

ICS 87.040

G 51

备案号: 60498~60499—2018

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5182~5183—2017

石油和化工设备用保温隔热涂料 以及水性紫外光 (UV) 固化木器涂料 (2017)

2017-11-07 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 录

HG/T 5182—2017	石油和化工设备用保温隔热涂料	(1)
HG/T 5183—2017	水性紫外光 (UV) 固化木器涂料	(17)

ICS 87.040
G 51
备案号: 60498—2018

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5182—2017

石油和化工设备用保温隔热涂料

Thermal insulation coatings for petroleum and chemical industry equipment

2017-11-07 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国涂料和颜料标准化技术委员会 (SAC/TC5) 归口。

本标准起草单位：中海油常州涂料化工研究院有限公司、海虹老人涂料（广州）有限公司、浙江天女集团制漆有限公司、中航百慕新材料技术工程股份有限公司、北京碧海舟腐蚀防护工业股份有限公司、山西塔尔节能科技有限公司、广东省珠海市质量计量监督检测所、上海三科涂料化工有限公司、佐敦涂料（张家港）有限公司、江苏金陵特种涂料有限公司、江苏省建工建材质量检测中心有限公司、江苏明珠试验机械有限公司、浙江今晖新材料股份有限公司、杭州明敏涂料有限公司、苏州艾贝尔新材料公司、南通市乐佳涂料有限公司、江苏特丰新材料科技有限公司、上海建科检验有限公司、苏州凯诺尔涂料有限公司、深圳广成鑫环保科技有限公司、宁波运通新材料科技有限公司、天津恒实通工程技术发展有限公司。

本标准主要起草人：於杰、武春梅、董群锋、曾灵华、赵金庆、黎卓、李军、赵陈超、周建龙、卞大荣、李刚、朱牧之、沈明杰、戚长明、张健南、邢小健、廖向阳、胡晓珍、杨峰、赵石林、魏莉、张佩珍、纪威、周磊。

石油和化工设备用保温隔热涂料

1 范围

本标准规定了石油和化工设备用保温隔热涂料的产品分类、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装和贮存。

本标准适用于由树脂、颜填料、助剂、绝热功能材料等制成的具有保温隔热作用的涂料。产品主要用于石油和化工原料储运罐、石油化工设备、输油管线等，起保温、隔热作用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1725—2007 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
- GB/T 1728—1979 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 1732—1993 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 1735—2009 色漆和清漆 耐热性的测定
- GB/T 1748—1979 腻子膜柔韧性测定法
- GB/T 1766—2008 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 1771—2007 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定
- GB/T 1865—2009 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射暴露 滤过的氙弧辐射
- GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样
- GB/T 5210—2006 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 8170—2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9271 色漆和清漆 标准试板
- GB/T 9274—1988 色漆和清漆 耐液体介质的测定
- GB/T 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度
- GB/T 9750 涂料产品包装标志
- GB/T 9775 纸面石膏板
- GB/T 10294—2008 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热箱法
- GB/T 13288.1—2008 涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第1部分：用于评定喷射清理后钢材表面粗糙度的 ISO 表面粗糙度比较样块的技术要求和定义
- GB/T 13452.2—2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
- GB/T 13491 涂料产品包装通则
- GB 17930—2013 车用汽油
- JG/T 235—2014 建筑反射隔热涂料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

保温隔热涂料 thermal insulation coating

具有阻隔设备内部热量向外传递或阻隔外部热量向设备内传递的功能性涂料。阻隔内部热量向外传递的涂料是保温型涂料，阻隔外部热量向内传递的涂料是隔热型涂料。

3.2

近红外反射比 near infrared reflectance

在 780 nm~2 500 nm 近红外波段反射的能量与同波段入射的太阳辐射能通量的比值。

3.3

半球发射率 hemispherical emissivity

热辐射体在半球方向上的辐射出射度与处于相同温度的全辐射体（黑体）的辐射出射度的比值。

3.4

隔热温差 heat insulation temperature difference

在规定的测试条件下试板与空白试板背向热源一侧表面温度的差值。

3.5

明度 lightness

表示物体表面颜色明亮程度的视知觉特性值，以绝对白色和绝对黑色为基准给予分度，以 L^* 表示（颜色的三属性之一）。

3.6

当量热导率 equivalent coefficient of thermal conductivity

在试件表面涂覆一层涂料制成被测试件，根据被测试件与未涂覆涂料的空白试件热阻相比较计算出的涂层材料的热导率称为当量热导率。

4 产品分类

本标准将产品分为保温型涂料和隔热型涂料两类。其中隔热型涂料按明度值（ L^* 值）的高低分为：

- a) 低明度隔热型涂料（ $L^* \leq 40$ ）；
- b) 中明度隔热型涂料（ $40 < L^* < 80$ ）；
- c) 高明度隔热型涂料（ $L^* \geq 80$ ）。

