

烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂的性能及特点

孙清洲^{1, 2}, 单保香^{1, 2}, 许荣福^{1, 2}, 杨 宸^{1, 2}, 韩 勇³

(1. 山东建筑大学材料科学与工程学院, 山东济南 250101; 2. 山东省铸造清洁生产工程技术研究中心, 山东济南 250101; 3. 山东省科学技术厅机关服务中心, 山东济南 250101)

摘要: 对烧结陶瓷铸造砂和石英砂混制粘土砂时的表现行为进行了试验研究, 发现由烧结陶瓷铸造砂和石英砂混制粘土砂的湿压强度随膨润土加入量的增加而提高。在膨润土加入量一定的情况下, 型砂的湿压强度和透气性随型砂中水分含量的增加而提高, 待达到最大值后, 水分继续增加, 型砂的湿压强度和透气性降低。在相同膨润土加入量的情况下, 由70/140烧结陶瓷铸造砂混制无煤粉和含煤粉粘土砂及由50/100烧结陶瓷铸造砂混制无煤粉粘土砂的湿压强度低于相同条件下由石英砂混制相应粘土砂的湿压强度, 由50/100烧结陶瓷铸造砂混制含煤粉粘土砂的湿压强度等于或略低于由石英砂在相同条件下混制含煤粉粘土砂的湿压强度。在相同工艺条件下, 由烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂的透气性高于由石英砂混制粘土砂的透气性。

关键词: 烧结陶瓷铸造砂; 石英砂; 粘土砂; 性能

烧结陶瓷铸造砂是以含 Al_2O_3 和 SiO_2 矿物为主并添加其他矿物材料, 经破碎、制粉、成球、烧结、分级及级配工艺制成的一种球形铸造用砂, 其主要晶体结构为莫来石相, 具有粒形圆整、耐火度高、热化学稳定性好、热膨胀性低、抗冲击及磨损破碎性强的特点, 一经问世就在化学粘结剂型(芯)砂中获得了广泛的应用, 与石英砂混制的型(芯)砂相比, 降低了粘砂缺陷, 提高了铸件成品率、节省了粘结剂用量, 降低了废砂的排放量^[1]。鉴于烧结陶瓷铸造砂在化学粘结剂型(芯)砂中的良好表现, 国内外铸造生产企业有将烧结陶瓷铸造砂应用于粘土砂铸造工艺的强烈愿望, 为此对烧结陶瓷铸造砂在粘土砂工艺中的表现行为进行了试验研究, 以揭示烧结陶瓷铸造砂混制无煤粉粘土砂及含煤粉粘土砂时膨润土和水分加入量对粘土型砂湿压强度及透气性的影响规律, 以便为烧结陶瓷铸造砂在粘土砂工艺中的应用奠定理论基础。

1 试验材料及设备

试验用材料有吸蓝量为37 g的人工钠化膨润土, SFM-I 湿型砂铸造用煤粉, 50/100和70/140烧结陶瓷铸造砂、50/100和70/140石英砂, 其粒度分布和角形因数如表1所示, 烧结陶瓷铸造砂与石英砂的粒形如图1所示。主要仪器和设备有SAC锤击式制样机、数显式液压强度试验机、ZTY智能透气性测定仪、SDZ电磁微震筛砂机、SHN碾轮式混砂机、电子天平等。

2 试验方法

混制无煤粉粘土砂和含煤粉粘土砂时膨润土加入量分别为型砂质量的6%、8%、10%。混制无煤粉粘土砂时型砂中不加入煤粉, 混制含煤粉粘土砂时, 在混合料中加入占混合料质量4%的煤粉, 煤粉加入量不因膨润土加入量的变化而变化。对应每一种膨润土加入量, 依次按水分占混合料质量的1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%……

作者简介:

孙清洲(1962-), 男, 教授, 主要从事铸造清洁生产材料、工艺及装备领域的教学及研究工作。电话: 13506405180, E-mail: qingzhousun@126.com

