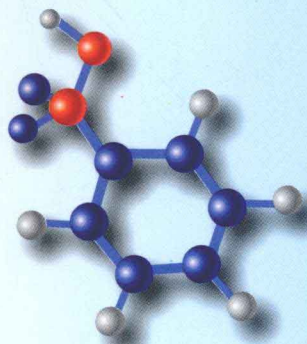




21世纪全国高等院校材料类**创新型**应用人才培养规划教材



MATERIALS

压铸成形工艺与模具设计

江昌勇 主 编
赵占西 主 审

- 精选内容：介绍压铸模具设计基本流程及过程
- 结合实例：展示压铸模设计范例及结构并评析
- 延伸学习：吸纳并展示新知识及新型实用技术

Materials



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校材料类创新型应用人才培养规划教材

压铸成形工艺与模具设计

主 编 江 昌 勇
副主编 沈洪雷 姜伯军
参 编 康志军 李丹虹
主 审 赵占西



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是作者在多年从事压铸模具设计的教学、科研及生产实践的基础上,依据应用型本科材料成形及控制工程专业人才培养目标与规格的要求,参考国内外大量有关压铸成形工艺与模具设计方面的著作和最新技术资料,借鉴近几年各相关院校材料成形及控制工程专业应用型人才培养经验和教改成果,并根据压铸成形工艺与模具设计的课程教学需要整理编写的。在导论部分将压铸的工艺过程与特点、压铸的应用及其发展、典型压铸模具的设计基本要求及设计流程、本课程的学习任务与学习方法做了详细介绍。全书共分11章,分别阐述压铸原理及工艺参数选择、压铸合金、压铸机、铸件设计、压铸模的结构组成、浇注系统及排溢系统设计、成形零件和结构零件的设计、推出机构设计、侧向抽芯机构设计、压铸模材料选择及技术要求、压铸模具的CAD/CAE技术简介。在附录中提供了压铸模设计范例、压铸模结构实例及分析、压铸模设计相关标准目录以及与课程内容相关的部分网络资源站点。

本书的章节设有【本章要点与提示】、【导入案例】、【本章小结】、【关键词语】、【练习题】、【实训项目】等模块。另外,本书还灵活设置了【特别提示】、【要点提示】、【实用技巧】、【拓展阅读】、【学以致用】等模块。

本书适合材料成形及控制工程专业使用,也可供机械类其他专业以及高职高专模具专业选用;还可供模具企业有关工程技术人员参考,对从事压铸模具设计及研究的技术人员也有较大的实用价值。

图书在版编目(CIP)数据

压铸成形工艺与模具设计/江昌勇主编. —北京:北京大学出版社,2012.9

(21世纪全国高等院校材料类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-21184-7

I. ①压… II. ①江… III. ①压力铸造—生产工艺—高等学校—教材②压铸模—设计—高等学校—教材 IV. ①TG249.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第210850号

书 名: 压铸成形工艺与模具设计

著作责任者: 江昌勇 主编

责任编辑: 童君鑫

标准书号: ISBN 978-7-301-21184-7/TG·0035

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 21.5印张 501千字

2012年9月第1版 2012年9月第1次印刷

定 价: 43.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国高等院校材料类创新型应用人才培养规划教材

编审指导与建设委员会

成员名单 (按拼音排序)

- | | |
|---------------|-----------------|
| 白培康 (中北大学) | 陈华辉 (中国矿业大学) |
| 崔占全 (燕山大学) | 杜彦良 (石家庄铁道大学) |
| 杜振民 (北京科技大学) | 耿桂宏 (北方民族大学) |
| 关绍康 (郑州大学) | 胡志强 (大连工业大学) |
| 李楠 (武汉科技大学) | 梁金生 (河北工业大学) |
| 林志东 (武汉工程大学) | 刘爱民 (大连理工大学) |
| 刘开平 (长安大学) | 芦笙 (江苏科技大学) |
| 裴坚 (北京大学) | 时海芳 (辽宁工程技术大学) |
| 孙凤莲 (哈尔滨理工大学) | 孙玉福 (郑州大学) |
| 万发荣 (北京科技大学) | 王春青 (哈尔滨工业大学) |
| 王峰 (北京化工大学) | 王金淑 (北京工业大学) |
| 王昆林 (清华大学) | 卫英慧 (太原理工大学) |
| 伍玉娇 (贵州大学) | 夏华 (重庆理工大学) |
| 徐鸿 (华北电力大学) | 余心宏 (西北工业大学) |
| 张朝晖 (北京理工大学) | 张海涛 (安徽工程大学) |
| 张敏刚 (太原科技大学) | 张锐 (郑州航空工业管理学院) |
| 张晓燕 (贵州大学) | 赵惠忠 (武汉科技大学) |
| 赵莉萍 (内蒙古科技大学) | 赵玉涛 (江苏大学) |

