

重庆科技资料

水溶性铸型译文专集

曹正惠编译

重庆市科学技术情报研究所
重庆市机械工业局科技情报站

T42-53

贵州省图书馆

目 录

编译者的话.....	1
一、以耐火材料为基材的水溶性铸型.....	3
二、水溶性铸型在Al合金铸件方面的应用.....	18
水溶性型芯.....	27
水溶性型芯.....	29
铸造用水溶性型芯.....	32
高压铸造用水溶性铸型.....	35
三、水溶性铸型在铸铁及Cu合金铸件方面的应用.....	38
关于以氯化钡为主粘结剂的水溶性铸型研究.....	47
水溶性造型材料.....	58
水溶性铸型.....	64
水溶性铸型.....	67
水溶性铸型.....	70
金属铸造用水溶性铸型的制造方法.....	74
水溶性型芯.....	78
四、水溶性铸型在钢铸件方面的应用.....	82
水溶性型芯材料.....	92
水溶性型芯材料.....	97
五、水溶性石墨铸型.....	100
六、水溶性自硬型.....	103

编译者的话

现代化的铸造生产，不仅对铸件的精度、光洁度方面要求愈来愈高，而且在铸件形状和复杂程度、劳动生产率、工人的劳动条件及防止环境污染方面也要求愈来愈高，因此，在铸造生产中就要求不断地改革旧工艺、创造新工艺以适应铸造生产的发展。

铸工车间中落砂出芯工序是整个铸造生产中既繁重，劳动条件又极为恶劣的一个环节，即使化费大量投资安装庞大的落砂出芯和除尘设备，也不能根本改变落砂的恶劣环境，因它不能消除机械落砂的噪音、振动，也不能完全消除粉尘等，即使有的铸件可以采用水力清砂，也存在需要高压水设备、清砂化时间及某些转角部分不能清掉等问题。其次，对于形状极其复杂的铸件型芯，例如柴油机活塞的冷却通道，气缸盖等夹层部分，如果采用一般泥芯时会造成强度、清砂化时间、清砂干净程度等一系列问题。另外对于金属型铸造、低压铸造、压力铸造、挤压铸造及熔模铸造等工艺来说，复杂的内腔形状就会使得金属抽芯等复杂而难于制造，不但成本高，操作也困难，有的甚至不可能制造。水溶性铸型（或型芯）的出现，能使上述几种情况得到较好的解决。

水溶性铸型（或型芯）是以水溶性盐类或耐火材料作基材，以水溶性的盐类或氧化物作粘结剂，在混制、成型（冲实或流态成型）、浇注后只要把它浸渍于水、热水或稀酸水溶液中就能在短时间内很容易自行溃散。

自从1943年在瑞士首次出现水溶性铸型（型芯）的专利以来，

经过世界各国铸造工作者的努力,不断地有所发展,从最初的熔盐发展到以耐火材料为基材,所能浇注的金属也从初期的低熔点有色金属扩展到高熔点的黑色金属,用途日渐扩大,目前不但有水溶性烘干型,而且还出现了水溶性自硬型,气硬型,随着技术等一些问题的成熟,它也许会使铸工车间的生产面貌起极大的变化。日本科技厅金属材料研究所的工学博士牧口前不久曾在“八十年代铸工车间设计”一文¹⁾中设想了一种方案,有一种方案是净化特种冲天炉加特殊有机自硬型,另一种方案就是水溶性铸型加高速熔炉。他设想小型铸铁件大量生产时采用石英砂100份, BaCl_2 5份, 碳水化合物2份, 水份8份的水溶性造型材料。在射砂成型,微波干燥后进行浇注,然后在网状输送带上冷却到一定温度后进行喷水,从而使铸型水溶,产品分离。水溶的造型材料进行回收再利用。

目前有关水溶性铸型(或型芯)的研究以日本为最多,其他国家近几年来很少有这方面的报导。国内近年来也有不少单位在柴油机活塞、吉普车汽缸头及航空附件等铸件上试用了水溶性型芯,取得了一些成绩。

本文集搜集了近三年内的有关论文及专利19篇,由于资料来源的限制,使得来源和汇集面比较窄,再由于本人的水平低,时间仓促,错误在所难免,敬请大家批评指正。

本文集的编译过程中,得到中国科技情报所重庆分所,重庆市工业校,及重庆市机械研究所等单位及朱应碧、赵昌林、晋守贤等同志的大力支持协助,特此表示深切的感谢。

曹正惠 1979年4月

1) 《综合材料》1978年, 7期。

一、以耐火材料为基材的水溶性铸型

(日本) 日立制作所 小池敬一

这种水溶性铸型是由耐火材料与无机水溶性化合物组成。这种铸型由于是以耐火材料为主律，所以耐热性高，能够铸造Al合金一直到铸钢等高熔点合金。

这种铸型可以用与以往砂型铸造同样的方法来成型，由于强度高，浇注时不产生有害气体，因而夹杂物及气孔等铸造缺陷减少，铸件质量提高。另外由于在浇注后造型材料的清除方面不使用机械的方法，因而还有不损伤铸件表面的效果。

