



全国教育科学“十五”规划课题研究成果

材料成形工艺

孙立权 主 编
毛萍莉 张海渠 副主编

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

材料成形工艺

Cailiao Chengxing Gongyi

孙立权 主 编
毛萍莉 张海渠 副主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是全国教育科学“十一五”规划课题——“我国高校应用型人才培养模式研究”机械类子课题项目成果之一。全书内容除绪论外共分3篇15章,主要包括液态金属铸造成形工艺(液态成形工艺方案的确定,浇、冒口系统设计,铸造工艺装备设计,计算机在铸造工艺中的应用,铸造工艺案例),材料塑性成形工艺(锻造成形工艺,冲压成形工艺,注塑成形工艺),金属焊接成形工艺(金属焊接性及其试验方法,低合金钢的焊接,不锈钢及耐热钢的焊接,铸铁的焊接,铝及其合金的焊接,铜及铜合金的焊接,金属材料堆焊)三部分内容,其中侧重金属材料的焊接成形部分。

作为应用型本科教材,本书注重实践性和应用性,强调工程性和生产的规范性,以实用主流工艺技术为主,结合工艺案例,着力突出现场实用性,着力解决工艺设计和工艺生产问题。

教材主要面向材料成形及控制工程专业侧重焊接模块的应用型院校,还可作为机械工程类专业自学和选修课教材,以及广大工程技术人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

材料成形工艺 / 孙立权主编. —北京: 高等教育出版社, 2010. 7

ISBN 978 - 7 - 04 - 029570 - 2

I. ①材… II. ①孙… III. ①工程材料-成形-工艺-高等学校-教材 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 110070 号

策划编辑 庚欣 责任编辑 李京平 封面设计 张志
版式设计 马敬茹 责任校对 金辉 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 24.25
字 数 590 000

购书热线 010 - 58581118
咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010年7月第1版
印 次 2010年7月第1次印刷
定 价 35.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29570 - 00

前 言

在我国工业化飞速发展的今天,以工程教育为主要内容,以面向基层一线培养能将科学技术转化为现实生产力的工程师或高级应用型人才为基本任务的应用型本科教育已经成为中国高等教育体系中逐渐明晰的一种教育类型,并在全国范围内为百余所工程教育为主体的本科院校作为办学定位。本书作为全国教育科学“十一五”规划课题——“我国高校应用型人才培养模式研究”机械类子课题项目成果之一,在编写过程中力求反映应用型本科学校的培养目标定位,着眼于机械热加工工艺的全过程,以提高产品的最终质量为目的,将材料成形工艺原理融于材料成形的生产与制造的工艺过程中去,突出实践性和应用性,强调工程性和生产的规范性,以实用主流工艺技术为主,避免内容的庞杂繁难,结合工艺案例着力突出现场实用性。

根据课题组对教材的编写要求和体系安排,本书内容主要包括液态金属铸造成形工艺、材料塑性成形工艺、金属焊接成形工艺三部分,并侧重金属焊接成形工艺部分。本书主要面向材料成形及控制工程专业侧重焊接模块的应用型院校,还可作为机械工程类专业自学和选修课教材,以及工程技术人员的技术参考书。

本书由孙立权(长春工程学院)(绪论、第9章、第10章、第11章、第12章)任主编,毛萍莉(沈阳工业大学)(第1章、第2章、第3章、第4章、第5章)、张海渠(沈阳大学)(第6章、第7章)任副主编;另外参加编写人员有:王建明(沈阳大学)(第8章)、刘辉(长春工程学院)(第13章、第14章、第15章)。全书由刘耀辉(吉林大学)审定。

