

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省质量技术监督局《关于印发<2016年第二批山东省工程建设标准制订、修订计划>的通知》的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，结合山东省实际情况，在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本规程共分10章和3个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、建筑设计、结构设计、构件生产与运输、施工安装、质量验收、保养与维修以及有关附录。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省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，请反馈至山东省建筑科学研究院有限公司（济南市天桥区无影山路29号，邮编250031，联系电话：0531-85595501，电子邮箱：jiegoufenyuan@vip.163.com），以供今后修订时参考。

本规程主编单位：山东省建筑科学研究院有限公司

本规程参编单位：山东嘉达装配式建筑科技有限责任公司

山东和悦生态新材料科技有限责任公司

山东高速莱钢绿建发展有限公司

山东城开远大装配式建筑有限公司

山东邦得绿建建材科技有限公司

山东皓辰复合材料有限公司

济南市历下区城市建设发展服务中心

山东省建筑工程质量检验检测中心有限公司

山东建科特种建筑工程技术中心有限公司

本规程主要起草人员：崔士起 刘文政 刘传卿 张 军 李亦军

张海滨 徐济川 张敬永 周 哲 卢保玲

本规程主要审查人员：徐新生 李当生 石玉仁 王培军 宋亦工

王 健 王 志 王启玲 杨建兴

目 次

1	总 则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术 语.....	2
2.2	符 号.....	3
3	基本规定.....	4
4	材 料.....	7
4.1	混凝土、钢筋和钢材.....	7
4.2	预埋件及连接材料.....	7
4.3	拉 结 件.....	8
4.4	保 温 材 料.....	8
4.5	防 水 材 料.....	9
4.6	饰 面 材 料.....	9
5	建筑设计.....	10
5.1	一 般 规 定.....	10
5.2	立 面 设 计.....	10
5.3	构 造 设 计.....	10
6	结构设计.....	15
6.1	一 般 规 定.....	15
6.2	作用与作用组合.....	17
6.3	支 承 系 统.....	19
6.4	受力分析与变形验算.....	20
6.5	构 件 设 计.....	21
6.6	连接节点设计.....	23
7	构件生产与运输.....	25
7.1	一 般 规 定.....	25
7.2	构 件 制 作.....	25
7.3	运输与存放.....	28

7.4 构件检验.....	29
8 安装与施工.....	33
8.1 一般规定.....	33
8.2 安装连接.....	33
9 工程验收.....	38
9.1 一般规定.....	38
9.2 主控项目.....	39
9.3 一般项目.....	41
10 保养与维修.....	42
附录 A 墙板接缝宽度和密封胶厚度计算.....	44
附录 B 点支承外挂墙板连接节点受力计算.....	48
附录 C 点支承外挂墙板计算.....	51
本标准用词说明.....	54
引用标准名录.....	55
附：条文说明.....	58

1 总 则

1.0.1 为规范预制混凝土夹心保温外挂墙板的设计、生产、施工及验收，做到安全适用、经济合理、技术先进、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本规程适用于混凝土建筑用预制混凝土夹心保温外挂墙板的设计、生产、运输、安装施工、质量验收及保养维修。

1.0.3 预制混凝土夹心保温外挂墙板的设计、生产、运输、安装施工、质量验收及保养维修除应符合本标准外，尚应符合国家及山东省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挂墙板 precast concrete sandwich facade panel

内、外叶墙板预制，中间夹保温材料，通过拉结件相连组成的非承重预制混凝土外围护墙板，简称预制夹心外挂墙板。

2.1.2 预制混凝土夹心保温外挂墙板系统 precast concrete sandwich facade panel system

由预制混凝土夹心保温外挂墙板、连接节点、防水密封构造、外饰面材料等组成，具有规定的承载能力、变形能力、适应主体结构位移能力、防水性能、防火性能等，起围护或装饰作用的外围护结构系统，简称预制夹心外挂墙板系统。

2.1.3 有机类保温板 organic thermal insulation board

由有机材料为基材制成的保温板称为有机类保温板，如聚苯乙烯板和硬泡聚氨酯板等。

2.1.4 无机类保温板 inorganic thermal insulation board

由无机材料制成的保温板称为无机类保温板，如发泡水泥板和泡沫玻璃板等。

2.1.5 拉结件 connector

用于连接预制夹心外挂墙板中内、外叶混凝土墙板的元件。

2.1.6 点支承 point support

预制夹心外挂墙板与主体结构通过不少于两个独立支承点传递荷载，并通过支承点的位移实现预制夹心外挂墙板适应主体结构变形能力的柔性支承方式。

2.1.7 线支承 linear support

预制夹心外挂墙板边缘局部与主体结构通过现浇段连接的支承方式。

2.1.8 节点连接件 panel connector

位于预制夹心外挂墙板与主体结构连接节点处，分别与预制夹心外挂墙板的预埋件和支承墙板的主体结构构件相连，能够传递二者之间的荷载与作用并具有设定的变形能力的连接件。

2.1.9 构造防水 constructional waterproofing

墙板接缝处通过采用构造措施阻断室外水侵入室内的方式。

2.1.10 材料防水 material waterproofing

墙板接缝处通过设置密封材料或铺设柔性防水材料阻断室外水侵入室内的方式。

2.1.11 密封胶 sealant

以非成型状态嵌入墙板接缝中，与接缝表面粘结，能够承受接缝位移以达到气密、水密作用的密封材料。

2.1.12 气密条 waterproof strip

设置在墙板侧边四周的橡胶条。

2.2 符 号

2.2.1 材料力学性能

E —材料弹性模量；

2.2.2 作用和作用效应

G_k —重力荷载标准值；

M —弯矩设计值；

M_x —绕 x 轴的弯矩设计值；

M_y —绕 y 轴的弯矩设计值；

q_{Ek} —垂直于外挂墙板平面的分布水平地震作用标准值；

P_{Ek} —平行于外挂墙板平面的集中水平地震作用标准值；

S_d —承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；

S_{GE} —重力荷载代表值的效应。

2.2.3 系数

α_{max} —水平地震影响系数最大值；

β_E —地震作用动力放大系数；

γ_0 —结构重要性系数；

γ_{RE} —承载力抗震调整系数；

3 基本规定

3.0.1 预制夹心外挂墙板系统应统筹设计、生产运输、施工安装及运营维护全过程进行一体化协同设计。

3.0.2 预制夹心外挂墙板的性能设计应根据建筑物的类别、高度、体型以及所在地的地理、气候和环境等条件进行。

3.0.3 预制夹心外挂墙板宜采用围护、保温与装饰一体化设计，并与相关设备及管线协调。

3.0.4 预制夹心外挂墙板的设计、生产、安装、维护等环节宜采用建筑信息模型（BIM）技术，实现全专业、全过程的信息化管理。

3.0.5 预制夹心外挂墙板和节点连接件的设计工作年限应与主体结构相同，拉结件的耐久性应满足设计工作年限的要求。

3.0.6 在自重、风荷载和温度作用下，预制夹心外挂墙板、节点连接件、接缝密封胶等应不受损坏。在风荷载作用下，预制夹心外挂墙板的面外变形和裂缝控制应满足相应要求。

3.0.7 在地震作用下，预制夹心外挂墙板系统的抗震性能应符合下列规定：

1 当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震作用时，预制夹心外挂墙板应不受损坏或不需修理可继续使用；

2 当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震作用时，节点连接件应不受损坏，预制夹心外挂墙板可能发生损坏，但经一般性修理后仍可继续使用；

3 当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震作用时，预制夹心外挂墙板不应脱落；

4 使用功能或其他方面有特殊要求的预制夹心外挂墙板系统，可设置更高的抗震设防目标。

3.0.8 在风荷载和地震作用下，预制夹心外挂墙板应具有相应的适应主体结构变形的能力。

3.0.9 预制夹心外挂墙板系统的气密性能应符合建筑节能设计要求，有供暖、空气调节要求的建筑物，其气密性能设计应符合下列规定：

1 墙板整体的气密性能不应低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 所规定的 2 级，其分级指标值不应大于 $2.0\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

2 外门窗的气密性能应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 的有关规定。

3 仅作为外墙装饰构件的预制夹心外挂墙板的气密性能可不作要求。

3.0.10 预制夹心外挂墙板系统的水密性能设计应符合建筑功能要求。有防水密封要求的

预制夹心外挂墙板，其水密性能设计应符合下列规定：

1 接缝处水密性能的设计取值应符合下列规定：

1) 受热带风暴和台风袭击的地区，水密性能设计取值应按下式计算，且取值不应低于 1000Pa：

$$\Delta P = 1000 \mu_z \mu_{s1} \omega_0 \quad (3.0.10)$$

式中： ΔP ——水密性能设计风压力差值 (Pa)；

ω_0 ——基本风压 (kN/m²)；

μ_z ——风压高度变化系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用；

μ_{s1} ——局部风压体型系数，可取 1.2。

2) 其它地区水密性能可按照公式 (3.0.10) 计算值的 75% 进行设计，且不宜低于 700Pa。

2 外门窗的水密性能应符合现行行业标准《塑料门窗工程技术规程》JGJ 3、《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214 等的有关规定。

3 仅作为外墙装饰构件的预制夹心外挂墙板的水密性能可不作要求。

3.0.11 预制夹心外挂墙板的接缝密封构造符合本标准第 5.3.3 条~第 5.3.9 条的相关规定时，可不对接缝的气密性能、水密性能进行检测。

3.0.12 预制夹心外挂墙板的接缝密封构造不符合本标准第 5.3.3 条~第 5.3.9 条的相关规定时，应按照现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 的规定进行气密性能、水密性能检测，检测结果应符合本标准第 3.0.9 条、第 3.0.10 条的规定。进行气密性能、水密性能检测的预制夹心外挂墙板试件应至少包含一个与实际工程相符的典型十字缝，并有一个完整墙板单元的四边形成与实际工程相同的接缝。

3.0.13 预制夹心外挂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 中非承重外墙的有关规定。

3.0.14 预制夹心外挂墙板系统的热工性能应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 的有关规定。

3.0.15 预制夹心外挂墙板的热桥构造措施和保温材料厚度应通过热工计算确定，其防结露设计应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定。预制夹心外挂墙板的传热系数应取考虑热桥影响后的平均传热系数，并应符合下列规定：

1 预制夹心外挂墙板背后无其他墙体时，其保温隔热构造系统应符合建筑物建筑节能

能设计对外墙的传热系数要求；

2 预制夹心外挂墙板背后有其他墙体，预制夹心外挂墙板与该墙体共同组成的外围护结构应符合建筑物建筑节能设计对外墙的传热系数要求。

3.0.16 预制夹心外挂墙板系统的隔声性能应根据建筑的使用功能和环境条件进行设计，并应符合《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定。

4 材 料

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》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。轻骨料混凝土的材料性能要求应符合现行行业标准《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ 12 的有关规定。

4.1.2 预制夹心外挂墙板的混凝土强度等级不宜低于 C30。当采用轻骨料混凝土时，轻骨料混凝土强度等级不应低于 LC25。当采用清水混凝土或装饰混凝土时，混凝土强度等级不宜低于 C40。

4.1.3 冷轧带肋钢筋应符合现行国家标准《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788 和行业标准《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 的有关规定，冷拔低碳钢丝应符合现行行业标准《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19 的有关规定。

4.1.4 预制夹心外挂墙板的纵向钢筋宜采用钢筋焊接网。当采用钢筋焊接网时，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 预埋件及连接材料

4.2.1 预埋件锚板、锚筋及吊环材料等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。

4.2.2 节点连接件应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《耐候结构钢》GB/T 4171 的有关规定。

4.2.3 连接用焊接材料、螺栓、锚栓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、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

4.2.4 预制夹心外挂墙板的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋或 Q235B 圆钢制作。吊装用内埋式螺母或吊杆及配套吊具应符合现行国家相关标准及产品应用技术文件的规定。

4.3 拉 结 件

4.3.1 预制夹心外挂墙板中连接内外叶墙板的拉结件宜采用纤维增强塑料（FRP）拉结件或不锈钢拉结件。

4.3.2 纤维增强塑料（FRP）拉结件宜采用拉挤成型工艺制作，端部宜设计成带有锚固槽口的形式，其外观质量、纤维含量、尺寸偏差、力学性能、耐久性能及混凝土中抗拔承载力和抗剪承载力等要求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。

4.3.3 不锈钢拉结件用不锈钢材宜采用统一数字代号为 S316××系列的奥氏体不锈钢，并应符合现行国家标准《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工钢棒》GB/T 4226、《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 的有关规定。

4.3.4 不锈钢材料的抗拉、抗压强度标准值应取其规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ ，不锈钢材料的抗力分项系数取为 1.165，抗剪强度设计值可按其抗拉强度设计值的 58%采用。不锈钢材料的弹性模量可取为 $1.93 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ，泊松比可取为 0.30，S316××系列不锈钢材料的线膨胀系数可取为 $1.60 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 。

4.4 保 温 材 料

4.4.1 预制夹心外挂墙板可采用有机类保温板和无机类保温板作为夹心保温材料，其导热系数不宜大于 $0.040 \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，体积比吸水率不宜大于 0.3%，燃烧性能不应低于现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中 B₂ 级的规定。

4.4.2 模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）和挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）保温材料应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1、《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）》GB/T 10801.2 和《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的有关规定。

4.4.3 硬泡聚氨酯保温材料的技术性能应符合现行国家标准《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范》GB 50404 和《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T 21558 的有关规定。

4.4.4 玻璃棉保温材料的技术性能应符合现行国家标准《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350 的有关规定。

4.4.5 岩棉、矿渣棉保温材料的技术性能应符合现行国家标准《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350 和《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835 的有关规定。

4.4.6 预制夹心外挂墙板之间及其与主体结构连接接缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中 A 级的规定。

4.5 防水材料

4.5.1 预制夹心外挂墙板接缝用密封胶应采用耐候性密封胶。密封胶应具有低污染性、防霉及耐水等性能，并应与混凝土具有相容性，其最大伸缩变形量和剪切变形性能等应根据设计要求选用，其他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 的有关规定。

4.5.2 预制夹心外挂墙板接缝密封胶的背衬材料宜选用直径为缝宽 1.3 倍~1.5 倍的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/m^3 。

4.5.3 预制夹心外挂墙板的气密条宜采用三元乙丙橡胶，也可采用氯丁橡胶或硅橡胶；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 饰面材料

4.6.1 涂料应具有质量证书和型式检验报告，质量应符合现行有关标准的规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 预制夹心外挂墙板系统应按照外围护系统进行设计，并宜采用建筑、结构、设备管线、内装的装配化集成技术和管线分离技术。

5.1.2 预制夹心外挂墙板设计应遵循模数化、标准化的原则，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。

5.2 立面设计

5.2.1 采用预制夹心外挂墙板的建筑，立面设计应考虑建筑功能、结构形式、外挂墙板的支承系统、生产工艺、运输及施工安装等因素。

5.2.2 预制夹心外挂墙板的接缝宜与建筑立面分格线位置相对应，并结合下列因素合理确定墙板分格形式和尺寸：

- 1 建筑外立面效果与外门窗形式；
- 2 建筑防排水要求；
- 3 构件加工、运输、安装的最大尺寸和重量限值；
- 4 墙板支承系统形式；
- 5 墙板接缝宽度及墙板变形要求。

5.2.3 预制夹心外挂墙板宜采用清水混凝土、装饰混凝土、涂料等耐久性好、不宜污染的装饰面层。

5.2.4 建筑外围护结构同时采用预制夹心外挂墙板系统和幕墙系统时，应分别设置独立的支承系统并直接与主体结构连接，外挂墙板系统不应作为其他幕墙系统的支承结构使用。

5.3 构造设计

5.3.1 预制夹心外挂墙板的构造设计应考虑其与屋面板、外门窗、阳台板、空调板及装饰件等的连接构造节点，满足气密、水密、防火、防水、热工、隔声等性能要求。

5.3.2 预制夹心外挂墙板的接缝应符合下列规定：

- 1 接缝宽度应考虑主体结构的层间位移、密封材料的变形能力、施工安装误差及温

差变形等因素；接缝宽度不应小于 15mm，且不宜大于 35mm；当计算接缝宽度大于 35mm 时，宜调整墙面板型或节点连接形式，也可采用具有更高位移能力的弹性密封胶；

- 2 密封胶厚度不宜小于 8mm，且不宜小于缝宽的一半；
- 3 密封胶内侧宜设置背衬材料填充，背衬材料不应与密封胶具有粘结性能。

5.3.3 预制夹心外挂墙板的接缝应采用不少于一道材料防水和构造防水相结合的防水构造；高层建筑宜采用不少于两道材料防水和构造防水相结合的防水构造。

5.3.4 预制夹心外挂墙板水平缝和垂直缝防水构造应符合下列规定：

- 1 水平缝和垂直缝均采用带空腔的防水构造；
- 2 水平缝应采用企口缝或高低缝构造形式（图 5.3.4a）；
- 3 垂直缝宜采用槽口构造形式（图 5.3.4b），多层建筑外挂墙板的垂直接缝也可采用平口构造形式。

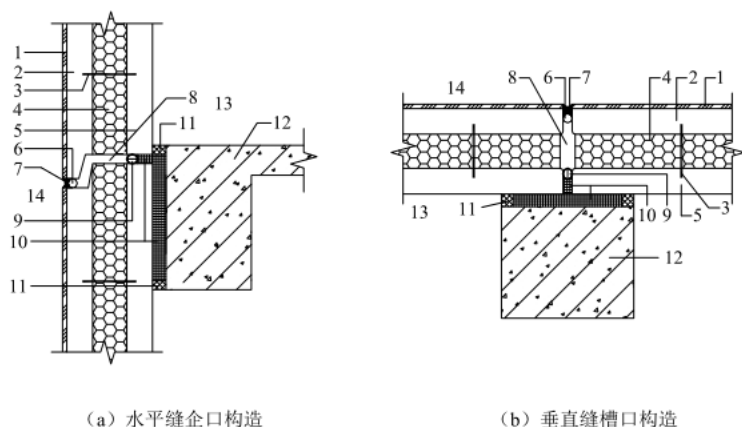


图 5.3.4 预制夹心外挂墙板接缝构造示意

- 1—饰面层；2—外叶板；3—拉结件；4—保温层；5—内叶板；6—背衬材料；
7—密封胶；8—减压空腔；9—气密条；10—A 级保温材料；11—弹性嵌缝材料；
12—主体构件；13—室内；14—室外

5.3.5 预制夹心外挂墙板的排水构造应符合下列规定：

- 1 建筑首层底部应设置排水孔等排水措施；
- 2 十字交叉缝上部的垂直缝中应等间距设置导水管等排水措施，且导水管竖向间距不宜超过 3 层；
- 3 当垂直缝下方因门窗等开口部位被隔断时，应在开口部位上部垂直缝处设置导水

管等排水措施；

4 仅设置一道材料防水且接缝设置排水措施时，接缝内侧应设置气密条；

5 排水管应采用单向排水管（图 5.3.5），内径不宜小于 10mm，外径不应大于接缝宽度，在密封胶表面的外露长度不应小于 5mm，向外墙面排水坡度不应小于 1%。

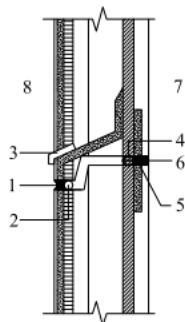


图 5.3.5 预制夹心外挂墙板竖缝导水管构造示意

1—密封胶；2—背衬材料；3—导水管；4—气密条；5—十字缝密封胶；

6—A 级保温材料；7—室内；8—室外

5.3.6 预制夹心外挂墙板接缝内侧可采用密封胶作为第二道材料防水。当有充足的试验依据，也可采用气密条作为第二道材料防水时，此时应严格控制构件加工和现场施工质量。

