

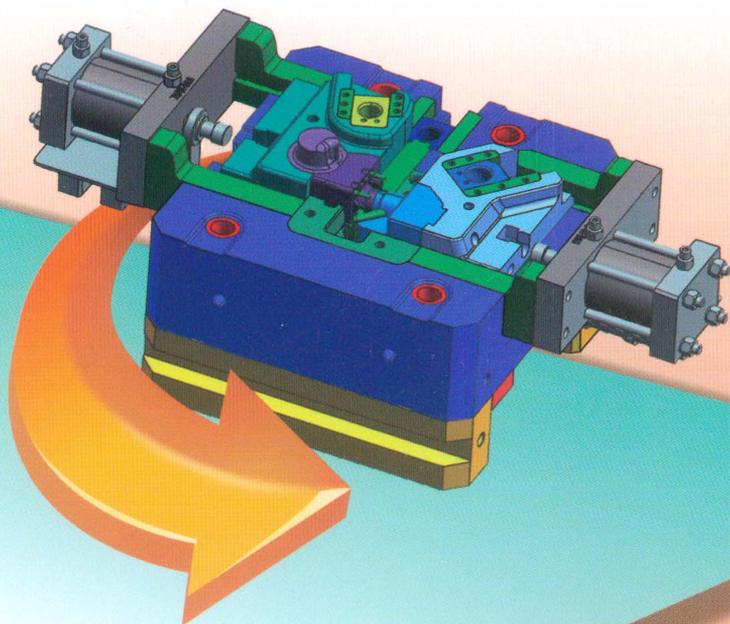
高职**模具专业**系列规划教材

YAZHU CHENGXING JISHU JI MUJU
—— SHEJI YU SHIJIAN

压铸成型技术及模具

——设计与实践

主 编 尹超林



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

压铸成型技术及模具 ——设计与实践

主编 尹超林

重庆大学出版社

内容提要

全书共 14 章。介绍了金属压铸成型技术和压铸模具的发展历史与现状、压铸成型工艺技术、常用压铸合金、特殊压铸成型工艺、压铸机的主要技术参数和压铸机型号的选用、压铸模具结构的设计方法及步骤、压铸模具常用材料及热处理工艺、常用压铸模具设计软件;压铸模具常见的失效分析形式及压铸模具的维护保养方法;常见压铸缺陷及预防措施。本书收集整理了大量的图表和工厂的典型案例分析。强调了实践性、实用性,注重压铸成型工程技术设计能力的培养。为了便于读者学习与思考,本书每章后面均附有练习题。

本书可作为高等职业院校、普通高等本专科院校和成人院校材料成型和模具设计制造专业或相关专业的教学用书,也可作为压铸生产及模具制造企业的工程技术人员、质量控制人员、操作人员的参考书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

压铸成型技术及模具:设计与实践/尹超林主编.

—重庆:重庆大学出版社,2017.1

高职高专模具制造与设计专业系列教材

ISBN 978-7-5624-7898-0

I. ①压… II. ①尹… III. ①压力铸造—高等职业教育—教材②压铸模—设计—高等职业教育—教材 IV. ①TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 298284 号

压铸成型技术及模具——设计与实践

主编 尹超林

策划编辑:彭 宁

责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:彭 宁

责任校对:郑德强 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆长虹印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:21.25 字数:530 千

2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-1 000

ISBN 978-7-5624-7898-0 定价:39.80 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

绪论

压铸是一种高效率,少、无切削的金属成型工艺,至今约有130多年的历史,与传统的、古老的铸造技术相比,只能说是一种十分年轻的工艺技术。然而,由于压铸所具有的许多特点,它的发展步伐不断加快,在金属制造业中已经占有相当地位。

中国的压铸件市场十分巨大及广泛,大致分为摩托车、汽车、农用车、电动自行车、建筑五金、住宅用品、五金灯具、电子电器、通信器材、仪器仪表、电动工具、日用五金、电子计算机、军事装备及其他领域。中国压铸件产量呈现逐年攀升的势头,2001年以来,年均增长率达13.25%。大量的制造工业特别需要用压铸件,其中铝合金压铸件用得最多,随后是锌合金、铜合金和镁合金。

