

团 体 标 准

T/LLX001-2018

铝合金建筑型材 门窗用复合保温型材

Wrought aluminium alloy extruded profiles for architecture
—Composite Thermal insulation profiles for door & window

2018-12-29 发布

2018-12-30 实施

临朐县铝型材协会 发布

前 言

本标准于 2018 年 12 月 29 日发布。

本标准自发布之日起，有效期限三年，到期复审。

本标准由临朐县铝型材协会提出。

本标准由临朐县铝型材协会归口。

本标准主要起草单位：临朐县检验检测中心、潍坊国一铝材有限公司、山东巨利铝业有限公司、山东伟盛铝业有限公司、山东新裕东铝业有限公司、山东临朐鑫源铝业有限公司、山东美格铝业有限公司、临朐鸿明铝材有限公司。

本标准主要起草人：西华昆、于淑斌、马洪涛、杨乐、高瑞安、张家铭、吴绍利、胡义柱、张福东、贾永忠、赵清增、曾波、齐恩亮。

引 言

随着国家对系统铝合金门窗节能性能以及人们对居住水平要求的不断提升，依据 JGJ26-2010《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》、JGJ134-2010《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》及 GB 50189-2005《公共建筑节能设计标准》研制开发出了“门窗用复合保温型材”，提高了铝合金型材的保温隔热性能，进一步提升了铝合金门窗的节能效果。经过发泡材料与铝合金型材的特殊复合处理后，增强了型材内腔的耐腐蚀性能，提高了铝合金门窗的使用寿命，尤其是在沿海腐蚀性环境下使用的铝合金门窗。复合型材的剪切强度和抗弯曲变形能力的提升，改善了门窗的气密性、水密性，因此具有极其广泛的推广使用价值。为规范复合保温铝合金型材产品的生产、设计特制定本标准。

铝合金建筑型材

门窗用复合保温型材

1 范围

本标准规定了门窗用复合保温铝合金建筑型材的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及合同内容等。

本标准适用于隔热型材内膜经隔热处理的复合保温铝合金建筑型材。

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 10802	通用软质聚醚型聚氨酯泡沫塑料
GB/T 20219	喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料
GB/T 21558	建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料
JC/T998	喷涂聚氨酯硬泡体保温材料
GB/T 3199	铝及铝合金加工产品包装、标志、运输、贮存
GB/T 4132	绝热材料及相关术语
GB/T 5237.1	铝合金建筑型材 第1部分：基材
GB/T 5237.2	铝合金建筑型材 第2部分：阳极氧化型材
GB/T 5237.3	铝合金建筑型材 第3部分：电泳涂漆型材
GB/T 5237.4	铝合金建筑型材 第4部分：粉末喷涂型材
GB/T 5237.5	铝合金建筑型材 第5部分：氟碳漆喷涂型材
GB/T 5237.6	铝合金建筑型材 第6部分：隔热型材
GB/T 6682	分析实验室用水规格和试验方法
GB 10294	绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
GB 10295	绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法
GB/T 13475	绝热 稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法
YS/T 436	铝合金建筑型材图样图册

3 术语、定义

本标准采用下列术语和定义。

3.1 隔热材料 thermal barrier

用以填充铝合金型材内膜的低热导率的非金属材料。

3.2 穿条式 insertion methodology

通过开齿、穿条、滚压工序，将条形隔热材料穿入铝合金型材穿条槽内，并使之被铝合金型材牢固咬合的复合方式。

3.3 浇注式 poured and debridged methodology

把液态隔热材料注入铝合金型材浇注槽内并固化，切除铝合金型材浇注槽内的临时连接桥使之断开

金属连接，通过隔热材料将铝合金型材断开的两部分结合在一起的复合方式。

3.4 门窗用复合保温型材 Composite thermal insulation profiles

以穿条式隔热型材为主体，并在穿条过程中浇注保温材料，以低热导率的非金属材料填充铝合金型材内腔，使之复合形成具有隔热功能并提升抵抗变形能力的门窗用复合型材，其结构示意图见图 1。

3.5 特征值 characteristic values

根据 75 %置信度对数正态分布，按 95 %的保证概率计算的性能值。

3.6 型腔填充率 filling ratio

复合保温型材型腔内填充隔热材料单位面积上附着隔热材料的比例。（以单位粘结面积计）

4 要求

4.1 产品分类

4.1.1 类别

产品按填充材料特性分为 A, B 两类，如表 1 所示。

表 1

类别	性能特性	复合方式
聚氨酯发泡密度 20-30	聚氨酯发泡材料	穿条式、发泡式
聚氨酯发泡密度 20-30	聚氨酯发泡材料	穿条式、发泡式

注：发泡密度由供需双方商定。

4.1.2 截面图样

产品横截面图样应符合 YS/T436 的规定，或由供需双方另行签定。

4.1.3 标记

产品标记按产品名称、产品类别、隔热型材截面代号、隔热材料代号、铝合金型材的牌号和状态及表面处理方式(用与该表面处理方式相对应的 GB/T 5237.2 ~5237.5 分部分的顺序号表示，有色电泳涂漆型材也采用“3”标识其表面处理方式)、隔热材料高度、产品定尺长度和本部分编号的顺序表示。示例如下：

