

保温工程设计标准和技术说明

——无机轻集料保温砂浆系统

前 言

本文结合浙江省工程建设标准 DB33/T1054-2008《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》、2009 浙 J54《外墙外保温构造详图（一）》和正在编制的行业标准《无机轻集料保温砂浆系统技术规程》（送审稿），结合无机轻集料保温砂浆系统的工程应用经验，详细阐述该保温系统的基本构造、技术要求、设计参数选取、施工工艺及验收要求等，作为建设单位选用时的技术依据。

第一章 无机轻集料保温砂浆的概况

浙江省建设厅建设发[2006]184 号文件《浙江省建设工程建筑节能推广技术公告》中，将“无机轻集料保温砂浆及系统应用技术”列入重点推广应用领域。

在居住建筑贴面砖的外墙外保温系统采用无机复合保温砂浆技术，具有保温层强度高，耐久性好，可靠性强的特点。无机轻集料保温砂浆技术是成熟的技术，建立了完善的标准和技术规程体系。

2009 年 11 月公安部和住房和城乡建设部联合制定的《民用建筑外保温系统及外墙装饰防火暂行规定》中第二条“民用建筑外保温材料的燃烧性能宜为 A 级，且不应低于 B2 级。”无机轻集料保温砂浆的燃烧性能等级是 A 级。

无机轻集料保温砂浆是指以无机轻集料（憎水型膨胀珍珠岩、膨胀玻化微珠、闭孔珍珠岩、陶砂等）为保温材料，以水泥或石膏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粉砂浆。

无机轻集料保温砂浆系统是指由界面层、无机轻集料保温砂浆保温层、抗裂防护层及饰面层组成的保温系统。

我们国家地域辽阔，目前划分为严寒、寒冷、夏热冬冷和夏热冬暖四个区域，不同区域的所制定的建筑节能设计标准和要求是不同的。

与北方严寒、寒冷地区“以冬季保温为主，兼顾夏季隔热”所不同；浙江省属于夏热冬冷地区，其节能设计的宗旨：“以夏季隔热为主，兼顾冬季保温”。在节能建筑设计标准中，建筑物外墙的平均传热系数的规定要求指标值不同。

无机轻集料保温砂浆是一种适合于夏热冬冷、夏热冬暖地区的隔热材料，具

有强度高、施工操作简单、耐久性好和防火性能属于 A 级不燃材料等技术特点。

第二章 节能设计的一些要求

一. 关于节能的设计标准

从总体原则上看,各建筑气候区的建筑围护结构热工性能指标应由国家根据节能目标分别确定,各省、市根据实际情况制定更加严格的标准。

节能设计标准按居住建筑、公共建筑分别制定不用要求的设计标准。

国家地方标准的分类

类别	国家、行业标准	地方标准
居住建筑	JGJ134-2001 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》	浙江省标准 DB33/1015-2003 《居住建筑节能设计标准》
公共建筑	GB50189-2005 《公共建筑节能设计标准》	浙江省标准 DB33/1036-2007 《公共建筑节能设计标准》

***公共建筑在标准中区域划分分区规定热工参数。**

居住建筑目前执行的是 50%的节能设计标准,根据国际惯例和国家节能目标,一般每隔 5-10 年提升节能的目标。同样属于夏热冬冷地区的上海、重庆、江苏已经制定了 65%的节能设计标准,浙江省 65%的居住建筑节能设计标准估计 2011 年以浙江省标准 DB33/1015-2003 《居住建筑节能设计标准》修订版的形式颁布(即提高节能设计的热工参数)。

国家公共建筑目前已经是 65%的节能设计标准,浙江省的地方标准比国家标准要求更加严格和细分人性化。

宁波市则颁布了《宁波市居住建筑围护结构节能设计技术措施》(2005 甬 DBJ01-16),2008 年 3 月则制定比浙江省地方标准要求更加严格的建筑节能相关政策文件——《关于进一步加强民用建筑节能设计技术管理的通知》、《关于印发宁波市建筑节能施工图设计文件编制暂行规定的通知》。

二. 建筑节能设计控制的热工参数

夏热冬冷地区的围护结构热工性能包括建筑物的朝向、体形系数、窗墙面积比和围护结构传热系数(包括外墙的平均传热系数、外窗的传热系数和遮阳系数、外挑楼板的传热系数、屋顶的传热系数、地面的传热系数、分户墙和楼板的传热系数)。

1. 朝 向

浙江水系及水网地带较多，道路依山傍水，多斜向交叉，建筑物无一定朝向，这是热环境差的一个原因。

标准规定：“浙江省居住建筑的适宜朝向为南偏东 30°至南偏西 15°。”

本条明确了浙江省居住建筑的适宜朝向，由于太阳高角度一年四季的变化规律，在这个朝向范围内，冬季有良好的日照，太阳辐射得热较多，可降低采暖能耗；夏季太阳辐射又较少，可降低空调能耗。由于建筑朝向还要受许多其他因素制约，所以本条采用“宜”字。如果因为整个居住区空间环境与景观需要，出现住宅的居室朝西或其他不利朝向时，外窗宜有适宜的遮阳措施，外围护结构的热工性能符合节能设计的要求。

2. 体形系数

标准规定：“条式建筑物的体形系数不应超过 0.35，点式建筑物的体形系数不应超过 0.40。”本条属于强制性条文。

体系系统的大小对建筑能耗的影响非常显著，体形系数越小，建筑能耗越低。但体系系数与建筑造型、平面布局、采光通风等紧密相关。

超过规定的体形系数时，则要求提高建筑围护结构的保温隔热性能，并按照节能设计标准中规定的计算建筑物的节能综合指标，审查建筑物的采暖和空调能耗电量是否能控制在规定的范围内，确保实现现阶段节能 50% 的目标。

建筑物的朝向、体形系数对于节能设计的影响很大，从下表可以看出，金地梅墟项目正因为朝向、体形系数不好，增加建筑围护结构外墙保温层厚度到很厚才能满足节能设计要求。（采用 PKPM 宁波版软件建模计算的结果）

项目名称	朝 向	体形系数	墙体保温厚度	传热系数	节能率
绿城皇冠花园二期 5#、8#楼	正 南	条式 0.26	外保温 25mm 无机保温砂浆	1.48W/m ² K	64.40%
金地梅墟城南地块 2#楼	南偏东 33 度	条式 0.39	内 15mm 外 20mm 无机保温砂浆	1.22W/m ² K	50.38%
标准规定要求	南偏东 30° 至南偏西 15°	条式 0.35	——	≤1.50W/m ² K	≥50%

*均采用 I 型无机保温砂浆，导热系数取值 0.070 W/mK。

3. 窗墙面积比

标准中对于窗墙面积比有具体的规定。本条属于强制性条文。

外窗的能耗包括通过玻璃、窗框的传热，窗缝的空气渗透，夏季太阳辐射得热三个方面。普通外窗的能耗远大于外墙，控制外窗的面积，可有效控制建筑采暖和空调的能耗。一般情况下，应满足室内采光要求作为窗墙面积比的确定原则。

开大窗可获得更大的视野，室内更加通透明亮，窗户大的商品房更受居民喜

爱。另一方面，建筑师为建筑立面造型需要希望多采用玻璃。因此，近年来居住建筑的窗前面积比有越来越大的趋势。当窗户面积增大时，窗的传热系数相应要降低。

天窗问题：

标准规定：“天窗必须采取遮阳措施。”

由于天窗可获得的太阳辐射远大于侧窗，因此规定天窗必须采取遮阳措施。

宁波市《关于进一步加强民用建筑节能设计技术管理的通知》规定：“对设有屋顶天窗的建筑，其天窗洞口面积不得大于屋顶面积的 4%，天窗的传热系数不得大于 $3.2 \text{ W/m}^2\text{k}$ ，遮阳系数不得大于 0.50。”

遮阳问题：

太阳直接辐射通过窗进入室内是夏天房间过热的主要原因。设计合理的遮阳可有效降低太阳辐射热进入室内。遮阳种类很多，其中外遮阳效果优于内遮阳。采用活动遮阳，可使冬季阳光进入室内，在阴天有更好采光。因此，建议外窗设置活动外遮阳，可利用垂直绿化遮阳措施。

目前在江苏省的居住建筑节能设计标准对于采用外遮阳措施，其在节能设计计算建筑物的节能综合指标的权重比较大，所以江苏省居住建筑外遮阳措施推广比较普遍，上海、浙江的居住建筑节能设计标准几乎没有在节能设计计算建筑物的节能综合指标时体现外遮阳的作用，估计在即将颁布的新的 65%节能设计标准会有所体现。内遮阳手段在计算中不予考虑。

公共建筑节能设计标准中则充分考虑外遮阳的作用。

凸窗问题：

根据宁波市《关于进一步加强民用建筑节能设计技术管理的通知》，宁波市对于凸窗，有更加严格的技术要求——建筑外墙不宜设置凸窗，当建筑设计确需设置凸窗时，必须满足下列基本要求：

①凸窗的传热系数应当比现行节能设计标准的规定性指标性能提高 10%，且凸窗的传热系数不得大于 $2.8 \text{ W/m}^2\text{k}$ ；

②凸窗不透明的顶板、底板和侧板应当采取保温措施，且传热系数应小于或等于外墙传热系数限值 $1.5 \text{ W/m}^2\text{k}$ ；

③当外墙设置凸窗时，凸窗凸出墙体小于 600mm 时，按照展开面积计算窗面积，凸窗所在墙面积按照投影面积计算；凸窗凸出墙体大于 600mm 时，凸窗面积按照不同朝向的洞口面积分别计算。当外墙设置转角凸窗时，其凸窗面积应当按照不同朝向的洞口面积分别计算。

上述规定只适用于宁波地区（上海市区相同的规定要求），不适用于浙江省其他地区。

开大窗可获得更大的视野，室内更加通透明亮，窗户大的商品房更受居民喜爱。另一方面，建筑师为建筑立面造型需要希望多采用玻璃。因此，近年来居住建筑的窗前面积比有越来越大的趋势。当窗户面积增大时，窗的传热系数相应要降低。

非透明幕墙：

宁波市《关于进一步加强民用建筑节能设计技术管理的通知》规定：非透明幕墙的传热系数不得大于该建筑的外墙热工性能要求，且保温材料与幕墙构件之间形成的密闭保温层。

4. 外窗的传热系数

宁波市《关于进一步加强民用建筑节能设计技术管理的通知》对于窗的传热系数有些新的要求：

①当窗墙面积比大于 0.35 时，外窗的传热系数不得大于 $3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ 。

