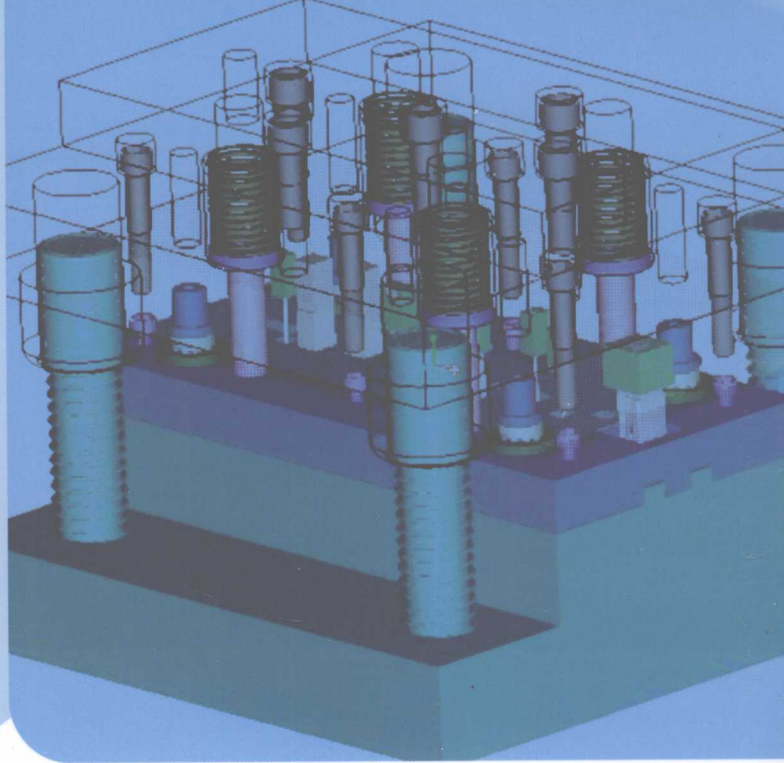




中等职业教育“十一五”规划教材

模具设计与制造专业



工作过程导向

模具 机械加工技术

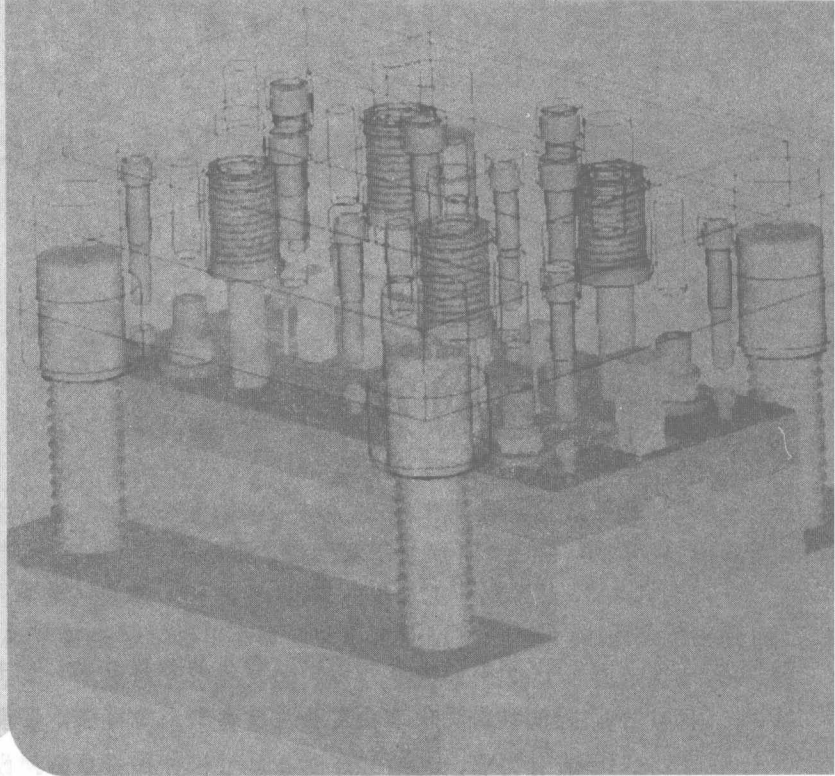
MOJU JIXIE

JIAGONG JISHU

本书结合我国中职学生的知识结构，衔接职业技能鉴定的要求，关注我国现代工业发展对人才的需求，按模块式教学组织教材内容；其编写理念是以工作过程为导向，以训练学生的职业技能为基本要求，以培养学生的工作能力为最终目的。内容包括金属切削的基本知识、机械加工工艺基础、机床夹具简介、车工技术基础、铣工技术基础、其他机械加工常识、机械装配常识和先进制造技术简介等八大项目。本书可作为中等职业技术学校、技工学校的模具、机械或相近专业教学用书，也可作为企业培训用书。

窦召领◎主编

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



模具

工作过程导向

机械加工技术

MOJU JIXIE

本书结合我国中职学生的知识结构,衔接职业技能鉴定的要求,关注我国现代工业发展对人才的需求,按模块式教学组织教材内容;其编写理念是以工作过程为导向,以训练学生的职业技能为基本要求,以培养学生的工作能力为最终目的。内容包括金属切削的基本知识、机械加工工艺基础、机床夹具简介、车工技术基础、铣工技术基础、其他机械加工常识、机械装配常识和先进制造技术简介等八大项目。本书可作为中等职业技术学校、技工学校的模具、机械或相近专业教学用书,也可作为企业培训用书。

主 编 窦召领

副主编 朱振宇

参 编 周本利 杨 伟

华中科技大学出版社
(中国·武汉)

图书在版编目(CIP)数据

模具机械加工技术/窦召领 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008 年 9 月
ISBN 978-7-5609-4696-2

I. 模… II. 窦… III. 模具-机械加工-专业学校-教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 106873 号

模具机械加工技术

窦召领 主编

策划编辑:王红梅

封面设计:耀午书装

责任编辑:王红梅