前 言

压铸是最先进的金属成形方法之一，是实现少切屑、无切屑的有效途径，应用很广，发展很快。压铸成形技术与塑料注射成形、金属板料的冲压成形并列为三大材料成形体系。压铸行业是现代机械制造工业的基础工艺之一。我国的压铸工业经历了半个多世纪的发展，已成为一个新兴的产业。

压铸生产的基本要素包括压铸机、压铸模具、压铸合金、压铸件结构及压铸工艺参数。作为压铸生产过程不可缺少的工艺装备之一——压铸模具，它的功能是双重的：赋予熔化后的金属液以期望的形状、性能、质量；冷却并推出压铸成形的制件。模具是决定最终产品性能、规格、形状及尺寸精度的载体，模具技术是综合性、实践性很强的一门学科，也是近年来飞速发展的学科之一。

本书是作者在多年从事压铸模具设计的教学、科研及生产实践的基础上，依据应用型本科材料成形及控制工程专业人才培养目标与规格的要求，参考国内外大量有关压铸成形工艺与模具设计方面的著作和最新技术资料，借鉴近几年各相关院校材料成形及控制工程专业应用型人才培养经验和教改成果，并根据压铸成形工艺与模具设计的课程教学需要整理编写的。全书共分 11 章，分别阐述压铸原理及工艺参数选择、压铸合金、压铸机、压铸件设计、压铸模的结构组成、浇注系统及排溢系统设计、成形零件和结构零件的设计、推出机构设计、侧向抽芯机构设计、压铸模材料选择及技术要求、压铸模具的 CAD/CAE 技术简介。并在附录中列举了压铸模设计范例和压铸模结构实例及分析，让学生学而有功，学而能用。

本书在编写过程中力求反映工科教育的特点，根据所属学科性质确定编写内容的深度、广度和重点，以整体培养规格为目标，强化工程观念，注重学生综合素质的形成和科学思想方法与创新能力的培养，对学生学以致用进行完整的训练。本书具有以下主要特色：

(1) 基于学生的知识构建过程，以金属压铸模具设计的基本流程为主线，以典型压铸模具的设计过程为载体，以培养学生模具结构设计能力为核心，串联融合教学内容，内容及编排体系以既便于教师组织教学，又便于学生循序渐进的学习两方面为出发点。

(2) 充分利用和筛选各种资源和技术成果，采用大量的插图和表格，图例丰富，图文并茂，同时提供了较多的案例，有利于读者对知识点的理解。

(3) 全面引入最新国家标准和行业标准，名词术语规范统一，吸纳新型实用技术，突出实用性和实践性。

(4) 每章均列举知识要点与学习提示，通过【导入案例】模块导入相关的应用实例，引出与知识点相关的问题及章节学习重点，并着眼于对实践情境的模拟，设计相关的实践操作案例，以实现理论知识学习与设计实践的有效衔接。

(5) 灵活设置了【特别提示】、【要点提示】、【实用技巧】、【拓展阅读】、【学以致用】等模块，以便更好地说明某些知识点，也有助于增加教材的生动性和可读性。



本书的导论、第4~9章以及附录3、4由常州工学院江昌勇编写，第1章由淮阴工学院康志军编写，第2~3章由常州工学院李丹虹编写，第10~11章由常州工学院沈洪雷编写，附录1、2由常州明顺电器有限公司姜伯军编写。全书由江昌勇任主编并负责全书的统稿及修改。本书由河海大学赵占西教授担任主审。

本书在编写过程中得到有关兄弟院校和企业专家的大力支持和帮助，书中所选用的部分插图未能一一注明出处，在此一并表示衷心感谢。同时感谢所引用文献的作者，他们辛勤研究的成果丰富了本书的内容，为本书增色不少。

