

YAZHUO CHENGXING  
GONGYI YU MUJU

# 压铸成形

## 工艺与模具

◎ 付宏生 主编

◎ 张景黎 副主编



化学工业出版社

YAZHU CHENGXING  
GONGYI YU MOJU

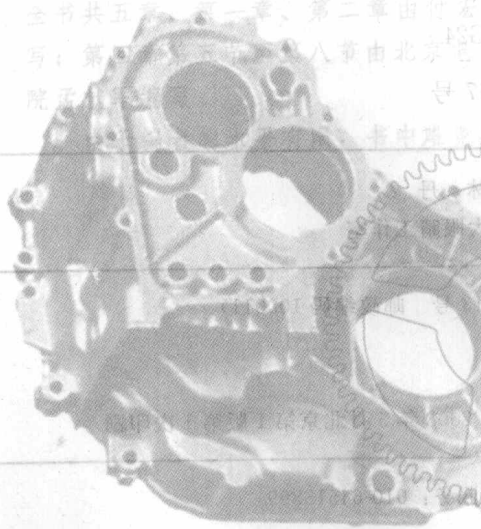
本书共分五章，第一章为概论，第二章为压铸合金材料，第三章为压铸工艺，第四章为压铸模具，第五章为压铸缺陷及质量控制。本书可作为高等院校机械类、材料类专业及相关专业的教材，也可供从事压铸工作的工程技术人员参考。

前言

# 压铸成形 工艺与模具

① 本书介绍压铸合金材料、压铸工艺以及压铸模具 CAD/CAE/CAM 等方面的内容。  
② 本书列举了许多生产中常见的压铸缺陷，并增加了本书的可读性。  
③ 本书简化了难点，突出了重点。

◎ 付宏生 主编  
◎ 张景黎 副主编



化学工业出版社

·北京·

本书系统地介绍压铸成形工艺与模具设计方法。首先介绍压铸成形特点和发展；第二章介绍压铸材料和压铸件结构特点；第三章介绍压铸成形工艺和压铸成形设备；第四章压铸成形模具设计方法；最后一章简述了压铸成形模具 CAD/CAE/CAM 技术。本书有综合性、实用性、先进性等方面突出的特点。适合初中以上文化水平的从事压铸件设计、压铸模具设计与制造的技术人员以及高职高专院校、中等专业学校和技工学校的学生学习。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

压铸成形工艺与模具/付宏生主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-122-02291-2

I. 压… II. 付… III. ①压力铸造②压铸模 IV. TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 028767 号

---

责任编辑: 王苏平

文字编辑: 林 丹

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 大眼睛工作室

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 11½ 字数 282 千字 2008 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 27.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

进入 21 世纪, 科学技术以迅猛的速度向前发展, 从而推动了社会的进步和经济的繁荣。根据世界范围的社会科学经济发展趋势预测, 我国将成为全球最大的加工制造工厂或加工制造基地。模具工业是现代加工制造业一个重要的组成部分, 对今后国民经济和社会的发展将起到越来越重要的作用。国际生产技术协会预测到下个世纪, 机械零部件中 60% 的粗加工, 80% 的精加工要由模具来完成。采用模具生产零件具有效率高、质量好、节能降耗、生产成本低等一系列优点。

目前我国出现从事模具技术人员短缺, 模具设计与制造技术人才已经成为“紧缺人才”。要解决这一问题, 职业培训是关键, 本书是培养掌握压铸成形模具的技能型紧缺人才的综合性图书, 编写内容本着以综合素质为基础, 以能力为本; 以企业需求为依据, 以就业为导向; 适应企业技术发展, 体现教学内容的先进性和前瞻性。掌握模具加工的核心技术, 了解周边技术和跟踪前沿技术, 为模具行业培养综合型、复合型人才。本书有以下编写特点:

① 本书将压铸合金材料、压铸制件、压铸成形工艺、压铸成形设备、压铸成形模具设计以及压铸模 CAD/CAE/CAM 等方面的内容, 经过整合, 综合于一本书之中;

② 本书列举了许多生产中常见压铸制件和压铸模具的实例, 缩短了与读者的距离, 从而增加了本书的可读性;

③ 本书简化了难点, 突出了重点, 有利于读者学习。

本书由北京电子科技职业学院付宏生任主编, 北京电子科技职业学院张景黎任副主编。全书共五章, 第一章、第二章由付宏生编写; 第三章、第四章第一节至第四节由张景黎编写; 第四章第五节至第八节由北京电子科技职业学院秦涵编写; 第五章由北京教育科学研究院孟献军编写。

