

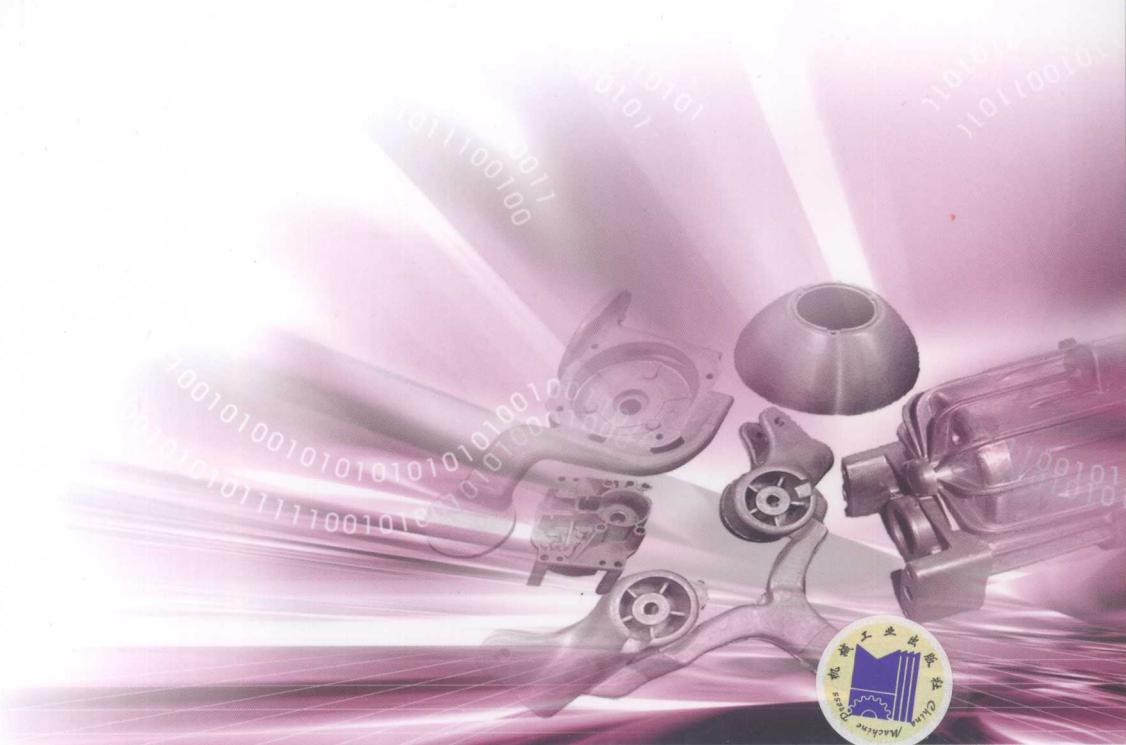


从校园到职场

# 压铸模具工程师

## 专业技能入门与精通

甘玉生 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS





本书从压铸生产的压铸机、压铸模具及铸件结构三大要素入手，介绍了模具结构及影响因素，模具零部件设计思路与方法，浇注与排溢系统设计与验证，压铸机与模具的配合等内容，并列举了十余个实际应用的压铸模具设计实例。本书介绍的内容全面系统，针对性、实用性强。

本书的读者对象，主要是具有材料成型和模具的基础知识的在校毕业班学生，或刚刚走出校门已就业或正在寻找就业机会的本科学生。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

压铸模具工程师专业技能入门与精通/甘玉生主编；王荣峰，马振东，李秋书编。—北京：机械工业出版社，2007.12

(从校园到职场)

ISBN 978-7-111-22938-4

I. 压… II. ①甘…②王…③马…④李… III. 压铸模具—基本知识 IV. TG241

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 185250 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
策划编辑：邝 鸥 责任编辑：李建秀 版式设计：霍永明  
责任校对：李秋荣 责任印制：杨 曦  
北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)  
2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷  
169mm × 239mm · 10.625 印张 · 412 千字  
0 001—4 000 册  
标准书号：ISBN 978-7-111-22938-4  
定价：30.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换  
销售服务热线电话：(010) 68326294  
购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643  
编辑热线电话：(010) 68351729  
封面防伪标均为盗版

