

中国电子学会标准

《保温隔热涂料隔热温差检测方法》

编 制 说 明

（内部资料，请勿外传）

中国建材检验认证集团股份有限公司

2019 年 11 月

《保温隔热涂料隔热温差检测方法》 编制说明

涂料是当今应用最广的建筑材料之一，种类也从过去的装饰防护涂料向着功能性涂料方向发展，部分涂料由于能够通过阻隔、反射、辐射热能等方式达到一定的建筑节能效果，具有涂装方便、环保等优点，越来越受到建筑师的青睐。

目前市场上主要保温隔热涂料分为反射型隔热涂料、辐射型隔热涂料和辐射绝热复合类涂料，这三类涂料与阻隔型隔热涂料不同，应用时，厚度一般不超过 0.3mm（是否可放宽至 1-2mm 涂层或涂层体系），属于薄层保温隔热涂料。

反射型隔热涂料是利用金属或金属氧化物等填料，并选择合适的树脂和工艺生产的涂料，其主要机理是反射太阳光和热，以达到隔热的目的。通过将部分光和热反射出去，减少通过涂膜传导至室内的热量，该类涂料目前有三个正在执行效的标准：国标《建筑用反射隔热涂料》（GB/T 25261-2018）、住建部标准《建筑反射隔热涂料》（JG/T 235-2014）、建材标准《建筑外表面用热反射隔热涂料》（JC/T 1040-2007）。这三个标准全部利用光度法，以太阳光反射比、近红外反射比和半球发射率的测试结果作为衡量涂料隔热性能好坏的考核指标。

辐射型隔热涂料（又名红外发射型隔热涂料）是通过辐射的形式把建筑物吸收的电磁波和热能以一定的波长发射到空气中，从而达到良好的隔热目的。辐射型隔热涂料最初是为了满足军事和航天的需求而发展起来的，现已从军事应用转到了建筑行业。此类涂料目前还没有产品标准。

辐射绝热复合类涂料是吸取阻隔型隔热涂料、反射型隔热涂料和辐射型隔热涂料的优点而研制的一种涂料，其中既有绝热材料组分，也有反射材料组分和辐射材料组分。此类涂料的种类和原理也各不相同，其中利用气凝胶隔热是最新技术。气凝胶保温绝热原理是气凝胶中孔径尺寸低于常压下空气分子自由平均程，因此在气凝胶空隙中空气分子近似静止，从而避免了空气的对流传热，而气凝胶极低的体积密度及网格结构的弯曲路径也阻止了气态和固态热传导。此类涂料目前还没有产品标准。

由于辐射型隔热涂料、辐射绝热复合类隔热涂料目前没有相应国家标准、行业标准，目前市场全部类型的保温隔热类建筑涂料主要依据或参照反射隔热涂料标准进行产品质量检测工作。由于产品的保温隔热原理不同，标准的适用性不合理，很多隔热

涂料的检测结果不理想。给第三方机构检测、涂料企业生产和推广、建筑商使用带来了一系列的问题，江苏省住建厅在 2016 年 11 月 1 日发布第 37 号公告，禁用反射隔热涂料，随后安徽省，湖南省，贵州省，重庆市等住建厅发文跟进限制使用，导致此类新型保温隔热材料的推广应用处在停止状态。

一、工作简况

（一）任务来源

中国电子学会工业工程分会同意中国建材检验认证集团股份有限公司立项申请。
计划下达文号：中国电子学会 JH/CIE058-2018。

标准性质：团体标准，推荐性，制订。

（二）起草单位和工作组成员及所做的工作

本标准负责起草单位：中国建材检验认证集团股份有限公司

本标准参加起草单位：苏州东霖节能环保建筑涂料有限公司、米格（浙江）创新科技有限公司、江苏晨光涂料有限公司、成都市科创节能材料有限公司、常州市赛福尔建材有限公司、亚士创能科技（上海）股份有限公司、深圳中凝科技有限公司、苏州美尔邦纳米涂料有限公司、安徽天锦云节能防水科技有限公司、中国建材检验认证集团北京天誉有限公司。

标准主要起草人：刘新状、白永智、陆丕禾、张利俊、顾健、童文浩、王其能、刘浩、刘建、薛亚波、李琼、陈越、王天赋、丁国才、蒋字平、张粹云、裴超。

（三）主要工作过程

1.成立工作组

中国建材检验认证集团股份有限公司接到标准研制任务后，对国内外相关标准情况进行了调研，征集参加标准研制企业单位，提出了标准研制的工作计划。2018 年 6 月《保温隔热涂料隔热温差检测方法》编制组在中国电子学会工业工程分会召开了首次工作会议，组建了标准研制工作组，明确了工作计划及任务分工。就标准编制组成员、工作计划，标准研究内容、研究范围，时间安排，任务分工及其它事项达成了一致意见。

