



新世纪高职高专教改项目成果教材

XIN SHI JI GAO ZHI GAO ZHUAN JIAO GAI XIANG MU CHENG GUO JIAO CAI

模具设计与制造系列

压铸成形工艺 与模具设计

屈华昌 主编



高等教育出版社

新世纪高职高专教改项目成果教材

压铸成形工艺与模具设计

屈华昌 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是新世纪高职高专教改项目成果教材,是根据作者多年的教学经验并汲取高职高专模具专业教学改革成果组织编写的。

全书共分 10 章,主要介绍了金属压铸成形在工业生产中的重要地位、压铸技术的现状及发展趋势、各种类型压铸机的压铸基本原理与工艺过程、压铸成形的特点、压铸模设计、压铸模常用材料及压铸模成形零件的热处理工艺,重点介绍了压铸成形工艺和压铸模设计。

编者以内容的科学性为核心,做到概念清楚、结构严谨、理论有据,由简到繁、由浅入深、主次分明,力求知识结构完整统一。教材在保持基本理论的前提下,编入了大量理论联系实际的内容与工厂工程应用中的各类实例。为了方便学生学习与思考,每章后面均附有思考题。

本书适用于高职高专、成人高校及民办高校模具类专业学生使用,也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

压铸成形工艺与模具设计/屈华昌主编. —北京: 高等教育出版社, 2004. 6

ISBN 7-04-014679-7

I. 压... II. 屈... III. ①压力铸造 - 高等学校: 技术学校 - 教材 ②压铸模 - 设计 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 042922 号

策划编辑 赵亮 责任编辑 李京平 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 马静如 责任校对 尤静 责任印制 孔源

出版发行 高等教育出版社

购书热线 010-64054588

社址 北京市西城区德外大街 4 号

免费咨询 800-810-0598

邮政编码 100011

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

总 机 010-82028899

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787 × 1092 1/16

版 次 2004 年 6 月第 1 版

印 张 13

印 次 2004 年 6 月第 1 次印刷

字 数 310 000

定 价 16.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》(教高[2000]3 号,以下简称《计划》)。《计划》的目标是：“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位、作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面，重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时，为了贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》(教高[2000]2 号)的精神，教育部高等教育司决定从 2000 年起，在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院(以下简称高职高专院校)中广泛开展专业教学改革试点工作，目标是：在全国高职高专院校中，遴选若干专业点，进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点，经过几年的努力，力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业，推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来，各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力，在高职高专教育人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践，取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广，从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量，我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨，并从中遴选出了一批较为成熟的成果，组织编写了一批“新世纪高职高专教改项目成果”教材。这些教材结合教改项目成果，反映了最新的教学改革方向，很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2002 年 11 月 30 日

前 言

本书是教育部新世纪高职高专教改项目成果教材。

按照现代模具工业技术人员必须具备正确设计压铸成形模具和合理制订压铸成形工艺的知识、技术和能力的人才培养目标要求，本书介绍了金属压铸成形在工业生产中的重要地位、压铸技术的现状及发展趋势、各种类型压铸机的压铸基本原理与工艺过程、压铸成形的特点，重点介绍了压铸成形工艺和压铸模设计。

模具技术是一门综合性很强的学科，是近年来飞速发展的学科之一。本书力求知识新型实用，结合近年来模具技术的发展，注重反映国内外的先进技术。考虑到模具专业学生的知识结构，在内容的安排上力求知识结构完整统一，以便于教师组织教学。为了方便学生学习与思考，每章后面均附有思考题。

本书适用于各类高职高专、成人高校及民办高校模具类专业学生使用，也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

本书第1、2、5、8章由南京工程学院屈华昌编写，第3、10章由桂林航天航空专科学校叶东编写，第4章由沈阳工业学院李湘宁编写，第6、7章由南宁职业技术学院诸小丽编写，第9章由南京工程学院陆文龙编写。全书由南京工程学院屈华昌任主编并负责全书的统稿及修改，南宁职业技术学院诸小丽任副主编。东南大学许映秋教授审阅了本书。

本书在编写过程中得到了南京工程学院以及兄弟院校、有关企业专家的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

