



T/CECSxxx-202x

中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会 标 准

混凝土模块智能集成建筑技术规程

Technical specification for intelligent integrated buildings with concrete
module structure

（征求意见稿）

XXX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

混凝土模块智能集成建筑技术规程

Technical specification for intelligent integrated buildings with concrete
module structure

T/CECS xxx—202x

主编单位：青建集团股份公司

山东泰迅装配式建筑科技有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年 XX 月 XX 日

中国 XX 出版社

202X 年 北 京

中国工程建设标准化协会

智能建造委员会

混凝土模块智能集成建筑技术规程

Technical specification for intelligent integrated buildings
with concrete module structure

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2024 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2024〕15 号），标准编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为 8 章，主要技术内容包括：总则，术语，基本规定，材料，设计，模块生产，施工安装和质量验收。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会智能建造工作委员会归口管理，由青建集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。在实施本标准过程中，如有意见和建议，请联系青建集团股份有限公司技术中心（地址：青岛市市南区南海支路 5 号青建大厦，邮政编码：266071；电子邮箱：421488801@qq.com）。

目 次

1 总则	1
2 术语	3
3 基本规定	5
4 材料	7
4.1 结构材料	7
4.2 连接材料	8
4.3 其他材料及产品	10
5 设计	12
5.1 一般规定	12
5.2 建筑设计	14
5.3 结构设计	15
5.4 给排水系统设计	24
5.5 供暖、通风、空调及燃气设计	25
5.6 电气和智能化设计	26
5.7 室内装饰装修设计	28
5.8 智能集成设计与数字交付	28
6 模块生产	30
6.1 一般规定	30
6.2 生产准备	31
6.3 模块制作	32
6.4 设备管线系统安装与室内装饰装修	33
6.5 模块检验	34
6.6 模块运输	38
6.7 资料及交付	39
6.8 智能生产与数字交付	40
7 施工安装	42

7.1 一般规定	42
7.2 施工准备	43
7.3 模块安装	45
7.4 模块连接	46
7.5 施工安全与环境保护	51
7.6 智能施工与数字交付	52
8 质量验收	54
8.1 一般规定	54
8.2 模块进场验收	56
8.3 模块安装与连接验收	58
8.4 设备与管线安装验收	60
8.5 智能检测与数字交付	60
附录 A 模块单元装修质量检测报告	61
附录 B 模块单元出厂合格证	63
附录 C 施工现场模块进场验收记录	64
附录 D 模块单元吊装测试	67
本标准用词说明	68
引用标准名录	69

Contents

1 General Provisions.....	1
2 Terms.....	3
3 Basic Requirements.....	5
4 Material.....	7
4.1 Concrete, Rebar and Steel.....	7
4.2 Connection Material.....	8
4.3 Other Material and Product.....	10
5 Design.....	12
5.1 General Regulation.....	12
5.2 Building Design.....	14
5.3 Construction Design.....	15
5.4 Design of Water Supply and Drainage System Design.....	24
5.5 Design of Heating, Ventilation, Air Conditioning and Gas.....	25
5.6 Design of Intelligent & Electrical.....	26
5.7 Design of Interior Decoration.....	28
5.8 Design of Intelligent Integrated and Digital Delivery.....	28
6 Modular Production.....	30
6.1 General Regulation.....	30
6.2 Production and Preparation.....	31
6.3 Modular Unit Production.....	32
6.4 Erection of Facility & Pipeline System and Interior Decoration.....	33
6.5 Module Inspection.....	34
6.6 Module Transportation.....	38
6.7 Information and Delivery.....	39
6.8 Intelligent Production and Digital Delivery.....	40
7 Construction Installation.....	42
7.1 General Regulation.....	42

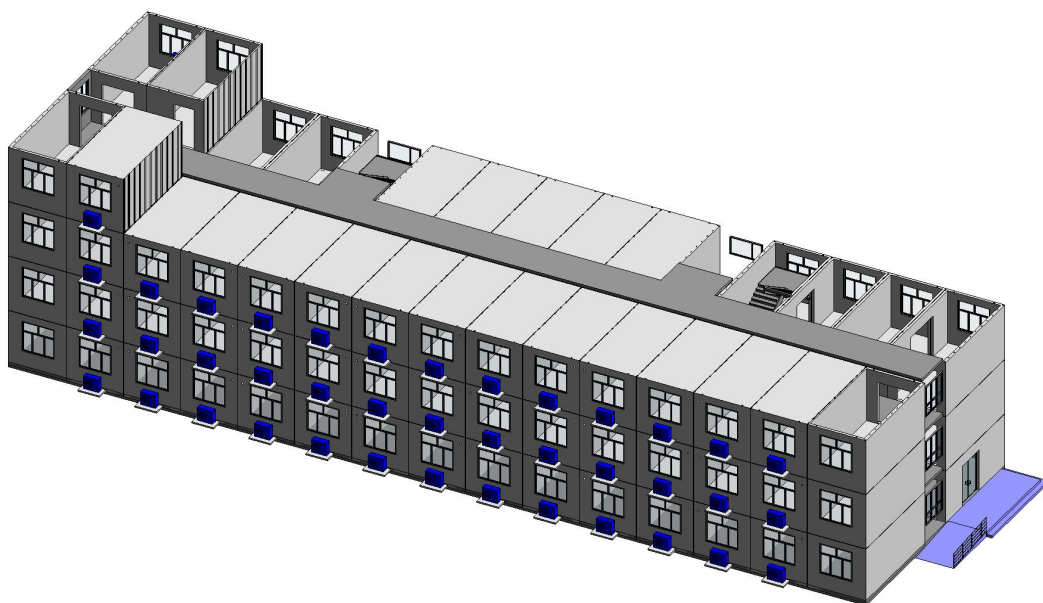
7.2 Construction Preparation.....	43
7.3 Module Installation.....	45
7.4 Module Connection.....	46
7.5 Construction Safety and Environmental Protection.....	51
7.6 Intelligent Construction and Digital Delivery.....	52
8 Quality Acceptance.....	54
8.1 General Regulation.....	54
8.2 Module Acceptance.....	56
8.3 Acceptance of Module Installation and Connection.....	58
8.4 Acceptance of Roofing and Decoration.....	60
8.5 Intelligent Inspection and Digital Delivery.....	60
Appendix A Modular Unit Decoration Quality Inspection Report.....	61
Appendix B The Factory Qualification Certificate of Modular Unit.....	63
Appendix C The Acceptance Records of Modular Unit in Construction Site.....	64
Appendix D Module Unit Lifting Testng.....	67
Explanation of Wording in This Standard.....	68
List of Quoted Standards.....	69

1 总则

1.0.1 为促进混凝土模块智能集成建筑的发展，规范叠合混凝土模块结构体系的工程应用，并做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制订本标准。

【条文说明】当前，我国劳动力人口显著下降，建筑业转型升级的背景下，国家大力发展建筑工业化，装配式建筑是实现建筑工业化的有效途径，混凝土模块智能集成建筑具有建筑空间模块化、设计制作集成化、生产工艺标准化、建筑施工装配化的特征，以及高集成度、高装配率、施工速度快等优势，在欧美及新加坡等发达国家已有较多应用案例，是绿色建筑和建筑工业化的发展方向之一。

本标准所描述的混凝土模块智能集成建筑，由叠合混凝土模块结构体系构成，预制混凝土模块单元经装配和集成形成，建设全过程采用智能建造技术。



该结构体系是通过混凝土模块间的新型叠合构造，使“分散”的模块形成抗侧力构件齐备的自身“整体”抗侧力结构体系。该结构体系施工完成后，具有与同等现浇混凝土结构等同的整体性、延性、承载力和耐久性能，即性能“等同现浇”。

对于叠合混凝土模块结构而言，合适的模块单元的拆分方式及合理地选择模块的连接方法，是保证该结构具有足够刚度和整体性的关键，模块单元的拆分方式决定了模块间拼缝的位置、模块的尺寸和形状等，模块合理的拼缝位置以及尺寸和形状的设计是十分重要的，它对建筑功能、建筑平立面、结构受力状况、模块单元承载能力、工程造价等都会产生一定的影响。鉴于此，本标准根据工程实

践经验和科研试验,研究提出了适用于多层和高层的两种不同抗侧力结构体系模块单元的确定原则、设计原则和节点连接装配方案,生产、施工方案,作为混凝土模块智能集成建筑的设计、生产、施工、质量验收的依据,对规范、推广有积极的指导作用。

1.0.2 本标准适用于抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下地区的混凝土模块智能集成建筑的设计、生产、施工和质量验收。

【条文说明】本标准中的混凝土模块智能集成建筑可用于住宅、教育、办公、医疗、酒店等,对于保障性住房、绿色农房、公寓、宿舍等标准化程度更高的建筑类型的建设优势明显。

1.0.3 混凝土模块智能集成建筑的设计、生产、施工、质量验收除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 混凝土模块智能集成建筑 concrete modular intelligent integrated construction

建设全过程采用智能建造技术,由预制混凝土模块单元经装配和集成形成的建筑。

2.0.2 模块单元 modular unit

组成混凝土模块智能集成建筑的基本单元,在工厂完成预制,集成结构、围护、装饰装修及设备管线等系统,组合而成的具有建筑使用功能的三维空间体单元,简称模块。

2.0.3 叠合混凝土模块结构 concrete modular composite structure

通过混凝土模块间的叠合连接技术,使“分散”的模块形成抗侧力构件齐备的自身“整体”抗侧力结构,称为叠合混凝土模块结构。其中以结构形式不同,分为叠合混凝土模块墙板结构、钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构和桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构。

2.0.4 叠合混凝土模块墙板结构 concrete modular composite wall panel structure

由模块单元在施工现场采用波纹管插筋浆锚连接、钢丝拉环插筋搭接连接等方式进行叠合连接,并以此作为传力路径的叠合混凝土模块结构。

2.0.5 钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构 concrete modular composite shear wall with steel wire structure

由模块单元在施工现场通过后浇叠合楼板形成刚性楼板,波纹管插筋浆锚连接、钢丝拉环插筋搭接连接等方式形成叠合剪力墙,最终形成抗侧力模块的叠合混凝土模块结构。

【条文说明】由钢丝拉环模块单元通过一系列构造措施现场拼接形成的完整的剪力墙结构。其构造措施包括预留叠合桁架筋后浇楼板,外墙预埋波纹管,内墙预埋钢丝拉环,并预留后浇边缘构件。

2.0.6 桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构 concrete modular composite shear wall with truss reinforcement structure

由模块单元在施工现场通过后浇叠合楼板形成刚性楼板,波纹管插筋浆锚连接、桁架筋插筋搭接连接等方式形成叠合剪力墙,最终形成抗侧力模块的叠合混

凝土模块结构。

【条文说明】由桁架筋模块单元通过一系列构造措施现场拼接形成的完整的剪力墙结构。其构造措施包括预留叠合桁架筋后浇楼板，外墙预埋波纹管，内墙预留桁架筋，并预留后浇边缘构件。

2.0.7 波纹管插筋浆锚连接 grout-anchored rebar connections in corrugated pipe

在模块单元墙体中预埋的波纹管内插入钢筋，并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

2.0.8 钢丝拉环插筋搭接连接 inserted rebar through the wired steel ring lap joint connections

在模块单元墙体侧边预埋钢丝拉环，模块单元拼接后拉环相互交叠，在拉环交叠区内插入钢筋，并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

2.0.9 桁架筋插筋搭接连接 inserted rebar through the truss lap joint connections

在模块内墙中配置桁架筋，模块单元拼接后桁架筋相互交叠，在桁架筋交叠区域内插入钢筋，并浇筑自密实混凝土或灌注水泥基灌浆料实现的钢筋搭接连接方式。

3 基本规定

3.0.1 混凝土模块智能集成建筑应采用标准化设计、工业化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理和智能化应用等方式，实现全过程的智能建造。

【条文说明】系统性和集成性是混凝土模块装配式建筑的基本特征，混凝土模块智能集成建筑是以完整的建筑产品为对象，提供性能优良的完整建筑产品，通过系统智能集成的方法，实现设计、生产运输、施工安装和使用维护全过程的一体化。

3.0.2 混凝土模块智能集成建筑设计应按照通用化、模数化、标准化的要求，以少规格、多组合的原则，实现建筑及模块单元的系列化。

【条文说明】混凝土模块智能集成建筑设计应进行模数协调，以满足建造标准化、通用化的要求。标准化设计是实施混凝土模块装配式建筑的有效手段，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，而模数和模数协调是实现混凝土模块装配式建筑标准化设计的重要基础，涉及装配式建筑产业链上的各个环节。少规格、多组合是混凝土模块装配式建筑设计的重要原则，减少模块规格种类，有利于提高模具重复使用率，有利于模块的生产制造与施工，有利于提高生产速度和工人的劳动效率，从而降低造价。

3.0.3 混凝土模块智能集成建筑的工厂化生产应建立生产质量管理体系，设置产品标识，提高生产精度，保障产品质量。

【条文说明】对进行设计评价、施工评价的项目，应具有一定的规模或体量，项目所涵盖的主要专业均应实施智能建造应用，智能建造应用内容应完整。对试点示范项目，应符合地方政府主管部门、行业组织或有关企业的相关规定。

3.0.4 混凝土模块智能集成建筑应进行技术策划，对技术选型、技术经济可行性和可建造性进行评估，并应科学合理的确定建造目标与技术实施方案。

3.0.5 混凝土模块智能集成建筑宜采用建筑信息模型（BIM）技术，实现设计、生产、施工、质量验收的信息交互和共享，实现建筑全过程一体化协同工作。

【条文说明】建筑信息模型技术是混凝土模块装配式建筑建造过程的重要手段。通过信息数据平台管理系统将设计、生产、施工、物流和运营等各环节联系为一体化管理，对提高工程建设各阶段及各专业之间协同配合的效率，以及一体化管理水平具有重要作用。

3.0.6 混凝土模块智能集成建筑宜采用 EPC 模式进行工程建造。

【条文说明】混凝土模块智能集成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。该建筑类型区别于传统建筑，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，能够充分发挥设计在整个工程建设过程中的主导作用，有利于工程项目建设整体方案的不断优化，有效地实现建设项目的进度、成本和质量控制符合建设工程总承包约定，确保获得较好的投资效益。

