

前 言

本标准非等效采用 ASTM C411—82(R1992)《高温绝热材料热面性能试验方法》和 ASTM C447—85(R1995)《绝热材料最高使用温度评估方法》，其主要技术指标与上述二项标准相同，并补充国际标准 ISO 8142:1990《粘结预制矿物棉管壳技术规范》附录 A(标准的附录)《确定预制矿物棉管壳最高使用温度的试验方法》的部分内容。计量单位由英制改为法定计量单位。

正确评估绝热材料的最高使用温度，是保证绝热材料在使用温度下正常使用的重要工作。最高使用温度与材料组成、使用环境、温度梯度等因素有关。本标准提供评估绝热材料最高使用温度的方法，根据试验结果，经恰当的技术判断，可评估材料在使用环境下的最高使用温度。

本标准由国家建筑材料工业局提出。

本标准由全国绝热材料标准化技术委员会(CSBTS/TC 191)归口。

本标准起草单位：河南建筑材料研究设计院、北新建材(集团)有限公司。

本标准起草人：曹声韶、白召军。

本标准委托河南建筑材料研究设计院负责解释。

中华人民共和国国家标准

绝热材料最高使用温度的评估方法

GB/T 17430—1998

Estimating the maximum use temperature of thermal insulation

1 范围

1.1 本标准适用于松散填充绝热材料、毡、毯、块、板及预制绝热管壳等绝热制品的最高使用温度的评估。选择性能项目及其判断标准、使用状态下(或使用后)产品的性能是评估材料最高使用温度的基础。性能项目和判断标准由绝热材料标准规定。

1.2 本标准无意涉及与产品使用有关的所有安全问题。本方法旨在指导评估绝热材料在高温下的性能变化,并判断材料在规定的条件下的适用性。本方法一般不用作批量验收试验或鉴定试验。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 4132—1996 绝热材料及相关术语

GB 5480.2—85 矿物棉板垂直度及平整度试验方法

GB 5480.3—85 矿物棉及其板、毡、带尺寸和容重试验方法

GB 5486.1—85 膨胀珍珠岩绝热制品试验方法 外观质量

GB 5486.2—85 膨胀珍珠岩绝热制品试验方法 抗压强度

GB 5486.3—85 膨胀珍珠岩绝热制品试验方法 密度和含水率

GB/T 6343—1995 泡沫塑料和橡胶表观密度的测定

GB 8811—88 硬质泡沫塑料尺寸稳定性试验方法

GB 8813—88 硬质泡沫塑料压缩试验方法

GB 10294—88 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法

GB 10295—88 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法

GB 10296—88 绝热层稳态热传递特性的测定 圆管法

GB/T 10699—1998 硅酸钙绝热制品

GB/T 13480—92 矿物棉制品压缩性能试验方法

3 定义

本标准除采用 GB/T 4132 中相关定义外,还采用如下定义。

热面性能试验 hot-surface performance test

模拟材料实际使用情况,材料的热面为使用温度,冷面为室温(低于 90℃),并且热面处于水平状态下,经历一定时间后,观察和测定材料的性能。

4 方法提要

4.1 绝热材料的最高使用温度与材料成分、材料厚度、温度梯度、加热速率、使用状态等因素有关。没有一个单一的可用于所有绝热材料的最高使用温度试验方法。

4.2 将绝热材料处于接近使用状态的模拟试验条件(热面性能试验)下持续规定的时间,观察试验期间材料的变化和出现的现象,以及测定试验后材料的有关性能,可预见材料在使用温度下的问题。有关的性能可为形状及尺寸变化、抗压强度、抗折强度、传热性能等视材料和使用情况而定。

4.3 绝热材料一般不会有匀温使用,匀温灼烧试验所得的最大变化不真实。因此,除特殊使用情况外,一般采用热表面-冷表面状态法试验,即其热表面温度接近最高使用温度,冷表面在室温附近(不超过90℃)。匀温灼烧试验只限于初始评价和质量控制试验。

