中国工程建设标准化协会标准

装配式保温装饰组合外墙应用技术规程

Technical Specification for Precast Exterior Insulation and Decoration Integrated Wall

（送审稿）

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2017年第二批工程建设协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字[2017]031号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本标准。

本标准共分9章，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、制作与运输、施工安装和验收等。

本规程由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体内容的解释。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）。

**主编单位：**中国建筑科学研究院有限公司

江苏省建筑科学研究院有限公司

**参编单位：**安徽省建筑科学研究设计院

合肥工业大学

南京大地建设集团有限责任公司

东南大学

青岛理工大学

东莞市万科建筑技术研究有限公司

郑州中誉佳联实业有限公司

奥王建筑材料科技有限公司

安徽海龙建筑工业有限公司

安徽建工建筑工业有限公司

苏州良浦住宅工业有限公司

上海市建设工程监理咨询有限公司

山东津单幕墙有限公司

米格（浙江）创新科技有限公司

珠海建汉工程质量监督检测站

罗保盛科技（南京）有限公司

**主要起草人：**

**主要审查人：**

目 次

[1 总则 1](#_Toc19799077)

[2 术语与符号 2](#_Toc19799078)

[2.1 术语 2](#_Toc19799079)

[2.2 符号 2](#_Toc19799080)

[3 基本规定 4](#_Toc19799081)

[4 材料 5](#_Toc19799082)

[4.1 一般规定 5](#_Toc19799083)

[4.2 混凝土、钢筋和钢材 5](#_Toc19799084)

[4.3 连接材料 5](#_Toc19799085)

[4.4 保温与装饰材料 7](#_Toc19799086)

[4.5 门窗材料 8](#_Toc19799087)

[4.6 防水材料 12](#_Toc19799088)

[5 建筑设计 14](#_Toc19799089)

[5.1一般规定 14](#_Toc19799090)

[5.2 立面设计 14](#_Toc19799091)

[5.3 构造设计 15](#_Toc19799092)

[6 结构设计 22](#_Toc19799093)

[6.1 一般规定 22](#_Toc19799094)

[6.2 作用与作用组合 26](#_Toc19799095)

[6.3 墙板设计 30](#_Toc19799096)

[6.4 墙板与主体结构连接 32](#_Toc19799097)

[6.5 构造要求 39](#_Toc19799098)

[7.制作与运输 40](#_Toc19799099)

[7.1 一般规定 40](#_Toc19799100)

[7.2 构件制作 40](#_Toc19799101)

[7.3 预埋（附）框的安装 46](#_Toc19799102)

[7.4 养护与脱模 48](#_Toc19799103)

[7.6 存放与运输 49](#_Toc19799104)

[8施工安装 51](#_Toc19799105)

[8.1 一般规定 51](#_Toc19799106)

[8.2 施工准备 52](#_Toc19799107)

[8.3 安装 54](#_Toc19799108)

[8.4 细部构造 58](#_Toc19799109)

[9验收 60](#_Toc19799110)

[9.1 一般规定 60](#_Toc19799111)

[9.2 进场验收 62](#_Toc19799112)

[9.3 安装验收 65](#_Toc19799113)

[附录A 纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力检验 69](#_Toc19799114)

[附录B 装配式保温装饰组合外墙动态风压防水性能检验 72](#_Toc19799115)

[附录C 装配式保温装饰组合外墙结构性能检验 73](#_Toc19799116)

CONTENTS

**1 General provisions .................................................................................................1**

**2 Terms and symbols.................................................................................................2**

2.1 Terms...................................................................................................................2

2.2 Symbols...............................................................................................................3

**3 Basic requirements.................................................................................................4**

**4 Materials.................................................................................................................5**

4.1 General requirements…………………………………………………………5

4.2 Concrete, reinforcement and steel.....................................................................5

4.3 Connection materials.........................................................................................5

4.4 Thermal insulation materials and decorative materials.....................................7

4.5 Windows and doors...........................................................................................8

4.6 Waterproof materials.......................................................................................12

**5 Architectural design.............................................................................................14**

5.1 General requirements......................................................................................14

5.2 Facade design..................................................................................................14

5.3 Detailing..........................................................................................................15

**6 Structural design..................................................................................................20**

6.1 General requirements......................................................................................21

6.2 Action and action combination.......................................................................25

6.3 Wall panel design............................................................................................29

6.4 Wall panel connection with main structure.....................................................31

6.5 Detailing..........................................................................................................37

**7 Production and transportation............................................................................38**

7.1 General requirements......................................................................................38

7.2 Component production....................................................................................38

7.3 Production of pre-buried （sub） frame exterior wall.........................................44

7.4 Curing and. demoulding..................................................................................46

7.5 Storage and transportation...............................................................................47

**8 Installation and construction...............................................................................49**

8.1 General requirements....................................................................................49

8.2 Construction preparation.............................................................................. 50

8.3 Component installation connection...............................................................52

8.4 Detailing........................................................................................................56

**9 Acceptance inspection..........................................................................................58**

9.1 General requirements....................................................................................58

9.2 Site acceptance..............................................................................................60

9.3 Installation acceptance inspection.................................................................63

**Appendix A Inspection of pull-out strength of fiber-reinforced polymer connector……………………………………………………………………………67**

**Appendix B Inspection of watertightness of precast insulation and decoration integrated wall under dynamic wind pressure……………………………………70**

**Appendix C Inspection of structural performance of precast insulation and decoration integrated wall………………………………………………………….71**

# 1 总则

1.0.1为促进建筑工业化的发展，保证装配式保温装饰组合外墙的设计、制作、安装与质量验收，做到安全适用、技术先进、确保质量、保护环境，制定本规程。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙是将墙板、保温层、装饰层在工厂一起制作形成的“组合外墙”。

1.0.2 本规程适用于民用建筑装配式保温装饰组合外墙的材料、建筑设计、结构设计、构件制作与运输、安装与施工、质量验收。一般工业建筑可参照执行。

条文说明：本条规定了装配式保温装饰组合外墙的适用范围，新建的装配式民用建筑（居住建筑和公共建筑）所用的装配式保温装饰组合外墙的材料、建筑设计、结构设计、构件制作与运输、安装与施工、质量验收均可采用本规范。一般工业建筑，如没有特殊性能、构造要求的厂房、生产车间等所用的装配式保温装饰组合外墙的材料、建筑设计、结构设计、构件制作与运输、安装与施工、质量验收等可参考本规范相关条款。

1.0.3 装配式保温装饰组合外墙的材料、建筑设计、结构设计、构件制作与运输、安装与施工、质量验收，除应符合本规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

条文说明：本规程所涉及的条文内容仅对装配式保温装饰组合外墙与一般组合墙体不同的地方做了相应的规定，因此与装配式保温装饰组合外墙的材料、建筑设计、结构设计、构件制作与运输、安装与施工、质量验收相关的其他要求尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

# 2 术语与符号

## 2.1 术语

2.1.1 装配式保温装饰组合外墙precast insulation and decoration integrated wall

由墙板、保温层、装饰层和拉结件组成的预制外墙板，可带外窗或不带外窗，分为承重和非承重两类。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙可分为承重和非承重两类，装配式承重保温装饰组合外墙是指直接将本身自重与各种外加作用力系统地传递给其他承重结构构件的外墙板及其连接接点，如装配整体式混凝土剪力墙；装配式非承重保温装饰组合外墙是指在建筑物中起次要承重作用的墙体，如预制外挂保温墙板。

2.1.2 有机类保温板 organic thermal insulation panel

由有机材料制成的保温板。

条文说明：包括聚苯乙烯板、硬泡聚氨酯板和酚醛泡沫板等。

2.1.3 无机类保温板 inorganic thermal insulation panel

由无机材料制成的保温板。

条文说明：包括泡沫玻璃板、竖丝岩棉保温板、气凝胶复合保温板等。

2.1.4装饰层decorative layer

为保护墙板和保温层，完善墙体的使用功能和美化墙体，用装修材料对墙体内外表面进行处理后形成的面层。包括外墙饰面砖（或石材）、饰面板、涂料等。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙装饰层是与外墙一起成形、工厂预制的。

2.1.5 拉结件 connector

用于连接装配式保温装饰组合外墙中内、外叶墙板，使内、外叶墙板形成整体的连接器。

## 2.2 符号

――结构重要系数；

――连接节点承载力抗震调整系数；

*S*――基本组合的效应设计值；

――水平地震作用组合的效应设计值；

――竖向地震作用组合的效应设计值；

――永久荷载的效应标准值；

――风荷载的效应标准值；

――水平地震作用组合的效应标准值；

――竖向地震作用组合的效应标准值；

――永久荷载分项系数；

――风荷载分项系数；

――水平地震作用分项系数；

――竖向地震作用分项系数；

――风荷载组合系数；

――施加于外墙板重心处的水平地震作用标准值；

――动力放大系数；

――水平地震影响系数最大值；

――外墙板重力荷载标准值；

*laE*——纵向受拉钢筋的抗震锚固长度。

# 3 基本规定

3.0.1 装配式保温装饰组合墙的设计应满足相应的建筑和结构功能的要求，符合安全、适用、绿色、美观、经济的原则，并应满足标准化、模数化的要求。

3.0.2 装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构的连接应受力明确、构造可靠，满足承载力及耐久性要求，连接方式宜采用柔性连接，应适应主体结构的变形。

3.0.3装配式保温装饰组合外墙防火性能应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的规定。

3.0.4 装配式保温装饰组合外墙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的规定。

3.0.5 装配式保温装饰组合外墙隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的规定。

3.0.6 装配式保温装饰组合外墙应具有防水的能力，符合相关标准的有关要求。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙的水密性能设计应符合建筑功能要求，并符合行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235、《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458等相关标准的规定。水密性能设计取值可参考现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086。

3.0.7装配式保温装饰组合外墙的安装与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和《钢结构工程施工规范》GB 50755等的有关规定。

# 4 材料

## 4.1 一般规定

4.1.1 装配式保温装饰组合外墙所用材料应具有齐全的质保资料，材料进场后设计、规范要求须进行复试的材料应及时进行复试检测，其资料要与进场的材料相符合且应与设计要求相符，并满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的相关规定。

4.1.2装配式保温装饰组合外墙应满足适用性能、环境性能、经济性能、安全性能、耐久性能等要求，并应采用绿色建材和性能优良的材料。

4.1.3装配式保温装饰组合外墙材料均应满足设计要求以及现行有关标准的规定。

## 4.2 混凝土、钢筋和钢材

4.2.1 装配式保温装饰组合外墙所用混凝土、钢筋、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《混凝土结构设计规范》GB 50010和《钢结构设计标准》GB 50017的规定。

4.2.2 装配式保温装饰组合外墙的混凝土强度等级不宜低于C30。与建筑物主体结构现浇连接部分的混凝土强度等级不应低于外墙板的设计混凝土强度等级。

条文说明：当采用轻骨料混凝土时候，混凝土强度等级不应低于LC25；当组合外墙采用清水混凝土时，混凝土强度等级不宜低于C40。

4.2.3 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的规定。

4.2.4 预制装配式保温装饰组合外墙的吊装用内埋式螺母、内埋式吊杆及配套的吊具应符合现行国家相关标准的规定，吊环应采用未经冷加工的HPB300级钢筋制作。

## 4.3 连接材料

4.3.1 装配式保温装饰组合外墙拉结件宜采用纤维增强塑料（FRP）或不锈钢拉结件，并应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。当有可靠依据时，也可采用其他类型拉结件。

1 纤维增强塑料（FRP）拉结件应符合下列要求：

1）纤维增强塑料（FRP）拉结件由纤维增强塑料连接板（杆）和套环组成，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；其材料力学性能指标应符合表4.3.1-1的要求；

**表4.3.1-1 纤维增强塑料（FRP）拉结件材料力学性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 指标要求 | 试验方法 |
| 拉伸强度，MPa | ≥700 | GB/T 1447 |
| 拉伸弹模，GPa | ≥42 | GB/T 1447 |
| 层间抗剪强度，MPa | ≥40 | JC/T 773 |

2）纤维增强塑料（FRP）拉结件的抗拉强度设计值应考虑混凝土环境及长期荷载的影响予以折减。

3）纤维增强塑料（FRP）拉结件应具有足够的抗拔承载力，抗拔承载力的试验方法应根据本标准附录A执行。

2 不锈钢拉结件的材料力学性能指标应符合表4.3.1-2的要求。

**表4.3.1-2 不锈钢拉结件材料力学性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 指标要求 | 试验方法 |
| 名义屈服强度，MPa | ≥380 | GB/T 228 |
| 拉伸强度，MPa | ≥500 | GB/T 228 |
| 拉伸弹模，GPa | ≥190 | GB/T 228 |
| 抗剪强度，MPa | ≥300 | GB/T 6400 |

条文说明：保温拉结件是保证夹心保温墙板内、外叶墙板可靠连接的关键部件，应具有可靠的力学性能。纤维增强塑料（FRP）保温拉结件和不锈钢保温拉结件是目前国内外普遍采用的保温拉结件。保温拉结件属于持续受力构件，其破坏模式通常属于脆性破坏，缺乏良好的耗能机制。其连接破坏一旦发生，会造成外叶墙板整体坠落，产生十分严重的后果。保温拉结件的抗拔承载力和抗剪承载力与保温拉结件的锚固构造、保温拉结件的横截面形式、墙板混凝土强度等级、保温拉结件材料力学性能等因素有关，难以采用统一的方法计算。因此，本规程建议通过试验确定，或根据经过权威部门认证的产品说明书选用。

不锈钢材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。

4.3.2装配式混凝土保温装饰组合外墙与建筑物主体结构之间的连接材料应符合下列规定：

1 钢筋锚固板应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定。

2 受力预埋件的锚板及锚筋的材料及连接方式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。专用预埋件及连接材料应符合现行国家有关标准的规定。

3 连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固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等的规定。

4连接材料应有可靠的防腐、防锈和防火措施。

条文说明：受力预埋件宜采用Q235、Q345级钢，锚板厚度应根据受力情况计算确定，且不宜小于锚筋直径的60%；受拉和受弯预埋件的锚板厚度宜大于b/8（b为锚筋的间距）。

受力预埋件的锚筋宜采用HRB400或HPB300钢筋，不应采用冷加工钢筋。

## 4.4 保温与装饰材料

4.4.1预制装配式保温装饰组合外墙保温材料宜采用挤塑聚苯乙烯板、硬泡聚氨酯板、酚醛泡沫板、模塑聚苯板（EPS）泡沫玻璃板、竖丝复合岩棉板、发泡陶瓷板等，其产品性能应符合相应的标准要求。

4.4.2 保温板相关性能应符合相关标准规定，具体如下：

1 挤塑聚苯乙烯板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的有关规定。

2 硬泡聚氨酯板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中对Ⅲ类产品的有关规定。

3 酚醛泡沫板应符合现行国家标准《绝热用硬质酚醛泡沫制品（PF）》GB/T 20974中对Ⅱ类产品的有关规定。

4 泡沫玻璃板应符合现行行业标准《泡沫玻璃绝热制品》JC/T 647中对Ⅱ类产品的有关规定。用作外墙保温时应注意耐碱性。用于严寒地区和寒冷地区墙体保温时应满足抗冻性要求。

5 竖丝复合岩棉板应符合现行国家标准《建筑外墙保温用岩棉制品》GB25975-2010的有关规定。

6 其他保温材料应符合相应标准规范要求。

4.4.3外墙饰面宜采用耐久、环保、不易污染的材料，相关性能应符合下列规定：

1 花岗岩的性能应符合现行国家标准《天然花岗岩建筑板材》GB/T18601的有关规定；

2 大理石的性能应符合现行国家标准《天然大理石建筑板材》GB/T19766的有关规定；

3 陶瓷板的性能应符合现行国家标准《陶瓷板》GB/T 23266的有关规定；

4 砂壁状建筑涂料、真石漆的性能应符合现行行业标准《合成树脂乳液砂壁状建筑涂料》JG/T 24的有关规定；

5 饰面砂浆的性能应符合现行行业标准《[墙体饰面砂浆》](http://www.baidu.com/link?url=zBRAjdVQOPYliJMFPobTX5xHnKu2uNzmyblzLpLfa9wKASsZ23taIcH85_QG7ZwR)JC/T 1024的有关规定；

6 陶板的性能应符合现行行业标准《建筑幕墙用陶板》JG/T 324的有关规定。

7 清水混凝土的性能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。

条文说明：采用耐久、环保、不易污染的饰面材料对于保持装配式混凝土保温装饰组合外墙的表面装饰效果具有决定性的意义。该条文说明了不同装饰材料应满足的技术标准。各类装饰材料的质量除应符合现行国家有关标准的规定，还应有产品合格证和检测报告。石材、面砖和陶板应按编号、品种、数量、规格、尺寸、颜色用途等分类标识放置；其中面砖、石材的粘结性应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ110中的有关规定。

