

UDC

湖南省工程建设地方标准

DBJ 43/TXXX-2023

P

备案号 JXXXXX-2023

湖南省全预制钢结构模块单元建筑技术标准

Technical standard for fully prefabricated steel structure module
unit building in Hunan Province

(报批稿)



2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

湖南省住房和城乡建设厅 发布

湖南省工程建设地方标准

湖南省全预制钢结构模块单元建筑技术标准

Technical standard for fully prefabricated steel structure module
unit building in Hunan Province

DBJ 43/TXXX-2023

批准部门：湖南省住房和城乡建设厅

施行日期：2023年X月X日

关于发布湖南省工程建设推荐性地方标准《湖南省全预制钢结构模块单元建筑技术标准》的通知

湘建科[2023]XXX号

各市州住房和城乡建设局（建委、规划建设局），各有关单位：

由湖南建设投资集团有限责任公司主编的《湖南省全预制钢结构模块单元建筑技术标准》已由省住房和城乡建设厅组织专家审定通过。现批准为湖南省工程建设推荐性地方标准，编号为 DBJ 43/TXXX-2023，自 2023 年 X 月 X 日在全省范围内执行。

该标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位湖南建设投资集团有限责任公司负责具体技术内容解释。

湖南省住房和城乡建设厅

2023 年 X 月 X 日

前言

根据湖南省住房和城乡建设厅《关于印发 2022 年湖南省工程建设地方标准编制项目计划的通知》（湘建科函〔2022〕40 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内先进标准，并在广泛征求意见基础上，制定了本标准。

本标准主要技术内容是：1 总则；2 术语与符号；3 基本规定；4 材料；5 建筑设计；6 结构设计；7 设备与管线设计；8 防护设计；9 生产与运输；10 施工安装；11 验收；12 使用维护。根据住房城乡建设部《工程建设标准涉及专利管理办法》（建办标〔2017〕3 号）文件要求，主编单位声明：本标准不涉及任何专利情况，如在使用过程中发现涉及到企业专利技术请及时与编制组联系。

本标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由湖南建设投资集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送湖南建设投资集团有限责任公司（地址：湖南长沙芙蓉南路一段 788 号；邮箱：wangqiliang@163.com；邮政编码：410004）。

本标准主编单位：湖南建设投资集团有限责任公司

本标准参编单位：湖南建工集团有限公司

湖南省建筑科学研究院有限责任公司

湖南建工集团工程设计研究院有限公司

中南大学

湖南省第六工程有限公司

湖南省建设工程质量检测中心有限责任公司

湖南省工业设备安装有限公司

湖南建工集团装饰工程有限公司

中湘智能建造有限公司

湖南中兴设备安装工程有限责任公司

湖南省第二工程有限公司

本标准主要起草人：陈浩 张明亮 石拓 彭琳娜 王其良 钟凌宇
邓超 周凌宇 阳凡 谭宇 李芳 袁庆莲
唐伟军 丁盟 肖志宏 王江营 壮真才 王晓军
陈维超 禹卫东 唐旺 谌亮民 刘威 颜佩
刘筱钰 张倚天 蔡望海 王霄翔 黄伟 刘维

目录

1 总则	6
2 术语与符号	7
2.1 术语	7
2.2 符号	9
3 基本规定	11
4 材 料	13
4.1 钢材和钢筋	13
4.2 混凝土和砂浆	14
4.3 连接材料	15
4.4 装饰装修及设备管线材料	16
4.5 其他材料	17
5 建筑设计	18
5.1 一般规定	18
5.2 模数协调	19
5.3 平立面设计	19
5.4 墙体与屋面设计	20
5.5 防火构造设计	21
5.6 节能保温设计	21
5.7 模块单元内装设计	22
6 结构设计	28
6.1 一般规定	28
6.2 结构体系与布置	30
6.3 结构整体设计	36
6.4 模块单元设计	42
6.5 模块单元连接设计和构造	48
6.6 地基基础设计	51
7 设备与管线设计	53
7.1 一般规定	53

7.2	给水排水系统设计	54
7.3	电气和智能化设计	55
7.4	供暖、通风、空调及燃气设计	56
8	防护设计	58
8.1	防腐蚀设计	58
8.2	防火设计	59
9	生产与运输	61
9.1	一般规定	61
9.2	模块单元钢结构骨架生产	62
9.3	模块单元围护部品生产	68
9.4	模块单元机电管线安装	72
9.5	模块单元内装修	73
9.6	包装运输与堆放	75
9.7	出厂资料	76
10	施工安装	77
10.1	一般规定	77
10.2	模块单元进场与现场要求	78
10.3	模块单元装配安装	79
10.4	设备与管线系统连接安装	83
10.5	建筑接缝处理	85
11	验收	87
11.1	一般规定	87
11.2	工程质量验收	87
11.3	设备与管线系统连接安装验收	89
11.4	建筑接缝防火、防水验收	90
12	使用维护	92
12.1	一般规定	92
12.2	维护规定	92
附录 A:	全预制钢结构模块单元建筑的分部分项工程划分	95
附录 B:	全预制钢结构模块单元制作验收表	100

B-1	全预制钢结构模块单元（零件及部件加工）检验批质量验收记录表	100
B-2	全预制钢结构模块单元（钢构件焊缝）检验批质量验收记录表	101
B-3	全预制钢结构模块单元（构件组装）检验批质量验收记录表	102
B-4	全预制钢结构模块单元（结构安装）检验批质量验收记录表	103
B-5	全预制钢结构模块单元（防腐涂料涂装）检验批质量验收记录表	104
B-6	全预制钢结构模块单元（防火涂料涂装）检验批质量验收记录表	105
附录 C:	全预制钢结构模块单元进场及安装验收表	106
C-1	全预制钢结构模块单元进场验收检验批质量验收记录表	106
C-2	全预制钢结构模块单元部件、构件验收（制作单位填）	107
C-3	全预制钢结构模块单元验收（安装单位填）	108
C-4	全预制钢结构模块单元主体安装质量验收记录	109
C-5	全预制钢结构模块单元设备与管线系统连接安装检验批质量验收记录表	110
C-6	全预制钢结构模块单元建筑接缝处理检验批质量验收记录表	111
附录 D:	全预制钢结构模块单元综合验收表	112
D-1	全预制钢结构模块单元工程安全及功能检验资料核查和主要功能抽查记录	112
D-2	全预制钢结构模块单元钢结构分部（子分部）工程观感质量记录	113
D-3	全预制钢结构模块单元分部工程质量验收记录表	114
D-4	全预制钢结构模块单元分项工程质量验收记录表	115
引用标准名录		116

1 总则

1.0.1 为了规范全预制钢结构模块单元建筑技术的应用并在其设计建造中做到安全适用、经济合理、技术先进、确保质量，制定本标准。

【条文说明】湖南建工集团研发的全预制钢结构模块单元通过雄安新区和湖南农大的应用示范工程实践，并委托中南大学对模块单元的结构进行了一系列相关的足尺试验验证，最终形成独特的全预制钢结构模块单元建筑体系。

1.0.2 本标准适用于抗震设防烈度 8 度及以下的全预制钢结构模块单元建筑的设计、施工与验收，以及模块单元的生产和运输。

【条文说明】湖南省的抗震设防烈度要求为 7 度，部分特殊要求的建筑抗震设防烈度为 8 度，本建筑技术体系由湖南建工集团在雄安新区应用示范工程的抗震设防烈度要求为 8.5 度，已验收使用。

1.0.3 全预制钢结构模块单元建筑的设计、建造，应遵循功能实用性、模块集成性、组合多样性的设计原则，满足建筑装配化、产业化及绿色建材的要求，保证良好的安全性、建筑功能和舒适度，并应综合考虑建筑生命周期的成本与效益。

【条文说明】本标准中有关设计、生产、安装与验收规定的原则与基本规定是依据现行国家标准《住宅建筑规范》GB 50368、《民用建筑设计统一标准》GB 50352、《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 及《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 等制定的。

1.0.4 全预制钢结构模块单元建筑的设计、施工与验收以及模块单元的生产和运输，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及行业相关现行规范、规程和标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 全预制钢结构模块单元建筑 fully prefabricated steel modular building

由全预制钢结构模块单元在施工现场通过连接关键结构节点和模块单元间管线，并完成接缝处理后，所建成的一种钢结构建筑，简称为模块单元建筑。

2.1.2 全预制钢结构模块单元 fully prefabricated steel module unit

组成模块单元建筑的基本箱型单元，其钢结构骨架的制作、围护系统安装、设备安装、室内外装修等均在工厂内完成，简称模块单元。

2.1.3 模块单元叠合结构体系 modular unit building

模块单元结构体系是通过模块单元节点连接，沿水平方向连接和高度方向层叠合形成的结构体系。

2.1.4 模块单元—支撑结构体系 modular unit building with steel supports

模块单元—支撑结构体系是沿模块单元结构体系的纵向的墙体设置 X 或 K 形支撑，提高结构的抗水平荷载能力而形成的结构体系。

2.1.5 模块单元—底部框架结构体 modular unit building with bottom frame

模块单元—底部框架结构体系是在模块单元结构基础上，补充建筑结构中常用的底层车库、底商、人行通道等公共空间，形成底部框架结构。

2.1.6 模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系 modular unit building with support (shear wall or tube)

模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系是在框架-剪力墙、框架—筒体或框架—支撑结构体系的空间中安装模块单元而形成的结构体系。

2.1.7 模块单元—框架组合结构体系 modular unit building with frame

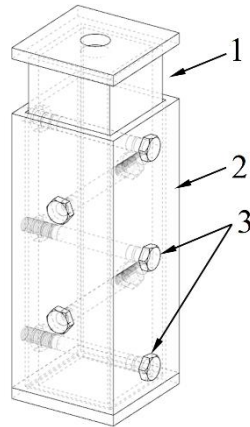
模块单元—框架组合结构体系是在框架结构体系的空间中安装模块单元而形成的结构体系。

2.1.8 模块单元—约束结构体系 modular unit building with constraint

模块单元—约束结构体系是在模块单元结构体系上增设竖向约束或竖向+侧向约束而形成的结构体系。

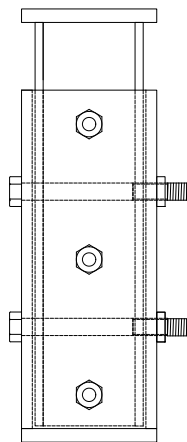
2.1.9 承插式节点 socket node

承插式节点是一种新型的模块单元节点连接方式,如图 2.1.1(1、2、3)和图 2.1.2 所示.由内套筒、外套筒和若干纵、横向布置的螺栓构成。安装时,将模块单元各上柱插头插入下部模块单元相应的承接口后拧紧螺栓即可完成安装,每层模块单元安装完成后再对节点进行灌浆处理。

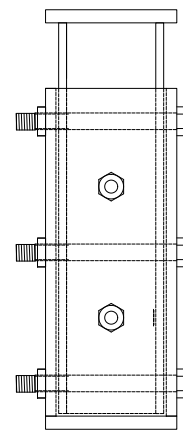


1—内套筒; 2—外套筒; 3—高强螺栓

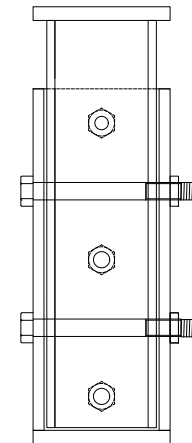
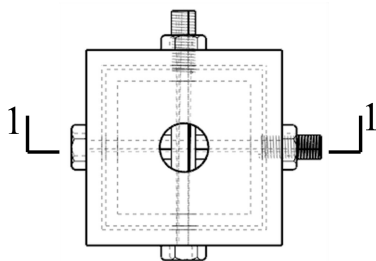
图 2.1.1 节点示意图



(a) 正视图



(b) 侧视图



(c) 俯视图

(d) 1-1 剖视图

图 2.1.2 节点构造图

2.1.10 承重模块单元 Load-bearing unit

一种模块单元，其梁、柱、板等主要承重构件在运输、吊装等阶段承担自身恒载和楼面活荷载；在正常使用阶段通过连接件节点，形成结构体系，承担整个建筑结构的竖向和水平方向的恒值和活荷载。

2.1.11 非承重模块单元 Non load-bearing unit

一种模块单元，其梁、柱和墙板等主要承重构件仅在运输、吊装等阶段承担自身恒载和楼面活荷载。在正常使用过程中，将模块单元安装到承重框架（或框架—支撑）体系中，由承重框架（或框架—支撑）体系承担建筑结构的各项荷载。

2.1.12 柱墙承重模块单元 Column wall bearing unit

承重模块单元的一种承重形式。墙、柱均作为竖向承重构件的承重模块单元。

2.1.13 柱承重模块单元 Column bearing unit

承重模块单元的一种承重形式。仅柱作为竖向承重单元构件的承重模块单元。

2.2 符号

2.2.1 材料性能与计算指标

E_s ——钢材的弹性模量。

f ——钢材的强度设计值。

f_v ——钢材的抗剪强度设计值。

f_y ——钢材的屈服强度。

f_g ——楼板的自振频率。

T_1 ——结构平动为主的第一自振周期。

σ_0 ——钢管中初应力值。

ξ ——建筑阻尼比。

2.2.2 作用与抗力

M_c —— 框架柱中心处的梁端弯矩。

R —— 结构构件承载力设计值。

S_E —— 考虑多遇地震作用时，荷载和地震作用效应组合的设计值。

γ_{RE} —— 承载力抗震调整系数。

2.2.3 几何参数

A_n —— 钢构件净截面面积。

A_s —— 钢管（骨）截面面积。

H —— 结构地面以上的总高度。室外地坪至檐口高度。

h —— 模块单元建筑层高。

h_1 —— 模块单元建筑技术层高度。

H —— 结构地面以上的总高度。室外地坪至檐口高度。

l —— 梁（板）的跨度。柱的长度。

n —— 结构的层数。

e —— 基底平面形心与上部结构在永久荷载与楼（屋）面可变荷载准永久组合下的重心偏心距。

W —— 与偏心方向一致的基础底面抵抗矩。

A —— 基础底面面积。

3 基本规定

3.0.1 模块单元建筑应符合建筑可持续性发展的要求，采用通用化、模数化、标准化的设计方法，实现建筑及部品部件的系列化和多样化。

【条文说明】模块单元建筑的标准化和多样化问题是其设计建造的核心原则和方法。模块单元建筑的设计建造应基于通用化、模数化、标准化的方法，实现居住产品的多样化，工程技术人员应给予足够的关注。

3.0.2 模块单元建筑设计应结合钢结构体系的特点，并应符合下列规定：

- 1 住宅建筑空间应具有全寿命期的适应性；
- 2 非承重部品应具有通用性和可更换性。

【条文说明】设计应从建筑全寿命期和家庭全寿命周期的使用维护出发，宜优先采用大空间布置方式，既应提高居住空间灵活性与可变性，又要满足建筑后期维护维修等要求。

3.0.3 模块单元建筑设计过程中宜采用信息化技术手段，实现建筑结构与设备管线、室内外装修等专业之间的协同配合。

【条文说明】本条规定了模块化组合房屋设备基本要求。同时可以采用包含 BIM 技术在内的多种技术手段开展三维管线综合设计对各专业管线在预制构件上预留的套管、开孔、开槽位置尺寸进行综合设计及优化，形成标准化方案，并做好精细设计以及准确定位，避免错漏碰缺，降低生产及施工成本，减少现场返工。

3.0.4 模块单元建筑结构的设计工作年限应为 50 年，结构安全等级应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定。构件的安全等级，不应低于结构的安全等级。

【条文说明】本标准的模块单元建筑设计工作年限为 50 年，结构设计计算应符合现行国家标准的相关规定。

3.0.5 采用模块单元的建筑应合理规划，进行一体化设计。项目的实施应符合下列规定：

- 1 规划与建设全过程，应加强业主、设计、制作和安装各方之间的协调；
- 2 项目设计阶段，应加强建筑、结构、设备与管线、装修等专业之间的配合；
- 3 项目施工阶段，应加强设计、制作、安装和验收各方之间的协调。

【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一体化综合设计，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。

3.0.6 结构及构件设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99、《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求，钢管混凝土构件设计应符合现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 和《组合结构设计规范》JGJ 138 的相关规定。并应符合下列规定：

1 采取有效措施加强结构体系的整体性；

2 根据预制组件采用的结构形式、连接节点构造方式和连接节点性能，确定结构的整体计算模型；

3 节点和连接件应受力明确、构造可靠，并应满足承载力、变形、延性和耐久性的要求。

【条文说明】本标准的模块单元建筑设计基准期为 50 年，结构设计计算应符合现行国家标准的相关规定。同时，在使用期限内应对构件进行维护，或采取措施保证结构构件在使用期限内免维护。

3.0.7 模块单元建筑设计、组件加工、安装和装修宜采用 BIM 技术。

【条文说明】模块单元建筑的建造方法要立足于建筑工业化，进行标准化的设计，少规格多组合，采用集成技术，便于工厂批量生产。在设计、生产、施工和运维中均采用 BIM 技术，可以实现全过程的信息化管理。

3.0.8 模块单元建筑的使用与维护应满足本标准的相关规定要求。

【条文说明】建筑使用条件、使用性质及使用环境与主体结构设计使用年限内的安全性、适用性和耐久性密切相关，不得擅自改变。如确因实际需要作出改变时，应按有关规定对建筑进行评估。

4 材料

4.1 钢材和钢筋

4.1.1 模块单元建筑结构用钢材、钢筋、螺栓、栓钉等原材料和构件的选用应符合《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780、《六角头螺栓》GB/T 5782、《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

【条文说明】钢结构材料和构件的选择应考虑结构安全等级、荷载特性、设计年限、工作环境和耐腐蚀要求等，合理选用。

4.1.2 承重构件所用的钢材应具有屈服强度，断后伸长率，抗拉强度和硫、磷含量的合格保证，在低温使用环境下尚应具有冲击韧性的合格保证；对焊接结构尚应具有碳或碳当量的合格保证。铸钢件和要求抗层状撕裂（Z 向）性能的钢材尚应具有断面收缩率的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构所用的钢材，应具有弯曲试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需进行疲劳验算的构件，其所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

【条文说明】此条款来自于《钢结构通用规范》GB 55006。

4.1.3 材料进场时，应对材料的品种、规格、外观和尺寸进行进场验收。材料包装应完好，应有产品合格证书、中文说明书及相关性能的检验报告；进口产品应按规定进行商品检验。

【条文说明】材料进场时，应按进场批次进行验收，并填写进场验收记录。

4.1.4 承重构件的受力钢筋，应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 等标准的要求。对按一、二、三级抗震等级设计的房屋建筑框架和斜撑构件，其纵向受力普通钢筋性能应符合下列规定：

- 1 抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；
- 2 屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30；
- 3 最大力总延伸率实测值不应小于 9%。

【条文说明】纵向受力钢筋应考虑抗震要求。

4.1.5 模块单元中的热轧工字钢、热轧 H 型钢、钢管、钢板和钢带的材质应符合《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的要求，其产品应符合《热轧型钢》GB/T 706、《热轧 H 型钢和部分 T 型钢》GB/T 11263、《结构用无缝钢管》GB/T 8162、《建筑结构用钢板》GB/T 19879、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带》GB/T 3274 等相关标准的要求。

【条文说明】模块单元中钢材的牌号和材质等应符合相应标准的要求。

4.1.6 模块单元中的轻钢龙骨应符合《建筑用轻钢龙骨》GB/T 11981 的要求。

【条文说明】柱墙承重单元墙体宜采用轻钢龙骨墙体作为竖向承重构件。

4.1.7 吊具应满足下列要求：

1 吊环应采用 HPB300 级光圆钢筋，并应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 1 部分热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1 的要求，其直径和应力应按计算确定，且设计应力应符合规范要求；

2 内埋式螺母、内埋式吊杆及其它配套吊具等应符合现行国家标准或相关产品说明书的要求。

4.1.8 受力预埋件的锚板应采用 Q235、Q355 级钢，受力预埋件的锚筋应采用 HRB400 或 HPB300 钢筋，并应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 等标准的要求。锚板、锚筋不得采用冷加工钢筋。

4.2 混凝土和砂浆

4.2.1 模块单元结构中采用的普通混凝土、轻骨料混凝土和特种混凝土的强度等级和耐久性应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T 12 和相关标准的要求。

【条文说明】模块单元生产中，可以采用现浇混凝土，也可采用预制混凝土部品或部件。

4.2.2 普通混凝土、轻骨料混凝土和特种混凝土所用原材料及配合比设计应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55、《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T 12 和相关标准的要求，其强度和耐久性的检验评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 和《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定。

【条文说明】模块单元中混凝土性能应符合相关标准要求

4.2.3 填充用混凝土的放射性应符合《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的要求。其干表观密度不宜低于 250kg/m³。

【条文说明】填充用混凝土可采用利废、环保、节能等原材料，但其放射性应符合相关要求。

4.2.4 砂浆的原材料和配合比设计应符合《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98 的要求。

4.2.5 根据用途，模块单元的砂浆应符合《建筑保温砂浆》GB/T 20473、《外墙外保温用酚醛板粘结、抹面砂浆》JC/T 2384、《外墙外保温用膨胀聚苯乙烯板抹面胶浆》JC/T993、《蒸压加气混凝土墙体专用砂浆》JC/T 890 和《预拌砂浆》GB/T 25181 等相关标准的要求。

4.3 连接材料

4.3.1 模块单元之间的连接应符合现行国家标准《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定，可根据建筑高度、地震烈度、节点的重要性等条件，采用端板或角件螺栓连接、拉杆连接、焊接与螺栓组合连接、公母扣插入式连接等连接形式，连接材料所采用的原材料应符合相应的现行国家标准要求。

【条文说明】模块单元建筑节点连接应构造合理，传力可靠并便于施工。

4.3.2 螺栓、螺杆用材料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。

4.3.3 用于连接的钢材和焊接材料应符合《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

4.3.4 当采用套筒连接时，套筒的性能应符合行业现行标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 和《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 等标准的规定。

4.3.5 模块单元之间的缝隙应采用灌浆材料填实，灌浆料的流动度不低于 300mm，28d 抗压强度不低于 35MPa。

【条文说明】灌浆料应具有良好的施工性能和足够的强度。

4.4 装饰装修及设备管线材料

4.4.1 装饰装修材料材料品种、规格和质量应符合设计和国家现行标准的规定，严禁使用国家明令淘汰的材料。

4.4.2 装饰装修材料的燃烧性能应符合国家现行标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的要求。

【条文说明】《建筑防火通用规范》GB 55037 规定了各部位装饰材料的燃烧性能等级。

4.4.3 装饰装修材料应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB6566 的规定。

【条文说明】《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 明确了各类装饰装修材料的使用要求。

4.4.4 内部装修材料有害物质应符合现行国家标准《室内装饰装修材料有害物质限量》GB 18580~18588 的有关规定。

【条文说明】标准规定了木器、涂料、胶粘剂、木家具、卷材、混凝土外加剂等材料的有害物质限量。

4.4.5 内部装修材料性能应符合国家现行标准《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ 367 和《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 及相应标准的规定。

4.4.6 模块单元外墙板宜采用波纹板、蒸压加气混凝土板、薄板钢骨复合轻质板、轻集料混凝土板、岩棉复合墙板等，内墙板可采用轻质墙板。外墙板和内墙板的性能应符合《建筑用压型钢板》GB/T 1275、《蒸压加气混凝土板》GB/T 15762、《混凝土轻质条板》JG/T 350、《建筑用轻质隔墙条板》GB/T 23451 和《玻璃纤维增强水泥轻质多孔隔墙条板》GB/T 19631 等标准的规定，并满足以下要求：

1 承重墙体构件应布置受力构件，并与模块柱、梁可靠连接以保证竖向和侧向承载力；

2 外墙体应有良好的隔声、防火、气密、保温隔热、防潮防渗性能；

3 隔墙、底板、天花板与模块单元主体构件之间应有可靠连接，确保其与模块单元主体构件不分离、不脱落。

4.4.7 铝合金门窗气密性不低于 6 级，水密性不低于 3 级，抗风压不低于 4 级，铝合金门窗的材料及制作安装应符合现行行业标准《铝合金门窗技术规范》JGJ 214 的有关规定。

4.4.8 模块单元的给水系统可采用薄壁不锈钢管、钢塑复合管、PP-R 给水管、聚乙烯 PE 给水管等材料，其性能应符合《薄壁不锈钢管》CJ/T 151、《不锈钢卡压式管件组件第 2 部分：连接用薄壁不锈钢管》GB/T 19228.2、《流体输送用钢塑复合管及管件》GB/T 28897、《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T 18742、《给水用聚乙烯（PE）管道系统》GB/T 13663 等相关标准的规定。排水系统的各项技术指标应符合现行国家标准《建筑排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）》GB/T 5836 的有关规定，也可采用集成卫生间和成品厨房等部品部件，并应符合相关要求。

【条文说明】采用模块化集成排水系统时，应做到安全可靠。

4.4.9 电线电缆阻燃和耐火性能要求应符合现行国家标准《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》GB/T 19666 的有关规定，燃烧性能应满足《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定，导体和电阻值应符合《电缆的导体》GB/T 3956 的规定。

4.4.10 预埋电气穿线管应满足《民用建筑电气设计标准》GB 51348 的规定。

4.5 其他材料

4.5.1 脱模剂应具有良好的隔离效果，且不得影响脱模后混凝土表面的后期装饰。

4.5.2 保温材料或制品的品种、规格和质量应符合设计和现行标准的规定，燃烧性能不应低于标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015/《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 等相关标准的规定。

【条文说明】全预制钢结构建筑模块单元应根据不同的结构形式和墙体材料采用相应的保温构造方式。

4.5.3 楼梯栏杆、扶手应符合设计及相关标准的规定。

4.5.4 模块单元的钢结构应采用防腐蚀措施，其所用的除锈材料和涂料等应符合相应的标准要求。

【条文说明】模块单元的钢结构应根据环境条件、材质、结构形式、使用要求等进行防腐处理。

4.5.5 防雷装置使用的材料应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

4.5.6 模块单元的接缝材料和封堵材料应符合设计及现行相关标准要求。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 模块单元建筑的设计应符合现行国家标准《民用建筑通用规范》GB 55031、《民用建筑设计统一标准》GB 50352 及国家现行有关标准的规定。

5.1.2 模块单元建筑的防火设计应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016 及国家现行有关标准的规定。