5 要求

5.1 保温型涂料产品要求

保温型涂料产品应符合表 1 的要求。

表 1 保温型涂料产品要求

项 目			指 标
在容器中状态			搅拌混合后无硬块，呈均匀状态
施工性			施涂无障碍
不挥发物含量/% (气凝胶类除外)			商定
干燥时间/h	表干	≤	4
	实干	≤	24
涂膜外观			正常
耐冲击性/cm			≥ 50
柔韧性/mm			≤ 50
附着力（拉开法）/MPa			≥ 1.5
耐热性（温度商定，240 h）			不起泡、不开裂、不脱落
耐酸性 ^a （72 h）			无异常
耐碱性 ^b （72 h）			无异常
耐油性 ^c （72 h）			无异常
隔热温差/℃			≥ 5
当量热导率/[W/(m·K)]			≤ 0.05
^a 该项目仅限于用于酸性环境时测试。 ^b 该项目仅限于用于碱性环境时测试。 ^c 该项目仅限于用于油性环境时测试。			

5.2 隔热型涂料产品要求

隔热型涂料产品应符合表 2 的要求。

表 2 隔热型涂料产品要求

项 目			指 标		
			低明度	中明度	高明度
在容器中状态			搅拌混合后无硬块，呈均匀状态		
施工性			施涂无障碍		
不挥发物含量/%			≥ 商定		
干燥时间/h	表干	≤	4		
	实干	≤	24		
涂膜外观			正常		
耐冲击性/cm			≥ 50		
柔韧性/mm			≤ 50		
附着力（拉开法）/MPa			≥ 1.5		
耐低温性 ^a [（-35±2）℃/24 h]			不起泡、不开裂、不脱落		
耐酸性 ^b （72 h）			无异常		
耐碱性 ^c （72 h）			无异常		
耐油性 ^d （72 h）			无异常		
耐盐雾性（240 h）			不起泡、不剥落、不开裂、不生锈		
耐人工加速老化性（500 h）			不起泡、不剥落、不开裂、不生锈，变色不大于 2 级		
半球发射率			≥ 0.85		
近红外光反射比 ^e			≥ 0.40	≥ 0.60	≥ 0.80
隔热温差/℃			≥ 5		
当量热导率/[W/(m·K)]			≤ 0.06		
<div><div>^a 该项目仅限于用于低温环境时测试。</div><div>^b 该项目仅限于用于酸性环境时测试。</div><div>^c 该项目仅限于用于碱性环境时测试。</div><div>^d 该项目仅限于用于油性环境时测试。</div></div>					

6 试验方法

6.1 取样

产品按 GB/T 3186 的规定取样，也可按商定方法取样。取样量根据检验需要确定。

6.2 试验环境

除另有规定外，制备好的试样应在 GB/T 9278 规定的条件下放置规定的时间后按有关检验方法进行性能测试。干燥时间、涂膜外观、耐冲击性、柔韧性、附着力（拉开法）项目应在 GB/T 9278 规定的条件下进行测试，其余项目按相关检验方法标准规定的条件进行测试。

6.3 试样的制备

6.3.1 底材的处理

除另有商定外，按表 3 的底材类型选用底材。试验用钢板、马口铁板和铝板的材质和处理应符合 GB/T 9271 的规定，其中铝板表面不应有阳极氧化、着色等处理。试验用喷砂钢板经喷砂清理后，表面清洁度应达到 GB/T 8923.1—2011 中规定的 Sa2½ 级，表面粗糙度应达到 GB/T 13288.1—2008 中规定的“中（G）”级。商定的底材材质类型和底材处理方法应在检验报告中注明。

6.3.2 试验样板的制备

除另有商定外，按表 3 的规定制备试验样板。涂膜厚度的测量按 GB/T 13452.2—2008 的规定进行。测量喷砂钢板上的干膜厚度时，从试板的上部、中部和底部各取不少于 2 次读数，读数时距离边缘至少 10 mm，去掉任何异常高或低的读数，取 6 次读数的平均值。当采用与本标准规定不同的样板制备方法时，应在检验报告中注明。

