|  |
| --- |
| CECS标致CECSXXX：2019 |
|  |
| 中国工程建设标准化协会标准 |
| 装配被动式混凝土居住建筑  技术规程  Technical specification for precast concrete Residential Passive house |
| （征求意见稿） |

前　　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发﹤2017年第一批工程建设协会标准制订、修订计划﹥的通知》（建标协字[2017]014号）的要求，由建学建筑与工程设计所有限公司和中建科技集团有限公司会同有关单位组成规程编制组，经广泛调查研究，结合工程实践，认真总结经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、设计、生产、施工和验收等。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能委员会负责归口管理，由建学建筑与工程设计所有限公司负责具体技术内容解释。如有需要修改和补充之处，请将有关意见和建议寄至建学建筑与工程设计所有限公司（地址：北京市朝阳区三里屯西五街五号B座，邮编：100027）。

|  |  |
| --- | --- |
| 主编单位： |  |
| 参编单位： |  |
| 主要起草人： |  |
| 主要审查人： |  |

目　　录

前　　言 I

目　　录 1

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 6

4 设计 8

4.1 建筑设计 8

4.2 结构设计 10

4.3 外挂保温墙板设计 12

4.4 设备与管线设计 13

4.5 新风系统设计 14

4.6 电气及照明设计 15

4.7 能耗环境监测系统设计 15

5 生产 17

5.1 一般规定 17

5.2 构件生产 17

5.3 堆放与运输 21

5.4 室内装修工程 22

6 施工 24

6.1 一般规定 24

6.2 外墙板安装施工 24

6.3 楼（屋）面安装施工 26

6.4 门窗安装工程 26

6.5 室内装修与设备安装工程 28

7 验收 30

7.1 一般规定 30

7.2 工厂生产阶段验收 30

7.3 施工安装阶段验收 30

7.4 围护结构气密性能验收 31

7.5 室内装修验收 32

7.6 竣工验收 33

8 运行管理 35

本规程用词说明 36

附录A. 装配超低能耗防水透汽隔汽材料要求 37

附录B. 建筑材料及其制品水蒸气扩散阻力值Sd值计算方法 40

附录C. FRP连接件性能参数 43

附录D. 超低能耗建筑围护结构气密性能检测方法 45

引用标准名录 49

（条文说明） 50

目录

1　General Provisions1

2　Terms and Symbols2

2.1　Terms2

2.2　Symbols3

3　Basic Requirement6

4　Design8

4.1　Architectual Design8

4.2　Structural Design10

4.3　Design of External Insulation wall panel12

4.4　Mechanical Dsign 13

4.5　Design of Ventilation System14

4.6　Design of Electric and Illumination System15

4.7　Monitor system of Energy Consumption15

5　Menufacture17

5.1　Basic Requirement17

5.2　Menufacture of Productions17

5.3　Placement and Transportion21

5.4　Indoor Decoration 22

6　Construction24

6.1　Basic Requirement 24

6.2　External wall panel24

6.3　Floor and Roof26

6.4　Windows and Doors26

6.5　Indoor Decoration and Mechanical System28

7　 Acceptance30

7.1　Basic Requirement30

7.2　Acceptance in Munufacture Step30

7.3　Acceptance in Construction Step30

7.4　Acceptance for Envelope structure and Air tightness31

7.5　Acceptance for Decoraton32

7.6　Final Acceptance33

8　Maintain during operation35

Appendix A37

Appendix B40

Appendix C43

Appendix D45

List of Quoted Standards49

Explanation of Provisions1

## 总　则

#### 为解决采用装配式建造方式实现超低能耗居住建筑的两种技术体系交叉融合所产生的多连接件、多节点、多板缝以及不同保温形式等技术问题，贯彻执行国家的技术经济政策和节能减排政策，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量、保护环境，降低能耗，制定本规程。

#### 本规程适用于抗震设防烈度8度及8度以下的装配式混凝土结构的居住建筑，以及装配式混凝土结构居住建筑的设计、构件生产、施工安装及运行。

#### 本规程适用于严寒地区、寒冷地区以及夏热冬冷地区。

#### 装配被动式混凝土居住建筑的设计、构件生产、施工安装及运行，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 术语和符号

### 术语

#### 装配式超低能耗混凝土居住建筑Prefabricated concrete ultra-low energy consumption of residential buildings

建筑的结构体系及外围护系统由混凝土部件（预制构件）及保温系统、建筑气密层等构成，并满足超低能耗建筑标准的装配式居住建筑。

#### 支撑体 Skeleton

居住建筑的主体结构系统（梁、板、柱、承重墙）、外围护系统共用部分设备管线，以及公共走廊和公共楼电梯等公共部分。

#### 填充体Infill

居住建筑内的内装部品、专用部分设备管线、内隔墙（非承重墙）等自用部分和分户墙、外墙、外窗等围合自用部分，具有灵活性与适应性。

#### 预制外挂保温墙板 precast concrete facade panel

安装在装配式框架、剪力墙等的主体结构上，满足超低能耗建筑热工要求，起到围护、装饰作用的非承重预制外墙板。

#### 预制保温外墙板 precast concrete facade panel

安装在主体结构上，满足超低能耗建筑热工要求，起到支撑、围护、装饰作用的承重及非承重预制混凝土外墙板。

#### 连接件connector

外挂保温墙板与主体结构连接的配件。

#### 屋面保温系统roof insulation system

由防水隔汽层、保温层、防水透汽层、找平层、保护层等材料构成，位于建筑屋顶、建筑外悬挑板表面的保温构造总称。

#### 楼地面保温系统ground insulation system of building first floor

由防水透汽层、保温层、防水隔气层、找平层、地面做法等材料构成，位于建筑采暖与非采暖区域交界的保温构造总称。

#### 门窗预装法 pre-installed doors/windows method

在外墙板安装就位前，在工厂或现场将外门窗安装就位的施工方法。

#### 门窗后装法 post-installed doors/windows method

在外墙板安装就位后，在现场将门窗安装就位的施工方法。

#### 样板单元Sample unit

主体工程施工完成，且室内上下水、电、煤气、暖通、通讯、闭路、宽带等各种管道、线路安装和门窗安装等基本装修已到位，具备进行气密性测试条件的空间，是精细化施工的示范样本。

#### 空气渗漏量率air leakage rate

通过建筑围护结构的构件连接处、裂缝和多孔表面等处流入或流出的空气渗透速率。

#### 内部容积internal volume

被测空间内的换气体积，为净建筑面积与净高度的乘积。即在测量范围内的建筑物或建筑的某一区域内围合的空间（包含空调、采暖或机械通风系统）。一般情况，不包括阁楼、地下室或连接结构。

### 符号

#### 外挂板结构计算

|  |  |
| --- | --- |
| fc—— | 混凝土轴心抗压强度设计值； |
| ft—— | 混凝土轴心抗拉强度设计值； |
| fy、f′y—— | 普通钢筋抗拉、抗压强度设计值； |
| fyv—— | 横向钢筋抗拉强度设计值。 |

#### 作用和作用效应

|  |  |
| --- | --- |
| N—— | 轴向力设计值； |
| V—— | 剪力设计值； |
| Vjd—— | 持久设计状况和短暂设计状况下接缝剪力设计值； |
| VjdE—— | 地震设计状况下接缝剪力设计值； |
| Vmua—— | 被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值； |
| Vu—— | 持久设计状况下接缝受剪承载力设计值； |
| VuE—— | 地震设计状况下接缝受剪承载力设计值； |
| qEk—— | 垂直于外挂墙板平面的分布水平地震作用标准值； |
| Gk—— | 外挂墙板的重力荷载标准值。 |
| βE—— | 外挂墙板地震作用动力放大系数 |

#### 计算系数及其他

|  |  |
| --- | --- |
| αmax—— | 水平地震影响系数最大值； |
| γRE—— | 承载力抗震调整系数； |
| γ0—— | 结构重要性系数； |
| ηj—— | 接缝受剪承载力增大系数； |
| ψw—— | 风荷载组合系数； |
| βE—— | 动力放大系数； |
| △ue—— | 弹性层间位移； |
| [θe]—— | 弹性层间位移角限值； |
| △up—— | 弹塑性层间位移； |
| [θp]—— | 弹塑性层间位移角限值； |

#### 新风系统

|  |  |
| --- | --- |
| R—— | 热回收效率 |
| ev—— | 新风系统用电量 |
| Qre—— | 新风通过热回收而获得的能量； |
| COP—— | 机组供热或制冷系数； |
| E—— | 转轮能耗及风机增加能耗； |
| ΔTmin—— | 最小经济温差； |
| ΔHmin—— | 最小经济焓差 |

#### 气密性能

|  |  |
| --- | --- |
| Q—— | 空气渗漏量； |
| V—— | 被测空间内部容积； |
| N—— | 换气次数； |
| n—— | 气流指数； |
| r2—— | 置信度； |
| Cenv—— | 气流系数 |
| CL—— | 空气渗漏系数。 |

## 基本规定

#### 装配式超低能耗混凝土居住建筑设计应满足《装配式混凝凝土结构技术规程》JGJ 1、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231及《装配式建筑评价标准》GB/T 51129中的相关规定，并应满足《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（试行）（居住建筑）住房城乡建设部2015 年10 月）》的基本要求。

#### 设计应遵循标准化、集成化、一体化的原则，实现少规格、多组合，并应满足下列要求：

###### 支撑体与填充体分离；

###### 耐久性差、年限短的部品部件维修更换不应影响年限长的部品部件。

#### 设计应在方案设计之初进行前期技术策划，确定系统的实施目标、关键技术、设计方法，实现建筑各子系统、各部品部件的集成化设计。

#### 设计应采用建筑信息化模型技术，实现装配式超低能耗混凝土居住建筑的一体化设计，实现设计、生产、施工、运营的一体化工作。

#### 居住建筑的功能空间、结构系统、外围护系统、内装系统及设备与管线系统等系统内与系统间应进行尺寸协调，选用适宜的模数数列，并应符合《建筑模数协调标准》GB/T 50002、《工业化住宅尺寸协调标准》JGJ/T 445的要求。

#### 预制外挂保温墙板应满足下列要求：

###### 连接节点与主体结构连接采用点式柔性连接，连接件应具备足够的承载力。

###### 连接节点应满足保温、无热桥、防腐、防锈、防火的要求。

###### 预制外墙挂板结构分析应采用线性弹性方法，有抗震设防要求时，墙板及连接节点应进行抗震设计。

#### 当预制保温外墙板中夹心保温厚度大于120mm时，可采用金属连接件或非金属连接件，并应满足超低能耗建筑热工性能及结构安全要求。

#### 外墙系统、屋面系统、楼地面系统的保温层及气密层应遵守连续、无热桥的原则。

#### 外门窗系统应符合以下规定：

###### 符合不同气候区环境特征，满足建筑热工要求，满足室内太阳辐射得热的要求，同时满足装配式建筑标准化设计和工厂化生产的要求；

###### 满足建筑防火要求，符合现行规范对外门窗抗风性、水密性、气密性、隔音及安全性的要求。

## 设计

### 建筑设计

#### 装配式超低能耗混凝土居住建筑的外墙系统、外门窗系统、屋面及女儿墙系统、楼地面系统、外遮阳系统、内装系统应在模数协调基础上，通过协同满足以下规定：

###### 各系统应同时满足装配式技术和超低能耗技术要求。

###### 各系统应满足全生命周期耐久性与可维护性要求，优先选择免维护、少维护、易维护材料与技术，宜建立各系统部品部件的耐久性说明手册。

###### 各系统应优先选用节能环保材料，减少能源、资源消耗。

###### 各系统应满足综合效益的最大化原则，综合考虑建造成本、运营期总成本、工期、资源节约与节能环保等各因素的影响。

#### 外围护系统的设计应满足以下要求：

###### 外围护系统使用年限应与主体结构相协调，根据不同的建筑类型、结构形式及节能标准选择适宜的系统类型。宜优先选用耐久年限与主体结构一致的部品部件。应满足抗风性能、抗震性能、耐撞击性能、防火性能、水密性能、气密性能、隔声性能、热工性能和耐久性能的要求。防水材料、防水隔汽材料性能应符合本规程附录A和附录B的要求；