由于编者的水平有限, 书中难免存在不足之处, 敬请读者指出。

编者

2007 年 12 月 7 日

# 目 录

<b>第一章 概述</b> .....	1
<b>第一节 压铸的基本概念</b> .....	1
一、压铸的特点与应用 .....	1
二、压铸的发展 .....	1
<b>第二节 压铸过程</b> .....	2
一、立式冷压室压铸机的压铸过程 .....	2
二、卧式冷压室压铸机的压铸过程 .....	2
三、全立式冷压室压铸机的压铸过程 .....	2
四、热压室压铸机的压铸过程 .....	4
<b>第二章 压铸材料与压铸件</b> .....	6
<b>第一节 压铸合金</b> .....	6
一、对压铸合金的基本要求 .....	6
二、常用压铸合金及选用 .....	6
<b>第二节 压铸件的精度与表面粗糙度</b> .....	10
一、压铸件的精度 .....	11
二、压铸件的表面质量 .....	13
三、压铸件的加工余量 .....	14
<b>第三节 压铸件基本结构设计</b> .....	14
一、压铸件的壁厚 .....	14
二、压铸件的孔和槽隙 .....	15
三、脱模斜度 .....	15
四、压铸件的圆角半径 .....	15
五、加强肋 .....	16
六、螺纹 .....	16
七、齿轮 .....	17
八、凸纹、文字与图案 .....	17
九、镶嵌件 .....	17
十、压铸件的结构工艺性分析示例 .....	18
<b>第三章 压铸成形工艺与压铸成形机</b> .....	19
<b>第一节 压铸工艺参数的选择</b> .....	19
一、压射压力的选择 .....	19
二、压射速度的选择 .....	19
三、压射温度的选择 .....	19
四、压射时间的选择 .....	21

五、压铸件的清理、整形和修补 .....	22
六、压铸件的后处理和表面处理 .....	24
第二节 压铸成形机的特点 .....	24
一、压铸机的分类及特点 .....	24
二、国产压铸机型号及主要参数 .....	28
第三节 压铸机的基本结构 .....	30
一、合模机构 .....	30
二、压射机构 .....	32
第四节 压铸机的选用及有关参数的校核 .....	33
一、选用压铸机的基本原则 .....	33
二、压铸机的选用 .....	34
<b>第四章 压铸成形模具</b> .....	<b>37</b>
第一节 压铸成形模具设计概述 .....	37
一、压铸成形模具设计原则 .....	37
二、压铸成形模具的结构组成 .....	37
三、压铸模设计程序 .....	40
第二节 分型面、浇注系统和排溢系统设计 .....	44
一、分型面设计 .....	44
二、浇注系统设计 .....	48
三、排溢系统设计 .....	61
四、压铸模浇注系统案例分析 .....	67
第三节 成形系统设计 .....	70
一、成形零件结构及分类 .....	70
二、成形零件尺寸确定 .....	80
三、成形零件实践应用技巧 .....	87
四、成形零件常用的材料 .....	94
第四节 模架的设计 .....	95
一、模架的基本结构 .....	95
二、模架设计的基本要求 .....	96
三、支承与固定零件的设计 .....	96
四、导向零件的设计 .....	99
第五节 推出机构 .....	102
一、推出机构的组成、分类及设计要点 .....	102
二、推杆推出机构设计 .....	105
三、推管推出机构设计 .....	109
四、推板推出机构 .....	110
五、其他推出机构 .....	111
六、推出机构的导向与复位 .....	111
第六节 抽芯机构 .....	113
一、常用抽芯机构的类型与组成 .....	113
二、抽芯力和抽芯距的确定 .....	115