5.1.3 模块单元建筑的无障碍设计应符合现行国家规范及标准《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019、《无障碍设计规范》GB 50763 以及其他国家现行有关标准的规定。

【条文说明】《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019 为全文强制性工程建设规范，必须严格执行；《无障碍设计规范》GB 50763 等现行国家标准中的非强制性条文也应一并执行，且不得低于强制性工程建设规范的规定。

5.1.4 模块单元建筑宜结合建筑的性质和功能统筹建筑全生命周期的策划设计、制作运输、施工安装和维护改造等。

【条文说明】由于组成模块单元建筑的部品构件都是工厂生产、工厂集成、现场安装，因此在设计阶段不仅要部品构件进行深化设计，而且要对相对独立的主体结构、围护系统、内装系统以及设备管线系统等进行协同设计，从而避免工厂集成装不上，或者没有在一个系统内综合考虑所涉及的多专业技术问题而影响建筑的正常适用。比如建筑设计没有考虑结构体系的特点，没有考虑外围护系统的类型和特点，结构设计没有考虑设备管线系统的孔洞预留，内装系统没有结合设备管线系统的布置等。特别是还应充分考虑后期的运输、吊装和维护、改造要求对于模块单元建筑设计的影响。

5.1.5 模块单元建筑应为一体化设计，确保模块单元建筑设计的系统性和完整性；建筑与模块单元设计应集成结构系统、围护系统、设备和管线系统、内装系统等。

【条文说明】设备管线会与结构主体、围护系统发生位置关系，而模块单元建筑的结构主体、围护系统、设备管线都是以模块单元为单位在工厂进行预制安装，因此设备管线应进行精细化的多专业管线综合设计，为了减少人为的错误，管线综合设计可借助建筑信息化模型技术。

5.1.6 模块单元建筑的楼盖设计应根据建筑高度、层数、设防烈度、使用与施工条件、工程造价等因素，选用合理的楼盖形式。模块单元建筑楼盖体系的选用，应符合下列规定：

1 应选用保证结构整体刚度、强度、水平力可靠传递且抗震性能好的楼盖类型；构造上应满足建筑防火要求；

2 应根据模块单元建筑的特点选用标准化、经济合理、安全可靠的楼盖形式；

3 应采用满足模块单元建筑节能、隔声、抗裂、暗敷管线、防腐等要求的楼盖形式。

5.2 模数协调

5.2.1 模块单元建筑设计中的模数协调应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定，并根据建筑功能，以及生产、装配和运输的条件和特点选择模块规格。

【条文说明】模块化设计应满足模数协调的要求，通过模数化和模块化的设计为工厂化生产和装配化施工创造条件。当模块采用公路运输时，模块规格应满足当地通行路段限高、限宽要求，当规格超过要求时，应按《超限车辆行驶公路管理规定》与当地交管部门提前沟通确认；当模块采用标准集装箱海运时，还应满足国际物流运输规格标准；模块规格选择还应考虑当地工厂生产能力及产线标准化，以最大化发挥工厂效能。

5.2.2 模块单元的规格和数量应根据建筑功能和使用要求在建筑设计时合理确定，遵循模块单元“少规格、多组合”的原则。

5.3 平立面设计

5.3.1 模块单元建筑的平面设计应符合下列规定：

1 建筑的平面功能分区宜通过不同数量的标准模块单元进行组合布置，平面布置宜规则有序；

2 同一区域的用水房间不宜布置在两个及以上模块中，当其由多个模块单元组成时，应设置安全、可靠的防水措施避免渗漏。

5.3.2 模块单元建筑的立面设计应符合当地的规划要求，外形结合建设地区的环境地点，采取标准化与多样性相结合的方法，并根据外围护系统的特点进行立面深化设计。

5.3.3 外围护系统的外墙应采用耐久性好、易维护的饰面材料或部品，且应明确其设计工作年限。

5.3.4 外立面设计应与模块单元拼缝位置相协调，并应考虑结构变形对建筑性能的影响；外立面雨水管的位置宜避开拼缝位置，并宜与建筑立面线条协调。

【条文说明】模块单元拼缝可能在外立面形成分割，外立面设计时应考虑其影响；此外，拼缝应能适应温度变化等引起的外墙变形。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，以免降低模块单元的生产效率，并给模块单元的运输和安装带来不利的影响；雨水管设置避开拼缝位置以避免可能出现的渗漏问题，建筑立面流线设计时宜考虑雨水管设置，弱化其存在感，提高其安全性和美观性。

5.3.5 模块单元安装后，应对模块单元间的接缝进行处理，模块单元间接口接缝处理应符合下列要求：

1 模块单元间接缝处应满足防水性、防腐性、气密性、耐候性及节能要求；

2 屋面接缝处理应严密牢固，如使用扣盖形式，应沿坡度方向采用搭接形式连接，满足防水要求；

3 室内模块单元间接缝处理应严密美观，室外模块单元间接缝处理应牢固结实。接缝处外观应与整体建筑风格匹配。

5.4 墙体与屋面设计

5.4.1 模块单元建筑的墙体与屋面设计构造应满足建筑的节能和防水等级要求。

5.4.2 模块单元建筑的墙体模块根据功能要求分为外墙、内隔墙等。考虑到产品的通用性，不同功能墙体可采用同类材料、尺寸和构造。

5.4.3 模块单元建筑的墙体应有良好的隔声、防火、气密和保温性能，满足建筑使用功能的需求。

5.4.4 模块单元建筑外墙防水应根据工程所在地区的工程防水使用环境类别进行整体防水设计。建筑外墙门窗洞门、雨篷、阳台、女儿墙、室外挑板、变形缝、穿墙套管和预埋件等节点应采取防水构造措施，并应根据工程防水等级设置墙面防水层。

5.4.5 模块单元建筑墙面防水等级不应低于一级。当采用框架填充或砌体结构外墙时，应设置 2 道及以上防水层，其中应设置 1 道防水砂浆，及 1 道防水涂料或其他防水材料；当采用浇混凝土外墙、装配式混凝土外墙板时，应设置 1 道及以上防水层。

5.4.6 模块单元建筑外墙防水及屋面防水设计应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的有关规定。

5.4.7 除对渗漏不敏感的工业建筑屋面防水等级不低于二级外，其他模块单元建筑屋面防水等级均不应低于一级。当为平屋面或瓦屋面时，一级防水应设置不少于 3 道防水层，二级防水应设置不少于 2 道防水层；当为金属屋面时，一、二级防水均应设置不少于 2 道防水层。

5.5 防火构造设计

5.5.1 柱墙承重模块单元的模块单元建筑墙体应满足《建筑设计防火规范》GB50016 中相应耐火等级建筑的承重墙的燃烧性能和耐火极限要求。

5.5.2 柱承重模块单元的模块单元建筑墙体以及非承重模块单元的模块单元建筑墙体应根据其使用部位分别满足《建筑设计防火规范》GB50016 中相应耐火等级建筑的非承重外墙或内隔墙的燃烧性能和耐火极限要求。

5.5.3 模块单元建筑各模块单元之间的拼缝（水平、垂直）和空腔等部位应采取安全、可靠的防火封堵措施，封堵后的墙、柱、梁、楼板等建筑构件应满足《建筑设计防火规范》GB 50016 中相应构件的燃烧性能和耐火极限等相关要求。

5.6 节能保温设计

5.6.1 模块单元建筑的节能设计应符合现行国家规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 以及其他国家现行有关标准的规定。

5.6.2 外墙围护系统部品的保温构造形式，根据不同的结构形式和外墙材料，可采用外墙外保温系统、外墙夹芯保温系统、外墙内保温系统和外墙单一材料自保温系统等。

5.6.3 模块单元建筑外墙外保温宜选用保温装饰一体化板材，其材料及系统性能应符合现行行业标准《外墙保温复合板通用技术要求》JG/T 480 和《保温装饰板外墙外保温系统材料》JG/T 287 的规定，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016

的要求。

5.6.4 模块单元建筑外墙内保温宜选用薄型轻质高效保温材料，并应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求。

5.6.5 模块单元建筑屋面的外保温系统应根据屋面结构和屋面形式结合防水层进行设置，其材料及系统性能应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345、《建筑防火通用规范》GB 55037 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求。

5.6.6 供暖模块单元建筑非透光围护结构中的热桥部位应采取可靠的保温措施，确保热桥内表面温度高于房间空气露点温度并减少附加传热损失。

5.7 模块单元内装修设计

5.7.1 模块单元的内装集成设计应充分考虑装修基层、部品部件生产安装过程中的偏差，宜采用可调节的构造或部件来消除各种偏差带来的影响。

5.7.2 模块单元内部装饰应采取有效措施改善和提升室内热环境、光环境、声环境和空气环境的质量，降低外界不良环境对建筑的影响。

5.7.3 模块单元内部装饰应在设计阶段对内装修材料部品中的各种室内有害物质进行综合评估。

5.7.4 模块单元内部装饰应按照设备管线与结构分离的原则进行集成设计，不宜采用剔凿、湿埋等工法敷设管线。

5.7.5 隔墙与墙面系统设计应符合以下要求：

1 模块单元内部装饰隔墙应选用非砌筑免抹灰的轻质墙体，隔墙系统按材料和集成化程度可选用龙骨隔墙、条板隔墙或其他干式工法施工的隔墙；

2 隔墙与墙面系统的构造应连接稳固、便于安装，并应与开关、插座、设备管线、门窗等的设计相协调；不同设备管线安装于隔墙或墙面系统时，应采取必要的加固、隔声、防潮、减震及防火封堵措施；

3 龙骨隔墙应符合下列规定：

1) 结构设计时应考虑龙骨与承重点及设备位置；

2) 隔墙的构造组成和厚度应根据防火、隔声、空腔内设备管线安装等方面的要求确定；

3) 隔墙内的防火、保温、隔声填充材料宜选用岩棉、玻璃棉等不燃材料；

4) 有防水、防潮要求的房间隔墙应采取相关措施,墙面板宜采用耐水饰面一体化集成板,门与板交界处、板缝之间应做防水处理;

5) 隔墙上需固定或吊挂重物时,应采用可靠的加固措施;

6) 龙骨的布置应满足墙体强度的要求,必要时龙骨强度应进行验算,并采取相应的加强措施;

7) 门窗洞口、墙体转角连接处等部位的龙骨应进行加强处理。

4 条板隔墙应符合下列规定:

1) 应根据使用功能和使用部位需求,确定墙体的材料和厚度;

2) 应与设备管线的安装敷设相结合,避免墙体表面的剔凿;

3) 当条板隔墙需吊挂重物和设备时,应根据板材性能采取必要的加固措施。

5 模块单元墙面应符合下列规定:

1) 宜采用集成饰面层的墙面,饰面层宜在工厂内完成;

2) 应与基层墙体有可靠连接;

3) 墙面悬挂较重物体时,应采用专用连接件与基层墙体连接固定。

6 墙板与墙板之间的连接是通过铝型材进行无缝密拼。

1) 模块单元内部装饰墙面的连接构造应与墙体结合牢固,宜在墙体空腔内预留预埋管线、连接构造等所需要的孔洞或埋件;

2) 模块单元内部装饰墙面的饰面层应在工厂整体集成;

3) 模块单元内部装饰墙面宜提供小型吊挂物的固定方式;

4) 当墙体为模块单元隔墙时,宜与模块单元墙面集成;

5) 墙面材质防火等级不低于 B1 级,并符合相应规范要求。

5.7.6 吊顶系统设计应符合以下要求:

1 结构设计时考虑吊杆固定点;

2 模块单元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;

3 应根据房间的功能和装饰要求选择装饰面层材料和构造做法,宜选用带饰面的成品材料;

4 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;

5 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;

- 6 吊顶系统内敷设设备管线时，应在管线密集和接口集中的位置设置检修口；
- 7 吊顶系统与墙或梁交接处，应设伸缩缝或收口线脚；
- 8 吊顶系统主龙骨位置与设备管线、风口、灯具、检修口位置有重合时，应增加主龙骨或改变其两者的位置，主龙骨不应被切断。

9 设计要求：

- 1) 模块单元内部装饰吊顶内宜设置可敷设管线的架空层；
- 2) 房间跨度不大于 1800mm 时，宜采用免吊杆的模块单元内部装饰吊顶；
- 3) 房间跨度大于 1800mm 时，应采取吊杆或其他加固措施，宜在楼板（梁）内预留预埋所需的孔洞或埋件；
- 4) 模块单元内部装饰吊顶宜集成灯具、排风扇等设备设施；
- 5) 模块单元内部装饰顶应具备检修条件；
- 6) 顶面材质防火等级不低于 A1 级。

5.7.7 楼地面系统设计应符合以下要求：

- 1 模块单元楼地面系统可采用架空楼地面、非架空干铺楼地面或其他干式工法施工的楼地面；
- 2 模块单元楼地面系统应满足房间使用的承载、防水、防滑、隔声等各项基本功能需求，放置重物的部位应采取加强措施；
- 3 采暖空间宜采用干式工法实施地面辐射采暖方式；地面辐射采暖宜与模块单元楼地面的连接构造集成；
- 4 模块单元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；
- 5 模块单元楼地面系统与地面辐射供暖、供冷系统结合设置时，宜选用模块式集成部品；
- 6 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，并应设置检修口或采用便于拆装的构造；
- 7 架空楼地面设计应符合下列规定：
 - 1) 架空楼地面与墙体交界处应设置伸缩缝，并宜采取美化遮盖措施；
 - 2) 宜在架空空间内分舱设置防水、防虫构造，并应采取防潮、防霉、易清扫、易维护的措施。
- 8 非架空干铺楼地面的基层应平整，当采用地面辐射供暖、供冷系统复合脆性面

材地面时，应保证绝热层的强度；

9 非架空干铺楼地面的面层和填充构造层强度应满足设计要求，当填充层采用压缩变形的材料时，易产生局部受压凹陷，应采取加强措施；

10 设计要求：

1) 模块单元内部装饰楼地面承载力应满足使用要求，连接构造应稳定、牢固。放置重物的部位应采取加强措施；

2) 模块单元内部装饰楼地面架空层高度应根据管线交叉情况进行计算，并结合管线排布进行综合设计；

3) 有防水要求的楼地面，设置高度不大于 15mm 的挡水门槛或楼地面高差，门槛及门内外高差应以斜面过渡；

4) 模块单元内部装饰楼地面应采用平整、耐磨、抗污染、易清洁、耐腐蚀的材料，厨房、卫生间、阳台等楼地面材料还应具有防水、防滑等性能；

5) 地面材质防火等级不低于 B1 级。

5.7.8 地板排布设计应符合以下要求：

进行地板尺寸设计时需考虑出材率，地面常用尺寸为 300*300mm、600*600mm、200*1200mm。当运输条件允许时，可以使用相应规格的大板。地面排布时，注意将非标板置于家具、门等不宜显露处；地板排布优先设置造型分区、波打线区域；当饰面为木地板时，长向宜顺光源方向铺设（窗户），当有踢脚时（客厅、居室），墙板落在架空地面或找平地面之上。

5.7.9 装配式卫生间设计应符合以下要求：

1 装配式卫生间包括集成卫生间和整体卫生间。

1 建筑设计应协调结构、内装、设备等专业共同确定装配式卫生间的布局方案、结构方案、设备管线敷设方式和路径、主体结构孔洞尺寸预留以及管道井位置等。

2 装配式卫生间的设计应包括卫生间楼地面、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。

4 装配式卫生间宜采用同层排水。卫生间原地面应根据装配式卫生间地面的完成面高度，预留支撑及设备空间做好防水措施，有条件的宜采用同层排水。

5 装配式卫生间的设备管线应进行综合设计，给水、热水、电气管线宜敷设在吊顶内；设计时应充分考虑更新、维护的需求，并应在相应的部位设置检修口或检修门。

6 装配式卫生间内壁板与内隔墙宜采用一体化方案，不宜采用后砌墙的方式；

7 当采用整体卫生间时，整体卫生间的选型宜在建筑方案设计阶段进行。卫生间采用 SMC 整体防水底盘，壁板、顶板，构成整体框架，配上各种功能洁具形成的独立卫生模块单元，具有洗浴、洗漱、如厕三项基本功能或其他功能之间的任意组合。整体卫浴所有部件均在工厂内生产，现场进行装配。

8 装配式卫生间的接口设计应符合下列规定：

- 1) 应做好设备管线接口、卫生间边界与相邻部品部件之间的收口；
- 2) 防水底盘与墙面板（壁板）连接处的构造应具有防渗漏的功能；
- 3) 卫生间墙面板（壁板）和外墙窗洞口的衔接处应进行收口处理并做好防水；
- 4) 卫生间的门框门套应与防水底盘、墙面板（壁板）、墙体做好收口和防水。

9 设计要求：

1) 装配式卫生间应采用可靠的防水设计，楼地面宜采用整体防水底盘，门口处应有阻止积水外溢的措施；

2) 装配式卫生间宜采用干湿分离式设计；

3) 装配式卫生间应进行补风设计；

4) 设洗浴设备的装配式卫生间应做等电位联结；

5) 进行卫生间设计时，需要充分考虑到防水要求对墙板、地板尺寸排布的影响。

5.7.10 门窗系统设计应符合以下要求：

1 室内门窗宜选用成套供应的门窗部品，设计文件应明确所采用门窗的材料、品种、规格等指标以及颜色、开启方向、安装位置、固定方式等要求；

2 对有耐火要求的门窗，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；

3 铝硅酸钙复合门扇，门的种类按房间功能不同而进行区分，厨房、卫生间门宜设置钢化玻璃，以区别于居室门，由于卫生间增设换气扇，当进行补风换气时，卫生间内会形成负压，造成地漏反味，所以设计时，将卫生间门扇下留出 30mm 空隙，当设计为暗藏推拉门时，应结合暗藏隔墙协同设计；

4 设计要求：

1) 门窗框安装应符合设计门扇开启方向，用自攻螺丝与门窗洞口竖向龙骨连接固定，每边固定点不得少于两处；

2) 门窗框与墙体间空隙应采用聚氨酯发泡胶填充，安装门挡条；

- 3) 门扇安装应垂直平整，缝隙应符合设计要求；
- 4) 推拉门的滑轨应对齐安装并牢固可靠；
- 5) 内门窗五金件应安装齐全牢固；
- 6) 卫生间门应按设计要求安装防水底脚。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 模块单元建筑结构计算应按承载能力极限状态进行设计，按正常使用极限状态进行验算，并应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定。

6.1.2 模块单元建筑安全等级和设计工作年限应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《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 的规定。其相应的安全等级与重要性系数应根据国家现行相关标准选取。

6.1.3 模块单元建筑抗震设计应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。构件截面抗震验算应采用下列设计表达式：

$$S \leq R/\gamma_{RE} \quad (6.1.3-1)$$

式中： S —考虑多遇地震作用时，荷载和地震作用效应组合的设计值；

R —结构构件承载力设计值；

γ_{RE} —承载力抗震调整系数，钢结构构件强度计算时取 0.75，钢结构构件稳定计算时取 0.80，剪力墙、斜截面承载力计算时取 0.85。

6.1.4 荷载和作用的确定应符合下列规定：

1 作用取值与计算参数的确定应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定；地震作用应根据现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计规范》GB 50011 确定；

2 当考虑温度变化影响时，可根据地点、环境、结构类型及使用功能等实际情况确定温度变化范围，考虑温度作用；

3 对于直接承受动力荷载的结构，在计算强度和稳定性时，动力荷载设计值应乘以动力系数，动力系数不应小于 1.1；

4 模块单元制作、吊装、连接时，作用在模块单元顶板上的施工荷载应按实际考虑，且不应小于 1.5kN/m^2 。楼面二次装修荷载应按实际考虑，且不应小于 1.0kN/m^2 。

6.1.5 模块单元建筑的结构构件和节点的设计应满足下列要求：

- 1 应加强模块单元建筑整体框架和支撑体系的整体性，加强相邻单元节点连接；
- 2 应根据抗震设防类别、设防烈度和房屋高度确定抗震等级，并采取相应的抗震措施；
- 3 应做到强节点、强连接和防止脆性破坏；
- 4 对模块单元建筑中复杂且无可靠设计依据的节点，应进行有限元分析，对特殊节点还应采用试验验证。

【条文说明】本条文为模块单元建筑的构件设计以及节点设计提供了基本原则：

(1) 对多层及高层模块单元建筑，水平荷载对模块单元建筑产生的内力和位移较大，为保证结构的整体承载力，必须避免模块单元间的连接节点及内部节点先于模块单元的构件进入弹塑性状态并发生破坏，应做到强连接、强节点及避免脆性破坏。

(2) 模块单元建筑内子结构之间节点、模块单元内节点及相邻模块单元之间节点应具有一定的连接强度，以保证模块单元建筑和模块单元的整体性和鲁棒性，模块单元建筑设计中应保证可靠的荷载传递，当结构损坏时，可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。

(3) 对于低层模块单元建筑，主要以竖向荷载为主且所受荷载较小，可按弹性方法设计而不必进行延性设计，允许适当放宽对节点承载力的要求。

(4) 模块单元建筑的结构连接可分为三种模式，即模块单元内构件间连接、相邻的模块单元间结构连接、模块单元与外部框架、剪力墙（筒体）和支撑的连接。模块单元建筑属于创新的结构类型，结构连接在不断地创新，在新型连接节点应用前，应进行充分的分析或试验。在整体计算模型中，可根据有限元分析与相关试验研究成果，将模块单元间的连接进行简化和强化。

6.1.6 模块单元建筑应符合模块单元生产线制作和现场吊装的要求。

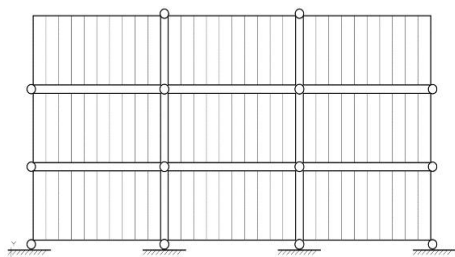
6.1.7 模块单元建筑防火和防腐蚀的技术要求与防护措施应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 和《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的有关规定。

6.1.8 模块单元建筑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》GB 55003、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

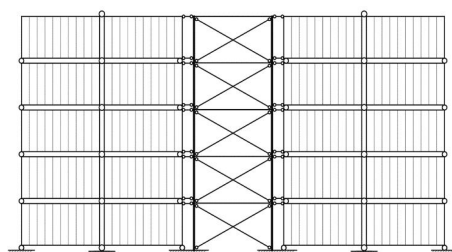
6.2 结构体系与布置

6.2.1 模块单元建筑可采用图 6.2.1 中所示的结构体系：

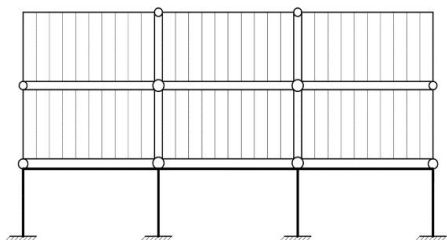
- 1 模块单元叠合结构体系，图 6.2.1 中的图 (a)；
- 2 模块单元—支撑结构体系，图 6.2.1 中的图 (b)；
- 3 模块单元—底部框架结构体系，图 6.2.1 中的图 (c)；
- 4 模块单元—剪力墙/核心筒结构体系，图 6.2.1 中的图 (d)；
- 5 模块单元—框架组合结构体系，图 6.2.1 中的图 (e)；
- 6 模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系，图 6.2.1 中的图 (f) 等；
- 7 模块单元—竖向约束结构体系，图 6.2.1 中的图 (g)；
- 8 模块单元—侧向约束结构体系，图 6.2.1 中的图 (h)。



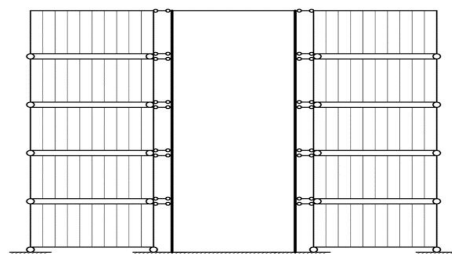
(a) 模块单元叠合结构体系



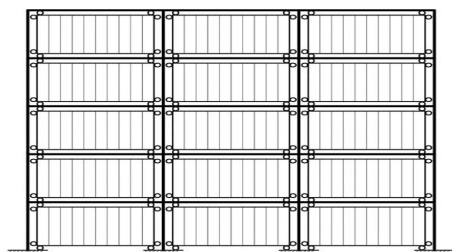
(b) 模块单元—支撑结构体系



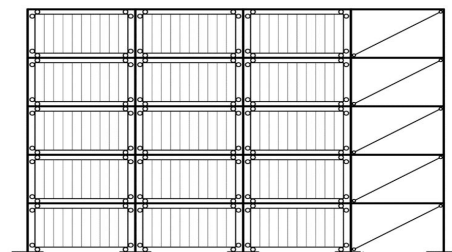
(c) 模块单元—底部框架结构体系



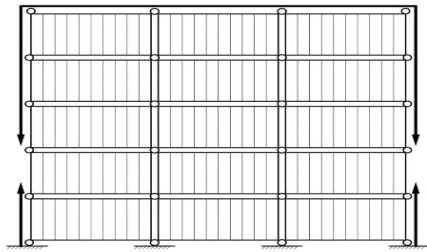
(d) 模块单元—剪力墙/筒体结构体系



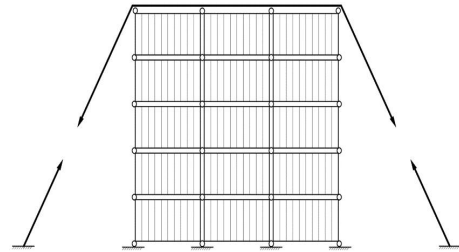
(e) 模块单元—框架组合结构体系



(f) 模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系



(g) 模块单元—竖向约束结构体系



(h) 模块单元—侧向约束结构体系

图 6.2.1 模块单元建筑结构体系

【条文说明】模块单元建筑目前属于创新型的建筑结构体系，需要在工程实践中进一步完善。

现行标准或规程《钢结构模块单元房建筑技术规程》(TCECS 507-2018)、《轻型模块化钢结构组合房屋技术标准》(JGJT 466-2019)、《集装箱模块化组合房屋技术规程》(CECS 334-2013)中罗列了单元房、单元房—框架、单元房—底部框架和单元房—剪力墙等结构体系。本规程中对其改进并增加了模块单元—约束、箱—框组合结构体系、箱框—支撑体系等新的结构体系。