限于编者水平,书中欠缺或错误在所难免,恳望读者指正。

编 者

2010年1月

目 录

绪论.....	1
---------	---

第一篇 液态金属铸造成形工艺

第 1 章 液态成形工艺方案的确定	7	3.1 模样及模板设计	41
1.1 零件结构的液态成形工艺 性分析	7	3.1.1 模样	41
1.1.1 从避免缺陷方面审查铸件结构	7	3.1.2 模板	43
1.1.2 从简化铸造工艺方面改进零件 结构	10	3.2 砂箱设计	47
1.2 浇注位置的确定	12	3.2.1 设计和选用砂箱的基本原则	47
1.3 分型面的选择	14	3.2.2 砂箱类型的选择	47
1.4 液态成形用芯的工艺设计及铸造 工艺参数	17	3.2.3 砂箱结构	48
1.4.1 液态成形用芯的工艺设计	17	3.3 芯盒设计	49
1.4.2 铸造工艺设计参数	20	3.3.1 芯盒的类型和材质	49
第 2 章 浇、冒口系统设计	26	3.3.2 芯盒结构设计	49
2.1 浇注系统设计	26	第 4 章 计算机在铸造工艺中的应用	52
2.1.1 浇注系统的作用	26	4.1 铸造工艺 CAD	53
2.1.2 浇注系统的组成	26	4.2 铸造工艺 CAD 的现状及应用	54
2.1.3 浇注系统的设计	26	4.2.1 铸造工艺 CAD 的现状	54
2.2 冒口、冷铁和铸筋的设计	31	4.2.2 铸造工艺 CAD 的应用	55
2.2.1 冒口	32	第 5 章 铸造工艺案例	57
2.2.2 冷铁	38	5.1 典型件铸造工艺设计	57
2.2.3 铸筋	39	5.1.1 铸造工艺图	57
第 3 章 铸造工艺装备设计	41	5.1.2 铸造工艺卡	57
		5.1.3 浇注位置与分型面的选择	57
		5.1.4 铸型装配图(合箱图)	60
		5.2 几种常用的铸造工艺卡片举例	60

第二篇 材料塑性成形工艺

第 6 章 锻造成形工艺	65	6.2.1 自由锻造的基本变形工序	72
6.1 锻造下料与热规范	65	6.2.2 自由锻造工艺过程制订	79
6.1.1 锻造用原材料和下料方法	65	6.2.3 大型锻件的锻造	85
6.1.2 锻造加热	66	6.3 锤上模锻工艺	89
6.1.3 锻后冷却和热处理	70	6.3.1 模锻概述	89
6.2 自由锻造工艺	72	6.3.2 绘制模锻件图	92
		6.3.3 模锻工步选择和模膛设计	95

6.3.4 原毛坯尺寸和设备吨位的确定	105	7.4.1 精密冲裁	149
6.3.5 锤锻模结构设计	107	7.4.2 液体冲压	150
6.3.6 模锻后续工序	110	7.4.3 旋压成形	152
6.4 其他设备上锻造工艺	113	7.5 冲压工艺过程设计	154
6.4.1 热模锻压力机上模锻	113	7.5.1 冲压工艺过程设计的基本内容	154
6.4.2 平锻机上模锻	116	7.5.2 冲压件工艺性分析	155
6.4.3 辊锻	122	7.5.3 确定冲压工艺时应考虑的问题	156
6.5 工艺案例	125	7.5.4 冲模设计要点	159
第7章 冲压成形工艺	129	7.6 工艺案例	168
7.1 冲裁	129	第8章 注塑成形工艺	173
7.1.1 冲裁和冲裁过程	129	8.1 注塑成形概论	173
7.1.2 冲裁件质量	130	8.1.1 注塑材料	173
7.1.3 冲裁间隙	131	8.1.2 注塑工艺过程	179
7.1.4 冲裁模刃口尺寸确定	132	8.1.3 注塑成形模具	181
7.1.5 冲裁力	134	8.1.4 注塑模与注射机的关系	185
7.1.6 排样	134	8.2 浇注系统和型腔部分	188
7.2 拉深与胀形	135	8.2.1 浇注系统	188
7.2.1 圆筒形件拉深	135	8.2.2 型腔部分	196
7.2.2 盒形件的拉深	138	8.3 导向与脱模机构	203
7.2.3 胀形与曲面拉深	140	8.3.1 导向机构	203
7.3 弯曲和翻边	143	8.3.2 脱模机构	204
7.3.1 板料弯曲时的应力和变形分析	144	8.3.3 抽芯机构	211
7.3.2 弯曲毛坯的长度	146	8.4 温度调节系统	214
7.3.3 最小相对弯曲半径	146	8.4.1 温度调节系统的作用	214
7.3.4 弯曲弹复	147	8.4.2 温度调节系统设计要点	215
7.4 特种冲压工艺	149		

