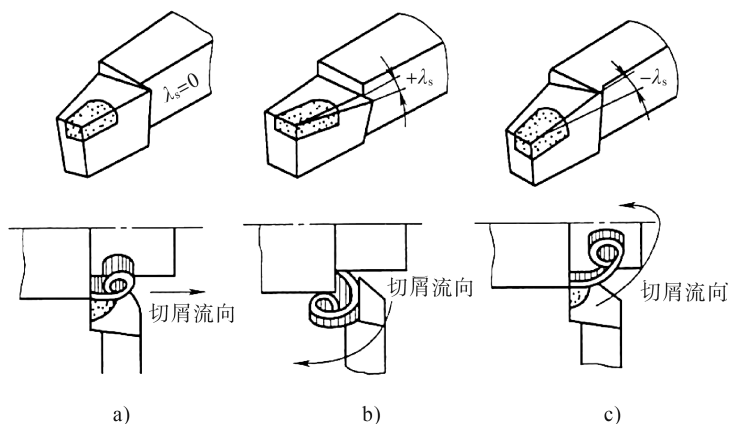


图 1-8 刃倾角

a) 零度 b) 正值 c) 负值

2. 车刀几何角度的选择

确定车刀的切削角度必须综合考虑工件材料、加工性质、工件形状及精度要求等因素。车刀较理想的角度应该是在生产实践中，根据各种因素在实践中总结得出。

合理地选择车刀几何角度可保证零件的加工精度和表面粗糙度、增大切削用量、减小刃口磨损、提高刀具寿命、提高效率并降低成本。

(1) 前角选择原则 加工脆性的材料与强度高、硬度高的材料时，应选用较小的前角；加工弹塑性材料与强度、硬度低材料时，前角应取较大值。

粗加工时，选取较小的前角，可以增加车刀的强度，使其能够承受粗车时较大的切削冲击力；精加工时，选取较大的前角，可以保证产品的精度及表面粗糙度，可以使车刀锋利而有利于切削。

刀具材料坚韧性好时，应选取较大的前角；刀具材料坚韧性差时，应选取较小的前角。

机床、夹具、工件和刀具系统刚性差时，应选取较大的前角。

(2) 后角选择原则 加工硬度高、机械强度大及脆性材料时，选取较小的后角；加工硬度低、机械强度小及弹塑性材料时，选取较大的后角。

粗加工时，选取较小的后角可以增强车刀强度；精加工时，选取较大的后角可以减小摩擦，有利于减小工件的表面粗糙度值。采用负前角车刀时，后角应选大些。

车刀与工件的刚性差时，选取较小的后角，因为减小后角可以增大车刀后面与工件表面的接触面积，有利于减小振动。

高速车削时应选较小的后角。

(3) 主偏角选择原则 工件材料硬，应选取较小的主偏角，这样可以减小切削力并增强车刀强度，提高车刀的耐用度。

机床、夹具、工件和刀具系统刚性差时，选取较大的主偏角，可以减小径向切削力；反之，主偏角尽可能选小些。



(4) 副偏角选择原则 机床、夹具、工件和刀具系统刚性差时，选取较大的副偏角；反之，选较小副偏角。

精加工的刀具应选较小的副偏角。在车削中，当吃刀量和进给量不变时，减小副偏角可以减小工件表面的粗糙度值。但副偏角太小，会增大车刀副后面与工件已加工表面的摩擦，从而增大工件表面粗糙度值。加工高硬度材料或断续切削，应选用较小的副偏角。

(5) 刃倾角选择原则 根据车刀刃倾角的正、负值性能不同的特点，一般粗车时选取稍微偏于负值的刃倾角为宜；在精车时，选取负值的刃倾角；大力车削时，选取较大负值的刃倾角；加工高硬度的材料和冲击载荷大的断续车削加工，应选取更大些负值的刃倾角。



