



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

模具制造工艺学

新世纪高职高专教材编审委员会组编
主编 滕宏春



大连理工大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

模具制造工艺学

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 编 滕宏春 副主编 高 梅 朱秀琳



MOJU ZHIZAO GONGYIXUE

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺学 / 滕宏春主编. —大连:大连理工大学出版社,2007.6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5611-3575-4

I. 模… II. 滕… III. 模具—制造—工艺—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 056078 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

电话:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

大连业发印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:15.25 字数:359 千字

印数:1~4000

2007 年 6 月第 1 版

2007 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑:刘 芸

责任校对:佟保林

封面设计:季 强

ISBN 978-7-5611-3575-4

定 价:25.00 元

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国100余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001年8月18日

前 言

《模具制造工艺学》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是新世纪高职高专教材编审委员会组编的模具设计与制造类课程规划教材之一。

高职高专模具设计与制造专业是培养面向生产一线的以从事模具制造为主的高技能应用型技术人员,侧重于模具制造工艺设计、模具制造、装配、调试能力的培养。高职高专模具设计与制造专业的学生应当掌握的关键技能是:

1. 能操作普通机械加工设备和现代模具加工设备。
2. 能编制合理工艺方案,运用好各种加工设备加工出高质量的模具零部件。
3. 装配、调试出高质量的成套模具。

高职高专模具设计与制造专业的课程体系应当围绕上述三点建设。

本教材指导学生在已经掌握模具设计基本知识和机械制造基础知识后,全面系统地学习机械制造技术、模具加工工艺编制、模具制造、装配、调试、模具生产管理、现代模具制造技术的知识;结合高职高专教育的特点,尽可能地针对关键能力的培养,避免课程体系分得过细,造成课程内容的重复。本教材对原课程体系做了较大的改动,核心是模具制造与装配,与模具制造有关的技术知识被纳入同一体系,大大优化了课程内容。

本教材共分10章,主要内容及参考学时如下:绪论(2学时);切削加工工艺理论基础(8学时);切削刀具(8学时);磨削(6学时);模具加工机床(8学时);模具工艺规程设计(8学时);模具的机械加工(8学时);模具装配(8学时);模具的管理(2学时);模具先进制造技术(2学时)。

本教材由南京工业职业技术学院滕宏春任主编,南京工



业职业技术学院高梅、朱秀琳任副主编。具体编写分工如下:滕宏春编写第1、7、8、9、10章;高梅编写第2、3、4、5章;朱秀琳编写第6章。全书由滕宏春负责统稿。广东轻工职业技术学院朱派龙老师、大连理工大学宋满仓老师审阅了全书并提出了许多宝贵的意见和建议,在此深表感谢!

尽管我们在教材建设的特色方面做出了许多努力,但由于编者水平有限,教材中仍可能存在一些疏漏和不妥之处,恳请各教学单位和读者在使用本教材时多提宝贵意见,以便下次修订时改进。

所有意见和建议请发往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411-84707492 0411-84706104

编 者

2007年1月



第1章 绪论	1
1.1 模具制造技术的现状与发展	1
1.2 模具制造工艺的任务	3
1.3 模具制造的特点及基本要求	3
1.4 本课程的性质、任务和学习方法	4
第2章 切削加工工艺理论基础	5
2.1 切削加工概述	5
2.2 金属切削过程的基本规律	17
2.3 金属切削过程基本规律的应用	27
思考与练习题	34
第3章 切削刀具	36
3.1 车刀	36
3.2 铣刀	40
3.3 孔加工刀具	53
3.4 刨刀	66
思考与练习题	67
第4章 磨削	68
4.1 砂轮	68
4.2 磨削运动和磨削用量	72
4.3 磨削过程	73
4.4 磨削力和磨削功率	75
4.5 砂轮的磨损和修整	76
4.6 磨削温度	77
4.7 磨削表面质量	77
4.8 模具的成型磨削	78
思考与练习题	85
第5章 模具加工机床	86
5.1 模具切削机床与数控机床基本知识	86
5.2 车床	94
5.3 铣床	102
5.4 钻床	105