第三篇 金属焊接成形工艺

第9章 金属焊接性及其试验方法	221	9.3 常用焊接性试验方法	228
9.1 金属焊接性定义	221	9.3.1 冷裂纹敏感性试验方法	229
9.1.1 金属焊接性的概念及影响因素	221	9.3.2 热裂纹敏感性试验方法	233
9.1.2 对金属焊接性的理论分析及预判	222	9.3.3 再热裂纹敏感性试验方法	235
9.2 焊接性试验	226	9.3.4 层状撕裂敏感性试验方法	236
9.2.1 焊接性试验的目的	226	9.4 焊接性分析及试验在焊接生产中的工程案例	236
9.2.2 焊接试验的内容	227	9.4.1 拟订焊接工艺的基本原则	236
9.2.3 金属焊接性试验方法的分类	227	9.4.2 制订焊接工艺所应考虑的基本要素	237
9.2.4 焊接性试验方法的选用原则	227	9.4.3 焊接性试验工程应用案例	238

第 10 章 低合金钢的焊接	240	12.3 灰铸铁焊接工艺要点	321
10.1 低合金钢概述	240	12.3.1 焊接方法	321
10.1.1 低合金强度用钢	240	12.3.2 焊接工艺要点	322
10.1.2 低合金专用钢	245	12.4 球墨铸铁的焊接	335
10.2 热轧及正火钢的焊接	249	12.4.1 铁素体球墨铸铁的焊接	336
10.2.1 热轧及正火钢的焊接性 分析	249	12.4.2 珠光体球墨铸铁的焊接	337
10.2.2 热轧及正火钢的焊接工艺 特点	252	12.4.3 奥氏体 - 贝氏体球墨铸铁 的焊接	338
10.2.3 典型钢种焊接案例	254	12.5 蠕墨铸铁、白口铸铁及可锻 铸铁的焊接	339
10.3 低碳及中碳调质钢的焊接	256	12.5.1 蠕墨铸铁的焊接	339
10.3.1 低碳调质钢的焊接	256	12.5.2 白口铸铁的焊接	340
10.3.2 中碳调质钢的焊接	264	12.5.3 可锻铸铁的焊接	342
10.4 低合金专用钢的焊接	269	12.6 铸铁焊补工艺案例	342
10.4.1 珠光体耐热钢的焊接	269	12.6.1 灰铸铁冲床床身裂纹 的修复	342
10.4.2 低温钢的焊接	274	12.6.2 汽车发动机铸铁排气管裂纹 的焊补	343
10.4.3 低合金耐蚀钢的焊接	276	第 13 章 铝及其合金的焊接	345
第 11 章 不锈钢及耐热钢的焊接	281	13.1 铝及铝合金的焊接性	345
11.1 不锈钢及耐热钢的类型 及特性	281	13.1.1 铝及铝合金的分类与性 能简介	345
11.1.1 相关概念	281	13.1.2 铝及铝合金的焊接性分析	345
11.1.2 分类方法	281	13.2 铝及其合金的焊接工艺	348
11.2 奥氏体钢的焊接	286	13.2.1 铝及铝合金对各种焊接方法的 适应性	348
11.2.1 焊接性分析	286	13.2.2 常用的铝及铝合金焊接方法 及特点	348
11.2.2 焊接工艺	291	13.3 铝及铝合金熔焊工艺技术	350
11.2.3 典型钢种的焊接案例	293	13.3.1 材料选用	350
11.3 铁素体钢及马氏体钢的焊接	295	13.3.2 焊接材料选用	351
11.3.1 铁素体钢的焊接	295	13.3.3 接头设计	353
11.3.2 奥氏体 - 铁素体双相钢 的焊接	297	13.3.4 典型焊接实例分析	354
11.3.3 马氏体钢的焊接	301	第 14 章 铜及铜合金的焊接	356
11.4 珠光体钢与奥氏体钢的焊接	306	14.1 铜及铜合金的焊接性	356
11.4.1 异种钢焊接常用钢种及焊接 工艺原则	306	14.1.1 铜及铜合金的分类与性能	356
11.4.2 珠光体钢与奥氏体钢焊接	309	14.1.2 铜及铜合金的焊接性	357
第 12 章 铸铁的焊接	315	14.2 铜及铜合金的焊接工艺	359
12.1 铸铁的种类及性能	315	14.2.1 焊接方法的选择	359
12.2 灰铸铁的焊接性分析	316	14.2.2 焊接材料的选择	360
12.2.1 铸铁焊接的应用	316		
12.2.2 灰铸铁的焊接性分析	317		

