

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

P

JGJ 253-2011

备案号 J 1329-2011

无机轻集料砂浆保温系统技术规程

Technical specification for thermal insulating systems of inorganic
lightweight aggregate mortar

2011-11-22 发布

2012-06-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布



1 5 1 1 2 2 1 2 5 2

统一书号: 15112 · 21252
定 价: 12.00 元

中华人民共和国行业标准

无机轻集料砂浆保温系统技术规程

Technical specification for thermal insulating systems of inorganic
lightweight aggregate mortar

JGJ 253 - 2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2012年6月1日

2012年04月02日

中国建筑工业出版社

2011 北京

中华人民共和国行业标准
无机轻集料砂浆保温系统技术规程

Technical specification for thermal insulating systems of inorganic
lightweight aggregate mortar

JGJ 253 - 2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：2 $\frac{3}{4}$ 字数：62千字

2012年2月第一版 2012年2月第一次印刷

定价：12.00元

统一书号：15112·21252

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部
公告

第1179号

关于发布行业标准《无机轻集料砂浆
保温系统技术规程》的公告

现批准《无机轻集料砂浆保温系统技术规程》为行业标准，
编号为JGJ 253-2011，自2012年6月1日起实施。其中，第
4.1.1、6.1.1、6.1.2条为强制性条文，必须严格执行。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版
发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011年11月22日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2009]88号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本规程。

本规程的主要技术内容是:1.总则;2.术语;3.基本规定;4.性能要求与进场检验;5.设计;6.施工;7.质量验收。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由广厦建设集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送广厦建设集团有限责任公司(地址:浙江省杭州市玉古路166号,邮编:310013)。

本规程主编单位:广厦建设集团有限责任公司
宁波荣山新型材料有限公司

本规程参编单位:浙江大学
中国建筑科学研究院
中国建筑材料科学研究总院
上海市建设工程安全质量监督总站
上海市建筑科学研究院
浙江省建筑科学设计研究院
河南省建筑科学研究院
南京臣功节能材料有限公司
乐意涂料(上海)有限公司
浙江大森建筑节能科技有限公司

本规程用词说明	浙江东宸建设控股集团有限公司
引用标准名录	浙江鸿翔保温科技有限公司
条文说明	浙江新世纪工程检测有限公司
	杭州泰富龙新型建筑材料有限公司
	杭州元创新型材料科技有限公司
	杭州安阳建材科技有限公司
	太原思科达科技发展有限公司
	江西扬泰建筑干粉有限公司
	深圳市思科达科技有限公司
	深圳贝特尔建筑材料有限公司
	安徽芜湖中川节能建材有限公司
	武汉奥捷高新技术有限公司
	南阳天意保温耐火材料有限公司
	昆山长绿环保建材有限公司
	余姚市飞天玻纤有限公司
本规程主要起草人员:	阮 华 钱晓倩 林炎飞 李陆宝
	楼 明 王小山 方明晖 潘延平
	宋 波 王智宇 刘 勇 周 东
	刘明明 王新民 苑 麒 栾景阳
	韩玉春 朱国亮 周 强 张继文
	邓 威 水贤明 张定干 李 珠
	王博儒 林 德 赵享鸿 张 迁
	张建中 王海宾 刘德亮 周 瑜
	陈伟前 朱仟忠 顾剑英 庄继昌
本规程主要审查人员:	钱选青 薛滔菁 赵霄龙 高旭东
	王洪涛 马成良 任 俊 伊 立
	陈金伟

目次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 性能要求与进场检验	5
4.1 系统的性能	5
4.2 组成材料的性能	6
4.3 材料进场检验	8
4.4 检验方法	10
5 设计	12
5.1 一般规定	12
5.2 建筑构造	13
6 施工	14
6.1 一般规定	14
6.2 施工准备	14
6.3 施工流程	15
6.4 施工要点	15
6.5 成品保护	17
6.6 安全文明施工	17
7 质量验收	19
7.1 一般规定	19
7.2 主控项目	20
7.3 一般项目	23
附录 A 无机轻集料砂浆保温系统基本构造	24
附录 B 系统及其组成材料性能试验方法	26

本规程用词说明	34
引用标准名录	35
附：条文说明	37

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Performance Requirements and Construction	
	Site Test	5
4.1	Performance Requirements on System	5
4.2	Performance Requirements on Constituent Materials	6
4.3	Construction Site Test	8
4.4	Material Testing	10
5	Design	12
5.1	General Requirements	12
5.2	System Configuration	13
6	Construction	14
6.1	General Requirements	14
6.2	Preparation of the Construction	14
6.3	Process	15
6.4	Key Points of Construction	15
6.5	Product Protection	17
6.6	Safety and Civilization Construction	17
7	Acceptance	19
7.1	General Requirements	19
7.2	Primary Control Items	20
7.3	Secondary Items	23
Appendix A Basic Structure of Thermal Insulating Systems		24

Appendix B Test Method of System and Constituent

Materials	26
Explanation of Wording in This Specification	34
List of Quoted Standards	35
Addition: Explanation of Provisions	37

1.0.1 为规范无机轻集料砂浆保温系统墙体保温工程技术要求，保证工程质量，做到技术先进、安全可靠、经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于以混凝土和砌体为基层墙体的民用建筑工程中，采用无机轻集料砂浆保温系统的墙体保温工程的设计、施工及验收。

1.0.3 无机轻集料砂浆保温系统的设计、施工及验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

Appendix B Test Method of System and Component 26

Materials 26

Explanation of Wording in This Specification 26

List of Quoted Standards 26

Appendix: Explanation of Provisions 26

1 General Provisions 1

2 Terms 2

3 Basic Requirements 4

4 Performance Requirements and Construction

4.1 Performance Requirements 5

4.2 Performance Requirements of Component Materials 6

4.3 Construction Site Test 8

4.4 Material Testing 10

5 Design 12

5.1 General Requirements 12

5.2 System Configuration 13

6 Construction 14

6.1 General Requirements 14

6.2 Preparation of the Construction 14

6.3 Process 15

6.4 Key Points of Construction 15

6.5 Product Protection 17

6.6 Safety and Civilization Construction 17

7 Acceptance 19

7.1 General Requirements 19

7.2 Primary Control Items 20

7.3 Secondary Items 23

Appendix A Basic Structure of Thermal Insulating Systems 24

1 总 则

- 1.0.1 为规范无机轻集料砂浆保温系统墙体保温工程技术要求, 保证工程质量, 做到技术先进、安全可靠、经济合理, 制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于以混凝土和砌体为基层墙体的民用建筑工程中, 采用无机轻集料砂浆保温系统的墙体保温工程的设计、施工及验收。
- 1.0.3 无机轻集料砂浆保温系统的设计、施工及验收除应符合本规程外, 尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 墙体保温工程 thermal insulation on walls

将保温系统通过组合、组装、施工或安装固定在墙体表面上所形成的建筑物实体。

2.0.2 无机轻集料砂浆保温系统 thermal insulating systems of inorganic lightweight mortar

由界面层、无机轻集料保温砂浆保温层、抗裂面层及饰面层组成的保温系统。包括外墙外保温、内保温两种保温构造。

2.0.3 基层 substrate

保温系统所依附的墙体。

2.0.4 界面砂浆 interface treating agent

用于改善基层与保温层表面粘结性能的聚合物干混砂浆。

2.0.5 无机轻集料保温砂浆 the mortar with mineral binder and using lightweight inorganic granule as aggregate

以憎水型膨胀珍珠岩、膨胀玻化微珠、闭孔珍珠岩、陶砂等无机轻集料为保温材料,以水泥或其他无机胶凝材料为主要胶结料,并掺加高分子聚合物及其他功能性添加剂而制成的建筑保温干混砂浆。

2.0.6 抗裂砂浆 anti-crack mortar

由水泥或其他无机胶凝材料、高分子聚合物和填料等材料配制而成,能满足一定变形而具有一定的抗裂性能的干混砂浆。

2.0.7 玻纤网 glassfiber-mesh

经表面涂覆处理的网格状玻璃纤维织物,具有一定的耐碱性和硬挺度,作为增强材料埋入抗裂砂浆中,与抗裂砂浆共同形成抗裂面层,用以提高抗裂面层的抗裂性。

2.0.8 塑料锚栓 plastic fastener

由螺钉和带圆盘的塑料膨胀套管两部分组成,固定于基层墙体的专用连接件。

3 基本规定

3.0.1 无机轻集料砂浆保温系统应能适应基层的正常变形而不产生裂缝或空鼓,同时系统内的各个面层之间应具有变形协调的能力。

3.0.2 当无机轻集料砂浆保温系统用于外墙外保温时,应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的有关规定。

3.0.3 墙体的保温、隔热和防潮性能应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 和国家现行有关建筑节能设计标准的规定。

3.0.4 保温系统各组成部分应具有物理-化学稳定性。所有组成材料应彼此相容并具有防腐性。在可能受到生物侵害时,墙体保温工程尚应具有防生物侵害性能。

3.0.5 保温系统采用的砂浆均应为单组分砂浆,现场不得添加除水以外的其他材料。

3.0.6 检测数据的判定应按现行国家标准《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170 的规定进行。

4 性能要求与进场检验

4.1 系统的性能

4.1.1 当无机轻集料砂浆保温系统用于外墙外保温时,必须进行耐候性检验,耐候性性能必须符合下列规定:

1 涂料饰面经 80 次高温 (70℃)、淋水 (15℃) 和 5 次加热 (50℃)、冷冻 (-20℃) 循环后不得出现开裂、空鼓或脱落。

2 面砖饰面经 80 次高温 (70℃)、淋水 (15℃) 和 30 次加热 (50℃)、冷冻 (-20℃) 循环后不得出现开裂、空鼓或脱落。

3 抗裂面层与保温层拉伸粘结强度: I 型保温砂浆不应小于 0.10MPa, II 型保温砂浆不应小于 0.15MPa, III 型保温砂浆不应小于 0.25MPa; 且破坏部位应位于保温层内。

4 经耐候性试验后,面砖饰面系统的拉伸粘结强度不应小于 0.4MPa。

4.1.2 无机轻集料砂浆保温系统的性能尚应符合表 4.1.2 的要求。

表 4.1.2 无机轻集料砂浆保温系统的性能指标

项 目	性 能 指 标
抗冲击性	普通型 (单层玻纤网): 3J, 且无宽度大于 0.10mm 的裂纹; 加强型 (双层玻纤网): 10J, 且无宽度大于 0.10mm 的裂纹
抗裂面层不透水性	2h 不透水
吸水量 (在水中浸泡 1h)	$\leq 1000\text{g}/\text{m}^2$
抗裂面层复合 饰面层水蒸气 湿流密度	$\geq 0.85\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

续表 4.1.2

项 目	性 能 指 标
耐冻融性能	30 次冻融循环后, 系统无空鼓、脱落, 无渗水裂缝; 抗裂面层与保温层的拉伸粘结强度 I 型保温砂浆: $\geq 0.10\text{MPa}$ II 型保温砂浆: $\geq 0.15\text{MPa}$ III 型保温砂浆: $\geq 0.25\text{MPa}$ (破坏部位应位于保温层内)
热 阻	符合设计要求

注: 1 外墙内保温系统的耐候性、耐冻融性能不作要求。

2 当需要检验外墙外保温系统抗风荷载性能时, 性能指标和试验方法由供需双方协商确定。

4.2 组成材料的性能

4.2.1 无机轻集料保温砂浆按干密度可分为 I 型、II 型和 III 型, 其性能应符合表 4.2.1 的要求。其中燃烧性能指标应符合现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中 A2 级的检验判断要求。