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉众心图文激光照排中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:18.75

字数:450 000

版次:2008 年 9 月第 1 版

印次:2008 年 9 月第 1 次印刷

定价:29.80 元

ISBN 978-7-5609-4696-2/TG·88

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

总序



世界职业教育发展的经验和我国职业教育发展的历程都表明，职业教育是提高国家核心竞争力的要素。职业教育这一重要作用和地位，主要体现在两个方面。其一，职业教育承载着满足社会需求的重任，是培养为社会直接创造价值的高素质劳动者和专门人才的教育。职业教育既是经济发展的需要，又是促进劳动就业的需要。其二，职业教育还承载着满足个性需求的重任，是促进以形象思维为主的具有另类智力特点的青少年成才的教育。职业教育既是保证教育公平的需要，又是教育协调发展的需要。

这意味着，职业教育不仅有着自己的特定目标——满足社会经济发展的人才需求以及与之相关的就业需求，而且有着自己的特殊规律——促进不同智力群体的个性发展以及与之相关的智力开发。

长期以来，由于我们对职业教育作为一种类型教育的规律缺乏深刻的认识，加之学校职业教育又占据绝对主体地位，因此职业教育与经济、企业联系不紧，导致职业教育的办学模式

未能冲破“供给驱动”的束缚，教学方法也未能跳出学科体系的框架，所培养的职业人才，其职业技能的专深不够、职业工作的能力不强，与行业、企业的实际需求，以及我国经济发展的需要相距甚远。实际上，这也不利于个人通过职业这个载体实现自身所应有的生涯发展。

因此，要遵循职业教育的规律，强调校企合作、工学结合，在“做中学”，在“学中做”，就必须进行教学改革。职业教育教学应遵循“行动导向”的教学原则，强调“为了行动而学习”、“通过行动来学习”和“行动就是学习”的教育理念，让学生在由实践情境构成的以过程逻辑为中心的行动体系中获取过程性知识，去解决“怎么做”（经验）和“怎么做更好”（策略）的问题，而不是在由专业学科构成的以架构逻辑为中心的学科体系中去追求陈述性知识，只解决“是什么”（事实、概念等）和“为什么”（原理、规律等）的问题。由此，作为教学改革核心课程的改革成功与否，就成为职业教育教学改革成功与否的关键。