三、斜导柱抽芯机构 .....	117
四、弯销抽芯机构 .....	124
五、斜滑块抽芯机构 .....	129
六、齿轮齿条抽芯机构 .....	134
七、液压抽芯机构 .....	138
八、其他抽芯机构 .....	142
第七节 加热和冷却系统 .....	145
一、加热和冷却系统的作用 .....	145
二、加热系统设计 .....	146
第八节 压铸成形模具技术要求 .....	150
一、压铸成形模具结构零件的公差与配合 .....	150
二、压铸成形模具结构零件的形位公差和表面粗糙度 .....	151
三、压铸成形模具总装的技术要求 .....	152
四、压铸成形模具常用材料的选择和热处理要求 .....	154
<b>第五章 压铸模 CAD/CAE/CAM .....</b>	<b>155</b>
第一节 国内外研究状况及发展方向 .....	155
一、我国压铸模设计与制造现状 .....	155
二、模具 CAD/CAE/CAM 概述 .....	156
三、压铸模 CAD/CAE/CAM 研究现状、存在的问题及发展方向 .....	156
第二节 压铸模 CAD .....	160
一、压铸模 CAD 的基本内容 .....	160
二、压铸模 CAD 的发展趋势 .....	160
三、压铸模 CAD 的应用 .....	161
第三节 压铸模 CAE .....	167
一、压铸模 CAE .....	167
二、压铸模 CAE 的应用 .....	169
第四节 压铸模 CAM .....	171
一、压铸模机构及加工工艺特点 .....	171
二、数控加工与数控工艺 .....	172
三、数控编程 .....	173
四、数控加工过程的仿真模拟 .....	174
第五节 压铸模 CAD/CAE/CAM .....	175
<b>参考文献 .....</b>	<b>176</b>

# 第一章 概述

## 第一节 压铸的基本概念

### 一、压铸的特点与应用

在普通铸造技术基础上发展起来的一种先进工艺称为压力铸造技术，它是将熔融的液态金属注入压铸机的压室，通过压射冲头（活塞）的运动，使液态金属在高压作用下高速通过模具浇注系统并充填模具型腔，在压力下金属开始结晶，迅速冷却凝固成铸件。和普通铸件相比，压铸件内部组织致密，力学性能优良，尺寸精度高，表面质量好。压铸工艺在机械工业、航天工业、汽车制造业和日用轻工业中，都占有重要地位。

近年来，由于汽车和摩托车工业的迅速发展，推动了压铸件生产的发展。汽车、摩托车上配套的铝合金压铸件大部分已实现了国产化。有些厂家已把 CAD/CAM 技术应用于压铸模型腔设计、型面造型与加工编程系统，广泛地采用了电火花和数控铣加工技术，保证了型腔尺寸的精度。因而压铸模具结构的复杂程度、制造工艺、产品的外观质量和尺寸精度等方面，均有明显提高，已经基本上能够满足汽车、家电、轻工等工业压铸件的要求。在模具钢的选用方面，3Cr2W8V 已较少应用，而普遍采用 H13 和 ASSAB8407 等材料，并经热处理和表面氮化处理，大幅度提高了模具寿命。在设计模具时，注重解决热平衡问题，水平也有较大的提高。

模具设计与制造能力的强弱和水平的高低，已经成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一，它关系着产品质量和经济效益的提高，直接影响了国民经济中许多行业的发展。在现代机械制造业中，模具工业已成为国民经济中一个非常重要的行业。许多新产品开发和生产在很大程度上依赖于模具的设计和制造技术，特别是在汽车、轻工、电子和航天等领域中尤为重要。

### 二、压铸的发展

国内在 10000kN 以上大型压铸机的应用方面也有所发展，已开始采用了真空高压铸造技术及液态模锻技术。压铸设备的发展方向，正向大型化、全自动化发展。卧式冷压室压铸机的锁模力达到 44000 kN，先进的压铸机的压铸性能可达到如下指标：慢压射速度在 0~0.6m/s 范围内无级可调，能实现匀速运动和等加速运动；快压射速度可超过 10m/s，能实现一级或多级速度段运动，控制精度达到 2%；建压时间最短可小于 30ms，慢压射切换到快压射的过渡时间小于 20ms；压射终了和增压终了时的压力冲击峰值小于 20%，具有压射终了时的制动减速功能；压射比压在 60~160MPa 内无级可调，一次压射后的压力波动小于 15%。

我国的压铸模与国外相比仍有较大差距，反映在三个方面。



① 使用可靠性国产模具的使用可靠性不稳定，运转中故障较多，返修量大，单产量不如进口模具高。另外，大型汽车零件压铸模，国内基本上还不能自行制造，主要依赖于进口，铜合金和镁合金压铸模亦是薄弱环节。

② 表面质量国内的压铸件往往线条不清晰，水流纹不理想，表面粗糙度值也较大。与进口压铸件对比，差距明显。

③ 使用寿命大中型铝合金压铸模的使用寿命，国外为 10 万~15 万次，国内一般在 3 万~8 万次，有时甚至不到 3 万次。

## 第二节 压铸过程

金属压力铸造（简称压铸）是指在高压作用下，将液态或半液态金属以较高的速度充填压铸模具型腔，并在压力状态下结晶凝固，获得压铸件的工艺方法。压铸过程如图 1-1 所示。

