

JINSHU QIEXIAO

职业技术学院机械类专业技能培训模块教材

金属切削 加工基础

沈永红 主编

技能培训模块教材编审委员会组织编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

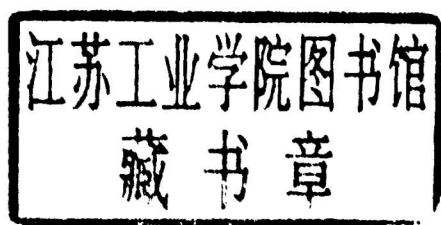
技能型人才培养培训教学用书

职业技术学院机械类专业技能培训模块教材

金属切削加工基础

技能培训模块教材编审委员会组织编写

沈永红 主编



机械工业出版社

本教材是根据国内一体化教学的实践经验,同时借鉴了CBE、MES及双元制培训的有效核心,并参照《国家职业标准》的要求,会同专家综合分析、反复论证和设计后编写的。课题设计以技能实训为主,采用模块式组合教学,将专业理论知识贯穿于技能操作全过程。全书突出能力培训,重视知识、能力、素质的协调发展。本书的主要内容包括:设备型号与正确选用,各类切削机床的操作规范和要点,切削加工刀具的几何参数、类型、刀具选用及刃磨,加工附件的种类、使用范围、安装与调整等。

本教材可供中等职业技术学校、技工学校使用,也可作为高职高专、高级技工学校的专业技能培训及继续教育、企业岗位培训和再就业转岗培训教材等。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削加工基础/沈永红主编;技能培训模块教材编审委员会组织编写. —北京:机械工业出版社,2008.9

技能型人才培训教学用书. 职业技术学院机械类专业技能培训模块教材
ISBN 978-7-111-25181-1

I. 金… II. ①沈…②技… III. 金属切削-加工工艺-高等学校:技术学校-教材 IV. TG506

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第147588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:荆宏智 责任编辑:荆宏智 吴天培 版式设计:霍永明

责任校对:申春香 封面设计:王伟光 责任印制:李妍

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2009年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9.5印张·226千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-25181-1

定价:17.00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) 88379080

封面防伪标均为盗版

技能培训模块教材编审委员会

主任 李春明

副主任 叶聚丰 徐维权 郑 卫

委员 (按姓氏笔画排序)

王洪琳 白晓杰 刘冰洁 刘燕霄 沈永红 严敏德

张同兴 张 伟 范继彤 周 云 袁士琴 顾小玲

屠国栋 谢耀林

《金属切削加工基础》编审人员

主 编 沈永红

参 编 沈志雄

主 审 王洪琳

参 审 张同兴

序

“十五”以来，我国的职业教育得到了空前的发展，“以就业为导向”的教学改革不断深化，以职业能力为依据组织课程内容已成为课程改革的方向，一本适应以职业能力为主的教材成了职业技术学院在教学改革实践中的渴求。为了适应职业教育改革的需要，我们组织有多年一体化教学实践经验的学校，借鉴 CBE、MES 及二元制的有效核心，编著了这套“职业技术学院机械类专业技能培训模块教材”，供中等职业技术学校、技工学校使用，也可作为高职高专、高级技工学校的专业技能培训及继续教育、企业岗位培训和再就业转岗培训教材等。

本套教材的编写遵循了以下原则：

第一，以职业能力为核心，采用模块式教学的形式

以能力复合为基础，以职业能力为核心，会同专家综合分析、反复论证开展课题组织与设计，由于模块组成相应主模块，采用模块式组合教学。

第二，以工作任务为引领，每一课题均有明确的目标

以工作任务为引领，以产品为成果，每一课题均有明确的目标，以工作任务为中心整合理论与实践，重视知识、能力和素质的协调发展，使学生在实践活动中接受理论、运用理论，关注工作任务的完成。

第三，以技能操作为重点，将实践和理论融为一体

课题设计主要以强化实践动手能力为主，突出能力培训，重点加强应用实例的讲解，将必要的专业理论知识融合贯穿于技能操作全过程中，实现理论、技能一体化的教学模式，为学生提供体验完整工作过程的机会。