表 4.2.1 无机轻集料保温砂浆的性能指标

项 目		性能要求		
		I 型	II 型	III 型
干密度	(kg/m^3)	≤ 350	≤ 450	≤ 550
抗压强度	(MPa)	≥ 0.50	≥ 1.00	≥ 2.50
拉伸粘结强度	(MPa)	≥ 0.10	≥ 0.15	≥ 0.25
导热系数(平均温度 25℃)	$[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$	≤ 0.070	≤ 0.085	≤ 0.100
稠度保留率(1h)	(%)	≥ 60		
线性收缩率	(%)	≤ 0.25		
软化系数		≥ 0.60		
抗冻性能	抗压强度损失率 (%)	≤ 20		
	质量损失率 (%)	≤ 5		
石棉含量		不含石棉纤维		
放射性		同时满足 $I_{\text{Ra}} \leq 1.0$ 和 $I_{\text{Y}} \leq 1.0$		
燃烧性能		A2 级		

4.2.2 界面砂浆的性能应符合表 4.2.2 的要求。

表 4.2.2 界面砂浆的性能指标

项 目		指 标
拉伸粘结强度	原强度 (MPa)	≥0.90
	浸水 (MPa)	≥0.70
可操作时间 (h)		1.5~4.0

4.2.3 抗裂砂浆的性能应符合表 4.2.3 的要求。

表 4.2.3 抗裂砂浆的性能指标

项 目		指 标
可使用时间	可操作时间 (h)	≥1.5
	在可操作时间内拉伸粘结强度 (MPa)	≥0.70
原拉伸粘结强度 (常温 28d) (MPa)		≥0.70
浸水拉伸粘结强度 (常温 28d, 浸水 7d) (MPa)		≥0.50
透水性 (24h) (mL)		≤2.5
压折比		≤3.0

4.2.4 玻纤网的性能应符合表 4.2.4 的要求。

表 4.2.4 玻纤网的性能指标

项 目	指 标
网孔中心距 (mm)	5~8
单位面积质量 (g/m^2)	≥ 130
耐碱拉伸断裂强力 (经、纬向) (N/50mm)	≥ 750
断裂伸长率 (经、纬向) (%)	≤ 5.0
耐碱断裂强力保留率 (经、纬向) (%)	≥ 50

4.2.5 塑料锚栓的金属螺钉应采用不锈钢或经过表面防腐蚀处理的金属制成, 塑料钉和带圆盘的塑料膨胀管应采用聚酰胺、聚乙烯或聚丙烯制成, 不得使用回收的再生材料。有效锚固深度不

应小于 25mm, 塑料圆盘直径不应小于 50mm, 套管外径宜为 7mm~10mm, 单个塑料锚栓抗拉承载力标准值在 C25 混凝土基层中不应小于 0.60kN, 在其他砌体中不应小于 0.30kN。

4.2.6 涂料饰面时应采用柔性耐水腻子, 其性能应符合现行行业标准《外墙外保温柔性耐水腻子》JG/T 229 的规定。

4.2.7 饰面涂料应与无机轻集料砂浆保温系统的材料具有相容性, 且其性能除应符合国家现行相关标准外, 尚应满足表 4.2.7 的抗裂性能要求。

表 4.2.7 饰面涂料的抗裂性能指标

项 目		指 标
抗裂性	平涂用涂料	断裂伸长率 $\geq 150\%$
	连续性复层建筑涂料	主涂层的断裂伸长率 $\geq 100\%$
	浮雕类非连续性复层建筑涂料	主涂层初期干燥抗裂性满足要求

4.2.8 外保温饰面砖应采用粘贴面带有燕尾槽的产品, 且不得残留脱模剂。其性能除应符合国家现行相关标准的规定外, 尚应满足表 4.2.8 的要求。

表 4.2.8 饰面砖的性能指标

项 目		指 标
单块尺寸规格	表面面积 (m^2)	≤ 0.02
	厚度 (mm)	≤ 7.5
单位面积质量 (kg/m^2)		≤ 20

4.2.9 陶瓷墙地砖胶粘剂的性能应符合现行行业标准《陶瓷墙地砖胶粘剂》JC/T 547 的规定。

4.2.10 陶瓷墙地砖填缝剂的性能应符合现行行业标准《陶瓷墙地砖填缝剂》JC/T 1004 的规定。

4.3 材料进场检验

4.3.1 保温工程所用材料的品种、性能应符合国家现行有关标

准的规定和设计的要求。外观和包装应完整、无破损。

4.3.2 材料进场时, 应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的规定进行质量检查和验收, 并应符合下列规定:

1 应对产品合格证、出厂检验报告和有效期内的型式检验报告进行检查。出厂检验报告应包含表 4.3.2-1 规定的检验项目。

表 4.3.2-1 保温系统主要组成材料出厂检验项目

材料名称	出厂检验项目
界面砂浆	原拉伸粘结强度、可操作时间
无机轻集料保温砂浆	干密度、稠度保留率、抗压强度
抗裂砂浆	原拉伸粘结强度、可操作时间
玻纤网	网孔中心距、单位面积质量、耐碱拉伸断裂强力、断裂伸长率
塑料锚栓	塑料圆盘直径、单个塑料锚栓抗拉承载力标准值
柔性耐水腻子	容器中的状态、施工性、表干时间
陶瓷墙地砖胶粘剂	原拉伸粘结强度、凉置时间
陶瓷墙地砖填缝剂	标准试验条件下抗折强度及抗压强度、吸水量

2 无机轻集料保温砂浆、抗裂砂浆、界面砂浆、玻纤网、塑料锚栓、柔性耐水腻子、陶瓷墙地砖胶粘剂、陶瓷墙地砖填缝剂应按表 4.3.2-2 规定的项目进行现场抽样复验, 抽样复验应符合下列规定:

检查方法: 随机抽样送检, 核查复验报告。

检查数量: 墙体节能工程中, 同一厂家同一品种的产品, 当单位工程保温墙体面积在 5000m^2 以下时, 各抽查不应少于 1 次; 当单位工程保温墙体面积在 $5000\text{m}^2 \sim 10000\text{m}^2$ 时, 各抽查不应少于 2 次; 当单位工程保温墙体面积在 $10000\text{m}^2 \sim 20000\text{m}^2$ 时, 各抽查不应少于 3 次; 当单位工程保温墙体面积在 20000m^2 以上时, 各抽查不应少于 6 次。

表 4.3.2-2 保温系统主要组成材料进场复验项目

材料名称	复验项目
界面砂浆	原拉伸粘结强度、浸水拉伸粘结强度
无机轻集料保温砂浆	干密度、抗压强度、导热系数
抗裂砂浆	原拉伸粘结强度、浸水拉伸粘结强度、压折比
玻纤网	耐碱拉伸断裂强力、耐碱强力保留率、断裂伸长率
塑料锚栓	塑料圆盘直径、单个塑料锚栓抗拉承载力标准值
柔性耐水腻子	柔性、耐水性
陶瓷墙地砖胶粘剂	原拉伸粘结强度、浸水拉伸粘结强度
陶瓷墙地砖填缝剂	标准试验条件下抗折强度、抗压强度、吸水量、横向变形

4.4 检验方法

4.4.1 无机轻集料砂浆保温系统应按本规程附录 B 第 B.1 节的规定进行试样制备。

4.4.2 系统性能应按本规程附录 B 第 B.2 节规定的试验方法进行检验。系统耐候性试验后，进行面砖饰面时，应按现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 的规定进行饰面砖粘结强度试验。断缝应从饰面砖表面切割至抗裂面层外表面（不应露出玻纤网），深度应一致。

4.4.3 界面砂浆性能应按本规程附录 B 第 B.3 节规定的试验方法进行检验。

4.4.4 无机轻集料保温砂浆性能应按本规程附录 B 第 B.4 节规定的试验方法进行检验。

4.4.5 抗裂砂浆性能应按本规程附录 B 第 B.5 节规定的试验方法进行检验。

4.4.6 玻纤网性能应按本规程附录 B 第 B.6 节规定的试验方法进行检验。

4.4.7 单个塑料锚栓抗拉承载力应按现行行业标准《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG 149 规定的试验方法进行检验。

4.4.8 饰面涂料性能应按本规程附录 B 第 B.7 节规定的试验方法进行检验。

4.4.9 饰面砖性能应按本规程附录 B 第 B.8 节规定的试验方法进行检验。

4.4.10 柔性耐水腻子性能应按现行行业标准《外墙外保温柔性耐水腻子》JG/T 229 规定的试验方法进行检验。

4.4.11 陶瓷墙地砖胶粘剂性能应按现行行业标准《陶瓷墙地砖胶粘剂》JC/T 547 规定的试验方法进行检验。

4.4.12 陶瓷墙地砖填缝剂性能应按现行行业标准《陶瓷墙地砖填缝剂》JC/T 1004 规定的试验方法进行检验。

材料名称	1. 导热系数 [W/(m·K)]	2. 吸水率 [%]	3. 抗压强度 [MPa]
无机轻集料保温砂浆	≤0.075	≤10	≥0.1
抗裂砂浆	≤0.075	≤10	≥0.1
玻纤网	≥100	≤10	≥0.1

5 设 计

5.1 一 般 规 定

5.1.1 无机轻集料砂浆保温系统宜用于外保温系统,且外墙外保温厚度不宜大于 50mm。

5.1.2 外墙外保温工程设计不得更改系统构造和组成材料。

5.1.3 外墙宜使用涂料饰面。当外保温系统的饰面层采用粘贴饰面砖时,系统供应商应提供包括饰面砖拉伸粘结强度的耐候性检验报告,并应符合下列规定:

1 粘贴饰面砖工程应进行专项设计,编制施工方案,并应符合现行行业标准《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126 的规定。

2 工程施工前应做样板墙,进行面砖拉拔试验,经建设、设计和监理等单位确认后方可施工。

3 粘贴面砖时,应使用符合国家现行相关标准要求的陶瓷墙地砖胶粘剂和填缝剂。

5.1.4 当采用无机轻集料砂浆保温系统进行外墙外保温设计时,无机轻集料保温砂浆的导热系数、蓄热系数应按表 5.1.4 选取。

表 5.1.4 无机轻集料保温砂浆热工参数

保温砂浆类型	蓄热系数 S [W/(m ² ·K)]	导热系数 λ [W/(m·K)]	修正系数
I 型	1.20	0.070	1.25
II 型	1.50	0.085	1.25
III 型	1.80	0.100	1.25

5.1.5 无机轻集料砂浆外墙外保温系统应进行密封和防水构造设计,应确保水不会渗入保温层及基层,重要部位应有详图。水

平或倾斜的出挑部位及延伸至楼地面以下的部位应做好防水处理。在墙体上安装的设备或管道应固定于基层墙体上,并应做好密封和防水处理。无机轻集料砂浆外墙内保温系统的厨卫部分应进行防水设计。

5.2 建 筑 构 造

5.2.1 外墙外保温系统构造应符合本规程附录 A 第 A.0.1 条和第 A.0.2 条的规定。

5.2.2 外墙内保温系统构造应符合本规程附录 A 第 A.0.3 条的规定。

5.2.3 当外墙保温层厚度无法满足本规程第 5.1.1 条要求时,可选用内外复合保温,系统构造应符合本规程第 5.2.1 条和第 5.2.2 条的要求。

5.2.4 无机轻集料保温砂浆层厚度应符合墙体热工性能设计要求。

5.2.5 抗裂面层中应设置玻纤网,应严格控制抗裂面层厚度。涂料饰面时复合玻纤网的抗裂面层厚度不应小于 3mm;面砖饰面时复合玻纤网的抗裂面层厚度不应小于 5mm。

5.2.6 面砖饰面时,抗裂面层的玻纤网外侧应采用塑料锚栓锚固,且塑料锚栓的数量每平方米不应少于 5 个。

5.2.7 在外墙外保温涂料饰面系统的抗裂面层中,必要时应设置抗裂分格缝,并应做好分格缝的防水设计。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 外墙外保温工程施工期间以及完工后 24h 内,在夏季,应避免阳光暴晒。在 5 级以上大风天气和雨天不得施工。

