

UG

北京市地方标准

DB

编 号：DB 11/X X X X—202X

备案号：J×—202×

装配式混凝土夹心保温外墙板
应用技术规程

Technical specification for precast concrete sandwich insulation wall
panel

（征求意见稿）

202×—××—××发布

202×—××—××实施

北京市住房和城乡建设委员会

联合发布

北京市市场监督管理局

北京市地方标准

装配式混凝土夹心保温外墙板
应用技术规程

Technical specification for precast concrete sandwich insulation wall
panel

编 号：DB11/XXXX-202X

备案号：J× -202×

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司
北京市住宅产业化集团股份有限公司
北京城市副中心投资建设集团有限公司
批准部门：北京市市场监督管理局

施行日期：20××年×月×日

202× 北京

前 言

根据北京市市场监督管理局《2021 年北京市标准制修订项目计划（第一批）》（京市监发【2021】19 号）的要求，规程编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外的相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 材料；5 建筑设计；6 结构设计；7 制作与运输；8 安装与施工；9 质量验收；10 使用与维护。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同负责管理，北京市住房和城乡建设委员会归口负责组织实施，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路 30 号；邮政编码：100013；电话：010-64517196）。

本规程主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

北京市住宅产业化集团股份有限公司

北京城市副中心投资建设集团有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	5
4	构件与材料	6
4.1	夹心保温外墙板	6
4.2	混凝土、钢筋和钢材	8
4.3	保温材料	9
4.4	连接材料	9
4.5	饰面材料	11
4.6	密封材料	11
5	建筑设计	13
5.1	一般规定	13
5.2	立面设计	13
5.3	构造设计	14
6	结构设计	20
6.1	一般规定	20
6.2	作用及作用组合	21
6.3	拉结件系统设计	23
6.4	夹心保温剪力墙板设计	25
6.5	夹心保温外挂墙板设计	26
7	制作与运输	29
7.1	一般规定	29
7.2	制作	30
7.3	质量检验	31
7.4	运输与存放	32
8	安装与施工	34
8.1	一般规定	34
8.2	施工准备	34
8.3	夹心保温剪力墙板安装	35
8.4	夹心保温外挂墙板安装	37

8.5 防水施工	38
9 质量验收	39
9.1 一般规定	39
9.2 进场验收	40
9.3 夹心保温剪力墙板工程	41
9.4 夹心保温外挂墙板工程	44
10 使用与维护	47
附录 A 拉结件排布设计及承载力验算	48
附录 B 锈钢拉结件承载力试验方法	54
附录 C 夹心保温外墙板型式检验	60
本规程用词说明	61
引用标准名录	62
附：条文说明	65

Contents

1	General.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	2
3	Basic Requirements.....	5
4	Structure and Materials.....	6
4.1	Sandwich Insulation Shear Wall panel.....	6
4.2	Concrete, Steel reinforcement and Steels.....	8
4.3	Thermal Insulation Materials.....	9
4.4	Connection Materials.....	9
4.5	Facing Materials.....	11
4.6	Sealing Material.....	11
5	Architectural Design.....	13
5.1	General Requirements.....	13
5.2	Elevation Design.....	13
5.3	Architecture Details Design.....	14
6	Structural Design.....	20
6.1	General Requirements.....	20
6.2	Action and Action Combination.....	21
6.3	Connector System Design.....	23
6.4	Sandwich Insulation Shear Wall panel Design.....	25
6.5	Sandwich Insulation Exterior Wall panel Design.....	26
7	Production and Transportation.....	29
7.1	General Requirements.....	29
7.2	Production.....	30
7.3	Quality Inspection.....	31
7.4	Transportation and Storage.....	32
8	Installation and Construction.....	34
8.1	General Requirements.....	34
8.2	Construction Preparation.....	34
8.3	Sandwich Insulation Shear Wall panel Installation.....	35
8.4	Sandwich Insulation Exterior Wall panel Installation.....	37

8.5	Waterproof Construction.....	38
9	Quality Acceptance Inspection.....	39
9.1	General Requirements.....	39
9.2	Site Acceptance.....	40
9.3	Sandwich Insulation Shear Wall panel Installation.....	41
9.4	Sandwich Insulation Exterior Wall panel Installation.....	44
10	Maintenance and Repair.....	47
Appendix A	Layout Design and Capacity Calculation Based on Connectors.....	48
Appendix B	Capacity Test Method of Mentor Connectors.....	54
Appendix C	Type Inspection of Sandwich Insulation Wall panel.....	60
	Explanation of Wording in This Code.....	61
	List of Quoted Standards.....	62
	Addition: Explanation of Provisions.....	65

1 总 则

1.0.1 为规范装配式混凝土夹心保温外墙板的工程应用，做到安全适用、经济合理、技术先进、质量可靠，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京市行政区域内建筑工程用装配式混凝土夹心保温外墙板的设计、制作、运输、安装、施工、质量验收以及使用与维护。

1.0.3 装配式混凝土夹心保温外墙板的应用除应符合本规程外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 装配式混凝土夹心保温外墙板 prefabricated concrete sandwich facade panel

由内叶墙板、外叶墙板、中间保温层和拉结件组成的预制混凝土外墙板，简称夹心保温外墙板。根据功能类别，分为装配式混凝土夹心保温剪力墙板和装配式混凝土夹心保温外挂墙板。

2.1.2 装配式混凝土夹心保温剪力墙板 prefabricated concrete sandwich shear wall panel

内叶墙板用作剪力墙，外叶墙板仅起围护和装饰作用的夹心保温外墙板，简称夹心保温剪力墙板。根据夹心保温剪力墙板构造形式，分为预制夹心保温剪力墙板和夹心保温叠合剪力墙板。

2.1.3 装配式混凝土夹心保温外挂墙板 prefabricated concrete sandwich exterior wall panel

安装于主体结构外侧，起围护和装饰作用的非承重夹心保温外墙板，简称夹心保温外挂墙板。

2.1.4 预制夹心保温剪力墙板 superimposed sandwich shear wall panel

内叶墙板为全预制剪力墙板的夹心保温剪力墙板。

2.1.5 夹心保温叠合剪力墙板 sandwich composite shear wall panel with reinforcement cage

内叶墙板为设有空腔的预制剪力墙板构件，现场安装就位后空腔内浇注混凝土且钢筋采用搭接连接的夹心保温剪力墙板。

2.1.6 拉结件 connectors

夹心保温外墙板中用于连接外叶墙板与内叶墙板的连接件。

2.1.7 支承拉结件 supporting connector

可同时承受外叶墙板自重和各种作用产生的拉力、压力和剪力等作用效应，并起到支承作用的拉结件。

2.1.8 限位拉结件 restraint connector

主要承受垂直于夹心保温外墙板方向的拉力或压力，并起到限制外叶墙板在该方向发生位移作用的拉结件。

2.1.9 拉结件系统 connector system

同一夹心保温外墙板内由所有拉结件共同组成的配件系统。根据拉结件类别不同，分为不锈钢板式拉结件系统、不锈钢夹式拉结件系统、不锈钢桁架式拉结件系统和纤维增强塑料（FRP）拉结件系统。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应及承载力

F_{Ehk} ——施加于预制混凝土保温外墙板重心处的水平地震作用标准值；
 F_{Evk} ——施加于预制混凝土保温外墙板重心处的竖向地震作用标准值；
 G_k ——夹心保温外墙板构件的自重标准值；
 N_p ——拉结件承受的压力设计值；
 $N_{R,p}$ ——拉结件的受压承载力设计值；
 $N_{R,t}$ ——拉结件的受拉承载力设计值；
 N_t ——拉结件承受的拉力设计值；
 R_d ——夹心保温外墙板构件、拉结件、连接节点的承载力设计值；
 R_k ——夹心保温外墙板构件、拉结件、连接节点的承载力标准值；
 S ——正常使用极限状态下作用组合的效应设计值；
 S_{Ck} ——短暂设计状况下永久荷载标准值的效应；
 S_d ——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；
 S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应；
 S_{Evk} ——竖向地震作用标准值的效应；
 S_{Gk} ——夹心保温外墙板构件自重标准值的效应；
 S_{Qk} ——短暂设计状况下可变荷载标准值的效应；
 S_{Sk} ——短暂设计状况下等效静力荷载标准值的效应；
 S_{Tk} ——温度作用标准值的效应；
 S_{Wk} ——风荷载标准值的效应；
 V ——拉结件承受的剪力设计值；
 V_R ——拉结件受剪承载力设计值；
 q_{Ehk} ——分布面外水平地震作用标准值。

2.2.2 几何参数

A ——夹心保温外墙板的平面面积；
 C ——夹心保温外墙板达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度等的限值；
 δ_1 ——夹心保温外墙板中内、外叶混凝土墙板总厚度；
 δ_2 ——夹心保温外墙板中夹心保温材料厚度。

2.2.3 结构计算系数

α_{max} ——水平地震影响系数最大值；
 γ_0 ——结构重要性系数；
 γ_R ——拉结件的承载力分项系数；
 γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；

k ——地震作用下拉结件的承载力折减系数。

2.2.4 传热计算

R ——夹心保温外墙板各材料层热阻；

a_i ——内表面换热系数；

a_w ——外表面换热系数；

β ——夹心保温外墙板各材料的导热系数修正系数；

λ_1 ——钢筋混凝土的导热系数计算参数；

λ_2 ——夹心保温外墙板中夹心保温材料的导热系数；

φ ——夹心保温外墙板传热系数的修正系数。

3 基本规定

3.0.1 夹心保温外墙板工程的设计、制作、运输、安装与施工等应满足全过程一体化协同要求。

3.0.2 夹心保温外墙板工程应综合协调建筑、结构和机电等各专业，并应满足各专业施工图设计深度要求，制定相互协同的施工组织方案。

3.0.3 夹心保温外墙板及配套材料应由同一供应商提供，并应满足安全性、耐久性和环境保护等要求，宜采用具有碳足迹评价的产品，碳排放计算应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366的有关规定。

3.0.4 夹心保温外墙板系统的保温、隔热和防潮性能应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015和现行北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/ 687、《居住建筑节能设计标准》DB11/ 891的有关规定。

3.0.5 夹心保温外墙板系统的防火性能应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

3.0.6 夹心保温外墙板及其连接系统的设计使用年限宜与主体结构相同。夹心保温外墙板接缝处防水、密封材料应进行维护，并应在设计文件中规定设计使用年限和检查维修的要求。

4 构件与材料

4.1 夹心保温外墙板

4.1.1 夹心保温外墙板的外观质量应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 夹心保温外墙板外观质量要求

序号	项目	质量要求	检验方法
1	露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、裂缝 ^a	不应有	目测
2	连接部位缺陷 ^a		
3	外形缺陷 ^b		
4	外表缺陷 ^c		
5	外饰（面材、涂料）缺陷 ^d		
6	胶条缺陷 ^e		

注：^b指夹心保温外墙板连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动，插筋锈蚀、弯曲，灌浆套筒堵塞、偏位，灌浆孔洞堵塞、偏位和破损等。

^b指夹心保温外墙板缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平 and 飞出凸肋等。

^c指夹心保温外墙板表面麻面、起砂、掉皮、污染等。

^d指夹心保温外墙板表面机械损失，有裂缝、气孔、缺棱掉角和表面翘曲等缺陷，涂料颜色不均匀一致、流坠、粉化起皮、裂缝或有明显色差等。

^e指胶条不连续、不完整，脱落、破损和缺失等。

4.1.2 夹心保温外墙板的尺寸偏差应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 夹心保温外墙板尺寸偏差

序号	项目			允许偏差 (mm)	检验方法
1	规格尺寸	长度	内叶墙板	±3	钢尺检查
2			外叶墙板	±2	
3		宽度		±3	钢尺量一端及中部，取其中较大值
4		厚度		±2	
5		对角线差		5	在墙板表面，用钢尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值
6		表面平整度	内表面	3	用2m靠尺安放在墙板表面上，用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙
7			外表面	2	
8		侧向弯曲 ^a		$l/1000$ 且 ≤ 5	拉线、钢直尺量测最大侧向弯曲处
9		扭翘 ^a		$l/1000$ 且 ≤ 5	四对角拉两条线，测量两线交点之间的距离，其值的2倍为扭翘值
10		空腔壁厚 ^b		2	用尺量测空腔端部壁厚尺寸，每空腔每端2处，取其最

					大值
11		门窗口	规格尺寸	±4	尺量检查
12			对角线差	4	尺量检查
13			位置偏移	3	尺量检查
14		装饰线条宽度		±2	尺量检查
15	预埋部件	预埋钢板、木砖	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
			与混凝土面平面高差	0， -5	用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预埋件平面与墙板表面的最大缝隙
16		螺栓	中心线位置偏移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
			外露长度	0， +5	尺量检查
17		套筒、螺母	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
			与混凝土面平面高差	0， - 5	用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预埋件平面与墙板表面的最大缝隙
18		吊环、吊钉	中心线位置偏移	10	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
			外露长度	0， -10	尺量检查
19		电线管、电线盒、预埋管	水平方向中心线位置偏移	10	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
			垂直方向中心线位置偏移	0， -5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
20	预留钢筋	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值	
		外露长度	±5	尺量检查	
21	预留孔	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值	
		规格尺寸	±5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值	
22	预留洞	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值	
		规格尺寸	±5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值	
23	键槽	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值	
24		长度、宽度	±5	尺量检查	
25		深度	±5	尺量检查	
26	灌浆套筒及连接钢筋	灌浆套筒中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值	
27		连接钢筋中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值	

28			连接钢筋外露长度	+10, 0	尺量检查
29	饰面	通用	表面平直度	2	2m靠尺或塞尺检查
30		大尺寸陶瓷厚板 ^c	表面平直度	4	
31		面砖、石材、陶瓷厚板	阳角方正	2	用托线板检查
32			上口直线度	2	拉通线用钢尺检查
33			接缝直线度	3	拉通线用钢尺检查
34			接缝高低差	1.5	用钢尺或塞尺检查
35			接缝宽度	±2	用钢尺检查
36	主筋保护层			5, -3	用保护层测定仪检查

注：^a l 为夹心保温外墙板最长边的长度（mm）

^b 夹心保温叠合剪力墙板应测空腔壁厚。

^c大尺寸瓷板指长边不小于500mm，且单块面积不小于0.2m²的陶瓷厚板。

4.1.3 夹心保温外墙板性能应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 夹心保温外墙板性能指标

序号	项目	性能指标	检验方法
1	混凝土强度等级	不应低于C30	《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081
2	热工性能 ^a	应符合设计要求	《绝热 稳态传热性质的测定 标定和保护热箱法》GB/T 13475-2008
3	空气声计权隔声量 ^a	≥45dB，尚应符合设计要求	《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第3部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量》GB/T 9889.3
4	耐火性能 ^a	≥1h，尚应符合设计要求	《建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求》GB/T 9978.1

注：^a夹心保温叠合剪力墙板应按照设计要求将空腔内填充相应强度等级混凝土后进行性能测试。

4.2 混凝土、钢筋和钢材

4.2.1 混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定。

4.2.2 夹心保温外墙板的混凝土强度等级应符合本规程表 4.1.3 的有关规定。

4.2.3 夹心保温叠合剪力墙板的空腔内采用自密实混凝土时，应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的相关规定；采用普通混凝土时，混凝土粗骨料最大粒径不应大于 20mm。

4.2.4 钢筋采用套筒灌浆连接时，钢筋应采用热轧带肋钢筋，并应符合现行国家标准《钢

筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的有关规定。

4.2.5 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的有关规定。

4.3 保温材料

4.3.1 夹心保温外墙板夹心保温层材料的导热系数不宜大于 $0.04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。当采用有机类保温材料时，保温材料燃烧性能等级不应低于 B1 级。

4.3.2 夹心保温外墙板夹心保温层材料性能除应符合本规程第 4.4.1 条的规定，尚应符合下列规定：

1 石墨模塑聚苯板表观密度不应小于 $20\text{kg}/\text{m}^3$ ，且压缩强度不应小于 0.15MPa ，其他性能应符合现行国家标准《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 29906 中 033 级板的有关规定；

2 挤塑聚苯板表观密度应为 $22\text{kg}/\text{m}^3\sim 35\text{kg}/\text{m}^3$ ，且压缩强度不应小于 0.20MPa ，其他性能应符合现行国家标准《挤塑聚苯板（XPS）薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 30595 中带表皮板的有关规定；

3 硬泡聚氨酯板表观密度不应小于 $35\text{kg}/\text{m}^3$ ，且压缩强度不应小于 0.18MPa ，其他性能应符合现行国家标准《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T 21558 中 III 类产品的有关规定；

4 真空绝热板压缩强度不应小于 0.1MPa ，其他性能应符合现行国家标准《真空绝热板》GB/T 37608 中建筑用真空绝热板的有关规定。

4.4 连接材料

4.4.1 拉结件宜采用 FRP 拉结件或不锈钢拉结件。当有可靠依据时，也可采用其他材料拉结件。拉结件的性能应符合下列规定：

1 FRP 拉结件的性能应符合现行行业标准《预制保温墙体用纤维增强塑料拉结件》JG/T 561 的有关规定；

2 不锈钢拉结件中不锈钢材料的性能应符合下列规定：

1) 不锈钢材料宜采用统一数字代号为 S304xx、S316xx 的奥氏体不锈钢，对大气环境腐蚀性高的地区宜采用统一数字代号为 S316xx 的奥氏体不锈钢或奥氏体-铁素体（双相）型不锈钢；

2) 拉结件中不锈钢棒、不锈钢板的力学性能应符合表 4.4.1 的规定，表中力学性能的试验方法应符合现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1 的有关规定。拉结件用不锈钢棒尚应符合现行国家标准《不锈钢棒》GB/T 1220 和《不锈钢冷加工钢棒》GB/T 4226 的有关规定；拉结件用不锈钢板尚应符合现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280 和《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 的有关规定；

- 3) 拉结件的锚筋宜采用热轧带肋钢筋，其性能应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的有关规定；不应采用冷加工钢筋。
- 4) 桁架式拉结件的弦杆应采用带肋钢筋，其与不锈钢腹杆的焊接性能应满足拉结件受力要求。

3 拉结件应满足夹心保温外墙板的节能设计要求。

表 4.4.1 不锈钢棒、不锈钢板的力学性能

序号	拉结件类型	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ (N/mm ²)	抗拉强度 R_m (N/mm ²)	断后伸长率 A (%)
1	板式、夹式	≥ 350	≥ 600	≥ 20
2	针式	≥ 600	≥ 800	≥ 10
3	桁架式	≥ 350	≥ 600	≥ 30

4.4.2 夹心保温剪力墙板之间竖向钢筋连接材料应符合下列规定：

1 钢筋套筒灌浆连接用套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 和现象北京市地方标准《钢筋套筒灌浆连接技术规程》DB11/T 1470 的有关规定；

2 钢筋套筒灌浆连接用灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定；

3 钢筋套筒灌浆连接性能应通过型式检验确定，检验方法应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。

4.4.3 夹心保温外墙板用吊件应符合下列规定：

1 可采用吊环、锚板型预埋套筒、销栓型预埋套筒、锚筋型内螺纹套筒和滚花预埋套筒或双头预埋吊杆；

2 吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋或 Q235B 圆钢；

3 锚板型预埋套筒、销栓型预埋套筒、锚筋型内螺纹套筒和滚花预埋套筒和双头预埋吊杆应采用碳素结构钢、优质碳素结构钢或合金结构钢，其性能应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《优质碳素结构钢》GB/T 699、和《合金结构钢》GB/T 3077 的有关规定；

4 吊件用销栓、锚筋宜采用热轧带肋钢筋，其性能应符合行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的有关规定。

4.4.4 夹心保温外墙板安装用预埋件和连接件应符合下列规定：

1 预埋件用锚板及锚筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；

2 预埋件、连接件用碳素结构钢、合金结构钢、低合金高强度结构钢应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《合金结构钢》GB/T 3077 和《低合金高强度结构钢》

GB/T 1591 等的有关规定；

3 连接件规格应根据计算确定，连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等金属连接件应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的有关规定。

4.5 饰面材料

4.5.1 夹心保温外墙板饰面宜采用耐久、环保、不易污染的材料，且饰面材料的放射性核素限量应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定。

4.5.2 夹心保温外墙板饰面为涂料时，应使用水性涂料，不应使用溶剂型涂料，且应符合现行行业标准《弹性建筑涂料》JG/T 172 和《合成树脂乳液砂壁状建筑涂料》JG/T 24 等的有关规定。

4.5.3 天然石材饰面应符合下列规定：

- 1 大理石饰面板应符合现行国家标准《天然大理石建筑板材》GB/T 19766 的有关规定；
- 2 花岗石饰面板应符合现行国家标准《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601 的有关规定；
- 3 砂岩饰面板应符合现行国家标准《天然砂岩建筑板材》GB/T 23452 的有关规定；
- 4 石灰石面板应符合现行国家标准《天然石灰石建筑板材》GB/T 23453 的有关规定。

4.5.4 面砖饰面应符合下列规定：

- 1 面砖饰面性能应符合国家现行标准《陶瓷砖》GB/T 4100、《陶瓷马赛克》JC/T 456 和《薄型陶瓷砖》JC/T 2195 的有关规定；
- 2 饰面砖宜采用背面有燕尾槽的产品，燕尾槽深度不宜小于 0.5mm。

4.5.5 陶瓷厚板应符合现行行业标准《建筑幕墙用瓷板》JG/T 217 的有关规定。

4.5.6 石材、面砖或陶瓷厚板饰面与混凝土拉伸粘接强度不应小于 0.6MPa，并应符合设计要求，检测方法应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ/T 110 的有关规定。

4.6 密封材料

4.6.1 夹心保温外墙板接缝用专用密封胶应符合下列规定：

- 1 专用密封胶应与混凝土具有相容性，且最大伸缩变形量和剪切变形性等应满足设计要求；
- 2 专用密封胶应具有防水、防火、防霉、耐候等性能；
- 3 专用建筑密封胶固化过程中不应产生气泡；
- 4 应用于室内接缝时，专用密封胶的有害物质限量应符合现行国家标准《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》GB 18583 的有关规定；
- 5 专用密封胶的性能应符合现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881 的规定，不同成分的密封胶尚应符合下列规定：

- 1) 硅酮和硅烷改性聚醚建筑密封胶应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 的相关规定；
- 2) 聚氨酯建筑密封胶应符合现行行业标准《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482 的相关规定；
- 3) 聚硫建筑密封胶应符合现行行业标准《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 的相关规定。

4.6.2 专用密封胶除应符合本规程第 4.6.1 条的规定外，尚应符合表 4.6.2 的规定。

表 4.6.2 专用密封胶性能指标

序号	项 目		性能指标	检测方法
1	浸水后定伸粘结性		无破坏	《建筑密封材料试验方法 第 11 部分：浸水后定伸粘结性的测定》GB/T 13477.11
2	冷拉—热压后粘结性		无破坏	《建筑密封材料试验方法 第 13 部分：冷拉-热压后粘结性的测定》GB/T 13477.13
3	污染性	污染宽度/mm	≤2.0	《建筑密封材料试验方法 第 20 部分：污染性的测定》GB/T 13477.20-
		污染深度/mm	≤2.0	

4.6.3 夹心保温外墙板接缝处专用密封胶的背衬材料直径宜为缝宽 1.3 倍~1.5 倍，且背衬材料宜为棒状聚烯烃类。

4.6.4 夹心保温外墙板接缝处气密条宜为三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或硅橡胶，橡胶应符合现行国家标准《工业用橡胶板》GB/T 5574 的有关规定。

4.6.5 夹心保温外挂墙板室内侧接缝以及夹心保温剪力墙板现浇部位保温层接缝处应采用燃烧性能等级为 A 级的材料进行封堵，并应符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864 的有关规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 夹心保温外墙系统建筑设计应满足模数化和标准化要求，并应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的有关规定，遵循少规格、多组合原则。

