



刘立中 刘宁 编著

消失模铸造工艺学

消失模铸造浇注系统设计原则及典型案例

消失模铸造“流场、热场、负压场”

消失模铸造借用型腔做浇道理念



化学工业出版社

消失模铸造工艺学

刘立中 刘宁 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书内容注重实用,采用彩色图解的形式,以消失模铸造生产工艺为线索,涉及消失模铸造生产的主要方面:工艺、设备、原辅材料、节能环保、质量控制等,全面总结了近年来消失模铸造生产方面的数据、图表和应用成果,汇集了国内外在消失模铸造技术方面的成熟经验和应用实例,希望对读者从事消失模铸造生产实践提供有益的指导。

本书可供从事消失模铸造的广大工程技术人员、管理人员以及现场的实际操作者阅读,也可供铸造相关专业院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

消失模铸造工艺学 / 刘立中, 刘宁编著. —北京:
化学工业出版社, 2019.6
ISBN 978-7-122-34175-4

I. ①消… II. ①刘…②刘… III. ①实型铸造
IV. ①TG249.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第055023号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 孙凤英

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 北京瑞禾彩色印刷有限公司
880mm×1230mm 1/16 印张20½ 插页4 字数583千字 2019年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 498.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字2019—07



序一

2015年10月，借全国第12届消失模与V法铸造技术年会在华中科技大学召开之际，我集结近五年所写诗词及有关照片，《诗照升平》献丑出版。该书首获北京吉宁消失模设备制造有限公司刘立中董事长友情赞助。

2015年12月，右眼清光来袭，入住光谷同济医院。圣诞节后，接受青光眼小梁切除手术。借眼疾保健康，年底辞去全国铸造学会理事，不再担任消失模与V法铸造技术委员会主任，淡出行业退出江湖。

2019年春节前刘立中先生来电问候，谈到他的新书《消失模铸造工艺学》即将出版，托我写序，爽快答应。春节后便收到其著铜版清样，书中全面总结了消失模铸造技术的成熟经验和实践案例。从1989年算起，余从事消失模20年，这是我看到的最少抄袭最厚最重的消失模专著也。出于钦佩，欣然作序。

在余《诗照升平》（歌咏铸造）篇中，吾用打油诗称赞了我所佩服的业内诸位牛人（如台湾黄仲谊，沈阳李德全，郑州朱剑甫，武汉刘德汉和北京马士方等）。今粗览立中贤兄巨著，胸中涌出诗言赞立中牛人，诗曰：

身高八尺似关公，口如悬河声洪钟。

消模推市第一人，推广普及建奇功。

讲座独树三场论，案例接地逻辑通。

尽倾年华编巨著，江湖谁人比立中？

消失模铸造源于1959年美国麻省理工学院的铸造艺术实践而走向工业应用。今特献此序，以丰富立中贤兄巨著。

诗为序，是为序。


叶升平

序二



通读本书是一次很好的学习机会，书中内容体现了作者在实践中不断探索、总结、积累经验，形成消失模铸造自己的理论过程。每一项技术和观点都是从实践中来，又应用到实践中去，反复验证，不断完善，属完全的创新性成果。

书中给出了消失模铸造常做的铸件的生产过程，配了实物照片和图表，并利用作者的理论、观点给予解释和说明。读者不但可以模仿，还可以根据作者的理论去再创新。


2018年12月6日



前言

抛砖引玉 共同求索

写本书的念头很早，可以追溯到 20 世纪 90 年代初。

那时，已经帮助一些企业用上了自己研发的消失模铸造设备，取得了许多“成功”的案例，总结和积累了一些教训和经验。为在国内推广消失模铸造，先在《铸造》杂志，后又在《铸造技术》和《特种铸造》杂志撰写文章，宣传和介绍消失模铸造。因为当时国内仅我一家专业消失模铸造设备厂，所以，有的老朋友美誉我是把消失模铸造推向国内市场的第一人，事源于此。

当时想得很简单，错以为把设备调试好就完成了个项目，可以交差了。其实，设备调试结束后才是消失模项目的开始。因为，不仅要教会现场操作者如何操作使用设备，还要向技术人员传授自己掌握的经验和教训，把铸件做好。不同厂家的铸件各不相同，而且，厂家应用了消失模铸造技术后都想不断开发新的产品，所以每天咨询电话不断，每天都面临新铸件的挑战。我特别希望有一本书能把消失模铸造说清楚，替我分忧，替我分身！