6.1.2 无机轻集料砂浆保温系统外墙保温工程的施工,应符合下列规定:

1 保温砂浆层厚度应符合设计要求。

2 保温砂浆层应分层施工。保温砂浆层与基层之间及各层之间应粘结牢固。

3 采用塑料锚栓时,塑料锚栓的数量、位置、锚固深度和拉拔力应符合设计要求,塑料锚栓应进行现场拉拔试验。

6.1.3 保温工程实施前应编制专项施工方案并应经监理(建设)单位认可后方可实施。施工前应进行技术交底,施工人员应经过必要的实际操作培训并考核合格。

6.1.4 保温工程的施工应在基层施工质量验收合格后进行。应避免在潮湿的墙体上进行保温层施工。

6.1.5 现场配制砂浆时,砂浆水灰比应由无机轻集料砂浆保温系统供应商确定。

6.2 施 工 准 备

6.2.1 基层墙面不得有灰尘、污垢、油渍及残留灰块等现象。基层表面高凸处应剔平并找平,对蜂窝、麻面、露筋、疏松部分等应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的有关规定。门窗口与墙体交接处应填补密实。

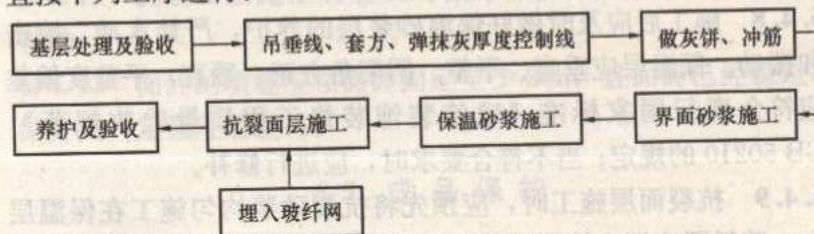
6.2.2 保温工程施工前,外门窗洞口应通过验收,洞口尺寸、位置应符合国家现行有关标准的规定和设计要求,门窗框或辅框

应安装完毕。伸出墙面的预埋件、连接件应安装完毕,并按保温层厚度留出间隙。

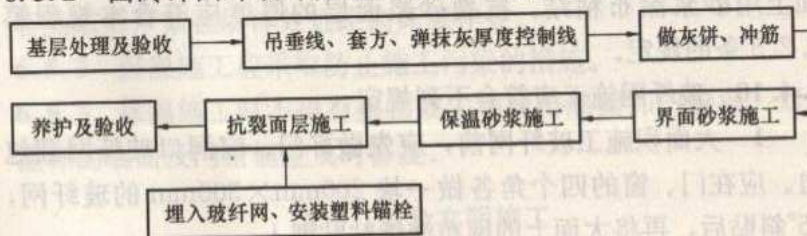
6.2.3 脚手架或操作平台施工应符合国家现行相关标准的规定,脚手架或操作平台应验收合格。

6.3 施 工 流 程

6.3.1 涂料饰面外墙外保温工程和外墙内保温工程的工艺流程宜按下列工序进行:



6.3.2 面砖饰面外墙外保温工程的工艺流程宜按下列工序进行:



6.4 施 工 要 点

6.4.1 应按设计和施工方案要求进行基层处理。

6.4.2 保温工程施工时应吊垂线、套方。在建筑外墙大角及其他必要处应挂垂直基准线,控制保温砂浆表面垂直度。

6.4.3 保温砂浆施工前应弹抹灰厚度控制线,并应根据建筑内部和墙体保温技术要求,在墙面弹出外门窗水平控制线、垂直控制线、分格缝线。

6.4.4 应采用保温砂浆做标准饼,然后冲筋,其厚度应以墙面最高处抹灰厚度不小于设计厚度为准,并应进行垂直度检查,门

窗口处及墙体阳角部分宜做护角。

6.4.5 界面砂浆应均匀涂刷于基层表面。

6.4.6 保温砂浆应按设计或产品使用说明书的要求配制。采用机械搅拌,机械搅拌时间不宜少于3min,且不宜大于6min。搅拌好的砂浆宜在120min内用完。

6.4.7 保温砂浆施工应在界面砂浆形成强度前分层施工,每层保温砂浆厚度不宜大于20mm;保温砂浆层与基层之间及各层之间粘结应牢固,不应脱层、空鼓和开裂。

6.4.8 施工后应及时做好保温砂浆层的养护,严禁水冲、撞击和振动。保温层应垂直、平整、阴阳角方正、顺直,平整度偏差应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210的规定;当不符合要求时,应进行修补。

6.4.9 抗裂面层施工时,应预先将抗裂砂浆均匀施工在保温层上,玻纤网应埋入抗裂砂浆面层中,严禁玻纤网直接铺在保温层面上用砂浆涂布粘结。抗裂砂浆面层的厚度应符合本规程第5.2.5条的规定。

6.4.10 玻纤网施工应符合下列规定:

1 大面积施工玻纤网前,应先做好门、窗洞口玻纤网翻包边。应在门、窗的四个角各做一块200mm×300mm的玻纤网,45°斜贴后,再将大面上的网布继续粘贴埋入。

2 在抗裂砂浆可操作时间内,应将裁剪好的玻纤网铺展在第一层抗裂砂浆上,并应将弯曲的一面朝里,沿水平方向绷直绷平,用抹刀边缘线抹压铺展固定,将玻纤网压入底层抗裂砂浆中。然后由中间向上下、左右方向将面层抗裂砂浆抹平整,确保抗裂砂浆紧贴玻纤网,粘结应牢固、表面平整,抗裂砂浆应涂抹均匀。玻纤网搭接宽度不应小于50mm,转角处玻纤网搭接宽度不应小于100mm,上下搭接宽度不应小于80mm,不得使玻纤网皱褶、空鼓、翘边。

3 在保温系统与非保温系统部分的接口部分,大面上的玻纤网应延伸搭接到非保温系统部分,搭接宽度不应小于100mm。

4 分格缝应沿凹槽将玻纤网埋入抗裂砂浆内。

6.4.11 塑料锚栓的安装应在玻纤网压入抗裂砂浆后进行。塑料锚栓应在基层内钻孔锚固,有效锚固深度应大于25mm。当基层墙体为蒸压加气混凝土制品时,有效锚固深度应大于50mm,当基层墙体为空心小砌块时,应采用有回拧功能的塑料锚栓。钻孔深度应根据保温层厚度采用相应长度的钻头,钻孔深度宜比塑料锚栓长10mm~15mm。

6.4.12 抗裂面层施工后应及时做好养护,严禁水冲、撞击和振动。

6.4.13 面砖的填缝应在面砖固定至少24h,且面砖已经稳定粘结并具有一定强度后进行。

6.5 成品保护

6.5.1 保温施工应采取防晒、防风、防雨、防冻措施。保温工程完成后严禁在墙体处近距离高温作业。

6.5.2 保温施工应采取防止施工污染的措施。

6.5.3 保温施工时不得有重物或尖物撞击墙面和门窗框。对碰撞坏的墙面及门窗框应及时修复。

6.6 安全文明施工

6.6.1 保温施工中各专业工种应紧密配合,合理安排工序,不得颠倒工序作业。

6.6.2 电器机具应由专人负责。电动机接地应安全可靠,非机电人员不得动用机电设备。

6.6.3 高空作业应系好安全带,并应正确使用个人劳动防护用品。

6.6.4 施工操作前,应按国家现行标准及有关操作规程检查脚手架,经检查合格后方能进入岗位操作,施工过程中应加强检查和维护。

6.6.5 废弃的材料应在指定地点堆放。

- 6.6.6 施工现场材料应堆放整齐, 并应作好标识。
- 6.6.7 切割面砖等板材时应有防止粉尘产生的措施。
- 6.6.8 施工过程中应及时清理建筑垃圾, 不得随意抛撒, 施工垃圾应及时清运, 并应适量洒水减少扬尘。
- 6.6.9 施工过程中宜使用低噪声的施工机具。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 墙体保温工程应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 有关规定进行施工质量验收。

7.1.2 主体结构完成后进行施工的保温工程, 应在主体或基层质量验收合格后施工, 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, 施工完成后应进行墙体节能分项工程验收。

7.1.3 材料进场验收应符合下列规定:

1 应对材料的品种、规格、包装、外观和尺寸进行检查验收, 并应经监理(建设)单位确认, 形成相应的验收记录。

2 应对材料的质量证明文件进行核查, 并应经监理(建设)单位确认, 纳入工程技术档案。进入施工现场的无机轻集料砂浆保温系统组成材料应具备出厂合格证、说明书及相关性能型式检测报告。

3 无机轻集料砂浆保温系统组成材料的燃烧性能应符合设计要求和现行国家标准《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 和《建筑设计防火规范》GB 50016 等的规定。

4 无机轻集料砂浆保温系统组成材料应符合国家现行有关标准对材料有害物质限量的规定, 不得对室内外环境造成污染。

7.1.4 墙体保温工程应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收, 并应有详细的文字记录和必要的图像资料:

- 1 保温砂浆层附着的基层及其表面处理;
- 2 塑料锚栓;

- 3 玻纤网铺设;
- 4 墙体热桥部位处理;
- 5 被封闭的保温砂浆层厚度。

7.1.5 墙体保温工程的组成材料在施工过程中应采取防潮、防水等保护措施。

7.1.6 墙体保温工程验收的检验批划分应符合下列规定:

1 采用相同材料、工艺和施工做法的墙面,每 $500\text{m}^2 \sim 1000\text{m}^2$ 墙体保温施工面积应划分为一个检验批,不足 500m^2 也应为一个检验批。

2 检验批的划分也可根据保温施工与施工流程相一致且方便施工与验收的原则,由施工单位与监理(建设)单位共同商定。

7.2 主控项目

7.2.1 无机轻集料砂浆保温系统及主要组成材料性能应符合本规程第4章的规定。

检查方法:检查型式检验报告和进场复验报告。

7.2.2 用于墙体保温工程的无机轻集料砂浆保温系统及组成材料,其品种、规格和保温构造应符合设计要求和国家现行相关标准的规定。

检验方法:观察、尺量检查;核查质量证明文件。

检查数量:按进场批次,每批应随机抽取3个试样进行检查;质量证明文件按进场批次全数检查。

7.2.3 墙体保温工程采用的界面砂浆、无机轻集料保温砂浆、抗裂砂浆、玻纤网及塑料锚栓,其复验项目、检验方法及检查数量应按本规程第4.3.2条第2款执行。

7.2.4 墙体保温工程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保温层施工方案的要求。

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:每 100m^2 应抽查1处,每处不得少于 10m^2 。

7.2.5 墙体保温工程各层构造做法应符合设计要求,并按施工方案施工。

检验方法:对照设计和施工方案观察检查;核查隐蔽工程验收记录。

检查数量:墙体保温工程中,每检验批不同构造做法应各抽查3处。

7.2.6 无机轻集料砂浆保温系统外墙保温工程的施工应符合本规程第6.1.2条的规定。

检验方法:观察;手扳检查;保温材料厚度采用钢针插入或剖开尺量检查;粘结强度和锚固力核查试验报告;核查隐蔽工程验收记录。

检查数量:墙体保温工程中,每个检验批抽查不得少于3处。

7.2.7 无机轻集料保温砂浆应在施工中制作同条件养护试件,并应检测其导热系数、干密度和抗压强度。无机轻集料保温砂浆的同条件养护试件应见证取样送检。

检验方法:核查试验报告。

检查数量:每个检验批应抽样制作同条件养护试块3组。

7.2.8 墙体保温工程各类饰面层的基层及面层施工,应符合设计和现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210的规定要求,并应符合下列规定:

1 饰面层施工的基层应无脱层、空鼓和裂缝,基层应平整、洁净,含水率应符合饰面层施工的要求。

2 采用粘贴饰面砖作饰面层时,其安全性与耐久性应符合设计和国家现行有关标准的规定。饰面砖应做粘结强度拉拔试验,试验结果应符合设计和有关标准的规定。

3 外墙外保温工程的饰面层不得渗漏。

4 外墙外保温层及饰面层与其他部位交接的收口处,应采取密封措施。

检验方法：观察检查；核查试验报告和隐蔽工程验收记录。

检查数量：

- 1) 每检验批每 100m^2 应抽查一处，每处不得小于 10m^2 。
- 2) 饰面砖现场粘结强度拉拔试验同一厂家同一品种的产品，当单位工程保温墙体面积在 20000m^2 以下时，各抽查不得少于 3 处；当单位工程保温墙体面积在 20000m^2 以上时，各抽查不得少于 6 处。现场拉伸粘结强度检验应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 的相关规定。
- 3) 饰面层渗漏检查和表面防水功能、防水措施检查每检验批每 100m^2 应抽查一处，每处不得小于 10m^2 。
- 4) 外墙外保温层及饰面层与其他部位交接的收口处密封措施检查。每检验批应抽查 10%，并不得少于 5 处。

7.2.9 当设计要求在墙体内设置隔汽层时，隔汽层的位置、使用的材料及构造做法应符合设计要求和国家现行相关标准的规定。隔汽层应完整、严密，穿透隔汽层处应采取密封措施。隔汽层冷凝水排水构造应符合设计要求。

检验方法：对照设计观察检查；核查质量证明文件和隐蔽工程验收记录。

检查数量：每个检验批应抽查 5%，并不得少于 3 处。

7.2.10 外墙或毗邻不采暖空间墙体上的门窗洞口四周的侧面以及墙体上凸窗四周侧面，应按设计要求采取节能保温措施。

检验方法：对照设计观察检查，必要时抽样剖开检查；核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：每个检验批应抽查 5%，并不得少于 5 个洞口。

7.2.11 外墙热桥部位应按设计要求采取隔断热桥措施。

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：按不同热桥种类，每种应抽查 10%，并不得少于 5 处。

7.3 一般项目

7.3.1 进场保温材料与构件的包装应完整无破损，符合设计要求和国家现行产品标准的规定。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

7.3.2 当采用玻纤网作为防止开裂的措施时，玻纤网的铺贴和搭接应符合设计和施工方案的要求。砂浆抹压应密实，不得空鼓，玻纤网不得皱褶、外露。

检验方法：观察检查；核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：每个检验批抽查不得少于 5 处，每处不得少于 2m^2 。

7.3.3 穿墙套管、脚手眼、孔洞等施工产生的墙体缺陷，应按施工方案采取隔断热桥措施，不得影响墙体热工性能。

检验方法：对照施工方案观察检查。

检查数量：全数检查。

7.3.4 无机轻集料保温砂浆厚度应均匀，接茬应平顺密实。

检验方法：观察、尺量检查。

检查数量：每个检验批应抽查 10%，并不得少于 10 处。

7.3.5 墙体上容易碰撞的阳角、门窗洞口及不同材料基体的交接处等特殊部位，其保温层应采取防止开裂和破损的加强措施。

检验方法：观察检查；核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：按不同部位，每类应抽查 10%，并不得少于 5 处。

附录 A 无机轻集料砂浆保温系统基本构造

A.0.1 涂料饰面无机轻集料砂浆外墙外保温系统基本构造应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 涂料饰面无机轻集料砂浆外墙外保温系统基本构造

基本构造					构造示意图
基层 ①	界面层 ②	保温层 ③	抗裂面层 ④	饰面层 ⑤	
混凝土墙 及各种 砌体墙	界面砂浆	无机轻集料 保温砂浆	抗裂砂浆 + 玻纤网 (有加强 要求的增 设一道玻 纤网)	柔性腻子 + 涂料饰面	

A.0.2 面砖饰面无机轻集料砂浆外墙外保温系统基本构造应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 面砖饰面无机轻集料砂浆外墙外保温系统基本构造

基本构造					构造示意图
基层 ①	界面层 ②	保温层 ③	抗裂面层 ④	饰面层 ⑤	
混凝土墙 及各种 砌体墙	界面砂浆	无机轻集 料保温 砂浆	抗裂砂浆 + 玻纤网 (锚固件与 基层锚固)	胶粘剂 + 面砖 + 填缝剂	

A.0.3 无机轻集料砂浆内保温系统基本构造应符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.3 无机轻集料砂浆内保温系统基本构造

基本构造					构造示意图
基层 ①	界面层 ②	保温层 ③	抗裂面层 ④	饰面层 ⑤	
混凝土墙 及各种 砌体墙	界面砂浆	无机轻集料 保温砂浆	抗裂砂浆 + 玻纤网	涂料饰面	

附录 B 系统及其组成材料性能试验方法

B.1 试样制备、养护和状态调节

B.1.1 无机轻集料砂浆保温系统试样,应按系统供应商说明书中规定的保温系统各组成砂浆的水灰比、构造要求和施工方法进行制备。试样养护时间应为 28d。

B.1.2 试样养护和状态调节环境应为:温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度 55%~85%。

B.2 系统性能指标试验方法

B.2.1 系统耐候性应按现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的规定进行试验。系统耐候性试验后,面砖饰面时应按现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 的规定进行饰面砖粘结强度试验。断缝应从饰面砖表面切割至抗裂面层外表面,深度应一致,不应露出玻纤网。

B.2.2 系统抗冲击性能应按现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的规定进行试验,试件与基层粘结紧密,其中保温层厚度应取 50mm;对 10J 级抗冲击构件,应涂刷一层聚丙烯酸类乳液。

B.2.3 系统抗裂面层不透水性、吸水量、耐冻融性能应按现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的规定进行试验。

B.2.4 系统水蒸气湿流密度应按现行国家标准《建筑材料水蒸气透过性能试验方法》GB/T 17146 中水法的规定进行试验。试样制备如下:试样由保温砂浆层和抗裂面层组成,试样尺寸为 $55\text{mm} \times 200\text{mm} \times 200\text{mm}$,试样数量 2 个。50mm 厚无机轻集料保温砂浆 (7d) + 5mm 厚抗裂砂浆 (5d) + 弹性底涂,养护

28d。试验时,弹性底涂表面朝向湿度小的一侧。

B.2.5 系统热阻应按国家现行标准《建筑构件稳态热传递性质的测定 标定和防护热箱法》GB/T 13475、《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法》GB/T 10295 和《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 的规定进行试验。

B.3 界面砂浆性能指标试验方法

B.3.1 界面砂浆原拉伸粘结强度、浸水拉伸粘结强度应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的规定进行试验。浸水拉伸粘结强度试验时,养护至 14d 的试样,应放入 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 的水中浸泡 7d,取出擦干表面水分,放置 30min 后进行测定。

B.3.2 可操作时间的测定:界面砂浆配制好后,应按系统供应商提供的可操作时间(没有规定时应按 4h)放置,此时材料应具有良好的操作性。

B.4 无机轻集料保温砂浆性能指标试验方法

B.4.1 无机轻集料保温砂浆的试验时,试件制备应符合下列规定:

1 应将无机轻集料保温砂浆提前 24h 放入实验室,实验室温度应为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度应为 55%~85%,且应根据系统供应商提供的水灰比混合搅拌制备拌合物。

2 应采用卧式搅拌机,且搅拌机主轴转速宜为 $45\text{ r/min} \pm 5\text{ r/min}$ 。搅拌砂浆时,砂浆的用量不宜少于搅拌机容量的 20%,且不宜多于 60%;搅拌时,应先加入粉料,边搅拌边加水搅拌 2min,暂停搅拌 3min 后,清理搅拌机内壁及搅拌叶片上的砂浆,再继续搅拌 2min。砂浆稠度应控制在 $80\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 。

3 应将制备的拌合物一次注满 $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$ 钢质有底试模,并略高于其上表面,用捣棒均匀由外向内按螺旋方向轻轻插捣 25 次,插捣时用力不应过大,且不得破

坏其保温骨料,再采用油灰刀沿模壁插捣数次或用橡皮锤轻轻敲击试模四周,直至插捣棒留下的空洞消失,最后将高出部分的拌合物沿试模顶面削去抹平。试样数量不得少于24块。导热系数试样尺寸应为300mm×300mm×30mm,并在同一组料中取样制作。

4 试样的养护按下列程序进行:试样制作后,应用聚乙烯薄膜覆盖,养护48h±8h后脱模,继续用聚乙烯薄膜包裹养护至14d后,去掉聚乙烯薄膜养护至28d。

5 应取6块试样进行干密度的测定,其中烘干温度应为80℃±3℃,应取试样检测值的4个中间值的计算算术平均值作为干密度值;检验干密度后的6个试样应进行抗压强度试验,另取6个试样进行软化系数的试验,应另取12个试样进行抗冻性能的试验。

B.4.2 干密度应按现行国家标准《无机硬质绝热制品试验方法》GB/T 5486的规定进行试验。

B.4.3 抗压强度按现行国家标准《无机硬质绝热制品试验方法》GB/T 5486的规定进行试验,取试样检测值的4个中间值计算算术平均值,作为抗压强度值。

B.4.4 拉伸粘结强度、线性收缩率应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70的规定进行试验。拉伸粘结强度试样应采用聚乙烯薄膜覆盖,养护至14d,去掉薄膜继续养护至28d;线性收缩率应取56d的收缩率值。

B.4.5 导热系数宜按现行国家标准《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法》GB/T 10294的规定进行试验。

B.4.6 抗冻性能的试验应符合下列规定:

1 试件在28d龄期时应进行冻融试验。试验前2d应对冻融试件和对比试件进行外观检查并记录其原始状况,并应将冻融试件和对比试件放入温度为80℃±3℃环境下烘干24h,然后编号、称量;再将冻融试件和对比试件放入15℃~20℃的水中浸泡,浸泡的水面应至少高出试件顶面20mm,两组试件浸泡48h后取

出,并用拧干的湿毛巾轻轻擦去表面水分。应对冻融试件进行冻融试验,并应将对比试件放入标准养护室中进行包裹养护。

2 冷冻箱(室)内的温度均应以其中心温度为标准。试件冻结温度应控制在-20℃~-15℃。当冷冻箱(室)内温度低于-15℃时,试件方可放入。当试件放入之后,温度高于-15℃时,则应以温度重新降至-15℃时计算试件的冻结时间。从装完试件至温度重新降至-15℃的时间不应超过2h。

3 每次冻结时间应为4h,冻结完成后应立即取出试件,并应立即放入能使水温保持在15℃~20℃的水槽中进行融化。槽中水面应至少高出试件表面20mm,试件在水中融化的时间不应小于4h。融化完毕即为一次冻融循环。取出试件,并应用拧干的湿毛巾轻轻擦去表面水分,送入冷冻箱(室)进行下一次循环试验,连续进行15次循环。

4 每5次循环,应进行一次外观检查,并应记录试件的破坏情况;试验期间如需中断试验,试样应置于-15℃~-20℃环境下存放。

5 冻融试件结束后,冻融试件与对比试件应同时放入80℃±3℃的条件下烘干24h,然后进行称量、试压。

6 保温砂浆抗冻性能的结果计算评定应符合下列规定:

1) 砂浆试件冻融后的抗压强度损失率应按下式计算:

$$\Delta f_m = [(f_{m1} - f_{m2}) / f_{m1}] \times 100 \quad (\text{B. 4. 6-1})$$