2.样品征集和验证实验

标准编制组先后组织多次调研了国内外相关标准、规程、要求，以及国内外相关技

术方法、科研文献等。制订了验证试验方案，征集了验证样品（8家企业的13种样品），研发了全新检测设备，开展标准方法验证试验。完成了《保温隔热涂料隔热温差检测方法》（征求意见稿）的研制工作。

二、标准制定的原则和主要内容的依据说明

（一）标准制定原则

根据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的原则编写。《保温隔热涂料隔热温差检测方法》研制根据保温隔热涂料的特殊性能，制定一个适用性、实用性和先进性能准确反映出该类涂料特性的方法标准；为企业推广、机构检测、建筑商使用提供一个科学、公正、准确的产品质量的评判依据；标准的编制过程中，遵从积极采用国内外先进标准原则、技术创新原则、与其他标准协调性原则、标准文本规范性适用性原则、突出方法技术型原则。编制小组查阅了国内外相关标准文献，针对辐射型隔热涂料、复合型隔热涂料本身特有性能，研制出体现该类产品特性的检测方法和检测设备。

（二）标准题目

2018年中国电子学会工业工程分会批准立项，标准计划号 JH/CIE058-2018。

标准名称为《保温隔热涂料隔热温差检测方法》。

（三）标准制定的目的及使用范围

《保温隔热涂料隔热温差检测方法》研制针对辐射型隔热涂料、复合型隔热涂料特殊保温原理，

（四）引用文件

各类材料的取样、制样按照本标准中引用的标准或其他现行标准进行。

（五）术语和定义

本标准针对保温隔热涂料、隔热温差、受检涂层、参比涂层等概念给予明确定义。

（六）测试方法

1. 已有测试方法

国标《建筑用反射隔热涂料》（GB/T 25261-2018）、住建部行标《建筑反射隔热涂料》（JG/T 235-2014）、建材行标《建筑外表面用热反射隔热涂料》（JC/T 1040-2007）。此三项标准仅适用于反射隔热涂料，目前市场全部类型的保温隔热类建筑涂料主要依

据或参照反射隔热涂料标准进行产品质量检测，GB/T 25261-2018 标准中提到了与参比黑板的隔热温差（按明度值有不同的指标要求），但热源仍为光源。

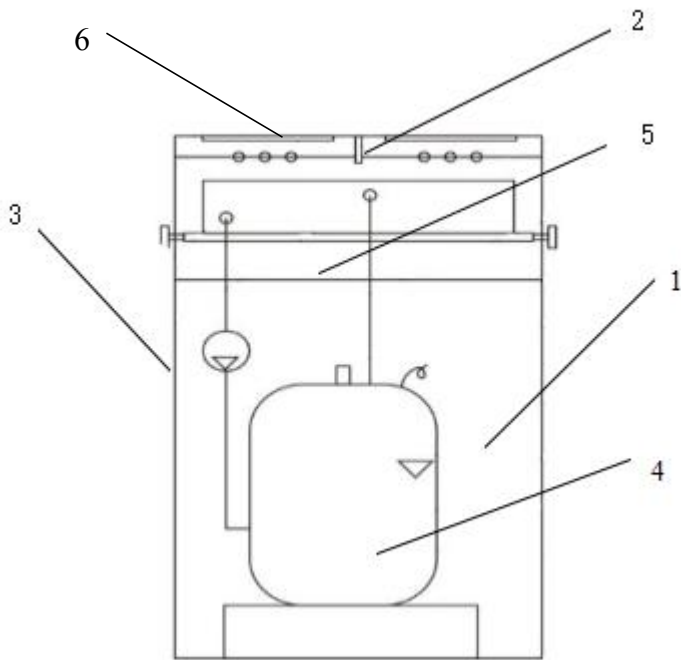
针对辐射型隔热涂料、复合型隔热涂料，我国尚没有相应的标准。现行的反射型涂料标准中的试验方法采用的是光学法，热源为模拟的太阳光，对反射型隔热涂料有很好的适用性，对辐射型隔热涂料和复合型隔热涂料适用性差或完全不适用。目前市场上推广反射型、辐射型、辐射绝热型三种类型的涂料均使用反射型隔热涂料的标准方法进行型式检验或工程质量检测，不同类型涂料的阻隔热性能方面得不到真实的检测反映，给检测、推广和应用工作带来了一系列的问题。

2. 本标准测试方法

2.1 测试设备

检测规程采用了直接测试空间温度的方法，热源由“模拟太阳光”改为了“热水供暖”，与目前建筑工程供暖形式一致。模拟建筑物实际供暖的原理基础上，进行了检测设备的设计和制造加工，该检测设备组成包括：

