

真空密封造型

铁道部武汉工程机械厂编著
华中工学院



中国铁道出版社 一九八三年十月廿四日

真 空 密 封 造 型

(负 压 造 型)

铁道部武汉工程机械厂
华 中 工 学 院 编 著

中 国 铁 道 出 版 社

1982年·北京

内 容 简 介

本书简明地介绍了真空密封造型（负压造型）铸造技术的原理、特点、工艺方法、工艺装备以及专机和生产线，还总结了国内外在真空密封造型方面的实践经验，列举了一些应用实例。同时，叙述了真空密封造型过程中的某些物理化学现象，以及这一新技术的发展趋势和动向。

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。

真 空 密 封 造 型

铁道部武汉工程机械厂
华 中 工 学 院 编著

中国铁道出版社出版

责任编辑 苏国镇

封面设计 翟 达

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：6 字数：124千

1982年2月第1版 1982年2月第1次印刷

印数：0001—3,000册 定价：0.65元

前 言

真空密封造型是七十年代铸造行业中出现的一种崭新的物理造型法，它被许多铸造工作者誉为新一代造型法。国内从1974年起，即开始了这项新技术的试验和研究工作，目前全国已有不少单位采用了这种造型方法进行生产或试生产，并且均取得了一定的效果。国内外的实践表明，真空密封造型具有许多独特的优点，是一项有发展前途的新工艺，值得推广。

有关真空密封造型的生产技术及试验研究情况，已有不少短篇的著述零散地见于国内外一些杂志上，但迄今尚未见到系统地介绍这项新技术的专著。为了促进真空密封造型技术的推广，在总结我们的生产和科研实践经验，以及搜集国内外有关资料的基础上编写了这本书。

全书共分八章，分别介绍了真空密封造型的工作原理和特点、工艺方法，以及所用主要工艺装备、专机和生产线。为了揭示造型的机理，还论述了浇注时铸型中发生的物理、化学现象。此外，还介绍了真空密封造型技术的发展动态及趋势。

本书由华中工学院和铁道部武汉工程机械厂联合编著。参加本书编写工作的人员有：华中工学院的曹文龙、吴广忠；武汉工程机械厂的毛乾鑫、张选基、杨洪恩、隋全明等同志。

由毛乾鑫同志负责全书的修改、整理定稿，经曹文龙同志审校；并承武汉工程机械厂的盛秋福同志校阅。

在编写本书过程中，得到上海、武汉、北京、西安地区许多单位的协助和支援，并为本书提供了许多资料和图片，在此一并致谢。

由于我们对这项新技术的研究试验工作做得还不多，调研和收集资料的工作做得也不够广泛和深入，加上水平所限，书中难免存在谬误之处，诚恳地欢迎广大读者提出宝贵意见，使真空密封造型技术为我国实现四个现代化的事业作出积极的贡献。

编著者

1980年12月

目 录

第一章 概论	1
§ 1. 工作原理、工艺过程及特点.....	1
§ 2. 适用范围及铸件实例.....	8
第二章 造型材料	17
§ 1. 塑料薄膜.....	17
§ 2. 型砂.....	26
§ 3. 涂料.....	32
第三章 工艺方法	37
§ 1. 薄膜的覆模成型及工艺.....	37
§ 2. 浇注系统及浇注工艺.....	46
§ 3. 造型与制芯.....	53
§ 4. 铸件质量.....	60
第四章 工艺装备	64
§ 1. 真空抽气设备.....	64
§ 2. 型板、震动机及加热器.....	68
§ 3. 砂箱.....	77
第五章 自动抽气装置、专机及生产线	86
§ 1. 自动抽气装置.....	86
§ 2. 专机及生产线.....	94
第六章 应用实例	118
§ 1. 铸铁件实例.....	118
§ 2. 铸钢件实例.....	127
§ 3. 有色金属件实例.....	132
第七章 浇注时的物理、化学现象	138