5.1.2 夹心保温外墙系统的建筑设计应包括下列内容：

- 1 夹心保温外墙系统的轴线定位尺寸、夹心保温外墙的厚度、门窗位置和洞口位置与尺寸、夹心保温外墙板各部分的轮廓尺寸与厚度；
- 2 夹心保温外墙系统的热工、防水、隔声、防火等建筑功能要求；
- 3 机电设备预留管线及点位。

5.1.3 夹心保温外墙系统热工设计应符合现行北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/T 687 和《居住建筑节能设计标准》DB11/T 891 的有关规定，

5.1.4 夹心保温外墙系统耐火极限、材料燃烧性能等级以及外叶墙板厚度要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，并应满足工程设计要求。其中夹心保温剪力墙板的耐火极限指标和材料燃烧性能等级应按承重外墙的要求执行，夹心保温外挂墙板的耐火极限指标和材料燃烧性能等级应按非承重外墙的要求执行。

5.1.5 夹心保温外墙系统隔声设计应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定，并应符合下列规定：

- 1 夹心保温外墙板的隔声减噪设计标准等级应按使用要求确定，且空气声计权隔声量不应小于 45dB；
- 2 穿越夹心保温外墙板的管线、洞口及有可能产生声桥和振动的部位，应采取隔声降噪等构造措施。

5.1.6 夹心保温外墙系统防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定。夹心保温剪力墙板采用套筒灌浆连接时，不应直接采用夹心保温剪力墙板内钢筋作为防雷引下线。

5.2 立面设计

5.2.1 夹心保温外墙系统立面设计应满足建筑立面效果、门窗形式、建筑防排水要求、夹心保温外墙板加工、运输及安装施工的要求，且立面分格线宜与接缝位置协调对应。

5.2.2 夹心保温外墙板的饰面宜采用水性涂料、装饰混凝土、面砖、石材、陶瓷厚板等耐久、不易污染的材料，并应符合下列规定：

- 1 夹心保温外墙板的饰面应考虑外立面分格、饰面颜色与材料质感等细部设计要求，且应体现建筑立面造型的特点；
- 2 当采用装饰混凝土饰面时，应在夹心保温外墙板生产前先确认构件样品的表面颜色、质感、图案等要求；

3 当采用面砖饰面时，面砖背面应带有燕尾槽，并应采用反打工艺在工厂内完成，且面砖与混凝土之间的粘结性能应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ/T 110 的有关规定；

4 当采用石材饰面时，石材背面应做防水封闭处理，石材背面应采用不锈钢锚固卡钩与混凝土进行机械锚固，且连接件固定数量应满足设计要求，石材厚度不宜小于 25mm，单块面积不宜大于 1200mm×1200mm；

5 当采用陶瓷厚板时，陶瓷厚板背面应采用背栓或不锈钢锚固卡钩与混凝土进行机械锚固，且连接件固定数量应满足设计要求，陶瓷厚板厚度不应小于 20mm，单块面积不宜大于 1200mm×1200mm。

5.3 构造设计

5.3.1 夹心保温外墙板的构造设计除应满足热工、防火、防水、隔声等性能要求，尚应满足建筑装饰、管线埋设及安装和维修的要求。

5.3.2 夹心保温外墙板的传热系数宜采用主断面传热系数 K ，并可按下式进行计算；当夹心保温外墙板周边或门窗洞口周边内部保温层厚度减薄时，宜按平均传热系数计算：

$$K = \varphi \frac{1}{\frac{1}{a_n} + \sum R + \frac{1}{a_w}} = \varphi \frac{1}{\frac{1}{a_n} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\beta \lambda_2} + \frac{1}{a_w}} \quad (5.3.2)$$

式中： a_n — 内表面换热系数，取 8.7[W/(m²·K)]；
 a_w — 外表面换热系数，取 23[W/(m²·K)]；
 R — 夹心保温外墙板各材料层热阻（m²·K/W）；
 δ_1 — 夹心保温外墙板中内、外叶混凝土墙板总厚度（m）；
 δ_2 — 夹心保温外墙板中夹心保温材料厚度（m）；
 λ_1 — 钢筋混凝土的导热系数计算参数，取 1.74[W/(m·K)]；
 λ_2 — 夹心保温外墙板中夹心保温材料的导热系数[W/(m·K)]，见表 5.3.2；
 β — 夹心保温外墙板各材料的导热系数修正系数，见表 5.3.2；
 φ — 夹心保温外墙板传热系数的修正系数，见表 5.3.2。

表 5.3.2 夹心保温层导热系数与修正系数

序号	保温材料名称	夹心保温材料导热系数 [W/(m·K)]	夹心保温材料导热系数修正系数 β	夹心保温外墙板传热系数修正系数 φ			
				FRP 连接件	板式拉结件系统	夹式拉结件系统	桁架式拉结件系统
1	石墨模塑聚苯板	0.033	1.10	1.05	1.20	1.15	1.30
2	挤塑聚苯乙烯泡沫塑料保温板	0.030	1.10	1.05	1.20	1.15	1.30

3	硬泡聚氨酯板	0.024	1.15	1.05	1.20	1.15	1.30
4	真空绝热板	0.008	1.20	1.15	1.60	1.40	1.50

5.3.3 夹心保温外墙板内表面的温度不应低于室内空气露点温度，并按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的要求进行夹心保温外墙板内表面结露验算和内叶墙板与保温材料界面处冷凝验算。

5.3.4 夹心保温外墙板的热桥部位应进行保温和防水构造设计，并应符合下列规定：

- 1 穿越夹心保温外墙板的管道直径应小于预留孔洞或套管直径，预留孔洞或套管与管道之间应采用燃烧性能等级为 A 级的保温材料填充，且应采用专用密封胶密封；
- 2 施工产生的对拉螺栓孔洞等缺陷，应采用燃烧性能等级为 A 级的保温材料填充，并宜采用灌浆料封堵；
- 3 夹心保温外墙室外空调板、墙体挑出构件及附墙部件等热桥部位应采取断桥措施；
- 4 外窗（门）框与夹心保温外墙板之间，连接处应采取保温、防火和防水构造，并应采用燃烧性能等级为 A 级防潮型保温材料填充，且内外侧接缝应采用专用密封胶密封（图 5.3.4）。

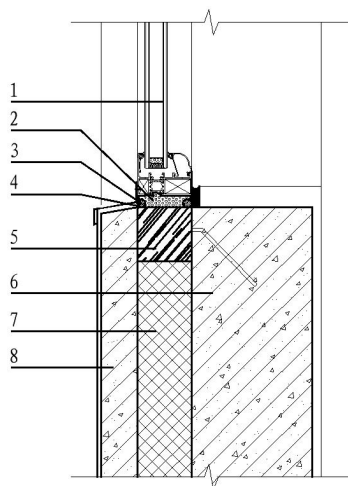


图 5.3.4 夹心保温外墙板窗口构造示意图

1—窗；2—防潮型高效保温材料；3—泡沫棒；4—密封胶；5—防腐木块；

6—内叶墙板；7—保温层；8—外叶墙板

5.3.5 夹心保温剪力墙板中外叶墙板间的接缝以及夹心保温外挂墙板间的接缝宽度设计应满足密封材料的变形能力、施工误差、温差引起变形等要求，且专用密封胶的设计应符合下列规定：

- 1 接缝宽度不应小于 15mm，且不宜大于 35mm；
- 2 专用密封胶厚度不宜小于 8mm，且不宜小于缝宽的一半；
- 3 专用密封胶内侧应设置背衬材料填充。

5.3.6 夹心保温外墙板之间以及夹心保温剪力墙板与现浇梁、墙之间的保温层应连续搭接，

应附加燃烧性能等级为 A 级的保温材料，并应进行防水密封构造设计。其中保温、防水构造设计应符合下列规定：

1 夹心保温外墙板接缝宜采用材料防水和构造防水相结合的防水构造，其中水平缝宜采用外低内高的企口缝，竖直缝宜采用平缝；

2 夹心保温剪力墙板接缝处保温和防水构造设计（图 5.3.6-1、图 5.3.6-2）应符合下列规定：

- 1) 外叶墙板内侧板缝处应附加保温材料；
- 2) 竖直缝处采用防水胶带封闭附加保温材料与夹心保温材料之间的接缝，且防水胶带与接缝搭接宽度各不应小于25mm，必要时可采用临时机械固定措施；
- 3) 水平缝和竖直缝中附加保温材料与专用密封胶之间应分别设置水平向常压防水空腔和竖向常压防水空腔；
- 4) 预制夹心保温剪力墙阳角处现浇混凝土墙的外模板宜采用PCF板。

3 夹心保温外挂墙板接缝处保温和防水构造设计（图 5.3.6-3）应符合下列规定：

- 1) 水平缝和竖直缝靠近室内一侧宜设置气密条，并应采用燃烧性能等级为A级的保温材料进行防火封堵，室外处接缝应采用专用密封胶密封；
- 2) 水平缝和竖直缝中气密条与专用密封胶之间应分别设置水平向常压防水空腔和竖向常压防水空腔。

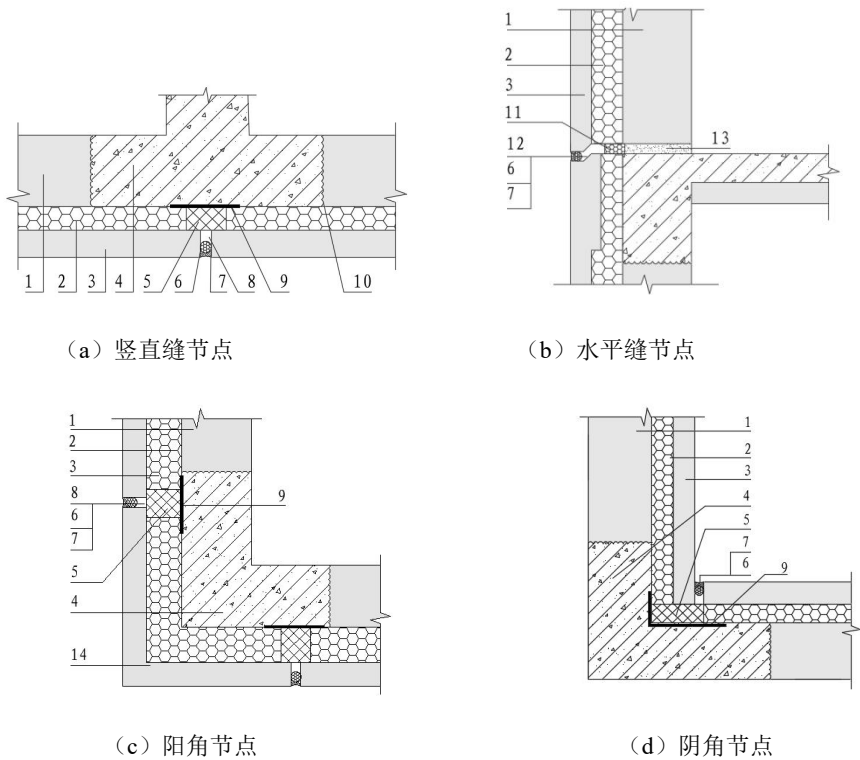


图 5.3.6-1 预制夹心保温剪力墙板接缝保温构造示意图

1—内叶墙板；2—保温层；3—外叶墙板；4—现浇部分；5—附加保温材料（A 级）；6—泡沫棒；

7—专用密封胶；8—竖向常压防水空腔；9—防水胶带；10—粗糙面；11—弹性密封材料；

12—水平方向常压防水空腔；13—灌浆料或坐浆料；14—PCF板

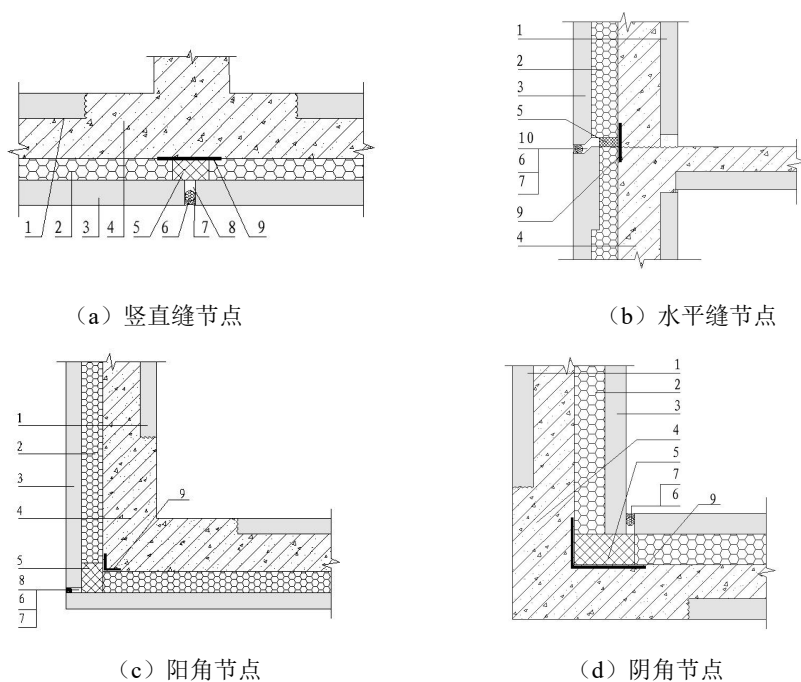
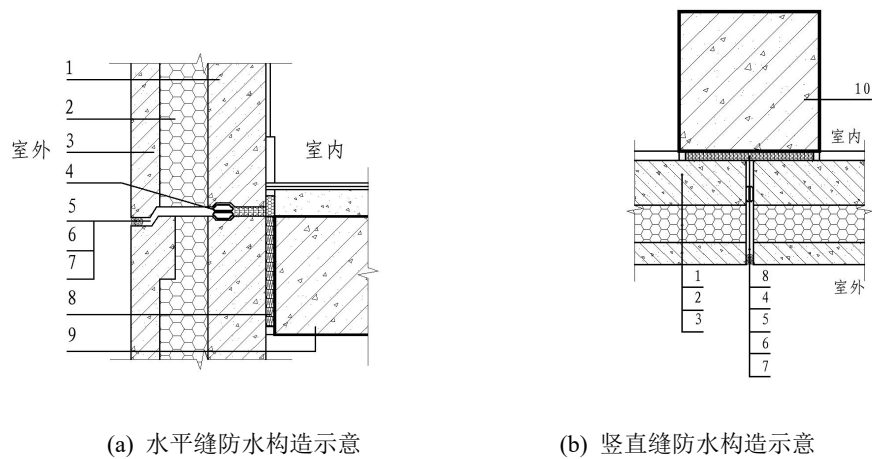


图 5.3.6-2 夹心保温叠合剪力墙板接缝保温构造示意图

1—内叶墙板预制部分；2—保温层；3—外叶墙板；4—现浇部分；5—附加保温材料（A级）；

6—泡沫棒；7—专用密封胶；8—竖向常压防水空腔；9—防水胶带；10—水平方向常压防水空腔



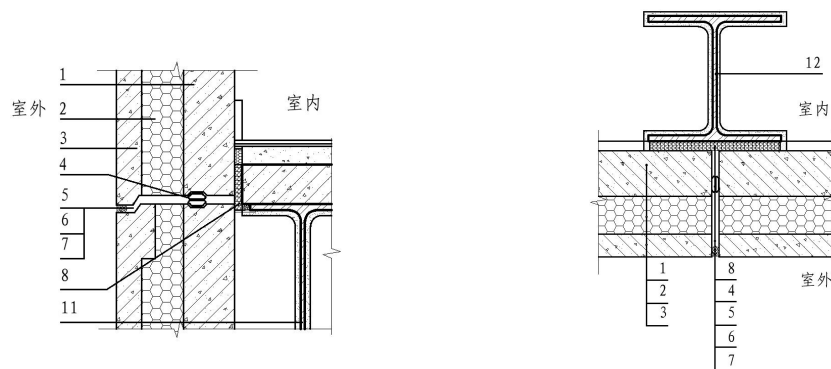


图 5.3.6-3 夹心保温外挂墙板接缝防水构造示意

1—内叶墙板；2—保温层；3—外叶墙板；4—气密条；5—常压防水空腔；6—泡沫棒；

7—专用密封胶；8—防火封堵材料；9—钢筋混凝土梁；10—钢筋混凝土柱；11—钢梁；12—钢柱

5.3.7 夹心保温外墙板的排水构造设计应符合下列规定：

1 建筑首层底部应设置排水孔等排水措施，且每隔 2 层~3 层的夹心保温外墙板十字交叉缝上部的垂直缝中应设置导水管，且板缝内侧应增设气密条密封构造；

2 当建筑物高度不大于 15m 且不超过四层时，可仅建筑首层底部设置导水管，其他楼层可不设置；

3 导水管的设置（图 5.3.7）应符合下列规定：

- 1) 导水管内径不宜小于10mm，外径不应大于接缝宽度，并应具有良好的耐候性；
- 2) 导水管在专用密封胶表面的外露长度不应小于5mm；
- 3) 导水管应坡向外墙面，角度宜为 30° ~ 40° ，且导水管周边应采用专用密封胶进行密封处理。



(a) 夹心保温剪力墙板竖缝导水管设置构造示意

(b) 夹心保温外挂墙板竖缝导水管设置构造示意

图 5.3.7 夹心保温外墙板竖缝导水管设置构造示意

1—附加保温材料；2—竖直方向常压防水空腔；3—导水管；4—水平方向常压防水空腔；

5—泡沫棒；6—专用密封胶；7—气密条

5.3.8 夹心保温外墙板门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的防水构造，其气密性能和水密性能不应低于外门窗的有关性能。

5.3.9 伸出墙外的雨篷、开敞式阳台、室外空调机搁板、遮阳板、外楼梯根部及水平凹凸

装饰线脚等应进行防水设计，并应做泛水和滴水。

5.3.10 夹心保温外墙板上设置电气管线或开关、插座等电器配件时，其防火设计要求应符合下列规定：

- 1 电气线路不宜敷设在燃烧性能等级为 B1 级的夹心保温层中；
- 2 设置开关、插座等电器配件的部位周围应采用不燃材料进行防火隔离等防火措施；
- 3 消防配电线路暗敷在夹心保温外墙板内时，应穿管并敷设在内叶墙板中，且其混凝土保护层厚度不应小于 30mm。

5.3.11 夹心保温外墙板金属预埋件外露部分应采取防火封堵措施，其耐火极限不应低于墙体的耐火极限，防火封堵构造系统在耐火极限内应保持完整性、隔热性和稳定性。

5.3.12 夹心保温外挂墙板之间以及夹心保温外挂墙板与主体结构之间的接缝应进行防火封堵设计，防火封堵设计除应符合现行国家标准《建筑防火封堵应用技术规程》GB/T 51410 的有关规定，尚应符合下列规定：

- 1 夹心保温外挂墙板之间的接缝应在室内侧采用燃烧性能等级为 A 级的保温材料进行封堵；
- 2 夹心保温外挂墙板与主体结构之间的接缝封堵材料耐火极限不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中楼板的耐火极限要求；
- 3 夹心保温外挂墙板与主体结构连接节点处的防火封堵措施不应降低节点连接件的承载力、耐久性，且不应影响节点的变形能力。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 夹心保温外墙板的结构分析、承载能力极限状态验算、正常使用极限状态验算及构造要求除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003 的有关规定。

6.1.2 夹心保温外墙板应按下列设计表达式进行承载能力极限状态验算：

1 持久设计状况、短暂设计状况：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (6.1.2-1)$$

2 地震设计状况：

多遇地震、设防地震作用下：

$$S_d \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (6.1.2-2)$$

罕遇地震作用下：

$$S_{Gk} + S_{Ehk} \leq R_k \quad (6.1.2-3)$$

$$S_{Gk} + S_{Evk} \leq R_k \quad (6.1.2-4)$$

式中： γ_0 — 夹心保温外墙板重要性系数，宜与主体结构相同，且不应小于 1.0；

S_d — 承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；

R_d — 夹心保温外墙板构件、拉结件、连接节点的承载力设计值；

R_k — 夹心保温外墙板连接节点的承载力标准值，按材料强度标准值计算；

γ_{RE} — 承载力抗震调整系数，除夹心保温剪力墙板的内叶墙板及其连接应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定取值外，均取 1.0；

S_{Gk} — 夹心保温外墙板构件自重标准值的效应；

S_{Ehk} — 水平地震作用标准值的效应；

S_{Evk} — 竖向地震作用标准值的效应。

6.1.3 夹心保温外墙板应按下列设计表达式进行正常使用极限状态验算：

$$S \leq C \quad (6.1.3)$$

式中： S — 正常使用极限状态下作用组合的效应设计值；

C — 夹心保温外墙板达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度等的限值。

6.1.4 短暂设计状况下，夹心保温外墙板应按一般要求不出现裂缝的构件要求进行裂缝控制验算，按荷载标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土拉应力不应大于混凝土抗拉强度标准值。

6.1.5 短暂设计状况下，夹心保温外墙板制作、运输、安装用预埋吊件及临时支撑的承载力验算应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

6.1.6 夹心保温剪力墙板和非组合夹心保温外挂墙板的保温层厚度不应小于 30mm，且不宜大于 250mm。

6.1.7 夹心保温剪力墙板或非组合夹心保温外挂墙板采用有限元方法计算外叶墙板和拉结件的作用效应时，有限元模型应包括外叶墙板和所有拉结件，拉结件位于内叶墙板的一端可按固接模拟，模型中应合理模拟拉结件的刚度。

6.2 作用及作用组合

6.2.1 夹心保温外墙板进行短暂设计状况验算时，作用取值应符合下列规定：

1 翻转、运输、吊运、安装验算时，应将夹心保温外墙板相应部分的自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。一般情况下，运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2；

2 脱模验算时，等效静力荷载标准值应按外叶墙板自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和计算，且不应小于外叶墙板自重标准值的 1.5 倍。计算时动力系数不宜小于 1.2；脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不应小于 1.5kN/m²；

3 对夹心保温叠合剪力墙板进行浇筑混凝土验算时，作用取值应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

6.2.2 夹心保温外墙板进行持久设计状况验算时，应符合下列规定：

1 外叶墙板自重标准值应取外叶墙板混凝土、外饰面材料及保温层自重标准值之和；
2 垂直于夹心保温外墙板表面上的风荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中的围护结构确定，且应按风吸和风压分别进行计算；

3 温度作用包括第一温差和第二温差，其中第一温差为夹心保温外墙板的内、外表面温差，第一温差标准值计算时，内表面温度可取 25℃，外表面温度可按表 6.2.2 采用；第二温差为外叶墙板的内、外侧温差，第二温差标准值可取 5℃，且应包括外侧温度低于内侧和高于内侧两种情况。

表 6.2.2 夹心保温剪力墙板外表面温度

季节	太阳辐射吸收系数 (表面明暗色调)	外表面温度 (℃)	
		东北向墙面	西南向墙面
夏季	0.5 (光亮表面)	36	54
	0.7 (浅色表面)	38	66

	0.9 (暗淡表面)	40	78
冬季	/	-13	

6.2.3 夹心保温外墙板的地震作用标准值可按下列公式计算：

$$q_{\text{Ehk}} = \beta_{\text{E}} \alpha_{\text{max}} G_{\text{k}} / A \quad (6.2.3-1)$$

$$F_{\text{Ehk}} = \beta_{\text{E}} \alpha_{\text{max}} G_{\text{k}} \quad (6.2.3-2)$$

$$F_{\text{Evk}} = 0.65 F_{\text{Ehk}} \quad (6.2.3-3)$$

式中： q_{Ehk} — 分布面外水平地震作用标准值；

F_{Ehk} — 集中面内水平地震作用标准值；

F_{Evk} — 集中竖向地震作用标准值；

β_{E} — 动力放大系数，计算多遇地震作用时可取 5.0；计算设防地震或罕遇地震作用时标准设防建筑可取 4.0，重点设防建筑可取 5.6；

α_{max} — 水平地震影响系数最大值，多遇地震影响取 0.16，设防地震影响取 0.45，罕遇地震影响取 0.90；

G_{k} — 夹心保温外墙板构件的自重标准值；

A — 夹心保温外墙板的平面面积。

6.2.4 除夹心保温剪力墙板的内叶墙板及其连接外，夹心保温外墙板构件、拉结件及连接节点进行承载力极限状态验算时，作用组合的效应设计值应按下列公式计算：

1 短暂设计状况：

$$S_{\text{d}} = 1.3S_{\text{Sk}} + 1.3S_{\text{Ck}} + 1.5S_{\text{Qk}} \quad (6.2.4-1)$$