最初的想法是以图片的形式编辑 100 个案例。我想 100 个案例基本可以表述各类铸件了。为此目的开始了图片的收集和整理工作。当坐下来把收集到的图片编辑成文的时候，却发现收集到的案例已经过时了！甚至是错误的了！

比如做板状件，开始阶段都是侧面底注工艺，当把这个工艺作为案例总结时，发现底部注入钢水不如在下 1/3 处注入好；当把下 1/3 处注入当作典型案例总结时，又发现它不如在冒口上开内浇道好；随着对消失模铸造认识的不断提高，现在做板状件不需要浇注系统了，直接从冒口浇注。做箱体类铸件同样也是一次次的自我否定，导致虽有愿望却终未成册。

不断地自我否定，是沿阶攀登和求索的插曲。初起时只注重“怎么做”，只注重告诉他人“怎么做”。后来才发现消失模铸造应该有自己的理论，更要注重“为什么这样做”！

在不断思索为什么改变内浇道的切入位置时，泡沫模气化不全的残留物的发生位置也会随之变化这个问题的时候，发现了二者之间的位置规律：总是远离内浇口！

为什么远离内浇道的位置会发生泡沫模气化不全的缺陷呢？其实这个原因常常挂在嘴边，只是没想到要和“这个为什么”进行联系。从做消失模铸造开始的那一天起，就知道消失模铸造的浇注温度要比传统的砂型铸造浇注温度高 30 ~ 50℃，因为泡沫消失需要铁水携带的热量。当偶然的一天把铁水温度与泡沫气化不全的原因联系在一起的时候，心头的疑惑豁然开朗：因为远离内浇道的位置铁水温度低呀！这才联想到内浇道的切入位置最终会影响型腔内各个区域的铁水温度，从而影响泡沫的气化。

对这个过程的描述一直觉得很拗口，“流场”“热场”两个名词是在一次与客户沟通时无意识中从嘴里蹦出去的！脱口而出可能就是这种情况。

用“流场”描述铁水流经浇注系统和进入型腔后的充型轨迹，很贴切，很容易被听懂；用“热场”描述铁水充型后各个区域热量和温度的分布，也很贴切，很容易被听懂，说起来也爽口，消失模铸造的两个新名词就这样产生了。



有了“流场”和“热场”，在分析和讲述负压的功能时，顺理成章就使用了“负压场”一词。

2000年，我提出的消失模铸造“流场、热场、负压场”的三场理论就已经基本成熟，所以，想出一本“案例集”的想法又萌动了，并有所“膨胀”。因为此时依据“三场理论”提出了我的“消失模铸造浇注系统设计原则”，因此，想把书名定为《消失模铸造浇注系统设计及个

案百例》。

当想到出书不应该只是为了撑面子，要对读者负责，对行业、对社会，当然也是对自己负责任的时候，又犹豫了，但是没有退缩。犹豫的是：自己20多年来亲临现场摸爬滚打，甚至是废寝忘食总结出的“三场理论”能否站得住脚？是不是伪命题？

实践是检验真理的唯一标准！可以再现的理论才是正确的理论。2000年春，我鼓起了勇气在长春组织了“全国消失模铸造企业技术交流研讨会”，那时候国内的消失模铸造企业还不是很多，参加的人员也不多，但都是老朋友、好朋友。都是敢先吃螃蟹的人！老朋友们聚在一起很开心！很热闹！听了我对“流场、热场、负压场”的讲述后，大家都畅所欲言，结合各自的实践经验，站在不同角度介绍了各自的心得体会，使会议讨论的内容丰富多彩，一致认为“三场理论”深入浅出、富于哲理，表述了他们想要表述的观点，能站住脚！

长春的研讨会比我想象的要好，取得了意料之外的成功！给予了我极大的自信！2001年又在珠海组织了“第二届全国消失模铸造企业技术交流研讨会”。办长春研讨会时心中没有底，所以没敢说是“首届”呀，或是“第一届”。

2003年在昆明召开的“第三届全国消失模铸造企业技术交流研讨会”是值得回忆的。

头件事情是：中国铸造学会，消失模专业委员会主任叶升平老师与我联系，要参加我的会议。叶老师说：刘总，听说你的消失模讲座很有特点，我可不可以听听你的高论！

当时国内有关消失模的会有三个：一个是由中国铸造协会实型铸造委员会召集的年会；另一个是中国铸造学会消失模铸造委员会的年会，都是每两年一次，交替召开；再就是我以企业名义召集的“技术交流和研讨会”。其实就是我的讲座，一个人要讲两