§ 1. 浇注时薄膜的烧失与壳层的形成	138
§ 2. 浇注时铸型抽气量的变化	143
§ 3. 铸型与铸件的冷却速度	147
§ 4. 浇注时铸型内压力的变化	153
第八章 真空密封造型技术的发展	166
§ 1. 几种造型方法的联合应用	166
§ 2. V法制芯	174
§ 3. 喷涂成膜	178
主要参考资料	184

第一章 概 论

§ 1. 工作原理、工艺过程及特点

一、工 作 原 理

真空密封造型，是七十年代铸造行业中新创造的一种物理造型法，在铸造的各类造型法中，被称为第三代造型法（图 1—1）^①，它与传统的造型方法有很大的不同。传统

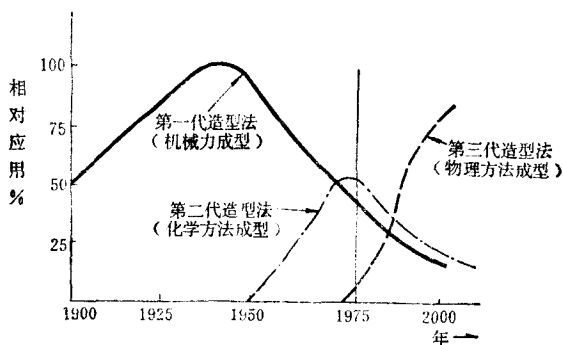


图 1—1 各类造型方法的发展趋势

的造型法是使用有粘结性的型砂，为此需要在干砂里添加一定量的水分、粘结剂及附加物等，使型砂达到所需的强度或硬度，以保持型腔的轮廓形状和所要求的其它性能。真空密封造型法则不同，如图 1—2 所示，它是采用干砂作造型材料；并因此需要采用一种特制的砂箱 6，图示的这个砂箱，

① 包括高压造型和射挤造型在内的机械力造型法简称为第一代造型法；热芯盒、冷芯盒的化学造型法简称为第二代造型法；物理成型的真空密封造型法简称为第三代造型法。

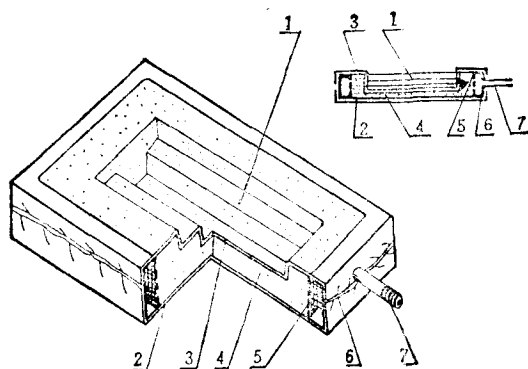


图 1—2 真空密封造型法的原理

1 ——型腔；2、3 ——塑料薄膜；4 ——干砂；5 ——滤网（或格栅）；6 ——砂箱；7 ——抽气管。

不仅四壁是空心夹层的，而且在砂箱内壁面上，装有可阻止砂粒进入，但又能通气的滤网或格栅 5。整个砂箱的空心夹层壁，通过抽气管 7、经橡胶软管与真空泵接通。造型时，先在型板上覆盖一层塑料薄膜 3，然后套上砂箱并定位，在砂箱内充填不含任何粘结剂及附加物的干砂，经震实刮去余砂以后，用塑料薄膜 2 覆盖砂箱顶面，并接通真空泵，干砂 4 为砂箱及上、下层塑料薄膜所密封，砂粒间的空气被真空泵不断地吸走，而使砂型内形成负压（即低于大气压力），这样就在砂型内外造成了一定的压力差，这个压力差，可阻止砂粒间的相互移动，并使砂型具有一定的强度或硬度。脱模后，就得到一个坚实的砂型型腔 1。在真空泵不停地抽气作用下，此砂型型腔的几何形状可保持不变。用上述方法造出的砂型，经过合箱、浇注，即可制出所需的铸件。

由此可知，真空密封造型是利用塑料薄膜密封砂箱，并

依靠真空泵抽出型内空气，造成铸型内外有压力差，使干砂紧实，以形成所需型腔的一种物理造型方法。因此，真空密封造型法又名“负压造型法”或“减压造型法”。国外取英文Vacuum（真空）一词的字头，而简称之为V法。为了叙述上的方便，本书今后也采用V法这个简称。