表 3 试验样板的制备

检验项目	底材类型	底材尺寸/mm	涂装要求
施工性、涂膜外观	马口铁板	200×100×(0.2~0.3)	施涂道数、间隔由涂料供应商提供，干膜厚度约 1 mm。也可双方商定。
干燥时间	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	用规格为 100 μm 的湿膜制备器刮涂 1 道。也可双方商定。
柔韧性	马口铁板	150×70×(0.2~0.3)	施涂道数、间隔由涂料供应商提供，干膜厚度约 1 mm，放置 168 h 后测试。也可双方商定。
耐冲击性	钢板	150×70×(0.45~0.55)	
附着力（拉开法）、耐低温性、耐酸性、耐碱性、耐油性、耐盐雾性、耐热性	喷砂钢板	150×70×(3~5)	
耐人工加速老化性	钢板	150×70×(0.8~1.5)	施涂道数、品种、厚度由涂料供应商提供，干膜总厚度约 1 mm，放置 168 h 后测试。也可双方商定。
隔热温差、当量热导率	喷砂钢板	300×300×(3~5)	
半球发射率、近红外光反射比	铝板	150×70×(1~2)	施涂 1 道，干膜厚度不低于 200 μm，放置 168 h 后测试。也可双方商定。

6.4 操作方法

6.4.1 一般要求

除非另有规定，在试验中仅使用确认为化学纯及以上纯度的试剂和符合 GB/T 6682—2008 中三级水要求的蒸馏水或去离子水。试验溶液在试验前预先调整到试验温度。

6.4.2 在容器中状态

打开容器，用调刀或搅拌棒搅拌，允许容器底部有沉淀。若经搅拌易于混合均匀，可评为“搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态”。多组分涂料应分别进行检验。

6.4.3 施工性

采用合适的施涂方式涂装试板。如施涂过程中无明显阻力，无明显拉丝、气泡、流挂等现象，可评定为“施涂无障碍”。

6.4.4 不挥发物含量

按 GB/T 1725—2007 的规定进行。多组分涂料按组分配比混合后测试（稀释剂除外）。烘烤温度为 $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，烘烤时间为 3 h，试样量约为 2 g。

6.4.5 干燥时间

按 GB/T 1728—1979 的规定进行。表干按乙法的规定进行，实干按甲法的规定进行。

6.4.6 涂膜外观

将施工性试验涂装后并放置 24 h 的样板进行目视检查。如无明显起皱、颗粒、缩孔等现象，可评定为“正常”。

6.4.7 耐冲击性

按 GB/T 1732—1993 的规定进行。

6.4.8 柔韧性

按 GB/T 1748—1979 的规定进行。

6.4.9 附着力

按 GB/T 5210—2006 的规定进行。采用直径为 20 mm 的试柱，上、下两个试柱与试板同轴心对接进行试验。

6.4.10 耐热性

按 GB/T 1735—2009 的规定进行。试验温度商定，试验时间为 240 h，结果的评定按 GB/T 1766—2008 进行。

6.4.11 耐低温性

将试板放在 $(-35 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的低温箱中 24 h，取出后在 GB/T 9278 规定的条件下放置 2 h，3 块试板中至少有 2 块未出现起泡、开裂、脱落等现象。结果的评定按 GB/T 1766—2008 进行描述。

6.4.12 耐酸性

按 GB/T 9274—1988 中甲法的规定进行，浸入 5 %（质量分数）硫酸溶液中 72 h。3 块试板中至少有 2 块未出现起泡、发软、起皱、生锈、开裂、脱落、明显变色、明显光泽变化等涂膜病态现象，则评为“无异常”。如出现以上涂膜病态现象，按 GB/T 1766—2008 进行描述。

6.4.13 耐碱性

按 GB/T 9274—1988 中甲法的规定进行，浸入 5 %（质量分数）氢氧化钠溶液中 72 h。3 块试板中至少有 2 块未出现起泡、发软、起皱、生锈、开裂、脱落、明显变色、明显光泽变化等涂膜病态现象，则评为“无异常”。如出现以上涂膜病态现象，按 GB/T 1766—2008 进行描述。

6.4.14 耐油性

按 GB/T 9274—1988 中甲法的规定进行，浸入符合 GB 17930—2013 规定的 92 号汽油或商定的其他油品中 72 h。3 块试板中至少有 2 块未出现起泡、发软、起皱、生锈、开裂、脱落、明显变色、明显光泽变化等涂膜病态现象，则评为“无异常”。如出现以上涂膜病态现象，按 GB/T 1766—2008 进行描述。

