

耐火骨料粒度和粒形对水基自干铸造涂料自干时间的影响

詹春毅^{1, 2}, 冯胜山^{1, 2}, 谢树忠^{3, 4}, 刘春晶^{3, 4}, 黄东^{1, 2}, 吴维锋^{1, 2}, 梁家豪^{3, 4},
高运华³, 陈建丽^{1, 2}, 卞青青^{1, 2}

(1. 广东科学技术职业学院, 广东珠海 519090; 2. 珠海市先进装备制造与材料成型技术重点实验室, 广东珠海 519090; 3. 广东省铸力铸材科技有限公司, 广东珠海 519180; 4. 广东省造型材料工程技术中心, 广东珠海 519180)

摘要: 简述了砂型铸造水基自干涂料的自干固化机理, 利用非等径球堆积原理分析并通过试验验证了涂料含水量与涂层自干固化时间的相互关系, 通过对比试验研究了涂料耐火骨料粒度分布和颗粒形貌对涂层自干时间的影响规律及其原因。结果表明: 涂料含水率与涂层自干时间呈近似线性变化关系; 耐火骨料的粒度分布对涂层自干时间的影响显著, 而粒径大小的影响很小; 耐火骨料粒度取平均粒径为200~325目的正态分布为宜; 耐火骨料的颗粒形貌也显著影响涂层自干时间, 采用粒形为类似球形的粉石英制备的涂料含水率低, 涂层自干固化快; 厚度为0.5 mm的涂层在相对湿度为80%±2%的环境条件下, 在100 min内能实现自干固化, 有望满足华南地区高湿气候条件下的树脂砂铸造生产要求。

关键词: 水基; 自干涂料; 自干时间; 骨料粒度分布; 颗粒形貌

作者简介:

詹春毅(1978-), 男, 副教授, 主要研究方向为材料成型及控制、复合材料及增材制造。E-mail: richardzhan@gdit.edu.cn

通讯作者:

冯胜山, 男, 教授(二级)。电话: 15344828373, E-mail: fss8172@gdit.edu.cn

中图分类号: TG221

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2023)01-0011-06

基金项目:

广东省科技发展专项资金(协同创新与平台环境建设方向)产学研合作项目(2016B090919094); 广东省教育厅特色创新项目(2021KTSCX219)。

收稿日期:

2021-12-15 收到初稿,
2022-01-25 收到修订稿。

砂型铸造水基自干涂料既可克服醇基涂料易燃、易爆、有毒, 悬浮稳定性较差, 刷涂时刷痕严重等问题, 又可改善普通水基涂料自然干燥慢(需烘干), 涂层吸湿性大等不足, 具有安全可靠、运输方便、价格低廉、清洁无污染、悬浮性和涂刷性能好等特点, 无疑是砂型铸造涂料的主要发展方向。但迄今为止, 国内关于水基自干涂料的研究和应用报道很少^[1-4]。作者在国内率先对水基自干铸造涂料进行了系统研究, 并研发成功锆英粉、铬铁矿粉、粉石英和含锆复合硅酸盐矿粉等系列水基自干涂料, 已应用于树脂砂和水玻璃砂铸造。新型自干涂料在条件粘度高达25 s(涂6型粘度杯)以上时仍然具有良好的涂刷性和流平性, 厚度为0.5 mm的涂层在环境湿度较低和良好通风条件下, 在100 min以内能够实现自然干燥, 并且不恶化树脂砂强度, 涂层抗吸湿能力强^[5]。

水基自干铸造涂料的自干时间是其主要技术性能指标。作者研发的系列涂料创造性地采用一种常温固化型改性高分子聚合物乳液作为主要的常温自干/低温快干粘结剂, 同时以一种快干型无机粘结剂作为主要的高温粘结剂, 外加相应的潜伏型自交联硬化剂。其自干固化机理如图1所示, 是以下两种反应的交互作用: 涂料施工成薄涂层后, 一方面水分蒸发脱失使无机粘结剂发生胶凝反应, 产生物理硬化(其中的快干型无机粘结剂含有水不溶性有机纤维, 可在粘结剂干燥过程中起到毛细管作用, 加快内部水分的挥发), 另一方面在潜伏型固化剂(挥发性碱液)作用下改性高分子聚合物乳液粘结剂体系发生交联反应, 产生化学固化。从以上自干固化机理可知: 影响涂料自干时间的主要因素除粘结剂体系组成外, 还有环境温度湿度、涂料含水量等。我们已经系统研究了水基自干铸造涂料的粘结剂体系及环境温度湿度、涂料含水量对涂层自干时间的影响规律^[6-7], 发现: 涂料含水量越高(亦即固含量越低), 涂层自干时间越长; 环境湿度对涂层自干时间的影响比温度的影响更