2 持久设计状况，按下列公式中最不利值计算：

$$S_{\text{d}} = 1.3S_{\text{Gk}} + 1.5S_{\text{Wk}} + 0.9S_{\text{Tk}} \quad (6.2.4-2)$$

$$S_{\text{d}} = 1.3S_{\text{Gk}} + 1.5S_{\text{Tk}} + 0.9S_{\text{Wk}} \quad (6.2.4-3)$$

3 地震设计状况：

多遇地震作用下：

$$S_{\text{d}} = 1.3S_{\text{Gk}} + 1.4S_{\text{Ehk}} + 0.3S_{\text{Wk}} + 0.3S_{\text{Tk}} \quad (6.2.4-4)$$

$$S_{\text{d}} = 1.3S_{\text{Gk}} + 1.4S_{\text{Evk}} + 0.3S_{\text{Wk}} + 0.3S_{\text{Tk}} \quad (6.2.4-5)$$

设防地震作用下：

$$S_{\text{d}} = 1.3S_{\text{Gk}} + 1.4S_{\text{Ehk}} \quad (6.2.4-6)$$

$$S_{\text{d}} = 1.3S_{\text{Gk}} + 1.4S_{\text{Evk}} \quad (6.2.4-7)$$

式中： S_{d} — 承载力极限状态下作用组合的效应设计值；

S_{Sk} — 短暂设计状况下等效静力荷载标准值的效应；

S_{Ck} — 短暂设计状况下永久荷载标准值的效应；

S_{Qk} — 短暂设计状况下可变荷载标准值的效应；

S_{Gk} — 夹心保温外墙板构件自重标准值的效应；

S_{wk} — 风荷载标准值的效应；

S_{Tk} — 温度作用标准值的效应。

6.2.5 除夹心保温剪力墙板的内叶墙板外，对夹心保温外墙板构件的正常使用极限状态验算，作用组合的效应设计值应按下列公式计算：

1 短暂设计状况下裂缝控制验算：

$$S=S_{Sk}+S_{Ck}+S_{Qk} \quad (6.2.5-1)$$

2 持久设计状况下变形验算及裂缝控制等级为二级时的混凝土拉应力验算，按下列公式中最不利值计算：

$$S=S_{Gk}+S_{wk}+0.6S_{Tk} \quad (6.2.5-2)$$

$$S=S_{Gk}+S_{Tk}+0.6S_{wk} \quad (6.2.5-3)$$

3 持久设计状况下裂缝控制等级为三级时的裂缝宽度验算：

$$S=S_{Gk}+0.4S_{Tk} \quad (6.2.5-4)$$

6.2.6 夹心保温剪力墙板的内叶墙板及内叶墙板的连接设计，采用的作用及作用组合应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003 的有关规定。

6.3 拉结件系统设计

6.3.1 拉结件系统及拉结件的设计应符合下列规定：

- 1 拉结件的排布及承载力验算应符合本规程附录 A 的规定；
- 2 考虑拉结件影响的夹心保温外墙板的受力性能应符合本规程有关规定；
- 3 考虑拉结件影响的夹心保温外墙板的热工性能应满足设计要求；
- 4 应满足夹心保温剪力墙板的防火性能要求；
- 5 应满足夹心保温剪力墙板的设计使用年限要求。

6.3.2 对夹心保温剪力墙板及非组合夹心保温外挂墙板，宜采用不锈钢拉结件或 FRP 拉结件，并宜符合下列规定：

1 对不锈钢拉结件，可采用不锈钢板式拉结件系统、不锈钢夹式拉结件系统或不锈钢桁架式拉结件系统；当保温层厚度不小于 150mm 时，宜采用不锈钢夹式拉结件系统；

2 对 FRP 拉结件，宜采用杆式拉结件系统；当保温层厚度不小于 150mm 时宜在 FRP 杆式拉结件系统中增设 FRP 板式拉结件。

6.3.3 拉结件的作用效应计算应符合下列规定：

1 不锈钢板式拉结件系统和不锈钢夹式拉结件系统，在外叶墙板自重和平行于外叶墙板方向的地震作用下，可将作用方向的不锈钢板式拉结件或不锈钢夹式拉结件作为外叶墙板支座，按力学平衡条件计算单个不锈钢板式拉结件或不锈钢夹式拉结件承受的剪力；

2 不锈钢桁架式拉结件系统，在外叶墙板自重和平行于外叶墙板方向的地震作用下，可将作用方向的桁架式拉结件作为外叶墙板支座，按力学平衡条件计算单个桁架式拉结件

承受的剪力，再接受拉腹杆拉力沿弦杆方向的分量之和与剪力平衡的原则计算桁架式拉结件腹杆拉力；

3 风荷载和垂直于外叶墙板方向的地震作用下，当外叶墙板形状规则、拉结件布置均匀时，可近似按拉结件从属面积计算拉结件的拉力和压力；当外叶墙板形状复杂或拉结件布置不均匀时，宜采用有限元方法计算拉结件的拉力和压力；

4 对外叶墙板自重和平行于外叶墙板方向的地震作用下的纤维增强塑料拉结件的剪力，当外叶墙板形状规则、拉结件布置均匀时，可近似按拉结件从属面积计算；当外叶墙板形状复杂或拉结件布置不均匀时，宜采用有限元方法计算；

5 温度作用下，宜采用有限元方法计算拉结件的内力或应力。

6.3.4 拉结件的承载力设计值应按下列公式计算：

1 持久设计状况、短暂设计状况：

$$R_d = R_k / \gamma_R \quad (6.3.4-1)$$

2 地震设计状况：

$$R_d = k R_k / \gamma_R \quad (6.3.4-2)$$

式中： R_d — 拉结件的承载力设计值；

R_k — 拉结件的承载力标准值；

γ_R — 拉结件的承载力分项系数，对短暂设计状况，当混凝土强度未达到设计混凝土强度等级值时应取 2.5，达到设计混凝土强度等级值时应取 2.0；对持久设计状况及地震设计状况，当破坏形态为混凝土破坏时应取 2.0，破坏形态为拉结件破坏时应取 1.5，破坏形态应以型式检验结果为准；

k — 地震作用下拉结件的承载力折减系数，破坏形态为混凝土破坏时应取 0.8；破坏形态为拉结件破坏时应取 1.0。

6.3.5 拉结件承载力的确定应符合下列规定：

1 拉结件承载力标准值应通过试验确定，且应具有不低于 95%的保证率；

2 不锈钢拉结件的受拉承载力、受剪承载力和受压承载力试验方法宜符合本规程附录 B 的规定；

3 FRP 拉结件的承载力试验方法宜符合现行行业标准《预制保温墙体用纤维增强塑料拉结件》JG/T 561 的有关规定；

4 对用于夹心保温叠合剪力墙板的拉结件，其承载力试验方法尚应考虑空腔的不利影响。

6.3.6 拉结件的材料、构造、尺寸、锚固深度、保护层厚度等应满足拉结件的受力及耐久性要求，且应符合下列规定：

1 对不锈钢板式拉结件，不锈钢板的厚度不宜小于 1.5mm，锚固深度不宜小于 50mm，

保护层厚度不应小于 5mm;

2 对不锈钢夹式拉结件, 不锈钢棒的直径不宜小于 5mm, 锚固深度不宜小于 50mm, 保护层厚度不应小于 5mm;

3 对不锈钢桁架式拉结件, 不锈钢腹板及钢筋弦杆的直径不宜小于 5mm, 钢筋弦杆的锚固深度不应小于 25mm, 钢筋弦杆的保护层厚度不宜小于 20mm, 不锈钢腹杆的保护层厚度不应小于 5mm;

4 对不锈钢针式拉结件, 不锈钢棒的直径不宜小于 3mm, 锚固深度不宜小于 30mm, 保护层厚度不应小于 5mm;

5 对 FRP 拉结件, 横截面任一方向尺寸不宜小于 3mm, 锚固深度不宜小于 30mm, 保护层厚度不宜小于 20mm。

6.4 夹心保温剪力墙板设计

6.4.1 夹心保温剪力墙板应按非组合受力模式进行设计, 主体结构计算时可不计入外叶墙板的刚度影响, 且内叶墙板应按剪力墙进行设计, 外叶墙板应按非承重外围护墙板进行设计。

6.4.2 夹心保温剪力墙板的承载力极限状态验算和正常使用极限状态验算应包括下列内容:

1 持久设计状况、多遇地震作用下内叶墙板及其连接的承载力验算;

2 持久设计状况、短暂设计状况、多遇地震作用下拉结件的承载力验算;

3 持久设计状况下外叶墙板的面外变形、面内变形和竖向位移验算;

4 持久设计状况、短暂设计状况下外叶墙板的裂缝控制验算, 短暂设计状况下内叶墙板的裂缝控制验算。

6.4.3 夹心保温剪力墙板的内叶墙板及其连接承载力验算、构造要求等应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003 对剪力墙的有关规定。

6.4.4 外叶墙板在持久设计状况下的面外变形验算应符合下列规定:

1 应同时考虑第一温差和第二温差, 第一温差和第二温差的取值应符合本规程第 6.2.2 条的规定;

2 采用弹性方法计算时, 外叶墙板的面外挠度不应大于外叶墙板短边长度的 1/250。

6.4.5 外叶墙板在其自重标准值作用下的竖向位移不应大于 2.5mm。外叶墙板的竖向位移应取拉结件与外叶墙板连接端的竖向位移, 计算时可将拉结件内力作用于拉结件位于外叶墙板内的一端, 再根据拉结件刚度计算位移; 也可按有限元方法直接计算位移。

6.4.6 外叶墙板在第一温差标准值作用下的水平、竖向面内变形均不应大于 2.5mm, 计算该面内变形时可假定外叶墙板由其面内变形不动点向四周自由伸缩, 面内变形不动点应根据拉结件系统的类型计算确定。

6.4.7 外叶墙板的裂缝控制验算应符合下列规定：

1 持久设计状况下，外叶墙板的裂缝控制等级宜为二级，计算时温度作用应取第一温差标准值和第二温差标准值之和；采用弹性方法计算时，外叶墙板混凝土的主拉应力不应大于混凝土轴心抗拉强度标准值；

2 持久设计状况下，当外叶墙板采用抗裂和防水性能强的饰面材料时，外叶墙板的裂缝控制等级可为三级，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定计算考虑长期作用影响的最大裂缝宽度，且最大裂缝宽度的限值应取 0.2mm。

6.4.8 外叶墙板的构造应符合下列规定：

1 厚度不宜小于 60mm，且不应小于 50mm，并应满足拉结件的锚固要求；

2 宜采用单层双向配筋，宜采用冷轧带肋钢筋网片或冷拔低碳钢丝网片，直径不应小于 4mm，钢筋间距不宜大于 150mm；

3 钢筋的保护层厚度，对涂料饰面或清水混凝土，不应小于 20mm；对石材或面砖饰面，不应小于 15mm；对露骨料饰面，应从最凹处混凝土表面算起，且不应小于 20mm；

4 在洞口周边、角部应配置加强钢筋，加强钢筋应伸过洞口并锚固可靠；洞边每侧加强钢筋不宜少于 2 根，直径不宜小于 8mm；洞口每个角部加强斜筋不宜少于 2 根，直径不宜小于 8mm。

6.5 夹心保温外挂墙板设计

I 一般规定

6.5.1 夹心保温外挂墙板宜按非组合受力模式进行设计，与主体结构之间的连接方式宜采用点支承连接。点支承夹心保温外挂墙板的连接节点应能适应主体结构变形，主体结构计算时可不计入夹心保温外挂墙板的刚度影响。

6.5.2 夹心保温外挂墙板及其与主体结构连接节点的结构分析、承载能力极限状态验算、正常使用极限状态验算及构造要求除应符合本规程第 6.1.1 条的规定外，尚应符合现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458 的有关规定。

6.5.3 夹心保温外挂墙板及其连接节点的受力计算应符合下列规定：

1 夹心保温外挂墙板可采用弹性分析方法，计算简图应符合实际受力情况；

2 在垂直于夹心保温外挂墙板平面的风荷载和地震作用下，夹心保温外挂墙板构件的内力和变形宜采用有限元分析方法，其中点支承夹心保温外挂墙板也可采用现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458 中的简化方法；

3 点支承夹心保温外挂墙板连接节点受力计算可采用现行行业标准《预制混凝土夹心保温外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458 规定的计算方法。

6.5.4 夹心保温外挂墙板不应跨越主体结构的变形缝。主体结构变形缝两侧，夹心保温外挂墙板的构造缝应能适应主体结构变形要求，构造缝应采用柔性连接设计或滑动型连接设计，并宜采取易于修复的构造措施。

6.5.5 持久设计状况、地震设计状况下，应对夹心保温外挂墙板之间的接缝宽度进行验算，验算方法应符合现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458 的有关规定。

II 构件设计

6.5.6 夹心保温外挂墙板构件及拉结件的承载能力极限状态验算和正常使用极限状态验算应包含下列内容：

- 1 持久设计状况下墙板构件的承载力验算；
- 2 持久设计状况、短暂设计状况、多遇地震作用下拉结件的承载力验算；
- 3 持久设计状况下墙板构件的位移和变形验算：对非组合夹心保温外挂墙板，应包括外叶墙板相对内叶墙板的竖向位移、面内变形、面外变形验算，以及内叶墙板的面外变形验算；
- 4 持久设计状况下、短暂设计状况下墙板构件的裂缝控制验算。

6.5.7 非组合夹心保温外挂墙板的外叶墙板设计应符合本规程第 6.4.4 条~第 6.4.8 条的规定。

6.5.8 持久设计状况下，非组合夹心保温外挂墙板的内叶墙板面外变形和裂缝控制应符合下列规定：

- 1 平面外挠度不应大于夹心保温外挂墙板连接节点间距离的 1/250；
- 2 裂缝控制等级可为三级，最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.5.9 非组合夹心保温外挂墙板的内叶墙板应符合下列规定：

- 1 采用平板时，厚度不宜小于 100mm，宜采用双层双向配筋，水平和竖向钢筋的最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm；
- 2 采用带肋板时，厚度不宜小于 60mm，可配置单层双向钢筋网片，水平和竖向钢筋的最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm；
- 3 内叶墙板应满足拉结件及夹心保温外挂墙板与主体结构连接节点的连接件的锚固要求。

III 连接节点设计

6.5.10 点支承夹心保温外挂墙板与主体结构连接节点的承载力和变形能力验算应包含下列内容：

- 1 持久设计状况下的连接节点承载力验算；
- 2 多遇地震作用、设防地震作用、罕遇地震作用下的连接节点承载力验算；
- 3 持久设计状况、罕遇地震作用下连接节点的变形能力验算。

6.5.11 点支承夹心保温外挂墙板与主体结构连接节点的变形能力应符合下列规定：

- 1 持久设计状况下，连接节点在墙板平面内应具有适应主体结构在永久荷载、活荷载、

风荷载、温度作用下变形的能力；

2 地震设计状况下，连接节点在墙板平面内应具有不小于主体结构在设防地震作用下弹性层间 1

3 连接节点应具有适应夹心保温外挂墙板制作与施工安装允许偏差的三维调节能力。

6.5.12 对点支承夹心保温外挂墙板与主体结构的连接节点，承重连接点不宜少于 2 个，连接节点验算时选取的承重连接点不应多于 2 个，承重连接点宜避开主体结构支承构件在地震作用下的塑性发展区域；面外连接点不应少于 4 个，且宜避开主体结构支承构件在地震作用下的塑性发展区域。

6.5.13 夹心保温外挂墙板与主体结构连接节点的连接件和预埋件应采取可靠的防火和防腐措施；连接节点的预埋件、吊装用预埋件以及临时支撑预埋件宜分别设置，不宜兼用。

7 制作与运输

7.1 一般规定

7.1.1 夹心保温外墙板的制作与运输除应符合本规程规定外，尚应符合现行北京市地方标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968、《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030 和《预制混凝土构件质量控制标准》DB11/T 1312 的有关规定。

7.1.2 夹心保温外墙板制作单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和试验检测手段，且宜建立可追溯的全过程信息化管理系统。

7.1.3 夹心保温外墙板制作前，应对其技术和质量要求进行技术交底，并应制定生产方案和加工详图。其中生产方案和加工详图应符合下列规定：

1 生产方案应包括：生产计划、生产工艺、模具计划、模具方案、技术质量控制措施、成品保护、存放及运输方案等内容；

2 加工详图应满足设计、生产方案和施工方案的要求，当有影响构件性能的变更时，应由原设计单位确定。

3 加工详图宜包括下列内容：

1) 墙板平面布置图；

2) 墙板模板图、配筋图；

3) 满足建筑、结构和机电设备等各专业要求和构件制作、运输、安装等环节要求的预留孔洞、预埋件布置图；

4) 保温板排板图；

5) 拉结件系统布置图；

6) 墙板饰面材料的排砖图或排板图。

7.1.4 夹心保温外墙板构件质量检验合格后，应设置表面标识，出厂时应出具质量合格证明文件。

7.1.5 夹心保温外墙板表面应根据加工详图编号在指定位置设置标识，并宜符合下列规定：

1 标识设置宜采用射频识别、二维码等信息化技术；

2 标识内容宜包括工程名称、构件型号、生产日期、合格标识、生产单位等信息。

7.1.6 夹心保温外墙板出厂质量合格证明文件应符合下列规定：

1 质量合格证明文件应包括下列内容：

1) 出厂合格证；

2) 原材料及配件质量进场检验报告，包括混凝土检验报告、保温材料检验报告、钢筋加工和连接材料性能检验报告、拉结件检验报告；

3) 原材料及配件的产品合格证和型式检验报告；

4) 合同要求的其他质量证明文件。

2 原材料及配件型式检验报告内容应符合国家现行有关标准的规定，其中拉结件型式

检验报告中检验项目应包括外观质量、尺寸偏差、材料力学性能、抗拉拔和抗剪性能、耐久性能指标。

7.2 制作

7.2.1 夹心保温外墙板制作单位应对钢筋、混凝土、保温材料、拉结件和灌浆套筒进行质量检验，应对灌浆套筒和接头进行工艺检验，检验合格后方可使用，并应符合下列规定：

1 钢筋和混凝土的检验应符合现行北京市标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968 和《预制混凝土构件质量控制标准》DB11/T 1312 的有关规定；

2 保温材料应按同厂家、同品种、同规格，每 5000m² 为一个检验批，保温材料检验项目应包括导热系数、密度、吸水率、抗压强度和燃烧性能，检验结果应满足设计要求，并应符合本规程和国家现行标准、现行北京市地方标准的有关规定；

3 拉结件应按同一厂家、同一类别、同一规格产品，不超过 10000 件为一个检验批，拉结件的检验项目应包括外观质量、尺寸偏差、材料力学性能、抗拉拔和抗剪性能，检验结果应满足设计要求，其中 FRP 拉结件抗拉拔和抗剪性能检验方法应符合现行行业标准《预制保温墙体用纤维增强塑料拉结件》JG/T 561 的有关规定，不锈钢拉结件抗拉拔和抗剪性能检验方法应符合附录 B 的规定；

4 灌浆套筒和接头工艺检验应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 和现行北京市地方标准《钢筋套筒灌浆连接技术规程》DB11/T 1470 的有关规定；

5 其它原材料及配件检验应符合现行北京市地方标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968 和《预制混凝土构件质量控制标准》DB11/T 1312 的有关规定。

7.2.2 夹心保温外墙板构件宜采用平模反打成型工艺进行生产。

7.2.3 夹心保温外墙板饰面层铺设安装应符合下列规定：

1 当饰面层采用饰面砖时，应根据排砖图的要求进行配砖和加工，饰面砖入模铺设前，宜根据排砖图将单块面砖制成面砖套件，套件的长度不宜大于 600mm，宽度不宜大于 300mm；

2 当饰面层采用石材或陶瓷厚板时，应根据排板图的要求进行配板和加工，且石材应安装不锈钢锚固卡钩和涂刷防泛碱处理剂，陶瓷厚板应安装背栓或不锈钢锚固卡钩连接件；

3 应使用柔韧性好、收缩小、具有抗裂性能且不污染饰面的材料嵌填饰面砖、石材或陶瓷厚板间的拼缝，并应采取措施防止饰面砖、石材或陶瓷厚板在钢筋安装及混凝土浇筑振捣等工序中出现位移；

4 混凝土振捣采用插入式振捣棒时，应避免损坏饰面层材料。

7.2.4 保温材料应按照排板图铺设，并应符合下列规定：

1 保温材料铺设应在外叶墙板混凝土初凝前完成；

2 保温材料铺设前应进行预处理，铺设时应减少对拉结件的扰动，当拉结件发生偏移时应及时复位；

3 保温材料之间以及保温材料与拉结件之间应紧密贴合，且保温材料的接缝、孔洞应采用发泡聚氨酯填充密实；

4 当保温材料为真空绝热板时，真空绝热板表面应采取防护措施，且拉结件应布置在真空绝热板板缝处，拉结件不应穿透真空绝热板。

7.2.5 混凝土浇筑、振捣应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前，预埋件及预留钢筋的外露部分宜采取防止污染的防护措施；

2 混凝土浇筑间歇时间不宜超过 30min；混凝土从出机到浇筑完毕的延续时间，气温高于 25℃时不宜超过 60min，气温不高于 25℃时不宜超过 90min；预制墙板的收面宜采用机械磨光工艺；

3 混凝土浇筑过程中应防止拉结件和预埋件倒伏或移位，振捣时应避免触碰拉结件和预埋件。

7.2.6 夹心保温外墙板养护应符合下列规定：

1 可采用自然养护或加热养护方式，加热养护可选择蒸汽、热风或模具加热等方式；

2 采用自然养护方式时，混凝土浇筑完毕或压面工序完成后应及时覆盖保湿，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定；

3 采用加热养护方式时，蒸汽养护制度应通过试验确定，宜采用加热养护温度自动控制装置。并宜在常温下静停 1h~3h，升、降温速度不宜超过 20℃/h，最高养护温度不宜大于 60℃。

7.2.7 夹心保温外墙板粗糙面宜采用模板预涂缓凝剂工艺，脱模后采用高压水冲洗露出骨料。

7.2.8 脱模起吊时，夹心保温外墙板的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求，且不应小于 20N/mm²。

7.3 质量检验

7.3.1 夹心保温外墙板制作完成后应对其外观质量进行全数检查，并应符合下列规定：

1 对出现的严重缺陷应经原设计单位认可后，根据制定技术处理方案进行处理，并重新检查验收；

2 对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格；

3 严重缺陷和一般缺陷的划分应符合现行北京市地方标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968 的有关规定。

7.3.2 夹心保温外墙板外形尺寸允许偏差和预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋位置允许偏差应符合本规程表 4.1.2 的规定，拉结件位置允许偏差应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 拉结件位置允许偏差及检验方法

序号	项目			允许偏差（mm）	检验方法
1	锚固深度	纤维增强塑料拉结件、板式、夹式、针式拉结件	外叶墙板内	±2	尺量检查
			内叶墙板内	-2	尺量检查
		桁架式拉结件		-2, +5	用尺量
2	保护层厚度			±2, 且不应小于5mm	用尺量
3	中心线位置			20	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
4	针式拉结件开口端宽度			±10	尺量检查
5	拉结件垂直度			5°	尺量检查
6	锚筋	外伸长度		±10	尺量检查
		弯折角度		±5°	尺量检查

7.3.3 夹心保温外墙板的性能检验应符合下列规定:

- 1 墙板中预埋件、预留钢筋、预留孔洞、套筒浇筑孔及空腔规格、数量应满足设计要求;
- 2 墙板键槽数量和粗糙面处理方式应满足设计要求;
- 3 墙板用的保温材料类别、厚度、位置应满足设计要求;
- 4 内外叶墙板间拉结件类别、数量及使用位置应满足设计要求;
- 5 石材、面砖或陶瓷厚板饰面与混凝土拉伸粘接强度应符合本规程第 4.5.6 条的规定。