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

编 者

2004年2月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

目 录

第 1 章 压铸成形技术	1	第 6 章 压铸模零部件设计	96
1.1 金属液态成形的技术	1	6.1 分型面及其选择	96
1.2 金属压铸成形在工业生产中的 重要地位	3	6.2 成形零部件的结构设计	101
1.3 压铸模技术的现状及发展趋势	3	6.3 成形零部件工作尺寸计算	111
思考题	6	6.4 结构零部件的设计	119
第 2 章 压铸成形基础	5	思考题	128
2.1 压铸的基本原理与工艺过程	5	第 7 章 推出机构设计	129
2.2 压铸过程中金属液的流动状态 及其流动特性	12	7.1 推出机构的组成与分类	129
2.3 压铸成形的特点	16	7.2 脱模力的确定	130
2.4 压铸件的结构工艺性	19	7.3 常用推出机构的设计	131
2.5 压铸合金及其性能简介	25	7.4 推出机构的复位与导向	137
思考题	27	7.5 二次推出机构	138
第 3 章 压铸成形工艺	29	7.6 二次分型机构	141
3.1 压射比压及其选择	29	思考题	143
3.2 充填速度及其选择	33	第 8 章 侧向抽芯机构设计	144
3.3 充填时间、持压时间与留模时间	34	8.1 侧向抽芯机构的分类及组成	144
3.4 合金的浇注温度	36	8.2 抽芯力与抽芯距的确定	145
3.5 模具温度	37	8.3 斜销侧向抽芯机构	148
3.6 压铸用涂料	39	8.4 弯销侧抽芯机构	160
3.7 特殊压铸工艺	41	8.5 斜滑块侧抽芯机构	165
思考题	45	8.6 齿轮齿条侧抽芯机构	170
第 4 章 压铸模与压铸机	47	8.7 液压侧抽芯机构	174
4.1 压铸模的结构组成	47	思考题	180
4.2 压铸机及其选用	53	第 9 章 压铸模的冷却	181
4.3 国产压铸机型号及主要技术参数	65	9.1 压铸模的冷却方法	181
思考题	69	9.2 冷却通道的设计计算	183
第 5 章 浇注系统和排溢系统的设计	70	9.3 冷却系统的布置	186
5.1 浇注系统的组成	70	思考题	188
5.2 内浇口的分类与设计	71	第 10 章 压铸模常用材料	189
5.3 横浇道设计	82	10.1 影响压铸模寿命的因素及措施	189
5.4 直浇道设计	84	10.2 压铸模常用材料及热处理要求	192
5.5 排溢系统的设计	90	10.3 压铸模成形零件的热处理工艺	194
思考题	95	思考题	198
		参考文献	199

第 1 章

压铸成形技术

在现代机械制造工业中，模具工业已经成为国民经济中非常重要的行业。现代产品的大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，即将单件产品的加工工时减少到最低限度，以最少的能耗达到产品结构的特性和使用要求。模具因其设计的多样性、成形产品的再现性和质量的可控制性，使其在现代成形方法中，在提高产品的质量与产生效益、降低能耗等方面发挥着极其重要的作用。采用模具成形技术生产零部件已经成为现代工业生产的重要手段和工艺发展方向。许多新产品的开发生产，在很大程度上依赖于模具的设计与制造，特别是在汽车、摩托车、家电、电子和航天工业中显得尤为重要。模具设计水平的高低和模具制造水平的强弱，已经成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一，直接影响到国民经济中许多行业的发展。

压铸是压力铸造的简称。压力铸造是将熔融的合金液注入压铸机的压室中，压室中的压射冲头以高压、高速将其充填入金属模具的型腔，并在高压下冷却凝固成形为金属零件的一种方法。

1.1 金属液态成形的技术

众所周知，材料被分为金属与非金属两大类。采用材料液态成形技术成形机器的零部件或各类产品，被广泛应用在非金属材料中的，数塑料的注射成形和挤出成形为多，而在金属材料中，数铸造为最。

铸造的过程是将金属熔炼成具有一定的流动性的液态合金，然后浇入具有一定几何形状和尺寸大小的型腔中，在重力场或外力场的作用下，液态合金充满型腔，待凝固冷却后就成为所需要的机器零件或毛坯。

铸造是一门科学技术，也是历史上最悠久的一种金属成形工艺，它促进了社会生产力的发展。4 000 多年前，由于青铜铸造的出现，人类才由石器时代进入金属时代，人类文化也才得以迅速的发展。在各个历史时期，铸造总是在其他专业和科学发展的同时，得到了相应的发展。铸件是标志一个民族具有悠久历史文化的见证，也是人类智慧和文明的记载者。据文献记载和实物考察，我国铸造生产技术至少已有 4 000 年以上的历史。远在 3 500 年以前，我国已经能够铸造出各种大型和精致的铜器。河南安阳出土的殷商祭器司母戊鼎，重达 800 余千克，

2 第1章 压铸成形技术

长、高都超过1米，四周饰有精美的蟠龙等。湖北随县出土的64件编钟，铸造精巧，韵律准确，音色优美。这些证据足以说明在青铜文化末期的殷商时代，我国当时的铸造工艺已经达到了相当高的水平。到公元前6世纪，我国劳动人民已掌握了生铁冶炼技术，约比欧洲早1800多年。到战国时期，用生铁铸造的农具和手工工具已取代青铜成为当时主要的生产工具，使社会面貌发生了巨大的变化。河北兴隆出土的燕国冶铸作坊铁范87件，说明当时可以铸造铁锄、铁斧、铁镰、铁凿和车具等铸件，体现了很高的工艺水平。此后经历了唐朝、五代、北宋等年代，铸造的规模逐渐扩大，铸造水平也越来越高。历史上勤劳智慧的中华儿女对铸造技术作出了伟大的贡献。解放前，由于不注重发展生产，铸造生产长期处于落后状态。解放以来，经过几十年的努力，各地建立起了适应国民经济各行各业所需要的大、中、小型铸造车间，引进和自行设计制造了许多铸造自动生产线，铸造水平得到了很大提高，铸造技术有了飞速发展。