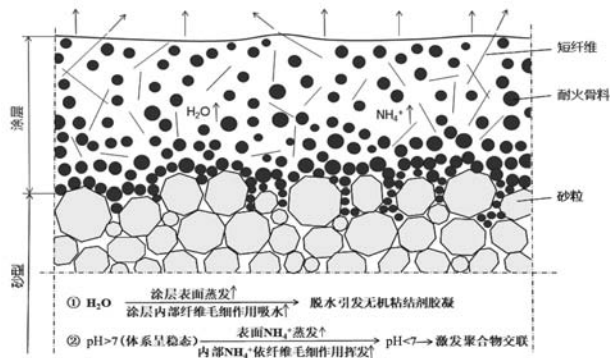


图1 新型水基涂料自干固化机理示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the self-curing mechanism of the new water-based self-curing coatings

大，在低湿度条件下即使同时低温时涂层自干时间也较短，能满足铸造生产要求，但是在高湿度条件下涂层自干固化速度还有待进一步改善。

为此，基于以上研究基础，本研究继续从涂料耐火骨料粒度分布和颗粒形貌角度探讨其对涂料含水量及涂层自干时间的影响规律，据此优化涂料的耐火骨料粒度分布和粒形，以满足水基自干涂料在华南地区高湿度气候条件下的树脂砂铸造生产要求。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

本研究的涂料耐火骨料以粉石英和石英粉为试验对象。粉石英是古生代微晶石英岩的自然风化解体产物，我国资源丰富。与石英粉不同，这种矿体可不经破碎和粉磨，而是直接通过淘洗、筛分脱泥、脱水干燥加工就可获得高纯度的粉体，是天然的纯净 α -石英微粒，颗粒呈类球形（如图2）。纯净的粉石英外观呈白色，密度为 2.65 g/cm^3 ，熔点 $\geq 1710^\circ\text{C}$ ，水浸反应为中性，粒度在 $50 \mu\text{m}$ 以下。淘洗过的粉石英 SiO_2 含量为 $98.7\% \sim 99.3\%$ ， Fe_2O_3 为 $0.04\% \sim 0.12\%$ ， $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 的总含量为 $0.12\% \sim 0.42\%$ 。粉石英的 SiO_2 含量高，杂质少，粒度细，颗

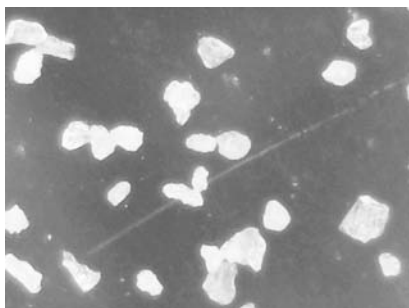


图2 粉石英颗粒形貌（100×）

Fig. 2 Particle morphological characteristics of the powdery quartz

粒均匀，价格低。单独使用粉石英制备的铸造涂料，可用于小型碳钢件和铸铁件、各种有色金属铸件生产。粉石英部分替代锆英粉加入锆英粉涂料，可用于一般碳钢件和中大型铸铁件生产。

由于粉石英的颗粒形状类似球形，而块状石英岩经破碎和粉磨加工而成的普通石英粉的颗粒形状多为尖角形和多角形（见图3），故粉石英比普通石英粉的角形系数和表面能均小，粒子间的结构薄弱，摩擦力小，堆积密度大（见表1）。