式中: Δf_m ——15次冻融循环后的砂浆强度损失率(%);

f_{m1} ——冻融循环试验前的试件抗压强度(MPa),以6块试件中4个中间值的平均值计算;

f_{m2} ——15次冻融循环后的试件抗压强度(MPa),以6块试件中4个中间值的平均值计算。

2) 砂浆试件冻融后的质量损失率应按下式计算:

$$\Delta m_m = [(m_0 - m_n) / m_0] \times 100 \quad (\text{B. 4. 6-2})$$

式中: Δm_m ——15次冻融循环后砂浆的质量损失率(%);

m_0 ——冻融循环试验前试件质量 (kg), 以 6 块试件中 4 个中间值的平均值计算;

m_n ——15 次冻融循环后试件质量 (kg), 以 6 块试件中 4 个中间值的平均值计算。

B.4.7 软化系数应按现行国家标准《建筑保温砂浆》GB/T20473 的规定进行试验。

B.4.8 稠度应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的规定进行试验, 稠度保留率应按下式计算:

$$W = C_1 / C_0 \times 100\% \quad (\text{B.4.8})$$

式中: W ——稠度保留率 (%);

C_0 ——初始稠度 (mm);

C_1 ——静止 1h 稠度 (mm)。

B.4.9 石棉含量应按现行行业标准《环境标志产品认证技术要求 轻质墙体板材》HBC 19 的规定进行试验。

B.4.10 放射性应按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定进行试验。

B.4.11 燃烧性能应按现行国家标准《建筑材料不燃性试验方法》GB/T 5464 和《建筑材料及制品的燃烧性能 燃烧热值的测定》GB/T 14402 的规定进行试验。

B.5 抗裂砂浆性能指标试验方法

B.5.1 抗裂砂浆配制好后, 应按系统供应商提供的可操作时间放置。

B.5.2 抗裂砂浆原拉伸粘结强度、在可操作时间内拉伸粘结强度、浸水拉伸粘结强度应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的规定进行试验, 拉伸粘结强度试样应采用聚乙烯薄膜覆盖, 养护至 14d, 去掉薄膜继续养护至 28d; 浸水拉伸粘结强度的浸水时间为 7d。

B.5.3 透水性应按本规程附录 B 第 B.9 节进行试验。

B.5.4 压折比的测定应符合下列规定:

1 抗压强度、抗折强度应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 的规定进行试验。抗裂砂浆成型后, 应采用聚乙烯薄膜覆盖, 养护 48h±8h 后脱模, 继续用聚乙烯薄膜包裹养护至 14d, 去掉薄膜养护至 28d。

2 压折比应按下式计算:

$$T = R_c / R_f \quad (\text{B.5.4})$$

式中: T ——压折比;

R_c ——抗压强度 (N/mm²);

R_f ——抗折强度 (N/mm²)。

B.6 玻纤网性能指标试验方法

B.6.1 应采用直尺测量连续 10 个孔的平均值作为网孔中心距值。

B.6.2 单位面积质量应按现行国家标准《增强制品试验方法 第 3 部分: 单位面积质量的测定》GB/T 9914.3 的规定进行试验。

B.6.3 耐碱拉伸断裂强力及断裂伸长率应按现行国家标准《增强材料 机织物试验方法 第 5 部分: 玻璃纤维拉伸断裂强力和断裂伸长的测定》GB/T 7689.5 的规定进行试验。

B.6.4 断裂强力保留率应按现行行业标准《增强用玻璃纤维网布 第 2 部分: 聚合物基外墙外保温用玻璃纤维网布》JC 561.2 的规定进行试验。

B.7 饰面涂料性能指标试验方法

B.7.1 断裂伸长率应按现行国家标准《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777 的规定进行试验。

B.7.2 初期干燥抗裂性应按现行国家标准《复层建筑涂料》GB/T 9779 的规定进行试验。

B.7.3 其他性能指标应按建筑涂料相关标准的规定进行试验。

B.8 饰面砖性能指标试验方法

B.8.1 单块尺寸应按现行国家标准《陶瓷砖试验方法 第 1 部

分：抽样和接收条件》GB/T 3810.1 的规定抽取 10 块整砖为试件，并应按现行国家标准《陶瓷砖试验方法 第 2 部分：尺寸和表面质量的检验》GB/T 3810.2 的规定进行试验。

B.8.2 单位面积质量的测定应符合下列规定：

1 应将本规定附录 B 第 B.8.1 条所测的 10 块整砖，放在 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中干燥至恒重，放在有硅胶或其他干燥剂的干燥器内冷却至室温。应采用能称量精确到试件质量 0.01% 的天平称量。以 10 块整砖的平均值作为干砖的质量 W 。

2 应测量 10 块整砖的平均长和宽，作为饰面砖长 L 和宽 B 。

3 单位面积质量应按下式计算：

$$M = 1000W / (L \times B) \quad (\text{B.8.2})$$

式中： M ——单位面积质量 (kg/m^2)；

W ——干砖的质量 (g)；

L ——饰面砖长度 (mm)；

B ——饰面砖宽度 (mm)。

B.9 透水性试验方法

B.9.1 试样应由 30mm 厚无机轻集料保温砂浆和 5mm 厚抗裂砂浆组成，尺寸为 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 。试样成型后，应采用聚乙烯薄膜覆盖，养护至 14d，去掉薄膜

养护至 28d。

B.9.2 试验装置应由带刻度的玻璃试管（卡斯通管 Carsten-Rohrchen）组成，容积应为 10mL，试管刻度应为 0.05mL。

B.9.3 应将试样置于水平状态（图 B.9.3），将卡斯通管放于试样的中心位置，应采用密封材料密封试样和玻璃试管间的缝隙，往玻璃试管内注水，

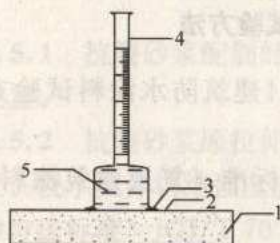


图 B.9.3 透水性
试验示意图

- 1—无机轻集料保温砂浆；
2—抗裂砂浆；3—密封材料；
4—卡斯通管；5—水

直至试管的 0 刻度，在试验条件下放置 24h，再读取试管的刻度。

B.9.4 透水量应取试验前后试管的刻度之差，取 2 个试样的平均值，精确至 0.1mL。

- 1 《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045-95) (2005 年版)
2 《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16-2008)
3 《民用建筑电气设计手册》(第二版) (2008 年版)
4 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
5 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
6 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
7 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
8 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
9 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
10 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
11 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
12 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
13 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
14 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
15 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
16 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
17 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
18 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
19 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
20 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)
21 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)

本规程用词说明

1 为了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

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045
- 3 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 4 《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210
- 5 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 6 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 7 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411
- 8 《陶瓷砖试验方法》GB/T 3810
- 9 《建筑材料不燃性试验方法》GB/T 5464
- 10 《无机硬质绝热制品试验方法》GB/T 5486
- 11 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
- 12 《增强材料 机织物试验方法》GB/T 7689
- 13 《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170
- 14 《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
- 15 《复层建筑涂料》GB/T 9779
- 16 《增强制品试验方法》GB/T 9914
- 17 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法》GB/T 10294
- 18 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法》GB/T 10295
- 19 《建筑构件稳态热传递性质的测定 标定和防护热箱法》GB/T 13475
- 20 《建筑材料及制品的燃烧性能 燃烧热值的测定》GB/T 14402
- 21 《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777

- 22 《建筑材料水蒸气透过性能试验方法》GB/T 17146
- 23 《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671
- 24 《建筑保温砂浆》GB/T 20473
- 25 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
- 26 《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110
- 27 《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126
- 28 《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132
- 29 《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144
- 30 《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG 149
- 31 《陶瓷墙地砖胶粘剂》JC/T 547
- 32 《增强用玻璃纤维网布 第2部分: 聚合物基外墙外保温用玻璃纤维网布》JC 561.2
- 33 《陶瓷墙地砖填缝剂》JC/T 1004
- 34 《外墙外保温柔性耐水腻子》JG/T 229
- 35 《环境标志产品认证技术要求 轻质墙体板材》

HBC 19

中华人民共和国行业标准

无机轻集料砂浆保温系统技术规程

JGJ 253 - 2011

条文说明

制定说明

《无机轻集料砂浆保温系统技术规程》JGJ 253-2011, 经住房和城乡建设部 2011 年 11 月 22 日以第 1179 号公告批准、发布。

本规程制定过程中, 编制组进行了系统广泛的调查研究, 总结了我国无机轻集料砂浆保温系统外墙保温工程施工中的实践经验, 同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为了便于广大设计、施工、科研、学校、生产企业等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《无机轻集料砂浆保温系统技术规程》编制组按照章、节、条顺序编制了本规程的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备和规程正文同等的法律效应, 仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目次

1 总则	40
2 术语	42
3 基本规定	43
4 性能要求与进场检验	44
4.1 系统的性能	44
4.2 组成材料的性能	45
4.3 材料进场检验	48
4.4 检验方法	48
5 设计	49
5.1 一般规定	49
5.2 建筑构造	51
6 施工	53
6.1 一般规定	53
6.2 施工准备	54
6.3 施工流程	54
6.4 施工要点	55
6.5 成品保护	55
6.6 安全文明施工	56
7 质量验收	57
7.1 一般规定	57
7.2 主控项目	57
7.3 一般项目	59
附录 A 无机轻集料砂浆保温系统基本构造	61
附录 B 系统及其组成材料性能试验方法	62

1 总 则

1.0.1 随着我国建筑节能技术的发展,无机轻集料砂浆保温系统在建筑保温工程上的应用迅速增长。该保温系统由界面层、保温层、抗裂面层和饰面层组成。保温层宜采用憎水型膨胀珍珠岩、膨胀玻化微珠、闭孔珍珠岩、陶砂等无机轻集料,替代传统的普通膨胀珍珠岩和聚苯颗粒作为骨料,弥补了用普通膨胀珍珠岩和聚苯颗粒作为轻集料的传统保温砂浆中诸多缺陷和不足。与传统的聚苯颗粒、普通膨胀珍珠岩作为轻集料保温砂浆相比,无机轻集料保温砂浆既克服了普通膨胀珍珠岩吸水性大、易粉化,搅拌中体积收缩率大,易造成产品后期强度低和空鼓开裂等缺点;同时又弥补了聚苯颗粒有机材料易燃、防火性能差、和易性差、施工中反弹性大、易受虫蚁侵蚀以及老化等问题;无机轻集料保温砂浆自身具有抗老化、耐候性、防火性、无毒性、强度高、砂浆亲和性能好等特点,且施工工艺简单。理论和工程实践已证明,在节能建筑墙体保温工程中采用无机轻集料砂浆保温系统是一种良好的技术措施。

1.0.2 制定本规程的目的是为了控制无机轻集料砂浆保温系统在建筑墙体保温工程的质量,规范施工技术要求,促进建筑保温行业健康发展。

本规程规范了无机轻集料砂浆保温系统的基本构造、保温系统及组成材料的性能要求,用于检查各项性能的检验方法以及对于设计、施工及验收的相应规定。

1.0.3 本条规定适用于混凝土或砌体结构基层的民用建筑墙体保温工程,包括新建、改建、扩建以及既有建筑的节能改造工程,工业建筑可参照执行。既有建筑的节能改造工程要注意墙体

基层的技术处理。

1.0.3 国家和行业现行强制性标准包括建筑防火、建筑工程抗震等方面的标准和规范。

2 术 语

2.0.1 墙体保温工程是建筑物围护结构的保温,它不仅包括外墙外保温,还包括外墙内保温、分户墙保温以及外墙内外复合保温。

2.0.2 无机轻集料砂浆保温系统是一个由界面层、保温层、抗裂面层及饰面层组成的整体,可根据建筑节能的要求进行使用。抗裂面层由抗裂砂浆和玻纤网两部分组成,没有设置玻纤网的无网外墙外保温构造不适用于本规程。