二、工 艺 过 程

V法造型的整个工艺过程如图1—3所示。

造型时如图a所示，先将模型1放在一个特制的型板2上，该型板上面钻有许多小孔3，下边是一个空心的抽气箱4，侧面装有一个管接头5，可用软管与真空泵联通。在模型的折角及凸凹处，也钻有许多小的抽气孔6。可利用定位销使模型在型板上定位。

将夹持着塑料薄膜7的框架，置于加热器8下加热，使塑料薄膜增加塑性（图b）。待塑料薄膜软化出现镜面时，迅速将它覆盖在型板上，并随即使型板抽气箱与真空泵接通，覆盖着塑料薄膜的模型表面之压力随即降低，在周围大气压力的作用下，使塑料薄膜平整无折皱地紧贴在型板的表面上（图c）成型，可使它的几何轮廓与模型相同。随后如图d所示，在塑料薄膜上表面均匀地喷涂一层涂料。再如图e所示，在型板上套装砂箱9并予定位。如前所述，此砂箱的空心四壁构成抽气室10，通过管接头11，可用软管与真空泵接通。

将干砂12填满砂箱（图f），然后开动装在型板下面的震动机13，使型砂受微震得到紧实（图g）。

将砂箱上部的余砂刮去，并在砂箱的顶面再覆盖一张塑料薄膜，然后使砂箱接通真空泵（图h），在真空泵的不断抽气作用下，密封在砂箱四壁及上、下层塑料薄膜内的干

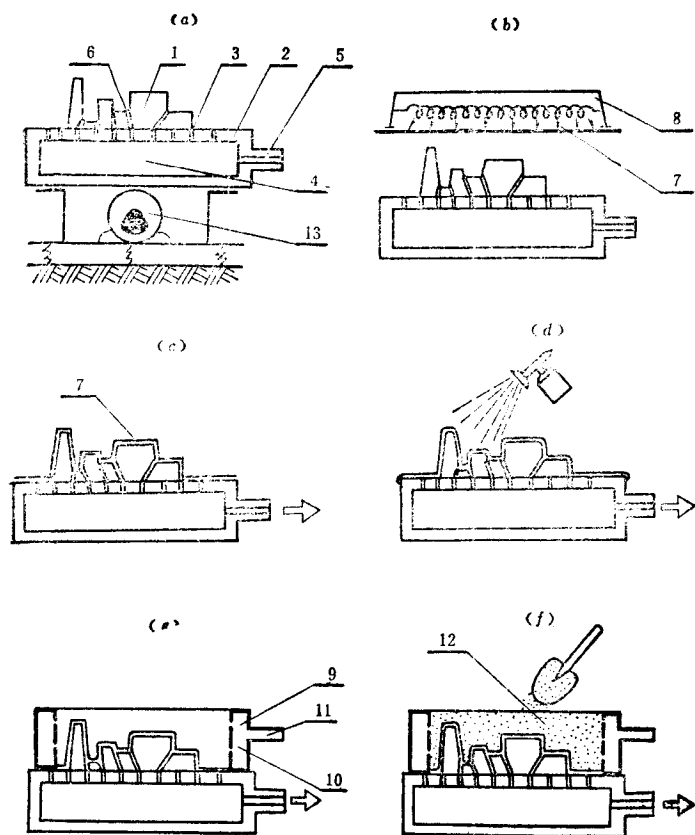
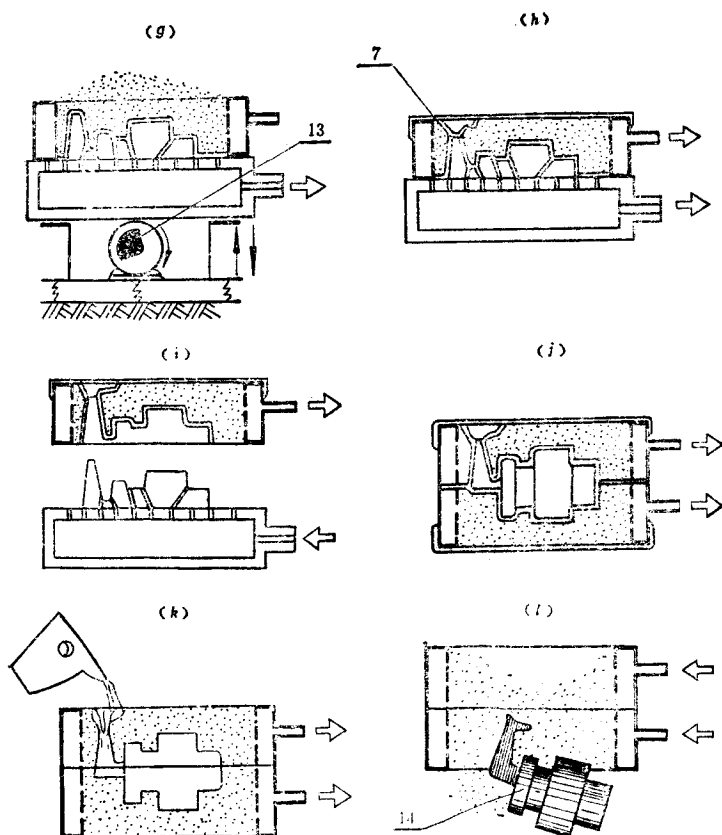