天的课。

叶老师要听我的课，显然是抬举我，给了极大的面子，岂有不答应之道理！

第二件事是：“三场理论”中“流场”转变成“热场”的过程，要依据液体的动态传热学原理来设计，发生的一些铸造缺陷也要用这个原理来解释。我听过沈阳工业大学董秀琦教授讲的动态传热学原理，认为他讲得很好！为了加深与会者对消失模铸造“三场理论”的理解，我贸然邀请董秀琦教授参加昆明会议，他竟欣然同意了，我喜出望外！

叶教授和董教授都非常善讲，学术功底深厚，讲话妙语连珠，又活泼幽默，每当我讲到热点处，二位教授都会上台，争着发表自己的见解和评论。三人同台演讲的场景此后再也没见过，至今记忆犹新，终生不能忘记！昆明会的学术气氛极浓！

昆明会后，叶老师发聘书聘我为中国铸造学会消失模铸造技术委员会副主任委员，协助叶老师做些学会的工作。

第三件事是：昆明的研讨会把宝珠砂介绍到消失模铸造领域。

昆明会前大约一个月时，我接到了洛阳凯林刘满对的电话，电话中讲，他生产的一种叫陶粒的人工砂，外形与抛丸的铁丸相似，是球形砂，耐火度极高，做消失模铸造应该很好。是金堆城钼业公司陈淑英书记让他与我联系的。

宝珠砂原用于石油行业，后来被弃之。如果找不到新出路，大量库存会把他们压垮。

听过刘满对的介绍，直觉告诉我这种人工砂正是消失模铸造需要的。遂让其尽快发些来试试看效果如何。

不几日，10t宝珠砂发来了，我立即组织车间工人分别用碳钢、高锰钢、球铁及灰铸铁都做了试验，并亲自录了像，效果非常理想！其中一个画面至今清晰记得：试验的铸钢件是油田用的大四通，有一段长200mm，直径50mm的管。用传统的石英砂埋泡沫模是一定要用手填塞的，否则肯定填不实，会出铁瘤！高温钢水浇注时，石英砂还会烧结，难以清理！

使用宝珠砂埋型时，工人没有用手填塞，开箱时，还红着的陶粒砂像红宝石珠粒一样滚落出来，管壁干干净净。陶粒改称宝珠砂可能由此而来吧。

试用宝珠砂的录像会上播放结束后，刘满对立刻成了热点人物，被团团围住。库存的宝珠砂被抢购一空。

记得第一位买宝珠砂的人是江西赵光。

在举办个人讲座的同时，也有了胆量接受一些学术会议的邀请，做消失模铸造专题演讲。其中，铸造技术杂志组织的会议参加的最多。主讲人是魏兵教授，主讲课题是“均衡凝固理论”，所以，有幸多次聆听魏兵老师的精辟演讲。客观地说，“三场理论”的不断完善受益于“均衡凝固理论”。

几次会后，我的观念得到参加会议的专家、教授及同行们的认可，更加自信了，遂开始着手撰写书稿。

2008年侯马的会议也值得说几句。

第一：侯马会我推出了“铸钢排碳法”工艺，当时空壳铸造尚不成熟，准备在下次会上再推广。后因新建北京工厂而停办了一届会，被一位涂料商借用宣传了。

第二：这件事有划时代的意义，侯马会上成功介绍了“两缸发动机缸体的消失模工艺”，我预言消失模工艺做发动机缸体的时代已经到来！不出所料，发动机缸体铸件此后大量使用消失模工艺，浇注系统也简化到极致，成品率可高达98%以上，成为“借用型腔作浇道，极致简化浇注系统”最典型的案例。

第三：侯马会后，刚好女儿刘宁本科毕业接替了公司总经理的位置。我轻松了许多。说到刘宁也有故事可讲，她小时候，每次家里电话铃声响起，4岁的刘宁都会抢着去接，而且开口就问：叔叔你也做消失模么？耳濡目染，刘宁从小就对消失模有感情，大学学的是机械专业，主管公司工作兢兢业业，动手能力也很强，马来西亚的第一个项目是她一个人指挥安装调试，试产时亲自摇包浇注钢水，在异国他乡为中国女孩赢得赞誉！

原来是要写前言的，却走笔讲起了往事，现在想收也收不回来了！

“消失模铸造的浇注系统不要人为复杂化，越简单越高明”“简单要可靠”，这是我始终坚持的原则，把这一原则上升到“借用型腔作浇道”的新理念，还要回溯到2012年。

聊城耀星公司“吉宁消失模”的全套设备，由我本人提供技术支持，投产过程比较顺利。后期开发新产品时一个铸铁件的上部有大量炭渣缺陷发生，难以解释！为了节省电费，耀星公司白天造型，夜晚浇注。平时去现场看不到浇注过程。为了搞清原因，我夜间跟着观看了浇注的全过程。结果，真的发现了问题。问题在泡沫浇杯上。

