DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.09.015

无机粘结剂混制湿态砂在热芯盒成型工艺中的应用研究

程　楠[1],陈　群[2]
(1.郑州型砂工艺材料研究院有限公司,河南 郑州 450000;2.河南金耐源新材料科技有限公司,河南 郑州 450000)

摘　要:采用无机粘结剂应用于热芯盒制型芯工艺中,研究结果表明,砂模型不仅具有较好的即时热态抗拉强度和常温抗拉强度,而且 1 000 ℃残留强度为 0.3 MPa,砂芯溃散性能好;砂芯的 800 ℃发气量为 3 mL/g,湿砂密封可使用时间超过 24 h;浇注过程中,无有毒有害气体产生,有效改善工作环境;浇注所得铸件的尺寸精度、表面粗糙度均能满足工艺要求。

关键词:无机粘结剂;热芯盒工艺;砂芯性能;旧砂再生

中图分类号:TG242　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)09-0946-04

Application of Wet Sand Mixed with Inorganic Binder in Hot Box Core-shooting Process

CHENG Nan[1], CHEN Qun[2]
(1. Zhengzhou Molding Sand Technology and Materials Research Institute Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China; 2. Henan Quannaiyuan New Materials Technology Co., Ltd., zhengzhou 450000, China)

Abstract: The inorganic binder was applied to the hot core box core making process. The results show that the sand core not only has good immediate hot tensile strength and room temperature tensile strength, but also has a residual strength of 0.3 MPa at 1 000 ℃. The core has good collapsibility. The air generating capacity of sand core at 800 ℃ is 3 mL/g, and the service time of wet sand seal can exceed 24 h. During pouring, no poisonous and harmful gases are produced, which can effectively improve the working environment. The dimensional accuracy and surface roughness of castings obtained by pouring can meet the technological requirements.

Key words: inorganic binder; hot box process; sand core performance

覆膜砂的生产工艺是将砂子加热，然后将热塑(固)型酚醛树脂加入,在混砂机中均匀混制的过程中加入乌洛托品和其他助剂,经破碎、冷却、筛分后获得一种砂粒表面覆有一层固态树脂膜的型砂。使用覆膜砂生产的铸件具有尺寸精度较高、表面质量好、铸造缺陷少等特点[1-3]。但覆膜砂的生产、应用及再生的过程中均会释放出刺激性气味和含 S 和 N 等元素的有害气体，会对操作人员的身心健康和生态环境造成影响。不符合我国当前节能减排、绿色制造的发展理念[4,5]。

无机粘结剂 JNY-W81 是以铝硅酸盐为主要成分,且和促硬剂配伍以两组分形态存在,硬化机理为失水硬化结合化学硬化。采用无机粘结剂造型或制芯,具有发气量低、溃散性好、无毒环保等优点,是一种绿色环保型高效粘结剂[6]。本研究项目使用无机粘结剂和型砂进行混制后得到湿砂，采用热芯盒工艺进行硬化,将制得的型、芯及模壳应用到造型和浇注工艺中，研究无机粘结剂在热芯盒工艺中应用的可行性,通过浇注试验分析该粘结剂的应用效果,从而实现无毒、无味、无有害气体逸出的操作环境,并实现综合应用，能达到全部和部分代替覆膜砂的实际应用效果。

1　试验准备与性能测试

1.1　试验仪器与材料

1.1.1　试验仪器

SHY 树脂混砂机、SAH 树脂砂制样机、XQY-II 智能型砂强度仪、GET-III 型智能造型材料发气量测定仪、普通翻转式热芯盒壳型射芯机。

1.1.2　试验材料及湿砂混制

铸造用球形陶瓷砂(TCS-450#)、2%无机粘结剂

收稿日期:2019-08-15

作者简介:程　楠(1987-),山西晋城人,工程师.主要从事无机非金属材料和铸造造型材料,主要为铝硅系耐火材料、铸造型砂(陶瓷砂)、铸造粘结剂的研究.
电话:18530915882,E-mail:cnchengnan1987@qq.com