4 材料

4.1 结构材料

4.1.1 混凝土力学性能和耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定。

【条文说明】主要建筑材料需要符合国家、行业现行有关标准的规定。

4.1.2 混凝土强度等级应符合下列规定：

- 1 预制模块单元的混凝土强度等级不应低于 C30。
- 2 预制模块单元间现浇拼装接缝的混凝土设计强度等级不应低于模块单元的混凝土设计强度等级；
- 3 预制模块单元叠合楼板后浇层及底板后浇拼缝的混凝土设计强度等级不应低于模块单元混凝土设计强度等级。

4.1.3 墙模、柱模、梁模等可采用高性能无机材料制作。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%；
- 3 静曲强度不宜小于 10MPa，试验方法应符合现行国家标准《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》GB/T 17657 的有关规定。

【条文说明】墙模、柱模和梁模是预制混凝土模块单元之间现浇墙、柱和梁的模板，为了方便模块间现浇墙、柱和梁等构件的浇筑，预制在混凝土模块中的。

4.1.4 轻质隔墙板应符合现行行业标准《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157 和《蒸压加气混凝土制品应用技术标准》JGJ/T 17 的有关规定。

4.1.5 钢筋和钢材的力学性能要求应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构通用规范》GB 55006 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等的有关规定。

4.1.6 钢筋的选用应符合下列规定：

- 1 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
- 2 纵向受力钢筋宜采用 400MPa 级以上热轧带肋钢筋；
- 3 箍筋宜采用 HPB300、HRB400、HRBF400、HRB500、HRBF500 级钢筋。

4 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。

4.1.7 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。

4.1.8 预埋件的锚板宜采用 Q235、Q345 级钢，并应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的有关规定；预埋件的锚筋应采用 HRB400 或 HPB300 钢筋，且不应采用冷加工钢筋。

4.2 连接材料

4.2.1 混凝土模块与模块之间连接部位采用的自密实混凝土的性能要求应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的有关规定。

4.2.2 水平接缝用灌浆料、插筋预留孔连接用灌浆料应采用成品干混料，其性能要求应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 水平接缝用灌浆料、插筋预留孔灌浆料性能要求

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	≥300	《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
	30min	≥260	
竖向膨胀率（%）	3h	≥0.02	《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
	24h 与 3h 差值	0.02~0.50	
抗压强度（MPa）	1d	≥20	《水泥基灌浆材料应用技术规程》GB/T 50448
	3d	≥40	
	28d	≥60	
水溶性氯离子含量（%）		≤0.03	《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077

【条文说明】参考国家现行标准《水泥基灌浆材料应用技术规程》GB/T 50448 行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 制定了水平接缝灌浆料、插筋预留孔灌浆连接用灌浆料的性能要求。水平接缝用灌浆料要传递接缝的压力和剪力，其强度应高于构件，因此要求较高。灌浆料需采用成品干混料。

4.2.3 用于连接上下模块单元的座浆料性能应满足表 4.2.3 的要求。

表 4.2.3 座浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法标准
保水率（%）		≥88	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
2h 砂浆稠度损失率（%）		≤20	《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
竖向膨胀率（%）	1d	0.02~0.10	《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
抗压强度（MPa）	1d	≥20	《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671
	3d	≥35	
	28d	≥60	
水溶性氯离子含量（%）		≤0.03	《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077

4.2.4 用于连接上下模块单元的专用封浆料性能应满足表 4.2.4 的要求。

表 4.2.4 封浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法标准
初始流动度（mm）		130~170	《水泥胶砂流动度测试方法》GB/T 2419
抗压强度（MPa）	1d	≥30	《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671
	3d	≥45	
	28d	≥55	

4.2.5 自密实混凝土拌合物除应满足普通混凝土拌合物对凝结时间、凝聚性和保水性等的要求外，自密实性能还应满足表 4.2.5 的要求。

表 4.2.5 自密实混凝土拌合物的自密实性能及要求

检测性能	性能指标测试方法	性能指标	性能等级	技术要求
填充性	坍落扩展度	坍落扩展度（mm）	SF1	550~650
			SF2	660~750
			SF3	760~850
	T ₅₀	扩展时间（s）	VS	2≤T ₅₀ ≤5
间隙通过性	J 环扩展度	坍落扩展度与有环条件下的环扩展度差值（mm）	PA1	25<PA1≤50
			PA2	0≤PA2≤25
抗离析性	筛析法	浮浆百分比（%）	SR1	≤20
	跳桌法	离析率（%）	SR2	≤15
			f _m	≤10

【条文说明】J-环扩展度 J-Ring flow 指 J-环扩展度实验中，混凝土停止流动后，展开圆形的最大直径和与最大直径呈垂直方向的直径的平均值(mm)。

4.3 其他材料及产品

4.3.1 模块接缝处的密封材料应符合下列规定：

- 1 密封材料应与混凝土具有相容性，以及规定的抗剪切和伸缩变性能力；
- 2 密封材料应具有防霉、防水、耐候等性能；
- 3 模块接缝用建筑密封胶的性能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 当模块外墙接缝用密封材料应采用硅酮结构密封胶。

【条文说明】参考建工行业标准《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》JG/T 475-2015 硅酮结构密封胶具有不低于 25a 的使用寿命。密封胶种类、数量较多，需根据应用环境、功能需求选用，装配式建筑用密封胶除应具有一定的变形能力、与混凝土材料具有相容性以外，尚需符合外观性能、材料性能以及在固化过程中的性能的相关要求。密封材料的耐久性是在使用过程中能长期保持其粘结密封性能和本体性能的指标。在使用环境中，密封材料除经受紫外线、臭氧、温度、水等因素作用外，因温度变化等原因引起的接缝移动使材料本身经常承受周期变化的应力，因而其耐久性显得尤其重要。混凝土模块智能集成建筑中，模块拼接处外漏密封材料直接接触日光、空气和水，容易老化。因此可在使用期内更换的，其耐久性要求不宜低于 25 年。不可在使用期内更换的材料，其耐久性的要求需与主体结构的使用年限适配。

4.3.2 外墙保温材料和保温连接件的性能要求应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

4.3.3 外墙接缝处外覆防水宜选用防水涂料或防水透气膜，防水材料应和基材相容，并应符合现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的有关规定。

4.3.4 模块的吊环应采用 HPB300 钢筋或 Q235B 圆钢。预埋吊件的材料应符合国家现行相关标准的要求。

4.3.5 用于钢筋机械连接的套筒，其原材料及实测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。

4.3.6 用于钢筋浆锚连接的镀锌金属波纹管应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225 的有关规定。

4.3.7 钢丝绳拉环材料力学性能应符合国家现行标准《钢丝绳通用技术条件》

GB/T 20118 的有关规定。

4.3.8 混凝土模块智能集成建筑采用的室内装修材料应符合国家现行标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 混凝土模块智能集成建筑设计时,建筑、结构、设备、精装、智能化等各专业应协同设计,并应符合国家现行标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352的有关规定。

5.1.2 混凝土模块智能集成建筑应功能合理,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,应符合现行国家标准的有关规定。

5.1.3 模块单元设计应符合下列规定:

1 模块单元的设计应满足标准化的要求,宜采用建筑信息化模型(BIM)技术进行一体化设计,确保模块单元的钢筋与预留洞口、预埋件等相协调;

2 模块单元的形状、尺寸、重量等应满足制作、运输、安装各环节的要求。

5.1.4 混凝土模块智能集成建筑非结构构件和建筑附属设备应采取必要的抗震措施,以及围护结构对结构抗震的不利影响,免不合理设置而导致主体结构的破坏。

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

5.1.5 混凝土模块智能集成建筑的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的有关规定。

5.1.6 给水排水、暖通空调、燃气、电气和智能化等设备与管线应协同设计,并遵循标准化、系列化、模块化、集束化的原则;预留、预埋及安装应满足结构等专业相关要求。

【条文说明】给水排水、暖通空调、燃气、电气和智能化等专业设二级协同和管线综合是混凝土模块智能集成建筑设计的重要内容,其管线综合设计应符合各专业间、各设备和管线间安装施工的精细化设计及系统性布线的要求。

5.1.7 混凝土模块智能集成建筑的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。

5.1.8 设备和管线系统的设计应符合下列规定:

1 应符合模数协调要求,便于混凝土模块智能集成建筑的部品部件进行工业化生产和装配;

2 宜与主体结构相分离,方便维修更换;

3 应集中设置,减少平面交叉,设备、管线及部品间的连接接口应标准化。

【条文说明】从便于安装、维修等方面考虑,设备与管线系统应采用管线分离方式进行设计。同时,竖向管线应相对集中布置,横向管线应避免交叉。设备及管线宜选用装配式集成部品,其接口应标准化,并应满足通用性和互换性的要求。

5.1.9 竖向主干管线设计应符合下列规定:

1 竖向主干管线宜统一集中布置在管道井内,管道井位置应合理设置,减少对建筑室内空间的影响;

2 管道井进深需留出设备管道操作安装空间,当安装空间不能满足要求时,局部开检修口;

3 穿越预制楼板的管道应预留洞口或预留套管。

【条文说明】竖向主干管线安装在管道井内,便于统一维修管理,管道井宜设置在单独模块单元内独立分区。同时,考虑电气系统主干线需连续不可分割,因此采取现场安装的方式。电气管线的敷设方式应符合国家现行安全和防火相关标准的规定。

5.1.10 横向主干管线设计应符合下列规定:

1 横向主干管线宜安装于走道、架空层等公共部位,电气管线安装间距应符合国家现行标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217的有关规定;

2 在管线结合部位设置检修口。

5.1.11 分支管线设计应符合下列规定:

1 分支管线应考虑在工厂内完成安装;

2 分支管线可在本层地板内、隔墙内、吊顶空间内敷设,应减少平面交叉;

3 给水排水、通风和电气等管线应与厨房模块、卫浴模块相配套,在管道接口连接处设置检修口;

4 厨房模块单元、卫浴模块单元的管道应在预留的安装空间内敷设,其位置与尺寸宜标准化。

【条文说明】厨房模块单元、卫浴模块单元设计时，需要结合具体厨卫产品考虑接口的预留。

5.1.12 混凝土模块智能集成建筑应选用耐腐蚀、使用寿命长、降噪性能好、便于安装及维修的管材、管件，以及连接可靠、密封性能好的管道阀门设备。

5.1.13 混凝土模块智能集成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，模块单元主要内装修应在工厂完成。

5.2 建筑设计

5.2.1 混凝土模块智能集成建筑的设计采用的模数数列应根据功能性和经济性原则确定，并应符合国家现行标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的有关规定，并实现部品部件的模数化、标准化、定型化和通用化。

【条文说明】混凝土模块智能集成建筑的模块及其组合，可依据基本模数尺寸实行标准化的设计，尽量统一建筑的各个组成部分。混凝土模块智能集成建筑采用建筑通用体系是实现建筑工业化的前提，模数化、标准化、定型化和通用化设计是满足部品部件工业化生产的必要条件，以实现批量化的生产和建造。

5.2.2 混凝土模块智能集成建筑宜根据其建筑功能、建造场地与建造环境、各种空间的有效利用率、运输车辆的尺寸及载重级别、沿途经过的道路、桥梁的宽度和载重能力、吊装设备的吊装能力等综合因素，施工安装条件等因素，确定模块单元及其相关部品部件的尺寸。

【条文说明】对宽度较大超过运输规格的构件，需进行特殊的运输安排。根据交付和施工计划，可能需要规划临时存放点。模块生产制作单位与施工总承包单位宜尽早参与到前期设计中。设计需在早期阶段完成。每种构件的实体模型和原型经预制、检查、测试后，方可投入生产。在工厂中需进行模块的试装或堆叠。现场施工可同时进行。构件部品堆叠完成后，需要进行防水防腐等处理方式，避免损坏。

5.2.3 模块单元平面尺寸应考虑单元运输限制和内部空间的功能使用要求。根据建筑功能不同，内部空间尺寸，宜采用符合 1M 的尺寸系列。

【条文说明】模块单元沿水平方向的定位基准面宜采用中心线定位法，中心线应定位于模块单元间接口的中间位置；混凝土模块智能集成建筑平面中相邻中心线间距尺寸应等于模块单元内部净尺寸、模块两侧墙体厚度与模块之间接口尺寸之和。混凝土模块化建筑的层高定位基准面应设置在模块单元底板的建筑完成面顶面，建筑层高为下层模块单元室内建筑完成面至上层模块单元室内建筑完成面之间的高度。

5.2.4 混凝土模块智能集成建筑平面设计应符合下列规定：

- 1 应采用标准化、可重复性的布置方式组合，应保持模块的简单性和统一性，模块间有局部不同时，应按照规律性、简洁性原则布置；
- 2 建筑的平面布置宜简单、规则、对称；门窗洞口的平面布置宜均匀，立面布置宜上下对齐；
- 3 设备与管线宜集中设置，并进行管线综合设计。

5.2.5 混凝土模块智能集成建筑立面设计应符合下列规定：

- 1 外墙、阳台板、空调板、外窗、遮阳设施及装饰等部品部件宜进行标准化设计；
- 2 外墙装饰面层宜采用清水混凝土、装饰混凝土、免抹灰涂料和反打面砖等耐久性强的建筑材料；
- 3 应保证模块垂直和水平接缝的防水处理满足使用功能、美观和规范的要求，还应保证具有施工的安全性、操作的简便性。

【条文说明】建筑立面设计应考虑模块在工厂加工、开模制作、生产工艺等特点，考虑经济性，立面造型与细部饰面装修简洁大方，充分体现建筑立面造型与特色。

5.3 结构设计

(I) 结构体系

5.3.1 本标准涉及的叠合混凝土模块结构可分为叠合混凝土模块墙板结构、钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构、桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构。

【条文说明】本标准涉及的叠合混凝土模块墙板结构、钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构、桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构，已开展了节点、构件和结构体系层面的系列试验研究和计算分析。当模块化房屋采用本规程未规定的结构体系时，应进行专项论证。在进行专项论证时，根据实际结构类型、节点连接形式和模块单元形式及构造等，选取合理结构计算模型，并采取相应的加强措施。必要

