



职业技术·职业资格培训教材

模具制造工

■ MOJU ZHIZAO GONG

(中级)

劳动和社会保障部教材办公室 组织编写
上海市职业培训指导中心



中国劳动社会保障出版社



职业技术·职业资格培训教材

模具制造工

(中级)

主 编 高鸿庭

编 者 孙锡红 施锦才 吴凯令

林 铁 周德敏 陈 鹤

于 敞

审 稿 刘德普

 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工(中级)/高鸿庭主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2004
职业技术·职业资格培训教材
ISBN 7-5045-4628-3

I. 模… II. 高… III. 模具-制造-工艺-技术-培训-教材 IV. TG766

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 068620 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

新华书店经销

北京京安印刷厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订

787毫米×1092毫米 16开本 22印张 476千字

2004年11月第1版 2005年11月第2次印刷

印数:3000册

定价:33.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

内 容 简 介

本书由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心依据上海 1+X 职业技能鉴定考核细目——模具制造工（中级）组织编写。本书从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本职业当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握中级模具制造工的核心内容与技能有直接的帮助和指导作用。

本书在编写中摒弃了传统教材注重系统性、理论性和完整性的编写方法，而是根据本职业的工作特点，从掌握实用操作技能，以能力培养为根本出发点，采用模块化的编写方式。全书共有 6 个模块，每个模块作为一个单元，主要内容包括模具技术和模具生产、塑料成型模具、塑料模的制造与维护、冲压模具、冲模的制造与维护、压铸模等。每一模块着重介绍相关专业理论知识与专业操作技能，使理论与实践得到有机的结合。

为便于读者掌握本教材的重点内容，教材每单元后附有模拟测试题及答案，全书最后附有知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷，用于检验、巩固所学知识 with 技能。

本书可用于模具制造工（中级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供中等职业学校学习掌握先进模具制造知识与技术，或进行岗位培训使用。

前言

职业资格证书制度的推行,对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能,提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义,也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展,特别是加入世界贸易组织以后,各种新兴职业不断涌现,传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展,优化劳动力素质,上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试,推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库,X是为适应上海市经济发展的需要,对职业标准和题库进行的提升,包括增加了职业标准未覆盖的职业,也包括对传统职业的知识 and 技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式,得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要,劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合上海市模具行业协会组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写,教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能,较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家,以及相关行业的专家参与教材的编审工作,保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色,按等级、分模块单元的编写模式,使学员通过学习与培训,不仅能够有助于通过鉴定考核,而且能够有针对性地系统学习,真正掌握本职业的实用技术与操作技能,从而实现我会做什么,而不只是我懂什么。每个模块单元所附模拟测试题和答

案用于检验学习效果,教材后附本级别的知识模拟试卷和技能模拟试卷,使受培训者巩固提高所学知识 with 技能。

本教材虽结合上海市对职业标准的提升而开发,适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核,同时,也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作,由于时间紧迫,不足之处在所难免,欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

劳动保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心

目 录

第一单元 模具技术和模具生产	(1)
第一节 模具和模具技术	(1)
第二节 模具的基本结构	(4)
第三节 模具的一般机械加工	(6)
第四节 模具的数控机床加工	(24)
第五节 模具的精密机械加工	(27)
第六节 模具的钳工加工	(31)
第七节 模具的电火花加工	(40)
第八节 模具的电火花线切割加工	(52)
第九节 模具型腔的其他加工方法	(64)
第十节 模具材料及热处理	(67)
第十一节 模具的测量	(74)
第十二节 模具的生产及安全保障	(79)
模拟测试题	(81)
模拟测试题答案	(84)
第二单元 塑料成型模具	(88)
第一节 塑料与塑料模的分类	(88)
第二节 塑料制件的结构工艺性	(90)
第三节 注射成型工艺	(95)
第四节 注射模的典型结构	(98)
第五节 注射模与注射机的关系	(100)
第六节 注射模分型面的选择	(105)
第七节 注射模的浇注系统	(109)
第八节 注射模的成型零件	(117)
第九节 注射模的合模导向机构	(121)
第十节 注射模的脱模机构	(125)
第十一节 注射模的侧向抽芯机构	(130)