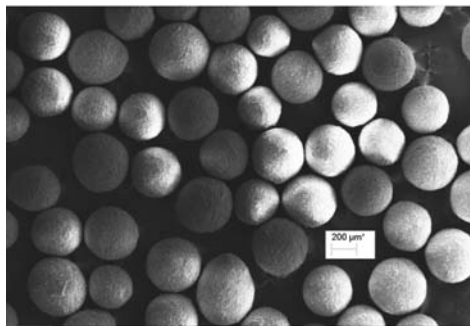
中图分类号: TG221
文献标识码: A
文章编号: 1001-4977(2019)02-0172-04

收稿日期:

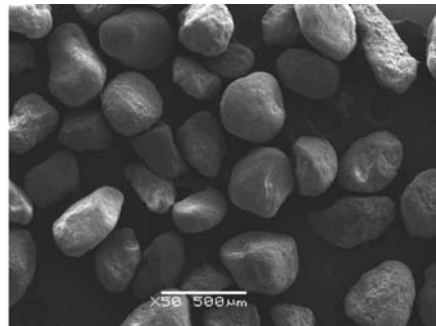
2018-10-16 收到初稿,
2018-11-08 收到修订稿。

表1 砂子的粒度分布及角形因数
Table 1 The size distribution and the shape factor of sands

砂子 种类	筛号及筛上余留量 /g								角形 因数
	30	40	50	70	100	140	200	270	
50/100石英砂	0.016	1.022	11.910	24.352	6.990	4.886	0.372	0.043	1.15
50/100陶瓷砂	0.013	1.624	26.705	14.344	3.156	4.249	0.319	0.038	1.10
70/140石英砂	0.110	0.395	0.420	18.550	14.850	13.950	1.717	0.136	1.15
70/140陶瓷砂	0	0.005	0.322	18.970	13.910	15.100	1.544	0.022	1.08



(a) 烧结陶瓷铸造砂



(b) 石英砂

图1 烧结陶瓷铸造砂和石英砂粒形

Fig. 1 Shape of sintered ceramic casting sand and quartz sand particles

分别混制粘土型砂，其最高加水量依型砂湿压强度和透气性出现拐点时的加水量而定。

每次混制混合料的质量为3 kg，将砂子加入混砂机中加水混30 s，再加入规定质量的粉料混制5 min出砂并分别测试型砂的湿压强度和透气性。

3 试验结果及分析

型砂的湿压强度和透气性测试结果如图2-9所示。可以看出，由50/100及70/140烧结陶瓷铸造砂和石英砂混制的含煤粉和不含煤粉粘土砂的湿压强度和透气性在达到某一最大值之前随着型砂中水分含量的增加而提高，而达到最大值后随着型砂中水分含量的增加而降低。这是因为，当型砂中水分含量较低时，水分不能满足膨润土的吸水性要求，膨润土的粘结作用不能充分发挥，膨润土在砂粒间分布的均匀性差，而使型砂的湿压强度低，透气性低。随着型砂中水分含量的增加，膨润土的吸水性得到了逐步满足，膨润土在砂粒间分布的均匀性得以提高，粘结作用得以发挥，型砂的湿压强度和透气性提高。当型砂中的水分达到一定量后，型砂中由水和膨润土形成的粘土膏达到或接近于膨润土的半固态/塑性界限，由膨润土形成粘结桥的强度降低，且膨润土的流动性增强，型砂的湿压强度和透气性降低。型砂达到最大透气性时的水分含量略高于其达到最大湿压强度时的水分含量。

由50/100及70/140烧结陶瓷铸造砂和石英砂混制的含煤粉和不含煤粉粘土砂的湿压强度和透气性随型

砂中水分含量的变化具有相同的变化规律，且由烧结陶瓷铸造砂混制的粘土砂之间以及由石英砂混制的粘土砂之间进行比较，在膨润土加入量占混合料质量6%~10%的情况下，型砂透气性的最大值相差不大，但由烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂的透气性明显高于由石英砂混制粘土砂的透气性。

