气凝胶绝热材料通用技术要求

（征求意见稿）

编制说明

长沙理工大学、湖南写生绿色建筑科技有限公司

二零二二年十月

**《气凝胶绝热材料通用技术要求》编制可行性研究报告**

##### 一、项目符合申报条件的说明

申报项目符合节能环保的要求，为构建以低碳为特征的建筑体系，加强建筑节能环保工程质量的源头管理，用气凝胶复合陶瓷纤维绝热板做防火、保温隔热、隔声“一体多功能”材料，可代替常规保温材料，杜绝了常规保温装饰材料多层施工存在的安全隐患、品质难控、成本高、施工工期长、实用效果差、使用寿命短等缺点，减少了施工过程对环境的污染；采用超高效保温材料，保温层减薄，成倍提高了施工进度，该申报项目集建筑节能保温、隔热、防火、隔音一材成型的优良品质， 满足了建筑领域针对“一材多功能一体化”的综合节能及节约资源的需求。

申报项目根据湖南地区气候特点，采用国际最先进的陶瓷纤维材料和气凝胶材料技术。该规程涉及的应用技术无专利技术问题，不与国家标准、行业标准相抵触及相重复。申报项目属于住房城乡建设科技发展重点技术领域和重点支持“绿色建筑”和“新建建筑围护结构节能关键技术与工程应用”范围，符合国家和省住房城乡建设产业及科技政策，创新性强，技术水平达到省内领先或更高，且具有较强的推广和应用价值，满足了我国建设领域长期追求施工简便一材多功能，多用途的要求，对产业结构调整和优化升级有积极作用。

陶瓷纤维是一种新型[轻质耐火保温材料](https://baike.sogou.com/lemma/ShowInnerLink.htm?lemmaId=8787180&amp;ss_c=ssc.citiao.link)，该材料具有容重轻、耐高温、热稳定性好，热传导率低、热容小、抗机械振动好、受热膨胀小、隔热性能好等优点，经特殊加工，可制成[纤维板](https://baike.sogou.com/lemma/ShowInnerLink.htm?lemmaId=7726992&amp;ss_c=ssc.citiao.link)、纤维毡、纤维绳、纤维毯等产品。该材料具有使用寿命长，抗拉强度大，弹性好，无毒等特点，是取代石棉的新型材料，被广泛用于冶金、电力、机械、化工的热能设备上的保温。随着建筑节能的要求越来越高，在建筑物节能方面已经得到应用。

气凝胶纤细的纳米网络结构有效地限制了局域热激发的传播，其固态热导率比相应的[玻璃态](https://baike.sogou.com/lemma/ShowInnerLink.htm?lemmaId=579113&amp;ss_c=ssc.citiao.link)材料低2~3个[数量级](https://baike.sogou.com/lemma/ShowInnerLink.htm?lemmaId=5417301&amp;ss_c=ssc.citiao.link)。纳米微孔洞抑制了气体分子对[热传导](https://baike.sogou.com/lemma/ShowInnerLink.htm?lemmaId=403483&amp;ss_c=ssc.citiao.link)的贡献。硅气凝胶的折射率接近1，而且对红外和可见光的湮灭系数之比达100以上，能有效地透过太阳光，并阻止环境温度的[红外热辐射](https://baike.sogou.com/lemma/ShowInnerLink.htm?lemmaId=64673522&amp;ss_c=ssc.citiao.link)，成为一种理想的透明隔热材料，在太阳能利用和建筑物节能方面已经得到应用。通过掺杂的手段，可进一步降低硅气凝胶的辐射热传导，常温常压下[气凝胶](https://baike.sogou.com/lemma/ShowInnerLink.htm?lemmaId=504466&amp;ss_c=ssc.citiao.link)的热导率可低达0.01w/m·K 以下，是目前热导率最低的固态材料。

气凝胶复合陶瓷纤维绝热板把二者结合起来，使热工性能更卓越，增强了抗裂性能，形成一种多功能板，集保温、隔热、防火、隔音、防辐射、绝缘、防水为一体，产品无毒、无味、无污染，防火性能达A级，属不燃材料。该申报项目集建筑节能保温、隔热、防火、防水、抗渗和装饰一材成型的优良品质，满足了建筑领域针对“一材多功能一体化”的综合节能及节约资源的需求。

