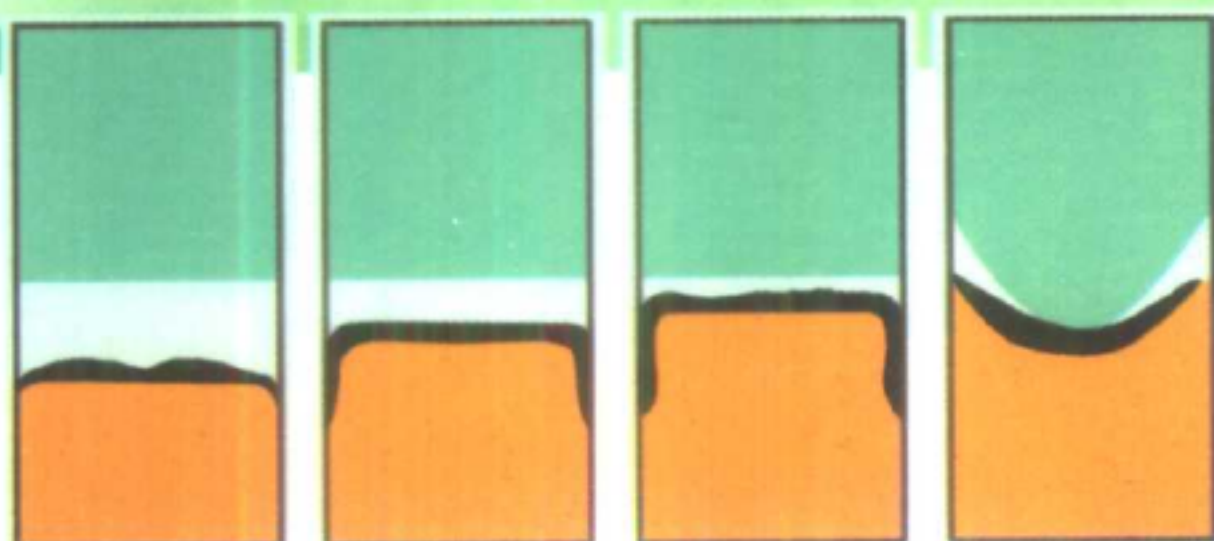


负压实型铸造 及铸件质量

马幼平 许云华 贾刘卡 编著

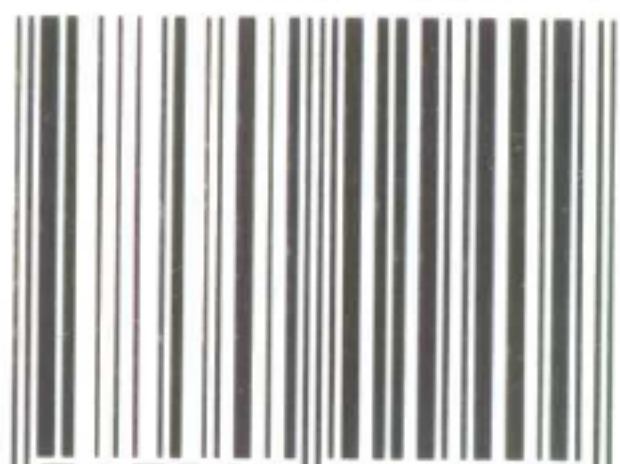


冶金工业出版社



负压实型铸造 及铸件质量

ISBN 7-5024-2940-9



9 787502 429409 >

ISBN 7-5024-2940-9

TG · 306 定价 20.00 元

1024996

负压实型铸造及铸件质量

马幼平 许云华 贾刘卡 编著

北 京

冶金工业出版社

2002

内 容 提 要

本书以作者多年来的技术研究和实践经验为基础,结合负压实型铸造工艺方面的最新研究成果,系统地介绍了新型负压实型铸造工艺及其铸件质量控制。全书共分三篇十一章,其内容包括:负压实型铸造工艺形成的历史背景,与负压实型铸造相关工艺技术原理简况,负压实型铸造技术应用优势及现状,负压实型铸造工艺应用过程中的几个关键技术问题,负压实型铸造工艺原理,负压实型铸造工艺材料,负压实型铸造工艺装置,负压实型铸造充型特点及工艺设计,负压实型铸造工艺实例分析,负压实型铸造的耐火涂料,负压实型铸造缺陷的分析和质量控制方法等。