14.2.3 焊接工艺案例	362	15.3 堆焊方法及特点	374
第 15 章 金属材料堆焊	366	15.3.1 手弧焊堆焊	375
15.1 概述	366	15.3.2 氧-乙炔焰堆焊	375
15.2 堆焊层工作条件及堆焊合金		15.3.3 埋弧堆焊	375
成分的选用	367	15.3.4 熔化极气体保护电弧堆焊	376
15.2.1 堆焊层的工作条件	367	15.3.5 钨极氩弧焊	376
15.2.2 堆焊合金的类型、焊接性特点		15.3.6 等离子弧堆焊	376
和选用	368	15.3.7 电渣堆焊	376
15.2.3 堆焊合金的选择原则	373	15.3.8 热喷涂和喷熔	376
参考文献			378

绪论

材料成形工艺是机械制造技术的重要组成部分,它主要包括液态金属铸造成形工艺、金属塑性成形工艺、金属材料连接成形工艺和高分子材料成形等工艺过程,是铸件、锻件、钣金件、焊接件、塑料件和橡胶件等生产的主要加工方式和工艺方法。它在机械、建筑、冶金、能源、交通、航空航天等工业领域中有着极为重要的作用,其工艺水平和生产能力直接反映一个国家的工业化水平和科学技术能力。

0.1 液态金属铸造成形工艺

液态成形方法很多,诸如铸造、液态冲压和液态模锻等多种工艺方法,其中铸造工艺是应用最广泛的液态成形工艺方法。在铸造工艺中,又可分为砂型铸造、消失模铸造、熔模铸造、金属型铸造、低压铸造、压力铸造和离心铸造等形式,各自有相应的成形工艺。本书将以铸造中应用最为广泛的砂型铸造工艺为对象,着重讨论铸造工艺设计的有关内容。

1. 铸造工艺设计的概念

铸造工艺设计就是根据铸造零件的结构特点、技术要求、生产批量和生产条件等,确定铸造方案和工艺参数,绘制铸造工艺图、编制工艺卡等技术文件的过程。铸造工艺设计的有关文件既是生产准备、管理和铸件验收的依据,又可直接用于指导生产操作。因此,铸造工艺设计对铸件质量、生产率和成本起着重要作用。

2. 铸造工艺设计的依据

在进行铸造工艺设计前,设计者应掌握生产任务和要求,熟悉工厂和车间的生产条件,这些是铸造工艺设计的基本依据。

生产任务及要求一般反映在铸造零件的设计图样和技术要求上,因此设计方所提供的铸造零件图样必须清晰无误,有完整的尺寸和各种标记;铸造工艺设计者在进行工艺设计前应仔细审查图样,注意零件的结构特点是否符合铸造工艺性,若认为有必要修改图样时需与原设计单位或订货单位共同研究,取得一致意见后以修改后的图样作为工艺设计的依据。同时,设计者应认真审阅零件的技术要求,包括金属材质牌号、金相组织、力学性能要求,铸件尺寸以及重量允许偏差,表面粗糙度要求,其他特殊性能要求,是否经水压、气压试验,零件在机器上的工作条件等内容;在铸造工艺设计时应注意满足这些要求。

产品数量及生产期限也是工艺设计的重要依据。产品数量是指批量大小,产品数量决定批量大小,批量是指企业(或车间)在一定时期内,一次出产的、在质量、结构和制造方法上完全相同产品(或零部件)的数量;一般同时采用专用设备及通用设备进行生产,按每种产品每次投入生产的数量、分为大批量生产、中批量生产和小批量生产三种;大批量生产需要采用尽可能先进的技术和专用的装备生产,中批量生产采用较多的是通用设备和工装,而单件和小批量生产虽对设备要求不高但对工人技术水平的要求相对较高。因此,对于批量大的产品,应尽可能采用机械化生产;对于应急的单件产品,则应考虑使工艺装备尽可能简单。生产期限是指交货日期的长短,直接影响产品的周期。可见,设计者必须根据具体产品的批量和生产期限有针对性地进行工艺设计。

生产条件同样是工艺设计所必须考虑的要素之一,主要包括设备能力情况(起重运输机的吨位和最大起重高度,熔炉的类型、吨位和生产率,造型和制芯机种类、机械化程度,烘干炉和热处理炉的能力等)、铸造车间情况(车间的厂房高度、面积、大门尺寸及车间原材料的应用情况和供应情况等)、工人技术水平和生产经验、模具等工艺装备制造车间的加工能力和生产经验等内容。

