

# 建筑保温工程质量控制技术指南

(试行)

河南省住房和城乡建设厅  
二〇二五年六月



# 前 言

为贯彻落实《国务院安全生产委员会关于印发<建筑保温材料安全隐患全链条整治行动方案>的通知》（安委〔2025〕3号）、《河南省安全生产委员会 河南省消防安全委员会关于印发全省建筑保温材料安全隐患全链条整治行动方案的通知》（安委〔2025〕6号）、《河南省住房和城乡建设厅关于印发<全省住房城乡建设系统建筑保温材料安全隐患全链条整治行动实施方案>的通知》（豫建办〔2025〕89号）的有关要求，河南省住房和城乡建设厅组织河南省建筑科学研究院有限公司等单位，在深入调研、借鉴经验的基础上，结合河南省建筑保温体系应用实际，经广泛征求行业意见，讨论、修改和完善，编制完成《建筑保温工程质量控制技术指南（试行）》，为建筑保温工程设计（含审查）、施工、验收等全流程管控提供技术支撑。

本文件共4章，主要内容是：1 外墙保温系统；2 墙体自保温系统总则；3 外墙结构保温一体化系统；4 其他形式保温系统。

本文件由河南省住房和城乡建设厅负责管理，由河南省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见和建议，请反馈至河南省建筑科学研究院有限公司（地址：郑州市金水区丰乐路4号，邮政编码：450053）。

编制单位：河南省建筑科学研究院有限公司

河南省建筑工程质量检验检测中心站有限公司

编制人员：杜永恒 朱有志 潘玉勤 龙天艳 朱登玲

王 上 姬淑超 原瑞增 苏晓燕 毋 斌

郭 猛 李发新

# 目 录

1 外墙外保温系统.....	1
1.1 粘贴保温板薄抹灰外保温系统.....	1
1.2 无机轻集料砂浆外保温系统.....	16
1.3 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统.....	28
1.4 保温装饰板外保温系统.....	37
2 墙体自保温系统.....	48
2.1 砌块墙体自保温系统.....	48
2.2 现浇泡沫混凝土墙体自保温系统.....	60
3 外墙结构保温一体化系统.....	69
3.1 现浇混凝土内置保温墙体.....	69
3.2 现浇混凝土复合 EPS 板保温系统.....	78
3.3 免拆复合保温模板外墙保温系统.....	87
4 其他形式保温系统.....	103
4.1 屋面保温系统.....	103
4.2 楼地面保温系统.....	111
引用标准名录.....	117



# 1 外墙外保温系统

## 1.1 粘贴保温板薄抹灰外保温系统

### 1.1.1 系统简介

粘贴保温板薄抹灰外保温系统是建筑外墙保温常用的系统，由保温板（如模塑聚苯乙烯泡沫板、挤塑聚苯乙烯泡沫板、聚氨酯泡沫板等）、粘结剂、抹面胶浆、耐碱玻纤网格布和饰面层构成。保温板承担主要保温隔热功能，粘结剂用于固定保温板，抹面胶浆与网格布形成抗裂防护层，饰面层兼具装饰与保护作用。该系统保温效果良好，能有效降低建筑能耗，适用范围广，可用于各类基层墙体，施工方便且经济高效。但它也存在防火性能有限、耐久性需关注以及施工质量要求高等问题，使用时需谨慎选择材料、严格把控施工环节。

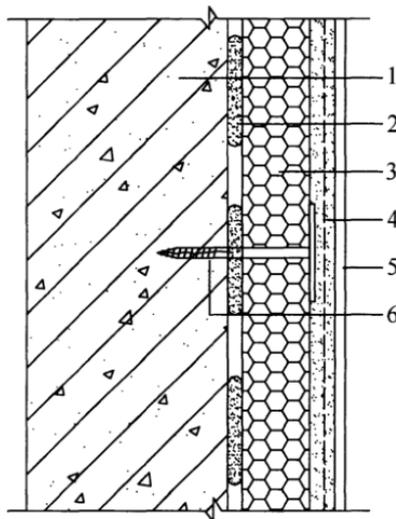


图 1.1.1 粘贴保温板薄抹灰外保温系统

1-基层墙体；2-胶粘剂；3-保温板；4-抹面胶浆复合玻纤网；5-饰面层；6-锚栓

### 1.1.2 工程质量问题及原因分析

粘贴保温板薄抹灰外保温系统工程常出现保温板脱落、抹灰层开裂、空鼓、防水性能差、热桥等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

#### (1) 保温板脱落

问题表现：保温板与基层墙体之间的粘结不牢固，导致保温板脱落，造成热损失、墙体受潮及建筑外观不整洁。

原因分析：

1) 基层处理不当：基层墙体表面不平整或污染，墙体表面有水分或油污，导致粘结力不足；基层墙体未经验收合格导致锚固强度不够，进而引发保温板脱落。

2) 保温板粘贴方式不正确：采用点框粘时，边框宽度不够，中间点少不均匀，与基层有效粘结面积达不到要求。

3) 施工工艺不规范：保温板粘贴过程中，施工人员操作不当，未充分压实或没有保持合适的粘结时间。锚栓安装过程中，非规范安装或大钻头小锚栓，更甚者锚栓长度严重不够。

4) 材料质量问题：使用未经复验或复验不合格的保温材料；粘结砂浆质量差，未达到标准要求，导致粘结效果不佳；保温材料陈化时间不足等。

5) 工程质量验收把关力度不够：保温材料备案资料不完善；对隐蔽工程漏查或不查，对存在的质量问题处理不当，难以对工程质量形成有效控制。

## （2）抹灰层开裂

问题表现：薄抹灰层表面出现裂缝，严重时会导致抹灰层脱落，影响外墙的美观和保温效果。

原因分析：

1) 抹灰层施工不当：抹灰层施工时未按规定的厚度和分层进行，过厚或过薄都会导致开裂；施工时未做好充分的养护，导致砂浆干裂。

2) 保温板与抹灰层粘结不好：保温板表面处理不当，未进行必要的打毛或界面处理；网格布直接贴合保温板抹灰，导致抹灰层与保温板的粘结不牢固，易产生空鼓或裂缝。

3) 温度和湿度不适宜：施工期间温度过低或湿度过高，导致抹灰层收缩或水分蒸发过快，产生裂缝。

4) 抹面层养护不当：抹灰完成后养护周期不足，导致抹灰面失水过快，从而引起空鼓和开裂；养护过程中，未及时进行浇水养护，或者养护方式不正确，导致抹灰层强度不足，进而引发开裂。

## （3）空鼓现象

问题表现：保温板与基层或抹灰层之间出现空隙，形成空鼓，导致墙体结构不稳。

原因分析：

1) 粘结砂浆质量问题：粘结砂浆配合比不合理；改性材料或胶凝材料用量不足，造成砂浆性能不合格，从而导致粘结力不足。

2) 保温板表面缺陷: 保温板表面不平整或有气泡, 影响粘结强度。

3) 施工质量问题: 施工中未按规定方法和顺序粘贴保温板, 或者砂浆涂抹不均匀, 粘贴过程中粘结面积不够、未进行充分的压实, 导致板材未完全粘结。

#### (4) 防水性能差

问题表现: 外墙保温系统暴露于雨水、湿气中时, 出现水渗透、保温性能下降, 甚至墙体发霉、腐烂。

原因分析:

1) 防水层设计不合理: 在薄抹灰外保温系统中, 如果未设置有效的防水层, 或防水层材料质量不达标, 容易导致水分渗透。

2) 薄抹灰层的抗渗性能不足: 薄抹灰层未达到足够的抗渗能力, 容易受到外界水汽的侵害。

3) 接缝部位密封不严: 保温板之间的接缝、墙角等部位未做好防水处理, 水分渗透进入, 降低保温层的使用寿命。

4) 抹面层厚度严重不足, 容易导致水分渗透。

#### (5) 热桥问题

问题表现: 在外墙上形成热桥现象, 导致局部区域热量流失严重, 影响整个保温效果。

原因分析:

1) 保温板拼接不严密: 保温板接缝不平整, 接缝部位未填充密实, 导致热量通过这些缝隙流失。

2) 节点设计不合理: 如窗框、阳台、墙体与屋面交界等部位的设计存在缺陷, 未有效消除热桥, 导致局部温度过低, 出现结露现象。

3) 施工不规范: 保温板安装过程中, 未按照规定进行接缝处理, 导致墙体部分区域失去保温作用, 形成热桥。

### 1.1.3 工程质量控制技术要点

(1) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统与材料技术要求

1) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统性能应符合表 1.1.3-1 的规定。

表 1.1.3-1 粘贴保温板薄抹灰外保温系统性能要求

项目	性能要求	试验方法
耐候性	系统不得出现空鼓、剥落或脱落、开裂等破坏, 不得产生裂缝出现渗水; 抹面胶浆与保温板的拉伸粘结强度 $\geq 0.10\text{MPa}$ , 且破坏部位应位于保温板内。	JGJ 144
耐冻融性	30 次冻融循环后, 系统无空鼓剥落, 无可见裂缝; 抹面胶浆与保温板的拉伸粘结强度 $\geq 0.10\text{MPa}$ 。	
抗冲击性	建筑物首层墙面及门窗口等易受碰撞部位: 10J 级; 建筑物二层及以上墙面: 3J 级。	
热阻	符合工程项目设计要求	GB/T 13475
吸水量, $\text{g}/\text{m}^2$	$\leq 500$	JGJ 144
抹面层不透水性	2h 不透水	
水蒸气透过湿流密度 ( $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ )	符合设计要求	GB/T 17146
抗风荷载性能/ $\text{kPa}$	不小于工程项目荷载设计值	GB/T 36585

备注: 上述保温板包含 EPS 板、XPS 板、PUR 板、泡沫玻璃保温板、膨胀珍珠岩板、无机复合聚苯不燃保温板、无机塑化微孔保温板、发泡陶瓷保温板、石墨改性水泥基保温板。

2) 粘贴保温板(岩棉板/条)薄抹灰外保温系统性能应符合表 1.1.3-2 的规定。

表 1.1.3-2 粘贴保温板(岩棉板/条)薄抹灰外保温系统性能要求

项目	性能要求		试验方法
耐候性	外观		饰面层无可见裂缝,无粉化、剥落现象,保护层无空鼓
	拉伸粘结强度, kPa	岩棉板	不小于岩棉板垂直于墙面的抗拉强度,破坏发生在岩棉板内
		岩棉条	≥80 或破坏发生在岩棉条内
耐冻融性	外观		30 次冻融循环后,保护层无可见裂缝,无粉化,空鼓、剥落现象
	拉伸粘结强度, kPa	岩棉板	不小于岩棉板垂直于墙面的抗拉强度,破坏发生在岩棉板内
		岩棉条	≥80
抗冲击性	建筑物首层墙面及门窗口等易受碰撞部位: 10J 级; 建筑物二层及以上墙面: 3J 级。		GB/T 29906
热阻	符合工程项目设计要求		GB/T 13475
吸水量, g/m <sup>2</sup>	≤500		GB/T 25975
抹面层不透水性	2h 不透水		GB/T 29906
水蒸气透过湿流密度 (kg/m <sup>2</sup> ·s)	符合设计要求		GB/T 17146
抗风荷载性能 /kPa	不小于工程项目荷载设计值		GB/T 36585

3) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统用保温材料的性能应符合表 1.1.3-3、表 1.1.3-4、表 1.1.3-5、表 1.1.3-6、表 1.1.3-7 的规定。

表 1.1.3-3 有机保温材料性能要求

项目	性能要求						试验方法
	EPS 板		PUR 板	XPS 板			
	033 级	039 级		024 级	030 级	034 级	
导热系数 (25℃), W/(m·K)	≤0.033	≤0.039	≤0.024	≤0.024	≤0.030	≤0.034	GB/T 10294 或 GB/T 10295
密度, kg/m <sup>3</sup>	18~22		≥35	/			GB/T 6343
垂直于板面的抗拉强度, MPa	≥0.10		≥0.10	≥0.20			JGJ 144
尺寸稳定性, %	≤0.3		≤1.0	≤1.0			GB/T 8811
体积吸水率, %	≤3.0		≤3.0	≤1.5			GB/T 8810
燃烧性能等级	不低于 B <sub>1</sub> 级		不低于 B <sub>2</sub> 级	不低于 B <sub>2</sub> 级			GB 8624

表 1.1.3-4 无机保温材料 (岩棉板/条) 性能要求

项目	性能要求			试验方法
	岩棉板		岩棉条	
	TR10	TR15	TR80	
垂直于表面抗拉强度, kPa	≥10	≥15	≥80	GB/T 30804
导热系数 (25℃), W/(m·K)	≤0.040		≤0.048	GB/T 10294 或 GB/T 10295
密度允许偏差, %	+10 -10			GB/T 5480
质量吸湿率, %	≤0.5		≤0.5	
压缩强度, kPa	厚度<50mm	≥20	≥40	GB/T 13480
	厚度≥50mm	≥40		
憎水率, %	≥98.0		≥98.0	GB/T 10299
吸水量 (部分浸入), kg/m <sup>2</sup>	24h	≤0.2	≤0.4	GB/T 30805
	28d	≤0.4	≤0.8	
酸度系数	≥1.8		≥1.8	GB/T 5480
燃烧性能等级	A 级		A 级	GB 8624

表 1.1.3-5 无机保温材料（泡沫玻璃保温板）性能要求

项目	性能要求			试验方法
	I 型	II 型	III 型	
导热系数 (25℃), W/(m·K)	≤0.058	≤0.062	≤0.068	GB/T 10294 或 GB/T 10295
干密度, kg/m <sup>3</sup>	141~160	161~180	≥180	GB/T 5486
抗压强度, MPa	≥0.50	≥0.60	≥0.80	
垂直于板面的抗拉强度, MPa	≥0.12			GB/T 29906
吸水量, kg/m <sup>2</sup>	≤0.3			JC/T 647
燃烧性能等级	A 级			GB 8624

表 1.1.3-6 无机保温材料（膨胀珍珠岩板）性能要求

项目	性能要求		试验方法
	I 型	II 型	
导热系数 (25℃), W/(m·K)	≤0.060	≤0.068	GB/T 10294 或 GB/T 10295
干密度, kg/m <sup>3</sup>	≤200	≤250	GB/T 5486
垂直于板面的抗拉强度, MPa	≥0.10	≥0.12	GB/T 29906
抗压强度, MPa	≥0.40	≥0.50	GB/T 5486
质量含水率, %	≤5		
燃烧性能等级	A 级		GB 8624

表 1.1.3-7 无机保温材料（无机复合聚苯不燃保温板、无机塑化微孔保温板、发泡陶瓷保温板）性能要求

项目	性能要求							试验方法
	无机复合聚苯不燃保温板		无机塑化微孔保温板		发泡陶瓷保温板			
	050 级	060 级	I 型	II 型	I 型	II 型	III 型	
导热系数 (25℃), W/(m·K)	0.045~0.050	0.051~0.056	≤0.047	≤0.053	≤0.055	≤0.065	≤0.075	GB/T 10294 或 GB/T 10295

干密度, kg/m <sup>3</sup>	120~180		≤130	≤180	≤250	GB/T 5486
抗压强度, MPa	≥0.15	≥0.20	≥0.40	≥0.60	≥0.80	
垂直于板面的抗拉强度, MPa	≥0.10	≥0.12	≥0.10		≥0.10	GB/T 29906
体积吸水率, %	≤6	≤8	≤5		≤5	JC/T 647
燃烧性能等级	A (A2) 级		A 级		A 级	GB 8624

表 1.1.3-8 无机保温材料（石墨改性水泥基保温板）性能要求

项目	性能要求			试验方法
	I 型	II 型	III 型	
导热系数 (25℃), W/(m·K)	≤0.048	≤0.051	≤0.055	GB/T 10294 或 GB/T 10295
干表观密度, kg/m <sup>3</sup>	≤120	120~150	150~180	GB/T 5486
抗压强度, MPa	≥0.20	≥0.30	≥0.40	
垂直于板面的抗拉强度, kPa	≥50	≥70	≥100	GB/T 29906
体积吸水率, %	≤12	≤10	≤9	GB/T 5486
燃烧性能等级	A <sub>1</sub> 级			GB 8624

4) 粘贴保温板 (EPS 板、PUR 板、XPS 板、泡沫玻璃保温板、膨胀珍珠岩板、无机复合聚苯不燃保温板、无机塑化微孔保温板、发泡陶瓷保温板、石墨改性水泥基保温板) 薄抹灰外保温系统用界面处理剂、胶粘剂、抹面胶浆、玻纤网的性能应符合表 1.1.3-9、表 1.1.3-10、表 1.1.3-11、表 1.1.3-12 的规定。

表 1.1.3-9 界面处理剂性能要求

项目		性能要求	试验方法
容器中状态		色泽均匀, 无杂质, 无沉淀, 不分层	GB/T 20623
不挥发物含量	用于不带表皮的毛面板	≥18%	
	用于带表皮的开槽板	≥22%	
冻融稳定性 (3 次)		无异常	
贮存稳定性		无硬块, 无絮凝, 无明显分层和结皮	
最低成膜温度/°C		≤0	GB/T 9267

表 1.1.3-10 胶粘剂性能要求

检验项目		性能要求		试验方法
		与水泥砂浆	与保温板	
原强度, MPa		≥0.6	≥0.10	JGJ 144
耐水强度, MPa	浸水 48h, 干燥 2h	≥0.3	≥0.06	
	浸水 48h, 干燥 7d	≥0.6	≥0.10	

表 1.1.3-11 抹面胶浆性能要求

检验项目		性能要求	试验方法
		与保温板	
原强度, MPa		≥0.10	JGJ 144
耐水强度, MPa	浸水 48h, 干燥 2h	≥0.06	
	浸水 48h, 干燥 7d	≥0.10	
耐冻融强度		≥0.10	

表 1.1.3-12 玻纤网性能要求

检验项目	性能要求	试验方法
单位面积质量, g/m <sup>2</sup>	≥160	GB/T 9914.3
耐碱断裂强力 (经、纬向), N/50mm	≥1000	GB/T 20102

耐碱断裂强力保留率（经、纬向），%	≥50	
断裂伸长率（经、纬向），%	≤5.0	GB/T 7689.5

5) 粘贴保温板（岩棉板/条）薄抹灰外保温系统用胶粘剂、抹面胶浆、玻纤网的性能应符合表 1.1.3-13、表 1.1.3-14、表 1.1.3-15、表 1.1.3-16 的规定。

表 1.1.3-13 胶粘剂性能要求

检验项目		性能要求			试验方法
		与水泥砂浆	与岩棉板	与岩棉条	
原强度, kPa		≥600	不小于岩棉板的 拉伸粘结强度	≥80	JGJ 144
耐水强度, kPa	浸水 48h, 干燥 2h	≥300		≥60	
	浸水 48h, 干燥 7d	≥600		≥80	

表 1.1.3-14 抹面胶浆性能要求

检验项目		性能要求		试验方法
		岩棉板	岩棉条	
原强度, kPa		不小于岩棉板的 拉伸粘结强度	≥80	JGJ 144
耐水强度, kPa	浸水 48h, 干燥 2h		≥60	
	浸水 48h, 干燥 7d		≥80	
耐冻融强度			≥80	

表 1.1.3-15 玻纤网性能要求

检验项目	性能要求	试验方法
单位面积质量, g/m <sup>2</sup>	≥160	GB/T 9914.3
耐碱断裂强力（经、纬向），N/50mm	≥1000	GB/T 20102
耐碱断裂强力保留率（经、纬向），%	≥50	
断裂伸长率（经、纬向），%	≤5.0	GB/T 7689.5

表 1.1.3-16 锚栓（用于岩棉板）主要性能要求

检验项目	性能要求			试验方法
	混凝土（C25）基 层墙体	实心砌体基 层墙体	蒸压加气混凝土 砌块基层墙体	
抗拉承载力标准值，kN	≥1.20	≥0.80	≥0.60	JG/T 366
锚盘抗拔力标准值，kN	≥0.50			

备注：用于岩棉条的锚栓性能指标应符合《外墙保温用锚栓》JG/T 366 的要求。

用整块保温板切割成型。

13)用于岩棉薄抹灰外墙外保温系统锚栓的有效锚固深度应符合下列要求：

①混凝土和实心砌体墙体应不小 6)当粘贴保温板薄抹灰外保温系统做找平层时，找平层应与基层墙体粘结牢固，不得有脱层、空鼓、裂缝，面层不得有粉化、起皮、爆灰等现象。

7) 保温板应采用点框粘法或条粘法固定在基层墙体上，EPS 板与基层墙体的有效粘贴面积不得小于保温板面积的 40%，并宜使用锚栓辅助固定。XPS 板、PUR 板或 PIR 板与基层墙体的有效粘贴面积不得小于保温板面积的 50%，并应使用锚栓辅助固定。岩棉板应采用机械锚固为主粘结为辅的方式与基层墙体固定，每平方米墙面的锚固点数应不少于 5 个，同时采用胶黏剂粘结，其有效粘结面积不应小于岩棉板面积的 50%。