由于浇注后的铸型浸水就易于溃散，所以造型材料（特别是型芯）的清除变得容易，没有清除造型材料时所伴随的噪音与振动，随着浇注时产生气体少这一特征，铸工车间的环境得到改善。另外，由于溃散的造型材料能够简单地回收再使用，因而达到了有效活用资源的目的，认为是铸工车间推行封闭系统的强有力手段。

1. 以往的水溶性铸型

最初的水溶性铸型是1943年瑞士专利中所看到的应用 K_2CO_3 的熔盐浇注型芯。

此后，表1所示的多种水溶性铸型（型芯）被研制出来。如果根据这些水溶性铸型成型方法来分类，则分为（a）把加热熔化的盐类浇注于铸型的方法，（b）用压机来使

表1. 以盐类为主体的水溶性造型材料

造 型 材 料	化 学 式
氯化物	$NaCl, KCl, CaCl_2, MgCl_2, BaCl_2, NH_4Cl$
硅酸盐	$2Na_2O \cdot SiO_2, Na_2O \cdot SiO_2$
碳酸盐	Na_2CO_3, K_2CO_3
硼酸盐	$Na_2B_4O_7$
硫酸盐	$Na_2SO_4, K_2SO_4, Li_2SO_4$
磷酸盐	碱金属(K, Na)的磷酸盐

盐类高压成型的方法，（C）用硅酸钠等粘结剂来使盐类粘结的方法（见表2）。

表2. 以盐类为主体的水溶性铸型制造法

方 法	造 型 材 料（水溶性盐）
①高压成型法	氯化物，硼酸，硅酸盐
②熔盐法	氯化物，碳酸盐，硫酸盐，磷酸盐
③用粘结剂粘结水溶性盐的方法	氯化物（NaCl）+ 水玻璃 氯化物 + 水玻璃 CO ₂ 法 硫酸盐（Na ₂ SO ₄ ）+ 水玻璃 CO ₂ 法 水溶性盐 + 酚醛树脂

这些铸型由于是以水溶性盐为主要成份，因而在耐热性方面存在有一定界限，也须注意与熔融金属的反应，另外在成型方面需要特别的设备（在a类方法中需要盐类的熔化炉，在b类方法中需要高压压力机等），象熔盐浇注型芯那样的致密型芯，在铸件浇注后的水溶方面需要予以以外的时间，由于需要水溶整个铸型，用水量增多，从水中回收盐类就不容易。

2. 以耐火材料为基材的水溶性铸型的开发

为了解决前节所述盐类为主体的水溶性铸型的问题，试验了以耐火材料颗粒为基材，以无机水溶性化合物为粘结剂的铸型。其结果，如果使用氧化铝作基材耐火材料，则能使用很多水溶性化合物作粘结剂，成型铸型烘干后能得到高的强度，看得出浇注后的铸型浸水就容易溃散。另外容易从水中回收基材氧化铝，由于铸型利用少量的水就能溃散，所以推测能够利用蒸发法等从水中回收粘结剂。

这种水溶性铸型必须其基材耐火材料与粘结剂水溶性化合物一直到高温为止都是稳定的，在铸型因浇注而升温情况下，耐火材料与粘结剂也必须不产生反应，知道假如产生反应，则由于大多数生成不溶于水的物质，于是铸型的水溶性变坏。

还试验了以氧化铝以外的耐火材料，例如以石英砂为基材的水溶性铸型，但由于石英砂比氧化铝更不稳定，例如石英砂与水玻璃组成的铸型在高温下产生石英砂与水玻璃的反应，大多数变成不溶于水，没有进一步研制。但是，最近石英砂用的水溶性粘结剂也能找出二、三种，作为大量使用造型材料情况下的便宜的水溶性铸型来说，找出了实用的可能性。

因此，决定在本文中以氧化铝作基材的水溶性铸型为主来叙述一下，至于使用石英砂的水溶性铸型，则也简单地叙述一下。

3. 以氧化铝为基材的水溶性铸型

这种铸型包含有氧化铝与表3所示的粘结剂。氧化铝的用量在80%以上，根据粘结剂的耐热性分成铝合金用、铜合金用及铸铁用、铸钢用等。

表3. 以氧化铝为基材的水溶性铸型粘结剂

适用材质	粘 结 剂 名 称 (化学式)
Al 合金	氯化钠 (NaAl)，氯化钾 (KCl)
	碳酸钠 (Na_2CO_3)，碳酸钾 (K_2CO_3)
铸铁，Cu 合金	磷酸钠 (Na_3PO_4)，磷酸钾 (K_3PO_4)
铸铁，铸钢	铝酸钠 (NaAlO_2)，铝酸钾 (KAlO_2)，氧化钡 (BaO)
	氢氧化钡 ($\text{Ba}(\text{OH})_2$)

由于氧化铝化学上稳定，所以它与粘结剂的反应难于产生，即使起反应也认为只停留在氧化铝颗粒表面的变化上。另外在以表3 Na、K 及 Ba 的化合物为粘结剂场合下，由于氧化铝与盐类反应所生成的物质即 NaAlO_2 (铝酸钠)， KAlO_2 (铝酸钾)， BaAl_2O_6 (铝酸钡) 等都是水溶性的，认为不妨碍铸型浸水溃散。

