DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.01.002

聚酚氧树脂/酚醛树脂混合物用于制备覆膜砂的研究

钟飞升[1],张雅丹[1],常　成[1],张希兴[1],李家波[1],冀运东[2]
(1. 彰武县联信铸造硅砂有限公司,辽宁 彰武 123200;2. 武汉理工大学 材料科学与工程学院,湖北 武汉 430070)

摘　要:聚酚氧树脂具备高韧性高软化点的特点,其与热塑性酚醛树脂共混可以显著提高酚醛树脂的韧性,提高常温强度和热强度,并改善覆膜砂溃散性。将聚酚氧树脂与酚醛树脂共混制备覆膜砂,实验结果表明,聚苯氧树脂添加10%时,覆膜砂拉伸强度提高15.2%,弯曲强度提高12.8%,熔点提高3 ℃,溃散率提高提高20%,在铝合金铸件上面具有较好的应用前景。

关键词:聚苯氧树脂;覆膜砂;溃散性;共混

中图分类号:TG221　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)01-0005-03

Study on Preparation of Coated Sand with Polyphenol-oxygen Resin/Phenol Formaldehyde Resin

ZHONG Feisheng[1], ZHANG Yadan[1], CHANG Cheng[1], ZHANG Xixing[1], LI Jiabo[1], JI Yundong[2]
(1. Zhangwu Lianxin Foundry Material Co., Ltd., Zhangwu 123200, China; 2. School of Materials Science and Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: Polyphenolic-oxygen resin had the characteristics of high toughness and high softening point. Its blending with thermoplastic phenolic resin can significantly improve the toughness of phenolic resin, enhance the strength and thermal strength at room temperature, and improve the collapsibility of coated sand. The results show that when the resin is mixed with phenolic resin to prepare the coated sand, the tensile strength, bending strength, melting point and breaking rate of the coated sand are increased by 15.2%, 12.8%, 3 ℃ and 20%, respectively, When 10% polyphenoxy resin is added into the resin. which show a good application prospect in aluminum alloy castings.

Key words: polyphenol-oxygen resin; coated sand; collapsibility; mix

铝合金铸件由于重量轻,耐腐蚀性强,具有较高的力学性能,而且近年来性能不断提高,在合金铸件的构成比中占有越来越重要的地位。特别是对于多品种小批量的铸铝件生产。随着汽车轻量化的发展,越来越多的铝合金铸件应用于汽车上。铝件生产,覆膜砂制芯是一种常用的生产工艺覆膜砂生产轻合金铸件有尺寸精确、成品率高和生产效率高等优点,近年来铝铸件用覆膜砂工艺造型、制芯明显呈扩大趋势。但是,由于轻合金的浇注温度比较低,厚大型芯难于溃散,造成铸件清砂非常困难,尤其对于薄壁铸件而言,问题更加突出。为了将铸件清出,不得不采用热处理铸件、水爆铸件等特殊清砂手段,但随之而来的是成本提高、能源消耗、环境污染、铸件质量下降、工人劳动强度加大等一系列后续问题。长期以来这些问题一直难于解决,制约着覆膜砂在轻合金铸件上的大范围使用。因此,如何最大限度地改善树脂砂的落砂性能,对于实际生产具有十分重要的意义[1]。目前世界上解决有色合金覆膜砂的溃散方法有3种:一是是通过降低树脂加入量,牺牲强度来实现;二是通过高温加热,机械振动的方法实现砂型溃散。这种方法可以实现薄壁铸件的生产问题,却需要消耗大量的能源,也不利于生产效率和环境;三是通过研制高强度易溃散的树脂生产易溃散覆膜砂[2]。

聚羟基醚也叫做聚酚氧树脂、苯氧树脂,具有很好的底材附着力、耐热、耐化性等,聚酚氧树脂的极性较高,因而与高极性物质有良好的粘结力,如金属、木材、纸张、玻璃、陶瓷、聚酯等。它可以作为结构胶使用而无需加入固化剂。聚酚氧树脂是很好的磁带用的胶粘剂,它与聚氨酯、氯乙烯三元树脂共用,对磁粉有很好的粘合性和分散性,大大提高了磁带

收稿日期:2020-07-28
作者简介:钟飞升(1988-),广西来宾人,本科.主要从事铸造用硅砂表面处理、特种覆膜砂制造、铸造废砂再生工艺方面的工作.电话:13065343977,
E-mail:360058065@qq.com

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的质量。

聚酚氧树脂与其他树脂掺混或掺混交联改性，获得了较佳的性能。例如与环氧树脂混合，通过异氰酸酯交联做成耐热的粘合剂，提高其剪切强度，耐水性和耐热性，在聚氨酯中加入 0.2~30.0 份聚酚氧树脂，可提高聚氨酯的机械强度。在玻璃纤维增强的聚酯中加入 0.5~5.0 份的聚酚氧树脂，抗张强度提高了 19%。与酚醛树脂、松香、聚碳酸酯等共混，可以改善他们的脆性，提高其抗冲击强度、抗扭变性和耐磨性[3]。