模块单元叠合结构体系(图 6.2.1 (a))主要利用模块单元角柱与边梁节点的强度和刚度，形成模块单元的结构体系，适用层数为 1-3 层建筑。模块单元叠合结构体系应采用承重模块单元。承重模块单元的梁、柱和底板是模块单元结构体系的主要承重构件。承重模块单元的梁、柱通过节点连接，形成框架结构体系的梁、柱构件，传递结构的竖向荷载。模块单元各层楼板采用分块刚性假定，通过模块单元水平连接节点传递水平荷载。通过模块单元在 8 个角点布置连接节点，与周边模块单元建立紧密连接，传递竖向和水平荷载。节点构造要求制作简单，安装便利，传力可靠，在竖直和水平方向达到铰接及以上的连接强度和刚度，并应充分考虑防止水平荷载作用下各个节点分离的竖向抗拔构造要求。

模块单元—支撑结构体系(图 6.2.1 (b))沿模块单元纵向的墙体设置 X 或 K 形支撑，可以提高模块单元建筑的适用高度；X 或 K 形支撑可作为模块单元墙体的一部分在工厂进行预制，并在安装现场进行可靠连接。适用层数为 1-6 层。

模块单元—底部框架结构体系(图 6.2.1 (c))是在模块单元叠合结构基础上，补充建筑结构中常用的底部车库、底商、人行通道等公共空间，形成底部框架结构。底部框架结构可以是一层或多层，可采用钢筋混凝土框架或钢框架，应具有足够的强度和刚度承担模块单元结构体系传递的竖向和水平荷载。

模块单元—剪力墙/筒体结构体系（图 6.2.1（d））适用层数为 1-9 层。模块单元建筑结构体系采用承重模块单元，其在模块单元结构体系上增设钢支撑或剪力墙/筒体结构承担水平荷载。剪力墙/筒体结构可采用钢板剪力墙或钢筋混凝土剪力墙。模块单元结构体系采用承重模块单元，承重模块单元的梁、柱承担竖向荷载。其余与模块单元结构体系相同。

模块单元—框架组合结构体系（图 6.2.1（e））和模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系（图 6.2.1（f））最大适用层数为 30 层。模块单元建筑的结构采用非承重模块单元，模块单元的梁、柱仅承担自身模块单元恒载和箱内活荷载，并通过节点传递到框架结构体系的主要承重构件。框架结构体系的梁、柱、剪力墙等主要受力构件承担整体结构的竖向和水平方向的恒载和活荷载，并承担模块单元传递的荷载。支撑体系（剪力墙/筒体）结构可采用钢支撑、钢板剪力墙或钢筋混凝土剪力墙。模块单元内楼板体系可采用分块刚性假定、刚弹性假定或柔性假定。当楼板采用柔性假定时，框架体系中必须设置水平支撑确保水平荷载可靠地、均匀地传递到各框架柱或剪力墙/支撑等抗侧力构件上。

模块单元—约束结构体系（图 6.2.1-（g）、（h））适用层数为 1-6 层。其基本构造为在多层模块单元增设竖向或斜向约束。约束与地面抗拔桩或重力式锚碇相连。约束可采用钢绞线、钢带制作，并施加预应力，帮助模块单元结构抵抗水平荷载作用下的竖向分离，提高结构水平抗侧刚度和水平抗倾覆性能。

6.2.2 模块单元建筑的层数与总高度应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 模块单元建筑的层数和总高度限制

钢结构模块单元建筑		适用的最大层数 n	适用最大建筑高度 (m)
模块单元叠合结构	无支撑	3	10
	有支撑	6	20
	有剪力墙	9	30
模块单元—底部框架结构		3（不含底框）	9+X
模块单元—框组合结构 模块单元—框架—支撑（剪力墙、筒体）结构		30	90
模块单元—约束结构		6	18

注：表中数值以抗震设防烈度 7 度为准；6 度区可偏安全地参照执行；对于设防烈度为 8 度的模块单元建筑，最大适用层数减少 2 层；X 为底部框架层高，底框限高 2 层。

【条文说明】参考现行标准或规程《钢结构模块单元房建筑技术规程》（TCECS 507-2018）、《轻型模块化钢结构组合房屋技术标准》（JGJT 466-2019）、《集装箱模块

化组合房屋技术规程》(CECS 334-2013)中单元房、单元房一框架、单元房一底部框架和单元房一剪力墙等结构体系中层高的相关规定,并保持基本一致。

(1) 模块单元叠合建筑结构主要利用模块单元角柱与边梁节点的强度和刚度,适用于低层模块,模块单元间宜采用短承插式连接,施工相对简单,有利于发挥模块单元建筑现场施工快速的优势;对于层数或抗震要求较高的模块单元建筑,模块单元间可采用长承插式连接,形成刚接节点,进一步提高模块单元建筑的适用建筑层数和高度;

(2) 模块与框架、钢框架支撑结构、筒体结构连接,形成组合抗侧力体系,模块节点采用长承插式连接,形成刚接节点,适合于高层模块单元建筑;

(3) 模块单元一约束结构体系采用施加了预应力的钢绞线或钢带形成组合抗侧力体系,节点宜采用长承插式连接,形成刚接节点,可充分抵抗侧力和侧力形成的竖向拉力,适合于多层模块单元建筑;

(4) 模块单元一框架组合结构体系、模块单元一框架+支撑(剪力墙、筒体)体系采用钢框架或钢筋混凝土框架或框架+支撑(或剪力墙/筒体)承担主要的结构荷载,其模块单元可采用非承重模块单元,模块单元与框架构件可靠连接,适用于多层和高层模块单元建筑。

6.2.3 模块单元建筑的最大高宽比不宜超过符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 模块单元建筑适用的最大高宽比

烈度		6	7	8
模块单元叠合结构	无支撑	2.5	2.5	2.0
	有支撑	4.0	4.0	3.5
	有剪力墙	4.0	4.0	3.5
模块单元一底部框架结构		3.0	3.0	2.5
模块单元一框组合结构 模块单元一框架一支撑(剪力墙、筒体)结构		6.5	6.5	6.0
模块单元一约束结构		4.0	4.0	3.5

6.2.4 模块单元建筑应根据设防分类、烈度和房屋高度采用不同的抗震等级,并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑的抗震等级应按表 6.2.4 确定。

表 6.2.4 模块单元建筑抗震等级

房屋高度	烈度		
	6	7	8
≤50m	四	四	三
>50m	四	三	二

6.2.5 模块单元建筑结构平面布置应符合下列规定：

1 模块单元建筑的结构布置应形成稳定的几何不变体系，结构连接和节点构造应便于安装；

2 模块单元建筑抗侧力构件的平面布置宜规则对称，结构各层的抗侧力刚度中心与水平作用合力中心接近重合，同时各层接近在同一竖直线上；

【条文说明】本条文规定了模块单元建筑的结构布置应满足的一般要求。结构各层的抗侧力刚度中心与水平作用合力中心接近重合，以减少侧向力对结构产生的附加扭矩。按抗震设计的不规则的结构应采取必要的加强措施。

6.2.6 模块单元建筑结构竖向布置应符合下列规定：

1 宜采用规则的竖向立面布置形式，侧向刚度沿竖向宜均匀变化；

2 竖向布置应使其质量均匀分布，刚度逐渐变化，应避免刚度突变，宜避免外挑构造。若必须进行模块外挑时，宜在长边方向上外挑，且外挑距离不应大于模块长边总长的 1/4；或采用外安装阳台模块。所有出挑的模块应在出挑基础首层边柱位置设置中柱以及必要的支撑，以连接相邻模块，并形成整体结构体系；未出挑模块的一端的角柱应与下部模块的角柱对应，形成连续的竖向的角柱支撑系统；

3 上下楼层的质量比不宜大于 1.5；

4 模块单元建筑应避免错层布置。

【条文说明】模块单元建筑的竖向结构布置应满足规则性的要求。

(1) 模块单元建筑楼层的侧向刚度不宜小于其相邻的上一层刚度的 0.7，不宜小于其相邻的上三层刚度平均值的 0.8；高层钢结构模块单元建筑的楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不宜小于相邻上层的 80%；

(2) 外挑构造的所有出挑的模块应在出挑基础首层边柱位置设置中柱以及必要的支撑，以连接相邻模块，并形成整体结构体系；未出挑模块的一端的角柱应与下部模块的角柱对应，形成连续的竖向的角柱支撑系统。

6.2.7 模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系剪力墙或核心筒结构布置和连接应符合下列要求：

1 剪力墙应在模块单元建筑上沿外墙、隔墙、分户墙均匀布置，并应尽量与建筑平面的主轴线对称，并满足《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关要求；

2 剪力墙应与模块单元之间应有可靠连接，确保剪力墙和模块单元之间节点的强度和刚度满足要求；

3 筒体应考虑组合作用，形成平面上力学性能良好的形状，如 L 型、T 型、I 型、C 型，口字型。考虑组合作用的剪力墙间的连接应根据设计值进行设计；

4 剪力墙或筒体应贯穿模块单元建筑的全高，刚度可以逐渐减弱，但应避免刚度突变，开洞时宜上下对齐；

5 剪力墙平面应与模块单元梁柱平面重合，若无法重合，则应根据实际情况加强模块单元与剪力墙的连接构造确保节点强度和刚度满足要求。

6.2.8 模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系中框架和模块单元—框架—支撑结构布置和连接应符合下列要求：

1 框架承重方案可采用横向框架承重、纵向框架承重和纵横向框架混合承重方案，一个框架平面区格内可布置 1 个或多个模块单元，柱网的柱距和跨度应满足相应数量模块单元的布置，并预留节点和安装空间；

2 模块单元节点与框架梁、柱之间应有可靠连接，确保剪力墙和模块单元之间节点的强度和刚度满足要求；

3 在抗震计算中，模块单元底板强度和刚度不满足刚性楼盖要求时，可在框架梁之间增设水平支撑；

4 模块单元—支撑结构体系、模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系中的钢支撑可采用中心支撑或偏心支撑，并满足《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99 相关要求；

5 模块单元—支撑结构体系、模块单元—框架+支撑（剪力墙、筒体）体系中支撑布置应与模块单元建筑外墙、隔墙、分户墙、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。在 7 度及以上抗震烈度区的非临时建筑，当楼层大于 4 层时，应根据实际设计加入局部侧向支撑。

6.2.9 模块单元—竖向（侧向）约束结构体系中约束结构布置和连接应符合下列要求：

1 结构的拉杆（索）应有可靠的后锚点，并沿模块单元建筑纵、横向均匀布置；

2 拉杆（索）应穿越屋面，并与屋面模块单元节点可靠连接；

3 与拉杆（索）相连模块单元节点应有可靠构造措施，确保拉索拉力能均匀扩散，不发生局部承压破坏；

4 拉杆（索）与地面夹角应根据计算确定，并施加预拉力，预拉力应满足抗震要求。

6.3 结构整体设计

6.3.1 模块单元建筑结构计算应符合下列规定：

1 模块单元建筑的内力和变形在竖向荷载、风荷载以及多遇地震作用下，可按空间模型采用弹性方法进行结构计算；罕遇地震作用下，模块单元建筑的弹塑性变形可采用弹塑性时程分析法或静力弹塑性分析法计算；

2 若无明确的构造措施，模块单元之间节点应按铰接考虑，模块单元与框架梁、柱之间宜按连杆考虑，模块单元与筒体或剪力墙、钢支撑体系之间宜按连杆考虑（如图 6.2.1 所示），当有明确的构造措施时，模块单元之间节点可按刚接考虑；

3 模块单元建筑的计算模型可选择平面结构空间协同、空间杆系、空间杆—墙板及其他组合有限元计算模型；

4 模块单元建筑楼板宜根据实际情况，按本层模块单元底板主梁、次梁和底板共同组成的楼盖结构计算，并应具有足够的强度和刚度；如果有可靠连接，可以考虑下层模块单元顶板的共同作用；设计时相邻模块单元底板应采取可靠的连接，保证楼盖平面内的整体刚度。当楼盖可能产生较明显的面内变形时，计算时应采用楼盖平面内的实际刚度，考虑楼盖的面内变形影响；

5 模块单元建筑计算分析中，应考虑现场安装误差和累计误差影响，可将安装误差和累计误差等效为竖向偏心或通过等效横向荷载考虑，并与水平风荷载叠加；

6 模块单元建筑应根据现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《钢结构设计规范》GB 50017 的相关规定采用一阶或二阶弹性分析；采用混凝土剪力墙作为抗侧力构件时，其结构二阶效应可按现行《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关规定计算；

7 模块单元建筑的结构整体分析应进行无地震作用组合和有地震作用组合两种计算。其分项系数、组合系数、调整系数等应符合《钢结构设计规范》GB 50017 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 等现行规范的相关规定要求。

【条文说明】本条文给出了模块整体结构设计和计算的一般规定。

(1) 模块单元的边缘交接处楼板一般不连续，相对传统钢结构或钢筋混凝土结构模块结构中同层楼板平面内的刚度比较有限，应加强模块单元间的节点连接，加强模块单元间底板的连接，提高楼板平面和空间刚度，按空间结构进行有限元分析；

(2) 模块单元建筑的边缘交接处楼板不连续，楼板不宜按刚性平面假定；当有可靠连接确保楼板的平面和空间刚度时，楼板可按刚性平面假定计算；

(3) 与《钢结构模块建筑技术规程》TCECS507 保持基本一致，计算角柱端弯矩时，需要考虑安装和制造的偏心误差，同时还需要考虑每层的边梁传递的荷载引起的力矩 M_{add} ，可由式 6.3.1-1 确定。

$$M_{add} = P_{wall} \Delta_{eff} \quad (6.3.1-1)$$

$$\Delta_{eff} = \left[\frac{(n-1)}{n} \times 12 + \frac{(n-2)}{n} \times 17 + \dots + \frac{(n-1)^{0.5}}{n} \times 12 \right] \quad (6.3.1-2)$$

式中： M_{add} ——由偏心引起的附加弯矩；

P_{wall} ——底层模块单元墙体承担的竖向荷载；

Δ_{eff} ——由于施工误差引起的底层模块单元的有效偏心；

n ——计算附加弯矩所在的层数。

与《钢结构模块建筑技术规程》TCECS507 保持基本一致，偏心加载的附加弯矩一般不由墙体直接承担，平衡所需的等效水平力作为剪切力在模块的天花板，底板和端墙中传递（如图 6.3.1 所示）。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或地震作用同时考虑。

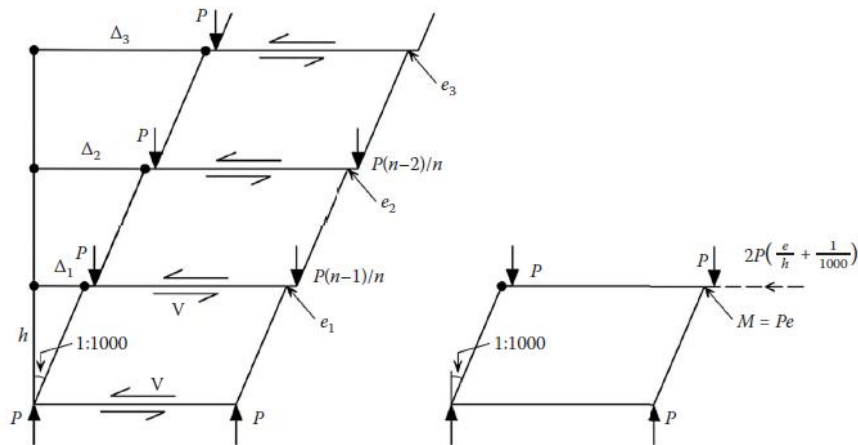


图 6.3.1 底层模块单元承受的偏心作用

相关研究表明，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，容许几何误差为 12mm，对于下一个模块，总的水平误差准许值为 17 mm，因此对模块的公差增量只有 5 mm。对于一个垂直放置的模块组合，由于定位和加工而在第 n 层引起的误差最大累积值可取 $12(n-1)^{0.5}$ 。

6.3.2 模块单元建筑结构体系应按现行国家规范《中国地震动参数区划图》GB 18306 的规定确定地震烈度与地震分组。其组合系数、分项系数、调整系数等应符合《建筑

抗震设计规范》GB 50011 和《钢结构设计规范》GB 50017 等现行规范的相关规定要求。

6.3.3 多遇地震作用下模块单元建筑的抗震设计应根据结构特点，按以下规定进行设计：

1 进行抗震设计时，模块单元建筑应考虑双向水平地震作用；宜采用两个主轴方向的平动振型分解反应谱法或平扭耦联的振型分解反应谱法计算；当建筑物高度不超过 40m，结构布置较规则时，可采用底部剪力法（不含模块单元—约束结构体系）；

2 振型分解反应谱法和时程分析法采用的动参数应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定选取。当项目符合《湖南省重大工程地震安全性评价范围》时，尚应作场地地震安全性评价，并按场地有地震安全评估报告提供的地震动参数计算；

【条文说明】本条文规定了多遇地震作用下模块单元建筑的抗震设计应采用的基本方法，当采用弹性时程分析法时，时程分析中的峰值加速度与设防烈度、设防标准相协调，频谱特性与场地土相协调。

6.3.4 模块单元建筑的结构整体性能指标应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定，并应满足下列要求：

1 在风荷载作用下，结构弹性层间位移角不应超过 1/300；

2 在多遇地震作用下，结构弹性层间位移角不应超过 1/300；

3 在罕遇地震作用下，钢结构弹塑性侧向位移应满足结构层间位移角要求：对于 12 米以下的模块单元建筑结构体系（无支撑），不应大于 1/50；模块单元—支撑结构体系、模块单元—剪力墙结构体系和模块单元—约束结构体系，不应大于 1/50；对于混凝土核心筒的钢结构模块单元建筑，不应大于 1/100。

【条文说明】根据现行标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 以及《高层建筑钢-混凝土混合结构设计规程》CECS230，高层建筑钢结构在多遇地震作用下的弹性层间位移角限值不应大于 1/250，对 150m 以下的高层建筑钢—混凝土混合结构的弹塑性层间位移角限值不应大于 1/800。对于模块单元建筑在风或多遇抗震作用下的层间位移角限值，考虑模块单元间的协调工作，且考虑民用模块单元建筑应具有适宜的风振舒适度，宜偏于安全地调整为 1/300。由于核心混凝土筒体刚度较大，模块单元—筒体混合结构的弹性层间位移角限值可不予调整；对于其他钢结构模块单元建筑在

风或多遇地震作用下的层间位移角限值，同时考虑到模块单元刚度本身较大，为保证模块单元间的协调工作，宜偏于安全取较小值。

6.3.5 在进行抗震计算时，模块单元建筑的阻尼比宜符合下列规定：

1 多遇地震下的计算，高度不大于 50m 时可取 0.04；高度大于 50m 且小于 200m 时，可取 0.03；高度不小于 200m 时，宜取 0.02；

2 当偏心支撑框架部分承担的地震倾覆力矩大于结构总地震倾覆力矩 50%时，其阻尼比可比本条 1 款相应增加 0.005；

3 在罕遇地震下的弹塑性分析，阻尼比可取 0.05。

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

6.3.7 进行模块单元建筑结构体系抗震计算时，地震作用及层间剪力的分配应符合下列规定：

1 模块单元承受的地震作用层间剪力应按各模块单元的层间抗侧力刚度进行分配；

2 高于 24m 的模块单元建筑，为保证安全性宜采用单重抗侧力体系计算，即模块单元—框架、模块单元—支撑结构、模块单元—剪力墙/筒体结构中框架、支撑结构或剪力墙/筒体等抗侧力结构承担 100%的地震剪力；

3 当抗侧力体系为钢框架或钢框架支撑结构时，模块部分按侧向刚度分配的楼层地震剪力标准值的最大值不应小于结构底部总地震剪力标准值的 10%。并按结构底部总地震剪力标准值的 20%和框架部分楼层最大剪力值的 1.5 倍，取二者的较小值进行模块单元部分的设计。

6.3.8 对于高度大于 60m 的乙类高层模块单元建筑应进行罕遇地震作用下的弹塑性变形验算，并按以下方法进行弹塑性分析：

1 当结构较规则时，宜采用推覆分析法等静力弹塑性分析方法进行分析；

2 当结构不规则时，直采用弹塑性时程分析法进行分析。

【条文说明】当抗震设防要求较高或场地条件较差，可考虑对模块单元建筑采用隔振或消能减震设计，并按照高度超过 60m 的模块单元建筑乙类建筑的相关规定进行弹塑性变形验算。甲类建筑应另行研究，不应包括在本规程内。

弹塑性时程分析法选取的地震波其频谱特性与实际场地相符合。峰值加速度应符合设防烈度、设防水准等，数量可为1~2条，并应根据借助结构情况选择单向、双向、三向地震波，并进行相应地震效应组合。

6.3.9 模块单元建筑相邻模块单元之间节点应有可靠连接。上下相邻模块单元之间的节点满足刚接假定和强节点的要求，水平方向相邻模块单元节点应满足铰接假定，也可满足刚接假定。节点强度应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011和《钢结构设计规范》GB 50017等现行规范的相关规定要求。

6.3.10 采用模块单元结构体系的模块单元建筑应符合下列规定：

1 模块单元结构体系可采用模块单元框架在角点处铰接的多层框架结构模型进行计算；当实际构造为刚接时，也可按刚接计算；

2 模块单元结构柱可按柱端铰接计算，可采用平行四柱（中柱）、平行两柱（边柱）或单柱（角柱）的计算模型。当实际构造为刚接时，也可按刚接计算；

3 模块单元梁体可按梁端铰接计算，可采用平行四梁（中梁）、平行两梁（边梁）的模型进行计算。当实际构造为刚接时，也可按刚接计算。

【条文说明】本条中给出了模块单元结构体系的模块单元建筑结构计算的一般规定：

（1）模块单元结构体系可简化为模块单元框架在角点处铰接（或刚接）的多层框架结构。模块单元结构柱可简化为柱端铰接（或刚接）的叠合柱（四柱、两柱或单柱）。通过内力分析计算得到各柱的内力后，按《钢结构设计规范》GB 50017中轴心受压构件或压弯构件进行设计；

（2）模块单元结构梁可简化为梁端铰接（或刚接）的叠合梁（四梁、两梁）。通过内力分析计算得到各梁的内力后，按《钢结构设计规范》GB 50017中受弯构件进行设计。

6.3.11 采用模块单元一支撑结构体系的模块单元建筑应符合下列规定：

1 符合《建筑结构抗震设计规范》GB50011中关于框架一支撑结构的钢结构房屋的相关规定；模块单元一支撑结构体系中的模块单元梁柱可按框架体系计算，与支撑体系共同工作；

2 模块单元一支撑结构的支撑斜杆、与模块单元结构之间应有可靠连接，连杆两端（或连接节点）应按铰接计算；当连接构造符合刚接要求时，也可按刚接计算；

3 模块单元—支撑结构的模块单元框架部分按刚度分配计算得到的地震层剪力应乘以调整系数,达到不小于结构总地震剪力的 20%和模块单元框架部分计算最大层剪力 1.5 倍,取二者的较小值,进行模块单元部分的设计。

6.3.12 采用模块单元-剪力墙/筒体结构体系的模块单元建筑应符合下列规定:

1 符合《建筑结构抗震设计规范》GB50011 中关于框架-剪力墙/筒体结构的房屋的相关规定;模块单元—支撑结构体系中的模块单元梁柱可按框架体系计算,与支撑体系共同工作;

2 模块单元—剪力墙/筒体结构,必要时可设置由筒体外伸臂或外伸臂和周边框架组成的加强层;

3 模块单元—剪力墙/筒体结构的模块单元框架部分按刚度分配计算得到的地震层剪力应乘以调整系数,达到不小于结构总地震剪力的 20%和模块单元框架部分计算最大层剪力 1.5 倍,取二者的较小值,进行模块单元部分的设计。

4 模块单元—剪力墙/筒体结构中剪力墙/筒体与模块单元应有可靠连接,连杆两端(或连接节点)应按铰接计算;当构造符合刚接要求时,也可按刚接计算;

6.3.13 采用模块单元—框架结构体系和模块单元—框架+支撑(剪力墙、筒体)体系的模块单元建筑应符合下列规定:

1 模块单元—框架结构体系和模块单元—框架+支撑(剪力墙、筒体)体系中框架结构或框架+支撑(剪力墙、筒体)结构应承担全部结构体系的竖向荷载、风荷载和地震荷载等所有荷载;

2 模块单元应承担自身恒载(含装修荷载)和楼面活荷载,并通过节点传递到框架结构或框架+支撑(剪力墙、筒体)结构;

3 模块单元节点应与模块单元—框架结构体系和模块单元—框架+支撑(剪力墙、筒体)体系中主要承重构件可靠连接。

6.3.14 对于模块单元—约束结构体系进行结构体系抗震计算时,应符合下列规定:

1 模块单元—约束结构体系应按模块单元框架结构体系进行分析。当模块单元框架结构体系侧向位移超过《建筑结构抗震设计规范》GB50011 限值时,可采用竖向或侧向约束提高结构侧向刚度;

2 模块单元—约束结构体系建筑应考虑双向水平地震作用,采用两个主轴方向的平动振型分解反应谱法或平扭耦联的振型分解反应谱法计算;

3 约束可与模块单元建筑楼顶或楼层中部节点相连;

4 模块单元—约束结构体系建筑, 框架部分按计算分配的地震作用应不大于结构底部总地震剪力的 60%;

5 与约束相连模块单元节点的柱体应有足够的强度和刚度承担拉索的竖向和水平向分力。

【条文说明】模块单元—约束结构体系中由于屋面布置了拉索, 故其地震第一阶振型不满足底部剪力法的基本假定, 故不应按底部剪力法进行抗震计算。

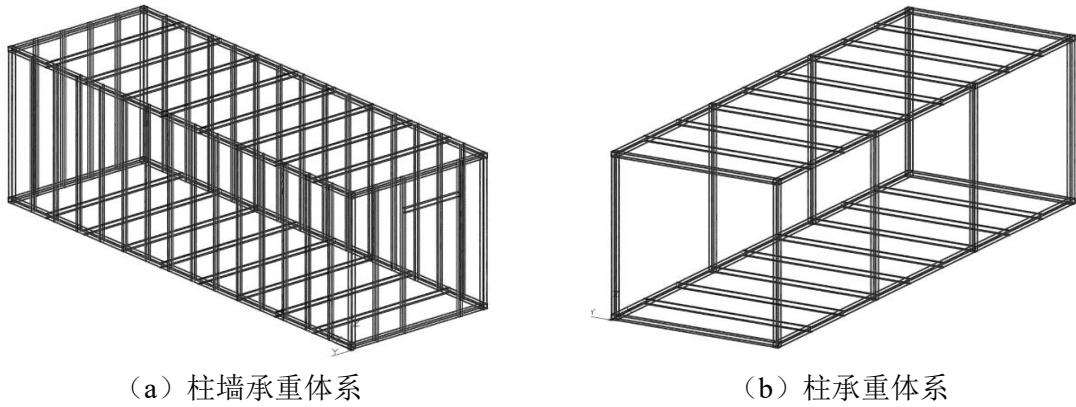
6.3.15 体系复杂、结构布置复杂以及采用新型节点的模块单元建筑结构, 应采用至少两个不同力学模型分析软件进行整体计算。对结构分析软件的分析结果, 应进行分析判断, 确认其合理、有效后方可作为工程设计的依据。