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，并能达到中等精度和表面粗糙度，铸造这一金属液态成形方法已经成为机械工业中广泛应用的加工方法之一。

近代的铸造方法很多，但基本上可分为砂型铸造和特种铸造两类。砂型铸造基于铸型的性质不同有湿型铸造、干型铸造和表面干型铸造三种；基于造型设备不同又可分为手工造型、机器造型和生产线造型铸造。特种铸造根据形成铸件的条件不同又可分为熔模铸造、金属型铸造、压力铸造、陶瓷型铸造、低压铸造和连续铸造等。按照铸造合金的不同有铸铁、铸钢、铸造铜合金、铸造铝合金、铸造镁合金、铸造锌合金等的铸造。

随着科学技术的发展，现代铸造技术和铸造方法已经把液态金属成形技术提高到了一个更高的水平，真空密封造型、气压造型、冷冻造型等新的造型工艺得到了发展与应用；实型铸造、磁型铸造、石墨型铸造、反压铸造、挤压铸造、悬浮铸造等新的铸造技术不断涌现并得到应用。现在，金属液态成形的技术已经提高到了一个崭新的阶段。

压力铸造属于特种铸造中金属型(即压铸模)在压铸机上进行生产的一种精密铸造，其最终产品称为压铸件。

压力铸造与金属型重力铸造相比较，要晚几千年，它依赖于压力铸造机械的诞生。19世纪初，印刷行业广泛使用铅锡合金来制造印刷机用的铅字就是用压铸机制成的。尽管早期的压铸机和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，但那时的压力铸造已显出了它的生产潜力。19世纪后期，压铸件在现金出纳机、留声机和打字机生产中的应用日益增多。1904年，富兰克林(H. H. Franklin)公司开始用压铸的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。随着我国改革开放的日益深入，汽车和摩托车工业的飞速发展，压力铸造日益显露出它强大的生命力。压力铸造是所有铸造方法中生产速度最高的一种，它的特点与其他铸造工艺相比较见表1.1。

表 1.1 压力铸造与其他铸造工艺的特点比较

工 艺	压 力 铸 造	金 属 型 铸 造	砂 型 铸 造
材 料	锡、锌、铝、镁、铜合金	铝、镁、铁、铜合金	主要是铁、铝、镁、铜合金
生 产 率	很高(一般铝合金60件/h)	比较低	低(除非机械化生产)
零 件 强 度	强度高	强度较高(热处理后更高)	比压铸件和金属型铸件强度低
复 杂 程 度	从简单到复杂	一般不如压铸件复杂	从简单到复杂

续表

工 艺	压 力 铸 造	金 属 型 铸 造	砂 型 铸 造
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修饰表面	一般用机械加工或打磨、但保留金属基体表层	比压铸件或金属型铸件差, 可机械加工或打磨, 保留金属基体表层
成本	设备、模具费用高, 在大批量生产情况下零件成本低	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

1.2 金属压铸成形在工业生产中的重要地位

如前所述, 模具是工业生产中的重要工艺装备, 是国民经济各部门发展的重要基础之一。金属压铸成形所用的模具称为压铸模, 是用于成形金属压铸件的模具, 它是型腔模中的一种类型。随着机械工业, 尤其是汽车、摩托车、航空和仪器仪表工业的发展, 金属压铸件的需求量越来越大, 精度等质量要求也愈来愈高, 这就要求压铸模具的开发、设计与制造的水平也必须越来越高。

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, 在这三项要素中, 压铸模质量最为关键, 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, 压铸模是使压铸生产过程顺利进行, 保证压铸件质量不可缺少的工艺装备, 是体现压铸设备高效率、高性能和合理先进压铸工艺的具体实施者, 也是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, 压铸模的优劣成败是关键, 它最能反映出整个压铸生产过程的技术含量及经济效果。

据新近有关统计资料表明, 在国内外模具工业中, 各类模具占模具总量的比例大致如下: 冲压模、塑料模约各占 35% ~ 40%, 压铸模约占 10% ~ 15%, 粉末冶金模、陶瓷模、玻璃模等其他模具约占 10% 左右, 因此, 压铸模的应用在各类模具的应用中占有“老三”的位置。随着我国经济与国际的接轨, 汽车、摩托车和航空工业的飞速发展, 压铸件的应用大有快速上升的趋势。压铸的应用在世界范围内的情况是: 汽车部件约占 70%, 摩托车部件约占 10%, 农业机械约占 8%, 电信电器约占 7%, 其他约占 5%。以上实际统计的数字表明, 压铸成形工业在基础工业中的地位和对国民经济的影响显得日益重要。