②当东、西向外窗（包括阳台门的透明部分）的窗墙面积比大于 0.30 时，外窗的遮阳系数不得大于 0.50。

③当低层建筑因体型系数不能满足现行节能标准的规定性指标时，各朝向外窗（包括阳台门的透明部分）的传热系数不得大于 $3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ 外，同时满足①、②条的要求。

④居住建筑的封闭式或者敞开式阳台，其室内与阳台间的墙体和门窗，应当符合建筑物外墙和外窗的热工性能要求。

5. 外墙的传热系数

相关标准和政策的要求

居住建筑		公共建筑
现行 50%标准	65%标准	
$\leq 1.50 \text{ W/m}^2\text{K}$	浙江省 $\leq 1.00-1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$	甲类建筑 $\leq 0.70 \text{ W/m}^2\text{K}$
	重庆市 $\leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$	乙类建筑 $\leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
	上海市 $\leq 1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$	丙类建筑 $\leq 1.50 \text{ W/m}^2\text{K}$

宁波市《关于进一步加强民用建筑节能设计技术管理的通知》中对于当低层建筑因体型系数不能满足现行节能标准的规定性指标时，应当满足下列要求：

浙江省标准要求	宁波市新的要求
$\leq 1.50 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$ （3层以下低层建筑）

对于低层居住建筑的理解，宁波版的 PKPM 软件中说明是指小于 3 层的住宅，目前一般多指别墅、排屋类建筑。根据我们目前大量的节能计算，发现别墅类住

宅基本上属于这个范畴,出现唯一例外的是体形规则的排屋建筑有可能满足体形系数 ≤ 0.35 的要求。

6. 屋面的传热系数

相关标准和政策的要求

居住建筑		公共建筑
浙江省标准要求	宁波市新的要求	
$\leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0.60 \text{ W/m}^2\text{K}$ (3层以下低层建筑)	甲类建筑 $\leq 0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$
		乙类建筑 $\leq 0.70 \text{ W/m}^2\text{K}$
		丙类建筑 $\leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

7. 楼板的传热系数

相关标准和政策的要求

类别	居住建筑	公共建筑
底部自然通风的 架空或外挑楼板	$\leq 1.50 \text{ W/m}^2\text{K}$	甲类建筑 $\leq 0.70 \text{ W/m}^2\text{K}$
		乙类建筑 $\leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
		丙类建筑 $\leq 1.50 \text{ W/m}^2\text{K}$
楼 板	$\leq 2.00 \text{ W/m}^2\text{K}$	无要求

普通居住建筑楼板一般设计,楼板的传热系数难以满足 $\leq 2.00 \text{ W/m}^2\text{K}$,一般验收时不做节能验收判断,因为投入使用后业主一般较多装修采用架空的木地板构造,这种楼板构造满足标准要求。

精装修居住建筑,节能设计计算建筑物的节能综合指标时应该输入装修后楼板构造的传热系数值。

三. 判断节能建筑的方法

衡量居住建筑节能设计是否达标有两套并行的指标体系。

浙江省标准《居住建筑节能设计标准》第四章列出了居住建筑围护结构传热系数、建筑体形系数、窗墙比等指标,这套指标称为**规定性指标(静态指标)**。

标准第五章不规定围护结构传热系数、建筑体系系数、窗墙比等限值,而是采用了居住建筑的采暖、空调的能耗等指标,这套指标称为**性能指标或节能综合**

指标(动态指标)。

居住建筑符合规定性指标要求或满足性能指标都属于节能设计达标。

1. 规定性指标

由于建筑能耗、建筑热环境质量、室内空气质量和气候环境、建筑热工性能、建筑功能、规划布局、单体设计等众多因素之间存在错综复杂的且相互影响的关系，建筑节能设计中各技术参数的确定涉及到多种知识和技术的高度综合，难度很大。

实际工程中，由于时间等客观条件的限制及设计人员水平等各种原因，很难就具体工程全面深入分析上述关系，从而优化设计。

2. 节能综合指标

考虑普遍情况，规定性指标在一定范围内普遍适用的、合理的。但是每一个工程都有其不同于普遍情况的特殊性，规定性指标对适用范围内的一个具体工程，往往不是最佳的，即按规定性指标很难进行优化设计。

另外，在某些特殊条件下，居住建筑的设计可能与规定性指标发生冲突。新的过程技术、材料出现或对工程有新的要求时，最容易发生这种情况，甚至出现规定性指标阻碍新技术应用和压抑设计人员创造性的情况。

性能性指标在保证实现节能目标的前提下，使建筑节能设计标准具有充分的灵活性，为新技术的采用和具体工程项目的最优化创造了条件。对于那些在某方面不符合第四章有关规定的居住建筑，标准具有一定的灵活性。

这类居住建筑可以采取在其他方面增强措施的方法，仍然达到节能 50% 的目标。例如一栋建筑的窗墙面积比超过了第四章的规定，它可以采取提高围护结构热工性能的方法，仍然达到节能 50% 的目标。但对这一类建筑就必须经过计算证明它达到了本章规定的综合性能指标要求，才能判定其能满足节能 50% 的要求。

性能性指标由建筑热环境的质量指标和能耗指标两部分组成，对建筑的**体形系数、窗墙面积比、围护结构传热系数**等技术参数不再作硬性规定。设计人员可自行确实具体的 技术参数，但必须同时满足建筑热环境质量指标和能耗指标的要求。

但是《浙江省民用建筑节能设计技术管理若干规定》、宁波市《关于加强民用建筑节能设计技术管理的通知》，则对于围护结构传热系数（屋面、外墙、窗某种特定条件下），必须达到规定性指标的要求：

①屋面的传热系数不得大于 $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ 。

②外墙的平均传热系数不得大于 $1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ 。

③当窗墙面积比大于 0.35 时，外窗的传热系数不得大于 $3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ 。

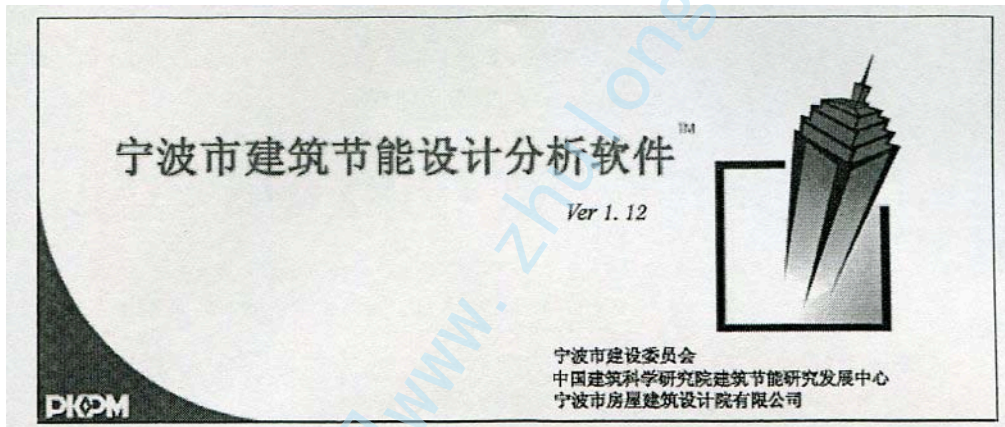
④当东、西向外窗（包括阳台门的透明部分）的窗墙面积比大于 0.30 时，外窗的遮阳系数不得大于 0.50 。

⑤对设有屋顶天窗的建筑，其天窗洞口面积不得大于屋顶面积的 4% ，天窗的传热系数不得大于 $3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ，遮阳系数不得大于 0.50 。

建筑的体形系数、窗墙面积比没有达到规定性技术指标，仍然可以采用能耗指标综合计算来达标。

3. 节能计算软件

建筑节能设计分析软件目前一般采用 PKPM 软件，宁波市有专门的计算软件（采用了宁波地区的气象资料），只适用于宁波地区。

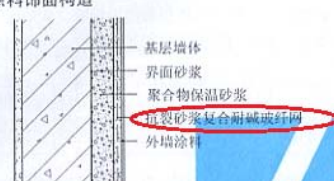


第三章 无机保温砂浆的基本构造

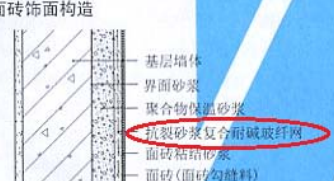
浙江省工程建设标准 DB33/T1054-2008《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》、2009 浙 J54《外墙外保温构造详图（一）》和编制中的行业标准《无机轻集料保温砂浆系统技术规程》（送审稿），无机轻集料保温砂浆系统基本构造如下：

设计说明
 制图
 审核
 方健立

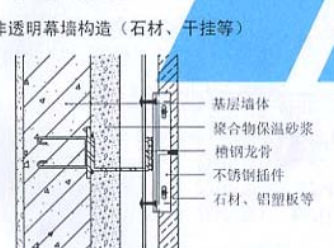
① 涂料饰面构造



② 面砖饰面构造

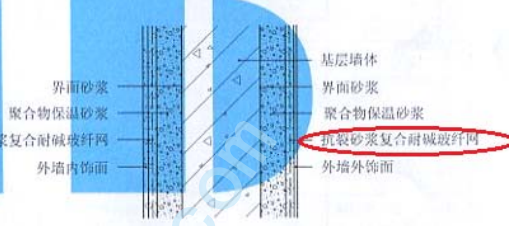


③ 非透明幕墙构造 (石材、干挂等)



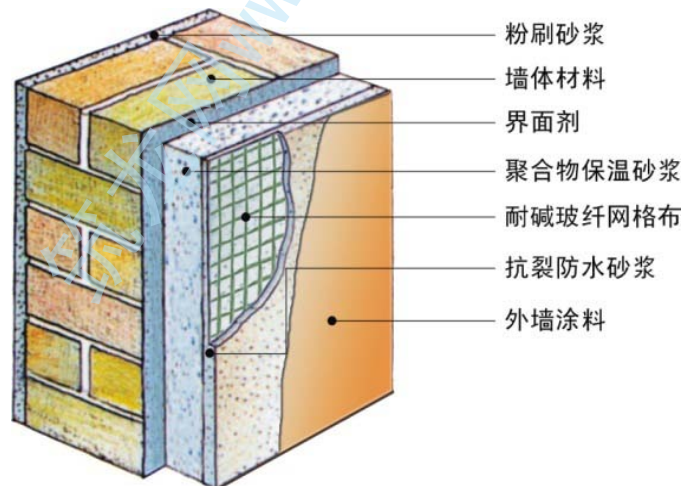
(二) 聚合物保温砂浆外墙内外组合保温系统

1. 聚合物保温砂浆外墙内外组合保温系统是由外墙外保温系统、外墙内保温系统两个子系统组成的。
2. 聚合物保温砂浆外墙内外组合保温系统的结构特点是以外墙外保温为主，外墙内保温为辅。采用该组合保温构造，使外墙外保温层厚度减薄，提高外墙外保温系统的安全性，特别是针对饰面砖构造；同时外墙内保温层替代粉刷砂浆，减少了内粉刷层的厚度，提高了房间使用面积。
3. 聚合物保温砂浆外墙内外组合保温系统适用于以剪力墙为主的高层建筑外墙保温构造，同时也适用于公共建筑围护结构墙体保温。