车刀的刃磨

三、车刀的刃磨

1. 砂轮的选用

车刀的手工刃磨常用的砂轮有氧化铝砂轮和碳化硅砂轮两种。氧化铝砂轮的砂粒韧性好、较锋利、硬度稍低，适用于刃磨碳素工具钢、高速钢车刀和磨削硬质合金车刀的刀杆部分。氧化硅砂轮的砂粒硬度高、切削性能好、比较脆，适用于刃磨硬质合金车刀。砂轮有软硬粗细之分，硬度分为软、中软、中、中硬、硬等级别；粗细以粒度表示，分为 F36、F60、F80、F120 等级别。粒度的数字越大，则表示砂轮越细；反之则越粗。粗磨车刀为尽快地将多余部分磨去，应选用 F36~F60 较粗的软砂轮，精磨车刀应选用 F80~F120 较细的硬砂轮。

2. 硬质合金车刀刃磨的步骤

硬质合金车刀一般是由 45 钢制成的刀杆和硬质合金刀片组焊而成的。现以 90°主偏角钢件车刀（刀片 YT15）为例介绍手工刃磨步骤，其切削部分的主要几何参数如图 1-9 所示。

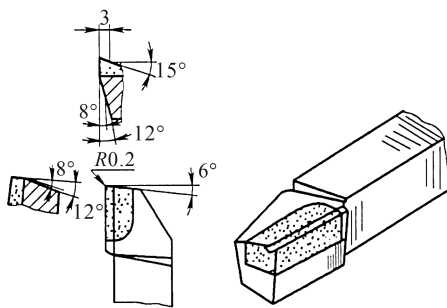


图 1-9 硬质合金车刀

1) 磨前准备工作。硬质合金车刀因刀片与刀柄材料不一样，一般先用氧化铝砂轮粗磨，然后在碳化硅砂轮上精磨。应先做好以下准备工作：

- ①修整砂轮表面，砂轮的外圆和平面必须符合平整的要求。
- ②调整砂轮托架的角度和托架与砂轮间的间隙。
- ③检查刀具毛坯，硬质合金车刀在刃磨前应检查焊接处是否有脱焊，刀片是否有裂纹



等缺陷。如有焊渣和飞边，应采用氧化铝砂轮把车刀前面、主后面和副后面的焊渣、飞边磨去，并磨平车刀的底平面。

2) 采用氧化铝砂轮粗磨出主后面、副后面的刀杆部分，其后角应比刀片所要求的后角大 $2^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 。

3) 用粗粒度(F36~F60)的绿色碳化硅砂轮粗磨刀片上主后面、副后面和前刀面，在刃磨过程中，不能磨去太多，一般是主切削刃、副切削刃刚好磨出即可。粗磨出来的主后角、副后角应比所要求的后角大 2° 左右，如图1-10所示。

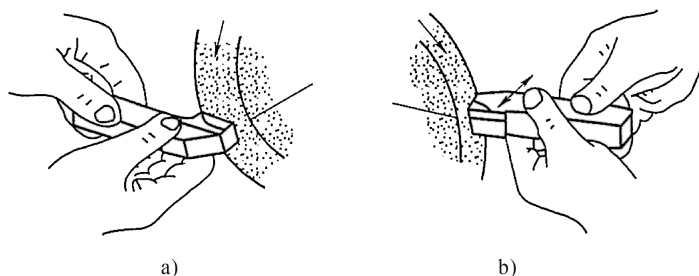


图 1-10 粗磨主、副后刀面

a) 粗磨主后面 b) 粗磨副后面

4) 精磨前刀面及断屑槽。断屑槽的槽型一般有两种类型：圆弧形和直线形，如图1-11所示。磨断屑槽的方法如图1-12所示。不同的槽型对砂轮的外形有不同的要求，刃磨圆弧形断屑槽，必须先把砂轮的外圆跟平面的交接处用金刚石笔或硬砂条修整成相应的圆弧。刃磨直线形断屑槽，砂轮的外圆跟平面的交接处必须修整得尖锐。刃磨时刀尖向下磨或向上磨均可。