###### 外围护系统应满足《建筑设计防火规范》GB 50016的相关要求；

###### 应合理选择外墙构件组合方式，优先选用大型构件；

###### 预制外墙板接缝处宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，应满足构件变形、气密、防水、保温无热桥的要求；

###### 预制外墙板上不宜设置预埋线管线盒。如必须预留预埋，应在工厂一体化生产环节实施保障外墙板气密性、断热桥等措施；

###### 预制外墙板保温应连续完整，连接件穿过部位应密实无缝隙，防止产生热桥；

###### 外围护系统的隔声标准应不小于45dB，外墙预留洞等隔声薄弱部位应采取相应密封和隔声措施。

#### 装配式超低能耗建筑入口处应设置门斗，门斗应设置于保温系统之内。

#### 外门窗系统设计

###### 外门窗系统设计应满足冬季有效利用太阳辐射热，夏季有效减少太阳辐射影响的原则。外门窗系统中的型材、玻璃、暖边等建筑热工性能，应符合相关规范的要求；

###### 外门窗系统设计应满足工厂化生产的要求，应根据不同形式的外围护系统绘制安装节点图，其中应包括窗框固定、保温搭接、气密层设置、披水板安装及外遮阳系统安装的做法；

###### 采用预装法的外门窗系统，应考虑混凝土浇筑、起吊、养护等生产环节对外门窗系统所用材料的影响。

#### 屋面及女儿墙系统设计应满足以下要求：

###### 屋面系统设计包括屋面防水隔汽层、气密层、保温层、防水透汽层、防水保护层；女儿墙系统包括女儿墙防水隔气层、保温层、防水层、集成压顶、避雷系统；

###### 屋面保温系统应满足《建筑设计防火规范》GB 50016的相关要求；

###### 屋面及女儿墙系统的搭接节点设计应包括水平段与垂直段保温搭接、隔气层搭接及防水层搭接、气密层搭接；

###### 当选用太阳能系统时，应与屋面系统进行一体化设计，太阳能设备支架基础与主体结构应满足无热桥设计要求。

#### 楼地面系统设计应满足以下要求：

###### 楼地面系统包括分隔采暖与非采暖区楼板、无地下室首层地面；

###### 楼地面系统由防水层、保温层、防水隔汽层、楼地面做法构成，保温区与非保温区交界范围应进行无热桥设计；

###### 楼地面系统应满足《建筑设计防火规范》GB 50016以及《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222的相关要求。

#### 外遮阳系统设计应满足以下要求：

###### 外围护系统中透明部分应根据日照计算设置外遮阳系统，应与外围护系统一体化设计。符合工厂化生产和安装的要求。可采用固定遮阳和活动遮阳；

###### 外遮阳设计应综合考虑不同气候区日照特征、建筑的朝向、高度及外立面设计等因素，结合建筑能耗计算，满足超低能耗建筑夏季遮阳隔热、冬季室内得热的要求，同时满足室内采光、自然通风和观景的要求；

###### 外遮阳系统安装应满足气密性和无热桥的要求。

#### 室内装饰系统设计应满足以下要求：

###### .室内装饰系统应与结构系统、外围护系统、设备与管线系统一体化设计，内装部品应遵循标准化、模块化及集成化设计原则，宜遵循可逆安装的设计原则；

###### 从公共管井引出的给水、排水、采暖、电气等支管、分支管应采用标准化设计；

###### 应采用管线与结构分离的原则。在外围护墙体上不应使用剔凿、涨栓等破坏结构墙体的连接方式；

###### 内装部品宜选可循环利用或可降解的原材料制造的内装部品。宜选用工厂成套生产的集成式卫生间、集成式厨房等集成度高的内装部品。宜选用易更换、可替代性高的内装部品；

###### 隔墙应与相关结构连接牢固，宜采用墙体内有空腔的装配式隔墙，可在墙体空腔内敷设给水分支管线、电气分支管线及线盒等。

### 结构设计

#### 装配被动式混凝土结构可采用装配整体式框架结构、装配整体式剪力墙结构、装配整体式剪框架-剪力墙结构等形式，构件之间可采用干式连接、湿式连接或混合连接方式。

#### 装配被动式混凝土预制构件节点及接缝处后浇混凝土、灌浆料、坐浆料的强度等级值不应低于预制构件的设计混凝土强度等级值。

#### 装配被动式混凝土结构设计的作用及作用组合应根据具体情况确定，并应符合国家现行相关标准的有关确定。结构抗震设计时，应根据建筑设防类别、抗震设防烈度、结构类型和房屋高度采用适宜的抗震措施，并应符合相应的计算和构造要求。

#### 装配被动式混凝土结构构件、节点应进行承载能力极限状态及正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准等有关规定。

#### 预制构件设计应符合下列规定：

###### 预制构件的设计应满足标准化的要求，宜采用建筑信息化模型（BIM）技术进行一体化设计，确保预制构件的钢筋与预留洞口、预埋件等相协调，简化预制构件连接节点施工；

###### 预制构件的形状、尺寸、重量等应满足制作、运输、安装各环节的要求；

###### 预制构件的配筋设计应便于工厂化生产和现场连接。

#### 预制构件混凝土保护层不宜大于50mm，当保护层大于50mm时，应对保护层采取有效的构造措施。

#### 装配整体式混凝土结构中，楼盖设计应符合下列规定：

###### 作为上部结构嵌固部位的楼层宜采用现浇楼盖；

###### 屋面层和平面受力复杂的楼层宜采用现浇楼盖，当采用叠合楼盖时，楼板的后浇混凝土层厚度不应小于100mm，且后浇层内应采用双向通长配筋，钢筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于200mm。

#### 预制剪力墙竖向钢筋采用套筒灌浆连接时，自套筒底部至套筒顶部并向上延伸300mm范围内，预制剪力墙的水平分布钢筋应加密，加密区水平分布钢筋的最大间距及最小直径应符合表4.2.8‑1的规定，套筒上端第一道水平分布钢筋间距离套筒顶部不应大于50mm。

表4.2.8‑1　加密区水平分布钢筋的要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 抗震等级 | 最大间距（mm） | 最小直径(mm) |
| 一、二级 | 100 | 8 |
| 三、四级 | 150 | 8 |

#### 当预制外墙采用夹心墙板时，应满足下列要求：

###### 外叶墙板厚度不应小于50mm，且外叶墙板应与内叶墙板可靠连接；

###### 外叶墙板与内叶墙板采用连接件连接，连接件可采用金属或非金属材料（纤维增强塑料，简称FRP），应满足结构安全及节能技术要求；

###### 当连接件采用FRP材料，应满足附录C.1，C.2和C.3相关规定，并宜采用弹性模量较高的材料。当夹心墙板保温层厚度小于120mm，FRP连接件抗拔承载力和抗剪承载力按《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》取值；当夹心墙板保温层厚度大于120mm，FRP连接件抗拔承载力和抗剪承载力按附录C.4取值；

###### 当作为承重墙时，内叶墙板应按剪力墙进行设计。

#### 当外围护系统保温层厚度大于120mm时，可采用预制保温外墙挂板，并应满足下列要求：

###### 在正常使用状态下，外挂墙板应具有良好的工作性能。外挂墙板在多遇地震作用下应能正常使用；在设防烈度的地震作用下经修理后应仍可使用；在预估的罕遇地震作用下不应整体脱落;

###### 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的外挂墙板的构造缝应能适应主体结构的变形要求，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。

#### 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽，并应符合下列规定：

###### 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面；预制梁端面宜设置键槽且宜设置粗糙面;

###### 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面；侧面与后浇混凝土结合面应设置粗糙面，也可设置键槽;

###### 预制柱的底部设置键槽且宜设置粗糙面，键槽应均匀布置。柱顶应设置粗糙面;

###### 粗糙面的面积不宜小于结合面的80%，预制板的粗糙面凹凸深度不应小于4mm，预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于6mm。

#### 预制构件的拼接应符合下列规定：

###### 预制构件拼接部位的混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级；

###### 预制构件的拼接位置宜设置在受力较小部位；

###### 预制构件的拼接应考虑温度作用和混凝土收缩徐变的不利影响，宜适当增加构造配筋。

#### 预制保温外墙挂板与主体结构的连接应符合下列规定：

###### 连接节点在保证主体结构整体受力的前提下，应牢固可靠、受力明确、传力简捷、构造合理；

###### 连接节点应具有足够承载力，承载能力极限状态下，连接节点不应发生破坏；当单个连接节点失效时，外墙板不应掉落；

###### 连接部位应采用柔性连接方式，连接节点应具有适应主体结构变形的能力；

###### 节点应便于工厂加工、现场安装就位和调整；

###### 连接件的耐久性应满足使用年限要求。

### 外挂保温墙板设计

#### 外挂保温墙板应与主体结构、外围护保温系统、外门窗系统采用一体化、模数化设计，为非承重结构，构件尺寸仅限于一个层高和一个开间范围之内。应采用合理的连接节点与主体结构可靠连接。

#### 外挂保温墙板可采用预制外墙、现场组装骨架外墙、建筑幕墙等类型。与主体结构宜采用柔性连接，连接节点应采取可靠的防水、防火、防腐、防锈措施。

#### 对于装配整体式剪力墙结构，当采用预制外挂保温墙板时，主体结构连接点应设置在外墙现浇墙肢和外墙水平后浇带中，预埋件与主体结构可靠锚固。

#### 外挂保温墙板及连接节点的设计应符合下列规定：

###### 外挂保温墙板与主体结构宜设置4个支撑点，承重节点应设置于现浇墙肢的下部；

###### 外挂保温墙板和连接节点的作用和作用效应计算，均按《建筑结构荷载规范》GB50009和《建筑抗震设计规范》GB50011的规定执行，同时应考虑平面外风荷载效应；

###### 承重节点应承受重力荷载、外挂墙板平面外风荷载和地震作用、平面内的水平和竖向地震作用；非承重满足除重里荷载之外的其他荷载；

###### 预制混凝土外挂墙板应双层双向配筋，且应满足最小配筋率的要求。在窗洞口及预埋连接件处应设置加强筋或加强钢构件；

###### 预制混凝土保温外挂墙板，保温层设计应满足相应气候区的超低能耗建筑外墙传热系数的要求；

###### 连接节点应采取保温隔热措施，隔热材料应采用高强度、高效隔热性能的保温材料。

### 设备与管线设计

#### 设备与管线系统设计应与建筑设计、室内装修设计、新风系统设计、辅助供暖制冷系统设计及能耗监测系统设计同步进行。应采用集成化技术，标准化设计。

#### 竖向管线宜集中于管道井中，每层设置密封隔板。水平穿墙管应采取可靠的封堵措施。

#### 卫生间排水系统宜采用同层排水系统；当采用同层排水时，坐便器采用侧排或后排式。用水器具排水口及排水地漏应与排水管道连接严密，排水地漏宜采用可靠密封装置。

#### 室内给排水系统管道应作保温及消声隔振处理。

### 新风系统设计

#### 采用建筑能耗模拟软件对建筑进行全年能量平衡计算，能耗指标应符合《被动式超低能耗绿色建筑技术导则》要求；并应依据建筑能耗模拟软件确定的围护结构热工设计参数对每个房间进行逐项逐时冷热负荷的计算。

#### 室内设计参数应符合的表4.5.2‑1规定：

表4.5.2‑1　室内设计参数（按照近零能耗技术标准修改）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 温度（°C） | 相对湿度（%） | 超温频率（%） |
| 夏季工况 | 24～26 | ≤60 | ≤10 |
| 冬季工况 | 20～24 | ≥30 | ≤10 |

1. 超温频率应以室内设计温度值为基准，以供冷（或供暖）总时长为周期。

#### 设计小时新风量应符合表4.5.3‑1的规定，且不应低于每人30m3/h：

表4.5.3‑1　新风量标准

|  |  |
| --- | --- |
| 人均居住面积*Fp* | 每小时换气次数 |
| *Fp* ≤ 10m2 | 0.70 |
| 10m2<*Fp*≤20m2 | 0.60 |
| 20m2<*Fp* ≤ 50m2 | 0.50 |
| 50m2<*Fp* | 0.45 |

#### 应采用高效热回收新风机组。当新风系统无法满足室内冷热负荷需求时，应设置辅助末端设备。新风机组的性能应符合表4.5.4‑1的规定：

表4.5.4‑1　新风机组性能（泄漏率适用性可操作性不强）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 性能项目 | 性能指标 | 性能条件 |
| 显热回收率 | *ηH* ≥ 75% | 室外温度-15～10°C，室内20°C |
| 全热回收效率 | *ηe*≥ 60% | 冬季 |
| 新风预热 | 启动防冻功能 | 室外温度低于-3°C时 |
| 风量不平衡 | ≤ 10% | 新风和回风之间的 |
| 新风机组的泄漏率 | ≤ 3% | 压差100Pa时 |
| 新风出风温度 | ≥ 16.5°C | — |
| 新风电机耗电 | ≤0.45Wh/m3 | — |
| 新风滤芯 | 材料表面涂有抑菌剂 | 清洗，重复使用 |

#### 建筑平面布局应合理，利于新风系统的功能分区和实现简洁、紧凑的管网布置。

#### 人员长期停留的区域应根据送风量均匀布置送风口。居住建筑回风口应布置在卫生间、厨房等湿空气区域。

#### 应合理设置新风机组的室外取风口及排风口的位置，避免短路。

#### 厨房应合理设置补风系统，与排油烟设备联动开启。

#### 所有通风管道及水管线结合精装修要求精确定位，预制构件应预留预埋洞口及固定点。

### 电气及照明设计

#### 电气系统的设计应经济合理、高效节能。宜选用技术先进、成熟可靠，损耗低、谐波发射量少、能效高、经济合理的节能产品。

#### 配电系统三相负荷的不平衡度不宜大于15%。

#### 配电室的的位置应靠近用电负荷中心，设置在尘埃少、腐蚀介质少、周围环境干燥和无剧烈振动的场所。

#### 建筑宜优先利用采光天窗、侧窗、导光或者反光装置提供天然采光。

#### 在满足照度均匀的条件下，宜选择单灯功率较大、光效较高的光源，照明设计不宜采用漫射发光顶棚。

#### 走廊、楼梯间、门厅、电梯间、卫生间、停车库等公共区域的照明，宜采用集中控制或者就地感应控制。

### 能耗环境监测系统设计

#### 对典型用户的供暖、空调及照明能耗进行监测和计量时，计量户数不宜少于同类型总户数的2%，且不少于3户。

#### 能耗监测和计量装置要具有产品合格证、生产许可证，且精度和功能满足相关标准要求。

#### 宜采用具有远传功能的能耗计量装置，数据采集间隔应符合相关标准要求。

#### 对单体超低能耗居住建筑宜设能耗监测系统，区域内多栋超低能耗居住建筑宜建立能耗监测平台。

#### 装配式超低能耗居住建筑用电计量应符合下列要求：

###### 户内的供暖、空调、照明用电应分开计量；

###### 当用户设户式空调机、新风机或自采暖设备时，其用电量应分开计量；当用户为集中供冷或集中供暖时，应计量冷源或者热源、水泵、冷却塔等设备的耗电量，用户末端供冷或供暖设备用电量也应计量；

###### 当建筑集中供应新风时，应单独计量新风系统电耗；

###### 装配式超低能耗居住建筑其他能耗计量应满足集中供暖、供冷建筑应设置总用热、冷计量表及用户分冷/热表的要求。

#### 应计量集中供热/供冷系统补水量：

###### 建筑应设计室内环境监测系统，传感器设置应符合以下规定：

###### 建筑户内应设置温湿度传感器；

#### 传感器精度应符合相关规范要求。

## 生产

### 一般规定

#### 生产单位应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件，建立完善的质量管理体系和制度，并宜建立质量可追溯的信息化管理系统。

#### 预制构件制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应编制生产方案；生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

#### 预制构件用混凝土的工作性能应根据产品类别和生产工艺要求确定，构件用混凝土原材料及配合比设计应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T281 等的规定。

#### 预制结构构件采用钢筋套筒灌浆连接时，应在构件生产前进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验，每种规格连接接头试件数量不应少于3个。

#### 预制构件用钢筋的加工、连接与安装应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204等的有关规定。

#### 带门窗的装配式混凝土外墙板，其门窗洞口与门窗框间的密闭性不应低于门窗的气密性。

### 构件生产

#### 预制构件制作前，应绘制排板图；对夹心外墙板，应绘制内外叶墙板的拉结件布置图及保温板和保温锚栓排板图。

#### 预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外，尚应符合下列规定：

###### 应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装与拆卸、周转次数等要求；

###### 应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求；

###### 预应力构件的模具应根据设计要求预设反拱；

###### 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表5.2.2‑1的规定。当设计有要求时，模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

表5.2.2‑1　预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目及内容 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 长度 | ≤6m | 1，-2 | 用钢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 | 墙板 | 1，-2 | 用钢尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处 |
| 3 | 其他构件 | 2，-4 |
| 4 | 对角线差 | | 3 | 用钢尺量纵、横两个方向对角线 |
| 5 | 侧向弯曲 | | L/1500且≤5 | 拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处 |
| 6 | 翘曲 | | L/1500 | 对角拉线测量交点间距离值的两倍 |
| 7 | 底膜表面平整度 | | 2 | 用2m靠尺和塞尺量 |
| 8 | 组装缝隙 | | 1 | 用塞片或塞尺量 |
| 9 | 端模与侧模高低差 | | 1 | 用钢尺量 |

1. L为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

#### 在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，并填写隐蔽工程验收单。检查项目应包括下列内容:

###### 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度等；

###### 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；

###### 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；

###### 灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量、位置等；

###### 钢筋的混凝土保护层厚度；

###### 夹心外墙板的保温层位置、厚度，拉结件的规格、数量、位置等；

###### 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

#### 应根据混凝土的品种、工作性能、预制构件的规格形状等因素，制定合理的振捣成型操作规程。混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，并宜采用机械振捣。

#### 预制构件混凝土的养护应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666的要求。预制构件宜采用蒸汽养护，应制定合理的养护制度，严格控制静停时间、升温、降温速度以及恒温时间和温度，并控制好构件出池时的内外温差。混凝土同条件试块应与构件一同养护。当采用蒸汽养护时应符合下列要求：