氧化铝有焙烧氧化铝、烧结氧化铝、电熔氧化铝等几种。这些氧化铝都是 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ，能够用作水溶性铸型基材。但如果氧化铝的表面积增大，则粘结剂的吸附量增加，所以必须根据氧化铝的密度来改变粘结剂的配入量。例如 K_2CO_3 情况下，对于100~150目粒度的电熔氧化铝必须配入5~8%，对于200~300目粒度的焙烧氧化铝必须配入20~30%。

知道虽然氧化铝熔点高 (2015℃)，化学上稳定，但表面活性太，作粘结剂的水溶性化合物 (水溶液) 能强烈地吸附在氧化铝粒子的表面上。如果利用烘干而使水份蒸发，则水溶性化合物的结晶以在氧化铝粒子上键合的形式析出从而形成强固的粘结。在这样粘结的氧化铝粒子之间，存在因水份蒸发等产生的相当大的空隙，由于铸型很好地吸收水份，键合部溶化，于是铸型在短时间内溃散。图1是电熔氧化铝及焙烧氧化铝的放大照片。

虽然表3的物质全部都能够用作水溶性铸型的粘结剂，但从成型性、耐热性、水溶性及价格等方面来看，Al合金用碳酸钾 (K_2CO_3)¹⁾²⁾³⁾ 适合，铸铁、Cu合金用磷酸五钠 (Na_5PO_4)³⁾⁴⁾ 适合，铸钢用氢氧化钡 ($Ba(OH)_2$)⁵⁾⁶⁾ 适合。以铝酸钠 ($NaAlO_2$) 为粘结剂的铸型⁷⁾，虽然强度大，但高温加热后的水溶性不足，因此 $NaAlO_2$ 作辅助粘结剂用。

表3 水溶性铸型用粘结剂

粘结剂	3. 效果
(a) 电熔氧化铝	强度高，水溶性差
(b) 焙烧氧化铝	强度高，水溶性差
(c) 磷酸五钠	强度高，水溶性差
(d) 氢氧化钡	强度高，水溶性差

图1 氧化铝的放大照片 (a) 电熔氧化铝 (b) 焙烧氧化铝

3.1 水溶性铸型的制作

这种铸型与以往砂型一样能够冲实成型外，还可以采用压实成型、流态成型等方法，另外也可以考虑冲实成型情况下使铸型自硬的方法。

3.1.1 冲实法

使氧化铝、水溶性物质(表3)及水的混合物成型。在混砂方面使用搅拌式混砂机，混砂时间通常在5分钟以下。粘结剂也可以用水溶液形式加入。这种造型材料呈弱碱性，和模、金属模等与CO₂法一样进行上漆要好一些。成型可以与通常砂型一样进行。成型的铸型在烘炉200~250℃下烘干。烘干时，由于铸型容易附着在铝制烘板上，所以应铺贴防潮纸。这种造型材料由于成型性受水份所左右，烘干后的强度也会变化，所以水份加重量必须注意调整。下面是表示有代表性的造型材料配比。

(1) 由氧化铝与 K_2CO_3 组成的造型材料

电熔氧化铝(120目)92%， K_2CO_3 8%，水6.4% (K_2CO_3 量的80%) 的配比烘干后

能得到60公斤/厘米²以上的抗弯强度。

采用焙烧氧化铝情况下，由于氧化铝的表面积大，所以为了要得到与电熔氧化铝配比情况下的同样强度，配入 K_2CO_3 20~30%。水份为 K_2CO_3 量的80~100%。

(2) 由氧化铝与 Na_3PO_4 组成的造型材料

Na_3PO_4 在常温下溶解度低(0℃时100克水中溶解5.38克)，由于生成 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ 形式的结晶(重量比 $Na_3PO_4 : H_2O = 1 : 1.317$)，所以即使相对于1份 Na_3PO_4 加入1.317份以下的水，也变成水合物结晶(固体)而不变成水溶液。但是如果在 Na_3PO_4 中加入铝酸钠($NaAlO_2$)等，则不变为水合物，能得到 Na_3PO_4 的浓稠水溶液，能够作为粘结剂来使用。认为这是由于 Na_3PO_4 与 $NaAlO_2$ 在水中产生络合物而溶解的缘故。电熔氧化铝90%、 Na_3PO_4 8%， $NaAlO_2$ 2%、水 8%是其配比的一个例子，在200~250℃下烘干成型品能得到40公斤/厘米²以上的抗弯强度。

(3) 由氧化铝与 $Ba(OH)_2$ 组成的造型材料

$Ba(OH)_2$ 在常温下溶解度也低(0℃时100克水中溶解1.67克)，由于生成 $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 形式的结晶(重量比 $Ba(OH)_2 : H_2O = 1 : 0.84$)，所以与 Na_3PO_4 一样即使加入少量的水也不形成水溶液。

