

前 言

“磁型铸造法”是1968年出现的一种新的铸造方法。由于它具有某些优点，引起了世界各国的注意。据报导，西德、日本、英国、比利时、奥地利、荷兰、美国和苏联等，对磁型铸造法进行了试验，研制了磁型铸造自动线。磁型铸造法日趋完善，已作为一种成熟的工艺方法进入铸造车间。

现将几篇关于磁型铸造的文献摘译出版，供参考。

目 录

一、磁型铸造法.....	1
中国人民解放军某部编译	
二、大量生产铸件的实型铸造法.....	13
〔西德〕A. 威特莫塞	
R. 霍夫曼	
三、工业上应用磁型铸造法大量生产铸件.....	34
〔西德〕A. 威特莫塞	
K. 斯太纳克	
R. 霍夫曼	
四、磁型铸造.....	53
〔苏〕B. C. 舒良克等	
五、聚苯乙烯泡沫塑料的发泡.....	63
〔英〕S. J. 斯金那等	
第53研究所译	
六、磁型计算.....	79
〔苏〕Ю. E. 扎利茨曼	
七、磁型铸造法的现状.....	87
〔日〕矢作恭藏	
森昭二郎	

一、磁型铸造法

磁型铸造法出现的技术背景

“磁型铸造”是“实型铸造”的进一步发展。这一方法自西德在1968年国际铸造展览会公开介绍后，引起了许多铸造工作者的注意和重视。事隔一年后，日本三菱重工业公司于1969年1月正式将该技术引进日本，并进行了实验研究和广泛的报道。据认为，以不使用型砂为特点的磁型铸造新技术，具有很大的发展前途。

所谓“实型铸造”，是采用聚苯乙烯泡沫塑料模代替金属模或木模等进行造型，造型后不用取出模型就可浇注而生产铸件的方法。由于实型铸造有一系列优点（如节约木材、简化工序、减轻劳动强度、铸件尺寸精确等）而受到广大铸造工作者的欢迎，其应用范围愈来愈广，目前世界范围内，用这种方法生产的铸件每年已达30万吨。但这一方法主要适合于单件、大件生产。

为了使“实型铸造”适合大量生产，国外对此进行了很多研究。其中具有代表性的就是用根本不含粘结剂的干砂作为铸型材料。这种造型材料不仅具有较好的流动性和填充性，而且还能在不使模型产生变形的外力作用下，制得具有充分填充密度的坚实铸型。这一方法虽具有很好的优点，因存在铸件粘砂这一致命的缺点，而不能广泛的采用。但是，从这些研究中却发现，通过实型铸造进行大量生产的铸型材料，应该具备如下条件：

1. 在造型以前和造型过程中，型砂应有良好的流动性；
2. 从浇注到开始凝固，铸型应仅具有能耐液体金属压力的强度（即一定的结合力）；
3. 铸件凝固后，型砂要恢复原来的流动性，容易落砂；
4. 不发生气体。

而这种无粘结剂的型砂，只能满足上述条件的 1、3 和 4，不能满足第二个条件。从这样的技术背景出发，便出现了磁型铸造法，它是用一种适宜的铸型材料通过磁力的作用将铸型紧实（满足条件 2），即解决了实型铸造法不宜大量生产的缺点。

磁型铸造的原理

当马蹄形的电磁铁或圆筒形的线圈接通电流，就在它的周围立刻形成磁场（如图 1 所示）。若将粒状或粉状的磁性材料置于该磁场内，这种磁性材料便被磁化而相互结合在一起。磁力造型法就是根据这一原理出现的。即，它是用能够磁化的材料代替以往的型砂，用磁力代替以往的粘结剂。

