

高等职业技术教育教材

金属切削刀具

◎ 实训教程

航空工业高等职业技术教育教材编委会 编



學苑出版社

7
高等职业技术教育教材

金属切削刀具实训教程

航空工业高等职业技术教育教材编委会编

副主编：刘可

编委：马世洋、孙伟、王阳、李强、

董亚峰、杨洪、李国平、李守信、

崔艳超、王大为、杨化杰、吴杰、

陶、陶、陶、陶、陶、陶、陶、陶、

高庆欣、刘永强、刘永强、刘永强、

丛书主编：马世洋

丛书主审：李彦成

编、著：陈兆斌、夏桂茹、张

本书审定：刘可

学苑出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属切削刀具实训教程/航空工业高等职业技术教育教材编委会
编. —修订本. —北京:学苑出版社,2007.12
(高职高专实训丛书/马业祥主编)

ISBN 978-7-5077-2563-6

I. 金… II. 航… III. 刀具(金属切削)—高等学校:技术学校
—教材 IV. TG71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 192482 号

责任编辑:韩继忠

出版发行:学苑出版社

社 址:北京市丰台区南方庄2号院1号楼

邮政编码:100079

网 址:www.book001.com

电子信箱:xueyuan@public.bta.net.cn

销售电话:010-67675512、67602949、67678944

经 销:全国新华书店经销

印 刷 厂:永清县金鑫印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:11.625

字 数:280千字

版 次:2008年1月北京第2版

印 次:2008年1月北京第1次印刷

印 数:3001—5000册

定 价:28.00元

航空工业高等职业技术教育教材编委会

主任编委:陈永志

副主任编委:刘 可

编 委:马业祥 孙 伟 王阳辉 郑兆创

董亚雄 杨振洪 郑国平 席尚信

柴艳彪 王大华 杨化杰 吴 杰

陶 颖 雷 勇 袁光敏 王永骞

高庆收 时永辉 赵文英 冉 文

丛书主编:马业祥

丛书主审:韦彦成

编 著 者:陈兆斌 夏桂茹 张 杰 王晓强

本书审定:刘 可

前 言

金属切削刀具是一门实践性很强的课程,在教学过程中应注重理论联系实际,培养学生正确选用刀具和刃磨刀具的能力。本实训教程是根据《金属切削刀具》课程教学的基本要求,并结合高职高专教学的特点编制的。本教材主要适用于高职高专等院校数控机械类专业或相近专业使用,也可供有关工程技术人员参考。

实训教学是培养学生创新精神和实践能力的重要教学环节,不仅对增强学生的感性认识,深化课堂教学内容,培养学生实事求是的科学态度和严谨务实的工作作风具有重要的意义;同时对培养学生分析问题和解决实际问题的能力,建立科学的思维方法,以及提高学生的动手能力亦大有裨益。

本实训教材在编写过程中,充分考虑高职高专教学的特点,略去深奥的理论推导过程,注重的是生产实际中的现象和应用,突出应用性、实践性,并以能力培养为主线。在保证必要的基本要求的前提下,精选实验内容,体现实验内容的科学性和系统性,使实验能真正起到辅助理论教学的作用。同时结合本专业的特点,增加了数控用刀具的内容,如刀片、刀柄的代号,刀具的组装方法以及刀具在机床上的安装方法。增加了典型零件的刀具选择实例,加深学生对这些新知识的理解。

其中实验九、十、十二是关于切削原理方面的验证性实验,涉及到的理论知识较多,实验器材准备起来也比较烦琐,可作为选学内容,有条件的学校可以来做。

参加本书编写的单位有:沈阳航空职业技术学院、江西航空职业技术学院、西安航空职工大学西航工学院、南方航空职业技术学院、西安飞机工业(集团)公司职工工学院、兰州航空工业职工大学、贵州航空工业职工大学、陕西宝成工学院、哈尔滨航空职工大学、成都飞机工业(集团)公司职工工学院、陕西庆安工学院、西安阎良区试飞院工学院、陕飞工学院、陕西航空职业技术学院。