示例

用 6063 合金制造的、供应状态为 T5、表面分别采用电泳涂漆处理和粉末静电喷涂处理的两根铝型材以穿条方式与隔热材料 PA66GF25（高度 14.8mm），型腔内填充 PU 绝热保温材料经复合后制成的复合保温型材（截面代号 561001、定尺长度 6000mm），标记为：

门窗用复合保温型材 561001PA66GF25 (PU) 6063-T5/3-4 14.8×6000 GB 5237.6

4.2 铝合金型材

隔热型材用的铝合金型材，应符合 GB/T 5237.2~5237.5 的相应规定。

4.3 隔热材料

复合保温型材用隔热材料的技术要求应参考相应的产品标准，但不低于最低标准要求。

4.4 产品尺寸偏差

产品尺寸偏差应符合 GB/T 5237.1 第 5.4.1 条 — 5.4.9 条的规定，产品中部复合隔热材料按金属实体对待。

4.5 产品性能

4.5.1 产品纵向剪切试验和横向拉伸试验结果应符合表 3 的规定。需方对产品抗扭性能有要求时，可供需双方商定具体性能指标，并在合同中注明。

4.5.2 热循环试验结果应符合表 3 的规定。

表 3

试验项目	试验结果						隔热材料 变形量平 均值/mm
	纵向抗剪特征值/ (N/mm)			横向抗拉特征值/ (N/mm)			
	室温	低温	高温	室温	低温	高温	
纵向剪切试验	≥45	≥45	≥45	≥45	—		—
横向拉伸试验	≥40	≥40	≥40	≥40	≥40	≥40	—
热循环试验	—	—	—	—	—	—	≤0.3

4.6 保温性能（传热系数 K）要求见表 4

表 4 保温性能分级表

等级	I	II	III
传热系数 k W/(m ² ·k)	K≤2.2	2.2<K≤2.7	2.7<K≤3.4

4.7 耐腐蚀性

4.7.1 复合型材外侧装饰性表面耐 CASS 腐蚀性能应复合表 4 的规定。

4.7.2 复合型材型腔内隔热型材耐 CASS 浸泡 24h 后，其耐腐蚀性能应达到表 4 中 9.8 级的要求。

表 4

缺陷面积占试样面积的百分比/%	级 别
0	10
≤0.02	9.8
>0.02~0.05	9.5
>0.05~0.07	9.3
>0.07~0.10	9
>0.10~0.25	8

4.8 产品外观质量

4.8.1 门窗用复合保温型材复合部位允许涂层有轻微裂纹，但不允许铝基材有裂纹。

4.8.2 填充型材表面不应有泡沫余料，且断面应保证平整、充实，不应留下空隙。

4.9 其他

因特殊需要，需方对产品铝型材内腔发泡处理时，应供需双方协商，并在合同中注明协商结果。

5 试验方法

5.1 铝合金型材的检测方法

铝合金型材质量按 GB/T 5237.2 ~ 5237.5 的相应规定进行检测。

5.2 隔热材料的检测方法

隔热材料按附录 A 的规定进行检测。

5.3 产品尺寸偏差的检测方法

产品尺寸采用相应精度的卡尺、千分尺、R 规、塞尺、钢卷尺等工具进行测量。表面经粉末喷涂或氟碳漆喷涂处理的产品，其横截面尺寸偏差需在去除表面涂层后测定。

5.4 产品性能检测方法

5.4.1 试样状态调节

进行产品性能试验前，试样需在室温(23℃±2℃)、50%±10%湿度的试验室内存放48h。

5.4.2 试验温度

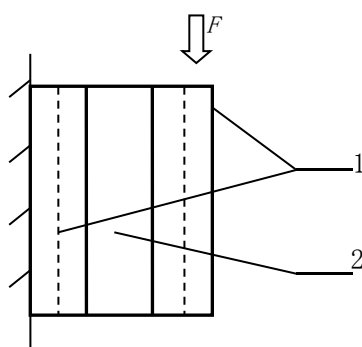
复合保温型材产品试验温度

室温:(+23±2)℃、低温:(-25±2)℃、高温:(+90±2)℃。

5.4.3 纵向剪切试验方法

5.4.3.1 试验装置

试验夹具应能够有效防止试样在加载时发生旋转或偏移，作用力宜通过刚性支承传递给型材截面，既要保证负载的均匀性，又不能与隔热材料相接触。试验装置示意图参见图2。



1 —铝型材；

2 —复合保温材料。

图2

5.4.3.2 试验操作

用夹具将试样夹好，试样在试验温度下(5.4.2)放置10min后，以1mm/min~5mm/min的加载速度加载进行剪切试验，所加的载荷和相应的剪切位移应做记录，直至最大载荷出现，或隔热材料与铝型材出现2.0mm的剪切滑移量(此时称剪切失效)。滑移量应直接在试样上测量。