8) 受负风压作用较大的部位宜经计算增加锚栓数量，且不得少于 8 个。

9) 保温板宽度不宜大于 1200mm，高度不宜大于 600mm。

10) 保温板应按顺砌方式粘贴，竖缝应逐行错缝。保温板应粘贴牢固，不得有松动。

11) XPS 板内外表面应做界面处理。岩棉外保温系统可根据需要采用界面处理剂。采用界面处理剂时，岩棉板/条的粘贴面和抹面胶浆的抹灰面应在施工前满涂界面处理剂。

12) 墙角处保温板应交错互锁。门窗洞口四角处保温板不得拼接，应采于 55mm;

②蒸压加气混凝土砌体应不小于 65mm;

③最小允许边距为 100mm，最小允许间距为 100mm。

(2) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统施工质量控制要点

1) 外保温系统的各种组成材料应配套供应。采用的所有配件应与外保温系统性能相容，并应符合国家现行相关标准的规定。

2) 外保温工程的施工应在基层墙体施工质量验收合格后进行。

3) 外保温工程施工前，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。伸出墙面的消防梯、水落管、各种进户管线和空调器等的预埋件、连接件应安装完毕，并应按外保温系统厚度留出间隙。

4) 外保温工程的施工应编制专项施工方案并进行技术交底，施工人员应经过培训并考核合格。

5) 保温层施工前，应进行基层墙体检查或处理。基层墙体表面应洁净、坚实、平整，无油污和脱模剂等妨碍粘结的附着物，凸起、空鼓和疏松部位应剔除。基层墙体应符合现行国家标准《混

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 及《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的要求。

6) 当基层墙面需要进行界面处理时, 宜使用水泥基界面砂浆。

7) 采用粘贴固定的外保温系统, 施工前应按相关规定做基层墙体与胶粘剂的拉伸粘结强度检验, 拉伸粘结强度不应低于 0.3MPa, 且粘结界面的脱开面积不应大于 50%。

8) 外保温工程施工现场应采取可靠的防火安全措施且应满足国家现行标准的要求, 并应符合下列规定:

① 在外保温专项施工方案中, 应按国家现行标准要求, 对施工现场消防措施作出明确规定;

② 可燃、难燃保温材料的现场存放、运输、施工应符合消防的有关规定;

③ 外保温工程施工期间现场不应有高温或明火作业。

9) 外保温工程施工期间的环境空气温度不应低于 5℃。5 级以上大风天气和雨天不应施工。

### (3) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统质量验收要点

1) 外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标准》GB 50411 的有关规定进行施工质量验收。

2) 外保温工程检验批的划分、检查数量和隐蔽工程验收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 的有关规定。

3) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统主要组成材料应按表 1.1.3-17 的规定进行现场见证取样复验, 检验方法和检查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 的规定。

表 1.1.3-17 粘贴保温板薄抹灰外保温系统主要组成材料复验项目

组成材料	复检项目
EPS板、PUR板、XPS板、岩棉板/条、泡沫玻璃保温板、膨胀珍珠岩板、无机复合聚苯不燃保温板、无机塑化微孔保温板、发泡陶瓷保温板、石墨改性水泥基保温板	导热系数、表观(干)密度、垂直于板面方向的抗拉强度、抗压强度、吸水率(量)、燃烧性能
胶粘剂、抹面胶浆、界面砂浆	养护14d和浸水48h拉伸粘结强度
玻纤网	单位面积质量, 耐碱拉伸断裂强力, 耐碱拉伸断裂强力保留率、断裂伸长率

4) 保温层厚度应符合设计要求。保温层厚度检查方法应采用《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 附录 F 外墙节能构造钻芯检验方法。

5) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统中保温板粘贴面积应符合相关规定。粘贴面积检查方法应采用现场测量方式进行检验。

6) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统现场检验保温板与基层墙体拉伸粘结强度不应小于 0.10MPa, 且应为保温板破坏。拉伸粘结强度检查方法应符合相关规定。

## 1.2 无机轻集料砂浆外保温系统

### 1.2.1 系统简介

无机轻集料砂浆外保温系统是由界面层、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。该系统采用的无机轻集料如膨胀珍珠岩、闭孔珍珠岩、膨胀玻化微珠等，具有质轻、导热系数低的特点，能有效降低建筑能耗，实现良好的保温隔热效果。其保温砂浆不仅具备较好的防火性能，可满足不同建筑的防火要求，而且绿色环保，对环境友好。施工时，直接将无机轻集料砂浆涂抹于外墙基层，操作相对简便，与基层墙体的粘结力强，能有效避免空鼓、脱落等问题，且后期维护成本较低。

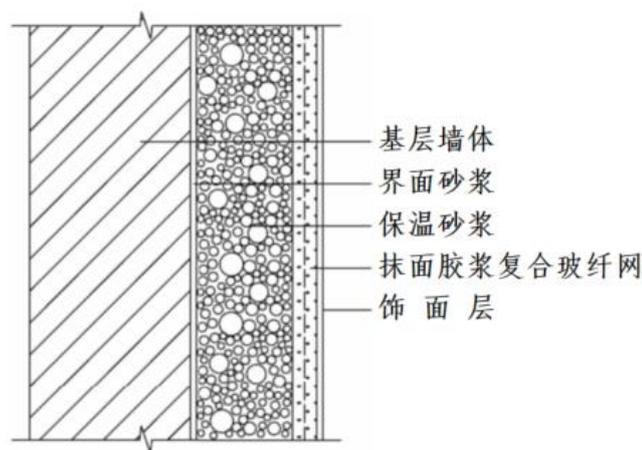


图 1.2.1 无机轻集料砂浆外保温系统

### 1.2.2 工程质量问题及原因分析

无机轻集料砂浆外保温系统工程常出现外保温层脱落、外保温层开裂、保温层空鼓、防水性能差、热桥等质量问题，具体表

现及其原因分析如下：

### （1）外保温层脱落

问题表现：无机轻集料砂浆外保温层在使用过程中发生脱落现象，造成保温层的局部丧失或整个外保温层剥离，影响保温效果，甚至危及建筑结构的安全。

原因分析：

1) 粘结强度不足：由于配合比不合理造成无机轻集料砂浆的粘结强度不满足要求。

2) 基层处理不当：在施工前，基层墙面未清理干净，表面有灰尘、油污、水分或其他污染物，导致砂浆无法与墙面牢固粘结。

3) 施工工艺问题：施工过程中，砂浆的涂抹不均匀、厚度不足，或未按照要求进行压实，导致保温层粘结不牢。

4) 材料质量问题：无机轻集料砂浆的原材料质量不符合标准，尤其是轻集料的粒径分布和质量不达标，影响砂浆的粘结性能。

### （2）外保温层开裂

问题表现：保温层表面出现裂缝，导致热量泄漏和墙体渗水，严重时可导致保温系统失效，降低建筑物的热效能和结构安全性。

原因分析：

1) 砂浆配比不当：如果砂浆的配比不合理，水泥和轻集料的比例不合理，可能会导致砂浆柔韧性不足，难以适应温度变化，造成开裂。

2) 施工环境不适宜：在极端温度下（如过高或过低的气温）

施工，砂浆的硬化速度不均匀；在施工过程中，砂浆表面干燥过快，尤其是在高温、干燥或风速大的环境下，表面水分蒸发过快，均易导致裂缝的形成。

3) 基层变形：基层墙体在施工过程中出现变形、沉降等问题，造成保温层应力集中，从而导致开裂。

### (3) 保温层空鼓现象

问题表现：保温层与墙体之间出现空鼓，导致局部区域的保温层与墙体脱离，失去保温效果。

原因分析：

1) 砂浆涂抹不均匀：在施工过程中，砂浆未均匀涂抹，或厚度不一致，导致部分区域未能充分粘结，产生空鼓。

2) 基层平整度差：基层凹凸不平砂浆厚薄不均匀，收缩应力集中导致空鼓。

3) 砂浆配比不当：水泥与骨料比例不合理或骨料过多降低粘结力导致保温层与基层之间没有足够的附着力，容易发生空鼓现象。

### (4) 防水性能差

问题表现：无机轻集料砂浆外保温系统的防水性能不理想，导致外墙渗水，影响保温效果和墙体的耐久性。

原因分析：

1) 防水层设计缺失：无机轻集料砂浆外保温系统的设计中，未设置有效的防水层，或防水层材料未选择合适，导致水分渗透。

2) 施工不当: 在保温砂浆施工过程中, 接缝部位未做好防水处理, 未严格按照要求进行防水层的施工, 造成局部渗水。

3) 薄弱环节的防水问题: 如外保温层与窗框、门框、阳台等部位的连接处, 如果未处理好接缝, 容易成为水分渗透的路径。

### (5) 热桥现象

问题表现: 无机轻集料砂浆外保温系统在接缝或节点处产生热桥, 导致局部温度显著下降, 影响整体保温效果。

原因分析:

1) 节点设计缺陷: 墙体的连接部位, 如墙与窗框、墙与阳台等处未做好合理的保温设计, 导致局部区域热量容易流失, 形成热桥。

2) 施工不规范: 施工过程中, 接缝和节点处没有采取适当的补强措施, 导致局部温度传导加剧, 形成热桥。

## 1.2.3 工程质量控制技术要点

### (1) 无机轻集料砂浆外保温系统与材料技术要求

1) 无机轻集料砂浆外保温系统性能要求应符合表 1.2.3-1 的规定。

表 1.2.3-1 无机轻集料砂浆外保温系统性能要求

项目	性能要求	试验方法
耐候性	系统不得出现空鼓、剥落或脱落、开裂等破坏, 不得产生裂缝出现渗水; I 型、II 型和 III 型保温砂浆的抗裂面层与保温层拉伸粘结强度分别不小 0.10MPa、0.15MPa 和 0.25MPa, 且破坏部位应位于保温层内。面砖饰面系统的拉伸粘结强度平均值不得小于 0.4MPa。	JGJ 144

耐冻融性	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型保温砂浆不小于0.10MPa，II型保温砂浆不小于0.15MPa，III型保温砂浆不小于0.25MPa，且破坏部位应位于保温层内。	
抗冲击性	建筑物首层墙面及门窗等易受碰撞部位：10J级；建筑物二层及以上墙面：3J级。	
热阻	符合设计要求	GB/T 13475
吸水量	普通保温：系统在水中浸泡1h后的吸水量不大于1000g/m <sup>2</sup> 防火隔离带：系统在水中浸泡1h后的吸水量不大于500g/m <sup>2</sup>	JGJ 144
抗裂面层不透水性	2h不透水	
抗裂面层复合饰面层水蒸气湿流密度	≥0.85g/m <sup>2</sup> ·h	GB/T 17146
抗风荷载性能/kPa	不小于工程项目荷载设计值	GB/T 36585

2) 无机轻集料保温砂浆按干密度可分为I型、II型和III型，其性能要求应符合表1.2.3-2的规定。

表 1.2.3-2 无机轻集料保温砂浆性能要求

项目	性能要求			试验方法
	I型	II型	III型	
干密度, kg/m <sup>3</sup>	≤350	≤450	≤550	GB/T 5486
导热系数 (平均温度 25℃), W/(m·K)	≤0.070	≤0.085	≤0.100	GB/T 10294 或 GB/T 10295
抗压强度, MPa	≥0.50	≥1.00	≥2.50	GB/T 5486
拉伸粘结强度, MPa	≥0.10	≥0.15	≥0.25	GB/T 29906
软化系数	≥0.60			JGJ/T 253

稠度保留率 (1h), %		≥60	JGJ/T 70
线性收缩率, %		≤0.25	
抗冻性能	抗压强度损失率, %	≤20	JGJ/T 253
	质量损失率, %	≤5	
燃烧性能		A 级	GB 8624

3) 无机轻集料保温砂浆系统用界面砂浆、抗裂砂浆、耐碱玻纤网布性能要求应符合表 1.2.3-3、表 1.2.3-4、表 1.2.3-5 的规定。

表 1.2.3-3 界面砂浆的性能要求

检验项目		性能要求	试验方法
拉伸粘结强度, MPa	原强度	≥0.90	JGJ/T 253
	耐水强度	≥0.70	
	耐冻融强度	≥0.70	
可操作时间, h		≥1.5	

表 1.2.3-4 抗裂砂浆的性能要求

检验项目		性能要求	试验方法
可使用时间	可操作时间, h	≥1.5	JGJ/T 253
	在可操作时间内拉伸粘结强度, MPa		
拉伸粘结强度, MPa	原强度	≥0.70	
	耐水强度	≥0.50	
透水性 (24h), mL		≤2.5	
压折比		≤3.0	GB/T 17671

表 1.2.3-5 耐碱玻纤网布的性能要求

检验项目	性能要求	试验方法
网孔中心距, mm	5~8	JGJ/T 253
单位面积质量, g/m <sup>2</sup>	≥160	GB/T 9914.3
耐碱断裂强力(经、纬向), N/50mm	≥1000	GB/T 20102
耐碱断裂强力保留率(经、纬向), %	≥50	
断裂伸长率(经、纬向), %	≤5.0	GB/T 7689.5

4) 当无机轻集料砂浆保温系统用于外墙外保温时, 应进行耐候性检验。耐候性能应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的相关规定, 并应符合下列规定:

①I 型、II 型和 III 型保温砂浆的抗裂面层与保温层拉伸粘结强度分别不应小于 0.10MPa、0.15MPa 和 0.25MPa; 且破坏部位应位于保温层内。

②经耐候性试验后, 面砖饰面系统的拉伸粘结强度平均值不得小于 0.4MPa。

## (2) 无机轻集料砂浆外保温系统施工质量控制要点

1) 外墙外保温工程施工期间及完工后 24h 内, 宜避免阳光暴晒和淋雨; 5 级以上大风天气和雨、雪天气不得施工; 环境温度低于 5℃不得施工。

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) 保温工程实施前应编制专项施工方案，并应经认可后方可实施。施工前应进行技术交底，施工人员应经过实际操作培训并经考核合格。

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

5) 现场应按产品使用说明书中提供的水灰比加水搅拌砂浆。

6) 保温材料在加水搅拌前应采取防潮、防水等保护措施。

7) 无机轻集料砂浆保温系统作为防火隔离带施工时应与外墙外保温系统保温层同步进行，不得在外墙外保温系统保温层中预留位置后用无机轻集料砂浆施工。

8) 应按设计和施工方案要求进行基层处理。

9) 界面砂浆应均匀涂刷于基层表面。

10) 保温砂浆应按设计或产品使用说明书的要求配制。应采用机械搅拌，机械搅拌时间不宜少于 3min，且不宜多于 6min。搅拌好的砂浆应在可操作时间内用完。

11) 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。

12) 施工后应及时做好保温砂浆层的养护，不应水冲、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 的相关规定；当不符合时，应进行修补。

13) 抗裂面层施工时，应预先将抗裂砂浆均匀施工在保温层上，耐碱玻纤网布应埋入抗裂砂浆面层中，耐碱玻纤网布不应直接铺在保温层面上用砂浆涂布粘结。

14) 玻纤网施工应符合下列规定：

①大面积施工耐碱玻纤网布前，应进行门、窗洞口耐碱玻纤网布翻包边。应在门、窗的四个角各做一块 200mm×300mm 的耐碱玻纤网布，45°斜贴后，应将施工面上的网布粘贴埋入。

②在抗裂砂浆可操作时间内，应将裁剪好的耐碱玻纤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，并应将耐碱玻纤网布压入底层抗裂砂浆中。应由中间向上下、左右方向将面层抗裂砂浆抹平整，抗裂砂浆应紧贴耐碱玻纤网布，粘结应牢固、表面平整，抗裂砂浆应涂抹均匀。耐碱玻纤网布搭接宽度不应小于 100mm，转角处耐碱玻纤网布搭接宽度不应小于 200mm，上下搭接宽度不应小于 80mm，不得使耐碱玻纤网布皱褶、空鼓、翘边。

③在保温系统与非保温系统部分的接口部分，耐碱玻纤网布应延伸搭接到非保温系统部分，搭接宽度不应小于 100mm。

④当作为防火隔离带施工时，底层耐碱玻纤网布垂直方向超出防火隔离带边缘不应小于 100mm，水平方向应能对接，对接位置距离防火隔离带端部接缝位置不应小于 100mm。当面层耐碱玻

纤网布上下游搭接时，搭接位置距离防火隔离带边缘不应小于200mm。

15) 塑料锚栓的安装应在耐碱玻纤网布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。

16) 抗裂面层施工后应及时做好养护，不应水冲、撞击和振动。

17) 外墙外保温系统涂料饰面应采用柔性或弹性腻子。涂饰应均匀、粘结应牢固，不得漏涂透底、起皮和掉粉。

18) 面砖的填缝应在面砖固定时间不小于24h且面砖稳定粘结后进行。

### (3) 无机轻集料砂浆外保温系统质量验收要点

1) 墙体保温工程的施工质量验收应符合现行国家标准《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标准》GB 50411的相关规定。

2) 在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。

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确认, 并应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及现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222、《建筑防火通用规范》GB 55037 和《建筑设计防火规范》GB 50016 等的相关规定。

④无机轻集料砂浆保温系统组成材料不得对室内外环境造成污染。

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图像资料, 文字记录及图像资料应包括下列内容:

①保温砂浆层附着的基层及其表面处理;

②塑料锚栓;

③耐碱玻纤网布铺设;

④墙体热桥部位处理;

⑤被封闭的保温砂浆层厚度。

5) 墙体保温工程的组成材料在使用前的运输、存放时应采取

防潮、防水等保护措施。

6) 墙体保温工程验收的检验批划分时, 采用相同材料、工艺和施工做法的墙面, 每 1000m<sup>2</sup>墙体保温施工面积应划分为一个检验批, 不足 500m<sup>2</sup>应为一个检验批。

7) 无机轻集料砂浆保温系统及主要组成材料性能应符合 1.2.3-1、表 1.2.3-2、表 1.2.3-3、表 1.2.3-4、表 1.2.3-5 的规定。

8) 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本标准的规定。

9) 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、耐碱玻纤网布, 其复验项目应符合表 1.2.3-6 的规定。

表 1.2.3-6 保温系统主要组成材料进场复验项目

材料名称	复检项目
界面砂浆	拉伸粘结原强度、拉伸粘结耐水强度
无机轻集料保温砂浆	干密度、抗压强度、导热系数、拉伸粘结强度
抗裂砂浆	拉伸粘结原强度、拉伸粘结耐水强度、透水性、压折比
耐碱玻纤网布	单位面积质量, 耐碱拉伸断裂强力, 耐碱拉伸断裂强力保留率、断裂伸长率

检验方法和检查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 的规定。

10) 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。

11) 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。

12) 无机轻集料砂浆保温系统外墙保温工程的施工应符合标准《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》JGJ/T 253-2019 第 6.1.2 条的规定, 并按标准《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》JGJ/T 253-2019 附录 B 第 B.8 节进行现场粘结强度检测。对内墙(分户墙)使用无机轻集料砂浆保温系统的工程, 可按标准《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》JGJ/T 253-2019 附录 B 第 B.8 节进行现场粘结强度检测。

13) 无机轻集料保温砂浆应在施工中制作同条件养护试样, 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样应见证取样送检。

14) 墙体保温工程各类饰面层的基层及面层施工, 应符合设计要求及现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的相关规定。

### 1.3 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统

#### 1.3.1 系统简介

现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统是以聚氨酯为主要原料, 通过专用设备在施工现场直接将液态物料混合后喷涂于外墙表面, 物料迅速发泡固化形成连续、无缝的保温层。该保温层具有极低的导热系数, 保温隔热性能优异, 能显著降低建筑能耗。同时, 硬泡聚氨酯的闭孔率高达 90% 以上, 防水性能卓越, 可有效阻挡雨水渗透, 避免外墙因受潮而降低保温效果。此外, 它与基层墙

体粘结牢固，整体性强，抗风揭性能良好，还具备一定的隔音降噪功能。不过，该系统施工时对环境温度、湿度等条件要求较为严格，且需专业施工人员操作，以确保施工质量和保温效果。

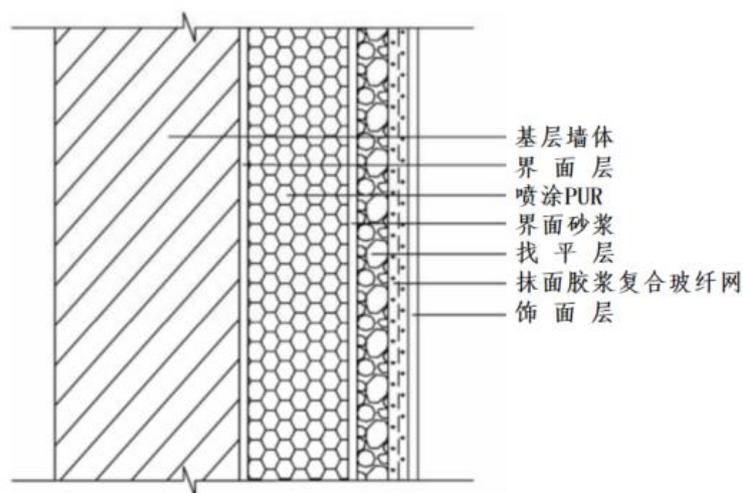


图 1.3.1 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统

### 1.3.2 工程质量问题及原因分析

现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统工程常出现保温层开裂、保温层脱落或空鼓、保温层起泡或泡沫不均匀、保温层透水或吸湿、热桥、气味或有害气体释放等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

