

陕西省土木建筑学会标准

T/SXCEAS 004-2024

装配式混凝土模块结构技术规程

Technical specification for prefabricated concrete
modular structures

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

陕西省土木建筑学会 发布

陕西省土木建筑学会标准

装配式混凝土模块结构技术规程

Technical specification for prefabricated concrete

modular structures

T/SXCEAS 004-2024

批准部门：陕西省土木建筑学会

实施日期：2024 年××月××日

×××××出版社

2024 陕西

前 言

本规程是根据陕西省土木学会《关于〈装配式混凝土模块结构技术规程〉团体标准制(修)订立项的公示》(陕土建会标〔2024〕5号)的要求,由西安建筑科技大学、陕西科固兆业新型建材科技有限公司会同有关单位组织编制完成的。

本规程在制定过程中,标准编制组开展了广泛调查研究,进行了相关的试验研究,认真总结试验成果和实践经验,参考有关国内标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本标准。

本规程共分10章和3个附录,主要技术内容是:总则、术语和符号、基本规定、材料、建筑设计、结构设计、设备与管线系统设计、制作与运输、施工安装、质量验收、附录A、附录B、附录C。

本规程由西安建筑科技大学负责日常管理及具体技术内容的解释,本规程在执行过程中请各单位注意总结经验,积累资料,随时将有关意见和建议反馈给西安建筑科技大学工程学院(通信地址:西安市雁塔路13号,邮政编码:710055, E-mail:@126.com),以供今后修订时参考。

主编单位:

参编单位:

主要起草人:

主要审查人:

目 次

1	总 则.....	1
2	术语和符号.....	1
	2.1 术 语.....	2
	2.2 符 号.....	3
3	基本规定.....	5
4	材 料.....	7
	4.1 结构材料.....	7
	4.2 装饰装修材料.....	8
	4.3 其他材料.....	9
5	建筑设计.....	10
	5.1 一般规定.....	10
	5.2 模块及组合.....	10
	5.3 建筑平立面设计.....	13
	5.4 建筑防水设计.....	14
	5.5 建筑保温及防火设计.....	15
	5.6 装饰装修设计.....	15
6	结构设计.....	18
	6.1 一般规定.....	18
	6.2 结构体系与结构布置.....	19
	6.3 模块单元设计.....	20
	6.4 结构整体计算与分析.....	26
	6.5 连接节点设计.....	28
7	设备与管线系统设计.....	30
8	制作与运输.....	31
	8.1 一般规定.....	31
	8.2 制作准备.....	32
	8.3 模 具.....	33
	8.4 模块单元制作.....	35
	8.5 模块单元检验.....	37
	8.6 吊装、运输、存放及防护.....	40
9	施工安装.....	43
	9.1 一般规定.....	43
	9.2 施工准备.....	44
	9.3 模块单元安装与连接.....	45
	9.4 施工安全与环境保护.....	48
10	质量验收.....	50

10.1 一般规定.....	50
10.2 模块单元进场验收.....	51
10.3 模块单元安装与连接.....	51
10.4 设备管线安装.....	52
附录 A 建筑防水构造.....	53
附录 B 连接节点构造.....	54
附录 C 楼梯单元设计.....	58
本规程用词说明.....	60
引用标准名录.....	61

1 总 则

1.0.1 为推动现代建筑业高质量发展，实现新型建筑工业化，带动建筑业转型升级，规范混凝土模块化建筑的技术要求，推进快速、优质、绿色及智能建造，并做到建筑安全适用、技术先进、经济合理、施工方便，制定本规程。

【条文说明】1.0.1 为贯彻国家以新型建筑工业化带动建筑业全面转型升级的方针政策，本规程根据近年来的科研成果和工程实践经验，总结了工业化程度较高的混凝土模块化建筑的相关应用情况，特编制本规程，以推广这一新型的工业化建筑体系的使用。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度 8 度及 8 度以下、建筑层数不超过 6 层、高度不超过 24m 的居住建筑，小型公共建筑可参照本规程执行。

1.0.3 混凝土模块化建筑的设计、生产、运输、施工与安装、验收及运营维护，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 混凝土模块化建筑 concrete modular buildings

由在工厂内制作完成的标准化预制混凝土空间模块单元，通过现场装配连接而成的混凝土模块化结构建筑，本规程简称为模块化建筑。

【条文说明】2.1.1 混凝土模块化建筑具有标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理和智能化应用等技术特点，快速建造、高度集成、施工便捷、节约资源、灵活应用的技术优势。

2.1.2 混凝土模块化结构 concrete modular structure

由混凝土模块单元在施工现场采用干式或局部湿式连接拼装形成的结构，本规程简称为模块化结构。

2.1.3 混凝土模块单元 concrete modular unit

在工厂预制完成，由钢筋混凝土剪力墙、梁和楼板等共同组成的标准化建筑空间模块，是混凝土模块化建筑的基本单元，本规程简称为模块单元。

2.1.4 楼梯单元 stair unit

由钢筋混凝土墙体、梯段板、梯梁和平台板等组成的独立模块单元，该单元可在工厂全部预制和拼装完成，也可以在工厂预制，现场拼装。

2.1.5 对穿螺栓连接 cross-threaded 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并穿出墙体用螺母紧固，使模块连成整体。

2.1.6 接缝 joint

相邻混凝土模块单元之间的缝隙，分为水平接缝和竖向接缝。

2.1.7 水平接缝连接 horizontal joint

相邻模块间水平方向缝隙，采用盒式连接或套筒插筋灌浆连接的方式将模块竖向连接成一个整体。

2.1.8 竖向接缝连接 vertical joint

相邻模块间垂直方向缝隙，采用对穿螺栓连接的方式将模块水平方向连接成一个整体。

2.1.9 空间模数参考系统 spatial modular reference system

用于描述模数网格的参考系统，该系统中的模数网格尺寸在开间、进深以及层高三个参考平面中可以是不同的，将模块单元及其部品部件置于此空间参考

系统中，选取适宜的基本模数网格尺寸来进行模数协调。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

f_{ck} 、 f_c —— 混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；

f_{tk} 、 f_t —— 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 —— 螺栓抗剪强度设计值；

f_{yw} —— 垂直穿过结合面的纵筋及螺栓抗拉强度设计值；

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；

G —— 模块的重力荷载标准值；

W —— 模块的墙面所受风荷载标准值；

F_{Ai} —— 吊点 A_i 的吊点力；

M_g —— 模块自重标准值下的抗倾覆力矩；

M_w —— 风荷载标准值作用下的倾覆力矩；

V_{uE} —— 地震设计工况下模块墙体水平接缝剪力设计值；

N_w —— 风荷载标准值作用下的水平力；

N —— 与剪力设计值相应的垂直于结合面的轴向力设计值；

2.2.3 几何参数

d —— 钢筋直径；

h —— 模块墙体截面厚度；

L —— 模块长度；

B —— 模块宽度；

H —— 模块高度；

L' —— 模块重心点到倾覆支点的距离；

A_{sw} —— 垂直穿过结合面的钢筋及螺栓面积之和；

X_i 、 Y_i ——吊点的坐标点；

X_r 、 Y_r ——吊点的中心坐标点；

X_0 、 Y_0 ——模块单元的重心坐标点；

e_x 、 e_y ——吊点中心坐标点与模块重心坐标点的偏心距；

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 混凝土模块化建筑应按照全寿命期可持续发展的原则，实现标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理和智能化应用。符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的规定。

【条文说明】3.0.1 混凝土模块化建筑的最大的特点，是它由若干个模块单元所组成，必要时，模块单元中还可以配置若干个功能单元。模块化建筑是一个系统工程，系统性和集成性是它的基本特征，通过系统集成的方法，实现设计、采购、生产、运输、施工安装和运营维护全过程的一体化。

混凝土模块化建筑区别于传统建筑，将大量的现场作业转移到工厂中完成，同时，模块单元在工厂生产时集成了设备管线与内装，不仅需要各专业的协同设计，更需要不同单位间的紧密配合，因此建议采用 EPC 总承包模式，便于项目实施。

3.0.2 混凝土模块化建筑应采用面向制造和装配的设计方法，对模块化建筑的设计、生产、运输、安装等各个环节进行统筹，实现建筑设计的全过程协同工作。

【条文说明】3.0.2 混凝土模块化建筑的协同设计是工厂化生产、装配化施工建造的前提，应把一体化设计贯穿到工程设计全过程中，在整个建造过程中，实现全产业链上的各行业、各专业之间全过程的紧密合作；在设计的同时考虑工厂生产和现场装配的可实现性，对模块单元进行优化，从而提高模块化建筑的建造效率及质量，降低整体生产安装成本。

3.0.3 混凝土模块化建筑应满足建筑的适用性、安全性、耐久性等要求。

3.0.4 模块单元的设计应对结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统等进行综合协调。混凝土模块化建筑设计应按一体化设计原则，实现给排水、暖通、电气和装饰装修等各个专业协同，确保模块化建筑设计的系统性和完整性。

【条文说明】3.0.4 混凝土模块化建筑是由结构系统、外围护系统、设备管线系统和内装系统等四大系统组成，是将预制部品部件通过模数协调，并以模块单元为单位在工厂进行制作安装，运送到现场后进行拼接组装，因此内装体系、设备管线的设计等均应前置，进行精细化的多专业管线综合设计。

3.0.5 混凝土模块化建筑设计应在满足功能要求的基础上遵循模数协调和少规格、多组合的原则，实现模块单元的模数化、系列化和通用化。

【条文说明】3.0.5 模块的建筑设计，应进行模数协调，以满足建造装配化与部品部件标准化、通用化的要求。标准化设计是实施模块化建造的有效手段，没有标准化就不可能实现结构系统、外围护系统、设备与管线系统以及内装系统的一体化集成。模数和模数协调是实现模块化建筑标准化设计的重要基础，有利于减少部品部件的规格种类，提高部品部件的重复使用率，有利于提高建造速度和工人的劳动效率，从而降低造价。宜通过新材料、新工艺的使用，满足建筑外立面的美观要求，实现标准化和多样化的辩证统一。

3.0.6 混凝土模块化建筑的连接及接缝应构造合理、安全可靠，并应实现标准化、通用化。

【条文说明】3.0.6 混凝土模块化建筑的设计采用标准化的模块单元和节点，以减小模块的尺寸和种类，模块化建筑应注重模块单元之间的连接节点的选型和设计，保证连接接口的标准化、通用化。

3.0.7 混凝土模块化建筑公差系统包括制作公差和安装公差，应根据模块单元的安装部位、加工制作及施工精度等要求确定。

【条文说明】3.0.7 与传统的建筑方法相比，模块化建筑有更多的连接接口。规定公差是为了建立模块单元之间，以及模块单元与各个功能系统之间的尺寸协调关系，以保证各种模块单元和各功能系统在施工现场能准确地装配在一起，安装接缝、放线定位中的偏差控制在允许的范围內，使接口的功能、质量和美观均达到设计预期的要求。

4 材 料

4.1 结构材料

4.1.1 模块化结构中采用的混凝土、钢筋和钢筋机械连接接头应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 的有关规定。