4.4 材料完成其主要变化所需的高温持续时间随产品类型不同而异,通常在达到温度平衡后96 h内基本完成。但含有密闭气体(不是空气)的绝热材料(如硬质聚氨酯泡沫塑料),材料特性会随时间变化,升高温度会加速其变化。这些材料性能变化会持续很长时间,确定其最少持续时间超出本标准的范围。

4.5 绝热材料标准或技术规范中,应规定热面性能试验后要测定的性能项目及其临界值。所规定的性能一般是对产品使用有重要影响的性能(如传热性能、强度等),由于使用条件而引起这些性能变化会导致已使用的绝热系统性能降低或失效。某些情况下,形状和尺寸变化亦会对绝热系统的性能产生严重影响。特殊应用情况,可由供需双方商定性能项目及其临界值。

4.6 除非绝热材料的拆卸和再利用作为重要的考虑因素。否则,评估时应剔除主要影响加工性和安装性的性能。

5 试验设备

5.1 加热板:加热板由防腐和耐热的板制成,其最佳试验面积为900 mm×450 mm,最小试验面积为450 mm×450 mm。沿试验面积四周应有宽度不少于75 mm的防护加热面积。加热板处于水平位置,并有足够的支承点以防下沉。用电加热器加热板的下表面。最少用五个热电偶测定板的表面温度,其中四个热电偶固定在板的加热区域的对角线上,且距每个角的距离为150 mm,第五个热电偶放在加热板的中心位置附近。任何一点测得的温度与要求的温度相差不能超过 ${}^{+5}_{0}\%$ 或 ${}^{+15}_{0}\text{℃}$ (取小者)。加热板下方为加热室,加热室的底部和四周由足够厚度的绝热材料构成,以保持加热设备所发出的热量。加热室的顶部为热板。图1和图2所示为两种加热板示意图。

5.2 加热管:加热管由防腐和耐热的管制成,其长度不小于0.9 m,最好为2 m。加热管应水平放置。加热管可为任何直径,其最佳公称直径为88 mm,将螺旋加热丝放在加热管内用电加热。加热管端头应设置至少75 mm长的防护段和辅助端头加热器,以防止试件端头过量热损失。可以用标准圆管导热系数测定仪代替加热管。每0.3 m长安装1个热电偶,测定加热管的表面温度。热电偶以90°的间隔螺旋状环绕加热管周围布置。加热管试验部分的长度应大于测试管壳的长度。试验部分任何一点测定的温度与要求温度相差不能超过 ${}^{+5}_{0}\%$ 或 ${}^{+15}_{0}\text{℃}$ (取小者)。