由于编者水平有限，书中难免有不当和疏漏之处，恳请使用本书的教师和广大读者批评指正。

编者
2012年8月

目 录

第 0 章 导论	1
0.1 压铸的工艺流程与特点	1
0.2 压铸的应用及其发展	3
0.3 典型压铸模具的设计基本要求及 设计流程	8
0.4 本课程的学习任务与学习方法	11
第 1 章 压铸原理及工艺参数选择	12
1.1 压铸过程的基本原理	13
1.1.1 热室压铸过程的基本 原理	13
1.1.2 冷室压铸过程的基本 原理	13
1.2 液态金属充填理论概述	16
1.2.1 喷射充填的理论	16
1.2.2 “全壁厚”充填的理论	16
1.2.3 三阶段充填理论	16
1.2.4 评述	17
1.3 液态金属的流动状态及其流动 特性	17
1.3.1 充填时液态金属流的 种类及对其特性的应用	18
1.3.2 影响压铸金属流的因素	20
1.3.3 金属流与铸件的质量	21
1.4 压铸工艺参数及其选择	21
1.4.1 压力参数及其选择	21
1.4.2 速度参数及其选择	24
1.4.3 温度参数及其选择	26
1.4.4 时间参数及其选择	28
1.5 压铸用涂料	30
1.5.1 压铸涂料的作用	30
1.5.2 对涂料的要求	30
1.5.3 常用压铸涂料及配制	30
1.5.4 涂料的使用	31
1.6 特殊压铸工艺简介	31
1.6.1 真空压铸	32
1.6.2 充氧压铸	33
1.6.3 精速密压铸	34
1.6.4 半固态压铸	35
1.6.5 黑色金属压铸	37
本章小结	39
关键术语	40
练习题	40
第 2 章 压铸合金	41
2.1 对压铸合金的要求	42
2.2 压铸合金分类及主要性质	43
2.2.1 压铸锌合金	43
2.2.2 压铸铝合金	46
2.2.3 压铸镁合金	50
2.2.4 压铸铜合金	53
2.2.5 铝合金和锡合金	56
2.3 压铸合金的选用	56
本章小结	58
关键术语	58
练习题	58
实训项目	58
第 3 章 压铸机	59
3.1 压铸机的种类和应用特点	60
3.1.1 压铸机的分类	60
3.1.2 压铸机的结构及特点	61
3.1.3 国产压铸机代号和 压铸机参数	64
3.2 压铸机的基本结构	67
3.3 压铸机的选用及有关参数校核	70
3.3.1 锁模力的校核	71



3.3.2 压室容量的估算	72	关键术语	115
3.3.3 开模行程的核算	72	练习题	115
3.3.4 其他参数的核算	73	实训项目	115
本章小结	73	第6章 浇注系统及排溢系统设计 ..	117
关键术语	73	6.1 浇注系统设计	119
练习题	74	6.1.1 浇注系统的结构及	
实训项目	74	分类	120
第4章 压铸件设计	75	6.1.2 直浇道设计	123
4.1 压铸件结构设计	76	6.1.3 横浇道设计	129
4.1.1 压铸工艺对压铸件		6.1.4 内浇口设计	132
结构的要求	76	6.2 溢流与排气系统设计	139
4.1.2 压铸件的工艺要素 ..	79	6.2.1 溢流槽设计	139
4.1.3 压铸件精度、表面要求及		6.2.2 排气槽设计	145
加工余量	85	6.3 压铸件浇注系统的实例分析	147
4.2 压铸件设计要求	91	6.3.1 无油泵定子盖压铸模	
4.2.1 设计要求	91	浇注系统	147
4.2.2 压铸件分析	92	6.3.2 机盖体压铸模浇注	
4.3 压铸件的清理及后续处理工序 ..	94	系统	148
4.3.1 压铸件的清理、校正	94	6.3.3 真空泵油箱压铸模	
4.3.2 压铸件的浸渗处理	95	浇注系统	149
4.3.3 压铸件的后处理、表面		6.3.4 罩壳压铸模浇注系统	150
处理	95	6.3.5 轴承保持器压铸模浇注	
本章小结	96	系统	151
关键术语	97	本章小结	152
练习题	97	关键术语	152
实训项目	98	练习题	153
第5章 压铸模的结构组成	99	实训项目	153
5.1 压铸模的基本结构	100	第7章 成形零件和结构零件的	
5.1.1 压铸模具的基本组成		设计	154
部分	101	7.1 成形零件的结构和分类	155
5.1.2 压铸模具的典型结构		7.1.1 整体式结构	156
简介	103	7.1.2 镶拼式结构	158
5.2 分型面设计	107	7.2 成形零件工作尺寸计算	165
5.2.1 分型面的类型	107	7.2.1 影响压铸件尺寸精度的	
5.2.2 分型面的选择	108	主要因素	166
5.2.3 分型面选择的模具结构		7.2.2 成形零件工作尺寸的	
示例	112	计算要点	168
本章小结	114	7.2.3 成形零件工作尺寸的	
		计算公式	170

