

粘土湿型砂技术讲座

第三讲 粘土湿型砂的主要原材料

中国铸造协会 (北京 100089) 李传杖

3. 粘土湿型砂所用的主要原材料

(1) 原砂 绝大多数用粘土湿型砂的铸造厂都用天然硅砂。粒度方面,为使铸件产品的表面粗糙度较低,一般不宜采用太粗的原砂。具体说来,铸型的尺寸愈大,则浇注时铸型中的静压头愈高,为减轻粘砂倾向,反而应采用稍细一些的原砂。我国铸造工人往往持一种似是而非的观点,以为铸件大些就应该用较粗的砂,实际上是不合适的。

对于尺寸较小的铸型,建议采用平均粒度为 0.15~0.212mm 的原砂。按 GB9442—88,相当于 15 组偏粗一些。若仍用 JB2488—78 标准筛筛分,则相当于 55/100 偏细的原砂。

对于尺寸较大的,浇注后金属压头较高的铸型,建议采用平均粒度为 0.15mm 的原砂。按 GB9442—88,相当于 15 组。若仍用 JB2488—78 标准筛筛分,则相当于 75/150 且偏粗一些的原砂。

原砂的粒度分布,以集中于 3~4 筛为宜。

对原砂的颗粒形状,一般不作限定,但是,对于有深砂台、脱模困难的铸型,则应采用圆形的原砂。用圆形砂配制的型砂,其脱模性能比用多角形原砂者好得多。这一点非常重要,而不少生产单位却未予以足够的认识。

用于制造铸铁件的原砂,烧结温度应不低于 1400℃。与此相应,其 SiO_2 含量一般应在 90% 以上,个别情况下,可允许降到 85%。生产铸钢件时,原砂的 SiO_2 含量应不低于 96%。

原砂中的含泥量最好在 0.5% 以下,一般不宜超过 1%,这对控制型砂中的总含泥量是有益的。

(2) 膨润土 钠膨润土有很多优异的性能,如膨润值高(用以配成的型砂,有较好的抗夹砂能力)、热稳定性好(铸型浇注后,型砂中的膨润土因受热而成为死粘土的份额较少,即膨润土耐用性

好)等,都是钙膨润土所不及的。

但是,与钠膨润土相比,钙膨润土也有不少长处。如:用钙膨润土配砂时所需的混砂时间较短,型砂的湿抗压强度较高,型砂的流动性较好,铸型浇注后落砂性能较好等。

因此,不能笼统地说钠膨润土比钙膨润土好,要视具体情况和特定要求,有分析地选用。即使在钠膨润土资源丰富的美国,采用粘土湿砂工艺的铸造厂,一般也不会单独用钠膨润土,通常多同时采用两种或多种膨润土,适当地配用,以各取其所长。一些工业国家中,为便于铸造厂使用,还以选配的膨润土为基础,再加入煤粉、淀粉等,制成“预混料”。

目前,我国铸造行业通常对膨润土的具体要求是:蒙脱石含量不应低于 70%;水分不高于 12%;95% (重量) 以上能通过 0.075mm 的标准筛;膨润质(或胶质价)和试样的强度性能稳定;吸蓝量数值稳定。

由于高速、高压造型工艺在不断发展,对粘土湿型砂的性能要求不断提高,我们对粘土粘结机制的了解必须不断深化,才能适应工艺技术发展的要求。对膨润土的认识,仅凭借目前的几种常规试验显然是不够的,这方面的研究工作亟待深入开展。这里介绍几点土质学方面对土-水系统的看法,供参考。

①膨润土的亲水性:膨润土的主要矿物组成是蒙脱石。蒙脱石组织是三层结构的层状晶体,上层和下层是 Si-O 四面体,中间是 Al-O-OH 八面体。相邻晶体单元之间,是氧面与氧面相接,没有氢键,属分子结合,结合力相当弱。

因为晶体单元之间结合不坚固,水分不仅能浸润晶体表面,而且可以渗入晶体单元之间,使层间距离扩大。晶体单元之间没有水分子渗入时,层间

2. 结语

本文所提到的只是造成错型主要的和最常见的原因,造型方式、工装、设备和生产环境等因素的

影响还需做进一步探讨和分析。只有把错型的原因分析清楚,才能做到防患于未然。

(20001228)

距离约为 10\AA ；晶体单元之间有一层水分子时，层间距离为 12.5\AA ；晶体单元之间有二层水分子时，层间距离为 15\AA ；晶体单元之间有三层水分子时，层间距离为 18\AA ；晶体单元之间有四层水分子时，层间距离为 20\AA 。图 2 是这种情况的示意图。如存在大量的水，膨润土最后会液相化，成为胶态液体。