第四，以新技术为追求，引进数控加工技术

在任务引领的基础上，适度前瞻，安排了数控加工技术的内容，以适应数控加工的任务。

第五，教材图文并茂，便于自学自练

教材以图文并茂的方式呈现给学生，相关操作步骤或理论知识同图形一一对应，便于学生自学和自练。

第六，每个课题有目标、有步骤、有总结

每个课题前面有学习目标和提示，中间有详细步骤和分析，最后有归纳总结和练习。

本套教材由《金属切削加工基础》、《量具、量仪与测量技术》、《金属切削加工技能（上册）》、《金属切削加工技能（下册）》和《数控加工操作技能》五个模块组成，各模块相对独立，各学校可根据教学实际需要进行选取。

本套教材的编写得到了有关院校和企业的教师、专家及行业高级技能人才的大力支持，在此表示衷心的感谢。

改革是个永恒的主题，我们也是首次组织编写此类教材，由于经验和水平所限，教材中难免存在不足之处，我们真诚地希望广大读者提出宝贵的意见。

技能培训模块教材编审委员会

前 言

《金属切削加工基础》是机械类专业技能培训模块教材的一个重要组成部分，是整套教材的基础性课程。《金属切削加工基础》的掌握对整个教学过程起着打底铺垫、贯穿始终的作用。《金属切削加工基础》中涉及的一些基本概念与原理对于金属切削技能的初学者是不可或缺的，尤其对于本教材所面对的高职机械类专科学校、中等职业技术学校、高级技工学校、专业技能培训、继续教育、企业岗位培训以及再就业转岗培训等各种层次学员来讲尤为重要。

《金属切削加工基础》一书共分19个课题，其中：课题1 入门知识；课题2 安全操作规程；课题3 通用量具识别和测量基础；课题4 金属切削机床的种类；课题5 通用机床型号规格编制；课题6~课题9 简单介绍了车床、铣床、磨床的结构组成与操纵方法，以及保养知识；课题10~课题13 介绍了常用机床附件的结构、用途和装拆方法；课题14~课题18 介绍了各种金属切削加工刀具的基本材料、几何角度和种类；课题19 砂轮的牌号、规格和选择。本课程约需要80课时。

本课程的培养目标是认识先进制造业的行业特点，专业岗位特性以及发展方向，了解先进制造业的设备型号与正确选用，掌握各类切削机床的操作规范和要点，重点介绍了金属切削加工刀具的几何参数、类型、刀具选用以及刃磨，并且讲解了加工附件的种类、使用范围、安装与调整等知识，以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念，强化实践动手能力为重点，贯彻“以任务为引领，以项目为载体，以产品为成果”的教学逻辑。按照完成任务过程的需要选择理论知识，以工作任务为中心整合理论与实践，培养学生关注工作任务的完成，而不是迫使学生记忆知识，并为学生提供了体验完整工作过程的学习机会，解决了“理论教学与实践教学相脱节”这个长期困扰职业教育的技术问题。概念阐述简洁，内容安排紧凑。重点加强了应用实例的讲解，采用图文对照的编写方式，使专业理论知识贯穿于技能操作过程中，使专业理论知识服务于技能操作的教学。注重理论联系实际和应用能力培养和职业素质教育，文字简洁、易懂，以便于教师讲授与学生的自学。