7.3 结构零件的设计	178	9.2 斜销抽芯机构	235
7.3.1 支承与固定零件	179	9.2.1 斜销抽芯机构的组成及 工作原理	236
7.3.2 导向零件	185	9.2.2 斜销抽芯机构零部件的 设计	236
7.4 加热与冷却系统	191	9.2.3 斜销延时抽芯	247
7.4.1 加热与冷却系统的 作用	192	9.2.4 斜销抽芯时的干涉 现象	249
7.4.2 加热系统设计	192	9.3 弯销抽芯机构	249
7.4.3 冷却系统设计	194	9.4 斜滑块抽芯机构	254
本章小结	201	9.5 齿轮齿条抽芯机构	259
关键术语	202	9.6 液压抽芯机构	261
练习题	202	9.7 其他抽芯机构简介	264
实训项目	202	本章小结	266
第 8 章 推出机构设计	204	关键术语	267
8.1 概述	207	练习题	267
8.1.1 推出机构的组成	207	实训项目	267
8.1.2 推出机构的分类	207	第 10 章 压铸模材料选择及 技术要求	268
8.1.3 推出机构的设计 要点	208	10.1 压铸模工作条件和失效 分析	269
8.2 常用推出机构	210	10.2 压铸模常用材料	272
8.2.1 推杆推出机构	210	10.2.1 压铸模成形零部件 常用材料	272
8.2.2 推管推出机构	215	10.2.2 压铸模零部件常用 材料及热处理要求	273
8.2.3 推件板推出机构	217	10.2.3 压铸模具典型用钢的 热处理规范	276
8.3 推出机构的复位和导向	218	10.3 压铸模具技术要求	279
8.3.1 推出机构的复位	218	10.3.1 压铸模具装配图应注明的 技术要求	279
8.3.2 推出机构的导向	221	10.3.2 压铸模具外形和安装 部位的技术要求	280
8.4 其他推出机构简介	222	10.3.3 压铸模具总体装配 精度的技术要求	280
本章小结	227	10.3.4 压铸模具结构零件的 尺寸公差与配合	281
关键术语	227	10.3.5 压铸模具结构零件的 形位公差和表面粗糙度 要求	282
练习题	227		
实训项目	228		
第 9 章 侧向抽芯机构设计	229		
9.1 概述	230		
9.1.1 抽芯机构的组成	231		
9.1.2 抽芯机构的动作过程	231		
9.1.3 常用抽芯机构的形式和 特点	232		
9.1.4 抽芯力的估算和抽芯距的 确定	233		



本章小结	283	附录	308
关键术语	283	附录 1 压铸模设计范例	308
练习题	283	一、压铸模具设计基本步骤	308
实训项目	284	二、压铸模设计实例	311
第 11 章 压铸模具 CAD/CAE		附录 2 压铸模结构实例及分析	320
技术简介	285	一、风扇叶轮中心浇口压铸模	320
11.1 基本内容	286	二、外壳斜推块内侧抽芯 压铸模	321
11.1.1 压铸模具 CAD 简介	287	三、双槽平皮带轮斜销抽芯 压铸模	324
11.1.2 压铸模具 CAE 简介	289	四、散热器盖气动辅助顶出 压铸模	325
11.2 常用软件及其应用	293	附录 3 压铸模设计相关标准目录	329
11.2.1 三维压铸模 CAD 设计实例	293	附录 4 与课程内容相关的部分网络 资源站点	331
11.2.2 压铸模 CAE 软件的 应用	296	参考文献	333
本章小结	306		
关键术语	306		
练习题	307		
实训项目	307		

第 0 章 导 论

压铸，压力铸造的简称，是一种金属零件接近最终形状尺寸的精密成形工艺，最终产品为压铸件。其实质是在高压作用下，液态或半液态金属以较高的速度充填进入压铸型（压铸模具）型腔，并在压力下成形和凝固而获得轮廓清晰、表面光洁、与压铸模型腔相符、可以互换的压铸件。

在有色金属铸造中，压力铸造是一种最为重要的生产方法。近年来以铝、镁、钛、锌为主的轻金属在压铸工业中占据重要的地位，铝合金铸件总量的 60% 是压铸生产的。压铸成形工艺在提高有色合金铸件的精度水平、生产效率和表面质量等方面具有明显优势。我国机械、汽车、航空航天、电子等工业的发展，为压铸件生产提供了广阔的空间。

0.1 压铸的工艺流程与特点

1. 压铸的生产工艺过程

压铸生产的一般过程如图 0.1 所示。

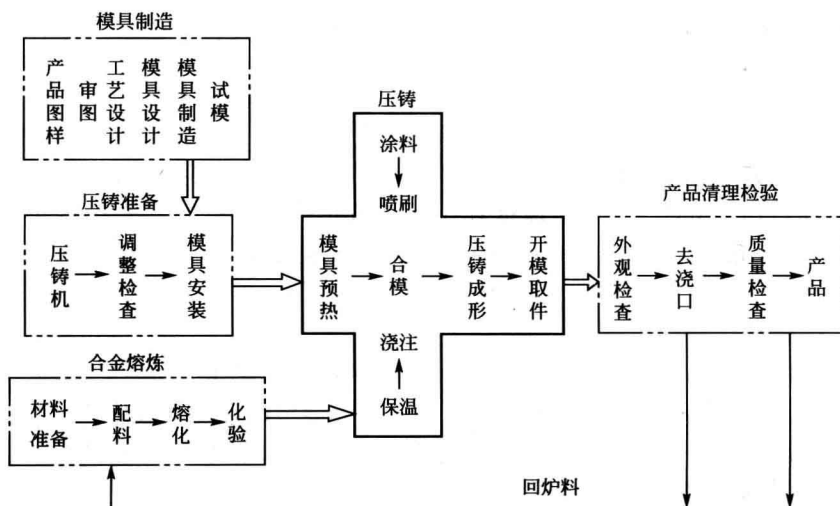


图 0.1 压铸生产工艺过程图



2. 压铸生产的基本要素

压铸生产的基本要素包括压铸机、压铸模具、压铸合金、铸件结构及压铸工艺参数。每一个要素都会影响压铸生产的结果，同时又相互影响和相互制约。

1) 压铸机

压铸机是压铸生产的最基本的设备，是调整 and 选择最佳压铸工艺参数的硬件，是获得优质铸件的核心。设计压铸模具时，首先要根据铸件的尺寸、体积以及工艺结构特点选择压铸机，必须使所选的压铸机的技术规格及性能符合铸件的技术要求；或者基于现有的压铸机，使所设计的压铸模具符合压铸机的各项参数指标要求。

