

颜填料对隔热涂料反射性能的影响研究

蔡会武,王瑾璐,江照洋,陈创前,徐莉,张少云 (西安科技大学化工系,西安 710054)

摘要:用空心玻璃珠和二氧化钛等颜填料改性硅酸铝隔热涂料,讨论了颜填料的用量、颜填料的性能如遮盖力、颜色、晶型对隔热涂料反射率的影响,确定了最佳颜填料配比,分析了影响隔热涂料热反射率的因素。

关键词:隔热涂料;颜填料;反射率

中图分类号: TQ 630.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253 - 4312(2008)04 - 0029 - 03

Research on Influences of Pigments and Fillers on Reflectivity of Thermal Insulation Coatings

Cai Huiwu, Wang Jinlu, Jiang Zhaoyang, Chen Chuangqian, Xu li, Zhang Shaoyun
(Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: In this paper, the aluminum silicate thermal insulation coatings was modified with pigments and fillers, such as hollow glass microspheres and TiO₂. The effect of pigments and fillers characters, such as hiding power, colors and crystalline forms and their content on reflectivity of thermal insulation coatings were also discussed. The best proportion of pigments and fillers were finalized and the influencing factors on thermal reflectivity of thermal insulation coatings were analyzed.

Key Words: thermal insulation coatings; pigments and fillers; reflectivity

0 引言

反射隔热涂料具有隔热效果好、涂层质量轻、耐久性好等优点^[1-3]。颜填料占涂料总成分的 20% ~ 50%,是涂料的重要成分,对涂料的反射性能起着决定性作用。颜填料可以充填隔热骨料之间的孔隙,使涂膜致密,提高附着力,还可起骨架、增稠、减少收缩、改善施工性及表面状态等作用。本实验为了提高涂料的隔热效果,用高反射率空心玻璃珠和二氧化钛等对硅酸铝隔热涂料进行改性,并研究了多种颜填料的性能对隔热涂料反射率的关系^[4]。

1 实验部分

1.1 实验材料

丙烯酸乳液:自制;苯丙乳液、SD-900 改性纯丙乳液:南通生达化工公司;空心玻璃珠(5 000 目活化):四川天行健微珠纳米材料有限公司;二氧化钛:天津市河北区海晶精细化工厂;海泡石:西安兴隆石棉制品厂;硅酸铝纤维:西安振华隔热材料厂;膨润土:北京金源恒泰精细化工有限公司;成膜助剂:分散剂(5040);润湿剂(EC-4500);消泡剂(KX2000);增稠剂(ASE-60)等。

1.2 实验方法

先将膨润土加水搅拌成浆,然后加入纯碱液进行钠化处理,制成钠化膨润土浆。再将水、润湿剂、分散剂、增稠剂、消泡剂混合,搅拌使之均匀。然后加入成膜助剂、空心玻璃珠、二氧化钛、海泡石粉、硅酸铝纤维^[5]、钠化膨润土浆,高速搅拌,得到均匀料浆。再将乳液、剩余消泡剂加入混合料浆中,低速搅拌均匀后,即得产品,氨水调 pH 值至 8~9。

1.3 热反射率的测定

热反射率的测定:装置如图 1。

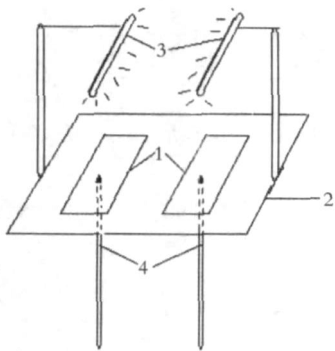
调节室温为 28.8℃;将两块喷涂黑磁漆的样板相距 50 mm 平行放在聚苯乙烯泡沫上,涂漆的一面朝上,其中心放在灯泡下;调节灯泡和样板之间的距离,使两块样板在 30 min 内达到平衡温度 87.8℃;然后立即撤走一块黑样板,换上一块待测热反射漆板;经 15 min 后,记录平衡时反射漆样板的温度,然后推算出热反射率。

$$\text{热反射率 } X = \frac{t_{\text{黑}} - t_{\text{实}}}{t_{\text{黑}} - t_{\text{室}}} \times 100\%$$

