

DB4401

广 州 市 地 方 标 准

DB4401/T 220-2023

工业化建筑建造规程

Specification for construction of industrialized building

2023-06-10 发布

2023-07-10 实施

广州市市场监督管理局 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	3
5 项目策划	4
5.1 一般规定	4
5.2 项目组织管理模式及选用	4
5.3 项目实施策划	4
5.4 项目全过程实施监管	5
6 设计	5
6.1 一般规定	5
6.2 系统集成设计	6
6.3 结构系统	12
6.4 围护系统	14
6.5 机电设备系统	16
6.6 内装系统	19
7 生产与运输	21
7.1 一般规定	22
7.2 构件生产	22
7.3 构件堆放与运输	27
7.4 构件质量验收	29
8 施工与验收	31
8.1 一般规定	31
8.2 施工组织和管理	31
8.3 施工工艺及工装	31
8.4 施工质量管控	36
8.5 施工验收	36
9 新技术应用	37
9.1 一般规定	37
9.2 设计	37
9.3 生产	38
9.4 施工	38
附 录 A（资料性） 各阶段建筑信息模型应用深度要求	40

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广州市住房和城乡建设局提出并归口。

本文件起草单位：广州市住房和城乡建设局、中国建筑第四工程局有限公司、中建科技集团有限公司、广州建筑股份有限公司、华南理工大学建筑设计研究院有限公司、广州市设计院集团有限公司、广州机场建设投资集团有限公司、广东省建筑设计研究院有限公司、广州市华阳国际工程设计有限公司、中建四局第一建设有限公司、广东省建筑工程集团有限公司、中建四局绿色建筑科技(广东)有限公司、广东建远建筑装配工业有限公司、广州建筑湾区智造科技有限公司、广州万友砼结构构件有限公司。

本文件主要起草人：叶浩文、王保森、周子璐、李文、马震聪、王帆、杜娟、丁利、徐光苗、梁勇、曾熠宇、林林、吴瑞卿、牛喜山、常煜、李东旭、桂峥嵘、纪波、牛海峰、钟志锋、罗志锋、王松帆、邹展宇、王华林、黄健、王晓亮、陈卫彬、赖海灵、孙清臣、林方、田启祥、梁森、林春健、钟文深、蒋克柱、郑焕奇、王恩伟、李丹、林小海、李兵、邱圳楷、曹志威、韩丰城、张亚飞、张俊生、李鑫、易超、李惠娇、黄纪文。

工业化建筑建造规程

1 范围

本文件规定了工业化建筑建造的基本规定、项目策划、设计、生产与运输、施工与验收、新技术应用等要求。

本文件适用于广州市居住及公共建筑的工业化建造的策划、设计、生产、施工及新技术应用，其它建筑可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成文件的不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 15762 蒸压加气混凝土板
- GB/T 50002 建筑模数协调标准
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50345 屋面工程技术规范
- GB 50364 民用建筑太阳能热水系统应用技术标准
- GB/T 50358 建设项目工程总承包管理规范
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准
- GB 51249 建筑钢结构防火技术规范
- GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
- JG/T 183 住宅整体卫浴间
- JG/T 184 住宅整体厨房
- JG/T 398 钢筋连接用灌浆套筒
- JG/T 408 钢筋连接用套筒灌浆料
- JGJ 3 高层建筑混凝土结构技术规程
- JGJ/T 17 蒸压加气混凝土制品应用技术标准
- JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程
- JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
- JGJ 85 预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程
- JGJ/T 110 建筑工程饰面砖粘结强度检验标准
- JGJ 126 外墙饰面砖工程施工及验收规程
- JGJ/T 157 建筑轻质条板隔墙技术规程
- JGJ/T 251 建筑钢结构防腐蚀技术规程

DB4401/T 220-2023

JGJ/T 283 自密实混凝土应用技术规程
JGJ 298 住宅室内防水工程技术规范
JGJ 355 钢筋套筒灌浆连接应用技术规程
JGJ/T 427 建筑装饰装修工程成品保护技术标准
JGJ/T 445 工业化住宅尺寸协调标准
JGJ/T 491 装配式内装修技术标准
DBJ/T 15-92 高层建筑混凝土结构技术规程
DBJ/T 15-159 建筑废弃物再生集料应用技术规范
DBJ/T 15-171 装配式混凝土建筑工程施工质量验收规范
DBJ/T 15-203 笼模装配整体式混凝土结构技术规程
DBJ/T 15-210 装配整体式叠合剪力墙结构技术规程
DB4401/T 9 民用建筑信息模型（BIM）设计技术规范
DB4401/T 16 装配式混凝土结构工程施工质量验收规程
交通运输部令 2016 年第 62 号 超限运输车辆行驶公路管理规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业化建筑 industrialized building

采用以标准化设计、工业化生产、装配化施工、机械化建造、一体化装修和信息化应用为主要特征的工业化生产方式建造的建筑。

注1：工业化建筑主要是指运用现代工业化的设计方法、组织实施方式和生产手段，对工程建设过程的各个阶段、各生产要素开展技术集成和系统整合，以标准化设计、工厂化生产、装配化施工、机械化建造、一体化装修和信息化管理等为主要特征的工业化生产方式建造的建筑。

3.2

建筑系统集成 integration of building system

以工业化建造方式为基础，统筹策划、设计、生产和施工等，实现结构系统、围护系统、设备与管线系统、内装系统一体化的过程。

3.3

集成设计 integrated design

结构系统、围护系统、设备与管线系统、内装系统的一体化设计。

3.4

协同设计 collaborative design

工业化建筑设计中通过建筑、结构、设备、装修等专业相互配合，运用信息化技术手段满足建筑设计、生产运输、施工安装等要求的一体化设计。

3.5

结构系统 structure system

由结构构件通过可靠的连接方式装配而成，以承受或传递荷载作用的整体。

3.6

围护系统 envelope system

由建筑外墙、屋面、外门窗及其他部品部件等组合而成，用于分隔建筑室内外环境的部品部件的整体。

3.7

设备与管线系统 facility and pipeline system

由给水排水、供暖通风空调、电气和智能化、燃气等设备与管线组合而成，满足建筑使用功能的整

体。

3.8

内装系统 interior decoration system

由楼地面、墙面、轻质隔墙、吊顶、内门窗、厨房和卫生间等组合而成，满足建筑空间使用要求的整体。

3.9

部件 component

在工厂或现场预先生产制作完成，构成结构系统的结构构件及其他构件的统称。

3.10

部品 part

由工厂生产，构成围护系统、设备与管线系统、内装系统的建筑单一产品或复合产品组装而成的功能单元的统称。

3.11

装配式内装修 interior assembled decoration

采用干式工法，将工厂生产的内装部品在现场进行组合安装的装修方式。

3.12

模数协调 modular coordination

以基本模数或扩大模数实现尺寸及安装位置协调的方法和过程。

3.13

尺寸协调 size coordination

在遵循模数协调的基础上，实现设计与安装之间尺寸配合的方法和过程。

注2：模数协调的对象是模数，通过协调使建筑各系统模数匹配，对应选取工业化、标准化的部品、部件；尺寸协调的对象为尺寸，存在于部品、部件的设计、生产、安装过程中。接口尺寸是模数协调与尺寸协调的结果。

4 基本规定

4.1 工业化建筑应满足地方装配式建筑政策要求，并符合国家或地方现行装配式评价标准规定，接受市、区住房和城乡建设部门监管。

4.2 工业化建筑应满足国家、地方绿色建筑政策要求，宜采用有绿色建材认证的部品部件，并满足绿色施工相关要求。

4.3 工业化建筑建造应进行整体策划，并对其组织管理模式、技术选型、易建性和技术经济可行性进行评估。工业化建筑的整体策划，应对组织管理模式、计价方式、支付条件等予以明确，对技术经济性、建筑方案选择等进行综合评估，并科学合理地确定建造方案。

注：策划内容包括标准化设计、工厂化生产、信息化管理、装配化施工、一体化装修等主要环节。

4.4 工业化建筑应根据岭南地域特点、气候条件和地方传统特色进行规划与建筑设计，并应用低碳节能技术。

4.5 工业化建筑应根据自身特点和使用功能选用适宜的工业化建筑技术体系，同时在通用化、模数化、标准化的基础上，实现部品部件的标准化和系列化，满足建筑形式的需要。

4.6 部品部件的生产加工应采用标准化生产流程和生产工艺，提高模具标准化程度，实现系列化的部品部件，满足规模化、自动化、智能化的要求。

4.7 工业化建筑应综合协调建筑、结构、机电设备和内装专业，制定相互协同的施工方

4.8 工业化建筑建造宜采用数字化设计、智能工厂、智慧工地等技术，实现全专业、全过程信息化管理。预制构件及部品部件应利用数字化技术，建立质量责任追溯机制；宜应用三维数字化技术进行施工模拟建造，促进工业化建筑建造的数字化升级。

5 项目策划

5.1 一般规定

5.1.1 工业化建筑应在工程建设的全过程中，综合运用工业化思维、工业化设计理念、生产工艺、施工安装等多专业领域的技术支撑手段，根据协同原则，不断迭代优化建筑产品及服务。

5.1.2 工业化建筑应在建造项目初始阶段开展项目策划，并通过策划活动细化和深化项目目标，形成项目管理和实施计划。项目策划成果中应包含对项目的资源配置、质量、进度、成本控制等重点内容。

5.1.3 项目策划应遵循国家有关法律法规和强制性标准，并根据项目合同要求，分析项目风险，明确项目管理目标，确定项目各项原则、措施和进程。

5.1.4 项目策划范围应包含项目全生命周期，并涵盖项目活动全过程所涉及的全要素。

5.2 项目组织管理模式及选用

5.2.1 对功能、建造标准、技术及质量要求、工期及建造成本具有较大确定性的项目，应采用本标准规定的项目招标管理模式。

注：政府保障性住房项目，学校部分功能性教育、生活配套设施等。

5.2.2 工业化建筑建造组织管理模式应从设计、施工一体化建造为出发点，以提高品质、控制工期及降低建造成本为目的，促使设计、施工为利益相关方，并应采取以下两类模式：

- a) 从方案设计到施工的全过程工程总承包模式；此模式依据项目策划要点，建设单位制定项目交付标准和总投资限额，在立项后启动招标，工程总承包单位应依照标准和投资控制要求，组织方案设计，初步设计和施工图设计并编制与其对应的报价清单，实行总价包干、综合单价包干和固定下浮率相结合的计价方式。
- b) 从施工图到施工的工程总承包模式。此模式从概算批复后启动招标，工程总承包单位依照方案设计、初步设计及概算，组织相应施工图设计及相应计价清单、实行总价包干（地下室以上部分）和综合单价包干（基础部分）相结合的计价方式，依据前期方案设计组织进行施工图设计、生产加工、采购、施工的实施全过程，建设单位宜同时委托全过程工程咨询单位。

5.2.3 工程总承包项目应根据招标阶段、建筑类型等，选择相适应的一种或多种计价方式组合的形式。可选用的计价方式有：总价包干（固定总价）、全费用综合单价包干、固定下浮率、工程量清单报价（固定综合单价）等。

5.3 项目实施策划

5.3.1 工业化建筑建造总承包项目策划应符合合同要求，并应根据工程实际情况，满足项目全生命周期技术、质量、安全、费用、进度、职业健康、环境保护、相关政策和法律法规等方面的要求。

5.3.2 工业化建筑建造总承包项目策划应包括下列主要内容：

- a) 明确用工业化思维进行设计、施工的原则；
- b) 明确项目技术、质量、安全、费用、进度、职业健康、环境保护等目标并制定相关管理程序；
- c) 明确项目的管理模式、组织机构和职责分工；
- d) 制定工业化建筑设计计划；
- e) 制定资源配置计划；
- f) 制定部品部件制作、运输、安装计划；

- g) 制定项目协调程序,做好数字化、信息化技术的应用策划;
 - h) 制定风险管理计划;
 - i) 制定分包计划。
- 5.3.3 项目策划由总承包(联合体)牵头单位项目管理团队组织,设计、技术、成本及供应等参与方共同编制,并在项目中标后报建设单位及项目全过程咨询单位或监理备案。
- 5.3.4 工业化建筑建造项目管理计划应结合项目合同、建设单位和其他相关方的要求、项目条件和实施情况、项目发包人提供的信息、相关市场信息等资料统筹编制。
- 5.3.5 工业化建筑建造项目管理计划应符合现行 GB/T 50358 的有关规定,内容应包括项目概况、项目范围、项目管理目标、项目实施条件分析、项目管理模式、组织机构和职责分工、项目实施基本原则、项目协调程序、项目资源配置计划、项目风险分析和对策、合同管理等。
- 5.3.6 工业化建筑建造项目管理计划应由项目经理组织编制,并由相关工程总承包企业负责人审批。
- 5.3.7 工业化建筑建造项目实施计划应结合项目管理计划、项目目标管理责任书、项目合同、项目图纸等基础资料统筹编制。
- 5.3.8 工业化建筑建造项目实施计划内容应包括项目总体实施方案、项目实施要点、工业化建筑深化设计、预制构件及内装部品的生产、运输和吊装安装、项目初步进度计划、场地平面布置等。
- 5.3.9 工业化建筑建造项目实施计划应由项目经理编制,并由建设单位项目负责人审批。
- 5.4 项目全过程实施监管**
- 5.4.1 工程总承包模式下,工程总承包单位应负责项目决策指挥、协调调度、交付实施和考核反馈工作。全过程工程咨询单位应代表建设单位对项目实施过程进行督促落实。建设单位宜聘请第三方巡查单位负责质量、安全的监督考核工作。
- 5.4.2 报批报建工作应由建设单位组织,工程总承包单位实施,全过程工程咨询单位监督配合。
- 5.4.3 工业化建造项目参与单位全过程实施监管分工应符合下列规定:
- a) 建设单位进行统筹协调;
 - b) 设计单位提供技术支持;
 - c) 监理单位负责工业化生产施工的验收;
 - d) 部品部件供应单位负责生产与优化;
 - e) 施工单位负责现场施工管理;
 - f) 全过程实施监管应形成管理闭环。

6 设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 工业化建筑应在建筑方案设计阶段以整体项目为对象、以工业化思维为核心进行技术专项策划,并应符合下列规定:
- a) 专项策划报告应包括模数协调、尺寸协调、标准化设计、技术选型、标准化部品部件选型等;
 - b) 应建立相关各方协同参与的设计技术选型与定案机制,分系统进行设计技术选型,所选用技术之间应相互匹配,并均应与项目目标保持一致。
 - c) 工业化建筑技术选型要以实现项目目标为导向,应避免脱离项目目标和以实现装配率指标目标为导向。
- 6.1.2 工业化建筑宜按集成设计原则实施正向 BIM 数字化设计,将建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化、燃气及内装等各专业之间进行协同设计。

