



T/CECS XXX

中国工程建设标准化协会标准

定型构件干式连接低层装配式混凝土结构 技术规程

Technical specification for low rise fabricated concrete structure with
bolted standard component

(征求意见稿 v1)

20XX 北京

中国工程建设标准化协会标准

定型构件干式连接低层装配式混凝土结构 技术规程

Technical specification for low rise fabricated concrete structure with
bolted standard component

T/CECS XXX: 202X

主编单位：

批准单位：

施行日期：

20XX 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<XXX>的通知》（建标协字[202X]XX号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，结合工程实践，认真总结经验，并在充分征求意见的基础上，制定本规程。

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、设计、结构设计、建筑设计、构件预制与储运、施工安装、质量验收、安全文明施工。

本规程由中国工程建设标准化协会XXX分会归口管理，由XXX（主编单位）负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：XXX；邮政编码：XXXXXX），以供今后修订时参考。

主 编 单 位： 以下内容征求意见稿可写可不写

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目录

1 总 则	1
2 术语和符号	2
3 基本规定	4
4 材 料	7
4.1 一般规定	7
4.2 结构材料	7
4.3 连接材料	8
4.4 保温材料	8
4.5 其它材料	9
5 结构设计	12
5.1 一般规定	12
5.2 作用和作用组合	13
5.3 结构分析	13
5.4 构件设计	14
5.5 连接设计	17
5.6 基础设计	19
6 建筑设计	20
6.1 一般规定	20
6.2 建筑布置	20
6.3 建筑构造	21
6.4 楼面、地面设计	22
6.5 建筑设备设计	23
6.6 节能保温设计	23
7 构件预制与储运	25
7.1 一般规定	25
7.2 钢筋骨架	27
7.3 内置保温板	28
7.4 模具与预留预埋件	28
7.5 构件制作	30
7.6 构件储运	34
7.7 成品保护	34
8 施工安装	36
8.1 一般规定	36
8.2 构件进场验收	37
8.3 构件存放	38
8.4 安装准备	38
8.5 构件安装	39
9 质量验收	43

9.1 一般规定	43
9.2 主控项目	43
9.3 一般项目	45
10 安全文明施工	47
10.1 一般规定	47
10.2 安全规定	47
10.3 环境保护措施	48
附录 A 预制构件表	49
附录 B 定型构件干式连接装配式混凝土结构多尺度分析模型	55
附录 C 定型构件干式连接装配式混凝土结构简化分析方法	57
本规程用词说明	61
引用标准名录	62
条文说明	64
1 总则	65
2 术语和符号	66
3 基本规定	67
4 材料	68
5 结构设计	68
6 建筑设计	71
7 构件预制与储运	72
8 施工安装	73
9 质量验收	79
附录 B 定型构件干式连接装配式混凝土结构多尺度分析模型	79
附录 C 定型构件干式连接装配式混凝土结构简化分析方法	79

Contents

1 General provisions.....	1
2 Terms and symbols.....	2
3 Basic requirements.....	4
4 Materials.....	7
4.1 General requirements.....	7
4.2 Structural materials.....	7
4.3 connecting materials.....	8
4.4 Insulation materials.....	8
4.5 Other materials.....	9
5 Structural design.....	12
5.1 General requirements.....	12
5.2 Action and combination of actions.....	13
5.3 Structural analysis.....	13
5.4 Members.....	14
5.5 Connection.....	17
5.6 Foundation.....	19
6 Architectural design.....	20
6.1 General requirements.....	20
6.2 Building layout.....	20
6.3 Building structure.....	21
6.4 Floor and ground.....	22
6.5 Building equipment.....	23
6.6 Energy saving and thermal insulation.....	23
7 Prefabrication, storage and transportation of components.....	25
7.1 General requirements.....	25
7.2 Reinforcement skeleton.....	27
7.3 Built-in insulation board.....	28
7.4 Mold and embedded elements.....	28
7.5 Fabrication.....	30
7.6 Storage and transportation.....	34
7.7 Finished product protection.....	34
8 Construction and installation.....	36
8.1 General requirements.....	36
8.2 Component site acceptance.....	37
8.3 Component storage.....	38
8.4 Installation preparation.....	38
	III

8.5 Component installation.....	39
9 Quality acceptance.....	43
9.1 General requirements.....	43
9.2 Major items.....	43
9.3 General items.....	45
10 Safe and civilized construction.....	47
10.1 General requirements.....	47
10.2 Safety.....	47
10.3 Environmental protection.....	48
Appendix A List of prefabricated components.....	49
Appendix B Multiscale analysis model of bolted precast concrete structure.....	55
Appendix C Simplified analysis method of bolted precast concrete structure.....	57
Explanation of wording in this specification.....	61
List of quoted standards.....	62
Explanation of provisions.....	64

1 总 则

1.0.1 为规范定型构件干式连接装配式混凝土结构房屋的设计、生产、运输、施工与验收，贯彻和执行国家的技术经济政策，做到安全适用、经济合理、绿色节能、技术先进和质量可靠，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度 8 度（0.2g）及以下地区，房屋层数不超过三层、房屋高度不超过 10m 的定型构件干式连接装配式混凝土结构民用建筑的设计、构件生产与储运、施工安装及质量验收。

1.0.3 定型构件干式连接装配式混凝土结构房屋的设计、生产、运输、施工和质量验收，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

2.1.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构 bolted precast concrete structure (简称: 全干式连接混凝土结构, BPC)

由标准化设计的预制垫块、墙板、立柱、过梁、楼板和楼梯板等部件组成, 预制部件之间以及预制构件和基础之间全部通过预留螺栓孔由螺栓连接, 经现场装配施工形成的一种装配式钢筋混凝土结构。

2.1.2 预制墙板 precast concrete wall

工厂生产制作的竖向受力预制混凝土部件, 由两侧钢筋混凝土板、夹芯保温材料、加劲键和预留连接螺栓孔组成的墙板, 主要用于剪力墙结构体系的建筑外墙、内墙和女儿墙部位。预制墙板分为一字型和 L 型, 一字型的宽度分别为 600mm、900mm、820mm、1200mm。

2.1.3 预制立柱 precast concrete frame column

工厂生产制作的竖向受力预制混凝土部件, 分为墙柱和门窗洞柱, 主要用于门窗洞口、内外墙连接和转角位置。

2.1.4 预制垫块 precast concrete cushion block

工厂生产制作的基础节点受力预制混凝土构件, 适用于墙板、立柱底部和顶部, 用于竖向受力构件之间进行衔接转换的结构受力构件, 分为双边垫块和单边垫块两种。

2.1.5 接缝 seam

定型构件干式连接装配式混凝土结构中预制部件表面之间因装配形成的间隙。

2.2 主要符号

2.2.1 材料性能

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值;

f_y ——钢筋抗拉强度设计值;

A_s ——钢筋面积。

2.2.2 几何参数

b ——矩形截面宽度;

h_0 ——截面有效高度。

H ——结构层高。

2.2.3 作用、作用效应及承载力

S_d ——承载力极限状态下作用组合的效应设计值；

R_{jd} ——预制墙板接缝承载力设计值；

$R_{j\text{de}}$ ——地震作用承载力极限状态下接缝承载力设计值；

Δ_u ——结构层间相对位移；

V_{jd} ——水平接缝处受剪承载力设计值；

N ——轴向力设计值。

V_j —— 竖向接缝剪力设计值；

V —— 墙肢水平剪力；

2.2.4 计算系数及其他

γ_j ——水平接缝内力增大系数；

γ_0 ——结构重要性系数；

γ_{RE} ——接缝承载力抗震调整系数。

3 基本规定

3.0.1 定型构件干式连接装配式混凝土建筑应遵循建筑全生命期的可持续性原则，采用系统集成的方法统筹建造全过程，进行通用化、模数化、标准化设计，工厂化生产、装配化施工。

3.0.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构设计应采用合理的结构方案和可靠的连接构造措施，加强结构的整体性和冗余度。结构设计工作年限应不低于 50 年，结构及其部件的安全等级不得低于二级。

3.0.3 宜采用建筑信息化模型（BIM）技术，实现设计、生产、运输、施工、装修、使用围护的全专业、全过程的信息化管理。

3.0.4 基于预制构件的结构深化设计，应符合下列规定：

1 符合定型构件既有模数协调原则，优化预制构件的匹配组合和与门窗的协调配合，减少构件接缝数量；

2 满足建筑、结构和机电设备等各专业施工图设计以及预制构件生产制作、存储、吊装、运输、堆放、施工安装等要求，且应便于施工安装和质量控制。

3 根据预制构件的功能部位、模数组合、施工安装精度等因素，确定合理的公差。在必要的精度范围内，宜选用较大的基本公差。

3.0.5 定型构件干式连接装配式混凝土结构的连接节点应受力明确、传力可靠、施工方便、质量可控，满足结构承载力、延性、耐久性要求以及施工安装的要求。

3.0.6 施工前，建设各方应进行图纸会审、施工方案和工序工艺分析；施工单位应准确理解设计图纸内容，掌握有关技术要求、细部构造和精度控制要求，并进行必要的结构施工复核及验算。

3.0.7 定型构件干式连接装配式混凝土结构施工企业应具备相应资质；生产制作、施工现场应建立健全相应的质量管理、安全保证、环境管理体系，制定完备的施工质量控制和检验制度。

3.0.8 定型构件干式连接装配式混凝土结构施工图部分的设计应包括结构施工图和预制构件安装详图，并应符合下列规定：

1 结构施工图设计的内容和深度除应满足国家和工程所在地的相关设计文件编制深度的要求外，还应满足预制构件装配安装详图的编制需求和安装施工的

技术要求；应根据建设项目的具体情况提供下列内容：

- 1) 预制构件吊运和安装施工的设计说明；
- 2) 预制构件模板图和配筋图；
- 3) 预制构件明细表或索引图；
- 4) 预制构件连接计算和连接构造大样图；
- 5) 预制构件安装大样图；
- 6) 预制构件安装施工的工艺流程及质量验收要求；
- 7) 连接节点施工质量检测、验收要求。

2 预制构件制作详图应根据结构施工图的内容和要求进行编制，设计深度应满足预制构件安装施工的要求，且应包括下列内容：

- 1) 预制构件制作和使用说明，包括对材料、制作工艺、模具、质量检验、运输要求、堆放存储和安装施工要求等的规定；
- 2) 预制构件的平面和竖向布置图，包括预制构件生产编号、布置位置和数量等内容；
- 3) 预制构件模板图、配筋图和预埋件布置图；
- 4) 预制构件材料和配件明细表；
- 5) 预制构件在制作、运输、存储、吊装和安装定位、连接施工等阶段的复核计算和预设连接件、预埋件、临时固定支撑等的设计。

3.0.9 定型构件干式连接装配式混凝土结构施工前，除应编制常规施工方案外，还应编制构件吊装、构件安装、螺栓连接等施工专项方案。

3.0.10 定型构件干式连接装配式混凝土结构施工的质量过程控制应符合下列规定：

- 1** 原材料及产品应进行进场验收；凡涉及安全、功能的原材料及半成品，应按照有关规定进行见证取样、送样和复验；
- 2** 各工序应按施工工艺要求进行质量控制，并实施工序检验；
- 3** 各专业工种之间应进行交接检验；
- 4** 隐蔽工程在封闭前应进行质量验收。

3.0.11 所有进场的预制构件均应有质量证明文件；构件的规格、型号、预埋件位置和数量，以及预制构件的外观质量和结构性能等除应满足设计要求外，还应

符合本标准以及《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

3.0.12 预制构件的现场堆放以及构件安装完成后的成品，应采取有效的保护措施。

3.0.13 工程的制作现场和施工现场的防火要求应符合现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720 的有关规定。当工程施工区域和制作区域动用电气焊、砂轮等明火时，应确保复合板防护面层完整无裸露。不得在保温板切割断面和裸露部位处进行电气焊接和明火作业。

3.0.14 电气线路不应穿越或敷设在燃烧性能为 B1 或 B2 级的保温材料中；确需穿越或敷设时，应采取穿金属管并在金属管周围采用不燃隔热材料进行防火隔离等防火保护措施。设置开关、插座等电器配件的部位周围应采取不燃隔热材料进行防火隔离等防火保护措施。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑工程使用的材料、构件和设备必须符合国家 and 地方现行标准的有关规定，严禁使用国家和地方明令禁止与淘汰的材料、构件和设备，并宜选用具有绿色产品认证、节能产品认证或具有节能产品标识的产品。

4.1.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑工程采用的主要材料、半成品、成品、建筑构配件、器具和设备应进行进场检验。

4.1.3 检验合格的材料应按品种、规格、批号分类堆放，材料堆放应有标识。施工单位应制定材料的管理制度，并应做到订货、存放、使用的规范化。根据环境条件对耐久性的影响，采取相应的安全防护措施。

4.2 结构材料

4.2.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构中的混凝土、钢筋和钢材的各项力学性能指标和有关结构混凝土材料的耐久性应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢筋混凝土用钢》GB/T 1499 的规定。

4.2.2 预制构件应采用自密实混凝土，强度等级不应低于 C30，预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不应低于 C40。自密实混凝土的性能应符合《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定。现浇构件混凝土强度等级不应低于 C30。

4.2.3 普通钢筋应采用 HRB400、HPB300 级钢筋，其性能应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；钢筋焊接网片应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。冷拔低碳钢丝应符合《一般用途低碳钢丝》YB/T 5294 和《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19 的相关规定。

4.2.4 钢板采用 Q235B 或 Q355B 级钢材。钢材应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的有关规定。

4.3 连接材料

4.3.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构的预制墙板之间、墙板与柱、圈梁之间的连接螺栓采用 4.8 级普通螺栓。连接用的螺栓、螺母、垫圈等标准配件，其品种、规格、性能等应符合设计要求和现行国家产品标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 和《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1 的规定。紧固件的镀锌层应符合《紧固件热浸镀锌层》GB/T 5267.3 的规定且不小于 80g/m²。

4.3.2 垫块与基础连接采用φ20 热浸镀锌锚栓，其它连接部位均采用φ14 热浸镀锌螺栓。

4.3.3 地脚螺栓植筋孔位置和成型工艺，灌注植筋胶和植筋技术性能应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 和《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 混凝土强度不得低于 C25；
- 2 螺栓等级不得低于 4.8 级；
- 3 锚固胶等级应为 I 类胶；
- 4 植筋须保持螺栓表面的洁净，不得有其他附着物；
- 5 严禁使用膨胀型锚栓。

4.3.4 预制构件连接件的钢材，包括焊接材料和螺栓材料应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

4.3.5 预制构件连接用预埋件，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4.4 保温材料

4.4.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构夹心保温材料可根据热工设计按表 4.4.1 选用，内置厚度为 100mm。

4.4.2 保温材料的性能与质量应符合设计要求及现行国家和地方标准的有关规定。

表 4.4.1 EPS、GEPS、XPS、GXPS 和 PUR 保温板主要性能指标

检验项目	保温材料				试验方法
	模塑聚苯板 EPS	石墨聚苯板	挤塑聚苯板 XPS	PUR	

		GEPS			
导热系数 (25℃) [W/(m·K)]	≤0.037	≤0.033	≤0.030	≤0.024	GB/T 10294 GB/T 10295
表观密度 (kg/m³)	18~22		22~35	≥35	GB/T 6343
压缩强度 (MPa)	≥0.10		≥0.2	≥0.15	GB/T 8813
尺寸稳定性 (%)	≤0.3		≤1.2	≤1.0	GB/T 8811
吸水率 (V/V,%)	≤3.0		≤1.5	≤3.0	GB/T1080.1 GB/T1080.2 GB/T 8810
水蒸气透湿系数 [ng/(Pa·m·s)]	≤4.5	2.0~4.5	1.5~3.5	≤6.5	GB/T1080.1 GB/T1080.2 GB/T 21588
弯曲变形 (mm)	≥15		≥20	—	GB 8624
氧指数 (%)	≥30		≥30	—	GB 8624
垂直于版面的抗拉强度 (Mpa)	≥0.1		≥0.2	≥0.1	JGJ 144
燃烧性能等级	不低于 B ₁ 级				GB 8624

注：1 保温板出厂前在自然条件下陈化时间：EPS、GEPS 应不少于 42d；XPS 应不少于 28d，或在温度 (60±5)℃环境中陈化 5d。PUR 陈化时间不少于 28d。

2 挤塑聚苯板产品不得掺加非本厂挤塑板产品的回收料，出厂前应双面去皮或双面开槽。

3 外露保温板六面应喷涂水泥基聚合物砂浆包覆。

4.5 其它材料

4.5.1 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定：

1 密封条、密封胶应具有规定的抗剪切和伸缩变形能力和防霉、防水、防火、耐候等性能，并应与混凝土相容；

2 密封条等建筑防水密封材料应符合现行国家标准《高分子防水材料 第 2 部分：止水带》GB 18173.2 的有关规定。

3 硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应符合《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683、《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482 和《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 等现行相关标准的规定。

4.5.2 灌浆材料采用自密实混凝土或水泥基灌浆材料，其性能应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的要求。

1 基础和垫块之间的找平层灌浆材料的强度不应低于基础的强度等级，且不低于 C30。

2 双边垫块凹槽处填筑灌浆材料强度不低于 C20。

水泥基灌浆材料

3 其它接缝处灌浆材料的立方体抗压强度应高于预制构件立方体抗压强度 10 MPa 以上，且不应低于 40 MPa（C50），并应满足安装施工要求。

4.5.3 用于墙板和楼板连接处的现浇混凝土强度等级应不低于楼板构件混凝土强度等级。

4.5.4 连接构件所用的螺栓、三元乙丙橡胶条、粘接剂和砂浆等主要材料进场前应核对其品种、规格、质量合格证明文件、中文标志和检验报告等，应检查表面质量及包装，并应经过进场复试检验合格后使用。

4.5.5 连接用紧固件进场验收，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。

4.5.6 定型构件干式连接装配式混凝土结构全部螺栓孔应在主体结构施工安装结束后进行封堵。封堵材料可采用聚苯板和聚苯胶粉颗粒保温砂浆封堵，封堵材料的防火等级应为 A 级，且应具有防水、隔热、变形小、安全稳定性能，与构件混凝土具有相容性、便于加工和施工。

4.5.7 吊装所需的吊索、绳具进场应有国家标准规定的生产、检验、合格证和保养说明书。

4.5.8 室内装修材料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 和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

4.5.9 门窗材料应满足设计要求，质量应符合国家现行相关标准的规定，并应有产品合格证或型式检验报告。

4.5.10 外墙装修材料应符合下列规定：

- 1 涂料应符合国家现行标准《合成树脂乳液外墙涂料》GB/T 9755、《外墙无机建筑涂料》JG/T 26 和《复层建筑涂料》GB/T 9779 的有关规定；
- 2 饰面砂浆应符合现行行业标准《墙体饰面砂浆》JC/T 1024 的有关规定。
- 3 腻子应符合现行行业标准《建筑外墙用腻子》JG/T 157 的有关规定。
- 4 保温砂浆的性能指标应符合表4.5.11的规定。

表 4.5.11 保温砂浆性能要求

项目	单位	性能指标		试验方法
		聚苯颗粒浆料	玻化微珠浆料	
干表观密度	kg/m ²	250~350	≤300	GB/T 5486

抗压强度	MPa	≥0.30	≥0.20	
项目	单位	性能指标		试验方法
		聚苯颗粒浆料	玻化微珠浆料	
软化系数	—	≥0.6		
导热系数	W/（m·K）	≤0.075	≤0.070	GB/T 10294
线性收缩率	%	≤0.3		JG/T 70
抗压强度	MPa	≥0.10		JG/T 228
拉伸粘结强度(与水泥砂浆、保温复合板)	MPa	≥0.10		
燃烧性能等级	—	A 级		GB 8624