现以铁粒作铸型材料为例，说明制造铸件的过程如下：

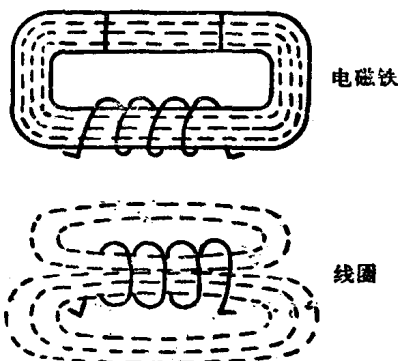


图 1 电磁铁和线圈的磁束

1. 将砂箱置于适当的线圈或磁铁内；
2. 将涂好涂料的泡沫聚苯乙烯模放入砂箱内，然后在四周填充干燥的铁粒；

3. 填充完后，向线圈或磁铁通电，铁粒相互结合，形成坚固的铸型；

4. 浇注；

5. 经过适当的时间后停止供电；

6. 进行落砂，取出铸件。

干燥的铁粒，恰好与无粘结剂的型砂一样具有极好的流动性，并且能很方便地填充到砂箱内。在浇注时，由于磁力的作用而使铁粒之间相互结合，当落砂时，随着磁性的消失而又恢复其流动性。同时，在铁粒中由于不含有水分及其它添加物，故也不会产生有害的气体。这种由磁力和磁性材料相结合的方法，完全解决了如前所述实型铸造法作为铸造材料不适宜大量生产的各种要求和条件。

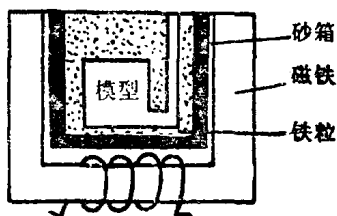


图2 磁力造型的铸型

图2所示为用磁型铸造法所制铸型的截面图。

磁型铸造法的特点

磁型铸造法与一般的造型方法相比，有以下特点：

1. 不需要复杂且昂贵的造型机，只要有加料斗和流动槽就可以将干燥的铁粒填充到砂箱内。当然，考虑到某种程度的自动化的要求，象搬运砂箱的传送带以及回收铁粒的冷却装置等设备还是必需的。但即使这样，也比以往的自动造型机简单得多；

2. 不需要砂处理设备；

3. 铸型的性能保持一定。一般用型砂造型时，必须充分

注意水分、透气性、强度等性能的控制，但采用干燥的铁粒之后，就没有这种必要了。即铸件的质量容易控制；

4. 由于铸型内不含水分和粉状物质，故铸型的透气性高，这对容易产生大量气体的实型铸造极为有利；同时，铸型也不发生气体；

5. 铸型的导热性高。这对于浇注铝合金、铜合金之类的材料更为有利；

6. 无噪音和粉尘，可改善工厂的环境；

7. 造型和落砂效率高；

8. 弥补了实型铸造不足，可进行大量生产。

磁型铸造的技术问题

1. **线圈或磁铁** 磁感应强度取决于线圈数、电流和砂箱的大小，一般为1000~3000高斯。

2. **铸型材料** 原则上任何磁性材料均可，从材料来源和价格是否便宜考虑，以粒状的钢铁之类的材料最为适宜，铁粒的粒度为直径0.2毫米（范围在0.1~1.2毫米之间）。根据浇注金属的不同，选择不同的造型材料。如浇注铝合金时可选用铸铁粒，铸造合金钢时，以钢粒为宜。

3. **模型的制造** 必需采用与实型铸造相同的模型材料。模型的制造系采用：将块状或板状的泡沫聚苯乙烯经切削加工后组合而成和用专门的金属型制成整体的泡沫聚苯乙烯模这两种方法，前者用于单件生产，后者用于大量生产。模型表面的光洁度是直接影响铸件表面好坏的重要条件，所以不论用哪种方法制模，都应严格控制模型表面的加工状况。