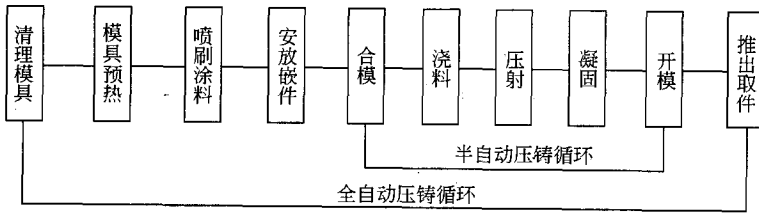


图 1-1 压铸过程循环图

压铸可分为冷压室压铸机压力铸造和热压室压铸机压力铸造两大类。其中冷压室压铸机压力铸造又分为卧式、立式和全立式压铸机压铸。下面分别介绍这四种常用的压铸机的压铸过程。

### 一、立式冷压室压铸机的压铸过程

立式冷压室压铸机压室的中心平行于模具的分型面，称为垂直侧压室。其压铸过程如图 1-2 所示。合模后，浇入压室的熔融合金被已封住喷嘴孔的反料冲头托住；压射冲头下行压到熔融合金时，反料冲头开始下降打开喷嘴，熔融合金被压入模具型腔；凝固后，压射冲头回程，反料冲头上升切断并推出余料；余料取走后，反料冲头降到原位，开模取件，完成一个压铸循环。这种压铸机尤其适合具有中心浇口的压铸件生产。

### 二、卧式冷压室压铸机的压铸过程

卧式冷压室压铸机压室的中心线垂直于模具分型面，称为水平压室。压铸过程如图 1-3 所示。合模后，熔融合金浇入压室，压射冲头向前推进，熔融合金经浇道充填型腔；开模时，压射冲头推出余料，模具推出机构推出压铸件，冲头复位，完成一个压铸循环。

### 三、全立式冷压室压铸机的压铸过程

合模机构和压射机构垂直布置的压铸机称为全立式压铸机，可分为以下两种。

① 冲头上压式全立式冷压室压铸机的压铸过程。熔融合金先浇入压室后合模，压射冲头上压将熔融合金压入模具型腔，冷却凝固后开模推出压铸件，冲头复位，完成一个压铸循环，如图 1-4 所示。