由于编者水平有限，经验不足，书中难免存在疏漏、错误之处，敬请各位读者指正。

编 者

目 录

序	
前言	
课题 1 入门知识	1
一、切削的实质和分类	2
二、切削运动	3
三、切削时形成的三个表面	4
四、切削用量	5
课题 2 安全操作规程	9
一、文明生产	10
二、安全操作	11
课题 3 通用量具的识别和测量基础	15
一、金属直尺	16
二、游标卡尺	16
三、外径千分尺	18
四、指示表与内径指示表	20
五、其他常用的通用量具	23
六、量具使用的注意事项及维护保养	24
课题 4 金属切削机床的种类	27
一、按机床加工性质分类	28
二、按机床在使用中的通用程度分类	30
三、按机床的工作精度分类	31
四、按机床的重量分类	31
五、按机床的自动化程度分类	31
课题 5 通用机床型号规格编制	33
一、通用机床的型号	34
二、通用机床型号示例	37
课题 6 CA6140 车床结构组成与操纵	39
一、CA6140 型卧式车床各部分名称和用途	40
二、车床的主要结构	41
三、车床的操纵练习	43
课题 7 X6132 铣床结构组成与操纵	47
一、铣床的种类	48
二、铣床各部分名称和用途	49
三、铣床的操纵	50
课题 8 磨床结构组成与操纵	55
一、常用磨床的种类	56
二、磨床主要部件的名称和作用	58
三、万能外圆磨床的主要加工方式	59
四、外圆磨床的操纵	60
课题 9 车床一级保养知识	65
一、常用的润滑方式	66
二、车床润滑系统的位置	68
三、车床的一级保养	68
课题 10 卡盘结构、用途和装拆方法	71
一、三爪自定心卡盘的结构及用途	72
二、四爪单动卡盘的结构及用途	72
三、卡爪的装卸	73
四、卡盘在车床主轴上的装卸	74
课题 11 分度头、回转工作台的结构和 使用方法	79
一、分度头	80
二、回转工作台	83
三、简单分度法	85
课题 12 机用平口钳的使用方法	89
一、机用平口钳的应用及类型	90
二、机用平口钳的安装和固定钳口的校正	91
三、工件在机用平口钳上的装夹及注意 事项	92
课题 13 磁性工作台	95
一、磁性工作台的工作原理和结构	96
二、磁性工作台的种类	96
三、磁性工作台的使用方法	97
课题 14 刀具基本材料和几何角度	101
一、刀具材料应具备的基本性能	102
二、常用刀具材料类型	102
三、刀具切削部分的基本定义	105
课题 15 车刀的种类和材料	109
一、车刀的种类	110
二、焊接车刀	111
三、机夹式车刀	112
四、可转位车刀	113

课题 16 铣刀的种类	117	八、镗刀	128
一、按铣刀用途分类	118	课题 18 螺纹刀具的种类	131
二、按铣刀齿背形状分类	121	一、螺纹车刀	132
三、按铣刀刀齿数分类	121	二、丝锥与板牙	134
四、按铣刀结构分类	121	三、螺纹铣刀	135
课题 17 常用孔加工刀具的种类	123	四、螺纹切头	135
一、扁钻	124	五、螺纹滚压工具	136
二、麻花钻	124	课题 19 砂轮的牌号、规格和选择	137
三、中心钻	125	一、砂轮的组成和特性	138
四、深孔钻	126	二、砂轮的名称、形状、尺寸、代号及 用途	140
五、扩孔钻	127	三、砂轮的鉴别	141
六、铰钻	127		
七、铰刀	127		