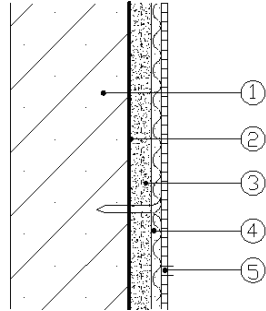
设计说明(二)	图集号	2009浙J54
	页	3

1. 涂料饰面外墙外保温

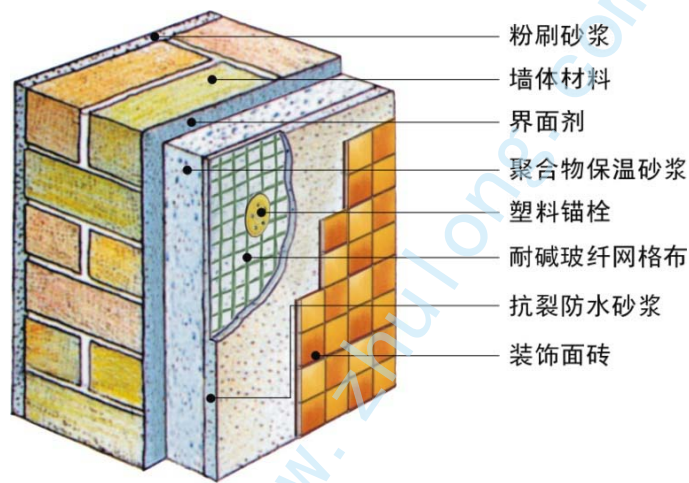


涂料饰面无机轻集料保温砂浆外墙外保温系统基本构造

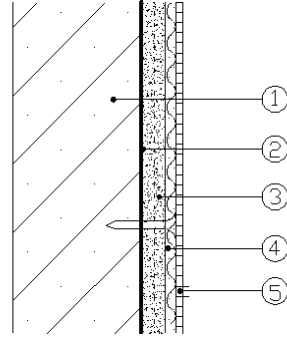
基本构造					构造示意图
基层	界面层	保温层	抗裂面层	饰面层	
①	②	③	④	⑤	

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 + 耐碱网布 (有加强要 求的增设 一道网布)	涂料	
--------------------	------	-------------------	---	----	---

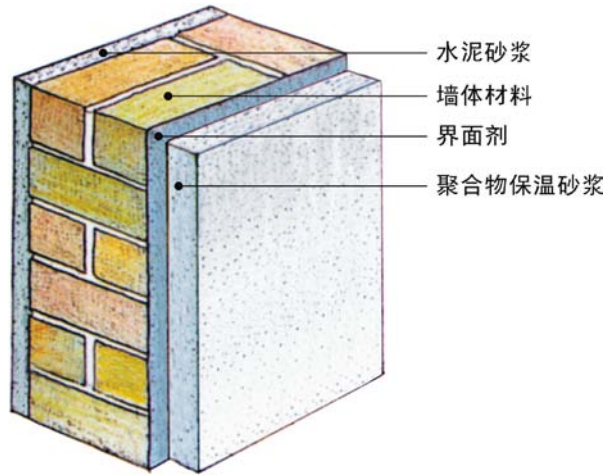
2.面砖饰面外墙外保温



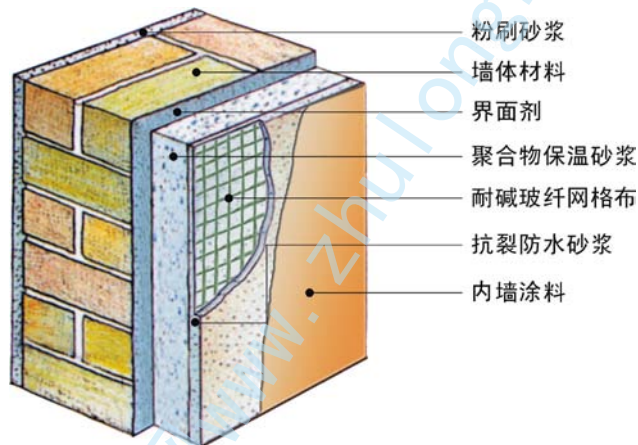
面砖饰面无机轻集料保温砂浆外墙外保温系统基本构造

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 + 耐碱网布(锚固 件与基层锚固)	胶粘剂 + 面砖 + 填缝剂	

3.干挂石材构造外墙外保温



4. 外墙内保温



无机轻集料保温砂浆外墙内保温及分户墙保温系统基本构造

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 + 耐碱型网布	柔性腻子 + 涂料	

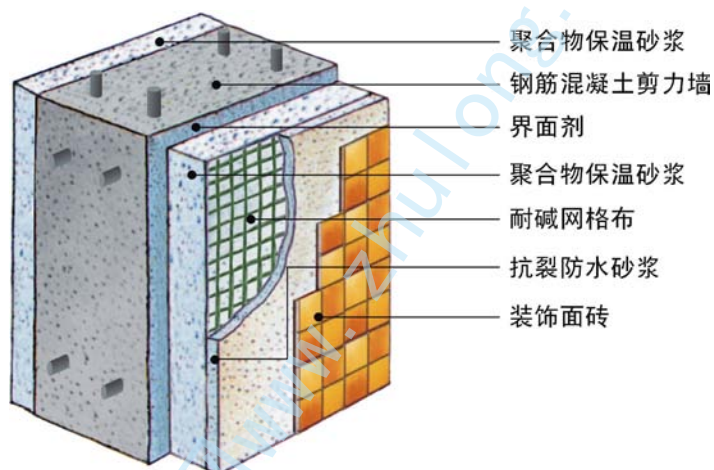
5. 外墙内外组合保温

标准 DB33/T1054-2008《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》中第6.1.1条规定：“采用无机轻集料保温砂浆系统进行外墙体保温设计时，应优先选用外保温系统，且外墙外保温厚度不应大于 50mm。”

标准 DB33/T1054-2008《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》中第6.2.3条规定：“外墙保温系统应优先选用外保温系统，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。”

在节能墙体满足设计的要求前提下，保温系统的安全性非常重要，无机轻集料保温层是整个保温系统中力学强度最薄弱的环节，保温层过厚影响整个系统的安全性和可靠性，内外组合保温是一种有效的技术措施。

随着 65%的居住建筑设计标准的出台，对于外墙的传热系数规定性技术指标越来越严格，采用内外组合保温是一种有效的途径。公共建筑、宁波地区低层建筑也有类似的问题。



无机轻集料保温砂浆内外复合保温系统基本构造

基本构造									构造示意图
内饰面层 ①	内抗裂层 ②	内保温层 ③	内界面层 ④	基层 ⑤	外界面层 ⑥	外保温层 ⑦	外抗裂层 ⑧	外饰面层 ⑨	
柔性腻子 + 涂料	抗裂砂浆 + 耐碱网布	无机轻集料保温砂浆	界面砂浆	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 + 耐碱网布	饰面层	

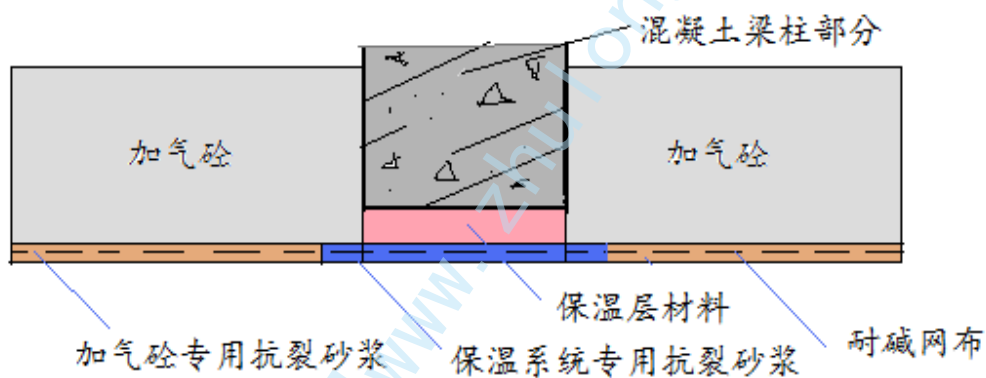
6.梁柱部分的保温构造

蒸压砂加气混凝土砌块作为外墙保温墙体（只能称为墙体材料自保温，不能称为节能建筑外墙围护结构墙体的自保温），梁柱部分必须采用保温砂浆系统进行保温，墙体的总传热系数必须满足节能设计标准的K值规定指标的要求。

根据外墙外保温系统保温砂浆的导热系数，计算出保温材料的保温厚度 h 。

常规的做法是外墙蒸压砂加气混凝土砌块砌筑的中轴线往外移动 h 尺寸，这样砂加气混凝土砌块砌筑成墙体后，梁柱部分需要保温的部分自然就形成明显的凹状，在外墙外保温系统的界面层、保温砂浆层施工完毕后，与蒸压砂加气混凝土砌块墙体外表面持平。

蒸压砂加气混凝土砌块墙体表面与梁柱保温系统部分同时进行抗裂面层（复合耐碱网布）的施工，其目的是使整个抗裂面层中复合的耐碱网布在外墙面形成一个抗裂的整体。



①两个独立的材料系统

这种外墙特殊的保温构造是由蒸压砂加气混凝土砌块系统（由蒸压砂加气混凝土砌块、专用砌筑砂浆、专用界面砂浆和专用抹面砂浆组成）和外墙外保温砂浆系统（由界面砂浆层、保温砂浆层、抗裂砂浆层组成）两个独立的系统组成。

这两个独立的系统执行的技术标准不同，所以相应技术控制指标截然不同。

系统执行的技术标准对比表

系统名称	标准代号	标准名称
蒸压砂加气混凝土砌块系统	DB33/T1022	《蒸压砂加气混凝土砌块应用技术规程》
无机轻集料保温砂浆系统	DB33/T1054	《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》