- (1) 封闭的温差测试箱体；
- (2) 热水热源—加热及热量恒定系统；
- (3) 循环水系统；
- (4) 温度传感器；
- (5) 数据采集、存储、校准系统等。



1、试验箱体 2、温度传感器 3、循环水装置 4、热水热源 5、测试热源上水装置 6、受检与参比涂层

2.2 试验方法

将准备好的受检涂料、参比涂料分别搅拌均匀，参比涂层用内外墙涂料应满足 GB/T9756-2018 或 GB/T9755-2014 面漆优等品技术要求。使用不锈钢材料制成的 100 μm 的线棒涂布器在玻璃基材上均匀涂布，涂布两道的涂布时间间隔应大于 6h。如需要与底漆、中涂层或面漆配套，可按照企业提供的工艺制备涂层。制备完毕的受检涂层和参比涂层应放置在标准试验环境下养护 7 天。

启动温差检测仪器，开启加热开关，仪器中水温达到 90℃ 时开始试验，首先将参比涂层和受检涂层放置到待检位置，然后启动上水系统将 3L 热水加入测试箱水槽，观察显示器中温度曲线，温度恒定 5 分钟后结束试验。

三、主要实验数据验证情况分析

本标准的验证试验对象主要涵盖辐射型隔热涂料、复合型隔热涂料，本次试验样品共收集了 8 家企业的 13 种样品。

涂层制作之前，先按产品的使用规定将浆体搅拌均匀，然后用不锈钢材料制成的 100 μ m 的线棒涂布器将涂料浆体涂刷在 300mm×200mm×6mm 的基材上，根据厚度要求不同可分多道施工，两道的涂布时间间隔应大于 6h，制备完毕的受检涂层和参比涂层在标准规定的状态下养护 7 天。