5.4.3.3 计算

按公式(1)计算各试样单位长度上所能承受的最大剪切力，再按公式(2)计算试样纵向抗剪特征值。

$$T = F_{max} / L \dots\dots\dots (1)$$

式中：

T——试样单位长度上所能承受的最大剪切力，单位为牛顿每毫米(N/mm)；

L——试样长度，单位为毫米(mm)；

F_{max} ——最大剪切力，单位为牛顿(N)。

$$T_c = T - 2.02 \times S \dots\dots\dots (2)$$

式中：

T_c ——纵向抗剪特征值，单位为牛顿每毫米(N/mm)；

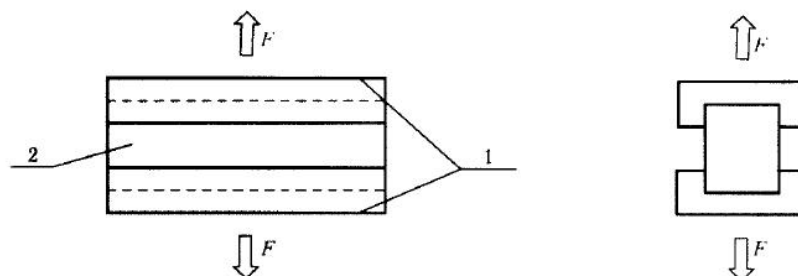
T——10个试样单位长度上所能承受最大剪切力的平均值，单位为牛顿每毫米(N/mm)；

S——相应样本估算的标准差，单位为牛顿每毫米(N/mm)。

5.4.4 横向拉伸试验方法

5.4.4.1 试验装置

试验夹具应能够有效防止试样由于装夹不当造成的破坏(如在加载初始,型材即发生撕裂等破坏),试验装置示意图参见图3。



- 1 — 铝型材;
2 — 复合保温材料。

图 3

5.4.4.2 试样

复合保温型材试样需先通过室温纵向剪切失效(复合保温材料与铝型材间出现 2.0mm 的剪切滑移。)再做横向拉伸试验。

5.4.4.3 试验操作

将试样用夹具夹好。试样在设定的试验温(5.4.2)下放置 10min 后,以 1mm/min - 5mm/min 的拉伸速度加载做拉伸试验,直至试样抗拉失效(出现型材撕裂或保温材料断裂或型材与保温材料脱落等现象),测定其最大载荷。

5.4.4.4 计算

按公式(3)计算各试样单位长度上所能承受的最大拉伸力,再按公式(4)计算横向抗拉特征值。

$$Q = F_{max}/L \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

Q —— 试样单位长度上所能承受的最大拉伸力,单位为牛顿每毫米(N/mm);

L —— 试样长度,单位为毫米(mm);

F_{max} —— 最大拉伸力,单位为牛顿(N)。

$$Q_c = Q - 2.02 \times S \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

Q_c —— 横向抗拉特征值,单位为牛顿每毫米(N/mm);

Q —— 10 个试样单位长度上所能承受最大拉伸力的平均值,单位为牛顿每毫米(N/mm);

S —— 相应样本估算的标准差,单位为牛顿每毫米(N/mm)。

5.4.5 热循环试验方法

5.4.5.1 试样

隔热型材试验前,需先将试样存放在室温(固化)168h 后,再将试样按 5.4.1 条规定进行状态调节。

5.4.5.2 试验操作和计算

试样按图 4 所示的热循环曲线重复试验,试验的循环次数根据隔热型材的不同用途进行选择(用于住宅进行 30 次循环;用于商业建筑进行 60 次循环;用于幕墙建筑进行 90 次循环)。在室温中平衡调节

h, 用刻度值为 0.02mm 游标卡尺测量其两端隔热材料的 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 4 个读数值总和除以 4, 所得值为变形量, 计算这些试样的变形量平均值(可能产生如图 5 所示 4 种变形情况之一)。然后从每个试样中截取长度为 100mm \pm 1mm 的剪切试样, 按 5.4.3 做室温纵向剪切试验, 并按公式(1)计算各试样单位长度上所能承受的最大剪切力, 再按公式(2)计算试样室温纵向抗剪特征值。