就汽车工业而言,汽车零部件多属于形状复杂、结构多变、立体性强、尺寸精密和致密性高等多种高要求的零件,而压铸工艺方法在满足这些技术要求方面,则有很强的优势。据1996年报道统计数据,世界上各个国家,不论其工业结构如何,压铸件市场份额中,汽车工业都占主导地位,如澳大利亚80%、日本79.9%、中国64.5%、德国61%、印度60%、加拿大49%、美国48%。可以这样说,压铸工业是汽车工业的重要支撑工业之一。

在当今世界,汽车工业要面对提高性能、节约能源、减少环境污染、降低成本等许多问题,汽车轻量化、减轻整车质量是主要需要解决的途径。诚然,在铸件的采用上,铝合金压铸件替代密度大的黑色金属铸件仍将继续担任主要角色,但这还远远不够,还要寻找质量更轻的材料。由于镁合金具有密度小、比强度高、耐冲击、阻尼性好等一系列优良性能和广泛的应用领域,近年来,引起国内外关注,促进镁合金压铸以年增长20%以上的高速发展。为此,近10余年来甚至在更长的时间内,研究采用更多的镁合金压铸件制造汽车零部件成为主攻课题之一,我国现有镁合金压铸生产企业和科研单位近百家。于是,压铸工艺又将再度显示出其在汽车工业零部件制造中的重要作用。

近几年来,一些工业发达国家的压铸生产的工业结构出现了根本的改变,很多国家将压铸生产逐渐向发展中国家转移,另设工厂,或者向发展中国家直接采购压铸件,其地域目标主要在南美(如巴西)、欧洲(如葡萄牙和波兰),以及东亚一带(重点是中国和韩国)等地,其他一些国家都有相似的倾向。例如,福特公司、丰田公司、通用公司、克莱斯勒公司等许多汽车巨头目前已纷纷在中国投资建厂或从中国购买汽车的零件、部件甚至整车。有报道说,福特公司将在中国下大订单采购零部件,金额高达数十亿美元;通用公司全球采购的订单也向中国零部件企业倾斜,订单中包括铝合金压铸件;三菱公司希望从中国每年采购4亿~5亿美元甚至更多的零部件;汽车零部件供应商德而福集团公司将向中国加大投资,做大中国市场规模;还有其他许多大公司都不约而同采取相同的做法,这一全球范围的举动,必然为中国的压铸工业提供更广阔的市场空间。

从1997年开始,随着汽车、装备制造业、家用电器的高速增长,中国国内模具市场的需求开始显著增长。到2009年,中国模具企业销售额已突破1000亿元,国产冲压模具、压铸模具等约占总量的80%。压铸模具在汽车零部件、装备制造业等行业需求激增,因此,我国压铸和压铸模具产业生产发展将保持较大的稳定性和较高的增长速度。

“十五”期间,我国模具生产80%左右集中在珠江三角洲、长江三角洲和环渤海这3个地区。为了在竞争中求生存、求发展,模具集群生产应运而生。目前已形成规模的主要有余姚模具城、宁海模具城、慈溪模具城、黄岩模具城、河北黄骅模具城、昆山国际模具城以及北仑模具之乡等。此外还有深圳模具产业基地、苏州高新国际模具城、成都模具产业园、重庆模具产业园、大连模具城、常州长三角模具城、沈阳模具城、芜湖模具产业基地、合肥模具产业园、上海模具工业园、南通模具城、青岛模具城、广东顺德模具城、河源模具工业园、西安模具工业基地等,均已初具规模。

近几年,我国压铸模具的品种、产量、模具设计制造水平,压铸产品的复杂程度、尺寸精度,压铸模具的大型化、复杂化,以及模具制造企业的工艺装备,工作环境,加工和检测手段等均有很大提高,应该说是我国有史以来提升最迅速的时期。但是压铸模的制造总体来说与国外先进工业国家相比差距还很大,大致相当于其20世纪90年代末的水平,大型结构复杂的压铸模具多是仿制,创新点不多。模具制造过程中普遍存在质

量控制不够严谨、制造精度不高,以及设计时对模具的热平衡分析、冷却系统设置、模具零件的快换维修、安装的快捷、生产的安全性等方面重视不够,模具使用时的稳定性不高。

我国压铸模具工业发展的现状表现在以下 8 个方面:

(1) 压铸模具制造企业普遍采用了 CAD/CAM 技术, CAE 软件在模具设计模拟分析中的应用越来越得到重视

CAD/CAM 一体化技术的实现,使压铸模具的设计制造发生了革命性的改革,实现了企业的技术信息的快速传递和技术资源的共享,提高了零件加工精度和生产效率。近年来,不少厂家还通过采用 CAE 技术,进行模拟金属的充填过程,模具温度场的分析,预测成型过程中铸件可能产生的缺陷及模具强度的分析,来验证模具的流道、溢流、冷却、排气系统及模具结构的设计方案,实现设计优化,减少设计的失误,缩短试验时间。能否成熟地运用 CAE 技术到模具设计和生产上,将成为当今压铸模制造厂家技术提升的新热点和企业实力的一个重要标志。有的公司建立了 CAD/CAE/CAM 计算机网络,模具制作全过程实现无图纸化生产;同时企业也吸收了国外模具设计的新理念,优化了方案,收到了很好的效果。采用信息技术带动和提升模具企业的传统生产是必然趋势,并越来越显示出强大的优越性。

(2) 设计和制造大型复杂压铸模的能力大幅提升,国内压铸模具企业已具备制造大型复杂压铸模的能力

近年来,为适应铸件大型化的需要,国内大吨位压铸机拥有量剧增,大型、复杂压铸模需求量得到扩大。

几年前用在超过 15 000 kN 压铸机上用的模具基本都是从国外引进。经过近 10 年来国内各大压铸模具公司的努力,锁模压力在 20 000 kN 以内的压铸机上使用的大型汽车模具,如汽车离合器、变速箱、油底盘以及大型灯罩壳体等压铸模目前完全可以在国内制造,模具的水平和使用效果基本能满足产品需要。例如,被誉为汽车的“心脏”——缸体的压铸模的开发及制造,由于汽车缸体模属于目前大型汽车压铸模中技术难度最大、技术含量最高的一类,模具在 20 000 ~ 30 000 kN 压铸机上使用,单套模具质量一般在 30 t 左右,使用中,对生产效率和产品合格率要求特别高,国内各大汽车制造公司一直以来都不惜重金从国外引进模具,上海乾通汽车附件有限公司在国内率先制作了第一套自用的四缸缸体压铸模具。

(3) 新技术、新工艺、新材料的应用

压铸模制造水平和寿命的提高有赖于新技术、新工艺的采

用,如不少厂家采用高速加工中心机床高速切削加工淬火后的成型镶块、采用石墨加工中心加工电极、采用慢走丝线切割机加工成型镶块及高精度孔、采用合模机进行模具调试修研装配、采用三坐标测量仪检测坐标尺寸。此外,真空压铸技术,使用恒温器保持模具的工作温度的恒温技术,采用局部加压装置的设计,氮气弹簧的选用,模具零件加工时的在线检测,模具冷却系统的研究,压铸镁合金所用的模具的研制,模具使用的可靠性,稳定性及人性化的研究,以及型腔镶块采用多种表面强化处理(氮碳共渗、硫氮碳共渗、氧化、物理气相沉积)等先进制造技术不断地尝试和推广。

目前,压铸模使用的热模钢主要有上海宝钢、长城钢厂、抚顺钢厂、大冶钢厂、本溪钢厂等国内厂家冶炼的4Cr5MoSiV1(H13钢),以及欧洲和日本生产的钢材,如:瑞典ASSAB钢厂的8407,8418(DIEVAR);奥地利BOHLER钢厂的W300,W400,W403;德国KIND & CO钢厂的TQ1;德国蒂公司的1.2343,1.2344;法国AUBERT & DUVAL公司的ADC3,SMV3;日本日立公司的DAC,DAC55;日本大同公司的DHA1,DH31等。这些钢材洁净度高、组织偏析少、晶粒细、各向同性优异、机械切削性能好、热处理变形少、工作时热强度高、韧性好、磨损少,由于优质钢材的合理选用以及真空热处理工艺的普遍应用,使得近年我国压铸模使用寿命与国际先进工业国的距离大大缩小(但国内模具的使用故障率高仍是通病)。模架的加工精度和材质强度也越来越得到了重视,模架质量的好坏直接影响到整套模具的寿命和产品的精度,“没有高质量的模架不算一套好的压铸模”这个观点正被同行接受。模架常用的材料有中碳钢(45钢、50钢、55钢)、高强度QT、铸钢等。当前行业内对模具的材料选择和热处理工艺更科学和严谨。