②系统组成中面层砂浆的对比分析

对比两个独立系统的技术标准,可以发现这两个系统的面层砂浆虽然名称有些类似,但是控制的技术指标值完全不相同。

面层砂浆的技术标准对比表

项目	蒸压砂加气混凝土砌块系统	无机轻集料保温砂浆系统
产品名称	抹面砂浆	抗裂砂浆
执行标准	JC890-2001《蒸压加气混凝土用砌筑砂浆与抹面砂浆》	DB33/T1054《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》
在标准中技术规定	由水泥或石膏、外加剂和砂制成的抹面材料。	单组分砂浆,除水外,现场不得再添加其它材料。
	抗压强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ 、 $\geq 4.0\text{MPa}$	拉伸粘结强度 $\geq 0.7\text{MPa}$
	粘结强度 $\geq 0.15\text{MPa}$	浸水拉伸粘结强度 $\geq 0.5\text{MPa}$
	分层度 $\leq 12\text{mm}$	压折比 ≤ 3.0
	收缩值 $\leq 1.1\text{mm/m}$	透水性 $\leq 2.5\text{mL}$
厚度要求	没有要求	3-5 mm

从标准的技术规定分析,这两个系统的面层砂浆在技术性能要求、在系统中的作用和产品的配方完全不同的两种产品。

蒸压砂加气混凝土砌块系统的抹面砂浆完全是一种刚性的水泥砂浆。一般由蒸压砂加气混凝土砌块生产企业配套供应成品的抹面砂浆;也可用重量配合比为 1:4 水泥砂浆掺加用水量 20% 的 801 胶的聚合物水泥砂浆抹面。注意现场配制的抹面砂浆必须加入标准规定的外加剂(比如 801 胶)。

无机轻集料保温砂浆系统的抗裂砂浆则是一种半刚性的干粉商品砂浆。标准中规定就不允许现场搅拌。而且该砂浆施工厚度一般控制在 3-5 mm,具有防水、抗裂的作用。面砖饰面,抗裂砂浆中标准规定必须设置塑料锚栓,抗裂砂浆厚度必须保证在 5 mm 以上。

③相对面层的基层材料的技术差异分析

系统执行的技术标准对比表

系统名称	面层相对应的基层	标准中强度要求
蒸压砂加气混凝土砌块系统	蒸压砂加气混凝土砌块	$B50 \geq 5.0\text{MPa}$
无机轻集料保温砂浆系统	无机轻集料保温砂浆层	$\geq 1.0\text{MPa}$

这两个不同系统的面层相对的基层材料的强度完全不同。

第四章 保温系统构造层的作用

1. 界面层

界面砂浆层（简称**界面层**）由界面砂浆在基层墙体表面粉刷、滚涂施工。

界面砂浆是指用于改善基层与保温层表面粘结性能的聚合物干粉砂浆。

注意事项：

①界面砂浆层基本不计厚度；

②对于混凝土表面采用喷砂处理的墙面可以不使用界面砂浆；

③界面砂浆一般在湿的状态下进行保温砂浆施工效果较好，不同于常规的混凝土界面砂浆（一般在整体一次性界面砂浆施工后再进行砂浆施工），保温系统专用界面砂浆在空气中暴露时间过长容易产生粉化，反而影响保温砂浆与基层的有效粘结。

④对于残留养护液、脱模剂的混凝土表面，必须采用界面砂浆技术处理。

界面砂浆的性能表

项 目		标准 DB33/T1054 要求指标
拉伸粘结强度	原强度	≥ 0.9 MPa
	耐水	≥ 0.7 MPa
	耐冻融	≥ 0.7 MPa
可操作时间		1.5-4.0h

*与标准 JG158《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统》不同，拉伸粘结强度代替压剪粘结强度。

2. 保温层

无机轻集料保温砂浆层（简称**保温层**）由单组分的无机轻集料保温砂浆二次

以上粉刷而成。

无机轻集料保温砂浆是指以无机轻集料(憎水型膨胀珍珠岩、膨胀玻化微珠、闭孔珍珠岩、陶砂等)为保温材料,以水泥或石膏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粉砂浆。

无机轻集料保温砂浆典型配方

原材料名称	组分名称	含量(质量份)
普通硅酸盐水泥(42.5级)	胶凝材料	22.0kg
无机轻集料	保温骨料	200升
甲基纤维素醚	保水剂	0.1kg
减水剂	减水剂	0.2kg
疏水聚合物	疏水剂	0.3kg
粉煤灰或活性填料	填料	3.0kg
可再分散乳胶粉	有机改性材料	0.4kg
聚丙烯单丝纤维	抗裂剂	0.2kg

保温骨料的防水处理:

膨胀珍珠岩属于传统的绝热材料,是白色或灰白色的多孔颗粒状物质,由天然珍珠岩矿石(含水的玻璃质火山岩矿物)经破碎、预热、瞬时高温(900-1200℃)煅烧,使内部所含结晶水及挥发性成分急剧膨胀而成,是一种超轻质高效能的保温材料,在建筑工程及许多场合获得了广泛的应用。但是,由于传统的普通膨胀珍珠岩的孔隙是开放型且相互连通的,导致其吸水率非常高(>300%),吸水后热导率迅速增大,绝热效果急剧下降,还可能因受到冰冻而导致强度的破坏。

普通膨胀珍珠岩的颗粒外形不规则,颗粒表面存在大量的凹凸、棱角、空洞,要提高其防水性能,目前一般采取表面喷涂憎水膜处理、表面高温玻化处理两种技术手段。这两种技术处理的目的一是有效降低膨胀珍珠岩颗粒自身的吸水率,但是任何技术处理不能做到膨胀珍珠岩颗粒吸水率为0%。

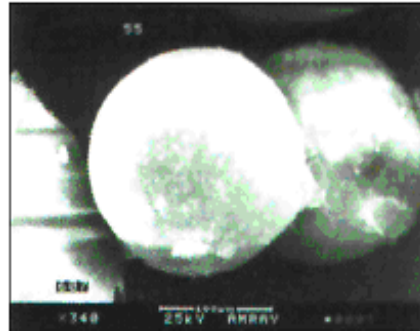
原因是作为保温骨料,无论表面喷涂憎水膜处理、或者表面高温玻化技术处理,均不能做到颗粒表面完全的封闭状态;同时保温骨料在保温砂浆生产过程中的物理搅拌、现场加水配制湿砂浆的机械搅拌;保温砂浆运输、搬卸过程中存在挤压等都容易导致保温骨料破碎形成新的吸水孔隙。

外墙外保温系统的防水性能,保温骨料的憎水改性技术处理不是**唯一**的技术手段(吸水率大幅度降低而已),而是需要多种技术措施综合处理获得的。

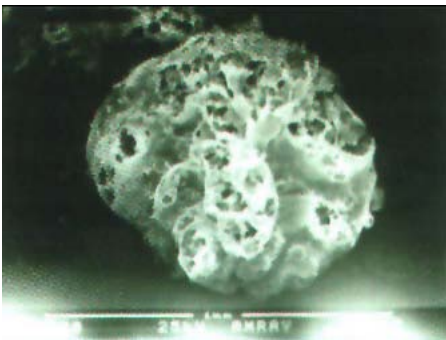
几种改性憎水处理的珍珠岩的吸水率比较

项目	普通珍珠岩	憎水珍珠岩	闭孔珍珠岩	玻化微珠
吸水率	300-360%	40-60%	40-50%	48-84%

玻化微珠、闭孔珍珠岩——采用精选特殊粒经的珍珠岩矿砂，在电炉加热方式下膨化，通过对温度和原料滞空时间的精确控制，使产品表面熔融，气孔封



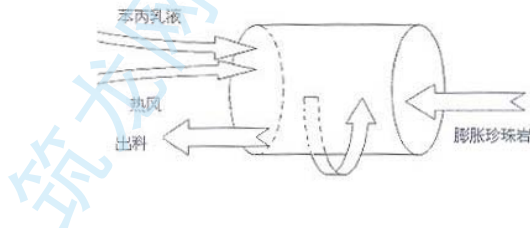
闭，呈不规则球状颗粒，内部多孔腔结构，表面玻化封闭。



普通珍珠岩显微照片

闭孔膨胀珍珠岩显微照片

憎水珍珠岩——将膨胀珍珠岩投入转筒中随桶转动，同时使用喷雾器将稀释的苯丙乳液（稀释的苯丙乳液为苯丙乳液和水按 1 比 1 稀释）雾化并随热风送入转筒中，经过一定时间出料，即制得苯丙乳液憎水改性的膨胀珍珠岩。如图示：



无机轻集料保温砂浆的性能指标

项 目	标准 DB33/T1054 要求指标		
	A 型 (III型)	B 型 (II型)	C 型 (I型)
堆积密度	$\geq 350 \text{ kg/m}^3$	$300\text{-}350 \text{ kg/m}^3$	$240\text{-}300 \text{ kg/m}^3$
干密度	$\leq 550 \text{ kg/m}^3$	$\leq 450 \text{ kg/m}^3$	$\leq 350 \text{ kg/m}^3$
抗压强度	$\geq 2.0 \text{ MPa}$	$\geq 1.0 \text{ MPa}$	$\geq 0.60 \text{ MPa}$
导热系数	$\leq 0.100\text{W/mK}$	$\leq 0.085\text{W/mK}$	$\leq 0.070\text{W/mK}$
拉伸粘结强度	$\geq 250 \text{ KPa}$	$\geq 200 \text{ KPa}$	$\geq 150 \text{ KPa}$
线性收缩率	$\leq 0.25 \%$		

软化系数		≥ 0.60
难燃性		A 级
石棉含量		不含石棉纤维
放射性	I_{ra}	≤ 1.0
	I_y	≤ 1.0
抗冻性	质量损失率	$\leq 5\%$
	抗压强度损失率	$\leq 20\%$

力学强度：

无机骨料保温砂浆在满足热工技术指标(导热系数)的前提下, 具有较大的力学强度。在夏热冬冷地区居住建筑(以“夏季隔热为主, 兼顾冬季保温”的建筑节能设计宗旨) 外墙外保温系统, 在粘贴面砖饰面构造技术可靠性能大大提高。

无机骨料保温砂浆的力学性能

砂浆类别	抗压强度	拉伸粘结强度	压剪粘结强度
II 型无机骨料保温砂浆	$\geq 1.00\text{MPa}$	$\geq 0.15\text{MPa}$	$\geq 0.15\text{MPa}$
胶粉聚苯颗粒保温浆料	$\geq 0.20\text{MPa}$	$\geq 0.05\text{MPa}$	$\geq 0.05\text{MPa}$

燃烧性能：

无机骨料保温砂浆的主要成分为无机非金属材料, 具有优异的防火性能。

保温砂浆的燃烧性能

技术指标	无机骨料保温砂浆	胶粉聚苯颗粒保温浆料
保温骨料类型	无机的珍珠岩颗粒	有机的废聚苯颗粒
阻燃指标值	A 级	B1 级
标准定义材料性质	不燃材料	阻燃材料
火反应性 (整个保温系统)	不被点燃, 试验结束后 试件厚度变化不超过 1.0%	不被点燃, 试验结束后 试件厚度变化不超过 10.0%

