

高等专科学校教材

压铸模设计

伍建国 屈华昌 主编



机械工业出版社

高等专科学校教材

压铸模设计

主编 伍建国 屈华昌

参编 江昌勇 顾用中 金 燕

徐 庆 洪 琢 房汝建

主审 丁战生 齐晓杰



机械工业出版社

本书全面、系统地阐述了压力铸造的发展历史、基本原理、成型材料、压铸设备、压铸工艺、压铸模设计等，其最大特色是内容完整、资料详实、图文并茂、理论与实际相结合、通俗易懂、实用性强。

本书为高等专科学校模具专业、铸造专业用教材，也可作为模具技术的培训教材，对从事压铸模设计及研究的技术人员也有较大的实用价值。

压铸模设计

伍建国 屈华昌 主编

*

责任编辑：杨燕 版式设计：冉晓华

封面设计：郭景云 责任校对：肖新民

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张13.5·字数329千字

1995年10月第1版·第1次印刷

印数 0 001—5 000 定价：15.00元

*

ISBN 7-111-04690-0/TG·977（课）

241
16

前 言

随着模具技术的迅速发展，在现代工业生产中，模具已经成为生产各种工业产品不可缺少的重要工艺装备，而压铸模在各类模具中的地位也越来越突出，在各个领域得到越来越广泛的应用。为了扩展学生在工装设计方面的知识，以适应工作的需要，高等专科学校模具专业、铸造专业、锻压专业已普遍开设“压铸模设计”课程。机械制造专业也将“压铸模设计”作为选修课程。本书是根据全国高等专科学校模具专业协会1993年10月修订的“压铸模设计”教学大纲编写的，以满足相关专业的教学需要，并可供模具设计技术人员参考。

本书共分十一章。第一、二章由常州轻工业职工大学江昌勇编写；第三章由常熟高等专科学校顾用中编写；第四章由郑州工业高等专科学校金燕编写；第五章由南京机械高等专科学校屈华昌编写；第六章由南京机械高等专科学校屈华昌、徐庆编写；第七章由上海机械高等专科学校洪琢编写；第八、十一章由沙洲工学院伍建国编写；第九、十章由常州工业技术学院房汝建编写。全书由伍建国、屈华昌主编，无锡模具厂丁战生、哈尔滨工业高等专科学校齐晓杰主审。

本书在编写过程中得到了各参编单位的大力支持和帮助。无锡模具厂屈菊民同志为本书编写提供了大量资料。沙洲工学院王艳辉同志为本书插图做了大量工作。在此表示衷心感谢。

由于编者理论水平和实践经验有限，书中难免有不当和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者
1994年8月

EAC 67/10

目 录

前言	
第一章 绪论	1
第一节 铸造工艺与压力铸造	1
第二节 压力铸造与压铸模	3
第三节 压铸模的现状与发展趋势	3
第二章 压铸概论	6
第一节 压铸的基本原理	6
第二节 压铸成型的特点	12
第三节 压铸件的结构工艺性	13
第四节 压铸合金及其性能	18
第三章 压铸工艺	23
第一节 压射压力及其选择	23
第二节 充填速度及其选择	25
第三节 合金的浇注温度	28
第四节 模具温度	29
第五节 充填时间与持压时间	30
第六节 压铸用涂料	33
第七节 特殊压铸工艺	34
第四章 压铸模与压铸机	40
第一节 压铸模的结构组成	40
第二节 压铸机的结构	42
第三节 压铸机有关参数的校核	47
第四节 国产压铸机的型号及主要参数	50
第五章 浇注系统及排溢系统设计	59
第一节 浇注系统设计	59
第二节 排溢系统设计	77
第六章 压铸模零部件设计	83
第一节 分型面的形式及选择	83
第二节 成型零部件的结构设计及工作尺 寸计算	87
第三节 结构零部件设计及计算	105
第七章 推出机构设计	114
第一节 推出机构的组成与分类	114
第二节 脱模力的确定	115
第三节 常用推出机构	115
第四节 推出机构的复位与导向	121
第五节 其它推出机构	122
第八章 侧向分型抽芯机构设计	130
第一节 抽芯的方式	130
第二节 抽芯力与抽芯距离的确定	131
第三节 斜销抽芯机构	132
第四节 弯销抽芯机构	150
第五节 斜滑块抽芯机构	156
第六节 齿轮齿条抽芯机构	162
第七节 液压抽芯机构	165
第八节 其它抽芯机构	169
第九章 压铸模的预热与冷却	172
第一节 模具的预热	172
第二节 模具的冷却	174
第十章 压铸模常用材料	181
第一节 压铸模工作条件和失效形式	181
第二节 压铸模常用材料	181
第十一章 压铸模设计程序及图例	186
第一节 压铸模设计程序	186
第二节 压铸模设计举例	188
第三节 压铸模结构图例	197
参考文献	211

第一章 绪 论

对于现代产品的大批量生产，有两方面的基本要求：一是技术上要求产品的质量严格符合图样设计要求；二是经济上要求产品的成本低、生产效率高，即要将单件产品的加工工时减小到最低限度，以最少的能耗达到产品结构的功能特性及使用要求。模具因其设计的多样性、成型产品的再现性及质量的可控制性而逐步成为机械制造业中一个独立的行业，在提高产品质量和生产效益、降低能耗等方面发挥了不可低估的作用；采用模具生产零部件，已成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向；现代工业品的发展和技术水平的提高，在很大程度上取决于模具工业的发展水平，因此模具工业对国民经济和社会的发展将起到越来越大的作用。