(4)高精尖设备的使用前所未有

近年来,压铸模具企业增添很多高端的加工设备,如五轴高速加工中心、三坐标测量仪、慢走丝线切割机、大型合模机、大型精密电火花机床、整体石墨电极加工机床、深孔钻床、大型龙门磨床、大型龙门数控铣床、大型高压真空淬火炉等设备。这些优良的装备投入为加大产出、缩短制模周期、提高制造精度、制造复杂模具提供了保证,压铸模的制造正改变着“依赖钳工”修正装配的制模模式,朝着“只装少配”的方向迈进。

(5)压铸模具出口市场份额日趋增多

我国出口的压铸模具目前集中在欧洲、北美、日本、韩国等

地,据了解部分企业的出口模具量已占总产值的 30% 以上。越来越多的优质压铸模漂洋过海,这些模具的共同特点是用料考究、制作精良、尺寸精度高、交货周期短,能符合客户要求,使用寿命和铸件质量达到或趋近国外先进水平,同时具有明显的价格优势。

(6) 压铸模具生产专业化程度尚有待提高

提高模具的专业化生产是市场细分的产物,也是提高模具质量和降低成本的发展趋势。最理想的专业化分工是以特定的压铸件产品来划分,形成有些企业专门制造某类产品模具特别专长,质量特别好,成本特别低,得到市场认可,对这类模具采购量相对集中。

(7) 标准化程度有待提高

正确合理地选用压铸模具标准件,提高企业的标准化程度,是提高模具的质量,降低生产成本,缩短制造周期的有效途径。模具标准化程度是衡量一个国家模具水平的重要标志,国外先进工业国家模具标准化率达 70% ~ 80%,而目前我国约为 40%,而压铸模具标准的建立和标准件的商品化生产及使用覆盖面都低于冲模和塑料模。

(8) 国产压铸模具材料的质量有待提高

目前,国产的 H13 钢材质量和稳定性仍未尽人意,当制造要求高,或使用寿命长,或镶块较大,以及出口模具时基本还首选进口钢材,国产钢材与进口钢材价格相差甚远,很大程度上影响到市场开拓的竞争力。

前言

近年来,压铸市场异常活跃,压铸产业的高速增长带来了压铸模具制造工业的一派兴旺。根据中国模具工业协会经营管理委员会编制的《全国模具专业厂基本情况》统计,压铸模具约占各类模具总产值的5%,每年增长速度高达25%。目前中国已成为世界性的制造业大国,而且在近50年内中国制造业仍然还将担当“世界工厂”的角色,制造业将是未来我国国民经济增长的主要源泉。在经济全球化浪潮中,产业发展过程的国际分工正在形成,基于成本的压力,外商大量在我国采购压铸件,甚至还在中国设立压铸生产基地,可以预见,未来较长一段时间内,我国仍会承担着国际有色金属铸件及制品的生产制造任务。另一方面由于模具同仁的不懈努力,我国压铸模具制作水平和能力有了很大提高,模具质量与先进工业国的差距逐步缩小,巨大的海外模具市场的需求对我国模具产业兴旺起着推动作用。压铸成型技术具有产品质量好、尺寸形状一致性强、少无切削、批量大、节约材料、降低成本等优点,在制造业中得以广泛应用。由于压铸生产具有较高的技术含量,要求从业者必须具备较高的技术水平。因此,我国压铸制造产业的技术发展,人才是关键。而高等职业教育则担负着高技能适用性人才培养的主要任务。

目前有关压铸成型工艺及模具设计的书籍较多,但是普遍存在着一些不足。如内容偏重于理论教学,与企业实际的设计规范和要求存在一定的差距。

参与编写本书的作者有:重庆工业职业技术学院尹超林,重庆环泰机械制造有限公司刘学明,重庆搏润模具制造有限公司杜修云,重庆康禾盛模具有限公司罗方金,成都兴光工业科技有限公司黄援。本书作者积20余年压铸企业工艺及模具设计、生产实践和教学经验,在掌握大量工程实践资料数据基础上,编写出此书。本书易学、易懂,专业性强,简明实用。本书的撰写按照两条主线进行:第1—2章为压铸成型工艺及设备部分;第3—13章为压铸模具设计理论、案例部分;第14章为压铸缺陷分析与预防。本书根据“理论以够用为准”的原则,

强化应用,突出实践。按照高职学生的认知规律和水平,将理论课程与项目设计并行进行,培养学生的综合运用能力。本书一方面采用了与企业相同步的设计规范和程序,同时,为方便设计者和操作者,书中收集整理了大量的图表,将设计过程和生产实践中的常用数据和常见问题以及相应解决措施都总结归纳其中。

