

UG

北京市地方标准

DB

编号: DB11/T 2128—2023

预制混凝土夹心保温外墙板应用技术规程

Technical specification for application of
precast concrete insulated sandwich wall panels

2023—06—27 发布

2023—10—01 实施

北京市住房和城乡建设委员会

北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

预制混凝土夹心保温外墙板应用技术规程

Technical specification for application of
precast concrete insulated sandwich wall panels

编 号：DB11/T 2128-2023

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：2023 年 10 月 01 日

2023 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 性能要求；5 建筑设计；6 结构设计；7 制作与运输；8 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：北京榆构有限公司

中铁电气化局集团北京建筑工程有限公司

三一筑工科技股份有限公司

保利（北京）房地产开发有限公司

北京建工建筑产业化投资建设发展有限公司

中建科技集团有限公司华北公司

北京珠穆朗玛绿色建筑科技有限公司

HAZ（北京）建筑科技有限公司

深圳市现代营造科技有限公司

中铁十四局集团房桥有限公司

北京思达建茂科技发展有限公司

中建二局第三建筑工程有限公司

北京首钢建设集团有限公司
中建二局装饰工程有限公司
中国新兴建筑工程有限责任公司
北京市燕通建筑构件有限公司
北京建工新型建材科技股份有限公司
北京中建协认证中心有限公司
北京新兴保信建设工程有限公司
中国钢结构协会钢筋焊接网分会
沪誉建筑科技（上海）有限公司
沈阳宝力德科技有限公司
中国建筑科学研究院有限公司认证中心
北京工业大学
北京建筑大学
哈尔滨工程大学
北京科技大学
河北工业大学
北京城建建设工程有限公司
北京维拓时代建筑设计股份有限公司
中国建筑设计研究院有限公司
北京市住宅建筑设计研究院有限公司
北京新航城智慧生态技术研究院有限责任公司
清华大学建筑设计研究院有限公司
中科建(北京)工程技术研究院有限公司
青岛科瑞新型环保材料集团有限公司
天津丰桥筑工住宅工业有限公司
北京鼎泰恒建设有限公司
上海中森建筑与工程设计顾问有限公司
力维拓（中国）建筑科技有限公司
中国新兴建设开发有限责任公司

北京市建筑节能与建筑材料管理事务中心

北京保障房中心有限公司

北京市建设工程质量第二检测所有限公司

北京住宏建筑装饰工程有限公司

中联建投建设有限公司

本规程主要起草人员：常卫华 杨思忠 张胜利 班 浩 王晓光 艾明星

王 雪 周 剑 刘 昊 赵利辉 刘新乐 郎 晴

陈 光 盛 珏 李 凯 袁 齐 矣庆贺 曹跃冲

李 锋 张裕照 吴 琼 谷明旺 刘建雄 朱清华

陈 浩 齐卫忠 郭 宁 王景萍 赵志刚 李志光

高春风 朱礼敏 雷 强 柳培玉 孙彤彤 孙立新

丛茂林 戴连双 林振伦 陈发青 郑 勇 刘子金

张建伟 庄 鹏 张建华 郑汉兵 张守峰 金 晖

刘敏敏 冯建明 尚琳琳 范肃宁 彭 雄 李壮贤

邹天歌 马海英 祝战奎 郭树鹏 陈 娟 李 栋

张晋峰 卿龙邦 夏寅飞 冯绣伦 张雅芬 刘曦瞳

杨艳妮 黄 莹 闫熙臣 刘 宁 杨红兴 魏荣军

本规程主要审查人员：倪江波 曹万林 王有为 梁 浩 霍文营 黄小坤

赵 钿 李晓明 鲍宇清 李晨光 卢清刚

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 性能要求	6
4.1 混凝土、钢筋和钢材.....	6
4.2 保温材料	6
4.3 连接材料	6
4.4 饰面材料	8
4.5 夹心保温外墙板	8
4.6 其他材料	9
5 建筑设计	10
5.1 一般规定	10
5.2 饰面设计	10
5.3 构造设计	11
6 结构设计	17
6.1 一般规定	17
6.2 作用及作用组合	18
6.3 拉结系统设计	20
6.4 夹心保温剪力墙板设计.....	22
6.5 夹心保温外挂墙板设计.....	22
7 制作与运输	25
7.1 一般规定	25
7.2 制作	26
7.3 质量检验	27
7.4 运输与存放	31
8 施工	33
8.1 一般规定	33
8.2 施工准备	34
8.3 夹心保温剪力墙板安装与连接.....	35

8.4 夹心保温外挂墙板安装与连接.....	36
8.5 防水施工	38
9 质量验收	39
9.1 一般规定	39
9.2 主控项目	40
9.3 一般项目	43
10 使用与维护	46
附录 A 拉结件排布设计及承载力验算.....	48
附录 B 不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
附：条文说明	65

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	5
4	Performance Requirements.....	6
4.1	Concrete, Steel Reinforcement and Steels	6
4.2	Thermal Insulation Materials	6
4.3	Connecting Materials	6
4.4	Facing Materials	8
4.5	Insulated Sandwich Wall Panels	8
4.6	Other Materials	9
5	Architectural Design	10
5.1	General Requirements.....	10
5.2	Decoration Design	10
5.3	Architecture Detail Design	11
6	Structural Design	17
6.1	General Requirements.....	17
6.2	Action and Action Combinations	18
6.3	Connection System Design	20
6.4	Sandwich Shear Wall Panel Design	22
6.5	Sandwich Facade Panel Design	22
7	Fabrication and Transportation	25
7.1	General Requirements.....	25
7.2	Fabrication	26
7.3	Quality Inspection.....	27
7.4	Transportation and Storage	31
8	Construction	33
8.1	General Requirements.....	33
8.2	Construction Preparation	34
8.3	Installation and Connection of Sandwich Shear Wall Panel	35
8.4	Installation and Connection of Sandwich Facade Panel	36

8.5 Waterproof Construction.....	38
9 Quality Acceptance.....	39
9.1 General Requirements.....	39
9.2 Dominant Items.....	40
9.3 General Items.....	43
10 Maintenance and Repair	46
Appendix A Layout Design and Capacity Calculation Based on Connectors.....	48
Appendix B Capacity Test Method of Stainless Steel Connectors.....	54
Appendix C Type Inspection of Insulated Sandwich Wall Panel	60
Explanation of Wording in This Standard	61
List of Quoted Standards	62
Addition: Explanation of Provisions.....	65

1 总 则

1.0.1 为规范预制混凝土夹心保温外墙板的工程应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、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抗震设防烈度 8 度及 8 度以下建筑用预制混凝土夹心保温外墙板的设计、制作、运输、施工、质量验收及使用与维护。

1.0.3 预制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 预制混凝土夹心保温外墙板 precast concrete insulated sandwich wall panel

由内叶墙板、外叶墙板、中间保温层和拉结系统组成的预制混凝土外墙板，简称夹心保温外墙板。分为夹心保温剪力墙板和夹心保温外挂墙板。

2.1.2 夹心保温剪力墙板 sandwich shear wall panel

内叶墙板为竖向抗侧力构件、外叶墙板为仅起围护和装饰作用的夹心保温外墙板。分为夹心保温预制剪力墙板、夹心保温纵肋空心剪力墙板和夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板。

2.1.3 夹心保温外挂墙板 sandwich facade panel

内、外叶墙板主要起围护和装饰作用，安装于主体结构外侧的非承重夹心保温外墙板。

2.1.4 夹心保温预制剪力墙板 sandwich precast shear wall panel

内叶墙板为预制剪力墙，竖向钢筋采用套筒灌浆连接的夹心保温剪力墙板。

2.1.5 夹心保温纵肋空心剪力墙板 sandwich hollow shear wall panel with longitudinal rib

内叶墙板为设有纵肋和空腔的墙板，现场安装就位后空腔内浇注混凝土，钢筋采用搭接连接的夹心保温剪力墙板。

2.1.6 夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板 sandwich superimposed shear wall panel with reinforcement cage

内叶墙板为设有空腔和钢筋笼的部分预制墙板，现场安装就位后空腔内浇注混凝土并与部分预制墙板形成共同工作的整体外叶墙板，钢筋采用搭接连接的夹心保温剪力墙板。

2.1.7 拉结件 connector

夹心保温外墙板中用于连接外叶墙板与内叶墙板的配件。

2.1.8 拉结系统 connection system

夹心保温外墙板内，由所有拉结件通过合理排布和锚固形成的将外叶墙板与内叶墙板可靠拉结的系统。分为不锈钢板式拉结系统、不锈钢夹式拉结系统、不锈钢桁架式拉结系统和纤维增强塑料（FRP）拉结系统等。

2.2 符号

2.2.1 抗力

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；

V ——拉结件承受的剪力设计值；

V_R ——拉结件的受剪承载力设计值。

2.2.2 作用和作用效应

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；

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；

G_k ——夹心保温外墙板构件的自重标准值；

q_{Ehk} ——分布面内水平地震作用标准值；

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 ——夹心保温外挂墙板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_d ——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；

S_{Eh1k} ——面外水平地震作用标准值的效应；

S_{Eh2k} ——面内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_k ——承载能力极限状态下作用组合的效应标准值；

S_{Gk} ——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_{Tk} ——温度作用标准值的效应；

S_{Wk} ——风荷载标准值的效应。

2.2.3 几何参数

A ——夹心保温外墙板的平面面积；

d_1 ——夹心保温外墙板中内、外叶混凝土墙板总厚度；

d_2 ——夹心保温外墙板中夹心保温材料厚度。

2.2.4 结构计算系数

k ——地震作用下拉结件的承载力折减系数；

a_{max} ——水平地震影响系数最大值；

b_E ——动力放大系数；

g_0 ——夹心保温外墙板结构重要性系数；

g_R ——拉结件的承载力分项系数；

g_{RE} ——承载力抗震调整系数。

2.2.5 传热计算

K ——夹心保温外墙板主断面传热系数；

- R ——夹心保温外墙板各材料层热阻；
- a_n ——内表面换热系数；
- a_w ——外表面换热系数；
- b ——夹心保温外墙板中保温层材料导热系数的修正系数；
- l_1 ——钢筋混凝土材料的导热系数；
- l_2 ——夹心保温外墙板中保温层材料的导热系数；
- j ——夹心保温外墙板传热系数的修正系数。

3 基本规定

3.0.1 夹心保温外墙板的设计、制作、运输与施工等应满足建筑工程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进行设计，制定相互协同的施工组织方案。

3.0.3 夹心保温外墙板工程用材料应配套供应，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 夹心保温外墙板工程宜采用建筑信息模型（BIM）技术，实现全过程的信息化管理。

3.0.5 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、《建筑环境通用规范》GB 55016 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。

3.0.6 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 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的有关规定。

3.0.7 夹心保温外墙板和节点连接件的设计工作年限应与主体结构相同，拉结系统的耐久性应满足设计工作年限要求。

3.0.8 夹心保温外墙板接缝处防水、密封材料的可靠性应进行维护，并应在设计文件中规定设计工作年限和检查的要求。

3.0.9 房屋高度超过 100m 的建筑采用夹心保温外挂墙板时应进行专项研究。

3.0.10 夹心保温外墙板应进行型式检验。

4 性能要求

4.1 混凝土、钢筋和钢材

4.1.1 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》GB55006、《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。

4.1.2 夹心保温外墙板的混凝土强度等级不宜低于 C30，并应满足设计要求。

4.1.3 夹心保温外墙板后浇混凝土部位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。

4.1.4 钢筋采用套筒灌浆连接时，灌浆接头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。

4.1.5 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。

4.2 保温材料

4.2.1 夹心保温外墙板中间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 B₂ 级。

4.2.2 夹心保温外墙板中间保温层材料应符合下列规定：

1 石墨模塑聚苯板表观密度不应小于 $20\text{kg}/\text{m}^3$ ，压缩强度不应小于 0.15MPa ，水蒸气渗透系数不应大于 $4.5\text{ng}/(\text{Pa}\cdot\text{m}\cdot\text{s})$ 。其中水蒸气渗透系数检验方法应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料(EPS)》GB/T 10801.1 的有关规定，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 $22\text{kg}/\text{m}^3\sim 35\text{kg}/\text{m}^3$ ，压缩强度不应小于 0.20MPa ，水蒸气渗透系数不应大于 $3.5\text{ng}/(\text{Pa}\cdot\text{m}\cdot\text{s})$ ，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 ，水蒸气渗透系数不应大于 $6.5\text{ng}/(\text{Pa}\cdot\text{m}\cdot\text{s})$ ，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。

4.3 连接材料

4.3.1 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连接件》JG/T 561 的有关规定，不锈钢拉结件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环境应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 4.3.1 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可采用冷轧或热轧带肋钢筋，其性能应符合现行国家标准《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788 和《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，其与不锈钢腹杆的焊接性能应满足拉结件受力要求。

表 4.3.1 不锈钢棒、不锈钢板的力学性能

序号	拉结件类型	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

4.3.2 夹心保温剪力墙板之间竖向采用钢筋套筒灌浆连接用材料应符合下列规定：

- 1 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 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。

4.3.3 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、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；

5 预埋式吊件所能承受的最大拉力值不应小于允许起吊荷载值的 4 倍。

4.3.4 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 连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等金属连接件应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的有关规定。

4.4 饰面材料

4.4.1 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。

4.4.2 夹心保温外墙板饰面为涂料时，应采用水性涂料，并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。

4.4.3 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。

4.4.4 面砖饰面应符合下列规定：

1 面砖饰面性能应符合现行国家标准《陶瓷砖》GB/T 4100 和现行行业标准《陶瓷马赛克》JC/T 456 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 0.9mm。

4.4.5 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 夹心保温外墙板

4.5.1 夹心保温外墙板性能应符合表 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 夹心保温外墙板性能指标

序号	项目	性能指标	检验方法
1	抗冲击性	经5次冲击试验后板正面 无裂纹	《建筑墙板试验方法》GB/T 30100

2	传热系数 ^a	应符合设计要求	《绝热 稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法》GB/T 13475
3	饰面砖与混凝土拉伸粘结强度 (MPa)	≥0.6, 尚应符合设计要求	《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ/T 110
4	不锈钢背栓或锚固卡钩与石材、陶瓷厚板中的锚固抗拉承载力 (kN)	≥2.0	《天然石材试验方法 第7部分: 石材挂件组合单元挂装强度试验》GB/T 9966.7

注: ^a夹心保温纵肋空心剪力墙板或夹心保温钢筋笼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。

4.5.2 夹心保温外墙板的承载力、挠度和裂缝宽度应满足设计要求, 并按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定进行检验。

4.6 其他材料

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, 且专用密封胶的防火性能应符合现行国家标准《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410 的有关规定;
- 3 专用密封胶应与饰面材料具有相容性;
- 4 专用建筑密封胶固化过程中不应产生气泡;
- 5 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;
- 6 接缝处专用密封胶宜采用改性硅酮建筑密封胶, 改性硅酮建筑密封胶除应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 和现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881 的有关规定, 尚应符合表 4.6.1 的规定。

表 4.6.1 专用密封胶性能指标

序号	项 目	性能指标	检测方法
1	加速老化拉伸—压缩循环耐久性 (6 个循环) ^a	无破坏	《建筑预制构件接缝防水施工技术规范》DB11/T 1447
2	污染性	污染宽度 (mm)	《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)	

注: ^a 仅适用于外露且直接接触阳光的密封胶。

4.6.2 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的 1.3 倍~1.5 倍, 并宜采用发泡闭孔聚乙烯棒或发泡氯丁橡胶棒; 当采用发泡闭孔聚乙烯棒时, 其密度不宜大于 37kg/cm³。