5.5 镗床	108
5.6 刨床	110
5.7 磨床	112
5.8 加工中心	119
思考与练习题	121
第6章 模具工艺规程设计	123
6.1 基本概念	123
6.2 模具加工质量与经济性	127
6.3 模具工艺规程	131
6.4 审查图样、选择毛坯	134
6.5 选择基准、确定各表面加工方法	136
6.6 拟定工艺路线	141
6.7 工件的装夹	145
6.8 典型模具零件的加工工艺分析	151
思考与练习题	154
第7章 模具的机械加工	158
7.1 模具工作零件的加工	158
7.2 模架的加工	164
7.3 型腔抛光	176
7.4 数控电火花加工	178
思考与练习题	193
第8章 模具装配	194
8.1 概述	194
8.2 装配尺寸链和装配工艺方法	195
8.3 模具零件的固定方法	198
8.4 间隙(壁厚)的控制方法	199
8.5 冲压模装配	201
8.6 塑料模装配	208
思考与练习题	214
第9章 模具的管理	215
9.1 模具标准化	215
9.2 模具生产技术管理	217
9.3 现代模具制造生产管理	223
思考与练习题	224
第10章 模具先进制造技术	225
10.1 模具高速切削技术	225
10.2 模具快速成型技术	226
思考与练习题	235
参考文献	236

第 1 章

绪 论

1.1 模具制造技术的现状与发展

1.1.1 我国模具制造技术的现状

在现代工业生产中,模具是重要的工艺装备之一。随着科学技术的发展,工业产品的品种和数量不断增加,产品的改型换代加快,对产品的质量和外观不断提出新的要求,对模具质量的要求也越来越高。模具设计与制造水平的高低,直接影响着国民经济的发展。世界上工业发达的国家,其模具工业发展迅速,模具总产值超过了机床工业的总产值,其发展速度也超过了机床、汽车、电子等工业,是国民经济的基础工业之一。模具技术,特别是制造精密、复杂、大型长寿命模具的技术,已成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一。

目前,我国的模具行业生产厂家有数千个,职工有 50 万人,每年能生产百万套模具。模具制造技术从过去只能制造简单模具已发展到可以制造大型、精密、复杂、长寿命的模具,但总体上还存在着制造的模具品种少、精度差、寿命短、生产周期长的弊端,很多精密、复杂、大型模具因为国内制造困难,不得不从国外进口。

为了尽快发展我国的模具工业,国家已经采取了许多具体措施,如给专业模具厂投入技术改造资金,将模具列为国家规划重点科技攻关项目,派有关工程技术人员出国考察,引进国外模具先进技术,制定有关的模具标准等。近几年,我国的模具工业发展较快,模具制造水平也在逐步提高。

在冲压模具方面,我国设计和制造的 50 多工位的硬质合金自动级进模等,都达到了国际同类模具产品的技术水平。凹模镶件的重叠定位精度小于 0.005 mm,步距精度小于 0.005 mm,模具成型表面粗糙度达到 0.1~0.4 μm 。

在塑料模具方面,我国能设计制造汽车保险杠及整体仪表盘大型注射模具,模具重达几十吨,模具尺寸精度可达到 10 μm ,型腔表面粗糙度达到 0.1 μm ,型芯表面粗糙度达到 3.2 μm ,模具寿命达到 30 万次以上,已达到国际同类模具产品的技术水平。

1.1.2 模具制造技术随着制造业技术的发展而发展的状况

1. 模具制造技术随着制造设备水平的提高而提高

随着先进、精密和高自动化程度的模具加工设备的应用,如数控仿形铣床、数控加工中心、精密坐标磨床、连续轨迹数控坐标磨床、高精度低损耗数控电火花成型加工机床、慢走丝

精密电火花线切割机床、精密电解加工机床、三坐标测量仪、挤压研磨机等模具加工和检测设备的应用,拓展了可进行机械加工的模具范围,提高了加工精度,降低了制件表面粗糙度,大大提高了加工效率,推进了模具设计制造一体化的发展。

