

高等学校教材

材料成形技术基础

胡亚民 主编

CAILIAO CHENGXING JISHU JICHU



重庆大学出版社

材料成形技术基础

主 编 胡亚民
副主编 冯小明 申荣华
参编者 廖丕博 吴勇生 邓明
主 审 吴桓文

重庆大学出版社

• 内容提要 •

本书主要叙述了包括机械制造中金属材料的液态成形(铸造)与固态成形(焊接、锻压、粉末成形等)、塑料、橡胶、陶瓷制造和有关模具加工过程以及结构加工性能;同时介绍各种材料合理的成形过程与生产批量、产品形状、结构、尺寸、加工设备、工模夹具以及人员素质等和制件精度、性能成本、环保诸方面的关系;还介绍了有关材料成形先进技术及其发展趋势。

本书适合作为机械系本科教材,为后续课程的学习及从事各种机械零件设计、制造及管理工作打下必要的技术基础。也可供各类机械厂的技术人员、技术工人和管理干部参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料成形技术基础/胡亚民主编. —重庆:重庆大学出版社, 2000. 8

机械制造及自动化本科系列教材

ISBN 7-5624-2193-5

I. 材... II. 胡... III. 金属加工-高等学校-教材

IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 41208 号

材料成形技术基础

主 编 胡亚民

副主编 冯小明 申荣华

主 审 吴恒文

责任编辑 肖顺杰

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆市九宫庙印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:393 千

2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

印数:1~5 000

ISBN 7-5624-2193-5 /TH·77 定价:20.00 元

序

当今世界,科学技术突飞猛进,知识经济已见端倪,综合国力的竞争日趋激烈。国力的竞争,归根结底是科技与人才的竞争。邓小平同志早已明确指出:科技是现代化的关键,而教育是基础。毫无疑问,高等教育是科技发展的基础,是高级专门人才培养的摇篮。我国高等教育在振兴中华、科教兴国的伟大事业中担负着极其艰巨的任务。

为了适应社会主义现代化建设的需要,在1993年党中央、国务院颁布《中国教育改革和发展纲要》以后,原国家教委全面启动和实施《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》,有组织、有计划地在全国推进教学改革工程。其主要内容是:改革教育体制、教育思想和教育观念;拓宽专业口径,调整专业目录,制定新的人才培养方案;改革课程体系、教学内容、教学方法和教学手段;实现课程结构和教学内容的整合与优化,编写、出版一批高水平、高质量的教材。

地处巴山蜀水的重庆大学,是驰名中外的我国重要高等学府。重庆大学出版社是一个重要的大学出版社,工作出色,一贯重视教材建设。从90年代初期开始实施“立足西部,面向全国”的战略决策,针对当时国内专科教材匮乏的情况,组织西部地区近20所院校编写、出版机械类、电类专科系列教材,以后又推出计算机、建筑、会计类专科系列教材,得到原国家教委的肯定与支持。在1998年教育部颁布《普通高等学校本科专业目录》之后,重庆大学出版社立即组织西部地区高校的数十名教学专家反复领会教学改革精神,认真学习全国的教育改革成果,充分交流各校的教学改革经验,制定机械设计制造及其自动化专业的教学计划和各门课程的教学大纲,并组织编写、出版机械类本科系列教材。为了确保教材的质量,重庆大学出版社采取了以下措施:

- 发挥教育理论与教育思想的指导作用,将教学改革思想和教学改革成果融入教材的编写之中。
- 根据人才培养计划中对学生知识和能力的要求,对课程体系和教学内容进行整合,不过分强调每门课程的系统性、完整性,重在实现系列教材的整体优化。
- 明确各门课程在专业培养方案中的地位 and 作用,理顺相关课程之间的关

系。

- 精选教学内容,控制教学学时数,重视对学生自主学习能力、分析解决工程实际问题能力和创新能力的培养。

- 增强 CAD、CAM 的内容,提高教材的先进性;尽可能运用 CAI 等现代化教学手段,提高传授知识的效率。

- 实行专家审稿制度,聘请学术水平高、事业心强、长期活跃在教学改革第一线的专家审稿,重点审查书稿的学术质量和是否具有特色。

这套教材的编写符合教学改革的精神,遵循教学规律和人才培养规律,具有明显的特色。与出版单科教材相比,有计划地将教材成套推出,实现了整体优化,这富有远见。

经过几年的艰苦努力,这套机械类本科教材已陆续面世了。它反映了西部高校多年来教学改革与教学研究的成果,它的出版必将为繁荣我国高等学校的教材建设作出积极的贡献,特别是在西部大开发的战略行动中,起着十分重要的作用。

