**DB**

四川省工程建设地方标准

备案号 JXXXXX-202X

P DBJ51/TXXXX－202X

四川省模块化钢结构房屋技术标准

（征求意见稿）

**Technical standard for modular steel structure buildings in**

**sichuan province**

202X-XX-XX 发布 202X-XX-XX 实施

四川省住房和城乡建设厅发布

四川省工程建设地方标准

四川省模块化钢结构房屋技术标准

**Technical specification for steel modular buildings in Sichuan Province**

DBJ51/TXXXX－202X

主编部门：四川省住房和城乡建设厅

批准部门：四川省住房和城乡建设厅

施行日期：202X年XX月XX日

202X 成都

**前 言**

本标准根据四川省住房和城乡建设厅《关于下达2024年四川省工程建设地方标准设计制订计划的通知》（川建标函[2024]3030号）的要求，由成都建工第二建筑工程有限公司和成都市土木建筑学会公司会同有关单位共同编制而成。

本标准制定过程中，标准编制组进行了深入的调查研究，总结了工程实践经验，参考了国内先进标准，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.建筑设计；5.结构设计；6.模块制作与运输；7.施工；8.质量验收；9.维护与管理。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由成都建工第二建筑工程有限公司负责具体技术内容的解释工作。执行过程中如有意见或建议，请将有关意见和建议反馈给成都建工第二建筑工程有限公司（地址：成都市锦江区锦盛路2号煦华国际商务中心3号楼，邮编：610011；电话：028-65709240），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：成都建工第二建筑工程有限公司

成都市土木建筑学会

中玺时代建工集团有限公司

本标准参编单位：

四川省建筑设计研究院有限公司

四川省建设科技发展与信息中心

成都建工第一建筑工程有限公司

四川省建筑机械化工程有限公司

成都建工第四建筑工程有限公司

四川省建设工程质量安全总站

模块智造（成都）科技发展有限公司

主要起草人：

### 目录

[1总则 1](#_Toc2645)

[2术语 2](#_Toc27961)

[2.1术语 2](#_Toc30759)

[3基本规定 3](#_Toc20733)

[4建筑设计 5](#_Toc23624)

[4.1一般规定 5](#_Toc12528)

[4.2设计 5](#_Toc26510)

[4.3围护系统 9](#_Toc7521)

[4.4室内装饰装修 13](#_Toc18584)

[4.5设备与管线 14](#_Toc5075)

[5结构设计 19](#_Toc29360)

[5.1一般规定 19](#_Toc24283)

[5.2模块单元 20](#_Toc24777)

[5.3结构体系 21](#_Toc9635)

[5.4结构分析计算 23](#_Toc23897)

[5.5地基基础 27](#_Toc12505)

[5.6连接与构造 28](#_Toc24098)

[6模块制作与运输 34](#_Toc22490)

[6.1一般规定 34](#_Toc15145)

[6.2制作与验收 34](#_Toc24652)

[6.3运输与堆放 38](#_Toc610)

[7施工 40](#_Toc11152)

[7.1一般规定 40](#_Toc30183)

[7.2安装与连接 40](#_Toc10412)

[7.3接缝处理 44](#_Toc28847)

[7.4安全与绿色施工 44](#_Toc30367)

[8质量验收 46](#_Toc3608)

[8.1一般规定 46](#_Toc16957)

[8.2主控项目 47](#_Toc4815)

[8.3一般项目 49](#_Toc1030)

[9维护与管理 51](#_Toc18896)

[附录 A 验收记录表 53](#_Toc9618)

[本标准用词说明 57](#_Toc24218)

[引用标准名录 58](#_Toc5003)

[条文说明 62](#_Toc17865)

# 

# 1总则

**1.0.1**为规范模块化钢结构房屋在四川省的应用，做到技术先进、经济合理、安全适用、绿色环保、确保质量，制定本标准。

**【条文说明】**为落实国家推动新型建筑工业化、全面促进建筑业转型升级的方针政策，本标准结合工程实践经验，总结了模块化钢结构房屋的应用情况，特此编制，以推广这一新型工业化建筑体系的应用。

**1.0.2**本标准适用于四川省抗震设防烈度为8度及以下，房屋高度不超过24m的模块化钢结构民用建筑的设计、制作、运输、施工、验收及维护与管理。

**【条文说明】** 本标准适用于模块化钢结构房屋的建筑设计、结构设计、模块制作与运输、施工、质量验收、维护与管理，以及质量验收、相关维护工作，并涵盖模块单元的生产、运输及安装施工等，考虑消防安全和模块单元承载能力的影响，将适用范围控制在抗震设防烈度 8度及以下，房屋高度不应超过24m。

**1.0.3**模块化钢结构房屋的设计、制作、运输、施工、验收及维护与管理，除应符合本标准外，尚应符合国家和四川省现行有关标准的规定。

# 2术语

## 2.1术语

1. 模块化钢结构房屋modular steel building

全部或部分具有使用功能的钢结构建筑模块单元通过现场装配连接而成的钢结构房屋。

1. 模块单元modular unit

模块化钢结构房屋的基本单元，集成了建筑、结构、机电、给排水、采暖、智能化模块和内装功能的标准化预制装配式建筑模块，主要工作在工厂内完成，并能够满足运输、吊装、检测和维护等要求。

1. 叠箱结构体系pure module structure system

完全由模块单元堆叠形成的结构体系，模块单元之间通过连接件进行连接和传力。

1. 叠箱-框架混合结构体系module-bottom frame structure system

叠箱结构与框架结构混合而成的结构体系。

1. 嵌入式模块框架结构体系recessed module supportedby frames

模块单元由一个结构框架支撑或者被放置在结构楼面上而形成的结构体系。通常模块可以被放置在主要结构构件之间。

1. 模块单元连接module unit connection

模块单元间或模块单元与非模块单元间的连接。

1. 柱承重模块单元corner supported module

主要靠角柱形成角点支撑，并支撑全部边梁重量，龙骨和墙板均不考虑承受荷载的模块单元。

1. 墙承重模块单元continuously supported module

正常使用时，主要通过长边方向墙体承担荷载的模块单元。

1. 接口 gap

模块化钢结构房屋中，为安装预留的空隙的统称，包括模块单元之间，以及模块单元与外围护系统、内装系统、设备管线系统相关部品和部件的安装基准面之间的预留空隙，用以容纳模块单元及各系统的生产和安装公差所预留的空间。

1. 模块单元围护系统modular unit envelope system

由模块墙体、底板和顶板等组成，能够有效隔绝空气、水、光、热和噪声，确保模块单元内部的安全性和私密性。

1. 名义轴网 nominal gridline

指模块建筑平面图中由名义轴线组成的轴网。对于布置在建筑平面中部的模块单元，采用相邻两模块间隙的中线作为定位轴线；对于布置在模块建筑平面尽端的模块单元，采用其外墙的外边线为定位轴线。

# 3基本规定

1. 模块化钢结构房屋建设应遵循全生命周期可持续发展的原则，应采用标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修，并宜进行信息化管理和智能化应用。

**【条文说明】**模块化钢结构房屋的显著特点在于由多个模块单元组成，必要时模块单元内可配置若干功能单元。作为一个系统工程，其基本特征是系统性与集成性，通过系统集成的方式，实现设计、生产、运输、施工安装和运营维护全过程的一体化管理。

1. 模块化钢结构房屋应将结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统集成，实现建筑功能完整、性能优良。

**【条文说明】**模块化钢结构房屋由结构系统、外围护系统、设备管线系统和内装系统四大部分组成。通过模数协调，将预制部品部件以模块单元为单位在工厂完成生产和安装，并运输至现场进行拼接组装。因此，在安装前需对内装体系和设备管线等进行精细化的多专业管线综合设计，以确保系统的协调与高效实施。

1. 模块化钢结构房屋设计应按照通用化、模数化、标准化的要求，遵循模数协调和少规格、多组合的原则，实现模块单元的模数化、系列化和通用化。

**【条文说明】**模块化钢结构房屋的设计应注重模数协调，以实现装配化建造以及部品部件的标准化与通用化要求。标准化设计是模块化建造的关键基础，只有通过标准化，才能实现结构系统、外围护系统、设备管线系统与内装系统的一体化集成。模数与模数协调是实现标准化设计的重要前提，有助于减少部品部件的规格种类，提升其重复使用率，从而提高建造速度和工人劳动效率，降低整体造价。同时，可通过新材料和新工艺的应用，兼顾建筑外立面的美观需求，实现标准化与多样化的有机结合。

1. 模块化钢结构房屋的连接和接口应构造合理、连接快捷、安全可靠，并应进行标准化和通用化设计。

**【条文说明】**模块化钢结构房屋设计应采用标准化的模块单元和连接节点，尽量减少模块的尺寸和种类。设计过程中应特别关注模块单元之间连接节点的选型与设计，确保接口的标准化和通用化，以提高连接的适配性和施工的便捷性。

1. 模块化钢结构房屋应综合协调建筑、结构、设备和内装等专业，并应制定相互协同的施工组织设计，保证工程质量，提高劳动效率。
2. 模块化钢结构房屋的设计、生产和装配中的模数数列应根据功能性和经济性原则确定，并应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定。
3. 建筑设计应考虑模块单元的特点，采用名义轴网(图3.1.7)。



图3.1.7 模块化钢结构房屋的名义轴网

1一尽端单元；2一中部单元；3一模块间隙；4—模块角柱

1. 模块单元竖向直接叠置时，宜取模块单元高度与模块单元间间隙之和为建筑层高(图3.1.8)；当有连接垫件时，应为连接垫件的高度。



图3.1.8 模块单元竖向布置及建筑层高

—模块单元高度；—模块单元间垫件高度；虚线为铺装后的地(楼)面位置

1. 隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的规定，模块单元内部品部件、模块单元间的连接节点应采取隔声、隔振措施，对可能形成声桥的部位，应采用隔声材料或重质材料填充或包覆，使相邻空间隔声达到设计要求。

**4建筑设计**

4.1一般规定

1. 模块化钢结构房屋的模数数列、防火、节能、防水、隔声、设备与管线设计应符合现行国家相关标准的规定。

**【条文说明】**随着建筑业的持续发展，民用建筑工程的各项功能和质量都在不断提高。因此，模块化钢结构房屋在设计上应符合现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB50352、《民用建筑通用规范》GB55031的有关规定；平面尺寸应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T50002的有关规定；防火设计应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB55037、《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定，内装修工程防火设计应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB50222的有关规定；节能设计应符合国家现行标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《民用建筑热工设计规范》GB50176、《公共建筑节能设计标准》GB50189、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《四川省居住建筑节能设计标准》DB51/T5027、《四川省公共建筑节能设计标准》DBJ51/143的有关规定；防水工程应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB55030、《四川省建设工程防水技术标准》DBJ51/T255的有关规定；隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118和《建筑环境通用规范》GB 55016的有关规定；设备设施与电气设计应符合国家现行标准《通用用电设备配电设计规范》 GB 50055 、《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的规定。

1. 模块单元的尺寸应根据模块化钢结构房屋的建筑功能、生产设备、交通运输条件、吊装设备、现场施工安装条件等因素，综合确定。

**【条文说明】**进行模块单元尺寸设计时需从建筑的全生命周期进行考虑，不仅需要考虑模块本身的建筑使用功能，还需要考虑模块生产、运输、吊装及现场施工的可行性与便利性；同时，对于超过运 输规格的模块，需与相关部门协商并进行特殊的运输安排。

4.2设计

1. 模块化钢结构房屋中水平方向相邻模块单元结构外皮间隙以及模块单元结构与非模块单元结构外皮间隙宜为10~20mm，竖直方向相邻上下模块单元边梁的结构外皮间隙宜为20~30mm。

**【条文说明】**相邻模块单元的结构外皮间隙距离应根据模块单元的生产精度、施工误差等因素综合确定。本标准基于工 程实践经验给出合理尺寸范围。

1. 模块外墙厚度宜采用50mm 模数，内隔墙和分户双墙厚度宜采用100mm基础上25mm模数。
2. 模块单元的尺寸模数应符合下列规定:
3. 模块单元平面尺寸应符合建筑功能与人居环境要求，单个模块单元进深不宜超过10m，单个模块单元的宽度不宜超过 4m；
4. 梯间模块宜采用2.4m、2.7m开间，走廊宽度宜采用1.8m、2.4m；
5. 模块高度应符合国家有关建筑标准和模数规定，室内可居住房间净高不应小于2.6m，厨房、卫浴、走廊、通道等房间净高不应小于2.2m；

**4**模块单元的模数尚应考虑道路运输条件和现场吊装条件的限制。

**【条文说明】**《住宅项目规范》GB 55038-2025规定:卧室、起居室的室内净高不应低于2. 60m, 局部净高不应低于2.20m, 且局部净高低于2.60m的面积不应大于室内使用面积的1/3。但部分模块化钢结构房屋考虑到应用标准集装箱渠道进行长距离运输，常见的20尺柜和40尺柜集装箱内尺寸为5.69m×2.13m×2.18m和11.8m×2.13m×2.18m，高度不足2.20m，所以此处净高放宽为2.10m，且只能用于厨房、卫生间、通道等部位。

1. 建筑平面设计应符合下列规定:
2. 平面的功能区应通过标准模块的尺寸组合进行布置，其布置宜规则、对称；
3. 在同一功能区中布置的模块数量应合理，减少拼缝；
4. 一个功能区由多个模块覆盖时，功能区内的管线、设备、墙壁、门窗宜保持整体性；
5. 楼梯间、电梯间、卫生间、厨房等功能特殊、管线密集的区域，宜采用单个模块单元；
6. 建筑平面设计时应考虑相邻模块单元的连接关系。