6.4.15 耐盐雾性

按 GB/T 1771—2007 的规定进行（试板不划线）。试验结束后取出样板观察。如出现起泡、生锈、开裂和剥落等涂膜病态现象，按 GB/T 1766—2008 进行描述。试板四周边缘、板孔周围 5 mm 以内及外来因素引起的破坏现象不做考察。

6.4.16 耐人工加速老化性

按 GB/T 1865—2009 中循环 A 的规定进行。结果评定按 GB/T 1766—2008 的规定进行。

6.4.17 半球发射率

按 JG/T 235—2014 中 6.5 的规定进行。

6.4.18 近红外光反射比

按 JG/T 235—2014 中 6.4 的规定进行。

6.4.19 隔热温差

按附录 A 规定的方法进行。

6.4.20 当量热导率

按附录 B 规定的方法进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 产品检验分为出厂检验和型式检验。

7.1.2 出厂检验项目包括容器中状态、施工性、不挥发物含量、干燥时间、涂膜外观、耐冲击性、柔韧性。

注：常温固化型涂料产品的试板养护期较长，为方便操作，可按涂料供应商提供的烘烤条件进行加速固化后试验，所有制板项目烘烤固化后在标准条件下放置 1 h 后测试。

7.1.3 型式检验项目包括本标准所列的全部技术要求。在正常生产情况下，每年至少检验一次。

7.2 检验结果的判定

7.2.1 检验结果的判定按 GB/T 8170—2008 中修约值比较法的规定进行。

7.2.2 所有项目的检验结果均达到本标准要求时，该试验样品为符合本标准要求。

8 标志、包装和贮存

8.1 标志

按 GB/T 9750 的规定进行。

8.2 包装

溶剂型涂料按 GB/T 13491 中一级包装要求的规定进行，水性涂料按 GB/T 13491 中二级包装要求的规定进行。

8.3 贮存

产品贮存时应保证通风、干燥，防止日光直接照射，并应隔绝火源、远离热源。产品应根据类型定出贮存期，并在包装标志上明示。

附 录 A
(规范性附录)
隔热温差的测定

A.1 原理

用红外线灯对试板和空白试板进行均匀照射，达到规定时间后，用热电偶测温仪分别测量出试板和空白试板背向热源的表面温度，计算出试板的隔热温差。

