**ASC**

T

中国建筑学会标准

**T/ASC XX -20 XX**

超低能耗装配式建筑技术标准

Technical standard for ultra-low energy prefabricated buildings

（征求意见稿）

**202X－XX－XX 发布 202X－XX－XX 实施**

**中 国 建 筑 学 会 发布**

中国建筑学会标准

超低能耗装配式建筑技术标准

Technical standard for ultra-low energy prefabricated buildings

**T/ASC XX-20XX**

批准单位：中国建筑学会

施行日期：20XX 年X 月X 日

**202X 北 京**

**前 言**

本标准根据中国建筑学会《关于发布〈2020 年中国建筑学会标准编制计划

（第二批）〉的通知》（建会标〔2020〕17 号）的要求，由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位编制完成。

在本标准编制过程中，编制组广泛调查研究和总结了超低能耗装配式建筑技术相关经验，参考了国内外有关标准，并在广泛征求意见基础上，对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是：总则，术语，基本规定，设计，生产，施工，验收，运行管理。

本标准由中国建筑学会标准工作委员会负责管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有修改意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号B座15层；邮政编码：100013；电子邮箱：651231857@qq.com）。

本 标 准 主 编 单 位 ： 中国建筑科学研究院有限公司

标 准 参 编 单 位 ：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

**目 次**

**1 总则 1**

**2 术语 2**

**3 基本规定 4**

**4 设计 5**

4.1 一般规定 5

4.2 建筑集成设计 5

4.3 外围护系统设计 7

4.4 结构设计 13

4.5 内装系统设计 15

4.6 设备与管线设计 18

4.7 智能化设计 18

**5 生产 24**

5.1 一般规定 24

5.2 工厂生产 25

5.3 存放与运输 26

**6 施工 28**

6.1 一般规定 28

6.2 墙板施工 29

6.3 楼（屋）面安装 30

6.4 门窗安装工程 31

6.5 室内装修与设备安装工程 32

**7 验收 34**

7.1 一般规定 34

7.2 主控项目 34

7.3 一般项目 37

**8 运行管理 40**

8.1 一般规定 40

8.2 维护要求 41

8.3 检查要求 43

**本标准用词说明 44**

**附录 45**

**引用标准名录 50**

# **1 总 则**

**1.0.1** 为贯彻落实国家碳达峰、碳中和目标，推动超低能耗装配式建筑的高质量发展，规范超低能耗装配式建筑全寿命期技术要求，制定本标准。

*【条文说明】装配式建造和超低能耗均是低碳建筑的技术手段之一， 超低能耗装配式建筑则是将两项技术有机融为一体，并协同系统建设。但两项技术的融合案例还不多，还有一些技术问题没有很好的解决，也给具体工程建设带来一定挑战。本标准结合已建相关工程经验，并兼顾低碳发展需求，进行必要的研发，联合各链条相关单位编制本标准。*

*在融合过程中，*

**1.0.2** 本标准适用于超低能耗装配式建筑的设计、生产、施工、验收及运行管理。

*【条文说明】本条规定了本标准的适用范围，即适用于各类新建民用超低能耗装配式建筑，改扩建建筑和工业建筑可参照执行。*

**1.0.3** 超低能耗装配式建筑除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

*【条文说明】本标准对超低能耗装配式建筑的技术措施做出了规定，但涉及的专业较多，相关专业均制定了相应的标准，并作出技术规定。因此，在进行设计时，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。*

# **2 术语**

**2.0.1** 装配式建筑 prefabricated building

由预制部品部件在工地装配而成的建筑。

**2.0.2** 超低能耗装配式建筑 ultra low energy prefabricated buildings

满足现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350规定的超低能耗建筑室内环境参数及能效指标要求的装配式建筑。

**2.0.3** 建筑气密性 air tightness of building envelope

建筑在封闭情况下阻止空气渗透的能力。

*【条文说明】建筑气密性用于表征建筑或房间在正常密闭情况下的无组织空气渗透量。通常采用压差实验检测建筑气密性，以换气次数N50，即室内外50Pa压差下换气次数来表征建筑气密性。*

**2.0.4** 气密层air tightness layer

由气密性材料和部件、抹灰层等形成的防止空气渗透的连续构造层。

**2.0.5** 真空绝热复合预制墙板 fabricated STP wall panelst

由钢筋混凝土、建筑真空绝热板、专用防护砂浆、锚固件等组成，在工厂内预制生产的钢筋混凝土墙板。

*【条文说明】真空绝热复合预制墙板是在工厂内生产的复合预制外墙板，其由内至外的主要构造组成是：钢筋混凝土墙板、真空绝热板、专用防护砂浆（内嵌热镀锌电焊网）；真空绝热复合预制墙板的生产宜采用反打工艺，也可以采用正打工艺；钢筋混凝土墙板厚度和真空绝热板的厚度应由设计人员分别通过计算确定。*

**2.0.6** 真空绝热复合预制墙板保温体系 prefabricated concrete STP insulation system

由真空绝热复合预制墙板和墙板连接部分组成，真空绝热复合预制墙板进行现场装配式安装，墙板连接部分现场浇筑，由此构成的外围护体系。

*【条文说明】真空绝热复合预制墙板保温体系是将建筑的外围护结构与真空绝热板保温构造同时施工，从而构成结构与保温一体化的复合外围护结构； 其中，真空绝热复合预制墙板是通过现场套筒灌浆的方式完成施工、真空绝热复合预制墙板后浇混凝土连接接缝部位保温可以用外墙外保温薄抹灰进行施工，也可以采用免拆保温模板整体浇筑方式完成施工。*

**2.0.7** 建筑全绿电照明 building full green electric lighting

以分项计量数据为基础核查建筑全年照明用电量，首先在建筑微网内采用自建光伏发电量核销照明用电量，建筑光伏发电未完全核销的照明用电量再采购外部电网绿电绿证核销，建筑能源管理系统实现全年照明用电全部具有绿色电力属性的数据标签。

*【条文说明】建筑全绿电照明更清晰区分识别建筑能耗、加强机电系统节能设计。建筑用电分为照明插座、冷热源设备机房、空调通风、其他动力、特殊场所等用电，照明插座及末端空调设备等合用计量仪表时是混合的照明能耗，有照明分项计量时是细分的照明能耗，促进精细化设计可以提高整体能效和加强系统保障能力。照明指标管理最严格，照度、照明功率密度、照明节能控制在《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑照明设计标准》GB50034中已经有明确、全面的规定，照明能耗最适合首先作为建筑节能标杆全部采用绿电核销，引领建筑整体建立节能减排激励措施。*

**2.0.8** 机电系统整合联控 electromechanical system integration and joint control

以智能化系统集成和物联网通信技术为基础，对原来机电系统中多个独立运行的子系统进行整合，建筑能源物联网形成实时信息交互数据链，建筑设备物联网、车联网及移动端的多智能体系统之间建立分布式协同控制机制，按整合最优控制目标采用智慧管理策略联动控制建筑内外机电系统相关设备与装置。

*【条文说明】建筑机电系统能源供应包括电力、燃气、供热、供冷、供水及柴油等，专业技术包括暖通、给排水、电气与智能化等专业，关联建筑智能化、电力系统智能化、通信网络与车联网智能化等。多个子系统集成整合实现机电系统物联网数据交互、实施智慧联控的策略，实现整合后的最优控制目标。*

# **3 基本规定**

**3.0.1** 超低能耗装配式建筑设计应根据气候特征和场地条件，优化建筑空间布局，通过被动式设计降低建筑冷热需求、提升主动式能源系统的能效达到超低能耗，并应进行全过程技术协同策划、装配技术选型、建筑热工性能与设备能效水平统筹设计，确定建造目标和技术实施方案。

*【条文说明】 超低能耗装配式建筑是将两项技术协同融合在一个建筑主体上，其应兼具两项技术特点，按照相应技术实施路径开展建设。*

**3.0.2** 超低能耗装配式建筑应采用装配式建造方式，通过结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统的一体化集成设计，满足标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用的要求。

**3.0.3** 超低能耗装配式建筑应采用全装修，并进行土建和装修一体化设计和施工。

*【条文说明】应进行全装修，全装修应符合现行行业标准《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ367、《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T304 及现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210的相关要求。*

**3.0.4**  超低能耗装配式建筑设计宜采用建筑信息模型技术，并将建筑信息贯穿部品部件的生产运输、装配施工和运营维护全流程，实现全专业、全过程的信息化管理。

*【条文说明】建筑信息化是建筑智能化的前提，也是实现建筑低碳化的重要路径。装配式建筑采用建筑信息化，利于提升管理水平、提高建设质量；超低能耗装配式建筑采用建筑信息化模型技术，还有利于实现或提升建筑品质，更好的建成低碳型建筑。*

# **4 设计**

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 超低能耗装配式建筑应遵循标准化、模数化设计，并符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002的规定。

*【条文说明】标准化是建筑工业化的前提，没有标准化就不能实现建筑工业化构件部品的规模化、批量化生产。而模数和模数协调是实现建筑标准化设计的重要基础，通过模数化设计和模数协调，优化构件部品的尺寸与种类，提升建筑构件部品的通用性及互换性，实现结构、设备管线和内装修的一体化集成设计及工厂化生产建造，提高建筑质量，降低建造成本。*

**4.1.2** 超低能耗装配式建筑应进行技术策划，对项目性能化指标、技术选型、技术经济可行性进行评估，结合建筑功能布局、建筑造型、结构布置、内装标准、运维管理等要求科学合理地确定建造目标与技术实施方案。

*【条文说明】以实现超低能耗为目标，在设计前充分了解当地的气象条件、自然资源、人员活动习惯等因素，同时统筹考虑建造全过程中对材料性能、构件部品加工工艺、运输安装、装配施工、质量验收和使用维护各阶段的要求，选择安全可靠、经济适用的系统化技术与产品，合理控制不必要的增量成本，保证性能化指标达到要求。*

**4.1.3** 超低能耗装配式建筑应平面规整、外形简洁，避免过多的凹凸变化。设计时应控制合理的体型系数和窗墙比。不宜设置凸窗**。**

*【条文说明】体型系数、外墙表面积、窗墙比时影响建筑能耗的重要因素，因此设计时应注意减少凹凸变化和多余的装饰性构件。通过优化建筑体形系数，减少建筑与室外空气的接触面积。建筑的主朝向宜为南北朝向，主入口宜避开冬季主导风向。应考虑外窗朝向的不同对窗墙比的要求，各朝向窗墙面积比不宜超过节能设计标准规定的限值要求。*

**4.1.4**  建筑设计应设置电、气、热的能耗计量系统和能源管理系统，并建立信息化协同平台，共享数据信息，实现建设全过程的管理和控制。

**4.1.5**  超低能耗装配式建筑应合理设置可再生能源系统。

*【条文说明】超低能耗建筑应积极采用被动式节能技术，根据气候特点和用地条件，充分挖掘可再生自然资源优势，结合建筑地下空间、屋面、外墙等部位，合理应用可再生能源技术，提高建筑的使用品质。*

## 4.2 建筑集成设计

**4.2.1** 超低能耗装配式建筑设计应采用标准化、模块化的设计方法，对结构系统、外围护系统、设备及与管线系统和内装系统进行一体化集成设计，遵循少规格、多组合的原则，实现建筑的多样化。

*【条文说明】标准化设计是工业化生产的基本要求，模块化设计是实现超低能耗装配式建筑全程高效生产建造的基本方法。*

*超低能耗装配式建筑既要符合建筑设计功能、技术性能（安全、防火、节能、防水、隔声、采光等）的要求，通过采用模块化、标准化的设计方法，实现尺寸模数化、部品部件标准化、设备集成化、装修一体化。装配式建筑只有通过标准化设计，才能实现批量化的生产和建造。*

**4.2.2** 超低能耗装配式建筑应按照一体化集成设计原则，建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化和室内装修等各专业协同设计。

*【条文说明】超低能耗装配式建筑应是具有一定功能的完整的建筑产品，是一个系统工程。单体设计需要从系统性、整体性出发，既要满足性能化要求，还要满足部件部品一体化生产、装配化施工、智慧化运营等要求，因此各专业之间的协同设计可以实现集成技术应用，满足生产、运输、建造等产业链各阶段的要求，有利于提高建造效率和工程质量。*

**4.2.3** 超低能耗装配式建筑的新风系统及管道应与主体结构、内装修一体化集成设计，确定合理的建筑平面和层高。

*【条文说明】超低能耗装配式建筑室内需设置热回收新风系统，风机和风管会占用一定的建筑空间，影响室内净高，因此设计时应与主体结构的梁柱布置、内装修隔墙与家具部品布置相结合，优化新风系统设计，合理利用空间，在符合工业化建造模数的基础上，优化建筑层高，提高标准化，提高建筑空间使用率。*

**4.2.4** 超低能耗装配式建筑的设备及管线系统宜与结构系统分离，应方便检查、维修、更换，维修更换时不应影响结构安全性。

*【条文说明】管线与主体结构分离，有利于装配式施工安装，也有利于后期的运营维护。超低能耗装配式建筑设备及管线不宜在结构中预留预埋，一方面会削弱由结构组成的建筑外围护系统的气密性，另一方面也会在现场造成大量施工垃圾、降低施工效率。应结合内装修设计为设备管线预留敷设空间。*

