

V法铸造

生产及应用实例

谢一华 谢田 章舟 ● 编著

V fa zhu zao
sheng chan ji
ying yong shi li



化学工业出版社

V法铸造生产及应用实例

本书简要介绍了V法铸造工艺的特点、原理及国内外发展概况，重点介绍了V法铸造生产装备及生产线的特点及操作与维护、V法铸造与消失模铸造工艺对比以及V法铸造生产线中常用的几种气力输送，列举了大量V法铸造生产在黑色、有色铸件生产中的应用实例。

本书可供铸造工人、工程技术人员阅读，也可供大专院校铸造专业的师生和科研工作者参考。

ISBN 978-7-122-03436-6



销售分类建议：机械 / 铸造

定价：25.00 元

9 787122 034366 >

V法铸造生产及应用实例

谢一华 谢田 章舟 ● 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

V 法铸造生产及应用实例/谢一华, 谢田, 章舟编著. —北京: 化学工业出版社, 2008. 8
ISBN 978-7-122-03436-6

I. V… II. ①谢…②谢…③章… III. 铸造-工艺
IV. TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 112676 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 王素芹

装帧设计: 关 飞

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: 北京市彩桥印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 183 千字
2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 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: 25.00 元
京化广临字 2008-55 号

版权所有 违者必究

前 言

随着科技的进步，工业的不断发展，铸造行业也有了新的突破。早在 20 世纪 70 年代铸造行业就出现了一种崭新的物理造型法，即真空密封造型，亦称 V 法造型。从 1974 年起国内开始了对这项新技术的探讨和研究。目前，这种造型法在国内被普遍采用。该工艺利用薄膜抽真空使干砂成型，由于不使用黏结剂，落砂简便，使造型材料耗量降低到最低限度，并明显减少了废砂，改善了劳动条件，提高了铸件表面质量和尺寸精度，降低了毛坯件生产能耗，主要用于生产大、中型有色和黑色合金铸件。

V 法铸造在不断地发展，同时得到了推广，但对其生产技术及理论研究成果进行系统的介绍资料不是很多。为了促进 V 法铸造技术的发展和不断推广，我们在总结生产、研究实践经验的基础上，搜集国内外有关资料编写了这本书。

本书在介绍 V 法铸造的特点、原理及国内外发展概况的基础上，重点介绍了 V 法铸造设备及生产线、V 法铸造生产的铸件实例及性能分析、V 法铸造的质量控制及经济分析、V 法铸造工艺发展、V 法铸造与消失模铸造工艺比较，以及 V 法铸造生产中常用的几种气力输送。书中内容力求实用，以指导读者解决生产实践中遇到的问题。

由于笔者水平所限，书中难免存在不足之处，望广大读者提出宝贵的意见。我们期待不久的将来 V 法铸造技术会更上一个台阶。

编著者

目 录

第1章 概述

1.1 V法铸造原理与特点	1
1.1.1 V法铸造原理	1
1.1.2 V法铸造的特点	2
1.2 V法铸造国内外发展概况	4
1.2.1 V法铸造国外的发展	4
1.2.2 V法铸造国内的发展	5

第2章 V法铸造工艺

2.1 造型材料	7
2.1.1 型砂	7
2.1.2 塑料薄膜	9
2.1.3 涂料	15
2.2 工艺方法	29

第3章 V法铸造工艺装备及生产线

3.1 真空抽气系统	43
3.1.1 概述	43
3.1.2 真空抽气系统设备的选用	45
3.2 造型设备	51
3.2.1 砂箱	51
3.2.2 模型及型板	58
3.2.3 震实台	61
3.2.4 负压箱	63
3.2.5 薄膜加热器	63
3.3 砂处理系统	65
3.3.1 砂处理设备	65
3.3.2 旧砂加用注意事项	68