第十二节 模具的加热与冷却	(137)
第十三节 压缩模	(140)
第十四节 压注模	(144)
模拟测试题	(150)
模拟测试题答案	(154)
第三单元 塑料模的制造与维护	(158)
第一节 塑料模成型零件的制造	(158)
第二节 塑料模的装配、试模与调整	(182)
第三节 塑料模的维护	(192)
模拟测试题	(194)
模拟测试题答案	(198)
第四单元 冲压模具	(200)
第一节 概述	(200)
第二节 冲裁过程和冲裁间隙	(205)
第三节 凸模与凹模刃口尺寸的确定	(208)
第四节 冲裁件的排样	(214)
第五节 冲压力与压力中心	(216)
第六节 冲裁模的分类与典型结构	(218)
第七节 冲裁模主要零部件的基本结构	(223)
第八节 弯曲模	(231)
第九节 拉深模	(242)
第十节 其他成型模	(255)
模拟测试题	(265)
模拟测试题答案	(271)
第五单元 冲模的制造及维护	(274)
第一节 冲模工作零件的制造	(274)
第二节 冲模的装配、试模与调整	(280)
第三节 冲模的使用和维护	(295)
模拟测试题	(297)
模拟测试题答案	(302)
第六单元 压铸模	(304)
第一节 概述	(304)
第二节 压铸模的结构	(305)
第三节 压铸模的制造	(308)
模拟测试题	(312)

模拟测试题答案	(314)
知识考核模拟试卷 (一)	(316)
知识考核模拟试卷 (一) 答案	(322)
知识考核模拟试卷 (二)	(324)
知识考核模拟试卷 (二) 答案	(329)
技能考核模拟试卷 (一)	(331)
技能考核模拟试卷 (二)	(334)
技能考核模拟试卷 (三)	(337)
技能考核模拟试卷 (四)	(340)

第一单元 模具技术和模具生产

第一节 模具和模具技术

一、模具的作用和分类

1. 模具在现代制造业中的作用

模具是成型制品或零部件生产的重要工艺装备,从航空、航天、汽车、轻工、医疗器械、建筑等行业的零部件,到计算机及各种家用电器的生产,乃至人们的日常生活用品,几乎各行各业都有模具生产的制品和零部件。模具工业是国民经济发展的重要支柱,现代工业发达的国家,对模具工业都十分重视。模具技术水平的高低,反映了一个国家制造业的能力和工业产品的水平。

2. 模具的分类

机床工业、计算机软硬件和数字化技术的飞速发展,有力地推动了制品成型技术和模具制造技术的发展。模具的种类繁多,分类方法各异,按我国模具行业推荐的综合使用模具进行成型加工的工艺性质和使用功能的分类方法,可将模具分为以下 10 大类:

(1) 冲压模具。

(2) 塑料成型模具。

(3) 压铸模。

(4) 锻造成型模具。

(5) 铸造用金属模具。

- (6) 粉末冶金模具。
- (7) 玻璃制品用模具。
- (8) 橡胶制品成型模具。
- (9) 陶瓷模具。
- (10) 简易模具。

各大类模具又可根据模具结构、材料、使用功能以及制模方法等分为若干小类或品种。

二、模具技术的发展

1. 模具的相关技术

模具的制品种类繁多、形状各异,对应于模具的相关技术,主要包括以下方面:

(1) 制品设计和制品的材料。制品形状、制品的尺寸精度、制品的表面质量与模具的工作零件有关,模具工作零件(凸模、凹模、型腔、型芯等)的制造误差直接影响制品的尺寸。对于塑料制品而言,塑料的收缩率是塑料制件尺寸最基本、最重要的影响因素。不同的塑料,其收缩率不同;即使同种塑料,也存在不同批量间的收缩率差异。对于冲压成型的金属制品,由于不同的金属材料,其力学性能不同,在成型过程中的弹性、塑性变形情况也不尽相同,冲压时允许的变形程度及冲压后的回弹也不同。因此,不同的金属材料直接影响制品的成型性。