6.1.3 工业化建筑设计宜建立信息化协同平台，采取统一制图规则、统一部品部件名称、统一编码规则，满足全专业共享数据信息要求，实现建设全过程的管理和控制。

6.1.4 工业化建筑各系统部件应遵循“大尺寸、密拼缝、少拼缝、少支撑、免支模、免抹灰、少焊接”原则开展标准化设计。

6.1.5 工业化建筑设计成果应能发挥工厂化生产、装配化施工等工业化建筑优势，体现工业化建筑品质特点。

6.1.6 工业化建筑设计宜侧重体现岭南建筑特色，应在标准化设计、技术选型、技术定案等关键环节与生产制造、运输存放、施工安装等因素实现一体化协同，综合项目工期、质量、成本目标，满足节能、绿色建筑、可再生能源利用等相关要求。

6.1.7 工业化建筑结构、围护、机电设备系统、内装四大系统及防水工程设计使用年限应符合表 1 中要求。

表 1 设计使用年限

类别		使用年限
主体结构系统		不低于 50 年
围护系统	围护墙体	不低于建筑设计使用年限
	外保温系统	不低于 25 年
	外门窗系统	不低于 20 年
机电设备系统		不低于 15 年
内装系统		不低于 25 年
防水工程	屋顶防水	不低于 20 年
	卫生间防水	不低于 15 年
	地下工程防水	不低于建筑设计使用年限

6.1.8 工业化建筑建造项目中设计文件应符合下列规定：

- a) 设计文件涉及工业化建筑的专业，其设计说明或设计图纸应清晰表达与项目相关的工业化建筑评价指标计算的相关技术要求和构造做法等内容；
- b) 设计文件中应编制工业化建筑评价指标计算内容，其评价指标得分项均应在各专业施工图中逐项落实，并提供评价指标的相关计算书；
- c) 工业化建筑深化设计应包括预制构件加工图、装配图和安装图设计，构件生产和施工单位应编制与预制构件相关的生产、运输和安装专项方案，并应进行预制构件临时状态的受力和变形验算；
- d) 工业化建筑深化设计应列明与装配技术指标相关的评价项，并注明选用评价项的范围、做法、数量，未经许可，深化设计不应降低工程的装配率。

6.2 系统集成设计

6.2.1 基本要求

6.2.1.1 工业化建筑设计应立足于服务工程建造全过程，充分体现系统性和集成性基本要求，以完整的建筑产品为对象，通过系统集成的方法，实现建筑全生命期可持续发展。

6.2.1.2 工业化建筑设计应充分体现系统性基本要求，以系统集成的方法统筹考虑结构、围护、机电设备和内装四大系统内部及系统间的协调，遵循“建筑、结构、机电、装修一体化”和“设计、生产、建造一体化”原则进行标准化设计。

6.2.1.3 工业化建筑设计应根据模数协调的原则进行协同设计，应实现结构系统、围护系统、机电设备及内装系统之间的模数协调与尺寸协调，应实现设计与生产安装之间的尺寸配合，并应符合下列规定：

- a) 工业化建筑进行模数协调时，应采用部品部件的标志尺寸作为协调尺寸，标志尺寸宜选用本标准规定的优先尺寸；
- b) 工业化建筑设计应明确部品部件的标志尺寸、加工尺寸、允许尺寸偏差等关键数据，根据部品部件接口性能、形式要求优先选择标准化、通用接口尺寸，以实现通用性、互换性；
- c) 部品部件宜在满足受力合理、生产简单、尺寸标准和减少种类等需求的前提下实现其通用性和互换性；
- d) 建筑设计确定功能空间尺寸应与结构、机电、内装修等专业相关部品部件的选型相适应。

注1：模数的目的是标准化。工业化建筑设计中应协调四大系统的模数关系，保持模数网格之间的匹配，减少建筑垃圾，减少二次加工量，降低成本提升效率实现综合效益最大化。

注2：如工业化住宅中结构系统选用2M模数网格、结构墙厚为200 mm时，功能空间模数为2M，对应内装系统宜优选2M的部品；当结构系统采用3M模数网格、结构墙厚为300 mm时，对应的功能空间为3M，对应内装系统宜优选3M的部品。

注3：当一个系统选定模数后，就通过使用模数网格的方式实现应用，通过合理设置网格中断区来实现尺寸之间的协调。

注4：与模数相关的协调工作称为模数协调。与尺寸相关的协调工作称为尺寸协调。是一个协商、调整并最后确定最优模数和尺寸的过程。

6.2.1.4 工业化建筑各系统及部品部件之间的接口设计应采用标准化接口，并应符合下列规定：

- a) 接口性能应满足建筑性能目标要求；
- b) 接口尺寸应考虑部品部件的制作公差、安装顺序和安装公差的影响，应具备容差的能力；
- c) 后期可替换的部品部件，其接口应符合可逆安装的要求。

6.2.1.5 工业化建筑设计应进行标准化设计，应符合下列规定：

- a) 宜优先设计方正灵活的大空间，实现功能空间、立面设计和部品部件的模块化、标准化，布满模数部品的功能空间模数宜与选用的模数部品模数保持一致；
- b) 标准化设计应保证部品部件的类型、性能、规格、质量、所用原材料、工艺工法和检验方法的统一；
- c) 工业化建筑应采用平面、立面、构件、部品标准化设计方法。

注5：工业化建筑平面功能空间标准化、立面形态的标准化是为最终实现部品部件的标准化，减少乃至不需要部品部件的二次加工。另外提升工业化建筑实施效率的重要途径是部品部件的数量尽可能的少，由此可减少现场工序，加快施工进度。以上均须要以平面方正、布置灵活的大空间设计来作为基础。

6.2.2 平面标准化设计

6.2.2.1 平面标准化设计应结合模数协调、模块组合等方法进行全专业协同设计，实现规则引导下模块的标准化、系列化，最终实现模块组合的多样化，并应符合下列规定：

- a) 应制定模块标准，建筑、结构协同，并应根据需要确定最优空间尺寸；
- b) 应协同生产、施工，确定模块变化规则，实现模块的系列化；
- c) 应根据模块变化规则设计出适合功能需要的标准模块；
- d) 应以经济性、适用性、高品质为目标，制定模块组合规则，将标准模块多样化组合为不同楼栋的标准层平面，并应用楼栋平面进行规划总平面组合设计。

6.2.2.2 平面标准化设计宜采用优先尺寸或可选尺寸实现建筑主体结构和建筑内装修之间的整体协调，同时实现部品部件设计、生产和安装工序中标志尺寸、制作尺寸和实际尺寸之间的尺寸协调。

6.2.2.3 工业化住宅建筑平面标准化设计应符合下列规定：

- a) 工业化住宅建筑宜采用模数网格进行设计，以满足住宅平面功能布局的灵活性与部品部件间的尺寸协调，工业化住宅建筑适用的优先尺寸和可选尺寸可按表 2 取值；

表 2 工业化住宅建筑适用的优先尺寸和可选尺寸

单位为 mm

类型	建筑基础尺寸			预制墙板尺寸			预制楼板尺寸		门洞尺寸		窗洞尺寸		内隔墙尺寸		
	开间	进深	层高	厚度	长度	高度	宽度	厚度	宽度	高度	宽度	高度	厚度	长度	高度
优先尺寸	2M	2M	1M	1M	2M	1M	2M	0.2M	2M	1M	2M	1M	1M	2M	1M
可选尺寸	1M	1M	0.5M	0.5M	1M	0.5M	1M	0.1M	1M	0.5M	1M	0.5M	0.2M	1M	0.2M

注1：表中M为模数（下同）。

注2：楼板厚度的优先尺寸序列为 120 mm、140 mm、150 mm、160 mm、180 mm。

注3：内隔墙厚度优先尺寸为 100 mm、120 mm、150 mm、180 mm、200 mm，高度与楼板的模数数列相关。

- b) 工业化住宅建筑外门窗洞口的优先尺寸可取 JGJ/T 445 的推荐尺寸，见表 3；

表 3 工业化住宅外门窗洞口优先尺寸

单位为 mm

项目		优先尺寸
外门	宽度	900、1000、1200、1500、1800
	高度	2100、2200、2300、2400
外窗	宽度	600、900、1200、1500、1800、2100、2400
	高度	1400、1500、1600、1800、2100、2400

- c) 工业化住宅建筑平面标准化设计应以住宅套型为最小单位，划分基本模块并进行标准化设计，形成系列化的若干套型模块；
- d) 工业化住宅楼栋单元可由标准套型模块和可变模块排列组合而成，应以满足住宅功能需求为目的，将各种类型模块组合成多样化的住宅楼栋；
- e) 工业化住宅套型模块宜具有可分解、可组合、可互换的功能，满足模数协调要求的同时，宜采用标准化和通用化构件部品，为主体构件和内装部品尺寸协调、工厂生产和装配式施工创造条件。
- 6.2.2.4 工业化公共建筑平面标准化设计应符合下列规定：
- a) 应根据建筑功能所需空间尺寸选型适宜的结构体系，并根据所选结构体系确定结构构件标准尺寸；
- b) 应依据梁、板、柱等结构构件尺寸确定平面轴网尺寸模数实现结构系统、围护系统、机电设备系统和内装系统的尺寸协调。

6.2.2.5 工业化住宅建筑套型模块中所包含的卫生间模块中，套型内部空间隔墙宜为非承重墙。卫生间模块应包括入厕、洗浴、盥洗、收纳等功能，应根据套型定位及一般使用频率和生活习惯进行合理布局，其布局模式及尺寸应符合 JG/T 183 的规定，并符合当地居住者使用习惯。卫生间尚应符合下列规定：

- a) 独立卫生间宜采用分离式布局；
- b) 卫生间宜采用不降板的同层排水设计。

6.2.2.6 工业化住宅建筑套型模块包括的厨房模块与其它套内空间隔墙间宜采用非承重墙。厨房模块应包括收纳、洗涤、操作、烹饪等功能，冰箱、电器等设施根据套型定位合理布局。厨房常用布局模式及尺寸应符合 JG/T 184 的规定，并符合当地居住者使用习惯。厨房尚应符合下列规定：

- a) 厨房模块宜配合生活阳台灵活布局；
- b) 管道井应集中布置并预留检修口，同时管井宜与主体结构分离设计。

6.2.2.7 工业化住宅建筑厨房、卫生间等用水房间给排水竖向立管宜布置于主体结构外，并宜与结构分离，竖向立管宜通过每层挑板并结合装饰百叶等进行遮蔽美化。

6.2.2.8 工业化住宅建筑阳台模块宜结合客厅开间尺寸进行设计，开敞式阳台应符合下列规定：

- a) 应采用适宜的防水与排水做法，并在与室内开口部位形成可靠的构造连接；
- b) 开敞阳台宜结合空调板进行标准化设计，应能实现整体生产与装配，并满足利于立面标准化的设计要求。

6.2.3 立面标准化设计

6.2.3.1 外墙、阳台、空调机板等构件和门窗、栏杆、遮阳、百叶等部件宜运用模数协调原则进行标准化设计，形成标准化、系列化的模块，模块之间可通过色彩变化，肌理变化，光影变化，组合变化，结合构件本身的造型设计，实现立面标准化与多样化的有机统一。

6.2.3.2 工业化建筑立面应遵循集成设计理念来实现立面形式的标准化与多样化的统一，外墙集成设计方法实现立面多样化应符合下列规定：

- a) 宜通过飘窗、虚实、比例以及窗框分格形式等变化产生一定的灵活性，其中建筑外墙装饰构件宜结合外墙板整体设计，独立的装饰构件与外墙板连接处的构造，应满足安全、防水及热工设计等的要求；
- b) 宜合理利用外墙预制板、外门窗、幕墙、阳台板、空调板、遮阳设施等标准化部品部件通过多样化的组合与韵律控制的方法形成有秩序的变化和有规律的重复，实现韵律美感，可结合装饰构件色彩、光影、质感、纹理、凹凸等因素设计立面的个性化、多样化；
- c) 宜建立与材料特性和建筑特色相适应的立面美学体系，通过统筹外墙的色彩、光影、质感、纹理、组合及建构方式和叠合顺序等“集成要素”进行再创作，设计多样化的立面形式。

6.2.3.3 工业化建筑立面可通过饰面多样实现标准化与多样化的统一，并应符合下列规定：

- a) 预制外墙板的饰面宜采用装饰混凝土、涂料、面砖、石材等耐久、不易污染，且高耐久性和耐候性的建筑材料，同时考虑外立面分格、饰面颜色与材料质感等细部设计要求，体现工业化建筑立面造型的特点；
- b) 宜通过预制外墙板不同饰面材料（装饰混凝土、清水混凝土、不同肌理的涂料、面砖、干挂石材或石材反打）的不同肌理与色彩变化和不同外墙构件的灵活组合、基本装饰部品可变组合，实现符合建筑审美原则和地域性建筑特征的立面效果。

6.2.3.4 在满足采光、通风、窗墙比等指标的设计逻辑控制下，工业化建筑立面可通过立面分格和门窗的排列组合实现多样化。可通过调节立面分格、门窗尺寸、饰面颜色、排列方式、韵律特征，呈现标准化、多样化的立面设计。

6.2.3.5 工业化建筑预制外墙板之间、板与主体结构、板与板之间接口做法应实现标准化，立面板缝尺寸应实现标准化。

6.2.4 构件标准化设计

6.2.4.1 工业化建筑预制构件的标准化设计应充分考虑预制构件生产工艺、模板利用，依据少规格、多组合的原则进行构件和部品的组合设计，并应符合下列规定：

- a) 宜通过户型模块标准化设计以减少预制构件规格，提高构件标准化程度，并可基于模数化延展理念进行预制构件系列化设计，提高预制构件的通用性；
- b) 构件基本规格宜选用大尺寸规格，并提高重复率，便于工厂大规模生产；
- c) 构件尺寸需要变化时，宜实现构件尺寸系列化设计；

- d) 现浇节点宜实现标准化;
- e) 竖向非承重部分的外墙宜通过结构优化设计, 结合生产工艺将其做成标准件、通用件, 并宜避免二次砌筑、抹灰;
- f) 构件应根据模数化延展设计原则形成系列构件, 并可通过可变模板技术实现构件产品的系列化, 工业化住宅建筑常用构件延展设计原则及其模数协调常用尺寸可按表 4 取值;

表 4 构件常用尺寸系列

构件种类	优先模数	最小尺寸 (mm)	可变尺寸系列 (mm)
预制外墙板 (高度)	1M	2000	2000~3200
预制外墙板 (长度)	1M	1000	1000~6600
预制内墙板 (高度)	0.5M	2000	2000~3050
预制内墙板 (长度)	1M	1000	1000~6000
板式预制阳台 (宽度)	2M	700	900、1100、1300、1500
预制楼梯 (宽度)	1M	1200	1500、1800
叠合楼板 (宽度)	0.5M	1200	1200~3300