# 本书编委会

编委会主任：李永堂

编委会副主任：刘建生

编委会委员：甘玉生 关明 游晓红

## 前 言

在制造业向中国转移势头加速的大趋势下，许多中小企业，特别是外资和民营企业，不愿意也没有过多精力花费在员工的继续教育上，对人才的要求是上手快，最好是立即能胜任岗位工作的人。我国传统高等教育普遍采取“重理论轻实践”的教育方式，所学教材内容理论部分比重偏大，实际设计知识、动手能力、实践经验传授的比重偏小。尽管很多毕业生有着比较丰富的基础理论知识，但无论是实际动手设计能力还是分析解决生产实践问题的能力，都很难满足企业的需要。这与企业的用人要求相背离，也影响了工科高校毕业生的就业选择余地，影响了就业率的提高。

针对高校机械类专业高年级学生的知识结构，编写了这套丛书，目的是让工科院校机械材料类毕业生，在走出校门后能够顺利上岗并尽快胜任模具工程师的岗位要求。

本书主要介绍压铸模具设计，是在高校模具和铸造专业压铸工艺与模具教材基础上，进行的模具工程师培训教材，针对性、实践性和实用性较强。本书在编写过程中，直接从压铸的三大要素入手，从压铸模具结构的影响因素出发，考虑到刚从学校毕业的学生实际经验的不足，加强了结构设计的比重，对纯理论计算部分有所简化；此外增加了工厂实际生产中的模具设计实例。

本书由太原科技大学甘玉生主编，王荣峰、马振东、李秋书参编。其中：第1章至第4章及第6章和第8章由甘玉生编写；第5章由甘玉生、李秋书编写；第7章和附录由王荣峰编写；第9章由马振东、甘玉生编写。

由于编著者水平有限，本书不足之处在所难免，敬请读者提出宝贵意见。

编 者

# 目 录

前言	1
<b>第1章 压铸生产的基本要素</b>	1
<b>1.1 压铸机</b>	1
1.1.1 压铸机分类	1
1.1.2 不同类型压铸机的特点	4
1.1.3 压铸机的压射机构	5
<b>1.2 压铸模具</b>	6
1.2.1 压铸模具的基本结构	6
1.2.2 压铸模具的结构示例	8
<b>1.3 压铸合金</b>	12
1.3.1 锌合金	12
1.3.2 铝合金	12
1.3.3 镁合金	12
1.3.4 铜合金	12
<b>1.4 铸件</b>	13
1.4.1 铸件的结构工艺参数	13
1.4.2 铸件结构设计改进举例	21
<b>1.5 压铸工艺参数</b>	21
1.5.1 压力参数	22
1.5.2 速度参数	22
1.5.3 时间参数	23
1.5.4 温度参数	25
<b>第2章 对压铸模具结构的影响因素</b>	27
<b>2.1 铸件对模具结构的影响</b>	27
2.1.1 铸件结构对模具结构的影响	27
2.1.2 选择不同分型面对模具结构的影响	29
2.1.3 典型零件的分型面选择	31
<b>2.2 压铸机形式对模具结构的影响</b>	39
2.2.1 卧式冷室压铸机模具	39
2.2.2 立式冷室压铸机模具	40

2.2.3 热室压铸机模具 .....	41
<b>2.3 不同合金对模具结构的影响</b> .....	41
2.3.1 合金对模具浇注与排溢系统的要求 .....	41
2.3.2 合金对模具热平衡系统的要求 .....	41
<b>第3章 模架的设计思路与方法</b> .....	42
<b>3.1 模架的基本形式和零部件的作用</b> .....	42
3.1.1 模架的基本形式 .....	42
3.1.2 模架零部件的作用 .....	44
<b>3.2 定、动模座板和垫块的设计</b> .....	45
3.2.1 定模座板的设计 .....	45
3.2.2 动模座板和垫块的设计 .....	46
3.2.3 联接件的选用 .....	47
<b>3.3 动、定模套板的设计</b> .....	48
3.3.1 动、定模套板的经验设计法 .....	48
3.3.2 动、定模套板的计算设计法 .....	49
<b>3.4 动模支承板的设计</b> .....	50
3.4.1 动模支承板的经验设计法 .....	50
3.4.2 动模支承板的计算设计法 .....	51
3.4.3 动模支承板的加强措施 .....	51
<b>3.5 推板与推杆固定板的设计</b> .....	51
3.5.1 推杆与推杆固定板的经验设计法 .....	51
3.5.2 推杆与推杆固定板的计算设计法 .....	52
<b>3.6 导向机构设计</b> .....	52
3.6.1 动、定模导柱和导套的设计 .....	53
3.6.2 推板导柱和导套的设计 .....	57
<b>3.7 系列标准模架的选用</b> .....	59
<b>3.8 模架的设计要点</b> .....	62
<b>第4章 成型零件设计思路与方法</b> .....	63
<b>4.1 成型零件的结构</b> .....	63
4.1.1 整体式结构 .....	63
4.1.2 镶拼式结构 .....	64
<b>4.2 成型零件的固定形式与要求</b> .....	65
4.2.1 镶块的安装固定方式 .....	66
4.2.2 型芯的结构形式 .....	68
4.2.3 成型零件的止转形式 .....	68