4.1.2 模块化结构中采用的钢材应符合现行国家标准《钢结构通用规范》GB 55006 的有关规定。

4.1.3 模块化结构中结构构件采用的混凝土的强度等级应符合设计要求，且不应低于C30。混凝土强度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 的有关规定。

【条文说明】4.1.3 模块单元需经历生产、运输、安装施工等多道工序，为避免模块在以上工序中造成损坏，提高材料的利用效率，考虑在现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定的基礎上适当提高模块化结构混凝土的强度等级，要求最低强度等级不低于 C30。

4.1.4 各材料的技术指标应符合国家现行有关标准的规定，并应符合下列规定：

- 1 主要胶凝剂宜选用硅酸盐水泥；
- 2 砂的含泥量和泥块含量应分别不大于2%和0.5%；

4.1.5 当采用清水混凝土时，应符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定。

4.1.6 模块单元中非承重墙采用轻骨料混凝土时，应符合现行行业标准《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T 12 的有关规定，强度等级不宜小于 LC20。

【条文说明】4.1.6 为使得模块单元尽量轻质，容易吊装，对于模块化结构中的非承重墙体，应尽量减轻其重量。另外为避免模块单元中非承重墙体过多参与结构受力，造成结构计算分析偏差过大，应尽量采用强度等级较低的轻骨料混凝土。

4.1.7 模块化结构中采用的钢筋应满足设计要求，并应符合下列规定：

- 1 纵向受力钢筋宜采用HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500、HRB400E、HRB500E、HRBF400E、HRBF500E级钢筋；
- 2 箍筋宜采用HPB300、HRB400、HRBF400、HRB400E、HRBF400E、

HRB500、HRBF500、HRB500E、HRBF500E级钢筋；

3 普通热轧带肋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/T 1499.2 的有关规定；

4 热轧光圆钢筋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的有关规定。

【条文说明】4.1.7 纵向受力钢筋宜优先采用延性、韧性和焊接性较好的钢筋。钢筋强度等级的检验方法应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

4.1.8 当采用钢筋焊接网片时，钢筋焊接网片应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 3 部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3 的有关规定。

4.1.9 水平和竖向接缝连接件等采用的钢板、焊缝或螺栓等应符合国家现行标准《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定。

4.1.10 水平和竖向接缝连接件采用的套筒的力学性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的有关规定。

4.1.11 水平和竖向接缝用灌浆料、预留孔封堵用灌浆料等应采用成品干混料，其性能指标应符合表4.1.11的规定。

表 4.1.11 灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法标准
泌水率（%）		0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
流动度 (mm)	初始值	≥200	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	30min 保留值	≥150	
竖向膨胀率 (%)	3h	≥0.02	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	24h 与 3h 的膨胀率之差	0.02~0.50	
抗压强度 (MPa)	1d	≥35	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	28d	≥60	
氯离子含量（%）		≤0.03	《混凝土外加剂匀质性试验方法》 GB/T 8077

4.2 装饰装修材料

4.2.1 混凝土模块化建筑装饰装修工程宜采用节能环保材料，所用材料的品种、规格和质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016、《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327 和《住宅室内装饰装修

修设计规范》JGJ367 的有关规定。

【条文说明】4.2.1 为保障建筑环境安全健康，提高居住环境水平和工程质量，满足人民群众对建筑环境质量的要求，混凝土模块化建筑装饰装修工程中宜优先采用节能绿色环保材料。

4.2.2 混凝土模块化建筑装饰装修材料的耐火极限及燃烧性能等级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、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

混凝土模块化建筑装饰装修材料的放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定。

混凝土模块化建筑装饰装修材料的节能应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的有关规定。

4.3 其他材料

4.3.1 混凝土模块化建筑外墙用保温材料应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 和《外墙内保温工程技术标准》JGJ/T 261 的有关规定。

混凝土模块化建筑外围护墙体间的接缝用防水材料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。

4.3.2 混凝土模块化建筑内部隔墙间接缝用密封胶材料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。

4.3.3 模块单元中预留预埋钢连接件的防火涂料应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 的有关规定。

4.3.4 橡胶止水带、橡胶密封垫和遇水膨胀橡胶制品的性能应符合现行国家标准《高分子防水材料 第2部分：止水带》GB/T 18173.2和《高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3的规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 模块化建筑设计时，建筑、结构、给排水、暖通、内装、电气等各专业应协同设计，并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 的有关规定。

5.1.2 模块化建筑应功能合理，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。

【条文说明】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。

5.1.3 模块化建筑内装系统与部品选型应满足绿色环保要求，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 有关规定。

5.2 模块及组合

5.2.1 混凝土模块化建筑的平面尺寸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。

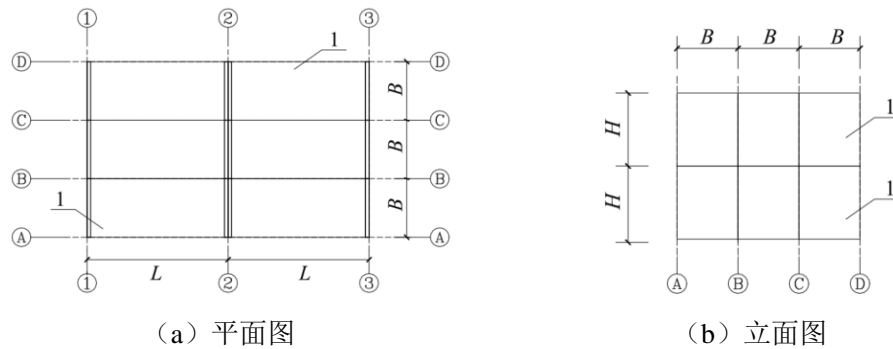
5.2.2 混凝土模块化建筑应以模块外边线作为定位轴线（图 5.2.2），模块单元的开间尺寸不宜超过 3.9m，进深尺寸不宜超过 12m；模数协调宜采用模数网格建立正交的三维空间模数参考系统，并应符合下列规定：

1 空间模数参考系统中模数网格的基本模数宜采用 1M（1M 等于

100mm)，模块单元及其内装部品在空间模数参考系统中确定模数协调的安装基准面时，宜以此为依据；

2 空间模数参考系统中模数网格的扩大模数宜采用 2M、3M 的扩大模数数列；

3 每个模块单元及其内装部品的安装基准面宜在空间模数参考系统中确定，模块单元之间、模块单元与内装系统之间以及各个内装系统之间的模数协调关系宜通过标准化接口和公差系统确立。

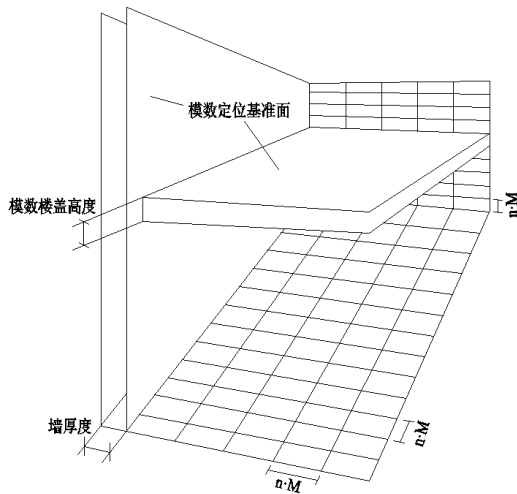


1—模块

图5.2.2 定位轴线示意

【条文说明】5.2.2 工业化建筑的前提是标准化，只有实现了标准化，才可能实现工业化的规模化生产。目前，工业发达国家水平方向的协调尺寸基本全部采用 3M。根据我国的国情，本规程提出在模块化建筑中的空间模数参考系统以基本模数 1M 作为基础，有条件时可以采用 2M 和 3M 作为模数网格的基本尺寸。

模数空间参考系统中三个方向的模数参考平面所采用的模数网格尺寸可以是不同的，将模块单元及其部品部件置于此空间参考系统中进行模数协调，通过节点和接口使其相互和谐地配合工作，使设计、施工及安装等各个环节的配合简单、明确、可靠，达到建造的高效率和经济性。



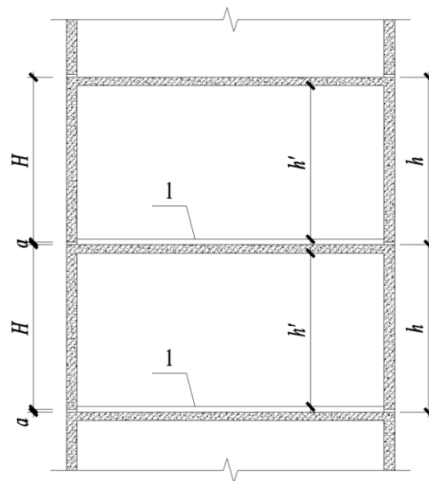
n —自然数； M —基本模数

图 1 模块单元及其内装部品定位的空间模数参考系统

5.2.3 混凝土模块化建筑层高的确定应符合下列规定：

1 混凝土模块化建筑的层高定位基准面应设置在模块单元楼板的结构完成面顶面。建筑层高为下层模块单元室内结构完成面至上层模块单元室内结构完成面之间的高度（图 5.2.3）；

2 当层高小于 3.6m 时，宜取 100mm 作为建筑层高的模数。



H —模块单元高度； h —建筑结构层高； h' —建筑净高；

a —坐浆层高度；1—室内地面装修完成面

图 5.2.3 混凝土模块化结构竖向布置及建筑层高

5.2.4 模块化建筑的组合可采用并列式、纵横交错式、纵横咬合式、悬挑式等形式（图5.2.4）。

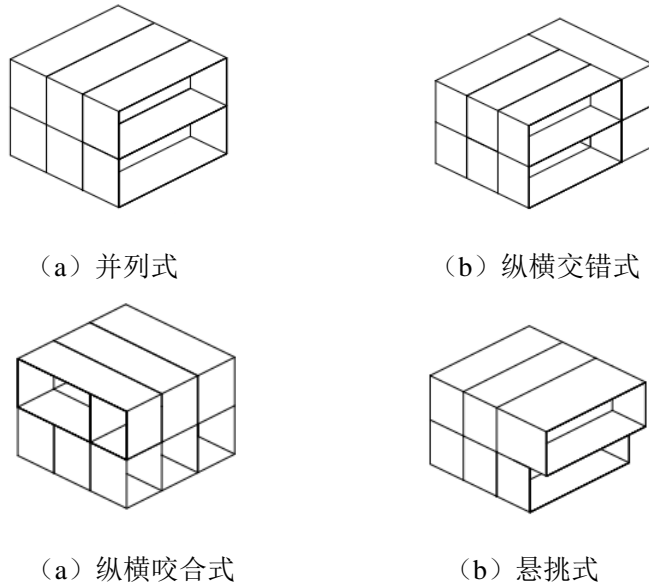


图5.2.4 模块组合示意图

5.3 建筑平立面设计

5.3.1 模块化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 模块化建筑的立面设计宜简洁顺畅，分隔尺寸应合理。

5.3.3 模块化建筑楼梯间设置应根据设计需求，可采用模块设置楼梯间（示意图详见本规程附录C）。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。

