

山东省工程建设标准 **DB**

DB37/T 5117 — 2021

J 14253 — 2021

增强型复合外模板现浇混凝土保温系统 应用技术标准

Technical standard for application of cast-in-place concrete
insulation system on reinforced composite external formwork

2021—10—11 发布

2022—01—01 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

增强型复合外模板现浇混凝土保温系统 应用技术标准

**Technical standard for application of cast-in-place concrete
insulation system on reinforced composite external formwork**

DB37/T 5117—2021

住房和城乡建设部备案号：J 14253—2021

主编单位：秦恒建设科技有限公司

山东省建筑科学研究院有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

实施日期：2022 年 01 月 01 日

2021 北京

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

关于发布山东省工程建设标准《公共建筑节能监测系统技术标准》
等 5 项标准 的通知

鲁建标字〔2021〕36 号

各市住房城乡建设局、市场监管局，各有关单位：

《公共建筑节能监测系统技术标准》《地下工程关键节点施工前条件验收标准》《装配式混凝土结构地下车库技术标准》《增强型复合外模板现浇混凝土保温系统应用技术标准》和《市政工程安全文明施工资料管理标准》等 5 项山东省工程建设标准，业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，现予以发布，自 2022 年 1 月 1 日起施行。原《公共建筑节能监测系统技术规范》DBJ/T 14-071-2010 和《增强型复合外模板现浇混凝土保温系统应用技术规程》DB37/T 5117-2018 同时废止。

以上标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。

附件：山东省工程建设标准发布名单

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局
2021 年 10 月 11 日

山东省工程建设标准发布名单

序号	标准名称	标准编号	主编单位
1	《公共建筑节能监测系统技术标准》	DB37/T 5197-2021	山东省住房和城乡建设发展研究院 山东建筑大学
2	《地下工程关键节点施工前条件验收标准》	DB37/T 5198-2021	济南城市建设集团 济南大学
3	《装配式混凝土结构地下车库技术标准》	DB37/T 5199-2021	山东大学 济南市人防建筑设计研究院有限责任公司
4	《增强型复合外模板现浇混凝土保温系统应用技术标准》	DB37/T 5117-2021	秦恒建设科技有限公司 山东省建筑科学研究院有限公司
5	《市政工程安全文明施工资料管理标准》	DB37/T 5200-2021	济南黄河路桥建设集团有限公司 济南市交通工程质量与安全中心

前言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发 2020 年第一批山东省工程建设标准制订、修订计划的通知》（鲁建标字〔2020〕11 号）的要求，为规范增强型复合外模板现浇混凝土保温系统的设计、施工与工程验收，确保工程质量，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准，在山东省工程建设标准《增强型复合外模板现浇混凝土保温系统应用技术规程》DB37/T 5117-2018 的基础上，进行修订，编制了本标准。

本标准修订的主要技术内容是：

1. 对增强型复合外模板的构造形式进行了改进。
2. 完善了自保温砌体与复合外模板连接处的构造做法。
3. 删除了混凝土浇筑前安装加强网架的施工做法。

4. 根据 GB 50411-2019《建筑节能工程施工质量验收标准》的要求，对质量验收部分内容进行了相应修改。

本标准主要技术内容包括总则、术语、基本规定、性能要求、设计、施工、验收等七部分。专利人同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何单位或者个人在实施《增强型复合外模板现浇混凝土保温系统应用技术标准》时实施其《一种增强型复合外模板现浇混凝土保温系统》专利。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由秦恒建设科技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，请反馈至秦恒建设科技有限公司（地址：济南市历下区龙奥北路 8 号玉兰广场 2 号楼 21 楼，邮编：250101）。

本标准的主编单位、参编单位、主要起草人员、主要审查人员：

主编单位：秦恒建设科技有限公司

山东省建筑科学研究院有限公司

参编单位：同圆设计集团股份有限公司

山东建研检测检验科技有限公司

山东省建筑工程质量检验检测中心有限公司

济南黄河绿色产业开发有限公司

济南昊宇新型建材有限公司

山东金仓建材有限公司

主要起草人员：曹 杨 吴其滨 吴美升 宫 强 周 珊 滕元超 孙元元 胡春梓
孟 琥 张东琦 孟庆博 王 锐 刘绍华 王 燕 邵雨薇 李树青
贾克俭 张秀锦 万思强 董 涛 景元臣 李永泉 张 蔚 石增军
付 琳 张 伟 冯善伦 贾清华

主要审查人员：王新民 李国忠 周学军 房泽民 朱传晟 张海燕
孙 波 宋亦工 邓小波

目次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	性能要求	4
4.1	增强型外模板现浇保温系统	4
4.2	增强型复合外模板.....	5
4.3	配套材料.....	6
5	设计	9
5.1	一般规定	9
5.2	构造要求.....	9
6	施工	11
6.1	一般规定	11
6.2	施工流程	11
6.3	施工要求	12
7	验收	14
7.1	一般规定	14
7.2	主控项目	14
7.3	一般项目	15
7.4	工程验收	16
附录 A	墙体热工计算参考选用表.....	17
附录 B	墙体保温构造做法.....	20
本标准用词说明		24
引用标准名录		25
附：条文说明		26

1 总则

1.0.1 为规范增强型复合外模板现浇混凝土保温系统的设计、施工及验收，做到技术先进、经济合理、安全适用和确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于抗震设防烈度 8 度和 8 度以下地区工业与民用建筑的增强型复合外模板现浇混凝土保温工程。

1.0.3 增强型复合外模板现浇混凝土保温系统的设计、施工及验收，除应执行本标准外，尚应符合国家、行业和山东省现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 增强型复合外模板现浇混凝土保温系统 Cast-in-place concrete insulation system on reinforced composite external formwork

以增强型复合外模板作为免拆模板，内侧浇筑混凝土，并通过连接件将加强网架与现浇混凝土牢固连接在一起，外侧再做找平层，抹面层及饰面层形成的无空腔复合保温系统，简称增强型外模板现浇保温系统。

2.0.2 增强型复合外模板 Reinforced composite external formwork

经工厂化预制，在现浇混凝土工程施工中起外模板作用和保温隔热作用的复合保温板。由保温材料层、增强层、加强肋等部分构成，简称增强型外模板。

2.0.3 保温材料层 Insulation material layer

以泡沫塑料保温材料为芯材的构造层，保温材料主要包括石墨模塑聚苯板（SEPS 板）、石墨挤塑聚苯板（SXPS 板）、挤塑聚苯板（XPS 板）、模塑聚苯板（EPS 板）、硬泡聚氨酯板（PU 板）等。

2.0.4 增强层 Outer protective layer

以胶粉聚苯颗粒浆料复合玻纤网制成的起保护作用的外面层，用以增加增强型外模板的保温隔热效果、强度和刚度。

2.0.5 加强网架 Strengthening grid

由低碳钢丝通过自动化设备点焊加工成形，经热镀锌工艺处理后形成的凹凸型钢丝网架。

2.0.6 连接件 Connecting piece

将加强网架、增强型外模板与现浇混凝土牢固连接，具有可二次组合功能的专用连接件，包括连接件母体和连接件子体两部分。

2.0.7 找平浆料 screed mortar

用于增强型外模板外表面，起找平和保护作用的胶粉聚苯颗粒浆料。

2.0.8 抹面胶浆 base coat

由水泥、砂、高分子聚合物和填料为主要材料制成，用于找平浆料外侧，起抗裂和保护作用的聚合物水泥砂浆。

2.0.9 玻纤网 alkali resistant fiberglass mesh

表面经高分子材料涂覆处理，具有耐碱功能的玻璃纤维网布，作为增强材料内置于外防护层与抹面胶浆中，用以提高外防护层与抹面层的抗裂性能。

3 基本规定

3.0.1 增强型外模板现浇保温系统应通过系统型式检验，增强型外模板现浇保温系统构造不得改变，其主要组成材料应由系统产品制造商配套提供。

3.0.2 增强型外模板现浇保温系统应能适应基层的正常变形，在长期自重荷载和气候变化的情况下，不应出现裂缝、空鼓、脱落等破坏现象。

3.0.3 增强型外模板现浇保温系统应与基层墙体具有可靠的连接，在规定的风荷载和抗震设防烈度下不应从基层上脱落。

3.0.4 增强型外模板现浇保温系统应具有良好的防止水渗透性能，各组成部分应具有稳定的物理化学性能，且应彼此相容并具有防腐性。在可能受到生物侵害（鼠害、虫害等）时，还应具有防生物侵害性能。

3.0.5 增强型外模板现浇保温系统应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和国家有关防火规定。

3.0.6 增强型外模板支撑体系应符合现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的要求。

3.0.7 增强型外模板现浇保温系统的保温性能应符合现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155 和《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026 的规定，其防潮性能应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定。

3.0.8 增强型外模板现浇保温系统应采用弹性涂料、真石漆、柔性面砖等轻质饰面材料。

4 性能要求

4.1 增强型外模板现浇保温系统

4.1.1 系统构造

增强型外模板现浇保温系统由现浇混凝土墙体、增强型外模板、加强网架、专用连接件、找平浆料层、抹面胶浆层和饰面层共同组成，其中泡沫塑料保温材料外侧不燃材料层厚度不小于 50mm。基本构造应符合表 4.1.1 的规定。

表4.1.1 增强型外模板现浇复合保温系统基本构造

构造层名称	构造组成	构造示意图
1 基层	现浇混凝土墙体	
2 保温层	增强型外模板	
3 找平层	20mm~25mm找平浆料 +加强网架	
4 抹面层	5mm抹面胶浆 +玻纤网	
5 饰面层	涂装饰面	

4.1.2 系统性能要求

增强型外模板现浇保温系统性能指标应符合表4.1.2的规定。

表4.1.2 增强型外模板现浇保温系统性能指标

项目	性能指标	试验方法
耐候性	不得出现饰面层起泡或剥落、保护层空鼓或脱落等破坏，不得产生渗水裂缝；系统拉伸粘结强度不应小于 0.10MPa	现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》 JGJ 144
耐冻融（D ₃₀ ）	不得出现饰面层起泡或剥落、保护层空鼓或脱落等破坏，不得产生渗水裂缝；拉伸粘结强度不应小于 0.10 MPa	
抗冲击性	10 J 级	