**【条文说明】**相邻模块单元连接包括单元构件和设备管线连接。

1. 建筑平面设计中，楼梯间、电梯间、卫生间和走廊等区域结合模块建筑抗侧力结构布置要求，综合优化布置并应满足其使用功能，并应符合人流、物流通行以及安全疏散等建筑要求。
2. 建筑平面设计应采用标准模块不同堆叠形式，来实现多样化的建筑功能需求。可通过在平面和立面上偏移模块单元、阳台和屋面模块单元附件的使用等技术提高建筑美观效果(图 4.2.6)。



图4.2.6模块单元的不同堆叠形式

1. 模块布置应考虑与结构支撑、剪力墙等布置的协调。当室内布局需要较大尺寸空间时，可采用模块与框架结构、框架支撑结构等形成混合结构体系的方式实现(图4.2.7)。



图4.2.7 建筑悬挑和中庭的模块单元布置

**【条文说明】**图4.2.6、图4.2.7给出了一些将模块单元作为主要构件的堆叠形式和布置方式。在平面和立面上偏移模块单元、阳台和屋面模块单元附件的使用等技术均可用于提高建筑美观效果。独立的钢结构框架起到局部支撑的作用，比如对阳台的支撑，或作为通道起到连接各模块的作用。

场外预制阳台、楼梯、垂直电梯的使用增加了模块单元在建筑物中的使用范围。

图4.2.6给出了多种不影响结构设计的模块单元排布方式， 图4.2.7给出了几种模块化钢结构房屋悬臂梁和中庭的布置方式，可将中庭的布置原则扩展为各种布置方式的变体，中庭部位四周应设有独立的雨篷。

1. 建筑立面设计应符合规划要求，外立面分割尺寸合理流线简洁，符合环境要求。

**【条文说明】**本条规定了外立面应符合城市市容市貌整体规划，与周围环境相协调，外立面通过变形缝进行尺寸分割，变形缝应能适应温度变化引起的外墙变形。同时应采用建筑体量、材质肌理、色彩变化等方式来实现不同的建筑立面效果。尽量避免采用专用的装饰构件来完成建筑外立面，以免降低建筑模块的生产效率，并给模块的运输和安装带来不利的影响

1. 模块化钢结构房屋的连接与接口设计应符合下列规定：
2. 连接与接口设计应明确工厂加工与现场施工的交界面；
3. 连接与接口设计应为现场施工安装提供足够的施工及安全保护空间；
4. 连接与接口设计应留有检修口，方便后期的维护及检修；
5. 连接与接口设计应结合现场吊装安装时的预留位置综合考虑；
6. 模块单元与基础之间，模块单元之间以及模块单元与内部功能单元之间接口的设计，应满足建筑的防火、防水、防潮、隔声等各项要求。

**【条文说明】**模块单元间的连接应考虑建筑使用要求以及施工安装和维护检修的操作空间等因素，同时要采取有效的防腐、防火等安全措施。

4.3围护系统

1. 模块地板可采用轻钢结构楼板、压型钢板组合楼板、工厂预制钢筋混凝土楼板、预制钢筋混凝土圆孔板、装配整体式楼板等。
2. 轻钢结构板宜采用主次龙骨或轻钢龙骨桁架结构，其上铺设复合板材组成。
3. 复合板材可采用增强纤维硅酸钙板、定向刨花板等，不得采用不配钢筋的纤维水泥类板材和水泥加气发泡类板材。
4. 预制钢筋混凝土楼板在工厂内宜采用轻质混凝土现浇制成，楼板钢筋应与模块四周边梁可靠连接，楼板和模块之间应增设连接件有效连接。
5. 对于预制混凝土圆孔板或装配整体式楼板，板与梁、板与板之间应有效连接。
6. 模块顶板宜采用轻钢龙骨吊顶、夹芯板吊顶、单层或双层钢板复合板吊顶等轻质板材形式，并应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037的规定。不同的吊顶板材应符合下列规定:
7. 夹芯板宜选择热镀锌钢板，双面镀锌含量不应小于180g/时，厚度可选用 0.5mm 及以上的板材，其连接方式可采用搭接方式；
8. 夹芯板的板芯材料可采用岩棉板材，其密度不应小于100kg/m3 ；也可选用挤塑型聚苯板；
9. 单层钢板复合板可采用钢板下铺带铝宿防潮层的玻璃棉毡；必要时在底部设置钢丝网或玻璃纤维布加强，以承托保温材料；
10. 双层钢板复合板可采用双层压型钢板内填充玻璃棉毡、挤塑板等保温材料，加工成板材。

**【条文说明】**考虑到下层模块顶板及吊顶受到上层模块楼板保护，通过构造措施可满足吊顶的防潮保温性能。吊顶不宜过重，否则可能增加梁截面高度，安全性较差。岩棉等纤维材料易游离在空气中，应保证岩棉材料处于密闭空间，防止人吸人肺中，影响健康。

1 钢板一般宽度为 1000mm、 1200mm。

2 当采用分块的保温材料填充模块顶板时，若保温材料有掉落的可能，则可采用在保温材料底部增设钢丝网或玻璃纤维布的方式加强保温材料的整体性。

1. 模块顶板宜设置对角拉撑，增加平面内刚度，防止发生变形。
2. 模块顶板的支撑构件可选用C型钢檩条，也可在工厂制作钢筋小桁架檩条，间距应经计算确定，檩条应与框架梁可靠连接。檩条下应铺设吊顶的龙骨。
3. 模块顶板应包含保温层和防潮层；顶棚各层、各构件间应安装紧密，以确保模块建筑的气密性。
4. 模块墙板应根据功能要求分为外墙、内隔墙等，不同功能墙体宜采用同类材料、不同尺寸和构造。

**【条文说明】**墙体挂板的目的是提供耐候性和外观需要。模块建筑的挂板可以为自身提供垂直支撑，由模块结构提供水平支撑，也可以选择由模块结构提供全部支撑。

外部挂板和模块结构之间的空腔必须包含隔层，起到阻挡烟和火焰扩散的作用，所有独立住宅或者防火分区都要求有空腔隔层，通常使用矿物棉。

对于建筑外立面，可考虑采用由模块结构直接提供支撑的抹灰挂板，其呈现出多种多样的颜色和完成面效果，可以是仿砖砌效果或者十分光滑的完成面，可以有不同颜色和纹理。

1. 墙体结构宜采取次结构框架进行支撑，并进行有效隔断，以避免产生冷桥，墙体可采用波纹板、衬板、盒式面板、复合板或者轻质混凝土板、木板等材料围护。

**【条文说明】**墙体结构宜采取次结构框架进行支撑，并进行有效隔断，以避免产生冷桥，墙体可采用波纹板、衬板、盒式面板、复合板或者轻质混凝土板、木板等材料围护。轻质挂板由模块单元提供支撑，单元设计时应考虑额外荷载。轻质挂板的形式为压型板、内衬夹层、盒式板或者组合板。如果盒式板是分离的正方形或者长方形构件，典型尺寸在600mm~1200mm之间，则压型板、内衬夹层以及组合板都是内衬构件。

多数情况下，需要钢制或者铝制的二次框架支撑挂板构件，外墙围护材料独立于支撑结构以避免形成冷桥。部分轻质挂板可在工厂内直接固定到模块单元上，单元之间的连接在现场密封。这对设计和施工的精确度提出较高要求。

1. 墙体保温、隔热材料宜采用轻质、可装配的板材。
2. 外墙构造应符合墙体节能的有关规定，宜采用含有重质材料和轻质高效保温隔热材料组合的复合材料。当采用无机材料复合保温板时，可按现行行业标准《建筑结构保温复合板》JG/T 432的规定执行。

**【条文说明】**外墙保温装饰一体板是由保温装饰一体板、胶粘剂、锚固件、密封胶、界面砂浆等与建筑物外围护结构层组成的系统；保温装饰一体板是由工厂预制成型用于外墙保温装饰的板状制品，由饰面板、粘结层和保温层复合而成。

玻纤增强无机板是以耐碱玻璃纤维为主要增强材料、硫铝酸盐水泥或硅酸盐水泥为胶凝材料，以砂、植物纤维或固体废弃物为集料，以粉煤灰、硅灰、矿渣等为掺合料，加入其他外加剂，在工厂预制成型的板材。

1. 外墙应与所在地区的气候条件相适应，并通过采取下列技术措施，满足室内基本的热环境要求和国家现行标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 、《民用建筑热工设计规范》 GB 50176、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75和《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《四川省公共建筑节能设计标准》DBJ51/143《四川省居住建筑节能设计标准》DBJ51/5027的规定：
2. 模块化钢结构房屋外墙应满足所在地的节能要求，宜采用外保温隔热构造。
3. 有保温要求的地区，墙体应满足国家现行本类别建筑节能设计标准所规定的传热系数限值要求。供暖地区的墙体应尽量避免金属件或连接件直接穿透保温层；必须穿透时，应进行露点验算，不满足时应采取措施保证热桥部位内表面温度不低于室内空气露点温度。
4. 严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区的围护结构保温层内侧宜设置隔汽层。
5. 有防热要求的地区，当采用轻质墙体结构且热惰性指标不满足要求时，应采取遮阳、通风空气间层、反射构造等综合措施。

**【条文说明】**模块化钢结构房屋多为钢结构金属框架模块，如在外部环境中直接暴露，对保证室内环境和节能不利，故围护结构设计为外保温(隔热)是有益的。但预制的模块单元外部保温(隔热)构件成品保护和接缝处理比较复杂，故有条件时外围护作业宜在现场完成；有特殊需要时，也可做成模块外露的内保温(隔热)。下列情况适用于做成模块外露的内保温(隔热):

1)房屋充分预制；

2)非严寒、寒冷地区，且结合遮阳、通风手段；

3)独立使用的房屋；

4)移动使用的房屋；

5)造型需要箱体外露，规模较小的项目；

6)季节性使用的房屋

轻质复合围护结构的热惰性(D值)很难满足有关标准的要求，热稳定性差、夏热地区尤为突出，故更应加强构造措施，除加强通风、设置遮阳外，还应利用复合墙具有中空空间的特点，在中空层中铺设反射材料(如铝膜)，可降低辐射热的影响。同理，外围护表面涂浅色的反射涂膜，门窗采用热反射玻璃等措施，均可提高实际隔热效果。

1. 当外墙为内保温隔热时，宜选用薄型轻质高效保温材料。
2. 以隔热为主的钢结构模块化建筑房屋，可采用带有可流动空气层的幕墙做法，以增强外墙的隔热性能。
3. 当外墙保温隔热构造允许时，宜设置空气隔层、铝筒反射层、防水层；当保温隔热材料有受潮风险时，宜采用防水透气膜或覆铝的防水透气膜外包，使保温隔热材料保持干燥。
4. 墙体中的空气隔层应密封良好，可作为空气屏障来增强外墙的保温隔热性能。
5. 采用墙体空腔中填充纤维类保温材料时，热阻计算应考虑结构构件、连接件等热桥构件的影响，保温材料的宽度应等于或略大于立柱间距，厚度不宜小于立柱截面高度。
6. 模块外墙的轻钢龙骨宜采用小截面方钢管桁架结构。采用冷弯薄壁C型钢龙骨时，应双排交错布置形成断桥。当钢构件外侧保温材料厚度受限时，应进行露点验算。
7. 可通过设置空腔、安装多层材料、使用隔声性能好的材料等方式提高建筑墙体的隔声性能。外墙厚度不宜小于150mm。
8. 内隔墙应符合下列功能要求:
9. 隔墙应有良好的隔声、防火、气密和保温性能，且应具备足够强度和刚度抵抗室内冲击荷载，确保装修、设备、管线的正常工作；
10. 隔墙应满足吊挂要求，厨房、卫生间的隔墙应满足防水要求或者应有防水措施；
11. 隔墙与隔墙、外墙、地板、顶棚、模块单元钢骨架应有可靠的、可以保证隔墙与其他结构不分离、脱落的连接；
12. 当内隔墙用作分户墙时宜采用双层隔墙，隔墙之间应留10mm 隔空间隙，且应布置保温和隔汽层；
13. 隔墙宜采用轻钢龙骨非金属面板隔墙或夹芯板隔墙，并按国家现行有关隔声、保温和防火标准进行设计；
14. 内隔墙与钢结构模块单元的骨架之间应设置变形空间，用轻质防火材料填充，内隔墙上需要设置电器开关或插座时，必须做好隔声处理；内隔墙两侧均需要设置电器开关或插座时，两者应错位设置。
15. 根据建筑的使用环境和建筑效果需要，屋面可采用平屋面或坡屋面的形式。采用坡屋面时，应设置和桁架及跨越侧墙之间的檩条支撑屋面板，并应符合下列规定:
16. 桁架应由采用螺栓连接的C型钢组成时，布置间隔不宜大于600mm；
17. 檩条通常采用独立的C型钢或Z型钢，檩条上方布置衬板或盖板用来支撑屋面其他部件。
18. 屋面应设置防水措施，应根据建筑的重要程度及使用功能，结合工程特点及地区自然条件等按不同等级进行设防。

**【条文说明】**本条规定了屋面工程防水设防标准。屋面工程应按国家现行标准《屋面工程技术规范》GB50345、《坡屋面工程技术规范》GB 50693、《种植屋面工程技术规程》JGJ155、《压型金属板工程应用技术规范》GB50896、《建筑与市政工程防水通用规范》GB55030中相应条款合理确定屋面工程防水设防标准。

1. 门框、窗框与墙体结构连接应可靠、牢固、耐久性好，并符合高效的工厂标准化施工的特点。门窗气密性应满足现行国家标准要求。
2. 门窗安装时应避免跨越相邻的模块。如必须设置跨越模块的门窗，该门窗应在现场安装。安装应可靠、方便，且不得破坏已经安装完成的设备和管线。
3. 外墙应协调门(窗)宽度与外墙框架的结构空间关系­并应设置洞口加强型钢，设计合理的泛水构造。