**4.2.5** 超低能耗装配式建筑的立面设计应符合下列规定：

**1** 应采用无热桥设计；

**2** 外饰面宜采用轻型装饰挂板或装配式幕墙系统；

**3** 出挑的阳台或设备平台、突出的装饰构件等应作断热桥措施。

*【条文说明】第1款，对于建筑功能必须设置的阳台、设备平台等构件，可以采用断热桥结构连接件，也可以采用高效保温包覆的方式。*

*第2款，建筑立面中可以设计一定的装饰构件，提升建筑效果。但应尽量减少与主体结构连接的构件，或采用断热桥连接构件。*

*第3款，出挑的阳台或设备平台、突出的装饰构件可采用以下的断热桥措施：*

 *1 结构性出挑阳台或设备凭条等宜采用与主体结构部分断开的方式，或使用断热桥的拉结件。*

 *2 应避免在外墙上固定导轨、龙骨、支架等可能导致热桥的部件。确需固定时，应在外墙上预埋断热桥的锚固件，并宜采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失。*

*3 穿墙管预留孔洞直径宜大于管径100mm以上。墙体结构或套管与管道之间应填充保温材料。*

## 4.3 外围护系统设计

**4.3.1** 外围护系统应根据建筑所在地区的气候条件、使用功能等，综合确定热工性能、防火性能、抗风性能、气密性能、水密性能等要求。

*【条文说明】超低能耗建筑的外围护结构系统保温、防水、防火、抗风及气密性水密性能影响建筑整体的安全性、运行能耗、室内舒适度及耐久性，因此，在选定外墙保温、防水、透明围护结构产品时应考虑多种性能，选取满足规范要求，且综合性能较优的外围护结构系统形式。*

**4.3.2** 装配式混凝土剪力墙结构，当采用预制混凝土夹心保温外墙（三明治墙）时，预制墙板保温材料宜采用A级防火材料，且应具有较高的抗压强度和稳定性。

*【条文说明】预制混凝土夹心保温外墙板的保温材料抗压强度和稳定性应满足在构件混凝土振捣和蒸压养护过程中，外观和导热性能不受影响。*

**4.3.3** 装配式混凝土框架结构及装配式钢结构，宜采用非砌筑外围护填充墙，填充墙与主体结构之间构造设计应符合相关标准要求，填充墙外侧可采用外墙外保温体系或建筑幕墙体系。

*【条文说明】外围护非砌筑是装配式建筑较为基本的要求，填充墙宜选择加气条板。应着重考虑填充墙与不同的主体结构的连接构造，混凝土结构、钢结构采用不同的连接方式。*

**4.3.4** 当采用无基墙的建筑幕墙作为建筑外围护系统时，应确保建筑幕墙的气密性满足超低能耗建筑相关标准要求，并在幕墙保温外侧采取防水措施，幕墙内侧满贴防水隔汽膜。

**4.3.5** 外围护填充墙或幕墙设计时，应为外门窗的安装预留条件。

*【条文说明】超低能耗建筑外窗较重，当外围护结构为填充墙时，应考虑为外窗的安装提供条件，并确保外窗安装的安全性和耐久性。*

**4.3.6** 保温材料的选择应符合下列要求：

**1** 宜优先选用低导热性能保温材料，在不同的部位可选择不同的保温材料；

**2** 屋面保温材料应具有吸水率低、抗压性能好、抗温度变形性能好的特点；

**3**  保温材料的防火性能应满足相关规范要求。

*【条文说明】随着材料技术的发展，新型的高性能保温材料不断问世，这为超低能耗建筑的实施带来更多便利，但应注意的是，新型材料往往未经长期耐候检验，实施具有一定风险。因此，实际项目往往在常规的保温材料中选用，比如石墨聚苯板、挤塑板、硬泡聚氨酯、岩棉、聚合聚苯板、玻璃棉、泡沫玻璃等，在超低能耗建筑实施过程中，可根据不同部位的具体需求选用合适的保温材料。*

**4.3.7** 当外围护结构保温采用真空绝热板时，应具有排板图；各类墙体预埋件应置于真空绝热板板缝部位，空隙处应采用聚氨酯发泡等高效保温材料填充。外围护结构的基本构造及所选用真空绝热板的性能指标应满足附录C的要求。

*【条文说明】真空板采用标准化、模块化排布的特点，需在加工安装前做好排版设计，避免在施工安装过程中产生较大缝隙或较多热桥。预埋件的设置应与真空板布置相结合，既符合结构受力要求，同时尽可能不影响保温效果。*

**4.3.8** 保温层应依据热工计算及保温材料性能选用单层或多层铺设；当采用多层铺设时，应分层错缝铺设 。

*【条文说明】超低能耗装配式建筑外围护系统保温层的保温材料选用应符合现行建筑消防安全条例，并应符合其他现行规范。*

**4.3.9** 超低能耗装配式建筑的气密层应符合下列规定：

**1** 整栋建筑应具有包绕整个采暖体积的、连续完整的气密层；

**2** 对于采用分户式采暖、制冷系统的住宅建筑，单户应具有各自包绕整个采暖体积的、连续完整的气密层；

**3** 不同材料构成的气密层的连接处，应采取措施保证气密层的完整性和连续性；

**4** 应尽量避免管道、线缆等对气密层的穿越，在穿越处应采取气密性措施。

*【条文说明】适用于构筑超低能耗装配式建筑气密层的材料包括：浇筑良好的混凝土、砌体墙体内表面的抹灰层（厚度≥15mm）、防水隔汽膜、硬质木板，如密度板、三合板等；不可用于构筑气密层的材料包括：砌体墙体（砂浆填缝）、刨花板、软木纤维板、带有孔眼的薄膜、带/不带企口的模塑聚苯板、包装胶带、聚氨酯发泡胶等。*

**4.3.10** 当采用分户式采暖、制冷系统时，应对楼梯间隔墙、分户墙、楼板采取保温措施。

**4.3.11** 超低能耗装配式建筑的外围护结构内侧，当采用装配整体式混凝土结构外墙时，可以采用普通气密层；当采用非现浇非砌筑墙体或外挂幕墙时，在材料交接处应采用防水隔汽膜密封，并进行揭露计算，避免出现结露、发霉现象。

*【条文说明】对于非砌筑外墙或者建筑幕墙的外围护结构形式，气密性处理不同于混凝土建筑外墙，外墙之间、外墙与主体结构之间缝隙较多，需要先进行防水隔汽膜密封，再采用抹灰等材料进行气密封堵。*

**4.3.12** 建筑外窗、外门及分隔供暖与非供暖空间的户门热工性能应符合国家现行标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350的要求，并应结合墙体保温体系的形式，进行气密性及断热桥处理。

**4.3.13** 装配式建筑外围护结构设计时，应根据遮阳的形式，预留安装孔洞或设计预制构件。

**4.3.14** 外围护结构拼接处保温层应保持连续，并在符合下列要求：

**1** 采用预制混凝土夹心保温外墙时，应采取措施确保预制构件保温接缝处的保温层连续；内外叶墙板之间的连接件应符合相应热工计算要求；

**2** 采用装配式框架结构时，外墙保温为单层保温时，应采用锁扣方式连接；为双层保温时，应错缝铺设。墙体阴、阳转角处的保温板错缝搭接，严禁出现通缝，且应采用断热桥锚栓，锚栓的单点热传导系数χ≤0.002W/K；

**3** 采用保温装饰一体化外挂墙板或干挂幕墙时，在部品交接处应采用高效A级保温材料封堵；

**4** 外墙与屋面、底板（地面，或不采暖地下室顶板，或采暖地下室底板）连接处的保温层应连续、完整；

**5** 女儿墙、排气道、排气管等突出于屋面的构造，其保温层应与屋面保温层连续；屋面设备基础应尽量避开屋面防水保温系统，砌筑在屋面防水层上方的细石混凝土保护层上。

*【条文说明】第1款，夹心保温外墙的水平缝及垂直缝均需要在施工过程中，放置A级高性能保温材料，例如真空板等材料，性能不低于夹心保温材料的整体性能，才能保证保温层的连续性。*

*第2款，以粘为主的保温材料，和以锚为主的保温材料，对基层墙体的强度要求不同，外保温材料的选择和构造连接方式，应考虑与基层墙体的结合。*

*第3款，装配式建筑鼓励采用高性能一体化外墙系统，需要对一体化外墙接缝处的保温封堵进行构造设计，满足防火要求。*

*第5款，由于出屋面的设备基础较多，全部从屋面结构升起设备基础，对于防水构造影响较大。对于轻型设备基础，可以设置在细石混凝土保护层上；对于重型设备基础，为了保证设备安全，应采用与主体结构连接的方式，需做好防水和保温连续措施。*

**4.3.15**  外门窗的安装构造，应结合不同类型的外围护墙体形式进行优化设计，尽量降低安装热桥。外门窗的安装构造设计应符合以下要求：

**1** 外门窗的安装位置，应使门窗框型材与墙体保温层连续；

**2** 保温层应尽量覆盖门窗框型材，型材外露宽度控制在15mm，对于窗框较窄或有外遮阳、纱窗等安装要求的外窗，保温层覆盖窗框型材宽度应≥30mm；

**3** 外门窗安装固定件与结构墙体之间应设置断热桥措施；

**4** 外门窗下口不应采用金属固定件支撑。

**4.3.16** 与建筑外部的附属功能空间或构件，应根据建筑结构特点进行断热桥设计，并应符合下列规定：

**1** 采用独立于主体结构之外的受力构造，合理剥离结构性热桥；

**2** 采用断热桥连接件将维护结构中悬挑或延伸的混凝土及金属构件与主体结构部分断开，连接件应满足悬挑或延伸构件与主体结构之间的受力要求和断热要求；

**3** 采用保温材料包覆挑梁、挑板；

**4**  活动外遮阳固定件、雨水管固定件等金属构件与结构连接处，应设置隔热措施。

*【条文说明】 与建筑外部的附属功能空间或构件指如室外楼梯、阳台、设备平台、雨蓬、风井、采光天井等。*

*第2款，维护结构中悬挑或延伸的典型热桥部位包括阳台、空调板、设备板、雨棚、女儿墙、屋面设备基础、幕墙与主体结构的固定件、由主体结构外伸的装饰构件。采用断热桥连接件的方式将结构性热桥构件与主体结构断开，可以使维护结构保温层连续，有效减缓热量传递，稳定可靠的线传热系数便于维护结构热工计算。与主体结构断开的构件上的孔洞、锚栓等部位不需要再进行断热处理，简化了施工流程并易于后期维护。*



图4.3.16-1 预制外墙与空调板连接节点处断热桥节点设计



图4.3.16-2 设备平台断热桥节点设计



图4.3.16-3 预制外墙与阳台板连接节点处断热桥节点设计



图4.3.16-4 阳台板断热桥节点设计

**4.3.17** 干挂幕墙系统应尽量减少固定件数量，并采用不锈钢、玻璃纤维等材质的固定件。穿透保温的金属固定件与结构之间应合理设置隔热措施。

**4.3.18** 非透明外围护结构宜采用热惰性大的墙体结构。

**4.3.19** 地面、非供暖地下室顶板处的无热桥设计应符合下列规定：

**1** 高于室外地坪500mm以下部分的外墙外保温系统，宜采用耐腐蚀、耐冻融性能较好的材料，且应从地上外墙连续粘贴至地下室外墙，并向下延伸至当地冻土层以下；

**2** 不供暖地下室顶板的保温层设置于地下室顶棚或底层楼面垫层中时，地下室顶棚及外墙、内隔墙均应做保温处理；保温范围应从外墙、内隔墙与顶板交角处向下侧墙体延伸，延伸长度及保温厚度应由计算确定，且延伸长度不宜小于1000mm。

**4.3.20** 管道、管线等穿透外围护结构时，应在管道与洞口之间设置隔热措施，雨水口组件与女儿墙或屋面板预留洞之间应设保温隔热层。

**4.3.21**  外窗洞口宜设置金属窗台板对保温层、外叶板或其他形式的外幕墙进行保护，应符合下列规定：

**1**  金属窗台板与窗框之间应有结构性连接，并采取密封措施；

**2** 金属窗台板下侧与外墙保温层的接缝处应采用预压膨胀密封带密封；

**3** 金属窗台板应采取抗踩压措施；

**4** 金属窗台板应设滴水线。

**4.3.22** 女儿墙等顶部保温层宜设置金属盖板保护，金属盖板与围护结构基层的连接应采取阻断热桥的措施。

**4.3.23** 建筑围护结构的气密层设计应符合下列规定：

**1**  气密层应连续完整。建筑结构缝隙均应进行封堵，围护结构不同材料交界处，穿墙和出屋面管线、套管等空气渗漏部位均应进行气密性处理。气密层应包绕整个气密区；

**2** 装配式结构构件拼缝部位应采取合理有效的气密性措施，包括采用现浇混凝土密封、灌浆密封、聚乙烯棒和耐候胶组合密封、防水气密材料密封等方式。

**4.3.24** 装配整体式混凝土剪力墙结构的预制混凝土夹心保温外墙板拼缝处应进行气密性处理。

*【条文说明】对于水平缝处理：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，弹性嵌缝材料可采用聚氨酯板或挤塑聚苯板等材料。在嵌缝材料与内叶板交界处贴防漏浆海绵条；安装上层板时压实嵌缝材料；内叶板水平缝按结构要求设计，采用高强度灌浆料或现浇混凝土进行密封。外叶板从板缝口填充直径略大于缝宽的通长发泡聚乙烯棒，板缝口灌注密封胶进行封堵。*