气凝胶复合陶瓷纤维绝热板导热系数低到为0.025W／（m.k），燃烧性能等级达到A级，完全满足节能保温节能材料相关标准要求。一般墙体采用气凝胶复合陶瓷纤维绝热板保温系统能达到节能75% 要求。其具有的高性能技术指标尤其适合作建筑内外墙体、夹心门、以及各种工业冷热输送管道、锅炉等节能保温隔热用，也适合在改建和加建工程中使用，是一种性价比极高的集保温、防火、隔音为一体的新型建筑材料。

申报单位长沙理工大学为独立法人单位，具备完成计划项目必备的人才条件和基本技术装备，具有较强的组织协调能力。有设计施工材料等方面企业参与。编制组负责人杨伟军教授为全国砌体结构委员会副主任，全国墙体材料委员会副主任，全国结构可靠度委员会委员，担任近30本国家、省标准的主编。

主编单位长沙理工大学与湖南写生绿色建筑科技有限公司已协商落实好编制经费。

##### 二、标准制（修）订的目的和意义（必要性）

随着科学技术的不断进步，在建筑行业里出现许多的新材料、新工艺、新技术、新设备，人们在生产实践中通过对传统的繁琐的施工工艺和建筑工程材料进行不断的探索、研发和改进，正朝着更加简洁、更加环保、更加舒适、更加安全可靠的方向发展。随着新材料、新工艺、新技术、新设备的改进和发展进步，逐渐的将建筑工人从繁重的复杂的施工中解脱出来，且有效的减少施工人员的投入，降低建筑施工的综合成本。

建筑节能环保、装饰装修产品是建筑工程的重要组成部分，其各项目的施工工期、安全、防火、防水、质量、成本、以及原材料使用寿命等可控性是建筑领域的强控事项，早期建筑配套材料无保温、防水、防火、装饰等融为一体“一材成型”的多功能产品，造成大部分工程采用传统单一分项采购原材料和多次复杂化工艺施工，特别是目前用于建筑工程的常规保温隔热材料，如：EPS 聚苯保温板或XPS挤塑保温板、水泥发泡板、胶粉聚苯泡沫颗粒保温浆料等力学性能差，根据气候变化其异常变化较大、强度低、用于建筑节能保温隔热必须多层维护分项施工无整体性，且因此给施工作业人员造成了较大的安全隐患。

1. 安全

气凝胶复合陶瓷纤维绝热板可达到建筑防火等级A级，比传统保温材料的防火等级更高，此外，气凝胶复合陶瓷纤维绝热板抗裂性强，避免热胀冷缩导致保温材料及外饰面的开裂甚至脱落。

1. 环保

陶瓷纤维和气凝胶均为纳米无机材料，不含VOC( 挥发性有机化合物)，无毒无害。在室内使用时，因其高比表面积，能有效替代硅藻土，起到吸收有害物质作用。

1. 施工工艺简单

传统保温材料施工工序在7-15道，气凝胶复合陶瓷纤维绝热板工厂制作现场安装，即保证质量又有效降低施工难度，缩短施工周期，保障施工安全。

1. 性价比高

气凝胶复合陶瓷纤维绝热板较传统保温材料使用寿命较长，造价经济合理，其隔热保温的性能更加优越，同等条件下，选用气凝胶复合陶瓷纤维绝热板性价比更高。

各项性能指标优于国家标准数倍，是现代市场保温装饰材料中环保性高、使用寿命长、一材多功能多用途的高科技绿色节能产品。产品施工成型后集强度高、保温、隔热、隔音、防火、防水、不空鼓、不脱落等特点。

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 气凝胶复合陶瓷纤维绝热板性能指标 |
| 干密度, ㎏/m 3 | 180 -260 |
| 导热系数, W/(m·K) | 0.025 |
| 蓄热系数, W/(㎡ ·K) | 0.75 |
| 压缩强度,MPa | 100 |
| 含水率,% | ≤ 2 |
| 憎水率 | ≥ 98 |
| 燃烧性能 | A2 级 |

与常规产品对比，弥补了常规 EPS 聚苯板及 XPS 挤塑保温板，以及各种泡沫或水泥发泡板等材料必须多种材料分层维护、多层次施工、钻孔打锚钉破坏墙体导致渗水，其各种组成材料的力学性能差异较大和材质老化不一致等原因所造成的空鼓、抗冲击性差、线性收缩不一致， 易起层、脱落、强度低、施工难等缺陷。