5 抗裂砂浆性能指标应符合表4.5.12的规定。

表 4.5.12 抗裂砂浆的性能指标

项目		单位	性能指标	试验方法
拉伸粘结强度（与找平砂浆）	标准状态	MPa	≥0.10	JG/T 158
	浸水状态		≥0.10	
拉伸粘结强度（与水泥砂浆）	标准状态		≥0.70	
	浸水状态		≥0.50	
	冻融循环处理		≥0.50	
可操作时间		h	≥1.5	
压折比		—	≤3.0	

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构的结构设计应重视概念设计和预制构件的连接设计，应采用合理的结构方案和可靠的连接构造措施，加强结构的整体性和增加结构的冗余度。

5.1.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构的布置和结构体系，平面形状宜简单、规则、对称，质量刚度分布宜均匀，并应符合下列要求：

1 应优先采用纵横墙共同承重的结构体系。不应采用预制墙板砌体墙混合承重的结构体系。

2 纵横向预制墙板的布置应符合下列要求：

1) 宜均匀对称，沿平面内宜对齐，沿竖向应上下连续，结构全高均不应采用错位洞墙；且结构单元纵横向预制墙板的数量不宜相差过大；

2) 楼板局部大洞口的尺寸不宜超过楼板宽度的 30%，且不应在预制墙板两侧同时开洞；

3) 房屋不宜设置错层；

4) 同一轴线上的窗间墙宽度宜均匀；房屋各层纵横向墙率均不宜小于 $120\text{mm}/\text{m}^2$ ，不应小于 $70\text{mm}/\text{m}^2$ ；单个墙段的墙肢长度不应小于 600mm；

注：纵、横向墙率为纵向或横向全部预制墙板的水平长度之和（mm）与层面积（ m^2 ）的比值（ mm/m^2 ）。

5) 在房屋宽度方向的中部应设置内纵墙，其累计长度不宜小于房屋总长度的 60%（高宽比大于 4 的墙段不计入）。

3 房屋有下列情况之一时宜设置防震缝，缝两侧均应设置预制墙板，缝宽应根据烈度和房屋高度确定，可采用 70mm~100mm：

1) 房屋立面高差在 6m 以上；

2) 各部分结构刚度、质量截然不同。

4 楼梯间不宜设置在房屋的尽端或转角处；

5 不应在房屋转角处设置转角窗。

5.1.3 定型构件干式连接装配式混凝土结构的连接节点应受力明确、传力可靠、施工方便、质量可控，满足结构的承载力、延性和耐久性要求，并易于施工安装。

5.1.4 定型构件干式连接装配式混凝土结构的预制墙板须逐个构件依次安装和连接，以保证结构的整体性，并采取措施避免结构在偶然荷载下发生连续性倾覆。

5.1.5 定型构件干式连接装配式混凝土结构设计，应计入构件制作和安装阶段误差的影响，并应采取减小误差影响和防止误差累积的有效措施。

5.1.6 螺栓连接装配式混凝土结构的抗震等级，标准设防类（丙类）抗震设防烈度 8 度（0.2g）时应取三级，7 度、6 度时可取四级。

5.2 作用和作用组合

5.2.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构的作用及作用组合应根据现行国家规范《工程结构通用规范》GB55001、《建筑和市政工程抗震通用规范》GB55002 和国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等确定。

5.2.2 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

5.2.3 预制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后与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定：

- 1 动力系数不宜小于 1.2；
- 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 $1.5\text{kN} / \text{m}^2$ 。

5.3 结构分析

5.3.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析，并宜采用附录 B 和附录 C 提出的多尺度分析模型和简化分析模型。在墙肢弹性刚度计算、墙肢承载力计算、最小配筋率及墙肢轴压比计算时，夹芯墙的厚度应取夹芯板两侧混凝土厚度之和为 120mm。

5.3.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用弹性方法计算。

5.3.3 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大水平位移与层高之比 $\Delta u/H$ 宜小于 1/1000。

5.3.4 定型构件干式连接装配式混凝土结构罕遇地震作用下的性能分析,宜采用可反映关键构件与连接力学行为的精细有限元模型或多尺度有限元模型。

5.4 构件设计

5.4.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构的主要预制构件有:预制墙板、预制墙柱、预制门窗洞柱、预制窗下墙板、预制过梁、预制垫块、预制楼板、预制女儿墙、预制空调板、预制楼梯踏步、预制楼梯休息平台等。(附录 A)

5.4.2 预制构件中普通钢筋混凝土保护层厚度应为 25mm, 预应力筋的混凝土保护层厚度应为 30mm, 且应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求。

5.4.3 预制构件外露金属件应进行封锚或防腐处理, 其耐久性应满足结构设计使用年限的要求, 有防火要求时尚应采取防火措施。

5.4.4 预制构件应合理选择吊装吊具、吊点的数量和位置, 满足在脱模、反转、运输及安装阶段的安全要求。对制作、运输、堆放、安装等短暂状况下的验算, 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。

5.4.5 预制墙板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定进行正截面和斜截面承载力设计, 并应符合下列规定: (附录 A)

- 1** 预制墙板可采用一字形、L 形、T 形等截面形状。
- 2** 预制墙板宽度宜符合建筑模数的要求, 可选用的宽度包括 600mm、820mm、900mm 和 1200mm 的宽度组合; 最大高度应为 3000mm。
- 3** 预制墙板构件的设计轴压比, 设防烈度 6 度、7 度时不宜大于 0.2, 8 度时不宜大于 0.15。
- 4** 预制墙板周边预留螺栓孔应按构造要求设置, 竖向不少于 4 组, 水平向依据构件宽度设置。预制构件预留螺栓孔形式应为内凹于板面的矩形安装孔。平

行板面且横穿安装孔内侧面的螺栓孔径应为 $\phi 20\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，位置误差不得大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，螺栓孔应顺直、平滑和整齐。

5 预制墙板预留螺栓孔附近区域混凝土应采取通过箍筋加密或布置钢筋网片等加强构造措施减小局部应力集中。预制墙板内、外叶相对螺栓孔位置的混凝土应内外连成一体，形成加劲键，并采取箍筋加密措施，加劲键竖向间距不应大于 700mm ，水平间距不大于 900mm 。

6 定型构件干式连接装配式混凝土结构预制构件采用预留螺栓孔作为吊装孔，其设计应符合国家现行相关标准的规定。

7 预制墙板采用内置保温板的夹芯墙板制作工艺。内置保温板厚度应为 100mm ，内、外叶混凝土板厚度各为 60mm ，且合计不应小于 120mm 等厚度。内置保温板应采取措施保证填充密实紧密形成无空腔墙板，保温板尺寸不得出现负偏差。偏差要求应符合本标准 8.3.3 条的规定。

5.4.6 预制墙板中竖向和水平分布钢筋直径不应小于 4mm ，间距不宜大于 100mm ，配筋率不应低于 0.2% 。

5.4.7 预制立柱设计应符合下列规定：（附录 A）

1 预制结构柱应设置于房屋各层纵横墙交接处，其间距不应大于 4m 。

2 预制墙柱、预制门窗洞柱与相邻纵横墙板螺栓孔相匹配，以螺栓连接，轴压比不宜大于 0.3 ，并应符合以下规定：

- 1) 预制柱可采用实心或内置保温层的夹芯柱；
- 2) 采用夹芯柱时，可等效为箱形截面或 T 形截面分析计算；
- 3) 截面形状为矩形、T 型和 L 型时，截面厚度和高度与相连墙板等同；
- 4) 纵向钢筋数量不应少于 4 根，直径不宜小于 12mm ，不应大于 16mm ；
- 5) 箍筋直径不宜小于 6mm ，间距不应大于 $120, 150\text{mm}$ 。

3 墙柱与墙板水平螺栓对应位置预留螺栓孔，纵横向螺栓孔上下错开，间距不应小于 100mm 。

5.4.8 现浇墙板和立柱设计应符合下列规定：

1 现浇墙板和立柱的截面尺寸、混凝土标号、配筋和螺栓孔设置应与预制墙板、立柱等同；长度和宽度超出预制墙板、立柱尺度 20% ，必须重新进行受力计算。

2 现浇模板设计和支护、混凝土养生和拆模应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等的相关规定。

5.4.9 预制窗台和过梁设计应符合下列规定：

- 1 预制窗台和过梁分别位于结构中窗口的下、上部；
- 2 预制窗台和过梁可采用实心截面或内置保温层的复合截面；
- 3 结构分析中应计入预制窗台和过梁对抗侧刚度的贡献；
- 4 预制窗台和过梁构件宜采用与预制墙板相同的分析计算方法。

5.4.10 预制垫块分为单边垫块和双边垫块，设计应符合下列规定：

1 预制单边垫块截面应为矩形，可按双筋矩形截面受弯构件计算其截面承载能力。

2 预制双边垫块截面应为“凹”形，可等效为 T 形截面后，按 T 形截面受弯构件计算其截面承载能力。

5.4.11 圈梁设计应符合下列规定：

1 现浇圈梁。定型构件干式连接装配式混凝土结构可以沿纵横墙位置逐层现浇混凝土圈梁。各层圈梁宜连续地设于墙板顶部同一平面上形成封闭状。

2 圈梁截面形状宜为矩形，与上下墙板、楼板对应位置植入竖向螺栓，总宽度与墙板厚度相等，不宜小于 220mm；

3 圈梁截面高度不宜小于 220mm；纵向钢筋数量不应少于 4 ϕ 12mm，箍筋直径不应小于 6mm；

4 圈梁中用于连接墙板和楼板的竖向螺栓孔应间隔布置，水平投影间距不应小于 40mm。

5.4.12 楼梯板设计应符合下列规定：

1 定型构件干式连接装配式混凝土结构可采用预制混凝土梁板式楼梯或钢楼梯或木楼梯。

2 混凝土梁板式楼梯裂缝控制等级宜为三级，最大挠度不应超过梯段板水平投影长度的 1/200。

3 预制楼梯的宽度、踏步、阶数、扶手等应符合现行国家相关标准的规定。

5.4.13 楼板、屋面板设计应符合下列规定：

- 1 定型构件干式连接装配式混凝土结构并应采取端部搭接墙板内叶方式；楼板端部应预留螺栓孔，其数量和位置应与墙板内叶顶部螺栓设置相同
- 2 预制楼板设计应符合下列规定：
- 1) 楼板厚度不应小于 180mm；
 - 2) 预制楼板宽度宜符合建筑模数的要求。
 - 3) 两端支承的预制楼板应按单向板设计。
 - 4) 楼板中分布钢筋直径不应小于 6mm，纵向、横向分布钢筋间距分别不宜大于 200mm 和 250mm。
- 3 当按简支梁进行加劲肋板截面设计和配筋时，上、下端部边肋纵向钢筋直径不应小于 10mm，横向加劲肋纵向钢筋直径不宜小于 10mm。预制肋形楼板搭接墙板处的搁置长度不应小于 50mm 和 $l_0/180$ 的较大值， l_0 为肋形板的计算跨度。
- 4 定型构件干式连接装配式混凝土结构可采用预制加劲肋板、预制空心板、预制和现浇叠合楼板、木楼板、钢木组合楼板等。各种型式楼板均应在端部设置对等螺栓孔与墙板连接。
- 5 现浇楼（屋）板，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 构件的相关规定。现浇楼（屋）板端部支座宜按铰接设计计算。

5.5 连接设计

5.5.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构预制构件采用螺栓连接。连接应按制作、吊装运输、施工安装过程和使用阶段中的各种不利荷载的组合进行连接件承载力的计算。连接构造应受力明确、传力可靠、施工方便、质量可控，满足结构的承载力、防火、延性和耐久性要求。预制构件的连接方式应按照“强节点、弱构件”的原则进行抗震设计，保证节点的破坏不先于连接的构件。

5.5.2 预制墙板的连接节点细部构造应避免锚固、混凝土局部承压及螺栓破坏，并应具有较好的延性。

5.5.3 预制墙板水平接缝连接螺栓承载力应按下列要求进行验算：

- 1 持久设计状况、短暂设计状况：

$$\gamma_j \gamma_0 S_d \leq R_{jd} \quad (5.5.3-1)$$

2 地震设计状况：

$$\gamma_j S_d \leq R_{jd} / \gamma_{RE} \quad (5.5.3-2)$$

式中：\$S_d\$——承载力极限状态下作用组合的效应设计值：持久设计状况和短暂设计状况按作用基本组合计算，地震设计状况按作用的地震组合计算；

\$R_{jd}\$——预制墙板接缝承载力设计值；

\$R_{jdE}\$——地震作用承载力极限状态下接缝承载力设计值，\$R_{jdE}=R_{jd}/\gamma_{RE}\$；

\$\gamma_0\$ ——结构重要性系数，按《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定取用；

\$\gamma_j\$ ——水平接缝内力增大系数，取 1.1；

\$\gamma_{RE}\$ ——接缝承载力抗震调整系数，受剪取 1.0，其他取 0.85。

5.5.4 预制墙板墙肢竖向接缝应符合下列规定：

1 竖向接缝的受剪承载力应满足式（5.5.4-1）的要求：

$$V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE} \quad (5.5.4-1)$$

2 预制墙板墙肢竖向接缝的剪力 \$V_{uE}\$ 可按式（5.5.4-2）计算（图 5.5.4）：

$$V_{uE} = 1.2b VE/h \quad (5.5.4-2)$$

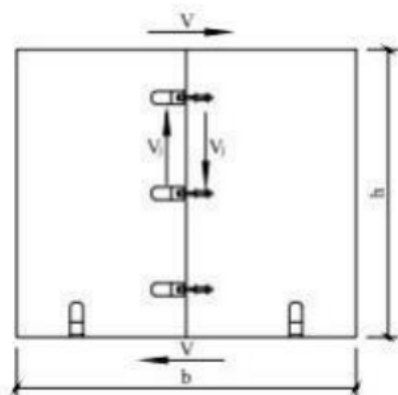


图5.5.4 墙板竖向接缝计算简图

3 预制墙板墙肢竖向接缝处螺栓的截面积尚应满足式（5.5.4-3）的要求：

$$A_{lsft} \geq 1.1 A_{sfy} \quad (5.5.4-3)$$

式中：\$V_{jdE}\$ ——地震设计状况下接缝剪力设计值；

\$V_{uE}\$ ——地震设计状况墙板接缝受剪承载力设计值；

\$VE\$——墙肢水平剪力；

\$h\$——墙肢层高；

b——墙肢宽度；

A_{ls} ——接缝处全部螺栓的总截面积；

f_t ——接缝处全部螺栓的抗拉强度设计值；

A_s ——预制墙板的水平配筋总面积；

f_y ——预制墙板的水平配筋的抗拉强度设计值。

5.5.5 预制墙板底部水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式进行计算：

(5.5.5)

$$V_{jd} = 0.6f_y A_s + 0.6N \quad (\text{修改, 原 } 0.8)$$

式中： V_{jd} ——水平接缝处受剪承载力设计值；

f_y ——钢筋抗拉强度设计值；

A_s ——预制墙板抗剪钢筋面积；

N ——与剪力设计值 V 相应的垂直于水平接缝的轴向力设计值，压力时取正，拉力时取负。

5.5.6 接缝受压、受拉及受弯承载力设计值，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对于构件的有关规定计算。

5.6 基础设计

5.6.1 地基基础设计，应符合《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定，宜优先采用天然地基，也可采用处理地基；地基处理应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定。

5.6.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构的基础，可根据工程实际选用墙下条形基础、片筏基础、带有基础梁的独立基础和桩基础。条形基础顶面宽度、基础梁宽度不应小于 300mm；与预制墙板、垫块连接螺栓对应位置应预埋或植入螺杆，螺杆须垂直，位置精度须达到 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

6 建筑设计

6.1 一般规定

6.1.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑设计应采用统一的建筑模数协调尺寸，并应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的有关规定。

6.1.2 定型构件干式连接装配式混凝土建筑的开间、进深宜采用 $3nM+220\text{mm}$ (n 为自然数)。

6.1.3 定型构件干式连接装配式混凝土建筑的体形、窗墙面积比、围护结构的热工性能等应符合现行标准《农村居住建筑节能设计标准》GB/T50824。

6.1.4 定型构件干式连接装配式混凝土建筑设计应与结构、建筑设备、内装等专业进行协同设计，确保功能完整。

6.1.5 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑的墙板、立柱、过梁、楼板、楼梯板、空调板、阳台板、女儿墙等预制部品部件宜进行系列化、标准化设计，并宜按照“少规格、多组合”的原则丰富建筑造型，预制构件类型与尺寸宜按附录 A 中表 A.0.1 选用。

6.1.6 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑设计应与结构、建筑设备、节能环保、装修装饰等进行一体化协同设计。

6.1.7 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑应满足建筑全生命周期设计、使用、维护和管理要求，采用主体结构与内装饰系统、设备管线分离方案。

6.1.8 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑设计应满足国家现行相关标准对建筑防火、防水、保温隔热、隔声、隔振、采光等方面的要求。

6.2 建筑布置

6.2.1 建筑设计应根据抗震概念设计的要求采用规则的建筑形体。

注：形体指建筑平面形状和立面、竖向剖面的变化。

6.2.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑平面形状应符合下列要求：

- 1 宜简单、规则、对称、空间布局合理，应避免出现局部过大收进或凸出；
- 2 不应在房屋角部开设洞口或在一侧开设过大洞口；
- 3 满足现场装配施工中预制部品部件的吊装对操作空间的要求。

6.2.3 定型构件干式连接装配式混凝土建筑楼层高度应符合预制墙板高度的要求，层高宜为 3.3m，不宜超过 3.5m。房间的最大跨度不宜大于 6000mm。

6.2.4 定型构件干式连接装配式混凝土建筑平面设计应综合考虑给排水、暖通、电气和燃气设备管线等与预制构件中预留孔洞的位置协调关系。施工现场不得在预制构件上开洞、剔凿。预留孔洞应符合设计要求。

6.2.5 厨房、卫生间平面尺寸宜满足集成厨柜、整体卫浴设施的设计协调要求。

6.2.6 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑立面设计应满足下列要求：

- 1 平面、立面布置宜简洁、规则，避免出现过大的悬挑或内收；
- 2 上下层墙板、门窗洞口宜对齐，成列分布；
- 3 空调板、雨棚板、女儿墙板等预制部品宜进行标准化设计；
- 4 外墙装饰宜与墙板拼缝位置、形式相协调统一，通过材质机理、色彩和组合变化等丰富立面设计效果。

6.3 建筑构造

6.3.1 墙体建筑立面划分和墙身建筑构造宜符合螺栓连接混凝土预制构件标准化的要求。

6.3.2 外墙防水应符合现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的规定，并应符合下列规定：

- 1 应做好密封和防水构造设计，重要部位应有详图；
- 2 水平或倾斜的出挑部位以及延伸至地面以下的部位应做防水处理；
- 3 安装在外墙及顶板上的设备或管道必须固定于主体结构上，并应做密封和防水设计。

6.3.3 建筑外墙预制墙板拼缝的防水构造设计应满足下列规定：

- 1 外墙板竖向拼缝采用双道三元乙丙橡胶密封条和密封胶、门窗框与墙板间的缝隙宜优先选用硅酮耐候密封胶内衬聚乙烯棒进行双道密封防水。密封胶的性能应符合本标准 4.5.1 的规定。

2 外墙板与垫块、楼板之间的水平缝应采用材料防水、构造防水相结合的防水方案；

3 女儿墙内侧与屋面板连接部位宜优先选用柔性涂抹防水层防水，且防水层泛水收头上翻起高度不应小于 250mm。

6.3.4 建筑外墙宜优先选用涂料饰面，应符合现行国家和各地有关标准的规定。

6.3.5 室内装修设计应符合下列要求：

1 应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 和《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325 的相关要求；

2 内装系统应设计与结构系统、管线系统等其他各相关专业协调。

6.3.6 窗洞应采用由预制窗下墙板、预制门窗洞柱和预制过梁组合拼接形成的构造形式。

6.3.7 建筑室内空间设计、窗台、台阶、栏杆及楼梯间等设置和构造要求应符合《民用建筑设计统一标准》GB 50352 和《住宅建筑规范》GB 50368 等现行标准的有关规定。