*对于竖向缝处理：利用保温材料填充板与板之间保温层的竖向缝，保温层外侧做防水透汽膜，按施工要求与相邻外墙板进行搭接；后浇带形式的内叶板在绑钢筋前，在中置保温层内侧表面贴防水隔汽膜后再行浇筑；非后浇带形式的内叶板竖缝采用聚氨酯发泡填充，在内叶板竖向缝的内侧表面贴防水隔汽膜；外叶板从板缝口填充直径略大于缝宽的通长发泡聚乙烯棒，板缝口灌注密封胶进行封堵。*

**4.3.25**  装配式框架结构的预制外墙挂板的气密性处理应符合下列规定：

 **1** 外叶板竖缝和横缝处夹心保温层表面应先设置防水透汽膜，再从板缝口填充直径略大于缝宽的通长发泡聚乙烯棒。板缝口灌注密封胶进行封堵；

**2** 内叶板竖缝和横缝均应采用柔性保温材料封堵，在室内侧设置防水隔汽层，再进行抹灰等处理。

**4.3.26** 填充墙的抹灰层应连续完整，抹灰层厚度不应小于 15mm，且不同材料连接缝隙及墙体拐角等部位应采取防开裂措施。

**4.3.27**  户内开关、插座、接线盒等在有气密要求的填充墙体设置时，应采取气密性加强措施。

## 4.4 结构设计

**4.4.1** 超低能耗装配式建筑结构形式宜优先采用混凝土结构，也可采用钢结构、木结构或混合结构。

*【条文说明】超低能耗装配式建筑结构设计应满足现行标准规范的规定。装配式建筑方案设计应采用一体化正向集成设计，结构设计方案充分考虑建筑、设备、电气、装修等专业的集成设计，并考虑成生产、施工、运输、安装等阶段的需求，确保结构设计的安全性、集成性、经济性的要求。装配式建筑结构设计应注重预制构件的标准化设计，提高部品部件的通用性。*

*装配式建筑中混凝土结构、钢结构、木结构三种体系是重点的发展目标和推进方向，其中混凝土结构中的剪力墙结构外维护具有较高的可靠性和适应性，通过预制外墙将承重结构与非承重结构在工厂进行整体加工，现场采用混凝土后浇段连接形成整体，可靠的解决了超低能耗建筑在其他结构体系中外维护技术的问题。目前，国内采用超低能耗的装配式混凝土建筑具有成熟的设计标准和工程经验，同时混凝土框架结构、钢结构等也在逐步研究应用于工程项目。*

**4.4.2** 超低能耗装配式混凝土剪力墙结构宜采用预制混凝土夹心保温外墙板，连接形式可采用湿式连接或干式连接；当采用真空绝热复合预制墙板时，连接形式应采用湿式连接。

*【条文说明】装配式建筑发展的目标是建造好房子，传统的外墙薄抹灰做法存在较大的外墙脱落风险，特别是外墙采用预制墙板表面光滑更易造成外保温脱落。在防火方面，传统的薄抹灰做法在高层建筑中存在较大防火隐患。在耐久性方面不能达到与结构同使用寿命。超低能耗装配式建筑采用夹心保温一体化墙板实现建筑与结构装饰一体化，并达到建筑与结构同使用寿命的目标。通过试验验证和工程实体耐火试验，一体化外墙具有良好的耐火性能，以及避免火势进一步蔓延的优势。在同等条件下，预制一体化墙板的保温性能也优于薄抹灰工艺。因此，在超低能耗装配式建筑中宜采用夹心保温一体化外墙板以提高建筑性能。*

**4.4.3** 超低能耗装配式建筑结构无热桥设计应符合下列规定：

**1** 外悬挑结构应优先采用断桥连接做法，也可采用整体连接做法。但需满足超低能耗热工性能要求；

**2**  应避免在外墙上固定导轨、龙骨、支架等可能导致热桥的部件；当必须固定时，应预埋断热桥的锚固件，并宜采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失；

**3** 雨棚、门廊等外挑构件宜与墙体断开，设置独立基础，或在外墙上预埋断热桥的锚固件连接固定。并宜采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失。

*【条文说明】超低能耗建筑应避免或削弱热桥，以降低热桥对建筑能耗、室内环境和建筑使用寿命的影响。外墙突出部位的雨棚、门廊、空调板、阳台板等应采用完全包裹的方式，当采用断桥做法时可采用板式连接，当采用非断桥连接时，结构悬挑构件宜采用挑梁等形式。*

*第1款中，采用断热桥连接做法时，连接件承载力应满足设计要求。连接件应采用一级接头，连接件与主体结构的锚固构造应符合GB50010《混凝土结构设计规范》、GB50011《建筑抗震设计规范》、GB50017《钢结构设计规范》等规范要求，并应满足附录B的要求。*

**4.4.4** 超低能耗预制构件设计应符合下列规定：

**1**  预制构件宜采用建筑信息化模型（BIM）技术进行一体化设计，预制构件的钢筋与预留洞口、预埋件等应相互协调；当管线需要在预制构件中预埋时，预埋件不宜破坏或穿透外围护预制构件；当管线确实需要穿透外围护预制构件时，应保证穿透处保温连续、密实无空洞；

**2** 优化构件拆分，减少现场连接，提高外围护预制构件间缝隙处的气密性；

**3** 预制混凝土夹心保温外墙板中内外叶墙板的拉结件可采用不锈钢金属拉结件、非金属拉结件，除满足结构性能要求外，尚应符合超低能耗节能标准的要求。

*【条文说明】第1款，采用建筑信息化模型（BIM）技术对预制构件进行一体化设计，可提高预制构件的设计质量，便于工厂化生产和现场的连接，简化预制构件连接节点施工难度，提高预制构件现场安装质量。*

*第2款，超低能耗外围护预制构件间的缝隙不可避免，对房屋气密性存在不利影响。应采取有效的预制构件间缝隙处理措施，尽力提高外围护预制构件的气密性。*

*第3款，预制混凝土夹心保温外墙板中内外叶墙板的拉结件材料分为金属拉结件和非金属拉结件，金属拉结件一般采用不锈钢材料，非金属拉结件一般由纤维增强塑料（FRP）等材料制作。拉结件的力学性能、耐久性能等除应满足预制外墙板设计使用年限的要求外，同时应符合超低能耗节能标准的要求。*

**4.4.5** 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：

**1**  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；

**2** 外挂墙板不应跨越主体结构的变形缝。主体结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。

*【条文说明】外维护系统应考虑保温厚度增大导致的保温材料与基材的系统性风险，采用夹心保温外挂墙板降低外保温厚度，且通过拉结件实现建筑结构耐久的一致性，作为外维护结构具有显著优势。外墙挂板作为建筑的主要维护构件，其抗震性能至关重要，设计时应考虑外挂墙板及附属配件的自重、施工荷载、风荷载、地震作用、温度作用以及主体结构变形对外挂墙板的影响。外挂墙板系统的气密性应符合建筑物所在地区建筑节能设计要求，并应满足超低能耗的性能要求。外挂墙板设计中宜采用。*

**4.4.6** 预制保温外墙挂板与主体结构的连接应符合下列规定：

**1** 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；

**2** 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；

**3**  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；

**4** 节点应便于工厂加工、现场安装就位和调整；

**5** 连接件的耐久性应满足使用年限要求。

*【条文说明】预制保温外挂墙板是非结构构件，通过连接节点与主体结构进行连接。主体结构在荷载、地震、温度的共同作用会产生变形，外墙挂板与主体结构连接也会随之产生预制构件自身变形之外的整体变形。工程设计中应保障结构变形下外墙挂板不对结构变形产生约束，且根据外挂墙板采用的连接方式，在最不利工况下的单点承载力满足节点连接受力的要求。节点宜采用点支撑连接，也可采用线支撑连接。点支撑连接通常分为平移式外挂墙板、旋转式外挂墙板和固定式外挂墙板等形式，此连接方式受力清晰。线支撑连接在主体结构变形、重力荷载、风荷载、地震作用、温度作用下受力情况复杂，设计中应充分分析各工况下外挂墙墙板的应力分析，以及外挂墙板对结构的约束影响。*

*外挂墙板在正常使用中，由于结构变形、温度作用等原因，结构和外墙挂板会产生变形，应根据外挂板的变形原理，严格控制竖向外墙挂板的施工偏差，避免由于偏差过大导致的竖向应力传递，对外墙挂板产生多余约束甚至竖向板间传力造成的安全风险，因此外挂墙板施工中应重点关注。*

**4.4.7** 装配式楼板形式应满足建筑气密性要求。

*【条文说明】楼板设计采用叠合楼板时，宜采用整体式拼缝，可采用分离式拼缝，不宜采用全预制楼板。当采用全预制楼板时宜设置现浇层，达到超低能耗建筑气密性要求。*

## 4.5 内装系统设计

**4.5.1** 超低能耗装配式建筑的内装修宜采用装配式装修，遵循集成化、通用化、一体化的设计原则，选用具有通用性和互换性的内装部品部件。

*【条文说明】装配式装修是工业化生产方式，具有高效、高质、成本可控的优势，装配式装修的部品部件主要是在工厂生产，为控制成本，减少后期维护维修的困难，部品部件的选用应尽可能标准化、通用化。并遵循下列原则：*

*1 集成化原则：部品体系宜实现以集成化为特征的成套供应及规模生产，实现内装部品、厨卫部品和设备部品等的产业化集成。*

*2 通用化原则：内装部品体系应符合模数化的工艺设计，执行优化参数、公差配合和接口技术等有关规定，以提高其互换性和通用性。*

*3 一体化原则：建筑隔墙与部品一体化、建筑饰面与隔墙一体化、建筑隔墙与设备管线一体化等，及一体化集成设计应符合标准化模数要求。*

**4.5.2** 装配式内装修部品部件的安装连接、检修更换不应对超低能耗建筑的气密层、室内保温层造成影响。

*【条文说明】超低能耗建筑气密层一般设置在外墙的内部，是确保外围护系统高效节能的重要环节，内装修设计时，应注意龙骨或饰面连接件尽量固定在楼板底部和上部，不破坏气密层。如果必须在外墙内侧安装连接件时，需对固定部位做好气密性处理。内装修施工时不能对室内设置保温层的楼面和隔墙进行破坏，管线敷设不能对保温层进行剔凿。*

**4.5.3** 内装修设计与部品选型应符合国家现行有关抗震、防火、防水、防潮和隔声等标准的规定，并满足生产、运输和安装等要求。

*【条文说明】内装部品设计需考虑部品统一型号规格、部品统一设计标准，并能实现装配化生产、运输和安装等要求。*

**4.5.4** 内装部品的设计与选型应满足绿色环保的要求，室内污染物限值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。

*【条文说明】《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325对材料选型、工程勘察设计、工程施工及验收阶段的室内污染物都有明确控制要求。。*

**4.5.5** 内装修系统设计应采用管线分离的方式。设计应满足内装部品的连接、检修更换、物权归属、设备和管线使用年限的要求。

*【条文说明】内装部品的连接、检修更换设计时应遵循以下原则：一，专用部品的维修与更换不影响共用部品；二，使用年限较短部品的维修和更换不破坏使用年限较长部品；三，专用部品的维修和更换不影响其他住户。另外，内装系统设计时应考虑到后期改造更新时不影响建筑主体结构的结构安全性、不影响建筑气密层，因此采用管线分离，能够方便内装系统及设备管线的维修更换，提高建筑使用的长期价值。*

**4.5.6** 超低能耗装配式建筑的内隔墙宜采用非砌筑隔墙，并应符合下列规定：

**1** 采用龙骨类轻质隔墙时，设备管线应辅助在空腔内；

**2** 采用轻质水泥基条板类或轻质复合板类隔墙时，宜在工厂做好设备管线的预留、预埋，避免在现场剔槽布线；

**3** 当隔墙上需要固定电器、橱柜、洁具等较重设备或其他物品时，应采取加强措施，其承载力应满足相关要求。

*【条文说明】宜采用装配式轻质隔墙，既可利用轻质隔墙的空腔敷设管线有利于工业化建造施工与管理，也有利于后期空间的灵活改造和使用维护。装配式隔墙应预先确定固定点的位置、形式和荷载，并应通过调整龙骨间距、增设龙骨横撑和预埋木方等措施为外挂安装提供条件。*

**4.5.7**  超低能耗装配式建筑的吊顶系统宜与新风、排风、给水、喷淋、烟感、灯具等设备和管线进行集成设计，并符合下列规定：

**1**  吊顶的设计应预留内部管道系统加设保温层后空间；

**2** 吊顶系统与设备管线应各自设置吊件，并应满足荷载计算要求；

**3** 吊顶内管线接口、设备管线集中的部位应设置检修口。

*【条文说明】装配式吊顶系统可采用明龙骨、暗龙骨或无龙骨吊顶、软膜天花或其他干式工法施工的吊顶。在楼板下部安装新风一体机时，吊顶的检修口应满足新风一体机整体更换的要求。*

**4.5.8** 超低能耗装配式建筑的地面系统宜与电气、给水排水、新风等系统的管线进行集成设计，并符合下列规定：

**1** 当采用装配式架空地面系统时，设计应满足楼板保温、隔声、隔震、防火等性能要求集成设计，并考虑通风、电气、排水等设备及管线的布置；

**2** 当采用非架空装配式地面系统时，应采用干式工法做好楼面的找平；

**3** 装配式楼地面系统应与主体结构有可靠连接，且施工安装时不应破坏主体结构、不应破坏地面保温层；

**4** 架空楼地面内敷设管线时，架空层高度应满足管线排布的需求，并应设置检修口或便于拆装的构造。

*【条文说明】楼地面宜采用可敷设管线的架空地板系统集成化部品。管线可敷设在地面系统的驾空层内，维修与更换不会破坏主体结构和楼层间的保温构造。同时架空地板系统也有良好的隔声性能，可提高室内声环境质量。架空地板系统应设置地面检修口，方便管道检查和维修。*