本书可作为高等职业院校、普通高等本专科院校和成人院校材料成型和模具设计制造专业或相关专业的教学用书,也可作为压铸生产及模具制造企业的工程技术人员、质量控制人员、操作人员的参考书和培训教材。

本书由重庆工业职业技术学院尹超林任主编,并负责统稿和定稿,北京机电研究所塑性成型工程中心蒋鹏博士、研究员、博士生导师主审。成都工业学院尹红编写绪论,刘学民、罗方金编写第1章,刘学民、黄援编写第2章,罗方金编写第3,9,10章,黄援编写第4章,黄援、罗方金编写第7章,杜修云编写第5,6章,杜修云、尹超林编写第8,11,12章,刘学民、罗方金编写第13章,尹超林编写第14章。在编写过程中得到了企业专家的大力支持,也参考了部分同行的著作,在此编者表示衷心感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,本书难免存在疏漏和不足之处,恳请使用本书的教师和读者批评指正。

编者
2013年7月

目 录

第 1 章 压铸成型基础	1
1.1 压铸成型技术基础	1
1.2 压铸件的工艺性分析	4
1.3 常用压铸合金种类及其性能简介	16
1.4 压铸成型工艺参数	23
1.5 压铸涂料	38
1.6 特殊压铸成型工艺简介	41
练习题	46
第 2 章 压铸机	47
2.1 压铸机的分类	47
2.2 压铸机的压铸过程、结构形式及特点	48
2.3 压铸机合模机构的种类及特点	52
2.4 压铸机压射机构的构成和作用	55
2.5 常用国产压铸机型号和主要技术参数简介	56
2.6 压铸机型号的选用	61
练习题	67
第 3 章 压铸模具设计	68
3.1 压铸模具的种类	68
3.2 卧式冷压室压铸机用压铸模具的基本结构	73
3.3 压铸模具设计方法和步骤	75
3.4 铸件的设计要求	77
练习题	78

第4章 铸件分型面选择	79
4.1 常用分型面的类型	79
4.2 选择铸件分型面位置的原则	81
4.3 典型铸件分型面设计剖析	84
练习题	87
第5章 压铸模具浇注系统与排溢系统设计	88
5.1 浇注系统	88
5.2 内浇口设计	90
5.3 横浇道设计	101
5.4 直浇道设计	106
5.5 排气系统与溢流系统的设计	111
5.6 压铸模具与压铸机性能的结合与调整	118
5.7 铸件浇注系统和排溢系统设计案例	120
练习题	124
第6章 压铸模具的热平衡系统设计	125
6.1 概述	125
6.2 压铸模具热平衡的方法	125
6.3 冷却系统的设计	128
6.4 模温机的选用	133
练习题	134
第7章 压铸模具零部件的设计	135
7.1 压铸模具成型零件的设计	135
7.2 模体结构零件的设计	159
7.3 推出机构的设计	176
7.4 抽芯机构的设计	208
7.5 局部挤压机构的设计	263
练习题	266
第8章 压铸模具常用材料与热处理及表面处理	268
8.1 压铸模零件常用材料与使用要求	268
8.2 压铸模零件的材料选用及热处理要求	269
8.3 压铸模具成型零件材料的热处理工艺	271
练习题	274

第9章 压铸模具计算机辅助设计与分析(CAD/CAE)简介	275
9.1 压铸模具 CAD	275
9.2 压铸模具 CAE	279
练习题	283
第10章 压铸模具设计技术要求	284
10.1 压铸模具总装后的技术要求	284
10.2 压铸模具成型零件的公差与配合要求	285
10.3 压铸模具结构零件的公差与配合要求	287
10.4 压铸模具主要零件的表面粗糙度要求	288
练习题	289
第11章 典型铝合金压铸模具设计实例	290
11.1 铸件技术要求	290
11.2 压铸模具设计程序	291
练习题	300
第12章 典型镁合金压铸模具设计实例	301
12.1 铸件技术要求	301
12.2 压铸模具设计程序	303
练习题	307
第13章 压铸模具失效分析与提高使用寿命的措施	308
13.1 压铸模具常见的失效形式及主要原因	308
13.2 提高压铸模具使用寿命的主要措施	309
13.3 压铸模具的正确使用和维护保养	313
练习题	315
第14章 铸件缺陷分析与预防	316
14.1 铸件缺陷种类及名称	316
14.2 典型压铸缺陷分析与预防措施	317
练习题	324
参考文献	325