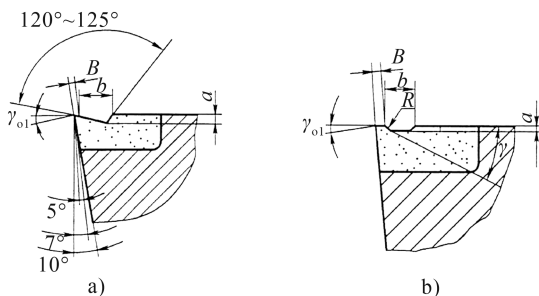


图 1-11 断屑槽类型图

a) 直线形 b) 圆弧形

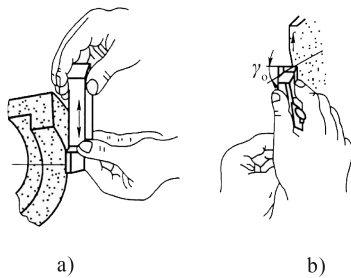


图 1-12 刃磨断屑槽

a) 向下磨 b) 向上磨

刃磨断屑槽应注意：磨断屑槽砂轮의交接处应保持尖锐；刃磨时的起点位置应跟刀尖、主切削刃保持一段距离，以免把刀尖和刃口磨坏；刃磨时，用力不要过大，应沿刀杆方向上、下来回移动。

5) 精磨主后面和副后面采用细粒度的绿色碳化硅砂轮。刃磨时，托架的角度调整到 $6^{\circ}\sim 8^{\circ}$ ，将车刀底平面靠在调整好角度的托架上，没有托架时，手应捏紧刀柄形成一定的



角度，使切削刃轻轻靠在砂轮的端面上进行刃磨，车刀应左右慢慢移动，如图 1-13 所示。

6) 磨负倒棱采用绿色碳化硅砂轮。刃磨时，用力要轻，车刀要沿主切削刃的后端向刀尖方向摆动。磨削时可采用直磨法和横磨法，如图 1-14 所示。一般采用直磨法。负倒棱的宽度与进给量 f 有关，一般为 $(0.5 \sim 0.8) f$ 。

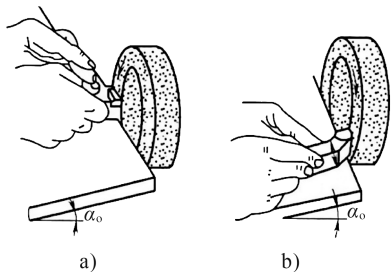


图 1-13 精磨主、副后刀面

a) 精磨主后面 b) 精磨副后面

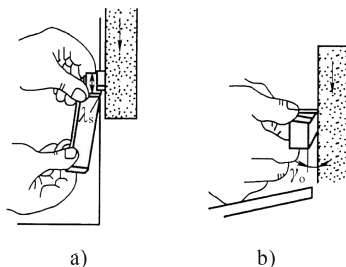


图 1-14 磨负倒棱

a) 直磨法 b) 横磨法

7) 磨过渡刃采用绿色碳化硅砂轮。过渡刃有直线形和圆弧形两种，如图 1-15 所示。对于车削较硬材料的车刀，也可在过渡刃上磨出负倒棱；对于大进给量车刀，可用相同的方法在副切削刃上磨出修光刃，如图 1-16 所示。

8) 车刀的研磨。刃磨后的切削刃一般还不够平滑光洁，可发现刃口上出现细微的凹凸不平，刃口呈锯齿状。加工工件时，这样的切削刃会直接影响工件表面粗糙度，也会降低车刀的使用寿命。为避免这样的情况，可采用金刚石砂轮对车刀进行精磨，但金刚石砂轮较为昂贵，目前没有普及。所以手工刃磨后的车刀必须用油石进行研磨。用油石研磨车刀时，在研磨表面加少许润滑油，手要平稳，油石要贴平需要研磨的表面，作上下或左右平稳移动，如图 1-17 所示。研磨后的车刀应消除刃磨的残留痕迹。