(占原砂的质量分数)、1%促硬剂 (占原砂质量分数)。湿砂参数见表 1。

表1 混砂参数(1 kg)
Tab.1 Sand mixing parameters

材料	加入量 /g	加入顺序	A 混砂时间 /s	B 混砂时间 /s
原砂(陶瓷砂)	1 000	1	30	90
促硬剂	10	2		
无机粘结剂	20	3		

备注:A 混砂–原砂和促硬剂先混制 30 s;B 混砂–加入粘结剂后再混制 90 s。

1.1.3 性能检测试样的制备

制备 8 字型试样,其制备过程为:首先将促硬剂与原砂混合搅拌 30 s, 然后添加无机粘结剂搅拌 90 s,最后将混好的湿态砂填入制样机模具型腔内,待按压紧实后,在 180 ℃条件下加热 120 s。

1.1.4 应用生产试验壳型砂型的制备

为进一步检测湿态砂在实际生产中的性能,使用热芯盒壳型射芯机制备壳型砂芯, 在叠箱组簇之后,进行浇注试验,壳型砂芯制备过程为:在碗型混砂机中进行湿态砂的制备, 将混制好的湿砂以手工加砂的方式加入砂仓, 然后将砂仓翻转 180°,在 0.3~0.4 MPa 的压力下进行射砂,射砂完成后,开始加热硬化,加热温度为 180 ℃,加热时间为 120 s,最后取出壳型芯。

1.2 砂样性能检测结果与分析

1.2.1 抗拉强度检测结果与分析

采用智能型砂强度仪测试砂样的即时热态抗拉强度、4 h 常温抗拉强度、24 h 抗拉强度及 800 ℃残留强度, 每组砂样均在相同条件下测试 5 次并求其平均值,强度测试结果如表 2。由表 2 可知,砂样的即时热态抗拉强度为 0.85 MPa;将砂样在常温下放置 4 h 和 24 h 之后,其抗拉强度分别为 4.82 MPa 和 4.67 MPa, 均满足有机树脂覆膜砂的技术指标;砂样的残留强度为 0.30 MPa,可以满足正常落砂需求,脱砂性能较好。

表 2 砂样抗拉强度的检测
Tab.2 Tensile strength testing results of sand samples

性能	参数
热态抗拉强度 /MPa	0.85
4 h 抗拉强度 /MPa	4.82
24 h 抗拉强度 /MPa	4.67
1 000 ℃残留强度 /MPa	0.30

1.2.2 抗湿性能检测结果与分析

将砂样放置于潮湿的密闭环境中 24 h 后,测试其抗拉强度,检测结果如表 3。由表 3 看出,砂样在潮湿的密闭空间中放置 24 h 后,与表 2 中 24 h 抗拉强度相比强度损失不超过 5%, 说明该无机粘结剂具有良好的抗吸湿性能。

表3 抗湿强度的检测
Tab.3 Testing results of moisture resistance

性能	参数
24 h 抗湿强度 /MPa	4.55

1.2.3 发气量及湿砂可使用时间的检测结果与分析

将砂样置于 100 ℃干燥箱中烘干 1 h, 称取 1.00 g 砂样置于干燥的瓷舟中, 待设备炉温升至 800 ℃,在监控状态下,将盛有砂样的瓷舟放入炉膛内恒温区域,开始发气量测定并记录结果;将混制好的湿砂暴露于空气中, 以表面硬化和流动性降低作为可使用时间节点,测量湿砂的常态可使用时间;将湿砂置于密封环境中, 以表面硬化和流动性降低作为可使用时间节点,测试其密封可使用时间,测试结果如表 4。

表 4 发气量及可使用时间的检测
Tab.4 Measurement of gas emission and service time

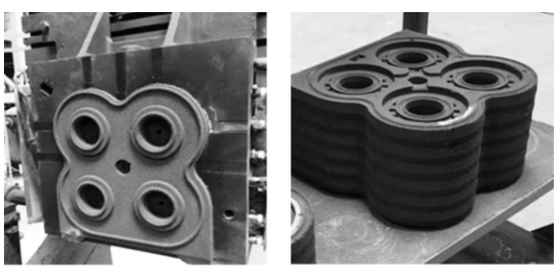
性能	参数
发气量 /(mL/g)	3
常态可使用时间 /h	≥3
密封可使用时间 /h	≥24

由表 4 看出, 由该无机粘结剂制备的砂样的发气量为 3 mL/g,是普通有机覆膜砂的 1/4;其常态可使用时间高于 3 h, 密封可使用时间却高于 24 h, 这说明改无机粘结在空气中暴露时, 会与空气中物质反应而快速硬化,降低了其可使用时间。