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。

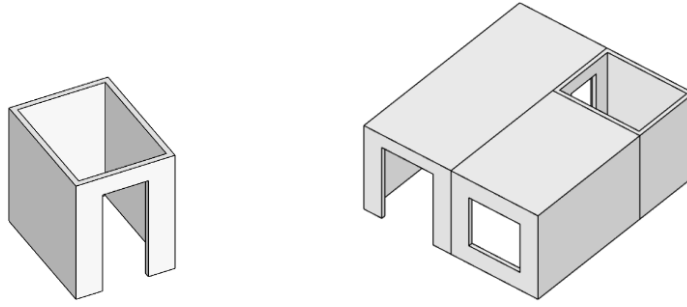


图5.3.4 电梯单元示意图

5.4 建筑防水设计

5.4.1 模块化建筑外墙应对接缝、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，防水构造详图参考本规程附录A。

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。

5.4.2 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。

5.4.3 模块化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。

5.4.4 模块化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。

【条文说明】5.4.4 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，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。

5.4.5 构造防水宜采用在模块墙体表面预留槽道，槽道内放置防水材料的方式，通过挤压、压实密封条，实现模块建筑室内的第一道防水。

【条文说明】5.4.5 防水材料品种繁多，按其主要原料分为4类：1、沥青类防水材料；2、橡胶塑料类防水材料；3、水泥类防水材料；4、金属类防水材料。模块化建筑接缝的防水材料宜采用橡胶密封条，可通过墙体自重挤实来实现防水功能。

5.5 建筑保温及防火设计

5.5.1 模块化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，保温设计应符合国家现行节能标准及现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定。

5.5.2 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。

5.5.3 模块化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。

5.6 装饰装修设计

5.6.1 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。

5.6.2 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。

5.6.3 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。

5.6.4 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。

5.6.5 模块化建筑粉刷顶棚、墙面等一般内部装修宜在工厂完成。

5.6.6 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。

5.6.7 集成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。

5.6.8 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。

5.6.9 楼地面设计应符合下列要求：

- 1 楼地面应结合保温和隔声要求进行设计，宜按一体化、标准化、模块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。

5.6.10 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、模块及一体化的设计方式。

5.6.11 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 集成隔墙与吊顶的连接部位宜按照先安装隔墙、再安装吊顶的顺序进行设计，宜采用收边线角或凹槽的方式进行处理。

3 楼地面、墙面、吊顶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《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、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 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 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.1.2 模块组合采用纵横咬合式时，不宜超过 3 层，当需增加层数时，应对模块单元之间的连接进行加强，并经计算满足结构安全。

6.1.3 模块化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

6.1.4 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。

【条文说明】6.1.4 本标准采用现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中裂缝控制等级的划分标准。

6.1.5 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。

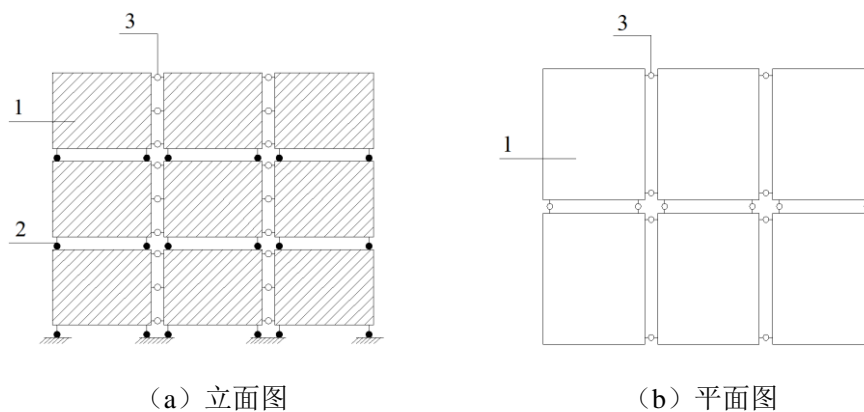
6.1.7 结构设计应包括下列内容：

- 1 结构方案设计，包括合理传力途径的模块单元布置；
- 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计算；
- 4 结构构件的构造、连接措施；
- 5 耐久性 & 施工的要求。

6.2 结构体系与结构布置

6.2.1 混凝土模块化建筑结构体系包括模块单元、水平接缝及竖向接缝连接（图 6.2.1）。



1—模块单元；2—水平接缝连接；3—竖向接缝连接

图6.2.1 模块化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，并应与建筑设计相协调；
- 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，沿长度方向外挑时，模块化建筑层数不宜大于 2 层，挑出长度不应大于 1.2m（图6.2.2），在满足稳定性及承载力的情况下，挑出长度可适当放宽。

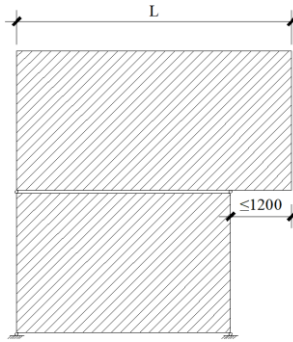


图6.2.2 悬挑示意图

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。

6.3 模块单元设计

I 一般规定

6.3.1 模块单元除应符合本规程第6.4节模块化结构在持久设计状况和地震设计状况中的各项设计要求外，尚应对模块单元进行短暂设计状况的验算。短暂设计状况的验算应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定，楼梯单元设计详见本规程附录C。

6.3.2 模块单元的设计应符合下列规定：

- 1 模块单元外形宜简单、规则，满足模数协调、标准化设计、规模化生产的要求；
- 2 模块单元宜整合外围护系统、内装系统和机电管线系统的功能需求；
- 3 模块单元应具有一定的刚度和强度。

6.3.3 模块单元的梁、墙、楼板等结构构件及连接节点的抗震措施，本章未做规定的，应按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定执行。

6.3.4 模块单元短暂设计状况应包含脱模、运输、吊装、安装、储存等工况，并应符合下列规定：

- 1 应对模块单元进行整体稳定性分析；

2 混凝土模块应对梁、墙、楼板进行强度验算；

3 必要时应对混凝土模块进行实体单元的有限元分析，验算其强度和局部稳定性。

【条文说明】6.3.4 短暂设计状况的设计计算是模块单元进行设计计算的重要内容。在某些特定的条件下，组成模块单元构件的截面设计，可能会由短暂设计状况起到控制作用，因此不可忽略这部分计算分析。模块单元在进行短暂状况验算时，需考虑不同工况下的受力情况和支撑约束点的布置情况，并进行空间体系的整体分析。

在模块单元短暂设计状况的计算分析中，应特别注意，某些在使用设计状况下是非承重的构件，而在短暂设计状况中，却成为保持模块单元稳定性和整体性的重要构件，例如非承重的外围护墙板和某些内隔墙板。

6.3.5 模块单元中的预埋吊件及临时支撑应根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定进行施工验算。

II 短暂设计状况的验算

6.3.6 模块单元进行短暂设计状况作用组合时，相关计算参数应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定执行。

6.3.7 模块单元在进行短暂设计状况验算时，荷载标准值的取值应符合下列规定：

1 模块单元应能够承担自身的重力荷载。构件等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；构件储存、安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2；

2 作用在模块单元上的风荷载，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定，取重现期 R 为 10 年的基本风压值；

3 模块单元的楼板尚应考虑在生产、施工安装过程中产生的施工活荷载，施工活荷载标准值可按实际情况计算，取值不宜小 1.5kN/m^2 。

6.3.8 模块单元中构件的施工验算应符合设计要求；当设计无具体要求时，构件应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

6.3.9 模块起吊状况下，吊点的布置及吊点力计算应符合下列规定：

- 1 吊点设置前应通过模块构件拆分法计算确定模块重心点坐标；
- 2 模块顶部吊点数量不应少于四个，吊点宜布置于重心周边的竖向构件上，宜避开门窗洞口顶部等薄弱处布置；
- 3 吊点布置后应进行吊点力计算，避免吊点在起吊阶段因偏心弯矩出现的受压状况。

【条文说明】6.3.9 模块起吊吊点设置应确保所有吊点都能工作，若有吊点布置不合理，会出现吊点不受力或者受压情况出现，导致吊点计算结果错误；

起吊阶段若因偏心弯矩导致出现受压状况，说明吊点布置不合理，应予以调整，直至所布置吊点全部受拉。吊点力计算应考虑均匀受力情况下其合力作用线可能会与模块重心存在偏心情况，吊点力计算时应考虑该偏心距的影响。具体计算可参考如下方式：

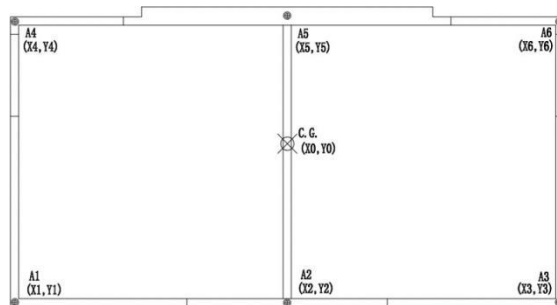


图2 模块吊点布置示意图

各吊点力计算公式应符合下列规定：

$$X_r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1)$$

$$Y_r = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (2)$$

$$e_x = X_0 - X_r \quad (3)$$

$$e_y = Y_0 - Y_r \quad (4)$$

$$S_x = \sum_{i=1}^n (X_i - X_r)^2 \quad (5)$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_r)^2 \quad (6)$$

$$F_{Ai} = \frac{G}{n} + \frac{Ge_x(X_i - X_r)}{S_x} + \frac{Ge_y(Y_i - Y_r)}{S_y} \quad (7)$$

式中： G ——模块的重力荷载标准值；

n ——吊点的数量；

X_i 、 Y_i ——吊点的坐标点；

X_r 、 Y_r ——吊点的中心坐标点；

X_0 、 Y_0 ——模块单元的重心坐标点；

e_x 、 e_y ——吊点中心坐标点与模块重心坐标点的偏心距；

F_{Ai} ——吊点 A_i 的吊点力。

6.3.10 模块单元宜采用内埋式吊杆或吊环进行吊装，并应符合下列规定：

1 内埋式吊杆应根据相应的产品标准和应用技术规定选用；

2 吊环应采用 HPB300 钢筋或 Q235B 圆钢，并应验算在荷载标准值作用下的吊环应力，验算时每个吊环可按两个截面计算。对 HPB300 钢筋，吊环应力不应大于 60N/mm^2 ；对于 Q235B 圆钢，吊环应力不应大于 45N/mm^2 ；

3 当采用专用吊架起吊，吊链角度大于 80° 且无脱模吸附力作用时，对 HPB300 钢筋，吊环应力不应大于 90N/mm^2 ；对于 Q235B 圆钢，吊环应力不应大于 70N/mm^2 ；

4 在一个模块上设有 4 个吊环时，应按 3 个吊环进行计算；当采用专用吊架起吊时，可按照实际吊点布置情况进行计算，实际情况的理论计算值应乘以动力系数 1.5。

【条文说明】6.3.10 确定吊环钢筋所需面积时，钢筋的抗拉强度设计值应乘以折减系数。在折减系数中考虑的因素有：构件自重荷载分项系数取为 1.3，吸附作用引起的超载系数取为 1.2，钢筋弯折后的应力集中对强度的折减系数取为 1.4，动力系数取为 1.5，钢丝绳角度对吊环承载力的影响系数取为 1.4，于是，当取 HPB300 级钢筋的抗拉强度设计值为 $f_y = 270\text{N/mm}^2$ 时，吊环钢筋实际取用的允许拉应力值约为 60N/mm^2 。作用于吊环的荷载应根据实际情况确定，一般为模块自重、悬挂设备自重及活荷载。吊环截面应力验算时，荷载取标准值。