(一) 涂层隔热温差验证试验与结果分析

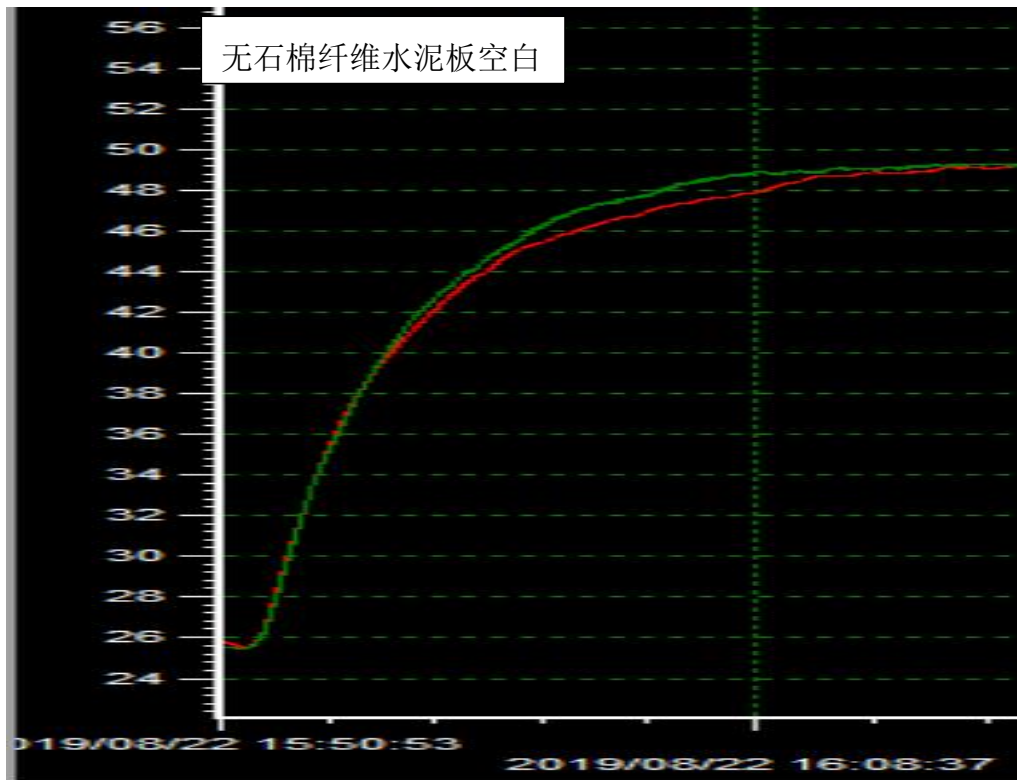
1. 基材筛选

选择了三种基材进行验证试验。

JC/T412.1-2006 无石棉纤维水泥板、GB/T3880.1-2006 铝板、普通平板玻璃

1.1 无石棉水泥纤维板

1.1.1 无石棉水泥纤维板空白



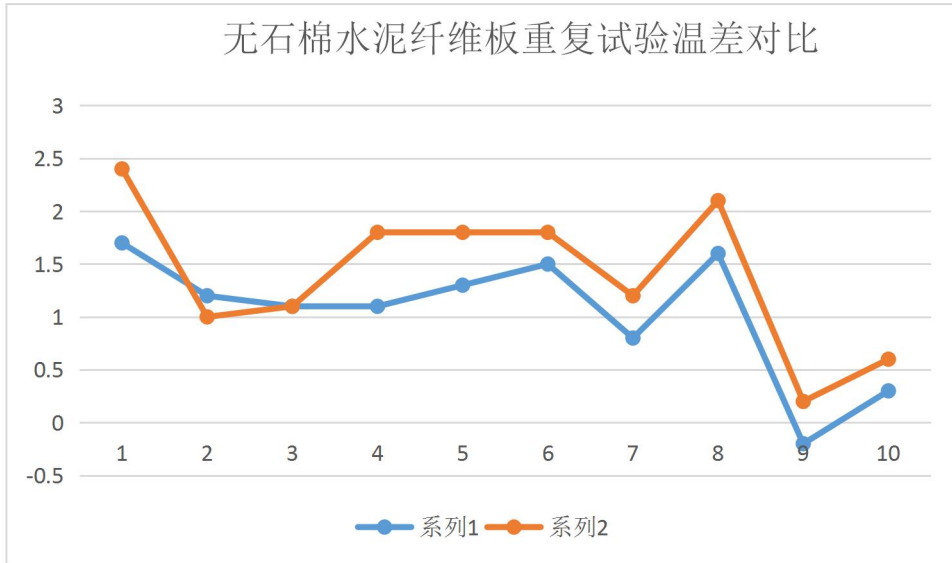
空白板之间对比曲线可以看出：空白板升温过程中区间温差波动较大，最大处有 0.4℃ 差别。

1.1.2 无石棉水泥板基材上 200 μm 涂膜, CH1 普通涂料, CH2 隔热涂料:

样品名称	初始温度/ $^{\circ}\text{C}$		最终温度/ $^{\circ}\text{C}$		温差/ $^{\circ}\text{C}$
	CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	26.3	27.6	45.8	44.1	1.7
Y02	26.7	26.1	51.6	50.4	1.2
Y03	25.5	26.1	51.3	50.2	1.1
Y04	27.6	28.3	50.8	49.7	1.1
Y05	25.5	26.7	51.1	49.8	1.3
Y06	26.6	27.5	46.6	45.1	1.5
Y07	27.1	28.3	50.3	49.5	0.8
Y08	25.6	27.2	48.3	46.7	1.6
Y09	26.6	28.3	50.6	50.8	-0.2
Y010	25.4	26.7	49.7	49.4	0.3

1.1.3 无石棉水泥板基材上 200 μm 涂膜, CH1 普通涂料, CH2 隔热涂料重复(不同人员、不同时间):

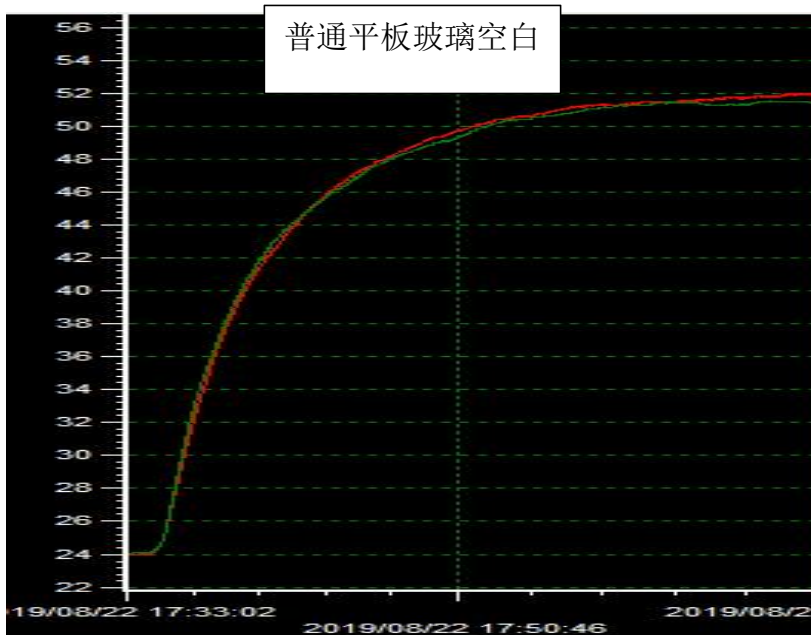
样品名称	初始温度/ $^{\circ}\text{C}$		最终温度/ $^{\circ}\text{C}$		温差/ $^{\circ}\text{C}$
	CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	26.1	26.5	51.1	48.7	2.4
Y02	27.5	26.5	51.3	50.3	1
Y03	27.5	28.2	51.4	50.3	1.1
Y04	25.8	26.7	46.3	44.5	1.8
Y05	26.8	27.7	52.1	50.3	1.8
Y06	25.6	26.8	51.1	49.3	1.8
Y07	27.1	28.3	50.8	49.6	1.2
Y08	26.4	26.8	52.4	50.3	2.1
Y09	26.9	27.6	51.5	51.3	0.2
Y010	26.5	26.3	52.3	51.7	0.6



