



T/CECS XXX-2023

中国工程建设标准化协会标准

**超高性能混凝土集成模块
建筑技术标准**

Technical Standard for Precast Integrated Module building Made of
Ultra-High Performance Concrete

(征求意见稿)

中国建筑工业出版社

中国工程建设标准化协会标准

超高性能混凝土集成模块建筑技术标准

Technical Standard for Precast Integrated Module building Made of
Ultra-High Performance Concrete

T/CECS XXX-2023

主编单位：长沙远大住宅工业集团股份有限公司

湖南大学

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期：2023年xx月xx日

中国建筑工业出版社

2023 长沙

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2022〕13 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准主要技术内容包括：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.材料；5.建筑设计；6.结构设计；7.设备与管线系统设计；8.制作与运输；9.施工安装；10.质量验收。

根据《住房和城乡建设部办公厅关于印发工程建设标准涉及专利管理办法的通知》（建办标〔2017〕3 号）的文件要求，主编单位声明：本标准中所采用的专利技术所有权为张剑先生或长沙远大住宅工业集团股份有限公司，同意在公平、合理、无歧视基础上，收费许可任何单位或者个人在实施该标准时实施其专利（《一种建筑模块构件》ZL201821293533.3、《一种建筑构件》ZL201821293547.5、《预制构件与基础可拆卸连接结构》202220218670.0、《预制模块可拆卸连接结构》202220220956.2、《预制构件与基础可拆卸连接结构》202220220888.X 等）。

本规程由中国工程建设标准化协会砌体结构专业委员会归口管理，由长沙远大住宅工业集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送长沙远大住宅工业集团股份有限公司（地址：湖南省长沙市岳麓区银双路 248 号；邮政编码：410013）。

主 编 单 位： 长沙远大住宅工业集团股份有限公司
湖南大学

参 编 单 位： 长沙远大魔方科技有限公司
湖南远大工程设计有限公司
湖南省建筑设计院集团股份有限公司
中国建筑第五工程局有限公司
湖南远大建工股份有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总 则	(1)
2 术语和符号	(2)
2.1 术 语	(2)
2.2 符 号	(3)
3 基本规定	(4)
4 材料	(5)
4.1 超高性能混凝土	(5)
4.2 钢筋与钢材	(6)
4.3 连接材料	(6)
4.4 内部装修及设备管线材料	(6)
4.5 其他材料	(7)
5 建筑设计	(9)
5.1 一般规定	(9)
5.2 模块组合	(9)
5.3 建筑平立面设计	(10)
5.4 建筑保温、防火与防水	(11)
5.5 装饰装修设计	(12)
6 结构设计	(15)
6.1 一般规定	(15)
6.2 结构体系与结构布置	(16)
6.3 模块设计	(17)
6.4 结构整体计算与分析	(21)
6.5 连接节点设计	(22)
6.6 基础设计	(255)
7 设备与管线系统设计	(26)
8 制作与运输	(27)
8.1 一般规定	(27)

8.2 制作准备	(27)
8.3 模块制作	(28)
8.4 模块集成	(30)
8.5 模块厂内验收	(31)
8.6 模块标识及出厂	(32)
8.7 运输与堆放	(33)
9 施工安装	(35)
9.1 一般规定	(35)
9.2 模块安装	(35)
9.3 设备与管线系统安装	(37)
9.4 建筑接缝防火、防水处理	(38)
10 质量验收	(40)
10.1 一般规定	(40)
10.2 模块进场验收	(411)
10.3 模块建筑主体验收	(411)
附录 A 模块连接节点参考	(43)
附录 B 模块进场验收记录	(45)
用词说明	(47)
引用标准名录	(48)
附：条文说明	(51)

Contents

1	General provisions.....	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(4)
4	Materials	(5)
4.1	Ultra-high Performance Concrete	(5)
4.2	Reinforcing bar and steel	(6)
4.3	Connecting materials	(6)
4.4	Decoration、 facility and pipeline materials	(6)
4.5	Other materials	(7)
5	Architectural design	(9)
5.1	General requirements	(9)
5.2	Module and combinations.....	(9)
5.3	Plane and elevation design.....	(10)
5.4	Insulation、 fireproof and waterproof.....	(11)
5.5	Interior decoration	(12)
6	Structural design	(15)
6.1	General requirements	(15)
6.2	Structural system and arrangement	(16)
6.3	Structure of module	(17)
6.4	Overall structure integral calculation and analysis	(21)
6.5	Connection design	(22)
6.6	Foundation design.....	(25)
7	Facility and pipeline system design.....	(26)
8	Production and transportation	(27)
8.1	General requirements	(27)
8.2	Production preparation.....	(27)
8.3	Module production.....	(28)
8.4	Module integration.....	(30)
8.5	Module quality control.....	(31)

8.6	Module marking and leave the factory.....	(32)
8.7	transportation and stacking	(33)
9	On-site Construction	(35)
9.1	General requirements	(35)
9.2	Module construction and connection.....	(35)
9.3	Facility and pipeline connection	(37)
9.4	Architectural zip-up work.....	(38)
10	Quality acceptance.....	(40)
10.1	General requirements	(40)
10.2	Module approach acceptance control	(41)
10.3	Module installation project control	(41)
	Appendix A References of module connection.....	(43)
	Appendix B Module Approach Acceptance Control Record.....	(45)
	Explanation of wording	(47)
	List of quoted standards	(48)
	Addition: Explanation of provisions.....	(51)

1 总 则

1.0.1 为了规范超高性能混凝土集成模块建筑的应用,贯彻执行国家的技术经济政策,促进建筑工业化的发展,做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量,制订本标准。

1.0.2 本标准适用于抗震设防烈度 8 度及 8 度以下地区,以超高性能混凝土集成模块组装而成的乙类及丙类多层民用建筑的设计、制作、运输、安装及验收。

1.0.3 超高性能混凝土集成模块建筑除应符合本标准规定外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 超高性能混凝土 ultra high performance concrete

由水泥、矿物掺合料、骨料、纤维、外加剂、水等原材料制成的具有超高力学性能、超高抗渗性能的高韧性水泥基复合材料。

2.1.2 超高性能混凝土集成模块 ultra high performance concrete prefinished module

以超高性能混凝土为原材料，在工厂内预制完成，由主体结构、设备管线、内装部品等集成的箱式空间体，是组成集成模块建筑的基本单元，简称模块。

2.1.3 超高性能混凝土集成模块建筑 ultra high performance concrete prefinished module building

由模块组装而成的装配式建筑，简称模块建筑。

2.1.4 叠箱体系 stacked box structural system

由多个模块叠拼并相互连接而成的结构体系。

2.1.5 底框叠箱体系 stacked box and frame structural system

由上部叠拼模块与底部混凝土、钢结构框架组成的结构体系。

2.1.6 模块连接件 module connector

用于模块与模块之间、模块与其他功能模块之间的连接件，包括螺栓、套筒等。

2.1.7 预埋套筒 embedded sleeve

预埋在模块中，用于传递螺栓力的螺纹套管。

2.1.8 螺栓连接 bolt connection

螺栓杆一端预埋在模块中或与预埋套筒相连，另一端伸入连接点位用螺母紧固，使模块连成整体。

2.1.9 接缝 joint

相邻模块间的水平缝和竖向缝。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

f_{ck} 、 f_c — 超高性能混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；

f_{tk} 、 f_t — 超高性能混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；

f_y 、 f'_y — 普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

f_v^b — 螺栓的抗剪强度设计值。

2.2.2 作用、作用效应及承载力

R — 结构构件承载力；

S — 结构构件内力组合的设计值；

2.2.3 几何参数

d — 钢筋直径；

h — 模块墙板截面厚度；

L — 模块长度；

B — 模块宽度；

H — 模块高度。

2.2.4 计算系数及其他

γ_0 — 结构重要性系数；

γ_{RE} — 承载力抗震调整系数。

3 基本规定

3.0.1 模块建筑应采取一体化设计，满足设计、生产运输、施工安装及绿色建造等技术环节的要求。

3.0.2 模块建筑应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的有关规定，满足建筑部品的模数化、标准化和通用化的要求。

3.0.3 模块建筑宜采用建筑信息模型（BIM）技术协同设计，实现全专业、全过程的信息化管理。

3.0.4 模块建筑的结构连接和节点构造应受力明确、传力可靠，满足结构的承载能力、正常使用和耐久性要求。

3.0.5 设计应明确结构的用途，在设计工作年限内未经技术鉴定或设计许可，不得改变结构的用途和使用环境。

3.0.6 模块建筑应采用全装修。

4 材料

4.1 超高性能混凝土

4.1.1 超高性能混凝土的原材料、配合比设计、制作与养护以及实验方法应符合现行国家标准《活性粉末混凝土》GB/T 31387 或其他标准的有关规定。

4.1.2 超高性能混凝土立方体抗压强度标准值应符合现行国家标准《活性粉末混凝土》GB/T 31387 的有关规定。

4.1.3 超高性能混凝土轴心抗压强度标准值 f_{ck} 应按表 4.1.3 采用。

表 4.1.3 超高性能混凝土轴心抗压强度标准值 (MPa)

强度	强度等级			
	UHPC100	UHPC120	UHPC140	UHPC160
f_{ck}	70	84	98	112

4.1.4 超高性能混凝土轴心抗压强度设计值 f_c 应按表 4.1.4 采用。

表 4.1.4 超高性能混凝土轴心抗压强度设计值 (MPa)

强度	强度等级			
	UHPC100	UHPC120	UHPC140	UHPC160
f_c	48	58	68	77

4.1.5 超高性能混凝土轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 应按表 4.1.5 采用。

表 4.1.5 超高性能混凝土轴心抗拉强度标准值 (MPa)

钢纤维体积掺量	强度等级			
	UHPC100	UHPC120	UHPC140	UHPC160
1.5	5.3	6.4	7.5	8.5
2	5.5	6.6	7.8	8.9
3	6	7.1	8.4	9.5

注：表中数值为钢纤维长径比 60 超高性能混凝土抗拉强度标准值。

4.1.6 超高性能混凝土轴心抗拉强度设计值 f_t 应按表 4.1.6 采用。

表 4.1.6 超高性能混凝土轴心抗拉强度设计值 (MPa)

钢纤维体积掺量	强度等级			
	UHPC100	UHPC120	UHPC140	UHPC160
1.5	3.6	4.4	5.1	5.9
2	3.8	4.6	5.3	6.1

3	4.1	5.0	5.7	6.6
---	-----	-----	-----	-----

注：表中数值为钢纤维长径比 60 超高性能混凝土抗拉强度设计值。

4.1.7 超高性能混凝土受压、受拉弹性模量取值相同，按表 4.1.7 取值。

表 4.1.7 超高性能混凝土弹性模量 ($\times 10^4$ MPa)

强度	强度等级			
	UHPC100	UHPC120	UHPC140	UHPC160
E_c	4	4.29	4.52	4.71

4.1.8 在弹性变形范围内，超高性能混凝土的泊松比取为 0.2。

4.2 钢筋与钢材

4.2.1 钢筋和钢材的力学性能指标要求应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

4.2.2 受力钢筋强度等级不应低于 HRB400 级。

4.2.3 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

4.3 连接材料

4.3.1 模块之间连接宜采用 8.8 级及以上螺栓，其力学性能应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

4.3.2 模块之间连接使用的套筒、连接盒的材料与力学性能应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的有关规定。

4.3.3 模块与楼梯间、电梯间等连接使用的钢材、焊接材料应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

4.3.4 暴露在空气中的钢材应进行防腐处理。

4.3.5 座浆料应采用砂浆，砂浆稠度不宜大于 90mm，并结合现场气候条件和使用要求进行适当的调整。座浆料强度等级不应低于 M15。

4.3.6 模块建筑连接孔位可采用水泥基灌浆料及其他材料填实，灌浆料强度等级不宜低于 C35。

4.3.7 模块建筑采用其他连接方式时，连接材料应符合相关国家、行业标准的有关规定。

4.4 内部装修及设备管线材料

4.4.1 内部装修材料的品种、规格和质量应符合设计要求，并不得采用国家和地方明令淘汰的材料。

4.4.2 内部装修材料的燃烧性能应符合现行国家标准《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 的有关规定。

4.4.3 内部装修材料应按设计要求进行防腐和防虫处理。

4.4.4 内部装修材料有害物质排放量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~GB 18588 的有关规定。