当采用专用吊架起吊时，通过调平拉紧装置可确保所有吊链均匀受力，实现所有吊点及吊链共同工作，但考虑到实际吊装过程中吊点的实际受力与计算值可能存在偏差，因此在进行吊架和吊具设计时，应根据荷载标准值的 1.5 倍进行设计。当采用专用吊架，吊链角度大于 80 度且无脱模吸附力作用时，钢丝绳角度对吊环承载力的影响系数可适当减小，同时不考虑吸附作用引起的超载系数，对于 HPB300 级钢筋，吊环钢筋实际取用的允许拉应力值约为 $90\text{N}/\text{mm}^2$ 。

6.3.11 模块单元起吊安全措施应符合下列规定：

- 1 用钢吊架起吊时，模块与钢吊架之间吊链宜竖直受力，避免吊链倾斜产生的水平力对模块产生损坏；
- 2 模块起吊前宜对门窗洞口进行加固处理，可采用钢杆或钢架支撑；
- 3 模块起吊时应有备用安全措施，避免模块因吊点脱落而直接掉落。

【条文说明】6.3.11 模块门窗洞口边角处在模块起吊时受力复杂，易出现应力集中而导致开裂，所以起吊前宜采取加固措施。

6.3.12 模块单元中的构件在脱模状况下的验算及加固措施，应符合下列规定：

- 1 模块单元脱模起吊时的混凝土立方体抗压强度不宜小于 15MPa ；
- 2 模块单元中的构件进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。其中动力系数不宜小于 1.2，脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不宜小于 $1.5\text{kN}/\text{m}^2$ ；
- 3 脱模阶段模块单元的楼板按四边简支板进行承载力验算时，对于不满足计算要求的板应在脱模时设置临时支撑措施，模块吊装完成后可拆除；
- 4 模块脱模吊点应按起吊状况下的吊点布置原则布置，并考虑脱模吸附力作用进行吊点承载力验算；

5 当模块吊点上部吊链存在斜拉时，应对吊点处竖杆起水平支撑作用的梁或板进行轴心受力验算。

【条文说明】6.3.12 当模块的楼板因跨度较大而不满足脱模或起吊等临时状态下的作用时，可通过增加临时钢横梁或竖向支撑等加固措施，有效降低板的计算跨度；吊点布置处应进行竖向构件的抗拉验算；模块脱模起吊时宜对较大的门窗洞口进行支撑加固。

6.3.13 模块单元安装状况下的验算及支撑加固措施应符合下列规定：

1 模块安装时，应进行水平风荷载下的抗倾覆验算，并应满足下式要求，当模块抗倾覆不满足时，则应设置临时支撑以满足模块的抗倾覆要求。

$$M_g/M_w \geq 1.5 \quad (6.3.13-1)$$

式中： M_w ——风荷载标准值作用下的倾覆力矩；

M_g ——模块自重标准值下的抗倾覆力矩；

2 模块单元安装时，应进行水平风荷载下的抗滑移验算，并应满足下式要求，当模块抗滑移不满足时，应设置临时支撑以满足模块的抗滑移要求。

$$\mu G/N_w \geq 1.3 \quad (6.3.13-2)$$

式中： μ ——摩擦系数，取0.4；

G ——模块的重力荷载标准；

N_w ——风荷载标准值作用下的水平力；

3 施工状态下应对模壳板及隔墙进行强度、变形和稳定性分析。

【条文说明】6.3.13 模块单元安装状况下的验算及公式说明：

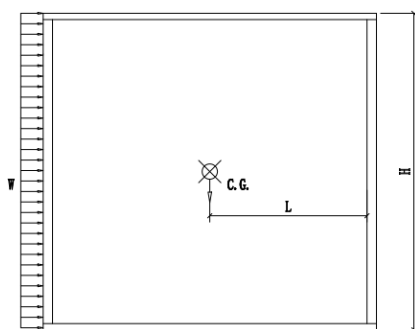


图3 模块抗倾覆稳定验算示意图

$$M_w = \frac{WBH^2}{2} \quad (8)$$

$$M_g=GL' \quad (9)$$

$$N_w=WBH \quad (10)$$

式中： M_w ——风荷载标准值作用下的倾覆力矩；

M_g ——模块自重标准值下的抗倾覆力矩；

N_w ——风荷载标准值作用下的水平力；

G ——模块的重力荷载标准值；

W ——模块的墙面所受风荷载标准值；

H ——模块的高度；

B_i ——模块迎风面宽度；

L' ——模块重心点到倾覆支点的距离。

III 模块单元构造要求

6.3.14 模块单元楼板应符合下列规定：

1 楼板的厚度不宜小于 120mm，最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定；

2 楼板钢筋在支座处的锚固长度，应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.3.15 模块单元墙体应符合下列规定：

1 模块单元墙体厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定。

2 模块单元墙体配筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定。

3 模块单元墙体两端及洞口两侧应设置边缘构件，应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定。

6.4 结构整体计算与分析

6.4.1 模块化建筑结构应符合下列规定：

1 模块化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；

2 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。

6.4.2 模块化建筑结构荷载及地震作用应符合下列规定：

1 模块化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、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《工程结构通用规范》GB 55001 的有关规定；

2 水平地震作用可按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 中规定的底部剪力法进行计算；

3 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 0.8-1.0；

4 模块化建筑在多遇地震弹性验算时，结构的阻尼比可取值为0.05。

6.4.3 模块化建筑计算分析应符合下列规定：

1 计算结构位移时，接缝连接节点若采用本规程规定的连接形式时，可将整层楼盖假定为刚性楼板；若采用其他连接形式，楼盖系统需在相邻或上下模块板、梁之间增设加强措施，并通过试验或理论分析能够使楼板在平面内连续时，亦可将整层楼盖假定为刚性楼板；计算结构内力时，应采用弹性楼板假定；

2 模块墙板与楼板交接位置可按整体浇筑的刚接假定；

3 当预制构件之间水平接缝符合本规程规定的承载力及构造要求时，结构整体分析时可忽略水平接缝的影响；

4 在风荷载或多遇地震作用下，按弹性方法计算的最大层间水平位移 Δu_e 与层高 h 之比不应大于1/1000；

5 在罕遇地震作用下，结构薄弱层（部位）弹塑性层间位移 Δu_p 与层高之比 h 不应大于1/120。

6.4.4 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：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (6.4.4-1)$$

2 地震设计状况下，结构构件截面设计，应满足下式要求：

$$S \leq R/\gamma_{RE} \quad (6.4.4-2)$$

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1.0，安全等级为三级时不应小0.9；

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，取值按《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 采用。

6.5 连接节点设计

6.5.1 模块化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；

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 模块化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 模块化建筑连接构造详图参考本规程附录B，并应满足下列要求：

1 当水平接缝采用盒式连接时，连接节点内连接钢筋或连接螺栓、预埋件等应在模块墙体中可靠锚固，锚固区域宜设置横向加强筋；

2 当水平接缝采用套筒插筋灌浆连接时，模块墙体沿高度方向设置竖孔，竖孔截面为圆形或椭圆形，竖孔内布设竖向受力钢筋，保证上下模块墙体之间竖向钢筋的连续性，提高整体结构的变形能力；

3 当竖向接缝采用对穿螺栓连接时，模块墙体竖向接缝之间通过对穿螺栓连接成整体，螺栓中心沿墙高度方向间距不宜大于2500mm，在墙体中，至少上下各做一颗螺栓连接；

4 模块单元相连时应对齐，水平缝连接部位宜采用座浆或设钢垫片等措施；当模块化建筑不超过三层时，上下层模块水平接缝间可进行座浆连接，座浆宜设置在上下层墙体对应位置，厚度不宜少于20mm。

6.5.5 在地震设计工况下，模块墙体水平接缝的受剪承载力设计值应按下列式计算：

$$V \leq V_{uE} \quad (6.5.5-1)$$

$$V_{uE} = 0.6f_{yw}A_{sw} + 0.6N \quad (6.5.5-2)$$

式中： V_{uE} ——地震设计工况下模块墙体水平接缝剪力设计值（N）；

f_{yw} ——垂直穿过结合面的纵筋及螺栓抗拉强度设计值（N/mm²）；

A_{sw} ——垂直穿过结合面的钢筋及螺栓面积之和（mm²）；

N ——与剪力设计值相应的垂直于结合面的轴向力设计值（N），压力时取正，拉力时取负。

6.5.6 当有可靠试验及理论依据时，模块墙体的水平接缝或竖向接缝亦可采用其它连接方式或组合连接方式。

6.5.7 模块化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 和《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003 的有关规定。

6.5.8 模块墙体与基础的连接应符合下列规定：

1 基础顶面应设置现浇混凝土圈梁，地圈梁上表面应设置粗糙面；

2 模块墙体与基础梁顶面之间的接缝构造及承载力应符合本规程第6.5.4、6.5.5条的规定，连接钢筋或连接螺栓应在基础中可靠锚固，且宜伸入到基础底部，模块墙体与基础连接构造详图参考本规程附录B。

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 模块单元制作及运输应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定。

8.1.2 生产单位应具备保证产品质量要求的硬件设施、人员配置、质量管理体系，并应建立质量可追溯的信息化管理系统。

【条文说明】8.1.2 完善的质量管理体系和制度是质量管理的前提条件和企业质量管理水平的体现；质量管理体系中应建立并保持与质量管理有关的文件，形成和控制工作程序。该程序应包括文件的编制（获取）、审核、批准、发放、变更和保存等。

质量管理有关的文件包括：

- 1 法律法规和规范性文件；
- 2 技术标准；
- 3 企业制定的质量手册、程序文件和规章制度等质量体系文件；
- 4 与模块单元产品有关的设计文件和资料；
- 5 与模块单元产品有关的技术指导书和质量管理体系控制文件；
- 6 其他相关文件。

生产单位应采用现代化的信息管理系统，并建立统一的编码规则和标识系统。按照政府部门关于研究建立模块单元认证制度的要求，对于开展模块单元认证制度试点的项目，认证机构颁发的合格证书可作为质量合格证明文件，作为工程项目施工进场验收的依据。

8.1.3 生产单位应具备模块单元的深化设计能力，包括模块单元平面布置设计、模块单元拆分设计、模块单元与设备集成设计，模块单元与装饰装修集成设计等，深化设计应满足生产、运输、起吊、安装、防火防水及装饰装修等技术要

求。

8.1.4 模块单元生产前，生产单位应制定生产方案，生产方案包括：模具设计、模具制作、机具使用、材料制备、人员配置、生产计划、生产工艺、质量控制、质量检验、起吊码放等内容。模块单元生产中采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，宜制定专门的生产方案。