## 4.4室内装饰装修

1. 模块化钢结构房屋内装系统设计与部品选型应满足绿色环保的要求。室内污染物限制应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB50325、《建筑环境通用规范》GB55016的有关规定。
2. 内装系统宜采用装配式装修技术，并应符合下列规定：
3. 内装系统的设计应遵循标准化设计和模数协调的原则，并应满足室内功能和性能要求；
4. 模块内部装修，除内部接口位置外，宜在工厂内完成；
5. 内装修材料及部品应根据不同的使用年限，做到安全可靠，连接牢固，维护便利；
6. 内装部品应根据规格和安装顺序对部品进行统一编号。
7. 内装部品宜结合设备管线进行集成设计，内装部品的装配宜满足干式工法的要求。
8. 内装系统的相关部品部件的尺寸、公差应与接口相协调，内装部品应具有通用性和互换性。
9. 楼地面系统宜选用集成化部品，宜采用干式施工工法的饰面材料，并应符合下列规定：
10. 瓷砖地面宜采用薄贴做法；
11. 地胶地面宜采用干式卡扣连接做法；
12. 复合木地板地面宜采用实铺式做法；
13. 地毯地面宜采用免胶做法；
14. 架空地板地面的架空高度应根据下敷管线尺寸、路径、设置坡度等确定，并应设置检修口；
15. 潮湿区域楼地面系统宜采用防滑，防潮类部品，并宜在模块内完成防水处理。
16. 模块单元内部轻质隔墙宜采用轻钢龙骨隔墙或其他装配式隔墙，并应符合下列规定：
17. 隔墙宜结合室内管线的敷设进行构造设计，避免管线安装和维修更换对墙体造成破坏；
18. 室内管线宜结合隔墙构造进行相应的隐蔽设计，避免明管明线；
19. 隔墙饰面应高于吊顶完成面，确保隔墙基层隐蔽；
20. 隔墙龙骨应直接固定在混凝土楼板及模块框架梁上，不宜采用混合加固的方式。

**【条文说明】**龙骨应承载在钢结构主要构件上,且天地龙骨与主体结构密切固定,混合加固指使用轻钢龙骨以外的龙骨系统与轻钢龙骨结构进行搭接加固，使用混合加固会降低龙骨平整度，垂直度和承载力，但当空间超过龙骨最大长度时，可以与钢结构焊接混合加固来满足空间高度的需求。

1. 模块单元内部的吊顶系统应满足室内净高的需求，并应符合下列规定：
2. 天花饰面宜采用具备装配特点的扣板天花系统或铝板天花系统；
3. 在工厂施工时，吊顶系统宜使用轻钢龙骨系统作为固定构件；
4. 吊顶内设备及管线集中位置应设置检修口；
5. 吊筋应与模块框架梁焊接，不应与模块顶板直接焊接；
6. 天花边沿处宜使用金属收口条或成品收口构件进行收口。
7. 对于不便在工厂进行装修作业的模块单元墙板，在现场宜采用装配式装修技术，并应符合现行《四川省混凝土结构居住建筑装配式装修工程技术标准》DBJ51/T135的有关规定。
8. 内装修设计应体现二次机电末端点位，并应符合下列规定：

**1**内装修设计应在一次机电基础上进行深化设计和末端定位，并应符合机电消防相关要求；

**2**内装修图纸应包含所有设备系统的平面图、尺寸图、连线图和综合点位图。

4.5设备与管线

1. 模块化钢结构房屋的设备设施与电气有关各专业应与建筑、结构专业同步开展一体化综合设计，具备相关条件的项目可增加智能化设计内容。

**【条文说明】**模块单元可以单独使用，也可以和其他模块组合使用，因此具有组合方式多样化的特点。设计时各个专业要进行-体化综合设计，尽可能满足组合后的房屋在建筑种类和功能布局上的变化需求。

1. 给水排水设计应符合下列规定:

1 当建筑规模较大达到 3000m2 时，冲厕宜采用可再生水源，水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用―城市杂用水水质》 GB/T 18920 的规定，并应有防止误饮误用的安全措施；

2 宜采用预制的集成式厨房与集成式卫浴，设备及管道应在安装完成后进行水压试验，并应预留相应的给水、热水、排水管道接口，给水系统配水管道接口的形式和设置位置应便于检修；

3 模块单元内设置给水分水器时，分水器与用水器具的管道应一对一连接，管道中间不应出现机械式接口，并宜采用装配式的管线及其配件连接；给水分水器设置位置应有排水措施，并便于检修；

4 太阳能热水系统集热器、储水罐等的安装应与其他专业集成设计，应预留预埋；

5 排水系统设计应根据建筑层高、楼板跨度、卫生部品及管道长度、坡度等因素确定；排水管道宜采用不降板同层排水技术，给水、供暖水平管线宜暗敷于本层地面下的垫层中，同层排水管道敷设在架空层时，宜设置积水排除装置；

6 应选用耐腐蚀、使用寿命长、降噪性能好、便于安装及更换、连接可靠、密封性能好的管材、管件以及阀门设备；

7 敷设在墙体或吊顶内的设备及管道应有防腐、隔声、降噪和防结露等措施。

**【条文说明】**本条规定了模块化钢结构房屋给水排水设计的基本要求

1 居住建筑冲厕用水可采用模块化分户中水系统，同时应做好防水处理。

2 集成式厨房与集成式卫浴应符合现行行业标准《住宅整体卫浴间》JG/T183和《住宅整体厨房》JG/T184的要求。为便于日后管道维修拆卸，给水系统的给水立管与部品配水管道的接口宜设置内螺纹活接连接。

3 采用装配式的管线及其配件连接，可减少工厂集成安装时的焊接、热熔工作。

4卫生间采用地漏中设置降板积水排除器或者立管上设置回填层积水排除装置等方式排除垫层积水。

1. 供暖、通风、空调及燃气应符合下列规定:

1 采用低温热水地板辐射供暖系统时，宜采用干法施工工艺技术；

2 模块单元内供暖系统采用散热器供暖时，墙板与散热器的连接处应采取加强措施；暗敷管道不应出现机械式接口，必须设连接口处，应结合建筑设计预留检查口；

3 供暖管道固定在梁柱等钢构件上时，应采用绝热支架；

4 采用集成卫生间或同层排水架空地板时，不宜采用地板辐射供暖系统；

5 供暖、通风、空气调节及防排烟系统的设备宜结合建筑方案整体设计，并预留相关设备基础、吊挂支撑及孔洞位置；设备基础和构件应连接牢固，并按设备技术文件的要求预留地脚螺栓孔洞；

6 模块化钢结构房屋作为居住建筑使用时，应在外墙预留燃气热水器烟气排放口、厨房烟气排放口和空调冷媒冷凝管穿墙口的孔洞。当作为公共建筑使用时，应为公共厨房、卫浴预留通风设备风道穿墙孔和油烟净化设备安装基础，并应采取措施避免设备噪声和振动。

**【条文说明】**模块建筑供暖、通风和空气调节设备均应选用节能型产品。

1. 电气及智能化设计应符合下列规定:
2. 电气设备易产生高温发热部位靠近钢结构构件时，应采取隔热、散热等防护措施；
3. 低压配电系统及智能化系统的主干线应在公共区域的电气坚井内设置；功能单元内终端线路较多时，宜采用金属槽盒敷设，较少时可统一预埋在预制板内或装饰墙面内，墙板内竖向电气和智能化管线布置应保持安全间距；
4. 固定在模块单元构件上较重的大型灯具、桥架、母线、配电设备等，应预留预埋件进行固定；
5. 暗装的电气及智能化设备的出线口、接线盒等的孔洞均应准确定位；隔墙两侧暗装电气与智能化设备应错位设置；开关、电源插座、信息插座及其必要的接线盒、连接管等应结合内装设计进行预留和预埋，其背后的墙体保温层应连续布置；
6. 电气与智能化设备接地宜与防雷接地系统共用接地网，防雷引下线和共用接地装置应充分利用钢结构自身作为防雷接地装置，构件连接部位应有永久性明显标记，其预留端头应方便防雷装置的可靠连接；
7. 在完成线路铺设及安装工程时，应用绝缘电阻等仪器测试电器器具，合格后应通电试运行并按质量要求进行检查。

**【条文说明】**所有需与钢结构做电气连接的部位，宜在工厂内预制连接件，施工现场不应在钢结构主体上直接焊接。

1. 设备管线的布置应符合下列规定:
2. 模块单元在工厂进行预制时，模块内的空调及暖通、给水排水、电气设备与管线等宜在工厂内完成预制且与内装一体化综合设计、集中设置、减少平面交叉；
3. 管线宜采用同层布置，且宜利用公共区域的空间布置管线；空调水平管线宜布置在本层顶板内，电气水平管线宜暗敷于结构楼板叠合层中，也可布置在本层顶板内；
4. 竖向管线宜集中布置在供上下层、多系统管线连接的管道井内，应减少上下模块间的管线竖向连接，并按国家现行有关标准要求设计隔断和保护；
5. 水平管线宜利用上下层模块间的结构空隙空间进行布置，但应对管线采取保护措施；
6. 应尽量减少模块之间管线的水平连接；无法避免时，应进行柔性连接，以适应模块单元之间的相对移动；
7. 预装于模块外侧的管线，应采取相应的防水、防腐、防结露和防撞击的防护措施；
8. 模块化房屋设备与管线穿越楼板和墙体时，应根据需要采取相应的防水、防火、隔声、密封等措施。

**【条文说明】**本条规定了设备管线的布置要求。

1 当受条件所限必须暗埋或穿越时，竖向布置的设备及管线需在模块单元的墙体、楼板中预留沟、槽、孔洞或套管。

2 竖向管线宜集中布置于管井中。

3 可利用建筑模块内地板或顶棚区域布置管线，若必须穿过钢梁构件时，其开孔位置、开孔直径和补强措施应满足国家现行有关标准的要求。预制构件上为管线、设备及其吊挂配件预留的孔洞、沟槽宜选择对构件受力影响最小的部位，当条件受限无法满足上述要求时，建筑和结构专业应采取相应的处理措施。设计过程中设备专业应与建筑和结构专业密切沟通，防止遗漏，以避免后期制作过程中对预制构件凿剔。

4 当受条件所限必须进行模块之间的连接时，横向布置的设备及管线应结合建筑模块侧墙进行设计，也可在模块墙、楼板内预留孔洞或套管。由于模块之间可能出现相对位移，因此模块之间的管线连接节点应有一定的适应变形能力。

5 管道宜采用预埋件或管卡等予以固定。设备管道与钢结构构件上的预留孔洞空隙处采用不燃柔性材料填充。

1. 公共管线、阀门、检修配件、计量仪表、电表箱、配电箱、弱电箱等应设置在公共区域(图 4.5.6）。



图4.5.6模块建筑典型设备管道布置示意

l 现场安装填充板；2一检修门；3一排风管； 4 排污管道浴；

5 浴室排风扇； 6 密封条； 7 相邻模块单元的墙体；

8 电气线槽；9一热水管； 10一冷水管

**【条文说明】**将模块化钢结构房屋公共设备及管线布置在公共区域，便于安装与管理。

1. 配电系统应利用钢结构进行总等电位连接。防雷接地应与交流工作接地、安全保护接地等共用钢结构作为自然接地体。此时应按一定布置将基础预埋件与基础主筋连系焊接，达不到接地电阻值时应从钢模块结构构件另外引出接地极。
2. 水电暖设备以及管线的安装和测试都应在连接成一个整体后进行。模块化钢结构房屋结构与管线的连接点应采用牢固、耐震的柔性连接。

**【条文说明】**抗震设防烈度为6度及6度以上地区的建筑机电工程应按现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981进行建筑机电抗震设计。四川省全区域的抗震设防烈度超过6度及6度以上，因此均需进行抗震设计。

1. 电气调试和防雷接地应符合下列规定：
2. 电气调试时应测试所有电气回路及电气设备的绝缘情况。调试过程中应做好调试记录，调试完成后应清除临时短接线和各种障碍物；
3. 防雷接地电阻应使用接地电阻测试仪进行测试，接地电阻值应符合设计要求。当钢结构接地体无法满足接地电阻要求时，应增加人工接地极；
4. 现场应先完成防雷接地体的安装，并预留出模块单元的连接器件，待模块单元安装完成后，再将连接器件与模块单元进行连接；
5. 利用顶层模块单元的屋面金属压顶做接闪带时，宜将同一模块单元内的金属压顶预先连接。

# 5结构设计

## 5.1一般规定

1. 模块化钢结构房屋的安全等级和设计工作年限应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068和《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153 的规定。结构设计工作年限为25年时，其相应的结构重要性系数不应小于0.95。

**【条文说明】**本标准的设计原则是根据现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153的原则制订的。考虑到既有模块化钢结构房屋建造灵活、便于迁建的特点，同时，模块可能经过使用或修复等情况，补充提出了构件设计工作年限可为25年的有关规定。

1. 结构设计应按承载力极限状态进行计算和正常使用极限状态进行验算。结构的计算应符合《钢结构设计标准》GB50017、《工程结构通用规范》GB 55001、《钢结构通用规范》GB 55006、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018和《建筑抗震设计标准》GB 50011、《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232等国家现行有关标准的规定。

**【条文说明】** 承载能力极限状态包括：构件或连接的强度破坏、脆性断裂，因过度变形而不适用于继续承载，结构和构件丧失稳定，结构转变为机动体系和结构倾覆。正常使用极限状态包括：影响结构、构件或非结构构件正常使用或外观的变形，影响结构正常使用的振动，影响正常使用或耐久性能的局部损坏。

1. 模块化钢结构房屋应根据环境条件、材质、结构形式、使用要求、施工条件和维护管理条件等，按照《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ251、《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249等国家现行有关标准进行防腐蚀、防火设计，设计应明确提出防火和防腐蚀的技术要求与防护措施。