本书内容新颖,实用性强,通俗易懂,可供铸造领域的企业、研究单位的有关技术人员和生产管理工作者阅读,也可供大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

负压实型铸造及铸件质量/马幼平等编著. —北京:
冶金工业出版社, 2002. 5

ISBN 7-5024-2940-9

I. 负… II. 马… III. ①真空密烘铸造—工艺
②铸件—质量 IV. TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 009478 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 章秀珍 美术编辑 王耀忠 责任校对 朱 翔 责任印制 李玉山

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2002 年 5 月第 1 版, 2002 年 5 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 8.125 印张; 215 千字; 249 页; 1-3000 册

20.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

铸造生产以异型的金属毛坯和零件供应国民经济各部门,首先供给机器制造业及金属加工业。它是机械工业的基础,是工业生产的重要组成部分。当前,铸造生产的发展受到许多因素的限制,要求在稳定铸件质量的前提下,应尽量地节省原材料及能源,降低成本,减少公害,努力实现铸造生产过程机械化、自动化和专业化,以达到优质、高产、低耗、少污染的要求。“优质”的含义一般包括铸件的重量轻、性能好、尺寸精度及表面光洁度高等方面。为了实现上述的要求,人们对老的铸造工艺方法进行了改进和革新,并研制出许多新的工艺方法。负压实型铸造工艺正是在这种背景下形成和发展起来的,其工艺方法有力地推动了铸造生产不断向前发展。

国外出现负压实型铸造比我国早,20 世纪 70 年代末期,由于各门学科的相互渗透,有关新技术和新材料的相继出现,从而诞生了实型铸造(EPC)工艺与抽真空和干砂技术相结合的第三代造型法——负压实型铸造,并获得专利。它实质是将真空密封造型法与实型铸造进行工艺嫁接,形成的一种新的铸造方法,因而,它保留了真空密封造型法和实型铸造的主要优点,克服了它们各自的缺点和局限性。这不仅是实型铸造技术的新突破,更是实型铸造法的新发展。20 世纪 80 年代末期,随着许多实际问题的解决,其应用范围日益广泛。这种负压实型铸造法已被国内外铸造界誉之为 21 世纪的“铸造新技术”和“绿色铸造工程”。

负压实型铸造工艺设备简单,工艺操作简便灵活,对铸件的适应性较强,铸件质量可靠,适用于品种多、几何形状复杂的单件或大批量铸件生产采用。它的出现曾引起国内铸造工作者的关注,目前国内不少工厂也先后将这一工艺成功地用于生产,积累了许

— 3 — 105

多成熟的经验。例如,西安建筑科技大学耐磨材料研究所,是国内将先进的负压实型铸造工艺应用到实际生产中的首批单位之一,也是发展较快的单位之一。1990年,年产耐磨件300t,2000年,年产耐磨件2000t,是成功地应用负压实型铸造工艺的典范。其主要产品有各种球磨机衬板、磨球、磨段、格栅板;破碎机锤头、颚板、反击板、破碎辊;风扇磨煤机打击板、护勾、护甲;混凝土搅拌机料板、衬板、拌式和路拌式稳定土拌和机刀片;挖掘机斗齿;推土机刮板以及进口和国产高等级公路施工成套设备中的抗磨件;砖瓦成型机模具;矿山充填管、埋刮板、运输机衬板。复合产品品种有:矿业、电业、冶金业复合充填直管、充填弯管,输送复合直管与弯管;复合三通管、变截面复合管;风扇磨复合冲击板;球磨机复合衬板与网形衬板。