7.4 运输与存放

7.4.1 夹心保温外墙板的运输与存放应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030 的有关标准规定。

7.4.2 生产企业应制定夹心保温外墙板运输与存放方案, 其内容应包括存放支垫及成品保护措施、运输时间、次序、堆放场地、运输路线、固定要求等, 且夹心保温外墙板宜采取直立运输方式。

7.4.3 夹心保温外墙板的存放应符合下列规定:

- 1 宜按照夹心保温外墙板类型、规格型号、检验状态分类存放, 产品标识应清晰、可靠、耐久, 预埋吊件应朝上, 标识应向外;
- 2 预制构件存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理;
- 3 存放场地应平整、坚实, 并应有排水措施;
- 4 夹心保温外墙板应采用专用支架直立存放, 支架应具有足够强度、刚度和稳定性,

与地面倾斜角度宜为 $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，相邻夹心保温外墙板间宜用柔性垫层隔开；

5 夹心保温外墙板应直立存放或带饰面层一侧朝上码放；

6 夹心保温外墙板的薄弱部位和门窗洞口宜采取防止变形开裂的临时加固措施。

7.4.4 夹心保温外墙板的运输车辆应满足墙体尺寸和载重要求，装卸与运输时应符合下列规定：

1 装卸时，夹心保温外墙板应采取保证车体平衡的措施；

2 运输时，夹心保温外墙板应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；

3 运输时，夹心保温外墙板应采取防止墙体损坏的措施，对夹心保温外墙板边角部位宜设置保护衬垫。

7.4.5 夹心保温外墙板成品保护应符合下列规定：

1 外露预埋件和节点连接件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈处理；

2 预埋螺栓孔宜采用海绵填塞；

3 夹心保温外墙板存放过程中应采取防潮、防水、防雨、防暴晒等保护措施，贮存条件应符合产品使用说明书的规定；

4 夹心保温外墙板饰面处宜采用贴膜保护或其他防护措施。

8 安装与施工

8.1 一般规定

8.1.1 夹心保温外墙板工程安装与施工应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030、《钢筋套筒灌浆连接技术规程》DB11/T 1470 的有关规定。

8.1.2 夹心保温外墙板工程安装与施工前应制定专项施工方案，专项施工方案应包括夹心保温外墙板安装顺序、连接节点、防水措施、成品保护、安装质量管理、安全防护措施及起吊安装的安全性验算、临时支撑形式及安全性验算等。

8.1.3 夹心保温外墙板工程应采取防止墙板及墙板上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等损伤或污染的保护措施。

8.1.4 未经原设计单位允许，夹心保温外墙板不得进行切割、开洞。

8.1.5 夹心保温外墙板应按专项施工方案安装顺序预先编号，夹心保温外墙板应按编号顺序进行堆放和起吊；夹心保温外墙板吊装就位并校准定位后，应及时设置临时支撑或采取临时固定措施。

8.1.6 夹心保温外墙板与吊具的分离应在校准定位及临时固定措施安装完成后进行。夹心保温剪力墙板临时固定措施的拆除应在灌浆料强度达到设计要求后进行。

8.1.7 吊装用吊具应按国家现行有关标准的规定进行设计、验算和试验检验。夹心保温外墙板安装过程中，吊索与夹心保温外墙板水平面所成夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° ；吊机主钩位置、吊具及墙板重心应在竖直方向重合；当夹心保温外墙板尺寸较大或形状较复杂时，宜采用有分配梁或分配桁架的吊具。

8.1.8 夹心保温外墙板工程安装前，应进行首段验收，验收合格后可进行大批量安装，并应根据试安装结果及时调整完善施工工艺和专项施工方案。

8.1.9 夹心保温外挂墙板安装过程中应对装饰面的完整性进行校核与调整，应采取保护措施，避免墙板边缘及饰面层被污染、损伤。

8.2 施工准备

8.2.1 夹心保温外墙板工程施工前，施工现场应合理规划夹心保温外墙板运输通道和临时堆放场地，并应采取成品堆放保护措施，且应符合下列规定：

1 现场运输道路和存放堆场应坚实平整，并应有排水措施；

2 施工现场内道路应按照夹心保温外墙板运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度。在地下车库顶板处设置运行路线或存放堆场时，应对结构进行安全复核，并应经原设

计单位同意；

3 夹心保温外墙板运送到施工现场后，应按照规格、品种、使用部位、吊装顺序合理设置封闭的存放场地。场地应设置在吊车的有效起重范围内，不应设置在未浇筑后浇带车库顶板悬挑范围内，并应在堆垛之间设置通道；

4 夹心保温外墙板装卸、吊装工作范围内不应有障碍物，并应有满足夹心保温外墙板周转吊运的场地；

5 夹心保温外墙板应在专用插放架内竖向存放，插放架应具有足够抗倾覆稳定性能。

8.2.2 夹心保温外墙板安装施工前，应进行下列准备工作：

1 应将安装部位清理干净，并在已施工完成的结构上进行测量放线，设置夹心保温外墙板安装定位标识；

2 应复核夹心保温外墙板安装位置、节点连接构造、临时支撑方案等；

3 应复核吊装设备及吊具处于安全操作状态；

4 应核实现场环境、天气、道路状况等是否满足吊装施工要求；遇到雨、雪、雾天气、或者风力大于 5 级时，不得进行夹心保温外墙板的吊装。

8.3 夹心保温剪力墙板安装

8.3.1 夹心保温剪力墙板吊装应符合下列规定：

1 夹心保温剪力墙板竖向起吊点不应少于 2 个，当墙宽大于 4 米时，宜采用横梁吊装法吊装；

2 吊装时应采用慢起、快升、缓放的操作方式，起吊应一次逐级增加速度，不应越档操作；

3 夹心保温剪力墙板在吊运过程中应保持稳定，不应偏斜、摇摆和扭转，不应吊装墙板长时间悬停在空中；吊具受力应均衡。

4 夹心保温剪力墙板吊装校正，可采用起吊、就位、初步校正、精细调整的作业方式；夹心保温剪力墙板吊装时，应系好缆风绳控制构件转动。

8.3.2 夹心保温剪力墙板吊装就位后，应及时校准与调整，并应采取临时固定措施。夹心保温剪力墙板的校准与调整应符合下列规定：

1 墙板校核与调整内容包括墙板安装位置、安装高度、垂直度、累积垂直度、相邻夹心保温剪力墙板的平整度、高低差、拼缝尺寸以及墙板饰面层；

2 墙板就位校核与调整应以墙板外表面为安装调整基准面；

3 墙板就位前，夹心保温剪力墙板内叶墙板底部应设置调平装置，且每块墙板宜设置 2 处；

4 墙板就位后，应设置可调临时斜支撑固定，测量墙板的水平位置、垂直度、高度等，通过板底调平装置、可调临时斜支撑进行调整。

8.3.3 夹心保温剪力墙板安装用临时支撑应符合下列规定：

1 墙板就位前，夹心保温剪力墙板内叶墙板底部应设置调平装置，且每块墙板宜设置 2 处；

2 墙板的上部斜支撑，其支撑点距离板底不宜小于墙板高度的 $2/3$ ，且不应小于构件高度的 $1/2$ ，斜支撑应与墙板可靠连接。

8.3.4 夹心保温剪力墙板的连接应符合下列规定：

1 采用灌浆套筒连接的墙板需要分仓灌浆时，应采用封浆料进行分仓，且钢筋套筒灌浆连接的施工应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 和现行北京市地方标准《钢筋套筒灌浆连接技术规程》DB11/T 1470 的有关规定；

2 在采用灌浆套筒连接的墙板底部保温材料部位宜采用燃烧性能等级为 A 级的保温材料可靠密封，防止漏浆，封堵措施应符合结合面承载力设计要求；

3 墙板调整就位后，墙板底部连接部位宜采用封浆料密封；

4 夹心保温叠合剪力墙板安装就位后应进行墙板拼缝处附加钢筋安装，且附加钢筋应与现浇段钢筋网交叉点全部绑扎牢固。

5 钢筋机械连接的施工应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

8.3.5 夹心保温剪力墙板现浇混凝土节点施工应符合下列规定：

1 应清除结合面的浮浆、松散骨料和污物并洒水湿润，不应粘有脱模剂和其他杂物；

2 现浇混凝土节点处夹心保温剪力墙板之间的板缝应采取防止漏浆的措施；可采用粘贴防水胶带进行密封；

3 夹心保温剪力墙阳角现浇混凝土节点外侧宜采用 PCF 板作为永久性外模板支模，夹心剪力墙阳角现浇混凝土节点内侧和其他部位现浇混凝土节点宜采用可重复周转使用的工具式模板支模。模板应具有足够的刚度和强度，且 PCF 板与相邻夹心保温外墙板拼缝间应按设计要求做断桥和防水密封处理；

4 模板施工应符合国家现行标准《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 的有关规定；

5 现浇混凝土竖向节点高度较大时宜分层浇筑，振捣密实。

8.3.6 夹心保温叠合剪力墙板空腔后浇混凝土施工应符合下列规定：

1 空腔内混凝土应均衡布料且分层连续浇筑，每层厚度不宜超过墙体高度的一半，并应在底层混凝土初凝前将上一层混凝土浇筑完毕；

2 空腔内混凝土应采用插入式振捣棒逐孔逐层振捣；振捣棒应快插慢拔，有序均匀振捣，不应遗漏；上层振捣时，应插入下层 50mm~100mm，以使两层混凝土结合牢固；振捣时，振捣棒不得触及钢筋和模板；

3 浇筑混凝土时，应对模板及支架进行观察和维护，发生异常情况应及时处理；构件接缝混凝土浇筑和振捣应采取措施防止模板、相连接构件、钢筋、预埋件及其定位件移位。

8.3.7 夹心保温剪力墙阳角处 PCF 板安装除应符合本规程第 8.3.5 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 首层安装前，应在其下方设置牢固、可靠的支顶装置；
- 2 PCF 板临时固定于两侧夹心保温剪力墙板，应用专用连接件进行固定，定位应准确，且隐蔽工程验收应合格；
- 3 应按模板施工方法确定对拉螺栓间距，在 PCF 板和内侧模板相应位置安装对拉螺栓；
- 4 安装外墙内、外侧竖向次楞时，宜横向安装水平向方钢作为主楞，固定内外模板、主次楞，并调整模板位置和垂直度；
- 5 PCF 板拼缝处应采用燃烧性能等级为 A 级的保温材料进行浆料封堵，并可粘贴防水胶带进行密封。

8.3.8 夹心保温剪力墙板安装时，其竖缝热桥部位的施工应满足设计要求，并应采用燃烧性能等级为 A 级的保温材料作为嵌缝材料。

8.3.9 夹心保温剪力墙板预留孔洞、施工孔洞、设备和管道的连接件、穿墙管线等隔断热桥施工应符合下列规定：

- 1 夹心保温剪力墙板预留孔洞，应用保温材料填充后再做灌浆封堵；
- 2 PCF 板处的对拉螺栓应设非金属套管，待拆除模板后用保温材料填充套管，再做灌浆封堵；
- 3 当管道穿越夹心保温剪力墙板时，其洞口应进行工厂预留，施工时管道与孔洞间隙应采用燃烧性能等级为 A 级的保温材料填充密实，并应进行密封和防裂处理。

8.4 夹心保温外挂墙板安装

8.4.1 夹心保温外挂墙板宜分层按顺序吊装，先下后上，逐层安装。同层、同侧夹心保温外挂墙板宜从一端向另一端顺序安装。

8.4.2 夹心保温外挂墙板的吊装和临时支撑设置的要求应分别符合本规程第 8.3.1 条和第 8.3.3 条的规定。

8.4.3 夹心保温外挂墙板安装时，与主体结构的连接节点宜仅承受墙板自身范围内的荷载和作用，且确保各支承点均匀受力。

8.4.4 夹心保温外挂墙板的连接节点及接缝构造应满足设计要求。夹心保温外挂墙板安装完成后，应移除临时支承支座和墙板接缝内的传力垫块。

8.4.5 夹心保温外挂墙板吊装后的安装位置校准与调整应符合下列规定：

- 1 夹心保温外挂墙板应以轴线和外轮廓线同时控制墙板的安装位置；
- 2 夹心保温外挂墙板安装就位后应临时固定，测量墙板的安装位置、安装标高、垂直度、接缝宽度等，通过节点连接件或墙底调平装置、可调临时支撑进行调整。

8.4.6 点支承夹心保温外挂墙板与主体结构连接节点施工应符合下列规定：

- 1 有变形能力要求的连接节点，安装固定前应核对节点连接件的初始相对位置，确保

连接节点可变形量满足设计要求；

2 夹心保温外挂墙板校核调整到位后，应先固定承重连接节点，后固定非承重连接节点；

3 连接节点采用螺栓连接或焊接连接的施工应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 等的有关规定，并应对外露部分进行防腐、防锈和防火处理；

4 连接节点采用焊接连接时，应采取防止因连续施焊引起连接部位混凝土开裂的措施。

8.4.7 夹心保温外挂墙板上预留孔洞、施工孔洞、设备和管道连接件等隔断热桥施工应符合本规程第 8.3.9 条的有关规定。

8.5 防水施工

8.5.1 夹心保温外墙板吊装前的防水施工应符合下列规定：

- 1 现场吊装前，应检查夹心保温外墙板在工厂或者现场粘结的气密条牢固性与完整性；
- 2 运输、堆放、吊装过程中应保护防水空腔、气密条和水平缝等部位，夹心保温外墙板缺棱掉角及损坏处应在吊装就位前修复。

8.5.2 夹心保温外墙板接缝处用防水胶带施工应符合下列规定：

- 1 夹心保温外墙板连接接缝处用防水胶带施工前，粘结面应清理干净，并应涂刷界面剂；
- 2 接缝处防水胶带应在夹心保温外墙板校核固定后粘贴；
- 3 防水胶带应与夹心保温外墙板粘结牢固，不应虚粘。

8.5.3 夹心保温外墙板接缝处导水管的安装应符合下列规定：

- 1 安装前应在导水管部位斜向上按设计角度设置背衬材料。背衬材料应内高外低，最内侧应与接缝中的气密条相接触；
- 2 导水管应顺背衬材料方向埋设，与两侧基层之间的间隙应用专用密封胶封严；导水管的上口应位于空腔的最低点；
- 3 应避免专用密封胶堵塞导水管。

8.5.4 夹心保温外墙板接缝处专用密封胶的施工应符合下列规定：

- 1 夹心保温外墙板接缝防水节点基层及空腔排水构造做法应满足设计要求；
- 2 夹心保温外墙板外侧水平、竖直接缝的专用密封胶封堵前，侧壁应清理干净，保持干燥。嵌缝材料应与墙板粘结牢固；
- 3 外侧竖缝及水平缝专用密封胶的注胶宽度、厚度应满足设计要求，专用密封胶应在夹心保温外墙板校核固定后嵌填。先设置背衬材料，再注胶，且背衬材料与接缝两侧基材之间不应留有空隙，专用密封胶应均匀顺直，饱满密实，表面光滑连续；
- 4 夹心保温外墙板十字接缝处各 300mm 范围内的水平缝和垂直缝应一次施工完成。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 夹心保温外墙板工程质量验收应符合国家现行标准《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、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355、《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 和现行北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030、《钢筋套筒灌浆连接技术规程》DB11/T 1470 的有关规定。

9.1.2 夹心保温外墙板之间、夹心保温外墙板与现浇结构之间的连接以及夹心保温外挂墙板与主体结构之间的连接应满足设计要求。

9.1.3 夹心保温外墙板工程用原材料、部品、构配件均应按检验批进行进场验收。

9.1.4 夹心保温外墙板工程在安装施工及浇筑混凝土前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 夹心保温剪力墙板工程的隐蔽工程验收包括下列部位或内容：
 - 1) 夹心剪力墙板粗糙面的质量、键槽的尺寸、数量、位置；
 - 2) 后浇混凝土中钢筋牌号、规格、数量、位置、间距、锚固长度，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
 - 3) 结构预埋件、预留作业管线的规格、数量与位置；
 - 4) 夹心剪力墙板之间及夹心剪力墙板与后浇混凝土之间的节点、接缝；
 - 5) PCF 板的保温层厚度、拉结件数量及拉结件锚固深度；
 - 6) 接缝处防水、防火等构造做法；
 - 7) 热桥部位处理；
 - 8) 各种变形缝处的节能施工做法。
- 2 夹心保温外挂墙板工程的隐蔽工程验收包括下列部位或内容：
 - 1) 预埋件和连接件的规格、数量和位置；
 - 2) 接缝处防水、防火等构造做法；
 - 3) 热桥部位处理；
 - 4) 各种变形缝处的节能施工做法
 - 5) 预埋件和连接件的防腐处理。

9.1.5 夹心保温外墙板工程竣工验收时应提供下列资料：

- 1 夹心保温外墙板制作和安装的深化设计图、设计变更文件及其他设计文件；
- 2 夹心保温外墙板及主要配套材料的出厂质量合格证明文件、型式检验报告、进场验收记录、抽样复验报告，其中夹心保温外墙板的出厂质量合格证明文件内容应符合本规程

第 7.1.4 条的有关规定，夹心保温外墙板的型式检验应符合本规程附录 C 的规定；

- 3 夹心保温外墙板安装施工记录；
- 4 夹心剪力墙板工程中钢筋灌浆套筒灌浆连接施工检验记录及影像资料；
- 5 夹心剪力墙板工程中钢筋连接的检验报告；
- 6 夹心剪力墙板工程中冬期灌浆施工环境测温记录；
- 7 夹心剪力墙板工程中后浇筑节点的混凝土、灌浆料、夹心保温剪力墙板下端接缝材料强度检测报告；
- 8 连接构造节点的隐蔽工程检查验收文件；
- 9 密封材料及接缝防水检测报告；
- 10 防火、防雷节点验收记录；
- 11 分项工程验收记录；
- 12 重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 13 其他质量保证资料。

9.2 进场验收

I 主控项目

9.2.1 夹心保温外墙板及配套材料应进行进场验收，且应形成相应的验收记录，其品种、规格、性能应符合设计和相关标准的要求。其中夹心保温外墙板的质量应符合本规程及现行北京市标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968 的有关规定，夹心保温外墙板的热工性能应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，核查夹心保温外墙板及配套材料出厂质量合格证明文件和型式检验报告及相关质量证明文件。

9.2.2 夹心保温外墙板的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量检查；检查处理记录。

9.2.3 夹心保温外墙板表面面砖、石材、陶瓷厚板等饰面与混凝土的粘结性能应符合现行有关标准的规定。

检查数量：全批检查。

检验方法：检查夹心保温外墙板出厂质量合格证明文件。

II 一般项目

9.2.4 夹心保温外墙板的外观质量不宜有一般缺陷，对出现的一般缺陷可要求墙板生产单位按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

9.2.5 夹心保温外墙板应在明显部位标明生产单位、型号和编号、生产日期和出厂质量验收标志等标识。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.2.6 夹心保温外墙板的尺寸偏差应满足设计要求，并应符合现行北京市地方标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11 / T 968的有关规定。后浇混凝土部位的预制构件尺寸偏差可按夹心保温外墙板尺寸偏差的有关规定放大一倍执行。

检查数量：按同一生产企业、同一品种的构件，不超过 100 个为一批，每批抽查构件数量的 5%，且不少于 3 件。

检验方法：尺量检查。

9.2.7 夹心保温剪力墙板的粗糙面或键槽应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

9.2.8 夹心保温外墙板饰面的外观质量应符合设计要求或国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或轻击检查；与样板对比。

9.2.9 夹心保温外墙板上的预埋件、预留插筋、预留孔洞、预埋管线等规格型号、数量应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

9.3 夹心保温剪力墙板工程

I 主控项目

9.3.1 夹心保温剪力墙板临时固定支撑应稳固可靠，并应符合设计、专项施工方案要求以及国家现行标准和北京市现行标准的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查专项施工方案、施工记录或设计文件。

9.3.2 后浇混凝土模板应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，安装位置应正确、接缝应严密，模板在浇筑混凝土过程中不得移位、变形，且应符合设计、专项施工方案要求及国家现行标准和现行北京市地方标准的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查专项施工方案、施工记录或设计文件。

9.3.3 夹心保温剪力墙板竖向拼接处采用后浇混凝土连接时，后浇混凝土的强度应满足设计要求。

检查数量：每工作班同一配合比的混凝土取样不得少于 1 次，每次取样应至少留置一组标准养护试块，同条件养护试块的留置组数宜根据实际要求确定。

检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

9.3.4 后浇混凝土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，并经设计、监理（建设）单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查技术处理方案。

9.3.5 夹心保温叠合剪力墙的现浇混凝土成型质量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 的有关规定。施工单位检验时，应由监理单位见证。

检查数量：每层且不超过 1000m² 应抽取不少于 3 个预制构件。

检验方法：检查施工记录、连接施工影像资料、现浇混凝土成型质量检验报告或现浇混凝土成型质量检验记录。

9.3.6 夹心保温剪力墙板钢筋套筒灌浆连接用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定，并应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作 1 组且每层不应少于 3 组 40mm×40mm×160mm 的长方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

9.3.7 钢筋采用套筒灌浆连接时，连接钢筋插入长度应满足设计要求；灌浆应密实、饱满，钢筋套筒灌浆连接灌浆饱满性检验方法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 的有关规定执行。施工单位检验时，应由监理单位见证。

检查数量：每层应作为一个检验批。建筑首层应随机抽取灌浆套筒总数的 2% 且不少于 6 个，其他楼层每层应随机抽取 1% 且不少于 3 个；每个夹心保温剪力墙板抽取的灌浆套筒不应多于 2 个，并应在出浆口处检查 1 个点。

检验方法：钢筋连接隐蔽工程验收记录及连接施工影像资料；检查灌浆记录、灌浆饱满性检验报告或灌浆饱满性检验记录。

9.3.8 夹心保温剪力墙板底部水平接缝座浆强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批，每工作班同一配合比应制作 1 组且每层不应少于 3 组边长为 70.7mm 的立方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查座浆料强度检验报告及评定记录。

9.3.9 夹心保温剪力墙板安装后的外观质量不应有严重缺陷，且不得有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测；核查处理记录。

9.3.10 夹心保温剪力墙板接缝处保温和防水构造应满足设计要求。接缝处保温材料、密封材料、防水材料应符合设计和本规程规定，并应具有合格证及检测报告。接缝处专用密封胶应注胶饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和深度应符合设计和本规程规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照专项施工方案观察检查；检查出厂合格证及检测报告。

9.3.11 夹心保温剪力墙板接缝的防水性能应满足设计要求。

检查数量：按批检验。每 1000m² 外墙（含窗）面积应划分为个检验批，不足 1000m² 时也应划分为一个检验批；每个检验批应至少抽查一处，抽查部位应为相邻两层 4 块墙板形成的水平和竖向十字接缝区域，面积不得少于 10m²。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

9.3.12 夹心保温剪力墙板内设置的隔汽层，其位置、材料及构造做法应满足设计要求。隔汽层应完整、严密，穿透隔汽层处应采取密封措施。隔汽层凝结水排水构造应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照设计观察检查。核查质量证明文件和隐蔽工程验收记录。

9.3.13 夹心保温剪力墙热桥部位，应按设计要求采取节能保温等隔断热桥措施，不应影响墙体热工性能。其中穿墙管道、施工过程中穿墙孔洞处阻断热桥措施应符合设计和本规程规定。

检查数量：隐蔽工程验收记录应全部检查。隔热断桥措施按不同种类、每种抽查 20%，并不少于 5 处。

检验方法：对照设计和专项施工方案观察检查；核查隐蔽工程验收记录；使用红外热像仪检查。

II 一般项目

9.3.14 后浇混凝土中连接钢筋、预埋件安装位置允许偏差应符合现行北京市标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030 的有关规定。

检查数量：应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间。

检验方法：尺量检查。

9.3.15 后浇混凝土的外观质量不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应由施工单位按技术方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