## 4.5 门窗材料

4.5.1门窗产品应符合《铝合金门窗》GB/T 8478、《建筑用塑料窗》GB/T 28887、《建筑用塑料门》GB/T 28886、《木铝复合门窗》JC/T 2080、《实木门窗》JC/T 2081、《玻璃纤维增强塑料（玻璃钢）窗》JG/T 186等现行国家标准、行业标准的规定。当采用活动式外遮阳时，宜采用遮阳组合窗。

4.5.2 门窗产品主要性能宜满足下列要求：

1 抗风压性能不小于《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106规定的3级要求；

2 气密性能不小于《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106规定的6级要求；

3 水密性能不小于《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106规定的3级要求；

4 传热系数宜执行75%节能标准，暂不具备条件的地区宜执行不低于65%节能标准。

条文说明：住建部2017年《关于印发“建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划”的通知》（建科 [2017] 53号）要求提高门窗的主要性能指标，因此门窗最低性能宜在现有基础上适度提高，装配式建筑墙体整体物理性能、热工性能、耐久性能优于普通墙体，门窗也应与墙体同步采用高性能门窗。

4.5.2门窗用型材相关要求：

1 未增塑聚氯乙烯（PVC-U）型材应符合现行国家标准《门、窗用未增塑聚氯乙烯（PVC-U）型材》GB/T8814的有关规定，彩色型材应符合现行行业标准《建筑门窗用未增塑聚氯乙烯彩色型材》JG/T 263的相关规定。框构造尺寸应满足《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113要求，主型材截面腔室应满足节能设计要求，应具有独立的增强型钢及排水腔室。

2 铝合金型材应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第1部分：基材》GB/T 5237.1、《铝合金建筑型材 第2部分：阳极氧化型材》GB/T 5237.2、《铝合金建筑型材 第3部分：电泳涂漆型材》GB/T 5237.3、《铝合金建筑型材 第4部分：粉末喷涂型材》GB/T 5237.4、《铝合金建筑型材 第5部分：氟碳漆喷涂型材》GB/T 5237.5、《铝合金建筑型材 第6部分：隔热型材》GB/T 5237.6的规定。框构造尺寸应满足《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113要求，隔热型材用隔热条不得使用PVC材料，隔热条宽度应满足节能设计要求。

3铝木复合型材应符合《建筑用节能门窗 第1部分：铝木复合门窗》GB/T29734.1的规定。框构造尺寸应满足《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113要求，采用隔热铝型材时，隔热条不得使用PVC材料，隔热条宽度应满足节能设计要求。

4 玻璃钢型材应符合《门窗用玻璃纤维增强塑料拉挤型材》JC/T941的规定。框构造尺寸应满足《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113要求，主型材截面腔室应满足节能设计要求，型材横向弯曲强度应不小于50 MPa；型材表面应选择适用于玻璃钢材质的户外涂料进行涂装处理。涂层耐老化性能按《色漆和清漆人工气候老化和人工辐射曝露滤过的氙弧辐射》GB/T1865规定，应不小于1000小时；

4.5.3门窗玻璃要求：

1 单片玻璃（包括平板玻璃、着色玻璃、镀膜玻璃、半钢化玻璃和钢化玻璃等）应符合《平板玻璃》GB 11614、《建筑用安全玻璃第2部分：钢化玻璃》GB 15763.2、《镀膜玻璃第2部分：低辐射镀膜玻璃》GB/T 18915.2等国家现行有关标准的规定。

2 夹层玻璃应符合《建筑用安全玻璃第3部分：夹层玻璃》GB15763.3的有关规定，宜干法加工合成。

3 中空玻璃应符合现行国家标准《中空玻璃》GB/T 11944和现行行业标准《建筑玻璃》 JGJ 113的有关规定。中空玻璃间隔层厚度应满足节能设计要求，玻璃厚度不应小于5mm；节能要求较高时宜采用暖边间隔条以及Low-E镀膜；用镀膜玻璃组合中空玻璃时，应与密封胶做相容性试验。

4 内置遮阳中空玻璃制品应符合《内置遮阳中空玻璃制品》JG/T 255的技术要求。内置百叶中空玻璃制品宜采用双滑块操作技术，磁力不小于N45；当节能要求较高时，可采用暖边间隔条以及Low-E镀膜或两腔中空玻璃制品。

5 真空玻璃应符合现行行业标准《真空玻璃》JC/T1079的有关规定。真空玻璃宜合片成中空玻璃使用。

4.5.4 密封材料要求：

1 密封材料应符合国家现行有关标准的规定。

2框扇用密封条应符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T24498的有关要求。

3 密封毛条应采用硅化处理的加片型毛条，其空气渗透性能、机械性能及尺寸偏差应符合现行行业标准《建筑门窗密封毛条》JC/T 635中优等品的规定。

4.5.5 五金配件要求：

1五金配件、附件、紧固件应符合国家行业有关标准的规定。

2合页、滑撑、滑轮等五金件的选用应满足外窗承载力的要求，五金件应符合现行国家标准《建筑门窗五金件 通用要求》GB/T 32223的有关规定。

3 五金件在规定荷载作用下，窗的反复启闭次数不应少于1万次，且密闭无异常，使用无障碍。

4 机械传动方式的开窗器由合页（铰链）、传动锁闭器、滑撑和撑挡等五金件组成，机械传动方式的开窗器由液压动力单元、双向作用液压推杆和铰链及连杆机构组成。其各五金件应符合国家和行业相应标准规范的有关要求。

4.5.6 木塑复合、钢塑共挤或玻璃钢附框要求：

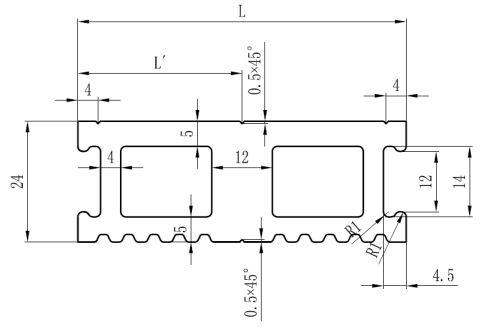
1 木塑复合、钢塑共挤或玻璃钢附框型材在工程应用中的主要性能及技术指标应符合表4.5.6的规定。

**表4.5.6 木塑复合、钢塑共挤或玻璃钢附框型材主要性能及技术指标**

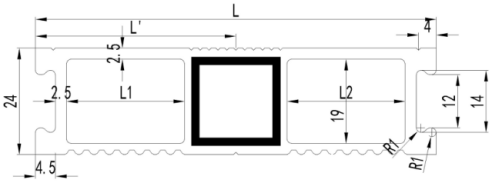
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能 | | 单位 | 技术指标 |
| 1 | 型材静曲强度 | | MPa | ≥35 |
| 2 | 型材高低温反复尺寸变化率 | | % | ≤0.3 |
| 3 | 型材低温落锤冲击 | | / | 无破裂 |
| 4 | 型材握螺钉力 | | N | ≥3000 |
| 5 | 框连接角最大破坏力 | | N | ≥800 |
| 6 | 型材耐候性（6000h） | 静曲强度保持率 | % | ≥80 |
| 7 | 型材截面厚度方向热阻 | | （m2·K） / W | ≥0.28 |

2 附框组角应牢固，角缝处应密封处理，角缝处不得出现渗水。

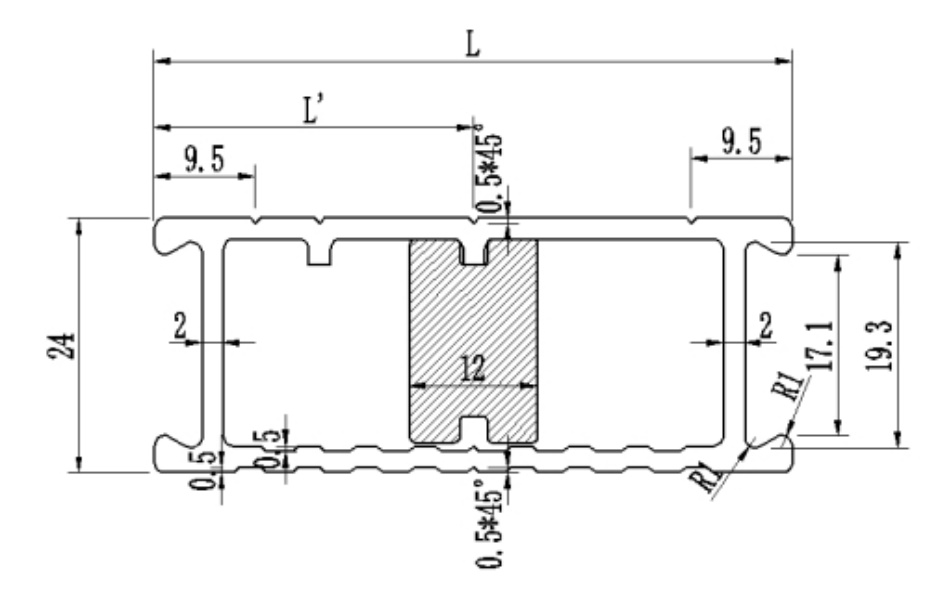
条文说明：木塑复合、钢塑共挤、玻璃钢附框截面构造及典型尺寸见图4.5.6。



**图4.5.6-1 木塑复合附框型材**



**图4.5.6-2 钢塑共挤附框型材**



**图4.5.6-3 玻璃钢附框型材**

4.5.7其他材料应符合国家和行业相应标准规范的有关规定。

## 4.6 防水材料

4.6.1防水密封胶应选用耐候性密封胶，密封胶应与墙体材料具有相容性，并具有低温柔性、防霉及耐水等性能，其最大伸缩变形量、剪切变形性及物理力学性能等均应满足相关标准要求。

4.6.2 密封胶的外观应符合下列要求：

1 密封胶应为细腻、均匀膏状物或粘稠液体，不应有气泡、结皮或凝胶。

2 密封胶的颜色与供需双方商定的样品相比，不得有明显差异。多组份密封胶各组份的颜色应有明显差异。

4.6.3防水密封胶性能应满足JC/T 881《混凝土接缝用建筑密封胶》等现行国家和行业标准的规定。并应符合下列要求：

1当防水密封胶选用硅酮类密封胶时，其性能应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683的规定。

2当防水密封胶选用聚氨酯密封胶时，其性能应符合现行国家标准《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482的规定。

3 当防水密封胶选用聚硫建筑密封胶时，其性能应符合现行国家标准《聚硫建筑密封胶》JC/T 483的规定。

4 其他密封胶应符合相关现行国家标准的规定。

条文说明：除本条规定的要求外，密封胶适用期和表干时间指标由供需双方商定。

4.6.4 止水带（条）性能指标应符合相关现行国家标准的规定。

1 止水带符合《高分子防水材料第2部分：止水带》GB18173.2的要求；

2 遇水膨胀橡胶符合《高分子防水材料第3部分：遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3的要求；

3 遇水膨胀止水胶符合《遇水膨胀止水胶》JG/T 312的要求；

4 其他止水（条）材料均应满足相关标准的规定。

4.6.5 外墙接缝密封胶的背衬材料可采用直径为缝宽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/m3。

4.6.6 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。

# 5 建筑设计

## 5.1一般规定

5.1.1 装配式保温装饰组合外墙的建筑设计应按建筑外墙系统进行集成设计，

统筹设计、生产、运输、安装施工及运营维护等全过程，宜采用建筑信息模型（BIM）技术。

5.1.2 建筑设计宜考虑建筑、结构、设备管线、内装组合协同。

5.1.3 建筑设计应遵循模数化、标准化的原则，满足立面效果、制作工艺、运输及安装施工的要求。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙应考虑与外门窗、阳台板、空调板、构件等部品部件的相互关系，应做到标准化设计，减少构件类型，提高构件的标准化程度，简化构件加工和现场施工，做到简洁有序、经济合理。

5.1.4装配式承重保温装饰组合外墙建筑设计应按照《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进行设计。

## 5.2 立面设计

5.2.1 采用装配式保温装饰组合外墙的装配式建筑，立面设计应考虑建筑功能、结构形式、装配式非承重保温装饰组合外墙的支承形式、生产工艺、运输施工安装等因素。

5.2.2 装配式保温装饰组合外墙的装饰面层规格尺寸、材质类别、连接构造等应进行工艺试验验证。

条文说明：装饰面层的规格尺寸应当与建筑设计相协调；装饰层材料宜选用无机饰面砂浆、真石漆、质感涂料等饰面材料；由于装饰层的色差、返碱等现象发生，与施工制作现场的温度、湿度等气候条件密切相关，因此，在批量制作装饰构件之前，应进行现场工艺试验验证。

5.2.3 装配式保温装饰组合外墙应与外门窗、阳台板、空调板等进行标准化、模块化的集成设计，遵循少规格、多组合的原则，通过材质、肌理、色彩等变化，形成丰富多样的立面效果。

5.2.4 装配式非承重保温装饰组合外墙的分格形式应根据立面分格、外墙材质规格等确定，立面分格线宜与装配式非承重保温装饰组合外墙接缝位置相对应。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙按照建筑外墙功能、建筑立面特征划分为整间板、横条板、竖条板等，考虑到与主体结构连接，对于民用建筑建议采用整间板。



**图5.2.4 整间板示意图**

## 5.3 构造设计

5.3.1 装配式非承重保温装饰组合外墙的构造设计应考虑其与屋面板、外门窗、阳台板、空调板及装饰件等连接构造节点，满足热工、防火、防水、气密、水密、隔声等性能要求。

5.3.2 装配式非承重保温装饰组合外墙的热工设计应符合下列规定：

1传热系数应取考虑热桥影响后的加权平均传热系数；

2设计应满足外围护结构热工性能要求，防止在与主体结构的接缝处、混凝土肋以及金属拉结件等处形成热桥；

3保温构造应进行防结露验算。

条文说明：对于有采暖、空气调节要求的外墙，装配式非承重保温装饰组合外墙的气密性能应符合建筑节能设计要求。

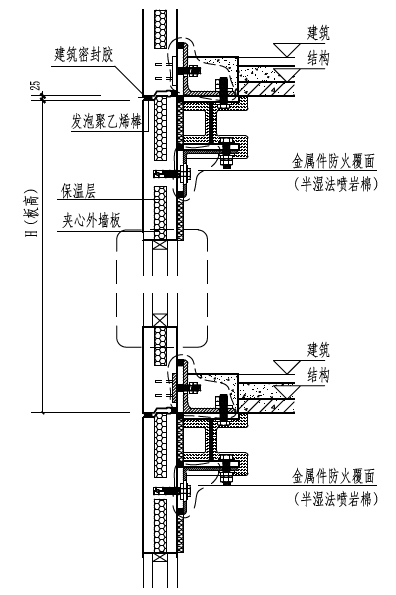
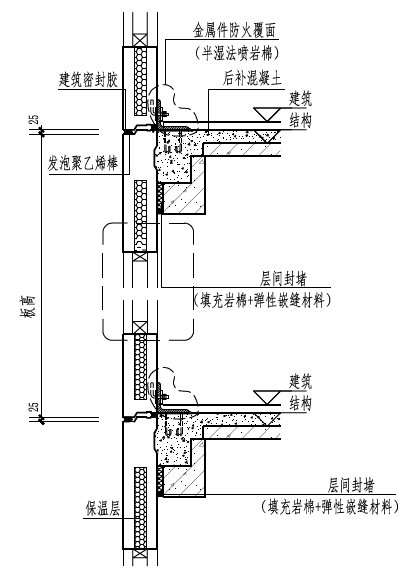
5.3.3 装配式非承重保温装饰组合外墙的防火设计应符合下列规定：

1内、外叶墙板厚度应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的要求。

2板缝应采用防火封堵材料封堵，防火封堵材料耐火性能不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016对相邻的主体结构构件、隔墙的耐火极限要求，并应满足现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864有关缝隙封堵材料的要求。

3 装配式非承重保温装饰组合外墙的防火封堵构造系统应具有伸缩能力、密封性和耐久性；遇火时，在规定的耐火极限内应保持完整性、隔热性和稳定性。

条文说明：由于梁柱及楼板周围与装配式非承重保温装饰组合外墙内侧一般要求留有30~50mm调整间隙，内保温可以和防火做法结合实现连续铺设，可以杜绝热桥影响。由于预制生产、运输和现场安装的需要，外墙挂板系统必须分割成各自独立承受荷载的板块。



**图5.3.3 建筑连接处防火构造**

5.3.4 装配式非承重保温装饰组合外墙的防排水设计宜采用防排结合的原则，并符合下列规定：

1 装配式非承重保温装饰组合外墙板缝应采用不少于一道材料防水和构造防水相结合的做法，水平缝宜采用内高外低的企口或板顶带槽口的构造形式，垂直缝宜采用槽口的构造形式；

2 应根据当地气候条件，在装配式非承重保温装饰组合外墙的板缝及门窗洞口等防水薄弱环节处宜加强防水构造措施；

3 在十字缝部位每隔2~3层宜设置导水管。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。当建筑物高度不大于15m且不超过四层时，墙板接缝处可不设置导水管；