6.3.8 楼梯入户处和平台板处的建筑面层做法、厚度以及踏步高度、台阶数、栏杆及其预埋件、梯段板吊装预埋件等应符合国家现行相关标准的规定。

6.3.9 建筑室内外地坪高差不应小于 300mm，底层地坪应采取有效的防潮和防渗措施。

6.3.10 墙板的接缝应满足保温、防火、隔声的要求。

6.4 楼面、地面设计

6.4.1 地面基本构造宜为地基、垫层和面层。楼（屋）面构造层可根据需要设置找平找坡层、保温层、附加垫层及防水防潮层等。

6.4.2 地基土层应分层碾压，均匀密实，压实系数不小于 0.9，其含水量应符合相关标准的规定。

6.4.3 厨房、卫生间等有水房间应设坡向地漏的坡度，坡度应为 1%~2%，地漏四周最薄处厚度不小于 30mm，并应满足防滑要求；楼面可用 C20 细石混凝土或 M15 水泥砂浆找坡，地面可用基土找坡。

6.4.4 楼面、地面防水层材料宜选用 1.5 厚聚氨酯或聚合物水泥基防水涂料，并应满足现行行业标准《住宅室内防水工程技术规程》JGJ 298 的有关要求，防水层在墙、管根处上翻起高度不应小于 250mm。

6.4.5 定型构件干式连接装配式混凝土结构室内采用地面辐射供暖时，楼面和地面结构设计应符合现行行业标准《地面辐射供暖技术规程》JGJ 142 的有关规定。

6.4.6 屋面防水、隔热设计应符合《屋面工程技术规范》GB 50345 等国家现行相关标准的规定。

6.5 建筑设备设计

6.5.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑设备设计应符合下列规定：

- 1 管材、管件等应满足国家现行有关产品标准要求；
- 2 厨房、卫生间等宜采用同层排水方式，给排水管线沿墙板敷设，并满足装饰装修和防水要求；
- 3 供暖、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 的有关规定；
- 4 燃气管线应明铺，外墙板等预制构件对应位置设置预留孔，避免现场开洞或剔槽。

6.5.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑电气设计应符合下列规定：

- 1 电缆、电线宜选用无卤低烟 B 级阻燃线缆；
- 2 竖向电气管线布置应满足安全距离要求；
- 3 水平电气管线宜敷设在架空层或吊顶内；
- 4 防雷设计应符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 等现行相关标准的规定。

6.6 节能保温设计

6.6.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑的热工和节能设计应符合《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《寒冷和严寒地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 等现行相关标准的规定。

6.6.2 建筑选材应因地制宜，符合国家、地方相关政策，优先采用节约环保型、可再生型、耐久型材料。

6.6.3 直接接触土壤的周边地面（从外墙内算起 2.0m 范围内）、建筑物外墙在室内地坪以下的垂直墙面、地下室上的楼板应增设保温层。保温层热阻不小于 $1.1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。

6.6.4 外墙门窗、墙板连接接缝处，外廊、露台、挑檐等处热桥部位应采用保温和防水措施，且应满足最小露点的要求。外墙门窗应具有良好的密闭性能，气密封性能和水密性能应按现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 的规定进行检测，热工性能应满足《民用建筑热工设计规范》GB 50176 等现行国家相关标准的要求。

6.6.5 穿越建筑外墙的各种设备孔洞（如空调管线孔洞、太阳能热水器安装孔洞等）应预留，避免外墙敲凿对保温层造成破坏。

7 构件预制与储运

7.1 一般规定

7.1.1 预制构件制作工厂应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。

7.1.2 预制构件生产企业应满足下列要求：

- 1 具备相应的生产工艺设备和设施；
- 2 具备必要的试验检测条件和能力；
- 3 建立完善的质量管理、环境管理、职业健康及安全管理体系；
- 4 采用信息化管理技术。

7.1.3 构件生产单位的检测、试验、张拉、计量等设备及仪器仪表均应检定合格，并应在有效期内使用。不具备试验能力的检验项目，应委托第三方检测机构进行试验。

预制构件生产前应编制生产方案，生产方案宜包括工程概况、编制依据、生产组织或准备、模具制作或改制方案、生产进度计划、模具配置计划、资源计划、生产工艺及流程、生产过程技术质量管理或控制，雨季、冬期、安全生产措施，及成品码放、储存、运输和保护专项技术方案等；应进行预制构件脱模、吊运、码放、翻转及运输等相关内容的承载力验算。

7.1.4 预制构件生产宜建立首件验收制度。

7.1.5 预制构件的原材料、构配件和预埋件质量、钢筋加工和连接的力学性能、混凝土强度、构件结构性能、装饰材料、保温材料及拉结件的质量等均应根据国家现行有关标准进行检查和检验，并应具有生产操作规程和质量检验记录。

7.1.6 预制构件的检验与存放、吊运和防护、资料及交付应符合本标准的规定和国家现行标准《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和《预制混凝土构件质量检验标准》DB13(J)/T8404等有关标准的规定。

7.1.7 预制构件模具制作、构件生产、储运、现场装配各流程和环节，应有健全的质量及安全保证体系，具有完整的质量验收资料，按类型、规格进行标识。

7.1.8 预制构件生产企业应按照预制构件生产和安装施工的特点、要求，对员工进行专业操作技能的岗位培训。培训考核合格后方能上岗。

7.1.9 根据预制构件存放、安装和连接要求，确定堆放场地和装卸、安装使用的工器具方案。

7.1.10 预制构件生产和施工，宜采用建筑信息模型（BIM）技术等进行信息化管理。

7.1.11 预制构件生产和施工应按便于质量控制的原则，根据生产和施工流程、工序，按预制构件的不同种类、连接方式划分检验批。对于大型项目，尚应结合进场批次、楼层、结构缝或施工段划分检验批。检验批的划分应符合下列规定：

- 1 不同厂家生产的预制构件应划分为不同检验批；
- 2 不同类型的预制构件应划分为不同检验批；
- 3 不同连接方式应划分为不同检验批。

7.1.12 在制作和储运过程中应对预制构件应采取有效的成品保护措施，包括对预埋件、预留管线、预留孔洞等的有效保护。

7.1.13 模具、钢筋、混凝土和预制构件制作质量，均应在班组自检、互检、交接检的基础上，由专职检验员进行检验。

对检验合格的检验批，宜作出合格标识；检验批质量合格应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量检验均应合格；
- 2 一般项目的质量经抽样检验合格；当采用计数检验时，除专门要求外，一般项目的合格点率应达到80%及以上，不合格点的偏差不得超过允许偏差的1.5倍，且不得有严重缺陷；
- 3 具有完整的生产操作依据和质量检验记录。

预制构件制作完成后，应进行检验，检验合格应在构件表面作出标识，标识内容应包括工程名称、构件型号、生产日期、生产单位、合格标识等。构件出厂时及时后出具出厂合格证。

预制构件的质量检验应按模具、钢筋、混凝土、预制构件等四个检验项目进行，检验时对新制作或改制后的模具、钢筋成品和预制构件应按件检验，重复使用的定型模具应定期检验；对原材料、预埋件、钢筋半成品等应分批随机抽样检验；对混凝土拌合物工作性、混凝土强度和构件的结构性能应按批检验。

检验资料应完整，内容应包括混凝土、钢筋及受力埋件质量证明文件、主要材料进场复验报告、构件生产过程质量检验记录、强度试验记录（或报告）及其试验或检验记录。质量检验记录表格可按《预制混凝土构件质量检验标准》DB13(J)/T8404-2021附录B执行。

7.1.14 不合格构件必须使用明显标志在构件显著位置进行标识，应远离合格构件区域，单独存放并集中处理。

7.2 钢筋骨架

7.2.1 预制构件所使用的钢筋应成批加工成钢筋骨架。钢筋宜采用自动化机械设备加工，并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。

7.2.2 钢筋骨架中钢筋、预埋件的种类、规格、数量、位置等应满足设计文件及相关标准要求。

7.2.3 墙板、楼板的钢筋骨架宜采用网片钢筋，并宜采用焊接成型，应符合《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的规定。

7.2.4 钢筋入模前应检查外观质量和尺寸，并应避让预留孔洞、预埋件。

7.2.5 钢筋半成品、钢筋网片、钢筋骨架应检查合格后方可进行安装，并应符合下列规定：

- 1 钢筋表面不得有油污，不应严重锈蚀。
- 2 钢筋网片和钢筋骨架宜采用专用吊架进行吊运。
- 3 混凝土保护层厚度应满足设计要求。保护层垫块宜与钢筋骨架或网片绑扎牢固，按梅花状布置，间距满足钢筋限位及控制变形要求，钢筋绑扎丝甩扣应弯向构件内侧。
- 4 钢筋成品的尺寸偏差应符合表7.2.5的规定。并应采用专用钢筋定位件控制混凝土保护层厚度以满足设计要求，避免对预制构件表面质量产生影响。

表7.2.5 钢筋网及钢筋骨架的尺寸偏差要求

项次	检验项目及内容		允许偏差（mm）	检验方法
1	钢筋网	长、宽	-10，5	钢尺检查
		网眼尺寸	±10	钢尺量连续三档，取最大值

		对角线	5	钢尺检查
		端头不齐	5	钢尺检查
项次	检验项目及内容		允许偏差 (mm)	检验方法
2	钢筋骨架	长	0, -5	钢尺检查
		宽、高(厚)	±5	钢尺检查
		主筋间距	±5	钢尺量两端、中间各一点, 取最大值
		箍筋间距	±10	钢尺量连续三档, 取最大值
		弯起点位置	15	钢尺检查
		端头不齐	5	钢尺检查
3	保护层厚度	梁、柱	±3	钢尺检查
		墙板	±3	钢尺检查

7.3 内置保温板

7.3.1 预制构件的内置保温板应成批加工。

7.3.2 保温板入模前应检查外观质量和尺寸, 并避让预留孔洞、预埋件。

7.3.3 预制构件保温板的尺寸偏差应符合表7.3.3的规定, 并应采用专用定位件进行定位控制。

表7.3.3 内置保温板尺寸允许偏差

项次	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	高度、宽度	+1, -1	尺量两端和中间, 取最小值
2	厚度	+2, 0	

7.4 模具与预留预埋件

7.4.1 预制构件的模具应进行专项设计, 建立健全模具验收、使用制度。

7.4.2 模具应采用移动式或固定式钢底模, 侧模宜采用钢板或铝合金型材, 也可根据具体要求采用其他材质模具。模具应具有足够的承载力、刚度和稳定性, 并应符合下列规定:

- 1 模具应装拆方便, 并应满足预制构件质量、生产工艺和周转次数等要求;
- 2 满足构件精度和预留孔、预埋件的安装定位要求;
- 3 结构造型复杂、外型有特殊要求的模具应制作样板, 经检验合格后方可批量制作;

4 模具各部件之间应连接牢固，接缝应紧密，附带的预埋件或工装应定位准确，安装牢固、严密、不漏浆，每次使用后应清理干净，不得留有水泥浆和混凝土残渣；

5 用作底模的台座、胎模、地坪及铺设的底板等应平整光洁，不得有下沉、裂缝、起砂和起鼓；

6 模具应保持清洁，涂刷脱模剂、表面缓凝剂时应均匀、无漏刷、无堆积，且不得沾污钢筋，不得影响预制构件外观效果；

7 应定期检查侧模、预埋件和预留孔洞定位措施的有效性；应采取防止模具变形和锈蚀的措施；重新启用的模具应检验合格后方可使用；

8 模具与台座间的螺栓、定位销、磁盒等固定方式应可靠，防止混凝土振捣成型时造成模具偏移和漏浆。

7.4.3 模具或预留预埋件的允许偏差应符合表7.4.3的规定。

表7.4.3 模具或预留预埋件的允许偏差

项次	检验项目及内容		允许偏差（mm）	检验方法
1	长度		1， -2	钢尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
2	截面尺寸	墙板、楼板	1， -2	钢尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处
3		梁、柱	1， -2	
4	对角线		2	钢尺量纵、横两个方向对角线
5	侧向弯曲		≤1	拉线，钢尺量测侧向弯曲最大处
6	翘曲		≤1	对角拉线测量交点间距离值的两倍
7	模具表面平整度		1	用2m靠尺和塞尺量
8	组模缝隙		1	用塞片或塞尺量
9	端模与侧模高低差		1	钢尺检查
10	预埋件中心线位置		2	钢尺检查
	预留孔中心线位置		1	
11	预埋螺栓、螺母中心线位置		1	钢尺检查

7.5 构件制作

7.5.1 在混凝土浇筑成型前应进行预制构件的隐蔽工程检查,检查项目应包括下列内容:

- 1 钢筋网及钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等;
- 2 钢筋网及钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度等;
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距,箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度;
- 4 预埋件、吊环的规格、数量、位置及固定措施等;
- 5 预留孔洞的规格、数量、位置及固定措施等;
- 6 钢筋的混凝土保护层厚度;
- 7 预制墙板(柱)的内置保温层位置、材质和厚度,拉结件的材质、规格、数量、位置等;
- 8 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施等;
- 9 模具质量及脱模剂涂刷质量。

7.5.2 构件生产企业应记录并保存预制构件成型的重要技术参数,含混凝土拌合物稠度(坍落度)、隐蔽项目的检查资料等。

7.5.3 混凝土浇筑时应符合下列要求:

- 1 混凝土应均匀连续浇筑,投料高度不宜大于500mm;采用立模浇筑的应采取保证混凝土浇筑质量的措施;
- 2 混凝土浇筑时应保证模具、门窗框、预埋件、连接件不发生变形或者移位,如有偏差应采取措施及时纠正;
- 3 混凝土成型应采用与工艺相适应的振捣方式,振捣宜采用台式振动台;并应根据混凝土工作性、预制构件规格形状等因素,制定振捣成型操作规程;当采用振捣棒时,不应碰触钢筋骨架、保温芯材和预埋件;
- 4 混凝土从出机到浇筑时间及间歇时间不宜超过60min,气温不高于25℃时不宜超过90min;
- 5 混凝土振捣过程中应随时检查模具有无漏浆、变形或预埋件有无位移现象。

7.5.4 混凝土浇筑后应及时养护，宜采用加热养护方式，养护制度根据工艺要求确定。采用蒸汽养护时，成型后的混凝土应静置相应的时间，应严格控制升降温速率及最高温度，并满足相应的湿度要求，养护过程应符合下列规定：

- 1 预养时间宜为2小时，并采用薄膜覆盖或加湿等措施防止构件干燥；
- 2 升温速率应为10℃/h~20℃/h，降温速率不宜大于10℃/h；
- 3 预制混凝土构件，养护最高温度为60℃；恒温养护时间应不小于3h；
- 4 构件蒸汽养护后，蒸养罩内外温差小于20℃时方可进行脱罩作业，以免由于构件温度梯度过大造成构件表面裂缝。

预制构件采用加热养护时，应通过试验制定养护制度对静停、升温、恒温和降温时间进行控制，宜在常温下静停2h~6h，升温、降温速度不应超过20℃/h，最高养护温度不宜超过60℃，预制构件出池的表面温度与环境温度的差值不宜超过20℃。预制构件出池后，当混凝土表面温度和环境温度差较大时，应立即覆盖养护。采用蒸汽养护时，应尽量减少混凝土的引气量，不掺入引气剂或引气型减水剂。

7.5.5 预制构件脱模起吊时，混凝土强度试件的制作数量应满足构件起吊强度、出厂强度和标养强度等需要，强度值应根据设计要求或生产条件确定，且不应小于15MPa。

7.5.6 预制构件应严格按照顺序拆除模具，不得使用振动方式拆模。起吊前，应检查确认模具的边模、预留孔等与构件的连接部分已完全拆除。

7.5.7 构件起吊应平稳，楼板应采用专用多点吊架进行起吊，复杂构件应通过吊点受力计算再采用专门的吊架起吊。

7.5.8 预制构件的外观质量不应有严重缺陷；对于出现的一般缺陷应采用专业修补材料按修补方案进行修复和表面处理，并重新检验，外观质量应符合表7.5.8的要求。

表7.5.8 构件外观质量要求及检验方法

项次	检验项目及内容		质量要求	检验方法
1	预制构件表面	裂纹	长度超过150mm或宽度超过0.05mm 裂纹，不允许	用尺量
		露筋（除预留钢筋外）	不允许	目测
		蜂窝	不允许	目测

		麻面、气孔	超过50cm ² , 不允许	用尺量
		缺边	长度超过50mm或宽度超过10mm, 不允许	用尺量
		掉角	大于20mm×20mm×10mm(深度), 不允许	用尺量
2	安装用 预埋钢 板	锈蚀	锈斑不允许	目测
		油污	不允许	目测
		钢板与混凝土缝隙	不允许	目测
		钢板表面翘曲、变形	≥3mm不允许	用尺量

7.5.9 预制构件成品的尺寸偏差应符合表7.5.9的规定。

表7.5.9 预制构件成品尺寸允许偏差及检验方法

项次	检验项目及内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	墙板	高度	±3	尺量检查
		宽度	2, -3	
		厚度	+3, -2	钢尺量一端及中部, 取其中偏差绝对值较大处
		板面平整度	模板面 收光面	用 2m 靠尺和塞尺量
			3 4	
		板面对角线差	5	尺量两个对角线
		翘曲	≤2	调平尺在两端量测
		侧向弯曲	≤2	拉线、钢尺量侧向弯曲最大处
		预留孔	直径 中心位置	尺量检查
			3 3	
2	楼板	长度	±3	尺量检查
		宽度	2, -3	
		厚度	+3, -2	钢尺量一端及中部, 取其中偏差绝对值较大处
		板面平整度	模板面	用 2m 靠尺和塞尺量
			3	

		平整度	收光面	4	
		板面对角线差		5	尺量两个对角线
		翘曲		≤ 3	调平尺在两端量测
		侧向弯曲		≤ 3	拉线、钢尺量侧向弯曲最大处
		预留孔	直径	± 3	尺量检查
			中心位置	3	
		预留洞口	尺寸	± 8	
			中心位置	8	
3	柱	高度		± 3	尺量检查
		横截面尺寸		± 2	
		端面平整度		2	用靠尺和塞尺量
		端面对角线差		3	尺量两个对角线
		侧向弯曲		≤ 2	拉线、钢尺量侧向弯曲最大处
		预留孔	直径	3	尺量检查
			中心位置	3	
4	梁	长度		± 3	尺量检查
		横截面高度、宽度		± 2	
		侧向弯曲		≤ 3	拉线、钢尺量侧向弯曲最大处
		预留孔	直径	3	尺量检查
			中心位置	3	
		梁下部凹槽	宽度	3	
			深度	2	
			平整度	2	
		端面安装用 预埋钢板	中心位置	3	
			伸出长度	3	
		顶面安装用 预埋钢板	中心位置	3	
			与混凝土面平 面高差	0, -5	
5	垫块	长度		2, -3	尺量检查
		横截面高度、宽度		± 2	
		翘曲		≤ 2	调平尺在两端量测
		侧向弯曲		≤ 2	拉线、钢尺量侧向弯曲最大处

		预留孔	直径	3	尺寸检查
			中心位置	3	
		凹槽	宽度	3	
			深度	2	
6	楼梯	长度		± 4	尺寸检查
		宽度		± 3	
		踏步高、踏步宽		± 2	用靠尺和塞尺量
		踏步竖直面与水平面直角度		≤ 2	直角尺量
		背面平整度		≤ 3	拉线、钢尺量侧向弯曲最大处
		背面对角线差		5	尺量两个对角线