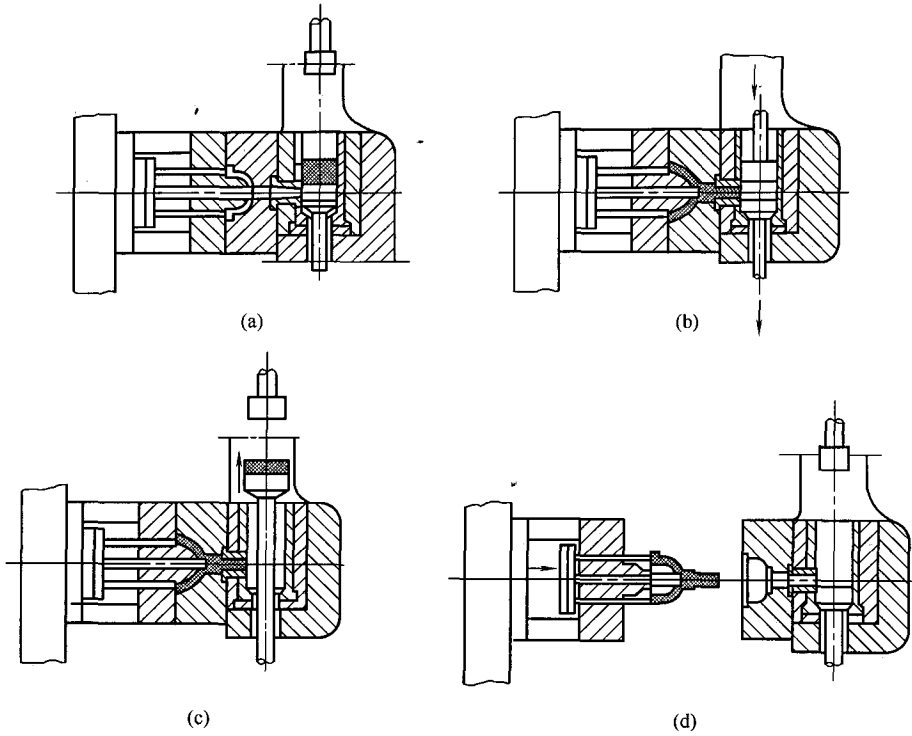


图 1-2 立式冷压室压铸机压铸过程

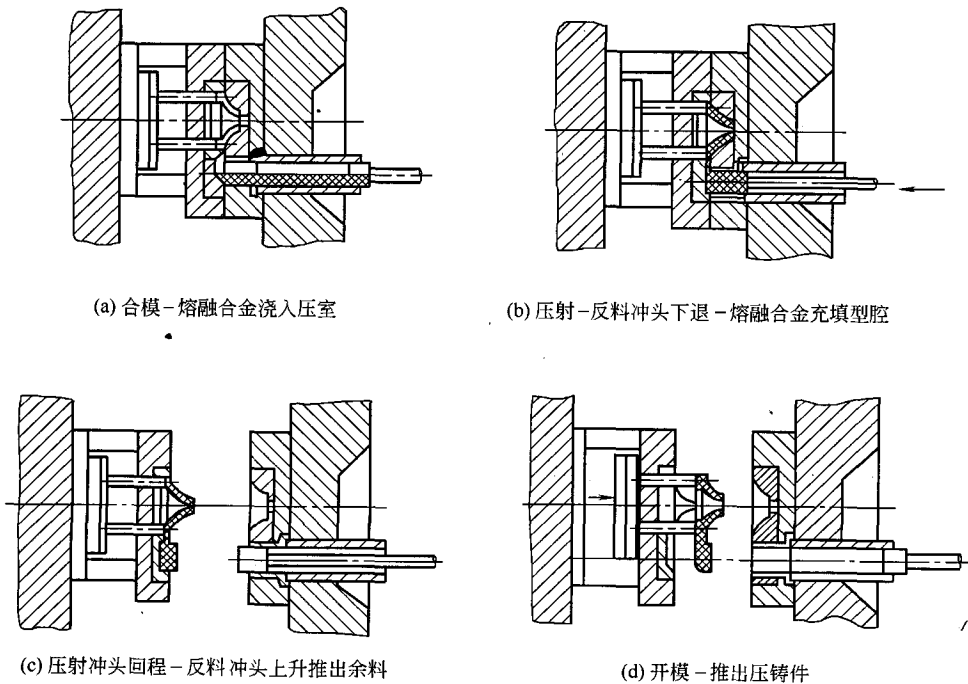


图 1-3 卧式冷压室压铸机压铸过程

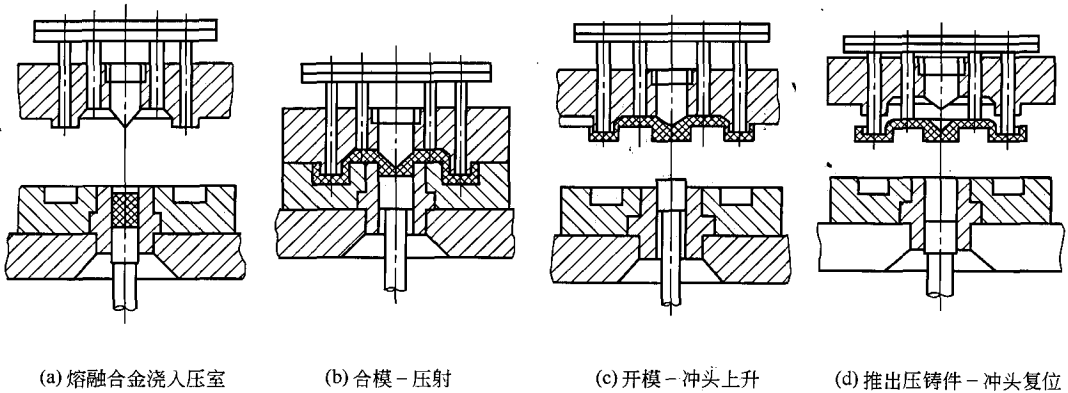


图 1-4 冲头上压式全立式冷压室压铸机压铸过程

② 冲头下压式全立式冷压室压铸机的压铸过程。模具合模后浇入熔融合金，压射冲头下行压到熔融合金时，反料冲头下降打开通道，熔融合金经浇道被压入模具型腔；凝固后，压射冲头回程，反料冲头上升切断并推出余料，余料取走后，反料冲头复位，完成一个压铸循环，如图 1-5 所示。