工人们为了浇注时不外溢铁水，泡沫浇杯做得很大，直径有150~180mm。泡沫是白色空心球结构，接受铁水热量的三种方式中，对辐射和对流都不敏感，所以。我们看到的现象是：铁水流只有在接触到泡沫或极近距离时，泡珠才瞬间收缩成稀溜溜的胶状物，被铁水卷入型腔。由于泡沫杯上口尺寸大，整个过程一直到浇注结束都在进行。铸件上部的炭渣缺陷就是后期卷入到型腔的泡沫液态物来不及气化产生的。

这种现象启发了我，埋在干砂中的泡沫模，不会在铁水浇进型腔后的瞬间都萎缩成为液态，被负压吸附在涂层上面，形成空腔，而是铁水充型到哪里，哪里的泡沫才退让，而后气化。因此，即使是从型腔顶部进铁水，也不用担心会形成空腔而发生塌垮。只有铁水通过的部分会让出一条通道来。所以，不用担心型腔垮塌的问题，合适的型腔是可以用来作浇道的。

一次不经意间勾勒由型腔顶部注入铁水和由底部注入铁水的充型轨迹时，猛地发现：传统的底注，是U字形的充型过程，热场是下部热，上部凉，是倒置的；顶注实际是底部先充型，然后才是上部充型，充型过程中有无数个阶梯浇道。顶注才是真正的底注，流场、热场都合理！原来，眼睛欺骗了我们！“眼见”真的不一定是实。

2013年6月，在新厂固安吉宁公司举办的“第六届消失模讲座”上的典型案例介绍中，增加了“借道生财”一节，“借道生财”是“借用型腔作浇道”的早期提法。“借

道”二字过于通俗，以后的讲座中，把这一新理念单列为课题，讲述时采用“借用型腔作浇道”一词。

借用型腔作浇道只是一个理念，只适用于具备一定条件的铸件，不适用于所有的铸件，这是新疆潘敬瑞总嘱咐我要向大家交代的一句话。

固安讲座给我留下了人生中最大的遗憾！会议报到的那一天，接到长春老妈病重住院的电话，原想两天讲课后回去护理，万万没有想到我的讲课结束了，老母亲竟驾鹤西去了，没能见到最后一面！留下终身遗憾，谨以此书作为对母亲的慰藉！

叶升平教授主持铸造学会消失模与V法专业委员会工作后，影响迅速扩大，成绩卓然！参加年会的人数最多时达到400人。为了配合学会工作，2013年4月份，由我主持创办了《消失模与V法》杂志。这时《消失模铸造浇注系统设计及个案百例》已经成稿，只是自己觉得还缺些什么，才没有着手出版。如今有了杂志，可以在杂志上先与读者见面，听听意见。这就有了先后十六期的连载。连载提升了消失模与V法杂志的含金量，也丰富了杂志的内容，收到了极好的反映。许多读者买了全套杂志的合订本，就是为了看《消失模浇注系统设计及个案百例》的连载。我经常到一些企业帮忙，也有一些应景的论文在杂志上发表。2017年，南京高淳第十届消失模讲座前，收集起来编成了一本铜版纸彩色印刷的《刘立中论文集（一）》，并绘制了一张幅面2300mm×900mm的消失模铸造工艺流程、工艺要领及工艺管理一览表。讲座内容、论文集和消失模大表深得与会者的好评，在业内引起了很大的反响，会后接到许多电话求购论文集和大表，询问下一次讲座的时间。此时的我很开心！似乎有一种卸去包袱、使命完成、到站下车的感觉！

把论文集充实内容，重新编辑，成为这本《消失模铸造工艺学》完全是魏兵老师鼓励的！从办《消失模与V法》杂志开始，魏兵老师就一直关注和支持我，多次亲笔写信给我！论文集成册后第一时间寄给魏兵老师。没有想到，我怎么也不会想到的是，魏兵老师回我一封长达五页的亲笔信！国家级有突出贡献的知名教授竟通读，并逐字逐句阅校了这本论文集，鼓励我把论文集编辑成一本专著出版。信中魏老师还具体地指导我如何完善内容，如何与出版社联系，选择什么书名等细节的操作。没有魏兵老师的肯定和到位的支持，《消失模铸造工艺学》就不会这么快与读者见面。