<b>4.3 镶拼结构的成型零件设计举例</b> .....	70
4.3.1 便于加工的成型零件镶拼结构 .....	70
4.3.2 提高成型零件强度和稳定性的结构 .....	72
4.3.3 避免成型零件出现尖角和薄壁的结构 .....	73
4.3.4 利于起模的结构 .....	75
4.3.5 便于更换的结构 .....	75
4.3.6 便于压铸件清理的结构 .....	76
<b>4.4 成型零件的结构与固定尺寸计算</b> .....	77
4.4.1 整体镶块的壁厚尺寸 .....	77
4.4.2 整体镶块固定部位尺寸 .....	78
4.4.3 组合镶块固定部位尺寸 .....	79
4.4.4 型芯固定部位尺寸 .....	80
<b>4.5 成型零件的工作尺寸计算及公差确定</b> .....	82
4.5.1 压铸件的收缩率 .....	82
4.5.2 成型尺寸的计算与修正 .....	83
<b>4.6 压铸模具加热与冷却系统的设计</b> .....	90
4.6.1 加热系统的设计 .....	90
4.6.2 冷却系统的设计 .....	91
<b>第5章 浇注与排溢系统设计</b> .....	94
<b>5.1 概述</b> .....	94
<b>5.2 内浇口设计</b> .....	95
5.2.1 内浇口的分类 .....	95
5.2.2 内浇口的结构与设计原则 .....	98
5.2.3 内浇口的尺寸设计 .....	100
<b>5.3 横浇道的设计</b> .....	103
5.3.1 横浇道的作用和结构形式 .....	103
5.3.2 横浇道的截面形状与尺寸 .....	104
5.3.3 横浇道设计要点 .....	106
<b>5.4 直浇道设计</b> .....	107
5.4.1 卧式冷室压铸机用直浇道 .....	107
5.4.2 立式冷室压铸机用直浇道 .....	112
5.4.3 热室压铸机用直浇道 .....	115
<b>5.5 排溢系统</b> .....	118
5.5.1 溢流槽 .....	118
5.5.2 排气槽 .....	122
<b>5.6 浇注系统的验算与优化</b> .....	124



5.6.1	压铸机的 $p-Q^2$ 图	124
5.6.2	模具的 $p-Q^2$ 图	126
5.6.3	用 $p-Q^2$ 图验证和优化压铸系统的匹配	128
<b>第6章 推出与复位机构</b>		130
6.1	<b>推出机构的组成、分类及设计要点</b>	130
6.1.1	推出机构的组成	130
6.1.2	推出机构的分类	131
6.1.3	推出机构的设计要点	131
6.1.4	推出力的计算	135
6.2	<b>推杆推出机构的设计</b>	136
6.2.1	推杆推出部位的选择	136
6.2.2	推杆的基本形式	136
6.2.3	推杆的止转和固定方式	137
6.2.4	推杆的尺寸	139
6.2.5	推杆的配合精度与尺寸关系	141
6.3	<b>推管推出机构设计</b>	142
6.3.1	推管推出机构的组成	142
6.3.2	推管尺寸设计	143
6.4	<b>卸料板推出机构设计</b>	146
6.4.1	普通结构的卸料板推出机构	147
6.4.2	特殊结构的卸料板推出机构	147
6.4.3	卸料板推出机构的设计要点	148
6.5	<b>推出机构的复位与预复位机构设计</b>	148
6.5.1	复位元件的位置	149
6.5.2	复位机构的限位形式	149
6.5.3	复位机构的零件尺寸	150
6.5.4	预复位机构	151
6.6	<b>推出机构的导向</b>	153
<b>第7章 抽芯机构的设计</b>		155
7.1	<b>抽芯机构的组成和分类</b>	155
7.1.1	抽芯机构的组成	155
7.1.2	抽芯机构的分类	155
7.1.3	抽芯机构的设计	158
7.1.4	抽芯机构的应用	160
7.2	<b>抽芯力和抽芯距离</b>	162
7.2.1	抽芯力	162