1.3 压铸模技术的现状及发展趋势

1.3.1 压铸模的现状

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、生产率高和经济效

4 第1章 压铸成形技术

益佳被普遍应用于各类制造行业。以锌合金为代表的低熔点合金压铸件应用较为广泛，如电表骨架、汽车连杆、壳体、照相机零件等；铝合金压铸件应用日益增多，大多使用在纺织机械配件、汽车缸体、车门、离合器、水泵外壳、减压阀、摩托车发动机曲轴箱、电机转子等；飞机零件中因对材料的比强要求较高而常常采用镁合金压铸件较多。

为了适应我国机械制造工业迅速发展的需要，压力铸造这项少切削、无切削成形工艺已经被积极推广。但对压铸件质量与压铸模、压铸设备和压铸工艺等相互关系还缺乏完整系统的理论分析和实验数据，尤其是在压铸模的制造精度、模具标准化程度、制造周期、模具寿命以及压铸机的自动化程度和精度等方面与工业发达国家相比，仍有一定的差距。一般认为，我国模具技术水平大约落后于工业发达国家 15~20 年，许多精密技术、大型薄壁和长寿命压铸模具（例如汽车发动机壳体压铸模）自主开发的生产能力还较薄弱。目前，应在模具先进的设计技术、先进的制造技术和开发研制优质的模具材料等方面下功夫，以提高模具的整体制造水平和模具在国内、国际的市场竞争能力。

1.3.2 压铸模技术的发展趋势

在过去的 10 余年，我国的模具工业和模具技术得到了快速发展，但是还不能完全满足国民经济高速发展的需要。考察国内外模具工业的现状及其我国国民经济和现代工业产品生产中模具的地位，从压铸模的设计理论、设计实践和制造技术出发，大致有以下几个方面的发展趋势。

1. CAD/CAE/CAM 技术在模具设计与制造中的应用

经过多年的推广应用，模具设计“软件化”和模具制造“数控化”已经在我国模具企业（包括民营企业）中成为现实。采用 CAD 技术是模具生产的一次革命，是模具技术发展的一个显著特点。引用模具 CAD 系统后，模具设计借助计算机完成传统设计中的各个环节的设计工作，大部分设计与制造信息由系统直接传送，图纸不再是设计与制造环节的分界线，也不再是制造、生产过程中的唯一依据，图纸将被简化，甚至最终消失。近年来，国外 CAD 技术发展主要有如下特点：

CAD 技术及其应用日趋成熟，发达国家机械制造业中 CAD 覆盖率超过 60%；注重 CAD 专业应用软件的开发；开放式、分布工作站网络上的 CAD/CAM 集成化系统迅速发展，以工作站、微机为基础的 CAD 系统已成为应用主流，并组成网络，实现了资源共享和信息集成，降低成本，提高效率；CAD 系统朝智能化专家系统的方向发展。

在大型复杂压铸模设计过程中，浇注系统的金属流动模拟显得必不可少。因此，CAE 技术的应用对压铸模技术的发展起到十分重要的作用，今后一段时期内，国内的模具企业要提高 CAD/CAE/CAM 技术在压铸模设计与制造中的应用层次。

2. 大力发展快速原型制造

压铸模是型腔模具中的一种类型，其模具型腔是由凹模和凸模所组成。对于具有形状复杂的曲面压铸件，为了缩短研制周期，在现代制造模具技术中，可以不急于直接加工出难以测量和加工的模具凹模和凸模，而是采用快速原型制造技术，先制造出与实物相同的样品，看该样品是否满足设计要求和工艺要求，然后再开发模具。快速原型制造 (RPM) 技术是一种综合运用计算机辅助设计技术、数控技术、激光技术和材料科学的发展成果，采用分层增材制造的新

概念取代了传统的去材或变形法加工，是当代最具有代表性的制造技术之一。快速原型制造工艺方法有选区激光烧结、熔融堆积造型和叠层制造等。利用快速成形技术不需任何工装，可快速制造出任意复杂的工件以及甚至连数控设备都极难制造或根本不可能制造出来的产品样件，这样大大减少了产品开发风险和加工费用，缩短了研制周期。目前，这种先进的快速原型制造设备，我国某些大学正在生产和进一步的开发研制。该项先进制造技术在国内少数的塑料和压铸企业也已经开始应用，并且正在大力推广中。