当捉笔重新编撰书稿的时候又发现有些章节案例还应该充实，特别是“消失模铸造借用型腔作浇道”一章。

2013年固安讲座后，应业内新老朋友的要求，连年在北京亦庄、北京房山、南京



高淳、杭州富阳、郑州上街举办了以推广“消失模铸造三场理论”和“极致简化浇注系统，借用型腔作浇道”新理念为目的的专题讲座，听课者已遍及全国各地。新理念已在诸多企业实施，成功案例不断回馈。为了补充尚有不足的案例，我先后赴东北三省、山东、江苏、安徽、江西、湖南、河南、山西、新疆、河北等地展开了大面积的收获之旅。令我欣慰的是，所到之处都受到了热情亲切的接待，对“消失模铸造的三场理论”和“极致简化浇注系统，借用型腔作浇道”新理念都给予了肯定的评价！遗憾的是，这些弟兄们多数没有做记录、拍照片积累原始资料的习惯，许多特别好的案例只有口述，没有可以直观的影视资料佐证。

消失模铸造工艺周期比较长，拍一套典型案例从白模制作到清理后的成品铸件通常需要一周时间。尽管如此，此次收获之旅的收获还是丰硕的！使本书的内容更加丰富多彩。

消失模铸造工艺学后期编辑过程中得到了众多业内好友的鼎力相助，他们是：江西九一机械制造有限公司赵光、童容英；新疆宏泰瑞星铸造有限公司潘敬瑞；山西晋城山宁管业公司韩银午；河南郑州松川耐磨材料铸造有限公司丁宝全、李新良；安徽芜湖新兴铸管有限公司贾国芳；河南武陟前程机械有限公司古中平；河北迁安首钢矿山机械制造厂王奎忠；山西矿山建设股份有限公司魏东林；安徽惠明机械制造有限公司于惠明、孙传梅；河南新乡市凯烨机械设备有限公司赵红权、张爱兰；山西翼城利秀铸造技术咨询有限公司段克利、段克生；山东昌邑市祥鑫机械制造有限公司姜言涛；山东潍坊市海涛塑业有限公司王兆海；山东潍坊市秋辰机械制造有限公司马方茂、吕洪涛、张林艳；河南开封市东方铸材有限公司曹爱玲；湖南长沙汇银机械制造有限公司银波；陕西渭南永力铸业有限公司张永力；河北保定知感工贸有限公司马增双、付东方；陕西西安亚澳农机股份有限公司史可器、杨婷；辽宁本溪运通玛铁有限责任公司刘荣东、杜连谊；山西长治汇升耐磨材料有限公司亲贵增、秦少波；河北张家口双圆机械制造有限公司成世德；四川广汉元鼎机械制造有限公司何清泉；山东聊城耀兴机械制造有限公司乔华振；山西晋城唐腾工贸有限公司朱建堂；湖南衡阳泓盛机械股份有限公司林承利等。在此表示感谢。还特别要感谢我在研发和推广消失模铸造新理论、新工艺、新技术过程中，所有给予帮助、支持、鼓励的朋友们。

书中加了一些宣传页，原始想法是读者看过此书后，如果哪一个工艺环节需要调整或帮助，不用再去查找其他信息了。这些厂家都是我考察多年，值得信赖的合作伙伴和好朋友！作为朋友，他们慷慨支持我出书，借此机会表示真挚的谢意！愿此书也能给他们带来好运！此外，本书封面图片由张复文先生友情提供，在此，一并表示诚挚的谢意！