设计者对于各种原材料、炉料等的价格,每吨金属液的成本,各级工种、工时费用,设备每小时费用等成本情况都应有所了解,以便考虑该项工艺的经济性。

此外,要求设计者具有一定的生产经验和设计经验,并应对铸造先进技术有所了解,同时具有环保意识和发展观点,才能很好地完成设计任务。

3. 铸造工艺设计内容

铸造工艺设计内容的繁简程度主要决定于批量的大小、生产要求和生产条件。一般包括下列内容:铸造工艺图、铸件(毛坯)图、铸型装配图(又称合箱图)、工艺卡及操作工艺规程。广义地讲,铸造工艺装备的设计也属于铸造工艺设计的内容,例如模样图、模板图、芯盒图、砂箱图、压铁图、专用量具图和样板图及组合下芯夹具图等。

大量生产的定型产品、特殊重要的单件生产铸件,铸造工艺设计一般制订得比较细致,内容涉及较多;单件、小批量生产的一般性产品,设计内容可以简化;在最简单的情况下,只需绘制一张铸造工艺图即可。

铸造工艺设计所涉及的内容和一般设计程序见表0-1。

表0-1 铸造工艺设计的内容和一般程序

项目	内容	用途及应用范围	设计程序
铸造工艺图	在零件图上用各种工艺符号表示出机械加工余量,收缩率,浇注时铸件位置,分型面,浇注系统,砂芯形状,数量及芯头大小,内外冷铁及铸筋等	是制造模样、模板,生产准备、清理和验收工作依据。成批量和大批量生产,机器造型中,有的工厂将浇注系统画在模板图上	<ol style="list-style-type: none"> 1. 产品零件图样的铸造工艺分析 2. 选择铸造方法 3. 选择铸造种类和造型造芯方法 4. 确定浇注位置和分型面 5. 砂芯设计 6. 加工余量 7. 起模斜度,画出活块 8. 收缩率、工艺修正量、模样分型系数 9. 冒口及浇注系统、试块、冷铁及铸筋

续表

项目	内容	用途及应用范围	设计程序
铸件图	把经过铸造工艺过程后改变了零件形状、尺寸的地方(如加了加工余量、起模斜度、机加工夹持余量)都反映在铸件图上	铸件验收和机械加工的 依据。大批量和成批 量生产的铸件和重要 铸件	10. 在完成铸造工艺图的基础上画出铸件图
模样图和模板图	模样的材料及结构尺寸等。模样在底板上的安装方法,模样和浇注系统在底板上的布置,底板结构、材料等	模样制造和模板装配 的依据	11. 模样设计和模板设计
芯盒图	芯盒的材料和结构,芯盒的紧固和定位方式等	制造芯盒的依据	12. 画芯盒装配图
砂箱图	砂箱的材料和结构,紧固和定位方式等	制造砂箱的依据	13. 砂箱设计,画砂箱图
铸型装配图(合箱图)	表示出铸件浇注位置,砂芯数量,固定和安装次序,浇冒口,冷铁布置,砂箱结构和尺寸大小。 可画一、二个剖面图和下箱俯视图	生产准备、合箱、检验、 工艺调整的依据。铸件 刚投产时有一定的用处。 成批量及大批量生产,重 要铸件及大型铸件	14. 在完成砂箱设计后画出
铸造工艺卡片	说明造型、造芯、浇注、打箱清理等工艺操作过程及要求	生产的重要依据。根据 批量大小填写必要的 内容。有的工厂把它直 接印在铸造工艺图的 背面	15. 综合整个设计内容

0.2 材料塑性成形工艺

塑性加工是材料加工的重要方法,它是利用材料自身具有的塑性,通过模具(或工具)对材料毛坯施加外力作用,使毛坯产生塑性变形流动,形状尺寸和内部组织性能发生变化,得到所需要的产品,也称为塑性成形。在现代制造业中,塑性成形是生产各种工程型材、机器零件、生活用具的重要方式,它包括轧制、挤压、拉拔、冲压、锻造等,形成各自的工艺领域和生产行业;在机械制造领域应用最多的是冲压成形、锻造成形和注塑成形。

冲压属于板料成形,是利用模具对板料进行塑性加工,一般在室温下进行,有冲裁、拉延、弯

曲、胀形、翻边、缩口等多种工序。

锻造一般属于体积成形,是通过金属体积的转移和分配来获得机器零件或接近于零件尺寸的毛坯(锻件)。金属材料通过锻造成形可以获得形状尺寸精确、表面光洁程度高的锻件,同时其内部组织能够得到显著改善,从而使用性能得到提高。