2 壳型砂芯的制备及浇注试验

2.1 壳型砂芯的制备及质量分析

采用热芯盒壳型射芯机制备壳型砂芯, 在制备过程中,考虑到湿砂的流动性和易堆积性能,在连续射砂的过程中需要对砂仓进行震动或者撞击, 促使砂仓中湿砂堆积状态与水平面平行, 使储砂量满足射砂需求。壳型砂芯如图 1。



(a)单一型壳图　　(b)堆叠型壳图

图 1 浇注前砂型宏观形貌
Fig.1 Macroscopic morphology of sand mold before pouring

由图 1 可知,型壳表面光洁致密,未出现散落砂

现象;在制型过程中,也未出现粘模具现象;在混砂和射芯热硬化过程中,无刺激性气味和烟雾溢出;在组簇叠箱的过程中采用和覆膜砂壳型相同的工艺进行,未作特殊调整,说明无机湿砂壳型在抗拉、抗弯的常态数据中与覆膜砂无明显区别。

2.2 浇注后砂型宏观形貌分析

浇注试验完成后的砂型宏观形貌如图 2 所示。

图 2 浇注过程中及浇注后砂型宏观形貌
Fig.2 Macro-morphology of sand mold during and after casting

由图 2 可看出,在浇注的过程中未出现开裂、金属液渗透(漏)等现象;在金属液充型的过程中,铸型表面及周围无烟、无味、无火焰冒出,现场操作环境得到有效改善;随着铸型浇注完毕,在保温冷却的过程中,型壳出现开裂,能减少铸件收缩阻力,改善了型砂退让性,残留强度均值在(800 ℃×10 min 保温,抗拉)0.2~0.4 MPa,可以满足正常落砂需求,脱砂性能较好。

2.3 铸件形貌及质量分析

冷却清理后得到的铸型及浇注系统分离后的铸件如图 3。铸件表面光洁,字头清晰,未出现粘砂等铸造缺陷;经过测量后实际尺寸精度、表面粗糙度满足工艺图纸的精度要求。

3 砂处理后回用性能测试

砂的再生概念通常是:指通过相应的处理方式,使处理后旧砂达到和接近新砂的使用性能。这里有一个核心就是说需要和不需要将原砂表面的粘结剂残留完全去除,达到新砂状态,笔者认为是不需要的,但需要达到满足二次使用要求,在此基础上,本项目进行了大量的研究试验,并进行了总结。

将浇注落砂后的陶瓷砂型砂旧砂,放入自制的简易砂处理设备,通过搅拌和摩擦迫使砂粒之间分开,并在强力的搅拌摩擦作用下,实现砂粒和砂粒摩擦去除自身粘结剂残留的效果,见表 5、表 6。

表5 相同重量的新砂和旧砂再生后数据对比
Tab.5 Comparison of new sand and old sand with the same weight after regeneration

项目	粒度集中度	细粉含量 /g	粘结剂含量 /g	备注:粘结剂含量为脱水后无机粘结剂和促硬剂总质量
新砂	40~70 目 >75%	0.03	15	
再生砂	40~70 目 >75%		11.64	

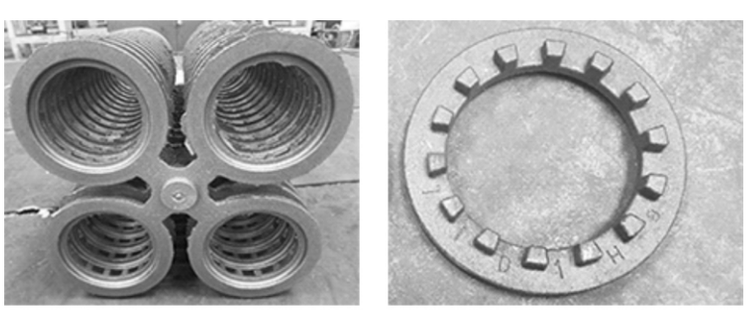
表 6 新砂和再生砂分别混制湿砂硬化后的性能参数
Tab.6 Performance parameters of wet sand hardened by mixing new sand and reclaimed sand respectively

	热态抗拉强度 /MPa	常温抗拉强度 /MPa	流动性 /g	发气量 mL/g
新砂湿砂	0.86	4.90	15.5	3
再生砂湿砂	0.92	4.83	15.2	3