当前，在学习和借鉴国内外职业教育课程改革成功经验的基础之上，工作过程导向的课程开发思想已逐渐为职业教育战线所认同。所谓工作过程，是“在企业里为完成一件工作任务并获得工作成果而进行的一个完整的工作程序”，是一个综合的、时刻处于运动状态但结构相对固定的系统。与之相关的工作过程知识，是情境化的职业经验知识与普适化的系统科学知识的交集，它“不是关于单个事务和重复性质工作的知识，而是在企业内部关系中将不同的子工作予以连接的知识”。以工作过程逻辑展开的课程开发，其内容编排以典型职业工作任务以及实际的职业工作过程为参照系，按照完整行动所特有的“资讯、决策、计划、实施、检查、评价”结构，实现学科体系的解构与行动体系的重构，实现于变化的具体的工作过程之中获取不变的思维过程完整性的训练，实现实体性技术、规范

性技术通过过程性技术的物化。

近年来,教育部在中等职业教育和高等职业教育领域,组织了我国职业教育史上最大的职业教育师资培训项目——中德职教师资培训项目和国家级骨干教师培训项目。这些骨干教师通过学习、了解、接受先进的教学理念和教学模式,结合中国的国情,开发了更适合我国国情、更具有中国特色的职业教育课程模式。

华中科技大学出版社结合我国正在探索的职业教育课程改革,邀请我国职业教育领域的专家、企业技术专家和企业人力资源专家,特别是接受过中德职教师资培训或国家级骨干教师培训的中等职业学校的骨干教师,为支持、推动这一课程开发项目应用于教学实践,进行了有意义的探索——工作过程导向课程的教材编写。

华中科技大学出版社的这一探索有两个特点。

第一,课程设置针对专业所对应的职业领域,邀请相关企业的技术骨干、人力资源管理者以及行业著名专家和院校骨干教师,通过访谈、问卷和研讨,由企业技术骨干和人力资源管理者提出职业工作岗位对技能型人才在技能、知识和素质方面的要求,结合目前我国中职教育的现状,共同分析、讨论课程设置中存在的问题,通过科学合理的调整、增删,确定课程门类及其教学内容。

第二,教学模式针对中职教育对象的智力特点,积极探讨提高教学质量的有效途径,根据工作过程导向课程开发的实践,引入能够激发学习兴趣、贴近职业实践的工作任务,将项目教学作为提高教学质量、培养学生能力的主要教学方法,把“适度”、“够用”的理论知识按照工作过程来梳理、编排,以促进符合职业教育规律的新的教学模式的建立。

在此基础上,华中科技大学出版社组织出版了这套工作过程导向的中等职业教育“十一五”规划教材。我始终欣喜地关

注着这套教材的规划、组织和编写的过程。华中科技大学出版社敢于探索、积极创新的精神，应该大力提倡。我很乐意将这套教材介绍给读者，衷心希望这套教材能在相关课程的教学发挥积极作用，并得到读者的青睐。我也相信，这套教材在使用的过程中，通过教学实践的检验和实际问题的解决，能够不断得到改进、完善和提高。我希望，华中科技大学出版社能继续发扬探索、研究的作风，在建立具有我国特色的中等职业教育和高等职业教育的课程体系的改革中，作出更大的贡献。

是为序。

教育部职业技术教育中心研究所

《中国职业技术教育》杂志主编

学术委员会秘书室长

中国职业技术教育学会

理事、教学工作委员会副主任

职教课程理论与开发研究会主任

姜大源 研究员 教授

2008年7月15日

前言



随着中等职业教育教学改革的不断深入与发展,教学目标和教学模式都发生了很大的变化。传统教材在内容上偏多、偏难、陈旧,且理论与实际脱节,仍然没有跳出学科型教材的结构框架。教材编写理念、内容和结构急需改革。

本教材努力体现以全面素质教育为基础、以就业为导向、以岗位需要为依据、以职业能力为主线、以工作任务为中心、以技术实践知识为焦点、以技术理论知识为背景,打破原来学科型教学内容体系,采用现代知识认识型的行动体系模式,努力使课程教学过程最大限度地趋近实际的工作过程,让学生在行动过程中学习知识、获得技能、培养能力,满足市场对人才的需求。在编写中,编者着力使教材具有如下特色。