4. **铸造工艺** 实型铸造的工艺方案也适用于磁力造型。因此浇注系统的截面积比以及浇、冒口的位置等均与实型铸

造一样。

5. 涂料 即使对实型铸造来说，涂料及涂料方法的良好与否，也是决定铸件表面光洁程度的重要条件；对于磁力造型，由于作为铸型材料的铁粒的耐火度比型砂还低，所以更应注意涂料的作用。西德 BBC 公司是采用以石墨为主要材料的甲醇涂料，并添加少量的锆粉；涂层的厚度以1~2毫米为宜，根据不同情况，也可以采用5~10毫米的厚涂层。

6. 冷却速度及其影响 用铁粒作铸型肯定比砂型的冷却速度快。为了比较两者的冷却速度，将试样用泡沫聚苯乙烯制成圆筒型，然后分别在一般砂型（成分及铸型性能见表1）和磁力造型法进行造型，并在试样的中心处插入铂-铂铑热电偶，再浇入相同成分的铁水，即可观察到两种造型方法的温度下降状况。温度的测定结果如图3所示。不难看出，以铁粒做的铸型，其冷却速度大约是一般砂型的1.5~2.0倍，而与锆砂型相似，因此不会发生象金属型那样的激冷作用。

将图4所示阶梯形试样分别用砂型和磁型造型并浇注铁水后，测定试样中部截面的硬度分布，其结果如图5所示。

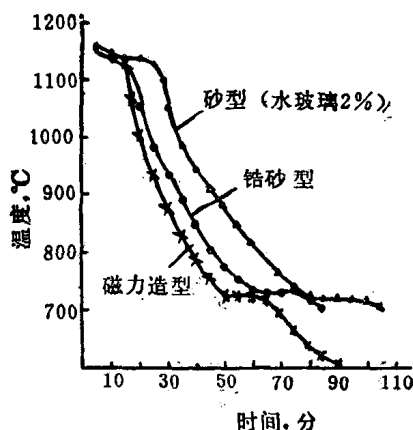


图3 冷却速度比较结果

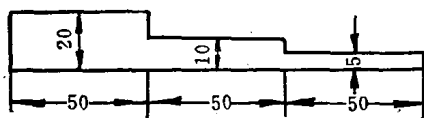


图4 供测定硬度的试样尺寸
(宽100毫米)

表1 实验时型砂的成分及铸型性能

	石英砂	水玻璃 模数2.1, 波美度53	水分	透气性	抗压强度
一般砂型	石英砂100% (AFSN ₀₆₃)	2%	0.9%	218	1.4公斤/厘米 ²
锆砂型	锆砂 (AFSN ₀₁₁₀)	1%	0.5%	60	2.1公斤/厘米 ²