第一节 铸造工艺与压力铸造

金属成形的基本方法有多种，铸造是一种人们熟悉的最古老的生产金属零件的工艺方法。它采用在铸型内浇入熔融金属的方法直接生产成型产品，不需经过其它机械压力加工等中间工序。

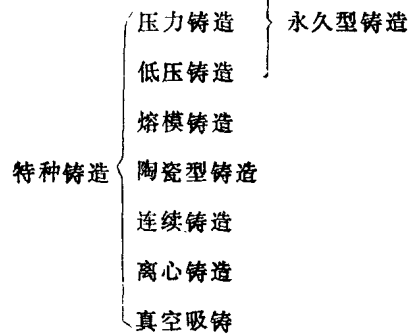
古代和中世纪的历史，都提供了制造和使用铸件的实例。大约5000年前，人们在敞开的铸型里，浇出形状简单的铜制斧头；公元前，铸造已发展至能用两个半型和带芯子的铸型，制成精制的青铜塑像；到中世纪末，装饰青铜和锡基铸件开始用于欧洲的教堂和家庭生活，而铸铁则做成浅黑外形的炮弹和墓碑。我国远在3500年以前，就已经能够铸造出各种大型和精致的铜器，根据对许多出土文物的考证，殷商时代已是青铜文化的末期，全国各地出土的商代铜器种类繁多、形状生动、形体宏伟，上面都雕镂着富丽而细致的图案，足以说明我国当时的铸造工艺已达到了相当高的水平；到战国时期（公元前6、7世纪），我国劳动人民约早于欧洲1700多年便掌握了生铁的铸冶技术。1977年在湖北省随县发掘了一座战国时期的古墓，出土了7000多件珍贵文物，这些珍贵文物证明了我国战国时期的铸冶技术和工艺美术又达到了更高的水平；汉武帝刘彻宣布的“盐铁官营”政策，促进了我国历史上铸冶技术的又一次发展；此后历经唐朝、五代、北宋、元朝等年间，规模逐渐扩大，水平也越来越高，而且也取得了辉煌的成就。南京晨光机器厂继1989年用青铜合金铸造出香港的“天坛”大佛后，又于1994年铸造出“泰国第一佛”释迦牟尼坐像和莲花座的部分，总高22m，重40t，由此表明我国在铸造大型铸件方面已取得了相当大的成功。

今天，几乎所有金属材料通过铸造方法均能制造出形状复杂的零件，并能达到中等的精度和表面粗糙度，铸造方法已成为主要的、应用广泛的加工方法之一。

铸造工艺分类如下：

砂型铸造

金属型铸造



所谓压力铸造，即将熔融合金在高压、高速条件下充型并在高压下冷却凝固成形的一种精密铸造方法，简称压铸，其最终产品是压铸件。压力铸造的高压成形及冷凝这一条件使其在相对低的成本下有大批量生产复杂铸件的独特能力。

压力铸造属于永久型铸造工艺范畴，与金属型铸造相比，要晚几千年，一般认为最初的压力铸造机械出现在19世纪初期，那时印刷行业广泛使用铅锡合金来制造印刷机用的铅字。尽管早期的压铸机与由其发展而成的现代压铸机相比，在外观和性能上远远不及后者先进，但那时的压力铸造方法已显示出它的生产潜力。到了19世纪后期，压铸件在现金出纳机、留声机和自行车生产中的应用日益增多，1904年，富兰克林（H. H. Franklin）公司开始用压铸方法制造汽车的连杆轴承，开创了压铸件在汽车工业中应用的先例，而且一直延续至今。

任何一种制造工艺能生存下来，并成为具有竞争力的方法之一，除了取决于其工艺本身在技术上的优越性以外，同时还取决于其经济地位及与其相竞争的其它工艺方法。压力铸造是所有铸造方法中生产速度最快的一种。表1-1列出了压力铸造工艺与其它生产工艺的比较。

表1-1 压力铸造与其它生产工艺的比较

工艺	压力铸造	金属型铸造	砂型铸造	模锻、模压
材料	铜、锡、锌、镁、铅、铜、合金	铁、铝、镁、铜合金	主要是铁、镁、铝和铜合金	铜、镁、铝和铜合金
生产率	很高，2000件/h(对某些零件)	比较低	低——除非铸造全盘机械化	中等
零件强度	单位强度高	强度高，热处理后特别高	比压铸件和金属型铸件强度小	最高
复杂程度	从简单到很复杂	一般不如压铸件复杂，除非采用芯子	从简单到很复杂	相当复杂

(续)

工艺	压力铸造	金属型铸造	砂型铸造	模锻、模压
外观和表面修饰	很好,可用机械加工、电镀、化学或有机涂料等各种方式来修饰表面	一般用机械加工或打磨,但保留金属基面	较压铸件或金属型铸件差,机械加工或打磨,保留基体金属表层	次于压铸件,通常保留基体金属表层
成本	设备、模具费用高,在产品多的情况下,零件成本低	设备费用低,模具费用中等。零件成本介于压铸和砂型铸造之间	设备、工具费用低,零件成本高	设备、模具费用高,在产品多时单位成本相当低

第二节 压力铸造与压铸模

在压力铸造成型工艺中,用于成型铸件所使用的金属模具称为压铸模。

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。降低压铸件的成木,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。

