



T/CECS 835-2021

---

中国工程建设标准化协会标准

# 气凝胶绝热厚型涂料系统 应用技术规程

Technical specification for application of thick-layer  
insulation coating system with aerogel

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

气凝胶绝热厚型涂料系统  
应用技术规程

Technical specification for application of thick-layer  
insulation coating system with aerogel

**T/CECS 835-2021**

主编单位：中国建筑标准设计研究院有限公司  
上海中南建筑材料有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 2 1 年 8 月 1 日

中国计划出版社

2021 北 京

# 中国工程建设标准化协会公告

第 815 号

## 关于发布《气凝胶绝热厚型涂料系统 应用技术规程》的公告

根据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,由中国建筑标准设计研究院有限公司、上海中南建筑材料有限公司等单位编制的《气凝胶绝热厚型涂料系统应用技术规程》,经协会建筑与市政工程产品应用分会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 835-2021,自 2021 年 8 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会  
二〇二一年三月二十二日

# 前 言

根据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,规程编制组在广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分为 6 章和 2 个附录,主要技术内容包括:总则、术语、材料、设计、施工、质量验收等。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利,本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程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管理,由中国建筑标准设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中,如有需要修改和补充之处,请将有关资料和建议寄送解释单位(地址:北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 5 号楼 7 层,邮编:100048),以供修订时参考。

**主 编 单 位:** 中国建筑标准设计研究院有限公司

上海中南建筑材料有限公司

**参 编 单 位:** 江苏晨光涂料有限公司

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

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  
三河方元绿洲节能科技有限公司

**主要起草人：**李珊珊 钟 巍 缪国元 徐金枝 薛亚波  
乐少军 高 鹏 吴 云 周小郎 吴卫东  
孙 晔 白凤祥 易 简 郑茂巍 吕 博  
郑 建 倪晓亮 蔡 晶 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 郭宪强 郭宪法  
刘 炜 许 斌 徐 铭  
**主要审查人：**孟庆林 冯 雅 徐 强 贺鸿珠 赵为民  
许锦峰 古小英

# 目 次

1	总 则	( 1 )
2	术 语	( 2 )
3	材 料	( 3 )
4	设 计	( 4 )
4.1	一般规定	( 4 )
4.2	热工与节能设计	( 4 )
4.3	构造设计	( 5 )
5	施 工	( 7 )
5.1	一般规定	( 7 )
5.2	施工准备	( 7 )
5.3	施工工艺	( 8 )
6	质量验收	( 10 )
6.1	一般规定	( 10 )
6.2	主控项目	( 11 )
6.3	一般项目	( 12 )
附录 A	气凝胶绝热厚型涂料系统现场检测要求	( 14 )
附录 B	气凝胶绝热厚型涂料系统污染修正后的 太阳辐射吸收系数计算	( 15 )
	本规程用词说明	( 16 )
	引用标准名录	( 17 )
	附:条文说明	( 19 )

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms .....	( 2 )
3	Materials .....	( 3 )
4	Design .....	( 4 )
4.1	General requirements .....	( 4 )
4.2	Thermal insulation design .....	( 4 )
4.3	Structure design .....	( 5 )
5	Construction .....	( 7 )
5.1	General requirements .....	( 7 )
5.2	Construction preparation .....	( 7 )
5.3	Construction process .....	( 8 )
6	Quality acceptance .....	( 10 )
6.1	General requirements .....	( 10 )
6.2	Key items .....	( 11 )
6.3	General items .....	( 12 )
Appendix A	On site test method for thick-layer insulation coating .....	( 14 )
Appendix B	Calculation of pollution corrected solar radiation absorption coefficient .....	( 15 )
	Explanation of wording in this specification .....	( 16 )
	List of quoted standards .....	( 17 )
	Addition: Explanation of provisions .....	( 19 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范气凝胶绝热厚型涂料系统的工程应用,保证工程质量,做到安全适用、技术先进,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于建筑墙体采用气凝胶绝热厚型涂料系统的节能工程设计、施工及质量验收。

**1.0.3** 气凝胶绝热厚型涂料系统的应用除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

**2.0.1 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 2mm 的,具有装饰、绝热功能的复合涂层。

**2.0.2 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膏状中间层涂料,施涂后干膜厚度不应小于 2mm。

**2.0.3 气凝胶绝热面涂漆** solar heat reflecting 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 材 料

**3.0.1** 气凝胶绝热厚型涂料系统的性能,以及底涂漆、气凝胶绝热厚质中涂漆和气凝胶绝热面涂漆的性能均应符合现行协会标准《气凝胶绝热厚型涂料系统》T/CECS 10126 的有关规定。

**3.0.2** 建筑外墙外表面用腻子应符合现行行业标准《建筑外墙用腻子》JG/T 157 的有关规定,有害物质限量应符合现行国家标准《建筑用墙面涂料中有害物质限量》GB 18582 的有关规定。

## 4 设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 气凝胶绝热厚型涂料系统应保证使用安全性和环境安全性,并保证整个系统的使用性能和耐久性能。

4.1.2 气凝胶绝热厚型涂料系统应能适应基层的正常变形而不产生剥落、空鼓或裂缝。

4.1.3 采用气凝胶绝热厚型涂料系统的外墙,其防水设计可根据当地年降水量、基本风压等情况确定做法,并应符合现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的有关规定。