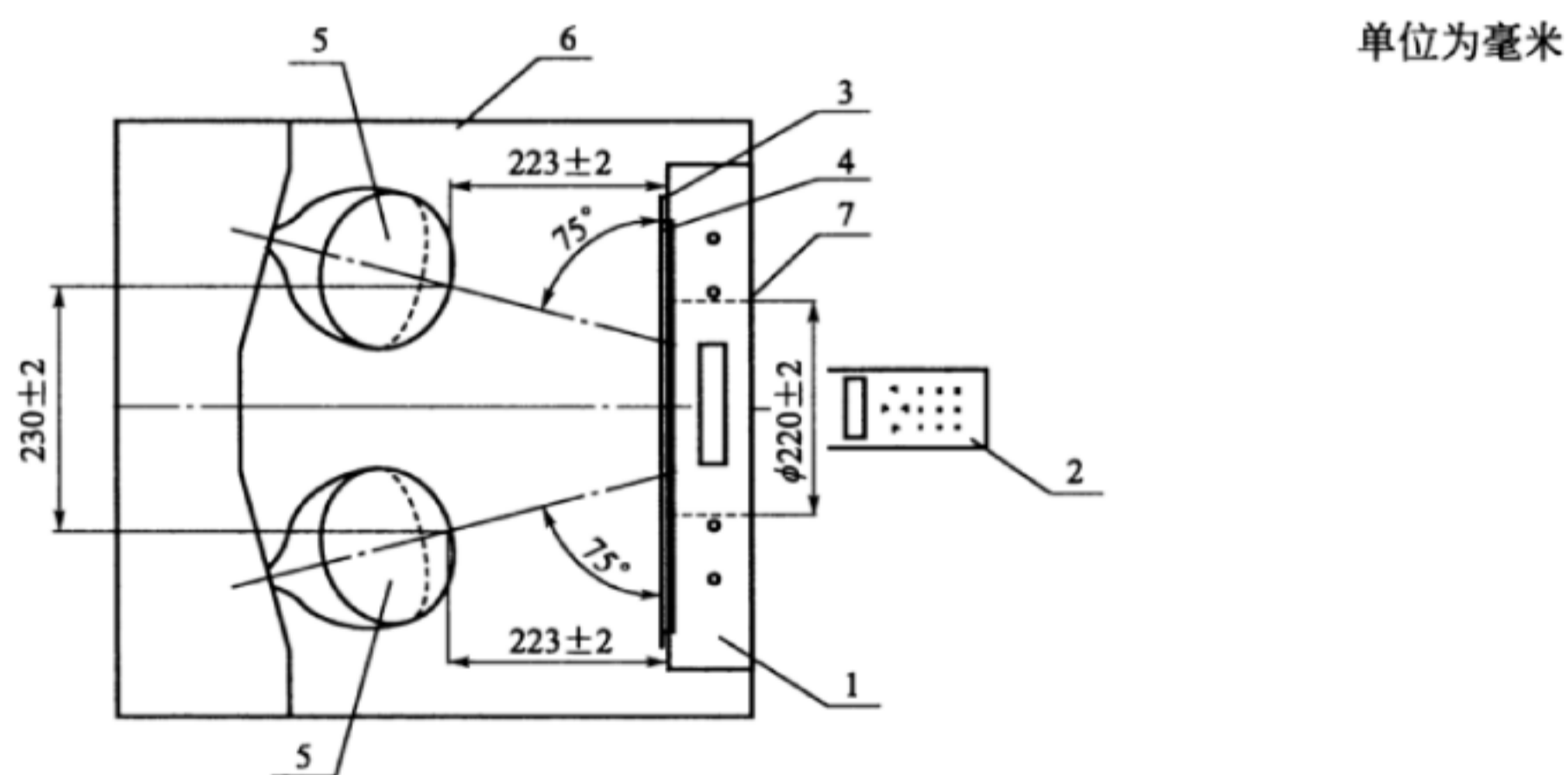
A.2 材料及仪器设备

A.2.1 试板及空白试板：钢板，300 mm×300 mm×(3~5) mm，材质及喷砂处理符合 6.3.1 的要求。

A.2.2 热电偶测温仪：精度为 0.1℃，可配备 4 个热电偶，具有自动记录温度和计算温度平均值的功能。

A.2.3 红外线灯：功率为 275 W。

A.2.4 隔热温差试验仪：示意图见图 A.1。



说明：

- 1——测试面板；
- 2——热电偶测温仪；
- 3——试板；
- 4——试板旋转架（带固定测温仪的固定架和能将热电偶探头紧贴在试板上的弹簧装置）；
- 5——红外线灯；
- 6——试验底座；
- 7——测试圆孔。

图 A.1 隔热温差试验仪示意图

A.3 试验步骤

A.3.1 平行进行两次测定。

A.3.2 按 6.3.2 中隔热温差的项目要求涂装及养护 2 块试板，隔热型涂料试板背面不需喷砂处理，保温型涂料试板背面需喷砂处理。空白试板按 6.3.1 的要求进行单面喷砂处理。

A.3.3 试验在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境条件下进行，将试板安装在隔热温差试验仪的试板旋转架上。隔热型涂料试板有涂层的面面向红外线灯，保温型涂料试板有涂层的面背向红外线灯。空白试板经过喷砂的面面向红外线灯。将 4 个热电偶连接于热电偶测温仪上，4 个热电偶的探头紧贴在背向热源的试板表面（以试板中心点为圆心的半径为 50 mm 圆周上均匀取 4 个测温点）。

A.3.4 启动隔热温差试验仪，使试板旋转架以 5 r/min 的转速均匀旋转，开启两只红外线灯，照射 60 min。然后启动热电偶测温仪的自动记录功能，记录间隔设定为 5 s。90 min 后，停止热电偶测温仪的自动记录。关闭隔热温差试验仪，调取热电偶测温仪中记录的 4 个测温点在 60 min~90 min 时间段内的平均温度值 ($W_{\text{试}1}$, $W_{\text{试}2}$, $W_{\text{试}3}$, $W_{\text{试}4}$)。热电偶测温仪的操作按其说明书要求进行。