4 当板缝空腔设置导水管排水时，应在板缝内侧增设气密条密封构造，导水管应采用专用单向排水管，管内径不宜小于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；

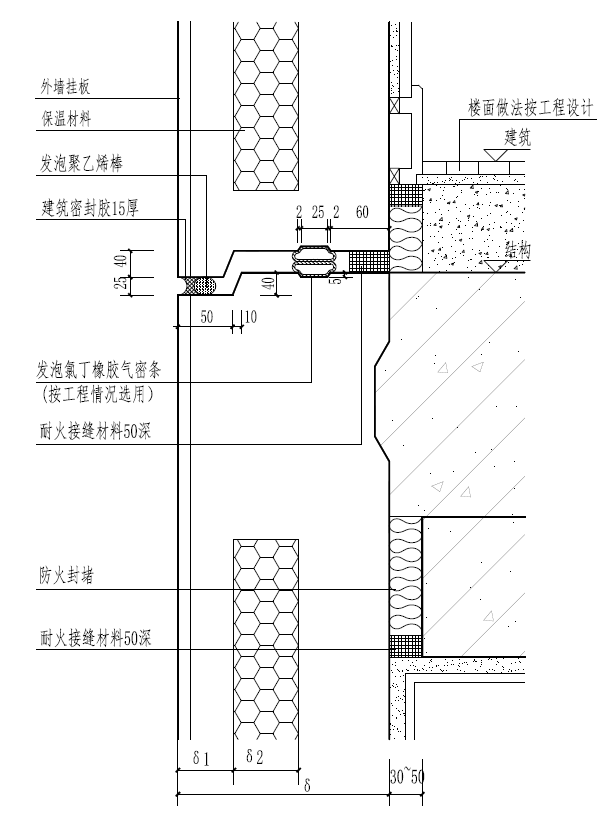
5 当装配式非承重保温装饰组合外墙接缝内侧采用气密条密封时，十字缝部位各300mm宽度范围内的气密条接缝内侧应采用耐候密封胶进行密封处理；

6 当房间有防水要求时，宜在装配式非承重保温装饰组合外墙室内一侧做内衬墙，在内衬墙内侧做防水处理；

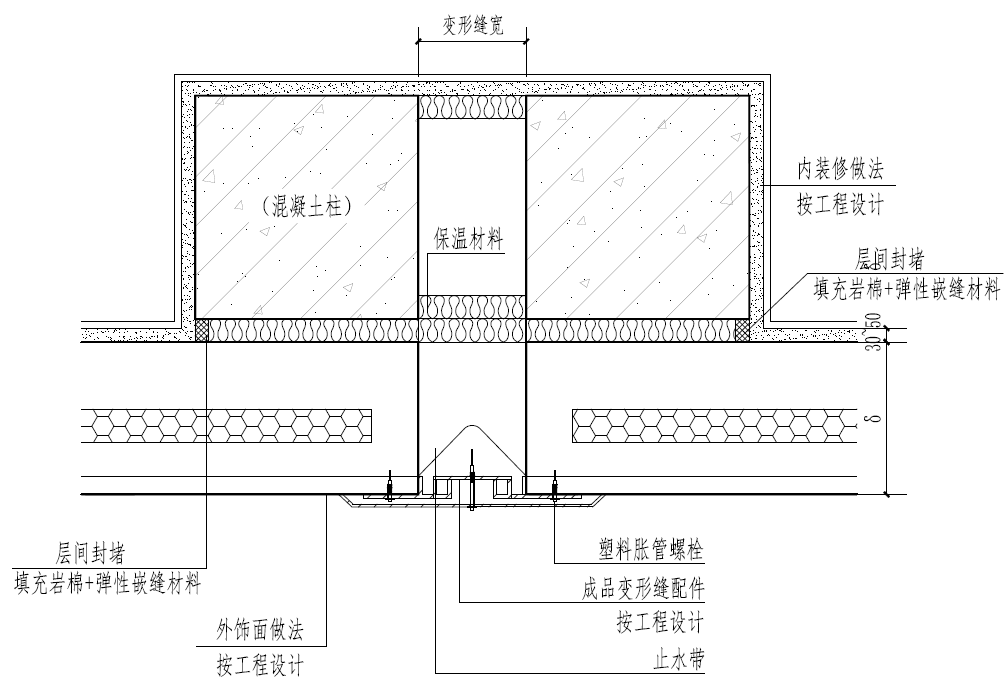
7 当屋面采用预制女儿墙板时，应采用与下部装配式非承重保温装饰组合外墙结构相同的接缝密封做法。女儿墙板内侧在泛水高度处设凹槽或挑檐等防水材料的收头构造。

条文说明：年降雨量较大地区的外墙挂板工程，当建筑物高度较大时，装配式非承重保温装饰组合外墙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。

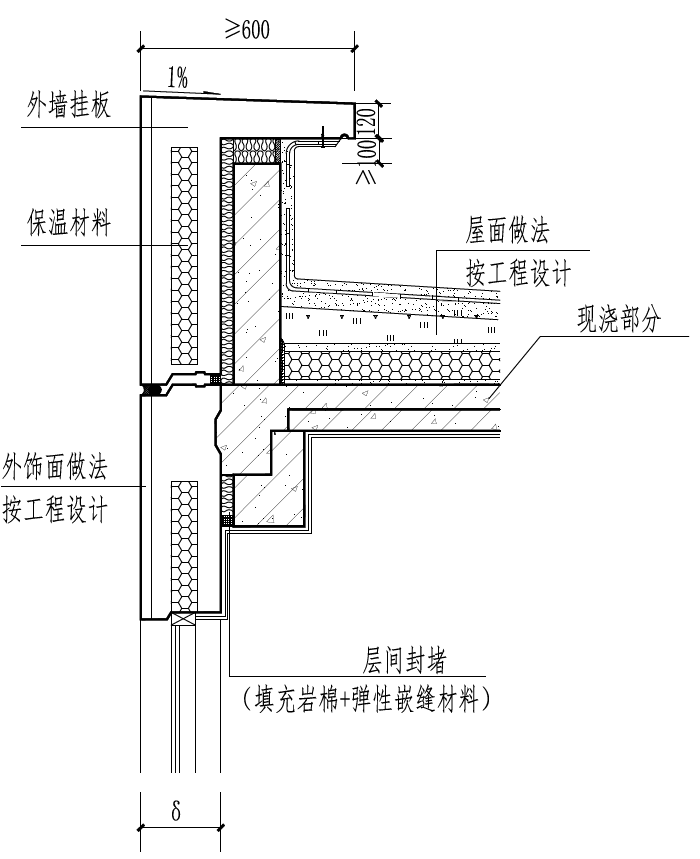
当接缝采用材料防水时，应对嵌缝材料的延伸率、耐久性、耐热性、抗冻性、粘结性、抗裂性等方面明确设计要求，满足接缝部位的防水设计标准。



**图5.3.4-1 装配式非承重保温装饰组合外墙水平缝纵剖面构造示意图**



**图5.3.4-2 装配式非承重保温装饰组合外墙垂直缝横剖面构造示意图**



**图5.3.4-3 屋顶预制女儿墙构造示意图**

5.3.5 装配式非承重保温装饰组合外墙的板缝宜符合下列规定：

1 板缝宽度应综合考虑主体结构的层间变形、温度变化、密封材料的变形能力及施工安装误差等因素确定，板缝宽度不宜小于15mm，且不宜大于35mm；当计算板缝宽度大于35mm时，宜调整装配式非承重保温装饰组合外墙的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 板缝内宜采用背衬材料填充。

条文说明：应合理确定板缝宽度，确保各种工况下各板块间不会产生挤压和碰撞。密封胶的厚度不宜太小，否则节点变形时密封胶可能撕裂。密封胶的厚度也不宜过大，如果密封胶厚度过大，将增加密封胶的应力，容易导致胶与混凝土连接面失效。《Planning and design handbook on precast building structures》FIB 74中规定缝宽不应小于8mm，且不应大于30mm，并给出了普通密封胶最小宽度和深度的建议值。

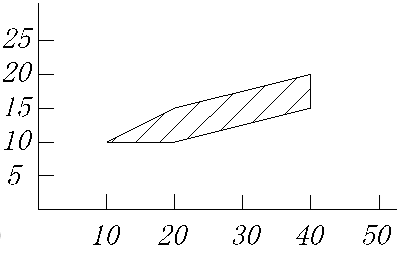
**表5.3.5-1 FIB 74推荐的密封胶宽度和深度**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 构件宽度（m） | 最小节点宽度（mm） | 最小节点深度（mm） |
| 1.80 | 12 | 8 |
| 2.40 | 12 | 8 |
| 3.60 | 14 | 8 |
| 4.80 | 15 | 10 |
| 6.00 | 16 | 10 |

日本规范《建筑工事标准式样书▪同解说-防水工事》JASS8中的板缝宽度规定见表5.3.5-2：

**表5.3.5-2 JASS8规定的装配式非承重保温装饰组合外墙板缝宽度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 密封材料的种类 | | 接缝处宽度的范围 | |
| 主要成分 | 符号 | 最大值 | 最小值 |
| 硅酮系列 | SR | 40 | 10 |
| 硅烷改性聚醚胶 | MS | 40 | 10 |
| 聚硫系列 | PS | 40 | 10 |
| 丙烯酰胺聚氨酯型 | UA | 40 | 10 |
| 聚氨酯系列 | PU | 40 | 10 |
| 丙烯酸系列 | AC | 20 | 10 |



密封胶厚度（mm）

接缝宽度（mm）

**图5.3.5 JASS8规定的密封胶厚度与板缝宽度的关系**

另外，美国标准《Standard Guide for Use of Joint Sealants》ASTM C1193规定：（1）对于宽度为6～13mm（0.25～0.5in）的对接密封胶接缝，对混凝土、砖、石等类似的多孔基材，密封胶的厚度可以与接缝宽度相等;（2）对于13～25mm（0.5～1in）宽度的接缝，对多孔基材其密封胶的厚度应是宽度的一半或6～13mm（0.25～0.5in）。《PCI Design Handbook》建议单层板缝缝宽不应小于19mm，双层板缝缝宽不应小于25mm，角部缝宽不应小于30mm;当缝宽不大于25mm时，规定密封胶厚度取缝宽一半，且不小于6mm；缝宽大于25mm时，规定密封胶厚度取12.5mm。德国标准《Sealing of exterior wall joints in building using joint sealants》DIN 18540中规定缝宽应不小于10mm，且不应大于35mm；推荐的板缝密封胶厚度为8~15mm。日本鹿岛建设公司《PC幕墙的设计与施工》建议缝宽为20~40mm，建议密封胶厚度为缝宽的0.5倍~1倍，约为10~20mm。

本规程综合国外规范建议值和国内工程实践经验，对板缝宽度和密封胶厚度进行了规定。

# 6 结构设计

## 6.1 一般规定

6.1.1装配式承重保温装饰组合外墙应按照《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231进行结构设计。

6.1.2 装配式非承重保温装饰组合外墙和连接节点的结构分析、承载力计算和构造要求除应符合本规程的要求外，尚应符合国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232的有关规定。

6.1.3装配式非承重保温装饰组合外墙和连接节点设计应考虑装配式非承重保温装饰组合外墙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装配式非承重保温装饰组合外墙的影响。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙本身必须具有足够的承载能力和变形能力，避免在风荷载作用下破坏或脱落。

6.1.4 装配式非承重保温装饰组合外墙及其与主体结构的连接节点应进行抗震设计，连接节点宜避开主体结构构件在地震作用下的塑性发展区域。

条文说明：为保证装配式非承重保温装饰组合外墙在地震作用下的安全性，实现6.1.2条所述的抗震性能目标要求，连接节点应进行抗震设计。在大震作用下，主体结构在地震作用下的塑性发展区域在中、大震作用下一般会发生混凝土开裂及钢筋屈服，对于连接节点预埋件、连接钢筋的锚固作用削弱，影响连接节点的承载力。因此，为保证罕遇地震作用下装配式非承重保温装饰组合外墙不整体脱落，连接节点宜连接在梁外挑的短板上，也可连接在塑性发展区域以外的梁上。当无法避开时，应将连接节点的预埋件或者连接钢筋与主体结构构件的纵向受力钢筋可靠连接，避免发生脱落。

6.1.5与装配式非承重保温装饰组合外墙相连接的主体结构构件应符合下列要求：

1节点连接件的锚固要求；

2应具有足够的承载能力；应承受装配式非承重保温装饰组合外墙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。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙在安装完成投入使用之后，由于各楼层活荷载的不同，连接装配式非承重保温装饰组合外墙的主体结构变形不同，可能在投入使用后上下层主体结构的变形差大于装配式非承重保温装饰组合外墙之间的缝隙，因此应根据结构变形选用不同连接形式的装配式非承重保温装饰组合外墙连接系统，同时对主体结构应严格控制各层的变形差。在首层装配式非承重保温装饰组合外墙安装时要根据施工顺序预留装配式非承重保温装饰组合外墙变形差。

支承装配式非承重保温装饰组合外墙的主体结构构件是确保装配式非承重保温装饰组合外墙安全并实现其使用功能的基础，因此对应的支承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，以减少对装配式非承重保温装饰组合外墙的不利影响。当支承装配式非承重保温装饰组合外墙的主体结构变形较大时，应对长圆孔螺栓连接的长孔尺寸和水平缝宽进行定量的分析计算，并采取相应的构造措施。

主体梁刚度较小时，宜优先考虑将墙板连接点全设置在梁柱节点处或节点处的外挑板上，以减少梁变形对装配式非承重保温装饰组合外墙的不利影响；当装配式非承重保温装饰组合外墙连接点设置在梁上，造成主体结构构件变形的因素主要包括安装墙板前的恒荷载，墙板重量，安装墙板后的恒荷载，活荷载等，前两者对装配式非承重保温装饰组合外墙的安装精度、难度影响较大，后两者对装配式非承重保温装饰组合外墙长圆孔螺栓连接的长孔尺寸和水平缝宽产生的影响较大。装配式非承重保温装饰组合外墙安装后如果需要浇筑部分混凝土，主体结构的挠度计算时应考虑叠合效应，浇筑混凝土前的荷载造成的挠度不应考虑后浇混凝土部分的刚度贡献。

美国PCI手册对主体结构的刚度提出了较为具体的要求，可以作为我们设计时的参考：当墙重+窗户系统等重量≤25%的梁上荷载时，PCI手册要求安装墙板前的恒荷载下主体梁变形限值为L/480和10mm的较小值，安装墙板系统后，所有恒荷载造成的主体梁变形限值是L/480和16mm的较小值；活荷载下主体梁变形限值是L/360和6~13mm的较小值；当墙重+窗户系统等重量>25%的梁上荷载时，安装墙板前的恒荷载下主体梁变形限值是L/600和10mm的较小值，安装墙板系统后，所有恒荷载造成的主体梁变形限值是L/480和16mm的较小值；活荷载下的主体梁变形限值是L/360和6~13mm的较小值。

6.1.6 装配式非承重保温装饰组合外墙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。

6.1.7 结构计算时，应按下列规定计入装配式非承重保温装饰组合外墙的影响：

1应计入支承于主体结构的装配式非承重保温装饰组合外墙自重；当装配式非承重保温装饰组合外墙相对于其支承构件有偏心时，应计入装配式非承重保温装饰组合外墙重力荷载偏心产生的不利影响；

2采用点支承的装配式非承重保温装饰组合外墙，可不计入墙板刚度影响；

3采用线支承的装配式非承重保温装饰组合外墙，宜采取构造措施减少对主体结构刚度产生影响。

条文说明：恒活荷载以及竖向地震作用下，装配式非承重保温装饰组合外墙可采取梁外侧挑板等措施减少对主体刚度的影响。在水平地震和风荷载作用下，当线支承装配式非承重保温装饰组合外墙避开主体结构构件在地震作用下的塑性发展区域时，墙板平面内线支承装配式非承重保温装饰组合外墙对主体结构刚度影响将会降低；但在墙板平面外线支承装配式非承重保温装饰组合外墙对主体刚度的影响不会有太大降低，此时宜根据墙板的面外刚度计算其对主体刚度影响的具体数值；当影响较大时宜采取其他构造措施或在计算中考虑装配式非承重保温装饰组合外墙的不利影响。

6.1.8装配式非承重保温装饰组合外墙不应跨越主体结构的变形缝，主体结构变形缝两侧的装配式非承重保温装饰组合外墙的构造缝应能适应主体结构变形要求。

条文说明：主体结构变形缝两侧的装配式非承重保温装饰组合外墙的构造缝宜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。

6.1.9 在正常使用极限状态下，应对装配式非承重保温装饰组合外墙进行变形验算和裂缝验算，并应符合下列规定：

1变形验算时，其平面外挠度限值为装配式非承重保温装饰组合外墙面外支座间距离的1/250。

2裂缝宽度验算时，裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定。装配式非承重保温装饰组合外墙建筑外表面在温度作用下裂缝控制等级为二级，在风荷载作用下裂缝控制等级为三级；装配式非承重保温装饰组合外墙靠近室内一侧在不同工况下的裂缝控制等级均为三级。