7.2.2 抽芯距离的确定	164
<b>7.3 斜销抽芯机构</b>	166
7.3.1 斜销抽芯机构及其动作过程	166
7.3.2 斜销抽芯机构的设计要点	167
7.3.3 斜销工作段尺寸的计算与选择	172
7.3.4 斜销延时抽芯	179
<b>7.4 弯销抽芯机构</b>	180
7.4.1 弯销抽芯机构及其抽芯过程	180
7.4.2 弯销抽芯机构的设计	182
7.4.3 确定弯销尺寸	184
7.4.4 变角弯销的特点与应用	186
<b>7.5 液压抽芯机构</b>	188
7.5.1 液压抽芯机构的组成及其动作过程	188
7.5.2 液压抽芯机构的设计要点	188
7.5.3 液压抽芯器座的安装形式	191
<b>7.6 斜滑块抽芯机构</b>	196
7.6.1 斜滑块抽芯机构的类型	196
7.6.2 斜滑块抽芯机构的设计	196
7.6.3 斜滑块的设计	202
7.6.4 斜滑块的基本形式	205
7.6.5 斜滑块导向部位参数	206
7.6.6 斜滑块的拼合密封形式	207
7.6.7 斜滑块的镶块与镶套	208
<b>7.7 其他抽芯机构</b>	209
7.7.1 齿轴齿条抽芯机构	209
7.7.2 活动镶块模外抽芯机构	210
7.7.3 特殊抽芯机构	211
<b>7.8 滑块及滑块限位、楔紧装置的设计</b>	217
7.8.1 滑块的基本形式和主要尺寸	217
7.8.2 滑块导滑部分的结构	221
7.8.3 滑块限位装置的设计	222
7.8.4 滑块楔紧装置的设计	225
7.8.5 滑块与型芯型块的连接	227
<b>7.9 斜销抽芯机构常用标准件</b>	228
7.9.1 斜销	228
7.9.2 楔紧块	230
7.9.3 定位销	232



第 8 章 压铸机与模具的配合 .....	233
8.1 压铸机的模具的胀型力和锁模力 .....	233
8.1.1 模具的胀型力 .....	233
8.1.2 压铸机的锁模力 .....	235
8.2 压室容量的校核 .....	235
8.3 安装尺寸的校核 .....	236
8.3.1 开合模距离 .....	236
8.3.2 安装尺寸的配合 .....	237
第 9 章 压铸模具设计实例 .....	246
9.1 薄壁壳体类零件的压铸模具设计实例 .....	246
9.1.1 上盖压铸件模具的设计 .....	246
9.1.2 电器端盖压铸件模具的设计 .....	257
9.2 抽芯类压铸模具设计实例 .....	260
9.2.1 张力架压铸件模具的设计 .....	260
9.2.2 铰链座压铸件模具的设计 .....	270
9.2.3 铰链体压铸件模具的设计 .....	273
9.3 中心浇口类压铸模具设计实例 .....	276
9.3.1 压轮压铸件模具的设计 .....	276
9.3.2 叶轮压铸件模具的设计 .....	284
9.4 带镶嵌件压铸模具设计实例 .....	287
9.4.1 大纱架压铸件模具的设计 .....	287
9.4.2 板座压铸件模具的设计 .....	292
9.5 斜抽芯、斜滑块压铸模具设计实例 .....	296
9.5.1 通道压铸件模具的设计 .....	296
9.5.2 灯具卡件压铸件模具的设计 .....	304
附录 .....	310
附录 A 压铸模具术语 .....	310
附录 B 压铸技术条件 .....	314
附录 C 压铸模具常用标准件 .....	317
附录 D 压铸件常用技术要求 .....	326
参考文献 .....	328