时应采取试验方法对结构性能进行补充研究。

5.3.2 叠合混凝土模块结构最大适用高度应满足表 5.3.2 的要求，超过表 5.3.2 规定的最大适用高度的房屋，应进行专门研究和论证。

表 5.3.2 叠合混凝土模块结构最大适用高度

结构类型		抗震设防烈度		
		6 度、7 度	8 度（0.2g）	8 度（0.3g）
最大高度	叠合混凝土模块墙板结构	24m	21m	18m
	钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构	80m	70m	60m
	桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构	90m	80m	70m

【条文说明】编制组开展了叠合混凝土模块墙板结构、钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构、桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构体系层面的地震模拟振动台试验和破坏性拟静力试验。由于体系含墙率较高，在地震模拟振动台试验中发现，当基底地震动激励达到 8 度极罕遇地震动强度水平时，3 种结构体系的最大层间位移角仍小于剪力墙结构弹塑性层间位移角限值 1/120。在破坏性拟静力对比试验中发现，叠合混凝土模块墙板结构极限承载力弱于现浇结构，钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构和桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构由于叠合部分采用更高强度的混凝土或灌浆料，其极限承载力强于现浇结构。参考《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》T/CECS 579,并结合实践经验，确定了 3 类叠合混凝土模块结构最大适用高度。



图 5.3.2 结构体系拟静力试验

5.3.3 叠合混凝土模块结构体系抗震等级应符合表 5.3.3 的规定：

表 5.3.3 叠合混凝土模块结构的抗震等级

结构类型		抗震设防烈度							
		6 度		7 度			8 度		
钢丝拉环 叠合混凝土模块剪力墙结构	高度	≤ 70	> 70	≤ 24	> 24 且 ≤ 70	> 70	≤ 24	> 24 且 ≤ 60	> 60
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一
桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构	高度	≤ 70	> 70	≤ 24	> 24 且 ≤ 70	> 70	≤ 24	> 24 且 ≤ 70	> 70
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一

注：房屋高度指室外地面的主要屋面板板顶高度（不包括局部突出屋顶各部分）。

【条文说明】叠合混凝土模块结构体系对于抗震等级及抗震措施区别不同结构体系，应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 中的有关规定。

5.3.4 叠合混凝土模块结构应符合下列规定：

- 1 应具有明确的结构计算简图及荷载传递途径；
- 2 应具备必要的抗震承载能力、良好的变形能力和消耗地震能量的能力，并应避免出现薄弱部位；
- 3 应通过构造实现结构足够的冗余度，避免因部分构件或结构破坏导致整个结构体系丧失承载能力。

【条文说明】在叠合混凝土模块结构体系中，可以采用多种结构设计思路，当主体结构间的连接变得复杂多样时，宜采用试验分析的方式对其真实工作情况进行研究，软件模型应充分考虑其真实工作情况做出合理假定，计算软件的技术条件应符合行业规范的有关标准规定，并应说明其特殊处理的内容和依据，所有模型计算结果，应经分析论证确认其合理、有效后方可用于工程设计。

5.3.5 叠合混凝土模块结构应符合下列规定：

- 1 当设置地下室时，宜采用现浇混凝土；
- 2 剪力墙结构和部分框支剪力墙结构底部加强部位宜采用现浇混凝土；
- 3 当底部加强部位的剪力墙采用预制混凝土时，应采取可靠技术措施。

5.3.6 叠合混凝土模块结构模块单元之间的连接，应符合下列规定：

- 1 构件节点的破坏，不应先于其连接的构件；
- 2 预埋件的破坏，不应先于连接构件的破坏；
- 3 模块单元间的连接应传力路径明确、构造可靠，并应满足承载力、延性和耐久性要求。

（II） 结构布置

5.3.7 叠合混凝土模块结构平面布置与竖向布置的规则性除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

5.3.8 叠合混凝土模块结构的质量、刚度和承载力分布宜均匀，平面布置应符合下列规定：

- 1 叠合混凝土模块结构的平面布置宜简单、规则、对称，减少平面内的偏心；
- 2 叠合混凝土模块结构平面布置应减少扭转的影响。高层叠合混凝土模块结构在考虑偶然偏心影响的规定水平地震力作用下，楼层竖向构件最大的水平位移和层间位移，不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍，不应大于该楼层平均值的 1.4 倍；
- 3 结构扭转为主的第一自振周期与平动为主的第一自振周期之比，高层叠合混凝土模块结构不应大于 0.85。

5.3.9 叠合混凝土模块结构的竖向布置应连续、均匀，构件宜上、下连续贯通，避免抗侧力结构的侧向刚度和受剪承载能力沿竖向突变。

5.3.10 叠合混凝土模块结构体系的高宽比不宜超过表 5.3.10 的数值。

表 5.3.10 叠合混凝土模块结构适用的最大高宽比

结构类型		抗震设防烈度	
		6 度、7 度	8 度
最大高宽比	叠合混凝土模块墙板结构	3.0	2.5
	钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构	6.0	5.0
	桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构	6.0	5.0

【条文说明】高层建筑的高宽比，是对结构刚度、整体稳定、承载能力和经济合理性的宏观控制；在结构设计满足本规程规定的承载力、稳定、抗倾覆、变形和舒适度等基本要求后，仅从结构安全角度讲高宽比限值不是必须满足的，主要影响结构设计经济性。

（III） 计算分析

5.3.11 叠合混凝土模块结构进行计算分析时的荷载、地震作用以及作用组合，应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

5.3.12 叠合混凝土模块结构构件应进行正常使用极限状态的验算，结构构件正截面受力裂缝的控制和结构中受弯构件的挠度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

5.3.13 在竖向荷载、风荷载以及多遇地震作用下，叠合混凝土模块结构的内力和变形可采用弹性计算方法；罕遇地震下，弹塑性变形可采用弹塑性时程分析或静力弹塑性分析方法计算。

5.3.14 叠合混凝土模块结构应采用空间结构模型进行结构计算分析，计算模型应根据结构的实际情况确定。计算结构内力和弹性变形验算时，可采用刚性楼板假定；进行结构弹塑性变形验算时，叠合混凝土模块墙板结构可采用分块刚性楼板假定，钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构和桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构可采用刚性楼板假定。

【条文说明】对于模块结构而言，楼盖系统由多个模块单元拼接组合而成，当楼盖系统没有额外的加强连接时，不构成连续的楼板，不能将整层楼盖假定为刚性楼板；当楼盖系统在相邻或上下模块板、梁之间增设加强措施，通过试验或理论分析能够使楼板在平面内连续时，可将整层楼盖假定为刚性楼板。叠合混凝土模块墙板结构的楼盖主要通过墙体叠合连接，在弹性计算时可认为刚性楼板，在结构进入强非线性阶段，应按分块刚性进行计算分析。钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构和桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构采用模块顶板后浇叠合的做法，可认为整层楼盖为刚性楼板。

5.3.15 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的叠合混凝土模块结构楼层层间最大水平位移与层高之比 $\Delta u/h$ 宜小于 1/1000。

5.3.16 叠合混凝土模块结构的薄弱层（部位）弹塑性层间位移与层高之比 $\Delta u/h$ 在罕遇地震作用下宜小于 1/200，在极罕遇地震作用下宜小于 1/120。

【条文说明】叠合混凝土模块结构体系含墙率较高，结合编制组开展的试验和计算分析工作，提出了比现行规范针对剪力墙结构弹塑性层间变形要求更高的性态

水平。

5.3.17 叠合混凝土模块结构的计算可按等同现浇进行，并应符合下列规定：

- 1 结构体系为叠合混凝土模块墙板结构时，可采用弹性方法进行结构分析，并按结构实际情况建立分析模型；
- 2 结构体系为钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构时，模块结构抗侧力墙体可作为整体构件考虑，地震作用宜乘以 1.2 的放大系数；
- 3 结构体系为桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构时，模块结构抗侧力墙体可作为整体构件考虑，地震作用宜乘以 1.1 的放大系数。

【条文说明】叠合混凝土模块结构体系墙体存在水平接缝，参考《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 相关做法，为简化叠合混凝土模块结构计算设计，可将模块结构抗侧力墙体可作为整体构件考虑，并将地震作用适当放大。

(V) 构造做法

5.3.18 上下模块间非叠合的独立单片墙或叠合墙，采用波纹管插筋灌浆连接时（图 5.3.18），通过预埋通长金属波纹管，安装完成后插筋、灌浆，波纹管水平间距不大于 600mm，在模块端部适当加密，竖向插筋公称直径不小于 20mm 且不小于替代区域的墙体竖筋面积，上下插筋可采用机械连接或搭接。

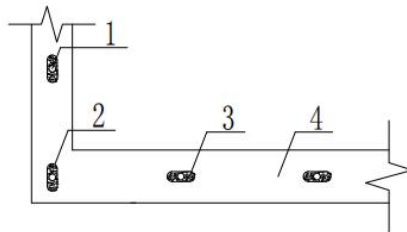


图 5.3.18 上下模块之间通过浆锚连接示意图

1—竖向插筋；2—波纹管；3—非收缩灌浆料；4—模块单元侧墙

【条文说明】建筑外墙及独立单片墙无法通过钢丝绳拉环连接，采用波纹管浆锚搭接，在需要设置构造边缘构件的位置，用波纹管插筋灌浆连接，纵筋直径应满足构造边缘构件的构造配筋要求。

5.3.19 模块底部接缝构造如图 5.3.19 所示，高度宜为 20mm，宜采用灌浆料填实，也可采用座浆料，设密封条防止浆料泄露缝侧边，密封条距离内墙表面水平距离不小于 20mm，宜选用直径为缝宽 1.3~1.5 倍的聚乙烯圆棒。

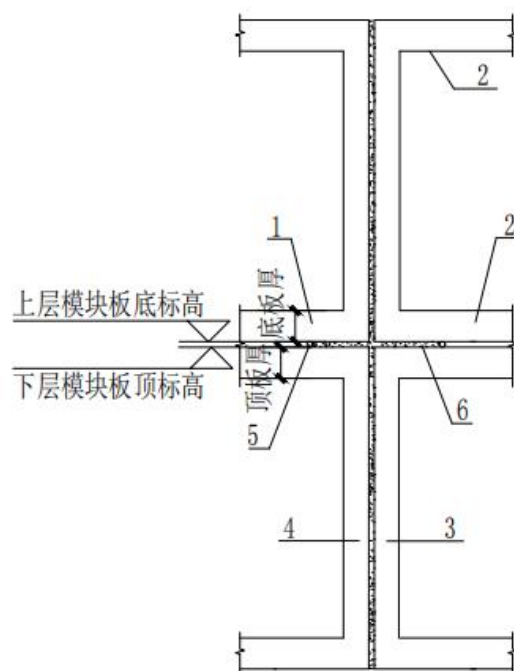


图 5.3.19 模块底部接缝示意图

1—模块 1 底板；2—模块 2 底板；3—模块 3 侧墙；4—模块 4 侧墙
5—聚乙烯圆棒；6—非收缩灌浆料；bw—模块侧墙厚度

【条文说明】下部模块底板和上部模块的顶板之间有缝隙，是各自独立的两块板，需要采取密封防止跑浆。

5.3.20 相邻模块间墙体开洞构造如图 5.3.20 所示，洞口下部底板需加强连接可采用 U 型插筋依次插入底板钢筋网内，后浇筑混凝土，插筋直径不小于 10mm。

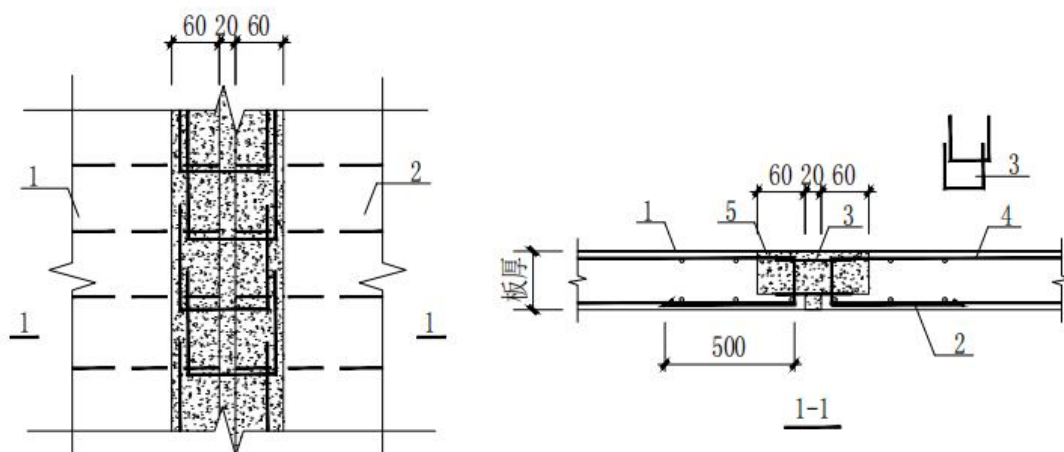


图 5.3.20 洞口底板连接示意图

1—模块 1 底板；2—模块 2 底板；3—U 形插筋；4—板顶筋；
5—非收缩灌浆料

【条文说明】有墙板的部分通过钢丝绳拉环拉结，开洞部分相应加强底板之间的

连接，整个模块间楼板的整体性得到加强。

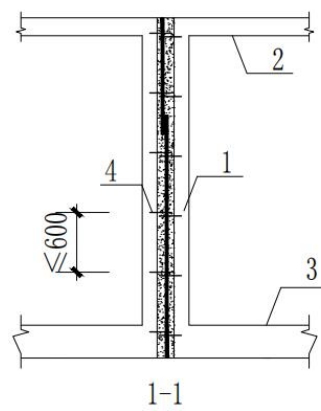
5.3.21 叠合墙板间、波纹管内及上下模块间接缝处灌注水泥基灌浆料灌实或自密实混凝土。水泥基灌浆料强度等级且不宜低于 60MPa，自密实混凝土强度等级值应大于被连接构件混凝土强度等级值且不宜低于 C40。

5.3.22 抗震等级为一、二、三级模块剪力墙在重力荷载代表值作用下墙肢的轴压比不宜大于 0.5，当不大于 0.2 时，墙肢两端可设置构造边缘构件。底层墙肢底截面的轴压比大于 0.2 时，应在底部加强部位及相邻上一层设置约束边缘构件，在以上的其他部位可设置构造边缘构件。构造边缘构件和约束边缘构件的截面积、配箍特征值、箍筋和纵向钢筋应符合《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定。