**4.5.9** 超低能耗装配式住宅的卫生间宜采用集成卫生间，楼地面、吊顶、墙面和洁具设备及管线的设计，宜选择集成度高的整体卫生间产品，并应与内装修工程的其他系统进行协同设计，并应符合下列规定：

**1** 卫生间的吊顶系统、隔墙系统、地面系统应符合干法施工；

**2** 应采用同层排水；

**3** 当采用防水托盘时，防水托盘应选用带有反沿的一次成型托盘，防水托盘的支撑构造不应破坏结构防水层，并应综合考虑地漏、排水管线等布置；

**4** 卫生间竖向管道包覆设计时，应考虑风道、排水管保温层的厚度。包覆墙上应预留检修口。

*【条文说明】超低能耗装配式住宅每层之间设有保温层。因此卫生间采用同层排水方式更有利于减少户与户之间的能耗损失。当采取结构局部降板方式实现同层排水时，应结合排水方案及检修要求等因素确定降板区域；降板高度应根据防水底盘厚度、卫生器具布置方案、管道尺寸及敷设路径等因素确定。*

**4.5.10** 超低能耗装配式钢结构建筑采用装配式内装时，不应破坏钢梁、钢柱、钢支撑等部位的钢结构防火措施，内装部品构件与钢结构连接做好预留预埋设计，并对所有外围护结构内侧连接处做好气密封堵措施。

**4.5.11** 超低能耗装配式木结构建筑采用装配式内装时，应在外围护木结构构件接缝处贴防水隔汽膜，机电管线应采用与主体结构分离的方式，内装部品部件与主体结构连接处应做气密封堵措施。

## 4.6 设备与管线设计

**4.6.1** 能源与设备系统的效率与性能指标应满足GB/T 51350《近零能耗建筑技术标准》要求。

**4.6.2** 当采用管线分离化设计时，管线穿越公区及户内气密区边界处，均应进行气密性处理。

*【条文说明】分离化设计原则是指结构与设备管线的分离，即竖向管线统一设置在公共设备区，再由各层接横管入户，户内不设竖管；垂直管井设置在公共走道附近，以利检修与更新，并采用便于维修更新的配管组装形式。采用集水头或集线头的分布模式，架空地板层下设管线、同层排水；强弱电线置于顶板结构层表面。*

**4.6.3** 冷热源管线在达到工作区域前，应采取保温及防结露措施。

**4.6.4** 冷热源、新风、电气、给排水等管线设计时，应预先提出预制墙板预留洞口位置及满足保温安装空间的洞口尺寸要求。

**4.6.5**  新风系统设计时，应采取降低噪音措施，室内末端风口位置布置时应考虑气流组织优化。

**4.6.6** 预制墙板加工前，设备、给排水及电气等专业应检查核对所有预留孔洞的位置及尺寸。

**4.6.7** 风、水、电及燃气等各类管线穿越气密区域边界时，应做气密性处理。

## 4.7 智能化设计

**4.7.1** 装配式建筑应采用低能耗监测系统装置，并应符合下列规定：

**1** 能耗监测系统分项计量仪表和电流互感器的二次侧电流应采用1A规格；

**2** 能耗监测点数据采集服务器的有功功率应不大于10W；

**3** 电源中断至恢复后，数据采集和时钟应恢复正常，且系统有效数据应至少存储12个月不受影响。

*【条文说明】本条引导能耗监测系统设计首先实现监测系统年度连续运行的低能耗、高可靠。*

*第1款提出分项计量仪表和电流互感器电流的节能设计要求，一方面直接降低监测系统二次回路能耗，另一方面对所有监测点位、支路的一次侧精细化设计也能起到一定的间接督促作用；*

*第2款要求设计降低数据采集服务器的功耗，从而可以有效降低监测系统全年8760h连续运行能耗，并可以带动其它系统服务器设计选型也注意实现低功耗；*

*第3款要求设计在实现低能耗监测系统同时还要保证硬件与软件的可靠性、数据采集记录的有效性。*

**4.7.2** 应在装配式建筑能耗监测系统中为实施建筑全绿电照明监管设计分项计量能耗数据归算报表，并应符合下列规定：

**1** 能源监测管理系统应按房间和场所名称编号记录设计与检测的平均照度、照明功率密度；

**2** 系统应将照明分项计量用电量按房间和场所名称编号逐月自动生成报表；

**3** 应逐年统计建筑光伏发电量、核销年度照明能耗、补齐全绿电照明所需电网绿证购入量，统计表格式参见附录A。

*【条文说明】本条要求为实施建筑全绿电照明监管要结合装配式建筑能耗监测系统设计分项计量能耗数据归算报表，从而可以明确区分以照明用电为首的各分项用电。*

*第1款要求按房间和场所名称编号记录，从而监测能耗数据可以归算到具体使用方。*

*第2款要求具备按房间和场所名称编号逐月自动生成报表的功能，从而照明分项计量用电量可以逐月自动归算。第3款提出了建筑全绿电照明监管的要求，通过在照明用电监管中采用绿电核销用电量，加入采购绿证的激励措施，促使设计采用自建光伏首先核销照明用电的实施。*

**4.7.3**  应根据装配式隔墙房间需求设计电气综合布线系统点位，明确装配式隔墙构件预制配套所需信息，并采用产业化智能建造方式同步生产。

*【条文说明】本条要求装配式隔墙房间的电气综合布线系统点位所需的配置与配套安装信息与装配式隔墙构件预制信息要明确，并同步进行产业化智能建造的生产过程，从而通过工厂化、模块化、标准化生产过程，提高质量与可靠性、降低单位产品能耗、节约安装人力和安装时间。*

**4.7.4** 应采用低能耗的数字化信息网络系统和设备。

**1** 数字可视对讲系统

**2** 数字安防系统

**3** 数字广播系统

**4** DDC自动控制系统

**5** 手机信号室内覆盖系统

**6**  无线局域网WiFi系统

**7** 公共信息发布系统

**8** LED照明及LiFi系统

**9**  智能家居系统

**10** 信息化终端、POS收银机

*【条文说明】本条第1款至第10款是对数字化信息网络系统和设备提出低能耗设计选型要求，降低每个系统运行能耗，尤其是对于全年8760小时连续运行的弱电系统，这些系统的供电通常是双路电源的系统配置，采用低能耗的系统和设备可以降低全年持续运行的供电功率需求、精简系统配置、提高系统能效，在这些系统中可以获得相对显著的节能效果。*

**4.7.5** 智能化系统设计采用的电源装置应符合下列规定：

**1** 采用的开关电源或电源适配器能效应不低于90%；

**2** 应为POE交换机设计高效直流接入系统，DC/DC转换应不超过2级、总效率应不低于90%；

**3** 视频监控及信息化系统POE供电设备不应重复敷设交流插座管线和使用低效电源适配器；

**4**  照明EPS宜作为建筑光储系统的一部分，设计建筑光伏发电作为EPS主电源、市电作为第二或第三电源。

**5**  网络设备节能运行与休眠模式中应包括深度睡眠模式，待机电流占空比应不大于2%。

*【条文说明】本条第1款至第5款提出智能化系统电源装置的能效提升设计要求，明确能效指标，引入直流配电设计，充分发挥光储系统作用，降低待机能耗。*

**4.7.6** 智能化多个子系统集成应进行机电系统整合联控设计应符合下列规定：

**1** 具备监测变压器和主要设备日均运行负载率波形功能，每日波形应记录不少于96个时点数据，投入运行变压器和主要设备的负载率波形宜在高效运行区间；

**2** 设应具有光伏发电、双向充放电与建筑用电实时监测波形的叠加合成分颜色显示功能；

**3** 应采用建筑微网能效监察管控措施，包括监察整合系统负荷变化与建筑储能交互状态，通过调控建筑微网实现降低外部电网向建筑供电的波动性，外网供电功率峰平比不超过2.0。

*【条文说明】第1款，要求至少采用96时点数据记录投入运行变压器和主要设备的负载率波形是否进入到高效运行区间。第2、3款要求针对光伏发电、双向充放电进行新能源系统集成并进行机电系统整合联控设计。设备控制和计量系统集成与整合时，可以采用列表方式索引整合系统项目，例如表4.7.5所示格式，通过机电系统整合联控实现第3款要求的外网供电功率峰平比不超过2.0，实现将建筑机电系统运行调控到比较稳定的状态。*

*表4.7.6* *系统集成与能效监察的整合系统项目选择索引*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *序号* | *待**整合的系统项目与功能* | *系统集成* | *能效监察* |
| *1* | *消防安防**控制中心* | *视频安防监控* | *●* | *●* |
| *出入口控制* | *●* | */* |
| *消防报警* | *○* | */* |
| *消防广播* | *○* | */* |
| *消防电源监控* | *●* | *●* |
| *消防设备控制* | *○* | */* |
| *应急照明控制* | *●* | */* |
| *非消防电源控制* | *○* | */* |
| *2* | *消防设备机房* | *消防水泵房* | *○* | */* |
| *消防加压送风* | *○* | */* |
| *消防排烟排风合用* | *●* | *●* |
| *消防电梯机房* | *●* | *●* |
| *3* | *普通设备机房* | *冷冻机房* | *●* | *●* |
| *热交换站* | *●* | *●* |
| *生活水泵房* | *●* | *●* |
| *冷却塔、普通电梯等* | *●* | *●* |
| *4* | *变配电室、发电机房* | *高低压柜、变压器监测* | *●* | *●* |
| *发电系统、ATS监控* | *○* | *●* |
| *5* | *电气竖井* | *低压配电箱监测* | *●* | *●* |
| *UPS、EPS监控* | *○* | *●* |
| *6* | *光伏配电室* | *光伏发电监控* | *○* | *●* |
| *直流配电监控* | *○* | *●* |
| *储能调峰监控* | *○* | *●* |
| *7* | *楼宇自控中心* | *常规建筑设备管理* | *●* | *●* |
| *CO、CO2监控箱* | *○* | *●* |
| *8* | *信息网络中心* | *公共信息发布* | *●* | *●* |
| *9* | *物业管理室* | *能效分析、碳排分析* | *○* | *●* |
| *物业绿电采购管理* | *○* | *●* |
| *10* | *超低能耗监察反馈上传* | *●* | *●* |

**4.7.7** 低能耗信息化网络系统应按功能需求准确计算、高效配电，并应符合下列规定：

**1** 应按建筑功能场所计算信息化网络需求端口数；

**2**  应优化信息化网络架构、提高网络效能、节约设备及管线空间、降低信息化设备能耗和空调通风能耗；

**3** 应计算优化信息化网络主要设备功率；

**4** 设有光伏电源时宜就近采用直流直配方式接到信息化网络设备主用电源；

**5** 计算信息化网络设备能耗时，不应重复统计同一设备两路或多路电源用电量；

**6** 超过20条PoE铜缆的网络线槽应纳入缆式测温系统监控运行温度，系统应在温升超过设定值时向柔性终端设备发出功率降级调节信号并监控温升变化趋势、记录响应情况；

**7** 网络线槽PoE铜缆运行温升应不超过10℃。

*【条文说明】本条第1款至第7款，是对信息化网络系统设计提出的低能耗计算与配电能效提升的要求，本条所需的计算表可以采用以下格式表达：*

*表 4.7.7-1 信息化网络系统功能需求和端口数计算表*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *序号* | *功能场所**名称* | *信息化网络系统各种功能需求**的子项性能要求及端口数计算* | *相关设备**数量* |
| *无线网络* | *有线数据* | *有线电话* | *有线电视* |
| *1* |  |  |  |  |  |  |
| *2* |  |  |  |  |  |  |
| *3* |  |  |  |  |  |  |
| *…* |  |  |  |  |  |  |
| *合计* |  |  |  |  |  |  |

*表 4.7.7-2 信息化网络设备空调通风功耗计算表*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *设备位置**分类* | *设备**编号* | *设备**名称* | *额定功率**（铭牌）**Pe* | *正常运行**发热功率**Pr* | *空调/**通风**做法要求* | *空调/通风**平均功耗**W3* |
| *A弱电机房* | *A001* |  |  |  |  |  |
| *…* |  |  |  |  |  |
| *弱电机房**合计* |  |  |  |  |  |  |
| *B弱电设备间* | *B001* |  |  |  |  |  |
| *…* |  |  |  |  |  |
| *弱电设备间**合计* |  |  |  |  |  |  |
| *C弱电竖井* | *C001* |  |  |  |  |  |
| *…* |  |  |  |  |  |
| *弱电竖井**合计* |  |  |  |  |  |  |
| *D弱电终端**设备* | *D001* |  |  |  |  |  |
| *…* |  |  |  |  |  |
| *弱电终端**设备合计* |  |  |  |  |  |  |

*表 4.7.7-3 信息化网络主要设备功率计算表*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *主要设备* | *交换机端口**数量及利用率* | *市电直供**功率统计**∑Ps* | *UPS供电**功率统计**∑Pu* |
| *建筑分段* | *位置* | *数据**i，%* | *电话**j，%* | *电视**k，%* |
| *1段* | *竖井1* |  |  |  | *∑P1S* | *∑P1U* |
| *竖井2* |  |  |  |
| *…* |  |  |  |
| *设备间1* |  |  |  |
| *合计1* |  |  |  |
| *…* | *…* |  |  |  | *…* |  |
| *N段* |  |  |  |  | *∑PNS* | *∑PNU* |
| *配电功率总计* |  |  |  |  |  |
| *低能耗设计节能量* |  |  |  |  |  |