###### 静停时间为混凝土全部浇捣完毕后不宜小于2h；

###### 升温速度不得大于25°C/h；

###### 恒温时最高温度不宜超过70°C，恒温时间不宜小于3h；

###### 降温速度不宜大于15°C/h，构件脱模后其表面与外界环境温差不宜大于20°C。

#### 运送到现场的每车混凝土都应进行塌落度检测，禁止采用不合格的混凝土进行浇筑。

#### 混凝土振捣应符合以下要求:

###### 插入式振动器移动间距不应超过振动器作用半径的1.5倍，与侧模应保持50-100mm的距离插入下层混凝土深50-100mm；

###### 平板式振动器的移动间距宜覆盖已振实部分不小于100mm；

###### 附着式振动器的间距应根据构件形状及振动器(振动棒)性能等情况经过试验确定；

###### 混凝土振捣应达到混凝土停止下沉，不再冒出气泡，表面呈现平坦、泛浆的要求。

#### 采用后浇混凝土或砂浆灌浆料连接的预制构件结合面，制作时应按设计要求进行粗糙面处理。当设计未提出具体要求时，可采用化学处理、拉毛或凿毛等方法制作粗糙面。

#### 构件脱模应具备以下条件：

###### 预制构件蒸汽养护后，蒸汽罩内外温差小于20°C时方可进行脱罩作业；

###### 应根据模具结构按序拆除模具，不得使用振动构件方式拆模；

###### 脱模起吊时预制构件的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求。当设计无要求时，达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率应符合表5.2.9‑1的规定，且不应小于15N/mm2。

表5.2.9‑1　构件脱模起吊时混凝土强度允许值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 构件类型 | 构件跨度(m) | 达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率(%) |
| 板 | ≦2 | ≥40 |
| ＞2，≦8 | ≥65 |
| ＞8 | ≥75 |
| 梁 | ≦8 | ≥50 |
| ＞8 | ≥75 |
| 柱 | — | ≥65 |
| 阳台 | ≦8 | ≥50 |
| ＞8 | ≥75 |
| 楼梯 | — | ≥65 |

#### 预制构件的预埋件、专用连接件的设计，除应符合JGJ133-2001规定外，还应满足以下要求：

###### 严格按照设计图纸进行施工，保证预埋件的型号、规格、数量与图纸完全符合，并保证预埋件的安装偏差在规范范围内。预埋件加工的允许偏差应满足表5.2.10‑1的规定。

表5.2.10‑1　预埋件加工允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目及内容 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 预埋钢板的边长 | | 0, | 用钢尺量 |
| 2 | 预埋钢板的平整度 | | 1 | 用直尺和塞尺量 |
| 3 | 锚筋 | 长度 | 10 | 用钢尺量 |
| 间距偏差 | ±10 | 用钢尺量 |

###### 对构件的预埋件、预留孔、伸出钢筋，应在模具相应位置制作固定支架；

###### 预埋件的固定钢筋：要求平直、无变形、扭曲，固定时螺栓一定要拧紧，防止走位；

###### 固定预埋件的配件及安装方法：安装前，清理干净石渣，并打好脱模剂，安装时用螺丝拧紧预埋件的配件，检查该固定配件的位置及尺寸等是否准确。预埋件和预埋孔洞宜通过模具进行固定，并安装牢固，其安装允许偏差应符合表5.2.10‑2的规定。

表5.2.10‑2　模具预留孔洞中心位置的允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目及内容 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 预埋件、插筋、吊环、预留孔洞中心位置 | 3 | 用钢尺量 |
| 2 | 预埋螺栓、螺母中心位置 | 2 | 用钢尺量 |
| 3 | 灌浆套筒中心位置 | 1 | 用钢尺量 |

1. 检查中心线位置时，应沿纵横两个方向量测，并取其中的较大值。

###### 预制构件的门窗框、预埋管线应在浇筑混凝土前预先放置并固定，并采取防止窗体表面及预埋管线的污染及破损的措施；

###### 混凝土浇筑前，必须对埋件位置核对无误后再浇筑混凝土；

###### 混凝土浇注完毕后设专人及时对埋件型号、外型、尺寸及埋设位置进行复核校正，以保证埋件型号、位置的正确，确保安装工作顺利进行。

#### 门窗预安装应符合下列规定：

###### 窗框、窗附框及穿墙管线应在浇筑混凝土前安装固定，固定时应采取防止窗框被破坏及污染窗体表面的保护措施；

###### 当采用铝窗框时，应采取避免铝窗框与混凝土直接接触发生电化学腐蚀的措施；

###### 保温层与窗框搭接应符合超低能耗建筑的相关要求。

#### 门窗框安装的允许偏差应满足表5.2.12‑1的规定。

表5.2.12‑1　门窗框安装的允许偏差标准及检验方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 窗框定位(咬窗框的宽度等) | ±2 | 钢尺四边测量，抽测不少于30% |
| 窗框方向 | 全部正确 | 对内外、上下、左右目测 |

续表5.2.12‑1　门窗框安装的允许偏差标准及检验方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 45°拼角(无裂缝) | 抽检 | 目测，每批检查不少于30% |
| 锚固脚片 | 全数检查无遗漏/间距 | 目测 |
| 90°转角窗 | 确保为直角，全数检查 | 直角尺检测 |
| 对角线偏差 | ±4 | 钢尺测量抽查不少于30% |
| 窗框防腐 | 全数检查 | 目测 |
| 窗的水平度 | ±2 | 全数检查 |

### 堆放与运输

#### 制定预制构件的运输与堆放方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应有专门的质量安全保证措施。

#### 构件的运输与堆放应符合下列规定:

###### 运输时应根据构件的特点采用不同的叠放和装架方式，货架应进行专门设计；外墙板宜采用立运，外饰面层应朝外。梁、板、楼梯、阳台宜采用平运。运输时构件应设有专用支垫，采取可靠的稳定措施；

###### 当采用靠放架堆放或运输构件时，靠放架应具有足够的承载力和刚度，与地面倾斜角度宜大于80°；构件宜对称靠放且上部宜采用木垫块隔离；

###### 当采用插放架直立堆放或运输构件时，宜采取直立运输方式。且插放架应有足够的承载力和刚度，并应支垫稳固；

###### 当采用叠层平放的方式堆放或运输构件时，应采取防止构件产生裂缝的措施。

#### 车间堆放时应符合下列要求：

###### 堆放场地应平整、坚实；

###### 预制构件检查合格后，应在构件上设置表面标识，标识内容宜包括构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息；

###### 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；

###### 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；

###### 堆放预应力构件时，应根据构件起拱值的大小和堆放时间采取相应措施。

#### 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求，装卸与运输时应符合下列规定:

###### 装卸构件时，应采取保证车体平衡的措施；

###### 运输构件时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；

###### 运输构件时，应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，宜设置保护衬垫；

###### 运输构件时，构件的受力情况应与设计一致，对"「"形等特型构件和平面不规则的梁板应分析确定支点。当受力状态不符合受力要求时，应对构件进行抗裂度验算，不足时应加固。

#### 预制构件现场堆放应符合下列规定:

###### 堆放场地应平整、坚实，并应设有排水措施；

###### 预埋吊件应朝上，标识宜朝向堆垛间的通道；

###### 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；

###### 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；

###### 堆放预应力构件时，应根据构件起拱值的大小和堆放时间采取相应措施；

###### 堆垛应设置在吊装机械覆盖范围内，以避免起吊盲点及二次转运。堆放、吊装工作范围内，不得有障碍物，且不受其他施工作业的影响。

### 室内装修工程

#### 室内装修材料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》GB50325和《建筑内部装修设计防火规范》GB50222的有关规定。

#### 室内装修工程应具有现场柔性加工技术，满足干式施工工法的要求。实现标准化、模块化的产品与非标产品的系列规格组合，实现大小批量同步加工的均衡转换，同时配套供应。

#### 室内装修工程所用材料应有保证产品质量的生产工艺和设备，有完善的原材检验、过程检验和出厂检验的质量检测手段。

## 施工

### 一般规定

#### 装配式超低能耗混凝土居住建筑施工应按照《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（试行）（居住建筑）》等的相关规定执行。

#### 装配式超低能耗混凝土居住建筑施工应编制保温、气密性及无热桥专项施工方案。

#### 应按照装配式超低能耗混凝土居住建筑技术要求建设样板单元，并完成相应检测，根据样板单元检测结果及时调整施工工艺、完善施工方案。

#### 施工前宜采用与工程相同材料及工艺制作保温、气密性及无热桥施工专项节点工序样板，并对现场工程师、施工人员、监理人员等进行培训。

#### 建筑宜在气密层施工完毕和装修完成后分别进行气密性测试，测试结果应满足本规程相关要求。

#### 预制混凝土夹心保温外墙板宜在工厂内安装外窗附框和完成窗框节点的气密性施工，安装窗框的外墙板应制定专项吊装方案及成品保护措施。

#### 节点施工完成后应及时验收和隐蔽，并采取成品保护措施。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。

#### 室内装修系统应与结构系统、外围护系统、设备与管线系统的安装施工工序同步穿插进行，以工厂化生产的组织形式编制施工组织设计和专项装配方案。

### 外墙板安装施工

#### 板缝封堵施工条件应在符合相关规范对外保温施工的要求，板缝内应处于干燥状态。施工前，应对板缝基层进行清理，确保基层干燥、平整、干净。

#### 预制混凝夹心保温外墙板安装时，其水平缝无热桥和气密性施工应符合下列要求：

###### 上层墙板安装前，在下层墙板保温层顶部固定弹性嵌缝材料，当采用灌浆料封堵内叶板板缝时嵌缝材料内侧边缘应紧贴防漏浆海绵条或者坐浆；

###### 安装上层墙板，将弹性嵌缝材料压紧；

###### 内叶板水平缝按照结构设计要求进行封堵。

#### 预制混泥土夹心保温外墙板竖向缝无热桥和气密性施工应符合下列要求：

###### 利用保温材料填补中置保温层竖向缝；

###### 后浇带内叶板竖向缝气密性处理：应在绑扎钢筋前，在中置保温层室内侧表面粘贴薄膜隔离混凝土与保温材料；非后浇带内叶板竖向缝采用聚氨酯发泡填充，并在内叶板竖向缝室内侧表面粘贴防水隔汽材料。

###### 竖向板缝中置保温层室外侧表面做一道防水透汽层，防水透汽层应与相邻外墙板搭接，搭接长度不宜小于10mm。

#### 穿透外围护结构保温层的施工孔洞、设备和管道的连接件、穿墙管线等的无热桥施工应符合下列要求：

###### 预制外墙板预留的施工孔洞穿透保温层时，应使用保温材料填充后再做灌浆封堵。采用现浇内叶板的做法时，安装对拉螺栓应设非金属套管，待拆除模板后使用保温材料填充套管，再做灌浆封堵；

###### 穿外墙板管道宜在工厂预留洞口，施工时管道应先临时固定于预留洞或者套管中央。管道与孔洞或套管间以保温材料填充密实，再进行气密性封堵。

#### 悬挑构件无热桥施工应符合下列要求：

###### 悬挑构件以断热桥锚固件或预埋件的方式固定时，应在构件安装前验收锚固件或预埋件的断热桥措施；

###### 悬挑构件利用悬挑梁与主体结构连接时，构件及悬挑梁应被保温材料完全包裹，保温施工与构件安装宜同步进行。

#### 安装于外墙的支架应符合以下规定：

###### 支架固定不宜采用现场打孔方式安装，宜在墙板生产时预埋螺栓或者预留螺栓孔，螺栓或者螺栓孔尺寸应符合设计要求；

###### 预埋螺栓和预留螺栓孔不应预埋于保温层内；

###### 安装膨胀螺栓时不得采用敲击的方式；

###### 支架固定后，应对外叶板预留孔进行防水封堵。

### 楼（屋）面安装施工

#### 地面保温系统施工应符合下列要求：

###### 板状保温材料双层铺设时上下层保温板应错缝粘贴，错缝宽度不宜小于200mm，保温板拼缝应小于2mm。当无法满足缝隙尺寸要求时应采用同类保温材料或发泡填缝；

###### 地面保温层下防潮层施工应满足搭接要求，不得漏铺；

###### 地面保温层应与外墙保温层连续。

#### 屋面保温系统施工应符合下列要求：

###### 板状保温材料双层铺设时上下层保温板应错缝粘贴，错缝宽度不宜小于200mm，保温板拼缝应小于2mm，不能满足缝隙尺寸要求时应采用同类保温材料或发泡填缝；

###### 纤维类保温材料施工时应避免重压并应采取防潮措施；

###### 喷涂硬泡聚氨酯保温层喷涂施工完成后应及时施工保护层；

###### 屋面保温层与女儿墙保温层应连续。

#### 屋面气密性及防水施工应符合下列要求：

###### 屋面防水层应与女儿墙防水层连续，防水层搭接长度不小于150mm；

###### 屋面防水隔汽层应沿女儿墙内侧上翻，高出屋面保温层上表面不小于150mm；

###### 屋面保温及防水施工应在穿屋面管道或套管的气密性和防水隔汽层施工完成后进行。

#### 女儿墙无热桥和防水施工应符合下列要求：

###### 女儿墙保温层应与外墙保温层和屋面保温层连续不中断；

###### 女儿墙与屋面阴角部位倒角宜采用与屋面保温同材质的材料制作；

###### 女儿墙顶部采用金属盖板压顶时，盖板托架穿透保温层部位应采取防水及断热桥措施。

#### 屋面防火隔离带应与保温同时施工，双层铺设时应采用错缝粘贴的方式，避免保温材料出现通缝。

### 门窗安装工程

#### 装配式建筑门窗应采用干法施工方式安装。门窗安装前，结构工程和预制外墙板安装工程应已验收合格，室内气密层已经完成，墙面门窗洞口不再有湿作业。

#### 窗框（附框）与墙体之间防水透气膜与防水隔气膜连续完成，转角及搭接长度不小于100mm。铺装平整无皱褶、无气泡。

#### 玻璃安装应符合现行行业标准《建筑玻璃应用技术规范》JGJ113规定执行。玻璃与框采用密封胶条密封时，密封条应该连续，接口不应设置在拐角处，采用专用胶条粘接胶，或焊接，胶条要整齐均匀。

#### 门窗框安装允许偏差见表6.4.4‑1。

表6.4.4‑1　门窗框安装允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 允许偏差（mm） | 检查方法 |
| 门窗框进出方向位置 | | | ±5.0 | 经纬仪，钢卷尺 |
| 门窗框标高 | | | ±3.0 | 水平仪 |
| 门窗框左右方向相对位置偏差（无对线要求时） | 相邻两层处于同一垂直位置 | | +10.0 0.0 | 经纬仪 |
| 全楼高度内处于同一垂直位置 | 30米以上 | +15.0 0.0 |
| 30米以下 | +20.0 0.0 |
| 门窗框左右方向相对位置偏差（有对线要求时） | 相邻两层处于同一垂直位置 | | +2.0 0.0 |
| 全楼高度内处于同一垂直位置 | 30米以上 | +10.0 0.0 |
| 30米以下 | +15.0 0.0 |
| 门窗竖边框和竖挺自身进出方向和左右方向的垂直度 | | | ±1.5 | 铅锤或经纬仪 |
| 门窗上下框及中横框水平 | | | ±1.0 | 水平仪 |
| 相邻两横向框的高度相对允许偏差 | | | +1.5 |
| 门窗框内对角线 尺寸偏差 | L＜2000 | | +2.0 0.0 | 钢卷尺 |
| 2000≤L＜3500 | | +3.0 0.0 |
| L≥3500 | | +4.0 0.0 |