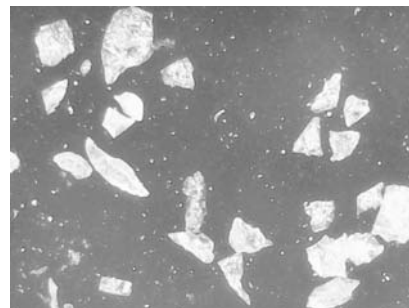


图3 普通石英粉颗粒形貌（100×）

Fig. 3 Particle morphological characteristics of the quartz powder

表1 粉石英与石英粉的角形系数和堆积密度对比（粒度分布相当时）

Table 1 Comparison of angular coefficient and bulk density of the powdery quartz and quartz powder (the particle size- distribution is equivalent)

耐火粉料种类	粒度分布（振动筛测试）				堆积密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^3$)	角形 系数
	≤ 200 目 $\geq 75 \mu\text{m}$	260目 $75 \sim 55 \mu\text{m}$	325目 $55 \sim 45 \mu\text{m}$	> 325 目 $< 45 \mu\text{m}$		
粉石英	3.2	3.4	55.8	37.6	1.42	1.15~1.30
石英粉	3.3	4.6	61.8	30.3	1.18	1.45~1.63

1.2 试验方法

（1）涂料条件粘度。条件粘度的测试条件及方法是：在温度为 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的恒温恒湿试验室内，将涂料样品充分搅拌均匀后，立即用涂6型粘度杯测试其流完时间，取5次测试值的平均值，来间接表征涂料的粘度，单位为秒。

（2）涂层自干时间。本研究的涂层自干固化速度采用涂层自干（实干）时间表征。涂层自干（实干）时间越短，则自干固化速度越快。

据有关气象资料介绍：广东省全年日平均相对湿度为 $73\% \sim 84\%$ 。华南地区其他省的气温和空气湿度也与此相当。因此，为了模拟华南地区的高湿气候条件，本研究采用的涂料自干时间测试方法及条件是：在恒温恒湿试验室内，控制温度为 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $80\% \pm 2\%$ ，对呋喃树脂自硬砂（原砂粒度为

50/100目)平面基底上厚度为0.5 mm(由可调式漆膜制备器控制)的涂层,采用QGZ-6型漆膜干燥时间测定仪测试涂层实干时间,取3次测试值的平均值,单位为分钟。

2 试验结果及分析

2.1 涂料耐火骨料粒度及其分布对涂料自干固化速度的影响

耐火骨料在涂料中处于悬浮状态的条件为:

$$R \leq \frac{3\tau_0}{2(\rho_{\text{固}} - \rho_{\text{液}})} \quad (1)$$

式中: R 为耐火骨料颗粒半径; τ_0 为涂料静切力; $\rho_{\text{固}}$ 为耐火骨料密度; $\rho_{\text{液}}$ 为载液密度。

式(1)可转换为下式:

$$\tau_0 \geq 2R(\rho_{\text{固}} - \rho_{\text{液}})/3 \quad (2)$$

由式(2)可知:耐火骨料的半径越小,密度越小,则涂料维持悬浮状态所需的静切力越小,亦即涂料悬浮性越好,进而涂料涂刷性也越好,涂层表面光滑。但是,如果平均粒径过细,则不仅涂料渗透性无疑将提高,而且涂料含水量会增大,都将导致涂层中的水分脱失速度降低,自干固化速度减小,涂层抗裂性也将降低。因此,耐火粉料应有适中的粒径范围。

耐火粉料粒度分布还应在合适的粒径范围内呈适当的分散度,以充分利用粗细粒子的相互镶嵌作用,提高涂料固含量,降低涂料含水量,得到致密的涂层,增大其抗金属液渗透粘砂能力,同时提高涂层自干固化速度。

根据非等径球堆积原理,粗颗粒间的空隙中可嵌入中粗颗粒,而中粗颗粒间的空隙中又可嵌入细颗粒,其堆积空隙率低于等径球堆积空隙率。涂料中的这些颗粒间隙将充满不易流动的溶剂水等液体,即“束缚液”,如图4所示。涂料在固含量不变(亦即液体含量不变)的条件下,“束缚液”越多,则可流动的具有润滑作用的“自由液”就减少,而“自由液”的多少一般决定了涂料粘度的大小。因此,水基涂料在总含水量一定时,骨料的粒间空隙越小,束缚水就减少,自由水越多,涂料粘度也就越小,涂料涂刷性越好。由此可推知:水基涂料在粘度一定(即自由水一定)时,骨料的粒间空隙越大,束缚水就越多,涂料的总含水量也就越高,而且束缚水比自由水更难蒸发,进而导致涂层自干固化速度越慢。也就是说,不同粒径颗粒的紧密排列组合,可减小粒间空隙,获得相同粘度时可减少涂料含水量,从而提高涂料固含量、涂层致密度和自干固化速度。