3. 研究和应用模具的快速测量技术与逆向工程

在产品的开发设计与制造过程中，设计与制造者往往面对的并非是由 CAD 模型描述的复杂曲面实物样件，这就必须通过一定的三维数据采集方法，将这些实物原型转化为 CAD 模型，从而获得零件几何形状的数学模型，使之能利用 CAD、CAM、RPM 等先进技术进行处理或管理。这种从实物样件获取产品数学模型的相关技术，称为逆向工程或反求工程技术。对于具有复杂自由曲面零件的模具设计，可采用逆向工程技术。首先获取其表面几何点的数据，然后通过 CAD 系统对这些数据进行预处理，并考虑模具的成形工艺性再进行曲面重构以获得模具的凹模和凸模的型面，最后通过 CAM 系统进行数控编程，完成模具的加工。原型实样表面三维数据的快速测量技术是逆向工程的关键。三维数据采集可采用接触式（如三坐标测量机测量和接触扫描测量）和非接触式（如激光摄像法等）方法进行。采用逆向工程技术，不但可缩短模具设计周期，更重要的是可提高模具的设计质量，提高企业快速应变市场的能力。逆向工程是一项先进现代模具成形技术，目前，国内能采用该项技术的企业还不多，应逐步加以推广和应用。

4. 发展优质模具材料和采用先进的表面处理技术

模具材料的选用在模具的设计与制造中是一个涉及到模具加工工艺、模具使用寿命、铸件成形质量和加工成本等的重要问题。国内外的模具工作者在分析模具的工作条件、失效形式和如何提高模具使用寿命的基础上进行了大量的研究工作，开发研制出具有良好使用性和加工性能好、热处理变形小、抗热疲劳性能好的新型模具钢种，原来压铸模成形零件所使用的 3Cr2W8V 钢已逐渐被 H13 钢（美国牌号）等其他新型钢种所代替，取得了较好的技术和经济效益。另外，模具成形零件的表面抛光处理技术和表面强化处理技术方面的发展也很快，国内的许多单位进行了研究与工程实践，取得了一些可喜的成绩。目前，上述的研究与开发工作还在不断地深入进行，已取得的成果也正在大力推广。

5. 提高模具标准化水平和模具标准件的使用率

模具标准化的水平在某种意义上也体现了某个国家模具工业发展的水平。采用标准模架和使用标准零件，可以满足大批量制造模具和缩短模具制造周期的需要。目前，我国压铸模标准化工作有了一定的进展，GB/T 4678.1—1984 ~ GB/T 4678.15—1984 是压铸模零件的 15 个标准；GB/T 4679—1984 是压铸模零件技术要求的标准；GB/T 8844—1988 是压铸模技术要求的标准；GB/T 8847—1988 是压力铸造模具术语的标准。但与工业发达国家的模具标准化程度相比较，在标准体系、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，并与国际标准接轨，才能缩短制模周期，提高模具通用零件的互换性，便于模具零件的更换、维修和检测。实现模具标准化和提高模具标准件的使用率，有助于形成整个模具工业的行业优势，提高整体竞争力。

6 第1章 压铸成形技术

6. 模具的复杂化、精密化与大型化

为了满足铸件在各种工业产品中的使用要求，压铸成形技术正朝着复杂化、精密化与大型化方向发展，例如汽车发动机壳体压铸件的压铸成形。大型的铸件模具需要开发研制大型的自动化压铸机，更需要采用先进的模具 CAD/CAE/CAM 技术来设计与制造模具，否则这类投资上百万元以上的模具研制将难以获得成功。

此外，在铸件模型腔和型芯的铣削方面，高速($1 \times 10^4 \sim 4 \times 10^4$ r/min)数控铣削机床已经在许多模具企业中得到推广和应用，这对于提高成形零件的表面质量和缩短模具制造周期起到了十分重要的作用。

思考题

1. 压力铸造与金属液态成形技术之间有什么关系？
2. 金属压铸成形在工业生产中有何重要地位？
3. 试分析压铸模技术的发展趋势。

第 2 章

压铸成形基础

压力铸造的主要成形工艺特征是液态金属以高压、高速充填金属模具的型腔，并且在高压下结晶、凝固和成形，因此压铸成形过程中金属液流动的状态与特性将会影响到铸件的质量。同时，针对压铸的工艺特点，铸件的结构工艺性对铸件质量的影响也需要引起足够的重视。压铸机是压力铸造的基本设备，压铸的过程是通过压铸机实现的。压铸机一般可分为热压室压铸机和冷压室压铸机两大类，因此压铸模设计工作者还必须了解和掌握热压室压铸机压铸与冷热压室压铸机压铸的基本原理和工艺过程。

2.1 压铸的基本原理与工艺过程

2.1.1 热压室压铸机压铸的基本原理与工艺过程

热压室压铸机是锌合金及锡、铅合金等低熔点合金压铸的常用设备，它的压室通常浸入在坩埚内的金属液中，压铸机用杠杆机构或压缩空气产生的压力来推动压射冲头的运动，其压铸原理如图 2.1 所示。