3.4	V 法铸造生产线的几种形式	69
3.5	典型的生产线布置图	76
3.6	V 法铸造铸件实例	79

第4章 V 法铸造生产实例

4.1	灰铸铁件的 V 法铸造	80
4.1.1	浴盆	80
4.1.2	叉车平衡重	81
4.1.3	钢琴弦排 (灰铸铁)	84
4.1.4	锅炉片 (铸铁)	85
4.1.5	大型薄壁件 (球铁)	89
4.1.6	异径管 (球墨铸铁)	94
4.1.7	人孔盖 (灰铁)	95
4.1.8	上下水道压环 (球铁)	95
4.1.9	拖拉机半轴套管、车床卡盘体	97
4.1.10	水泵叶轮	103
4.1.11	算条 (Cr26 铸铁)	110
4.2	铸钢件的 V 法铸造	113
4.2.1	耐磨衬板	113
4.2.2	摇枕、侧架等车辆件 (铸钢)	120
4.2.3	隧道拱形补板 (铸钢)	121
4.2.4	推土机履带板 (铸钢)	121
4.2.5	铁路交叉轨 (铸钢)	125
4.2.6	阀体 (铸钢)	125
4.3	有色金属的 V 法铸造	129
4.3.1	门扇、屏风 (铝合金)	129
4.3.2	汽车发动机进气管 (铝合金)	131
4.3.3	铸铝合金模板	132
4.4	艺术品的 V 法铸造	133
4.5	景观件的 V 法铸造	134

第5章 V 法铸造的质量控制及经济分析

5.1	V 法铸件的质量控制	141
5.1.1	V 法用模样的制作	141

5.1.2	涂料	142
5.1.3	铸型负压度的控制	143
5.1.4	造型	144
5.1.5	充型与凝固期间型壁移动的控制	145
5.2	V法铸件粘砂缺陷分析及对策	146
5.3	V法铸造的经济性分析	151

第6章 V法铸造工艺发展

6.1	V法铸造工艺发展	1
6.1.1	大件覆膜	1
6.1.2	用燃气压力代替抽真空	157
6.1.3	用真空吸收法生产铸件	158
6.1.4	利用在真空辊上凝固的方法浇注条型铸件	160
6.2	计算机在V法铸造生产中的应用	164

第7章 V法铸造与消失模铸造

7.1	V法铸造与消失模铸造的比较	167
7.2	V法铸造与消失模铸造的选定	168
7.3	消失模铸造加置V法铸造工艺装备	170
7.4	V法铸造与消失模铸造可共用设备	172

第8章 V法铸造和消失模铸造生产线中常用的几种气力输送

8.1	气力输送原理	173
8.2	气力输送的优缺点	174
8.3	气力输送的种类	175
8.4	密相压送发送罐气力输送	178
8.4.1	密相的定义	178
8.4.2	压送式气力输送	179
8.5	稀相吸送发送罐气力输送系统	188
8.6	气力输送装置的主要部件	196
8.7	操作及维护	201
8.7.1	操作要点	201
8.7.2	保养和维护	203

参考文献	206
------------	-----

第 1 章

概 述

1.1 V 法铸造原理与特点

1.1.1 V 法铸造原理

真空密封造型法也称负压造型法或减压造型法，国外取真空英文字 Vacuum 的字头，而简称为 V 法，起源于日本。它是利用塑料薄膜抽真空使干砂成型，所以誉为第三代造型法，即物理造型法。由于它不使用黏结剂，落砂简便，使造型材料的耗量降到最低限度，减少了废砂，改善了劳动条件，提高了铸件表面质量和尺寸精度，降低了铸件的生产能耗，是一种很有发展前途的先进的铸造工艺。

V 法工艺原理如图 1-1 所示。

① 模型。把模样放在一块中空型的板上，模样上开有大量的通气孔，当真空作用时，这些孔有助于使薄膜紧粘在模样上。

② 薄膜。将拉伸率大、塑性变形率高的塑料薄膜用加热器加热软化，加热温度一般在 $80\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。