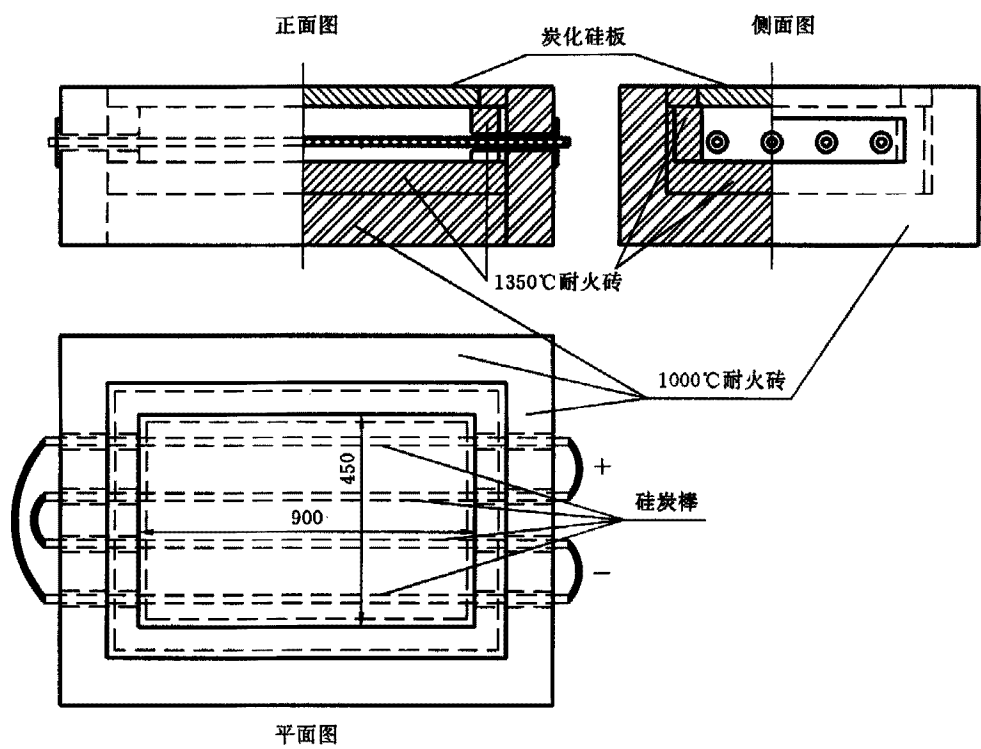


图 1 热面特性试验 A 型热板(硅炭棒加热)

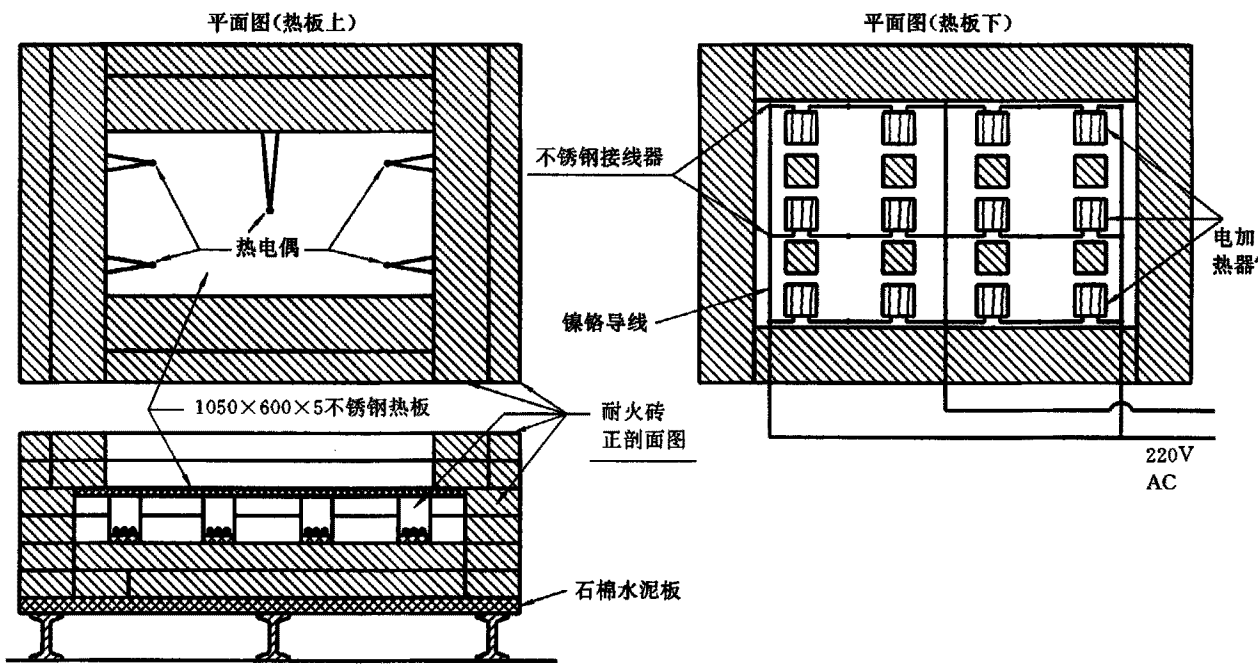


图 2 热面特性试验 B 型热板(电热丝加热)