5.3.7 当预制夹心外挂墙板接缝内侧采用气密条时，十字缝部位各 300mm 宽度范围内的气密条接缝内侧应采用耐候密封胶进行密封处理。

5.3.8 当预制夹心外挂墙板内侧房间有防水要求时，应在墙板室内一侧设置内衬墙，并对内衬墙内侧进行防水处理。

5.3.9 女儿墙采用预制夹心外挂墙板时，应采用与下部墙板构件相同的接缝密封构造。女儿墙内侧在泛水高度处宜设置凹槽或挑檐等防水构造（图 5.3.9）。

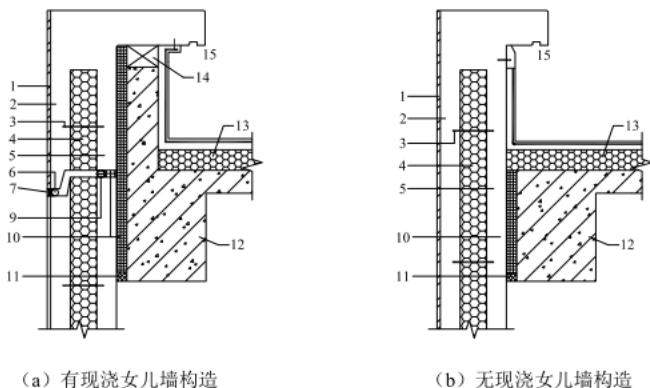


图 5.3.9 预制夹心外挂墙板屋顶女儿墙构造示意

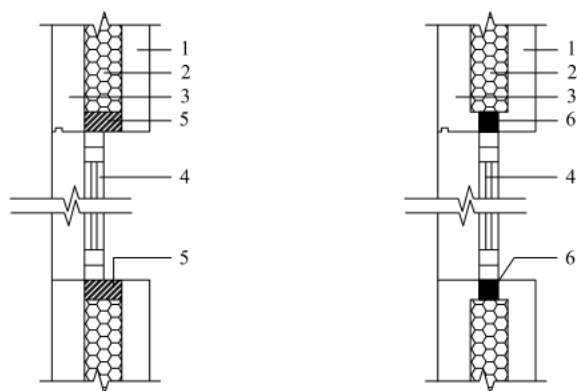
1—饰面层；2—外叶板；3—拉结件；4—保温层；5—内叶板；6—背衬材料；

7—密封胶；8—减压空腔；9—气密条；10—A 级保温材料；11—弹性嵌缝材料；

12—主体构件；13—屋面建筑做法；14—安装节点位置；15—滴水槽

5.3.10 预制夹心外挂墙板的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 预制夹心外挂墙板之间的接缝应在室内一侧采用 A 级不燃材料进行封堵(图 5.3.4)；
- 2 预制夹心外挂墙板与主体结构之间的接缝应采用防火封堵材料进行封堵(图 5.3.4)，防火封堵材料的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 预制夹心外挂墙板门窗洞口周边应采取防火构造措施（图 5.3.10）；
- 4 预制夹心外挂墙板节点连接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，其防火封堵措施的耐火极限不应低于预制夹心外挂墙板的耐火极限；
- 5 预制夹心外挂墙板与主体之间的接缝封堵材料应满足建筑隔声设计要求。



(a) 带防火封堵材料

(b) 保温材料变窄

图 5.3.10 预制夹心外挂墙板外门窗构造示意图

1—内叶板；2—保温层；3—外叶板；4—门窗；5—防火封堵材料；6—门窗连接材料

5.3.11 预制夹心外挂墙板与部品及附属构配件的连接应牢固可靠。安装金属材料的遮阳板、空调板、防盗网等重型部品时应与主体结构可靠连接。安装窗帘盒、挂镜线、管线槽等轻型部品时宜采用预埋件固定连接。当预埋件穿过夹心保温层时，应采取保证预埋件耐久性和预制夹心外挂墙板热工性能的有效措施。

5.3.12 预制夹心外挂墙板的穿墙孔洞设计应内高外低形式，并采取可靠的止水措施。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 预制夹心外挂墙板及其连接节点的结构分析、承载力计算、变形和裂缝验算及构造要求除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《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、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土建筑技术标准》GB 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《装配整体式混凝土结构设计规程》DB37/T 5018 的有关规定。

6.1.2 支承预制夹心外挂墙板系统的结构构件应具有足够的承载力和刚度，应能满足连接节点的固定要求，且连接节点不宜对预制夹心外挂墙板形成约束。当预制夹心外挂墙板不能适应主体结构变形时，应在主体结构和墙板构件设计中计入相互影响作用。

6.1.3 在持久设计状况下，预制夹心外挂墙板系统应满足承载能力极限状态的要求，其承载能力极限状态计算应包含如下内容：

- 1 墙板构件的承载力计算；
- 2 墙板与主体结构连接节点的承载力计算；
- 3 拉结件的承载力验算。

6.1.4 在持久设计状况下，预制夹心外挂墙板系统应满足正常使用极限状态的要求，并进行下列验算：

- 1 墙版面外变形验算；
- 2 不允许出现裂缝的墙板应进行混凝土拉应力验算；允许出现裂缝的墙板应进行受拉裂缝宽度验算；
- 3 墙板与主体结构连接节点的变形能力验算；
- 4 墙板接缝宽度验算，接缝宽度验算应符合本标准附录 A 和本标准第 5.3.2 条的规定。

6.1.5 在短暂设计状况下，预制夹心外挂墙板系统的承载能力极限状态计算应包含以下内容：

- 1 墙板生产、运输、堆放、安装用预埋件和临时支撑的承载力验算；
- 2 墙板拉结件的承载力验算。

6.1.6 在短暂设计状况下，预制夹心外挂墙板构件应进行混凝土拉应力验算。

6.1.7 在地震设计状况下,预制夹心外挂墙板系统的承载力和变形能力验算应包含以下内容:

1 多遇地震作用下应进行预制夹心外挂墙板构件的承载力计算;墙板与主体结构连接节点的承载力计算;拉结件的承载力验算;墙板之间的接缝宽度验算,接缝宽度验算应符合本标准附录 A 和本标准第 5.3.2 条的规定;

2 设防地震作用下应进行线支承墙板与主体结构连接的受弯承载力计算;

3 罕遇地震作用下应进行线支承墙板与主体结构连接的受剪承载力验算;点支承墙板与主体结构连接节点的承载力计算;拉结件的承载力验算;墙板与主体结构连接节点的变形能力验算。

6.1.8 预制夹心外挂墙板和连接节点的承载能力极限状态验算应采用下列公式验算:

1 持久设计状况、短暂设计状况:

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (6.1.8-1)$$

2 地震设计状况:

多遇地震和设防地震作用下:

$$S_d \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (6.1.8-2)$$

罕遇地震作用下:

$$S_{GE} + S_{Ehk} \leq R_k \quad (6.1.8-3)$$

$$S_{GE} + S_{Evk} \leq R_k \quad (6.1.8-4)$$

式中: γ_0 ——结构重要性系数,应与主体结构相同,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;对持久设计状况和短暂设计状况应按作用的基本组合计算;对地震设计状况应按作用的地震组合计算;

R_d ——构件和节点的抗力设计值;

R_k ——构件和节点的抗力标准值,按材料强度标准值计算;

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应,取墙板自重标准值;

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;

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数,墙板应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 取值,连接节点取 1.0。

6.1.9 对于正常使用极限状态,应采用荷载的标准组合或准永久组合,按下列公式进行设计:

$$S \leq C \quad (6.1.9)$$

式中： S ——正常使用极限状态下作用组合的效应值；

C ——外挂墙板构件达到正常使用要求的规定限值，例如变形、裂缝、接缝宽度等的限值，按本标准相应规定采用。

6.1.10 预制夹心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，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。

6.2 作用与作用组合

6.2.1 预制夹心外挂墙板及其连接节点的作用及作用组合应根据现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《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 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《装配整体式混凝土结构设计规程》DB37/T 5018 等确定。

6.2.2 预制夹心外挂墙板及连接节点设计时应考虑墙板及其附属配件的自重、施工荷载、风荷载、地震作用、温度作用以及主体结构变形对墙板的影响。

6.2.3 在持久设计状况下，预制夹心外挂墙板的面外变形和裂缝验算仅考虑永久荷载、风荷载、温度作用，荷载组合的效应设计值应符合下列规定：

- 1 墙版面外变形验算应按荷载的标准组合计算效应设计值；
- 2 墙板裂缝控制等级为二级时，抗裂验算应按荷载标准组合计算效应设计值；裂缝控制等级为三级时，裂缝宽度验算应按荷载准永久组合计算效应设计值并考虑长期作用；
- 3 荷载标准组合和准永久组合的效应设计值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

6.2.4 罕遇地震作用下，预制夹心外挂墙板连接节点的承载力计算和拉结件的承载力验算应采用不计入风荷载效应的地震作用效应标准组合计算效应设计值。

6.2.5 在短暂设计状况下，预制夹心外挂墙板构件拉应力验算应采用荷载标准组合计算效应设计值。

6.2.6 预制夹心外挂墙板的风荷载计算应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 应按风吸力和风压力分别进行计算；

3 计算连接节点时，可将风荷载施加于墙板形心处，并应考虑风荷载对连接节点的偏心影响。

6.2.7 预制夹心外挂墙板水平地震作用标准值计算可采用等效侧力法，其中垂直于墙板平面上作用的分布水平地震作用标准值可按公式（6.2.7-1）计算，平行于墙板平面的集中水平地震作用标准值可按公式（6.2.7-2）计算。

$$q_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k / A \quad (6.2.7-1)$$

$$P_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k \quad (6.2.7-2)$$

式中： q_{Ek} ——垂直于墙板平面的分布水平地震作用标准值（kN/m²）；

S_d ——平行于墙板平面的集中水平地震作用标准值（kN）；

β_E ——地震作用放大系数，计算多遇地震下墙板构件承载力时可取 5.0，计算设防烈度或罕遇地震下连接节点承载力时丙类建筑可取 4.0，乙类建筑可取 5.6；

$\alpha_{\max}$ ——水平地震影响系数最大值，应符合表 6.2.7 的规定；

G_k ——重力荷载标准值（kN）；

A ——外挂墙板的平面面积（m²）。

表 6.2.7 水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max}$

地震影响	7 度	8 度	9 度
多遇地震	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)	0.32
设防地震	0.23 (0.34)	0.45 (0.68)	0.90
罕遇地震	0.50 (0.72)	0.90 (1.20)	1.40

注：7、8 度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

6.2.8 预制夹心外挂墙板竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 65%。

6.2.9 预制夹心外挂墙板外表面温度应根据基本气温、外表面朝向、表面材料及其色调，并宜结合试验确定；内表面温度可按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定确定；基本气温应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定确定。

6.2.10 预制夹心外挂墙板的温度作用计算应符合下列规定：

1 点支承墙板具有适应主体结构及自身在温度作用下变形的能力时，墙板及其节点承载力计算时可不考虑温度作用；

2 预制夹心保温外挂墙板的外叶墙板混凝土应力验算时应考虑内表面与外表面的温差；

3 预制夹心外挂墙板接缝宽度计算时，温度作用应符合本标准附录 A 第 A.0.4 条的规定。

6.2.11 预制夹心保温外挂墙板在脱模、翻转、吊装、运输、安装等短暂设计状况下的施工验算，其等效静力荷载标准值应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.3 支承系统

6.3.1 应根据建筑使用功能、主体结构类型、墙板形状和尺寸、墙板安装工艺等特点，合理设计预制夹心外挂墙板与主体结构之间的支承系统。支承系统应符合下列规定：

- 1 支承系统应具有足够的承载能力和刚度；
- 2 支承系统宜具有适应主体结构在永久荷载、活荷载、风荷载、温度和地震等作用下变形的能力；
- 3 在罕遇地震作用下，支承系统不应失效；
- 4 支承系统应具有良好的耐久性能。

6.3.2 预制夹心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。

6.3.3 支承预制夹心外挂墙板的主体结构构件应符合下列规定：

- 1 应满足节点连接件的锚固要求，当不满足锚固要求时宜采用机械锚固方法；
- 2 应具有足够的承载能力，应能承受预制夹心外挂墙板通过连接节点传递的荷载和作用；
- 3 应具有足够的抗扭刚度和抗弯刚度，避免产生较大的扭转或竖向变形。

6.3.4 当预制夹心外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，面外连接点不应少于 4 个，竖向承重连接点不宜少于 2 个；墙板承重节点验算时，选取的计算承重连接点不应多于 2 个。点支承连接节点的变形能力应符合下列规定：

- 1 连接节点应具有适应墙板生产与施工安装允许偏差的三维调节能力；
- 2 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，在计算温度作用下的变形量时，应同时计入外挂墙板在温度作用下的变形值；
- 3 在地震设计状况下，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位移角 3 倍的变形能力。

6.3.5 当预制夹心外挂墙板与主体结构采用线支承连接时，宜在墙板顶部与主体结构支承构件之间采用后浇段连接，墙板侧边与主体结构应不连接或仅设置柔性连接，墙板的底端

应设置不少于 2 个仅对墙板有平面外约束的连接节点。线支承连接节点的变形能力应符合下列规定：

1 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 在地震设计状况下，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。

6.4 受力分析与变形验算

6.4.1 主体结构计算时，应按下列规定计入预制夹心外挂墙板的影响：

1 应计入支承于主体结构上的墙板自重；当预制夹心外挂墙板相对于支承构件存在偏心时，应计入墙板重力荷载偏心产生的不利影响；

2 采用点支承的预制夹心外挂墙板，连接节点符合本标准的相关规定，且连接节点能够适应主体结构变形时，可不计入墙板的刚度影响；

3 采用线支承的预制夹心外挂墙板，宜采取构造措施避免墙板对主体结构刚度产生影响；当无法避免时，应计入墙板的刚度影响。

6.4.2 预制夹心外挂墙板及其连接节点的受力分析、墙板变形与裂缝验算除应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定外，尚应符合下列规定：

1 墙板受力可采用弹性分析方法，计算简图应符合实际受力情况；

2 墙板的材料本构关系和构件的受力-变形关系宜根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定；

3 墙板的变形验算宜考虑荷载长期作用影响，裂缝宽度验算应考虑荷载长期作用影响。

6.4.3 预制夹心外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，连接节点的受力分析应符合本标准附录 B 的规定。

6.4.4 在垂直于墙板平面的风荷载和地震作用下，点支承预制夹心外挂墙板的内力和变形宜采用有限元分析方法，也可采用本标准附录 C 的简化方法。

6.4.5 在垂直于墙板平面的风荷载和地震作用下，线支承预制夹心外挂墙板的内力和变形应采用有限元分析方法。

6.4.6 带有洞口的预制夹心外挂墙板应对洞口边墙板的抗弯和抗剪承载力进行验算，且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。点支承预制夹心外挂墙板在风荷载、地震作用下洞口边墙板的剪力可按下列公式计算：

$$\text{面外方向: } Q_{az} = \frac{L'H'q_w}{4} + \frac{L_1H'q_c}{2} \quad (6.4.6-1)$$

$$\text{面内方向: } Q_{ax} = \max\left(\frac{P}{2}, P \frac{L_1}{L_1 + L_2}\right) \quad (6.4.6-2)$$

式中: Q_{az} ——a-a 剖面处墙板承担的面外剪力设计值;

O_{ax} ——a-a 剖面处墙板承担的面内剪力设计值;

q_w ——门窗洞口承受的面外风荷载或地震作用设计值;

q_c ——墙体承受的面外风荷载或地震作用设计值;

L_1 ——a-a 剖面处门窗洞口边墙体宽度;

L_2 ——另一侧门窗洞口边墙体宽度;

L' ——门窗洞口宽度;

H' ——门窗洞口高度;

P ——墙体承受的面内剪力设计值。

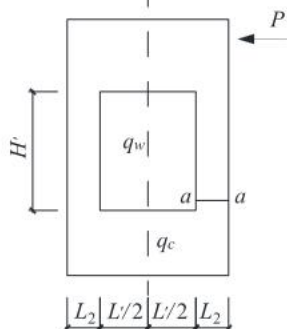


图 6.4.6 洞边墙体抗剪验算示意

6.4.7 预制夹心外挂墙板进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算时,非组合夹心墙板宜按内叶墙板单独承受墙板水平荷载进行计算;组合夹心外挂墙板可按内、外叶墙板共同承受墙板水平荷载进行计算,必要时面外受力性能宜进行试验验证;部分组合夹心墙板的面外受力性能可经试验确定,无试验依据时可按内叶墙板单独承受墙板水平荷载计算。

6.5 构件设计

6.5.1 在正常使用极限状态下,预制夹心外挂墙板的平面外变形和裂缝控制应符合下列规定:

1 在持久设计状况下，应对墙板平面外变形进行验算，其平面外挠度限值为外挂墙板面外支座间距离的 $1/250$ ；

2 在持久设计状况下，应对墙板裂缝进行验算；预制夹心外挂墙板建筑外表面在温度和 10 年一遇风荷载作用下裂缝控制等级为二级，当预制夹心外挂墙板采用抗裂和防水性能强的饰面材料时，温度和风荷载作用下的裂缝控制等级可适当放宽但不应低于三级；预制夹心外挂墙板内表面的裂缝控制等级为三级；预制夹心外挂墙板的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 的规定；

3 在短暂设计状况下，预制夹心外挂墙板不应出现裂缝，并应根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定进行混凝土拉应力验算。

6.5.2 非组合预制夹心外挂墙板构件应符合下列规定：

1 外叶墙板的厚度不宜小于 60mm，外叶墙板宜采用单层双向配筋，宜采用钢筋网片或冷拔低碳钢丝网片，直径不应小于 6mm，钢筋间距不宜大于 150mm；

2 内叶墙板采用平板时厚度不宜小于 100mm，宜配置双层双向钢筋，水平和竖向钢筋的最小配筋率均不应小于 0.15%，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm；

3 内叶墙板采用带肋时厚度不宜小于 60mm，可配置双层双向钢筋，水平和竖向钢筋的最小配筋率均不应小于 0.15%，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm；

4 内、外叶墙板厚度应满足节点连接件和拉结件的锚固要求。

6.5.3 组合预制夹心外挂墙板和部分组合预制夹心外挂墙板的内、外叶墙板厚度不宜小于 60mm，且应满足节点连接件和拉结件的锚固要求。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，钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm。

6.5.4 预制夹心外挂墙板的夹心保温板应符合设计要求，其厚度不宜小于 30mm。

6.5.5 预制夹心外挂墙板的拉结件应符合下列规定：

1 应满足墙板的节能设计要求；

2 应满足防腐、防火设计要求；

3 锚固构造应满足受力要求，锚固长度不应小于 30mm；

4 拉结件的受剪、抗弯、抗拉和锚固承载力等宜进行试验验证，并满足设计要求。

6.5.6 预制夹心外挂墙板采用纤维增强塑料拉结件时，内、外叶墙板之间应设置防脱落构造，宜在墙板四角分别设置不锈钢钢筋或不锈钢拉结件进行连接，不锈钢钢筋直径或不锈钢拉结件数量应根据外叶墙板的自重并考虑一定动力系数计算确定。

6.5.7 预制夹心外挂墙板最外层钢筋的混凝土保护层厚度除应符合现行国家标准《混凝土

结构设计规范》GB 50010 的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 对清水混凝土，不应小于 20mm；
- 2 对露骨料装饰面，应从最凹处混凝土表面计起，且不应小于 20mm。

6.5.8 当预制夹心外挂墙板有门窗洞口时，外叶墙板在洞口周边、角部应配置加强钢筋；洞口加强钢筋不宜少于 2 根，直径不宜小于墙板分布钢筋直径；洞口角部加强斜筋不应少于 2 根，直径不宜小于墙板分布钢筋直径。

6.6 连接节点设计

6.6.1 用于预制夹心外挂墙板生产、运输、堆放、安装等的预埋件和临时支撑，在短暂设计状况下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。

6.6.2 预制夹心外挂墙板与主体结构连接节点的承载力应符合下列规定：

- 1 在多遇地震和设防地震作用下，连接节点应满足弹性设计要求；
- 2 在罕遇地震作用下，连接节点的承载力应符合本标准第 6.1.8 条的规定。

6.6.3 预制夹心外挂墙板与主体结构的承重连接点或后浇段节点应避开主体结构支承构件在地震作用下的塑性发展区域且不应支承在主体结构耗能构件上，面外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且不宜连接在主体结构耗能构件上。