2.0.3 基层墙体可为现浇混凝土、预制混凝土或混凝土空心砌块、蒸压加气混凝土砌块、烧结多孔砖、灰砂砖、炉渣砖和页岩模数砖等墙体材料构造的砌体结构。

2.0.5 无机轻集料保温砂浆是一种以无机非金属矿物轻集料为骨料的保温砂浆,根据保温砂浆的干密度、抗压强度、导热系数及功能的不同,分为Ⅰ型、Ⅱ型和Ⅲ型三种型号。本规程的编制主要参考膨胀玻化微珠保温砂浆的技术参数,对于其他无机轻集料的保温砂浆,在满足本规程提供的技术参数的前提下,亦适用于墙体的保温系统。

3 基本规定

3.0.2 涉及无机轻集料砂浆保温系统的工程使用安全性、耐久性要求,编制时除了考虑保温系统应具有的功能外,必须符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 第3章的规定。无机轻集料保温砂浆本身具有优良的防火性能(A级不燃),故不再对保温工程另外作防火构造要求。

3.0.5 为规范施工,保证保温工程的质量,特规定此条。保温系统的各组成砂浆指界面砂浆、无机轻集料保温砂浆、抗裂砂浆。采用多组分配比的砂浆不能称为单组分砂浆。

多组分配制砂浆由于现场施工条件的限制,其质量较难保证。本条规定主要是为了防止现场各种砂浆配制的随意性,保证产品的质量。

3.0.6 在判定测定值是否符合标准要求时,按现行国家标准《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170 中规定的修约值比较法进行。

4 性能要求与进场检验

4.1 系统的性能

4.1.1 外墙外保温工程在实际使用中会受到相当大的热应力作用,这种热应力主要表现在抗裂防护层上。由于无机轻集料保温砂浆具有一定的隔热性能,其抗裂防护层温度在夏季可高达 80°C 。夏季持续晴天后突然暴雨所引起的表面温度变化可达 50°C 。夏季的高温还会加速保护层的老化。抗裂防护层中的有机高分子聚合物材料会由于紫外线辐射、空气中的氧化和水分作用而遭到破坏。

外墙外保温工程要求能够经受住周期性热湿和热冷气候条件的长期作用。耐候性试验模拟夏季墙面经高温日晒后突降暴雨和冬季昼夜温度的反复作用,对大尺寸的外保温墙体进行加速气候老化试验,是检验和评价外保温系统质量的最重要的试验项目。耐候性试验与实际工程有着很好的相关性,能很好地反映实际外保温工程的耐候性能。

耐候性试验条件的组合是十分严格的。通过该试验,不仅可检验外保温系统的长期耐候性能,而且还可对设计、施工和材料性能进行综合检验。如果材料质量不符合要求,设计不合理或施工质量不好,都不可能经受住这样的考验。

对比现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144,本标准特别是为提高面砖饰面系统的安全性,在耐候性能指标中增加了30次加热(50°C)、冷冻(-20°C)循环的要求。

同时针对不同型号的无机轻集料砂浆的外保温系统,提出了耐候性试验后,抗裂面层与保温层的拉伸粘结强度的不同数值,而且破坏部位应位于保温层内的技术要求。耐候性试验后,面砖饰面系统的拉伸粘结强度 $\geq 0.40\text{MPa}$,目的就是确保外保温系统

的安全性。

4.1.2 根据无机轻集料砂浆保温系统的整体要求,对系统的抗冲击性、吸水量、抗裂面层不透水性、耐冻融性、抗裂面层复合饰面层水蒸气湿流密度、热阻作了规定。

外保温系统抗冲击性、吸水量、抗裂面层不透水性和抗裂面层复合饰面层水蒸气渗透阻几项性能都与抗裂面层有关。厚的抗裂面层抗冲击性和不透水性好,薄的抗裂面层水蒸气渗透阻小,但抗裂面层过薄又会导致不透水性差。

无机轻集料砂浆保温系统在墙体内保温时,由于保温系统设置在墙体内侧,不受室外气候条件(温差、雨雪等的直接作用),耐候性、耐冻融性能不作要求。

4.2 组成材料的性能

4.2.1 无机轻集料保温砂浆是整个保温系统中最主要的功能材料,根据干密度、抗压强度、导热系数及功能的不同,分为I型、II型和III型三种型号,其中III型不宜单独用于外墙外保温,主要用于辅助保温。

本规程对现行国家标准《建筑保温砂浆》GB/T 20473规定的砂浆干密度范围作了适当的扩大,体现了本规程的先进性。由于以前的建筑保温砂浆大都采用普通膨胀珍珠岩作为骨料,而普通膨胀珍珠岩的力学性能、保温性能、颗粒的稳定性能都远不如经过处理的闭孔珍珠岩或玻化微珠,特别是无机轻集料保温砂浆配方中普遍引入了聚合物改性剂,I型保温砂浆在较高的干密度范围内导热系数 $\leq 0.070\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;同时保温砂浆的抗压强度大幅度提高,II型和III型保温砂浆情况类似。因此干密度范围的扩大不是对保温砂浆性能要求的降低,相反,这个改变能够促使保温砂浆配方的不断改进,以求能够配制出强度高、导热系数低而综合性能高的保温砂浆。各系统供应商在实际生产时,可根据所采用的原材料和配方,制定相应的企业标准细化本规程。

本规程对无机轻集料保温砂浆的抗压强度技术指标有较大的

提高,这不仅是因为通过无机轻集料保温砂浆配方的改进使其性能得到了改善;还由于保温试样养护时间改为14d覆膜养护,而后去掉薄膜养护至28d,其试样抗压强度要比7d覆膜养护大。

在对几组覆膜养护7d的无机轻集料保温砂浆进行测试,抗压强度值分别为:1.24MPa、1.44MPa、0.90MPa、0.90MPa、0.86MPa,而相同配比的砂浆14d覆膜养护后的抗压强度为:1.34MPa、1.58MPa、0.99MPa、1.07MPa、0.92MPa,强度增长分别为:8.4%、9.4%、9.8%、19.0%、7.1%。可以看出强度平均有10%左右的增长。而由于保温系统的实际施工工序问题,保温砂浆层在表面硬化后,即进行抗裂砂浆面层的施工,相当于对保温砂浆起到一个覆膜养护的作用,我们认为采用覆膜14d养护制度所测定的抗压强度更贴近实际工程情况。因此,这一强度指标在技术上是是可以实现的,经济上也是合理的,特别是在工程实际中尤其显得必要,有利于提高保温系统的安全性。

现行国家标准《建筑保温砂浆》GB/T 20473中的压剪粘结强度测试,其测试数据的离散性大,不稳定,对试验设备有一定限制,操作起来有一定难度。采用拉伸粘结强度的试验方法,试样制作简便,测试的数据相对较稳定,能充分反映砂浆的性能指标。

本规程中对软化系数指标作了适当的提高,这对于南方潮湿多雨的气候特点是非常必要的,也有利于提高系统的安全性。

本规程设置稠度保留率的技术参数指标,是为了确保加水搅拌的无机轻集料保温砂浆具备一定的施工操作时间。

本规程无机轻集料保温砂浆燃烧性能指标要求为A2级不燃材料,满足现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624检验判断的要求。

4.2.2 界面砂浆指标中,拉伸粘结强度替代了压剪粘结强度指标。通过大量的试验资料和相关调查分析,并根据实际试验对比,拉伸粘结强度更容易检测,可靠性更强,也更能反映材料的这一特性。

4.2.3 抗裂面层对保温砂浆层起着良好的防护作用,整个无机轻集料砂浆保温系统的防水功能主要是通过控制抗裂砂浆的性能来进行的。本规程增加了采用卡斯通管进行测试的透水性指标。

另用压折比来控制抗裂砂浆的柔韧性时,由于未规定最小抗压强度,压折比并不能很客观地反映抗裂砂浆的柔韧性。当工程有要求时,可按照现行行业标准《陶瓷墙地砖胶粘剂》JC/T 547中的横向变形指标进行检测。

4.2.4 玻纤网按照现行行业标准《耐碱玻璃纤维网布》JC/T 841的规定,其中根据工程实际情况规定网孔中心距为5mm~8mm,单位面积质量 $\geq 130\text{g/m}^2$ 。在工程实际选用中,应特别关注网孔净面积大小,尽可能采用网孔净面积大的玻纤网,以提高复合了玻纤网的抗裂面层的粘结强度,必要时可以采用提高粘结强度的技术措施。

4.2.5 塑料锚栓由螺钉和带圆盘的塑料膨胀套管两部分组成。锚栓关系到系统的安全性,质量应得到保证。

4.2.6 涂料饰面时,应采用柔性耐水腻子,柔性耐水腻子应与保温系统的材料具有相容性,其性能应符合现行行业标准《外墙外保温柔性耐水腻子》JG/T 229的规定要求。不得使用没有柔性的普通找平腻子,进场时涂料供应商提供的柔性耐水腻子型式检验报告中检测项目必须齐全。

4.2.7 进场时,生产厂家应提供饰面涂料抗裂性能的检验报告和相关技术资料。

4.2.8 饰面砖的吸水率应符合现行行业标准《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126的规定要求。根据建筑物所在的气候区要求不同,其中I、VI、VII气候区吸水率 $\leq 3\%$;II、III、IV、V气候区吸水率 $\leq 6\%$ 。饰面砖的抗冻性应符合现行行业标准《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126的规定要求。

4.2.9 陶瓷墙地砖胶粘剂横向变形应大于或等于2.0mm。

4.2.10 陶瓷墙地砖填缝剂横向变形应大于或等于2.0mm。

4.3 材料进场检验

4.3.1 对保温工程选用的无机轻集料保温砂浆的型号与品种必须与节能设计说明的要求相符合,导热系数的计算值必须与采用的保温砂浆型号一致,同时技术指标必须满足本规程对应型号的要求。

4.3.2 对保温系统的出厂检验项目、进场复验项目及方法作了规定。不同型号的无机轻集料保温砂浆其对应的系统的型式检验报告必须一致。

4.4 检验方法

4.4.1~4.4.12 无机轻集料砂浆保温系统组成的界面砂浆、无机轻集料保温砂浆、抗裂砂浆,不同系统供应商的配方设计所要求的水灰比不同。进行砂浆性能检测时,应该按照系统供应商所提供的、与施工现场一致的水灰比进行试样的成型。砂浆若有特殊的施工方法,在试样成型时应加以相应的技术说明。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 本规程中将无机轻集料砂浆保温系统作为一个整体来考虑,规定外墙外保温层的最大厚度,目的是为了保证保温系统的安全性。

5.1.2 外墙外保温工程设计中,不得更改本规程规定的系统构造和组成材料。特殊工程发生更改,与本规程规定的保温系统构造或组成材料不一致时,应由建设单位组织专项的技术论证。

5.1.3 外墙外保温系统饰面层为饰面砖时,应有相应的技术保障措施。规定了饰面砖构造无机轻集料砂浆保温系统应具备的要求和程序。

施工前应编制专项的施工技术方案,提前进行样板墙施工,进行饰面砖拉伸粘结强度试验,采取有效的施工技术保障措施,必要时可以由建设单位组织专项的技术论证。

5.1.4 规定了不同型号的无机轻集料保温砂浆的导热系数、蓄热系数和修正系数的设计参数。虽然不同原材料和配合比、不同干密度和导热系数之间略有差异,但分别就三种型号的保温砂浆而言,其值差异不大。