在此,我们谨向所有为本书提供大力支持的有关学校和领导,以及在组织、撰写、研讨、修改、审定、打印、校对等工作中做出奉献的同志表示由衷的感谢。

由于我们经验不足,水平有限,难免有不妥甚至错误之处,我们恳切期望各位老师和学生提出宝贵意见,以便以后修改。

航空工业高等职业技术教育教材编委会

2008年1月

(351)		最新编查用常 章正编
(126)		大事记及编查用常式工成具常 一系编
(127)		编查用查及用查的编查具具 二系编
(140)		编查用查及用查的编查具具 三系编
(141)		编查用查及用查的编查具具 四系编
(141)		编查用查及用查的编查具具 五系编
(141)		编查用查及用查的编查具具 六系编
(141)		编查用查及用查的编查具具 七系编
目 录		
第一章	切削加工的基本知识及普通加工刀具	(1)
课题一	切削加工的基本运动实验(车铣)	(1)
课题二	常用刀具材料及刀具认识实验	(5)
课题三	刀具切削部分构造要素的认识实验	(10)
课题四	刀具几何角度测量实验	(12)
课题五	刀具刃磨方法实验	(18)
课题六	切屑的形成过程及切削变形实验	(22)
课题七	切屑种类及切屑控制实验	(26)
课题八	已加工表面表面粗糙度实验	(30)
* 课题九	积屑瘤的形成实验	(32)
* 课题十	切削力及切削热实验	(35)
实验十一	切削力对加工过程的影响及改善措施实验	(39)
* 课题十二	常用材料的切削性能实验	(44)
课题十三	车削加工常用刀具的安装及选用	(47)
第二章	数控加工刀具	(52)
课题十四	典型刀片、刀柄认识实验	(52)
课题十五	数控车刀刀片、刀柄组装及加工实验	(54)
课题十六	加工中心刀具的组装及加工实验	(58)
第三章	典型零件的刀具选用实例	(63)
课题十七	典型零件外圆柱面加工的刀具选用	(63)
课题十八	典型轴套类零件加工的刀具选用	(68)
课题十九	数控加工中心简单盘盖类零件的刀具选用	(75)
课题二十	数控加工中心典型盘盖类零件的刀具选用	(80)
第四章	数控刀片及刀具的基本知识	(86)
第一节	数控加工刀具概述	(86)
第二节	数控车刀	(108)
第三节	数控加工中心刀具	(122)

第五章 常用资料附录	(136)
附录一 常见加工方式的切削运动形式	(136)
附录二 刀具角度的功用及选用原则	(137)
附录三 刀具角度选用参考值	(140)
附录四 积屑瘤对切削过程的影响及其控制	(141)
附录五 切削力及切削热的影响因素	(141)
附录六 典型材料的切削加工性能	(143)
附录七 可转位硬质合金车刀刀片的选择	(145)
附录八 常用刀具的切削用量	(146)
附录九 山特维克(SANDVIK)刀具样本(部分)	(148)
参考文献	(178)

第一章 切削加工的基本知识及普通加工刀具

本章主要介绍切削加工的基本运动形式及普通刀具,并通过演示性试验对切削加工的基本规律进行验证,使学生对典型机床的切削加工过程、普通常用刀具的种类、形状、特点有一个明确的认识。了解切削加工过程中的一些规律、现象,并结合加工实例,掌握这些现象对加工的影响,更好地提高加工效率。

课题一 切削加工的基本运动实验(车铣)

一、实验目的

1. 明确切削运动的概念及各机床的切削运动形式。
2. 认识工件上的各个表面。
3. 明确切削用量三要素的运动形式和概念。

二、实验设备

普通车床(CA6140)、普通铣床(X52K)、90°外圆车刀、45°外圆车刀、面铣刀、钻头、扩孔钻、 $\phi 50$ 圆棒料(45#)两件、矩形铁块(100×50×50)、台虎钳、夹盘扳手及其他常用工具。

三、实验原理

1. 主运动 直接切除多余金属层使之变为切屑所必须的运动叫做主运动。是进行切削时最主要的、消耗功率最多的运动,它使刀具与工件之间产生相对运动。
2. 进给运动 使待加工的金属不断地投入切削的运动叫做进给运动,它使刀具与工件之间产生附加的相对运动,以保持切削的连续进行。
3. 切削层 切削时刀具切削工件的一个单程所切除的工件材料层。
刀具切削加工时,工件形成三个表面:待加工表面、过渡表面(加工表面)和已加工表面。
待加工表面是指工件上即将被切除的表面,过渡表面是工件上由切削刃正在形成的表面,又称为加工表面。已加工表面指工件上切削后形成的表面。
4. 切削用量是切削加工过程中切削速度、进给量和背吃刀量的总称。它表示主运动及进给运动量,用于调整机床的工艺参数。