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

4.2 增强型外模板

4.2.1 增强型外模板由保温材料层、增强层等部分构成。基本构造见图4.2.1。

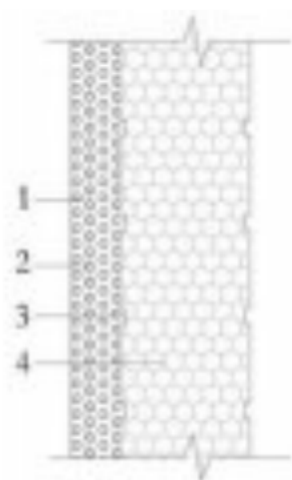


图4.2.1 增强型外模板构造示意图

1-增强层（20mm~25mm）；2-玻纤网；3-加强肋；4-保温材料

4.2.2 增强型外模板主要规格尺寸应符合表4.2.2的规定。

表4.2.2 增强型外模板规格尺寸（单位：mm）

板类型	长度	宽度	厚度	保温层厚度
标准型	2800、2900、3000	600、1200	60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110	按节能设计要求确定
非标型	按设计施工要求加工制作			

4.2.3 增强型外模板外观质量及尺寸允许偏差

增强型外模板应表面平整、无杂物、颜色均匀、无明显影响使用的可见缺陷，如变形、开裂、残缺等。

增强型外模板尺寸允许偏差应符合表4.2.3的规定。

表4.2.3 增强型外模板尺寸允许偏差（单位：mm）

检验项目	允许偏差	检验项目	允许偏差
长度	±3	对角线差	≤5
宽度	±2	板面平整度	≤2
厚度	+2 -1	板侧面平直度	≤4

4.2.4 增强型外模板主要性能指标应符合表4.2.4的规定。

表4.2.4 增强型外模板性能指标

项目		单位	性能指标					试验方法
			SEPS	SXPS	XPS	EPS	PU	
面密度		kg/m ²	≤25					现行行业标准《保温装饰板外墙外保温系统材料》JG/T 287
拉伸粘结强度	原强度	MPa	≥0.10	≥0.15	≥0.15	≥0.10	≥0.10	
	耐水		≥0.10	≥0.15	≥0.15	≥0.10	≥0.10	
	耐冻融		≥0.10	≥0.15	≥0.15	≥0.10	≥0.10	
抗折荷载		N	≥2000					现行国家标准《玻璃纤维增强水泥轻质多孔隔墙条板》GB/T 19631
抗冲击性		—	10J 级冲击合格					现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144

增强层燃烧性能等级	—	A (A2) 级	现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
热阻	m ² ·K/W	符合设计要求	现行国家标准《绝热稳态传热性质的测定标定和防护热箱法》GB/T 13475

4.2.5 泡沫塑料保温材料主要性能指标应符合表4.2.5的规定。

表4.2.5 泡沫塑料保温材料主要性能指标

项目	单位	性能指标					试验方法
		SEPS	SXPS	XPS	EPS	PU	
表观密度	kg/m ³	≥20	30~40	25~35	≥20	≥35	现行国家标准《泡沫塑料及橡胶表观密度的测定》GB/T 6343
导热系数	W/(m·K)	≤0.033	≤0.026	≤0.030	≤0.039	≤0.024	现行国家标准《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法》GB/T 10294
压缩强度	MPa	≥0.10	≥0.20	≥0.20	≥0.10	≥0.10	现行国家标准《硬质泡沫塑料压缩性能测试方法》GB/T 8813
尺寸稳定性	%	≤0.3	≤1.2	≤1.2	≤0.3	≤1.0	现行国家标准《硬质泡沫塑料尺寸稳定性试验方法》GB/T 8811
体积吸水率	%	≤3	≤1.5	≤1.5	≤3	≤3	现行国家标准《硬质泡沫塑料吸水率的测定》GB/T 8810
垂直于板面方向的抗拉强度	MPa	≥0.10	≥0.15	≥0.15	≥0.10	≥0.10	现行国家标准《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 29906
燃烧性能等级	—	B ₁ 级	B ₁ 级	不低于B ₂ 级	不低于B ₂ 级	不低于B ₂ 级	现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624

4.3 配套材料

4.3.1 增强型外模板现浇保温系统宜采用胶粉聚苯颗粒保温浆料进行找平，其性能指标应符合表 4.3.1 的要求。

表4.3.1 找平浆料性能指标

项目	单位	性能指标	试验方法
干表观密度	kg/m ³	250~400	现行行业标准《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》JG/T 158
抗压强度	MPa	≥0.30	
软化系数	—	≥0.6	
导热系数	W/(m·K)	≤0.080	
线性收缩率	%	≤0.3	
抗拉强度	MPa	≥0.10	
燃烧性能等级	—	不低于 A (A2) 级	现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624

4.3.5 连接件圆盘直径不应小于 60mm，单个连接件抗拉承载力不应小于 1.5kN，抗拉承载力试验方法应按现行行业标准《建筑用混凝土复合聚苯板外墙外保温材料》JG/T 228 的规定进行。

4.3.6 柔性腻子、弹性涂料、真石漆、柔性面砖的性能指标应符合国家、行业和山东省现行标准的要求。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 增强型外模板现浇保温系统工程的节能设计除应符合本标准第 3.0.7 条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 保温层内表面温度应高于 0℃；
- 2 门窗框外侧洞口、女儿墙、封闭阳台以及出挑构件，如雨篷、挑板、空调室外机搁板等热桥部位应进行保温处理；
- 3 供暖与非供暖空间的楼板保温宜采用增强型外模板与混凝土现场浇筑的方式进行保温；
- 4 增强型外模板现浇保温系统的热阻应按各构造层厚度计算确定，包括增强型外模板的保温层、增强层、保温浆料找平层等，自保温砌块填充墙的墙体热阻按有关标准规定进行取值；
- 5 增强型外模板现浇保温系统保温材料导热系数的修正系数应按表 5.1.1 取值。

表 5.1.1 导热系数的修正系数

材料	修正系数取值
SXPS/ XPS/PU	1.10
SEPS/ EPS	1.05
模板增强层/找平浆料	1.25

5.1.2 增强型外模板现浇保温系统的连接件设置数量每平方米不应少于 6 个，进入混凝土的有效深度不应小于 50mm，且连接件距墙体边缘距离不应小于 60mm。连接件宜呈梅花状均匀布置，墙面阴阳角等特殊部位可视情况适当增加。

5.1.3 增强型外模板现浇保温系统应做好密封和防水构造设计，确保水不会渗入保温层及基层，重要部位应有详图。水平或倾斜的出挑部位以及延伸至地面以下的部分应做防水处理。安装在外墙上的设备或管道应固定于基层墙体上，并应做好密封和防水设计。墙体上有对拉螺栓孔时应有防水措施。

5.1.4 非承重填充墙外侧宜突出模板外侧 15mm~20mm。

5.1.5 泡沫塑料保温材料外侧的不燃材料总厚度不应小于 50mm。

5.1.6 增强型外模板现浇保温系统热工计算参数可按本标准附录 A 的规定进行选用。

5.2 构造要求

5.2.1 增强型外模板与现浇混凝土接触的保温材料表面应均匀设置相互平行的凹凸槽，槽深宜为 5mm±1mm，槽中距宜为 100mm±2mm。

5.2.2 应预先用配套的界面剂对增强型外模板与现浇混凝土接触的保温材料表面进行界面处理，界面剂的性能指标应符合相关标准的规定。

5.2.3 增强型外模板拼缝处、阴阳角处以及自保温砌体相交处，在找平浆料层施工前，应采用聚合物抹面胶浆抹压补缝并压入玻纤网进行抗裂处理。

5.2.4 相邻两片加强网架连接处不应与增强型外模板缝重合，且两者错开距离应不少于 240mm。

5.2.5 门窗洞口处的增强型外模板应采用整板切割成型，不得拼接。四角部分应采用抹面胶浆压入

300mm×200mm 玻纤网的方式进行加强处理。

5.2.6 增强型外模板现浇保温系统可设置抗裂分隔缝，设计要求时，水平抗裂分隔缝宜按楼层设置，垂直抗裂分隔缝宜按墙面面积设置。

5.2.7 与增强型外模板相配套的自保温砌体工程的设计应符合国家和山东省有关标准规定。

5.2.8 增强型外模板现浇保温系统相关节点构造做法参见附录 B。

6 施工

6.1 一般规定

- 6.1.1** 增强型外模板现浇保温系统施工时，应建立相应的质量管理体系、施工质量控制和检验制度。
- 6.1.2** 增强型外模板现浇保温系统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。
- 6.1.3** 增强型外模板现浇保温系统所用材料进入施工现场后，应分类储存，堆放整齐，标识清晰，并设专人管理。材料不宜露天存放，对在露天存放的材料，应有防雨、防曝晒、防潮、防水、防火等保护措施。
- 6.1.4** 施工现场应按现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720 等有关消防规定，采取可靠的防火安全措施。
- 6.1.5** 增强型外模板现浇保温系统工程施工各道工序之间应进行交接检验，上道工序合格后方可进行下道工序，并做隐蔽工程记录，必要时应保留影像资料。
- 6.1.6** 增强型外模板及模板支架应具有足够的强度、刚度和稳定性，应能可靠地承受浇筑混凝土的自重、侧压力和施工过程中所产生的荷载及风荷载。
- 6.1.7** 模板施工安全应符合现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的规定。
- 6.1.8** 现浇混凝土施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。
- 6.1.9** 增强型外模板现浇保温系统工程找平层、抹面层及饰面层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℃。夏季应避免阳光曝晒。在 5 级以上大风天气和雨天不得施工。
- 6.1.10** 增强型外模板现浇保温系统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，并做好防水处理。

6.2 施工流程

6.2.1 增强型外模板现浇保温系统施工工序流程，应符合图 6.2.1 的要求。



图 6.2.1 增强型外模板现浇保温系统施工工序

6.3 施工要求

6.3.1 各类作业机具、工具应齐备，并经检验合格、安全、可靠；各种计量器具应经检定或校准合格，并在有效期内。

6.3.2 主要施工设备及施工工具：垂直运输机械、电动吊篮或脚手架、强制式砂浆搅拌机、手提式电动搅拌器、专用切割工具、角磨机、常用抹灰工具及抹灰的专用检测工具、经纬仪及放线工具、自动安平标注仪等。

