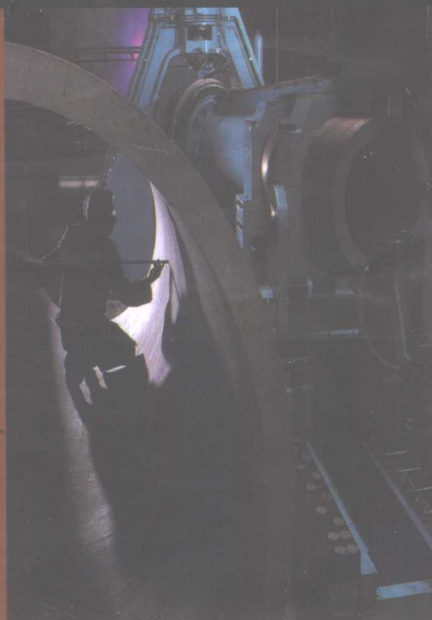


WUTP

普通高等学校机械设计制造
及其自动化专业新编系列教材



主 编 胡城立 朱 敏

材料成型基础

Cailiao Chengxing Jichu

武汉理工大学出版社

TG39

1

普通高等学校机械设计制造及其自动化专业新编系列教材

材料成型基础

主编 胡城立 朱 敏

武汉理工大学出版社

内 容 简 介

本书根据 1999 年本学科课程指导小组长沙工作会议的最新指导思想和国家教委 1995 年 82 号文件通知颁发的《工程材料及机械制造基础教学基本要求》以及“基础扎实、专业面宽、能力强、素质高”的人才培养要求的精神编写而成。

本书对传统的金属工艺学内容进行了精选。内容丰富、重点突出,以讲述各种毛坯的成型方法为主,强化工艺设计,重在培养分析问题和解决问题的能力。为了适应 21 世纪对人才培养的需要,本书较大幅度地增加了新材料、新工艺、新技术内容。如非金属材料及其成型、快速成型技术、高速高能成型、焊接机器人、计算机在各种成型工艺中的应用等。书中还配有电子教案教材,名词术语、工艺资料均采用最新国家标准。本书结构体系融合了国内外有关教材的优点,与《工程材料》、《金工实习》等能很好地衔接配合,避免了不必要的重复。本书内容理论联系实际,很多实例是工程实践经验的总结,具有借鉴和参考价值。图例新颖、规范。每章附有复习思考题,便于师生检查教学效果。

全书共分五篇,金属的液态成型,金属的塑性成型,金属的连接成型,非金属材料的成型,材料成型工艺的选择及检验。

本书是普通高等学校机械设计制造及其自动化专业的基本教材,也可作为近机类本科以及高等工业专科学校、职工大学、电视大学机械类专业的教材,还可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料成型基础/胡城立、朱敏主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2001.7
ISBN 7-5629-1701-9

I. 材… II. ①胡… ②朱… III. 材料-成型-高等学校-教材 IV. TG39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 01176 号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市:武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

印刷者:武汉理工大学出版社印刷厂

发行者:各地新华书店

开本:880×1230 1/16

印张:13.25

字数:439 千字

版次:2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-5629-1701-9/TH·41

印数:1—5000 册

定价:20.00 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

普通高等学校
机械设计制造及其自动化专业新编系列教材
编审委员会

顾问:陈心昭 王益群 蔡 兰 束鹏程 孙宗禹
洪迈生

名誉主任:杨叔子

主任:张福润 高鸣涵

副主任:杨海成 李永堂 周彦伟 杨明忠

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

王建中	王贵成	王益群	司徒忠	刘玉明
吕 明	许明恒	孙宗禹	孙树栋	朱喜林
陈心昭	李永堂	李 言	李杞仪	陈作柄
杨叔子	杨明忠	陈奎生	陈统坚	严拱标
杨海成	张福润	束鹏程	罗迎社	周彦伟
洪迈生	钟志华	赵 韩	钟毓宁	陶文铨
夏 季	高鸣涵	殷国富	董怀武	曾志新
韩荣德	傅祥志	谭援强	蔡 兰	魏生民