目前,负压实型铸造作为一种新的工艺方法已在世界各国广泛应用,全世界已有几千家工厂采用这种造型方法生产各种合金铸件,负压实型铸造工艺的应用范围日益扩大。多年来,国内各高等院校、研究所、企业对该工艺过程进行了深入的研究。我们汇集了国内外文献资料的最新研究成果和作者们多年来的实践经验,编著完成《负压实型铸造及铸件质量》一书,以敬献读者。

本书的第二、四、五、六、七、八、十、十一章由马幼平撰写,第三、九章由许云华撰写,第一章和第六章第五节由贾刘卡撰写,全书由马幼平、许云华审稿、修改、加工、定稿。

本书以负压实型铸造工艺分析和铸件质量控制方法为中心思想,内容新颖,具有很好的实用性,同时也具有一定的理论价值,有益于读者应用、分析和掌握。本书可供铸造企业的生产工程技术人员、管理人员、技术工人使用,也可作为铸造研究工作者和高等学校师生的参考书。

由于作者的水平所限,书中可能有不少缺点和不妥之处,诚恳希望广大读者批评指正。

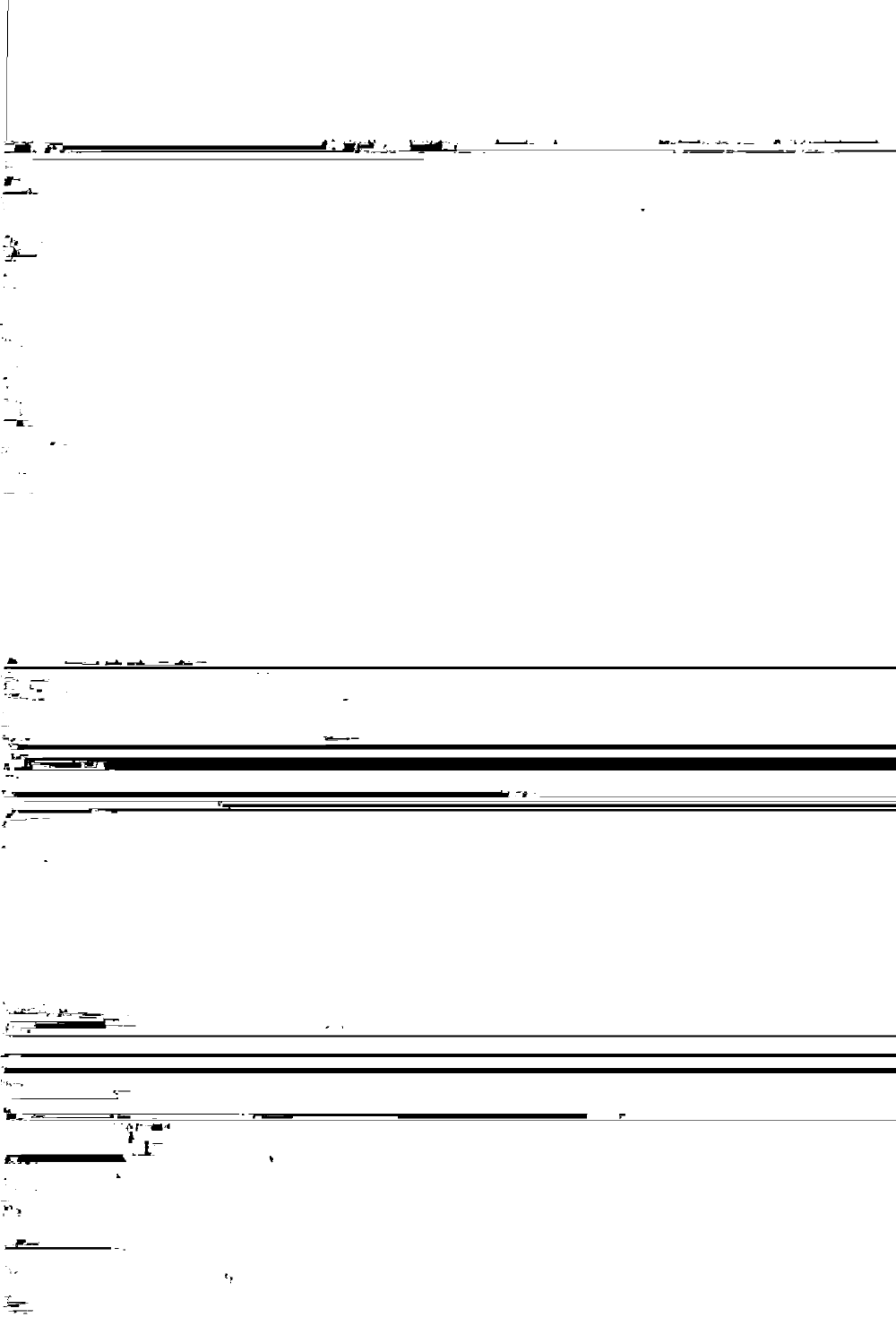
作者

2002年3月18日

目 录

第一篇 负压实型铸造工艺发展概况及技术现状

第一章	负压实型铸造工艺形成的历史背景·····	1
第一节	国内外与负压实型铸造工艺相关的 技术发展简况·····	1
第二节	负压实型铸造最初发展概况·····	3
第二章	与负压实型铸造相关工艺技术原理简况·····	9
第一节	实型铸造·····	9
第二节	真空密封造型·····	14
第三章	负压实型铸造技术应用优势及现状·····	18
第一节	负压实型铸造工艺特点·····	18
第二节	负压实型铸造经济效益·····	20