- g) 阳台、飘窗、楼梯梯段等预制构件, 应确定优选模数形成定型的通用构件产品, 可结合部分“非标”产品进行模块化组合, 在保证标准化设计的同时满足多样化设计需求。

6.2.4.2 构件连接区域应以模数协调、最大公约数原理为依据, 并结合结构的平面尺寸、构件模数尺寸的要求, 综合分析规范要求的最小现浇段长度、现浇段铝模的模数、相连构件的标准化等因素对现浇节点进行标准化设计。

6.2.4.3 工业化建筑预制构件制作应符合下列规定:

- a) 在确定制作尺寸时应在标志尺寸的基础上考虑其边界条件、制作和安装公差及其接口的性能和净距, 对标志尺寸进行适量的扣减, 并应实现预制构件在制作与安装过程尺寸的协调;
- b) 构件的制作公差、安装公差应符合国家现行有关标准的规定, 构件连接节点和接口应进行标准化设计, 形式及尺寸设计要点可参考 JGJ/T 445 相关规定;
- c) 应利用基于 BIM 的参数化设计技术, 实现构件的外观、钢筋笼、模具一体化、标准化设计。

6.2.4.4 叠合楼板的构件标准化设计应符合下列规定:

- a) 叠合楼板的底筋间距宜以 50 mm 为模数, 叠合楼板底纵向钢筋在满足现行国家、行业标准的相关要求时, 在满足受力要求前提下, 可不伸入支座;
- a) 叠合楼板主要通过基本功能单元开间和进深两个方向对其长度和宽度进行标准化设计, 当楼板短边方向尺寸不大于 3.3 m 且满足运输条件时, 宜整块预制, 当楼板尺寸较大需拆分时, 应以叠合楼板数量最少为原则, 宜从基本功能单元长边方向进行拆分;
- b) 叠合板应避免采用长边板跨度小于 1.2 m 的叠合板, 如采用时设计可为无桁架筋叠合板;
- c) 叠合楼板可采用后浇带连接及密拼两种连接方式, 若采用后浇带方式连接, 其后浇带宽度宜为 400 mm。

6.2.4.5 预制混凝土楼梯的构件标准化设计应符合下列规定:

- a) 预制混凝土楼梯宜选用清水混凝土饰面, 应采取加强成品保护;
- b) 预制楼梯踏面的防滑构造宜在工厂预制时一次成型;
- c) 预制楼梯应一端设置固定铰, 另一端设置滑动铰, 滑动支座应保证地震时楼梯与支座间的最大相对位移在允许限值范围以内。

6.2.4.6 预制外墙板的构件标准化设计应符合下列规定:

- a) 预制外墙板应通过适当调节后浇混凝土段长度实现标准化设计,预制外墙板设计时宜优先采用整板;
- b) 当预制外墙板长度较长,需要拆分时,在满足现场吊装条件下,尽量减少预制外墙板的数量;
- c) 内嵌式梁下预制外墙板与下层结构间应采用内高外低企口缝连接,缝宽不小于 20 mm,与两侧墙体采取弱连接构造。
- 6.2.4.7 预制飘窗的构件标准化设计应符合下列规定:
- a) 预制飘窗侧墙应为矩形截面;
- b) 预制飘窗侧墙厚度应统一为 150 mm 或 200 mm;
- c) 所有楼层预制飘窗侧板应对齐且通高连续设置;
- d) 预制飘窗应预留钢筋锚入现浇梁或墙中,窗框应预埋在预制构件中,并应考虑其节点设计对结构刚度的影响。
- 6.2.4.8 预制混凝土阳台的构件标准化设计应符合下列规定:
- a) 选用预制混凝土阳台时,宜优先选用梁式预制阳台或板式叠合阳台;
- b) 板式叠合阳台的负弯矩钢筋应在相邻叠合楼板的后浇混凝土中可靠锚固;
- c) 梁式预制阳台应与主体结构可靠连接,阳台钢筋连接节点设计应便于施工。
- 6.2.5 部品标准化设计
- 6.2.5.1 工业化建筑设计宜采用模块组合的设计方法,应根据使用功能建立不同层级模块,功能模块应由标准化的部品部件通过标准化的接口组成,并应满足功能性的要求。
- 6.2.5.2 工业化建筑部品标准化设计方法及步骤应符合下列规定:
- a) 应在标准模块中划分“小模块”并应根据其配置的部品模数进行标准化设计;
- b) 标准“小模块”应根据净尺寸控制原则按部品模数进行系列化设计;
- c) 应结合模数网格确定部品尺寸系列。
- 6.2.5.3 小模块划分原则如下应符合下列规定:
- a) “小模块”的划分应以部品部件应用较多、功能单一为原则;
- b) “小模块”应以部品模数为基本单位,考虑功能需求、人体工学和部品安装要求,以空间的净尺寸为控制手段,采用界面定位法确定装修完成净尺寸;
- c) 应通过“模数中断区”来实现部品、小模块、套型模块以及结构整体之间的尺寸协调。
- 注:模数中断区是模数网格平面之间的一个间隔。网格中断区分为模数和非模数,都满足技术尺寸的要求。
- 6.2.5.4 工业化住宅建筑应基于标准户型模块,在净尺寸控制的室内空间模数网格中优先选择厨房、卫生间功能模块为“小模块”对其进行模数化、标准化、精细化设计。
- 6.2.5.5 设备管线应进行一体化集成设计,并应选择集成化、模块化部品。
- 6.2.5.6 机电设备部品应具有可组合性和互换性两个特征,接口应实现标准化和通用化,其安装及检修位置宜隐蔽设计。
- 6.2.5.7 公共管井的净尺寸应根据设备管线布置需要确定,并应满足基本模数的整数倍。
- 6.2.5.8 工业化建筑内装部品应优选安装便捷、易更换、易维护的部品,对易损坏和经常更换的部位宜选择符合可逆安装原则及无损性拆除原则的部品。经常检修或更换的部品应配合检修门布置于隐蔽处或进行遮挡处理,检修部品宜集中布置,检修门宜进行标准化设计。
- 6.2.5.9 工业化建筑内装部品应符合通用化和系列化要求,卫生间、厨房、收纳等空间应采用界面定位法确定装修完成净尺寸,装修完成面净尺寸应满足通用内装部品规格和尺寸组合的条件。
- 注1:界面定位法指的是基准面(线)设于部品部件边界,且与模数网格线重叠的方法。
- 6.2.5.10 厨房和卫生间的精细化设计应协调部品模数和建筑模数,结合人体工学尺寸与实际使用需求进行标准化模块集成设计,并应符合下列规定:

- a) 住宅厨房、卫生间模块宜按 300 mm 的整数倍形成模数控制下的模块系列，每增加一级，会相应带来功能提升和增加，体现空间利用的高效性，应匹配户型多样性的需求，满足不同家庭对空间的使用要求；
- b) 公共建筑卫生间宜以 2M 为优选模数控制空间净尺寸，门垛尺寸可选 1M，卫生间地面宜优先选用 300 mm×300 mm 或 600 mm×600 mm 防滑地砖，墙面如果为墙砖，宜选用同规格墙砖，实现墙地砖完全对缝；
- c) 厨房、卫生间的部品尺寸宜通过模数网格确定，保证部品安装符合空间模数，且多个部品间净空尺寸符合模数的要求；
- d) 厨卫设备及部品安装应满足上、下道工序要求，其安装点位宜处在模数空间网格之中；
- e) 厨房、卫生间收纳部品宜通过标准化设计统一高度与宽度。
- 6.2.5.11 内门窗部品宜根据空间功能分类进行标准化设计，统一安装高度及节点做法。内门窗宜选用成套供应的部品，选用时应明确所采用门窗的材料、品种、规格等指标以及颜色、开启方式、安装位置、固定方式等要求。外门窗部品宜结合立面效果进行标准化设计。
- 6.2.5.12 室内隔墙、吊顶及地面系统所用饰面部品宜结合空间模数网格进行尺寸协调设计，避免浪费性切割。
- 6.2.5.13 工业化建筑设计宜选用集成化程度高的标准化、模数化部品，并应符合下列规定：
- a) 围护结构构件、内装与设备管线部品均宜优先选用工业化、标准化、集成化程度高的产品；
- b) 各部品宜选用与国家及地方标准要求一致的标准化接口性能、形式与尺寸。
- 注 2：当有通用接口和专用接口可选时，宜优先选择通用接口。
- 6.2.5.14 工业化建筑设计宜选用设备与管线系统和主体结构系统相分离的布置方式，并宜选用集成化程度高的模块化机房、模块化管井产品。
- 6.2.5.15 工业化建筑设计应选用通用型部品及标准化部件，宜根据设计使用年限建立建筑部品部件耐久年限，耐久年限宜满足表 5 中要求。

表 5 部品部件耐久年限要求

部品部件	耐久年限(年)
外窗及分户门	30
套内门窗	20
架空系统	20
集成卫生间系统	20
内隔墙系统	20
屋面及卫生间防水	10
集成厨房系统	10
套内管线系统	15 或 20
共用管线	30
照明灯具	5
其他设备	以产品说明书为准

6.3 结构系统

6.3.1 工业化建筑可选用笼模装配整体式混凝土结构、双面叠合剪力墙结构、装配整体式剪力墙结构、PC 加铝模工法剪力墙结构、装配整体式框架结构、装配整体式框架-现浇剪力墙结构、无粘结预应力混凝土框架结构、装配式钢-混组合框架结构、或装配式钢框架结构等。其系统选型及设计均应按国家及广东省现行标准的有关规定执行。

注 1: PC 加铝模工法剪力墙结构指的是非受力结构构件(如凸窗、外挂墙板等)和水平结构构件(如楼板、阳台、楼梯等)采用预制构件,竖向承重剪力墙结构采用铝合金模板现浇,具有较高效率的剪力墙结构体系。

6.3.2 结构体系均应根据建筑的抗震设防类别、抗震设防烈度、建筑高度、场地条件及生产施工等因素,经过技术、经济和使用条件的综合比较确定。超过规范规定应用范围要求时应进行专门审查,采取有效的措施予以加强。

6.3.3 工业化建筑的结构系统应符合下列规定:

- a) 平面布置应简单、规则、对称,承重构件布置应上下对齐贯通,避免采用单跨框架结构;
- b) 应建立与建筑整体系统相匹配的结构体系,提出与结构体系相符合的抗震性能目标与构造措施;
- c) 宜遵循通用化及标准化原则建立结构构件库,并用标准构件进行构件组合设计;
- d) 竖向布置应连续、均匀,避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变;
- e) 应形成构件连接成套技术,连接技术应遵循安全可靠、适用明确、配套完整、操作简便等原则;
- f) 预制构件选用应在考虑施工条件、制作效率前提下优先考虑大尺寸、免抹灰、连接简单等因素。

6.3.4 当选用笼模装配整体式混凝土结构时,应符合下列规定:

- a) 预制柱、剪力墙、支撑应采用笼模预制件;
- b) 预制梁宜采用笼模预制件;
- c) 笼模装配整体式混凝土结构的房屋最大适用高度和高宽比、结构平面布置、结构竖向布置、楼盖结构、抗震等级、水平位移限值、舒适度要求和性能设计要求应符合 GB 50011、JGJ 3、DBJ/T 15-92 关于现浇混凝土结构的有关规定;
- d) 笼模装配整体式结构构件的斜截面及扭曲承载力计算中均不考虑外侧预制模壳的抗剪、抗扭转贡献;
- e) 笼模装配整体式结构混凝土构件的钢筋连接可采用搭接、机械连接或焊接。

6.3.5 当选用双面叠合剪力墙结构时,应符合下列规定:

- a) 双面叠合剪力墙的墙肢厚度不应小于 200 mm,后浇混凝土厚度宜不小于 100 mm,预制墙板内外叶内表面应设置抗剪构造措施;
- b) 建筑高度为 60 m 以下的高层、小高层及低多层住宅,可按照全免模工法设计,全免模工法中的构造边缘构件等应满足 DBJ/T 15-210 的相关规定。

6.3.6 当选用装配整体式剪力墙结构时,应符合下列规定:

- a) 剪力墙宜自下到上连续布置,避免刚度突变,墙体厚度宜选用 250 mm、200 mm 两个系列;
- b) 门窗洞口宜上下对齐、成列布置,形成明确的墙肢和连梁;避免造成墙肢宽度相差悬殊的洞口布置;抗震设计时,一、二、三级剪力墙的底部加强部位应避免产生错洞墙;
- c) 灌浆套筒与灌浆料的性能与匹配使用要求应符合 JGJ 355、JG/T 398、JG/T 408 的有关规定。

6.3.7 当选用 PC 加铝模工法剪力墙结构时,应符合下列规定:

- a) 钢筋混凝土剪力墙应采用铝模工法施工;
- b) 应综合考虑铝模周转复用,对于高层建筑应以竖向周转为主,对于竖向周转较低的低多层建筑,宜补充楼层平面流水作业周转;

注 2: 铝模在单栋建筑内的周转复用一般不低于 20 次。

- c) 楼板应采用叠合楼板;
- d) 飘窗、阳台、空调板等非承重构件应采用预制构件。

6.3.8 当选用装配整体式框架结构时,应符合下列规定:

- a) 无地下室时,可采用杯口式基础,有地下室时,地下部分宜现浇;
- b) 预制柱优先选用矩形截面,柱内钢筋应选用大直径成型钢筋骨架,预制柱受力钢筋宜采用灌浆套筒连接或机械连接;