4.6.3 夹心保温外墙板接缝处气密条宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或硅橡胶, 其性能应符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498、《工业用橡胶板》GB/T 5574 的有关规定。

4.6.4 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防火封堵材料应符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864 和《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410 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 夹心保温外墙系统立面设计应满足建筑立面效果、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。

5.1.4 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》DB11/687 和《居住建筑节能设计标准》DB11/891 的有关规定。

5.1.5 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《建筑防火通用规范》GB 55037 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

5.1.6 夹心保温外墙系统隔声设计除应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 和《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定外，尚应符合下列规定：

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。

5.1.7 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 饰面设计

5.2.1 夹心保温外墙板的饰面应满足外立面分格、饰面颜色与材料质感等细部设计要求，并应体现建筑立面造型的特点。

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 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。装饰混凝土质量应满足设计要求，其中装饰清水混凝土质量尚应符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定。

2 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，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。

3 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，不锈钢锚固卡钩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。

4 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，背栓或不锈钢锚固卡钩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，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。

$$K=j \frac{1}{\frac{1}{a_n} + R + \frac{1}{a_w}} \quad (5.3.2-1)$$

$$R = \frac{d_1}{l_1} + \frac{d_2}{b l_2} \quad (5.3.2-2)$$

式中： K — 夹心保温外墙板主断面传热系数[W/(m²·K)]；

j — 夹心保温外墙板传热系数的修正系数，见表 5.3.2；

a_n — 内表面换热系数，取 8.7[W/(m²·K)]；

R — 夹心保温外墙板各材料层总热阻（m²·K/W）；

a_w — 外表面换热系数，取 23[W/(m²·K)]；

d_1 — 夹心保温外墙板中内外叶墙板总厚度（m）；

d_2 — 夹心保温外墙板中保温层材料厚度（m）；

l_1 — 钢筋混凝土材料的导热系数，取 1.74[W/(m·K)]；

b — 夹心保温外墙板中保温层材料导热系数的修正系数，见表 5.3.2；

l_2 — 夹心保温外墙板中保温层材料的导热系数[W/(m·K)]，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	保温材料导热系数 [W/(m·K)]	保温材料导热系数修正系数 b	夹心保温外墙板传热系数修正系数 _j						
				FRP拉结系统	板式拉结系统		夹式拉结系统		桁架式拉结系统	
					保温层厚度≤120mm	保温层厚度>120mm	保温层厚度≤120mm	保温层厚度>120mm	保温层厚度≤120mm	保温层厚度>120mm
1	石墨模塑聚苯板	0.033	1.10	1.05	1.15	1.20	1.10	1.15	1.25	1.30
2	挤塑聚苯板	0.024	1.10	1.05	1.15	1.20	1.10	1.15	1.25	1.30
		0.030								
3	硬泡聚氨酯板	0.024	1.15	1.05	1.15	1.20	1.10	1.15	1.25	1.30
4	真空绝热板	0.005	1.20	1.15	——		——		——	
		0.008								

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外叶墙板与中间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 级保温材料填充，并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 级保温材料填充，并宜采用无收缩灌浆料封堵，外表面应采取抗裂措施。

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和防水构造，其中夹心保温外墙板门窗洞口部位的防水构造宜采用材料防水和构造防水相结合的方式，其气密性能和水密性能不应低于外门窗的有关性能。外窗（门）框与夹心保温外墙板之间空隙处应采用发泡聚氨酯等弹性闭孔材料填充饱满，并且内外侧接缝处应采用专用密封胶密封（图 5.3.4）。

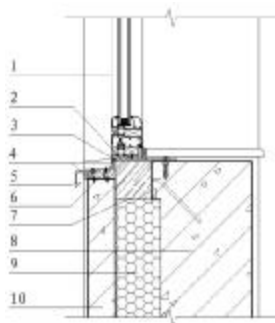


图 5.3.4 夹心保温外墙板窗口构造示意图

1—窗；2—发泡聚氨酯等弹性闭孔保温材料；3—泡沫棒；4—专用密封胶；5—披水板；

6—A 级保温材料；7—防腐木砖；8—内叶墙板；9—保温层；10—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 10mm，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，并应附加燃烧性能等级为 A 级的憎水保温材料，接缝处宜采用材料防水和构造防水相结合的防水构造，其中水平缝应采用外低内高的企口缝，竖直缝宜采用平缝。

5.3.7 夹心保温剪力墙接缝处构造设计（图 5.3.7）应符合下列规定：

- 1 外叶墙板内侧板缝处应附加燃烧性能等级为 A 级的憎水保温材料；
- 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，且防水胶带与夹心保温材料间搭接宽度不应小于 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。

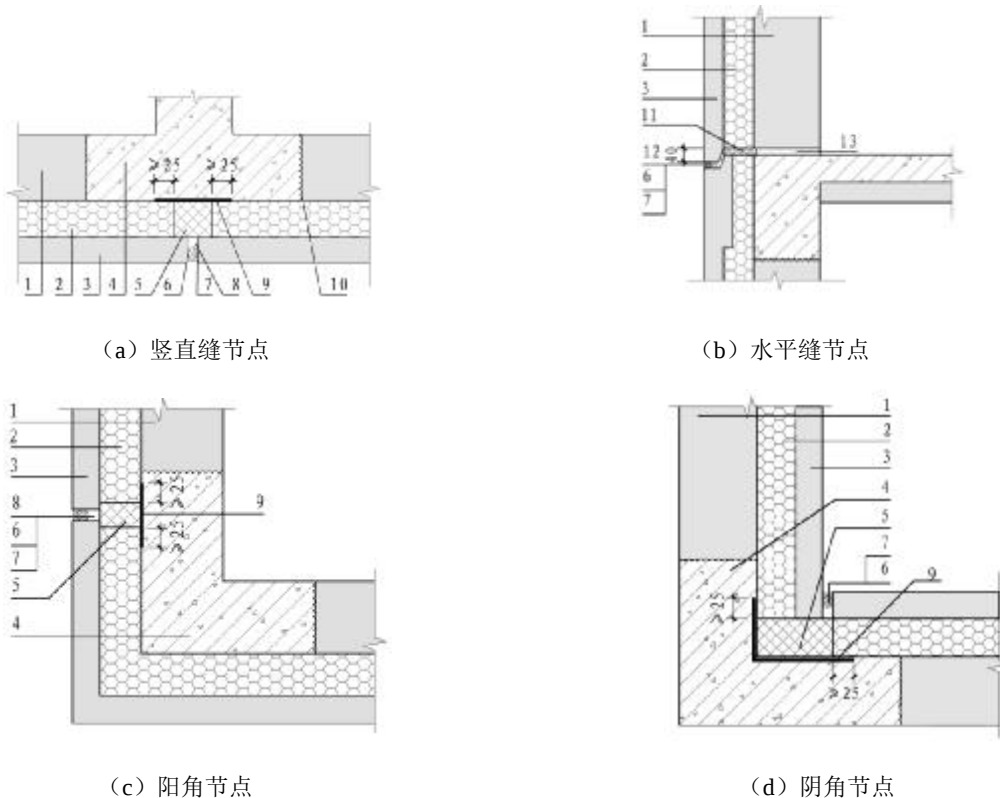


图 5.3.7-1 夹心保温预制剪力墙板接缝保温构造示意图

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；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—附加保温材料；

12—水平方向常压防水空腔；13—灌浆料或坐浆料

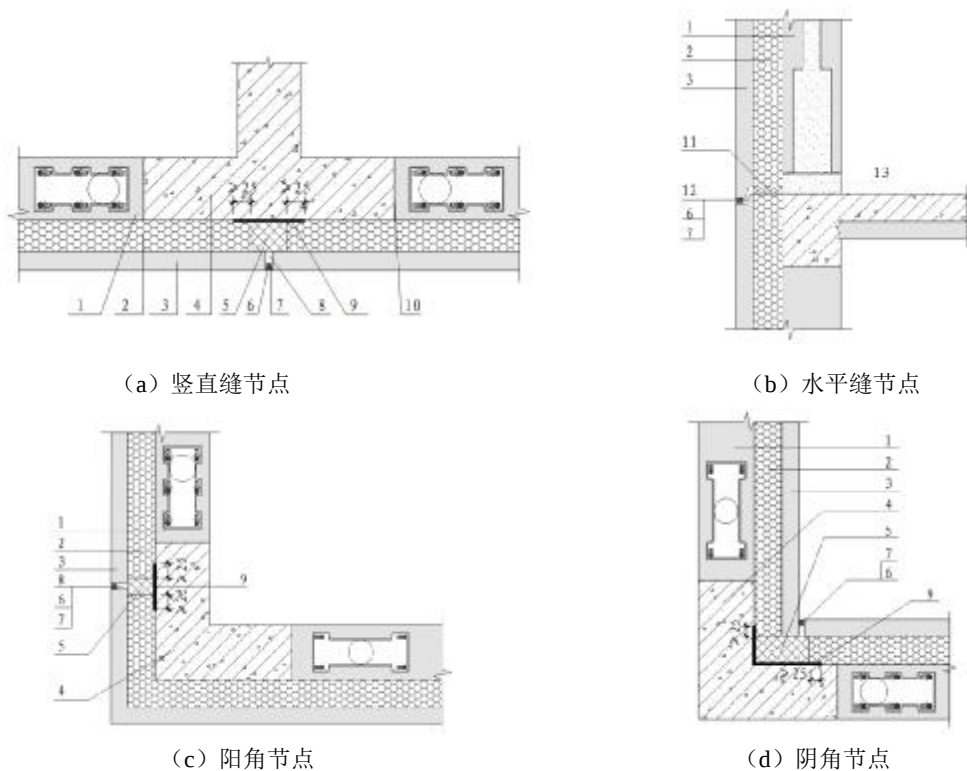
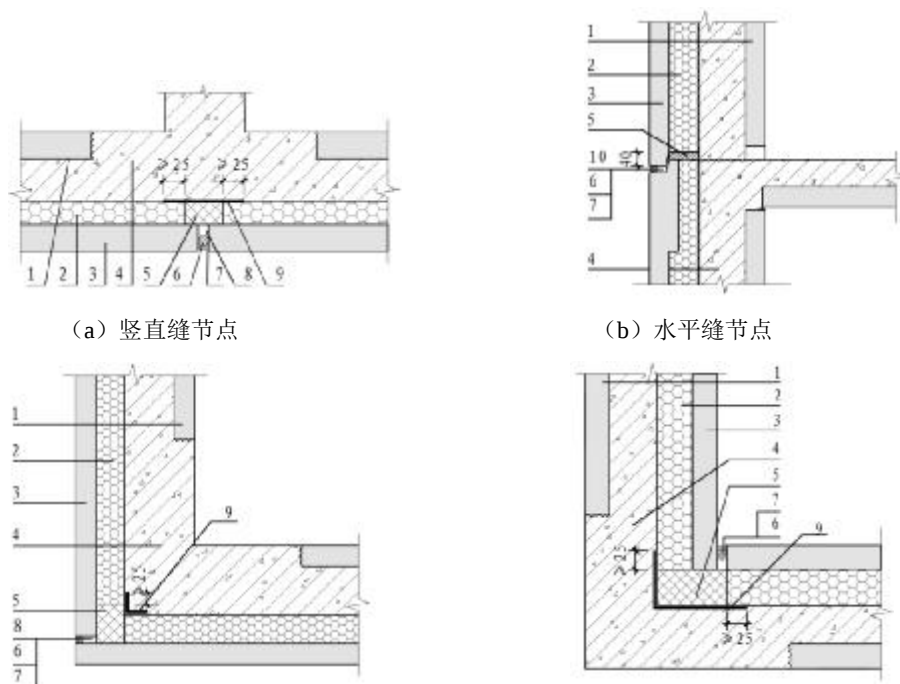


图 5.3.7-2 夹心保温纵肋空心剪力墙板接缝保温构造示意图

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；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—附加保温材料；

12—水平方向常压防水空腔；13—无收缩砂浆或混凝土



(c) 阳角节点

(d) 阴角节点

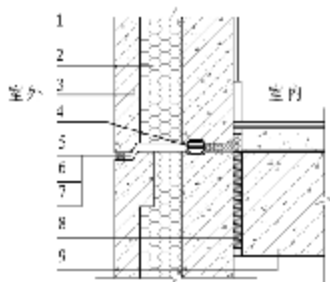
图 5.3.7-3 夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板接缝保温构造示意图

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；

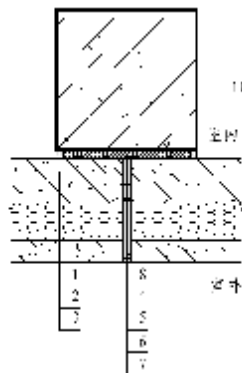
6—泡沫棒；7—专用密封胶；8—竖向常压防水空腔；9—防水胶带；10—水平方向常压防水空腔

5.3.8 夹心保温外挂墙板间接缝处防水构造设计（图 5.3.8）应符合下列规定：

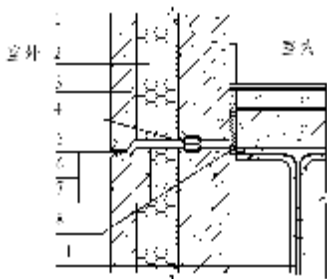
- 1 水平缝和竖直缝靠近室内一侧宜设置气密条，室外处接缝应采用专用密封胶密封；
- 2 水平缝和竖直缝中气密条与专用密封胶之间应分别设置水平向常压防水空腔和竖向常压防水空腔。



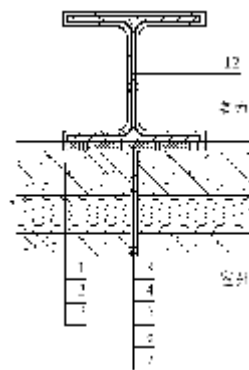
(a) 钢筋混凝土结构中水平缝防水构造示意



(b) 钢筋混凝土结构中竖直缝防水构造示意



(c) 钢结构中水平缝防水构造示意



(d) 钢结构中竖直缝防水构造示意

图 5.3.8 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

5.3.9 夹心保温外墙板接缝处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 1 层~2 层的夹心保温外墙板十字交叉缝上部竖直缝中应设置导水管。

2 导水管的设置（图 5.3.9）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 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$, 且导水管与墙板接缝之间的空隙应采用专用密封胶进行密封。



(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 5.3.9 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

5.3.10 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。

5.3.11 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, 混凝土保护层厚度不应小于 30mm。

5.3.12 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。

5.3.13 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标准》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 (图 5.3.8);
- 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 夹心保温外墙板应按内、外叶墙板非组合受力进行设计。

6.1.2 夹心保温外墙板构件及拉结件应按下列设计表达式进行承载力极限状态验算：

1 持久设计状况、短暂设计状况：

$$g_0 S_d \leq R_d \quad (6.1.2-1)$$

2 多遇地震作用下：

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

式中： g_0 — 夹心保温外墙板重要性系数，夹心保温剪力墙板的内叶墙板及其连接应按主体结构取值；其余宜与主体结构相同，且不应小于 1.0；

S_d — 承载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；

g_{RE} — 承载力抗震调整系数，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，其余均取 1.0。