对比图2和图4由50/100及70/140烧结陶瓷铸造砂和石英砂混制不含煤粉粘土砂的湿压强度随水分含量的变化曲线可以看出，随着型砂中膨润土含量的增加，型砂的湿压强度提高，型砂的湿压强度和膨润土加入量之间的关系与李荣德等人编写的教材“铸造工艺学”所描述的规律相符^[2]。由烧结陶瓷铸造砂混制的无煤粉粘土砂和由石英砂混制的无煤粉粘土砂相比，在相同膨润土加入量的情况下，由石英砂混制粘土砂的湿压强度高于由烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂的湿压强度，由70/140石英砂和烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂湿压强度最大值的差值大于由50/100石英砂和烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂湿压强度最大值的差值。对比图6和图8由50/100及70/140烧结陶瓷铸造砂和石英砂混制含煤粉粘土砂的湿压强度随水分含量的变化曲线可以看出，随着型砂中膨润土加入量的增加，型砂的湿压强度增加。在相同膨润土加入量的情况下，由50/100石英砂和烧结陶瓷铸造砂混制含煤粉粘土砂湿压强度的最大值相当或相近，而由70/140石英砂和烧结陶瓷铸造砂混制含煤粉粘土砂湿压强度最大值的差值与相同膨润土含量由两种砂子混制不含煤粉粘土砂湿压强度最大值的

差值相比其差值减小。纵观由50/100及70/140烧结陶瓷铸造砂和石英砂混制不含煤粉粘土砂及含煤粉粘土砂的湿压强度，虽然由烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂的湿压强度低于或接近于由石英砂混制粘土砂的湿压强度，但由烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂的湿压强度的最大值均在高密造型时对型砂湿压强度要求的范围之内。

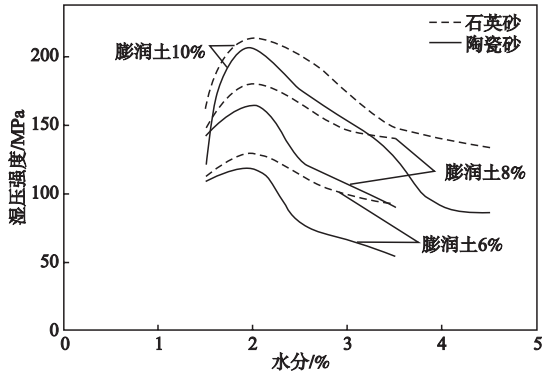


图2 50/100烧结陶瓷铸造砂及石英砂混制不含煤粉粘土砂的湿压强度

Fig. 2 Wet compressive strength of clay sand without pulverized coal mixed by 50/100 sintered ceramic casting sand and quartz sand

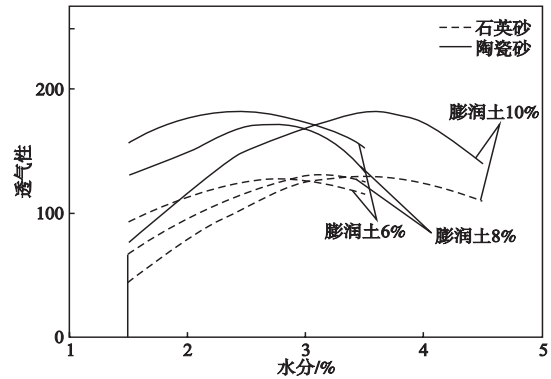


图5 70/140烧结陶瓷铸造砂及石英砂混制不含煤粉粘土砂的透气性

Fig. 5 Permeability of clay sand without pulverized coal mixed by 70/140 sintered ceramic casting sand and quartz sand

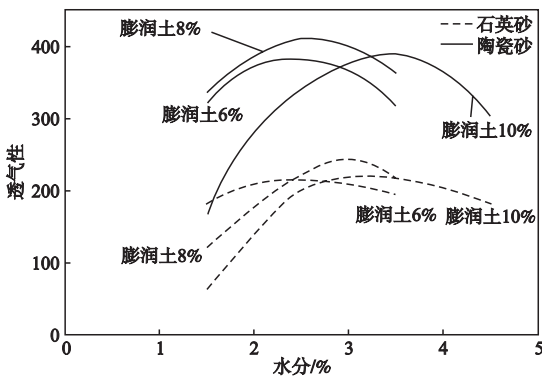


图3 50/100烧结陶瓷铸造砂及石英砂混制不含煤粉粘土砂的透气性

Fig. 3 Permeability of clay sand without pulverized coal mixed by 50/100 sintered ceramic casting sand and quartz sand