# 第1章 压铸生产的基本要素

压力铸造是将熔融合金在高压、高速条件下充型，并在高压下冷却凝固成型的精密铸造方法，简称压铸。它与其他铸造工艺有所不同。对于准备从事压铸模具设计的工程技术人员来说，应该对压力铸造生产中多个工艺要素，以及各要素间的关系有一个初步的了解。这些要素包括压铸机、模具、合金、压铸件结构和压铸工艺参数。每一个要素都会影响压铸生产的结果，同时又是相互影响和相互制约的。例如，压力影响充型速度，充型速度影响充型时间和充型规律，其结果将影响铸件的内在质量和表面质量等。因此有必要对压铸生产的要素及相互关系有一个较为全面的认识。

## 1.1 压铸机

压铸机是压铸生产的最基本的关键设备，是调整 and 选择最佳压铸工艺参数的硬件，是获得优质压铸件的核心。在压铸模具设计时，首先要根据压铸件的尺寸、体积和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压铸件的技术要求。相反，若使用现有的压铸机，则所设计的压铸模具又必须符合压铸机的各项参数指标要求。

### 1.1.1 压铸机分类

按压室受热条件的不同，压铸机可分为热室压铸机和冷室压铸机两大类。冷室压铸机中，压室轴线与开模方向平行且呈水平位置时称为卧式冷室压铸机；开模方向呈水平压室轴线呈垂直时称为立式冷室压铸机；压室轴线与开模方向平行且均呈垂直位置时称为全立式冷室压铸机。

#### 1. 热室压铸机

热室压铸机的压射室与合金熔化炉是连接在一起的整体，因压射室被浸在金属液内，处于高温状态而得名。由于金属液体会自行流入压室内，所以无需定量和注料工序，生产周期短、效率高。此外，空气和金属液体表面的漂浮渣子不易进入压室，进入压室的液体也不会降温，进入模具的金属液体流动性好、纯净度高，有利于提高铸件的质量。但是，由于压室处于液态金属液中，容易发生热腐蚀现象，因此热室压铸机一般用于压铸锌、锡、铅、镁等较低熔点合金的铸件。

图 1-1 为热室压铸机结构示意图, 它由起连接和支撑作用的机架、带动模具往返运动和锁紧模具的开合模机构、开模后推出铸件的推出机构、压射金属液体的压射机构、使热室压射嘴紧贴模具直浇道的锁嘴机构、熔炉以及动力与控制系统等组成。其特点是压室与熔化保温坩埚连为一体, 压射机构为立式, 与开模方向垂直。

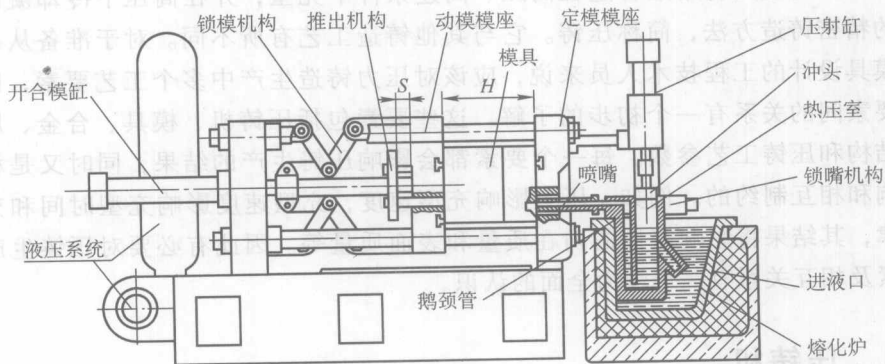


图 1-1 热室压铸机的结构形式

热室压铸机的动作过程为: 冲头上升, 金属液体通过进液口进入压室; 模具合模后冲头向下运动, 将金属液由压室经鹅颈管、喷嘴进入模具; 持压凝固后冲头向上返回, 浇注系统内的未凝固金属液流回压室; 开模取出铸件, 一个循环完成。

## 2. 立式冷室压铸机

图 1-2 所示为这种压铸机的结构形式。压室与机架连接为整体, 压室和压射机构处于开模方向的垂直位置, 压室中心线及压射机构的运动方向与模具运动方向垂直, 故称立式; 压室的工作温度与热室相比较低, 故称冷室。操作时金属液体要定量倒入压室, 这是它与热室压铸机的主要不同之处。