式中: X 为热反射率; $t_{\text{室}}$ 为当时室温,一般固定为 28.8℃; $t_{\text{黑}}$ 为标准黑板温度,一般为 87.8℃; $t_{\text{实}}$ 为实测的试板的温度。

[基金项目] 陕西省科技厅工业攻关项目(2007K06-07)资助

作者简介:蔡会武(1964—),男,副教授,主要从事精细化学品和功能高分子材料的教学和研究。



1—涂料试板; 2—PS泡沫板; 3—500W 碘钨灯;
4—温度计(大部分试验采用贴片式热电偶)

图 1 热反射率测定装置图

Fig 1 Schematic drawing of heat-reflection instrument

2 结果与讨论

2.1 颜填料用量与涂料反射率的关系

2.1.1 空心玻璃珠用量对涂料反射率的影响

在二氧化钛、海泡石、硅酸铝百分含量分别为 7.5%、8%、5%,丙烯酸乳液为 22.5%的条件下,仅改变空心玻璃珠的用量,考察空心玻璃珠的用量变化对涂料反射率的影响,膜厚为 100 μm,结果如图 2 所示。

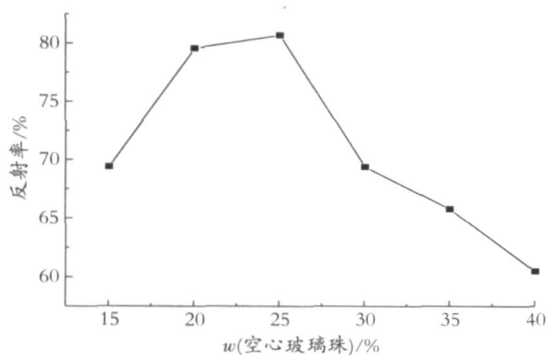


图 2 空心玻璃珠用量对反射率的关系

Fig 2 Effect of hollow glass microspheres content on reflectivity

由图 2 可以看出,空心玻璃珠的用量增加时,反射率增大,当用量为 25%时,达到最大值;随着空心玻璃珠用量继续增加,反射率不升反降。这是因为空心微珠导热系数只有 0.03 ~ 0.10 W/(m·K),是无机非金属材料中最小的。另外其堆积密度小,约为 100 ~ 200 kg/m³,随着空心微珠用量增加,涂膜层密度减小,反射率粒子增多,隔热性能相应提高,反射率增大。但是,如果用量过大时,由于空心玻璃珠和水的表面张力很大,不容易互相混合,空心玻璃珠易上浮在表面形成结膜,反而降低了反射率。因此,空心玻璃珠的用量以 25%较为适宜。

2.1.2 二氧化钛用量对涂料反射率的影响

在空心玻璃珠、海泡石、硅酸铝百分含量分别为 25%、8%、5%,丙烯酸乳液为 22.5%的条件下,仅改变二氧化钛的用量,考察二氧化钛用量变化对涂料反射率的影响,膜厚为 100 μm,结果如图 3 所示。

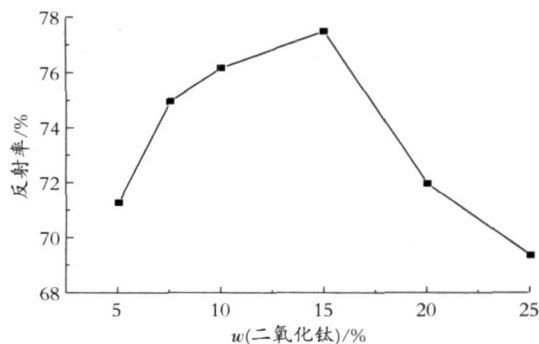


图 3 二氧化钛用量对反射率的影响

Fig 3 Effect of TiO₂ content on reflectivity

由图 3 可以看出,随着二氧化钛用量的增加,白色涂层的反射率上升,到用量为 15%时达到最高值,之后随着用量的增加反射率反而下降。其原因如下:当用量 < 15%时,随着用量的增加,漆膜内颜料的相对密度增大,起反射作用的颜料粒子数增多,故反射率呈上升趋势。当用量达到 15%以后,随着用量的增加,由于粒子的聚集,使散射的比表面积减少,散射效率降低,故反射率下降。因此,对于二氧化钛含量,从实验结论和经济成本来讲,并不是越高越好,而是有一个限度范围,从本实验考察,以 15%为佳。