四、实验步骤

1. 空运行实验

1) 启动车床 空运行机床,移动刀架,认识车床的主运动及进给运动形式。车床的外形特点及运动形式如图 1-1 所示。

2) 启动铣床 空运行机床,分别纵向、横向、升降移动工作台,认识铣床的主运动及进给运动形式。铣床的外形特点及运动形式如图 1-3 所示。

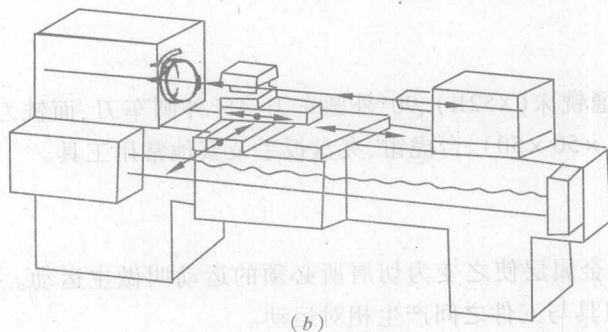
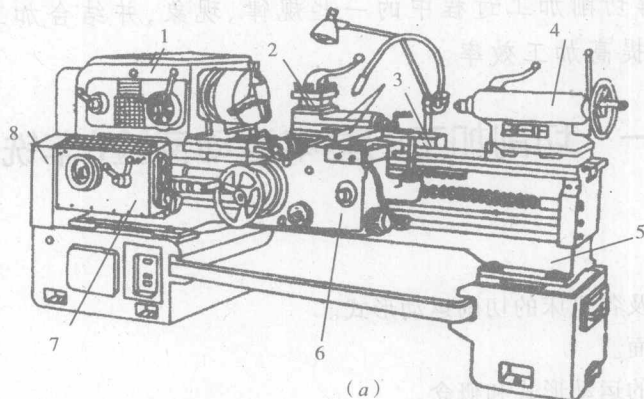
其他常用加工方式的切削运动形式见附录一。

2. 切削加工实验

1) 将圆棒料装夹在车床的夹盘上, 利用 45° 外圆车刀切削外圆, 观察车床主运动及进给运动的形式, 调整背吃刀量, 切削第二刀, 观察机床的辅助运动。

2) 将矩形铁块装夹在铣床工作台上的台虎钳上, 利用面铣刀切削平面, 观察铣床主运动及进给运动的作用, 切削第二刀观察机床的辅助运动。

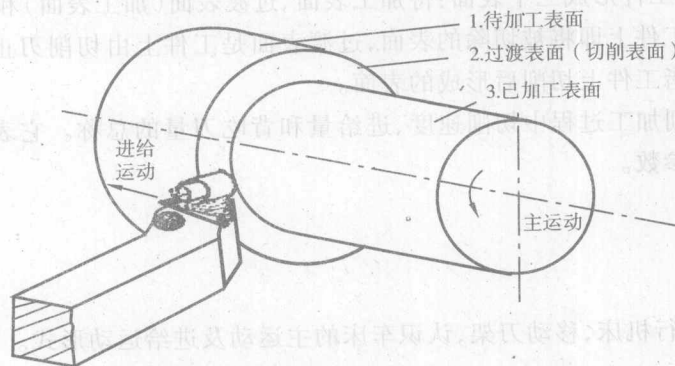
3) 观察切削过程中形成的表面, 刀具正在切削的是过渡表面(加工表面)、加工完成的表面是已加工表面、未加工的表面是待加工表面。如图 1-2 所示。