立式冷室压铸机的压铸过程如图 1-3 所示。模具合模后向压室中浇入金属液 (见图 1-3a); 压射冲头向下运动, 压到金属液液面时, 反料冲头开始下降, 处于封堵状态的喷嘴孔被打开, 冲头继续向下运动将金属液压入模具型腔并持压凝固 (见图 1-3b); 压射冲头退回, 反料冲头上升, 切除余料, 并将其顶出压室, 同时开模取出铸件, 取走余料后反料冲头降到原位, 即完成一个压铸循环。

## 3. 卧式冷室压铸机

这种压铸机的结构形式如图 1-4 所示, 它的压射机构也是与机架相连接, 工作时压室处于低温环境故称冷室。与立式冷室压铸机的不同点在于压射机构的

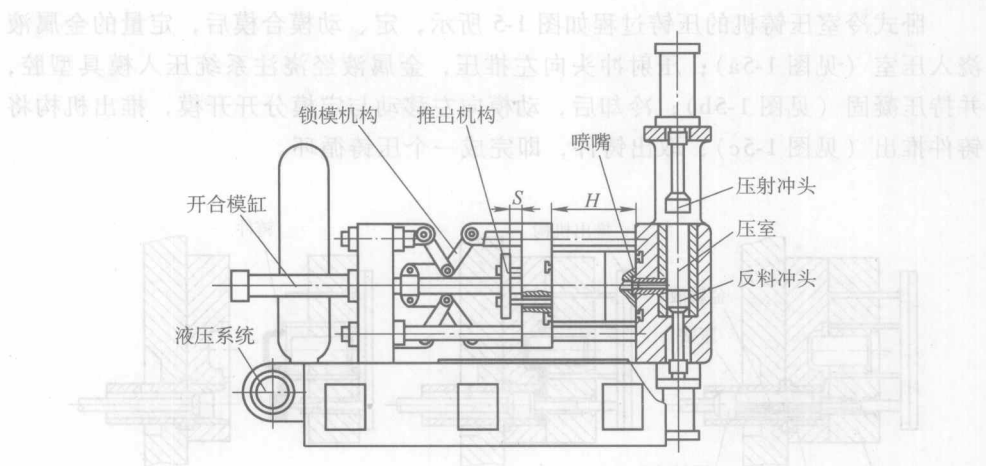


图 1-2 立式冷室压铸机的结构形式

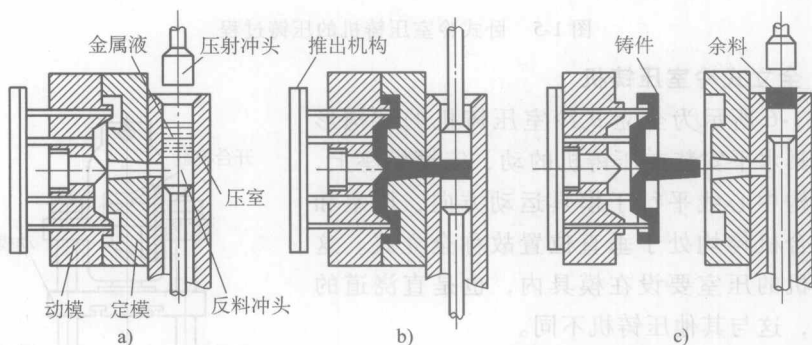


图 1-3 立式冷室压铸机的压铸过程

方位，压室中心线平行于模具运动方向故称卧式。卧式冷室压铸机是应用较多的压铸设备。

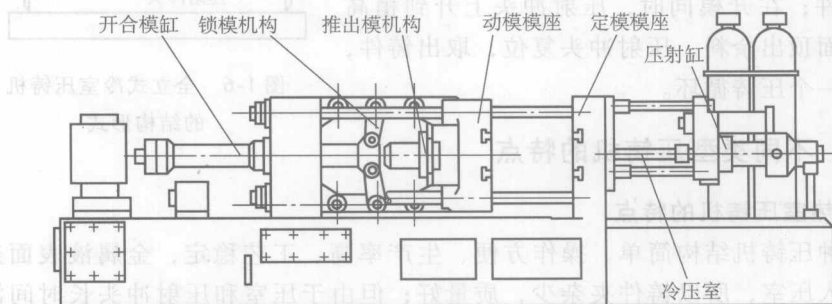


图 1-4 卧式冷室压铸机的结构形式

卧式冷室压铸机的压铸过程如图 1-5 所示, 定、动模合模后, 定量的金属液浇入压室 (见图 1-5a); 压射冲头向左推压, 金属液经浇注系统压入模具型腔, 并持压凝固 (见图 1-5b); 冷却后, 动模向左移动与定模分开开模, 推出机构将铸件推出 (见图 1-5c), 取出铸件, 即完成一个压铸循环。