高等学校的教学改革和教材建设是一项长期而艰巨的工作,任重道远,不可能一蹴而就。我希望这套教材能够得到读者的关注与帮助,并希望通过教学实践与读者不吝指教,逐版加以修订,使之更加完善,在高等教育改革的百花园中齐花怒放!我深深为之祝愿。

中科院院士 杨叔子

2000 年 4 月 28 日

前 言

材料成形技术基础课程是按教育部面向 21 世纪工科本科机械类专业人才培养模式改革要求而设置的机械基础系列课程之一。该课程是机械工程类及近机械工程类专业学生必修的一门技术基础课,它是研究金属和非金属零件及其毛坯成形过程、原理及特点的一门技术基础课程,包括机械制造中铸造、锻压、粉末成形、焊接、塑料、橡胶、陶瓷以及有关模具设计、加工、制造方面的专业知识。目前国内外正在发展净形或近似净形(Net Shape or Near Net Shape,即 70 年代所说的“少无切削”)加工,因而材料成形过程在机械制造行业具有非常广泛的应用前景。它不但可以减少机械零件制造的成本,提高其强度和服役寿命,节材、节能,而且使劳动生产率大幅度提高。

学习本课程以后要求学生能根据产品的形状、结构、尺寸以及生产实际情况(如设备、工、模夹具以及人员素质等)选用合理成形过程,例如:

- (1) 制定铸造过程图,了解合金的熔炼与浇注过程的基本知识以及砂型铸造、特种铸造等;
- (2) 制定锻造过程图,了解材料塑性变形质量恒定过程的基本规律;了解塑料、橡胶、陶瓷成形过程,板料冲压、金属自由锻、模锻以及其他特种精密成形过程;了解粉末成形过程(质量恒定过程)的基本特征及粉末成形(包括粉末锻造)基本过程等;
- (3) 了解常用金属材料焊接以及金属焊接的过程(质量增加过程)基本知识以及手工弧焊、气焊和其他特种焊接方法的基本知识等。
- (4) 了解各类过程的有关模具的设计、制造知识及影响模具寿命的基本因素与提高模具质量措施。

通过本课程的学习,也能了解到有关铸、锻、焊、模具的先进技术及发展趋势,培养学生的超前意识,把握好行业技术的发展方向。

通过本课程的学习,为后续课程的学习及从事机械零件设计、制造及管理工作打下必要的技术基础。

成形过程可概括地定义为加工工件材料性能的变化,包括几何形状、硬度、状态、信息(形状数据)等的变化。由于加工的主要目的不同,材料成形过程可能是加工工件材料加工过程、能量转化过程、信息变化过程的某种组合。本课程主要讨论材料的制造过程及制造过程中材料的性能变化和几何形状的改变,或两者兼而有之。

本教材在编写时采用了独特、新颖的过程形态学体系叙述制造过程,通过对于纷纭复杂的各种过程所共有的三个基本要素(材料、能量、信息)的变化与作用综合论述各种加工方法,并对其进行横向分析。这种新体系最早是由丹麦工业大学著名教授 Leo Altling 提出的,它的主要优点是:

(1)采用大量框图、简图、流程图、原理图、图表对各种过程作系统性、原理性、综合性叙述。在过程重新分类的新体制的基础上对机械制造领域课题进行讨论,对各种过程作横向综合、分析比较,使学生对各种过程的可能性与局限性迅速作出判断评价,还能通过对加工工件材料、几何形状、精度、表面粗糙度的分析来识别和区分各种过程,明了某种加工技术在整个过程中所适合的位置及制造某种零件最适宜的加工方法。此外,还使学生能迅速理解各种加工过程的实质、原理、特点和内在联系,比较快地建立起各种清晰的概念;

(2)把加工方法与材料变化、能量转变结合起来,有助于培养学生的科学分析与综合归纳能力以及创造性的运用知识分析、解决问题的能力,有助于培养学生的技术经济观点;

(3)用形状信息及性能信息变化的思路分析各种加工方法,便于将实用过程参数典型化、系统化,为计算机技术与本课程的结合,为新技术过程系统开发,工具、模具系统设计,生产设备及生产系统的系统设计打下基础。