(1) 紧扣中职教育的培养目标,与教学情况相适应。

中职教育定位在培养技能型、实用型人才,培养在生产、技术、服务、管理第一线的高素质劳动者。结合目前中职教育的实际情况,教材淡化学科色彩,弱化过深、过难的理论,突出知识与应用,以“应用”为主旨和特征构建教学内容体系。基础理论部分以“应用”为主旨,以“必需”、“够用”为原则;加工技能部分加强针对性和实用性。例如在车工技术、铣工技术、刨工和磨工技术等项目内容中,着重介绍相关机器的安全操作规范、使用与维护要点、工装夹具的装夹方法、典型零件的加工步骤等。

(2) 突出职业教育的实用性。

教材贴近实际、衔接岗位,与相应的职业资格标准或行业职业技能

鉴定标准相结合, 兼顾考证要求, 力图将学历教育的内容与行业资格认证结合起来。教材编写中参考了有关工种鉴定标准中的应知、应会内容, 尽量覆盖相应的知识点。每个项目内容后设计了综合训练项目, 旨在培养学生的实践动手能力。项目内容后的综合练习题, 紧扣职业技能鉴定的标准和要求, 贴近了岗位实际需求。

(3) 模块结构、分层教学, 便于灵活运用。

本教材对机械加工知识和能力培养的课程进行了有机的综合处理。每一个项目自成模块, 每一模块内容细分基础常识、加工常识和加工技术常识三个层次。基础常识和加工常识是学生必须掌握的内容, 以保证基本教学任务达到大纲基本要求; 加工技术常识则针对不同层次的学生可以作出不同的要求。探索分层教学, 书中部分内容如“知识链接”、“高级技术”是加深、加宽内容, 目的是扩大学生的知识、技术视野。使用者可根据实际需要适当删减相关内容, 以适应地区和学生能力上的差异。体例上采用项目教学法, 旨在培养学生分析、解决实际问题的能力。

(4) 教材更多吸收了现代制造中的新知识、新技术、新工艺和新材料, 体现了制造技术的先进性。

(5) 内容结构新颖, 图文并茂, 增强了可读性。

根据中职生年龄特点, 文字风格上采用通俗活泼的语言, 通过大量的图、表帮助学生理解问题, 直观逼真。在各个项目内容中, 穿插了“注意”、“安全提示”、“小贴士”、“技术指导”等栏目, 以活跃版面和提高学生的学习兴趣, 加深学生对所学知识的印象, 同时增强学生的质量意识、安全意识和职业道德要求。

本书由窦召领担任主编, 朱振宇担任副主编。窦召领编写了项目一、项目三、项目五、项目六、项目七及各项目的综合训练和项目综合练习, 朱振宇编写了项目二、项目四和项目八, 周本利老师参编项目六、项目七中部分内容, 杨伟老师参编项目三中部分内容。全书由窦召领统校。

由于编者水平有限, 书中难免存在着缺点和错误, 恳请广大读者批评指正。

编者

2008年5月

目 录

项目一 金属切削的基本知识

任务 1 基本概念	(2)
任务 2 刀具几何角度	(5)
任务 3 刀具材料	(10)
任务 4 金属切削过程	(16)
任务 5 综合练习	(31)
项目小结	(32)
项目练习	(32)

项目二 机械加工工艺规程

任务 1 零件加工的工艺过程和工艺规程	(36)
任务 2 定位基准的选择	(43)
任务 3 拟定工艺路线	(46)
任务 4 加工余量和工序尺寸的确定	(55)
任务 5 工艺尺寸链	(58)
项目小结	(67)
项目练习	(67)

项目三 机床夹具简介

任务 1 机床夹具概述	(72)
任务 2 工件的定位	(77)
任务 3 工件的夹紧	(83)
任务 4 常用机床夹具简介	(86)
项目小结	(94)
项目练习	(95)

项目四 车工技术基础

任务 1 车削加工基本常识	(100)
任务 2 车床和车刀	(101)
任务 3 轴类零件的车削技术	(109)
任务 4 套类零件的加工	(123)
任务 5 螺纹加工	(129)
任务 6 综合训练	(135)
项目小结	(137)
项目练习	(137)