现代压铸生产中,压铸件的质量与压铸模、压铸设备和压铸工艺这三项因素密切相关。这三项要素中,压铸模最为关键,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,冷却并顶出压铸成形的制件。模具是决定最终产品性能、规格、形状及尺寸精度的载体,压铸模是使压铸生产过程顺利进行,保证压铸件质量的不可缺少的工艺装备,是体现压铸设备高效率、高性能和压铸工艺优质先进的具体实施者,也是工艺改进和新产品开发的决定性环节。由此可见,为了周而复始地获得符合技术经济要求及质量稳定的压铸件,压铸模优劣成败,最能反映出整个压铸生产过程的技术含量及经济效果。

第三节 压铸模的现状与发展趋势

压力铸造是目前铸造生产中最先进的工艺方法之一,因其产品质量好,生产率高,经济效果佳而普遍应用于航空、仪表、汽车、摩托车、电器及日用品等制造行业。以低熔点合金压铸件应用最为广泛,如电表骨架、汽车连杆、壳体及气化器、照相机零件的锌合金压铸件、纺织机械配件、汽车缸体、车门、喇叭、离合器、水泵外壳、减压阀、电机转子中的铝合金压铸件、飞机零件中的镁合金压铸件及黄铜铸成的水暖配件等都是采用压铸工艺加工而成的。为了适应我国机械工业迅速发展的需要,压力铸造这项少无切削工艺已经被积极推广。但对压铸件质量与压铸工艺条件、压铸模具、压铸机性能等的相互关系还缺乏完整系统的理论分析和实验数据,尤其是作为压铸生产过程不可缺乏的工艺装备之一——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。

考察国内外模具工业的现状及其在我国国民经济和现代工业品生产中模具的地位,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。

一、模具基础理论的深入研究及基础技术的不断提高

通过应用性技术把原材料转变成制件,除了需要相关的专门知识外,同时也要求具备先期的许多基础知识。模具基础理论的深入研究,可以对模具的设计、制造和生产提供有价值的指导,模具基础技术的不断提高,为人们对压铸产品生产的各个环节进行综合、优化和衔接提供了有利的条件。这方面内容主要包括压铸件的技术经济性分析,优化设计,质量控制,金属的充填特性分析,金属材料成形的物理化学行为分析,模具的失效分析及对压铸涂料的性能了解等。

二、高新技术在压铸模设计与制造中的应用

从材料——热处理——设计——制造——装配——使用进行成套技术研究,是我国模具工业的发展目标之一。开发压铸模的CAD/CAM,通过定量分析确定合理的模具设计方案及精确的尺寸数值,从而节省设计人员的大量时间和精力;CAD软件存储标准零件和常用零件的数据文件,使许多相类似及相关模具的重复性劳动得以简化;同时,自动加工系统、柔性制模系统等研究均已成为模具中长期发展的课题。这样有助于改善传统的模具设计与制造方法不能适应工业产品及时更新换代及提高质量的现状。

三、实现标准化、专业化和商业化

目前我国的模具标准化工作有一定程度的进展,但与国外工业先进国家的模具标准化生产程度相比,在模具标准体系、标准件的品种和规格以及标准化的管理工作等方面仍有较大的差距。模具只有实现标准化生产,采用先进的自动化设备和技术生产优质模具标准件和标准组件,并与国际标准接轨,这样才能缩短制模周期,提高模具通用零件的互换性和适应性,同时也便于模具的更换、修配和检测。

实现模具的标准化、专业化和商业化,有助于形成整个模具工业的行业优势,克服了单枪匹马,各自为政的分割局面,将行业内部的互耗竞争转向行业具有整体竞争优势。这也是社会主义市场经济条件下行业发展的趋势之一。

四、开发国内市场

我国模具技术水平大约落后于国外工业先进国家15~20年,许多精密复杂、大型、长寿命模具的自主开发生产能力还很薄弱,因此,以国内市场为导向,以开发上述成套模具为重点,挡住进口,积极推广模具科研成果,在实现国产化的基础上促进出口,才能提高模具工业本身的社会效益和经济效益。大型薄壁压铸模、精密铸造模具、发动机壳体压铸模的设计制造技术是关键;同时研究综合性能优良的模具钢、新型有效的压铸涂料和先进的压铸模具维修技术是提高压铸模寿命,降低铸件成本的主要途径之一,也是提高市场竞争力,占据国内国际模具市场的有力措施。

五、加强人才培训和生产管理

无论是压铸模还是其它广泛应用的模具,其设计与制造技术是多学科、多工艺的综合交融,技术的进步需要专业人才的培训和开发,需要合理的政策与措施鼓励更多的技术人员从事模具科研工作,并使模具科研成果尽快转化为生产力。目前我国模具工业中生产缺乏科学管理,模具的市场价格与其价值相背离,阻碍了模具工业的发展。因此,除了宏观上积极推广模具科研成果,加强模具的标准化、专业化、商品化管理及模具价格的理顺工作外,还应

该完善行之有效的生产管理体制，对工艺规程、质量标准、成本核算等从长计议，加以优选并推广。

综上所述，模具工业作为国民经济的基础工业，近几年在国内受到一定程度的重视，也有了较快的发展，1989年3月国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中，把模具工业列为技术改造序列的第一位、生产和基本建设序列的第二位，这是对模具工业的莫大支持，为振兴模具工业创造了极好的条件。压铸模的设计、制造有很强的专业性和实践性。有志于从事压铸模设计的学生，在掌握压铸模设计的基本知识和基础实践技能的同时，还应积极了解国内外压铸模的有关新知识和新的技术动态，使自己在这一行业中有所建树。