2. 模具制造技术随着模具新材料的应用而提高

模具材料是影响模具寿命、质量、生产率和生产成本的重要因素。

3. 模具制造技术随着标准化程度的提高而提高

模具的标准化是代表模具工业与模具技术发展的重要标志。到目前为止,我国已经制定了冲压模具、塑料模具、压铸模具和模具基础技术等 50 多项国家标准,近 300 多个标准号,基本满足了国内模具生产技术发展的需要。商品化程度是以标准化为前提的,随着标准的颁布实施,模具的商品化程度也大大提高。商品化推动了专业化生产,降低了制造成本,缩短了制造周期,提高了标准件的内外质量,也促进了新型材料的应用。

4. 模具制造技术随着模具现代化设计与制造技术的发展而提高

随着计算机技术的发展应用,计算机辅助模具设计与制造(CAD/CAM)趋于成熟,模具设计与制造一体化技术已经实现。计算机辅助模具设计与制造不仅提高了设计速度,还可以实现成型的模拟,优化设计参数,同时能够依据设计模型进行自动加工程序的编制,并且实现了加工结束后的自动检测。

1.1.3 模具制造技术的发展趋势

随着我国社会主义市场经济的不断发展,工业产品的品种增多,产品更新换代加快,市场竞争日益激烈,因此模具质量的提高和生产周期的缩短显得尤为重要。促进模具制造技术的发展出现了以下趋势。

1. 模具粗加工技术向高速、高效加工发展

以高速铣削为代表的高速切削加工技术代表了模具零件外形表面粗加工的发展方向。高速铣削可以大大改善模具表面的质量状况,能够大大提高加工效率并降低加工成本。超高速加工中心的切削进给速度可达 76 m/min,主轴转速可达 45000 r/min。另外,毛坯下料设备出现了高速锯床、阳极切割和激光切割等高速、高效率加工设备,出现了高速磨削设备和强力磨削设备。

2. 成型表面的加工向精密、自动化方向发展

成型表面的加工向计算机控制和高精度加工方向发展。数控加工中心、数控电火花成型加工设备、计算机控制连续轨迹坐标磨床和配有 CNC 修整装配与精密测量装置的成型磨削加工设备等的推广和使用,是提高模具制造技术水平的关键。

3. 光整加工技术向自动化方向发展

当前模具成型表面的研磨、抛光等加工仍然以手工作业为主,不仅花费工时多,而且劳动强度大、表面质量低。工业发达国家正在研制由计算机控制、带有磨料磨损自动补偿装置的光整加工设备,可以对复杂型面的三维曲面进行光整加工,并开始在模具加工上使用,大大提高了光整加工的质量和效益。

4. 逆向制造工程制模技术的发展

以三坐标测量机和快速成型制造技术为代表的逆向制造技术是一种以复制为原理的制模技术,它具有重大的影响。这种制模技术特别适用于多品种、小批量、形状复杂的模具制

造,对缩短模具制造周期、进而提高产品的市场竞争能力有着重要的意义。

5. 模具 CAD/CAM 技术将有更快的发展

模具 CAD/CAM 技术在模具设计与制造中的优势越来越明显,它是模具技术的又一次革命,普及和提高 CAD/CAM 技术的应用是模具制造业发展的必然趋势。

1.2 模具制造工艺的任务

所谓制造工艺,就是把设计转化为产品的过程。模具制造工艺,就是把模具设计转化为模具产品的过程。模具制造工艺的任务是研究探讨制造的可行性和如何制造的问题,进而研究怎样以低成本、短周期制造出高质量的模具。

