

团 体 标 准

T/CECS 10126—2021

气凝胶绝热厚型涂料系统

Thick-layer insulation coating system with aerogel

2021-03-22 发布

2021-08-01 实施

目 次

前言	
1 范围	
2 规范性引用文件	
3 术语和定义	
4 分类	
5 要求	
6 试验方法	
7 检验规则	
8 标志、包装、运输和贮存	
参考文献	

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件按中国工程建设标准化协会《关于印发〈2018 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2018〕015 号）的要求制定。

本文件由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口。

本文件负责起草单位：上海中南建筑材料有限公司 江苏晨光涂料有限公司。

本文件参加起草单位：中国建筑标准设计研究院有限公司、上海绿色建材研究中心有限公司、长兴兴欣建材有限公司、上海迈歆新材料科技有限公司、华豹（天津）新材料科技发展有限公司、湖南写生绿色建筑科技有限公司、浙江时进节能环保涂料有限公司、明象新型建材科技（上海）有限公司、北京金虎石建材科技有限公司、芜湖杰石新材料有限公司、浙江厦光涂料有限公司、凯圣新型建材科技（浙江）有限公司、湖州绿色新材股份有限公司、南通市乐佳涂料有限公司、宁波运通新材料科技有限公司、三河方元绿洲节能科技有限公司。

本文件主要起草人：钟巍、缪国元、李珊珊、徐金枝、薛亚波、乐少军、高鹏、曹传祥、吴云、顾仁华、余安华、孙晔、白凤祥、易简、马克军、尹东林、郑茂巍、吕博、郑建、段书华、张兴虎、陈勇、吴指军、张建华、沈纯龙、张海棠、朱丽婷、邢小建、缪正军、龚央丹、魏莉、郭宪强、郭宪法、刘炜、许斌、徐铭。

本文件主要审查人：徐强、苏春海、高相东、贺鸿珠、赵为民、古小英、范伟民。

气凝胶绝热厚型涂料系统

1 范围

本文件规定了气凝胶绝热厚型系统的术语和定义,分类,要求,试验方法,检验规则,标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于建筑墙体节能工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 1733—1933 漆膜耐水性测定法
- GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 1865—2009 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射曝露 滤过的氙弧辐射
- GB/T 2680 建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定
- GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样
- GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 6750 色漆和清漆 密度的测定 比重瓶法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 9265 建筑涂料 涂层耐碱性的测定
- GB/T 9268—2008 乳胶漆耐冻融性的测定
- GB/T 9271—2008 色漆和清漆 标准试板
- 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 9755 合成树脂乳液外墙涂料
- GB/T 9756 合成树脂乳液内墙涂料
- GB/T 9780—2013 建筑涂料涂层耐沾污性试验方法
- GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
- GB/T 10295 绝热材料稳态热阻及有光特性的测定 热流计法
- GB/T 11186.2 涂膜颜色的测量方法 第二部分:颜色测量
- GB/T 15608 中国颜色体系
- GB/T 13491 涂料产品包装通则
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)
- GB 18582 建筑用墙面涂料中有害物质限量
- GB/T 23981.1 色漆和清漆 遮盖力的测定 第1部分:白色和浅色漆对比率的测定
- JC/T 412.1—2018 纤维水泥平板 第1部分:无石棉纤维水泥平板

JG/T 25 建筑涂料层耐温变性试验方法

JG/T 157 建筑外墙用腻子

JG/T 210 建筑内外墙用底漆

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

气凝胶绝热厚型涂料系统 **thick-layer insulation coating system with aerogel**

涂覆于建筑墙体表面,由底涂漆、气凝胶绝热厚质中涂漆、气凝胶绝热面涂漆复合,施涂后形成总干膜厚度大于 2 mm 的,具有装饰、绝热功能的复合涂层。

3.2

气凝胶绝热厚质中涂漆 **thick thermal insulation intermediate coating with aerogel**

以气凝胶微粉为主要功能材料制备的具有绝热功能的,施涂后干膜厚度不小于 2 mm 的膏状中间层涂料。

3.3

气凝胶绝热面涂漆 **insulation flat top coating with aerogel**

以气凝胶微粉为主要功能材料制备的具有装饰、绝热功能的面层涂料。

3.4

明度 **lightness**

L^*

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)。

[来源:GB/T 3181—2008,3.14]