②膨润土的稠度界限：由于膨润土的亲水特

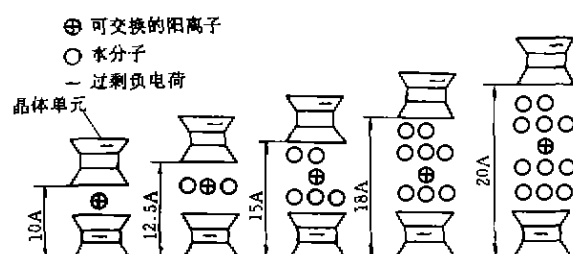


图 2 蒙脱石的层间水

性，土质学方面常用“稠度”一词来表述土-水系统抵抗变形的能力，并将其区分为固态、半固态、塑性状态和液态。用含水量（水占干土的百分数）来表述各状态之间的稠度界限；从固态向半固态转变时的含水量称为收缩界限；从半固态向塑性状态转变时的含水量称为塑性界限；从塑性状态向液态转变时的含水量称为液性界限。日本工业标准 JIS A1209 规定了收缩界限的测定方法，JIS A1205 规定了塑性界限和液性界限的测定方法。

日本丰顺矿业株式会社应用粘土科学研究所的近藤三二和本多千春曾对当前市场上常见的 18 种膨润土进行了相关的测定，结果见表 4。这 18 种膨润土中，有美国怀俄明州产出的钠膨润土、日本产出的钠膨润土、人工活化的钠膨润土和钙膨润土。

表 4 中，1~16 号都是钠膨润土或人工活化的

表 4 18 种膨润土的稠度界限和其他特性值

膨润土编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
液性界限 (%)	678.0	615.5	567.0	560.9	542.0	522.6	512.6	511.2	510.5
塑性界限 (%)	55.3	47.6	50.2	60.3	55.8	60.7	44.2	43.9	63.9
收缩界限 (%)	15.5	22.3	13.7	23.1	23.4	21.0	15.7	14.0	27.3
塑性指数	622.7	567.9	516.8	500.6	486.2	461.9	468.4	467.3	466.6
密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	2.578	2.459	2.525	2.532	2.648	2.647	2.775	2.513	2.405
阳离子交换能力 ($\text{meq}/100\text{g}$)	83.3	72.3	80.7	62.6	64.2	64.7	75.4	92.4	77.0
浸析阳离子 Mg^{2+}	27.3	5.5	6.8	4.6	4.4	4.2	6.7	8.9	7.5
($\text{meq}/100\text{g}$) Ca^{2+}	38.0	27.2	27.7	24.0	20.2	19.1	35.3	46.6	40.7
Na^+	59.7	61.8	61.7	62.9	62.3	62.2	60.8	66.2	80.6
K^+	2.0	1.3	1.6	0.9	0.6	0.6	1.9	1.4	2.1
合计	127.0	95.8	97.8	92.4	87.7	86.1	104.7	123.1	130.9
粒度 (%) $5\mu\text{m}$ 以下	89.3	88.0	86.1	87.1	86.8	87.4	84.4	80.0	78.4
$2\mu\text{m}$ 以下	85.7	82.8	80.8	79.0	79.3	78.8	72.8	74.1	69.5
$1\mu\text{m}$ 以下	81.1	77.4	74.1	75.8	76.0	75.5	67.9	71.5	62.9
膨润土编号	10	11	12	13	14	15	16	17	18
液性界限 (%)	481.0	470.7	408.4	391.4	360.1	310.5	290.0	192.2	119.4
塑性界限 (%)	54.6	30.8	47.9	57.2	57.1	54.1	64.1	59.7	52.3
收缩界限 (%)	25.5	17.2	14.9	15.2	22.1	18.9	17.2	19.4	17.0
塑性指数	426.4	439.9	360.5	334.2	303.0	256.4	266.1	132.5	67.1
密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	2.461	2.540	2.551	2.532	2.555	2.548	2.457	2.636	2.721
阳离子交换能力 ($\text{meq}/100\text{g}$)	70.1	62.5	66.0	61.0	84.2	85.1	95.6	82.7	81.4
浸析阳离子 Mg^{2+}	10.1	7.5	6.4	4.4	6.3	6.6	10.4	12.8	13.1
($\text{meq}/100\text{g}$) Ca^{2+}	82.0	51.8	42.3	35.7	74.6	65.1	47.9	49.0	78.0
Na^+	59.3	57.4	64.0	49.8	65.3	72.7	91.2	30.8	0.0
K^+	3.6	1.1	0.9	3.5	5.5	6.0	4.8	2.8	1.6
合计	155.0	117.8	113.9	93.4	151.7	150.4	154.3	95.4	92.7
粒度 (%) $5\mu\text{m}$ 以下	84.7	60.3	68.7	80.2	72.4	75.1	70.0	64.4	42.8
$2\mu\text{m}$ 以下	73.6	51.6	55.8	69.2	62.0	61.4	60.1	53.1	32.4
$1\mu\text{m}$ 以下	66.5	49.9	52.6	62.6	55.1	51.9	52.5	46.3	26.6