### 4.2 热工与节能设计

4.2.1 夏热冬暖地区使用气凝胶绝热厚型涂料系统时,节能设计应重点计入夏季的空调节能,可忽略冬季的采暖能耗;其他气候区使用气凝胶绝热厚型涂料系统时,围护结构热工性能应满足节能设计要求。

4.2.2 采用气凝胶绝热厚型涂料系统的外墙,可采用规定性的围护结构热工限值指标或节能综合指标方法进行节能设计。

4.2.3 当采用节能综合指标方法进行节能设计时,应采用污染修正后的太阳辐射吸收系数进行建筑能耗指标计算。

4.2.4 夏热冬暖和夏热冬冷地区采用气凝胶绝热厚型涂料系统进行节能设计时,围护结构外表面换热阻  $R_e$  宜按 0.20 取值。

4.2.5 气凝胶绝热厚型涂料系统太阳光反射比的等效热阻应按现行协会标准《建筑反射隔热涂料应用技术规程》T/CECS 750 的有关规定进行取值。

4.2.6 气凝胶绝热厚质中涂漆的热阻应按下式计算:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (4.2.6)$$

式中： $R$ ——气凝胶绝热厚质中涂漆的热阻( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$\delta$ ——气凝胶绝热厚质中涂漆的厚度( $\text{m}$ )；

$\lambda$ ——气凝胶绝热厚质中涂漆的导热系数，应取  $0.044 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

### 4.3 构造设计

**4.3.1** 外墙保温采用气凝胶绝热厚型涂料系统时，基本构造应由墙体基层、腻子层、底涂层、中涂层和面涂层构成(图 4.3.1)。

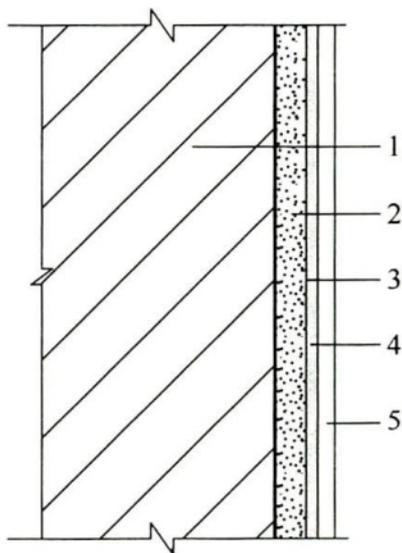


图4.3.1 外墙保温采用气凝胶绝热厚型涂料系统时的基本构造

1—墙体基层；2—腻子层；3—底涂层；4—中涂层；5—面涂层

**4.3.2** 气凝胶绝热厚型涂料系统与其他外墙外保温系统组合使用时，可作为外墙外保温系统的饰面层，即在外墙外保温系统的构造层次上再增加腻子层、底涂层、中涂层和面涂层。

**4.3.3** 气凝胶绝热厚型涂料系统直接施涂于建筑外墙外表面时，可选用普通型耐水腻子；与外墙外保温系统复合使用时，应选用柔性耐水腻子。

**4.3.4** 气凝胶绝热厚型涂料系统用于建筑外墙时，宜结合建筑造

型设置分格缝,防水密封设计应符合下列规定:

- 1 檐口、窗台、阳台、线脚等构造应设置滴水线(槽);
- 2 女儿墙、阳台栏杆压顶的顶面应有指向内侧的泛水坡;
- 3 坡屋面檐口应超出外墙面;
- 4 外墙上安装的设备、穿墙管线或支架等应固定于基层上,并应做好密封和防水设计;
- 5 基层墙体变形缝处应做好防水和保温构造处理。

## 5 施 工

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 施工前,施工单位应按设计文件要求和工程实际编制专项施工方案并经建设、监理单位审查批准。施工单位应对施工作业人员进行技术交底和专业技术培训。

**5.1.2** 气凝胶绝热厚型涂料系统应按设计文件和专项施工方案施工。

**5.1.3** 气凝胶绝热厚型涂料系统所用的材料应有产品合格证书和性能检验报告,系统性能和材料的品种、规格、性能应符合设计要求。材料进场应按规定见证取样送检,并提供检验报告。

**5.1.4** 大面积施工前,应在现场采用相同材料、构造做法和工艺制作样板工程,并经建设相关各方确认后方可进行工程施工。样板工程应保留至竣工。

**5.1.5** 气凝胶绝热厚型涂料系统涂饰施工温度不宜低于 5℃,且施工温度范围应符合产品说明书要求。施工时,空气相对湿度不宜大于 85%。当遇大雾、6 级及以上大风天气和雨天时,应停止户外施工。

**5.1.6** 气凝胶绝热厚型涂料系统涂饰施工的安全防护、劳动保护、防火措施等应按现行国家标准《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514 和《涂装作业安全规程 安全管理通则》GB 7691 等的有关规定执行。