分析数据得出：在无石棉水泥纤维板上涂层可以测出温差，不同厂家样品 Y01-Y10 样品测试温差在-0.2—2.4℃区间。不同时间、不同人员测试温差最大值相差 0.7℃，集中差值在 0.3℃左右，仅有一个样品数据一致。

1.2 普通平板普通平板玻璃

1.2.1 普通平板普通平板玻璃空白



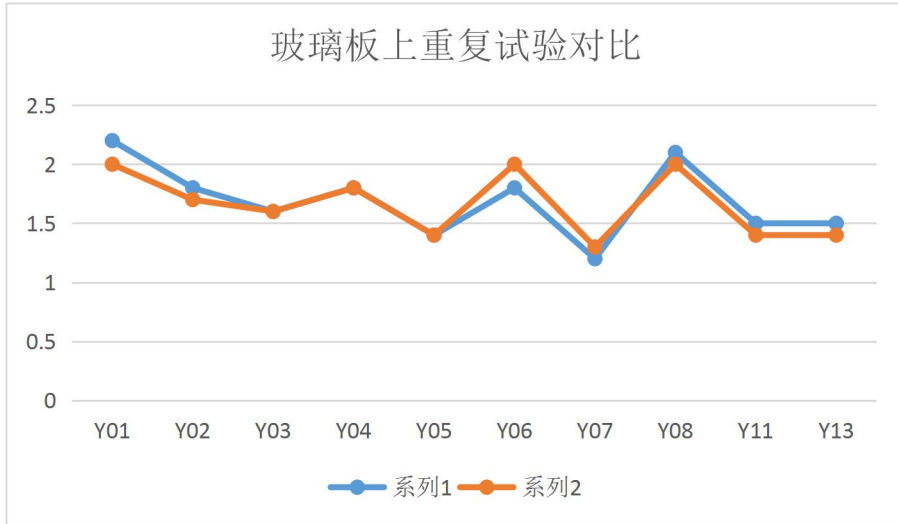
空白板之间对比的升温曲线得出：空白板升温过程中区间基本无温差。普通平板玻璃上重现性较好，不同时间、不同人员测试数据均较一致

1.2.2 普通平板玻璃上 200 μm 涂膜, CH1 普通涂料, CH2 隔热涂料:

样品名称	初始温度/ $^{\circ}\text{C}$		最终温度/ $^{\circ}\text{C}$		温差/ $^{\circ}\text{C}$
	CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	25.5	25.4	52.8	50.6	2.2
Y02	23.4	23.1	51.2	49.4	1.8
Y03	25.5	25.2	50.8	49.2	1.6
Y04	25.8	25.7	52.1	50.3	1.8
Y05	24.2	24.6	51.7	50.3	1.4
Y06	24.0	23.9	51.2	49.4	1.8
Y07	27.1	28.3	50.8	49.6	1.2
Y08	26.4	26.8	52.4	50.3	2.1
Y11	22.8	23.1	50.8	49.3	1.5
Y13	23.4	24.2	50.1	48.6	1.5

1.2.3 普通平板玻璃上 200 μm 涂膜, CH1 普通涂料, CH2 隔热涂料, 重复试验 (不同人员、不同时间):