#### 外窗台板（披水板）安装的有关规定：

###### 窗台板宜采用轻质，耐腐蚀，不老化的金属材料。宜采用喷涂铝板，或不锈钢板;

###### 在洞口的防水密封完成后，装窗台板;

###### 当窗台板与外保温位置有接触时，窗台板侧面与墙体之间预留≥5mm间隙;

###### 窗台板与窗体宜采用挂接的方式，尽量少采用自攻螺钉与窗体固定;

###### 当窗台板与墙体间的缝隙须采用预压膨胀胶带塞缝时，需采用打胶方式将预压膨胀胶带密封。

###### 金属窗台板上应设立滴水线。

### 室内装修与设备安装工程

#### 室内装修施工前应对装修作业界面进行勘验和测量放线，并符合下列规定：

###### 进行室内装修的区域已完成气密性检测，且满足要求。应在气密层位置进行标记，避免在室内装修施工时，对气密层造成破坏。楼地面的标高、平整度应满足装配条件；

###### 楼地面的标高、平整度应满足装配条件；既有墙体的位置、平整度、垂直度应满足装配条件；

###### 对墙面、地面、顶面放出完成线；对门窗洞口放出控制线；对水、暖、电、风等管线放出路由线。

#### 室内隔墙与相关结构连接牢固，连接点、加强部位应符合设计要求。采用轻质隔墙时，墙体内填充材料性能和填充密实度等指标应符合设计要求。

#### 吊顶施工应与新风设备安装及风管、风口安装同时进行。排风口底标高应不低于吊顶板；吊顶内管道、设备、电气线路施工完毕，进行隐蔽规程验收。

#### 楼地面施工应符合下列规定：

###### 铺设架空地面模块之前，应按设计图纸完成架空层内管线敷设且应经隐蔽验收合格；

###### 快装楼地面与墙面、门槛等之间的密闭措施应符合设计要求；

###### 楼地面的防水层在门口处应水平延展，并应符合相关规范的规定；

###### 快装楼地面应与基层地面可靠连接，检查口、预放重物处等加强处理应符合设计要求。

#### 快装楼地面如采用集成地暖辐射供暖的架空模块施工，应符合下列规定：

###### 应按设计图纸布置可调节地脚组件，如地面有管道或其它障碍物可适当移动，地脚组件间距不大于400mm；

###### 在可调节地脚组件上铺设架空模块，模块间隙13mm，专用连接扣件固定架空模块并用螺丝和可调节地脚紧固；

###### 应按照设计图纸序号铺设架空模块；

###### 铺装时模块上表面应略低于模块完成面线，调平模块时应由低向高调平；

###### 模块间缝隙应粘贴布基胶带，模块与墙面四周缝隙采用聚氨酯泡沫填缝剂填充。

#### 新风系统设备安装应符合以下规定：

###### 新风系统主机一般安装在厨房或卫生间的吊顶内，安装位置的楼板混凝土强度等级符合设计要求，主机位置应与进风、出风、送风、回风等风管位置的距离。满足最小安装空间的要求；

###### 风管安装前，应进行管线水平位置和竖向标高的确认，对预制外墙板及现浇内墙板预留孔洞进行检查。确定消音器位置，宜采用软接弯头；

###### 应遵循通风管道相碰及协调的原则，即“小管让大管，有压让无压”；

###### 风管保温应符合设计要求，保温层应包裹严密、连续无缝隙，法兰接口处应加强。

#### 新风设备、管道及保温材料的主要性能应符合现行国家标准的规定。风管材料宜采用镀锌铁板，也可采用PU管及软管，采用软管连接的风口时，其软管长度最好不超过35cm。并应符合以下规定：

###### 管材和管件粘合前，应将承、插口处粘接表面擦拭干净，保持清洁，确保无灰尘和杂物；管材内径清洁无杂物；

###### 管路的安装应做到横平、竖直。管材内径清洁无杂物；

###### 管路应采用支吊架进行固定。如采用抱箍，则其内面应紧贴管外壁。支架与管道应固定稳固，无松动；

###### 新风系统安装完毕投入使用前，必须进行系统试运行与调试。调试后，风管、送风口和回风口的空气流速应符合设计要求。

## 验收

### 一般规定

#### 预制保温外墙板、预制外挂保温墙板应作为工业产品单独进行验收。可分为：工厂生产阶段验收，施工安装阶段验收。

#### 装配式超低能耗混凝土结构按照子分部工程进行质量验收。检验批、分项工程、子分部工程质量验收的评定方法、标准、程序和组织，统一执行现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300有关规定。

#### 预制保温外墙板保温层厚度大于120mm时，内外页板连接件应提供试验检测报告。

### 工厂生产阶段验收

#### 预制保温外墙板、预制外挂保温墙板生产用的原材料、部品、构配件及保温材料、密封材料均按检验批进行进场验收。

#### 预制保温外墙板、预制外挂保温墙板连接节点、保温层及叠合构件浇筑混凝土前，应进行隐蔽工程验收。除按普通装配式混凝土预制构件的质量要求外，还应包括下列内容：

###### 保温层铺装质量，厚度，错缝及填缝，板边预留，穿墙套管周边；

###### 预安装门窗定位尺寸，固定件，隔汽膜和透气膜粘贴；

###### 穿墙管及预留洞位置，标高；

###### 叠合构件金属或非金属连接件长度，锚固长度，搭接或焊接质量。

#### 结构实体检验结果除满足本规程要求外，尚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。

#### 预制保温外墙板、预制外挂保温墙板产品质量验收合格后，应将所有的验收文件存档备案。

### 施工安装阶段验收

#### 预制保温外墙板、预制外挂保温墙板临时固定措施应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。编制专项施工方案应包括以下主要内容：

###### 临时支撑固定件应避开保温层、隔汽层安装；

###### 临时支撑固定件穿透气密层时，应在固定件拆除后，及时对孔洞进行清理，用细石混凝土填实。

#### 预制保温外墙板、预制外挂保温墙板吊装前，应对板拼接处现场铺装的保温材料进行隐蔽工程验收，符合节点设计的要求。

#### 现场浇筑混凝土施工前应对现浇部分内的预埋连接件进行隐蔽工程验收。

#### 浇筑混凝土前应对构件中保温层部分进行遮挡保护，有验收记录。

#### 预制保温外墙板、预制外挂保温墙板拼接处防水气密性能，应符合国家现行有关标准的规定，符合节点设计的要求。

### 围护结构气密性能验收

#### 建筑围护结构气密性能验收包括样板单元气密性预测试和建筑整体气密性检测。

#### 采用压差法利用鼓风门系统进行建筑围护结构气密性测试，并借助红外热成像仪或（/和）烟雾发生器等仪器设备，确定建筑围护结构的的渗漏部位。

#### 气密性测试条件应满足附录D中D.0.4条的要求；鼓风门系统的安装、测试前的准备工作和气密性检测步骤应符合附录D中D.0.5条的规定。

#### 气密性测试结果的数据处理应按照附录D中D.0.6条的规定进行。

#### 样板单元气密性预测试应符合下列规定：

###### 当主体工程完工、室内上下水、电等各种管道和线路等一次装修（基本装修）到位后，在门窗分部工程施工前，确定典型样板单元。

###### 采取有效措施，进行门窗（或玻璃幕墙）的安装和电器、暖通和给排水系统等管道穿墙/楼板洞口的密封处理。

###### 样板单元气密性预测试在负压工况下进行。围护结构的换气次数按照下式进行计算：

Ny50=(Qy50)／Vy （7.4.5　-1）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| Ny50 —— | 50Pa压差下样板单元的换气次数1/h； |
| Qy50 —— | 50Pa压差下样板单元的空气渗漏量m3/h； |
| Vy —— | 样板单元内部容积m3。 |

#### 建筑整体气密性检测应符合下列规定：

###### 当工程项目室内各种管道、线路和门窗分部工程等装饰工程全部完工后，进行建筑整体气密性检测；

###### 检测应在建筑物室内、外压差为负压和正压两种工况下分别进行；

###### 建筑整体气密性检测结果用换气次数表示。建筑物负压、正压工况下换气次数和建筑整体的平均换气次数应分别按照下列公式进行计算：

N+50=Q+50／V （7.4.6　-1）

N-50=Q-50／V （7.4.6　-2）

N50=(N-50+N+50)／2 （7.4.6　-3）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| N+50、N-50 —— | 分别为+50Pa、-50 Pa压差下建筑物的换气次数1/h； |
| Q+50、Q-50 —— | 分别为+50Pa、-50Pa压差下建筑物的空气渗漏量m3/h； |
| V —— | 被测空间内部容积m3； |
| N50 —— | 被测空间50Pa压差下的换气次数1/h。 |

### 室内装修验收

#### 室内装修工程质量除应执行本规程外，尚应符合现行国家标准。

#### 室内装修工程验收时，应检查下列文件及记录：

###### 完整的施工图纸及相关设计文件；

###### 满足设计要求的部品性能检测报告、产品质量合格证书和进场验收记录；

###### 对进场的主要超低能耗装配式装修部品、部件进行复验；

###### 隐蔽工程验收记录，检验批、分项、子分部和分部工程的质量验收记录；

###### 分户质量验收的相关文件。

#### 室内装修工程验收应对居住建筑进行分户质量验收，应按下列规定划分检验单元：

###### 住宅套内空间以每户作为一个检验单元；

###### 住宅交通空间的走廊、楼梯间、电梯间公共部位以一个单元或楼层作为一个检验单元。

#### 室内轻质隔墙与墙面应对下列隐蔽工程项目进行验收：

###### 龙骨隔墙中设备管线的安装及水管试压；

###### 龙骨安装；

###### 预埋件及加固措施；

###### 填充材料设置；

###### PE防水防潮隔膜层铺设。

#### 室内吊顶应对下列隐蔽工程项目进行验收：

###### 吊顶内管道、设备的安装及管道试压；

###### 加强措施的连接构造。

#### 室内楼地面工程应对下列隐蔽工程项目进行验收：

###### 楼地面装饰层内管道、设备的安装。

###### 架空模块设置及安装。

###### 地采暖管道安装。

###### 快装楼地面支撑模块材质应符合设计要求，具有防火、防腐性能。地采暖隐蔽前必须进行水压试验，具体应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 5024中相关要求。

### 竣工验收

#### 装配式超低能耗建筑工程验收的程序和组织应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300中第6章关于单位工程验收的要求。由建设单位组织勘察、计、施工、监理等单位进行建筑工程验收，形成装配式超低能耗建筑工程总体验收记录。

#### 装配式超低能耗建筑工程验收合格，应符合下列规定：

###### 建筑工程中参与验收的控制项均应验收合格；

###### 建筑设计评价中达标的一般项、优选项和创新项均应验收合格。

#### 装配式超低能耗建筑工程验收时应核查下列资料，纳入竣工技术档案：

###### 设计文件、纸汇审记录、计变更和洽商；

###### 各专业验收记录表中涉及的相关证明文件；

###### 各专业验收记录表；

###### 建筑工程验收记录表；

###### 其他对装配式超低能耗建筑工程验收有影响的技术资料。

## 运行管理

#### 物业管理单位应制定针对装配式超低能耗建筑特点的管理手册、使用手册。

#### 物业单位应鼓励、倡导业主养成节能的行为方式，避免由于用户不当行为导致建筑节能效果下降：

###### 供暖、供冷、通风系统的各参数设定值宜按建议值进行设置，避免过高或过低；

###### 供暖季和空调季应尽量避免长时间开启外窗、外门，以减少采暖通风空调系统运行时间，从而降低系统运行能耗；

###### 空调季，合理调节遮阳装置，减少太阳辐射得热量，降低建筑供冷能耗；

###### 室外空气质量良好的条件下，如过渡季，鼓励开窗通风换气。

#### 物业管理单位应加强建筑的监控与能耗监测，每年宜将年能耗数据与设计能耗值进行比较，及时发现问题。宜对以下项目进行定期检查：

###### 定期检查新风口、排风口及其通道是否畅通，以及新风口、排风口的开启状态；

###### 定期清理或更换过滤器；

###### 定期检查新风系统的热回收装置，如需更换，应及时更换，保证热回收效率。

#### 装配式超低能建筑应制定专项维护方案。

#### 装配式超低能耗混凝土居住外墙维护时，应满足安全性要求。

#### 外围护结构维修应保证其防水透汽层和防水隔汽层功能完整。

本规程用词说明

###### 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

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”；

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”；

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”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

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

1. 装配超低能耗防水透汽隔汽材料要求
   * 1. 可抹灰外围护结构门窗洞口的密封材料性能要求见下表。

表A.0.1‑1　可抹灰外围护结构门窗洞口的密封材料性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 防水透汽膜性能指标 | | 试验方法 |
| 室外侧 | 室外侧 |
| 厚度 | | ≤0.7 | ≤0.7 | GB/T 7689.1 |
| 单位面积质量，g/m2 | | ≤200 | ≤200 | GB/T 13762 |
| 拉伸断裂强度，N/50mm | 纵向 | ≥450 | ≥500 | GB/T 328.9 |
| 横向 | ≥60 | ≥80 |
| 断裂伸长率，% | 纵向 | ≥10 | ≥10 | GB/T 328.9 |
| 横向 | ≥60 | ≥50 |
| 透湿率，g/(m2·s·Pa) | | ≥4.0×10-7 | ≤9.0×10-9 | GB/T 1037 |
| 湿阻因子 | | ≤9.0×102 | ≥5.0×104 | － |
| 水蒸气扩散阻力值（*Sd*），m | | ≤0.5 | ≥30 | － |

* + 1. 屋面隔汽层、防水层材料性能，见表A.0.2‑1和表A.0.2‑2。

表A.0.2‑1　隔汽卷材的性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 1.2mm厚耐碱铝箔面 玻纤胎自粘性 改性沥青隔汽卷材 | 2.5mm厚耐碱滤波面层 玻纤胎自粘性 改性沥青隔汽卷材 |
| 水蒸气扩散阻力*Sd*值，m | | ≥1500m | ≥1500m |
| 拉伸力，N/50mm | 纵向 | ≥400 | ≥800 |
| 横向 | ≥400 | ≥800 |
| 断裂伸长率，% | 纵向 | ≥2 | ≥35 |
| 横向 | ≥2 | ≥35 |
| 撕裂强度（钉杆法），N | 纵向 | ≥80 | ≥150 |
| 横向 | ≥100 | ≥200 |
| 接缝剪切强度，N/50mm | | ≥300 | ≥300 |
| 耐热性 | | 90℃无流淌滴落 | 100℃无流淌滴落 |
| 不透水性 | | 30min,0.2MPa,不透水 | |
| 低温柔性 | | -20℃无裂缝 | |

表A.0.2‑2　防水卷材的性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 性能指标 | |
| 纵向 | 横向 |
| 拉伸力，N/50mm | 底层 | ≥1000 | ≥1000 |
| 面层 | ≥700 | ≥500 |
| 断裂伸长率，% | 底层 | ≥2 | ≥2 |
| 面层 | ≥35 | ≥35 |
| 不透水性 | | 0.3MPa,30min,不透水 | |
| 耐热性 | | 100°C，≤2min,无流淌滴落 | |
| 低温柔性 | | -20°C无裂缝 | |