③ 薄膜成型。将软化的薄膜覆盖在模样表层上，通过通气孔，在 $26.7\sim 53.4\text{kPa}$ 的真空吸力下，使薄膜紧粘在模型表面。

④ 放砂箱。将专用砂箱放在覆有薄膜的模型上。

⑤ 加砂震实。将较细填充效率较好的干砂加入砂箱内，然后进行微振，使砂紧实至较高的密度。

⑥ 盖模。开浇口杯刮平砂层表面，盖上塑料薄膜，以封闭砂箱。

⑦ 起模。砂箱抽真空借助于盖在砂箱表面的薄膜在大气压力

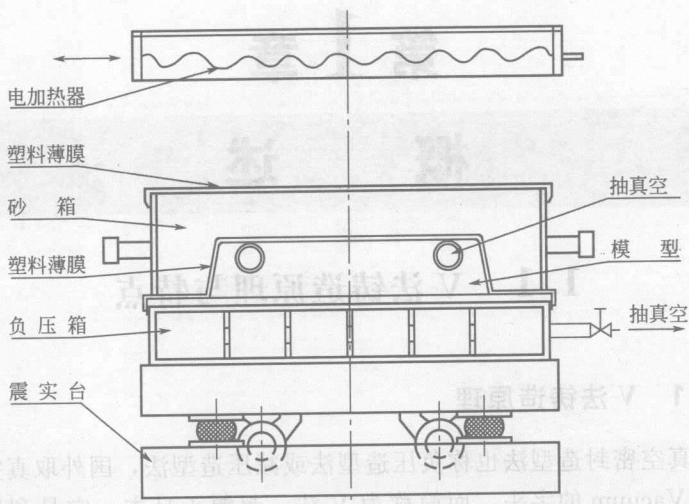


图 1-1 V 法工艺原理

的作用下，使铸型硬化。起模时，释放负压箱真空，解除对薄膜的吸附力，而后顶箱起模，完成一个铸型。

⑧ 合箱浇注。将上下箱合起来，形成一个有浇冒口和型胎的铸型，可下芯和安放冷铁。在真空的状态下浇注。

⑨ 脱箱、落砂。经适当的冷却时间以后取消真空，使自由流动的砂子流出，存下一个没有砂块、无机械粘砂的清洁铸件。砂子经冷却后可再使用。

1.1.2 V 法铸造的特点

① 型砂是不含黏结剂的干砂。

② 用塑料薄膜使砂型成型，通过对砂箱抽真空使铸型硬化。

由于以上特点使造型、落砂、清理等工序大大简化，不需要混砂机和黏结剂的供给设备，使造型和砂处理系统得以简化。

V 法铸造的优缺点如下。

(1) 优点

① 铸件尺寸精度高、轮廓清晰、表面光洁。

- a. 铸型内腔表面覆有塑料薄膜, 铸型面光滑。
- b. 砂型的内外压力差, 使砂型各部分硬度均匀且高 (85HB 以上)。
- c. 砂箱起模容易, 拔模斜度小 ($0 \sim -1^\circ$)。
- d. 在金属液的热作用下, 型腔不易变形。
- e. 浇注时, 由于砂箱保持真空状态, 有利于金属液充填型腔。

② 金属利用率高。

- a. 由于 V 法铸件表面光洁, 尺寸精度高, 铸件加工余量小。
- b. 由于金属液在型腔中冷却速度较慢, 有利于金属的补给, 故铸件冒口可减小, 提高金属的利用率, 铸钢件可提高 20%, 铸铁件可提高 25%。

③ 设备简单、投资少。因 V 法造型除需要增置真空泵和采用专用的砂箱外, 其他设备较为简单, 可以省去混砂机及一些辅助设备, 投资费用少, 设备维修方便。

④ 节约原材料和动力。由于 V 法使用干砂, 落砂容易, 砂子的回收率可达 95% 以上, 采用 V 法造型消耗的动力较小, 仅为湿型法的 60%, 可减少劳动力 35%。