注塑成形方法采用注射成形机将粒状的塑料连续输入到注射成形机料筒中加热,使其呈现粘性流动状态,经过喷嘴将熔体注入到闭合的模具型腔中充满,经保压和冷却固化定型获得塑料制品。

由于社会需求的增加和生产技术的进步,各种特殊的、先进的塑性加工方法不断产生和发展。例如充液拉深、差温成形、电磁成形、爆炸成形、精密模锻、液态模锻、粉末锻造、摆动碾压、高速模锻、超塑模锻等。所加工的材料也从普通钢和一般的有色金属发展到特殊钢、高温合金、铝镁合金、钛合金、复合材料等。从传统的使用简单设备工装进行生产到集成化生产线大规模生产,再到计算机群控的全自动化生产系统,目前不同层次的生产方式都并行存在,互为补充。

0.3 金属焊接成形工艺

材料通过机械、物理、化学和冶金等方式将简单型材或零件连接成复杂零件和机器部件的工艺过程称为连接成形。

传统的连接成形工艺包括属于机械连接方式的螺栓连接、铆接;属于物理和化学连接的封接、钎接和胶接;属于冶金连接典型的则是焊接,焊接作为金属材料及金属结构最主要的连接工艺手段被广泛地应用于工业的各个领域中。

在我国,经过近30年来的快速发展,焊接技术已经从单一的制造工艺技术发展成为综合化程度较高的复合制造技术,涉及材料、结构设计、焊接方法、焊接设备及工艺装备、焊接件前处理、焊接材料、焊接过程的机械化与自动化、焊接质量监控、焊接检验、焊接热处理等。

随着冶金工业和材料科学技术的发展,焊接施工对象的金属材料种类不但涉及传统的碳素钢、合金钢和铜及合金、铝及铝合金等有色金属,还涉及高强度、高韧度、耐高温、耐低温等高性能材料和以新技术、新工艺开发出的金属材料以及复合材料、功能材料等新型金属材料。而目前主流的焊接工艺方法除传统的手工电弧焊、气焊和埋弧自动焊外,气体保护焊、等离子弧焊、激光焊、摩擦焊、扩散焊等方法也得到了广泛的应用。

焊接工艺是指焊接过程中的一整套工艺程序及其技术规定,其中包括焊接方法、焊前准备加工、装配、焊接材料、焊接设备、焊接顺序、焊接操作、焊接工艺参数及焊后热处理等技术规定。焊接件材料的复杂化和焊接方法的多样化使焊接工艺的复杂化程度不断提高,但是焊接工艺的目标始终是:一、必须保证焊接件的质量,焊缝不得有超过标准的缺陷,焊接接头性能必须符合产品的技术条件和制造标准;二、在确保接头质量的前提下尽可能提高焊接的生产效率;三、最大限度地降低生产成本。

从焊接技术教学角度看,焊接工艺过程涉及焊接工艺原理、焊接方法与设备、金属焊接性分析等课程内容。本书以金属材料的熔化焊接过程为对象,从焊接性分析入手,着重讨论常用金属材料的焊接工艺设计。

第一篇

液态金属铸造成形工艺

第 1 章

液态成形工艺方案的确定

砂型铸造工艺方案通常包括下列内容：造型、制芯方法和铸型种类的选择，浇注位置及分型面的确定等。要想定出最佳铸造工艺方案，首先应对零件的结构有深刻的铸造工艺性分析。

1.1 零件结构的液态成形工艺性分析

零件结构的液态成形工艺性是指零件的结构应符合砂型铸造生产的要求，易于保证铸件质量，以便简化工艺、降低成本。为此，首先应对产品零件图进行审查和分析，并着重注意以下两方面的问题。

第一，审查零件结构是否符合铸造工艺的要求。设计者往往只顾及零件的功用，而忽视了铸造工艺的要求。在审查中如发现结构设计有不合理之处，就应与有关方面进行研究，在保证使用要求的前提下予以改进。第二，在既定的零件结构条件下，考虑铸造过程中可能出现的主要缺陷，在工艺设计中采取措施予以防止。