条文说明：当装配式非承重保温装饰组合外墙采用抗裂性能强的饰面材料时，温度作用下的裂缝控制等级可适当放宽。

6.1.10 装配式非承重保温装饰组合外墙和连接节点承载力极限状态验算应采用下列设计表达式：

1持久、短暂设计状况：

 （6.1.10-1）

2地震设计状况：

 （6.1.10-2）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 式中： |  | ——— | 结构重要性系数，宜与主体结构相同； |
|  |  | ——— | 荷载组合的效应设计值； |
|  |  | ——— | 构件抗力的设计值； |
|  |  | ——— | 承载力抗震调整系数，装配式非承重保温装饰组合外墙根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011取值，连接节点取1.0。 |

6.1.11装配式非承重保温装饰组合外墙当按非组合受力计算时，宜按内叶板进行承载力和变形计算；当按组合受力计算时，可按内外两层板共同承受墙面水平荷载计算其承载力和变形；当按部分组合受力计算时，受力性能宜经过试验验证。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙的设计包括内外叶墙板设计、墙板之间的拉结件设计，当夹心墙板之间的内外叶墙板连接形式不同时，墙板之间的受力形式不同。对于非组合受力时，夹心墙板在面外荷载作用下，内叶与外叶协同受力作用较弱，曲率一致，但是相对变形较大，墙板整体抗弯刚度接近内叶与外叶的抗弯刚度之和；对于组合受力时，夹心墙板在面外荷载作用下，内叶与外叶协同受力作用较强，曲率一致且相对变形较小，墙板整体抗弯刚度接近与按照平截面假定计算组合截面抗弯刚度。当环境温度变化较大时，一般采用非组合受力墙板。

6.1.12装配式保温装饰组合墙板脱模、翻转、吊装、运输、安装等环节的验算时，其等效荷载应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术规范》GB/T 51231与《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1等国家、行业现行标准的有关规定。

6.1.13预埋件、连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理，并应符合耐久性的要求。

## 6.2 作用与作用组合

6.2.1在持久设计状况下，装配式非承重保温装饰组合外墙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装配式非承重保温装饰组合外墙的面外变形验算应按荷载的标准组合计算效应设计值；

2裂缝控制等级为二级时，裂缝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，裂缝验算应按荷载准永久组合计算效应设计值；

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。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙和连接节点的截面和配筋设计应根据各种荷载和作用组合效应设计值中的最不利组合进行。计算温度荷载时宜考虑温度梯度的影响。

6.2.2 在短暂设计状况下，装配式非承重保温装饰组合外墙的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。

6.2.3罕遇地震作用下，保温拉结件的承载力验算和装配式非承重保温装饰组合外墙连接节点的承载力计算可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。

6.2.4装配式非承重保温装饰组合外墙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》GB50009中的围护结构确定；

2应考虑窗对墙体产生的集中荷载；

3计算连接节点时，可将风荷载施加于装配式非承重保温装饰组合外墙的形心处，并应记录风荷载对连接节点的偏心影响。

6.2.5装配式非承重保温装饰组合外墙的地震作用标准值计算可采用等效侧力法，采用等效侧力法时，垂直于装配式非承重保温装饰组合外墙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；平行于装配式非承重保温装饰组合外墙平面的集中水平地震作用标准值可按公式（6.2.7-2）计算：

 （6.2.4-1）

 （6.2.4-2）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 式中： |  | ——— | 垂直于装配式非承重保温装饰组合外墙平面上作用的分布水平地震作用标准值（kN/m2）。 |
|  |  | ——— | 平行于装配式非承重保温装饰组合外墙平面的集中水平地震作用标准值（kN）。 |
|  |  | ——— | 动力放大系数。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。 |
|  |  | ——— | 水平地震影响系数最大值，应符合表6.2.7的有关规定。 |
|  |  | ——— | 装配式非承重保温装饰组合外墙的重力荷载标准值（kN）。 |
|  |  | ——— | 装配式非承重保温装饰组合外墙的平面面积（m2）。 |

**表6.2.5 水平地震影响系数最大值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地震影响 | 6度 | 7度 | 8度 | 9度 |
| 多遇地震 | 0.04 | 0.08（0.12） | 0.16（0.24） | 0.32 |
| 设防地震 | 0.12 | 0.23（0.34） | 0.45（0.68） | 0.90 |
| 罕遇地震 | 0.28 | 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0.15*g*和0.30*g*的地区。

条文说明：多遇地震作用下，装配式非承重保温装饰组合外墙构件应基本处于弹性工作状态，其地震作用可采用简化的等效静力方法计算。水平地震影响系数最大值取自现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

地震中装配式非承重保温装饰组合外墙振动频率高，容易受到放大的地震作用。为使设防烈度下装配式非承重保温装饰组合外墙不产生破损，减低其脱落后的伤人事故，弹性小震作用计算时考虑动力放大系数。按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关非结构构件的地震作用计算规定，装配式非承重保温装饰组合外墙结构的地震作用动力放大系数可表示为：

 （6.2.5）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 式中： | γ | ——— | 非结构构件功能系数，多遇地震下计算墙板构件和线支承连接节点时可取1.4，罕遇地震下计算节点承载力时丙类建筑可取1.0，乙类建筑可取1.4； |
|  | η | ——— | 非结构构件类别系数，多遇地震下计算墙板构件和线支承连接节点时可取0.9，罕遇地震下计算节点承载力时可取1.0； |
|  | ξ1 | ——— | 体系或构件的状态系数，可取2.0； |
|  | ξ2 | ——— | 位置系数，可取2.0。 |

按照式（1）计算，多遇地震下装配式非承重保温装饰组合外墙构件计算时，地震作用动力放大系数βE约为5.0。罕遇地震下装配式非承重保温装饰组合外墙连接节点计算时，丙类建筑地震作用动力放大系数βE约为4.0，乙类建筑地震作用动力放大系数βE约为5.6。

相对传统的外围护幕墙系统，装配式非承重保温装饰组合外墙的自重较大。装配式非承重保温装饰组合外墙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。连接破坏一旦发生，会造成装配式非承重保温装饰组合外墙整体坠落，产生十分严重的后果。因此，借鉴日本规程，本规程要求罕遇地震下连接节点不破坏。

地震作用应施加于装配式非承重保温装饰组合外墙的重心，并应计入地震作用对连接节点的偏心影响。

6.2.6装配式非承重保温装饰组合外墙的竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的0.65倍。

6.2.7装配式保温装饰组合组合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，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。

6.2.8装配式非承重保温装饰组合外墙的温度作用计算应符合下列规定：

1点支承装配式非承重保温装饰组合外墙具有适应主体结构在温度作用下变形的能力时，装配式非承重保温装饰组合外墙及其节点承载力计算时可不考虑温度作用；

2外叶板混凝土应力验算时应考虑内表面与外表面温差；

3板缝宽度计算时，温度作用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附录A.0.4的规定。

条文说明：夏季太阳辐射对外表面最高温度的影响，与当地气温情况、外表面所处方位、表面材料色调等因素有关，不宜简单近似。计算当地气温时可参考《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012。外表面的材料及其色调对表面温度的影响明显，以下是欧洲标准《Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-5: General actions – Thermal actions》EN1991-1-5和美国标准《Standard Guide for Calculating Movement and Other Effects When Establishing Sealant Joint Width》 ASTM C1472标准对装配式非承重保温装饰组合外墙外表面考虑太阳辐射的围护结构表面温度规定：

**表6.2.8-1 欧洲标准EN1991-1-5中装配式非承重保温装饰组合外墙外表面考虑太阳辐射的围护结构表面温度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 季节 | 太阳辐射吸收系数 （表面明暗色调） | 装配式非承重保温装饰组合外墙外表面温度（℃） | |
| 东北向墙面 | 西南向墙面 |
| 夏季 | 0.5（光亮表面） | tmax,m+0 | tmax,m+18 |
| 0.7（浅色表面） | tmax,m+2 | tmax,m+30 |
| 0.9（暗淡表面） | tmax,m+4 | tmax,m+42 |
| 冬季 |  | tmin,m | |

其中：tmin,m和tmax,m分别为最冷和最热月平均温度。

美国ASTM C1472标准中规定，考虑到墙板绝缘程度和太阳辐射不足，冬季外墙面温度可以按最低基本气温确定。而夏季外墙外表面最高温度，按式6.2.8计算：

 （6.2.8）

式中，——当地最高基本气温；

——太阳辐射吸收系数，根据试验确定，无可靠资料时参考表9确定；

——热容常数。一般情况下混凝土墙板取42；当周边有反射材料将光线反射到混凝土墙板上时取56。

**表6.2.8-2 美国ASTM C1472标准关于太阳辐射吸收系数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料 | | 太阳辐射吸收系数 |
| 未涂漆混凝土 | | 0.65 |
| 白色大理石 | | 0.58 |
| 油漆 | 深红色、棕色或绿色 | 0.65-0.85 |
| 黑色 | 0.85-0.98 |
| 白色 | 0.23-0.49 |
| 白色石膏 | | 0.30-0.50 |
| 钢铁 | | 0.65-0.85 |
| 其他材料 | 表面颜色黑色 | 0.95 |
| 表面颜色深灰 | 0.80 |
| 表面颜色淡灰 | 0.65 |
| 表面颜色白色 | 0.45 |

## 6.3 墙板设计

6.3.1非组合受力装配式非承重保温装饰组合外墙构件应符合下列规定：

1外叶墙板的厚度不宜小于50mm，外叶墙板内宜单层双向配筋，宜采用钢筋网片或冷拔低碳钢丝网片，也可采用冷轧带肋钢筋，直径不宜小于4mm，钢筋间距不宜大于150mm。冷拔低碳钢丝应满足现行行业标准《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19的相关规定，冷轧带肋钢筋应满足现行国家标准《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788的相关规定。

2内叶墙板采用平板时厚度不宜小于100mm，宜采用双层双向配筋，水平和竖向钢筋的配筋率应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定，且钢筋直径不宜小于6mm，间距不宜大于200mm。

3内叶墙板采用带肋板时厚度不宜小于60mm，可配置单层双向钢筋网片，水平和竖向钢筋的配筋率应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定，钢筋直径不宜小于6mm，钢筋间距不宜大于200mm。

6.3.2组合受力装配式非承重保温装饰组合外墙和部分组合受力夹心保温墙板的内外叶墙板厚度不宜小于50mm，且应满足节点连接件和保温拉结件的锚固要求。水平和竖向钢筋的配筋率应满足现行国家标准《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，钢筋间距不宜大于200mm。

6.3.3夹心保温墙板的夹心保温层的厚度不宜小于30mm，且不宜大于100mm。

条文说明：非组合夹心保温墙板的内叶墙板需单独承担装配式非承重保温装饰组合外墙的面外荷载和作用，同时还需承担外叶墙板的自重荷载，因此内叶墙板需具备足够的面外承载力和刚度。内叶墙板的板厚还需满足其与主体结构连接用的节点连接件以及拉结件的锚固要求。非组合夹心保温墙板的外叶墙板板厚需满足保温拉结件的锚固、防水构造、防火和耐久性能等要求。内外叶墙板还应满足构件加工和施工的要求，因此对内外叶墙板的最小板厚提出要求。实际工程应用中，容易出现因墙板厚度不够造成的锚固、墙板开裂和耐久性等问题，应引起充分重视。

夹心保温层厚度过小时，夹心保温墙板的保温效果差，加工质量不可控，且容易导致保温拉结件刚度过大，导致外叶墙板在使用阶段出现温度裂缝等问题，因此通常夹心保温层厚度不宜小于30mm。当夹心保温层厚度过大时，保温拉结件受力较复杂，为保证外叶墙板的安全性并控制其竖向变形，需对保温拉结件及其锚固条件提出较高要求，目前我国应用的夹心保温墙板的保温层厚度通常不大于100mm。目前部分保温拉结件生产企业已经开发和提供超过100mm保温层厚度的保温拉结件及其配套技术，当有可靠依据时，夹心保温墙板的保温层厚度可不受限于本条规定的限制。

6.3.4拉结件应符合下列规定：

1 拉结件应能够承受内、外叶墙体间传递的荷载和作用；

2 拉结件应具有足够的承载力，当采用安全系数法时，其承载力安全系数不宜小于4.0；

3 拉结件应具有足够的耐久性；严寒或寒冷地区使用的拉结件应满足耐低温要求。

条文说明：当采用安全系数法设计拉结件时，在剪力、拉力或剪力和拉力共同作用下，可按6.3.4-1计算：

 （6.3.4-1）

其中：*P*s，k：为拉力标准值；

Pt，u：为极限抗拔承载力值，Pt，u=min（Ptmin，u，Ptm，u/1.1），其中Ptmin，u为极限抗拔力实测最小值，Ptm，u极限抗拔力实测平均值；

*V*s,k：为剪力标准值；

*V*t，u：为极限抗剪承载力值，Vt，u=min（Vtmin，u，Vtm，u/1.1），其中Vtmin，u为极限抗剪实测最小值，Ptm，u极限抗剪力实测平均值；

K：为安全系数；

当采用概率极限状态设计法设计拉结件时，在剪力、拉力或剪力和拉力共同作用下，可按6.3.4-2计算：

 （6.3.4-2）

其中：*P*s：为拉力设计值；

Pt：为抗拉承载力设计值；

*V*s：为剪力设计值；

*V*t：为抗剪承载力设计值；

在剪力和拉力共同作用下，当拉结件抗拉采用安全系数法、抗剪采用概率极限状态设计法时，可按6.3.4-3计算：

 （6.3.4-3）

在剪力和拉力共同作用下，当拉结件抗拉采用概率极限状态设计法、抗剪采用安全系数法设计法时，可按6.3.4-4计算：

 （6.3.4-4）

## 6.4 墙板与主体结构连接

6.4.1应根据建筑使用功能、主体结构类型、装配式非承重保温装饰组合外墙的形状和尺寸、墙板安装工艺等特点，合理设计装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构之间的支承系统。支承系统应符合下列规定：

1应具有足够的承载能力；

2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，不应失效；

4应具有良好的耐久性能。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙作为一种非结构构件，需要依靠合理的支承系统连接在主体结构之上。装配式非承重保温装饰组合外墙的支承系统包含主体结构支承构件和装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构的连接节点。

装配式非承重保温装饰组合外墙支承在主体结构上，主体结构在永久荷载、活荷载、风荷载、地震和温度作用下会产生变形（如水平位移和竖向位移等），这些变形可能会对装配式非承重保温装饰组合外墙产生不良影响，应尽量减少这种变形。同时，不合理的支承系统会让装配式非承重保温装饰组合外墙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。此受力影响通常为不利作用且很难通过定量的分析予以确定，特别是在地震作用下。因此，需合理设计装配式非承重保温装饰组合外墙的支承系统，使装配式非承重保温装饰组合外墙具有适应主体结构变形的能力。装配式非承重保温装饰组合外墙支承系统设计涉及的范围包括：主体结构支承构件、装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构的连接节点形式及布置、墙板板形和尺寸、墙板板缝及板缝填充材料等。

建筑物受地震作用时，各楼层间发生相对位移，考虑到装配式非承重保温装饰组合外墙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，为避免地震作用下因支承装配式非承重保温装饰组合外墙的连接节点破坏造成墙板跌落，要求装配式非承重保温装饰组合外墙及其连接节点在地震作用下具有足够的面内变形能力。

6.4.2装配式保温装饰组合墙板应便于安装、装配形成整体，对计算时不考虑传递内力的连接，也应有可靠的固定措施。预制承重墙板沿周边设置的连接钢筋应与支撑结构及相邻墙板相互连接，并浇筑混凝土与周边楼盖、墙体连成整体。条文说明：此条参考国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010.