但是在 $Ba(OH)_2$ 中如果加入 $NaAlO_2$ 与山梨糖醇、甘油、乙二醇等多元醇，则能得到 $Ba(OH)_2$ 的浓稠水溶液，能够作为粘结剂来使用。作为配比例子来说是电熔氧化铝92%， $Ba(OH)_2$ 7%， $NaAlO_2$ 1%，水 8%或电熔氧化铝91%， $Ba(OH)_2$ 7.5%，多元醇1.5%，水 8%等。成型品在200℃下烘干硬化，由于在这状态下水残留着，因此要在900℃下焙烧来使用。

需要使铸型自硬的场合下，在造型材料中加入Al粉或者可加入聚乙烯醇那样的有机物就行。含有 Na_3PO_4 与 $NaAlO_2$ 的造型材料通入 CO_2 气体也能使它硬化。

3.1.2 压缩成型法

是在高压下压缩造型材料来成型的方法。虽然是与造型材料的基材和粘结剂实际情况一样，但水份的配比减少到2~4%。在成型方面使用金属型，加压压力通常是100~300公斤/厘米²左右。成型品能立即取出，生产性良好。铸型在浇注前烘干。这种铸型还能作压铸用的型芯用。

3.1.3 流态成型法⁸⁾

$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 虽然在常温下是固体,但如果温度升高,则溶解于所含的结晶水中。 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 的溶解点是 73.4°C , $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的溶解点是 78°C 。在成型中就利用这种溶解,即如果在氧化铝中加入 Na_3PO_4 与水或 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与水加热到溶解点以上,则由于混合料变成流态,于是能浇入型中使其凝固。凝固的成型品在太空中或真空中除去过剩的水份后,再在 200°C 烘干〔含 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的铸型再在 900°C 下焙烧〕⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

电熔氧化铝90%, Na_3PO_4 10%,水40%及电熔氧化铝80%, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 20%,水50%是其配比的一个例子。

3.1.4 热芯盒法⁽²⁾

如果在氧化铝中混入 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 等,射入加热的金属型(热芯盒)中,则在粘结剂结晶水脱水的同时,氧化铝粒子被粘结而使铸型成型。

这种情况下制作 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 结晶复膜的氧化铝粒子,作业性良好。

3.2 水溶性造型材料的性质

叙述一下以氧化铝为基料,以 K_2CO_3 、 Na_3PO_4 及 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 为粘结剂的铸型性质⁽³⁾⁽⁵⁾。

(1) 以 K_2CO_3 为粘结剂的铸型

由氧化铝, K_2CO_3 及水组成的造型材料加热到 220°C 时大部份水份能够除去。 K_2CO_3 在高温(700°C 以上)下产生 $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 的分解。其加热时的重量变化示于图2(a)上。 K_2CO_3 的分解压在 750°C 下为2.1毫米水银柱, K_2CO_3 虽然在熔点(891°C)以上进行分解,但如果铸型温度不变到 800°C 以上则就不会给铸件以恶劣影响。相反,依靠微量存在的 CO_2 气体能够阻碍熔融金属与铸型接触,从而可以得到平滑的铸件表面。

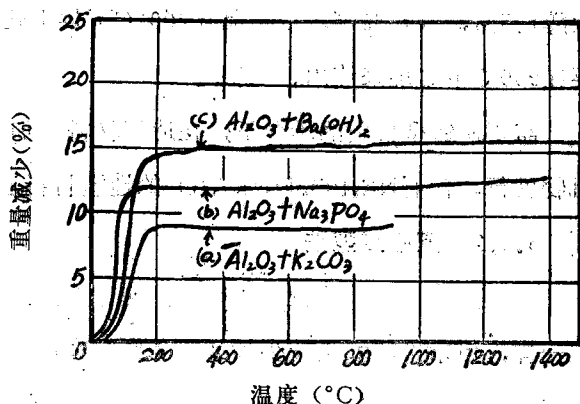


图2. 水溶性铸型加热时的重量减少

这种造型材料一直到 800°C 为止热膨胀率小(图3—a), 在 800°C 以上时 K_2CO_3 进行分解, 随着 CO_2 的发生量增多, 热膨胀率增大。

这种铸型在室温 $\sim 700^{\circ}\text{C}$ 之间显示出50公斤/厘米²以上的抗弯强度(图4—a)。

(2). 以 Na_3PO_4 为粘结剂的铸型

由氧化铝, Na_3PO_4 及水组成的造型材料, 在 200°C 下烘干能够除去水份。虽然在 $200\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 范围内造型材料是稳定的, 但在 1000°C 以上时粘结剂的一部份分解, 重量有所减少(图2—b)。

认为分解反应是 $(\text{Na}_2\text{O})_n\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow n(\text{Na}_2\text{O}) + \text{P}_2\text{O}_5$, 分解所生成的 Na_2O 及 P_2O_5 虽然一部份蒸发, 但大部份却与氧化铝反应生成 NaAlO_2 及 AlPO_4 。