6.3.3 增强型外模板现浇保温系统施工要点：

1 确定排板分格方案：根据外墙设计尺寸确定排板分格方案并绘制安装排板图，尽量使用主规格尺寸的增强型外模板。为避免楼板位置处漏浆、泛浆现象发生，增强型外模板宜高出楼板位置 50mm 左右。

2 弹线：增强型外模板安装前应根据设计图纸和排板要求复核尺寸，并设置安装控制线，弹出每块板的安装控制线。

3 增强型外模板裁割：对于无法用主规格尺寸安装的部位，应事先在施工现场用切割设备切割成为符合要求的规格尺寸，非主规格尺寸的最小宽度不宜小于 150mm。经裁割后的增强型外模板四周侧面应保证平直。

4 安装连接件：在增强型外模板预留安装孔位置上安装连接件，连接件每平方米应不少于 6 个，安装孔距增强型外模板边缘应不少于 50mm。当使用非主规格尺寸板或板宽度较小时，应确保任何一块增强型外模板有不少于 2 个连接件，门窗洞口处可适当增设连接件。

5 绑扎钢筋及垫块：钢筋绑扎完成经验收合格后，在钢筋内外两侧绑扎强度等级不低于 M20 的水泥砂浆垫块（3 块~4 块）/m²。

6 立增强型外模板：根据设计排板方案安装增强型外模板，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。通常情况下，增强型外模板的拼缝不宜大于 4mm。

7 立内侧模板：根据混凝土施工验收规范和建筑模板安全技术规范的要求施工。

8 安装对拉螺栓：根据每层墙、柱、梁高度按常规模板施工方法确定对拉螺栓间距，用手枪钻在增强型外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。当开孔部位对防水有较高要求时，宜选用带有止水片的永久螺栓。

9 安装模板主次楞：立外墙内、外侧竖向次楞，横向安装水平向 2 根 $\Phi 48 \times 3.6$ mm 钢架管或方管作为主楞，固定内外模板、主次楞，调整模板位置和垂直度，使之达到施工要求。

10 混凝土浇筑：混凝土浇筑前，应洒水清洗增强型外模板，保证其清洁和湿润。浇筑时应采用适宜的方式保护增强型外模板。混凝土坍落度应符合泵送混凝土对流动度的要求。混凝土振捣时，振捣棒不得直接接触增强型外模板。

11 内模板及主、次楞拆除：内模板、主、次楞的拆除时间和要求应按照国家《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的规定执行。

12 拼缝、阴阳角、孔洞等抗裂处理：增强型外模板拼缝处、阴阳角处应用聚合物抹面砂浆抹压找平，并铺设 200mm 宽玻纤网，做加强抗裂措施处理。对拉螺栓孔、脚手架孔和其它孔洞，应先采用膨胀水泥、膨胀混凝土或发泡聚氨酯等将孔洞填实，后局部抹防水砂浆作加强处理。

13 砌筑自保温砌体（当工程设计要求时）：外围护结构填充墙自保温砌体施工应按照国家及山东省有关标准的规定进行施工，宜采用自保温砌体外侧突出增强型外模板外侧的构造做法，突出宽度宜控制在 15mm~20mm。当设计有要求时，也可采用自保温砌体外侧与增强型外模板外侧平齐的构造做法。

14 安装加强网架：采用自保温砌体外侧突出增强型外模板外侧的构造做法时，加强网架仅铺设在增强型外模板外侧，通过连接件的二次组合功能进行安装。当采用自保温砌体外侧平齐增强型外模板外侧的构造做法时，增强型外模板与自保温砌体相交处，用聚合物抗裂砂浆抹压找平，并铺设 200mm 宽玻纤网做加强抗裂措施处理，然后安装加强网架。增强型外模板外侧，利用连接件的二次组合功能安装加强网架；自保温砌体外侧用膨胀锚栓安装加强网架，锚栓用量每平方米不得少于 6 个，且应均匀分布。两片加强网架连接处宜用绑扎钢丝进行固定。

15 保温找平浆料施工：保温找平浆料施工时宜根据楼层的高度，每隔 2 层一个固定点固定垂直通线。并沿垂直控制通线方向，间隔 1.5m 左右施工一个厚度控制灰饼，灰饼厚度应根据保温找平浆料层的厚度确定。灰饼应采用保温浆料块，不应用水泥砂浆作灰饼、冲筋，以免形成热桥。

采用自保温砌体外侧突出增强型外模板外侧的构造做法时，首先外模板外侧找平浆料施工至与自保温砌体外侧齐平，然后在与自保温砌体相交处，用聚合物抗裂砂浆抹压铺设 200mm 宽玻纤网进行加强抗裂措施处理，最后再整体找平浆料施工至工程设计要求的厚度。

采用自保温砌体外侧与增强型外模板外侧平齐的构造做法时，自保温砌体外侧与外模板外侧应整体分层抹压找平浆料至工程设计要求的厚度。

保温找平浆料抹灰，可一次抹至与灰饼或冲筋平齐，抹灰后应压实并用大杠搓平。抹灰完成 2h~3h 后进行保温层修补，修补后应检查保温浆料层的平整度，使其平整度达到验收标准要求。

16 抹面胶浆施工：抹面层施工应在保温找平浆料层施工完成且施工质量验收合格以后进行。

抹面层施工应符合下列要求：

1) 抹面胶浆应按产品使用说明书的规定配制，并在产品允许时间内用完。先抹第一道抹面胶浆，并压入玻纤网，玻纤网铺贴应平整、无褶皱，以面层凝固后露出玻纤网暗格为宜，然后再薄抹第二道抹面胶浆，抹面胶浆总厚度为 5mm。

2) 玻纤网应自下而上沿外墙水平铺设，搭接宽度不小于 100mm。

3) 首层墙面应铺贴双层玻纤网，内层玻纤网应对接，对接点不得在阴阳角处，且偏离阴阳角不少于 200mm；外层玻纤网应搭接。玻纤网应被抹面胶浆包覆，两层玻纤网之间抹面胶浆应饱满，禁止干贴和干搭接。

4) 抹面胶浆施工间歇应错槎断开，以方便后续施工的搭接。在连续墙面上如需停顿，第二道抹面胶浆不应完全覆盖已铺好的玻纤网，需与玻纤网、第二道抹面胶浆形成台阶形坡槎，留槎间距不小于 150mm。

5) 抹面胶浆施工完后，应检查平整、垂直及阴阳角方正，不符合要求的应使用抹面胶浆进行修补。严禁在此面层上抹普通水泥砂浆腰线、窗口套线等。

6) 抹面胶浆及玻纤网铺设完毕后，不得挠动，静置养护不少于 24h，才可进行下一道工序的施工。在寒冷潮湿气候条件下，还应适当延长养护时间。

7) 施工完毕后，首先应检查平整度、垂直度及阴阳角方正，不满足要求的部位应使用抹面胶浆进行修补。施工完毕应做好成品保护，严禁在完工后的墙体上钻孔、开槽等。

17 饰面层施工：饰面层应按照现行行业标准《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29 的有关规定进行施工。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 增强型外模板现浇保温工程验收除应符合本标准要求外，尚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、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204及《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411等相关标准的要求。

7.1.2 增强型外模板现浇保温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，施工完成后应进行墙体节能分项工程验收。

7.1.3 增强型外模板现浇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 增强型外模板连接件数量及埋入深度；
- 2 增强型外模板拼缝及构造节点等特殊部位防止开裂和破坏的加强措施；
- 3 玻纤网及加强网架铺设；
- 4 墙体特殊热桥部位处理；
- 5 增强型外模板保温材料种类及厚度；
- 6 各种变形缝处的节能施工做法。

7.1.4 增强型外模板现浇保温系统节能工程检验批的划分应符合下列规定：

- 1 采用相同材料、工艺和施工做法的墙面，扣除门窗洞口后的保温墙面面积每 1000m² 划分为一个检验批，不足 1000 m² 时也为一个检验批；
- 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（建设）单位双方协商确定。

7.2 主控项目

7.2.1 增强型外模板、找平浆料、抹面胶浆、增强网、加强网架、连接件等配套材料的品种、规格和性能应符合设计要求和本标准的规定。

检验方法：观察、尺量检查；核查质量证明文件。

检查数量：按进场批次，每批随机抽取 3 个试样进行检查；质量证明文件应按照其出厂检验批进行核查。

7.2.2 增强型外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 泡沫塑料保温材料的密度、导热系数、压缩强度、垂直于板面方向的抗拉强度、吸水率、燃烧性能；
- 2 增强型外模板的面密度、抗折荷载、拉伸粘结强度；
- 3 加强网架的钢丝直径、焊点抗拉力、镀锌层质量；
- 4 连接件的抗拉承载力；
- 5 找平浆料的干密度、抗拉强度、导热系数、燃烧性能；
- 6 抹面胶浆的拉伸粘结强度、压折比；
- 7 玻纤网的单位面积质量、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：随机抽样送检，核查质量证明文件和复验报告。

检查数量：同一厂家、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5000m²以内时应复验1次；当面积每增加5000m²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。

当获得建筑节能产品认证、具有节能标识或连续三次见证取样检验均一次检验合格时，其检验批的容量可以扩大一倍，且检验批容量仅可扩大一倍。

7.2.3 增强型外模板的拼缝及构造节点等特殊部位，应采取防止开裂和破损的加强措施。

检验方法：观察检查；核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：按不同部位，每类抽查 10%，并不少于 5 处。

7.2.4 增强型外模板现浇保温工程各层构造做法应符合设计要求，并按照经过审批的施工方案进行施工。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查；核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。