8.1.5 模块单元制作过程质量控制应按下列规定执行：

1 工序间应形成流水作业，每道工序均应按工艺要求进行质量控制，实行工序检验；

2 相关专业及工种之间应进行自检、互检和交接检；

3 上道工序检验不符合设计和质量要求时，不应进行下道工序生产；

4 模具闭合前应进行隐蔽验收，并形成隐蔽验收文件。

8.1.6 模块单元装运，应制定和采取防止破损的保障措施。

8.2 制作准备

8.2.1 生产企业应编制模块单元生产计划，生产车间根据生产任务单安排生产。

8.2.2 模块单元生产应具备加工详图，加工详图应包含下列内容：

1 模块单元模板图、配筋图；

2 预埋吊件及其拉结件布置及相关构造图；

3 设备管线预埋图；

4 内装施工图；

5 保温、结构防水和饰面等细部构造图。

8.2.3 模块单元生产前，应根据模块单元的重量、外形尺寸、吊钩位置、起吊方式等因素，设计、制作模块单元起吊用吊索、吊具。

8.2.4 模块单元生产线应完成生产设备、模具、材料、人员及码放场地等配

置，具备模块单元生产和临时存放条件。

8.2.5 模块单元生产前，生产企业应对参与生产的人员进行岗前培训，培训考核合格后才可上岗。

8.2.6 模块单元生产企业应根据模块单元起吊运输要求，配制起吊、运输的设备及车辆。

8.3 模具

8.3.1 模块单元生产应根据生产工艺、产品类型等制定模具方案，并应建立模具制作、验收、使用、维修、报废制度。

8.3.2 模块单元生产应采用整体式模具，模具应具有足够的强度、刚度和整体稳固性，并应符合下列规定：

- 1 模具应装拆方便，并应满足预制模块单元质量、生产工艺和周转次数等要求；
- 2 模具应满足模数规定范围可调的要求，一模多能、一模多用；
- 3 模具批量制作前应制作样板，经检验合格后方可正式制作；
- 4 模具各部件之间应连接牢固，接缝紧密，附带的埋件或工装应定位准确，安装牢固；
- 5 模具应方正平直，表面光洁，稳定性好，无下沉、起鼓、锈蚀、裂缝、脱层现象；
- 6 模具应采取防止变形和锈蚀的措施，侧模、预埋件和预留孔洞定位措施应定期进行检查。

8.3.3 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 8.3.3 的规定。

表 8.3.3 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	0, -3	用钢尺、激光仪或摄影测量技术
	>6m 且 ≤12m	0, -5	
宽度	≤4m	0, -2	用钢尺、激光仪或摄影测量技术
	>4m 且 ≤6m	0, -4	
高度	≤5m	0, -4	用钢尺、激光仪或摄影测量技术
垂直度		2	用经纬仪或吊线、钢尺、激光仪或摄影测量技术
对角线		3	用钢尺量测对角线
侧向弯曲		$l/1500$ 且 ≤5	拉线, 用钢尺测量侧向弯曲最大处
翘曲		$l/1500$	任一平面四对角拉两条线, 量测两线交点之间的距离, 其值得 2 倍为翘曲值
表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺量
接缝缝隙		1	用塞尺量测

8.3.4 模块单元上的预埋件、预留孔、工装宜通过模具定位固定, 安装偏差和检验方法应符合表8.3.4的规定。

表 8.3.4 模具上预埋件、预留孔洞安装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
预埋钢板、 竖向及水平 向连接钢盒	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
	平面高差	±2	用钢直尺和塞尺检查
预埋管、电管、电盒、电箱、 预留孔、水平和垂直方向中心 线位置偏移		2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
吊环	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
	外露长度	0, -5	用尺量测
预埋螺栓	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
	外露长度	+5, 0	用尺量测
预埋螺母	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
	平面高差	+1	用尺量测
预埋连接件 及连接钢筋	连接件中心线 位置	1	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
	连接钢筋中心 线位置	1	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
	连接钢筋外露 长度	+5, 0	用尺量测

预留洞	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	尺寸	+3, 0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值
插筋	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	外露长度	+10, 0	用尺量测

8.4 模块单元制作

8.4.1 混凝土浇筑时应布料均衡，浇筑和振捣应采取防止模具、钢筋、预埋件及其定位件移位的措施。

8.4.2 混凝土浇筑时，应布料应均衡，可采取分层布料分层振捣的方式。模块单元应根据形状、规格和材料等确定浇筑次数，应分层浇筑；当模块单元生产需要多次浇筑时，应符合下列规定：

- 1 混凝土距浇筑面倾落高度不宜大于600mm；
- 2 墙体布料分层不超过振捣棒长度的1.5倍；
- 3 振捣时，快插慢拔、顺序进行；
- 4 模块单元应一次浇筑成型，分层浇筑，应控制好层间时间，严禁在下层混凝土初凝后浇筑上一层混凝土。
- 5 应设置浇筑作业平台，避免踩踏钢筋；
- 6 浇筑后外露的混凝土，应采取减少收缩的技术措施。

8.4.3 模块单元养护宜优先采用蒸汽养护的方式，也可根据生产节奏选择其他养护方式。模块单元养护应满足下列要求：

- 1 应根据养护方式制定专门的养护方案，并按方案执行；
- 2 模块单元养护应遵守时间、温度、湿度及工艺方法；
- 3 养护过程应进行定期检查和记录。

8.4.4 采用加热养护时，按照合理的养护制度进行温控可避免模块单元出现温差裂缝。

8.4.5 模块单元脱模起吊时，应符合下列规定：

1 混凝土立方体抗压强度应经计算确定，且不应小于设计强度的75%；

2 对于设有门洞、窗洞等较大洞口的模块单元，脱模起吊时应采取加固措施；

3 模块单元的脱模起吊应受力均衡，应采用平衡吊架。

【条文说明】8.4.5 对于设有门洞、窗洞等较大洞口的墙板，脱模起吊时应进行加固，脱模起吊应采用平衡吊架，防止受力不均产生模块单元扭曲变形、崩角、开裂等结构性损伤和产生吊环变形、断裂等安全风险。

8.4.6 用于模块单元浇筑的混凝土强度等级应符合设计文件及国家现行有关标准的规定。检查数量与检验方法应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 有关规定。

8.4.7 模块单元电气线管接口应设置键槽、手孔及接线箱盒。管线、箱盒安装前，应尺量定位。

【条文说明】8.4.7 模块化结构制作阶段，设备安装所需的孔洞，线管、箱盒、键槽、预埋件等应随模块单元设置完成，避免在施工现场进行剔凿、切割，伤及构件，影响结构受力及观感质量。

8.4.8 设备管线安装以及室内外装饰应符合国家现行标准的有关规定。

8.4.9 模块单元之间的设备管线连接应符合下列规定：

1 模块单元之间的线管、管道应在模块单元安装后实施连接；

2 构件设计和制作应预留连接洞口、套管及接线箱盒、槽孔；

3 构件设计和制作应预埋穿墙和穿楼板水、暖、气套管。

8.4.10 模块单元外侧模具合模前和混凝土浇筑前应进行隐蔽检验，经专业质检员检验合格方可进入下道工序，模块单元出厂前应进行成品质量验收。

【条文说明】8.4.10 模块单元具有制作特性，钢筋、预埋件、设备管线、

门窗及洞口等，应在模具合模和混凝土浇筑前完成安装，合模及浇筑隐蔽前应进行隐蔽验收，验收质量应进行同步记录。

8.5 模块单元检验

8.5.1 模块单元质量检验与资料建立应与生产同步，质量检验及资料提交应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规程》GB50204、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的相关规定。

8.5.2 模块单元的尺寸偏差和检验方法应符合表 8.5.2 的规定。

检查数量：同种类型的模块单元不超过 10 个为一批，每批检查 1 个。

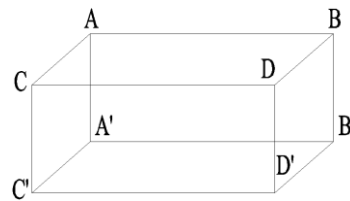


图8.5.2 模块单元示意图

表8.5.2 模块单元尺寸允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
长度	AB、A'B'、CD、C'D'	≤6m	-5, +2
		>6m	
宽度	AC、A'C'、BD、B'D'	-5, +2	钢尺量一端及中部，取其中偏差绝对值较大处
高度	AA'、BB'、CC'、DD'	-5, +2	
对角线差	AD-BC 、 A'D'-B'C' AB'-A'B 、 CD'-C'D AC'-A'C 、 BD'-B'D	对角线长度≤6m	8
		对角线长度>6m	12
表面平整度	内表面	4	2m靠尺和塞尺检查
	外表面	4	
垂直度	柱、墙板	≤3m	4
			2m垂直检测尺或

		>3m	5	吊线、钢尺量测
--	--	-----	---	---------

注：表格中所检查的模块单元尺寸为其装修前的尺寸。

8.5.3 模块单元的对拉孔、设备孔、门窗口、预埋件、预留插筋、键槽的位置和检验方法应符合表 8.5.3 的规定。

检查数量：全数检查

表8.5.3 模块单元对拉孔、设备孔、门窗口、预埋件、预留插筋、键槽尺寸允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
对拉孔	中心线位置	3	尺量检查
	孔尺寸	+5, 0	
设备孔	中心线位置	10	尺量检查
	洞口尺寸、深度	±10	
门窗口	中心线位置	5	尺量检查
	宽度、高度	±3	
预埋件	预埋件锚板中心线位置	5	尺量检查
	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、吊环在构件平面的中心线位置偏差	20	
	线管、电盒、木砖、吊环在构件表面混凝土高差	0, -10	
预留插筋	中心线位置	3	尺量检查
	外露长度	+5, -5	
键槽	中心线位置	5	尺量检查

长度、宽度、深度	±5
----------	----

注：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。

8.5.4 模块单元尺寸偏差满足要求后，可进行模块单元装修作业，模块单元装饰构件的尺寸偏差和检验方法应符合表 8.5.4 的规定。

表8.5.4 模块单元装饰构件尺寸允许偏差及检验方法

项次	装饰种类	检查项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	通用	表面平整度	3	2m靠尺或塞尺检查
2	面砖、石材	阳角方正	2	用托线板检查
3		上口平直	2	拉通线用钢尺检查
4		接缝平直	3	用钢尺或塞尺检查
5		接缝深度	±5	用钢尺或塞尺检查
6		接缝宽度	±5	用钢尺检查

8.5.5 模块单元的预埋件、插筋、对拉孔、设备孔、连接螺栓的规格、数量和间距应满足设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察和量测。

8.5.6 模块单元的键槽、手孔成型质量应满足设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察和量测。

8.5.7 内、外面砖或石材饰面与模块单元混凝土的粘结强度应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 和《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126 的有关规定。

检查数量：按同一工程、同一工艺分批抽样检验。

检验方法：检查试验报告单。

8.5.8 结构与建筑装饰一体化卫浴及厨房模块单元应进行蓄水试验，其排水坡度、通风装置、安装及检修用管道空间、地面防水层均应符合设计要求和本规程的有关规定。

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

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

【条文说明】8.5.8 模块单元中卫浴间、厨房地面的防水要进行蓄水试验，并满足现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 的有关规定。