耐腐蚀、耐久性：

影响外墙外保温系统使用寿命的因素——

- ①夏季墙面昼夜的温差(白天最高 70℃ 的与夜晚 30℃ 表面温度变化)
- ②冬季墙面昼夜的温差(白天最高 0℃ 以上的与夜晚 0℃ 以下表面温度变化)
- ③墙面的水蒸气渗透(雨季潮湿环境下保温系统水蒸气渗透)
- ④碱性的环境(水泥作为胶凝材料的保温骨料的化学变化)

有机的保温骨料在上述因素影响下, 随着使用时间的延长, 有机地泡沫聚苯骨料会发生降解和尺寸变化, 从而使墙面出现裂纹、空鼓和脱落。

无机骨料保温砂浆在上述因素影响下，不会发生降解和尺寸变化。同时具有良好的耐碱、耐酸、耐化学品腐蚀性、耐虫蚀等。

保温系统使用年限对比表

砂浆类别	使用年限
无机骨料保温砂浆外墙外保温系统	与建筑物设计使用寿命相同
胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统	≥25 年（标准 JGJ144）

收缩变形性：

无机骨料保温砂浆的收缩率与普通水泥砂浆基本一致。

保温砂浆的收缩率对比表

砂浆类别	标准规定的收缩率
无机骨料保温砂浆	≤ 0.25%
胶粉聚苯颗粒保温浆料	≤ 0.30%

保温系统各构造层界面的亲和性：

保温系统各构造层材料性质

构造层名称	无机骨料保温砂浆外墙外保温系统	胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统
界面层	无机材料	无机材料
保温层	无机材料	有机材料
抗裂防护层	无机材料	无机材料

在一个有多种构造层组成的外墙外保温系统中，相同性质的材料，其构造层的层与层之间的界面层亲和性、匹配性好，体积变化一致性好，附着牢固，界面不容易出现分离现象。

耐水性能：

软化系数是一个表示材料耐水性能的参数。

$$K = f / F$$

K——材料的软化系数；

f——材料在水饱和状态下的抗压强度，MPa；

F——材料在干燥状态下的抗压强度，MPa。

软化系数的取值范围在 0—1 之间，其值越大，表明材料的耐水性越好。长期处于水中或潮湿环境的重要建筑物或构筑物，必须选用软化系数 ≥ 0.85 的材料。用于受潮较轻或次要结构的材料，则软化系数不宜小于 0.70。

保温砂浆的软化系数对比表

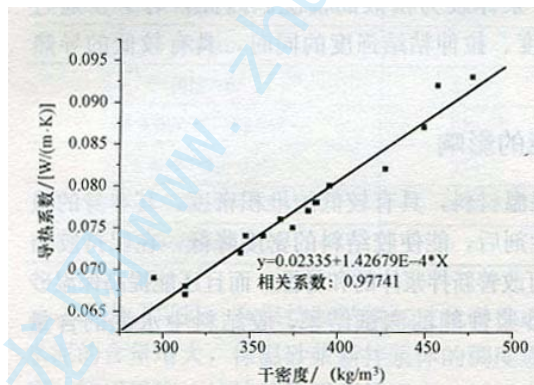
砂浆类别	软化系数
无机骨料保温砂浆	≥ 0.70
胶粉聚苯颗粒保温浆料	≥ 0.50

无机保温砂浆热工参数的选取:

标准规定的无机轻集料保温砂浆的热工数据选取如下:

无机轻集料保温砂浆热工参数选取表

保温砂浆类型	蓄热系数 S ($W/m^2 \cdot K$)	导热系数 λ ($W/m \cdot K$)	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



宁波市《关于进一步加强民用建筑节能设计技术管理的通知》规定：“建筑保温材料的热工设计计算应当采用计算值，保温材料检测所得的热工性能参数，不得直接用于设计计算。”

墙体平均传热系数的验收:

节能设计计算建筑物的节能综合指标时，计算外墙平均传热系数设计两个无机轻集料保温砂浆的参数——**导热系数和保温厚度**。

无机轻集料保温砂浆设计、施工和验收时导热系数应该完全一致，即保温砂浆型号就不能变化，这样在设计保温厚度下的外墙平均传热系数数值满足节能设计要求。

否则在设计规定的保温厚度下，施工时采用导热系数大的型号的保温砂浆，外墙的平均传热系数就超出设计设计值，验收的建筑物达不到节能设计要求。

验收时，**保温厚度**有国家标准 GB50411-2008《建筑节能工程施工质量验收规范》规定的取芯法进行现场随机抽样检验；**导热系数**采取现场材料封样送检测试导热系数是否满足设计要求。有些保温材料供应企业实际施工与材料复检采取偷梁换柱的方法蒙蔽过关。

随着行业标准 JGJ/T132-2009《居住建筑节能检测标准》的颁布，遇到业主投诉，采取现场检测外墙的实际传热系数，会给交付使用的工程带来很大的麻烦，必须引起重视。

3. 抗裂防护层

抗裂防护层由“抗裂砂浆 + 耐碱网布”构成。面砖构造增加塑料锚栓。

抗裂砂浆的性能指标

项 目		标准 DB33/T1054 要求指标
原拉伸粘结强度（28d）		≥0.7 MPa
可使用时间	可操作时间	≥1.50h
	拉伸粘结强度	≥0.7 MPa
浸水拉伸粘结强度		≥0.50 MPa
压折比		≤ 3.0
透水性		≤2.5 mL

耐碱网布的性能表

项 目		标准 DB33/T1054 要求指标
网孔中心距		4mm-8mm
单位面积重量		≥ 130g/m ²
拉伸断裂强力	径向	≥ 1000N
	纬向	≥ 1000N
耐碱断裂强力保留率	径向	≥ 75%
	纬向	≥ 75%
断裂伸长率	径向	≤ 4.0%
	纬向	≤ 4.0%
可燃物含量		≥12%
氧化锆 ZnO ₂ 含量		14.5±0.8%

氧化钛 TiO ₂ 含量	≥4.40%
-------------------------	--------

抗裂防护层最小厚度问题:

标准 DB33/T1054-2008《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》中第6.2.5条规定：“在抗裂防护层中应设置耐碱型网布，应严格控制抗裂防护层厚度。复合耐碱型网布的抗裂防护层厚度为：涂料饰面时不应小于 3mm，面砖饰面时不应小于 5mm。”

从标准控制值可以发现——

抗裂砂浆自身的拉伸粘结强度 ≥ 0.70 MPa

现场面砖的拉伸粘结强度 ≥ 0.40 MPa

在抗裂防护层中设置耐碱网布，虽然起了保护保温层，并起防裂、防水和抗冲击作用。与单纯的抗裂砂浆（不设置耐碱网布）的无网构造相比较，但是正是由于耐碱网布的存在，抗裂防护层的拉伸粘结强度下降。

但是只要抗裂砂浆层厚度 ≥ 5 mm，抗裂砂浆和耐碱网布技术指标复合标准要求，面砖构造的外墙外保温系统均能满足现场的拉伸粘结强度 ≥ 0.40 MPa。

塑料锚栓的作用:

塑料锚栓关系到保温系统的安全性，面砖饰面构造的保温系统，通过在耐碱网布外固定塑料锚栓，将整个外保温系统固定到基层墙面上，形成一个整体。

塑料锚栓主要用于在不可预见的情况下，对于确保系统安全性起一定的辅助作用。

耐碱型网布的作用:

无机轻集料保温砂浆外墙外保温抗裂防护层中设置耐碱型玻纤网布，其所起的作用主要有以下三点：

- ①防止外墙外保温系统出现横向开裂、空鼓；
- ②保温系统防水性能大幅度提高；
- ③提高保温系统自身的抗冲击性能。

a.防止横向变形的作用

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℃。夏季持续晴天后突然暴雨所引起的表面温度变化可达之多 50℃。保温系统的界面砂浆、保温砂浆、抗裂砂浆在昼夜及季节温度变化发生热胀冷缩，导致砂浆产生一定程度的收缩变形（**温度变形**）。

保温系统中的界面砂浆、保温砂浆、抗裂砂浆都是以水泥作为胶凝材料，在强度形成过程中存在水化反应导致释放水化热，上述三个配方不同的砂浆都会产生一定程度的收缩（**干缩变形**）。

界面砂浆、保温砂浆、抗裂砂浆施工阶段是湿的砂浆，随着养护过程水分的蒸发，砂浆中的湿度发生变化会产生一定程度的收缩变形（**湿度变形**）。

建筑物的组合荷载、地基不均匀沉降等外力作用，引起墙体变形错位产生**结构变形**的现象。

经耐碱涂塑的玻纤网布铺贴在柔韧性良好（压折比 ≤ 3.0 ）的抗裂砂浆中，并靠近面层一侧。抗裂砂浆的柔韧极限拉伸变形应大于最不利情况下的自身变形（**干缩变形、化学变形、湿度变形、温度变形**）及基层**结构变形**之和，从而保证抗裂防护层抗裂性要求。

b.防水作用

由于外保温系统墙面裂缝的危害不在于影响结构安全，主要是对住户审美和心理的影响以及由于裂缝存在，有可能对保温系统造成破坏（如水的渗透、冻融破坏等）。从水的渗透看，水分子可穿过任何肉眼可见的裂缝，所以从理论上是不允许裂缝的。由于裂缝具有发展性，因此对裂缝的判定和分级应包含时间、裂缝宽度和长度、以及面积发生率。

抗裂防护层中设置了耐碱玻纤网布，可以减少抗裂砂浆应收缩变形产生的微观、宏观裂缝，使抗裂面层的防水性能大幅度提高。

c.抗冲击作用

抗裂防护层中设置了耐碱玻纤网布，使所受的变形应力均匀向四面分散，能承受外力碰撞造成的更大破坏变形，既限制沿网布方向变形的同时取得了垂直网布方向的最大变形量，提高了防护层的抗冲击能力。

d. 门窗洞口抗冲击作用

门窗洞口周边和四角增铺加强网可提高抗冲击性。门窗洞口四角为**应力集中**部位，增铺加强网还可提高抗裂性。

热镀锌电焊网的技术隐患：

热镀锌电焊网产品至今没有任何国家、行业以及地方的产品标准，只有产品的企业标准，每个企业的企业标准控制的技术指标、技术参数存在差异。

市场上存在三种形态的所谓的“热镀锌电焊网”——

- ①冷镀锌电焊网
- ②热镀锌电焊网（先镀再焊）
- ③热镀锌电焊网（先焊再镀）

同时热镀锌电焊网在丝径（有 0.7mm、0.8mm、0.9mm），网孔尺寸不同（有 12.7mm×12.7mm、15.9mm×15.9mm）。

在没有热镀锌电焊网产品技术标准的前提下，根本没有办法确保热镀锌电焊网的产品验收、质量和控制手段。

在热镀锌电焊网产品质量没有保证和技术控制手段的前提下，中国建筑科学研究院、中国建筑材料研究总院、浙江大学、上海建科院、浙江建科院等实验室进行了大量的同步对比平行试验验证，结果如下——90%的热镀锌电焊网 2 年内发生锈蚀、严重锈蚀现象。