这本书，是我们从事消失模铸造工艺三十多年心血的结晶，日月还在轮回，探索还在继续，我们只是作为过来人为你抛一块砖头，未来的路还要靠未来的同路人去求索！

刘立中 13504412613

刘宁 18631627799

2019年1月 北京



第 1 章 消失模浇注系统设计基本原则 001

1.1 概述	001
[例 1-1] 纺织机械传动轴固定支架的消失模铸造工艺	002
[例 1-2] 管中管	006
[例 1-3] 群注	008
[例 1-4] 球铁飞轮消失模铸造	009
[例 1-5] 组合铸件	012
1.2 消失模铸造的“流场、热场、负压场”理论	014
1.2.1 消失模铸造的流场和热场理论来源于实践	014
1.2.2 消失模铸造的负压场	016
1.3 泡沫模在负压砂箱中摆放姿势的原则	019
1.3.1 能立勿卧的原则	019
1.3.2 厚大部分在下的原则	019
1.3.3 卧要吊顶还要压箱的原则	020
1.3.4 方便操作的原则	020
1.3.5 与负压场顺向的原则	021
1.3.6 泡沫模型摆放姿势的典型案例分析	022
[例 1-6] 转子筒体消失模立注工艺	022
[例 1-7] 镗床立柱消失模立注工艺	024
[例 1-8] 破碎机齿辊消失模立注工艺	026
[例 1-9] 采油机曲柄消失模侧立工艺	029
[例 1-10] 双金属弯管消失模立注工艺	031
1.3.7 摆放口诀	032
[例 1-11] 滑板消失模铸造侧立工艺	032
1.4 消失模铸造直浇道的设计原则：细	033
1.4.1 消失模铸造的命名	033
1.4.2 泡沫模的消失方式	035
1.4.3 泡沫模消失时间	037
1.4.4 消失模铸造直浇道	038
1.4.5 典型案例	041
[例 1-12] 大皮带轮消失模铸造工艺	041
[例 1-13] 铸钢铲斗消失模铸造工艺	041
[例 1-14] 箱盖花瓶直浇道工艺	042
[例 1-15] 飞轮壳花瓶直浇道工艺	042

[例 1-16] 传动轴套管花瓶式直浇道	043
[例 1-17] 破碎机胶板消失模群注工艺	045
[例 1-18] 空心支架消失模铸造工艺	046
[例 1-19] 大口径管件的直浇道	047
[例 1-20] S 形直浇道	048
1.4.6 直浇道口诀	049
1.5 消失模铸造横浇道的设计原则: 粗	049
[例 1-21] $\phi 50\text{mm}$ 低铬磨球消失模铸造工艺	049
1.5.1 消失模铸造工艺横浇道的主要功能	049
[例 1-22] 球铁压块横浇道水平连接群注工艺	050
[例 1-23] 球铁小件 8 件水平连接群注工艺	050
[例 1-24] 铸铁轴套的消失模铸造群注工艺	050
[例 1-25] 铸钢矿车轮横浇道水平连接群注工艺	050
[例 1-26] 机械壳体顶注工艺	051
[例 1-27] 反击式破碎机端板消失模工艺	052
1.5.2 横浇道要粗	053
1.5.3 横浇道形状与功能	053
[例 1-28] 横浇道一字形多件组合	053
[例 1-29] 横浇道十字形组合同步进液, 热量均等	053
[例 1-30] 横浇道 H 形组合, 连接更多	054
[例 1-31] 二字形横浇道, 多点切入	055
[例 1-32] 一字形横浇道组合	055
[例 1-33] 电石锅阶梯横浇道工艺	057
1.5.4 消失模铸造的热节和冒口	058
[例 1-34] 横浇代冒高锰钢锤头群铸工艺	058
[例 1-35] 铁路制动瓦水平摆放群注工艺	060
[例 1-36] 不合理工艺的典型	061
[例 1-37] 铸钢联轴器冷冒口群注工艺	062
[例 1-38] 油田高压四通阀体温冒口工艺	062
[例 1-39] 油田采油机铸钢中法兰温冒口工艺	063
[例 1-40] 电解铝阳极爪的热冒口工艺	063
[例 1-41] 高锰钢衬板热冒口串联工艺	063
[例 1-42] 油田高压四通阀体热冒口工艺	063
[例 1-43] 07 型反击式破碎机锤头热冒口工艺	064
[例 1-44] 10 型反击式破碎机锤头消失模铸造冷铁工艺	064
[例 1-45] 铸钢支架消失模铸造热冒口工艺	065
1.5.5 横浇道典型案例	066
[例 1-46] 横浇代冒、热节转移大型斗齿工艺回顾	066
[例 1-47] 防爆器护罩热冒口工艺	069
[例 1-48] ZL40 装载机减速箱体马蹄铁形横浇道	071
[例 1-49] 粉料泵阀芯横浇串连工艺	076
[例 1-50] 砼泵车高锰钢弯管群注工艺	078
[例 1-51] 反击板球形冒口工艺调整	080

[例 1-52] 板簧座球形冒口的调整	081
1.5.6 横浇道口诀	083
1.6 内浇道的设计原则：宽、短、厚	083
1.6.1 消失模铸造流场特性	084
[例 1-53] 芯盘充型试验	086
1.6.2 消失模铸造热场特性	087
1.6.3 动态传热学基本原理	088
1.6.4 内浇口切入原则	089
1.6.5 典型案例	090
[例 1-54] 铸铁壳体内浇口切入位置	090
[例 1-55] 铸钢汽车支架消失模工艺筛选	090
[例 1-56] 球铁减速器壳体消失模工艺	093
[例 1-57] 无螺栓多元合金钢衬板消失模工艺 (1995 年)	093
[例 1-58] 低铬合金衬板热冒口工艺 (2005 年)	094
1.6.6 液力壳体内浇口位置的调整	095
1.6.7 内浇道口诀	100