8.6 吊装、运输、存放及防护

8.6.1 模块单元吊运应符合下列规定：

1 吊具和起重设备应根据模块单元的形状、尺寸、重量和作业半径等要求确定，并应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定；

2 模块单元吊运应采用符合承载力的平衡吊架。吊架与模块单元之间的水平可用手拉葫芦或长短吊链等方式控制；

3 吊点数量、位置应经计算确定，应保证吊具连接可靠，应保证起重设备的主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向上重合；

4 吊索水平夹角不宜小于 60°，不应小于 45°；

5 模块单元吊运应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，吊运过程，应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊装构件长时间悬停在空中；

6 应采取避免混凝土模块单元变形和损伤的临时加固措施。

8.6.2 模块单元现场安装，应采用专用运输车辆，装车运输前应勘察选择适合的运输路线，并还应采取安全的装运措施。模块单元运输应符合下列要求：

- 1 模块单元运输车辆应满足装载条件求；
- 2 模块单元运输车辆驾驶人员，应遵守道路交通安全法规行驶车辆，图中应观察路况、控制车速，避免急刹车；
- 3 模块单元运输时应采取相应加固措施，防止移动、倾倒或变形；
- 4 模块单元楼板可参照脱模状况下的内力验算承载力，不满足时应设置同等加固措施；
- 5 门窗洞口处宜进行支撑加固，模块单元边角部宜设置保护衬垫；
- 6 模块单元开口位置应设置封盖物，防止雨水进入内部；
- 7 对于有降板的模块单元或其他不能平稳放置的模块单元，应设计专门的运输架，并进行强度、稳定性和刚度验算。

【条文说明】8.6.2 模块单元在运输时应采取防止移动和倾倒的措施，常用的措施有模块单元底部设置防止移动的支挡结构，顶部设置绑带等措施。

8.6.3 模块单元存放应符合下列规定：

- 1 存放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
- 2 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理；
- 3 模块单元应按照一定产品品种、规格型号、检验状态分类存放，产品标识应准确、清晰、明显；
- 4 模块单元底部垫块支点位置应合理布置，支点宜与起吊点位置一致；对于跨度较大的，底部宜用垫木或型钢支撑；
- 5 若模块单元后续进行装修，垫块应进行调平，确保装修前放置水平；
- 6 与清水混凝土面接触的垫块应采取防污染措施；

7 模块单元对于跨度较大、薄弱部位和门窗洞口应采取临时加固措施防止变形开裂。

8.6.4 模块单元成品保护应符合下列规定：

1 模块单元成品外露保温板应采取防止开裂措施，外露钢筋应采取防弯折、防碰伤措施，外露预埋件和连结件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈；

2 吊装前预埋螺栓孔宜保持清洁；

3 预埋孔洞应临时封堵，防止堵塞；

4 模块单元应在外侧设置防水罩等防水措施，防水罩宜设有可开启入口，防水措施应满足绿色可回收、不影响装修和吊运、包装便于装卸等要求；

5 玻璃、瓷砖、木柜等装修宜用胶纸、泡沫等措施进行保护。

9 施工安装

9.1 一般规定

9.1.1 施工现场应在具备模块单元安装的环境、场地条件下开展安装施工，安装施工，安装应具备以下条件：

- 1 模块单元运输道路和现场场地具备吊运条件；
- 2 模块单元安装基底标高和控制线设置完成；
- 3 吊装设备配备到位；
- 4 模块单元运输到场；
- 5 人员、工具、吊具及辅助材料配备到场；
- 6 安全措施和设施设置完成。

9.1.2 安装施工前，应针对模块化建筑的施工要点和难点制定施工组织设计和专项施工方案，并宜组织专家论证。

【条文说明】9.1.2 模块化建筑的安装施工所涉及的工序复杂、工艺工法新颖，为确保安装施工安全有序地开展，应结合模块化结构施工的特点和工艺流程的特殊要求，制定施工组织设计和专项施工方案。

9.1.3 安装施工前，宜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和本规程相关要求后方可进行正式的组合安装工作。

【条文说明】9.1.3 为最大限度地创造经济效益，避免由于设计或施工经验缺乏影响模块单元安装效率和质量，特别提出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，试安装不仅对于验证和调整施工方案具有指导意义，还具有培训专业人员、检验设备性能、规避安全风险等作用。

9.1.4 安装施工作业人员在上岗前应进行技术培训，并宜具备相关从业资格证明，特种设备操作人员须持证上岗。

9.1.5 安装施工过程中应确保施工安全。安全措施应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 和《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276 的有关规定。

【条文说明】9.1.5 为防止在模块单元吊装过程中发生损伤、破坏、坠落、吊车倾覆等危险性事件，应重视安装施工的安全要求，严格遵守施工安全的有关规定。

9.1.6 安装施工应落实环保施工、绿色施工的相关要求，采取环境保护措施。环保措施应符合现行国家标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

【条文说明】9.1.6 工程施工应严格落实政府部门关于环境保护的相关要求，在施工过程中采取必要的环保措施。

9.2 施工准备

9.2.1 施工现场设置的运输通道和预制品存放场地，应符合下列规定：

- 1 现场运输道路和存放场地应坚实平整，并应设置排水措施；
- 2 应合理规划模块单元运输通道和临时堆放场地，并应采取成品堆放保护措施；
- 3 施工现场内部道路应按照预制品运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度。

9.2.2 模块单元吊装起重机械的选用和操作应符合应按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 的有关规定。起重机械的吨位和型号应根据吊装方案和模块单元重量选择。

9.2.3 模块单元吊装应根据其重量和吊点分布设计专用吊架，吊架应保证模块单元在吊装过程保持平稳，吊架下方与模块单元吊点相连的吊链与水平方向的夹角不应小于 75 度。

【条文说明】9.2.3 吊架应由专业设计人员设计，应满足承载力/稳定性

及变形要求。为了防止吊装过程中，吊链产生的水平拉力对模块单元造成不利影响，需要严格控制吊链的竖向倾角。

9.2.4 模块单元吊装前，应进行下列准备工作：

- 1 应复核预制模块单元型号与标牌是否匹配；
- 2 应复核预制模块单元的混凝土强度、尺寸、管线布置、开洞位置等是否满足设计和安装要求；
- 3 应复核预制模块单元薄弱部位的临时加固措施，应满足吊装施工的刚度和稳定性要求；
- 4 应对模块单元进行量测划线，并在其上绘制安装定位标记和对齐墨线。
- 5 应复核基底顶面标高及上伸连接钢筋，应确保吊装条件和施工作业面满足要求；
- 6 应核实现场环境、天气、道路状况等是否满足吊装施工要求；
- 7 应复核吊装设备及吊具是否处于安全操作状态，并应严格按照吊装方案选择吊具挂点；
- 8 应核对已施工完成结构、基础的外观质量和尺寸偏差，确认混凝土强度和预留预埋符合设计要求；
- 9 应对安装工作面进行测量放线、设置模块单元安装定位标识，测量放线应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026 有关规定；
- 10 模块单元底部坐浆砂浆应搅拌运输至施工现场。

9.3 模块单元安装与连接

9.3.1 安装施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定。

9.3.2 模块单元安装前应对其建筑平面位置和标高等进行复测，并对承托模块单元的结构面高程进行复核及验收。

9.3.3 模块单元的安装应符合下列规定：

1 宜根据建筑物的平面形状、结构形式、安装机械的规格、数量、现场施工条件等因素，划分吊装流水段，确定安装顺序，并按拟定的吊装顺序进行吊装；

2 安装前，应测量放线设置标高控制灰饼和位置控制线；

3 安装前，应复核连接钢筋位置；

4 安装时，竖向和水平接缝应设置气密性防水胶条；

5 安装时，基层应按设计要求铺坐水泥砂浆；

6 在吊装过程中，应设置缆风绳控制模块单元转动；

7 模块单元安装应确保层间外立面对应平齐；

8 相邻模块单元安装时，应在位置对应且未完全脱离吊载状态下，紧固水平连接螺栓，使其接缝防水胶条紧密；

9 在安装过程中损坏的棱角以及安装连接部位，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行修补。

【条文说明】9.3.3 模块单元的安装顺序、校准定位是模块化结构施工的关键，应该施工方案中明确规定并付诸实施。

9.3.4 模块单元底部采用座浆连接时，坐浆砂浆的强度等级应符合设计规定，应严格控制座浆料的流动性、和易性及配合比，砂浆铺设厚度应均匀，坐浆应密实饱满。

9.3.5 模块单元安装采用螺栓连接时，螺栓及连接辅件应符合设计规定，应采用专用力矩扳手拧固，扭矩值应达到设计值及国家现行相关标准要求。

9.3.6 模块单元安装的尺寸偏差及检验方法应符合表 9.3.6 的规定。

表9.3.6 模块单元安装尺寸的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
螺栓	中心线位置偏移	3	尺量纵横方向中心位置，取其较大值
	外露长度	+10, -5	尺量
模块单元位置偏移	纵向、横向	5	吊线、尺量
模块单元标高		±5	水准仪或拉线、尺量
模块单元垂直度	≤4m	5	激光水平仪或吊线、尺量
	>4m	6	
模块单元水平度	楼板上表面	5	激光水平仪或拉线、尺量

9.3.7 模块单元安装后，应对接缝进行处理，使其满足防水要求，接缝防水应符合以下规定：

- 1 接缝设置的橡胶密封条，其材质、规格形状和构造做法应符合设计要求，其设置应密实、饱满、均匀、平直；
- 2 接缝橡胶密封条宜通长设置，接头若拼接时，应采取叠层搭接做法；
- 3 模块单元安装后应及时填塞和抹平墙体底部内外侧水泥砂浆接缝；
- 4 室外侧竖向及水平接缝和卫生间接缝，应按防水构造设计要求进行防水处理；
- 5 模块单元外侧预留的线管及线盒应采取防水处理；
- 6 装饰一体化模块单元顶部和门窗接缝应采取防水措施。

9.3.8 模块单元的连接应符合下列规定：

- 1 模块单元主体采用螺栓或焊接连接的，连接施工应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定；
- 2 模块单元主体采用钢筋进行连接的，钢筋搭接和锚固的做法应

