

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

高等学校教材



压铸模设计

YAZHUMO SHEJI

李瑞昌

华中理工大学出版社

高等学校教材

压铸模设计

李 瑞 昌



华中理工大学出版社

内 容 提 要

随着我国国民经济和铸造事业的发展需要，压力铸造技术越来越得到广泛应用。本书专门为压力铸造技术装备——压铸模的设计而编著。

本书内容包括压铸模设计概述，压铸件的工艺分析，压铸模的结构设计，浇注系统，溢流槽、排气槽的设计，分模面的选择，抽芯机构、推出机构的设计，压铸模的材料与热处理，压铸模的技术要求、验收标准及发展趋势等。本书既考虑了内容的完整性与系统性，又突出实际应用经验及有关设计资料，是一本专业性实践性较强的教材。

本书既是高等学校机械类有关专业书、专科教材，也可作为职大、夜大及函授的教材。

高等学校教材

压铸模设计

李瑞昌

责任编辑 叶翠华

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

开本：850×1168 1/32 印张：7.625 字数：189 000

1993年10月第1版 1995年4月第2次印刷

印数：1501—3500

ISBN 7-5609-0842-X/TG·37

定价：4.90元

(鄂)新登字第10号

序

压铸机、压铸合金及压铸模具是压力铸造生产的三大基本要素。压铸模具是进行压力铸造生产的主要工艺装备，压力铸造生产能否顺利进行，压铸件质量有无可靠保证，压铸模具结构设计的合理性和先进性起着决定性的作用。多年来，在压力铸造生产中，压铸机、压铸合金及其有关设备都有很大的发展，但压铸模具却一直进展迟缓。近年来，人们对液态金属充型理论进行了多方面的研究，对压力铸造生产中金属液充型规律有了进一步的认识，对浇注系统的设计作了很大的改进，对压铸模内热流的控制，对压铸件质量的提高及模具寿命的延长方面也有了新的认识。一些新技术、新工艺被广泛应用于压铸模具的结构设计和制造中，推进了压力铸造生产的发展，例如：压铸模具已采用计算机辅助设计；采用计算机模拟计算液态金属充型和凝固过程中压铸模具的温度场和应力场，从而指导压铸模结构和尺寸的设计；一些专用测试仪表也用来直观显示压射速度等参数，并根据这些数据来调整压铸模具的结构设计；复合材料技术、镶铸技术、陶瓷技术等也被用于压铸模具的结构设计和制造中，显著地提高了压铸模具的使用寿命。

随着国民经济的飞速发展，压力铸造的生产规模越来越大，压力铸造的生产技术水平越来越高，对压铸件质量的要求越来越严格，要求学习和了解压铸模具合理结构设计和制造新技术的人们越来越多，需求压铸模具设计新知识的心情也越来越迫切。湘潭大学李瑞昌副教授等积多年讲授“压铸模具设计”课程的经验，编著了《压铸模设计》一书，由华中理工大学出版社出版，十分及时，很适应当前国民经济发展形势的需要，无疑将会对压

力铸造生产水平的发展和压铸件质量的提高作出不可估量的贡献。

在本书即将出版发行，付梓面世之际，欣然命笔写了上面的话，略表本人对编者的辛勤劳动和将为压力铸造生产所作出的有益贡献表示赞赏和衷心感谢。

希望读者喜欢这本书！

叶荣茂

1992.11

注：叶荣茂先生系中国机械工程学会铸造学会理事、特种铸造及有色合金专业委员会主任、哈尔滨工业大学教授。

前 言

当前机械产品在结构上的发展趋势是“轻、薄、小、美”，因此要求铸件有更高的强度、刚度，并能全面改善机械性能及机械加工工艺性能，还要求铸件尺寸精度高、表面质量好、重量轻、体积小等。大力发展特种铸造，特别是压力铸造是解决上述问题的一种途径。压力铸造能获得轻、薄、小；强度高；机械性能良好；尺寸精度高；表面粗糙度低；能实现少、无切削加工的铸件。

压力铸造法（简称压铸）属特种铸造，是一种精密铸造方法，压铸模是压铸生产的重要工艺装备，它直接影响压铸件质量与生产率。所以，欲获得优质、高产、低成本的压铸件，压铸模的设计与制造是关键。