基于以上分析,我们开展了以下的耐火骨料粒

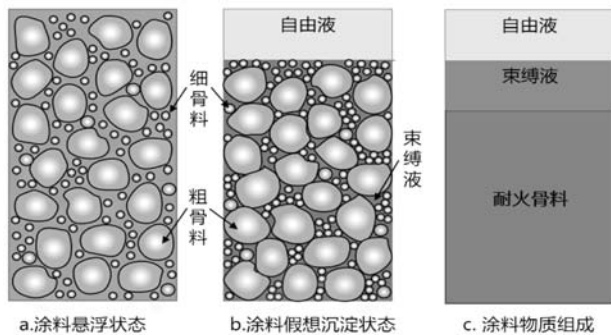


图4 涂料束缚液和自由液示意图

Fig. 4 Schematic diagram of bound and free liquid of the coatings

度及其分布的比较试验。试验采用2种单一粒度(200目和325目)、2种正态分布(平均粒度为200目和325目)、1种双峰分布(200目与325目组合)的粉石英,对比测试了在涂料条件粘度为 30 ± 1 s的条件下耐火骨料粒径和粒度分布对涂料含水率和涂层自干时间的影响,结果见表2。

表2 耐火骨料粒度及其分布对水基自干涂料含水率和涂层自干时间的影响

Table 2 The effects of the refractory aggregate particle size and distribution on water content and self-drying curing time of the water-based self-curing coatings

样号	耐火骨料 粒度特征	平均 粒度/目	条件 粘度/s	含水率 /%	自干时 间/min
1	单一粒度	200 (75 μm)	30	60.0	132
2	单一粒度	325 (45 μm)	31	61.5	139
3	正态分布	200 (75 μm)	30	48.0	98
4	正态分布	325 (45 μm)	31	51.5	105
5	双峰分布	200 (75 μm) 与 325 (45 μm) 组合	29	55.5	122

注:①涂料配比:粉石英100%,悬浮剂4%,复合粘结剂5%,其余为蒸馏水;②双峰分布粉石英的具体粒度分布:150目5%、200目40%、260目10%、325目40%、400目5%。

将表2中的涂料含水率和涂层自干时间作散点图,如图5所示。从涂料含水率和涂层自干时间两个指标数值的相互变化趋势可以看出:在本试验条件下,正如以上预测分析,涂料含水率和涂层自干时间确实具有显著的正相关性,呈近似线性变化关系。

2.1.1 粒度(或平均粒度)的影响

对于相同分布状态(单一粒度或者正态分布粒度)的耐火骨料,其粒径(或平均粒径)减小时,涂料达到相同粘度所需的含水率变化不大,仅提高1.5%~3.5%,涂层自干固化时间相应地也仅延长5%~7%。

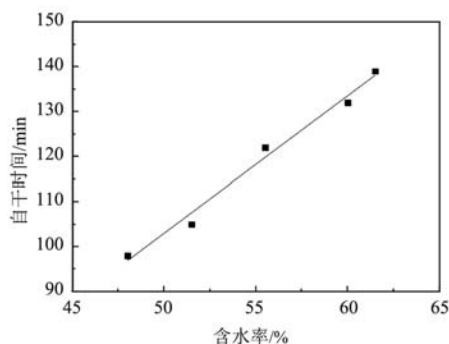


图5 涂料含水率和涂层自干时间的变化关系

Fig. 5 The relationship between the moisture content and the self-curing time of the coating

如果假设涂料耐火骨料呈单一粒径状态,按照等径球紧密堆积原理,无论等径球采用何种常见的紧密堆积方式排列,其空隙率均是固定的(体心立方堆积结构约为32%、面心立方和密排六方堆积结构均约为26%),不随粒径大小而变^[8]。该空隙率也就是束缚液比例,与涂料在粘度相同条件下的总含水率成正比。