第二章 压铸概论

压力铸造的主要特征是液态金属以高压、高速充填模具型腔，并在高压下结晶、成型。压铸方法有两种：一是热室压铸，二是冷室压铸，其主要区别在于熔化坩埚的位置。图 2-1 简要列出了压力铸造的主要工序。

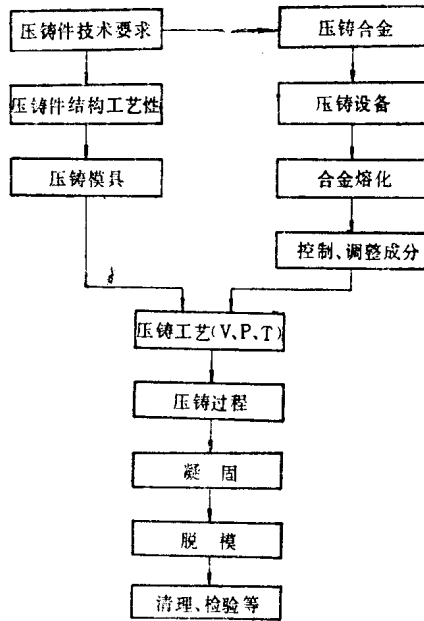


图 2-1 压力铸造的主要工序

第一节 压铸的基本原理

一、压铸机工作的基本原理

压铸机是压力铸造的基本设备，压铸过程是通过压铸机实现的。压铸机一般分为热压室压铸机和冷压室压铸机两大类。冷压室压铸机又分为卧式压铸机和立式压铸机（包括全立式压铸机）两种。

（一）热压室压铸机的基本原理

热压室压铸机的压室通常浸入坩埚的金属液中，如图 2-2 所示。压铸机用杠杆机构或压缩空气产生压力来推动压射冲头运动。

在压铸过程中，金属液在压射冲头上升时，通过进口由熔化坩埚进入压室；压射冲头下压时，金属液沿着通道经喷嘴充填入压铸模型腔；待冷却凝固成型

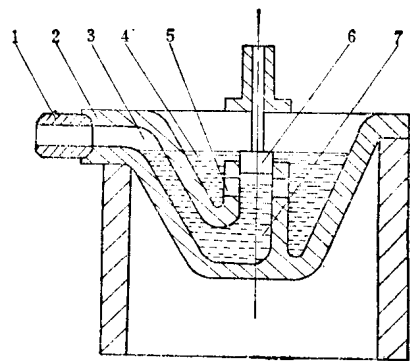


图 2-2 热压室压铸机原理图

1—喷嘴 2—坩埚 3—通道 4—金属液 5—进口 6—压射冲头 7—压室

后,即可开模取出压铸件,完成一个压铸循环。

(二) 冷压室压铸机的基本原理

冷压室压铸机的压室与熔化坩埚是分开的,压铸时,需要由熔化坩埚内盛取金属液浇入压室后再进行压铸。根据压铸模与压室的相对位置,冷压室压铸机可分为立式、卧式、全立式三种型式。

1. 立式冷压室压铸机的基本原理 压室的中心线是垂直的,压铸过程如图2-3所示。在压铸过程中,浇入压室中的金属液被反料冲头托住,为了使金属液在压射前不致流入模内,保证反料冲头在开始加压前堵住浇口套的浇道孔,通常用弹簧或液压控制阀控制,将反料冲头支持在所要求的高度;压射冲头下压至金属液面时,反料冲头开始下降,落入锥形孔内,这时便打开了浇道孔,金属液被压入模具型腔;保压冷凝后,压射冲头回升,同时反料冲头上升,切断余料并将其顶出压室;此后开模取出铸件(此时反料冲头已回至原始位置),完成一个压铸周期。