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘 书 长:蔡德明

出版说明

高等学校的教材建设向来是学科建设和教学改革的重要内容,其对教学过程和教学效果的重要影响是教育界所公认的。但教材建设与教学需要之间的矛盾永远存在也是一个客观的事实。正因为如此,教材建设才具有永恒的意义。特别是在这世纪交替的时期,中国的高等教育所面临的两个重大变革——高等学校本科专业目录调整和高等学校管理体制及布局结构调整,都对高校的教材建设提出了更高的要求。随着专业的合并,新专业的专业面拓宽,原有老专业的教材明显不能适应新专业的教学要求;调整后高校规模扩大,招生人数增加,对教材的需求也随之激增。在新的专业目录中,机械设计制造及其自动化专业与原有专业目录有了较大的变化,涵盖了原有的9个专业。相应的专业业务培养目标、教学要求、课程设置、学时数要求、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。为适应新专业的培养目标和教学要求,武汉理工大学出版社在经过全面、细致和深入调研的基础上,组织编写了这套面向全国普通高等学校的新的系列教材。

本套教材面向全国普通高等学校,在保证内容要反映国内外机械学科最新发展的基础上,以满足一般院校的本科专业教学要求,实现专业的业务培养目标为基本原则。遵照全国高校机械工程类专业教学指导委员会制订的专业培养方案和教学计划设置课程体系,突出“系列”的特色,首批编写、出版的21种教材可基本满足一般院校本科教学需要。编写中强调各门课程之间的联系和衔接,强调教材整体风格的统一和协调,力求在加强基础、协调内容、适当降低难度、努力拓宽知识面向、适应科技发展、更新内容并大力引入多媒体教学手段等方面取得进展,以形成特色,更好地满足不同学校的教学需求。

本套教材集中了全国30多所著名大学的专家、教授和中青年教学骨干,分别担任系列教材的主编、主审和参编,组成了一个阵容强大、结构合理的编审委员会。特别是第二届全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员杨叔子院士欣然出任编审委员会名誉主任,更增加了编审委员会的权威性。正是由于编委会成员务实、高效的工作,全体编审人员高度的责任心和严谨的治学精神,本套教材才能在这样短的时间内完成编写、出版的任务。杨叔子院士亲自为系列教材作序,更使全套教材光彩倍增!但我们深知,院士为一套教材作序,在国内是十分少见的,这充分体现了杨院士对教学改革及教材建设的热切关注和积极支持。这既是杨院士对编委会此前工作的鼓励和肯定,同时也是对编委会今后工作的指导和鞭策。我们一定不会辜负杨院士以及全国众多院校师生的期望。本套教材首期21种出齐后,一方面我们将在使用教材的广大师生提出意见和建议的基础上不断修订和完善,同时还将根据学校教学改革和课程设置的需要及时增补新的教材,使这套教材真正成为既能满足学校当前教学需要,又能起到推动专业教学内容和课程体系改革作用的一套精品教材。

武汉理工大学出版社

2001.6

序

20世纪,人类文明达到了前所未有的高度。由于相对论、量子论、基因论、信息论等科学技术成就的取得,现在人类在物质领域已深入到基本粒子世界,在生命科学领域已深入到分子水平,在思维科学领域则主要是数学和脑科学的巨大进步。科学技术的迅猛发展,促使科学技术综合化、整体化以及人文和科技相互渗透、相互融合的趋势加速。

近20年来,我们在经济战线上坚持市场取向的改革,实行以公有制为主体、多种所有制经济共同发展的基本经济制度,进行经济结构的战略性调整,推动两个根本性转变以及全方位、多层次、宽领域的对外开放,致使我国的经济体制也发生了巨大的变革。随着社会主义市场经济体制的建立和不断完善,社会对人才需求的多样性、适应性要求不断增强。

在人类即将跨入21世纪的时候,我国高等教育战线在教育要“面向现代化,面向世界,面向未来”的思想指引下,开展了起点高、立意新、系统性强、有组织、有计划、有步骤的教学改革工程。伴随着教学改革的不断深入,素质教育的观念、大工程的观念、终身教育以及回归工程的观念日益深入人心,人们对拓宽本科教育口径、加强和扩展本科教育共同基础的要求日益强烈。

1998年8月,教育部正式颁布了新的普通高等学校本科专业目录,专业总数由原来的500多种减少至249种。新专业目录的颁布,突破了传统的、狭隘的专业教育观念,拓宽了人才培养工作的视野,为人才培养能较好地适应科学技术和社会进步的需要创造了条件。许多学校也都以专业调整、改造和重组为契机,大力调整人才知识、能力和素质结构,拓宽基础,整合课程,构建新的专业平台,柔性设置专业方向,不断深化人才培养模式的改革。