⑤ 模样和砂箱使用寿命长。因模样有塑料薄膜保护, 拔模力很小, 只有微振且不受高温高压作用, 所以模样不易变形和损坏。

⑥ 改善工作环境。

a. 造型及浇注过程中产生的微量气体大都被真空泵抽走, 空气污染小。

b. 落砂后, 无大量废砂处理。

⑦ 便于管理和组织生产。V 法铸生产周期短, 工艺简便, 操作容易, 不需要很熟练的技术工人。

⑧ 适用范围较广

a. V 法铸造适用于手工操作的单件小批量生产, 也适用于机械自动化大批量生产。

b. 可用于铸铁、铸钢等黑色金属, 也可用于铜、铝、镁等有色金属。

(2) 缺点

① 因受造型工艺的限制，生产率不易提高。

② 由于塑料薄膜延伸性的限制，目前生产几何形状特别复杂的铸件还有一定的困难。

③ 用真空密封造型法制芯，因太复杂，不如采用传统方法制作。

1.2 V 法铸造国内外发展概况

1.2.1 V 法铸造国外的发展

V 法造型工艺是由日本长野县工业实验所和秋田株式会社 20 世纪 60 年代末、70 年代初发明并研制成功的一种特种铸造方法，70 年代初 V 法造型工艺传入美国、俄罗斯、德国、法国等国家。自 V 法造型工艺投入使用以来，世界上有十几个国家和地区的约 300 条生产线在使用，生产设备逐步向大型化和超大型化方向发展。铸件材质有铸钢、铸铁和有色金属，铸件壁厚一般从 3~340mm。应用该工艺最多的是日本。

1977 年，新东工业株式会社与前田铁工所联合开发的砂箱尺寸 2300mm×1500mm×320/320mm 的转台四工位铁锅炉片 V 法生产线生产率为 10 箱/h，目前在日本约有 200 多条生产装置在使用。日本新东公司已向世界各国先后出售近 200 台套 V 法造型生产线设备，砂箱尺寸可达 7000mm×4000mm×1100/800mm，生产率达 15~17 箱/h。

德国 HWS 公司是新东集团国际成员，从 1976 年至今生产 46 条 V 法造型线，部分 V 法造型线情况见表 1-1。

近两年来俄罗斯、乌克兰和中国 3 个铸造厂用 HWS V 法造型线生产铁路货车大型构件成为发展趋势。侧架和摇枕每型各分别两件，连接箱 4 件，可以同时生产。每条造型线每年可以生产 10~12 万吨铸件。铁路系统每年大约 35 万吨铸件。

表 1-1 德国 HWS 公司生产的部分 V 法造型线

序号	造型线型式	型号	砂箱尺寸/mm	生产率/(型/h)	生产日期	铸件种类	铸件材质	购买国家
1	八工位转盘式	VKP7	2000×1250×750/200	48	1981	浴盆	铸铁	
2		VDTHA	2000×2000×500/900 2000×2000×900/900 2400×2400×500/900 2400×2400×900/900	3	1998	破碎机零件	铸钢	瑞典
3		VDK6	1450×1450×300/750 1450×1450×750/300	5	2000	破碎机零件	铸钢	瑞典
4	八工位转盘式	VPK7	2000×1250×750/200	45	2003	浴盆	铸铁	俄罗斯
5	八工位转盘式	VPK7	2000×1250×750/200	45	2003/ 2004	浴盆	铸铁	俄罗斯
6	四工位转盘式	VDK10	3000×1800×500/500	20	2004	火车摇枕、侧架	铸钢	俄罗斯
7		VT A10	3000×1800×500/500	20	2004	火车摇枕、侧架	铸钢	俄罗斯
8	四工位转盘式	VT A10	3000×1800×500/500	20	2004	火车摇枕、侧架	铸钢	乌克兰
9		VT A12	3000×1800×500/500 3500×2500×500/750 /900/1250	3~50 型/班	2004/ 2005	零活	铸钢/ 球铁	乌克兰
10	上箱和下箱 2个模型循环	VDK10	3000×1900×450/550	20	2005	火车摇枕、侧架	铸钢	中国

1.2.2 V 法铸造国内的发展

我国从 1974 年起部分高等院校、科研单位、铸造工厂对这项新技术进行了试验和研究并取得一定的成效。随着这项技术的不断发展,国外生产线的引进,以及国内铸造工作者的不断摸索和实践,这项技术得到快速的发展。

据不完全统计,目前我国应用 V 法铸造工艺的约有 200 多个铸造厂家,数百条生产线,生产铸件品种繁多,如浴盆、配重、铁路叉道、水泵壳体、阀体、变速箱体、耐磨衬板、算条、锅炉片、琴排、汽车后桥、阳极爪、铁艺等。材质有铸铁、铸钢及有色金属等。V 法造型工艺显现出独特的优势,V 法造型工艺在铸件生产中的应用前景广阔,在今后较长的时间内,V 法铸造应用范围仍