(2) 制品的成型工艺及所用的设备(各种压力机、塑料成型机等)。模具设计师必须懂得如何根据制品加工所需要的压力、注射量和锁模力等,选用合适的加工设备,制定合适的工艺条件。

(3) 模具及模具零件设计,模具材料。

(4) 模具与产品设计的 CAD 应用技术。

(5) 模具制造工艺、模具的数控加工及模具的 CAM 应用技术;模具制造中的特种加工技术。

(6) 模压成型过程中的自动化机构。

(7) 模具制造的质量检验、生产技术管理等。

2. 我国模具技术的发展现状

我国模具制造业历史悠久,早在几千年前,周鼎、秦俑的制作就采用了模具技术。近年来,模具行业结构和体制改革的步伐加快,主要表现为大型、精密、复杂、中高档模具及模具标准件的发展速度高于行业总体发展水平;塑料模和压铸模比例增大;专业模具厂数量及其加工能力增加较快。然而,我国的模具总量虽已位居世界第三,但设计制造水平和工艺装备总体上要比德、美、日、法、意等工业发达国家落后,模具商品化和标准化程度也比国际水平低。

2002 年我国的模具行业发展很快的主要原因,一是汽车、电子、信息行业的快速发展和机械行业自身发展对模具需求的强烈拉动;二是外资以及港资、台资增加对国内模具业的投入。2002 年在上海举办的第九届国际模具展中,经专家评述,有 58 项参展的模具

产品被认定为具有国际水平或接近国际水平。这从另一侧面反映了我国模具制造水平的迅速提高。

3. 我国模具技术发展的方向

(1) 以信息技术和采用信息技术的数控加工技术、快速原型制造技术等高新技术, 进一步改造和提升模具工业的设计和制造水平。以微电子、光电子、计算机、网络通信与软件技术为代表的信息化技术, 是当代高科技发展的热点领域, 正在深刻地改变着产品结构、制造方式和管理模式。用信息技术改造和提升模具工业的生产技术水平, 对提高模具企业的市场竞争力、生产率和经济效益起着关键的作用。努力普及 CAD/CAE/CAM 技术, 增加数控加工和其他精密加工、精密测量设备的比重, 走用信息技术进一步改造和提升模具工业技术水平的必由之路。

(2) 提高模具的标准化程度, 缩短模具的生产周期。在当前市场竞争激烈、产品更新频繁的形势下, 模具生产周期的长短往往成为某些产品赖以生存的重要条件。而提高模具的标准化程度, 是提高模具设计质量、缩短模具生产周期、降低模具成本的关键, 也是现代模具技术的重要标志之一。模具标准化包括模具设计过程的标准化、模具结构的标准化、模具零件的标准化、模具生产制造过程与工艺条件的标准化, 还包含通用化和典型化的含义。采用集成化的模具 CAD/CAE/CAM 技术, 必将大大促进模具标准化的应用与发展。

(3) 精密、复杂、大型、高效、长寿命模具的迅速发展。模具是技术、资金、劳动力密集的产品, 当前, 我国中低档模具供过于求, 竞争激烈, 价格下跌。而精密、复杂、大型的高档模具供不应求, 有相当一部分依赖于进口。在高新技术领域, 如航空、航天、电子信息产业及汽车制造工业等, 都离不开精密、复杂、大型的高档模具。现代模具制造技术已成为高新技术产业化的重要领域, 高新技术的进一步发展, 必须有现代模具制造业的支撑。实现我国的工业化和现代化, 必须大力发展精密、复杂、大型、高效、长寿命模具的制造技术。