教材建设是学校的最基本建设之一。教学改革的深入发展必然要求有相适应的教材。为适应新的专业培养目标和教学要求,组织编写出版供“机械设计制造及其自动化”新专业的教学用书,特别是系列教材就显得十分迫切和重要了。武汉理工大学出版社的领导和编辑们为改变目前国内已出版的机械类专业教材普遍存在的内容偏深、知识面偏窄的倾向,决定面向全国普通高等学校机械工程类专业的学生出版一套系列教材,这是一个非常好的决策。他们的这一决定也得到了全国几十所院校机械工程系的领导和众多专家、教授的积极响应和大力支持,并提出了许多建设性的意见,其中一些教授如合肥工业大学校长陈心昭教授、燕山大学校长王益群教授、江苏理工大学校长蔡兰教授、西安交通大学副校长束鹏程教授、西北工业大学常务副校长杨海成教授等还非常乐意地承担了该系列教材的主编、主审及编审委员会工作。

编写教材除了应该具有针对性外,还应努力编出特色。根据武汉理工大学出版社和教材编审委员会的决定,该系列教材将完全按照第二届全国高校机械工程类专业教学指导委员会提出的机械设计制造及其自动化宽口径专业培养方案中所设置的课程来编写,这就保证了该套教材可以具有课程体系新、专业口径宽、改革力度大的特点,并可以满足不同院校办出各自专业特色的需要。

按照教材编审委员会的规划,该套教材首批将推出21种,包括机械工程概论、画法几何及机械制图、画法几何及机械制图习题集、机械原理、机械设计、理论力学、材料力学、工程热力学、工程材料、机械制造技术基础、材料成型基础、工程测试、数控技术、机械工程控制基础、液压与气压传动、机械CAD/CAM、机械工程项目管理、机电系统设计、现代设计方法、精密与特

种加工、机械工程专业英语等,涵盖了机械设计制造及其自动化专业的主要专业基础课和部分专业选修课而形成系列,因而可以较好地满足该专业的教学需要。也正是由于是系列教材,各门课程之间的联系和衔接在教材的策划、组织和编写过程中,都可开展充分的讨论和进行仔细的协调,因此有利于保证整套教材风格统一,内容分配合理,既相互呼应,又避免不必要的重复。

我殷切地希望,这套教材在加强基础、协调内容、适当降低难度、努力拓宽知识面向、适应科技发展、更新内容和大力引入多媒体等现代教育技术手段上取得进展,真正成为能满足普通高等学校本科生需要的优秀教学用书,在众多的机械类专业教材中,争芳斗艳,别具特色。

按照武汉理工大学出版社的计划,这套系列教材首批将在2001年秋季全部出齐。金无足赤,人无完人,书无完书。我相信,在读者的关心与帮助下,随着这套教材的不断发行、应用与改进,必将促进机械设计制造及其自动化专业教学用书质量的进一步提高,推动机械类专业教学内容和课程体系改革的进一步深入。

只木独秀难成林,千紫万红才是春!

面向 21 世纪,希望无限,谨为之序。

中国科学院院士、华中科技大学教授 **杨叔子**
全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员

2000年11月18日

前 言

本书是根据国家教委高教司 1995 年 82 号文件通知颁布的《工程材料及机械制造基础教学基本要求》结合近几年来高等院校工科教学改革的实际而编写的。它也是武汉理工大学出版社组织的《机械设计制造及其自动化专业》新编系列教材之八。

本书的编写贯彻加强基础、专业面宽、强化能力、提高素质的精神在以下几个方面作了一些探索：尽可能与《工程材料》、《金工实习》、《机械制图》很好地衔接配合，避免了不必要的重复；强化工艺设计，重在培养学生分析问题、解决问题的能力 and 创新精神；增加了新工艺、新技术、新材料、新进展以适应 21 世纪科技飞速发展对人才培养的需要；如非金属材料及其成型、快速成型技术、高速高能成型、焊接机器人、计算机在各种成型工艺中的应用等。本教材内容丰富，重点突出，理论联系实际，很多实例是工程实践经验的总结，具有借鉴和参考价值。每章后面都附有难度级别不同的复习思考题，可供不同课时数及不同层次学生复习使用。在一些如铸造、自由锻造、焊接等重点章节中均有综合性工艺设计作业题，并配有电子教案教材。在最后一篇还增加了材料成型工艺综合选择，对各种材料的成型工艺方法进行了归纳和总结。通过上述各个教学环节，能使学生牢固掌握本教材的内容，从而为学生学习其后续课程、进行专业课程设计及今后工作奠定扎实的基础。