第三节	负压实型铸造资源综合利用 及劳动保护·····	22
第四节	我国负压实型铸造的最新技术现状·····	23
第四章	负压实型铸造工艺应用过程中的几个关键 技术问题·····	29
第一节	负压实型铸造模样的耐火涂料·····	29
第二节	负压实型铸造用的粘结剂·····	30
第三节	负压实型铸件变形·····	31
第四节	负压实型铸件表面质量·····	31
第五节	负压实型铸造模样材料质量·····	32
第六节	负压实型铸造干砂的充填紧实—— 铸型的成型·····	33



第三篇 负压实型铸造及质量控制

第十章	负压实型铸造的耐火涂料·····	176
第一节	涂料的作用及技术要求·····	176
第二节	涂料的主要组成·····	178
第三节	涂料的配制·····	180
第四节	涂料性能·····	182
第五节	负压实型铸造涂层排气能力的评价 方法及计算·····	190
第六节	涂料其他工艺性能研究·····	194
第七节	涂料的涂挂方法及工艺控制规范·····	201
第十一章	负压实型铸造缺陷分析和质量 控制方法·····	206
第一节	铸钢件增碳·····	206
第二节	粘砂·····	225
第三节	铸铁件表面皱皮·····	228
第四节	铸铁件碳黑·····	234
第五节	塌箱·····	237
第六节	节瘤·····	239
第七节	针刺·····	240
第八节	夹杂状冷隔·····	240
第九节	气孔和夹渣·····	241
第十节	铸件变形·····	242
第十一节	负压实型铸造研究展望·····	243