项目五 铣工技术基础

任务 1 铣工基础知识	(142)
任务 2 铣刀	(151)
任务 3 平面、斜面的铣削加工	(160)
任务 4 台阶、沟槽与轴上键槽的铣削	(175)
任务 5 特形沟槽的铣削	(187)
任务 6 花键的铣削	(192)
任务 7 综合训练	(203)
项目小结	(204)
项目练习	(204)

项目六 其他机械加工常识

任务 1 刨削基础常识	(210)
任务 2 刨削加工常识	(216)

任务 3	典型零件的刨削加工	(220)
任务 4	磨削基础常识	(222)
任务 5	磨削加工技术常识	(230)
任务 6	综合训练	(235)
项目小结		(237)
项目练习		(237)

项目七 机械装配常识

任务 1	机械装配概述	(240)
任务 2	装配尺寸链	(244)
任务 3	装配中孔的配作	(249)
任务 4	典型部件装配	(252)
任务 5	综合训练	(260)
项目小结		(265)
项目练习		(265)

项目八 先进制造技术简介

任务 1	先进制造技术概述	(270)
任务 2	先进制造工艺技术	(275)
任务 3	制造自动化技术	(279)
项目小结		(284)
项目练习		(285)

参考文献		(287)
------	-------	-------



【项目描述】

本项目从金属切削的基本概念入手，围绕金属材料的切削过程，详细介绍了金属切削的基本原理和规律，引导学生在实际加工意境中认识、学习和领悟机械加工的本质和奥妙。

【学习目标】

牢固掌握金属切削的基本概念；熟悉刀具几何角度和刀具材料的选择方法；了解金属切削过程中切削变形、切削力、切削温度和刀具磨损的变化规律。

【能力目标】

能根据加工条件，初步具备合理选择刀具材料、刀具几何参数以及切削用量的能力。

金属切削的基本知识



任务1 基本概念

活动情景

金属切削加工的目的,是多、快、好、省地切除工件上多余的金属,获得要求的新表面。金属切削加工的方法很多,常用的有车削、铣削、刨削、磨削、钻削、镗削、齿轮加工等。虽然加工的方式多种多样,但它们有着相同的基本原理和规律,都必须要求刀具和工件之间保持相对稳定的运动轨迹。

任务要求

了解切削运动、切削表面和切削用量等基本概念,熟悉零件的切削成形过程。

基本内容

1. 切削运动

切削运动是切削加工中刀具与工件之间的相对运动。以在车床上车削外圆为例,如要切除工件表面多余金属层,工件必须作回转运动,刀具作直线运动,这两种运动就组成了切削运动。通常按运动在切削中起的作用不同分为主运动和进给运动(见图1-1)。

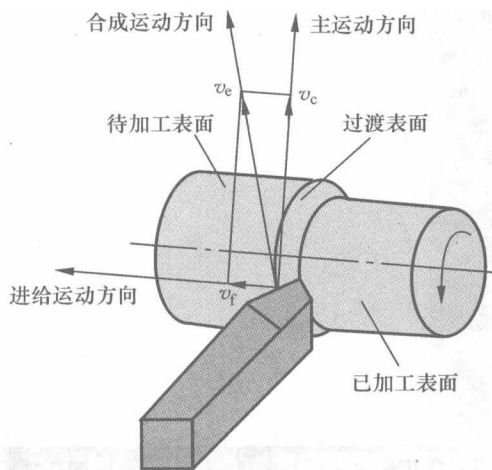


图 1-1 切削运动与切削表面

1) 主运动

由机床或人力提供的刀具和工件之间主要相对运动,是切除多余金属层以形成工件要求的形状、尺寸精度及表面质量所必须的基本运动,是速度最高、消耗功率最大的运动。这种运动在切削过程中只能有一个。主运动速度用 v_c 表示。对于车削加工,主运动是工件的回转运动。