6.1.3 夹心保温外挂墙板的连接节点应按下列规定进行承载力极限状态验算：

1 持久设计状况应按公式（6.1.2-1）进行验算；

2 多遇地震作用、设防地震作用下，应按公式（6.1.2-2）进行验算；

3 罕遇地震作用下，应按下式进行验算；

$$S_k \leq R_k \quad (6.1.3)$$

式中： S_k — 承载力极限状态下作用组合的效应设计值；

R_k — 夹心保温外挂墙板连接节点的承载力标准值，按材料强度标准值计算。

6.1.4 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：

$$S \leq C \quad (6.1.4)$$

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。

6.1.5 短暂设计状况下，按荷载标准组合计算时，夹心保温外墙板受拉边缘的混凝土拉应力不应大于混凝土抗拉强度标准值。

6.1.6 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。

6.1.7 夹心保温外墙板的保温层厚度不应小于 30mm，且不宜大于 250mm。

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 对夹心保温纵肋空心剪力墙板或夹心保温钢筋笼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 除夹心保温剪力墙板的内叶墙板及其连接外，夹心保温外墙板设计采用的地震作用标准值可按下列公式计算：

$$q_{Ehk} = b_E a_{\max} G_k / A \quad (6.2.3-1)$$

$$F_{Ehk} = b_E a_{\max} G_k \quad (6.2.3-2)$$

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

式中： q_{Ehk} — 分布面外水平地震作用标准值；

b_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类建筑可取 4.0，重点设防类建筑可取 5.6；

$a_{\max}$ — 水平地震影响系数最大值，对于夹心保温外墙板构件及拉结件，应按多遇地震影响取 0.16；对于夹心保温外挂墙板的连接节点，应分别按多遇地震、设防地震和罕遇地震取值，其中设防地震影响取 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 — 集中面内水平地震作用标准值；

F_{Ehk} — 夹心保温外墙板的平面面积；

F_{Evk} — 集中竖向地震作用标准值。

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及拉结件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：

$$S_d = 1.3S_{Gk} + 1.5S_{Qk} \quad (6.2.4-1)$$

2 持久设计状况，按下列公式中最不利值计算：

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

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

3 多遇地震作用下，按下列公式中最不利值计算：

$$S_d = 1.3S_{Gk} + 1.4S_{\text{Eh1k}} + 0.3S_{Wk} + 0.3S_{Tk} \quad (6.2.4-4)$$

$$S_d = 1.3S_{Gk} + 1.4S_{\text{Eh2k}} + 0.3S_{Wk} + 0.3S_{Tk} \quad (6.2.4-5)$$

$$S_d = 1.3S_{Gk} + 1.4S_{\text{Evk}} + 0.3S_{Wk} + 0.3S_{Tk} \quad (6.2.4-6)$$

式中： S_{Gk} — 永久荷载标准值的效应，短暂设计状况下应取等效静力荷载标准值与其他永久荷载标准值之和；持久设计状况或多遇地震作用下应取夹心保温外墙板构件自重标准值；

S_{Qk} — 短暂设计状况下可变荷载标准值的效应；

S_{Wk} — 风荷载标准值的效应；

S_{Tk} — 温度作用标准值的效应；

S_{Eh1k} — 面内水平地震作用标准值的效应；

S_{Eh2k} — 面外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。

6.2.5 夹心保温外挂墙板的连接节点进行承载力极限状态验算时，作用组合的效应计算应符合下列规定：

1 持久设计状况应按公式（6.2.4-2）和（6.2.4-3）中最不利值计算；

2 多遇地震作用下，应按公式（6.2.4-4）～（6.2.4-6）中最不利值计算；

3 设防地震作用下应按下列公式中最不利值计算：

$$S_d = 1.3S_{Gk} + 1.4S_{\text{Eh1k}} \quad (6.2.5-1)$$

$$S_d = 1.3S_{Gk} + 1.4S_{Eh2k} \quad (6.2.5-2)$$

$$S_d = 1.3S_{Gk} + 1.4S_{Evk} \quad (6.2.5-3)$$

3 罕遇地震作用下应按下列公式中最不利值计算：

$$S_d = S_{Gk} + S_{Eh1k} \quad (6.2.5-4)$$

$$S_d = S_{Gk} + S_{Eh2k} \quad (6.2.5-5)$$

$$S_d = S_{Gk} + S_{Evk} \quad (6.2.5-6)$$

6.2.6 夹心保温外墙板构件进行正常使用极限状态验算时，作用组合的效应设计值应按下列公式计算：

1 短暂设计状况下裂缝控制验算：

$$S = S_{Gk} + S_{Ck} + S_{Qk} \quad (6.2.6-1)$$

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：

$$S = S_{Gk} + S_{Wk} + 0.6S_{Tk} \quad (6.2.6-2)$$

$$S = S_{Gk} + S_{Tk} + 0.6S_{Wk} \quad (6.2.6-3)$$

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：

$$S = S_{Gk} + 0.4S_{Tk} \quad (6.2.6-4)$$

6.3 拉结系统设计

6.3.1 拉结系统及拉结件的设计应符合下列规定：

- 1 拉结件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热工性能应满足设计要求；
- 4 应符合夹心保温外墙板的防火性能要求；
- 5 应符合夹心保温外墙板的设计工作年限要求。

6.3.2 夹心保温外墙板宜采用不锈钢拉结系统或 FRP 拉结系统。对于不锈钢拉结系统，当保温层厚度不大于 150mm 时，可采用板式拉结系统、夹式拉结系统或桁架式拉结系统；当保温层厚度大于 150mm 时，宜采用夹式拉结系统。

6.3.3 拉结件的作用效应计算应符合下列规定：

1 对不锈钢板式拉结系统和不锈钢夹式拉结系统，在外叶墙板自重和面内水平地震作用、竖向地震作用下，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 对不锈钢桁架式拉结系统，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不锈钢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不锈钢桁架式拉结件腹杆拉力；

3 风荷载和面外水平地震作用下，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 对于外叶墙板自重和面内水平地震作用、竖向地震作用下 FRP 拉结件的剪力，当外叶墙板形状规则、FRP 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 FRP 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：

$$R_d = k R_k / g_R \quad (6.3.4)$$

式中： R_d — 拉结件的承载力设计值；

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；

R_k — 拉结件的承载力标准值；

g_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。

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连接件》JG/T 561 的有关规定；

4 对用于开敞式空腔构造的夹心保温纵肋空心剪力墙板或夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板用拉结件，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；不锈钢板式拉结件宜设置配套锚固钢筋，锚筋直径不宜小于 6mm，总长不宜小于 400mm；

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；不锈钢夹式拉结件宜设置配套锚固钢筋，锚筋直径不宜小于 6mm，总长不宜小于 400mm；

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 夹心保温剪力墙板的承载能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内变形和竖向位移验算；
- 4 持久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。

6.4.2 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。

6.4.3 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。

6.4.4 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。

6.4.5 当夹心保温外墙板的保温层厚度不大于 50mm 时，应按裂缝控制等级为二级进行持久设计状况下的外叶墙板裂缝控制验算。

6.4.6 外叶墙板的构造应符合下列规定：

- 1 厚度不宜小于 60mm，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 夹心保温外挂墙板及其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。

6.5.2 夹心保温外挂墙板与主体结构可采用点支承连接或线支承连接。当连接节点能适应主体结构变形时，主体结构计算可不计入夹心保温外挂墙板的刚度影响。对于线支承夹心保温外挂墙板，宜采取构造措施避免对主体结构刚度产生影响，当无法避免时应计入相关影响。

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。

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应包括外叶墙板相对内叶墙板的竖向位移、面内变形验算，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 夹心保温外挂墙板的外叶墙板设计应符合本规程第 6.4.3 条~第 6.4.6 条的规定。

6.5.8 持久设计状况下，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 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，厚度不应小于 50mm，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锚固要求。

III 连接节点设计

6.5.10 夹心保温外挂墙板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、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；

2 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 夹心保温外挂墙板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，点支承夹心保温外挂墙板的连接节点和线支承夹心保温外挂墙板的非承重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位移角 3 倍的变形能力；

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 对于点支承夹心保温外挂墙板的连接节点，承重连接点宜为 2 个，面外连接点宜为 4 个，且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。

6.5.13 对于线支承夹心保温外挂墙板，墙板顶部宜通过后浇段与主体结构支承构件连接，墙板底部应设置不少于 2 个仅对墙板有平面外约束的连接点，墙板侧边与主体结构应不连接或仅采用柔性连接。

6.5.14 夹心保温外挂墙板连接节点的连接件和预埋件应采取可靠的防火和防腐蚀措施；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 夹心保温外墙板加工详图应根据设计文件、生产工艺和施工方案编制。由生产单位完成的加工详图，应经原设计单位认可。夹心保温外墙板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、机电设备等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 拉结系统布置图；
- 6 墙板饰面材料的排砖图或排板图；
- 7 墙板生产、运输、起吊和安装阶段受力验算。

7.1.3 夹心保温外墙板制作前，生产单位应制定生产方案，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。

7.1.4 夹心保温外墙板生产应建立首件验收制度。夹心保温外墙板的验收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 的相关规定。

7.1.5 夹心保温外墙板质量检验合格后，夹心保温外墙板表面应根据加工详图编号在指定位置上设置标识，并应符合下列规定：

- 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时应出具质量合格证明文件，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。

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应符合下列规定：

- 1) FRP拉结件型式检验项目和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连接件》JG/T 561的有关规定。
- 2) 不锈钢拉结件型式检验项目应包括外观质量、尺寸偏差、材料力学性能、耐久性能、抗拉性能、抗剪性能；不锈钢拉结件为板式拉结件或夹式拉结件时，尚应包括抗压性能指标。其中不锈钢拉结件抗拉、抗剪和抗压性能检验方法应符合本规程附录B的规定，不锈钢拉结件抗拉、抗剪和抗压性能指标应满足设计要求。

7.2 制作

7.2.1 夹心保温外墙板生产单位应对钢筋、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 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；

2 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，检验结果应满足设计要求；

3 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；

4 钢筋、混凝土和其它原材料及配件的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 带面砖、石材或陶瓷厚板饰面的夹心保温外墙板宜采用平模反打成型工艺进行生产。

7.2.3 夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板的成型宜采用自动化钢模台翻转装置制造；当采用固定模台生产时，宜在室内生产作业，拉结件宜与内叶墙板钢筋笼先行绑扎固定后，再进行混凝土浇筑。

7.2.4 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。

7.2.5 拉结件和保温材料应分别按照布置图、排板图安装或铺设，并应符合下列规定：

1 首层混凝土中预先设置的拉结件应与墙板钢筋网片绑扎固定；

2 保温材料铺设和拉结件安装应在混凝土初凝前完成；

3 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；

4 保温材料之间以及保温材料与拉结件之间应紧密贴合，保温材料的孔洞应采用发泡聚氨酯等保温材料填充密实，保温材料拼缝应严密并使用粘结材料密封处理；

5 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，拉结件安装不应损坏真空绝热板。

7.2.6 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；夹心保温外墙板的收面宜采用机械磨光工艺；

3 在上层混凝土浇筑振捣完成之前，下层混凝土不应初凝；

4 混凝土浇筑过程中应防止拉结件和预埋件倒伏或移位，振捣时应避免触碰或损伤拉结件、预埋件、钢筋和饰面层。

7.2.7 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℃。

7.2.8 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。

7.2.9 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 夹心保温外墙板外观质量应全部进行目测检测，并根据影响墙板结构性能和使用功

能的严重程度，墙板外观质量可按表 7.3.1 的规定划分为严重缺陷和一般缺陷，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。

表 7.3.1 夹心保温外墙板外观质量缺陷

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	墙板内钢筋未被混凝土包裹而外露	墙板任何部位钢筋有露筋	/
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	墙板主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	墙板任何部位有孔洞	/
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	有影响结构性能或使用功能的裂缝	墙板主要受力部位之外的其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的无害裂缝
连接部位缺陷	墙板连接处混凝土存在缺陷；连接钢筋、拉结件、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	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平和飞边凸肋等；装饰面砖粘结不牢、表面不平、砖缝不顺直等	墙板外表面和板侧面有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他部位有不影响使用功能的外表缺陷
外表缺陷	墙板表面麻面、起砂、掉皮、污染等	墙板外表面有外表缺陷	其他部位有不影响使用功能的外表缺陷

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表 7.3.2-1 的规定，拉结件位置允许偏差应符合表 7.3.2-2 的规定。

表 7.3.2-1 夹心保温外墙板尺寸允许偏差

序号	项目			允许偏差 (mm)	检验方法
1	规格尺寸	高度	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	清水面	2	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			非清水面	3	
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 ^b	壁厚	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			最小肋厚度	-2	用尺量测墙板端部肋厚尺寸，每墙板3处，取其最大值
12		门窗口	规格尺寸	±4	尺量检查
13			对角线差	4	尺量检查
14			位置偏移	3	尺量检查
15		装饰线条宽度		±2	尺量检查
16	预埋件	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
17		预埋螺栓	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	+10, -5	尺量检查
18		预埋套筒、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混凝土面的最大缝隙
19		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

20		预埋线盒、电盒	水平方向中心线位置偏移	10	尺量检查
			与墙板表面混凝土高差	0, -5	尺量检查
21	预留插筋		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
22	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
23	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
			洞口尺寸、深度	±5	用尺量测纵横两个方向尺寸, 取其中较大值
24	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
25			长度、宽度	±5	尺量检查
26			深度	±5	尺量检查
27	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
28			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
29			连接钢筋外露长度	+10, 0	尺量检查
30	主筋保护层			+5, -3	用保护层测定仪检查
31	饰面	通用	表面平直度	2	2m靠尺或塞尺检查
32		大尺寸陶瓷厚板 ^c	表面平直度	4	
33		面砖、石材、陶瓷厚板	阳角方正	2	用托线板检查
34			上口平直	2	拉通线用钢尺检查
35			接缝平直	2	用钢尺或塞尺检查
36			接缝深度	±5	用钢尺或塞尺检查
37			接缝宽度	±2	用钢尺检查

注: ^a为夹心保温外墙板最长边的长度 (mm)。

^b夹心保温纵肋空心剪力墙板应测壁厚与最小肋厚度尺寸允许偏差, 夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板应测空腔壁厚尺寸允许偏差。

^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。

表 7.3.2-2 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	FRP拉结 件、不锈钢	外叶墙板内	±2	尺量检查

		板式、夹式、针式拉结件	内叶墙板内	-2	尺量检查
		不锈钢桁架式拉结件		-2, +5	用尺量
2	保护层厚度			±2, 且不应小于5	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	不锈钢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 夹心保温外墙板的质量检验应符合下列规定:

- 1 预埋件、预留钢筋、预留孔洞、套筒灌浆孔及空腔规格、数量应满足设计要求;
- 2 键槽数量和粗糙面处理方式应满足设计要求;
- 3 保温材料类别、厚度、位置应满足设计要求;
- 4 拉结件类别、数量及使用位置应满足设计要求;
- 5 混凝土强度应满足设计要求和国家现行有关标准的规定;
- 6 面砖饰面与混凝土拉伸粘结强度, 不锈钢背栓或锚固卡钩在石材或陶瓷厚板饰面中的锚固承载力应符合本规程第 4.5.1 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现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 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立式运输方式。

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 墙板存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理;
- 3 墙板存放场地应平整、坚实, 并应有排水措施;
- 4 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° ~90°, 相邻夹心保温外墙板间宜用柔性垫层隔开;
- 5 墙板应直立存放或带饰面层一侧朝上码放;
- 6 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，夹心保温外墙板的装卸与运输应符合下列规定：

- 1 装卸时，应采取保证车体平衡的措施；
- 2 运输时，应采取防止夹心保温外墙板移动、倾倒、变形等的固定措施；
- 3 运输时，应采取防止夹心保温外墙板损坏的措施，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 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 墙板饰面宜采用贴膜保护或其他防护措施。