3.5

太阳光反射比 **solar reflectance**

在 300 nm~2 500 nm 可见光和近红外波段反射与同波段入射的太阳辐射通量的比值。

[来源:JG/T 235—2014,3.3]

3.6

近红外反射比 **near infrared reflectance**

在 780 nm~2 500 nm 近红外波段反射与同波段入射的太阳辐射通量的比值。

[来源:JG/T 235—2014,3.4]

3.7

垂直发射率 **vertical emissivity**

热辐射体在垂直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。

3.8

相容性 **compatibility**

施涂于底材上的气凝胶厚型绝热涂料体系不出现开裂、起泡、起皱、掉粉、脱落、明显变色等现象的性能。

4 分类

按使用部位分为室内用和室外用两类。

5 要求

5.1 气凝胶绝热厚型涂料系统性能

气凝胶绝热厚型涂料系统的性能应满足表 1 的规定。

表 1 气凝胶绝热厚型涂料系统性能要求

项 目		指 标				内墙型
		外墙型				
		$L^* \leq 40$	$40 < L^* \leq 80$	$80 < L^* \leq 95$	$L^* > 95$	
太阳光反射比		≥ 0.25	$\geq (L^* / 100 - 0.15)$		≥ 0.86	—
近红外反射比		≥ 0.40	$\geq L^* / 100$	≥ 0.80	≥ 0.86	—
垂直发射率/%		≥ 98				≥ 98
污染后太阳光反射比变化率 ^a /%		—	≤ 15		≤ 20	—
人工气候老化后太阳光反射比变化率 ^a /%		≤ 5				—
相容性	耐水性(外墙型 96 h, 内墙型 48 h)	无起泡、无起皱、无开裂、无掉粉、无脱落、无明显变色				
	耐冻融性(3 次)	无起泡、无起皱、无开裂、无掉粉、无脱落、无明显变色				—
^a 该项仅限于三刺激值中的 $Y_{D65} \geq 31.26 (L^* \geq 62.7)$ 的产品。						

5.2 底涂漆

5.2.1 内墙底涂漆应符合 GB/T 9756 的规定。

5.2.2 外墙底涂漆应符合 JG/T 210 的规定。

5.2.3 内、外墙用底涂漆有害物质限量应符合 GB 18582 的规定。

5.3 气凝胶绝热厚质中涂漆

5.3.1 气凝胶绝热厚质中涂漆应满足表 2 的规定。

表 2 气凝胶绝热厚质中涂漆的技术要求

项 目	指 标	
	外墙	内墙
在容器中状态	无硬块, 搅拌后呈均匀状态	
施工性	施涂无障碍	
涂膜外观	正常	
低温稳定性(3 次循环)	不变质	
干燥时间(表干)/h	≤ 8	
比重	≤ 0.5	

表 2 气凝胶绝热厚质中涂漆的技术要求(续)

项 目	指 标	
	外墙	内墙
耐水性	96 h 无异常	—
耐碱性	48 h 无异常	24 h 无异常
涂层耐温变性(3 次循环)	无异常	—
粘结强度/MPa	≥ 0.6	≥ 0.2
柔韧性	直径 100 mm, 无裂纹	—
太阳光反射比	≥ 0.85	—
近红外反射比	≥ 0.85	—
垂直发射率/%	≥ 98	
导热系数(25 ℃)/[W/(K·m)]	≤ 0.044	

5.3.2 内、外墙用气凝胶绝热厚质中涂漆有害物质限量应符合 GB 18582 的规定。

5.4 气凝胶绝热面涂漆

5.4.1 气凝胶绝热面涂漆应符合满足表 3 的规定。

表 3 气凝胶绝热面涂漆的理化性能要求

项 目	指 标	
	外墙	内墙
在容器中状态	无硬块, 搅拌后呈均匀状态	
施工性	刷涂二道无障碍	
涂膜外观	正常	
低温稳定性(3 次循环)	不变质	
干燥时间(表干)/h	≤ 2	
对比率(白色和浅色 ^a)	≥ 0.93	≥ 0.95
耐洗刷性/次	$\geq 2\ 000$	$\geq 6\ 000$
耐水性	96 h 无异常	—
耐碱性	48 h 无异常	24 h 无异常
耐沾污性(白色和浅色 ^a)/%	≤ 15	—
涂层耐温变性(3 次循环)	无异常	—
透水性/mL	≤ 0.6	—
耐人工气候老化 性 ^b (600 h)	现象	不起泡、不剥落、无裂纹
	粉化/级	≤ 1
	变色(白色和浅色 ^a)/级	≤ 2
	变色(其他色)/级	商定

