

CIXING ZHUGANG

张英杰 李元冀 编著
王 美 逢 吉 珍

磁型铸钢

中国铁道出版社

磁 型 铸 钢

张 英 杰 李 元 冀
王 美 逢 吉 珍 编 著

中 国 铁 道 出 版 社

1 9 8 1 年 · 北 京

前 言

磁型铸造法是六十年代末期出现的一项铸造新技术，它的出现是对传统的砂型铸造的一次重大革命。近年来，国内一些科研单位和厂矿企业对磁型铸造法进行了试验并在实际生产中取得了成效，对推动我国的铸造生产的发展，作出了积极的贡献。

为了适应四化建设的需要，使这一新技术得到更广泛地交流和推广，我们在实验研究和生产实践的基础上，参考有关文献，编写了本书，作为一个比较系统地介绍铸钢件磁型铸造的尝试。

本书着重介绍磁型铸造的机理、生产设备及铸钢生产的基本工艺参数和技术控制方法。由于磁型铸造技术现在还处在发展阶段，有些技术难题还有待于进一步探索解决，加之我们水平所限，缺点、错误在所难免，希望读者提出宝贵意见。

本书在编写过程中，承杨炽昌、董继官二同志的热情指导，在此表示感谢。

编 者 1980年4月

目 录

第一章 概论.....	1
第二章 气化模材料.....	12
第一节 气化模材料应具备的条件.....	12
第二节 聚苯乙烯泡沫塑料的制取.....	13
第三节 聚苯乙烯泡沫塑料的特性.....	19
第三章 气化模的制造.....	23
第一节 珠粒的预发和熟化.....	23
第二节 珠粒预发的设备.....	28
第三节 气化模的胎模设计.....	31
第四节 气化模的成型.....	67
第四章 气化模的耐火涂料.....	76
第一节 耐火涂料的特性.....	76
第二节 涂料的成分.....	79
第三节 涂料配制方法及质量控制.....	88
第四节 涂挂方法及涂料缺陷.....	93
第五节 铸模的干燥工艺及设备.....	97
第五章 磁型铸件的形成机理	100
第六章 铸造工艺及技术控制	115
第一节 工艺设计和技术控制的基本原则	115
第二节 铸件浇注位置的选择	117
第三节 浇注系统的设计	121
第四节 冒口	132
第五节 排气系统	136

第六节	埋箱	141
第七节	激磁浇注	147
第八节	冷却落丸	149
第七章	磁型铸钢件质量检验及常见铸造缺陷分析	151
第一节	铸件的化学成分	151
第二节	金相组织和机械性能的变化	157
第三节	铸件的外观及尺寸检验	171
第四节	夹渣	172
第五节	铸件的表面渗碳和局部增碳	175
第六节	铸件的表面粘丸	177
第七节	浇注呛火和浇不足缺陷	180
第八节	热气流击穿	182
第九节	气孔	182
第八章	磁型浇铸线	185
第一节	磁型浇铸线的特点及设计步骤	185
第二节	磁型机设计	188
第三节	埋箱及翻箱取件机构	195
第四节	磁丸箱及驱动机构	202
第五节	磁丸的运输及处理系统	207
第六节	通风除尘系统	211
第七节	浇铸线的总体布置	218
〔参考文献〕		221

第一章 概 论

一九六八年西德 A·维特莫塞教授在研究实型铸造的基础上发展了一种新的铸造方法——磁型铸造法。它的基本原理是：用聚苯乙烯泡沫塑料按铸件形状制成气化模，并在气化模表面涂挂一层耐火涂料，然后组合在特制的磁丸箱内，填充磁丸并微震紧实，推入固定的磁型机内，通磁以后磁丸互相吸引，形成一个既有一定强度，又有良好透气性的铸型，即可浇注金属液。

在浇注过程中气化模受热气化，逐渐消失，而液体金属则逐渐取代气化模的位置，冷凝后形成与气化模形状相同的铸件。解除磁场后，磁丸又重新松散恢复其流动性，这时可卸掉磁丸并取出铸件。图 1—1 是磁型铸造的原理图。