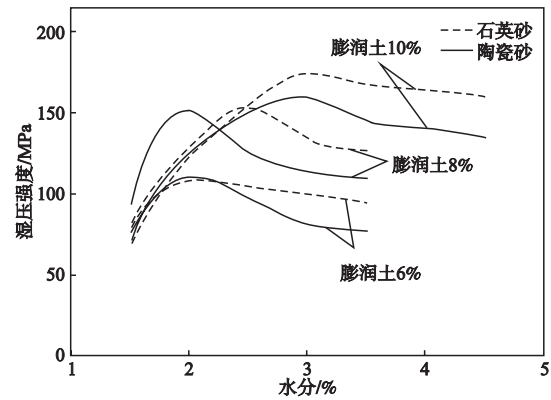


图6 50/100烧结陶瓷铸造砂及石英砂混制含煤粉粘土砂的湿压强度

Fig. 6 Wet compressive strength of clay sand with pulverized coal mixed by 50/100 sintered ceramic casting sand and quartz sand

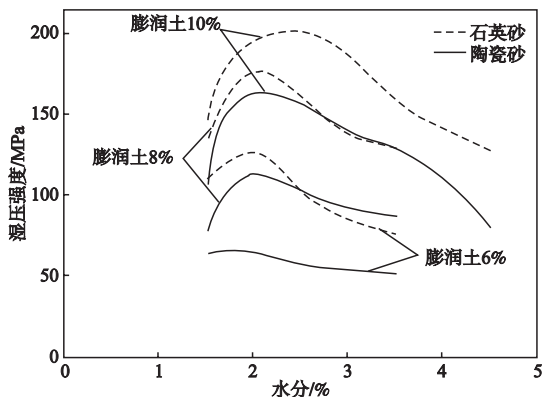


图4 70/140烧结陶瓷铸造砂及石英砂混制不含煤粉粘土砂的湿压强度

Fig. 4 Wet compressive strength of clay sand without pulverized coal mixed by 70/140 sintered ceramic casting sand and quartz sand

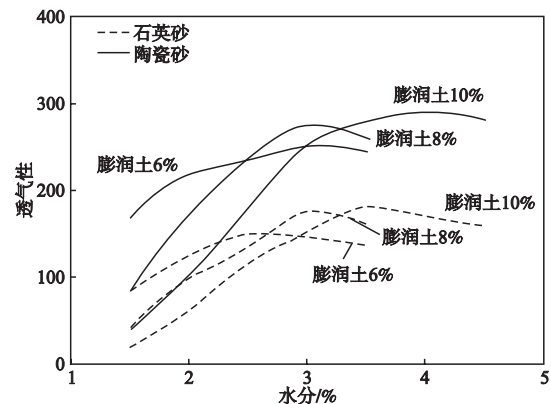


图7 50/100烧结陶瓷铸造砂及石英砂混制含煤粉粘土砂的透气性

Fig. 7 Permeability of clay sand with pulverized coal mixed by 50/100 sintered ceramic casting sand and quartz sand

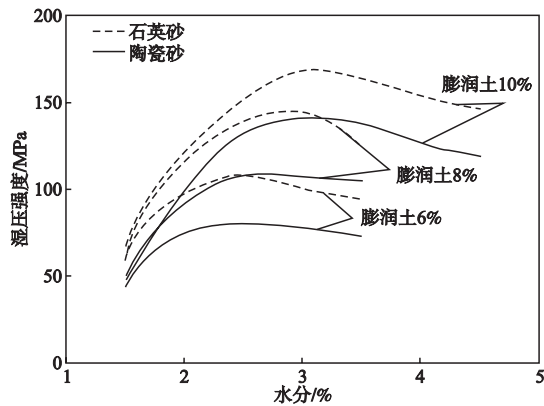


图8 70/140烧结陶瓷铸造砂及石英砂混制含煤粉粘土砂的湿压强度
Fig. 8 Wet compressive strength of clay sand with pulverized coal mixed by 70/140 sintered ceramic casting sand and quartz sand