5.3.23 叠合混凝土模块墙板结构体系的模块间墙体钢丝拉环插筋灌浆做法如图 5.3.23 所示，并应符合下列规定：

1 模块叠合墙板侧边应预留水平钢丝绳拉环，钢丝绳公称直径不应小于 6mm，水平间距不应大于 600mm，竖向间距不应大于 600mm。叠合墙板构造边缘构件可用钢丝绳拉环替代箍筋，拉环直径、间距应符合图 5.3.23 的要求，模块下部第一个需在底板内布置，上部第一个拉环距离顶板不大于 90mm；同一竖向接缝左右两侧模块墙板预留水平拉环的竖向间距不应大于 50mm；拉环尾部拉住墙板水平、竖向钢筋交叉点或在外层设置通长附加竖向钢筋；

2 叠合墙板接缝拉环内应配置公称直径不小于 20mm 且不小于替代区域的墙体竖筋面积，节点后插纵筋，且应插入墙板侧边的钢筋拉环重叠区内，重叠区要方便钢筋插接施工，上下插筋可采用搭接或机械连接。



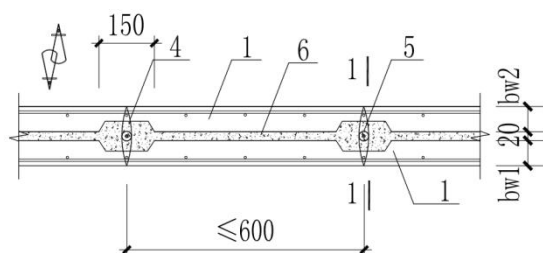


图 5.3.23 墙体预埋钢丝绳拉环灌浆连接构造示意图

1—模块单侧墙体；2—模块顶板；3—模块底板；4—预埋钢丝绳拉环；
5—竖向插筋；6—非收缩灌浆料；bw1、bw2—模块侧墙厚度

【条文说明】墙体钢丝拉环后灌浆段，指在模块内墙中配置钢丝绳拉环中竖向插入搭接钢筋，实现模块间竖向和水平方向的有效连接。

5.3.24 钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构体系的连接做法包括模块间楼板桁架筋叠合段做法、模块间墙体钢丝拉环插筋后浇做法、边缘构件后浇做法。

- 1 楼板桁架筋叠合段做法如图 5.3.24 所示；
- 2 墙体钢丝拉环后灌浆段做法同图 5.3.23 所示；
- 3 后浇边缘构件尺寸、配筋及锚固长度应满足现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

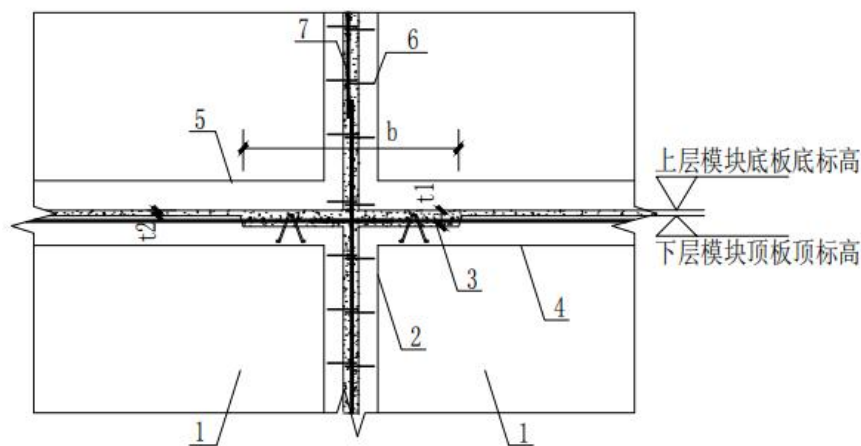


图 5.3.24 钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙水平连接构造示意图

1—桁架筋叠合混凝土模块；2—模块侧墙；3—现场敷设楼板水平钢筋；4—模块顶板；
5—模块底板；t1—楼板桁架筋叠合段厚度；t2—模块间坐浆层厚度

【条文说明】楼板桁架筋叠合段，指在相邻模块楼板间设置桁架筋后浇叠合段，在桁架筋上方布置垂直墙缝方向的水平拉筋，保证模块楼板水平方向连接，形成刚性楼板。墙体钢丝拉环后灌浆段，指在模块内墙中配置钢丝绳拉环中竖向插入搭接钢筋，实现模块间竖向和水平方向的有效连接。后浇边缘构件，指在模块预

留边缘构件的连接钢筋，现场绑扎竖向钢筋，形成“现浇边缘构件”。

5.3.25 桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构体系的连接做法包括模块间楼板桁架筋叠合段做法、模块间墙体预留桁架筋插筋后浇做法、边缘构件后浇做法。

1 楼板桁架筋叠合段范围不小于 800mm，桁架筋与水平拉筋直径、强度等级及间距不低于模块顶板内配筋，后浇混凝土强度比模块混凝土提高不低于一个等级；楼板桁架筋叠合段做法如图 5.3.24 所示；

2 墙体钢丝拉环后灌浆段做法同图 5.3.23 所示；

3 模块间墙体预留桁架筋插筋后浇做法如图 5.3.25 所示。

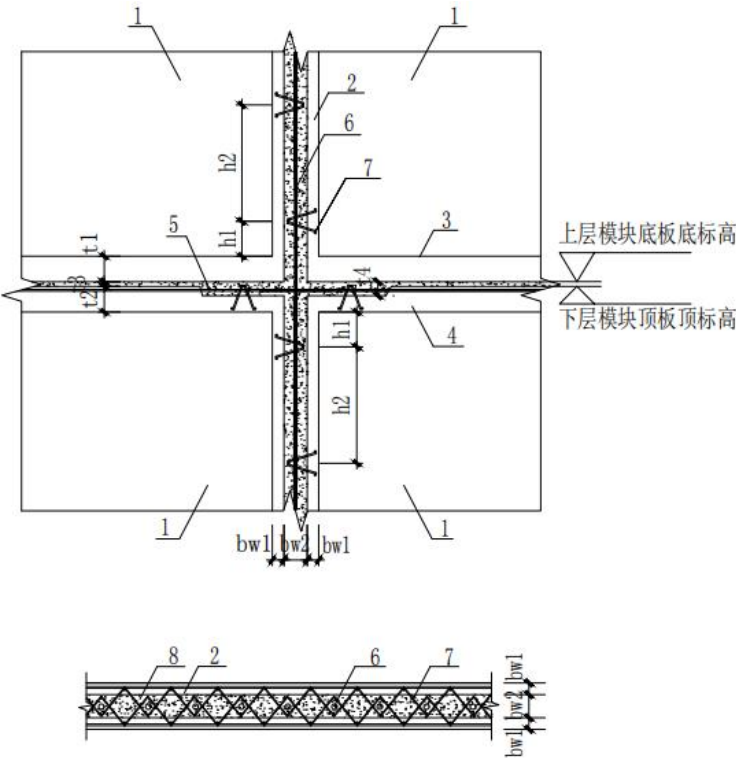


图 5.3.25 桁架筋叠合混凝土模块剪力墙水平连接构造示意图

1—桁架筋叠合混凝土模块；2—模块侧墙；3—模块底板

4—模块顶板；5—现场敷设楼板水平钢筋；6—竖向插筋

7—钢筋桁架；8—后浇筑混凝土；t1—模块底板厚度；t2—模块顶板厚度；t3—模块间坐浆层厚度；

【条文说明】模块间墙体预留桁架筋插筋后浇段，指在相邻模块内墙中高度方向交错预留桁架筋竖并向插入搭接钢筋，实现模块间竖向和水平方向的有效连接后浇筑混凝土形成叠合剪力墙，作为抗侧力模块并以此作为高层叠合混凝土模块结构的传力路径。

5.4 给排水系统设计

5.4.1 混凝土模块智能集成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。给排水设备及其系统的选用和配置，应符合现行国家标准的规定和节能、节地的要求。

【条文说明】混凝土模块智能集成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。

5.4.2 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】混凝土模块智能集成建筑当在模块内部设置竖向管线，如在模块顶板、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箱体上下混凝土板时，应做好防火封堵和防水处理。

5.4.3 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，并应采取措施避免建筑模块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。

5.4.4 排水系统设计应符合下列规定：

- 1 混凝土模块智能集成建筑宜采用同层排水技术，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。

【条文说明】混凝土模块智能集成建筑宜采用卫浴模块、厨房模块等部品部件，采用模块化集成排水系统时，应做到安全可靠。

5.5 供暖、通风、空调及燃气设计

5.5.1 混凝土模块智能集成建筑的室内通风设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 等相关规定。

5.5.2 供暖通风及空调设备与管线应符合下列规定：

- 1 模块内供暖通风及空调设备与管线宜与主体结构相分离，并应方便维修更

换，且在维修更换时应不影响主体结构；

2 模块内供暖通风及空调设备与管线应进行标准化综合设计、集中设置、减少平面交叉，合理使用空间，并准确定位；

3 当模块单元在工厂进行预制时，模块内供暖通风及空调设备与管线宜在工厂内完成预制：管线宜在工厂内铺设完成，整体安装时管线宜与预制构件上的预埋件可靠连接；

4 供暖通风及空调设备与管线宜采用同层敷设方式，在架空层或吊顶内设置，并减少上下模块间的管线竖向连接；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计隔断和保护。

5.5.3 应采用适宜的节能技术，维持良好的热舒适性，降低建筑能耗，减少环境污染，并充分利用自然通风。

5.5.4 供暖系统宜采用适宜于干式工法施工的低温地板辐射供暖产品。

【条文说明】当采用散热器供暖系统时，散热器安装应牢固可靠，安装在轻钢龙骨隔墙上时，应采用隐蔽支架固定在结构受力件上；安装在预制复合墙体上，其挂件应预埋在实体结构上，挂件应满足刚度要求；当采用预留孔洞安装散热器挂件时，预留孔洞的深度应不小于 120mm。

5.5.5 当墙板或楼板上安装供暖与空调设备时，其连接处应采取加强措施。

5.5.6 采用卫浴模块或采用同层排水架空地板时，不宜采用低温地板辐射供暖系统。

【条文说明】采用卫浴模块或采用同层排水架空地板时，因地板下存在较多的给排水管道，为方便检修，不建议采用地板辐射供暖方式。如卫生间有外窗存在冬季有一定的外围护结构的耗热量时，宜采用散热器供暖。

5.5.7 燃气系统设计应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

5.6 电气和智能化设计

5.6.1 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 混凝土模块智能集成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，宜优先敷设在组合建筑后浇层，当组合建筑的预制层满足条件时，亦可敷

设在组合建筑的预制层内；

2 敷设在组合建筑钢筋混凝土墙、板内的线缆保护导管最大外径不应大于墙、板厚度的 1/3。线缆保护导管暗敷时，外护层厚度不应小于 15mm；消防设备线缆保护导管暗敷时，外护层厚度不应小于 30mm；

3 电气和弱电智能化管线应做好综合排布，同一地点严禁有 2 根以上导管交叉敷设；

4 电气和弱电智能化管线宜与组合建筑预制构件上的预埋件可靠连接；

5 当现行国家、行业、地方标准允许时，管线材质宜优先选择满足要求的塑料导管；

6 应根据混凝土模块智能集成建筑的特点和管材的敷设部位选择合适深度的安装底盒。

【条文说明】当建筑设计时有吊顶，宜优先考虑在吊顶内明敷。无条件时需要暗敷在结构层时，应根据混凝土模块智能集成建筑的结构特点，选择合适的敷设方式，管线可敷设在模块单元内。当无现行国家、行业、地方标准强制要求使用金属管时，因为组合建筑经常需要拼接，为了便于拼接时管线安装对接方便，宜采用塑料材质导管。

5.6.2 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 模块化混凝土结构的连接管、接线盒等应做适当预留，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 不应在预制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】模块化集成建筑拼装时，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，为了尽量少的处理这种预留孔洞，需将电气和弱电智能化的土建预留接口集中设置。

5.6.3 其他

1 优先利用当模块产品的金属构件做防雷装置，防雷装置的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方便防雷装置的可靠连接；

2 设置等电位联结的场所，各模块之间的金属构件应做可靠的电气连接，并与等电位联结端子连通。

5.7 室内装饰装修设计

5.7.1 模块单元的楼地面装修应符合下列规定：

1 楼地面装修材料与结构面结合应牢固，且装修材料的尺寸与模块开间及进深尺寸应模数协调；

2 模块单元间的楼地面应现场装修，连接部位应预留现场安装位置与构造措施；

3 当结构和管线通过室内楼地面进行现场连接时应设置安装孔。

5.7.2 模块单元的吊顶装修应符合下列规定：

1 当模块单元连接件的连接或管线连接需在室内吊顶层操作时，吊顶应预留安装口；

2 吊顶各层、各构件间应安装紧致，根据位置与功能房间的不同，卫浴吊顶应有防潮功能；

3 建筑物正常使用阶段需要管线检修、维护、调试的部位，应设置检修口。

5.7.3 模块单元的墙体装修应符合下列规定：

1 隔墙与模块单元结构应有可靠的连接，门框、窗框与墙体结构连接应可靠、牢固、耐久性好，并符合标准化安装要求；

2 模块单元间连接墙面应预留现场安装位置与构造措施，为保证缝隙四周的气密性、装修的连续性，模块单元间的洞口装修以及门的安装应现场进行；

3 墙上设置配电箱时，应做隔声及防火处理；墙体两侧同时设置开关或插座时，两者应错位设置。

5.8 智能集成设计与数字交付

5.8.1 混凝土模块智能建筑应采用 BIM 技术进行方案设计、施工图设计及深化设计，并宜采用正向设计。

【条文说明】混凝土模块智能建筑应采用 BIM 技术进行设计，包括但不限于建筑、结构、给排水、暖通、电气、装饰等各专业，可及时发现并解决传统设计不合理的问题，有利于模块的集成化建造。采用正向设计有利于保证设计图纸和模型的一致性，实现一模到底。