6.6.4 预制夹心外挂墙板与主体结构采用线支连接时，连接节点的构造应符合下列规定：

- 1 墙板上边缘与主体结构支承构件的连接结合面应采用粗糙面；粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%，粗糙面凹凸深度不应小于 6mm；键槽的尺寸和数量应满足接缝受剪验算的要求；键槽的深度不宜小于 30mm，竖向宽度不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍；键槽可水平贯通截面，当不贯通时槽口距离截面边缘不宜小于 50mm；键槽间距宜等于键槽宽度；键槽端部斜面倾角不宜大于 30°；

- 2 墙板上边缘与主体结构支承构件之间后浇段节点宜设置双排钢筋，且钢筋直径不宜小于 10mm，水平间距不宜大于 200mm；连接钢筋在外挂墙板和主体结构支承构件后浇混凝土中的锚固应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。

6.6.5 预制夹心外挂墙板与主体结构连接用节点连接件和预埋件应采取可靠的防火和防腐措施，并应符合下列规定：

- 1 节点连接件和预埋件的抗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；墙板与主体结构承重连接点处的节点连接件及预埋件的耐火极限不应低于主体结构支承梁或板的耐火极限；

2 节点连接件和预埋件应根据环境条件、使用要求、施工条件和维护管理条件等进行防腐设计，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 的有关规定；

3 节点连接件和预埋件的防腐蚀保护层设计工作年限不宜低于 15 年；

4 节点连接件和预埋件的防腐蚀保护层可采用涂料涂层或金属热喷涂系统，并应符合现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 的有关规定；防腐蚀保护层应完全覆盖钢材表面和无端部封板闭口型材的内侧；

5 当节点连接件和预埋件暴露在腐蚀环境中或使用期间不易重新涂装时，宜采用耐候结构钢，并应在结构设计中留有适当的腐蚀余量，腐蚀余量应符合现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 的有关规定。

6.6.6 连接节点预埋件、吊装用预埋件以及临时支撑预埋件均宜分别设置，不宜兼用。

6.6.7 预制夹心外挂墙板连接节点处有变形能力要求时，应在节点连接件或主体结构预埋件接触面上涂刷聚四氟乙烯，也可在节点连接件和主体结构预埋件之间设置滑移垫片，滑移垫片可采用聚四氟乙烯板或不锈钢板。

7 构件生产与运输

7.1 一般规定

7.1.1 预制夹心外挂墙板生产企业应具备固定的生产场所，生产设备、设施和生产工艺应符合企业的生产规模、生产特点和质量要求，并应符合环境保护和安全生产要求。

7.1.2 预制夹心外挂墙板生产企业应建立完善的质量管理体系和检验制度，具备保证产品质量要求的原材料、半成品和成品试验检验能力，应建立可追溯的质量控制制度，有持证要求的岗位应持证上岗。

7.1.3 预制夹心外挂墙板生产企业应建立完善的安全生产管理制度，宜建立符合现行国家标准《企业安全生产标准化基本规范》GB/T 33000 规定的安全生产标准化管理体系，且宜通过三级以上安全生产标准化评审。

7.1.4 预制夹心外挂墙板生产前，应进行下列准备工作：

- 1 建设单位应组织设计单位向生产和安装单位进行技术交底；
- 2 生产单位应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输方案、吊装方案等编制构件加工详图；
- 3 生产单位应编制生产方案，生产方案宜包括生产计划、生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护方案等。

7.1.5 预制夹心外挂墙板的生产宜建立样板制作与验收制度。

7.1.6 预制夹心外挂墙板经检查合格后，应设置表面标识。预制夹心外挂墙板出厂时，应出示质量证明文件。

7.1.7 预制夹心外挂墙板的生产与运输除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《装配整体式混凝土结构工程施工与质量验收规范》DB37/T 5019 和《装配整体式混凝土结构工程预制构件制作与验收规程》DB37/T 5020 的有关规定。

7.2 构件制作

7.2.1 预制夹心外挂墙板拉结件的进厂检验应符合下列规定：

1 检查质量证明文件，质量证明文件中应包含拉结件的出厂检验报告和型式检验报告；

2 出厂检验报告中应包含外观质量、尺寸偏差、材料力学性能，型式检验报告中应包含外观质量、尺寸偏差、材料力学性能、锚固性能、耐久性能；

3 拉结件的进厂检验应按同一厂家、同一类别、同一规格产品，不超过 10000 件为一批；检验项目包含外观质量、尺寸偏差、材料力学性能。

7.2.2 预制夹心外挂墙板的加工模具尺寸允许偏差和检验方法应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 预制夹心外挂墙板加工模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm 或°)	检验方法
1	高		0, -2	钢尺检查 3 点，用尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处。
2	宽		0, -2	钢尺检查 3 点，用尺量平行构件宽度方向，取其中偏差绝对值较大处。
3	厚		±1	每边检查 2 点，用尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处
4	肋宽		±2	钢尺检查 3 点，取其中偏差绝对值较大处。
5	对角线差		3	用钢尺量对角线
6	翘曲		L/1500	对角拉线测量交点间距离值的两倍
7	侧向弯曲		L/1500 且≤2	拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处
8	面弯		L/1500	拉线，用钢尺量测弯曲最大处
9	角板相邻面夹角		±0.2°	角度测定样板
10	底模表面平整度	清水混凝土	1	用 2m 靠尺和塞尺测量
		彩色混凝土	1	
11	预埋件定位	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
		与平面高差	-2, 0	钢直尺和塞尺检查

12	预埋螺栓定位	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
		外露长度	+5, 0	用尺量测
13	预留孔洞定位	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
		尺寸	+3, 0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值

注：1 第9项次的单位为（°），其余项次单位均为 mm；

2 L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

7.2.3 预制夹心外挂墙板中预埋门、窗框时，应在模具上设置限位装置进行固定，并应逐件检验。门、窗框安装允许偏差和检验方法应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 门、窗框安装允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	锚固脚片	中心线位置	5	钢尺检查
2		外露长度	+5, 0	钢尺检查
3	门、窗框位置		2	钢尺检查
4	门、窗框高、宽		±2	钢尺检查
5	门、窗框对角线		±2	钢尺检查
6	门、窗框平整度		2	靠尺检查

7.2.4 预埋件加工允许偏差应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 预埋件加工允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件锚板的边长		0, -5	钢尺量测
2	预埋件锚板的平整度		1	直尺和塞尺量测
3	锚筋	长度	+10, -5	钢尺量测
		间距偏差	±10	钢尺量测

7.2.5 预制夹心外挂墙板宜采用水平浇筑方式成型，并应符合下列规定：

- 1 宜先浇筑外叶墙板混凝土层，再安装保温材料，最后浇筑内叶墙板混凝土层；
- 2 拉结件的数量和位置应满足设计要求，拉结件应锚固可靠，拉结件穿过保温材料的孔洞应采取有效措施进行封堵；
- 3 应保证保温材料间拼缝严密并使用粘结或密封材料进行密封处理；
- 4 在下层混凝土初凝前应完成上层混凝土的浇筑和振捣；
- 5 浇筑并振捣混凝土保证混凝土的均匀与密实性，使用振捣棒时不应损伤、移动预埋件、拉结件和保温材料。

7.2.6 预制夹心外挂墙板混凝土养护应根据生产计划选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护等方式。当采用加热养护时，应建立加热养护制度，加热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，严格控制升降温速度和最高温度，并做好温控记录。

7.2.7 预制夹心外挂墙板线支承后浇节点处的粗糙面可采用混凝土初凝前进行拉毛处理方式。

7.2.8 预制夹心外挂墙板脱模起吊时的混凝土强度应通过计算确定，且不宜小于 15MPa。

7.3 运输与存放

7.3.1 预制夹心外挂墙板的存放应符合下列规定：

- 1 宜采用专用支架直立存放，支架应有足够的强度和刚度，水平叠层码放时外叶墙板面应朝上码放，每垛墙板的垫木应上、下对齐；
- 2 应合理设置垫块、垫木位置，确保构件存放稳定；
- 3 带饰面的墙板构件应直立存放或饰面层朝上码放；
- 4 与清水混凝土面或其他饰面层接触的垫块应采取防污染措施；
- 5 墙板构件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。

7.3.2 预制夹心外挂墙板的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棒进行填塞，保证吊装前预埋螺栓孔的整洁；
- 3 墙板存放应采取避免雨、雪渗入保温材料和保温材料与混凝土板之间的接缝中，同时应避免保温材料长时间被阳光照射。

7.3.3 预制夹心外挂墙板在运输过程中应做好安全和成品保护，并应符合下列规定：

- 1 墙板运输过程中应根据墙板尺寸和形状采取可靠的固定措施；
- 2 墙板宜采用立式运输，运输时宜采取下列防护措施：
 - 1) 设置柔性垫片避免墙板边角部位或链索接触处的混凝土损伤；
 - 2) 墙板之间应设置隔离垫块；
 - 3) 用塑料薄膜包裹垫块和垫片，避免墙板构件外观污染；
 - 4) 墙板门窗框、装饰表面和棱角采用塑料贴膜或其他防护措施；
 - 5) 禁止多块外挂墙板水平叠放同时吊运，单块墙板水平吊运时，应经设计人员审核确认。
- 3 超高、超宽、形状特殊墙板构件的运输和存放应制定专门的质量安全保证措施。

7.4 构件检验

7.4.1 预制夹心外挂墙板的混凝土强度应符合设计文件及现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

检查数量：按墙板生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件；每工作班拌制的同一配合比的混凝土，每拌制 100 盘且不超过 100m³ 取样不应少于一次，不足 100 盘和 100m³ 时取样不应少于一次。

检验方法：应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

7.4.2 预制夹心外挂墙板的保温材料类别、厚度、位置及性能应满足设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、量测，检查保温材料质量证明文件及检验报告。

7.4.3 预制夹心外挂墙板的拉结件类别、数量、使用位置及性能应符合设计要求。

检查数量：按同一工程、同一工艺的外挂墙板分批抽样检验。

检验方法：检查试验报告单、质量证明文件及隐蔽工程检查记录。

7.4.4 预制夹心外挂墙板的外观质量不应有缺陷，对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验，对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

7.4.5 预制夹心保温外挂墙板的外观质量缺陷根据其影响结构性能、安装和使用功能的严重程度，可按表 7.4.5 的规定划分为严重缺陷和一般缺陷。

表 7.4.5 预制夹心外挂墙板构件外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
----	----	------	------

露筋	构件内部钢筋未被混凝土包裹而外露	墙板表面钢筋外露	—
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	墙板外表面、板侧面有蜂窝	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	墙板外表面、板侧面有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	墙板外表面、板侧面有夹渣；其他部位有夹渣且影响墙板的耐久性能	其他部位有少量不影响墙板耐久性能及其他使用功能的夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	墙板表面有疏松	—
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	墙板构件有影响结构性能的裂缝；墙板外表面和板侧面有影响防水、耐久等性能及外观效果的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷，连接钢筋松动，与主体结构连接用节点连接件松动，连接钢筋严重锈蚀、弯曲、偏位，节点部位粗糙面混凝土疏松，抗剪键槽偏位等	连接部位有影响墙板与主体结构之间传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力功能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等；	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或装饰效果的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	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

7.4.6 预制夹心外挂墙板不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经原设计单位认可，制定技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

7.4.7 预制夹心外挂墙板、预埋件、预留孔洞的尺寸偏差及检验方法应符合表 7.4.7 的规定。

表 7.4.7 预制夹心外挂墙板构件尺寸偏差及检验方法

项次	检验项目	允许偏差	检验方法
----	------	------	------

			(mm 或°)	
1	板高		±3	用尺量两端及中部，取其中偏差绝对值较大值
2	板宽		±3	
3	板厚		±2	用尺量四角及中部，取其中偏差绝对值较大值
4	肋宽		±4	钢尺检查 3 点，取其中偏差绝对值较大处
5	板正面对角线差		4	钢尺量对角线
6	板正面翘曲		L/1500	对角拉线测量交点间距离值的 2 倍
7	板侧面侧向弯曲		L/1500 且≤2	拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处
8	板正面弯曲		L/1500	拉线，用钢尺量测弯曲最大处
9	角板相邻面夹角		±0.2	角度测定样板
10	表面平整	清水混凝土	2	2m 靠尺和塞尺检查
		彩色混凝土	2	2m 靠尺和塞尺检查
11	预埋件	中心位置偏移	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
12		平整度	-3, 0	钢直尺和塞尺检查
13	预埋螺栓 (孔)	中心位置偏移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
14		外露长度	+5, 0	用尺量测
15	预留孔洞 定位	中心位置偏移	4	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		尺寸	+3, 0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值
16	预留节点 连接钢筋 (线支承 外挂墙 板)	中心位置偏移	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	用尺量
17	键槽	中心位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其

	(线支承 外挂墙 板)			中较大值
		长度、宽度	+5	用尺量
		深度	+5	用尺量

注：第9项次的单位为（*），其余单位均为 mm。

7.4.8 预制夹心外挂墙板的预埋件、节点连接钢筋、预留孔的规格、数量应满足设计要求。

检查数量：逐件检验。

检验方法：观察和量测。

7.4.9 预制夹心外挂墙板的粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求。

检查数量：逐件检验。

检验方法：观察和量测。

7.4.10 清水混凝土饰面外挂墙板的构件检验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 和《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定。

8 安装与施工

8.1 一般规定

8.1.1 预制夹心外挂墙板系统的安装与施工应编制安装施工专项方案，安装施工专项方案应包括以下内容：

- 1 工程概况、施工进度计划安排；
- 2 与主体结构施工、设备安装、装饰装修的协调配合方案；
- 3 运输和临时堆放方案；
- 4 测量方案，包括主体结构垂直度和楼层外轮廓的测量和监控方案；
- 5 墙板安装顺序、吊装和安装方法，关键部位、重点、难点施工部位安装方法应单独标出；
- 6 墙板安装施工误差控制要求、控制方法及工艺方案；
- 7 墙板接缝防水施工方案；
- 8 涂料或饰面施工方案；
- 9 墙板及配件的现场保护措施及局部缺陷的修补方案；
- 10 质量要求及检查验收计划；
- 11 安全专项措施；
- 12 劳动保护措施。

8.1.2 预制夹心外挂墙板安装施工前，应选择有代表性的墙板构件进行试安装，并应根据试安装结果及时调整施工工艺、完善施工方案；预制夹心外挂墙板宜建立首段验收制度。

8.1.3 预制夹心外挂墙板及主体结构的安装与施工除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《装配整体式混凝土结构工程施工与质量验收规范》DB37/T 5019 的有关规定。

8.2 安装连接

8.2.1 预制夹心外挂墙板安装前应对已建主体结构进行复测，并按实测结果对墙板设计进行复核。

8.2.2 主体结构上用于与预制夹心外挂墙板连接的预埋件应在主体结构施工时按设计要求埋设,预埋件的施工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的有关规定及设计文件的要求。预埋件位置偏差过大或未预先埋设预埋件时,应制定可行变更措施或可靠连接方案并经设计单位审核同意后方可实施。

8.2.3 预制夹心外挂墙板的施工测量除应符合现场国家标准《工程测量规范》GB 50026的有关规定外,尚应符合下列规定:

- 1 安装施工前,应编制安装定位标识方案;
- 2 安装现场应测量放线、设置构件安装定位标识,标识应清晰明确;
- 3 墙板测量应与主体结构测量相协调,墙板应分配、消化主体结构偏差造成的影响,且墙板的安装偏差不得累积;
- 4 应定期校核墙板的安装定位基准。

8.2.4 预制夹心保温外挂墙板的安装施工除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、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的有关规定外,尚应符合下列规定:

- 1 应建立健全的安全管理保障体系和管理制度,安装施工过程应遵守施工组织设计中确定的各项要求;
- 2 应以轴线和外轮廓线同时控制墙板的安装位置,就位前应在墙板底部设置调平装置,控制墙板安装标高;
- 3 墙板起吊和就位过程中应设置缆风绳,通过缆风绳引导墙板安装就位;
- 4 安装过程中连接节点宜仅承受墙板自身范围内的荷载和作用,确保各支承点均匀受力;
- 5 墙板就位后应设置临时固定和支撑系统,同时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、临时支撑进行调整;
- 6 墙板安装过程中应采取保护措施,避免墙板边缘及饰面层被污染、损伤;
- 7 墙板与吊具的分离应在校准定位及临时支撑安装完成后进行;
- 8 墙板调整、校正后,应及时安装防松脱、防滑移和防倾覆装置;
- 9 带饰面层墙板应对装饰面的完整性进行校核与调整;
- 10 遇到雨、雪、雾天气或风力大于5级时,不得进行吊装作业。

8.2.5 预制夹心外挂墙板安装时采用的临时支撑应符合下列规定:

- 1 临时支撑不宜少于2道;
- 2 斜支撑应与墙板可靠连接,上部斜支撑的支撑点与墙板底的距离不宜小于墙板高

度的 2/3，且不应小于墙板高度的 1/2；

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位置和垂直度进行微调。

8.2.6 预制夹心外挂墙板与主体结构采用点支连接时，其连接节点施工除应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 利用节点连接件作为外挂墙板临时固定和支撑系统时，支撑系统应具有调节外挂墙板安装偏差的能力；

2 有变形能力要求的连接节点，安装固定前应对节点连接件的初始相对位置，确保连接节点的可变形量满足设计要求；

3 墙板校核调整就位后，应先固定承重连接点，后固定非承重连接点；

4 连接节点宜采用焊接施工时，不应灼伤外挂墙板的混凝土和保温材料；

5 墙板安装固定后应及时进行防腐涂装和防火涂装施工。

8.2.7 预制夹心外挂墙板与主体结构采用线支连接时，其连接节点施工应符合下列规定：

1 后浇混凝土连接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；当采用自密实混凝土时，尚应符合现行国家标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ 283 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外挂墙板节点连接钢筋，检查墙板节点处粗糙面，剔除、清理疏松部分的混凝土，并按本标准第 9.1.5 条进行隐蔽工程验收；

4 后浇混凝土节点的模板或主体结构支承构件与外挂墙板接缝处，以及后浇混凝土节点处外挂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，墙板之间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、外挂墙板、钢筋移位；

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。

8.2.8 预制夹心外挂墙板安装尺寸允许偏差及检验方法应符合表 8.2.8 的规定。

表 8.2.8 墙板安装尺寸允许偏差及检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检验方法
标高	±5	水准仪或拉线、尺量

相邻墙板平整度		2	2m 靠尺测量
墙面垂直度	层高	5	经纬仪或吊线、尺量
	全高	$H/2000$ 且 ≤ 15	
相邻接缝高		3	尺量
接缝	宽度	± 5	尺量
	中心线与轴线距离	5	

8.2.9 预制夹心外挂墙板接缝防水施工前的施工准备应符合下列规定：

- 1 吊装过程中应对墙板的侧预留凹槽、橡胶空心气密条和墙板边角等部位采取保护措施，缺棱掉角及损伤处应在吊装就位前进行修复；
- 2 接缝封堵处应进行清理，不得采用剔凿的方式清理接缝残渣或增加接缝宽度；
- 3 检查接缝宽度是否满足设计要求；
- 4 检查并清理接缝混凝土基层，应坚实、平整，不得有蜂窝、麻面、起皮和起砂现象；表层应清洁、干燥，无油污和灰尘；
- 5 密封胶使用前，与其相接触的有机材料应取得合格的相容性试验报告。

8.2.10 预制夹心外挂墙板接缝防水施工应符合下列规定：

- 1 当接缝内侧采用橡胶空心气密条作为气密材料时，气密条粘贴前应先清理接缝侧面混凝土表面灰尘，并应涂刷专用胶粘剂。墙板吊装前应检查气密条粘贴的牢固性和完整性；
- 2 宜在接缝两侧基层表面粘贴防护胶带，防护胶带应连续平整；
- 3 接缝内应按设计要求填塞密封胶背衬材料，背衬材料与接缝两侧基层之间不得留有空隙，背衬材料进入接缝的深度应和密封胶的厚度一致；
- 4 单组分密封胶可直接使用，双组分密封胶应按比例准确计量，并应搅拌均匀。双组分密封胶应随拌随用，拌和时间 and 拌和温度等应符合产品说明书的要求，搅拌均匀的密封胶应在适用期内用完；
- 5 应根据接缝宽度选用口径合适的挤出嘴，挤出应均匀；
- 6 密封胶嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面光滑，其厚度应符合设计要求；
- 7 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；
- 8 密封胶在接缝内应两对面粘结，不应三面粘结；
- 9 新旧密封胶的搭接应符合产品施工工艺要求；