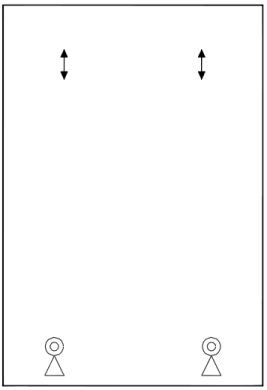
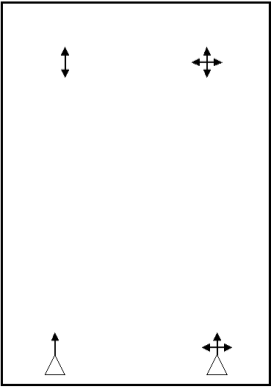
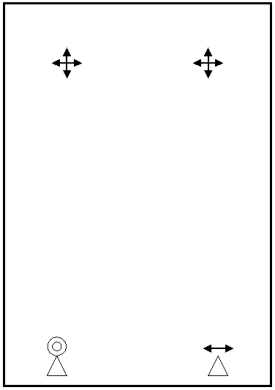
6.4.3当装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构采用点支承连接时，连接节点的变形能力应符合下列规定：

1 连接节点应具有消除装配式非承重保温装饰组合外墙施工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，应同时计入装配式非承重保温装饰组合外墙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。

条文说明：点支承装配式非承重保温装饰组合外墙可区分为平移式装配式非承重保温装饰组合外墙、旋转式装配式非承重保温装饰组合外墙和固定式装配式非承重保温装饰组合外墙等形式。它们与主体结构的连接节点应同时包含承重节点和非承重节点两类。一般情况下，采用点支承的装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构的连接宜设置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，平移式装配式非承重保温装饰组合外墙与旋转式装配式非承重保温装饰组合外墙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装配式非承重保温装饰组合外墙具备适应主体结构变形的能力。



图a 平移式装配式非承重保温装饰组合外墙 图b 旋转式装配式非承重保温装饰组合外墙 图c 固定式装配式非承重保温装饰组合外墙

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 承重铰支节点 |  | 可水平滑动 |
|  | 承重铰，可水平滑动 |  | 可竖向滑动 |
|  | 承重铰，可向上滑动 |  | 仅面外约束 |

**图6.4.3 点支撑示意图**

装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构采用点支承连接，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。

装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构连接的可靠性是保证装配式非承重保温装饰组合外墙正常工作的前提条件。根据日本和我国台湾地区的工程实践经验，点支承连接节点一般采用在节点拉结件和预埋件之间设置带有长圆孔的滑移垫片，形成平面内可滑移的支座；当装配式非承重保温装饰组合外墙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；当装配式非承重保温装饰组合外墙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。

通常主体结构在罕遇地震作用下的弹塑性分析比较复杂，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的3倍为控制指标，同时应适当提高连接节点的承载力和延性，避免在此位移变形下装配式非承重保温装饰组合外墙发生跌落。

6.4.4当装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构采用线支承连接时，连接节点应符合下列规定：

1连接节点在墙板平面内宜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，装配式非承重保温装饰组合外墙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。

6.4.5 装配式非承重保温装饰组合外墙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，装配式非承重保温装饰组合外墙承重节点验算时，选取的计算承重连接点不应多于2个。

6.4.6装配式非承重保温装饰组合外墙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梁之间采用后浇段连接，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，墙板的侧边与主体结构不连接或柔性连接。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构采用线支承连接，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。但线支承连接的装配式非承重保温装饰组合外墙在风荷载、地震作用、温度作用以及主体结构变形时受力较复杂，设计时应深入分析各工况下装配式非承重保温装饰组合外墙、连接节点、主体结构支承构件的受力情况。

线支承装配式非承重保温装饰组合外墙底端的平面外约束连接节点在墙板面内应具有变形能力，仅对墙板面外形成约束作用。当装配式非承重保温装饰组合外墙的两侧与主体结构竖向构件之间采用刚性连接时，主体结构在墙板面内方向的变形会受到装配式非承重保温装饰组合外墙的约束作用，从而使得装配式非承重保温装饰组合外墙参与主体结构抗侧力。装配式非承重保温装饰组合外墙提供的抗侧力刚度在地震作用的不同阶段很难通过定量分析确定，且可能产生对主体结构的不利影响。因此装配式非承重保温装饰组合外墙两侧与主体结构之间应不连接，或仅采取柔性连接。当采用柔性连接时，连接节点应在装配式非承重保温装饰组合外墙平面内具有足够的变形能力。



|  |  |
| --- | --- |
|  | 后浇段连接 |
|  | 仅面外约束 |

**图6.4.6 线支撑示意图**

6.4.7 装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构采用线支承连接时，装配式非承重保温装饰组合外墙顶部应与梁设置剪力键和连接钢筋，连接钢筋不应小于ф10@200，锚固长度不应小于*l*aE。

6.4.8 线支承连接节点构造宜采用图6.4.9所示连接节点，应满足：

1 上筋与下筋垂直距离不宜小于150mm。

2 连接钢筋面积应满足下式要求：

*M*k≤*f*yk*A*s*d* （6.4.8-1）

*M*≤*f*y*A*s*d* （6.4.8-2）

式中 *M*k——按上端固定、下端悬臂，考虑风荷载和地震作用计算的单位长度的弯矩标准值；

*M*——按上端固定、下端实际支座条件，考虑风荷载和地震作用计算的单位长度的弯矩设计值；

*f*yk——钢筋强度标准值；

*f*y——钢筋强度设计值；

——单位长度内连接钢筋的单肢面积；

——上下连接钢筋的间距。

3装配式非承重保温装饰组合外墙下端应设置不少于2个非承重节点，间距不宜大于4m。



叠合梁

叠合板

现浇部分

抗剪键槽

夹心外墙板

（a）顶部连接钢筋为开口



现浇部分

叠合梁

夹心外墙板

抗剪键槽

叠合板

（b）顶部连接钢筋为闭口

**图6.4.9 装配式非承重保温装饰组合外墙顶部与底部连接示意**

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙顶部设置的连接钢筋可确保墙板与梁的可靠连接；预制墙板底部设置的连接件可防止形成平面外悬臂构件。

6.4.9装配式非承重保温装饰组合外墙下端的非承重节点，连接件的滑动孔尺寸，应根据穿孔螺栓的直径、层间位移值和施工误差等因素确定。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构的连接节点应采用预埋件，不得采用后锚固的方法。对于用于不同用途的预埋件，应使用不同的预埋件。例如，用于连接节点的预埋件一般不同时作为用于吊装装配式非承重保温装饰组合外墙的预埋件。点支承的连接节点和线支承的装配式非承重保温装饰组合外墙下端的非承重节点一般采用在连接件和预埋件之间设置带有长圆孔的滑移垫片，形成平面内可滑移的支座；当装配式非承重保温装饰组合外墙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；当装配式非承重保温装饰组合外墙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，长圆孔尺寸可按下列公式确定：L=2（变形极限值+误差极限值）+螺栓直径，且L≥50mm+螺栓直径；

用于连接装配式非承重保温装饰组合外墙的型钢、连接板、螺栓等零部件的规格应加以限制，力争做到标准化，使得整个项目中，各种零部件的规格统一化，数量最小化，避免施工中可能发生的差错，以便保证和控制质量。

6.4.10 装配式非承重保温装饰组合外墙间接缝的构造应符合下列规定：

1 接缝构造应满足防水、防火、隔音等建筑功能要求；

2接缝宽度应满足主体结构的层间位移、密封材料的变形能力、施工误差、温差引起变形等要求。

## 6.5 构造要求

6.5.1装配式非承重保温装饰组合外墙最外层钢筋的混凝土保护层厚度除应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的要求外，尚应符合下列规定：

1对石材或面砖饰面，不应小于15mm；

2对清水混凝土，不应小于20mm；

3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。

条文说明：不同的外饰面做法和效果是装配式非承重保温装饰组合外墙的主要特色之一，应根据装配式非承重保温装饰组合外墙饰面的不同做法，确定其钢筋的保护层厚度。当装配式非承重保温装饰组合外墙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。

6.5.2当装配式非承重保温装饰组合外墙有门窗洞口时，外叶墙板在洞口周边、角部应配置加强钢筋；洞边加强钢筋不宜少于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。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙门窗洞口边由于应力集中，应采取防止开裂的加强措施。对开有洞口的装配式非承重保温装饰组合外墙，应根据装配式非承重保温装饰组合外墙平面内荷载与作用，对洞口边加强钢筋进行配筋计算。

# 7.制作与运输

## 7.1 一般规定

7.1.1装配式保温装饰组合外墙生产企业应具备保证产品质量要求的生产工艺设施及必要的试验检测条件，宜建立完整的质量管理体系、职业健康安全管理体系与环境管理体系，并宜建立质量可追溯的信息化管理系统。

7.1.2装配式保温装饰组合外墙加工制作前应进行深化设计。

条文说明：深化设计具体内容包括：装配式保温装饰组合外墙模板图、配筋图、预埋吊件及其埋件的细部构造图等。装配式保温装饰组合外墙脱模、翻转过程中混凝土强度、构件承载力、构件变形以及吊具、预埋吊件承载力验算等。

7.1.3装配式保温装饰组合外墙生产前应编制生产方案，生产方案宜包括生产计划及生产工艺、模具方案、技术质量控制措施及检验要求、成品存放、运输和保护方案等。

7.1.4装配式保温装饰组合外墙生产前，设计单位应根据设计图纸对装配式保温装饰组合外墙生产企业进行技术交底。装配式保温装饰组合外墙生产企业应根据生产工艺要求，对相关员工进行专业操作技能的岗位培训、技术交底。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙的深化设计详图需经原设计单位的审查确认，方可用于生产、施工。

7.1.5装配式保温装饰组合外墙的制作质量以及所用的混凝土、钢筋、保温板、拉结件、预埋件、门窗、装饰材料、防水材料及模具等质量应符合设计和现行国家规范要求，并应进行检查验收。

7.1.6 装配式保温装饰组合外墙生产宜建立首件验收制度。

7.1.7装配式保温装饰组合外墙经检查合格后，应设置表面标识，标识系统应满足唯一性、可追溯性要求。装配式保温装饰组合外墙出厂时，应出具质量证明文件。

## 7.2 构件制作

7.2.1装配式保温装饰组合外墙制作原材料应符合以下规定：

1 原材料进厂应查验质量证明文件，并应建立档案；

2 原材料应符合国家相关标准规定，并进行进厂复检，经检测合格后方可使用；

3原材料应分类存储，并应设有明显标识，标识应注明材料的名称、产地（厂家）、等级、规格和检验状态等信息；

4 严禁使用国家明令淘汰的材料。

条文说明：

（1）保温板的复检项目应包括密度、抗压强度、体积吸水率、导热系数和燃烧性能，复检批次应按同一厂家、同一类别、同一规格，不超过5000m2为一批次。

（2）拉结件的复检项目应包括产品尺寸、材料性能和力学性能检验，复检批次应按同一厂家、同一类别、同一规格，不超过10000件为一批次。

（3）装饰材料包括石材、饰面砖、铝塑复合板、单组分饰面砂浆等；其中，石材的复检项目应包括弯曲强度、抗冻性（寒冷区）、放射性（花岗岩）。同一厂家生产的同一品种、同一类型的材料应至少抽取一组样品进行复检。饰面砖复检项目应包括吸水率、饰面砖粘结强度、抗冻性（寒冷区）。复检应以每1000m2同类墙体饰面砖为一个批次，每批次应至少检查一处，每处不得小于10m2。铝塑复合板复检项目为剥离强度，复检批次应按3000m2/ 批，每批次应至少检查一处，每处不得小于10m2。单组分饰面砂浆的复检项目包括：外观、可操作时间和初期干燥抗裂性。打底材料的复检项目包括容器中状态、施工性、干燥时间、打磨性、腻子膜柔韧性。封闭底漆和罩面漆的复检项目均包括容器中状态、施工性、涂膜外观、干燥时间。同一厂家、同一品种的产品，单位工程建筑面积20000m2以下，复检次数不少于3次；单位工程建筑面积20000m2以上，复检次数不少于5次。

（4）门窗部品的复检项目包括：水密性能、气密性能、抗风压性能、传热系数、采光性能、隔音性能，遮阳组合窗还应对其整体遮阳系数进行复检，复检批次应按照同一规格门窗3000m2/批，每批次取3樘进行检查。

（5）防水材料的复检项目包括：相容性和粘结性、拉伸模量、浸水后定伸粘结性，复检批次应以同一类型、同一级别的产品每5t为一批进行检验，不足5t也作为一批。

（6）其他材料参照相关标准执行。

7.2.2模具安装

1组装模具应按既定方案进行，对于特殊构件，钢筋应先入模后组装。

2模具组装前，模板接触面表面平整度、弯曲、几何尺寸、拼装缝隙等应满足相关设计要求。允许偏差及检验方法满足表7.2.2.1的规定；

**表7.2.2.1 装配式保温装饰组合外墙模具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 | 长度 | ≤6m | 1，-2 | 用尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处 |
| ＞6m且≤12m | 2，-4 |
| ≥12m | 3，-5 |
| 2 | 截面尺寸 | 1，-2 | | 用尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处 |
| 3 | 对角线差 | 3 | | 用钢尺量纵、横两方向对角线 |
| 4 | 侧向弯曲 | L/1500且≤5 | | 拉线、钢尺量最大弯曲处 |
| 5 | 翘曲 | L/1500 | | 对角拉线测量交点间距离值的两倍 |
| 6 | 表面平整度 | 2 | | 2m靠尺和塞尺检查 |
| 7 | 端模与侧模高低差 | 1 | | 用钢尺量 |
| 8 | 组模缝隙 | 1 | | 用金属塞片或塞尺量 |

3 装配式保温装饰组合外墙模具应满足承载力、刚度和整体性要求；

4模具组装应连接牢固、缝隙严密，组装时应进行表面清洁、涂刷脱模剂，模板接触面不应有划痕、锈蚀等现象；

5装配式保温装饰组合外墙中预埋门窗框时，应按照深化设计图纸要求进行制作，并准确定位。应按照节点详图做好窗框四周坡度、滴水线、反坎等造型。应在模具上设置限位装置进行固定，并应逐件检验。

门窗框安装偏差及检验方法满足表7.2.2.2的规定。

**表7.2.2.2门窗框安装偏差及检验方法**

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

7.2.3钢筋加工及安装

1钢筋使用前应检查钢筋表面没有泥浆、油渍、油漆、松锈、氧化皮、油脂或可能对钢筋和混凝土起不良化学反应或降低粘接性能的其它物质。

2钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合表7.2.3.1的规定。

**表7.2.3.1钢筋加工允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 受力钢筋沿长度方向的净尺寸 | ±10 | 钢尺检查 |
| 2 | 弯起钢筋的弯折位置 | ±20 | 钢尺检查 |
| 3 | 箍筋外廊尺寸 | ±5 | 钢尺检查 |

3 钢筋骨架、钢筋网片应满足构件设计制作图要求，宜采用专用钢筋定位件，入模应符合下列要求：

1）钢筋骨架入模时应平直、无损伤，表面不得有油污、锈蚀；

2）钢筋骨架尺寸应准确，骨架吊装时应采用多吊点的专用吊架，防止骨架产生变形；

3）保护层垫块宜采用塑料类垫块，且应与钢筋骨架、钢筋网片绑扎牢固，垫块按梅花状布置，间距满足钢筋限位及控制变形要求；

4 ） 应按构件设计制作图安装拉结件、预埋件等。

4 钢筋骨架、钢筋网片入模后，应按构件设计制作图要求对钢筋位置、规格、间距、保护层厚度等全数检查，允许偏差及检验方法符合表7.2.3.2的规定。

**表7.2.3.2钢筋网片或钢筋骨架尺寸允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差  （mm） | 检验方法 |
| 钢筋网片 | 长、宽 | ±10 | 钢尺检查 |
| 网眼尺寸 | ±20 | 钢尺量连续三档，取最大值 |
| 对角线 | 5 | 钢尺检查 |
| 端头不齐 | 5 | 钢尺检查 |
| 钢筋骨架 | 长 | 0，-5 | 钢尺检查 |
| 宽、高 | ±5 | 钢尺检查 |
| 主筋间距 | ±10 | 钢尺量两端，中间各一点，取最大值 |
| 主筋排距 | ±5 | 钢尺量两端，中间各一点，取最大值 |
| 保护层厚度 | ±3 | 钢尺检查 |

7.2.4 连接套筒、预埋件、拉结件、预留孔洞应按构件设计制作图进行配置，宜通过模具进行定位，并安装牢固。其安装允许偏差及检验方法应符合表7.2.4的规定。

**表7.2.4 模具上预埋件、预留孔洞安装允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差 | 检验方法 |
| 预埋钢板、建筑幕墙用槽型预埋组件 | 中心线位置 | 3 | 用尺测量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 平面高差 | ±2 | 钢直尺和塞尺检查 |
| 灌浆套筒及连接钢筋 | 灌浆套筒中心线位置 | 1 | 用尺测量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 连接钢筋中心线位置 | 1 | 用尺测量纵横两个方向的中的中心线位置，取其中较大值 |
| 连接钢筋外露长度 | +5，0 | 钢尺检查 |
| 预埋管、电线盒、电线盒水平和垂直方向的中心线位移、预留孔、浆锚搭接预留孔（或波纹管） | | 2 | 用尺测量纵横两个方向的中的中心线位置，取其中较大值 |
| 插筋 | 中心线位置 | 3 | 用尺测量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 外露长度 | +10，0 | 钢尺检查 |
| 吊环 | 中心线位置 | 3 | 用尺测量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 外露长度 | 0，-5 | 钢尺检查 |
| 预埋螺栓 | 中心线位置 | 2 | 用尺测量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 外露长度 | ±1 | 钢尺检查 |
| 预埋螺母 | 中心线位置 | 2 | 用尺测量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 平面高差 | +5，0 | 钢直尺和塞尺检查 |
| 预留孔洞 | 中心线位置 | 3 | 用尺测量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 尺寸 | +3，0 | 用尺测量纵横两个方向尺寸，取其中较大值 |