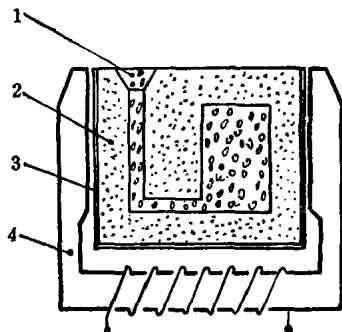


图 1—1 磁型铸造原理图
1 —— 气化模； 2 —— 磁丸； 3 —— 磁丸箱； 4 —— 磁型机。

图 1—2 为磁型铸造的工艺流程图。

这种铸造方法其最本质的工艺特征是用磁丸代替型、芯砂材料，用磁场应力代替型砂粘结剂，采用气化模实型工艺代替砂型铸造中的空型腔铸型，从而在整个铸造生产流程中引起了一系列重大变革，为铸造生产提供了一条崭新的途径。

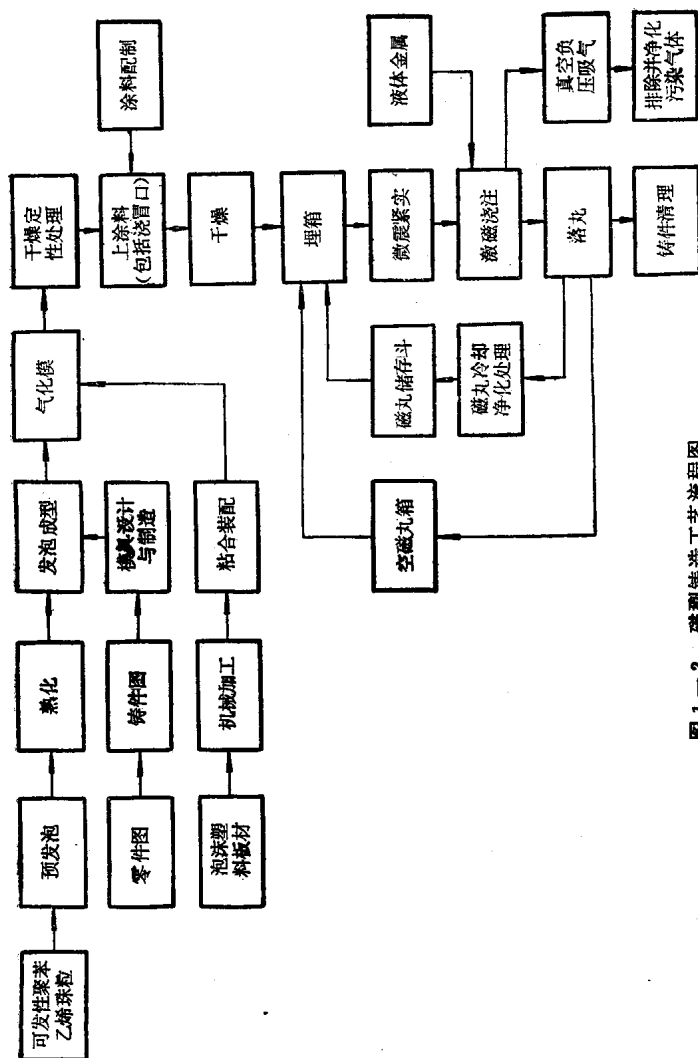


图 1-2 磁型铸造工艺流程图

和传统的砂型铸造法相比，磁型铸造法具有以下一些工艺特点：

1. 在制取铸型时可以不分型不起模，一般也不要制造和组合坭芯，因而改变了铸件结构上必须考虑分型和起模的传统工艺概念。它一方面使设计人员在设计铸件时有更大的自由，扩大了可铸造的形状范围；另一方面铸造工作者又可以根据铸件的结构特点，按铸造冶金规律自由选择最合理的浇注位置，在需要的部位自由安置浇冒口，使铸型具有最佳的充型、补缩和排气条件。在砂型铸造中难以采用或无法采用的球型冒口和牛角浇口，在磁型铸造中则可以轻而易举地发挥其作用。气化模失模过程中产生的还原性气体，有利于防止金属液的气化污染。因此，磁型铸造所制取的铸件一般冶金缺陷较少，而且组织致密，强度性能较砂型铸件为好。