**5.1.7** 施工过程中和施工完成后应做好半成品、成品的保护。

### 5.2 施 工 准 备

**5.2.1** 基层应符合下列规定:

1 基层应牢固,无开裂、掉粉、起砂、空鼓、剥离、爆裂点等现象和附着力不良的旧涂层等;

2 基层表面应平而不光、立面垂直、阴阳角垂直、方正和无缺棱掉角,分格缝(线)应深浅一致且横平竖直;允许偏差应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的有关规定;

3 基层应清洁,表面无灰尘、浮浆、锈斑、霉点和析出盐类等杂物;

4 基层含水率不应大于 10%,pH 值不应大于 10。

5.2.2 工程施工应在墙体基层施工质量验收合格,外门窗框或附框安装完毕,洞口尺寸、位置验收合格,伸出室外墙面的消防梯、水落管、各种进户管线和空调器等的预埋件、连接件安装完毕后进行。

5.2.3 气凝胶绝热厚型涂料系统与外墙外保温系统组合使用时,应在外墙外保温系统的抹面层施工完毕并验收合格后方可进行涂饰施工。

5.2.4 涂饰施工前应根据工艺要求配备涂饰机具及计量器具。

5.2.5 气凝胶绝热厚型涂料系统施工现场存放应符合下列规定:

1 材料应存放于阴凉干燥且通风的环境内,贮存温度应为 5℃~40℃。存放地点应防止阳光直射,并应符合国家有关可燃品的消防规定;

2 材料应按品种、批号、颜色分别堆放。

### 5.3 施工工艺

5.3.1 气凝胶绝热厚型涂料系统施工应按基层处理→腻子→底涂漆→气凝胶绝热厚质中涂漆→气凝胶绝热面涂漆的顺序进行,并应符合下列规定:

1 涂饰工程后一道材料应在前一道材料表面干燥后进行施工;

2 涂饰材料应涂饰均匀,各层涂饰材料应结合牢固。

**5.3.2** 基层处理应符合下列规定：

1 墙体基层表面应清理干净；

2 当基层表面含水率大于 10% 时，宜晾干至 10% 以下；当基层表面含水率小于或等于 8% 时，宜进行喷水湿润，晾至表面无水渍后，用界面处理剂进行界面处理；

3 当基层表面 pH 值大于 10 时，宜用耐碱腻子刮涂封闭。

**5.3.3** 腻子批涂应符合下列规定：

1 应分道施工，宜为 2 道～3 道，每道厚度不应大于 2mm，腻子与基层间及腻子层间应黏结牢固；

2 每道腻子打磨后应扫除粉尘，最后一道腻子应打磨至平整。

**5.3.4** 底涂漆涂饰宜采用辊涂、刷涂或喷涂工艺，应自上而下、先细部后大面施工。

**5.3.5** 气凝胶绝热厚质中涂漆宜采用批涂或喷涂施工。批涂施工应分道进行，每道厚度不应大于 1mm，各层间应压实黏结牢固；喷涂施工可一次成型至规定厚度。对有特殊要求的工程，可增加气凝胶绝热厚质中涂漆的涂饰遍数。

**5.3.6** 气凝胶绝热面涂漆施工应符合下列规定：

1 同一墙面或同一作业面同一颜色的涂饰应用相同批号的材料；

2 涂饰宜采用辊涂、刷涂或喷涂工艺。辊涂和刷涂时，应充分盖底、不透虚影、表面均匀。喷涂时，应控制涂料黏度和喷枪压力，保持涂层均匀、不露底、不流坠、色泽均匀；

3 涂饰施工应自上而下、先细部后大面进行，涂饰施工分段应以墙面分格缝(线)、阴阳角或落水管为分界线，并应做好接茬部位的处理；

4 宜涂饰两道。

**5.3.7** 气凝胶绝热厚型涂料系统施工完毕，应按材料的特点进行养护。

**5.3.8** 被污染的部位，应在涂饰材料未干时清除。

## 6 质量验收

### 6.1 一般规定

6.1.1 气凝胶绝热厚型涂料系统施工质量验收应按国家现行标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411、《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29 等的有关规定执行。

6.1.2 气凝胶绝热厚型涂料系统的组成材料进场时,应提供产品合格证书、出厂检验报告、有效期内的型式检验报告等。应按表 6.1.2 的规定进行抽样复验,抽样数量应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 对于检查数量的规定。复验应为见证取样送检。

表 6.1.2 材料进场复验项目

材料名称	复验项目
气凝胶绝热厚质中涂漆	比重、黏结强度、导热系数、垂直发射率
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

6.1.3 施工过程中应及时进行质量检查、隐蔽工程验收和检验批验收,施工完成后应进行节能保温分项工程验收。

6.1.4 下列部位或内容应进行隐蔽工程验收,并应有详细的文字记录和必要的图像资料:

- 1 基层及其处理;
- 2 脚手架洞眼、各种孔洞处理;
- 3 腻子层的施工;
- 4 底涂漆的施工;
- 5 气凝胶绝热厚质中涂漆的施工。

6.1.5 气凝胶绝热厚型涂料系统的竣工验收应提供下列资料,并

应纳入竣工技术档案：

- 1 设计文件、图纸会审和设计变更等技术文件；
- 2 有效期内的型式检验报告，主要组成材料的产品合格证书、出厂检验报告、进场复验报告和进场核查记录；
- 3 经认可的施工方案和施工技术交底；
- 4 隐蔽工程验收记录和图像资料；
- 5 检验批、分项工程验收记录；
- 6 其他资料。