2) 压铸模具

压铸模具(又称压铸模)是进行压铸生产的主要工艺装备，是铸件成形的载体。压铸生产中压铸工艺方案及各种工艺参数的合理选择，是获得优质铸件的决定因素，而压铸模则是工艺方案的具体体现，也是对工艺参数进行选择和调整的基础。生产过程能否顺利进行，铸件质量能否保证，很大程度上取决于模具结构的合理性。

3) 压铸合金

压铸合金主要包括铝合金、锡合金、锌合金、铝合金、镁合金、铜合金等。其中铝合金、锡合金和锌合金的熔点相对较低，适用于压铸复杂而精密的小铸件；由于铅和锡的强度很低，且锡的价格较贵，故在机器制造中用得较少；铸件所用比例最大的是铝合金，其次是锌合金、铜合金，近年来镁合金铸件产量呈快速增长趋势。

4) 铸件结构

铸件是压铸生产的最终产品。铸件的结构工艺性是否合理，对压铸模的结构、铸件的质量、生产成本有着直接的影响。如果铸件的结构不合理，不仅会导致模具结构复杂，而且成形质量也无法保证。

5) 压铸工艺参数

压铸工艺是将压铸模、压铸机、铸件结构与压铸合金等要素有机地组合并加以运用的过程。压铸生产中最重要过程就是液态金属充型的过程，是许多因素共同作用的过程。影响充型的主要因素是压力、速度、温度和时间。各工艺因素相互影响和制约，只有对工艺参数进行选择、控制和调整，使各工艺参数协调在较佳状态，满足压铸生产的需要，才能生产出合格的铸件。

3. 压铸特点

高压和高速充填压铸模型腔是压铸的两大特征。它常用的压射比压一般为 20~200MPa，最高可达 500MPa。充填速度在 10~50m/s，有些时候甚至可达 100m/s 以上。充填时间很短，一般在 0.01~0.2s 范围内。与其他铸造方法相比，压铸有以下三方面优点：

1) 产品质量好

铸件尺寸精度高，可达 CT4~8 级；表面粗糙度 Ra 值为 0.8~6.3 μm ，最低 Ra 值可达 0.2 μm ；铸件表面层晶粒较细，组织致密，表面层的硬度和强度都比较高，强度一般比砂型铸造提高 25%~30%，但延伸率降低约 70%；尺寸稳定，互换性好；可压铸薄壁复杂的铸件。例如，当前锌合金铸件最小壁厚可达 0.3mm；铝合金铸件可达 0.5mm；最小铸出孔径为 0.7mm；最小螺距为 0.75mm。

2) 生产效率高

机器生产率高,一般卧式冷室压铸机平均8h可压铸600~700次,小型热室压铸机平均8h可压铸3000~7000次;压铸模寿命长,一副压铸模,压铸铝合金,寿命可达几十万次,甚至上百万次;适合于大批量生产,并且可以实现一模多腔的工艺,其产量倍增或多倍增加;易实现机械化和自动化。

3) 经济效果优良

由于压铸件尺寸精确、表面光洁等优点,一般不再进行机械加工就能直接使用,或加工量很小,所以既提高了金属利用率,又减少了大量的加工设备和工时;铸件价格便宜;可以采用组合压铸,嵌以其他金属或非金属材料,既节省装配工时又节省金属。

压铸虽然有许多优点,但也有一些缺点尚待解决。如:

(1) 压铸时由于液态金属充填型腔速度快,流态不稳定,故采用一般压铸法,压铸件易产生气孔,不能进行热处理;

(2) 对内凹复杂的压铸件,压铸较为困难;

(3) 高熔点合金(如铜、黑色金属),压铸模寿命较低;

(4) 不宜小批量生产,其主要原因是压铸模制造成本高,压铸机生产效率高,小批量生产不经济。

0.2 压铸的应用及其发展

1. 压铸发展简史

压铸历史至今不足二百年。压铸的起源也众说不一,据国外文献和书籍介绍,压铸最初用于制造枪弹、活字等。早在1822年,威廉姆·乔奇(Willam Church)博士曾制造一台日产1.2万~2万铅字的铸造机,已显示出这种工艺方法的生产潜力。后来在1838年由美国布鲁斯(Bruce)制造了一种新的铸字机,其生产效率更高,并且很快流传于世界各国。经改良后,1849年斯特奇斯(Sturges)设计并制造成第一台手动活塞式热室压铸机,并在美国获得了专利权。1855年默根瑟勒(Mergen-thaler)研究了以前的专利,发明了印字压铸机,开始只用于生产低熔点的铅、锡合金铸字,到19世纪60年代用于锌合金压铸零件生产。