成本、周期和质量是模具制造的主要技术经济指标。寻求这三个指标的最佳值,单从模具制造的角度考虑是不够的,应综合考虑设计、制造和使用这三个环节,三者要协调。设计除考虑满足使用功能外,还要充分考虑制造的可行性;制造要满足设计要求,同时也制约设计,并指导用户使用;使用也要了解设计与制造,使得冲压和塑压等制品的设计在满足使用功能等前提下便于制造,为达到较好的技术经济指标奠定基础。

从制造角度考虑,影响模具制造工艺的主要因素有:

- (1)表面 外表面加工较内表面加工容易,规则表面比异形表面加工容易,型孔较型腔加工容易。
- (2)精度 精度提高则制造难度可能成几何级数增加。
- (3)表面粗糙度 占用制造时间较多(一般多达 1/3)。
- (4)型孔和型腔 型孔和型腔的数量增加了模具的复杂性和制造难度。
- (5)热加工 影响各道工序的制造效率。

1.3 模具制造的特点及基本要求

1.3.1 模具制造的特点

(1)单件、多品种生产 模具是高寿命专用工艺装备,每套模具只能生产某一特定形状、尺寸和精度的制件,这就决定了模具生产属于单件、多品种生产。

(2)生产周期短 由于新产品更新换代的加快和市场竞争的日趋激烈,要求模具的生产周期越来越短。模具的生产管理、设计和工艺工作都应该适应这一要求,要提高模具的标准化水平,以缩短制造周期,提高质量,降低成本。

(3)要求成套性生产 当某个制件需要多副模具加工时,前一模具所制造的是后一模具的毛坯,模具之间相互牵连制约,只有最终制件合格,这一系列模具才算合格。因此,在模具的生产和计划安排上必须充分考虑这一特点。

(4)要求模具高精度和低表面粗糙度。

(5)要求模具寿命高,以降低制造成本。

(6)模具制造具有经验性的特点。模具制造装配、调试是非常重要的,也是影响制造周期的重要因素。

1.3.2 模具制造的基本要求

保证模具质量;保证制造周期;良好的劳动条件;模具成本低廉;工艺水平先进。

1.4 本课程的性质、任务和学习方法

本课程是高职高专模具设计与制造专业的核心课程之一。通过本课程的学习,使学生掌握三个方面的关键技能:(1)能操作所有普通机械加工设备和现代模具加工设备;(2)能编制合理工艺方案,运用好各种加工设备加工出高质量的模具零部件;(3)装配出高质量的成套模具。

由于现代工业生产的发展和材料成型新技术的应用,对模具制造技术的要求越来越高。模具的制造方法已经不再只是过去传统意义上的一般机械加工,而是立足于一般的机械加工,又将现代加工技术和管理与一般机械加工方法有机地结合起来。因此,通过本课程的学习,要求学生掌握机械加工工艺的理论基础、切削刀具、模具加工工艺规程、模具加工、装配、生产管理等。同时要求学生了解模具现代制造技术,以提高学生分析较复杂的模具结构工艺性和可加工性的能力。

本课程体系中配合有大量的实践教学内容,实践动手能力要求较高,涉及的知识面较广。因此,学生除了重视课堂教学外,还应特别注意实践环节,尽可能使实践教学连贯、系统,以提高本课程的学习效果。

第2章

切削加工工艺理论基础

2.1 切削加工概述

2.1.1 切削加工的地位和种类

切削加工是利用切削刀具从工件(毛坯)上切去多余的材料,使零件具有符合图样规定的几何形状、尺寸和表面粗糙度等方面要求的加工过程。

1. 切削加工的地位

机械加工中的切削加工,在机械制造过程中所占比重最大、用途最广。目前,机械制造业中所用的工作母机有 80%~90% 仍为金属切削加工机床。切削加工在模具制造中处于十分重要的地位。

2. 切削加工的种类

切削加工可分为钳工和机械加工(简称机工)两部分。

(1) 钳工 钳工主要是在钳工台上以手持工具为主,对工件进行加工的切削加工方法。其主要工作内容有划线、用手锯锯削、用錾子錾削、用锉刀锉削、用刮刀刮削、用钻头钻孔、用扩孔钻扩孔、用绞刀绞孔。此外,还有攻螺纹、套螺纹、手工研磨、抛光、机械装配和设备修理等。