* + 1. 水泥基涂料防水隔汽层、防水透汽层和防水层的性能指标见表A.0.3‑1～表A.0.3‑3。

表A.0.3‑1　防水隔汽层的性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 性能指标 | 检验依据 |
| 透水蒸汽性 | ≤0.65g/（m2·24h） | ASTM E96/E96M(水法） |
| 与潮湿混凝土粘结强度 | ≥0.6MPa | GB/T 16777 |
| 与钢铁粘接强度 | ≥0.6MPa | GB/T 16777 |
| 不透水性 | ≥0.3MPa | GB/T 2344 |
| 低温柔性 | -30°C无裂纹 | GB18242 |
| 耐老化（氙灯） | ≥5000h无气泡、无开裂 | GB/T1865、GB/T1766 |
| 耐中性盐雾试验 | ≥1000h无气泡、无开裂 | GB/T10125 |
| 水蒸气扩散阻力值（*Sd*），m | ≥40 | － |

表A.0.3‑2　防水透汽层的性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 性能指标 | 检验依据 |
| 透水蒸汽性 | ≥260g/（m2·24h） | ASTM E96/E96M(水法） |
| 与潮湿混凝土粘结强度 | ≥0.6MPa | GB/T 16777 |
| 不透水性 | ≥0.2MPa | GB/T 23445 |
| 低温柔性 | -30°C性无裂纹 | GB18242 |
| 耐老化（氙灯） | 氙灯无气泡、无开裂 | GB/T1865、GB/T1766 |
| 耐热性 | 150°C无流淌、无滴落、无气泡、无开裂 | GB/T 16777 |
| 水蒸气扩散阻力值（*Sd*），m | ≤0.08 | － |

表A.0.3‑3　防水层的性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 性能指标 | 检验依据 |
| 防火等级 | B1级 | GB8624 |
| 与潮湿混凝土粘结强度 | ≥0.6MPa | GB/T 16777 |
| 与钢铁粘接强度 | ≥0.6MPa | GB/T16777 |
| 不透水性 | ≥0.5MPa | GB/T23445 |
| 低温柔性 | -20°C无裂纹 | GB18242 |
| 耐老化（氙灯） | ≥5000h无气泡、无开裂 | GB/T1865  GB/T1766 |
| 耐老化（紫外线） | ≥1000h无气泡、无开裂 | GB/T23445 |
| 耐中性盐雾试验 | ≥1000h无气泡、无开裂 | GB/T10125 |

1. 建筑材料及其制品水蒸气扩散阻力值Sd值计算方法
   * 1. 建筑材料及其制品的水蒸气扩散阻力值Sd，可按照B.0.2～B.0.9中的公式进行计算。
     2. 质量变化率

对于连续变化质量变化的试件，其质量变化率按下式进行计算：

(B.0.2-1)

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| ⊿12—— | 单位时间内试件的质量变化量，kg/s； |
| m1—— | 试件在时间*t1*的质量，kg； |
| m2—— | 为试件在*t2*时间的质量，kg。 |

根据试件的质量和时间进行直接回归计算，得到回归直线的斜率即为时间的湿流量，kg/s。

* + 1. 湿流密度

试件的湿流密度按下式进行计算。

(B.0.3-1）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| g—— | 湿流密度，kg/(s·m2)； |
| G—— | 湿流量，kg/s； |
| A—— | 试件外露面积，m2。 |

* + 1. 透湿率

试件的透湿率按下式进行计算

（B.0.4-1）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| W—— | 透湿率，kg/(s·m2·Pa)； |
| ⊿pv—— | 试件两侧水蒸气压力差，Pa； |
| ps—— | 试件温度下的饱和蒸气压，Pa； |
| RH1—— | 以分数值表示的高水蒸气压侧的相对湿度； |
| RH2—— | 以分数值表示的低水蒸气压侧的相对湿度。 |

* + 1. 透湿阻

试件的透湿阻按下式进行计算：

(B.0.5-1)

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| Z—— | 透湿阻，s·m2·Pa/kg。 |

* + 1. 透湿系数

试件的透湿系数按下式进行计算：

*δ*=*Wd* (B.0.6-1)

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| d—— | 试件厚度，m。 |

* + 1. 湿阻因子

(B.0.7-1)

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| μ—— | 湿阻因子； |
| δ—— | 试件的透湿系数，kg/(s·m·Pa)； |
| δa—— | 空气的透湿系数，kg/(s·m·Pa)。 |

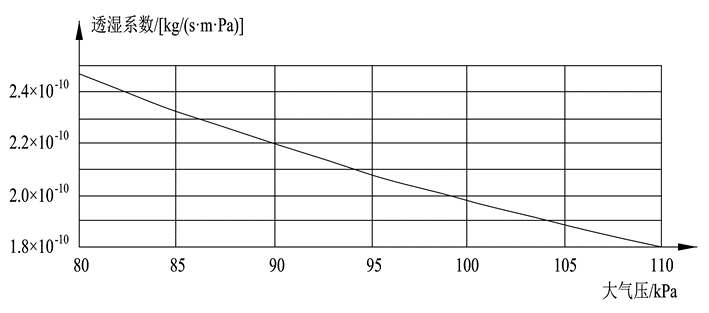
* + 1. 空气透湿系数

(B.0.8-1)

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| p0—— | 标准条件下的大气压，kPa，取值101,325kPa； |
| p—— | 整个试验中的平均大气压，kPa； |
| Rv—— | 水蒸气气体常数，N·m/(kg·K)，取值462Nm/(kgK)； |
| T—— | 试验工作室温度，K。 |

当温度为23°C时，空气透湿系数数值如图B.0.8所示。



图B.0.8‑1　23°Ｃ时空气透湿系数和大气压的函数关系图

* + 1. 水蒸气当量空气层厚度

水蒸气当量空气层厚度，可根据以下列公式进行计算：

Sd=μd (B.0.9-1)

Sd=δtZ (B.0.9-2)

1. FRP连接件性能参数
   * 1. FRP连接件力学性能

FRP连接件的拉伸性能和层间剪切性能应符合表C.0.1‑1的规定。

表C.0.1‑1　FRP连接件的拉伸性能和层间剪切性能要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 指标要求 |
| 拉伸强度标准值*f*tk，MPa | ≥800 |
| 拉伸弹性模量*E*，GPa | ≥40 |
| 层间剪切强度标准值*fvk*，MPa | ≥30 |
| 弯曲强度标准值*fmk*，MPa | ≥840 |
| 弯曲弹性模量E，GPa | ≥30 |

* + 1. FRP连接件耐久性能

FRP连接件材料的残余拉伸强度和残余层间剪切强度不应低于初始值的50%。

* + 1. FRP连接件连接方式

FRP连接件的连接方式分为两种，90°角水平连接和60°角斜连接。见图C.0.3‑1。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）90°角水平连接示意图 | （b）60°角斜连接示意图 |

说明：

|  |  |
| --- | --- |
| l1，l3，e1，e3—— | FRP连接件与夹心墙板的边距，边距不大于100mm； |
| l2，e2—— | FRP连接件间距，间距不小于200mm且不宜大于600mm； |
| t1—— | 外叶墙板厚度； |
| t2—— | 保温层厚度； |
| t3—— | 内叶墙板厚度 |

图C.0.3‑1　FRP连接件连接方式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1——内叶墙板； | 2——保温层； | 3——外叶墙板 | 4——FRP连接件； |

* + 1. FRP连接件的抗拔承载力和抗剪承载力
       1. 当采用90°角水平连接时，FRP连接件的抗拔承载力和抗剪承载力见表C.0.4‑1。

表C.0.4‑1　FRP连接件抗拔承载力和抗剪承载力要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 保温层厚度，mm | 120<*t*2≤160 | 160<*t*2≤200 | 200<*t*2≤250 |
| FRP连接件横截面面积，mm2 | A≥100 | A≥170 | A≥270 |
| 抗拔承载力标准值*R*tk，kN | 9 | 12 | 15 |
| 抗剪承载力标准值*R*vk，kN | 1.0 | 1.7 | 2.1 |
| 注1：*t*2为保温层厚度，mm；A为FRP连接件在保温层中的横截面面积，单位mm2。  注2：FRP连接件在内外叶墙板的锚固长度不应小于50mm。  注3：当墙板开门窗洞时，外叶墙板在自重作用下的垂直位移不大于2.5mm。  注4：表中各项承载力为按G.5节规定的试验方法测得的承载力标准值。 | | | |

* + - 1. 当采用60°角斜连接时，FRP连接件的抗拔承载力和抗剪承载力见表C.0.4‑2。

表C.0.4‑2　FRP连接件抗拔承载力和抗剪承载力要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 保温层厚度，mm | 120<*t*2≤160 | 160<*t*2≤200 | 200<*t*2≤250 |
| FRP连接件横截面面积，mm2 | A≥50 | A≥100 | A≥170 |
| 抗拔承载力标准值*R*tk，kN | 6 | 9 | 12 |
| 抗剪承载力标准值*R*vk，kN | 0.6 | 1.4 | 1.8 |
| 注1：*t*2为保温层厚度，mm；A为FRP连接件在保温层中的横截面面积，单位mm2。  注2：FRP连接件在内外叶墙板的锚固长度不应小于50mm。  注3：当墙板开门窗洞时，外叶墙板在自重作用下的垂直位移不大于2.5mm。  注4：表中各项承载力为按G.5节规定的试验方法测得的承载力标准值。 | | | |

* + 1. FRP连接件性能试验方法
       1. 力学性能
          1. FRP连接件的材料拉伸强度和拉伸弹性模量按GB/T 30022的规定进行测试。
          2. 拉伸强度应取具有95%保证率的标准值，拉伸弹性模量应取平均值。
       2. 耐久性能
          1. 按《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》附录A的规定进行测试。
          2. FRP连接件抗拔承载力和抗剪承载力试验方法
       3. 连接件抗拔承载力和抗剪承载力试验方法
          1. FRP连接件抗拔承载力试验，按《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》附录B的规定进行测试；
          2. FRP连接件抗剪承载力试验，按《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》附录C的规定进行测试。

1. 超低能耗建筑围护结构气密性能检测方法
   * 1. 测试方法

超低能耗建筑围护结构气密性能宜采用压差法、利用鼓风门系统进行检测。

* + 1. 鼓风门系统

鼓风门系统主要由调速鼓风机及其固定密封框架、压力测量仪、空气流量测量仪、温度测量仪和数据采集处理系统组成。

* + 1. 测量仪表

鼓风门系统及测试过程中采用的测量仪表的测量范围与允许误差见表D.0.3‑1。

表D.0.3‑1　测量仪表的技术指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量仪表名称 | 测量范围 | 最大允许误差 | 备注 |
| 压力测量仪 | 0Pa～100Pa | ≦±2Pa |  |
| 空气流量测量仪 | — | ≦±7% | 应能够根据空气密度进行数值修正 |
| 温度测量仪 | -30°C~-30°C | ≦±1K |  |
| 风速测量仪 | 0.1m/s～10.0m/s | ≦±0.1m/s |  |

* + 1. 测试工况

建筑围护结构气密性能可通过对正幢建筑物或其中某一区域进行正压/负压两种工况进行测试。

* + 1. 测试条件
       1. 建筑物整体或其某一区域的测量应符合下列规定：
          1. 所测的范围应包括所有的空调或供暖房间；
          2. 若对建筑物中的某一区域单独测量时，宜同时测量其相邻区域的压力。
       2. 测量应在建筑物（或其中某一区域）的装饰工程完成后进行；

根据测试目的不同确定检测类别，并做好测试前的准备工作。检测分为如下两类：

* + - * 1. Ⅰ类测试为某一区域围护结构气密性检测；
        2. Ⅱ类测试为建筑物整体气密性检测。4 当室内、外温差与所测部分高度的乘积﹥250时，不宜进行测量；
      1. 当室外风速大于5m/s时，不宜进行测量。
    1. 测试程序
       1. 测试前准备
          1. 关闭被测建筑物或建筑某一部分区域的外围护结构的全部开口（门、窗和防火装置等）。对于围护结构气密性能测试的I类检测，围护结构上所有的开口部位都应进行关闭或者密封；对于II类测试，不得采用任何方式提高建筑部件的气密性；
          2. 应打开被测区域内的全部房间门（橱柜等除外），使所测区域连通，成为一个加压的连通区域，以保证该区域的压力差≤室内外压力差的10%。
       2. 鼓风门系统安装
          1. 将调速鼓风机安装在围护结构的门/窗或其他洞口；
          2. 进行鼓风机与建筑洞口之间的连接处密封处理；
          3. 采用压力接头消除室外动态压力变化对测试带来的影响。
       3. 渗漏部位排查

一般情况下，首先启动空气驱流装置,使被测空间内外压差达到60 Pa或以上 (对于体形过大的公共建筑物，可适当降低压差），采用红外热成像仪或（/和）烟雾发生器等，查找被测区域的外围护结构相对较大的缝隙存在和临时密封渗漏部位的处理情况；之后采取有效措施进行封堵，达到密封和封堵要求。

* + - 1. 测试步骤
         1. 启动鼓风门系统，调节压差，测量室内、外的空气流量。压差的调节步长宜为5Pa，且压差值不得小于25Pa，最高的压差值一般由建筑物的体量确定；
         2. 在测试前和测试后分别记录室内外的温度、室外大气压力，供修正空气流量用；
         3. 将压力测试装置短路连接，调整读数为0；
         4. 临时关闭空气驱流装置，连接压力测量仪测量室内外压差。持续不少于30s的时间，连续观察并记录零流压差的正值或负值。且和值均不得超过5Pa，观察并记录零流压差的平均值。在检测结束以后重复此流程（得到，和）。当其中任一值超过了5Pa，则检测结果无效。
         5. 调整被测区域的内、外压差，当建筑物内外压差稳定在正压或负压工况下某一值时，测量记录空气流量，同时记录室内外空气温度、室外大气压。每次测量值都需要在不少于5个压差工况下进行测量，且室内外最大压差应不低于50Pa。
         6. 当测试条件不允许时，也可仅采用正压或负压工况之一进行测试。每次测试，至少应有5个测试点在最低和最高压差之间近似平均分布；体量超大的建筑物可分为几个区域分别进行测量。
    1. 数据处理
       1. 当采用普通的机械加压设备进行测量时，由不同压差产生的空气渗漏量，通过实测数据拟合得到的幂指函数关系式。

基准压差下的空气渗漏量，按照下式计算：

Q50=*CL*(50)n D.0.7-1

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| Q50—— | 50Pa压差下被测空间的空气渗漏量，m3/h； |
| CL—— | 空气渗漏系数，m3⁄（h∙Pa)； |
| n—— | 气流指数，无量纲，其数值在0.5-1.0之间。 |

* + - 1. 50Pa压差下的换气次数，按照下式计算：

N50=Q50/V D.0.7-2

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| V—— | 被测空间的内部容积，m3。 |

* + - 1. 压差-空气渗漏量率相关性图绘制

利用测试过程中得到的空气渗漏量和压力差，通过围护结构的空气渗漏量与对应压差的双对数坐标，完成正压或负压工况时的压差-空气渗漏量相关性图绘制，见图D.0.7。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 图D.0.7‑1　压差-空气渗漏量相关性图 | | |
|  | 图中X轴为压差，Pa； | Y轴为空气渗漏量， |
|  | 曲线1为负压工况， | 曲线2为正压工况 |