注：红外线灯有使用寿命，建议使用时间超过供应商提供的使用寿命的 70 % 时进行更换。

A.3.5 空白试验应与测试平行进行，用空白试板进行测试，采用相同步骤和试验条件，记录 4 个测温点在 60 min~90 min 时间段内的平均温度值 ($W_{\text{空}1}$, $W_{\text{空}2}$, $W_{\text{空}3}$, $W_{\text{空}4}$)。

A.4 计算

隔热温差按公式 (A.1) 计算：

$$W = \frac{(W_{\text{空}1} + W_{\text{空}2} + W_{\text{空}3} + W_{\text{空}4}) - (W_{\text{试}1} + W_{\text{试}2} + W_{\text{试}3} + W_{\text{试}4})}{4} \quad \dots\dots (A.1)$$

式中：

W ——试板的隔热温差的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$W_{\text{空}1}$ ——空白试板背向热源的表面测温点 1 的平均温度的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$W_{\text{空}2}$ ——空白试板背向热源的表面测温点 2 的平均温度的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$W_{\text{空}3}$ ——空白试板背向热源的表面测温点 3 的平均温度的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$W_{\text{空}4}$ ——空白试板背向热源的表面测温点 4 的平均温度的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$W_{\text{试}1}$ ——试板背向热源的表面测温点 1 的平均温度的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$W_{\text{试}2}$ ——试板背向热源的表面测温点 2 的平均温度的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$W_{\text{试}3}$ ——试板背向热源的表面测温点 3 的平均温度的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$W_{\text{试}4}$ ——试板背向热源的表面测温点 4 的平均温度的数值，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)。

结果取两次平行测定的算术平均值，计算结果表示到整数。

附录 B

(规范性附录)

薄层涂料当量热导率的测定方法

B.1 范围

本方法适用于石油和化工设备用薄层保温隔热涂料（干膜厚度 ≤ 2 mm）当量热导率的测定。

B.2 原理

由于涂层和空白复合试板组成的复合试板的总热阻具有加和性，在规定的测试工况下测定被测试板（由喷砂钢板涂覆涂料组成）的热导率，计算出试板涂层的当量热导率。

B.3 试验环境

试验条件符合 GB/T 9278 的要求，无气流扰动。

B.4 空白复合试板和复合试板

石膏板符合 GB/T 9775 的规定，规格为 300 mm \times 300 mm \times 12 mm；钢板的材质和处理符合 6.3.1 的规定，规格为 300 mm \times 300 mm \times (3~5) mm。将一块未涂覆涂料的钢板插入到两块石膏板中间，叠加后形成空白复合试板；将一块按 6.3.2 涂覆涂料的钢板插入到两块石膏板中间，叠加后形成复合试板。

B.5 仪器设备

热导率测定仪，单试件或双试件装置，符合 GB/T 10294—2008 的要求。

B.6 试验步骤

B.6.1 平行进行两次测定。

B.6.2 测量空白复合试板的总厚度 δ_0 （两块石膏板和一块未涂覆涂料的钢板总厚度），精确到 0.02 mm。按 GB/T 10294—2008 测试其热导率 λ_0 ，平均温度设定为 70 °C，温差为 20 °C。

B.6.3 按 6.3.2 测量涂覆涂料的钢板的涂层干膜厚度 δ 。

B.6.4 测量复合试板的厚度 δ_1 （两块石膏板和一块涂覆涂料的钢板总厚度），精确到 0.02 mm。按 GB/T 10294—2008 测试其热导率 λ_1 ，平均温度设定为 70 °C，温差为 20 °C。

B.6.5 对于保温型涂料，测试时涂层面放置在试验装置的冷端。对于隔热型涂料，测试时涂层面放置在试验装置的热端。

B.7 当量热导率的计算

试板涂层当量热导率按公式 (B.1) 计算:

$$\lambda = \frac{\delta \times 10^{-3}}{\delta_t / \lambda_t - \delta_0 / \lambda_0} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- λ ——试板涂层当量热导率的数值, 单位为瓦每米开 $[W/(m \cdot K)]$;
 - δ ——试板涂层厚度的数值, 单位为微米 (μm);
 - δ_t ——复合试板厚度的数值, 单位为毫米 (mm);
 - λ_t ——复合试板热导率的数值, 单位为瓦每米开 $[W/(m \cdot K)]$;
 - δ_0 ——空白复合试板厚度的数值, 单位为毫米 (mm);
 - λ_0 ——空白复合试板热导率的数值, 单位为瓦每米开 $[W/(m \cdot K)]$ 。
- 结果取两次平行测定的算术平均值, 计算结果表示到小数点后 2 位。