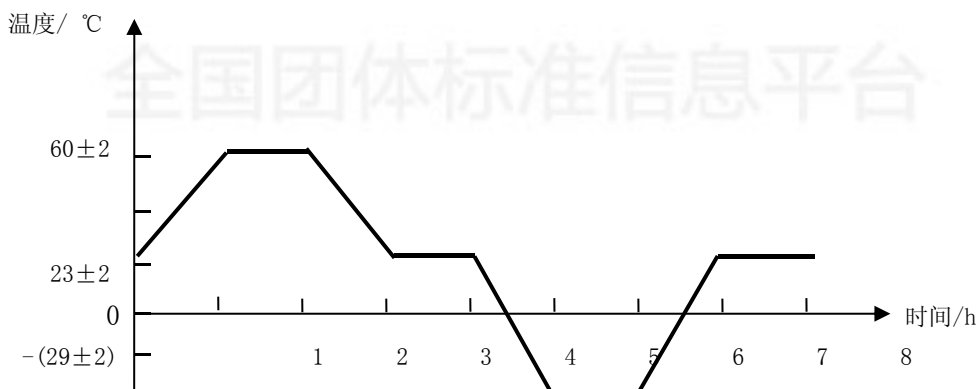


图 5

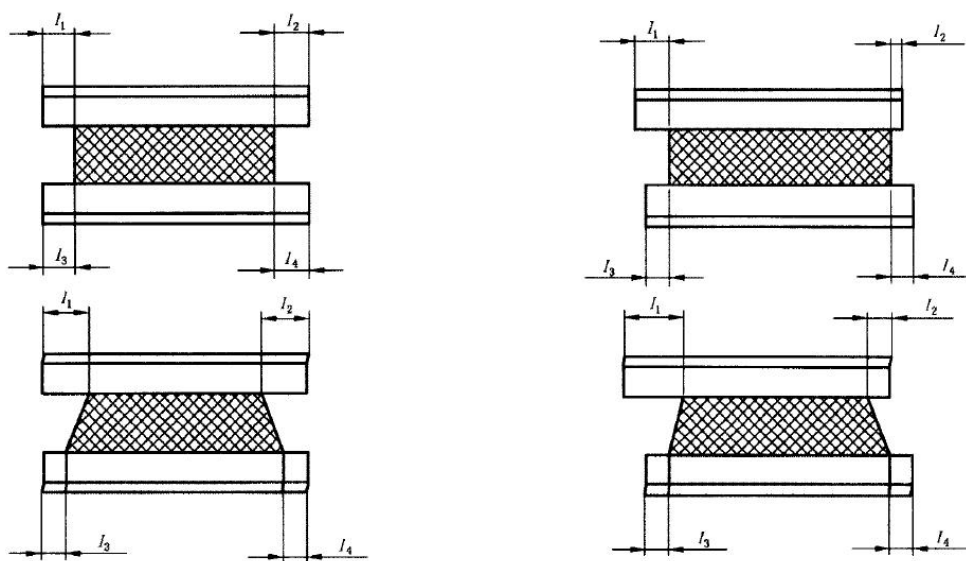


图 6

5.5 保温性能

复合型材保温性能测试方法见附录 B。

5.6 抗变形能力

取长度 950mm, 支距 800mm 的型材, 对窗外接触中间受力压头测力值。

5.7 产品外观质量的检测

外观质量以目视检查。

6 检验规则

6.1 检查和验收

6.1.1 隔热型材应由供方技术监督部门进行检验,保证产品质量符合本部分的规定,并填写质量证明书。

6.1.2 需方可对收到的产品按本部分的规定进行复验。复验结果与本标准及订货合同的规定不符时,应以书面形式向供方提出,由供需双方协商解决。属于表面质量及尺寸偏差的异议,应在收到产品之日起一个月内提出,属于其他性能的异议,应在收到产品之日起三个月内提出。如需仲裁,仲裁取样应由供需双方共同进行。

6.2 组批

隔热型材应成批提交验收,每批应由同一牌号和状态的铝合金型材与同一种隔热材料通过同一种复合工艺制作成的同一类别、规格和表面处理方式的隔热型材组成。

6.3 出厂检验

每批产品出厂前应对铝合金型材、产品尺寸偏差、产品室温纵向抗剪特征值、产品外观质量进行检验。

6.4 型式检验

有下列任一情况时,应按本部分规定的要求进行产品的型式检验:

- a) 新产品试制鉴定时;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 连续二年未进行型式检验时。