第 2 章 消失模铸造典型浇注系统 **101**

2.1 小件串连	101
2.1.1 直浇道连接的模型束	101
2.1.2 横浇道连接的模型束	102
[例 2-1] 铸钢吊钩直浇道组合工艺	102
[例 2-2] 转臂支架消失模直浇道串连工艺	103
[例 2-3] 贝氏体球铁磨球群注工艺	105
[例 2-4] 加热板消失模横浇道组合	108
[例 2-5] 地铁垫板横浇道组合群注工艺	109
[例 2-6] 制砖机锤头横浇道组合工艺	115
2.2 板件侧注	116
2.2.1 概述	116
2.2.2 典型案例	117
[例 2-7] 芯板消失模底注	117
[例 2-8] 小型板件侧底注工艺	118
[例 2-9] 高锰钢衬板下 1/3 侧注及余热水韧工艺	118
[例 2-10] 高锰钢中型腭板阶梯侧注工艺	120
2.3 筒管梅花	121
[例 2-11] 渣浆泵护套消失模工艺	122
[例 2-12] 耐热钢煤粉喷嘴双 S 形内浇道	123
[例 2-13] 制动毂消失模工艺	124
[例 2-14] 离合器盘小梅花浇注系统	127
[例 2-15] 高锰钢轧白壁梅花浇注系统	127
[例 2-16] 高锰钢轧辊消失模铸造工艺	128
[例 2-17] 其他散件	130

	[例 2-18] 双 S 支撑防变形工艺	130
2.4	金龙攀玉柱	131
	[例 2-19] 空心轴金龙攀玉柱浇注系统	131
	[例 2-20] 高铬铸管金龙攀玉柱工艺	133
2.5	塔梯通天	134
	[例 2-21] 大口径球铁上水管消失模工艺	134
2.6	箱体投影	136
	[例 2-22] 传动轴齿轮箱消失模铸造示范工艺	136
2.7	薄壁雨淋	137
	[例 2-23] 采煤机薄壁溜槽消失模铸造工艺	137
	[例 2-24] 铸铁下水管消失模铸造工艺	138
	[例 2-25] 工艺壁炉组合件雨淋浇注系统	138
	[例 2-26] Y2-400 型电机壳雨淋浇注系统	140
	[例 2-27] Y2-355 型以下电机壳消失模铸造工艺	143
	[例 2-28] 棕榈榨油机双圆筒筛消失模铸造工艺	147
	[例 2-29] 筒筛	151
2.8	金钩钓鱼	151
	[例 2-30] 送煤机溜槽整体浇注工艺	152
	[例 2-31] 送煤机溜槽槽帮铸钢件消失模铸造工艺	153
	[例 2-32] 其他钎刺浇道	155
	[例 2-33] 立柱仿鱼刺浇注工艺	156
2.9	铸钢排碳	156
	[例 2-34] 铸钢齿轮毛坯消失模排碳法工艺	157
	[例 2-35] 低碳合金钢空心瓦消失模排碳法工艺	158
	[例 2-36] 齿轮消失模铸造排碳法水平摆放	161
	[例 2-37] 小型铸钢件排碳法工艺	162
	[例 2-38] 铸钢后桥消失模排碳法	163
	[例 2-39] 天车用铸钢件消失模排碳法工艺	166
	[例 2-40] 铸钢铁锭模排碳法串浇工艺	167
	[例 2-41] 铸钢车轮双冒口消失模排碳法工艺	167
	[例 2-42] 铸钢伞齿轮消失模排碳法工艺	169
	[例 2-43] 压盖消失模铸造横浇道连接排碳法工艺	170
	[例 2-44] 钢丝绳轮消失模排碳法工艺	172
	[例 2-45] 合金钢衬板消失模排碳法串浇工艺 (2011 年)	173
	[例 2-46] 联轴器人字形冒口排碳法串浇工艺	174
	[例 2-47] 电解铝阳极爪消失模排碳法工艺	176
2.10	大件组合	178
	[例 2-48] 大型铸件消失模铸造组合工艺	178
	[例 2-49] 铸钢大齿圈消失模铸造双组合工艺	181
	[例 2-50] 重型联轴器消失模铸造工艺	181
2.11	典型浇注系统口诀	183