表 3 气凝胶绝热面涂漆的理化性能要求 (续)

项 目		指 标	
		外墙	内墙
太阳光反射比	$L^* \leq 40$	≥ 0.25	—
	$40 < L^* \leq 80$	$\geq (L^* / 100 - 0.15)$	
	$80 < L^* \leq 95$		
	$L^* > 95$	≥ 0.86	
近红外反射比	$L^* \leq 40$	≥ 0.40	—
	$40 < L^* \leq 80$	$\geq L^* / 100$	
	$80 < L^* \leq 95$	≥ 0.80	
	$L^* > 95$	≥ 0.86	
垂直发射率/%		≥ 98	≥ 98
^a 浅色是指以白色涂料为主要成分,添加适量色浆后配制成的浅色涂料形成的涂膜所呈现的浅颜色,按 GB/T 15608中规定明度值在 6~9 之间(三刺激值中的 $Y_{D65} \geq 31.26$)。 ^b 也可根据有关商定测试与底涂漆配套后或与底涂漆和厚质中涂漆配套后的性能。			

5.4.2 内、外墙用气凝胶绝热面涂漆有害物质限量应符合 GB 18582 的规定。

6 试验方法

6.1 取样

按 GB/T 3186 的规定进行取样。取样量根据检验需要而定。

6.2 试验环境

6.2.1 标准试验条件为:温度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$,相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ 。

6.2.2 所有试验样品及所用试验试板、器具应在标准试验条件下至少放置 24 h 后进行试验。

6.3 数值修约

在判定测定值或其计算值是否符合标准要求时,应将测试所得的测定值或其计算值与标准规定的极限数值做比较,比较的方法采用 GB/T 8170 规定的修约值比较法。

6.4 试验底材

6.4.1 水泥板

应选用符合 JC/T 412.1—2018 中 NAF A R5 级要求的无石棉纤维水泥平板,但同一涂料体系各性能指标测试时应采用同种水泥板,其表面处理和存放应按 GB/T 9271—2008 中 10.2 的规定进行。

6.4.2 砂浆块

将符合 GB 175 要求、强度等级为 42.5 的普通硅酸盐水泥与符合 GB/T 17671 要求的 ISO 标准砂和水按质量比 1 : 1 : 0.5 的比例在搅拌机中搅拌均匀,倒入尺寸为 70 mm × 70 mm × 20 mm 的模框中,采用振捣方式成型水泥砂浆试件。砂浆试件成型之后在 6.2.1 条件下放置(24~48)h 后拆模,浸入

(23±2)℃的水中 7 d,然后取出在 6.2.1 条件下放置 7 d 以上。用 200 号水砂纸将成型底面打磨平整,清除浮灰,即可供试验使用。

6.4.3 马口铁板

应符合 GB/T 9271 的规定。

6.4.4 铝板

应符合 GB/T 9271—2008 中第 6 章的规定。

6.5 试验样板的制备

6.5.1 试样准备

将底涂漆、气凝胶绝热厚质中涂漆和气凝胶绝热面涂漆分别按产品说明书要求配制。所检产品未明示稀释比例时,搅拌均匀后制板。有明示稀释比例时,按明示稀释比例加水搅拌均匀后制板。明示稀释比例为某一范围时,取中间值。

6.5.2 气凝胶绝热厚型涂料系统试验样板的制备

除另有规定或商定外,气凝胶绝热厚型涂料系统各检验项目的底材类型、试板尺寸、试板数量、涂布道数及养护期应符合表 4 的规定。

表 4 气凝胶绝热厚型涂料系统制板的要求

检验项目	底材类型	试板尺寸/mm	试板数量/块	制板要求 ^a		
				底涂漆	气凝胶绝热厚质中涂漆	气凝胶绝热面涂漆
太阳光反射比、近红外反射比、垂直发射率、污染后太阳光反射比变化率、人工气候老化后太阳光反射比变化率	铝板	100×80×(0.8~1.2)	各 3	刷涂一道,湿膜厚度约为 80 μm,放置 1 h~2 h 后涂覆厚质中涂漆	刮涂或喷涂一道,湿膜厚度不应小于 2 mm,放置 7 d 后涂覆面涂漆	喷涂或刷涂一道,湿膜厚度约为 100 μm,放置 7 d 后进行试验涂布两道时,间隔时间为 6 h
相容性	无石棉纤维水泥平板	150×70×(4~6)	耐水性和耐冻融性各 3	刷涂一道,湿膜厚度约为 80 μm,放置 1 h~2 h 后涂覆厚质中涂漆	刮涂或喷涂一道,湿膜厚度不应小于 2 mm,放置 7 d 后涂覆面涂漆	喷涂或刷涂一道,湿膜厚度约为 100 μm,放置 7 d 后进行试验涂布两道时,间隔时间为 6 h