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 的有关规定。

4.4.6 模块内隔墙宜采用混凝土轻质条板、轻钢龙骨石膏板、GRC 轻质隔墙板等，并应符合现行国家、行业标准的有关规定。

4.4.7 铝合金门窗气密性不应低于 6 级，水密性不应低于 3 级，抗风压不应低于 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 给水管的各项技术指标应符合现行国家标准《给水用抗冲改性聚氯乙烯（PVC-M）管道系统》GB/T 32018 的有关规定，排水管的各项技术指标应符合现行国家标准《建筑排水用聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 5836.1 的有关规定。

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。

4.5 其他材料

4.5.1 模块脱模、翻转、吊装、运输、安装用内埋式螺母或吊钉及配套的吊具，应根据相应的产品标准和设计要求选用；当采用吊环时，应采用未经冷加工的 HPB300 钢筋制作。

4.5.2 模块接缝处选用的耐候性密封胶，应满足设计要求，尚应符合现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881 的有关规定。

4.5.3 模块保温材料性能应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）》GB/T 10801.1 和《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）》GB/T 10801.2 的有关规定。燃烧性能不应低于现行国家标准《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 中的有关规定。

4.5.4 模块建筑外饰面材料应符合下列规定：

1 采用金属与石材时应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的有关规定；

2 采用涂料时应符合相应现行国家标准《合成树脂外墙乳液涂料》GB/T 9755、《合成树脂乳液砂壁状建筑涂料》JG/T 24 及《溶剂型外墙涂料》GB/T 9757

等的有关规定。

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 普通混凝土及预应力钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 模块建筑设计时，建筑、结构、设备、内装、电气智能化等各专业应协同设计，并应符合现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352 的有关规定。

5.1.2 模块建筑应功能合理，满足保温、隔热、通风、采光、照明、隔声、防火、疏散、防雷、防水等要求。

5.1.3 模块建筑内装系统设计与部品选型应满足绿色环保的要求，室内污染物限制应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325 的有关规定。

5.2 模块组合

5.2.1 模块宜选用通用型模块（图 5.2.1），单个模块长度不宜超过 12m，宽度不宜超过 3.5m，高度不宜超过 3.2m。模块内部空间可根据功能需求进行分隔。

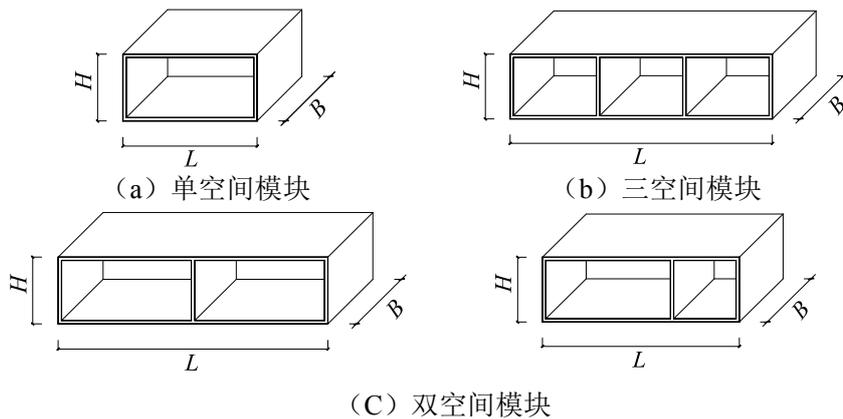


图 5.2.1 通用型模块

5.2.2 模块建筑应以模块外边线作为定位轴线（图 5.2.2）。

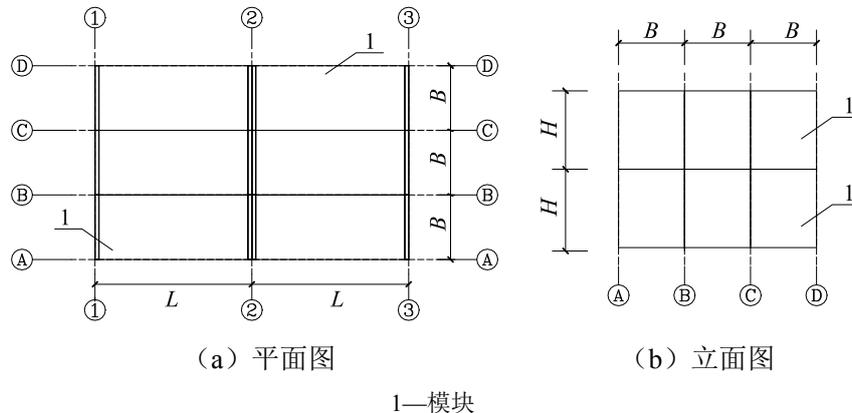


图 5.2.2 定位轴线示意图

5.2.3 模块建筑的组合可采用并列式、纵横交错式、立面凹凸式、纵横咬合式、悬挑式（图 5.2.3）。

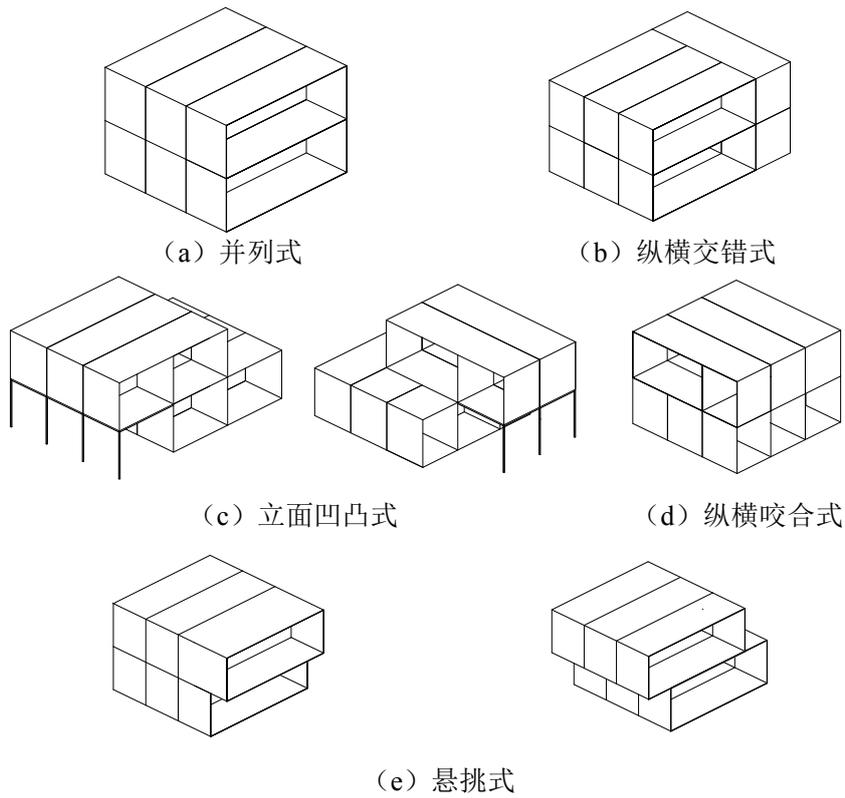


图 5.2.3 模块组合示意图

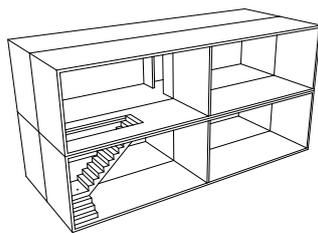
5.3 建筑平立面设计

5.3.1 模块建筑平面设计应符合下列规定：

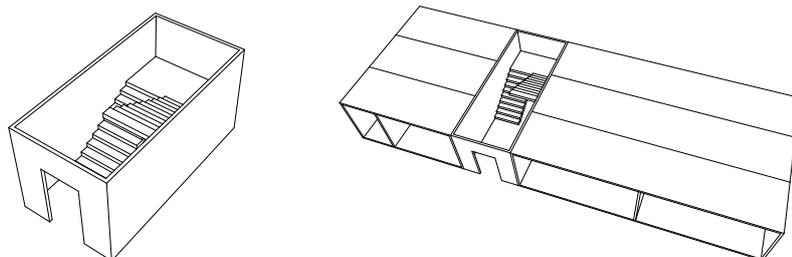
- 1 建筑的平面布置宜简单、规则、对称；
- 2 楼梯间、电梯间、卫生间、厨房等功能特殊、管线密集的区域，宜设置在单个模块内；
- 3 在同一功能区中布置的模块数量应尽量减少；
- 4 单个功能区由多个模块组成时，功能区内的管线、设备、门窗不宜在模块交接部位设置，宜设置在单个模块内。

5.3.2 模块建筑的立面设计宜简洁顺畅，分隔尺寸应合理。

5.3.3 模块建筑楼梯间设置应根据设计需求，三层及以下建筑可设置穿楼板楼梯，三层以上建筑宜采用模块设置楼梯间（图 5.3.3）。楼梯的数量、位置、梯段净宽和楼梯间形式应满足使用方便和安全疏散的要求。



(a) 穿楼板楼梯示意



(b) 模块楼梯间示意

图 5.3.3 楼梯间示意

5.3.4 模块建筑中的电梯井可采用模块（图 5.3.4）或钢结构等，电梯设置要求应符合现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352 的有关规定。

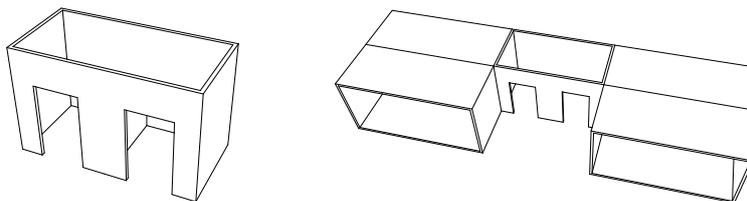


图 5.3.4 电梯井模块示意

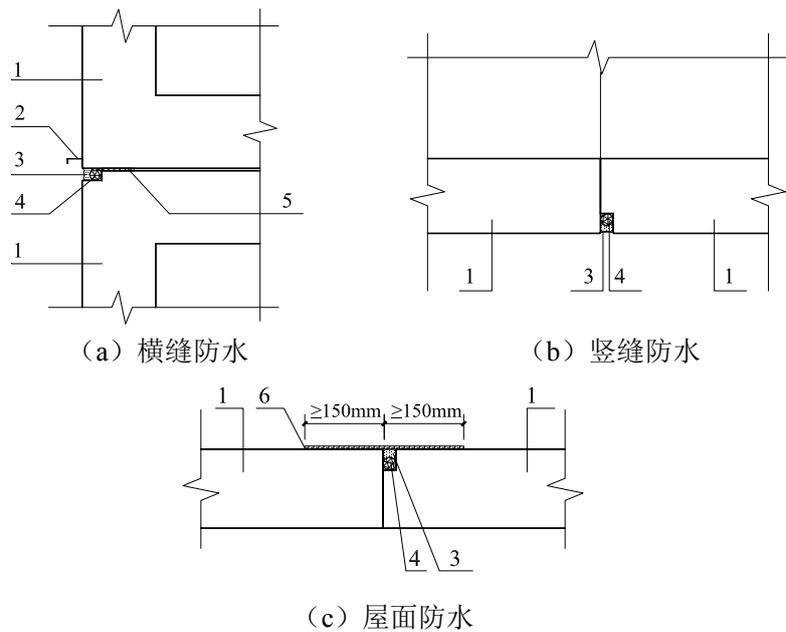
5.4 建筑保温、防火与防水

5.4.1 模块建筑宜采用夹心保温系统，可根据工程情况增加外保温、内保温等保温措施，保温设计应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定。

5.4.2 模块墙板耐火极限应大于 2.0h，楼板耐火极限应大于 1.0h，相邻模块间的接缝应采用不燃材料进行填塞封堵。

5.4.3 模块建筑的防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410 的有关规定。

5.4.4 模块建筑外墙应对接缝、连接处进行整体防水设计，可采用构造防水和材料防水相结合的方式（图 5.4.4）。



1—模块；2—成品滴水线；3—防水密封胶；4— $\phi 25$ 泡沫棒；
5—座浆或钢垫片；6—3mm 厚自粘防水卷材

图 5.4.4 建筑防水示意

1 接缝两端的模块墙面应平整，接缝密封胶宽度宜为 10mm~40mm，厚度不应小于 10mm，宽厚比宜为 2:1；

2 屋面接缝应采用密封胶嵌缝，宜采用自粘式柔性防水材料进行加强，自粘式柔性防水材料应于接缝处居中布置，各边搭接长度不应小于 150mm[图 5.4.4 (c)]。