6.5 取样

隔热型材的试样端头应平整,取样应符合表4的规定。

表 4

检验项目	取样规定	要求的章条号	试验方法的章条号
铝合金型的检测	生产厂在复合前取样,需方可在隔热型材产品上直接取样。取样符合 GB/T 5237.2~5237.5 相应产品规定	4.2	5.1
隔热材料的检测	供需双方协商	4.3	5.2
产品尺寸偏差检测	符合 GB/T 5237.1 中表 15 的规定	4.4	5.3
产品纵向剪切试验	每项试验应在每批取 2 根,每根于中部和两端各切取 5 个试 5.4.3 样,并做标识。将试样均分三份(每份至少包括中部试样),分别用于低温、室温、高温试验。试样长 100mm ± 1mm, 拉伸试验试样的长度允许缩短 18mm	4.5	5.4.3
产品横向拉伸试验			5.4.4
产品抗扭试验			5.4.5
产品热循环试验	每批取 2 根,每根于国渐切取 1 个试样,于两端分别切取 2 个产品热循环试样,试样长 305 mm ± 1mm	4.5	5.4.7
产品保温性能	见附录。	4.6	附录 A
产品外观质量	逐根检查	4.6	5.5

6.6 检验结果的判定

检验结果的判定符合表 5 规定。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

在检验合格的产品上，应附有如下内容的标签(或合格证)：

a) 供方技术监督部门的检印；

表 5

不合格的检验项目	检验结果的判定
铝合金型材的检测	按 GB/T 5237.2 ~5237.5 相应产品的检验结果判定原则判定
隔热材料的检测	供需双方协商
产品尺寸和外观质量的检测	判该根不合格，该批其余产品逐根检验，合格者交货
产品纵向剪切试验	从该批产品中另取 4 根型材，每两根型材为一组，每组按表 3 取样进行重复试验。如仍有特征值不合格，判该批产品不合格
产品横向拉伸试验	
产品抗扭试验	
产品热循环试验	变形量不合格时，判该批产品不合格。特征值不合格时，从该批产品中另取双倍产品高温持久负荷试验数量的型材，均分作两组，每组按表 3 取样进行重复试验。如仍有特征值不合格，判该批产品不合格

- b) 供方名称、商标；
 c) 型材牌号和状态；
 d) 隔热材料名称或代号；
 e) 产品名称、类别、横截面图样和表面处理方式；
 f) 生产日期或批号；
 g) 本部分编号；
 h) 生产许可证编号。

7.2 包装、运输、贮存

产品的包装、运输、贮存应符合 GB/T 3199 的规定。

7.3 质量保证书

每批隔热型材应附有产品质量证明书，其上注明：

- a) 供方名称、地址、电话、传真；
 b) 型材牌号和状态；
 c) 隔热材料名称或代号；
 d) 产品名称、类别、规格和表面处理方式；
 e) 生产日期或批号；
 f) 净重或产品根数；
 g) 各项分析检验结果和供方技术监督部门的印章；
 h) 本部分编号。

8 订货单(或合同)内容

订购本部分所列材料的订货单(或合同)内应包括下列内容：

- a) 产品名称、复合方式、类别、规格和表面处理方式；
 b) 铝型材牌号和状态；

- c) 隔热材料名称或代号;
- d) 产品表面涂层种类、等级、光泽、颜色等有关要求;
- e) 产品尺寸允许偏差精度等级;
- f) 净重或产品根数;
- g) 对扭矩、剪切弹性模量、抗弯截面模量、惯性矩、传热系数等产品性能的要求;
- h) 特殊的试验要求(如老化试验);
- i) 特殊的包装方式要求;
- j) 本部分编号。

附录A

(规范性附录)

铝合金建筑隔热型材传热系数的测定——标定热箱法

A.1 范围

A.1.1 本方法规定了复合保温型材传热系数的测试方法。

A.1.2 本方法适用于评定组成门窗、幕墙的隔热型材的热传导。不适用于评定因为太阳辐射的能量传递。

A.1.3 具有隔热功能的其它铝加工材的传热系数的测定亦可参照采用本方法。

A.2 方法原理

用热箱的冷室和热室模拟室外和室内的环境温度,在保持热室和冷室温度的过程中,测量热室保持与冷室温差所消耗的能量计算单位面积建筑型材传递热能的能力,来判定型材的隔热性能。在测试过程中,以隔热型材投影面积(隔热型材室内与室外两侧金属型材的投影面积中的较大者)损耗的热能来评价型材的隔热性能。

A.3 实验装置

A.3.1 热箱

热箱的结构和布置应符合 GA/T13475-2008 的规定,热室空气温度能控制在 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间,冷室空气温度能控制在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 之间,温度波动不应超过 0.5°C ,应能连续准确地记录消耗的能量。

