

外墙隔热涂料的制备及隔热性能测试

张智强¹, 胡凌¹, 谌红²

(1. 重庆大学 材料科学与工程学院, 重庆 400045; 2. 重庆师范大学 化学学院, 重庆 400047)

摘要:在现代社会对环境要求越来越高的情况下,保温隔热涂料的研究势在必行。主要介绍了建筑外墙隔热涂料的制备及隔热性能测试方法,研究了功能性填料、颜填料及PVC对涂料隔热性能的影响。实验表明:当空心微珠添加量为涂料总量的30%~40%时,平衡温度可以降低5~8℃;添加涂料总量4%~5%的红外陶瓷粉可使平衡温度降低8℃左右,添加量超过5%后,其隔热效果开始降低;高折射率的白色颜填料具有较好的隔热效果;普通填料和空心微珠的粒径对涂料涂层的隔热性能影响甚小。

关键词: 隔热涂料;空心微珠;红外陶瓷粉

中图分类号: TU56⁺1.62

文献标志码: A

文章编号: 1006-7329(2008)02-0132-03

Testing Method and Heat-insulating Principle of the Thermal Insulation Coatings for External Wall

ZHANG Zhi-qiang¹, HU Ling¹, CHEN Hong²

(1. Material Science & Engineering College, Chongqing University, Chongqing 400045;

2. Chemistry College, Chongqing Normal University, Chongqing 400047)

Abstract: In the modern society due to the increasingly high requirements on the environment circumstances, it is imperative to study the insulation coating. This paper introduces the testing method and heat-insulating principle of the building external wall thermal insulation coatings. The influence of functional packings, pigments and PVC on the heat-insulating effect of the coatings is studied. The experiment results show that the equilibrium temperature would be decrease by 5-8℃ as hollow glass beads are added at 30%-40% of the gross weight of the coating. While the equilibrium temperature would be reduced almost by 8℃ if infrared crockery powder is added by 4%-5%, and then if the addition exceeds 5%, the insulating effect will be weakened; the white powers with high refractive index possess comparatively sound insulating effect. PVC and the size of hollow glass beads affect the heat-insulating performance slightly.

Key words: thermal insulation coatings; hollow glass bead; infrared crockery powder

隔热涂料施涂于建筑物表面可有效的降低建筑物表面及内部的温度。近年来,随着建筑节能的推广,隔热涂料因经济、方便和隔热效果好等优点越来越受到人们的关注。张敏^[1]采用鳞片状铝粉为颜料制得了一种综合性能优良的水性反光隔热罩面涂料。郭年华^[2]研制了聚氨酯改性高氯化聚乙烯反射隔热涂料,介绍了该隔热涂料的配方及其性能指标以及聚氨酯固化含羟基的丙烯酸改性氯乙烯树脂的热反射涂料的研制情况,

隔热涂料根据隔热机理及隔热方式的不同,分为阻隔型隔热涂料、反射型隔热涂料及辐射型隔热涂料三类。本文主要研究的是反射型及辐射型隔热涂料。反射隔热涂料是在铝基反光隔热涂料的基础上发展而来,其通过选择合适的树脂、金属、或金属氧化物颜、填料,制得高反射率涂层来反射太阳光达到隔热目的。辐射型隔热涂料是通过辐射的形式把建筑物吸收的太

阳热能以一定的波长发射到空气中,达到良好隔热效果。本文主要研究了功能性填料

空心微珠和红外陶瓷粉对涂料隔热性能的影响。

1 实验部分

1.1 试验材料

试验采用的功能性填料有粉煤灰空心微珠和红外陶瓷粉。使用空心微珠,除了能够得到像金属铝粉那样的反射光和热辐射的效果之外,空心微珠在涂膜中还能够形成一层由薄壁空心微珠构成的空心腔体群,产生良好的阻热效果,提高涂膜的隔热性能^[3]。红外陶瓷粉则可以吸收辐射的热能,改变和加剧分子内部运动,从而使粒子能态级产生从高到低的热发射,达到良好隔热效果。

基料采用硅丙乳液和苯丙乳液^[9]。颜填料主要有

* 收稿日期: 2007-12-06

作者简介: 张智强(1962-), 男, 副教授, 硕士生导师。主要从事化学建材保温隔热材料等方面的研究, (E-mail) zzqiang1962@126.com

R-706 金红石型钛白粉、滑石粉、云母粉等。助剂包括润湿剂、分散剂、成膜助剂、防冻剂、防腐剂、消泡剂、增稠剂等。

1.2 仪器设备

SDF400 型分散研磨机; TG-704 型普通天平; 34970A 型 Agilent 数据采集仪; NXS-11A 型旋转粘度计等等。

1.3 隔热涂料及试板制备

隔热涂料试样制备的工艺大都很类似^[4],将润湿剂、分散剂、防冻剂等助剂分别称量后加入水中,进行低速预混和,低速搅拌约 15 min,再加入颜填料,高速分散约 20 min;当以空心微珠作为填料时,其应在高速分散后加入,并低速搅拌混合均匀;红外陶瓷粉作为填料时,则可以与其它颜填料一起分散。在搅拌的过程中,加入适量消泡剂以减少颜填料产生的气泡,并加入适量增稠剂。最后在低速搅拌的条件下,加入已经与成膜助剂、增塑剂混合均匀的乳液,再加入适量的消泡剂、PH 调节剂,搅拌混合均匀,配制成隔热涂料。