第一篇

负压实型铸造工艺发展 概况及技术现状

第一章 负压实型铸造工艺 形成的历史背景

负压实型铸造工艺简称“FV”法，其技术基础之一是实型铸造简称“FM”法。实型铸造法是由美国人施洛耶（H.F.Shroyer）于1956年首先试验成功的，在1958年4月15日以专利形式公布于世，至今已有40余年的历史。而负压实型铸造工艺自1969年提出到目前广泛应用于生产也已有30余年的历史。由于负压实型铸造工艺特有的工艺优势，其目前在铸造领域的发展速度是前所未有的，在今后的铸造生产中所处的地位必将日益重要。目前，负压实型铸造工艺已在美国、日本、德国、英国、俄罗斯、法国、意大利、韩国、波兰、罗马尼亚、捷克和我国等许多国家广泛用于工业生产领域，铸件生产总量达千万吨。总之，负压实型铸造工艺是一项最具发展潜力和最具发展前途的技术，也是目前铸造业最值得深入研究开发的领域之一。

第一节 国内外与负压实型铸造 工艺相关的技术发展简况

1958年，作为制造工艺美术品的铸造方法，美国人施洛耶发明了实型铸造法，并获得专利。成功浇注的艺术品铸件是麻省理工学院的青铜飞马（150kg）和球墨铸铁钟架（3.6t）。1961年，西德亚琛工业大学教授A. 维特莫塞看到实型铸造法这项新工艺的

发展前途，从美国引进专利后与两家塑料公司及几家铸造厂进行了“FM”法的应用研究并用于工业生产。1962~1966年，英国、美国、法国、日本等相继将“FM”法用于铸造生产。1963年，美国用“FM”法生产的铸件达1.2万t，单件最大重15t。

1965年，我国开始“FM”法的研究，1966年在上海等地生产了大型铸件。

1967年，西方国家的150余个铸造企业成立了国际实型铸造协会，年产铸件达30万t以上。在“FM”法工艺基础上，美国专利提出了用磁场“粘结”粒状铁磁性材料的造型方法，简称“M”法。西德人R.霍夫曼发展了美国专利，提出了磁性材料造型的方法和设备的专利。

1968~1970年，国际实型铸造协会发展到200家以上的企业，仅美国1970年用“FM”法就生产了40万t铸件。西德人A.维特莫塞采纳了R.霍夫曼的建议，确证了“M”法优势。日本秋田株式会社和长野县工业试验所于1969年在研究利用铁丸进行NK金属型铸造用涂料时，从铁丸排列受到启发而发现了真空密封造型，简称“V”法。

1970年，我国济南铸锻机械所开始进行“M”法试验研究。上海机械工艺所等单位在“F”法基础上，也开始了“M”法的研究。

1971~1972年，A.维特莫塞在第38届世界铸造年会上相继发表有关“M”法论文。1971年，新东公司获得专利设备制造权。此期间，“M”法继续在国内外铸造生产上稳定应用于单件生产的大件。1973年第40届铸造年会上，BBC公司展出了“M”法铸造线。1974年，GIFA展览会上展出了BBC公司带有自动浇注装置的大型“M”法铸造线。从此，世界各国引进专利，掀起了一个应用“M”法热潮。1972年，公开发表了“V”法，在此期间，有关“V”法的论文在日本陆续发表，并提出各种新的专利。

我国济南铸锻所与开封虎钳铸造厂合作建立“M”法铸造线于1974年投入生产。1975年，我国召开了第一次磁型铸造经验交流会。此期间，“M”法在我国迅速推广，新建磁型铸造生产线40多

条。

1976 年，因各国对 M 法生产铸件的质量和效果有争论 因此 阻碍了“M 法进一步推广应用。

1977~1978 年，受西方国家争论观点的影响，我国 M 法停止推广，部分工厂下马。“M”法在国内外均受到影响而限制了推广应用。

1977 年“V”法在国内外日益引起注意。美国、日本、英国、法国、联邦德国、苏联等已能系列供应整条 V 法自动线 日本国内使用 V 法生产的工厂发展到 90 多家。

1977 年 上海机械工艺所、西安交通大学、原一机部二院、新华铸钢厂等先后开始进行“V”法试验研究。随后 华中理工大学与武汉工程机械厂、3604 厂、重型机床厂等单位将 V 法用于生产。