压铸过程中，压射冲头 4 上升使进料口 3 露出时，金属液由熔化坩埚进入压室 5；压射冲头下压时，金属液沿着通道 6 经喷嘴 7 进入压铸模的浇注系统充填模具的型腔；待冷却凝固成形后，即可开模并且由推出机构推出铸件。模具喷刷涂料合模后，再进行下一个循环的压铸操作。

2.1.2 冷压室压铸机压铸的基本原理与工艺过程

冷压室压铸机的压室与熔化合金的坩埚是分开的，压铸时，需要从熔化炉的坩埚内盛取金属液注入压室后再进行压铸。按照压铸模与压室的相对位置，冷压室压铸机又可分为立式、卧式和全立式三种形式。

1. 立式冷压室压铸机压铸的基本原理与工艺过程

立式冷压室压铸机的模具开合模呈水平方向，其压室的中心线与开合模方向垂直，压铸过程如图 2.2 所示。压铸开始时，反料冲头 5 上升堵住喷嘴 8 的进料孔，金属液注入压室 3，如

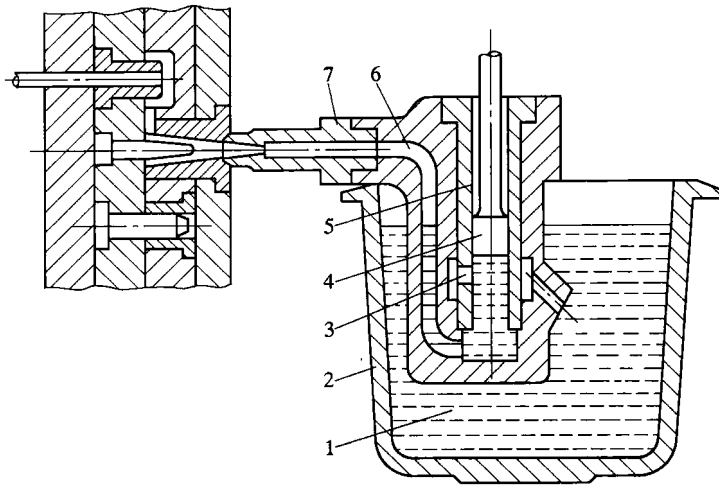


图 2.1 热压室压铸机压铸过程示意图

1—金属液；2—坩埚；3—进料口；4—压射冲头；5—压室；6—通道；7—喷嘴

图 2.2a 所示；接着压射冲头 1 下压至金属液面时，反料冲头开始下降，直至落入锥形孔内，这时喷嘴进料孔打开，金属液通过浇注系统被压入模具型腔，保压冷却凝固后，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，如图 2.2b 所示；最后推出机构开始工作，推杆(图中未画出)将压铸件推出模外，同时，反料冲头回至原始位置，完成一个压铸周期，如图 2.2c 所示。为了让反料冲头在工作过程中按一定的时间程序上升与下降到一定高度，反料冲头通常由液压控制阀控制。