^a 经商定,也可根据产品说明要求制备和养护,并在报告中注明各道涂料的施工工艺。仲裁检验按表 5 中规定进行制板并养护。

6.5.3 底涂漆试验样板的制备

内墙底涂漆试验样板的制备应符合 GB/T 9756 的规定,外墙底涂漆试验样板的制备应符合

JG/T 210的规定。

6.5.4 气凝胶绝热厚质中涂漆试件与试板的制备

6.5.4.1 导热系数试件的制备

将气凝胶绝热厚质中涂漆在容器中搅拌混合均匀,按照样品生产工艺采用单道或多道制膜,成型试件尺寸为300 mm×300 mm,总厚度不小于10 mm。试件在标准试验条件下带模养护7 d,拆模后放置于60℃±10℃电热鼓风干燥箱中干燥至恒量,烘干时间相隔24 h的质量变化率不超过1.0%即为恒量。

6.5.4.2 试板的制备

除另有规定或商定外,气凝胶绝热厚质中涂漆各检验项目的底材类型、试板尺寸、试板数量、涂布道数和养护期应符合表5的规定。涂布多道时,每次刮涂或喷涂厚度不超过1 mm,每道间隔24 h。

表5 气凝胶绝热厚质中涂漆制板的要求

检验项目	底材类型	试板尺寸/mm	试板数量/块	湿膜厚度/mm	养护期/d
施工性、涂膜外观	无石棉纤维 水泥平板	430×150×(4~6)	1	2	—
干燥时间		150×70×(4~6)	1	2	—
涂层耐温变性			3	2	7
耐碱性			1	2	7
耐水性			1	2	7
粘结强度 ^a	砂浆块	70×70×20	6	2	7
柔韧性	马口铁板	155×85×(0.2~0.3)	3	2	—
太阳光反射比	铝板	100×80×(0.8~1.2)	3	2	7
近红外反射比			3	2	7
垂直发射率			3	2	7

^a 将粘结好的试块,在符合GB/T 9278规定的试验条件下养护96 h,放入50℃的干燥箱内恒温48 h后取出,放置于标准条件下24 h,然后测试其性能。经商定,也可根据产品说明要求养护。

6.5.5 气凝胶绝热面涂漆试验样板的制备

外墙用气凝胶绝热面涂漆试验样板的制备应符合GB/T 9755的规定,内墙用气凝胶绝热面涂漆试验样板的制备应符合GB/T 9756的规定,太阳光反射比、近红外反射比和垂直发射率试验样板的制备应符合JG/T 235的规定。

6.6 太阳光反射比和近红外反射比

L^* 值的测定应按GB/T 11186.2的规定进行;太阳光反射比和近红外反射比的测定应按JG/T 235—2014中附录A或附录B的规定进行,仲裁检验时按JG/T 235—2014中附录A的规定进行。

6.7 垂直发射率

应按GB/T 2680的规定进行。

6.8 污染后太阳光反射比变化率

应按 JG/T 235 的规定进行。

6.9 人工气候老化后太阳光反射比变化率

应按 JG/T 235 的规定进行。

6.10 相容性

耐水性应按 GB/T 1733—1993 中甲法的规定进行；耐冻融性应按 JG/T 25 的规定执行，并应做 5 次循环。

耐水性试验结束后目视观察 3 块试板未出现起泡、起皱、开裂、掉粉、脱落和明显变色等病态现象可评定为，则评定为无起泡、无起皱、无开裂、无掉粉、无脱落、无明显变色。

耐冻融性试验结束后目视观察 3 块试板未出现起泡、起皱、开裂、掉粉、脱落和明显变色等病态现象可评定为，则评定为无起泡、无起皱、无开裂、无掉粉、无脱落、无明显变色。