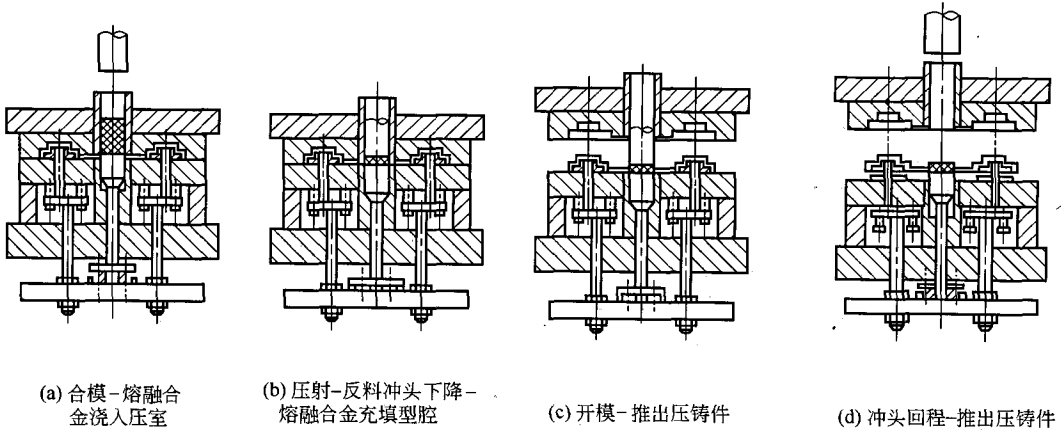


图 1-5 冲头下压式全立式冷压室压铸机压铸过程

#### 四、热压室压铸机的压铸过程

热压室压铸机的压室浸在保温坩埚内的熔融合金中，压射部件装在坩埚上面，其压铸过程如图 1-6 所示。压射冲头上升时，熔融合金通过进口进入压室内。合模后，压射冲头下压时，熔融合金沿通道经喷嘴充填压铸模，冷却凝固成形；压射冲头回程，开模取件，完成一个压铸循环。

在上述压铸方法中，卧式冷压室压铸机应用最为广泛。随着科学的进步，技术的发展，压铸新技术、新工艺（如真空压铸、充氧压铸、精密压铸、半固态压铸等）将日臻完善和普遍应用。



## 第二章 压铸材料与压铸件

### 第一节 压铸合金

压铸合金在压铸件总成本中占有相当大的比重。合金的种类及其性能还影响到压铸模的寿命、压铸机类型的选择及压铸件表面修饰的方法等。

用于生产压铸件的金属材料有铝合金、纯铝、锌合金、镁合金、铜合金、铅合金、锡合金和黑色金属等。其中应用最广的是铝合金和锌合金，镁合金和铜合金的应用有显著增长的趋势。黑色金属由于熔点高，易氧化和开裂，而且模具寿命低，应用较少。

#### 一、对压铸合金的基本要求

- ① 力学性能、耐蚀性能、加工性能等符合压铸件工作条件要求。
- ② 流动性能好，结晶温度间隔小，结晶潜热大，适应大型薄壁件的压铸生产需要。
- ③ 收缩率小，产生热裂、冷裂和变形的倾向小，保证压铸件精度。
- ④ 熔炼工艺简单，熔点低，不易氧化，吸气小，低的合金压铸温度有利于延长模具的使用寿命。
- ⑤ 具有良好的技术经济性。

#### 二、常用压铸合金及选用

有色金属可分为低熔点合金和高熔点合金。锌合金、铅合金、锡合金属于低熔点合金；铝合金、镁合金、铜合金属于高熔点合金。

##### 1. 压铸铝合金

铝合金铸造性能好，密度小，比强度高，耐腐蚀性、耐磨性、导热性、导电性能好，切削性能良好。Al-Si合金有粘模倾向，切削性能尚好，但随着游离硅的增加，切削难度加大，且对金属坩埚腐蚀严重，体积收缩率大，容易产生缩孔。常用铝合金的牌号、代号、化学成分及力学性能见表2-1，用途见表2-2。

##### 2. 压铸锌合金

锌合金密度大，熔点低，熔化保温方便，模具寿命长，铸造工艺性好，可压制特别复杂的薄壁件。锌合金与铁的亲和力小，不易粘模，焊接和电镀性能良好。但是，锌合金抗腐蚀性差，易出现晶间腐蚀，进而发生老化。锌对有害杂质的作用极为敏感，为确保压铸件质量常采用纯度高的原材料进行生产。常用锌合金的牌号、代号、化学成分及力学性能见表2-3，用途见表2-4。