**6.1.6** 气凝胶绝热厚型涂料系统的检验批划分应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 和《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的有关规定。

## 6.2 主控项目

**6.2.1** 气凝胶绝热厚型涂料系统组成材料品种、型号和性能应符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证书、出厂检验报告和有效期内的系统型式检验报告、进场复验报告等质量证明文件。

**6.2.2** 气凝胶绝热厚质中涂漆和气凝胶绝热面涂漆进场后，应按本规程第 6.1.2 条的规定进行现场抽样复验。

检验方法：随机抽样送检，检查复验报告。

**6.2.3** 气凝胶绝热厚型涂料系统施工完成后应进行太阳光反射比和近红外反射比现场检验，现场检测值不应低于设计值的 90%。

检查方法：依据本规程附录 A 进行现场检测。

检查数量：同厂家、同品种产品，按照扣除门窗洞后的墙面面积，在 5000m<sup>2</sup> 以内时应复验 1 次；当面积增加时，每增加 5000m<sup>2</sup> 应增加 1 次。同工程项目、同施工单位且同时施工的多个单位工程，可合并计算保温墙面抽检面积。

**6.2.4** 气凝胶绝热厚型涂料系统施工前应按设计和施工方案的

要求对基层进行处理,处理后的基层应符合施工方案的要求。

检验方法:对照设计和施工方案观察检查;核查隐蔽工程验收记录。

检查数量:全数检查。

**6.2.5** 气凝胶绝热厚型涂料系统构造做法应符合设计以及本规程第 4.3.1 条、第 4.3.2 条的构造要求,并应按施工方案施工。

检验方法:对照设计和施工方案观察检查;核查施工记录和隐蔽工程验收记录。必要时应用抽样剖开检查或节能构造的现场实体检验方法。

检查数量:全数检查。

**6.2.6** 检查数量为每个检验批抽查不少于 3 处,气凝胶绝热厚型涂料系统的施工应符合下列规定:

1 系统与基层必须黏结牢固,无剥落和空鼓现象。

检验方法:核查隐蔽工程验收记录。

2 气凝胶绝热厚质中涂漆的厚度应符合设计要求。

检验方法:核查隐蔽工程验收记录。

**6.2.7** 涂饰工程的颜色、色泽、图案应符合设计要求。

检验方法:观察。

**6.2.8** 涂饰工程应涂饰均匀、黏结牢固,不得漏涂、透底、开裂、起皮和掉粉。

检验方法:观察;手摸检查。

### 6.3 一般项目

**6.3.1** 气凝胶绝热厚型涂料系统与其他装修材料和构件衔接处应吻合,界面应清晰。

检验方法:观察。

检验数量:全数检查。

**6.3.2** 气凝胶绝热厚型涂料系统涂饰质量和检验方法应符合表 6.3.2 的规定。

**表 6.3.2 气凝胶绝热厚型涂料系统涂饰质量和检验方法**

项次	项 目	涂刷质量	检验方法
1	颜色	均匀一致	观察
2	反锈、泛碱、咬色	不允许	观察
3	开裂	不允许	观察

**6.3.3 气凝胶绝热厚型涂料系统施工允许偏差和检验方法应符合表 6.3.3 的规定。**

**表 6.3.3 气凝胶绝热厚型涂料系统施工允许偏差和检验方法**

项目	允许偏差(mm)	检验方法
立面垂直度	4	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
表面平整度	4	用 2m 垂直检查尺检查
阴阳角方正	4	用 200mm 方尺检查
装饰线、分色线直线度	2	拉 5m 线,不足 5m 拉通线,用钢直尺检查

## 附录 A 气凝胶绝热厚型涂料系统 现场检测要求

**A.0.1** 现场检测可采用现行行业标准《建筑反射隔热涂料节能检测标准》JGJ/T 287 中的光谱法或辐射积分法,仲裁判定时应选用光谱法。

**A.0.2** 气凝胶绝热厚型涂料系统每一批次现场检测应随机选择 3 组试样,每组至少选择 3 个测点,每个测点间隔不宜小于 500mm。

**A.0.3** 每个测点应同时检测太阳光反射比、近红外反射比和明度值,每组测定的算数平均值作为本组检测值。

**A.0.4** 检测点应表面干燥并避免阳光直接照射,涂层表面应干燥。

**A.0.5** 每组太阳光反射比、近红外反射比现场检测值不应低于设计值的 90%。

## 附录 B 气凝胶绝热厚型涂料系统污染修正后的太阳辐射吸收系数计算

**B.0.1** 当采用污染修正系数计算时,污染修正后的太阳辐射吸收系数应按下列公式计算:

$$\rho_c = \rho \cdot a \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$\rho = 1 - \gamma \quad (\text{B.0.1-2})$$

$$a = 11.384 \cdot (\rho \cdot 100)^{-0.6241} \quad (\text{B.0.1-3})$$

式中: $\rho_c$ ——污染修正后的太阳辐射吸收系数;