6.4 模块单元设计

6.4.1 模块单元承重方式可采用承重模块单元和非承重模块单元两种类型; 模块单元叠合结构、模块单元—底部框架、模块单元—核心筒、模块单元—钢支撑、模块单元—约束等结构体系应采用承重模块单元; 模块单元—框架、模块单元—框架+支撑(剪力墙)体系可采用非承重模块单元。

【条文说明】本标准根据模块单元自身承载性能, 把模块单元分为承重单元和非承重单元。承重单元的梁、柱和底板等主要承重构件在运输、吊装等阶段承担自身恒载和楼面活荷载; 在正常使用阶段通过连接件节点, 形成结构体系, 承担整个建筑结构的竖向和水平方向的恒值和活荷载。非承重单元拥有更轻的自重。非承重单元的梁、柱和底板等主要承重构件仅在运输、吊装等阶段承担自身恒载。在正常使用过程中, 非承重模块单元作为结构构件安装到承重框架(或框架+支撑)体系中, 承担自身及装修恒载和楼面活荷载, 并传递到承重框架中, 承重框架(或框架+支撑)体系承担建筑结构的各项荷载。

6.4.2 承重单元承重方式可采用柱墙承重或柱承重(图 6.4.2)。柱墙承重单元由模块墙板和模块柱共同承担竖向荷载; 柱承重单元仅由模块柱承担竖向荷载, 模块墙板不承担竖向荷载。



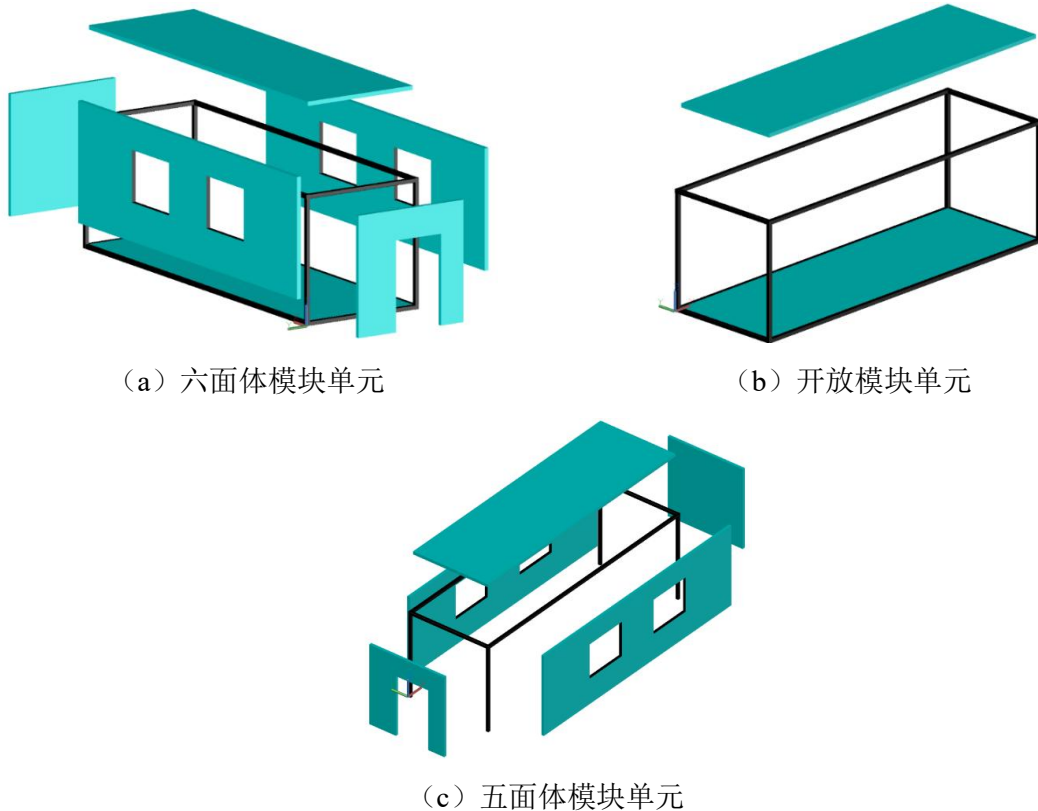
(a) 柱墙承重体系

(b) 柱承重体系

图 6.4.2 模块单元承重体系

6.4.3 模块单元应为几何不变体，梁柱节点应满足刚接假定，并应满足运输、安装和使用过程的承载力与刚度要求。非承重单元结构应能承受自身恒载和楼面活荷载，承重单元结构应能承受自身恒载和楼面活荷载以及整体结构的作用效应。

6.4.4 模块单元由模块柱、模块梁、模块墙板（可选）、模块底板（可选）、模块顶板和门窗等组成。根据围护结构完整性，可分为六面体模块单元（图 6.4.4 (a)）、开放模块单元（图 6.4.4 (b)）和五面体模块单元（图 6.4.4 (c)）。



(a) 六面体模块单元

(b) 开放模块单元

(c) 五面体模块单元

图 6.4.4 模块单元构成

【条文说明】为保证模块单元建筑空间布置和组合的灵活性，根据是否包含墙体、底板和顶板，区分为六面体单元、开放单元和五面体单元。六面体单元具备四面墙体和

顶板、楼板，形成完全围合的独立空间；开放单元无墙体，无顶板和底板，五面体单元有部分墙体和顶板、底板，以满足商业、大教室、中庭等需要较大水平空间和高大空间的建筑需求。

6.4.5 模块单元梁、柱和钢支撑可采用热轧普通工字钢、热轧 H 型钢、方钢管、圆钢管、焊接组合截面、焊接十字形截面、焊接 L 截面等截面形式；对采用承重单元的结构体系，当有可靠构造措施时，框架梁、柱与单元梁、柱宜按组合截面考虑共同工作。

6.4.6 模块单元的主要承重构件钢材应根据结构及其构件的重要性、荷载特征、应力状态、连接构造、环境温度、钢材厚度以及构件所在的部位，选择其牌号和材质；墙体骨架可以采用 C 型钢、方钢管或其他钢材；角柱宜采用方钢管，梁可采用 C 型钢、H 型钢或其他钢构件。

6.4.7 模块单元墙板、底板应避免有过大的开孔，所有开孔部位均应补强加固。补强构件宜采用小截面钢管或型材，少占用室内空间。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。

6.4.8 柱墙承重单元墙体宜采用轻钢龙骨墙体作为竖向承重构件；承重墙可采用卷边 C 型钢或小尺寸冷弯方钢管按 400mm 或 600mm 间距沿墙竖直布置；角柱参与竖向承重，荷载按轴向抗压刚度进行分配；墙体骨架应进行轴向抗压强度和压弯稳定性验算，其计算长度应根据实际情况考虑嵌固作用和约束作用。

【条文说明】与《钢结构模块建筑技术规程》TCECS 507-2018 一致：

(1)承重墙可采用高 70 至 100mm，厚 1.5 至 6.0mm 的卷边 C 型钢按 400 或 600mm 间距沿墙竖直布置。荷载较大时，C 型钢宜成对布置；

(2)楼板和墙体中可使用厚度为 1.5 到 6mm 的 C 型钢，按单个或者成对布置，墙体中宜按间距 600mm 布置，楼板中宜按 400mm 布置；

(3)冷弯墙体骨架在墙平面内和平面外的有效计算长度 l 与模块墙体构造做法有关：

(a)当冷弯墙体骨架两侧均与衬板或石膏板进行紧固连接时，冷弯骨架沿墙面内方向不会产生侧向扭转或屈曲，稳定计算由墙面外方向屈曲控制，其抗弯承载力可以取其主轴方向上的弹性抗弯承载力取为楼板顶面到天花板底面距离；

(b)当冷弯墙体骨架无外侧封板，仅单侧与衬板或石膏板紧固连接时，须同时验算冷弯墙体骨架沿墙面内和墙面外稳定性能。如承重墙内存在 X 型支撑加强，墙

面内方向稳定的有效计算长度 l 可取为墙高的一半。如墙内无有效抗侧单元，面内和面外方向有效计算长度 l 取为楼板顶面到天花板底面距离；

(c) 承重墙中 C 型钢冷弯构件的稳定强度由 $p_c = \chi f_y$ 给出，其中 f_y 是钢材的屈服强度。根据长细比 $\bar{\lambda}$ 计算由屈曲引起的缩小因子 χ 值：

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \chi \leq 1.0 \quad (6.4.8-1)$$

$$\phi = 0.5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.5) + \bar{\lambda}^2] \quad (6.4.8-2)$$

$$\bar{\lambda} = \lambda/\lambda_1, \text{ 其中 } \lambda_1 = \pi\sqrt{E_s/f_y} \quad (6.4.8-3)$$

式中： E_s ——钢材的弹性模量；

α ——缺陷因子；

λ ——由计算长度 l 确定的长细比；

λ_1 ——由欧拉公式确定的长细比；

$\bar{\lambda}$ ——正则化长细比。

6.4.9 承重墙体内冷弯骨架的抗压承载设计及验算中应考虑沿高度方向的初始缺陷和上部模块安装误差所引起的附加弯矩效应。

【条文说明】与《钢结构模块建筑技术规程》TCECS 507-2018 一致：

(1) 计算构件的抗压承载力 P_c 由下式确定：

$$p_c = A_{\text{eff}} \chi f_y \quad (6.4.9-1)$$

式中： A_{eff} ——横截面的有效面积，其考虑到 C 形截面的局部屈曲，并且 A_{eff} 通常为未考虑削弱的毛截面面积 A 的 0.7 至 0.9 倍；

f_y ——钢材的屈服强度；

χ ——由屈曲引起的缩小因子，由式 (6.4.8-1) 确定。

(2) 模块单元承重骨架构件轴向承载设计时应考虑上部模块的安装误差引起的附加弯矩，安装误差造成的附加偏心最小可取为 12mm。模块单元承重骨架的压弯承载验算可按照以下公式组合：

$$\frac{P}{P_c} + \frac{P \cdot e + M_w}{M_{\text{el}}} \leq 1.0 \quad (6.4.9-2)$$

式中： e ——作用力的偏心距 ($\geq 12\text{mm}$)；

M_{el} ——C 型钢沿其主轴方向的弹性弯曲强度。

M_w ——由于风荷载作用传递到承重骨架上的弯矩；

M_w ——分配及传递到承重骨架构件的压力；

P_c ——C 型钢基于主轴方向屈曲的轴向稳定承载力；

6.4.10 梁柱承重模块单元通过角柱和中柱承担荷载，模块周边可全部或者部分填充轻质墙体，且墙体不参与荷载传递。角柱应按双向压弯构件设计。

【条文说明】本条规定了柱承重模块单元中的荷载情况。

(1) 柱承重模块单元中，所有的垂直荷载都由这些角柱或中柱承担，模块侧面可全部或部分填充轻质墙体，或设计为开敞式以创造更大的空间；

(2) 柱承重模块单元需保证一定抗侧刚度，对于长度大于 7.5m 的柱承重模块单元，应采用较高的边梁或者加设中柱以减小梁的跨度和尺寸；

(3) 当采用波纹板或轻钢龙骨式墙体时，模块单元抗侧刚度可考虑墙体面内刚度贡献，当墙体开洞区域超过墙面区域三分之一时，不宜考虑墙体的刚度作用。

6.4.11 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边梁传递的荷载引起的力矩来计算，并考虑安装中的冲击作用等。

【条文说明】本条款参考《钢结构模块单元房建筑技术规程》T/CECS 507-2018 的相关规定，规定了柱承重模块中承重角柱设计要求。

(1) 角柱设计应考虑的影响因素包括：由相邻墙壁提供的侧向约束、来自上部模块的荷载偏心以及上下模块之间连接的嵌固作用。当连接方式不明确或缺乏有效的侧向支承作用时，角柱的有效长度可取为模块楼板顶面到天花板底面之间的净距；

(2) 柱承重式模块结构中角柱的柱端稳定验算中须考虑由每层的边梁传递的荷载引起的力矩，这个力矩可能会在两个方向上发生作用，因此在设计角柱时必须考虑双轴的力矩。角柱承载验算中需考虑安装和制造误差造成的偏心作用，初步设计中可采用最小限值 12mm 来计算，因此作用在角柱上的轴向载荷的总偏心 e 为：

$$e = 12 + b/n \quad (6.4.10)$$

式中： b —柱的宽度；

n —层数。

初步设计中， e 在 x 、 y 方向的最小值均可以取 30mm。考虑角柱的压弯组合作用，可得到角柱的承载力，从而计算得到允许的楼层数，如图 6.4.11 所示。

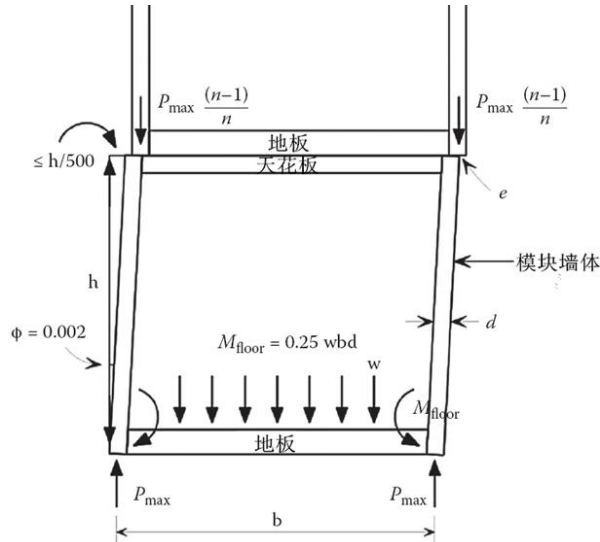


图 6.4.11 角柱的柱端弯矩

6.4.12 当模块单元顶板为承重板，应进行结构设计以满足强度和刚度的要求；若模块顶板为非承重板，当有施工荷载或使用荷载作用时，应进行结构验算。

6.4.13 采用承重单元的模块单元建筑结构层数大于 4 层时，应根据实际设计加入局部侧向支撑以提高模块单元抗侧刚度。支撑形式可采用 K 形（图 6.4.13-1）或 X 形（图 6.4.13-2），X 形支撑设计为仅受拉，K 形支撑可承受拉力和压力。模块单元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。

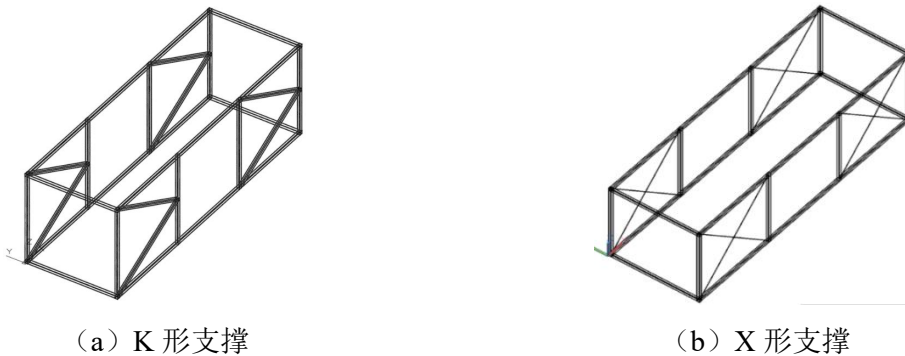


图 6.4.13 模块单元 X 形支撑和 K 形支撑

【条文说明】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，一般为 C 型钢并作为墙体的一部分，设计为同时抵抗拉力和压力。K 形支撑可抵抗的水平剪力相对较小，因此在中高层模块单元建筑（6-8 层）中宜采用 X 形支撑。

6.4.14 模块单元构件长细比应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

6.4.15 模块单元建筑构件进行受弯和压弯构件计算时，板件宽厚比等级及限值应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

6.4.16 模块单元建筑底板边梁设计和构造应保证楼板荷载传递，并满足刚度要求。

6.4.17 模块单元制作、运输、吊装、连接时，应采取合理的吊装方法减小施工荷载作用，在模块单元上的施工荷载应按实际情况考虑且不小于 1.0kN，并应在最不利位置处进行验算，主梁挠度不应大于跨度的 1/400，次梁挠度不应大于跨度的 1/250；当施工荷载较大时，应加设相应的临时支撑措施。

6.4.18 模块单元底板设计应满足振动控制等舒适度控制指标要求。

【条文说明】当对室内振动有要求时，可参照《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》GB/T 50355、《建筑振动荷载标准》GB/T 51228 执行。

6.4.19 模块单元底板可采用压型钢板组合楼板、叠合板、轻钢龙骨楼板或其它形式的楼板，并应符合国家现行相关标准的要求；若底板采用压型钢板组合楼板，压型钢板与钢骨架应有可靠连接以提供楼板平面内刚度；若底板采用复合板或轻钢龙骨楼板，应合理设置次梁数量，或设置楼板内水平支撑以提供平面内刚度。

6.4.20 模块单元外形尺寸和内部结构构件的连接应满足交通运输、吊装、安装以及使用过程中的受力要求。

6.5 模块单元连接设计和构造

6.5.1 模块单元建筑节点设计原则应符合如下规定：

1 节点连接应构造合理，传力可靠并方便施工；节点构造应具有必要的延性，并按节点连接强于构件的原则设计；

2 节点与连接的计算和构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定；

3 节点设计应按极限状态法进行节点域和连接承载力验算，模块单元内部的梁柱节点应满足刚接假定；

4 重要构件或节点连接的熔透焊缝不应低于二级质量等级要求；角焊缝质量应符合外观检查二级焊缝的要求；

5 节点设计应充分考虑管道线路、内外装修、水暖电、保温层的配合，并应满足现场安装、检修等后续施工的操作空间要求，充分考虑防腐要求；对于临时建筑，连接节点宜具备可拆卸功能；

6 连接节点设计应保证各连接节点及各方向对齐，各零件不突出单元外轮廓线，确保拼装后单元外轮廓线各方向平齐紧密接触；

7 模块单元内部结构构件的节点连接应在工厂内完成。

6.5.2 模块单元之间连接在风荷载作用以及多遇地震作用下不应发生滑移和竖向分离。

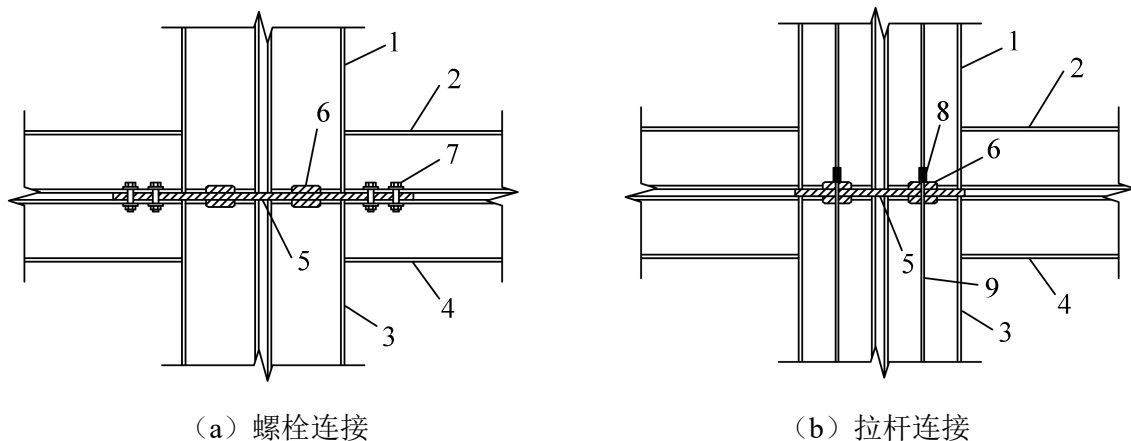
6.5.3 应加强模块单元与整体框架和支撑体系的连接和整体性，应加强相邻模块单元梁间、柱间的竖向和水平连接。

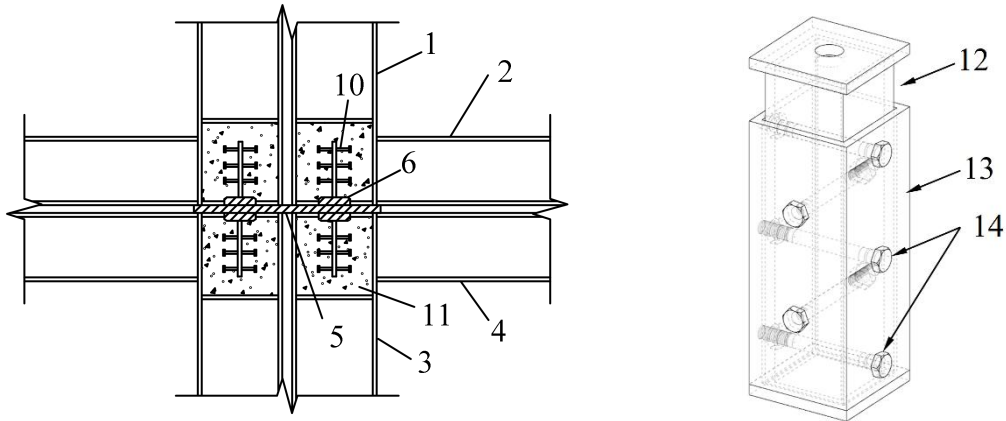
6.5.4 模块单元之间的水平连接应符合下列规定：

1 应满足楼层平面内水平力传递的要求，宜设置在模块底板处，并尽量减小与底板平面的偏心；

2 同层模块之间的水平连接宜采用仅考虑水平力传递的构造。

6.5.5 模块单元之间的连接可根据建筑高度、地震烈度、节点的重要性等条件，采用承插式连接、端板或角件螺栓连接、拉杆连接、焊接与螺栓组合连接等可靠连接形式；模块之间的竖向连接常用方式见（图 6.5.5）。其节点连接、节点与杆件的连接应保证有可靠的抗拉、抗剪、抗压和抗弯承载力。





(c) 灌浆连接

(d) 承插式节点

1—上箱角柱；2—上箱底梁；3—下箱角柱；4—下箱顶梁；5—连接钢板；6—抗剪键；
7—高强螺栓；8—连接器；9—钢拉杆；10—抗拔件；11—灌浆料；12—内套筒；
13—外套筒；14—高强螺栓

图 6.5.5 模块单元连接节点

6.5.6 当采用承插式节点时，节点承载力应按下列规定计算：

1 单个节点轴心受拉承载力设计值应取螺栓受剪承载力、节点部件轴心受拉承载力设计值的较小值。每个节点的抗拉承载力设计值应满足 (6.5.6-1) 的要求：

$$\min(n \cdot N_v^b, A_{sn} \cdot f) \geq N \quad (6.5.6-1)$$

2 单个节点轴心受压承载力设计值应满足 (6.5.6-2) 的要求：

$$A_s \cdot f \geq N \quad (6.5.6-2)$$

3 单个节点受剪承载力设计值应满足 (6.5.4-3) 的要求：

$$A_s \cdot f_v \geq V \quad (6.5.6-3)$$

4 单个节点受弯承载力设计值应满足 (6.5.6-4) 的要求：

$$W_n \cdot f \geq M \quad (6.5.6-4)$$

式中：n—节点螺栓个数；

N_v^b —单个螺栓抗剪承载力设计值 (N)，根据《钢结构设计规范》GB 50017 确定；

A_s —节点插入端横截面积 (mm^2)；

A_{sn} —节点插入端第一螺栓孔处净横截面积 (mm^2)

f—节点钢材强度设计值 (N/mm^2)

f_v —节点钢材抗剪强度设计值 (N/mm^2)

N—节点拉力设计值 (N)

V —节点剪力设计值 (N)

M —节点弯矩设计值 (N·mm)

W_n —节点插入端横截面扣除螺栓孔后的净截面模量 (mm^3)

【条文说明】承插式节点的基本构造为钢柱插入段与承插端套入后，利用高强螺栓进行紧固连接。

(1) 当承插式节点承担轴心拉力时，节点的主要破坏模式为高强螺栓受剪破坏和连接柱体受拉破坏，承插式节点承担轴心抗拉承载力取两者中的较小值；

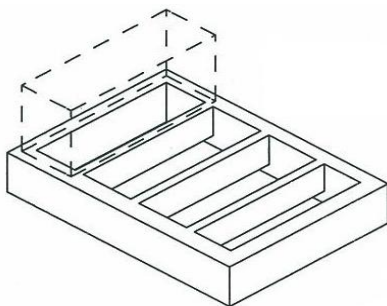
(2) 当承插式节点承担轴心压力时，插入端和承插端互相嵌固约束，且节点长度较小，一般不会出现失稳破坏，主要破坏模式为受压强度破坏；

(3) 由于承插式节点长度较短，且节点壁厚较大，插入端和承插端互相嵌固约束，故其受弯和受剪破坏模式均为强度破坏。

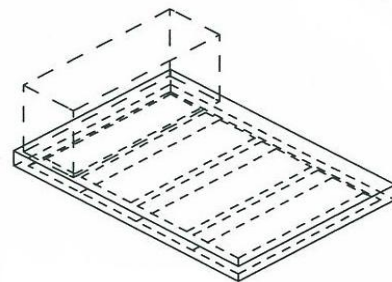
6.5.7 相邻模块单元角柱、梁体之间可采用螺栓、连接件或其他措施加强构件连接和结构整体性。

6.6 地基基础设计

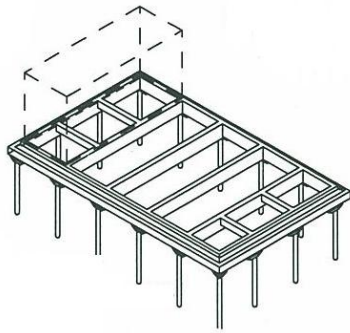
6.6.1 模块单元建筑基础可选条形基础、桩基础、筏板基础和独立基础等形式（图 6.6.1）。当用于临时性建筑时，单层箱式房基础埋深不应小于 0.3m，多层模块单元建筑基础埋深不应小于 0.5m，底面应有素混凝土垫层。基础中钢筋的混凝土保护层厚度一般不小于 40mm，有地下水时，宜适当增加混凝土保护层厚度。