10 嵌填密封胶后，应在密封胶表干前用专用工具对胶体表面进行修整，溢出的密封胶应在固化前进行清理；

11 密封胶胶体固化前应避免损坏及污染，不得泡水。

8.2.11 预制夹心外挂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密封胶封严；导水管的上口应位于空腔的最低点；

3 应避免密封胶堵塞导水管。

9 工程验收

9.1 一般规定

9.1.1 预制夹心外挂墙板及主体结构的验收除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205和《装配整体式混凝土结构工程施工与质量验收规范》DB37/T 5019 的有关规定。

9.1.2 预制夹心外挂墙板装饰装修工程的验收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。

9.1.3 预制夹心外挂墙板工程验收时，应提交下列文件和记录：

- 1 施工图和墙板构件加工制作详图、设计变更文件及其他设计文件；
- 2 墙板、材料及配件的进场验收记录；
- 3 墙板安装施工记录；
- 4 本标准规定应进行墙板或连接承载力验证时需要提供的检测报告；
- 5 现场淋水试验记录；
- 6 防火、防雷节点验收记录；
- 7 重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 8 其他质量保证资料。

9.1.4 预制夹心外挂墙板工程施工用的墙板构件、主要材料及配件均应按检验批进行进场验收。

9.1.5 预制夹心外挂墙板线支连接节点后浇混凝土浇筑前应进行隐蔽工程验收，隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

- 1 混凝土粗糙面的质量，键槽的尺寸、数量、位置；
- 2 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距、锚固方式和长度；
- 3 主体结构支承构件与外挂墙板接缝处，以及后浇混凝土节点处外挂墙板之间接缝临时封堵的密封条材料、位置；
- 4 其他隐蔽项目。

9.1.6 接缝密封胶进场复验项目应包括下垂度、表干时间、挤出性、适用期、弹性恢复率、拉伸模量、质量损失率。

9.2 主控项目

9.2.1 专业企业生产的预制夹心外挂墙板进场检验应符合下列规定：

1 施工单位或监理单位代表驻厂监督生产过程时，构件进场应有其签字的质量证明文件；

2 当无驻厂监督时，构件进场应对其主要受力钢筋数量、规格、间距、保护层厚度及混凝土强度等进行实体检验。

检查数量：同一类型墙板不超过 1000 块为一个检验批，每批随机抽取墙板数量的 1% 且不少于 5 块。

检验方法：检查质量证明文件或实体检验。

9.2.2 预制夹心外挂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、丈量；检查处理记录。

9.2.3 预制夹心外挂墙板构件的传热系数应满足设计要求。

检查数量：同一类型墙板为一个检验批，每批检验数量为 1 块。

检验方法：检查第三方检验报告。

9.2.4 预制夹心外挂墙板的临时固定措施应符合设计、专项施工方案要求及国家标准《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 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检验，检查施工方案、施工记录或设计文件。

9.2.5 预制夹心外挂墙板连接节点采用焊接连接时，焊缝的接头质量应满足设计要求，并应满足现行国家标准《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。

9.2.6 预制夹心外挂墙板连接节点采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《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。

9.2.7 线支承连接节点处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验。

检验方法：应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

9.2.8 预制夹心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规范》GB 50205 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规范》GB 50205 的有关规定。

9.2.9 预制夹心外挂墙板金属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规范》GB 50205 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规范》GB 50205 的有关规定。

9.2.10 预制夹心外挂墙板及外门窗安装部位的防水性能应符合设计要求。

检查数量：

1) 设计、材料、工艺和施工条件相同的外挂墙板工程，每 1000m² 且不超过一个楼层为一个检验批，不足 1000m² 应划分为一个独立检验批。每个检验批每 100m² 应至少查一处，每处不得少于 10m² 且至少应包含一个十字接缝部位。

2) 同一单位工程中不连续的墙板工程应单独划分检验批。

3) 对于异性或有特殊要求的墙板，检验批的划分应根据外挂墙板的结构、特点及墙板的规模，由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

9.2.11 预制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材料应满足设计要求，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。

9.3 一般项目

9.3.1 预制夹心外挂墙板接缝应平直、均匀；注胶封闭式接缝的注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，深浅基本一致、缝宽基本均匀、光滑顺直，胶缝的宽度和厚度应符合设计要求；胶条封闭式接缝的胶条应连续、均匀、安装牢固、无脱落，接缝宽度的施工尺寸偏差及检验方法应符合设计文件的要求，当设计文件无要求时，应符合本标准表 8.2.11 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；尺量检查。

9.3.2 预制夹心外挂墙板工程在节点连接构造检查验收合格、接缝防水检查合格的基础上，可进行外挂墙板安装质量和尺寸偏差验收。外挂墙板的施工安装尺寸偏差及检验方法应符合设计文件的要求，当设计无要求时，应符合本标准表 8.2.8 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。

9.3.3 预制夹心外挂墙板工程的饰面外观质量除应符合设计要求外，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、量测。

10 保养与维修

10.0.1 预制夹心外挂墙板外表面的检查、保养与维修工作不得在 4 级以上风力和雨、雪、雾天气下进行。

10.0.2 预制夹心外挂墙板的定期检查应包含下列项目：

- 1 墙板整体、单元板块间无变形、错位、松动，如有应对墙板及相连主体结构进一步检查；
- 2 墙板混凝土是否存在开裂或破损；
- 3 墙板与主体结构节点连接件是否出现锈蚀、连接是否可靠；
- 4 墙板防水系统是否完整；
- 5 密封胶有无脱胶、开裂、起泡，密封胶条有无脱落、老化等损坏现象；
- 6 墙板饰面材料是否有涨裂、松动和污染现象；
- 7 墙板的接缝和窗洞口处的防水密封材料应在每次清洗时进行检查。

10.0.3 预制夹心外挂墙板的保养和维修应符合下列规定：

- 1 应保持墙板防水系统的完整性，如发现堵塞应及时疏通；
- 2 当发现门、窗启闭不灵或附件损坏等现象时，应及时修理或更换；
- 3 当发现密封胶或密封胶条脱落或损坏时，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；
- 4 当发现墙板与主体结构节点连接件锈蚀时，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；
- 6 当发现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；
- 7 当发现墙板外饰面材料有污染时，应及时进行修补。

10.0.4 当定期检查发现预制夹心外挂墙板局部损坏不影响墙板整体结构性能时，可采用局部维修或更换损坏部位的方式；当影响到墙板结构性能时，应更换损坏的外挂墙板。

10.0.5 灾后检查和修复应符合下列规定：

- 1 当墙板遭遇强风袭击时，应及时对墙板进行全面检查，修复或更换损坏的构件和材料；
- 2 当墙板遭遇地震、火灾等灾害后，应有专业技术人员对墙板进行全面检查，并根据损坏程度制定处理方案，及时处理。

10.0.6 预制夹心外挂墙板的清洗次数应根据外挂墙板表面的积灰污染程度确定，且每年不宜少于一次。

附录 A 墙板接缝宽度和密封胶厚度计算

A.0.1 外挂墙板接缝宽度应考虑立面分格、温度变形、风荷载及地震作用下的接缝变形量、密封材料最大拉伸-压缩变形量及施工安装误差等因素的影响，接缝宽度 ω_s 可按下列规定计算。

- 1 当接缝仅发生拉压变形时，接缝宽度可按下式计算：

$$\omega_s = \frac{D}{\varepsilon} + d_c \quad (\text{A.0.1-1})$$

- 2 当接缝仅发生剪切变形时，接缝宽度可按下式计算：

$$\omega_s = \frac{\delta}{\sqrt{\varepsilon^2 + 2\varepsilon}} + d_c \quad (\text{A.0.1-2})$$

- 3 当接缝发生拉剪组合变形时，接缝宽度可按下式计算：

$$\omega_s = \frac{D + \sqrt{D^2(1 + \varepsilon)^2 + \delta^2(2\varepsilon + \varepsilon^2)}}{\varepsilon^2 + 2\varepsilon} + d_c \quad (\text{A.0.1-3})$$

- 4 当接缝发生压剪组合变形时，接缝宽度应取公式（A.0.1-2）和公式（A.0.1-4）计算值的较大值：

$$\omega_s = \frac{D + (1 - \varepsilon)\sqrt{D^2 + \delta^2(2\varepsilon - \varepsilon^2)}}{2\varepsilon - \varepsilon^2} + d_c \quad (\text{A.0.1-4})$$

式中： ω_s ——接缝宽度（mm）；

D ——接缝宽度方向的接缝变形量（mm），按本标准第 A.0.2 条确定；

δ ——垂直接缝宽度方向的接缝变形量（mm），按本标准第 A.0.2 条确定；

d_c ——外挂墙板接缝宽度的安装允许偏差（mm），应符合本标准第 8.2.8 条的规定；

ε ——密封材料的拉伸变形能力，长期荷载作用时取 ε_1 ，短期荷载作用时取 ε_2 ， ε_1 和 ε_2 按本标准第 A.0.3 条确定；

A.0.2 外挂墙板沿宽度方向的接缝变形量 D 和沿垂直接缝宽度方向的接缝变形量 δ 应符合下列规定。

- 1 密封材料受长期荷载作用时：

$$D = d_G + d_T \quad (\text{A.0.2-1})$$

$$\delta = \delta_G + \delta_T \quad (\text{A.0.2-2})$$

- 2 密封材料受短期荷载作用时由温度作用控制的接缝变形量：

$$D = d_G + d_T + \varphi_C d_W \quad (\text{A.0.2-3})$$

$$\delta = \delta_G + \delta_T + \varphi_C \delta_W \quad (\text{A.0.2-4})$$

3 密封材料受短期荷载作用时由风荷载控制的接缝变形量:

$$D = d_G + d_W + \varphi_C d_T \quad (\text{A.0.2-5})$$

$$\delta = \delta_G + \delta_W + \varphi_C \delta_T \quad (\text{A.0.2-6})$$

4 密封材料受短期荷载作用时由多遇地震作用控制的接缝变形量:

$$D = d_G + d_E + \varphi_C d_T \quad (\text{A.0.2-7})$$

$$\delta = \delta_G + \delta_E + \varphi_C \delta_T \quad (\text{A.0.2-8})$$

式中: d_G ——外挂墙板节点施工完成后新增恒载作用下接缝宽度方向的接缝变形量 (mm); 对于水平缝应取上下相邻外挂墙板外叶板之间的竖向变形值之差; 对于垂直缝可取 0;

d_T ——温度作用下接缝宽度方向的接缝变形量 (mm), 点支承外挂墙板可按本标准第 A.0.4 条确定;

d_W ——风荷载作用下接缝宽度方向的接缝变形量 (mm), 点支承外挂墙板可按本标准第 A.0.5 条确定;

d_E ——多遇地震作用下接缝宽度方向的接缝变形量 (mm), 点支承外挂墙板可按本标准第 A.0.5 条确定;

δ_G ——外挂墙板节点施工完成后新增恒载作用下垂直接缝宽度方向的接缝变形量 (mm), 水平缝可取 0; 垂直缝应取左、右相邻外挂墙板之间的竖向变形值之差;

δ_T ——温度作用下垂直接缝宽度方向的接缝变形量 (mm), 应取接缝两侧墙板的温度变形差, 建筑角部垂直缝可按公式 (A.0.4) 计算; 其余接缝应按实际情况考虑, 当其余接缝两侧墙板的支承方式和尺寸大小相同时可取 0;

δ_W ——风荷载作用下垂直接缝宽度方向的接缝变形量 (mm), 点支承外挂墙板可按本标准第 A.0.6 条确定;

δ_E ——多遇地震作用下垂直接缝宽度方向的接缝变形量 (mm), 点支承外挂墙板可按本标准第 A.0.6 条确定;

φ_C ——组合值系数, 取 0.6。

A.0.3 密封材料的长期拉伸变形能力 e_1 应符合现行国家标准《建筑密封胶分级和要求》GB/T 22083、《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881 中位移能力的有关规定。密封材料的

短期拉伸变形能力 ε_2 宜有密封胶厂家试验报告确定；无试验依据时， ε_2 可取为 ε_1 。

A.0.4 点支承外挂墙板中，温度作用下接缝宽度方向的接缝变形量 d_T 、建筑角部竖缝沿垂直接缝宽度方向的接缝变形量 δ_T 可按下式计算：

$$d_T、\delta_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot L \quad (\text{A.0.4-4})$$

式中： α —— 外挂墙板混凝土材料的线膨胀系数（ $1/^\circ\text{C}$ ）；

ΔT —— 外挂墙板的温度作用标准值（ $^\circ\text{C}$ ），有地区经验时根据地区温度观测资料结合外表面的朝向、表面材料及其色调综合确定；无地区经验时可取 80°C ；

L —— 计算方向接缝两侧最近的两个固定点之间的长度（mm），计算线支承外挂墙板竖缝时可取接缝两侧墙板的最大宽度。

A.0.5 相邻外挂墙板的接缝对齐时，风荷载作用下接缝宽度方向的接缝变形量 d_W 和地震作用下接缝宽度方向的接缝变形量 d_E 可按下列规定计算。

1 平移式外挂墙板和线支承外挂墙板的竖直缝：

$$\text{建筑角部竖直缝：} d_W、d_E = \theta_{i,s} h_i \quad (\text{A.0.5-1})$$

$$\text{其余部位竖直缝：} d_W、d_E = \varphi_i h_i \quad (\text{A.0.5-2})$$

2 旋转式外挂墙板竖直缝：

建筑角部竖直缝：

$$d_W、d_E = \max(\theta_{i,s}, \theta_{i,v}) \cdot h_i \left(\frac{h'_i + h''_i}{h_i - h'_i - h''_i} \right) \quad (\text{A.0.5-3})$$

$$\text{其余部位竖直缝：} d_W、d_E = 0 \quad (\text{A.0.5-4})$$

3 水平缝：

水平缝最大受拉变形：

$$d_W、d_E = \max(\Delta_{z,i} - \Delta_{z,i-1}, \Delta_{y,i} - \Delta_{y,i-1}) \quad (\text{A.0.5-5})$$

水平缝最大受压变形：

$$d_W、d_E = \min(\Delta_{z,i} - \Delta_{z,i-1}, \Delta_{y,i} - \Delta_{y,i-1}) \quad (\text{A.0.5-6})$$

式中： h_i —— 第 i 层外挂墙板的高度；

$\theta_{i,s}$ —— 风荷载或地震作用下沿角部竖直缝宽度方向第 i 层的弹性层间位移角；

$\theta_{i,v}$ —— 风荷载或地震作用下沿垂直于角部竖直缝宽度方向第 i 层的弹性层间位移角；

φ_i —— 支承外挂墙板的主体结构梁板变形引起的竖缝两侧墙板沿同一方向的转角差，当竖缝两侧的外挂墙板支承点均设置在梁柱节点区域时，可取 φ_i

=0;

h'_i ——第 $i+1$ 层楼板顶标高与墙板上部面外节点连接件的标高差;

h''_i ——第 i 层楼板顶标高与墙板下部面外节点连接件的标高差;

$\Delta_{z,i}$ 、 $\Delta_{z,i-1}$ ——支承外挂墙板主体结构梁板变形引起的第 i 层、 $i-1$ 层墙板在左端点处的竖向变形值;

$\Delta_{y,i}$ 、 $\Delta_{y,i-1}$ ——支承外挂墙板主体结构梁板变形引起的第 i 层、 $i-1$ 层墙板在右端点处的竖向变形值;

A.0.6 相邻外挂墙板的接缝对齐时,风荷载作用下垂直缝宽度方向的接缝变形量 δ_W 和地震作用下接缝宽度方向的接缝变形量 δ_E 可按下列规定计算,按本标准 A.0.1 条和 A.0.2 条的规定计算时,公式(A.0.6-1)中的 δ_W 、 δ_E 不与公式(A.0.5-1)中的 d_W 、 d_E 组合。

1 平移式外挂墙板和线支承外挂墙板:

建筑角部竖直缝:

$$\delta_W、\delta_E=\theta_{i,v}h_i \quad (\text{AA.0.6-1})$$

其余部位竖直缝:

$$\delta_W、\delta_E=0 \quad (\text{AA.0.6-2})$$

水平缝:

$$\delta_W、\delta_E=\theta_i h_i \quad (\text{AA.0.6-3})$$

2 旋转式外挂墙板:

建筑角部竖直缝:

$$\delta_W、\delta_E=\max(\theta_{i,s},\theta_{i,v})\frac{b_{i,\max}h_i}{h_i-h'_i-h''_i} \quad (\text{AA.0.6-4})$$

其余部位竖直缝:

$$\delta_W、\delta_E=\frac{\theta_i L_i h_i}{h_i-h'_i-h''_i} \quad (\text{AA.0.6-5})$$

水平缝:

$$\delta_W、\delta_E=\frac{\theta_i h_i (h'_i+h''_i)}{h_i-h'_i-h''_i} \quad (\text{AA.0.6-6})$$

式中: θ_i ——风荷载或地震作用下沿竖直缝宽度方向第 i 层的弹性层间位移角;

L_i ——第 i 层竖直缝两侧墙板的旋转不动点之间距离的最大值,墙板宽度和连接点布置完全相同的两相邻墙板之间的竖直缝计算时可取为墙板宽度;

$b_{i,\max}$ ——第 i 层角部竖直缝两侧墙板宽度的较大值。

附录 B 点支承外挂墙板连接节点受力计算

B.0.1 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，在重力荷载或竖向地震作用下，支承节点宜符合下列规定。

1 外挂墙板面内方向，各支承节点的反力标准值宜按下列规定计算：

1) 对平移式外挂墙板（图 B.0.1-1）：

$$R_{vnk} = N_k \cdot b_2 / (b_1 + b_2) \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$R_{vpk} = N_k \cdot b_1 / (b_1 + b_2) \quad (\text{B.0.1-2})$$

2) 对旋转式外挂墙板（图 B.0.1-2），不考虑地震作用和风荷载工况时，各支承节点的反力标准值可按公式（B.0.1-1）和公式（B.0.1-2）计算；考虑地震作用或风荷载的组合工况时，重力荷载与竖向地震作用下各支承节点的反力标准值宜按下列规定计算：

$$R_{vnk} = R_{vpk} = N_k \quad (\text{B.0.1-3})$$

$$R_{hmk} = R_{hnk} = \frac{N_k \cdot \max(b_1, b_2)}{(h_1 + h_2)} \quad (\text{B.0.1-4})$$

式中： N_k ——重力荷载标准值 G_k 或者竖向地震作用标准值 F_{Evk} ；

R_{vnk} —— n 节点的竖向反力标准值；

R_{vpk} —— p 节点的竖向反力标准值；

R_{hmk} —— m 节点在墙板面内方向的水平反力标准值；

R_{hnk} —— n 节点在墙板面内方向的水平反力标准值。

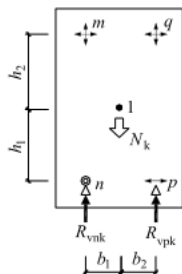


图 B.0.1-1 竖向荷载作用下平移式

外挂墙板面内反力

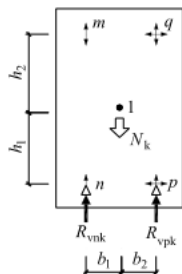


图 B.0.1-2 竖向荷载作用下旋转式

外挂墙板面内反力

1—重心

1—重心

2 垂直于外挂墙板方向（图 B.0.1-3），各支承节点的反力标准值宜按下列规定计算：

$$H_{mk} = H_{nk} = N_k \cdot (e_y + e_0) \cdot \frac{b_2}{(b_1 + b_2)(h_1 + h_2)} \quad (\text{B.0.1-5})$$

$$H_{pk} = H_{qk} = N_k \cdot (e_y + e_0) \cdot \frac{b_1}{(b_1 + b_2)(h_1 + h_2)} \quad (\text{B.0.1-6})$$