由于压铸技术的大力发展和压铸件的广泛应用，人们对压铸模的要求愈来愈高，一方面要求结构合理，保证铸件质量；另一方面要求模具寿命长，降低生产成本。本教材就是为适应这一需要，并集多年的教学经验而编著的。直至目前为止，我国还无此种教材出版。

在编著过程中，我们参考了《压铸模设计手册》、有关高等学校的教材、专著及许多工厂的经验总结，引用了有关手册及教材的部分图表，得到哈尔滨工业大学叶荣茂教授的指导，华中理工大学出版社给予了大力支持，特此表示衷心感谢。

全书由湘潭大学李瑞昌编写，其中第八章由洪振声撰写，李萍帮助整理、绘制了有关图表。本书是高等学校机械类本、专科教材，亦可用作成人教育的教材，并可供有关从事压铸模设计与制造的工程技术人员、技术工人参考。书中不足之处在所难免，敬请专家、读者批评指正。

编 者

1992.9

目 录

第一章 压铸模设计概述	(1)
§ 1.1 各类压铸机的结构形式及压铸过程	(1)
§ 1.2 压铸模的结构组成	(14)
§ 1.3 压铸模的设计	(16)
第二章 压铸件的工艺分析	(21)
§ 2.1 常用的压铸合金	(21)
§ 2.2 压铸件的结构工艺性	(23)
§ 2.3 压铸件结构工艺性综合分析	(29)
§ 2.4 压铸件的精度	(33)
第三章 压铸模分模面的选择与设计	(35)
§ 3.1 分模面的基本部位及类型	(35)
§ 3.2 选择分模面的要点	(38)
§ 3.3 典型零件选择分模面的分析	(41)
第四章 压铸模的结构设计	(45)
§ 4.1 压铸模的模体设计	(46)
§ 4.2 压铸模成型部分的结构	(54)
§ 4.3 压铸模成型部分的尺寸计算	(62)
§ 4.4 压铸模结构零件的设计	(74)
第五章 浇注系统和溢流、排气槽的设计	(84)
§ 5.1 一般铸造方法浇注系统的设计	(84)
§ 5.2 压铸模浇注系统的结构及分类	(92)
§ 5.3 浇注系统各单元的设计	(101)
§ 5.4 溢流槽和排气槽的设计	(125)
§ 5.5 典型压铸件浇注系统的分析	(132)

第六章 抽芯机构的设计	(142)
§ 6.1 抽芯机构的主要组成与分类.....	(142)
§ 6.2 抽芯力及抽芯距离的确定.....	(148)
§ 6.3 斜销抽芯机构的设计.....	(154)
§ 6.4 弯销抽芯机构的设计.....	(164)
§ 6.5 滑块抽芯机构的设计.....	(169)
§ 6.6 齿轴齿条抽芯机构的设计.....	(175)
§ 6.7 液压抽芯机构的设计.....	(179)
第七章 推出机构的设计	(182)
§ 7.1 推出机构的主要组成与种类.....	(182)
§ 7.2 推杆推出机构.....	(189)
§ 7.3 推管推出机构.....	(197)
§ 7.4 推板(卸料板)推出机构.....	(200)
§ 7.5 推出机构的复位与导向.....	(203)
第八章 压铸模的选材与强化	(209)
§ 8.1 压铸模的失效分析.....	(209)
§ 8.2 压铸模的选材及其热处理.....	(212)
§ 8.3 压铸模的表面强化.....	(217)
§ 8.4 提高压铸模使用寿命的途径.....	(221)
第九章 压铸模的技术条件及设计标准化	(225)
§ 9.1 结构零件的公差与配合.....	(225)
§ 9.2 压铸模的技术条件与验收规则.....	(228)
§ 9.3 压铸模设计标准化.....	(230)