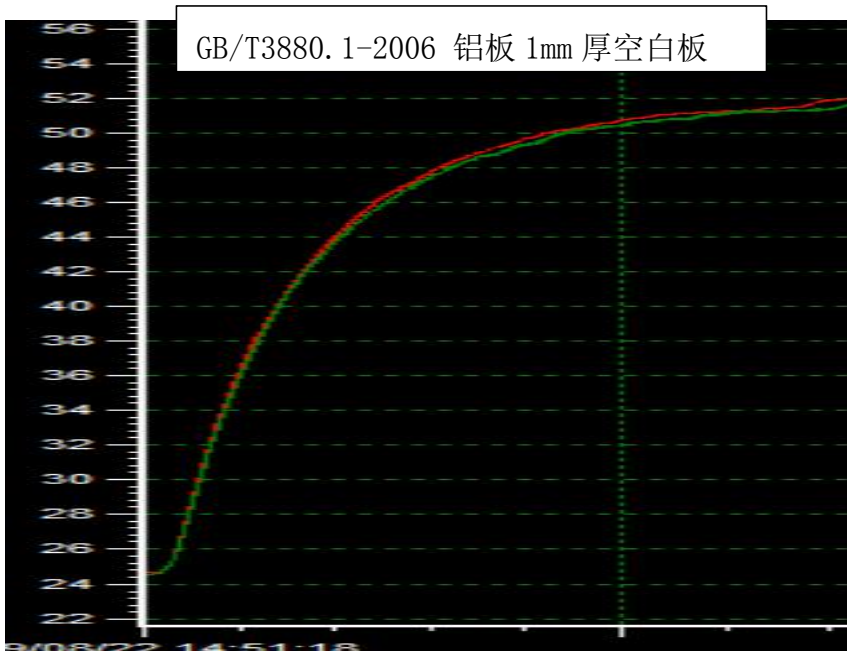
样品名称	初始温度/ $^{\circ}\text{C}$		最终温度/ $^{\circ}\text{C}$		温差/ $^{\circ}\text{C}$
	CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	24.6	24.4	51.5	49.5	2
Y02	25.3	25.1	52.2	50.5	1.7
Y03	24.7	24.6	51.8	50.2	1.6
Y04	25.8	25.7	52.1	50.3	1.8
Y05	24.2	24.6	51.7	50.3	1.4
Y06	25.2	24.9	52.2	50.2	2
Y07	24.5	24.7	51.7	50.4	1.3
Y08	25.3	25.4	52.2	50.2	2
Y11	23.6	23.7	50.2	48.8	1.4
Y13	23.8	24.0	50.5	49.1	1.4



分析数据可以得出在普通平板玻璃上涂层可以测出温差：不同厂家样品 Y01-Y13 测试温差范围在 1.3—2.2℃ 区间。不同时间、不同人员测试温差最大值 0.2℃，温差值集中 0-0.2℃ 区间，数据重现性较好。

1.3 铝板

1.3.1 铝板空白



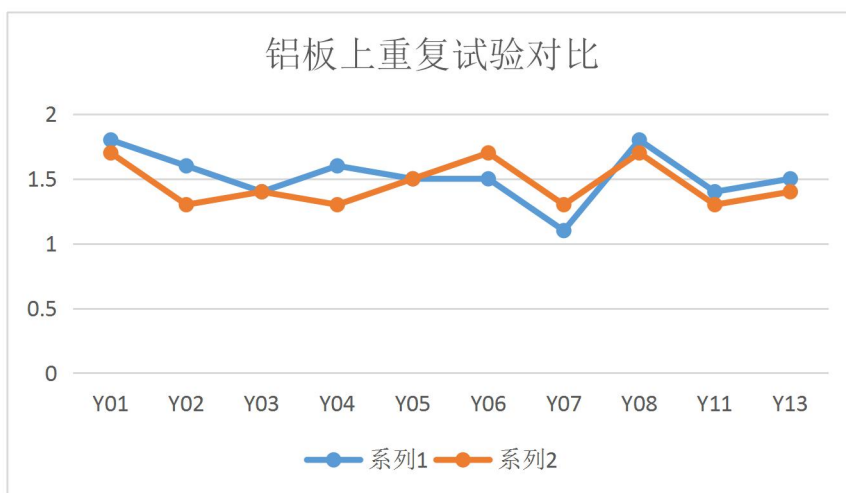
空白板之间对比的升温曲线可以看出：空白板升温过程中区间一直有 0.1-0.2℃ 温差。

1.3.2 铝板上 200 μm 涂膜, CH1 普通涂料, CH2 隔热涂料

样品名称	初始温度/ $^{\circ}\text{C}$		最终温度/ $^{\circ}\text{C}$		温差/ $^{\circ}\text{C}$
	CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	24.6	24.4	50.7	48.9	1.8
Y02	25.1	25.1	51.2	49.6	1.6
Y03	25.3	25.1	50.8	49.4	1.4
Y04	25.5	25.3	52.1	50.5	1.6
Y05	24.4	24.2	50.9	49.4	1.5
Y06	24.7	24.9	51.0	49.5	1.5
Y07	24.1	24.3	50.6	49.5	1.1
Y08	24.4	24.8	50.4	48.6	1.8
Y11	23.7	23.5	50.1	48.7	1.4
Y13	23.7	24.0	50.4	48.9	1.5

1.3.3 铝板上 200 μm 涂膜, CH1 普通涂料, CH2 隔热涂料重复验证 (不同人员、不同时间) :