采用形态学体系介绍材料成形过程在国外已经流行近30年,英美等国均采用这种体系向学生介绍材料成形过程。美国麻省理工学院的 Geoffrey Boothroyd 博士极力推荐它“适宜用作机械制造高等院校的前导课程教材”,1982年将 Leo Alting 教授的《Grundlaeggende Mekanisk Teknologi》教程翻译成英译本《Manufacturing Engineering Processes》。此后三、四年内,我国北京航空学院出版社和国防工业出版社出版了两种版本的中译本。一本是由马自天、刘玉文翻译的《现代制造工程学》,另一本是由阎春铭等人翻译的《制造工艺过程》。可见它的问世,早就受到我国专家、学者、教授们的关注。

面向21世纪高等教育教学内容和课程体系的改革,关键在于转变教学思想,其中最重要的是要重视学生在学习活动中的主体地位,要尊重学生学习的自主精神。不能将学生单纯视为传播知识的对象,更不能将他们视为灌输的对象。即使在教学方法上已作了很多改进,也应当重视这个问题。

我们希望能将教学活动从注入式向启发式转化。我们力图达到从教师讲授为主转化为以学生自学为主,从单纯传授知识转化为兼有培养能力和开发智力。我们在撰写《材料成形技术基础》过程中对传统的经典内容进行精选,注意尽量采用新的形态学体系来分析各种成形过程,尽量抓住各种材料(金属和非金属)在制造过程中的三个因素(即材料、能量、信息)在运动(流程)中的变化与作用,加强对各种制造方法的综合分析及横向比较,重视产品的加工性能和经济效果。使学生通过学习本课程后,能够对具体产品的加工方法的选择迅速作出可行性和局限性的评价,为对过程参数的典型化、系统化掌握打下基础,从而为计算机技术在产品的设计和制造中的应用开辟新的道路。

本教材与机械工程材料、机械制造技术基础、金工实习等课程所用的教材互相配合,合理分工,在学习时要尽量注意各相关课程的交叉和衔接,从机械基础系列课程总体布局上进行内容的整合和优化。讲解时要力争贯穿以对成形件结构特征的分析为主线,在学生金工实习获得的铸、锻、焊、机械加工实践的基础上,围绕一般金属材料、非金属材料、复合材料的成形过程,加工原理、加工特征及应用,力求较系统地讲述各种金属、非金属毛坯和零件的成形过程,为学生参加工作以后能够结合生产实际情况,合理选择毛坯和零件成形过程,正确分析成形件结构特征打下必要的技术基础。讲授内容中增加了非金属材料、复合材料成形,模具和品质控制等方面的内容,扩充了多种先进的成形技术,以求做到有利于拓宽学生的加工知识面,培养学生技术分析和结构设计能力。

本课程的教学要以科学的和系统的方法为基础,按毛坯和零件成形的本质特征,进行较为系统而互相连贯的描述,将各种成形过程概括分类成液态成形过程、塑性成形过程、粘附成形过程、连接成形过程、压制成形过程……并对各种加工过程作出可行性与局限性的评价,尽量符合目前广大科技人员和工人的一般习惯。既有利于深化学生对多种成形过程的本质及相互间内在联系的认识,也起到触类旁通的作用。

学生在学习过程中应注意密切联系生产实际,结合本课程的学习了解本地区,或某一工厂、某一车间的材料成形过程的现状及发展动态,进一步了解材料成形过程的基本知识,分析各类过程的优点及局限性,结合实际情况分析和论证,针对某一具体零件恰当的材料成形过程或铸或锻或焊等。通过联系实际,现场分析学习,学生还可以明白某些具体零件的加工过程(例如挤压与锻造,接触焊与摩擦焊,压力铸造与一般铸造)的差异,能对其进行分析、评判。例如分析加工过程的生产成本及难易程度、提高产品品质的途径、提高生产率的措施等。

本教材由胡亚民教授任主编,负责全书统稿并撰写前言、第1章、与王昶同志合写第8章;冯小明副教授、申荣华副教授任副主编,冯小明撰写第5章、第6章,申荣华撰写第3章、第4章;廖丕博副教授和吴勇生副教授撰写第2章;邓明副教授撰写第7章。

本教材的出版非常感谢重庆大学出版社的有关领导和同志们的大力支持和亲切关怀,感谢金工老前辈吴桓文等教授的认真主审和严谨把关。在调查研究、编写本教材的过程中,曾得到很多院校、科研单位领导和同仁们的支持和帮助,我们一并表示衷心的感谢。