8 施工

8.1 一般规定

8.1.1 夹心保温外墙板工程施工应符合现行国家标准《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、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《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030 的有关规定。

8.1.2 夹心保温外墙板工程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内容。

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

8.1.4 夹心保温外墙板工程施工前，应完成深化设计，深化设计文件应经原设计单位认可。施工单位应校核夹心保温外墙板加工详图，对夹心保温外墙板施工预留和预埋进行技术交底。

8.1.5 未经原设计单位允许，夹心保温外墙板不得进行切割、开洞。

8.1.6 夹心保温外墙板应按专项施工方案安装顺序预先编号，并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。

8.1.7 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支撑或临时固定措施的拆除应在灌浆料强度和后浇混凝土强度达到设计要求后进行。

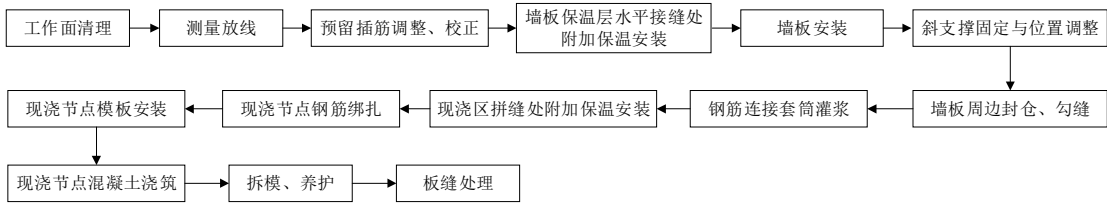
8.1.8 吊装用吊具应进行设计、验算和试验检验。夹心保温外墙板安装过程中，吊索与夹心保温外墙板水平面所成夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° ；吊机主钩位置、吊具及墙板重心应在竖直方向重合；当夹心保温外墙板尺寸较大或形状较复杂时，宜采用有分配梁或分配桁架的吊具。

8.1.9 夹心保温外墙板工程施工过程中应采取安全措施，并应符合现行北京市地方标准《装配式建筑施工安全技术规范》DB11/T 2004 的有关规定。

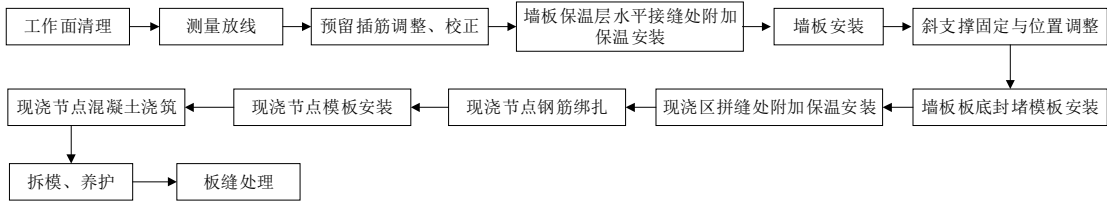
8.1.10 夹心保温剪力墙板工程应进行首段验收，验收合格后方可进行大批量安装。

8.1.11 夹心保温外挂墙板正式安装前应根据施工方案进行样板墙试安装，检验合格后方可正式安装，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。

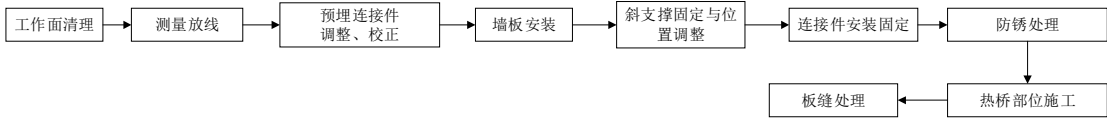
8.1.12 夹心保温外墙板施工流程应符合图 8.1.12 的规定。



(a) 夹心保温预制剪力墙板施工流程图



(b) 夹心保温纵肋空心剪力墙板和夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板施工流程图



(c) 夹心保温外挂墙板施工流程图

图 8.1.12 夹心保温外墙板施工流程图

8.1.13 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，并采取保护措施，避免墙板边缘及饰面层被污染、损伤。

8.2 施工准备

8.2.1 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，并经原设计单位认可；
- 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与连接

8.3.1 夹心保温剪力墙板吊装应符合下列规定：

- 1 竖向起吊点不应少于 2 个，当宽度大于 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，起吊应依次逐级增加速度，不应越档操作；
- 3 在吊运过程中应保持稳定，不应偏斜、摇摆和扭转，不应长时间悬停在空中；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；吊装时应系好缆风绳控制墙板转动。

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应包括墙板安装位置、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、高低差和拼缝尺寸；
- 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，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，通过墙板底部调平装置、可调临时斜支撑进行调整。

8.3.3 夹心保温剪力墙板就位采用临时支撑时，墙板上部斜支撑的支撑点距离板底不宜小于墙板高度的 2/3，且不应小于墙板高度的 1/2，斜支撑应与墙板可靠连接。

8.3.4 夹心保温预制剪力墙板的安装与连接应符合下列规定：

- 1 墙板底部中间保温层接缝部位宜采用憎水保温材料可靠密封，封堵措施不应减小结合面的设计面积；
- 2 墙板调整就位后，墙板底部连接部位应采用封浆料密封；
- 3 墙板竖向钢筋采用套筒灌浆连接时，应采用封浆料进行分仓灌浆，钢筋套筒灌浆连接的施工应符合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；
- 4 墙板拼缝处附加钢筋规格、数量及锚固长度等应满足设计要求；
- 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 夹心保温纵肋空心剪力墙板和夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板空腔部位施工应符合下列规定：

- 1 墙板底部中间保温层接缝部位宜采用等厚憎水保温材料填塞封堵；
- 2 墙板调整就位后，底部接缝部位应采用外贴模板进行封堵；
- 3 后浇混凝土的性能应满足设计与施工要求，并应符合国家现行相关标准的规定；
- 4 结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；
- 5 当墙板空腔宽度小于 150mm 时，后浇混凝土宜采用自密实混凝土，也可采用普通混凝土。当采用普通混凝土时，振捣棒宜选用直径不大于 30mm 的微型振捣棒；
- 6 浇筑混凝土前应洒水润湿结合面，空腔内混凝土应均衡布料且分层连续浇筑，每层浇筑高度不宜超过 1m，并应在底层混凝土初凝前将上一层混凝土浇筑完毕；
- 7 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，振捣棒不得触碰钢筋和预制混凝土板；
- 8 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；墙板接缝混凝土浇筑和振捣应采取措施防止模板、相连接墙板、钢筋、预埋件及其定位件移位。

8.3.6 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；墙板间保温层接缝部位应设置附加保温材料，并填充密实，可采用粘贴防水胶带进行密封；
- 3 模板施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的有关规定；
- 4 现浇混凝土竖向节点高度较大时宜分层浇筑，振捣密实。

8.3.7 夹心保温剪力墙板安装时，墙板中间保温层接缝处的施工应满足设计要求，并应采用保温材料作为嵌缝材料。

8.3.8 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、穿墙管线等部位的隔断热桥施工应符合下列规定：

- 1 墙板预留孔洞部位，应采用保温材料填充后再进行灌浆封堵；
- 2 当管道穿越墙板时，其洞口应在工厂预留，施工时管道与孔洞间隙应采用保温材料填充密实，并进行密封和防裂处理。

8.4 夹心保温外挂墙板安装与连接

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按顺序安装。

8.4.2 夹心保温外挂墙板的吊装应符合本规程第 8.3.1 条的规定，且吊具与墙板的分离应在临时支撑安装完成后进行。

8.4.3 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 墙板应以轴线和外轮廓线同时控制安装位置；

2 墙板安装就位后应临时固定，测量安装位置、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。

8.4.4 夹心保温外挂墙板采用临时支撑时，应符合下列规定：

1 临时支撑的设置不应少于 2 道；

2 墙板上部斜支撑的设置应符合本规程第 8.3.3 条的规定；

3 临时支撑应具有调节墙板安装偏差的能力，墙板安装就位后，可通过临时支撑对墙板的平面位置和垂直度进行微调。

8.4.5 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，且各支承点应均匀受力。

8.4.6 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，应移除临时支座和墙板接缝内的传力垫块。

8.4.7 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，连接节点可变形量应满足设计要求；

2 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 螺栓连接或焊接连接的施工应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 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 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。

8.4.8 线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 后浇混凝土节点施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定；

2 墙板面外约束连接节点采用金属连接件连接时，节点施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定；

3 后浇混凝土浇筑前应检查校正墙板节点连接钢筋，检查墙板节点处粗糙面，剔除、清理疏松部分的混凝土；

4 后浇混凝土节点的模板或主体结构支承构件与墙板接缝处，以及后浇混凝土节点处墙板之间的接缝应采取防止漏浆的措施；可采用粘贴密封条进行密封，墙板的接缝处的密封条应粘贴在接缝内侧；

5 后浇混凝土浇筑时应采取保证混凝土浇筑密实的措施；

6 后浇混凝土浇筑和振捣应采取防止模板、墙板、钢筋移位的措施；

7 后浇混凝土强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑系统。

8.4.9 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 8.3.8 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，应检查墙板在工厂或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，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防水胶带的施工应符合下列规定：

- 1 防水胶带施工前，粘结面应清理干净，并应涂刷界面剂；
- 2 防水胶带应在墙板校核固定后粘贴；
- 3 防水胶带应与墙板粘结牢固，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 外侧竖缝及水平缝处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，表面应光滑连续。
- 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、《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标准》GB 50411、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、《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 夹心保温外墙板工程应按分项工程验收，检验批划分应符合下列规定：

1 采用相同材料、工艺和施工工作法的墙面，扣除门窗洞口后保温墙面，每 1000m² 划分为一个检验批，不足 1000m² 也应划分为一个检验批；

2 检验批的划分也可结合工程实际情况，按工作班、楼层、施工缝或施工段划分为若干检验批；

3 当按计数方法抽样检验时，其抽样数量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 的有关规定。

9.1.3 夹心保温外墙板工程在安装施工及浇筑混凝土前应进行隐蔽工程验收，其中夹心保温外墙板、原材料及构配件均应按检验批进行进场验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料。

9.1.4 夹心保温剪力墙板的隐蔽工程验收应包括下列部位或内容：

1 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 墙板之间及墙板与后浇混凝土之间的节点、接缝；

5 接缝处防水、防火等构造做法；

6 热桥部位处理；

7 各种变形缝处的节能施工做法。

9.1.5 夹心保温外挂墙板的隐蔽工程验收应包括下列部位或内容：

1 预埋件；

2 与主体结构的连接节点；

3 接缝处防水、防火等构造做法；

4 热桥部位处理；

5 各种变形缝处的节能施工做法；

6 预埋件和连接件的防腐处理。

9.1.6 夹心保温外墙板工程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 7.1.6 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 夹心保温外墙板后浇筑节点的混凝土、灌浆料、坐浆料材料强度检测报告；
- 5 夹心剪力墙板钢筋套筒灌浆连接施工检验记录及影像资料；
- 6 夹心剪力墙板钢筋连接的检验报告；
- 7 夹心剪力墙板冬期灌浆施工环境测温记录；
- 8 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 重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 12 其他质量保证资料。

9.2 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、性能应符合设计和国家现行有关标准的规定。其中夹心保温外墙板的质量应符合本规程及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，夹心保温外墙板的热工性能应满足设计要求。

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，以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 夹心保温外墙板面砖等饰面与混凝土的粘结性能，不锈钢背栓或锚固卡钩连接件在石材或陶瓷厚板中的锚固承载力应符合本规程的规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查夹心保温外墙板出厂质量合格证明文件。

9.2.4 夹心保温外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。

9.2.5 夹心保温外墙板底部水平接缝座浆料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。

9.2.6 夹心保温剪力墙板采用后浇混凝土连接时，后浇段范围拉结件材料、构造、尺寸、锚固深度应满足设计和产品说明书要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测。

9.2.7 夹心保温剪力墙板后浇混凝土连接部位、夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板或夹心保温纵肋空心剪力墙板空腔部位的后浇混凝土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。

9.2.8 夹心保温预制剪力墙板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，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。

9.2.9 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，钢筋套筒灌浆连接的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。

9.2.10 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，尚应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收标准》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标准》GB 50205 的有关规定。

9.2.11 夹心保温外挂墙板采用焊接连接时，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标准》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标准》GB 50205 的有关规定。

9.2.12 夹心保温外挂墙板采用线支承连接节点时，后浇混凝土的强度应符合设计要求。

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。

9.2.13 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。

9.2.14 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标准》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。

9.2.15 夹心保温外挂墙板与主体结构在楼层位置接缝处的防火封堵应满足设计要求，防火材料应填充密实、均匀、厚度一致，不应有间隙。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查处理记录。

9.2.16 夹心保温外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。

9.2.17 夹心保温外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。

9.2.18 夹心保温外墙板内设置的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。

9.2.19 夹心保温外墙板热桥部位，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。其中穿墙管道以及施工产生的墙体缺陷，如穿墙套管、脚手架眼、空洞等，应按照设计要求和施工方案采取隔断热桥和防水防渗措施。

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。

9.2.20 夹心保温外墙板施工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 一般项目

9.3.1 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。

9.3.2 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。

9.3.3 夹心保温外墙板的尺寸偏差应符合设计要求和本规程有关规定。后浇混凝土部位的预制构件尺寸偏差可按本规程表 7.3.2-1 的规定放大一倍执行。

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。

9.3.4 夹心保温外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。

9.3.5 工厂预制的夹心保温外墙板外饰面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。

9.3.6 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。

9.3.7 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。

9.3.8 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，检查技术方案。

9.3.9 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 9.3.9 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 9.3.9 夹心保温剪力墙板安装尺寸的允许偏差及检验方法

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

9.3.10 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 9.3.10 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 9.3.10 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
5		全高	H/2000 且 ≤15	
6	相邻接缝高低差		3	用尺量检查
7	接缝	宽度	±5	用尺量检查
8		中心线与轴线距离	5	

9.3.11 夹心保温外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：按批检查。

检验方法：观察、测量。

10 使用与维护

10.0.1 夹心保温外墙板的使用与维护应符合现行国家标准《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022 的有关规定。

10.0.2 在使用与维护过程中，夹心保温外墙板工程应进行日常检测和特定检测，

10.0.3 夹心保温外墙板的使用环境以及损失等应进行定期的日常检查，检查周期每年不应少于 1 次。

10.0.4 在遭受台风、暴雨、大雪和大风等特殊环境前后，应对夹心保温外墙板进行特定检查和评估，并根据评估情况制定处理方案，及时处理。

10.0.5 夹心保温外墙板的日常检查应包括下列内容：

- 1 墙板混凝土的开裂或破损等损伤情况；
- 2 夹心保温外挂墙板与主体结构节点连接件部位的松动、变形和错位；
- 3 墙板排水孔的堵塞现象；
- 4 密封胶的脱胶、开裂、气泡，气密条有无脱落、老化等损坏现象；
- 5 墙板饰面材料的开裂、渗漏、空鼓和脱落等损伤情况。

10.0.6 夹心保温外墙板工程日常维护应符合下列规定：

- 1 墙板局部破损时，应及时进行修补并采取有效的抗裂和防水补强措施；
- 2 墙板局部产生裂缝时，应及时进行修补；当裂缝宽度大于 0.15mm 或出现墙板厚度方向贯通裂缝时，应进行裂缝防水处理；
- 3 夹心保温外挂墙板与主体结构节点连接件部位应除锈和防腐处理，连接松动处应紧固；
- 4 墙板排水孔堵塞时，应及时疏通；
- 5 密封胶或密封胶条脱落或损坏时，应进行修补或更换，修补或更换用密封胶应在有效期内使用，应采用相容性、污染性符合要求的密封胶；
- 6 清水墙面风化、灰缝松动、断裂和漏嵌、接头不和顺，应修补完整，如风化面积过大应进行全补全嵌；
- 7 饰面材料破损、松动、腐蚀或开裂时，应局部凿除后重铺，如有坠落危险应先行及时抢修。