5.8.2 混凝土模块智能建筑应考虑模块制作、运输和现场安装的要求，结合人工智能、云计算、参数化设计等技术，实现基于制造和安装的集成设计。

【条文说明】设计阶段应充分考虑生产阶段与施工阶段的实际情况，将设计的数字化成果应用于工厂生产加工，指导模块的高效生产，以及对接现场施工管理，促进模块的快速安装，有利于提升项目标准化设计和建造水平。

5.8.3 混凝土模块智能集成建筑的设计宜采用数字化协同平台，进行全专业集成设计，实现全过程信息的有效传递和共享的管理模式。

【条文说明】设计阶段可借助协同平台进行集成设计，提高集成度、施工精度和效率，并通过平台实现设计信息的有效共享传递。

5.8.4 数字化协同平台的数据应长期保存，并应具备可追溯性，与生产运输、施工安装等各管理平台数据实现互联互通，数据存储方式宜采用区块链技术实现。

【条文说明】协同平台作为智能建造的实现工具，应能实现数据追溯，且不仅能适应当前业务需求，也能在未来的使用环境下扩展业务需求，同时数据应采取保证网络数据安全的存储方式。

5.8.5 面向应用的设计交付宜进行数字化交付，建筑信息模型和工程图纸为主要交付文件，其他成果文件为辅助文件。

【条文说明】面向应用的交付主要是满足应用场景，交付物主要是模型和基于模型加工而成的工程图纸，自检报告、分析报告、工程量统计表等文档以及视频文件可以作为辅助文件。

5.8.6 建筑信息模型的命名规则、模型架构、精细度、信息深度应符合现行国家标准《建筑信息模型设计交付标准》GB/T 51301 及《建筑工程设计信息模型制图标准》JGJ/T 448 的相关规定，工程图纸的制图应符合现行国家标准《房屋建筑制图统一标准》GB/T 50001 的相关规定。

6 模块生产

6.1 一般规定

6.1.1 模块单元的制作、运输与堆放应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.1.2 模块单元生产企业应建立完善的质量管理体系和检验制度。

【条文说明】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。文件可存在各种载体上，与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 与模块化产品有关的设计文件和资料；
- 5 与模块化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。

生产单位宜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。信息化管理系统应与生产单位的生产工艺流程相匹配，贯穿整个生产过程，并应与模块BIM信息模型有接口，有利于在生产全过程中控制构件生产质量，精确算量，并形成生产全过程记录文件及影像。

6.1.3 模块单元制作前应进行混凝土模块智能集成建筑深化设计，包括钢筋加工和布置、连接组件布置、预留预埋及孔洞布置和连接组件用量表等内容。

【条文说明】当原设计文件深度不够，不足以指导生产时，需要生产单位或专业公司另行制作深化设计图，如深化设计图与设计文件意图不同时，应经原设计单位认可。深化设计图包括：模块模具图、配筋图；满足建筑、结构和机电设备等专业要求和构件制作、运输、安装等环节要求的预埋件布置图；面砖或石材的排版图；波纹管、钢丝绳拉环的布置图等。

6.1.4 模块单元制作前，应组织图纸会审，对设计要求和质量标准进行技术交底，制定生产方案。生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、质量控制措施、

成品保护、吊装、运输与堆放等内容。

【条文说明】模块化混凝土结构属于新型结构体系，对设计要求和质量标准交底可以更全面的指导模块生产。

6.1.5 模块单元生产应建立首件验收制度。

【条文说明】首件验收制度是指结构较复杂的预制构件或新型构件首次生产或间隔较长时间重新生产时，生产单位需会同建设单位、设计单位、施工单位、监理单位共同进行首件验收，重点检查模具、构件、预埋件、混凝土浇筑成型中存在的问题，确认该批预制构件生产工艺是否合理，质量能否得到保障，共同验收合格之后方可批量生产。

6.1.6 模块单元经检查合格后，宜设置表面标识、模块单元出厂时，应出具质量证明文件。

【条文说明】预制构件和部品检查合格后，应在非叠合墙面位置设置表面标识。预制构件的表面标识宜包括构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。

6.2 生产准备

6.2.1 模块单元用原材料及配件按照国家现行有关标准、设计文件及合同约定进行进场检验。检验批次划分应符合下列规定：

1 模块生产单位将采购的同一厂家批次材料、配件及半成品用于生产不同工程的构件时，可统一划分检验批；

2 获得认证的或来源稳定且连续三批均一次检验合格的原材料及配件，进场检验时检验批的容量可按本标准的规定扩大一倍，且检验批容量仅可扩大一倍。扩大检验批后的检验中，出现不合格的情况时，应按扩大前的检验批容量重新验收，且该种原材料或配件不得再次扩大检验批容量。

6.2.2 模块单元制作前，应依据深化设计图文件、模具方案文件进行模具加工图设计，并应按照模具加工图文件进行模具加工制作。

6.2.3 模具配置方案应与模块的形式、生产计划、生产工艺相适应。

【条文说明】模具设计与配置需综合考虑重复利用，模具配置数量需满足生产进度要求。

6.2.4 除设计有特殊要求外，预制模块单元模具尺寸偏差和检验方法应符合表 6.2.4 的要求。

表 6.2.4 模块单元模具尺寸偏差和检验方法

项次	检查项目、内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	$\leq 6\text{m}$	1, -2	用尺量平行模块高度方向, 取其中偏差绝对值较大处
		$> 6\text{m}$ 且 $\leq 12\text{m}$	2, -4	
		$> 12\text{m}$	3, -5	
2	宽度, 高度	$\leq 6\text{m}$	1, -2	用尺测量两端或中部, 取其中偏差绝对值较大处
		$> 6\text{m}$ 且 $\leq 12\text{m}$	2, -4	
3	截面尺寸	墙板	1, -2	
		其他	2, -4	
4	表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺量
5	对角线差		3	用尺量对角线
6	侧向弯曲		$L/1500$ 且 ≤ 5	拉线, 用钢尺量测侧向弯曲最大处
7	翘曲		$L/1500$	对角拉线测量交点间距离值的两倍
8	组装缝隙		1	用塞片或塞尺量
9	端模与侧模高低差		1	钢尺测量两端或中部, 取最大值

6.2.5 对于高度大于 2m 的模具应设置不低于 1.05m 的安全护栏。

6.2.6 固定在模具上的预埋件、预留孔洞等安装允许偏差应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的规定。

6.2.7 模块生产线应在模块生产前做好场地、人员、设备及安全防护等准备, 并应符合下列规定:

- 1 生产线场地地面应经过特殊硬化处理, 且平整、坚实、整洁, 仓库内物料堆放有序;
- 2 模块结构生产、模块装修宜在同一厂房内, 且厂房大小可以容纳相关构件及生产需求;
- 3 若结构生产和装修不在同一厂房宜就近加工, 方便运输;
- 4 厂房净高度满足设备的高度、模块的运转。

6.2.8 应配备满足工厂生产的人员数量, 并进行单独培训, 人员满足工作要求才能上岗作业。

6.2.9 起重、翻转等设备, 应满足工作荷载等需求, 应选择合理的生产线内运输工具。

6.3 模块制作

6.3.1 模具拼装应符合下列规定:

1 模具安装前必须进行清理,清理后的模具工作面的任何部位不得有残留杂物,安装时应在必要位置假设防胀模工装,墙板与楼板模具必须垂直;

2 固定在模具上的预埋件、预留孔位、安装牢固,不得遗漏;

3 模具安装就位后,接缝及连接部位应有接缝密封措施,不得漏浆;

4 宜选用质量稳定、适于喷涂的水性隔离剂,并应在模具表面均匀涂刷,夹角处不得漏涂,隔离剂不得污染钢筋和连接件。

6.3.2 钢筋网片吊装时应采用多吊点的专用吊架,防止钢筋骨架产生变形。钢筋网片应轻放入模,入模时应平直、无损伤,表面不得有油污或者锈蚀。

6.3.3 模块单元混凝土浇筑前应进行隐蔽工程检查,检查内容应包括:

1 钢筋的牌号、规格、数量、位置和间距;

2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度;

3 箍筋弯钩的弯折角度及平直度长度;

4 钢筋的混凝土保护层厚度;

5 预埋件、吊环、插筋、灌浆套筒、预留孔洞、金属波纹管、钢丝绳拉环的规格、数量、位置及固定措施;

6 预埋线盒和管线的规格、数量、位置及固定措施。

6.3.4 模块单元浇筑时应连续均匀浇筑,并采取措施保证模具、钢筋、预埋件、波纹管、钢丝绳拉环不发生变形或移位,如有变形或移位应及时纠正。

6.3.5 模块单元脱模应采用合理工序,不得损伤构件;脱模后应立即逐个检查波纹管空腔及钢丝绳拉环,如有杂物或被污染应清理干净。

6.3.6 模块单元养护除应在符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定的同时,还应符合下列规定:

1 养护方式宜根据模块特点和生产任务量选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护方式;

2 模块养护应制定专门养护方案,满足温度、湿度的要求;

3 模块的凹槽、阴角等位置应注意养护到位。

6.4 设备管线系统安装与室内装饰装修

6.4.1 模块的设备管线施工前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、定位进行校核后方可施工。

【条文说明】模块结构制作阶段，应将各专业、各工种所需的预留孔洞、预埋件等设置完成，避免在施工现场进行剔凿、切割，伤及构件，影响质量及观感。

6.4.2 卫生间、厨房内的管线应做好预留预埋，不同模块间连接管线的预埋套管处应做好防水措施并进行闭水试验。

6.4.3 相邻模块之间的机电管线连接宜采用拼缝两边预留过路箱的方式。

6.4.4 模块的设备管线与混凝土结构连接宜采用预留埋件的安装方式，管线分离，可实现机电集成化干式装配。

6.4.5 模块内外装修应不影响临时支撑等临时安装结构的拆卸。

6.4.6 设备管线（暖通、消防、机电、给排水）的安装以及室内外装修（装饰装修、门窗）应符合现行国家标准规定《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。

6.5 模块检验

6.5.1 模块单元应在明显部位标识工程名称、生产厂家、构件型号、制作日期和质量验收标志。

6.5.2 模块单元生产时应采取措施避免出现外观质量缺陷。外观质量缺陷根据其影响安装和使用功能的严重程度，可按表 6.5.4 划分为严重缺陷和一般缺陷。

表 6.5.4 模块单元外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其它钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆形成石子外露	构件主要受力部位有夹渣	其它部位有少量疏松
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其它部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其它部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其它部位有少量疏松
裂缝	裂缝从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用性能或影响功能的裂缝	其它部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
连接部位缺陷	构件连接处混凝土有缺陷或连接钢筋、连接件松动，灌浆套筒堵塞、偏位，灌浆孔洞堵塞、偏位、破损	连接部位有影响结构传力性能缺陷	连接部位基本不影响结构传力性能
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等，装饰面砖粘结不牢、表面不平、砖缝不顺直等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其它混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、起砂掉皮、污染等	具有关键装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其它混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

6.5.3 模块单元外形尺寸允许偏差及检验方法应符合表 6.5.3 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 6.5.3 模块单元制作尺寸允许偏差及检验方法

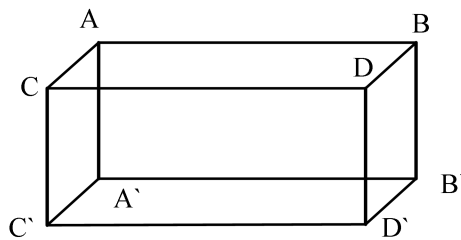


图 6.5.3 模块单元示意图

表 6.5.3 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	尺量检查
		>6m	-10， +2	
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	8	钢尺量两个对角线的长度，取其绝对值的差值
		≤6m		
		对角线长度	12	
		>6m		
表面平整度	内表面	4	2m 靠尺和塞尺检查表面平整度	
	外表面	4		
垂直度	柱、墙板	≤3m	4	2m 垂直检测尺或吊线、钢尺量测垂直度
		>3m	5	

注：表格中所检查的模块单元尺寸为模块单元装修前的尺寸。

6.5.4 模块单元的预埋件的材料质量、规格和数量以及预留孔洞的数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

6.5.5 模块单元的预埋件、预留插筋、对拉孔、设备孔、门窗口、键槽的位置和检验方法应符合表 6.5.5 的规定。

检查数量：全数检查

表 6.5.5 预埋件安装位置的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差(mm)	检查方法
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	
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	
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。

6.5.6 模块单元尺寸偏差满足要求后，可进行模块装修作业，模块装饰构件的尺寸偏差和检验方法应符合表 6.5.6 的规定。

表6.5.6 模块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

6.5.7 模块单元的预埋件、对拉孔、设备孔、预埋桁架筋的规格、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。

6.5.8 模块单元的粗糙面或键槽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。

6.5.9 模块单元的装修质量检验应包括墙面、地面、天花、机电和门窗等内容，并宜根据附录 A 中样式出示模块单元装修质量检测报告。

检查数量：全数检查。

检验方法：附表 A 中的检验方法。

6.5.10 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。

6.5.11 模块单元出厂前应进行吊装测试。

检查数量：同种类型的模块单元至少检测 1 个。

检验方法：吊装测试方法应符合本规范附录 D 的规定。

6.5.12 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。

6.5.13 模块单元出厂前应对有防水要求的外墙、外窗、门进行淋水试验。

检查数量：全数检查

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

6.5.14 模块单元的使用功能检验应包括模块单元的通水、通电测试。

检查数量：全数检查

检验方法：各种承压管道系统和设备应做水压试验，非承压管道系统和设备应做灌水试验，照明系统和其他电气设备应做通电试运行。

6.6 模块运输

6.6.1 模块吊运应符合下列规定：

1 应根据模块的形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择吊具和起重设备，所采用的吊具和起重设备及其操作，应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定；

2 混凝土模块吊运应采用符合承载力的平衡吊架，并用手拉葫芦或长短吊链等方式控制吊架与模块之间的水平，确保模块的受力均匀且平衡；

3 吊点数量、位置应经计算确定，应保证吊具连接可靠，应采取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的措施；

4 吊索水平夹角不宜小于 60°，不应小于 45°；

5 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变形和损伤的临时加固措施。

6.6.2 模块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 应按照产品品种、规格型号、检验状态分类存放，产品标识应明确、耐久；