A.3.2 试件框

采用导热系数不大于 $0.04\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的材料制成,孔洞厚度至少为 200mm ,以减少边缘效应的影响。材料导热系数可用 GA10294-2008 或 GA10295-2008 规定的方法测定。

A.3.3 标定板

采用两块(厚度分别约为 20mm 和 60mm)质地均匀的导热系数已知的平板(或各分层厚度和导热系数均已知的复合板)。标定板导热系数应不大于 $0.04\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

A.3.4 辅助隔热材料

用于填充空隙和连接多个型材的导热系数已知的绝热材料,导热系数应不大于 $0.04\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。建议采用与标定板材质、导热系数相同的材料。

A.3.5 感温元件

铜-康铜热电偶，精度应小于 0.25°C 。

A.4 试样

A.4.1 试样长度应为 $950\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 。

A.4.2 试样总的有效投影面积应不少于热箱孔洞面积的 30%，应在孔洞中安装多个相同规格的型材作为一组被测试样。

A.4.3 试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 10\%$ 条件下进行状态调节 24 小时。

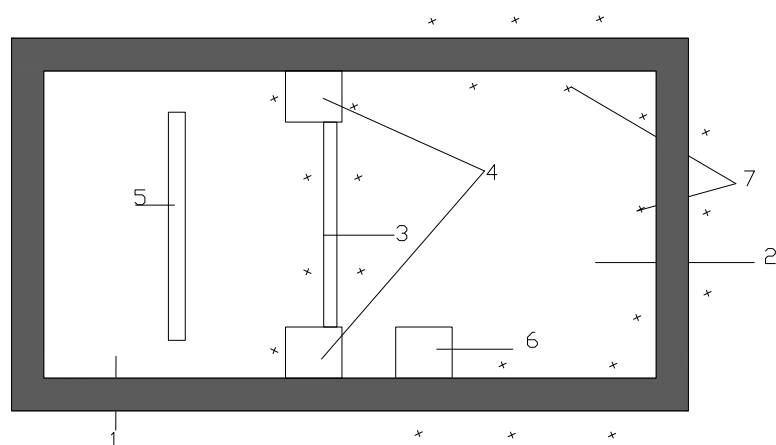
A.5 标定

A.5.1 总则

标定测试在 3 种不同的冷端平均空气温度 $\theta_{c,me}$ ($\theta_{c,me} = (\theta_{c,i} + \theta_{c,e})/2$) 且热室与冷室温差不小于 20K 下进行，以每次 5K 变换冷室空气温度的方式实现。作为总热流率的函数，标定板的表面热阻可以通过这个方式确定。在随后的标定过程中需保持冷室空气流动条件的恒定以及热边空气温度和对流条件的恒定。热室外壁热流系数及试件框热流系数的标定分别单独进行。标定工作应每年进行一次，如设备结构或附件发生变更均需重新进行标定。

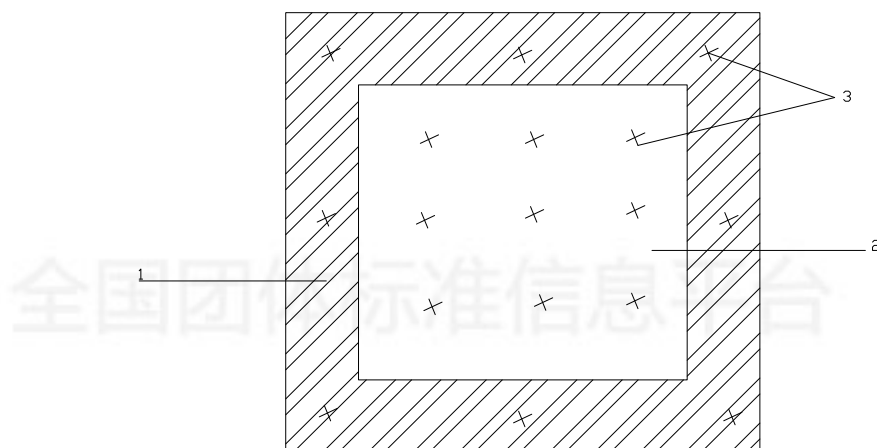
A.5.2 标定板的安装和热电偶布局

A.5.2.1 标定板应在孔洞居中安放并对安装缝隙用密封胶带或密封胶予以密封，安装时标定板内表面应尽可能贴紧试件框，但冷边或热边的任何部分都不应伸出试件框的表面（见图 A.1）。