5.3 测温装置:采用热电偶测定加热板和加热管的表面温度。安装热电偶时,可以在表面钻小孔,将偶丝分别敲进相隔不超过 3 mm 的小孔,或者用焊接将偶丝焊成球状粘接在凹槽中。焊珠与表面相切,但不超出表面。热电偶丝的直径不应超过 0.60 mm,最好不超过 0.40 mm。所采用的热电偶及测量装置应保证温度测定的精确度为 $\pm 0.5\%$ 。

注:中温试验和高温试验的热电偶和测量仪器可不同。

5.4 平尺和塞尺:测量翘曲采用长度至少 1.0 m 的平尺和最小厚度为 0.03 mm 或 0.05 mm 的塞尺。

6 试件制备

6.1 所选试件应能代表所评估的材料。应保留其原始表面,至少热面应保存原始表面。

6.2 试件尺寸应符合试验设备的要求。如热面性能试验后,材料不可能再加工制作性能测定所要求的试件时,可预先制成要求尺寸的试件进行热面性能试验。绝热管壳试件的内径应与加热管尺寸相符。如用标准圆管法导热系数测定仪进行试验,尺寸由圆管法导热系数测定仪决定。

6.3 如果需要比较热面特性试验前后的材料性能,试验前测量性能用的试件应与热面性能试验的试件从同一批材料中选取。

7 试验程序

7.1 热面性能试验

7.1.1 测量并报告试件试验前的尺寸及质量。根据材料种类分别按 GB 5480.3、GB 5486.1、GB 5486.2、GB/T 6343、GB 8811 和 GB/T 10699 进行。

7.1.2 板状或块状绝热材料用加热板试验,绝热管壳则用加热管试验。试验时在热表面上铺设的多层绝热材料的每层厚度及总厚度由生产厂推荐,或由买方和生产厂共同商定。试验多层材料时,应将同层相邻两试验片的接缝与下面一层接缝错开。同样上面一层材料应覆盖这层的接缝。

7.1.3 试件的组装

a) 加热板上试件组装——试件的尺寸应为 150 mm \times 450 mm。其厚度按 7.1.2 所述。试验前检查每一块试件的平整度,测量并记录其最初翘曲。然后将试块盖住加热板的试验面积,另锯相应尺寸的材料覆盖防护加热面积。如果试块有最初翘曲,则将凹面对热面。必要时可再附加一层以达到要求的厚度。

b) 加热管上试件组装——将全长的绝热管壳装到加热管上。如果加热管比试件长,则将试件置于加热管的中部,两头另用锯下的绝热管壳包住,以防止试件的端头热损失。单层管壳的纵向接缝应在加热管中心线的水平面。多层管壳的纵向接缝应分层置于中心线水平面的上、下部。环状接缝应在加热管中部匀温区。试件的厚度按 7.1.2 所述,必要时可再加一层绝热材料以达到所要求的总厚度。装上绝热材料的各层,并用通用的方法将管壳紧密地合上。

7.1.4 如果材料标准中规定了特定的固定方法,则就应使用这些特定的固定方法将绝热材料固定于热表面上。例如,螺丝、外支架和其他方法等。固定方式应在报告中说明。

7.1.5 在室温下开始加热进行试验。升温速率应符合材料标准或生产厂推荐的要求。加热期间注意观察,并记录可见的燃烧、闪火、闷烧和冒烟现象。如果材料标准或生产厂的推荐中未规定升温时间,则应使用相同热传递性能的备用试件将装置加热到试验温度。一旦达到试验温度,取下备用试件,并迅速将试验试件移至热表面上。

7.1.6 沿试件厚度每间隔 25 mm(或在多层绝热材料的层间)设置测温元件,加热期间应连续记录温度(或间隔 2~5 min 记录一次)直至平衡,以观测材料内部的吸热或放热反应。任何时刻试件内部温度不应超过热面温度。预制管壳的测温元件应置于加热管中心线垂直平面的顶部。所用测温元件的响应时间应小于或等于 1 min,精确度为 $\pm 1\%$ 。