(2) 机械加工 机械加工是在机床上利用机械力对工件进行加工的切削加工方法。其主要方法有车、钻、镗、铣、刨、拉、插、磨、珩磨、超精加工和抛光等。

随着加工技术的现代化,越来越多的钳工加工工作已被机械加工所代替,同时钳工自身也在逐渐机械化。但在模具制造与装配中,由于钳工加工灵活、方便,所以在切削加工行业中仍占有一席之地。

2.1.2 切削加工的特点和发展方向

1. 切削加工的特点

(1) 切削加工获得零件的几何精度变化范围广泛,可以适应不同层次的需要,这是其他加工方法难于达到的。切削加工的几何精度范围一般为:

① 尺寸精度:一般为 IT5~IT10。

② 表面粗糙度:一般为 0.008~25 μm 。

③ 形状精度、位置精度:选择好工艺路线和工装,可以达到与尺寸精度相适应的形状精度和位置精度。

(2)切削加工零件的材料、形状、尺寸和重量的适应范围很大,主要表现为:

①材料可以是金属材料,也可以是非金属材料。

②可以是形状较复杂的零件。

③零件的尺寸大小一般不受限制。

④重量的适用范围很广,可以重达数百吨,也可以只有几克,如微型仪表零件。

(3)切削加工的生产率较高,一般高于其他加工方法。

2. 切削加工的发展方向

目前,切削加工正朝着高精度、高效率、自动化、柔性化和智能化方向发展。

(1)加工设备朝着高精度、高效率、自动化、柔性化和智能化方向发展。加工中心、自适应控制系统、直接数字控制系统(即计算机群控系统)、柔性制造系统等的出现以及误差自动化补偿的问世,已揭开了切削加工发展的前幕,在精度上向原子级加工逼近。

(2)刀具材料朝着超硬方向发展。陶瓷、聚晶金刚石(PCD)和聚晶立方氮化硼(PCBN)等超硬材料将被普遍应用于切削加工,使切削速度迅速提高到每分钟数千米。

(3)生产规模由目前的小批量和单品种大批量向多品种变批量方向发展。

(4)切削加工将被融合到计算机辅助设计(CAD)与计算机辅助制造(CAM)、计算机集成制造系统(CIMS)等高新技术和理论中,实现设计、制造和检验(CAT)与生产管理等全部生产过程的自动化。

2.1.3 工件加工所需的运动、切削用量和切削层参数

1. 工件加工所需的运动

(1)切削运动

在金属切削加工中,获得所需表面形状并达到工件的尺寸要求是通过切除工件上多余的金属材料来实现的。切除多余金属材料时,工件和刀具之间的相对运动称为切削运动。图 2-1 所示为钻削、车削、刨削、铣削、磨削、镗削的切削运动。根据切削运动在切削加工中的功用不同,可将切削运动分为主运动(v_c)和进给运动(v_f)。

①主运动(v_c) 主运动是工件和刀具产生主要相对运动,以对金属层进行切削而形成加工表面必不可少的最基本、最主要的运动。通常它的速度最高,消耗机床动力最多。一般机床的主运动只有一个,如车削、镗削加工时工件的回转运动,铣削、钻削加工时刀具的回转运动,刨削加工时刨刀的往复直线运动等都是主运动。

②进给运动(v_f) 进给运动是新的切削层金属不断投入切削的运动。进给运动与主运动配合即可连续地或断续地切除金属层,并得出具有所需几何特性的加工表面。通常它消耗机床动力比主运动少得多,可由一个(如车削)或多个运动(如外圆磨削)组成。根据刀具相对于工件被加工表面运动方向的不同,进给运动分为纵向进给、横向进给、圆周进给、径向进给和切向进给运动等。此外,进给运动也可以分为轴向(钻床)、垂直和水平(铣床)方向的进给运动。进给运动可以是连续的(如车削外圆时车刀的纵向运动),也可以是周期间断的(如刨削时工件的横向移动)。