#### (1) 保温层开裂

问题表现：喷涂硬泡聚氨酯外保温层在使用过程中出现开裂现象，尤其是在接缝处、外墙转角处或受力较大的地方，裂缝逐渐扩大，影响保温效果并可能导致水分渗透。

原因分析：

1) 硬泡聚氨酯材料配比不当：喷涂过程中，硬泡聚氨酯的原

料比例不合适，导致泡沫硬度过高或过低，硬度不均匀，出现应力集中，导致开裂。

2) 施工工艺问题：喷涂时厚度不均匀，尤其是在转角或接缝处，容易形成薄弱层，这些区域易受外力作用发生裂缝。

3) 基面湿度过高：喷涂时，基层墙面含水量过高，导致硬泡聚氨酯与基层结合不牢固，增加开裂风险。

4) 温度应力：由于硬泡聚氨酯保温层的膨胀系数与墙体不同，当外部环境温度变化较大时，保温层可能受到温度应力的影响，发生开裂。

## (2) 保温层脱落或空鼓

问题表现：保温层局部脱落，或者出现空鼓现象，导致保温层无法有效附着在墙体上，造成热桥现象或保温效果下降。

原因分析：

1) 粘结强度不足：硬泡聚氨酯与墙体表面的粘结力不足，可能是由于喷涂的配比问题，或者墙体表面未做清洁处理，导致保温层与基层墙体之间的粘结力不强。

2) 施工厚度不均：喷涂时厚度不均，部分地方喷涂过薄，导致保温层与墙体的粘结不牢固，容易产生脱落或空鼓现象。

3) 基面不平整：基层表面存在凸起或凹陷，导致喷涂时保温层难以均匀附着，造成局部空鼓或脱落。

4) 喷涂设备问题：喷涂设备的压力、喷嘴的大小或喷涂速率不合适，导致材料喷涂不均匀，从而影响粘结效果，导致脱落或

空鼓。

### （3）保温层起泡或泡沫不均匀

问题表现：保温层表面出现大量不规则的泡沫，或者泡沫分布不均匀，导致保温层整体效果不理想，甚至出现局部薄弱点，影响系统的热阻性能。

原因分析：

1) 喷涂材料混合不均匀：硬泡聚氨酯的成分在喷涂过程中没有充分混合，导致泡沫膨胀过程中气泡分布不均匀，产生不规则的泡沫层。

2) 喷涂温度不合适：硬泡聚氨酯喷涂时，温度过低或过高都会影响泡沫的生成和膨胀，导致泡沫不均匀。

3) 材料质量问题：硬泡聚氨酯原材料的质量不合格或过期，可能导致泡沫生成过程中出现异常，产生不均匀的泡沫。

### （4）保温层透水或吸湿

问题表现：由于外保温层的防水性能差，雨水或湿气可能渗透到保温层内，导致热阻性能下降，甚至引发墙体渗水或保温层损坏。

原因分析：

1) 防水层设计或施工不当：硬泡聚氨酯虽然具有一定的防水性能，但如果没有搭配合适的防水处理，如防水涂层或保护层，可能导致雨水渗透到保温层内。

2) 喷涂材料吸湿性：部分硬泡聚氨酯材料可能具有较高的吸

湿性，如果施工环境湿度较高或保温层表面未进行防潮处理，可能导致水分渗入，从而降低保温效果。

#### （5）热桥现象

问题表现：外保温系统中，由于保温层在墙体的某些部位没有覆盖完全，或者保温层连接不严密，导致墙体局部温度传导较高，形成热桥，影响保温效果。

原因分析：

1) 喷涂不均匀：在喷涂过程中，部分区域的厚度不足，或者喷涂不均匀，导致保温层在这些部位无法形成完整的隔热层。

2) 接口或节点处理不当：墙体的接口部位（如窗框、门框、阳台等）未做好处理，保温层与这些部位的连接处可能成为热桥的弱点，导致热量直接传导。

#### （6）气味或有害气体释放

问题表现：喷涂过程中或喷涂后，保温层可能会释放出有害气体或产生刺激性气味，影响施工人员健康及施工环境。

原因分析：

1) 材料质量问题：部分硬泡聚氨酯原材料中含有有害成分，如果原料质量不合格，或者使用过程中未采取适当的安全措施，可能会释放有害气体。

2) 通风不良：在喷涂过程中，施工环境通风不良，导致气体浓度过高，危害施工人员的健康。

### 1.3.3 工程质量控制技术要点

#### (1) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统与材料技术要求

1) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统性能要求应符合表 1.3.3-1 的规定。

表 1.3.3-1 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统性能要求

项目	性能要求	试验方法
耐候性	系统不得出现空鼓、剥落或脱落、开裂等破坏，不得产生裂缝出现渗水；抹面胶浆与保温材料的拉伸粘结强度 $\geq 0.10\text{MPa}$ ，且破坏部位应位于保温材料内。	JGJ 144
耐冻融性	30 次冻融循环后，系统无空鼓剥落，无可见裂缝；抹面胶浆与保温材料的拉伸粘结强度 $\geq 0.10\text{MPa}$ 。	
抗冲击性	建筑物首层墙面及门窗口等易受碰撞部位：10J 级；建筑物二层及以上墙面：3J 级。	
热阻	符合工程项目设计要求	GB/T 13475
吸水量	$\leq 500\text{g/m}^2$	JGJ 144
抹面层不透水性	2h 不透水	
水蒸气透过湿流密度 ( $\text{kg/m}^2\cdot\text{s}$ )	符合设计要求	GB/T 17146
抗风荷载性能 /kPa	不小于工程项目荷载设计值	GB/T 36585

2) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统用保温材料硬泡聚氨酯的性能应符合表 1.3.3-2 的规定。

表 1.3.3-2 保温材料硬泡聚氨酯性能要求

项目	性能要求	试验方法
导热系数 ( $25^\circ\text{C}$ )， $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$\leq 0.024$	GB/T 10294 或 GB/T 10295
密度， $\text{kg/m}^3$	$\geq 35$	GB/T 6343

垂直于板面的抗拉强度, MPa	≥0.10	JGJ 144
尺寸稳定性, %	≤1.0	GB/T 8811
体积吸水率, %	≤3.0	GB/T 8810
燃烧性能等级	不低于 B <sub>2</sub> 级	GB 8624

3) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统用胶粘剂、抹面胶浆、玻纤网性能指标应符合表 1.3.3-3、表 1.3.3-4、表 1.3.3-5 的规定。

表 1.3.3-3 胶粘剂性能要求

检验项目		性能要求		试验方法
		与水泥砂浆	与保温板	
原强度, MPa		≥0.6	≥0.10	JGJ 144
耐水强度, MPa	浸水 48h, 干燥 2h	≥0.3	≥0.06	
	浸水 48h, 干燥 7d	≥0.6	≥0.10	

表 1.3.3-4 抹面胶浆性能要求

检验项目		性能要求	试验方法
		与保温板	
原强度, MPa		≥0.10	JGJ 144
耐水强度, MPa	浸水 48h, 干燥 2h	≥0.06	
	浸水 48h, 干燥 7d	≥0.10	
耐冻融强度		≥0.10	

表 1.3.3-5 玻纤网性能要求

检验项目	性能要求	试验方法
单位面积质量, g/m <sup>2</sup>	≥160	GB/T 9914.3
耐碱断裂强力(经、纬向), N/50mm	≥1000	GB/T 20102
耐碱断裂强力保留率(经、纬向), %	≥50	
断裂伸长率(经、纬向), %	≤5.0	GB/T 7689.5

4) 喷涂硬泡聚氨酯时, 施工环境温度不宜低于 10℃, 风力不宜大于三级, 空气相对湿度宜小于 85%, 不应在雨天、雪天施工。当喷涂硬泡聚氨酯施工中途下雨、下雪时, 作业面应采取遮盖措施。

5) 喷涂时应采取遮挡或保护措施, 应避免建筑物的其他部位和施工场地周围环境受污染, 并应对施工人员进行劳动保护。

6) 阴阳角及不同材料的基层墙体交接处应采取适当方式喷涂硬泡聚氨酯, 保温层应连续不留缝。

7) 硬泡聚氨酯的喷涂厚度每遍不宜大于 15mm。当需进行多层喷涂作业时, 应在已喷涂完毕的硬泡聚氨酯保温层表面不粘手后进行下一层喷涂。当日的施工作业面应当日连续喷涂完毕。

8) 喷涂过程中应保持硬泡聚氨酯保温层表面平整度, 喷涂完毕后保温层平整度偏差不宜大于 6mm。应及时抽样检验硬泡聚氨酯保温层的厚度, 最小厚度不得小于设计厚度。

9) 应在硬泡聚氨酯喷涂完工 24h 后进行下道工序施工。

(2) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统施工质量控制要点

1) 外保温系统的各种组成材料应配套供应。采用的所有配件应与外保温系统性能相容, 并应符合国家现行相关标准的规定。

2) 外保温工程的施工应在基层墙体施工质量验收合格后进行。

3) 外保温工程的施工应编制专项施工方案并进行技术交底, 施工人员应经过培训并考核合格。

4) 保温层施工前, 应进行基层墙体检查或处理。基层墙体表面应洁净、坚实、平整, 无油污和脱模剂等妨碍粘结的附着物,

凸起、空鼓和疏松部位应剔除。基层墙体应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 及《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的要求。

5) 外保温工程施工现场应采取可靠的防火安全措施且应满足国家现行标准的要求, 并应符合下列规定:

①在外保温专项施工方案中, 应按国家现行标准要求, 对施工现场消防措施作出明确规定;

②可燃、难燃保温材料的现场存放、运输、施工应符合消防的有关规定;

③外保温工程施工期间现场不应有高温或明火作业。

6) 外保温工程施工期间的环境空气温度不应低于 5℃。5 级以上大风天气和雨天不应施工。

### (3) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统质量验收要点

1) 外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标准》GB 50411 的有关规定进行施工质量验收。

2) 外保温工程检验批的划分、检查数量和隐蔽工程验收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 的有关规定。

3) 外保温系统主要组成材料应按表 1.3.3-6 的规定进行现场见证取样复验, 检验方法和检查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 的规定。

表 1.3.3-6 外保温系统主要组成材料复验项目

组成材料	复检
现场喷涂PUR硬泡体	导热系数，表观密度，抗拉强度，燃烧性能
抹面胶浆、界面砂浆	养护14d和浸水48h拉伸粘结强度
玻纤网	单位面积质量，耐碱拉伸断裂强力，耐碱拉伸断裂强力保留率、断裂伸长率

4) 保温层厚度应符合设计要求。保温层厚度检查方法应采用插针法进行检验。

5) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统现场检验保温层与基层墙体的拉伸粘结强度不应小于 0.10MPa，抹面层与保温层的拉伸粘结强度不应小于 0.10MPa，且破坏部位不得位于各层界面。

## 1.4 保温装饰板外保温系统

### 1.4.1 系统简介

保温装饰板外保温系统是一种将保温材料和装饰材料结合在一起，直接安装在建筑外墙表面的保温系统。它通过一体化设计，不仅提供保温功能，还能美化建筑外立面，具有较强的节能效果和装饰性。

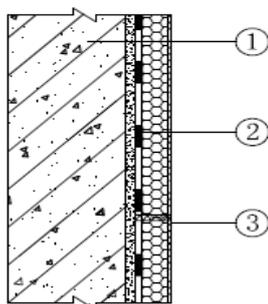


图 1.4.1 保温装饰板外保温系统

①-墙体基层；②-胶粘层；③-保温装饰层（保温装饰板+专用锚栓及固定卡件+填缝材料+密封胶+排汽栓）

## 1.4.2 工程质量问题及原因分析

保温装饰板外保温系统工程常出现保温装饰板脱落、系统渗漏、防火性能不足等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

### （1）保温装饰板脱落

问题表现：保温装饰板出现局部或大面积脱落，存在安全隐患。

原因分析：

1) 材料因素：粘结剂粘结强度不足，或与保温板、基层墙体的相容性差。保温板密度过低或表面处理不当（如界面剂涂刷不均匀），导致粘结力不足。锚栓材质不符合要求，如选用劣质金属锚栓导致耐腐蚀性差、强度不足；固定卡件规格不匹配，无法提供足够的紧固力。

2) 施工因素：基层墙体表面平整度差、灰尘或油污未清理，影响粘结效果。锚栓安装深度不足，未达到基层墙体有效锚固深度；固定卡件安装位置错误，未按设计间距固定，导致局部受力不均；锚栓未拧紧或固定卡件卡扣松动，长期使用后逐渐失效。

### （2）系统渗漏

问题表现：雨水从板缝、洞口等部位渗入，导致保温层受潮、墙体发霉。

原因分析：

1) 材料因素：密封胶耐候性差，长期暴露后开裂失效。锚栓

孔未进行防水封堵或封堵材料质量差，雨水沿锚栓孔渗入保温层；固定卡件安装后破坏了保温板表面的防水层，且未及时修复。

2) 施工因素：板材安装时拼缝过大，或填缝材料填充不密实。保温板拼缝处未做防水处理。板缝密封胶施工不规范（如填缝不饱满、胶条老化）。门窗洞口、穿墙管道等节点未做防水加强处理，形成渗漏通道。

### (3) 防火性能不足

问题表现：系统防火等级不达标，遇明火时易蔓延燃烧。

原因分析：

1) 材料因素：保温板燃烧性能不符合规范要求。防火隔离带设置缺失或宽度不足。

2) 施工因素：电气焊等施工过程中破坏保温层，形成火灾蔓延通道。

## 1.4.3 工程质量控制技术要点

### (1) 保温装饰板外保温系统与材料技术要求

1) 保温装饰板外保温系统性能应符合表 1.4.3-1 的规定。

表 1.4.3-1 保温装饰板外保温系统性能要求

项目		性能要求		试验方法
		I 型	II 型	
耐候性	外观	无粉化、起鼓、起泡脱落现象，无宽度大于 0.10mm 的裂缝		JG/T 287
	面板与保温材料拉伸粘结强度，MPa	≥0.10	≥0.15	
拉伸粘结强度，MPa		≥0.10，破坏发生在保温材料中	≥0.15，破坏发生在保温材料中	

单点锚固力, kN	≥0.30	≥0.60	
抗风压值, kPa	≥4.5 (建筑高度≤100m); 建筑高度>100m 按设计要求		GB/T 36585
热阻, (m <sup>2</sup> ·K) /W	给出热阻值		JG/T 287
水蒸气透过性, g/ (m <sup>2</sup> ·h)	防护层透过量大于保温层透过量		

注：当采用无机保温材料或系统有透气构造时不检验水蒸气透过性能。

2) 保温装饰板外保温系统用保温装饰板的性能应符合表 1.4.3-2 的规定。

表 1.4.3-2 保温装饰板性能要求

项目		性能要求		试验方法
		I 型	II 型	
单位面积质量, kg/m <sup>2</sup>		<20	20~30	JG/T 287
拉伸粘结强度, MPa	原强度	≥0.10, 破坏发生在保温材料中	≥0.15, 破坏发生在保温材料中	
	耐水强度	≥0.10	≥0.15	
	耐冻融强度	≥0.10	≥0.15	
抗冲击性		用于建筑物首层 10J 冲击合格, 其他层 3J 冲击合格		
抗弯荷载, N		不小于板材自重		JG/T 159
吸水量, g/m <sup>2</sup>		≤500		JG/T 287
不透水性		系统内侧未渗透		
保温材料燃烧性能分级		有机类材料不低于 C 级 (B <sub>1</sub> 级), 无机类材料不低于 A 级		GB 8624
保温材料导热系数		符合相关标准的要求		GB/T 10294 或 GB/T 10295

3) 保温装饰板外保温系统用保温材料的性能指标应符合表 1.4.3-3 和表 1.4.3-4 的规定。

表 1.4.3-3 有机保温材料性能要求

项目	性能要求				试验方法	
	EPS	XPS				PUR 板
表观密度, kg/m <sup>3</sup>	≥20	/			≥35	GB/T 6343
导热系数 (25℃), W/(m·K)	≤0.039	≤0.024	≤0.024	≤0.024	≤0.024	GB/T 10294 或 GB/T 10295
垂直于板面方向的抗拉强度, MPa	I 型≥0.10 II 型≥0.15	≥0.20			I 型≥0.10 II 型≥0.15	JGJ 144
尺寸稳定性, %	≤0.30	≤1.0			≤1.0	GB/T 8811
压缩强度, MPa	≥0.10	≥0.20			≥0.15	GB/T 8813
燃烧性能等级	不低于 B <sub>2</sub> 级				GB 8624	
吸水率, %	≤3.0	≤1.5			≤3.0	GB/T 8810

表 1.4.3-4 无机保温材料性能要求

项目	性能要求			试验方法
	岩棉板	泡沫混凝土板 蒸压加气混凝土板	泡沫玻璃板 发泡陶瓷板	
表观密度, kg/m <sup>3</sup>	≥100	≤250	≤160	GB/T 5486
导热系数 (25℃), W/(m·K)	≤0.048	≤0.070	≤0.052	GB/T 10294 或 GB/T 10295
垂直于板面方向的抗拉强度, MPa	≥0.08	≥0.08	≥0.08	JGJ 144
短期吸水量, kg/m <sup>2</sup>	≤1.0	—	—	GB/T 25975
软化系数	—	≥0.8	—	JG/T 283
酸度系数	≥1.6	—	—	GB/T 5480
匀温灼烧性能 (750℃, 0.5h)	线收缩率, %	≤8	≤8	GB/T 5486
	质量损失率, %	≤10	≤5	
燃烧性能等级	A 级			GB 8624

4) 保温装饰板外保温系统用粘结砂浆、锚固件性能指标应符合

合表 1.4.3-5 和表 1.4.3-6 的规定。

表 1.4.3-5 粘结砂浆主要性能要求

检验项目		性能要求	试验方法
拉伸粘结强度（与水泥砂浆），MPa	原强度	≥0.60	JG/T 287
	耐水强度	≥0.40	
拉伸粘结强度（与保温装饰板），MPa	原强度	外墙用 I 型：≥0.10	
	耐水强度	外墙用 II 型：≥0.15	
可操作时间，h		≥1.5	

表 1.4.3-6 锚固件主要性能要求

检验项目	性能要求	试验方法
抗拉承载力标准值，kN	≥0.60	JG/T 287
悬挂力，kN	≥0.10	

## （2）保温装饰板外保温系统施工质量控制要点

1) 保温装饰板外墙外保温系统工程应按照审查合格的设计文件和经审查批准的施工方案施工，在施工过程中不得随意更改墙体节能设计。

2) 保温装饰板外墙外保温系统工程的施工应编制专项施工方案，并组织施工人员进行培训和技术交底，施工队伍必须具有外墙外保温工程施工资质。

3) 应预先在现场采用与工程相同的材料和工艺做样板墙，经建设、设计、施工、监理各方面确认后，方可进行大面积施工。

4) 保温装饰板外墙外保温系统工程施工期间以及完工后 24h 内，基层及环境空气温度不应低于 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。

5) 基层墙体处理应符合下列要求:

①基层墙体应经过质量验收并符合相应质量验收标准的要求;

②基层墙体表面应清洁, 无油污、泥土等其他妨碍粘结的材料;

③基层墙体应坚实平整, 表面平整度不大于 5mm;

④当基层为钢筋混凝土墙体时, 如果墙体表面平整度不大于 5mm, 可不必进行整体找平; 否则, 应用 1: 3 水泥砂浆或聚合物砂浆局部找平;

⑤当基层为砌筑墙体时, 应用 1: 3 水泥砂浆或聚合物水泥砂浆整体找平;

⑥填充墙体与混凝土梁、柱、剪力墙等接合处, 宜采用聚合物砂浆抹平, 且应加设热镀锌电焊网或耐碱玻璃纤维网格布予以增强, 网材搭接处应平整、连续, 搭接长度不应小于 100mm;

⑦既有建筑的基层墙体应彻底清理不能保证粘结强度的原外墙面层, 修补缺陷, 加固找平。

6) 测量放线应符合下列要求:

①结合建筑物设计图纸及现场实际控制点在处理完毕符合要求的基层墙体上弹出垂直控制线、水平控制线, 由控制线处开始测量门窗、线条、墙体等的实际尺寸。

②根据实际弹线情况, 结合设计排版图, 出具相对应每块板的实际尺寸和详细构造图清单。

7) 挂基准线应符合下列要求:

在建筑外墙大角（阳角、阴角）及其他必要处挂垂直基准线，每个楼层适当位置挂水平线，以控制外保温板的垂直度和平整度。

8) 配制粘结砂浆应符合下列要求：

①应严格按系统供应商提供的配比和制作工艺在现场进行。

②每次配制不得过多，视不同环境温度条件控制在产品说明书中规定的时间内用完。

9) 粘贴保温装饰板应符合下列要求：

①保温装饰板粘结面上应涂刷界面砂浆；在界面砂浆表干后，再批刮粘结砂浆。

②保温装饰板的粘贴应四边密封，可采用点框法或条粘法粘贴，不得在板的侧面涂抹胶粘剂。

③粘贴保温装饰板纵向施工应从勒脚部位开始，按从下至上的施工顺序进行，沿水平方向铺设粘贴，在最下面一排板的底边处固定一圈经防锈处理的角钢，作为首行板粘贴后起支撑作用的托板条。横向施工应遵守先阳角后阴角。先保证特殊结构（如门、窗部位的对称性和均匀性），再大面积施工。

④保温装饰板粘贴的平整度、垂直度应符合要求。每贴完一块，应及时清除挤出的砂浆；板与板之间的缝隙要均匀一致且达到设计要求。

⑤窗台施工，上沿线必须做出外斜度流水坡度，下沿线必须做出内斜度滴水坡度。

10) 安装锚固件应符合下列要求：

①墙面锚固位置钻孔宜在保温装饰板粘贴前进行，根据排板图确定的锚固件位置钻孔备用，钻孔深度为锚固深度再加上 10mm，并随即清理钻孔灰尘。

②保温装饰板粘贴完毕，胶粘剂凝固完成后即可拧入或敲入锚栓，锚栓进入基层墙体的锚固深度应符合设计要求。

11) 板缝处理应符合下列要求：

在处理板缝时，保温棒填入的厚度与保温装饰板中保温层的厚度相同；缝间也可用聚氨酯泡沫填缝剂填满后采用硅酮或聚硫密封胶进行建筑密封勾填，深度为缝宽的 50%左右。

12) 安装透气件应符合下列要求：

待密封胶晾干 24h 后，在水平缝与垂直缝交汇处安装透气件，透气件冒汽孔应向外朝下安装，安装牢固，透气件四周无渗漏，汽孔不堵塞，确保排气畅通。

13) 保温装饰板外墙外保温系统工程完工后应对板面进行清理，做好成品保护。

(3) 保温装饰板外保温系统质量验收要点

1) 保温装饰板外墙外保温系统的型式检验报告中应包括抗风压和耐候性检验。

2) 保温装饰板外墙外保温系统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保温装饰板附着的基层墙体及其表面处理；

②增强网的铺设；

- ③保温装饰板的粘结或固定;
- ④锚固件的安装;
- ⑤墙体热桥部位处理;
- ⑥板缝及构造节点处理;
- ⑦保温装饰板的规格、型号, 保温材料厚度。

3) 保温装饰板外墙外保温系统工程的施工过程中应采取防潮、防水等保护措施。

4) 保温装饰板外墙外保温系统工程相同材料、工艺和施工做法的墙面每 500m<sup>2</sup>~1000m<sup>2</sup> 面积划分为一个检验批, 不足 500m<sup>2</sup> 也为一个检验批。

5) 保温装饰板外墙外保温系统工程中所应用的各项材料, 其品种、规格等应符合设计要求和相关标准的规定。

6) 保温装饰板使用的保温隔热材料, 其导热系数、密度、抗压强度或压缩强度、燃烧性能应符合设计要求和相关标准的规定。

7) 保温装饰板外墙外保温系统使用的保温装饰板、锚栓、锚固件、粘结砂浆和密封胶等, 进场时应进行复验, 复验应为见证取样送检。抽查数量: 同厂家、同品种产品, 按照扣除门窗洞口后的保温墙面面积所使用的材料用量, 在 5000m<sup>2</sup>以内时应复验 1 次; 面积每增加 5000m<sup>2</sup>应增加 1 次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程, 可合并计算抽检面积。当符合国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 第 3.2.3 条的规定时, 检验批容量可以扩大一倍。

8) 保温装饰板外墙外保温系统施工前应按照设计和施工方案的要求对基层进行处理。

9) 保温装饰板与墙面必须粘结牢固、无松动和虚粘现象，锚栓及锚固件数量、锚固深度均应符合设计要求。保温装饰板与基层的粘结强度和锚栓的锚固力应进行现场拉拔试验。

10) 保温装饰板的板缝处理、构造节点及嵌缝做法应符合设计要求，保温装饰板缝应做好密封防水，不得渗漏。

11) 保温装饰板所选用的保温隔热材料其性能要符合相应标准要求，保温层厚度要符合设计要求。

## 2 墙体自保温系统

### 2.1 砌块墙体自保温系统

#### 2.1.1 系统简介

砌块墙体自保温系统是以满足现行建筑节能设计标准要求的复合保温砌块（砖）为墙体围护结构材料，采用薄灰缝或专用砂浆砌筑，梁、柱等热桥部位采用耐久性好的复合保温板同时浇筑一起后形成的结构自保温体系，分为承重砌体自保温和非承重砌体自保温体系两种。非承重砌体自保温体系适用于框架结构、框剪结构的填充墙部位，目前常用的自保温砌块主要包括混凝土复合自保温砌块、烧结复合自保温砌块、发泡混凝土自保温砌块、粉煤灰多排孔自保温砌块；承重自保温体系适用于砌体结构的墙体保温工程。目前常用的主要是承重混凝土自保温多孔砖、承重混凝土自保温砌块等。

砌块墙体自保温系统具有集保温与墙体功能于一体、与建筑物同寿命、保温性能良好且可通过调整材料满足不同需求、面层抗拉和抗剪能力强、施工方便快捷等特点。其优点包括防火性能优良，无火灾隐患，能消除传统外墙保温材料的火灾风险；自重轻、强度高，可减小建筑物自重；降低工程造价，减少工序，缩短工期；绿色环保，原料多为天然材料等。不过，该系统也存在热桥较多、节能效果有限、保温性能相对较差、墙体易开裂等问题。

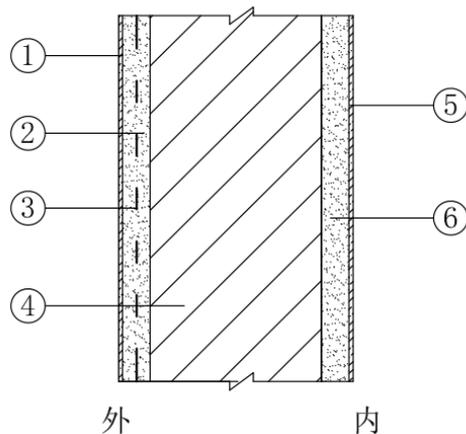


图 2.1.1 砌块墙体自保温系统

- ①-外饰面；②-普通抗裂抹灰砂浆/薄层抹灰砂浆；③-耐碱玻纤网；④-自保温砌块；  
⑤-饰面层；⑥-薄层抹灰砂浆/抹灰石膏/普通抹灰砂浆/批刮腻子

### 2.1.2 工程质量问题及原因分析

砌块墙体自保温系统工程常出现保温性能不达标、墙体开裂、砌体强度不足、外墙渗水等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

#### (1) 保温性能不佳

问题表现：建筑物室内温度受外界环境影响较大，冬季热量散失快，室内寒冷，夏季热量传入多，室内炎热，导致采暖和制冷能耗过高，无法达到预期的节能标准。

原因分析：

1) 砌块自身因素：部分保温砌块生产过程不规范，原材料质量不稳定或配比不合理，致使砌块的导热系数超出标准范围，保温性能大打折扣。例如，一些厂家为降低成本，减少保温材料的

添加量，使得砌块的保温效能显著降低。

2) 灰缝热桥效应：施工时灰缝处理不当，灰缝厚度过大、不饱满或未采用保温砂浆，形成热桥，热量会优先从这些灰缝部位传导，严重破坏墙体整体的保温隔热连续性，极大地削弱了墙体的保温效果。

3) 设计与施工缺陷：在建筑设计阶段，对墙体保温系统的设计计算不准确，未充分考虑当地气候特点、建筑朝向、周边环境等因素，选择的砌块类型、厚度及墙体构造形式不合理。施工过程中，未能严格按照设计要求进行施工，如砌块排版不合理，出现通缝等情况。

## (2) 墙体开裂

问题表现：墙体表面出现不同程度的裂缝，裂缝形态多样，有竖向裂缝、水平裂缝、斜向裂缝等，严重影响墙体的美观和结构稳定性，甚至可能导致墙体渗漏，影响室内装修和使用。

原因分析：

1) 砌块干缩变形：许多保温砌块，如加气混凝土砌块，在生产后会有一定程度的干缩。若生产后存放时间不足，砌块未完成充分的干缩过程就用于施工，或者在施工现场堆放时未做好防潮防雨措施，砌块吸湿后再干燥，会加剧干缩变形，从而引发墙体开裂。

2) 温度应力影响：建筑物在使用过程中，经历季节交替和昼夜温差变化，墙体材料会因热胀冷缩产生应力。当这种应力超过

砌块或灰缝的抗拉强度时，墙体就会出现裂缝。尤其是在建筑物的顶层、山墙等部位，温度变化幅度大，更容易因温度应力导致开裂。

3) 地基不均匀沉降：若地基处理不当，存在软弱土层、地基承载力不均匀或基础设计不合理等问题，建筑物建成后会发生不均匀沉降。墙体在承受不均匀的竖向荷载时，会产生剪切应力和弯曲应力，当这些应力超过墙体的承载能力时，就会导致墙体开裂，且此类裂缝一般从墙体底部开始，呈斜向或竖向发展。

### (3) 强度不足

问题表现：墙体在承受设计荷载时出现变形过大、局部破坏甚至整体倒塌等情况，无法满足结构安全要求，对建筑物内人员的生命财产安全构成严重威胁。

原因分析：

1) 砌块强度问题：部分砌块生产厂家生产工艺落后，质量控制不严，导致生产出的砌块强度等级达不到设计要求。例如，原材料质量不合格，水泥标号过低、集料杂质含量过高或生产过程中搅拌不均匀、成型压力不足等，都会使砌块强度降低。

2) 砂浆强度不足：施工中采用的砌筑砂浆强度不符合设计要求，可能是由于砂浆配合比设计错误，水泥用量过少、砂的质量不符合要求（如含泥量过高）或砂浆搅拌不均匀等原因，导致砂浆强度低，无法有效地将砌块粘结成一个整体，降低了墙体的整体强度。

3) 施工质量缺陷: 在砌筑过程中, 施工人员未按照正确的砌筑工艺进行操作, 如组砌方式不合理, 存在大量通缝、瞎缝, 砌筑时砌块未坐浆饱满等, 都会使墙体的整体性变差, 无法均匀地传递荷载, 从而导致墙体强度不足。此外, 墙体砌筑完成后, 养护不及时或养护时间不足, 也会影响墙体强度的发展。

#### (4) 防水性能差

问题表现: 墙体在雨天或潮湿环境下出现渗漏现象, 导致室内墙面潮湿、发霉、装饰层脱落等问题, 影响室内环境质量和建筑物的正常使用。

原因分析:

1) 砌块孔隙与吸水性: 一些保温砌块本身具有较多的孔隙, 如加气混凝土砌块, 其孔隙结构虽然有利于保温, 但也使其具有较强的吸水性。如果在砌块生产过程中未对其进行有效的憎水处理, 或者在施工过程中砌块被雨水淋湿后未及时采取干燥处理措施, 墙体在使用过程中就容易吸收大量水分, 从而导致渗漏。

2) 灰缝渗漏通道: 灰缝是墙体防水的薄弱环节, 如果勾缝材料质量差、勾缝不密实或未采用防水勾缝剂, 雨水就会通过灰缝渗入墙体内部。施工过程中, 若灰缝厚度不均匀、存在孔洞或缝隙, 也会为雨水的渗入提供通道。

3) 防水构造不完善: 在建筑设计和施工过程中, 未合理设置墙体的防水构造, 如窗台处未设置排水坡度和滴水线, 外墙装饰层与墙体基层之间未设置防水层或密封胶条, 不同材料交接处未

进行妥善的防水处理等，都容易导致雨水渗入墙体，造成渗漏现象。

### 2.1.3 工程质量控制技术要点

#### (1) 砌块墙体自保温系统及材料技术要求

1) 当砌块墙体为蒸压加气混凝土砌块时，蒸压加气混凝土砌块的各项性能指标、规格尺寸和尺寸允许偏差应符合《蒸压加气混凝土砌块》GB/T 11968 的要求，并满足下列规定：

①强度级别不低于 A3.5；

②导热系数：在寒冷地区时不大于  $0.13\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；

③蓄热系数计算值：当砌块干密度为  $500\text{kg}/\text{m}^3$  时按  $2.81\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，砌块干密度为  $700\text{kg}/\text{m}^3$  时按  $3.59\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

2) 当砌块墙体为泡沫混凝土砌块时，泡沫混凝土砌块各项性能指标、产品规格尺寸和尺寸允许偏差应符合《泡沫混凝土砌块》JC/T 1062 的要求，并满足下列规定：

①强度等级不低于 A3.5；

②密度等级不高于 B07；

③导热系数：在寒冷地区时不大于  $0.13\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，在夏热冬冷地区时不大于  $0.18\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；

④蓄热系数计算值；砌块干密度为  $500\text{kg}/\text{m}^3$  时按  $2.81\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ；砌块干密度为  $700\text{kg}/\text{m}^3$  时按  $3.59\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

3) 当砌块墙体为复合保温砌块时，复合保温砌块的各项性能指标、产品规格尺寸和尺寸允许偏差应符合《复合保温砖和复合

保温砌块》GB/T 29060 规定的复合保温砌块的要求，并满足下列规定；

①强度等级不低于 MU3.5；

②表观密度等级不高于 700kg/m<sup>3</sup>；

③砌筑成墙体的传热系数 K 值，在寒冷地区时不大于 0.7W/(m<sup>2</sup>·K)，在夏热冬冷地区时不大于 1.0W/(m<sup>2</sup>·K)；

④蓄热系数按试验实测值考虑。

4) 当砌块墙体为烧结保温砌块时，烧结保温砌块的各项性能指标、产品规格尺寸和尺寸允许偏差应符合《烧结保温砖和保温砌块》GB 26538 规定的烧结保温砌块的要求，并满足下列规定：

①强度等级不低于 MU3.5；

②表观密度等级不高于 700kg/m<sup>3</sup>；

③砌筑成墙体的传热系数 K 值，在寒冷地区时不大于 0.7W/(m<sup>2</sup>·K)，在夏热冬冷地区时不大于 1.0W/(m<sup>2</sup>·K)；

④蓄热系数按试验实测值考虑。

5) 砌块墙体自保温系统的砌块原材料应符合下列要求：

①蒸压加气混凝土砌块所采用的原材料应符合《蒸压加气混凝土砌块》GB/T 11968 的有关规定。

②泡沫混凝土砌块所采用的原材料应符合《泡沫混凝土砌块》JC/T 1062 的有关规定。

③复合保温砌块所采用的原材料应符合《复合保温砖和复合保温砌块》GB/T 29060 有关规定。

④烧结保温砌块所采用的原材料应符合《烧结保温砖和保温砌块》GB 26538的有关规定。

6) 砌块墙体自保温系统的砂浆原材料应符合下列要求:

①蒸压加气混凝土砌块、泡沫混凝土砌块专用砌筑砂浆与抹面砂浆所采用的原材料应符合《蒸压加气混凝土墙体专用砂浆》JC/T 890的有关规定。

②复合保温砌块、烧结保温砌块专用砌筑砂浆与抹面砂浆所采用的原材料应符合《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203的有关规定。

7) 砌块墙体自保温系统的砌块性能试验方法应符合下列要求:

①蒸压加气混凝土砌块、泡沫混凝土砌块的性能试验方法应按《蒸压加气混凝土性能试验方法》GB/T 11969的有关规定执行,导热系数的试验方法应按《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法》GB/T 10294的有关规定执行。

②复合保温砌块的技术要求的试验方法应按《复合保温砖和复合保温砌块》GB/T 29060的有关规定执行。

③烧结保温砌块的技术要求的试验方法应按《烧结保温砖保温砌块》GB 26538的有关规定执行。

8) 砌块墙体自保温系统的砂浆性能试验方法应符合下列要求:

①蒸压加气混凝土砌块、泡沫混凝土砌块的专用砌筑砂浆及抹面砂浆性能试验方法应按《蒸压加气混凝土墙体专用砂浆》JC/T 890的有关规定执行。

②复合保温砌块、烧结保温砌块的专用砌筑砂浆及抹面砂浆性能试验方法应按《建筑砂浆基本性能试验方法》JGJ/T 70 的有关规定执行，导热系数试验应按《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法》GB/T 10294 的有关规定执行。

9) 用于砌块墙体自保温系统的砌块、砂浆等材料的放射性核素限量应符合《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定。

10) 专用砌筑砂浆和抹面砂浆的性能指标应符合表 2.1.3-1 的要求。

表 2.1.3-1 专用砌筑砂浆和抹面砂浆性能要求

项目	性能要求		试验方法
	砌筑砂浆	抹面砂浆	
干密度, kg/m <sup>3</sup>	≤1800		JGJ/T 70
导热系数, W/(m·K)	≤0.20		GB/T 10294
抗压强度, MPa	≥5.0		JGJ/T 70
拉伸黏结强度, MPa	≥0.20	≥0.15	JGJ/T 70
稠度, mm	50~80		JGJ/T 70
分层度, mm	≤20		JGJ/T 70
凝结时间, h	4~8		JGJ/T 70
保水性, %	≥88		JGJ/T 70
抗冻性	强度损失, %	≤20	JGJ/T 70
	质量损失, %	≤5	
干燥收缩率, mm/m	≤1.0		JGJ/T 70

11) 耐碱玻纤网布的性能指标应符合表 2.1.3-2 的要求。

表 2.1.3-2 耐碱玻纤网布的性能指标要求

检验项目	性能要求	试验方法
网孔中心距, mm	5~8	JGJ/T 253
单位面积质量, g/m <sup>2</sup>	≥160	GB/T 9914.3
耐碱断裂强力(经、纬向), N/50mm	≥1300	GB/T 20102
耐碱断裂强力保留率(经、纬向), %	≥75	GB/T 20102
断裂伸长率(经、纬向), %	≤4.0	GB/T 7689.5

## (2) 砌块墙体自保温系统施工质量控制要点

1) 同一单位工程使用的砌块应为同一厂家生产的产品, 并需有产品合格证书和进场复验报告。结构构件连接和墙体构造措施按有关规程标准执行。

2) 非烧结砌块砌筑时产品龄期应大于 28d。

3) 砌块产品宜包装出厂, 并采用托板装运。雨、雪天运输砌块应有防雨雪措施。

4) 堆放砌块的场地应事先硬化平整, 并应采取防潮、防雨雪等措施, 不同规格型号、强度等级的砌块应分类堆放及标识, 且不得着地堆放。

5) 砌入砌块墙体内的各类建筑构配件、埋设件、钢筋网片与拉结筋等应事先预制及加工, 并按型号、规格分别存放。

6) 砌块墙体冬期及雨期施工应按《砌体结构工程施工规范》GB 50924、《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的有关规定执行。

7) 正常施工条件下, 砌块墙体每日砌筑高度宜控制在 1.5m 内。

8) 砌块砌筑时应错缝搭砌, 搭接长度不宜小于砌块长度的 1/3, 且不应小于 90mm。墙体的个别部位不能满足上述要求时, 应在灰缝中设置拉结钢筋或钢筋网片, 但竖向通缝仍不得超过两匹砌块。

9) 砌块的内外墙和纵横墙应同时砌筑并相互交错搭砌。临时间断处应砌成斜槎, 斜槎水平投影长度不应小于斜槎高度。

10) 砌块墙体宜逐块坐浆砌筑, 砌块墙体上不应设脚手孔洞。

### (3) 砌块墙体自保温系统质量验收要点

1) 砌块墙体砌筑过程中, 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, 墙体节能分项工程应与砌体分项工程一同验收, 验收时结构部分应符合《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定, 节能部分应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的有关规定。

2) 墙体节能分项工程验收应对下列部位进行隐蔽工程验收, 并应有详细的文字记录和必要的图像资料:

①砌块墙体及其表面处理;

②增强网铺设;

③墙体热桥部位处理。

3) 墙体节能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体, 每 500m<sup>3</sup>-1000m<sup>3</sup>

砌体应划分为一个检验批，不足 500m<sup>3</sup> 也应为一个检验批。

②检验批的划分也可根据施工段的划分，应与施工流程相一致且方便施工与验收。

4) 用于砌块墙体自保温体系的相关材料，其品种、规格应符合设计要求和国家现行相关标准的规定。应按进场批次，每批随机抽取 3 个试样进行外观观察检查、尺量检查及核查质量证明文件。