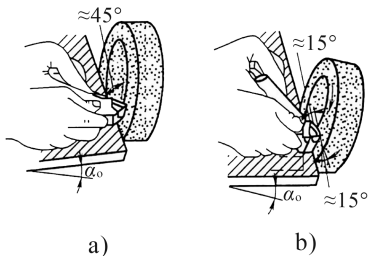


图 1-15 磨过渡刃

a) 直线形 b) 圆弧形

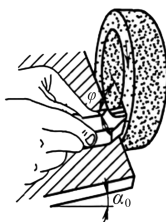


图 1-16 磨修光刃

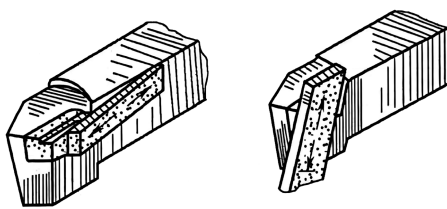


图 1-17 油石研磨车刀



车刀的安装

四、车刀的安装

1. 车刀安装要求

1) 车刀装夹在刀架上的伸出部分应尽量短，以增大车刀刚度，如图 1-18 所示。



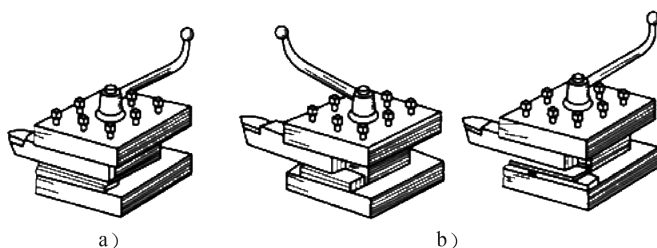


图 1-18 车刀的装夹

a) 正确 b) 不正确

- 2) 保证车刀的实际主偏角 k_r 。
- 3) 至少用两个螺钉逐个轮流压紧车刀，以防车刀振动。
- 4) 增减车刀下面的垫片厚度，使车刀刀尖与工件轴线等高。

2. 车刀安装

车刀安装图示见表 1-5。

表 1-5 车刀安装图示

内 容	图 示	要 求
根据车床主轴中心高用钢直尺进行测量装刀		<ol style="list-style-type: none"> 1) 车床主轴中心到平面导轨的距离为 180mm (中心高) (参考机床说明书) 2) 用 300mm 钢直尺测量，从车床导轨平面到刀尖的高度是车床的理论中心高，为 180mm (车床牌号中最大回转直径的 1/2)
根据尾座顶尖的高度装刀		刀尖与顶尖中心平齐



续表

内 容	图 示	要 求
目测车端面，调整装刀		<p>1) 先目测安装车刀并试车一刀，根据情况微调车刀，使刀尖与中心重合，当车刀刀尖完全到达中心位置时，在中滑板燕尾上划一条辅助标尺标记，这条标尺标记正好等于刀架底面到主轴中心的高度</p> <p>2) 后续的车刀安装可以此标尺标记为基准</p>
车刀安装伸出长度		<p>车刀装夹在刀架上，伸出部分应尽量短，以增加刚性，伸出长度一般为 1~1.5 倍刀柄厚度</p>

3. 车刀安装中心高度对车削的影响 (表 1-6)

表 1-6 车刀安装中心高度对车削的影响

刀具安装图示	对车削的影响
	<p>车刀刀尖高于工件轴线，会使车刀的实际后角减小、前角增大，车刀后面与工件之间的摩擦增大</p>
	<p>车刀刀尖与工件中心等高，前、后角保持不变</p>
	<p>车刀刀尖低于工件轴线，会使车刀的实际前角减小，后角增大，实际切削阻力增大</p>