7.5.10 预制构件中含门窗、饰面、保温及防水等分项工程时，其参数、性能检验除应符合本标准的规定外，尚应满足设计和国家现行相关标准要求。

7.6 构件储运

7.6.1 构件运输应制定运输计划及方案，包括运输时间、运输线路、装车方式、固定方式、支垫及成品保护措施等内容。

7.6.2 预制构件吊装、运输、存放使用的工具、吊架、吊具、辅材等应满足承载力要求。

7.6.3 墙板、楼板、过梁、立柱、楼梯构件的支承位置和方法应根据受力情况确定；构件重叠堆放时，应进行验算确定堆放层数，并应采取防止倾覆的措施。

7.6.4 预制构件运送到现场后，应按构件类型、使用部位、吊装机械、吊装顺序等情况设置临时堆场及堆码措施，规划出运输通道。

7.7 成品保护

7.7.1 预制构件存放时应采取如下成品保护措施：

1 预制构件成品外露保温板应采取防止开裂、浸水、破损措施，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，宜采取措施保证预埋螺栓孔、密封条凹槽、接缝界面的清洁；

- 3 预埋孔洞应采取防止堵塞的临时封堵措施；
- 4 外墙门框、窗框和带外装饰材料的表面宜采用塑料贴膜或者其他防护措施；
- 5 与清水混凝土面接触的垫块应采取防污染措施。

7.7.2 预制构件运输时宜采取如下防护措施：

- 1 设置柔性垫片避免预制构件边角部位的混凝土损伤；
- 2 用塑料薄膜包裹垫块避免预制构件外观污染；
- 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 竖向薄壁构件设置临时防护支架；
- 5 装箱运输时，箱内四周采用木材或柔性垫片填实，支撑牢固。

8 施工安装

8.1 一般规定

8.1.1 工程使用的材料、构件和设备等，必须符合设计要求及国家现行标准的有关规定，严禁使用国家明令禁止与淘汰的材料和设备。材料、构件和设备进场验收应符合下列规定：

1 应对材料、构件和设备的品种、规格、包装、外观等进行检查验收，并应形成相应的验收记录。

2 应对材料、构件和设备的质量证明文件进行核查，核查记录应纳入工程技术档案。进入施工现场的材料、构件和设备均应具有出厂合格证、中文说明书及相关性能检测报告。

3 涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的材料、构件和设备，应按照现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的有关规定，在施工现场随机抽样复验，复验应为见证取样检验。当复验的结果不合格时，该材料、构件和设备不得使用。

8.1.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构安装顺序由同一楼层按照由内向外、先内墙后外墙，先墙后柱再楼板，逐个房间进行闭合安装；按照由两侧向门窗洞口的顺序就位，即先墙板后窗台与窗顶过梁安装顺序。

8.1.3 定型构件干式连接装配式混凝土结构的施工全过程中，应采取防止预制构件及预制构件上的建筑附件、预埋件等损伤或污染的保护措施。

8.1.4 雨期、台风期施工应按现行国家和地方相关标准执行。

8.1.5 施工单位应根据装配式混凝土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、施工作业人员进行质量安全技术交底。

8.1.6 定型构件干式连接装配式混凝土建筑施工过程中应采取安全措施，并应符合国家现行有关标准的规定。

8.1.7 定型构件干式连接装配式混凝土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。

8.1.8 定型构件干式连接装配式混凝土建筑工程结构连接节点浇筑混凝土前，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 预留螺栓孔与预制垫块、圈梁、墙柱和其他墙板垫块连接节点；
- 2 现浇钢筋混凝土柱、圈梁或现浇墙段内钢筋设置；
- 3 墙板的竖向拼接与预装在垫块上的螺栓连接和螺栓紧固；

4 连接构造节点及墙板接缝防水处理。

8.2 构件进场验收

8.2.1 预制构件进场时，应检查质量证明文件、合格证及质量验收记录。预制构件外观质量缺陷可按表8.2.1规定划分为严重缺陷和一般缺陷。对已经出现的严重缺陷应返厂进行处理，对出现的一般缺陷可进行现场修整并达到合格标准。

表 8.2.1 构件外观质量缺陷分类

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	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土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	其他部位有少量孔洞
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	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙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功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷、连接件松动，预留洞口堵塞、偏位、破损等缺陷	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞出凸肋等	混凝土构件内有影响使用功能的外形缺陷	其他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、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

8.2.2 进场预制构件不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经原设计单位认可，制定技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

8.2.3 预制构件尺寸偏差及预留孔、预留洞的位置和检验方法应符合表7.5.9的规定。

8.2.4 预制构件的表面标识内容一般应包括构件型号、生产日期、质量验收标识等。

8.3 构件存放

8.3.1 堆放构件时最下层构件应合理设置垫块支点位置，预埋吊件向上，标志向外。

8.3.2 预制构件储存堆放应按构件编号布置图指示位置就近就位，存放场地应平整、坚实，并应有排水措施。

8.3.3 预制构件重叠堆放时，每层构件间的垫木或垫块应在同一垂直线上，堆垛层数应根据构件与垫木或垫块的承载能力及堆垛的稳定性确定。

8.3.4 预制构件可根据施工要求选择适宜的堆放方式，对采用靠放架立放的构件，宜对称靠放，其倾斜角度应保持大于 80° ，构件上部宜采用木垫块隔离。

8.3.5 预制构件成品保护应符合下列规定：

1 预制构件吊装时，起吊、回转、就位与调整各阶段应有可靠的操作与防护措施，以防预制构件发生碰撞扭转。

2 预制楼梯起吊、运输、码放和翻身必须注意平衡，轻起轻放，防止碰撞，保护好楼梯阴阳角。

3 预制楼梯在吊装前，预制楼梯采用多层板钉成整体踏步台阶形状保护踏步面不被损坏，并且将楼梯两侧用多层板固定做保护，踏步上多层板留出吊装孔洞以便吊装时使用。

4 雨季、冬期生产和存放的预制构件的非贯穿孔洞应采取措施防止雨雪水进入发生堵塞或冻胀损坏。

8.4 安装准备

8.4.1 构件吊装前，应检查构件装配连接构造详图和安装顺序，可利用建筑信息模型（BIM）技术进行构件模拟拼装、吊装施工及深化设计方案检查。

8.4.2 安装施工时，应全面掌握构件的型号、数量、重量、顺序、节点做法、施工操作要点等，并明确各构件之间的相互关系。应根据建筑物结构特点和施工工艺要求，结合现场条件，编制结构吊装方案。并对施工人员进行安全、质量、技术交底。

8.4.3 吊装所用吊具应按国家现行有关标准的规定进行设计、检验和定期检查。吊装设备应满足预制构件吊装重量和作业半径的要求，进场组装调试时其安全性必须符合施工要求。

8.4.4 吊具应根据预制构件形状、尺寸及重量等参数进行配置，并应在其额定范围内使用；吊

索水平夹角不宜小于60°，且不应小于45°；对尺寸较大或形状复杂的预制构件，宜采用有分配梁或分配桁架的吊具。

8.4.5 定型构件干式连接装配式结构构件除楼板设置吊环外，其它构件吊装时均利用构件预留螺栓孔并使用特制四爪吊具吊装。吊具有4个吊爪（钩），分别深入构件单边前后对称的4个螺栓孔内，吊装时应保证每个吊爪（吊点不少于4个）完全就位。

8.4.6 构件安装前应根据设计施工图、设计深化图和预制混凝土结构安装要求，编制测量控制方案。并对建筑物的定位轴线、基础轴线和标高、地脚螺栓位置进行检查，并应办理交接验收。

8.4.7 基础顶面直接作为预制垫块和墙板的支承面，其支承面、地脚螺栓（锚栓）的允许偏差应符合下表 8.4.7 规定。

表 8.4.7 支承面、地脚螺栓（锚栓）的允许偏差

项目		允许偏差（mm）
支承面	标高	±2.0
	水平度	1/1000
地脚螺栓（锚栓）	螺栓中心偏移	3
	螺栓露出长度	+10, 0

8.4.8 正式施工前宜选择有代表性的单元或部件进行预制构件试安装，根据试验结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

8.4.9 进场的施工机具设备应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33的有关规定，安装施工前应检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态，并核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

8.5 构件安装

8.5.1 安装施工前应进行测量放线、设置构件安装定位标识。测量放线应符合下列规定：

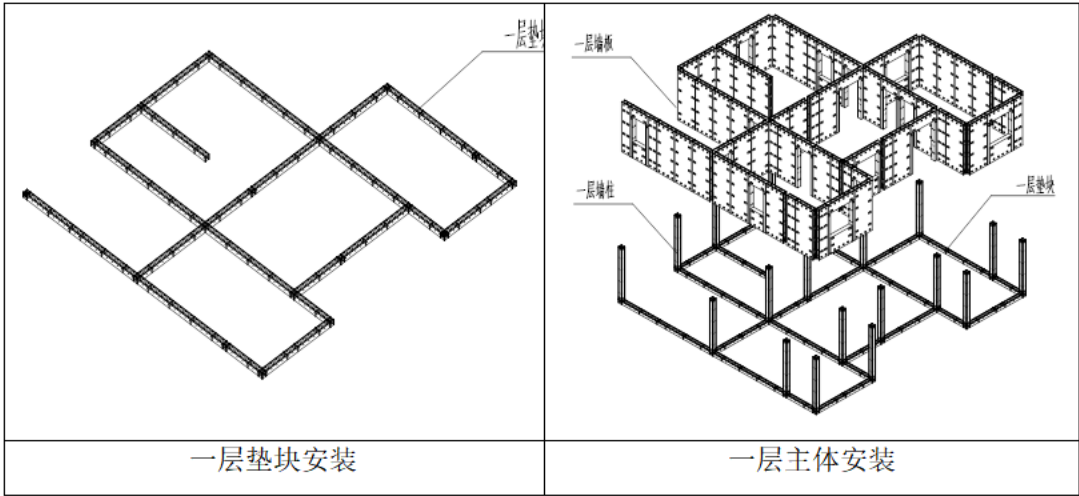
- 1 施工测量前，应收集有关测量资料，熟悉施工设计图纸，明确施工要求，编制施工测量方案；
- 2 吊装前，应按设计要求在构件和相应支承结构上标示中心线、标高等控制尺寸，按设计要求校核螺栓孔、预埋件数量、位置、尺寸和标高；
- 3 每个楼层应设置至少2个引测高程控制点；

- 4 每层楼面轴线控制点不宜少于4个，楼层上控制线应由底层原始点向上传递引测；
- 5 预制构件安装位置线应由控制线引出，每件预制构件应设置纵、横控制线；
- 6 预制墙板安装前，应在墙板上内侧弹出竖向与水平安装线，竖向与水平安装线应与楼层安装位置线相吻合；
- 7 在水平和竖向构件上安装预制墙、柱等竖向构件时，标高宜采用放置垫片或在构件上设置标高调节件方法与控制；
- 8 施工测量除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的有关规定。

8.5.2 预制构件应按施工方案要求的顺序进行吊装，吊装就位后，应及时对预制构件设置临时支撑及临时固定措施。临时支撑系统应具有足够的强度、刚度和整体稳固性，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定进行验算。预制构件与吊具的分离应在校准定位及临时支撑安装完成后进行。

8.5.3 预制构件应经测量校准定位后再安装与其相邻的构件，需要传递荷载的构件其连接部位承载应达到设计要求才能拆除支撑结构。

8.5.4 定型构件干式连接装配式混凝土结构施工安装基本流程宜按图8.5.5进行，并应符合下列规定：



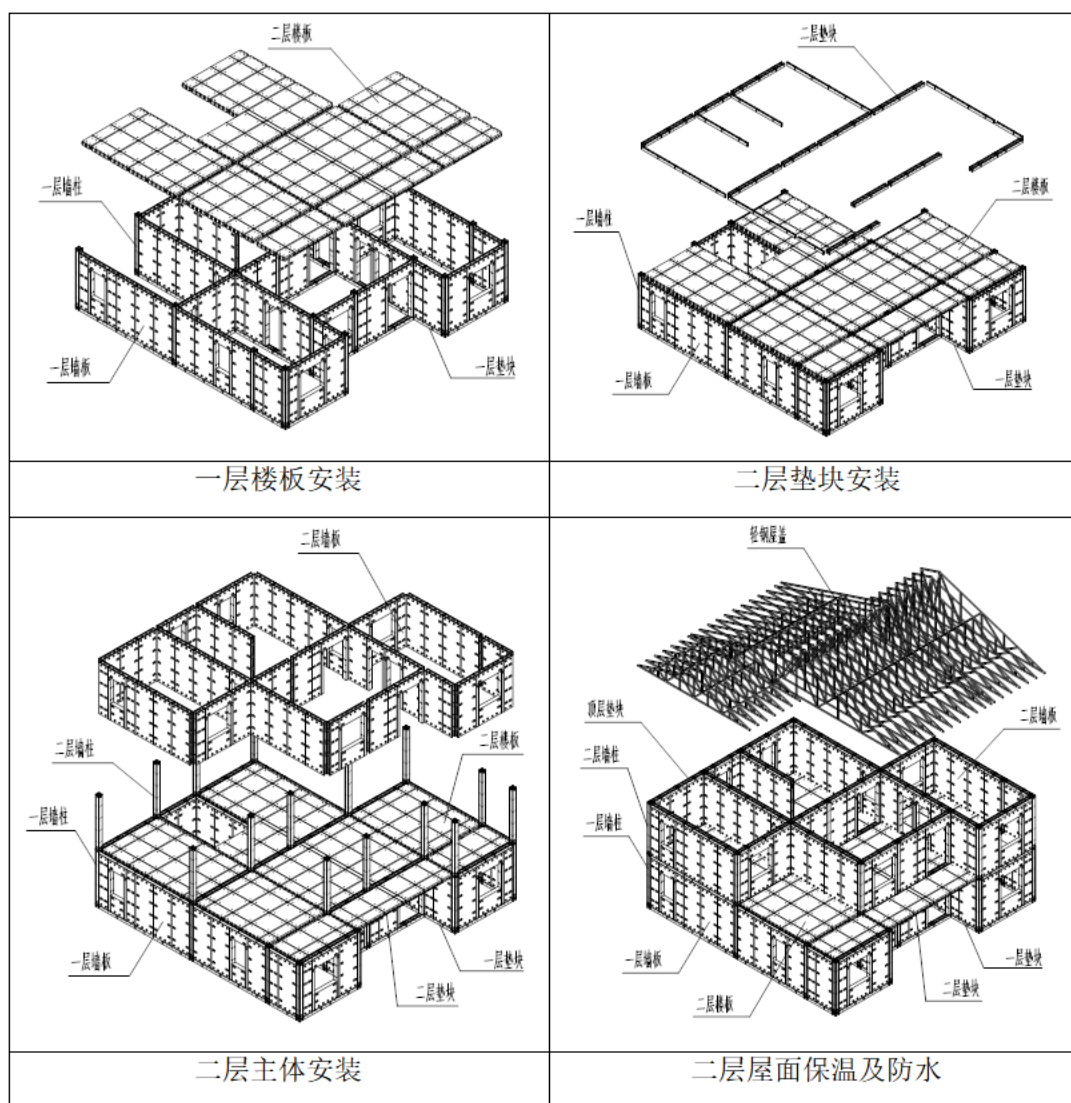


图 8.5.5 主体结构施工进度

1 结构主体安装施工进度如下：

地基基础施工→安装基础垫块 →安装预制墙板(墙柱)→施工楼板圈梁→上一层安装预制墙板(墙柱) 循环；

2 基础（圈梁）施工时，将单排螺栓应预埋或植入在圈梁内，并将底部螺母调节至设计高度。

3 垫块应通过预埋螺栓与基础圈梁连接，基础垫块高程应满足设计要求。垫块与连接墙板构件的螺栓进行预装后，螺母应调节至设计高度。

4 一层垫块全部安装完成后，构件所有连接缝处密封胶条应保证连续无间断。

5 预制墙板的吊装就位应以垫块边线为准，做到外墙面顺直，墙身垂直，缝隙一致。墙板安装时电路管线在垫块及墙板槽内暗敷管线宜同时进行。

6 墙板及立柱施工过程中应随时测量墙板的轴线与垂线。一层整体墙板、立柱吊装完成后，

应使用扭力扳手达到最终紧固，紧固力矩应达到45N.m~60N.m。

7 以同样的安装方式，顺序安装二层主体结构，安装顺序与方式应按一层安装方案进行。

8.5.5 预制楼梯板应采用水平吊装。吊装前应根据施工图对楼梯钢框支架进行拼装，钢框架支架与主体连接前应对主体结构和预制楼梯进行尺寸复核，检查验收合格后方可进行楼梯吊装。

8.5.6 预应力楼板吊装前应根据楼板跨度尺寸在工厂采用后张加工，墙板顶部应预先穿好螺栓。

8.5.7 预应力楼板起吊时板面应保持水平，楼板边缘吊点应均匀受力。

8.5.8 预制外墙板横向、竖向拼缝宽度应满足设计要求，施工时应有控制缝宽精度的措施，并应符合下列规定：

1 预制外墙板接缝防水处理应符合设计要求，宜选用构造防水与材料防水相结合的防排水措施。

2 预制外墙板吊装时，应同步做好接缝密封防水。对于伸出外墙的管道、预埋件等应在结构施工后、外墙装修前安装完毕。

3 预制外墙板吊装前应检查密封条粘贴的牢固性与完整性，破损处应在吊装前及时修复。

4 预制外墙板安装和密封防水施工完成后，对外墙应做淋水试验，并观察外墙内侧墙体有无渗漏。

8.5.9 施工成品保护应满足如下规定：

1 交叉作业时，应做好工序交接，不得对已完成工序的成品、半成品造成破坏；

2 预制构件安装完成后，竖向构件阳角宜采用木条（板）包角保护；

3 预制构件饰面砖、石材、涂刷、门窗等处宜采用贴膜保护或其他专业材料保护，安装完成后的门窗框应采用槽型木框保护；

4 预制楼梯踏步口宜铺设木条或其他覆盖形式保护；

5 预留管线孔洞应采取临时封堵措施，防止被堵塞；

6 暴露在空气中的预埋铁件应有防止锈蚀的措施；

7 清水混凝土构件应采取有效的防尘、防油、防污染、防破损等措施。

8.5.10 主体结构所需的构件用量表，应提前报给物流以确保正常的施工进度。构件用量表应包括所需构件的名称、数量及需要到达施工现场的时间。

8.5.11 定型构件干式连接装配式预制混凝土建筑工程的饰面层施工应符合设计要求和现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的有关规定。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 定型构件干式连接装配式预制混凝土结构验收应符合本标准及《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《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、《预制混凝土构件质量检验标准》DB13(J)/T 8404、《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB13(J)/T 8406及其他现行国家标准的规定。

9.1.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构验收时应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计单位确认的预制构件深化设计图、设计变更文件；
- 2 装配式混凝土结构工程施工所用各种材料、连接件及预制混凝土构件的产品合格证书、性能测试报告、进场验收记录和复试报告；
- 3 预制构件安装施工验收记录；
- 4 连接构造节点的隐蔽工程检查验收文件；
- 5 外墙防水施工质量检验记录；
- 6 装配式工程的其他文件和记录。
- 7 现浇构件的施工记录。
- 8 螺栓连接装配式夹芯保温混凝土建筑检验批、分项工程验收记录。

9.1.3 普通螺栓可采用普通扳手紧固，螺栓紧固应使被连接件接触面、螺栓头和螺母与构件表面密贴。普通螺栓紧固应从中间开始，对称向两边进行，接头宜采用复拧。

9.1.4 普通螺栓作为永久性连接螺栓，紧固连接应符合下列规定：

- 1 螺栓头和螺母侧应分别放置平垫圈，螺栓头侧放置的垫圈不应多于2个，螺母侧放置的垫圈不应多于1个；
- 2 设计有防松动要求时，应采取有防松动装置的螺母或弹簧垫圈，弹簧垫圈应放置在螺母侧；
- 3 螺栓紧固后外露丝扣不应少于2扣，紧固质量检验可采用锤敲检验。