1979 年，我国在广州召开了全国实型铸造会议。在 GIFA 展览会展出了瓦格纳-新东合作制造的 V 法自动生产线 解决了抽气阀密封等问题，使 V 法生产线生产率和自动程度进一步提高，引起各国的普遍关注。

第二节 负压实型铸造最初发展概况

从 1969 年负压实型铸造最早出现 到现在已广泛应用于铸造车间 成为完成铸造生产任务的重要工艺手段 已经有 30 多年的历史。下面我们按照年代顺序，来了解负压实型铸造本身的发展概况。

1969 年 西德的 GrMrunzweig 和 Ha rtmann A.G 将真空技术引入实型铸造，这种生产铸件的新方法分别获得英国和美国专利。尽管它们获得专利时 工艺方法的叫法不尽相同 其实质是相同的：先将压缩空气通入砂箱，使颗粒造型材料沸腾起来成流态；然后将泡沫聚苯乙烯模型放入其中 切断气源 型料沉积在模型四周 抽真空后浇注 抽真空的目的在于在铸型内形成负压 进一步

提高铸型的紧实度，去除泡沫塑料模气化时产生的烟气。根据上述工艺原理，我们可以把它叫做悬浮造型法或悬浮沸腾式填砂法，这是最早出现的负压实型铸造的工艺形式。

图 1-1 是美国专利所提供的铸造装置简图图 1-1 中 1 为特制容器，相当于负压实型铸造的砂箱。容器底壁可以透气抽真空。底壁 2 之下的衡压室 3 可以通过导管 5 和 5a 经三通阀分别与气源和真空源相连。容器内盛有耐高温的细粒砂（如氧化铬等无粘结剂砂）模型 CF 为可气化的聚苯乙烯泡沫塑料制成。当容器侧部的三通阀与压缩空气源连通时，压缩空气便经过衡压室和底壁进入容器 1，使容器内的砂粒悬浮，近于流态化沸腾状态。这样，就可以很容易地直接放进泡沫塑料模型，并保持模型不致损坏变形。当模型 CF 达到所要求的合适位置后，切断气流源，砂粒就可均匀沉积并包围模型型体。当浇注工具 CM 向铸型内浇入金属液之前，改换三通阀的方向；使容器通过衡压室与真空源相连，形成负压状态，型砂料紧固坚实，浇入金属液便得到铸件。

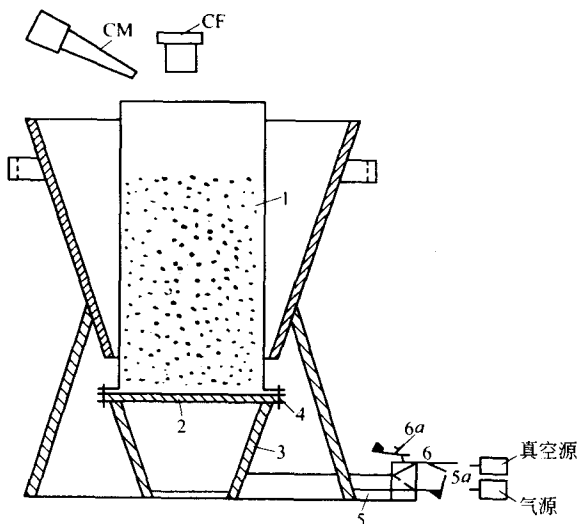


图 1-1 悬浮造型法

1—特制容器；2—底壁；3—衡压室；4—密封垫；5—导管；6—三通阀

1972 年受“V”法的启发,1972 年 1 月,日本人植田昭二等发明了减压燃烧式铸造法,获得日本专利,这是负压实型铸造的另一工艺形式大致工艺过程如下:把泡沫塑料模型埋入砂箱,用耐热性气密片(铝箔/锡箔等)将浇口、冒口以外的其他部分密封,砂箱抽真空,真空度控制在 $-3.9 \sim -4.9 \text{ kPa}$ ($400 \sim 500 \text{ mmHg}$) 为宜,通过浇口或冒口,用煤气燃烧器将泡沫塑料模型烧掉,形成负压空型腔,进行浇注成型零件。1972 年 5 月,植田昭二等人又发明了低压铸造法,图 1-2 所示是试验工艺的装置简图。