**【条文说明】**本条特别明确地提出了模块化钢结构房屋设计文件应包括防火和防腐的内容，包括防火等级与防火构造措施、防腐蚀年限和表面处理及涂装构造技术要求以及使用维护要求等 。

1. 模块化钢结构房屋应综合考虑生产工艺、产品运输、安装工艺和工序等因素进行结构设计。

**【条文说明】**由于模块构件在工厂中预制生产，应满足流水线作业的有关要求，以提高生产效率。

1. 模块化钢结构房屋的作用及作用组合应符合《工程结构通用规范》GB55001、《建筑结构荷载规范》GB50009等国家现行标准的规定。
2. 模块单元制作、运输、吊装、等短暂设计状况下的施工验算，作用在模块单元顶板上的施工荷载应按实际考虑，并宜采取合理的吊装方法减小施工荷载，当不具备必要的施工条件时，吊装施工荷载取值不宜小于1.0kN。楼面二次装修荷载应按实际考虑，且不宜小于0.8kN/m²。

**【条文说明】**对于模块化钢结构房屋，吊装荷载应按实际情况进行验算。由于模块安装引起的模块单元顶棚上的施工荷载应按实际验算，且为保证安全，荷载不宜小于本条中规定的限值。模块安装完毕之后需进行二次装修，引起的楼面荷载也应按实际考虑，且不宜小于本条中规定的限值。

1. 支撑布置应与建筑门窗布置相协调，且支撑外边缘尺寸不应超过梁外边缘，当楼层大于4层时，应根据实际设计加入局部侧向支撑。
2. 模块墙壁有开孔并引起整体刚度有较大削弱时，宜采用有孔模块与无孔模块错列对称布置等措施。

## 5.2模块单元

1. 模块单元应为几何不变体，并应能够承担自身的重力荷载以及整体结构的效应。
2. 模块单元可采用墙承重模块单元和柱承重模块单元。墙承重模块单元不宜用于3层以上的建筑。墙承重模块单元中的墙体若不能直接传力，应在墙体对应位置的楼板空间内设置梯形桁架以实现竖向荷载的传递。
3. 楼板和承重墙可采用70mm~100mm高，1.5mm~6.0mm厚的卷边C型钢，按400mm或600mm间距沿墙竖直布置。荷载较大时，可按600mm的间距成对布置，并应进行墙体稳定性验算。

**【条文说明】**楼板和墙体中使用的薄钢构件一般为C形钢，可根据设计要求，按一定间距以单个或成对(即“背靠背”C形钢)形式布置。

1. 模块墙板可采用水泥刨花板、防水胶合板、定向刨花板和防水石膏板以及其他合适的板材，并应与墙体构件有效连接，螺钉应按不小于 300mm 的间距布置在板中。
2. 模块楼板采用压型钢板组合楼板时，压型钢板与钢骨架应有可靠的结构连接；采用复合板或轻钢龙骨楼板时，应增加次梁数量，或设置楼板内水平支撑。
3. 轻钢龙骨楼板可采用150mm~200mm高、1.2mm~1.5mm厚的C型钢，按400mm间距布置，其上翼缘应与板可靠连接。
4. 模块顶板为非承重板，当有其他使用荷载作用时应进行验算补强；当作为承重屋面使用时，应于其上另行布置轻型屋盖。
5. 模块单元壁板应避免过大的开孔，所有开孔部位均应补强加固。补强构件应采用小截面钢管或型材。当壁板有较大开孔时，其开孔部位承载的底梁宜按实际有效截面进行强度和挠度的验算。
6. 模块单元在结构设计时，应进行吊装阶段的强度和刚度验算，提升部位应依据具体情况进行补强。

**【条文说明】**模块单元在设计时，应考虑后续吊装的问题，设计隐藏式吊孔或者吊耳，提高模块单元安装效率。

1. 墙承重模块单元承重墙中的C型钢构件应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018的规定进行设计。
2. 柱承重模块单元的边梁可采用热轧槽钢或冷弯型钢截面或其他特定的截面形状。
3. 模块边梁在所支承楼板自重下的跨中挠度不应大于5mm。
4. 角柱可采用方钢管、角钢或者其他开口截面。
5. 角柱设计宜考虑的影响因素包括:由相邻墙体提供的侧向约束、来自上部模块的荷载偏心以及上下模块之间的连接，在重力荷载作用下，角柱的柱端弯矩可按安装和制造的偏心误差限值加上由每层边梁传递的荷载引起的力矩来计算。
6. 模块单元内部可根据需要设置支撑。支撑形式可采用X形或K形，X形支撑应设计为仅受拉，门窗附近等有空间限制的地方宜采用K形支撑，可采用C型钢并作为墙体的一部分，且应设计为可承受拉力和压力。

**【条文说明】**K形支撑可抵抗的水平剪力相对较小，因此在中高层(6层~8层)建筑中宜采用X形支撑。

1. 进行结构纵向的抗侧验算时，可考虑K形支撑、X形支撑、蒙皮效应以及刚性框架效应。

**【条文说明】K形支撑是指C型钢呈对角形式固定在墙内的竖向龙骨上，对角支撑构件应有效连接到竖向龙骨上以确保拉力和压力的传递。X支撑是指交叉的钢带固定在墙骨的外表面;这些钢带仅在张力下起作用，并且可在安装期间进行预拉伸。蒙皮效应是指通过使用合适的板材实现有效的蒙皮效应(石膏板或其他更坚固的板)，通过自钻自攻螺钉或其他方式固定在轻钢墙骨上，最大间距为300mm，在面板的边缘通常需要150mm的间距。刚性框架效应是指墙骨构件和地板托梁之间的连续接头，形成刚性框架和门式刚架效应，可提高模块的总体扭转刚度。**

## 5.3结构体系

1. 模块化钢结构房屋可采用叠箱结构体系、叠箱-框架混合结构体系，叠箱-剪力墙/核心筒混合结构体系，以及嵌入式模块化结构体系（图5.3.1）。模块组合布置应形成稳定的几何不变体系，结构连接和节点构造应安全、可靠，且满足工业化快速建造需求。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）叠箱结构体系 | （b）叠箱-框架混合结构体系 |
| 图 5.3.1模块化钢结构房屋结构体系  1-箱体;2-支撑框架 | |
|  |  |
| (c)叠箱-剪力墙/核心筒混合结构体系 | (d)嵌入式模块化结构体系 |
| 图5.3.1 模块化钢结构房屋结构体系  1-箱体;4-剪力墙/核心筒 | |

**【条文说明】**目前模块化钢结构房屋采用的结构形式主要包括：叠箱体系、叠箱-框架(底层框架、剪力墙/核心筒等)混合结构体系以及嵌入式模块化结构体系。叠箱体系全部由预制的模块单元通过安装、堆叠而成，其中包括房间模块、走廊模块等。为提高模块化建筑的结构性能与使用性能，需要将模块化建筑与其他建筑形式进行复合。叠箱-框架混合结构体系将传统框架作为建筑的外部支撑框架，以提高结构整体的抗侧性能。而叠箱-底层框架混合结构体系的主要方式为建造一个框架平台当作上部模块化建筑的基础，并在此框架平台上部进行模块单元的堆叠和安装。另外，为促进多高层轻型模块化钢结构房屋的发展，使结构满足受力要求，还可采用模块单元与剪力墙或核心筒进行结合构成混合结构体系：由于多高层模块化建筑的设计受到结构性能、使用性能、防火性能等多方面的影响，对于模块单元的布局，通常可考虑将模块单元与钢结构或混凝土结构的剪力墙或核心筒组合进行平面布置。嵌入式模块化结构体系以传统框架作为建筑的外骨架，在其内部安装模块单元，主框架可按传统方式进行建造，随着主框架完成一层的施工，模块也相应进行该层的安装。

1. 模块化钢结构房屋最大适用高度和层数应符合下列规定：

1 叠箱结构体系层数不宜超过3层；

2 叠箱-底层框架混合结构体系应用于抗震设防烈度为8度 (0.2g)及以下的地区，总层数不应超过4层，总高度不应超过13m；

3 叠箱-剪力墙/核心筒混合结构体系和嵌入式模块化结构体系总层数不宜超过8层，且总高度不应超过24m。

4 应急类临时模块建筑建设层数应为3层及以下，最大适用高度不宜超过10m。

**【条文说明】**参照《轻型模块化钢结构组合房屋技术标准》JGJ/T 466-2019对模块化钢结构房屋的高度和层数进行了规定。

1. 模块化钢结构房屋结构布置应遵循下列原则：

1 结构的平面布置宜规则对称，质量、刚度分布宜均匀，不应采用严重不规则的平面布置；

2 结构竖向布置应连续、均匀，并应避免侧向刚度和承载力沿竖向突变；

3 除外装阳台模块外，不宜外挑构造；必须进行模块外挑时，宜在模块长边方向上外挑，且外挑距离不应大于模块长边总长的1/4，悬挑部分不应开孔；外挑构造的所有挑出的模块应在对应基础首层边柱位 置设置中柱以及必要的支撑；未出挑模块一端的角柱应与下部模块的角柱对应，形成连续的竖向角柱支撑系统。

4 上下楼层的质量比不宜大于1.5。

**【条文说明】**由于模块之间连接受力复杂，在抗震设防建筑中，应尽量避免模块的竖向不规则布置或刚度、质量突变，以防地震作用下局部不规则位置处模块间的连接因受力过大而失效。当有模块外挑时，外挑距离不应过大。另外，还应通过设置中柱或支撑保证 角柱的连续性、结构的整体性以及结构的竖向传力路径。

## 5.4结构分析计算

1. 模块化钢结构房屋宜采用空间结构模型进行结构计算分析，计算模型应与实际受力情况一致；根据连接构造的不同，模块单元连接可采用刚接、半刚接与铰接的计算假定；模块单元层间竖向连接模拟高度不应小于模块单元结构间竖向净距。
2. 叠箱-框架(剪力墙/核心筒)混合结构体系宜按双重抗侧力体系计算，任一层叠箱部分承担的地震剪力不应小于结构底部总地震剪力的20%。

**【条文说明】**参考《建筑抗震设计标准》GB50011-2010(2016年版)第6.2.13条和第6.7.1条。

1. 当采用压型钢板组合楼板，且组合楼板与模块单元钢骨架间有可靠连接时，楼板可按刚性平面进行计算，但在模块边缘交接处楼板应为不连续；采用轻质楼板的模块建筑，其楼板计算结构模型应为由地板主梁和次梁以及下层模块的顶棚主梁和次梁组成的空间钢结构。

**【条文说明】**在模块化钢结构房屋中，当组合楼板和模块单元的钢骨架可靠连接时，楼板的平面内刚度可由楼板和钢骨架共同提供，因此可按刚性平面进行计算；当不符合刚性楼板假定，计算平面内楼板刚度时，应同时考虑本层楼板和下层顶棚的协同作用 。

1. 当结构布置不规则或局部刚度有较大削弱时，应按空间模型进行结构计算，此时屋盖或楼盖的连接构造应符合平面刚性铺板的要求。

**【条文说明】**当结构布置不规则或局部刚度有较大削弱时，为保证计算的准确性，不宜按平面模型简化计算，而应采用空间模型进行计算。

1. 模块化钢结构房屋按照弹性方法计算的风荷载和多遇地震作用下的楼层最大水平位移与层高之比均不应超过1/300。

**【条文说明】**《钢结构设计标准》GB50017-2017附录B.2.2条规定层间位移角限值为1/250,由于层间位移对模块化钢结构的影响较大，限值应偏于严格，建议取1/300。

1. 垂直放置的模块组合在结构计算时，由于定位和加工而在每一层引起的水平误差最大累积值可按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.4.6) |

式中： —— 水平误差最大累积值；

n—— 所在层数。

**【条文说明】**本条假设定位和加工的任何偏差在相同的方向上起作用，从模块的顶部至其下方模块的顶部，允许几何误差为12mm, 对于下一个模块，总的水平误差允许值为17mm, 因此下一对模块的公差增量只有5mm 。这意味着在建筑物高度上更正了安装错 误。另外，更高的模块化建筑需要更严格的安装和加工控制。

1. 单柱的水平误差允许值可取柱高的1/200,当考虑多层的平均值时，平均 不应大于柱高的1/300。当水平方向有多个柱组合时，整个结构水平误差允许值应减小。

**【条文说明】**一组柱的结果往往是≤ 柱高h/420, 当水平方向有m个柱组合，整个结构水平误差允许值应为单柱的值乘以系数。

1. 由于定位和加工中的水平误差引起的荷载偏心作用应和风荷载同时考虑(图5.4.8)。

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| (a)由于四边形模块的偏心加载，  在端墙处引起的剪力偏心荷载的传递 | (b) 角部支承模块的稳定体系中 |
| 图5.4.8 水平误差引起的偏心作用 | |

**【条文说明】**偏心加载将引起附加弯矩，模块的墙壁不能抵抗较大的弯矩，因此平衡所需的等效水平力作为剪切力在模块的顶棚、地板和端墙中传递。作用在底层模块上的附加力矩可以由有效偏心 △eff 表示：

式中：\_--\_底层模块底部的压力；

--垂直模块组合的有效偏心距；

n--模块的数量，当n<12层时，用于确定建筑物底部的倾覆力矩的有效偏心距 mm。

1. 偏心距可转换为施加于每个楼层的名义水平力，名义水平力至少应取作用于每个模块的垂直载荷的1%,并用作评估结构的整体稳定性的最小水平载荷。

**【条文说明】**对于一个楼面面积为25m²，荷载为 8kN/m²的模块，作用于模块的任一方向的名义水平力为2kN。对于10个模块的垂直组合，每个模块组合的底部剪切力为20kN。该力可以由模块沿力方向上的两个墙壁承担。当水平组合中有7个以上的模块时，名义水平力的组合效应可能会超过端部山墙上的风力。