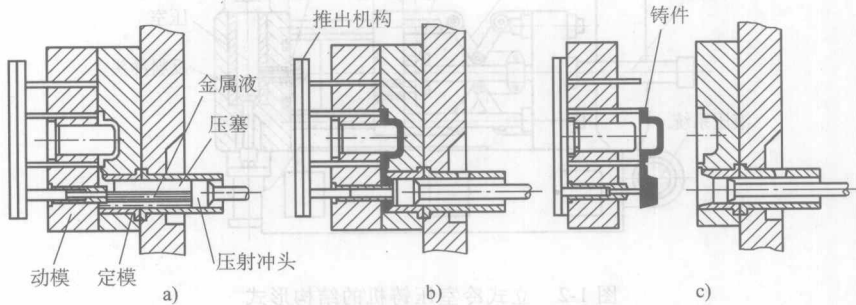


图 1-5 卧式冷室压铸机的压铸过程

#### 4. 全立式冷室压铸机

图 1-6 所示为全立式冷室压铸机的结构形式, 模具水平安装在压铸机的动、定模模座上, 压射机构中心线平行于模具运动方向, 压室和模具开合机构均处于垂直位置故称全立式。这种压铸机的压室要设在模具内, 也是直浇道的一部分, 这与其他压铸机不同。

全立式冷室压铸机的压铸过程如图 1-7 所示: 金属液浇入设在定模内的压室, 动模向下运动合模, 压射冲头上移将金属液压入模具型腔; 持压凝固冷却, 动模上移开模, 推出机构推出铸件; 在开模同时, 压射冲头上升到稍高于分型面顶出余料, 压射冲头复位, 取出铸件, 即完成一个压铸循环。

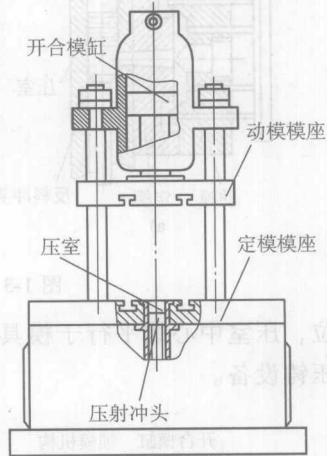


图 1-6 全立式冷室压铸机的结构形式

### 1.1.2 不同类型压铸机的特点

#### 1. 热室压铸机的特点

这种压铸机结构简单、操作方便、生产率高、工艺稳定, 金属液表面杂质不会进入压室, 所以铸件夹杂少, 质量好; 但由于压室和压射冲头长时间浸在金属液中, 容易产生粘结和热腐蚀, 影响使用寿命, 且压室更换不方便, 因此习惯上多用于压铸锌、铅和锡等低熔点合金。因其生产率高, 金属液纯度较高

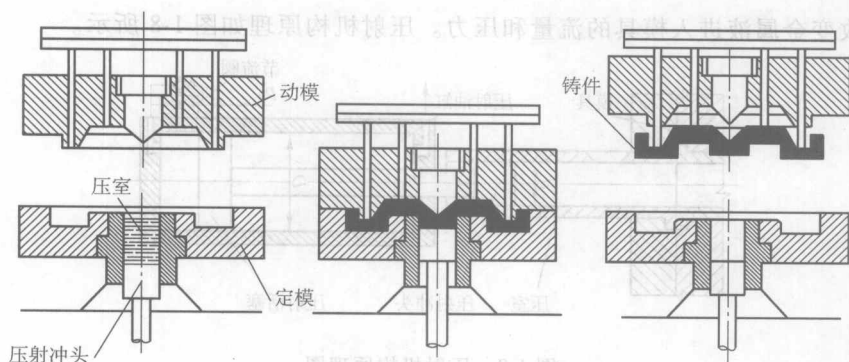


图 1-7 全立式压铸机的压铸过程

及温度波动范围小，随着耐热材料技术的发展，近年来也越来越多地应用于压铸镁、铝合金铸件，效果很好。

### 2. 立式冷室压铸机的特点

这种压铸机由于压射前反料冲头封住喷嘴孔，金属液体不会自动流入型腔，还能有效防止杂质进入型腔，主要用于开设中心浇口的压铸件生产。其压射机构直立，占地面积小；但因反料冲头机构使得结构复杂，操作和维修不便，对生产率也有影响。