课题 1

入门知识

学习目标

- 掌握金属切削的基本概念。
- 了解切削用量的概念及选用原则。

一、切削的实质和分类

金属切削加工是用刀具从工件毛坯表面上切除多余材料，得到预期几何形状、尺寸和表面粗糙度要求的加工。

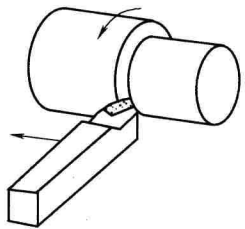
任何切削加工都必须具备三个基本条件：切削工具（常称为刀具）、工件和切削运动。

根据所用刀具和机床的不同，金属切削加工可分为车削、钻削、铣削、刨削、磨削和拉削等多种。

1. 车削

车削——在车床上使用车刀加工回转表面工件。车削时，工件回转，刀具作直线进给运动。

主要加工范围：内外圆柱面、端（平）面、内外台阶和沟槽、内外圆锥面、内外成形面和各种螺纹等。

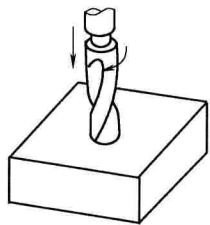


车削

2. 钻削

钻削——在钻床上使用钻头在工件上加工孔。钻削时钻头回转并作直线进给。

主要加工范围：钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹和铰孔。

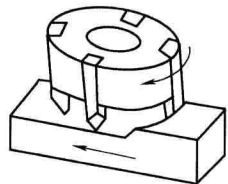


钻削

3. 铣削

铣削——在铣床上使用铣刀加工平面、槽及各种曲面等。铣削时，铣刀回转，工件作直线进给。

主要加工范围：平面、斜面、沟槽、切断、弧形面、螺旋槽、齿轮和镗孔。

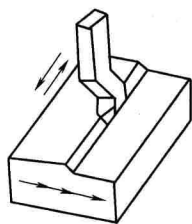


铣削

4. 刨削

刨削——在刨床上使用刨刀加工平面。刨削时，刨刀作直线往复运动，工件作间歇性横向进给运动。

主要加工范围：各种平面（水平平面、垂直平面、平行平面和倾斜面）、沟槽（直沟槽、T形槽、燕尾槽和V形槽）。

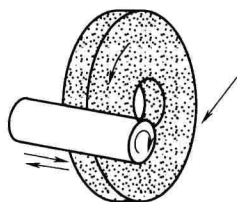


刨削

5. 磨削

磨削——在外圆或平面磨床上使用砂轮加工回转表面或平面工件。外圆磨削时，砂轮作回转运动，工件作回转运动和直线往复运动。

主要加工范围：内外圆柱面、内外圆锥面、平面、螺纹、齿轮、花键和成形面。

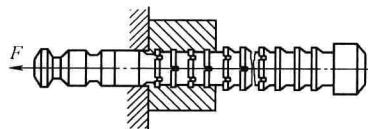


磨削

6. 拉削

拉削——在拉床上使用拉刀加工工件内、外表面的方法。拉削时，拉刀仅作一次直线行程运动，就能够完成粗加工、半精加工和精加工。

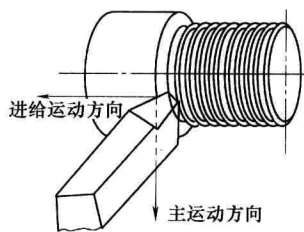
主要加工范围：各种孔（包括异形孔）、键槽、花键槽、成形表面等。



拉削

二、切削运动

无论在何种机床上进行切削加工，刀具与工件之间都必须有适当的相对运动，即切削运动。根据在切削过程中所起的作用不同，切削运动分为主运动和进给运动。



车削时的切削运动

1. 主运动

主运动是提供切削可能性的运动。也就是说，没有这个运动，就无法切下切屑。它的特点是在切削过程中速度最高、消耗机床功率最大。各种切削加工中主运动只有一个。

例如外圆车削时，工件的回转运动是主运动；铣削、钻削时，铣刀和钻头的回转运动是主运动；刨削时，刨刀的往复直线运动是主运动。

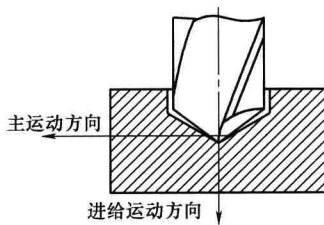


铣削时的切削运动

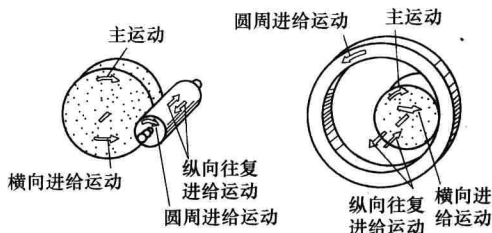
2. 进给运动

进给运动是提供继续切削可能性的运动。也就是说，没有这个运动，当主运动进行一个循环后新的材料层不能被切削，而使切削无法继续进行。在各种切削加工中进给运动可能只有一个，也可能有多个。