* + 1. 检测报告

检测报告应至少包含以下内容：

* + - 1. 检测基本信息：委托单位名称、地址，测试目的，建筑物的建成年代，检测时间、检测单位和检测人员等；
      2. 引用标准；
      3. 检测对象基本信息。包括建筑物名称、所在地址、检测部分的建筑面积、内部容积及其他与建筑相关的尺寸信息；供热、通风和空调系统类型；详细记录描述测试中临时密封的开口等；
      4. 检测装置；
      5. 测试数据：连续测量的次数、实测数据的处理，正压和负压测试中的零流压差和；
      6. 室内和室外的温度；室外风速和大气压力；
      7. 被测围护结构总面积和墙体、屋顶面积等；
      8. 正压和/或负压测试中50Pa压差下的换气次数N+50、N-50，以及正压和负压测试中50Pa压差下的平均换气次数N50；以及计算得到基准压差下的换气次数。
      9. 若有需要，还应附上压差和对应的空气流量数据表、压差—空气渗漏量相关性图，根据前述方法和误差范围要求，在正压和负压工况下检测中的气流系数*Cenv*，气流指数n，和空气渗漏系数*CL*；
      10. 测试结果。

引用标准名录

|  |
| --- |
| 《民用建筑热工设计规范》GB 50176 |
| 《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 |
| 《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210 |
| 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 |
| 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 |
| 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 |
| 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 |
| 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325 |
| 《建筑内部装修防火施工及验收规范》GB50354 |
| 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 |
| 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 |
| 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 |
| 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 |
| 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 |
| 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 |
| 《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235-2011 |
| 《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（试行）（居住建筑）》（住房城乡建设部2015年10月） |
| 《绿色建筑工程验收规范》 DB11T 1315 |
| 《被动式低能耗居住建筑节能设计标准》DB 13（J）/T177 |
| 《装配式混凝土建筑结构技术规程》DBJ15 107 |
| 《被动式超低能耗居住建筑节能设计标准》DB 37T 5074 |
| 《四川省装配式住宅建筑设计规程》DBJ51/T 038 |
| 《四川省装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DBJ51T 054 |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
| 中国工程建设标准化协会标准 |
| 装配被动式混凝土居住建筑  技术规程  （**CECSXXX：2019**） |
| （条文说明） |

0

总　则

1.0.1　2016年2月，《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》，提出“力争用10年左右时间，使装配式建筑占新建筑建筑比例达到30%”。

2016年9月国务院《关于大力发展装配式建筑的指导意见》，进一步明确了发展装配式建筑的重点任务。住房城乡建设部2017年3月印发《“十三五”装配式建筑行动方案》2020年装配式建筑占新建15%，50个示范城市，200个产业基地，500示范工程，30个科技创新基地。政策表明：大力发展装配式建筑，已上升成为推进社会经济发展的国家战略。

为了促进中国建筑节能的发展，2008年，在住房和城乡建设部与德国交通、建设和城市发展部(BMVBS)、德国驻华大使馆的支持下，住房和城乡建设部科技与产业化发展中心与德国能源署成立战略性工作小组，开展“中国被动式低能耗建筑示范项目”合作，目标是借鉴德国的技术和经验在我国建造符合国情的被动房和低能耗建筑示范项目，旨在为进一步提高我国建筑节能标准进行技术探索，推动我国建筑节能产业的升级换代。2009年双方对我国被动式低能耗建筑示范进行了可行性研究，并启动了秦皇岛“在水一方”和哈尔滨“辰能溪树庭院”两个示范项目。目前超低能耗建筑主要以外保温薄抹灰系统为主，而外保温系统面临严峻的可靠性、耐久性及防火问题。采用预制混凝土夹芯保温结构对连接件及保温要求更高。

1.0.2　建筑高度与地震烈度的要求，详见《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016表5.1.2。

1.0.3　确了本规程适用的气候区具体规定详见《被动式超低能耗绿色建筑技术导则》。

3　基本规定

3.0.2　装配式建筑是由结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统的主要部分预制构部品部件集成的。并在组合的效率及安全可靠性上多研发与创新。

3.0.3　本条规定应在方案设计初始阶段进行前期技术策划，以确定如下内容：

* + 应对外围护系统的外墙板、幕墙、外门窗、阳台板、空调板、遮阳部件等进行集成设计。
  + 应采用大开间大进深、空间灵活可变的布置方式。
  + 建筑应采用楼电梯、公共管井、集成式厨房、集成卫生间等模块化设计。
  + 结构系统优先选择免模板的设计体系。
  + 设备与管线系统应综合设计，宜选用模块化产品，接口应标准化。
  + 内装系统宜采用装配式楼地面、墙面、吊顶、整体收纳等部品。
  + 应优先选择外墙成品的设计构件，并且一次安装到位，提倡选用与结构同寿命的保温及外墙装饰材料。
  + 应在方案设计阶段明确选用当地的加工厂（不少于三家），并明确装配式建筑的材料性能（以当地的材料为主）、加工工艺、运输限制、吊装能力的要求。
  + 应在建筑的气密性设计上下功夫，薄弱环节重点处理，运用新材料新技术来实现。
  + 要求在方案设计阶段就各专业进行协同参与，对于保温、热桥处理、气密性的处理，要求施工单位协同参与，确保施工时的贯彻落实。

4　设计

4.1　建筑设计

4.1.2　预制外墙板应根据立面造型、窗洞形式合理选择外墙构件组合方式，大型构件接缝少、接缝质量风险小、生产安装效率高。同时应结合当地运输条件，考虑结构安全、构件运输和安装的合理性、经济性要求。

预制外墙板接缝处宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，应满足构件变形、气密、防水、保温无热桥的要求。

由于预制外墙采用分块拼装技术，会遇到连接接缝的防水处理问题。天气变化、热涨冷缩等因素易造成建筑外墙接缝处出现各种裂缝。雨水的渗透会造成外墙的保温性能减弱、结构钢筋的锈蚀及内装系统部品部件破坏而影响建筑物使用。因此要强化外墙接缝防水做法，宜优先选用长寿命的防水材料，同时预制装配式建筑的接缝防水应疏堵结合，防排结合。

4.1.5　屋面应设置有组织排水，防水等级应为一级，并可采取水汽排出措施。女儿墙板内侧应设泛水收头构造，泛水设置高度应符合规范要求。女儿墙顶宜设置金属披水，披水挑出墙面的部分宜设置滴水措施。屋面保温层靠近室外一侧应设置防水透汽层，防水层应延续到女儿墙顶部盖板内，从而保护保温层。屋面结构层上，保温层下应设置防水隔汽层。屋面结构层下部，预制板缝处应设置气密层。

屋面保温层应与女儿墙外墙的保温层连续，防止出现结构性热桥。保温材料应具备吸水率低、抗压强度高的特性。女儿墙顶、风道出口顶部等防水薄弱环节，宜设置金属盖板，金属盖板与结构连接部位应采取阻断热桥的措施。

管道穿屋面部位的预留洞口应大于管道外径，并满足保温层厚度要求。伸出屋面外的管道应设置套管进行保护，套管与管道间应设置保温层，保温层的厚度不小于40mm。

4.1.6　严寒和寒冷地区地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层连续，并应采用憎水性保温材料。地下室外墙外保温层应延伸到地下冻土层以下，或完全包裹住地下结构部分。地下室外墙外保温层内部和外部宜分别设置一道防水层，防水层应延伸至室外地面以上500mm。

严寒和寒冷地区地下室外墙内侧保温应从顶板向下设置，长度与地下室外墙外侧保温向下延伸长度一致，或完全覆盖地下室外墙内侧。

不采暖地下室顶板的保温层应铺设在靠近地下室一侧，应采用燃烧性能等级B1级及以上的保温材料，保温材料应从地下室顶板向地下室外墙内侧延伸500mm以上。

无地下室时，地面保温应与外墙保温应尽量连续、无热桥。

装配式混凝土超低能耗居住建筑楼地面的传热系数和热惰性指标，均应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134和（被动式超低能耗绿色建筑技术导则（试行）（居住建筑）住房城乡建设部2015年10月）的有关规定。并参考规范《被动式超低能耗居住建筑节能设计标准》DB 37T 5074、《被动式低能耗居住建筑节能设计标准》DB 13（J）/T177中关于都地面传热系数的有关规定。

4.1.7　根据不同地区的日照参数，居住建筑综合遮阳系数的确定应符合以下规定：

《节能设计规范》、《被动房导则》、《日照计算》。建筑外遮阳设计必须做到结构安全，构造合理，耐久美观，控制灵活，操作方便。应考虑风荷载的作用，避免出现活动百叶撞击外窗和墙体的现象。建筑外遮阳系统作为装配式建筑的部品，应符合集成化、标准化设计的原则。建筑外遮阳产品应具备抗风、抗积雪、抗冲击、抗积水和耐久性等安全及使用性能检测。

建筑外遮阳设计是装配式超低能耗建筑设计的重要内容之一，应在建筑方案设计及预制构件设计阶段，结合建筑立面效果、工厂化生产及建筑能耗计算等因素统一协调完成。建筑外遮阳设计还应考虑现场安装与预制构件安装的工序安排。建筑外遮阳窗帘盒设置，应满足超低能耗建筑外保温连续性的要求，应做到无热桥安装。建筑外遮阳控制系统的预埋穿线应符合超低能耗建筑气密性的要求。

4.1.8　室内装饰系统设计

管线和结构分离是采用架空地面，给排水管线、电气管线、入户采暖管线宜敷设在地面架空层内；宜采用地板辐射采暖，地板采暖管线宜与结构层集成。

也可采用吊顶形式，给排水管线、电气管线、通风空调管线、入户采暖管线可敷设在吊顶架空层内。电气分支管线、开关、插座等，可设置在隔墙空腔层内。

4.4　设备与管线设计

4.4.3　本条规定考虑减少卫生间排水噪声对下层的影响；同时考虑到装配式楼板若按照常规卫生间降板做法（常规降板约350mm）代价较大，因此建议采用侧排水或后排座便器

对排水用具、排水管道及地漏作出明确规定，以保证建筑的气密性。坐便器及洗手盆经常使用可保证存水弯密封性，但地漏的存水弯较浅，且使用频率相比其他用水器具低，保证地漏存水弯不致干涸，破坏气密性，建议采用可靠的密封装置。

4.4.4　本条文对室内的水管保温、消声隔振提出要求，水系统管道包括给排水管、生活热水管道、消防水管、空调系统循环水管、冷凝水管以及设置在室内的屋面雨水管等。室内水管通常采用管道外包保温材料进行保温和消声处理，室内管道支吊架与管壁接触部位设置隔音垫，可防止噪声通过支架扩散到建筑内，同时隔音垫也可以减少支吊架与管壁之间的热桥。

4.5　新风系统设计

4.5.1　从设计初期直至设计最后阶段全过程跟踪，以保证设计项目的能耗指标符合要求。虽然我国也在进行超低能耗建筑能耗模拟软件的开发，就现阶段而言其相较于PHPP发展时间相对短，还需在实际项目实践其模拟数据与真实运行数据的匹配度。在实际工程中应慎重选择，因其决定着一个项目的成败。可采用国际上通用的被动式建筑设计软件（PHPP）及国内成熟的能耗计算软件。

4.5.2　室内设计参数参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736　I级舒适度。鉴于超低能耗建筑的首要原则是以舒适度为前提，结合湿空气卫生指标，建议室内设计参数要求见下表：

表1　室内设计参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | 室内设计温度 | 室内设计相对湿度 |
| 夏季工况 | 25°C | 55% |
| 冬季工况 | 20°C | 35% |

4.5.3　本条文参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736。

4.5.4　因装配式超低能耗建筑的气密性很高（n50≤0.6h-1），为保证室内的空气品质满足人员卫生要求以及控制室内相对湿度要求，本条规定必须设置新风机组。新风机组既可保证室内空气品质，又可向室内输送冷热量。在空调季和供暖季，空调系统的能耗非常高，为降低通风能耗，需对排风中的热湿进行回收。辅助末端可采用散热器、辐射末端或干式风机盘管。新风机组热回收效率不应低于75%。新风机组宜设置旁通功能，当室外空气参数符合要求时，可将室外空气绕过新风机组盘管及热回收装置直接送入室内，降低通风机能耗。使用G4+F7 滤网，新风机组的总耗电功率除以有效新风量；

对新风机组的几点补充说明：如果选用板式全热交换器，应选择可以水洗的材料做热交换机芯。冬冷地区（冬季温度低于-3°C）的新风机，不论是采用集中还是分户独立的形式，在新风入口处均需要设有防冻保护-预热。集中新风机可以选择电加热或防冻液热水加热；分户独立新风机可以通过电加热或混风来提高新风的入口温度。为避免能耗过高，对严寒地区（温度<-20°C）应降低新风的换气系数，保证每人30m3/h即可。常规空调的做法是对除湿后的低温空气进行再加热，以消除冷风直吹带来的弊病（不舒适、易感冒）。超低能耗建筑的新风量约为常规空调循环风量的10%，出风口的风速很低，新风流出后很快与周边热空气混合在一起，无需再考虑新风再热段。若出于某种考虑，出风口风速较高（>2m/s），可以改变出风口的方向，避免对人体直吹。如果新风不承担室内显热负荷，可以通过增加一个热回收段对低温新风进行再热。尽量避免采用辅助能源加热新风。

4.5.5　暖通专业工程师不参与建筑功能布局的设计，是我国目前建筑行业的现状，合理的功能划分，有利于新风系统的气流组织设计以及简洁的管道布置，可以提高建筑空间，减少新风机组送风机的能耗。并依据机外余压的要求，合理优化管网布置。

4.5.6　室外新鲜空气应送至人员经常停留和活动的区域，流经走廊过渡区，从卫生间等房间排出，经热回收新风机组后排出室外。装配式建筑集成装修有利于地板下布置送风管道，建议采用气流组织更合理的置换通风方式。超低能耗建筑的新风量较传统的空调风量低很多，所以，新风出风口和污风口布置的位置很重要，需要保证新风能够覆盖（扩散）到每个角落。风管布置要求风阻小，并符合国家环保和健康要求。PVC因其软化添加料易分解出有害物质（二噁英），不建议大量使用。

风管并宜满足以下要求：送风风管室外部分(主管道)要求冷热损失不大于0.35W/K，如选用100mm以上的橡塑或玻璃棉保温，流速不大于8m/s。室内风管与主机之间必须加装消音装置，可采用复合消音风管或消声器。主机通向室外的风管必须做保温，以避免结露，保温厚度不低于20mm。通往室外的主风管应设置与新风机组连锁启闭的电动保温密闭阀门。室内没有结露风险的风管（回风）不需要保温，流速不应大于3m/s。可选择PE或PP材料的塑料管，外径为75、90、110、160、200。风管壁厚只需满足强度要求。送风支管（主风管或分配箱与出风口之间的连接管）：最好采用圆形风管。若夏天送风管内的空气温度较低，有结露风险，需加防结露保温。选择地送风，风管埋地安装。应选择柔性双壁波纹管。择地出风时室内的气流组织更均匀，但管道阻力略高一些，风速不应大于3.5m/s,每10m约40Pa 左右。