7.2.5 增强型外模板现浇保温工程的施工，应符合下列规定：

1、增强型外模板的安装位置应正确、接缝严密，保温材料应固定牢固，在浇筑混凝土过程中不应移位、变形；保温材料表面应采取界面处理措施，与混凝土粘结应牢固。

2、保温芯材厚度应符合设计要求；

3、连接件数量及连接深度应符合设计要求；

4、墙体热桥部位应按照设计要求进行热桥隔断处理。

检验方法：观察、尺量检查；核查隐蔽工程验收记录；保温芯材厚度采用钢针插入或剖开尺量检查；热桥部位对照设计和施工方案观察检查。

检查数量：隐蔽工程验收记录全数核查；热桥部位按照热桥种类每种抽查 20%，并不少于 5 处；其他项目每个检验批抽查不少于 3 处。

7.2.6 增强型外模板现浇保温工程抹面层及饰面层施工，应符合设计和现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的要求。

检验方法：观察检查；检查试验报告和隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。

7.3 一般项目

7.3.1 增强型外模板现浇保温工程所用增强型外模板和配套材料的外观和包装（如果有）应完整无破损，符合设计要求和产品标准的规定。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批抽查 10%。

7.3.2 施工产生的墙体缺陷，如穿墙套管、脚手架眼、孔洞等，应按照施工方案采取隔断热桥和防水防渗措施。

检验方法：对照施工方案观察检查。

检查数量：全数检查。

7.3.3 加强网架的铺设和安装应符合设计和施工方案的要求。

检验方法：观察检查，核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：每个检验批抽查不少于 5 处，每处不少于 2m²。

7.3.4 找平浆料宜连续施工，厚度应均匀，接茬应平顺密实。浆料抹压密实，不得空鼓，加强网架不得外露。

检验方法：观察检查，核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：每个检验批抽查 10%，并不少于 10 处。

7.3.5 玻纤网的铺贴和搭接应符合设计和施工方案的要求。抹面胶浆抹压密实，不得空鼓，玻纤网不得皱褶、外露。

检验方法：观察检查，核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：每个检验批抽查不少于 5 处，每处不少于 2m²。

7.4 工程验收

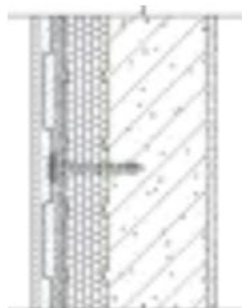
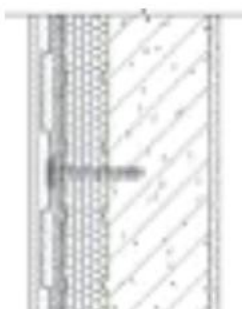
7.4.1 增强型外模板现浇保温系统工程墙体分项工程质量验收合格，应符合下列规定：

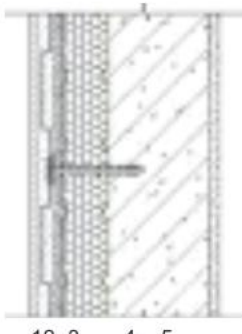
- 1 主控项目应全部合格；
- 2 一般项目应合格：当采用计数抽样检验时，至少应有 80%以上的检查点合格，且其余检查点不得有严重缺陷；
- 3 分项工程质量控制资料应完整。

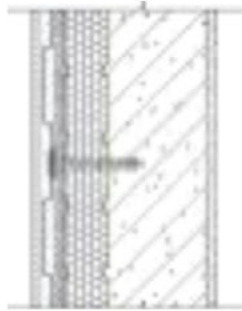
7.4.2 增强型外模板现浇保温系统工程竣工验收应提供下列文件、资料：

- 1 设计文件、图纸会审记录、设计变更和洽商记录；
- 2 有效期内的系统型式检验报告；
- 3 主要组成材料的产品合格证、出厂检验报告、进场复验报告和进场核查记录；
- 4 施工技术方案、施工技术交底；
- 5 围护结构节能构造现场实体检验记录；
- 6 隐蔽工程验收记录（包括基层墙体处理、连接件的位置、数量及埋入深度、玻纤网及加强网架的铺设等）和相关图像资料；
- 7 其他对工程质量有影响的重要技术资料；
- 8 重大工程质量问题及质量事故处理资料。

附录 A 墙体热工计算参考选用表

序 号	构造简图	构造层		分层厚度 (mm)	干密度 (kg/m³)	导热系数 [W/ (m•K)]	修正系 数 α	热阻 [(m²•K) /W]	主体部位	
									传热阻 R_0 [(m²•K) /W]	传热系数 K [W/ (m²•K)]
1		1.抹面胶浆		5	1800	0.930	1.00	0.005	2.186 2.475 2.763 3.052	0.457 0.404 0.362 0.328
		2.找平浆料		20	250~400	0.080	1.25	0.200		
		3.增 强型 外模 板	增强层	25	250~400	0.080	1.25	0.250		
			SEPS 板	50	≥20	0.033	1.05	1.443		
				60				1.732		
				70				2.020		
				80				2.309		
		4.钢筋混凝土		200	2500	1.740	1.00	0.115		
		5.混合砂浆		20	1700	0.870	1.00	0.023		
2		1.抹面胶浆		5	1800	0.930	1.00	0.005	2.208 2.452 2.697 2.941	0.453 0.408 0.371 0.340
		2.找平浆料		20	250~400	0.080	1.25	0.200		
		3.增 强型 外模 板	增强层	25	250~400	0.080	1.25	0.250		
			EPS 板	60	≥20	0.039	1.05	1.465		
				70				1.709		
				80				1.954		
				90				2.198		
		4.钢筋混凝土		200	2500	1.740	1.00	0.115		
		5.混合砂浆		20	1700	0.870	1.00	0.023		

序 号	构造简图	构造层		分层厚度 (mm)	干密度 (kg/m³)	导热系数 [W/ (m•K)]	修正系 数 α	热阻 [(m²•K) /W]	主体部位	
									传热阻 R_0 [(m²•K) /W]	传热系数 K [W/ (m²•K)]
3		1.抹面胶浆		5	1800	0.930	1.00	0.005	2.142 2.491 2.841 3.191	0.467 0.401 0.352 0.313
		2.找平浆料		20	250~400	0.080	1.25	0.200		
		3.增 强 型 外 模 板	增强层	25	250~400	0.080	1.25	0.250		
			SXPS 板	40	30~40	0.026	1.10	1.399		
				50				1.748		
				60				2.098		
				70				2.448		
		4.钢筋混凝土		200	2500	1.740	1.00	0.115		
		5.混合砂浆		20	1700	0.870	1.00	0.023		
4		1.抹面胶浆		5	1800	0.930	1.00	0.005	2.258 2.561 2.864 3.167	0.443 0.390 0.349 0.316
		2.找平浆料		20	250~400	0.080	1.25	0.200		
		3.增 强 型 外 模 板	增强层	25	250~400	0.080	1.25	0.250		
			XPS 板	50	25~35	0.030	1.10	1.515		
				60				1.818		
				70				2.121		
				80				2.424		
		4.钢筋混凝土		200	2500	1.740	1.00	0.115		
		5.混合砂浆		20	1700	0.870	1.00	0.023		

序 号	构造简图	构造层		分层厚度 (mm)	干密度 (kg/m³)	导热系数 [W/ (m•K)]	修正系 数 α	热阻 [(m²•K) /W]	主体部位			
									传热阻 <i>R</i> ₀ [(m²•K) /W]	传热系数 <i>K</i> [W/ (m²•K)]		
5		1.抹面胶浆		5	1800	0.930	1.00	0.005	2.258	0.443		
		2.找平浆料		20	250~400	0.080	1.25	0.200				
		3.增 强 型 外 模 板	增强层	25	250~400	0.080	1.25	0.250				
			PU 板	40	≥35	0.024	1.10	1.515				
				50				1.894				
				60				2.273				
				70				2.652				
		4.钢筋混凝土		200	2500	1.740	1.00	0.115			3.395	0.295
		5.混合砂浆		20	1700	0.870	1.00	0.023				