5.4.5 模块中的穿墙管与墙角、凹凸部位的距离应大于 50mm，且应设防水措施。当设置刚性防水套管时宜预留预埋，管道与套管之间应在内外两侧端口进行密封处理。

5.4.6 模块建筑的变形缝应符合现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352 的有关规定。

5.4.7 模块建筑屋面可采用坡屋面或平屋面，屋面宜设上人检修口，当屋面无楼梯通达且低于 10m 时，可设外墙爬梯进行检修，并应有安全防护和防止儿童攀爬的措施。

5.5 装饰装修设计

5.5.1 模块建筑主要内部装修应在工厂完成。

5.5.2 内部装修设计应遵循模数协调与一体化集成设计原则，与建筑设计、设备管线综合设计同步进行，在模块拼接处应协调布置，同时应满足各功能空间的设计要求。

5.5.3 内部装修设计应明确内装部品部件和设备管线的主要性能指标，应满足结

构受力、抗震、安全防护、防火、防水、防静电、防滑、隔声、节能、环境保护、卫生防疫、适老化、无障碍等方面的需要，宜采用装配式装修。

5.5.4 内部装修设计应结合项目需求、建筑条件与成本要求等，对隔墙与墙面系统、吊顶系统、楼地面系统、集成式厨房系统、集成式卫生间系统、收纳系统、内门窗系统、设备和管线系统等进行集成设计。

5.5.5 内部装修设计应符合国家现行标准《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ 367、《装配式整体卫生间应用技术标准》JGJ/T 467、《装配式整体厨房应用技术标准》JGJ/T 477 等的有关规定。

5.5.6 集成厨房设计应分别符合下列要求：

- 1 应与结构系统、外围护系统、公共设备与管线系统协同设计；
- 2 应遵循人体工程学的要求，合理布局，并应进行标准化、系列化和精细化设计；
- 3 集成厨房橱柜应与墙体可靠连接，与轻质隔墙体连接时应采取加强构造措施。

5.5.7 卫生间设计应分别符合下列要求：

- 1 应与结构系统、外围护系统、公共设备与管线系统协同设计；
- 2 应遵循人体工程学的要求，合理布局，并应进行标准化、系列化和精细化设计；
- 3 住宅卫生间宜采用干湿分离的布置方式；
- 4 应在给水排水、电气等预留接口连接处设置检修口或检修门，检修口外应有便于安装和检修的操作空间。

5.5.8 集成吊顶设计应符合下列要求：

- 1 集成吊顶内宜设置可敷设管线的架空层；
- 2 集成吊顶宜集成灯具、排风扇等设备设施；
- 3 集成吊顶内有需要检修的管线时，吊顶宜设有检修口；
- 4 集成吊顶与墙交接时，应根据房间尺度大小与墙体间留 10~30mm 宽伸缩缝隙，并应对缝隙采取美化措施。

5.5.9 楼地面设计应符合下列要求：

- 1 楼地面应结合节能和隔声要求进行设计，宜按一体化、标准化、模块化为原则进行产品选型，采用装配式工艺进行安装。
- 2 采用架空层的装配式楼地面的架空高度应计算确定，满足管线排布的需要，并考虑架空层内管线检修的需要，应在管线集中连接处设置检修口或将楼地面设计为便于拆装的构造方式。

5.5.10 整体收纳设计应符合下列要求：

- 1 应考虑基本功能空间布局及面积、使用人员需求、物品种类及数量等因素进行设计；
- 2 应采用标准化、模块化、一体化的设计方式。

5.5.11 集成内装重点细部应符合下列规定：

- 1 隔墙面和地面相接部位宜按照先安装隔墙、再安装楼地面的顺序进行设计，隔墙与地面相接部位宜设踢脚或墙裙，方便清洁和维护。
- 2 集成隔墙与吊项的连接部位宜按照先安装隔墙、再安装吊项的顺序进行设计，宜采用收边线角、凹槽的方式进行处理。
- 3 楼地面、墙面、吊项不同材料交接处宜采用收边条进行加强处理，收边条的强度应高于相邻材料。
- 4 接缝设计应结合变形需求、气密水密等性能要求，构造应合理、方便施工、便于维护，宜采用装修的方式进行修饰。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 结构设计除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《钢结构设计标准》GB 50017、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《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、《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.1.2 模块建筑的层数与建筑高度应符合表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 叠箱体系房屋的层数和建筑高度限值

抗震设防烈度	房屋总高度 (m)		房屋层数
	居住建筑	公共建筑	
6	27	24	8
7	21		7
8	18		5

注：1 乙类叠箱体系层数降低至少 1 层，高度降低不小于 3m；

2 丙类底框叠箱体系层数降低至少 1 层，高度降低不小于 3m；乙类底框叠箱体系降低至少 2 层，高度降低不小于 6m。

6.1.3 模块组合采用立面凹凸式（图 5.2.3 (c)）时，叠拼层数不宜超过三层；采用纵横咬合式（图 5.2.3 (d)）时，在 7 度区层数不宜超过 3 层，在 8 度区不宜超过 2 层，当需增加层数时，应增设结构支撑或抗侧力构件，并经计算满足结构安全。

6.1.4 模块建筑最大高宽比宜符合表 6.1.3 的要求。

表 6.1.3 建筑最大高宽比

抗震设防烈度	6	7	8
最大高宽比	2.5	2.5	2

6.1.5 模块及连接节点，应根据承载能力极限状态及正常使用极限状态的要求，分别进行下列计算及验算：

- 1 结构构件以及连接节点应进行承载力计算；
- 2 根据使用条件需控制变形值的结构构件，应进行变形验算；
- 3 对使用上需要限制裂缝宽度的构件，应进行裂缝宽度验算；
- 4 应对模块脱模、起吊和运输安装等施工阶段进行承载力及裂缝控制验算。

6.1.6 最大挠度验算应按荷载的准永久组合，并应考虑荷载长期作用的影响进行

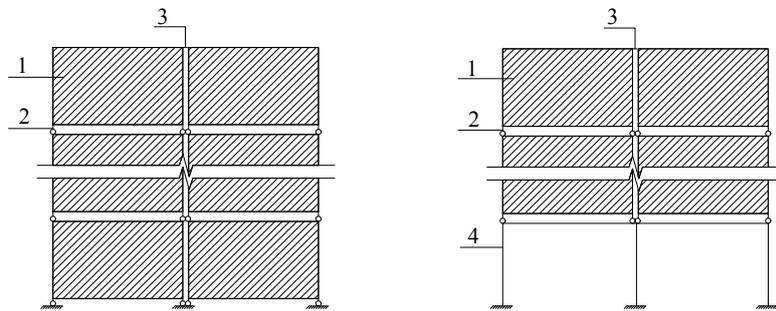
计算。

6.1.7 结构设计应包括下列内容：

- 1 结构方案设计，包括模块布置及传力途径；
- 2 作用及作用效应分析；
- 3 结构的变形验算、构件及连接节点的极限状态设计；
- 4 结构构件的构造、连接措施；
- 5 耐久性及施工的要求。

6.2 结构体系与结构布置

6.2.1 模块建筑可选用叠箱体系[图 6.2.1 (a)]或底框叠箱体系[图 6.2.1 (b)]。



(a) 叠箱体系

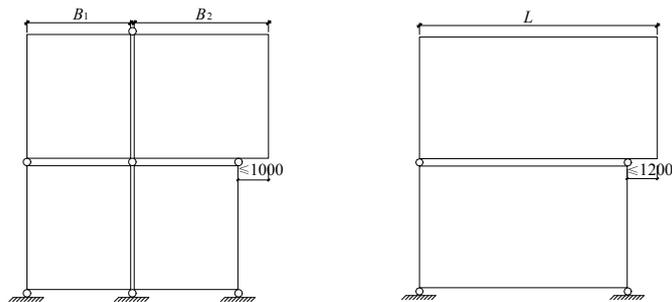
(b) 底框叠箱体系

1—模块；2—模块竖向连接；3—模块水平连接；4—底部框架

图 6.2.1 模块建筑结构体系示意图

6.2.2 结构布置应满足下列要求：

- 1 结构和抗侧力构件的平面布置宜规则对称，质量、刚度分布宜均匀，并与建筑设计相协调；
- 2 结构竖向布置宜规则、连续，侧向刚度宜均匀变化；对于不规则的结构，应采取措施保证结构安全性；
- 3 模块宜上下对齐，沿宽度方向外挑时，未挑出长度与挑出长度之比宜大于 2，且挑出长度不应大于 1m[图 6.2.3 (a)]；沿长度方向外挑时，模块建筑层数不宜大于 2 层，挑出长度不应大于 1.2m[图 6.2.3 (b)]。



(a) 沿宽度方向外挑

(b) 沿长度方向外挑

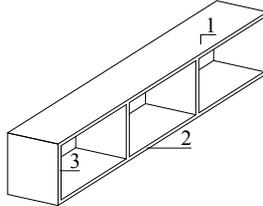
图 6.2.3 悬挑示意图

4 当结构平面采用“L”或“Z”形等平面形式时，宜设置防震缝，将结构分成多个规则独立的矩形平面。

6.2.3 防震缝应按混凝土框架结构设置并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

6.3 模块设计

6.3.1 模块由模块顶板、模块底板及模块墙板组成（图 6.3.1）。



1—模块顶板；2—模块底板；3—模块墙板

图 6.3.1 模块示意图

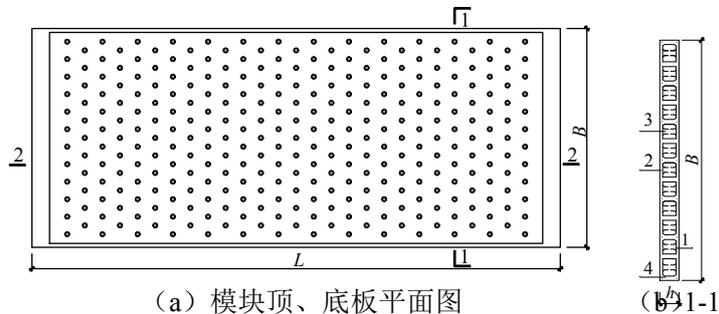
6.3.2 模块采用芯板构造时，应符合下列要求：

1 模块顶、底板宜构造一致（图 6.3.2-1），跨厚比不宜大于 30，上、下翼缘厚度均不宜小于 20mm；

2 板跨端部宜为实心暗梁，梁宽宜同墙厚，暗梁钢筋不宜少于 4 根，直径不宜小于 12mm；板中间部分梅花形均匀分布芯柱，芯柱边长或直径不宜小于 30mm，间距不宜大于 250mm；

3 沿板跨方向应设置边肋，肋宽不宜小于 50mm；当荷载较大时，可增加肋宽或肋的数量；

4 模块墙板厚度不宜小于 150mm；模块墙板两端宜为暗柱，柱截面尺寸不宜小于墙厚，暗柱钢筋不宜少于 4 根，直径不宜小于 12mm；模块墙板中间部分构造与模块顶、底板构造宜一致（图 6.3.2-2）。



(a) 模块顶、底板平面图

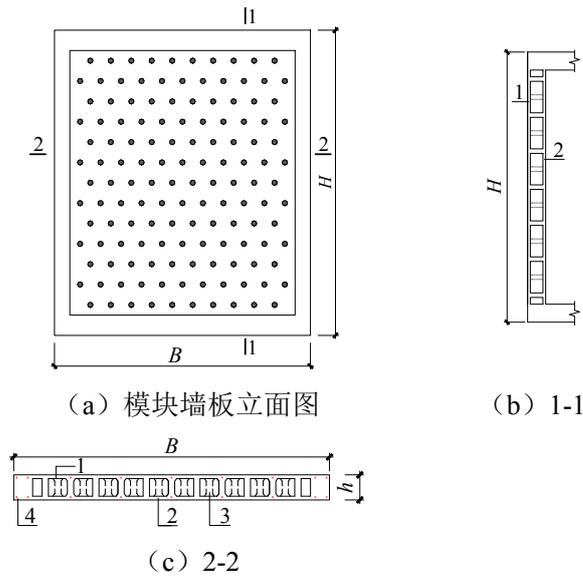
(b) 1-1



(c) 2-2

1—上翼缘；2—下翼缘；3—芯柱；4—边肋；5—暗梁

图 6.3.2-1 模块顶、底板构造示意图



1—左翼缘；2—右翼缘；3—芯柱；4—暗柱

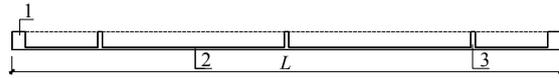
图 6.3.2-2 模块墙板构造示意图

6.3.3 模块采用肋板构造时，应符合下列要求：

- 1 模块顶、底板构造宜一致（图 6.3.3-1），跨厚比不宜大于 30，纵肋宽度不宜小于 60mm，横肋宽度不宜小于 50mm；
- 2 板跨端部宜为暗梁，梁宽宜同墙厚，暗梁钢筋不宜少于 4 根，直径不宜小于 12mm；
- 3 模块板跨不大于 4m 时，肋中钢筋直径不宜小于 10mm；大于 4m 时，肋中钢筋直径不宜小于 12mm；
- 4 模块顶、底板及模块墙板翼缘厚度不宜小于 25mm，纵肋间距不宜大于 1500mm，横肋间距不宜大于 2500mm；
- 5 墙板高厚比不宜大于 20，肋宽不宜小于 50mm；
- 6 墙板（图 6.3.3-2）两端宜采用暗柱，柱截面尺寸不宜小于墙厚，暗柱钢筋不宜少于 4 根，直径不宜小于 12mm。墙板水平肋宽不宜小于 50mm，间距不宜大于 1500mm；竖向肋宽不宜小于 60mm，间距不宜大于 600mm。