4 应合理设置垫块支点位置，确保模块单元存放稳定；

5 宜采用专用支架存放，支架应有足够的强度和刚度；当水平存放时，模块不宜叠放。模块薄弱部位和门窗洞口应采取防止变形开裂的临时加固措施。

6.6.3 模块在存放和运输过程中应做好安全和成品防护，并应符合下列规定：

1 设置柔性垫片避免预制构件边角部位或链索接触处的混凝土损伤；

2 使用塑料薄膜包裹模块避免外观污染；

3 墙板门窗框、装饰表面和棱角采用塑料贴膜或其他措施防护；

4 设置临时防护支架与竖向支撑；

5 模块应在外侧设置防水罩等防水措施，避免内部已完成的装饰装修损坏；防水罩宜设有可开启的门口，便于人员进入检查；防水措施应遵循绿色可回收不影响装修和吊运以及包装便于装卸等特点。

6.6.4 模块单元在装车运输时，应符合下列规定：

1 应编制运输专项方案，内容包含运输车辆、运输路线及进出设计等内容；

2 模块单元经检验合格后且强度达到设计要求后，方可装运；

3 对于超高、超宽、形状特殊的模块的运输和存放应制定专门的质量安全保证措施；

4 对于特殊结构导致不能稳定放置在平面的模块，应进行专门的运输架设计，并进行强度、稳定性和刚度验算；

5 宜选用低平板车，运输时应采取有效的固定措施，宜选用专用工具式支架运输，专用工具式支架应进行强度、稳定性和刚度验算。

6 运输模块时，车辆启动时应速度均匀，转弯错车时要减速，防止倾覆。

6.7 资料及交付

6.7.1 模块单元的资料应与产品生产同步形成、收集和整理，归档资料宜包括下列内容：

1 加工合同；

2 模块单元加工图纸、设计文件、设计洽商、变更或交底文件；

3 生产方案和质量计划等文件；

4 原材料质量证明文件、复试试验记录和试验报告；

- 5 混凝土试配资料；
- 6 混凝土配合比通知单；
- 7 混凝土开盘鉴定；
- 8 混凝土强度报告；
- 9 钢筋检验资料；
- 10 模具检验资料；
- 11 混凝土浇筑记录；
- 12 混凝土养护记录；
- 13 模块检验记录；
- 14 模块出厂合格证；
- 15 其他与模块生产和质量有关的重要文件资料。

6.7.2 模块单元交付的产品质量证明文件应包括下列内容：

- 1 模块出厂合格证；
- 2 混凝土强度检验报告；
- 3 钢筋套筒等其他构件连接类型的工艺检验报告；
- 4 合同要求的其他质量证明文件；
- 5 使用说明书

6.8 智能生产与数字交付

6.8.1 生产阶段宜利用设计阶段的数字化成果，开展深化设计、自动导出物料清单、优化生产流程、可视化生产交底等工作。

【条文说明】将设计阶段的数字化成果复用到生产阶段，在统一建筑模型的基础上，集成各阶段的数据，实现“一模到底”的建筑工程全生命周期的数字化管理。

6.8.2 生产单位宜结合云计算、物联网和人工智能等技术，进行生产计划管理、隐蔽验收、成品检查、入库管理、发货管理。

【条文说明】通过物联网和人工智能可以优化生产计划制定，优化工人组成结构，减少人工使用数量，真正做到工业化、自动化生产。

6.8.3 生产单位应采用信息化手段记录设计、生产、检测的全过程，并通过电子信息手段储存在构件内，交付给施工单位和建设单位，且应长期保存数据，作为档案归档。

【条文说明】电子信息手段包括且不仅限于利用 RFID 芯片记录所有构建信息、生产信息和质量检测信息，并预埋进构件内，通过读取芯片从而获取构件信息，方便施工安装和建筑物的维护保养。

6.8.4 生产单位宜利用智能物流系统，对构件的存储、搬运和配送进行管理和优化，并宜实现可视化定位。

【条文说明】智能物流系统主要以 RFID 技术为载体，通过对预埋在构件内的芯片，读取构件信息，从而实现构件堆放、构件取货、构件装车配送的自动化管理。

7 施工安装

7.1 一般规定

7.1.1 混凝土模块智能集成建筑应设计、生产、施工一体化，并结合建筑、结构、机电、装饰装修等专业要求，制定施工组织设计。

【条文说明】模块化混凝土建筑的安装施工所涉及到的工序复杂、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。

7.1.2 混凝土模块智能集成建筑施工应编制专项施工方案，方案应符合设计要求。专项施工方案宜包括工程概况、编制依据、进度计划、施工总平面布置、模块运输与存放、模块吊装、绿色施工、安全管理、质量管理、信息化管理、应急预案等内容，并应组织专家评审。

【条文说明】因模块化混凝土建筑体系的特殊性，因此专项方案需要邀请此技术设计，施工等方面的专家进行评审，保证方案的有效性和准确性。同时还应该按照危大工程的要求，制定专项方案并进行专家评审。

7.1.3 工程施工前，应由建设单位组织设计、施工、监理等单位对设计文件进行交底和会审。

7.1.4 施工单位应根据混凝土模块智能集成建筑工程特点，配置组织机构和人员。施工作业人员应具备岗位需要的基础知识和技能，施工单位应对管理人员、施工作业人员进行安全和技术交底。

【条文说明】模块化混凝土建筑的施工具有其固有特性，应设立与模块化混凝土结构装配式建筑相匹配的项目部机构和人员，模块化混凝土结构装配式建筑施工对不同岗位的技能 and 知识要求区别于以往的传统施工方式要求，需要配置满足模块化混凝土结构装配式建筑要求的专业人员。且在施工前应对相关作业人员进行培训和技术、安全质量交底，培训和交底对象包括一线管理人员和作业人员、监理人员等。

7.1.5 混凝土模块智能集成建筑施工宜采用工具化、标准化和定型化的工装系统。

【条文说明】工装系统是指模块化混凝土建筑吊装、安装过程中所用的工具化、标准化吊具、支撑架体等产品。工装系统的定型产品及施工操作均应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的有关规定，在使用前应进行必要的施工验算。

7.1.6 模块安装和吊装用材料及配件等应符合设计要求、国家相关标准及产品技术手册的规定，并应按照国家现行标准的规定进行进场验收，验收合格后方可使用。

7.1.7 模块单元吊装前应进行吊装测试，要求详见附录 C。

7.1.8 模块安装施工前，应选择有代表性的模块单元在建筑原位进行样板间试安装，并根据试安装结果及时调整完善施工方案和施工工艺，经检验符合设计要求和本标准相关要求后方可进行正式的组合安装工作。

【条文说明】为最大限度的创造经济效益，避免由于设计或施工经验缺乏影响模块安装效率和质量，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。

7.1.9 安装施工过程中应采取安全措施，确保施工安全。安全措施应符合行业现行标准《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 的有关规定。

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

7.1.10 安装施工应落实绿色施工的相关要求，采取环境保护措施。绿色施工应符合国家现行标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 等的有关规定。

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

7.2 施工准备

7.2.1 施工现场应根据施工平面布置图规划运输道路及堆放场地，并应符合下列规定：

- 1 现场运输道路和存放场地坚实平整，并设置排水措施；
- 2 施工现场内部道路按照模块产品运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度；
- 3 模块运送到施工现场后，应按规格、品种、使用部位、吊装顺序分别设置

存放场地；

4 模块装卸、吊装工作范围内不应有障碍物，并应有满足模块周转使用的场地。

【条文说明】施工现场应根据模块化混凝土建筑装配建造方式布置施工总平面，宜规划主体装配区、构件堆放区、材料堆放区和运输通道。各个区域宜统筹规划布置，满足高效吊装、安装的要求，通道宜满足构件运输车辆平稳、高效、节能的行驶要求。

7.2.2 模块吊装前，应对模块进行以下准备工作：

1 复核预制模块的混凝土强度、尺寸、管线布置、开洞位置等满足设计和安装要求；

2 复核预制模块薄弱部位的临时加固措施，确保模块满足吊装施工的刚度和稳定性要求；

3 对模块进行测量划线，并在模块上绘制安装定位标记和对齐墨线。

7.2.3 模块单元吊装应根据模块重量和吊点分布设计专用吊架，吊架应保证模块在吊装过程保持平稳，吊架下方与模块吊点相连的吊链与水平方向的夹角宜大于45度且小于60度。

7.2.4 安装施工前，应确保吊装条件和施工作业面满足要求，并进行以下工作：

1 核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求；

2 复核吊装设备及吊具处于安全操作状态；

3 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；

4 核对待安装的模块单元是否符合设计要求；

5 对安装工作面进行测量放线、设置模块安装定位标识，测量放线应符合国家现行标准《工程测量标准》GB 50026的有关规定。

【条文说明】安装施工前，应制定安装定位标识方案，根据安装连接的精细化要求，控制合理误差。安装定位标识方案应按照一定顺序进行编制，标识点应清晰明确，定位顺序应便于查询标识。

7.2.5 当采用起重机械吊装时，机械布置应根据项目的总平面、构件数量、吊装效率、工期要求等确定；起重机械应满足最大起重力矩要求，并应做到全覆盖。

7.3 模块安装

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

7.3.2 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 模块安装时，应先调整标高，再调整中心水平位移，最后调整垂直偏差；
- 3 模块在吊装过程中，应设置缆风绳控制模块转动；
- 4 模块在安装过程中损坏的涂层以及安装连接部位，应按国家现行标准《混凝土结构施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行修补，对无法矫正修补的模块不得予以使用。

【条文说明】模块的安装顺序、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。

7.3.3 模块安装时，为避免上部模块底板与下部模块顶板的直接接触，应设置校平垫片，校平垫片应采用耐用的材料制作并应具有足够强度支承以防止模块移动。

【条文说明】根据检查过的模块底部到水平控制线的实际尺寸，确定垫片位置及高度。垫片的作用为控制模块的竖向位置及垂直度。每个模块应有 6 至 10 个垫点，垫片为多层的特制金属垫片，可承载 30 吨左右的模块。直至上下模块结构结合固定。

7.3.4 为保证模块安装时定位准确，应根据测量的模块实际横向尺寸，在模块的边缘位置放置定位角钢。在吊装时，应直接将模块的一侧靠在角钢上，便于模块安装时的定位。

7.3.5 水平及竖向定位：模块落位后，应微调位置，控制模块的安装位置是否对线。

【条文说明】落位位于底面上 50mm，水平方向依据定位角钢，通过手拉葫芦对模块进行水平向的短距移动及微调。水平定位后进行竖向的落点放置，使用水准仪确认模块的竖向位置安装准确。

7.3.6 桁架筋叠合混凝土结构和钢丝拉环叠合混凝土模块结构作为顶板受力结构，上层模块吊装落位前应在下层的模块顶面满铺浆。

【条文说明】在 PE 圆棒固定后在内部满铺浆，坐浆标高略高于上下模块的间隙尺寸，并在四侧预留溢浆口，便于多余浆液溢出。

7.3.7 桁架筋叠合混凝土结构模块水平横移，应从侧面落位后，水平横移贴近相连模块，精准安装。

【条文说明】因桁架筋无法贴近相邻模块进行垂直落位，从侧面最近距离落位后，通过卷扬机或者手拉葫芦，在模块两侧和顶部设置三处拉结点，使用钢丝绳与设备连接，缓慢拉拽就位。

7.3.8 模块吊装完成后应及时完成拼缝、后浇部位等处的防水处理。

【条文说明】拼缝及后浇部位的防水处理，应按照防水施工标准，将基层处理好后，按照制定的专项方案进行施工，每一道工序必须验收合格，责任各方签署隐蔽验收记录后方可进行下道工序施工，平面位置有条件需要进行蓄水试验，按照规范要求蓄水 48 小时，检查无渗漏后进行后续施工。

7.4 模块连接

7.4.1 模块楼板与现浇结构节点连接应符合如下规定：

- 1 楼板连接节点连接钢筋绑扎前，模块之间空隙要用防收缩高强灰浆塞满；
- 2 待防收缩高强灰浆达到设计要求强度后进行楼板处连接钢筋绑扎工作，连接钢筋应满足图纸设计要求并做好验收工作；
- 3 楼板节点连接处清理干净后，表面用清水湿润后方可进行灌浆或浇筑工作，浇筑完成后要进行相应的养护措施，并应符合现行行业标准《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JGT 565 的相关规定。

7.4.2 上、下模块单元间采用预埋波纹管插筋连接应符合如下规定：

- 1 模块之间竖向节点连接，波纹管要上下对应；
- 2 模块剪力墙上下竖向节点连接；
 - 1) 模块剪力墙中部按照设计要求预留上下贯通的波纹管。模块安装后，在上下贯通的波纹管中放置上下贯通的钢筋，然后在波纹管中灌注水泥基灌浆料。
 - 2) 模块剪力墙中预留波纹管数量、间距、尺寸应满足设计要求。
 - 3) 波纹管中上下贯通钢筋数量、直径应满足设计要求、上下贯通钢筋搭接长度应满足设计要求，钢筋搭接区域宜位于模块 2/3 以上高度处，

钢筋连接要做好验收记录。

4) 波纹管竖向钢筋放置完成后, 波纹管内进行灌浆处理, 灌浆料坍落度应满足规范要求, 同时应采取相应措施保证灌浆料的饱和度。

7.4.3 叠合混凝土模块墙板结构体系独立单片墙或叠合墙采用波纹管插筋灌浆连接, 模块墙体之间采用钢丝拉环连接, 楼板之间采用灌浆连接。

1 波纹管插筋连接做法应符合 7.4.2 条的规定。

2 左、右模块单元间采用钢丝绳拉环连接应符合如下规定:

1) 左、右模块单元间连接采用高强钢丝绳拉环连接, 两个模块高强钢丝绳拉环对接后中间用竖向钢筋穿过拉环;

2) 左、右模块单元间连接采用的高强钢丝绳拉环尺寸、使用数量、间距应符合设计要求, 中间竖向钢筋应穿过所有钢丝绳拉环, 应做好隐蔽验收记录;

3) 水平钢丝绳拉环连接用竖向钢筋上下贯通、同时也作为竖向连接构造, 竖向钢筋数量、钢筋直径应符合设计要求, 钢筋上下连接搭接长度要满足设计要求。

3 竖向连接波纹管灌浆:

1) 波纹管竖向钢筋安装完成并验收合格后进行灌浆工作, 灌浆前应检查波纹管干净无杂物存在, 波纹管钢筋应处于波纹管中间位置并做相应的固定措施, 以防防止钢筋紧贴波纹管内壁导致浆料不能完全包裹竖向钢筋。

2) 灌浆时, 为确保波纹管内浆料密实度, 应严格按照相应品牌灌浆料的配合比例进行加水搅拌, 并根据天气情况进行相应的比例调整, 但必须再规定的配合比范围内。

3) 灌浆过程中, 适当晃动竖向连接钢筋, 使浆料能够顺利流淌至底部并提高浆料密实度, 竖向钢筋晃动后继续通过相应的固定措施使钢筋处于波纹管中间位置。

4 模块楼板间 20mm 宽空隙及高强钢丝绳拉环节点连接处灌浆:

1) 灌浆前应确保竖向灌浆区域四周做好密封, 防止灌浆料泄露, 外墙区域密封条应在吊装前安装, 密封条外部距离外墙表面 20mm, 要确保

安装牢固性，以防吊装过程中脱落。

2) 内部区域竖缝密封条安装可在模块安装完成后进行安装,宜选用直径为缝宽 1.3~1.5 倍的聚乙烯圆棒,其进入深度应 $\geq 25\text{mm}$ ，然后用防收缩高强灰浆塞缝并自然硬化至少 24h，然后在进行灌浆工作。

3) 灌浆时，为确保 20mm 宽空隙范围内灌浆料密实度，应严格按照相应品牌灌浆料的配合比例进行加水搅拌，并根据天气情况进行相应的比例调整，但必须在规定的配合比范围内。

7.4.4 钢丝拉环叠合混凝土模块剪力墙结构体系包括模块间楼板桁架筋叠合段、模块间墙体钢丝拉环插筋后浇及边缘构件后浇。

1 波纹管插筋连接做法应符合 7.4.2 规定。

2 模块间楼板桁架筋叠合段连接应符合如下规定：

1) 铺设叠合层钢筋前，应将叠合板面清理干净，无任何杂物，油性材料等；

2) 模块单元间连接采用的桁架筋尺寸、使用数量、间距应符合设计要求；叠合层钢筋型号规格、数量、间距应符合设计要求，铺设完成后应做好隐蔽验收记录；

3) 楼板叠合层部位钢筋在下层模块竖向缝隙灌浆完成后进行钢筋绑扎，钢筋应满足搭接长度要求。

3 左、右模块单元间采用钢丝绳拉环连接应符合 7.4.3 中第 2 条的规定。

4 竖向连接波纹管灌浆应符合 7.4.3 中第 3 条的规定。

5 模块间 80mm 宽空隙钢丝拉环连接处灌注自密实混凝土应符合如下规定：

1) 钢丝拉环连接构造模块竖向及水平叠合层部位灌注自密实混凝土。灌注前应确保竖向和水平灌注区域四周做好密封，防止自密实混凝土泄露，外墙区域密封条应在吊装完成后，在约束边缘构件内侧竖向空隙部位安装快易收口网，保证灌注不外漏。

2) 水平叠合层部位在灌注混凝土前，应在上部模块底板部位开设混凝土浇筑洞，洞口直径 150mm，间距 2 米。后续跟随水平叠合层浇筑完成后同时封闭。

3) 混凝土灌注前，需要对混凝土原材料进行严格检查，确定砂、石含

水量，从而确定当班浇筑混凝土配合比，保证现场浇筑时混凝土的和易性能够正常浇筑，从而达到混凝土强度及密实度要求。

4) 混凝土浇筑时，应先将楼板叠合区域混凝土浇筑完成待初凝后，方可浇筑竖向连接部位混凝土，竖向混凝土应分层浇筑，每层浇筑高度不超过 2 米。

6 边缘构件施工应符合如下规定：

1) 在墙体灌浆完成后进行边缘构件的钢筋绑扎，钢筋型号、数量、长度应符合设计及规范要求。模块与后浇主体结构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 等规范的规定；

2) 模块在墙体内提前预埋外拉螺栓，用于边缘构件模具的固定。后浇混凝土部分的模板与支架应符合下列规定：

- a) 宜采用工具式支架和定型模板；
- b) 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确；
- c) 模板与预制模块接缝处应采取防止漏浆的措施。

3) 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 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

7.4.5 桁架筋叠合混凝土模块剪力墙结构体系包括模块间楼板桁架筋叠合段、模块间墙体预留桁架筋插筋和后浇段以及边缘构件后浇。

1 波纹管插筋连接做法应符合 7.4.2 的规定；

2 模块间楼板桁架筋叠合段连接应符合 7.4.4 第 2 条的规定；

3 左、右模块单元间采用桁架筋连接应符合如下规定：

1) 左、右模块单元间连接采用桁架筋连接，两个模块桁架筋对接后中间用竖向钢筋穿过桁架筋；

2) 左、右模块单元间连接采用的桁架筋尺寸、使用数量、间距应符合设计要求，中间竖向钢筋应穿过同一竖向范围内的桁架筋，应做好隐蔽验收记录；钢筋穿过两侧模块预留的桁架筋，上下模块之间满足搭接长度要求，长度约为下层模块顶部 1/3 高度处，此钢筋将两个模块的桁架筋及预埋拉勾穿在一起。

3) 桁架筋连接用竖向钢筋上下贯通、同时也作为竖向连接构造, 竖向钢筋数量、钢筋直径应符合设计要求, 钢筋上下连接搭接长度要满足设计要求。

4 竖向连接波纹管灌浆应符合 7.4.3 中第 3 条的规定。

5 模块间 80mm 宽空隙及桁架筋节点连接处灌注自密实混凝土;

1) 桁架筋连接构造模块竖向及水平叠合层部位灌注自密实混凝土。灌注前应确保竖向和水平灌注区域四周做好密封, 防止自密实混凝土泄露, 外墙区域密封条应在吊装完成后, 在约束边缘构件内侧竖向空隙部位安装快易收口网, 保证灌注不外漏。

2) 水平叠合层部位在灌注混凝土前, 应在上部模块底板部位开设混凝土浇筑洞, 洞口直径 150mm, 间距 2 米。后续跟随水平叠合层浇筑完成后同时封闭。

3) 混凝土灌注前, 需要对混凝土原材料进行严格检查, 确定砂、石含水量, 从而确定当班浇筑混凝土配合比, 保证现场浇筑时混凝土的和易性能够正常浇筑, 从而达到混凝土强度及密实度要求。

4) 混凝土浇筑时, 应先将楼板叠合区域混凝土浇筑完成待初凝后, 方可浇筑竖向连接部位混凝土, 竖向混凝土应分层浇筑, 每层浇筑高度不超过 2 米。

6 边缘构件施工应符合 7.4.4 第 6 条的规定。

7.4.6 外墙接缝防水施工应符合下列规定:

1 防水施工前, 应将板缝空腔清理干净;

2 应在接缝处填塞防水密封材料;

3 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面平滑, 其厚度应满足设计要求。

4 将外墙面层上的浮灰, 油漆, 突出物等清理干净, 使得表面平整。

5 在接缝左右 20cm 宽度范围内涂刷冷底子油, 涂刷均匀, 不能露底;

6 卷材应提前裁剪符合施工要求的宽度, 不允许在宽度方向进行搭接。铺贴应由下而上进行, 卷材上下搭接长度 $\geq 10\text{cm}$, 上部卷材压下部卷材, 在接缝顶部应留出足够的搭接长度, 保证下层的卷材正常连接;

7 应用防水涂料施工，应将涂料涂刷均匀，保证与基层粘接牢固，厚度应符合设计要求。

7.4.7 模块单元水、电、暖、气管线连接应符合如下规定：

1 模块安装完成之后，模块间 20mm 宽缝隙要用水泥基灌浆料塞满，然后方可进行管线连接工作；

2 模块间管线连接，经验收合格后方可进行后续灌浆、浇筑工作，要做好隐蔽验收记录。

7.5 施工安全与环境保护

7.5.1 混凝土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。

7.5.2 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。

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

7.5.4 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，使用过程中进行定期检查，确保其安全状态。

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

7.5.6 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方向，严禁直接手扶模块单元；

5 就位时，应待模块降落至距地面 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。

7.5.7 混凝土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。

7.5.8 模块单元吊装就位后，应根据设计要求采取可靠的临时固定措施。

7.5.9 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。

7.5.10 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。

7.6 智能施工与数字交付

7.6.1 施工阶段宜利用设计阶段和生产阶段的数字化成果，开展方案优化、模拟及数字化管理等工作。

【条文说明】将设计、生产阶段的数字化成果复用到施工阶段，在同一个建筑模型的基础上，集成设计、生产、施工等多个阶段的数据，实现“一模到底”的建筑工程全生命周期的数字化管理。

7.6.2 混凝土模块智能集成建筑施工前宜采用 BIM 技术进行方案优化、施工模拟及可视化交底。

【条文说明】通过 BIM 技术对施工方案进行优化模拟，保证方案合理可行，方案优化包括节点优化、管线优化、安装措施优化、方案比选等，施工模拟包括施工组织模拟和施工方案模拟。利用三维模型、模拟视频等形式进行可视化交底，并形成可视化交底记录

7.6.3 混凝土模块智能集成建筑施工时宜采用智慧化管理平台对质量、安全、进度、劳务、材料、绿色文明施工等方面进行管理。

【条文说明】利用 BIM、人工智能、物联网、云计算等技术，搭建集成智慧化管理平台，统一数据接口，通过数据可视化看板整体呈现工地各要素的状态和关键数据，对劳务、进度、质量、安全相关数据进行多维度的分析。在满足日常业务管理的同时，支持各级预警和日常检查。通过平台实现建筑实体、生产要素、管理过程的全面数字化，解决施工管理问题，提高项目的数字化、智能化、信息化管理水平。

7.6.4 混凝土模块智能集成建筑施工过程中宜采用塔吊智能监控、工装装备智能

监测等智能装备与管理系统对现场进行管理。

【条文说明】模块吊装施工过程中，通过塔吊智能监控系统实时监测塔吊高度、载重、倾角等运行数据，保证塔机安全运行；通过工装装备智能监测系统实时监测模块受力情况，保证模块正常装配使用。

7.6.5 混凝土模块智能集成建筑在竣工验收阶段宜进行数字化交付，竣工模型和竣工图纸为主要交付文件，其他成果文件为辅助文件。

【条文说明】竣工模型应满足竣工交付要求，宜支持相关单位运维需求。竣工图纸宜从竣工模型中直接生成，且应符合现行国家标准《房屋建筑制图统一标准》GB/T 50001 的相关规定。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 混凝土模块智能集成建筑应按国家现行标准《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工程、分部工程、分项工程和检验批的划分和质量验收。分部工程划分及验收标准见表 8.1.1。

表 8.1.1 混凝土模块智能集成建筑分部工程划分及验收标准

序号	分部工程	子分部	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	建筑模块子分部	《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 《混凝土模块智能集成建筑技术标准》DBJ43/T 320 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
		主体结构分部	
3	建筑装饰装修	建筑模块子分部	《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
		工程整体分部	
4	屋面		《屋面工程质量验收规范》GB 50207
5	建筑给排水及采暖	建筑模块子分部	《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
		工程整体分部	
6	通风与空调	建筑模块子分部	《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
		工程整体分部	
7	建筑电气	建筑模块子分部	《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
		工程整体分部	
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》GB 50354 《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB 50166

8.1.2 混凝土模块智能集成建筑验收应划分为模块单元工厂验收和现场施工整体验收。其中模单元工厂验收应按照表 8.1.1 中要求，划分为主体结构子分部、建

筑装饰装修子分部、建筑给排水及采暖子分部、通风空调子分部和建筑电气子分部；现场施工整体验收按照表 8.1.1 中要求各分部工程进行验收。

8.1.3 混凝土模块智能集成建筑主体结构工程划分为模块单元结构子分部工程和主体结构分部工程进行验收，建筑模块混凝土结构分项工程的划分应按工厂和现场两部分进行，模块单元的制作应按分项工程在工厂进行验收，模块单元安装与连接应按分项工程在施工现场进行验收。混凝土模块智能集成建筑子分部中其他分项工程应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

8.1.4 内装修工程应按模块单元子分部工程和单位工程分部工程分别验收，应符合国家现行标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157 和《公共建筑吊顶工程技术规程》JGJ 345 的有关规定。

8.1.5 屋面工程为地下室屋面和主体结构完成后整体屋面，应按照单位工程分部工程进行验收，应符合《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的有关规定。

8.1.6 室内给水排水系统应按模块单元子分部工程和单位工程的分部工程分别验收，其施工质量要求和验收标准均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。

8.1.7 室内电气系统、电气装置等的检测应按模块单元子分部工程和单位工程的分部工程分别验收，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 及《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB 50166 的有关规定。

8.1.8 通风与空调工程应按模块单元子分部工程和单位工程分部工程分别验收，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。

8.1.9 智能建筑、建筑节能、电梯、消防工程均按照单位工程分部工程进行验收，应符合现行国家相关标准的有关规定。

8.1.10 混凝土模块智能集成建筑工程施工用的原材料、部品、构配件均应按检验批进行进场验收。

8.1.11 混凝土模块智能集成建筑子分部工程验收时，除应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定提供文件和记录外，尚

应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、模块单元加工制作详图和安装施工图；
- 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；
- 3 模块单元安装施工记录；
- 4 钢筋套筒灌浆型式检验报告、工艺检验报告和施工检验记录，波纹管插筋浆锚连接、钢丝绳拉环插筋灌浆连接的施工检验记录；
- 5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- 6 后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料强度检测报告；
- 7 外墙防水施工质量检验记录；
- 8 模块化混凝土结构分项工程质量验收文件；
- 9 混凝土模块智能集成建筑工程的其他文件和记录。

【条文说明】混凝土模块智能集成建筑施工质量验收时提出应增加提交的主要文件和记录，是保证工程质量实现可追溯性的基本要求。

8.1.12 混凝土模块智能集成建筑结构连接节点施工前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应按国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定进行。