5) 砌块的密度、抗压强度、导热系数等应符合设计要求，应全数核查质量证明文件、型式检验报告及进场复验报告。

6) 砌块进场应对其下列性能进行复验，复验应为见证取样送检；

①砌块密度、抗压强度；

②砌块导热系数或墙体传热系数。

检查数量：同厂家、同品种产品，按照扣除门窗洞口后的保温墙面面积所使用的材料用量，在 5000m<sup>2</sup>以内时应复验 1 次；面积每增加 5000m<sup>2</sup>应增加 1 次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程，可合并计算抽检面积。当符合有关规定时，检验批容量可以扩大一倍。

7) 专用砌筑砂浆的强度等级、导热系数应符合设计要求，并按《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定确定检查数量，检查专用砌筑砂浆试块抗压试验报告和导热系数试验报告。

8) 砌块墙体自保温体系配套的保温材料、增强网、粘结材料等材料进场,应对其下列性能进行复验,复验应为见证取样送检:

- ①保温材料密度、抗压强度或压缩强度、导热系数;
- ②增强网的力学性能、抗腐蚀性能;
- ③粘结材料的粘结强度。

检查数量:同厂家、同品种产品,按照扣除门窗洞口后的保温墙面面积所使用的材料用量,在5000m<sup>2</sup>以内时应复验1次;面积每增加5000m<sup>2</sup>应增加1次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程,可合并计算抽检面积。当符合有关规定时,检验批容量可以扩大一倍。

9) 砌块墙体的耐火极限应符合设计要求及《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

## 2.2 现浇泡沫混凝土墙体自保温系统

### 2.2.1 系统简介

现浇泡沫混凝土墙体自保温系统是一种将物理发泡后形成的泡沫加入由水泥、集料、掺合料、外加剂和水等制成的浆料中,经混合搅拌后在现场浇筑成型,并通过自然养护形成的具有自保温功能的墙体系统。

现浇泡沫混凝土墙体自保温系统具有质轻,能有效减轻建筑自重;保温隔热性能优良,可有效阻止热量传递;隔音效果出色,为室内营造安静环境;整体性强,现场浇筑与建筑主体紧密结合;

施工便捷，可机械化作业且输送距离远、速度快；环保节能，原材料及生产过程无污染等特点。其防火性能卓越，达 A 级不燃，防水性和低弹减震性较好，耐久性与建筑同寿命且维护成本低。缺点在于强度相对较低，不适用于大荷载承重墙；表面易开裂，对施工技术和养护要求高。

### 2.2.2 工程质量问题及原因分析

现浇泡沫混凝土墙体自保温系统工程常出现强度不足、保温性能波动、表面开裂、防水性能差等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

#### (1) 强度不足

问题表现：现浇泡沫混凝土墙体在承受一定荷载时，出现裂缝、变形甚至局部坍塌等现象，无法满足设计要求的结构强度。例如在建筑物的承重墙体部分，可能因强度不够而影响整个建筑的稳定性。

原因分析：

1) 材料配合比不合理：水泥、发泡剂、集料等原材料的比例不当是导致强度不足的关键因素之一。若水泥用量过少，无法提供足够的胶凝作用来粘结其他材料形成坚固的结构；发泡剂过量则会使泡沫混凝土内部孔隙过多且过大，降低了整体的密实度和强度。例如，在一些工程中为了追求过低的密度而过度增加发泡剂用量，导致墙体强度严重受损。

②2) 施工工艺问题：搅拌不均匀使得各组分材料不能充分混

合，影响混凝土的均匀性和整体性，导致局部强度薄弱；浇筑过程中振捣不密实，混凝土内部存在大量空隙，降低了有效承载面积；养护条件不佳，如养护时间不足、温度和湿度控制不当，会使混凝土水化反应不完全，强度发展受阻。比如在高温干燥季节施工，若未及时进行保湿养护，混凝土表面水分快速蒸发，内部产生干裂，强度难以达到预期。

## （2）保温性能波动

问题表现：墙体的实际保温效果与设计预期存在较大偏差，室内温度受外界环境影响明显，导致建筑能耗增加。比如在冬季，室内热量散失过快，需要消耗更多的能源来维持室内温暖。

原因分析：

1) 泡沫质量不稳定：发泡剂的性能和发泡工艺对泡沫质量起着决定性作用。如果发泡剂质量不佳，产生的泡沫大小不均匀、稳定性差，在混凝土搅拌和浇筑过程中容易破裂，导致混凝土内部孔隙结构不合理，影响保温性能。例如，使用了不合格的发泡剂，泡沫在短时间内大量消泡，使墙体的孔隙率降低，热导率增大。

2) 墙体厚度及密实度差异：施工过程中对墙体厚度控制不准确，厚度过薄会使热阻减小，保温性能下降；同时，如果混凝土密实度不均匀，局部密实度过高的区域热传导加快，而密实度过低区域可能存在贯通性孔隙，影响整体保温效果。如在模板安装不牢固或浇筑过程中出现胀模、漏浆等情况，都会造成墙体厚度

和密实度的变化。

### （3）表面开裂

问题表现：墙体表面出现不同程度的裂缝，有横向、纵向、网状等多种形式，不仅影响墙体的美观，还可能导致雨水渗漏、保温性能降低等问题。

原因分析：

1) 干燥收缩：泡沫混凝土在硬化过程中，随着水分的蒸发，会产生较大的干燥收缩应力。如果在施工过程中没有采取有效的保湿措施，如过早拆除模板、未进行洒水养护等，墙体表面水分散失过快，收缩应力集中，容易导致表面开裂。例如，在夏季高温施工时，若不及时对墙体进行保湿养护，表面裂缝出现的概率会大大增加。

2) 温度应力：由于泡沫混凝土的热膨胀系数相对较大，在昼夜温差或季节交替时，墙体内部和表面会产生温度差，从而形成温度应力。当这种应力超过混凝土的抗拉强度时，就会引发裂缝。特别是在建筑物的向阳面和顶层，温度变化更为剧烈，表面开裂现象更为常见。

### （4）防水性能差

问题表现：墙体在雨水冲刷或潮湿环境下，出现渗漏现象，导致室内墙面潮湿、发霉，装饰层损坏等问题，影响建筑的正常使用和耐久性。

原因分析：

1) 孔隙连通性: 泡沫混凝土内部存在大量孔隙, 如果这些孔隙相互连通形成渗水通道, 雨水就容易渗透到墙体内部。在施工过程中, 若混凝土搅拌不均匀、振捣不密实, 会使孔隙结构不均匀, 增加孔隙连通的可能性。例如, 振捣过度导致大孔隙破裂形成连通孔隙, 降低了墙体的抗渗性。

2) 表面处理不当: 墙体表面未进行有效的防水处理, 如未涂刷防水涂料、未设置防水层等, 使得雨水能够直接侵入墙体。同时, 在墙体与其他建筑构件(如窗框、门框等)的交接处, 如果密封处理不好, 也会成为雨水渗漏的入口。比如在安装窗框时, 未使用密封胶对缝隙进行妥善密封, 雨水就会沿着缝隙渗入墙体。

### **2.2.3 工程质量控制技术要点**

(1) 现浇泡沫混凝土墙体自保温系统及材料技术要求

1) 泡沫混凝土采用的原材料应符合下列规范或标准要求。

- ① 《通用硅酸盐水泥》 GB 175;
- ② 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566;
- ③ 《硅酸盐建筑制品用粉煤灰》 JC/T 409;
- ④ 《硅酸盐建筑制品用砂》 JC/T 622;
- ⑤ 《混凝土用水标准》 JGJ 63。

2) 泡沫混凝土性能试验方法参照《蒸压加气混凝土性能试验方法》 GB/T 11969;

3) 泡沫混凝土所使用的原材料和发泡剂、泡沫稳定剂、墙体表面养护增强剂等添加剂的化学性能应相容。

4) 泡沫混凝土性能要求应符合表 2.2.3-1 的要求。

表 2.2.3-1 泡沫混凝土性能要求

项目	性能要求						试验方法
	B07	B08	B09	B10	B11	B12	
干密度级别	B07	B08	B09	B10	B11	B12	/
干密度, kg/m <sup>3</sup>	≤700	≤800	≤900	≤1000	≤1100	≤1200	JC/T 2550
强度等级	A3	A3.5	A4	A4.5	A6	A7	/
立方体抗压强度平均值, MPa	≥3.0	≥3.5	≥4.0	≥4.5	≥6.0	≥7.0	JC/T 2550
立方体抗压强度单组最小值, MPa	≥2.4	≥2.8	≥3.2	≥3.6	≥4.8	≥5.6	JC/T 2550
吸水率, %	≤22	≤21	≤20	≤15	≤14	≤13	JC/T 2550
质量损失, %	≤5.0						GB/T 4111 JC/T 2550
冻后强度, MPa	≥2.4	≥2.8	≥3.2	≥3.6	≥4.8	≥5.6	
导热系数, W/(m·K)	≤0.14	≤0.16	≤0.18	≤0.19	≤0.21	≤0.23	GB/T 10294

5) 泡沫混凝土干燥收缩值为 0.5mm/m。

6) 泡沫混凝土墙空气计权隔声量可按以下采用。墙厚 120mm 为 41dB; 150mm 厚为 44dB, 200mm 厚为 50dB。

7) 泡沫混凝土为不燃烧体, 120mm 厚泡沫混凝土墙体的耐火极限不低于 3h。

(2) 现浇泡沫混凝土墙体自保温系统施工质量控制要点

1) 泡沫混凝土墙施工时, 应保证所使用的原材料和各种添加剂化学性能相匹配。

2) 泡沫混凝土施工时环境温度不应低于 5℃。

3) 穿过或紧靠泡沫混凝土墙体的上下水管道，应采取防止渗水、漏水的措施。

4) 在泡沫混凝土墙体上钻孔、开槽或切锯等，均应采用专用工具，不得任意剔凿，不得横向开槽。

5) 在泡沫混凝土墙体上钻孔、开洞或固定物件，一定要待墙体达到设计强度后进行。

6) 水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验，其质量必须符合现行国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB175。

当在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月（快硬硅酸盐水泥超过一个月）时，应进行复验，并按复验结果使用。

7) 泡沫混凝土中掺用外加剂的质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 等有关环境保护的规定。

8) 泡沫混凝土中氯化物和碱的总含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定和设计要求。

9) 拌制泡沫混凝土宜采用饮用水；当采用其他水源时，水质应符合国家现行标准《混凝土拌合用水标准》JGJ 63 的规定。

10) 泡沫混凝土的强度等级必须符合设计要求。用于检查墙体混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点随机抽取。取样与

试件留置应符合下列规定：

①每拌制 100 盘且不超过  $100\text{m}^3$  的同配合比的泡沫混凝土，取样不得少于一次；

②每工作班拌制的同一配合比的泡沫混凝土不足 100 盘时，取样不得少于一次；

③当一次连续浇筑超过  $1000\text{m}^3$  时，同一配合比的泡沫混凝土每  $200\text{m}^3$  取样不得少于一次；

④每一楼层、同一配合比的泡沫混凝土，取样不得少于一次；

⑤每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

11) 泡沫混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过其初凝时间；同一施工段墙体的泡沫混凝土应连续浇筑。

12) 泡沫混凝土浇筑完毕后，应按施工技术方案及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

①应在浇筑完毕后的 12h 以内对泡沫混凝土加以覆盖并保湿养护；

②泡沫混凝土浇水养护的时间不得少于 7d；

③浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态；混凝土养护用水应与拌制用水相同。

(3) 现浇泡沫混凝土墙体自保温系统质量验收要点

1) 现浇结构质量验收应符合下列规定：

①现浇结构质量验收应在拆模后、混凝土表面未做修整和装

饰前进行，并应作出记录；

②已经隐蔽的不可直接观察和量测的内容，可检查隐蔽工程验收记录；

③修整或返工的结构构件或部位应有实施前后的文字及图像记录。

现浇结构的外观质量缺陷应由监理单位、施工单位等各方根据其结构性能和使用功能影响的严重程度按相关规定确定。

现浇结构的外观质量不应有严重缺陷。

对已经出现的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理单位认可后进行处理；对裂缝或连接部位的严重缺陷及其他影响结构安全的严重缺陷，技术处理方案尚应经设计单位认可。对经处理的部位应重新验收。

检查数量：全数检查。

4) 现浇结构不应有影响结构性能或使用功能的尺寸偏差；混凝土设备基础不应有影响结构性能或设备安装的尺寸偏差。

对超过尺寸允许偏差且影响结构性能或安装、使用功能的部位，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理、设计单位认可后进行处理。对经处理的部位应重新验收。

检查数量：全数检查。

## 3 外墙结构保温一体化系统

### 3.1 现浇混凝土内置保温墙体

#### 3.1.1 系统简介

现浇混凝土内置保温墙体是指施工现场在保温层两侧同时浇筑不同厚度的混凝土形成的兼结构受力与外墙节能于一体的复合墙体。由混凝土防护层、焊接钢丝网架保温板、连接件、混凝土结构层组成。

现浇混凝土内置保温墙体具有诸多优点，如保温与结构一体化，保温层与墙体同寿命，杜绝了传统保温工艺的空鼓、脱落等弊病；防火性能好，保温材料置于墙体内部，避免了外墙外保温的火灾风险；保温隔热性能优越，能有效降低能源消耗；抗震性能较高，独特的连接方式使其适用于8度及8度以下抗震设防区及非抗震设防区的新建、扩建、改建建筑；经济性较好，无需防火窗及防火隔离带，且施工方便快捷，缩短工期。但其也存在一些缺点，如对施工技术和质量要求高，施工过程中需严格控制保温板的安装和连接件的设置，否则易出现质量问题；保温材料选择有限，需满足与混凝土的兼容性和防火等要求；对既有建筑改造难度大，需要拆除原有外墙或进行复杂的加固处理。该墙体适用于各类新建建筑的外墙保温工程，尤其在对保温与结构耐久性、防火性能及抗震性能要求较高的建筑中优势明显。

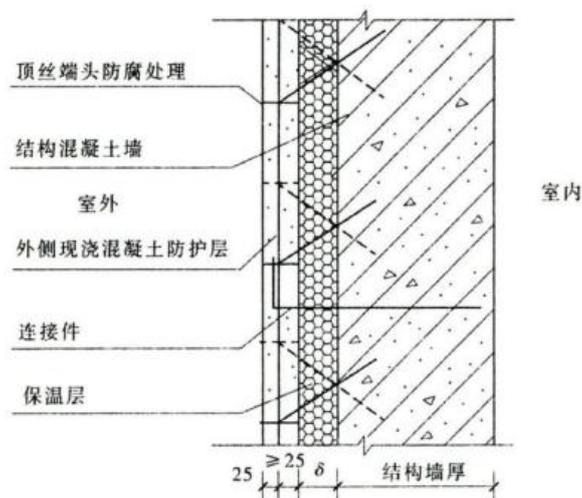


图 3.1.1-1 现浇混凝土内置保温墙体构造示意图（单位：mm）

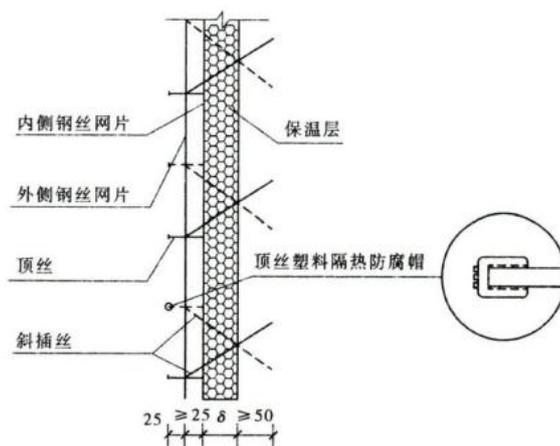


图 3.1.1-2 焊接钢丝网架保温板构造示意图（单位：mm）

### 3.1.2 工程质量问题及原因分析

现浇混凝土内置保温墙体系统工程常出现保温层与混凝土结合不良、保温性能不达标、墙体表面平整度差、墙体裂缝、防水性能差等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

#### （1）保温层与混凝土结合不良

问题表现：保温层与混凝土之间出现空鼓、脱落，导致保温效果降低，甚至存在安全隐患。

原因分析:

1) 材料匹配性差: 保温材料与混凝土的材质差异较大, 热膨胀系数等性能不匹配, 在温度变化时产生较大的变形差异, 导致结合面处应力集中, 进而出现空鼓、脱落。

2) 施工工艺问题: 浇筑混凝土时, 振捣棒直接接触压保温层, 破坏了保温层的结构完整性, 影响了与混凝土的有效结合; 或者混凝土浇筑速度过快、高度过高, 导致混凝土对保温层的冲击力过大, 使保温层与混凝土分离。

## (2) 保温性能不达标

问题表现: 墙体的实际保温效果与设计要求存在差距, 室内温度波动较大, 能耗增加。

原因分析:

1) 保温材料质量问题: 保温材料的导热系数、密度等性能指标不符合设计要求, 如使用了劣质或假冒的保温材料, 导致保温性能下降。

2) 保温层厚度不足或不均匀: 施工过程中对保温层厚度控制不准确, 存在厚度偏薄的情况; 或者保温材料铺设不均匀, 局部厚度不足, 使得墙体的热阻减小, 保温效果变差。

3) 热桥处理不当: 在墙体与梁柱、门窗洞口等交接部位, 未采取有效的热桥阻断措施, 形成热桥效应, 热量通过这些部位散失, 影响了整体保温性能。

## (3) 墙体表面平整度差

问题表现：墙体表面凹凸不平，影响后续的装修施工和美观度。

原因分析：

1) 模板安装问题：模板的平整度不符合要求，安装时未进行严格的调平；或者模板拼接不严密，存在缝隙，导致混凝土浇筑时漏浆，造成墙体表面不平整。

2) 混凝土浇筑及振捣问题：混凝土浇筑时自由下落高度过大，产生离析现象，粗骨料集中在下部，导致墙体表面不平整；振捣不均匀或振捣时间过长，使混凝土表面出现浮浆或过振导致骨料下沉，也会影响表面平整度。

3) 保温层铺设问题：保温层铺设时未与模板紧密贴合，存在局部凸起或凹陷，在混凝土浇筑后，保温层的不平整反映在墙体表面。

#### (4) 墙体裂缝

问题表现：墙体表面或内部出现裂缝，影响墙体的整体性和耐久性，严重时可能导致渗漏等问题。

原因分析：

1) 温度应力：混凝土在硬化过程中会产生水化热，当内外温差过大时，墙体内部产生较大的温度应力，而保温层的存在又限制了墙体的自由变形，导致墙体出现裂缝。

2) 干缩裂缝：混凝土在干燥过程中会发生收缩，如果养护不当，如浇水不及时、养护时间不足等，墙体表面水分过快蒸发，

混凝土收缩受到限制，就会产生干缩裂缝。

3) 结构变形：建筑物在使用过程中，由于地基不均匀沉降、结构荷载变化等原因，可能会发生结构变形，从而导致墙体出现裂缝。

#### (5) 防水性能差

问题表现：墙体在受到雨水冲刷或潮湿环境影响时，出现渗漏现象，使室内墙面受潮、发霉，影响使用功能和耐久性。

原因分析：

1) 保温层吸水性强：部分保温材料具有一定的吸水性，如未进行防水处理或防水处理不当，在雨水渗透或潮湿空气作用下，保温层吸水饱和后，水分会通过保温层与混凝土的结合面或墙体的裂缝渗透到室内。

2) 施工缝及穿墙管道处理不当：墙体施工过程中存在的水平施工缝或竖向施工缝未进行有效的防水处理，成为雨水渗透的通道；穿墙管道周围的缝隙未封堵严密，也容易导致渗漏。

3) 表面防水层质量问题：墙体表面涂刷的防水涂料质量不合格，或涂刷厚度不足、涂刷不均匀，导致防水层的防水效果不佳。

### 3.1.3 工程质量控制技术要点

#### (1) 现浇混凝土内置保温墙体系统及材料技术要求

1) 现浇混凝土内置保温墙体中钢丝网片、斜插丝、顶丝采用冷拔低碳钢丝（简称钢丝），其性能应符合《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19 的规定。内侧钢丝网片及穿过保温板的钢丝应

进行防腐处理，防腐涂层厚度不应小于 450 $\mu\text{m}$ 。

2) 焊接钢丝网架保温板的保温材料性能指标应符合表 3.1.3-1 的规定。

表 3.1.3-1 焊接钢丝网架保温板用保温材料性能要求

项目	性能要求			试验方法	
	XPS 板		EPS 板		
表观密度, $\text{kg/m}^3$	/			GB/T 6343	
导热系数, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$\leq 0.024$	$\leq 0.030$	$\leq 0.034$	$\leq 0.039$	GB/T 10294 或 GB/T 10295
垂直于板面方向的抗拉强度, $\text{MPa}$	$\geq 0.20$		$\geq 0.10$		GB/T 29906
尺寸稳定性, %	$\leq 1.0$		$\leq 3.0$		GB/T 8811
压缩强度, $\text{MPa}$	$\geq 0.20$		$\geq 0.10$		GB/T 8813
吸水率, %	$\leq 1.5$		$\leq 3.0$		GB/T 8810
燃烧性能等级	不低于 $\text{B}_2$ 级				GB 8624