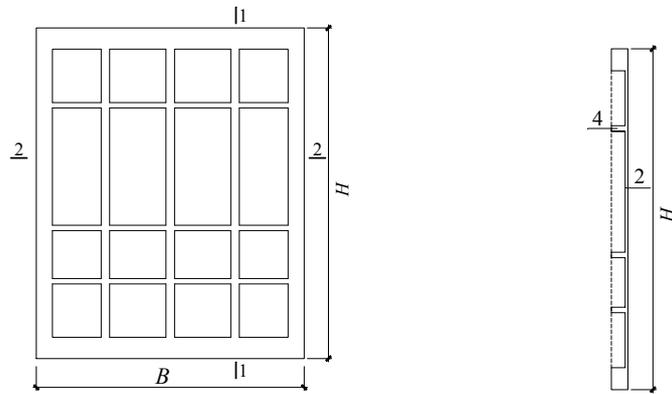
(a) 模块顶、底板平面图 (b) 1-1



(c) 2-2

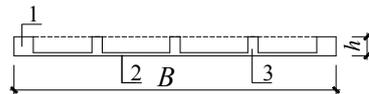
1—暗梁；2—翼缘；3—横肋；4—纵肋

图 6.3.3-1 模块顶、底板构造示意图



(a) 模块墙板立面图

(b) 1-1



(c) 2-2

1—暗柱；2—翼缘；3—竖向肋；4—水平肋

图 6.3.3-2 模块墙板构造示意图

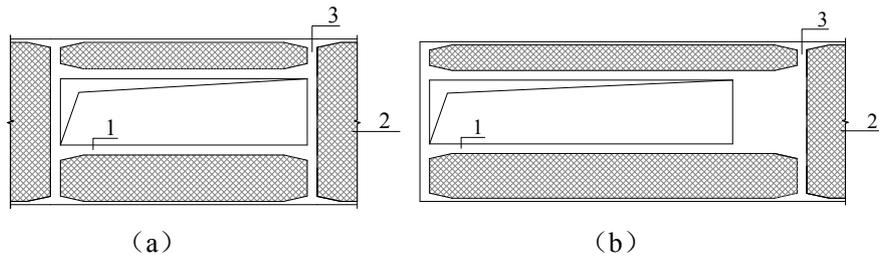
6.3.4 模块最小配筋率不应小于 0.2%和 $10f_t/f_y\%$ 中的较大值。

6.3.5 钢筋最小保护层厚度应同时满足下列要求：

- 1 不小于纵向受力钢筋公称直径的 1/2；
- 2 环境类别为 I 类时保护层厚度不应小于 10mm，其他环境类别保护层厚度应适当增加。

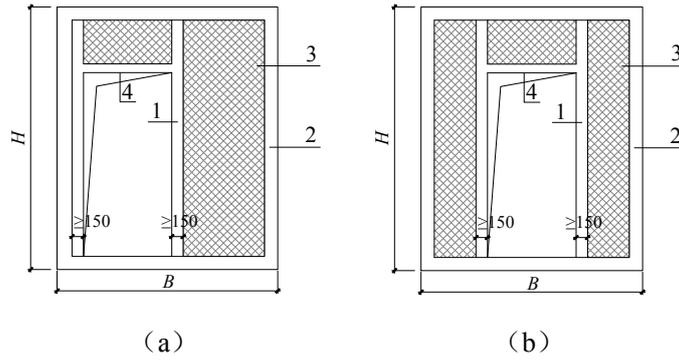
6.3.6 模块开洞宜避开板肋、暗梁、暗柱等位置，且应满足下列要求：

- 1 模块楼板开洞总面积不宜超过模块水平投影面积的 30%；
- 2 模块楼板洞口宽度或直径大于 300mm 且不超过 800mm 时，应在洞口周边设置肋或其他加强措施，肋宽不宜小于 60mm；当大于 800mm 时，应在洞口周边设置暗梁，暗梁宽度不宜小于 120mm，在肋和暗梁中设置钢筋时应满足计算要求；
- 3 模块墙板洞口宽度或直径大于 800mm 时，洞口周边宜设暗梁和暗柱，柱宽和梁宽不宜小于 150mm，在暗梁、暗柱设置钢筋时应满足计算要求；
- 4 模块楼板、墙板洞口或直径小于上述第 2 款和第 3 款尺寸要求时，应采用相应的构造加强措施，保证构件的安全性。



1—板洞暗梁；2—保温材料；3—模块墙板

图 6.3.6-1 模块顶、底板开洞示意图



1—门洞暗柱；2—墙板两端暗柱；3—保温材料；4—洞口暗梁

图 6.3.6-2 模块墙板开洞示意图

6.3.7 模块建筑结构构件应满足承载力、变形、裂缝等结构验算的要求。

6.4 结构整体计算与分析

6.4.1 模块建筑结构的作用及作用组合，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

6.4.2 模块建筑不同模块间的竖向及水平连接件应具有足够的强度、刚度，并满足相应计算假定的要求。

6.4.3 抗震设计应遵循加强空间整体性、防止脆性破坏、加强模块间连接等抗震概念设计基本原则。

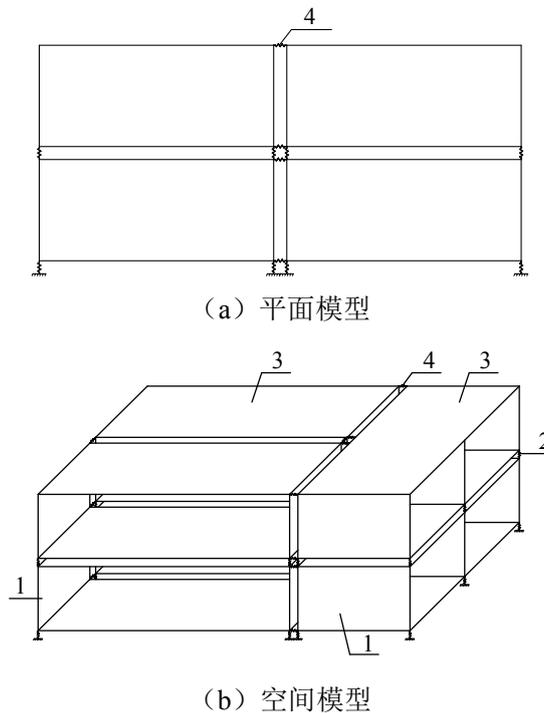
6.4.4 模块建筑计算假定应符合下列规定：

1 计算结构位移时，可采用分块刚性楼板假定，计算结构内力时，应采用弹性楼板假定；

2 双层模块间考虑脱开进行计算分析；

3 模块墙板与模块顶、底板交接位置应按整体浇筑的刚接假定；

4 模块建筑的组合方式为并列式时，宜采用平面结构模型进行分析，如图 6.4.4 (a) 所示；当组合方式为其他形式时，宜采用空间结构模型进行分析，如图 6.4.4 (b) 所示。



1—模块墙板；2—模块竖向连接；3—模块顶板；4—模块水平连接

图 6.4.4 模块建筑计算简图

6.4.5 模块建筑整体设计应符合下列要求：

1 模块建筑的组合方式为并列式，可采用底部剪力法进行计算；

2 模块建筑的组合方式为纵横交错式及其他组合形式，宜建立空间模型采

用振型分解反应谱法进行整体分析。

6.4.6 对持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况，结构构件承载能力极限状态设计表达式符合下列规定：

1 持久设计状况下，结构构件截面设计，应满足下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (6.4.6-1)$$

2 地震设计状况下，结构构件截面设计，应满足下式要求：

$$S \leq R / \gamma_{RE} \quad (6.4.6-2)$$

式中： γ_0 —— 结构重要性系数，安全等级为一级时不应小于 1.1，安全等级为二级时不应小于 1.0；

R —— 结构构件承载力设计值；

S —— 构构件内力组合的设计值；

γ_{RE} —— 抗震设计承载力调整系数。

6.4.7 结构层间最大水平位移与层高之比，在风荷载和多遇地震作用下不应超过 1/550。

6.4.8 模块建筑采用叠箱体系时上下楼层的质量比不宜大于 1.5。

6.4.9 计算各振型地震影响系数所采用的结构自振周期，应计入非承重填充墙体的刚度影响予以折减，折减系数可取 0.6-0.7。

6.4.10 模块建筑在多遇地震弹性验算时，结构的阻尼比可取值为 0.05。

6.5 连接节点设计

6.5.1 模块建筑节点设计原则应符合下列规定：

1 连接节点应构造合理，传力可靠，具有必要的延性，避免产生应力集中，并按节点连接强于构件的原则设计；

2 模块间连接应做到强度高、可靠性好，预埋件的锚固破坏不宜先于连接件破坏。

6.5.2 螺栓直径不宜小于 14mm，螺栓的承载力计算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

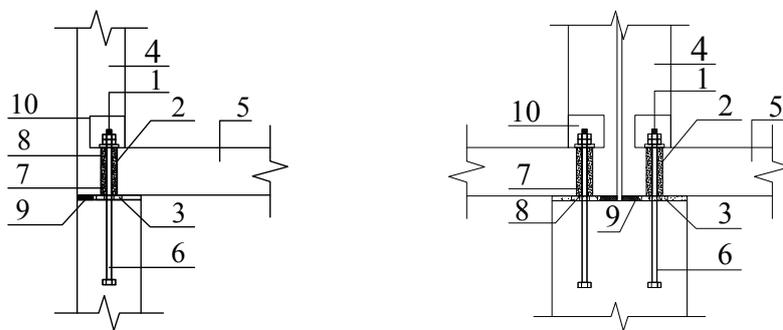
6.5.3 模块建筑的连接可考虑拆卸要求，应布置合理，便于施工安装。

6.5.4 模块建筑的连接应满足下列要求：

1 模块与基础相连（图 6.5.4-1）处，基础表面应平整洁净；

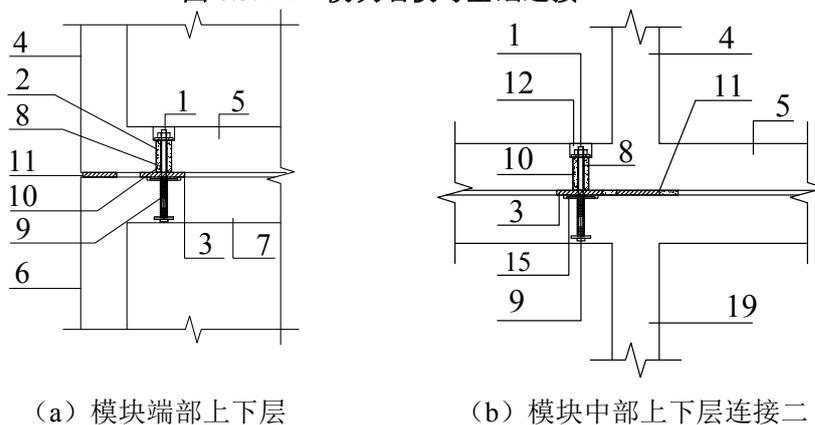
2 模块之间通过螺栓连接成整体，模块端部和中部的连接如图 6.5.4-2（a）和图 6.5.4-2（b），模块上下层十字型连接如图 6.5.4-2（c），模块顶部连接如图 6.5.4-2（d），模块墙体竖缝连接如图 6.5.4-2（e），后装侧墙连接如图 6.5.4-2（f）；