本书由胡城立任主编。编写人员有华南理工大学刘业金(第一篇)；广东工业大学肖小亭(第二篇)；湖南大学胡城立(第三篇)；湖北工学院张友寿(第四篇)、夏露(第五篇)。全书由胡城立统稿。

限于水平和时间关系，书中不足和错误之处，恳请读者批评指正。

编者

2001 年 6 月



普通高等学校机械设计制造及其自动化专业新编系列教材目录

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. 机械工程概论 | 12. 工程测试 |
| 2. 画法几何及机械制图 | 13. 数控技术 |
| 3. 画法几何及机械制图习题集 | 14. 机械控制工程基础 |
| 4. 机械原理 | 15. 液压与气压传动 |
| 5. 机械设计 | 16. 机械 CAD/CAM |
| 6. 理论力学 | 17. 机械工程项目管理 |
| 7. 材料力学 | 18. 机电系统设计 |
| 8. 工程热力学 | 19. 现代设计方法 |
| 9. 工程材料 | 20. 机械工程专业英语 |
| 10. 机械制造技术基础 | 21. 精密与特种加工 |
| 11. 材料成型基础 | |

项目负责：武汉理工大学出版社策划部

电 话：(027) 87386275

传 真：(027) 87388543

E-mail: wutp@public.wh.hb.cn

责任编辑：徐秋林

封面设计：杨 涛

武汉理工大学出版社发行部

电 话：(027) 87394412

传 真：(027) 87651931

邮 编：430070

ISBN 7-5629-1701-9



9 787562 917014 >

ISBN 7-5629-1701-9
TH·41 定价：20.00 元

目 录

第一篇 金属的液态成型

1 金属液态成型工艺基础	(1)
1.1 液态金属的工艺性能	(1)
1.1.1 合金的流动性	(1)
1.1.2 合金的收缩	(2)
1.1.3 合金的吸气性	(7)
1.2 合金的工艺性能与铸件质量的关系	(7)
1.2.1 合金的流动性与铸件质量关系	(7)
1.2.2 合金的收缩性与铸件质量关系	(7)
1.2.3 合金的吸气与铸件质量关系	(8)
复习题	(8)
2 常用合金铸件的生产	(9)
2.1 铸铁件的生产	(9)
2.1.1 灰铸铁	(9)
2.1.2 球墨铸铁	(11)
2.1.3 蠕墨铸铁	(12)
2.1.4 可锻铸铁	(13)
2.2 铸钢件的生产	(14)
2.2.1 铸造碳钢的牌号	(14)
2.2.2 铸钢的熔炼	(14)
2.2.3 铸钢件的铸造工艺特点	(15)
2.3 有色合金铸件的生产	(15)
2.3.1 铝合金铸件的生产	(15)
2.3.2 铜合金铸件的生产	(16)
复习题	(17)
3 液态金属的成型方法	(18)
3.1 重力作用下的液态成型方法	(18)
3.1.1 砂型铸造	(18)
3.1.2 金属型铸造	(23)
3.1.3 壳型铸造	(24)
3.1.4 熔模铸造	(25)
3.2 外力作用下的液态成型方法	(26)
3.2.1 压力铸造	(26)
3.2.2 离心铸造	(27)
3.2.3 挤压铸造	(28)
3.3 金属液态成型方法的合理选用	(29)
复习题	(30)
4 液态成型金属件的工艺设计	(31)
4.1 铸件结构的工艺性	(31)
4.1.1 铸造工艺对铸件结构的要求	(31)
4.1.2 铸造合金对铸件结构的要求	(33)

4.1.3 铸造方法对铸件结构的要求	(35)
4.2 铸造工艺方案的确定	(36)
4.2.1 铸件浇注位置的选择	(36)
4.2.2 分型面的选择	(38)
4.2.3 砂芯设计	(39)
4.3 铸造工艺参数的确定	(42)
4.3.1 铸件尺寸公差	(42)
4.3.2 铸造收缩率	(43)
4.3.3 机械加工余量	(43)
4.3.4 起模斜度	(43)
4.3.5 最小铸出孔及槽	(44)
4.4 浇冒口系统设计	(44)
4.4.1 浇注系统的组成及其作用	(44)
4.4.2 浇注系统的类型及应用	(46)
4.4.3 冒口及冷铁的应用	(48)
4.5 液态成型工艺设计实例	(50)
4.5.1 铸造工艺符号的表示方法	(50)
4.5.2 铸造工艺设计实例	(52)
复习题	(55)
5 液态成型技术的新进展	(58)
5.1 快速成型技术及应用	(58)
5.1.1 快速成型的原理及特点	(58)
5.1.2 快速成型技术的基本工艺方法	(58)
5.1.3 快速成型技术在铸造上的应用	(60)
5.2 快速凝固技术(Rapid Solidificating Technology)	(61)
5.2.1 快速凝固的特点及其对合金性能的影响	(61)
5.2.2 快速凝固工艺	(62)
5.3 消失模铸造	(63)
5.3.1 消失模铸造的特点及应用	(63)
5.3.2 消失模铸造的主要工艺过程	(63)
5.4 计算机在铸造中的应用	(65)
5.4.1 计算机在铸造测试和控制中的应用	(65)
5.4.2 铸造工艺 CAD 及 CAM 的应用	(66)
复习题	(67)