由于学术水平有限,书中缺点和错误难免,恳切希望各位师长和朋友们批评指正。

编 者

2000年3月

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 材料成形技术过程形态学模型简介	(1)
1.2 现代制造过程分类	(5)
1.2.1 质量不变过程	(5)
1.2.2 质量减少过程	(8)
1.2.3 质量增加过程	(10)
复习思考题	(10)
第2章 液态材料铸造成形技术过程	(11)
2.1 金属及合金的铸造成形技术过程特征及理论基础	(13)
2.1.1 液态金属的充型能力	(13)
2.1.2 铸件的收缩	(15)
2.1.3 铸造应力	(22)
2.1.4 金属的吸气性	(25)
2.1.5 铸件的化学成分偏析	(27)
2.2 铸件的结构设计及几何形状特征	(30)
2.2.1 铸件结构设计的一般原则	(30)
2.2.2 铸件的结构要素设计	(31)
2.2.3 适宜铸造技术的铸件结构设计及几何形状特征	(34)
2.2.4 适宜铸造合金性能的铸件结构设计及几何形状特征	(39)
2.3 金属的熔炼	(40)
2.3.1 金属化学(冶金学)	(42)
2.3.2 熔炼温度	(42)
2.3.3 熔炼过程和熔炼炉	(42)
2.4 浇注与冷凝	(47)
2.4.1 液态金属的浇注过程	(47)
2.4.2 金属的冷凝	(50)
2.5 铸造成形技术过程	(52)
2.5.1 砂型铸造	(53)
2.5.2 特种铸造技术方法	(55)

复习思考题	(65)
-------------	------

第3章 固态材料塑性成形过程 (68)

3.1 概 述	(68)
3.2 金属塑性成形过程的理论基础	(71)
3.2.1 金属塑性变形的能力	(71)
3.2.2 金属塑性变形的基本规律	(73)
3.3 锻造方法	(74)
3.3.1 自由锻造	(75)
3.3.2 模型锻造	(83)
3.3.3 胎模锻造	(91)
3.3.4 锻造生产技术经济指标	(92)
3.4 板料成形方法	(93)
3.4.1 板料分离过程	(93)
3.4.2 板料成形过程	(95)
3.4.3 冲模的分类及构造	(99)
3.4.4 板料冲压件结构技术特征	(101)
3.5 其他塑性成形简介	(103)
3.5.1 挤压成形	(103)
3.5.2 轧制成形	(105)
3.5.3 超塑性成形	(107)
3.5.4 摆 辗	(108)
复习思考题	(109)

第4章 粉末压制和常用复合材料成形过程 (111)

4.1 粉末压制成形过程	(111)
4.1.1 金属粉末的制取及其特性	(111)
4.1.2 粉末配混	(114)
4.1.3 压制成形	(114)
4.1.4 压坯烧结	(116)
4.1.5 烧结后的其他处理或加工	(117)
4.2 粉末压制产品及应用	(118)
4.2.1 粉末压制机械结构零件	(118)
4.2.2 粉末压制轴承材料	(119)
4.2.3 多孔性材料及摩擦材料	(119)
4.2.4 硬质合金	(120)
4.2.5 粉末压制钢结硬质合金及高速钢	(121)
4.2.6 耐热材料及其他材料	(121)
4.3 粉末压制零件或制品的结构特征	(122)

4.4 陶瓷制品成形过程简介	(124)
4.4.1 概 述	(124)
4.4.2 现代陶瓷制品的成形过程及技术特征	(124)
4.5 常用复合材料成形过程简介	(125)
4.5.1 纤维制取方法	(125)
4.5.2 纤维复合材料成形方法	(126)
复习思考题	(128)
第 5 章 固态材料的连接过程	(129)
5.1 焊接成形过程	(129)
5.1.1 焊接成形过程特性和理论基础	(129)
5.1.2 熔化焊接	(143)
5.1.3 压 焊	(152)
5.1.4 钎 焊	(155)
5.1.5 常用金属材料的焊接	(158)
5.1.6 塑料的焊接	(162)
5.2 粘接过程	(164)
5.2.1 粘接剂	(164)
5.2.2 粘接过程	(166)
5.2.3 粘接品质检验	(169)
5.2.4 粘接的特点及应用	(169)
复习思考题	(170)
第 6 章 非金属材料成形过程	(172)
6.1 塑料制品的成形过程	(172)
6.1.1 塑料的成形性能	(172)
6.1.2 注射成形过程	(175)
6.1.3 挤出成形过程	(188)
6.1.4 模压成形过程	(193)
6.1.5 塑料制品的其他成形过程	(199)
6.1.6 塑料制品结构的技术特征	(203)
6.2 橡胶制品的成形过程	(207)
6.2.1 橡胶制品的成形性能	(207)
6.2.2 橡胶制品的注射成形过程	(209)
6.2.3 橡胶制品的压延过程	(210)
6.2.4 橡胶制品的挤出成形过程	(212)
复习思考题	(214)