如果耐火骨料呈正态分布状态,且其正态分布规律相同,亦即各粒度的比例相同,则该状态可视为多种单一粒径状态并存,那么其空隙率也应该不随粒径大小而变(前提是正态分布规律相同)。

事实上,涂料耐火骨料并非呈单一粒径状态,一般呈近似正态分布,而且试验材料的粒度正态分布规律也难以完全相同,所以,在耐火骨料呈现相同分布状态(单一粒度或者正态分布粒度)下的试验结果显示:其粒径(或平均粒径)减小时,涂料达到相同粘度所需的含水率虽然几乎不变,但仍然存在1.5%~3.5%的微小变化量。

2.1.2 粒度分布的影响

在平均粒度相近的条件下,耐火骨料粒度呈正态分布的耐火骨料比单一粒度的耐火骨料在涂料达到相同粘度时所需的含水率显著降低,降幅高达24%~26%,涂层自干时间相应地也缩短32%~35%,约1/3左右。

前已述及:非等径球堆积时,粗颗粒间的空隙中可嵌入中粗颗粒,中粗颗粒间的空隙中又可嵌入细颗粒。因此其堆积空隙率比等径球堆积时要明显降低(在非等径双球紧密堆积且球径比为10:1时,体心立方堆积结构的空隙率将低至23%,面心立方和密排六方均将低至18%)^[8],而且非等径球的球径分布越分散,其堆积空隙率越低。相应地,对水基自干涂料而言,在平均粒度相近的条件下,耐火骨料粒度呈正态分布

比呈单一粒度时的束缚水要显著减少,因此涂料达到相同粘度时所需的含水率显著降低,涂层自干时间也相应地缩短。

2.1.3 粒度呈双峰分布时的影响

(1) 粒度呈双峰分布的耐火骨料比其双峰对应的两种单一粒度耐火骨料在涂料达到相同粘度时所需的含水率都低(低4.5%~6.0%),涂层自干时间缩短8%~12%。

(2) 粒度呈双峰分布的耐火骨料比其双峰对应的两种正态分布粒度耐火骨料在涂料达到相同粘度时所需的含水率都高(高4.0%~7.5%),涂层自干时间延长16%~24%。

粒度呈双峰分布的耐火骨料比其双峰对应的两种单一粒度耐火骨料所需的含水率都低的原因,仍然是上述非等球堆积原理:不同粒径颗粒的紧密排列组合,可充分利用粗细粒子的相互镶嵌作用,减小粒间空隙率,涂料获得相同粘度时可减少束缚水量,从而降低总含水量,提高涂料固含量,缩短涂层自干时间。

由于非等径球的球径分布越分散,其堆积空隙率会越低,而耐火骨料粒度呈双峰分布比呈与其双峰对应的两种正态分布时的分散度要小,所以,粒度呈双峰分布的耐火骨料比其双峰对应的两种正态分布粒度,耐火骨料在涂料达到相同粘度时所需的含水率都高,涂层自干时间也相应地延长。

以上试验及分析表明:

(1) 在本试验条件下,涂料含水率与涂层自干时间具有显著的正相关性,呈近似线性变化关系。

(2) 水基自干涂料耐火骨料的粒度分布对涂层自干时间的影响显著,而粒径大小的影响较小。

(3) 耐火骨料粒度应在合适的平均粒径范围内呈正态分布为宜,此时涂料所需的含水率最低,自干时间最短,同时涂层的致密度高,抗金属液渗透能力强。

(4) 耐火骨料的平均粒径宜取45~75 μm (即200~325目)。此时既能保证自干固化速度,也能兼顾涂料的悬浮性、涂刷性和渗透性。

2.2 涂料耐火骨料颗粒形貌对涂层自干时间的影响

球状颗粒具有的表面能最小,球状颗粒之间的作用力也最小。用类球形耐火骨料配成的涂料,其内部结构强度较小,具有较小的屈服值(使流体产生流动的最小剪切应力),涂料流动时,颗粒之间摩擦阻力较小,因此涂料流动性和涂刷性会较好,涂料粘度一定时含水量较低。此外,球状颗粒的堆积密度最大,

亦即粒间空隙率最小,而且空隙率随球形度的降低呈近似线性地快速提高^[9],如图6所示。因此,用类球形耐火骨料配制涂料时,涂料的束缚液会较少,固含量将较高,相应的含水率将较低。