1.1.1 从避免缺陷方面审查铸件结构

1. 铸件应有合适的壁厚

为了避免浇不到、冷隔等缺陷，铸件不应太薄。铸件的最小允许壁厚和铸造合金的流动性密切相关。合金成分、浇注温度、铸件尺寸和铸型的热物理性能等显著地影响铸件的充填。在普通砂型铸造的条件下，铸件最小允许壁厚见表 1-1。

表 1-1 砂型铸造时铸件最小允许壁厚

δ/mm

铸件尺寸	铸钢	灰铸铁	球磨铸铁	可锻铸铁	铝合金	铜合金	镁合金
200 × 200 以下	6 ~ 8	5 ~ 6	3 ~ 6	4 ~ 5	3 ~ 4	3 ~ 5	4
200 × 200 ~ 500 × 500	10 ~ 12	6 ~ 10	7 ~ 10	5 ~ 8	4 ~ 6	6 ~ 8	4 ~ 6
500 × 500 以上	18 ~ 25	15 ~ 20	—	—	5 ~ 7	8 ~ 10	—

注：1. 如有特殊需要，在改善铸造条件的情况下，灰铸铁件的壁厚可小于 3 mm，其他合金最小壁厚亦可相应地减小；

2. 在铸件结构复杂、合金流动性差的情况下，应取上限值。

铸件也不应设计得太厚。超过临界壁厚的铸件中心部分晶粒粗大,常出现缩孔、缩松等缺陷,导致力学性能降低。各种合金铸件的临界壁厚可按最小允许壁厚的三倍来考虑。铸件壁厚应随铸件尺寸的增大而相应地增大,在适宜壁厚的条件下既方便铸造又能充分发挥材料的力学性能。设计受力铸件时,不可单纯用增厚的方法来增加铸件的强度(图 1-1)。

2. 铸件内壁应薄于外壁

铸件的内壁和筋等由于散热条件较差,应薄于外壁,以使内、外壁能均匀地冷却,减小内应力和防止裂纹。常用的灰铸铁的内、外壁与筋的厚度可参照表 1-2 选取。

表 1-2 灰铸铁件内、外壁与筋的厚度

零件质量/ kg	零件最大外 形尺寸/mm	内壁厚度/ mm	外壁厚度/ mm	筋的厚度/ mm	零件举例
~5	300	6	7	5	盖、拨叉、杠杆、端盖、外套
6~10	500	7	8	5	盖、门、轴套、挡板、支架、箱体
11~60	750	8	10	6	盖、箱体、罩、电动机支架、滑板箱体、支架、托架
61~100	1 250	10	12	8	盖、箱体、搪模架、油缸体、支架、溜板箱体
101~500	1 700	12	14	8	油盘、盖、床鞍箱体、带轮、搪模架
501~800	2 500	14	16	10	搪模架、箱体、床身、轮缘、盖、滑座
801~1 200	3 000	16	18	12	小主柱、箱体、滑座、床身、床鞍、油盘

3. 壁厚力求均匀,减少“肥厚”部分,防止形成热节点

薄厚不均的铸件在冷却过程中会形成较大的内应力,在热节点处易于造成缩孔、裂纹,因此应取消不必要的厚大部分。筋和壁的布置应尽量减少交叉,防止缩松及热裂纹形成(图 1-2)。