【条文说明】由于混凝土模块智能集成建筑不同于传统建筑，模块单元具有产品属性。所以在模块单元吊装前需对其结构、机电、给水排水、供暖的隐蔽工程提前进行验收。否则，待组装之后隐蔽工程将无法验收。

8.2 模块进场验收

8.2.1 模块单元的质量应符合本标准及国家现行及行业相关标准的规定和设计的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

【条文说明】对专业企业生产的模块，质量证明文件包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告及其他重要检验报告等；模块的钢筋、混凝土原材料、预应力材料、预埋件等均应参照本标准及国家现行有关标准的有关规定进行检验，其检验报告在预制构件进场时可不提供，但应在构件生产单位存档保留，以便需要时查

阅。对于进场时不做结构性能检验的预制构件，质量证明文件尚应包括模块单元生产过程的关键验收记录。对总承包单位制作的模块，没有“进场”的验收环节，其材料和制作质量应按本标准各章的规定进行验收。对构件的验收方式为检查构件制作中的质量验收记录。

8.2.2 模块单元的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

【条文说明】对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，以及拉结件类别、数量和位置有不符合设计要求的情形应作退场处理。如经设计同意可以进行修理使用，则应制定处理方案并获得监理确认后，模块生产单位应按技术处理方案处理，修理后应重新验收。

8.2.3 模块单元的尺寸偏差和检验方法应符合 6.5.3 的规定。

8.2.4 模块单元的预埋件的材料质量、规格和数量以及预留孔洞的数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

8.2.5 模块单元的预埋件、预留插筋、对拉孔、设备孔、门窗口、键槽的位置和检验方法应符合 6.5.5 的规定。

8.2.6 模块标识应清晰，应包含工程名称、构件型号、生产日期、生产单位、检验员等信息。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.2.7 模块单元的饰面质量应符合设计要求，并应符合国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或设计文件。

【条文说明】混凝土模块智能集成建筑的饰面质量主要是指饰面与混凝土基层的连接质量，对面砖主要检测其拉拔强度，对石材主要检测其连接件的受拉和受剪

承载力。其他方面涉及外观和尺寸偏差等应按国家现行标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的有关规定验收。

8.2.8 模块单元连接件的材料质量、规格和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件、设计文件。

8.2.9 模块单元进场验收后，应按附录 B 有关项目形成记录文件。

8.3 模块安装与连接验收

8.3.1 模块单元组合安装完成后，应按施工详图的要求，对成品进行检查验收。

检查内容包括：模块单元间连接质量、模块尺寸、室内给水排水检验、电器检验、防水渗漏等。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测，检查施工方案、施工记录或设计文件。

【条文说明】模块单元的样本在出厂前的检验内容中，模块尺寸、涂装质量应符合设计要求，室内给水排水检验、防水抗渗、电气检验应符合设计要求和国家现行有关标准要求。

8.3.2 模块单元施工安装后，模块位置、尺寸偏差及检验方法应符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 模块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
模块中心线对轴线位置	横向	10	经纬仪及尺量
	纵向	10	
模块标高	模块底板或顶板	±5	水准仪或拉线、尺量
模块垂直度	≤6m	5	经纬仪或吊线、尺量
	>6m	10	
相邻模块平整度	底板或顶板	5	2m 靠尺和塞尺量测
	模块侧墙	8	
支座、支垫中心位置		15	尺量
墙板接缝	宽度	±5	尺量

8.3.3 竖向采用预埋波纹管，钢筋直螺纹连接，应在钢筋直螺纹连接后进行扭矩检查，检查按照《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

采用搭接连接的，应进行搭接长度的检查。

检查数量：按照连接数量的 20% 进行检查。

8.3.4 模块单元现浇连接节点及叠合构件浇筑混凝土前，应进行隐蔽工程验收。

隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

- 1 混凝土粗糙面的质量；
- 2 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；
- 5 其他隐蔽项目。

8.3.5 模块单元边缘构件现浇连接部分的混凝土强度应按不同强度等级分别检验，检验方法宜采用同条件养护试件方法。

8.3.6 模块单元边缘构件现浇连接部分的外观质量、位置偏差、尺寸偏差验收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；当现浇结构使用梁模、墙模或柱模作为模板进行浇筑时，混凝土应浇筑密实。

检查数量：每 1000 平方米建筑面积检测 1 个构件，每层不少于 3 个构件。

检验方法：超声法、阵列超声成像法。

8.3.7 边缘构件现浇结构部分的钢筋保护层厚度检验应符合下列规定：

- 1 现浇结构中的梁、剪力墙和柱等构件使用梁模、墙模或柱模作为模板进行浇筑时，可不检验钢筋保护层厚度；
- 2 现浇结构中的梁、剪力墙和柱等构件使用其他模板进行浇筑时，其钢筋保护层厚度检验应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 中的有关规定。

8.3.8 模块单元现浇连接接缝的施工质量及防水性能应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

8.3.9 模块单元现浇连接接缝的施工质量及防水性能应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。模块单元的接缝防水施工应按设计要求制定专项验收方案，防水材料的性能及接缝防水施工质量验收应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

8.4 设备与管线安装验收

8.4.1 混凝土模块智能集成建筑给水排水系统的施工质量和验收标准应符合国家现行标准《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，并应满足：

1 给排水管道及配件的安装应位置准确、平整牢固，用观察和尺量检查施工质量；

2 给水管道应进行加压测试，各连接处不应有渗漏，用观察法检查施工质量；

3 排水管道应进行水密性测试，堵住除通气出口外的所有出口，在检测系统内灌满水保持 15min，各连接处不应有渗漏，用观察法检查施工质量。

8.4.2 混凝土模块智能集成建筑内电气系统、电气装置等的检测还应符合国家现行标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定。

8.5 智能检测与数字交付

8.5.1 混凝土模块智能集成建筑宜采用自动化、智能化设备辅助进行单位工程、分部工程、分项工程和检验批的质量验收。

【条文说明】自动化、智能化设备包括但不限于混凝土强度回弹仪、智能超声检测仪、智能裂缝观测仪、智能应变传感器、三维激光扫描仪、实测实量机器人等。

8.5.2 模块灌浆阶段宜采用智能设备检测灌浆饱满度，提升套筒灌浆施工质量。

【条文说明】装配式建筑钢筋套筒灌浆连接质量问题至关重要，可采用智能超声检测仪、冲击回波检测仪等智能设备对灌浆饱满度进行检测。

8.5.3 混凝土模块智能集成建筑宜采用智慧化管理平台进行质量检测数据的自动采集与分析，并通过平台对验收资料进行管理。

【条文说明】智慧化管理平台的质量管理模块可增加质量检测系统，实时收集检测数据进行分析，并通过平台实现验收资料的数字化管理。

8.5.4 混凝土模块智能集成建筑的质量验收宜应用数字化交付平台进行数字交付，竣工模型和电子验收资料为主要交付文件。

【条文说明】质量验收相关数据应集成到竣工模型中，通过数字平台实现模型和文档的整合关联。

附录 A 模块单元装修质量检测报告

表A 模块单元装修质量检测报告

检查项目		检验方法	检查结果	结论	备注
墙面	外观质量	光滑平整无划伤			
	规格	符合图纸要求			
	颜色	与样板一致			
	平整度	<3mm/2m			
地面	饰面材料规格	符合图纸要求			
	饰面颜色	与样板一致			
	饰面安装	安装牢固、平直			
	空鼓	无空鼓			
	平整度	<3mm/2m			
天花	造型	符合图纸要求			
	图案、颜色	符合图纸要求			
	平整度	<3mm/2m			
机电	开关插座数量	符合图纸要求			
	开关插座位置	符合图纸要求			
	灯具数量	符合图纸要求			
	通电及用电设备调试	电路正常使用			
卫生间	卫浴设施	配置齐全、位置正确、牢固			
	闭水测试	蓄水时间>24小时,检验模块底部有无渗水、漏水现象			
	给水系统渗水测试	试验压力为工作压力的1.5倍,但不小于0.6MPa,升至规定的试验压力后停止加压,稳压1小时,观察接头部位是否有掉压和漏水现象			
	排水系统渗水测试	灌水>30分钟无漏水			
门	外观质量	光滑平整无划伤			
	产品规格	符合图纸要求			
	门扇垂直度	2.0mm			
	门扇与上框间留缝	1~3mm			
	门扇与下框间留缝	3~5mm			
	五金配件	配置齐全、位置正确、牢固			

续表A

检查项目		标准要求	检查结果	结论	备注
铝窗	外观质量	光滑平整无划伤			
	产品规格	符合图纸要求			
	密封条与玻璃粘结质量	密封条完好、牢固			
	五金配件	窗扇可正常开启、关闭灵活、牢固			
	试水	试水水压约为0.2MPa~0.3MPa， 喷淋3分钟无漏水			
消防系统	雨淋阀组安装数量	符合图纸要求			
	雨淋阀组安装位置	符合图纸要求			
	消防系统压力、渗水测试	测试压力为设计工作压力的1.5倍，保压1小时，检查是否有掉压和漏水			

附录 B 模块单元出厂合格证

表 B 模块单元出厂合格证（范本）

模块单元出厂合格证					
项目名称			资料编号		
模块编号			合格证编号		
生产厂家			型号规格		
图纸编号			混凝土设计强度		
混凝土浇筑日期			模块出厂日期		
性能 检验 评定 结果	混凝土抗压强度检测		外观检测		
	试验编号	达到设计强度（%）	质量缺陷	缺陷程度	
	构件尺寸检测		吊装检测		
	类型	尺寸偏差	试验编号	试验结论	
	卫生间防水检测		预留预埋检测		
	试验编号	试验结论	试验编号	试验结论	
	装饰装修检测		消防检测		
	试验编号	试验结论	试验编号	试验结论	
	备注			结论	
	供应商技术负责人		填表人		供应商名称（盖章）
填表日期：					

附录 C 施工现场模块进场验收记录

表 C.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		

续表 C.0.1

模块外观质量	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 7.5.1 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 7.5.1 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第 8.2.10 条的要求	
	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：	

续表 C.0.1

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
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、同一品种的模块，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 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。	

附录 D 模块单元吊装测试

C.0.1 模块单元吊装测试用的吊架、吊环、吊钩和手拉葫芦等吊具及设备的规格、尺寸应与现场吊装方案保持一致。起重机械设备应满足吊装作业要求。

C.0.2 模块单元吊装测试的场地、道路等条件应满足吊装作业要求。

C.0.3 模块单元吊装测试前，其混凝土强度应符合设计规定，并应将其上的模板、灰浆残渣、垃圾碎块等全部清除干净。

C.0.4 模块单元的吊装测试应符合下列规定：

- 1 模块单元上的吊点布置、吊环设计应符合本规程的有关规定；
- 2 用手拉葫芦或长短吊链连接模块单元与吊架时，吊环与吊架预留孔位应逐一对应；
- 3 起吊前应调整吊链，使模块单元与吊架保持水平，吊架下方与模块单元吊点相连的吊链与竖直方向的夹角不宜大于 10 度，不应大于 15 度；
- 4 模块单元吊装测试中应采用慢起、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；
- 5 初次吊装时，应将模块单元提升至距离地面 100mm~200mm 范围内，悬停 5min~10min，检查各部件的运行、角度及受力情况；
- 6 模块单元起吊后应进行前、后、上、下、左、右六个方向的运动情况测试，起吊速度不宜低于 30m/min；
- 7 同一模块单元应至少重复进行 3 次吊装测试。

C.0.5 模块单元在吊装测试中若出现明显的模块变形和混凝土损伤应重新进行模块单元吊装方案设计或采取临时加固措施。

本标准用词说明

1 为了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,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

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用词,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010
- 2 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
- 3 《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283
- 4 《蒸压加气混凝土制品应用技术标准》JGJ/T 17
- 5 《钢结构设计标准》GB 50017
- 6 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 7 《钢结构通用规范》GB 55006
- 8 《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》GB/T 17657
- 9 《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1
- 10 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2
- 11 《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3
- 12 《碳素结构钢》GB/T 700
- 13 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
- 14 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355
- 15 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 16 《水泥基灌浆材料应用技术规程》GB/T 50448
- 17 《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671
- 18 《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077
- 19 《水泥胶砂流动度测试方法》GB/T 2419
- 20 《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881
- 21 《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》JG/T 475
- 22 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231
- 23 《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235
- 24 《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163
- 25 《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225
- 26 《钢丝绳通用技术条件》GB/T 20118
- 27 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325
- 28 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222

- 29 《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
- 30 《混凝土结构设计通则》 GB 55008
- 31 《建筑抗震设计标准》 GB/T 50011
- 32 《工程结构通用规范》 GB 55001
- 33 《电力工程电缆设计标准》 GB 50217
- 34 《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981
- 35 《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
- 36 《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》 T/CECS 579
- 37 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 38 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 39 《城镇燃气设计规范》 GB 50028
- 40 《建筑信息模型设计交付标准》 GB/T 51301
- 41 《建筑工程设计信息模型制图标准》 JGJ/T 448
- 42 《房屋建筑制图统一标准》 GB/T 50001
- 43 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 44 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 45 《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》 JGJ 110
- 46 《外墙饰面砖工程施工及验收规程》 JGJ 126
- 47 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ80
- 48 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ33
- 49 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ46
- 50 《建筑工程绿色施工规范》 GB/T50905
- 51 《工程测量标准》 GB 50026
- 52 《混凝土结构施工质量验收规范》 GB 50204
- 53 《工厂预制混凝土构件质量管理标准》 JGT 565
- 54 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 55 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 56 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB 50202
- 57 《混凝土模块智能集成建筑技术标准》 DBJ43/T 320
- 58 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204

- 59 《建筑内部装修防火施工及验收规范》 GB 50354
- 60 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB 50210
- 61 《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》 JGJ/T 304
- 62 《屋面工程质量验收规范》 GB 50207
- 63 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 64 《智能建筑工程质量验收规范》 GB 50339
- 65 《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB 50411
- 66 《电梯工程施工质量验收规范》 GB 50310
- 67 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 68 《火灾自动报警系统施工及验收标准》 GB 50166
- 69 《建筑轻质条板隔墙技术规程》 JGJ/T 157
- 70 《公共建筑吊顶工程技术规程》 JGJ 345