图 1—3 V 法

1 —— 模型；2 —— 型板；3 —— 抽气孔；4 —— 抽气箱；5 —— 管接头；
 10 —— 砂箱抽气室；11 —— 管接头；12 —— 干砂；13 —— 震压器；14 —— 铸
 砂，由于内外压力差的作用，失去流动性而固化，即形成具
 有一定强度和硬度的砂型。

完成以上工序后，关闭型板抽气箱与真空泵的通道，使
 模型表面与大气相通，即可进行脱模（图 i），由于模型表
 面与光滑的塑料薄膜接触，阻力很小，故容易脱模。脱模后



的工艺流程

6——抽气孔；7——塑料薄膜；8——加热器；9——砂箱；件。

的砂型，要继续保持与真空泵接通，借此使砂型内外具有一定的压力差，来维持砂型的几何形状不变。

用上述同样的方法，再制出另一半砂型。然后经过下芯、合箱后，即组成一个完整的铸型（图 j）。此后即可向铸型内浇注金属液（图 k）。浇注时，塑料薄膜在金属液的

高温和真空泵的抽吸作用下，在较短的时间内被熔化；同时向砂粒间隙中扩散，并充填于砂粒之间，因此尚可起到一定的密封作用。被熔化的薄膜，在继续向砂粒间扩散的同时，与砂粒混合形成壳层，但因填不满砂粒间的空隙，所以不能完全密封砂型，若此时金属液能迅即充填型腔，由于金属液可以起到密封的作用，故可得到所需的铸件。

浇注完毕待铸件凝固后，解除砂型内的真空状态，由于砂型内外压力差消失，型砂就自行溃散。落砂后即可取出铸件14（图1）。由于铸件表面不粘砂，所以很易清理。用过的干砂经冷却、除尘后，可回收继续使用。

用V法造型时，目前所用型芯多为常用的泥芯，对于形状简单的型芯，也可用V法来制造（详见本书第三章及第八章）。

三、V法造型的特点及存在的问题

上述V法造型的工艺流程及方法，与传统的造型法比较，具有许多独特的优点，但也存在着一些待解决的问题。采用V法造型的主要优点如下：

（一）铸件质量好。这是由于：（1）铸型型腔表面覆有塑料薄膜，铸型面光洁无疵；（2）砂型内外的压力差，使砂型各部分的硬度既高又均匀；（3）砂型脱模容易，可以采用较小的拔模斜度；（4）砂型的硬度较高，可接近高压造型法制得的砂型硬度，在金属液的压力和热作用下，型腔不易变形；（5）浇注时，由于真空泵对砂型不停地抽气，有利于金属液充填型腔，所以用V法制出的铸件尺寸精度高，轮廓清晰，表面光洁，可与精铸件媲美。此外，由于型砂里不含有水分及粘结剂，不易产生气孔等缺陷，故铸件的内在质量也较好。

