

粘土湿型砂技术讲座

第二讲 粘土湿型砂的组成

中国铸造协会 北京 100089 李传斌

二、粘土湿型砂的组成

一般认为,粘土湿型砂是由原砂、膨润土、其他附加材料(如煤粉、淀粉之类)和水组成的。

对于完全用新砂配制的型砂,情况是这样的。但是,在生产条件下,完全用新砂配制粘土湿型砂的情况是极为罕见的,粘土湿型砂的重要特点之一就是反复使用。型砂经造型、浇注、冷却、落砂、磁选、筛分、冷却等复杂的工艺过程之后,再由混砂机混制。每一铸造厂的型砂都在其特定的系统中循环使用。混砂时补加新砂、膨润土、附加物和水,是为了弥补工艺过程中的损耗,以保持系统中的砂量不变。

在反复使用的条件下,由于经受了多次机械作用和热作用,不仅有部分膨润土变成死粘土、部分煤粉焦化,砂粒的结构也发生了质的变化。

因此,铸造厂现场使用的粘土湿型砂不是简单的混合物,其组成是相当复杂的。

不同的铸造厂,即使采用相同的原材料、相同的配砂比例,其型砂的实际组成也可能很不相同,铸件品质也因而会有很大的差别。

“型砂试验”发端于本世纪 20 年代,目的在于用试验仪器来模拟现场的主要变数,以求判定型砂是否适于造型。此后,在这方面做了大量的研究工作,型砂试验的项目不断增多。但是,到目前为止,所有的试验方法,对于预测铸件的品质,还远不是充分的。性能相同的型砂,其实际的组成可能差别很大。不同的铸造厂,尽管型砂的性能指标大致相同,但所生产的铸件的品质,差别可能很大。

在这样的情况下,除对型砂实施严格的在线性能控制以外,还应对型砂的实际组成加以控制,定期予以测定,并从宏观上加以调整。这对于保持型砂系统的状况良好是十分必要的。

1. 粘土湿型砂的砂粒结构

用新砂配成的型砂,是简单的混合物。在生产

条件下,混砂时间不可能很长,膨润土和水形成的粘土膏不可能均匀涂布在砂粒表面上,砂粒的结构如图 1a 所示。反复使用的旧砂,砂粒结构如图 1b 所示,砂粒表面上积了多层变质烧结层,粘土膏的涂布则相当均匀。

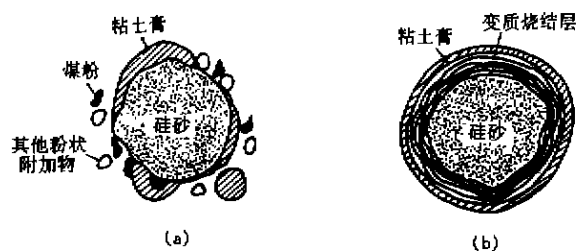


图 1 粘土湿型砂的砂粒结构

变质烧结层主要由死粘土,煤粉的灰分,硅砂碎屑和含铁、铝的复合硅酸盐构成。厚度适当的变质烧结层能改善砂粒的形貌,且能减轻因硅砂相变膨胀而造成的铸件缺陷,是有益的。在正常的情况下,以旧砂为主配制的型砂,性能及使用效果都优于全用新砂配制的型砂。

烧结变质层是易熔组分,在 1100℃ 左右即开始烧结。变质烧结层太厚,就会导致铸件表面粗糙或粘砂。

2. 粘土湿型砂的主要组分

为了在生产条件下控制型砂的组成,F. Hofmann 于 1970 年提出了“型砂组成控制纲要”(Silica Program)。1975 年,欧洲和美国就有 500 家以上的铸造厂据以检查型砂的组成。现在,该技术已逐步完善,在美国、欧洲和日本都颇受重视。按“型砂组成控制纲要”,粘土湿型砂中,除水分以外,主要有以下 5 种组分。

(1) 活性粘土 用亚甲基蓝滴定法测定的,型砂中的活性膨润土含量。

(2) 含碳材料 含碳材料(如煤粉、重油、沥青、聚丙烯、聚乙烯、聚苯乙烯等)是铸铁型砂中的重要组分。铸钢用的型砂,虽不加煤粉,但也需加入谷物粉或淀粉之类,这些也都是含碳材料。

·技术讲座·

(3) 易熔组分 易熔组分包括砂粒表面上的变质烧结层和粒度小于 0.053mm 的细粉 (270 目以下)。型砂中, 上述细粉的来源如下: ①膨润土在高温下 (600℃ 以上) 失去结晶水而成的死粘土。②金属铸型界面上形成的 FeO、MnO 和硅砂反应生成的硅酸盐细粉。③硅砂在 563℃ 相变膨胀时碎裂形成的细粉。④硅砂因机械作用破碎形成的细粉。⑤硅砂中所含的长石及其他杂质形成的细粉。