(a) 主要部件 (b) 运动示意图

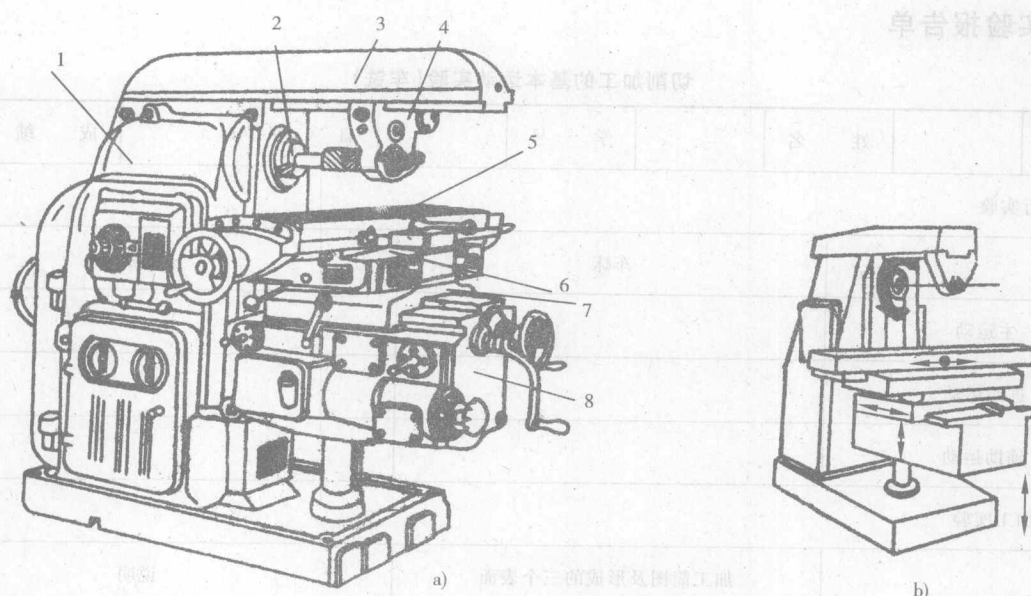
1—主轴箱 2—刀架 3—溜板 4—尾座 5—床身 6—溜板箱 7—进给箱 8—挂轮箱

图 1-1 CA6140 型卧式车床



1. 待加工表面 2. 过渡表面 3. 已加工表面

图 1-2 车削运动, 切削层表面



1—床身 2—主轴 3—悬梁 4—挂架 5—工作台 6—转台 7—横向溜板 8—升降台

图 1-3 X6123 型铣床

- 4) 利用 90° 外圆车刀加工外圆, 认识车削加工过程中形成的三个表面。
- 5) 利用面铣刀铣削零件表面, 认识铣削加工过程中形成的三个表面。
- 6) 利用钻头在铣床上钻孔, 观察加工形成的表面, 只有过渡表面和已加工表面。然后利用扩孔钻头扩孔, 观察形成的三个表面。

3. 切削用量实验

- 1) 在车床上用 90° 外圆车刀加工外圆, 观察主运动速度、进给量和背吃刀量。
- 2) 改变主轴的转速, 观察主运动速度的变化。

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{d n}{318}$$

式中: n ——工件的转速, 单位为 r/min ;

d ——工件选定点的旋转直径, 单位为 mm ;

- 3) 改变每次加工的背吃刀量, 观察台阶的大小及切屑形状。
- 4) 改变进给量的大小, 观察走刀速度及表面粗糙度的变化。
- 5) 观察铣削加工时的进给运动特点, 在保持主轴转速和进给量不变的条件下, 更换不同齿数的铣刀, 观察切削情况, 明确每齿进给量、每转进给量和每分钟进给量之间的关系。

4. 填写实验报告单

五、注意事项

1. 操作机床时要注意遵守操作守则, 确保操作安全。
2. 实验时, 学生要保护好自己, 不要站在机床对面观察, 防止切屑划伤。

六、实验报告单

课题一

切削加工的基本运动实验(车铣)

班 级		姓 名		学 号		日 期		成 绩	
1. 空运行实验									
		车 床				铣 床			
主 运 动									
进 给 运 动									
辅 助 运 动									
2. 切削加工实验									
		加工简图及形成的三个表面				说明			
90°车刀车外圆									
90°车刀车端面									
面铣刀铣平面									
铣床钻孔									
铣床扩孔									
教师评语									

课题二 常用刀具材料及刀具认识实验

一、实验目的

1. 认识常用刀具材料的外观特点及切削性能。
2. 认识常用车削刀具和铣削刀具的类型及加工方式。

二、实验设备

1. 常用的刀具材料:如高速钢,钨钴类(K类)、钨钛钴类(P类)、钨钛钽类(M类)硬质合金车刀(或刀片)、立方氮化硼车刀(或刀片)、陶瓷刀具(或刀片)、金刚石刀具(或刀片)。
2. 常用的车削刀具:如90°偏刀、45°偏刀、45°直头车刀、75°外圆车刀、切槽刀、切断刀、外螺纹车刀、通孔车刀、盲孔车刀、内槽刀、内螺纹车刀、左偏刀及右偏刀、圆弧刀等一些通用及专用车刀。
3. 常用的铣削刀具:如端铣刀、圆柱铣刀、盘铣刀、三面刃铣刀、立铣刀、球头铣刀、键槽铣刀、T型铣刀及各类成型铣刀。