注：1. 抗压强度系根据如下条件所得的实验值，即吹 CO₂ 气的压力为 1.5 公斤/厘米²，吹 CO₂ 气的时间为 30 秒。

2. AFS 系美国铸造协会标准。

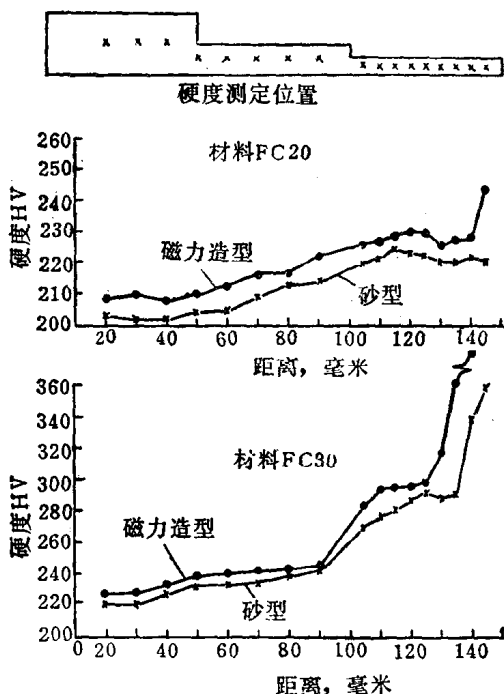


图5 阶梯形试样的硬度比较

最后，还研究了冷却速度差对铸铁抗拉强度的影响，结果见表2。其数值是用直径为30毫米的试样测得的。不难看出，用磁力造型法所得铸铁件的强度值略高。

以上就磁型铸造法的技术问题作了概要的介绍，但就模型、涂料、铸造工艺设计等问题而言，都是与实型铸造相同的。因此，凡是具有实型铸造经验的人，采用磁型铸造法是毫无困难的。总之，可以确信，磁型铸造法具有实际应用价值。

表2 抗拉强度的比较

№	铸 铁	铸 型	抗 拉 强 度 (公斤/毫米 ²)	硬 度 (布氏)
1	FC20	砂 型	22.9 24.1	187 187
		磁 型	24.7 23.2	192 187
2	FC25	砂 型	28.9 29.0	201 207
		磁 型	30.0 30.0	207 212

磁 型 铸 造 机

磁型铸造法的发明者——西德Wittmoser教授与B.B.C.公司共同为磁型铸造法设计了造型机，如图6所示。

该造型机的结构主要由电磁装置、冷却区、造型材料的出口、砂箱返回机构、铸件与造型材料的振动分离装置、斗式提升机、造型材料的贮存箱等组成；也可以在该造型机设置自动浇注装置。

磁型铸造机的操作过程是，首先把模型放入带底的砂箱

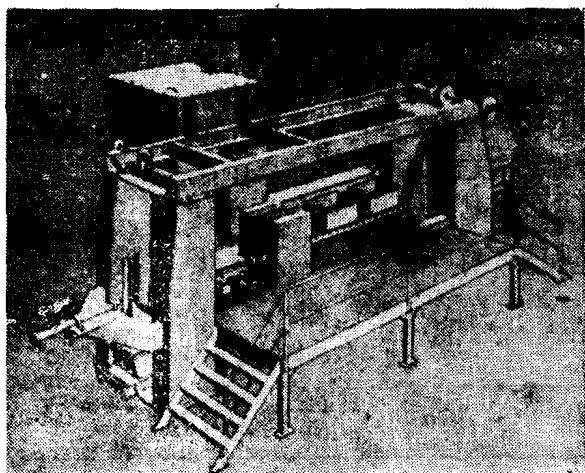


图6 磁力造型用半自动造型机 (B. B. C. 公司制造)

内，再填充造型材料。这时，为了获得更高的铸型密度，可用振动器振动。铸型填充完后，立刻用推杆将铸型移动到电磁铁的电极之间；接着向电磁铁通电并进行浇注；待金属液凝固后，停止通电，将铸型移动到冷却区；通过冷却区的铸型，在分离装置上进行落砂，砂箱再被返回到造型处；与铸件分离出来的造型材料经冷却后又返回到贮存箱内。

上述操作过程中，造型、浇注、冷却和落砂可在造型机上连续进行。

B. B. C. 公司出产的造型机，有三种规格，各种造型机采用的砂箱尺寸和性能列于表3。目前，西德的汽车厂商戴姆勒·奔茨 (Deimler Benz) 公司，已用这种造型机大量生产气缸盖。

表3 磁型铸造用自动造型机砂箱尺寸及性能

型号	造型机尺寸 (毫米)			砂箱尺寸 (毫米)	一个 工序的 时间 (秒)	浇注、 冷却 时间 (秒)	生产率 (箱/ 小时)	砂箱的 容 积 (米 ³)	传送带 的效率 (吨/ 小时)	每一砂 箱的平 均铸件 重量 (公斤/ 箱)	平均生 产速度 (公斤/ 小时)
	长	宽	高								
MFA 433	7800	4200	4800	400×300 ×300	75	225	48	0.036	12	8	384
MFA 644	9200	4400	5000	600×400 ×400	90	270	40	0.096	25	15	600
MFA 755	10000	4600	5400	700×500 ×500	120	360	30	0.175	35	25	750