(4) 金属细粒。

(5) 砂粒。

在上述 5 组分的基础上, 还规定了一项指标, 即型砂的洁净因素, 其定义如下:

洁净因素

$$= \frac{\text{砂粒含量}(\%)}{\text{砂粒含量}(\%) + \text{金属细粒含量}(\%) + \text{易熔组分}(\%)} \times 100(\%)$$

3. 型砂组成和铸件品质的关系

美国一些铸造厂所用的粘土湿型砂的组成及铸件品质情况的简短说明见表 2。

表 2 美国一些铸造厂所用的粘土湿型砂及相关的铸件品质情况

铸造厂 编号	型砂类别	型砂中各组分的含量 (质量分数) (%)					型砂的 洁净因 素 (%)	铸件品 质情况
		活性 粘土	含碳 材料	易熔 组分	金属 细粒	砂粒		
1	灰铸铁件型砂	4.4	4.6	4.8	1.5	84.7	93.1	良好
2	灰铸铁件型砂	4.0	3.5	3.4	4.2	84.9	91.8	良好
3	灰铸铁件型砂	5.4	3.6	11.8	1.0	78.2	85.9	良好
4	灰铸铁件型砂	8.0	8.4	13.2	0.4	70.0	83%	尚好 (铸 件较小)
5	灰铸铁件型砂	6.8	3.2	13.6	1.6	74.8	83.11	尚好
6	灰铸铁件型砂	8.5	9.7	9.8	2.0	70.0	85.5	尚好
7	灰铸铁件型砂	7.9	7.9	14.2	2.0	68.0	80.7	铸件表 面粗糙
8	灰铸铁件型砂	11.0	10.9	21.0	4.2	52.9	67.7	表面粘砂
9	灰铸铁件型砂	9.4	10.2	31.0	2.2	47.2	58.7	表面粘 砂严重
10	有色合金件型砂	6.4	1.7	9.9	4.8	77.2	84.0	良好
11	铸钢件面砂	5.5	1.6	2.3	1.0	89.6	96.4	良好

日本一些铸造厂所用的粘土湿型砂的组成见表 3, 其铸件品质的情况未见报道。

表 2 中, 铸造厂 8 和 9, 型砂中砂粒含量分别为 52.9% 和 47.2%, 易熔组分的含量分别为 21.0% 和 31.0%, 铸铁表面都有粘砂缺陷, 铸造

厂 9 则尤为严重。铸造厂 7 所用型砂, 砂粒含量 68%, 易熔组分 14.2%, 虽无粘砂缺陷, 但铸件表面比较粗糙。铸造厂 4, 型砂中易熔组分含量 13.2%, 砂粒含量也只有 70%, 由于该厂生产小型铸件, 故铸件表面品质仍属较好。

表 3 日本一些铸造厂所用的粘土湿型砂的组成

铸造厂 及型砂	型砂中各组分的含量 (质量分数) (%)					型砂的 洁净因 素 (%)
	活性 粘土	含碳 材料	易熔 组分	金属 细粒	砂粒	
A 厂, 1 号铸铁型砂	8.4	5.2	15.3	1.0	70.3	81.2
2 号铸铁型砂	10.2	4.1	9.9	1.0	74.8	87.3
3 号铸铁型砂	10.1	3.9	12.9	1.4	71.7	83.0
B 厂, 铸铁型砂	10.9	3.3	22.0		63.8	74.3
C 厂, 铸铁型砂	8.3	5.3	41.8	1.8	38.6	46.9
D 厂, 铸钢型砂 1	9.2	1.8	11.4		77.6	87.2
铸钢型砂 2	9.2	1.5	12.2		77.1	86.3
铸钢型砂 3	9.2	2.3	13.1	0.8	74.6	84.3

目前, 生产灰铸铁件、可锻铸铁件或球墨铸铁件的铸造厂, 型砂中砂粒含量多在 70% 到 85% 之间; 易熔组分含量多在 5% 到 15% 之间。各工厂的具体控制目标, 可在多次测定的基础上, 按具体情况确定。

型砂中含砂粒 85% 以上者, 只适用于制造铸钢件。对于制造铸铁件并不合适, 尤不适于用机器造型。

用于制造铸铁件的型砂, 以保持洁净因素在 83%~93% 之间为好。铸钢件用的型砂则应在 90% 以上。

4. 各组分的测定方法

上述型砂中的 5 种组成, 可用以下方法测定。

(1) 活性膨润土含量 先取工厂所用的新砂和膨润土, 在 110℃ 下烘干 1h 后, 以不同的配比, 制成膨润土含量和吸蓝量的标准曲线。一般用 6 组试样 (见表 4)。

表 4

	试样 1	试样 2	试样 3	试样 4	试样 5	试样 6
膨润土量/g	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
新砂量/g	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4
试样中膨润土含量 (%)	2	4	6	8	10	12