注:该实验所需设备可根据具体条件准备。

三、实验原理

刀具材料种类很多,常用的有工具钢(包括碳素工具钢、合金工具钢和高速钢)、硬质合金、陶瓷、金刚石和立方氮化硼等。

高速钢俗称白钢或锋钢,是综合性能较好、应用范围最广的一种刀具材料。热处理后其硬度可达62~66HRC,抗弯强度约3.3GPa,耐热性为600℃左右,此外还具有热处理变形小、能锻造,易磨出较锋利的刀口等优点。高速钢的使用约占刀具材料总量的60%~70%,特别是用于制造结构复杂的成形刀具、孔加工刀具,例如各类铣刀、拉刀、螺纹刀具、切齿刀具等。

硬质合金是当今最主要的刀具材料之一。其硬度、耐磨性、耐热性均高于高速钢,常温硬度达89~94HRA,耐热性达800℃~1000℃,切削钢时,切削速度可达220m/min左右,绝大多数车刀、端铣刀和部分立铣刀、深孔钻、浅孔钻、铰刀等已采用硬质合金制造。目前,硬质合金占刀具材料总使用量的30%~40%。硬质合金的工艺性较差,多用于制造形状简单的刀具,目前随着制造技术的发展,一些钻头、立铣刀等已采用整体硬质合金制造。

常用的硬质合金材料有以下三种:

K类(钨钴类)硬质合金由碳化钨(WC)和钴(Co)组成,它的抗弯强度和韧性较好,适用于加工铸铁、有色金属等脆性材料或冲击性较大的场合。

常用牌号:YG3、YG6、YG8。牌号中的数字表示钴含量的百分数,其余为碳化钨。合金中含钴量较多的(如YG8)其硬度较低,而韧性较好,适合于粗加工。含钴量较少的(如YG3),则其硬度、耐磨性和耐热性较高,适合于精加工。

P类(钨钛钴类)硬质合金由碳化钨、碳化钛(TiC)和钴组成,它的耐磨性和抗黏附性较好,能承受较高的切削温度,适用于加工韧性较大的塑性金属。但由于它较脆,不耐冲击,因此不宜加工脆性金属。

常用牌号:YT5、YT15、YT30。牌号中的数字表示碳化钛含量的百分数。合金中含碳化钛量较少者,含钴量多(如YT5),其抗弯强度高,较能承受冲击,适合于粗加工。含碳化钛较多,含钴量少(如YT30),其耐磨性、耐热性好,适合于精加工。

M类[钨钛钽(铌)钴类]硬质合金这类硬质合金是在P类硬质合金中添加少量碳化钽(TaC)或碳化铌(NbC)而成。它的抗弯强度、冲击韧性、与钢的黏结温度均高于P类合金,俗称万能硬质合金,既可加

工钢,又可加工铸铁,还可以用于加工高温合金、高锰钢、不锈钢、可锻铸铁、球墨铸铁等难加工材料。

陶瓷刀具材料硬度高,耐磨损,有很高的耐热性,切削速度高,切削效率比硬质合金提高1—4倍,但抗弯强度低,冲击韧性差,一般不能用于断续加工。主要用于冷硬铸铁、高硬度钢和高强度钢等难加工材料的半精加工和精加工。

四、实验步骤

1. 认识常见的刀具材料

(1) 观察高速钢和硬质合金刀具的外观特点,高速钢刀具多数制成整体刀具,颜色发白,硬质合金刀具多数采用镶块结构,整体硬质合金刀具颜色黑亮。

(2) 观察钨钴类、钨钛钴类、钨钛坦(钹)钴类硬质合金车刀的外观特点。

(3) 观察立方氮化硼车刀(刀片)的外观特点,其颜色为黑色,多采用在硬质合金基体的一个角上镶一小块立方氮化硼的结构。该类刀片只有这一个角可用。

(4) 观察陶瓷刀具(刀片)的外观特点,其颜色为暗黑色,质量轻、手感类似木制。

2. 认识常用车刀及适用的加工范围

将准备好的各种车刀摆放在工作台上,观察各种车刀的形状和特点,各类常用车刀的特点及加工范围,常见的数控车刀形状如图1-4。

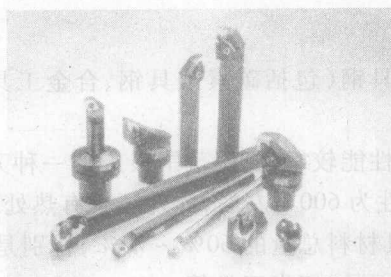
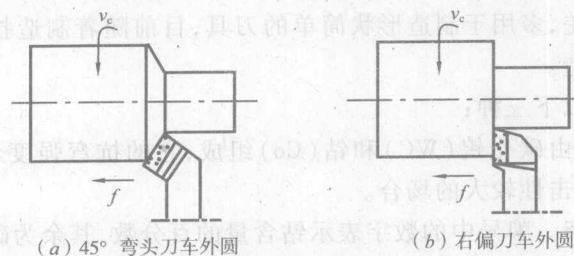