- c) 预制框架梁应选用叠合梁，叠合梁非加密区可采用组合封闭箍筋，抗震等级为一、二级的叠合梁的梁端箍筋加密区应采用整体封闭箍筋；
 - d) 梁柱连接节点宜选用后浇混凝土连接，混凝土强度等级不应低于预制框架柱混凝土强度等级。
- 6.3.9 当选用装配整体式框架-现浇剪力墙结构时，应符合下列规定：
- a) 剪力墙部分应选用现浇剪力墙，框架部分可选用铰接框架；
 - b) 纵、横方向均应布置剪力墙，且纵横向墙体的数量不宜相差过大，且不宜采用一向少墙剪力墙结构；
 - c) 框架梁柱铰接节点应具有足够的转动变形能力，满足结构在大震下的层间位移角要求；
 - d) 剪力墙的厚度不应小于 160 mm 且宜不小于层高或无支长度的 1/20，底部加强部位的剪力墙厚度不应小于 200 mm 且宜不小于层高或无支长度的 1/16。
- 6.3.10 当选用无粘结预应力混凝土框架结构时，应符合下列规定：
- a) 结构平面布置时，应采取合理构造措施，考虑预应力张拉端或固定端构造对建筑围护墙板的影响；
 - b) 当地上部分带有裙房且竖向不规则时，裙房以下部分可根据需要采用现浇混凝土结构，裙房以上的标准楼层使用预应力混凝土框架；
 - c) 预制柱优先选用矩形截面，预制柱分段应考虑构件生产和安装阶段吊重的限制，宜选用一节多层的分段方式；
 - d) 预制框架梁应选用叠合梁，梁宽不小于 250 mm，预制叠合梁端面应设置键槽和粗糙面；
 - e) 梁端上部钢筋在柱外侧应设置无黏结段，无黏结段长度一般为 200 mm~300 mm，无黏结段起始端应距梁端部 $2d\sim 4d$ （ d 为钢筋直径）；
 - f) 楼板宜优先选用大跨预应力空心板。
- 6.3.11 当选用装配式钢-混组合框架结构时，应符合下列规定：
- a) 预制柱内宜采用大直径钢筋，预埋大直径灌浆套筒和钢柱头连接板；
 - b) 钢梁顶部应设置栓钉或其它抗剪连接件与楼板连接；
 - c) 梁柱节点区应预先安装高强螺栓，钢梁通过高强螺栓与预制柱预留钢节点连接。
- 6.3.12 当选用装配式钢框架结构时，应符合下列规定：
- a) 钢框架柱宜选用钢柱或钢管混凝土柱；
 - b) 梁宜选用钢梁或钢混组合梁，跨度大的部位可选用钢桁架；
 - c) 钢结构的梁柱连接节点宜选用高强螺栓连接；
 - d) 宜采用预制混凝土楼梯，楼梯与主体结构宜采用不传递水平作用的连接形式；
 - e) 钢结构构件应进行防火及防腐设计，并按 GB 51249 和 JGJ/T 251 的规定执行。

6.4 围护系统

6.4.1 基本要求

6.4.1.1 工业化建筑应采用工业化围护系统，设计应综合考虑使产品便于生产、施工及管理。

注1：工业化围护系统，是以标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化构造和信息化管理为主要特征的工业化产品。

6.4.1.2 工业化建筑应根据建筑结构的类型和地域气候特征合理选择适于工业化建造的围护形式。

注2：例如广州地域气候特征夏热冬暖、多雨、空气湿度高，适于广州工业化建筑的围护系统包括并不限于预制钢筋混凝土外墙部品、现场组装骨架外墙、单元幕墙、轻质材料条板、预制整间板外墙部品、装配式高精度模板现浇钢筋混凝土围护构件等。

6.4.1.3 工业化建筑围护系统的立面设计应结合工业化生产要求，综合考虑建筑的主体结构类型、建筑功能、装饰颜色、材料质感、造价、外立面多样化等因素。

6.4.1.4 工业化建筑围护系统的设计应符合现行国家及地方居住及公共建筑节能和绿色建设设计标准的相关规定，综合考虑体形系数、窗墙面积比和围护结构热工性能等因素。

6.4.1.5 工业化建筑围护系统的设计应归并部件部品种类，符合模数化、标准化的要求。

6.4.1.6 工业化建筑围护系统应综合考虑材料性能、构造形式和生产工艺，满足抗风性能、抗震性能、耐撞击性能、防火性能、水密性能、气密性能、隔声性能和热工性能等要求。

6.4.1.7 工业化建筑围护系统宜满足保温、隔热、装饰集成一体化要求。门窗、栏杆、装饰、幕墙等应与建筑和结构一体化设计，装饰和幕墙预埋件应做详细深化设计。

6.4.1.8 工业化建筑围护系统设计、制造及安装过程应采用 BIM 技术。在设计阶段应采用 BIM 完成与预制构件相关连接节点的深化设计；应基于 BIM 模型输出各专业工程量，辅助造价算量；应采用 BIM 绘制标准层立体装配图；制造和安装阶段应采用 BIM 技术进行施工工艺模拟，对现浇连接节点施工、预制构件吊运安装、特殊位置施工等施工工艺进行模拟分析，合理优化；宜采用 BIM 实现施工动画演示。

6.4.2 预制外墙

6.4.2.1 预制外墙部品用材料应符合下列规定：

- a) 混凝土外墙材料应符合 GB/T 51231 的规定；
- b) 骨架外墙用材料包括龙骨、基板、面板、保温材料、密封材料、连接固定材料等，各类材料应符合国家现行相关标准的规定；
- c) 复合夹芯条板应符合国家现行相关标准的规定；
- d) 蒸压加气混凝土等自隔热轻质材料应符合 GB/T 15762 的规定。

6.4.2.2 预制外墙部品与主体结构的连接应符合下列规定：

- a) 连接节点应具有足够的承载力。承载能力极限状态下，连接节点不应发生破坏，当单个连接节点失效时，外墙板不应掉落；
- b) 连接部位宜采用柔性连接方式，应采用平动或转动的方式与主体结构产生相对变形，安装完成后的外墙应具有适应主体结构变形的能力，连接节点应需具有一定的延性，避免承载能力极限状态和正常施工极限状态下应力集中或产生过大的约束应力；
- c) 节点设计应便于工厂加工、现场安装就位和调整，宜减少采用现场焊接形式和湿作业连接形式；
- d) 连接件的耐久性应满足使用年限要求。

注1：外墙板连接有内嵌式、外挂式、嵌挂结合等形式，分层悬挂或承托。

注2：连接件除不锈钢及耐候钢外，其他钢材应进行表面热浸镀锌处理、富锌涂料处理或采取其他有效的防腐防锈措施。

6.4.2.3 外露的金属支撑件及外墙板内侧与主体结构的调整间隙，应采用燃烧性能等级为 A 级的材料进行封堵，封堵构造的耐火极限应不低于墙体的耐火极限，封堵材料在耐火极限内应不开裂、不脱落。

注3：露明的金属支撑件及外墙板内侧与梁、柱及楼板间的调整间隙，是防火安全的薄弱环节。露明的金属支撑件应设置构造措施，避免在遇火或高温下导致支撑件失效，进而导致外墙板掉落；外墙板内侧与梁、柱及楼板间的调整间隙，也是窜火的主要部位，应设置构造措施，防止火灾蔓延。

6.4.2.4 预制外墙的防火性能应符合 GB 50016 的规定，当夹芯保温材料的燃烧性能等级为 B1 或 B2 级时，内、外叶墙板应采用不燃材料且厚度均不应小于 50 mm。

6.4.2.5 预制外墙接缝应符合下列规定：

- a) 接缝宽度及接缝材料应根据外墙板材料、立面分格、结构层间位移、温度变形等因素综合确定，所选用的接缝材料及构造应满足防水、防渗、抗裂、耐久等要求，接缝材料应与外墙板具有相容性；
- b) 接缝处应根据当地气候条件合理选用构造防水、材料防水相结合的防排水设计，竖缝宜采用平口或槽口构造，水平缝宜采用企口构造；

- c) 当板缝空腔需设置导水管排水时,板缝内侧应增设密封构造;
 - d) 宜避免接缝跨越防火分区,当接缝跨越防火分区时,接缝室内侧应采用耐火材料封堵;
 - e) 接缝处以及与主体结构连接处应设置防止形成热桥的构造措施。
- 6.4.2.6 蒸压加气混凝土外墙板的性能、连接构造、板缝构造、内外面层做法等要求应符合 JGJ/T 17 的相关规定,外墙室外侧板面及有防潮要求的外墙室内侧板面应用专用防水界面剂进行封闭处理。
- 6.4.2.7 采用预制夹心保温外墙时,其穿透保温材料的连接件应有防止形成热桥的措施。
- 6.4.2.8 工业化建筑外墙的瓷砖、石材、涂料等饰面宜在工厂生产一并完成,或在现场采用免抹灰工艺,涂料装饰;不宜采用现场在外墙外表面贴面砖或石材的做法。外墙如果采用保温板材,现场应采用干式工法施工,预制混凝土外墙的保温层宜在工厂生产一并完成。

6.4.3 外门窗

- 6.4.3.1 外门窗应采用在工厂生产的标准化系列部品。
- 6.4.3.2 外门窗应可靠连接,门窗洞口与外门窗框接缝处的气密性能、水密性能和保温性能不应低于外门窗的有关性能。

注1:门窗洞口与外门窗框接缝是节能及防渗漏的薄弱环节,接缝处的气密性能、水密性能和保温性能直接影响到围护系统的性能要求,明确此部位的性能是为了提高围护系统的功能性指标。

- 6.4.3.3 外门窗宜采用一体化预装法,当采用后装法安装时,宜采用预留副框的方法。

注2:门窗与洞口之间的不匹配极易导致门窗施工质量控制困难,容易造成门窗处漏水。门窗与墙体在工厂同步完成的预制混凝土外墙,在加工过程中能够更好地保证门窗洞口与框之间的密闭性,避免形成热桥。质量控制有保障,能较好地解决外门窗的渗漏水问题,改善建筑性能,提升建筑的品质。

- 6.4.3.4 一体化预装的门窗,埋入混凝土深度宜大于 20 mm,且框内侧应设置预埋锚固件。

6.4.4 屋面

- 6.4.4.1 工业化建筑的屋面工程应符合下列基本要求:

- a) 具有良好的排水功能和阻止水侵入建筑物内的作用;
- b) 冬季保温减少建筑物的热损失;
- c) 夏季隔热降低建筑物对太阳辐射热的吸收;
- d) 适应主体结构的受力变形和温差变形;
- e) 承受风荷载的作用不产生破坏;
- f) 具有阻止火势蔓延的性能;
- g) 满足建筑外形美观和使用的要求。

- 6.4.4.2 屋面防水工程应根据建筑物的类别、重要程度、使用功能要求确定防水等级,并按相应等级进行防水设防;对防水有特殊要求的建筑屋面,应进行专项防水设计,屋面防水等级和设防要求应符合 GB 50345 中的规定,工业化建筑屋面的防水材料应选用耐候性好、适应变形能力强的防水材料。

- 6.4.4.3 太阳能系统应与屋面进行一体化设计,电气性能应满足 GB 50364、GB 55015 的相关规定。广州地区宜利用太阳能,设置在屋面上的太阳能系统管路和管线与建筑其他管线统筹设计,做到太阳能系统与建筑一体化。

6.5 机电设备系统

6.5.1 基本要求

- 6.5.1.1 工业化建筑机电设计应符合国家和地方现行相关规范、标准和规程要求。
- 6.5.1.2 设备与管线设计应遵循一体化集成建造理念,贯穿于规划、设计、部品部件生产加工、施工安装、运行维护等环节。

6.5.1.3 应优先选用绿色环保的新材料、新技术、新工艺、新设备。应选用耐腐蚀、寿命长、降噪性能好、易于安装和更换的管材和管件，以及高性能的部件设备。

6.5.1.4 设备与管线系统应采用获得绿色安全等方面产品认证的工业化部品部件。

6.5.1.5 设计文件中应包含电气、给排水、暖通、智能化等专业的专项说明，主要包括设备专业区域的管线布置方式，管线集成的设计方案，设备管线洞口较大时的加强要求，管线与预制构件的关系，采用管线分离的部位等。

6.5.1.6 设备与管线系统宜与主体结构相分离，减少主体结构内管线不见得预留预埋，应方便维修更换，且在维修更换时应不影响主体结构安全。

- a) 机电系统的管线及设备不宜直接埋于预制构件及叠合楼板的现浇层。当条件受限管线必须暗埋或穿越时，横向布置的管道及设备应结合建筑垫层进行设计，也可在预制构件内预留孔、洞或套管；竖向布置的管道及设备需在预制构件中预留沟、槽、孔洞或套管。
- b) 建筑内的给水总立管、雨水立管、消防立管、电气和智能化干线（管）、公共功能的阀门和电气设备以及用于总体调节和检修的部件，宜统一集中设置在建筑公共部位的独立的管道井内。

6.5.1.7 设备与管线应遵循标准化设计原则，并应符合下列规定：

- a) 设备选型及管线设计应在满足使用功能前提下，实现标准化、系列化、模块化，设备管线系统的部品部件应采用标准化、系列化尺寸，满足通用性及互换性要求；
- b) 设备与管线设计应符合模数协调要求，便于工业化建筑的部品部件进行工业化生产和装配；
- c) 设备与管线系统部品与配管连接、配管与主管网连接、部品之间连接的接口应标准化，方便维护与更新；
- d) 设备与管线系统的公共部分与套内部分应界限清晰，专用配管和共用配管的结合部位和公用配管的阀门部位检修口宜采用标准尺寸；
- e) 集成厨房、集成卫生间的管道应在预留的安装空间内敷设，与外围护系统、内装部品相关时，其位置尺寸应标准化，当采用整体厨房、整体卫浴时，油烟管、排风管、燃气热水器排烟管等管线应与产品相配套，且应在管道预留的接口连接处设置检修口；
- f) 设备管线需要在预制构件上预留预埋孔洞、套管、管槽、预埋件时，应尽量统一定位尺寸，减少预制构件的种类；

6.5.1.8 预制构件加工图纸应全面准确反映机电设备管线预埋、预留的种类与定位尺寸。预留预埋应在预制构件厂内完成，并进行质量验收。

6.5.1.9 预留、预埋应符合下列规定：

- a) 设备及其管线和预留孔洞（管道井）设计应做到构配件规格化和模数化，符合工业化建筑的整体要求；
- b) 预制构件上预留的孔洞、套管、压槽应选择在对构件受力影响最小的部位；
- c) 预制构件上预埋套管预留孔洞时，位置应避开结构的钢筋；
- d) 管道及其预留预埋套管、孔洞的防水、防火、隔声措施应满足相关规定。

6.5.1.10 机电设备敷设管道应有牢固的支、吊架和防晃措施。

6.5.2 给排水

6.5.2.1 给水管道设计应符合下列规定：

- a) 给水立管应设置于管井或沿墙敷设在管槽内；
- b) 埋设在楼板建筑垫层内或沿预制墙板敷设在管槽内的管道，因受垫层厚度或预制墙板钢筋保护层厚限制，一般外径宜不大于 25 mm；
- c) 给水立管与部品水平管道的接口宜设置内螺纹活接连接；
- d) 给水管道接口应选用便于安装、拆卸、更换的接头方式。

6.5.2.2 工业化建筑宜采用同层排水设计，并结合房间净高、楼板跨度、设备管线等因素确定降板范围。

6.5.2.3 整体卫浴、整体厨房的给排水管道设计应符合下列规定：

- a) 标准整体卫浴、整体厨房的同层排水管道和给水管均应在设计预留的安装空间内敷设，同时预留和明示与外部管连接口的位置；
- b) 整体卫浴排水总管接口管径应为 DN100，整体厨房排水管接口管径宜为 DN75；
- c) 整体卫浴给水总管预留接口宜在整体卫浴顶部贴土建顶板下敷设。