2) 进给运动

进给运动是指与主运动配合,不断地把切削层投入切削的运动。进给运动速度慢、消耗功率小。切削加工中进给运动可以是一个、两个或多个,可能是连续性的运动,也可能是间歇性的运动。根据刀具相对于工件被加工表面运动方向的不同,进给分为纵向进给、横向进给和圆周进给等。进给运动的速度用进给量 f 或进给速度 v_f 表示。对于车削加工,进给运动是刀具的直线运动。

3) 合成切削运动

切削加工的主运动与进给运动往往是同时进行的, 因此, 刀具切削刃上某一点与工件的相对运动应是上述两种运动的合成, 其合成速度 $v_c = v_c + v_f$ 。合成切削运动是主运动和进给运动的合成运动。刀具切削刃上选定点相对于工件的瞬时合成运动方向, 称为合成运动方向, 其速度称为合成切削速度。

2. 工件表面

在切削加工过程中, 在主运动和进给运动的作用下, 工件表面上的金属不断地被刀具切除而变为切屑, 同时在工件上形成新的表面。在新表面的形成过程中, 工件有三个不断变化着的表面, 如图 1-1 所示。

- (1) 待加工表面: 加工时即将被切除的工件表面。
- (2) 已加工表面: 工件上经刀具切削后产生的新表面。
- (3) 过渡表面: 主切削刃正在切削的表面, 它是待加工表面与已加工表面的连接表面。

3. 切削用量

切削用量是切削过程中切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 的总称, 如图 1-2 所示。

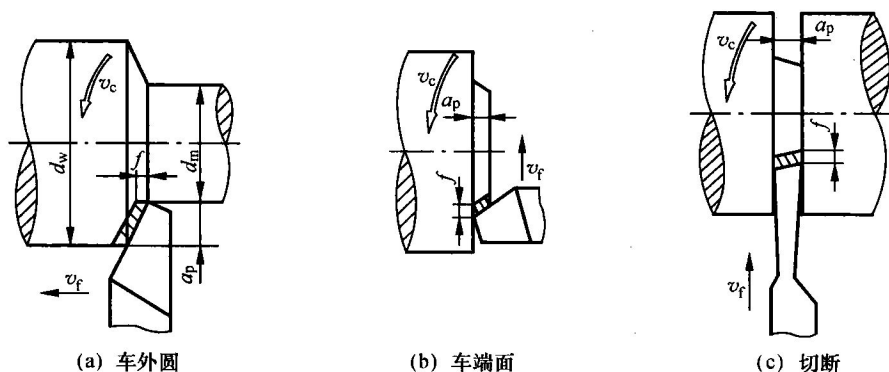


图 1-2 切削用量

1) 切削速度 v_c

v_c 是主运动的线速度 (m/min)。当主运动为旋转运动时, v_c 以回转体最大直径的切削速度来计算, 有

$$v_c = \pi d_w n / 1\,000 \quad (1-1)$$

式中: n 为工件的转速 (r/min 或 r/s); d_w 为工件待加工表面直径 (mm)。

若主运动为直线运动时, 切削速度是刀具相对于零件的直线运动速度。

2) 进给量

进给量是指刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量, 可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表示。当主运动是旋转运动时, f 的单位为 mm/r。对于铣刀、铰刀等多齿刀具, 还规定每齿进给量 f_z , 即在每转或每行程中每个刀齿相对于工件在进给方向上的位移量,

单位为 mm/齿。还可使用进给速度 v_f ，即用单位时间内的进给量表示，单位为 mm/min。

工件转速 n 、进给速度 v_f 、进给量 f 和每齿进给量 f_z 间有下列关系：

$$v_f = n f = f_z z n \quad (1-2)$$

式中： z 为刀具齿数。

3) 背吃刀量 a_p

a_p 为工件上已加工表面与待加工表面间的垂直距离，单位为 mm。

主运动为回转运动时，计算公式为

$$\text{外圆车削:} \quad a_p = (d_w - d_m) / 2 \quad (1-3)$$

$$\text{钻孔:} \quad a_p = d_m / 2 \quad (1-4)$$

主运动为直线运动时，计算公式为

$$a_p = H_w - H_m \quad (1-5)$$

式中： d_w 为工件待加工表面直径； d_m 为工件已加工表面直径； H_w 为工件待加工表面厚度； H_m 为工件已加工表面厚度。单位均为 mm。

4) 切削层参数

在主运动和进给运动的作用下，工件将有一层多余的材料被切除，这层多余的材料称为切削层。切削层在垂直于主运动方向上的断面称为切削层截面，如图 1-3 所示。图中阴影部分即为切削层。其截面尺寸的大小即为切削层参数，它决定了刀具所承受负荷的大小及切削层尺寸，还将影响切削力、刀具磨损、表面质量和生产率。切削层截面对研究切削机理具有重要的意义。