- 3 模块相连时应对齐，连接部位宜采用座浆或设钢垫片等措施；
- 4 连接孔周围应有构造加强措施，加强钢筋直径不宜小于 8mm。连接孔中心位置距墙边不宜少于 100mm；
- 5 模块竖向连接时，螺栓中心沿墙长方向间距不宜大于 2500mm；
- 6 模块水平连接时，墙板平面内连接宜采用预埋连接盒与螺杆组件相连，螺杆中心间距不宜大于 1000mm；墙板平面外连接宜采用螺栓连接；
- 7 当模块建筑在 6、7 度区分别不超过四、三层时，上下层模块间可不进行座浆，连接孔内可不采用灌浆措施；上下层模块间座浆时，座浆宜设置在上下层墙体对应位置，宽度不宜少于 150mm，厚度不宜少于 10mm；
- 8 后装纵墙与模块连接时，水平及竖向连接螺栓中心间距不宜大于 1200mm。



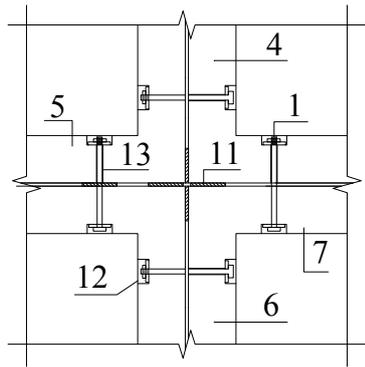
1—预埋螺栓；2—70 连接孔；3—封堵垫；4—首层模块侧墙；5—首层模块底板；
6—基础；7—灌浆料；8—套管；9—座浆或钢垫片；10—预留操作孔

图 6.5.4-1 模块墙板与基础连接

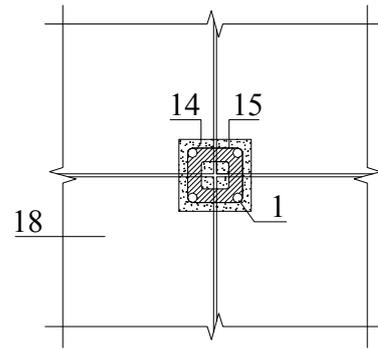


(a) 模块端部上下层

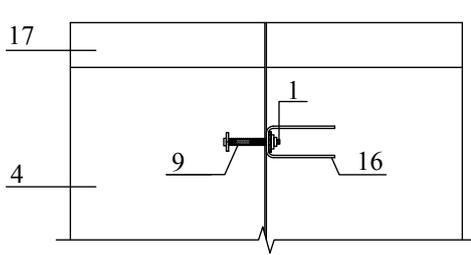
(b) 模块中部上下层连接二



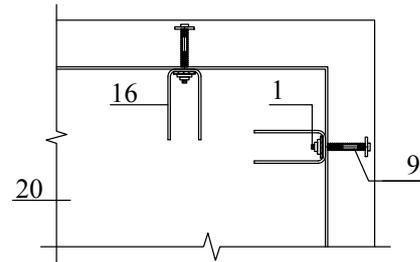
(c) 模块上下层十字型连接



(d) 模块顶部连接



(e) 模块墙体竖缝连接

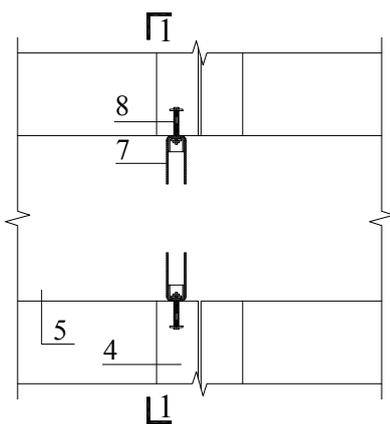


(f) 后装侧墙连接

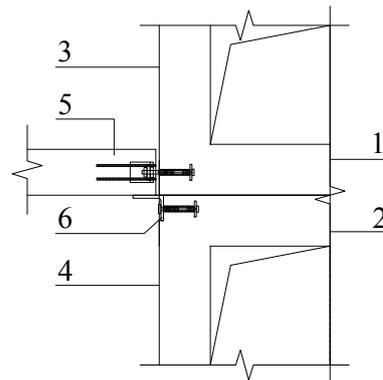
- 1—螺栓；2—连接孔；3—封堵垫；4—上层模块外侧墙；5—上层模块底板；
 6—下层模块外侧墙；7—下层模块顶板；8—套管；9—预埋套筒；10—灌浆料；
 11—座浆或钢垫片；12—凹槽；13—预留导孔；14—砂浆；15—连接钢板；16—连接盒
 17—上层模块顶板；18—顶层模块平面；19—模块中隔墙；20—后装侧墙

图 6.5.4-2 模块连接示意图

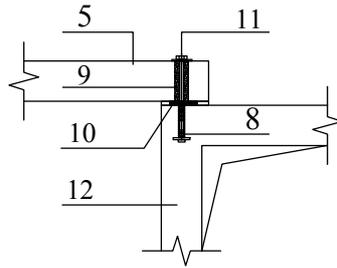
6.5.5 模块与框架结构、走道模块、电梯井等连接（图 6.5.5），应根据建筑功能合理设计，满足安全使用要求，便于安装施工及维护。



(a) 中间层模块与走道模块连接



(b) 1-1

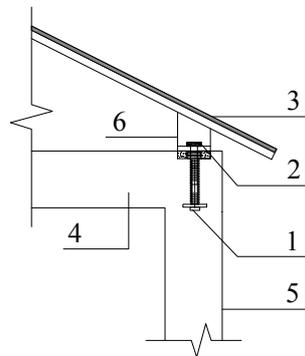


(c) 顶层模块与走道模块连接

- 1—上层模块底板；2—下层模块顶板；3—上层模块外侧墙；
 4—下层模块外侧墙；5—走道模块；6—钢板式连接件；7—连接盒；8—预埋套筒；
 9—灌浆料；10—座浆或钢垫片；11—螺栓；12—顶层模块

图 6.5.5 模块与走道模块连接示意图

6.5.6 模块与屋架可采用预埋件连接（图 6.5.6）。



- 1—预埋套筒；2—螺栓；3—屋架；
 4—模块顶板；5—模块侧墙；6—连接钢板

图 6.5.6 模块与屋架连接示意图

6.6 基础设计

6.6.1 模块建筑的地基基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

6.6.2 在地基和基础设计时，应考虑相邻建筑间的相互影响，宜加强基础的整体性、刚度和其他抗震措施。

6.6.3 底层模块应架空，且架空层周边宜采用砌体封堵，并应设置通风孔。

7 设备与管线系统设计

7.1.1 设备和管线应采用集成化、标准化设计，应符合下列规定：

- 1 给水排水、暖通空调、燃气、电气和智能化等设备与管线应综合设计；
- 2 设备和管线系统宜选用模块化产品，接口应标准化，并应预留扩展条件。

7.1.2 设备与管线应与主体结构分离，应方便维修更换，且不应影响主体结构安全。

7.1.3 设备与管线穿越楼板、墙体和模块时，应采取防水、防火、隔声、密封等措施。

7.1.4 线管、线槽宜明装，并进行装饰装修一体化处理。线管、线槽安装应符合现行国家标准《民用建筑电气设计标准》GB 51348 的有关规定。

7.1.5 给排水管穿楼板、墙板处应设套管，穿过厨房、卫生间、阳台、露台、屋顶、外墙等部位的管道应采取可靠防水措施。

7.1.6 电气和智能化设备与管线的设计，应满足模块生产、施工安装及使用维护的要求。

7.1.7 电气和智能化系统竖向主干线布置应保持安全间距，公共区域内如有电气竖井，竖向主干线应集中布置。

7.1.8 墙板、楼板管路入盒宜采用端接头与内锁母连接，并一管一孔。

7.1.9 设备管线接入（引出）室外时，敷设位置应尽量避免与基础的干涉。

7.1.10 设备各专业的管线应定位准确，各管线相互之间以及与建筑结构之间均应进行碰撞检查，避免碰撞干涉。

7.1.11 建筑的室内暖通设计应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 和《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309 的有关规定。

7.1.12 设备与管线的抗震设计应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定。

7.1.13 防雷引下线应设专线，应沿建筑物外墙表面明敷，并经最短路径接地。

。

8 制作与运输

8.1 一般规定

8.1.1 模块制作单位应具备满足模块质量要求的生产设施,建立完善的质量管理体系,并建立质量可追溯的信息化管理系统。

8.1.2 模块制作前,应完成模块深化设计,设计深度应满足生产、运输和安装等技术要求。

8.1.3 模块制作前应进行技术交底和专业技术操作技能培训。

8.1.4 模块制作的质量过程控制应符合下列规定:

1 各工序应形成流水作业,每道工序均应按工艺要求进行质量控制,实施工序检验;

2 相关专业及工种之间应进行交接检验;

3 上道工序质量检验不符合相关标准规定及设计要求时,不应进行下道工序;

4 隐蔽工程应验收合格后再进入下一道工序,并形成隐蔽工程验收文件。

8.1.5 模块制作应采取防止破损或污染的保障措施。

8.2 制作准备

8.2.1 模块采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备等应按相关标准、设计文件要求进行进厂验收;对涉及结构安全、节能、环境保护和主要使用功能的试件及材料,应按规定进行取样送检。

8.2.2 超高性能混凝土原材料进场抽检项目应符合下列规定:

1 钢纤维抽检项目应包括抗拉强度、弯折性能、尺寸偏差和杂质含量;

2 其他原材料抽检项目应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的相关规定。

8.2.3 模具除应满足强度、刚度和整体稳定性要求外,还应满足模块预留孔、插筋、预埋吊件及其他预埋件的安装定位要求。

8.2.4 超高性能混凝土拌合物质量应符合现行国家标准《活性粉末混凝土》GB/T 31387 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

8.3 模块制作

8.3.1 模块的主体制作应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

8.3.2 模具安装前应按要求涂抹隔离剂，模具应安装牢固、尺寸准确、接缝严密、不漏浆，模具尺寸允许偏差和检验方法应符合设计要求及表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 模具尺寸的允许偏差和检验方法

检验项目及内容		允许偏差 (mm)	检验方法
长度	≤6m	1, -2	用钢尺量平行构件高度方向,取其中偏差绝对值较大处
	>6m 且 ≤12m	2, -4	
	>12m	3, -5	
截面尺寸	墙板	1, -2	用钢尺测量两端或中部,取其中偏差绝对值较大处
	其他构件	2, -4	
对角线		3	用钢尺量纵、横两个方向对角线
侧向弯曲		$l/1000$ 且 ≤5	拉线,用钢尺测量侧向弯曲最大处
翘曲		$l/1000$	对角拉线测量交点间距离值的两倍
底模表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺检查
组装缝隙		1	用塞片或塞尺量
端模与侧模高低差		1	用钢尺量

注: l 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

8.3.3 模块芯柱以及肋间距尺寸允许偏差应符合表 8.3.3 的规定。

表 8.3.3 芯柱以及肋的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
芯柱	尺寸	±3	钢尺检查
	横向间距	±10	钢尺检查
	纵向间距	±10	钢尺检查
肋	尺寸	±3	钢尺检查
	横向间距	±10	钢尺检查
	纵向间距	±10	钢尺检查

8.3.4 预埋件和预留孔洞的数量、规格、位置、安装方式等应符合相关标准及设计要求，预埋件和预留孔洞的允许偏差和检验方法应符合表 8.3.4 的规定。

表 8.3.4 预埋件和预留孔洞的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
预埋连接件	中心线位置	5	钢尺检查
	安装平整度	±5	靠尺和塞尺检查

预埋管、预留孔	中心线位置	5	钢尺检查
	孔尺寸	±5	钢尺检查
门洞口	中心线位置	5	钢尺检查
	宽度、高度	±5	钢尺检查
预埋吊钉	中心线位置	5	钢尺检查
	外露长度	0, -5	钢尺检查
预留洞	中心线位置	5	钢尺检查
	尺寸	±5	钢尺检查