2.2 颜填料的性状与涂料反射率的关系

2.2.1 颜填料遮盖力与涂料反射率的关系

颜料的遮盖力是颜料粒子反射光的能力。对于白色颜料,光线可以完全进入颜料粒子中;对于有色颜料来讲,颜料的遮盖力是颜料粒子吸收某些光线并反射其他光线的能力^[6]。

在空心玻璃珠、硅酸铝、海泡石百分含量分别为 25%、5%、6%,丙烯酸乳液一定的条件下,添加同一质量的不同遮盖力的颜填料,考察添加遮盖力强弱不同的颜填料制成的涂料反射率的变化情况,结果如表 1 所示。

表 1 遮盖力与涂料反射率的关系

Table 1 The relationship between hiding power and reflectivity

性能	w(颜填料) / %			
	二氧化钛(A)	硫化锌	锌钡白	氧化锌
遮盖力 / (m ² ·kg ⁻¹)	23.6	11.9	5.1	4.1
涂料反射率 / %	77.4	62.2	58.6	47.7

从表 1 可知:在含量固定的情况下,遮盖力弱的白色颜填料制成的涂料反射率普遍低于遮盖力强的白色颜填料制成的涂料反射率。这是因为底板为铁板,遮盖力不强,底色会显露出来,影响反射率。另外,涂料遮盖力的强弱受颜填料和树脂两者折光率之差的影响。要达到高反射率,必须采用折光指数高的颜填料和折光指数低的树脂。本实验中二氧化钛的遮盖力最大,其所形成的涂料的反射率明显高于其他 3 种。

2.2.2 颜填料颜色与涂料反射率的关系

在丙烯酸乳液和涂层厚度固定不变的情况下,用其他颜色颜填料与白色颜填料制成涂层进行反射率对比,以考察颜

色^[17]对反射率的影响。

由文献中可以得到,二氧化钛有很好的遮盖力和热反射性能,为了减少遮盖力对反射率的影响因素,突出颜色对反射率的影响,所以在配方中皆用到一定量的二氧化钛,以增加其遮盖力,所配制的涂料配方及反射率见表 2。

表 2 涂料配方与反射率

Table 2 Coating formulation and reflectivity

w(二氧化钛)/%	其他颜填料 ⁽¹⁾	颜色	反射率/%
10	空心玻璃珠	白	77.3
10	碳酸钙	白	73.3
10	硫酸钡	白	71.1
10	锌钡白	白	70.6
10	硫化锌	白	70.2
10	氧化锌	白	64.4
10	硅酸铝	灰	56.8
10	氧化铁红	红	40.0
10	四氧化三铁	黑	11.7

注:其他颜填料用量均为 10%。

由上述实验结果可以明显看出,白色颜填料反射率高于彩色颜填料反射率,黑色样板反射率最低。

当由不同颜填料制成的两种涂层都呈白色不透明状时,如果都不存在吸收光线的粒子,那么全部入射的光线都会返回表面。但是如果涂层厚度不同,并且放在黑色基材上,那么含有低折射率反射材料的涂层能使部分光线进入黑色背景而被吸收,则涂层就不会完全不透明,与白色的涂层相比较,则呈现灰色。从而涂层对光的反射效果减弱,涂层表面温度升高。

2.2.3 二氧化钛晶型与反射率的关系

在空心玻璃珠、二氧化钛、海泡石百分含量分别为 25%、15%、5%,丙烯酸乳液为 45%的条件下,用不同晶型的二氧化钛,在含量相同、膜厚一定的情况下,考察晶型^[8]的变化对涂料反射率的影响,结果如图 4 所示。