6.5.3 空调和通风

6.5.3.1 空调与供暖方式及设备的选择，应充分考虑节能、环保、安装及后期检修维护的便利性因素。

6.5.3.2 通风空调系统及管线设计应符合下列规定：

- a) 当不采用集中空调系统时，有考虑空调房间应设置预留安装空调设施的位置和条件；
- b) 考虑空调的房间外墙应预埋空调器冷媒管、凝水管排出的套管，孔洞位置应考虑模数，其高度、位置应根据空调室内机的形式及室外机位置确定。

6.5.3.3 标准化接口应符合下列规定：

- a) 当采用成品通风道时，应选择与其配套的功能部件（如阀体，排气道及风帽等），在每层楼板预留安装风道孔洞，各楼层的排气道接口应与所选用的排气道形式一致；
- b) 管道穿越预制墙体时应预留孔洞或预埋套管，穿越预制楼板的管道应预留孔洞或预埋套管，穿越预制梁的管道应预留钢套管，其套管的规格应比管道管径大 1~2 号。

6.5.4 电气和智能化

6.5.4.1 工业化建筑电气系统应安全可靠、节能环保、设备布置整体美观。

6.5.4.2 设置在预制构件上的家居配电箱、家居配线箱和控制器应做到布置合理，定位准确。

6.5.4.3 设置在预制构件上的终端配电箱、开关、插座及其必要的接线盒、连接管等均应进行预留预埋，并应采取有效措施满足隔声及防火要求。

6.5.4.4 设置在预制构件上的照明灯具和插座等部品应满足使用需求，并精确定位；灯具和插座的接线盒在预制构件上的预留位置应不影响结构安全。

6.5.4.5 电气、智能化主干线应集中设在共用部位，便于维修维护。

6.5.4.6 防雷设计应优先利用建筑物现浇混凝土内钢筋作为防雷装置。当无现浇混凝土内钢筋用作防雷引下线时，宜采用预制柱或预制剪力墙内预留专用导体方式，上下层电气贯通满足防雷设计要求。有防雷要求的预制构件应与主体结构进行等电位联结。

6.5.4.7 集成厨房、集成卫生间应设置单独配电线路。集成卫生间内的金属构件应在内部完成等电位联结，并标示和外部联结的接口位置。

6.5.4.8 电气及智能化管线在叠合楼板内敷设应进行标准化设计，并符合下列规定：

- a) 沿叠合楼板现浇层暗埋的电气及智能化管线，应在预制楼板灯位处预埋深型接线盒；
- b) 当沿叠合楼板、预制墙体预埋的接线盒及其管路与现浇相应电气管路连接时，应在墙面与楼板交接位置的墙面预埋接线盒或接线空间；
- c) 敷设在垫层的线缆保护套管最大外径应不大于垫层厚度的 1/2，暗敷线缆保护导管的外护层厚度不应小于 15 mm，消防设备线缆保护导管暗敷时，外护层厚度应不小于 30 mm。

6.5.4.9 智能化系统应系统集成设计，并选用配套的集成化部品部件。

6.5.4.10 标准化接口应符合下列规定：

- a) 当工业化建筑中采用金属槽盒敷设线缆时，金属槽盒间的连接以及转弯、分支处宜采用专用连接配件接口，宜采用快速插接方式；

- b) 工业化建筑防雷引下线的接口设计上段预制柱内作为防雷引下线的主筋应向下延伸至下段预制柱内，与下段预制柱作为防雷引下线的主筋进行可靠电气连接，预制柱内作为防雷引下线的主钢筋应与作为接地极的基础钢筋可靠电气联结，靠近联结处宜设操作手孔，手孔尺寸宜为 200 mm×200 mm（宽×高）。

6.5.5 燃气

- 6.5.5.1 燃气系统管道设计应与工业化建筑协同设计，室外燃气立管宜沿外墙设置，燃气管道穿越预制墙板、楼板等结构预制构件处应预留孔洞或预埋钢套管。
- 6.5.5.2 当燃气表或燃气管设置在整体收纳橱柜内时，橱柜应独立设置。橱柜应具有自然通风和便于安装和检修的功能。
- 6.5.5.3 设于阳台的燃气热水器应选用室外防风型，设于厨房的燃气热水器应选用强制给排气型。
- 6.5.5.4 燃气热水器的烟气应排至室外，如穿越预制外墙时，应预留排至室外的专用排气孔洞。

6.6 内装系统

6.6.1 基本要求

- 6.6.1.1 工业化建筑宜采用装配式内装修，设计应综合考虑生产、施工及管理需求。

注：装配式内装修包括采用非砌筑隔墙、干法施工的楼（地）面、吊顶以及墙面干法饰面等装配式内装技术。通过一体化设计、工厂化生产的方式，使内装部品模块化、系列化，并在现场采用干式工法进行组合安装的装修建造方式。装配式内装修遵循管线分离、装饰与主体构件分离的原则，运用集成一体化设计方法和干式工法安装方式，统筹隔墙和墙面系统、天花吊顶系统、楼地面系统、收纳系统、厨房系统、卫生间系统、内门窗系统、设备和管线等系统。

- 6.6.1.2 装配式内装修应与建筑、结构、机电、暖通、消防、燃气、智能化等各专业进行同步协同设计，使室内空间功能、界面处理、管线布局更为协调合理。设计文件应明确内装部品的选型和关键技术参数。
- 6.6.1.3 装配式内装修宜采用可循环利用的绿色节能环保材料，选用符合产业发展方向的新技术、新工艺和新材料，严禁采用国家及本市明令禁止使用和淘汰的材料及设备。
- 6.6.1.4 装配式内装修部品及构造选型应符合国家现行有关抗震、防火、防水、防潮、隔声、环境保护、卫生防疫、无障碍等标准的规定。
- 6.6.1.5 装配式内装修设计应遵循模数化原则，对建筑模数和部品模数进行协调，应符合 GB/T 50002 的规定。
- 6.6.1.6 装配式内装修设计应采用填充体与主体结构分离的方式，实现空间可变性，满足适老等多样化的居住使用需求。
- 6.6.1.7 装配式内装修设计宜要求采用干式工法可逆安装方式，在保证安全的前提下方便安装、拆卸、更换、维修。
- 6.6.1.8 装配式内装修设计应充分考虑与土建结构安装误差的协调。装配式内装修部品应采用工厂化生产，应避免现场切割和二次开料，设计文件应包括装修完成面尺寸、装修构造尺寸、公差尺寸和土建工程容错尺寸等。

6.6.2 天花吊顶

- 6.6.2.1 吊顶应采用快装式集成吊顶系统，并与管线设置一体化考虑。
- 6.6.2.2 吊顶宜采用金属龙骨，饰面板应采用防火、防潮、防蛀和耐久的成品，宜选用防火纸面石膏板、纤维增强硅酸钙板、纤维增强水泥板、预铸式纤维加强石膏、金属天花等符合环保、防火、防潮和防虫防蛀要求的板材。

6.6.2.3 主龙骨排布应与空调风口、灯具、检修口设备的位置协同设计，吊顶周边应设计收边龙骨，并应预留合适的容差间隙。

6.6.2.4 吊顶宜集成机电末端设备。

6.6.2.5 吊顶承载力应满足相关规范及使用要求，连接构造应稳定、牢固。

6.6.2.6 吊顶内部与楼板底之间有防火要求的连通空间应设计分隔，分隔与楼板、梁、墙、柱之间以及所有穿过分隔的设备管线的缝隙都应采取防火封堵措施。

6.6.3 内墙装饰与管线

6.6.3.1 套内空间应选用非砌筑免抹灰内隔墙，当隔墙有饰面的需求时，宜采用集成饰面层的装配式隔墙。

6.6.3.2 装配式隔墙宜采用与结构、设备管线、饰面层等一体化设计，并与门窗、楼地面、吊顶、家具与收纳等协同。

6.6.3.3 装配式隔墙宜采用龙骨隔墙或轻质条板隔墙，隔墙与主体结构宜采用可分离方式。

6.6.3.4 隔墙部品设计应符合抗震、防火、防水、防潮、隔声和保温等国家现行相关标准的规定，并满足生产、运输和安装等要求。

6.6.3.5 龙骨隔墙应符合下列规定：

- a) 隔墙上固定或吊挂重物时，应采用专用配件、加强背板或在竖向龙骨上预设固定挂点等可靠固定方式；
- b) 龙骨布置应满足墙体强度的要求，高度超过 4 m 的隔墙，龙骨强度应进行验算，并采取必要的加强措施；
- c) 门窗洞口、墙体转角连接处等部位应加设龙骨进行加强处理；
- d) 饰面板与龙骨之间宜采用机械连接设计。

6.6.3.6 轻质条板隔墙应符合下列规定：

- a) 应根据建筑使用功能和条板隔墙的使用部位，选择单层条板隔墙或双层条板隔墙，厚度小于 60 mm 的条板不应用于单层隔墙；

注1：对于防火隔声要求不高，层高3 m以下部位，在增加骨架或其它辅助构造时60 mm以下厚度的条板也可采用。

- a) 单层条板隔墙用作分户墙时，其厚度不应小于 120 mm；用作户内分室隔墙时，其厚度不应小于 90 mm；
- b) 当条板隔墙需吊挂重物和设备时，不应单点固定，并应采取加固措施，固定点间距应大于 300 mm，用作固定和加固的预埋件和锚固件，均应作防腐或防锈处理。

6.6.3.7 装配式隔墙宜采用集成饰面层或墙面装饰挂板，饰面层或墙面装饰挂板优先在工厂内完成，不宜采用现场湿作业工法。装配式隔墙与墙面应进行一体化设计，工厂化定制生产，宜在现场以干式连接方式进行集成，可在工厂进行集成。

6.6.3.8 在内保温材料的墙体上需悬挂或固定物品时，或采用非砌筑隔墙及墙面干法饰面技术时，应在墙体上设有锚固或加固措施。装配式墙面宜提供小型吊挂物的固定方式。

6.6.3.9 有防水要求的轻质隔墙，应采用防水防潮措施，宜设置混凝土条形墙垫，且应作泛水处理。在防水防潮的区域，应在装配式墙体的底部设置强度不低于 C20，高度不小于 200 mm 的混凝土反坎作为挡水垫墙，且垫墙顶部高于楼地面完成面宜不小于 100 mm。装配式墙体应设防水层，防水层高度不低于 1800 mm，防水设计应符合 JGJ 298 的相关规定。

6.6.3.10 装配式隔墙与墙面应进行一体化设计，隔墙自带饰面层的宜在工厂内完成并在现场装配，隔墙与装饰墙面在现场集成的，宜采用挂装、卡条固定、薄贴和螺钉固定等干式工法连接方式。

6.6.3.11 装配式墙面设计应遵循“少规格，多组合”原则，分格尺寸和模块组合应能满足装修整体效果，宜与原材料的规格尺寸协调，降低材料消耗。

注2：目前市场上常用的墙面挂板基材有纤维增强水泥板、高强纸面石膏板、防火木质人造板、蜂窝铝板等，墙面

分割线有采用300 mm、600 mm、1000 mm及1200 mm等标准尺寸。

6.6.4 干式工法楼地面

6.6.4.1 地面应采用平整、耐磨、抗污染、耐腐蚀的材料。厨房、卫生间的楼地面材料还应具有防水、防滑等性能。

6.6.4.2 有防水要求的地面，应设置高度为5 mm~15 mm的挡水门槛。

6.6.4.3 装配式楼地面宜采用由可调节支撑、基层衬板和饰面材料组成的架空体系，架空楼地面应符合下列规定：

- a) 架空层高度应根据管线交叉情况进行计算，并结合管线排布进行综合设计。
- b) 楼地面承载力应满足相关规范及建筑功能使用要求，连接构造应稳定、牢固。放置重物的部位应采用加强措施。
- c) 楼地面系统宜独立设置，与周边墙体宜采用柔性连接。
- d) 楼地面系统宜采取隔声减振措施，并符合现行国家、行业、地方标准的相关规定。

6.6.5 集成厨房

6.6.5.1 集成厨房部件和接口应采用标准化设计，并与结构系统、围护系统、设备与管线系统协同。

6.6.5.2 厨房家具及设备应与顶棚、墙面、地面等集成设计，且应满足厨房设施设备点位接口预留要求。

6.6.5.3 厨房家具及设备与墙体连接时应满足承载力要求，与内隔墙连接时应采取加强构造措施。

6.6.5.4 集成厨房墙面应满足防水防渗的要求，墙面与家具连接部位应采取有效的密封措施，宜选用防霉密封胶。

6.6.5.5 天花、家具应采用防火、防水、防潮、耐腐蚀、耐高温、易清洁的环保材料。

6.6.5.6 集成厨房排烟、通风、空调系统设计应符合防异味、防潮、防菌、防高温等相关标准的规定，电气及燃气系统的布置应符合安全要求。为减少地面敷设管线层厚度，管道应不交叉敷设，且宜将交叉点隐藏在橱柜、洗涤柜等部品后面；厨房排水宜与厨房装修配合，排水横管可隐藏于橱柜内。

6.6.6 集成卫生间

6.6.6.1 集成卫生间部件和接口应采用标准化设计，并与结构系统、围护系统、设备与管线系统协同。

6.6.6.2 集成卫生间设计应根据模数协调及标准化设计合理安排如厕区、洗漱区、淋浴区的位置，宜采用干湿区分离设计。

6.6.6.3 集成卫生间地面应采用防滑、耐磨、易清洁、耐腐蚀的不透水材料；内墙面应采用易清洁的不透水材料；天花、家具应采用防火、防水、防潮、耐腐蚀、易清洁的环保材料。密封胶宜选用防霉密封胶。

6.6.6.4 集成卫生间墙板与建筑主体墙板间应留有空间，以确保墙板配件、管道的安装要求。

6.6.6.5 集成卫生间给水管线不应敷设在结构层内，干管和立管应敷设在吊顶、管井、管窿内，支管宜敷设在架空地面、吊顶或建筑垫层内。

6.6.6.6 集成卫生间应采用同层排水方式。卫生间建筑地面应根据集成卫生间地面的完成面高度，预留支撑及设备空间。

6.6.6.7 集成卫生间应采用可靠的防水设计，楼地面宜设置防水底盘或整体防水构造，防水盘与挡水应一体成型，墙面宜安装在底盘挡水内侧，使淋浴水顺墙面由底盘排走。

6.6.6.8 集成卫生间安装前应在建筑防水验收合格后进行。

7 生产与运输

7.1 一般规定

7.1.1 预制构件及内装部品生产单位应具备成熟的生产工艺设施和试验检测能力，应具有完善的质量管理体系、制度和质量可追溯的信息化管理系统。

注：预制构件按使用材料主要分为预制混凝土构件（简称PC预制构件）、钢结构构件及木结构构件，本章节主要阐述与PC预制构件的生产与运输内容。

7.1.2 预制构件生产前，应由工程总承包单位组织设计、施工单位对预制构件生产单位进行设计文件技术交底，明确构件生产技术要求，包括构件设计图纸、连接节点、吊点设计等技术事项。