3) 防护层混凝土宜采用自密实混凝土，当采用普通混凝土时应采取有效措施保证浇筑质量。混凝土骨料最大粒径应不大于防护层最小厚度的 0.25 倍，混凝土坍落度不小于 180mm，扩展度 600~750mm。混凝土强度等级应满足设计强度等级的要求，且不低于 C25。

4) 饰面材料必须与系统其他材料相容，符合设计要求和相关标准的规定。

## (2) 现浇混凝土内置保温墙体系统施工质量控制要点

1) 现浇混凝土内置保温墙体的施工, 应建立健全完善的技术、质量、安全管理保证体系及施工质量控制和检验制度。

2) 现浇混凝土内置保温墙体施工应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定。

3) 施工单位应根据工程特点和施工条件, 按照有关规定编制各分项工程的施工技术方案且经审查批准。施工前应对从事施工作业的人员进行技术交底和必要的实际操作培训。

4) 施工现场应按有关规定采取可靠的防雨、防潮、防污、防火安全措施, 实现安全文明施工。

5) 进入施工现场的材料均应附有产品合格证, 并按规定见证取样复验。

6) 现浇混凝土内置保温墙体外侧混凝土防护层当采用自密实混凝土时, 应做配合比专项设计。

7) 混凝土浇筑应符合下列要求:

①混凝土浇筑时, 先浇结构层, 后浇筑防护层混凝土, 并分层浇筑, 每层高度不大于 400mm, 层与层之间的间隔时间不超过混凝土初凝时间。防护层混凝土面不得高于结构层混凝土面, 二者高差不应大于 400mm;

②混凝土下料点应分散布置, 连续浇筑;

③当防护层混凝土浇筑时，采取可靠措施，保证混凝土浇筑密实。

8)防护层混凝土应在模板拆除后 12h 以内覆盖浇水进行养护，且养护时间不得少于 7d。

9)对现浇混凝土内置保温墙体施工产生的穿墙套管、孔洞等，应按设计要求在施工方案中明确采取阻断热桥的措施，不得影响墙体热工性能。

### (3) 现浇混凝土内置保温墙体系统质量验收要点

1) 现浇混凝土内置保温墙体按照《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中建筑节能分部维护系统节能子分部的分项工程验收。

2) 现浇混凝土内置保温墙体工程应同主体结构一同验收，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。

3) 现浇混凝土内置保温墙体工程验收的检验批划分应符合下列规定：

①每 500~1000m<sup>2</sup> 面积划分为一个检验批，不足 500m<sup>2</sup> 也作为一个检验批；

②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。

4) 现浇混凝土内置保温墙体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连接件；

②焊接钢丝网架保温板拼缝、阴阳角、门窗洞口及不同材料间交接处等特殊部位的加强措施;

③墙体热桥部位处理;

④焊接钢丝网架保温板厚度。

5) 焊接钢丝网架保温板的品种和规格应符合设计要求和本规程规定。

6) 现浇混凝土内置保温墙体使用的保温板, 其导热系数、密度、抗压强度或压缩强度、燃烧性能应符合设计要求。

7) 焊接钢丝网架保温板进场时, 应对下列性能进行复验, 复验应为见证取样送检, 钢丝和保温板可在加工厂对原材料取样。

①钢丝的直径、抗拉强度、反复弯曲次数, 应符合《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19 的规定;

②保温板的导热系数、密度、抗压强度或压缩强度, 应符合相关的规定;

③钢丝网片的焊点拉力, 应符合《镀锌电焊网》QB/T 3897 的规定。

检查数量: 同厂家、同品种产品, 按照扣除门窗洞口后的保温墙面面积所使用的材料用量, 在 5000m<sup>2</sup>以内时应复验 1 次; 面积每增加 5000m<sup>2</sup>应增加 1 次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程, 可合并计算抽检面积。当符合国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 第 3.2.3 条的规定时, 检验批容量可以扩大一倍。

## 3.2 现浇混凝土复合 EPS 板保温系统

### 3.2.1 系统简介

现浇混凝土复合 EPS 板保温系统主要由可发性聚苯乙烯(EPS)板、连接件和现浇混凝土墙体等部分组成。在施工时,将 EPS 板安装在墙体外侧模板的内侧,利用连接件固定位置,随后进行混凝土浇筑。混凝土在凝固过程中与 EPS 板紧密结合,通过连接件使二者形成一个整体,从而在建筑外墙外侧构建起具有保温功能的复合结构。这种系统以 EPS 板的低导热系数特性来阻止热量传递,达到保温隔热的目的。

现浇混凝土复合 EPS 板保温系统具有保温隔热性能良好、整体性强、耐久性好、施工方便等特点。EPS 板是系统中的关键保温材料,其导热系数一般在  $0.03 \sim 0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  之间,能有效减少室内外热量的交换。现浇混凝土与 EPS 板结合,两者通过连接件形成紧密的整体,使得保温系统能够更好地抵抗风荷载、地震荷载等外力作用,与传统的外墙保温系统相比,不易出现保温层空鼓、脱落等现象,有效提高了保温系统的稳定性和安全性。EPS 板在与混凝土结合后,在正常使用和维护条件下,其保温性能可以维持很长时间,并且其使用寿命通常与建筑主体结构的寿命相当,一般可达 50 年以上。该系统与建筑主体结构同步进行,减少了施工工序的复杂性。

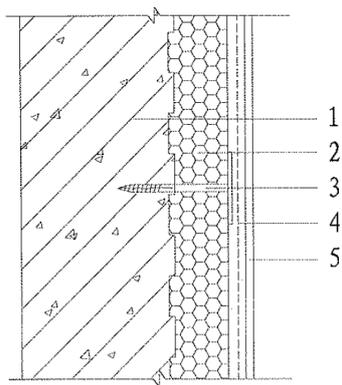


图 3.2.1-1 EPS 板现浇混凝土保温系统

1-现浇混凝土外墙；2-EPS 板；3-辅助固定件；4-抹面胶浆复合玻纤网；5-饰面层

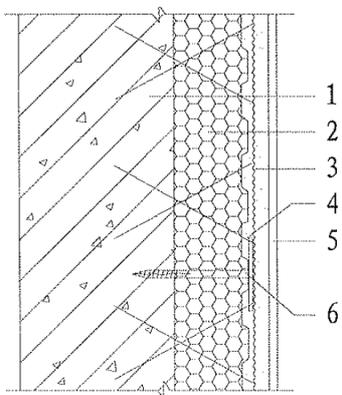


图 3.2.1-2 EPS 钢丝网架板现浇混凝土保温系统

1-现浇混凝土外墙；2-EPS 钢丝网架板；3-掺外加剂的水泥砂浆抹面层；4-钢丝网架；5-饰面层；6-辅助固定件

### 3.2.2 工程质量问题及原因分析

现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统工程常出现 EPS 板与混凝土结合不良、保温性能未达预期、表面开裂、防火性能不足、渗漏等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

#### (1) EPS 板与混凝土结合不良

问题表现：EPS 板与混凝土之间出现空鼓、脱落，导致保温

效果降低甚至存在安全隐患。

原因分析:

1) EPS 板与混凝土变形不协调: EPS 板的热膨胀系数与混凝土的热膨胀系数差异较大,在温度变化时产生较大的变形差异,导致结合面处应力集中,进而出现空鼓、脱落。

2) 施工工艺问题:浇筑混凝土时,振捣棒直接接触压 EPS 板,破坏了保温材料的结构完整性,影响了与混凝土有效结合;或者混凝土浇筑速度过快、高度过高,导致混凝土对保温层的冲击力过大,使保温层与混凝土分离。

(2) 保温性能未达预期

问题表现:建筑物室内温度受外界环境影响较大,采暖或制冷能耗高于设计预期,未能有效实现保温节能目标。

原因分析:

1) 保温板厚度不足或质量问题: EPS 板的实际厚度小于设计要求,导致热阻减小,热量容易传导;或者 EPS 板的密度不均匀、闭孔率低,使得其导热系数增大,保温性能下降。例如,部分厂家生产的 EPS 板为降低成本,偷工减料,未严格控制生产工艺参数,造成保温板质量不达标。

2) 缝隙处理不当: EPS 板之间的拼接缝隙未用保温材料填充密实,形成热桥,热量会通过这些缝隙快速传递,破坏了保温系统的整体性和隔热连续性。施工过程中,对板缝的处理不够重视,只是简单地用普通砂浆填充,而未采用专用的保温嵌缝材料。

3) 锚固件热桥效应: 用于固定 EPS 板的锚固件如果导热系数较大, 且未进行有效的隔热处理, 会在锚固部位形成热桥, 热量通过锚固件散失, 影响整体保温效果。在选择锚固件时, 未考虑其热工性能, 或安装时未采取适当的隔热措施, 如在锚固件周围包裹隔热材料。

### (3) 表面开裂

问题表现: 保温系统表面出现裂缝, 包括发丝裂缝、网状裂缝等, 不仅影响美观, 还可能导致雨水渗漏, 降低保温系统的耐久性。

原因分析:

1) 基层变形或沉降: 建筑物基础不均匀沉降或主体结构变形, 会使保温系统受到拉扯或挤压应力, 当这些应力超过保温系统各层材料的抗拉或抗剪强度时, 就会导致表面开裂。例如, 在软土地基上建造的建筑物, 如果地基处理不当, 在建筑物使用过程中容易发生沉降, 从而引发保温系统表面开裂。

2) 保温板与抹面层变形不协调: EPS 板的热膨胀系数与抹面层材料 (如聚合物砂浆) 的热膨胀系数差异较大, 在温度变化时, 两者的变形不一致。如果抹面层的柔韧性不足, 不能适应 EPS 板的变形, 就会在两者界面处产生应力集中, 导致裂缝产生。施工时未考虑这种变形差异, 未采用具有足够柔韧性的抹面层材料或未设置合理的分格缝来释放变形应力。

3) 施工质量问题: 抹面层施工时, 砂浆配合比不准确, 水泥

用量过多导致砂浆脆性增大；或者砂浆搅拌不均匀、抹灰厚度不一致、养护不及时等，都会使抹面层出现收缩裂缝，进而影响整个保温系统的表面质量。

#### （4）防火性能不足

问题表现：在火灾发生时，EPS板容易燃烧，火势蔓延迅速，威胁建筑物及人员的生命安全，且燃烧过程中会产生大量有毒有害气体。

原因分析：

1) EPS板未进行防火处理或处理不当：EPS板本身是易燃材料，如果未添加有效的阻燃剂或阻燃剂添加量不足，其防火性能就不能满足建筑防火要求。一些厂家为降低成本，减少阻燃剂的使用，或者使用质量不合格的阻燃剂，导致EPS板的阻燃效果不佳。

2) 防火构造措施不完善：在保温系统设计和施工过程中，未设置防火隔离带或防火隔离带的设置不符合规范要求。防火隔离带应采用不燃材料（如岩棉板），且宽度、位置、连接方式等都有严格规定，如果未按要求设置，就不能有效阻止火灾在保温系统中的蔓延。例如，防火隔离带的宽度过窄，不能起到足够的隔离作用；或者与EPS板的连接不牢固，在火灾时容易脱落，失去防火功能。

#### （5）渗漏问题

问题表现：雨水或其他水分能够透过保温系统进入建筑物内部，导致室内墙面潮湿、发霉，损坏室内装修和保温材料，影响建筑物的正常使用和耐久性。

原因分析：

1) 防水构造缺陷：保温系统的设计未充分考虑防水问题，如未设置有效的排水坡度、滴水线等，导致雨水在保温系统表面积聚并渗透。在窗台、女儿墙等部位，如果没有合理的防水构造设计，雨水容易沿这些部位渗入保温系统。

2) 缝隙密封不严：EPS 板之间的拼接缝隙、保温系统与门窗洞口等交接部位的缝隙未进行密封处理或密封材料质量差、密封工艺不到位，使得水分能够通过这些缝隙进入保温系统。例如，在门窗洞口周边，未使用密封胶进行妥善密封，或者密封胶老化、开裂后未及时修复，为水分渗漏提供了通道。

3) 保护层破损：保温系统的抹面层或饰面层出现破损，如开裂、脱落等，使雨水直接接触到 EPS 板，EPS 板吸水后，其保温性能下降，且水分会进一步向内渗透。施工过程中对保护层的施工质量控制不严，或者在建筑物使用过程中受到外力撞击等原因导致保护层损坏，未及时进行修复，都会引发渗漏问题。

### 3.2.3 工程质量控制技术要点

(1) 现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统及材料技术要求

1) 现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统性能应符合表 3.2.3-1

的规定。

表 3.2.3-1 现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统性能要求

项目	性能要求	试验方法
耐候性	不得出现空鼓、剥落或脱落、开裂等破坏，不得产生裂缝出现渗水；拉伸粘结强度 $\geq 0.10\text{MPa}$ ，且破坏部位应位于保温层内。	JGJ 144
耐冻融性	30 次循环后，系统无空鼓、剥落，无可见裂缝。拉伸粘结强度 $\geq 0.10\text{MPa}$ ，破坏部位应位于保温层内。	
抗冲击性	建筑物首层墙面及门窗口等易受碰撞部位：10J 级 建筑物二层及以上墙面：3J 级	
吸水量， $\text{g}/\text{m}^2$	$\leq 500$	
热阻	符合设计要求	
抹面层不透水性	2h 不透水	
防护层水蒸气渗透阻	符合设计要求	
抗风荷载	不小于工程项目的风荷载设计值	GB/T 36585

2) 现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统用保温材料的性能应符合表 3.2.3-2 的规定。

表 3.2.3-2 保温材料性能要求

项目	性能要求		试验方法
	033 级	039 级	
导热系数， $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$\leq 0.033$	$\leq 0.039$	GB/T 10294 或 GB/T 10295
表观密度， $\text{kg}/\text{m}^3$	18~22		GB/T 6343
垂直于板面的抗拉强度， $\text{MPa}$	$\geq 0.10$		GB/T 29906
尺寸稳定性，%	$\leq 0.3$		GB/T 8811
体积吸水率，%	$\leq 3$		GB/T 8810
燃烧性能等级	B <sub>1</sub> 级	不低于 B <sub>2</sub> 级	GB 8624

3) 现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统用抹面胶浆、玻纤网性能指标应符合表 3.2.3-3 和表 3.2.3-4 的规定。

表 3.2.3-3 抹面胶浆性能要求

检验项目		性能要求	试验方法
原强度（与保温板），MPa		≥0.10	JGJ 144
耐水强度（与保温板）， MPa	浸水 48h，干燥 2h	≥0.06	
	浸水 48h，干燥 7d	≥0.10	
耐冻融强度（与保温板），MPa		≥0.10	

表 3.2.3-4 玻纤网性能要求

检验项目	性能要求	试验方法
单位面积质量，g/m <sup>2</sup>	≥160	GB/T 9914.3
耐碱断裂强力（经、纬向），N/50mm	≥1000	GB/T 20102
耐碱断裂强力保留率（经、纬向），%	≥50	
断裂伸长率（经、纬向），%	≤5.0	GB/T 7689.5

4) 现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统用 EPS 钢丝网架板质量要求应符合表 3.2.3-5 的规定。

表 3.2.3-5 EPS 钢丝网架板质量要求

检验项目	质量要求	试验方法
外观	界面砂浆涂敷均匀，与钢丝和EPS板附着牢固	JGJ 144
焊点质量	斜丝脱焊点不超过3%	
钢丝挑头	穿透EPS板挑头≥30mm	
EPS板对接	板长3000mm范围内EPS板对接不得多于两处，且对接处需用胶粘剂粘牢	

## (2) 现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统施工质量控制要点

1) 外保温系统的各种组成材料应配套供应。采用的所有配件应与外保温系统性能相容，并应符合国家现行相关标准的规定。

2) 外保温工程的施工应编制专项施工方案并进行技术交底，施工人员应经过培训并考核合格。

3) 外保温工程施工现场应采取可靠的防火安全措施且应满足国家现行标准的要求，并应符合下列规定：

①在外保温专项施工方案中，应按国家现行标准要求，对施工现场消防措施作出明确规定；

②可燃、难燃保温材料的现场存放、运输、施工应符合消防的有关规定；

③外保温工程施工期间现场不应有高温或明火作业。

4) 外保温工程施工期间的环境空气温度不应低于 5℃。5 级以上大风天气和雨天不应施工。

## (3) 现浇混凝土复合 EPS 板外保温系统质量验收要点

1) 外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标准》GB 50411 的有关规定进行施工质量验收。

2) 外保温工程检验批的划分、检查数量和隐蔽工程验收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 的有关规定。

3) 外保温系统主要组成材料应按表 3.2.3-6 的规定进行现场

见证取样复验，检验方法和检查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 的规定。

表 3.2.3-6 外保温系统主要组成材料复验项目

组成材料	复检
EPS板	导热系数，表观密度，垂直于板面方向的抗拉强度， 燃烧性能
EPS钢丝网架板	热阻，燃烧性能
抹面胶浆	养护14d和浸水48h拉伸粘结强度
玻纤网	单位面积质量，耐碱拉伸断裂强力，耐碱拉伸断裂 强力保留率、断裂伸长率
腹丝	镀锌层质量，焊点质量

4)EPS 板现浇混凝土外保温系统现场检验 EPS 板与基层墙体的拉伸粘结强度不应小于 0.10MPa，且应为 EPS 板破坏。

### 3.3 免拆复合保温模板外墙保温系统

#### 3.3.1 系统简介

免拆复合保温模板外墙保温系统是将免拆复合保温模板通过连接件在浇筑混凝土时与混凝土构件牢固连接在一起而形成的外墙保温系统。其中免拆复合保温模板为由保温层和面层在工厂预制的复合板，保温层和面层可通过黏结或敷面制作，作为现浇混凝土构件免拆模板并使构件达到保温隔热要求。

免拆复合保温模板外墙保温系统具有保温与结构一体化、施工便捷高效、防火性能良好、保温隔热性能优异、工程质量有保障等优点，但也存在材料成本相对较高、对施工人员要求较高、运输和存放要求严格、维修更换困难等缺点。适用于工业与民用建筑中的框架结构、框剪结构、剪力墙结构的柱、梁、外墙、地下室顶板等外围护结构的保温工程。

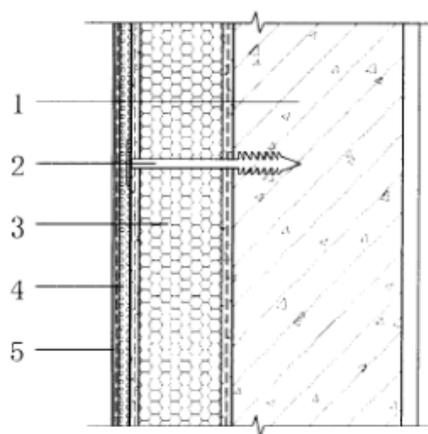


图 3.3.1-1 免拆保温模板系统一

1—现浇混凝土墙体；2—连接件；3—免拆保温模板；4—抹面层；5—饰面层

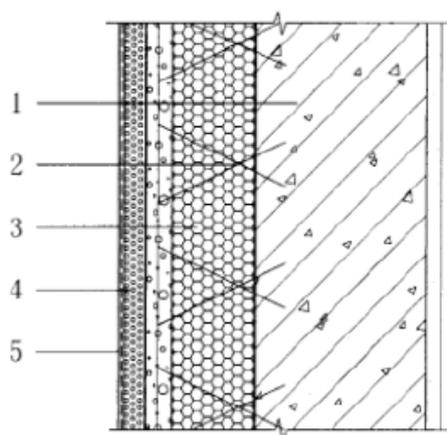


图 3.3.1-2 免拆保温模板系统二

1—现浇混凝土墙体；2—单面钢丝网架；3—免拆保温模板；4—抹面层；5—饰面层

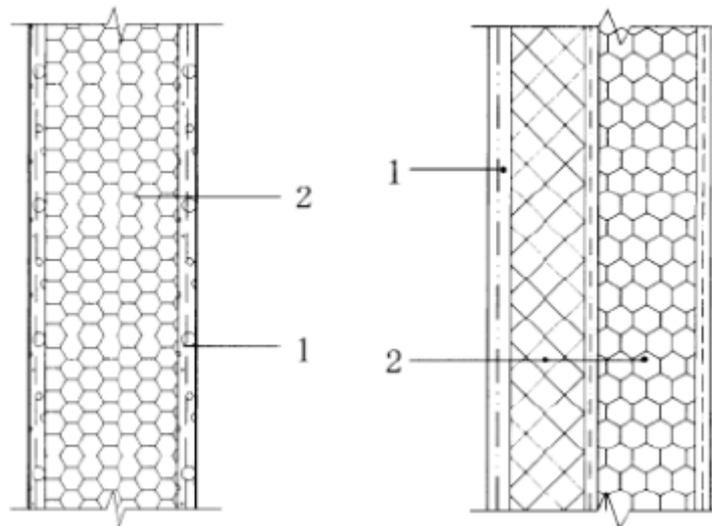


图 3.3.1-3 免拆保温模板（薄面层）基本构造示意图

1—薄面层；2—保温层/复合保温层

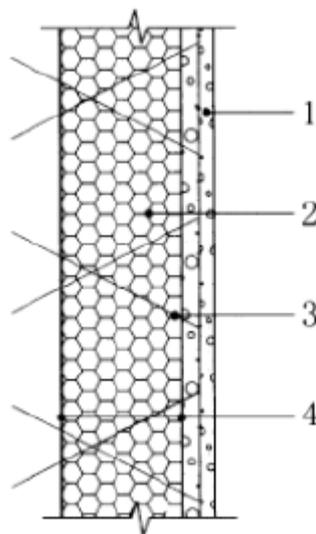


图 3.3.1-4 免拆保温模板（厚面层）基本构造示意图

1—厚面层；2—保温层；3—单面钢丝网架；4—界面砂浆

### 3.3.2 工程质量问题及原因分析

免拆复合保温模板外墙保温系统工程常出现保温性能不达标、模板与混凝土结合不良、墙体开裂、防水性能差、防火性能不足

等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

### （1）保温性能不达标

问题表现：建筑物室内温度受外界环境影响显著，冬季热量散失过快，夏季热量传入过多，导致室内舒适度降低，且采暖和制冷能耗超出预期，无法实现节能目标。

原因分析：

1) 保温模板质量问题：部分免拆复合保温模板生产厂家为降低成本，在原材料选择或生产工艺上偷工减料。例如，保温材料的导热系数不达标，可能是因为保温材料本身质量低劣，或者在生产过程中保温材料的密度、孔隙率等参数控制不当，导致其保温性能远低于设计要求。