从图 4 可以发现,在同等条件下,锐钛型的反射率普遍低于金红石型的涂层;另外,通过肉眼观察所制的涂料可以发现,锐钛型的二氧化钛遮盖力没有金红石型的二氧化钛遮盖力好。

3 结 语

(1)用空心微珠和反射率高的白色颜填料可有效提高涂料的热反射性能,改善涂料的隔热效果。

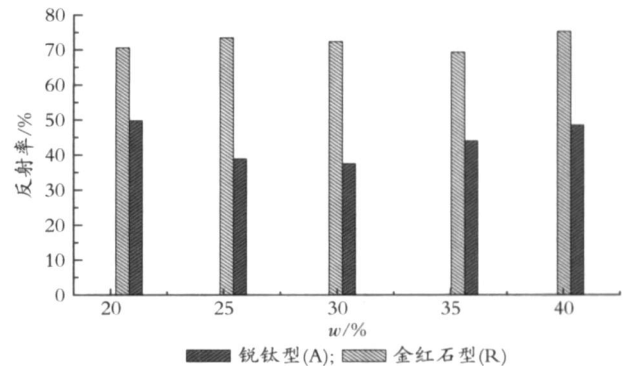


图 4 锐钛型 (A)和金红石型 (R)二氧化钛的含量对反射率的影响

Fig 4 Effect of anatase and rutile TiO₂ contents on reflectivity

(2)在二氧化钛、海泡石、硅酸铝百分含量分别为 7.5%、8%、5%,丙烯酸乳液为 22.5%的条件下,空心玻璃珠含量为 25%时涂料的反射率最高。

(3)在空心玻璃珠、海泡石、硅酸铝百分含量分别为 25%、8%、5%,丙烯酸乳液为 22.5%的条件下,二氧化钛的含量达 15%时所得的涂料反射率最高。

(4)采用金红石型二氧化钛比锐钛型二氧化钛遮盖力强,隔热效果好。

参考文献

- [1] 杨鸿斌,蔡会武,陈创前,等.新型反射保温涂料的制备与性能研究[J].涂料工业,2007,37(4):41-42.
- [2] 郑其俊,王伟,严著恩.薄层隔热保温涂料的研制及应用[J].石油工程建设,2003,29(5):28-30.
- [3] 王金台,路国忠.太阳热反射隔热涂料[J].涂料工业,2004,34(10):17-19,62.
- [4] 陆洪彬,陈建华.隔热涂料的隔热机理及其研究进展[J].材料导报,2005,19(4):71-73.
- [5] 陈立军,陈丽琼,张欣宇,等.建筑节能用保温隔热涂料及其发展[J].新型建筑材料,2007(6):38-40.
- [6] 许新,李秀艳,王高升,等.颜料对太阳热反射涂层反射率性能的影响[J].现代涂料与涂装,1998(4):3-5.
- [7] 殷燕子,曹阳,刘秀生,等.颜填料对太阳热反射涂料性能的影响[J].电镀与涂饰,2006,25(3):36-39.
- [8] 古咏梅,邓跃全,董发勤,等.填料对涂料反光隔热性能的影响研究[J].非金属矿,2006,29(1):3-4,19.

收稿日期 2008-01-24(修改稿)

(上接第 28 页)

- [11] 马利,陈云.纳米 SiO₂ 改性苯丙乳液乳胶漆的研究[J].化学推进剂与高分子材料,2005,3(3):29-31.
- [12] 冯丽欣,刘方方.聚合工艺和单体配比对醋苯丙乳液最低成膜温度的影响[J].涂料工业,2003,33(11):22-24.
- [13] 刘芳芳,赵大鹏.乳化剂对醋苯丙核壳乳液性能的影响[J].中国胶粘剂,2003,13(5):22-24.

[14] 阳捷,黄建炎.苯乙烯-丙烯酸酯-醋酸乙酯三元共聚乳液的合成[J].安徽化工,2000,26(6):24-25.

[16] 孙文兵.改善聚醋酸乙烯酯胶膜耐水性的方法[J].胶体与聚合物,2005,23(3):35-36.

收稿日期 2007-09-02