第7章 模 具	(215)
7.1 概 述	(215)
7.2 模具的组成及技术要求	(216)
7.3 模具材料	(217)
7.4 模具制造	(218)
7.4.1 模具的机械加工	(218)
7.4.2 电火花加工	(220)
7.4.3 其他模具加工方法	(221)
7.5 模具寿命	(224)
7.5.1 模具正常寿命	(224)
7.5.2 模具失效形式及机理	(224)
7.5.3 模具寿命的影响因素	(225)
复习思考题.....	(228)
 第8章 材料成形方案拟定及品质控制、再制造技术	(229)
8.1 材料成形方案拟定的一般原则	(229)
8.1.1 选择材料与成形过程的关系	(229)
8.1.2 选择材料与成形过程的经济性与现实可能性	(230)
8.1.3 材料成形技术的安全生产	(230)
8.2 材料成形方案的技术经济分析	(231)
8.3 成形件的品质控制	(234)
8.3.1 成形件检验分类	(234)
8.3.2 常用成形件的检测方法	(235)
8.4 再制造技术	(236)
8.4.1 再制造技术简介	(236)
8.4.2 再制造技术的应用	(237)
8.4.3 再制造技术的发展	(237)
复习思考题.....	(238)
 主要参考文献	(239)

第1章 绪 论

1.1 材料成形技术过程形态学模型简介

产品和过程,以及相应的产品技术(Product Technology)和过程技术(Process Technology)是制造技术的两个基本组成部分。它们分别体现了机械制造的两大本质内容,即“做什么”和“怎么做”。

按照传统的理解,产品技术和过程技术的主题就是“设计”和“工艺”。但比较确切地说,应该是以“设计”为中心的产品技术和以“工艺”为核心的过程技术构成了机械制造技术的全部内容。不过通常多数人仍然把设计技术和产品技术当做同义词来应用,而“过程技术”在我国的应用并不普遍。其原因之一是长期沿用了前苏联的提法,把过程技术这一块局限于“工艺”。实际上过程的含义涵盖了把物化前的产品设计和构思制造成物化的具体产品的全过程,因而过程技术不仅仅是“制造工艺”,还包括制造过程中所用的装备、工具、仪表和组织管理技术以及整个生产过程的构思、变化和设计。

比较合理的不至于造成误解的界定是:机械制造的一大板块是回答“做什么”的“产品技术”(或“设计技术”),另一大板块是回答“怎么做”的“过程技术”(或不少欧洲国家采用的“制造技术(Manufacturing Technology)”或“生产技术(Production Technology)”的提法)。以前常用的“制造工艺”的提法不能代表这一大块制造技术,“制造工艺”只是过程技术的一个核心部分不能代表过程技术。

一件机械制造制成品的诞生,一靠物化前生成过程(构思、构想、策划、设计),二靠制造全过程使构思和设计物化成产品,这两个方面构成了产品技术和过程技术。要使制成品能够进入市场,既要满足一定的性能要求(产品技术),又要达到合适的经济性要求——成本/价格、投入/产出(依靠过程技术来达到)。也就是说:新产品既要原理可行,还要“工艺”可行、管理可行。产品技术和过程技术两者是结合起来为产品进入市场服务的,而且不是简单的组合或相加,而是有机的融合和集成。这样的思路和方法论既是客观规律的结晶,也是世界制造业发展的潮流,我们有必要加快掌握。本教材主要阐述的是制成品“如何做”的成形过程技术。

过程技术的含义涵盖了把物化前的产品设计和构思制造成物化的具体产品的全过程,因而过程技术不只是车、铣、刨、磨、铸、锻、焊、热处理等工艺技术,更包含了装配技术、工具技术、仪表测量技术、生产组织技术、生产控制技术以及整个生产过程的构思、规划和设计。过程技