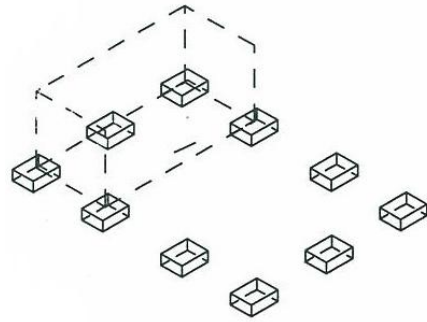
(a) 条形基础



(b) 带十字梁的筏板基础



(c) 带桩帽、边梁和连系梁的桩基础



(d) 独立基础

图 6.6.1 模块单元建筑可选择的基础类型

6.6.2 钢筋混凝土基础混凝土强度等级不应低于 C25，并应符合现行国家标准《建筑地基设计规范》GB 5007 的相关规定。

6.6.3 基础或基墩均应高出地面，底层模块单元应架空，模块以下沿模块周边应以砌体封堵。

6.6.4 模块单元底部构件应与基础可靠连接，预埋件的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

6.6.5 模块单元一约束结构体系的拉杆（索）基础可采用地面抗拔桩或重力式锚碇，并应符合现行国家标准《建筑地基设计规范》GB 5007 的相关规定。

6.6.6 基础应该有足够的埋深，且周边应有良好的嵌固约束，在地质均匀条件下，基底平面形心宜与上部结构竖向永久荷载中心重合。当不能重合时，偏心距离 e 应符合下式要求：

$$e \leq 0.1W/A \quad (6.6.6)$$

式中： e ——基底平面形心与上部结构在永久荷载与楼（屋）面可变荷载准永久组合下的重心偏心距；

W ——与偏心方向一致的基础底面抵抗矩；

A ——基础底面面积

7 设备与管线设计

7.1 一般规定

7.1.1 模块单元建筑的设备与管线系统设计应遵循标准化、模数化、系列化的原则，并与结构、内装、外围护系统进行一体化设计；建筑构件部品与设备之间的连接应采用标准化接口。

【条文说明】满足工厂批量生产。

7.1.2 设备与管线应采用管线与钢结构主体分离的方式，宜在架空层或吊顶内设置或结合装修方案做线槽。

【条文说明】减少管线对主体结构的影响。

7.1.3 电气竖向干线的管线宜集中敷设，应满足维修更换的需要。当竖向管道穿越预制构件或设备暗敷于预制构件时，应在预制构件中预留相应的沟、槽、孔洞或套管。

7.1.4 电气管线宜在预制构件中预留相应的底盒和线管。

7.1.5 在预制构件加工制作阶段，应将各专业、各工种所需要的预留孔洞、预埋件等一并完成，避免在施工现场进行剔凿、切割。

7.1.6 应采用建筑信息模型进行三维管线综合设计，对结构预制构件内的机电设备、管线、预留洞槽等做精确定位，尽量减少平面交叉，合理利用空间。

【条文说明】提高空间利用率。

7.1.7 公共管线、阀门、检修口、计量仪表、电表箱、配电箱、弱电箱等，应统一集中设置在公共区域。

7.1.8 设备与管线穿越楼板和墙体时，应有防水、防火、隔声、密封等措施，防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的相关规定。

7.1.9 设备与管线系统施工安装后必须进行隐蔽检查及验收工作。

7.1.10 设备与管线的抗震设计应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002和《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981中的有关规定。

7.1.11 在具有防火保护层的钢结构上安装管道或设备支吊架时，应不影响钢结构的防火及防腐性能。

7.1.12 太阳能系统应与建筑一体化设计、一体化施工，做好预留、预埋。

7.2 给水排水系统设计

7.2.1 模块单元建筑给排水系统的设计应考虑模块的拆分和安装，管道和设备宜在工厂完成预制与装配；并应在模块单元吊装前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。

【条文说明】模块单元建筑的给排水系统应考虑模块的拆分与安装，减少模块之间管道的连接，并提高管道、设备在工厂的完成度，预留好模块管线与外线的连接接口。

7.2.2 给排水设备与管线宜采用同层敷设方式，在架空层或吊顶内敷设，并减少上下模块单元间的管线竖向连接；集中布置在供上下层、多系统管线连接的管道井内，并按相关规范要求设置隔断和保护。

【条文说明】模块单元建筑当在模块单元内部设置竖向管线，如在模块单元顶板、底板上开孔并预留管道，不利于成品保护，安装作业也较困难，故有条件时宜在箱外设置立管、管井。管道穿管井侧壁以及穿模块单元上下混凝土板时，应做好防火封堵和防水处理。

7.2.3 给水系统设计应符合下列规定：

1 给水系统配水管道与部品的接口应连接方便，形式及位置应便于检修更换，并应采取措施避免模块单元或温度变形对给水管道接口产生影响；

2 宜采用装配式的管线及其配件连接；

3 敷设在吊顶或楼地面架空层的给水管道应采取防腐蚀、隔声减噪和防结露等措施。

7.2.4 排水系统设计应符合下列规定：

1 模块单元建筑宜采用墙排或同层排水技术，同层排水管道敷设在架空层时，宜设积水排出措施；

2 排水支管采用集成化的新技术、新产品时应有可靠依据；

3 建筑内生活排水管道最小坡度和最大坡度应满足现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015的有关规定。

【条文说明】模块单元建筑宜采用成品卫生间、成品厨房等部品部件，采用模块化集成排水系统时，应做到安全可靠。墙排：墙排是一种新的排水方式，即排水横支管不穿过楼板，而是在同一楼层沿墙壁横向敷设，最后集中到排水横支管的三通上排出。

7.2.5 设备与管线抗震支吊架的设置，应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002和《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981的规定。

7.2.6 模块单元建筑消防给水的设置应符合《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB 55037、《消防设施通用规范》GB 55036的相关规定。

7.3 电气和智能化设计

7.3.1 电气和智能化设计应根据模块单元建筑的特点，在设计阶段应充分考虑标准化设计、工厂化生产、施工安装及使用维护的要求。

7.3.2 电气与智能化管线设计应与结构设计同步进行，预留预埋应满足结构专业相关要求，不得在安装完成后的构件上剔凿沟槽、打孔、开洞等。

7.3.3 电气和智能化管线、安装盒的选择及敷设应符合以下规定：

1 模块单元建筑的设备与管线宜与主体结构相分离，应方便维修更换，且不影响主体结构安全；管线宜优先明敷设在架空层、吊顶内；当管线暗敷时，宜优先敷设在装配式钢结构的空腔层或夹壁墙中；

2 电气管线材质和敷设方式应符合安全和防火要求。管线不应与热水、可燃气体管道交叉；

3 模块单元建筑内的封闭式母线、电力电缆桥架、管线和线槽等敷设时应避免破坏钢结构主体的防火保护层；

4 管线和线槽穿越钢结构楼板及墙体时，应预留孔洞或套管，跨越防火分区时应做好防火封堵；

5 大跨度装配式钢结构楼板、屋面上安装的电气及智能化设备与装置应考虑设备荷载对结构体的影响，并与结构专业进行配合协调；

6 电气设备及装置的抗震要求应满足《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981的规定；

7 钢结构主体及金属保护管在未采取有效的防止涡流产生措施的情况下，应避免选用单芯电线或电力电缆。

7.3.4 电气和智能化管线的预留接口应符合以下规定：

1 部品与配管及配管之间的连接应采用标准化接口，且应安装使用维护方便；

2 模块单元建筑的连接管、接线盒等应作适当预留，出线口和接线盒应准确定位，孔洞的大小预留一定的安装冗余；

3 同一建筑的土建接口宜集中部位设置，尽量少预留接口部位；

4 不应在构件受力部位和节点连接区域设置孔洞及接线盒，隔墙两侧的电气和智能化设备不应直接连通设置。

【条文说明】模块单元建筑拼装时，为了保证管线安装对接方便，会留一定安装冗余的土建孔洞。后期拼装完后，为了尽量少处理这种预留孔洞，需将电气和弱电智能化的土建预留接口集中设置。

7.3.5 防雷及接地设计应满足下列要求：

1 建筑物的防雷分类应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057中的有关规定，并按防雷分类设置防雷设施。电子信息系统应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343中的有关规定；

2 防雷引下线和共用接地装置应利用建筑及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，其预留防雷装置的端头应可靠连接；

3 外围护系统的金属围护构件、金属遮阳构件、金属门窗等应按要求采取防雷措施；

4 电气及智能化机房应可靠接地，并与钢结构主体做综合接地连接，接地方法及接地电阻值应满足国家及行业相关标准的要求。

7.4 供暖、通风、空调及燃气设计

7.4.1 供暖、通风、空调及燃气设计应根据模块单元建筑所在地气象条件、生活习惯、能源分布、建筑类型、建筑高度、建筑层高、建筑开窗等限制，因地制宜、科学合理地选择供暖、通风、空调及燃气方案。

【条文说明】供暖及空调方案主要受当地气象影响、生活习惯、能源分布、建筑类型等影响，且主观性设计差异较大，因此在设计阶段因地制宜地选择供暖及空调方案尤其重要；通风方案主要包括消防排烟设计，自《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51521实施以来，对排烟量、风管耐火极限、自然排烟窗距地高度以及防排烟机房都提出了严格要求，因此需要考虑建筑类型、建筑高度、建筑层高、建筑开窗等条件的限制科学合理地选择通风方案；燃气安全风险性较高，应严格按照相关规范设计。

7.4.2 供暖、通风、空调及燃气设备与管线应与建筑专业同步设计，平面合理布置通风机房、空调机房及空调冷热源机房，竖向集中布置风井、水井，横向规划风管、水管走向，有效地利用平面和空间。

【条文说明】通风机房、空调机房、空调冷热源机房的布置，主要影响结构荷载以及配套的风、水井布置，因此，应与建筑专业同步设计，前期平面合理布置设备用房，以设备用房、风、水井为中心，在横向（水平方向）优化设计风管、水管路由，减少风、水管对所穿越房间功能及净高的影响。

7.4.3 暖、通风、空调及燃气设计应符合下列规定：

1 设备与管线宜与主体结构相分离，便于后期维护与管理，设计阶段应充分考虑设备尺寸及重量、设备运行噪声及安装、管线材质及规格、管线走向与敷设、管线连接、支吊架等可能影响结构荷载、隔声减震、火势蔓延的因素；

2 管线材质及厚度、风管耐火极限、风水管保温材质及厚度应满足防潮、保温、隔热要求，并应满足火灾时防火要求；

3 管线上阀门、仪表等附件应预留安装及后期维修空间；

4 借助建筑信息模型手段，开展机电专业三维管线综合设计，需确保空调无压管—冷凝水管重力坡度；

5 设备与管线抗震应满足《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981的相关规定。

7.4.4 供暖、通风、空调及燃气设备与管线施工安装及验收应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243、《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33等国家现行有关标准的规定。

【条文说明】供暖、通风、空调及燃气设备与管线施工安装及验收应满足现行国家有关标准及规范。

8 防护设计

8.1 防腐蚀设计

8.1.1 模块单元建筑的钢结构构配件应根据环境条件、材质、结构形式、使用要求、施工条件和维护管理条件等进行防腐蚀设计。

8.1.2 模块单元建筑的防腐蚀设计应符合现行国家标准《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的相关规定。

8.1.3 当模块单元建筑可能与液态腐蚀性物质或固态腐蚀性物质接触时，应采取隔离措施。

【条文说明】钢结构主要是承担结构荷载，通过采取必要的隔离措施可以达到经济、实用的目的。

8.1.4 在大气腐蚀环境下，建筑钢结构设计应符合下列规定：

1 结构类型、布置和构造的选择应满足下列要求：

- 1) 应有利于提高结构自身的抗腐蚀能力；
- 2) 应能有效避免腐蚀介质在构件表面的积聚；
- 3) 应便于防护层施工和使用过程中的维护和检查。

2 钢结构构件采用钢板组合时，截面的最小厚度不应小于 6mm；采用闭口截面杆件时，截面的最小厚度不应小于 4mm；采用角钢时，截面的最小厚度不应小于 5mm；

3 不同金属材料接触的部位，应采取隔离措施；

4 焊条、螺栓、垫圈、节点板等连接构件的耐腐蚀性能，不应低于主体材料。螺栓直径不应小于 12mm。垫圈不应采用弹簧垫圈。螺栓、螺母和垫圈应采用热镀浸锌防护，安装后再采用与主体结构相同的防腐蚀措施；

5 高强度螺栓构件连接处接触面的除锈等级，不应低于 $Sa2\frac{1}{2}$ ，并宜涂无机富锌涂料；连接处的缝隙，应嵌刮耐腐蚀密封膏；

6 钢柱柱脚在地面以下的部分应采用强度等级较低的混凝土包裹（保护层厚度不应小于 50mm），包裹的混凝土高出室外地面不应小于 150mm，室内地面不宜小于 50mm，并宜采取措施防止水分残留；当柱脚底面在地面以上时，柱脚底面高出室外地面不应小于 100mm，室内地面不宜小于 50mm。

【条文说明】为保证钢构件的耐久性，对钢构件的截面最小厚度作出限制要求。不同金属材料之间存在电位差，直接接触时会发生电偶腐蚀，电位低的金属会被腐蚀，故要求不同金属材料之间的接触部位应隔离。弹簧垫圈由于存在缝隙，水气和电解质易积留，易产生缝隙腐蚀。仅适用于可能接触水或腐蚀性介质的柱脚，对无水的办公楼、宾馆不适用。

8.1.5 涂层设计应符合下列规定：

- 1 应按照涂层配套进行设计；
- 2 应满足腐蚀环境、工况条件和防腐蚀年限要求；
- 3 应综合考虑基底涂层与基材的适应性，涂料各层之间的相容性和适应性，涂料品种与施工方法的适应性。

【条文说明】涂料作为防腐蚀方案，通常由几种涂料产品组成配套方案，涂层包含底漆、中间漆和面漆，实际工程中应根据腐蚀条件、防腐蚀设计年限、施工和维修条件等要求进行配套设计。底漆、中间漆和面漆应相容匹配，当配套方案未经工程实践，应进行相容性试验。

8.1.6 在钢结构设计文件中应注明防腐蚀方案，如采用涂（镀）层方案，须注明所要求的钢材除锈等级和所要用的涂料（或镀层）及涂（镀）层厚度，并注明使用单位在使用过程中对钢结构防腐蚀进行定期检查和维修的要求，建议制订防腐蚀维护计划。

8.2 防火设计

8.2.1 模块单元建筑的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》GB 50016 和《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的相关规定。

8.2.2 用于生产钢结构防火涂料的原材料应符合国家环境保护和安全卫生相关法律法规的规定。

8.2.3 钢结构防火涂料应能采用规定的分散介质进行调和、稀释。

8.2.4 钢结构防火涂料应能采用喷涂、抹涂、刷涂、辊涂、刮涂等方法中的一种或多种方法施工，并能在正常的自然环境条件下干燥固化，涂层实干后不应有刺激性气味。

8.2.5 复层涂料应相互配套，底层涂料应能同防锈漆配合使用，或者底层涂料自身具有防锈性能。

8.2.6 钢结构模块单元应涂防火涂料，钢结构模块单元采用喷涂防火涂料保护时，膨胀型钢结构防火涂料的涂层厚度不应小于 1.5mm，非膨胀型钢结构防火涂料的涂层厚度不应小于 15mm。

【条文说明】非膨胀型防火涂料中膨胀蛭石、膨胀珍珠岩的粒径一般为 1~4mm，如涂层厚度太小，施工难度大，难以保证施工质量，因此规定了最小厚度为 15mm。

8.2.7 模块单元建筑的防火施工与验收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》GB 50016 和《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的相关规定。

9 生产与运输

9.1 一般规定

9.1.1 模块单元制作前，应进行设计图纸的复核和确认工作。

9.1.2 模块单元制作前，应根据设计文件、制作详图、现行国家有关规范、标准的要求以及制作单位的条件，编制制作工艺书。制作工艺书应包括：施工中所依据的标准，制作厂的质量保证体系，成品的质量保证和为保证成品达到规定的要求而制订的措施，采用的加工、焊接设备和工艺装备，相关人员的资质证明等。

9.1.3 宜搭设具有足够刚度的装配专用钢平台，平台支撑宜采用 H 型钢均匀布置，平台面板宜采用中厚钢板，面板与 H 型钢焊接固定，平台平面度应控制在 3mm 以内。

9.1.4 模块单元装配前，应核对主体结构、围护结构的质量和尺寸偏差，复核预留预埋、隐蔽工程及成品保护情况；确认具备装配条件。

9.1.5 模块单元内部装饰应与主体工程、围护部品工程、设备和管线安装工程明确施工界面，并宜采用同步穿插施工的组织方式，提升施工效率。

9.1.6 成品保护应符合下列规定：

- 1 装配过程中应采取有效防护措施，保护好各成品构件；
- 2 工序施工完成且验收合格后，应按构件的防护要求，及时进行成品保护；
- 3 对在装配过程中碰伤的构件应及时修复，并重新涂装防腐（火）涂料。

9.1.7 模块单元出厂前，应对构配件的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。外围护系统、内装饰装修、家具、部品、水电管线和接口器件等应有相应保护措施，模块单元防水包装应密封可靠。

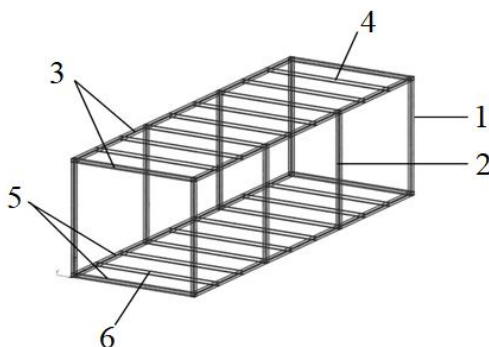
9.1.8 模块单元钢结构的生产，按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定执行。

9.1.9 内部装饰装修用材料与部品进场时应有产品合格证书、使用说明书及性能检测报告等质量证明文件，对于用量较大的辅料产品也应提供相应检测报告。

9.2 模块单元钢结构骨架生产

9.2.1 加工制作应符合下列规定：

模块单元钢结构骨架如图 9.2.1 所示：



1—角柱；2—中柱；3—顶板主梁；4—顶板次梁；5—底板主梁；6—底板次梁

图 9.2.1 模块单元主钢框架示意图

1 制作单位应根据设计文件、现行国家有关规范、标准及企业标准编制施工详图，施工详图应由原设计工程师认可；

2 模块单元钢结构骨架制作前，应根据已编制的制作工艺文件对参与制作人员进行详细的技术交底。特殊工种应持证上岗；

3 钢构件应根据施工详图进行放样。放样号料时应根据工艺要求预留焊缝收缩余量，及切割端铣等加工余量；

4 放样和样板的允许偏差应符合表 9.2.1-1 的规定；

表 9.2.1-1 放样和样板的允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
对角线	±1.5
长度	±1.0
孔距	±0.5
组孔中心线距离	±1.0

5 组成模块单元钢结构骨架的构件和配件应优先采用数控切割，按设计和工艺要求的尺寸、焊接收缩、加工余量及割缝宽度等尺寸，编制切割程序；构件规格及长度尺寸偏差按应符合现行国家标准《一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804 中公差等级 C 级的要求；

6 对数量较多的相同孔组宜采用钻模,以保证制孔过程中的质量要求;箱顶角件、箱底角件与角柱连接板上的同组孔间距允许偏差应为 $\pm 0.5\text{mm}$,其余偏差应符合现行国家标准《一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804 中公差等级 V 级的要求;

7 模块单元钢结构骨架组装前,组装人员应熟悉施工详图、组装工艺及有关技术文件的要求,检查组装用的零部件的材质、规格、外观、尺寸、数量等均应符合设计要求,做好记录;

8 模块单元钢结构骨架组装宜在专用的可以调整尺寸的模具上进行;模具应有足够的强度和刚度以符合模块单元钢骨架的精度要求,经检查验收方可使用;

9 模块单元的钢结构骨架宜在完成平面部件的组装、焊接、校正后,才可进行整体空间模块单元建筑结构的组装;

10 模块单元建筑的整体组装,重点要控制模块立柱的垂直度和模块上下平面的水平度;

11 模块单元钢结构骨架组装时应预防焊接收缩量,并对各部件进行合理的焊接收缩量分配;

12 模块单元间相邻的连接部位应采取措施保证制作精度要求;

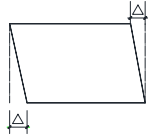
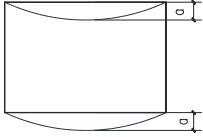
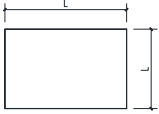
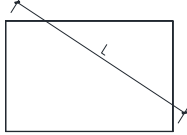
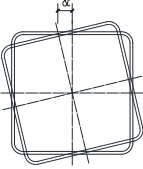
13 模块结构中的各种连接焊缝,应根据设计文件要求的焊缝质量等级选择相应的焊接工艺进行施焊。施焊时按工艺确定的焊接顺序进行,控制模块单元的变形量;

14 部件拼接焊缝应符合设计文件的要求,当设计无要求时,应采用全熔透等强对接焊缝;角件自身的焊缝及角件与柱体、角件与顶梁、角件与底梁焊缝应满焊且保证焊缝质量,外立面应打磨平整;其他焊缝应为三级焊缝;

15 焊缝的尺寸偏差,外观质量和内部质量应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定要求进行检验;

16 模块单元钢结构骨架制作允许偏差应符合表 9.2.1-2 的规定;

表 9.2.1-2 模块单元钢结构骨架制作允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	检验方法	图例
垂直度 Δ	$H/1500$, 且不大于 3.0	铅垂仪和 钢尺检查	
平面弯曲度 a	$\leq L/1500$, 且不大于 5.0	用拉线和 钢尺检查	
边长 L (中心线)	$\leq L/2500$, 且不大于 2.0	用钢卷尺检查	
对角线 L	$\leq L/2500$, 且不大于 2.0	用钢卷尺检查	
柱截面扭曲 $\&$	$h/300$, 且不大于 2.0	用拉线和钢尺检 查	

9.2.2 模块单元的钢结构骨架预拼装应符合下列规定：

1 模块单元钢结构骨架制作完成并检验合格后，宜根据施工详图进行相邻模块单元间的预拼装，发现问题及时修改，合格后在模块钢结构骨架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；

2 模块单元钢结构骨架装配后尺寸（如图 9.2.2 所示）应符合设计图纸要求，允许偏差及检验方法应符合表 9.2.2 的规定。

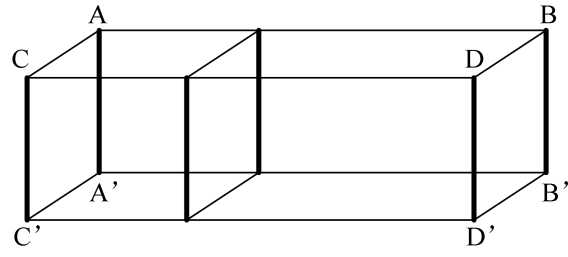


图 9.2.2 模块单元钢结构骨架预拼装尺寸示意图

表 9.2.2 模块单元钢结构骨架预拼装允许偏差和检验方法

项目		允许偏 (mm)	检验方法
长度	AB、A'B'、CD、C'D'	6, 0	钢卷尺检查
宽度	AC、A'C'、BD、B'D'	3, 0	钢卷尺检查
高度	AA'、BB'、CC'、DD'	0, -3	钢卷尺检查
对角线差	AD-BC 、 A'D'-B'C' AB'-A'B 、 CD'-C' D	±5	钢尺检查
	AC'-A'C 、 BD'-B'D	±3	
平面度	需要现场堆码的 8 个底角件 底面平面度	5	将模块放于理论内, 以 8 个点中的最低点为基准, 测量其他 7 个点的悬空数值
	底横梁上表面平面度	3	2 米靠尺和塞尺检查
	底横梁水平度	无明显不平现象	底角件支撑于水平平面内, 任意方向用水平尺检查底横梁上表面的水平度
	顶横梁下表面平面度	4	2 米靠尺和塞尺检查(走廊区域)
	墙板(波纹板)外鼓或内凹 (以角柱为基准)	4	2 米靠尺和塞尺检查
直线度	顶侧梁直线度 AB、CD	5	钢尺检查
	底侧梁直线度 A'B'、C'D'	5	钢尺检查
垂直度	角柱	3	钢尺检查
	走廊立柱、中部框架位置立柱	4	经纬仪或吊线、钢尺检查
连接件	连接件中心线与柱轴线偏差	±1.0	钢尺检查
	顶面标高偏差	±3.0	钢尺检查
	连接件顶面水平度	L/1000 (L 为相邻连接件距离)	用经纬仪、水准仪、全站仪、水平尺和钢尺实测
	预留螺栓孔中心与柱轴线偏差	±1.0	钢尺检查
	孔径偏差	0,+0.25	游标卡尺或孔径量规检查
	孔距偏差	±1.0	钢尺检查
	螺栓孔内螺纹长度	±1.0	钢尺检查

9.2.3 防腐涂料涂装应符合下列规定：

1 钢结构在除锈处理前，应清除焊渣、毛刺和飞溅等附着物，对边角进行钝化处理，并应清除基体表面可见的油脂和其他污物；

2 组成模块单元钢结构的构件和零件，应在组装前进行除锈，以达到设计要求的除锈等级，并在规定的时间内喷涂防锈底漆，焊口附近 50mm 区域和高强螺栓摩擦面等区域暂不涂装，模块结构框架单元组装焊接完成，经检验合格后，按照原涂装要求进行补涂；

3 涂装油漆前钢材表面除锈应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。处理后的钢材表面不应有焊渣、灰尘、油污、水和毛刺等。当设计无要求时钢材表面除锈等级应符合表 9.2.3 的规定；