$\gamma$ ——污染前的涂料饰面实验室检测的太阳光反射比;

$\rho$ ——污染前的太阳辐射吸收系数;

$a$ ——污染修正系数。

**B.0.2** 当采用污染后的太阳光反射比计算时,污染修正后的太阳辐射吸收系数应按下列公式计算:

$$\rho_c = 1 - \gamma_c \quad (\text{B.0.2})$$

式中: $\gamma_c$ ——污染后的太阳光反射比。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210
- 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
- 《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514
- 《涂装作业安全规程 安全管理通则》GB 7691
- 《建筑用墙面涂料中有害物质限量》GB 18582
- 《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29
- 《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235
- 《建筑反射隔热涂料节能检测标准》JGJ/T 287
- 《建筑外墙用腻子》JG/T 157
- 《建筑反射隔热涂料应用技术规程》T/CECS 750
- 《气凝胶绝热厚型涂料系统》T/CECS 10126

中国工程建设标准化协会标准

气凝胶绝热厚型涂料系统  
应用技术规程

**T/CECS 835-2021**

条文说明

# 目 次

1	总 则 .....	( 23 )
2	术 语 .....	( 24 )
3	材 料 .....	( 26 )
4	设 计 .....	( 27 )
4.1	一般规定 .....	( 27 )
4.2	热工与节能设计 .....	( 27 )
4.3	构造设计 .....	( 31 )
5	施 工 .....	( 32 )
5.1	一般规定 .....	( 32 )
5.2	施工准备 .....	( 32 )
5.3	施工工艺 .....	( 32 )
6	质量验收 .....	( 34 )
6.1	一般规定 .....	( 34 )
6.2	主控项目 .....	( 34 )

# 1 总 则

**1.0.1** 随着我国建筑节能标准不断提高,越来越厚重的外墙外保温的弊端逐渐显现,如外墙保温层开裂、脱落,外保温渗漏,外保温施工现场的火灾也屡有发生。针对不同气候区的热工要求,选择适合的保温隔热材料不仅能达到节能保温的目的,还能延长建筑物的寿命。

采用气凝胶等新型功能材料制备的气凝胶绝热厚型涂料系统,是基于气凝胶材料的多孔网络结构,加工制成的新型建筑节能产品,能有效地阻隔热量传递,具有优良的绝热性能。产品具有厚度薄、绝热效果好、轻质、安全、环保等优点,能有效降低建筑能耗。尤其相较于传统的保温材料,在厚度、施工便捷性和安全性上均具有明显优势,已经成为当前建筑绝热市场的研发和应用的新热点,尤其适用于夏热冬暖和夏热冬冷地区的节能工程。

但目前,气凝胶厚型绝热涂料系统的热工计算等尚无标准可以依据,严重阻碍了其在节能工程中的应用。为促进以凝胶厚型绝热涂料系统的设计、施工和技术应用,使该系统的工程应用能够规范有序地进行,保证节能工程的质量、规范统一施工及节能验收要求,真正体现其绿色环保、节能效果好、施工维护便捷的特点,应建立相关的施工、质量验收方法和标准。

**1.0.3** 与本规程密切相关的现行国家标准,主要有现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 等。

## 2 术 语

**2.0.1~2.0.3** 这三条是考虑气凝胶绝热厚型涂料系统的组成提出的。中涂漆和面涂漆都添加了气凝胶,同时对中涂漆的干膜厚度提出要求,因此提出了中涂漆和面涂漆的定义。

气凝胶是气凝胶绝热厚型涂料系统是最主要的功能材料。气凝胶本身具有优异的阻隔热传导和热对流作用,由于大量纳米孔的存在,固体热传递只能沿孔壁传递,近无穷多气孔壁构成了近乎“无穷长路径”效应,使得固体热导率降到几乎最低极限。同时,气凝胶的孔径为 2 nm~50nm,小于常温常压下气体分子的平均自由程(约 70nm),孔内的气体分子失去自由流动能力而附着在气孔壁上,处于近似真空状态,从而抑制空气的对流传热。

涂料的颜色对太阳光有吸收和反射作用,不同颜色对太阳光和近红外的吸收和反射能力也不同,涂料颜色明度值是决定太阳辐射热量反射效果的重要因素。一般情况下,颜色越浅即明度值越大,吸收能力越差,反射能力越好。气凝胶是气凝胶绝热厚型涂料系统添加的气凝胶包含大量均匀的纳米气孔,几乎具有无限多孔壁,每个孔壁都可视为反射面,1mm 厚度的本体材料含有上万层的反射面,可显著增强反射隔热性能。

任何物体都在不断地以辐射的方式向外界发射能量,即热辐射。常温下,气凝胶绝热厚型涂料系统涂料表面与室外大气环境的温度相差不大,如果仅考虑向室外空气中进行辐射能量,涂料与大气辐射的能量差别不大,节能效果并不明显。但气凝胶绝热厚型涂料系统在大气窗口,即  $8\mu\text{m}\sim 13.5\mu\text{m}$  的远红外波段,可有效地将热量不受大气环境的影响、不受阻碍地发射到外天空中,因