注：1.增强型外模板的热阻按各构造层厚度计算确定。
2.主体部位传热阻包含内、外表面换热阻 0.15 (m²·K) /W。

附录 B 墙体保温构造做法

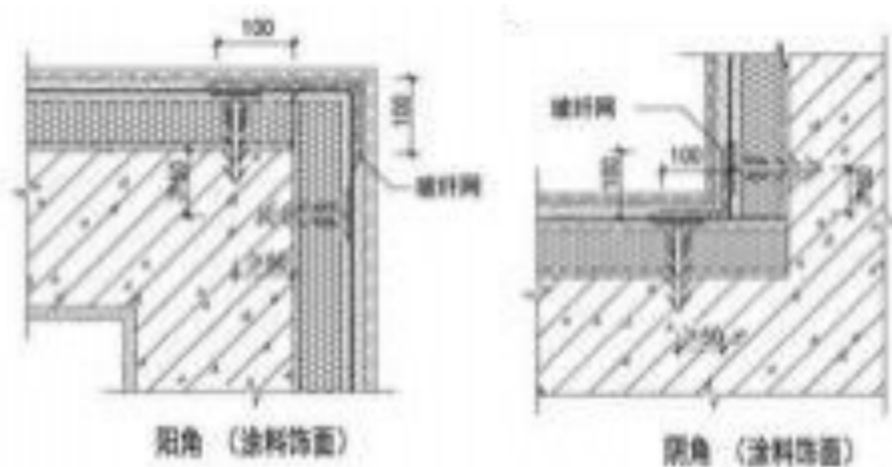


图 B.0.1 外墙阳角、阴角保温构造

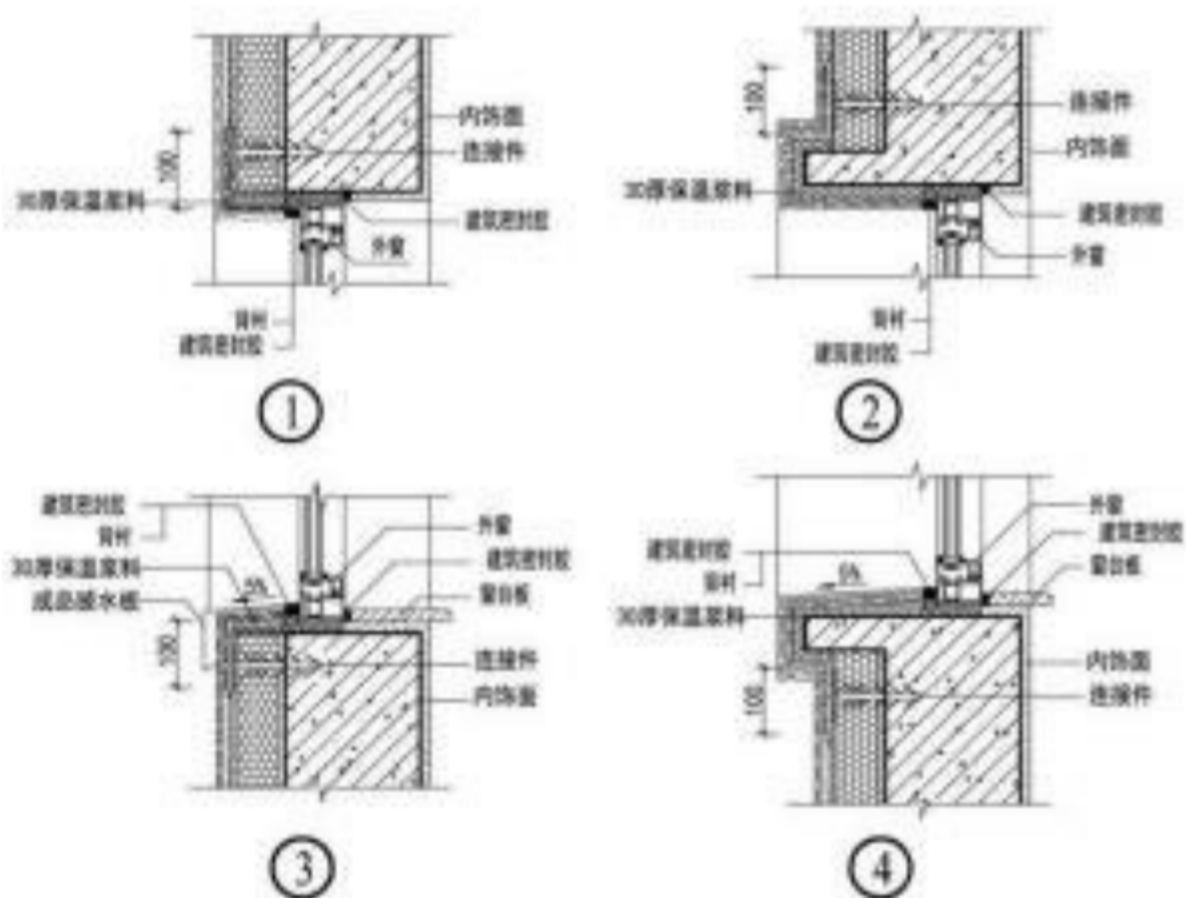


图 B.0.2 窗上下口保温构造

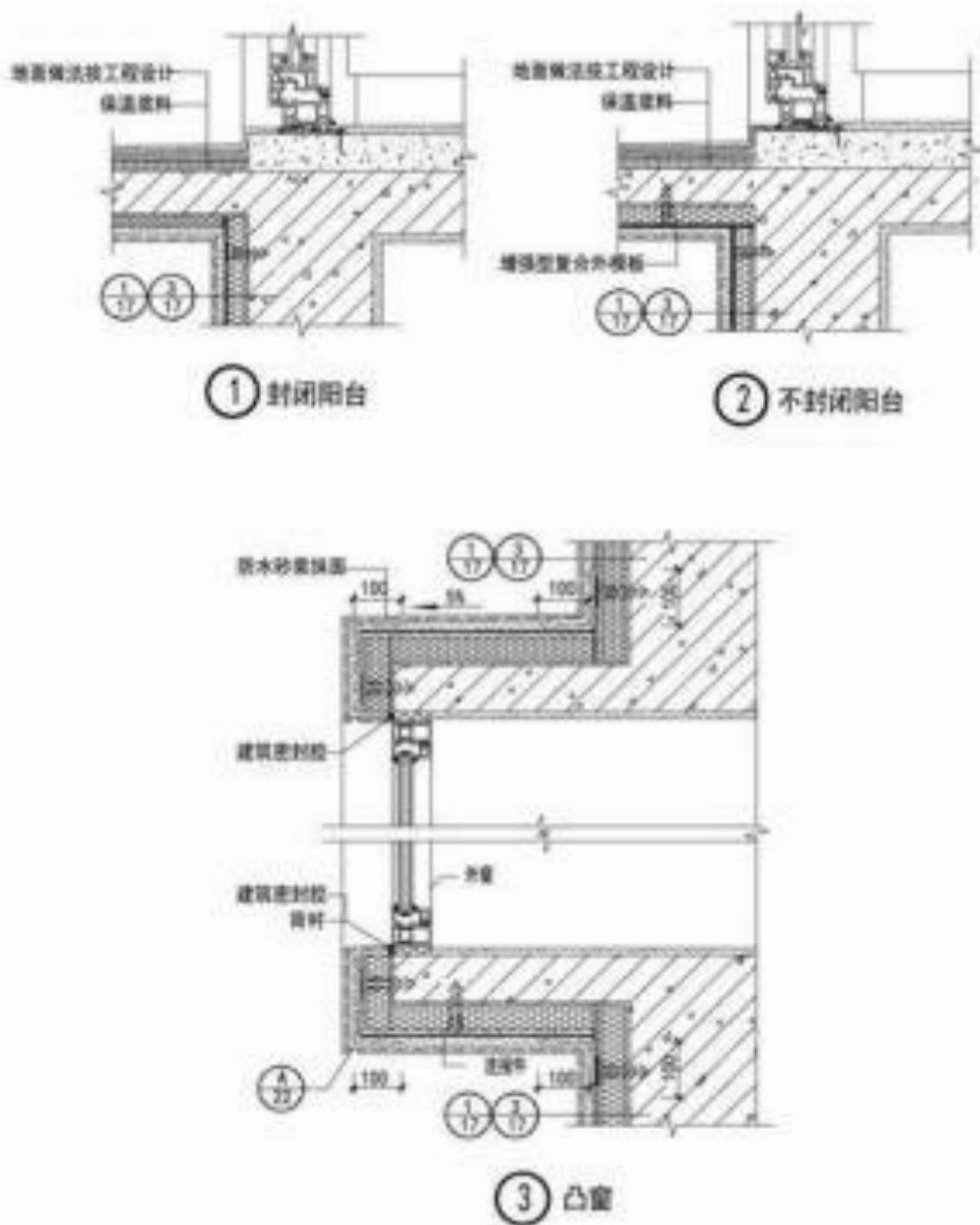


图 B.0.3 阳台、凸窗保温构造

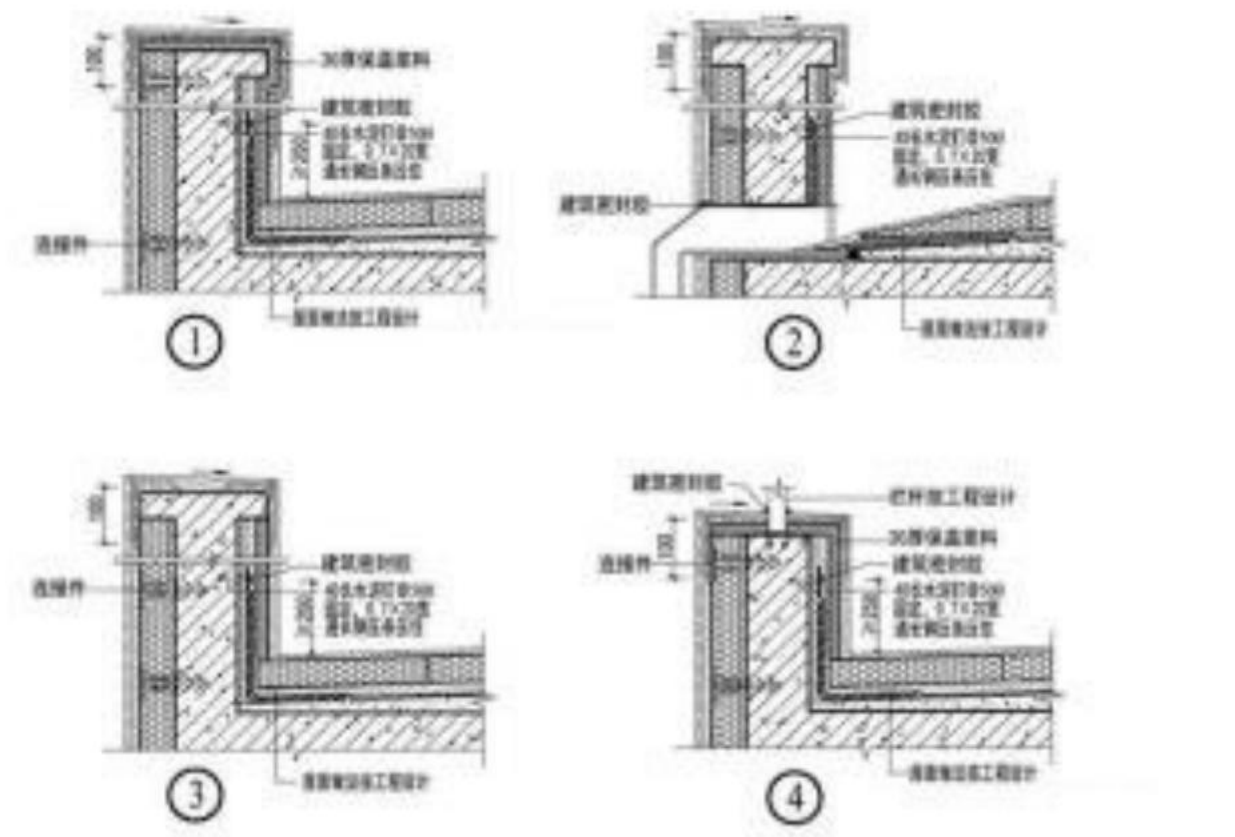


图 B.0.4 女儿墙保温构造

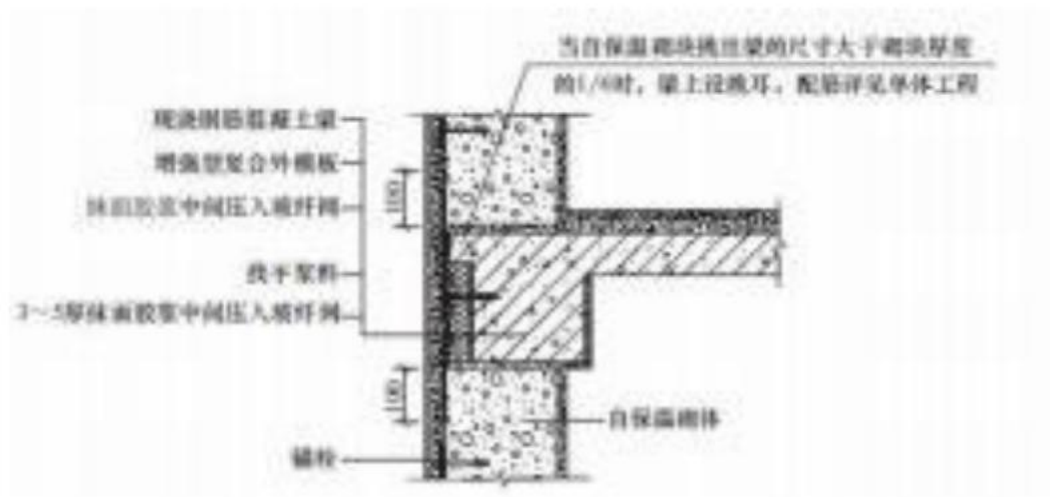


图 B.0.5 梁与自保温砌体相接部位保温构造

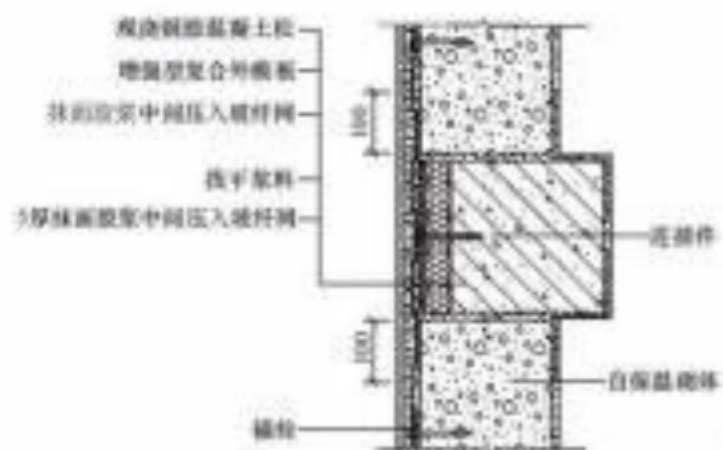


图 B.0.6 柱与自保温砌体相接部位保温构造

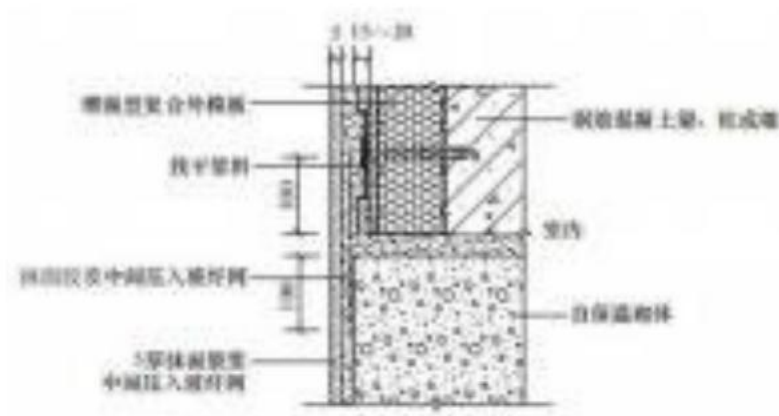


图 B.0.7 自保温砌体凸出复合外模板部位构造

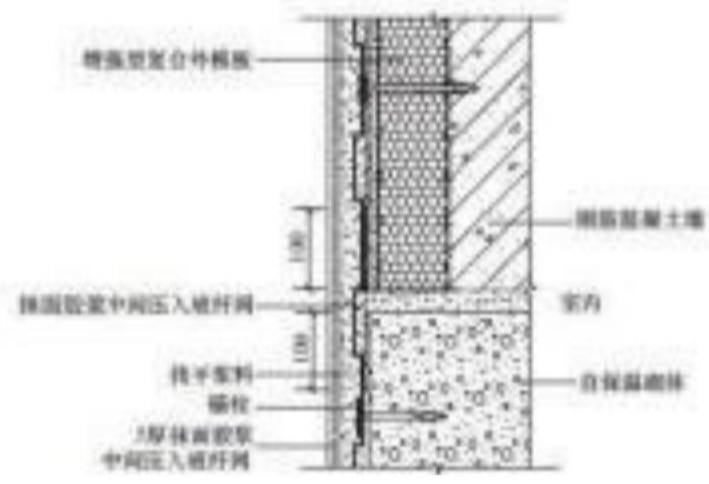


图 B.0.8 自保温砌体齐平复合外模板部位构造

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做：
正面用词“应”，反面用词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做：
正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合... 的规定”或“应按.....执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624
- 2 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 3 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 4 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 5 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 6 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 7 《建筑装饰装修工程质量验收规范》 GB 50210
- 8 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 9 《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411
- 10 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 11 《建设工程施工现场消防安全技术规范》 GB 50720
- 12 《钢产品镀锌层质量试验方法》 GB/T 1839
- 13 《泡沫塑料及橡胶 表观密度的测定》 GB/T 6343
- 14 《硬质泡沫塑料吸水率的测定》 GB/T 8810
- 15 《硬质泡沫塑料 尺寸稳定性试验方法》 GB/T 8811
- 16 《硬质泡沫塑料 压缩性能的测定》 GB/T 8813
- 17 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法》 GB/T 10294
- 18 《绝热稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法》 GB/T 13475
- 19 《玻璃纤维增强水泥轻质多孔隔墙条板》 GB/T 19631
- 20 《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》 GB/T 29906
- 21 《镀锌电焊网》 GB/T 33281
- 22 《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》 JG/T 158