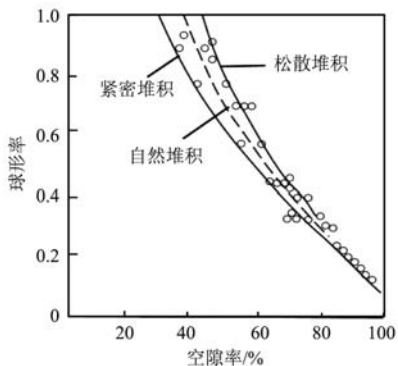


图6 空隙率与球形度的变化关系

Fig. 6 The variation relation between the porosity and spherical degree during particle accumulation

基于以上分析,可以推论:由于粉石英的颗粒形状类似球形(见图2),相较于图3所示的普通石英粉(颗粒形状多为尖角形与多角形),前者的角形系数小(见表1),堆积密度大(约为普通石英粉的1.2倍),如果用粉石英制备水基自干涂料,预计在涂料含水量相同时粘度将比石英粉涂料小,流动性和涂刷性更好,或者在粘度相同时固含量较高(亦即含水量较低),有利于涂层快速自干固化,而且涂料不易沉淀结块,容易搅匀。

为了验证以上预测,我们开展了关于耐火骨料颗粒形貌的比较试验。

试验采用表1所示的平均粒度均为325目、粒度均呈近似正态分布的粉石英和普通石英粉,对比测试了在涂料粘度相同的条件下耐火骨料粒形对涂料含水率、悬浮率和涂层自干时间的影响,结果见表3。

表3的试验结果表明:采用粒形为类似球形的粉石英制备的涂料,在粘度相同条件下与采用粒形为尖角形与多角形的普通石英粉制备的涂料相比,含水率降低约35%,涂层自干时间缩短约32%,而且涂料悬浮率也显著提高,试验结果与以上推论一致。

3 结论与展望

(1) 在本试验条件下,涂料含水率与涂层自干时

表3 耐火骨料粒形对水基自干涂料含水率和悬浮率及涂层自干时间的影响

Table 3 The effect of the refractory aggregate particle shape on water content, suspension rate and self-curing time of the water-based self-curing coatings

样号	耐火粉料种类	条件粘度/s	24 h悬浮率/%	含水率/%	自干时间/min
1	石英粉	27	90.0	59.5	136
2	粉石英	27	99.5	38.5	92

注:①涂料配比:耐火骨料100%,悬浮剂3%,复合粘结剂5%,其余为蒸馏水。

间具有显著的正相关性,呈近似线性变化关系。

(2) 水基自干涂料耐火骨料的粒度分布对涂层自干时间的影响显著,而粒径大小的影响很小。耐火骨料粒度取平均粒径为200~325目的正态分布为宜,此时涂料所需的含水率最低,涂层自干时间最短,同时也兼顾了涂料的悬浮性、涂刷性、渗透性,涂层的致密度高,抗裂性和抵抗金属液渗透能力均较强。

(3) 水基自干涂料耐火骨料的颗粒形貌也显著影响涂层自干时间。采用粒形为类似球形的粉石英制备的涂料,在粘度相同条件下与采用普通石英粉制备的涂料相比,含水率降低约35%,涂层自干时间缩短约32%,而且涂料悬浮率也显著提高。

(4) 水基自干涂料厚度为0.5 mm的涂层在相对湿度为80%±2%的环境条件下,在100 min以内能实现自干固化,有望满足华南地区高湿气候条件下的树脂砂铸造生产要求。

(5) 本文探讨的涂料耐火骨料粒度和粒形对涂料束缚液数量的影响规律,对烘干型水基涂料(特别是熔模铸造涂料)和有机溶剂基涂料也适用。控制好涂料耐火骨料的粒度分布和颗粒形貌,应该也可明显提高烘干型水基涂料和有机溶剂基涂料的固含量、涂层致密度和抗金属液渗透能力,增强金属液浇注时涂层抵抗树脂砂型(芯)产生的气体往型腔扩散的能力,节约有机溶剂消耗量。但是对于消失模铸造涂料,本文的研究结果只具有反向借鉴意义,因为消失模铸造涂料主要技术要求是涂层具有良好的透气性,以利于金属液浇注时消失模热解气体快速排出型腔,涂层干燥速度是次要的,所以涂料骨料的粒度粒形要求应与此相反。