·技术讲座·

钠膨润土,其中1号是美国产的钠膨润土,17号和18号是钙膨润土。1号土的液性界限最高(678.0%),18号钙膨润土的液性界限最低(119.4%),两者相差较大,即使都是钠膨润土,1号土和16号土的差别也很大。各种膨润土的收缩界限也不尽相同,但相差幅度比液性界限小得多。

③粘土湿型砂中的膨润土:由于各铸造厂设备配置和作业条件的差别相当大,各厂所用的粘土湿型砂中的活性膨润土含量和水分不尽相同。但是,用于高速高压造型的型砂,活性膨润土和含水量之比(土-水比)大致都在3左右。因此,膨润土中水的含量大体上是33%左右。对照表4的数据看,高速、高压造型工艺所用的粘土湿型砂中的土-水系统,基本上属于半固态。

从造型的角度看,高速、高压造型所用的型砂应具备湿强度高、水分低和流动性好等特点。为此,当然希望土-水系统以较低的含水量转变为符合要求的半固态。因此,收缩界限以低些为好。

从避免膨胀缺陷和减少型壁运动的角度看,希望浇注以后贴近型表层的水分凝聚层中,土-水系统转变为液态晚一些,强度高一些。为此,土-水系统的液性界限值愈高愈好。据报道,铸造现场使用效果好的膨润土,液性界限值都高。美国铸钢工作者学会制订的铸造用膨润土标准 SFSA-13 (T-65) 中,规定液性界限值为 600%~850%,这不是没有道理的。

当然,湿型砂中所用的膨润土,稠度界限究竟以什么程度为好?尚有待更多的研究,以上的一些意见只不过是粗略的、未经实践考核的看法。

(3) 煤粉 型砂中的煤粉,应符合以下要求:①灰分≤1%;②水分≤3%;③挥发分 30%~40%;④含硫量≤1.5%;⑤通过 0.106mm 标准筛者不少于 95% (重量);⑥焦渣特征最好是 5~6 级。1 级的,即使挥发分高,效果也不好。2 级焦渣特征的煤粉也不太好。⑦必要时,可要求测定煤粉的光亮碳析出量,其数值最好是 7%~12%。

测定光亮碳析出量的装置如图 3。

测定时,先将待测试样在 105℃ 烘干,称取一定重量 (W) 的试样置坩埚 3 中。试样的重量因试样不同而异,煤粉或其代用品为 0.5g,型砂则可为 1~2g。将石英管 1 连同填料在 875℃ 加热到恒重,置干燥器中冷却后称其重量 (G)。

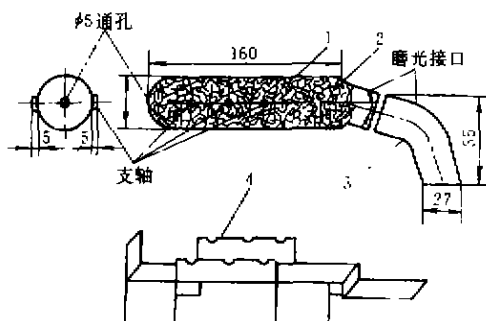


图3 测定光亮碳析出量的装置

1. 石英管 2. 石英丝填料 3. 坩埚 4. 托架

然后,将石英管置托架4上在 $875 \pm 10^\circ\text{C}$ 的马弗炉中加热。温度恒定后,将坩埚3的上部插入石英管1右侧的接口中,再在炉中保持 3~4min。到时后,将石英管自炉中取出,置干燥器冷却后,称其重量 (G')。

$$\text{光亮碳析出量} = \frac{G' - G}{W} \times 100 (\%)$$

(4) 淀粉 有时为提高铸型中水分凝聚层的强度,在型砂中加入淀粉。铸钢件用的型砂中不能加煤粉,往往要加 1% 左右的淀粉以改善型砂的性能。

按制淀粉的原料区分,可分为地上淀粉和地下淀粉。前者如玉米粉、面粉;后者如马铃薯粉、甘薯粉。地上淀粉比较稳定,铸造方面宜用地上淀粉。

按淀粉的水溶性和加工过程区分,有 α 淀粉和 β 淀粉。

β 淀粉是未经处理的生淀粉,不溶于水或略溶于水。 α 淀粉是将生淀粉和水调成悬浮液,加热糊化,然后快速冷却、磨细而制成的。 α 淀粉溶于水,适合作湿型砂中的附加剂。

用 β 淀粉制 α 淀粉时,适宜的糊化温度为 $86 \sim 87^\circ\text{C}$ 。 α 淀粉的制造方法如图 4 所示。

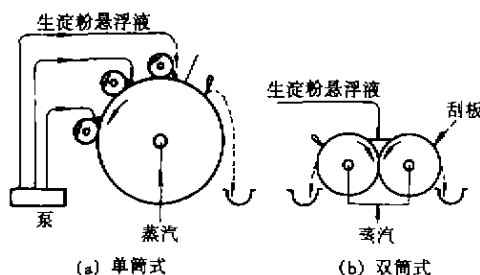


图4 α 淀粉制造法示意图

(待续) (20010116)