- 23 《保温装饰板外墙外保温系统材料》 JG/T 287
- 24 《自保温混凝土复合砌块》 JG/T 407
- 25 《建筑用混凝土复合聚苯板外墙外保温材料》 JG/T 228
- 26 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 27 《外墙外保温工程技术标准》 JGJ 144
- 28 《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ 162
- 29 《建筑涂饰工程施工及验收规程》 JGJ/T 29
- 30 《居住建筑节能设计标准》 DB 37/5026
- 31 《公共建筑节能设计标准》 DB37/ 5155
- 32 《FS外模板现浇混凝土复合保温系统应用技术规程》 DB37/T 5067

山东省工程建设标准

增强型复合外模板现浇混凝土保温系统 应用技术标准

DB37/T 5117—2021

住房和城乡建设部备案号：J 14253—2021

条文说明

目次

1 总则	28
2 术语	29
3 基本规定	30
4 性能要求	33
4.1 增强型外模板现浇保温系统	33
4.2 增强型外模板	33
4.3 配套材料	33
5 设计	34
5.1 一般规定	34
5.2 构造要求	34
6 施工	35
6.1 一般规定	35
6.2 施工流程	35
6.3 施工要求	36
7 验收	37
7.1 一般规定	37
7.2 主控项目	37

1 总则

1.0.1 为保证工程质量，做到技术先进、安全可靠、经济合理，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于民用建筑与工业建筑的框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构等结构形式的现浇混凝土工程。基于安全性考虑，对高度大于 100m 的高层建筑使用本系统时，应做专项设计，并采取加强措施。

2 术语

2.0.1 增强型外模板现浇保温系统属建筑节能与结构一体化技术，能实现建筑保温与结构同寿命，部品与构造防火于一体，技术先进、安全可靠。

2.0.2 增强型外模板采用新型单面防护层结构设计和工厂化预制生产，并设置了增强肋，安全性高，保温、防火性能优异，可满足现行节能设计标准要求和混凝土永久免拆模板的要求。

经过几年来的工程应用实践，证明在保证保温外模板作为混凝土施工永久免拆模板所必须的刚度要求外，尽可能减少保温外模板的自重和系统间过多的界面，是提高系统安全稳定性、减少工程隐患的重要技术措施。增强型外模板采用单面砂浆防护层，经测试，抗折破坏荷载同样满足大于2000N的强度要求，却可以显著减少保温模板的自重，另外现浇混凝土与保温材料直接复合，减少了以往设置在二者之间的砂浆粘接层，减少了多余界面，我们都知道几乎任何复合体系界面往往是其最薄弱环节。

2.0.5~2.0.6 可二次组合专用连接件与凹凸型加强网架的设计与应用是增强型外模板现浇保温系统的重要组成部分，也是增强型外模板现浇系统不同于其它复合外模板现浇系统的主要之处。

通常在应用免拆保温外模板现浇系统时，主要考虑的一是免拆保温模板自身的安全，即保温层与外侧砂浆防护层的连接安全性，一般靠设置加强肋等，本标准中增强肋的设置也主要是这个目的；二是免拆保温外模板与现浇混凝土结构之间的连接安全性，所以设置了连接件，锚固件等，而较少考虑找平抹面层的安全稳定性问题。实际上，特别是为了满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016中“当保温材料的燃烧性能为B₁、B₂级时，保温材料两侧的墙体应采用不燃材料且厚度不应小于50mm”的规定，免拆保温外模板现浇保温系统的找平抹面层大多可达到25mm~30mm，同时为了达到燃烧性能A级要求，密度高、重量大，因此为了减少工程质量事故隐患，由厚找平抹面层较大自重引起的垂直剪切力必须得到重视。

本标准编制组创造性设计应用了外置加强网架，通过连接件将外置加强网架与现浇混凝土连接，由二者组成的找平抹灰层连接加强装置（已申请为专利技术，使用时请注意知识产权许可事宜），可有效将保温找平浆料层及抹面胶浆层产生的竖向垂直剪切力通过连接件传递到混凝土结构墙体，起到力的分散作用，确保增强型外模板现浇保温系统各构造层间的连接安全性，另一方面也可以起到提升增强型外模板现浇保温系统面层的抗开裂性能的作用。