9.2 主控项目

9.2.1 预制构件进场时应检查质量证明文件。

1 检验数量：全数检查。

2 检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

9.2.2 预制构件进场时，预制构件结构性能检验应符合下列规定：

1 梁板类简支受弯预制构件进场时应进行结构性能检验，并应符合下列规定：

1) 结构性能检验应符合国家现行有关标准的有关规定及设计的要求，检验要求和试验方法应符合国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。

2) 钢筋混凝土构件和允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；不允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和抗裂检验。

3) 对使用数量较少的构件，当能提供可靠依据时，可不进行结构性能检验。

4) 对多个工程项目共同使用的同类型预制构件，结构性能检验可共同委托，其结果对多个工程项目共同有效。

2 对本条第1款之外的其他预制构件，除设计有专门要求外，进场时可不做结构性能检验。

3 本条第1、2款规定中可不做结构性能检验的预制构件，应采取下列措施：

1) 施工单位或监理单位代表应驻厂监督生产过程。

2) 当无驻厂监督时，预制构件进场时应对其主要受力钢筋数量、规格、间距、保护层厚度及混凝土强度等进行实体检验。

3) 检查数量：全数检查。

4) 检验方法：观察、尺量。

9.2.3 预制构件临时固定措施的安装质量应符合设计和专项施工方案的要求。

1 检查数量：全数检查。

2 检验方法：观察检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

9.2.4 预制构件的混凝土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。

1 检查数量：全数检查。

2 检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

9.2.5 连接螺栓材料性能应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755的有关规定。

1 检查数量：抽检。

2 检验方法：每一规格抽查8个。

9.2.6 连接螺栓的材质、规格和拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

1 检查数量：全数抽查。

2 检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定执行。

9.2.7 螺栓应采用专用扭矩扳手按设计值进行拧固，螺栓的拧紧力矩值应满足现行行业标准《工程机械螺栓拧紧力矩的检验方法》JB/T 6040 的有关规定。安装后的螺栓拧紧扭力矩应采用扭力扳手检查，抽样方法应按随机分布原则进行。不合格的应重新拧紧至合格。

检查数量：全数检查

检验方法：扭力扳手

9.2.8 螺栓连接装配式夹芯保温混凝土建筑采用现浇混凝土连接时，构件连接处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验。

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/T50107。

9.2.9 普通螺栓作为永久性连接螺栓时，当设计有要求或对其质量有疑义时，应进行螺栓实物最小拉力载荷复验，试验方法可按《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020附录B执行，其结果应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB / T 3098.1的规定。

检查数量：每一规格螺栓应抽查8个。

检验方法：检查螺栓实物复验报告。

9.3 一般项目

9.3.1 装配式结构施工后，其外观质量不应有一般缺陷。

1 检查数量：全数检查

2 检验方法：观察，检查处理记录。

9.3.2 装配式结构安装施工后，预制构件位置、尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表9.3.2的规定。

表 9.3.2 装配式结构构件位置和尺寸允许偏差及检验方法

项目			允许偏差 (mm)	检验方法
构件轴线位置	竖向构件（墙板、立柱）		4	经纬仪 及尺量
	水平构件（垫块、楼板）		3	
标高	墙板、立柱、楼板底面或顶面		±5	水准仪或 拉线、尺量
构件垂直度	墙板、立柱安装后的高度	≤6m	4	经纬仪或

		>6m	8	吊线、尺量
相邻构件平整度	垫块、楼板底面	外露	2	2m 靠尺和塞尺量测
		不外露	4	
	墙板、立柱	外露	3	
		不外露	6	
构件搁置长度	楼板		±5	尺量
支座、支垫中心位置	垫块、墙板、立柱、楼板		5	尺量
墙板接缝宽度			2	尺量

9.3.3 永久性普通螺栓紧固应牢固、可靠，外露丝扣不应少于 2 扣。

检查数量：应按连接节点数抽查 10%，且不应少于 3 个。

检验方法：观察和用小锤敲击检查。

10 安全文明施工

10.1 一般规定

10.1.1 定型构件干式连接结构施工安全与文明施工应严格按照国家和地方现行建筑施工安全技术规范等相关规定执行。施工前，应编制施工安全、环境保护专项方案和安全应急预案。

10.1.2 全部作业人员应进行安全生产、文明施工教育和培训。并对从事预制构件吊装作业及相关人员进行安全培训与交底，识别预制构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的作业风险，并制定防控措施。新上岗人员应经过三级安全教育。

10.1.3 当高空作业的各项安全措施经检查不合格时，严禁高空作业。

10.2 安全规定

10.2.1 施工时，应为作业人员提供符合国家现行有关标准规定的合格劳保用品，并应培训和监督作业人员正确使用：

10.2.2 施工机械和设备安全应符合下列规定：

1 施工用的各类施工机械，应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33的有关规定；

2 起重吊装机械应安装限位装置，并应定期检查；

10.2.3 吊装区安全应符合下列规定：

1 吊机吊装区域内应设置安全警戒线，非作业人员严禁入内；

2 吊运构件物品时，下方严禁站人，应待构件物品降落至距地面1m以内方准作业人员靠近，就位固定后方可脱钩；

3 吊装构件物品吊离地面200mm-300mm时，应进行全面检查，并应确认无误后再正式起吊。

10.2.4 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于5级时，不得进行吊装作业。

10.2.5 高空作业使用的小型手持工具和小型零部件应采取防止坠落措施。

10.2.6 施工用电应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的有关规定。

10.2.7 施工现场应有专人负责安装、维护和管理用电设备和有电线路。

10.2.8 每天吊至楼层或屋面上的构件未安装完时，应采取牢固的临时固定措施。

10.3 环境保护措施

10.3.1 施工期间应控制噪声，噪声控制应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523的规定。合理安排施工时间，并应减少对周边环境的影响。

10.3.2 施工区域应保持清洁。

10.3.3 夜间施工灯光应向场内照射。

10.3.4 夜间施工应做好申报手续，并应按照政府相关部门批准的要求施工。

10.3.5 施工现场剩余的废料和余料应妥善分类收集，根据需要进行遮盖防护，并应统一处理和回收利用，不得随意搁置、堆放。

附录 A 预制构件表

A.0.1 预制构件类型与尺寸宜按表A.0.1选用。

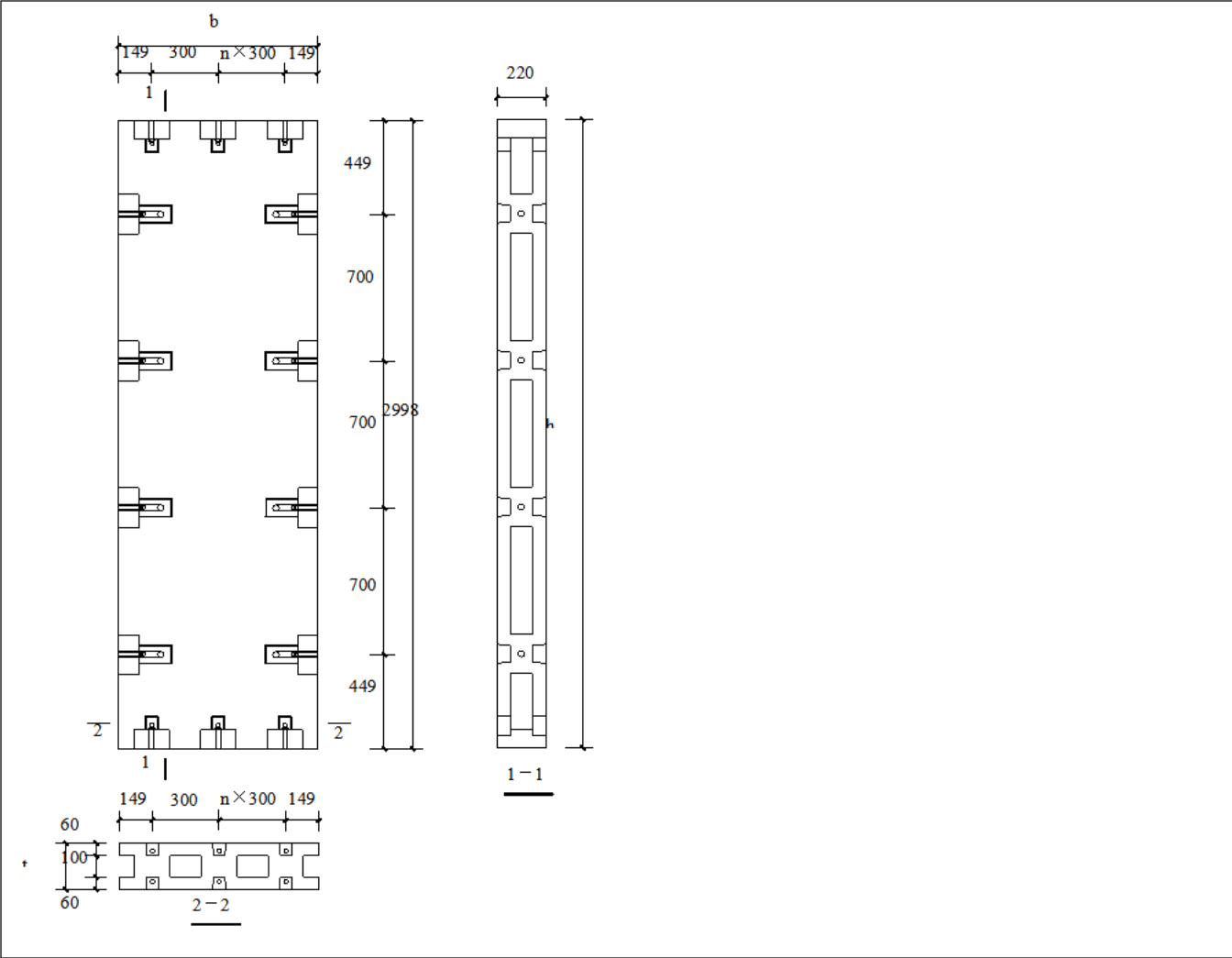
表A. 0. 1 预制构件类型与结构尺寸一览表

	序号	构件名称	型号/规格/mm
墙板	1	600 宽墙板	3000×600×220
	2	820 宽墙板	3000×820×220
	3	900 宽墙板	3000×900×220
	4	1200 宽墙板	3000×1200×220
柱	5	L 柱	3000×520×520
	6	角柱	3178×220×220
	7	窗台柱	2450×150×220
洞口	8	1200 过梁	550×1200×220
	9	1800 过梁	550×1800×220
	10	2400 过梁	550×2400×220
	11	900 窗台	950×900×220
	12	1500 窗台	950×1500×220
	13	2100 窗台	950×2100×220
垫块	14	600 单边垫块	600×70×178
	15	600 垫块	600×178×220
	16	820 柱单边垫块	820×70×178
	17	820 垫块	820×178×220
	18	900 单边垫块	900×70×178
	19	900 垫块	900×178×220
	20	1200 单边垫块	1200×70×178
	21	1200 垫块	1200×178×220
	22	L 角单边垫块	520×520×70×178
	23	L 型垫块	520×520×178×220
	24	角柱垫块	520×520×220
楼板	25	600 宽 3000 长楼板	600×3000×180
	26	600 宽两端楼板	600×680×180
	27	820 宽 3000 长楼板	820×3000×180
	28	820 宽两端楼板	820×680×180

	29	900 宽 3000 长楼板	$900 \times 3000 \times 180$
	30	900 宽两端楼板	$900 \times 680 \times 180$
	31	1200 宽 3000 长楼板	$1200 \times 3000 \times 180$
	32	1200 宽两端楼板	$1200 \times 680 \times 180$

A.0.2 预制墙板尺寸宜按图A.0.1选用。

图 A.0.1 预制夹芯保温墙板



续表 A.0.2

规格	600 (mm)	900 (mm)	1200 (mm)
t	220	220	220
b	598	898	1198
h	2998	2998	2998
n	0	1	2

b	598	898	1198
h	178	178	178
n	0	1	2

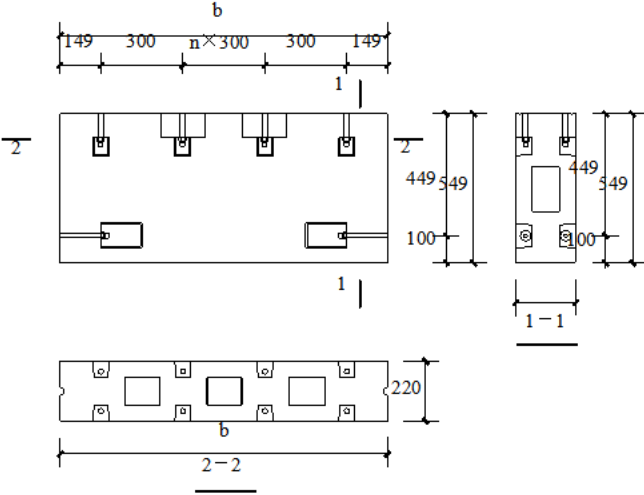
A.0.4 预制单边垫块（表 A.0.4）。

表 A.0.4 预制单边垫块

规格	600（mm）	900（mm）	1200（mm）
t	70	70	70
b	598	898	1198
h	178	178	178
n	0	1	2

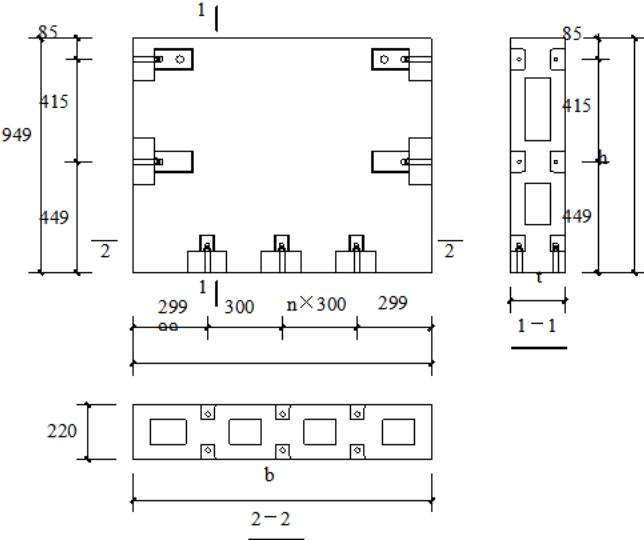
A.0.5 预制过梁（表 A.0.5）。

表 A.0.5 预制过梁

					
规格	900（mm）	1200（mm）	1800（mm）	2400（mm）	3000（mm）
t	220	220	220	220	220
b	898	1198	1798	2398	2998
h	549	549	549	549	549
n	0	1	3	5	7

A.0.6 预制窗下墙板（表 A.0.6）。

表 A.0.6 预制窗下墙板

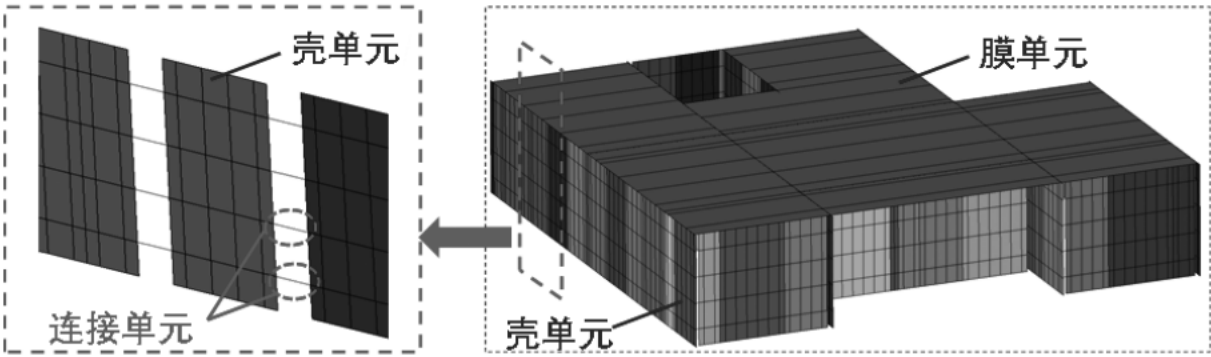
					
规格	900（mm）	1200（mm）	1500（mm）	1800（mm）	2100（mm）

t	220	220	220	220	220
b	898	1198	1498	1798	2098
h	949	949	949	949	949
n	0	1	2	3	4

附录 B 定型构件干式连接装配式混凝土结构多尺度分析模型

B.0.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构多尺度分析模型（图B.0.1）应包括下列内容：

- 1 采用分层壳单元模拟预制墙板；
- 2 采用连接单元和接触单元模拟螺栓装配节点；
- 3 采用膜单元模拟楼板。

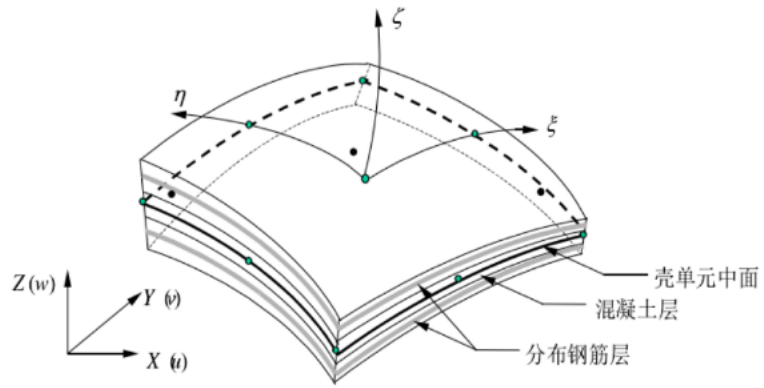


图B.0.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构多尺度数值模型示意图

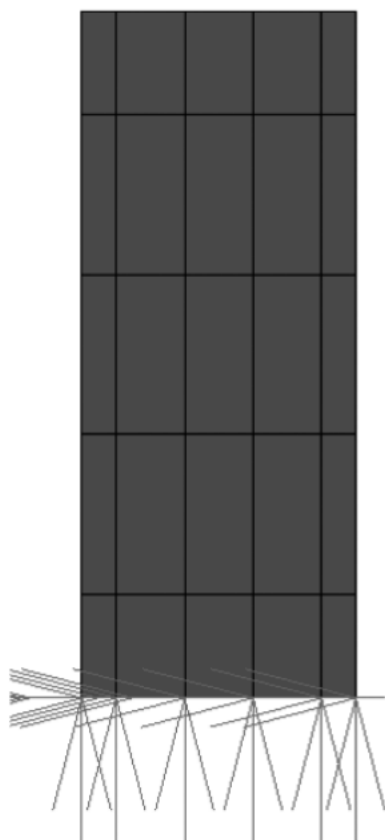
1-连接单元；2-壳单元；3-膜单元

B.0.2 采用分层壳单元模拟预制墙板（图B.0.2-1和B.0.2-2）应符合下列规定：

- 1 模拟宜采用厚壳单元，单元厚度应为等效后的等效截面厚度。
- 2 钢筋、混凝土本构关系应符合现行国家标准《混凝土结构规范》GB 50010的有关规定。



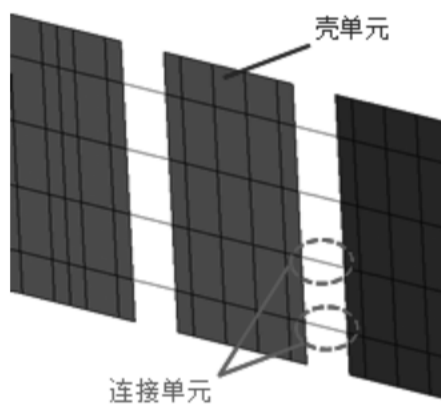
图B.0.2-1 分层壳单元示意图



图B. 0. 2-2 预制墙板分层壳模型示意图（1200mm宽）

B.0.3 采用连接单元和接触单元模拟螺栓装配节点（图B.0.3）应符合下列规定：

- 1 连接单元参数可根据试验结果或精细模型计算结果得到。



图B. 0. 3 螺栓连接装配节点简化模型

2 采用接触单元模拟混凝土之间的法向行为和切向行为，对于法向行为宜采用硬接触化；对于混凝土之间的切向行为，宜采用经典的库伦摩擦模型进行模拟。

B.0.4 采用膜单元模拟楼板，膜单元与对应的预制墙板单元应共节点。

附录 C 定型构件干式连接装配式混凝土结构简化分析方法

C.0.1 简化分析模型应符合以下基本假定：

- 1 忽略墙板之间竖缝的螺栓连接，墙板之间的共同工作由楼板约束实现；
- 2 墙板宽度减小100 mm，即假设两端部螺栓连接区域的墙板不参与工作；
- 3 墙板截面等效为实心矩形截面；
- 4 刚性楼板假定。