第一章 压铸模设计概述

压铸模是进行压铸生产的主要工艺装备，压铸模结构的合理性、技术上的先进性，模具材料及模具的强韧化处理，这些都很大程度地影响铸件质量及压铸过程。

在设计压铸模之前，应了解各类压铸机的特点、应用范围、机型种类、压铸过程、压铸模的结构组成及压铸模的设计要点等，只有这样才能达到预期的设计效果。

§ 1.1 各类压铸机的结构形式及压铸过程

在压铸生产中，并非每台压铸机都能满足各种产品的需要，一般是根据铸件的特点、生产批量及压铸模的结构来选择设备。选择压铸机的一般原则是：

1. 按不同零件及批量选择

零件的种类很多且批量不大，应选择结构简单、适应性强、能快速调整的压铸机。

对于零件种类少且批量大的生产，应选择配有各种机械化、自动化控制机构的高效率压铸机。

单一产品大批量生产，可选择专用压铸机。

2. 按铸件的结构形式及工艺参数选择

主要考虑铸件的外形尺寸、质量、壁厚及合金种类等因素。

铸件在压铸模分模面上的投影面积愈大，其胀型（模）力也愈大，应采用大锁模力（合模力）的压铸机；铸件的尺寸大，尤其是垂直于分模面方向的尺寸大，则要求开模距离大，应选择相适应的、较大型的压铸机；厚壁铸件要求采用较大比压的压铸机。

一、压铸机的种类及工作过程

压铸机分为热压室式与冷压室式两种。常用的冷压室式压铸机有立式、卧式及全立式三种。

1. 热压室式压铸机的压铸过程与特点

图1.1为热压室压铸机的压铸过程示意图。热压室压铸机的压室浸在保温坩埚的液态金属中，压射机构设在坩埚上面。压铸过程为：当压射活塞3上升时，液态金属1通过进口5进入压室4内；合模之后，当压射活塞（压射头）下压时，液态金属沿通道经喷嘴7充填到压铸模8的型腔内；然后开模取出铸件，完成一次压铸过程。

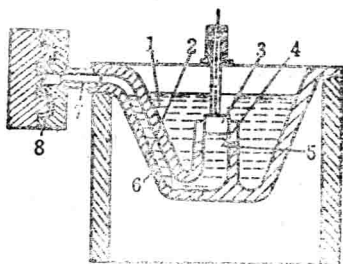


图1.1 热压室压铸机压铸过程示意图

- 1—液态金属 2—坩埚 3—压射冲头 4—压室 5—进口
6—通道 7—喷嘴 8—压铸模

国产常用的热压室压铸机有JZ212, JZ213, JZ2113等型式。其主要参数如表1.1所示。

表1.1 热压室压铸机主要参数

机 型	锁模力 (kN)	压射力 (kN)	最大铸件 质量 (kg)	压室直径 (mm)	工作循 环次数 (次/时)	模具最大 厚度 (mm)	模具最小 厚度 (mm)
JZ213	250	30	0.5	45	600	240	120
JZ2113	1250	85	3.0	80	300	500	250

热压室压铸机的特点：

1) 操作简单, 不需要单独供料, 压射动作能自动进行, 易于实现全自动化生产, 故生产效率高, 工作循环每小时可大于600次。

2) 金属液体由压室直接进入型腔, 所以, 金属液温度的波动范围很小; 同时, 浇注系统所消耗的金属液较其他类型的压铸机少。

3) 金属液是从液面下进入压室, 故不易带入杂质, 有利于保证压铸件质量。

4) 压室和压射活塞长期浸在高温金属中, 故其使用寿命短, 且长期使用会增加合金中的含铁量。

5) 压射比压较低。

根据以上特点, 热压室压铸机只适宜于压铸铅、锡、锌等低熔点合金, 当然亦可压铸镁合金。

2. 立式冷压室压铸机的压铸过程及特点

冷压室压铸机的压室与保温炉(熔化炉)分开, 它是从保温炉中取出金属液浇入压室后进行压铸的设备。

立式冷压室压铸机压室的中心线是垂直的。压铸模与压室的相对位置及压铸过程如图1.2所示。合模后, 浇入压室中的液体金属, 被封住喷嘴孔的反料冲头托住; 当压射活塞向下压到液体金属表面时, 反料冲头开始下降, 打开喷嘴, 液态金属被压入型腔; 待保压、液态金属凝固后, 压射冲头(活塞)退回, 反料冲头(活塞)上升, 切断余料, 并将其顶出压室, 待余料取出后, 再降到原位; 最后开模取出铸件, 完成一个压铸循环。