而具有优异的辐射隔热保温功能。

综上所述,添加气凝胶的涂料绝热体系的绝热作用机理主要体现在阻隔热传导、反射隔热和辐射隔热保温三个方面。

## 3 材 料

**3.0.1** 现行协会标准《气凝胶绝热厚型涂料系统》T/CECS 10126 对气凝胶绝热厚型涂料系统的性能、气凝胶绝热厚型涂料系统底涂漆、中涂漆和面涂漆的性能进行了规定,本规程的性能要求与该标准协调一致。

## 4 设计

### 4.1 一般规定

**4.1.2** 气凝胶绝热厚型涂料系统应具有抵抗主体结构变形的能力,主体结构的正常变形应不致造成系统中裂缝的形成或剥落和空鼓。系统应能抵抗由于温度和应力变化而产生的变形。

**4.1.3** 采用气凝胶绝热厚型涂料系统的外墙,应保证其防水要求,防止涂层因墙体受潮而起皮、剥落。建筑外墙防水可根据当地年降水量、基本风压以及有无外保温措施等情况确定设防做法。

### 4.2 热工与节能设计

**4.2.1** 根据现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定,不同建筑热工设计区的设计原则:夏热冬暖地区,热工设计应充分满足夏季防热要求,一般不考虑冬季保温;夏热冬冷地区热工设计应满足夏季防热要求,同时应兼顾冬季保温;其他气候区热工设计应满足冬季保温要求,一般不考虑夏季防热。因而,采用气凝胶绝热厚型涂料系统的外墙热工设计时,对于夏热冬暖和夏热冬冷地区,节能设计时要求围护结构的温度受太阳辐射影响不应太大,其他地区节能计算时,主要考虑冬季采暖。

**4.2.2** 建筑节能设计方法主要有围护结构热工限值指标法和性能性指标法。围护结构热工限值指标法比较简单,而节能综合指标法,一般采用节能计算软件进行计算。采用了气凝胶绝热厚型涂料系统的建筑在进行节能设计时,这两种方法中的任何一种均可。

**4.2.3** 由于气凝胶绝热厚型涂料系统一般在使用一段时间后都会受到一定程度的污染,污染后的太阳辐射吸收系数都会变大,所以当采用“节能综合指标”法进行建筑节能设计计算时,应采用污

染修正后的太阳辐射吸收系数直接代入节能计算软件进行计算, 需要注意围护结构不得同时采用等效热阻, 以避免气凝胶绝热原  
型涂料系统效果的重复计算。

**4.2.4** 气凝胶绝热厚型涂料系统主要应用于夏热冬冷、夏热冬暖地区的建筑外墙, 其绝热机理主要通过阻隔热传导、反射隔热和辐射隔热保温三个方面体现。反射隔热、阻隔热传导在本规程第 4.2.5 条和第 4.2.6 条进行规定。辐射隔热保温效应在国家现行建筑节能设计标准中通过外表面换热系数体现。目前, 夏热冬冷和夏热冬暖地区, 外表面换热阻只考虑了墙体表面与室外大气环境的辐射和对流换热, 而未考虑墙体表面直接与外太空大气窗口 (即  $8\mu\text{m}\sim 13.5\mu\text{m}$  的远红外波段) 的辐射换热。气凝胶绝热厚型涂料系统的大气窗口辐射换热系数应依据当地实际气候条件计算得到。本规程提供的气凝胶绝热厚型涂料系统在夏热冬暖和夏热冬冷地区高远红外换热系数的参考值, 根据辐射换热公式以及综合考虑大气对不同波长的红外辐射具有不同的透过率得到。

气凝胶绝热厚型涂料系统的辐射换热系数  $C_s$  应按下列公式计算:

$$Q_i = F_{\text{sky}}(1 - Cn)X\alpha_{\text{sky}}(T_{\text{sky}} - T_{\text{cw}}) + F_{\text{gr}}\alpha_{\text{gr}}(T_{\text{gr}} - T_{\text{cw}}) \quad (1)$$

$$\alpha_{\text{sky}} = \frac{\epsilon_s \sigma (T_{\text{cw}}^4 - T_{\text{sky}}^4)}{T_{\text{cw}} - T_{\text{sky}}} \quad (2)$$

$$\epsilon_s = \frac{1}{\frac{1}{\beta\epsilon_{\text{cw}}} + \frac{1}{\epsilon_{\text{sky}}} - 1} \quad (3)$$

$$C_s = \frac{\sum_i^s [F_{\text{sky}}(1 - Cn)X\alpha_{\text{sky-gel}}(T_{\text{sky}} - T_{\text{cw}}) + F_{\text{gr}}\alpha_{\text{gr-gel}}(T_{\text{gr}} - T_{\text{cw}})]}{\sum_i^s [(T_{\text{sky}} - T_{\text{cw}}) + (T_{\text{gr}} - T_{\text{cw}})]} \quad (4)$$

式中:  $Q_i$ ——围护结构外表面与太空辐射换热的热流;