表 9.2.3 钢材表面除锈等级

涂料品种	除锈等级
无机富锌、有机硅过氯乙烯等底漆	$Sa2\frac{1}{2}$
油性酚醛、醇酸等底漆或防锈漆	$Sa2$

4 涂料涂装遍数、涂层厚度均应符合设计要求。涂装完成后，构件的标志、标记和编号应清晰完整。防腐蚀面涂料宜选用水性环保涂料和静电粉末喷涂作为表面涂装材料和工艺，构件涂装应符合下列规定：外露镀锌构件涂层干燥后漆膜厚度应不小于 60 μm ，外露非镀锌构件涂层干燥后漆膜厚度应不小于 90 μm ，允许偏差-5 μm ；非外露构件涂层干燥后漆膜厚度应不小于 40 μm ，其允许偏差应为-5 μm ；非外露构件为镀锌工艺处理的可不再喷漆；干漆膜附着力等级应不低于现行国家标准《色漆和清漆 漆膜的划格试验》GB/T 9286 中规定的二级；漆膜外观应均匀、平整，不得有咬底、剥落、裂纹、针孔、漏涂和明显皱皮流坠等缺陷。

9.2.4 防火涂料涂装应符合下列规定：

1 模块单元结构钢结构骨架涂装工程完成并检验合格后，按照设计要求及国家现行规范进行防火涂料的喷涂；

2 钢结构防火涂料的品种和技术性能应符合设计文件和现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 及其他相关标准的要求。防火涂料的粘接强度、抗压强度应符合现行有关标准的规定；

3 薄涂型防火涂料的涂层厚度应符合有关耐火极限的设计要求。厚涂型防火涂层的厚度，80%及以上面积应符合有关耐火极限的设计要求，且最薄处不应低于设计要求的85%。

9.3 模块单元围护部品生产

9.3.1 模块单元围护部品主要包括内外墙板、底板、顶板、门窗等。外墙板宜采用波纹板、蒸汽加压混凝土板、薄板钢骨复合轻质板、轻集料混凝土板、岩棉复合墙板等，内墙板可采用轻质墙板，底板可采用压型钢板组合楼板、叠合板、轻钢龙骨楼板或其他形式的楼板。

9.3.2 围护部品生产应遵循“少规格，多组合”的原则，生产过程宜采用柔性制造、同步配套的方式。

【条文说明】柔性制造是指制造过程中采用智能化、自动化技术，通过计算机与信息控制技术，对制造全过程进行优化规划、组织、运作、协调、控制与管理，对制造任务或生产环境的变化迅速进行调整，以实现优质、高效、低耗、敏捷和绿色生产。）

9.3.3 围护部品应提高部品的集成化、模块化、标准化程度，并应根据设计图纸进行详图深化设计，生产单位宜建立围护部品和配件模型，以提高生产、施工安装和使用维护的便利性。

9.3.4 墙板、楼地面板等围护部品生产时，应符合下列规定：

- 1 门窗等预埋件的固定及设备管线预留孔洞的设置，应在部品生产时同时完成；
- 2 不同金属的接触面应采取有效措施，避免电化学腐蚀；
- 3 蒸压加气混凝土板、预制混凝土板、复合夹芯条板、轻骨料混凝土板、泡沫混凝土板等部品，宜由专业厂家生产，产品质量应符合相应现行行业标准的规定；

- 1) 《蒸压加气混凝土制品应用技术标准》JGJ/T 17
- 2) 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1
- 3) 《建筑隔墙用轻质条板通用技术要求》JG/T 169
- 4) 《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T12
- 5) 《泡沫混凝土应用技术规程》JGJ/T 341

4 蒸压加气混凝土板、预制混凝土板、复合夹芯条板、轻骨料混凝土板、泡沫混凝土板等部品应经进厂验收合格后，方可进行装配施工；

5 蒸压加气混凝土墙板安装允许偏差应符合表 9.3.4-1 的规定，楼面板安装允许偏差应符合表 9.3.4-2 的规定；

表 9.3.4-1 墙板安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)		检验方法
		外墙板	隔墙板	
1	轴线位置偏移	3	3	用经纬仪或拉通线尺量检查
2	墙面垂直度	5	4	用线锤和 2m 拖线板检查
3	表面平整度	5	4	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
4	接缝高低差	5	4	用尺量检查
5	门窗框高宽 (后塞口)	±5	±5	用尺量检查
6	外墙上下窗口偏移	10	—	以底层窗口为准，用经纬仪或吊线检查

表 9.3.4-2 楼面板安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位移	3	用经纬仪或拉线和尺量检查
2	相邻板底平整度	3	用钢尺检查
3	板缝偏差	5	用钢尺检查
4	表面平整度	6	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查

6 预制混凝土板安装允许偏差应符合设计要求，并应符合表 9.3.4-3 中的规定。

检查数量：按楼层划分检验批。对墙板和楼地面板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；

表 9.3.4-3 预制混凝土板安装允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
构件中心线 对轴线位置	基础	15	尺量检查	
	竖向构件 (墙)	10		
	水平构件 (板)	5		
构件标高	墙、板底面或顶面	±5	水准仪或尺量检查	
构件垂直度	墙	<5m	5	经纬仪或全站仪量测
		≥5m 且 <10m	10	
		≥10m	15	
相邻构件平整度	板端面		5	钢尺、塞尺量测
	板底面	抹灰	5	
		不抹灰	3	
	墙侧面	外露	5	
不外露		10		
支座支垫中心位置	板、墙	10	尺量检查	
墙板接缝	宽度	±5	尺量检查	
	中心线位置			

7 复合夹芯条板安装允许偏差应符合设计要求，并应符合表 9.3.4-4 中的规定。

表 9.3.4-4 复合夹芯条板安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位置偏移	3	用经纬仪或拉通线尺量检查
2	墙面垂直度	H (高度) /1000, 且 ≤3	用线锤和 2m 拖线板检查
3	表面平整度	2	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
4	接缝高低差	2	用尺量检查
5	门窗框高宽 (后塞口)	±5	用尺量检查

8 轻骨料混凝土板、泡沫混凝土板安装允许偏差应符合设计要求，并应符合表 9.3.4-5 中的规定。

表 9.3.4-5 轻骨料混凝土板、泡沫混凝土板安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位置偏移		5	用经纬仪或拉通线尺量检查
2	表面平整度		3	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
3	垂直度	层高 ≤4m	4	用线锤和 2m 拖线板检查
		层高 >4m	6	
4	接缝高低差		1.5	用尺量检查
5	接缝宽度		2	用尺量检查
6	预埋件、预埋管和预留孔中心线位置		3	用尺量检查
7	预留洞	中心线位置	10	用尺量检查
		尺寸	+10,0	用尺量检查

9.3.5 模块单元铝合金门窗的材料及制作安装应符合现行行业标准《铝合金门窗技术规范》JGJ 214 的有关规定；门窗框安装允许偏差应符合表 9.3.4-6 中的要求。

表 9.3.4-6 门窗框安装允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
门窗框进出方向位置		±5	经纬仪检查
门窗框标高		±3	水平仪检查
门窗框左右方向 相对位置偏差 (无对线要求时)	相邻两层处于同一垂直位置	+10 0	经纬仪检查
	全楼高度处于同一垂直位置 (30m 以下)	+15 0	
	全楼高度处于同一垂直位置 (30m 以上)	+20 0	
门窗框左右方向 相对位置偏差 (有对线要求时)	相邻两层处于同一垂直位置	+2 0	经纬仪检查
	全楼高度处于同一垂直位置 (30m 以下)	+10 0	
	全楼高度处于同一垂直位置 (30m 以上)	+15 0	
门窗竖边框及中竖框自身进出方向和左右方向的垂直度		±1.5	铅垂仪或经纬仪检查
门窗上、下框及中横框水平		±1	水平仪检查
相邻两横向框的高度相对位置偏差		+1.5 0	水平仪检查
门窗宽度、高度构造 内侧对边尺寸差	L < 2000	+2 0	钢卷尺检查
	2000 ≤ L < 3500	+3 0	钢卷尺检查
	L ≥ 3500	+4 0	钢卷尺检查

9.3.6 模块单元围护部品生产完成后，应对围护部品的内部质量、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。

9.3.7 围护部品工厂装配顺序：宜先安装底板，再安装墙板和门窗，最后安装顶板。每道工序安装完成后，应按设计要求和本标准的有关规定，对平面度、垂直度、标高等进行检测，检验合格后方可进入下道安装工序。

9.3.8 围护部品装配前，应核对模块单元主体结构、围护部品的外观质量和尺寸偏差，复核预留预埋、隐蔽工程及成品保护情况，确认具备装配条件后方可装配。

9.3.9 围护部品装配完成经验收合格后，方可进行模块单元机电管线和装饰装修施工。

9.4 模块单元机电管线安装

9.4.1 模块单元宜尽量在工厂完成机电设备管线敷设预制，电气设备等的安装及调试应在建筑装饰装修工程施工前完成，所有弱电线路应点对点进行测试，完成后才能进行墙面装饰。

9.4.2 模块单元设备管线施工安装与质量应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB 50166 的有关规定执行，并应符合下列规定：

1 模块单元水、暖系统横向支管水平穿越相邻模块单元时，可采用焊接、螺纹连接、法兰或卡套式专用管件等方式连接；预留的管道应采取临时封堵措施；

2 模块单元内所有隐蔽工程的给排水及采暖系统中各种承压管道和设备在隐蔽前应做水压试验，非承压管道和设备在隐蔽前应做灌水和通水试验。试验合格后方可封闭墙面和吊顶，应将预留管道预连接接口进行临时密封与保护；

3 空调风管及冷热水管道与支（吊）架之间，应有绝热衬垫，其厚度不应小于绝热层厚度，宽度应不小于支（吊）架支承面的宽度；

4 集成式卫生间部品安装前应先进行地面基层和墙面防水处理，并做闭水试验。

9.4.3 模块单元内的电气系统施工和安装应按现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《智能建筑工程施工规范》GB 50606、《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 等的有关规定执行，并应符合下列规定：

1 电气设备易产生高温发热部位靠近钢构件时，采取隔热、散热等防护措施；

2 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；

3 暗装的电气与智能化设备的出线口、接线盒等的孔洞应准确定位；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、信息化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；

4 所有电线及线管安装完毕后应进行检查，所有线路应点对点进行绝缘和通断检测，测试完成后应进行通电测试，并按照操作说明对电气设备进行试运行。

9.5 模块单元内装修

9.5.1 内装部品的生产加工应包括深化设计、制造或组装、检测及验收，并应符合下列规定：

1 内装部品生产前应复核相应结构系统及外围护系统上预留洞口的位置、规格等；

2 在生产时宜适度预留公差，并应进行标识，标识系统应包含部品编码、使用位置、生产规格、材质、颜色等信息；

3 部品生产应使用节能环保的材料，并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》GB 50325 的有关规定。

9.5.2 模块单元内部装饰各分项工程施工前，应核对已完成主体结构的外观质量和尺寸偏差，复核预留预埋、隐蔽工程及成品保护情况、确认具有施工条件，完成施工交接手续。

9.5.3 模块单元内部装饰前，应进行施工放线，并设置部品部件安装定位标识。

9.5.4 隔墙与墙面系统安装应符合下列规定：

1 隔墙与墙面系统安装前应检查结构预留管线接口位置的准确性，并按设计文件做好定位控制线、标高线、细部节点线等，放线应清晰、位置准确；

2 隔墙与墙面系统安装应符合下列规定：

1) 隔板接缝及墙面上不同材料交接处应做收边、收口处理；

2) 隔墙或墙面上固定重物时，应采取加固措施并进行标识。

3 龙骨隔墙的施工安装应符合下列规定：

1) 天、地龙骨及边框龙骨应与结构体连接牢固，竖向龙骨应按设计要求布置龙骨间距；

2) 墙面板宜沿竖向铺设，当采用双层面板安装时，内外层面板的接缝应错开；

3) 板材接缝应做处理，固定墙面板材的钉眼应做防锈处理。

4 条板隔墙的施工安装应符合下列规定：

1) 应减少在施工现场对条板隔墙进行开槽、打孔；

2) 板材拼缝位置应采取相应的防开裂措施。

5 墙面的施工安装应符合下列规定：

1) 应与基层墙体进行可靠连接；

- 2) 墙面与门窗套、强弱电箱及电气面板等交接处应做接缝处理;
- 3) 墙面上的开关面板、插座面板等开洞部位应定位准确,不应安装后二次开洞。

9.5.5 吊顶系统安装前应完成吊顶内设备与管线的验收工作;吊顶系统的施工安装应符合下列规定:

- 1 吊顶饰面板上的灯具、烟感器、喷淋头、风口等应按设计文件的规定进行安装,安装位置应准确,交接处应严密;
- 2 当吊件与设备位置冲突时,应调整吊点位置、构造或增设吊杆;
- 3 当安装免吊杆吊顶时,吊顶板应做边龙骨搭接牢固;
- 4 当采用软膜天花时,应做好软膜天花与边框接口处理。

9.5.6 楼地面系统安装施工前应完成相关隐蔽工程验收,基层应进行清理,并应按设计图纸准确放线;架空地板系统施工应符合下列规定:

- 1 楼地面系统施工前应完成相关隐蔽工程验收,基层应进行清理,并应按设计图纸准确放线;
- 2 架空地板系统施工应符合下列规定:
 - 1) 架空地板的支撑件应与地面基层连接牢固,架空高度应符合设计要求;
 - 2) 架空地板系统应按设计要求布置支撑件的间距,与墙体交接处应做好封边处理;
 - 3) 架空地板系统与地面基层间宜做减震处理;
 - 4) 采用地面辐射供暖系统复合脆性面材时,应采取防开裂措施;
 - 5) 非架空干铺地面系统的基层平整度和强度应满足干铺地面系统的铺装要求;
 - 6) 当采用地面辐射供暖系统时,应在辐射区与非辐射区、建筑物墙面与地面等交界处设置侧面或水平绝热层,防止热量渗出;
 - 7) 有防水要求的楼地面应设置防水隔离层,楼板四周除门洞外,应做强度等级不小于 C20 的混凝土翻边,其高度不小于 200mm;门洞处应设置高度不大于 15mm 的挡水门槛或楼地面高差,门槛及门内外高差应与斜面过渡。

9.5.7 卫生间施工前应对基层、预留孔洞等进行查验,设计对基层有防水要求的,应做好闭水试验及隐蔽工程检验记录。

9.5.8 厨房风帽应在室内进行固定,不应固定于外墙面,以免破坏外墙完整性,风帽与外墙连接处应采取密闭措施;风帽通风管穿过结构墙体的孔洞应填充密实。

9.5.9 模块单元内装修成品保护应符合现行行业标准《建筑装饰装修工程成品保护技术标准》JGJ/T 427 的相关规定。

9.6 包装运输与堆放

9.6.1 模块单元及相关部品部件验收合格后出厂前应进行包装，包装根据内装部品部件的易损程度、修复的难易程度，选用裸装、捆扎包装、箱类包装等方式，以避免在运输及堆放过程中破损、变形。

9.6.2 模块单元的运输应根据长度、高度、重量选用相适应的车辆；模块单元的运输应考虑道路沿线路况和限制条件；模块单元的尺寸宜符合大件运输的限值规定，不得违反当地交通管理部门的规定；必要时，应由施工单位向交通管理部门办理有关审批手续，建设单位、监理单位应给予协助。

9.6.3 钢框架构件在运输车辆上的支点、伸出的长度及绑扎方法均应保证构件不发生变形，且不损伤表面涂层。必要时，应进行运输过程中强度和刚度验算。构件外表面的多余焊件，运输前应清除，防止在运输过程中发生刮蹭事故。运输时构件应码放整齐，零配件应装箱、装袋或捆绑，避免发生碰撞，保证连接件和重要连接部位不受损伤。

9.6.4 模块单元宜采用吊钩与屋面模块顶角件吊装孔四点吊装的搬运方式，吊索与水平面夹角宜 $\geq 60^\circ$ ，不宜采用叉车叉举的搬运方式。如采用叉车叉举的搬运方式，应做好安全防护。

9.6.5 模块单元应根据施工顺序和场地情况合理布置堆放区，堆放区应在起重机的有效工作范围之内，堆放场地应坚实、平整、干燥并有排水措施。模块应按组装顺序有序堆放，相互之间留有一定的间隙，当为多层模块单元堆放时应加设临时固定安全措施；对开洞口后刚度削弱的模块，应在运输、吊装中采取临时加固与防护措施，防止模块单元、门窗和外设零部件碰撞损伤；应采取防止模块单元变形及表面污染的保护措施。

9.6.6 钢框架构件应分类码放。构件应平稳放在支撑座上，支撑座之间的距离应以不使钢结构产生残余变形为限。叠层平放时，底部及层间应加设垫木，垫木应上下对齐，垫点应保证构件不产生弯曲变形，构件叠放高度不宜超过 1.5m，当有加固措施时可适当增加高度。

9.7 出厂资料

9.7.1 针对模块单元建筑的机电、给排水、采暖中的隐蔽工程，在厂区组装前应进行质量验收。其验收应按照现行规范质量标准规定执行。

9.7.2 模块单元建筑中的卫浴间、厨房的地面防水应在工厂进行 24 小时闭水试验，并出具闭水试验报告。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。

9.7.3 模块单元在工厂组装完毕后，应按施工详图的要求，对成品进行检查验收。成品的外形和几何尺寸的偏差应符合设计要求及本规程和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

9.7.4 模块单元出厂时，制作单位应按照国家相关质量验收标准提交质量证明文件，以及附录 B-1~B-7 全预制钢结构模块单元制作验收表和其他相关质量证明文件等资料，并应提交下列相关资料：

- 1 模块单元施工详图；
- 2 模块单元发运清单；
- 3 工序交接单；
- 4 模块单元出厂合格证；
- 5 框架、围护部品、机电管线等主要材料及构配件合格证；
- 6 相关性能检测报告（不包括见证取样送检）；
- 7 隐蔽工程质量验收表。

10 施工安装

10.1 一般规定

10.1.1 模块单元建筑的安装单位应具备相应等级的施工资质，具有有效的安全生产许可证，建立完善的质量、环境、职业健康安全综合管理体系并有效运行。

【条文说明】模块单元建筑的安装单位应按照行业管理要求具备建筑工程、钢结构工程、装饰装修、机电工程等相应等级资质；施工单位在质量、环境、职业健康安全综合管理方面应有完善的管理体系和管理制度。

10.1.2 模块单元建筑安装前应编审保证质量安全的安装专项施工方案，并对施工人员进行技术培训和交底，特殊工种从业人员须经专业技能培训且专业考试合格，持有效特种作业资格证书上岗。

【条文说明】安装前应编制安装专项施工方案，专项施工方案应由总包单位技术负责人审批。对于重要的或超高、超宽、超重模块单元安装及属于超过一定规模危险性较大的分部分项工程专项方案，应执行国家相关规定进行专家论证程序。

安装专项施工方案或作业指导书应采取书面、样板演示、BIM 三维动画等多种方式向操作人员进行交底。

10.1.3 安装使用的起重设备、施工机具应处于正常工作状态，并在性能参数范围内使用，专用机具和工具应满足施工要求；测量仪器和计量器具须经计量检定、校准合格。

【条文说明】模块单元建筑的现场施工应针对建筑高度、地震烈度、节点的重要性等条件所采用端板或角件螺栓连接、拉杆连接、焊接与螺栓组合连接、承插式连接等可靠连接形式，安装部品构件和模块单元的特点，选用合理的安装机械及配套工具，对吊带、钢丝绳、卸扣、分配梁、缆风绳等吊具进行施工验算。使用的机具和工具如专用扭矩扳手等须进行定期检验，处于正常工作状态，保证达到使用要求的性能及各项指标。计量器具应定期进行检验，保证在合格检定有效期内。

10.1.4 安装前，应对进场的模块单元进行外观质量检查和产品合格证、质量检验报告等文件的核查，对外形尺寸、安装螺栓孔直径及位置、连接件尺寸、焊缝、构件表面涂层和表面质量、变形情况等进行全面检查，符合设计文件和有关标准要求后，方能进行安装工作。

10.1.5 安装使用的高强度螺栓、栓钉、焊接材料和涂料等，应具有产品质量证明书，其质量符合现行相关质量验收标准。

10.1.6 模块单元建筑安装应符合环境保护、劳动保护和施工安全现行国家有关法律、法规和标准的规定。

10.2 模块单元进场与现场要求

10.2.1 模块单元进场应符合下列要求：

1 安装前，宜在制造厂或现场堆场核对模块单元编号，检查产品质量证明书、合格证，检查模块单元和构件制作加工尺寸、外观质量符合设计要求后方可进行安装；

2 检查模块单元在装卸、运输及堆放中是否有损坏和变形，损坏、变形的构件、模块单元和涂层脱落部位应予以修复或重新加工；

3 模块单元的位置和尺寸应以轴线为基准进行核对，不宜用构件的边棱线作为检查基准线；

4 模块单元焊缝的外观质量和焊缝探伤检测、涂层厚度应符合现行国家标准的规定。

10.2.2 模块单元安装用材料及配件应按标准要求进场验收或抽样复验，未经检验或不合格的产品不得使用。

10.2.3 施工现场运输通道和临时堆场，应符合下列规定：

1 应根据模块单元安装顺序编制合理的模块单元运输和现场堆放方案，遵循后进先安原则，避免为取得下部或内部的模块单元而进行多次吊装转运；

2 应合理规划模块单元运输通道和临时堆放场地，现场运输道路和存放场地应坚实平整，并设置排水措施；

3 施工现场内部道路应按照运输车辆要求设置合理的转弯半径及道路坡度；

4 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，模块单元底部应设置临时垫块平整堆放，垫块宜与模块单元的模块柱上下对齐；

5 当为多层模块单元堆放时，堆垛层数应根据场地、构件、垫块的承载力确定，必要时应加设临时固定的安全措施；

6 堆放区宜在起重设备有效工作范围内，避免二次转运；

7 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,且应防止模块单元、门窗和外设零部件碰撞损伤;

8 应采取防止模块单元变形及表面污染的保护措施。

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

10.2.4 安装场地应符合下列要求:

- 1 基础施工、地面防潮保温、防雷接地工程全部完成,且已通过验收;
- 2 对建筑物的定位轴线、基础轴线和标高等进行复测,并应办理交接验收;当基础工程分批进行交接时,每次交接验收不应少于一个安装单元的柱基基础;
- 3 基础结构的外观质量、尺寸偏差、混凝土强度和预留预埋符合设计要求;
- 4 基础顶面直接作为模块单元建筑的支承面、基础顶面预埋钢板(或支座)作为柱的支承面时,支承面应平整,无蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、裂纹及坑凸等外观缺陷。

10.3 模块单元装配安装

10.3.1 安装使用的起重设备应满足吊装性能和安全使用要求,应符合如下规定:

1 现场安装宜采用外附着式或内爬式塔式起重机、汽车起重机、履带式起重机等定型起重设备。选用非定型产品作为起重设备时,应按国家现行相关标准的有关规定进行验算或试验检验,经认定合格后方可投入使用;

2 结合模块单元建筑结构及起重设备性能、作业效率、工程结构特点、现场环境等因素综合选定起重设备;

3 需利用已安装的结构悬挂其它构件和设备时,应提交相关安装结构的强度、稳定性验算,并征得设计单位校核同意。对已安装结构及其表面涂层,应采取措施做好保护。

【条文说明】非定型产品主要是指采用卷扬机、液压油缸千斤顶、吊装扒杆、龙门吊机等作为吊装起重设备,属于非常规的起重设备。

10.3.2 当采用外附着式或内爬式塔式起重机进行模块单元安装,并配备施工升降机时,应符合下列要求:

1 塔式起重机、施工升降机与模块单元相连接的附着或爬升支撑系统,应取到设计单位的同意,进行模块单元建筑结构安全验算,必要时采取相应的安全技术措施;

2 应编制塔式起重机、施工升降机安装、附着、加节顶升、拆卸专项施工方案及应急救援预案；塔式起重机、施工升降机安装、附着、加节顶升经组织验收合格后方可投入使用；

3 塔式起重机、施工升降机的安装拆卸和使用管理应符合现行标准《塔式起重机安全规程》GB 5144、《建筑塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196、《施工升降机安全使用规程》GB/T 34023、《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215 和《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 中的相关规定。

10.3.3 模块单元安装采用的吊具应符合以下要求：

1 用于吊装的钢丝绳、吊装带、卸扣、吊钩应在其额定许用荷载范围内使用；专用机具和工具应满足施工要求，经检验合格后方可使用，且符合现行行业标准《建筑施工起重吊装安全技术规范》JGJ 276 的相关规定；

2 应根据构件和模块单元形状、尺寸及重量要求选择合适的吊具，宜设置分配梁或分配桁架等专用吊具，并应保证起重设备主钩位置、吊具及模块单元重心在竖直方向上重合；

3 模块单元开洞面积大可能引起吊装变形时，宜优先采用专用吊装架，并对模块单元进行局部加强。

【条文说明】吊装用钢丝绳、吊装带、卸扣、吊钩均应在额定许用荷载范围内使用，以保证吊装安全。在使用过程中可能存在局部的磨耗、损坏等缺陷，使用时间越长存在缺陷的可能性越大，因此应对吊具进行全数检查，杜绝安全隐患。

10.3.4 模块单元吊点设置应符合以下规定：

1 应综合考虑模块单元吊装工况并完成吊点设计，宜设置永久吊装孔或吊耳；

2 模块单元吊点位置不得随意更改，如需变动，须经设计单位复核出具变更手续予以确认；

3 如吊耳需要去除，宜采用气割或碳弧气刨方式在离母材 3mm~5mm 位置切除，严禁损伤母材或采用锤击方式去除。

【条文说明】在构件上设置吊装吊耳或吊装孔可降低钢丝绳绑扎难度，提高施工效率，保证施工安全，在不影响主体结构强度、建筑外观和使用功能的前提下，保留吊装耳板和吊装孔可避免在除去此类措施时对结构母材造成损伤。

10.3.5 模块单元吊装前的准备工作：

1 复核模块单元尺寸、管线布置、开洞位置等满足设计和安装要求；

2 复核模块单元薄弱部位的临时加固措施,确保模块单元满足吊装施工的刚度和稳定性要求;

3 在模块单元上绘制安装定位和对齐标记。

10.3.6 选择有代表性的模块单元进行样板间试安装,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后方可进行正式的组合安装。

【条文说明】为避免由于施工经验缺乏影响模块单元安装安全和质量,应通过试安装进行验证性试验。特别是对于没有经验的施工单位或尚无现实案例的新型装配式结构体系,试安装对正式组装前的准备工作提出具体要求,做好组装人员的技术安全交底,完善对机具、构件和模块单元的验收程序;通过样板间的安装进一步明确安装工艺和具体要求。

10.3.7 模块单元安装应符合下列规定:

1 宜根据建筑物的平面形状、结构特点、施工现场起重机械的规格、数量、现场施工条件等因素,划分吊装流水段,合理确定安装顺序。同时考虑消防主管道、主电缆的安装对模块单元安装顺序的要求;

2 应对安装过程中结构稳定性进行校核,按合理顺序对称吊装与安装,必要时加设临时支承或采取临时加固措施;

3 模块单元安装就位后,应先调整标高,再调整中心水平位移,最后调整垂直偏差;

4 模块单元就位困难需对模块进行改造时,改造方案应征得设计单位书面认可。

【条文说明】模块单元的安装顺序、校准定位是模块单元安装施工的关键,应在施工方案中明确规定并付诸实施。

10.3.8 采用端板或角件螺栓连接、拉杆连接、焊接与螺栓组合连接、承插式连接等形式的模块单元间连接,连接质量应符合现行标准《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的规定,对局部焊接应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定。

【条文说明】模块单元建筑应满足构件制造工厂化、工地高强度螺栓装配化的要求,模块单元安装采用高强度螺栓连接尽可能减少现场焊接量。

10.3.9 模块单元在安装过程中损坏的涂层以及安装连接部位,应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定进行修补,安装过程中出现损伤的应予以矫正修补,对无法矫正修补的模块单元不得使用。

【条文说明】安装方案中应包括安装过程中出现损伤的矫正修补措施,当局部改造时,改造方案应征得设计单位书面认可。

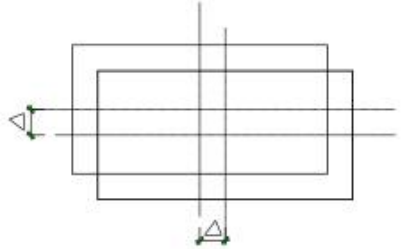
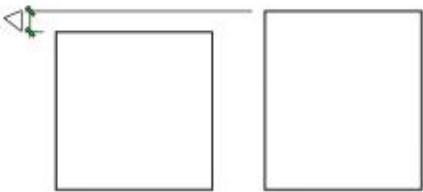
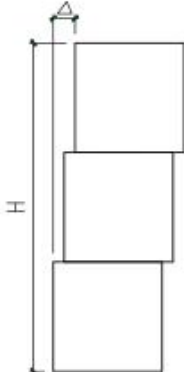
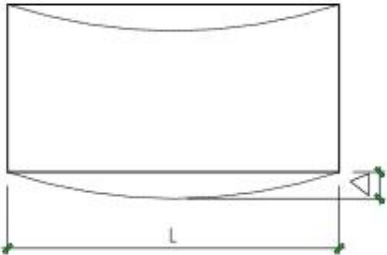
10.3.10 未经设计单位允许不得对模块单元进行切割、开孔等。

【条文说明】模块单元建筑作为一个整体,综合考虑了强度、刚度与稳定性、保温、隔声、防水、防火等措施,其特点是模块单元工厂预制、现场拼装,实施工业化生产,模块单元的切割、焊接工作应预先规划,尽量在工厂完成。

10.3.11 走道、阳台、楼梯、雨棚、女儿墙等构件与模块单元通过高强度螺栓连接时,应采取防松措施。

10.3.12 应在形成稳定的空间结构刚度单元并连接固定后,对模块单元建筑的安装偏差进行检测,模块单元建筑主体安装的允许偏差应符合表 10.3.12 的规定,其他构件安装允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定和本标准的验收要求。

表 10.3.12 模块单元主体安装的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	图例
模块单元底座中心线对定位轴线的偏差 Δ	5.0	
相邻模块单元高差 Δ	± 3.0	
模块单元建筑主体结构的整体立面偏移 Δ	高度 60m 以下的多高层, $\Delta \leq H/2500+10$, 且 $\Delta \leq 30.0$; 高度 60m~100m 的高层, $\Delta \leq H/2500+10$, 且 $\Delta \leq 50.0$;	
模块单元建筑主体结构的整体平面弯曲 Δ	$L/1500$, 且 $\Delta \leq 25.0$	

10.4 设备与管线系统连接安装

10.4.1 模块单元设备和管线应在工厂集成, 模块单元间的管线连接宜在现场利用标准化接口快速连接, 应在模块单元吊装前按设计图纸核对设备及管线相应参数、预埋套管、预留孔洞及开槽的位置和尺寸。

【条文说明】模块单元内的设备及管线应尽量在工厂内预制安装完成, 以充分发挥钢结构模块化集成组合建筑的优势, 提高装配率, 缩短工期, 提高效率。

10.4.2 模块单元建筑给水、排水及暖通工程管线的现场连接安装应符合下列规定：

1 模块单元拼装完成后，应进行水、暖立管和主管的安装或连接、主管与模块单元内横向支管的连接，并进行整个系统试压检漏，系统调试，通水试水、空调系统制冷剂充注等工作；

2 模块单元间通风及空调系统风管的现场连接宜采用铆钉法兰连接形式，连接安装完成后应进行系统调试，安装应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的有关规定；

3 多联机空调系统的现场连接应符合现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174 的有关规定；

4 设备与管线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》GB 50243 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定。

10.4.3 模块单元建筑首层底部应预留操作空间，操作空间高度不宜小于 500mm，水平设备管线可设置在底层隔空部位。

10.4.4 电线、电缆敷设应符合下列规定：

1 电缆进入电缆沟、配电房时，出入口应密封；

2 电线、电缆敷设后应进行绝缘电阻测试，绝缘电阻值应满足设计要求；

3 室内电器线路应采用阻燃 PVC 管暗敷，布线应整齐。

10.4.5 电气管线现场连接安装应符合设计要求和现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定，并应符合下列规定：

1 现场模块单元间线管可通过软管连接；

2 模块单元电气布线，在工厂敷设电气导管及模块单元内电气和智能化线缠绕时，跨模块单元线缆应预留足够长度并在现场穿软管连接；

3 模块单元拼装后，所有的模块单元应做等电位连接，模块单元外侧预留的螺栓应采用铜芯地线相互连接，地线截面面积不应小于 16mm²，其它等电位连接应符合设计要求及现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定。

10.4.6 电气调试、防雷接地应符合下列规定：

1 电气调试应测试所有电气回路及电气设备的绝缘情况，重点检查模块单元之间对接处接线的绝缘情况。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；

2 当采用模块单元中的钢构件作为防雷引下线时，应满足防雷引下线的排布和间距要求，并宜采用 40mm×4mm 的热镀锌扁钢将上下模块单元钢结构构件连接起来作为防雷引下线；

3 接地装置连接应采用搭接焊，焊接应牢固可靠，焊缝不应有咬口、夹渣、裂缝、气孔等缺陷；

4 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，采用人工接地极时，垂直接地体应与地面垂直；当有两个以上接地极时，其间距应大于 5m。

【条文说明】在施工现场，模块单元间的电气管线在连接工作完成后，应及时进行相关测试，并作记录。

10.4.7 卫生间、厨房地面排水应通畅，无积水；管道穿越楼板部位不得渗漏。

10.4.8 厨房设置的排气装置管道接口应严密，排气通畅。

10.5 建筑接缝处理

10.5.1 模块单元建筑安装应按设计文件的要求，保证连接可靠，并应做好模块单元间隙、屋面、门洞窗口等处的防水处理。建筑接缝的防水构造处理应符合设计要求和现行标准《屋面工程技术规范》GB 50345、《建筑幕墙》GB/T 21086、《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133、《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ336 的有关规定，雨期施工或施工中断时应采取临时防水措施。

10.5.2 模块单元安装后，应对模块单元间的接缝进行处理，模块单元间接口接缝处理应符合下列要求：

1 模块单元间接缝处应满足防水性、防腐性、气密性、耐候性及节能要求；

2 屋面接缝处理应严密牢固，如使用扣盖形式，应沿坡度方向采用搭接形式连接，满足防水要求；

3 室内模块单元间接缝处理应严密美观，室外模块单元间接缝处理应牢固结实。接缝处外观应与整体建筑风格匹配。

10.5.3 模块单元间的缝隙应进行防火封堵，防火封堵应符合下列要求：

1 防火封堵施工应按照设计文件、相应产品的技术说明和操作规程以及防火封堵组件的构造要求进行；

2 防火封堵施工前，施工单位应逐一查验防火封堵材料、辅助材料的适用性、技术说明；制定完善的专项施工方案，并进行安全技术交底；

3 防火封堵施工期间，应根据现场情况采取防止污染地面、墙面及其他建筑构件或结构表面的防护措施。

10.5.4 模块单元建筑中相邻模块单元、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接缝防火封堵处理措施，应符合设计文件和现行标准《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410、《建筑防火封堵应用技术规程》CECS 154 的有关规定。

【条文说明】模块单元建筑由模块单元拼装而成，建筑接缝较一般建筑多，建筑接缝的防火封堵处理对于其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。

10.5.5 模块单元间的管道施工接口接缝处理应符合下列要求：

1 模块单元间管道连接件宜采用柔性连接件，避免不同模块单元间管道安装偏差造成连接困难；

2 连接件采用法兰接口的，应按照法兰连接的紧固要求进行连接；

3 连接件采用标准化快速接口的，应采用专用工具对快速接口进行紧固；

4 管道接通后应进行吹扫清洁，吹扫过程中应对阀门仪表等进行隔离；

5 吹扫后应进行整体试压，试压时需重点检查模块单元间管道连接件处的密封情况；

6 消防、喷淋主管道应连接严密，与支架安装牢固，且通过压力试验；

7 厨房设置的排气装置管道接口应严密，排气通畅。层与层之间的冷热水、饮用水直接的软连接部分应连接紧密，与支架安装牢固。

11 验收

11.1 一般规定

11.1.1 模块单元建筑施工质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定进行单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批的划分。

11.1.2 模块单元建筑的验收分为工厂制造验收、出厂验收、进场验收和现场安装验收四部分。

11.1.3 模块单元建筑采用的主要材料、半成品、成品、建筑构配件、器具和设备应进行进场检验。凡涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的重要材料、产品，应按各专业工程施工规范、验收规范和设计文件等规定进行复验，并经监理工程师检查认可。

11.1.5 在模块单元组装完成后，应按施工详图的要求，对成品进行检查验收，检验内容包括：连接质量、涂装质量、模块单元尺寸、室内给水排水检验、电气检验、防水抗渗等。以上检验内容应符合设计要求及本标准的有关规定。

11.2 工程质量验收

11.2.1 模块单元质量验收可按下列规定划分检验单元：

1 同类型模块单元应以一个单元或楼层划分检验单元，且不超过 30 间（大面积房间和走廊可按 30m² 计为 1 间）；

2 建筑给水排水及采暖、通风与空调、建筑电气、智能建筑等可按设计系统、区域、楼层划分检验单元；

3 电梯应按不同型号每台单独划分检验单元；

4 隔墙与墙面系统、吊顶系统、楼地面系统等作为组成分部工程的分项。

11.2.2 检验批质量验收合格应符合下列规定：

1 主控项目的质量经抽样检验均应合格；

2 一般项目的质量经抽样检验合格。当采用计数抽样时，合格点率应符合有关专业验收规范的规定，且不得存在严重缺陷。对计数抽样的一般项目，正常检验一次、

二次抽样可按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 附录 D 判定。

11.2.3 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 所含检验批的质量均应验收合格；
- 2 所含检验批的质量验收记录应完整。

11.2.4 分部工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 所含分项工程的质量均应验收合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相关规定；
- 4 观感质量应符合要求。

11.2.5 单位工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 所含分部（子分部）工程的质量均应验收合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 所含分部工程中有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验资料应完整；
- 4 主要使用功能的抽查结果应符合相关专业验收规范的规定；
- 5 观感质量应符合要求。

11.2.6 竣工验收应按验前准备、竣工预验收和正式验收三个环节进行。单位工程完工后，施工单位应自行组织有关人员进行自检，合格后向建设单位提交工程竣工验收申请报告；总监理工程师应组织各专业监理工程师对工程质量进行工程预验收；建设单位收到工程竣工验收申请报告后，应由建设单位（项目）负责人组织施工、设计、监理、勘察等单位进行单位（子单位）工程验收。

11.2.7 当模块单元建筑施工质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

- 1 经返工、返修或更换构件、部件的检验批，应重新进行验收；
- 2 经有资质的检测单位检测鉴定，能够达到设计要求的检验批，应予以验收；
- 3 经有资质的检测单位检测鉴定，达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；
- 4 经返修或加固处理，能够满足结构安全使用要求分项、分部工程，可按技术方案和协商文件进行验收；
- 5 经返修或加固处理，仍不满足安全或重要使用要求的分部工程及单位工程，严禁验收。

11.2.8 施工单位应在交付使用前与建设单位签署质量保修书，并提供使用、保养、维护说明书。

11.2.9 全预制钢结构模块单元建筑的分部分项工程划分应符合附录 A 的要求，全预制钢结构模块单元制作验收应按附录 B 的规定，全预制钢结构模块单元进场及安装验收应按附录 C 的规定，全预制钢结构模块单元综合验收应按附录 D 的规定，其他专业分部工程验收应执行相关专业验收规范进行。

11.3 设备与管线系统连接安装验收

11.3.1 模块单元建筑给水、排水管线系统现场连接工程施工质量验收，除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 的有关规定外，还应符合下列规定：

- 1 给水管道和密闭水箱（罐）应做水压试验；
- 2 阀门应进行强度和严密性试验；
- 3 敞口水箱应进行满水试验；
- 4 隐蔽或埋地的排水管道在隐蔽前应做灌水试验；
- 5 室内的雨水管道安装后应做灌水试验；
- 6 排水主立管及水平干管管道均应做通球试验；
- 7 卫生器具交工前应做满水和通水试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查各项水压试验记录、系统试压记录、满水试验记录、通球试验记录、通水试验记录等。

11.3.2 模块单元建筑通风工程现场管线连接的施工质量验收应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。风管、空调管道在不同模块单元之间或与非模块单元部分内管道连接时，应连接严密，接口不应设置在墙体内。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

11.3.3 模块单元建筑电气工程的施工质量验收除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 的有关规定外，还应符合下列规定：

- 1 电气系统应做电气设备交接试验，接地电阻、绝缘电阻测试，空载试运行和负

荷试运行，建筑照明通电试运行等试验，试验要求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 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查各项试验记录。

2 当模块单元间有水平管线穿越时，穿墙套管或电气导管应与两端模块单元内电气导管可靠连接，金属导管应设置接地卡固定跨接接地线；当模块单元与非模块单元部分间有水平管线穿越时，应确保在相应位置设置预留洞口，供入户管线或线槽穿入。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查和检查预留洞口。

11.3.4 穿墙套管与管道之间缝隙，在管道全部连接安装完成且进行系统试压、冲洗后，应采用难燃或不燃材料填实。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，并检查系统试压记录。

11.3.5 生活给水系统管道在交付使用前必须冲洗和消毒，并经有关部门取样检验，符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求方可使用。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，并检查冲洗和消毒记录。

11.3.6 管道安装好以后，预留孔隙应填实；穿越防火墙处洞隙应采用难燃或不燃材料封堵。外墙预留洞口在管道安装后应采用防水密封材料封堵。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

11.3.7 户内配电箱、弱电箱安装时应在上方对应吊顶处预留活盖板。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查吊顶处预留洞口。

11.4 建筑接缝防火、防水验收

11.4.1 模块单元建筑接缝防火封堵处理应符合设计要求，建筑接缝防火封堵材料应紧密贴实，无漏光现象。

检查数量：全部检查。

检验方法：观察，检查施工隐蔽验收记录。

11.4.2 检查封堵材料的燃烧性能等级及管道阻火装置的耐火性能，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。

11.4.3 模块单元建筑拼接处缝隙的构造应满足设计文件要求。

检查数量：全部检查。

检验方法：观察，检查隐蔽工程验收记录。

11.4.4 外墙防水层完工后应做淋水试验。

检查数量：全部检查。

检查方法：雨后或持续淋水 30min 后观察检查。

11.4.5 屋面应检查有无渗漏、积水和排水系统是否通畅。

检查数量：全部检查。

检查方法：雨后或持续淋水 2h 后观察检查。

11.4.6 密封材料嵌填应密实、连续、饱满，粘结牢固，不应有气泡、开裂、脱落等缺陷。

检查数量：全部检查。

检查方法：观察检查。

11.4.7 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。

11.4.8 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。

12 使用维护

12.1 一般规定

12.1.1 模块单元建筑的建设单位在交付物业时，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。

12.1.2 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，并宜制定《检查与维护更新计划》。

12.1.3 当遇地震、火灾等灾难性事件后，灾后应对模块单元建筑的各部件与连接状况进行检查，并视破损程度进行维修。

12.2 维护规定

12.2.1 结构系统使用维护应符合以下要求：

- 1 业主或使用者不应改变原设计文件规定的建筑使用条件、使用性质及使用环境；
- 2 对模块单元的室内二次装修、改造和使用中，不应损坏主体结构；
- 3 模块单元建筑单元的二次装修、改造和使用中，如有超过设计文件规定的楼面装修或使用荷载、改变或损坏钢结构防火、防腐蚀的相关保护及构造措施及改变或损坏建筑节能保温、外墙及屋面防水相关的构造措施的，应经原设计单位或具有相应资质的设计单位提出设计方案，并按设计规定的技术要求进行施工及验收；
- 4 二次装修、改造中改动卫生间、厨房、阳台防水层的，应按现行相关防水标准制定设计、施工技术方案，并进行闭水试验。

12.2.2 外围护系统使用维护应符合以下要求：

- 1 应明确外围护系统基层墙体、连接件、外饰面、防水层、保温以及密封材料的使用年限和维护周期；
- 2 应明确外墙可进行吊挂的部位、方法及吊挂力。

12.2.3 内装系统使用维护应符合以下要求：

- 1 正常使用条件下，模块单元建筑的内装工程项目质量保修期限不应低于 5 年，有防水要求的厨房、卫生间等的防渗漏不应低于 5 年；缺陷责任期宜为 2 年；

2 内装工程项目应建立易损坏部品部件备用库，保证使用维护的有效性及时效性。

12.2.4 设备与管线系统使用维护应符合以下要求：

1 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，并保留维修保养记录；

2 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；

3 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；

4 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。

12.2.5 建筑模块部品、设备与管线维护更换时，所采用的部品和材料应满足《建筑使用说明书》的相关要求。

12.2.6 拆除工程宜根据模块单元主体结构与其他构件的装配连接方式制定专项的拆除方案。

附录 A：全预制钢结构模块单元建筑的分部分项工程划分

附录 B：全预制钢结构模块单元制作验收表

附录 C：全预制钢结构模块单元进场及安装验收表

附录 D：全预制钢结构模块单元综合验收表

附录 A：全预制钢结构模块单元建筑的分部分项工程划分

序号	分部工程	子分部工程	分 项 工 程
1	地基与基础	地基	素土、灰土地基，砂和砂石地基，土工合成材料地基，粉煤灰地基，强夯地基，注浆地基，预压地基，砂石桩复合地基，高压旋喷注浆地基，水泥土搅拌桩地基，土和灰土挤密桩复合地基，水泥粉煤灰碎石桩复合地基，夯实水泥土桩复合地基
		基础	无筋扩展基础，钢筋混凝土扩展基础，筏形与箱型基础，钢结构基础，钢管混凝土结构基础，型钢混凝土结构基础，钢筋混凝土预制桩基础，泥浆护壁成孔灌注桩基础，干作业成孔桩基础，长螺旋钻孔压灌桩基础，沉管灌注桩基础，钢桩基础，锚杆静压桩基础，岩石锚杆基础，沉井与沉箱基础
		基坑支护	灌注桩排桩围护墙，板桩围护墙，咬合桩围护墙，型钢水泥土搅拌墙，土钉墙，地下连续墙，水泥土重力式挡墙，内支撑，锚杆，与主体结构相结合的基坑支护
		地下水控制	降水与排水，回灌
		土方	土方开挖，土方回填，场地平整
		边坡	喷锚支护，挡土墙，边坡开挖
		地下防水	主体结构防水，细部构造防水，特殊施工法结构防水，排水，注浆
2	主体结构	钢结构	钢结构焊接，紧固件连接，钢零部件加工，钢构件组装及预拼装，单层钢结构安装，多层及高层钢结构安装，钢管结构安装，预应力钢索和膜结构，压型金属板，防腐涂料涂装，防火涂料涂装、全预制钢结构建筑模块单元（钢构件焊缝，零件及部件加工，构件组装，结构安装，防腐涂料涂装，防火涂料涂装）
3	建筑装饰装修	建筑地面	基层铺设，整体面层铺设，板块面层铺设，木、竹面层铺设
		抹灰	一般抹灰，保温层薄抹灰，装饰抹灰，清水砌体勾缝
		外墙防水	外墙砂浆防水，涂膜防水，透气膜防水
		门窗	木门窗安装，金属门窗安装，塑料门窗安装，特种门安装，门窗玻璃安装
		吊顶	整体面层吊顶，板块面层吊顶，格栅吊顶
		轻质隔墙	板材隔墙，骨架隔墙，活动隔墙，玻璃隔墙
		饰面板	石板安装，陶瓷板安装，木板安装，金属板安装，塑料板安装
		饰面砖	外墙饰面砖粘贴，内墙饰面砖粘贴
		幕墙	玻璃幕墙安装，金属幕墙安装，石材幕墙安装，陶板幕墙安装
		涂饰	水性涂料涂饰，溶剂型涂料涂饰，美术涂饰
		裱糊与软包	裱糊，软包
4	屋面	基层与保护	找坡层和找平层，隔汽层，隔离层，保护层

序号	分部工程	子分部工程	分 项 工 程
		保温与隔热	板状材料保温层, 纤维材料保温层, 喷涂硬泡聚氨酯保温层, 现浇泡沫混凝土保温层, 种植隔热层, 架空隔热层, 蓄水隔热层
		防水与密封	卷材防水层, 涂膜防水层, 复合防水层, 接缝密封防水
		瓦面与板面	烧结瓦和混凝土瓦铺装, 沥青瓦铺装, 金属板铺装, 玻璃采光顶铺装
		细部构造	檐口, 檐沟和天沟, 女儿墙和山墙, 水落口, 变形缝, 伸出屋面管道, 屋面出入口, 反梁过水孔, 设施基座, 屋脊, 屋顶窗
5	建筑给水排水及供暖	室内给水系统	给水管道及配件安装, 给水设备安装, 室内消火栓系统安装, 消防喷淋系统安装, 防腐, 绝热, 管道冲洗、消毒, 试验与调试
		室内排水系统	排水管道及配件安装, 雨水管道及配件安装, 防腐, 试验与调试
		室内热水系统	管道及配件安装, 辅助设备安装, 防腐, 绝热, 试验与调试
		卫生器具	卫生器具安装, 卫生器具给水配件安装, 卫生器具排水管道安装, 试验与调试、集成卫浴
		室内供暖系统	管道及配件安装, 辅助设备安装, 散热器安装, 低温热水地板辐射供暖系统安装, 电加热供暖系统安装, 燃气红外辐射供暖系统安装, 热风供暖系统安装, 热计量及调控装置安装, 试验与调试, 防腐, 绝热
		室外给水管网	给水管道安装, 室外消火栓系统安装, 试验与调试
		室外排水管网	排水管道安装, 排水管沟与井池, 试验与调试
		室外供热管网	管道及配件安装, 系统水压试验, 土建结构, 防腐, 绝热, 试验与调试
		建筑饮用水供应系统	管道及配件安装, 水处理设备及控制设施安装, 防腐, 绝热, 试验与调试
		建筑中水系统及雨水利用系统	建筑中水系统、雨水利用系统管道及配件安装, 水处理设备及控制设施安装, 防腐, 绝热, 试验与调试
		游泳池及公共浴池水系统	管道及配件系统安装, 水处理设备及控制设施安装, 防腐, 绝热, 试验与调试
		水景喷泉系统	管道及配件系统安装, 防腐, 绝热, 试验与调试
		热源及辅助设备	锅炉安装, 辅助设备及管道安装, 安全附件安装, 换热站安装, 防腐, 绝热, 试验与调试
监测与控制仪表	检测仪器及仪表安装, 试验与调试		
6	通风与空调	送风系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机与空气处理设备安装, 风管与设备防腐, 系统调试, 风口安装, 检修口安装
		排风系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机与空气处理设备安装, 风管与设备防腐, 风口及其他空气处理设备安装, 厨房、卫生间排风系统安装, 局部设备及管道调试
		防排烟系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机安装, 风管与设备防腐, 局部设备及管道调试, 排烟风阀(口)、常闭正压风口、防火风管安装, 防火阀、自垂百叶风口安装, 压力传感器或余压阀安装

序号	分部工程	子分部工程	分项工程
		除尘系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机与空气处理设备安装, 风管与设备防腐, 局部设备及管道调试, 除尘器与排污设备安装, 吸尘罩安装, 高温风管绝热
6	通风与空调	舒适性空调系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机与空气处理设备安装, 风管与设备防腐, 局部设备及管道调试, 组合式空调机组安装, 新风机组安装, 消声器、静电除尘器、换热器、紫外线灭菌器、空气过滤器安装, 风机盘管、VAV与UFAD地板送风装置, 射流喷口等末端设备安装, 风管与设备绝热
		恒温恒湿空调系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机与空气处理设备安装, 风管与设备防腐, 局部设备及管道调试, 组合式空调机组安装, 电加热器、加湿器等设备安装, 精密空调机组安装, 风管与设备绝热
		净化空调系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机与空气处理设备安装, 风管与设备防腐, 局部设备及管道调试, 净化空调机组安装, 消声器、静电除尘器、换热器、紫外线灭菌器、空气过滤器等设备安装, 中、高效过滤器及风机过滤器单元 (FFU) 等末端设备清洗与安装, 洁净度测试, 风管与设备绝热
		地下人防通风系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机与空气处理设备安装, 风管与设备防腐, 过滤吸收器、防爆波活门、防爆超压排气活门等专用设备安装, 系统调试
		真空吸尘系统	风管与配件制作, 部件制作, 风管系统安装, 风机与空气处理设备安装, 风管与设备防腐, 管道安装, 快速接口安装, 风机与滤尘设备安装, 压力试验, 局部设备及管道调试
		冷凝水系统	管道系统及部件安装, 水泵及附属设备安装, 管道、设备防腐与绝热, 管道冲洗与管内防腐, 灌水渗漏及排放试验
		空调 (冷、热) 水系统	管道系统及部件安装, 水泵及附属设备安装, 管道、设备防腐与绝热, 管道清洗与管内防腐, 压力试验, 局部设备及管道调试, 辐射板及辐射供热、供冷埋管, 热泵机组设备安装
		冷却水系统	管道系统及部件安装, 水泵及附属设备安装, 管道、设备防腐与绝热, 管道清洗与管内防腐, 压力试验, 局部设备及管道调试, 水处理设备安装, 防冻伴热设备安装
		土壤源热泵换热系统	管道系统及部件安装, 水泵及附属设备安装, 管道、设备防腐, 管道冲洗与管内防腐, 压力试验, 局部设备及管道调试, 管网安装
		水源热泵换热系统	管道系统及部件安装, 水泵及附属设备安装, 管道、设备防腐与绝热, 管道冲洗与管内防腐, 压力试验, 局部设备及管道调试, 管网安装, 除垢设备安装
		蓄能系统	管道系统及部件安装, 水泵及附属设备安装, 管道冲洗, 管道、设备防腐, 压力试验, 局部设备及管道调试
		压缩式制冷 (热) 设备系统	制冷机组及附属设备安装, 管道、设备防腐, 制冷剂管道及部件安装, 制冷剂灌注, 管道、设备绝热, 系统压力试验及调试
		吸收式制冷设备系统	制冷机组及附属设备安装, 管道、设备防腐, 系统真空试验, 溴化锂溶液加灌, 蒸汽管道系统安装, 燃气或燃油设备安装, 管道、设备绝热, 试验及调试
		多联机 (热泵) 空调系统	室外机组安装, 室内机组安装, 制冷剂管路连接及控制开关安装, 风管安装, 冷凝水管道安装, 制冷剂灌注, 压力试验, 局部设备及管道调试