其中加强网架采用凹凸型设计，有二方面的主要作用，一是增强型外模板现浇保温系统施工时，专用连接件等可安放在凹槽内，不会增加增强型外模板外侧保温找平浆料层的厚度；二是可以控制增强型外模板与网片之间保持一定的距离，更有利于将保温找平浆料层及抹面胶浆层产生的竖向垂直剪切力通过连接件分散传递到基层墙体。同时将专用连接件设计成可二次组合形式则有利于加强网架与增强型外模板的无热桥连接与后挂便捷安全安装。

2.0.9 玻纤网作为复合保温系统的加强材料，可有效分散变形应力和改善抹面层的机械强度，用以保证保温系统的长期抗裂安全性能。

3 基本规定

3.0.1 为确保各种组成材料的质量和系统的质量与安全以及使用寿命，增强型外模板现浇保温系统的组成材料应由产品制造商配套供应。

增强型外模板现浇保温系统具有防火构造措施，其体系应作为一个整体来考虑。增强型外模板现浇保温系统防火构造和组成材料不应随意更改，整套组成材料都由系统供应商成套提供，系统供应商应提供材料和系统型式检验报告，并对系统负责。

3.0.2 当主体结构由于各种应力产生正常位移等变形时增强型外模板现浇保温系统不应形成裂缝、空鼓或从基层墙体脱落。风荷载作用包括压力、吸力和振动。当需计算增强型外模板现浇混凝土保温系统工程的风荷载时，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定执行。室外气候主要有温差、日晒雨淋、冻融等。

3.0.3 增强型外模板现浇保温系统与基层应有可靠连接，避免地震时脱落伤人，且应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

为了对比验证加强网架对体系抗震安全性能及找平抹灰层连接安全性的增强效果，标准编制组对增强型外模板现浇保温体系进行了大型抗震安全性能试验研究。试验采用振动台方法进行。所用地震模拟试验振动台系统是从英国 SERVOTEST 公司引进的三向六自由度地震模拟振动台系统。

本次抗震试验的试件按是否采用加强网架进行增强处理设计两组试件：一组是采用加强网架进行增强处理的复合外模板现浇混凝土保温体系，试件数量为三个，编号为增强-1，增强-2，增强-3。另外一组为对比组，是未采用加强网架进行增强处理的复合外模板现浇混凝土保温体系，试件数量为三个，编号为普型-1，普型-2，普型-3。

实验结果如下：



设防烈度 8 度 (0.3g) 时
普通型试验墙找平层与模板间脱离裂缝



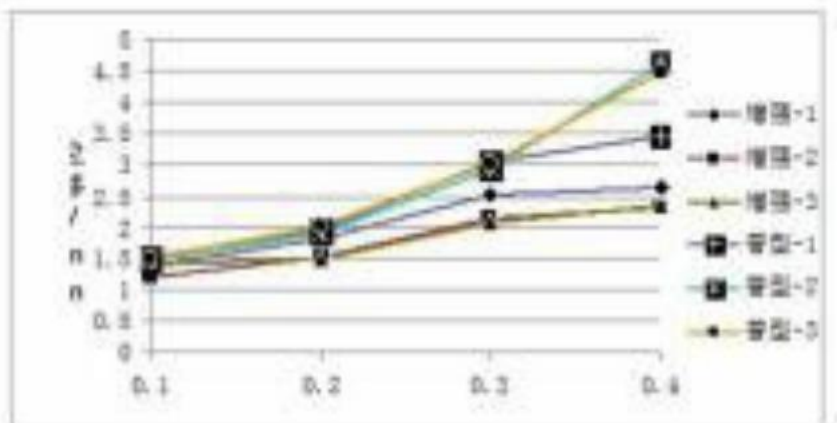
设防烈度 8 度 (0.3g) 时
普通型试验墙保温体系与混凝土墙体间错动裂缝



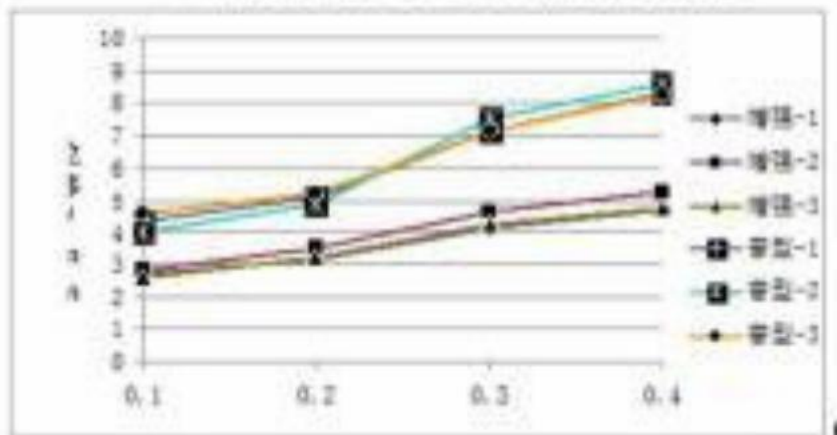
(a) 加强型试件保温体系侧边缘裂缝 (8度、0.3g时)



(b) 加强型试件保温体系侧边缘裂缝 (9度、0.4g时)



(a) x向加强型试件相对位移与普通型试件相对位移对比图



(b) y向加强型试件相对位移与普通型试件相对位移对比图

增强型试件相对位移与普通型试件相对位移对比图

从上面图表，我们不难发现，引入加强网架将厚找平抹灰层的垂直剪切力传递到混凝土结构墙体后，可以显著提高外模板现浇混凝土保温体系的整体安全性。

未使用加强网架的普通型试件在峰值为 0.3g（8 度）的地震波下，保温体系与混凝土墙体产生相对错动贯通裂缝，并伴有找平浆料层脱离现象。

而使用加强网架的增强型试件，在地震动峰值加速度 $PGA=0.3g$ （8 度）时，只在保温体系外侧边缘处出现横向裂缝，损伤轻微，整体完好。在地震动峰值加速度 $PGA=0.4g$ （9 度）时，横向裂缝略有开展，但并未有明显脱离和错动裂缝出现，未发生找平浆料层脱落现象。

同时，在不同强度的地震波作用下，增强型模型的墙体两侧表面 x 向和 y 向最大相对位移均小于普通型模型，说明增强型试件墙中加强网架的使用可有效减小墙体两侧在地震作用下的相对错动与脱离，对防止保温体系与墙体脱离更为有效；而对普通型试件，在 0.3g 地震波输入后，相对位移变化开始增大，构造层间脱离现象明显。

经保温体系大型抗震验证试验表明，基于加强网架设计的复合外模板现浇混凝土保温体系，可有效减小保温体系与混凝土墙体在地震作用下的相对错动与脱离，显著提高保温体系的整体抗震安全性能。而未采用加强网架时，混凝土墙侧表面和保温体系侧表面的位移时程差值偏大，保温体系与混凝土墙体产生相对错动贯通裂缝，并伴有找平浆料层脱离现象发生。

3.0.4 水会对保温系统产生多种破坏，如保温性能降低、冻融破坏、材料起泡、水与空气中酸性气体反应生成酸而对系统产生的损坏等。因此保温系统应防止雨、雪浸入，防止内表面和隙间结露。保温系统在正常使用造成的冲击作用下应保持其稳定性。所有组成材料应彼此相容，相互接触的材料之间若出现反应也应是缓慢进行的。所有组成材料应是天然耐腐蚀或者是被处理成耐腐蚀的，这涉及玻纤网耐碱性，金属网、金属固定件镀锌或涂防锈漆等防腐处理。鼠类、昆虫（如白蚁）等都会咬食保温板。在有白蚁等虫害的地区，应做好防虫害构造设计。

3.0.5 增强型外模板现浇保温系统，保温层处于结构构件内部，内侧为现浇混凝土，外侧为砂浆防护层、找平浆料层与抹面层，保温层与两侧的墙体及保护层之间不存在空隙或空腔，且保温材料两侧均为厚度 $\geq 50mm$ 的 A 级不燃材料，符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 第 6.7.3 条“当采用燃烧性能为 B₁、B₂ 级的保温材料时，保温材料两侧应采用不燃材料且厚度均不应小于 50mm”的规定。

3.0.8 饰面砖系统近几年来出现诸多脱落、伤人等事故，经过十几年的工程实践证明，影响饰面砖工程质量与安全的因素很多，由于工程施工过程中的种种原因，饰面砖工程质量确实存在质量隐患，因此本标准规定不宜采用面砖饰面。当一定要采用时，则必须要有保证保温系统与面砖安全性与耐久性的措施。

4 性能要求

4.1 增强型外模板现浇保温系统

4.1.1 为满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 标准要求，增强型外模板现浇保温系统保温层外侧的不燃材料（包括防护层、找平浆料层与抹面胶浆层）保护层总厚度不小于 50mm。

4.1.2 耐候性试验与实际工程有着密切的相关性，能很好地反映实际工程的耐候性能。增强型外模板现浇保温系统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饰面层及抹面层上。饰面层及抹面层温度在夏季阳光直射下可高达(60~70)℃，突降暴雨所引起的表面温度变化可达 50℃之多。这就要求它能够经受住周期性热湿和热冷气候条件的长期作用。耐候性试验正是人工模拟这种严酷的高温降雨、冷热循环的加密组合。耐候性试验条件的组合是十分严厉的，通过该试验，不仅可检验外保温体系的长期耐候性能，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。耐候性试验后应测试系统的拉伸粘结强度。

耐冻融性能与其吸水量有关。饰面层有一定吸水量时，试样应包含饰面层。饰面层不吸水时，应对含饰面层和不含饰面层的两种试样分别进行试验。

4.2 增强型外模板

4.2.1 优化了增强型外模板的基本构造。

山东省工程建设标准《增强型复合外模板现浇混凝土保温系统应用技术规程》DB37/T 5117-2018（以下简称《标准》）于 2018 年 8 月 1 日发布实施，在该《标准》中设计使用了一种增强件，初衷是为了在增强型外模板防护层砂浆初期强度较低时可起到一定的辅助固定作用，有助于减少产品下线转养护环节人工搬动造成的破损率。