磁型铸造法的经济性及实例

表4是在一定的前提条件下，磁型铸造与砂型铸造的成本比较。不难看出，用磁型铸造法生产铸件的成本大为降低。

图7所示，是日本用磁型铸造法试制的铸件实例，没有粘砂等缺陷，表面质量很高。

磁型铸造法的未来

磁型铸造是在实型铸造基础上发展起来的、能进行大量生产的方法。因此，到目前为止，磁型铸造法的研究和实际应用都是采用泡沫聚苯乙烯模。但西德已开始研究将磁型铸造法应用于以木模造型，取模后放入芯子，再合上、下砂箱的所谓“空腔铸型”；同时，还正在考虑将磁力造型向离心铸造方面应用。

在材料方面，目前主要是在铸铁上进行研究和应用，将来也可以应用于铸钢、铝合金、铜合金等。

表 4 砂型铸造和磁型铸造法的成本比较 (西德)

项 目	砂 型 铸 造	磁 型 铸 造
所生产的铸件名称	陶瓦 (重量2.6公斤)	同 左
产 量	105.6吨/月	同 左
需要的人员	9名(砂处理、造型、制芯、清理)	3名(涂料、操纵造型机、清理)
在上述前提下, 一个月所需费用如下 (日元)		
1. 造型材料费	1010700	1494000 (铁粒费)
2. 制芯材料费	1026000	—
3. 木型费	1305000	475200 (模型费)
4. 造型机修费	168300	112500
5. 直接人工费	1350000	450900
6. 间接人工费	675000	225000
7. 能量耗费	电力 63000 空气 23760	电力 110700 空气 85100
8. 折旧费	787500	600300
9. 利率	337500	117000
10. 专利费	—	312300
计	6745760日元	3987000日元
每件铸件的成本	63900日元	37800日元

计算的前提条件



a (重17公斤)



b (重14公斤)

c (重 3 公斤)

图 7 用磁型铸造法试制的铸件

结 论

以上概要地介绍了近来很引人重视的新技术——磁型铸造法。这一新的铸造技术虽然出现的时间并不长，但考虑它有许多特殊的优点和实际应用价值，故很有发展前途；它不仅利于大量生产的工厂，就是单件生产的工厂也容易采用。特别是对未来铸造工厂的粉尘、卫生条件要求愈来愈严格的情况下，这种不用型砂的造型技术是极其有利的铸造方法。

摘译自：〔1〕日本《近代铸造》1970年6月1日，P. 178~183；

〔2〕日本《金属材料》1969，V. 9，N. 6，P. 55~59；

〔3〕日本《ミエルモールドニュース》1970年6月20日，
N. 163，P. 28。

二、大量生产铸件的实型铸造法

摘 要

近五年来实型铸造法在工业中已获得了发展。但在工业中推广的实型铸造法迄今只限于单件生产，特别是对大型铸件的单件生产。除此以外，正努力推广实型铸造法用于大量生产铸件。作者叙述了在用实型铸造法大量生产铸件时（包括采用干砂法）与另一些研究者迄今从事的研究。由于以往的工作没有获得满意的结果，所以作者对应用实型铸造法大量生产铸件进行了研究，并与本文的第二作者一起应用了磁型铸造法。

这种方法是采用干的、粒状的可磁化的造型材料，在浇注及浇注后的冷却时间内这种造型材料可借磁场作用力相互联结在一起。试验表明：从技术经济观点来看，磁型铸造法是大量生产各种金属铸件的好方法。

实型铸造法原理

实型铸造法从1961年引入到工业生产中以来，虽只有很短的时间，但已获得了发展，现已成为世界上许多现代铸造厂的一项重要工艺方法。在现有的铸造方法中，实型铸造法可划归入失模铸造法中（图1）。这种分类法是一种全新的概念〔1〕。