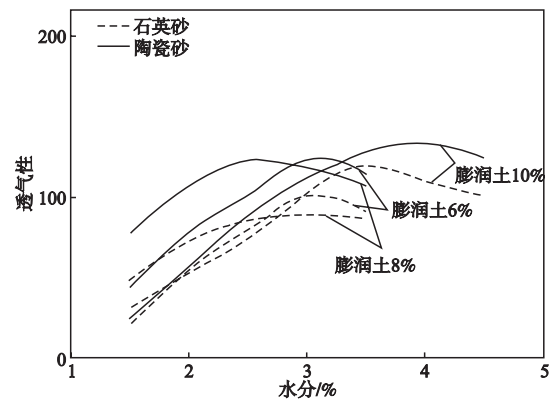


图9 70/140烧结陶瓷铸造砂及石英砂混制含煤粉粘土砂的透气性
Fig. 9 Permeability of clay sand with pulverized coal mixed by 70/140 sintered ceramic casting sand and quartz sand

4 结论

(1) 由烧结陶瓷铸造砂和石英砂混制粘土砂的湿压强度随膨润土加入量的增加而提高。在膨润土加入量一定的情况下, 型砂的湿压强度和透气性随型砂中水分含量的增加而提高, 待达到最大值后, 水分继续增加, 型砂的湿压强度和透气性降低, 且型砂达到最大透气性时的水分含量略高于其达到最大湿压强度时的水分含量。

参考文献:

- [1] 孙清洲, 毕昶锋, 王晋槐. 金刚烧结陶瓷铸造砂及其应用[J]. 铸造技术, 2017, 38(8): 1965-1967.
- [2] 李荣德, 米国发. 铸造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.

(2) 在相同膨润土加入量的情况下, 由70/140烧结陶瓷铸造砂混制无煤粉和含煤粉粘土砂及由50/100烧结陶瓷铸造砂混制无煤粉粘土砂的湿压强度低于相同条件下由石英砂混制相应粘土砂的湿压强度, 由50/100烧结陶瓷铸造砂混制含煤粉粘土砂的湿压强度等于或略低于在相同条件下由石英砂混制含煤粉粘土砂的湿压强度。

(3) 在相同工艺条件下, 由烧结陶瓷铸造砂混制粘土砂的透气性高于由石英砂混制粘土砂的透气性。

Performance and Characteristics of Clay Sand Mixed by Sintered Ceramic Casting Sand

SUN Qing-zhou^{1,2}, SHAN Bao-xiang^{1,2}, XU Rong-fu^{1,2}, YANG Chen^{1,2}, HAN Yong³

(1. School of Materials Science and Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, Shandong, China; 2. Foundry Cleaner Production Engineering Technology Research Center of Shandong Province, Jinan 250101, Shandong, China; 3. Institution Service Center of Department of Science and Technology of Shandong Province, Jinan 250101, Shandong, China)

Abstract:

The surface behavior of clay sand mixed by sintered ceramic casting sand and quartz sand was studied. It was found that the wet compressive strength of clay sand mixed by sintered ceramic casting sand and quartz sand increased with the addition of bentonite. In the case of a certain amount of bentonite, the wet compressive strength and permeability of the molding sand increased with the increase of the moisture content in the molding sand; after reaching the maximum values, they would decrease if the moisture continued to be increased. In the case of the same amount of bentonite, the wet compressive strengths of the clay sands with and without pulverized coal mixed by 70/140 sintered ceramic casting sand, as well as without pulverized coal mixed by 50/100 sintered ceramic casting sand were lower than those of corresponding clay sand mixed by quartz sand under the same conditions; the wet compressive strength of the clay sand containing pulverized coal mixed by 50/100 sintered ceramic casting sand was equal to or slightly lower than that mixed by quartz sand under the same conditions. The permeability of the clay sand mixed by sintered ceramic casting sand was higher than that mixed by quartz sand under the same process conditions.

Key words:

sintered ceramic casting sand; quartz sand; clay sand; performance