1）保温隔热性：闭孔率高，使空气流动造成的热传递低，导热系数为0.025W/(m• k)，热阻约为普通混凝土的25倍以上。

2）耐火性：陶瓷纤维和气凝胶是一种优良的耐火材料，为不燃烧材料，具有很好的耐火性，防火达 A 级，满足外墙保温板的耐火要求和防火板要求。

3）轻质性：干表观密度为180-260kg/m³ ，相当于普通水泥混凝土的1/9～1/12左右，可减轻建筑物整体荷载。

4）易粘接性：无机材料，与主体工程结合紧密。

5）隔音性：含有大量的独立气泡，且分布均匀，吸音能力是普通混凝

土的5倍，具备很好的隔音功能。

6）经济性：综合造价低。

7）低弹减震性：多孔性使其具有低的弹性模量，从而使其对冲击载荷具有良好的吸收和分散作用。

8）耐水性：吸水率较低，相对独立的封闭气泡及良好的整体性，使其具有一定的防水性能。

9）耐久性：与主体工程寿命相同。

10）施工速度快：每班可施工1000~1500㎡，节约工期。

11）生产加工性：可实现自动化作业，可生产成各种各样、不同规格的保温板材。

12）环保性：为无机材料，不含苯、甲醛等有害物质，且高温下不会燃烧，避免了环境污染和消防隐患。

13）防霉性：避免冷热桥传导，防止室内结露后产生霉斑。

应用范围为：

1. 墙体内外墙保温；
2. 屋面保温、楼（地）面保温。

本课题编制气凝胶绝热材料通用技术要求技术规程，为气凝胶复合绝热板建筑应用在设计、施工与验收规定等方面提供成套技术成果，结合湖南区域和气候特点，使气凝胶复合绝热板建筑应用技术配套，更具特色，并推动建筑节能和建筑材料的革新，具有广阔的工程应用前景及重要的学术价值。

国外的气凝胶的生产和应用十分广泛，尤其是发达国家环保意识强烈，加强了气凝胶的推广和运用，并由军用、航空、工业向民用建筑保温、隔声、防火一体化发展的趋势。而国内由于经济和认识水平的原因，保温、隔声、防火一体化刚刚兴起，人们的普遍认识还需要一个过程。

目前，国内已大量保温板薄抹灰技术，由于只是保温层用先进的气凝胶复合陶瓷纤维绝热板代替其它保温板，又无安全、耐久、防火等问题，得到一定的应用。但没有对其技术加以规范和标准，无气凝胶复合陶瓷纤维绝热板应用技术规程，不利于推广。

##### 三、标准制（修）订的方案

1）标准编制单位、编制人员情况

长沙理工大学是中央和地方共建高等院校，科研条件较好，图书资料情报充足，拥有现代化的计算机中心和中南地区最大的结构和材料实验中心。中机国际设计研究院有限公司、湖南方圆建筑设计院、湘潭建筑设计院为国家建筑甲级大型综合性设计院，我省龙头建筑设计企业。湖南建工集团、湖南省第四工程有限公司、湖南省第三工程有限公司为我省龙头建筑施工企业、最大的建筑施工企业。长沙市节能墙办是我省行业管理单位，下有材料、设计、施工等百余家单位，技术力量雄厚。湖南写生绿色建筑科技有限公司是一家集研发、生产、销售、施工服务于一体的高新技术建筑材料企业，是中国领先的新型建筑节能环保新材料研发制造供应商。

主编杨伟军：教授，博士后，博士生导师。湖南省首批新世纪“121人才工程”人选、全国“十五”建设科技先进个人、全国“十一五”建设科技创新先进个人、享受国务院特殊津贴专家。近五年主持完成或正在研究30余个国家863、国家自科基金等科研项目，已鉴定的30余个项目结论为国际先进水平和国内领先水平。先后在国内外公开发表论文百余篇。出版专著9本，主编工程技术书13本，主参编国家规范5本，主编湖南省地方标准19本。获国家科技进步奖1项，湖南省科技进步奖8项，中建科技进步奖3项。专利13项。为全国墙材委员会副主任、全国砌体结构委员会副主任、湖南省建设科技与建筑节能协会会长。