1冷室 2热室 3标定板 4试件框 5冷室挡风板 6 热室加热装置 7热电偶

图 A.1 热箱结构简图及标定板的安装



1 试件框 2 标定板 3 热电偶

A. 5. 2. 2 热电偶在标定板及试件框上的布局见图 A. 2，热电偶在热箱的空间布局按设备说明进行。

A. 5. 3 标定测试步骤

A. 5. 3. 1 第一次标定测试用薄的标定板，按图1和图2安装好标定板及温度感应器和气流感应器后对安装缝隙用密封胶带或密封胶予以密封，保持热箱外环境温度不变，在热室与冷室空气温差不小于20K（如热室空气温度约为10℃、冷室空气温度约为-10℃）下进行。

A. 5. 3. 2 调节热室和冷室的空气温度至恒定，通过调节风扇速度使标定板的总表面热阻能达到某一适合值，例如（0.17±0.01）m²·K/W。记录此气流速度，在其后的标定和试样测试中均应保持相同气流速度。

A. 5. 3. 3 观察加热器能耗仪，在状态稳定后每隔30min记录各温度感应器的温度和能耗一次，至少连续记录6次。

A. 5. 3. 4 拆除薄标定板，按A. 5. 3. 1安装厚的标定板，按第一次标定时冷室和热室的空气温度及对流条件，以±5k变换外环境温度重复A. 5. 3. 3相同步骤3次。

A. 5. 3. 5 保持外环境温度不变，按之前冷室和热室的空气温度及对流条件，以每次5K变换冷室空气温度对厚的标定板重复A. 5. 3. 3相同步骤3次。

A. 5. 4 标定的计算

A. 5. 4. 1 在一定气流速度下标定板的总表面热阻 $R_{s, t}$ 按公式（1）计算。

$$R_{s, t} = \frac{\Delta\theta_{n,ca} - \Delta\theta_{s,ca}}{q_{ca}} \quad (1)$$

式中： $\Delta\theta_{n,ca}$ 标定板两边的环境温差，K

$\Delta\theta_{s,ca}$ 标定板两边的表面温差, K

q_{ca} 穿过标定板的热流密度, W/m², 根据公式 (2) 用标定板的热阻 R_{ca} 和表面温差 $\Delta\theta_{s,ca}$ 计算得出:

$$q_{ca} = \frac{\Delta\theta_{s,ca}}{R_{ca}} \text{-----} (2)$$

式中:

R_{ca} 标定板的热阻, m²·K/W, 复合标定板的热阻可采用公式 (3) 计算:

$$R_{ca} = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} \text{-----} (3)$$

式中:

D_j 第j层的厚度, m

λ_j 第j层的导热系数, W/(m·k)。

A.5.4.2 热室外壁热流系数 M_1 (W/K) 及试件框热流系数 M_2 (W/K) 用公式 (4) 和公式 (5) 计算。

$$M_1 = \frac{Q_{n1} - Q_{n2}}{\Delta\theta_{n1} - \Delta\theta_{n2}} \text{-----} (4)$$

式中:

Q_{n1} , Q_{n2} 第一次及第二次变换环境温度时热室的加热功率, W

$\Delta\theta_{n1}$, $\Delta\theta_{n2}$ 第一次及第二次变换环境温度时热室外壁内外表面面积加权平均温差, K

$$M_2 = \frac{(Q_{c1} - \Lambda_{ca} \cdot \Delta\theta_{ca1} \cdot A_{ca}) - (Q_{c2} - \Lambda_{ca} \cdot \Delta\theta_{ca2} \cdot A_{ca})}{\Delta\theta_{c1} - \Delta\theta_{c2}} \text{-----} (5)$$

式中:

Q_{c1} , Q_{c2} 第一次及第二次变换冷室温度时热室的加热功率, W

Λ_{ca} 标定板的热导率, W/(m²·K), $\Lambda_{ca} = \frac{1}{R_{ca}}$

$\Delta\theta_{ca1}$, $\Delta\theta_{ca2}$ 第一次及第二次变换冷室温度时标定板热边和冷边表面的温差, K

A_{ca} 测试平面上辅助隔热材料的投影面积, m²

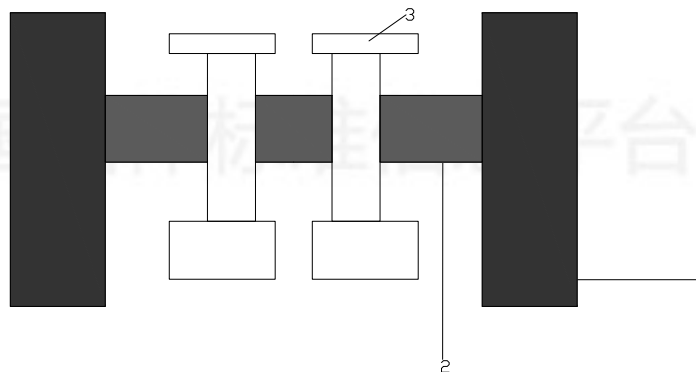
$\Delta\theta_{c1}$, $\Delta\theta_{c2}$ 第一次及第二次变换冷室温度时试件热边和冷边表面积加权平均温差, K