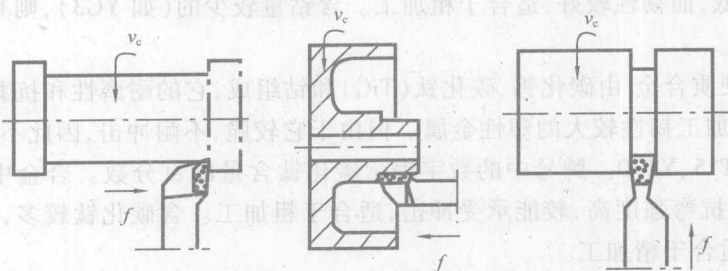
图1-4 常用数控车刀类型

各类车刀的加工方式如图1-5、1-6、1-7所示。



(a) 45° 弯头刀车外圆

(b) 右偏刀车外圆



(c) 左偏刀车外圆

(d) 车外槽

图1-5 外圆加工用车刀及方法

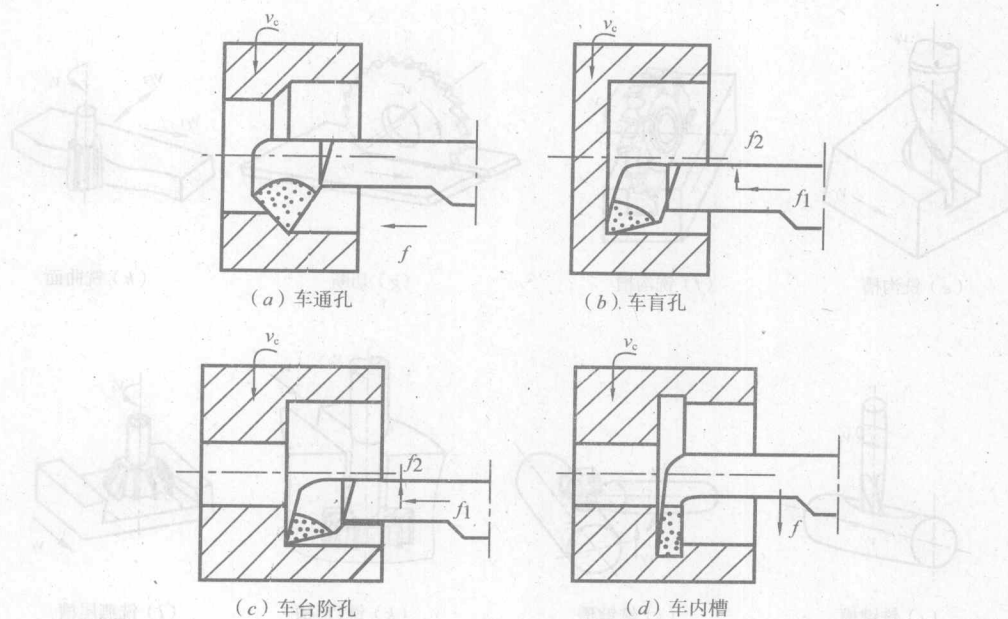


图 1-6 内孔加工用车刀及方法

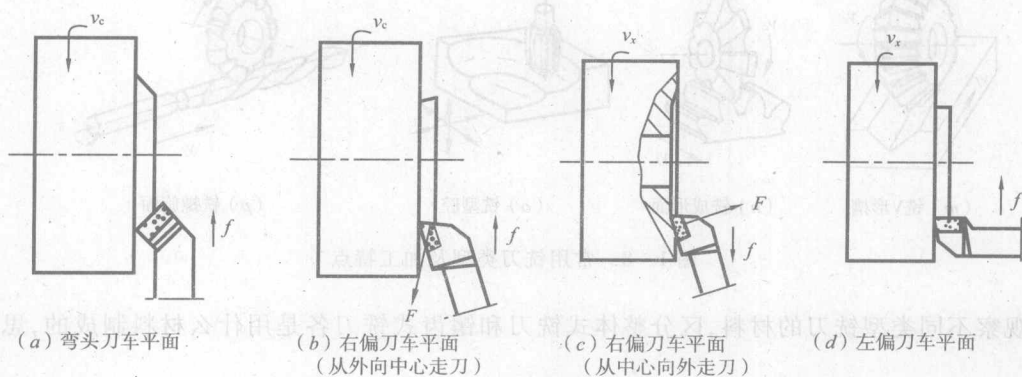
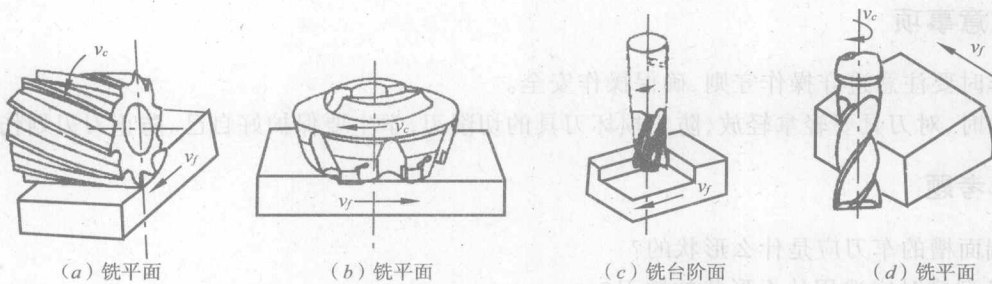