2. 磁型铸造法不仅消除了由于分型起模所造成的铸造尺寸误差，提高了铸件精度，而且从根本上消除了砂型铸件产生飞边毛刺的工艺条件，从而为减少铸件清理工时，提高清理效率，改善劳动条件和降低金属消耗，找到了一条行之有效的途径。例如货车用绳栓，采用砂型铸造时极易错箱，由于尺寸不符而造成的废品达2%以上。采用磁型铸造以后，铸件合格率可达100%。图1—3为磁型铸造绳栓铸件。又如货车用闸瓦托用砂型铸造时，每件有两只坭芯，再加上合箱披缝造成飞边，致使每个铸件飞边长达1.5米左右。图1—4为闸瓦托砂型铸造工艺图。按年产2,500辆货车计算，一年仅清理飞边便达30余公里，耗费工时14,000点。同时由于分型、起模、下芯、合箱所引起的尺寸误差使铸件形状不符合技术要求，百分之九十以上均需进行热整形矫正。采用磁型铸造后，不仅完全消除了毛刺飞边，而且绝大部分铸件不需整形矫正就可达到毛坯组装技术要求。图1—5为磁型

铸造闸瓦托。

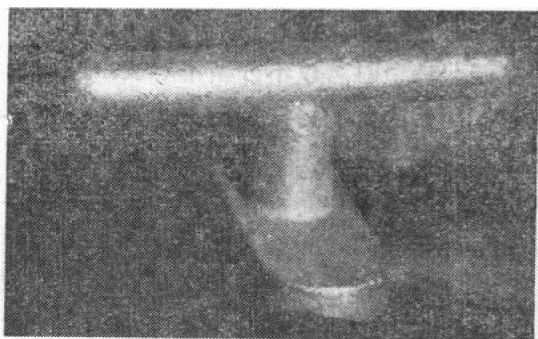


图 1—3 磁型铸造“绳栓”

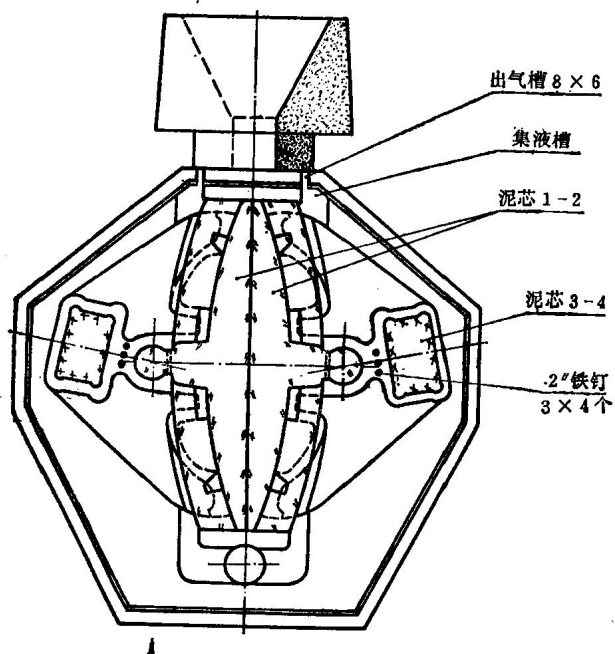


图 1—4 “闸瓦托”砂型铸造工艺图

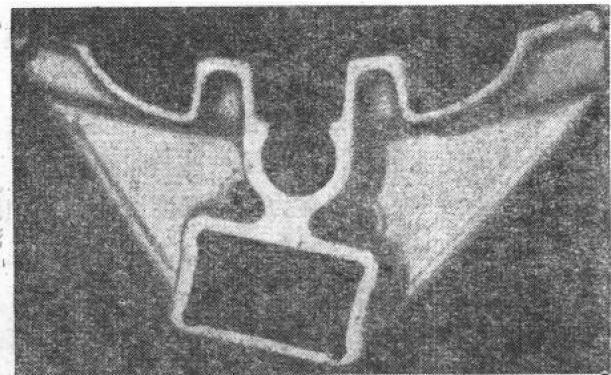


图 1—5 磁型铸造“闸瓦托”