C.0.2 简化分析模型可按下列步骤建立：

- 1 绘制轴线（图C.0.2-1）。

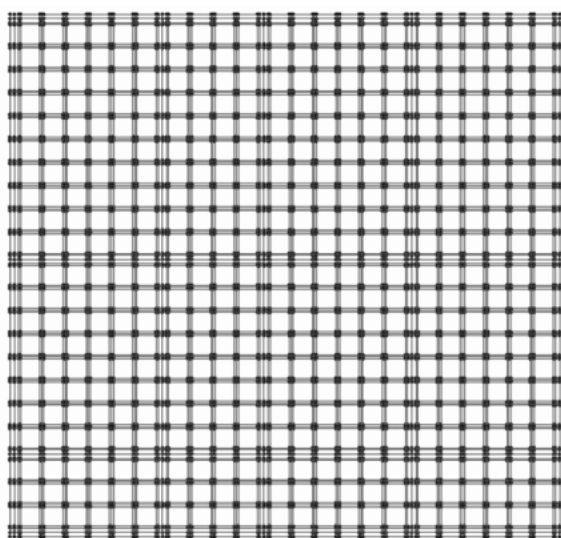
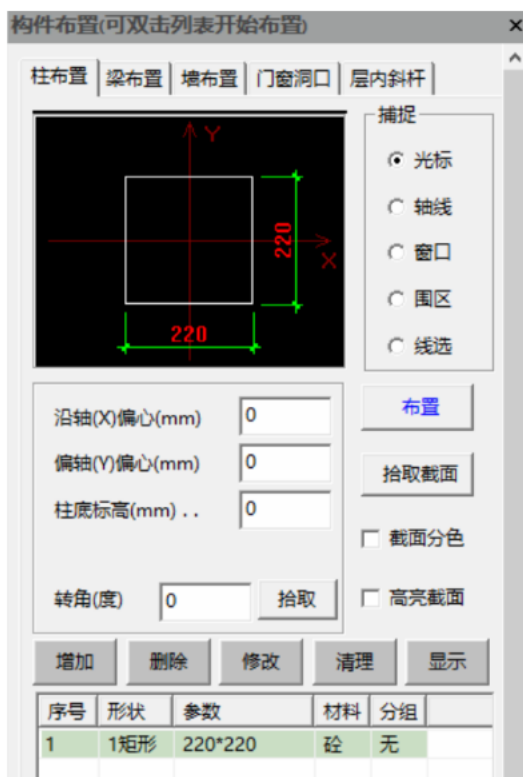
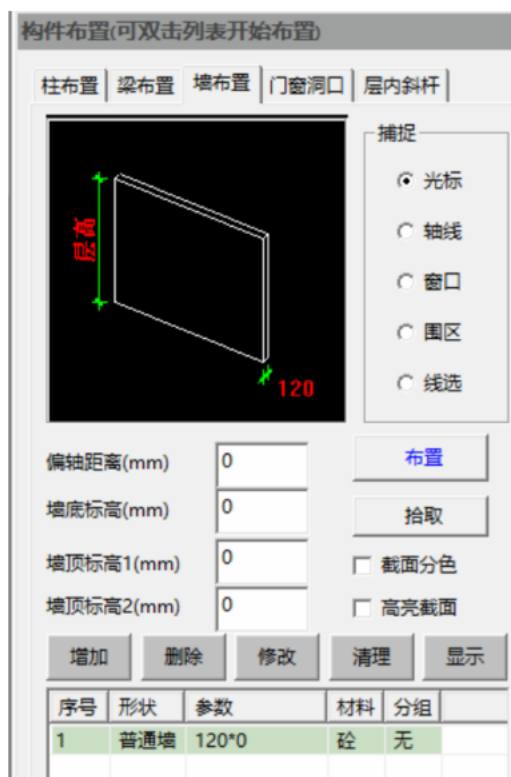


图 C.0.2-1 轴线

- 2 定义构件截面，并布置柱构件和墙构件（图C.0.2-2~图C.0.2-4）。



(a) 柱截面定义



(b) 墙截面定义

图 C.0.2-2 构件截面定义

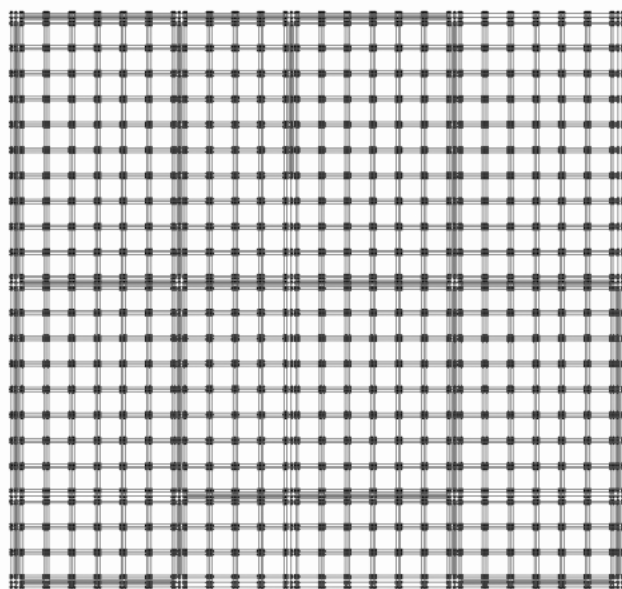


图 C.0.2-3 一层构件布置

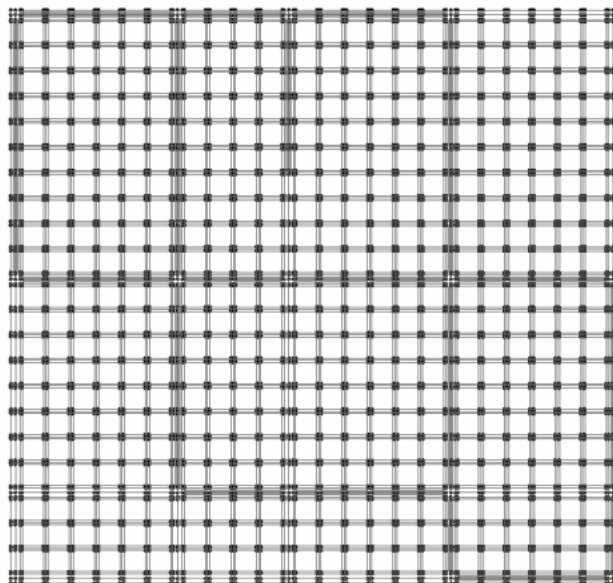


图 C.0.2-4 二层构件布置

3 定义楼层信息，包括混凝土与钢筋强度等（图C.0.2-5）。

标准层	板厚(mm)	板砼强度	板保护层(mm)	柱砼强度	梁砼强度	剪力墙砼强度	梁钢筋级别	柱钢筋级别	墙钢筋级别
1	100	C30	15	C30	C30	C30	HPB300	HPB300	HPB300
2	100	C30	15	C30	C30	C30	HPB300	HPB300	HPB300

图 C.0.3-5 全楼各标准层信息

4 定义楼层组装信息，得到全楼模型（图C.0.2-6~图C.0.2-7）。

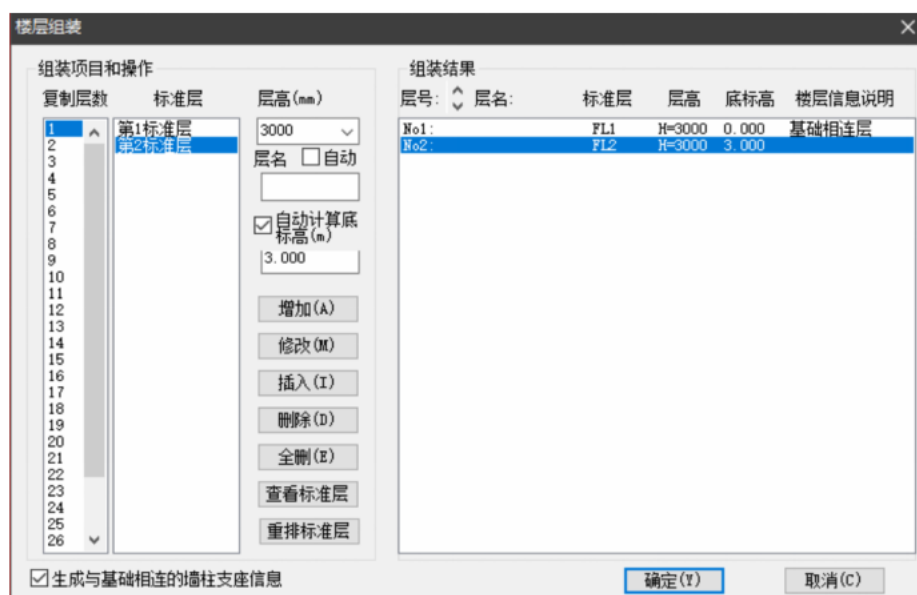


图 C.0.3-6 楼层组装

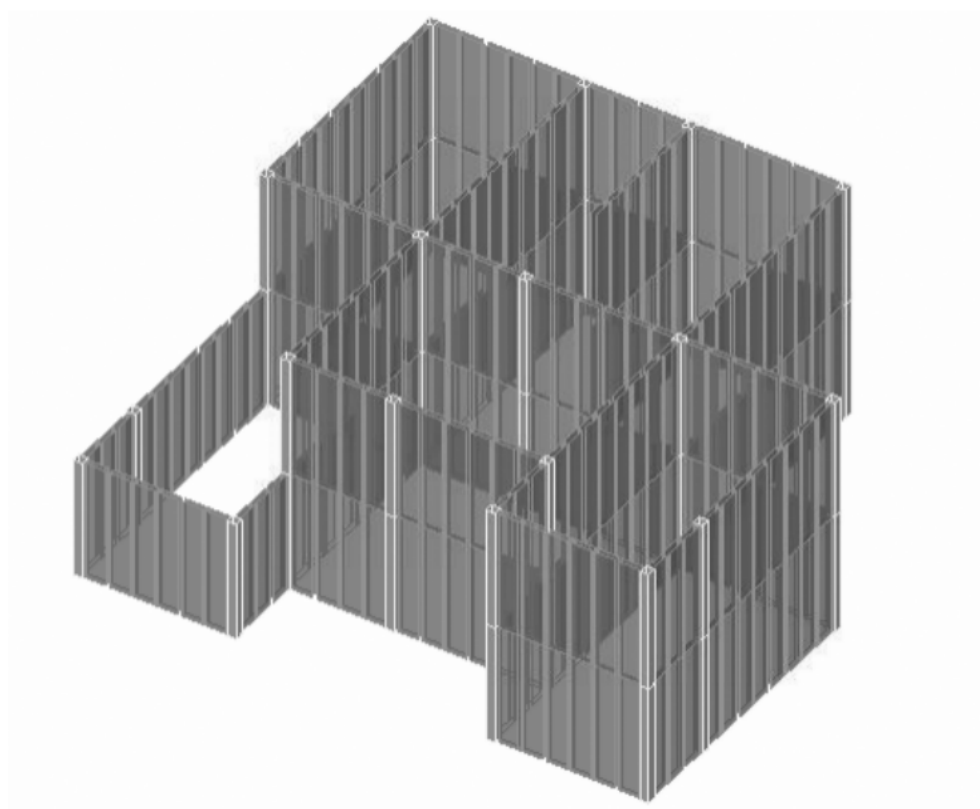


图 C.0.3-7 全楼模型

5 布置楼板，施加荷载。

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，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

2 条文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

- 1 《工程结构通用规范》GB 55001
- 2 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
- 3 《混凝土结构通用》GB 55008
- 4 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 5 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 6 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 7 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 8 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 9 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 10 《民用建筑设计统一标准》GB 50352
- 11 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210
- 12 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 13 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 14 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
- 15 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 16 《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720
- 17 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 18 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 19 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 20 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 21 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 22 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 23 《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325
- 24 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 25 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 26 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 27 《建筑环境通用规范》GB 55016
- 28 《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020
- 29 《城镇燃气设计规范》GB 50028
- 30 《燃气工程项目规范》GB 5509
- 31 《高分子防水材料第2部分：止水带》GB 18173.2
- 32 《地面辐射供暖技术规程》JGJ 142

- 33 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 34 《辐射供暖供冷技术规程》 JGJ 142
- 35 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 36 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114
- 37 《住宅室内防水工程技术规程》 JGJ 298
- 38 《自密实混凝土应用技术规程》 JGJ/T 283
- 39 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》 GB/T 3098.1
- 40 《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》 GB/T 3103.1
- 41 《紧固件 热浸镀锌层》 GB/T 5267.3
- 42 《钢筋混凝土用钢》 GB/T 1499
- 43 《碳素结构钢》 GB/T 700
- 44 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 45 《硅酮建筑密封胶》 GB/T 14683
- 46 《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》 GB/T 10801.1
- 47 《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
- 48 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 49 《农村居住建筑节能设计标准》 GB/T 50824
- 50 《合成树脂乳液外墙涂料》 GB/T 9755
- 51 《复层建筑涂料》 GB/T 9779
- 52 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
- 53 《聚氨酯建筑密封胶》 JC/T 482
- 54 《聚硫建筑密封胶》 JC/T 483
- 55 《外墙无机建筑涂料》 JG/T 26
- 56 《建筑外墙用腻子》 JG/T 157
- 57 《预制混凝土构件质量检验标准》 DB13(J)/T 8404
- 58 《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》 DB13(J)/T 8406
- 59 河北省《农村居住建筑节能技术标准》 DB13(J)/T 174
- 60 河北省《农村住宅设计标准》 DB13(J)/T 8328

中国工程建设协会标准

定型构件干式连接低层装配式混凝土结构 技术规程

T/CECS: XXX-20XX

条 文 说 明

制订说明

《定型构件干式连接低层装配式混凝土结构技术规程》DBXX(J)/T XXX—202X, 经中国工程建设标准化协会 202X 年 X 月 XX 日以及 XX[202X]XX 号文发布。

为便于有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效

力，仅供使用者作为理解和把握条文规定的参考。

1 总则

1.0.1 近年来，绿色节能、低碳环保和工业化制造理念逐渐成为建筑行业的新潮流，在此大背景下，装配式混凝土建筑结构迎来了绝佳的发展机遇，并且也被越来越多的应用到工业与民用建筑之中。定型构件干式连接低层装配式混凝土结构（简称 BoltPC 结构）就是一种新型装配式建筑体系，这个新型结构与装配式剪力墙结构体系、装配式梁柱结构体系既有区别又有联系。BoltPC 结构预制构件之间全部采用螺栓实现全干式连接，其关键在于如何控制好构件预制、构件现场装配施工、节点安装的精度和质量。为积极响应国家关于新型城镇化建设和发展装配式建筑的政策要求，推动装配式建筑技术创新和应用，标准编制组借鉴了目前先进的做法和工程经验，通过专题试验研究、试点工程实践等，针对全螺栓干式连接装配式混凝土结构体系、连接构造、抗震性能、设计方法、构件制作、工程施工和质量验收等进行了系统研究，取得了一系列重要研究成果。

BoltPC 结构是由 4 类 28 种有限种类的模数化标准化全预制钢筋混凝土垫块、墙板、立柱、过梁、楼板和楼梯板等构成的一种结构体系，连接节点为螺栓连接，除了垫块与地基圈梁之间需要灌注少量填缝砂浆外，均为干式节点。该结构体系具有以下优点：1) 墙体构件全预制，现场湿作业很少，建造过程受季节影响小，符合装配式建筑的一般原则要求，有利于工期和成本控制；2) 预制构件类型很少，标准化和工业化程度高；3) 将分布钢筋连接转化为预制构件间的螺栓拼接，节点构造简单，传力明确，施工质量可控；4) 墙板、柱、过梁等构件设计不涉及拆分、叠合等技术，设计简单，标准化程度高；5) 预制构件无出筋或预埋件，外形简洁，体量不大，制作、存放、装卸、运输和安装简便；6) 墙体布置灵活，预制墙板、立柱可重复利用，经济性好，符合国家节能、环保、生态文明建设和建筑工业化、绿色建筑的发展要求，适合我国国情。

为确保定型构件干式连接低层装配式混凝土建筑在设计工作年限内能够满足结构安全和正常使用要求，在总结可靠工程设计、制作和施工经验以及编制组所开展专题试验研究成果的基础上编制本标准。

1.0.2 与现浇混凝土和湿式连接装配式混凝土结构相比，BoltPC 结构具有优良的抗震性能，可以达到抗震设防烈度 8 度(0.2g)以上的要求。因为一方面 BoltPC 结构所有构件的连接是在众多螺栓的紧固力之下形成了具有一定预应力的连接，不仅能够形成足够的刚度，也提供了抵抗变形的冗余度；二方面 BoltPC 结构存在构件之间的众多缝隙和金属螺栓能够形成局部微小、全局显著的拉压和剪切弹性变形，极其近似于传统的中国榫卯木构建筑，足以消解一定的地震应力。在课题组进行的构件组合体力学实验和计算中得到了充分验证。定型构件干式连接装配式混凝土结构民用建筑用于 8 度(0.3g)、9 度地区时，可参照本规程执行，但还应进行专门研究和论证。

1.0.3 本标准涉及预制混凝土定型构件和全螺栓连接节点的设计、制作、运输、施工和质量验收等多方面内容，除符合本标准规定外，尚应符合国家现行通用规范《工程结构通用规范》GB55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《钢结构通用规范》GB55006、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 的规定以及《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231、《预制混凝土构件质量检验标准》DB13(J)/T8404、《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB13(J)/T8406 等国家和地方现行标准的相关规定和专门要求。

2 术语和符号

2.1.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构由有限种类的标准化、模数化构件有机组合而成，构件的高宽尺寸均按模数进行标准化设计和工厂化高精度生产。所以建筑与结构设计均须按照通用化、模数化、标准化的要求，以少规格、多组合、高精度的原则，实现建筑部品部件和建筑结构的系列化和多样化。BoltPC 结构是一种新型全螺栓连接低能耗装配式房屋建筑结构，主要由墙板和立柱、过梁、楼板、垫块等 4 类 28 种全部标准化预制构件组成，预制率 100%。

BoltPC 结构形成了一个完整的模块化系列，以搭积木拼装组合方式组成不同的户型布局，满足用户个性化需要，实现现场快速组合安装，装配率达到 95%。BoltPC 墙板由内外两层各厚 60mm 的混凝土板和夹在中间的厚 100mm 保温材料构成内置保温夹心墙板，内外叶共同受力。构件均为 C30 自密实混凝土，结构保温浇筑一次成型，精度达到 $\pm 1\text{mm}$ 。构件运至现场后使用 4.8 级热浸镀锌螺栓施加竖向和横向连接，组合成为整体类剪力墙结构。接缝采取里外两道双密封结构，内压长寿命密封橡胶条、胶粘剂粘接并通过连接螺栓施加密封压力，保障气密性。BoltPC 结构通过抗震性能试验研究，提出了适用于该类结构的多尺度分析模型和适应性设计方法，具有优良的抗风和抗震性能，满足 8 度设防标准。主体材料防火检测达到 A 级不燃标准，结构耐火时间大于 3.5 小时。