术的概念完善和推广了“工艺技术”的内涵,符合机械制造业在新时期竞争要素发展的规律,有利于指导企业适应市场经济的主体行为。

国家机械工业局近来极力主张大力推动过程技术概念的应用,落脚实践,推进企业产品/过程集成创新。

生产中多采用多种不同的加工过程和制造方法,为了使学生掌握给一定产品选择技术先进而又经济合理的材料成形技术,学生必须了解与掌握有关各种材料成形过程的广泛的基础知识,包括所用的加工工件材料、所要求获得的几何形状、表面粗糙度及公差、数量、价格等。

我们希望能以过程形态学的研究方法,用简单清晰的图形反映各种材料成形过程的共同结构,通过对这些结构要素的定义与研究,反映各成形过程的内在联系、方法与基本原理,对材料过程获得连贯而系统的认识,对各种成形过程的可能性与局限性作出评价。

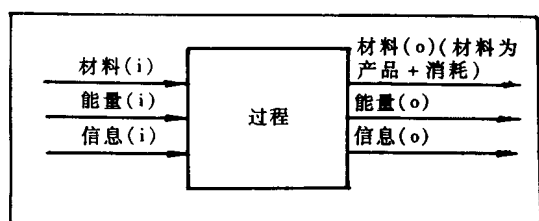


图 1-1 一般过程模型

i—输入; o—输出

(形状数据)等的变化。任何一种机械产品产生性能变化,都是材料、能量、信息三个基本要素方面的变化。由于加工的主要目的不同,材料成形过程可能是加工工件材料加工过程、能量转化过程、信息变化过程的某种组合。本书主要是讨论材料的加工过程以及加工过程中材料的性能变化和几何形状的改变,或两者兼而有之。

可以用如图 1-1 所示的框图来表示一般过程模型,机械工程材料加工过程可以用有关的过程系统、能量过程系统和信息过程系统来描述。

材料过程系统可以分为三种重要类型,如图 1-2 所示。

- 1) 贯通过程,对应于质量不变过程;
- 2) 发散过程,对应于质量减少过程;
- 3) 收敛过程,对应于质量增加过程,包括装配或连接过程。

这三种材料过程都与加工材料有关,根据过程不同,可能还需要润滑剂、冷却液、辅料等辅助材料过程。

我们希望能够使学生用加工工件材料、几何形状、精度、表面粗糙度的可能性与局限性来识别和区分各种过程。对过程的应用来说,在设计和生产中用形态学模型概括的基本方法来描述成形过程具有重要意义,因为这样可以创造性地富于想象力地使用现有的生产过程与生产设备。

成形过程可概括地定义为加工工件材料性能的变化,包括几何形状、硬度、状态、信息

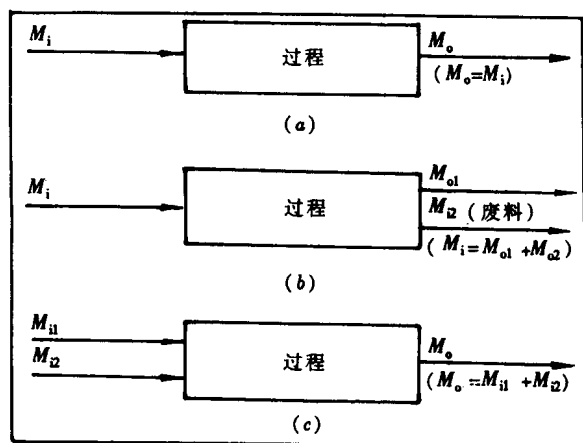


图 1-2 材料过程系统的三种主要类型

(a) 质量不变过程 ($dM=0$) (b) 质量减少过程 ($dM<0$)

(c) 装配或质量增加过程 ($dM>0$)

M —材料的质量; i—输入, o—输出;

1, 2—材料组成部分的编号

与过程有关的能量过程可以用能源、能量传送到加工工件及能量的输出或损失来表示。

为了实现材料过程,必须通过传递媒体向加工工件材料提供能量,材料过程和能量过程应该综合考虑,配套选择。能量过程系统一般分为模具系统(或工具系统)与设备系统,模具系统是主要描述能量是如何加于加工工件材料(或传递能量与传递信息)的传递媒体,而设备系统为描述设备提供的能量特点和所用能量的种类。