有所扩大,采用 V 法造型线的企业将有所增加。1-1 表

作者所在单位在几年来的生产实践中,经过反复的摸索和试验,总结出了一套 V 法铸造工艺生产汽车轿壳铸件的成功经验,与原来的水玻璃砂铸造工艺相比,生产的铸件毛坯尺寸精度高,表面质量好,可使铸件清理工作量大大减少,并缩短铸件的生产周期,铸件总的生产成本约低于水玻璃砂铸造工艺,深受用户好评,产品供不应求,随着 V 法铸造工艺不断地推广和应用,目前我国已有专业制造厂家生产并能提供成套的 V 法铸造生产线,并具有一定的先进水平,完全能满足国内市场需求,取得了良好的经济效益和社会效益。

10	2个单件	上箱体	ADK10	3000×1800×1200	30	2000	水玻璃砂	铸件	铸件
9	1000~1500	VT12	3500×3500×1500	3~50	2000	水玻璃砂	铸件	铸件	铸件
8	1000~1500	VT10	3000×1800×2000	30	2000	水玻璃砂	铸件	铸件	铸件
7	3000×1800×2000	VT10	3000×1800×2000	30	2000	水玻璃砂	铸件	铸件	铸件
6	3000×1800×2000	ADK10	3000×1800×2000	30	2000	水玻璃砂	铸件	铸件	铸件
5	3000×1800×2000	VT10	3000×1800×2000	30	2000	水玻璃砂	铸件	铸件	铸件

1.5.2 V 法造型国内发展

我国从1971年开始,对国外先进铸造工艺进行了广泛的研究,并引进了国外先进的V法造型技术,经过几年的消化吸收,我国V法造型技术已有了较大的发展。目前,我国V法造型技术已广泛应用于汽车、机械、冶金、化工、轻工、纺织、电子、医药、国防等工业部门。V法造型技术具有造型精度高、表面质量好、生产周期短、劳动强度低、环境污染小等优点,已成为我国铸造行业的一项重要技术。随着V法造型技术的不断发展,其在我国的应用范围将不断扩大,为我国铸造工业的现代化进程做出更大的贡献。

第2章

V 法铸造工艺

2.1 造型材料

2.1.1 型砂

V 法铸造所用的干砂，是通常配砂所用的原砂，即不必在砂中添加任何类型的黏结剂或附加物。V 法铸造对砂子的要求，与一般造型法大体相同，即要求耐火度高，流动性好，充填紧实度大等。

适用于 V 法铸造的砂子种类很多，一般来说，只要能承受金属液的高温作用，具有一定耐火度的砂子，均可供 V 法铸造用。目前用于 V 法造型的砂子，主要有石英砂、锆砂、铬矿砂、橄榄石砂等。因石英砂价格便宜，料源充足，有一定的耐火度，所以多被采用。锆砂、铬矿砂等价格较贵，但由于 V 法铸造中用过的砂子 95% 以上可回收再用，消耗量很少，又因为锆砂、铬矿砂的耐火度较高，可使铸件表面更加光洁，而且能避免产生硅尘，所以在 V 法铸造中也被采用。一般干黄砂的 SiO_2 含量稍低，但价廉，虽然耐火度稍低一点，仍可用于生产铸铁件的 V 法铸造。此外，在铸造低熔点的有色金属时，也可用钢丸或铁丸来代替型砂，并能提高铸件的冷却速度，达到改善铸件性能的良好效果。