7.2.5装配式保温装饰组合外墙成型

1 混凝土配合比和工作性能应根据产品类型和生产工艺确定，在确定混凝土施工配合比时，应综合考虑水灰比、胶凝材料总量、掺合料比例和砂率等因素对混凝土强度、耐久性、外观质量和拌和料的和易性以及经济性的影响。混凝土抗压强度等级应符合图纸设计的规定，坍落度应满足施工技术要求；

2 在原材料产地或品质发生显著变化、混凝土质量出现异常、停产时间超过一个月重新生产等情况下，应重新进行混凝土配合比设计、试配、优选，及时调整配合比；

3 混凝土搅拌机整机性能应保持良好运行状态，称量精度应符合混凝土技术规程的规定，定期进行检修、调整，并按规定周期校核称量系统；

4 严格按照混凝土配合比拌制混凝土，控制混凝土从搅拌机卸出到浇注完毕的延续时间，延续时间不宜超过表7.2.5的规定；

**表7.2.5混凝土出机到浇注完毕的延续时间**

|  |  |
| --- | --- |
| 气 温 | 延续时间（min） |
| ≤25℃ | 45 |
| ＞25℃ | 30 |

5混凝土浇筑

1）混凝土浇筑前应进行模具拼装尺寸、隐蔽工程查验，查验内容包括模具拼装精度、钢筋骨架、钢筋网片、保护层厚度、预埋件、拉结件、吊具、预留孔洞等；

2）混凝土振捣时应确保混凝土密实、无漏振。同时应避免碰撞模板、钢筋、埋件等，防止变形和移位，如有偏差应采取措施及时纠正。

6制作装配式保温装饰组合外墙时，应有控制外墙板混凝土、保温板、内叶墙板混凝土的厚度标记。铺装保温板前，应使混凝土表面平整；

7对带饰面砖或饰面板的墙板，应绘制排砖图或排版图；对装配式非承重保温装饰组合外墙，应绘制内外叶墙板的拉结件布置图及保温板排板图，严格按照排板布置要求安放拉结件和铺装保温板，保温板铺装时应紧密排列。在保温板薄弱范围内增加合理的细部固定措施。

8浇筑时应避免振动器触及保温板和拉结件，制作过程应按设计要求检查拉结件在混凝土中的定位偏差；

9装配式保温装饰组合外墙制作可采用一次成型、二次成型的工艺方式。其他工艺按照相关标准执行。

条文说明：组合墙板的制作典型工艺包括一次成型、二次成型工艺：

1）一次成型工艺：反打装饰层，先浇筑外叶墙板混凝土、随即安装保温板、和拉结件，最后浇筑内叶墙板混凝土；

2）二次成型工艺：反打装饰层，先进行外叶墙板混凝土浇筑，随即安装拉结件、待外叶墙板混凝土达到设计强度的40%以上时，拆模后再铺装保温板，浇筑内叶墙板混凝土，其他要求和一次成型工艺相同。

注：二次成型工艺中为避免浇筑内叶墙板混凝土时，拉结件受到振动导致其与外叶墙板混凝土的锚固力降低，因此强调在铺装保温板和浇筑内叶墙板混凝土前外叶墙板混凝土强度达到设计强度的40%以上。

3）当采用纤维增强塑料（FRP）拉结件一次成型工艺时，拉结件安装和内叶墙板混凝土浇筑应在外叶墙板混凝土初凝前完成。

10饰面层包括饰面砖、饰面板、饰面涂装等，施工按照专项方案进行。

11制作装配式保温装饰组合外墙前应制定针对性的半成品保护方案，全过程防油、防尘、防污染、防破损。对于有外露易腐蚀的埋件或连接件应特别加强保护；装配式保温装饰组合外墙门窗框、带外装饰材料的表面宜采用塑料贴膜或其它防护措施；预制墙板门窗洞口线角宜采用槽型木框保护；墙板养护及覆盖物应洁净，不得污染装配式保温装饰组合外墙表面；运输过程中必须采取适当的防护措施，防止损坏或污染其表面。

## 7.3 预埋（附）框的安装

7.3.1门窗框应有产品合格证和出厂检验报告，品种、规格、性能、型材壁厚、连接方式等应满足设计要求和现行相关标准要求。

7.3.2 埋件应进行防腐防锈处理并满足现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046、《涂装前钢材表面锈蚀等级和防锈等级》 GB/T 8923的有关规定。

7.3.3门窗框应在浇筑混凝土前预先安装于模具中，窗框的位置，预埋深度应符合设计要求，门窗框应在模具上设置弹性限位件进行固定，上下模具与门窗之间宜设置橡胶等柔性密封材料。

7.3.4门窗框应采取包裹或者覆盖等保护措施，装配式保温装饰组合外墙生产过程中不得污染、划伤和损坏。

7.3.5门窗框预埋过程中应按设计要求设置防雷接地措施。

7.3.6可采用预埋门窗框或预埋附框进行安装，当采用预埋附框时，宜符合以下规定：

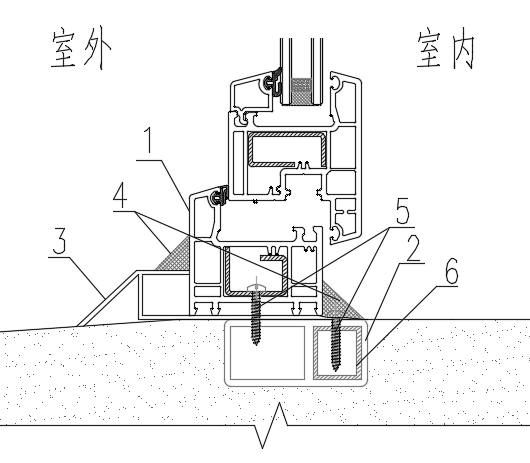
1 标准化附框型材应符合现行行业标准《门、窗用玻璃纤维增强塑料拉挤中空型材》 JC/T 941 的有关规定。

2 根据各地气候条件，有节能性能要求和高温高湿及沿海地区，可选用木塑复合、钢塑共挤或玻璃钢等标准化附框，其它地区可选用金属附框。

条文说明：在选用附框时要考虑附框应与建筑墙体同寿命，附框产品应符合相关标准要求。木塑复合、钢塑共挤或玻璃钢附框具有热阻性能和耐腐蚀性能，安装方便，基本能满足与建筑同寿命要求，并能满足全国各地区气候条件的要求。

3 标准化附框型材应采用热固性树脂为基材，以玻璃纤维为主要增强材料，并加入一定助剂和辅助材料，经拉挤工艺成型。

4 标准化附框宜为双腔结构，由自身承担与建筑主体洞口连接的荷载，并与防雨水渗入的披水板相连接。宽附框应根据建筑完成面墙体厚度设计并应有滴水构造。



**图7.3.6 标准化附框与披水板连接构造示意图**

1、窗框型材；2、标准化附框；3、披水板；

4、密封胶; 5、固定螺钉； 6、钢衬

5 附框应采用预埋方法与墙体可靠连接，安装时门窗应与附框形成装配式连接方式。

条文说明：在混凝土预制墙板中预埋附框是解决门窗安装难问题的最好方法，同时也对将来更换门窗提供了条件。采用干法安装后因洞口规正，门窗可以在工厂进行工业化生产，可节省用材、节省人工，保证产品质量、保证工程质量。

## 7.4 养护与脱模

7.4.1 装配式保温装饰组合外墙制作养护可根据需要选择自然养护或蒸汽养护方式。应制定养护制度，养护要求应符合GB/T 51231要求。

条文说明：对静停、升温、恒温和降温时间进行控制。在常温下静停2h~6h，升温、降温速度不得超过20℃/h，最高养护温度不得超过60℃，出窑的构件表面温度与环境温度的差值不得超过25℃。单组分饰面砂浆、真石漆装饰层养护可采用自然养护。

7.4.2装配式保温装饰组合外墙脱模起吊时的混凝土强度应计算确定，且不应小于15MPa。

7.4.3 起吊须使用有足够刚度的吊具，保证吊点垂直、平稳，严禁硬撬、斜拉，造成构件损坏。

**7.5 成品质量**

7.5.1产品生产完成后应及时进行表面标识，标识应清晰、可靠。

条文说明：对构件标识的内容、方式等做相对统一的规定，每个构件都要求进行唯一性编号，并能与构件型号、使用部位、生产日期、隐蔽验收、检测结果等对应，宜采用企业信息化管理，例如采用二维码、电子芯片等。

7.5.2产品的外观质量应符合表7.5.1的规定。

**表7.5.1 装配式保温装饰组合外墙外观质量允许范围**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 现象 | 允许范围 |
| 露筋 | 构件内钢筋未被混凝土包裹而外露 | 禁止露筋（薄壁构件因钢筋排布不下允许露在后浇混凝土内，钢筋外侧保护层严禁露筋） |
| 蜂窝 | 混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露 | 禁止蜂窝 |
| 孔洞 | 混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度 | 允许极少量孔洞 |
| 夹渣 | 混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度 | 禁止夹渣 |
| 疏松 | 混凝土中局部不密实 | 允许极少量疏松 |
| 裂缝 | 缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部 | 允许极少量不影响结构性能或使用功能的细微裂缝 |
| 连接部位缺陷 | 构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动 | 禁止 |

7.5.3构件尺寸偏差和检验方法应分别符合本规程表9.2.10的规定。

7.5.4装饰构件的装饰外观尺寸偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合本标准表9.2.11的规定。

## 7.6 存放与运输

7.6.1产品的存放

1 装配式保温装饰组合外墙的运输和存放应按照工程或产品特点制定运输存放方案。构件临时存放场地宜合理布置在吊装和起运机械可覆盖范围内，避免二次搬运；

2构件的存放场地宜为混凝土硬化地面或经人工处理的自然地坪，构件运输与堆放时的支承位置应经计算确定并应满足平整度和地基承载力要求，场地应有排水措施。构件存放过程中应避免不合理受力造成构件开裂或损坏；

3 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理；

4 应根据产品品种、规格型号、检验状态分类存放，预埋吊件应朝上，标识应向外；

5 装配式保温装饰组合外墙宜采用专用直立存放，支架应考虑覆盖或包裹柔性材料，同时有足够的刚度，并需支垫稳固，防止倾倒或下沉。对构件薄弱部位和门窗洞口应采取防止变形开裂的临时加固措施。

7.6.2产品的成品保护

1 装配式保温装饰组合外墙外露保温板应采取防止开裂措施，外露钢筋应采取防弯折措施，外露预埋件和连接件等金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈；

2 应采取防止钢筋连接套筒、预留孔洞、预埋螺栓堵塞的临时封堵措施

3 门窗框在构件驳运、堆放、安装过程中，表面宜采用塑料贴膜或其他防护措施，应进行包裹或遮挡，避免污染、划伤和损坏窗框；

4 外墙面砖、石材、涂装表面可采用贴膜或者其他专业材料保护。

7.6.3装配式保温装饰组合外墙在运输过程中应符合下列规定：

1 应根据各种构件的形状和配筋选择不同的装车方式。选择装车方式时，要注意运输时的安全，根据断面和配筋方式采取不同的措施防止出现裂缝等现象，还需要考虑搬运到现场之后的施工性能等；

2 构件装车时宜采用立式运送的方式，与地面倾斜角度宜大于80°，并固定牢固；

3构件边角部位及构件与捆绑、支撑接触处，宜采用柔性垫衬加以保护；

4 带外饰面的墙板采用背靠式运输时，外饰面应朝外；

5洞口较大的墙板在装车前，宜采用槽钢等材料进行洞口处加固，避免破损。

宜采用加强槽钢、角钢等有效措施进行保护。

# 8施工安装

## 8.1 一般规定

8.1.1装配式保温装饰组合外墙的施工组织设计应包含墙板安装施工专项方案和安全专项措施。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙的安装施工质量直接影响到墙板能否满足安全、建筑物理及其他性能要求。为保证墙板安装施工质量，在装配式保温装饰组合外墙施工组织设计中，应单独编制安装施工的专项方案。装配式保温装饰组合外墙安装施工专项方案应包含以下内容：

1工程概况、施工进度计划安排；

2运输和临时堆放方案；

3测量方案；

4构件安装顺序、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；

5构件安装施工误差控制要求、控制方法及工艺方案；

6墙板拼缝防水施工方案；

7外墙涂料或其他饰面材料施工方案；

8构件和配件的现场保护方法，构件局部缺陷的修补方案；

9质量要求及检查验收计划；

10安全专项措施。

8.1.2装配式保温装饰组合外墙安装施工前，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；装配式非承重保温装饰组合外墙的施工宜建立首段验收制度。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙的安装施工质量要求高，为避免由于设计或施工缺乏经验造成工程实施障碍或损失，保证墙板施工质量，并不断摸索和积累经验，应通过试生产和试安装进行验证性试验，通过构件试安装施工中发现的问题，及时调整安装工艺和技术质量控制措施。墙板施工前的试安装，对于没有经验的承包商非常必要，不但可以验证设计和施工方案存在的缺陷，还可以培训人员，调试设备，完善方案。墙板的试安装应特别重视墙板安装精度及调节工艺、外饰面保护、板缝密封胶施工等环节。墙板完成试安装后，应对首段安装墙板进行验收，建立首段验收制度。

8.1.3施工质量管理人员应做好全程施工质量检查记录，保证全过程可追溯。

8.1.4装配式保温装饰组合外墙按承重式与非承重式分别确定施工工艺。

条文说明：

装配式承重保温装饰组合外墙的施工工艺流程为：测量放线—压条铺设—底部垫片、复核标高—起吊与安装—位置调整与斜撑固定—吊钩摘钩—封堵及分仓—注浆与浇筑混凝土。

装配式非承重保温装饰组合外墙的施工工艺流程为：测量放线—起吊与安装—临时固定支撑—墙板校核调整到位—固定连接点（先固定承重连接点，后固定非承重连接点）—吊钩摘钩—封堵及分仓—注浆与浇筑混凝土。

装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构有点支承与线支承两种连接方式，点支承墙板与主体结构间通常采用预埋的节点连接件相连，线支承墙板一般在墙板顶部与主体结构支承构件之间采用后浇段连接。安装过程中应设置临时固定和支撑系统，点支承墙板可利用节点连接件作为临时固定和支撑系统，线支承墙板应单独设置。

## 8.2 施工准备

8.2.1安装施工前，应结合深化设计图纸核对已施工完成结构或基础的外观质量、尺寸偏差、混凝土强度和预留预埋等是否具备上层构件的安装条件，并应核对待安装预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等是否符合设计要求。

8.2.2安装施工前，须对现场安装单位进行专项培训和技术交底。

8.2.3装配式保温装饰组合外墙的施工测量除应符合现行国家标准《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，应测量放线、设置构件安装定位标识；

2外墙板测量应与主体结构测量相协调，外墙板应分配、消化主体结构偏差造成的影响，且外墙板的安装偏差不得累积；

3应定期校核外墙板的安装定位基准。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙安装施工前，应制定安装定位标识方案，根据安装连接的精细化要求，控制合理误差。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。外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安装施工前，应制定安装定位标识方案，根据安装连接的精细化要求，控制合理误差。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。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙安装施工前，应制定安装定位标识方案，根据安装连接的精细化要求，控制合理误差。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。装配式非承重保温装饰组合外墙的测量应与主体结构的测量配合，主体结构出现偏差时，装配式非承重保温装饰组合外墙应根据主体结构偏差及时进行调整，不得积累。定期对装配式非承重保温装饰组合外墙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。

8.2.5安装施工前，应复核吊装设备的吊装能力。应按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33的有关规定，检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态，并核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。防护系统应按照施工方案进行搭设、验收，并应符合下列规定：

1 工具式外防护架应试组装并全面检查，附着在构件上的防护系统应复核其与吊装系统的协调；

2 防护架应经计算确定；

3 高处作业人员应正确使用安全防护用品，宜采用工具式操作架进行安装作业。

条文说明：防护系统包括三角挂架、SCP型施工升降平台、液压自爬升防护屏、工具化附着升降架、折叠式升降脚手架等。三角挂架由方钢、槽钢、钢管等焊接而成，通过穿墙螺栓与预制墙板连接实现防护功能。SCP型施工升降平台由驱动机构、钢结构平台节组成的单级或多级工作平台，标准节组成的导轨架、附墙及安全装置等组成。液压自爬升防护屏通过液压油缸的伸缩，连续顶升防护屏架体实现防护屏架体的整体提升。工具化附着升降架是由横梁、斜杆、导轨、立杆组成的空间桁架体系，折叠式升降脚手架自带驱动升降系统，可自爬升；模块化单元组装便捷可周转；液压爬升，速度快且稳定；具备防坠功能。

8.2.6主体结构上用于与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，应制定补救措施或可靠连接方案并经设计单位审核同意后方可实施。

条文说明：装配式非承重保温装饰组合外墙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，装配式非承重保温装饰组合外墙由于重量较大，其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，有利于提高装配式非承重保温装饰组合外墙的安装质量。

8.2.7装配式保温装饰组合外墙与主体结构连接的预埋件，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及设计要求。当预埋件位置偏差过大或未预先埋设预埋件时，应采取有效的补救措施。