样品名称	初始温度/ $^{\circ}\text{C}$		最终温度/ $^{\circ}\text{C}$		温差/ $^{\circ}\text{C}$
	CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	23.6	23.3	49.5	47.8	1.7
Y02	24.4	24.1	50.3	49	1.3
Y03	24.2	24.3	51.4	50	1.4
Y04	24.8	24.9	51.1	49.8	1.3
Y05	24.1	24.4	51.5	50	1.5
Y06	25.3	24.9	52.0	50.3	1.7
Y07	24.5	24.5	51.5	50.2	1.3
Y08	25.3	25.5	52.1	50.4	1.7
Y11	23.9	24.1	49.4	48.1	1.3
Y13	24.1	24.4	50.1	48.7	1.4



分析数据得出在铝板上涂层存在温差：Y01-Y13 样品，不同厂家样品测试温差范围在 1.1—1.8℃ 区间。在不同时间、不同人员测试温差最大值 0.3℃，集中温差值 0-0.3℃，温差较普通平板玻璃略小，数据重现行不如普通平板玻璃均匀。

通过对实验数据分析比较，使用普通平板玻璃基材时，获得的阻隔温差最大，温差比较稳定。测试结果再现性好，普通平板玻璃平整度好，易于保存和加工，涂刷涂料时，漆膜厚度均匀一致，本实验方案选择普通平板玻璃为检测用基材。

2. 涂膜厚度对隔热温差的影响

实验条件：

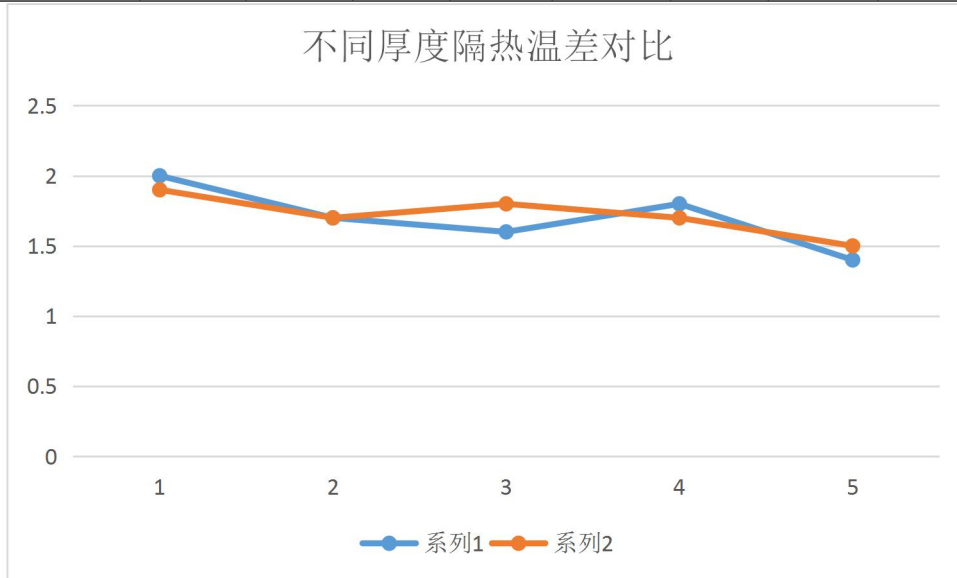
温度：(23±2)℃、相对湿度：(50±5)%、养护时间：7d，白色、普通平板玻璃

200 μm 厚时，为外墙乳胶漆正常施工厚度；

400 μm 厚时，有配套底漆或罩面。

漆膜厚度	200 μm					400 μm				
	初始温度/℃		最终温度/℃		温差 /℃	初始温度/℃		最终温度/℃		温差 /℃
	CH1	CH2	CH1	CH2		CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	24.6	24.4	51.5	49.5	2	24.3	24.5	51.9	50.0	1.9
Y02	25.3	25.1	52.2	50.5	1.7	23.4	23.6	50.7	49.0	1.7

Y03	24.7	24.6	51.8	50.2	1.6	23.8	23.9	51.1	49.3	1.8
Y04	25.8	25.7	52.1	50.3	1.8	23.8	23.8	49.8	48.1	1.7
Y05	24.2	24.6	51.7	50.3	1.4	23.8	23.8	52.4	50.9	1.5



漆膜厚度为 200 μm 和 400 μm 时测试温差在 0-0.2 $^{\circ}\text{C}$ 之间，且不完全呈现涂膜厚度厚的试板比涂膜厚度薄的试板温差高的趋势。

分析实验数据得出：涂膜厚度对隔热温差测试结果无明显影响

3. 试验环境温度对隔热温差的影响

相对湿度：(50 \pm 5)%、23 $^{\circ}\text{C}$ 养护 7d，试验前在不同测试环境温度下放置 24h

检测样品 编号	初始温度/ $^{\circ}\text{C}$		最终温度/ $^{\circ}\text{C}$		温差/ $^{\circ}\text{C}$
	CH1	CH2	CH1	CH2	
Y06	18.9	19.1	46.8	44.7	2.1
Y06	25.2	25.6	51.0	49.1	1.9
Y07	18.5	18.6	45.6	45.2	1.4
Y07	24.8	25.0	51.9	50.6	1.3
Y13	18.4	18.4	46.2	44.7	1.5
Y13	23.6	24.0	50.5	49.1	1.4