第二篇 金属的塑性成型

6 金属塑性成型的工艺理论基础	(68)
6.1 金属塑性变形实质	(68)
6.1.1 塑性变形的物理基础	(68)
6.1.2 塑性变形的力学基础	(69)
6.2 塑性变形后的金属组织和性能	(70)
6.2.1 冷塑性变形对金属的组织和性能的影响	(70)
6.2.2 热塑性变形对金属的组织和性能的影响	(71)
6.3 纤维组织和锻造比	(71)
6.3.1 纤维组织	(71)
6.3.2 锻造比	(71)
6.4 金属的可锻性	(72)
6.4.1 化学成分和组织结构的影响	(72)

6.4.2	加工条件的影响	(72)
	复习题	(73)
7	金属塑性成型方法	(74)
7.1	锻造	(76)
7.1.1	自由锻造	(76)
7.1.2	模型锻造	(79)
7.1.3	胎模锻造	(82)
7.2	冲压	(84)
7.2.1	板料冲压的基本工序	(85)
7.2.2	冲床及冲模	(88)
7.2.3	板料冲压件结构工艺性	(90)
7.3	其他塑性成型方法	(92)
7.3.1	挤压	(92)
7.3.2	轧制	(93)
7.3.3	超塑性成型	(93)
7.3.4	摆动辗压	(95)
	复习题	(95)
8	塑性成型件的工艺设计	(97)
8.1	自由锻件工艺设计	(97)
8.2	模锻件工艺设计	(99)
8.2.1	制订模锻件图	(99)
8.2.2	确定模锻工步	(101)
8.2.3	修整工序	(102)
8.3	板料冲压件工艺设计	(102)
8.3.1	冲压件的工艺性分析	(103)
8.3.2	确定冲压件的工艺过程	(103)
8.3.3	合理选择冲压设备	(104)
8.3.4	制订冲压工艺卡	(104)
8.4	锻件工艺设计实例	(106)
8.4.1	典型锻件自由锻工艺设计	(106)
8.4.2	典型锻件的模锻工艺设计	(108)
	复习题	(108)
9	塑性成型技术新发展	(110)
9.1	高速高能成型	(110)
9.1.1	爆炸成型	(110)
9.1.2	电水成型	(110)
9.1.3	电磁成型	(111)
9.2	少、无切削成型	(111)
9.2.1	精密锻造	(111)
9.2.2	精密冲裁	(112)
9.3	液态模锻	(114)
9.3.1	液态模锻的特点与适应性	(114)
9.3.2	液态模锻对模具与设备的要求	(115)
9.4	粉末锻造	(116)
9.4.1	粉末锻造工艺过程及应用	(116)
9.4.2	预成型坯的设计与成型	(117)
9.4.3	预成型坯的锻造	(118)
9.5	计算机在塑性成型技术中应用	(120)
9.5.1	计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)	(120)

9.5.2 计算机辅助工程(CAE)	(120)
9.5.3 计算机辅助工艺过程设计(CAPP)	(120)
复习题	(121)