实现机械基本过程所用的能量可以通过以下方法提供,如图 1-3 所示

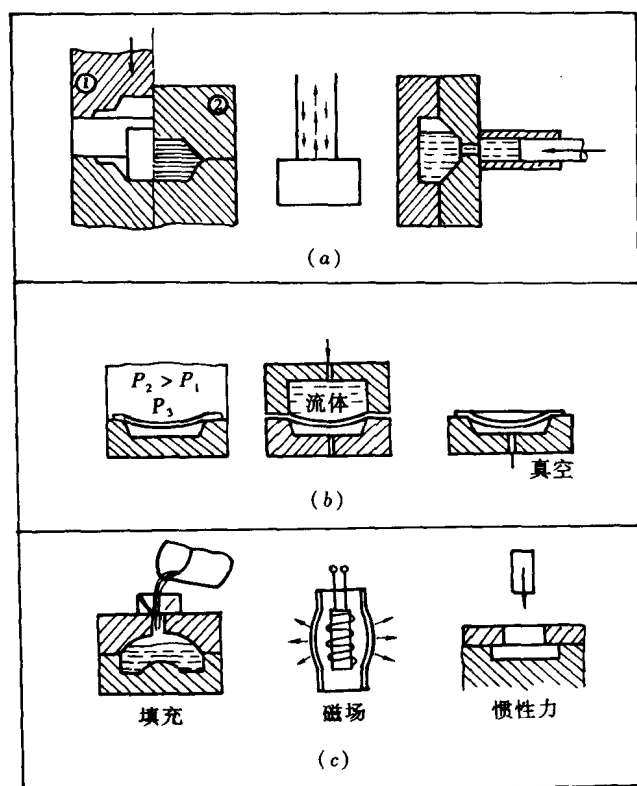


图 1-3 机械基本过程

(a)由相对运动建立 (b)由压力差建立 (c)由质量力建立

传递媒体与加工工件材料的相对运动;

作用在加工工件材料上的压力差;

加工工件材料在场的作用下所产生的质量力。

加工工件材料在场的作用下所产生的质量力,如果能量是通过有效运动提供的,根据实际加工方法不同,传递媒体可能是刚性的、颗粒的或液态的。采用压力差提供能量时,传递媒体可能是塑性的、弹性的或气态的(包括真空)。

加工工件本身的质量力通常只在重力场加速度和磁场作用下产生,只要处于场源与被加工材料间的媒介物不影响能量传递,可以不予考虑。

信息过程可以分为形状信息过程和性能信息过程,某种加工工件材料的某种形状可以称为该材料的形状信息。在形状变化过程中,由于把形状信息加于加工工件材料,最终形状信息是加工工件材料的初始状态与制造过程中所施加的形状变化信息叠加作用的结果,所以把最

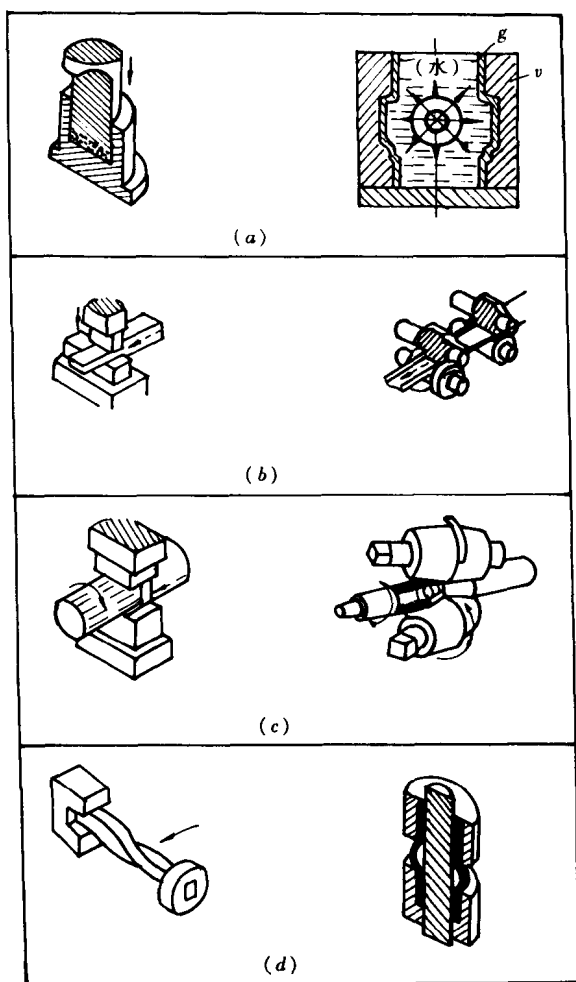


图 1-4 固体材料质量不变过程的信息传递实例

(a)整体成形 (b)一维成形
(c)二维成形 (d)自由成形

终形状信息看成为加工工件材料初始形状信息与制造过程中所施加的形状变化信息之和。

具有一定形状信息量的模(工)具与加工工件材料的运动方式及它们之间的相互作用,或兼有模(工)具之间的相互作用,就产生形状变化信息。也就是说,形状变化过程的特点就是借助于能量过程,把相应于信息过程的形状变化信息加于加工工件材料过程的过程。