试验环境温度在 18-25 $^{\circ}\text{C}$ 之间，不同厂家的样品测试隔热温差在 0-0.2 $^{\circ}\text{C}$ 区间。

分析实验隔热温差数据得出：试验环境温度对隔热温差测试结果无明显影响。

4. 漆膜养护时间对保温隔热性能的影响

温度：(23±2)℃、相对湿度：(50±5)%、白色、普通平板玻璃，200 μm

检测样品 编号	养护时间	初始温度/℃		最终温度/℃		温差/℃
		CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	7d	24.8	25.0	52.2	49.9	2.3
	10d	24.3	24.5	52.4	50.5	1.9
	14d	23.8	24.1	52.2	50.2	2.0
Y05	7d	23.6	24.0	50.7	49.3	1.4
	10d	24.4	24.2	53.5	52.2	1.3
	14d	24.3	24.1	54.0	52.5	1.5

样品养护时间分别在 7 天、10 天、14 天，测试隔热温差样品 Y01 最大温差 0.4℃，Y05 最大温差 0.2℃，属于温度波动的正常范围。

分析隔热温差数据得出：养护 7 天后，养护时间对隔热温差测试结果无明显影响。

5. 产品颜色对保温隔热性能的影响

实验条件：

温度：(23±2)℃、相对湿度：(50±5)%、普通平板玻璃、膜厚为 200 μm，养护时间：7d。样品的红、灰、蓝颜色均为白色涂料分别与铁红、碳黑、酞青蓝色浆按照 100: 3(质量比)混合均匀，白色涂料反射系数 84%-88%，红色涂料反射系数 15%-25%，灰色涂料反射系数 8%-12%，蓝色涂料反射系数 25%-35%

检测样品 编号	颜色	初始温度/℃		最终温度/℃		温差/℃
		CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	白	23.6	24.0	51.7	49.7	2.0
	红	24.1	24.3	52.1	50.3	1.8
	蓝	24.3	24.4	51.8	50.2	1.6
	灰	24.5	24.6	52.6	50.8	1.8

Y03	白	25.2	25.6	51.3	49.8	1.5
	红	23.8	23.9	51.8	50.4	1.4
	蓝	24.3	24.5	52.1	50.8	1.3
	灰	23.8	24.0	51.9	50.3	1.6
Y04	白	24.4	24.6	52.2	50.5	1.7
	红	23.2	23.5	52.6	50.8	1.8
	蓝	23.4	23.5	52.2	50.4	1.8
	灰	22.8	23.1	52.1	50.4	1.7

不同色系涂料隔热温差在 0.1-0.4℃ 区间,属于正常温差范围。实验用热源不是光学热源,理论上反射率不会影响隔热效果。

分析试验数据得出:颜色对隔热温差指标无明显影响。

6 涂膜污染后隔热性能的变化

污染方式:按照 GB/T9780-2013 方法,用粉煤灰做污染源。

检测样品 编号	反射系数		初始温度/℃		最终温度/℃		温差/℃
			CH1	CH2	CH1	CH2	
Y01	污染前	84.4	24.6	24.4	51.5	49.5	2
	污染后	75.1	23.8	23.9	50.4	48.5	1.9
Y03	污染前	86.9	24.7	24.6	51.8	50.1	1.7
	污染后	76.5	24.2	24.1	51.3	49.6	1.7
Y05	污染前	85.2	24.2	24.6	51.7	50.3	1.4
	污染后	74.7	25.5	25.7	52.3	51.0	1.3
Y13	污染前	86.6	23.6	24.0	50.5	49.1	1.4
	污染后	77.1	25.1	25.3	52.2	50.9	1.3

4 组对比样品污染前后隔热温差变化在 0.1℃ 左右。

分析数据得出:涂膜污染后对隔热温差无明显影响。

（二）隔热温差法区别材料种类的验证

石灰水与普通涂料、保温隔热涂料隔热温差的对比（CH1 涂料，CH2 石灰水）

检测样品 编号	初始温度/℃		最终温度/℃		温差/℃
	CH1	CH2	CH1	CH2	
普通	23.6	23.5	51.7	51.4	0.3
Y01	23.8	23.6	50.1	51.9	1.8
Y13	24.3	24.4	49.8	51.2	1.4

分析试验数据得出：普通涂料与石灰水隔热温差无明显差别，隔热涂料与石灰水存在明显的隔热温差。