例如车削时，车刀的纵向移动和横向移动都是进给运动；钻削时，钻头的轴向移动是进给运动；刨削时，工件或刀具的横向移动也是进给运动。



钻削时的切削运动



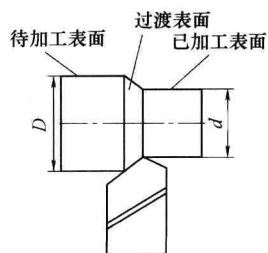
磨削时的切削运动

三、切削时形成的三个表面

在切削过程中，随着切削运动的不断进行，工件表面的被切削层不断地被切去，新的表面逐渐形成。因此，在切削过程中，工件上有三个不断变化的表面。

1. 待加工表面

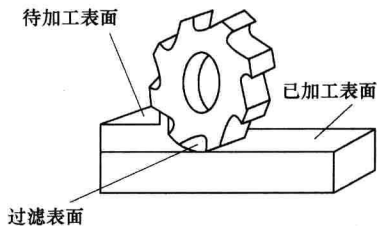
待加工表面是指工件上有待切除的表面。随着切削过程的进行，它的面积不断的减少直至全部切除。



车削时形成的三个表面

2. 过渡表面

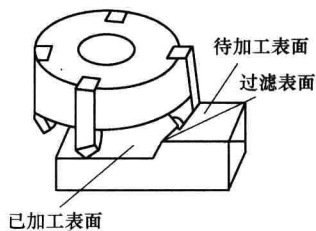
过渡表面是指工件上由切削刃形成的那部分表面，它在下一切削行程被切削刃切除。是已加工表面和待加工表面之间的过渡表面。



卧式铣削时形成的三个表面

3. 已加工表面

已加工表面是工件在刀具切削后形成的新表面。随着切削运动的进行而逐渐扩大。



立式铣削时形成的三个表面

四、切削用量

1. 切削用量三要素

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。

(1) 切削速度 v_c 。 v_c 指切削刃选定点相对于工件的主运动的瞬时速度，单位为 m/min 或 m/s 。

切削速度可用下面公式计算

$$v_c = \frac{\pi d_w n}{1000}$$

式中 v_c ——切削速度 (m/min)；

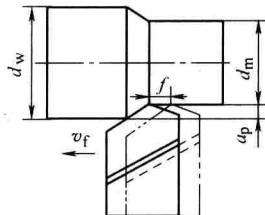
n ——工件（或刀具）转速 (r/min)；

d_w ——工件待加工表面直径（或刀具直径 d_0 ）(mm)。

例 1 车削直径 $100mm$ 轴类工件时，选用工件的转速 $n = 300r/min$ ，求切削速度 v_c 。

解

$$\begin{aligned} v_c &= \frac{\pi d_w n}{1000} \\ &= \frac{3.14 \times 100mm \times 300r/min}{1000} \\ &= 94.2m/min \end{aligned}$$



例 2 用直径 60mm 的圆柱铣刀铣削平面，选用的切削速度为 12m/min，求铣刀的每分钟转速。

解

$$n = \frac{1000v_c}{\pi d_0}$$

$$= \frac{1000 \times 12\text{m/min}}{3.14 \times 60\text{mm}}$$

$$= 64\text{r/min}$$

(2) 进给量 f f 指工件或刀具转一周（或每往复一次），两者在进给运动方向上的相对位移量。单位：mm/r（或 mm/双行程）。

对于铣刀、铰刀、拉刀等多齿刀具，还规定每刀齿进给量 f_z ，单位：mm/z。

进给速度 v_f 、进给量 f 和每刀齿进给量 f_z 之间的关系为

$$v_f = nf = nzf_z$$

式中 z ——刀齿数。

(3) 背吃刀量 a_p a_p 指刀具切削刃与工件的接触长度在同时垂直于主运动和进给运动方向上的投影值。外圆车削的背吃刀量是待加工表面与已加工表面之间的距离。单位：mm。