1. 抗震设计应遵循加强空间整体性、强节点区域、强锚固、防止脆性破坏、加强模块间连接的抗震概念设计基本原则。

**【条文说明】**本条对模块化钢结构房屋抗震设计的基本要求和设计原则作出了规定。

1. 在进行多遇地震作用下的抗震计算时，阻尼比可取0.04。

**【条文说明】**《建筑抗震设计标准》GB 50011-2010(2016 年版)第8.2.2条的规定。由于目前模块化钢结构房屋的高度一般不超过50m,故在多遇地震下的计算，阻尼比可取0.04。

1. 应按《非结构构件抗震设计规范》JGJ339进行非结构构件抗震设计，并应考虑围护结构对结构抗震的不利影响。

**【条文说明】**非结构构件包括建筑非结构构件和建筑附属机电设备，自身及其与结构主体的连接；非结构构件的地震破坏会影响安全和使用功能，需引起重视，应进行抗震设计。考虑围护结构的不利影响，是《建筑抗震设计标准》GB 50011-2010(2016年版) 中的强制性条文要求。强调围护墙、隔墙等非结构构件是否合理设置对主体结构的影响，以加强其抗震安全性。

1. 应在结构的某一层和直接相邻的上层进行抗倒塌设计，建筑物有倒塌风险的部分不应超过该层面积的15%且不超过70m²。
2. 某个竖向承重构件失效将导致有倒塌风险的面积超过本标准第5.4.13条的规定值时，应将该构件设计为关键构件。墙体作为关键构件时，墙体的承载力和刚度应足以水平跨越损坏区域，墙体受拉时，单元间除应竖向连接外，水平向也应进行连接。

**【条文说明】**当结构损坏时，应通过结构中的构件之间的充分的连接作用来提供替代的载荷路径。假设移除一个模块某个角部的约束，应确保这种损坏对于此模块的影响是局部的，如图20所示，这种由于约束失效引起的力由模块之间的连接力来抵抗。可以假设每个模块的连接用于抵抗施加到该模块的荷载。就加工而言，模块本身具有鲁棒性，并且由于移除一个支撑而产生的力可以被墙壁中的平面内力所抵抗，这些墙壁含有支撑或者附有各种类型的板。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a) 移除角部墙板 | (b) 移除内部墙板 |
|  |  |
| (c) 相邻墙板间连接的悬臂效应 | (d) 上部墙板的悬臂效应 |
| 图20 模块建筑倒塌模式和分析 | |

1. 采用砌体外饰墙时，应采取措施确保砌体围护结构不发生连续倒塌。

**【条文说明】**一般来说，模块化结构只提供砌体围护结构的横向支承力，砌体的自重直接传至基础。

5.5地基基础

1. 地基基础设计应符合现行国家标准《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003、《建筑地基基础设计规范》GB50007等国家现行有关标准的规定。
2. 模块化钢结构房屋基础可选条形基础、筏板基础、桩基础和独立基础等形式(图5.3.2)。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a)条形基础 | (b) 带十字梁的筏板基础 |
| 图5.5.2 模块化钢结构房屋可选择的基础类型(一) | |
|  |  |
| (c)带桩帽、边梁和连系梁的桩基础 | (d)独立基础 |
| 图5.5.2 模块化钢结构房屋可选择的基础类型(二) | |

1. 单层模块化钢结构房屋的地基土满足承载力要求且无地表水滞留时，可将模块底地基土夯实、找平后，以素混凝土基墩支承模块。多个模块叠置荷载较大时，模块底部四角可用角件底座与基础连接。

**【条文说明】**本条提出了单层模块化钢结构房屋基础的简便做法，对处理过的固结场地，有可靠经验时，也可用于3层及其以下的模块化钢结构房屋的基础。

1. 首层模块单元底面应高出室外地面，地下室顶板或基础上部应设置预埋件与模块单元可靠连接，预埋件宜用混凝土包裹，包裹层厚度不应小于100mm。无地下室的模块建筑，底层模块单元应架空设置，模块以下沿模块周边应用砌体封堵。

**【条文说明】**由于防腐蚀要求，模块化钢结构房屋应高出室外地面，建议将底层箱体周边封堵是避免模块底部进杂物或动物集聚，架空模块底部空间的围护构造可参见《集装箱模块化组合房屋技术规程》CECS334:2013第5.4.1条。

1. 当保证基础或者地梁的水准时，可对基础或模块单元的底部竖向进行20mm内的调整。

## 5.6连接与构造

1. 连接可分为三种：模块单元内部构件间连接、模块单元间结构连接、模块单元与外部支承结构的连接。其中，模块单元间的连接可分为竖直方向上相邻模块间的连接和水平方向上相邻模块间的连接。
2. 连接节点的计算和构造应符合《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑抗震设计标准》GB 50011等国家现行有关标准的规定。连接节点应安全可靠、构造合理、方便施工与检测；同时，连接节点应具有必要的延性，不宜产生应力集中和过大的焊接约束应力，并应按连接节点强于构件的原则设计。
3. 重要构件或节点连接的熔透焊缝不应低于一级质量等级要求；角焊缝质量应符合外观检查二级焊缝的要求。
4. 模块单元的现场连接构造应有施拧或施焊的作业空间和便于调整的安装定位措施。

**【条文说明】**根据有关标准的规定，并结合模块化钢结构房屋模块和结构的特点，对节点的基本分类、节点设计构造的原则、连接计算要求和焊缝质量等级要求等作出了规定。模块单元内部构件的节点连接在工厂内完成，要求精度高、强度大、耐久性能好。模块单元之间的节点连接在工地现场完成，要求安全可靠、耐久性能好、有容错空间、便于现场快速可靠地施工。

1. 模块单元内部的边梁和角柱间可采用焊接或螺栓连接，节点宜按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018的规定进行加强，应保证模块内梁和柱的刚性连接在受力过程中交角不变。

**【条文说明】**当边梁和角柱间的连接，可采用板件焊接在角柱上，然后用螺栓和梁连接。对于更深的边梁，这种连接可提供抗弯强度，并且能在低层建筑的开敞式模块中提供稳定性。模块单元一般为工厂内由型钢焊接而成的空间框架。模块单元内部钢结构构件的 连接应满足交通运输、现场安装以及使用过程中的受力要求。为了防止焊缝和螺栓等连接部位开裂引起节点失效，或节点变形过大造成结构内力重分配，应加强模块内部构件间的连接，并使结构受力符合计算简图中的刚接假定，节点传力应顺畅，尽量做到相邻构件的轴线交汇于一点。

1. 梁、柱、支撑的主要节点构造和位置，应与建筑设计相协调。在不影响建筑设计的情况下，可在地板梁顶面或顶棚梁底面的梁端处加腋。

**【条文说明】**本条说明节点构造应与建筑设计相协调，且可通过节点加强措施保证梁端节点不发生破坏。

1. 梁、柱、支撑等构件的拼接接头，应与构件等强度设计。

**【条文说明】**本条基于概念设计原则和节点试验对节点的破坏模式进行了规定，根据“强连接弱构件”的原则，模块单元与模块单元、抗侧力结构以及底部框架之间的连接在罕遇地震作用下应不发生屈服。对于模块单元间、模块单元于底部框架的连接，应避免滑移对结构产生的不利影响，多遇地震下不应产生滑移，设防地震下不宜产生滑移；对于模块单元于抗侧力结构的连接，若采用可滑动连接或者滑移耗能型连接来避免抗侧力结构和模块单元间竖向力的传递，在多遇地震下应确保不发生滑移。

1. 结构构件和节点应做到强节点、强连接和防止脆性破坏。应加强模块整体框架和支撑体系的整体性，并增强相邻模块梁间、柱间的连接。

**【条文说明】**加强模块整体框架和支撑体系的整体性，增加相邻模块梁间、柱间的连接，是为了防止结构失稳和倾覆。

1. 模块单元间的连接宜采用角件相互连接的构造，其节点连接应保证有可靠的抗剪、抗压与抗拔承载力。
2. 模块单元与非模块单元的水平连接宜采用连接件与模块角件连接的构造，其节点连接应为仅考虑水平力传递的构造。
3. 模块单元间的连接宜考虑下列规定：

1 模块建筑结构、设备、管道线路、保温层、内外装修的完成度，并确保现场为焊接、螺栓连接、铆接施工提供足够的施工空间、安全保护。

2 连接完成后结构节点的封闭、保护、检修、更换等操作空间 。

**【条文说明】**本条说明模块单元间的连接除了满足受力要求以外，还应考虑建筑使用要求，如室内环境、建筑设备、环保与节能、建筑防火与防腐等；以及现场安装和维护检修的简单便捷；防止积水、积尘，采取有效的防腐、防火措施。

1. 模块单元应在其四个角部进行水平和竖直连接，可采用盖板螺栓连接、平板扦销连接、模块预应力连接等三类节点构造，并应根据整体结构抗侧刚度需要选择铰接或刚接节点。

|  |
| --- |
|  |
| (a)盖板螺栓连接节点 |
| 1—上模块柱；2—下模块柱；3—操作孔；4—角柱端板;5—螺栓；6—连接板；  7—上模块梁；8—下模块梁 |
| 图5.6.11 模块单元间的连接构造(一) |
|  |
| (b)平板扦销连接节点  1—上模块柱；2—下模块柱；3—平板扦销连接块；  4—肋板；5—对拉螺栓；6—底梁；7—顶梁；8—盖板 |
|  |
| (c)模块预应力连接节点 |
| 1—预应力钢绞线；2—上模块柱；3—上模块柱底板；4—连接板；  5—下模块柱顶板；6-下模块柱；7一连接器；8—抗剪键；9—穿筋孔 |
| 图5.6.11模块单元间的连接构造(二) |

1. 模块单元角柱为角钢或者其他开口截面时，可通过连接板和单个螺栓在模块顶部和底部进行竖直连接，同时水平连接可采用盖板螺栓连接。模块中的角柱为方钢管时，应在方钢管中预留直径不小于50mm 的检查孔。

**【条文说明】**角钢可采用冷弯型钢或热轧型钢，如100mm×100mm×10mm的厚角钢。一般来说，模块的底部和顶部均有连接，通过连接板和单个螺栓连在一起，如图19 (a)所示。或者，角钢可用侧板连接，如图19 (b)所示，在角钢表面焊接一个螺母，使连接可在一侧进行。若模块中的角柱为方钢管，可将螺栓通过检查孔插入端板进行模块间的连接，如图19 (c) 所示。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a) 端板螺栓角部连接 | |
| 1—角钢100mm×100mm×10mm ；2—螺栓孔；3—螺栓和连接板 | |
|  |  |
| (b) 带有焊接螺母的角部连接 | |
| 1—角钢100mm×100mm×10mm；2—连接板；3—提升点 | |
| 图19 盖板螺栓连接构造(一) | |
|  |  |
| (c) 采用方钢管截面的角柱 | |
| 1—方钢管100mm×100mm×10mm；2—焊接的端板或角钢；3—C 形钢；  4—直径50mm 的检修孔；5—端板；6—连接板；7—连接螺栓 | |
| 图19 盖板螺栓连接构造(二) | |

1. 建筑底部模块单元与下部基础或地下室混凝土结构的连接可采用地脚螺栓或锚栓连接，也可采用焊接与地脚螺栓或锚栓组合连接，如图5.6.13。基础连接节点采用钢结构预埋件时，其在地面以下的部分宜采用C25的混凝土包裹，并宜使包裹的混凝土高出地面不小于150mm。当预埋件底面在地面以上时，预埋件底面宜高出地面不小于l00mm 。

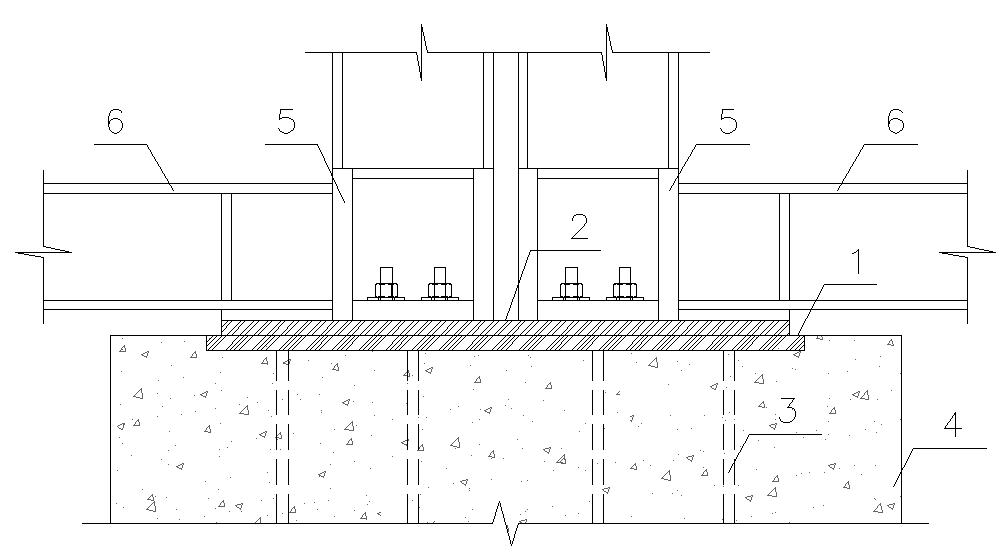


图5.6.13建筑底部模块单元与下部混凝土结构连接示意

1—基础预埋板；2—建筑底部模块单元连接板；3—地脚螺栓或锚栓；4—基础或地下室顶板；

5—模块单元底部连接盒；6—底板梁

# 6模块制作与运输

## 6.1一般规定

1. 不同型号的模块生产前，应由建设、设计、生产、施工单位对其工艺要求和质量标准进行交底与会审，并形成会审记录。
2. 模块单元及相关产品的制作及加工应符合《钢结构工程施工规范》等现行国家相关标准的要求。

**【条文说明6.1.1-6.1.2】**钢构件的加工工艺和加工质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB50755和《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205的有关规定；焊接工程的检验应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205和《钢结构焊接规范》 GB 50661 的有关规定；紧固件连接工程的检验应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定；防火涂料应按现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定进行抗压强度、粘接强度、厚度、裂纹的检验；防腐蚀涂装工程的检验应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 、《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212、《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB/T 50224 和《建筑钢结构防腐蚀技术标准》JGJ/T 251 的有关规定。