符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011的有关规定；

3 模块单元主体采用后浇混凝土的施工，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

9.4 施工安全与环境保护

9.4.1 模块化建筑施工应执行国家、地方、行业和企业的安全生产法规和规章制度，落实各级各类人员的安全生产职责。

9.4.2 施工单位应根据工程施工特点对重大危险源进行识别并予以公示，并制定相对应的安全生产应急预案。

9.4.3 施工单位应对从事模块单元吊装作业及相关人员进行安全培训与交底，培训与交底内容应包含进场、卸车、存放、吊装、就位等环节，并应制定防控措施和应急预案。

9.4.4 模块单元安装施工作业使用的专用吊具、吊索、定型工具式支撑、支架等，应进行安全验算，使用中定期进行定期检查，确保其安全状态。

9.4.5 模块单元安装作业开始前，应对安装作业区进行围护并做出明显的标识，拉警戒线，应根据危险源级别安排旁站，严禁与安装作业无关的人员进入。

9.4.6 模块单元吊装作业安全应符合下列规定：

1 遇到大雨、大雾、大雪天及 5 级以上大风天等恶劣天气时，不得进行吊装作业；

2 起吊后，应先将模块单元提升 300mm，确保吊具安全且构件平稳后，方可缓慢提升构件；

3 吊运时，模块单元吊运路径下方严禁站人；

4 高空作业时，可通过缆风绳调整模块单元方向，严禁直接手扶；

5 就位时，应待模块单元降落至距地面 1m 以内作业人员才可靠

近，并应待模块单元就位固定后进行脱钩；

6 模块单元吊装时应设置有效的防护系统，防护系统应经计算确定。

9.4.7 模块化建筑施工过程中，凡涉及临边与洞口作业、攀登与悬空作业、操作平台、交叉作业及安全网搭设的，应采取有效的高处作业安全技术措施。

9.4.8 模块单元吊装就位，应及时紧固连接螺栓。

【条文说明】9.4.8 模块单元吊装就位后，为了防止模块单元就位后在风里作用下产生位移和倾覆，应及时紧固连接螺栓，使其形成稳固连接。

9.4.9 施工现场应加强对废水、污水的管理，现场应设置污水池和排水沟。废水、废弃涂料、胶料应统一处理，严禁未经处理直接排入下水管道。

9.4.10 模块单元安装过程中废弃物等应进行分类回收。施工中产生的胶粘剂、稀释剂等易燃易爆废弃物应及时收集送至指定储存器内并按规定回收，严禁丢弃未经处理的废弃物。

10 质量验收

10.1 一般规定

10.1.1 模块化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、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定执行。设备安装、装饰装修、建筑节能、建筑智能、电梯及消防等工程的质量验收应按国家现行相关标准执行。

10.1.2 模块单元应按分项工程在工厂进行验收，并应符合本标准第 8 章的有关规定，模块化建筑应按单位工程在施工现场进行验收。

10.1.3 模块化结构施工用原材料、构配件、部品均应按检验批进行进场验收。

10.1.4 模块单元循环利用时应经检测、鉴定满足设计要求，方可使用。

10.1.5 模块化建筑工程验收时，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 模块单元、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。

10.1.6 模块单元接缝防水应符合设计要求，建筑主体接缝应进行质量验收。

10.2 模块单元进场验收

10.2.1 模块单元及楼梯、女儿墙等其他类预制构件进场检验应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

10.2.2 模块单元的螺栓、预埋套管、连接盒、连接钢筋的规格、数量应符合设计要求。

10.2.3 模块单元检查合格后，应在其表面上设置检验合格标识。

10.3 模块单元安装与连接

10.3.1 模块单元采用螺栓连接时，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。

10.3.2 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。

10.3.3 模块单元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单元的水平 and 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。

10.3.4 模块化建筑安装完 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。

10.4 设备管线安装

10.4.1 模块单元设备管线之间的连接构造应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

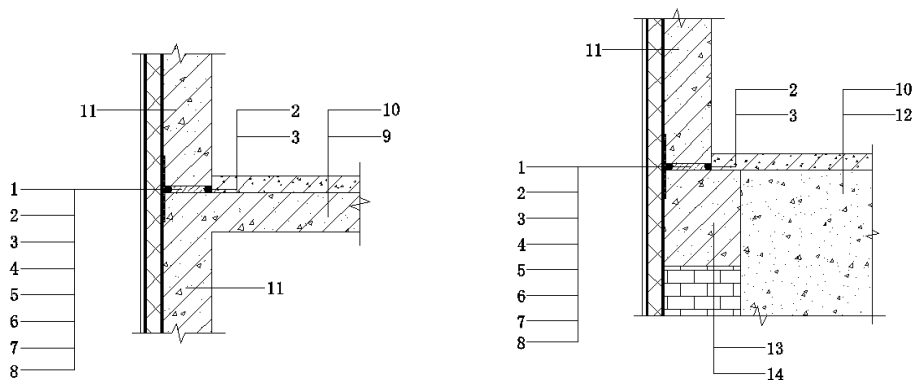
10.4.2 排水管道安装完成后，应检测立管的垂直度及水平管的坡度，建筑给排水与采暖施工质量验收应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的有关规定。

10.4.3 排水管道安装完成后应进行整个排水系统的灌水及通球试验；给水管道应进行整个系统的严密性及强度试验，试验结果应满足设计要求。

10.4.4 线路敷设完毕后应进行绝缘电阻测试及通电测试，建筑电气施工质量验收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。

附录 A 建筑防水构造

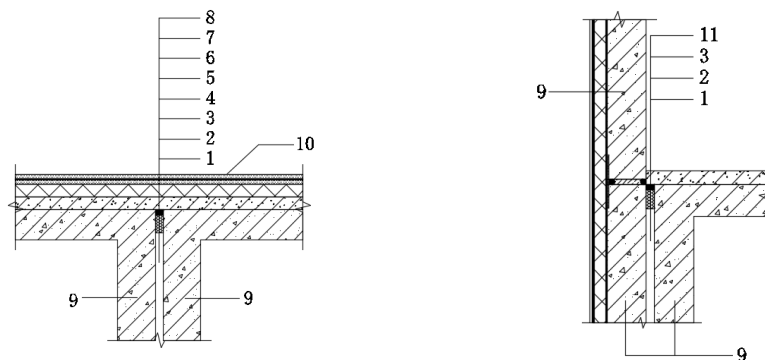
A.0.1 建筑防水构造详图可参考图A.0.1。



(a) 水平缝防水构造详图（室内）

(b) 水平缝防水构造详图（基础）

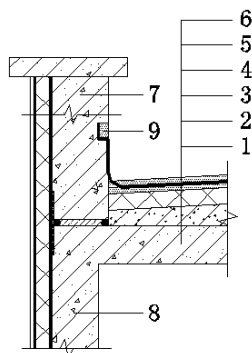
1—20mm水泥砂浆坐浆；2—勾缝；3—防水密封胶；4—防水涂料2道；5—3mm保温粘接砂浆；
6—EPS聚苯板；7—耐碱玻璃丝网格布；8—保温抗裂砂浆2道；9—楼板；10—素混凝土面层；
11—模块单元墙体；12—房芯土；13—基础圈梁；14—砖基础



(c) 竖缝防水构造详图（屋面）

(d) 竖缝防水构造详图（室内）

1—模块单元竖缝；2—气密性密封条；3—防水密封胶；4—C20细石混凝土找坡；5—XPS挤塑板；
6—1:3水泥砂浆；7—SBS改性防水卷材2道；8—1:3水泥砂浆；9—模块单元；
10—楼板；11—素混凝土面层；



(e) 屋面防水构造详图

1—模块单元楼板；2—C20细石混凝土找坡；3—XPS挤塑板；4—1:3水泥砂浆；
5—高聚合物改性沥青卷材；6—1:3水泥砂浆；7—女儿墙；8—模块单元；9—阻水槽

图A.0.1 建筑防水示意

附录 B 连接节点构造

B.0.1 模块建筑水平接缝节点构造，当采用盒式连接（图B.0.1）时，应符合下列规定：

1 预埋连接盒采用Q235及以上钢材焊接、冲切成型制作，并应符合下列要求：

1) 预埋连接盒的尺寸应满足安装连接钢筋的操作空间要求，且高度 H_{box} 不宜大于 200mm，宽度 L_{box} 不宜大于 130mm；

2) 预埋连接盒的侧板及顶板厚度 t_{box} 不宜小于 6mm；

3) 预埋连接盒的顶板处应焊接锚固钢筋，锚固钢筋直径 d_a 不宜小于 6mm，锚固长度 l_a 不宜小于 $35d_a$ ；

4) 预埋连接底部垫板的厚度 t_s 应满足下列公式的计算要求，且不应小于 15mm。

$$\frac{n_s}{t_s} \leq 0.08 \sqrt[3]{\frac{E_s A_d}{F_s}} \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$\sigma_s^d \leq 0.8 f_y^d \quad (\text{A.0.2-2})$$

式中： n_s ——螺母外边缘与垫板外边缘的距离；

t_s ——垫板的厚度；

E_s ——钢材弹性模量；

A_d ——承压面面积；

F_s ——作用在垫板上的压力，取 $F_s = f_y A_s$ ；

σ_s^d ——垫板的弯曲应力；

f_y^d ——垫板钢材的屈服强度。

5) 预埋连接底部垫板开孔宽度 d_1 不应大于 $2d_0$ (d_0 为开孔边缘到侧板距离)；

6) 预埋连接盒钢板间的焊缝、顶板与螺纹套筒间焊缝应进行承载力验算，焊缝受拉承载力设计值不应低于连接钢筋受拉承载力设计值。

2 连接钢筋的设计应符合下列要求：

1) 连接钢筋的受拉承载力不应低于所替代全部纵筋的受拉承载力，且连接钢筋或连接螺栓直径不应小于18mm；

2) 连接钢筋的两端应提前进行丝头加工处理，并应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定；

3) 连接钢筋宜在模块单元中通长设置，宜通过螺纹套筒与预埋连接盒连接。

4) 上下层模块墙体水平接缝处的竖向受力钢筋和竖向分布钢筋采用盒式连接，连接钢筋数量根据等强连接或强连接原则与水平接缝的受剪承载力要求确定。

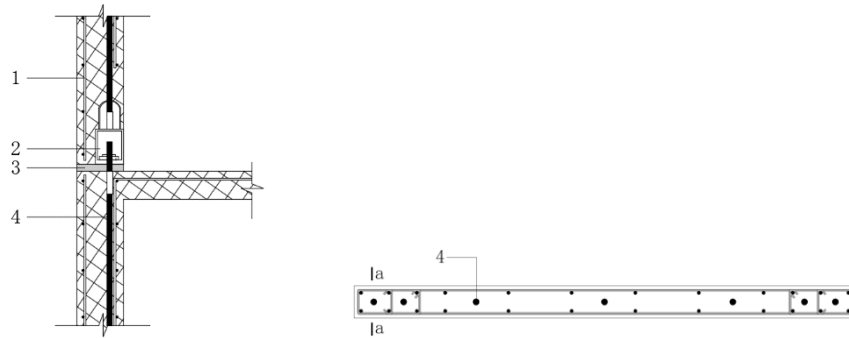
3 预埋连接盒边缘到模块单元侧边的距离不应小于20mm；

4 连接钢筋的拧紧扭矩可按表B.0.1采用；

表 B.0.1 常用连接钢筋的拧紧扭矩 T_C (N·m)