## 8.3 安装

8.3.1 装配式保温装饰组合外墙的安装连接除应符合现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016、《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 应遵守施工组织设计中确定的各项要求；

2 起吊和就位过程中宜设置缆风绳，通过缆风绳引导墙板安装就位；

3安装过程中应设置临时固定和支撑系统，点支承装配式非承重保温装饰组合外墙可利用节点连接件作为临时固定和支撑系统，线支承装配式非承重保温装饰组合外墙应单独设置；

4 外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；

5 外墙板调整、校正后，应及时安装防松脱、防滑移和防倾覆装置；

6 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于5级时，不得进行吊装作业。

条文说明：装配式保温装饰组合外墙施工中应建立健全安全管理保障体系和管理制度，对危险性较大的工程应经专家论证通过后进行施工。应结合施工特点，针对构件吊装、安装施工安全要求制定系列安全专项方案。外墙板构件的重量通常较大，为确保安全性，安装过程中应采取临时固定和支撑措施，临时固定和支撑系统同时还可兼作安装精度调节装置。外墙板可采用先施工主体结构，后安装对应楼层装配式非承重保温装饰组合外墙的安装工法，也可采用与所在楼层主体结构同步施工的安装工法。当采用前者时，装配式非承重保温装饰组合外墙可借助主体结构构件作为临时固定和支撑系统；当采用后者时，外墙板的临时固定和支撑系统可单独设置或借助于主体结构施工模架系统。

8.3.2装配式保温装饰组合外墙安装采用临时支撑时，应符合下列规定：

1 临时斜撑一般安放在其背面，且一般不宜少于2道；

2临时斜撑与预制构件一般做成铰接并通过预埋件进行可靠连接。考虑到临时斜撑主要承受的是水平荷载，为充分发挥其作用，对上部的斜撑，其支撑点距离板底的距离不宜小于板高的2/3，且不应小于板高的1/2；

3 临时支撑应具有调节装配式非承重保温装饰组合外墙安装偏差的能力，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。

4斜支撑与地面或楼面连接应可靠，不得出现连接松动引起竖向预制构件倾覆等。

8.3.3装配式保温装饰组合外墙安装的尺寸允许偏差及检验方法应符合表8.3.3的规定。装配式保温装饰组合外墙安装完成后尺寸偏差应符合表8.3.3中要求，安装过程中，宜采取相应措施从严控制，方可保证完成后的尺寸偏差要求。

**表8.3.3 装配式保温装饰组合外墙安装尺寸的允许偏差及检验方法**

| 项目 | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 构件中心线对轴线位置 | 预制外墙板 | | ±8 | 经纬仪及尺量 |
| 构件标高 | 预制外墙板底面或顶面 | | ±5 | 水准仪或拉线、尺量 |
| 构件垂直度 | 预制外墙板 | ≤6m | ±5 | 经纬仪或吊线、尺量 |
| ＞6m | ±10 |
| 墙板接缝 | 宽度 | | ±5 | 尺量 |
| 预埋件 | 中心线位置水平偏移 | | ±3 | 尺量 |
| 与混凝土面高差 | | ±3 | 尺量 |

8.3.4装配式非承重保温装饰组合外墙安装时，装配式非承重保温装饰组合外墙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，确保各支承点均匀受力。

条文说明：为确保装配式非承重保温装饰组合外墙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，装配式非承重保温装饰组合外墙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。当装配式非承重保温装饰组合外墙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，待装配式非承重保温装饰组合外墙安装完成后，宜对其使用的自身范围以外的临时固定点进行卸载。

8.3.5对于装配式承重保温装饰组合外墙的安装应符合下列规定：

1 与现浇部分连接的承重墙板宜先行吊装，其他宜按照外墙先行吊装的原则进行吊装；

2 就位前，应在承重外墙板底部设置调平装置；

3 采用灌浆套筒连接、浆锚搭接连接的夹芯保温承重外墙板应在保温材料部位采用弹性密封材料进行封堵；

4 采用灌浆套筒连接、浆锚搭接连接的承重外墙板需要分仓灌浆时，应采用座浆料进行分仓；多层承重外墙板采用座浆时应均匀铺设座浆料；座浆料强度应满足设计要求；

5 承重外墙板应以轴线和外轮廓线双控制；

6 安装就位后应设置可调斜撑临时固定，测量预制外墙板的水平位置、垂直度、高度等，通过墙底垫片、临时斜支撑进行调整；

7 承重外墙板调整就位后，墙底部连接部位宜采用模板封堵；

8 叠合墙板安装就位后进行叠合墙板拼缝处附加钢筋安装，附加钢筋应与现浇段钢筋网交叉点全部绑扎牢固。

8.3.6对于装配式非承重保温装饰组合外墙的安装应符合下列规定：

1线支承装配式非承重保温装饰组合外墙就位前，应在墙板底部设置调平装置，控制墙板安装标高；

2装配式非承重保温装饰组合外墙应以轴线和外轮廓线同时控制墙板的安装位置；

3装配式非承重保温装饰组合外墙安装就位后应临时固定，测量墙板的安装位置、安装标高、垂直度、板缝宽度等，通过节点连接件或墙底调平装置、临时支撑进行调整；

4 带饰面层装配式非承重保温装饰组合外墙应对装饰面的完整性进行校核与调整；

5 装配式非承重保温装饰组合外墙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。

8.3.7 线支承装配式非承重保温装饰组合外墙节点连接处后浇混凝土的强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑系统。拆模时的混凝土强度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666的有关规定和设计要求。

8.3.8点支承墙板与主体结构的连接节点施工应符合下列规定：

1 点支承装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构的连接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；

2利用节点连接件作为装配式非承重保温装饰组合外墙临时固定和支撑系统时，支撑系统应具有调节装配式非承重保温装饰组合外墙安装偏差的能力；

3有变形能力要求的连接节点，安装固定前应核对节点连接件的初始相对位置，确保连接节点的可变形量满足设计要求；

4装配式非承重保温装饰组合外墙校核调整到位后，应先固定承重连接点，后固定非承重连接点；

5连接节点采用焊接施工时，不应灼伤装配式非承重保温装饰组合外墙的混凝土和保温材料；

6装配式非承重保温装饰组合外墙安装固定后应及时进行防腐涂装和防火涂装施工。

8.3.9线支承墙板与主体结构的连接节点施工应符合下列规定：

1 墙板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，尚应符合现行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283的有关规定；

2 墙板的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装配式非承重保温装饰组合外墙节点连接钢筋，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装配式非承重保温装饰组合外墙接缝处，以及后浇混凝土节点处装配式非承重保温装饰组合外墙之间的板缝应采取防止漏浆的措施；可采用粘贴密封条进行密封，墙板之间板缝处的密封条应粘贴在板缝内侧；

5 线支承装配式非承重保温装饰组合外墙节点连接处后浇混凝土的强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑系统。拆模时的混凝土强度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定和设计要求。

8.3.10钢筋套筒灌浆作业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及施工方案的要求。灌浆作业是装配整体式结构工程施工质量控制的关键环节之一。对作业人员应进行培训考核，并持证上岗，同时要求有专职检验人员在灌浆操作全过程监督。套筒灌浆连接接头的质量保证措施：

1 采用经验证的钢筋套筒和灌浆料配套产品；

2 施工人员是经培训合格的专业人员，严格按技术操作要求执行；

3 操作施工时，应做好灌浆作业的视频资料，质量检验人员进行全程施工质量检查，能提供可追溯的全过程灌浆质量检查记录；

4 检验批验收时，如对套筒灌浆连接接头质量有疑问，可委托第三方独立检测机构进行非破损检测。当施工环境温度低于5℃时，可采取加热保温措施，使结构构件灌浆套筒内的温度达到产品使用说明书要求；有可靠经验时也可采用低温灌浆料。

8.3.11交叉作业时，应做好工序交接，不得对已完成工序的成品、半成品造成破坏。

8.3.12在装配式混凝土建筑施工全过程中，应采取防止预制构件、部品及预制构件上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等损伤或污染的保护措施。

8.3.13遇有大风、大雨、大雪等恶劣天气时，应采取有效措施对存放预制构件成品进行保护。  
8.3.14装配式混凝土建筑的预制构件和部品在安装施工过程、施工完成后，不应受到施工机具碰撞。

## 8.4 细部构造

8.4.1装配式非承重保温装饰组合外墙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除接缝侧面混凝土表面灰尘，并应涂刷专用胶黏剂。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 接缝中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，拌合时间和拌合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 应根据接缝的宽度选用口径合适的挤出嘴，挤出应均匀；

6装配式非承重保温装饰组合外墙十字接缝处各300mm范围内的水平缝和竖向缝应一次施工完成；

7 密封胶在接缝内应两对面粘接，不应三面粘接；

8新旧密封胶的搭接应符合产品施工工艺要求；

9 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；

10 密封胶胶体固化前应避免损坏及污染，不得泡水；

11密封胶嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面平滑，其厚度应满足设计要求。

条文说明：接缝防水施工是装配式非承重保温装饰组合外墙安装施工过程中的关键工序，其质量直接影响到装配式非承重保温装饰组合外墙的使用功能。墙板边缘凹槽和板缝空腔主要起到平衡内外空气压力，阻断外部水份渗透路径等作用，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板缝空腔中，防水施工前，应将板缝空腔清理干净。为提高装配式非承重保温装饰组合外墙的气密性能，通常会在板缝内侧设置橡胶空心气密条。气密条应在墙板吊装之前粘贴在墙板侧面，粘贴前应对侧面混凝土进行清理，涂刷专用胶黏剂并压入。由于墙板安装完成后无法对气密条的粘贴质量进行检查，因此需在墙板吊装前检查气密条的粘贴牢固性和完整性。

接缝密封胶背衬材料主要起到控制密封胶厚度便于密封胶施工的作用，同时还能避免密封胶与接缝混凝土三面粘接。在背衬材料填塞过程中，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变形复杂，施工质量控制难度大，易成为防水薄弱部位，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。

8.4.2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验收

## 9.1 一般规定

9.1.1 装配式保温装饰组合外墙工程应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的有关规定进行分项工程和检验批的划分和质量验收。检验批划分应符合：相同材料、工艺和施工条件的外围护部品每1000m2应划分为一个检验批，不足1000m2也应划分为一个检验批；每个检验批每100m2应至少抽查一处，每处不得小于10m2。

9.1.2承重的装配式保温装饰组合外墙的混凝土部分按混凝土结构子分部工程验收，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的有关规定。

9.1.3装配式保温装饰组合外墙的内、外装饰面及门窗工程应按照《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210进行质量验收。

9.1.4装配式保温装饰组合外墙的保温和隔热工程质量验收应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的规定执行。

9.1.5装配式保温装饰组合外墙内墙面的质量验收应在内装工程完成后进行，并应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325的有关规定。

9.1.6装配式保温装饰组合外墙验收根据工程实际情况进行下列现场检测

1 饰面砖（板）的粘结强度测试；  
2 板接缝及外门窗安装部位的现场淋水试验；  
3 现场隔声测试；  
4 现场传热系数测试。

**9.1.7**装配式非承重保温装饰组合外墙，隐蔽工程验收应包括下列主要内容：  
1 预埋件；  
2 与主体结构的连接节点；  
3 与主体结构之间的封堵构造节点；  
4 变形缝及墙面转角处的构造节点；  
5 防雷装置；  
6 防火构造。

9.1.8装配式承重保温装饰组合外墙，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，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；  
3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；  
4 预埋件的规格、数量、位置；  
5 预制混凝土构件接缝处防水、防火等构造做法；  
6 保温及其节点施工；  
7 其他隐蔽项目。

9.1.9装配式保温装饰组合外墙工程验收时，除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的有关规定提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：  
1 工程设计文件、装配式保温装饰组合外墙安装施工图和加工制作详图；  
2 装配式保温装饰组合外墙、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；  
3 装配式保温装饰组合外墙安装施工记录；  
4 钢筋套筒灌浆型式检验报告、工艺检验报告和施工检验记录、浆锚搭接连接的施工检验记录；  
5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；  
6 后浇混凝土、灌浆料、座浆材料强度检测报告；  
7 外墙防水施工质量检验记录；  
8 装配式结构分项工程质量验收文件；

9 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；

10 抗风压性能、层间变形性能、耐撞击性能、耐火极限等实验室检测报告；

11 连接件材性、锚栓拉拔强度等现场检测报告；

12装配式工程的其他文件和记录。

条文说明：根据现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JTJ/T 458，此条第2项质量证明文件包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告、组合墙体生产过程的关键验收记录及其他重要检验报告等。

## 9.2 进场验收

**I 主控项目**

9.2.1装配式保温装饰组合外墙进场时应检查质量证明文件。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

9.2.2装配式保温装饰组合外墙的结构性能检验应按照本规程附录C执行。除设计有专门要求外，装配式保温装饰组合外墙进场时可不做结构性能检验。不做结构性能检验的墙板，应采取下列措施：

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，装配式保温装饰组合外墙进场时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、保温板厚度、拉结件布置、装饰层等进行实体检验。

检验数量：同一类型装配式保温装饰组合外墙不超过1000个为一批，每批随机抽取墙板数量的1%且不少于5块。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体检验报告。

注：“同类型”是指同一混凝土强度等级、同一生产工艺和同一结构形式。根据现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JTJ/T 458，抽取组合墙体时，宜从设计荷载最大、受力最不利或生产数量最多的预制墙板中抽取。

9.2.3装配式保温装饰组合外墙的外露混凝土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；检查处理记录。

9.2.4装配式保温装饰组合外墙表面预贴饰面砖、石材等饰面与混凝土的粘结性能应符合设计和国家现行有关标准的规定。

检查数量：按批检查。  
检验方法：检查拉拔强度检验报告。

II 一般项目

9.2.6装配式保温装饰组合外墙外露混凝土外观质量不应有一般缺陷，对出现的一般缺陷应要求构件生产单位按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。  
检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

9.2.7装配式保温装饰组合外墙外露混凝土粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。  
检验方法：观察，量测。

9.2.8装配式保温装饰组合外墙外侧混凝土表面粘贴饰面砖、石材等饰面及装饰混凝土饰面的外观质量应符合设计要求或国家现行有关标准的规定。

检查数量：按批检查。  
检验方法：观察或轻击检查；与样板比对。

9.2.9装配式保温装饰组合外墙外露混凝土上的预埋件、预留插筋、预留孔洞、预埋管线等规格型号、数量应符合设计要求。

检查数量：按批检查。  
检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

9.2.10装配式保温装饰组合外墙外露混凝土外形尺寸偏差和检验方法应分别符合本表9.2.10的规定。

**表9.2.10装配式保温装饰组合外墙外形尺寸允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项次** | **检测项目** | | | | | **允许偏差** | **检验方法** |
| **1** | **规格尺寸** | **高度** | | | | **±4** | **用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值** |
| **2** | **宽度** | | | | **±4** | **用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值** |
| **3** | **厚度** | | | | **±3** | **用尺量板四角和四边中部位置共8处，取其中偏差绝对值较大值** |
| **4** | **对角线差** | | | | | **5** | **在构件表面，用尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值** |
| **5** | **外形** | | **表面平整度** | | **内表面** | **4** | **用2m靠尺安放在构件表面上，用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙** |
| **外表面** | **3** |
| **6** | **侧向弯曲** | | | **L/1000且≤20mm** | **拉线，钢尺量最大弯曲处** |
| **7** | **扭翘** | | | **L/1000** | **四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的2倍为扭翘值** |
| **8** | **预埋部件** | | **预埋钢板** | **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** |
| **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** |
| **9** | **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** | **用尺量** |
| **10** | **预埋套筒、螺母** | **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** |
| **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** |
| **11** | **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** |
| **孔尺寸** | | | **±5** | **用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值** |
| **12** | **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，取其最大值** |
| **13** | **预留插筋** | | **中心线位置偏移** | | | **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** |
| **14** | **吊环、木砖** | | **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** |
| **与构件表面混凝土高差** | | | **0，-10** | **用尺量** |
| **15** | **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** |
| **长度、宽度** | | | **±5** | **用尺量** |
| **深度** | | | **±5** | **用尺量** |
| **16** | **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** |
| **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** |
| **连接钢筋外露长度** | | | **+10，0** | **用尺量** |

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的墙板每次抽检数量不应少于该规格（品种）数量的5％且不少于3件。

9.2.11装饰构件的装饰外观尺寸偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合本标准表9.2.11的规定。

**表9.2.11装饰构件外观尺寸允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 装饰种类 | 检查项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 通用 | 表面平整度 | 2 | 2m靠尺或塞尺检查 |
| 2 | 面砖、石材 | 阳角方正 | 2 | 用托线板检查 |
| 3 | 上口平直 | 2 | 拉通线用钢尺检查 |
| 4 | 接缝平直 | 3 | 用钢尺或塞尺检查 |
| 5 | 接缝深度 | **±5** | 用钢尺或塞尺检查 |
| 6 | 接缝宽度 | **±2** | 用钢尺检查 |