第 1 章

压铸成型基础

学习目标:

通过本章学习了解压铸成型过程及特点,掌握金属液流动状态和压铸成型工艺参数对压铸质量的影响,掌握压铸成型对压铸件的结构要求。

能力目标:

通过本章的学习应具备设计简单压铸件工艺参数的能力并应具备压铸件结构、精度工艺分析的能力。

1.1 压铸成型技术基础

金属压铸成型(简称压铸)是将熔融的金属液在高压作用下,以高的速度填入压铸模的型腔中,并使金属液在高压状态下凝固而获得铸件的一种方法。它是目前所有金属铸造成型方法中效率最高的一种铸造成型工艺方法。金属压铸成型的显著特点是可以成型形状复杂、壁薄的有色金属结构件,是一种高效率、高精度、高互换性、低消耗的精密零件成型技术。

1.1.1 压铸的基本原理及工艺流程

压铸时压力是从几兆帕到几十兆帕(几十到几百个标准大气压),填充速度为 $0.5 \sim 70 \text{ m/s}$ 。因此,高压和高速是压铸方法与其他铸造方法的根本区别,也是压铸的重要特征。压铸过程循环如图 1.1 所示,其压力铸造工程如图 1.2 所示。

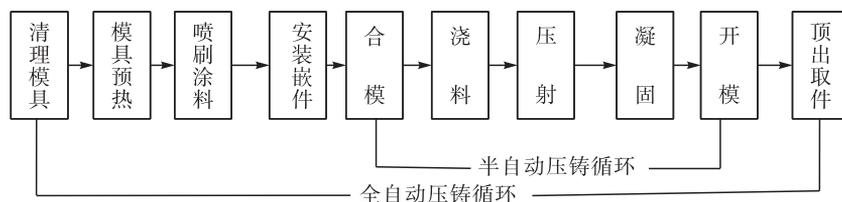


图 1.1 压铸过程循环图

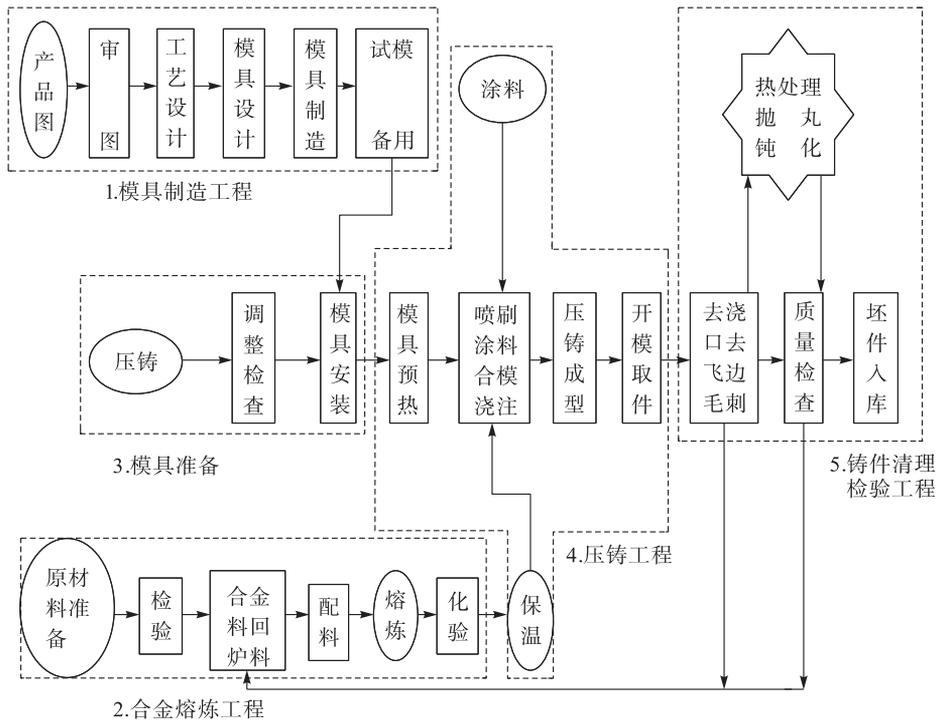


图 1.2 压力铸造工程图

压铸的过程是将熔融的金属液注入压铸机的压室,在压射冲头的高压作用下,高速地推动金属液通过压铸模具的浇注系统,注入并充满压铸模具型腔,在高压作用下完成冷却、结晶、固化等过程,从而获得相应的金属压铸件。