涂料隔热性能试验用试板为水泥石棉板,尺寸为 150 mm×70 mm×5 mm,其表面处理按 GB9271 进行,试板的制备按 GB9125 进行,涂刷后在自然环境下放置 7 d。

1.4 隔热性能试验方法

隔热性能的试验装置是参照 1976 年美国军标 MIL-E-46136(A)^[5~8]提供的标准设计改进后的自制热箱装置,如图 1 所示,热箱内为中空,周边聚苯乙烯

泡沫的厚度为 10 cm;试验步骤如下:

①将两块涂有不同涂料的试板编号后平行放在聚苯乙烯泡沫上方,涂隔热涂料的一面朝上,其几何中心应在灯泡中心下方,两板边缘彼此相距 50 mm;将聚苯乙烯泡沫左右两边标号。

②调节灯与板之间的距离至 300 mm,打开稳压电源,每隔 5 min 记录两块试板背面的温度,直到温度变化不再明显,停止记录(此时的温度简称为平衡温度)。

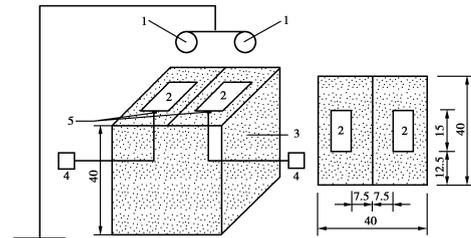


图 1 隔热试验装置示意图

- 1. 275 W 红外灯
- 2. 试板
- 3. 聚苯乙烯泡沫
- 4. Agilent 数据采集仪
- 5. 温度传感器

2 结果与讨论

2.1 功能性填料掺量对涂膜隔热性能的影响

2.1.1 空心微珠的掺量对涂膜隔热效果的影响

以空心微珠的添加量为涂料总量的 20%、30%、35%、40%、45% 配制隔热涂料,用图 1 所示的装置测试其隔热效果,试验结果见表 1。图 2 为平衡温度变化曲线图。

表 1 空心微珠的添加量与试板背面平衡温度的关系

空心微珠添加量/%	平衡温度/°C									
	0	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	
20	24.2	34.0	43.4	48.6	51.3	53.6	54.7	54.9	55.4	
30	24.2	22.4	41.8	45.9	48.0	48.8	49.6	50.1	50.5	
35	24.2	33.0	40.9	46.4	47.9	48.5	49.1	49.6	49.8	
40	24.2	32.1	39.4	43.2	45.4	46.2	47.0	47.5	47.9	
45	24.2	31.3	38.2	42.9	43.6	44.2	45.1	45.7	46.0	

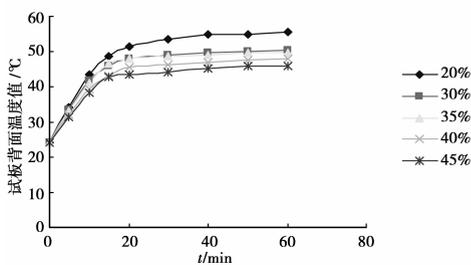


图 2 空心微珠不同掺量下温度变化曲线

由表 1 和图 2 可以看出,随着空心微珠添加量的增

加,温度达到平衡温度状态时,背面温差变化幅度越来越小,说明了涂料的隔热性能有不同程度的提高。另外,空心微珠的增加使涂料黏度有所增加,影响了其施工性能。综合以上因素考虑,微珠的添加量在涂料总量的 30%~40% 时较为适宜,平衡温度可以降低 5~8 °C。

2.1.2 红外陶瓷粉掺量对涂膜隔热效果的影响

表 2 为红外陶瓷粉的添加量的变化与涂料试板背面平衡温度值的关系。图 3 为不同掺量下温度变化曲线图。

表 2 红外陶瓷粉的掺量与试板背面平衡温度的关系

红外陶瓷粉添加量/%	平衡温度/°C									
	0	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	
0	25.9	27.8	33.7	40.0	44.2	49.6	52.3	53.4	54.2	
3	25.9	27.6	33.6	39.4	43.1	47.3	49.2	50.1	50.7	
4	25.9	27.2	33.1	38.3	41.4	45.4	46.5	47.1	47.5	
5	25.9	27.2	33.4	38.5	42.7	46.2	48.0	48.9	49.6	
6	25.9	27.7	33.7	40.0	43.6	47.9	49.4	50.2	50.9	