- $T_{ew}$ ——外墙表面温度(°C)；  
 $F_{sky}$ ——天空辐射角度因子；  
 $C$ ——纬度系数；  
 $n$ ——云量系数；  
 $X$ ——大气窗口辐射系数；  
 $\alpha_{sky}$ ——外墙表面相对于天空辐射换热系数；  
 $T_{sky}$ ——当量天空温度(°C)；  
 $F_{gr}$ ——地面辐射角度因子；  
 $\alpha_{gr}$ ——外墙表面相对于地面辐射换热系数；  
 $T_{gr}$ ——地面温度(°C)；  
 $\sigma$ ——斯忒藩-玻尔兹曼常数,  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ；  
 $C_s$ ——外墙使用气凝胶绝热厚型涂料系统的辐射换热系数；  
 $\epsilon_{ew}$ ——外墙垂直辐射率；  
 $\beta$ ——垂直辐射率修正；  
 $\epsilon_{sky}$ ——天空半球辐射率；  
 $\sum_i^s$ ——对时间的积分符,表示在计算时间段内温差负荷的叠加；  
 $\alpha_{sky-gel}$ ——气凝胶绝热厚型涂料系统外墙表面相对于天空辐射换热系数；  
 $\alpha_{gr-gel}$ ——气凝胶绝热厚型涂料系统外墙表面相对于地面辐射换热系数。

由于气凝胶绝热厚型涂料系统的半球发射率远大于普通涂料的半球发射率,其向天空、地面辐射的热量远大于普通涂料的向天空、地面辐射的热量,但由于地面温度与墙面温度由于空气对流基本保持一致,因此大气窗口部分对地面辐射换热可以考虑不计。

本规程中气凝胶绝热厚型涂料系统的外墙表面辐射换热系数计算分别选取夏热冬冷地区、夏热冬暖地区的不同城市进行计算,典型气象年数各气候区代表城市四季外墙表面温度变化如表 1 和

表 2 所示。

表 1 夏热冬冷地区各季节外墙表面平均温度

外墙表面温度(°C)		上海	合肥	南京
春季平均温度	最高	15.22	16.78	16.24
	最低	10.80	10.83	10.00
夏季平均温度	最高	27.43	28.03	26.3
	最低	24.04	22.99	22.4
秋季平均温度	最高	19.01	18.04	17.75
	最低	15.22	12.07	13.33
冬季平均温度	最高	17.08	17.15	16.49
	最低	13.32	11.93	11.86

表 2 夏热冬暖地区各季节外墙表面平均温度

外墙表面温度(°C)		广州	南宁	深圳
春季平均温度	最高	22.59	22.25	24.01
	最低	18.98	18.50	22.06
夏季平均温度	最高	28.39	28.04	28.87
	最低	24.33	24.16	24.22
秋季平均温度	最高	25.03	23.42	25.09
	最低	18.10	17.83	20.09
冬季平均温度	最高	22.89	22.41	23.80
	最低	17.58	17.84	19.30

以夏热冬冷地区的上海市夏季 7 月 15 日的气温变化如图 1 所示。

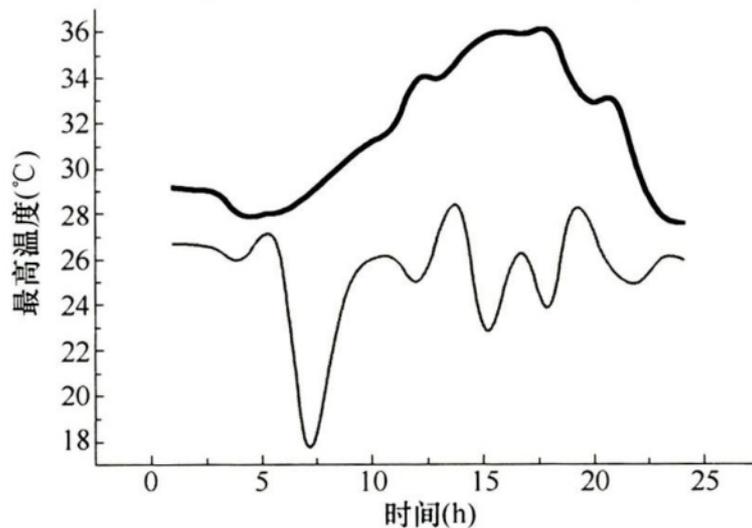


图 1 上海市夏季 7 月 15 日分时最高温度以及最低温度曲线

— 最高温度；—— 最低温度

根据典型气象年的气象参数数据,分别计算气凝胶绝热厚型涂料系统表面辐射换热阻的高值和低值见表 3。

表 3 外墙用气凝胶绝热厚型涂料的表面辐射换热阻

垂直发射率 $\epsilon_{cw} > 0.98$		表面辐射换热阻
夏热冬冷地区	高值	0.18
	低值	0.15
夏热冬暖地区	高值	0.19
	低值	0.17

考虑到取值和计算的便捷性,夏热冬冷地区、夏热冬暖地区采用气凝胶绝热厚型涂料系统的外墙表面辐射换热阻均采用固定值取值,为 0.16。

采用气凝胶绝热厚型涂料系统的外墙,外表面换热阻为与大气窗口的辐射表面换热系数和目前国家现行标准的外表面换热阻的加和,即: $R_c = 0.16 + 0.04 = 0.20$ 。