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

钻削的背吃刀量就是钻头直径的一半。

2. 切削用量的合理选择

切削加工中，合理选择切削用量，就是选择 v_c 、 f 、 a_p 数值的最佳组合，以保证加工质量，提高生产率和降低生产成本。

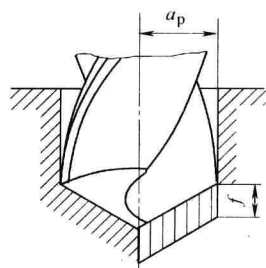
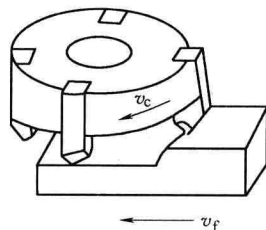
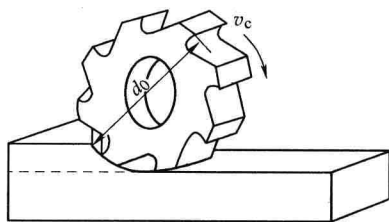
(1) 切削用量的选择原则 切削用量与生产率的关系可用金属切除率来表示，车削时的金属切除率计算公式为：

$$Z_w = 1000v_c f a_p$$

式中 Z_w ——金属切除率，即单位时间内金属切除量（mm³/s）。

从公式可知，提高切削用量三要素中的任何一个，都可提高金属切除率，也就是提高生产率。但实际上在提高切削用量时，会受到如切削力、刀具寿命、已加工表面质量和机床刚性等诸多因素的限制。所以根据不同的加工条件和加工要求，考虑到切削用量三要素对切削过程规律的不同影响，在选择切削用量时的基本原则是：首先根据零件加工余量和粗精加工要求，选择尽可能大的背吃刀量 a_p ，其次是根据机床动力和刚性限制或已加工表面粗糙度的要求，选择尽可能大的进给量 f ，最后根据已确定的 a_p 和 f ，在刀具寿命和机床功率允许的条件下，选择最佳的切削速度 v_c 。

(2) 切削用量的优化概念 生产中由于工件、机床、刀具和夹具等条件不同，很难根据理论计算、实践经验和切削手册来选出一组最合理的切削用量。因此，在现有加工条件的限制下，综合考虑各个因素，通过计算机辅助设计来最有效地选择一组切削用量，以满足高效、低成本、高利润和加工质量的要求，称为切削用量的优化。



在确定切削用量优化的目标时，可以有以下几种评定标准：

- 1) 按最高生产率目标评定。
- 2) 按最低成本目标评定。
- 3) 按最大利润率目标评定。

课题小结

本课题主要讲解金属切削的基本概念与切削用量的概念及选用原则。

在讲述金属切削的基本概念的过程中从切削的实质和分类入手，以车削、钻削、铣削等多种金属切削的基本类型为实例介绍金属切削，再引入切削原理的讲解，使学员在感性认识的基础上再来接触切削理论，将难懂的枯燥公式与专用名称嵌入实际应用中去，试图达成理论与实践的初次结合。

在讲解切削用量的概念及选用原则的过程中教员同样要遵循以上过程，先实践再理论，公式要为操作服务，理论应与设备操作相适应。

多采用参观、模拟等现场教学手段使教学过程事半功倍。

思考与检查

1. 金属切削加工是用_____从工件毛坯（金属材料）上切除多余的部分，使获得的工件表面达到_____、_____和_____要求。
2. 什么是切削时的主运动和进给运动？其特点是什么？
3. 在切削过程中，工件上有三个不断变化的表面，是哪三个表面？
4. 用硬质合金车刀车削毛坯直径为 $\phi 60\text{mm}$ 的轴，要求一次进给车至直径 $\phi 50\text{mm}$ ，车床主轴转速 $n = 300\text{r/min}$ ，进给量为 0.2mm/r ，问切削速度 v_c 、进给速度 v_f 和背吃刀量 a_p 为多少？
5. 用直径 $\phi 80\text{mm}$ 的面铣刀，选定切削速度 $v_c = 70\text{m/min}$ ，求铣床主轴转速。
6. 用直径为 $\phi 100\text{mm}$ 的 4 齿硬质合金面铣刀以 0.15mm 的每齿进给量铣平面，铣刀的转速是 400r/min ，问切削速度 v_c 、每转进给量 f 和进给速度 v_f 为多少？
7. 切削用量包括哪些？简述选择原则。

课题 2

安全操作规程

学习目标

- 熟悉金属切削加工时的安全操作规程和文明生产知识。

加工准备

1. 工作服。
2. 劳动防护用品。
3. 图片及影像资料等。