4.5.7　新风机回风的室外风口要有防雨功能，需保证雨水不能进入风机，还需保证防雨风口和外墙面之间的防雨密封，可使用胶条或涂防水密封胶。新风入口的风速不应大于3m/s。排风口应远离取风口，水平距离不应小于1m，并应避开冬季室外主导风向。可在建筑阳角处的两个方向上设置取、排风口，建筑方案设计阶段应着重考虑。

4.5.8　由于超低能耗建筑的气密性高，当厨房排油烟机开启时室内会出现负压的情况，因此需要补风。居住建筑的厨房非常分散，根据使用需求可设置开启外窗进行补风。建议在厨房的外墙上开孔，装设一个直径不小于150mm的电动阀，与排油烟机联动。当排油烟机开启时，风阀打开。

根据餐饮习惯或公寓等性质的建筑，可采用自循环净化抽油烟机，内循环油烟机采用油脂过滤器和高速离心风机对油烟混合汽里的油脂和烟尘、水蒸汽等成分进行过滤处理；通过热交换装置对油烟进行冷却处理；采用活性炭和光触媒技术对油烟进行除味净化处理，最后对经过净化处理的油烟汽进行减压处理排回室内。即达到了净化空气的目的，同时减少了建筑能耗。

根据需求可采用自循环净化抽油烟机。

4.7　能耗环境监测系统设计

4.7.1　能耗监测系统应能监测和计量本规范指标所规定的能耗，包括供暖和空调系统能耗，照明能耗，宜选取典型用户进行计量。此条参考《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（试行）（居住建筑）》的有关要求。

4.7.2　监测和计量装置的精度和功能应与监测和计量项目相匹配，并满足相关标准对仪器仪表的要求。

4.7.3　由于居住建筑具有各户之间相互独立的特点，为减少获取数据时对住户生活的影响，同时便于实时获取数据对其进行管理和分析，此条建议能耗计量装置具有远传功能。能耗监测系统的数据传输方式取决于能耗计量装置的数量、分布、环境条件、传输距离等因素。可采用有线为主，无线为辅的方式。数据上传间隔需符合相关标准要求。

4.7.4　对于单栋超低能耗居住建筑，楼内能耗监测装置应组建系统。对于区域内建设多栋超低能耗居住建筑，宜建立能耗监测平台，集中管理区域内能耗监测系统。

4.7.5　本条文对超低能耗居住建筑用电计量分项要求进行规定。

* + 计量项目与超低能耗建筑能耗指标一致。
  + 对于非集中供冷/供暖的居住建筑，户式空调机、新风机及自采暖设备用电量反映了超低能耗建筑节能水平，应单独计量；居住建筑采用集中供暖和供冷系统时，应计量冷热源的耗电量、水泵、冷却塔及典型用户供暖、空调末端设备的耗电量。
  + 集中供应新风系统，单独计量新风系统能耗。

4.7.6　本条规定非用电之外的其他计量项目应满足的要求。1根据能耗指标要求，当建筑输入的供暖、空调能源为热量时，应对建筑总供热量和供冷量进行计量，同时对典型用户的供热/供冷量进行分户计量。

4.7.7　本条文规定室内环境监测系统传感器设置要求，因建筑能耗与室内热湿环境相关，监测室内环境有利于分析建筑能耗变化趋势，发掘节能潜力。

* + 超低能耗建筑是在保证室内热舒适的的条件下实现较低的能源消耗，故应对室内的温湿度进行监测，。
  + 由于超低能耗建筑优良的气密性，室内空气污染物只能通过开窗或者新风换气排出，室内污染物主要为PM2.5、TVOC等，其中游离甲醛、苯系物等对人体危害大，应进行监测。CO2浓度不高于1000ppm是衡量新风最低供应量的标准，是超低能耗建筑室内环境控制项目，需要进行监测。

5.2.11　门窗预安装

装配式建筑节能门窗的细部设计应符合以下规定：

* + 建筑节能门窗应采用干法施工的方式进行安装。
  + 门，窗框四周与抹灰层之间的缝隙，应采用保温材料填充，避免不同材料界面开裂，影响门，窗的热工性能。
  + 窗尺寸一般根据采光通风要求，结构构造要求和建筑造型等因素决定，同时应符合300mm的扩大模数的要求。门尺寸主要根据通行，疏散以及立面造型的需要设计的，并应符合国家颁布的门窗洞口尺寸系列标准。

装配式建筑门窗附框的有关规定：

* + 门窗附框应采用导热系数低，强度高，耐老化，吸水率低，握钉力好的非金属材料，宜采用未增塑PVC-U；硬发泡聚氨酯。
  + 附框安装后的线传热系数：ψ≤0.03W/m•K
  + 附框组角应采用焊接方式，如果胶粘结，应确保胶结强度，和耐久性，防止角部开裂影响气密性。
  + 确保门窗安装时，附框和门窗之间的缝隙不会形成贯通缝。
  + 附框的加工精度应符合表2的规定

表2　附框尺寸允许偏差（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 附框允许偏差值 | 检测方式 |
| 附框内口宽高偏差 | ±2 | 钢卷尺 |
| 对角线尺寸偏差 | ±3 | 钢卷尺 |

门窗附框安装对装配式建筑板块的要求如下：

* + 结构板块内外叶板门窗洞口，及相对位置尺寸需根据门窗尺寸，及洞口的处理方式确定。
  + 门窗框与外叶板之间的缝隙，付框与外保温材料间的缝隙，应采用高效保温材料填堵，不得采用普通水泥砂浆补缝。
  + 内外叶板洞口应光滑平整。
  + 外叶板朝向保温层一侧墙面据窗洞150mm范围内，表面应光滑，不宜有连接内外墙的贯通结构。
  + 内叶板朝向保温层表面，不得贴近附框表面，预留10mm间隙，待内页板固化完成，此处应打胶处理。
  + 当内叶板上部为结构梁，梁下部为洞口的一部分时，梁的外表面与内叶板外表面应在同一个平面，并且缝隙需做好气密处理。

装配式建筑门窗附框应采用外挂方式，门窗附框应固定在洞口完整的内外叶板朝向保温层一侧的表面。如果内外叶板洞口都完整，优先选用内叶板，角码固定宜采用焊接或膨胀螺栓固定的方式，如果采用膨胀螺栓宜采用齐头的内膨胀螺栓。

附框的安装宜采用钢角码，钢角码应采用热浸镀锌方式，钢角码的壁厚应≥3mm,角码安装的端距：150mm,间距：不大于500mm。每边不能少于2个点，螺栓到洞口边的距离不能小于50mm。

附框安装应遵从无热桥设计原则，钢角码与结构墙之间，以及钢角码与附框之间均应采用非金属衬垫隔离，隔离材料的导热系数：*λ*≤0.1w/m•.K,材料厚度需根据计算确定，不应小于10mm。角码的点传热系数：*χ*≤0.01w/m2•.K

角码与门窗衬垫保温材料，采用不锈钢螺钉固定，严禁采用抽芯拉铆钉。

禁止穿透型材，从室内与角码连接。当采用空心附框型材时，要设计螺钉连接独立型腔，确保螺栓连接强度。禁止螺栓穿透大型腔单壁与型材连接。

装配式板块内外叶板的洞口确保对齐。侧面内表面光滑平整，外叶板安装好附框后，后续工序禁止对附框进行挤压。附框内表面应采用贴膜保护。防止水泥对附框的破坏。

门窗的加工尺寸要求应符合下述标准：

* + 铝合金门窗应符合《铝合金门窗工程技术规范》JGJ214。
  + 铝包木门窗应满足《木门窗》GB/T29498及《建筑木门木窗》JG/T122要求。
  + 塑料门窗应符合《塑料门窗工程技术规范》JGJ103要求。

门窗加工完毕后，做好成品保护，待装配式外墙完成，不再有二次装修后再上墙安装。

5.4　室内装修工程

5.4.3　宜对定制生产的单个部品编码和生产日志存档，可进行质量跟踪和追溯，必要时可对存在严重质量隐患的产品召回。

当采用轻钢龙骨集成饰面增强硅酸钙板隔墙或墙面时，主要材料应符合以下要求：

增强硅酸钙板板材原材其主要力学性能、物理性能指标应符合《纤维增强硅酸钙板第1部分:无石棉硅酸钙板》JC/T 564.1中的要求；

* + 集成饰面增强硅酸钙板板材厚度不应小于8mm；
  + 集成饰面增强硅酸钙板墙面的成品板材，其饰面层采用壁纸类材质包覆的，应整体包覆到侧面。其饰面层采用UV漆涂装的，底涂与基层应复合牢固；
  + 面板间采用“工”字型等机械连接构造时，裸露外面的铝型材表面应做纯碱砂或包覆处理；
  + 面板如采用粘接方式时,粘接材料应采用结构密封胶，其性能应符合《建筑用硅酮结构密封胶》GB16776-2005中的要求
  + 岩棉、玻璃棉应符合《建筑用岩棉、矿渣棉绝热制品》GB/T19686中的要求；
  + PE防水防潮隔膜应符合《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T17643中的要求；
  + 镀锌轻钢龙骨在工厂断切，应以机械式挤压式，严禁锯裁破坏镀锌层；
  + 轻钢龙骨应符合《建筑用轻钢龙骨》GB/T11981中的要求。

当采用蒸压轻质加气混凝土板隔墙时应符合《轻质条板隔墙技术规程》JGJ-T 157）的规定。

当采用可拆装式隔断墙时应符合现行国家标准《可拆装隔断墙》JG/T 487的规定。

当采用轻钢龙骨、集成饰面增强硅酸钙板吊顶时，主要材料应符合以下要求：

* + 板材原材宜采用5mm厚无石棉硅酸钙板，其主要力学性能、物理性能指标应符合《纤维增强硅酸钙板第1部分:无石棉硅酸钙板》JC/T 564.1中的要求。
  + 集成饰面成品吊顶板饰面层采用壁纸类材质包覆时，应整体包覆到背面。吊顶板饰面层采UV漆涂装时，底涂与基层应复合牢固。

当采用石膏板、金属板、矿棉吸音板等吊顶板时，其龙骨及吊顶板应符合国家和北京市相关要求。

快装楼地面当采用模块式架空楼地面时，主要材料应符合以下要求：

* + 模块式架空楼地面应参照《建筑结构监测技术标准》进行集中荷载、均布荷载极限承载力的检验；
  + 模块式架空楼地面采用采暖型地板模块时，架空楼地面应参照《预制轻薄型地暖板散热量测定方法》进行检测；
  + 模块式架空楼地面中地板模块原材应以优质冷轧连续热镀锌卷板，其表面镀锌量应不小于60g/m2；
  + 地板模块的填充材料模塑泡沫板，应符合《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）》GB/T10801.1中的要求；
  + 模块式架空楼地面中的可调节地脚组件，应在20-90mm内灵活调整架空层的高度；
  + 模块式架空楼地面的板材原材采用无石棉增强硅酸钙板时，其主要力学性能、物理性能指标应符合《纤维增强硅酸钙板第1部分:无石棉硅酸钙板》JC/T 564.1中的要求；
  + 面层采用集成饰面硅酸钙、石塑片材时，应参照GB/T 18102-2007/AMD.1-2009第6.3.11节、GB/T 4085-2005《半硬质聚氯乙烯块状地板》进行检测；

集成式防水底盘楼地面主要性能应符合以下要求：

* + 整体防水底盘应一次性热塑成型，原材厚度不应低于4mm；
  + 整体防水底盘制造应有换模技术，生产满足多样化规格、形状、任意位置排水的需要；
  + 整体防水底盘，应满足转角处最薄不小于1mm；
  + 快装楼地面当采用架空活动地板楼地面时，主要材料应符合《防静电活动地板通用规范》SJ/T 10796-2001中相关要求。

集成式卫生间柜子宜采用环保、防潮、防霉、易清洁、不易变形的材料，台面板宜采用硬质、耐久、防水、抗渗、易清洁、强度高的材料。

集成式厨房的橱柜采用三聚氰胺板时，柜体板厚度不应低于16mm厚；柜门板不应低于18mm厚；人造石台面最薄不低于12mm,且应有不少于3道通长抗剪肋条；不锈钢台面最薄不低于12.7mm,且单块不锈钢台面长度不能超过3m。给水水管道中生活给水所涉及的材料必须达到饮用水卫生标准。并应满足饮用水卫生标准。

排水管材可选用排水PP管、HDPE管等符合使用要求的管材，采用快插柔性连接，应配套可调节管件高度的免打孔固定件。

地暖加热管应满足设计使用寿命、施工和环保性能要求，并应符合下列规定：

* + 地暖加热管的使用条件级别应满足现行国家标准《冷热水用热塑性塑料管材和管件》GB/T18991-2003中的S4级；
  + 地暖加热管的性能应符合《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012中附录E的规定；
  + 采暖型地板模块的相邻模块，加工预留布置地暖加热管的通过缺口；
  + 地暖加热管下有模塑泡沫板，向上热传导率应达到80%以上；
  + 出厂成品地暖加热管、分集水器，应打压检验合格。

门窗及门窗套应符合下列要求：

* + 门扇宜采用无机材料构造，宜在工厂将锁芯集成在门扇上；
  + 门套应选用镀锌钢板饰面处理，宜在工厂将合页集成在门套上；
  + 窗套宜加工成可拆式指接方式；
  + 出厂成品门套、窗套应满足每个面表面气泡不超过1个；出厂成品门扇成品每平米的瑕疵或气泡应不超过3个。

6　施工

6.1　一般规定

6.1.1　装配式超低能耗混凝土居住建筑施工除满足本条所列举的标准、规范和文件外，《北京市超低能耗建筑技术导则》、《北京市超低能耗农宅示范项目技术导则》、《被动式低能耗建筑施工及验收规程》DB13(J)/T238-2017等地方文件也可作为参考指导施工。

6.1.2　参照《装配式混凝土建筑技术标准》GB51231-2016第10.1.1条对施工组织设计的要求，增加专项施工方案，超低能耗建筑对保温、无热桥和气密性施工都有严格的要求，对装配式建筑应结合构件安装制定施工组织设计，合理安排施工工序。专项施工方案宜包括施工场地布置、无热桥和气密性施工准备、施工工法等。施工准备宜包含以下几点：

* + 应核查墙角、窗间墙、屋顶、楼板、地板等所有结构性热桥部位，同时校对设计图纸中关于结构性热桥的无热桥处理措施，并根据相对应的设计要求进行施工。
  + 应核查外围护结构预制构件上产生热桥效应的部位或配件，同时校对设计图纸中相关的热桥处理措施，并根据相对应的设计要求进行施工。
  + 应核查预制构件上预制洞口的尺寸，并校对相关设计图纸，并根据相对应的设计要求进行穿透围护结构管道的施工。
  + 应核查建筑气密层位置，校对设计图纸中关于气密层中断处的处理措施，根据设计要求施工。