8.3.5 钢筋制品尺寸应准确，钢筋的下料及成型宜采用自动化设备进行加工，钢筋制品吊运入模前应对其质量进行检查，并应在检查合格后入模。

8.3.6 钢筋安装时，受力钢筋的牌号、规格、数量应符合设计要求，且应安装牢固，钢筋安装的允许偏差和检验方法应符合表 8.3.6 的规定。

表 8.3.6 钢筋安装的允许偏差和检验方法

检验项目及内容		允许偏差 (mm)	检验方法
受力钢筋	锚固长度	-20	钢尺检查
	间距	±10	钢尺量两端、中间各一点，取最大偏差值
	排距	±5	
	保护层厚度	±3	钢尺检查
钢筋弯起点位置		20	钢尺检查

8.3.7 在超高性能混凝土浇筑前应进行模块的隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

- 1 受力钢筋的品种、规格、数量、位置等；
- 2 预埋件的规格、数量、位置等；
- 3 连接件、吊环及预留孔洞的规格、数量、位置等；
- 4 钢筋的混凝土保护层厚度。

8.3.8 超高性能混凝土浇筑应连续进行，保证混凝土浇筑密实，纤维均匀分布。

8.3.9 超高性能混凝土应按批次留置试块，试块抗压性能应按现行国家标准《混凝土力学物理性能试验方法标准》GB/T 50081 有关规定进行测定，标准立方体试件尺寸为 100mm×100mm×100mm，每组 6 个试件。取与平均值偏差小于 15% 的试件平均值作为测定值，与平均值偏差小于 15% 的试件数量不应低于 4 个；否则，应重新进行试验。

8.3.10 模块的成型和养护宜在工厂内进行，可根据养护条件进行覆盖、喷涂养护剂养护，或采用蒸汽养护、电加热养护等养护方式。

8.3.11 蒸汽养护应分静停、升温、恒温和降温四个阶段，并应符合下列规定：

- 1 混凝土全部浇捣完毕后静停时间不宜少于 2h;
- 2 升温速度不得大于 15℃/h;
- 3 恒温时最高温度不宜超过 55℃, 恒温时间不宜少于 3h;
- 4 降温速度不宜大于 10℃/h。

8.3.12 模具的拆除应根据模具结构的特点及拆模顺序进行, 严禁使用震动模具方式拆除。

8.3.13 模块脱模起吊应符合下列规定:

- 1 模块脱模起吊时, 同条件养护混凝土立方体试块抗压强度应满足设计要求;
- 2 吊点设置应满足平稳起吊的要求。

8.3.14 模块脱模后需对其表面进行修整时, 应符合下列规定:

- 1 模块生产应设置修整场地, 在修整区域对模块进行清理、质量检查和修补;
- 2 对于外观缺陷, 应制定相应的修补方案, 并配有相应的修补材料和工具;
- 3 模块应在修补合格后驳运至合格品堆放场地。

8.4 模块集成

8.4.1 模块宜在工厂完成隔墙、设备管线安装以及装饰装修。

8.4.2 模块设备管线施工安装应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定, 并应符合下列规定:

- 1 模块水、暖系统的横向支管应预留不少于 150mm 的接管长度; 横向支管水平穿越相邻模块时, 可采用焊接、螺纹、法兰、卡套式专用管件连接, 预留的管道应采取临时封堵措施;

- 2 模块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施工前应做水压试验, 非承压管道和设备在隐蔽施工前应做灌水和通水试验, 试验合格后方可封闭墙面和吊顶, 应按设计要求填实穿墙套管与管道之间缝隙, 并将预留管道的预连接口进行临时密封与保护。

8.4.3 模块装饰装修工程应按现行国家标准《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327 的有关规定执行, 并应符合下列规定:

- 1 卫生间部品安装前应先进行地面基层和墙面防水处理, 并做蓄水试验; 当采用整体卫浴时, 可不进行蓄水试验;
- 2 装饰装修工程不应影响管道、设备等的使用和维修, 半成品、成品应做

好防护，不得污染和损坏。

8.4.4 模块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 和《智能建筑工程施工规范》GB 50606 等的有关规定执行，管道设备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，合格后进行墙面装饰。

8.4.5 模块出厂前，外围护系统、内部装饰装修、家具、部品、水电管线和接口器件等应有相应保护措施，且防水包装应密封可靠。

8.5 模块厂内验收

8.5.1 模块尺寸应满足设计要求，允许偏差及检验方法应符合表 8.5.1 的相关规定。

表 8.5.1 模块尺寸允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
长度	顶板、底板	<12m	±5
		≥12m	±10
	墙板	±4	丈量检查
宽度、高度、厚度	顶、底板的宽度和厚度	±5	钢尺量一端及中部，取其中偏差绝对值较大处
	墙板的高度、厚度	±3	
表面平整度	顶板、底板、墙板内表面	5	2m 靠尺和塞尺检查
	顶板、底板、墙板外表面	3	
翘曲	板	l/300	调平尺在两端量测
翘曲	墙板	5	调平尺在两端量测
对角线差	顶板、底板	10	钢尺量两个对角线
	墙板、门窗口	5	
挠度变形	顶板、底板下垂	0	拉线、钢尺量最大弯曲处
预留孔	中心线位置	5	丈量检查
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	10	丈量检查
	洞口尺寸、深度	±10	
门窗口	中心线位置	5	丈量检查
	宽度、高度	±3	
预埋件	预埋件锚板中心线位置	5	丈量检查
	预埋件锚板与混凝土面平面高差	0, -5	

	预埋螺栓中心线位置	2
	预埋螺栓外露长度	+10, -5
	预埋套筒、螺母中心线位置	2
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	0, -5
	线管、电盒、木砖、吊环在平面的中心线位置偏差	20
	线管、电盒、木砖、吊环与平面混凝土高差	0, -10

注：1 l 最长边的长度（mm）；

2 检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时，应沿纵横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

8.5.2 模块建筑的内部装修验收应按国家现行标准《建筑内部装修防火施工及验收规范》GB 50354、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T 304 的有关规定执行。

8.5.3 模块建筑的设备管线质量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、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 及《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 的有关规定及设计要求。

8.5.4 模块出厂前应进行室内环境污染物浓度测定，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。

8.5.5 模块出厂前应进行结构性能检验，结构性能检验应符合国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

8.5.6 模块制作过程中，质量证明资料应与产品同步形成、收集和整理，质量证明资料宜包括下列主要内容：

- 1 模块设计文件；
- 2 原材料质量证明文件、复试试验记录和试验报告；
- 3 超高性能混凝土试配资料、配合比通知单和强度报告；
- 4 模块结构验收资料；
- 5 模具检验资料；
- 6 模块装修验收资料；
- 7 单个模块室内环境验收资料；
- 8 模块产品合格证。

8.6 模块标识及出厂

8.6.1 模块出厂应有产品标识，实现一物一码，产品码由产品编号、工厂代码和

生产序列号组成，产品码所链接的信息宜包括下列内容：

- 1 项目名称；
- 2 栋号、楼层号、单元号、位置信息；
- 3 制作的起始及完成日期；
- 4 模块重量、重心位置、吊点位置；
- 5 制作单位名称或商标。

8.6.2 产品码应标注于堆放与安装时容易辨识且不易遮挡的位置。

8.6.3 产品码宜采用印章方式制作，其颜色、文字大小和顺序应统一。

8.6.4 模块出厂时应有产品合格证，并应在产品交付时提供，产品合格证应包括下列内容：

- 1 产品名称、商标；
- 2 制作单位名称、地址；
- 3 产品规格、类型；
- 4 生产日期；
- 5 检验部门印章、检验人员代码。

8.6.5 模块出厂时，应包括下列内容：

- 1 模块施工详图；
- 2 现场吊装和安装工艺说明书；
- 3 现场结构节点和连接部位施工设计图纸或技术要求；
- 4 现场装饰装修施工说明书；
- 5 设备管线连接的设计图纸或技术要求；
- 6 现场所需的材料、工具清单。

8.7 运输与堆放

8.7.1 模块的运输应符合下列规定：

- 1 模块运输过程中应固定可靠，并应采取防止损坏的措施；
- 2 运输工况复杂时应提前制定专项运输方案。

8.7.2 模块在工厂和工程现场堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应坚实、平整、无积水，并应对模块采取防雨、防污染等措施；
- 2 模块底部应设置临时垫块平整堆放，垫块高度不宜小于 100mm，垫块宜与模块墙板上下对齐；
- 3 重叠堆放时，每层的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据场地、构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；

4 堆放超过 3 个月及以上时，应采取通风、防震等措施。

9 施工安装

9.1 一般规定

9.1.1 模块建筑施工应采用合适的起重设备、配套工具与安装方法，制定合理的安装工序。

9.1.2 模块建筑施工前应对现场施工人员进行专业技能培训，作业前应向现场施工人员进行安全技术交底，特殊工种从业人员应持证上岗。

9.1.3 施工机具应处于正常工作状态并应在性能参数范围内进行使用，专用机具和工具应在合格检定有效期内。

9.1.4 模块进场后，应对其进行外观质量检查，并对产品合格证、质量证明资料等文件核查，合格后方可使用。

9.2 模块安装

9.2.1 模块建筑施工方案应包括下列内容：

- 1 整体进度计划：建筑总体施工进度计划、模块安装进度计划；
- 2 模块运输方案：车辆型号数量、模块装车方案、运输路线、现场装卸方法；
- 3 施工场地布置：场内通道、吊装设备、吊装方案、模块运输车摆放场地等；
- 4 专项施工方案：模块安装方案、测量方案、全过程的成品保护及修补措施等；
- 5 施工安全：吊装安全措施、专项施工安全措施，当模块吊装工程属于超过一定规模的危险性较大的工程范围，则专项施工方案应按相关规定办理相关手续；
- 6 质量管理：模块安装的专项施工质量管理；
- 7 绿色施工与环境保护措施。

9.2.2 施工前应结合场地条件、产品信息、吊装参数对吊装机械进行选型。

9.2.3 吊具应符合国家现行相关标准的有关规定，并经认定合格后方可投入使用。

9.2.4 吊装机具应满足吊装重量、构件尺寸及作业半径等施工要求，并经调试合格，符合施工要求。

9.2.5 模块安装使用的材料及配件等应按本标准第 10.2 节的要求进行进场验收，未经检验或不合格的产品不得使用。

9.2.6 安装前应复核模块连接节点构造和装配位置等。

9.2.7 模块在安装过程中，应符合下列规定：

1 模块的超高性能混凝土强度应符合设计要求，当设计无具体要求时，超高性能混凝土同条件立方体抗压强度不宜小于混凝土强度等级值的 75%；

2 应根据模块形状、尺寸及重量要求选择吊具，宜设置分配梁或分配桁架等专用吊具，并应保证吊车主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向重合；

3 施工全过程宜对模块及建筑附件、预埋件、预埋吊件等采取施工保护措施，不得出现破损或污染。

9.2.8 模块连接采用座浆时，应严格控制座浆料的流动性、和易性及配合比，铺设厚度应均匀，并应采取措施避免对室内造成污染。

9.2.9 螺栓连接节点应按设计值进行拧紧，采用专用力矩扳手拧紧，扭矩值应达到设计值及国家现行相关标准要求。

9.2.10 装配施工中连接处的连接件、座浆料应满足设计和规范的有关规定，采用焊接连接时应避免由于连续施焊引起模块及连接部位混凝土损坏。

9.2.11 螺栓及模块连接的允许偏差应符合表 9.2.11 的规定。

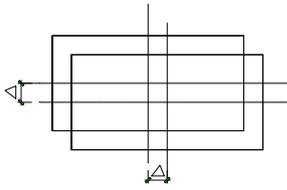
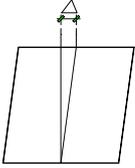
表 9.2.11 螺栓及模块连接的允许偏差

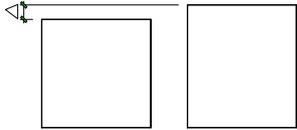
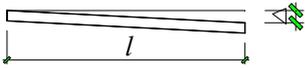
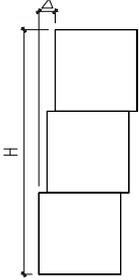
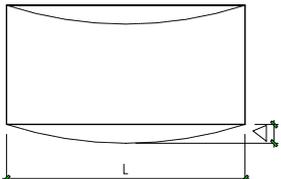
项目		允许偏差 (mm)
螺栓	螺栓中心偏移	±3
	螺栓外露长度	+30, 0
	螺纹长度	+30, 0
模块间连接	中心线与定位轴线距离	±3
	支承面标高	±1
	板顶水平度	l/500