第三篇 金属的连接成型

10 金属连接(焊接)成型的工艺基础	(122)
10.1 焊接成型的原理及特点	(122)
10.2 熔焊工艺基础	(123)
10.2.1 焊接电弧	(123)
10.2.2 焊接冶金过程	(123)
10.2.3 电焊条	(125)
10.2.4 焊接接头组织与性能	(126)
10.3 焊接应力和焊接变形	(127)
10.3.1 焊接应力与变形产生的原因	(127)
10.3.2 焊接变形与应力的危害	(128)
10.3.3 焊接应力的防止	(128)
10.3.4 焊接变形的防止和消除	(128)
复习题	(129)
11 金属连接成型方法	(131)
11.1 熔化焊方法及工艺	(131)
11.1.1 埋弧自动焊	(131)
11.1.2 气体保护焊	(132)
11.1.3 等离子弧焊接	(133)
11.1.4 电渣焊	(134)
11.1.5 电子束焊和激光焊	(134)
11.1.6 堆焊和喷涂	(135)
11.2 压力焊	(136)
11.2.1 电阻焊	(136)
11.2.2 摩擦焊	(138)
11.2.3 冷压焊	(138)
11.2.4 扩散焊	(139)
11.3 钎焊	(139)
11.3.1 钎焊实质	(139)
11.3.2 钎料、钎剂、钎焊加热方法	(140)
11.4 常用材料连接成型方法	(140)
11.4.1 金属和合金的焊接性	(140)
11.4.2 碳素钢和低合金结构钢的焊接	(141)
复习题	(144)
12 连接成型件的工艺设计	(146)
12.1 连接成型件材料的选择	(146)
12.2 连接成型方法的选择	(146)
12.3 连接成型件的形状与接头形式的选择	(147)
12.3.1 连接成型件形状的选择	(147)
12.3.2 接头形式的选择与设计	(147)
12.4 连接成型件焊缝布置的原则	(148)
12.5 连接成型件缺陷检验	(150)
12.5.1 焊缝中常见缺陷及其对接头性能的影响	(150)
12.5.2 焊接检验方法	(151)

12.6 连接成型件工艺设计举例	(152)
复习题	(154)
13 计算机技术在连接成型中的应用	(157)
13.1 焊接过程的参数采集与控制	(157)
13.1.1 焊接参数的监测系统	(157)
13.1.2 焊接瞬态过程的计算机测试系统	(157)
13.1.3 焊接过程的控制	(157)
13.2 计算机图像处理技术在焊接中的应用	(158)
13.2.1 X光底片上焊缝缺陷的识别	(158)
13.2.2 识别电弧及焊缝熔池的形态与位置	(159)
13.3 计算机软件技术在焊接中的应用	(159)
13.3.1 计算机模拟技术	(160)
13.3.2 数据库技术在焊接中的应用	(160)
13.4 焊接机器人	(160)
复习题	(162)

第四篇 非金属材料的成型

14 高分子材料的成型工艺	(164)
14.1 工程塑料成型工艺	(164)
14.1.1 塑料的组成	(164)
14.1.2 塑料的分类	(164)
14.1.3 塑料成型过程中的物理化学行为	(165)
14.1.4 塑料制品的成型方法	(166)
14.1.5 常用工程塑料的性能和用途	(167)
14.2 橡胶制品的成型工艺	(168)
14.2.1 橡胶的特性和应用	(168)
14.2.2 橡胶加工的基础知识	(169)
14.2.3 橡胶的组成	(169)
14.2.4 橡胶制品的成型工艺	(170)
14.2.5 常用橡胶分类	(171)
14.3 胶粘剂及胶接工艺	(171)
14.3.1 胶粘剂的组成	(171)
14.3.2 胶粘剂的分类	(172)
14.3.3 胶粘剂的胶接机理	(172)
14.3.4 胶接工艺	(172)
复习题	(173)
15 陶瓷材料及粉末冶金制品成型工艺	(174)
15.1 陶瓷材料	(174)
15.1.1 陶瓷的分类	(174)
15.1.2 特种陶瓷粉体的制备方法	(174)
15.1.3 特种陶瓷的成型方法	(174)
15.1.4 特种陶瓷的烧结	(175)
15.1.5 陶瓷材料的制作工艺及组织结构	(175)
15.1.6 陶瓷材料的性能特点	(175)
15.2 硬质合金与粉末冶金	(176)
15.2.1 粉末冶金工艺简介	(176)
15.2.2 粉末冶金的应用	(176)
15.2.3 硬质合金	(176)

复习题	(177)
16 复合材料及成型工艺	(178)
16.1 复合材料强化原理、种类及界面设计原则	(178)
16.1.1 复合材料强化原理	(178)
16.1.2 复合材料的种类	(178)
16.1.3 复合材料的界面设计原则	(178)
16.2 复合材料成型工艺	(179)
16.2.1 聚合物基复合材料成型工艺	(179)
16.2.2 金属基复合材料成型工艺	(180)
16.2.3 陶瓷基复合材料成型工艺	(183)
16.2.4 碳/碳基复合材料成型工艺	(183)
复习题	(184)