信息系统、材料系统与能量系统不能独立的选择,应当考虑到他们的相互关系。

对于某一给定的基本过程,加工工件材料所要求的几何形状,取决于传递媒体与加工工件材料外形的相互作用,以及传递媒体和被加工材料的运动方式。在这种情况下外形形成的基本过程大体有四种可能性,如图 1-4 所示。

1)自由成形,传递媒体没有所要求的几何形状,即工件外形由这种基本过程中产生的应力场形成;

2)二维成形,传递媒体包含所要求的几何形状的一个点要素或一个面要素,即形成加工工件外形需要两种相对运动;

3)一维成形,传递媒体含有要求几何形状的一根母线或沿母线的一个平面,即形成加工工件的外形需要一种相对运动;

4)整体成形,传递媒体包含要求加工工件材料所具有的几何形状的整体表面,

即不要求有相对运动。

这四种工件外形形成的基本方法的局部成形或整体成形可以用一般锻压机械或其他机械实现。

根据过程,几何形状的改变一般都伴随其他性能(主要是力学性能)的改变。

同样,性能信息过程(如硬度、强度等)是包括材料初始性能信息过程和通过各种过程材料产生的性能变化之和。在选择加工方法时,必须考虑到与制造过程有关的加工材料的性能变化,因为这种性能变化非常重要,例如由于变形硬化使金属强度增加便是与制造有关性能变化的明显例证。

把从信息过程得到的指定材料形状的可能性与能量系统相结合,便可定义出各种可能的

实际过程。也就是指材料过程、能量过程和信息过程这三种基本过程系统在控制信息(控制信息是信息过程中的一种)的制约下相互作用,产生出所要求的工件。控制信息包括作用力、功率、摩擦与润滑及切削用量、成形参数等。控制信息大致可分为定性控制信息和定量控制信息两种。控制信息可以描绘出各种制造过程加工形状的可能性。

图 1-5 表达了制造过程的完整模型。这种完整的模型是建立在材料过程系统、能量过程系统、信息过程系统三种过程系统的基础上的。

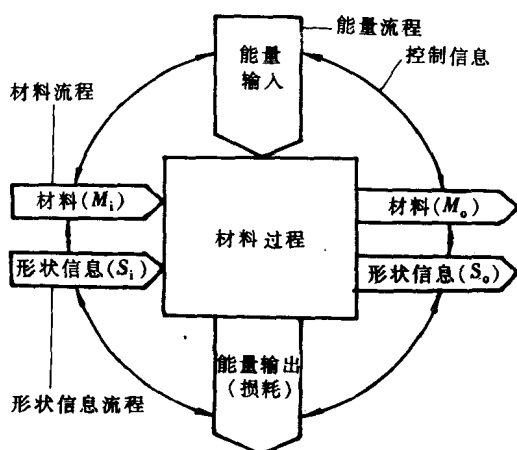


图 1-5 材料的过程模型

本书主要用形态学模型描述过程。所有机械工程材料大致可分为金属和非金属两大类。材料的状态为固态、合金颗粒状态和液态,过程类型大体分为质量不变过程、质量减少过程与质量增加过程。对于每一种成形方法都必须选择加工材料及传递媒体的运动方式,以便得到合格的加工工件而又经济合算。

1.2 现代制造过程分类

1.2.1 质量不变过程

加工材料在过程初始时的质量等于或近似等于加工材料在过程结束时的最终质量,也就是说,材料在一定的受控条件下改变了几何形状。大多数旨在改变材料性能而形状没有变化的制造过程也是质量不变过程,例如热处理过程就是一种质量不变过程。

质量不变过程大多属于改变形状的加工工件材料状态,大多数也有兼而改变性能的材料状态。加工工件材料的状态有固态(含颗粒态和均质连续态)和液态。

质量不变过程大体可分为三个典型阶段:第一阶段,如加热、熔化等,它是由一些使加工工件材料形状或性能发生初步变化而处于适当状态的基本过程组成;第二阶段,由一些产生要求加工工件形状或性能变化的基本过程组成,如铸造、锻压等;第三阶段,由一些使加工工件处于指定最终状态的基本过程组成,如凝固等。