压铸广泛用于工业生产还只是在20世纪初,之后压铸机也迅速发展。1904年法兰克林(H. H. Franklin)公司(英国)开始用压铸方法生产汽车的连杆轴承,开创了压铸零件在汽车工业中应用的先例。1905年多勒(H. H. Douhler)研制成功用于工业生产的热室压铸机,压铸锌、锡、铜合金铸件。随后瓦格纳(Van Wagner)设计了鹅颈型气压立式冷室压铸机,用于生产铝合金铸件,在欧洲得到广泛采用。1927年捷克工程师约瑟夫·波拉克(Jesef Polak)设计了冷压室压铸机,由于贮存熔融合金的坩锅与压射室分离,可显著地提高压射力,使之更适合工业生产的要求,克服了气压热压室压铸机的不足之处,从而使压铸技术向前推进了一大步,铝、镁、铜等合金均可采用压铸生产。由于整个压铸过程都是在压铸机上完成,因此,随着对压铸件的质量、产量和扩大应用的需求,已对压铸设备不断提出新的更高的要求,而新型压铸机的出现以及新工艺、新技术的采用,又促进压



铸生产更加迅速地发展。例如,为了消除压铸件内部的气孔、缩孔、缩松,改善压铸件的质量,出现了双冲头(或称精、速、密)压铸;为了压铸带有镶嵌件的铸件及实现真空压铸,出现了水平分型的全立式压铸机;为了提高压射速度和实现瞬时增加压射力以便对熔融合金进行有效地增压,以提高压铸件的致密度,又发展了三级压射系统的压铸机。又如,在压铸生产过程中,除装备自动浇注、自动取件及自动润滑机构外,还安装成套测试仪器,对压铸过程中各工艺参数进行检测和控制。它们是压射力、压射速度的显示监控装置和合型力自动控制装置以及计算机的应用等。

近40年,随着科学技术和工业生产的进步,尤其是随着汽车、摩托车及家用电器等工业的发展,又从节能、节省原材料诸方面出发,压铸技术已获得极其迅速的发展。压铸生产不仅在有色合金铸造中占主导地位,而且已成为现代工业的一个重要组成部分。近年来,一些国家由于依靠技术进步促使压铸件薄壁化、轻量化,因而导致以往用压铸件产量评价一个国家铸造技术发展水平的观念改变为用技术进步的水平衡量一个国家铸造的水平。

从世界范围和我国情况来看,铝合金、镁合金压铸件应用的范围日益广泛。由于压铸工艺和技术的发展,又使压铸件在有色金属铸件生产中所占的比例日益增多。

2. 我国压铸业发展概述

1949前,我国仅有上海贯一模具厂等少数厂有几台压铸机压铸锌合金。20世纪40年代中后期上海进口了英国的小型气动热室机、昆明进口了捷克的Polak600型(锁模力76t)立式冷室压铸机、重庆进口了美国KUX的锁模力100t的卧式冷室压铸机,开始了压铸件生产。20世纪50年代初我国引进了一些捷克生产的波拉克型立式冷室压铸机和前苏联生产的压铸机生产压铸件。50年代末期随着我国压铸业的发展,开始自行设计制造了卧式冷室压铸机,同时也仿制了立式冷室压铸机。60年代以来,生产了大批的、各种规格的压铸机。1968年我国设计制造了当时世界上最大的4000t压铸机,1978年开始制定了压铸机新的系列,统一了技术指标和有关工艺性能的技术规范。之后,相继制定了压铸合金、压铸模、压铸工艺、产品检收等国家、部及行业标准,指导了国内压铸生产。

进入21世纪,随着世界加工制造业向中国大陆的进一步转移,无国界的市场,使得我国压铸行业面临发展壮大的机会,凭借资源、人力、市场等诸多优势,中国压铸业迅速踏上了它的崛起之路。据不完全统计,中国涉及压铸产业的厂商7000余家,从业人员保守估计有几十万人,模具制造、原辅材料及辅助企业遍布全国各地,压铸件产业集群在珠三角地区、长三角地区及其他地区蓬勃发展,压铸机制造能力和压铸件产量均居世界前列。

压铸是现代机械制造工业的基础工艺之一,因此压铸行业的发展标志着一个国家的生产实力。我国的压铸工业经历了半个多世纪的发展,已成为一个新兴的产业。虽然从生产效率、压铸机质量和先进技术等综合水平来看,与压铸先进国家相比还相当落后。但是,中国压铸产业拥有国际和国内两个巨大市场,拥有有色金属资源充裕和劳动力成本较低的双重优势,并拥有一支长期从事压铸工艺研究和生产实践的专业技术队伍,这些构成了中国压铸产业发展的重要基础,并将支撑中国压铸业继续以较快的速度持续发展。这就为我们尽快接近和赶超世界先进水平提供了可能,目前我国已经跻身世界压铸行业大国之列并