第五篇 材料成型工艺的选择及检验

17 机械零件材料和毛坯的选择	(185)
17.1 零件毛坯类型及其制造方法比较	(185)
17.1.1 零件毛坯类型	(185)
17.1.2 常用零件毛坯制造方法的比较	(185)
17.2 选择毛坯类型的原则和依据	(186)
17.2.1 零件的使用性能及质量要求	(186)
17.2.2 材料的工艺性能	(187)
17.2.3 选材的经济性	(187)
17.2.4 生产条件	(188)
17.3 常用零件毛坯成型方法的选用	(188)
17.3.1 轴杆类零件	(189)
17.3.2 饼块及盘套类零件	(189)
17.3.3 机架、箱体类零件	(190)
17.4 毛坯选择应用举例	(191)
17.4.1 同一零件毛坯的选择	(191)
17.4.2 毛坯选择举例	(192)
复习题	(193)
18 毛坯的质量检验	(194)
18.1 毛坯的无损检验	(194)
18.1.1 毛坯主要的常见缺陷	(194)
18.1.2 常用的毛坯无损检验方法	(194)
18.2 计算机在毛坯质检中的应用	(195)
18.2.1 毛坯加工过程中使用计算机检测	(195)
18.2.2 自动检测和试验中使用计算机	(195)
复习题	(195)
主要参考文献	(196)

第一篇 金属的液态成型

金属的液态成型常称铸造,是指熔炼一定化学成分的合金,制造铸型,并将熔融合金浇进铸型内,凝固后获得一定形状和性能铸件的成型方法。据统计,在机床、内燃机、重型机械、矿山机械中,液态成型件约占整机重量的70%~90%;在汽车、拖拉机中占50%~70%;在轧钢机中占75%~80%。此外,在国民经济其他部门中,也广泛采用液态成型件。它之所以被广泛采用,是因为它具有以下的优点:

(1)能最经济地制造出外形和内腔很复杂的零件。如各种箱体、机架、机床床身、发动机机体和缸盖等,这是其他成型方法不可比拟的。

(2)适应性广。它适用于各种合金(铸铁、铸钢和有色金属等);可生产出重量从几克到数百吨,壁厚从几毫米到几米,轮廓尺寸从几毫米到几十米的零件;它既可用于单件、小批生产,又可用于成批、大量的机械化、自动化生产。

(3)液态成型件的形状、尺寸很接近零件,加工余量比自由锻件少,从而节省金属材料和加工工时。有些精密铸件可不加工或只留精加工余量。

(4)所用原材料来源广,价格低,设备投资少,因而液态成型件的成本低。如一台金属切削机床中,铸件重量约占75%,而其成本仅占15%~30%。

但是,金属液态成型的工序多,生产过程中工艺控制较困难,因而铸件的质量不够稳定,废品率较高。与同种材料的其他成型方法相比,铸件因晶粒粗大,内部常有缩孔、缩松、气孔、砂眼、夹渣等缺陷,其力学性能较差。此外,该法的劳动强度大,条件差,环境污染严重。

近年来,随着铸造新技术、新工艺、新设备、新材料的不断采用,以及电子计算机在铸造生产中的应用,使铸件的质量、尺寸精度、力学性能和生产率有了很大的提高,表面粗糙度值降低,劳动条件得到改善,使铸造的应用范围更加广泛。例如,原来需用钢材锻造的内燃机曲轴、连杆等重要零件,现在早已为球墨铸铁件或铸钢件所代替。

1 金属液态成型工艺基础

1.1 液态金属的工艺性能

合金在铸造过程中所表现出来的工艺性能,常称为铸造性能,通常是指流动性、收缩性、吸气性和偏析等。合金的铸造性能是影响铸件质量的重要因素,在进行铸件的结构设计和铸造工艺设计时必须考虑。

1.1.1 合金的流动性

1.1.1.1 合金的流动性概念

合金的流动性是指其流动的能力,它是合金重要的铸造性能,是影响熔融金属充型能力的主要因素之一,对铸件的质量有很大的影响。

流动性的高低常用螺旋形流动性试样长度来衡量。如图1-1所示。在测试时,须固定铸型条件和浇注条件,在相同条件下,浇注合金液螺旋形试样,以试样长度的长短来评价该合金流动性