本文作者采用共混的方法，将聚酚氧树脂与酚醛树脂共混，用于制备覆膜砂，提高覆膜砂的强度，增加砂芯韧性。提高树脂砂的溃散性。

1 实验方法

表 1 为实验所用材料及其性能。

表1 实验原材料
Tab.1 Experimental raw materials

材料名称	成分	性能
酚醛树脂	热塑性酚醛树脂	软化点：88 ℃，聚合速度 70 s
固化剂	六次甲基四胺	六次甲基四胺，配成 33%浓度水溶液
润滑剂	硬酯酸钙	化学纯
聚酚氧树脂	-	化学纯，分子量 15 万
砂	内蒙砂擦洗烘干砂	含泥量≤0.3% 规格：50/100

采用物理共混的方法，将热塑性酚醛树脂与聚酚氧树脂按表 2 所示的比例进行放入烧杯中加热至 150~170 ℃，搅拌 10 min。冷却后破碎成 1 mm 左右小块，得到 5 组共混改性的酚醛树脂。

表 2 改性酚醛树脂
Tab.2 Modified phenol formaldehyde resin

组别	酚醛树脂比例(%)	聚酚氧树脂比例(%)
1	100	0
2	95	5
3	90	10
4	85	15
5	80	20

将 20 kg 硅砂加热到 150~160 ℃，分别加入 300 g 改性树脂，放入混砂机中搅拌，混合 50~60 s，使树脂与砂充分混合，再加入树脂总重量 13%的固化剂水溶液，混合 50~60 s，再加入砂子重量 0.12%的硬脂酸钙混合。均匀，得到覆膜砂。对覆膜砂进行热抗拉强度、常温强度和溃散率的检测。选取强度最好的组别，对断裂后的试块进行扫描电镜观察断裂形式。

溃散性测试方法：将做好的覆膜砂 8 字试块，用锡纸包好放入到 500 ℃马弗炉中保温 10 min，拿出冷却至室温，放到 20 目筛网上筛 2 min，称取筛上 a_1 和 a_2。溃散率计算公式如下：

$$溃散率 = a_2/(a_1+a_2)\times 100\% \quad (1)$$

常温抗拉强度、常温抗弯强度、热态抗拉强度、熔点测试方法参考 GBT/2684-2009《铸造用砂及混合料试验方法》和 JBT 8583-2008《铸造用覆膜砂》。

2 实验结果与分析

图 1 为抗拉强度、抗弯强度及溃散率与加入量的关系曲线。可以看出，随着聚酚氧树脂的加入，覆膜砂的韧性得到改善，使覆膜砂的热强度和常温强度得到明显提高。树脂砂的断裂形式主要有 3 种：树脂薄膜与砂粒表面脱粘而导致的附着破裂，粘结桥本身断裂形成内聚破裂以及包含两种破裂形式的复合破裂。一般认为，树脂砂的强度与树脂自身性能、树脂加入量、原砂粒度及分布、树脂 / 原砂的界面强度等密切相关[4]。聚酚氧树脂具有很好的附着力，浸润性，能提高砂子和树脂之间的界面强度，改性后树脂做的覆膜砂断裂形式大部分是内聚断裂为主，而未改性的酚醛树脂主要还是以附着断裂为主，见图 2。特别是热抗拉强度，加入 5%的聚酚氧树脂后强度提高了 39.05%。常温抗弯强度提高了 7.5%

构成酚醛树脂骨架的原子间结合通常为 C-C、芳香环 C-C、C=C 结合，其结合能较高，分别为 347.9、523.4 和 607.1 kJ/mol。如要使其分解需要较高的温度和较强的氧化性气氛。聚酚氧树脂分子链

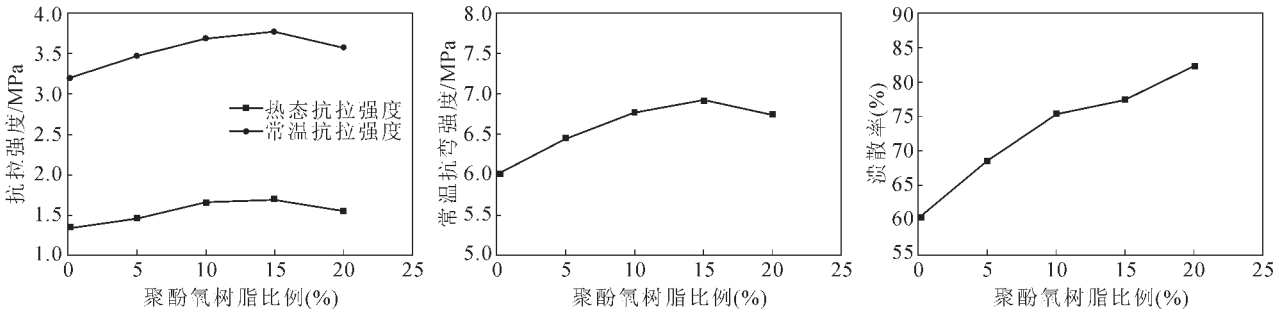
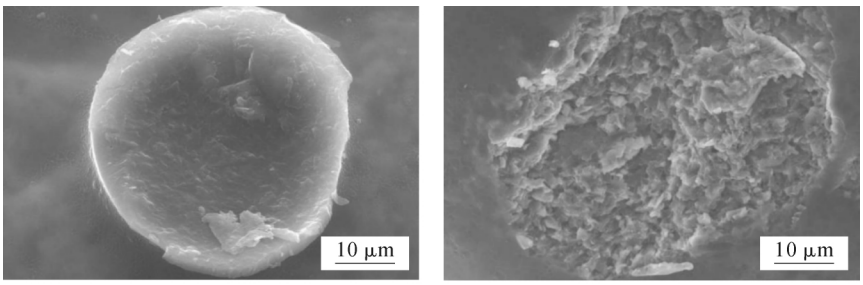