9.3.16 夹心保温剪力墙板安装完毕后，夹心保温剪力墙板安装尺寸允许偏差应符合表 9.3.16 的规定。

检查数量：应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对于大空间结构，墙可

按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

表 9.3.16 夹心保温剪力墙板安装尺寸的允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
中心线对轴线位置		8	经纬仪及尺量
标高		±5	水准仪或拉线、尺量
墙面垂直度	高度≤6m	5	经纬仪或吊线、尺量
	高度>6m	10	
相邻墙板平整度	外侧	5	2m 靠尺和塞尺测量
	内侧	8	
支垫中心位置		10	尺量
接缝宽度		±5	尺量

9.3.17 夹心保温剪力墙板工程的饰面外观质量除应满足设计要求外，尚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 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、测量。

9.4 夹心保温外挂墙板工程

I 主控项目

9.4.1 夹心保温外挂墙板采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩除应满足设计要求，尚应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

9.4.2 夹心保温外挂墙板节点采用焊接连接时，焊缝的接头质量应满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

9.4.3 夹心保温外挂墙板金属连接节点防腐涂料涂装前的表面除锈、防腐涂料品种、涂装遍数、涂层厚度应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 的有关规定；

检查数量：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 的有关规

定。

检验方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205的有关规定。

9.4.4 夹心保温外挂墙板连接节点防火涂料涂装前的钢材表面除锈及防锈底漆涂装、防火涂料的粘结强度和抗压强度、涂层厚度、涂层表面裂纹宽度应满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205的有关规定。

检验方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205的有关规定。

9.4.5 夹心保温外挂墙板接缝处保温和防水构造应满足设计要求。接缝处保温材料、密封材料、防水材料应符合设计和本规程规定，并应具有合格证及检测报告。接缝处专用密封胶应注胶饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和深度应符合设计和本规程规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照专项施工方案观察检查；检查出厂合格证及检测报告。

9.4.6 夹心保温外挂墙板接缝的防水性能应满足设计要求。

检验数量：按批检验。每 1000m² 外墙（含窗）面积应划分为个检验批，不足 1000m² 时也应划分为一个检验批；每个检验批应至少抽查一处，抽查部位应为相邻两层 4 块墙板形成的水平和竖向十字接缝区域，面积不得少于 10m²。

检验方法：检查淋水试验报告。

9.4.7 夹心保温外挂墙板与主体结构在楼层位置接缝处的封堵应符合设计和本规程规定，防火材料应填充密实、均匀、厚度一致，并应有间隙。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照设计观察检查，核查处理记录。

9.4.8 夹心保温外挂墙板接缝处设置的隔汽层，隔汽层位置、材料、构造做法、密封措施以及隔汽层排水构造应合设计和本规程规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照设计观察检查。核查质量证明文件和隐蔽工程验收记录。

9.4.9 夹心保温外挂墙板工程中热桥部位的断桥措施应合设计和本规程规定。

检查数量：隐蔽工程验收记录应全部检查。隔热断桥措施按不同种类、每种抽查 20%，并不少于 5 处。

检验方法：对照设计和专项施工方案观察检查；核查隐蔽工程验收记录；使用红外热像仪检查。

II 一般项目

9.4.10 夹心保温外挂墙板工程在节点连接构造检查验收合格、接缝防水检测合格的基础上，可进行夹心保温外挂墙板安装质量和尺寸偏差验收。夹心保温外挂墙板的施工安装尺寸偏差及检验方法应满足设计要求，当设计无要求时，应符合表 9.4.10 的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，应按照建筑立面抽查 10%，且不应少于 5 块。

表 9.4.10 夹心保温外挂墙板安装尺寸允许偏差及检验方法

序号	项目		允许偏差（mm）	检验方法
1	轴线位置偏移		3	用经纬仪或拉通线尺量检查
2	标高		±5	水准仪或拉线、尺量检查
3	相邻墙板平整度		2	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
4	墙面垂直度	每层	5	用经纬仪或重锤挂线和尺量检查
		全高	H/2000 且 ≤15	
5	相邻接缝高低差		3	用尺量检查
6	接缝	宽度	±5	用尺量检查
7		中心线与轴线距离	5	

9.4.11 夹心保温外挂墙板工程的饰面外观质量除应满足设计要求外，尚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 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、测量。

10 使用与维护

10.0.1 夹心保温外墙板定期检查应包括下列内容：

- 1 墙板混凝土是否存在开裂或破损；
- 2 夹心保温外挂墙板与主体结构节点连接件是否出现锈蚀，连接是否可靠；
- 3 墙板防水系统是否完整；
- 4 密封胶有无脱胶、开裂、气泡，气密条有无脱落、老化等损坏现象；
- 5 墙板饰面材料是否有涨裂、松动和污染现象。

10.0.2 夹心保温外墙板保养与维护应符合下列规定：

- 1 应保持夹心保温外墙板防水系统、排水系统的完整性、如发现堵塞应及时疏通；
- 2 当发现专用密封胶或气密条脱落或损坏时，应及时修补与更换；修补时应采用相容性、污染性符合要求的密封胶；
- 3 当发现夹心保温外墙板局部破损或发生裂缝时，应及时进行修补并采取有效抗裂、保温和防水补强措施；
- 4 当发现夹心保温外墙板连接节点处金属连接件锈蚀时，应及时除锈补漆或采取其他防锈措施；
- 5 当发现饰面材料破损、松动、腐蚀或开裂时，应及时修补或更换。

10.0.3 夹心保温外墙板使用与维护宜采用信息化手段，建立墙体管理档案。当夹心保温外墙板遭遇地震、火灾等灾害后，应对墙板进行全面检查和评估，并根据评估情况制定处理方案，及时处理。

10.0.4 夹心保温外墙板的清洗次数应根据夹心保温外墙板表面的积灰污染程度确定，且每年不宜少于一次。

10.0.5 夹心保温外墙板的检查与维修作业中，凡属高空作业者，应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80的有关规定。

附录 A 拉结件排布设计及承载力验算

A.1 一般规定

A.1.1 当外叶墙板超出内叶墙板的尺寸不大于 400mm 时，超出范围内可不布置拉结件，当最外侧拉结件至外叶墙板边缘的距离超出本规程的规定时，最外侧拉结件应适当加密，并应采用有限元方法进行拉结件的承载力验算、外叶墙板的面外变形验算及裂缝控制验算。

A.1.2 拉结件排布时应与钢筋、预埋件等互相避让。当夹心保温外墙板局部混凝土厚度无法满足拉结件锚固要求时，拉结件应避开该区域，且拉结件至该区域边缘的距离应符合本规程对拉结件至洞口边缘的距离要求。

A.1.3 不锈钢针式拉结件和不锈钢桁架式拉结件，在缺乏可靠依据的情况下均不宜考虑其承受压力作用。

A.1.4 当拉结件系统需依靠保温层承受压力时，保温层的压缩性能应符合下列规定：

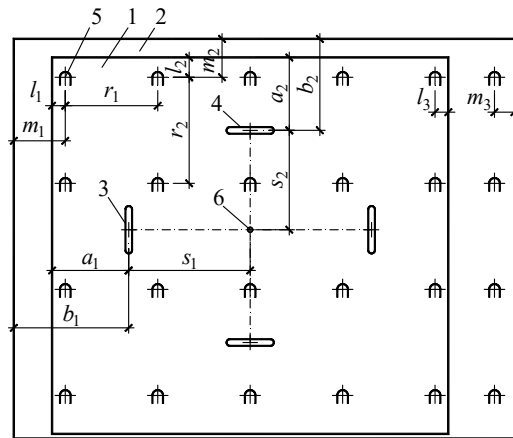
- 1 在 2 倍的保温层压应力设计值作用下，不发生强度破坏；
- 2 在 2 倍的保温层压应力设计值作用下，压缩变形不大于保温层厚度的 10% 和夹心外墙板胶缝允许剪切变形量的较小值；
- 3 保温层的压缩性能应通过试验确定，试验方法应符合现行国家标准《建筑用绝热制品 压缩性能的测定》GB/T 13480 的有关规定。

A.1.5 对夹心保温叠合剪力墙板，拉结件的排布设计及承载力验算应考虑空腔的影响。

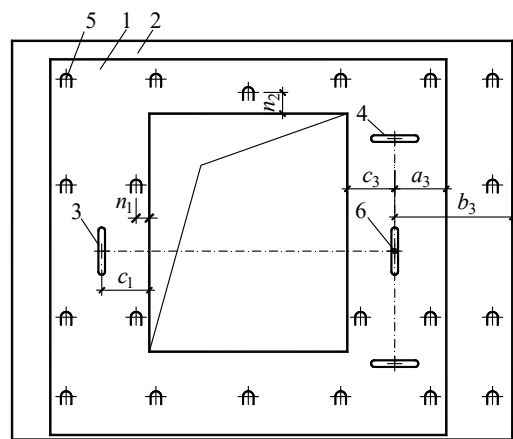
A.2 不锈钢板式拉结件系统和不锈钢夹式拉结件系统

A.2.1 不锈钢板式拉结件系统和夹式拉结件系统的排布应符合下列规定（图 A.2.1）：

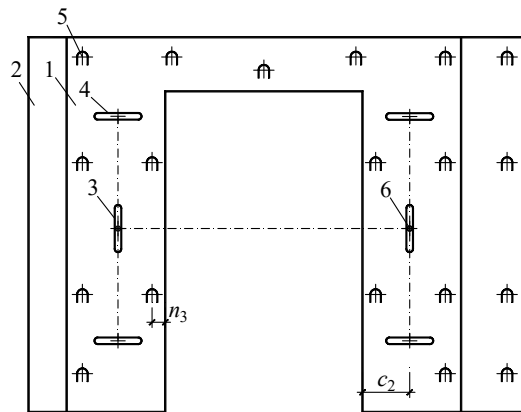
- 1 宜设置不少于两个竖向支承拉结件及不少于两个水平支承拉结件，同时应设置均匀排布的限位拉结件；
- 2 竖向板式或夹式拉结件宜沿通过外叶墙板重心的竖向轴线对称布置，水平板式或夹式拉结件宜沿通过外叶墙板重心的水平轴线对称布置；
- 3 夹式或板式拉结件至支点的距离 s_1 、 s_2 不宜小于 500mm，至内叶墙板边缘的距离 $a_1 \sim a_3$ 、至外叶墙板边缘的距离 $b_1 \sim b_3$ 和至洞口边缘的距离 $c_1 \sim c_3$ 不宜小于 300mm；
- 4 针式拉结件宜均匀、对称布置，间距 r_1 、 r_2 宜为 200mm~1200mm，至内叶墙板边缘的距离 $l_1 \sim l_3$ 不宜小于 100mm，至外叶墙板边缘的距离 $m_1 \sim m_3$ 和至洞口边缘的距离 $n_1 \sim n_3$ 宜为 100mm~300mm；
- 5 对有门洞夹心保温外墙板，门洞两侧范围宜按两个无洞口墙板分别排布，且宜分别设置不少于两个水平板式或夹式拉结件；
- 6 在短向尺寸不大于 600mm 的狭窄区域，针式拉结件应按不少于两排布置；在短向尺寸不大于 400mm 的狭窄区域，针式拉结件宜按双排交错布置。



(a) 无洞口墙板



(b) 有窗洞墙板



(c) 有门洞墙板

图 A.2.1 不锈钢板式拉结件系统和不锈钢夹式拉结件系统

1—内叶墙板；2—外叶墙板；3—竖向板式或夹式拉结件；

4—水平板式或夹式拉结件；5—限位拉结件；6—支点

A.2.2 单个不锈钢板式拉结件的承载力应符合下列规定：

1 仅受拉时

$$N_t \leq N_{R,t} \quad (\text{A.2.2-1})$$

2 仅受剪时

$$V \leq V_R \quad (\text{A.2.2-2})$$

3 拉剪复合受力时

$$(N_t / N_{R,t})^{1.5} + (V / V_R)^{1.5} \leq 1 \quad (\text{A.2.2-3})$$

4 仅受压时

$$N_p \leq N_{R,p} \quad (\text{A.2.2-4})$$

5 压剪复合受力时

$$N_p / N_{R,p} + V / V_R \leq 1 \quad (\text{A.2.2-5})$$

式中： V — 单个不锈钢板式拉结件承受的剪力设计值；

N_t — 单个不锈钢板式拉结件承受的拉力设计值；

N_p — 单个不锈钢板式拉结件承受的压力设计值；

V_R — 不锈钢板式拉结件的受剪承载力设计值；

$N_{R,t}$ — 不锈钢板式拉结件的受拉承载力设计值；

$N_{R,p}$ — 不锈钢板式拉结件的受压承载力设计值。

A.2.3 单个不锈钢夹式拉结件的承载力应符合下列规定：

1 仅受拉时

$$N_t \leq N_{R,t} \quad (\text{A.2.3-1})$$

2 仅受剪时

$$V \leq V_R \quad (\text{A.2.3-2})$$

3 拉剪复合受力时

$$N_t / N_{R,t} + V / V_R \leq 1 \quad (\text{A.2.3-3})$$

4 仅受压时

$$N_p \leq N_{R,p} \quad (\text{A.2.3-4})$$

5 压剪复合受力时

$$N_p / N_{R,p} + V / V_R \leq 1 \quad (\text{A.2.3-5})$$

式中： V — 单个不锈钢夹式拉结件承受的剪力设计值；

N_t — 单个不锈钢夹式拉结件承受的拉力设计值；

N_p — 单个不锈钢夹式拉结件承受的压力设计值；

V_R — 不锈钢夹式拉结件的受剪承载力设计值；

$N_{R,t}$ — 不锈钢夹式拉结件的受拉承载力设计值；

$N_{R,p}$ — 不锈钢夹式拉结件的受压承载力设计值。

A.2.4 不锈钢板式拉结件系统和不锈钢夹式拉结件系统在温度作用组合下，尚应符合下列规定：

1 限位拉结件应满足拉剪复合受力要求，支承拉结件沿垂直拉结件平面方向应满足拉剪或压剪复合受力要求；

2 温度作用组合应符合本规程第 6.2.2 条的规定；

3 宜采用有限元方法进行验算，拉结件杆件或板件应处于弹性状态。

A.2.5 单个不锈钢针式拉结件的承载力应符合下式规定：

$$N_t \leq N_{R,t} \quad (\text{A.2.5})$$

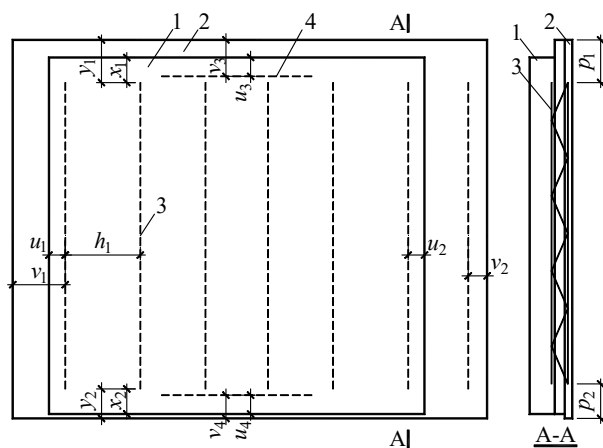
式中： N_t — 单个不锈钢针式拉结件承受的拉力设计值；

$N_{R,t}$ — 不锈钢针式拉结件受拉承载力设计值。

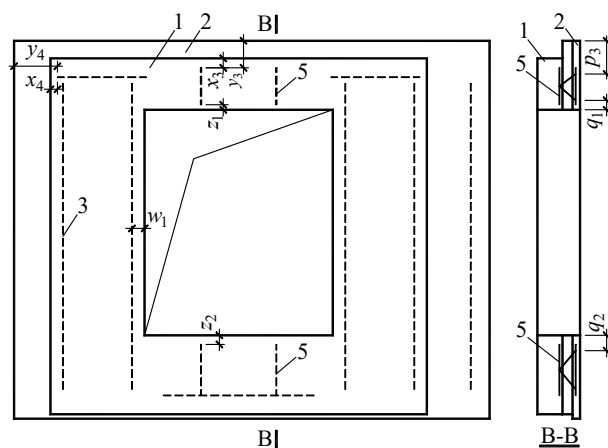
A.3 不锈钢桁架式拉结件系统

A.3.1 不锈钢桁架式拉结件系统的排布应符合下列规定（图 A.3.1）：

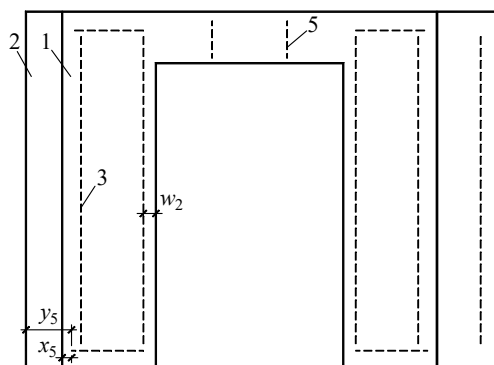
- 1 宜设置不少于两道竖向和水平连续桁架式拉结件，其中水平连续桁架式拉结件宜靠近夹心保温外墙板底部和顶部布置；
- 2 局部尺寸不足以布置连续桁架式拉结件时，应布置独立桁架式拉结件；
- 3 竖向桁架式拉结件应均匀、对称布置，间距 h_1 宜为 200mm~600mm；
- 4 桁架式拉结件沿长度的轴线至内叶墙板边缘的距离 $u_1 \sim u_3$ 不宜小于 100mm，至外叶墙板边缘的距离 $v_1 \sim v_3$ 和至洞口边缘的距离 w_1 、 w_2 宜为 100mm~300mm；
- 5 对端部外侧无拉结件的桁架式拉结件，其弦杆端部至内叶墙板边缘的距离 $x_1 \sim x_5$ 、至外叶墙板边缘的距离 $y_1 \sim y_5$ 和至洞口边缘的距离 z_1 、 z_2 不宜小于 25mm；且端部腹杆与弦杆相交的节点至外叶墙板边缘的距离 $p_1 \sim p_3$ 和至洞口边缘的距离 q_1 、 q_2 宜为 100mm~300mm；
- 6 在短向尺寸不大于 600mm 的狭窄区域，宜布置两道竖向桁架式拉结件。



(a) 无洞口墙板



(b) 有窗洞墙板



(c) 有门洞墙板

图 A.3.1 不锈钢桁架式拉结件系统

1—内叶墙板；2—外叶墙板；3—竖向连续桁架式拉结件；

4—水平连续桁架式拉结件；5—独立桁架式拉结件

A.3.2 不锈钢桁架式拉结件的承载力应符合下式规定：

$$N_t^l \leq N_{R,t}^l \quad (\text{A.3.2})$$

式中：\$N_t^l\$ —不锈钢桁架式拉结件单根腹杆承受的拉力设计值；

—不锈钢桁架式拉结件单根腹杆的受拉承载力设计值，

\$N_{R,t}^l\$ 计算时承载力标准值应取桁架式拉结件受拉试验和受剪试验结果的较小值。

A.4 纤维增强塑料杆式拉结件系统

A.4.1 纤维增强塑料杆式拉结件系统的排布应符合下列规定（图 A.4.1）：

- 1 拉结件宜均匀、对称布置；
- 2 拉结件的间距 \$d_1\$、\$d_2\$ 宜为 200mm~600mm；
- 3 拉结件至内叶墙板边缘的距离 \$e_1 \sim e_3\$ 不宜小于 100mm，至外叶墙板边缘的距离 \$f_1 \sim f_3\$ 和至洞口边缘的距离 \$g_1 \sim g_3\$ 宜为 100mm~300mm；
- 4 在短向尺寸不大于 600mm 的狭窄区域，应按不少于两排布置；在短向尺寸不大于 400mm 的狭窄区域，宜按双排交错布置。

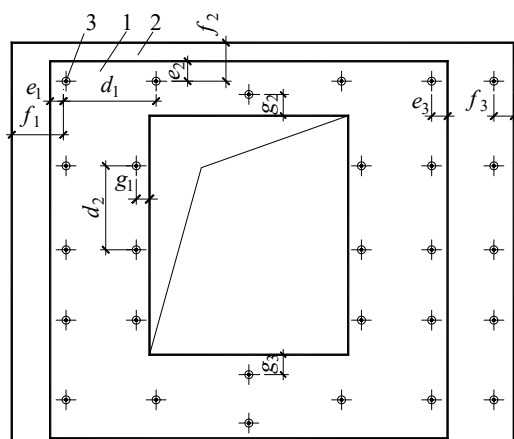


图 A.4.1 纤维增强塑料杆式拉结件系统

1—内叶墙板；2—外叶墙板；3—纤维增强塑料杆式拉结件

A.4.2 单个纤维增强塑料杆式拉结件的承载力应符合下列规定：

1 仅受拉时

$$N_t \leq N_{R,t} \quad (\text{A.4.2-1})$$

2 仅受剪时

$$V \leq V_R \quad (\text{A.4.2-2})$$

3 拉剪复合受力时

$$N_t / N_{R,t} + V / V_R \leq 1 \quad (\text{A.4.2-3})$$

4 仅受压时

$$N_p \leq N_{R,p} \quad (\text{A.4.2-4})$$

5 压剪复合受力时

$$N_p / N_{R,p} + V / V_R \leq 1 \quad (\text{A.4.2-5})$$

式中： V —单个纤维增强塑料杆式拉结件承受的剪力设计值；

N_t —单个纤维增强塑料杆式拉结件承受的拉力设计值；

N_p —单个纤维增强塑料杆式拉结件承受的压力设计值；

V_R —纤维增强塑料杆式拉结件的受剪承载力设计值；

$N_{R,t}$ —纤维增强塑料杆式拉结件的受拉承载力设计值；

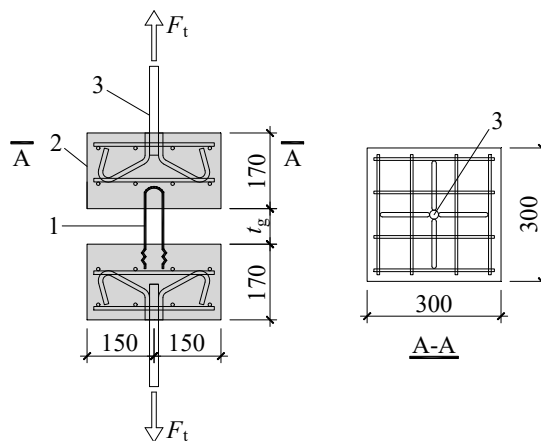
$N_{R,p}$ —纤维增强塑料杆式拉结件的受压承载力设计值。

附录 B 不锈钢拉结件承载力试验方法

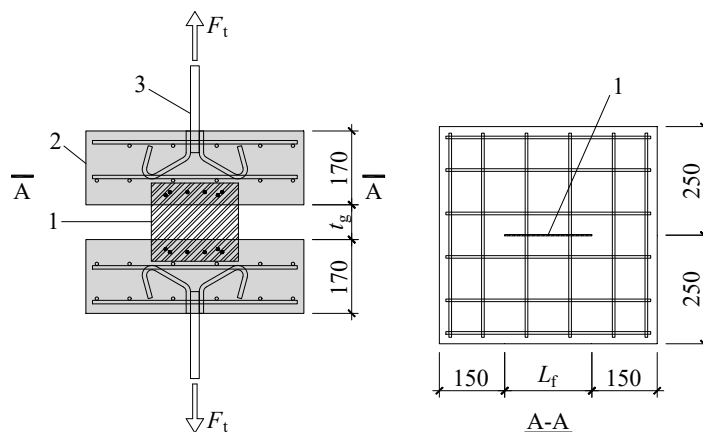
B.1 受拉承载力试验方法

B.1.1 拉结件受拉试件设计应符合下列规定：

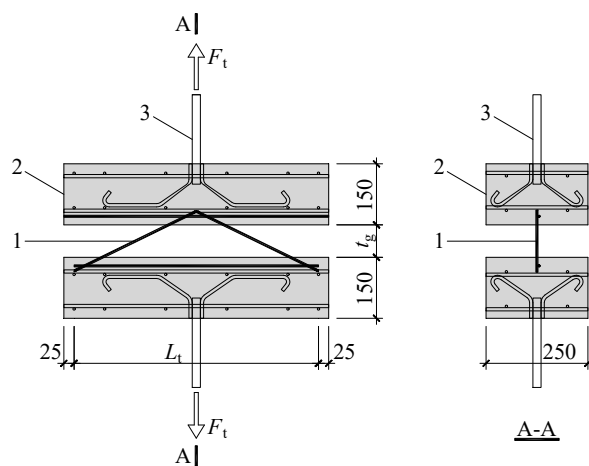
- 1 试件由拉结件、两层混凝土板及拉杆组成，试件形式应符合图 B.1.1 的规定，每个试件应配置 1 个拉结件，对连续桁架式拉结件，每个拉结件应包含 1 个桁架节间；
- 2 拉结件的锚固构造应按产品技术资料确定，并应在试验报告中注明锚固深度；
- 3 拉杆应按试件破坏时处于弹性状态设计，且直径不应小于 20mm；拉杆应通过设置锚固钢筋等措施可靠锚固于混凝土板中，锚固钢筋应位于拉结件外侧；拉杆锚固范围内应配置双层钢筋网片；
- 4 试验时混凝土板的混凝土立方体抗压强度实测值宜为 30MPa~35MPa，并应在试验报告中注明。