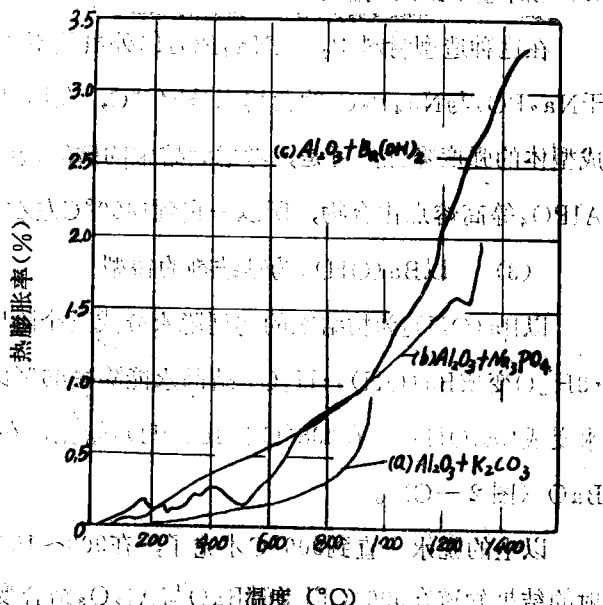
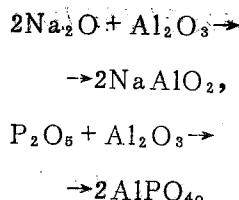


图3. 水溶性铸型的热膨胀

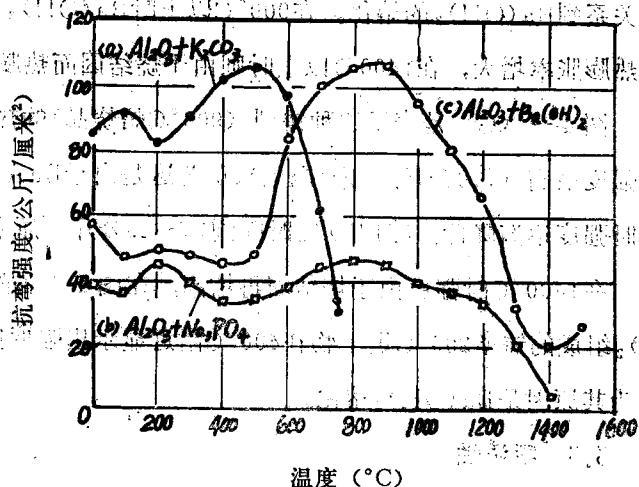


图4. 水溶性铸型的热态强度。

造型材料的热膨胀曲线图(图3—b), 显示出以 200°C 与 1240°C 为始点的收缩, 认为是在 200°C 时产生脱水, 在 1240°C 时粘结剂的一部份产生熔化 (Na_3PO_4 与 AlPO_4 共熔等)。

铸型的热态抗弯强度(图4—b), 在室温 $\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 之间为30公斤/厘米²以上, 在

800°C时显示出最高强度。

在这种造型材料中,除 Na_3PO_4 以外虽然不能避免含有 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 等化合物⁴⁾,但由于 Na_3PO_4 与 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 的共熔点是944°C,在该温度以上时,熔体的量逐渐增多从而使成型体的强度降低,可是,考虑到熔融的磷酸盐由于会与氧化铝反应,生成 AlPO_4 , Al_2O_3 , AlPO_4 等高熔点化合物,所以一直到1400°C左右还能保有强度。

(3) 以 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 为粘结剂的铸型

以 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 为粘结剂的铸型脱水分成三个阶段进行,即,一直到200°C为止, $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 变成 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$,结晶水能除去85%以上,在200°C以上 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 脱水变成 $\text{Ba}(\text{OH})_2$,在368°C下 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 熔化,在800~900°C之间 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 脱水变成 BaO (图2—C)。

以上的脱水一直到900°C才完了;在900~1500°C中间,重量不减少。X—射线衍射的结果知道在900°C以上时 BaO 与 Al_2O_3 结合变为 BaAl_2O_4 的形式⁵⁾,一直到高温为止 BaAl_2O_4 是稳定的,依靠它粘结的铸型适合高熔点金属铸造用。

这种铸型的热膨胀象在图3—(C)所示那样,有以400°C为始点的收缩,认为这是关系到 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的熔化。在900°C以上时 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 变为 BaO ,由于生成 BaAl_2O_4 所以热膨胀率增大,在1400°C以上时则由于烧结因而热膨胀率变小。

图4—(C)是表示这种铸型(900°C焙烧品)的热态抗弯强度。这种铸型在900°C下强度最高(110公斤/厘米²以上),认为这是由于 BaAl_2O_4 强度大的缘故。在900°C以上时强度逐渐降低,在1400°C时降到15~20公斤/厘米²左右。

在1400°C时强度由于烧结而再增高。在图4上虽然没有表示出来但 Al_2O_3 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 组成的铸型200°C烘干物在400°C附近显示出强度低(变为25公斤/厘米²左右)⁶⁾,认为其原因是 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 熔化。

3.3 吸湿性

水溶性物质一般开始吸湿的湿度明确,若在这一湿度以下就不吸湿。表4是表示这种临界湿度。湿度一定的场合下,如果温度升高,则吸湿量也增加,但如果空气中水份一定则由于随着温度升高相对湿度下降,所以一般把铸型保持在60°C以上就基本上不吸湿。