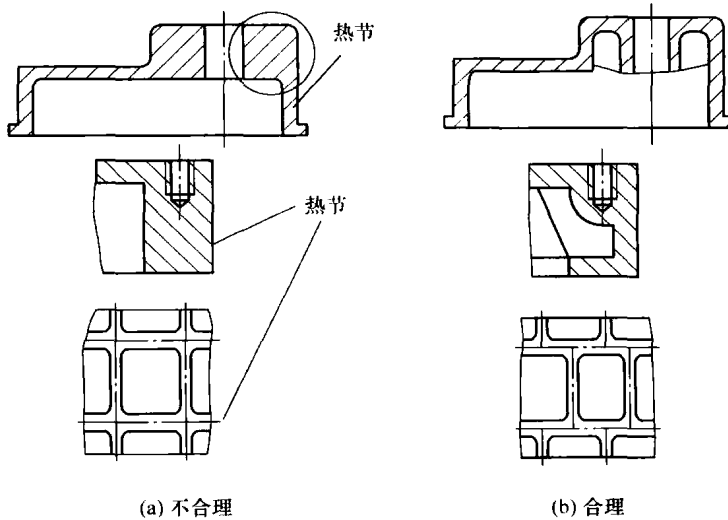


图 1-2 壁厚力求均匀

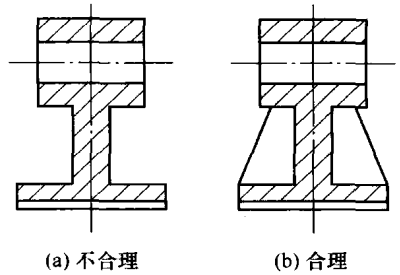


图 1-1 采用加强筋减小铸件厚度

4. 铸件结构不应造成严重的收缩阻碍,注意壁厚过渡和圆角

图 1-3 中示出两种铸钢件结构。图 a 结构中,两壁交接呈直角形构成热节,铸件收缩时阻力较大,故在此处经常出现热裂纹;图 b 为改进后的结构,热裂纹消除。

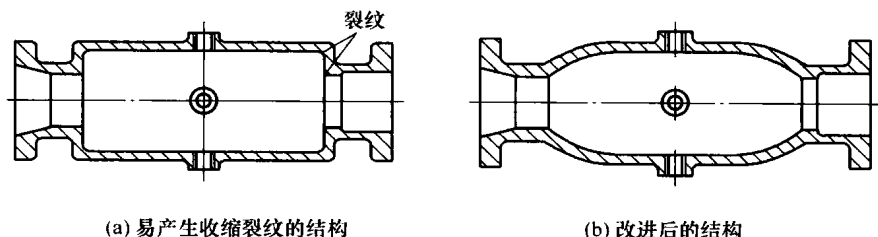


图 1-3 铸钢件结构的改进

铸件薄厚壁的相接、拐弯,等厚度的壁与壁的各种交接,都应采取逐渐过渡和转变的形式,并应使用较大的圆角相连接,避免因应力集中导致裂纹缺陷(图 1-4)。

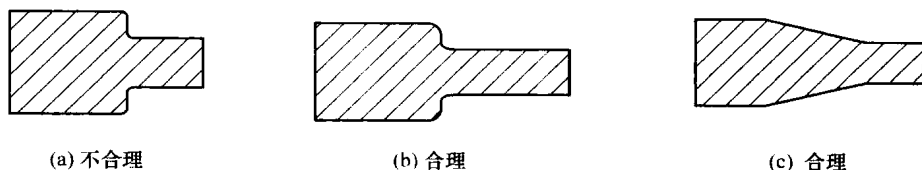


图 1-4 壁厚过渡的形式

5. 利于补缩和实现顺序凝固

对于铸钢等体收缩率大的合金铸件,易于形成收缩缺陷,应仔细审查零件结构实现顺序凝固的可能性。图 1-5 为壳型铸造的合金钢壳体。图 a 方案铸出的铸件,在点 A 以下部分因超出冒口的补缩范围而有缩松,水压试验时出现渗漏;图 b 方案中,只在底部(76 mm 范围内)壁厚相等,由此向上,壁厚以 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 向上增厚,这样有利于顺序凝固和补缩,铸件质量良好。

6. 防止铸件翘曲变形

生产经验表明,某些壁厚均匀的细长形铸件、较大的平板形铸件以及壁厚不均的长形箱体件(如机床床身等)会产生翘曲变形,而改进铸件结构可以解决此类问题。图 1-6 为合理与不合理的铸件结构。

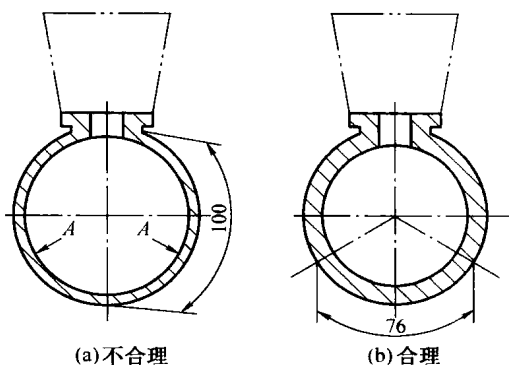


图 1-5 合金钢壳体结构改进

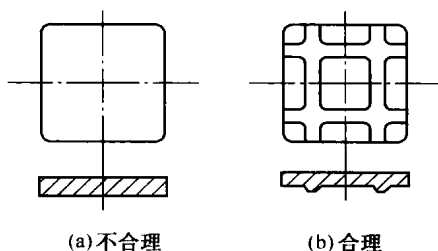


图 1-6 防止变形的铸件结构