**4.7.8** 建筑能源计量管理系统应具备以下功能：

**1** 监测建筑常规系统能耗、光伏发电系统发电量、蓄冷、蓄热、蓄电系统日常运行损耗；

**2** 当设有备用发电机时，应监测每个月的试机油耗和冬季每日保温电耗；

**3** 监测能流图在建筑能耗边界的输入输出动态数据；

**4** 监测变频设备运行状态和能耗，并根据监测数据调节变频器控制参数；

**5** 监测模块化系统设备变台数或灵活分组运行、智能均衡分配负载。

**6** 建筑能耗分类分项计量并按日、月、年自动统计分析生成各项能耗的可视化图表；

**7** 具备建筑全绿电照明的监察与监管功能。

*【条文说明】本条第1款至第7款是对建筑能源计量管理系统提出的要求，能源管理通过机电系统整合联控发挥作用，从而可以实现建筑降低运行能耗。*

# **5 生产**

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 预制构件生产单位应编制超低能耗建筑预制构件生产专项方案。对于超低能耗建筑特殊的工艺要求，应制定专项生产子项方案。

*【条文说明】生产方案具体内容包括：生产工艺、生产计划、模具方案、模具计划、技术质量管控措施、成品保护、存放及运输方案等内容，非常规预制构件，应对预制构件脱模、吊运、码放、翻转及运输等工况进行计算。超低能耗建筑生产中应严格落实保温、埋件、预留空洞的工艺要求，针对预制混凝土夹心保温外墙板中常用的真空绝热板等易破损材料，应制定专项生产管理措施。*

**5.1.2**  部品部件生产单位应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验、检验、检测条件，并具备完善的质量管理体系及制度，宜具有信息化可追溯性管理系统。

*【条文说明】生产单位具备完善的生产线、实验室、质量管理体系、质量管理制度是生产的前提条件和高质量产品的有效保障基础。质量管理体系中应建立并保持与质量管理有关的文件形成和控制工作有序执行。*

**5.1.3** 预制构件生产前，建设单位应组织设计、生产、施工、监理单位进行设计交底和图纸会审，并形成完整的交底及会审文件。

*【条文说明】构件生产前，应组织相关部门进行技术交底。夹心保温剪力板加工详图应包括：模板图、配筋图、预埋件及预留洞布置图、连接件布置图、保温板排版图、附框安装图、窗帘盒安装图、披水板安装图等。生产方案中应包括连接件穿过保温层处缝隙的处理措施及质量控制要求。附框、窗帘盒、披水板的安装技术措施和质量控制要求。连接件布置图应满足附录B的要求。*

**5.1.4**  预制构件生产中应建立首件验收制度，接受验收的预制构件应包含成品、半成品、生产过程等环节的隐蔽验收。

*【条文说明】首件验收制度是复杂预制构件或新型构件首次生产时，由建设单位牵头，构件生产单位组织设计单位、施工单位、监理单位共同进行首件验收，重点检查模具、构件、预埋件、钢筋成品、钢筋半成品、预制构件表观质量，以及隐检材料等内容，确认该批次预制构件生产工艺及产品是否合理，质量能否得到有效保障，参建主体单位共同验收合格后方可批量生产。*

**5.1.5** 部品部件生产采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，生产单位应制定针对性生产方案；必要时进行样品试制、封样、组织专家论证等，经各实施主体验收合格后方可开始实施。

*【条文说明】采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，应制定可行的技术措施。设计文件中规定的内容，生产单位应依据设计要求进行生产加工。生产单位欲使用新技术、新工艺、新材料时，可能会影响到产品的质量，必要时应试制样品，并经建设、设计、施工和监理单位核准后方可实施。*

## 5.2 工厂生产

**5.2.1** 预制构件生产前，应绘制加工详图。对预制混凝土夹心保温外墙板，应绘制内、外叶墙板的拉结件布置图、断热桥连接件布置图、保温板布置图等。

*【条文说明】在超低能耗建筑的构件加工图中应重视保温板的布置，采用大规格，减少拼缝，设计出合理的布置图，并指出保温板缝隙的处理方式。*

**5.2.2** 在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，填写隐蔽工程验收单，宜留有影像资料。检查项目应包括下列内容：

**1**预制混凝土夹心保温外墙板的保温层位置、厚度，拉结件的规格、数量、位置等；

**2**断热桥连接件的安装方向、起拱要求及固定措施；

**3**连接件及附加钢筋的规格、数量、位置、标高和安装尺寸偏差；

**4** 连接件内的钢筋、套筒、保温材料的性能。

**5**保温层缝隙宽度、缝隙填充措施等；

**6**预留孔洞与保温层缝隙填充措施等；

**7** 纵向受力钢筋的连接方式 、接头位置 、接头质量 、搭接长度等；

**8** 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，附加钢筋及箍筋弯钩的弯折角度及长度；

**9** 预埋件、饰面砖的规格、数量、位置等；

**10** 钢筋的混凝土保护层厚度。

*【条文说明】保温板、预埋件、连接件和钢筋等应满足相关规范和构件图的要求，保温层缝隙的误差和填充措施应满足设计要求。*

**5.2.3** 带装饰面的构件，宜采用反打工艺一次成型，并应检查装饰层与外叶板的连接的可靠性。

*【条文说明】装饰面指面砖、石材或瓷板等饰面板。*

**5.2.4** 预制混凝土夹心保温外墙板宜采用平模生产工艺，生产时应保证连接件位置准确及其在混凝土中锚固的有效性。

**5.2.5** 当保温材料采用真空绝热板时，构件生产过程中应加强成品保护，避免破坏真空绝热板；同时严格控制蒸养温度。

*【条文说明】避免钢筋保护层垫块和振捣棒对真空绝热板的破坏。*

**5.2.6** 副框与预制构件连接应在工厂内完成。

*【条文说明】为减少施工现场的作业量，附框等工作可在工厂完成。*

**5.2.7** 预埋套管穿过保温层时，应确保套管周边用保温材料压实无缝隙。

*【条文说明】本条强调保温层的连续性。*

**5.2.8** 门窗在出厂前应完成防水隔汽膜铺设，并具有防护措施。

## 5.3 存放与运输

**5.3.1** 应制定预制构件的运输与堆放方案。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。

*【条文说明】预制构件的运输与堆放方案应包括运输时间、次序、堆放场地、运输线路、运输架形式、单车运输数量、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等相关内容。*

**5.3.2** 预制构件堆放应符合下列规定：

**1** 堆放场地应平整、坚实，并应设有排水措施；

**2** 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；

**3** 多时间堆放的构件应对预埋件、预留钢筋等做有效保护；

**4** 构件宜应用信息化管理系统按库区存放。

*【条文说明】该条为防止堆放不规范导致构件产生裂缝。*

**5.3.3** 预制构件的运输应符合下列规定：

**1** 根据构件尺寸和运输路线选择合适高度、长度和宽度的运输车辆。

**2** 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，并做可靠支垫，防止外叶板变形和污染。

**3** 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°，并与运输车采取固定措施；

**4** 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。插放架应有足够的承载力和刚度，并应支垫稳固；

**5** 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。

*【条文说明】预制混凝土夹心保温外墙板在运输过程中应对保温层、附框等做保护措施，防止破坏。*

**5.3.4** 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：

**1** 装卸构件时，应采取保证车体平衡的措施；

**2** 运输构件时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；

**3** 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。

**5.3.5** 应建立数据库并明确装配式建材物资堆放与运输时间和空间组织流程。

**5.3.6** 施工场站应为电气化运输提供充电条件，并应符合下列规定：

**1** 工地现场应为电动叉车设置停车位并安装充电接口；

**2** 采用立体仓库时，应为电动堆高车、电动托盘搬运车设置停车位并安装充电接口；

**3** 绿色施工需采用电动重卡运输时，宜设置柔性直流快充共用停车位并单独分项计量；

**4** 应配备数字化仓库管理系统。

**5.3.7** 宜根据装配式建材物资堆放与运输特点，采用智慧调度实现并箱与出入库自动化管理。

**5.3.8** 真空绝热复合预制墙板采取可靠的固定措施，并应符合下列规定：

**1** 对于超高、超宽、形状特殊的大型预制构件的运输和存放应制定专门的质量安全保证措施；

**2** 运输时宜设置柔性垫片避免真空绝热复合预制墙板边角或链锁接触处的真空绝热板以及专用防护砂浆损伤；

**3** 宜用塑料薄膜包裹垫块避免预制构件外观污染，墙板门窗框、装饰表面和棱角采用塑料贴膜或其他措施防护；

**4** 真空绝热复合预制墙板宜采用立式运输，保温层应朝外。采用插放架直立运输时，应采取防止构件倾倒措施，构件之间应设置隔离垫块。

**5.3.9** 真空绝热复合预制墙板堆放应符合下列规定：

**1**  存放场地应平整、坚实，并有排水措施；

**2** 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理；

**3**  应按照产品品种、规格型号、检验状态分类存放，产品标识应明确、耐久，预埋吊件应朝上，标识应向外；

**4**  应合理设置垫块支点位置，确保预制构件存放稳定，支点宜与起吊点位置相对应；

**5** 真空绝热复合预制墙板宜采用专用支架直立存放，支架应有足够的强度和刚度，构件的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；

**6** 真空绝热复合预制墙板应采取防止开裂措施，外露钢筋应采取防弯折措施，外露预埋件和连结件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈；

**7** 宜采取保证吊装预埋螺栓孔清洁措施，钢筋连接套筒、预埋孔洞应采取防止堵塞的临时封堵措施；

**8** 冬期生产和存放的非贯穿孔洞应采取措施防止雨雪水进入发生冻胀损坏。

# **6 施工**

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 超低能耗装配式建筑施工应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T51232、《装配式木结构建筑技术标准》GBT 51233、《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350等标准的有关规定。

*【条文说明】超低能耗装配式建筑施工除符合各类型建筑施工管理要求外，还应符合《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/T51232、《装配式木结构建筑技术标准》GBT 51233、《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350中相关施工章节条文的规定，*

**6.1.2** 施工单位应根据超低能耗装配式建筑特点编制施工组织设计、专项施工方案。

*【条文说明】专项方案指超低能耗装配式建筑专项施工方案。超低能耗装配式建筑要编制施工组织设计，并经专家论证；灌浆施工、门窗安装、屋面施工、机电施工、断热桥连接件等需编制专项施工方案；属于“四新”即新技术、新材料、新工艺、新设备的，要进行专家论证，论证通过后才能进行施工。连接件专项方案应满足附录B的要求*

**6.1.3** 施工使用的材料、产品和设备，应符合国家现行有关标准的规定。

*【条文说明】装配式建造和超低能耗技术均对材料、部品部件、设备等提出较严格要求，因此本标准对该部分内容给出较大规定，意在保证建设质量。*

**6.1.****4** 施工单位不得在现场对墙体、楼板、屋面板等部位进行切割、开洞。

*【条文说明】由于施工图、深化设计图深度不够或构件生产、施工精度等原因，致使后期重新开洞的现象时有发生，阻断热桥的措施又不到位，对超低能耗装配式建筑的指标影响，故外墙、屋面等部位不得私自进行切割、开洞。必须开洞时，必须编制切实有效的措施，并经原设计单位确认同意后，才能实施。*

**6.1.5** 材料、半成品和成品进场时，应对其规格、型号、外观和质量证明文件进行检查，并进行检验。

*【条文说明】同6.1.3条文说明。*

**6.1.6** 材料、半成品和成品运输和存放过程中，应采取有效的保护措施，防止其被污染和破坏。

*【条文说明】同6.1.3条文说明。*

**6.1.7** 施工人员应经专业培训，有特殊要求的工种，需持证上岗。

*【条文说明】特殊工种是指从事特种作业人员岗位类别的统称，是指容易发生人员伤亡事故，对操作本人、他人及周围设施的安全有重大危害的工种。按照《建筑施工特种作业人员管理规定》的要求，建筑施工特种作业人员必须经建设主管部门考核合格，取得建筑施工特种作业人员操作资格证书，方可上岗从事相应作业。要严格持证上岗制度，无证人员严禁上岗。并进行特殊工种现场考核，不具备现场安全操作技能的，实行淘汰制。*

## 6.2 墙板施工

**6.2.1** 墙体施工前，应对板缝基层进行清理，确保基层干燥、平整、干净。

**6.2.2** 预制混凝土夹心保温外墙板安装时，应符合下列要求：

**1** 应采用较高性能的A级保温材料填补保温层接缝；

**2** 在下层墙板保温层顶部应采用弹性封边材料，固定方式宜采用粘钉结合；

**3** 竖向板缝中置保温层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；

**4** 现浇墙体与预制墙体保温交界处产生错台时，应采取防水措施；

**5**  严格控制预制构件外侧安装精度，保证外叶板拼缝均匀；

**6** 竖缝和横缝均应做断热桥处理。

*【条文说明】超低能耗装配式建筑预制夹心外墙水平和竖向接缝处，要塞填防火保温材料，防火等级为A级，保温性能不小于预制构件夹心保温板性能，采用新型材料需经原设计单位确认同意。水平缝填塞的防火保温材料应为弹性材料，高度要大于墙板水平缝的高度，且固定方式采用粘钉结合，钉间距不大于500mm为宜。*