式中： e_y ——外挂墙板面外的偏心距；

e_0 —— e_y 的安装尺寸偏差；

H_{mk} —— m 节点沿垂直墙板方向的水平反力标准值；

H_{nk} —— n 节点沿垂直墙板方向的水平反力标准值；

H_{pk} —— p 节点沿垂直墙板方向的水平反力标准值；

H_{qk} —— q 节点沿垂直墙板方向的水平反力标准值；

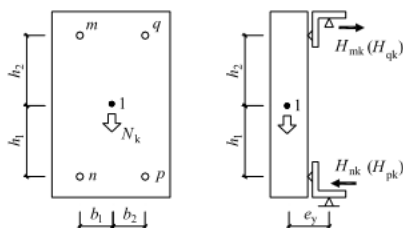


图 B.0.1-3 竖向荷载作用下平移式或旋转式外挂墙板面外反力

1—重心

B.0.2 外挂墙板与主体结构采用点支连接时，在面内方向的水平地震作用下，各支承节点的反力应符合下列规定。

1 外挂墙板面内方向，各支承节点的反力标准值宜按下列规定计算：

1) 对平移式外挂墙板（图 B.0.2-1）：

$$R_{vnk} = P_{Ek} \quad (\text{B.0.2-1})$$

$$R_{vnk} = P_{Ek} \cdot h_1 / (b_1 + b_2) \quad (\text{B.0.2-2})$$

$$R_{vpk} = -P_{Ek} \cdot h_1 / (b_1 + b_2) \quad (\text{B.0.2-3})$$

2) 对旋转式外挂墙板（图 B.0.1-2）：

$$R_{hmk} = P_{Ek} \cdot h_1 / (h_1 + h_2) \quad (\text{B.0.2-4})$$

$$R_{hmk} = P_{Ek} \cdot h_2 / (h_1 + h_2) \quad (\text{B.0.2-5})$$

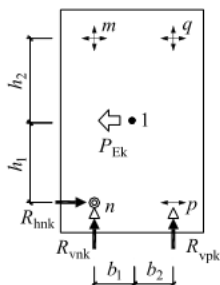


图 B.0.2-1 面外水平地震作用下

平移式外挂墙板面内反力

1—重心

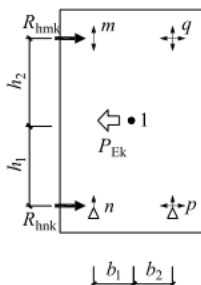


图 B.0.2-2 面外水平地震作用下

旋转式外挂墙板面内反力

1—重心

- 2 垂直外挂墙板方向 (图 B.0.2-3), 各支承节点的反力标准值宜按下列规定计算:

$$H_{mk} = H_{qk} = P_{Ek} \cdot (e_y + e_0) \cdot \frac{h_1}{(b_1 + b_2)(h_1 + h_2)} \quad (\text{B.0.2-6})$$

$$H_{nk} = H_{pk} = P_{Ek} \cdot (e_y + e_0) \cdot \frac{h_2}{(b_1 + b_2)(h_1 + h_2)} \quad (\text{B.0.2-7})$$

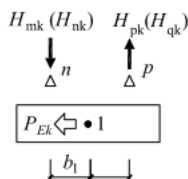
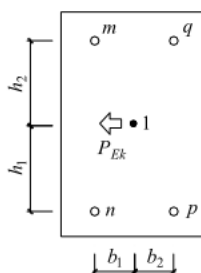


图 B.0.2-3 面内水平地震作用下平移式或旋转式外挂墙板面外反力

1—重心

B.0.3 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时, 在垂直外挂墙板平面的风荷载、地震作用下外挂墙板支承点的反力宜按可能得三点支承板分别计算, 并取包络值确定, 计算时宜计入荷载偏心的影响。

附录 C 点支承外挂墙板计算

C.0.1 在垂直于外挂墙板平面的风荷载和地震作用下,当支承点的边距均不大于该方向边长的 25%时,四点支承无洞口外挂墙板的支座和跨中弯矩设计值 M 可按公式 (C.0.1-1) 估算,挠度值 Δ 可按公式 (C.0.1-2) 估算:

$$M = M_i \cdot q l_y^2 \quad (\text{C.0.1-1})$$

$$\Delta = \mu \cdot \frac{q_k l_y^4}{D} \quad (\text{C.0.1-2})$$

式中: M_i ——弯矩系数,包括 M_x 、 M_y 、 M_{ox} 、 M_{oy} (图 C.0.1),按表 C.0.1 确定; M_x 和 M_y 分别为跨中板块 x 方向和 y 方向的弯矩系数; M_{ox} 、 M_{oy} 分别为支座板块 x 方向和 y 方向的弯矩系数;

μ ——挠度系数,按表 C.0.1 确定;

D ——按荷载标准组合计算的预制混凝土外挂墙板构件的短期刚度,当采用非夹心保温墙板或非组合夹心保温墙板时,可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定计算;采用组合或部分组合夹心保温墙板时,宜根据试验确定墙板刚度;

q ——垂直于墙板平面的均布荷载设计值;

q_k ——按荷载标准组合计算的垂直于墙板平面的均布荷载;

l_y ——墙板 y 方向支承点间的长度。

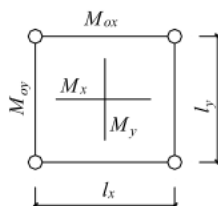


图 C.0.1 四边支承无洞口外挂墙板示意图

表 C.0.1 外挂墙板安装尺寸允许偏差及检验方法

l_x/l_y	μ	M_x	M_y	M_{ox}	M_{oy}
0.50	0.01420	0.0197	0.1222	0.0576	0.1303

0.55	0.01453	0.0254	0.1213	0.0650	0.1317
0.60	0.01497	0.0319	0.1205	0.0728	0.1335
0.65	0.01555	0.0391	0.1194	0.0810	0.1354
0.70	0.01629	0.0471	0.1182	0.0897	0.1375
0.75	0.01723	0.0558	0.1170	0.0990	0.1397
0.80	0.01840	0.0652	0.1158	0.1087	0.1422
0.85	0.02153	0.0754	0.1144	0.1191	0.1447
0.90	0.02153	0.0863	0.1130	0.1299	0.1474
0.95	0.02357	0.0978	0.1115	0.1413	0.1503
1.00	0.02597	0.1100	0.1100	0.1533	0.1533

注：1. l_x 为墙板 x 方向支承点间的长度；

2. $0.5 \leq l_x/l_y \leq 1$ 的其他情况可采用插值方法计算。

C.0.2 四点支承开洞外挂墙板在垂直于平面内的风荷载和地震作用下，当面外荷载设计值 q 为均布荷载，门窗洞口沿水平方向位居墙板正中，且 $L' < l_0$ 时（图 C.0.2），墙板面内最大弯矩设计值可按下列规定估算。

1 当 $L' \leq H'$ 时：

每延米纵板跨中最大弯矩：

$$M_{\max} = \left(\frac{LH^2}{16} - \frac{L^3}{48} \right) \frac{q}{b} \quad (\text{C.0.2-1})$$

每延米上横板跨中最大弯矩：

$$M_{\max} = \left\{ \frac{2h_2l_0^2 + 4k_2\alpha\gamma + H'\beta(2\alpha - \beta)}{16} + \frac{L^3}{24} \right\} \frac{q}{h_2} \quad (\text{C.0.2-2})$$

每延米下横板跨中最大弯矩：

$$M_{\max} = \left\{ \frac{2h_1l_0^2 + 4k_1\alpha\gamma + H'\beta(2\alpha - \beta)}{16} + \frac{L^3}{24} \right\} \frac{q}{h_1} \quad (\text{C.0.2-3})$$

2 当 $L' > H'$ 时：

每延米纵板跨中最大弯矩：

$$M_{\max} = \left\{ \frac{LH^2}{16} - \frac{3L'-2H'}{12} \left(\frac{H}{2} - h_1 \right) \left(\frac{H}{2} - h_2 \right) \right\} \frac{q}{b} \quad (\text{C.0.2-4})$$

每延米上横板跨中最大弯矩：

$$M_{\max} = \left\{ \frac{2h_2l_0^2 + 4k_2\gamma(\alpha + l_0) + H'\beta(2\alpha - \beta)}{16} - \frac{k_2H'^3}{24} \right\} \frac{q}{h_2} \quad (\text{C.0.2-5})$$

每延米下横板跨中最大弯矩:

$$M_{\max} = \left\{ \frac{2h_1 l_0^2 + 4k_1 \gamma (\alpha + l_0) + H' \beta (2\alpha - \beta)}{16} - \frac{k_1 H'^3}{24} \right\} \frac{q}{h_1} \quad (\text{C.0.2-6})$$

$$\alpha = l_0 - L' \quad (\text{C.0.2-7})$$

$$\alpha = L - L' \quad (\text{C.0.2-8})$$

$$\gamma = L' \cdot H' \quad (\text{C.0.2-9})$$

式中: k_1 ——荷载分配系数, 对洞口上横板取为 k_2 , 对洞口下横板取为 k_1 ;

$$k_1 = \frac{h_1 + H' / 2}{H}, \text{ 当 } k_1 < 0.5 \text{ 时, 取 } 0.5;$$

$$k_2 = \frac{h_2 + H' / 2}{H}, \text{ 当 } k_2 < 0.5 \text{ 时, 取 } 0.5。$$

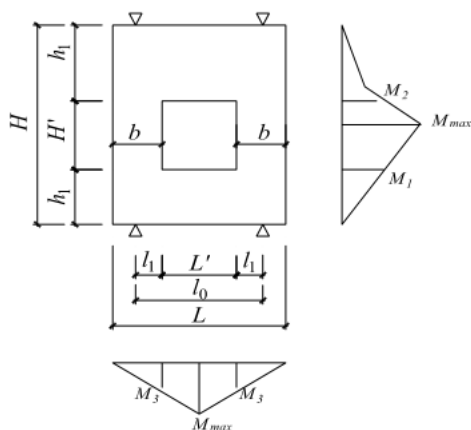


图 C.0.2 四边支承开洞外挂墙板示意图

1—横板; 2—纵板

本标准用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，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 《工程结构通用规范》GB 55001-2021
- 2 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
- 3 《组合结构通用规范》GB 55004
- 4 《钢结构通用规范》GB 55006
- 5 《混凝土结构通用规范》GB 55008
- 6 《建筑模数协调标准》GB/T 50002
- 7 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 8 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 9 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 10 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 11 《钢结构设计标准》GB 50017
- 12 《工程测量规范》GB 50026
- 13 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 14 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 15 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 16 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 17 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 18 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210
- 19 《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范》GB 50404
- 20 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 21 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 22 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 23 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231
- 24 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 25 《不锈钢棒》GB/T 1220

- 26 《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280
- 27 《耐候结构钢》GB/T 4171
- 28 《不锈钢冷加工钢棒》GB/T 4226
- 29 《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237
- 30 《工业用橡胶板》GB/T 5574
- 31 《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
- 32 《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1
- 33 《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）》GB/T 10801.2
- 34 《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835
- 35 《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350
- 36 《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788
- 37 《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》JGJ 561
- 38 《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227
- 39 《建筑幕墙》GB/T 21086
- 40 《建筑密封胶分级和要求》GB/T 22083
- 41 《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ 12
- 42 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 43 《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19
- 44 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26
- 45 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 46 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 47 《夏热冬暖底漆居住建筑节能设计标准》JGJ 75
- 48 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
- 49 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95
- 50 《塑料门窗工程技术规程》JGJ 3
- 51 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114
- 52 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134

- 53 《外墙外保温工程技术规程》 JGJ 144
- 54 《清水混凝土应用技术规程》 JGJ 169
- 55 《铝合金门窗工程技术规范》 JGJ 214
- 56 《建筑钢结构防腐技术规程》 JGJ/T 251
- 57 《外墙内保温工程技术规程》 JGJ/T 261
- 58 《自密实混凝土应用技术规程》 JGJ/T 283
- 59 《混凝土接缝用建筑密封胶》 JC/T 881
- 60 《装配整体式混凝土结构工程设计规程》 DB37/T 5018
- 61 《装配整体式混凝土结构工程施工与质量验收规程》 DB37/T 5019
- 62 《装配整体式混凝土结构工程预制构件制作与验收规程》 DB37/T 5020
- 63 《装配式混凝土结构现场检测技术标准》 DB37/T 5106
- 64 《装配式混凝土结构钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 DB37/T 5162

山东省工程建设标准

预制混凝土夹心保温外挂墙板应用

技术规程

DB 37/TXXXX-202X

条 文 说 明

编制说明

《预制混凝土夹心保温外挂墙板应用技术规程》DB ，经山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局 2021 年 月 日以 文件批准、发布。

本标准是根据山东省住房和城乡建设厅、山东省质量技术监督局《关于印发<2016 年第二批山东省工程建设标准制订、修订计划>的通知》的要求，山东省建筑科学研究院有限公司会同有关单位开展的编制工作。

本标准编制过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，参考国内外先进标准和技术指南，结合我省预制混凝土夹心保温外挂墙板的工程应用实际，在试验研究和理论分析的基础上，总结并吸收了国内外预制夹心外挂墙板的技术和设计、应用的成熟经验，经过认真讨论和修改，编制了本标准。

为了便于广大工程技术人员、科研和高校的相关人员在执行本规程时，能准确理解条文规定，《预制混凝土夹心保温外挂墙板应用技术规程》编制组按章、节、条的顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1 总 则.....	62
2 术语和符号.....	63
2.1 术 语.....	63
3 基本规定.....	65
4 材 料.....	68
4.1 混凝土、钢筋和钢材.....	68
4.2 预埋件及连接材料.....	68
4.3 拉 结 件.....	69
4.4 保 温 材 料.....	69
4.5 防 水 材 料.....	69
4.6 饰 面 材 料.....	70
5 建 筑 设 计.....	71
5.1 一 般 规 定.....	71
5.2 立 面 设 计.....	71
5.3 构 造 设 计.....	72
6 结 构 设 计.....	75
6.1 一 般 规 定.....	75
6.2 作用与作用组合.....	76
6.3 支 承 系 统.....	77
6.4 受力分析与变形验算.....	79
6.5 构 件 设 计.....	80
6.6 连接节点设计.....	81
7 构件生产与运输.....	83
7.1 一 般 规 定.....	83
7.2 构 件 制 作.....	84
7.3 运输与存放.....	84
7.4 构 件 检 验.....	85

8 安装与施工.....	86
8.1 一般规定.....	86
8.2 安装连接.....	86
9 工程验收.....	89
9.2 主控项目.....	89
10 保养与维修.....	90
附录 A 墙板接缝宽度和密封胶厚度计算.....	91
附录 B 点支承外挂墙板连接节点受力计算.....	92

1 总 则

1.0.1 预制混凝土夹心保温外挂墙板将建筑节能新技术与工业化生产相融合，集围护、装饰、防水、保温于一体，采用工厂化生产、装配化施工等工业化建造手段，具有质量可控、安装高效、节能环保、长效耐久、保养简便等特点，符合“节能、降耗、减排、环保”的基本国策及新型建筑工业化的发展需求。编制本标准的目的是为了解决预制混凝土夹心保温外挂墙板的设计、生产、安装与质量验收，使其设计合理，保证生产和施工质量。

预制混凝土夹心保温外挂墙板作为一种工业化建筑外围护构件，技术要求及技术难度明显高于其他预制构件，特别是构件外观质量、制作允许偏差、安装允许偏差、接缝防水构造、运营保养维修等。因此在工程实践过程中，应充分认识到预制混凝土夹心保温外挂墙板工程的技术复杂程度，对其工程质量予以高度重视。

1.0.2 近几年随着装配式建筑的快速发展，预制混凝土夹心保温外挂墙板逐步开始应用于各类混凝土建筑中，能够有效控制外墙的开裂、漏水、保温层脱落等质量问题，显著减少外墙施工的现场湿作业量，具有节能环保及减少劳动力需求等优势。

本标准的适用范围主要为混凝土建筑，包括居住建筑和公共建筑。装配式钢结构外挂墙板可按现行山东省地方标准《钢结构装配式建筑外墙板应用技术规程》DB37/T 5179 的规定执行。

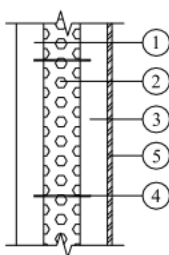
1.0.3 本规程针对预制混凝土夹心保温外挂墙板的设计、生产、运输、安装施工、质量验收及保养维修编制而成，凡本规程未规定的部分应符合其他国家及山东省现行有关标准的规定。现行国家标准包括《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1、《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 等。山东省现行有关标准包括《装配整体式混凝土结构设计规程》DB37T 5018、《装配整体式混凝土结构工程施工与质量验收规范》DB37T 5019、《装配整体式混凝土结构工程预制构件制作与验收规程》DB37T 5020 等。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 预制夹心外挂墙板由内叶墙板、外叶墙板、夹心保温层、拉结件及饰面层组成，其基本构造应符合表 1 的规定。

表 1 预制夹心外挂墙板构造

基本构造					构造示意图
内叶墙板 ①	保温层 ②	外叶墙板 ③	拉结件 ④	饰面层 ⑤	
钢筋 混凝土	保温材料	钢筋 混凝土	纤维增强塑料拉结件；或 不锈钢拉结件	清水混凝土面； 或腻子+ 涂料	

根据内、外叶墙板协同受力作用大小分为组合预制夹心保温外挂墙板、非组合预制夹心保温外挂墙板和部分组合预制夹心保温外挂墙板。

当拉结件刚度较大时，预制夹心外挂墙板在面外荷载作用下，内叶墙板与外叶墙板协同受力作用较强，二者曲率一致且相对变形较小，预制夹心外挂墙板平面外整体刚度接近于按照平截面假定计算的组合截面抗弯刚度，称为组合预制夹心外挂墙板。

当拉结件刚度较小时，预制夹心外挂墙板在面外荷载作用下，内叶墙板与外叶墙板协同受力作用较弱，二者曲率一致且相对变形较大，预制夹心外挂墙板平面外整体刚度接近于内叶墙板和外叶墙板的抗弯刚度之和，称为非组合预制夹心外挂墙板。

当拉结件刚度介于以上二者之间时，预制夹心外挂墙板在面外荷载作用下，内叶墙板与外叶墙板具有一定的协同受力作用，但组合截面变形不符合平截面假定，预制夹心外挂墙板的平面外整体刚度介于组合预制夹心外挂墙板和部分组合预制夹心外挂墙板之间，称为部分组合预制夹心外挂墙板。

以上三种类型的预制夹心外挂墙板的受力模式、拉结件类型、设计方法及构造要求存

在较大差异。组合预制夹心外挂墙板、部分组合预制夹心外挂墙板的结构受力较为复杂，对温度作用较为敏感，现阶段研究成果和工程经验相对较少。非组合预制夹心外挂墙板的受力明确、构造简单，实际工程中应用最为广泛。本标准仅适用于非组合预制夹心保温外挂墙板，其基本要求和设计方法并不一定适用于组合预制夹心外挂墙板和部分组合预制夹心外挂墙板。

2.1.2 预制夹心外挂墙板应作为一个完整的外围护系统考虑，并应满足以下性能要求：

- (1) 预制夹心外挂墙板及其连接节点的承载能力和变形能力要求；
- (2) 连接节点适应主体结构位移能力要求；
- (3) 防水性能要求；
- (4) 防火性能要求。

除预制夹心外挂墙板满足安全、适用和耐久要求外，墙板与主体结构的连接节点、接缝防水密封构造、外饰面材料等部位也是预制夹心外挂墙板系统实现以上性能的关键。因此，在预制夹心外挂墙板系统的设计和施工过程中，除预制夹心外挂墙板构件自身外，对系统中的其他部分也应予以重视。

2.1.6 点支承预制夹心外挂墙板与主体结构的连接节点分为承重节点和非承重节点。承重节点将预制夹心外挂墙板的全部自重传递给主体结构，非承重节点仅承受墙板在风荷载、地震作用等工况下的节点内力。通过合理设计点支承连接方式，能够释放预制夹心外挂墙板在温度作用产生的节点内力，并适应主体结构的变形，不产生附加内力。点支承外挂墙板具有墙板构件和连接节点受力明确，能完全适应主体结构变形，具有施工安装简便、精度质量可控等优点，是目前预制混凝土外挂墙板的主要连接方式。