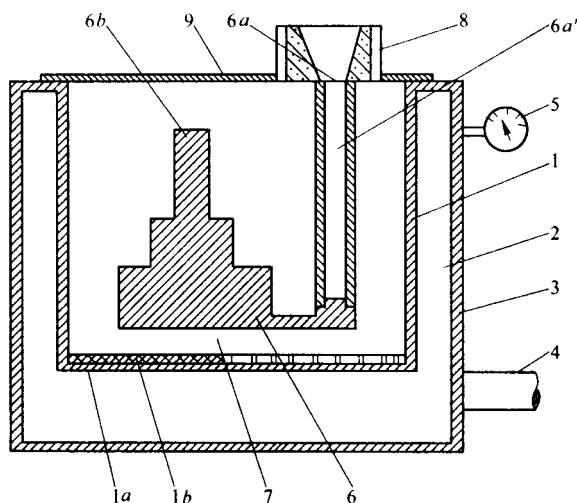


图 1-2 减压造型式铸造法

1—砂箱;1a—排气孔;1b—金属网;2—抽气室;3—箱体;4—抽气管;5—真空表;6—泡沫塑料模型;6a—浇口;6a'—直浇口;
6b—冒口;7—型料;8—浇口杯;9—密封薄膜

1973 年,日本佐藤实等人发表了减压消失模铸造若干试验的研究报告,研究了工艺方法对铸铁机械性能和金相组织的影响。图 1-3 所示是试验工艺的装置简图。

1974 年美国 R. A. Olsen 为负压实型铸造批量生产设计了专用装置,取得了专利权。

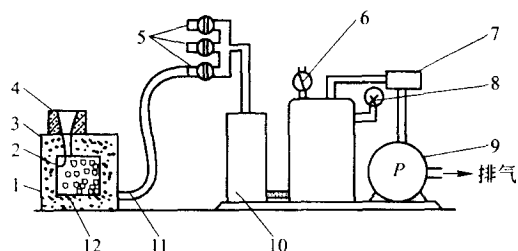


图 1-3 减压消失模铸造装置简图

1—金属砂箱；2—泡沫塑料气化模；3—密封塑料薄膜；4—直浇口；5—阀门；6—压力调节阀；7、10、11—过滤网；8—真空表；9—真空泵；12—干石英砂

我国科学院光电技术研究所引进“V”法的基础上，独立提出负压实型铸造的新设想，并以本所最有代表性的铸件为突破口，开展了试验工作。与此同时，锦西化工机械厂也独立地进行了负压实型铸造的试验研究。

1977年4月，光电技术研究所成功浇注铸件的基础上，转入试生产，浇注了一批铸铝、铸铜、铸铁和铸钢件。

1978年负压实型铸造年会在光电技术研究所正式投入生产，形成一定的生产力。锦西化工机械厂也将该法用于生产，生产了一批铸件，且解决了浇注不锈钢铸件时产生的表面增碳问题。国内其他单位如宝鸡石油机械厂、四川锅炉厂、大连523厂、华南工学院和广州重型机器厂等相继试验成功负压实型铸造，并用于生产。

1979年我国在广州召开了“全国实型铸造会议”，负压实型铸造第一次在这样的全国性学术会议上进行介绍和交流。

锦西化工机械厂用该法浇注了重2.5t的大铸件。成都东方红机械厂与光电技术所协作，也浇注过1t的铸件。

1980年，中科院光电技术研究所用本法浇注过的铸件品种达230种之多，完成了全车间30%左右的铸造工时量。

1981年，中科院光电技术研究所开展了负压实型铸造基础试

验 包括液态合金充填铸型的能力、铸型成型机理的研究、铸型的强度性能和工艺方法对铸件机械性能的影响等。中科院长春光机所和成都电缆厂等引进负压实型铸造工艺，成功地用于生产。长春光机所建成国内第一条负压实型铸造生产线。