7.1.7 热表面温度应为所评价的使用温度,与要求温度相差不能超过 $+5\%$ 或 $+15^{\circ}\text{C}$ (取小者)。

7.1.8 热表面达到要求的温度后放置 96 h。然后撤除热源,将整个装置冷却到室温后移动试件。不知道最少持续时间的绝热材料,应进行预试验以确定所需的最少持续时间。以三个小时为间隔逐步进行试验,连续三次所测性能的变化不超过预期的随机变化时,达到最少持续时间。

7.1.9 试验完成后,仔细检查试件的开裂程度,注意裂缝的数量、开裂长度、宽度和深度,并观察分层情况。观察管壳下部有无脱落现象。并用平尺沿块或管长度方向放置,用尺或塞尺测量试件中部的最大翘曲,作为块或管壳试件的翘曲。

7.1.10 测量试验后试件的尺寸和质量并记录。

7.1.11 热面性能试验报告应包括下列内容:

- a) 试验材料的名称及其他标志;
- b) 试验材料的类型(管壳、弧形板、板或块);
- c) 所用绝热材料的层数;
- d) 每层尺寸和厚度;
- e) 应用说明;
- f) 试验温度、试件内部出现的最高温度及出现时间;
- g) 翘曲;
- h) 裂缝程度;
- i) 质量损失率;
- j) 分层数;
- k) 从管壳上脱落数;
- l) 管壳顶部厚度的减少;
- m) 可见的燃烧、闪火、闷烧和冒烟现象;
- n) 其他可见的变化。

7.2 传热性能的测定

7.2.1 传热性能测定。板状材料按 GB 10294 和 GB 10295 进行。管壳按 GB 10296 进行。

7.2.2 板状材料的试验厚度为 25~40 mm,管壳的试验厚度按需要进行调整,以达到适当的冷表面温度。

7.2.3 热表面温度为所评价的最高使用温度,与要求温度相差不能超过 $+5\%$ 或 $+15^{\circ}\text{C}$ (取小者)。冷表面温度为使用时的冷面温度(或最高温度为 90°C)。将试件在达到试验温度的测定装置上持续 7.1.8 所规定的时间,不需要单独进行热面性能试验。

7.2.4 板状材料测定平均温度比所评价的最高使用温度低 50°C 左右时的传热性能。绝热管壳则测定 7.2.3 温度条件下的传热性能。

7.2.5 如工作时预计有温度循环情况,则在经热面性能试验后,再测定低温下的传热性能是稳妥的。

7.3 其他性能测定

按绝热材料标准或技术规范规定的性能项目,试验并报告绝热材料经热面性能试验后的其他有关特性。

7.3.1 应从经 7.1 试验过的试件上制取试件。试验后不可能再制样的材料,按 6.2 进行,保持厚度及 7.1 所述的其他参数。

7.3.2 应对热面性能试验试件的整个厚度进行测定。如果不能整个厚度测定性能时,可将试件分成两到三层分层测定,每层结果应分别报告,并标明从热表面到冷表面的初始位置。

7.3.3 下列性能对于评价绝热材料试验后的适用性很有用。在所用的材料标准或生产厂资料中,可能还有相关的附加性能。

- a) 抗压强度:根据材料种类分别按 GB 5486. 2、GB 8813、GB/T 10699、GB/T 13480 进行。
- b) 抗折强度:按 GB/T 10699 进行。

8 最高使用温度的评估

8.1 建议从热表面温度为使用温度或要求的最高使用温度开始试验。在最高热表面温度试验期间或试验后,如性能不满足绝热材料标准或技术规范的规定,则另用试件在较低温度(从环境温度到最高使用温度范围的三分之一或四分之一点)试验、以确定临界温度。直至得到足够的数据,以确定最高使用温度。

8.2 评估最高使用温度后,如果再另用样品在中间温度(以整个使用温度范围的三分之一或四分之一为间隔)进行附加试验,将这些试验结果按适当的拟合曲线绘图,则可显示出整个使用温度范围内产品性能变化的趋势,可用于区分发生变化的温度范围(曲线斜率有显著变化)。