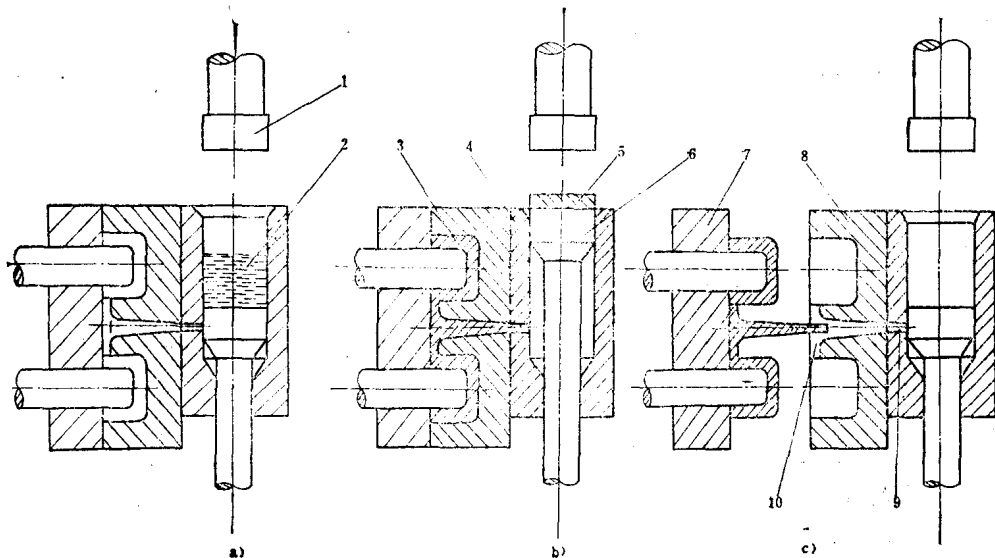


图2-3 立式冷压室压铸机压铸过程示意图

a) 合模 b) 压铸成型 c) 开模取件

1—压射冲头 2—金属液 3—型腔(压铸件) 4—压室 5—余料 6—反料冲头

7—动模 8—定模 9—喷嘴 10—浇道

2. 卧式冷压室压铸机的基本原理 压室的中心线是水平的,压铸过程如图2-4所示。在压铸过程中,金属液通过浇注孔浇入压室;压射冲头向前推进,将金属液经浇道压入模具型腔;保压冷凝后开模,余料和压铸件一起取出,完成一个压铸周期。

3. 全立式冷压室压铸机的基本原理 压室的中心线是垂直的。图2-5所示为全立式冷压室压铸机的压铸原理,其中图2-5 a 为压射冲头上压式,其压铸过程与卧式冷压室压铸机相类似;图2-5 b 为压射冲头下压式,其压铸过程与立式冷压室压铸机相类似。

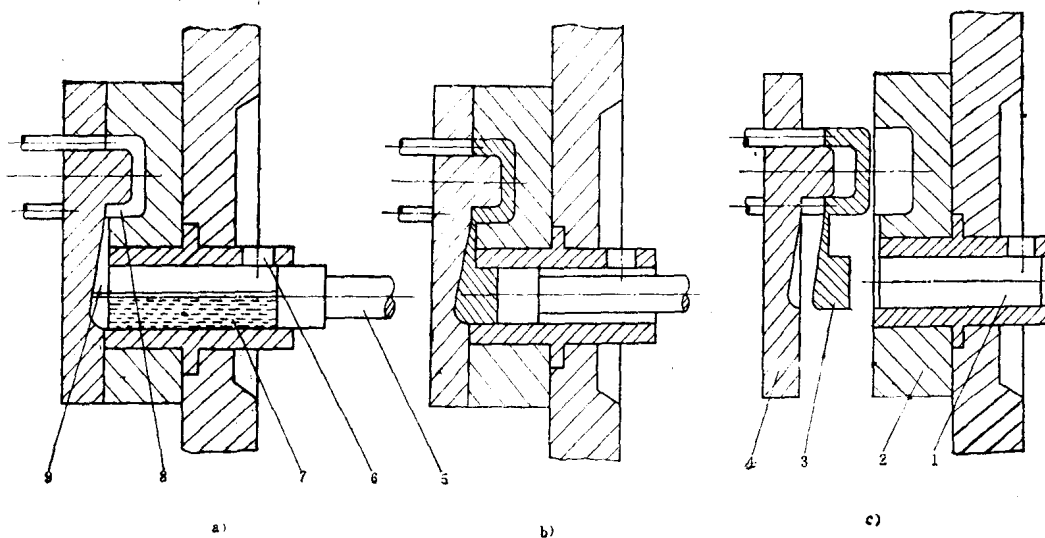


图2-4 卧式冷压室压铸机压铸过程示意图

a) 合模 b) 压铸成型 c) 开模取件

1—压室 2—定模 3—余料 4—动模 5—压射冲头 6—浇注孔 7—金属液 8—型腔 9—浇道

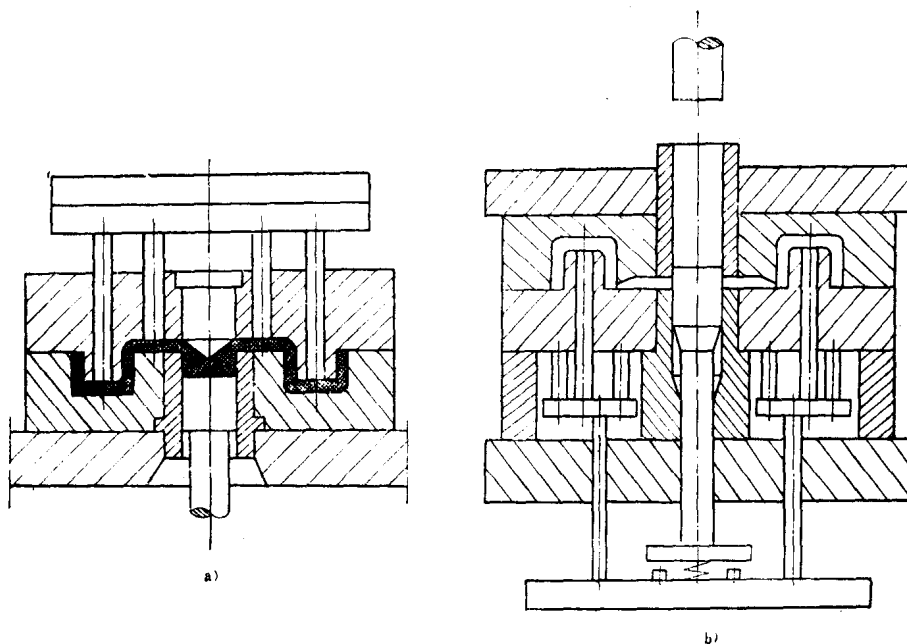


图2-5 全立式冷压室压铸机的压铸原理图

a) 压射冲头上压式 b) 压射冲头下压式

二、压铸过程中金属液的流动状态及其流动特性

压铸过程中金属液在高压高速下充填模具型腔的时间极短，一般仅几分之一秒。最初阶段是完全的喷射，此后在短时间内，一方面向型腔各部位充填，一方面在非常复杂地变化着，直至充满型腔为止。正确认识金属液的流动状态及其变化，掌握金属充填形态的规律，并充分利用金属液的这种特性，是正确设计浇注系统，压铸出良好铸件的一个决定性因素。