图 1-7 端面车削用车刀及方法

3. 认识常用铣刀及适用的加工范围

(1) 将准备好的各种铣刀摆放在工作台上, 学生观察各种铣刀的形状和特点, 教师讲解各类常用铣刀的特点及加工范围, 具体应用如图 1-8 所示。



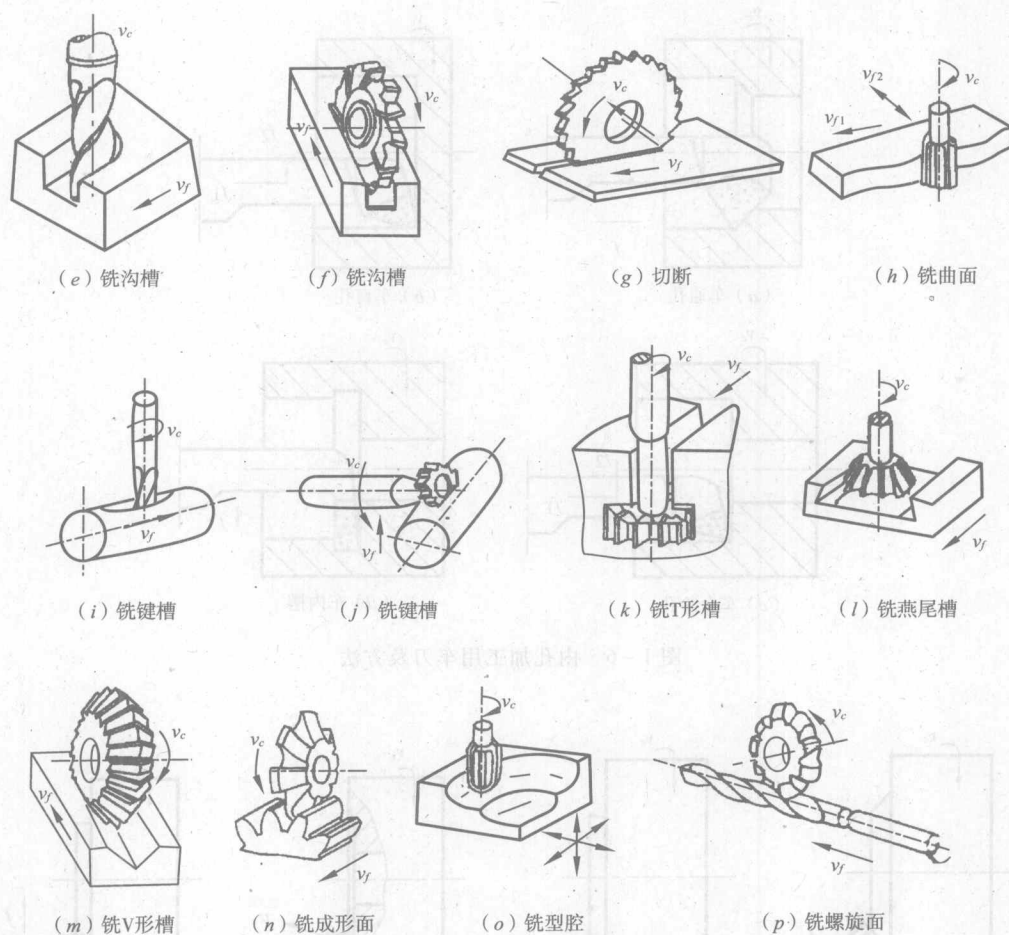


图 1-8 常用铣刀类型及加工特点

(2) 观察不同类型铣刀的材料,区分整体式铣刀和镶齿式铣刀各是用什么材料制成的,思考这是为什么。

(3) 观察铣刀的刀齿形状,将铣刀的一个刀齿和车刀进行对比,观察铣刀的前刀面、后刀面以及前角和后角。

(4) 区分键槽铣刀和普通立铣刀,观察它们之间的区别。

(5) 区分铰刀和普通立铣刀,观察它们之间的区别。

4. 填写实验报告单

五、注意事项

1. 操作时要注意遵守操作守则,确保操作安全。
2. 实验时,对刀具要轻拿轻放,防止损坏刀具的切削刃,学生要保护好自己,防止刀刃划伤手或衣物。

六、思考题

1. 车端面槽的车刀应是什么形状的?
2. 铣 T 型槽时应选用什么形状的铣刀?

七、实验报告单

课题二

常用刀具材料及刀具认识实验

班 级		姓 名		学 号		日 期		成 绩	
1. 刀具材料									
刀具材料		外观特点		加工范围		是否可用做整体刀具			
2. 车削刀具									
车刀名称		适用加工范围				特点			
3. 铣削刀具									
铣刀名称		适用加工范围				特点			