7.1.3 预制构件宜由工程总承包组织，会同各相关方参与首件验收。

7.1.4 预制构件及内装部品生产单位应按照部品部件的特点和要求，对相关人员开展不定期的专业操作技能培训。

7.1.5 预制构件及内装部品生产和运输过程中应采取有效的成品保护措施。

7.1.6 预制构件生产过程中应按照 GB 50204 规定划分检验批，内装部品生产过程中应按照 JGJ/T 491 规定划分检验批，生产过程中都应有完整的质量验收资料。

7.1.7 预制构件及内装部品生产过程中采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，生产单位应制定专门的生产方案，应进行样品试制，经检验合格后方可实施。

7.1.8 预制构件及内装部品生产单位应建立每个部品部件的全生产周期电子台账，并应记录部品部件的型号、规格、尺寸、材料、生产日期、出厂日期等信息。

7.1.9 预制构件及内装部品生产和安装过程中，可采用 BIM 技术等信息化管理，并与已有模型无缝衔接。

7.2 构件生产

7.2.1 原材料

7.2.1.1 预制构件生产用原材料性能应符合国家和地方现行有关标准的要求，并应进行进厂检验和第三方检验。

7.2.1.2 预制构件生产用原材料检验时的检验批划分应符合下列规定：

- a) 预制构件生产单位将采购的同一厂家同批次材料、配件及半成品用于生产不同工程的预制构件时，可统一划分检验批；
- b) 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有关规定扩大一倍，扩大检验批后的检验中出现不合格情况时，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应再次扩大检验批容量；
- c) 预制构件生产单位的原材料检验报告应在构件生产单位存档保留以备查阅，统一划分检验批的原材料报告复印件加盖构件生产单位公章后适用于采用该批次原材料的所有工程。

7.2.1.3 同一工程相同部位的预制构件，宜使用同一品牌、同一规格的原材料。

7.2.1.4 预制构件用混凝土及配合比设计应有质量检验记录，脱模、起吊、出厂时混凝土强度应满足设计要求。

7.2.1.5 生产预应力预制构件所用的预应力筋锚具、夹具和连接器应符合 JGJ 85 的有关规定。

7.2.1.6 预制构件吊装专用预埋吊件可采用 HPB300 级热轧钢筋或 Q235B 级及以上钢材制作，也可采用专用商品预埋吊件，严禁使用冷加工钢筋制作。

7.2.1.7 灌浆套筒生产单位应提供符合现行标准的检验报告，预制构件生产单位应对钢筋套筒进行进场检测。

7.2.2 模具设计与组装

- 7.2.2.1 预制构件生产单位应根据生产工艺、产品类型、供货周期等制定模具方案，应建立健全模具验收、使用、维护保养等制度。
- 7.2.2.2 预制构件生产用模具应符合以下规定：
- 模具应满足混凝土浇筑、脱模、翻转、起吊时刚度和稳定性要求，并应便于清理和涂刷脱模剂；
 - 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；
 - 应定期检查侧模、预埋件和预留孔洞定位措施的有效性；
 - 应定期校准模具底台的水平度，并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。
- 7.2.2.3 预制构件生产用模具设计应符合以下规定：
- 模具应按照预制构件特征进行设计；
 - 模具设计应考虑预制构件预埋件、预留孔洞、插筋、弯折筋等定位要求；
 - 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；
 - 模具设计应考虑模数化、标准化、系列化要求，便于组装成多种尺寸形状；
 - 同类型构件模具设计宜考虑相似构件共模；
 - 用于固定模台生产的模具宜设计调平装置。
- 7.2.2.4 预制构件生产用模具组装应符合以下规定：
- 宜采用多种模数化、标准化、系列化模具完成构件模具组装；
 - 模具应装拆方便，宜采用螺栓连接、销钉连接等连接方式，并应满足预制构件质量、生产工艺和周转次数等要求；
 - 模具各部件之间应连接牢固，接缝应紧密，附带的埋件或工装应定位准确；
 - 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，且应不沾污钢筋，应不影响预制构件外观质量；
 - 模具组装完毕后表面不应有明显划痕、生锈、氧化层脱落等现象；
 - 模具与模台间应通过可靠方式固定。
- 7.2.2.5 除设计有特殊要求外，组装完成后的墙板类预制构件模具尺寸允许偏差应符合表 6 的要求。

表 6 预制构件模具组装尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	≤6m	1, -2	激光测距仪或钢尺四边测量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
		>6m 且 ≥12m	2, -4	
		>12m	3, -5	
2	宽度、高(厚) 度	墙板	1, -2	用尺测量两端和中部，取其中偏差绝对值较大处
其他构件		2, -4		
4	底模表面平整度		2	靠尺和塞尺测量
5	对角线差值		3	用尺测量对角线
6	侧向弯曲		L/1500, 且 ≤5	拉线，钢角尺测量侧向弯曲最大处
7	翘曲		L/1500	对角拉线测量交点间距离的 2 倍
8	组装缝隙		1	用塞尺或塞片测量，取最大值
9	端模与侧模高低差		1	钢尺测量

注：L为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸 (mm)。

7.2.2.6 预制构件上的预埋件和预留孔洞应通过模具工装进行定位，并安装牢固，其安装偏差应符合表7的规定。

表7 模具上预埋件、预留孔洞安装允许偏差和检验方法

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋钢板、建筑幕墙 用槽式预埋组件	中心位置	3	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 钢尺或塞尺检查
		平面高差	±2	
2	预埋管、电线盒、电线管水平或垂直方向的中线位置偏移、浆锚搭接预留孔（或波纹管）		2	用尺量两个方向的中心线位置，取其中较大值
3	插筋	中心位置	3	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 用尺测量
		外露长度	+10, 0	
4	吊环	中心位置	3	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 用尺测量
		外露长度	0, -5	
5	预埋螺栓	中心位置	2	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 用尺测量
		外露长度	+5, 0	
6	预埋螺母	中心位置	2	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 钢尺或塞尺检查
		平面高差	±1	
7	预留洞	中心线位置	3	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 用尺量纵横两个方向尺寸，取其中较大值
		尺寸	+3, 0	
8	预留钢筋	连接钢筋中心位置	1	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 用尺测量
		连接钢筋外露长度	+5, 0	

7.2.2.7 预制构件中预埋门窗框时，应在模具上设置限位装置进行固定，并应逐件检验。门窗框安装偏差和检验方法应符合表8的规定。

表8 门窗框安装允许偏差和检验方法

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	锚固脚片	中心线位置	5	钢尺检查
		外露长度	+5, 0	
2	门窗框位置		2	钢尺检查
3	门窗框高、宽		±2	钢尺检查
4	门窗框对角线		±2	钢尺检查
5	门窗框平整度		2	靠尺检查

7.2.3 钢筋及预埋件安装

7.2.3.1 钢筋宜采用自动化机械设备加工。

7.2.3.2 预制混凝土墙板可采用机器绑扎或焊接钢筋网，钢筋网表面不应有影响使用的缺陷。

7.2.3.3 钢筋半成品、钢筋网片、钢筋骨架、桁架钢筋、型钢和钢板带、保温连接件应检查合格后方可用于构件生产，并应符合下列规定：

- a) 钢筋表面应无油污、无腐蚀，钢筋焊点无裂纹或烧伤等缺陷，焊点脱焊、漏焊的数量不应超过5%，且相邻焊点无脱焊、漏焊，同一批次半成品抽样比例不低于10%，且不少于3件，对于焊接不合格的，应修整合格后再次送检，并全检；
- b) 钢筋网片和钢筋骨架宜采用专用吊架进行吊运；
- c) 钢筋成品的尺寸应准确，宜采用专用成型架绑扎成型；
- d) 钢筋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，钢筋绑扎丝甩扣弯向构件内侧。

7.2.3.4 预制构件的钢筋、预埋件、预应力筋及灌浆套筒等入模安装固定后，应进行隐蔽工程质量检查，对于预留孔洞及预埋件应以模板为定位基准或固定在模板上，检查合格后方可进行下一道生产工序。

注：进行隐蔽工程质量检查时，对于预制构件外露钢筋区分为普通搭接钢筋、闭合环筋、开口箍筋、灌浆套筒连接的主筋、弯曲梁主筋等。

7.2.3.5 预制构件中钢筋及预埋件的连接方式应根据设计要求和施工条件选用，并应符合下列规定：

- a) 钢筋焊接接头、机械连接接头和套筒灌浆连接接头均应进行工艺检验，试验结果合格后方可用于预制构件生产；
- b) 螺纹接头（含半灌浆套筒连接接头）应使用专用扭力扳手拧紧至规定扭力值；
- c) 钢筋焊接接头和机械连接接头应全数检查外观质量。

7.2.3.6 钢筋成型的质量检验应符合下列规定：

- a) 钢筋焊接接头及钢筋制品的焊接性能应按批进行抽样检验，应取得焊接试件检验报告，检验结果应符合 GB 50204 的规定；
- b) 钢筋采用机械连接时，应按 GB 50204 规定选取检验数量进行检验，应取得检查质量证明文件、施工记录及平行加工试件的检验报告，检验结果应符合 GB 50204 的规定；
- c) 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其允许偏差应分别符合表 9、表 10 的规定。

表 9 钢筋成品的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
钢筋网片	长、宽	±5	钢尺检查
	网眼尺寸	±10	钢尺量连续三挡，取最大值
	对角线	5	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
钢筋骨架	长	0, -5	钢尺检查
	宽	±5	钢尺检查
	高(厚)	±5	钢尺检查
	主筋间距	±10	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	主筋排距	±5	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	箍筋间距	±10	钢尺量连续三挡，取最大值
	弯起点位置	15	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
	保护层	柱、梁	±5
板、墙		±3	钢尺检查

表 10 桁架钢筋尺寸允许偏差

项次	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	总长度的 $\pm 0.3\%$ ，且不超过 ± 10	钢尺检查
2	高度	-3, +1	钢尺连续检查三档，取偏差最大值
3	宽度	± 5	钢尺检查
4	扭翘	≤ 5	钢尺检查

7.2.3.7 预埋件的质量检验应符合下列规定：

- a) 预埋件用钢材及焊条的性能应符合设计要求，永久受力预埋件用钢材应做原材抽样复检，焊缝施工质量及验收应满足设计要求及 GB 50205 的规定；
- b) 预埋件加工尺寸偏差质量应符合现行相关标准的规定，每一工作班检验次数不少于 1 次，以同一设备加工的同一类型预埋件为一批，每批随机抽检数量不少于 3 件。

7.2.3.8 灌浆套筒预埋时，应采取可靠措施将灌浆套筒、伸出钢筋与模具紧密固定，并应精确控制套筒中心线位置、插入钢筋长度及其相应偏差。

7.2.3.9 钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接的预制构件连接钢筋应满足设计要求。当设计无具体要求时，应保证主要受力构件和构件中主要受力方向的钢筋位置，并应符合下列规定：

- a) 灌浆套筒接头的连接钢筋应采用专用模具进行定位，并应采用可靠的固定措施控制外露长度、位置和顺直度满足设计要求；
- b) 连接钢筋中心位置存在偏差时，可采用钢套管等方式进行调整；
- c) 应采用可靠的保护措施，确保混凝土浇筑时不污染连接钢筋。

7.2.4 混凝土及构件成型

7.2.4.1 预制墙板、叠合楼板宜采用流水线方式生产，预制混凝土叠合墙板宜采用自动化钢模台翻转装置成型。

7.2.4.2 预制墙板、叠合楼板宜采用机械振捣方式成型。

7.2.4.3 混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机搅拌，并具有生产数据逐盘记录和实时查询功能。

7.2.4.4 带面砖或石材饰面的预制构件宜采用反打一次成型工艺制作。

7.2.4.5 带保温材料的预制构件宜采用水平浇筑方式成型。

7.2.4.6 预制构件浇筑混凝土前应逐件进行隐蔽项目检查。隐蔽项目检查结果应符合设计要求和国家现行有关标准的规定后方可浇注混凝土。隐蔽项目检查包括下列内容：

- a) 钢筋的牌号、规格、数量、位置和间距；
- b) 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；
- c) 箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- d) 钢筋的混凝土保护层厚度；
- e) 预埋件、吊环、插筋、预留孔洞、金属波纹管、预埋线盒和管线的规格、数量、位置及固定措施；
- f) 预应力筋及其锚具、连接器和锚垫板的品种、规格、数量、位置；
- g) 预留孔道的规格、数量、位置，锚固区局部加强构造。

7.2.4.7 预制构件混凝土浇筑时应符合下列规定：

- a) 混凝土应均匀连续浇筑，投料高度宜不大于 500 mm；采用立模浇筑的应采取保证混凝土浇筑质量的措施；

- b) 混凝土浇筑时应满足相关振捣要求；
- c) 混凝土从出机到浇筑完毕的延续时间，气温高于 25℃时不宜超过 60 min，气温不高于 25℃时不宜超过 90 min。

7.2.4.8 预应力筋放张时，混凝土强度应符合设计要求，且混凝土强度不应低于设计混凝土强度等级值的 75%；采用消除应力钢丝或钢绞线作为预应力筋的先张法构件，尚不应低于 30 MPa。

7.2.5 表面处理、标识及成品保护

7.2.5.1 预制构件的结合面应符合设计要求，其表面处理应符合下列规定：

- a) 采用后浇混凝土或砂浆、灌浆料连接的预制构件结合面，宜在模具设计时考虑粗糙面处理，设计无具体要求时，宜进行拉毛、凿毛或使用带花纹模具处理，也可采用露骨料粗糙面；
- b) 粗糙面的面积宜不小于结合面的 80%，叠合楼板的粗糙面凹凸深度应不小于 4 mm，预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度应不小于 6 mm；
- c) 无装饰预制构件脱模后若表面存在蜂窝麻面、裂缝、气泡等缺损时，应进行修复处理；
- d) 有装饰预制构件脱模后若表面存在蜂窝麻面、裂缝、气泡等缺损时，当缺损影响构件装饰做法时，应进行修复处理。