序号	分部工程	子分部工程	分项工程
		太阳能供暖 空调系统	管道及配件安装，压力试验，局部设备及管道调试，防腐，绝热，低温热水地板辐射采暖系统安装
		设备自控系统	温度、压力与流量传感器安装，执行机构安装调试，防排烟系统功能测试，自动控制及系统智能控制软件调试
7	建筑 电气	室外电气	变压器、箱式变电所安装，成套配电柜、控制柜（屏、台）和动力、控制柜（屏、台）和动力、照明配电箱（盘）及控制柜安装，梯架、支架、托盘和槽盒安装，电缆敷设，管内穿线和槽盒敷线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，普通灯具安装，专用灯具安装，建筑照明通电试运行，接地装置安装
		变配电室	变压器、箱式变电所安装，成套配电柜、控制柜（屏、台）和动力、照明配电箱（盘）安装，母线槽安装，梯架、支架、托盘和槽盒安装，电缆敷设，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，接地装置安装，接地干线敷设
		供电干线	电气设备试验和试运行，母线槽安装，梯架、支架、托盘和槽盒安装，导管敷设，电缆敷设，管内穿线和槽盒内敷线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，接地干线敷设
		电气动力	配电箱（盘）安装，电气设备试验和试运行，导管敷设，电缆敷设，管内穿线和槽盒内敷线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，开关、插座、风扇安装，建筑照明通电试运行
		电气照明	配电箱（盘）安装，导管敷设，管内穿线和槽盒内敷线，塑料护套线直敷布线，钢索配线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，普通灯具安装，专用灯具安装，开关、插座、风扇安装，建筑照明通电试运行
		备用和不间断 电源	成套配电柜、控制柜（屏、台）和照明配电箱（盘）安装，梯架、支架、托盘和槽盒安装，导管敷设，管内穿线和槽盒内敷线，塑料护套线直敷布线，钢索配线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，普通灯具安装，专用灯具安装，开关、插座、风扇安装，建筑照明通电试运行
		防雷及接地	接地装置安装，防雷引下线及接闪器安装，建筑物等电位连接，浪涌保护器安装，局部等电位连接
8	智能 建筑	智能化集成 系统	设备安装，软件安装，接口及系统调试，试运行
		信息接入系统	安装场地检查
		用户电话 交换系统	线缆敷设，设备安装，软件安装，接口及系统调试，试运行
		信息网络系统	计算机网络设备安装，计算机网络软件安装，网络安全设备安装，网络安全软件安装，系统调试，试运行
		综合布线系统	导管安装，线缆敷设，电话网络插座安装
		移动通信室内 信号覆盖系统	安装场地检查
		卫星通信系统	安装场地检查
		有线电视及卫 星电视接收 系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，设备安装，软件安装，系统调试，试运行

序号	分部工程	子分部工程	分项工程
		公共广播系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装, 线缆敷设, 设备安装, 软件安装, 系统调试, 试运行
		会议系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装, 线缆敷设, 设备安装, 软件安装, 系统调试, 试运行
		信息导引及发布系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装, 线缆敷设, 显示设备安装, 机房设备安装, 软件安装, 系统调试, 试运行
		时钟系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装, 线缆敷设, 设备安装, 软件安装, 系统调试, 试运行
		信息化应用系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装, 线缆敷设, 设备安装, 软件安装, 系统调试, 试运行
8	智能建筑	建筑设备监控系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装, 线缆敷设, 传感器安装, 执行器安装, 控制器、箱安装, 中央管理工作站和操作分站设备安装, 软件安装, 系统调试, 试运行
		火灾自动报警系统	导管安装, 线缆敷设, 探测器类设备安装, 控制器类设备安装, 其他设备安装
		安全技术防范系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装, 线缆敷设, 设备安装, 软件安装, 系统调试, 试运行
		应急响应系统	设备安装, 软件安装, 系统调试, 试运行
		机房	供配电系统, 防雷与接地系统, 空气调节系统, 给水排水系统, 综合布线系统, 监控与安全防范系统, 消防系统, 室内装饰装修, 电磁屏蔽, 系统调试, 试运行
		防雷与接地	接地装置, 接地线, 等电位联接, 屏蔽设施, 电涌保护器, 线缆敷设, 系统调试, 试运行
9	建筑节能	围护系统节能	墙体节能, 幕墙节能, 门窗节能, 屋面节能, 地面节能
		供暖空调设备及管网节能	供暖节能, 通风与空调设备节能, 空调与供暖系统冷热源节能, 空调与供暖系统管网节能
		电气动力节能	配电节能, 照明节能
		监控系统节能	监测系统节能, 控制系统节能
		可再生能源	地源热泵系统节能, 太阳能光热系统节能, 太阳能光伏节能
10	电梯	电力驱动的曳引式或强制式电梯	设备进场验收, 土建交接检验, 驱动主机, 导轨, 门系统, 轿厢, 对重, 安全部件, 悬挂装置, 随行电缆, 补偿装置, 电气装置, 整机安装验收
		液压电梯	设备进场验收, 土建交接检验, 液压系统, 导轨, 门系统, 轿厢, 对重, 安全部件, 悬挂装置, 随行电缆, 电气装置, 整机安装验收
		自动扶梯、自动人行道	设备进场验收, 土建交接检验, 整机安装验收

附录 B：全预制钢结构模块单元制作验收表

B-1 全预制钢结构模块单元（零件及部件加工）检验批质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部） 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位 项目负责人		检验批部位		
施工依据				验收依据		
主控项目	验收项目		设计要求及《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规范规定	最小/实际 抽样数量	检查记录	检查结果
	1	材料进场	第 4.2.1 条、第 4.3.1 条、第 4.4.1 条、			
	2	钢材复验	第 4.2.2 条、第 4.3.2 条、第 4.4.2 条			
	3	切面质量	第 7.2.1 条			
	4	矫正和成型	第 7.3.1 条、第 7.3.2 条			
	5	边缘加工	第 7.4.1 条			
	6	螺栓球、 焊接球加工	第 7.5.1 条、第 7.5.4 条			
	7	制孔	第 7.7.1 条			
	8	节点探伤	第 7.6.1 条			
一般项目	1	材料规格尺寸	第 4.2.3 条、第 4.3.4 条、第 4.4.3 条			
	2	钢材表面质量	第 4.2.5 条、第 4.3.5 条、第 4.4.4 条、第 4.4.5 条、第 7.6.2 条、第 7.6.6 条			
	3	切割精度	第 7.2.2 条、第 7.2.3 条			
	4	矫正质量	第 7.3.3 条、第 7.3.4 条、第 7.3.5 条、第 7.3.6 条、第 7.3.7 条、第 7.6.5 条			
	5	边缘加工精度	第 7.4.2 条、第 7.4.3 条、第 7.4.4 条			
	6	螺栓球、焊接球 加工精度	第 7.5.7 条、第 7.5.9 条			
	7	管件加工精度	第 7.2.4 条			
	8	制孔精度	第 7.6.3 条、第 7.7.2 条			
施工单位 检查结果		专业工长（施工员）： 项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理（建设）单位 验收结论		专业监理工程师 （建设单位项目专业负责人）： 年 月 日				

注：本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

B-2 全预制钢结构模块单元（钢构件焊缝）检验批质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部） 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目负 责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控项目		验收项目	设计要求及《钢 结构工程施工质 量验收规范》GB 50205 规范规定	最小/实际抽 样数量	检查记录	检查结果
	1	焊接材料进场	第 4.6.1 条			
	2	焊接材料复验	第 4.6.2 条			
	3	材料匹配	第 5.2.1 条			
	4	焊工证书	第 5.2.2 条			
	5	焊接工艺评定	第 5.2.3 条			
	6	内部缺陷	第 5.2.4 条、 第 5.2.5 条			
	7	组合焊缝尺寸	第 5.2.6 条			
一般项目	1	焊接材料进场	第 4.6.5 条			
	2	预热和后热处理	第 5.2.9 条			
	3	焊缝外观质量	第 5.2.7 条			
	4	焊缝尺寸偏差	第 5.2.8 条			
施工单位 检查结果	专业工长（施工员）： 项目专业质量检查员： 年 月 日					
监理（建设）单位 验收结论	专业监理工程师 （建设单位项目专业负责人）： 年 月 日					

注：本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

B-3 全预制钢结构模块单元（构件组装）检验批质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部） 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目负 责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控项目	验收项目		设计要求及《钢结 构工程施工质量 验收规范》GB 50205 规范规定	最小/实际抽 样数量	检查记录	检查结果
	1	拼接对接焊缝	第 8.2.1 条			
	2	吊车梁（桁架）	第 8.3.1 条			
	3	端部铣平精度	第 8.4.1 条			
	4	外形尺寸	第 8.5.1 条			
一般项目	1	焊接 H 型钢组装精度	第 8.3.2 条			
	2	焊接组装精度	第 8.3.3 条			
	3	顶紧接触面	第 8.4.2 条			
	4	轴线交点错位	第 8.3.4 条			
	5	铣平面保护	第 8.4.3 条			
	6	外形尺寸	第 8.5.2 条～ 第 8.5.9 条			
施工单位 检查结果		专业工长（施工员）： 项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理（建设）单位 验收结论		专业监理工程师 （建设单位项目专业负责人）： 年 月 日				

注：本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

B-4 全预制钢结构模块单元（结构安装）检验批质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部） 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目负 责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控项目		验收项目	设计要求及《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规范规定	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1	基础验收	第 10.2.1 条、第 10.2.2 条、第 10.2.3 条、第 10.2.4 条			
	2	构件验收	第 10.3.1 条、第 10.4.1 条、第 10.5.1 条、第 10.6.1 条、第 10.7.1 条、第 10.8.1 条			
	3	钢柱安装精度	第 10.3.4 条			
	4	顶紧接触面	第 10.3.2 条			
	5	垂直度和侧向弯曲	第 10.4.2 条			
	6	构件对接面精度	第 10.5.2 条			
	7	同一层标高偏差	第 10.5.3 条			
	8	剪力墙错边	第 10.6.2 条			
	9	平台等安装精度	第 10.8.2 条			
	10	主体结构尺寸	第 10.9.1 条			
一般项目	1	地脚螺栓紧精度	第 10.9.1 条			
	2	标记	第 10.3.3 条			
	3	构件安装精度	第 10.3.4 条、第 10.4.3 条、第 10.5.4 条、第 10.5.5 条			
	4	主体结构总高度	第 10.9.2 条			
	5	吊车梁安装精度	第 10.4.4 条			
	6	钢梁安装精度	第 10.4.5 条			
	7	檩条等安装精度	第 10.7.3 条			
	8	现场组对精度	第 10.5.5 条			
	9	结构表面	第 10.3.6 条			
施工单位 检查结果	专业工长（施工员）： 项目专业质量检查员： 年 月 日					
监理（建设）单位 验收结论	专业监理工程师 （建设单位项目专业负责人）： 年 月 日					

注：本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

B-5 全预制钢结构模块单元（防腐涂料涂装）检验批质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部） 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位 项目负责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控项目		验收项目	设计要求及《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规范规定	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1	产品进场	第 4.11.1 条			
	2	表面处理	第 13.2.1 条、 第 13.3.2 条、 第 13.3.3 条			
	3	涂层厚度	第 13.2.2 条、 第 13.2.3 条、 第 13.2.4 条、 第 13.3.1 条、 第 13.3.4 条			
一般项目	1	产品进场	第 4.11.3 条			
	2	表面质量	第 13.2.7 条、 第 13.2.8 条、 第 13.3.5 条			
	3	附着力测试	第 13.2.6 条			
	4	标志	第 13.2.9 条			
施工单位 检查结果		专业工长（施工员）： 项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理（建设）单位 验收结论		专业监理工程师 （建设单位项目专业负责人）： 年 月 日				

注：本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

B-6 全预制钢结构模块单元（防火涂料涂装）检验批质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部） 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位 项目负责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控项目	验收项目		设计要求及《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规范规定	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1	产品进场	第 4.11.2 条			
	2	涂装基层验收	第 13.4.1 条			
	3	强度试验	第 13.4.2 条			
	4	涂层厚度	第 13.4.3 条			
	5	表面裂纹	第 13.4.4 条			
一般项目	1	产品进场	第 4.11.3 条			
	2	基层表面	第 13.4.5 条			
	3	涂层表面质量	第 13.4.6 条			
施工单位 检查结果		专业工长（施工员）： 项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理（建设）单位 验收结论		专业监理工程师 （建设单位项目专业负责人）： 年 月 日				

注：本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

附录 C：全预制钢结构模块单元进场及安装验收表

C-1 全预制钢结构模块单元进场验收检验批质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部） 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目 负责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控 项目	验收项目		设计要求及 规范规定	最小/实际 抽样数量	检查记录	检查结果
	1	全预制钢结构模块单元的批号、规格	第 9.7.4 条			
	2	全预制钢结构模块单元的质量证明文件	第 11.1.3 条			
一般 项目	1	全预制钢结构模块单元出厂产品标识	第 9.7.4 条			
	2	全预制钢结构模块单元外观质量、包装	第 9.6.1 条			
施工单位 检查结果		专业工长（施工员）： 项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理（建设）单位 验收结论		专业监理工程师 （建设单位项目专业负责人）： 年 月 日				

注：本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

C-2 全预制钢结构模块单元部件、构件验收（制作单位填）

编号：

单位：mm

工程名称							
安装地点			层数面积				
模块单元地板 (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		$\leq L/1000$, 且 ≤ 4				
	相邻楼板高低差		2.0 ± 1				
	底部六点支撑状态下, 楼板高低差		$\leq L/1000$, 且 ≤ 3				
	自由状态下, 次梁下表面平面度		$\leq L/1000$, 且 ≤ 3				
模块单元 顶板	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		$\leq L/1000$, 且 ≤ 4				
	自由状态下, 吊顶板平面度		$\leq L/1000$, 且 ≤ 3				
	吊顶板接缝间隙		≤ 1.5				
	装配式吊顶板接缝直线度		≤ 2.0				
模块单元 墙板	长度		0, -2				
	宽度		0, -2				
	厚度		± 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		± 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		± 1				
综合验收结果:							年 月 日
施工单位				负责人			
安装单位				负责人			
监理单位				负责人			
建设单位				负责人			

注：L 为模块单元结构梁长。

C-3 全预制钢结构模块单元验收（安装单位填）

编号：

单位：mm

工程名称					
安装地点		层数面积			
全预制钢结构模块 单元外形尺寸	≥ 3600	0, -5			
	< 3600	0, -4			
	端面对角线	≤ 4			
	侧面对角线	≤ 5			
全预制钢结构模块单元垂直度		$\leq H/1000$, 且 ≤ 3			
全预制钢结构模块 单元墙体平面度	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			
全预制钢结构模块单元顶板（顶棚）挠度		$\leq L/1500$, 且 ≤ 10			
全预制钢结构模块单元顶板（楼板）挠度		$\leq L/1500$, 且 ≤ 10			
梁、柱截面扭曲		± 2			
门窗	长度	≤ 1.5			
	宽度	≤ 1.5			
	对角线	≤ 3.0			
踢脚线、阴角线、 顶角线	拼缝间隙	≤ 1.0			
	与墙板和顶棚的贴合度	良好			
综合验收结果：					
年 月 日					
施工单位				负责人	
安装单位				负责人	
监理单位				负责人	
建设单位				负责人	

注：L 为模块单元水平方向尺寸，H 为模块单元建筑垂直方向尺寸。

C-4 全预制钢结构模块单元主体安装质量验收记录

编号：

单位：mm

工程名称					
安装地点		层数面积			
模块单元底座中心线对定位轴线的偏差 Δ		5.0			
相邻模块单元高差 Δ		± 3.0			
模块单元主体结构的整体立面偏移 Δ	高度 60m 以下	$\Delta \leq H/2500+10$, 且 $\Delta \leq 30.0$;			
模块单元主体结构的整体立面偏移 Δ	高度 60m~ 100m	$\Delta \leq H/2500+10$, 且 $\Delta \leq 50.0$			
模块单元主体结构的整体平面弯曲 Δ		$L/1500$, 且 $\Delta \leq 25.0$			
综合验收结果： 年 月 日					
施工单位				负责人	
安装单位				负责人	
监理单位				负责人	
建设单位				负责人	

注：L 为模块单元水平方向尺寸，H 为模块单元建筑竖直方向尺寸。

C-5 全预制钢结构模块单元设备与管线系统连接安装检验批质量验收记录表

(制作单位、安装单位填)

单位(子单位) 工程名称		分部(子分部) 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目 负责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控项目	验收项目		设计要求及本 规范规定	最小/实际 抽样数量	检查记录	检查结果
	1	给水管道和密闭水箱(罐) 的水压试验	第 11.3.1 条			
	2	阀门强度和严密性试验	第 11.3.1 条			
	3	敞口水箱的满水试验	第 11.3.1 条			
	4	隐蔽或埋地的排水管道隐蔽前的灌水 试验	第 11.3.1 条			
	5	室内的雨水管道安装后 的灌水试验	第 11.3.1 条			
	6	排水主立管及水平干管管道 均应做通球试验	第 11.3.1 条			
	7	卫生器具交工前的 满水和通水试验	第 11.3.1 条			
	8	风管、空调管道在不同全预制钢结构模 块单元之间或与非全预制钢结构模块 单元部分内管道的连接	第 11.3.2 条			
	9	电气设备交接试验、接地电阻、绝缘电 阻测试、空载试运行及负荷试运行、建 筑照明通电试运行	第 11.3.3 条			
	10	穿墙套管或电气导管与两端全预制钢 结构模块单元内电气导管的连接	第 11.3.3 条			
	11	金属导管设置接地卡 固定跨接接地线	第 11.3.3 条			
12	预留洞口	第 11.3.3 条				
一般项目	1	穿墙套管与管道之间 缝隙填充	第 11.3.4 条			
	2	生活给水系统管道 冲洗和消毒	第 11.3.5 条			
	3	预留孔隙填充及封堵	第 11.3.6 条			
	4	预留活盖板	第 11.3.7 条			
施工单位 检查结果		专业工长(施工员): 项目专业质量检查员: 年 月 日				
监理(建设)单位 验收结论		专业监理工程师 (建设单位项目专业负责人): 年 月 日				

注:本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

C-6 全预制钢结构模块单元建筑接缝处理检验批质量验收记录表

(安装单位填)

单位(子单位) 工程名称		分部(子分部) 工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目 负责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控项目	验收项目		设计要求及本 规范规定	最小/实际抽 样数量	检查记录	检查结果
	1	全预制钢结构模块单元建 筑接缝防火封堵处理	第 11.4.1 条			
	2	封堵材料的燃烧性能、管 道阻火装置耐火性能	第 11.4.2 条			
	3	全预制钢结构模块单元建 筑拼接处缝隙的构造	第 11.4.3 条			
	4	外墙防水层的淋水试验	第 11.4.4 条			
	5	屋面无渗漏、积水和排水 系统通畅	第 11.4.5 条			
一般项目	1	密封材料嵌填	第 11.4.6 条			
	2	檐沟、天沟蓄水试验	第 11.4.7 条			
	3	屋面、外墙的防水卷材或 防水涂料的搭接缝	第 11.4.8 条			
	4	收头与基层粘结	第 11.4.8 条			
	5	屋面、外墙的防水卷材或 防水涂料的铺贴方向	第 11.4.8 条			
施工单位 检查结果	专业工长(施工员): 项目专业质量检查员: 年 月 日					
监理(建设)单位 验收结论	专业监理工程师 (建设单位项目专业负责人): 年 月 日					

注:本表内容的填写需依据《现场验收检验批检查原始记录》。

附录 D：全预制钢结构模块单元综合验收表

D-1 全预制钢结构模块单元工程安全及功能检验资料核查和主要功能抽查记录

工程名称				分包施工单位				
建设（监理）单位				施工单位 (总承包管理单位)				
序号	项目	安全和功能检查项目		份数	核查意见	抽查结果	核查 (抽查)人	
1	见证 取样 送样 检测	钢材复验						
2		焊材复验						
3		高强度螺栓连接副复验						
4		摩擦面抗滑移系数试验						
5		金属屋面系统抗风能力试验						
6	焊缝 无损	焊缝无损探伤检测报告（施工单位，由 第三方检测机构出具）						
7	探伤 检测	焊缝无损探伤检测报告（建设单位，由 第三方检测机构出具）						
8	现场 见证 检测	焊缝外观质量						
9		焊缝尺寸						
10		高强度螺栓终 拧质量	大六角头型					
11			扭剪型					
12		基础和支座安 装	单层、多高层					
13			空间结构					
14		钢材表面处理						
15		涂料附着力						
16		防腐涂层厚度						
17		防火涂层厚度						
18		主要构件安装 精度	柱					
19			梁与桁架					
20		主要结构整体 尺寸	单层、多高层					
21			空间结构					
结论：								
分包单位项目负责人： _____ 年 月 日								
施工单位项目负责人： _____ 年 月 日 总监理工程师（建设单位项目负责人）： _____ 年 月 日								

注：以上均为第三方检测报告。

D-2 全预制钢结构模块单元钢结构分部（子分部）工程观感质量记录

工程名称		分包施工单位	
建设（监理） 单位		施工单位 (总承包管理单位)	
项次	项目	抽查质量状况	质量评价
1	防腐、防火涂层表面	共检查点，好点，一般点，差点	
2	防火涂层表面	共检查点，好点，一般点，差点	
3	压型金属板表面	共检查点，好点，一般点，差点	
4	钢平台、钢梯、钢栏杆	共检查点，好点，一般点，差点	
观感质量综合评价			
结论： 分包单位项目负责人： <div style="float: right; margin-right: 50px;">年 月 日</div>			
施工单位项目负责人： 总监理工程师（建设单位项目负责人）： <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 年 月 日 年 月 日 </div>			

注：1.本表格内容填写需来源《观感质量现场检查原始记录》。

2.对质量评价为差的项目应进行返修。

D-3 全预制钢结构模块单元分部工程质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称				子分部工程数量		分项工程数量	
施工单位				项目负责人		技术（质量）负责人	
分包单位				分包单位负责人		分包内容	
序号	子分部工程名称	分项工程名称	检验批数量	施工单位检查结果		监理单位验收结论	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
质量控制资料							
安全和功能检验结果							
观感质量检验结果							
综合验收结论				施工总包单位		施工分包单位	
				（公章） 项目负责人： 技术质量部门负责人： 年 月 日		（公章） 项目负责人： 技术质量部门负责人： 年 月 日	
设计单位		勘察单位		监理单位		建设单位	
（公章） 项目负责人： 年 月 日		（公章） 项目负责人： 年 月 日		（公章） 总监理工程师： 年 月 日		（公章） 项目负责人： 年 月 日	

- 注：1.分部工程验收前，质量控制资料、安全和功能检验结果、观感质量检验结果等资料需检查合格；
 2.总包、分包施工单位技术、质量部门负责人应参加地基与基础、主体、节能分部工程的验收；
 3.勘察单位只参加地基与基础分部工程的验收。

D-4 全预制钢结构模块单元分项工程质量验收记录表

单位（子单位） 工程名称				分项（子分部）工 程名称	
分项工程数量				检验批数量	
施工单位				项目负责人	项目技术负 责人
分包单位				分包单位 项目负责人	分包内容
序 号	检验批名称	检验批容量	部位/区段	施工单位检查结果	监理单位验收结论
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
说明：					
施工单位检查结果		项目专业技术负责人： 年 月 日			
监理（建设）单位验收 结论		专业监理工程师 （建设单位项目技术负责人）： 年 月 日			

检验批容量：指的是本检验批的工程量，计量项目和单位按专业验收规范中对检验批容量的规定。

引用标准名录

- 《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》 GB 8923
- 《钢结构防火涂料》 GB 14967
- 《中国地震动参数区划图》 GB 18306
- 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《钢结构设计规范》 GB 50017
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB 50018
- 《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB 50068
- 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB 50153
- 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 《构筑物抗震规范》 GB 50191
- 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 《民用建筑设计通则》 GB 50352
- 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 《钢结构工程施工规范》 GB 50755
- 《结构用冷弯空心型钢》 GB 6728
- 《热轧 H 型钢和部分 T 型钢》 GB/T 11263
- 《建筑模数协调统一标准》 GBJ 2
- 《厂房建筑模数协调标准》 GBJ 6
- 《建筑楼梯模数协调标准》 GBJ101
- 《住宅建筑模数协调标准》 GB/T 50100
- 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3

《民用建筑节能设计标准》 JGJ 26
《高层民用建筑钢结构技术规程》 JGJ 99
《建筑钢结构防腐蚀技术规程》 JGJ/T 251
《建筑结构用冷弯矩形钢管》 JG/T 178
《住宅整体卫浴间》 JG/T 183
《住宅整体厨房》 JG/T 184
《建筑结构保温复合板》 JG/T 432
《轻型模块化钢结构组合房屋技术标准》 JGJT