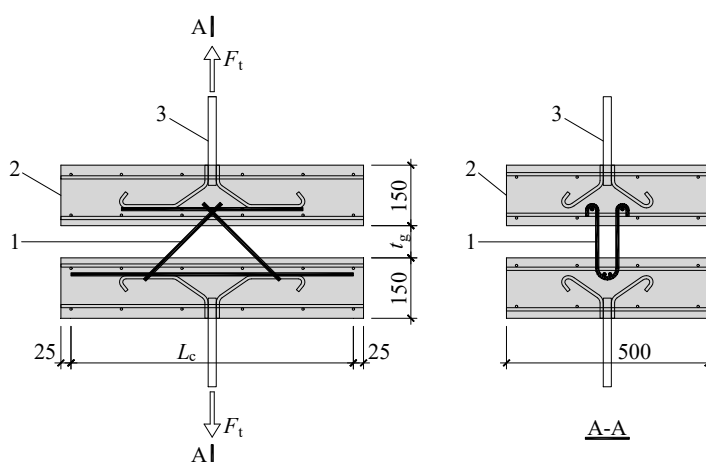
(a) 针式拉结件试件



(b) 板式拉结件试件



(c) 夹式拉结件试件



(d) 桁架式拉结件试件

图 B.1.1 不锈钢拉结件受拉试件

1—拉结件；2—混凝土板；3—夹持钢筋； t —混凝土板厚度；

t_g —空腔厚度； L_t —板式拉结件长度； L_c —夹式拉结件锚固钢筋最大长度；

L_t —桁架式拉结件节间距； F_t —拉力

B.1.2 拉结件受拉试验设备应符合下列规定：

- 1 加载设备应能连续稳定地对试件施加荷载；
- 2 设备的加载能力应比预计的试件承载力至少大 20%，且不宜大于试件承载力的 2.5 倍；
- 3 力、位移量测设备的精度及误差应符合现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152 的有关规定；
- 4 应采取措施保证试件受拉时不发生偏心和扭转。

B.1.3 试验加载和记录应符合下列规定：

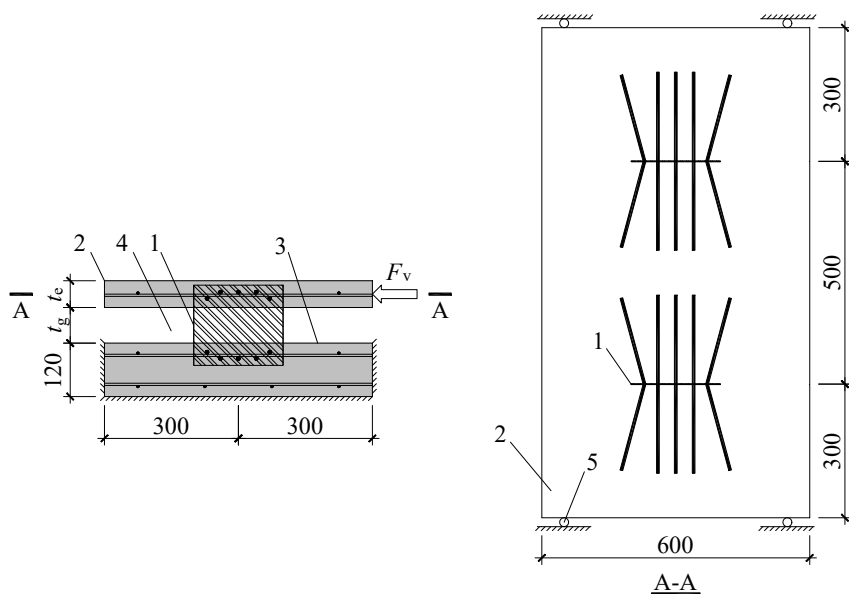
- 1 应对试件沿轴向连续、匀速施加拉力，加载速度宜控制为 1kN/min~3kN/min，直至拉结件破坏或混凝土板破坏。

- 2 应记录试验中发生的破坏现象，分析确定破坏形态；
- 3 应记录试验过程中的荷载，取最大荷载作为试件承载力试验值。

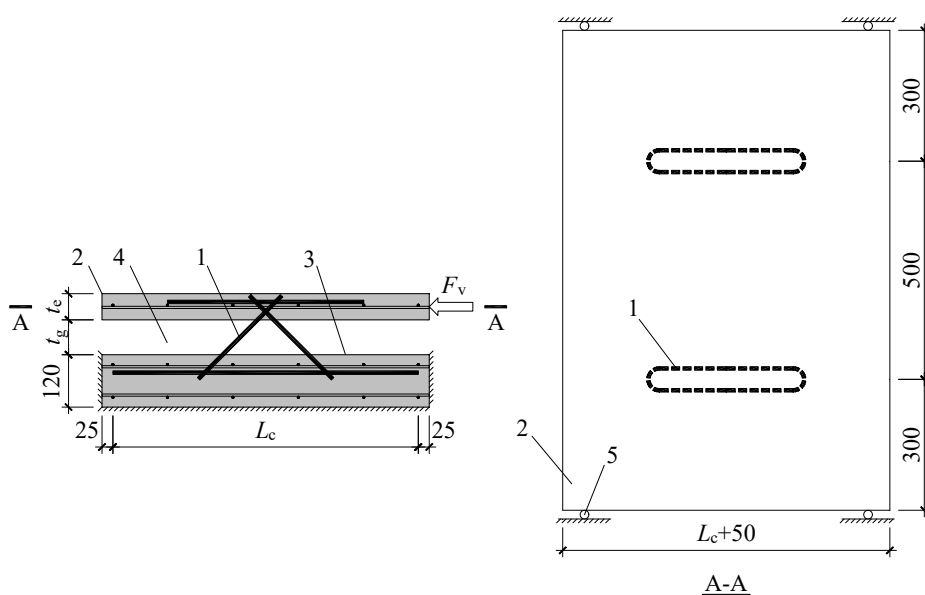
B.2 受剪承载力试验方法

B.2.1 拉结件受剪试件设计应符合下列规定：

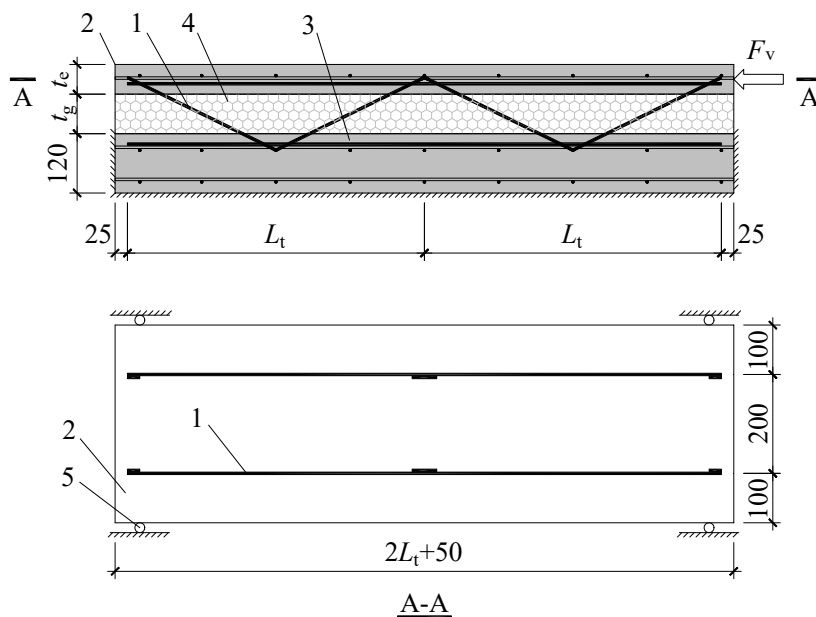
1 试件由两层混凝土板、保温层和拉结件组成，试件形式及拉结件的设置方向应符合图 B.2.1 的规定，每个试件应配置 2 个拉结件，对连续桁架式拉结件，每个拉结件应包含 2 个桁架节点；保温层厚度 t_g 应与拉结件规格匹配，上层混凝土板厚度 t_e 一般应取 60mm，也可根据需要按实际工程取值；



(a) 板式拉结件试件



(b) 夹式拉结件试件



(c) 桁架式拉结件试件

图 B.2.1 不锈钢拉结件受剪试件

1—拉结件；2—上层混凝土板；3—下层混凝土板；4—保温层或空腔；5—侧向约束；

L_c —夹式拉结件锚筋最大长度； L_t —桁架式拉结件节间距； F_v —推力

- 2 拉结件的锚固构造应按产品技术资料确定，并应在试验报告中注明锚固深度；
- 3 上、下层混凝土板应分别按夹心保温外墙板的外叶墙板、内叶墙板配置钢筋；
- 4 试验时混凝土板的混凝土立方体抗压强度实测值宜为 30MPa~35MPa，并应在试验报告中注明；

5 试验时，板式、夹式拉结件试件应去除保温层，桁架式拉结件试件应包含保温层。

B.2.2 拉结件试件试验设备应符合下列规定：

- 1 加载设备应能连续稳定地对试件施加荷载；
- 2 应在上层混凝土板两侧设置侧向约束，确保试件加载时不发生倾斜和扭转；
- 3 设备的加载能力应比预计的试件承载力至少大 20%，且不宜大于试件承载力的 2.5 倍；
- 4 力、位移量测设备的精度及误差应符合现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152 的有关规定。

B.2.3 试验加载和记录应符合下列规定：

- 1 应对试件沿水平连续、匀速施加荷载，加载速度应控制为 1kN/min~ 15kN/min，直至拉结件破坏或混凝土板破坏；
- 2 应记录试验中发生的破坏现象，分析破坏模式；
- 3 应记录试验过程中的荷载，取最大荷载作为试件承载力试验值，并应将试件承载力试验值除以试件中的拉结件个数得到拉结件承载力试验值。

B.3 受压承载力试验方法

B.3.1 拉结件受压试件设计应符合下列规定：

1 试件由下层混凝土板、拉结件和上层混凝土板组成，试件形式应符合图 B.3.1 的规定，夹式拉结件试件中拉结件斜杆的交叉点应位于上层混凝土板中；每个试件应配置 1 个拉结件；上层混凝土板厚度 t_c 一般应取 60mm，也可根据需要按实际工程取值；

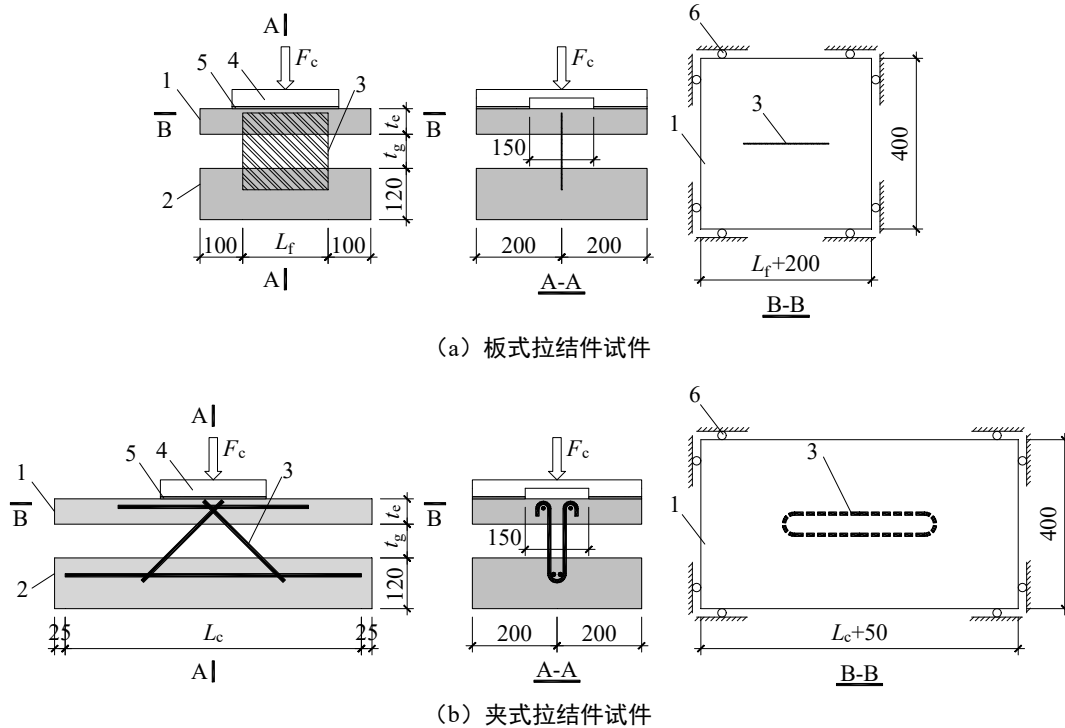


图 B.3.1 不锈钢拉结件受压试件

1—上层混凝土板；2—下层混凝土板；3—拉结件；4—加载钢板；5—砂垫层；
6—侧向约束； t_c —上层混凝土板厚度； t_g —空腔厚度； L_f —板式拉结件长度；
 L_c —夹式拉结件锚固钢筋最大长度； F_c —压力

- 2 拉结件的锚固构造应按产品技术资料确定，并应在试验报告中注明锚固深度；
- 3 试验时混凝土板的混凝土立方体抗压强度实测值宜为 30MPa~35MPa，并应在试验报告中注明；
- 4 试验时试件不含保温层。

B.3.2 拉结件试验设备应符合下列规定：

- 1 加载设备应能连续稳定地对试件施加荷载；
- 2 在试件四周应设置侧向约束，保证试件垂直均匀受力，不发生倾斜或扭转；
- 3 加载钢板中部 150mm 范围内不应与上层混凝土板接触（图 B.3.1）。

B.3.3 试验加载和记录应符合下列规定：

- 1 应对试件沿轴向连续、匀速施加压力，加载速度应控制为 1kN/min~3kN/min，直至拉结件破坏或混凝土板破坏；
- 2 应记录试验中发生的破坏现象，分析破坏模式；

3 应记录试验过程中的荷载，取最大荷载与上层混凝土板自重之和作为试件承载力试验值，并应将试件承载力试验值除以试件中的拉结件个数得到拉结件承载力试验值。

附录 C 夹心保温外墙板型式检验

C.0.1 有下列情况之一时，夹心保温外墙板应进行型式检验：

- 1 产品定型时；
- 2 夹心保温外墙板材料、配比、结构或工艺等有较大变化，可能影响墙板性能时；
- 3 停产一年以上，恢复生产时；
- 4 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- 5 型式检验报告超过三年。

C.0.2 夹心保温外墙板型式检验项目应包括本规程第 4.1 节全部项目。

C.0.3 夹心保温外墙板型式检验抽样应符合下列规定：

1 从同一混凝土强度等级、同一保温层厚度、同一工艺并采用同品牌、同规格拉结件，且连续生产的夹心保温外墙板中应随机抽取 10 块板，进行外观质量和尺寸偏差检验；

2 从外观质量和尺寸偏差检验合格的试件中应随机抽取用于其他型式检验项目用试件。

C.0.4 夹心保温外墙板型式检验判定规则应符合下列规定：

1 受检墙板的全部检验项目均合格时，则应判墙板型式检验合格；

2 若检验项目中，有一项不合格，则应对该项目加倍抽样，并再次进行检验。若检验合格，则应判墙板型式检验合格，否则应判墙板型式检验不合格。

C.0.5 夹心保温外墙板型式检验应委托具有相应检测资质的机构完成，并形成型式检验报告。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1	《建筑模数协调标准》	GB/T 50002
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	《钢结构设计标准》	GB 50017
7	《建筑物防雷设计规范》	GB 50057
8	《民用建筑隔声设计规范》	GB 50118
9	《民用建筑热工设计规范》	GB 50176
10	《混凝土结构工程施工质量验收规范》	GB 50204
11	《钢结构工程施工质量验收标准》	GB 50205
12	《建筑装饰装修工程质量验收标准》	GB 50210
13	《建筑工程施工质量验收统一标准》	GB 50300
14	《建筑节能工程施工质量验收规范》	GB 50411
15	《钢结构焊接规范》	GB 50661
16	《混凝土结构工程施工规范》	GB 50666
17	《钢结构工程施工规范》	GB 50755
18	《装配式混凝土建筑技术标准》	GB/T 51231
19	《建筑碳排放计算标准》	GB/T 51366
20	《工程结构通用规范》	GB 55001
21	《建筑与市政工程抗震通用规范》	GB 55002
22	《钢结构通用规范》	GB 55006
23	《混凝土结构通用规范》	GB 55008
24	《建筑节能与可再生能源利用通用规范》	GB 55015
25	《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》	GB 18583
26	《建筑材料及制品燃烧性能分级》	GB 8624
27	《建筑材料放射性核素限量》	GB 6566
28	《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》	GB/T 228.1
29	《碳素结构钢》	GB/T 700
30	《不锈钢棒》	GB/T 1220
31	《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》	GB/T 1499.2

32	《低合金高强度结构钢》	GB/T 1591
33	《合金结构钢》	GB/T 3077
34	《不锈钢冷轧钢板和钢带》	GB/T 3280
35	《挤塑聚苯板（XPS）薄抹灰外墙外保温系统材料》	GB/T 30595
36	《不锈钢冷加工钢棒》	GB/T 4226
37	《不锈钢热轧钢板和钢带》	GB/T 4237
38	《混凝土结构试验方法标准》	GB/T 50152
39	《工业用橡胶板》	GB/T 5574
40	《优质碳素结构钢》	GB/T 699
41	《陶瓷砖》	GB/T 4100
42	《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第 3 部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量》	GB/T 9889.3
43	《建筑构件耐火试验方法 第 1 部分：通用要求》	GB/T 9978.1
44	《建筑密封材料试验方法 第 11 部分：浸水后定伸粘结性的测定》	GB/T 13477.11
45	《建筑密封材料试验方法 第 13 部分：冷拉-热压后粘结性的测定》	GB/T 13477.13
46	《建筑密封材料试验方法 第 20 部分：污染性的测定》	GB/T 13477.20
47	《建筑用绝热制品 压缩性能的测定》	GB/T 13480
48	《绝热 稳态传热性质的测定 标定和保护热箱法》	GB/T 13475
49	《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》	GB/T 14683
50	《天然花岗石建筑板材》	GB/T 18601
51	《天然大理石建筑板材》	GB/T 19766
52	《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》	GB/T 21558
53	《天然砂岩建筑板材》	GB/T 23452
54	《天然石灰石建筑板材》	GB/T 23453
55	《防火封堵材料》	GB 23864
56	《建筑门窗、幕墙用密封胶条》	GB/T 24498
57	《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》	GB/T 29906
58	《真空绝热板》	GB/T 37608
59	《混凝土物理力学性能试验方法标准》	GB/T 50081
60	《装配式混凝土结构技术规程》	JGJ 1
61	《钢筋焊接及验收规程》	JGJ 18
62	《建筑施工高处作业安全技术规范》	JGJ 80
63	《钢筋机械连接技术规程》	JGJ 107
64	《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》	JGJ /T 110

65	《自密实混凝土应用技术规程》	JGJ/T 283
66	《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》	JGJ 114
67	《建筑施工模板安全技术规范》	JGJ 162
68	《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》	JGJ 355
69	《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》	JGJ/T 458
70	《陶瓷马赛克》	JC/T 456
71	《聚氨酯建筑密封胶》	JC/T 482
72	《聚硫建筑密封胶》	JC/T 483
73	《混凝土接缝用建筑密封胶》	JC/T 881
74	《薄型陶瓷砖》	JC/T 2195
75	《合成树脂乳液砂壁状建筑涂料》	JG/T 24
76	《弹性建筑涂料》	JG/T 172
77	《建筑幕墙用瓷板》	JG/T 217
78	《钢筋连接用灌浆套筒》	JG/T 398
79	《钢筋连接用套筒灌浆料》	JG/T 408
80	《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》	JG/T 561
81	《公共建筑节能设计标准》	DB11 687
82	《居住建筑节能设计标准》	DB11 891
83	《预制混凝土构件质量检验标准》	DB11/T 968
84	《装配式剪力墙结构设计规程》	DB11/ 1003
85	《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》	DB11/T 1030
86	《预制混凝土构件质量控制标准》	DB11/T 1312
87	《钢筋套筒灌浆连接技术规程》	DB11/T 1470

北京市地方标准

装配式混凝土夹心保温外墙板应用技术 规程

**Technical specification for precast concrete sandwich
insulation wall panel**

DB11/ xxxx—20xx

条文说明

目 次

1 总 则	68
2 术语和符号	69
2.1 术语	69
3 基本规定	72
4 材料	73
4.1 夹心保温外墙板	73
4.2 混凝土、钢筋和钢材	73
4.3 保温材料	73
4.4 连接材料	73
4.6 密封材料	74
5 建筑设计	76
5.1 一般规定	76
5.2 立面设计	76
5.3 构造设计	76
6 结构设计	79
6.1 一般规定	79
6.2 作用及作用组合	79
6.3 拉结件系统设计	80
6.4 夹心保温剪力墙板设计	81
6.5 夹心保温外挂墙板设计	82
7 制作与运输	83
7.1 一般规定	83
7.2 制作	83
7.3 质量检验	85
7.4 运输与存放	85
8 安装与施工	86
8.1 一般规定	86
8.2 施工准备	86
8.3 夹心保温剪力墙板安装	86
8.4 夹心保温外挂墙板安装	86
8.5 防水施工	86
9 质量验收	88

9.1 一般规定	88
9.3 夹心保温剪力墙板工程	88
10 使用与维护	89
附录 A 拉结件排布设计及承载力验算	90
附录 B 不锈钢拉结件承载力试验方法	92
附录 C 夹心保温外墙板型式检验	93

1 总则

1.0.1 装配式混凝土夹心保温外墙板是集结构、保温和装饰功能为一体的新型节能墙体构件，是保温结构一体化的重要产品类型之一，装配式混凝土夹心保温外墙板的应用也是实现装配式建筑节能的重要途径。本规程的制定有利于装配式混凝土夹心保温外墙板规范化应用。

目前国家现行有关标准和北京市现行有关标准中对装配式混凝土夹心保温外墙板的设计、加工、施工和验收进行了相关规定，如国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016、行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014 和北京市标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003-2013、《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970-2013、《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968-2021、《预制混凝土构件质量控制标准》DB11/T 1312-2015、《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030-2021 等。本规程作为装配式混凝土夹心保温外墙板的专项应用技术标准，在以下方面进行了补充：

- 1 装配式混凝土夹心保温外墙板中外叶墙板的结构设计要求与构造要求；
- 2 装配式混凝土夹心保温外墙板中拉结件的热工影响、防火要求、结构设计要求、布置要求、现场安装要求以及隐蔽工程验收要求等；
- 3 装配式混凝土夹心保温外墙板保温、防水、防潮等设计构造要求；
- 4 装配式混凝土夹心保温外墙板节能验收要求。