参考文献:

- [1] 王瑾, 赵亮. 基于绿色发展理念的铸造涂料技术 [J]. 铸造技术, 2017 (9) : 2240-2242.
- [2] 李学泉, 牧风, 彭春艳. 探讨绿色环保铸造涂料的开发与应用 [C]//中国铸造活动周论文集, 2018.
- [3] 冯胜山, 谢树忠, 刘春晶, 等. 砂型铸造水基快干 / 自干涂料的研究进展 [J]. 铸造工程, 2013 (1) : 11-16.
- [4] 刘生银, 孙兴华, 金晓春, 等. 用于冷芯盒工艺的高性能水基涂料的研究 [C]//中国铸造活动周论文集, 2008.
- [5] 冯胜山, 谢树忠, 刘春晶, 等. 砂型铸造水基自干/快干系列涂料的研究与应用 [C]//中国铸造活动周论文集, 2013.
- [6] ZHAN Chunyi, FENG Shengshan, XIE Shuzhong, et al. Curing properties of water-based self-drying fast-drying foundry coating [C]//3rd International Conference on Material, Mechanical and Manufacturing Engineering (IC3ME), 2015: 1984-1989.
- [7] FENG Shengshan, ZHAN Chunyi, XIE Shuzhong, et al. Influence factors of drying speed on water-based self-drying fast-drying foundry coatings [C]//5th International Conference on Information Engineering for Mechanics and Materials (ICIMM), 2015: 636-641.
- [8] 蒋大伟, 樊嘉杰, 胡栋, 等. 基于非等径双球堆积模型和蒙特卡罗仿真模拟的纳米铜烧结互连机理分析 [J]. 焊接学报, 2021, 42 (3) : 7-13.
- [9] 张荣曾, 刘炯天, 徐志强, 等. 连续粒度分布的充填效率 [J]. 中国矿业大学学报, 2002, 31 (6) : 552-556.

Effect of Refractory Particle Size and Shape on Self-Curing Time of Water-Based Self-Curing Casting Coatings

ZHAN Chun-yi^{1, 2}, FENG Sheng-shan^{1, 2}, XIE Shu-zhong^{3, 4}, LIU Chun-jing^{3, 4}, HUANG Dong^{1, 2}, WU Wei-feng^{1, 2}, LIANG Jia-hao^{3, 4}, GAO Yun-hua³, CHEN Jian-li^{1, 2}, BIAN Qing-qing^{1, 2}

(1. Guangdong Cadre Institute of Science and Technology, Zhuhai 519090, Guangdong, China; 2. Zhuhai Key Laboratory of Advanced Equipment Manufacturing and Material Processing Technology, Zhuhai 519090, Guangdong, China; 3. Guangdong Zhuli Casting Materials Technology Co., Ltd., Zhuhai 519080, Guangdong, China; 4. Guangdong Molding Material Engineering Technology Center, Zhuhai 519180, Guangdong, China)

Abstract:

The self-curing mechanism of water-base self-curing sand-casting coating was described. The relationship between the moisture content and the self-curing time of the coating was analyzed on the basis of the principle of non-isometric ball stacking and verified experimentally. The influence law and cause of the size-distribution and morphology of refractory-aggregate particle on self-curing time of the coating were studied based on experiments. The results showed that the moisture content of the coating had an approximate linear relationship with the self-curing time of the coating; the particle-size distribution of refractory-aggregate had a significant effect on the self-curing time, while the particle size had little effect; the particle size of the refractory aggregate should be normally distributed with an average particle size of 200 mesh to 325 mesh; the particle morphology of the refractory aggregate also significantly affected self-curing time of the coating, the coating prepared by the powder quartz whose grain shape is similar to the spherical shape had a low moisture content and the coating can cure quickly; the coating with a thickness of 0.5 mm can achieve self-curing within 100 minutes under an environmental condition of a relative humidity of 80%±2%, which basically meets the production requirements of resin sand casting under high humidity climate conditions in South China.

Key words: water-based; self-curing coatings; self-curing time; particle size distribution of refractory-aggregate; particle morphology