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的墙板每次抽检数量不应少于该规格（品种）数量的10％且不少于5件。

## 9.3 安装验收

**主控项目**

9.3.1装配式保温装饰组合外墙临时固定措施应符合设计、专项施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

9.3.2装配式保温装饰组合外墙后浇混凝土连接时，构件连接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。

9.3.3钢筋采用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接时，灌浆应饱满、密实，所有出口均应出浆。钢筋的锚固长度、位置及数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查施工记录；抽样检测时按照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300中第3.0.9条规定执行。

检验方法：检查灌浆施工质量检查记录、有关检验报告。可采用X射线等无损检测方法进行抽样检测灌浆套筒及浆锚搭接节点中的钢筋长度、位置、数量和灌浆饱满度。

条文说明：套筒灌浆连接的灌浆饱满度可使用X射线法、预埋传感器法、预埋钢丝拉拔法等方法进行检测。浆锚搭接连接的灌浆饱满度可使用冲击回波法、X射线法等方法进行检测。套筒灌浆连接和浆锚搭接连接钢筋的锚固长度、位置和数量可使用X射线法等方法进行检测。

9.3.4钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接用的灌浆料强度应符合国家现行有关标准的规定及设计要求。

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。

条文说明：套筒灌浆连接和浆锚搭接连接的灌浆实体强度可使用小直径芯样法或表面硬度法进行检测。

9.3.5装配式保温装饰组合外墙底部接缝座浆强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班同一配合比应制作1组

且每层不应少于3组边长为70.7mm的立方体试件，标准养护28d后进行抗压

强度试验。

检验方法：检查座浆材料强度试验报告及评定记录。

9.3.6 装配式保温装饰组合外墙底部接缝座浆应饱满、密实。

检查数量：按批检验。

检验方法：应符合现行行业标准《超声法检测混凝土缺陷技术规程》CECS 21的有关规定。

9.3.7钢筋采用机械连接时，其接头质量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。

检查数量：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。

检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行试件的强度试验报告。  
9.3.8 钢筋采用焊接连接时，其焊缝的接头质量应满足设计要求，并应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定。

检查数量：应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定。

检验方法：检查钢筋焊接接头检验批质量验收记录。  
9.3.9装配式保温装饰组合外墙采用型钢焊接连接时，型钢焊缝的接头质量应满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。  
9.3.10装配式保温装饰组合外墙采用螺栓连接时，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。  
9.3.11装配式保温装饰组合外墙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；检查处理记录。  
9.3.12装配式保温装饰组合外墙及接缝的防水性能应符合设计要求。装配式不带外窗保温装饰组合外墙宜进行静态风压防水性能检验；装配式带外窗保温装饰组合外墙宜进行动态风压防水性能检验。静态风压防水性能检验宜按照现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227执行；动态风压防水性能检验应按本规程附录B执行。

检验数量：按批检验。每1000m2外墙（含窗）面积应划分为一个检验批，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。

检验方法：检查防水性能试验报告。

9.3.13装配式保温装饰组合外墙中外窗的安装质量要求和检验方法应符合现行标准《工业化住宅建筑外窗系统技术规程》CECS 437：2016的有关规定。

**一般项目**

9.3.14装配式保温装饰组合外墙的施工尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合本标准表9.3.14的规定。

**表9.3.14组合墙体安装尺寸的允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目** | | | **允许偏差（mm）** | **检验方法** |
| **构件中心线对轴线位置** | **基础** | | **15** | **经纬仪及尺量** |
| **竖向构件（柱、墙、桁架）** | | **8** |
| **水平构件（梁、板）** | | **5** |
| **构件标高** | **梁、柱、墙、板底面或顶面** | | **±5** | **水准仪或拉线、尺量** |
| **构件垂直度** | **柱、墙** | **≤6m** | **5** | **经纬仪或吊线、尺量** |
| **＞6m** | **10** |
| **构件倾斜度** | **梁、桁架** | | **5** | **经纬仪或吊线、尺量** |
| **相邻构件平整度** | **板端面** | | **5** | **2m靠尺和塞尺量测** |
| **梁、板底面** | **外露** | **3** |
| **不外露** | **5** |
| **柱墙侧面** | **外露** | **5** |
| **不外露** | **8** |
| **构件搁置长度** | **梁、板** | | **±10** | **尺量** |
| **支座、支垫中心位置** | **板、梁、柱、墙、桁架** | | **10** | **尺量** |
| **墙板接缝** | **宽度** | | **±5** | **尺量** |

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，应按相邻轴线间高度5m左右划分检查面，抽查10％，且均不少于3面。

9.3.15装配式保温装饰组合外墙内外装修面的外观质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、对比量测。

# 附录A 纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力检验

A.0.1 本方法主要适用于夹心保温墙板纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力的检验。

A.0.2 纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力检验时，应根据进场批次，从同原材料、同类型、同规格的拉结件中抽取5件进行检验。

A.0.3 纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力试验的试件宜符合下列规定：

1 纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力试验的试件可采用与预制构件同时制作的平行试件进行检验，并应在规定的时间进行检验；

2 纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力试验的试件（图A.0.3）应由上下两片混凝土块和中间保温层组成，上下两片混凝土块内应预埋锚固钢筋；

3 每个试件应预埋一根拉结件，拉结件锚入两侧混凝土的深度应符合拉结件产品技术手册的要求，上下加载端钢筋与拉结件对中。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）正视图 | （b）俯视图 |
| **图A.0.3 纤维增强塑料（FRP）拉结件节点抗拉试验试件示意图** | |

1—锚固钢筋；2—混凝土块；3—分布筋；4—保温板；5--纤维增强塑料（FRP）拉结件

A.0.4 检测用的加载设备，应符合下列规定：

1 设备的加载能力应比预计的检验荷载值至少大20%，且不应大于检验荷载的2.5倍，应能连续、平稳、速度可控地进行加载；

2 加载设备应能够按照规定的速度加载，测定系统整机允许偏差为全量程的±2%；

3 设备的液压加荷系统持荷时间不超过5min时，其降荷值不应大于5%；

4加载设备应能够保证所施加的荷载始终与纤维增强塑料（FRP）拉结件的轴线保持一致。

A.0.5 当要求检测试件的荷载-位移曲线时，现场的位移测量装置应符合下列规定：

1 仪表的量程不应小于50mm；其测量的允许偏差应为±0.02mm；

2 位移测量装置应能与测力系统同步工作，连续记录，并应绘制荷载-位移的全程曲线。

A.0.6 检验用的仪器设备应定期由法定计量检定机构进行检定。当遇到下列情况之一时，应重新检定：

1 读数出现异常时；

2 拆卸检查或更换零部件后。

A.0.7 施加荷载时应符合下列规定：

1 连续加载时，对试件应以均匀速率在2min~3min时间内加荷至试件发生破坏；

2 分级加载时，前8级，每级荷载增量应取为0.1*Nu*，且每级持荷1min~1.5min；自第9级起，每级荷载增量应取为0.05*Nu*，且每级持荷30s，直至试件发生破坏。*Nu*为计算的破坏荷载值。

A.0.8全部试件试验结束后，应根据下式计算纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力标准值*Nk*。

（A.0.8）

式中：

*Nk*—拉结件抗拔承载力标准值（kN）；

—拉结件抗拔承载力试验值得算术平均值（kN）；

*V*—变异系数，为拉结件节点抗拉承载力试验值标准偏差与算术平均值之比。

A.0.9 如果试验中抗拔承载力试验值的变异系数大于20%，确定拉结件抗拔承载力标准值时应乘以一个附加系数α，α按下式计算：

（A.0.9）

条文说明：计算方法符合现行行业标准《预制保温墙体用纤维增强塑料拉结件》JG/T 561-2019。

A.0.10 纤维增强塑料（FRP）拉结件节点抗拔承载力标准值*Nk*符合下式规定时，检验结果可判定为合格。

（A.0.10）

式中：

[*N*]—产品标准或生产厂家给定的纤维增强塑料（FRP）拉结件抗拔承载力标准值（kN）。

# 附录B 装配式保温装饰组合外墙动态风压防水性能检验

B.0.1 本方法适用于装配式带外窗保温装饰组合外墙动态风压防水性能检验。

B.0.2 动态风压防水性能检验的装置，应符合下列规定：

1 风压提供装置应能按照现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086、《建筑幕墙动态风压作用下水密性能检测方法》GB/T 29907的规定提供指定的风压。

2 淋水装置应满足现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086、《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227和设计者提出的淋水量和淋水方向要求。

3 淋水系统装置的校准应满足现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 。

B.0.3 装配式带外窗保温装饰组合外墙动态风压防水性能检验的安装，应符合下列规定：

1 至少应有一个面板与实际工程的受力状态相符合。

2 骨架的制作、安装应与工程相符合。

3 附属材料的安装应与实际工程相符合。

4 工程试件四周可采用适当方法密封，且不应影响水密性能的测量结果。

5 试件在测试设备上安装完成后，其与地面夹角应与实际工程一致。

B.0.4 动态水密性能的测试方法及结果评定应按现行国家标准《建筑幕墙动态风压作用下水密性能检测方法》GB/T 29907、《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227执行。

B.0.5 若有更多测试要求，可参考相应国家标准执行。

条文说明：如委托方有按照美国标准等其他国家标准检验的要求，可根据需要参考相应标准规范实施。

# 附录C 装配式保温装饰组合外墙结构性能检验

C.0.1 本方法适用于装配式保温装饰组合外墙结构力学性能的检验。包括承重墙板和非承重墙板两类。

C.0.2 装配式保温装饰组合外墙结构性能检验应按探索性试验或验证性试验，根据试验目的不同采取相应的试验方法。

【条文说明】探索性试验的类型、目的。描述两类试验的不同之处。

C.0.3 装配式保温装饰组合外墙检验类型分为型式检验、首件检验、合格性检验。

【条文说明】批量生产的装配式保温装饰组合外墙宜进行型式检验，检验项目按照现行产品标准或企业标准执行。生产单位在批量生产之前宜进行首件检验；当生产工艺、设备、原材料等有较大调整变化时，也宜进行首件检验。首件检验的作用是通过加载试验确定试生产的构件合格与否、探讨检验裕量、调整和优化生产相关的材料及工艺。检验项目可参照型式检验的项目，或由生产方和使用方共同确定。

此外，墙板进场时应按验收规范的要求对检验批进行合格性抽样检验。

C.0.4 试验宜在结构实验室进行，充分利用实验室的加载控制系统、量测和数据采集、分析系统等有利条件；当在室外进行试验时应采取必要的遮盖和屏蔽措施。

【条文说明】结构性能试验有较复杂多样的研究目标和较精密的加载、量测要求，故应尽量选择在专门的结构实验室中进行。当受场地条件的限制而不得已在室外进行时，应满足本条所要求的基本试验条件。

C.0.5 装配式保温装饰组合外墙检验时，除构件静载性能试验外，可开展抗震性能试验研究。静载性能试验方法可参照《混凝土结构试验方法标准》GB/T50152执行，抗震性能试验方法可参照《建筑抗震试验规程》JGJ/T 101执行。

1 对于承重构件应进行平面内、平面外的静载试验、抗震性能试验；

2 对于非承重构件应进行平面外静载试验、抗震性能试验。

【条文说明】拟静力试验。

对于承重构件关注墙板构件的抗震性能、各部品间的组合受力性能；对于非承重构件关注墙板在主体结构发生地震反应时，其变形协调能力、部品间的组合受力性能等。

C.0.6 当批量生产的墙板进场合格性检验时，可仅开展静载性能检验。检验指标及合格性判断方法，应根据现行国家标准、企业标准或设计有关规定确定。

C.0.7 接受委托后，应收集被检构件的设计图纸、施工记录、性能指标以及背景工程等资料。

C.0.8 试验前应有完备的试验方案，试验方案应征求委托方得意见，并应经过审定。

C.0.9 试验方案宜包括下列主要内容：

1 概况，主要包括墙板的结构类型、构造方式、建筑应用部位、设计、施工及监理单位，构件生产编号及代表批次等；

2 试验目的或委托方的检测要求；

3 试验依据，主要包括试验所依据的标准及有关的技术资料等；

4 加载、量测方案，包括试验场地、加载装置、加载制度、测试项目、仪器设备、测点数量与布置、加载终止条件及结果判定方式等；

5 试验人员安排及工作进度计划；

6 所需要的配合工作；

7 安全措施、环保措施等。

C.0.10 试验装置的设计应符合下列规定：

1 试验装置与试验加载设备应满足试件的设计受力条件和支承方式的要求。对于装配式非承重保温装饰组合外墙，应按其实际连接方式进行设计。

【条文说明】装配式非承重保温装饰组合外墙与主体结构连接形式灵活多样，如悬挂式、侧连式，应按其实际连接方式进行支承受力设计，以真实反应墙板构件的受力性能。

2 试验台座、反力墙、门架、反力架等，其传力装置应具有足够的刚度、承载力和整体稳定性。试验台座应能承受竖向和水平向的反力。试验台座提供反力部位的刚度不应小于试件刚度的10倍，反力墙定点的最大相对侧移不宜大于1/2000。

3 对试件墙体同时施加水平力和竖向力时，当通过千斤顶施加竖向荷载时，应在门架与加载器之间设置滚动导轨。

4 加载用千斤顶宜有稳压装置，保证试件在每一级加载或水平往复试验过程中的荷载值不变。

5 采用作动器加载时，作动器的加载能力和行程不应小于试件的计算极限承载力和极限变形的1.5倍。

6 加载设备精度应满足试验要求。

C.0.11 量测装置的选择应符合下列规定：

1 应根据试验目的选择测量仪表，仪表量程宜为试件极限破坏计算值的1.5倍，分辨率应满足最小荷载作用下的分辨能力。

2 位移量测仪表的最小分度值不宜大于所测总位移的0.5%。示值允许误差应为满量程的±1.0%。

3 应变式传感器最小分度值不宜大于2με，示值允许误差为满量程的±1.0%，量程不宜小于3000με；静态电阻应变仪的最小分度值不宜大于1με。

4 数据采集系统的A/D转换精度不得低于12位。

C.0.12 试验前应进行预加载，检验支座是否平稳，仪表及加载设备是否正常，并对仪表设备进行调零。预加载值应控制试件在弹性范围内受力，不宜大于墙板开裂荷载计算值的30%。

C.0.13 静载试验加载应符合下列规定：

1 探索性试验的加载程序应根据试验目的及受力特点确定；验证性试验宜分级进行加载，荷载分级应包括各级临界试验荷载值；当以位移控制加载时，应首先确定试件的屈服位移值，再以屈服位移值的倍数控制加载等级。

2 每级荷载加载完成后的持荷时间不应少于5min～10min，且每级加载时间宜相等；在使用状态试验荷载值、开裂荷载计算值作用下，持荷时间不宜少于15min。

3 分级加载试验时，试验荷载的实测值确定原则：在持荷时间完成后出现试验标志时，取该级荷载值作为试验荷载实测值；在加载过程中出现试验标志时，取前一级荷载值作为试验荷载实测值；在持荷过程中出现试验标志时，取该级荷载和前一级荷载的平均值作为试验荷载实测值。

4 试件的自重和作用在其上的加载设备的重量，应作为试验荷载的一部分，并经计算后从加载值中扣除。试件自重和加载设备的重量应经实测或计算取得，并根据加载模式进行换算，对验证性试验其数值不宜大于使用状态试验荷载值的20％。

5 对于需要研究试件恢复性能的试验，加载完成以后应按阶段分级卸载。

6 当要求获得试件的实际承载力和破坏形态时，在试件出现承载力标志后，宜进行后期加载。后期加载应加载到荷载减退、试件断裂、结构解体等破坏状态，探讨试件的承载力裕量、破坏形态及实际的抗倒塌性能。后期加载的荷载等级及持荷时间应根据具体情况确定，可适当增大加载间隔，缩短持荷时间，也可进行连续慢速加载直至试件破坏。

C.0.14 低周往复试验加载应符合下列规定：

1 对于试件的设计恒载值，宜先施加满载的40%~60%，再逐步加至100%，试验过程中应保持恒载的稳定。

2 试验过程中，应保持反复加载的连续性和均匀性，加载和卸载的速度宜一致。

3 试验加载宜采用荷载-变形双控制的方法。墙板试件开裂前应采用荷载控制并分级加载，接近开裂荷载前宜减小级差进行加载；开裂后应采用变形控制，变形值宜取开裂是试件的最大位移值，并应以该位移值的倍数为级差进行控制加载。

4 施加反复荷载的次数应根据试验目的确定，屈服前每级荷载可反复一次，屈服以后宜反复三次。

5 承载能力和极限状态下的破坏特征试验宜加载至试验曲线的下降段，下降值宜控制到极限荷载的85%。

C.0.15 静载试验分析内容应包括：试件的开裂荷载和相应变形、平面外挠度、裂缝宽度、极限承载能力。

C.0.16 低周往复试验分析内容应包括：试件的开裂荷载和相应变形、试件荷载变形滞回曲线、骨架曲线、刚度退化、延性及耗能能力。