### 4.3 构造设计

**4.3.3** 作为气凝胶绝热厚型涂料系统的找平材料,腻子对保证工程质量起着关键的作用。未做外墙外保温系统的外墙基层是重质、高强度、刚性的抹灰墙体,采用普通型耐水腻子即可满足找平要求。当与外墙外保温系统复合使用时,基层为轻质、低强度、具有一定柔性的保温墙体,必须使用具有良好柔韧性的腻子才能满足外墙外保温的要求,所以应选用柔性耐水腻子。

**4.3.4** 为延长外墙气凝胶绝热厚型涂料系统的使用寿命,墙面应有建筑技术处理及涂装设计。外窗的挡水坡端、檐口、窗盘底部应采取滴水线构造措施;女儿墙及阳台的压顶,粉刷面应有指向内侧的泛水坡度;对坡屋面建筑物的檐口,应超出外墙面,防止雨水沾污墙面。对于涂刷面积较大的墙面,应做墙面装饰性分格设计。对于外墙管道与设备,如空调室外机组、脱排机等,应做合理的建筑处理,以减少外墙饰面的污染。

## 5 施 工

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 为确保工程施工质量,应根据设计图纸,结合实际情况,编制专项施工方案。此外,施工人员的施工水平对施工质量影响较大,故应在施工前对相关人员进行技术交底和必要的实际操作培训,技术交底和培训均应留有记录。

**5.1.4** 工程施工前做好样板工程的目的:一是使操作人员预先掌握所用材料的特性、配比、操作要点等;二是是否符合设计要求;三是成为大面积工程施工质量的参照物。

**5.1.5** 施工温度是指施工环境温度和涂饰基层温度。根据经验当施工环境相对湿度大于 85%,将不利涂料成膜;由于大风、大雾、下雨施工,将妨碍涂膜的养护,因而此时室外工程应停止施工。

**5.1.7** 涂料施工完毕应注意成品保护,这是保证工程竣工和今后正常使用的必要措施。

### 5.2 施 工 准 备

**5.2.1** 气凝胶绝热厚型涂料系统涂饰之前应先保证基层质量及清洁情况,才能保证涂料的涂刷质量。找平层必须要保证其强度,并应采取相应措施尽可能减少开裂。基层表面应进行清理,对含水率、pH 值进行控制,使基层达到无油渍、无粉尘及干燥要求,目的在于保证饰面层与基层黏结的牢靠性。

**5.2.4** 根据不同的涂饰施工工艺要求选择相应施工工具。

### 5.3 施 工 工 艺

**5.3.2** 基层表面是否清洁可目测检查。基层含水率可用砂浆表

面水分测定仪测定,也可用塑料薄膜覆盖法粗略判断。根据经验,抹灰层养护 14d~21d,混凝土基层养护 21d~28d,一般能满足含水率要求。基层表面 pH 值可用 pH 试纸或 pH 试笔测试。

**5.3.6** 涂料施工由建筑物自上而下施工可避免涂饰时可能发生的涂料液滴沾污下面已涂刷完毕的墙面上。大面积墙面根据设计要求分格作业,有利于提高装饰效果。

**5.3.8** 施工时,一旦被沾污,应随时清除被沾污的部分。

## 6 质量验收

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 气凝胶绝热厚型涂料系统既属于墙体节能分项工程的分部工程,又属于涂饰工程的装修分部工程,故验收应按现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 和《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的规定执行。

**6.1.2** 材料的进场验收是把好材料合格关的重要环节。验收时应对材料的质量证明文件如出厂合格证书、出厂检验报告及有效期内的型式检验报告进行核查。气凝胶绝热厚型涂料系统的质量好坏对建筑节能的影响较大,应实施抽样复验。

**6.1.6** 检验批的划分按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的规定执行,原则上与现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 也保持一致。

### 6.2 主控项目

**6.2.3** 气凝胶绝热厚型涂料系统的节能效果的好坏主要取决于涂料饰面和中涂漆的垂直发射率等指标,本规程第 6.1.2 条中规定的抽样复验是对气凝胶绝热厚型涂料的材料质量进行把关,但涂料饰面的形式、现场施工的质量、饰面的清洁度等对饰面的节能效果同样有影响,为保证施工后气凝胶绝热厚型涂料的节能实际效果,应按现行行业标准《建筑反射隔热涂料节能检测标准》JGJ/T 287 的试验方法对气凝胶绝热厚型涂料系统外饰面太阳光反射比和近红外反射比进行现场抽样检测。

**6.2.4** 为了保证气凝胶绝热厚型涂料系统的施工质量及节能效

果,需要对墙体基层表面进行处理。由于基层表面处理属于隐蔽工程,施工中容易被忽视,事后又无法检查。验收主要依靠对隐蔽工程验收记录进行核查,且应全数检查。

需本标准可按如下地址索购：

地址：北京百万庄建设部 中国工程建设标准化协会

邮政编码：**100835** 电话：**(010) 88375610**

不得私自翻印。

S/N:155182·0817



统一书号:155182·0817

---

定价:19.00 元