下面以热压室压铸机为例对压铸原理和过程进行说明。

热压室压铸机是锌合金、锡合金、铝合金等低熔点合金压铸的常用设备,它的压室通常浸入在坩埚内的金属溶液中,其压铸原理如图 1.3 所示。

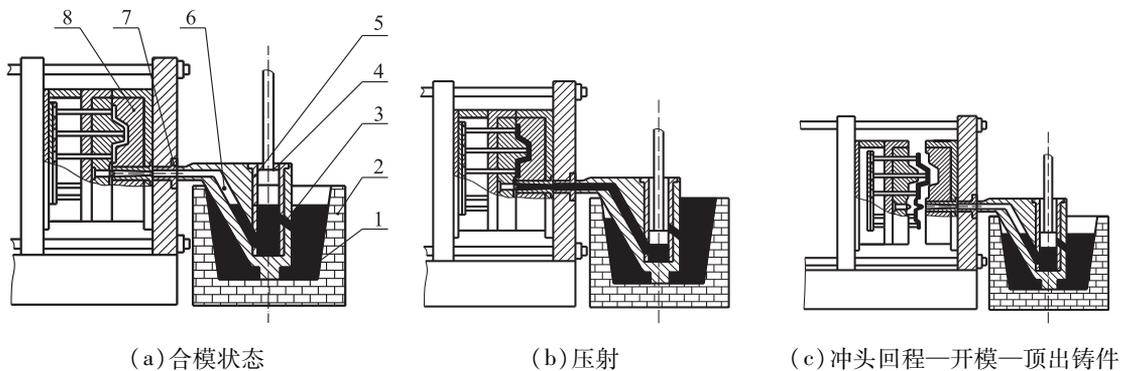


图 1.3 热压室压铸机压铸过程原理图

- 1—金属液;2—坩埚;3—进料口;4—压射冲头;
- 5—压室;6—通道;7—喷嘴;8—压铸模

压铸过程中,当压铸模 8 闭合后,压射冲头 4 上升,在大气压作用下,坩埚 2 内的金属液 1 通过进料口 3 进入压室 5 内。由于通道 6 高于坩埚 2 的金属液面,金属液 1 不会自行流入压

铸模8的型腔内。当压射冲头4在足够的压力下压时,金属液1沿着通道6经喷嘴7填充到压铸模8型腔内。当金属液充满型腔,并通过增压、保压完成补缩过程后,铸件冷却凝固成型,压射冲头4回升,然后开模顶出,取出铸件,完成一个压铸循环。模具喷刷涂料合模后,进行下一个循环操作。

1.1.2 压铸成型工艺的特点

压铸成型(压铸生产)具有高速、高压、填充时间极短,并在高压状态下凝固成型的特点,因此,压铸较其他铸造方法具有以下特点:

(1) 压铸成型的优点

① 铸件组织致密,具有较高的强度和硬度。由于压铸是熔融的液态金属在极短的时间内完成填充,在压铸模内迅速冷却,同时在高压下凝固结晶。因此,在铸件靠近表面层晶粒较细,组织致密,使得铸件具有较高的强度、硬度和良好的耐磨性能以及抗腐蚀性能。

② 铸件表面质量好,尺寸精度高。铸件尺寸精度可达 IT13—IT11 级,最高时甚至可达 IT9 级;铸件的表面粗糙度 R_a 值通常达 $0.8 \sim 3.2 \mu\text{m}$,甚至可达 $0.4 \mu\text{m}$,铸件互换性好。

③ 可以生产出形状复杂、轮廓清晰、薄壁深腔的铸件。压铸锌合金的铸件最小壁厚可达 0.3 mm ,铝合金铸件最小壁厚可达 0.5 mm 。同时,可以铸出清晰的文字和图案。

④ 生产效率高,可实现机械化或自动化生产,特别适合大批量生产。冷室压铸机根据压铸机规格的大小,每小时可压铸 $30 \sim 100$ 模次,甚至更多;热室压铸机每小时可压铸 $400 \sim 1000$ 模次。