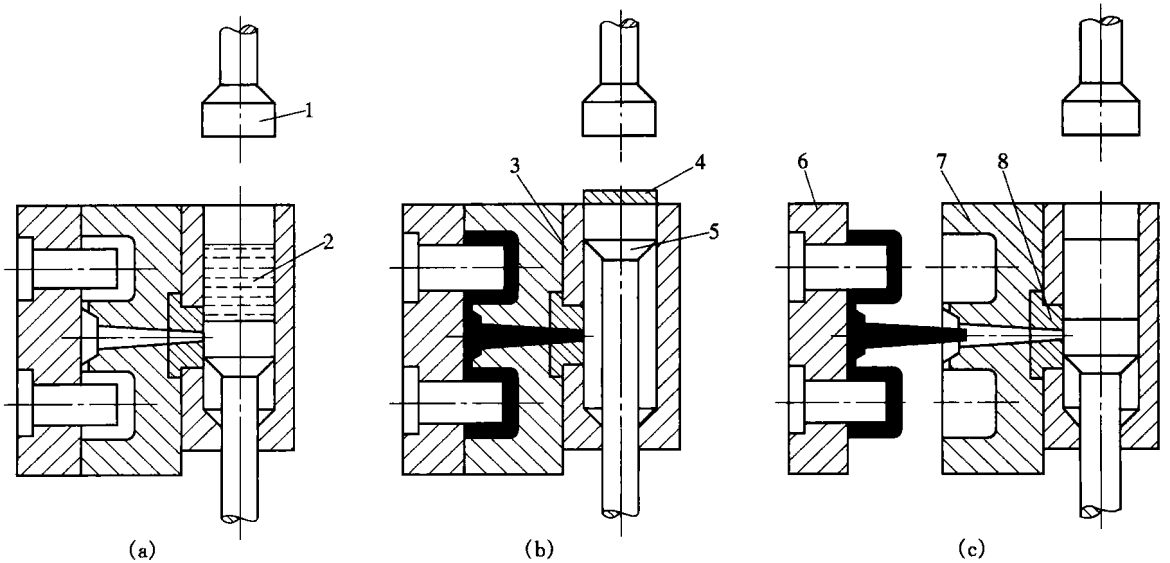


图 2.2 立式冷压室压铸机压铸过程示意图

1—压射冲头；2—金属液；3—压室；4—余料；5—反料冲头；6—动模；7—定模；8—喷嘴

2. 卧式冷压室压铸机压铸的基本原理与工艺过程

卧式冷压室压铸机的模具开合模方向和压室的中心线均呈水平方向，压铸过程如图 2.3 所示。压铸开始时，金属液通过浇注孔 7 注入压室 1 中，如图 2.3a 所示；接着压射冲头 6 向前推进，将金属液通过浇注系统压入模具的型腔，如图 2.3b 所示；保压冷却凝固后开模，压铸件包紧型芯 10 留于动模 5 上，同时压射冲头将浇注系统凝料推出定模 3，最后推出机构开始工作，推杆 11 将压铸件推出模外，与此同时，压射冲头复位，完成一个压铸周期，如图 2.3c 所示。