2）编制组主要人员表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 性别 | 职务 | 职称 | 工 作 单 位 | 专业 |
| 杨伟军 | 男 | 副主任 | 教授 | 长沙理工大学 | 建工 |
| 戴习东 | 男 | 总工 | 教高 | 湖南省第三工程有限公司 | 施工 |
| 陈维超 | 男 | 总工 | 教高 | 湖南省第四工程有限公司 | 施工 |
| 张建华 | 男 | 副院长 | 教高 | 中机国际设计研究院 | 结构 |
| 易简 | 男 | 总经理 | 工程师 | 湖南写生绿色建筑科技有限公司 | 材料 |
| 蒋耀华 | 男 | 副所长 | 高工 | 中机国际设计研究院 | 建材 |
| 谭建军 | 男 | 原主任 | 教高 | 长沙墙体材料与建筑节能办公室 | 建材 |
| 杨春侠 | 女 | 博士 | 副教授 | 长沙理工大学 | 建筑 |
| 袁建伟 | 男 |  | 高工 | 长沙理工大学 | 建工 |
| 杨建宇 | 男 |  | 博士 | 长沙理工大学 | 建工 |
| 李炜 | 男 | 副主任 | 高工 | 湖南省墙体材料改革办公室 | 建材 |
| 言海燕 | 女 | 总工 | 高工 | 湘潭建筑设计院 | 建筑设计 |
| 李建辉 | 男 | 总经理 | 教高 | 湖南方圆建筑设计院 | 建筑工程 |
| 李德棉 | 男 |  | 高工 | 湖南方圆建筑设计院 | 建筑技术 |
| 任宜春 | 女 |  | 副教授 | 长沙理工大学 | 建筑 |
| 夏栋舟 | 男 | 博士 | 讲师 | 长沙理工大学 | 结构 |
| 姚志强 姚志强 | 男 | 副总工 | 教高 | 湖南省建筑设计院 | 给排水 |
| 左恒忠 | 男 |  | 讲师 | 长沙理工大学 | 施工 |

3）现有工作基础

编制组成员均长期从事基本建设工作（ 设计、管理、教学、科研工作），并担任技术负责工作。本课题主要研究人员曾参与此相关课题的研究，已积累一定经验。部分人员曾主持和参加国家建设标准的研究工作。并有各学科的研究生参加。湖南省住建厅、湖南省墙办大力支持，全国有关科研单位、院校和企业为本规程提供有关资料。湖南写生绿色建筑科技有限公司等有关企业在经费上提供足够的支持。

课题组主编国家标准2本，参编国家标准6本，主编湖南省地方标准19本，有丰富的标准编制经验。本课题研究单位有设备完善的建筑、结构和材料试验室。长沙理工大学具备良好的图书资料情报和各种检索工具，并在经费上提供一定的支持。

4）需解决的重点问题

本规程为已有技术，材料性能得到进一步提高。但需重点解决：适宜湖南地区的气凝胶复合陶瓷纤维绝热板建筑设计、保温、隔声、防火技术，节点及其构造技术研究。

5）标准的编制原则：

1. 符合法律和行政法规的规定；
2. 贯彻执行国家的技术、经济政策，密切结合自然条件，合理利用资源，做到技术先进、经济合理，安全适用；
3. 以行之有效的生产建设经验和科技综合成果为依据；
4. 结合省情，积极采用国际标准和国内外先进标准；
5. 与各有关方面协商一致，体现“经协商一致制定”的原则；
6. 相关标准之间协调配套，避免重复或矛盾；
7. 条文规定应严谨、明确、文字简练不得模棱两可；
8. 符合标准编写的统一规定（按照建设部《工程建设国家标准管理办法》）。

##### 四、标准中的关键技术

该技术原理为：以陶瓷纤维和纳米气凝胶微粉为主要功能材料制备的具有绝热功能的保温板，无毒、无味、不含任何有害物质，疏水性好，无疏水化工原料添加剂，各项性能指标优于国家标准数倍，是现代市场保温材料中环保性高、使用寿命长、一材多功能多用途的高科技绿色节能产品。采用成熟的保温板薄抹灰技术，产品施工成型后集强度高、保温、隔热、隔音、防火、防水、不空鼓、不脱落等特点。气凝胶复合陶瓷纤维绝热板是一种新型的保温材料，通过低导热系数和高热阻来实现隔热保温的一种产品。气凝胶以其最优秀的保温性能，非常贴合保温材料的技术要求。目前世界发达国家在这方面的开发应用已经较为普及，无论是建筑行业，还是工业管道，已有大量应用。国内应用基本上都是进口国外产品。

采用气凝胶、陶瓷纤维等新型功能材料制备的气凝胶复合陶瓷纤维绝热板，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。产品具有厚庋薄、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。

目前，在国外有广泛的工程应用，从多层到高层；国内也有较广泛的工程应用情况；随着建筑节能工作的深入，南方地区开始大量应用。