## 6.2制作与验收

1. 模块化钢结构房屋原材料应符合《钢结构设计标准》GB 50017 等现行国家相关标准的规定。

**【条文说明】**1.所有原材料应具有质量证明书，并应符合设计要求和现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定；按有关规定需要复验的材料应在抽样复试合格后方可使用；2.模块单元框架主要由矩形方钢管柱和热轧型钢梁组成，其质量标准应分别符合国家现行标准《建筑结构用冷弯矩形铜管》JG/T 178和《热轧型钢和部分型钢》GB/T 11263的规定，同一工程相互接长的方钢管柱截面应一致；3模块单元中带钢或钢板应满足现行国家标准《碳素结构》GB/T 700规定的Q235钢和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591规定的Q355钢，当有可靠依据时，可采用其他牌号的钢材；4模块单元中薄壁钢材的性能要求和强度设计值应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018规定；5普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓》GB/T 5780的规定，其机械性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098的规定，高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228 、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229 、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230 、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 和《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定，连接薄钢板或其他金属板采用的自攻螺钉应符合现行国家标准《十字槽盘头自钻自攻螺钉》 GB/T 36 15856. 1的规定；6焊接材料应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的规定进行检查和验收；但采用其他焊接材料替代设计选用的材料时，必须经原设计单位同意。

1. 模块单元组成部件、构件及连接件应在工厂制作，模块单元部件、构件制作尺寸偏差应符合表6.2.2的规定。

表 6.2.2 模块单元部件、构件制作尺寸偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 允许偏差(mm) |
| 模块 地板 | 外形尺寸偏差 | ≥3600mm | 0,-5 |
| <3600mm | 0,-4 |
| 对角线 | | ≤4 |
| 边框梁外腹面平面度 | | ≤4,且≤L/1000 |
| 相邻楼板高低差 | | 2.0±1 |
| 底部六点支撑状态下,楼板平面度 | | ≤3,且≤L/1000 |
| 自由状态下,次梁下表面平面度 | | ≤3,且≤L/1000 |
| 模块 顶板 | 外形尺寸偏差 | ≥3600mm | 0,-5 |
| <3600mm | 0,-4 |
| 对角线 | | ≤4 |
| 边框梁外腹面平面度 | | ≤4,且≤L/1000 |
| 自由状态下,吊顶板平面度 | | ≤3,且≤L/1000 |
| 吊顶板差接缝间隙 | | ≤1.5 |
| 装配式吊顶板接缝直线度 | | ≤2 |
| 模块 墙板 | 长度 | | 0,-2 |
| 宽度 | | 0,-2 |
| 厚度 | | 士1 |
| 对角线 | | ≤3 |
| 表面平整度 | | ≤1 |
| 门窗 | 门窗框对角线 | | ≤3 |
| 门窗框正、侧面垂直度 | | ≤2 |
| 门窗框水平度 | | ≤3 |
| 柱承重单元 角柱 | 长度 | | 0,-2 |
| 截面尺寸 | | 士1 |
| 两端板与角柱侧面的垂直度 | | ≤1.5 |
| 两端连接板平行度 | | ≤1.5° |
| 立柱连接孔间距 | | 士1 |

注：L为模块单元结构梁长

1. 模块结构制作完成后，模块成品应满足下列规定后方可出厂:
2. 应对构配件的内在质量、外观质量和尺寸精度进行验收，形成验收记录，出具出厂合格证、质量保证书和检验报告；
3. 宜根据施工详图进行相邻模块间的预拼装，发现问题及时修改，合格后在角柱分别标记定位轴线及水平标高线作为下道工序制作安装基准线；
4. 所有内部可移动部件应有可靠固定和保护措施；
5. 模块门、窗洞口的位置应有临时密封措施；
6. 模块顶部有运输和储存过程中的临时防水措施；
7. 模块内部应整洁、干净，装饰装修应无划痕和损坏。
8. 模块单元的组装宜在工厂进行，考虑到运输因素，可在工地组装，组装场地应达到混凝土地面的硬化要求，模块单元尺寸偏差应符合表6.2.4的规定。

表6.2.4 模块单元尺寸偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差(mm) |
| 模块单元(箱体) 外形尺寸 | ≥3600mm | 0,-5 |
| <3600mm | 0,-4 |
| 端面对角线 | ≤4 |
| 侧面对角线 | ≤5 |
| 模块单元(箱体) 垂直度 | | ≤3,且≤H/1000 |
| 模块单元(箱体) 墙体平面度 | 表面平整度 | ≤2 |
| 与 楼面垂直度 | ≤3 |
| 接缝间隙 | ≤1.5 |
| 接缝直线度 | ≤2 |
| 模块单元顶板(顶棚)挠度 | | ≤10,且≤L/1500 |
| 模块单元地板(楼板)挠度 | | ≤10,且≤L/1500 |
| 梁、柱截面扭曲 | | ±2 |
| 门窗 | 长度 | ≤1.5 |
| 宽度 | ≤1.5 |
| 对角线 | ≤3 |
| 踢脚线、阴角线、 顶角线 | 拼缝间隙 | ≤1 |
| 与墙板和顶棚的贴合度 | 良好 |

1. 采用轻钢龙骨复合墙体时，墙体安装尺寸偏差应符合表6.2.5的规定。

检查数量：全数检验。

检查方法：应符合表6.2.5 的规定。

表 **6.2.5** 轻钢龙骨复合墙体安装尺寸允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | 允许偏差（mm） | | |
| 钢板 | 纸面石膏板 | 其它 |
| 立面垂直度 | 2 | 3 | 4 |
| 表面平整度 | 3 | 3 | 3 |
| 阴阳角方正 | 3 | 3 | 3 |
| 接缝直线度 | 1 | 3 | 3 |
| 检查项目 | 允许偏差（mm） | | |
| 钢板 | 纸面石膏板 | 其它 |
| 接缝高低差 | 1 | 1 | 1 |
| 接缝宽度 | 1 | 2 | 2 |

1. 卫生间及厨房模块单元应进行蓄水试验，其排水坡度、通风装置、安装及检修用管道空间、地面防水层均应符合设计要求和本标准的有关规定。

检查数量：同种类型的模块单元每次抽检数量不应少于该品种数量的10％且不少于5件。

检查方法：蓄水试验前，应封堵试验区域内的排水口，蓄水时间不应小于24h，蓄水深度最浅处不应小于25mm。

1. 模块单元出厂前应对有防水要求的外墙、外窗、门进行淋水试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：试验前应关闭窗户，封闭各种预留洞口，采用淋水管线对模块单元自上而下淋水，淋水水压不应低于 0.3MPa，并应能在待测区域表面形成均匀水幕，检查背水面的渗漏情况。

**【条文说明】**模块单元的淋水试验宜在模块装修前完成，确保模块单元具有一定的防水能力，在工厂装修过程或现场施工过程中遇雨水天气不对模块内部装修造成损害。

1. 模块单元交付的文件资料应包括下列内容：
2. 出厂合格证；
3. 产品质量证明文件；
4. 使用说明书。

## 6.3运输与堆放

1. 模块单元的运输不得违反当地交通管理部门的规定。
2. 运输应考虑道路沿线路况和限制条件。模块单元的宽度及高度宜符合大件运输的限值规定。
3. 模块单元在运输过程中应固定牢固，设置必要的垫木防止运输过程中造成模块单元损坏。必要时，模块单元应进行运输过程中的强度和刚度验算，设置专门的防振措施。
4. 模块单元的存放应符合下列规定：
5. 存放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
6. 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理；
7. 模块单元应按照一定产品品种、规格型号、检验状态分类存放， 产品标识应准确、清晰、明显。

**【条文说明】**为保证模块单元在场地临时堆放期间的安全，对堆放场地提出要求:一是场地应为平整的地面，若为软土地面，应提前进行硬化处理；二是场地承载力较差时，应进行受力复核，必要时应进行地基加固处理或堆放高度限制。

1. 模块单元应按组装顺序有序堆放，相互之间留有一定的间隙，当为多层模块堆放时，应加设临时固定的安全措施，竖向堆放不宜超过3层。

**【条文说明】**模块单元应按组装顺序进行有序堆放，尽可能减少一个模块需多次起吊转运的现象发生。

1. 对开洞口后刚度削弱的模块单元，应在运输、吊装中采取临时加固与防护措施，防止模块、门窗和外设零部件碰撞损伤。
2. 模块单元的起吊点严禁随意更改。确需变动时，必须经设计单位复核通过并出具书面变更手续。
3. 模块单元的成品保护应符合下列规定：
4. 模块成品外露保温板应采取防止开裂措施， 外露钢筋应采取防弯折、防碰伤措施，外露预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈；
5. 预埋孔洞应临时封堵，防止堵塞；
6. 模块应在外侧设置防水罩等防水措施，防水罩宜设有可开启入口，防水措施应满足绿色可回收、不影响装修和吊装、包装便于装卸等要求；
7. 玻璃、瓷砖、木柜等装修宜用胶纸、泡沫等措施进行保护。

# 7施工

## 7.1一般规定

1. 安装施工前，应针对模块化钢结构房屋的施工要点和难点制定施工组织设计和专项施工方案，并应组织专家论证。

**【条文说明】**模块化钢结构房屋的安装施工所涉及的工序复杂、工艺工法新颖，为确保安装施工安全有序地开展，应结合模块化结构施工的特点和工艺流程的特殊要求，制定施工组织设计和专项施工方案。

1. 安装施工前，应选择有代表性的模块进行样板间试安装，并根据试安装结果及时调整完善施工方案和施工工艺，经检验符合设计要求和本标准相关要求后方可进行正式的组合安装工作。
2. 安装作业人员在上岗前应进行技术培训，并宜具备相关从业资格证明，特种设备操作人员应持证上岗。

**【条文说明】**为防止在模块吊装过程中发生模块损伤、破坏、坠落、吊车倾覆等危险性事件，应重视安装施工的安全要求，严格遵守施工安全的有关规定。

1. 安装施工过程中应确保施工安全。安全措施应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33、《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ46、《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ276等有关规定。

**【条文说明】**工程施工应严格落实政府部门关于环境保护的相关要求，在施工过程中采取必要的环保措施。

1. 安装施工应落实环保施工、绿色施工的相关要求，采取环境保护措施。环保措施应符合现行国家标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T50905的有关规定。

## 7.2安装与连接

1. 安装施工现场设置的运输通道和预制品存放场地，应符合下列规定：
2. 现场运输道路和存放场地应坚实平整，并设置排水措施；
3. 应合理规划模块运输通道和临时堆放场地，并应采取成品堆放保护措施；
4. 安装施工现场内部道路应按照预制品运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度。
5. 模块单元吊装起重机械的选用和操作应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33的有关规定。起重机械的吨位和型号可根据吊装方案和模块重量选择。
6. 模块单元吊装应根据模块单元重量和吊点分布设计专用吊架，吊架应保证模块单元在吊装过程保持平稳，吊架下方与模块吊点相连的吊链与水平方向的夹角不应小于75度，不宜小于80度。

**【条文说明】**吊架应由专业设计人员设计，应满足承载力、稳定性及变形要求。为了防止吊装过程中，吊链产生的水平拉力对模块单元造成不利影响，需要严格控制吊链的竖向倾角。

1. 模块单元吊装施工前，应确保吊装条件和施工作业面满足要求，并应进行下列工作：
2. 应核实现场环境、天气、道路状况等是否满足吊装施工要求；
3. 应复核吊装设备及吊具是否处于安全操作状态，并应严格按照吊装方案选择吊具挂点；
4. 应核对已施工完成结构、基础的外观质量和尺寸偏差；
5. 应对安装工作面进行测量放线、设置模块单元安装定位标识，测量放线应符合现行国家标准《工程测量标准》GB50026有关规定。
6. 应按设计图纸核对设备及管线参数、预埋件及预留孔洞位置和尺寸。
7. 模块单元安装前应对建筑物的轴线、底部基础预埋板的位置和标高、地脚螺栓位置等内容进行复核。
8. 模块单元的安装应符合下列规定：
9. 宜根据建筑物的平面形状、结构形式安装机械的规格、数量、现场施工条件等因素， 划分吊装流水段，确定安装顺序，并按拟定的吊装顺序进行吊装；
10. 模块单元安装时，应先调整标高，再调整中心水平位移，最后调整垂直偏差；
11. 模块单元在吊装过程中，应设置缆风绳控制模块转动；
12. 模块单元临时安装时应进行风荷载抗倾覆验算，对于抗倾覆验算不满足要求的，应增加临时支撑；
13. 模块单元在安装过程中损坏的涂层应及时进行修补。

**【条文说明】**模块单元的安装顺序、校准定位是模块化结构施工的关键，应该施工方案中明确规定并付诸实施。

1. 多个模块单元拼接的区域，对于楼面装饰层的现场施工与接驳处理应预留相应的工作面，并应符合下列规定：
2. 使用地胶作为地面饰面时，宜在现场进行地面找平后铺贴；
3. 使用瓷砖作为地面饰面时，可采用错缝对齐的铺贴形式；
4. 多个模块单元的饰面材料拼接处宜设置门槛石、门套线；
5. 多个模块单元的饰面材料拼接处应进行防水防溢防渗措施处理；
6. 装修施工宜采用具备一定容错的调平工艺。
7. 对于多个模块拼接的潮湿区域，宜在现场进行施工，并应进行整体的防水处理。
8. 钢结构施工质量控制应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定执行；模块化钢结构房屋叠箱结构安装的允许偏差应符合表 7.2.9 的规定。

表7.2.9 模块化钢结构房屋叠箱结构安装的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差(mm) | 图例 |
| 地板中心线对定位 轴线的偏移△ | ±5.0 |  |
| 整体垂直度△ | ≤30.0, 且≤H/1000+10 |  |
| 单层箱体垂直度△ | ±5.0 |  |
| 箱体顶部标高△ | ±5.0 |  |
| 房屋的平面弯曲 | ≤20.0, 且 ≤L/1200 |  |