*相较于传统装配式只在转换层使用定位钢板，低能耗装配式建筑施工应在各预制构件施工楼层使用主筋定位模板。*

**6.2.3** 围护结构保温施工应符合下列规定：

 **1** 保温施工应在基层处理、结构预埋件安装完成且验收合格后进行。外墙保温施工前，外门窗应安装完毕并验收合格。

  **2** 保温层应粘贴平整且无缝隙，其固定方式不应产生热桥；采用岩棉带薄抹灰外保温系统时，岩棉带的高度不宜小于200mm。

*【条文说明】基层验收合格，主要指墙体基面上的残渣和脱模剂应清理干净，墙面平整度超差部分应剔凿或修补，基层墙体上的施工孔洞应已堵塞密实并进行了防水处理。*

**6.2.4**  围护结构气密性处理应符合下列规定：

**1** 气密性材料的材质应根据粘贴位置基层的材质和是否需要抹灰覆盖气密性材料进行选择；

**2** 建筑结构缝应进行封堵；

**3** 围护结构不同材料交界处、穿墙套管等空气易渗漏部位应进行气密性处理；

**4** 气密性施工应在热桥处理之后进行。

*【条文说明】施工前，围护结构基层应已经验收合格，包括缝隙的勾缝处理均应满足相关标准的要求。*

**6.2.5** 穿透外围护结构保温层的管道施工应符合下列规定：

**1** 孔洞或套管应在工厂预留，管道施工时应先临时固定于孔洞或套管中央；

**2** 管道与孔洞或套管间用保温材料填充密实，再进行气密性封堵。

*【条文说明】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，保证预制混凝土夹心保温外墙板中置保温层的连续性，再进行气密性封堵。*

**6.2.5** 外墙的支架施工应并应符合下列规定：

**1** 支架固定宜在墙板生产时预埋螺栓或者预留螺栓孔，不应采用现场打孔方式安装；

**2** 预埋螺栓和预留螺栓孔不应预埋于保温层内；

*【条文说明】为防止现场打孔对预制混凝土夹心保温外墙板保温层的破坏，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。*

**6.2.6** 采用真空绝热复合预制墙板施工时，应加强对真空绝热板的保护，防止真空绝热板被破坏。安装流程应满足附录C的要求。

*【条文说明】真空绝热板整体板材的完整性，是保证其产品性能的必要条件，因此严禁真空绝热板施工以及用于复合制品制作过程中受到损害。*

## 6.3 楼（屋）面安装

**6.3.1**  屋面工程应满足材料相容性要求。隔汽层、保温层、防水层宜采用系统供应及施工。

*【条文说明】超低能耗建筑屋面防水对外围护结构保温性能起到至关重要的作用。隔汽层、保温层、防水层构成了超低能耗建筑的屋面保温防水系统，相邻两种材料之间不得产生有害的物理和化学作用。为确保材料、构造、施工的系统性，宜采用系统供应及施工。*

**6.3.2**  管道穿屋面处应进行热桥、气密性及防水处理。

*【条文说明】屋面结构板一般为超低能耗建筑的气密层，管道穿屋面板位置应在室内侧采用防水隔汽膜进行气密性处理，在室外侧采用隔汽卷材、防水卷材在管道上上翻收头的方式进行防水处理。管道穿屋面洞口应做扩孔，管道与洞口之间填充30-50mm保温材料进行断热桥处理。*

**6.3.3** 屋面找坡层应采用细石混凝土等密实性材料找坡。

*【条文说明】不得采用玻化微珠混凝土、陶粒混凝土、发泡混凝土、膨胀珍珠岩混凝土等吸水率高的材料作为屋面找坡层材料。可采用具有设计坡度的保温板定型产品兼做屋面的保温层和找坡层。*

**6.3.4**  隔汽层在屋面上应形成全封闭构造层，沿女儿墙上翻至女儿墙顶部，或沿立墙面上翻至屋面保温层上表面以上300mm处，并与屋面防水层相连接。

*【条文说明】屋面隔汽层材料的水蒸气阻隔性能应优于防水层材料。隔汽层在屋面上应形成全封闭构造层，防止水蒸气渗出到保温、防水构造层当中，并与防水层形成闭仓构造。*

**6.3.5**  屋面保温层应采用抗压强度高、耐水耐腐蚀性优越的保温材料，保温板应双层错缝铺设，不应出现通缝。

*【条文说明】屋面保温层一般采用高强度模塑聚苯板、聚氨酯保温板等保温材料，抗压强度达到200kPa以上。*

**6.3.6**  屋面两道防水卷材应相临连续铺设，中间不允许设置隔离层。防水层应包覆女儿墙内侧立面及顶面的保温层。

*【条文说明】女儿墙内侧立面及顶面连续铺设保温，以实现断热桥处理。防水卷材应包覆保温材料，防止雨水渗入保温系统。*

**6.3.7**  女儿墙顶部应采用金属盖板加以保护，金属盖板向内排水坡度≥5%，并在侧边做好滴水处理。金属盖板兼做避雷针接闪带时，应与结构连接要牢固，连接做法要有隔热错施，同时与兼做避雷引下线的主筋可靠连接。

*【条文说明】金属盖板对女儿墙保温防水系统形成保护，并可与避雷针、接闪带统筹考虑。*

**6.3.8**  采用装配式架空地板时，应采取措施避免地暖盘管上方构造层之间形成空气夹层，并应选取导热性能良好的构造材料。

**6.3.9** 采用装配式架空地板时，架空地板的隔声性能应满足相关规范要求。

**6.3.10** 轻型屋面设备基础宜固定于屋面混凝土保护层；重型屋面设备基础如固定于屋面结构板，应确保屋面隔汽、保温、防水层连续。

*【条文说明】设备基础宜固定于屋面保温防水系统之上的混凝土保护层，避免穿透隔汽、保温、防水层。当固定于屋面结构板时，针对混凝土屋面设备基础，应采用隔汽层、保温层及防水层将其完整包覆，针对钢结构屋面设备基础，应采用隔热垫块在基础底部进行断热桥处理。*

## 6.4 门窗安装工程

**6.4.1** 超低能耗建筑外门窗宜采用整窗安装，并根据结构形式及设计要求采用外挂式安装或带隔热附框的洞内安装方式。

*【条文说明】超低能耗建筑的外门窗安装直接决定了建筑外围护系统的完整性，装配式建筑的外围护因为采用了预制混凝土外墙或非砌筑墙体，比普通建筑增加了现场装配的构造，所以需要根据外墙选型策划安装方式。*

**6.4.2** 当采用外挂式安装时，应符合下列规定：

**1** 门窗框内表面与基层墙体外表面齐平，门窗位于外墙保温层内；

**2** 外门窗的连接件与基层墙体连接时应采用阻断热桥的处理措施；

**3** 锚固件和连接件应采用耐候、耐腐、高强度的材料，施工前应提供联结安全计算书，施工中应将连接件牢固安装于基层墙体上。

*【条文说明】门窗外挂式安装一般适用于预制混凝土外墙及密实度较高的非砌筑外墙，选用合适的断热桥连接件及锚栓与外墙固定。对于非砌筑墙体，因为墙体与主体结构之间也是装配式连接，需要进行外墙及门窗整体安全计算。*

**6.4.3** 当采用带隔热附框的洞内安装方式时，应确保附框质量满足相关标准要求，企口或洞口尺寸精准。

*【条文说明】近年来在项目中越来越多采用洞口内安装门窗的方式，可以减少外挂安装门窗的构造措施，不需要木砖及托架临时固定。需要注意洞内安装的位置要尽量贴外墙洞口，且隔热附框与建筑外保温形成连续保温系统，避免线性热桥。*

**6.4.4** 装配式夹心保温建筑的外窗宜在预制构件上安装完成后再整体吊装，也可采用在夹心保温墙体预埋门窗安装螺栓，现场固定安装的方式。

*【条文说明】装配式建筑的主要特点是工厂预制，现场拼装。外窗与预制外墙在工厂安装完成可以提高加工精度提升气密性，但是也对构件运输及施工提出了更高的要求。*

**6.4.5** 装配式夹心保温外墙安装外窗时，室内一侧防水隔汽膜应与基层墙体构件粘贴密实，粘贴宽度不小于50mm，室外一侧防水透气膜应与外叶板粘贴密实，宽度不小于20mm，四周宜采用金属窗套及窗台板完全包覆防水透气膜，保证外窗气密性。

*【条文说明】装配式夹心外墙与普通外墙外保温系统最大的区别，是夹心外墙在工厂一体成型，现场安装完外窗后，需要在外窗外侧贴防水透气膜保障气密性。为了避免防水隔汽膜直接裸露在室外空气中，需要考虑粘贴透气膜之后，用窗套等措施密封外叶板四周。*

## 6.5 室内装修与设备安装工程

**6.5.1**  装修工程应设计、生产和施工一体化，并采取措施避免破坏气密层。

**6.5.2**  气密性施工，应符合下列规定：

**1**  采用非自粘型产品时应由同一厂家提供配套胶粘材料；

**2**  墙上施工用的贯穿孔洞应用水泥砂浆封堵，且在室内粘贴防水隔汽膜进行密封；

**3** 墙体气密性抹灰，应采用M10及以上等级的湿拌抹灰砂浆或干混抹灰砂浆，抹灰厚度不应小于 15mm；

**4**  防水隔汽膜粘贴于门窗框侧面贴宽度不应小于15mm，外门窗口四周墙面粘贴宽度不应小于 50mm。接头搭接长度不应小于 50mm，且不应形成内外贯通的缝隙；

**5**  不同材质交界处，防水隔汽膜粘贴长度超出交界处不应小于50mm，交界处两侧的粘贴宽度各不应小于50mm，并采用钢丝网进行抹灰；

**6** 对接线盒进行气密性处理时，宜采用气密性专用部品，气密性专用部品与电线盒和墙体基面应密封密实、不留孔隙。

**6.5.3** 钢结构建筑梁柱交接处钢腹板处的孔洞、预制墙板与钢柱之间的缝隙内外侧应采用气密性材料进行封堵。

**6.5.4** 木结构建筑墙体、屋顶、墙体与屋顶及地面交接处内外侧应采取气密性措施。

**6.5.5** 装修施工时应尽可能避免修改末端风口的位置。

**6.5.6** 冷热源系统及末端安装时，不得擅自缩减在机组及管线、末端降噪材料及工序。

**6.5.7** 在预制构件上预留预埋的水电末端点位，在施工中应做好气密性封堵。

# **7 验收**

## 7.1 一般规定

**7.1.1**超低能耗装配式建筑的检验批、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《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、《装配式木结构建筑技术标准》GBT 51233、《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350等的有关规定。

*【条文说明】超低能耗装配式建筑验收除符合各类型建筑验收相关要求外，还应符合《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/T51232、《装配式木结构建筑技术标准》GBT 51233、《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350中相关验收章节条文的规定。*

**7.1.2**超低能耗装配式建筑的原材料、部品部件、预埋件、保温材料、连接件等均应按检验批进行验收。

**7.1.3**  装配式外墙板应提供热工性能试验报告。

*【条文说明】装配式外墙板的热工性能应符合设计要求，并应满足国家及行业现行标准的有关规定，如《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134和《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75的相关规定。产品出厂前。装配式外墙板验收时应提供满足现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411要求的热工性能试验报告。*

**7.1.4** 建筑气密性应依据国家和地方相关标准中每小时换气次数的指标要求进行检验。

*【条文说明】在建筑主体施工结束，门窗安装完毕，内外抹灰完成后，精装修是公共开始前，应按国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019中附录E的规定进行建筑气密性检测，检测结果应符合国家及地方相关标准中对气密性指标的要求，并应满足设计要求。*

**7.1.5**  超低能耗装配式建筑室内环境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。

**7.1.6** 用于工程质量验收的各项检测，应由具备相应资质的检测机构进行。

**7.2 7** 施工安装阶段应进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和影像资料。

## 7.2 主控项目

**7.2.1** 预制混凝土夹心保温外墙板的连接套筒、预埋件、连接件及预留孔洞的规格、数量和性能指标、安装位置和方向、起拱要求、固定措施、尺寸偏差等应符合设计要求和现行有关标准的规定。

*【条文说明】****检查数量：****连接套筒、连接件应按同一工程、同一工艺的构件分批抽样检验，其他项全数检验。*

***检验方法：****对照构件及连接件设计深化图纸进行观察、测量。*

**7.2.2** 预制混凝土夹心保温外墙板中保温材料、保温板间缝隙尺寸和位置、填缝材料应符合设计要求。

*【条文说明】****检查数量：****全数检查。*

***检验方法：****对照构件保温板布置图进行观察、测量。*

**7.2.3** 预制混凝土夹心保温外墙板拼缝处的保温材料、气密性、防水性应符合设计要求，并应具有合格证及检验报告。拼缝密封胶应饱满 、密实、连续 、均匀 、无气泡 ，宽度和深度应符合设计要求和现行有关标准的规定。

*【条文说明】****检查数量 ：****全数检查。*

***检验方法：****观察，检查检测报告。*

**7.2.4** 钢、木结构主要材料应符合设计要求。

*【条文说明】****检查数量：****全数检查。*

 ***检验方法 ：****对照设计图纸进行观察和测量 。*

**7.2.5** 屋面保温层的敷设方式、厚度、缝隙填充质量及屋面热桥部位的保温做法应符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检验方法：****钢针插入、观察和尺量检查。*

***检查数量：****每个检验批抽查 3 处，每处不得少于 10m2。*

**7.2.6** 保温材料进场时，应进行现场见证取样复验，结果应符合设计要求。

*【条文说明】****检验方法：****现场随机见证取样送检，核查复验报告。*

***检查数量：****同厂家、同品种产品，外墙保温每5000m2应复验 1 次，不足 5000 m2 时也应复验 1 次；屋面保温每 1000m2应复验 1 次，不足 1000 m2 时也应复验 1 次。*

**7.2.7** 当外保温系统设计有托架时，其安装位置及方法应符合专项施工方案的要求，并应安装牢固。

*【条文说明】****检验方法：****观察检查，手扳检查；核查隐蔽工程验收记录。*

***检查数量：****每个检验批抽查不少于 3 处。*

**7.2.8** 保温板与基层应采用粘锚结合的连接方式，锚固件种类、数量、锚固位置、深度及规格应符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检验方法：****观察检查，手扳检查，实测锚固深度。*