3. 磁型铸造中采用的磁丸充型材料具有良好的工艺性能。磁型的冷却速度比砂型大三倍以上，而又无一般金属型的激冷作用，这对细化金属组织，改善铸件的同时凝固条件极其有利。这类磁丸还不含水份，无附加粘结材料，其发气量极小，粒度均匀，呈圆球状，比重大；不仅流动性好，填充作用优良，而且透气性之高远非其他造型材料所能比拟。同时，磁丸在使用过程中又不易变质破损，具有良好的复用性能。浇注一次磁丸损耗率仅为铸件重量的 1 % 左右。落丸后复用处理过程极其简单，只需筛选除尘冷却后便可重新使用。由于所用磁丸的品种单一，因而管理方便，既不需要庞大复杂的碾制设备和相应的仓库厂房，也不需要众多的维修和操作管理人员。

4. 磁型的强度是根据铸件的工艺特点，通过调节磁感应强度来控制的，方法简便，稳定可靠。铸型浇注以后，又可以根据铸件的冷却情况随时切断磁场，恢复磁丸的流动性。这种灵活方便的控制方法，既保证了浇注时铸型具有足够的强度，使其经得起金属液和气体综合压力的冲击，又可有效地防止冷却时铸型对铸件的机械阻力，从而减少了铸件

的裂纹倾向。对于固态收缩量大，裂纹敏感性强的铸钢件来说，这一点显得尤为重要。

还应该指出，用磁感应强度来控制铸型强度的方法还大大简化了整个铸造作业过程，消除了一些技术难度高、不易控制的作业工序，减少了许多体力劳动强度大而又繁琐的操作。它既不需要添加多种粘结材料和溶剂，在特制的混碾设备中来取得必须的造型材料性能；也用不着对铸型施行干燥脱水和相应的硬化处理；更不需要用芯骨、提钩、铁钉来增加铸型的刚度。落砂作业也简化了。只要在固定的工位上，按一定的角度将磁丸箱倾转，便可将铸件和磁丸分开，根本用不着复杂的落砂处理。

5. 磁型铸造的另一个技术特点是显著地简化了造型工序。尽管它增加了气化模制造和涂料涂挂及干燥两个工序（这两个工序在技术上比较容易掌握而且效率较高），但是却把砂型铸造中冲箱、分型、起模、修型、下芯、合箱等几个工序，统一于一个简易的埋箱工序中。

这一工序不需要复杂庞大的制芯和造型设备，省去了许多技术难度大、作业繁琐的手工操作，从而为铸造生产的机械化、自动化创造了有利的工艺条件。

同时，这种制取铸型的方法，由于主要借助于磁丸的重力作用充型，不仅操作简便、埋型自由度大，而且可以有效地利用磁丸箱容积，广泛采用串浇、叠浇和多品种组合浇注工艺。根据铸件结构和工艺特点，结合生产批量要求，有计划地扩大和控制每一铸型的铸件数量，提高每一铸型的金属液容量。这就相应地减少了金属液的浇注次数，降低了金属损耗。它对稳定浇注质量、提高金属利用率、发挥工装潜力、提高单位面积产量都是有利的。这一特点是磁型铸造法所特有的，而其他砂型铸造方法（包括实型铸造法）是很

难，甚至无法做到的。

图 6—11~13 是采用串浇、叠浇和组合浇注工艺的铸模图。

磁型铸造法的这些工艺特点使其在铸造工业应用中显示了极大的优越性：

1. 提高了铸件的质量。一般磁型铸件尺寸精度可达 GB159—59 七~八级、表面光洁度可达 GB 1021—68 $\nabla 3 \sim \nabla 5$ ，都比砂型铸件高。它不仅没有飞边毛刺，而且无夹砂、塌砂、错箱、偏芯等常见铸造缺陷，铸件组织致密，机械强度高，特别适合于生产耐压铸件。