知识链接一：金属切削的基本概念

切削加工是用刀具切除工件上多余的金属材料，以获得符合要求的零件的加工方法。切削加工分为钳工加工和机械加工两个部分，常见的金属切削加工方法如图 1-19 所示。



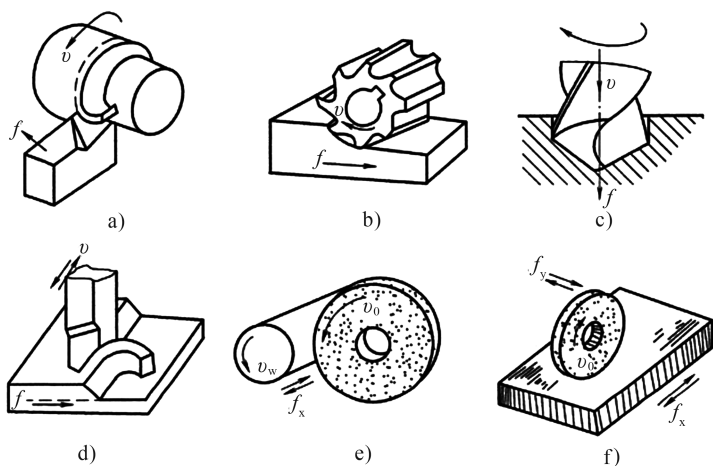


图 1-19 常见的金属切削加工方法

a) 车削 b) 铣削 c) 钻削 d) 刨削 e) 外圆磨削 f) 平面磨削

1. 切削运动

切削加工时，刀具和工件的相对运动称为切削运动。切削运动分为主运动和进给运动。

(1) 主运动 直接切除工件上多余的金属层，使之转变为切屑的运动称为主运动，如车削时工件的旋转运动、钻削时钻头的旋转运动都是主运动。

(2) 进给运动 使新的金属层不断投入切削的运动称为进给运动，如钻孔时，钻头的轴向运动就是进给运动。在切削运动中，主运动只有一个，它可以是旋转运动，也可以是直线运动。进给运动可由一个或多个运动组成，可以是连续的，也可以是间断的。