图5是把直径25毫米,高25毫米的烘干铸型置于温度25°C,湿度60%的室内所调

查的随着时间经过的吸湿量及抗压强度变化的结果。

现在把铸型可能使用的强度定为抗压强度20公斤/厘米²，如果根据图5来求达到该强度值时的时间，则含K₂CO₃的铸型为5小时，含Na₃PO₄的铸型为12小时，而含BaO的铸型经过24小时后还保持有30公斤/厘米²以上的抗压强度。

表4. 水溶性物质开始吸湿的湿度（临界湿度）

水 溶 性 物 质		临 界 湿 度 (相对湿度%)
种 类	化 学 式	
氯化物	NaCl	40
	KCl	40
碳酸盐	K ₂ CO ₃	40
磷酸盐	Na ₃ PO ₄	41.5
	K ₃ PO ₄	20
氧化物(氢氧化物)	NaAlO ₂	0
	KAlO ₂	12
	BaO	0
	[Ba(OH) ₂]	0

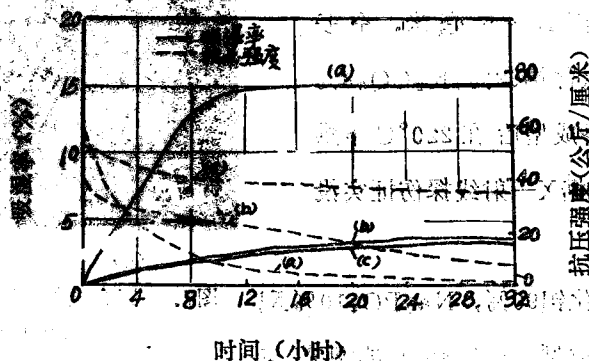


图5. 水溶性铸型的吸湿与由于吸湿的强度变化 (25°C, 湿度60%)

在保管烘干铸型的场合，采取与干燥剂（硅胶等）一起放入能够密闭的容器中，或者保管在脱湿的室内。

3.4 铸件实例

图6—(a)是由氧化铝与K₂CO₃组成的水溶性型芯（使电熔氧化铝56%焙烧氧化铝24%，K₂CO₃20%，水16.5%的混合料成型，在200°C下烘干），图6—(b)是使用这种型芯与金属型（外型）并利用低压铸造法来浇注的压缩机用Al合金叶轮。水溶性型芯比起使用有机粘结剂的型芯来，由于浇注时的气体发生量少，使气孔等铸造缺陷与

显微针孔减少，另外由于基材氧化铝冷却能力大，所以使铸件的组织细化。图6—(b)的叶轮就是这种例子，由于水溶性型芯的使用铸造缺陷减少，从而实物的延伸率提高。

图7—(a)是大型机械冷却用水冷板(Al合金制)。这种水冷板外侧尺寸为 740×480 毫米，厚20毫米，在内部具有冷却水的流道。

为了形成这种流道采用水溶性型芯，外型采用金属型，利用低压铸造法来制作。图7—b是把型芯置放在金属型内的状态。

这种型芯是断面 18×6 毫米，全长2500毫米，是电熔氧化铝92%， K_2CO_3 8%水6.4%的造型材料成型后在 $220^\circ C$ 下烘干的型芯。产品根据X—射线探伤证实没有缺陷。

图8是电熔氧化铝90%， Na_3PO_4 10%配比的造型材料流态成型(3.1.3项)的型芯与用它来浇注的Cu合金(BC2)水泵叶轮。

图9是使用与图8同质的型芯来浇注的铸铁(FC20)水泵叶轮。图8及图9的叶轮以无机自硬型作为外型来浇注，浇注时看不到气体产生，能够获得铸件表面质量良好又没有缺陷的铸件。在Cu合金及铸铁浇注时，比起使用有机粘结剂型芯来，热态强度大，如果使用气体发生量少的水溶性型芯，则能使铸造缺陷大幅度地减少，型芯清除也容易。

图10是使用电熔氧化铝80%， $Ba(OH)_2$ 20%配比的造型材料流态成型的型芯(图10—a)来浇注的不锈钢(SCS13)水泵叶轮。在不锈钢叶轮铸造中，外型使用陶瓷铸型

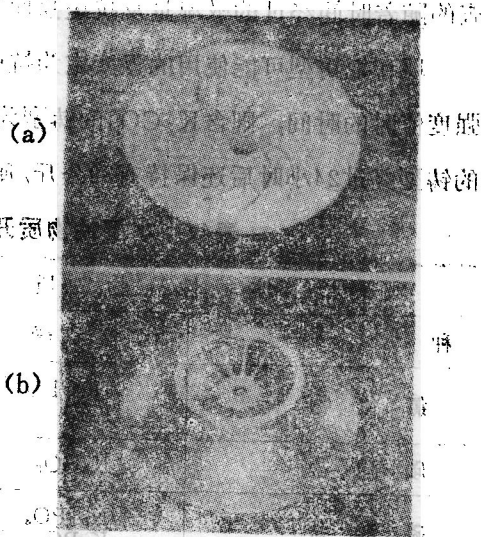


图6. 水溶性型芯(a)与用它来浇注的Al合金叶轮(b)