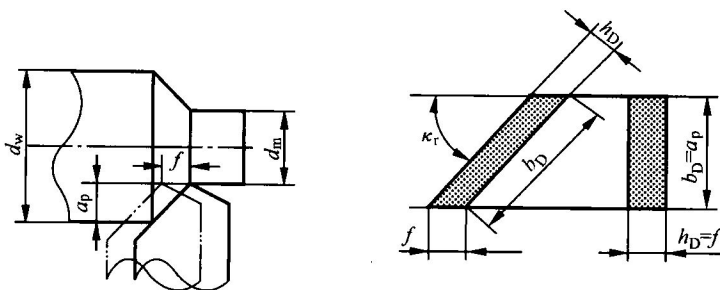


图 1-3 车外圆时的切削层参数

纵车外圆时切削层尺寸可用以下三个参数表示。

(1) 切削层公称厚度 h_D ： h_D 是垂直于切削刃的方向上度量的切削刃两瞬时位置过渡表面间的距离。 h_D 的大小能反映切削刃单位长度上工作负荷的大小，有

$$h_D = f \sin \kappa_r \quad (1-6)$$

(2) 切削层公称宽度 b_D ： b_D 是沿切削刃方向度量的切削层截面的尺寸。 b_D 的大小影响刀具的散热情况，有

$$b_D = a_p / \sin \kappa_r \quad (1-7)$$

(3) 切削层公称横截面面积 A_D ： A_D 是切削层横截面的面积，有

$$A_D = b_D \cdot h_D \quad (1-8)$$



切削速度、进给量和背吃刀量称为切削用量三要素。任何切削加工都必须合理选择该三要素。

任务2 刀具几何角度

活动情景

在金属切削过程中，机床、刀具、夹具和工件组成金属切削加工的工艺系统。在这个工艺系统中，金属切削刀具起着极为重要的作用。金属切削加工的刀具种类繁多，不同材料、不同结构形式的刀具各自承担着不同的切削加工任务，常用的几种刀具如图 1-4 所示。所有刀具切削部分的组成都有共同点，车刀的切削部分可看作是各种刀具切削部分最基本的形态。

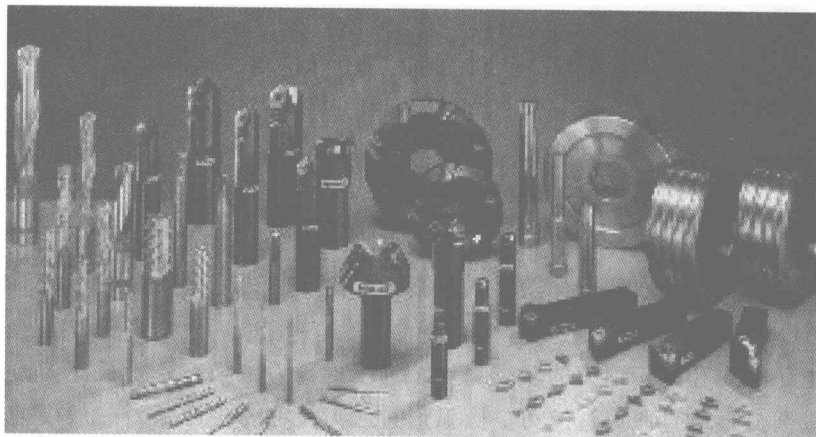


图 1-4 常用刀具

任务要求

了解刀具几何角度的基本定义，熟悉刀具角度的参考系，初步掌握刀具角度的选择方法。

基本内容

外圆车刀是最基本、最典型的切削刀具，其他各类刀具，如刨刀、钻头、铣刀等，都可以看作是车刀的演变和组合。