通过原砂和再生砂试验数对比可以发现,陶瓷砂的粒度级配未发生变化,经筛分后底盘细粉称重后未达到初始水平,说明粘结剂在砂粒表面仍有残留。将筛分的后的再生砂重新按照相应比例加入粘结剂混制,并在覆膜砂制样机中测试抗拉强度,得出的数据证明其只需将表面粘结剂残留去除一部分,即可达到和满足重复再生使用,就再生设备而言可以采用布局灵活简单、占地面积较小的机械式干法再生设备。

4 结论

无机粘结剂的即时热态抗拉强度及常温强度均满足砂型铸造的技术指标,其 1 000 ℃残留强度为 0.3 MPa,具有较好的脱砂性能,并且其抗湿性能、发气量都能达到技术指标;经浇注试验发现,该



(a)铸型图　　(b)单一铸件图

图 3 冷却处理后的铸型及铸件图
Fig.3 Mold and casting drawing after cooling treatment

(下转第 951 页)

具并浇注了一批样品，铸件清理后，内外表面光亮。经加工后，无表面偏析等铸造缺陷。见图5样品照片。

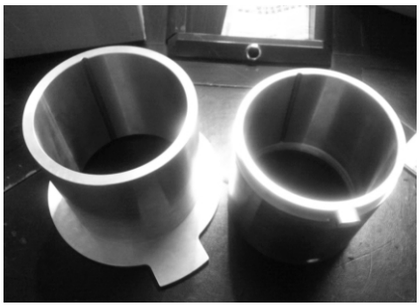


图5 样品照片
Fig.5 Samples pictures

5 结语

对于相对较厚大的高铅青铜铜套，采用水冷金属型工艺，并配合其它一些工艺措施，可以有效减少和消除区域偏析和比重偏析等铸造缺陷，生产出合格的铸件。

参考文献：

[1] 孙刚毅. 厚壁铅青铜铜套的研制[J]. 一重技术，2000(4):47-49.

[2] 金丽敏，赵素珍，杨素华. 大型高铅青铜套的铸造[J]. 大型铸锻件，2009 (4):30-32.

[3] 丁合亭. 水冷金属型+石墨型铸造大型厚壁锡青铜铸件[J]. 特种铸造及有色合金，2001，21(2):98-99.

[4] 付拓. 铜基合金铸造生产中金属型的设计和应用 [J]. 热加工工艺 2007，36(17):88-89.

[5] 张同伟. 高强度耐磨铅青铜合金性能的研究 [D]. 西安：长安大学，2009.

（上接第948页）

无机粘结剂具有良好粘结性能，而且在浇注过程中，砂型没有尘、烟及有毒气体排放，能很好地改善铸造环境；浇注所得铸件的尺寸精度、表面粗糙度均能满足工艺要求。

绿色制造是21世纪工业生产的发展方向，清洁生产已成为新世纪工业发展的必然趋势。低成本、高质量和环境友好是铸造粘结剂生产发展的主要方向。铸造用无机粘结剂无毒无味、无有害气体、绿色、应用成本低，可以适应替代或部分替代现有的覆膜砂工艺，可以从源头降低污染和成本。

参考文献：

[1] 李承春. 国内外热芯盒树脂砂及其制芯工艺的现状与发展前景[J]. 铸造，1999(9):45-48.

[2] Beachwood. Metal casting vision of the future[J]. Workshop Summary Notes, 1994(10): 25-26.

[3] 刘伟华. 新型 CO_2 硬化酚醛树脂粘结剂制备技术及硬化机理的研究[D]. 沈阳：沈阳工业大学，2009.

[4] 韩文，何龙，朱劲松. 高抗湿型三乙胺冷芯盒树脂的工艺研究[J]. 中国铸造装备与技术，2014(5)：46-47.

[5] ü nlü , N, Odaba A. Development and Evaluation of a New Eco-friendly Sodium Silicate-Based Binder System. International Journal of Metalcasting. 2018, 12(4): 765-771.

[6] 周静一. 国内外水玻璃无机粘结剂在铸造生产中的应用及最新发展[J]. 铸造，2012，61(3)：237-245.

技术资料邮购

《特种铸造生产实用手册》

特种铸造涉及的工艺门类较多，本书紧跟当前铸造行业的发展和生产应用实际，全面介绍了各类型特种铸造的生产技术经验和数据，包括熔模精密铸造、壳型铸造、金属型铸造、铁型覆砂铸造、陶瓷型铸造、离心铸造技术及设备、挤压铸造及半固态成形技术、反重力铸造技术、连续铸造技术及装备、增材制造技术及3D打印在新型工业发展的应用等10部分内容。

特快专递邮购价：179元。

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071