2. 切削时的工件表面

在切削过程中，工件上通常形成三个不断变化的表面，如图 1-20 所示。

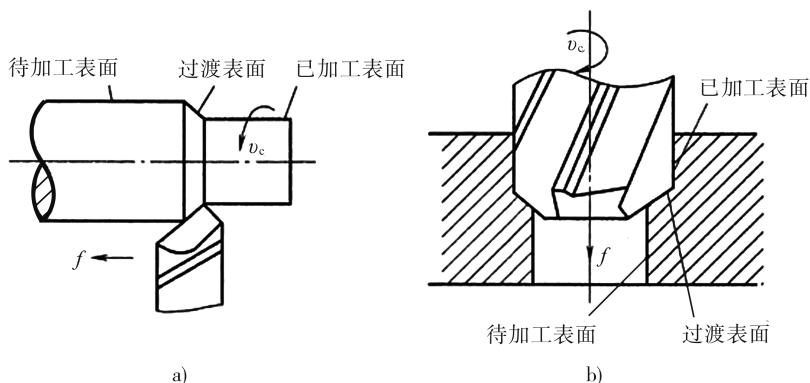


图 1-20 切削时构件上形成的表面

a) 车削外圆 b) 钻扩孔

(1) 待加工表面 工件上将被切去金属层的表面，称为待加工表面。

(2) 已加工表面 工件上已被切去金属层的表面，称为已加工表面。



(3) 过渡表面 刀具主切削刃正在切削的表面，即已加工表面和待加工表面的连接面，称为过渡表面。

3. 切削用量

切削用量是指切削过程中切削速度、进给量和背吃刀量三者的总称，也称为切削用量三要素。它是衡量切削运动量大小的参数。图 1-21 所示为车削外圆时的切削用量。

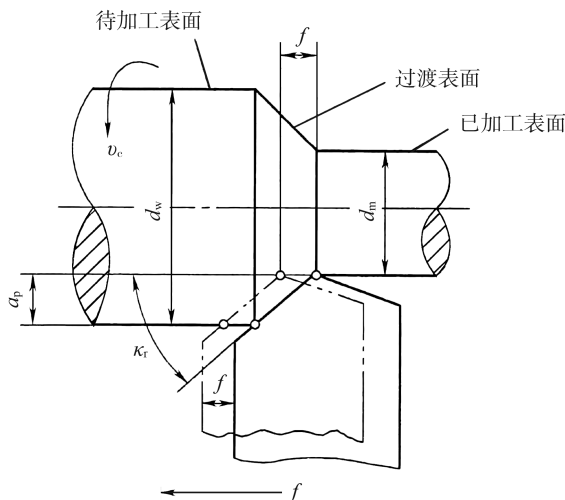


图 1-21 车削外圆时的切削用量

(1) 切削速度 v_c 切削速度是指刀具切削刃上选定点相对于工件待加工表面在主运动方向上的瞬时速度，即主运动的线速度，其单位为 m/min 。

车削时切削速度的计算公式为

$$v_c = \pi d_w n / 100$$

式中 d_w ——工件待加工表面直径 (mm)；

n ——工件转速 (r/min)。

(2) 进给量 f 进给量是指在主运动的一个工作循环（工件或刀具每转或往复一次或刀具每转过一齿）内，工件与刀具沿进给运动方向的相对位移量，单位为 mm/r 。

车削时的进给量为工件每转一转，车刀沿进给运动方向移动的距离。

(3) 背吃刀量 a_p 背吃刀量是指工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离，单位为 mm 。

车削外圆时，背吃刀量的计算公式为

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

式中 d_w ——工件待加工表面的直径 (mm)；

d_m ——工件已加工表面的直径 (mm)。

切削用量直接影响工件的加工质量、刀具的磨损和寿命、机床的动力消耗及生产率，因此必须合理地选择切削用量。



知识链接二：切削液

切削过程中合理选择切削液，可减小切削过程中的切削热和机械摩擦，降低切削温度，减小工件热变形及表面粗糙度值，并能延长刀具寿命，提高加工质量和生产率。



切削液的选择和应用

1. 切削液的作用

(1) 冷却作用 切削液可带走切削时产生的大量热量，改善切削条件，起到冷却工件和刀具的作用。

(2) 润滑作用 切削液可以渗透到工件表面与刀具后面之间及前面与切屑之间的微小间隙中，减小工件、切屑与刀具间的摩擦。

(3) 清洗作用 切削液有一定的压力和流量，可把附着在工件和刀具上的细小切屑冲掉，防止拉毛工件，起到清洗作用。

(4) 防锈作用 切削液中加入防锈剂，可保护工件、刀具和机床免受腐蚀，起到防锈作用。

2. 切削液的种类

工厂中常用的切削液有乳化液和切削油两种。

(1) 乳化液 乳化液是由乳化油加 15~20 倍的水稀释而成的。它的特点是比热容大、黏度小、流动性好，可吸收切削区中的大量热量，主要起冷却作用。

(2) 切削油 起润滑作用的切削油主要特点是比热容小、黏度大、流动性差。切削油的主要成分是矿物油，常用的有 10 号机油、20 号机油、煤油和柴油等。

在金属切削过程中，应根据工件材料、刀具材料、加工性质和工艺要求合理选择切削液。

考核评价

指导教师对学生完成的任务逐一进行考核，考核内容有：安全文明守则的抄写、机床的简单操作、刀具的安装等。指导教师分别对学生完成任务的程度进行点评，使学生熟知这些内容，为以后的实训打下基础。