⑤ 材料利用率高。铸件可不进行机械加工或只需进行少量机械加工就能直接装配使用,材料利用率可达 $60\% \sim 80\%$,甚至更高。

⑥ 经济效益好。由于铸件尺寸精度高、表面质量好,加工余量少或不经机械加工就能进行装配,减少了机械加工设备和加工成本,可获得好的经济效益。

⑦ 可使制造工艺简单化。压铸生产可将其他具有特殊性能的嵌件直接嵌铸在铸件上,既满足使用性能的要求,扩大产品用途,又减少了装配工序,使制造工艺简单化。

(2) 压铸成型的缺点

① 压铸模具的制造成本较高,制造周期长,以及压铸机的费用较贵,因此,不适合小批量的生产,只适用于定型产品的批量生产。

② 压铸合金的种类受到限制。目前所采用的压铸模具材料,其耐热性能只适用于熔点较低的铝合金、锌合金、镁合金等合金的压铸;而铜合金在压铸时,由于其熔点较高,模具寿命短的问题比较突出。由于黑色金属的熔点高,压铸模具的使用寿命决定了黑色金属压铸很难用于实际生产。因此,研究和开发新的压铸模具材料和压铸新工艺方法,是压铸工作者需要努力解决的问题。

③ 由于在压铸成型时,金属液在高温状态下以极快的速度充型,型腔和压室内的气体很难完全排出,同时,由于压铸过程中金属液补缩困难,铸件易出现气孔、缩孔等缺陷,不同程度地影响使用性能及后续的工艺加工性能。

1.2 压铸件的工艺性分析

1.2.1 压铸件的结构工艺性

在压铸生产过程中,要保证压铸件的质量和生产过程的顺利进行,除了受到各种工艺因素的影响外,其铸件结构设计的工艺性也是一个十分重要的前提。压铸件的结构设计是压铸工作的开始,设计时除了首先要考虑其本身的功能性要求,还要考虑其设计的合理性与工艺的适应性,因其直接决定后续工作能否顺利进行。

对压铸件结构的工艺合理性进行分析时需充分考虑各方面的要求,如:符合压铸工艺特点,满足压铸件结构要素的特性,简化模具结构、降低制造难度,方便铸件清理、表面处理、机械加工等后续工序,等等。因此,合理的压铸件结构可缩短产品试制周期、降低生产成本、保证铸件质量、提高生产效率和延长模具使用寿命。故在设计压铸件时,必须强调压铸件设计师与压铸工艺人员的合作,预先考虑并排除在压铸过程中可能发生的许多不利因素。下面对压铸件的结构要素分别进行阐述。

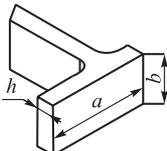
(1) 铸件壁厚、连接形式及铸造圆角

薄壁是压铸件的特点之一。压铸时,高温、高速、高压的金属液与模具成型表面接触后很快冷却,最终在铸件表面形成一层致密的细晶粒组织(铝合金的致密层一般在1 mm左右,锌合金的致密层一般在0.3 mm左右)。该致密层使压铸件强度明显提高,同时也改善了其他性能(如耐磨性、耐蚀性)。

1) 铸件壁厚

压铸件壁的厚薄对压铸件的质量有很大影响,厚壁件中心层的晶粒粗大,易形成缩孔、气孔、表面凹陷等缺陷,因而使其力学性能和气密性降低,同时增加金属消耗和成本。压铸件壁太薄又会存在欠铸和冷隔的风险,整个铸件强度也会受影响。因此,需要确定合理的壁厚。合理的壁厚取决于压铸件的具体结构、合金的性能,并与压铸工艺有着密切关系。在满足产品使用功能要求的前提下,综合考虑上述因素的影响,以最低的金属消耗取得良好的成型性和工艺性,采取正常、均匀的壁厚为佳。对于大型铝合金压铸件,壁厚也不宜超过6 mm。压铸件的最小壁厚和正常壁厚见表1.1。

表 1.1 压铸件最小壁厚和正常壁厚推荐值

	壁的单面面积 $a \times b$ /cm ²	锌合金		铝(镁)合金		铜合金	
		壁厚 h/mm					
		最小	正常	最小	正常	最小	正常
≤25		0.5	1.5	0.8	2.0	0.8	1.5
>25 ~ 100		1.0	1.8	1.2	2.5	1.5	2.0
>100 ~ 500		1.5	2.2	1.8	3.0	2.0	2.5
>500		2.0	2.5	2.5	3.5	2.5	3.0