主运动可以由工件完成(如车削),也可以由刀具完成(如钻削、铣削)。进给运动也同样可以由工件完成(如刨削、磨削)或刀具完成(如车削、钻削)。

③合成切削运动(v_c) 当主运动和进给运动同时进行时,由主运动和进给运动合成的运

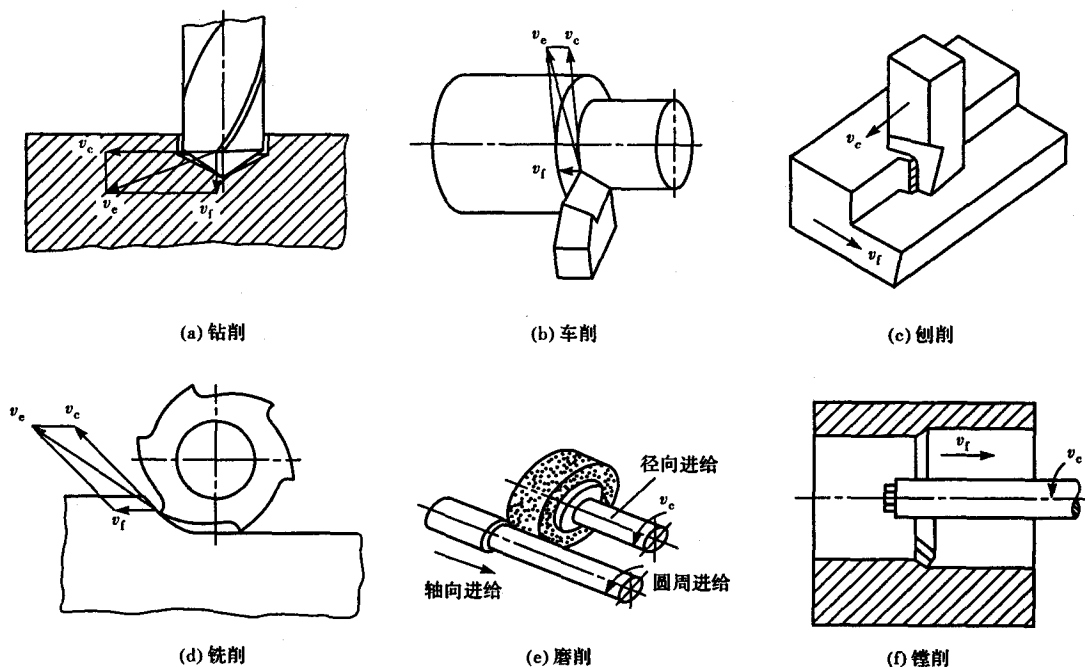


图 2-1 几种常见加工方法的切削运动

动称为合成切削运动,如图 2-1(a)、图 2-1(b)和图 2-1(d)所示。刀具切削刃上的选定点相对于工件的瞬时合成运动方向称为合成切削运动方向,其速度称为合成切削速度。合成切削速度 v_c 为同一选定点的主运动速度 v_c 与进给运动速度 v_f 的矢量和,即

$$v_c + v_f = v_c$$

(2) 辅助运动

机床中除切削运动外,为完成机床工作循环,有时还需调整刀具切削刃与工件相对位置的运动和其他辅助动作,称为辅助运动。如刀架、工作台的快速接近或退出工件,工件或刀具回转的分度运动,刀具的快速移动及变速、换向、启停等操纵及控制运动等。

2. 切削用量和切削层参数

(1) 切削过程中的工件表面

在工件和刀具相对运动的过程中,在主运动和进给运动的作用下,工件表面的一层金属不断被刀具切下转变为切屑,从而加工出所需要的工件新表面。因此,被加工的工件上有三个依次变化着的表面,如图 2-2 所示。