2) 拼接缝处理不当：在施工过程中，保温模板之间的拼接缝如果未进行有效的密封处理，会形成热桥。如使用普通砂浆填充缝隙而未采用专用的保温密封材料，热量就会通过这些缝隙快速传递，极大地降低了墙体整体的保温效果。

3) 锚固件影响：锚固件用于固定保温模板，如果其导热系数较大且未进行隔热处理，会在锚固部位形成热桥。比如一些金属锚固件直接贯穿保温层，热量容易通过锚固件传导，破坏保温系统的隔热完整性。

### （2）模板与混凝土结合不良

问题表现：免拆复合保温模板与现浇混凝土之间出现空鼓、分层甚至脱落现象，影响墙体的结构稳定性和保温性能，严重时

可能导致墙体开裂、渗漏等问题。

原因分析:

1) 界面处理不佳: 施工前未对保温模板表面进行有效的清理和界面处理, 表面残留的灰尘、油污等杂质会削弱模板与混凝土之间的粘结力。例如, 未涂刷专用的界面剂或界面剂涂刷不均匀、厚度不足, 使得混凝土与模板不能良好结合。

2) 混凝土浇筑问题: 混凝土浇筑过程中, 振捣不密实, 混凝土内部存在大量空隙, 无法与保温模板紧密贴合; 或者浇筑速度过快、高度过高, 混凝土对模板的冲击力过大, 导致模板局部变形、移位, 破坏了模板与混凝土之间的粘结界面。

3) 模板自身因素: 保温模板的材质、表面粗糙度等特性也会影响其与混凝土的结合。若模板表面过于光滑, 混凝土难以附着; 或者模板的吸水性过强, 在混凝土浇筑前吸收过多水分, 导致混凝土水化反应不充分, 进而影响两者的结合效果。

### (3) 墙体开裂

问题表现: 墙体表面出现不同形式的裂缝, 如竖向裂缝、横向裂缝、斜向裂缝或网状裂缝等, 不仅影响墙体的美观, 还可能降低墙体的保温性能、防水性能, 甚至危及墙体的结构安全。

原因分析:

1) 温度应力: 由于建筑物在使用过程中会经历季节变化和昼夜温差, 免拆复合保温模板与混凝土的热膨胀系数不同, 在温度变化时两者的变形不一致。当这种变形差异产生的应力超过材料

的抗拉强度时，就会在墙体表面或内部产生裂缝。例如，在夏季高温暴晒和冬季寒冷冰冻的交替作用下，墙体容易因温度应力而开裂。

2) 干缩裂缝：混凝土在硬化过程中会发生失水收缩，而保温模板中的某些材料也可能存在干缩现象。如果在施工过程中未采取有效的保湿养护措施，如过早拆除模板、未及时洒水养护等，墙体表面水分散失过快，就会加剧干缩裂缝的产生。

3) 结构变形：建筑物基础不均匀沉降、结构设计不合理或在使用过程中承受过大的荷载等原因，都可能导致墙体结构变形，从而引发裂缝。例如，在软土地基上建造的建筑物，如果地基处理不当，随着建筑物的沉降，墙体可能会出现裂缝。

#### (4) 防水性能差

问题表现：墙体在雨天或潮湿环境下出现渗漏现象，导致室内墙面潮湿、发霉、装饰层脱落等问题，影响建筑物的室内环境质量和正常使用。

原因分析：

1) 保温模板吸水性：部分免拆复合保温模板中的保温材料具有一定的吸水性，如未进行有效的防水处理，在雨水长时间浸泡或高湿度环境下，保温材料吸水饱和后，会导致墙体重量增加，且水分容易通过保温模板渗透到室内。例如，一些有机保温材料本身不具备防水性能，若未在其表面设置防水层或进行防水处理，就容易出现渗漏问题。

2) 拼接缝与穿墙部位渗漏: 保温模板之间的拼接缝以及墙体上的穿墙管道、预留孔洞等部位, 如果密封处理不当, 就会成为雨水渗漏的通道。施工时未使用优质的密封材料或密封工艺不规范, 如密封胶条安装不牢固、密封胶涂抹不均匀等, 使得这些部位容易出现渗漏。

3) 表面防护层缺陷: 墙体表面的防护层(如砂浆层、饰面层)如果存在裂缝、孔洞或施工质量差等问题, 也会导致雨水直接渗透到保温模板层, 进而引发渗漏。例如, 防护层砂浆配合比不当, 导致砂浆强度低、脆性大, 容易出现裂缝; 或者饰面层施工时未做好收口处理, 雨水容易从边缘部位渗入。

#### (5) 防火性能不足

问题表现: 在火灾发生时, 免拆复合保温模板容易燃烧, 火势蔓延迅速, 产生大量有毒有害气体, 对建筑物内人员的生命安全构成严重威胁, 同时也会造成重大财产损失。

#### 原因分析:

1) 保温材料易燃性: 一些免拆复合保温模板采用的保温材料为易燃或可燃材料, 如聚苯乙烯泡沫板等, 如果未添加足够的阻燃剂或阻燃剂效果不佳, 其防火性能就不能满足建筑防火要求。例如, 部分厂家为降低成本, 减少阻燃剂的添加量, 使得保温材料的阻燃等级较低, 在火灾中容易被点燃并迅速燃烧。

2) 防火构造措施不完善: 在保温系统设计和施工过程中, 未设置有效的防火隔离带或防火隔离带的设置不符合规范要求。防

火隔离带应采用不燃材料（如岩棉板），且宽度、位置、连接方式等都有严格规定，如果未按要求设置，就不能有效阻止火灾在保温系统中的蔓延。例如，防火隔离带的宽度过窄，不能起到足够的隔离作用；或者与相邻保温模板的连接不牢固，在火灾时容易脱落，失去防火功能。

### 3.3.3 工程质量控制技术要点

#### (1) 免拆复合保温模板外墙保温系统及材料技术要求

1) 免拆复合保温模板外墙保温系统性能指标应符合表 3.3.3-1 的规定。

表 3.3.3-1 免拆复合保温模板外墙保温系统性能要求

项目	性能要求	试验方法
耐候性	<p>试验后免拆保温模板系统不应出现空鼓、剥落或脱落等破坏，不应有渗水裂缝；免拆保温模板与基层墙体无脱落、无裂缝；</p> <p>试验后，免拆保温模板系统的拉伸粘结强度：当保温层采用岩棉或玻璃棉时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.07\text{MPa}</math>；当保温层采用水泥基植物纤维保温板时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.10\text{MPa}</math>；当保温层采用矿渣棉复合保温板时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.20\text{MPa}</math>；当保温层采用 PU 玻璃棉复合保温板时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.08\text{MPa}</math>；当保温层采用碳硅板时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.07\text{MPa}</math>；当保温层采用以上保温板之外的材料时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.10\text{MPa}</math>，且破坏在保温层内。</p>	JGJ 144

耐冻融 (D35)	<p>免拆保温模板系统表面无裂纹、空鼓、起泡、剥离现象；免拆模板与基层墙体无脱落、无裂缝；</p> <p>免拆保温模板系统拉伸粘结强度：当保温层采用岩棉或玻璃棉时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.07\text{MPa}</math>；当保温层采用水泥基植物纤维保温板时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.10\text{MPa}</math>；当保温层采用矿渣棉复合保温板时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.20\text{MPa}</math>；当保温层采用 PU 玻璃棉复合保温板时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.08\text{MPa}</math>；当保温层采用碳硅板时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.07\text{MPa}</math>；当保温层采用以上保温板之外的材料时，免拆保温模板系统拉伸粘接强度<math>\geq 0.10\text{MPa}</math>，且破坏在保温层内。</p> <p>当保温层系统采用石墨改性水泥基保温板时，免拆保温模板系统拉伸粘结强度<math>\geq 0.05\text{MPa}</math>。</p>	
抗冲击强度	<p>建筑物外墙外表面：首层墙面以及门窗口等易受碰撞部位，10 级；建筑物二层以上墙面等不易受碰撞部位，3 级；</p> <p>建筑物外墙内表面，3 级。</p>	
水蒸气渗透阻	符合设计要求，且 $\geq 0.85\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$	
热阻	符合设计要求	
抗风荷载	不小于工程项目的风荷载设计值	GB/T 36585

2) 免拆复合保温模板用保温材料的性能指标应符合表 3.3.3-2、表 3.3.3-3 的规定。

表 3.3.3-2 免拆复合保温模板用保温材料性能要求

项目	性能要求							试验方法
	XPS	GXPS	EPS	GEPS	PU 聚氨酯板	PU 玻璃棉复合板	水泥基植物纤维保温板	
面密度, kg/m <sup>2</sup>	≤48							GB/T 30100
抗拉强度, kPa	≥150	≥150	≥100	≥100	≥100	≥80	≥100	JGJ 144
抗折强度, MPa	—						≥1.5	GB/T 5486
抗弯荷载, N	≥2000						—	GB/T 30100
燃烧性能	不低于 B <sub>1</sub>						不低于 A <sub>2</sub>	GB 8624
保温材料导热系数, W/(m·K)	≤0.030	≤0.024	≤0.039	≤0.033	≤0.024	≤0.034	≤0.120	GB/T 10294 或 GB/T 10295

表 3.3.3-3 免拆复合保温模板用保温材料性能要求

项目	性能要求							试验方法
	岩棉板 (条)	玻璃棉板	矿渣棉复合板	发泡陶瓷保温板	水泥基泡沫保温板	TEPS	碳硅板	
面密度, kg/m <sup>2</sup>	≤48							GB/T 30100
抗拉强度, kPa	≥70	≥70	≥250	≥150	≥100	≥100	≥50	JGJ 144
抗折强度, MPa	—							GB/T 5486
抗弯荷载, N	≥2000							GB/T 30100

燃烧性能	不低于 A			不低于 B <sub>1</sub>			不低于 A <sub>1</sub>	GB 8624
保温材料 导热系数, W/(m·K)	≤0.046	≤0.037	≤0.060	≤0.065	≤0.065	≤0.050	≤0.048	GB/T 10294 或 GB/T 10295

3) 抗裂砂浆的性能指标应符合现行行业标准《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》JG/T 158 的规定。

4) 耐碱玻纤网的性能指标应符合现行行业标准《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》JG/T 158 的规定。

5) 保温浆料的性能指标应符合现行行业标准《外墙外保温技术标准》JGJ/T 144 的规定。

6) 界面砂浆的性能指标应符合现行行业标准《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》JG/T 158 的规定。

7) 建筑密封用硅酮、聚氨酯、丙烯酸酯型建筑密封胶等性能指标除应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 和现行行业标准《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482、《丙烯酸酯建筑密封胶》JC/T 484 外，还应与免拆保温模板系统有关材料相容。

## (2) 免拆复合保温模板外墙保温系统施工质量控制要点

1) 免拆保温模板施工时，现场应建立相应的质量管理体系、施工质量控制和检验制度。

2) 免拆保温模板施工应编制专项施工方案，并组织施工人员进行培训和技术交底。

3) 免拆保温模板运输时应轻拿轻放，材料进入施工现场后，各种材料应分类储存平放码垛，薄面层免拆保温模板最高不宜超

过 2m，厚面层免拆保温模板宜立放，平放最高不宜超过 2m，储存期及条件应符合产品使用说明书的规定。露天存放的材料，应在平整干燥的场地并采取防雨、防曝晒措施。

4) 施工现场应按有关防火规定，采取可靠的防火安全措施，实现安全文明施工。

5) 免拆保温模板完工后应做好成品保护。施工产生的墙体缺陷，如穿墙套管、孔洞等应按照施工方案采取隔断热桥措施，不得影响墙体热工性能。

6) 免拆保温模板施工要点：

①排板：根据外墙设计尺寸确定排板分格方案并绘制安装排版图，宜使用主规格免拆保温模板；

②弹线：免拆保温模板安装前应根据设计图纸和排版图复核尺寸，并设置安装控制线，弹出每块板的安装控制线；

③裁割：厚面层免拆保温模板应在工厂订制生产；对于无法用主规格安装的薄面层免拆保温模板，可在施工现场用切割锯切割为符合要求的非主规格尺寸，非主规格板最小宽度不宜小于 150mm；

④安装连接件：在施工现场用手枪钻在免拆保温模板预定位置穿孔，安装连接件。门窗洞口处可增设连接件；

⑤绑扎钢筋及垫块：外柱、墙、梁钢筋绑扎合格，经验收后在钢筋内外两侧绑扎水泥砂浆垫块（3 块/m<sup>2</sup>~4 块/m<sup>2</sup>）；

⑥立免拆保温模板：根据设计排版图的分格方案安装免拆保

温模板，并用绑扎钢丝将连接件与钢筋绑扎定位，先安装外墙阴阳角处板，后安装主墙板；

⑦立另一侧模板：根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的要求，安装外墙另一侧模板；

⑧安装对拉螺栓：根据混凝土侧压力确定对拉螺栓间距，用手枪钻在免拆保温模板和内侧模板相应位置开孔，穿入对拉螺栓并初步调整螺栓。使用专用连接件时，可用其替代对拉螺栓；

⑨浇筑混凝土：对于保温层强度较低的免拆保温模板应用镀锌铁皮扣在免拆保温模板上口形成保护帽；

⑩模板、主次楞的拆除：模板、主次楞的拆除时间和要求应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的规定执行；

⑪自保温砌块墙体：外围护结构填充墙体施工应按照国家 and 行业有关标准的规定施工，且自保温砌块墙体外侧应同免拆保温模板外侧在同一垂直立面上；

⑫抹面砂浆施工：免拆保温模板与自保温砌体外侧应整体分层抹压和抗裂砂浆，满足设计厚度，使外立面平整，符合验收要求；

⑬饰面层施工：涂料或面砖饰面层应按照现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 做法施工。

### (3) 免拆复合保温模板外墙保温系统质量验收要点

1) 免拆保温模板的建筑工程应同主体结构一同验收，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。

2) 系统材料进入施工现场后，应核查质量合格证明文件等。

3) 免拆保温模板系统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免拆保温模板连接件数量及锚固长度：

②免拆保温模板拼缝、阴阳角、门窗洞口及不同材料间交接处等特殊部位防止开裂和破坏的加强措施：

③女儿墙、封闭阳台以及出挑构件等墙体热桥部位处理措施；

④免拆保温模板及保温层厚度。

4) 免拆保温模板系统工程检验批应按下列规定划分：

①采用相同材料、工艺和施工做法的墙面，扣除门窗洞口后的保温墙面面积每 5000 m<sup>2</sup>划分为一个检验批，不足 5000 m<sup>2</sup>也为一个检验批；

②检验批的划分也可根据与施工流程相一致且方便施工与验收的原则，由施工单位与监理单位双方协商确定。

5) 免拆保温模板系统工程检验批质量验收合格，应符合下列规定：

①检验批应按主控项目和一般项目验收；

②主控项目应全部合格；

③一般项目应合格，当采用计数检验时，至少应有 90%以上

的检查点合格，且其余检查点不得有严重缺陷；

④应具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

6) 免拆保温模板、连接件、砂浆、耐碱玻纤网等配套材料的品种、规格和性能应符合设计要求和规程《建筑用免拆复合保温模板应用技术规程》JC/T 60016 的规定。

7) 免拆保温模板及配套材料进场时应对其下列性能进行复验，复验应为见证取样送检。

①免拆保温模板的单位面积质量、拉伸粘结强度；

②保温芯材导热系数和燃烧性能；

③连接件抗拉承载力；

④保温浆料的干表观密度、拉伸粘接强度和导热系数；

⑤抗裂砂浆的拉伸粘接强度和压折比。

检查数量：同厂家、同品种产品，按照扣除门窗洞口后的保温墙面面积所使用的材料用量，在 5000 m<sup>2</sup>以内时应复验 1 次；面积每增加 5000 m<sup>2</sup>时应增加 1 次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程，可合并计算抽检面积。

8) 免拆保温模板应由同一供应商提供配套的组成材料和型式检验报告。型式检验报告中应包括耐候性和抗风压性能检验项目以及配套组成材料的名称、生产单位、规格型号及主要性能参数。

9) 现浇混凝土结构质量验收应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定执行，并应在免拆保温模板未进行抹面层施工前进行，其中钢筋保护层厚度为测试厚度

减去免拆保温模板厚度。

10) 免拆保温模板系统工程的施工质量, 必须符合下列规定:

①免拆保温模板的厚度不得低于设计要求;

②免拆保温模板与基层之间及各构造层之间的粘结或连接必须牢靠。免拆保温模板与基层的连接方式和拉伸粘结强度应符合设计要求。免拆保温模板与基层之间的拉伸粘结强度应进行现场拉拔试验, 且不得在界面破坏;

③采用保温浆料做外保温时, 厚度大于 20mm 的保温浆料应分层施工。保温浆料与基层之间及各层之间的粘结必须牢固, 不应脱层、空鼓和开裂;

④连接件数量、位置、锚固深度、胶结材料性能和锚固力应符合设计和施工方案的要求; 锚固力应做现场拉拔试验。

## 4 其他形式保温系统

### 4.1 屋面保温系统

#### 4.1.1 系统简介

屋面保温系统是建筑节能措施的重要组成部分之一，其主要功能是有效地隔热保温，降低建筑能耗，提高室内舒适度。根据不同的使用需求和气候条件，屋面保温可以采用不同的形式、材料和结构设计。屋面保温形式主要包括外保温屋面系统、内保温屋面系统、复合屋面系统、绿化屋面系统（屋顶花园）及屋顶冷屋面系统等。屋面保温具有良好的保温效果、防水性能优越、抗风化性能强、多功能性等特点。

屋面保温适用于节能建筑，对于需要达到建筑节能标准的建筑物，屋面保温是必不可少的组成部分；工业厂房与仓库，尤其是对产品存储、加工过程中的温控要求较高时；住宅建筑，可显著提高室内居住舒适度，减少空调或暖气的能源消耗；商业建筑与办公楼，可以有效降低制冷费用并提高工作环境的舒适度；屋顶花园与绿化屋面，能够利用屋顶空间进行植物种植，同时实现保温隔热的双重功能；以及老旧建筑节能改造，对于老旧建筑的节能改造项目，屋面保温不仅能提升建筑的热性能，还能改善建筑的整体耐久性，延长使用寿命。