2.1.7 线支承预制夹心外挂墙板与主体结构的连接节点分为承重节点和非承重节点。承重节点通常设置在预制夹心外挂墙板顶部，通过现浇段与主体结构连接。非承重节点设置在墙板下端，仅承受面外水平荷载。线支承的承重节点不具备适应主体结构变形的能力，因此需要重点对非承重节点进行合理设计，使其能够保证线支承外挂墙板具有随动性，能够适应主体结构的变形。由于线支承承重节点采用现浇混凝土方式连接，墙板构件通常会对主体结构支承构件的刚度和受力状态产生一定的影响，导致整个主体结构受力复杂，故现阶段采用线支撑连接形式的预制夹心外挂墙板的工程实例非常少。

2.1.8 节点连接件通常用于点支承预制夹心外挂墙板与主体结构的连接节点。节点连接件应与预制夹心外挂墙板上预埋件或主体结构支承构件可靠连接，以有效传递相关荷载和作用，同时也应具备设定的变形能力。

3 基本规定

3.0.1 系统性和集成性是装配式建筑的基本特征。装配式建筑是以完整的建筑产品为对象，通过系统集成的方法，实现设计、生产运输、施工安装及运营维护全过程一体化协同设计。预制夹心外挂墙板系统应统筹设计、生产运输、施工安装及运营维护全过程进行一体化协同设计。

3.0.2 预制夹心外挂墙板的性能与建筑物所在地区的地理位置、气候条件、建筑高度、体型、使用功能等有关，也和建筑物的重要性、业主的特殊要求等有关。在设计阶段应合理选择预制夹心外挂墙板的各种物理性能指标，保障其正常使用。

3.0.3 预制夹心外挂墙板已经实现围护与保温一体化设计。在实际推广应用时，宜进一步采用围护、保温与装饰一体化设计，提高工程质量和建造效率，降低造价。预制夹心外挂墙板的外立面设计应综合考虑建筑构成条件、装饰颜色与材料质感等设计要求。

3.0.4 建筑信息模型技术（BIM）通过信息数据平台管理系统将设计、生产、施工、物流和运营等各环节关联起来进行一体化管理，对提高工程建设各阶段及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，是装配式建筑建造过程的重要手段。

3.0.5 预制夹心外挂墙板采用工厂预制方式，其构件制作质量及耐久性良好，在合理设计、加工、施工、保养、维护等条件下，其工作年限完全可以做到与主体结构相同。由于预制夹心外挂墙板自重较大，构件更换难度大，因此要求预制夹心外挂墙板的设计工作年限与主体结构相同。节点连接件用于支承预制夹心外挂墙板，在使用期间不易更换且不利于维护，同时节点连接件涉及墙板构件的结构安全，故要求其设计工作年限也应与主体结构相同。拉结件是保证预制夹心外挂墙板质量和安全的重要部件，且不能更换和维护，其耐久性应满足设计工作年限的要求。

预制夹心外挂墙板的饰面材料、接缝密封材料、门窗等部位由于自身耐久性无法达到与主体结构同寿命，且维修更换相对简单，因此其设计工作年限可低于主体结构。实践证明，外挂墙板良好的维修和保养是确保外挂墙板质量的重要环节，因此在设计文件中应明确这些部位的设计工作年限和检查维修的相关要求。

3.0.6 本条对自重、风荷载和温度作用下预制夹心外挂墙板的变形和裂缝控制提出了要求。预制夹心外挂墙板的抗风压性能控制指标包含墙板面外变形、墙板裂缝、节点连接件的承载能力以及接缝密封胶的变形能力，相关的变形限值和裂缝控制等级应符合本标准第 6.5.1 条的规定。预制夹心外挂墙板在风荷载作用下的裂缝检测难度较大，且精确度不易控制，建议按照本标准进行验算。若预制夹心外挂墙板及其连接节点形式较为特殊，无法通过验

算确定其抗风压性能时，应对预制夹心外挂墙板的抗风压性能进行检测，此时设计文件应给出相应的检测方法，并确保检测过程中预制夹心外挂墙板的受力状态与实际风荷载作用下的受力状态相同。

3.0.7 本条规定与我国现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的“三水准”抗震设防目标一致，即：

(1) 在多遇地震作用下，预制夹心外挂墙板及其连接件不应发生破坏，接缝密封材料不宜损坏，整个外挂墙板系统可正常发挥使用功能；

(2) 在设防地震作用下，预制夹心外挂墙板和接缝密封材料可能存在局部破损，但不应有严重破坏，墙板构件和接缝密封材料等经一般修理后仍然可以使用；

(3) 节点连接件直接影响预制外挂墙板的安全性且难以维修，故要求节点连接件在设防地震作用下不发生损坏。

由于预制夹心外挂墙板自重较大，其发生整体坠落或局部脱落对人民生命和财产安全易造成重大损失，故要求在罕遇地震作用下，墙板自身能够发生较为严重的破坏，但不应发生整体或局部脱落、倒塌的情况。

3.0.8 预制夹心外挂墙板支撑在主体结构上，主体结构在外部荷载、温度和地震作用下会发生变形。在恒载和活载作用下，通过控制节点连接件的位置、增强主体结构支承构件的刚度等措施减少主体结构对外挂墙板的影响。在风荷载、地震作用下，主体结构的变形对预制夹心外挂墙板的影响难以完全通过改变节点连接件的位置或增加主体结构的刚度解决，同时墙板自重、平面内刚度大，对主体结构的影响较大且不易通过计算确定，同时墙板与主体结构的连接节点也易产生破坏，因此必须要求预制夹心外挂墙板在风荷载、地震作用下具有适应主体结构变形的能力。

3.0.9 影响预制夹心外挂墙板系统气密性能的主要因素为接缝和门窗。参照现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086，本标准给出了预制夹心外挂墙板系统气密性能的设计取值。当预制夹心外挂墙板仅作为装饰构件使用，且其内侧设有独立的围护结构时，可不对气密性能做出要求。外门窗的气密性能检测应符合现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 的有关规定。

3.0.10 影响预制夹心外挂墙板系统水密性能的主要因素为接缝和门窗。参照现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086，本标准给出了预制夹心外挂墙板系统水密性能的设计取值。当预制夹心外挂墙板仅作为装饰构件使用，且其内侧设有独立的围护结构时，可不对水密性能做出要求。

3.0.11 基于国内外工程经验，当预制夹心外挂墙板的接缝密封构造符合本标准第 5 章的

相关规定时，可保证墙板接缝具有良好的气密性能和水密性能，可不对接缝的气密性能和水密性能进行检测。

3.0.13 预制夹心外挂墙板构件、节点连接件等部品部件的防火性能均应符合现场国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中非承重外墙的有关规定。

3.0.15 预制夹心外挂墙板应合理设计，避免局部产生热桥。在冬季采暖地区，预制夹心外挂墙板室内外温差较大，如在墙板设计中不注意热桥的处理，不仅不利于建筑节能，还容易出现结露现象。当预制夹心外挂墙板局部存在热桥时，计算墙板的平均传热系数应考虑热桥的影响。

3.0.16 预制夹心外挂墙板系统的隔声性能应根据建筑的使用功能和环境条件进行设计。不同功能的建筑所允许的噪声等级可根据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50018 的规定确定，空气声隔声性能分级指标应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的规定。

4 材 料

4.1 混凝土、钢筋和钢材

4.1.1 预制夹心外挂墙板可采用轻骨料混凝土减轻墙板自重，轻骨料混凝土的耐久性能等要求应符合现行国家标准《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ 12 的有关规定。

4.1.2 为保证墙板的耐久性能，确保在拆模、运输、安装过程中墙板不发生开裂，对预制夹心外挂墙板的混凝土强度等级提出于最低要求。此要求适用于二 b 类环境中设计工作年限为 50 年的墙板工程，当环境类别和设计工作年限发生变化时，应按照相应标准调整混凝土最低强度等级要求。

4.1.4 采用钢筋焊接网有利于节省材料、方便施工，符合建筑工业化的发展要求，应鼓励推广应用。

4.2 预埋件及连接材料

4.2.2 耐候结构钢的耐大气腐蚀性能为普通钢材的 2 倍~8 倍。耐候结构钢分为高耐候钢和焊接耐候钢两类，高耐候钢具有较好的耐大气腐蚀性能，而焊接耐候钢具有较好的焊接性能。当节点连接件和预埋件需要进行焊接，且采用耐候结构钢时，应采用现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 中的焊接耐候钢。

4.2.3 预制夹心外挂墙板连接和安装用紧固件包括高强度螺栓和普通螺栓。大六角高强度螺栓的质量应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 的规定。扭剪型高强度螺栓的质量应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。安装或连接用 4.6 级与 4.8 级普通螺栓（C 级螺栓）及 5.6 级与 8.8 级普通螺栓（A 级或 B 级螺栓）的质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 和《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺帽》GB/T 3103.1 的规定。C 级螺栓与 A 级、B 级螺栓的规格和尺寸应分别符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 与《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定。

4.2.4 吊具的产品质量、安装质量及吊装方法是影响预制夹心外挂墙板吊装安全和工程质

量的关键因素。预制夹心外挂墙板形状复杂，厚度较薄，其吊具选择的合理性和质量将直接影响到工程质量和安全，应引起高度重视。预制夹心保温外挂墙板的吊装方式宜优先采用内埋式螺母或内埋式吊杆。这些部件及配套的专用吊具等所采用的材料应根据现行国家相关标准及产品应用技术文件选用，并严格按照产品手册进行型式检验和进场检验。内埋式吊具宜采用辅助构造措施，避免发生脆性破坏。

4.3 拉 结 件

4.3.1 拉结件是连接预制夹心外挂墙板内、外叶墙板的关键元件，影响预制夹心外挂墙板的安全性能、耐久性能、保温性能等。拉结件在使用环境中（大气环境、混凝土碱性环境）应具有良好的耐久性能、低导热性能、混凝土中的锚固性能和抗火性能等。

4.3.2 纤维增强塑料（FRP）拉结件包含玻璃纤维增强塑料（GFRP）拉结件、碳纤维增强塑料（CFRP）、玄武岩纤维增强塑料拉结件（BFRP）等，其中玻璃纤维（GFRP）增强塑料拉结件应用最为广泛。《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》JG/T 561 中对纤维增强拉结件的一般要求、试验方法及检验规则等进行了详细规定，工程应用时应满足该标准的相关要求。

4.3.3 常用的不锈钢拉结件均采用奥氏体不锈钢。由于代号为 S316××系列的奥氏体不锈钢具有良好的耐久性能和力学性能，在不锈钢拉结件产品宜优先采用。在进行工程设计时，应根据工程所在地的环境条件、腐蚀介质和侵蚀性作用等选用该系列具体牌号的不锈钢。当环境腐蚀性低，且有可靠依据时，也可选用其他系列的奥氏体不锈钢材料。

4.4 保 温 材 料

4.4.1 目前采用保温材料主要有模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）、硬泡聚氨酯（PU）、玻璃棉、岩棉、矿渣棉等。目前应用较多的为挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）。

4.5 防 水 材 料

4.5.1 在风荷载、地震作用和温度作用下，预制夹心外挂墙板接缝处存在变形需求，因此要求密封胶应具有良好的变形能力。一般应选用不低于 20 级的低模量弹性密封胶，建议选用双组分化学固化型密封胶。密封胶在使用前，应进行与其接触材料（混凝土、涂装材

料、背衬材料及其他有机材料)的相容性试验。如果使用了与密封胶不相容的材料,可能会导致密封胶的粘结性能下降或丧失。另外,密封胶还应具有下列特性:

- 1 密封胶不应与基材发生不良物理化学反应;
- 2 密封胶应具有良好的不透水性;
- 3 密封胶的隔热性、隔声性等性能应满足设计要求;
- 4 密封胶应具有环保性,不应对环境造成污染;
- 5 当建筑对涂装有要求时,密封胶应具有可涂装性;
- 6 密封胶应具有一定的蠕变性;
- 7 密封胶应具有可维修性;
- 8 密封胶应具有好的耐久性。

4.5.2 密封胶的背衬材料应与密封材料不相粘结,并且不会对密封材料产生不良影响。同时,背衬材料还要保证不会因清洁溶剂和底漆而发生变质。从接缝处填充的操作性上来说,一般选用泡沫聚乙烯作为衬垫料使用。接缝在风荷载、温度和地震作用下将发生变形,所以背衬材料尚应具有一定的变形能力,发泡倍数不宜太小。

4.6 饰面材料

4.6.1 面砖、石材类饰面材料无法满足外挂墙板设计工作年限的要求,且不易更换与维护,故本标准建议预制夹心外挂墙面外饰面采用涂料或清水混凝土。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.2 预制夹心外挂墙板尺寸主要与制作平台的尺寸以及运输车辆和通行要求有关，同时应满足建筑设计、结构设计、施工吊装等方面的要求。因此在预制夹心外挂墙板设计前，应对预制构件生产企业的生产工艺及运输工具有所了解，使尺寸与建筑模数相协调，做到标准化设计，减少构件类型，提高标准化程度，简化构件加工和现场施工，做到简洁有序，经济合理。同时以少规格、多组合的方式实现建筑立面的多样化。

预制夹心外挂墙板的宽度、高度宜采用基本模数进行总体尺寸控制，厚度可采用分模数，其中基本模数为 1M（100mm），分模数数列为 M/10、M/5、M/2。

5.2 立面设计

5.2.1 采用预制夹心外挂墙板的建筑立面宜简洁，减少复杂的线脚装饰构件。外挂墙板与阳台板、空调板、装饰板等构件应合理连接。

5.2.2 预制夹心外挂墙板按照建筑外墙功能、建筑立面特征划分为整间板、横条板、竖条板等。各种板型的选择建议如下：

- 1 住宅立面结合套内空间设计，宜采用整间板；
- 2 医院病房、宿舍居室等标准化空间的立面宜采用整间板；
- 3 公共建筑大空间的立面应结合室内空间设计，宜采用横条板或竖条板；
- 4 整间板的板宽不宜大于 6.0m，板高不宜大于 5.4m 且不宜大于层高；
- 5 横条板板宽不宜大于 9.0m，板高不宜大于 2.5m 且不宜大于层高；
- 6 竖条板板宽不宜大于 2.5m，板高不宜大于 6.0m 且不宜大于层高；
- 7 立面设计为独立单元窗时，外挂墙板应符合下列规定：
 - 1) 当采用整间板时，板高宜取建筑层高，板宽宜取柱距或开间尺寸；
 - 2) 当采用横条板时，上、下层窗间墙体应按横条板设计，板宽宜取柱距或开间尺寸，左、右窗间墙体应按竖条板设计；
 - 3) 当采用竖条板时，左、右窗间墙体应按照国家竖条板设计，板高宜取建筑层高，上、下层窗间墙体应按横条板设计；

- 8 立面设计为通长横条窗时，宜选用横条板，板宽宜取柱距或开间尺寸；
- 9 立面设计为通长竖条窗时，宜取竖条板，板高宜取建筑层高。

在外立面设计及墙板划分时，为了保证接缝排水措施的可靠性，应尽量让墙板竖向接缝上下贯通。另外，墙板加工、运输及安装过程对墙板尺寸和重量的限制也是外立面设计及墙板划分的关键因素之一。支承系统的形式和节点连接件的设置也影响到墙板的划分方式，因此在进行外立面设计的同时，需要同步对墙板支承系统进行选型和设计。

5.2.3 预制夹心外挂墙板的外立面效果应满足建筑设计要求。当采用装饰混凝土饰面时，应在墙板生产前明确墙板表面的颜色、质感、图案等要求，以便于确定生产工艺。

5.2.4 使用阶段预制夹心外挂墙板需要适应主体结构的变形，在温度、地震和主体结构位移等作用下，外挂墙板将产生相应的变形。当建筑围护结构同时采用预制夹心外挂墙板系统和其他幕墙系统时，二者应单独设置支承系统与主体结构连接。预制夹心外挂墙板不应作为其他幕墙系统的支承结构使用。同时预制夹心外挂墙板与其他幕墙系统交接处的接缝设计与构造应同时满足本标准及相应幕墙标准的要求。

5.3 构造设计

5.3.2 预制夹心外挂墙板的接缝宽度除应满足附录 A 的计算要求外，尚应考虑密封胶的安装质量、施工加工误差等因素，因此接缝宽度不宜太小。另外，接缝宽度也不宜过大，否则密封胶施工难度增加且易于损坏。另外，密封胶的厚度应适宜。密封胶厚度太小时，接缝变形会造成密封胶撕裂；密封胶厚度太大时，将增加密封胶的应力，导致密封胶与混凝土连接面失效。参照欧洲、日本和美国相关规范要求，本标准对接缝宽度和密封胶厚度进行了规定。

为避免密封胶处于复杂应力状态，接缝内的密封胶应避免出现三面与墙面或背衬材料粘结的情况。因此接缝内宜设置背衬材料，且背衬材料不应与密封胶有较强的粘结性能。同时设置背衬材料后，通过背衬材料进入接缝的深度有效控制密封胶的厚度，对接缝防水施工质量有利。

5.3.3 墙板接缝为预制夹心外挂墙板系统的防水薄弱环节，应采用构造防水和材料防水相结合的做法，防止雨水或外墙表面积水渗入室内，影响后期建筑正常使用功能。尤其是采用预制夹心外挂墙板的高层建筑，气压、气流等促使雨滴移动的作用更强，对接缝的防水要求更高，建议采用不少于两道材料防水和构造防水相结合的防水构造。

5.3.4 预制墙板的水平接缝应采用内高外低的企口形式。墙板拼接后形成与大气连通的减压空腔以阻断毛细水，并通过竖向空腔的排水管排除进入空腔内的雨水。企口的最小高度

建议根据当地气候条件确定。对于受热带风暴和台风袭击地区和高层建筑宜取大值。

对于垂直接缝,本标准建议采用槽口构造形式。不受热带风暴和台风袭击地区,当建筑高度不高时,垂直接缝原则上也可以采用平口构造,但应在垂直缝内应设置有效的排水构造,对于高层建筑建议进行水密性试验。

5.3.5 预制夹心外挂墙板垂直缝中设置排水措施,可以有效解决因外侧接缝密封胶局部损坏造成的接缝漏水问题。排水管通常沿建筑高度均匀设置,竖向间距一般不超过3层,且在建筑首层底部应设置一道排水管。

外挂墙板的垂直缝不宜间断,避免造成空腔内雨水排泄不畅。当无法避免时,应在垂直缝截断部位设置一道排水措施。因设置排水措施,为保证墙板系统的气密性能,应在接缝空腔与室内之间设置一道气密措施,气密措施可以采用密封胶,也可采用气密条。

为保证导水管长期有效的排水功能,应采用单向排水管。单向排水管倾斜至少1%,并用金属丝网将末端封闭,防止排水管堵塞。

5.3.6 美国PCI建议接缝内侧也采用密封胶和背衬材料相结合的方式作为第二道材料防水措施,并要求缝宽不小于25mm,其要求与接缝外侧的第一道材料防水相同。但上述做法对密封胶施工工艺要求较高,且施工完成后难以检查。日本和我国台湾规定密封胶和气密条均可作为第二道材料防水,但采用气密条作为第二道防水时,要求气密条在长期受压下具有良好的弹性性能及耐久性能才能达到长期防水和气密的作用,因此,选择气密条产品时,应对其长期受压条件下的弹性性能及耐久性能进行型式检验,控制构件加工和现场施工质量。

5.3.7 考虑施工过程以及使用阶段外挂墙板变形过程中气密条在十字缝部位容易挤压不密实,存在空隙,故规定在十字接缝处采用耐候密封胶进行密封处理。

5.3.8 预制夹心外挂墙板与主体结构之间存在安装间隙,且外挂墙板之间也存在接缝。当墙板内侧房间有防水要求时(例如卫生间及其他容易存在积水的房间),这些接缝和间隙的存在都会成为可能的渗漏部位,影响建筑使用功能。为避免室内积水通过安装间隙或墙板接缝发生渗漏,建议在预制夹心外挂墙板内侧设置内衬墙,并对内衬墙内侧铺设防水层,防水层高度应符合现行行业标准《住宅室内防水工程技术规范》JGJ 298的相关规定。