1. 在施工安装时应避免对模块单元主体钢结构进行焊接或切割，不应在任何表面上拖拉模块单元，模块单元因搬运或吊装发生变形损坏时应返厂。

**【条文说明】**模块化钢结构房屋的建造特点是模块单元工厂预制、现场拼装，工业化生产、产品化质量控制。模块单元的焊接、切割工作应预先规划，尽量在工厂完成，以保证加工质量，提高现场施工效率。

1. 模块单元之间通过高强螺栓或拉杆连接时，应采用扭力扳手确保紧固力符合设计要求。采用灌浆连接节点时，应确保灌浆密实和饱满。
2. 模块单元安装过程中，应对模块单元进行临时防水处理，并应符合下列规定：
3. 应对预留管线的孔洞进行临时封堵；
4. 应及时完成接缝等位置的防水处理；
5. 模块单元顶部、门窗、洞口处宜设置防雨布。
6. 给排水系统和通风与空调系统的现场连接安装应符合现行国家标准《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》GB50243和《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定，并应符合下列规定：
7. 模块单元间水管的安装和连接应在模块单元拼装完成后实施，并应进行试压、通水测试；
8. 模块单元间风管的现场连接宜采用法兰连接。如果采用软管连接，软管长度不应超过2m；
9. 模块单元间的管线洞口应进行防火封堵。
10. 电气设备管线的现场连接安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303 和《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定，并应符合下列规定：
11. 模块单元间导线连接不应采用易松动型接口；
12. 模块单元拼装后，所有的模块单元应进行等电位连接，模块单元外侧预留的螺栓应采用铜芯导线相互连接，导线截面面积不应小于16mm2。

**【条文说明】**模块单元间的导线连接一般采用压接或焊接型式，常规的有接口器件有接线盒、配电箱等，此类连接型式相对成熟稳定，故障率低，安全隐患小。严禁采用插头与插座作为导线的接口器件，

因为建筑物在风和地震下的振动容易造成插头与插座的连接松动，从而引起电弧。多起火灾事故调查表明，插头与插座的连接松动是造成火灾的主要原因之一。

1. 电气调试和防雷接地应符合下列规定：
2. 电气调试时应测试所有电气回路及电气设备的绝缘情况。调试过程中应做好调试记录，调试完成后应清除临时短接线和各种障碍物；
3. 防雷接地电阻应使用接地电阻测试仪进行测试，接地电阻值应符合设计要求。当钢结构接地体无法满足接地电阻要求时，应增加人工接地极；
4. 现场应先完成防雷接地体的安装，并预留出模块单元的连接器件， 待模块单元安装完成后，再将连接器件与模块单元进行连接；
5. 利用顶层模块单元的屋面金属压顶做接闪带时，宜将同一模块单元内的金属压顶预先连接。

## 7.3接缝处理

1. 模块化钢结构房屋的接缝防火封堵处理措施，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016和《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T51410的有关规定。
2. 相邻模块单元、模块单元和非模块单元部分以及底层模块单元与支座连接处等部位的水平缝和竖缝的防火封堵措施，应按设计文件和有关产品的技术说明执行，并应符合下列规定：
3. 建筑接缝封堵隐蔽前应进行隐蔽工程验收，并形成隐蔽工程验收记录；
4. 建筑接缝封堵材料应紧密贴实。

**【条文说明】**模块化钢结构房屋由模块单元拼装而成，建筑接缝相比于一般建筑更多，建筑接缝的防火 封堵处理对于建筑防火性能的实现非常关键，封堵隐蔽前应进行验收并做好记录。

1. 建筑接缝的防水构造措施应符合现行《四川省建设工程防水技术标准》DBJ51/T255的规定，在雨期施工或施工中断时，未经处理的建筑接缝应采取临时防水措施。
2. 多个模块单元组合时，内装修进行现场作业前，应根据工厂施工预留尺寸进行拼缝接口处基层封板和调平。
3. 外墙的接缝应符合下列规定：
4. 接缝处应根据当地气候条件合理进行构造防水、材料防水相结合的防排水设计；
5. 接缝宽度及接缝材料应根据外墙材料、立面分格、结构层间位移、温度变形等因素综合确定；
6. 接缝材料及构造应满足防水、防渗、抗裂、耐久等要求；
7. 接缝材料应与外墙材料具有相容性，在正常使用情况下，接缝处的弹性密封材料不应发生破坏；
8. 接缝处以及与主体结构的连接处应采取防止热桥形成的构造措施。

## 7.4安全与绿色施工

1. 模块化钢结构房屋安装施工应执行国家、地方、行业和企业的安全生产法规和规章制度， 落实各级各类人员的安全生产职责。
2. 施工单位应根据工程施工特点对重大危险源进行识别并予以公示，并制定相对应的安全生产应急预案。
3. 施工单位应对从事模块吊装作业及相关人员进行安全培训与交底，培训与交底内容应包含模块进场、卸车、存放、吊装、就位等环节，并应制定防控措施和应急预案。
4. 安装施工作业使用的专用吊具、吊索、定型工具式支撑、支架等，应进行安全验算，使用中进行定期、不定期检查，确保其安全状态。
5. 安装作业开始前，应对安装作业区进行围护并做出明显的标识、拉警戒线，应根据危险源级别安排旁站，严禁与安装作业无关的人员进入。
6. 吊装作业安全应符合下列规定：
7. 遇到大雨、大雾、大雪天及 5 级以上大风天等恶劣天气时，不得进行吊装作业；
8. 开始起吊时，应先将模块单元吊离地面200mm~300mm后暂停，检查起重机的稳定性、制动装置的可靠性、模块单元的平衡性和绑扎的牢固性等，确认无误后，方可继续起吊；
9. 吊装时，模块单元吊运路径下方严禁站人；
10. 高空作业时，可通过溜绳调整模块方向，严禁直接手扶模块单元；
11. 就位时，应待模块单元降落至距地面 1m 以内作业人员才可靠近，并应待模块单元就位固定后进行脱钩；
12. 模块单元吊装时应设置有效的防护系统，防护系统应经计算确定。
13. 施工过程中，凡涉及临边与洞口作业、攀登与悬空作业、操作平台、交叉作业及安全网搭设的，应采取有效的高处作业安全技术措施。
14. 模块单元吊装就位后，应根据设计要求采取可靠的临时固定措施。

**【条文说明】**模块单元在安装就位后、与相邻模块单元相互连接之前，并未与建筑结构实现稳固连接，因此需要设置临时固定措施，防止模块单元在风力作用下产生倾覆和滑移。

1. 施工现场应加强对废水、污水的管理，现场应设置污水池和排水沟。废水、废弃涂料、胶料应统一处理，严禁未经处理直接排入下水管道。
2. 模块单元安装过程中废弃物等应进行分类回收。施工中产生的胶粘剂、稀释剂等易燃易爆废弃物应及时收集送至指定储存器内并按规定回收，严禁丢弃未经处理的废弃物。

# 8质量验收

## 8.1一般规定

1. 模块化钢结构结构建筑质量验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205的规定，可划分为单位(子单位)工程、分部(子分部)工程、分项工程和检验批，其划分原则应根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300的规定执行。
2. 焊接工程验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205的有关规定，焊前检查、焊中检验和焊后检验应符合设计文件和现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661的规定。
3. 紧固件连接工程的质量验收方法和质量验收项目应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205和《钢结构高强度螺栓连接技术标准》JGJ82的有关规定。
4. 排水管道安装完成后，应检测立管的垂直度及水平管的坡度，并应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242的有关规定。
5. 原材料及成品应执行进场验收制度，应核对材料的牌号、规格、批号、质量证明文件、中文标识和型式检验报告，并检查外观质量、包装等；对涉及安全与功能的原材料或半成品，应进行复验，并应经监理工程师(建设单位技术负责人)见证取样送样。
6. 模块单元的结构、机电、给水排水、供暖中的隐蔽工程，在吊装前应进行质量验收。
7. 模块单元的顶板底部与立柱之间应连接紧密，所有紧固件都应连接到位，不得有遗漏或松动。
8. 模块单元部件、构件及模块单元的质量验收记录可采用本标准附录A的格式。
9. 模块化钢结构房屋主体结构验收时，应提供下列文件和记录：
10. 工程设计文件、模块单元制作和安装的深化设计图；
11. 模块单元、主要材料及配件的产品合格证、质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；
12. 模块单元安装施工记录；
13. 隐蔽工程检查验收文件；
14. 现浇混凝土、灌浆料强度检测报告；
15. 外墙防水施工质量检验记录；
16. 模块化钢结构房屋工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
17. 模块化钢结构房屋工程的其他文件和记录。

**【条文说明】**在模块化钢结构房屋施工质量验收过程中，应增加需提交的主要文件和记录，这是实现工程质量可追溯性的基本保障。

1. 当模块化钢结构房屋工程质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：
2. 经返工返修或更换构件部件的检验批，应重新进行验收；
3. 经检测单位检测鉴定，能够达到设计要求的检验批，应予以验收；
4. 经检测单位检测鉴定，达不到设计要求，但经原设计单位核算认可满足结构安全和使用功 能的检验批，可予以验收；
5. 经返修或加固处理，能够满足结构安全使用要求的分项、分部工程，可根据技术处理方案和协商文件进行验收；
6. 经返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程，严禁验收。
7. 验收合格交付使用时，应提供房屋使用说明书，说明书应包含使用注意事项和维护管理要求。

## 8.2主控项目

1. 模块单元产品进场时，应检查模块单元的产品合格证、质量证明文件及产品说明书。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查相关文件。

1. 模块单元外露的钢结构构件不应存在缺损，连接件应完整，吊耳及预埋件应牢固、无松动。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，检查处理方案。

1. 模块单元外形尺寸偏差和检验方法应分别符合本标准表6.2.2的规定。

检查数量：同一种类的模块单元每次抽检数量不应少于该品种数量的5%，且不少于3件。

检查方法：应符合表 6.2.2 的规定。

1. 模块单元主体结构组装后尺寸应符合设计图纸要求，组装尺寸允许偏差应符合表 7.2.9 的规定。

检查数量：同种类型的模块单元不超过10个为一批，每批检查1个。

检查方法：应符合表7.2.9的规定。

1. 装饰构件的装饰外观尺寸偏差和检验方法应符合设计要求。当设计无具体要求时，应符合本标准表6.2.4的规定。

检查数量：同一种类的模块单元每次抽检数量不应少于该品种数量的10%，且不少于5件。

检查方法：应符合表6.2.4的规定。

1. 铸钢件的品种、规格、性能应满足设计要求并符合相关国家现行标准的规定，应按国家抽取试件进行屈服强度、抗拉强度、伸长率和端口尺寸偏差的检验。

检查数量：质量证明文件全数检查，抽样数量按进场批次和产品抽样检验方案确定。 检查方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

1. 钢拉杆的质量验收方法和质量验收项目应满足设计要求并符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

检查数量：质量证明文件全数检查，抽样数量按进场批次和产品抽样检验方案确定。

检查方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

1. 模块单元之间采用螺纹拉杆连接时，有效连接长度和拧紧扭矩值应满足设计要求，上层模块单元的安装应在连接检验合格后进行，并宜保存规范的施工检验影像记录备查。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查施工方案，尺量，检查扭力扳手标定记录。

**【条文说明】**为保证螺纹拉杆连接的可靠性，拧紧扭矩值应满足要求。螺纹损伤或施拧方式不当等可能 导致在同样终拧扭矩下， 由于螺纹咬合长度不足而达不到设计承载力，故还应保证螺纹拉杆的有 效连接长度。由于上层模块安装完成后很难再对拉杆连接进行检查，为保证施工进度和施工质量， 可保留施工检验影像记录备查。

1. 模块单元之间采用灌浆连接时，灌浆料或灌浆用混凝土的强度等级应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查试件强度试验报告。

1. 灌浆料或灌浆用混凝土的工作性能和收缩性应符合设计要求和相关国家现行标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

1. 灌浆用混凝土的运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间，同一施工节点内混凝土应连续浇筑。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查，检查施工记录。

1. 灌浆料或灌浆用混凝土浇筑应密实。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查灌浆工艺试验报告或混凝土浇筑工艺试验报告和施工记录。

1. 模块单元设备管线之间的连接构造应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

1. 排水管道安装完成后应进行整个排水系统的灌水及通球试验；给水管道应进行整个系统的严密性及强度试验，试验结果应满足设计要求。
2. 线路敷设完毕后应进行绝缘电阻测试及通电测试，其测试电压及绝缘电阻值应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303的有关规定。
3. 模块化钢结构房屋接缝防火封堵处理应符合设计要求，封堵材料的燃烧性能等级、管道阻火装置的耐火性能以及拼缝处防火封堵材料的燃烧性能应符合设计要求。

检查数量：全部检查。

检验方法：检查封堵材料的燃烧性能等级的检测报告。

## 8.3一般项目

1. 模块单元产品进场时，应检查模块单元的产品合格证、质量证明文件及产品说明书。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查相关文件。

1. 模块单元涂层外观质量应满足设计要求，受损部分应根据损伤程度按照专项修补工艺进行涂层缺陷修补。

检查数量：全数检查。

检验方法：漆膜测厚仪和观察检查。

1. 模块单元应在明显部位标明生产单位、项目名称、模块型号、生产日期、安装部位、安装方向及质量合格标志。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

1. 基础顶面预埋支座或模块单元的连接件作为上层模块的支承面时，其支承面的允许偏差应符合表8.3.4的规定。

检查数量：按支座和连接数抽查10%，且不应少于3个。

检查方法：用经纬仪、水准仪、全站仪、水平尺和钢尺实测。

表8.3.4 支承面的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差（mm） |
| 支承面 | 标高 | ±3.0 |
| 水平度 | l/1000（l 为支承面测量方向边长） |
| 预留孔中心偏移 | | 10.0 |