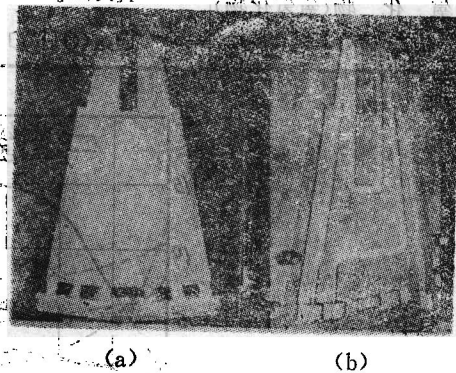
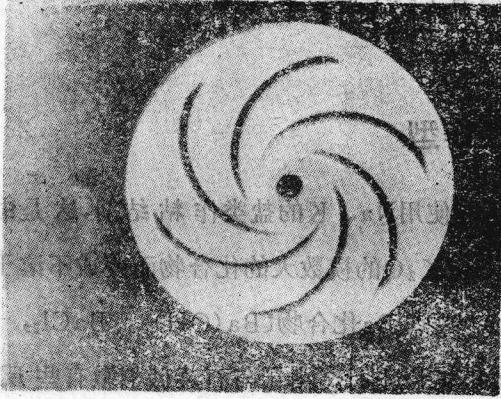
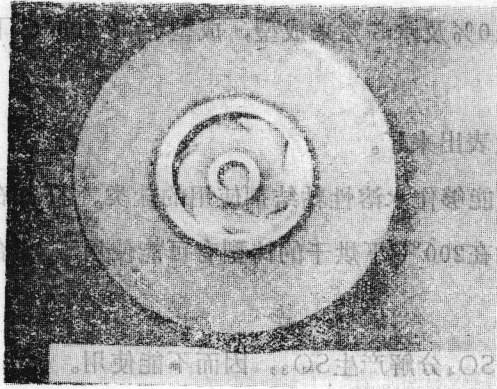


图7. Al合金制水冷板(a)与水冷板的流道型芯(置放于金属型内的状态)(b)



(a)

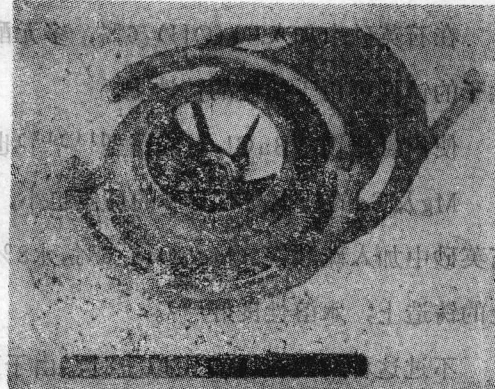


(b)

图8. 水溶性型芯(a)与用它来浇注的Cu合金(材质BC-2)叶轮(b)

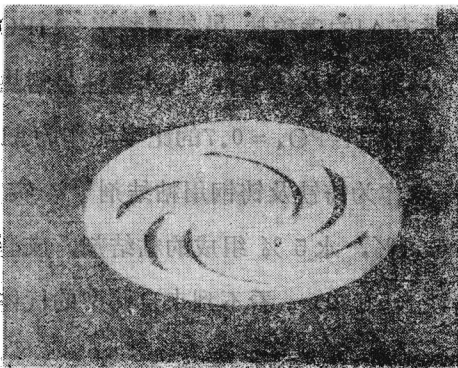


(a)

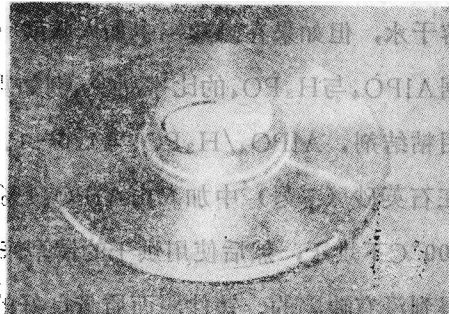


(b)

图9. 水溶性型芯(a)与用它来浇注的叶轮(材质FC2O)(b)



(a)



(b)

图10. 水溶性型芯(a)与用它来浇注的叶轮(材料SCS13)(b)

来下入型芯，在900°C下焙烧后浇注，浇注时看不到来自型芯的发生气体，能获得铸件表面质量良好又没有铸造缺陷的铸件。

4. 以石英砂为基材的水溶性铸型

当用石英砂代替氧化铝作基材的场合，不能使用Na、K的盐类作粘结剂，这是由于Na、K盐与石英砂反应生成 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 或 $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ 的模数大的化合物而变成不溶于水中的缘故（模数在4以上的化合物不溶于水¹¹⁾。Ba化合物 $[\text{Ba}(\text{OH})_2, \text{BaCl}_2, \text{Ba}(\text{NO}_3)_2]$ 等与石英砂的反应小。不过，在1000°C以上时，由于与石英砂稍微有些反应而生成硅酸钡 $(\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2)$ 等于是水溶性变坏。