10.0.7 夹心保温外墙板使用与维护宜采用信息化手段，建立夹心保温外墙板管理档案。

10.0.8 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，每年

不宜少于一次，并应符合下列规定：

- 1 清洗维护不应采用强酸或强碱的清洗剂以及有毒有害化学品；
- 2 清洗维护作业时，应采用专业清洗设备、工具和安防措施，不应在同一垂直方向的上下面同时作业。

10.0.9 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 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.1.2 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.1.3 当拉结系统需依靠保温层承受压力时，保温层应符合下列规定：

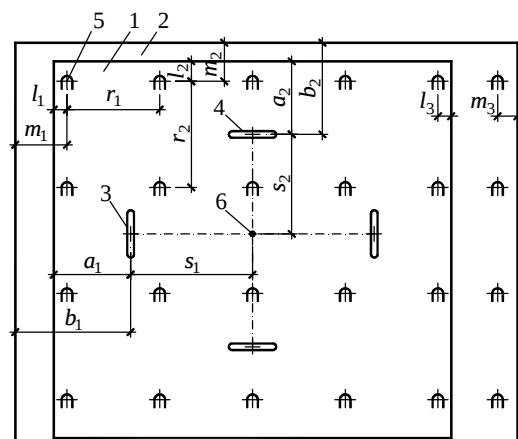
- 1 在 2 倍的保温层压应力设计值作用下，不发生强度破坏；
- 2 在 2 倍的保温层压应力设计值作用下，压缩变形不大于保温层厚度的 10%和夹心外墙板胶缝允许剪切变形量的较小值；
- 3 保温层的压缩性能应通过试验确定，试验方法应符合现行国家标准《建筑用绝热制品 压缩性能的测定》GB/T 13480 的有关规定。

A.1.4 对夹心保温纵肋空心剪力墙板或夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板，拉结件的排布设计及承载力验算应考虑空腔的影响。

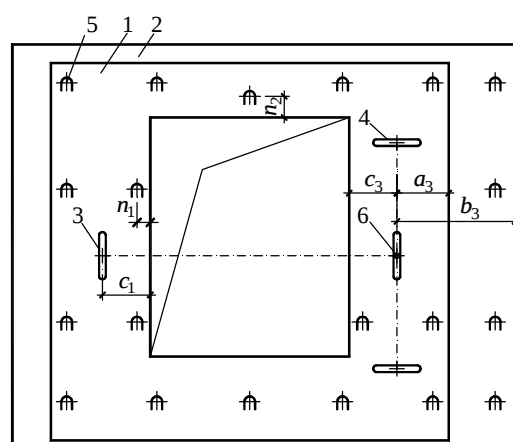
A.2 不锈钢板式拉结系统和不锈钢夹式拉结系统

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

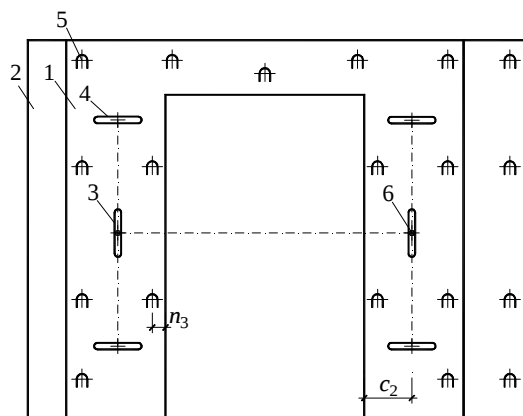
- 1 宜设置不少于两个竖向板式或夹式及不少于两个水平板式或夹式拉结件，同时应设置均匀排布的针式拉结件；
- 2 竖向板式或夹式拉结件宜沿通过外叶墙板重心的竖向轴线对称布置，水平板式或夹式拉结件宜沿通过外叶墙板重心的水平轴线对称布置；
- 3 夹式或板式拉结件至支点的距离 s_1 、 s_2 不宜小于 500mm，至内叶墙板边缘的距离 $a_1 \sim a_3$ 、至外叶墙板边缘的距离 $b_1 \sim b_3$ 和至洞口边缘的距离 $c_1 \sim c_3$ 不宜小于 300mm；
- 4 针式拉结件宜均匀、对称布置，间距 r_1 、 r_2 宜为 200mm~1200mm；至内叶墙板边缘的距离 $l_1 \sim l_3$ 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 $n_1 \sim n_3$ 不宜小于 100mm， m_3 、 $n_1 \sim n_3$ 不宜大于 300mm， m_1 、 m_2 不宜大于 500mm 且当大于 300mm 时最外侧拉结件应按计算加密；
- 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 不锈钢板式拉结系统和不锈钢夹式拉结系统

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—针式拉结件；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： N_t — 拉结件承受的拉力设计值；

$N_{R,t}$ — 拉结件的受拉承载力设计值；

V — 拉结件承受的剪力设计值；

V_R — 拉结件的受剪承载力设计值；

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。

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

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

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

1 针式拉结件应满足拉剪复合受力要求，板式或夹式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。

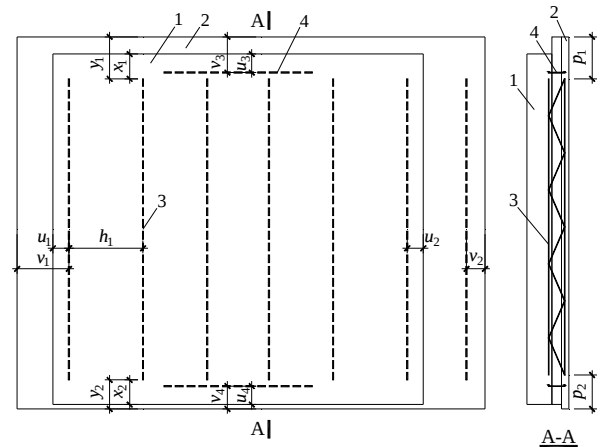
A.2.5 单个不锈钢针式拉结件的承载力应符合下式规定：

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

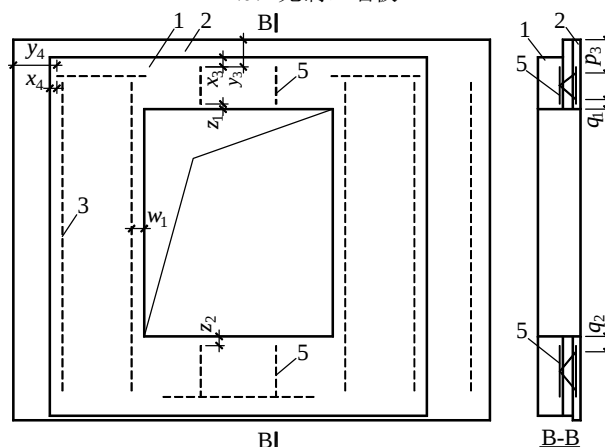
A.3 不锈钢桁架式拉结系统

A.3.1 不锈钢桁架式拉结系统的排布应符合下列规定（图 A.3.1）：

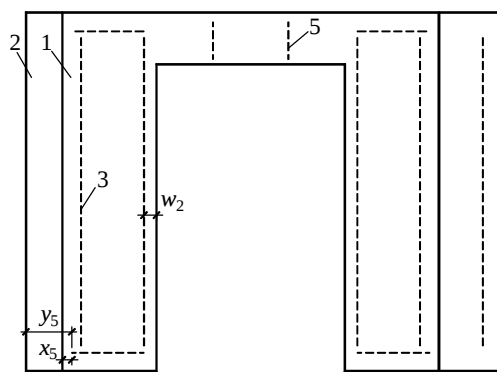
- 1 宜设置不少于两道竖向和水平连续桁架式拉结件，其中水平连续桁架式拉结件宜靠近夹心保温外墙板底部和顶部布置；
- 2 局部尺寸不足以布置连续桁架式拉结件时，应布置独立桁架式拉结件；
- 3 竖向桁架式拉结件应均匀、对称布置，间距 h_1 宜为 200mm~600mm；
- 4 桁架式拉结件沿长度的轴线至内叶墙板边缘的距离 $u_1 \sim u_3$ 不宜小于 100mm，至外叶墙板边缘的距离 $v_1 \sim v_3$ 和至洞口边缘的距离 w_1 、 w_2 宜为 100mm~300mm；
- 5 对端部外侧无拉结件的桁架式拉结件，其弦杆端部至内叶墙板边缘的距离 $x_1 \sim x_5$ 、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：

$$N_t^1 \leq N_{R,t}^1 \quad (\text{A.3.2})$$

式中： $N_{R,t}^1$ —不锈钢桁架式拉结件单根腹杆的受拉承载力设计值，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；

N_t^1 —不锈钢桁架式拉结件单根腹杆承受的拉力设计值。

A.4 FRP 拉结系统

A.4.1 FRP 拉结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 $g_1 \sim g_3$ 不宜小于 100mm， f_3 、 $g_1 \sim g_3$ 不宜大于 300mm， f_1 、 f_2 不宜大于 500mm 且当大于 300mm 时最外侧拉结件应按计算加密；
- 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。

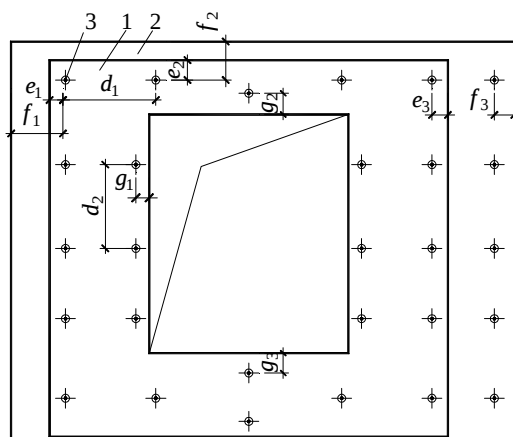


图 A.4.1 FRP 拉结系统

1—内叶墙板；2—外叶墙板；3—FRP 拉结件

A.4.2 单个 FRP 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

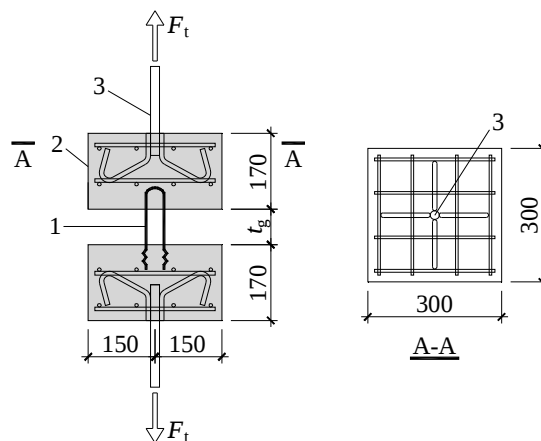
$$N_p / N_{R,p} + V / V_R \leq 1 \quad (\text{A.4.2-5})$$

附录B 不锈钢拉结件承载力试验方法

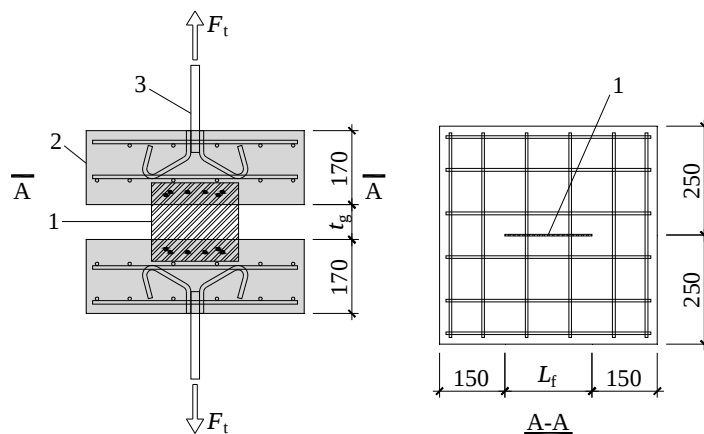
B.1 受拉承载力试验方法

B.1.1 不锈钢拉结件受拉试件设计应符合下列规定：

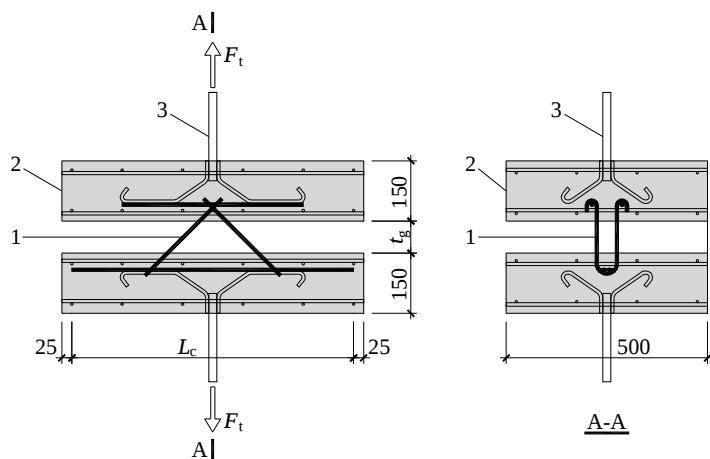
- 1 试件由拉结件、两层混凝土板及拉杆组成，试件形式应符合图 B.1.1 的规定，每个试件应配置 1 个拉结件，对连续桁架式拉结件，每个拉结件应包含 1 个桁架节间；
- 2 拉结件的锚固构造应按产品技术资料确定，并应在试验报告中注明锚固深度；
- 3 拉杆应按试件破坏时处于弹性状态设计，且直径不应小于 20mm；拉杆应通过设置锚固钢筋等措施可靠锚固于混凝土板中，锚固钢筋应位于拉结件外侧；拉杆锚固范围内应配置双层钢筋网片；
- 4 试验时混凝土板的混凝土立方体抗压强度实测值宜为 30MPa~35MPa，并应在试验报告中注明。



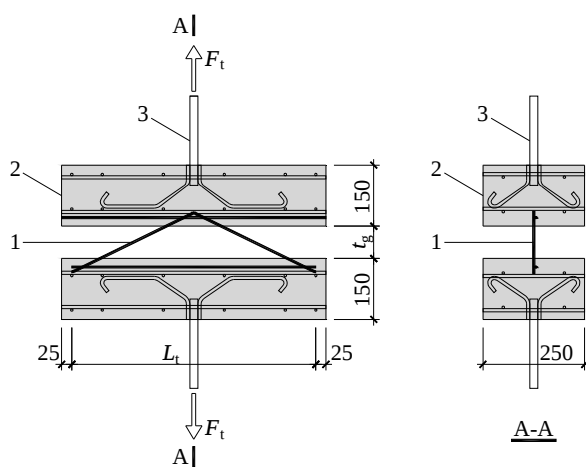
(a) 针式拉结件试件



(b) 不锈钢板式拉结件试件



(c) 不锈钢夹式拉结件试件



(d) 不锈钢桁架式拉结件试件

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 不锈钢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：