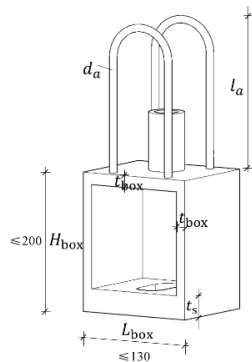
连接钢筋公称直径/mm	18	20	25
拧紧扭矩	200	250	500

5 安装连接钢筋后预埋连接盒应采用细石混凝土或灌浆料填充；

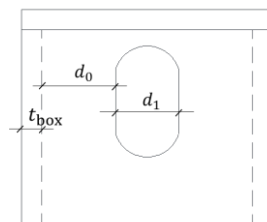


(a) a-a剖面图

(b) 平面图



(c) 预埋连接盒



(d) 底部垫板

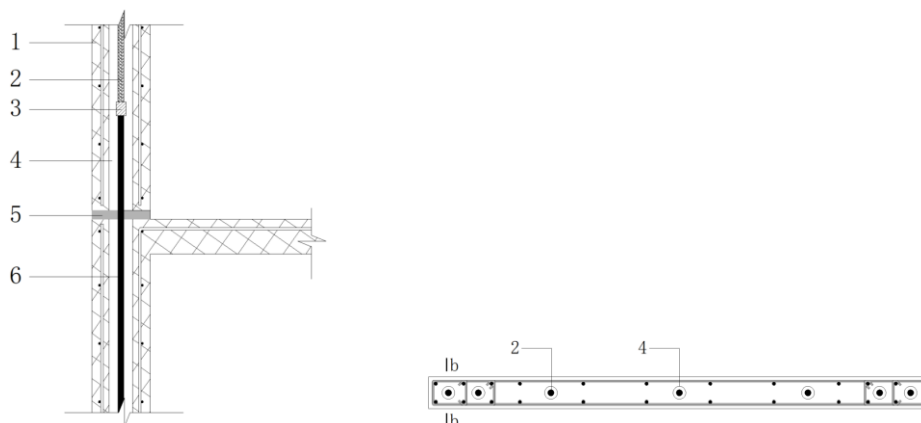
1—模块单元；2—盒式连接件；3—水平缝；4—连接钢筋

图B.0.1 水平接缝（盒式连接）构造详图

B.0.2 模块建筑水平接缝节点构造，当采用套筒插筋灌浆连接（图B.0.2）时，应符合下列规定：

1 竖孔截面为圆形或椭圆形，沿墙体厚度方向的尺寸不小于 70mm，每个竖孔内布施不少于 1~2 根竖向受力钢筋，竖孔的位置和数量根据竖向受力钢筋计算配筋面积确定；

2 上下层模块墙体水平接缝处的竖向受力钢筋和竖向分布钢筋均采用单排附加大直径钢筋间接搭接，单排附加大直径钢筋采用螺纹套筒连接，钢筋数量根据等强连接或强连接原则与水平接缝的受剪承载力要求确定。



(a) b-b剖面图

(b) 平面图

1—模块单元；2—上层模块附加钢筋；3—钢筋接头；4—竖孔；5—水平缝；

6—下层模块附加钢筋

图B.0.2 水平接缝（套筒插筋灌浆连接）构造详图

B.0.3 模块建筑竖向接缝节点构造，当采用对穿螺栓连接（图B.0.3）时，应符合下列规定：

1 竖向接缝采用干式连接时，节点刚度可由试验获得，或根据其构造建立有限元模型计算，当采用对穿螺栓连接时，节点抗拉、抗剪初始刚度可按下式计算

$$K_T = \frac{EA}{L_T} \quad (\text{B. 0. 3-1})$$

$$K_S = \frac{GA}{L_S} \quad (\text{B. 0. 3-2})$$

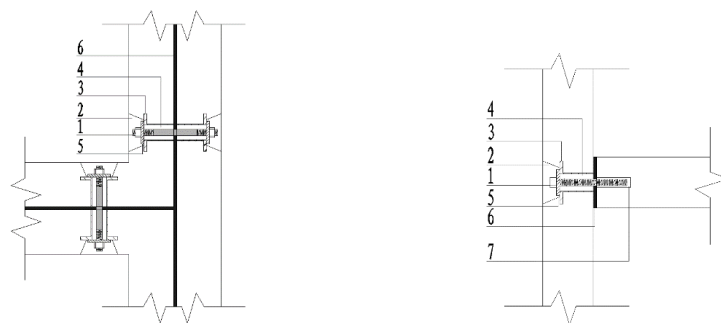
式中： K_T —— 节点抗拉初始刚度；

K_S —— 节点抗剪初始刚度；

E 、 G —— 螺栓的弹性模量、剪切模量；

A —— 螺杆截面面积；

L_T 、 L_S —— 螺栓受拉、受剪段的有效长度。



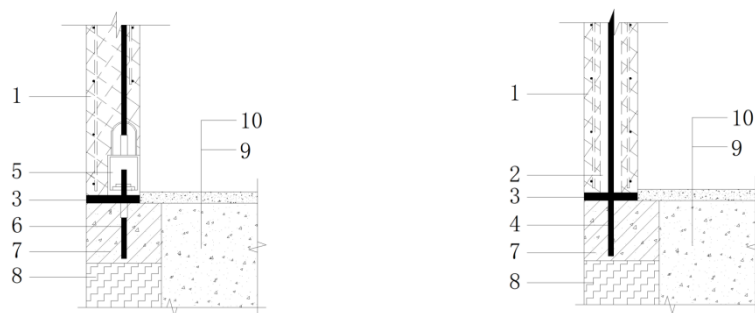
(a) 模块墙体平面内连接
接

(b) 模块墙体平面外连

1—螺栓；2—凹槽；3—预埋钢管；4—连接孔；5—钢垫片；
6—砂浆；7—预埋套筒

图B.0.3 竖向接缝（螺栓连接）构造详图

B.0.4 模块墙体与基础连接节点构造，可参考图B.0.4的连接：



(a) 盒式连接

(b) 套筒插筋灌浆连接

1—模块单元；2—竖孔；3—水平缝；4—附加纵筋；5—盒式连接件；6—预埋纵筋；
7—基础圈梁；8—混凝土基础；9—房芯土；10—素混凝土面层

图B.0.4 模块墙体与基础连接构造详图

附录 C 楼梯单元设计

C.0.1 楼梯单元设计应符合下列规定：

1 楼梯单元短暂设计状况验算的荷载及荷载组合应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666及《建筑结构荷载规范》GB 50009的有关规定。

2 楼梯单元持久设计状况的可变荷载应取施工阶段与使用阶段的较大值，其作用及作用组合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和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153的有关规定。

3 楼梯单元形式可采用直跑楼梯、双跑楼梯或多跑楼梯，楼梯规格应满足现行国家标准《民用建筑通用规范》GB 55031的有关规定。

4 楼梯单元低、高端平台段长度应满足搁置长度要求，且平台段长度不宜小于400mm。

5 楼梯单元钢筋的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关要求，且不应小于20mm。

6 楼梯单元纵向受力钢筋直径、数量及净距等应满足国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定。

7 楼梯单元的吊点数量及布置应根据尺寸、重量及起吊方式通过计算确定，吊点宜对称布置且不应少于4个。

8 楼梯单元短暂设计状况验算可简化为吊点或支撑作为简支支座的单向带悬臂的简支梁或连续梁，采用弹性方法计算其内力和变形；各种短暂设计状况下，楼梯单元正截面边缘混凝土法向压应力应符合下列规定：

$$\sigma_{cc} \leq 0.8f'_{ck} \quad (\text{C.0.1-1})$$

对于装配式混凝土楼梯单元：

$$\sigma_{cc} = \frac{M_k}{W_{cc}} \quad (\text{C.0.1-2})$$

式中： σ_{cc} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的装配式混凝土正截面边缘混凝土法向压应力（N/mm²）；

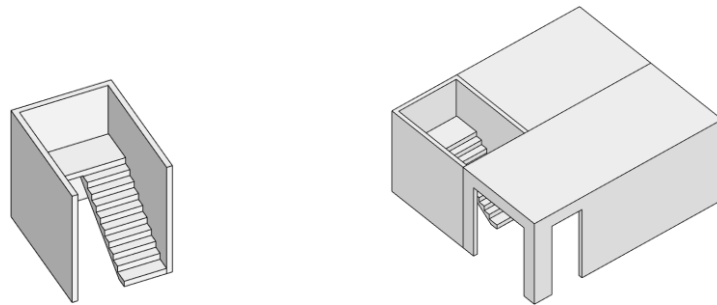
W_{cc} ——装配式混凝土楼梯正截面受压边缘弹性抵抗矩，按照简化计算

截面计算 (mm³) ;

M_k ——各种短暂设计状况在荷载标准组合作用下正截面弯矩标准值 (mm²) ;

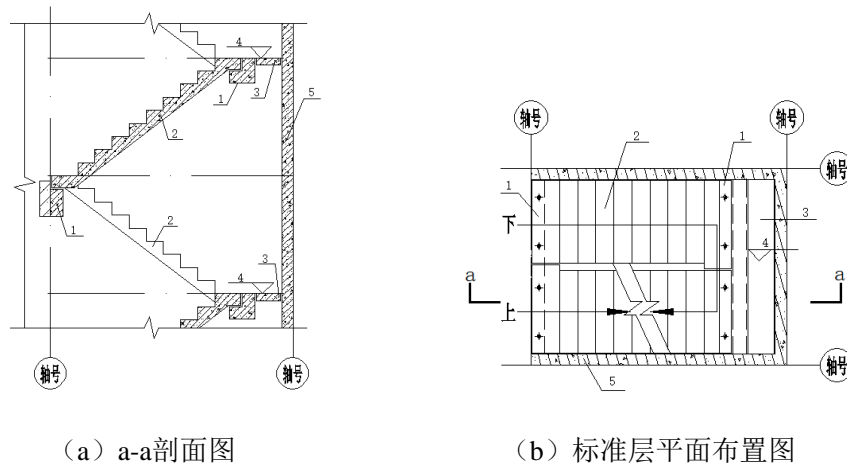
f'_{ck} ——与各种短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗压强度标准值 (N/mm²) , 按国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 确定。

8 楼梯单元示意图可参考图C.0.1。



图C.0.1 楼梯单元示意图

9 楼梯单元墙体、梯段板、梯梁和平台板均可在工厂预制和拼装完成, 构造详图可参考图C.0.2。



1—梯梁; 2—梯段板; 3—平台板; 4—平台板标高; 5—楼梯模块墙体

图C.0.2 楼梯单元构造详图

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

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，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下时可以这样做的，采用“可”。

2 本规程中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《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
《钢结构通用规范》 GB 55006
《混凝土结构通用规范》 GB 55008
《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
《建筑环境通用规范》 GB 55016
《建筑给水排水与节水通用规范》 GB 55020
《建筑电气与智能化通用规范》 GB 55024
《建筑与市政工程防水通用规范》 GB 55030
《民用建筑通用规范》 GB 55031
《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
《钢结构防火涂料》 GB 14907
《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
《建筑结构荷载规范》 GB 50009
《混凝土结构设计标准》 GB/T 50010
《建筑抗震设计标准》 GB/T 50011
《建筑给水排水设计标准》 GB 50015
《建筑设计防火规范》 GB 50016
《钢结构设计标准》 GB 50017
《供配电系统设计规范》 GB 50052
《低压配电设计规范》 GB 50054
《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
《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标准》 GB 50205
《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

《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
《屋面工程技术规范》 GB 50345
《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411
《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
《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
《钢结构工程施工规范》 GB 50755
《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
《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065
《混凝土外加剂匀质性试验方法》 GB/T 8077
《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》 JGJ/T 110
《外墙饰面砖工程施工及验收规程》 JGJ 126
《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》 JGJ 276
《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