##### 3. 铜合金

铜合金的导电性、导热性好，力学性能高，切削性能好，摩擦因数小；铜合金的熔点高，模具寿命低；原材料价格较高。常用铜合金的牌号、代号、化学成分及力学性能见表2-5，用途见表2-6。

表 2-1 常用铝合金的牌号、代号、化学成分及力学性能

序号	合金牌号	合金代号	化学成分(质量分数)/%											力学性能(不低于)													
			主要成分						杂质含量(不大于)					抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	伸长率 $\delta$ /% $L_0=50$	布氏硬度 (HBS) 5/250/30											
			硅	铜	镁	锰	锌	铝	铁	铜	镁	锰	锌				镍	钛	锡	铅	总和						
1	YZAlSi12	Y102	10.0 ~ 13.0																				220	2	60		
2	YZAlSi10Mg	Y104	8.0 ~ 10.5		0.17 ~ 0.3	0.2 ~ 0.5				其余	1.0	0.3								0.01	0.05			220	2	70	
3	YZAlSi12Cu2	Y108	11.0 ~ 13.0	1.0 ~ 2.0	0.4 ~ 1.0	0.3 ~ 0.9			其余	1.0	1.0									0.01	0.05			240	1	90	
4	YZAlSi9Cu4	Y112	7.5 ~ 9.5	3.0 ~ 4.0	0.1 ~ 0.3	0.2 ~ 0.5			其余	1.0	1.0									0.1				240	1	85	
5	YZAlMg5Si1	Y302	0.8 ~ 1.3		4.5 ~ 5.5	0.1 ~ 0.4			其余	1.0	0.1										0.2				205	2	65
6	YZAlZn11Si7	Y401	6.0 ~ 8.0		0.1 ~ 0.3	9.0 ~ 13.0		其余	1.0	0.6														235	1	90	

表 2-2 常用铝合金用途

合金牌号	合金代号	用 途
YZAlSi2	YL102	用于力学性能要求不高的飞机附件、仪表壳体零件和高气密性或形状复杂的薄壁零件,工作温度低于 200℃
YZAlSi10Mg	YL104	用于在 200℃ 以下工作的大型飞机和发动机零件,如汽缸体、压缩机壳体等
YZAlMg5Si1	YL303	用于在 150℃ 以下工作的、承受中等负荷、耐蚀性要求高和在严寒大气中使用的飞机零件、海轮配件和壳体等

表 2-3 常用锌合金的牌号、代号、化学成分及力学性能

序号	合金牌号	合金代号	化学成分(质量分数)/%								力学性能(不低于)				
			主要成分				杂质含量(不大于)				抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	伸长率 $\delta$ /% $L_0=50$	布氏硬度 (HBS) 5/250/30	冲击吸 收功 $A_K$ /J	
			铝	铜	镁	锌	铁	铅	锡	镉					铜
1	ZZnAl4Y	YX040	3.5 ~ 4.3		0.02 ~ 0.06	其余	0.1	0.005	0.003	0.004	0.25	250	1	80	35
2	ZZnAl4Cu1Y	YX041	3.5 ~ 4.3	0.75 ~ 1.25	0.03 ~ 0.08	其余	0.1	0.005	0.003	0.004		270	2	90	39
3	ZZnAl4Cu3Y	YX043	3.5 ~ 4.3	2.5 ~ 3.0	0.02 ~ 0.06	其余	0.1	0.005	0.003	0.004		320	2	95	42

表 2-4 常用锌合金的用途

合金牌号	合金代号	用 途
ZZnAl4Y	YX040	尺寸稳定的合金,用于高精度零件的压铸
ZZnAl4Cu1Y	YX041	中强度合金,用于镀铬及不镀铬的各种零件
ZZnAl4Cu3Y	YX043	高强度合金,用于不镀铬的各种小型薄壁零件

#### 4. 镁合金

镁合金的密度小,比强度大,具有良好的刚度和减振性,铸件尺寸稳定,切削性能优良,与铁的亲和力小,不易粘模。但是,镁合金的高温脆性和热裂倾向大、耐蚀性差。镁合金常用于飞机、发动机、仪表及其他结构的高负荷、受到强烈颠簸及振动载荷的零件,如飞机舱内隔框、电动机壳体和增压机壳体等零件。压铸镁合金的牌号、代号、化学成分及力学性能见表 2-7。