BoltPC 面向不同地区间的建筑风貌需求，构建了建筑户型、面积、室内外装修的定制化设计体系，为室内外装配式装修奠定良好的基础。建立了全干式螺栓连接快速安装施工工艺，通过内置保温层解决了保温材料外挂所带来的防火、脱落、耐候问题。最大构件长度不超过 3 米，重量不超过 1.2 吨，特别适合运输、吊装不方便的广大农村地区，适用于低层建筑，包括村镇农居建筑、农宿旅游开发和乡村酒店、低层别墅、康养中心、公共建筑等。目前已经在全国近 20 个省市地区进行推广应用，效果优良。BoltPC 不仅生产效率高，而且现场运输施工安装快捷方便，无污染、无振动、无湿作业，基本上无建筑废料和垃圾，实现了绿色施工。目前国内外尚无同类产品。

3 基本规定

3.0.1 定型构件干式连接装配式混凝土建筑采用系统集成的方法统筹设计、生产运输及施工安装，有助于实现基础、结构、设备、管线、装修全过程的协同，做到一体化装修、信息化管理和智能化应用。

3.0.2 装配式混凝土结构的干式连接，具有施工方便、节省材料、生产效率高、对环境的影响小等众多优点。螺栓连接操作简单、工期短，但对预制构件的精度要求高，且在连接处易出现应力集中现象。鉴于装配式混凝土结构干式连接理论体系和技术应用尚存在一些问题和由此带来的限制，定型构件干式连接装配式混凝土结构设计应重视概念设计和预制构件的连接设计，并在实践中加强节点连接方面的研究和探索，提高干式连接的应用技术。

3.0.12 施工现场成品（结构）保护是保证工程实体质量的重要环节，是施工管理的重要组成部分。成品（结构）保护工作不到位，构件和结构可能会受到破坏或污染，增加不必要的修复或返工工作，导致工料浪费、工期延迟及不必要的经济损失，在预制构件运至现场堆放或安装完成后，有必要采取有效的成品（结构）保护措施。

4 材料

4.3.1 根据《紧固件热浸镀锌层》GB/T 5267.3，热浸镀锌层沉积在金属表面的规律刚好与电镀锌相反，因电镀锌多沉积在齿顶凸部，凹处较少，而热镀锌时的锌层多沉积在内转角和堆积在螺纹的根部，改变了螺纹的几何形状。热浸镀锌层的厚度相对较厚，往往给螺纹带来严重的配合问题。因此和电镀锌一样，必须要调整镀前和镀后螺纹的配合尺寸。热浸工艺镀锌层的应用，出现了很厚的锌覆盖镀层（经常超过 40 μm ）的要求。为容纳如此厚的镀层对螺纹的制造还需要特殊的极限尺寸。所以紧固件使用在露天大气条件下或环境较差的工业气体条件中，一般采用热浸镀锌提高防腐蚀性能，据美国标准介绍，热浸镀锌厚度一般在 0.04~0.06mm 之间时，不同环境下参考的使用寿命为：农村大气 ≥ 40 年；沿海地区 25~30 年；工业大气 ≥ 5 年。本标准螺栓除镀锌外，采用砂浆等材料进行螺栓保护，能够满足耐久性要求。

4.4.1 根据地区气候条件，大部分地区可选用厚度为 100mm 的 EPS 聚苯保温材料，防火等级 B1 级；高寒地区可选用防火等级达到 B1 级的石墨聚苯、聚氨酯等保温材料。

4.5.2 定型构件干式连接装配式混凝土结构的基础为条形基础之上叠加垫块，并以螺栓连接，在垫块和基础顶面预留工作缝隙。为保证基础成型面的平整度和达到密实封堵，宜采用流动性良好，可自动找平的自密实混凝土或水泥基灌浆材料。

4.5.6 采用半干型聚苯砂浆封堵，可起到固结螺栓、防止螺栓松动的作用。封堵材料应与构件混凝土相容，便于加工和施工。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 结构的概念设计包括方案布置、结构计算、结构构造，特别注意结合当地

抗震要求,体型系数和窗墙比等参数的配合,保证结构体系和各部分的刚度均衡,充分发挥螺栓连接装配式混凝土结构近似现浇剪力墙结构的特点。同时要注意在控制结构变形基础上,做好螺栓连接设计和抗震设计,加强结构的整体性和增加结构的冗余度。

5.1.2 定型构件干式连接装配式混凝土建筑中,对墙板构件平面和立面布置要求与建筑布置具有一致性,既服务于使用功能要求,同时利于结构抗震,使纵横向形成明确的抗侧力体系,减小扭转变形。为保证结构各层具有必要的刚度和抗震承载力,参考《四川省螺栓连接装配式混凝土低层房屋技术标准》DBJ51/T178-2021 等有关资料,对房屋各楼层中的最小墙体长度(最小墙板数量)和必要墙率做出规定。

5.3 结构分析

5.3.1 北京建工华创公司与武汉理工大学合作的“定型构件干式连接装配式混凝土结构(BPC)剪力墙及楼板承载力试验”,对夹芯保温复合板的轴压、偏压、抗剪进行了试验研究,其中“装配式剪力墙低周往复荷载试验”屈服点对应的层间位移角在 $1/129 \sim 1/99$ 之间,证明其具有良好的延性性能。试验表明,由于内外叶墙在材料组成和结构形态上完全相同,在钢制模具中一次性整体浇筑成型,材性和尺度相同,内外叶之间设有 16 道(宽 1200mm 板设有 20 道)钢筋混凝土实心加劲键连接,保证了内、外叶混凝土墙板能够共同工作、共同受力,未发生内外叶局部凹凸失稳,分离性破坏,破坏形态与 120mm 厚的实心钢筋混凝土剪力墙类同。

5.3.2 本标准规定的定型构件干式连接装配式混凝土结构的适用高度,层高较小,相应的风荷载、地震作用均较小,一般按弹性方法能够满足结构分析的需要。当需要进行罕遇地震作用下的性能分析时,宜采用可反映关键构件与连接力学行为的有限元模型。

5.3.3 本标准按《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定确定层间位移角的限值。

5.4 构件设计

5.4.4 定型构件干式连接装配式混凝土结构的预制构件应合理选择吊装吊具,吊点的数量和位置应经计算确定,保证在脱模、反转、运输及安装阶段均满足设计要求。

5.4.5 本标准所涉及的预制标准墙板内外叶混凝土与中间夹心保温层一体浇筑成型，通过预留螺栓孔与基础垫块、圈梁、柱和其他墙板相连，墙板厚度取值满足稳定性、承载力和节能保温要求。

实心加劲键和墙板四边设置螺栓位置加密钢筋网片，可增强预留螺栓孔局部混凝土强度，并保证混凝土内外贯通，形成连接内外叶的小梁，使内外叶之间能够传递剪力，保证墙板整体受力，以抵抗交错剪力破坏。

螺栓连接装配式墙板由于水平缝处张开，墙体发生刚性转动，导致抗侧刚度低于现浇墙板。预制墙板是螺栓连接装配式混凝土结构的主要抗侧力构件，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定进行正截面和斜截面承载力设计。

5.4.6 按《混凝土结构通用规范》配筋率不低于 0.2%。

5.4.7 房屋的纵横墙交接处、楼梯间四角等位置设置混凝土柱是一种重要的抗震构造措施，同时方便预制墙板在拐角处的连接，对提高房屋的整体性等具有重要意义，也有利于实现墙板构件尺寸的标准化，提高结构平面布置的灵活性。

5.4.8 定型构件干式连接装配式混凝土结构可以在预定位置设计现浇墙板或立柱，可与现浇圈梁、现浇楼板等组成框架-剪力墙体系。现浇柱的设置一方面作为增强结构整体性的措施，以提高房屋整体抗震性能和抗倒塌能力；同时可作为因设计需求导致预制墙板尺度无法满足装配要求情况下，灵活调整墙体空间尺寸的一种有效办法。

5.4.11 沿纵横墙逐层现浇混凝土圈梁可以代替垫块。

5.4.12 考虑螺栓连接装配式混凝土结构的施工特点，采用预制混凝土梁板式楼梯或钢楼梯、木楼梯均能够满足快速建造和重复利用的要求。预制楼梯结构设计与一般装配式混凝土结构中预制楼梯设计相同，设计时按简支结构进行内力分析，上端支撑处取为固定铰支座，下端取为滑动铰支座。

5.4.13 定型构件干式连接装配式混凝土结构一般采用预制矩形楼板、屋面板，楼板端部预留螺栓孔的数量和位置与墙板内叶顶部螺栓设置相同，可以保证充分和稳固连接。预制楼板可选用的宽度包括 600mm、820mm、900mm 和 1200mm，长度 3000mm。

5.6 基础设计

5.6.1 建筑地基土的性状极其复杂，可分为岩石、碎石土、沙土、粉土、黏性土和人工填土等，还有湿陷性黄土地基、膨胀土地基、多年冻土地基，有山区地基，软弱地基，还存在暗塘、古井、古河道、山前洪积、熔岩、坑、洞、腐蚀土等许多不良地质条件。地基基础设计须充分考虑项目所在地的工程地质条件，以及施工作业场地空间条件合理选择地基基础方案做到因地制宜、就地取材，保护环境和节约资源。不同的地基采用不同的处理方案，应符合有关规范的规定，如《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025、《冻土地区建筑地基基础设计规范》JGJ 118等。

6 建筑设计

6.1 一般规定

6.1.7 将主体结构与内装饰系统、给排水、暖通和电气管线系统分离，采用内装和设备管线综合性设计，便于后期装饰和管线的维护更新，满足住户个性化需求。

6.2 建筑布置

6.2.2 螺栓连接装配式夹芯保温混凝土建筑中墙板既作为承重和抗侧力构件，也起到围护、保温和分隔的作用。墙板沿纵横向布置，建筑平面形状宜为封闭的矩形，避免采用角部重叠、细腰形、转角窗等布置方案。空间布局应满足使用功能的完整性、多样性要求。

6.2.3 层高受标准预制墙板的高度的限制，不宜任意改变高度，当层高超过预制构件的高度时，应采取相应措施，如增加现浇圈梁的高度；房间的跨度或楼板的支撑间距过大，预制墙板将承担较大的平面外弯矩，为保证房屋的整体稳定性对房间的尺寸做出规定。

6.2.6 建筑立面布置简洁、规则、均匀对称，有利于减少预制构件拼装的细碎和复杂化，防止结构抗侧刚度和承载能力发生突变而形成薄弱部位，符合抗震概念设计一般原则。外墙装饰充分利用墙板拼缝，通过材质机理以及预制标准部件组合变化等丰富建筑立面设计效果，做到经济美观。

6.3 建筑构造

6.3.1 螺栓连接装配式结构中，墙板的竖向、水平拼缝均直接贯穿连接螺栓，外

墙板拼缝的密封和防水要求较普通装配式剪力墙结构要高。考虑预制标准墙板的构造特点，如墙板为内置保温层，接缝处预留凹进空隙，一方面预备穿管线，一方面亦起到隔断内外缝隙浸水连通作用。外墙板竖向拼缝、门窗与墙板间的缝隙等部位必须采用双道密封防水，保证防水效果。

6.5 建筑设备设计

6.5.1 定型构件干式连接装配式混凝土结构建筑设备包括给排水、暖通、燃气和电气设备与管线等。

7 构件预制与储运

7.1 一般规定

7.1.2 强调为保证预制构件生产质量、环境和职业健康安全，生产企业所应具备的软件和硬件的基本要求，现场生产预制构件时也应具备除信息化管理之外的这些基本要求。

预制件工厂常用的硬件设备设施有钢筋加工设备、模具、起重设备、混凝土搅拌设备设施、构件成型设备、养护设备设施、储存堆场设施、厂房和库房设施、生活办公设施、环保设备以及试验检验设备和仪器等。

预制构件生产的技术、质量人员，以及生产操作人员应具有相应专业技术知识或经过专业技术培训并考核合格方可上岗。

预制构件流水生产线布局设置应合理，满足预制构件生产流畅性、质量检验、环保安全性要求。

预制构件质量管理体系和制度，以及信息化管理系统，可见现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016 的 9.1.1 条文说明。

7.1.4 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。

7.2 钢筋骨架

7.2.5 混凝土保护层过小影响钢筋与混凝土的粘结力及构件的耐久性和耐火性。

同时保护层还具有给钢筋骨架限位、固定的作用。采用专用钢筋定位件控制混凝土保护层厚度以满足设计要求，避免对预制构件表面质量产生影响。

7.5 构件制作

7.5.4 预制构件的蒸汽养护主要是为了加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模板周转，提高生产效率。养护时应按照养护制度的规定进行控制，这对于有效避免构件的温差收缩裂缝，保证产品质量非常关键。如果条件许可，构件也可以采用常温养护。蒸汽养护可分为静停、升温、恒温 and 降温四个阶段。静停期间应保持环境温度不低于 5℃，浇筑结束 4-6 小时且混凝土达到终凝后方可升温，升温速度不宜大于 10℃ / h，但最高不宜超过 15℃ / h，恒温期间混凝土内部温度不宜大于 60℃，恒温养护时间应根据构件脱模强度要求及环境条件等因素确定，降温速度不宜大于 10℃ / h。其他技术内容请参照《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 相关条款执行。

7.5.8 严重缺陷是对预制构件的受力性能或安装使用性能有决定性影响的缺陷。

7.6 构件储运

7.6.4 预制构件运送时，预先规划出运输通道，可避免二次转运。

8 施工安装

8.2 构件进场验收

8.2.4 预制构件的表面标识清晰、可靠，可确保能够识别预制构件的“身份”，便于执行国家有关标准的规定，在施工全过程中对发生的质量问题可追溯，保障工程质量。

8.4 安装准备

8.4.5 特制四爪吊具有4个吊爪（钩），分别深入构件单边前后对称的4个螺栓孔内，吊装时保证每个吊爪（吊点不少于4个）完全就位。预留螺栓孔周边混凝土已经设置加密钢筋笼，以增加强度。吊装时应保证每个孔的受力面不小于50mm × 50mm，按最不利400Kg荷载计算（相当3个吊点），动力系数1.3，吊点压应力不大于2.08MP，小于C30混凝土强度。

8.5 构件安装

8.5.4 本条主要规定了定型构件干式连接装配式混凝土结构施工安装的基本流程。

1 基础结构圈梁施工时，将单排螺栓预埋圈梁内，并抄平螺栓将其调节至设计高度，方便与下一层垫块的安装，如图1所示。

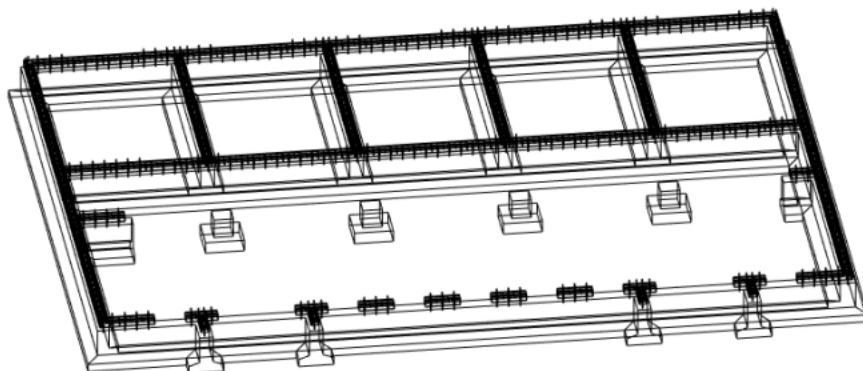


图 1 基础圈梁预埋螺栓示意图

2 垫块通过预埋螺栓与基础圈梁连接，并抄平基础垫块。将垫块与墙板构件需要连接的螺栓进行预装，将螺栓调节至设计高度。如图2、图3所示。

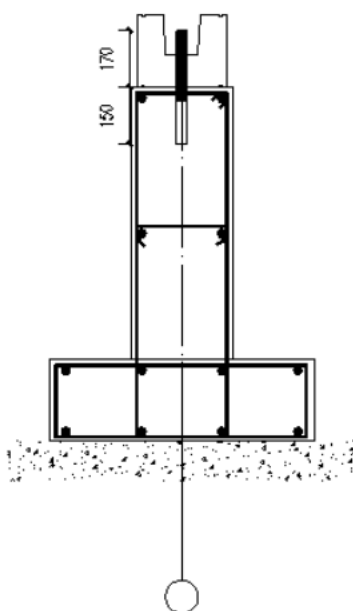


图 2 基础与双边垫块连接示意图

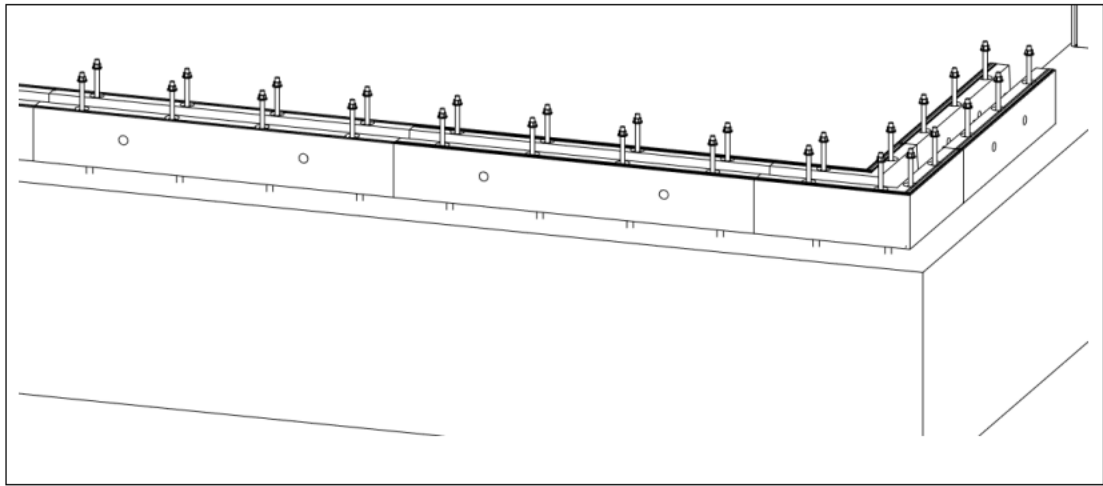


图3 垫块与基础连接示意图

3 一层垫块全部安装完成后，在构件两侧接缝凹槽面粘接好密封胶条，在垫块两边凹槽内涂抹粘接胶并粘接好密封胶条。如图4所示。

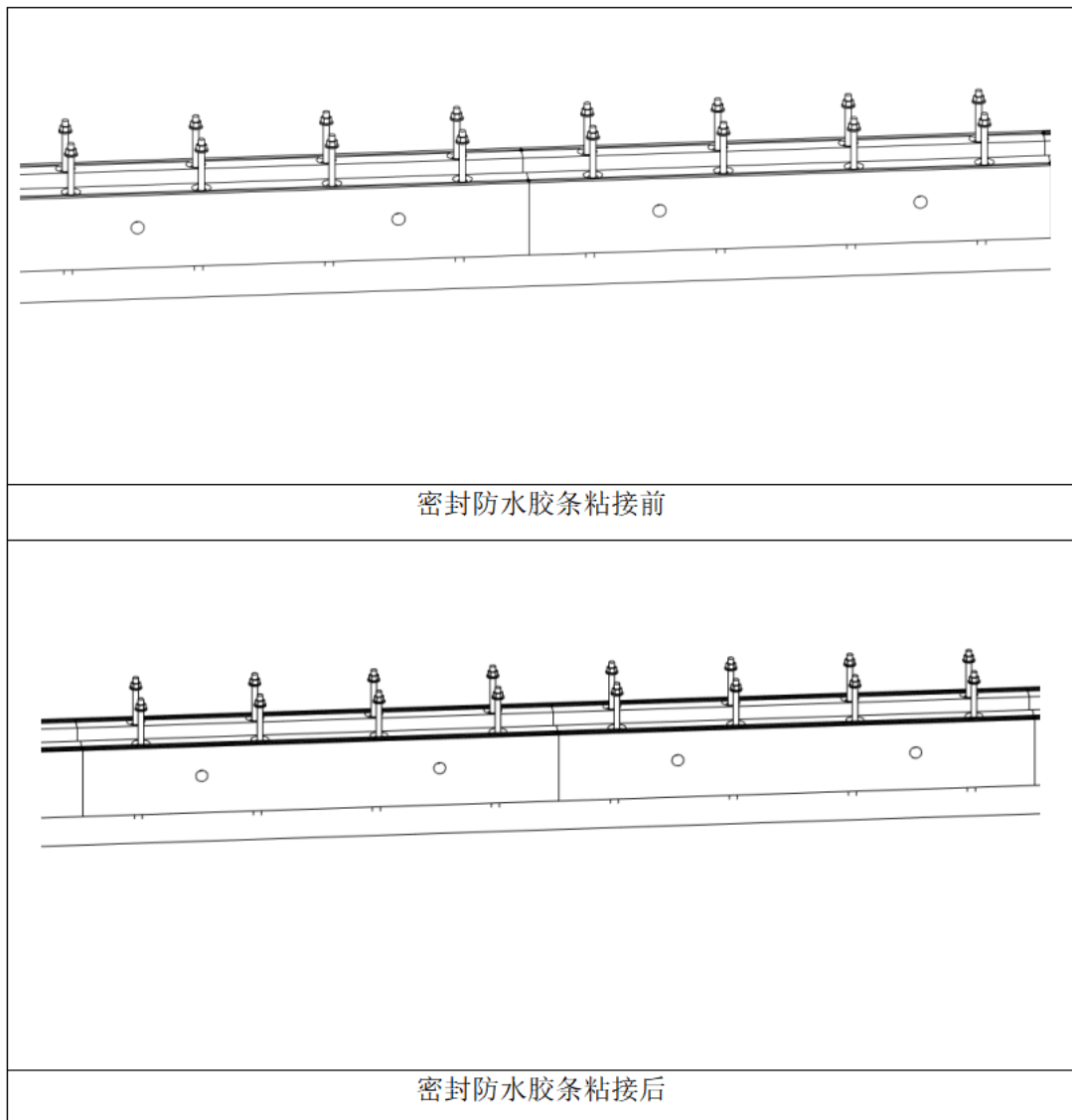


图4 垫块凹槽粘接胶条示意图

4 预制墙板安装时，根据墙板安装顺序图，对墙板进行有序吊装，做到外墙面顺直，墙身垂直，缝隙一致。安装时应由专人负责外墙板下口定位、对线，并用靠板尺找直。墙板的竖向拼接与预装在垫块上的螺栓进行连接。如图5所示。