7.2.5.2 预制构件应进行产品标识，并应符合下列规定：

- a) 预制构件脱模后应在其表面醒目位置，按构件设计制作图要求对每件构件进行编码，预制构件编码系统应包括构件型号、使用部位、外观、生产日期、生产批次；
- b) 预制构件生产单位应按照有关标准规定或合同要求，对供应的产品签发产品质量证明书，明确重要技术参数；
- c) 预制构件经初检及终检均合格的预制构件出厂前，其表面应有项目名称、构件编号、吊装标识、生产单位、制作日期、安装方向、重心位置等标识，标识宜通过二维码或芯片记录。

7.2.5.3 预制构件成品保护应符合下列规定：

- a) 预制构件脱模时，混凝土抗压强度应根据设计确定，并不低于 15 MPa；
- b) 预制构件转运过程中不应发生碰撞，且应在刚性搁置点处设置柔性垫片；
- c) 外墙门框、窗框和带外饰装饰材料的表面宜采用塑料贴膜或者其他防护措施；
- d) 预制构件成品外露保温板应采取防止开裂措施，外露钢筋应采取防弯折措施，外露预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈；
- e) 预制构件超薄、薄壁及门洞口宜设置木方或型钢进行加固；
- f) 宜采取保证吊装预埋螺栓孔清洁的措施；
- g) 钢筋连接套筒、钢筋连接套管及预埋孔洞宜采取防止堵塞的临时封堵措施；
- h) 当采用反打面砖、反打石材，或者清水混凝土饰面时，预制构件在出厂前应对表面进行覆膜防护，对于边角等易损部位应做硬质包角防护；
- i) 现场预制混凝土构件存放处 2 m 内不应进行电焊、气焊作业。

7.3 构件堆放与运输

7.3.1 预制构件生产单位应根据厂区场地及设备条件、构件特点等制定堆放与运输方案，并应符合下列规定：

- a) 应针对预制构件的特点和堆场实际情况制定存放方案，预制构件堆放期间应确保安全完好；
- b) 预制构件的存放场地宜为混凝土硬化地面或经人工处理的自然地坪，满足平整度和地基承载力要求，并应有排水措施，存放间距应满足通行需求；
- c) 预制构件应按照产品品种、规格型号、检验状态分类存放，产品标识应明确、耐久，预埋吊件应朝上，标识应向外；

- d) 预制构件应按吊装、存放的受力特征选择卡具、索具、托架等吊装和固定措施，卡具、索具、托架应定期检查；
 - e) 吊索水平夹角宜不小于 60° ，且应不小于 45° ；
 - f) 吊装大型构件、薄壁构件或形状复杂的构件时，应使用分配梁或分配桁架类吊具，并应采取避免构件变形和损伤的临时加固措施；
 - g) 宜结合预制构件特点开展立体堆放。
- 7.3.2 预制柱堆放应符合下列规定：
- a) 预制柱宜采用水平叠放的方式进行堆放；
 - b) 预制柱两端至柱端 200 mm 及跨中位置均设置垫木，且间距不大于 1.5 m；
 - c) 预制柱叠放高度或叠放层数应以确保构件不受损伤为准，柱与柱之间宜采用 100 mm×100 mm 木方隔离。
- 7.3.3 预制墙板堆放应符合下列规定：
- a) 预制外墙板宜采用专用支架直立存放，吊装点朝上放置，支架应有足够的强度和刚度；
 - b) L 型墙板宜采用插放架存放，在墙板的底部宜通长布置长宽高为 200 mm×100 mm×100 mm 的木方，木方布置应避开反坎，墙板与插放架空隙部分应用木方插销填塞；
 - c) 一字型墙板宜采用联排堆放，在墙板的底部宜通长布置长宽高为 200 mm×100 mm×100 mm 的木方，木方布置应避开反坎，通过调节上方螺杆固定墙板；
 - d) 预制飘窗应采用专用存放架竖直放置，在飘窗窗顶及窗底均应设置支撑架，支撑架与构件接触面要增加胶垫片，避免对构件产生磨损及损坏。
- 7.3.4 叠合楼板堆放应符合下列规定：
- a) 多层码垛存放构件，层与层之间应垫平，各层垫块或木方应上下对齐，垫块或木方尺寸宜为 200 mm×100 mm×100 mm；
 - b) 垫木放置在桁架侧边、板两端至板端 200 mm 及跨中位置均应设置垫木且间距不大于 1.6 m，垫木长、宽、高均宜不小于 100 mm，底层支垫应通长设置，并应采取防止堆垛倾覆的措施；
 - c) 采取多点支垫时，应避免边缘支垫低于中间支垫；
 - d) 叠放高度或叠放层数应以确保构件不受损伤为准；
 - e) 每垛之间纵向间距应不小于 500 mm，横向间距应不小于 600 mm。
- 7.3.5 空调板堆放应符合下列规定：
- a) 预制空调板叠放时，层与层之间应垫平，各层垫块或木方应放置在靠近起吊点里侧，应上下对齐分别放置四块，底层支垫应通长设置，垫块或木方尺寸宜为 200 mm×100 mm×100 mm；
 - b) 叠放高度或叠放层数应以确保构件不受损伤为准；
 - c) 标识应放置在正面，伸出的锚固钢筋应放置在通道外侧，两垛之间将伸出锚固钢筋一端对立而放，其伸出锚固钢筋一端间距应不小于 600 mm，另一端间距应不小于 400 mm。
- 7.3.6 叠合梁堆放应符合下列规定：
- a) 在叠合梁堆放底层起吊点对应位置处宜通长垂直设置宽度 100 mm 的方木，应将叠合梁后浇层朝上并整齐放置，各层之间在起吊点的正下方宜放置宽度为 50 mm 通长方木，方木高度不小于 200 mm；
 - b) 层与层之间垫平，各层方木应上下对齐，堆放高度宜不大于 2 层，叠放高度或叠放层数应以确保构件不受损伤为准；
 - c) 每垛构件之间的间距在伸出锚固钢筋端应不小于 600 mm，另一端应不小于 400 mm。
- 7.3.7 预制楼梯堆放应符合下列规定：
- a) 楼梯应正面朝上，在楼梯安装点对应的底层采用宽度 100 mm 的方木通长垂直设置；
 - b) 同种规格楼梯应依次向上叠放，层与层之间应垫平，各层垫块或方木应放置在起吊点的正下方，堆放高度宜不大于 4 层，叠放高度或叠放层数应以确保构件不受损伤为准；

- c) 方木宜选用长宽高为 200 mm×100 mm×100 mm，每层放置四块，并上下对齐垂直放置两层方木；
- d) 每垛构件之间，其纵横向间距应不小于 400 mm。
- 7.3.8 预制构件运输应符合以下规定：
- a) 预制构件运输应符合《超限运输车辆行驶公路管理规定》（交通运输部令 2016 年第 62 号），并综合考虑限长、限宽、限高、限重及限时等因素；
- b) 应根据预制构件种类采取可靠的固定措施；
- c) 对于超高、超宽、形状特殊的大型预制构件的运输和存放应制定专门的质量安全保证措施；
- d) 构件抗弯能力较差时，应设抗弯拉索，拉索和捆扎点应通过计算确定；
- e) 临时加长车身时，在车身上排列数根超过车身长度的型钢或木方，使之与车身连接牢固，装车时将构件支点置于其上，使支点超出车身，超出的长度由计算确定。
- 7.3.9 预制构件运输时，应根据构件类型采用不同形式的运输方式，并应符合下列规定：
- a) 预制柱及叠合梁运输宜采用水平单层放置，两个构件交界处应采用 5 mm 厚木板进行隔离，构件与构件间应保持紧靠；
- b) 预制墙板运输宜采用双 A 存放架靠放，外饰面层应朝外，特殊尺寸的需根据其特征配置专用运输架；
- c) 预制飘窗运输应采用专用运输架竖直放置，使用绑带加固稳定，两个飘窗顶部使用拉结杆进行加固，运输架与构件接触面应设置胶垫片；
- d) 叠合楼板运输应采用叠层平放，叠合楼板之间用垫木隔离，垫木应上下对齐，垫木长、宽、高均宜不小于 100 mm，板两端至板端 200 mm 及跨中位置均设置垫木且间距不大于 1.6 m，码放层数应以确保构件不受损伤为准，叠合楼板在支点处应绑扎牢固，防止构件移动或跳动，在底板的边部或与绳索接触处的混凝土应采用衬垫加以保护；
- e) 预制楼梯运输应采用叠层平放，预制楼梯之间用垫木隔离，垫木应上下对齐，垫木长、宽、高均宜不小于 100 mm，底层垫木应通长设置，码放层数应以确保构件不受损伤为准，预制楼梯在支点处应绑扎牢固，防止构件移动，在楼梯的边部或与绳索接触处的混凝土应采用衬垫加以保护；
- f) 预制阳台运输应采用单层平放，预制阳台梁底宜采用 200 mm×100 mm×100 mm 的木方作为支撑物，板底应采用支撑架辅助支撑，并宜采取绳索绑扎、加设衬垫等有效防止构件损坏的措施，防止构件移动、倾倒、变形等。

7.4 构件质量验收

7.4.1 预制构件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结构性能、安装和使用功能的严重程度，可按照 DBJ/T 15-171 的规定划分为严重缺陷和一般缺陷。

7.4.2 预制构件脱模后应及时对其外观质量进行全数目测检查。预制构件外观质量不应有缺陷，对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验，对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

7.4.3 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。

7.4.4 预制构件尺寸偏差及预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋、键槽位置及粗糙面的检验方法应符合相关标准的规定，采用观察和测量检验方法进行全数检验。预制构件有粗糙面时，与预制构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可放宽至 1.5 倍。

7.4.5 面砖与混凝土的粘结强度应符合 JGJ/T 110 和 JGJ 126 的有关规定，按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。

DB4401/T 220-2023

7.4.6 预制构件采用钢筋套筒灌浆连接时，构件生产前应检查套筒型式检验报告是否合格，应进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验，并应符合 JGJ 355 的有关规定。按同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 3 个灌浆套筒制作对中连接接头试件进行检验。

7.4.7 混凝土强度应符合设计文件及国家现行有关标准的规定。按照 GB/T 50107 有关规定，根据构件生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件，取样频率应符合相关标准的规定。

7.4.8 对检验合格的预制构件，生产单位应作出合格标识并及时向使用单位出具质量证明文件；不合格的预制构件不应出厂。预制构件交付的产品质量证明文件应包括以下内容：

- a) 出厂合格证；
- b) 混凝土强度检验报告；
- c) 钢筋套筒灌浆连接等钢筋连接的型式检验报告和工艺检验报告；
- d) 合同要求的其他质量证明文件。

7.4.9 预制构件的检验资料应与产品生产同步形成、收集和整理，并在构件交付完毕后归档，其主要内容应包括：

- a) 混凝土、钢筋及受力预埋件等原材料的质量证明文件和进厂检验记录、进厂复验报告；
- b) 构件生产过程质量检验记录；
- c) 结构性能检验报告；
- d) 其他必要的试验或检验记录。

7.5 部品生产运输

7.5.1 装配式内装修部品应提高集成化、模块化、标准化程度和施工装配效率以及使用维护的便利性。

7.5.2 装配式内装修部品制造企业应建立完整的技术标准体系以及质量、职业健康安全与环境管理体系。

7.5.3 装配式内装修部品制造企业应对检验合格的部品出具合格证明文件，并应保证部品质量的可追溯性。

7.5.4 部品生产应符合下列规定：

- a) 部品生产所用原材料应符合国家现行有关产品标准的规定，具有质量合格证明文件，并按相关规定进行抽样检测，未经检验或检验不合格，不得使用；
- b) 部品的接口设计应确保安全可靠，且宜便于拆装更换；
- c) 部品应成套供应，减少现场加工作业，并应明确部品之间的接口类型、连接方式与配套部件要求；
- d) 应对标准化部品与定制部品进行优化组合设计，标准部品与定制部品应同步配套生产供应；
- e) 对于不能常年生产的部品部件，宜预留一定数量的备用产品，以备安装损耗以及维护所需；
- f) 应对部品的产品编码和生产日志存档，进行质量跟踪和追溯，定制部品应进行唯一编码。

7.5.5 部品出厂检验应符合下列规定：

- a) 部品生产企业应建立产品出厂检验制度，产品应按现行标准检验合格后方可出厂销售，生产企业不具备出厂检验能力的，应委托具有法定资质的检验机构进行出厂检验；
- b) 部品生产企业应对出厂合格产品签发产品合格证，合格证应标注产品相关信息，明确质量保证期限。

7.5.6 部品包装运输应符合下列规定：

- a) 部品包装应标识产品名称、规格型号、产地、质量等级、符合保障质量安全强制性标准的证明等内容，同批次部品应内置包装明细清单、产品说明书、作业指导说明书及产品合格证等；
- b) 配套部件应与部品同批次交付，易损、易耗零配件宜适量增配，需要专用工具进行装配时，应与部品同批次配备相应数量工具；
- c) 部品包装材料宜采用环保、不掉色、可回收循环使用的材料；

- d) 内装部品从工厂运输到施工现场，应提前制定运输计划及方案，超高、超宽、形状特殊的大型部品运输和码放应采取质量安全保证措施；
- e) 内装部品在施工现场二次搬运，应提前查勘场地条件并做预处理，确保卸载及转运工具顺利通行，垂直运输宜采用机械化工具。

8 施工与验收

8.1 一般规定

- 8.1.1 工业化建筑施工前应进行详细部署，包括塔吊选型、构件场内运输路线、构件吊运路径、吊装工人数量、吊装安全措施等。
- 8.1.2 工业化建筑施工应根据预制构件形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择吊装系统、支撑系统、防护系统及构件存放系统，并应选用技术成熟的工具式标准化定型设施，所采用的各系统工具及操作方法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。
- 8.1.3 现场施工阶段宜利用 BIM 技术进行平面布置交底、施工工序交底、吊装工况交底、复杂节点施工交底。

8.2 施工组织和管理的

- 8.2.1 工业化建筑施工项目五方责任主体应建立一体化组织架构，加强管理联动。
- 8.2.2 工业化建筑施工过程中应采取吊装旁站、工具定期维护等可靠的安全措施，并执行 JGJ 33、JGJ 80 等标准的有关规定。
- 8.2.3 工业化建筑施工过程中应严格落实质量验收制度，并执行 DBJ/T 15-171 等标准的有关规定。
- 8.2.4 工业化建筑施工宜应用智慧工地管理云平台进行一体化施工管理，围绕工程现场人员、设备、进度、安全质量、环境等关键生产要素进行集成化管理，实现参建各方现场管理数字化高效化。

8.3 施工工艺及工装

8.3.1 运输及堆场策划

- 8.3.1.1 场内运输道路及堆场应硬化处理，路面厚度及强度依据单车构件重量进行计算，且需考虑塔吊等起重设备的覆盖范围。
- 8.3.1.2 构件堆场应靠近环场道路设置，若设置在地下室顶板上需设计单位对构件堆载进行复核确认。
- 8.3.1.3 构件堆场面积应根据预制构件安装需求经计算确定，堆场存货宜大于一个标准层构件数量。