常用的立式冷压室压铸机型号有J1512, J1513等。表1.2列出了其主要参数。

压铸的主要特点:

1) 金属液体注入直立式压室中, 有利于防止杂质进入型腔;

2) 适合于压铸有中心浇口的铸件;

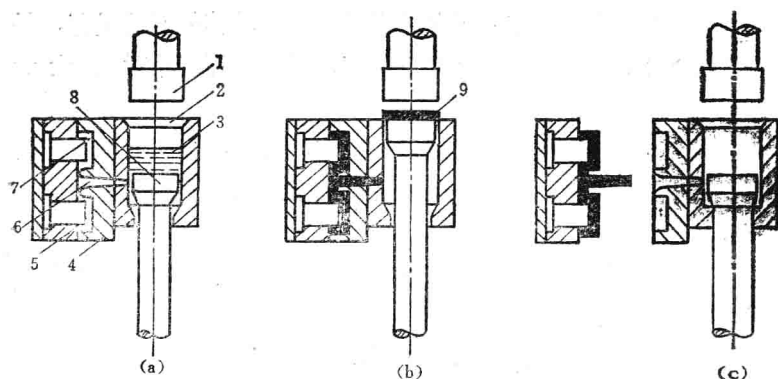


图1.2 立式压铸机压铸过程示意图

(a)合模 (b)压铸 (c)开模

1—压射活塞 2—压室 3—液态金属 4—定模 5—动模 6—喷嘴
7—型腔 8—反料冲头 9—余料

3) 金属液进入压铸模型腔所经道路曲折, 消耗部分压射力, 故需要大的比压;

4) 压铸机直立, 占地面积少;

5) 余料未切断之前不能开模, 这影响了压铸机的工作效率, 另外, 还需要增加一套切断余料的机构, 使压铸机结构复杂化, 维修不便。

表1.2 立式冷压室压铸机主要参数

机型	锁模力 (kN)	压射力 (kN)	铸件最大质量 (kg)	压室直径 (mm)	工作循环次数 (次/小时)
J1512	1150	55, 220, 340	铜 4 铝 1.5	80 100	20~70
J1513	1250	135~340	铜 4.3 铝 1.3	65 80	<200

3. 卧式冷压室压铸机的压铸过程及特点

图1.3所示为卧式冷压室压铸机示意图, 其压室中心线是水平

的。合模后，液体金属浇入压室；压射活塞（压射冲头）向前推进，将液体金属经浇注系统压入型腔；保压一段时间待铸件凝固后开模；余料借助于压射活塞前伸的动作离开压室，随同铸件离开定模一并取出，完成一次压铸循环。