V 法铸造所用砂子的粒度，应比普通砂型的细，主要是因为：

① 型砂中没有水分、黏结剂和附加物，浇注时不仅不会产生大量气体，还有利于气体的排除。另外，塑料薄膜的发气量也很小，可以及时被真空泵抽走，故可用较细的砂子。

② 粒度细的砂子，可使铸件获得较高的表面光洁度，并能防

止金属液在真空泵的抽吸作用下，渗入到砂粒间隙中去，造成铸件的机械粘砂或产生毛刺，影响铸件的表面光洁度。

③ 细砂和粗砂相比较，细砂制成的砂型透气性较小，浇注时塑料薄膜被烧失后，漏气量就会较少，有利于保持砂型内外的压差。另外，细砂的填充性好，可提高砂型的强度。

有人采用不同颗粒大小的型砂浇注铸钢件，结果如表 2-1 所示。

表 2-1 V 法铸造用型砂颗粒对铸型及铸件质量的影响

型砂种类	颗粒/目	SiO ₂ 含量/%	铸型质量	铸件粘砂面积/铸件总面积/%
天然石英砂	50/100	96	有塌箱	80
天然石英砂	70/100	96	尚可	50
人造石英砂	70	98	有塌箱	40
天然石英砂	100/140	96	良好	<10
人造石英砂	100/200	98	良好	0

注：在实际生产中，一般采用 70/140 或 100/200 的石英砂，对锆砂和铬矿砂经常采用 100/200 较合适。

表 2-2 为日本的原砂粒度分布，日本最初是采用表中所列混合石英砂来进行 V 法铸造，后来由于这种砂充填砂箱后易发生“偏析”，以及其中细粉含量较大，使操作条件变坏，所以日本一些工厂的 V 法铸造用砂，现已改用单一砂，它们的粒度分布如表 2-3 所列。

表 2-2 石英砂的粒度分布（日本） 单位：%

筛号 砂的种类	28	35	48	65	100	150	200	270	底盘	A. F. S 细率
石英砂 6#	/	3.2	31.2	45.8	14.8	4.2	0.8	/	/	52.0
石英砂 5#	4.2	34.7	29.1	21.5	8.0	1.7	0.5	0.2	0.1	41.2
石英砂 8#	/	/	/	0.4	2.0	9.2	25.8	28.4	34.0	205.7
混合石英砂(6# / 8# = 2/1)	/	2.1	20.8	30.7	10.5	5.9	9.3	9.7	11.2	103.2
石英砂 7#	/	/	0.4	24.0	40.0	21.4	12.2	1.2	0.2	82.0

表 2-3 日本工厂的铸铁件及铸钢件用的

石英砂粒度分布

单位: %

筛号 砂的种类	35	48	65	100	150	200	270	底盘
铸铁件用砂	—	0.2	0.2	1.0	30.0	49.0	17.8	1.8
铸钢件用砂	—	0.4	24.0	40.0	21.0	12.2	1.2	0.2

从表 2-3 中可以看出,在铸铁件使用的石英砂中,以粒度为 150、200 及 270 所占的比重较大,因为所用砂的粒度较细,所以砂型的充填密度较高,可防止铁水侵入砂粒中,而造成机械粘砂。对于铸钢件,由于要求型砂有较高的耐火度,而且钢液凝固较快,不易发生机械粘砂,所以铸钢件用砂中,以粒度为 65、100 及 150 为主,与铸铁件用砂相比,粒度要粗些。

根据实际经验,一般来说,选用 S70/140 或 S100/200 不含黏土成分的干原砂作为 V 法铸造的型砂是合适的。

为了防止铸件出现机械粘砂,一般用细的面砂和较粗的背砂来造型,也有采用混合砂的。日本曾用配比为 70% 的 6 号石英砂与 30% 的 8 号石英砂混合造型,制作重约 1t、壁厚 100mm 以上的铸铁件。另外,砂子内不应含有黏土。当砂箱接通真空泵脱模后,铸型的硬度只有 85HB 左右,经过一段时间抽气,其硬度才升到 90HB,原因是砂子中含有黏土充填于砂粒之间,使抽气阻力增加,改用 S100/200 的人造石英砂作面砂后,铸件的落砂情况较好,即使厚 40mm 的铸件表面也很光洁。

2.1.2 塑料薄膜

(1) V 法铸造对塑料薄膜的性能要求 V 法造型是用塑料薄膜通过加热后软化,并利用真空将它吸附在凹凸不平的模型表面上,由于模型轮廓复杂,要求薄膜有较好的工艺性,不产生折痕和破裂,在成型时,模型凹部开口处短边与凹部深度之极限比为 1:1.5,超过比例薄膜就会破裂,但对于开口处尺寸较大的凹模,如使用辅助塞子,其比值可达 1:2。然而,用 V 法造型的塑料薄