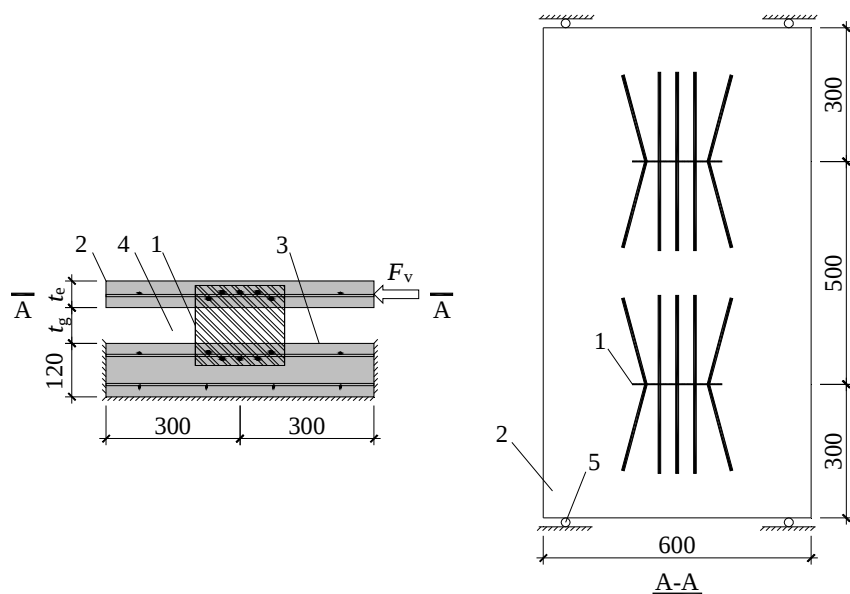
- 1 应对试件沿轴向连续、匀速施加拉力，加载速度宜控制为 1kN/min~3kN/min，直至拉结件破坏或混凝土板破坏；

- 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。

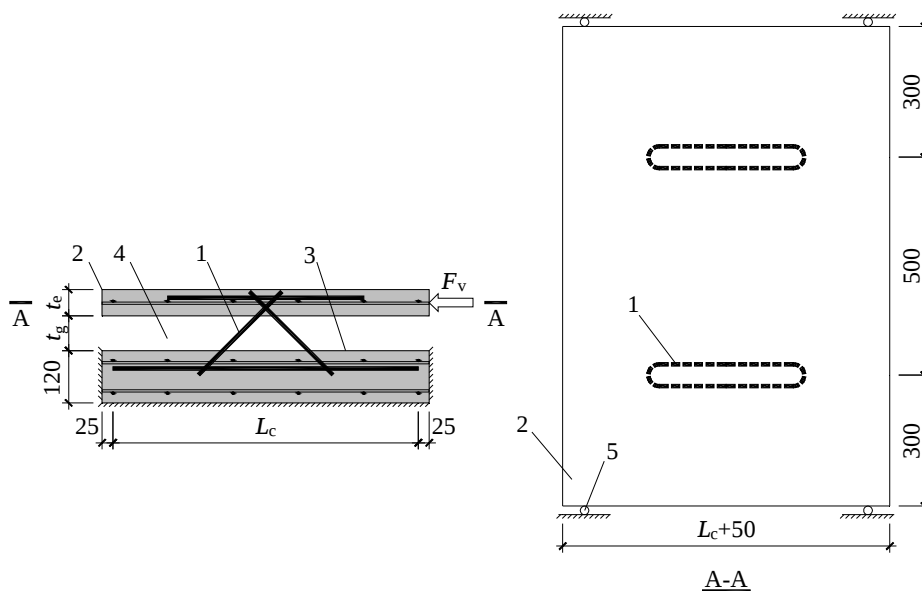
B.2 受剪承载力试验方法

B.2.1 不锈钢拉结件受剪试件设计应符合下列规定：

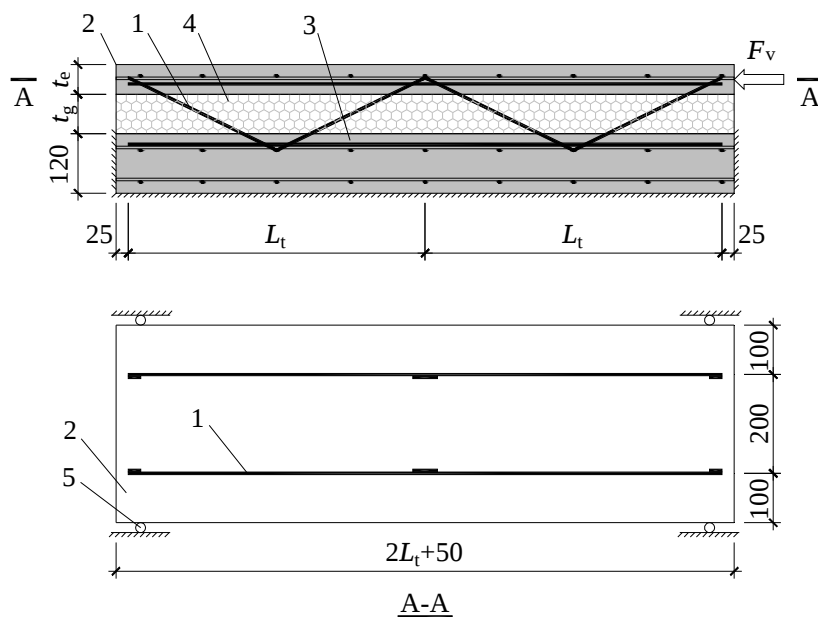
1 试件由两层混凝土板、保温层和拉结件组成，试件形式及拉结件的设置方向应符合图 B.2.1 的规定，每个试件应配置 2 个拉结件，对连续桁架式拉结件，每个拉结件应包含 2 个桁架节点；保温层厚度 t_g 应与拉结件规格匹配，上层混凝土板厚度 t_e 一般应取 60mm，也可根据需要按实际工程取值；



(a) 不锈钢板式拉结件试件



(b) 不锈钢夹式拉结件试件



(c) 不锈钢桁架式拉结件试件

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 不锈钢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 不锈钢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_e 一般应取 60mm，也可根据需要按实际工程取值；

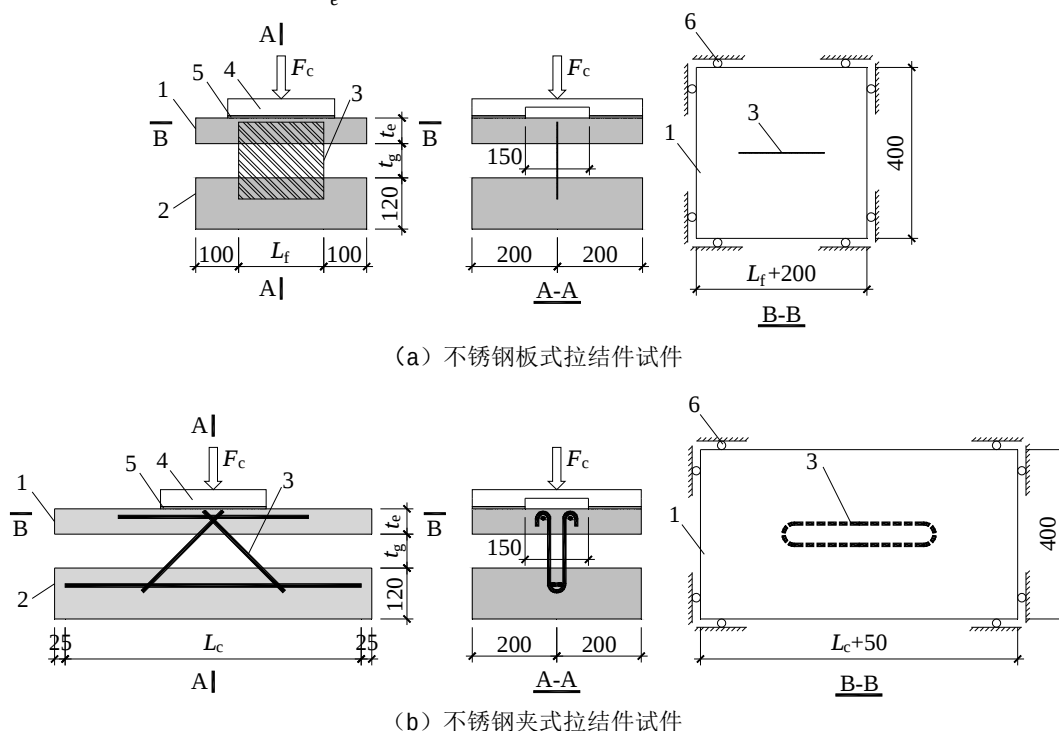


图 B.3.1 不锈钢拉结件受压试件

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_e —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 不锈钢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 不锈钢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 新产品定型鉴定时；
- 2 正式生产后，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 正常生产连续两年；
- 4 停产一年以上，恢复生产时；
- 5 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

C.0.2 夹心保温外墙板型式检验项目应包括本规程第 4.1.2 条、第 4.5.1 条、第 7.3.1 条和表 7.3.2-1 中全部项目。

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 3 件，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 受检夹心保温外墙板的全部检验项目均合格时，则应判墙板型式检验合格。

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	《混凝土结构试验方法标准》	GB/T 50152
10	《民用建筑热工设计规范》	GB 50176
11	《混凝土结构工程施工质量验收规范》	GB 50204
12	《钢结构工程施工质量验收标准》	GB 50205
13	《建筑装饰装修工程质量验收标准》	GB 50210
14	《建筑工程施工质量验收统一标准》	GB 50300
15	《建筑节能工程施工质量验收标准》	GB 50411
16	《钢结构焊接规范》	GB 50661
17	《混凝土结构工程施工规范》	GB 50666
18	《钢结构工程施工规范》	GB 50755
19	《装配式混凝土建筑技术标准》	GB/T 51231
20	《建筑碳排放计算标准》	GB/T 51366
21	《建筑防火封堵应用技术标准》	GB/T 51410
22	《工程结构通用规范》	GB 55001
23	《建筑与市政工程抗震通用规范》	GB 55002
24	《钢结构通用规范》	GB 55006
25	《混凝土结构通用规范》	GB 55008
26	《建筑节能与可再生能源利用通用规范》	GB 55015
27	《建筑环境通用规范》	GB 55016
28	《建筑防火通用规范》	GB 55037
29	《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》	GB/T 228.1
30	《优质碳素结构钢》	GB/T 699
31	《碳素结构钢》	GB/T 700

32	《不锈钢棒》	GB/T 1220
33	《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》	GB/T 1499.2
34	《低合金高强度结构钢》	GB/T 1591
35	《合金结构钢》	GB/T 3077
36	《不锈钢冷轧钢板和钢带》	GB/T 3280
37	《陶瓷砖》	GB/T 4100
38	《不锈钢冷加工钢棒》	GB/T 4226
39	《不锈钢热轧钢板和钢带》	GB/T 4237
40	《工业用橡胶板》	GB/T 5574
41	《建筑材料放射性核素限量》	GB 6566
42	《天然石材试验方法 第 7 部分：石材挂件组合单元挂装强度试验》	GB/T 9966.7
43	《建筑构件耐火试验方法 第 1 部分：通用要求》	GB/T 9978.1
44	《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料(EPS)》	GB/T 10801.1
45	《绝热 稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法》	GB/T 13475
46	《冷轧带肋钢筋》	GB/T 13788
47	《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》	GB/T 14683
48	《建筑密封材料试验方法 第 20 部分：污染性的测定》	GB/T 13477.20
49	《建筑用绝热制品 压缩性能的测定》	GB/T 13480
50	《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》	GB 18583
51	《天然花岗石建筑板材》	GB/T 18601
52	《天然大理石建筑板材》	GB/T 19766
53	《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》	GB/T 21558
54	《天然砂岩建筑板材》	GB/T 23452
55	《天然石灰石建筑板材》	GB/T 23453
56	《防火封堵材料》	GB 23864
57	《建筑门窗、幕墙用密封胶条》	GB/T 24498
58	《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》	GB/T 29906
59	《建筑墙板试验方法》	GB/T 30100
60	《挤塑聚苯板（XPS）薄抹灰外墙外保温系统材料》	GB/T 30595
61	《真空绝热板》	GB/T 37608
62	《陶瓷马赛克》	JC/T 456
63	《混凝土接缝用建筑密封胶》	JC/T 881
64	《装配式混凝土结构技术规程》	JGJ 1
65	《钢筋焊接及验收规程》	JGJ 18

66	《建筑施工高处作业安全技术规范》	JGJ 80
67	《钢筋机械连接技术规程》	JGJ 107
68	《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》	JGJ /T 110
69	《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》	JGJ 114
70	《混凝土结构后锚固技术规程》	JGJ 145
71	《建筑施工模板安全技术规范》	JGJ 162
72	《清水混凝土应用技术规程》	JGJ 169
73	《自密实混凝土应用技术规程》	JGJ/T 283
74	《非结构构件抗震设计规范》	JGJ 339
75	《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》	JGJ 355
76	《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》	JGJ/T 458
77	《合成树脂乳液砂壁状建筑涂料》	JG/T 24
78	《弹性建筑涂料》	JG/T 172
79	《建筑幕墙用瓷板》	JG/T 217
80	《钢筋连接用灌浆套筒》	JG/T 398
81	《钢筋连接用套筒灌浆料》	JG/T 408
82	《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》	JG/T 561
83	《公共建筑节能设计标准》	DB11/ 687
84	《居住建筑节能设计标准》	DB11/ 891
85	《预制混凝土构件质量检验标准》	DB11/T 968
86	《装配式剪力墙结构设计规程》	DB11/ 1003
87	《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》	DB11/T 1030
88	《预制混凝土构件质量控制标准》	DB11/T 1312
89	《钢筋套筒灌浆连接技术规程》	DB11/T 1470
90	《建筑预制构件接缝密封防水施工技术规程》	DB11/T 1447
91	《装配式建筑施工安全技术规范》	DB11/T 2004

北京市地方标准

预制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/T 2128—2023

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	74
4.1	混凝土、钢筋和钢材.....	74
4.2	保温材料	74
4.3	连接材料	74
4.5	夹心保温外墙板	75
4.6	其他材料	75
5	建筑设计	76
5.1	一般规定	76
5.2	饰面设计	76
5.3	构造设计	76
6	结构设计	80
6.1	一般规定	80
6.2	作用及作用组合	80
6.3	拉结系统设计	81
6.4	夹心保温剪力墙板设计.....	82
6.5	夹心保温外挂墙板设计.....	84
7	制作与运输	85
7.1	一般规定	85
7.2	制作	85
7.3	质量检验	87
7.4	运输与存放	87
8	施工	88
8.1	一般规定	88
8.2	施工准备	88
8.3	夹心保温剪力墙板安装与连接.....	88
8.4	夹心保温外挂墙板安装与连接.....	89
8.5	防水施工	89
9	质量验收	90

9.1 一般规定	90
9.2 主控项目	90
10 使用与维护	91
附录 A 拉结件排布设计及承载力验算	92
A.1 一般规定	92
A.2 不锈钢板式拉结系统和夹式拉结系统	92
A.3 不锈钢桁架式拉结系统	93
A.4 FRP 拉结系统	93
附录 B 不锈钢拉结件承载力试验方法	94
附录 C 夹心保温外墙板型式检验	95

1 总则

1.0.1 夹心保温外墙板是集结构、围护、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，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夹心保温外墙板的设计、加工、施工和验收已进行了相关规定，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 和北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003-2022、《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 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 夹心保温外墙板中拉结件的热工影响、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 夹心保温外墙板保温、防水、防潮等设计构造要求；

4 夹心保温外墙板节能部分与结构部分一同验收的要求。

1.0.2 本条规定了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夹心保温外墙板的设计、制作、施工、质量验收、使用与维护均可采用本规程。