***检查数量：****每个检验批抽查不少于 3 处。*

**7.2.9** 当保温层由多层保温板组成时，粘结应牢固。

*【条文说明】****检验方法：****观察检查，手扳检查。*

***检查数量：****每个检验批抽查不少于 3 处。*

**7.2.10** 保温材料的品种、规格、性能应符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检验方法：****观察、现场尺量；核查质量证明文件。*

***检查数量：****按进场批次，每批随机抽取 3 个试样进行检查。*

**7.2.11** 外门窗进场时，应对下列性能进行见证取样复验，结果应符合设计要求：

**1**  门窗的抗风压性能、气密性能、水密性能、传热系数、空气声隔声性能、太阳得热 系数，抗结露因子；

**2** 透光、部分透光材料的太阳光透射比、太阳光反射比，中空玻璃的密封性能；

**3** 门窗附框的实测壁厚；

**4** 披水板厚度及热镀锌钢板披水板的镀锌层厚度。

*【条文说明】****检验方法：****现场随机见证取样送检，核查复验报告；*

***检查数量：****按同厂家、同材质、同开启方式、同型材系列的产品各抽查一次。*

**7.2.12** 外门窗安装连接件的位置、数量、阻断热桥措施、气密性措施应符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检验方法：****观察检查。*

***检查数量：****全数检查。*

**7.2.13** 外遮阳设施的安装应牢固，连接件与基层墙体间的断热桥措施应符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检验方法：****观察、手扳检查。*

***检查数量：****全数检查。*

**7.2.14** 穿墙管道处阻断热桥的措施应符合设计要求。

*【条文说明】****检验方法：****观察检查。*

***检查数量：****每个检验批应抽查 3 处。*

**7.2.15** 防水透气膜、防水隔汽膜的粘贴方法、位置、宽度、搭接尺寸应符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检验方法：****观察、尺量检查。*

***检查数量：****全数检查。*

**7.2.16** 气密性材料的品种、规格、性能必须符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检验方法：****观察、尺量检查；核查质量证明文件。*

***检查数量：****按进场批次，每批随机抽取 3 个试样进行检查。*

**7.2.17** 预制混凝土夹心保温外墙板工厂生产阶段应进行隐蔽工程验收，除满足《装配式混凝土技术标准》GB/T 51231相关要求外，还应包括下列内容：

**1** 保温板厚度、位置、缝隙宽度及填缝质量；

**2** 连接件布置数量、位置及穿保温孔填缝质量；

**3** 预安装门窗定位尺寸，固定件，隔汽膜和透气膜粘贴。

**4** 遮阳装置的定位尺寸，固定方式及断热桥处理。

*【条文说明】****检验方法：****观察、尺量检查。*

***检查数量：****全数检查。*

**7.2.18**  气密性验收环节应由项目建设单位协同相关责任方，在竣工验收前完成并提交相应资料。

*【条文说明】****检查内容：****关键技术与竣工资料的对照；关键部品部件检测报告、施工监理方案、过程验收记录、工序影像资料；建筑气密性竣工检测及抽查检测结果。*

***检验方法：****有相应资质的检测机构现场抽样检测。*

**7.2.19**  气密性验收资料应在项目建设各阶段，由相关责任方在准备、建设、结束的各环节按专业标准完成相应资料。

*【条文说明】****检查内容：****密性部品部件检验检测或复检报告、施工监理方案及过程验收记录及工序影像资料应在施工期间由施工单位记录形成；建筑气密性竣工检测报告应由建设单位组织委托有相应资质的检测机构在建筑主体施工结束、门窗安装完毕、内外抹灰完成后，精装修施工开始前进行；建筑气密性抽查检测结果应在验收时由审查单位组织有相应资质的检测机构在现场抽样形成。*

***检验方法：****有相应资质的检测机构现场抽样检测查。*

**7.2.20**  超低能耗装配式建筑应由具备资质的第三方检测机构进行建筑围护结构气密性能检测，并重点关注门窗安装部位、围护结构开口部位、管道和电线贯穿部位、砌体与结构交接缝隙、装配式板材交接缝隙等重要节点的气密性能。

*【条文说明】****检查数量：****对于居住建筑，应以单元为对象进行建筑整体气密性能检测，抽检单元数量不少于单元总数的50%，且不少于1个。当同时以每户住宅作为单独的气密区时，抽检住宅数量不少于每栋建筑3套，且应分别位于建筑的首层、标准层和顶层。对于公共建筑，应以整栋建筑为对象进行围护结构气密性能检测。*

***检验方法：****鼓风门法，检测次数宜为两次。首次检测应在气密层施工完成后进行，结果满足建筑气密性能要求后方可进行下一步施工；第二次检测应在工程竣工后（建筑室内装修完成后）进行。建筑气密性能检测结果以第二次为准，作为项目的验收依据。*

**7.2.21** 超低能耗装配式建筑竣工验收应进行外围护结构、关键节点构造和暖通设备施工质量检查。

*【条文说明】****检查数量：****全数检查。*

***检验方法：****对照建筑和暖通施工图纸进行观察、测量。*

## 7.3 一般项目

**7.3.1**  预制混凝土夹心保温外墙板的粗糙面深度、面积等应符合设计要求，与后浇混凝土可靠结合。

*【条文说明】* ***检查数量：****全数检验。*

 ***检验方法 ：****观察和测量。*

**7.3.2**  预制混凝土夹心保温外墙板的临时固定措施应符合国家现行有关标准的规定。临时固定件不宜穿透保温层和气密层，当穿透时，应有可靠的封堵措施。

*【条文说明】* ***检查数量：****全数检验。*

 ***检验方法 ：****观察和测量。*

**7.3.3**  钢筋采用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接时，灌浆应饱满、密实，所有出浆孔均应出浆。

*【条文说明】****检查数量：****全数检查。*

***检验方法：****观察和检查灌浆施工质量检查记录。*

**7.3.4**  保温板安装允许偏差应符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检查数量：****每 100m2 应至少抽查一处，每处不得小于 10m2。*

***检验方法：****观察、现场尺量。*

**7.3.5**  门窗安装完成后，门窗扇密封条镶嵌应牢固，不得有脱槽现象。

*【条文说明】****检查数量：****全数检查。*

***检验方法：****观察检查。*

**7.3.6**  门窗镀（贴）膜玻璃的安装方向应正确。

*【条文说明】****检查数量：****全数检查。*

***检验方法：****观察检查。*

**7.3.7**  气密性措施施工前应对基层粘结面进行清理，处理后的基层 应符合气密性施工的要求。

*【条文说明】****检查数量：****每个检验批应抽查 5 处。*

***检验方法：****观察检查。*

**7.3.8**  外墙内侧气密性抹灰无空鼓，面层无裂缝，厚度、平整度应符合设计和相关标准的要求。

*【条文说明】****检查数量：****每个检验批应抽查 5 处。*

***检验方法：****现场尺量、观察、钢针插入检查。*

**7.3.9**  建筑气密性现场抽查检测的范围数量应根据建筑类型不同而区别设置。居住建筑应对占比最大的户型至少选择1户进行测试，公共建筑应至少选择1个典型房间进行测试。并应符合下列规定：

**1** 对于居住建筑，应以单元为对象进行建筑整体气密性能检测，抽检单元数量不少于单元总数的50%。当同时以每户公寓作为单独的气密区时，还应以公寓为对象进行气密性能检测，抽检公寓数量不少于每栋建筑3套，且应分别位于建筑的首层、中间层和顶层。当单元或公寓抽检结果不合格率达到2/3以上时，应待项目整改后另行随机抽样检测，抽样数量同上述要求。

**2** 对于公共建筑，应以整栋建筑为对象进行围护结构气密性能检测。

*【条文说明】****检查数量：****居住建筑和公共建筑按不同对象范围及数量进行检测。*

***检验方法：****有相应资质的检测机构现场抽样检测。*

**7.3.10**  气密性验收应重点关注门窗、遮阳构件安装部位、围护结构孔洞部位、墙体上内嵌的开关与插座部分、贯穿墙体的管道和线缆部位、砌体填充墙与主体结构交界部位、装配式墙板交界部位等重要节点的气密性效果。

*【条文说明】****检查数量：****居住建筑和公共建筑按不同对象范围及数量进行检测。*

***检验方法：****有相应资质的检测机构现场抽样检测。*

**7.3.11**  超低能耗装配式建筑室内装修不应损坏围护结构气密层和影响气流组织，并应符合国家现行标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210、《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157和《公共建筑吊顶工程技术规程》JGJ 345等的有关规定。

*【条文说明】****检查数量：****对住宅建筑内装工程应进行分户质量验收、分段竣工验收。对公共建筑内装工程应按照功能区间进行分段质量验收。*

***检验方法：****有相应资质的检测机构现场抽样检测。*

# **8 运行管理**

## 8.1 一般规定

**8.1.1**  超低能耗装配式建筑设计阶段的设计文件应注明其设计条件、使用性质及使用环境。

**8.1.2**  超低能耗装配式建筑的建设单位在竣工交付物业时，应按国家有关规定的要求，提供《建筑质量保证书》和《建筑使用说明书》。

**8.1.3**  《建筑质量保证书》除应按现行有关规定执行外，尚应注明相关部品部件的保修期限与保修承诺。

**8.1.4**  《建筑使用说明书》除应按现行有关规定执行外，尚应包含以下内容：

**1**  二次装修、改造的注意事项，应包含允许业主或使用者自行变更的部分与禁止部分。

**2**  建筑部品部件生产厂、供应商提供的产品使用维护说明书，主要部品部件宜注明合理的检查与使用维护年限。

**8.1.5**  建设单位应当在竣工交付销售物业之前，制定临时管理规约，除应满足相关法律法规要求外，尚应满足设计文件和《建筑使用说明书》的有关要求。

**8.1.6** 建设单位移交相关资料后，业主与物业服务企业应按法律法规要求共同制定物业管理规约，并宣制定《检查与维护更新计划》。

**8.1.7** 超低能耗装配式建筑在交付前，应对建筑运行管理单位进行专业培训。建筑运行管理单位应针对高性能围护结构、新风热回收系统以及建筑用能系统的调节与控制制定专项运行管理方案，编制相应运行管理手册，并应对建筑的用户/住户进行培训和宣传。当更换用户/住户时，建筑运行管理单位应及时向用户/住户说明。

*【条文说明】超低能耗建筑应进行精细化运营管理。应通过培训使运行管理单位和用户/住户了解建筑围护结构保温层和气密层所在位置、门窗使用和维护方法、新风和空调系统调节与控制方法等，通过科学合理的运维管理实现建筑节能降碳、提高室内环境品质的目的。*

**8.1.8** 运营阶段，应对典型房间的室内环境（室内温度、相对湿度、CO2浓度、PM2.5浓度、PM10浓度）、建筑能耗（包括暖通空调、照明、生活热水、电器设备的分项能耗），以及整栋建筑的上述分项能耗进行监测和记录。

*【条文说明】应对超低能耗建筑的室内环境指标和能耗指标进行分项监测和记录，以便对运营管理和设备控制进行优化调整。*

**8.1.9**  建筑的运行与管理应在保证设备安全和满足室内环境设计参数的前提下，选择最利于建筑节能的运行方案，并应符合下列规定：

**1** 应立足建筑设计，充分利用建筑构件和设备的功能实施控制调节；

**2** 应根据室外气象参数和建筑实际使用情况做出动态运行策略调整。

**8.1.10** 使用与维护宜采用信息化手段，建立建筑、设备与管线等的管理档案。当遇地震、火灾等灾害时，灾后应对建筑进行检查，并视破损程度进行维修。

**8.1.11** 超低能耗装配式建筑在交付前，应对建筑运行管理单位进行专业培训。建筑运行管理单位应针对高性能围护结构、新风热回收系统以及建筑用能系统的调节与控制制定专项运行管理方案，编制相应运行管理手册，并应对建筑的用户/住户进行培训和宣传。当更换用户/住户时，建筑运行管理单位应及时向用户/住户说明。