(4) 注重人才的素质培养, 提高模具人才的科技创新能力。与国际水平相比, 我国的模具企业技术和管理落后, 中高档模具技术人才和经营管理人才缺乏, 严重制约着模具企业的科技创新能力和市场竞争力的提高。因此, 在模具人才的培养上, 应尽快采用多形式、多层次的办学方式, 模具企业要与科技界、教育界建立各种形式的交流与合作, 实现产、学、研相结合, 搞好技术创新, 提高模具设计制造水平, 培养更多的模具人才。

随着计算机软、硬件技术和通信业的飞速发展, CAD/CAE/CAM 技术的推广普及, 快速原型制造、快速模具制造、高速切削、超精加工及复杂加工的进一步采用和发展, 热流道技术的推广应用、优质模具材料的开发应用、先进表面处理技术的发展、虚拟技术、逆向工程和并行工程的采用等, 都将成为模具工业技术的发展趋势。

第二节 模具的基本结构

塑料模和冲裁模在工业产品的生产中使用最多。

一、塑料注射成型模具的基本结构

图 1—1 所示为一副典型的注射成型模具。该模具可分为动模和定模两大部分。注射时动模和定模闭合成型腔和浇注系统。开模时动模和定模分离取出制件。定模安装在注射机的固定工作台上，而动模则安装在注射机的移动工作台上。图 1—1a 所示为合模注射结束后，型腔充满塑料的情况；图 1—1b 所示为开模后，模具在分型面处被打开，塑料制件由于冷却收缩包紧在型芯上，随动模一起往左运动，移动一段距离后，推板碰到注射机的推杆停止运动，并使模具中的推杆 11、推板 9、推杆固定板 8 和塑料制件停止运动，动模继续左移，塑料制件在推杆的作用下脱离型芯掉到模外。在完成清模、闭模后，注射机开始下一个塑料制件的注射。

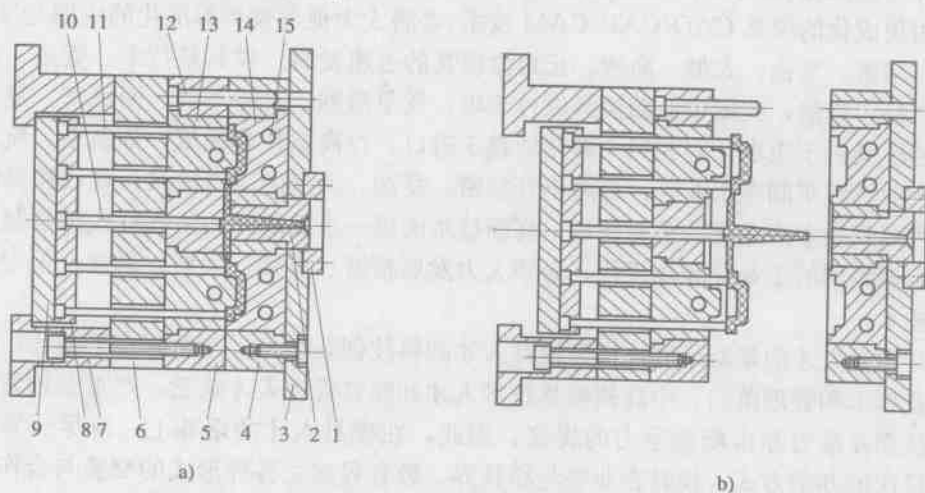


图 1—1 单分型面注射成型模具

a) 合模注射结束 b) 开模推出制件

1—定位圈 2—主流道衬套 3—定模座板 4—定模板 5—动模板 6—支承板 7—支架
8—推杆固定板 9—推板 10—拉料杆 11—推杆 12—导柱 13—型芯 14—凹模 15—冷却水通道