#### 4.1.2 工程质量问题及原因分析

屋面保温系统工程常出现屋面保温层开裂、渗水、屋面沉降或变形、屋面开裂或脱落、保温效果差、屋面积水或积雪堆积等

质量问题，具体表现及其原因分析如下：

### （1）屋面保温层开裂

问题表现：屋面保温层表面出现裂缝，可能渗水，导致保温性能下降，甚至影响屋面防水层的功能。

原因分析：

1) 温差变化：屋面受到强烈的太阳辐射和冷空气侵袭，昼夜温差较大，导致保温层膨胀或收缩，从而引发开裂。

2) 施工不当：如果保温层施工厚度不均匀、材料不一致或施工操作不规范（如未充分压实或不按要求铺设），容易导致开裂。

3) 基层处理不当：屋面基层表面未做充分清理或未进行必要的防水处理，可能影响保温层与基层的粘结效果，导致开裂。

### （2）渗水现象

问题表现：屋面保温系统出现渗水，水分进入保温层或室内，影响保温效果。

原因分析：

1) 防水层破损：屋面防水层未按标准施工，存在薄弱环节或施工质量不合格，导致防水层渗漏。

2) 接缝不密封：保温层与防水层之间的接缝未做好密封，或施工时接缝位置不当，导致水分渗入。

3) 材料缺陷：部分保温材料如挤塑板、聚苯乙烯泡沫板等吸水性强，无法防止水分渗透。

### （3）屋面沉降或变形

问题表现：保温层发生沉降或变形，导致局部区域凹陷或凸起，影响屋面的美观和保温效果。

原因分析：

1) 结构不均匀：屋面结构设计不合理，导致负荷分布不均匀，保温层在某些区域出现沉降或变形。

2) 材料质量差：使用的保温材料密度不足或不符合规范，无法承受屋面负荷，导致沉降或变形。

3) 施工工艺不当：施工时保温层未均匀铺设或未进行必要的压实，导致保温层不稳定。

#### (4) 屋面开裂或脱落

问题表现：保温系统表面层出现脱落、龟裂等现象，可能影响保温效果，并带来安全隐患。

原因分析：

1) 保温材料与面层粘结不牢：保温层与外饰面（如砂浆层、保护层等）之间的粘结力不足，导致脱落或开裂。

2) 施工不规范：如果施工工艺不当，例如面层施工不均匀、表面未预处理，可能导致外饰面不牢固。

3) 环境影响：强烈的紫外线、温度剧烈变化或物理冲击可能导致外饰面劣化、开裂。

#### (5) 保温效果差

问题表现：屋面保温效果未达到设计要求，导致室内温度不稳定，出现冷凝水现象。

原因分析:

1) 保温层厚度不足: 保温层未按照设计要求达到规定厚度, 导致保温效果差。

2) 材料性能不符合标准: 所选用的保温材料热导率过高, 未能有效隔绝外部热量。

3) 施工不当: 保温板未紧密结合, 施工时存在空隙, 导致热量通过空隙传递。

#### (6) 屋面积水或积雪堆积

问题表现: 屋面保温系统设计或施工不当, 造成雨水或积雪无法有效排水, 长时间积水会影响屋面结构。

原因分析:

1) 屋面坡度设计不合理: 屋面坡度不足, 导致水流不畅, 雨水积聚在屋面上, 增加负荷。

2) 排水系统不完善: 排水口数量不足, 或者排水系统设计不合理, 导致水流不畅, 水积在屋面上。

### 4.1.3 工程质量控制技术要点

#### (1) 屋面保温材料技术要求

1) 屋面保温隔热工程用保温材料应符合相关产品标准、环保标准和设计要求。

2) 屋面保温隔热工程用材料及辅助材料应符合国家现行相关标准的规定, 在共同使用时, 应具有相容性, 物理化学性能应稳定。

3) 屋面保温隔热工程用保温材料应符合下列规定:

①保温材料导热系数应符合国家现行相关标准的规定;

②保温材料自身使用寿命应符合设计和工程要求;

③保温材料燃烧性能应符合现行国家标准《建筑材料燃烧性能分级》GB 8624 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定;

④种植屋面保温材料的表观密度不大于  $100\text{kg/m}^3$ , 压缩强度不应低于  $100\text{kPa}$ ;

⑤瓦屋面保温材料的表观密度不应大于  $250\text{kg/m}^3$ , 装配式轻型屋面用保温材料密度不宜大于  $70\text{kg/m}^3$ , 且不宜采用散装保温材料。

4) 屋面保温隔热工程宜选用挤塑聚苯乙烯泡沫板、硬泡聚氨酯保温板、石墨聚苯乙烯泡沫板、热固型聚苯乙烯复合保温板、岩棉保温板、保温浆料、泡沫混凝土、蒸压加气混凝土砌块, 并应符合下列规定:

①挤塑聚苯乙烯泡沫板应符合现行国家标准《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(XPS)》GB/T 10801.2 的规定;

②聚氨酯硬泡复合保温板性能应符合现行行业标准《聚氨酯硬泡复合保温板》JG/T 314 的规定; 喷涂硬泡聚氨酯保温隔热材料应符合现行国家标准《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规程》GB 50404 的规定;

③石墨聚苯乙烯泡沫板性能应符合现行行业标准《建筑绝热用石墨改性模塑聚苯乙烯泡沫塑料板》JC/T 2441 中屋面用板的规

定;

④热固复合聚苯乙烯泡沫保温板性能应符合现行行业标准《热固复合聚苯乙烯泡沫保温板》JG/T 536 的规定;

⑤岩棉保温板性能应符合现行国家标准《建筑用岩棉、矿渣棉绝热制品》GB/T 19686 的规定;

⑥无机轻集料保温砂浆性能应符合现行行业标准《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》JGJ/T 253 的规定;

⑦屋面保温隔热用泡沫混凝土性能应符合现行行业标准《屋面保温隔热用泡沫混凝土》JG/T 2125 的规定;

⑧屋面保温隔热用蒸压加气混凝土砌块性能应符合现行国家标准《蒸压加气混凝土砌块》GB/T 11968 的规定。

5) 保温板粘结砂浆及抹面砂浆, 其性能应符合现行行业标准《外墙保温用聚苯乙烯板抹面胶浆》JC/T 993 和《外墙外保温用聚苯乙烯胶粘剂》JC/T 992 的规定。

## (2) 屋面保温工程施工质量控制要点

1) 施工前应对图纸进行会审, 掌握屋面保温隔热层施工图中的细部构造做法及技术要求, 应编制屋面保温隔热施工技术方案, 并应进行施工技术与安全交底, 操作人员应经专业培训上岗。

2) 屋面保温施工的每道工序完成后, 应检查验收并有完整的检查记录, 并应在合格后再进行下道工序的施工。当下道工序或相邻工程施工时, 应对已完成的部分采取保护措施。

3) 屋面保温施工宜采用配套供应的保温材料和专业化施工工艺，使用的保温材料应有产品出厂合格证和检测报告，进场材料应进行见证取样复检，合格后方可使用。

4) 伸出屋面的管道、设备、基座或预埋件等，应在保温防水施工前安装牢固，并进行密封防水处理。保温防水施工完成后，不得在其上凿孔、打洞。

5) 有保温要求的种植屋面工程和瓦屋面工程保温隔热施工，应符合国家现行标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 和《坡屋面工程技术规程》GB 50693 的规定。

6) 屋面工程施工防火安全应符合下列规定：

①有机类的保温材料应分别存放，并应远离火源，露天堆放应采用不燃材料完全覆盖；

②防火隔离带应与保温层施工同步进行；

③不得在有机保温层上直接进行热熔或热粘法防水施工；

④施工现场应配备消防灭火器材，严禁使用明火，加热时用火源、热源应进行严格管理；

⑤当坡度大于 15% 的坡屋面施工时，应设有防滑梯、安全带和护身栏等安全措施；

⑥保温层应粘贴平整且无缝隙，其固定方式不应产生热桥。

7) 屋面工程保温施工不得在雨、雪天、5 级以上大风天气进行施工。

8) 屋面保温层施工环境温度应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 屋面保温层施工环境温度

项目	施工环境温度
板块保温层	采用胶粘剂或水泥砂浆粘接施工时，不低于5℃
喷涂硬泡聚氨酯保温层	10℃~35℃

9) 天沟、天窗、檐沟、雨水管、排水、变形缝和伸出屋面的管道等处应采用与工程相适应的保温构造措施。

10) 有机保温施工不得采用溶剂型粘结剂。

11) 保温层施工中及完成后，应采取保护措施。

### (3) 屋面保温工程质量验收要点

1) 屋面保温工程应对进场的保温材料和辅助材料的合格证、检验报告和见证取样复验检验合格报告进行核验。

2) 屋面节能工程应对下列部位进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料。

①基层及其表面处理；

②保温材料的种类、厚度、保温层的敷设方式；板材缝隙填充质量；

③防火隔离带；

④屋面热桥部位；

⑤隔汽层；

⑥找平层及找坡层；

⑦隔离层；

⑧保护层。

3) 屋面节能工程施工质量验收的检验批划分应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的规定执行。采用相同材料、工艺和施工做法的屋面，扣除天窗、采光顶后的屋面面积，每 1000m<sup>2</sup> 面积划分为一个检验批。

4) 建筑屋面保温隔热工程的检查数量应按下列规定执行：

①按屋面面积每 100m<sup>2</sup> 抽查一处，每处 10m<sup>2</sup>，且不得少于 3 处；

②热桥部位的保温做法全数检查；

③保温隔热材料进场复检按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的规定执行。

## 4.2 楼地面保温系统

### 4.2.1 系统简介

楼地面保温系统在现代建筑中扮演着重要角色，特别是在提高建筑节能、改善舒适度和提高生活质量方面。通过有效的楼地面保温设计，可以有效减少热量流失，降低能源消耗，并提供温暖的居住环境。楼地面保温根据不同的施工方式、使用材料和功能需求，可以采用不同的形式和构造。楼地面保温的形式主要包括整体保温楼面系统、浮筑保温地面系统、自流平保温系统、带加热功能的保温楼面及双层保温地面系统等。

楼地面保温具有保温效果良好、节能降耗、舒适性提高、耐久性强、施工方便及多功能性等特点。

### 4.2.2 工程质量问题及原因分析

楼地面保温系统工程常出现地面开裂或脱落、渗水或潮湿、保温效果不佳、地面不平整或沉降、地面表面泛黄或污染等质量问题，具体表现及其原因分析如下：

### （1）地面开裂或脱落

问题表现：保温层表面出现裂缝或脱落，导致保温性能下降，并可能影响地面覆盖层的稳定性。

原因分析：

1) 温差变化：楼地面受温差变化较大，保温材料会膨胀或收缩，导致开裂或脱落。

2) 施工不当：施工时保温层未均匀铺设，接缝处理不到位，或基层清理不彻底，导致保温层与基层的粘结力不够，容易脱落。

3) 材料质量差：使用不符合规范的保温材料，如密度不足或抗压强度低的保温板，容易发生开裂或脱落。

### （2）渗水或潮湿

问题表现：保温层渗水，或地面出现潮湿现象，影响室内舒适度。

原因分析：

1) 防水层不合格：防水层施工不当或材料质量差，导致防水效果不足，水分渗透到保温层中。

2) 地面防潮措施不到位：特别是在地下室或潮湿环境中，未进行有效的防潮处理，水汽渗入保温层。

3) 保温材料吸水性强：某些保温材料，如聚苯乙烯泡沫板(EPS)和聚氨酯材料，吸水性较强，可能导致保温性能下降。

### (3) 保温效果不佳

问题表现：楼地面的保温效果没有达到设计要求，室内温度不稳定或有冷凝水现象。

原因分析：

1) 材料选择不当：选用热导率较高的保温材料，导致保温效果差。

2) 保温层厚度不足：未按设计要求提供足够的保温层厚度，或施工时出现厚度不均，影响保温效果。

3) 施工不规范：施工过程中未按照规范要求铺设保温层，存在空隙或缝隙，热桥效应导致热量流失。

### (4) 地面不平整或沉降

问题表现：楼地面出现不平整、局部沉降或凸起现象，影响使用效果。

原因分析：

1) 基础不稳定：基础沉降或楼地面结构不均匀，导致保温层承载不均匀。

2) 施工质量差：施工时未严格控制保温层的压实度，或保温层材料质量差，导致局部沉降或变形。

3) 材料不合格：使用质量较差、承载力较低的保温材料，长期使用后导致沉降。

### (5) 地面表面泛黄或污染

问题表现：楼地面保温层表面出现泛黄、污染或老化现象，影响地面美观。

原因分析:

1) 材料老化: 保温材料在使用过程中因受到紫外线、温度变化等外部环境的影响, 可能发生老化、变色等现象。

2) 污染物堆积: 施工过程中未做好防护, 导致材料表面积聚灰尘、污垢, 影响美观和使用寿命。

#### 4.2.3 工程质量控制技术要点

##### (1) 楼地面保温材料技术要求

1) 楼地面保温工程用保温材料应符合相关产品标准、环保标准和设计要求。

2) 楼地面保温工程用材料及辅助材料应符合国家现行相关标准的规定, 在共同使用时, 应具有相容性, 物理化学性能应稳定。

3) 楼地面工程用保温材料应符合下列规定:

①保温材料导热系数应符合国家现行相关标准的规定;

②保温材料自身使用寿命应符合设计和工程要求;

③保温材料燃烧性能应符合现行国家标准《建筑材料燃烧性能分级》GB 8624 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

4) 楼地面工程施工防火安全应符合下列规定:

①有机类的保温材料应分别存放, 并应远离火源, 露天堆放应采用不燃材料完全覆盖;

②不得在有机保温层上直接进行热熔或热粘法防水施工;

③施工现场应配备消防灭火器材, 严禁使用明火, 加热时用火源、热源应进行严格管理。

##### (2) 楼地面保温工程施工质量控制要点

1) 施工前应对图纸进行会审, 掌握楼地面保温隔热层施工图中的细部构造做法及技术要求, 应编制楼地面保温隔热施工技术方案, 并应进行施工技术与安全交底, 操作人员应经专业培训上岗。

2) 楼地面保温施工的每道工序完成后, 应检查验收并有完整的检查记录, 并应在合格后再进行下道工序的施工。当下道工序或相邻工程施工时, 应对已完成的部分采取保护措施。

3) 楼地面保温施工宜采用配套供应的保温材料和专业化施工工艺, 使用的保温材料应有产品出厂合格证和检测报告, 进场材料应进行见证取样复检, 合格后方可使用。

### (3) 楼地面保温工程质量验收要点

1) 地面节能工程的施工, 应在基层质量验收合格后进行。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, 施工完成后应进行地面节能分项工程验收。

2) 地面节能工程应对下列部位进行隐蔽工程验收, 并应有详细的文字记录和必要的图像资料:

- ①基层及其表面处理;
- ②保温材料种类和厚度;
- ③保温材料粘结;
- ④地面热桥部位处理。

3) 地面节能分项工程检验批划分, 除本章另有规定外应符合下列规定:

- ①采用相同材料、工艺和施工做法的地面, 每 1000m<sup>2</sup> 面积

划分为一个检验批；

②检验批的划分也可根据与施工流程相一致且方便施工与验收的原则，由施工单位与监理单位协商确定。

4) 用于地面节能工程的保温材料、构件应进行进场验收，验收结果应经监理工程师检查认可，且应形成相应的验收记录。各种材料和构件的质量证明文件与相关技术资料应齐全，并应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

5) 地面节能工程使用的保温材料进场时，应对其导热系数或热阻、密度、压缩强度或抗压强度、吸水率、燃烧性能（不燃材料除外）等性能进行复验，复验应为见证取样检验。

检验方法：核查质量证明文件，随机抽样检验，核查复验报告，其中：导热系数或热阻、密度、燃烧性能必须在同一个报告中。

检查数量：同厂家、同品种产品，地面面积在 1000m<sup>2</sup>以内时应复验 1 次；面积每增加 1000m<sup>2</sup> 应增加 1 次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程，可合并计算抽检面积。当符合国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 第 3.2.3 条的规定时，检验批容量可以扩大一倍。

6) 地下室顶板和架空楼板底面的保温隔热材料应符合设计要求，并应粘贴牢固。

7) 地面节能工程施工前，基层处理应符合设计和专项施工方案的有关要求。

## 引用标准名录

- 1 《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》 GB 175
- 2 《混凝土砌块和砖试验方法》 GB/T 4111
- 3 《矿物棉及其制品试验方法》 GB/T 5480
- 4 《无机硬质绝热制品试验方法》 GB/T 5486
- 5 《泡沫塑料及橡胶表观密度的测定》 GB/T 6343
- 6 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 7 《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
- 8 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 9 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624
- 10 《硬质泡沫塑料吸水率的测定》 GB/T 8810
- 11 《硬质泡沫塑料尺寸稳定性试验方法》 GB/T 8811
- 12 《涂料用乳液和涂料、塑料用聚合物分散体白点温度和最低成  
膜温度的测定》 GB/T 9267
- 13 《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
- 14 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法》 GB/T  
10294
- 15 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定热流计法》 GB/T 10295
- 16 《绝热材料憎水性试验方法》 GB/T 10299

- 17 《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》 GB/T 10801.1
- 18 《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (XPS) 》 GB/T 10801.2
- 19 《蒸压加气混凝土砌块》 GB/T 11968
- 20 《蒸压加气混凝土性能试验方法》 GB/T 11969
- 21 《绝热稳态传热性质的测定标定和防护热箱法》 GB/T 13475
- 22 《建筑用绝热制品压缩性能的测定》 GB/T 13480
- 23 《建筑用硅酮结构密封胶》 GB 16776
- 24 《建筑材料及其制品水蒸气透过性能试验方法》 GB/T 17146
- 25 《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法) 》 GB/T 17671
- 26 《建筑用岩棉、矿渣棉绝热制品》 GB/T 19686
- 27 《玻璃纤维网布耐碱性试验方法氢氧化钠溶液浸泡法》 GB/T 20102
- 28 《建筑涂料用乳液》 GB/T 20623
- 29 《建筑外墙外保温用岩棉制品》 GB/T 25975
- 30 《烧结保温砖和保温砌块》 GB 26538
- 31 《复合保温砖和复合保温砌块》 GB/T 29060
- 32 《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》 GB/T 29906
- 33 《建筑墙板试验方法》 GB/T 30100
- 34 《建筑保温用挤塑聚苯板 (XPS) 系统材料》 GB/T 30595
- 35 《建筑用绝热制品垂直于表面抗拉强度的测定》 GB/T 30804
- 36 《建筑用绝热制品部分浸入法测定短期吸水量》 GB/T 30805
- 37 《镀锌电焊网》 GB/T 33281

- 38 《外墙外保温系统动态风压试验方法》 GB/T 36585
- 39 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 40 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 41 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
- 42 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
- 43 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203
- 44 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 45 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB 50210
- 46 《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222
- 47 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 48 《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规程》 GB 50404
- 49 《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411
- 50 《坡屋面工程技术规程》 GB 50693
- 51 《冷拔低碳钢丝应用技术规程》 JGJ 19
- 52 《混凝土拌合用水标准》 JGJ 63
- 53 《外墙外保温工程技术规程》 JGJ 144
- 54 《种植屋面工程技术规程》 JGJ 155
- 55 《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ 162
- 56 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70
- 57 《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》 JGJ/T 253
- 58 《自保温混凝土复合砌块墙体应用技术规程》 JGJ/T 323
- 59 《泡沫混凝土应用技术规程》 JGJ/T 341

- 60 《内置保温现浇混凝土复合剪力墙技术标准》 JGJ/T 451
- 61 《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》 JGJ/T 480
- 62 《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》 JG/T 158
- 63 《外墙内保温板》 JG/T 159
- 64 《膨胀玻化微珠轻质砂浆》 JG/T 283
- 65 《保温装饰板外墙外保温系统材料》 JG/T 287
- 66 《聚氨酯硬泡复合保温板》 JG/T 314
- 67 《外墙保温用锚栓》 JG/T 366
- 68 《岩棉薄抹灰外墙外保温系统材料》 JG/T 483-2015
- 69 《热固复合聚苯乙烯泡沫保温板》 JG/T 536
- 70 《屋面保温隔热用泡沫混凝土》 JG/T 2125
- 71 《聚氨酯建筑密封胶》 JC/T 482
- 72 《丙烯酸酯建筑密封胶》 JC/T 484
- 73 《泡沫玻璃绝热制品》 JC/T 647
- 74 《蒸压加气混凝土墙体专用砂浆》 JC/T 890
- 75 《外墙外保温用聚苯乙烯胶粘剂》 JC/T 992
- 76 《外墙保温用聚苯乙烯板抹面胶浆》 JC/T 993
- 77 《泡沫混凝土砌块》 JC/T 1062
- 78 《建筑绝热用石墨改性模塑聚苯乙烯泡沫塑料板》 JC/T 2441
- 79 《建筑用免拆复合保温模板》 JC/T 2493
- 80 《泡沫混凝土自保温砌块》 JC/T 2550
- 81 《建筑用免拆复合保温模板应用技术规程》 JC/T 60016

- 82 《复合保温钢筋焊接网架混凝土墙（CL 建筑体系）技术规程》  
DBJ41/T 080
- 83 《现浇泡沫混凝土墙体技术规程》 DBJ41/T 091
- 84 《砌块墙体自保温体系技术规程》 DBJ41/T 100
- 85 《发泡陶瓷保温板保温系统应用技术规程》 DBJ41/T 126
- 86 《免除复合保温模板应用技术规程》 DBJ41/T 146
- 87 《现浇混凝土内置保温墙体技术规程》 DBJ41/T 186
- 88 《保温装饰板外墙外保温系统应用技术规程》 DBJ41/T 190
- 89 《保温模板现浇混凝土一体化工程应用技术规程》DBJ41/T 197
- 90 《无机塑化微孔保温板应用技术规程》 DBJ41/T 200