教师评语									

课题三 刀具切削部分构造要素的认识实验

一、实验目的

观察认识各种刀具切削部分的构造要素。

二、实验设备

1. 设备: CA6140 普通车床、牛头刨床、铣床等。
2. 刀具: 硬质合金车刀(焊接、机夹可转位)若干把、钻头、铣刀、铰刀、拉刀、刨刀等。

三、实验的基本原理

金属切削刀具种类繁多,外形各不相同,但其切削部分的构造要素却基本相同,即:

1. 刀面

- (1) 前面 A_f : 刀具上切屑流出所经过的表面;
 - (2) 后面 A_a : 刀具上与工件过渡表面对应的面;
 - (3) 副后面 A'_a : 刀具上与工件已加工表面对应的面。
- 前面与后面之间所包含的刀实体部分称刀楔。

2. 切削刃及刀尖

- (1) 主切削刃 S : 前、后面汇交的边缘;
- (2) 副切削刃 S' : 除主切削刃以外的切削刃;
- (3) 刀尖: 主、副切削刃汇交的部分。

切削刃不可能磨得很锋利,总有一些刃口圆弧,用 r_n 表示,如图 1-9(a)。为提高刃口强度以满足不同加工要求,在前、后面上均可磨出倒棱面 A_{f1} 、 A_{a1} ,为改善刀尖的切削性能常将刀尖做成修圆刀尖或倒角刀尖,如图 1-9(b) 所示:

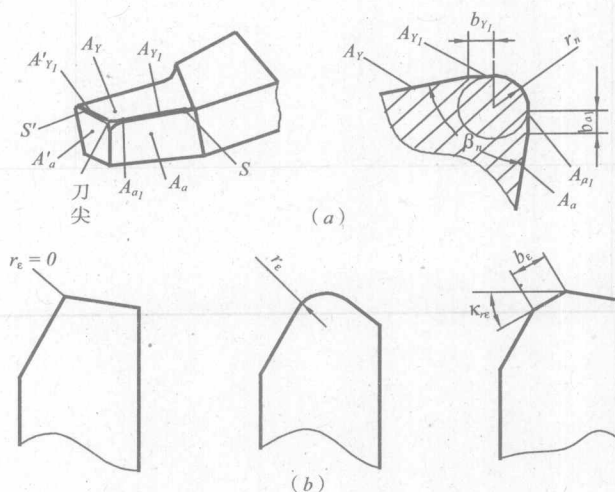


图 1-9 刀具切削部分及切削刃形状

- 1) 刀尖圆弧半径 r_s
- 2) 倒角刀尖长度 b_s