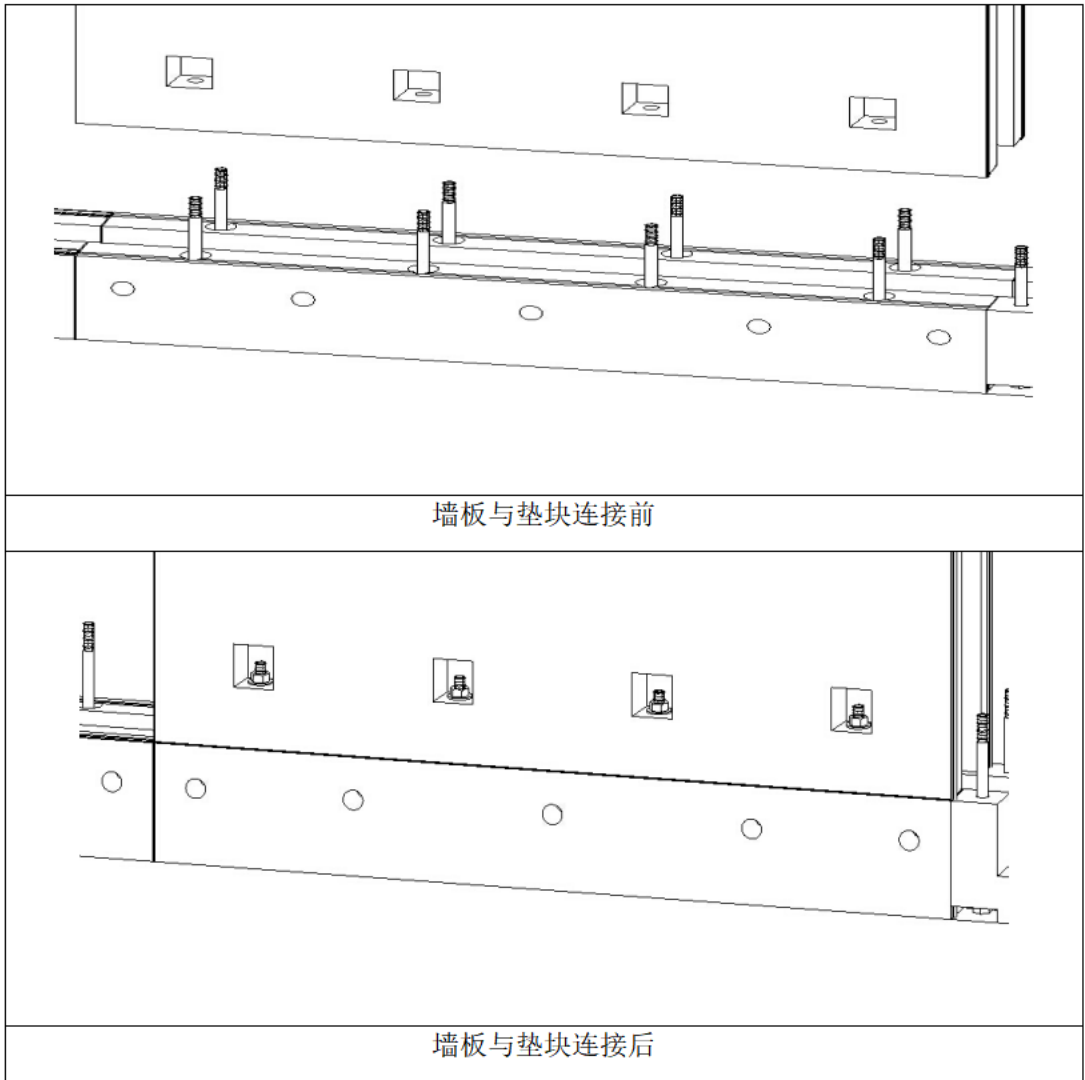


图 5 垫块与墙体连接示意图

5 暗敷管线如图6所示。

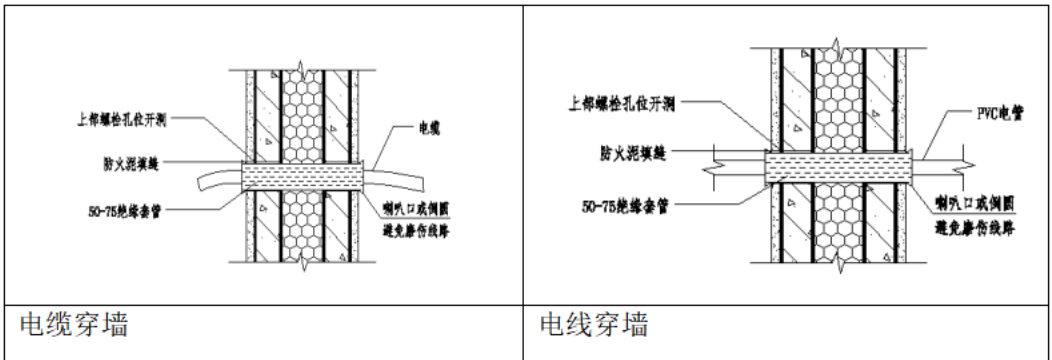


图 6 管线暗敷示意图（重绘）

6 墙板竖向拼接就位后，利用可调节斜支撑对墙体进行临时固定，并将就位的墙板一侧粘贴好密封条，待另一块墙板安装时，把预装的连接两块墙板的螺栓完全穿插到就位的墙板孔洞内，套上螺栓，两块墙板吊装完成并校正后紧固螺栓。如图7所示。

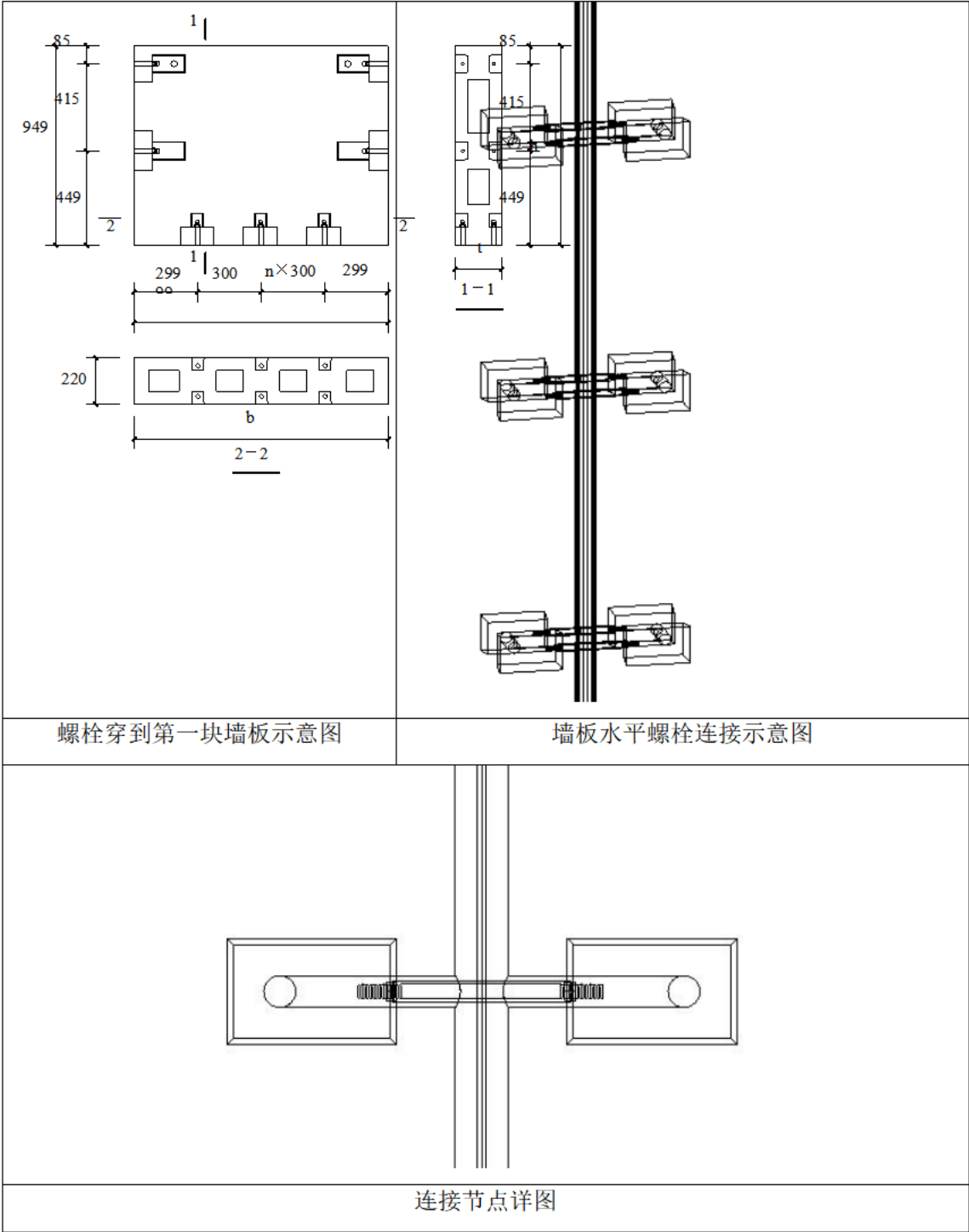


图7 墙板水平连接示意图

7 以同样的安装方式，按照图纸安装顺序安装其他墙板及立柱。

8.5.6 预制楼梯板吊装时，用钢丝绳与楼梯板预埋吊环进行连接，起吊前检查卸扣卡环，确认牢固后方可继续缓慢起吊。楼梯就位后，利用溜绳控制好楼梯位置，使楼梯大致处于水平静止状态，再将楼梯进行缓慢下降安装。待楼梯板基本就位后，利用撬棍等工具进行微调，校正、验收。

8.5.7 预应力楼板运至施工现场后对楼板进行有序吊装，楼板搁置墙板内叶一侧与墙顶位置对穿螺栓，以保证楼板安装位置。如图8所示。

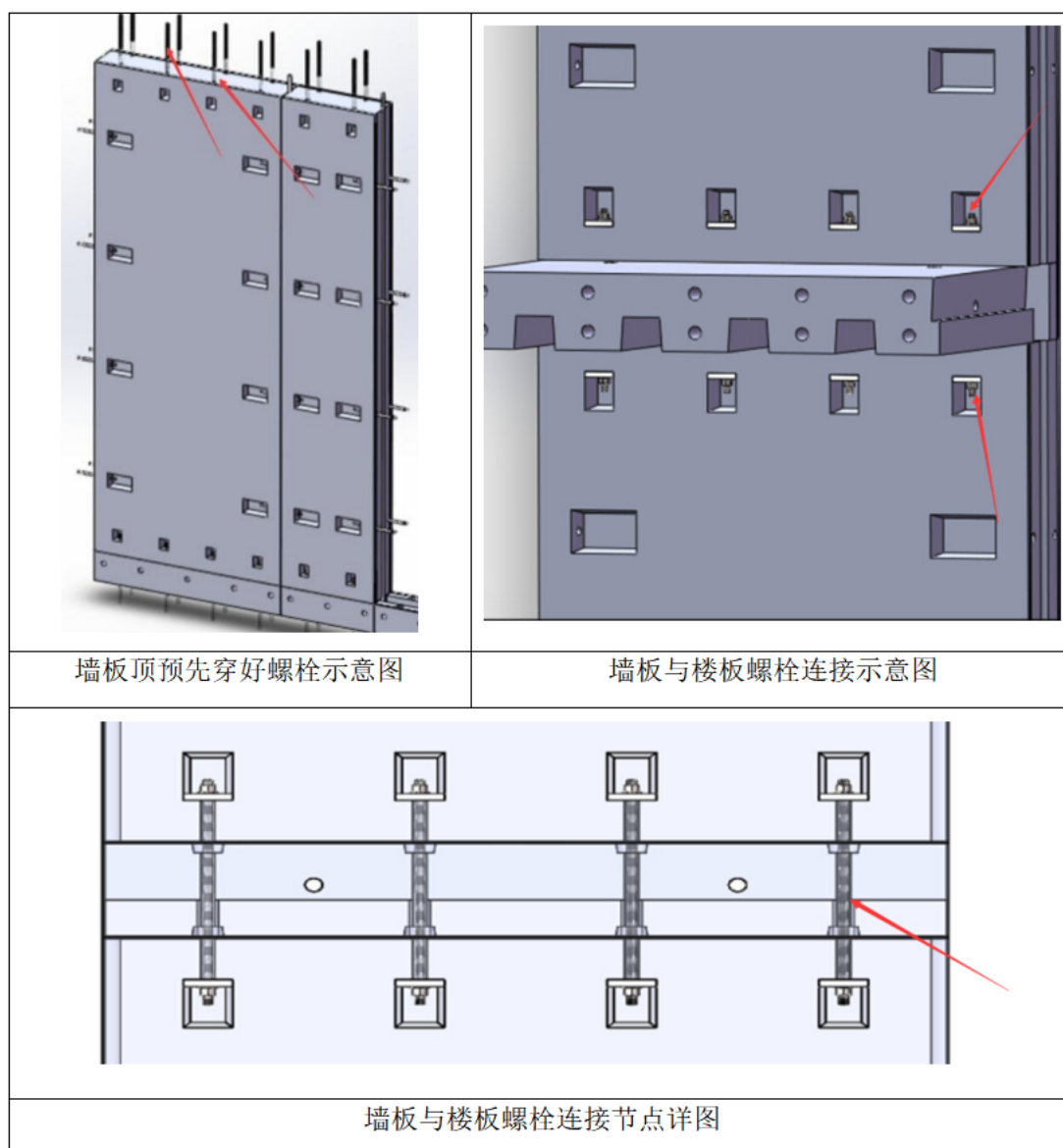


图8 墙板与楼板连接图

8.5.8 预应力楼板起吊前需按楼板吊装图要求将楼板型号与墙板上标明的板号

核对；起吊时应避免扭曲使板开裂；安装楼板时对准螺栓位置缓慢下降，穿过螺栓稳定后再脱钩。

9 质量验收

9.2 主控项目

9.2.6 装配式混凝土结构采用螺栓连接时，螺栓、螺母、垫片等材料的进场验收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。施工时应分批逐个检查螺栓的拧紧力矩，并做好施工记录。

附录 B 定型构件干式连接装配式混凝土结构多尺度分析模型

B.0.3 对于法向行为采用硬接触化，即间隙等于0（接触表面刚开始接触）时，施加接触约束，而当接触表面之间的接触压力变成为零或负值时，两个接触面相互分离，所施加约束即被撤除。

B.0.4 膜单元与对应的预制墙板单元应共节点可以准确模拟楼板对结构的约束作用。

附录 C 定型构件干式连接装配式混凝土结构简化分析方法

本附录介绍一种基于 PKPM 和 Etabs 的定型构件干式连接装配式混凝土结构简化分析有限元模型（图 9）和计算方法。

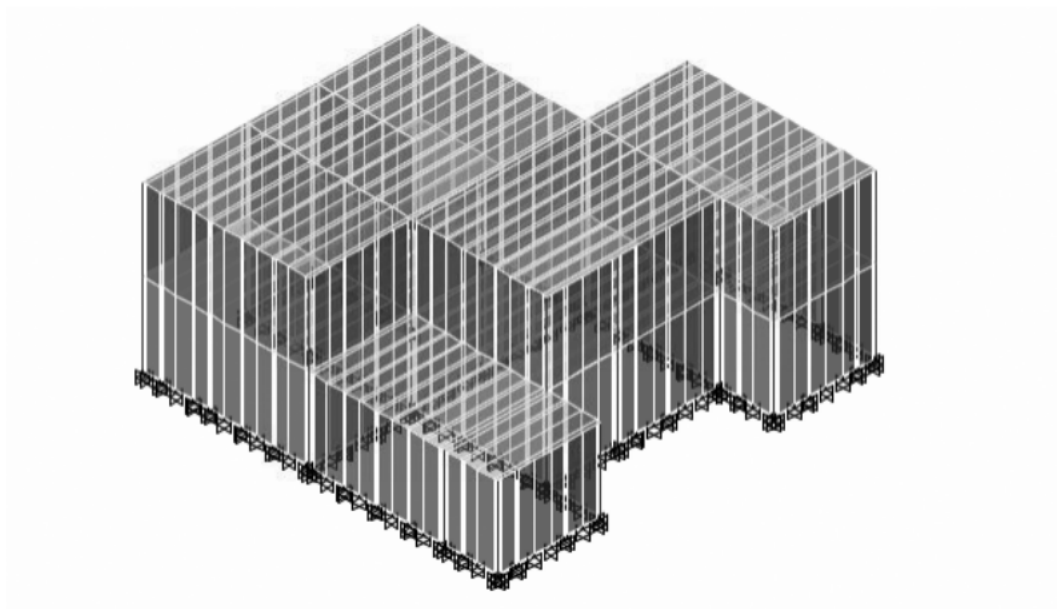


图9 定型构件干式连接装配式混凝土结构简化分析模型

C.0.2 值得注意的是，PKPM中无法手动布置楼板，因此该模型无法施加楼面和屋面荷载，也无法考虑刚性楼板假定。因此，将该模型转换至ETABS中，进行楼板布置和施加荷载的操作以及后续分析。