随着技术研究的深入以及增强型外模板生产线的优化改进，生产自动化水平显著提高，产品下线后可自动入养护架，无需人工搬动。另外，依据《标准》中的规定，“增强件拔出力不宜小于 15N，用量宜为 25 个/m²，最少不低于 18 个/m²”，按照最大用量 25 个计算，强度约为 375N/m²，即 0.000375 MPa，而增强型外模板的粘结强度最小值要求为不低于 0.10MPa，由此可见增强件的辅助强度贡献率可忽略不计。

综上分析，可以看出增强件的使用除增加生产难度及生产成本外已无实际意义。为此标准编制组在 2019 年编制的建筑标准设计图集《增强型复合外模板现浇混凝土保温系统建筑构造》19QJ706 中，增强型外模板已不再使用增强件，同时于 2020 年启动了对《标准》的修订工作，增强型外模板不再使用增强件也是本次标准修订内容之一。

4.2.2 增强型外模板的长、宽尺寸可根据建筑工程实际需要进行裁割，也可根据工程设计要求工厂化定制生产。增强型外模板保温层厚度可根据建筑节能设计要求选取，保温层厚度不受尺寸限制。

4.2.5 本条给出了常用的保温材料，当采用其他品类保温材料时，应符合现行相关标准和本标准要求。

4.3 配套材料

4.3.5 本条对连接件圆盘直径、单个连接件抗拉承载力做出了规定。连接件无热桥技术能很好地消除保温系统因连接件带来的热桥，当外墙传热系数小于 0.30 W/(m²·K) 时，热桥影响就会加剧，一般需要采用无热桥连接件固定保温体系。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 增强型外模板现浇保温系统工程的节能设计和热工计算应符合现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155 和《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026 的规定。当上述两项标准如修订，应按修订后标准进行设计。

1 要求基层外表面温度高于 0°C ，目的是保证与基层直接接触的材料不受冻融破坏。

2 用三维温度场分析程序（STDA）计算表明，门窗框外侧洞口不做保温与做保温相比，外保温墙体平均传热系数增加最多可达 70%。空调室外机搁板、女儿墙以及阳台等热桥部位的传热损失也很大。因此，这些热桥部位宜用保温浆料进行保温处理。保温层施工完成后不得影响到窗户的正常使用，门窗应能正常的开启，窗框下口的排水口不应被堵塞。

4 当采暖与非采暖空间的楼板保温采用增强型外模板与混凝土现场浇筑的方式进行保温时，现场混凝土浇筑施工均布荷载不应超过 2.5kN/m^2 。

5 山东省实行居住建筑节能 75% 的标准后，增强型外模板总厚度及保温层厚度均会有所增加，从经济性考虑，系统的热阻应按各构造层实际厚度计算确定，包括保温材料层、砂浆防护层、找平浆料层和抹面胶浆层。自保温砌块填充墙的墙体热阻按有关标准规定进行取值或以实测值乘以 0.9 进行取值

5.1.3 密封和防水构造设计包括变形缝的设置、变形缝的构造设计以及系统的起端和终端的包边等。对于水平或倾斜的出挑部位，因有可能出现积水、积雪情况，所以表面应增设防水层。

5.2 构造要求

5.2.1~5.2.2 根据工程实践经验和参考现行行业标准《建筑用混凝土复合聚苯板外墙外保温材料》JG/T 228 中的有关要求，为了保证增强型外模板保温材料与现浇混凝土的可靠粘结，设置凹凸槽和进行界面处理均是必须的。

5.2.3 增强型外模板拼缝处、阴阳角处以及与自保温砌体相交处是系统薄弱之处，必须有加强抗裂措施。

5.2.4 在温度发生变化时，易形成沿门窗洞口对角线延长线上的裂缝，而大墙面的耐碱玻纤网布在此处的 45° 线上非径向受力，应加贴一道垂直于裂缝发展方向的耐碱玻纤网布，使耐碱玻纤网布受径向力，从而能够有效分散应力，减少裂缝的发生。

5.2.7 本条给出了部分节点构造做法，增强型外模板现浇保温系统的详细建筑构造做法可依据由标准主编单位与中国建筑科学研究院有限公司共同编制的建筑标准设计图集《增强型复合外模板现浇混凝土保温系统建筑构造（图集号：19QJ706）》的要求执行。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 该条规定同现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 一致。

6.1.2 从事保温施工作业人员的操作技能对于保温工程施工效果影响较大，部分施工人员可能对系统构造和施工工艺并不熟悉，故应在保温工程施工前对相关人员进行技术交底和必要的实际操作培训，技术交底和培训均应留有记录。

6.1.5 为了控制工程质量，特别是将被后续工序覆盖，以后不易直接检查的工序例如：增强型外模板拼缝、阴阳角、门窗洞口及不同材料间交接处抗裂处理做法、连接件数量及分布位置等，应做好隐蔽工程记录，对于重点部位应保留图文影像资料。

6.1.6 当采用内部振捣器时，增强型外模板强度验算要考虑现浇混凝土作用于模板的侧压力标准值。现浇混凝土作用于模板的最大侧压力标准值可按下列公式计算，并取其中的较小值：

$$F = 0.22\gamma_c t \beta_1 \beta_2 \cdot V F = \gamma_c H$$

其中 γ_c ——混凝土的重力密度，取 24.0kN/m^3 ；

t ——现浇混凝土的初凝时间，当缺乏资料时取 $200/(T+15)$ ，h；

T ——混凝土的入模温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

V ——混凝土的浇筑速度， m/h ；

H ——混凝土侧压力计算位置处至现浇混凝土顶面总高度，m；

β_1 ——外加剂影响修正系数，不掺外加剂时取 1.0；掺具有缓凝作用的外加剂时取 1.2；

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数，当坍落度小于 30mm 时取 0.85；当坍落度为 50mm~90mm 取 1.0；当坍落度为 110mm~150mm 取 1.15。

6.1.9 5°C 以下的温度可减缓或停止丙烯酸聚合物成膜而妨碍抹面层的质量。由寒冷气候造成的伤害短期内往往不易被发现，但是长久以后就会出现面层开裂、破碎或分离。突然降温也可影响面层材料的养护，其影响很快就会表现出来。突然降雨可将未经养护、强度不够的新抹砂浆、涂料等直接从墙上冲掉，因此应采取遮阳、防雨和防风等预防措施。

6.1.10 施工单位在施工前，应专门制定消除热桥的措施，并在技术交底中加以明确。施工中应对施工时产生的墙体缺陷，如穿墙套管、脚手眼、孔洞等随时堵塞密实，并按照施工方案采取隔断热桥和防水措施处理，这种处理应进行隐蔽工程验收并加以记录。

6.2 施工流程

为更好地配合加强网架使用，提高施工便捷性，标准主编单位对连接件进行了功能性设计，研发了新型的可二次组合的连接件，从而解决了使用常规连接件加强网架只能在混凝土浇筑前，模板支护时就要安装到位，这样一方面凹凸型加强网架的构造形式要与模板支护主、次楞的布置相匹配，增加了模板支护的操作难度。另外浇注混凝土时，现浇混凝土的侧压力也会给凹凸型加强网架造成挤压破坏。

而采用新型可二次组合的多功能塑料连接件时，可以在浇注混凝土完成后进行模板支护主、次楞拆除的同时，利用新型连接件的二次组合功能将凹凸型加强网架固定在增强型外模板外侧（见施工流程图 6.2.1）。这样既可以降低模板支护时的操作难度，避免现浇混凝土侧压力给凹凸型加强网架造成破坏，还可以不用考虑模板支护主、次楞对凹凸型加强网架构造形式的制约，可以根据具体工程需要设计多种形式的加强网架。

6.3 施工要求

6.3.3 本条详细介绍增强型外模板排板、支模、浇筑混凝土、拆模和砌筑填充墙、抹灰层及饰面层施工做法；由于增强型外模板代替了目前常用的竹（木）胶合模板等，刚度有所增加，因此按照通常的施工方法设置木次楞和钢管主楞，强度和刚度是有保证的。待混凝土达到规定龄期后，拆除内模板及主、次楞，增强型外模板将永久固定在混凝土构件上。

增强型外模板采用新型的工厂机械化生产线生产，产品质量稳定可靠，并运用薄边切割设备与工艺，既减少了损耗，又保证了出厂的每一块增强型外模板四周的平直整齐，避免了因外模板四周砂浆的“溜肩”而形成的板与板之间的倒 V 型，也可以确保控制板与板间的拼缝不大于 4mm。

混凝土浇筑前增强型外模板顶面处宜采用可靠遮挡措施，可在增强型外模板的上端扣上一个槽形的镀锌铁皮罩，防止浇筑混凝土时污染外模板上口。新、旧混凝土接茬处应均匀浇注(30~50)mm 同强度的细石混凝土。混凝土应分层浇筑，一次浇筑高度不宜超过 1000mm。混凝土下料点应分散布置，连续进行，间隔时间不超过 2h。混凝土需振捣密实均匀，墙面及接茬处应光滑、平整。拆除外墙内侧模板后，应及时修整墙面混凝土边角。穿墙套管拆除后，应用硬性砂浆捻塞孔洞，孔洞处所缺增强型外模板须补齐。拆除木次楞后增强型外模板表面的灰浆应及时清理干净，使板表面洁净无污物。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.2 由于增强型外模板现浇保温系统与主体结构同时施工，所以应与主体结构一同验收。验收时主体结构部分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、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等标准规范要求，增强型外模板工程部分应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 及本标准的有关要求。

7.1.3 本条列出增强型外模板现浇保温系统工程通常应进行隐蔽工程验收的部位和内容，以规范隐蔽工程验收。当施工时出现本条未列出的需进行隐蔽工程验收的内容时，应在施工组织设计、施工方案中对隐蔽工程验收内容加以补充。

7.1.4 本条规定的检验批的划分与现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411、《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 保持一致。

应当注意：检验批的划分并不是唯一或绝对的。当遇到特殊情况时，检验批的划分也可根据便于施工与验收的原则，由施工单位与监理（建设）单位共同商定。

7.2 主控项目

7.2.1 增强型外模板具有独有的构造形式，不得随意改变，在材料进厂时通过目测和尺量等方法检查，并对其质量证明文件进行核查确认。

7.2.2 本条规定了增强型外模板及配套材料进场复验的项目，复验应为见证取样送检。其中关于检查批的容量可以扩大一倍的规定，是参考了现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 中的有关规定。