### 3. 卧式冷室压铸机的特点

这种压铸机压力大，操作程序简单，生产率高，一般设有偏心 and 中心两个浇注位置，且可在偏心与中心间任意调节，比较灵活，便于实现自动化，设备维修也方便，因此广泛用于压铸各种非铁合金铸件。但因放置嵌件操作不方便，不适于压铸带盲嵌件的铸件，当使用中心浇口时，压铸模具内的直浇道结构复杂。

### 4. 全立式冷室压铸机的特点

这种压铸机压室处于定模内，金属液进入模具型腔时流程短，压力损失小，故不需要很高的压射比压，且模具水平放置，安放嵌件方便，适应于各种非铁合金压铸。但其结构复杂，操作维修不便，取出铸件困难，生产率低。

热室与冷室两大类压铸机相比，冷室压铸机的优点是压力大，能压铸尺寸较大的压铸件，但热损失大，需要金属液浇入压室的操作过程，生产率不如热室压铸机高。热室压铸机生产率高，铸件夹杂少，金属液利用率高；但压室及冲头被浸在金属液内，易损坏，寿命短，更换困难。

## 1.1.3 压铸机的压射机构

压铸机的压射机构是向模具中压入金属液的装置，调整压射机构的参数就



可以改变金属液进入模具的流量和压力。压射机构原理如图 1-8 所示。

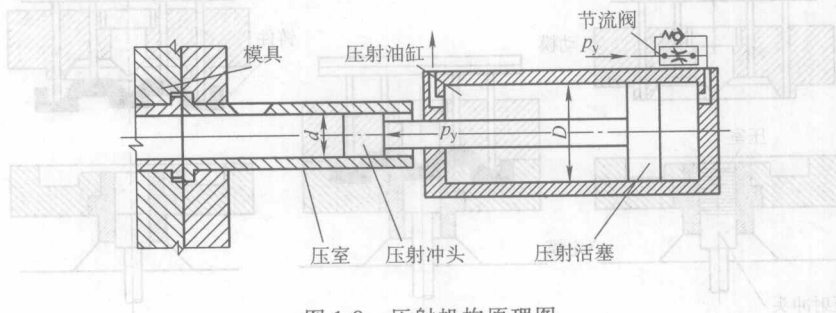


图 1-8 压射机构原理图

压力  $p_y$  可调的液压油经调速节流阀进入压射液压缸，给压射冲头提供压射力  $F_y$ ，使压室内的金属液形成压射比压  $p_b$ ，计算如下：

$$F_y = \frac{\pi}{4} D^2 p_y \quad (1-1)$$

式中  $F_y$  —— 压射液压缸作用于冲头的压射力 (N)；

$p_y$  —— 压射液压缸供油压力 (MPa)；

$D$  —— 压射液压缸活塞直径 (mm)。

$$p_b = \frac{F_y}{A_s} \quad (1-2)$$

式中  $p_b$  —— 冲头对金属液的压射比压 (MPa)；

$F_y$  —— 压射机构作用于冲头的压射力 (N)；

$A_s$  —— 压射冲头的截面积 ( $\text{mm}^2$ )。

改变压铸机压射比压的方法有两种：一是调节压铸机压射液压缸供油压力  $p_y$ ；二是更换不同直径  $d$  的压室，使  $A_s$  变化。调整节流阀可以改变金属液进入模具的流量，但关系是非线性的，将在压铸工艺和浇注系统章节中讲述。

## 1.2 压铸模具

压铸模具是进行压铸生产的主要工艺装备，是铸件成型的载体。生产过程能否顺利进行，铸件质量有无保证，在很大程度上取决于模具结构的合理性。压铸生产中压铸工艺方案及各种工艺参数的正确采用，是获得优质铸件的决定因素，而压铸模具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。

### 1.2.1 压铸模具的基本结构

压铸模具是由定模和动模两个主要部分组成的。定模固定在压铸机压室一