注：l/500 中 l 为模块顶、底板测量方向边长。

9.2.12 模块建筑各层模块安装完成后，应对轴线、垂直度、标高等进行复核，主体安装的允许偏差应符合表 9.2.12 的规定。

表 9.2.12 模块主体安装的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差 (mm)	图例
模块底座中心线对定位轴线的偏移 Δ	10	
单层模块垂直度 Δ	5.0	

模块间板顶标高与设计标高之间高差 Δ	± 10	
模块间连接板顶水平度 Δ	$l/500$	
建筑整体垂直度 Δ	$\Delta \leq H/2500 + 10$, 且 $\Delta \leq 50.0$	
主体结构整体平面挠度 Δ	$L/250\text{mm}$, 且 ≤ 25.0	

注： $l/500$ 中 l 为模块间连接板测量方向边长。

9.3 设备与管线系统安装

9.3.1 模块建筑设备管线施工前应按设计图纸核对设备及管线相应参数，同时应对预埋套管、预留孔洞及开槽的尺寸和定位进行校核后方可施工。

9.3.2 模块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 模块拼装完成后，应进行水、暖立管和主管的连接安装，以及主管与模块内的横向支管的连接安装，并应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。排水、采暖系统连接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；

2 模块间通风及空调系统风管现场连接宜采用铆钉法兰连接形式，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。

9.3.3 模块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（图 9.3.3）。

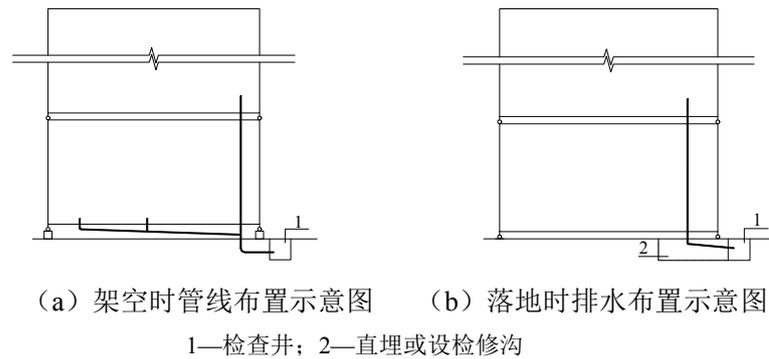


图 9.3.3 集成模块建筑底层架空示意图

9.3.4 电气管线的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 现场模块间线管可通过软管连接；
- 2 对于模块电气布线，在工厂敷设电气导管及模块内电气和智能化线缠绕时，跨模块线缆应预留足够长度并在现场穿软管连接；
- 3 模块拼装后，所有的模块应做等电位连接，模块外侧预留的螺栓宜采用铜芯地线相互连接，地线截面面积不应小于 16mm²。其它等电位连接工作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；
- 4 当采用模块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钢结构构件连接起来作为防雷引下线。

9.4 建筑接缝防火、防水处理

9.4.1 模块间的缝隙应进行防火封堵，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。

9.4.2 防火封堵施工前，施工单位应做好下列准备工作：

- 1 应逐一查验防火封堵材料、辅助材料的适用性、技术说明；
- 2 应按设计文件和相应产品的技术说明确认并修整现场条件，制定施工方案，并经相关单位审核批准后组织实施；
- 3 应根据工艺要求和现场情况准备施工机械、工具和安全防护设施等必要的作业条件。应对施工现场可能产生的危害制定应急预案，并应进行交底、培训和必要的演练。

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

9.4.4 对重要工序和关键部位应加强质量检查,隐蔽工程中的防火封堵应在隐蔽工程封闭前进行中间验收,并应填写相应的隐蔽工程质量验收记录。

9.4.5 模块建筑接缝防水构造处理,应符合设计要求和国家现行标准《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 及《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 的有关规定,模块建筑在雨期安装或施工中断时应采取临时防水措施。

10 质量验收

10.1 一般规定

10.1.1 模块建筑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 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定执行。

10.1.2 模块应按子单位工程在工厂进行验收，并应符合本标准第 8 章的有关规定，模块建筑应按单位工程在施工现场进行验收。

10.1.3 模块建筑分部工程划分及验收标准应符合表 10.1.3 的相关要求。

表 10.1.3 模块建筑分部工程划分及验收标准

序号	分部工程	执行的主要质量验收标准
1	地基与基础	《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
2	主体结构	《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
3	建筑装饰 装修	《建筑内部装修防火施工及验收规范》GB 50354 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T 304
4	屋面	《屋面工程质量验收规范》GB 50207 《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574 经评审备案的企业产品及其技术标准
5	建筑给排水 及采暖	《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
6	通风与空调	《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
7	建筑电气	《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
8	智能建筑	《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339
9	建筑节能	《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 及工程所在地地方节能标准
10	电梯	《电梯工程施工质量验收规范》GB 50310
11	消防	《建筑设计防火规范》GB 50016 《建筑内部装修防火施工》GB50354 《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB50166

10.1.4 模块循环利用时应经检测、鉴定满足设计要求，方可使用。

10.1.5 模块建筑工程验收时，除应按现行国家标准要求提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件；
- 2 模块、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告、性能检验报告、隐蔽工程验收记录、座浆材料强度检测报告、分项工程质量检验记录；

- 3 产品合格证;
- 4 安装施工记录;
- 5 外墙防水、屋面防水施工记录及质量检验记录;
- 6 重大质量问题的处理方案和验收记录;
- 7 主体沉降观测记录;
- 8 其他文件和记录。

10.2 模块进场验收

10.2.1 模块进场时应按本标准附录 B 的有关项目进行验收,并形成记录文件;其他预制构件进场验收应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

10.2.2 模块进场时应对其外观进行检测,模块外观质量应无严重缺陷,外观质量缺陷分类应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

10.2.3 模块不得有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差,其尺寸偏差及检验方法应符合本标准 8.5.1 条的有关规定。

10.2.4 模块超高性能混凝土强度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 的有关规定及设计要求。

10.2.5 模块的螺栓、预埋套筒、连接盒的规格、数量应符合设计要求。

10.2.6 模块检查合格后,应在模块表面上设置检验合格标识。

10.3 模块建筑主体验收

10.3.1 模块建筑安装尺寸允许偏差应符合本标准第 9.2.12 条的相关要求。

10.3.2 模块采用螺栓连接时,螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

10.3.3 构件接缝座浆强度应满足设计要求。

检查数量:按批检验,以每层为一检验批;每工作班组同一配合比应制作 1 组且每层不应少于 3 组边长 70.7mm 的立方体试件,标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法:检查座浆料强度试验报告及评定记录。

10.3.4 模块接缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：按批检验。每 1000m² 外墙（含窗）面积应划分为一个检验批，不足 1000m² 时也应划分为一个检验批；每个检验批应至少抽查一处，抽查部位宜为相邻模块的水平和竖向十字接缝区域，面积不得少于 10m²。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

10.3.5 模块建筑安装完 7d 以后、工程交付前，应进行室内环境质量验收，室内环境污染物浓度测定应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 的有关规定。

检查数量：抽检有代表性的房间室内环境污染物浓度，抽检数量不得少于 5% 并不得少于 3 间；房间数少于 3 间时，应全数检测。

检验方法：检查室内环境污染物浓度报告。

附录 A 模块连接节点参考

A.0.1 模块建筑中连接盒需通过试验及计算保证其承载力，连接盒的构造（图 A.0.1）应满足使用要求。

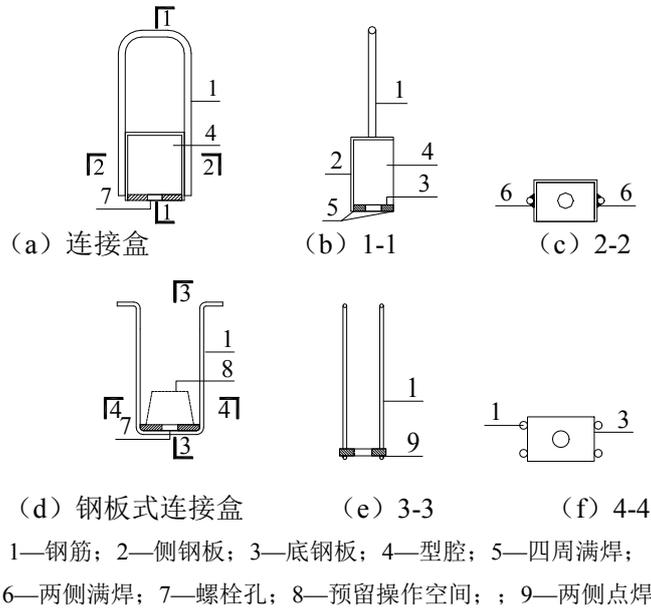


图 A.0.1 连接盒示意图

A.0.2 模块连接除参考本标准 6.5.4 的连接示意，亦可参考图 A.0.2 的连接。

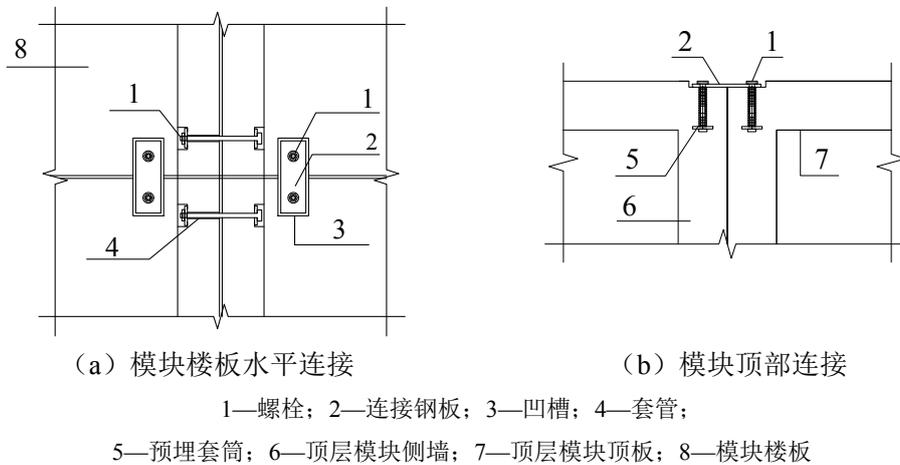
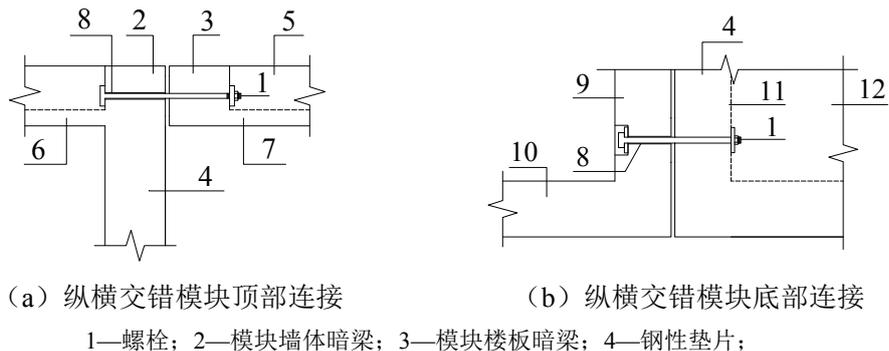