根据模具上各个部件所起的作用，可分为以下几个部分：

1. 成型部分

型腔是直接使塑料制件成型的部分。它通常由型芯（成型塑料制件内部形状）、凹模（成型塑料制件外部形状）等构成。

2. 浇注系统

将塑料由注射机喷嘴引向型腔的流道称为浇注系统。它由主流道、分流道、浇口和冷料穴等几部分组成。

3. 导向部分

在定模和动模合模时,为保证它们准确对正而设置的导向零件。通常由导柱、导套(或模板上的导向孔)构成,也可在定模和动模上分别设置互相吻合的内、外锥面等。

4. 分型抽芯机构

在推出带有侧凹或侧孔的塑料制件之前,必须先进行侧向分型,抽出侧型芯,方能顺利脱出。

5. 推出装置

模具开启后,将塑料制件从模具中推出的装置。推出装置由推杆、推杆固定板、推板及主流道拉料杆等构成。

6. 冷却和加热系统

为了满足注射成型工艺对温度的要求,模具设有冷却系统和加热系统。冷却系统一般是在模具内开设冷却水道;加热系统则在模具内部或周围安装发热元件,主要是电加热元件。

7. 排气系统

为了在注射过程中将型腔内的气体排出,常在分型面处开设排气槽。由于小型塑料制件排气量不大,可直接利用分型面排气,许多模具的推杆或型芯与模具的配合间隙均可起到排气作用,故不必另外开设排气槽。

二、冲裁模的基本结构

如图1—2所示为冲压模具中的冲裁模。一般冲压模具都由上、下模两部分组成。上模被紧固在压力机滑块上,随滑块做上下往复运动,因此称为活动部分。下模被固定在压力机工作台上,所以又称为固定部分。这副模具用于落料。模具的工作零件是凸模10和凹模12,凹模孔比凸模略大,组成有一定间隙的上下刃口。将条料放在凹模上,当凸模随滑块向下运动时,其刃口便与下模上的凹模刃口共同作用,迅速对条料进行剪切,使工件从条料上分离下来,完成冲裁工作。用于冲裁的材料为30钢的薄钢板,厚度0.3 mm,冲裁前可预先用剪板机剪成适当宽度的条料。冲裁前条料以定位销23和固定挡料销18定位。

该模具的结构特点是:利用固定在上模座1中的两个导套20与固定在下模座14中的两个导柱19之间H7/h6或H7/h5的滑动配合导向,实现上、下模部分的精确定位,从而保证冲裁间隙的均匀性。弹压卸料板11装于上模,用卸料螺钉3与上模座连接。它的作用是:当上模下降、凸模冲裁时,卸料弹簧2(可用橡皮代替)被压缩而压料;当凸模回升时,弹簧回复,推动卸料板卸料。该模具除了采用弹压卸料外,还采用弹顶装置顶出工件,工件的变形小,平面度高。该种结构广泛用于材料厚度较小,且有平面度要求的金属件和易于分层的非金属件。