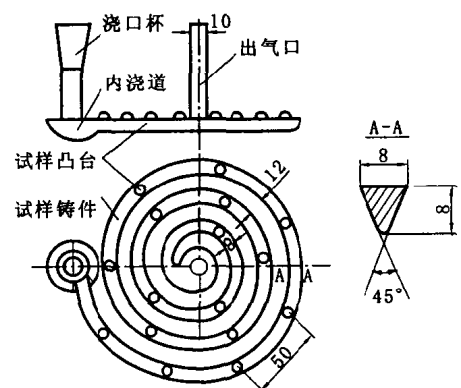


图 1-1 螺旋形流动性试样示意图

的优劣。表 1-1 为常用铸造合金的流动性。

常用铸造合金的流动性

表 1-1

合金种类	铸造方法	浇注温度 (°C)	螺旋线长度 (mm)	合金种类	铸造方法	浇注温度 (°C)	螺旋线长度 (mm)
铸铁 $W_C+W_{Si}=6.2\%$ 5.9% 5.2% 4.2%	砂型	1350	1800	硅黄铜 $W_{Si}=1.5\% \sim 4.5\%$	砂型	1100	1000
			1300				锡青铜 ZCuSn10Zn2
			1000	金属型 (300°C)		680 680~720	
			600				700~800
铸钢 $W_C=0.4\%$	砂型	1600	100	铝镁合金 ZAlMg10	金属型 (300°C)	680	400
		1640	200	铝硅合金 ZAlSi7Mg		680~720	700~800

1.1.1.2 影响合金流动性的因素

(1)合金的种类及化学成分 不同的合金,其流动性有很大差异,常用铸造合金中,以灰铸铁的流动性最好,铸钢的流动性最差(见表 1-1)。

就同种合金而言,化学成分不同,其流动性也不同,这取决于它在凝固结晶时的特点。

纯金属和共晶成分的合金是在恒温下进行结晶的,属层状凝固方式。结晶时由铸件断面的表层开始往中心逐层推进,在断面上只存在固相区和液相区,固-液界面比较平滑,对中心未凝固的液态金属的流动阻碍力小,因而流动性好。

其他成分的合金是在一定温度范围内结晶的,属糊状凝固,结晶区域内存在液相和固相并存的两相区。在该区域内,合金粘稠,树枝状晶发达,使凝固层内表面参差不齐,合金液在其间的流动阻力很大,因而流动性差。合金的结晶温度范围越宽,则液固两相并存区越宽,使流动阻力越大,故流动性越差。由此可见,合金成分越接近共晶成分,流动性就越好。在选择铸造合金时,在保证使用性能的前提下,应使合金的化学成分尽量接近共晶成分,或选用结晶温度范围窄的合金,以便获得足够的流动性。

合金中各元素对流动性有不同的影响,例如,常用的灰铸铁多为亚共晶成分,碳、硅量增加能提高流动性;磷能提高流动性;而硫则使流动性降低。

铸铁的凝固温度范围一般比铸钢的宽,但因铸钢的熔点高,不易过热,在铸型中散热快,故其流动性比铸铁的差。

(2)铸型的特点 铸型对流动性的影响与其冷却条件、蓄热能力和对合金的流动阻力有关。铸型材料的导热速度大,蓄热能力强,会使合金液的冷却速度加快,从而使流动性变差;铸件较复杂,壁厚较薄,会增加合金流动的阻力,并使铸件冷却表面积相对增加,故会降低合金的流动性。因此,在设计铸件时,其壁厚尽量大于规定的最小壁厚,并且形状力求简单。

铸型的透气性差或含水量大,有机物含量多,使浇注过程中产生的气体量多而又不能及时排出,造成型腔内气体压力增大,从而阻碍合金的流动。因此,提高型砂的透气性,尽量减少型砂的水分和有机物(如煤粉、渣油等)的含量,多设出气口等,有利于合金充型能力的提高。

(3)浇注条件 这主要表现在浇注温度上。浇注温度高,合金的粘度低,并有足够的过热度,保持液态的时间长,传给铸型的热量多,降低了合金的冷却速度,因而能提高流动性。这是生产中减少薄壁铸件的冷隔、浇不足、气孔等缺陷的重要措施。但浇注温度又不宜过高,以免铸件产生缩孔、缩松、粘砂等缺陷。在保证铸件薄壁部分能充满的前提下,应尽量降低浇注温度。各种合金的浇注温度范围是:铸铁为 1230~1450°C;铸钢为 1520~1620°C;铝合金为 680~780°C。可根据不同的铸件壁厚和化学成分而选择其上限或下限,如薄壁、复杂的铸件,含碳量低的铸钢件应选择上限;反之选下限。

1.1.2 合金的收缩

1.1.2.1 收缩

对绝大多数铸造合金而言,在凝固和冷却到室温的过程中,都伴随着体积和尺寸的减少,这种现象称为收缩。