表 2-5 常用铜合金的牌号、代号、化学成分及力学性能

合金牌号	合金代号	化学成分(质量分数)/%											力学性能(不低于)										
		主要成分						杂质(不大于)					$\sigma_b$ / MPa	$\delta$ /%	HBS (5/250/30)								
		Cu	Pb	Al	Si	Mn	Fe	Zn	Fe	Ni	Sn	Mn				Al	Pb	Sb	总和				
YZCuZn40Pb	YT40-1	58.0 ~ 63.0	0.5 ~ 1.5	0.2 ~ 0.5	—	—	—	—	—	—	0.8	0.05	—	—	0.5	—	—	—	1.0	1.5	330	6	85
YZCuZn16Si4	YT16-4	79.0 ~ 81.0	—	—	2.5 ~ 4.5	—	—	—	—	—	0.6	—	—	0.3	0.5	0.1	0.5	0.5	0.1	2.0	345	25	85
YZCuZn30Al3	YT30-3	66.0 ~ 68.0	—	2.0 ~ 3.0	—	—	—	—	—	—	0.8	—	—	1.0	0.5	—	—	—	—	3.0	400	15	110
YZCuZn35Al2 Mn2Fe	YT35-2-2-1	57.0 ~ 65.0	—	0.5 ~ 2.0	—	0.1 ~ 3.0	0.5 ~ 20	—	—	—	—	—	—	3.0	1.0	—	—	—	0.5	2.0 <sup>②</sup>	475	3	130

① Pb+Sb+Al≤0.4%。

② 杂质总和中不包括 Ni。



表 2-6 常用铜合金用途

合金牌号	合金代号	用途
YZCuZn16Si4	YT16-4	压铸齿轮、承受海水作用的管件、船舶零件以及较复杂的各种零件
YZCuZn40Pb1	Y591	滚珠轴承套筒
ZCuZn40Mn3Fe1	—	形状不复杂的重要零件,温度低于 300℃工作的耐海水腐蚀的零件

表 2-7 压铸镁合金的牌号、代号、化学成分及力学性能

合金牌号	合金代号	化学成分 <sup>①</sup> (质量分数)/%										
		Zn	Al	Zr	RE	Mn	Ag	Si	Cu	Fe	Ni	杂质总量
ZMgZn5Zr	ZM1	3.5	—	0.5	—	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
		~	—	~	—	—	—	—	—	—	—	
		5.5	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	
ZMgZn4RE1Zr	ZM2	3.5	—	0.5	0.75 <sup>②</sup>	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
		~	—	~	~	—	—	—	—	—	—	
		5.0	—	1.0	1.75	—	—	—	—	—	—	
ZMgRE3ZnZr	ZM3	0.2	—	0.4	2.5 <sup>②</sup>	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
		~	—	~	~	—	—	—	—	—	—	
		0.7	—	1.0	4.0	—	—	—	—	—	—	
ZMgRE3Zn2Zr	ZM4	2.0	—	0.5	2.5 <sup>②</sup>	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
		~	—	~	~	—	—	—	—	—	—	
		3.0	—	1.0	4.0	—	—	—	—	—	—	
ZMgAl8Zn	ZM5	0.2	7.5	—	—	0.15	—	0.30	0.20	0.05	0.01	0.50
		~	~	—	—	~	—	—	—	—	—	
		0.8	9.0	—	—	0.5	—	—	—	—	—	
ZMgRE2ZnZr	ZM6	0.2	—	0.4	2.0 <sup>②</sup>	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
		~	—	~	~	—	—	—	—	—	—	
		0.7	—	1.6	2.8	—	—	—	—	—	—	
ZMgZn8AgZr	ZM7	7.5	—	0.5	—	—	0.6	—	0.10	—	0.01	0.30
		~	—	~	—	—	~	—	—	—	—	
		9.0	—	1.0	—	—	1.2	—	—	—	—	
ZMgAl10Zn	ZM10	0.6	9.0	—	—	0.1	—	0.30	0.20	0.05	0.01	0.50
		~	~	—	—	~	—	—	—	—	—	
		1.2	10.2	—	—	0.5	—	—	—	—	—	

① 合金可加入铍,其含量不大于 0.002%。

② 含铈量不小于 45%的铈混合稀土金属,其中稀土金属总量不小于 98%。

③ 含铪量不小于 85%的铪混合稀土金属,其中 Nb+Pr 不小于 95%。

## 第二节 压铸件的精度与表面粗糙度

压铸件的工艺性好,可以简化模具结构,保证压铸件的质量,降低成本,提高经济效益。压铸件的工艺性包括三方面的内容:压铸件的精度、压铸件的表面质量和压铸件的结构工艺性。