6.11 在容器中状态

打开包装容器，用调刀或搅拌棒搅拌，搅拌时无硬块，易于混合均匀，则评定为无硬块，搅拌后呈均匀状态。

6.12 施工性

6.12.1 气凝胶绝热厚质中涂漆施工性

气凝胶绝热厚质中涂漆在试板平滑面上刮涂或喷涂无困难，可评定为施涂无障碍。

6.12.2 气凝胶绝热面涂漆施工性

用刷子在试板平滑面上刷涂试样，涂布量控制在湿膜厚度约为 $100\ \mu\text{m}$ 。使试板的长边呈水平方向，短边与水平面成 85°C 竖放。放置 6 h 后再用同样方法刷涂第二道试样，在第二道刷涂时，刷子运行无困难，则评定为刷涂二道无障碍。

6.13 涂膜外观

将本文件 6.12 试验结束后的试板放置 24 h，目视观察涂膜，若涂膜均匀，无明显异常，则评为正常。

6.14 低温稳定性

按 GB/T 9268—2008 中 A 法进行 3 次循环试验。

6.15 干燥时间

按 GB/T 1728 中表干乙法的规定进行。

6.16 耐水性

按 GB/T 1733—1933 中甲法规定进行。试板投试前封边、封背。将 3 块试板浸入 GB/T 6682—2008 规定的三级水中，如 3 块试板中至少有 2 块未出现起泡、掉粉、脱落等涂膜病态现象可评定为无异常。如出现本条款的涂膜病态现象，按 GB/T 1766 进行描述。

6.17 耐碱性

按 GB/T 9265 的规定进行。当 3 块试板中至少有 2 块未出现起泡、掉粉、脱落等涂膜病态现象可评定为无异常。当出现本条款的涂膜病态现象,按 GB/T 1766 进行描述。

6.18 比重

按 GB/T 6750 的规定进行。

6.19 涂层耐温变性

按 JG/T 25 的规定进行。做 3 次循环[23℃±2℃水中浸泡 18 h, -20℃±2℃冷冻 3 h, 50℃±2℃热烘 3 h 为一次循环]。当 3 块试板中至少有 2 块未出现起泡、脱落、开裂等涂膜病态现象可评定为“无异常”。当出现本条款的涂膜病态现象,按 GB/T 1766 进行描述。

6.20 粘结强度

按 JG/T 157 的规定进行。

6.21 柔韧性

按 JG/T 157 的规定进行。

6.22 导热系数

按 GB/T 10294 的规定进行,也可按 GB/T 10295 的规定进行。仲裁时按 GB/T 10294 的规定进行。

6.23 对比率

按 GB/T 23981.1 的规定进行,仲裁检验用聚酯膜法。

6.24 耐洗刷性

外墙用面涂漆耐洗刷性按 GB/T 9755 的规定进行;内墙用面涂漆耐洗刷性按 GB/T 9756 的规定进行。

6.25 耐沾污性

按 GB/T 9780—2013 中 5.4 涂刷法 B 法烘箱快速的规定进行两次循环的试验。

6.26 透水性

按 GB/T 9755 的规定进行。

6.27 耐人工气候老化

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

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 气凝胶绝热厚质中涂漆出厂检验项目为:容器中状态、施工性、涂膜外观、干燥时间、比重。

7.1.2 气凝胶绝热面涂漆出厂检验项目为：容器中状态、施工性、涂膜外观、干燥时间、对比率。

7.2 型式检验

型式检验项目包括第 5 章规定的全部项目。有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 正常生产时，气凝胶绝热厚型涂料系统性能每两年检验一次，其他项目每一年应检验一次；
- b) 新产品投产或产品定型鉴定时；
- c) 生产配方、关键原材料来源或生产工艺有重大变更，可能影响产品质量时；
- d) 停产半年以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3 组批和抽样

以 5 t 为一批，不足 5 t 也作为一批。按 GB/T 3186 的规定进行抽样，抽样量根据检验需要而定。

7.4 检验结果的判定

检验结果全部符合第 5 章的要求时，判该批产品合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

按 GB/T 9750 的规定进行。如需稀释，应明确稀释比例。应在包装标志或产品说明上注明产品种类。

8.2 包装

按 GB/T 13491 的规定进行。

8.3 运输

产品在运输时，应防止雨淋、曝晒、冰冻，且应符合运输部门的有关规定。

8.4 贮存

产品贮存时应保证通风、干燥，防止日光直接照射，冬季气温过低时，应采取适当防冻保温措施。产品应根据类型规定贮存期，并在包装标志上明示。

参 考 文 献

- [1] GB/T 3181 漆膜颜色标准
-