（二）金属的利用率高。由于用V法制成的铸件表面光

洁、尺寸精度较高，所以可减小铸件的加工余量；此外，由于金属液在型腔中冷却较慢，有利于金属的补给，故铸件所用的冒口也可减小，因此提高了金属利用率。

(三) 设备简单、投资费用较少。在现有铸造设备的基础上采用V法时，只需增添真空泵及若干专用的砂箱等即可，其专用造型设备的结构，也比其它造型方法所用的简单些，因此投资费用较少；并且可省去混制型砂所需的设备，故易被采用。另外，与湿型抛砂机造型相比较，其设备投资费可减少30%，设备的使用、维修也都较方便。

(四) 节约原材料和动力。型砂不需添加任何粘结剂和附加物，因此可省去型砂处理中的配砂、混砂和自硬砂造型中烘烤砂型等工序。此外，铸件落砂时只需稍加振击，附在铸件表面的砂及芯砂即可全部落掉，所以清砂比较容易。旧砂经筛分除尘后，95%以上可回收，待冷至50°C以下时再用，故可节约原材料和动力。据国外资料报导，采用V法造型消耗的动力，仅为湿型法的60%，并可减少劳动力35%。

(五) 模型和砂箱的使用寿命长。造型时由于模型上覆有塑料薄膜，表面光滑，所需拔模力很小。此外，造型中模型既不受大的振击，也不受高温高压作用，因此模型不易变形损坏，故使用寿命长。

(六) 工作环境可得到改善。这是由于：(1) 造型过程及浇注金属前后，一直用真空泵向外抽气，浇注时砂型中产生的微量气体大都被真空泵抽走，空气污染少；(2) 清砂后无大量的废砂需要处理；(3) 输送型砂可采用真空吸送法，粉尘问题较易解决；(4) 因不用震动造型机，所以工作场地可避免激烈的振动和刺耳的噪声。

(七) 便于管理和组织生产。因为V法造型生产周期短，工艺简便，操作容易，不需特别熟练的技工，所以管

理、组织生产都较方便。

(八) 适用范围广。V法造型既适用于手工操作的单件小批量生产,也适用于机械化、自动化的大批量生产。可用于铸铁、铸钢等黑色金属的铸造,也适用于铜、铝、镁等有色金属的铸造,尤其适用于生产大、中型较精密铸件和薄壁铸件。

V法造型虽有以上许多独特的优点,但在生产实践中也还存在如下一些有待解决的问题。例如:

(1) 某些可用高效造型机生产的小铸件若改用V法造型,因受造型工艺的限制,生产率不易得到提高。

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

(3) 目前采用V法仅能制出几何形状不太复杂的型芯。但在V法铸型中若用一般的泥芯,则V法造型的许多优点将得不到充分的发挥。

(4) 在V法造型生产中,由于铸件冷却速度较慢,使铸件的机械性能、金相组织及硬度有些降低,为此有时要调整铸件的化学成分。

随着V法造型使用范围的扩大,还会出现其他问题,所以在生产中必须根据实际条件、工艺对象、生产规模等情况来综合分析,权衡利弊,决定取舍。

§ 2. 适用范围及铸件实例

V法造型问世以来,其应用范围日趋广泛。从铸造中小型、形状简单、无芯的铸铁件,扩大到铸钢件以及各种有色金属铸件。铸件的重量,由几公斤发展到十多吨。

国外在冶金、车船制造、机械产品、轻工制品、有色金属的装饰品、铜合金工艺品、铝合金的建筑制品以及电子计

算机基盘等方面，都有采用V法造型的例子。特别是在铁路机车车辆的铸钢件生产中，日本已成功地应用V法造型批量生产车辆转向架的侧架、摇枕，以及机车车辆的车钩和冲击座等一百多种中型铸钢件。日本还用V法造型批量生产重达1670公斤的铁路高锰钢道岔以及重达12吨的铸钢锚。因此，V法造型的适用范围是相当广泛的。