不同型号的无机轻集料保温砂浆的导热系数、蓄热系数在节能计算时,按本条规定数值选取进行计算。

系统供应商所提供的无机轻集料砂浆保温系统型式检验报告导热系数的测试值,不能作为建筑节能计算的导热系数计算选取值。

对墙体传热系数热惰性指标的计算及热工性能参数的取值,主要参考现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的参数取值,但其中抗裂砂浆的热工性能的参数由试验测试结果及

经验公式取得。

无机轻集料保温砂浆的导热系数的修正系数取 1.25, 是通过大量的试验研究, 并参考了现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 确定的。

图 1 是几组不同配方保温砂浆在不同质量含水率时的导热系数测试结果。

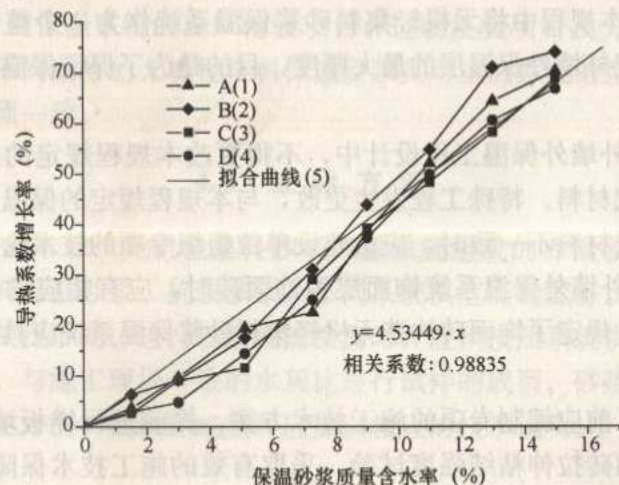


图 1 导热系数随质量含水率变化曲线图

图 2 是保温砂浆在不同相对湿度条件下的质量平衡含水率测试结果。

由中国建筑工业出版社出版的《夏热冬冷地区建筑节能技术》可知, 夏热冬冷地区的相对湿度常年在 80% 左右, 通过图 1、图 2 中拟合曲线的计算, 该湿度情况下, 导热系数增长 24.9%, 故修正系数取 1.25。

5.1.5 密封和防水构造设计包括变形缝的设置、变形缝的构造设计以及系统的起端和终端的包边等。

1 需设变形缝的部位有:

- 1) 基层墙体结构设有伸缩缝、沉降缝和防震缝处;
- 2) 预制墙板相接处;

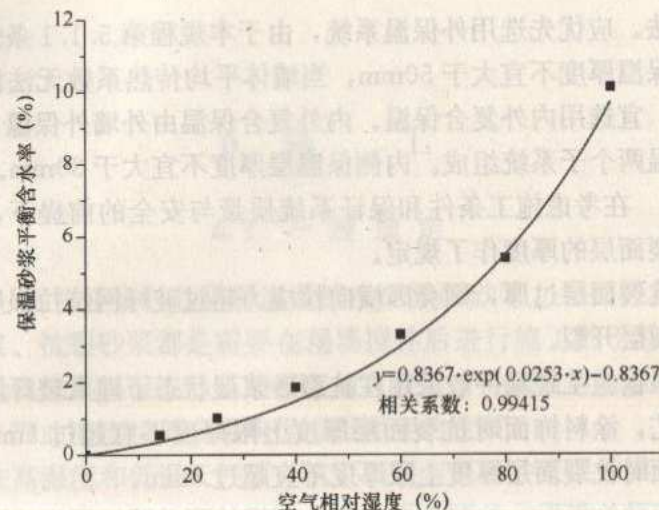


图 2 保温砂浆质量平衡含水率随空气相对湿度变化图

- 3) 保温系统与不同材料相接处;
 - 4) 结构可能产生较大位移的部位, 例如建筑体形突变或结构体系变化处;
 - 5) 经计算需设置变形缝处;
 - 6) 基层材料改变处。
- 2 系统的起端和终端包括以下部位:
- 1) 门窗周边;
 - 2) 穿墙管线洞口;
 - 3) 檐口、女儿墙、勒脚、阳台、雨篷等尽端;
 - 4) 变形缝及基层不同构造、不同材料结合处。

对于水平或倾斜的出挑部位, 表面应增设防水层。水平或倾斜的出挑部位包括窗台、女儿墙、阳台、雨篷等, 这些部位有可能出现积水、积雪情况。

5.2 建筑构造

5.2.1~5.2.3 规定了无机轻集料砂浆保温系统的各种基本构造

及做法。应优先选用外保温系统,由于本规程第 5.1.1 条规定外墙外保温厚度不宜大于 50mm,当墙体平均传热系数无法满足要求时,宜选用内外复合保温。内外复合保温由外墙外保温、外墙内保温两个子系统组成。内侧保温层厚度不宜大于 30mm。

5.2.5 在考虑施工条件和保证系统质量与安全的前提下,本条对抗裂面层的厚度作了规定。

抗裂面层过厚,则会因横向拉应力超过玻纤网抗拉强度而导致抗裂层开裂。

根据施工现场一般采用在抗裂砂浆湿状态下埋入玻纤网的施工工艺,涂料饰面时抗裂面层厚度上限厚度不宜超过 5mm;面砖饰面时抗裂面层厚度上限厚度不宜超过 8mm。

面砖饰面时,抗裂面层则是由两道抗裂砂浆面层组成,即在第一道抗裂砂浆层中埋入玻纤网,安装塑料锚栓后,再进行第二道抗裂砂浆层的施工。

5.2.6 规定了塑料锚栓的用量。

5.2.7 为防止水浸入而造成面层局部空鼓、脱落,鼓励选用研发新材料,合理设置分格缝,故设此条。同样原因在施工工艺和施工要点中,对分格缝要求应按相关规定进行处理。

涂料饰面工程的施工,严格按照编制的外墙外保温工程施工组织设计要求进行施工,不得随意变更保温系统的分格缝的设置,不得破坏已经设置的保温系统的分格缝构造。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 无机轻集料砂浆保温系统中的界面砂浆、无机轻集料保温砂浆、抗裂砂浆都是需要在现场搅拌后进行施工的干粉砂浆,由于无机轻集料保温砂浆的强度相对较低,特别是早期强度发展较慢,因此湿度过低会影响保温层强度的发展。

在高湿度和低温天气下,抗裂面层与保温砂浆层干燥过程可能需要几天的时间。新抹砂浆层表面看似硬化和干燥,但往往仍需要采取保护措施使其在整个厚度内充分养护,特别是在冻结温度、雨、雪或其他有害气候条件很可能出现的情况下。

另一方面,尚未凝结硬化的界面砂浆、无机轻集料保温砂浆、抗裂砂浆在雨天会影响表面质量,严重时会被冲刷。在情况允许时,可采取遮阳、防雨和防风措施。

外墙内保温工程施工,受阳光暴晒、在 5 级以上大风天气和雨天施工的因素影响相对较小,可以根据工程实际情况决定。

6.1.2 无机轻集料保温砂浆层施工厚度,直接影响到墙体传热系数是否满足节能设计的要求,是重要的控制指标。

无机轻集料保温砂浆需要进行分层施工,轻质的保温砂浆一次性粉刷过厚,容易导致湿的保温砂浆坠裂、空鼓、渗水等现象,影响保温砂浆层与基层之间的粘结。分层施工也是保证保温砂浆施工质量的控制手段。

对于墙体保温工程施工提出 3 款基本要求,这些要求主要关系到安全和节能效果,十分重要。

6.1.3 现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 规定,施工现场质量管理应有相应的施工技术标准;各工序应按施工技术标准进行质量控制,每道工序完成后,应进行检

查。无机轻集料砂浆保温工程能否满足建筑物墙体保温节能要求,应从原材料、施工过程全方位进行控制,更为重要的是目前对保温系统的施工经验尚不足,通过施工组织设计或专项施工方案的编制实施,有利于提高工程质量。

从事节能施工作业人员的操作技能对于节能施工效果影响较大,且无机轻集料保温砂浆和施工工艺对于某些施工人员可能并不熟悉,所以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。

6.1.4 本条是对围护结构保温工程基层墙体质量的具体要求和保温工程正式施工前的准备工作要求。

6.1.5 界面砂浆、无机轻集料保温砂浆、抗裂砂浆的水灰比与产品配制质量有关,应在专项施工方案中加以说明。施工方案中应包括施工工序、施工间隔时间、施工机具、基层处理、环境温度和养护条件要求、施工方法、材料用量和砂浆配制水灰比、各工序施工质量要求、施工要点、成品保护等。

6.2 施工准备

6.2.1 为保证保温工程质量和保温工程正式施工打好基础,基层的处理应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210中一般抹灰工程质量要求。

6.2.2 规定了施工作业技术条件,以避免工序颠倒,影响施工质量,并有利于成品保护。

6.2.3 该条不仅是为了考虑外墙保温施工安全可靠,而且也是为了方便施工,保证施工质量而作出的规定。由于保温系统是多道工序施工成活,所以施工作业架以整体爬架或固定式脚手架为宜。

6.3 施工流程

6.3.1、6.3.2 施工过程中应按工艺流程规定,合理安排各工序,保证各工序间的衔接和间隔时间,不应随意改变施工过程中

的顺序,以保证施工质量。

6.4 施工要点

6.4.1~6.4.5 基层处理应满足保温工程施工的要求,根据基层墙体的类型,分别用相应的方法进行基层的处理。

界面砂浆的水灰比、配制方式等工艺参数,应严格按照系统供应商提供的要求进行。

6.4.6~6.4.8 保温层的施工是整个保温工程的重要环节,为了保证工程质量,避免热桥等不利因素的产生,保温层施工应严格按照相关规程执行。

保温砂浆的水灰比、搅拌方式、搅拌时间、每一道保温砂浆施工的间隔时间、养护时间等工艺参数,应严格按照系统供应商提供的要求进行。

6.4.9~6.4.12 提出了无机轻集料保温砂浆系统抗裂面层及外饰面的做法及注意事项。

抗裂面层复合玻纤网,必须在抗裂砂浆施工同时,在湿状的抗裂砂浆中压入玻纤网,严禁玻纤网直接铺在保温层面上用抗裂砂浆涂布粘结。

抗裂砂浆的水灰比、搅拌方式、搅拌时间、每一道抗裂砂浆施工的间隔时间、养护时间等工艺参数,应严格按照系统供应商提供的要求进行。

严格按照系统供应商提供的养护技术要求进行,保证保温系统各构造层充足的养护时间,严禁在养护时间内进行下一道工序的提前施工。

饰面层材料做法、技术要求必须与保温系统具有相容性。

6.5 成品保护

6.5.1~6.5.3 为保证保温层的功能特性,特规定此条。

6.6 安全文明施工

6.6.1~6.6.9 这几条的规定是为了保证工程质量以及生产的安全。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.2 本条规定了墙体节能验收的程序性要求。无机轻集料砂浆保温系统都是在主体结构内侧或外侧表面做保温层，一般是在主体结构完成后施工，对此，在施工过程中应及时进行质量检查、隐蔽工程验收、相关检验批和分项工程验收，施工完成后应进行墙体节能子分部工程验收。

7.1.3 墙体节能工程主要依靠系统供应商提供的型式检验报告加以证实，型式检验报告应包括符合本规程技术要求的耐久性试验。不同型号的无机轻集料保温砂浆，系统供应商必须提供其对应型号的保温系统耐久性能的型式检验报告。

7.1.4 本条列出墙体节能工程通常应该进行隐蔽工程验收的具体部位和内容，以规范隐蔽工程的验收。当施工过程中出现本条未列出的内容时，应在施工方案中对隐蔽工程验收内容加以补充。