制备两种试剂 (用蒸馏水):

一种为1%的焦磷酸钠溶液（焦磷酸钠的规格为化学纯）；另一种为0.2%的亚甲基蓝溶液（亚甲基蓝的规格为分析纯）。

将试样置三角烧瓶中，加蒸馏水 50mL，再加焦磷酸钠溶液 20mL，摇匀后置垫有石棉网的电炉上加热，煮沸 5min 后取下，冷却到室温。

用亚甲基蓝溶液滴定：加入预期用量的 2/3 左右，摇匀，用玻璃棒蘸一滴点在滤纸上，如深色圆点之外未现蓝绿色晕环，则再加亚甲基蓝溶液 1mL 摇匀，直到滴在滤纸上的圆点边缘出现晕环。记录耗用的溶液总量。

所有的试样均按此测定吸蓝量,画出标准曲线。

测定型砂中活性膨润土含量时,取砂样置110℃下烘干1h。称砂样5.00g,按前述方法测定吸蓝量。

根据吸蓝量，对照标准曲线，求出活性膨润土含量。

(2) 含碳材料 先测定型砂在 980℃ 下的灼烧减量 (LOI), 再减去活性膨润土中的晶格水量, 即是碳材料的总量。

如果原砂的灼烧减量在 1.0% 以上, 就应该在上述试验结果中再核检原砂的灼减量。一般情况下, 这一项可不考虑。

测定型砂的灼烧减量时，取砂样在 110℃ 下烘干 1h。然后，称砂样 50g，放在 $\phi 100\text{mm}$ 的石英玻璃皿中，在 980℃ 下保持 1.5h，冷却后称重，算出灼烧减量。

活性膨润土中的晶格水，大致可按每1%的膨润土含0.09%晶格水计。例如，型砂中活性膨润土为8%时，应减去的晶格水量为 $0.09 \times 8\%$ ，即0.72%。

从测定的灼烧减量中，减去 0.72%，即是含碳材料的含量。

(3) 金属细粒 取经烘干的型砂样 50g, 按常规方法测定含泥量。

保留测含泥量剩下的砂样，烘干。冷却后再用 270 目筛筛 10min，以分离细粉。

分离细粉后的砂样，再在 980℃ 烧 1~1.5h，以去除焦化成颗粒的煤粉。

剩下的砂样称重、记录。然后用下述两方法之一测定金属细粒。

其一，将砂样分散平铺在光滑的纸上，用强磁铁自下方吸引，使其与砂样分离，分离后称重，即可求出金属细粒含量。

其二，将砂样置 600mL 的烧杯中，加蒸馏水 100mL，再加浓盐酸 100mL。然后用表面皿盖上烧杯，在通风罩下加热，使烧杯内液体接近沸腾但不可沸腾，保持 1.5~2h。略微冷却后，加水冲淡、清洗，但注意别冲走砂粒。洗净后，烘干，称重，按酸煮前后的重量差，即可求出金属细粒含量。

(4) 砂粒 分离金属细粒后的砂样中,只剩下砂粒和变质烧结层。用磷酸洗去变质烧结层,就是砂粒。

从砂样中取出 10.00g, 装在厚烧杯中, 加入 200mL 85% 的磷酸, 煮沸至少 1h, 直到溶液颜色不再加深, 有时需几小时。

变质烧结层完全溶蚀后，冷却 15min，倒出大部分酸液，冷却到 60℃ 后用热水稀释，加热水时应缓慢地顺烧杯壁加入，操作者应戴防护眼镜。

多次稀释并按照含泥量法吸出液体后，烘干砂样，称重。

按分离金属细粒后砂样重量，即可算出型砂中砂粒含量。

(5) 易熔组分 从100%中减去以上四项的百分数, 即是易熔组分含量的百分数。

(待续) (20001228)

第一届全凝固理论与技术学术会议征集论文的通知

为了总结和交流国内各单位在凝固理论与技术方面的最新研究成果,提高学术水平,定于2001年5月中旬在西安召开第一届全凝固理论与技术学术会议。会议由西北工业大学凝固技术国家重点实验室主办。

会议有四方面的学术活动：特邀报告、宣读论文、专题讨论和参观国家重点实验室。会议主要研讨的内容有以下几方面：凝固理论、凝固技术、发展前沿、快速凝固、数值模拟和先进新材料。

此次会议是对全国凝固理论与技术研究成果的一次广泛交流和检阅, 欢迎全国同行踊跃参加会议。论文摘要的收稿截止日期是 2001 年 3 月 15 日。会议宣读的论文将由西北大学学报出专辑刊登。

为了提高会议的学术水平, 加强会议的组织工作, 特成立了学术委员会和组织委员会。欲知详情, 请与主办单位联系, 联系人: 李金山、柳共青。电话: (029) 8492374