1. 封堵材料应密实、连续、饱满、牢固，无漏光现象。

检查数量：全部检查。

检验方法：观察检查。

1. 具备蓄水条件的檐沟、天沟应进行蓄水试验，蓄水时间不应少于24h。

检查数量：全部检查。

检查方法：蓄水试验，蓄水后24h观察检查。

1. 屋面、外墙的防水卷材或防水涂料的搭接缝应粘结牢固、密封严密；收头应与基层粘结并固定牢固，缝口应封严，不应有翘边现象；屋面、外墙的防水卷材或防水涂料的铺贴方向应正确，纵向搭接应错开，搭接宽度负偏差不应大于10mm。

检查数量：全部检查。

检查方法：观察检查和尺量检查。

# 9维护与管理

1. 模块化钢结构房屋的设计文件应明确标注设计条件、使用性质及使用环境。
2. 建设单位在向用户交付时，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。
3. 建筑质量保证书除应按现行有关规定执行外，尚应注明相关部品构件的保修期限与保修承诺。
4. 建筑使用说明书除应按现行有关规定执行外，尚应包括下列内容:
5. 结构体系类型及相关使用、维护要求；
6. 装饰装修注意事项，应包含允许业主或使用者自行变更的部分与相关禁止行为；
7. 生产厂商提供的部品、部件、产品使用维护说明书，宜注明合理的检查与使用维护年限；
8. 主体结构设计工作年限、结构体系、承重结构位置、使用荷载和装修荷载等；
9. 围护系统基层墙体和连接件的使用及维护年限，围护系统外饰面、防水层、保温以及密封材料的使用及维护年限，墙体可进行室内吊挂的部位、方法及吊挂力，以及围护结构日常与定期的检查与维护要求；
10. 设备与管线的系统组成、特性规格、部品寿命、维护要求、使用说明等；
11. 内装做法、部品寿命、使用说明以及内装维护和更新时所采用的部品和材料等。
12. 建设单位应向业主移交建筑使用说明书和检查与维护更新计划，检查与维护更新计划应包括下列内容:
13. 对主体结构的检查与维护制度，包含主体结构损伤、建筑渗水、钢结构锈蚀、钢结构防火保护损坏等可能影响主体结构安全性和耐久性的事项；
14. 对围护系统的检查与维护制度，包含围护部品外观、连接件锈蚀、墙屋面裂缝及渗水、保温层破坏、密封材料的完好性等，并形成检查记录；
15. 对设备与管线的检查与维护制度，保证设备与管线系统的安全使用；
16. 对公共部位及其公共设施的设备与管线的检查与维护制度，包括水泵房、消防泵房、电机房、电梯、电梯机房、中控室、锅炉房、管道设备间、配电间(室)等，并定期巡检和维护；
17. 对内装的检查与维护制度。
18. 电梯维护应按国家现行有关电梯安全管理标准、电梯维护保养标准等的要求，由取得相关许可证的维保单位进行，维保人员应具备相应的专业技能并经考核合格持证作业，并保留维护保养记录。
19. 消防设施的维护，应按现行国家标准《建筑消防设施的维护管理》 GB 25201 的规定执行。消防控制室的管理，尚应满足国家、行业和地方的有关规定。
20. 防雷装置的维护，应按现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343 的规定执行，由专人负责管理。
21. 智能化系统的维护，应按现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314 的规定执行，物业服务企业应建立智能化系统的管理和维护方案。
22. 模块化钢结构房屋的维护应遵循预防为主、防治结合的原则，并根据《建筑使用说明书》进行日常维护、定期检测和鉴定。
23. 模块单元的重新装修改造过程中，不应损伤主体结构及外围护系统。
24. 拆除工程宜根据模块单元主体结构与其他构件的关系制定专项的拆除方案，以便对模块单元及其他构件进行回收和再次利用。

# 附录 A 验收记录表

表 A.0.1 模块单元部件、构件验收

编号： 单位:mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称: | |  | | | | | | | | |
| 安装地点: | |  | | 层数面积 |  | | | | | |
| 模块地板 (楼板) | | 外形尺寸偏差 | ≥3600 | 0,-5 |  | |  |  |  |  |
| <3600 | 0,-4 |  | |  |  |  |  |
| 对角线 | | ≤4 |  | |  |  |  |  |
| 边框梁外腹面平面度 | | ≤4,且≤L/1000 |  | |  |  |  |  |
| 相邻楼板高低差 | | 2.0±1 |  | |  |  |  |  |
| 底部六点支撑状态下, 楼板平面度 | | ≤3,且≤L/1000 |  | |  |  |  |  |
| 自由状态下,次梁下表面 平面度 | | ≤3,且≤L/1000 |  | |  |  |  |  |
| 模块顶板 (顶棚) | | 外形尺寸偏差 | ≥3600 | 0,-5 |  | |  |  |  |  |
| <3600 | 0,-4 |  | |  |  |  |  |
| 对角线 | | ≤4 |  | |  |  |  |  |
| 边框梁外腹面平面度 | | ≤4,且≤L/1000 |  | |  |  |  |  |
| 自由状态下,吊顶板平面度 | | ≤3,且≤L/1000 |  | |  |  |  |  |
|  | 吊顶板差接缝间隙 | | | ≤1.5 |  | |  |  |  |  |
| 装配式吊顶板接缝直线度 | | | ≤2 |  | |  |  |  |  |
| 模块墙板 | 长度 | | | 0,-2 |  | |  |  |  |  |
| 宽度 | | | 0,-2 |  | |  |  |  |  |
| 厚度 | | | 士1 |  | |  |  |  |  |
| 对角线 | | | ≤3 |  | |  |  |  |  |
| 表面平整度 | | | ≤1 |  | |  |  |  |  |
| 门窗 | 门窗框对角线 | | | ≤3 |  | |  |  |  |  |
| 门窗框正、侧面垂直度 | | | ≤2 |  | |  |  |  |  |
| 门窗框水平度 | | | ≤3 |  | |  |  |  |  |
| 柱 承重 单元角柱 | 长度 | | | 0,-2 |  | |  |  |  |  |
| 截面尺寸 | | | 士1 |  | |  |  |  |  |
| 两端板与角柱侧面的垂直度 | | | ≤1.5 |  | |  |  |  |  |
| 两端连接板平行度 | | | ≤1.5° |  | |  |  |  |  |
| 立柱连接孔间距 | | | 士1 |  | |  |  |  |  |
| 综合验收结果: 年月日 | | | | | | | | | | | |
| 安装单位 |  | | | | 负责人 |  | | | | | |
| 监理单位 | |  | | | 负责人 |  | | | | | |
| 建设单位 | |  | | | 负责人 |  | | | | | |

表 A.0.2 模块单元验收

编号: 单位:mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称: |  | | | | | | | |
| 安装地点: |  | 层数面积 |  | | | | | |
| 模块单元 (箱体) 外形尺寸 | ≥3600 | 0.-5 |  | |  |  |  |  |
| <3600 | 0,-4 |  | |  |  |  |  |
| 端面对角线 | ≤4 |  | |  |  |  |  |
| 侧面对角线 | ≤5 |  | |  |  |  |  |
| 模块单元(箱体) 垂直度 | | ≤3,且≤H/1000 |  | |  |  |  |  |
| 模块单元 (箱体) 墙体平面度 | 表面平整度 | ≤2 |  | |  |  |  |  |
| 与楼面垂直度 | ≤3 |  | |  |  |  |  |
| 接缝间隙 | ≤1.5 |  | |  |  |  |  |
| 接缝直线度 | ≤2 |  | |  |  |  |  |
| 模块单元顶板(顶棚)挠度 | | ≤10,且≤L/1500 |  | |  |  |  |  |
| 模块单元地板(楼板)挠度 | | ≤10,且≤L/1500 |  | |  |  |  |  |
| 梁、柱截面扭曲 | | 士2 |  | |  |  |  |  |
| 门窗 | 长度 | ≤1.5 |  | |  |  |  |  |
| 宽度 | ≤1.5 |  | |  |  |  |  |
| 对角线 | ≤3 |  | |  |  |  |  |
| 踢脚线、阴角 线、顶角线 | 拼缝间隙 | ≤1 |  | |  |  |  |  |
| 与墙板和顶 棚的贴合度 | 良好 |  | |  |  |  |  |
| 综合验收结果:  年 月 日 | | | | | | | | |
| 安装单位 |  | | 负责人 |  | | | | |
| 建立单位 |  | | 负责人 |  | | | | |
| 使用单位 |  | | 负责人 |  | | | | |

表 A.0.3 模块化钢结构房屋叠箱结构安装质量验收

编号: 单位:mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称: |  | | | | | | | | | |
| 安装地点: |  | | 层数面积 |  | | | | | | |
| 地板中心线对定位 轴线的偏移Δ | | | ±5.0 |  | |  |  | |  |  |
| 整体垂直度Δ | | | ≤30.0, 且≤H/1000+10 |  | |  |  | |  |  |
| 单层箱体垂直度Δ | | | ±5.0 |  | |  |  | |  |  |
| 箱体顶部标高Δ | | | ±5.0 |  | |  |  | |  |  |
| 房屋的平面弯曲 | | | ≤20.0, 且≤L/1200 |  | |  |  | |  |  |
| 综合验收结果: 年 月 日 | | | | | | | | | | |
| 安装单位 | |  | | | 负责人 | | |  | | |
| 监理单位 | |  | | | 负责人 | | |  | | |
| 建设单位 | |  | | | 负责人 | | |  | | |

# 本标准用词说明

1. 为了便于执行本标准时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
   1. 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

* 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”。

1. 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1. 《工程结构通用规范》 GB 55001
2. 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB55002
3. 《建筑与市政地基基础通用规范》 GB55003
4. 《钢结构通用规范》 GB 55006
5. 《混凝土结构通用规范》 GB 55008
6. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015
7. 《建筑环境通用规范》 GB 55016
8. 《建筑给水排水与节水通用规范》 GB55020
9. 《既有建筑鉴定与加固通用规范》 GB55021
10. 《既有建筑维护与改造通用规范》 GB55022
11. 《建筑电气与智能化通用规范》 GB 55024
12. 《钢结构防火涂料》 GB 14907
13. 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
14. 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
15. 《混凝土结构设计标准》 GB/T50010
16. 《建筑抗震设计标准》 GB/T50011
17. 《建筑给水排水设计标准》GB 50015
18. 《建筑设计防火规范》 GB50016
19. 《钢结构设计标准》 GB 50017
20. 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB50018
21. 《建筑抗震鉴定标准》 GB 50023
22. 《工程测量标准》 GB 50026
23. 《城镇燃气设计规范》 GB 50028
24. 《供配电系统设计规范》 GB50052
25. 《低压配电设计规范》 GB 50054
26. 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
27. 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
28. 《火灾自动报警系统施工及验收标准》 GB50166
29. 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
30. 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
31. 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
32. 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB 50210
33. 《建筑防腐蚀工程施工规范》 GB 50212
34. 《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222
35. 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB50242
36. 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
37. 《民用建筑可靠性鉴定标准》 GB 50292
38. 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
39. 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
40. 《民用建筑工程室内环境污染控制标准》 GB 50325
41. 《住宅装饰装修工程施工规范》 GB 50327
42. 《屋面工程技术规范》 GB 50345
43. 《民用建筑设计统一标准》GB 50352
44. 《智能建筑工程施工规范》GB 50606
45. 《钢结构焊接规范》 GB 50661
46. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
47. 《通风与空调工程施工规范》 GB 50738
48. 《钢结构工程施工规范》 GB 50755
49. 《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981
50. 《建筑钢结构防火技术规范》 GB 51249
51. 《民用建筑电气设计标准》GB 51348
52. 《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
53. 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065
54. 《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》 GB/T 50224
55. 《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344
56. 《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905
57. 《装配式钢结构建筑技术标准》 GB/T 51232
58. 《建筑防火封堵应用技术标准》 GB/T 51410
59. 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
60. 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
61. 《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》 JGJ 46
62. 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 75
63. 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
64. 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》 JGJ 82
65. 《高层民用建筑钢结构技术规程》 JGJ 99
66. 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
67. 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》 JGJ 276
68. 《公共建筑吊顶工程技术规程》 JGJ 345
69. 《住宅室内装饰装修设计规范》 JGJ 367
70. 《建筑轻质条板隔墙技术规程》 JGJ/T 157
71. 《建筑钢结构防腐蚀技术规程》 JGJ/T 251
72. 《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》 JGJ/T 441
73. 《轻钢龙骨式复合墙体》 JG/T 544
74. 《建筑防火通用规范》GB55037
75. 《通用用电设备配电设计规范》 GB 50055
76. 《民用建筑电气设计规范》JGJ 16
77. 《住宅设计规范》GB50096
78. 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26
79. 《坡屋面工程技术规范》GB 50693
80. 《种植屋面工程技术规程》JGJ155
81. 《压型金属板工程应用技术规范》GB50896
82. 《住宅整体卫浴间》JG/T183
83. 《住宅整体厨房》JG/T184
84. 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
85. 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
86. 《轻型模块化钢结构组合房屋技术标准》JGJ/T 466
87. 《非结构构件抗震设计规范》JGJ339
88. 《集装箱模块化组合房屋技术规程》CECS334
89. 《建筑结构用冷弯矩形铜管》JG/T 178
90. 《热轧型钢和部分型钢》GB/T 11263
91. 《碳素结构》GB/T 700
92. 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
93. 《六角头螺栓》GB/T 5780
94. 《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228
95. 《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229
96. 《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230
97. 《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231
98. 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632
99. 《十字槽盘头自钻自攻螺钉》 GB/T 36 15856. 1
100. 《建筑消防设施的维护管理》 GB 25201
101. 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343
102. 《智能建筑设计标准》GB 50314
103. 《四川省建设工程防水技术标准》DBJ51/T 255
104. 《四川省混凝土结构居住建筑装配式装修工程技术标准》DBJ51/T135

# 条文说明