1.0.3 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，夹心保温外墙板的设计、制作、施工与验收除执行本规程外，尚应符合现行国家标准《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标准》GB50411、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、现行行业标准《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。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 夹心保温预制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采用套筒灌浆连接。

2.1.5 夹心保温纵肋空心剪力墙板（图 1）为底部设置带有纵肋的空腔，上部设置浇筑孔，纵向钢筋和水平钢筋位于两侧预制墙板内，纵向钢筋在墙板空腔底部外露，和下层墙板插入空腔的钢筋通过后浇混凝土实现搭接连接。

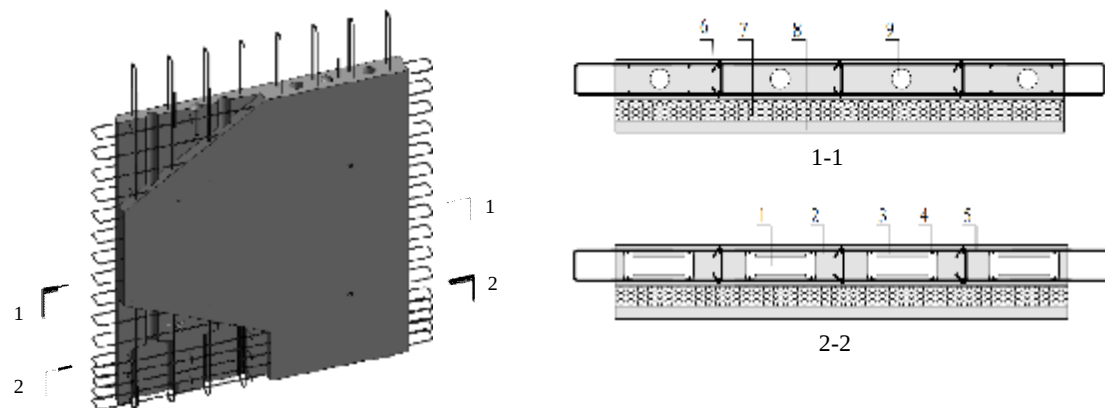


图 1 夹心保温纵肋空心剪力墙板构造示意

1—空腔；2—纵肋；3—混凝土板；4—纵向钢筋；5—水平钢筋；6—拉筋；7—保温板；8—外叶板；

9—浇筑孔

2.1.6 夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板由拉结件连接内叶部分预制墙板和带保温材料外叶板所形成中部空腔的预制构件，且单面叠合墙板与中间空腔的后浇混凝土共同受力而形成的叠合剪力墙板（图 2）。

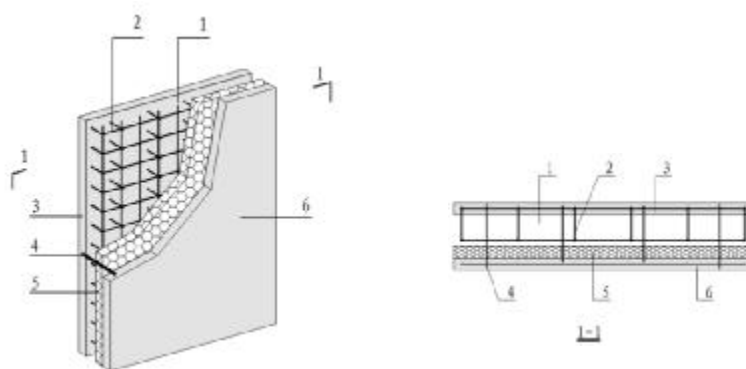
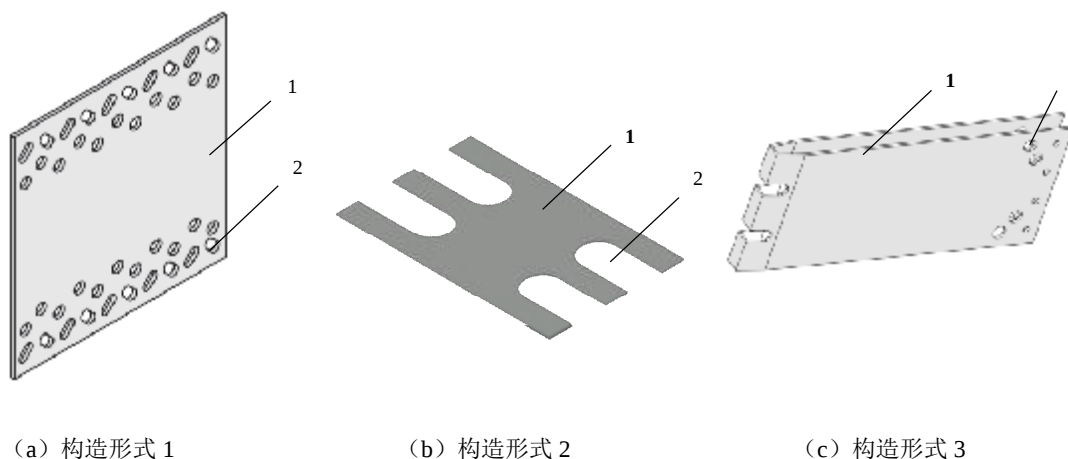


图2 夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板构造示意

1—后浇混凝土；2—成型钢筋笼；3—内叶部分预制墙板；4—拉结系统；5—保温层；6—外叶墙板

2.1.7 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 FRP 杆式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。

不锈钢板式拉结件（图 3）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。



(a) 构造形式 1

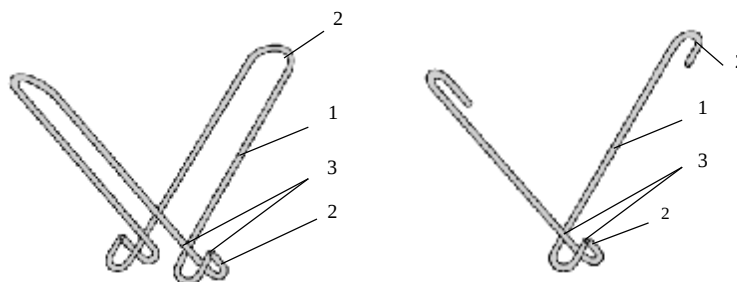
(b) 构造形式 2

(c) 构造形式 3

图3 典型板式拉结件

1—钢板；2—开孔

不锈钢夹式拉结件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（图 4）。

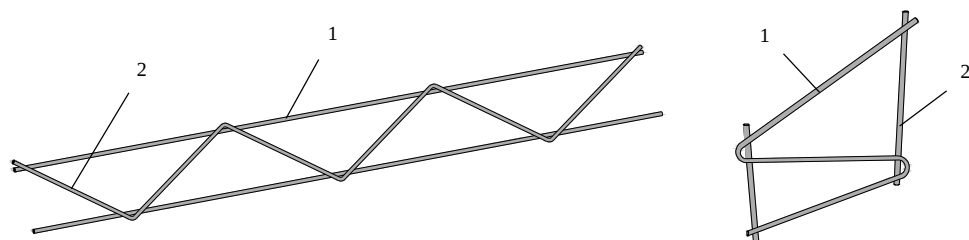


(a) 双肢夹式拉结件 (b) 单肢夹式拉结件

图 4 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不锈钢桁架状拉结件，包括连续桁架式拉结件和独立桁架式拉结件（图 5）。

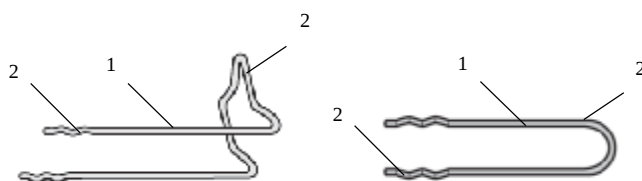


(a) 连续桁架式拉结件 (b) 独立桁架式拉结件

图 5 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 6）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 6 典型针式拉结件

1—钢棒；2—弯折部位

FRP 拉结件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（图 7）。



(a) FRP 拉结件构造形式 1

(b) FRP 杆拉结件构造形式 2

(c) FRP 杆拉结件构造形式 3

图 7 FRP 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地联系起来，通过信息共享消除各专业间的冲突，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和验收要求。

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。

3.0.4 建筑信息模型技术是夹心保温外墙板工程中的重要方法，通过信息数据平台管理系统将夹心保温外墙板工程的设计、生产、施工、物流等环节联系为一体化管理，对提高各阶段、各专业之间协同配合的效率，以及一体化管理水平具有重要作用。

3.0.5 夹心保温外墙板系统由夹心保温外墙板、连接节点、防水密封构造等组成。

3.0.7 夹心保温外墙板的设计工作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工作年限应与建筑主体结构一致。

3.0.8 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。

3.0.10 本条文根据现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015的有关规定，提出夹心保温外墙板需具备同一供应商提供的型式检验报告，从而确保工程质量

和建筑节能效果。

4 材料

4.1 混凝土、钢筋和钢材

4.1.1~4.1.2 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 类环境中设计工作年限为 50 年的夹心保温外墙板工程，当环境类别和设计工作年限发生变化时，应按照相应标准的要求调整混凝土最低强度等级要求。

4.2 保温材料

4.2.2 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，也可采用岩棉板。当岩棉板作为保温材料时，外叶墙板一般为非混凝土材料，所以不纳入本规程的编制范围。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，湿胀干缩过程中不能自由活动，易出现开裂，影响耐久性。

4.3 连接材料

4.3.1 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耐火性能等。主要应用的拉结件产品包括 FRP 拉结件和不锈钢拉结件。

FRP 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。

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，常用不锈钢拉结件多采用奥氏体不锈钢制成。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。由于微量元素的不同，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 and 有关标准，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。

4.3.3 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。

4.5 夹心保温外墙板

4.5.1、4.5.2 夹心保温外墙板性能要求从结构性能和建筑功能两方面，规定了墙板结构性能、热工性能等指标要求和检验方法。

4.6 其他材料

4.6.1 夹心保温外墙板工程所采用的改性硅酮密封胶，又称为硅烷改性聚醚建筑密封胶。该密封胶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，在建筑上已被广泛采用，而且已有了比较成熟的经验。

夹心保温外墙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。

4.6.2 夹心保温外墙板接缝施工过程中会存在接缝宽度误差，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。

4.6.3 气密条是预设于夹心保温外墙板外立面接缝处的接缝材料。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

5.1.2 夹心保温外墙系统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，其热工设计也应符合现行国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 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。

5.1.5 外叶墙板厚度限值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。

5.1.6 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，夹心保温外墙的基本隔声设计要求和相关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。

5.1.7 夹心保温外墙板需进行防雷专项设计，并由设计单位认可。夹心保温外墙板防雷引下线的设计，主要目的是将雷电流从接闪器传导至接地装置，降低雷电流对装配式建筑物的影响程度。夹心保温剪力墙板竖向钢筋采用套筒灌浆连接时，由于纵向钢筋不连续，可不作电气连接；由于夹心保温剪力墙板的横向连接多采用后浇带或边缘构件现场浇筑，可实现夹心保温剪力墙板间水平钢筋连接的电气连续性，所以可直接利用夹心保温剪力墙板的现浇钢筋混凝土边缘构件内钢筋作为防雷引下线，满足防雷规范要求。

5.2 饰面设计

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 条文中石墨模塑聚苯板、挤塑聚苯板和硬泡聚氨酯板的导热系数及其材料导热系数修正系数参考北京市地方标准《居住建筑节能设计标准》DB11/891-2020 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。

真空绝热板是一种高效保温层材料，应用于建筑节能工程的真空绝热板，其导热系数

一般为 $0.005\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})\sim 0.008\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。由于真空绝热板不可切割，并且真空绝热板受损漏气后，其导热系数将提高至 $0.035\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，热工性能大幅度下降，所以在夹心保温外墙板制作前，需针对夹心保温外墙板内部拉结系统排布方式进行真空绝热板预先排板。当夹心保温外墙板采用 FRP 拉结系统时，真空绝热板通常设置为四角倒角形式，通过四块真空绝热板拼合，形成与 FRP 拉结件尺寸相配合的安装孔，另外 FRP 拉结件材料导热系数一般不大于 $0.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，所以缝隙和 FRP 拉结件排布方式对夹心保温外墙板的热工影响较小。基于试验与有限元分析，以及实际应用情况，本规程给出了墙板采用 FRP 拉结系统时，中间保温层为真空绝热板时的墙板主断面热工性能修正系数。夹心保温外墙板采用不锈钢板式拉结系统、不锈钢夹式拉结系统或不锈钢桁架式拉结系统时，不锈钢拉结件通常设置在真空绝热板板边拼合处的板缝处，缝隙处采用聚氨酯等保温材料填充。聚氨酯的导热系数一般为 $0.024\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，不锈钢拉结件材料导热系数为 $16.3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，所以真空绝热板板缝处是夹心保温外墙板主断面内热流密度较大的位置，对墙板热工性能影响较大，基于不锈钢拉结系统排布方式以及与真空绝热板配合方式，在工程应用中要进行专项排版设计。另外根据稳态热有限元分析，由于真空绝热板排布方式不同，墙板采用不锈钢拉结件系统时，对夹心保温外墙板主断面热工影响系数差异较大，一般为 $1.3\sim 1.6$ 。所以修正系数难以统一。所以本规程针对不锈钢板式拉结系统、不锈钢夹式拉结系统和不锈钢桁架式拉结系统不明确规定墙板主断面热工修正系数，工程应用中，需根据实际工况进行稳态热有限元分析，并结合由具备资格的检测机构所进行传热系数检测，予以确定。

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 8、图 9）等断桥措施。

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。

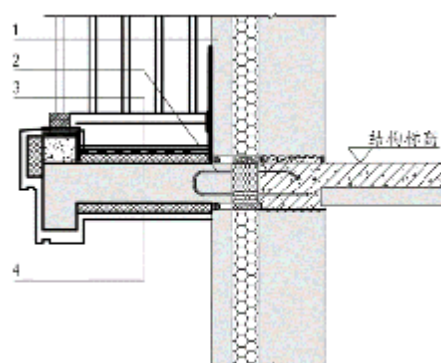


图 8 空调板热桥处断桥锚固件作法示意图

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

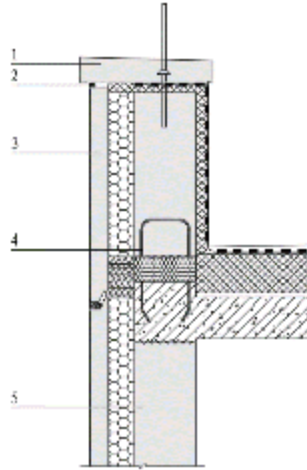


图9 预制女儿墙处断桥锚固件作法示意图

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一般不小于 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要满足温度变形、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，因此接缝宽度不建议太小。但接缝宽度也不宜过大，否则专用密封胶施工难度增加且易于破坏。专用密封胶的厚度也不宜过大或过小，过小则会导致节点变形使密封胶可能撕裂，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。本条文是参考国内外有关标准规定进行确定。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。

5.3.7 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。

夹心保温剪力墙板水平缝处，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剪力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。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 夹心保温剪力墙板应按非组合受力模式进行设计，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，主体结构计算时不计入外叶墙板的刚度影响。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，因此本规程仅针对非组合夹心保温外挂墙板。

6.1.2 夹心保温剪力墙板的内叶墙板及其连接的结构重要性系数应按主体结构取值，承载力抗震调整系数应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定取值。对于夹心保温剪力墙板的外叶墙板、夹心保温外挂墙板构件、夹心保温外挂墙板的连接节点、夹心保温外墙板拉结件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，承载力抗震调整系数均取 1.0。