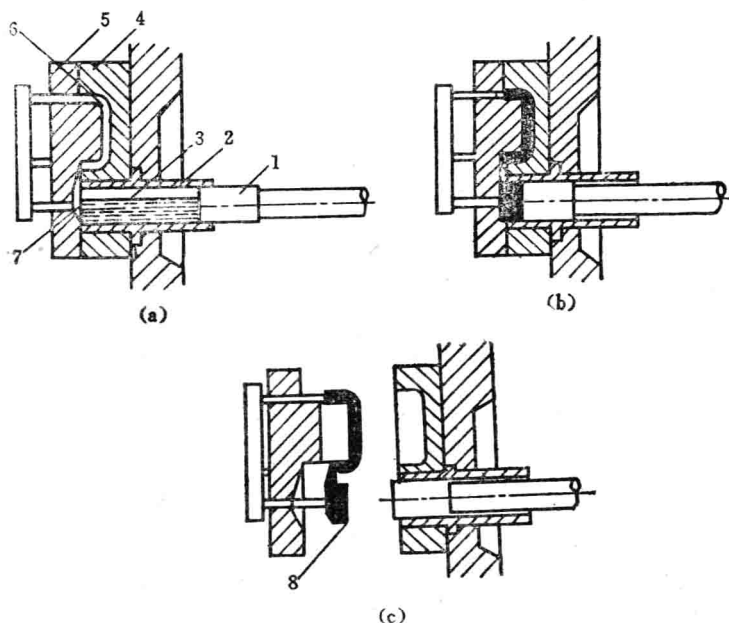


图1.3 卧式压铸机压铸过程示意图

(a)合模 (b)压铸 (c)开模

1—压射冲头 2—压室 3—液态金属 4—定模 5—动模 6—型腔
7—浇道 8—余料

常用的卧式冷压室压铸机有J116、J1113、J1125、J1140、J1163等。其主要参数如表1.3所示。

卧式冷室压铸机的特点：

1) 金属液直接压入型腔，浇注系统较短且转折少，压力损耗少，液态金属损耗也少，有利于发挥增压机构的作用，便于提

高比压，故应用广泛；

表1.3 卧式冷压室压铸机的主要技术参数

机 型	锁模力 (kN)	压射力 (kN)	铸件质量 (kg)	工作循环次数 (次/小时)	压室直径 (mm)
J113	250	40	—	240	25~35
J116	630	40~90	0.25~0.50	240	30~45
J1113	1250	70~140	0.60~1.70	180	40~70
J1125	2500	125~250	1.30~2.50	50~70	50~70
J1140	4000	200~400	2.40~5.60	30~70	65~100
J1163	6300	230~500	5.40~12.50	45	85~130

2) 一般设有偏心 and 中心两个浇注位置，或在偏心与中心之间可任意调节，故应用灵活方便；

3) 操作程序简便，生产率较高，设备维修方便，易于实现机械化、自动化；

4) 金属液体在压室内与空气接触面积大，压射时易于卷入空气，影响铸件质量；

5) 由于需要设置中心浇口，所以模具结构比较复杂；

6) 适用范围广，可压铸非铁合金和铁合金。

4. 全立式冷压室压铸机的压铸过程与特点

压铸模与压室均为立式的压铸机称全立式压铸机，如图1.4所示。

液态金属浇入压室后合模；压射冲头上升，将液态金属压入型腔；保压一段时间，待合金凝固后开模，然后推出（顶出）铸件。

全立式压铸机的特点：

1) 模具水平放置稳固可靠，能很方便地进行浇注与放置嵌件，广泛用于压铸带砂钢片的零件，例如电机转子等；

2) 冲头上下运动十分平稳，金属液注入空间很小的压室，

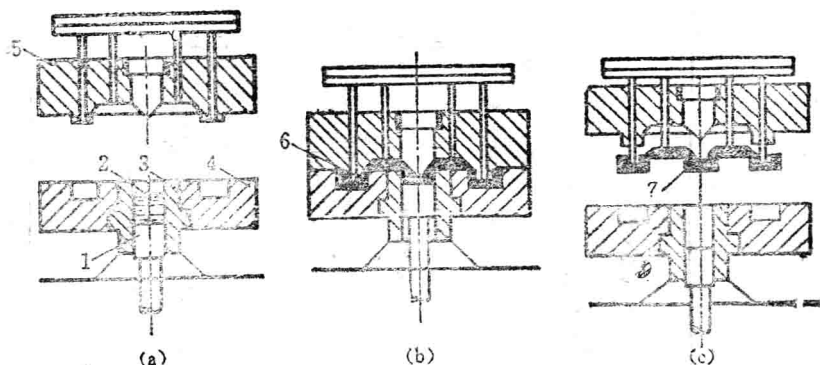


图1.4 全立式压铸机压铸过程示意图

(a)定模与动模 (b)合模压铸 (c)开模

1—压射冲头 2—液态金属 3—压室 4—定模 5—动模 6—型腔
7—铸件

带入型腔的空气很少，易于保证铸件质量；

3) 金属液的热量集中在便于保温的压室内，热量损失少；

4) 金属液直接进入型腔，流程短，压力损失少，金属液利用率高；

5) 整套设备直立，占地面积少。但由于操作不十分方便，难以实现机械化与自动化，其生产率较低。

国产压铸机型号及技术规格见表1.4。

二、压铸机的选择

综上所述，各种压铸机的结构与特点不同，其适应的范围也不一样。根据铸件需要而设计的压铸模，必须满足压铸件的各项要求，同时，也必须选择相适应的压铸机。主要考虑压铸机的锁模（合模、合型）力、压室容积及开模距离等因素。