6.1.3　参考《装配式混凝土建筑技术标准》GB51231-2016第10.1.5条预制构件试安装规定建设样板单元。装配式超低能耗居住建筑是装配式和超低能耗两种技术的耦合，是超低能耗建筑新型建造方式，为避免缺乏设计施工经验造成损失，保证施工质量，积累经验。特别要求建设样板单元，不仅可以在全面施工作业前检验施工工法和施工方案，还可以为施工人员提供实践机会。

6.1.4　为保证施工质量，需要对施工参与人员进行超低能耗建筑无热桥、气密性等施工培训。施工培训应以相同材料、相同工法制作节点工序样板并保留节点做法，可以向参与人员展示超低能耗建筑施工流程和应注意的事项。

6.1.5　气密性是超低能耗建筑验收的重要指标，气密性测试合格后方可进行超低能耗建筑专项验收。气密层通常在建筑外围护结构内侧设置，建筑整体气密层施工完成后，气密层暴露在外，气密性测试可以发现气密层薄弱环节并方便进行修补，因此建议再气密层施工完毕后首先进行一次气密性测试。装修完成预示着着建筑即将投入使用，而在装修施工过程中，难免会对建筑气密层产生破坏，因此本规程要求装修完成后再进行一次气密性测试。

6.1.6　预制混凝土夹心保温外墙板为中置保温层，为减少现场安装外窗施工步骤及提高施工精度，外窗附框应在墙板生产时预制在墙体内，由于外墙板浇筑完成会进行蒸压养护，考虑到部分型材，如PVC受热后变形，故本条不强制要求所有外窗附框预制安装。采用预制安装的附框也应按照外窗节点要求完成窗框与墙连接处气密性施工，以保证围护结构气密层的连续性。

6.2　外墙板安装施工

6.2.1　外墙板缝封堵施工需保证板缝的保温层和气密层的连续性，为防止水汽进入保温层，板缝封堵施工气象条件应满足相关规范对外保温施工的要求，如风速、温度、相对湿度、日照等的要求。施工前清理板缝基层，防止水汽、杂物进入保温层降低保温效果。

6.2.2　预制混凝土夹心保温外墙板存在水平和竖向板缝，其处理工艺不同，本条对水平板缝的无热桥和气密性处理施工流程进行规定。为保证夹心保温外墙板保温层的连续性，上下层保温板之间的缝隙采用保温材料填充，内叶板水平缝封堵应符合结构设计要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| 图1　预制混凝土夹心保温外墙板水平缝施工示意图 | | |
| 1-外叶板； | 2-中置保温层； | 3-内叶板； |
| 4-弹性嵌缝材料； | 5-防漏浆海绵条； | 6-内叶板封堵材料 |

* + 根据墙板施工顺序，在下层墙板保温层顶部固定弹性嵌缝材料，为保证上下层墙板间保温层缝隙能够完全被封堵，嵌缝材料的高度不宜小于墙板水平缝高度，且宽度不应小于保温层厚度。由于纤维类材料吸水性强且透水性好，为防止毛细现象引起水从外侧渗透至保温层，所以不宜选择岩棉、玻璃棉等纤维材料嵌缝。宜通过裁切发泡聚氨酯板、挤塑板等板材制作嵌缝材料，不得利用保温碎块拼接。保温层水平缝也可采用聚氨酯发泡封闭，若采用聚氨酯发泡，应能够控制发泡范围，由内而外多次发泡以保证填充密实。当采用砂浆、灌浆料等填充内叶板水平缝时，为防止浆料、水汽等进入保温层产生热桥，嵌缝材料室内侧需要进行处理，可以粘贴防漏浆海绵条，或者坐浆，防止二次灌浆时浆料进入保温层。
  + 上层墙板安装时，压紧弹性嵌缝材料，封堵保温板水平缝。
  + 内叶板室内侧设置气密层，当聚氨酯发泡填充内叶板水平缝时，室内侧应进行气密性处理。

若采用保温浆料封堵横向板缝，应在上层墙板施工前，在下层墙板采取控制保温浆料封堵范围的措施，保温浆料的热工性能应与保温材料接近。保温浆料灌缝施工应由内向外保证填充密实。

6.2.3　对本条规定需要说明以下3点：

* + 夹心保温外墙板中置保温层竖向缝应采用保温材料填充紧密。施工中可选择与保温层相同的材料填缝，填缝材料宜选用保温板裁切，尺寸小于板缝1~2mm，待填满板缝后，用聚氨酯发泡封堵缝隙。由于纤维材料和松散材料无法保证填充的密实度，且透水性和吸水性较强，故不得采用松散材料填缝竖向板缝。
  + 内叶板竖向缝分为后浇带和非后浇带两种处理方式，对于后浇带板缝在浇筑混凝土封闭前，应采取措施防止浆料进入中置保温层内，可在绑扎钢筋网前在中置保温层室内侧粘贴薄膜隔断混凝土和保温层也可在中置保温层室内侧表面做一道能与保温材料和后浇混凝土同时良好粘接的防水隔汽层，采用“预涂反粘”的新材料、新技术做一道兼顾气密、防水性能，并具有良好粘接性能的防水隔汽层，实现气密性设计目标, “预涂反粘”材料的性能见本规程附录A；对于非后浇带板缝，可采用聚氨酯发泡封堵，有利于封堵中置保温填缝材料和墙板之间的缝隙，保证保温层的连续性。若采用聚氨酯发泡封堵，室内侧板缝可采用粘贴气密性胶带再进行饰面施工，也可使用后浇带板缝隔汽层相同材料、工艺做一道防水隔汽层，以保证板缝的气密性能达到设计要求；采用后浇混凝土封堵的板缝，可视为完整连续的气密层。

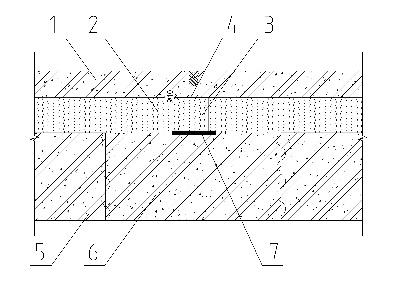


图2　预制混凝土夹心保温外墙板后浇带竖向缝施工示意图

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1-外叶板； | 2-中置保温层； | 3-填缝保温材料； | 4-防水透汽层； |
| 5-预制混凝土内叶板； | | 6-混凝土后浇带； | 7-防水隔汽层 |

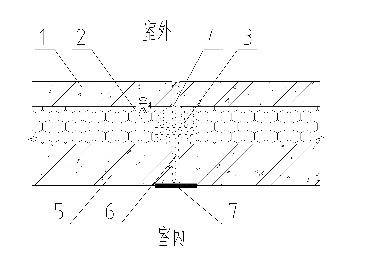


图3预制混凝土夹心保温外墙板竖向缝施工示意图

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1-外叶板； | 2-中置保温层； | 3-填缝保温材料； | 4-防水透汽层； |
| 5-内叶板； | 6-聚氨酯发泡； | 7-气密层 |  |

* + 在竖向板缝中置保温层室外侧做一道防水透汽层，能够防止水分进入保温层，同时也能将渗透至保温层的水汽排出。防水透汽层可采用防水涂料在外叶板板缝未封堵时涂刷于中置保温层表面并和相邻的墙板搭接，搭接长度不低于10mm，以保证防水透汽层能完全包覆保温层,从而达到整个设计的连续气密、防水、保温性能目标。

6.2.4　套管、孔洞等穿透保温层做法，应于设备、管道安装完成后，在孔内填充保温材料，保证三明治墙板中置保温层的连续性，再进行气密性封堵,可采用6.2.3节所述防水材料做一道防水隔汽层或透汽层。由于固定模板的对拉螺栓孔穿透外墙板，需要进行无热桥和气密性处理，对拉螺栓宜采用非金属套管防止产生热桥，拆模后利用保温材料填充套管内部，再将套管两侧灌浆封堵，套管外应做防水处理，防水材料可使用前述防水涂料。

6.2.5　悬挑构件为热桥部位，应进行无热桥处理。该部位无热桥处理措施有多种形式：采用断热桥锚固件或者预埋件规定、构件安装之后进行无热桥处理、利用独立支撑将悬挑构建与建筑分离。采用断热桥锚固件安装方式，应首先验收断热桥处理措施再安装悬挑构件，否则当构件安装完成后无法对缺陷部位进行修复；为减少搭建脚手架施工作业，利用悬挑梁与主体结构连接构件的安装与无热桥处理施工宜同步进行，无热桥处理宜采用外保温的形式；当采取独立支撑时，可不对悬挑构件进行无热桥处理。

6.2.6　当在预制混凝土夹心保温外墙板外侧安装支架时应注意的事项。

* + 为防止现场打孔对夹心保温外墙板保温层的破坏，本条规定支架固定不宜在现场打孔，由于墙板为工厂预制，可根据支架位置在墙板制作时预埋螺栓或者预留螺栓孔。
  + 夹心保温板外叶板为保温层的保护层，应控制预埋件埋设深度，防止将螺栓锚固于保温层内，以免影响支架的安全性和破坏保温层的连续性从而产生热桥。
  + 为防止水分通过预留孔进入外叶板内，引起保温层含水率增加和腐蚀金属锚固件，支架安装固定后，需要对预留孔进行防水封堵，可在膨胀螺栓安装完成前利用密封胶封闭缝隙。

6.3　楼（屋）面安装施工

6.3.1　对本条规定需要说明以下2点：

* + 为防止形成通缝产生热桥，板状保温材料采用双层错缝铺贴，当缝隙较大时应利用保温材料对缝隙进行封堵；
  + 为防止水汽进入保温层降低地面保温效果，本条规定保温层下部的防潮层施工应注意的事项

6.3.3　穿屋面管道破坏屋面的气密层、保温层和防水层。屋面保温层下设置防水隔汽层。本条规定防水隔汽处理部位施工顺序，应先完成穿屋面管道或套管与屋面板交接处的气密性和防水隔汽处理之后，再铺设屋面防水隔汽层。

6.3.4　屋面与女儿墙阴角部位设置倒角，倒角采用和屋面保温同材质的保温材料制作。

|  |
| --- |
|  |

图4　女儿墙节点示意图

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1-预制三明治女儿墙板； | 2-金属压顶板； | 3-隔热垫块； |
| 4-女儿墙顶部保温层； | 5-女儿墙保温层； | 6-防水层； |
| 7-倒角处理； | 8-屋面保温层； | 9-防水隔汽层 |

7　验收

7.4　围护结构气密性能验收

7.4.1　建筑围护结构气密性能验收测试包括样板单元的围护结构气密性预测试和建筑物整体气密性能检测。

为确保装配式超低能耗建筑工程施工质量，在主体工程完工后选择有代表性的典型空间，对易产生空气渗漏的薄弱环节采取有效措施进行封堵，并进行样板单元围护结构气密性预测试。样板单元应为具有空调或供暖系统的空间，以作为建筑围护结构精细化施工的示范样本，指导工程项目的整体气密性施工。

7.4.2　本条文对超低能耗居住建筑围护结构气密性能测试所采用仪器设备的要求进行了具体规定：采用压差法、利用鼓风门系统进行建筑围护结构气密性能测试。通过红外热成像仪，可拍摄获得伪彩色图来捕捉不同温度的热像图，进而判断流入气体的渗漏部位；通过烟雾发生器和烟雾弹等的发烟流向，可观测到流入/流出气体的渗漏部位，以及时采取有效措施进行气密性封堵。

7.4.3　本条给出了气密性测试时应满足的环境条件、鼓风门系统的安装、建筑外围护结构的渗漏部位查找和密封处理的方法，以及通过调整被测区域的室内外压差，测量在负压/正压工况下空气流量值，进而根据实测数据拟合为幂指函数关系式，计算得到参考压差下的换气次数，进而评价建筑围护结构的气密性能。

7.4.5　建筑工程中的基础、梁/圈梁、柱/构造柱、墙/砼墙/填充墙/承重墙、楼板、屋面板和楼梯等都属于主体工程，室内上下水、电、煤气、暖通、通讯、闭路、宽带等各种管道、线路安装工程、门窗安装等属于装饰工程。为保证装配式超低能耗混凝土居住建筑工程质量，当基本装修工程完成、项目门窗分部工程施工前，选择典型样板单元进行气密性施工。对门窗（或玻璃幕墙）安装与洞口的防水隔汽和防水透汽及电器、暖通和给排水系统等管道穿墙口的密封，以保证建筑物内部壁面气密层的连续完整性。样板单元的气密性能施工完工后，进行气密性测试。当气密性测试结果满足-50Pa下换气次数为≤0.6h-1时，即为符合设计要求。之后整栋建筑的气密性施工过程中，按照样板单元的气密性做法有组织地开展气密性施工错误排查，便于检查出施工中存在的问题，有利于确保工程质量，样板单元气密性预测试极为必要。

7.4.6　当建筑装饰工程全部施工完成后实施气密性检测，通常是在建筑即将移交给业主之前进行。

为确保施工质量，本条文提出在建筑施工过程中，比照样板单元的气密性做法，及时对建筑围护结构不合格部分采取措施进行弥补，很有必要。大型分层建筑也可随施工进度逐步对建筑部分区域进行检测，在建筑物外围护结构完工后进行气密性检测，只有当建筑构件气密层尚能接触时，才能以适当的费用进行修复。

本条文并提出：当建筑物在负压和正压两种工况下分别进行气密性检测后，求其平均值作为该建筑整体气密性检测结果。

7.5　室内装修验收

7.5.1　《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209、《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325、《建筑内部装修防火施工及验收规范》GB50354的有关规定。

8　运行管理

8.0.1　为保持装配式超低能耗建筑持续稳定的创造舒适环境并高效节能地运行，需要物业单位加强管理，业主用户合理使用；为此有必要制定管理使用手册并向业主用户宣贯，手册应包含装配式超低能耗建筑技术措施、使用注意事项等。应向业主说明建筑气密性的重要性、标明气密层位置，提示业主装修改造活动应避免对气密层的破坏等。

8.0.3　物业管理水平很大程度上决定了超低能耗建筑运行节能效果，本条文对物业管理单位的节能运行检查项目进行规定。对于采用集中式系统的建筑，物业单位应定期检查以上项目，对于分户式系统的建筑，物业单位应主动提醒业主检查以上项目。

8.0.4　装配式超低能耗建筑需要有专项维护方案，包括建筑气密层、保温性能、防水构造等维护方案。方案应包括建筑情况说明、气密层的位置、节点做法、维护方式、修补方案等，对于被破坏的气密层、保温层、防水构造等，应进行修补。

8.0.5　安全性要求主要分为以下几方面：

* + 结构安全，三明治外墙板的外叶板为非承重构件，采用连接件与内叶板相连，若进行外墙维护，需要在外叶板粘贴或者外挂部件时，应满足结构设计对外墙荷载的要求。粘贴、外挂的部件应考虑其拉拔强度、抗风压等安全性问题。
  + 防火安全，墙板维修时更换或者新增的保温等应满足防火安全要求。
  + 耐久性，维护后的墙板，其耐久性不应低于原墙板。

8.0.6　为防止水汽在外围护结构积累造成破坏，外围护结构的维修，应保证防水透汽层、防水隔汽层的功能完整。如维修屋面防水和保温后，应对隔汽层的功能进行修复；维修外门窗，应按照要求粘贴防水隔汽膜和防水透汽膜；外墙外表面材料与内表面材料的透水蒸气性能应匹配。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_