1.0.2 本条规定了装配式混凝土夹心保温外墙板的适用范围，北京地区新建居住建筑、公共建筑和工业建筑用装配式混凝土夹心保温外墙板的设计、制作、安装与质量验收均可采用本规程。

1.0.3 装配式混凝土夹心保温外墙板为混凝土与保温材料、装饰材料等复合而成的预制构件。因此，装配式混凝土夹心保温外墙板的设计、制作、施工与验收除执行本规程外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《钢结构设计标准》GB50017、《民用建筑热工设计规范》GB50176、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规范》JGJ 1 以及北京市现行地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003、《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970、《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968、《预制混凝土构件质量控制标准》DB11/T 1312、《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030 等的有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.3 夹心保温外挂墙板根据内、外叶墙板平面外协调受力的不同，分为组合夹心保温外挂墙板、非组合夹心保温外挂墙板和部分组合夹心保温外挂墙板。组合夹心保温外挂墙板为内叶墙板和外叶墙板在平面外协同受力；非组合夹心保温外挂墙板为内叶墙板和外叶墙板单独受力；部分组合夹心保温外挂墙板中内叶墙板和外叶墙板受力介于上述二者之间。目前，北京地区的工程应用中，以非组合夹心保温外挂墙板应用为主，本规程仅对非组合夹心保温外挂墙板进行有关规定。非组合夹心保温外挂墙板和部分组合夹心保温外挂墙板可参照现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458 的有关规定执行。

2.1.4 预制夹心保温剪力墙板的内叶墙板为传统实心剪力墙板，其中内叶墙板竖向连接可采用套筒灌浆、螺栓连接、型钢连接等。

2.1.6 目前，常用的拉结件按材料可分为以不锈钢拉结件为代表的金属拉结件和以纤维增强塑料（FRP）拉结件为代表的非金属拉结件，其中不锈钢拉结件包括不锈钢板式拉结件、不锈钢夹式拉结件、不锈钢桁架式拉结件、不锈钢针式拉结件等，纤维增强塑料（FRP）拉结件包括 FRP 杆式拉结件、FRP 板式拉结件等。

不锈钢板式拉结件（图 1）是一种可同时承受外叶墙板自重和外加作用产生的拉力、压力和剪力等作用效应，并起到支承作用的平板状不锈钢拉结件。

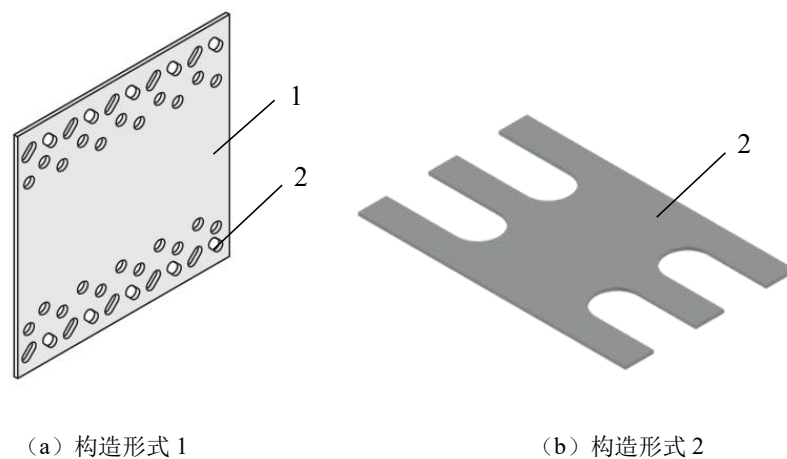
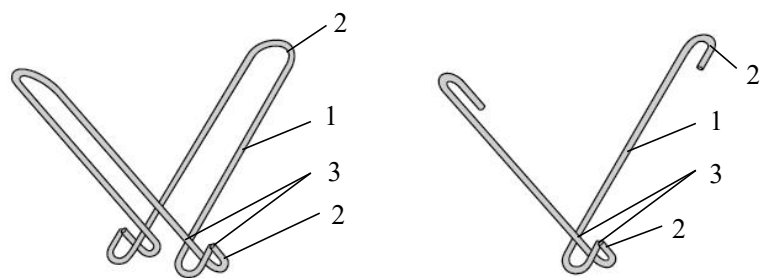


图 1 典型板式拉结件

1—钢板；2—开孔

不锈钢夹式拉结件（图 2）是一种由两根钢棒连续弯折后交叉焊接制成，可同时承受外叶墙板自重和外加作用产生的拉力、压力和剪力等作用效应，并起到支承作用的夹状不锈钢拉结件，包括双肢夹式拉结件和单肢夹式拉结件。

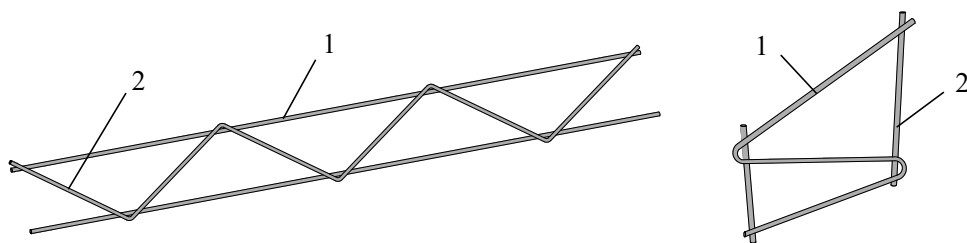


(a) 双臂夹式拉结件 (b) 单臂夹式拉结件

图 2 典型夹式拉结件

1—钢棒；2—弯折部位；3—焊接部位

不锈钢桁架式拉结件（图 3）是一种由两根平行钢筋弦杆和弯折的不锈钢腹杆焊接制成的三角平面桁架状不锈钢拉结件，包括连续桁架式拉结件和独立桁架式拉结件。

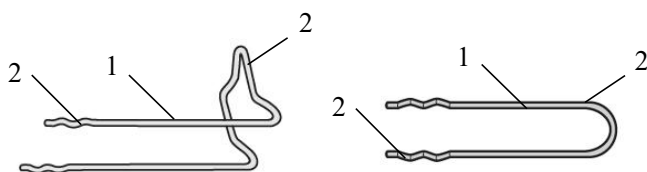


(a) 连续桁架式拉结件 (b) 独立桁架式拉结件

图 3 典型桁架式拉结件

1—钢弦杆；2—钢腹杆

不锈钢针式拉结件（图 4）是一种由不锈钢棒弯折制成，主要承受垂直于夹心保温外墙板方向的拉力或压力，并起到限制外叶墙板在面外方向发生位移作用的双头针状不锈钢拉结件。

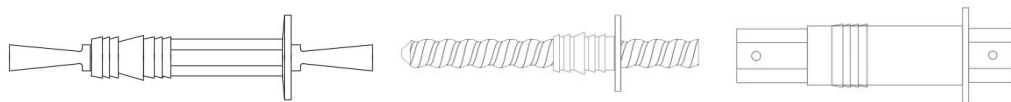


(a) A 型针式拉结件 (b) N 型针式拉结件

图 4 典型针式拉结件

1—钢棒；2—弯折部位

纤维增强塑料（FRP）拉结件（图 5）一般是以纤维为增强相，热固性树脂为基体相，通过拉挤工艺成型。包括杆式 FRP 拉结件、螺纹式 FRP 拉结件和板式 FRP 拉结件。



(a) 杆式 FRP 拉结件

(b) 螺纹式 FRP 拉结件

(c) 板式 FRP 拉结件

图 5 纤维增强塑料拉结件

3 基本规定

3.0.1 夹心保温外墙板工程一体化设计，可将建筑、结构、装饰、设备等各个专业在同一个平台上工作，设定项目中心文件集体共享。这种设计方法将各专业紧密的联系起来，通过信息共享消除各专业间的冲突，能优化夹心保温外墙板工程。

3.0.2 夹心保温外墙板设计文件中应针对夹心保温外墙板制作和现场施工质量检测方法及质量保证措施提出具体要求。夹心保温外墙板制作详图设计要满足夹心保温外墙板制作、运输、安装等各环节的要求。夹心保温外墙板的施工图设计内容和深度除满足国家现行有关施工图设计文件的规定外，尚需包含以下内容：

- 1 夹心保温外墙板制作和安装施工的设计说明；
- 2 夹心保温外墙板模板图和配筋图；
- 3 夹心保温外墙板明细表或索引图；
- 4 夹心保温外墙板连接计算书；
- 5 夹心保温外墙板连接构造大样图和安装大样图；
- 6 对建筑、机电设备、精装修等专业在夹心保温外墙板上的预留洞口、预埋管线、预埋件和连接件等进行设计综合；
- 7 夹心保温外墙板制作、安装施工的工艺流程及质量验收要求；
- 8 连接节点施工质量检测 and 验收要求。

3.0.3 绿色建材是促进装配式建筑的重要物质基础，针对混凝土类预制构件，我国已建立了相关绿色建材评价标准体系，并且碳足迹量化指标已纳入预制构件绿色建材评价体系中的环境属性评价指标中。碳足迹是指对产品在生产、运输、使用和废弃的整个生命周期（或者是部分生命周期）过程中温室气体的排放清单。通过对夹心保温外墙板工程材料进行碳排放量化分析，将更有利于科学、客观的评估建材产品的绿色度，促进建筑业的低碳发展。

3.0.6 夹心保温外墙板的设计使用年限是确定夹心保温外墙板性能要求、夹心保温外墙板内部构造以及夹心保温外墙板之间连接的关键。夹心保温外墙板宜与主体结构相协调，主要是指夹心保温外墙板和连接配件的设计使用年限应与建筑主体结构一致。并且为满足与建筑主体结构一致性的要求，夹心保温外墙板工程应定期维护，专用密封胶、装饰层应根据材料特性，明确使用年限，并应注明维护要求。

4 材料

4.1 夹心保温外墙板

夹心保温外墙板作为预制构件，从构造形式上属于定型批量化生产的产品，为检验构件生产质量稳定性，需由检验机构定期抽样检验。本节所规范的指标要求作为型式检验项目。检验规则在本规程附录 C 中进行了规定。

外观质量控制指标和检验方法参照现行国家标准《装配式混凝土建筑用预制部品通用技术条件》GB/T40399 进行规定。

夹心保温外墙板构件尺寸偏差控制指标参照国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51234 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行北京市标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968 的有关规定，给出了具体的允许偏差和检验方法。尺寸偏差可根据工程设计需要适当从严控制。

夹心保温外墙板性能要求从结构性能和建筑功能两方面，规定了混凝土强度、隔声性能、防火性能和热工性能的指标要求和检验方法。

4.2 混凝土、钢筋和钢材

4.2.1~4.2.2 本条文参考现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中对夹心保温外墙板用混凝土材料性能的有关规定。夹心保温外墙板的耐久性应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定。为保证夹心保温外墙板的耐久性能，对普通混凝土的强度提出要求。本标准规定的混凝土最低强度等级要求与现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中的规定相一致，即适用于二 b 类环境中设计使用年限为 50 年的夹心保温外墙板工程，当环境类别和设计使用年限发生变化时，应按照相应标准的要求调整混凝土最低强度等级要求。

4.3 保温材料

4.3.2 当夹心保温外墙板无法满足节能要求时，可附加内保温或外保温系统。夹心保温外墙板保温层一般采用石墨模塑聚苯板（SEPS）、挤塑聚苯板（XPS）、硬泡聚氨酯板（PU）或真空绝热板等，目前北京应用于夹心保温外墙板的保温材料以挤塑聚苯板（XPS）为主。保温层材料表面不建议有槽口，这将增加保温层材料与混凝土的握裹力。容易使外叶墙板热胀冷缩，湿胀干缩过程不能自由活动，易出现开裂，影响耐久性。

4.4 连接材料

4.4.1 拉结件是连接夹心保温外墙板内、外叶墙板的元件，拉结件影响到夹心保温外墙板安全性、耐久性、保温性能等，是夹心保温外墙板的关键产品之一。拉结件在使用环境中（大气环境、混凝土碱性环境等）应具有良好的耐久性能、低导热性能，以及在混凝土中

的锚固性能和在夹心保温外墙板中的防火性能等。主要应用的拉结件产品包括纤维增强塑料拉结件和不锈钢拉结件。

纤维增强塑料拉结件按纤维种类分为玻璃纤维增强塑料拉结件和玄武岩纤维增强塑料拉结件。其中玻璃纤维增强塑料拉结件应用最为广泛。纤维增强塑料拉结件的材料力学性能、耐久性性能、连接件抗拔承载力和抗剪承载力的性能指标应满足现行行业标准《预制保温墙体用纤维增强塑料拉结件》JG/T 561 有关要求。在设计中，拉结件的抗拉强度设计值建议两倍安全系数，以满足使用环境和长期荷载的影响。

不锈钢拉结件目前尚无相关产品标准。在夹心保温外墙板系统中，常用的不锈钢拉结件均采用奥氏体不锈钢。现行行业标准《装配式建筑 预制混凝土夹心保温墙板》JC/T 2504 中对不锈钢的材料性能进行了规定。在不锈钢拉结件产品选材上，应优先选择 S316XX 系列的奥氏体不锈钢材料。由于微量元素的差异，其防腐性能和使用的环境也不相同。在进行工程设计时，应根据工程所在地的环境条件、腐蚀介质和侵蚀作用等选用具体牌号不锈钢。大气环境的腐蚀性可参考现行国家标准《金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第 1 部分：分类、测定和评估》GB/T 19292.1 确定。条文中结合国内市场相关产品技术资料和相关标准，给出了拉结件中不锈钢棒、不锈钢板的主要力学性能要求。不锈钢棒、不锈钢板试样应从成型后的拉结件中截取，以得到拉结件实际使用的不锈钢棒、不锈钢板的力学性能。

4.4.3 本条文的吊件是指预埋在夹心保温外墙板中，并用于夹心保温外墙板的脱模、运输和吊装的金属制品。其中双头预埋吊杆是一种带两端扩头的金属杆，一端预埋在混凝土中提供锚固力，另一外露端与专用万向吊头连接；锚板型预埋套筒是一种尾部带焊接钢板的内螺纹套筒，钢板预埋在混凝土中提供锚固力，内螺纹套筒与配套吊环连接；销栓型预埋套筒是一种尾部留孔用于安装抗剪钢筋的内螺纹套筒，带钢筋端预埋在混凝土中提供锚固力，内螺纹套筒与配套吊环连接；锚筋型内螺纹套筒是一种尾部带 S 形钢筋的内螺纹套筒，S 形钢筋预埋在混凝土中提供锚固力，内螺纹套筒与配套吊环连接；滚花预埋套筒是一种尾部带扩头的金属套筒，尾部预埋在混凝土中提供锚固力，内螺纹套筒与配套吊环连接。

4.6 密封材料

4.6.1 墙体工程所采用的硅酮类胶、环氧类胶、聚氨酯类胶、硅烷改性聚醚建筑密封胶等都应具有与接触材料相适应的粘接性能和耐久性，并具有与主体结构变形相适应的能力，其中硅烷改性聚醚建筑密封胶为改性硅酮建筑密封胶。这些胶在建筑上已被广泛采用，而且已有了比较成熟的经验。

墙体面板与建筑密封胶接触部位，密封胶中的小分子如增塑剂等非反应性物质从胶中渗出，渗入到面板孔隙中，使面板表面油污和沾灰，因此，使用前，应进行耐污染试验，证实无污染后，才能使用。

建筑密封胶是化学活性材料，经过长期存放，会出现粘结强度降低、耐候性能和伸缩性能下降等问题，必须在有效期内使用。

4.6.3 夹心保温外墙板接缝施工过程中会存在接缝宽误差，选用直径大于缝宽的背衬材料可以增加背衬材料与夹心保温外墙板的接触面积，提高牢固度，以便专用密封胶的施工，确保防水施工质量。

4.6.4 气密条是预设值在夹心保温外墙板外立面接缝的接缝材料。三元乙丙橡胶、氯丁橡胶制品都具有很好的耐候性、耐臭氧性、耐水性以及耐化学性，广泛用于建筑门窗、幕墙的密封，也可用于夹心保温外墙挂板内叶墙板的密封。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 夹心保温外墙的设计是一项系统设计工程，不仅要满足基本的承载力和抗震性能，还要实现保温、隔热、隔声、防水、防潮、防火等建筑功能要求。其中，保温、隔热、隔声、防潮设计应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 以及北京现行标准《居住建筑节能设计标准》DB11 891 和《公共建筑节能设计标准》DB11 687 的有关规定。当夹心保温外墙系统应用于工业建筑中时，其热工设计区也应符合现行国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245-2017 的有关规定。隔声设计应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定，防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

5.1.4 外叶墙板厚度的最小不仅要从防火角度给出外叶墙板厚度的最小值，还需满足夹心保温外墙板中拉结件的受力和锚固性能等要求。

5.1.5 根据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 对各类建筑的外墙隔声性能要求，对夹心保温外墙的基本隔声设计提出了要求，细部设计要求应参照现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 执行。

5.2 立面设计

5.2.2 采用面砖饰面时，面砖应符合现行行业标准《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126 的有关规定。面砖与混凝土之间的粘结性能应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ/T 110 的规定。

5.3 构造设计

5.3.2 条文中模数石墨模塑聚苯板、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料保温板和硬泡聚氨酯板的导热系数和其修正系数参考北京市地方标准《居住建筑节能设计标准》DB11/861-2020 确定，真空绝热板导热系数修正系数参考现行行业标准《建筑用真空绝热板应用技术规程》JGJ/T 416 确定。夹心保温外墙板传热系数修正系数基于夹心保温外墙板拉结件类别、拉结件排布、保温层厚度等因素，通过试验研究进行了综合确定。

5.3.4 夹心保温外墙室外空调板、墙体挑出构件及附墙部件等热桥部位可采用外包保温材料或采用断桥锚固件（图 6、图 7）等断桥措施。

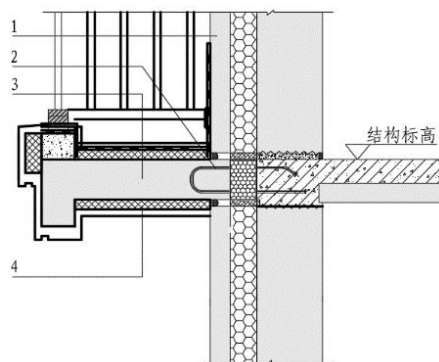


图 6 空调板热桥处断桥锚固件作法示意图

1—夹心保温外墙板；2—断热桥锚固件；3—预制空调板；4—保温材料

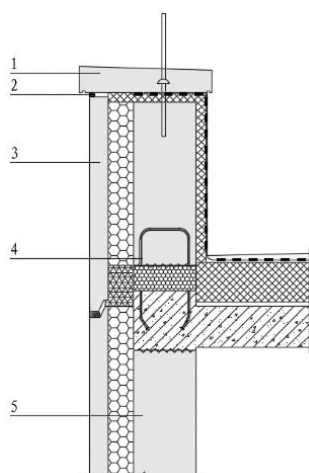


图 7 预制女儿墙处断桥锚固件作法示意图

1—女儿墙压顶；2—密封胶+泡沫棒；3—预制女儿墙；4—断热桥锚固件；5—夹心保温剪力墙板

5.3.5 现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 中规定：当采用套筒灌浆连接时，夹心保温剪力墙板底部接缝宽度不宜小于 20mm。现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458 规定：夹心保温外挂墙板接缝宽度不应小于 15mm，且不宜大于 35mm。

夹心保温外墙板的接缝宽度应满足温度变形、风荷载和地震作用下的接缝变形量、密封材料最大拉伸-压缩变形量和密封胶安装质量、施工加工误差等要求，因此接缝宽度不宜太小。但接缝宽度也不宜过大，否则密封胶施工难度增加且易于破坏。密封胶的厚度也不宜过大或过小，过小则会导致节点变形是密封胶可能撕裂，过大则会导致密封胶的应力增加，容易造成密封胶连接面失效。本条文参考欧洲 FIB 手册、美国《接缝密封胶使用指南》ASTM C1193 的有关规定进行确定。背衬材料一般采用 1.3 倍~1.5 倍的发泡孔聚乙烯圆棒或发泡氯丁橡胶棒。

5.3.6 夹心保温剪力墙板水平接缝处，在已安装到位的下层墙板夹心保温层上用防水胶带固定燃烧性能等级为 A 级的保温材料的目的是确保上下层墙板保温层的连续性，并在灌浆

或座浆过程中，阻止水泥浆料外溢而造成的缝面污染。防水胶带一般采用自粘丁基防水胶带等自粘型防水胶带。

夹心保温外墙板水平缝处，国内外主要采用内高外低的企口形式，这种企口形式对接缝的排水性能非常有利。

对于夹心保温剪力墙板水平接缝，为防止在上一层墙板安装过程中，因细石混凝土座浆过程中，水泥浆外溢造成缝面污染，在已安装到位的下层墙板的夹心保温层上用防水胶带固定附加保温材料，达到阻浆的目的。

水平方向常压防水空腔和竖直方向常压防水空腔的是在夹心保温外墙板接缝部位设置的一种防排水空腔，该做法是在接缝内部设置与室外空气流通的空腔，并需设置出外墙的导水管。防水空腔一方面是为了形成一道减压屏障，避免在大风等恶劣天气下，由于室内外气压差过大导致外墙表面水直接渗入室内；另一方面是为了当空腔有积水时，可通过导水管及时排出。

5.3.12 夹心保温外墙板应注意门窗洞口处保温材料的防火问题。当其保温材料为非 A 级防火材料时，应采取相应的防火构造措施。防火构造措施可采用防火封堵材料进行封堵，也可采用保温材料在窗框处局部变窄等方式。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.2 夹心保温剪力墙板的内叶墙板及其连接的承载力抗震调整系数按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定取值。夹心保温剪力墙板的外叶墙板、夹心保温外墙板拉结件、夹心保温外挂墙板构件及连接节点的承载能力极限状态验算，参考现行行业标准《非结构构件抗震设计规范》JGJ 339 对非结构构件及其连接的规定取值，承载力抗震调整系数均取 1.0。

6.1.5 夹心保温外墙板的预埋吊件及临时支撑的承载力应根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定，采用安全系数法验算。

6.1.6 保温层厚度过小时，拉结件系统的刚度较大，容易导致外叶墙板在温度作用下开裂，同时夹心保温外墙板的制作质量难以控制，因此结合工程经验，要求保温层厚度不应小于 30mm。保温层厚度越大，夹心保温外墙板的节能效果越好，但对拉结件系统的要求则越高。从已有研究来看，对保温层厚度最大可达到 250mm 的用于近零能耗建筑的夹心保温外墙板，国内已有适用的拉结件产品且进行了试验验证，因此本条将保温层厚度最大值定为 250mm。

6.2 作用及作用组合

6.2.1 当夹心保温外墙板采用带外饰面反打一次成型工艺制作时，脱模验算时，外叶墙板自重尚应包含外饰面材料自重。

对模板面形状简单的夹心保温外墙板的脱模吸附力，当模具为涂油的钢模具或涂油的有塑料涂层的胶合板模具时，可取 1.5kN/m^2 ；当采用平整并涂漆的木模具时，可取 2.0kN/m^2 。对模板面形状复杂的夹心保温剪力墙板，脱模吸附力应酌情增大。

对夹心保温叠合剪力墙板，尚需进行浇筑验算，验算采用的混凝土侧压力及下料产生的水平荷载等应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定取值。

6.2.2 按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 对围护结构的规定确定风荷载时，无需考虑建筑物内部压力的局部体型系数，且不宜对局部体型系数按构件的从属面积进行折减。温度作用参考了欧洲标准 EN 1991-1-5 对外挂墙板考虑太阳辐射的围护结构外表面温度的规定。

6.2.3 夹心保温外墙板的地震作用计算方法参考了现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。除夹心保温外挂墙板与主体结构连接节点外，夹心保温外挂墙板的地震作用均按多遇地震考虑。