①待加工表面 工件上即将被切除的表面。

②已加工表面 已被切去多余金属而形成符合要求的工件新表面。

③过渡表面 加工时由切削刃在工件上正在形成的那部分表面,并且是切削过程中不断变化着的表面,它在待加工表面和已加工表面之间。

(2) 切削用量

在切削加工过程中,需要针对不同的工件材料、工件结构、加工精度、刀具材料和其他技术、经济要求,来选定适宜的切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 值。切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 称为切削用量的三要素。车削外圆时的切削用量如图 2-3 所示。

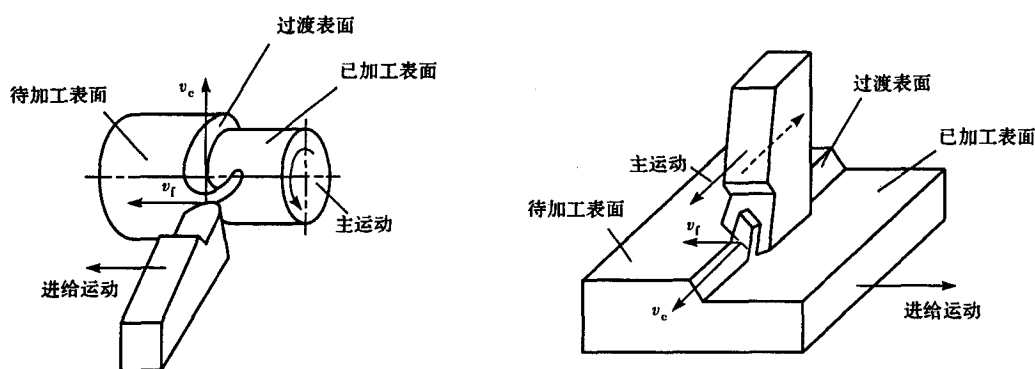


图 2-2 切削过程中工件上的表面

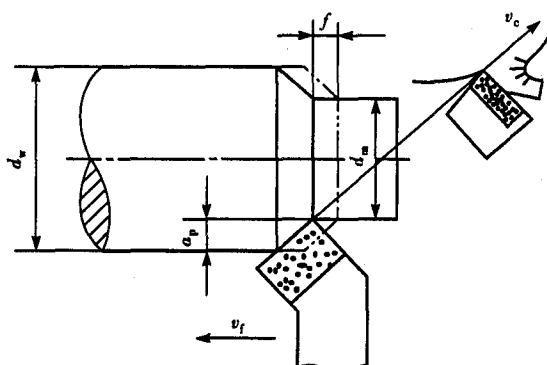


图 2-3 车削外圆时的切削用量

①切削速度 v_c 。切削刃相对于工件的主运动速度称为切削速度,单位为 m/s 或 m/min 。当主运动为旋转运动时,切削速度(m/s)可用下式计算:

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000 \times 60} \quad (2-1)$$

式中 d ——切削刃上选定点处工件或刀具的最大直径, mm ;

n ——工件或刀具的转速, r/min 。

当主运动为往复直线运动(如刨削加工)时,切削速度(m/s)可用下式计算:

$$v_c = \frac{2L n_r}{1000 \times 60} \quad (2-2)$$

式中 L ——行程长度, mm ;

n_r ——冲程次数, r/min 。

当转速 n 值一定时,切削刃上各点的切削速度 v_c 不同。考虑到刀具的磨损和已加工表面的质量因素,计算时取最大切削速度。如:车削外圆时,计算待加工表面速度;钻削时,计算钻头外径处的速度。当主运动为直线运动时,切削速度是刀具相对于工件的直线运动速度。

②进给量 f 刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量称为进给量。当主运动是回转运动时(如车削、钻削、磨削等),进给量指工件或刀具每转一周,两者沿进给方向的相对位移量,单位为 mm/r ;当主运动为往复直线运动时(如刨削),进给量指工件或刀具每往复一次,两