图 A.0.2 模块连接示意图

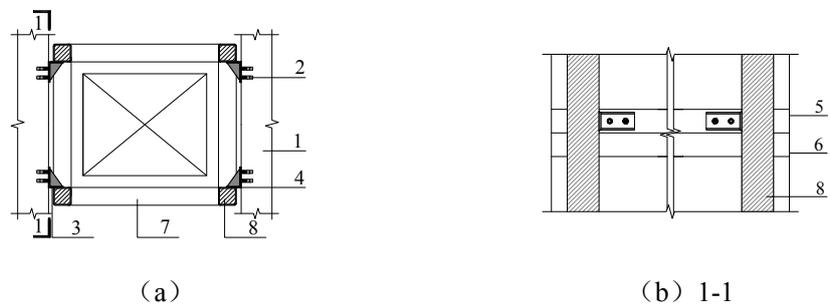
A.0.3 纵横交错的模块连接可参考图 A.0.3 的连接。



5—模块楼板肋槽；6—横向模块顶板；7—纵向模块顶板；8—套管；9—横向模块墙体暗柱 10—横向模块底板；11—纵向模块墙体暗柱；12—纵向模块侧墙

图 A.0.3 纵横交错模块连接示意图

A.0.4 模块与钢结构电梯、楼梯间等连接方式，如图 A.0.4。



1—模块；2—螺栓连接；3—方钢柱；4—焊接缝；
5—上层模块底板；6—下层模块顶板；7—钢结构梁；8—方钢柱

图 A.0.4 模块与钢结构电梯、楼梯间连接示意图

附录 B 模块进场验收记录

B.0.1 模块进场验收记录，如表 B.0.1。

表 B.0.1 施工现场模块进场验收记录

工程名称：

共 页

	模块安装部位		验收日期	年 月 日
	模块生产单位		模块生产日期	年 月 日
	模块类型名称及数量(按类型分别填写) (件)		模块进场总数量(件)	
	模块产品码		模块合格证编号	
	验收项目	验收内容		验收结论
质量证明 文件	钢筋性能检测报告	报告数量是否正确，结论是否明确		
	混凝土强度报告	报告数量是否正确，结论是否明确		
	带面砖或石材饰面的模块	报告数量是否正确，结论是否明确		
模块外观质量 模块外观质量	模块抗渗性检验	报告数量是否正确，结论是否明确		
	出厂检验资料	混凝土强度、观感质量、外形尺寸、预埋件、钢筋位置安装偏差等出厂检验资料是否完整		
	唯一性信息化标识情况	是否采用芯片或产品码，标识是否明显		
	芯片或产品码信息内容	包含项目名称；栋号、楼层号、单元号、位置信息；制作的起始及完成日期；模块重量、重心位置、吊点位置；制作单位名称或商标等		
	表面缺陷情况	是否有裂缝、蜂窝、夹渣、疏松、孔洞、露筋情况		
	外形缺陷情况	是否有缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等		
	连接部位缺陷情况	模块连接处混凝土是否有缺陷及模块连接件松动等		
模块尺寸、 位置	模块长度、宽度、高(厚)度、表面平整度、翘曲、对角线差	允许偏差是否符合本标准表 8.5.1 要求		
	模块预留洞、预留孔、预埋件	中心线位置偏移、孔尺寸允许偏差等是否符合本标准表 8.5.1 要求		
	螺栓连接	螺栓中心偏移、外露长度允许偏差等是否本标准表 9.2.11 的要求		
	模块预留吊点、固定点	吊点、固定点位置和加固措施是否符合相关要求		
施工单位现场 验收结论：	监理(建设)单位核查结论：			

施工单位项目专业质量员： 年 月 日	监理（建设）单位核查人员： 年 月 日
施工单位项目 专业技术负责人： 年 月 日	项目专业监理工程师（建 设单位项目现场工程师）： 监理（建设）项目部（章） 年 月 日
<p>1、根据 GB 50204-2015 《混凝土结构工程施工质量验收规范》要求：外观应全数检查，尺寸检查：同一生产企业、同一品种模块，不超过 100 个为一批，每批抽查模块数量的 5%，且不少于 3 件，应存留相应检查记录；</p> <p>2、质量证明文件中的报告均为有相应资质的检测单位出具的检测报告。</p>	

用词说明

1 为了便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首选应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

- 《建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》 GB/T 5836.1
- 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624
- 《合成树脂乳液外墙涂料》 GB/T 9755
- 《溶剂型外墙涂料》 GB/T 9757
- 《建筑幕墙》 GB/T 21086
- 《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料 (EPS) 》 GB/T 10801.1
- 《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (XPS) 》 GB/T 10801.2
- 《室内装饰装修材料有害物质限量》 GB 18580~18588
- 《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》 GB/T 19666
- 《活性粉末混凝土》 GB/T 31387
- 《给水用抗冲改性聚氯乙烯(PVC-M)管道系统》 GB/T 32018
- 《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
- 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 《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
- 《建筑采光设计标准》 GB 50033
- 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 《混凝土力学物理性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
- 《混凝土质量控制标准》 GB 50164
- 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
- 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB 50202
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 《屋面工程质量验收规范》 GB 50207
- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB 50210

《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222
《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
《电梯工程施工质量验收规范》 GB 50310
《民用建筑工程室内环境污染控制标准》 GB 50325
《住宅装饰装修工程施工规范》 GB 50327
《智能建筑工程质量验收规范》 GB 50339
《屋面工程技术规范》 GB 50345
《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
《建筑内部装修防火施工及验收规范》 GB 50354
《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB 50411
《墙体材料应用统一技术规范》 GB 50574
《智能建筑工程施工规范》 GB 50606
《钢结构焊接规范》 GB 50661
《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
《通风与空调工程施工规范》 GB 50738
《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981
《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
《民用建筑电气设计标准》 GB 51348
《建筑防火封堵应用技术标准》 GB/T 51410
《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
《混凝土结构通用规范》 GB 55008
《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
《合成树脂乳液砂壁状建筑涂料》 JG/T 24
《玻璃幕墙工程技术规范》 JGJ 102
《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114
《金属与石材幕墙工程技术规范》 JGJ 133
《钢筋机械连接用套筒》 JG/T 163
《多联机空调系统工程技术规程》 JGJ 174

《铝合金门窗技术规范》 JGJ 214
《建筑外墙防水工程技术规程》 JGJ/T 235
《住宅室内防水工程技术规范》 JGJ 298
《人造板材幕墙工程技术规范》 JGJ 336
《住宅室内装饰装修设计规范》 JGJ 367
《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》 JGJ/T 304
《建筑通风效果测试与评价标准》 JGJ/T 309
《装配式整体卫生间应用技术标准》 JGJ/T 467
《装配式整体厨房应用技术标准》 JGJ/T 477
《混凝土接缝用建筑密封胶》 JC/T 881

中国工程建设标准化协会标准

超高性能混凝土集成模块
建筑技术标准

Technical Standard for Precast Integrated Module building Made of
Ultra-High Performance Concrete

T/CECS XXX-2023

条文说明

目 次

1 总 则	50
4 材料	51
4.1 超高性能混凝土.....	51
4.4 内部装修及设备管线材料.....	61
5 建筑设计	52
5.1 一般规定.....	52
5.2 模块组合.....	52
5.4 建筑保温、防火与防水.....	52
6 结构设计	53
6.1 一般规定.....	53
6.3 模块设计.....	53
6.4 结构整体计算与分析.....	53
8 施工安装	56
8.1 一般规定.....	56
8.2 模块安装.....	56

1 总则

1.0.2 超高性能混凝土集成模块建筑当前主要用于住宅、宿舍、办公楼等。

4 材料

4.1 超高性能混凝土

4.1.1 活性粉末混凝土是超高性能混凝土中的一种，由于目前超高性能混凝土国家标准暂未发布，现参考活性粉末混凝土的国家标准。《活性粉末混凝土》GB/T 31387-2015 中规定，超高性能混凝土不宜采用粗骨料。新的超高性能混凝土国家标准发布后，建议采用新的标准规定。

4.1.5、4.1.6 钢纤维长径比为 100 时，超高性能混凝土轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 可参考表 1，超高性能混凝土轴心抗拉强度设计值 f_t 可参考表 2。

表 1 超高性能混凝土轴心抗拉强度标准值

钢纤维体积掺量	强度等级			
	UHPC100	UHPC120	UHPC140	UHPC160
1.5	5.8	6.9	8.1	9.2
2	6.1	7.3	8.6	9.8
3	6.8	8.1	9.6	10.9

表 2 超高性能混凝土轴心抗拉强度标准值

钢纤维体积掺量	强度等级			
	UHPC100	UHPC120	UHPC140	UHPC160
1.5	4.0	4.8	5.6	6.3
2	4.2	5.0	5.9	6.8
3	4.7	5.6	6.6	7.5

4.4 内部装修及设备管线材料

4.4.4 《室内装饰装修材料有害物质限量》GB 18580~18588 包含标准为《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量》GB 18580；《木器涂料中有害物质限量》GB 18581；《建筑用墙面涂料中有害物质限量》GB 18582；《室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量》GB 18583；《室内装饰装修材料 木家具中有害物质限量》GB 18584；《室内装饰装修材料壁纸中有害物质限量》GB 18585；《室内装饰装修材料 聚氯乙烯卷材地板中有害物质限量》GB 18586；《室内装饰装修材料 地毯、地毯衬垫及地毯用胶粘剂中有害物质释放限量》GB 18587；《混凝土外加剂释放氨的限量》GB 18588。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.2 一般根据其使用类别和所处气候分区，保温、隔热、通风设计需符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 和地方节能设计标准的有关规定，可根据工程情况增加外保温、内保温等节能措施。采光设计需符合现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 的有关规定。照明设计需符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的有关规定。隔声设计需符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定。防火和疏散设计需符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，防雷设计需符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定，防水设计需符合国家现行标准《屋面工程技术规范》GB 50345、《住宅室内防水工程技术规范》JGJ 298、《建筑室内防水工程技术规程》CECS 196 等的有关规定。

5.2 模块组合

5.2.1 单个模块尺寸和重量需考虑运输设备、道路条件、现场吊装条件的限制。单空间模块是否需要一体化内墙支撑，根据结构计算确定。

5.4 建筑保温、防火与防水

5.4.7 当采用坡屋面时，建议采用轻钢屋面或膜结构屋面，利用屋面坡度和成品天沟排水；当采用平屋面时，建议采用叠合现浇钢筋混凝土屋面，需对顶层模块间缝隙采取防漏浆处理措施，利用材料找坡和成品天沟排水。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.2 当房屋高度、层数超过表中数值时，为提高超高性能混凝土集成模块建筑的抗震性能，需采用有效加强措施。

6.1.5 本标准采用现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中裂缝控制等级的划分标准。

6.3 模块设计

6.3.5 模块采用芯板或肋板构造，钢筋建议布置在肋中。

6.3.7 模块建筑结构构件承载力极限状态设计和正常使用极限状态设计，需符合国家现行标准中超高性能混凝土结构设计的一般规定。正截面假定可按现行规范规定，参考目前超高性能混凝土结构研究和正在编制的标准，承载力公式中，可以考虑超高性能混凝土材料的抗拉强度贡献。

6.4 结构整体计算与分析

6.4.5 1 利用底部剪力法计算出楼层剪力，可不考虑模块之间的摩擦，通过抗剪和整体抗倾覆验算，确定各层螺栓数目和螺栓直径大小。

2 模块上下连接需采用座浆、垫片等方式保证墙板密实接触传力，模块建筑采用平面模型或空间模型进行结构分析，假定各模块间脱开，采用铰接相连。铰接需考虑连接螺栓刚度的影响。

(1) 模块建筑整体验算，根据验算结果进行模块构件截面设计和连接设计。构件截面设计将参考湖南大学主编的协会标准《超高性能混凝土结构技术规程》中的相关计算方法。

(2) 螺栓连接用弹性连接的边界条件模拟，简化成三个方向的弹性连接，其弹性刚度根据连接螺栓相关参数进行等效计算，不考虑转动刚度。在分析软件中平面模型以梁单元建立模型，空间模型以板单元建模整体分析。

(3) 弹性连接中螺栓刚度的计算，假定为弹性连接边界时的刚度计算公式：



图 1 连接计算假定示意图

假定为弹性连接边界时的刚度计算公式：

$$D_x = \frac{EA}{l_0} \quad (1)$$

$$D_y = D_z = \frac{GA}{l'_0} \quad (2)$$

$$R_x = R_y = R_z = 0 \quad (3)$$

式中： D_x ——弹性连接的轴向刚度（N/mm）；

D_y 、 D_z ——弹性连接的切向刚度（N/mm）；

E ——连接螺栓的弹性模量（MPa）；

G ——连接螺栓的剪切模量（MPa）；

l_0 ——连接螺栓轴向刚度计算时的计算长度（mm）；

l'_0 ——连接螺栓切向刚度计算时的计算长度（mm）；

R_x 、 R_y 、 R_z ——弹性连接的转动刚度（ $N \cdot mm / [rad]$ ）。

式（1）、式（2）中，计算长度 l_0 、 l'_0 的取值直接影响“弹性连接”的刚度，弹性连接的刚度大小对整体计算的內力和变形结果有一定影响。在式（1）~式（3）中，当偏大取 l_0 、 l'_0 的长度为双层板厚之时，应该是较为保守的取值。

6.4.7 当底层采用钢框架时，在多遇地震作用下，弹性层间位移角限值为1/550。当楼梯间、电梯间等采用钢结构时，弹性层间位移角限值为1/250。

9 施工安装

9.1 一般规定

9.1.1 3层及以上模块建筑施工时，需根据情况编制施工组织设计以及配套的专项施工方案。

9.2 模块安装

9.2.2 如吊装模块最小重量为 10t，最小吊装工作幅度为 7.7m，据此进行吊装机械选型。