1981 年 英国铸造杂志报道了西德的 Passavant-Werke 工厂使用负压实型铸造的实照。1982 年，英国铸造杂志报道了英国铸钢件研究协会研究成功的 The Replicast 铸造法 此铸造法工艺原理完全与负压实型铸造相同。

根据目前我们收集到的文献资料，我国负压实型铸造的发展概况可以概括为以下几点：

(1) 我国负压实型铸造的工艺水平已进入生产广泛应用阶段 具体表现在：

1) 我国用该工艺浇注的最大铸件比国外大 最大已达 3.5t；

2) 我国用该工艺浇注的铸件材质比国外多得多，已经浇注过普通铸钢 不锈钢、低合金钢、普通铸铁、球墨铸铁、合金铸铁、铁铝合金 铸铝和铸铜、铸镁等 10 多种；

3) 我国用该工艺浇注的铸件品种也比国外多得多，已近千余种；

4) 我国用该工艺浇注过的铸件比国外要复杂，最复杂的用砂型铸造需要下 19 个芯子。

(2) 我国负压实型铸造工艺方法比国外更趋完善。 30 年以前，负压实型铸造就在西德和日本出现。从有关资料可知，西德体系和日本体系还有区别。在日本体系中，使用塑料薄膜密封箱口，于是抽真空后在砂箱内能建立起一定的真空度。依靠作用在密封薄膜上的压力 可以防止浇注时产生抬箱的现象 而在西德体系中必须使用压铁。但是，由于塑料薄膜在浇注过程中，容易被金属液烧失，砂箱内的真空度难于保证，因此这一工艺方法除了专利报道之外，很少看到实际应用的例子。

虽然我国提出负压实型铸造的设想比国外要晚，但工艺方法比国外要完善，采取一定的工艺措施可以保证砂箱内达到所需要

的真空度。因而，从试验开始到转入生产使用，中间经过的时间很短，只 2~3 年时间，使用负压实型铸造的单位也逐步增多，目前已在全国各地广泛采用，取得良好的综合效益。

“FM”法和“V”法是负压实型铸造（“FV”法）的基础。因此，“FV”法必然结合这两种工艺方法的一些最基本的工艺特点。“FV”法的问世，是传统砂型铸造的巨大变革，被誉为 20 世纪最有发展前途的铸造技术。因此，理所当然地受到国内外普遍重视。目前，欧洲、美国、日本等主要工业国家已广泛用于工业生产，我国一些科研单位和院校进行了大量研究，有相当多的企业已建成了生产线。可以认为，以“FV”法为代表的新工艺推广普及之时，将是铸造业落后面貌得以改观、铸造技术水平得以提高之日。

(3) 我国负压实型铸造的工艺技术已日趋完善。在解决不锈钢铸件表面增碳，解决浇注大平面和半封闭型大件时出现塌箱等方面都摸索出较成熟的工艺技术。在这方面，已具有一定的水平。

(4) 我国在气化模材料的研究和生产方面，远远落后于国外。这不仅是负压实型铸造遇到的问题，也是实型铸造和磁型铸造发展中遇到的问题。美国、日本等对气化模材料下的功夫很大，有专利近百项，主要工作有两个方面：一是在气化模材料中添加其他物质；二是降低密度。有专供铸造用的泡沫塑料，而且采用真空发泡新工艺生产，因此，有利于铸件质量的提高。同时，从目前国外对负压实型铸造报道增多，特别是用负压实型铸造方法浇注了 2t 重的大件，这一实例说明负压实型铸造在国外已获得了新的发展。