在内衬墙设计及施工过程中应考虑预制夹心外挂墙板在使用阶段存在变形需求和一定的变形值,因此内衬墙应与预制夹心外挂墙板脱离或柔性连接,预制夹心外挂墙板的变形不应对内衬墙内侧的防水构造产生不利影响。

5.3.9 预制夹心外挂墙板女儿墙处的构造形式有多种,其中屋面防水卷材与女儿墙连接处应具有女儿墙所需的变形能力。

5.3.10 预制夹心外挂墙板之间以及与主体结构之间的封堵构造应具有伸缩能力、密封性和耐久性，发生火灾时，在规定的耐火极限内应保持完整性、隔热性和稳定性。梁、柱及楼板周围与预制夹心外挂墙板内侧一般留有安装间隙，此安装间隙应采用防火封堵材料进行封堵。

预制夹心外挂墙板与主体结构之间的连接节点（点支承墙板的所有连接节点和线支承墙板的面外连接节点）在使用阶段需要保持变形能力，为保证预制夹心外挂墙板的结构安全，在进行封堵施工和室内装修时，严禁采用混凝土、水泥砂浆等材料或焊接等方式使连接节点丧失变形能力。

应特别注意门窗洞口处保温材料的防火问题。当预制夹心外挂墙板中的保温材料为非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受窄等方式。

5.3.11 预制夹心外挂墙板受力较为复杂，其外叶墙板不宜作为重型装饰构件及外墙附件的受力部位。安装金属材料的遮阳板、空调板、防盗网等重型部品应与主体结构可靠连接。安装窗帘盒、挂镜线、管线槽等轻型部品时宜采用预埋件固定连接。预埋螺栓穿透外叶墙板会导致雨水沿螺栓孔进入保温层，引起保温层失效并产生渗水隐患，故需要采取保证预埋件耐久性和预埋夹心保温外挂墙板热工性能的有效措施。

5.3.12 为防止雨水进入室内和预制夹心外挂墙板内部，引起保温层失效并产生渗水隐患，规定穿墙孔洞设计应内高外低，并采取可靠的止水措施。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.3 本条对预制夹心外挂墙板在持久设计状况下需要开展的承载能力极限状态计算内容进行了规定。在持久设计状况下，预制夹心外挂墙板需要承受自重荷载、风荷载、温度作用等，因此需要对墙板构件自身的承载能力进行计算；预制夹心外挂墙板通过连接节点支承于主体结构上，因此同样需要对连接节点的承载能力进行计算。另外，预制夹心外挂墙板内、外叶墙板之间的拉结件需要承担外叶墙板的自重荷载、面外风荷载、温度作用等，为确保持久设计状况下外叶墙板的安全性，需要对拉结件的承载力进行验算。拉结件的承载力设计值由产品标准或产品手册给出。

6.1.4 本条对预制夹心外挂墙板在持久设计状况下需要开展的正常使用极限状态计算内容进行了规定。为保证建筑正常使用功能，外挂墙板在面外荷载作用下其变形不应过大，因此需要针对外挂墙板的面外变形进行验算。外挂墙板作为建筑主要围护构件，其裂缝开展将严重影响建筑物的耐久性能和使用功能。因此应控制墙板构件的裂缝开展，对其裂缝宽度或混凝土拉应力进行验算。

持久设计状况下，主体结构和外挂墙板的支承构件在恒载、活载、风荷载等作用下将产生变形和位移。为避免外挂墙板影响主体结构受力，防止外挂墙板中产生次应力，外挂墙板应适应主体结构的变形。因此在持久设计状况下的正常使用极限状态验算中，应对外挂墙板与主体结构连接节点的变形能力进行验算。当采用线支承外挂墙板且墙板构件对主体结构支承构件的受力产生影响时，在主体结构和外挂墙板设计时应考虑其实际影响。

持久设计状况下，主体结构和外挂墙板在恒载、活载、风荷载、温度等作用下均产生位移和变形，这些位移和变形将会引起外挂墙板接缝宽度的变化，接缝宽度变化对接缝中的弹性密封胶变形能力提出了要求。在给定弹性密封胶变形能力的基础上，应按照本标准附录 A 和本标准第 5.3.2 条的规定进行接缝宽度验算。

6.1.5 短暂设计状况下，预制夹心外挂墙板拉结件承载力验算中，荷载取值应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定，作用组合应取基本组合，按照拉结件承担的荷载面积计算单个拉结件的拉力设计值。拉结件的抗力设计值应符合产品标准的规定或产品参数要求。在短暂设计状况下，应复核、确保拉结件的受拉承载力设计值大于拉结件的拉力设计值的 2 倍。

6.1.6 在生产、运输、堆放、安装等短暂设计状况下，预制夹心保温外挂墙板表面应避免出现裂缝，故要求进行混凝土拉应力验算。

6.1.7 本条规定了地震作用下预制夹心外挂墙板系统承载能力和变形能力的验算内容。墙板构件及其与主体结构连接节点完好、拉结件自身完好且在墙板混凝土中有效锚固、墙板接缝变形不超过密封胶的变形能力等是预制夹心外挂墙板系统正常使用的前提。为保证多遇地震作用下预制夹心外挂墙板不受损坏或不需修理可继续使用，需要对墙板构件及其与主体结构连接节点的承载力进行计算，对拉结件的承载力进行计算，对墙板的接缝宽度进行验算。

预制夹心外挂墙板自重较大，在地震作用下发生整体脱落的危害性要远大于传统围护结构。为防止地震作用下墙板构件的脱落，有必要对墙板与主体结构的连接节点提出更高的性能目标，对其在设防地震和罕遇地震作用下的承载力和变形进行验算。外挂墙板作为围护构件，其连接节点的变形能力是保证节点不破坏的关键因素，因此应对罕遇地震作用下的节点变形能力进行验算。线支承外挂墙板与主体结构的承重连接节点采用混凝土和钢筋连接，节点通常具有一定的延性，对线支承外挂墙板与主体结构的连接节点需要开展设防地震作用下的受弯承载力计算和罕遇地震作用下受剪承载力验算。点支承外挂墙板与主体结构的连接往往超静定次数低，也缺乏良好的耗能机制，其破坏模式通常属于脆性破坏。为确保连接节点的安全性，应进行罕遇地震作用下连接节点的承载力计算。预制夹心外挂墙板拉结件发生锚固破坏时，通常也为脆性破坏，因此也需要进行罕遇地震作用下拉结件的承载力验算。

6.1.8 多遇地震和设防地震作用下，外挂墙板构件和节点的作用效应设计值应取作用的地震组合进行计算，其抗力应采用设计值。罕遇地震作用下，外挂墙板构件和节点的作用效应应取重力荷载代表值效应与地震作用标准值效应之和，其抗力应采用标准值，按材料强度标准值进行计算。

6.2 作用与作用组合

6.2.7 多遇地震作用下，要求预制夹心外挂墙板系统处于弹性工作阶段，故可采用简化的等效静力方法计算，其水平地震影响系数最大值可依据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定给出。

地震时外挂墙板振动频率较高，地震作用易放大。相比于传统的幕墙系统，外挂墙板自重较大，超静定次数较低，也缺乏良好的耗能机制，其破坏通常为脆性破坏。为使外挂墙板不发生损伤，避免发生脱落伤人事件，地震作用计算应考虑动力放大系数。根据现行

国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中有关非结构构件地震作用计算的规定，计算得到多遇地震下地震作用动力放大系数约为 5.0，设防地震和罕遇地震作用下连接节点计算时，丙类建筑地震作用动力放大系数约为 4.0，乙类建筑地震作用动力放大系数约为 5.6。

6.2.10 外表面的材料及其色调对表面温度的影响较为明显，预制夹心外挂墙板外表面温度宜根据基本气温、外表面朝向、表面材料及其色调结合试验确定。基本气温可依据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009。

通过合理设计的点支承外挂墙板可以适应主体结构及其自身在温度作用下的变形，此时温度作用不会对外挂墙板及其连接节点内部产生温度应力，可不考虑温度作用。线支承外挂墙板由于采用连续的线约束，无法完全释放温度作用产生的变形，易形成温度应力，因此线支承外挂墙板需要通过合理的构造及连接节点设计降低温度作用的影响。

在太阳辐射作用下，温度在混凝土墙板厚度方向呈梯形分布，会引起墙板翘曲变形。当预制夹心外挂墙板的拉结件对外叶墙板面外翘曲形成约束时，将在外叶墙板内部形成温度应力，在进行应力计算时应考虑内表面和外表面的温差，温度梯度近似按照线性分布考虑。温度作用也会对接缝宽度有影响，接缝宽度设计时应予以考虑。

6.3 支承系统

6.3.1 预制夹心外挂墙板的支承系统包括主体结构支承构件和外挂墙板与主体结构的连接节点。支承外挂墙板的主体结构构件应具有足够的承载力和刚度，并尽量减少挠曲，避免扭转，减少对外挂墙板的不利影响。当支承外挂墙板的支承构件变形较大时，应对连接节点变形需求和水平缝宽进行定量分析计算，并采取相应的构造措施。

外挂墙板支撑在主体结构上，主体结构在永久荷载、活荷载、风荷载、温度和地震等作用下产生变形，不合理的支承系统会使外挂墙板对主体结构的变形产生约束作用，从而参与主体结构的受力。此受力通常为不利作用且很难通过定量分析予以确认，故需要合理设计支承系统，使外挂墙板具有适应主体结构变形的能力。

建筑物受到地震作用时，各楼层间发生相对位移，考虑到墙板与主体结构的连接节点通常不具备足够的延性性能，且墙板自身在面内刚度非常大，为防止外挂墙板发生坠落，要求外挂墙板的连接节点在罕遇地震作用下具有足够的面内变形能力。另外，考虑外挂墙板的支承系统不宜更换，要求外挂墙板的支承系统应具有良好的耐久性。

6.3.3 由于各楼层活荷载不同，连接外挂墙板的主体结构支承构件变形不同，可能导致上下层支承构件的竖向变形差大于外挂墙板之间接缝的变形容许值。因此应根据支承构件的竖向变形选用不同连接形式的外挂墙板支承系统，同时应严格控制主体结构各层支承构件

的竖向变形差。在首层外挂墙板安装时要根据施工顺序预留外挂墙板的竖向变形差。

支承外挂墙板的主体结构构件应具有足够的刚度和承载力，并尽量减少挠曲，避免扭转，以减少对外挂墙板的不利影响。当支承墙板的主体结构构件变形较大时，应对连接节点变形需求和水平缝宽进行定量的分析计算，并采取相应的构造措施。

6.3.4 点支承节点作为一种典型的柔性连接节点，能通过节点区的变形使得外挂墙板具备适应主体结构变形的能力。外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，可以消除温度应力，适应主体结构变形而不产生附加内力，消除施工误差，构件及节点受力简单明确。

点支承外挂墙板分为平移式外挂墙板、旋转式外挂墙板和固定式外挂墙板等形式。它们与主体结构的连接节点应同时包括承重节点和非承重节点两类。采用点支承的外挂墙板宜设置 4 个支承点；当下部两个为承重节点时，上部两个宜为非承重节点；相反，当上部两个为承重节点时，下部两个宜为非承重节点。应注意，平移式外挂墙板与旋转式外挂墙板的承重节点和非承重节点的受力状态和构造要求不同，相关设计要求也存在差异。

点支承连接节点一般采用在节点连接件和预埋件之间设置带有长圆孔或大圆孔的滑移垫片，形成平面内可滑移的支座；当外挂墙板相对于主体结构可能产生转动时，长圆孔宜按垂直方向设置；当外挂墙板相对于主体结构可能产生平动时，长圆孔宜按水平方向设置。

通常对于主体结构在罕遇地震作用下的弹塑性分析较为复杂，为简化计算，可近似取主体结构在设防地震作用下弹性层间位移角 3 倍为控制目标，同时应适当提高连接节点的承载力和延性，避免此位移变形下外挂墙板发生脱落。

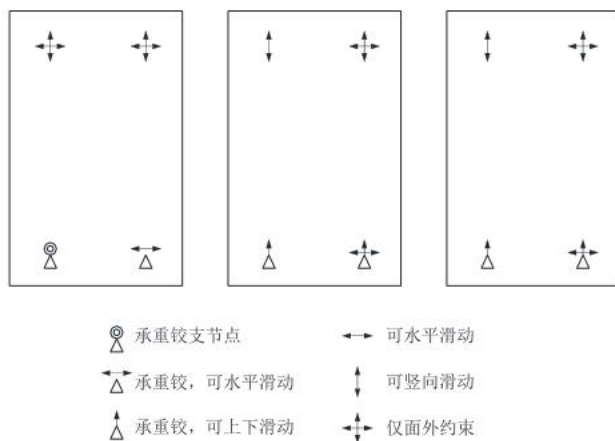


图1 点支承连接节点示意

6.3.5 外挂墙板与主体结构采用线支承连接时，墙板与主体结构之间不存在缝隙，不需要采用阻燃材料填充，防水、防火性能较好。但线支承连接的外挂墙板在外部荷载作用下受力较为复杂，设计时应深入分析各种工况作用下墙板及连接节点的受力情况。

当外挂墙板的两侧与主体结构之间采用刚性连接时，主体结构在外挂墙版面内的变形会受到外挂墙板的约束作用，从而使得外挂墙板参与主体结构抗侧力。外挂墙板提供的抗侧力刚度在地震作用下的不同阶段很难定量分析确定，因此要求墙板侧边与主体结构应不连接或仅设置柔性连接。此时外挂墙板底端的连接节点应具有足够的变形能力，仅对墙版面外形成约束作用。

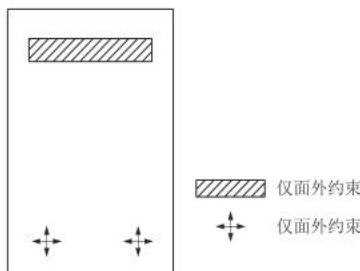


图2 线支承连接节点示意

6.4 受力分析与变形验算

6.4.1 恒荷载、活荷载和竖向地震作用下，预制夹心外挂墙板可采取梁外侧挑板、墙板支撑在挑板上等措施减少墙板对主体结构刚度的影响。预制夹心外挂墙板采用点支承连接方式，且连接节点能够适应主体结构变形时，可不计入墙板对主体结构刚度的影响；预制夹心外挂墙板采用线支承连接方式时，应采取构造措施降低墙板对主体结构刚度影响。当线支承墙板仅一端与支承梁连接，且连接部位避开支承梁在地震作用下的塑性发展区域时，线支承墙板在墙板平面内对主体结构的刚度影响会有所降低，但在墙板平面外线支承外挂墙板对主体结构刚度的影响不会有较大降低，此时应进行定量分析；当影响较大时，宜采取构造措施降低不利影响。主体结构计算分析中不应考虑墙板对主体结构刚度的有利影响。

6.4.7 预制夹心外挂墙板的设计包括内、外叶墙板设计和墙板之间拉结件设计。当内、外叶墙板之间连接方式不同时，内、外叶墙板的受力状态也存在较大差异。非组合夹心外挂墙板在面外荷载作用下，内叶墙板与外叶墙板协同受力作用较弱，曲率一致但相对变形较

大，墙板整体抗弯刚度接近于内叶墙板与外叶墙板的抗弯刚度之和。组合夹心墙板的内、外叶墙板协同受力作用较强，在面外荷载作用下曲率一致且相对变形较小，墙板整体抗弯刚度接近于按照平截面假定计算的组合截面抗弯刚度。部分组合夹心墙板当采用内叶墙板单独承受墙板水平荷载进行计算分析时，应考虑拉结件对外叶墙板的不利影响。为控制预制夹心外挂墙板中外叶墙板的裂缝开展，当环境温度变化较大时，宜采用非组合夹心墙板。

6.5 构件设计

6.5.2 非组合预制夹心外挂墙板的内叶墙板需单独承担墙板面外荷载和作用，同时还需承担外叶墙板的自重，因此内叶墙板需要具有足够的刚度和面外承载力。内叶墙板的板厚除考虑墙版面外受力情况、板跨、节点连接件锚固要求、防火和耐久性、生产运输及安装要求外，还需满足拉结件的锚固要求；非组合预制夹心外挂墙板的外叶墙板的板厚需满足拉结件的锚固、接缝防水构造、防火和耐久性等要求。因此对内、外叶墙板均提出了最小厚度要求，避免实际工程出现因板厚不足造成的锚固、墙板开裂和耐久性问题。

6.5.3 现阶段对组合预制夹心外挂墙板和部分组合预制夹心外挂墙板的研究成果相对较少，工程经验也有限，故仅对最小板厚和最小配筋率给出了原则要求。此类预制夹心外挂墙板的受力较为复杂，且对温度作用更敏感，因此在工程应用阶段应特别重视外叶墙板的抗裂和耐久性问题，以及节点连接件和拉结件的锚固等问题。

6.5.4 保温层厚度过小时，预制夹心外挂墙板的保温效果较差，加工质量不可控，且拉结件刚度过大，容易导致外叶墙板出现裂缝，故要求保温层不宜小于 30mm。当保温层厚度较大时，拉结件受力较为复杂，为保证预制夹心外挂墙板的安全性并控制其竖向变形，需要对拉结件及其锚固条件提出较高要求，故对保温层的最大厚度也提出了要求。

6.5.5 拉结件是保证预制夹心外挂墙板上、下叶墙板可靠连接的关键构件，应具有可靠的力学性能。纤维增强塑料拉结件和不锈钢拉结件是目前国内外应用最为普遍的拉结件。不同类型拉结件的导热系数差异较大，当选用的拉结件导热系数较大时，应计算预制夹心外挂墙板的平均传热系数，并满足相关节能设计标准要求。

拉结件穿过保温层的部位暴露在空气环境中，当预制夹心外挂墙板出现渗漏时，保温层内的腐蚀性接近周围大气环境，而使用期间拉结件无法进行抗腐蚀维护，因此要求拉结件在外挂墙板使用期间具有良好的抗腐蚀性能。另外由于混凝土具有一定的碱性，要求拉结件在混凝土碱性环境中应具有良好的耐碱性能。通常拉结件的抗火性能有限，预制夹心外挂墙板的抗火性能主要通过墙板的防火构造与拉结件产品自身的抗火性能相结合保证。选用的拉结件产品应按照相关产品标准的要求进行抗火性能的类型试验，并在设计、加工

和施工过程中符合墙板防火构造要求。

拉结件是保证预制夹心外挂墙板内、外叶墙板可靠连接的关键部件，应具有可靠的力学性能。拉结件属于持续受力构件，其连接破坏一旦发生，会造成外叶墙板整体坠落，产生严重后果。拉结件承载力与横截面形式、墙板厚度、拉结件材料等相关，难以采用统一的方法计算，因此建议采用试验确定或根据经权威部门认证的产品说明书选用。拉结件的试验方法和承载力计算应符合相关产品标准的规定。

6.5.6 拉结件是保证内、外叶墙板可靠连接的关键部件，属于持续受力构件，其破坏一旦发生，会造成外叶墙板的整体塌落，故内外叶墙板之间有必要采取必要的防塌落构造措施。

6.5.7 不同饰面对混凝土保护层厚度的要求也不同。当预制夹心外挂墙板的饰面露出不同深度的骨料时，其最外层钢筋的保护层厚度应从最凹处混凝土表面计起。

6.5.8 预制夹心外挂墙板洞口周边存在应力集中，应采取防止开裂的加强措施。对存在洞口的预制夹心外挂墙板，应根据墙板平面内荷载与作用，对洞口边的加强钢筋进行配筋计算。

6.6 连接节点设计

6.6.1 现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 给出了短暂设计状况下的承载力验算方法，即：

$$K_c S_c \leq R_c \quad (1)$$

式中： K_c ——施工安全系数，临时支撑取 2.0，临时支撑的连接件和预埋件取 3.0，普通预埋吊件取 4.0，多用途的预埋吊件取 5.0；

S_c ——施工阶段荷载标准组合作用下的效应值；

R_c ——按照材料强度标准值计算或根据试验确定的预埋吊件、临时支撑、连接件的承载力；对于复杂结构宜通过试验确定。

6.6.3 为保证预制夹心外挂墙板系统在地震作用下的安全性，连接节点应进行抗震设计。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混凝土开裂及钢筋屈服，会削弱连接节点预埋件、连接钢筋的锚固作用，影响连接节点的承载力。因此，为保证设防地震和罕遇地震作用下预制夹心外挂墙板不发生整体脱落，连接节点宜直接支承在楼板上，也可连接在塑性发展区域以外的支承梁上。当无法避开时，应将连接节点的预埋件或连接钢筋与主体结构支承构件的纵向受力钢筋可靠连接，避免发生脱落。