图 1—6 为货车“轴箱”磁型铸件。图 1—7 为经加工后的一些磁型铸件。

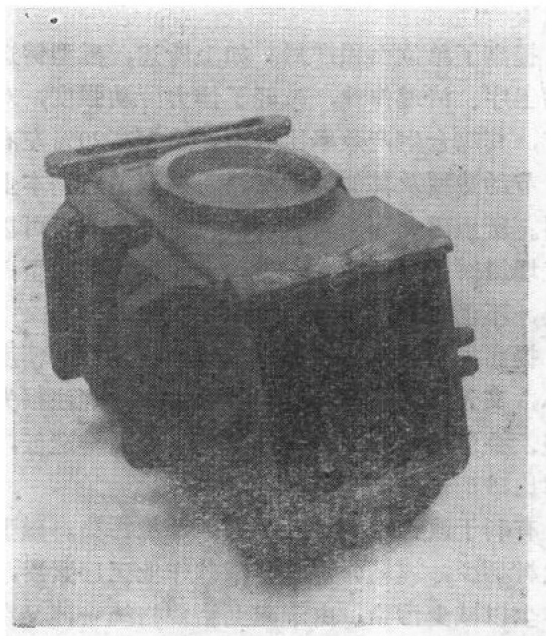


图 1—6 “轴箱”磁型铸件



图 1—7 加工后的磁型铸件

2. 提高了单位面积产量。如上所述，磁型铸造由于简化了造型工序、清理作业，减轻了体力劳动强度，对于铸钢生产而言，其综合生产效率比砂型铸造提高20%左右。

3. 节约造型及其他辅助材料。磁型铸造基本上不需要型砂材料。所用磁丸和涂料或者消耗量少，或者可以回收使用；而且埋箱时不需要芯骨、提钩、铁钉补强铸型；不需要合箱卡具，不消耗坭芯撑等。

4. 提高了金属利用率。由于磁型铸件尺寸精度高，加工余量小，又无飞边毛刺，冒口消耗量少，浇注损失（由于采用串浇、叠浇等工艺）和废品率也比砂型铸造低，因而金属利用率比砂型铸造高。

5. 有利于改善劳动条件和减少环境污染。磁型铸造中所用砂尘材料少，埋箱、浇注、落砂作业工序紧凑，可以采用集中排尘以减少污染。由于磁丸箱规格统一，又在固定的磁型机内进行浇注，因而可以比较方便地采用负压吸气系

统，消除浇注时的冒烟冒火现象，其控制污染的条件比砂型铸造和实型铸造优越多了。

6. 工装使用寿命长，需要储备量少。制造气化模用胎模不易磨损破坏，使用周期长。磁丸箱不仅结构比砂型铸造用砂箱简单，而且埋箱落丸都不需吊运，很少引起冲撞变形及破损。磁丸箱不仅规格统一，可以一箱多用，而且占用时间短，周转快，需要储备量少，易于管理。

7. 设备投资费用少，上马快。由于磁型铸造工艺过程简单，不仅易于实现机械化、自动化，而且设备通用性强。从发泡成型、涂料制备、涂挂及干燥，到埋箱浇注、落丸等都可以一机多用，有利于将多品种零件组织成批量生产。一条磁型铸造线，按磁丸箱规格可以生产几十种甚至上百种不同品种的铸件。有些单件生产的零件也可以混装在一规格的磁丸箱中，因而需要的设备量少。另外，磁型铸造设备与砂型铸造设备相比，其技术难度小、价格低。一般讲来，约为砂型铸造线的20~40%左右。

8. 简化工艺，便于管理。磁型铸造不仅简化了工序，而且所需材料品种少，设备及工装的通用性强，所需规格少，品种单一，因而原材料、设备及工艺管理都大大简化了。这将有利于全面提高铸造生产的管理水平。

9. 操作过程技术难度小，有利于培训熟练操作工人。磁型铸造中，虽然工艺分析实验，工装设计等难度较大；但由于工序少，原材料、设备、工装影响因素比砂型铸造少，而且操作简单，工人比较容易掌握。气化模成型工、涂料工、埋箱工等，一般只需二、三个月就可以熟练地独立操作。这就比较容易稳定生产秩序和产品质量，对于一些新建车间的迅速投产是一个有利因素。