**8.1.12** 应对超低能装配式建筑的运行数据进行信息公示。

**8.1.13** 应在节能监察时对超低能耗装配式建筑反馈上传数据进行第三方评估。

**8.1.14** 当外墙采用真空绝热板作为保温材料时，项目交付时应向业主提交外墙保温使用说明，应注意项目运营阶段保温层保护，避免破坏真空绝热板。

## 8.2 维护要求

**8.2.1** 建筑正式投入使用的第一个年度，应进行建筑能源系统调适。系统调适应符合下列规定：

**1** 应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；

**2** 应覆盖中控系统及所有联动工作的用能系统和建筑构件；

**3** 系统调适宜从正式投入使用开始延续至第三个完整年度结束；

**4** 建筑使用过程中，当建筑使用功能发生重大改变或对用能系统进行改造后，应在建筑恢复使用的第一个年度重新进行系统调适。

**8.2.2** 建筑使用过程中，应根据建筑的能耗数据、建筑的使用情况记录和气象数据，调整运行策略或使用方式。必要时，应对建筑用能系统进行再调适。

**8.2.3** 过渡季宜关闭新风系统，采用自然通风方式。新风机组的运行管理应符合下列规定：

**1**  应根据过滤器两侧压差变化及时清理或更换过滤装置；

**2** 应每两年检查一次热回收装置的性能，必要时及时更换保证热回收效率；

**3**  当供暖、制冷设备开启时，宜根据最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置的旁通阀开闭。

**8.2.4** 建筑运行管理单位应对建筑运行参数进行记录和数据分析，并应符合下列规定：

**1** 除满足本标准对各项能耗数据的记录要求外，尚应记录建筑同期的人员使用情况、室外环境参数等信息；

**2**  每年应对建筑运行数据进行分析，并应与上一年度相应数据进行纵向比对分析，或与相同气候区、相同功能的超低能耗装配式建筑运行数据进行横向比对分析；

**3**  能耗数据宜向社会公布。

*【条文说明】本条提出了对建筑运行参数进行记录和数据分析的基本要求。第1款，要求记录信息除了各项能耗数据的记录还要包括同期的人员使用情况、室外环境参数等信息，这些信息对采用自动化监控手段节能运行是必要的。第2款，要求对建筑运行数据进行逐年比对，包括建筑本体的不同年度，还包括所处气候区、功能具有可比性的建筑，比对采取了各种节能措施后的装配式建筑节能效果。第3款，向社会公布能耗数据一方面可以起到建筑运行管理所需的宣传作用，另一方面可以得到社会的广泛监督。*

**8.2.5** 建筑运行管理单位应编制用户使用手册，并应对业主及使用者进行宣传贯彻。在公共空间，应设公告牌，将与节能有关的用户注意事项等信息进行明示。

**8.2.6** 超低能耗装配式建筑在运营过程中，应符合以下维护要求：

**1** 定期对外门窗进行检查，对损坏的密封胶条、五金件及其他部件及时维修、更换，避免使用对密封胶条或五金件具有腐蚀作用的清洁剂和保养剂；

**2** 定期检查保温系统，及时维修破损位置，特别是外墙首层部位；避免在被动区外墙外挂构件；

**3** 避免破坏外墙内表面抹灰层，避免在被动区外墙进行任何形式的开洞、钻孔等行为，确需开洞时，应在技术人员的指导下操作；

**4** 定期更换通风系统过滤器；定期检查通风系统管道，避免由于管道问题影响通风机组效率，或引起新污风交叉污染；对于设置集中回风的建筑，应保证过流口畅通，以便室内污浊空气及时排出；

**5** 加强建筑屋面、公共管井及其他公共部位的日常管理，对于有保温部位应定期检查，若出现漏水、积水，应及时修补；

**6** 屋面室外平台、开敞阳台、公共连廊等部位应保持排水顺畅，不得堆放杂物、安装设备；

**7** 定期检查、维护雨水管、空调冷凝水管，确保将水引流至远离建筑外墙的位置，并防止落水管破坏导致渗水。

*【条文说明】外墙内表面抹灰层通常为超低能耗建筑的气密层，气密层破损将直接影响建筑的能效性能。通风系统过滤器堵塞将严重影响送风量，从而影响居住品质和室内热舒适。*

**8.2.7** 运营阶段，应对典型房间的室内环境（室内温度、相对湿度、CO2浓度、PM2.5浓度、PM10浓度）、建筑能耗（包括暖通空调、照明、生活热水、电器设备的分项能耗），以及整栋建筑的上述分项能耗进行监测和记录。

*【条文说明】超低能耗建筑需要首先做好建筑本体节能，而建筑本体节能的重点之一是对过去大量的恒功率运行设备和系统进行精细化设计、节能选型、节能监测、节能调控，在保证建筑室内环境人员正常使用的舒适性基础上，实现节能运行。在较少人员使用时或人员不使用的时段，可以在保证监测的室内温度、相对湿度、CO2浓度、PM2.5浓度、PM10浓度等室内环境指标符合标准前提下通过自控系统进行节能控制，采用台数控制、功率分档、变频调速等手段，减少过去不加区分进行恒功率运行的设备能耗。节能运行维护需要监测建筑的暖通空调、照明、生活热水、电器设备等的分项能耗，其中的典型房间更是监测重点，需要监测记录分项能耗数据。*

## 8.3 检查要求

**8.3.1**《建筑使用说明书》中有关外围护系统的部分，宜包含下列内容：

**1** 外围护系统基层墙体和连接件的使用年限及维护周期。

**2** 外围护系统外饰面、防水层、保温以及密封材料的使用年限及维护周期。

**3** 外墙可进行吊挂的部位、方法及吊挂力。

**4** 日常与定期的检查与维护要求。

**8.3.2** 超低能耗装配式建筑在运营过程中，应符合以下维护要求：

**1** 定期对外门窗进行检查，对损坏的密封胶条、五金件及其他部件及时维修、更换，避免使用对密封胶条或五金件具有腐蚀作用的清洁剂和保养剂；

**2** 定期检查保温系统，及时维修破损位置，特别是外墙首层部位；避免在被动区外墙外挂构件；

**3** 避免破坏外墙内表面抹灰层，避免在被动区外墙进行任何形式的开洞、钻孔等行为，确需开洞时，应在技术人员的指导下操作；

**4** 定期更换通风系统过滤器；定期检查通风系统管道，避免由于管道问题影响通风机组效率，或引起新污风交叉污染；对于设置集中回风的建筑，应保证过流口畅通，以便室内污浊空气及时排出；

**5** 加强建筑屋面、公共管井及其他公共部位的日常管理，对于有保温部位应定期检查，若出现漏水、积水，应及时修补；

**6** 屋面室外平台、开敞阳台、公共连廊等部位应保持排水顺畅，不得堆放杂物、安装设备；

**7** 定期检查、维护雨水管、空调冷凝水管，确保将水引流至远离建筑外墙的位置，并防止落水管破坏导致渗水。

**8.3.3** 定期检查、调试公共设备，并根据运行检测数据进行设备系统的运行优化，具有设施设备的检查、调试、运行、标定记录，且记录完整；同时制定并实施设备能效改进方案。

**8.3.4** 制定空调通风设备和风管的检查和清洗计划，对空调通风系统进行定期检查和清洗，且记录保存完整。

**8.3.5** 当遇地震、火灾后，应对外围护系统进行检查，并视破损程度进行维修。

**8.3.6** 应核查建筑运营能耗，计算与超低能耗设计目标偏差，制定绿电与碳汇年度计划。

**8.3.7** 建筑竣工运营经节能监察评估能耗超出《民用建筑能耗标准》GB/T 51161引导值时应采用改进措施，直至通过后符合超低能耗标准。

# **本标准用词说明**

1. 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
2. 表示很严格，非这样做不可的**：**

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

1. 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

1. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
2. 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# **附录**

**附录A** **装配式建筑全绿电照明年度能耗监测核销统计表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 照明分项 | 交流照明全年电耗（万kWh/年） | 直流照明全年电耗（kWh/年） | 自然光照明 |
| 外网电源照明 | 建筑光伏逆变并网 | 离网光伏EPS主电 | 光伏直配 | 光伏储配 | 外窗 | 导管光纤 |
| 1 | 正常照明 | （\*） |  |  |  |  |  |  |
| 1.1 | 室内 | （\*） |  |  |  |  | Y/N | Y/N |
| 1.2 | 室外 | （\*） |  |  |  |  | / |
| 2 | 应急照明 | （\*） |  |  |  |  |
| 3 | 疏散照明 | （\*） |  |  |  |  |
| 4 | 安全照明 | （\*） |  |  |  |  |
| 5 | 备用照明 |  |  |  |  |  |
| 6 | 值班照明 |  |  |  |  |  |
| 7 | 警卫照明 |  |  |  |  |  |
| 8 | 障碍照明 |  |  |  |  |  |
| 9 | 光伏发电照明使用量相对于照明总电耗占比（%） | / | （\*） | / |
| 10 | 绿电购入量 | （\*） | 绿证编号： | 绿证数： |
| 注：“（\*）”表示应填；空格表示按设计内容选填；“Y/N ”表示勾选是或否；“/”表示不需填；编号1至8各行应根据照明平面或系统图汇总计算。 |

**附录B 断热桥连接件选用要求**

**B.0.1**  连接件专项施工方案应包括以下内容：

**1** 连接件选型及布置；

**2** 技术准备及现场准备情况；

**3** 安装工艺流程；

**4** 质量控制措施；

**5** 试验要求；

**6** 验收要求。

**B.0.2**  连接件布置图应包括以下内容：

**1** 连接件的选型；

**2** 数量；

**3** 布置方式；

**4** 节点详图；

**5** 构件配筋。

**B.0.3**  连接件热工性能计算应符合《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑构件和建筑单元 热阻和传热系数 计算方法》GB/T 20311等规范要求。

**B.0.4**  连接件的力学计算应包括以下内容：

**1** 荷载计算。需考虑构件的均布恒载、集中恒载、活荷载等，荷载标准值及荷载分项系数取值应符合《建筑结构荷载规范》GB 50009要求；

**2** 内力计算。需计算构件端部作用在连接件上的弯矩设计值、剪力设计值；

**3** 连接件承载力验算，连接件设计承载力应满足设计要求，连接件承载力标准值和变形能力应通过试验确定，试验方法符合《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152要求，试验结果应包括连接件内组件的抗弯承载力、抗剪承载力、力-位移曲线。

**B.0.5**  连接件进厂提供的检测报告应包括以下内容：

**1** 连接件的承载力报告；

**2** 连接件内钢材的力学性能及化学成分；

**3** 连接件内保温材料的导热系数及燃烧等级；

**4** 钢筋连接的检测报告。

**附录C 真空绝热板措施要求**

**C.0.1** 真空绝热复合预制墙板是在工厂预制生产，由钢筋混凝土、真空绝热板和专用防护砂浆通过固定件可靠连接组合而成的具有建筑外围护墙功能且能满足保温性能要求的墙板，墙板构造详见附录图C.0.1。



附录**图**C.0.1 **预制STP外墙板基本构造**

1. 专用防护砂浆；2-固定件；3-热镀锌电焊网；4-STP板；5-钢筋混凝土

**C.0.2**  真空绝热板性能指标应符合附录表C.0.2-1及附录表C.0.2-2要求。

表C.0.2-1 真空绝热板性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 指标 | 试验方法 |
| 0025级 | 004级 | 008级 |
| 单位面积质量 | kg/m2 | 附录表D.1-2 | JG/T 287 |
| 导热系数 | W/（m·K） | ≤0.0025 | ≤0.004 | ≤0.008 | JG/T 438 |
| 穿刺强度 | N | ≥18 |
| 垂直于板面方向的抗拉强度 | MPa | ≥0.08 |
| 尺寸稳定性 | 长度、宽度 | % | ≤0.5 |
| 厚度 | ≤3.0 |
| 压缩强度 | MPa | ≥0.10 |
| 表面吸水量 | g/m2 | ≤100 |
| 穿刺后垂直于板面方向的膨胀率 | % | ≤10 |
| 耐久性（D30） | 导热系数 | W/（m·K） | ≤0.0025 | ≤0.004 | ≤0.008 |
| 垂直于板面方向的抗拉强度 | MPa | ≥0.08 |
| 燃烧性能 | — | A级 |

附录表C.0.2-2 真空绝热板的单位面积质量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 厚度(D)，mm | 单位面积质量（ kg/m2） | 试验方法 |
| 0025级 | 004级 | 008级 |
| 10 | ≤4.0 | ≤4.5 | GB/T 37608 |
| 13 | ≤5.2 | ≤5.9 |
| 15 | ≤6.0 | ≤7.0 |
| 18 | ≤7.2 | ≤8.0 |
| 20 | ≤8.0 | ≤9.0 |
| 23 | ≤9.2 | ≤10.5 |
| 25 | ≤10.0 | ≤11.5 |
| 28 | ≤11.2 | ≤12.5 |
| 30 | ≤12.0 | ≤13.5 |
| 35 | ≤14 | ≤15.7 |

注：对于厚度大于30的非标板，0025和004级单位面积质量可按公式M≤D\*0.40 计算。008级单位面积质量可按公式M≤D\*0.45 计算。

**C.0.3**  真空绝热复合预制墙板的真空绝热板应进行排板设计，真空绝热板板缝不应大于15mm。排板示意图如附录**图**C.0.3所示。



附录**图**C.0.3 真空绝热板排板示意图

**C.0.4**  真空绝热复合预制墙板安装流程应符合附录**图C.0.4**的要求。



附录**图C.0.4** 真空绝热复合预制墙板安装流程图

**C.0.5**  真空绝热复合预制墙板安装流程应下列要求：

**1** 真空绝热复合预制墙板施工全过程中，应防止墙板上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等损伤或污染；

**2** 严格保护真空绝热板，防止真空度被破坏；防止饰面层被破坏或污染；严格保护预埋的螺栓套筒、灌浆套筒及预留孔洞，避免堵塞；

**3** 严格保护真空绝热板，防止真空度被破坏；防止饰面层被破坏或污染；严格保护预埋的螺栓套筒、灌浆套筒及预留孔洞，避免堵塞。

# **引用标准名录**