7.1.6 墙体节能工程检验批的划分并非是唯一或绝对的。当遇到较为特殊的情况时，检验批的划分也可根据方便施工与验收的原则，由施工单位与监理（建设）单位共同商定。

7.2 主控项目

7.2.1 检查无机轻集料砂浆保温系统和组成材料的型式检验报告、进场复检报告是否符合本规程规定的技术要求。

7.2.2 本条是验证工程所用的无机轻集料砂浆保温系统的品种、规格等是否符合设计要求，不能随意改变和替代。在材料进场时通过目视和尺量、称重等方法检查，并对其质量证明文件进行核查确认。

7.2.3 在现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB

50411 中,此条列为强制性条文。无机轻集料保温砂浆的导热系数、干密度、抗压强度是需要进行进场复检的技术指标。

墙体保温工程的热工性能是否满足本条规定,主要依靠对各种质量证明文件的核查和进场材料的复检。导热系数是标准技术指标中,唯一反映材料热工性能的技术参数,也是需要控制的热工参数,从而验证墙体的传热系数是否符合节能设计计算的重要指标。必须严格核查无机轻集料保温砂浆设计与使用型号是否一致。

无机轻集料保温砂浆燃烧性能达到 A 级,属于不燃无机材料,这是其最主要的材料特性。根据现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 规定,燃烧性能通过检查其质量证明文件,即无机轻集料保温砂浆型式检验报告燃烧性能是否达到 A 级,不需要进行材料的复检。

核查质量证明文件包括核查材料的出厂合格证书、性能检测报告、外保温系统的型式检验报告等。当上述质量证明文件和各种检测报告为复印件时,应盖证明其真实性的相关单位印章和经手人员签字,并注明原件存放处。必要时,尚应核对原件。

本条列出了无机轻集料砂浆保温系统进场复检的项目和数量要求,复检的试验方法应遵守本规程的试验方法要求。复检应为见证取样送检,由具备见证资质的检测机构进行试验。根据住房和城乡建设部 141 号令第 12 条规定,见证取样试验应由建设单位委托。

7.2.4 为了保证墙体节能工程质量,需要对墙体基层表面进行处理,然后进行保温系统施工。基层表面处理对于保证安全和节能效果很重要,由于基层表面处理属于隐蔽工程,施工中容易被忽略,事后无法检查。本条强调对基层表面进行的处理按照设计和施工方案的要求进行,以满足保温系统施工工艺的需要。并规定施工中应全数检查,验收时则应核查所有隐蔽工程验收记录。

7.2.5 除面层外,墙体节能工程各层构造做法均为隐蔽工程,完工后难以检查。本条给出施工实体检查和验收时,资料核查两

种方法和数量。在施工过程中对于隐蔽工程应该随做随验,并做好记录。检查的内容主要是墙体节能工程各层构造做法是否符合设计要求,以及施工工艺是否符合施工方案要求。检验批验收时则应该核查这些隐蔽工程验收记录。

7.2.6 无机轻集料保温砂浆层施工厚度,直接影响到墙体传热系数。无机轻集料保温砂浆需要进行分层施工,轻质的保温砂浆一次性粉刷过厚,容易导致湿的保温砂浆坠裂、空鼓、渗水等现象,影响保温砂浆层与基层之间的粘结。

7.2.7 为了检验无机轻集料保温砂浆保温层的实际保温效果,本条规定应在施工中制作同条件养护试件,以检测其导热系数、干密度和抗压强度等参数。保温砂浆同条件养护试块试验应实行见证取样送检,由建设单位委托具备见证资质的检测机构进行试验。

7.2.8 饰面砖构造的无机轻集料砂浆外墙外保温系统,应按现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 进行现场拉拔强度检验。

7.2.9 墙体内部隔汽层的作用,主要为防止空气中的水分进入保温层造成保温效果下降,进而形成结露等问题。本条针对隔汽层容易出现破损、透汽等问题,规定隔汽层设置的位置、使用的材料及构造做法,应符合设计要求和相关标准的规定。要求隔汽层应完整、严密,穿透隔汽层处应采取密封措施。

7.2.10 本条所指的门窗洞口四周墙侧面,是指窗洞口的侧面,即与外墙面垂直的 4 个小面。非严寒、寒冷地区凸窗外凸部分的四周墙侧面和地面,均应按设计要求采取割断热桥或节能保温措施。

7.2.11 严寒、寒冷地区外墙热桥部位对于墙体总体保温效果影响较大。非严寒、寒冷地区的要求在严格程度上有区别。

7.3 一般项目

7.3.1 在出厂运输和装卸过程中,界面砂浆、无机轻集料保温

砂浆、抗裂砂浆、玻纤网、塑料锚栓的包装容易破损,包装破损后材料受潮等可能进一步影响材料的性能。本条针对这种情况作出规定:要求进入施工现场的节能材料包装应完整无损,并符合设计要求和材料产品标准的规定。

7.3.2 本条是对于玻纤网的施工要求。玻纤网属于隐蔽工程,其质量缺陷完工后难以发现,故施工中应加强管理。

7.3.4 墙体采用无机轻集料砂浆保温系统时,保温砂浆层宜连续施工;保温砂浆厚度应均匀,接茬应平顺密实。

7.3.5 本条主要针对容易碰撞、破损的保温层特殊部位要求采取加强措施,防止被损坏。具体的防止开裂和破损的加强措施通常由设计或施工技术方案确定。

附录 A 无机轻集料 砂浆保温系统基本构造

A.0.1 本条规定了涂料饰面无机轻集料砂浆外墙外保温系统的基本构造。

界面层由界面砂浆构成,可增加无机轻集料保温砂浆与基层墙体间的粘结力。蒸压加气混凝土制品表面应采用专用界面砂浆材料。

保温层由无机轻集料保温砂浆构成。施工时加水搅拌均匀,抹压在已经界面砂浆处理过的基层墙面上,形成保温层。

抗裂面层由抗裂砂浆和玻纤网构成,用于提高保护层的机械强度、抗裂性能和防水性能。当墙面建筑物首层或门窗等易受碰撞部位时,应在抗裂面层中增设一道玻纤网。

A.0.2 本条规定了面砖饰面无机轻集料砂浆外墙外保温系统的基本构造。

为了保证面砖饰面系统的安全性,在系统的抗裂面层构成中增设了需锚固入基层的塑料锚栓。塑料锚栓的主要作用在于不可预见情况下,对确保系统的安全性起一定的辅助作用。塑料锚栓数量和布置应根据建筑物高度和结构部位不同设置,不能因使用锚栓就放宽对保温系统组成材料间的粘结固定性能的要求。

玻纤网必须满足本规程的技术要求,抗裂面层复合玻纤网的厚度必须大于5mm,按照现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110的规定进行饰面砖粘结强度试验必须合格。

A.0.3 本条规定了无机轻集料砂浆外墙内保温系统的基本构造。

附录 B 系统及其组成材料性能试验方法

B.1 试样制备、养护和状态调节

B.1.2 为满足外墙外保温系统的基本规定,需要对保温系统的组成材料进行检验。现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 规定的试样养护和状态调节环境条件为:温度 $10^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$,相对湿度不应低于 50%;现行行业标准《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统》JG 158 中规定的标准实验室环境为:空气温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $50\% \pm 10\%$;现行行业标准《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG 149 中规定的标准实验室环境为:空气温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $50\% \pm 10\%$,而耐候性试验时的环境温度为 $10 \sim 25^{\circ}\text{C}$,相对湿度不应小于 50%;现行国家标准《建筑保温砂浆》GB/T 20473 中规定的养护条件为:温度环境 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$,相对湿度 60%~80%。现行行业标准《陶瓷墙地砖胶粘剂》JC/T 547 中规定的标准试验条件为:环境温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 。对于同一实验室要开展这类产品试验,是很难满足不同养护要求的,因此,本规程统一了养护和状态调节环境条件。

B.2 系统性能指标试验方法

B.2.1 规定了面砖拉拔试验时的切割深度;断缝应从饰面砖表面切割至抗裂面层外表面(不应露出玻纤网),深度应一致。

B.2.3 根据无机轻集料保温砂浆的特点,对抗冲击性试验,除了应按现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 中附录 A.5 有关规定外,还规定试件与基层粘结紧密,保温层厚度取 50mm;对 10J 级抗冲击构件,应在表面涂刷一层丙烯酸类乳液以提高试验稳定性。

B.4 无机轻集料保温砂浆性能指标试验方法

B.4.1 由于无机轻集料保温砂浆性能受搅拌方式影响较大,特规定对搅拌设备的要求及对搅拌时间的要求。在对无机轻集料保温砂浆用行星式搅拌机进行 3min、6min 及 9min 的搅拌后发现,同配方的保温砂浆稠度分别为 66mm、67mm、78mm,干密度为 $373\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $380\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $424\text{kg}/\text{m}^3$,抗压强度为 1.70MPa、1.71MPa、2.11MPa,搅拌时间过长,会使无机轻集料破损,从而导致干密度和抗压强度均上升,影响砂浆的导热系数。

另砂浆稠度对性能影响较大,所以本规程在保证施工性能的前提下,对新拌砂浆的稠度作了规定。若系统供应商对自身产品的稠度有特殊要求,可在检测报告中指明。

B.4.4 在进行拉伸粘结强度试验时,由于无机轻集料保温砂浆基层为水泥砂浆试块,吸水性较大。当保温砂浆层较薄时,由于保温砂浆层失水较多,导致保温砂浆水灰比减小,强度增大;当保温砂浆层过厚时,保温砂浆成型有难度,所以选择保温砂浆的成型厚度为 6mm。

B.4.6 在参照现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 基础上修订。

由于针对干密度小于 $550\text{kg}/\text{m}^3$ 、抗压强度小于 2.5MPa 的无机轻集料保温砂浆,按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 测定时,往往会出现冻融循环试验后试件饱水质量不仅未损失反而增加。表 1 列举了分别按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 及本规程测定的冻融循环试验后的试件质量损失率数据。

表 1 保温砂浆性能测定值

样品编号	1	2	3
干密度 (kg/m^3)	460	344	388
抗压强度 (MPa)	1.73	0.71	0.56

续表 1

样品编号		1	2	3
导热系数 (平均温度 25℃) [W/(m·K)]		0.088	0.068	0.083
抗冻性能 (15 次循环)	按照 JGJ 70 测定的 质量损失率 (%)	质量增加 4.6	质量增加 10.5	质量增加 1.8
	本规程测定的 质量损失率 (%)	0	2.4	4.9

由表 1 可见,三个试样按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 测定,冻融循环试验后的试件质量损失率均提高。分析原因,可能与无机轻集料保温砂浆的特殊结构有关。由于保温砂浆强度较低,且内部存在较多未连通的孔隙,在冻融循环过程中易遭到破坏,使部分原来不连通的封闭孔隙在冻融过程中损伤,从而导致吸水率提高,出现冻融后试件饱水质量增加的现象。由此可见,完全采用现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的方法测定无机轻集料保温砂浆抗冻性能的质量损失率,存在着一定的不合理性。

因此,本条文要求抗冻试验前后均先将试件烘干 24h 后再称量,以便较客观地反映材料冻融后的实际质量损失率情况。

B.6 玻纤网性能指标试验方法

B.6.4 欧洲《UEAtc 聚苯板复合外墙外保温认定指南》中以 5% 的 NaOH 水溶液作为碱溶液,《有抹面复合外保温系统欧洲技术认定指南》(EOTA ETAG 004) 中改用混合碱作为碱溶液。美国外保温相关标准中也以 5% 的 NaOH 水溶液作为碱溶液。国内以 5% 的 NaOH 水溶液作为碱溶液做了大量试验验证,并积累了大量试验数据。因此,本规程规定耐碱断裂强力保留率应按现行行业标准《增强用玻璃纤维网布 第 2 部分:聚合物基外墙外保温用玻璃纤维网布》JC 561.2 的规定进行试验,以 5% 的 NaOH 水溶液作为碱溶液。