10. 有利于降低产品成本，提高经济收益。由于以上特

点，在正常生产中磁型铸造生产同类型铸件的成本，一般比砂型铸造低10%以上。表1—1是大连机车车辆工厂1979年上半年生产的磁型铸钢件的一些主要技术经济指标数据。

大连机车车辆工厂磁型铸钢件主要技术

经济指标数据

表 1—1

品种	材质	重量 范围 (公斤)	铸件 平均 壁厚 (毫米)	铸件 废品率	工艺 出品率	平均每 一工人 年产量 (吨/ 人)	单位面 积年产 量 (吨/ 米 ²)	每吨 工时	每吨 材料费 (元)	每吨 成本 (元)
机车 车辆 用铸 钢件 29种	ZG25	0.25 ~20	7~ 20	0.7%	70%	27.398	1.366	782	29.86	700.00

磁型铸造法的这些技术、经济特点，使得它对铸造行业具有极大的吸引力。1969年以后，美国、西德、英国、法国、比利时、日本和苏联等先进工业国家，相继引进并采用了这一新技术，并把它应用于普通铸铁、马铁、球墨铸铁、铸钢和有色金属等各种铸造合金领域内。1970年，我国济南铸锻机械研究所进行了磁型铸造的基础实验，并于1973年将研究成果实际运用于河南开封台钳厂，成功地生产了铸铁件。1975年以后，我国几十个厂家相继进行了磁型铸造试验，并在铸钢生产方面取得了较大的成效。从铁路用机车车辆、农用机械、化工机械、通用机械以至国防工业机械，都生产了磁型铸钢件。铸件材质包括普通碳素钢、低合金钢、高锰钢及不锈钢；铸件重量范围最小为0.25公斤，最大至150公斤；铸件壁厚最小为7毫米，最大可达80毫米。仅以铁道部大连机车车辆工厂为例，该厂所属铸钢车间四年中生产内燃机车及车辆用磁型铸钢件就达35万余件，合1800余吨，博得了用户的好评。目前，研究采用磁型铸钢件的厂矿企业在不断增多，品种也在不断扩大。

但是，磁型铸钢技术仍然处在发展阶段，和传统的砂型铸造相比毕竟太年轻了。一些铸造上的技术难题，如增碳问题等，尚需从机理上进一步认清本质，并从技术上找到控制和解决的途径。目前，磁型铸钢件的推广应用多限于中小铸件，对于解决大中型铸件的有关气化模批量生产和涂料涂挂工艺，设计大型磁型机，以及改善现有铸造线机械化自动化程度等问题都需付出极大的努力。由于它具有上述优点，这一新技术终将逐步发展，并在我国的四化建设中作出更大的贡献。

第二章 气化模材料

第一节 气化模材料应具备的条件

广义的说：高分子化合物（分子量 >10000 ）都可以用来作气化模材料。如聚苯乙烯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料、聚乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料、泡沫酚醛树脂、泡沫环氧树脂和尿烷泡沫塑料等，皆可作制造气化模的材料。但由于铸造工艺的要求，必须对上述各种泡沫塑料加以选择。

做为气化模材料的泡沫塑料必须具备以下条件。

1. 泡沫塑料的密度必须尽可能的小，以免在浇注气化时产生过多的气体，造成浇注作业的困难，甚至不能得到完整的铸件。

2. 泡沫塑料要在密度尽可能小的情况下，仍具有足够的强度，从而保证在制造、贮存、埋箱过程中不致于变形。

3. 泡沫塑料的收缩应该是稳定的和最低的，从而使气化模在制造过程中的尺寸便于控制。

4. 泡沫塑料必须是易于切削的，以便于气化模的加工和修理。

5. 气化模材料在发泡成型时，应不与胎模材料发生化学作用，并具有能准确复制出与胎模型腔几何形状相同的气化模的性能。

6. 用泡沫塑料制成的气化模，必须是表面光洁的，否则就不能得到表面光洁的铸件。

7. 泡沫塑料应和涂料有较好的粘附性能。

8. 泡沫塑料的气化温度要低，气化时吸收的热量也应