图 1 抗拉强度，抗弯强度和溃散率与聚酚氧树脂加入量的关系
Fig.1 Dependence of tensile strength, bending strength and collapsibility on addition of resin Polyphenol-oxygen Resin

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



(a)第4组试块　　(b)第1组试块

图 2 树脂砂断口形貌

Fig.2 Morphology of resin sand fracture

中含有较多的环氧基团，碳原子之间的结合力小，同时由于其脂肪族直链结构，降低了树脂的热稳定性[5]，改变了树脂碳化后的构型。能使混合树脂的分解温度降低。改善型砂的溃散性。

3 结论

采用聚酚氧树脂共混改性后的酚醛树脂，用于制备覆膜砂，能提高覆膜砂热强度和常温强度，改善覆膜砂的溃性能。在有色合金用覆膜砂中有广阔的前景。

参考文献：

[1] 冀运东. 轻合金铸造用 EPA 改性酚醛树脂及应用的研究[D]. 武汉：华中科技大学，2005.

[2] 刘琦. 易溃散覆膜砂在铝合金铸造中的应用[C]// 第二届有色金属铸造及国际会议论文集，2001.

[3] 林卓然，罗国钦，谈信. 聚酚氧树脂的性质及其应用[J]. 广州化工，1992，20(4)：26-28.

[4] 冀运东，郑凯东. 基于内聚力失效微细观单胞模型的树脂砂拉伸性能的数值研究[J]. 机械工程学报，2019(4)：364-370.

[5] 冀运东，李末银，孙伟民，等. 高溃散高强度覆膜砂的开发和应用[C]// 中国机械工程学会造型制芯新技术研讨会. 中国机械工程学会, 2004.

（上接第 4 页）

elements on hot tearing of A713 aluminium cast alloy[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2016, 26 (7): 1783-1790.

[9] 石磊. Al-10Si-2Cu合金共晶团的细化及其对热裂敏感性的影响[D]. 济南: 山东大学, 2015.

[10] 张兴孟，毛卫民，朱文志. Zn、Mg、Cu对7075铝合金热裂性能和组织的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2014, 34(12): 1336-1339.

[11] Yang Lu, Li Wen-fang, Du Jun, et al. Effect of Si and Ni contents on the fluidity of Al-Ni-Si alloys evaluated by using thermal analysis[J]. Thermochimica Acta, 2016: 645: 7-15.

[12] Stefanescu D M. Thermal Analysis-Theory and Applications in Metalcasting [J]. International journal of metalcasting, 2015, 9(1): 7-22.

[13] 史明波，李乘波，杜军，等. Mg对6061再生铝合金凝固特性和热裂行为的影响[J]. 铸造, 2020, 69(4): 361-366.

[14] Raghavan V. Al-Cu-Mg-Si (Aluminum-Copper-Magnesium-Silicon) [J]. Journal of Phase Equilibria & Diffusion, 2007，28 (2): 198-200.

[15] Verma A, Kumar S, Grant P S, et al. Influence of cooling rate on the Fe intermetallic formation in an AA6063 Al alloy[J]. Journal of Alloys & Compounds, 2013, 555(13):274-282.

[16] 王志，李一洲，王峰，等. Mg-xZn-2Y 合金的热裂敏感倾向性[J]. 中国有色金属学报(英文版), 2016, 26(12):3115-3122.

[17] 黄正阳. 6061再生铝合金的组织控制与性能研究[D]. 广州：华南理工大学, 2019.

技术资料邮购

《铸造实用生产技术集锦》

《铸造实用生产技术集锦》本书由李德臣教授级高工编著。共七章：1 重大铸件生产技术；2 耐热耐磨产品生产技术；3 耐蚀耐磨产品生产技术；4 耐磨产品生产技术；5 铸造工艺设计；6 铸造用辅助产品生产技术；7 铸造与哲学。特快专递邮购价：97元。

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net