在石英砂中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 6%，多元醇1.0%及水5%来成型，成型后在200°C下烘干的铸型可用于铸铁的铸造上。

使用氯化钡 (BaCl_2) 的铸型¹¹⁾¹²⁾也发表出来了。

Mg及Ca的盐类与石英砂的反应也小，有能够作水溶性粘结剂使用的盐类。例如在石英砂中加入硫酸镁 (MgSO_4) 6%，水8%，在200°C下烘干的铸型有可能使用于Al合金的铸造上，水溶性良好¹³⁾。

不过这种铸型在1000°C以上时，由于 MgSO_4 分解产生 SO_3 ，因而不能使用。

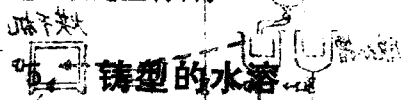
另外在石英砂中加入磷酸氢钙 $[\text{CaHPO}_4$ 或 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 与水来成型，成型后烘干的铸型也能够使用于Al合金的铸造上，虽然铸型依靠水的溃散性也好，但铸型与水反应生成磷化氢 (H_3P) 这一点是个问题。

此外认为能够用作石英砂水溶性粘结剂的盐类有Al的磷酸盐。虽然磷酸铝 (AlPO_4) 不溶于水，但如果在磷酸铝中加入磷酸 (H_3PO_4) 则就变为水溶性，其水溶性与耐热性根据 AlPO_4 与 H_3PO_4 的比率而变，例如重量比 $\text{AlPO}_4/\text{H}_3\text{PO}_4 = 0.7$ 的比率能作为Al合金用粘结剂， $\text{AlPO}_4/\text{H}_3\text{PO}_4 = 1.0 \sim 1.5$ 的比率能作为铸铁及铸钢用粘结剂¹⁴⁾。实验是在石英砂（7号）中加入由 AlPO_4 1%， H_3PO_4 1%，水5%组成的粘结剂，成型后在200°C下烘干，然后使用烘干的铸型来浇注铸铁（FC20），看不到来自铸型的气体，能得到没有缺陷的、铸件表面质量良好的铸件。

以 AlPO_4 与 H_3PO_4 为粘结剂的铸型吸湿性小，具有在大气中可以保存的特长。相反方面水溶性稍微不足，在铸型水溶方面需要时间，如果同时并用水浸与射水，则在短

时间内能使铸型溃散而除去。

由于这种铸型石英砂是主体，粘结剂的配入量也少，所以材料价格便宜，在大量使用造型材料的场合有利。因此，例如把型芯与铸型作成同质的水溶性铸型，认为能够很容易地回收造型材料。



以氧化铝为基材的水溶性铸型（粘结剂 K_2CO_3 、 Na_3PO_4 及 $Ba(OH)_2$ ）的水溶性最好，如把成型、烘干的铸型浸在水中，则立即开始溃散， $\phi 50 \times 50$ 毫米的铸型在1分钟左前就完全溃散。

在被包围在铸件中的型芯情况下，如果使用乙烯软管等来加水，则型芯溃散，造型材料与水一起流出，能够高效地除去铸型。这时，不需要特别提高水压，水压0.1~0.5公斤/厘米²，流量0.2~2升/分左右就足够了。

认为这种铸型在基材的耐火材料之间依靠毛细管现象渗水，由于粘结层溶化，因而铸型高速溃散。为此，比起没有水渗透而只从表面进行溶解的熔盐浇注型芯等来，溶解速度要快得多。在以氧化铝为基材的铸型中，粘结剂是 K_2CO_3 的场合即使加热到800°C，是 Na_3PO_4 的场合即使加热到1400°C、是 $Ba(OH)_2$ 的场合即使加热到1500°C，仍然水溶性良好。与此相反，例如以 $NaAlO_2$ 为粘结剂而加热到1100°C以上的铸型则由于氧化铝与 $NaAlO_2$ 反应而变成难溶性化合物，所以水溶性变坏。

以石英砂为基材的铸型，在以 $MgSO_4$ 为粘结剂的场合，水溶性最好，以 $Ba(OH)_2$ 、 $CaHPO_4$ 为粘结剂的铸型，如果加热温度在700°C以下则水溶性也好。在以 $AlPO_4 + H_3PO_4$ 为粘结剂的铸型中， $AlPO_4/H_3PO_4$ 的重量比在0.7以下的依靠水来浸渍就完全溃散，但如果 $AlPO_4$ 的比率加大，则水溶性变坏，在使其溃散方面需要射水那样的机械力。不过与 CO_2 型等相比，则铸型的溃散要容易得多，认为有实用性。

6. 造型材料的回收

利用水使以氧化铝为基材的水溶性铸型溃散场合下，由于氧化铝比重大，所以容易从水中分脱沉淀。这种氧化铝从水槽底部取出、洗净、烘干再使用。粘结剂的水溶性化合物依靠加热把分离了氧化铝的液体浓缩，然后依靠冷却使呈结晶而析出。 K_2CO_3 、 Na_3PO_4 、