正在向压铸行业强国迈进。

3. 压铸的应用范围

压铸是最先进的金属成形方法之一，是实现少切屑、无切屑的有效途径，应用很广，发展很快。目前压铸合金不再局限于有色金属的锌、铝、镁和铜，而且也逐渐扩大用来压铸铸铁和铸钢件。铸件也不再局限于汽车摩托车工业和仪表电器工业，逐步扩大到其他各个工业部门，如农业机械、机床工业、电子工业、国防工业、运输、通信、造船、计算机、医疗器械、纺织器械、钟表、照相机、建筑和日用五金等几十个行业。在压铸技术方面又出现了真空压铸、充氧压铸、精速密压铸以及可溶型芯的应用等新工艺。

1) 铸件的产品类别

我国铸件的产品类别及总产量在各应用领域所占比例见表 0-1。

表 0-1 铸件的产品类别

应用领域	汽车、摩托车	机械装备	家电及 3C 产品 ^①	日用品类
产品类别	发动机的缸体、缸盖罩、变速箱壳体、壳盖、链条盖、托架、支架、油底壳、端盖、转向件、节温器壳体、齿轮室等铸件	柴油机、汽油机、电机、泵、阀、液压元件、缝纫机、清洗机、电动工具、气动工具、仪器仪表、通信设备、医疗仪器、扶梯梯级、航空航天、船舶、机车、自行车等铸件	家用电器、电饭锅、三文治炉、铅锅、电熨斗、风扇、燃气具、灯具、厨具、计算机、手机、照相机、办公用品、运动器材等铸件	玩具、仿真模型、五金件、卫浴洁具、锁具、礼品、工艺品、饰品、灯饰、表壳、打火机、拉链、皮带扣、领带夹、开瓶器等铸件
所占比例	48%	13%	11%	28%
备注	目前生产的一些铸件最小的只有几克，最大的铝合金铸件质量达 50kg，最大的直径可达 2m。			

2) 铸件的材料类别

目前采用压铸工艺可以生产铅、锡、铝、锌、镁、铜等合金件。基于压铸工艺的特点，由于目前尚缺乏理想的耐高温模具材料，黑色金属的压铸还处于研究试验阶段。在有色金属的压铸中，铝合金占比例最高，约占 60%~80%；锌合金次之，约占 10%~20%；铜合金铸件较少，比例仅占铸件总量的 1%~3%；镁合金铸件过去应用很少，不到 1%，但近年来随着汽车工业、电子通信工业的发展和产品轻量化的要求，加之近期镁合金压铸技术日趋完善，从而使镁合金铸件市场受到关注。目前在世界范围内已经形成有一定规模的汽车行业、IT 行业、基础结构件的镁合金铸件产业群体。

^① 所谓“3C 产品”，就是计算机(Computer)、通信(Communication)和消费类电子产品(Consumer Electronics)三者结合，亦称“信息家电”。3C 产品包括计算机、手机、电视、数码影音产品及其相关产业产品。



4. 压铸的产业特征及发展趋势

1) 压铸的产业特征

压铸成形技术与塑料注射成型、金属板料的冲压成形并列为三大材料成型体系。

我国的经济水平，特别是拥有千万吨有色金属资源和丰富的劳动力资源以及巨大的市场，决定了我国在国际产业分工中的位置，主要处于产品制造的序列，因而将在很长期间承担国际有色金属铸件及其制品的生产制造业务，国际压铸生产重心向东方转移已成必然趋势。“十二五”期间，压铸行业在巨大市场需求的刺激下，仍将继续保持较高速度增长，由于铸造机械产品的技术水平仍然与市场需求差距较大，使压铸行业的发展存在巨大的发展潜力和扩展空间，为压铸行业的快速增长带来机遇。

压力铸造的最终产品是压铸件，随着压铸件在工业及日常生活中的广泛使用，对其质量、性能和使用范围提出了越来越高的要求。降低压铸件的成本，在最低的材料消耗和制造费用的前提下达到结构的功能特性及满足其使用要求，以期在压铸件的生产中获得最佳的技术经济性，这是现代压铸生产的基本特征。

压铸产品应用领域的多元性是我国压铸生产的主要特征之一。

(1) 汽车发动机用压铸铝合金缸体发展迅猛

近年来，这一趋势在我国展现的非常明显。汽车发动机投资热方兴未艾，有力地推动了铝合金发动机压铸缸体的加速发展。

(2) 汽车零部件铸件已构成巨大市场

压铸件的轻量化已成为重要的发展趋势。以汽车为例，新一代汽车的目标是每100km油耗要减少到3L，这就要求整车重量减轻40%~50%。汽车轻量化的迫切需要为压铸业的发展提供了广阔前景。国内外市场对压铸件的巨大需求，这就决定了中国压铸行业持续发展是历史的必然。汽车产业强劲的内需和外需推动了零部件制造业的迅猛发展，其中铝合金压铸件占有很大份额。