冲裁模作为冲压模具,一般由定位部分、工作部分、导向部分、压料卸料部分、出件部分等构成。

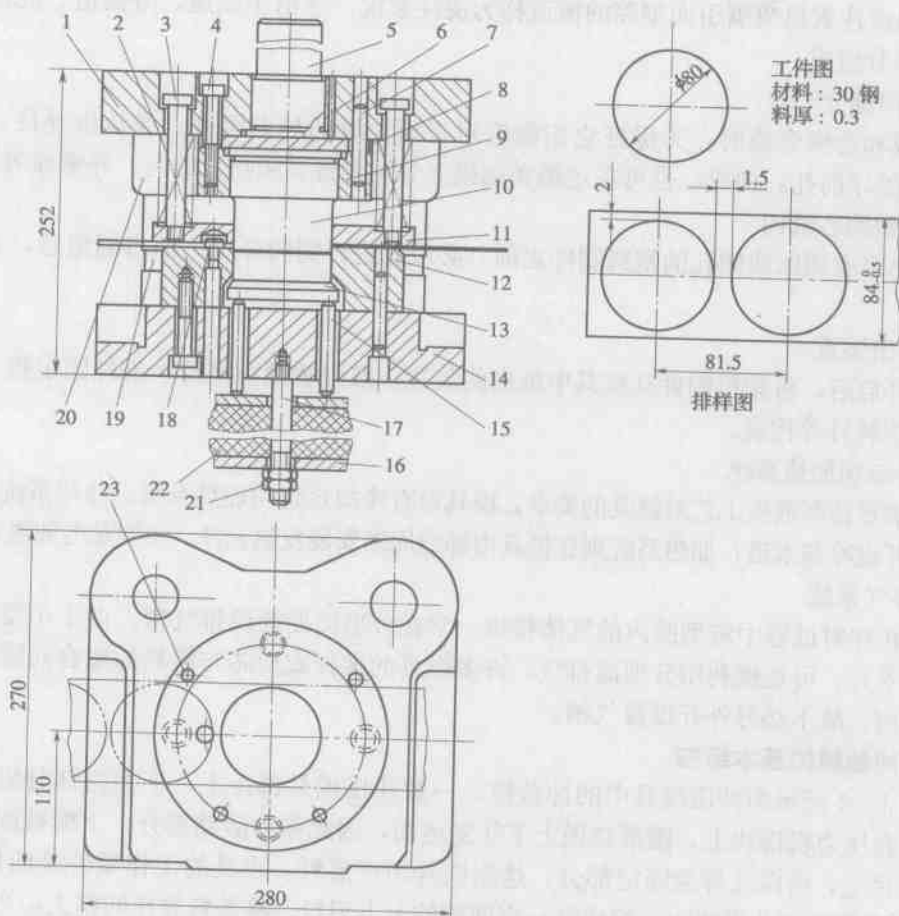


图 1-2 导柱式的弹顶冲裁模

- 1—上模座 2—卸料弹簧 3—卸料螺钉 4—螺钉 5—模柄 6—止转销 7—圆柱销
8—垫板 9—凸模固定板 10—凸模 11—卸料板 12—凹模 13—顶件板 14—下模座 15—顶杆
16—圆板 17—螺栓 18—固定挡料销 19—导柱 20—导套 21—螺母 22—橡皮 23—定位销

第三节 模具的一般机械加工

模具中的模板、模座及导向零件等多为板类、轴类及套类零件，模具中形状较简单的工作零件，如塑料模中的型芯及凹模型腔，冲模中的凸模、凹模等，这些零件的内外表面通常采用传统的切削加工方法（如车削、铣削、钻削、镗削、磨削等）切去多余的金属材料获得所要求的形状、尺寸及表面质量。

生产实践证明,切削加工仍然是加工模具零件的重要手段。

一、切削加工的基本知识

对模具进行切削加工常用的金属切削机床有车床、铣床、钻床、镗床、磨床等,利用机床夹具装夹工件,使工件回转或移动,并用刀具对工件进行切削加工。在切削过程中,工件表面的被切金属层不断地被切削而转变为切屑,从而加工出所需要的工件新表面。为便于观察和操作,在金属切削机床上安装数显装置,对提高加工精度和生产率十分有利。

切削加工不仅能获得很高的精度和表面质量,而且对不同的材料、形状和生产批量有很好的适应性。近年来随着精铸、精锻、特种加工技术的发展,在一定范围内部分地取代了切削加工。但是金属切削加工仍然是当今和今后相当长时间内的主要加工方法,在模具制造业中仍然占有十分重要的地位。

金属切削加工的方式很多,各种切削加工方法所使用的刀具和机床各不相同,因此实现切削作用的运动形式和功用也不相同。

切削运动是刀具与工件间的相对运动。它包括主运动和进给运动。主运动是直接切削工件的被切削层,使之变为切屑的运动。进给运动是使工件被切削层继续投入切削,以逐渐加工出整个表面所需的运动。通常主运动的线速度较高,所消耗的功率也较大。