第3章 消失模铸造借用型腔作浇道 184

3.1 借用型腔作浇道的理念是三场理论的升华.....	184
3.2 借用型腔作浇道的理念是企业生存的需要.....	185
3.3 泡沫的物理特性支持“借用”.....	186
3.4 消失模铸造工艺给“借用型腔作浇道”广泛空间.....	187
3.5 借用型腔作浇道成功的案例.....	188
[例 3-1] 铸铁墙板借用型腔作浇道工艺.....	188
[例 3-2] 大型低合金钢辊筒借用型腔作浇道工艺.....	189
[例 3-3] 低合金钢衬板借用型腔作浇道工艺.....	189
[例 3-4] 发动机缸体借用型腔作浇道工艺.....	191
[例 3-5] 借用型腔作浇道在消失模管件上的应用.....	196
[例 3-6] 借用型腔作浇道在 2071- 制动蹄上的应用.....	202
[例 3-7] 给排水井圈借用型腔作浇道工艺.....	206
[例 3-8] 借用型腔作浇道在大型高锰钢胶板的应用.....	209
[例 3-9] 借用型腔作浇道气体保护在不锈钢锥转鼓的应用.....	212
[例 3-10] 借用型腔作浇道在大型钢锭模的应用.....	215
[例 3-11] 借用型腔作浇道在不锈钢阀芯的应用.....	217
[例 3-12] 借用型腔作浇道在铸铁阀体的应用.....	220
[例 3-13] 借用型腔作浇道在旋耕机箱体的应用.....	222
[例 3-14] 借用型腔作浇道在拉床刀架座的应用.....	227
[例 3-15] 核电铸钢支座消失模铸造工艺的调整.....	229

第4章 消失模铸造特有缺陷分析及对策 233

4.1 缺陷分类.....	233
4.2 消失模铸造黑色缺陷——泡沫模型气化缺陷.....	234
4.2.1 铸铁件的皱皮缺陷.....	234
4.2.2 铸件的增碳.....	235
4.2.3 气孔缺陷和气化残留物夹渣缺陷.....	237
4.3 消失模铸造白色缺陷——型腔进砂缺陷.....	238
4.3.1 白色缺陷发生的规律和原因.....	238
4.3.2 防止发生进砂缺陷的工艺措施.....	240
4.3.3 消失模铸造泡沫模箱外组合案例.....	242
[例 4-1] 后桥减壳泡沫模箱外组合.....	242
[例 4-2] 发动机缸盖消失模铸造工艺调整.....	244
4.4 消失模铸造人为缺陷.....	247
4.4.1 消失模铸造的跑火缺陷.....	247
4.4.2 消失模铸造的重皮缺陷.....	248
4.4.3 负压场导致地铁垫板群注型腔垮塌的案例分析.....	249
[例 4-3] 地铁垫板.....	249
4.4.4 验证及防治发生垮塌的措施.....	252
4.4.5 金属液进脏缺陷案例分析.....	254

4.4.6 消失模铸造吸热热节倒缩案例分析	256
4.4.7 消失模铸造散热热节缩、裂案例分析	258

第5章 消失模铸造重在细节管理 261

5.1 概述	261
5.2 浇包改造、浇包烘烤和精准浇注	261
5.2.1 浇包改造的目的	261
5.2.2 浇包改造方法	262
5.2.3 元宝浇包	264
5.2.4 浇包烘烤	264
5.2.5 消失模铸造浇注操作	267
5.3 优质泡沫模	268
5.3.1 概述	268
5.3.2 珠粒材料的选择	268
5.3.3 珠粒品牌的选择	269
5.3.4 外观质量的选择	269
5.3.5 泡沫密度的选择	270
5.3.6 泡沫模型使用时间的选择	270
5.4 消失模铸造涂料的穿衣理念	270
5.4.1 概述	270
5.4.2 消失模涂料的工作性能	271
5.4.3 消失模涂料的工艺性能	272
5.4.4 消失模涂料应该强调的细节	274
5.4.5 消失模涂料的穿衣理念	274
5.4.6 利用太阳能作烘房	275
5.5 消失模铸造的空壳浇注	276
5.5.1 概述	276
5.5.2 消失模铸造泡沫模助燃空壳法	276
5.5.3 消失模铸造泡沫焙烧空壳法	277
5.6 宝珠砂及其在消失模铸造上的应用	280
5.6.1 消失模铸造原砂的要求	281
5.6.2 消失模铸造用宝珠砂	282
5.7 消失模铸造的现场管理	285
5.7.1 概述	285
5.7.2 新项目、新产品的调试纪律	286
5.7.3 消失模铸造现场逆向管理 30 不	286
5.7.4 消失模铸造岗位数字化管理	287

参考文献 288