(一) 充填时液态金属流的种类及对其特性的利用

要观察压铸中的金属液的流动状态及其流动特性，并不是一件容易的事情，国内外压铸工作者对金属充填形态也提出过各种不同观点。现就实验中所得知的金属液充填状态，简述如下：

1. 喷射及喷射流 压铸机在通常的压铸条件下把金属液压入一般的压铸模型腔内，在最初阶段，通过内浇口后的金属液在运动能的作用下，以很高的速度象枪弹一样向前直射，其方向取决于内浇口的方向，这种状态的金属流称作“喷射”，如图2-6所示。

高速喷射的金属液会同型腔壁和型芯或别的金属流相冲撞，此时，金属液内的一部分运动能量即转变为热能和压力，并且在改变金属液流速和前进方向的同时，沿着型腔壁流动。由于剩余的运动能使金属液沿直线前进的特性仍较强，因此这个阶段的金属流与一般的压力流的性质（从压力高的一面流向低的一面）有所不同，称之为“喷射流”，如图2-6所示。

喷射及喷射流具有一个很明显的特性，即在很大的运动能量的作用下能够直线前进。利用这种特性可以先充填那些阻力较大的部位及没有排气槽的部位，而这些部位靠压力流是难以充填的。

2. 压力流及其利用 仅有喷射和喷射流，还不足以使金属液充填整个型腔，在多数情况下，喷射和喷射流所保持的运动能量在金属液尚未充满时，就由于在型腔内发生冲撞、摩擦和气体阻力等而耗损殆尽。因此，应使充填到金属流的“后流”部分（金属液最后到达的部分）的金属液，在后续的金属液推动下前进，这个阶段的金流称之为“压力流”。图2-7所示为从喷射、喷射流到压力流的状态，这样的压力流发生在偏离喷射及喷射流的通路部分（例如铸件上的凸台）和远离内浇口的部位。

压力流在阻力少的通道上前进的特性是很强的。在压力流所充填的部位，若压力流分成几股支流，则金属流的阻力分散；若出现阻力大的岛状部位，金属液只能在其周围流动，而不能充填到阻力大的部位。造成金属流阻力的主要因素是压铸件的厚薄不匀、金属流的弯折运动、型腔表面粗糙度高、型腔内有气体压力等等。

压力流没有喷射流那样大的运动能量，但是它却具有接受后续金属液中供给的压力能，从而使金属液沿着型腔内壁前进的特性。利用这种特性，可以很便利地把型腔内的气体有效地排出去，在压力流充填的部位，汇集着由喷射和喷射流所充填部分的气体，因此在这部位必须开设排气槽。

3. 再喷射现象 在压力流或喷射流的通道突然变大的部分（薄壁到厚壁的变化部位），

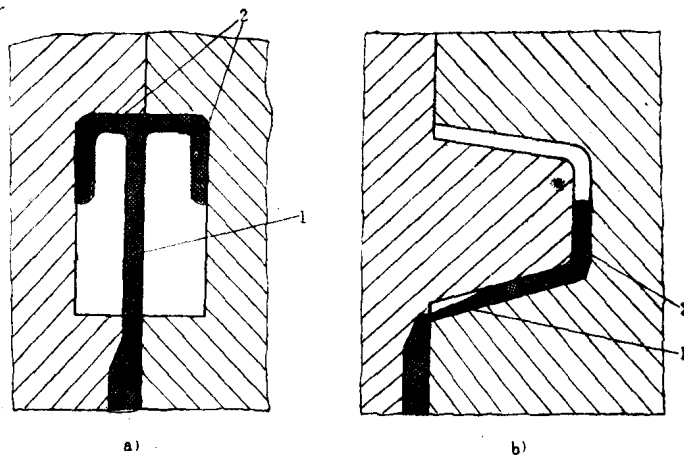


图2-6 喷射及喷射流
1—喷射 2—喷射流

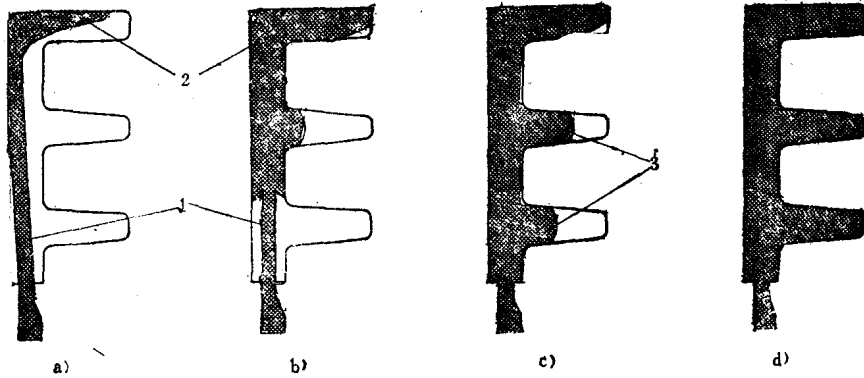


图2-7 由喷射、喷射流转变为压力流

- a) 喷射的前端开始转变为喷射流阶段
 - b) 金属液由喷射流进入型腔约有型腔容积一半的阶段
 - c) 压力流的阶段
 - d) 完成充填的阶段
- 1—喷射 2—喷射流 3—压力流