A.5.4.3 对于 M_1 的计算, 将第二次和第三次变换环境温度时的数据代入公式 (4) 也应得到接近的值, 两次计算的结果可验证 M_1 与环境温度的线性关系。 M_2 的计算同理。

A.6 试样测试

A. 6. 1 试样的安装和热电偶布局

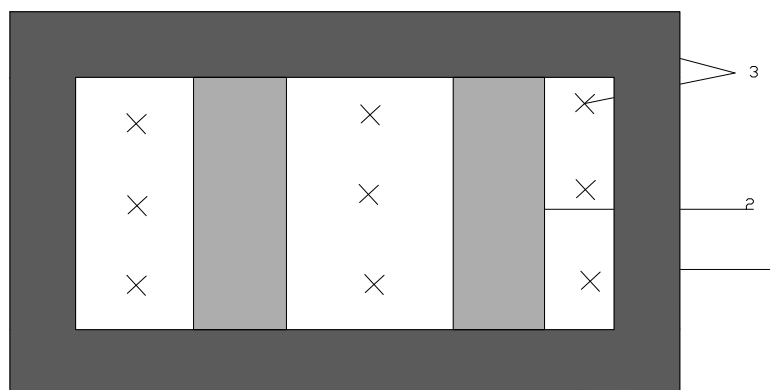
A. 6. 1. 1 试样在测试台中安放，内表面应尽可能靠近试件框，但试样在冷室或热室的任何部分都不应伸出试件框的表面，见图A. 3。



1试件框 2密封胶带或密封胶 3试样（型材）

图A. 3 试样在试验台上的安装

A.6.1.2 热电偶在试件框上和热箱空间的布局与标定测试相同，在试样和辅助隔热材料上的布局见图A.5。



1辅助隔热材料 2试样（型材） 3热电偶

图A. 4 热电偶在试样和辅助隔热材料上的布局

A. 6. 2 试样测试步骤

A. 6. 2. 1 按照图A. 3安装好试样，按照图A. 4安装温度感应器，并对安装缝隙用密封胶带或密封胶予以密封。

A. 6. 2. 2 设定热室空气温度为20℃，冷室空气温度为-20℃，在标定的对流条件下，按照A. 5. 3. 3的步骤进行测试和记录。

A. 7 结果计算及表示

A. 7. 1 穿过试样和绝热材料的热流密度 q_t ，W/m²，用公式（6）计算。

$$q_t = \frac{\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{ek}}{A_t} \quad (6)$$

式中:

A_t 测试区域(空洞)的总投影面积, m^2

Φ_{in} 经过校正的向热边输入的热量, W,

Φ_{ek} 穿过热室外壁的热流, W,

$$\Phi_{ek} = M_1 \cdot \Delta\theta_{ek} \text{-----} (7)$$

式中:

$\Delta\theta_{ek}$ 热室外壁内外表面面积加权平均温差, K

Φ_{sur} 穿过试件框的热流, W,

$$\Phi_{sur} = M_2 \cdot \Delta\theta_{sur} \text{-----} (8)$$

$\Delta\theta_{sur}$ 试件框热边和冷边表面面积加权平均温差, K

A. 7. 2 试样和辅助隔热材料的传热系数 $K_{m,t}$ 用公式(9)计算。

$$K_{m,t} = \frac{q_t}{\Delta\theta_n} \text{-----} (9)$$

式中:

q_t 穿过试样和辅助隔热材料的热流密度, W/m^2

$\Delta\theta_n$ 测试时系统两边的空气温差, K

A. 7. 3 试样的传热系数, 用公式(10)计算。

$$K = \frac{K_{m,t} \cdot A_t \cdot \Delta\theta_n - \Lambda_{fi} \cdot \Delta\theta_{s,fi} \cdot A_{fi}}{A_f \cdot \Delta\theta_n} \text{-----} (10)$$

式中: A_t 测试区域(孔洞)的总投影面积, m^2

A_f 试样总的有效投影面积, m^2

A_{fi} 测试平面上辅助隔热材料的投影面积, m^2

Λ_{fi} 辅助隔热材料的热导率, $W/(m \cdot K)$, $\Lambda_{fi} = \frac{1}{R_{fi}} = \frac{\lambda_{fi}}{d_{fi}}$

$\Delta\theta_{s,fi}$ 辅助隔热材料两边表面的温差, K

A. 7. 4 每次试验的结果取 2 位小数, 取至少 2 次试验结果的平均值修约到一位小数, 作为传热系数 K 的检测结果。

全国团体标准信息平台

T/LLX001-2018

全国团体标准信息平台