图1—4~1—16所示为国外采用V法造型铸出的几个典型铸件的实例。

图1—4为搪瓷浴盆铸铁坯，外形尺寸为 $1034 \times 640 \times 436$ 毫米，壁厚3~4毫米，材质为灰铸铁，重85公斤。铸件表面光洁、尺寸精确、壁的厚度既薄而又均匀。

图1—5为叉车上的平衡块，外形尺寸为 $1120 \times 930 \times 470$ 毫米，重1吨，材质为灰铸铁。该件原用自硬砂型或干型生产，改用V法造型后，成本显著降低，所得铸件重量偏差极小，而且铸件表面很平整光洁。

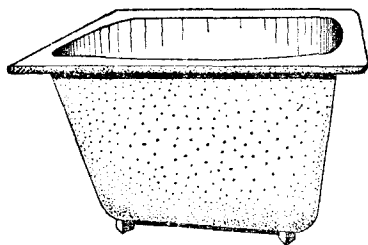


图1—4 搪瓷浴盆铸铁坯

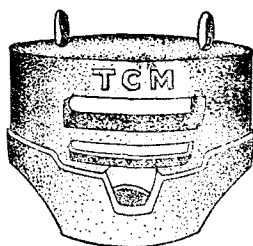


图1—5 叉车的平衡块

图1—6为球墨铸铁异型管，外型尺寸为 $850 \times 1000 \times 720$ 毫米，重300公斤。该件以往是用自硬砂型生产，改用V法制型及制芯后，铸件壁厚稳定，尺寸精确，成本降低。

图 1—7 是普通铸钢阀门, 外形尺寸为 $300 \times 350 \times 150$ 毫米, 重40公斤, 该铸件表面光洁, 所留加工余量极小。

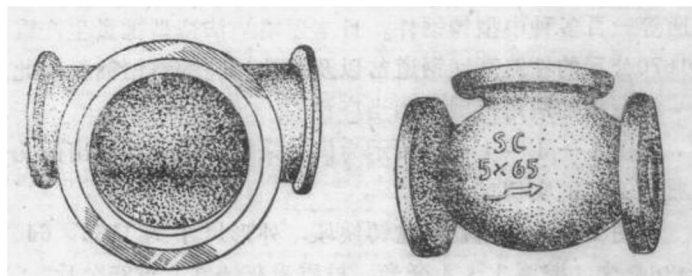


图 1—6 球墨铸铁异型管

图 1—7 普通铸钢阀门

图 1—8 是高锰钢的链轮, 外形尺寸为 $\phi 510 \times 150$ 毫米, 重57公斤, 其特点是尺寸及光洁度均达到了精铸件的要求。

图 1—9 是一个铸铁的支架, 外形尺寸为 $380 \times 570 \times \phi 160$ 毫米, 重60公斤, 平均壁厚20毫米。

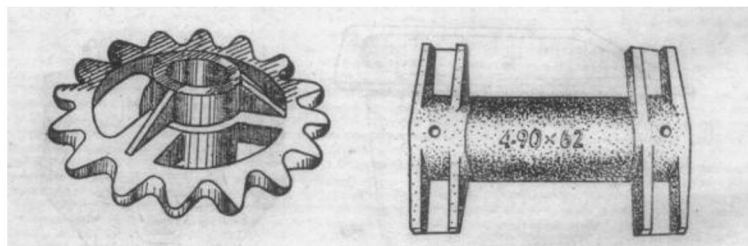


图 1—8 高锰钢链轮

图 1—9 铸铁支架

图 1—10 是一个重41公斤的铸铁造型机械零件, 平均壁厚15毫米, 外形尺寸为 200×600 毫米。

图 1—11 是铸铁的钻座, 壁厚100毫米, 外形尺寸为 $\phi 400 \times 680$ 毫米, 内孔尺寸为 $\phi 200$ 毫米。