(3) 建筑与日用五金压铸件增长势头强劲

房地产业的强劲发展势头，有力推动了建筑五金、日用五金压铸件的生产发展。

(4) 五金、灯具、玩具和车模行业的持续发展，为锌合金压铸件的增长提供了广阔市场

锌合金压铸市场以广东为主，其次是浙江、江苏、上海、天津、福建等省市。

(5) 镁合金压铸件在快速增长

我国镁资源极为丰富，而镁合金压铸产品则存在着巨大的潜在需求。这种得天独厚的供需条件，必然激发镁合金压铸企业发展生产的积极性。近年来，镁合金压铸生产企业和科研单位由原来几家迅速发展 to 近百家。上海乾通汽车附件公司率先大批生产镁合金变速箱壳体。随后，镁合金笔记本式计算机外壳、镁合金手机外壳以及数字摄像机、照相机外壳等成为热点，可以说，中国镁合金压铸大发展的局面已基本形成，将镁资源优势转化为经济优势，实现产业跨越式发展的愿望，有望逐步成为现实。

2) 我国压铸生产中存在的主要问题

尽管我国压力铸造有了突飞猛进的发展，但是与国外先进国家比较还存在着很大的差距，主要表现在：

① 技术状况：技术落后，人才缺乏，新工艺新产品开发不力。

② 设备状况：我国有色合金铸件利用重力铸造和砂型铸造的比例还比较大，无论外观质量还是内在质量都存在差距，加工余量大，废品率高，合金利用率低。国产的压铸机、低压铸造机存在很大差距，自动化程度低，精度比较低，故障率比较高。充氧压铸、真空铸造、半固态铸造等新工艺采用甚少。

③ 模具：模具的设计、制造和选用的材料都比较落后。一些高精度的模具还需要进口。我们自己制造的模具，设计、制造的周期长，精度低、成本高，特别是寿命低。模具设计有一定经验，但很少运用计算机模拟设计浇注系统、进行温度场分析、设计计算模具加热与冷却系统等。模具用材料较少，严重地影响了模具的使用寿命。

④ 原辅材料：原辅材料的生产比较分散。各类专业厂很多，但大多数企业的设备简陋、技术落后、测试手段短缺，原辅材料品种不全，质量较差。有色合金铸造用量很大的各类涂料、粘结剂、脱模剂、精炼剂等，特别是一些高新产品还不能生产，基本上还处于低水平、无序供应为主的阶段。而工业发达国家的原辅材料的供应已经实现了社会化、专业化和商品化。

⑤ 管理：生产管理落后。原材料供应、生产技术规范、产品检验、售后服务等方面都落后于形势。发达国家成功的企业在生产全过程中，都主动、严格执行行标、国标和符合国际标准的企业标准，因而废品率很低，只有2%~5%。而我国多数企业，被动、从宽地执行标准，有些甚至不执行标准。企业标准低于国家标准，废品率有的高达30%~50%。

3) 压铸技术及压铸模具的发展趋势

(1) 压铸技术的发展。从技术趋向上看，主要有以下几大趋势。

① 压铸合金材料成形机理、工艺与技术研究以及压铸填充过程分析在理论上将逐步提高，在实践上也将不断升华；

② 压铸工艺参数的检测技术将不断普及和提高，计算机技术的应用更加广泛和深入，压铸生产过程中自动化程度逐步完善，并日益普及；

③ 大型压铸件的工艺技术逐步成熟，半固态金属成形技术将有新的突破，快速原型模样设计的运用成为新的热点；

④ 真空压铸的采用，以及挤压铸造将进一步扩大压铸件的应用领域；

⑤ 模具型腔的材料有重大的进步，新的钢种有所进展；

⑥ 新的合金品种及其复合材料为压铸件的应用开辟新的途径，镁合金压铸件会有大幅度的增长；

⑦ 压铸单元的完整培植将成为压铸生产的主要模式。

(2) 压铸模具的发展。作为压铸生产过程不可缺少的工艺装备之一——压铸模，由于受到整个模具行业的基础和管理体制的影响，在模具的标准化程度、制造精度和制造周期、生产效率、模具寿命及材料利用率、技术力量和管理水平等方面，与国外工业先进国家相比，仍有一定的差距。从压铸模具的设计理论及设计实践出发，大致有如下几方面的发展趋势。

① 先进模具设计与制造的基础理论和共性技术与研究及开发。主要包括如下方面：模具设计与制造新方法、新工艺及关键技术研究；模具柔性加工和标准化、自动化生产技术与研究及开发，以及模具对柔性生产和自动化生产的适应性研究；提高模具可靠性与使用寿命的研究(包括模具失效分析、模具材料及热处理、模具表面强化、高性能模具材料的