金属液又一次地离开型腔壁形成喷射状态，这种喷射状态称之为“再喷射”，如图2-8所示。

从图2-8中可以看出，发生再喷射的部位很容易产生气孔和缩孔，故型腔内以不发生再喷射为最理想。因此在设计压铸件和压铸模时应尽可能避免再喷射现象的发生，但实际上往往难以避免，为此应采用首先向发生再喷射的部位充填金属液的内浇口方案，同时采取提高补缩金属流效果的办法，把内浇口设在靠近铸件厚壁的部位为宜。

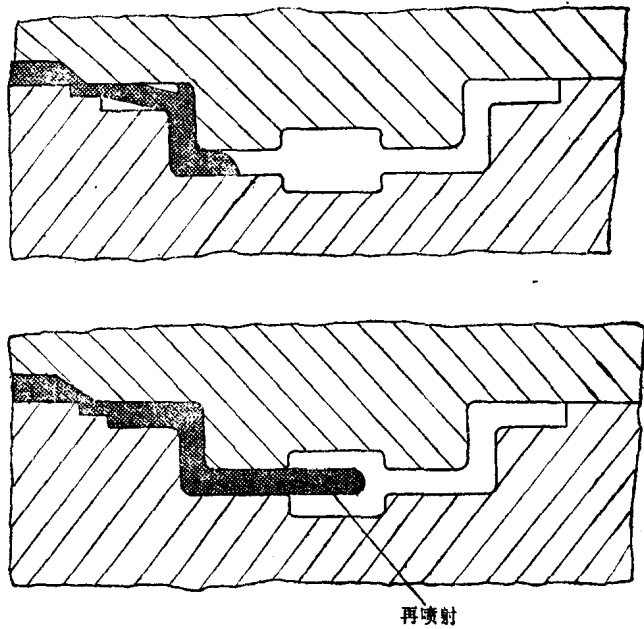


图2-8 再喷射状态

4. 补缩金属流 金属液的温度一降低便会产生收缩，当金属液温度降低时，其表面和内部温度并不同时下降。金属液的表面层极快冷却，随后内部温度也跟着下降。由此可知，金属液先从表面开始凝固，内部稍微迟后凝固而收缩。在此过程中，如果不向其内部补充金属液则会产生缩孔，补缩金属流就是在内浇口部位的金属液尚未凝固之前，立即增高室内的压力，向型腔内补充金属液。

理想的压铸件，应该是在金属液充填完毕到全部凝固完之前，立即进行加压补缩，补缩金属流起作用的时间越久，则压铸件质量越好。这一想法的实现在理论上是可行的，即使模具温度在有梯度的情况下进行压铸，也就是设法让充填终了的金属液，先从远离内浇口处开始凝固，然后顺次地向内浇口方向凝固，内浇口处最后凝固。但实际施行时，模温的控制较

难，而且还需有相当厚度的内浇口。目前压铸生产实践中，尽管压铸件还未按上述工艺方法制成，但多数可以满足质量上的要求。不过，对于有气孔和缩孔等内部缺陷的产品，应采用上述定向凝固方法。这就要求设计压铸模时，注意考虑冷却水孔的位置、内浇口的位置及尺寸等，设法控制模温，以便达到顺序定向凝固的要求；同时应对压铸机的压射性能、金属液的凝固时间等充分地进行分析，使加压补缩能够及时有效地发挥作用。

以上对压铸金属流的种类作了介绍，但各阶段之间并没有明确的界限，例如，喷射流在其初期与喷射具有同样大的运动能量，因此直进特性强；随着金属流前进而运动能量逐步耗损，作为喷射流的性质也随之减弱，最终阶段变为压力流。

(二) 影响压铸金属流的因素

压铸过程中金属液的充填形态与铸件结构、压射条件、模温、金属液的温度和粘度以及浇注系统的形状尺寸等都有着密切的关系，这些因素的改变，也会导致金属液充填形态的改变。

1. 金属流随压射条件的改变而改变

图 2-9 a ~ d 所示是金属液高速压射时的情况，图 2-9 a 指金属液在压入型腔前的准备状态，图 2-9 b 是完全喷射状态，图 2-9 c 和 d 为喷射流直线前进充填型腔，直到内浇口附近的连续喷射状态，随后金属流变为压力流卷入气体。