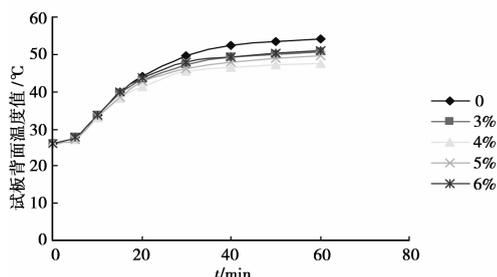


图3 红外陶瓷粉不同掺量下温度变化曲线图

由表2和图3可以看出,与未添加红外陶瓷粉的试样相比,红外陶瓷粉的添加量为涂料总量的4%~5%时,平衡温度降低最明显,达到8℃左右;添加量超过5%时,温度降低不再明显。因此,添加的红外陶瓷粉为涂料总量的4%~5%时,可以提高涂膜的隔热性能;添加量超过5%时,隔热性能开始下降。

2.2 树脂、颜填料对涂膜隔热效果的影响

隔热涂料是一种反射率高的涂料,所用的树脂对可见光和近红外光的吸收越小越好,通常所用树脂的透明度高,对太阳能的吸收率低,故一般的涂料树脂均可采用。外墙涂料还要求有良好的耐沾污性,耐候性等,本试验中选用了丙烯酸类树脂。

涂料涂层的反射率与颜料与树脂折光系数比值有很大的关系,树脂的折光系数范围一般为1.45~1.50^[2],表3为几种颜填料的折光系数。部分颜料在相同用量下对涂膜表面温度的影响见表4:

表3 部分颜填料的折光系数

颜填料	TiO ₂	ZnO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
折光系数	2.80	2.20	1.70	1.54

表4 不同颜料对涂膜表面温度的影响

颜填品种	金红石型钛白粉	锐钛型钛白粉	氧化锌
涂膜表面相对温度/℃	100	110	116

从表3和表4可以看出,白色颜料的折射系数越高,涂膜的反射率也越高,相同条件下的表面温度越低。

2.3 其它因素对涂料隔热性能的影响

表5为颜料和功能填料的含量不变,PVC为30%~45%的的涂料试板背面的平衡温度测定值。表6为颜料含量相同,PVC为45%,空心微珠含量为涂料总量的30%时其涂料试板背面的平衡温度测定值。

表5 不同PVC下涂料试板背面温度值

PVC/%	30	35	40	45
平衡温度/℃	64.3	64.7	64.5	64.0

表6 不同粒径下试板背面温度值

粒径/目	150	300	800
平衡温度/℃	50.6	50.6	50.9

试验表明,普通填料及空心微珠的粒径对涂料隔热性能的影响甚小。同时空心微珠的粒径大则涂膜表面粗糙、空隙较多,耐沾污性差,粒径小则涂膜表面较为平整。因此,涂料中空心微珠的粒径在300目左右时比较合适。

3 结论

(1)加入空心微珠可以增强涂料涂膜的隔热效果,当空心微珠添加量为涂料总量的30%~40%时,可以提高隔热性能,平衡温度可以降低5~8℃。

(2)添加占涂料总量4%~5%的红外粉料可以提高涂料的隔热性能,使平衡温度降低8℃左右,添加超过5%后,其隔热效果增强不再明显。

(3)高折射率的白色颜填料具有较好的隔热效果。

(4)普通填料及空心微珠的粒径等对涂料涂层的隔热性能影响甚小。

参考文献:

- [1] 张敏. 水性反光隔热罩面涂料[J]. 中国建筑防水, 1997, 2:19-20.
ZHANG Min. The dope cover with glisten heat insulation [J]. China Building Waterproofing . 1997, 2:19-20.
- [2] 郭年华. 聚氨酯改性氯丙树脂太阳热涂料的研制[J]. 现代涂料与涂装, 2003, 1:6-9.
GUO Nian-Hua. Development of polyurethane modified chloroacrylic resin solar-heat reflective paint [J]. Modern Paint & Finishing. 2003. 1: 6-9.
- [3] 李延升. 反射近红外辐射涂料的研究[D]. 中南大学硕士学位论文, 24-25.
- [4] 刘国杰, 耿耀宗. 涂料应用科学与工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994.
- [5] 美国军标 MIL-E-46136(A) [S].
- [6] P. Berdahl. Pigments to reflect the infrared radiation from fire[J]. Heat Transfer, vol117, 1995:355-358.
- [7] Do Young Byun and Seung Wook Beak, Effects of coating layer with pigment on the reflectance of external Radiation [J]. Numberial Heat Transfer, Part A, 34:687-707, 1998.
- [8] James M. Akridge. P. E. High-albedo roof coatings-impact on energy consumption [J]. ASHRAE Transactions:1998, 957-987.
- [9] 刘安华. 涂料技术导论[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005, 4:7-9.

(编辑 胡玲)