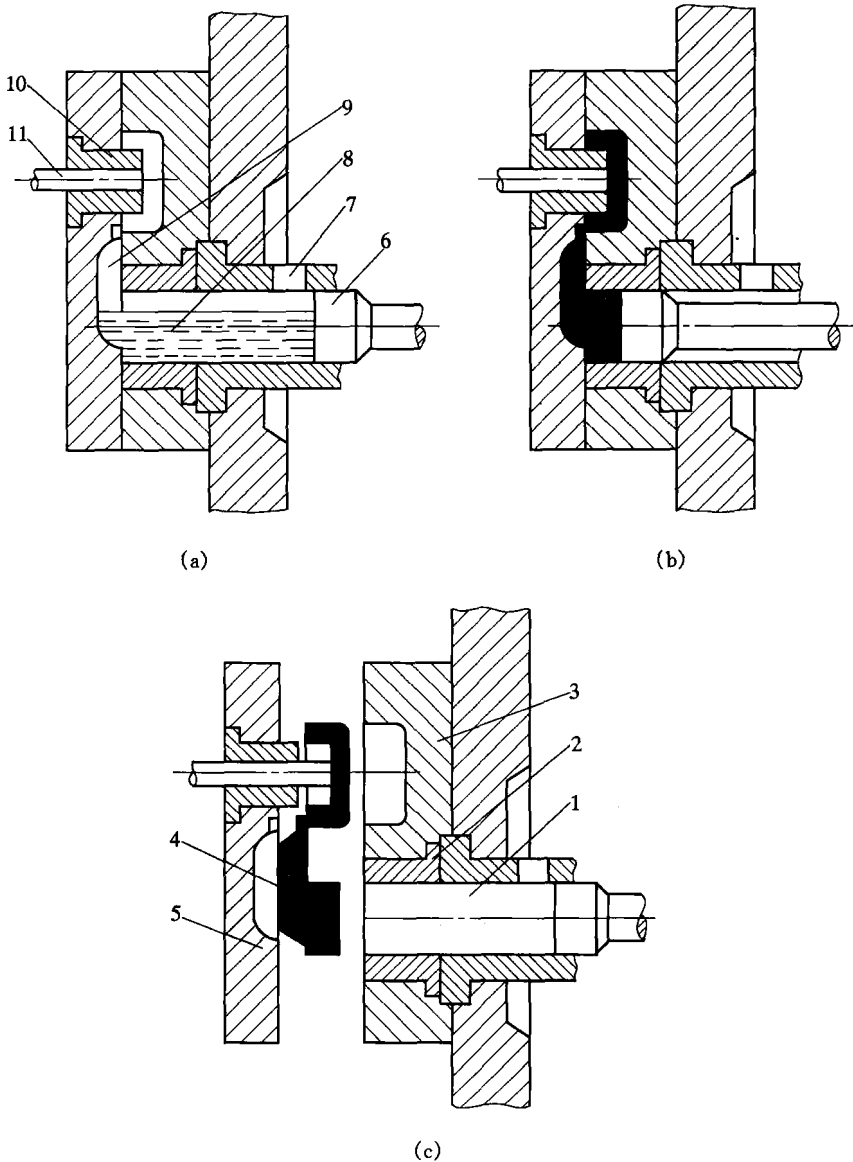


图 2.3 卧式冷压室压铸机压铸过程示意图

1—压室；2—浇口套；3—定模；4—浇注系统凝料；5—动模；6—压射冲头；
7—浇注孔；8—金属液；9—浇注系统通道；10—型芯；11—推杆

3. 全立式冷压室压铸机压铸的基本原理与工艺过程

全立式冷压室压铸机的模具开合模方向和压室的中心线均垂直于水平方向。根据压射冲头在模具上的位置不同，又可分为冲头上压式和冲头下压式两种。

(1) 冲头上压式压铸机压铸的基本原理与工艺过程 冲头上压式全立式压铸机压铸过程如图 2.4 所示。压铸开始时，模具先分型开模，金属液注入下模 6 的浇口套 5 中，如图 2.4a 所示；接着，压铸机上工作台向下移动使模具合模，压射冲头 7 向上推进，金属液通过浇注系统充填模具型腔，如图 2.4b 所示；保压冷却凝固后，上模向上移动开模，压铸件包紧在上模的分流锥上，压射冲头同时向上移动，使余料从浇口套中脱出与压铸件一起留在上模，最后推出机构开始工作，推杆 2 将压铸件推出模外脱模，同时压射冲头复位，完成一个压铸周期，如图 2.4c 所示。

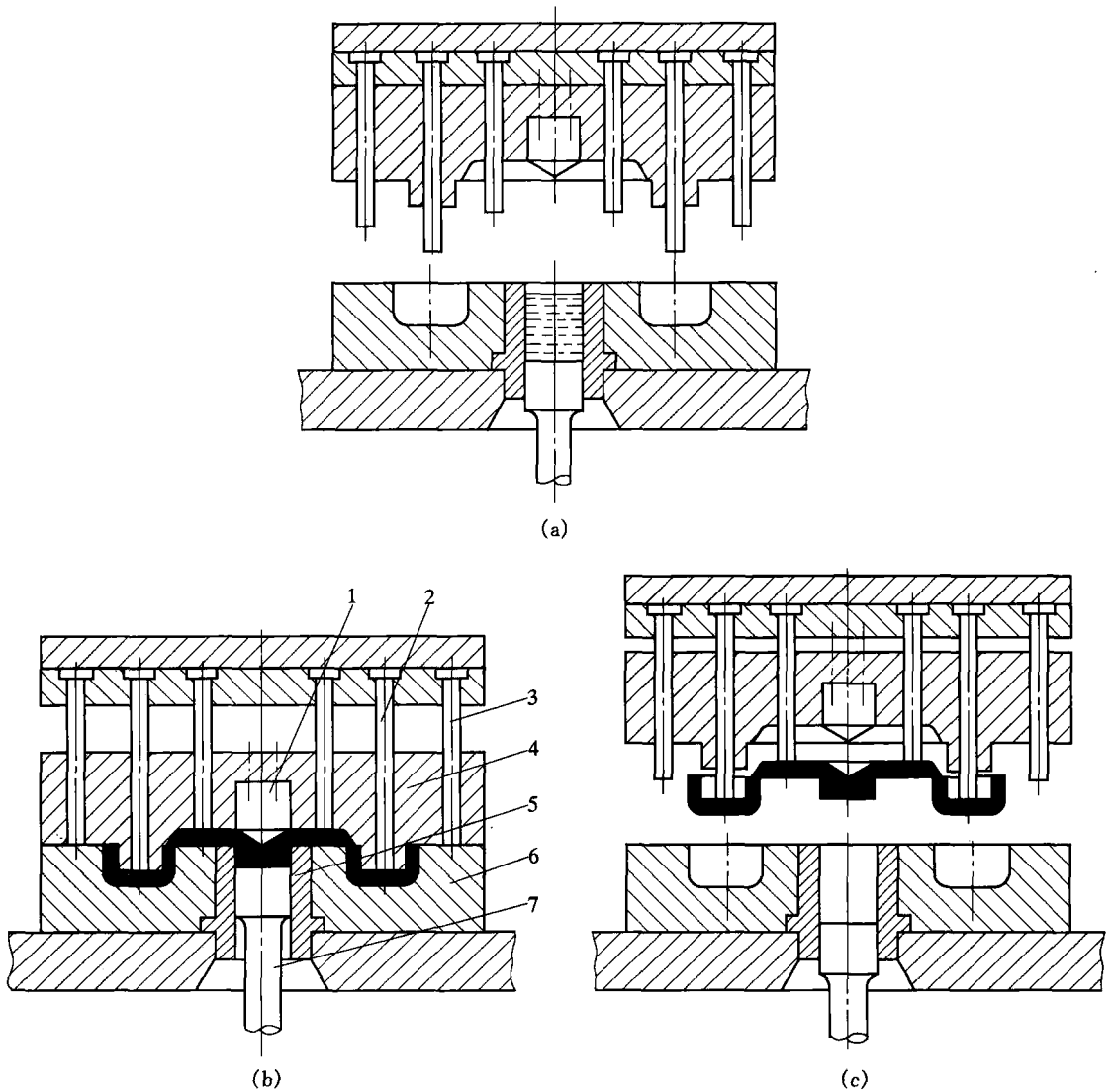


图 2.4 冲头上压式全立式压铸机压铸过程示意图

1—分流锥；2—推杆；3—复位杆；4—上模；5—浇口套；6—下模；7—压射冲头