6.6.4 图 2 给出了线支承外挂墙板与主体结构连接构造示意图，可不限于此构造。

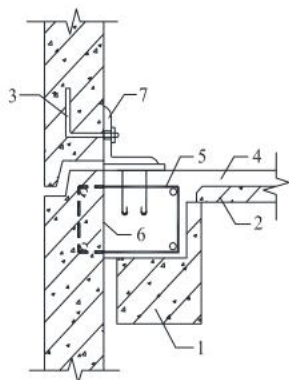


图2 预制夹心外挂墙板线支承连接节点示意图

1—预制梁；2—预制板；3—外挂墙板；4—后浇混凝土；

5—连接钢筋；6—粗糙面；7—面外限位节点连接件

6.6.5 考虑预制夹心外挂墙板的重量远大于其他幕墙系统，且通常采用外挂的形式支承在主体结构上，一旦承重连接点处的节点连接件及其预埋件在火灾下失去承载能力将导致外挂墙板脱落，易造成重大的人员伤亡，因此，本标准适当的提高了承重连接点处的节点连接件及其预埋件的耐火极限，规定其耐火极限不应低于主体结构支承梁或板的耐火极限。

耐候结构钢由于在腐蚀环境中具有优异的耐腐蚀性能，在经济技术指标允许的情况下，优先采用耐候结构钢。通常预制夹心外挂墙板投入使用后，其节点连接件及其预埋件在使用维护过程中重新进行防腐涂装的难度较大，为提高节点连接件及其预埋件的耐久性能，应适当提高防腐保护层的设计工作年限并加大连接节点板件的厚度。国外和我国台湾地区通常采用增加节点连接件及其预埋件板厚，并采用金属热喷涂的方法，使得节点连接件和预埋件在使用寿命期内无须进行防腐维护。

6.6.7 涂刷聚四氟乙烯或设置滑移垫片的目的是降低节点连接件和预埋件之间的接触摩擦力，减小因节点变形产生的摩擦力对外挂墙板和主体结构造成的不利影响。

7 构件生产与运输

7.1 一般规定

7.1.1 预制底板生产企业的生产设备至少包括混凝土生产设备、运输设备、成型设备、养护设备、吊装设备等，生产场所应具有充足的构件堆放场地。生产设备、设施和生产工艺必须满足构件生产的质量技术要求；对于需要准确计量的设备、工具必须按有关规定定期进行计量校准和认证。

7.1.2 完善的质量管理体系和制度是质量管理的前提条件和企业质量管理水平的体现。质量管理体系中应建立并保持与质量管理有关的文件形成和控制工作程序，该程序应包括文件的编制、审核、批准、发放、变更和保存等。

生产单位宜采用现代化的信息管理系统，并建立统一的编码规则和标识系统。信息化管理系统应与生产单位的生产工艺流程相匹配，贯穿整个生产过程，并应与构建 BIM 信息模型有接口，有利于在生产过程中控制构件生产质量，精确算量，并形成生产全过程记录文件及影像。预制构件表面预埋带无线射频芯片的标识卡（RFID 卡）有利于实现建筑质量全过程控制和追溯，芯片中应存入生产过程及质量控制全部相关信息。

7.1.3 安全生产规章制度是指生产经营单位依据国家有关法律法规、行业标准，结合生产经营的安全生产实际，以生产经营单位名义颁发的规范性文件。是防范生产、经营过程安全风险，保障从业人员安全健康、财产安全的重要手段。建立健全安全规章制度是生产经营单位的法定责任。安全生产规章制度一般分为四类，即综合安全管理制度、人员安全管理制度、设备设施安全管理制度及环境安全管理制度等。

7.1.4 预制夹心外挂墙板的加工详图应能够满足生产要求，包括内、外叶墙板尺寸及配筋、拉结件布置、保温板排版等。制定生产方案应结合项目和生产单位自身特点，有针对性提出生产运输存放全过程质量控制措施，并应对墙板脱模、翻转、吊运、码放、运输、安装等工况进行计算。

7.1.5 预制夹心外挂墙板作为一种外观质量要求特别高的预制混凝土构件，在正式批量生产前，宜进行样板制作与验收，有利于优化生产工艺、控制加工质量。当样板不满足工程需求时，应及时调整生产工艺并重新制作样板构件，直至满足要求后方可批量生产。

7.1.6 预制夹心外挂墙板检查合格后，应在明显位置设置表面标识。表面标识的内容宜包括构件编号、生产日期、合格状态、生产单位等信息。预制夹心外挂墙板交付时，应提供

质量证明文件。

7.2 构件制作

7.2.1 本条规定了拉结件需要开展的检验工作，包括型式检验、出厂检验和进厂检验。

7.2.2 预制夹心外挂墙板对构件的加工精度要求较高，建议采用精度较高的模具制作。当设计文件对构件加工精度有更高要求时，应遵循设计文件的相关要求，采取对应的加工工艺措施。预制构件加工中，在模台上采用磁盒固定边模具有简单方便的优势，能够更好的满足流水线生产节拍需要。虽然磁盒在模台上的吸力较大，但振动状态下抗剪切能力不足，容易造成偏移，影响几何尺寸，用磁盒生产高精度几何尺寸墙板时，需要采取辅助固定措施。

7.2.3 建筑外挂墙板门、窗框的定位和尺寸精度对建筑外立面的效果影响较大，当预制夹心外挂墙板中预埋门、窗框时，应对门、窗框的定位和尺寸精度提出较高要求。

7.2.5 墙板生产包含反打成型工艺和正打成型工艺。反打成型工艺具有外叶墙板成型质量好、外饰面效果好、不易出现裂缝等优点，预制夹心外挂墙板宜采用反打成型工艺。

预制夹心外挂墙板中的拉结件品种、数量、位置对保证外叶墙板的安全，避免墙板开裂极为重要，其安装必须符合设计和产品技术手册要求。控制内、外叶墙板混凝土浇筑时间间隔是为了保证拉结件与混凝土的连接质量。预制夹心外挂墙板中的保温材料通常由若干块保温板拼接而成，成型过程中保温板之间的接缝易成为混凝土的渗漏部位，形成冷桥从而影响墙板的保温效果，因此在加工过程中应对保温板之间的接缝以及拉结件穿过保温板的孔洞进行密封处理。

7.2.6 加热养护可加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模板的周转，提高生产效率。当采用加热养护时，需要通过试验确定合适的养护温度曲线，对静停、升温、恒温、降温时间进行控制，避免产生混凝土收缩裂缝。为了防止保温板发生热变形，影响产品质量，应控制墙板的养护温度不大于 60。

7.3 运输与存放

7.3.1 预制夹心外挂墙板宜采用立式存放，有利于墙板起吊，避免墙板在翻转过程中开裂破损。带饰面的预制夹心外挂墙板，为避免对饰面造成损失或污染，应采用直立存放或饰面层朝上码放。

7.3.3 预制夹心外挂墙板的外挂质量要求比普通预制构件要高，在运输过程中应设置柔性

垫片避免墙板边角部位或锁链接触处混凝土损伤，重要部位（如门窗框、装饰表面和棱角等）应采取特殊保护措施。墙板边角部位破损不但影响饰面效果，还会影响接缝防水质量。实际工程经验表明，即使对接缝处破损棱角进行修补，修补部位的混凝土也很容易出现开裂和剥落问题，进而容易导致密封胶失效，引发墙板漏水和耐久等严重质量问题。为避免墙板存放过程中垫片造成墙面污染，宜采用塑料薄膜对垫片进行包裹。

7.4 构件检验

7.4.4 预制夹心外挂墙板作为一种预制混凝土非承重围护和装饰构件，对构件的外观质量和尺寸偏差的要求通常高于普通预制混凝土构件，其外观质量缺陷分类和划分标准与普通预制混凝土构件有所差异。对存在严重缺陷的外挂墙板构件，宜废弃处理；对出现一般缺陷的外挂墙板构件，应制定技术处理方案进行修整达到合格。

7.4.5 预制夹心外挂墙板对构件耐久性能、装饰效果等方面要求较高。预制夹心外挂墙板的外表面是其主要装饰面，且需要经受风、雪、温度、雨水等荷载和作用的考验，因此将预制夹心外挂墙板的外表面质量缺陷均划分为严重缺陷。接缝部位是重要的防水节点和装饰线脚，接缝两侧墙板侧面及棱角处的缺陷对外挂墙板系统的使用功能和装饰效果影响较大，因此将接缝处的外观质量缺陷也划分为严重缺陷。具体实施中，外观质量缺陷对结构性能和使用功能的影响程度，应由监理、施工等各方根据其对结构性能和使用功能影响的严重程度共同确定。

7.4.7 基于现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1，对预制夹心外挂墙板提出了更高的要求。

8 安装与施工

8.1 一般规定

8.1.1 预制夹心外挂墙板的安装施工质量直接影响墙板的安全性、物理性能及其他性能。同时墙板安装施工与其他分项工程难免有交叉和衔接,因此为保证预制夹心外挂墙板的安装施工质量,在施工前应单独编制预制夹心外挂墙板安装施工的专项方案。安装施工专项方案应包含墙板安装施工和安全措施等方面的详细内容。

8.1.2 预制夹心外挂墙板的安装施工质量要求较高,为避免由于涉及或施工缺乏经验造成工程实施障碍或损失,应通过试生产和试安装进行验证性试验,通过试安装施工发现问题,及时调整安装工艺和技术质量控制措施。墙板试安装应特别重视墙板安装精度及调节工艺、外饰面保护、接缝密封胶施工等环节。预制夹心外挂墙板完成试安装后,应对首段安装墙板进行验收,建立手段验收制度。

8.1.3 为保证预制夹心外挂墙板的安装施工质量,主体结构工程应满足预制夹心外挂墙板安装的基本条件,特别是主体结构的垂直度、平整度和尺寸偏差,应满足验收规范的要求。相关的验收规范主要包括:《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、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205等。当预制夹心外挂墙板的安装对主体结构的垂直度、尺寸偏差等有具体要求时,应在设计文件中予以规定,主体结构的安装与施工应满足相关要求。

8.2 安装连接

8.2.1 在预制夹心外挂墙板与主体结构的连接节点设计时,应考虑连接节点能消化主体结构的施工误差对墙板安装精度的影响。预制夹心外挂墙板安装施工中,连接节点应根据主体结构施工误差具备相应的调节能力。当主体结构施工先于外挂墙板安装时,为保证施工现场外挂墙板安装顺利,安装前应对主体结构相关构件的定位、标高、垂直度、倾斜度进行复测。当主体结构施工误差超过墙板与主体结构连接节点的调节范围时,应对墙板的设计进行修改、调整。

8.2.2 预制夹心外挂墙板与主体结构的连接节点是确保墙板安全性和使用功能的关键部位。不同于传统的幕墙体系,预制夹心外挂墙板重量较大,与主体结构的连接节点受力要

远大于传统幕墙结构，且连接节点所要求的变形能力也更大。实际工程经验表明，采用后置方式埋设的预埋件在施工过程中很难保证连接质量，因此按照设计文件要求预先埋设连接节点预埋件并采取措施控制预埋件的埋设精度，有利于提高墙板的安装质量。预埋位置偏差过大或未预先埋设预埋件时，应制定可行变更措施或可靠连接方案并经设计单位审核同意后方可实施。

8.2.3 预制夹心外挂墙板安装施工前，应编制安装定位标识方案。根据安装连接的精细化要求，合理控制误差。安装定位标识方案应按照一定顺序进行编制，标识点应清晰明确，定位顺序应便于查询标识。墙板的测量应与主体结构的测量配合，主体结构出现偏差时，外挂墙板应根据主体结构偏差及时进行调整，不得积累。定期对外挂墙板安装定位基准进行校核，以保证安装基准的正确性，避免因此产生安装误差。

8.2.4 预制夹心外挂墙板施工应建立健全的安全管理保障体系和管理制度，并制定安全专项方案。对危险性较大的工程应经过专家论证后方可实施。外挂墙板重量较大，在起吊、就位、安装过程中应采取必要的安全措施。为确保外挂墙板与主体结构的连接节点受力明确，且实际受力状态与计算假定相符，外挂墙板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。当外挂墙板安装过程中借助相邻墙板与主体结构的连接节点作为临时固定支承点时，应对相应节点进行复核，待外挂墙板安装完成后，宜对其使用的自身范围以外的临时固定点进行卸载。外挂墙板就位后应设置临时固定和支撑措施，对于点支承外挂墙板可利用节点连接件作为临时固定和支撑系统，对于线支承外挂墙板，临时固定和支撑系统应单独设置。遇到恶劣天气时不得进行吊装作业。

8.2.6 点支承预制夹心外挂墙板利用节点连接件作为临时固定和支撑系统时，利用支撑系统对墙板构件进行连续可调的安装精度调节有利于墙板安装质量。为确保墙板连接节点受力状态与设计相符，预制夹心外挂墙板校核到位后应先固定承重连接点，后固定非承重连接点。当墙板与主体结构之间的连接节点采用焊接连接时，施工过程中极易因焊接作业损伤混凝土墙板，因此连接节点不宜采用焊接连接。预制夹心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。

8.2.7 线支承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混凝土浇筑作业。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，从而出现外挂墙板及墙板接缝污染情况。外挂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。后浇混凝土的浇筑、振捣等工序还容易造成外挂墙板的移位，影响墙板安装精度，因此在墙板临时支撑系统设

计时，应考虑此不利影响。

8.2.8 本标准对外挂墙板的安装尺寸偏差提出了较高的要求，实际安装施工过程中宜采取相应措施从严控制。

8.2.9 接缝防水施工是外挂墙板安装施工过程中的关键工序，其质量直接影响到外挂墙板的使用功能。墙板边缘凹槽和接缝空腔主要起到平衡内外空气压力，阻断外部水分渗透路径等作用，在墙板安装过程中应采取措施避免水泥浆料及其他杂质渗入接缝空腔中，防水施工前，应将接缝空腔清理干净。

8.2.10 为提高外挂墙板的气密性能，通常会在接缝内侧设置橡胶气密条。气密条宜在完成侧面混凝土清理和涂刷专用胶粘剂之后、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，因此需要再墙板吊装前检查气密条粘贴的牢固性和完整性。

接缝密封胶背衬材料主要起到控制密封胶厚度、避免密封胶与接缝混凝土三面粘结的作用，因此在北辰材料填塞过程中，应保持背衬材料在接缝中的深度与密封胶厚度一致，且背衬材料与两侧混凝土填充密实。墙板十字接缝处的密封胶受力复杂，施工质量控制难度较大，易形成防水薄弱环节，故要求在密封胶施工过程中，此处应一次施工完成，严格控制密封胶的施工质量。

9 工程验收

9.2 主控项目

9.2.1 对专业企业生产的预制夹心外挂墙板，质量证明文件应包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告、预制构件生产过程的关键验收记录及其他重要检验报告等。

“同一类型”是指同一钢种、同一混凝土强度等级和同一生产工艺。抽取墙板时，宜从设计荷载最大、受力最不利或生产数量最多的墙板中抽取。

预制夹心外挂墙板构件可通过施工单位或监理单位代表驻厂监督生产的方式进行质量控制，此时构件进场的质量证明文件应经监督代表签字确认。当无驻厂监督时，墙板构件进场应对其主要受力钢筋数量、规格、间距、混凝土强度及混凝土保护层厚度等进行实体检验，实体检验宜采用非破损方法，也可采用破损方法，检查方法可参考现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 附录 D、附录 E 的有关规定。

9.2.2 预制夹心外挂墙板的尺寸偏差过大时，将会严重影响建筑的外立面效果，同时还会影响到墙板接缝的宽度，不利于接缝防水施工的质量控制，此类影响到外挂墙板使用功能的尺寸偏差应被认定为严重缺陷。墙板与主体结构连接的预埋件尺寸偏差过大时，将会影响墙板的安装与连接，同样应被认定为严重缺陷。对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，以及拉结件类别、数量和位置有不符合设计要求的情形应做退场处理。如经设计同意可以修理后使用，应由预制构件生产单位制定相关处理方案，经监理确认后，由预制构件生产单位严格按技术处理方案进行处理，修理后应重新验收。

9.2.10 预制夹心外挂墙板的接缝防水施工是非常关键的质量检验内容，是保证预制外墙防水性能的关键，应采取严格的施工验证措施。外挂墙板接缝的现场淋水试验应在精装修进场前完成，并应满足下列要求：淋水量应控制 $3\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{min})$ 以上，持续淋水时间为 24h。某处淋水试验结束后，若背水面存在渗漏现象，应对检验批的全部外挂墙板接缝进行淋水试验，并对渗漏点进行整改处理。整改完成后重新对渗漏部位进行淋水试验，直至不再出现渗漏点为止。

10 保养与维修

10.0.2 在预制夹心外挂墙板项目竣工验收后一年内，墙板的加工和施工工艺及材料、附件的一些缺陷均有不同程度的暴露，所以在竣工验收后一年，应对项目进行一次全面的检查，此后每 5 年检查 1 次。

附录 A 墙板接缝宽度和密封胶厚度计算

A.0.1-A.0.2 结合第 3 章预制夹心外挂墙板的性能目标,控制密封胶在温度作用、风荷载和多遇地震作用下不损坏。罕遇地震下,平移式外挂墙板的角部易发生碰撞,为实现罕遇地震下外挂墙板不应整体脱落性能目标,建议平移式外挂墙板计算罕遇地震下角部竖直缝的接缝变形量并控制其与实际缝宽的比值,提高角部竖直缝两侧墙板连接件的承载力,增强角部竖缝两端墙板的构造配筋等,以满足罕遇地震下外挂墙板不整体脱落性能目标。

A.0.5-A.0.6 当相邻跨外挂墙板的水平接缝不对齐时,外挂墙板尤其是平移式外挂墙板将更容易发生碰撞且碰撞时破坏较为严重,所以建议预制夹心外挂墙板的水平缝尽量对齐。

当上下层相邻外挂墙板的竖向接缝不对齐时,外挂墙板尤其是旋转式外挂墙板将更容易发生碰撞且碰撞时破坏较为严重,所以建议预制夹心外挂墙板的竖向接缝也尽量对齐。

对于接缝不对齐的情况,难以给出统一的接缝宽度计算公式,需要根据具体情况研究外挂墙板的变形并根据其变形计算所需要的接缝宽度。

附录 B 点支承外挂墙板连接节点受力计算

B.0.1 对于平移式点支承外挂墙板，由于其在地震作用下不发生旋转，两个竖向承重节点均受力。而对于旋转式点支承外挂墙板，当墙板仅承受重力和竖向地震作用时，各支承节点的受力与平移板类似，墙板不发生旋转，各竖向承重节点均受力；但在水平地震作用或风荷载参与的组合工况下，墙板将发生旋转，造成墙板仅一个节点承受竖向荷载作用的情况；同时由于单节点竖向力与重心不在一条直线上，因此会产生相应的水平反力。需要注意的是，垂直外挂墙板方向，重力和竖向地震作用的方向与支座一般不共线，因此连接节点将同时产生垂直墙板平面的水平反力。

B.0.2 外挂墙板受面内水平地震作用时，平移式外挂墙板和旋转式外挂墙板的受力也有明显不同。对于平移式外挂墙板，水平地震作用由一个支承点承担，其余点均不承担，因此造成了竖向承重点的受力。对于旋转式外挂墙板，水平地震作用由上、下两个支承点承担，竖向承重点不受力。需要注意的是，在垂直于外挂墙板方向，由于水平地震作用与支座不共线，因此连接节点将同时产生垂直墙板平面的水平反力。

B.0.3 预制混凝土外挂墙板受面外水平地震和风荷载作用时，平移式外挂墙板与旋转式外挂墙板的受力情况相同。考虑外挂墙板的面外支承点可能不全受力，所以建议反力按可能的三点支承板分别计算，并取其包络值。计算时建议计入荷载偏心的影响。