1. 锁模力的确定

锁模力又叫合型力、合模力，是指压铸机对两半压铸模施加的力。

表 1.4 国产压铸机型号及技术规格

压铸机型号与名称	锁模力 ($\times 10^4$ N)	压射力 ($\times 10^4$ N)	开模力 ($\times 10^4$ N)	最大回程压力 ($\times 10^4$ N)	压铸件质量 (kg)		铸件最大投影面积 (cm^2)	比压 ($\times 10^5$ N/ m^2)	循环次数 (次/小时)	功率 (kW)	外形尺寸 (长 \times 宽 \times 高) (mm)	生产厂
					轻合金	重合金						
J1113 卧式冷室压铸机	25	5	3	1.5	0.35	1.07	51	400	240		3000 \times 820 \times 1560	上海压铸机厂
J1116 卧式冷室压铸机	63	4~9	7	2.5	0.60	1.8	95	565	150~180	10	3670 \times 1200 \times 1360	上海压铸机厂
J1113 卧式冷室压铸机	125	7~14	12.5	4	1.70	7.7	201	365	120	13	4370 \times 1008 \times 1500	上海压铸机厂
J1125 卧式冷室压铸机	250	12.5~25	12	12	2.50		370	650	50~70	15.2	5600 \times 1100 \times 1600	上海压铸机厂
J1125A 卧式冷室压铸机	250	12.5~25	20	12	2.50		320	635	40~50	17	5000 \times 1100 \times 1900	北京锻压机床厂
J1140 卧式冷室压铸机	400	20~40	28.6	18	5.60	14.5	670	510	30~70	25	7400 \times 2340 \times 1900	上海压铸机厂
J1163 卧式冷室压铸机	630	28~50	45	11	12.40	38.2	1412	370	45	27.1	7400 \times 2750 \times 3900	上海锻压机床厂
1000吨 卧式冷室压铸机	1000	90	61	11	26.30	67.3800	450	450	0			上海压铸机厂
4000吨 卧式冷室压铸机	4000	200	240		120					45.6	12420 \times 3750 \times 4370	上海锻压机床厂
JZ113 热室压铸机	125	5.8~8.8	10				830	230	450	6	1435 \times 570 \times 1550	上海压铸机厂
JZ213 热室压铸机	25	2	1.5		0.40~1.00		198	207	570	20	3000 \times 700 \times 1700	上海压铸机厂

锁模力的主要作用是克服压铸过程中的反压射力，以锁紧模具的分模（型）面，防止金属液在压铸过程中的飞溅，从而保证铸件的尺寸精度。它是选择压铸机的主要参数之一，有两种考虑方案。

1) 根据铸件垂直于压铸模分模面的投影面积确定其胀模力 F 。

$$F = pA,$$

式中， F ——胀模力，单位为N；

p ——压射比压，单位为N/m²；

A ——铸件（包括浇注系统、溢流槽及排气槽）在分模面上的垂直投影面积，单位为m²。

为防止压铸时压铸模被胀开，锁模力应大于胀模力，即

$$Q = pA/K,$$

式中， Q ——锁模力，单位为N；

K ——安全系数，一般取0.85~0.95。

从上式可知，铸件在分模面上的投影面积及压射比压愈大，则压铸机的锁模力亦愈大。但锁模力是由压铸机本身设计能力而定，故每台压铸机所能容许铸件在分模面上的投影面积有一定限制。

2) 按反压力计算

所谓反压力是在压射过程中，当液态金属充满型腔的瞬间，作用于型腔内而产生的力。反压力 $F_{反}$ 与铸件在模具分模面上的投影面积 A 和所选用的压射比压 p 成正比，即

$$F_{反} = \Sigma Ap,$$

式中， ΣA ——铸件的总投影面积，单位为m²；

p ——压射比压，单位为N/m²；

$F_{反}$ ——反压力，单位为N。

锁模力 Q 按下式计算

$$Q \geq K(F_{反} + F_{法})$$