在外墙外保温系统中，若热镀锌电焊网出现锈蚀现象，热镀锌电焊网将出现体积膨胀效应，使抗裂砂浆层出现体积膨胀、翘曲现象，体积变化严重的会直接导致外饰面面砖的起翘、脱落。

热镀锌电焊网、耐碱型玻璃纤维网布在外墙外保温系统的构造层——抗裂面层中所起的直接作用是：**确保外墙外保温系统施工完毕 2 年内抗裂砂浆层自身不发生大的开裂现象。**

因此在浙江省工程建设标准 DB33/T1054-2008《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》、正在编制的建设部行业标准《无机轻集料保温砂浆系统技术规程》中，明确地在抗裂砂浆面层构造中，用耐碱型玻璃纤维网布代替了热镀锌电焊网。

第五章 保温系统整体的性能

根据建设部行业标准——JGJ144-2004《外墙外保温工程技术规程》，无机骨料保温砂浆外墙外保温系统应满足以下技术指标：

外墙外保温系统基本性能要求

项 目		单 位	指 标
耐候性	耐候性	—	系统无开裂、空鼓或脱落现象
	耐候条件下C型拉伸粘结强度	MPa	≥0.1
	耐候条件下T型拉伸粘结强度	MPa	≥0.4
抗风荷载性能		—	不小于风荷设计值
吸水量（水中浸泡 1h）		g/m ²	≤1000
抗冲击强度	普通型	J	3J 级
	加强型	J	10J 级

耐冻融性能（30次冻融循环）	—	表面无裂纹、空鼓、起 泡、剥离现象
保护层水蒸气湿流密度	g/m ² h	≥0.85
抹面层不透水性	—	试样防护层内侧无水渗透
耐磨损性（500L 砂）	—	无开裂、龟裂或表面保 护层剥落、损伤
系统抗拉强度	干燥状态	MPa ≥0.1 且破坏部位不得位于各层界面

1.系统的耐候性能

国家标准 GB50411-2008《建筑节能工程施工质量验收规范》第 4.1.3 条规定：“墙体节能工程当采用外保温定型产品或成套技术时，其型式检验报告中应包含**安全性和耐候性**检验。”

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，是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。

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。

在标准 JGJ144-2004《外墙外保温工程技术规程》中耐候性列为**强制性条文**。

浙江省工程建设标准 DB33/T1054-2008《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》中耐候性试验过程规定如下：

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；面砖饰面则增加至 30 次加热（50℃）— 冷冻（-20℃）循环。

耐候性试验后面砖饰面构造必须进行拉伸粘结强度 $\geq 0.4\text{MPa}$

2. 抗震性能

抗震性能试验制备及试验过程：

抗震性能试样宽 1.10 米，高 1.10 米，数量 3 件。

基层墙体经过界面砂浆处理，试样保温层为聚合物保温砂浆，防护层为聚合物抗裂砂浆复合耐碱玻璃纤维网格布，饰面层为外墙饰面砖，砖缝使用面砖勾缝料填平。

养护到期试样按多遇地震、设防烈度地震、罕遇地震进行试验，地震设防烈度分别为 6 度、7 度、8 度。输入波形采用正弦拍波，每次振动时间大于 20 秒，台面加速峰值为规定值的 1.4 倍，各进行 5 个正弦拍波抗震试验。

检验项目	标准要求
抗震性能	面砖及外保温系统无脱落

3. 抗风荷载性能

按照标准 JGJ144-2004《外墙外保温工程技术规程》规定的抗风荷载性能要求——系统抗风压值不小于风荷载设计值。

外保温系统厂家提供的外墙外保温系统风压试验的风压值一般是 4.8kPa（全国平均风压值），华东沿海地区，每年有数次强台风登陆或经过，上海市交建委有关文件规定保温系统的风压试验的风压值必须是采用 6.0kPa 以上。

4. 面砖饰面构造技术措施

带饰面砖的外墙外保温系统承受两种外荷载：

①材料的自重 约 0.5kN/m²

保温系统重量计算表

构造名称		重量	备注
外保温系统	界面砂浆	1.0 kg/m ²	
	保温砂浆	10.0 kg/m ²	
	抗裂砂浆（网布）	8.0 kg/m ²	标准规定下限厚度 5mm
面砖粘结砂浆		6.0 kg/m ²	
面砖勾缝砂浆		4.0 kg/m ²	
面砖		20.0 kg/m ²	标准规定上限重量
合计		50.0 kg/m ²	即 0.5kN/m ²

②风荷载（主要指负风压）

在杭州地区，考虑到沿海每年有强台风的登陆，引用标准 GB5009-2006《建筑结构荷载规范》风荷载计算如下：

风荷载的计算表

离地高度	风压数值 (kN/m ²)		
	10 年一遇	50 年一遇	100 年一遇
20 米	1.39	2.09	2.32
40 米	1.57	2.36	2.63
60 米	1.71	2.56	2.84
100 米	1.89	2.84	3.15

说明：风荷载体型系数墙面（1.0）、墙角边（1.8）取值 1.8；

风压高度变化系数中地面粗糙度按照 A 类取值（湖岸项目）；

阵风系数中地面粗糙度按照 A 类取值（湖岸项目）。

与风压相比，自重的数值很小，重点应该放在对克服风荷载安全系数的核算上，自重不是主要矛盾。

对于同一座建筑物，风荷载只与朝向、部位和标高有关，与外饰面是涂料还是饰面砖没有很大关系，涂料饰面改为面砖饰面，没有增大风荷载，增加的那点自重对于保温系统安全性实际上影响不大。

带饰面砖的外墙外保温系统是在外墙外侧的多层复合系统，只有每种材料垂直于墙面的拉伸粘结强度及不同材料界面上的拉伸粘结强度都 \geq 风荷载，并有足够大的安全系数，保温系统才是安全的。

保温系统各构造层拉伸粘结强度

材料（界面）		拉伸粘结强度	技术依据
饰面砖-粘结砂浆-抗裂砂浆层		$\geq 0.50\text{MPa}$	JC/T547-2005
抗裂砂浆		$\geq 0.70\text{MPa}$	DB33/T1054-2008
抗裂砂浆-保温砂浆		$\geq 0.50\text{MPa}$	中国建研院验证试验
保温砂浆	B 型	$\geq 0.20\text{MPa}$	DB33/T1054-2008
	C 型	$\geq 0.15\text{MPa}$	
界面砂浆		$\geq 0.90\text{MPa}$	DB33/T1054-2008
保温砂浆-界面砂浆-基层墙体		$\geq 0.50\text{MPa}$	中国建研院验证试验

上表中的数据显示：

联结最薄弱的部位在无机轻集料保温砂浆自身的拉伸粘结强度上。

C型无机轻集料保温砂浆（导热系数 0.070W/mK ）拉伸粘结强度 $\geq 0.15\text{MPa}$ （ 150kPa ）。

$150\text{kPa} = 150\text{kN/m}^2$

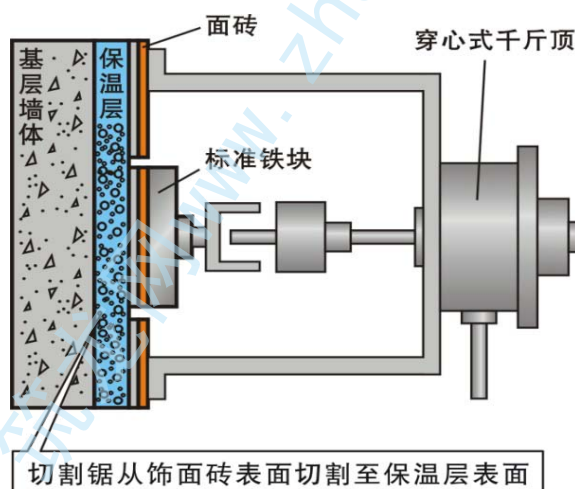
杭州地区湖岸建筑 100m 高空最大负风压为 3.15kN/m^2 。

克服 100m 高空最大负风压的安全系数接近 50 。

标准 GB50411《建筑节能工程施工质量验收规范》第 4.2.10.2 条——“外墙外保温工程不宜采用粘贴饰面砖做饰面层；当采用时，其安全性与耐久性必须符合设计要求。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。”

根据行业标准 JGJ110-2008《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》规定，建筑工程外墙饰面砖粘结强度必须进行检验。

标准第 4 条检验方法中规定——“……外墙外保温系统上粘贴的外墙饰面砖，在保温系统符合国家有关标准的要求，并有隐蔽工程验收合格证明的前提下，可切割至加强抹面层表面”，示意图如下：



保温系统与基层的附着力：

抗裂防护层中设置耐碱网布，塑料锚栓将整个保温系统固定在基层墙体上。

无机保温砂浆系统主要利用无机保温砂浆自身粘结性能附着在基层墙体上，不是依靠塑料锚栓固定在墙面上，塑料锚栓主要用于在不可预见的情况下，起一定的辅助作用。

整个无机保温砂浆系统中，力学强度最小的在无机保温砂浆构造层。

即便是强度最小的 C 型保温砂浆，其拉伸粘结强度 $\geq 0.15\text{MPa}$ （ 150kN/m^2 ），

相当于 15000.0 kg/m²。

保温系统对于面砖的技术要求:

饰面砖的性能指标

项 目		单 位	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
吸水率		%	3.0~6.0
抗冻性		—	10次冻融循环无破坏

6. 保温系统的系统性能:

无机轻集料保温砂浆根据标准有 3 种型号性能完全不同的（即 I 型、II 型、III 型）独立的外墙外保温砂浆，所以其系统的性能也不同，不能因为系统的检测费用昂贵，仅用一个型号的保温砂浆的系统性能报告来代替 3 个品种的保温砂浆的性能。

各独立的外墙外保温系统具备的性能

保温砂浆型号	保温系统的性能	组成材料的性能
I 型	全指标的抽样检验报告	各组成材料全指标抽样检验报告
II 型	全指标的抽样检验报告	各组成材料全指标抽样检验报告
III 型	全指标的抽样检验报告	各组成材料全指标抽样检验报告

*委托检验报告不能反应保温系统实际的性能状况。

第六章 保温系统的施工工艺

1. 施工环境:

外墙保温工程施工期间以及完工后 24h 内，基层及环境空气温度应不应低于 5℃；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。

2. 施工技术方案的编制:

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。现场配制的砂浆生产商应给出水灰比，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经考核合格。

3. 施工准备:

①基层应经过工程验收达到质量标准。施工前应将基层墙面的灰尘、污垢、油渍及残留灰块等清理干净。基层表面高凸处应剔平,对蜂窝、麻面、露筋、疏松部分等应凿到实处,凹陷处用 1: 2.5 水泥砂浆分层补平,把外露钢筋头和铅丝头等清除掉。门窗口与墙体交接处应填补实。

②保温工程施工前,外门窗洞口应通过验收,洞口尺寸、位置应符合设计要求和质量要求,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,并应按保温层厚度留出间隙。

4. 涂料饰面:

基层处理、验收→吊垂线、套方、弹抹灰厚度控制线(块)→做灰饼、冲筋→界面砂浆施工→配制保温砂浆→保温砂浆层施工→保温砂浆养护→保温层验收→弹分格线、安装分格槽等→底层抗裂砂浆施工→压入耐碱型网布→抗裂砂浆养护→验收→涂料饰面施工。

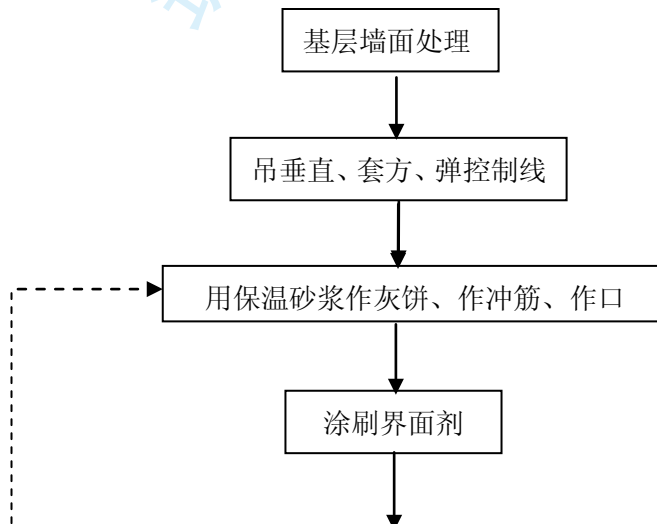
5. 面砖饰面:

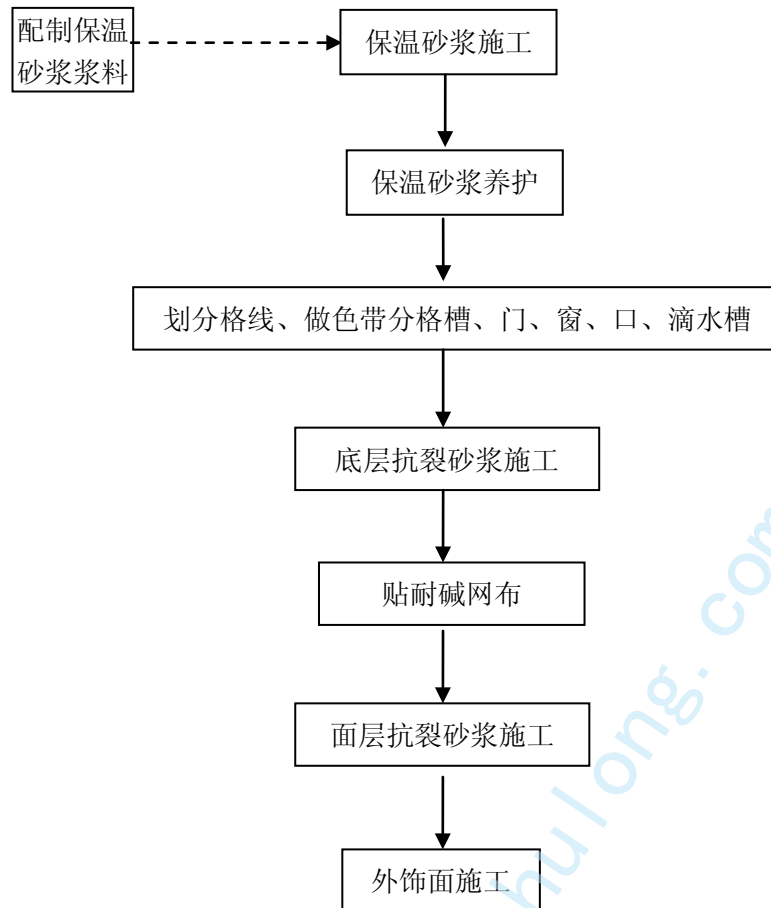
基层处理、验收→吊垂线、套方、弹抹灰厚度控制线(块)→做灰饼、冲筋→界面砂浆施工→配制保温砂浆→保温砂浆层施工→保温砂浆养护→保温层验收→弹分格线、安装分格槽等→底层抗裂砂浆施工→压入耐碱型网布→安装塑料锚栓→面层抗裂砂浆施工→抗裂砂浆养护→验收→粘贴饰面砖。

6. 内墙保温:

基层处理、验收→吊垂线、套方、弹抹灰厚度控制线(块)→做灰饼、冲筋→界面砂浆施工→配制保温砂浆→保温砂浆施工→保温砂浆养护→保温层验收→底层抗裂砂浆施工→压入耐碱型网布→抗裂砂浆养护→验收→饰面施工。

施工基本流程图:





7. 保温节点构造：

浙江省标准设计图集 2009 浙 J54 《外墙外保温构造详图（一）》详细说明了无机轻集料保温砂浆外墙外保温系统的详细节点构造。

具有《浙江省建设科技成果项目推广证书》的企业，一般都有浙江省住房和城乡建设厅备案的《施工技术规程》。

8. 施工要点：

①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。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、垂直控制线、分格缝线。应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，并进行垂直度检查，门窗口处及墙体阳角部分宜做护角。

②保温砂浆应按照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。搅拌好的砂浆应在 2h 内用完。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必须牢固，不应脱层、空鼓和开裂。保温砂浆养护及验收：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，平整度偏差量不符合应进行修补。

③抗裂砂浆施工时，应预先将抗裂砂浆均匀施工在保温层上，耐碱型网布必须埋

入抗裂砂浆层中，严禁耐碱型网布直接铺在保温层面上用砂浆涂布粘结。抗裂砂浆层厚度应为：涂料饰面时单层耐碱型网布不小于 3mm，双层耐碱型网布不小于 5mm；面砖饰面时不小于 5mm。搅拌好的抗裂砂浆应在可操作时间内用完。平整度偏差量不符合应进行修补。

④在抗裂砂浆可操作时间内，应将裁剪好的耐碱型网布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，尽量将耐碱型网布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，确保砂浆紧贴耐碱型网布，粘结应牢固、表面平整，砂浆料应涂抹均匀。耐碱型网布左右搭接宽度不应小于 50mm，转角处耐碱型网布左右搭接宽度不应小于 100mm，上下搭接宽度不应小于 80mm，不得使耐碱型网布皱褶、空鼓、翘边。

⑤塑料锚栓的安装应在网格布压入抗裂砂浆后进行。应使用冲击钻钻孔，在基层内的有效锚固深度不宜小于 25mm，钻孔深度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 10~15mm。

9. 成品保护：

保温施工应有防晒、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。保温施工应采取措施防止施工污染。

保温施工时严禁重物或尖物撞击墙面和门窗框，以免损伤破坏，对碰撞坏的墙面及门窗框应及时修复。

10. 材料的用量问题：

无机轻集料保温砂浆外墙保温系统的组成材料：界面砂浆、保温砂浆、抗裂砂浆、耐碱型网布、塑料锚栓，一般的用量如下：

材料用量表

材料名称	材料比重	材料用量		说明
界面砂浆	1400kg/m ³	混凝土面	1.00-1.50 kg/m ²	视残留脱模剂量
		普通砌体面	0.50-1.00 kg/m ²	
保温砂浆	420 kg/m ³	20mm 厚度	≥ 7.50 kg/m ²	B 型
	320 kg/m ³	20mm 厚度	≥ 6.00 kg/m ²	C 型
抗裂砂浆	1300kg/m ³	涂料饰面	≥ 4.00 kg/m ²	最小厚度 3mm 计
		面砖饰面	≥ 6.50 kg/m ²	最小厚度 5mm 计
耐碱型网布		1.10m ² /m ²		按 5%重叠量计
塑料锚栓		5 个/m ²		标准要求

保温砂浆用量的说明：

保温砂浆一般呈三种状态：干状态、湿状态和成型干燥状态。

- ①**干状态**：保温砂浆未加水前成松散状态，此时堆积密度（又称松散容重）；
- ②**湿状态**：加水搅拌之后一般收缩 15-20%左右，此时我们称为湿密度；
- ③**成型干燥状态**：水化反应形成一定的强度，成型干燥后称为干密度。

目前市场上保温生产商在保温砂浆的材料报价的时候，一般采用**体积报价**、**重量报价**两种方式。

体积报价非常不科学，因为保温砂浆有三种状态，混淆了正常的材料用量，影响建设单位最后的材料结算，同时施工现场采用体积方式计量每包保温材料的用量也非常困难。

重量报价便于现场计量，材料结算，控制施工损耗，其实对于任何一家保温生产商都可以将其体积报价转化为重量报价。

标准中规定无机轻集料保温砂浆有 3 种型号，所以不同型号其材料密度也不一样。雅戈尔御玺园（I 型）、香湖湾（II 型）节能设计采用的是两种完全不同型号的材料，保温招投标的时候，最低报价的单位无机轻集料保温砂浆 2 个品种居然采用了相同的 1 个用量。实际在御玺园（I 型）样板房打样，现场简单的方法就测试出其堆积密度为 338 kg/m³，即用 II 型保温砂浆冒充 I 型保温砂浆。

项 目	A 型（III型）	B 型（II型）	C 型（I型）
堆积密度	≥350 kg/m ³	300-350 kg/m ³	240-300 kg/m ³
干密度	≤550 kg/m ³	≤450 kg/m ³	≤350 kg/m ³

同样抗裂砂浆根据其报价用量、设计厚度（不包含材料损耗）计算得出密度约为 1120 kg/m³（考虑材料损耗就接近水的密度 1000 kg/m³）。

这样的行为完全是欺骗客户的虚假行为，将给建设单位带来严重的损失。

第七章 保温系统的验收

1. 质量证明文件的完整性

国家标准 GB50411-2008《建筑节能工程施工质量验收规范》第4.1.3 条规定：“材料进场验收应遵守下列规定：对材料的质量证明文件进行核查，并应经监理工程师（建设单位代表）确认，纳入工程技术档案。进入施工现场的无机轻集料保温砂浆系统组成材料应具备出厂合格证、中文说明书及相关性能型式检测报告。”