迄今所知的铸造法都采用空型，即在浇注之前把模型从铸型中取出（图2左面）。之后把金属液浇入铸型的空腔中。

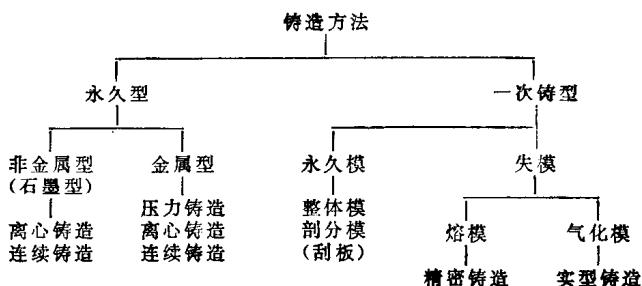


图1 实型铸造法在铸造方法中的位置

(A. 威特莫塞[1])

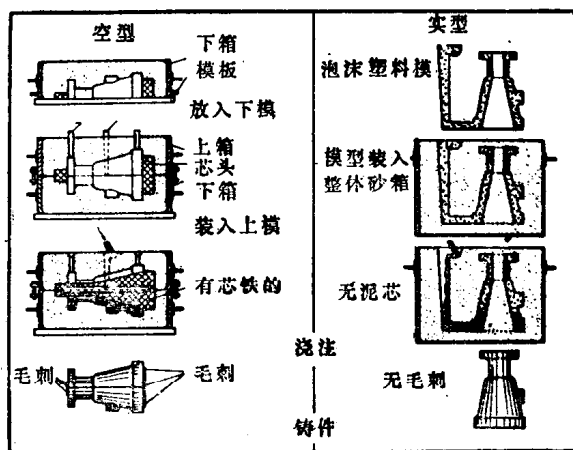


图2 空型铸造 (左边) 和实型铸造 (右边) 的造型及浇注过程

(A. 威特莫塞[1])

模型可以按不同的方法取出。一般情况下永久模可由分开的铸型中无损坏地取出。在精密铸造中为了获得空型腔，除多数采用熔模〔2〕之外，也可采用燃模〔3〕或气化模〔4〕。与此相反，在实型铸造的铸型中气化模被浇入的金属液气化掉

并用金属液取代了气化模的位置。在此，空型腔的建立与模型的取出是连续进行的〔5，6〕（图2右面）。因此实型铸造法是一种全新的铸造方法。同时也是一种重要且较便宜的铸造方法。这是由于它省去了在浇注以前从铸型中取出模型的工序。避开了空型铸造的原理不仅在理论上有意义，而且对铸型及模型的制造工艺和选择造型材料均有重要的影响。

实型铸造的发展和现代工业的应用

实型铸造的发展已由本文的第一个作者在许多刊物上详细介绍过〔1,7~10〕，在此仅作摘要介绍。

实型铸造的原理首先由发明者美国人H. F. 史洛尔〔11〕介绍过。当时这种方法仅在较小的范围内生产艺术品铸件。实型铸造的工业应用开始于1961年，是由西德的泡沫塑料制造厂和几个铸造厂以及本文的第一个作者共同合作解决的〔1〕。之后参加在那时建立的“国际实型铸造协会”企业的数量不断地增加，至今参加该协会交流经验的企业已超过200个。

工业上首先获得应用和发展的单件生产（多至5件的小批生产）的重型件（约50公斤至50吨）。因为模型制造费用省和造型工艺上的优点，实型铸造法得到了迅速的推广。此法很适用于制造冲压模具〔12〕，近年来用实型铸造生产一般机器制造用的铸件也有不断增多的趋势〔13〕。

过去对应用实型铸造法大量 生产铸件的研究工作

通过成本核算指出，当批量在5000件以上（在20000件以上更好）时，应用实型铸造才是经济的。因此可以认为：实