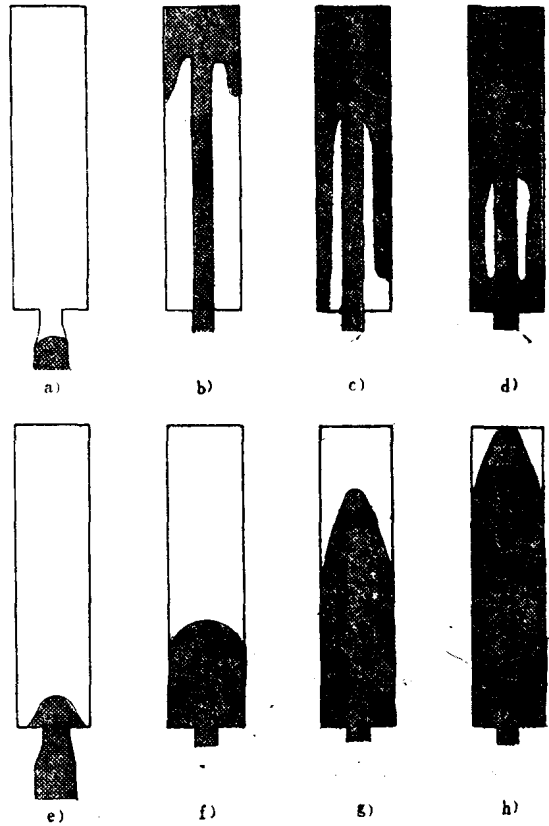


图 2-9 金属流随压射条件的改变而变化

图 2-9 e ~ h 所示是以低速压射使金属液充填到约为型腔容积的 $\frac{1}{3}$ (图 2-9 f) 并立即转换成高速压射的金属流。此时，图 2-9 e、f 阶段不会发生喷射现象，图 2-9 g、h 阶段的金属液通过内浇口之后，必须顶着它前面的金属液进行充填，因此，图 2-9 g、h 阶段即使是喷射流，也不会发生喷射状态。当此种条件改变时，金属流同样又会改变。采用三级压射速度的定点压射是改善充填形态的有效方法，即压射缸在压射过程中，按充填各阶段的要求，分为三级压射速度，每一级压射的始终位置，均有严格的控制。

2. 内浇口的形状对压铸金属流的影响 对压铸中的金属流影响最大的因素，就是内浇口的形状，图 2-10 所示为几种基本浇口的形状和金属液喷射方向，由此可见，内浇口形状决定着金属液的喷射方向，这在设计压铸模时需认真考虑。

(三) 金属流与压铸件的质量

金属流与压铸件的质量之间的关系，目前还未发现其中系统的规律性，但可表现为如下几种倾向。

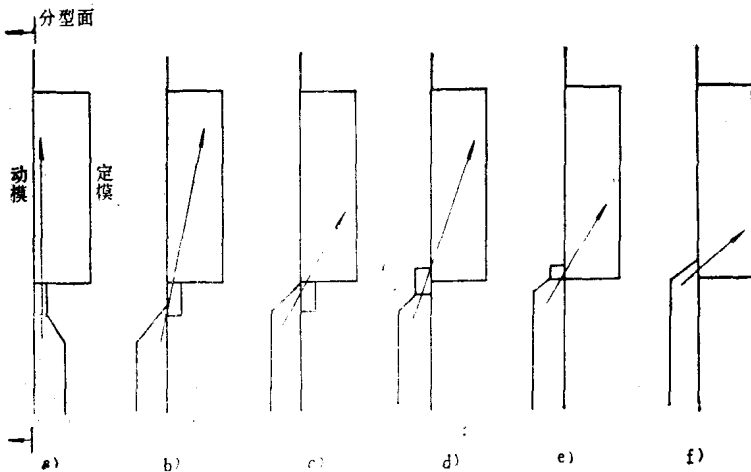


图2-10 基本内浇口形状与金属液的喷射方向

1. 表面质量 金属流的流速越快，压铸件的表面质量越好，越光滑；如果金属流的流速相同，通过的金属液越多，压铸件的表面质量越好。因此，由喷射流充填的部位要比由压力流充填部位的表面质量好；在薄壁部位设置内浇口易获得光亮的表面（但此时内部缺陷增多）。

2. 内部质量 在金属液充填终了到增压压力完全上升止，而金属液尚未开始凝固的条件下，金属液流速越缓慢，则内部缺陷越少；如果在相同的时间内金属液充填完毕，则压力流成型的铸件比喷射流成型的铸件的内部缺陷少。但是，采用压力流的压铸件的形状，总是会把气体封闭在里面，从而产生局部面积较大的内部缺陷，此时应在容易把气体封闭的部位用喷射流的充填形式来减少内部的缺陷。

3. 强度及气密性 引起压铸件强度降低的原因主要有气孔、缩孔、冷隔等，要克服这些缺点，就必须对压铸模的设计、压铸机的性能、压铸条件等加以综合考虑。如保持合适的金属液温度和模温，并在金属液开始凝固前即行充填加压以消除冷隔等缺陷；有效地排除气体以获得气孔少、强度及气密性质量高的压铸件；对容易发生缩孔的铸件，采用能够充分发挥加压补缩效果的压铸模的设计方案和压铸工艺。

第二节 压铸成型的特点

一、压铸成型的优点

1) 生产效率高，生产过程容易实现机械化和自动化。一般冷压室压铸机平均每小时压铸50~90次，而热压室压铸机平均每小时压铸400~900次，可以进行连续大量生产，如果采用一模多件压铸，产量可以成倍增加。

2) 压铸件的尺寸精度高，表面粗糙度低，一般压铸件可不加工或少加工，提高了合金的利用率，节省了大量的机械加工工时及相应的加工设备投资。

3) 金属液在压铸模内冷却迅速，又在压力下结晶，因此在铸件靠近表面的一层晶粒较细，组织致密，压铸件的强度和表面硬度都较高。压铸件的抗拉强度可比砂型铸件大25%~30%，但伸长率有所下降。