国家标准 GB50411-2008《建筑节能工程施工质量验收规范》第 4.1.3 条规定：“墙体节能工程当采用外保温定型产品或成套技术时，其型式检验报告中应包含**安全性**和**耐候性**检验。”

质量证明文件一般包括：

- ①有效期内的《浙江省建设科技成果项目推广证书》以及当地建设行政主管部门的备案资料。
- ②有效期内的完整的抽样检验报告（保温系统和组成材料的型式检验报告）
- ③中文说明书和各种材料的水灰比说明
- ④《建筑节能构造图集》和经过备案的《施工建设规程》
- ⑤出厂合格证书

2 . 产品的出厂检验

保温系统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
抗裂砂浆	原拉伸粘结强度、可操作时间
耐碱型网布	网孔中心距、单位面积质量、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

3 . 材料的见证复检

由建设单位或监理单位现场抽样复验，复验应为见证取样送检，随机抽样，检查复验报告。复验材料包括无机轻集料保温砂浆、抗裂砂浆、界面砂浆、耐碱型网布、塑料锚栓。

保温系统主要组成材料复验项目

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
耐碱型网布	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

抽检批次：

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 5000m² 以下时各抽查不少于 1 次；当单位工程保温墙体面积在 5000~10000m² 时各抽查不少于 2 次；当单位工程保温墙体面积在 10000~20000m² 时各抽查不少于 3 次；当单位工程保温墙体面积在 20000m² 以上时各抽查不少于 6 次。

4 . 隐蔽工程的验收

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耐碱型网布铺设；
- ④墙体热桥部位处理；
- ⑤被封闭的保温砂浆层厚度。

5. 现场的实体检测

根据《宁波市市民用建筑节能工程质量监督管理实施细则》的规定要求——必须进行现场保温层拉伸粘结强度的检验，拉伸粘结强度 $\geq 0.1\text{MPa}$ 。

面砖饰面保温构造根据《宁波市市民用建筑节能工程质量监督管理实施细则》的规定，按照标准 JGJ110-2008《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》方法，必须进行现场保温系统饰面砖粘结强度的检验，拉伸粘结强度 $\geq 0.4\text{MPa}$ 。

第八章 保证产品质量的措施

1. 生产过程的品质保障

无机轻集料保温砂浆系统的生产企业主要生产无机轻集料保温砂浆、界面砂浆和抗裂砂浆 3 种砂浆，耐碱型网布和塑料锚栓向专业厂家购买，形成一个保温系统。

无机轻集料保温砂浆目前国内的生产方式一般有两种：

- ①**简易型**：外购保温骨料+其他材料→混合→成品包装→出厂
- ②**全程型**：矿砂→高温膨胀成保温骨料→混合搅拌→成品包装→出厂

简易型生产工艺由于保温骨料外购，保温骨料的稳定性、波动性很大，保温骨料运输过程中易受挤压部分破碎，造成无机保温砂浆的容重波动幅度较大，质量不稳定。**全程型**生产工艺连贯，质量有保障，品质稳定，容重几乎没有波动。

质量稳定的生产企业一般均采用电脑配料系统、自动包装系统，生产工艺的过程严格按照企业的质量管理认证体系进行。但是国内目前 80%以上的保温企业仍然停留在手工作坊式的生产环节。

2. 产品配方的社会责任

无机轻集料保温砂浆、界面砂浆和抗裂砂浆成分中占经济成本最大的是各种聚合物添加材料，包括可再分散乳胶粉、甲基纤维素醚、疏水聚合物、固体粉状的减水剂等，很多是进口的材料，价格比较昂贵。

这些材料的掺如，不仅提高各种砂浆的施工性能，最主要的是提高无机轻集料保温砂浆系统的耐久性、耐候性等安全性问题。像抗裂砂浆的压折比、透水性指标要达到标准规定的技术要求，必须加足聚合物添加材料的量。

但是国内很多保温生产生产商为了获得工程项目，降低生产成本，一味地降低聚合物的有效加入量，工程中材料复检采用偷梁换柱的方式换包进行。

保温生产生产商的社会责任显得十分重要。

3. 现场的技术服务

外墙外保温系统是新产品、新技术和新工艺，采用派驻现场技术代表形式，进行全程的现场施工技术交底、技术指导的形式处理施工中出现的技术问题同时提供产品的售后技术服务。

① 施工技术交底

根据无机轻集料保温砂浆外墙外保温系统的技术特点，编制本工程的《施工技术交底资料》，召集有关人员召开施工技术交底会议，详细介绍无机轻集料保温砂浆外墙外保温系统的施工工艺、施工流程、施工步骤；介绍各组成材料的技术特点，施工要点，材料配置要点，质量控制要点；示范操作；组织施工人员技术培训，技术要领解答工作。

② 样板墙的制作和拉拔试验

根据 GB50411-2007《建筑节能工程施工质量验收规范》规定要求，制作无机轻集料保温砂浆外墙外保温系统样板墙，加强养护，配合检测机构进行现场实体拉拔试验工作。

③ 编制《施工组织设计》

根据项目的外墙保温工程实际情况、编制无机轻集料保温砂浆外墙外保温系统《施工组织设计》。同时对于外墙外保温系统的节点构造提出详细的施工操作方案。

④ 严把材料进场

做好进场材料的检查关，对于到货产品清点数量、自检，同时将产品出厂合格检验报告送相关单位；注意现场材料的堆放符合技术要求。

⑤ 材料复检的协助工作

根据 GB50411-2007《建筑节能工程施工质量验收规范》和上海市相关标准的规定的检验批次和数量，协助建设单位、监理单位、施工总包单位一起现场封样，提供施工的材料配合比，进行材料的复检工作。

⑥加强巡检监督管理

每天施工前，进行施工操作的质量讲评，当天施工的技术要领、施工中注意事项的重点提示说明。同时进行施工作业面的巡检监督管理，对于违反施工技术规程的操作和行为，提出技术纠正，做好施工日记，协助监理单位隐蔽工程的检查记录工作。

⑦现场突发事件的预案和技术处理

发现质量问题，及时提出技术处理措施，同时向各方及公司技术部门汇报，协助各方和公司技术部进行技术处理。

a 保温系统界面砂浆、保温砂浆、抗裂砂浆配制未按照规程要求水灰比要求，出现质量问题的预案及技术处理措施。

b 保温砂浆、抗裂砂浆贮备时间超标的技术处理。

c 间隔时间不到，2次砂浆粉刷的预案处理。

d 砂浆养护质量问题预案及技术处理。

e 抗裂砂浆层中耐碱网布未按工艺要求施工的预案及技术处理。

f 材料堆放未按技术规程要求出现受潮等质量问题的预案及技术处理。

⑧协助建筑节能验收工作

根据 GB50411-2007《建筑节能工程施工质量验收规范》要求，协助施工单位编制外墙外保温系统的验收资料，提供相应的技术文件。

第九章 常见质量问题及防治

1. 界面砂浆出现的问题



漏涂界面砂浆导致的空鼓现象，杭州丁桥经济房项目

2. 保温砂浆层出现的问题

①保温砂浆水灰比过大,导致砂浆没有形成一定的强度

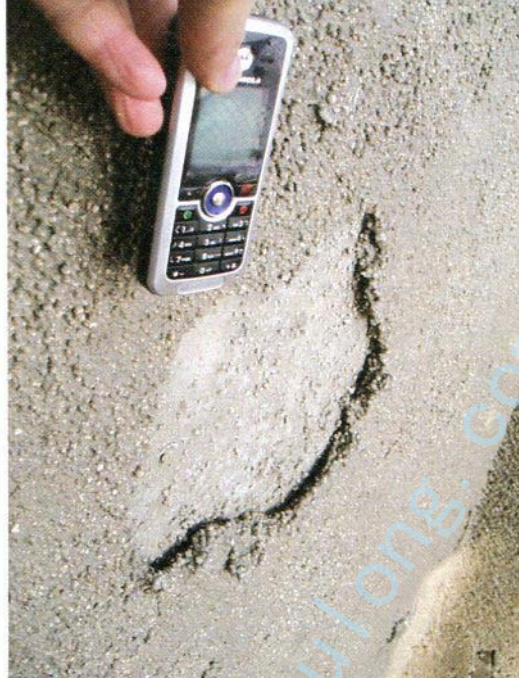
无机轻集料保温砂浆，不同的生产企业由于生产的配方、轻集料配比不同，所以保温砂浆的水灰比完全不同。施工时，保温砂浆的配制一定要按照生产商提供的水灰比进行配制，严格控制水灰比过大的现象。



某项目保温砂浆未按照标准水灰比配制造成砂浆强度低，表面起壳

②保温砂浆一次粉刷过厚导致流坠现象

保温砂浆一般一次粉刷控制 10-15mm，切忌一次粉刷过厚，轻质的无机轻集料保温砂浆容易产生流坠现象。



3. 抗裂砂浆层出现的问题

①抗裂砂浆厚度过薄出现的问题

标准 DB33/T1054-2008《无机轻集料保温砂浆及系统技术规程》中第6.2.5条规定：“在抗裂防护层中应设置耐碱型网布，应严格控制抗裂防护层厚度。复合耐碱型网布的抗裂防护层厚度为：涂料饰面时不应小于 3mm，面砖饰面时不应小于 5mm。”



某外墙外保温项目抗裂砂浆层过薄 (还存在双组分抗裂砂浆的问题)

②抗裂砂浆厚度过后出现的问题

抗裂砂浆层过厚，而保温砂浆层与抗裂砂浆层的界面容易形成空鼓现象，整个系统的稳定性大幅度下降。一般情况，涂料饰面抗裂防护层最大厚度 5-6mm，面砖饰面构造最大厚度 6-8mm。



宁波某项目抗裂砂浆 20mm 以上厚度导致空鼓现象

③未设置塑料锚栓容易出现的问题

根据标准的要求，面砖饰面构造的外墙外保温系统抗裂防护层中，必须设置塑料锚栓，将整个外保温系统固定到基层墙面上，形成一个整体。室外温度差出现较大的波动时，抗裂防护层与保温砂浆层不同砂浆材料热胀冷缩的时候，界面出现质量问题（空鼓、起壳）、塑料锚栓对于确保系统安全性起一定的辅助作用。



某项目未设置塑料锚栓 (抗裂层过薄等综合因素造成)

4.节点处出现的问题

①门窗角处未设置 45°的耐碱网布



②耐碱网布之间没有搭接



免责声明：本文引用的技术数据、标准数据都是真实的，特此说明。