6.1.3 参考现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术规程》JGJ/T 458 的有关规定，本规程规定夹心保温外挂墙板的连接节点应同时进行多遇地震、设防地震和罕遇地震作用下的承载能力极限状态验算。

6.1.6 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。

6.1.7 保温层厚度过小时，拉结系统的刚度较大，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。

对夹心保温纵肋空心剪力墙板或夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板，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 本条给出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、《预制混凝土外挂墙板应用技术规程》JGJ/T 458 的有关规定。除夹心保温外挂墙板与主体结构的连接节点外，夹心保温墙板构件及拉结件设计时的地震作用均按多遇地震考虑。

6.2.4 参照现行国家标准《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 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《预制混凝土外挂墙板应用技术规程》JGJ/T 458 的有关规定，给出了夹心保温外墙板构件、拉结件及夹心保温外挂墙板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。

6.2.6 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 拉结系统设计

6.3.1 拉结系统及拉结件应满足夹心保温外墙板的安全及使用性能要求。拉结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墙板的热工性能进行验算。

6.3.2 给出了几种常用的拉结系统，选用时应综合考虑性能、安装和经济性等因素。对于不锈钢拉结件，当保温层厚度大于 150mm 时，为减小拉结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系统。

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 FRP 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。

外叶墙板为一字形且没有面外突出物时，可视为形状规则。外叶墙板有面外突出物或为 L 形时，可视为形状复杂。

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。

进行拉结件承载力试验时，拉结件的材质、截面尺寸、锚固构造应与工程中实际使用产品一致；对于受剪承载力、受压承载力试验，保温或空腔厚度不应小于工程中实际厚度。

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 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；对外叶墙板，当满足本规程构造要求时一般无需验算；对内叶墙板，当平面尺寸较大或厚度较小时，脱模、吊运工况下应注意验算混凝土拉应力。

6.4.3 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。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。

对于 FRP 拉结件，可按下列公式计算拉结件与外叶墙板连接端的竖向位移：

$$D = \frac{Pl_c^3}{12EI} \quad (1)$$

$$l_c = t + \frac{2a}{3} \frac{1}{\frac{E}{E_c} - \frac{1}{1+a/t} \frac{\sigma}{\sigma_c}} \quad (2)$$

式中： D — 拉结件与外叶墙板连接端的竖向位移；

P — 拉结件承受的竖向荷载；

l_c — 拉结件的有效弯曲计算长度；

E — 拉结件的弯曲弹性模量；

I — 拉结件的截面惯性矩；

t — 保温层厚度；

a — 拉结件的锚固深度。

6.4.4 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 6.4.3 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，对不锈钢板式拉结系统和不锈钢夹式拉结系统，当拉结件排布符合本规程附录 A 的规定时，拉结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系统、FRP 拉结系统，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。

6.4.5 根据对夹心保温外墙板在温度作用下的试验研究和计算分析，保温层厚度较小时，外叶墙板更易开裂，因此要求保温层厚度不大于 50mm 时，应对外叶墙板进行裂缝控制验算。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，采用弹性方法计算的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。

6.4.6 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。

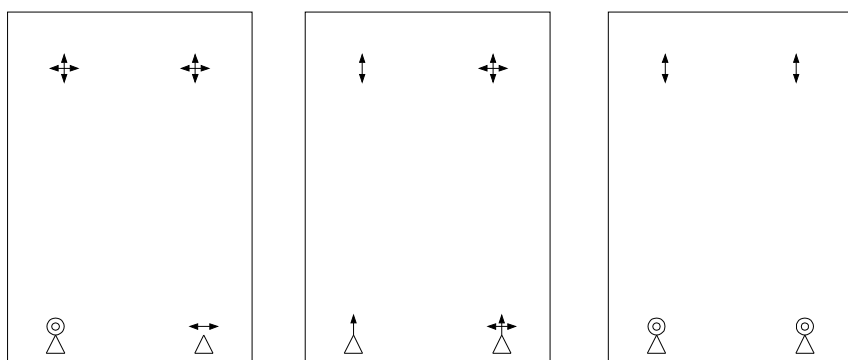
6.5 夹心保温外挂墙板设计

6.5.2 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。

6.5.4 主体结构变形缝两侧，夹心保温外挂墙板的构造缝需能适应主体结构变形要求，构造缝采用柔性连接设计或滑动型连接设计，并采取易于修复的构造措施。

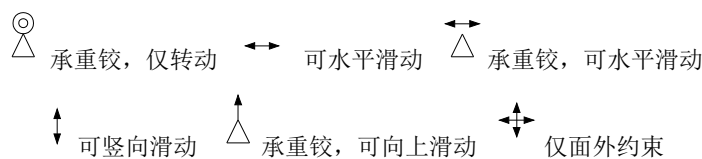
6.5.11 本条第 2 款的目的是保证外挂墙板连接节点在罕遇地震作用下的变形能力。考虑主体结构在罕遇地震作用下的弹塑性分析比较复杂，为方便设计，近似取主体结构在设防地震作用下弹性层间位移角的 3 倍作为控制指标。对于设防地震作用下的弹性层间位移角，一般可通过对多遇地震弹性层间位移角乘以设防地震与多遇地震的水平地震影响系数之比得到。

6.5.12 点支承夹心保温外挂墙板按运动模式可区分为平移式外挂墙板、旋转式外挂墙板和固定式外挂墙板（图 10）。墙板与主体结构的连接节点一般包含 2 个竖向承重连接点和 4 个面外连接点，各连接点的构造应根据墙板的运动模式确定。



(a) 平移式外挂墙板 (b) 旋转式外挂墙板 (c) 固定式外挂墙板

图 10 点支承夹心保温外挂墙板



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 当原设计文件深度不够，不足以指导生产时，需要生产单位或专业单位另行制作加工详图。

7.1.4 夹心保温外墙板构件生产需建立首件验收制度，首件检验与验收是指生产单位需会同建设单位、设计单位、施工单位、监理单位共同进行首件验收，重点检查模具、墙板、预埋件、混凝土浇筑成型中存在的问题，确认该批墙板生产工艺是否合理，质量能否得到保障，共同验收合格之后方可批量生产。

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，合格后才可使用。夹心保温外墙板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。

拉结件是夹心保温外墙板制作使用的重要配件。本条规定了拉结件需有型式检验报告，由于不锈钢拉结件尚无国家、行业及地方标准可参照，所以条文中明确拉结件型式检验项目。其中 FPR 拉结件耐久性能参照现行行业标准《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》JG/T 561 执行，不锈钢拉结件耐久性能检验可根据本规程第 4.3.1 有关规定检验其化学成分。

7.2 制作

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 11。

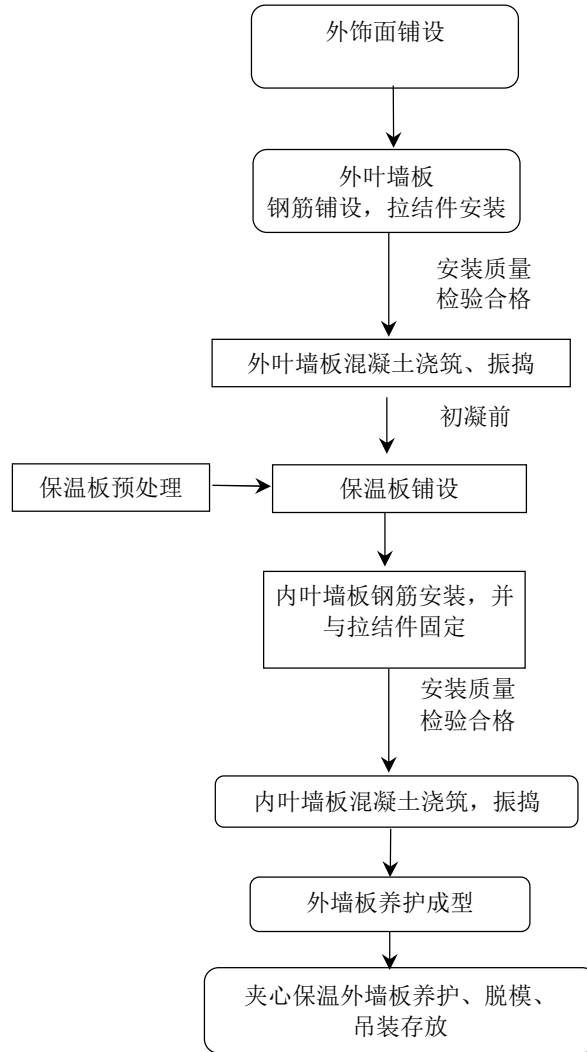


图 11 夹心保温外墙板平模反打成型工艺流程

7.2.3 当采用固定模台生产夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板时，在室内生产作业更便于生产质量控制。

7.2.4 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。

控制拉结件在混凝土初凝前插入，确保拉结件与混凝土的有效粘接。拉结件采用内叶墙板钢筋笼绑扎固定，保温材料后放的方式能有效保证墙板生产的拉结锚固可靠性。

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 $0.035[\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m})]$ ，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套装双真空绝热板，或采用水泥基材料、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；且拉结件按照于真空绝热板板缝处或真空绝热板预设配合孔处。其中套装双真空绝热板是以无机纤维夹心真空绝热板形成的

三明治复合板材为芯材，以复合阻气膜作为包裹材料，经粘结、抽真空、封装等工艺制成用于建筑保温隔热用的板状制品。该产品如果外部的包裹材料发生破损，则导热系数可达到 $0.017\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 左右，并且穿刺后垂直于板面方向的膨胀率不大于 5%，可更好地适应夹心保温外墙板制作、运输与施工过程中的工况要求。

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

7.2.9 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，夹心保温外墙板外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类，夹心保温外墙板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，在工厂按照规格和安装位置对墙板进行分组堆放，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墙板起吊，避免墙板翻转过程中开裂破损。连接止水条、高低企口、夹心保温外墙板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，所以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。夹心保温外墙板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 施工

8.1 一般规定

8.1.4 夹心保温外墙板工程深化设计在夹心保温外墙板工程施工中具有重要作用，夹心保温外墙板工程深化设计深度应满足建筑、结构和机电设备等各专业以及构件制作、运输、安装等各环节的综合要求。夹心保温外墙板工程深化设计一般由设计单位承担，也可以由咨询、研究单位或夹心保温外墙板生产单位承担，或是由施工单位采用设计施工一体化模式完成。本条文与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定》DB11/T 1030 的有关规定相一致。

另外夹心保温外墙板安装前，施工单位要对墙板安装人员进行培训，安装人员需熟悉施工图及相关技术文件；施工单位对安装班组操作人员进行技术交底，包括墙板施工预留和预埋。

8.1.6 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。

8.1.10~8.1.11 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，禁止进行夹心保温外墙板施工作业。

8.3 夹心保温剪力墙板安装与连接

8.3.4 夹心保温剪力墙板中竖向附加钢筋安装需采取可靠措施进行绑扎固定，避免混凝土浇筑期间发生偏位，混凝土浇筑期间需设置看筋人员，发现偏位及时调整。

8.3.5 夹心保温纵肋空心剪力墙板和夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板的空腔后浇混凝土可以

采用高流态混凝土、细石混凝土、自密实混凝土或普通混凝土，其配合比宜经过工艺实验验证确定采用。后浇混凝土应振捣密实，为避免空腔后浇混凝土出现不密实、孔洞等浇筑质量缺陷，空腔区域混凝土建议采用直径不大于 30mm 的微型振动棒均匀振捣。根据工程经验，夹心保温纵肋空心剪力墙板或夹心保温钢筋笼叠合剪力墙板如采用普通混凝土浇筑，空腔后浇混凝土的粗骨料最大粒径不允许大于空腔宽度的 1/4，混凝土坍落度建议为 (220 ± 20) mm。

8.3.7 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与连接

8.4.5 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。

8.4.7 为确保夹心保温外挂墙板与主体结构连接节点的受力状态与设计相符，夹心保温外挂墙板校核到位后应先固定承重连接节点，后固定非承重连接节点。夹心保温外挂墙板与主体结构的连接节点施工完成后，应确保连接节点具有设计所要求的变形能力及变形量需求。

8.4.8 线支承夹心保温外挂墙板通常通过钢筋和后浇混凝土与主体结构连接，因此在现场安装施工过程中存在后浇混凝土作业。实际工程应用过程中，如未做好后浇混凝土模板的密封及墙板接缝的保护工作，很容易产生后浇混凝土渗漏，从而出现墙板及墙板接缝污染情况。墙板及其接缝被污染后，不仅影响墙板的外观质量，而且还会对接缝防水施工带来不可逆的不利影响。因此施工过程中应有专项措施防止后浇混凝土渗漏。

8.5 防水施工

8.5.1 为提高墙板接缝处气密性，夹心保温外挂接缝内侧需设置气密条。气密条宜在完成侧面混凝土清理和涂刷专用胶粘剂之后，且墙板吊装前粘贴在墙板侧面。由于墙板安装完成后无法对气密条的粘贴质量进行检查，因此需要在墙板吊装前检查气密条粘贴的牢固性和完整性。

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专用密封胶厚度需一致，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，需一同验收。验收时结构部分的验收需符合现行国家标准《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 的规定，节能部分的验收需参照现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 有关规定执行。

9.1.2 本条文规范了检验批划分的方法和需遵守的原则。检验批是工厂质量验收的基本单元，可以根据施工、质量控制和专业验收的需要，进行检验批划分。由于夹心保温外墙板工程为建筑结构部分和节能部分同步施工，所以本条的规定原则与现行国家标准《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 和《混凝土结构施工质量验收规范》GB 50204 的规定基本一致。

9.1.3~9.1.5 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。

夹心保温外挂墙板采用线支撑连接节点时，与主体结构的连接节点部位的隐蔽工程验收内容与夹心保温剪力墙板部位后浇混凝土部分的隐蔽工程验收内容基本相同，包括：夹心保温外挂墙板粗糙面的质量、键槽的尺寸、数量、位置；后浇混凝土中钢筋牌号、规格、数量、位置、间距、锚固长度和长度。

9.2 主控项目

9.2.20 夹心保温外墙板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

10.0.2 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，需进行日常检测，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 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.1.2 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.1.3 规程编制组针对不锈钢针式拉结件、不锈钢板式拉结件、不锈钢夹式拉结件和不锈钢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.2 不锈钢板式拉结系统和夹式拉结系统

A.2.1 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，竖向不锈钢板式或夹式拉结件和水平不锈钢板式或夹式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。当沿同一方向设置两个以上板式或夹式拉结件时，应尽量保证各板式或夹式拉结件共线。

对于不锈钢板式拉结件系统和不锈钢夹式拉结件系统，各竖向不锈钢板式或不锈钢夹式拉结件的连线与各水平板式或夹式拉结件的连线的交点，称为拉结系统的支点。支点本质上为外叶墙板在温度作用下发生面内变形时的不动点。

第 4 款中对针式拉结件至外叶墙板边缘的距离作了详细规定，当夹心保温外墙板的外叶墙板尺寸超出内叶墙板时，为方便生产，此时最外侧针式拉结件至外叶墙板边缘的距离最大限值适当放松，以使超出范围内可不布置拉结件。

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.2.2 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 对不锈钢板式拉结系统和不锈钢夹式拉结系统，在温度作用组合下，针式拉结件和板式或夹式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，可通过布置针式拉结件来弥补。

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 FRP 拉结系统

A.4.1 根据已有研究及工程经验，给出了 FRP 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 FRP 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（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/T 40399 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地方标准《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。