6.2.4 参照国家现行标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定，给出了夹心保温外墙

板构件、拉结件及连接节点进行承载能力极限状态验算时的作用组合效应计算方法。

等效静力荷载、自重的分项系数取值相同，均按永久荷载取为 1.3；风荷载、温度作用分项系数按可变荷载取为 1.5；面内或面外水平地震作用、竖向地震作用分项系数均取 1.4；风荷载、温度作用组合值系数，在持久设计状况下均取 0.6，地震设计状况下均取 0.2。

6.2.5 持久设计状况下，变形验算及裂缝控制等级为二级时的混凝土拉应力验算采用作用的标准组合，风荷载、温度作用的组合值系数均取 0.6；裂缝控制等级为三级时的裂缝宽度验算采用作用的准永久组合，风荷载、温度作用的准永久值系数分别取 0.0、0.4。

6.3 拉结件系统设计

6.3.1 拉结件系统及拉结件应满足夹心保温剪力墙板的安全及使用性能要求。拉结件系统的存在一定程度上会约束外叶墙板在平面内的伸缩变形，尤其在温度作用组合下，需保证夹心保温外墙板的面外变形及裂缝控制验算满足本规程的有关要求。此外，拉结件系统对夹心保温外墙板产生的热桥影响不可忽略，应按本规程的有关规定对考虑拉结件影响的夹心保温外板的热工性能进行验算。

6.3.2 给出了几种常用的拉结件系统，选用时应综合考虑性能、安装和经济性等因素。对不锈钢拉结件，当保温层厚度不小于 150mm 时，为减小拉结件系统对夹心保温外墙板热工性能的不利影响，建议优先采用夹式拉结件系统。对 FRP 拉结件，当保温层厚度不小于 150mm 时，采用纯杆式拉结件系统时的经济性较差，建议增设板式拉结件。

6.3.3 本规程将拉结件承受的平行于外叶墙板方向的力称为拉结件的剪力，其本质上为作用于拉结件位于外叶墙板一端的集中力，在此集中力作用下，不锈钢板式拉结件同时承受剪力和弯矩，不锈钢夹式拉结件及不锈钢桁架式拉结件的杆件承受拉力和压力。对纤维增强塑料杆式拉结件，其可同时承受剪力、拉力或压力。

采用力学平衡条件计算单个拉结件承受的剪力时，可将外叶墙板简化为支承在拉结件上的梁模型，各项作用转换为分布荷载后作用于梁模型上。

拉结件的从属面积可近似取为过相邻拉结件连线中点的竖向轴线与水平轴线所包围的区域面积。

6.3.4 由于拉结件受力状态与锚栓类似，本条参考了现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 对后锚固连接承载力验算的相关规定。

拉结件的承载力设计值由承载力标准值除以分项系数得到，该分项系数与材料和破坏类型有关。参考被连接结构类型为非结构构件的锚固承载力分项系数，同时为保证可靠性及便于设计，对破坏形态为混凝土破坏时，承载力分项系数统一取 2.0，破坏形态为拉结件材料或内部节点破坏时，承载力分项系数统一取 1.5。

对短暂设计状况，拉结件的作用类似于吊件，适当提高安全度，不区分拉结件破坏形态，承载力分项系数统一取 2.0，此时考虑作用分项系数 1.3 和动力放大系数等，相当于安全系数达到 3~4，与吊件安全系数相当。需注意的是，对脱模起吊等短暂设计状况，一般

混凝土强度未达到设计混凝土强度等级值，此时均按混凝土立方体抗压强度达到 20MPa（为最小要求 30MPa 的 67%）考虑，受混凝土破坏控制的拉结件承载力近似按承载力与混凝土立方体抗压强度的平方根成正比进行折减，则原承载力分项系数 2.0 需增大为 2.44，可取为 2.5。

在低周反复荷载下锚固承载力呈现一定的退化现象，本条参照现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 对地震作用下拉结件的承载力折减系数作了规定。

6.3.5 本规程设计时用到的拉结件承载力主要包括受拉承载力、受剪承载力和受压承载力，其由拉结件的材料、构造、尺寸、锚固深度、保护层厚度等因素综合决定，一般难以通过计算确定，因此规定应通过试验确定，且应具有不低于 95% 的保证率。

6.3.6 本条结合拉结件产品技术资料、试验研究成果及工程经验，给出了几种常用拉结件的构造要求。

6.4 夹心保温剪力墙板设计

6.4.1 夹心保温剪力墙板主要用于装配式混凝土剪力墙结构的外墙，要求按非组合受力设计，即由内叶墙板单独承受墙板面内荷载和面外荷载，主体结构计算时仅计入外叶墙板的自重影响，不计入其刚度影响。夹心保温剪力墙板的内叶墙板在结构施工完成后即成为剪力墙，因此应按剪力墙进行设计；而外叶墙板仅起围护、装饰作用，应按非承重外围护墙板进行设计。

6.4.2 事实上，除本条规定外，还需进行外叶墙板的承载力验算及相邻外叶墙板的接缝宽度验算。对外叶墙板的承载力，当满足本规程构造要求时，一般无需验算；对相邻外叶墙板的接缝宽度，当满足本规程最小接缝宽度要求时，一般也无需验算。

持久设计状况下，对外叶墙板，当不允许开裂时，需进行混凝土拉应力验算，当允许开裂时，需进行裂缝宽度验算。短暂设计状况下，夹心保温剪力墙板的内叶墙板、外叶墙板一般按不开裂控制，即需验算墙板边缘的混凝土拉应力不大于混凝土抗拉强度标准值；对外叶墙板，当满足本规程构造要求时，一般无需验算混凝土拉应力；对内叶墙板，当厚度较小时，应注意验算混凝土拉应力。

6.4.4 外叶墙板的面外变形主要由温度作用产生，计算时采用作用的标准组合，且可按弹性方法计算。外叶墙板的面外挠度限值参考了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对受弯构件的有关规定。

6.4.5 正常使用时，为保证外叶墙板在自重作用下的竖向位移不对夹心保温剪力墙板接缝和窗户开启等造成明显影响，应控制外叶墙板在自重作用下的竖向位移。

6.4.6 本条规定了外叶墙板在第一温差标准值作用下的面内变形限值，目的与本规程第 6.4.5 条相同。

本条规定计算面内变形时可假定外叶墙板由其面内变形不动点向四周自由伸缩，按此假定方便计算且偏于保守。外叶墙板的面内变形不动点与拉结件类型及排布有关，对不锈

钢板式拉结件系统和不锈钢夹式拉结件系统，当拉结件排布符合本规程附录 A 的规定时，拉结件系统的支点即为外叶墙板的面内变形不动点；对不锈钢桁架式拉结件、纤维增强塑料杆式拉结件系统，应通过有限元等方法计算外叶墙板的面内变形不动点或直接计算外叶墙板的最大面内变形。

6.4.7 外叶墙板的裂缝控制等级为三级时，即允许出现裂缝，此时应根据外叶墙板的受力状态，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定计算最大裂缝宽度。

6.4.8 外叶墙板的厚度需满足拉结件的锚固、接缝防水构造、防火和耐久性能等要求。外叶墙板的配筋主要起抗裂作用，一般选用直径小的钢筋，且对钢筋间距提出要求。根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010，并考虑工厂化生产预制构件、表面防护层等有利因素，给出了外叶墙板钢筋的混凝土保护层厚度要求。

6.5 夹心保温外挂墙板设计

6.5.1 夹心保温外挂墙板按非组合受力模式设计主要是指在面外荷载作用下，不考虑内、外叶墙板协同受力，按内叶墙板单独承受荷载进行计算。与组合、部分组合夹心保温外挂墙板相比，非组合夹心保温外挂墙板的受力模式简单明确，相应的墙板及拉结件构造也相对简单，在实际工程中应用最为广泛。

夹心保温外挂墙板与主体结构之间的连接方式可采用点支承连接或线支承连接，其中点支承连接方式可实现外挂墙板完全适应主体结构变形，且具有施工安装简便、精度及质量可控等优点，建议优先采用。

6.5.12 在设防地震和罕遇地震作用下，主体结构的塑性发展区域一般会发生较明显的变形和损坏，会影响连接节点的承载力。因此，为保证设防地震和罕遇地震下外挂墙板不整体脱落，连接节点宜直接支承在楼板上或支承在主体结构塑性发展区域外的部位。当无法避开时，应采取措施将连接节点的预埋件或连接钢筋与主体结构支承构件可靠连接，避免发生脱落。

7 制作与运输

7.1 一般规定

7.1.2 夹心保温外墙板是工厂加工制作，现场安装的工业化产品，直接影响工程质量和结构安全，生产单位应符合国家和地方规定的相关要求，包括设备设施、人员配置、质量检测手段以及质量管理体系等方面。信息化管理能有效提升墙板排产、制作、调度、存储等环节效率，实现预制构件生产全过程质量追溯，宜推广建立，积极使用。

7.1.3 当施工图设计文件深度不够，不足以指导生产时，需要生产单位或专业公司另行制作加工详图，如加工详图与施工图设计文件意图存在差别时，需经施工图设计单位认可，预制构件生产需建立首件验收制度。

7.1.6 夹心保温外墙板加工制作所需要的原材料必须严格按相应的产品标准进行验收，合格后才可以使用。原材料主要包括水泥、水、骨料、外加剂、掺合料、钢筋、拉结件、保温材料、连接用的预埋件、灌浆套筒等。

7.2 制作

7.2.1 拉结件是夹心保温外墙板制作使用的重要配件。拉结件质量证明文件包括产品合格证和性能检测报告等。其中性能检测报告中包括拉结件类别、规格、原材料性能以及拉结件抗拉、抗剪、抗压承载力性能等项目。

7.2.2 夹心保温外墙板构件平模反打成型工艺，能够方便生产人员现场操作，保证墙板生产质量，其生产工艺见图 8。

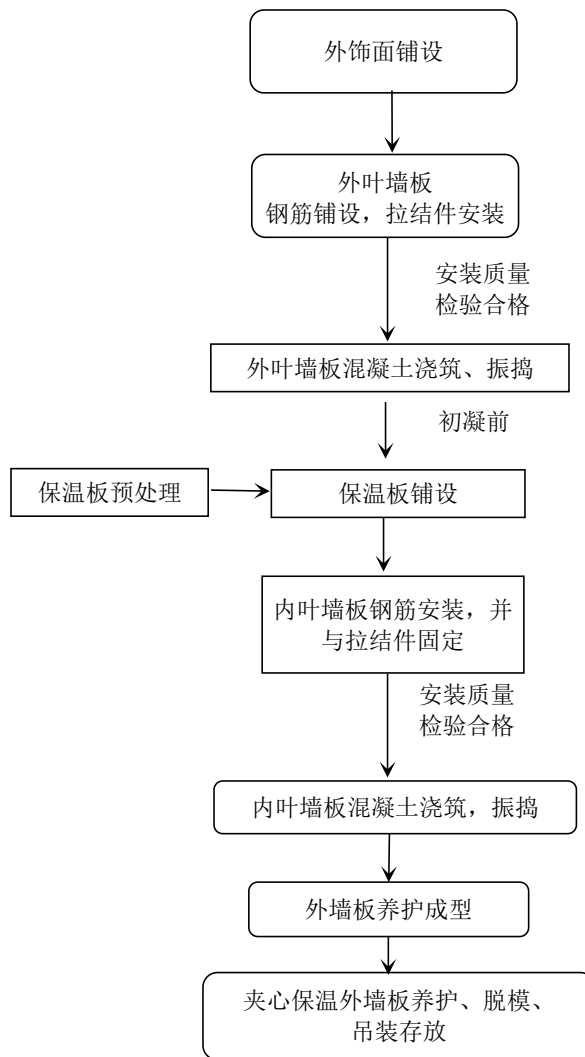


图 8 夹心保温外墙板平模反打成型工艺流程

7.2.3 夹心保温外墙板中常用的保温材料有石墨模塑聚苯板、挤塑聚苯板、硬泡聚氨酯板、真空绝热板等其导热系数随时间逐步衰减，尤其是刚生产出来的保温材料的导热系数衰减很快，需要严格按照标准规定取样进行检测。当使用标准或规范无规定的保温材料时，应有充足的技术依据，并应在使用前进行试验验证。

安装拉结件、铺设钢筋以及浇筑或振捣混凝土时，真空绝热板易受到破损，当真空绝热板受到破坏后，导热系数将提高到 $0.02[\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m})]$ ，使得夹心保温外墙板的热阻大幅度降低，所以，建议真空绝热板可采用水泥基材料或有机保温材料进行外表面防护，从而提高真空绝热板的抗破损能力。

7.2.6 对于夹心保温外墙板，控制养护温度不大于 60°C ，因为有机保温材料在较高温度下会产生热变形，影响产品质量。采用蒸汽养护制度时，宜采用加热养护温度自动控制装置。

7.2.8 为减小脱模吸附力，模具应优先采用涂刷脱模剂的钢模具、铝模具或有塑料涂层的胶合板模具。为保证脱模起吊安全，同条件养护的混凝土立方体试件抗压强度应满足设计要求且不应小于 $20\text{N}/\text{mm}^2$ 。

7.3 质量检验

7.3.1 根据现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行北京市标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968 的有关规定，预制构件外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类，预制构件的严重缺陷主要指影响构件的结构性能或安装使用功能的缺陷，构件制作时应制定技术质量保证措施予以避免。

7.3.2 由于拉结件是保证夹心保温外墙板内、外叶墙板可靠连接的重要部件，应保证其在混凝土中的锚固可靠性，所以本条文规定了拉结件的安装要求和检验方法。

7.4 运输与存放

7.4.2 制定夹心保温外墙板存放与运输方案，在工厂对墙板按照规格和安装位置进行分组堆放，便于按照使用次序进行运输、现场安装,按照安装顺序和位置提取夹心保温外墙板，可有效提高夹心保温外墙板运输和安装效率。

7.4.3~7.4.4 夹心保温外墙板立式存放有利于构件起吊，避免墙板构件的翻转过程中开裂破损。连接止水条、高低企口、夹心保温外墙转角等薄弱部位可以采用保护垫块或专用套件作加强保护。在工厂加工制作完成后，在工厂内有场地内的运输，还要运输到安装施工现场，运输和堆放涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定运输堆放方案，策划重点控制环节。构件临时码放场地可合理布置在吊装机械可覆盖范围内，避免二次运输。

8 安装与施工

8.1 一般规定

8.1.5 夹心保温外墙板的吊装建议与夹心保温外墙板的堆放相对应，堆放时也要按照编号顺序堆放。

8.1.8 夹心保温外墙板的安装方式、连接方式、接缝的防水和密封方式，与夹心保温外墙板的产品种类、与主体结构的连接构造形式等有很大关系，且每个夹心保温外墙板生产、安装企业都有各自的成熟经验和施工工艺，根据“首段验收，样板引路”的质量控制方法，需对第一阶段夹心保温外墙板安装施工质量进行验收，根据验收结果及时调整、完善专项施工方案，并经建设单位、设计单位、监理单位、施工单位和夹心保温外墙板供应单位共同确认后，然后进行大面积施工。“首段验收，样板引路”可以减少实际施工过程中很多返工,将可能出现的问题在样板中及时发现并解决，提高安装施工质量与效率。

8.2 施工准备

8.2.1 目前大部分工程项目是由车库将各楼座连成一个整体，由于场地限制，大部分预制构件存放在车库顶板上，而车库后浇带在结构施工阶段不能满足设计要求进行后浇带浇筑，后浇带两侧因此形成悬挑板，考虑结构安全，所以在悬挑范围内不能堆放预制构件。

8.2.2 由于夹心保温外墙板的吊装、安装全部为室外作业，遇到雨、雪、雾以及风力大于5级的天气状况时具有很大的安全隐患，因此在没有采取适当措施时，禁止进行保温外墙板吊装和安装作业。

8.3 夹心保温剪力墙板安装

8.3.7 PCF板首层吊装下部一般采用角钢制作PCF板临时支撑。

8.3.8 夹心保温剪力墙板水平缝和竖直缝设置保温材料为嵌缝材料，以确保保温层的连续性。

8.4 夹心保温外挂墙板安装

8.4.3 夹心保温外挂墙板与主体结构的连接节点应仅承受墙板自身范围内的荷载和作用。以确保节点实际受力状态与设计验算状态相符。

8.5 防水施工

8.5.4 背衬材料主要起控制专用密封胶厚度，便于专用密封胶施工的作用，同时，专用密封胶需避免与接缝混凝土三面粘接。在背衬材料填塞过程中，背衬材料在接缝中的深度与密封胶厚度需一致，并且背衬材料与两侧混凝土填充密实。墙板十字接缝处的专用密封胶受力变形复杂，施工质量控制难度大，易成为防水薄弱部位，在专用密封胶施工过程中，

此处应一次施工完成，严格控制专用密封胶的施工质量。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 夹心保温外墙板工程是墙体工程与保温同步施工工程，需同步验收。验收时夹心保温外墙板工程验收除需符合国家现行标准《混凝土结构施工质量验收规范》GB 50204、现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 和现行北京市标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030、《钢筋套筒灌浆连接技术规程》DB11/T 1470 的要求，尚需按照节能墙体分项工程验收，并参照国家现行标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 有关规定进行验收。

9.1.4 明确夹心保温外墙板工程常规隐蔽工程验收的具体部位和内容，以规范隐蔽工程验收。当施工过程中出现本条未列出的内容时，需在施工组织设计、专项施工方案中对隐蔽工程验收内容加以补充。

9.1.5 为满足工程需要本规程明确了夹心保温外墙板出厂检验和型式检验的内容。

9.3 夹心保温剪力墙板工程

9.3.13 夹心保温剪力外墙热桥部位包括穿越夹心保温外墙板的管道部位、施工产生的墙体缺陷（如穿墙套管、孔洞等）、门窗口与夹心保温剪力墙之间连接部位、夹心保温剪力墙后浇带交接部位等，上述热桥部位的设计要求均在本规程第 5.3 节进行了有关规定，夹心保温剪力外墙工程中需对上述热桥部位的处理进行验收。

10 使用与维护

10.0.1 为了使夹心保温外墙板在使用过程中达到和保持设计要求预定功能，需定期检查，并进行维护，建议竣工验收合格一年后，进行一次全面检查。

附录 A 拉结件排布设计及承载力验算

A.1 一般规定

A.1.1 夹心保温外墙板中通常存在外叶墙板尺寸超出内叶墙板的情况，此时当超出尺寸不大于 400mm 时，为便于生产和施工，可不在超出范围内布置拉结件。

A.1.2 拉结件排布时应与夹心保温外墙板中的钢筋及预埋件的位置相协调。此外，夹心保温外墙板中的内叶墙板可能存在填充聚苯块，使得局部混凝土厚度无法满足拉结件满足要求，此时应控制拉结件至该区域边缘的距离。

A.1.3 对不锈钢针式拉结件，由于其杆件截面较小且安装后难以保持垂直度和平直度，因此受压承载力难以有效保证。

对不锈钢桁架式拉结件，其腹杆直径一般较小且容易存在初弯曲等缺陷，已进行的受剪试验和受压试验表明，去除保温层后，在整体的剪力或压力作用下，腹杆较早地发生了受压失稳破坏，只有保温层存在时方可发挥承载能力；试件受剪时受拉腹杆承受拉力，压力由保温层承受，最终破坏形态主要表现为受拉腹杆拉断，受压腹杆发生屈曲后未发挥作用；试件受压时腹杆屈曲后压力完全由保温层承受。

A.1.4 规程编制组针对不锈钢针式拉结件、板式拉结件、夹式拉结件和桁架式拉结件的受压性能进行了试验研究，结果表明保温层的压缩性能满足本条规定时可保证保温层受压时不发生破坏或过大变形。

A.1.5 为承受夹心保温外墙板在运输、吊装及使用阶段各项作用引起的剪力，竖向支承拉结件（即本条中的板式或夹式拉结件）和水平支承拉结件一般均不少于两个。拉结件的间距最小值需根据拉结件的锚固破坏范围等确定，规定间距最大值是为了防止外叶墙板在面外荷载及温度作用下发生翘曲变形和开裂。规定拉结件边距最小值是为了满足拉结件锚固要求和防止外叶墙板受拉结件约束过强，规定边距最大值是为了防止外叶墙板边缘发生明显的翘曲变形。当设置两个以上竖向支承拉结件或水平支承拉结件时，应尽量保证各竖向支承拉结件共线、各水平支承拉结件共线。本条规定的相关限值均根据已有试验研究及工程经验确定。

A.2 不锈钢板式拉结件系统和不锈钢夹式拉结件系统

A.2.2 根据试验结果及相关产品技术资料，并参考现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 给出了不锈钢板式拉结件的承载力验算公式。按本条规定的公式进行承载力验算时，尚应结合本规程第 6.3.4 条的有关规定。

A.2.3 根据试验结果及相关产品技术资料，对不锈钢夹式拉结件承载力验算作了具体规定，承载力验算时尚应结合本规程第 6.3.4 条的有关规定。

A.2.4 对不锈钢板式拉结件系统和不锈钢夹式拉结件系统，在温度作用组合下，限位拉结

件和支承拉结件一般处于拉剪或压剪复合受力状态。承载力验算时，一般可取至支点距离最大的拉结件进行验算，且拉结件承受的其他作用产生的内力可保守取所有拉结件的最大值。为便于设计，还可预先反推计算得到拉结件适用的至支点的最大距离，在拉结件排布时按此控制拉结件至支点的最大距离即可自动满足本条规定。

A.3 不锈钢桁架式拉结件系统

A.3.1 不锈钢桁架式拉结件的最小间距根据锚固破坏范围等要求确定，规定最大间距是为了防止外叶墙板在面外荷载及温度作用下发生翘曲变形和开裂。为防止外叶墙板边缘发生明显的翘曲变形，桁架式拉结件的边距不宜大于 300mm，当仅采用桁架式拉结件无法满足这一条件时，可通过布置限位拉结件来弥补。

A.3.2 不锈钢桁架式拉结件在拉力、剪力作用下的承载力验算，均可转化为腹杆的受拉承载力验算问题。

A.4 纤维增强塑料杆式拉结件系统

A.4.1 根据已有研究及工程经验，给出了纤维增强塑料拉结件的排布要求。本条文第 4 款中“短向尺寸”为拉结件布置区域内沿短向外叶墙板或内叶墙板边缘之间的距离。

A.4.2 根据试验结果及相关产品技术资料，对纤维增强塑料拉结件的承载力验算作了具体规定，承载力验算时尚应结合本规程第 6.3.4 条的有关规定。

附录 B 不锈钢拉结件承载力试验方法

规程编制组针对不锈钢拉结件的受拉、受剪承载力试验方法进行了专题研究，共完成了 18 个试件的受拉试验，包括 12 个单拉试件和 6 个双拉试件；共完成了 14 个试件的受剪试验，包括 8 个单剪试件和 6 个双剪试件。其中单拉试件采用不同的反力约束条件。通过对比采用不同试验方法时的试件破坏模式和承载力，得到以下主要结论和建议：

- （1）单拉试验的破坏模式和承载力受边界约束条件影响较大，约束越强，承载力越大。
- （2）双拉试验的破坏模式与单拉试验一致，承载力要么偏低较多要么略高一些（不足 10%）。考虑拉结件承载力验算时的承载力分项系数较大，承载力相差约 10%不足以影响安全，双拉试验可以考虑拉结件两端的不同构造且不受约束条件影响，因此建议采用双拉试验方法。
- （3）单剪和双剪两种试验方法对破坏模式无明显影响，得到的荷载-位移曲线形式相差不大，承载力大小总体接近，说明两种试验方法对主要结果影响不大。但是双剪试验的平面外约束较弱，这使得先失稳破坏一侧发生更大的位移，从而导致两侧拉结件受力不均，这种现象对于夹式拉结件试件尤为明显。考虑单剪试验方法更易操控，且试件制作更方便，因此建议采用单剪试验方法。

附录 C 夹心保温外墙板型式检验

本附录检验规则参照现行国家标准《装配式混凝土建筑用预制部品通用技术条件》GB/T40399 进行规定，且抽样数量进行了增加以满足检验要求。夹心保温外墙板的出厂检验参照现行北京市标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968 的规定执行，本规程不再规定。