1. 切削用量的基本概念

在切削加工中必然要选择切削用量。切削用量包括切削速度、进给量及切削深度。这三个量的变化会影响整个切削过程,因此,合理地选择这三个量对切削加工的生产率、工件的表面质量以及刀具的磨损与耐用度都有很大的关系。

(1) 切削速度 v 。切削速度即主运动的线速度。大多数主运动为回转运动。回转体(刀具或工件)上外圆或内孔某一点的线速度为:

$$v = \frac{\pi D n}{1000}$$

式中 v ——某一点的切削速度, m/s 或 m/min, 在生产中, 磨削速度单位符号是 m/s, 其他加工的切削速度单位符号习惯用 m/min;

D ——工件或刀具上某一点的回转直径, mm;

n ——工件或刀具的转速, r/s 或 r/min。

(2) 进给量 f 。在主运动的一个循环内, 刀具与工件沿进给方向上的相对位移, 称为进给量, 单位符号是 mm/r。

(3) 切削深度 a_p 。工件待加工表面与已加工表面的垂直距离, 称为切削深度(也称背吃刀量), 单位符号是 mm。

2. 切削刀具的几何形状

刀具切削部分具有合理的几何形状是保证切削加工顺利进行的必要条件。

由于切削加工的方式不同, 各种切削加工方法所用的刀具形状和结构也不相同。经过对这些刀具的分析比较后, 可以看到, 所有刀具都由刀头(切削部分)和刀体(被夹持部

分)所组成。切削加工时,矛盾都集中在切削部分上,因此切削部分是刀具的主要部分。

刀具的种类很多,形状各不相同,但各种形状较为复杂的刀具都可看作是以车刀为基本形态演变而成。因此车刀的几何形状具有代表性。现以普通外圆车刀为例,说明刀具切削部分的几何形状。

(1) 车刀切削部分的组成。车刀的刀头是由下列刀面和切削刃组成的(见图1—3):

1) 刀面

①前刀面。刀具上切屑流过的表面。

②主后刀面。与工件上过渡表面相对的刀面。

③副后刀面。与工件已加工表面相对的刀面。

2) 切削刃

①主切削刃。前刀面与主后刀面的交线。它担负着主要的切削任务。

②副切削刃。前刀面与副后刀面的交线。它配合主切削刃完成少量的切削工作。

③刀尖(过渡刃)。主切削刃和副切削刃的连接部分。在实际切削中,为增强刀尖的强度和耐磨性,多数刀具将刀尖磨成直线形或圆弧形的过渡刃。

(2) 车刀切削部分的几何角度

1) 辅助平面和测量平面。车刀切削部分各个刀面在空间上是互相倾斜的,为了确定刀具表面在空间的相对位置,可以用一定的几何角度来表示,为此,引入辅助平面和测量平面(见图1—4)。



图1—3 车刀切削部分的组成

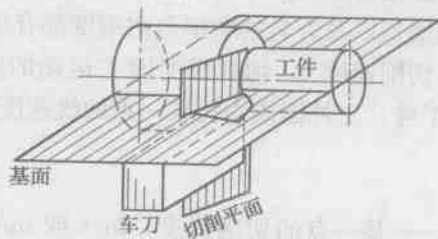


图1—4 确定刀具几何角度的基准面

辅助平面有两个:

①基面。通过切削刃上某选定点,并与切削速度方向垂直的平面称为基面。就车削而言,基面可近似地看成与车刀底面平行的表面。

②切削平面。通过切削刃上某选定点,并与工件过渡表面相切的平面称为切削平面。

以上两个辅助平面都是测量切削角度时的基准面。因为它们是由刀具与工件相对切削速度方向所确定的,因此以它们作为基准测定的切削角度就能够反映出切削运动过程的实质。

另外,通过切削刃上某选定点与前两个基准面相垂直的平面作测量平面,过主切削刃上选定点的测量平面叫主截面,用来测量主切削刃上的几何角度(前角 γ_0 和后角 α_0)。