8.3.2 施工机械选择

- 8.3.2.1 起重吊装机械应根据构件重量、设备额定起重量、吊装距离、吊具重量和钢丝绳许用应力等参数确定，可采用塔式起重机、可移动式吊车等一种或多种起重吊装机械。
- 8.3.2.2 施工围护脚手架宜根据工程特点选择承插装配式脚手架、装配外挂式脚手架或附着式升降脚手架等，并应编制专项施工方案。
- 8.3.2.3 塔式起重机附墙位置宜选择现浇剪力墙、现浇结构梁等部位，并进行荷载复核。
- 8.3.2.4 不同类型的预制构件应配置相应的专用吊具。吊具可采用预埋吊环或埋置式接驳器等形式。采用专用内埋式螺母或内埋式吊杆及配套吊具时，应根据相应的产品标准和应用技术规定选用。
- 8.3.2.5 预制梁吊装宜采用定制型钢梁、预制楼板吊装宜采用定制方形吊框。当采用多点起吊时，宜加配滑轮组使得每根吊索都能均匀受力。

8.3.2.6 预制构件吊装施工作业使用的专用吊具、吊索、定型工具式支撑、支架等，应进行安全验算。预制构件吊装作业所用的安装工器具应提供产品合格证，使用前进行联合验收，使用过程中安排专人定期检查，未经联合验收或存在安全风险的不应使用。

8.3.2.7 自制、改造、修复和新购置的吊具，应按国家现行相关标准进行设计验算或试验检验，经认定合格后方可投入使用，并定期进行检查。

8.3.2.8 梁、板吊装前应在梁、板上提前将安全立杆和安全维护绳安装到位，为吊装工人佩戴安全带提供连接点。当高空作业时，应佩戴高空作业防坠器。

8.3.3 构件安装

8.3.3.1 构件定位技术，应符合下列规定：

- a) 预制外墙吊装前在墙体内侧弹出标高控制线，墙体吊装完成后应进行复测；
- b) 叠合楼板可通过调节支撑架体上的可调顶托标高来对叠合楼板的标高进行控制；
- c) 支撑体系搭设完毕后，将叠合梁直接从运输构件车辆上挂钩起吊至操作面，距离墙顶 500mm 时，停止降落，操作人员稳住叠合梁，参照下层板面上的控制线，使用铅垂定位逐步引导叠合梁缓慢降落至支撑上方，待构件稳定后，方可进行摘勾和校正；
- d) 在进行叠合楼板吊装之前，在下层板面上进行测量放线，弹出尺寸定位线；
- e) 叠合楼板竖向标高的控制应对其支撑体系的竖向标高进行严格控制。

8.3.3.2 转换层竖向钢筋可采用定位钢板精确定位预留钢筋位置和洞口大小，沿钢板定位器上纵向设置用于混凝土振捣的预留孔洞。

8.3.3.3 预制构件吊装就位后，应采取临时固定措施并及时校准。预制构件就位校核与调整应符合下列规定：

- a) 预制墙板、预制柱等竖向构件安装后，应对安装位置、安装标高、垂直度进行校核与调整；
- b) 叠合构件、预制梁等水平构件安装后应对安装位置、安装标高进行校核与调整；
- c) 装饰类构件应对装饰面的完整性进行校核与调整。

8.3.3.4 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。

8.3.3.5 预制柱安装应符合下列规定：

- a) 宜参照角柱、边柱、中柱顺序进行安装；
- b) 预制柱的定位以轴线和外轮廓线为控制线，对于边柱和角柱，应以外轮廓线控制为准；
- c) 就位前应预先设置柱底调平装置，控制柱安装标高，预制柱安装就位后应在两个方向设置可调节临时固定措施，并应进行垂直度、扭转调整；
- d) 采用灌浆套筒连接的预制柱调整就位后，柱脚水平缝四周宜采用工具式封堵；
- e) 当采用浆料塞入水平缝内嵌封堵时应采用与灌浆料有良好粘结性的高强专用封堵料。

8.3.3.6 预制剪力墙板安装应符合下列规定：

- a) 宜参照外墙先行吊装的原则进行吊装；
- b) 墙板应以轴线和轮廓线为控制线；
- c) 吊装前，应预先在墙板底部设置调平装置，安装就位后应设置可调节斜撑临时固定，预制墙板的水平位置、倾斜度、高度等通过墙底垫片、临时斜支撑进行调整；
- d) 采用灌浆套筒连接、浆锚连接的夹心保温外墙板应在保温材料部位采用弹性密堵材料进行封堵；
- e) 采用灌浆套筒连接、浆锚连接的墙板需要分仓灌浆时，应采用座浆料进行分仓，座浆料强度应满足设计要求。

8.3.3.7 叠合墙板安装就位后进行叠合墙板拼缝处附加钢筋安装，附加钢筋应与现浇段钢筋网交叉点全部绑扎牢固。

8.3.3.8 预制梁或叠合梁安装应符合下列规定：

- a) 安装顺序宜遵循先主梁后次梁、先低后高的原则；
 - b) 安装前，应测量并修正临时支撑标高，确保与梁底标高一致，并在柱上弹出梁边控制线，安装后根据控制线对梁端、梁侧、梁轴线进行精密调整；
 - c) 安装前，应复核柱钢筋与梁钢筋位置、尺寸，梁钢筋与柱钢筋位置有冲突时，应按经设计单位确认的技术方案调整；
 - d) 安装时梁伸入支座的长度与搁置长度应符合设计要求；
 - e) 安装就位后应对水平度、安装位置、标高进行检查；
 - f) 叠合梁的临时支撑，在后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。
- 8.3.3.9 叠合楼板安装应符合下列规定：**
- a) 安装前，应测量并修正临时支撑标高，确保与板底标高一致；
 - b) 叠合楼板吊装完后应对板底接缝高差进行校核，当叠合楼板板底接缝高差不满足设计要求时，应将构件重新起吊，通过可调托座进行调节；
 - c) 叠合楼板的接缝宽度应满足设计要求；
 - d) 后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除临时支撑。
- 8.3.3.10 预制楼梯安装应符合下列规定：**
- a) 安装前，应检查楼梯构件平面定位及标高，并宜设置调平装置；
 - b) 就位后，应及时调整并固定，固定措施应符合设计规定。
- 8.3.3.11 预制阳台板、空调板安装应符合下列规定：**
- a) 安装前，应检查支座顶面标高及支撑面的平整度；
 - b) 后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除临时支撑。
- 8.3.3.12 预制外挂墙板安装应符合下列规定：**
- a) 安装前应检查、复核连接预埋件的数量、位置、尺寸和标高；
 - b) 应先将楼层内埋件和螺栓连接、固定后，再起吊预制外挂墙板；墙板上的埋件、螺栓与楼层结构形成可靠连接后，再脱钩、松钢丝绳和卸去吊具。
- 8.3.3.13 临时支撑措施应符合下列规定：**
- a) 预制构件吊装过程中，应按专项施工方案设置临时固定措施，临时支撑及其支点应具有足够的承载力和刚度；
 - b) 构件连接部位后浇混凝土及灌浆料的强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑系统，设计无具体要求时，拆除临时支撑系统时的后浇混凝土强度应符合 GB 50666 的有关规定；
 - c) 外挂墙板安装完成后，应及时移除临时支承支座、墙板接缝内的临时支撑垫块；
 - d) 拆除的支撑应分散堆放并及时清运，并应采取措施避免施工集中堆载。
- 8.3.3.14 竖向预制构件安装采用临时支撑时，应符合下列规定：**
- a) 预制柱、预制墙安装时，应根据测量标高预先设置垫块保证底部水平缝宽。方柱底部宜设置四点，一字墙体底部宜设置两点；
 - b) 预制柱安装就位后，应在两个相邻方向各采用不少于一道斜撑作临时固定，斜撑与水平面的夹角宜为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ；
 - c) 预制墙初步安装就位后应立即设置斜撑作临时固定，斜撑可靠连接后方可脱去墙板上部吊具。墙板下部临时固定可使用另加短斜撑或钢板连接等形式；
 - d) 预制柱、预制墙的上部斜撑，其支撑点至底面距离宜为预制构件高度的 $2/3$ ，应不小于构件高度的 $1/2$ ；
 - e) 在浇筑楼面混凝土时，预制框架柱与预制剪力墙上部外伸钢筋应采用套板固定，套板中部应开孔，套板宜为钢套板；
- 8.3.3.15 水平预制构件安装采用临时支撑时，应符合下列规定：**

DB4401/T 220-2023

- a) 支撑架体的受力地面应平整坚实，临时竖向连续支撑层数宜不少于 2 层且上下层支撑应对齐；
- b) 预制梁、预制楼板、预制阳台等水平构件安装时，下部应采用稳固的支撑架，支撑方案须经设计与验算，架体应满足承载力、稳定性要求；
- c) 支撑架的拆除应满足受弯、悬挑等不同受力状态混凝土强度要求；
- d) 水平预制构件安装当采用无竖向支撑架施工方案时，预制构件的搁置端应有可靠托座并满足搁置宽度，托座强度应满足设计与验算要求；
- e) 预制楼梯梯段安装时若采用无支撑架方案的，两端现浇混凝土梯梁或走道平台下部的支撑架在达到设计混凝土强度时方可拆除。

8.3.3.16 后浇混凝土应符合下列规定：

- a) 后浇混凝土的力学性能指标和耐久性要求应符合设计要求，强度应不低于 C35，并应满足 GB 50010 的相关要求；
- b) 混凝土浇筑完毕后混凝土表面要加以保护，其强度达到 1.2 MPa 以上，方可在面上进行操作及安装结构用的支架和模板；
- c) 侧向模板应在混凝土强度能保证其棱角和表面不受损伤时，方可拆模，拆除模板时要轻轻撬动，使模板脱离混凝土表面，防止碰坏混凝土及模板；
- d) 后浇混凝土的外观质量应根据不同部位进行控制，当与预制构件连接并直接采用免抹灰腻子处理时，其模板应采用平整度好并有表面覆膜处理的胶合板或铝合金模板，并保证模板的平整度达到 1/500 要求；
- e) 叠合剪力墙空腔内宜浇筑自密实混凝土，自密实混凝土应符合 JGJ/T 283 的有关规定，当采用普通混凝土时，混凝土粗骨料最大粒径应不大于 20 mm，并应采取保证后浇混凝土浇筑质量的措施。

8.3.3.17 预制构件饰面材料发生碰损时，应在安装前修补，调换、修补饰面材料应采用配套粘结剂。涉及结构性能的损伤时，应由设计、施工和构件生产单位协商处理，确保构件满足结构安全、使用功能。

8.3.4 部品安装

8.3.4.1 部品安装宜在安装部位的主体结构验收合格后进行，并应符合国家现行有关标准的规定。

8.3.4.2 部品进场后，应对所有进场部品、零配件及辅助材料按设计规定的品种、规格、尺寸和外观要求进行检查。

8.3.4.3 部品安装施工前，应制定项目招采计划及运输计划明确部品部件的进场时间及运输条件，保证施工所需的运输通道、堆放场地、垂直运输、供水供电、施工作业面等必要条件。

8.3.4.4 部品安装施工前，应核对已完成主体结构的外观质量和尺寸偏差，复核预留预埋、隐蔽工程及成品保护情况，确认具有施工条件，完成施工交接手续。

8.3.4.5 部品安装严禁擅自改动主体结构或改变房间的主要使用功能，严禁擅自拆改燃气、暖通、电气等配套设施。

8.3.4.6 部品吊装应采用专用吊具，起吊和就位应平稳，避免磕碰。

8.3.4.7 轻质隔墙部品中条板隔墙的安装应符合 JGJ/T 157 的有关规定，龙骨隔墙安装应符合下列规定：

- a) 龙骨骨架应与主体结构连接牢固，并应垂直、平整、位置准确；
- b) 龙骨的间距应满足设计要求；
- c) 门、窗洞口等位置应采用双排竖向龙骨；
- d) 壁挂设备、装饰物等的安装位置应设置加固措施；
- e) 隔墙饰面板安装前，隔墙板内管线应进行隐蔽工程验收；
- f) 面板拼缝应错缝设置，当采用双层面板安装时，上下层板的接缝应错开。

8.3.4.8 吊顶部品的安装应符合下列规定：

- a) 装配式吊顶龙骨应与主体结构固定牢靠；
 - b) 超过 3kg 的灯具、电扇及其他设备应设置独立吊挂结构；
 - c) 饰面板安装前应完成吊顶内管道、管线施工，并经隐蔽验收合格。
- 8.3.4.9 架空地板部品安装前应完成架空层内管线敷设，且应经隐蔽验收合格。
- 8.3.4.10 集成厨房的安装应符合下列规定：
- a) 集成厨房的墙板应与基层墙体连接牢靠，安装吊柜、燃气热水器等部品和设备的部位应进行加固处理；
 - b) 集成厨房的墙面与地面、吊顶、台面之间的连接部位应做密封处理。
- 8.3.4.11 集成卫生间的安装应符合下列规定：
- a) 集成卫生间排水支管与主排水立管应连接牢靠，排水坡度符合设计要求；
 - b) 集成卫生间的门框门套应与防水底盘、壁板、外围合墙体做好收口处理和防水；
 - c) 当集成卫生间设置外窗时，壁板和窗洞口衔接处应通过窗套进行收口处理，并应做好防水；
 - d) 集成卫生间安装过程中，应对已完成工序的半成品及成品进行保护。
- 8.3.4.12 装饰装修工程施工和保修期间，应对所施工的项目和相关工程进行成品保护；相关专业工程施工时，应对装饰装修工程进行成品保护，成品保护应符合 JGJ/T 427 的相关规定。

8.3.5 设备与管线安装

- 8.3.5.1 设备与管线需要与结构构件连接时，宜采用预留埋件的连接方式。当采用其他连接方法时，应不影响混凝土构件的完整性与结构的安全性。
- 8.3.5.2 设备与管线施工前应按设计文件核对设备及管线参数，并应对结构构件预埋套管及预留孔洞的尺寸、位置进行复核，合格后方可施工。
- 8.3.5.3 室内架空地板内排水管道支(托)架及管座(墩)的安装应按排水坡度排列整齐，支(托)架与管道接触紧密，非金属排水管道采用金属支架时，应在与管外径接触处设置橡胶垫片。
- 8.3.5.4 隐蔽在装饰墙体内部的管道，其安装应牢固可靠。管道安装部位的装饰结构应采取方便更换、维修的措施。
- 8.3.5.5 当管线需埋置在叠合楼板后浇混凝土中时，应设置在桁架上弦钢筋下方，管线之间不宜交叉。
- 8.3.5.6 防雷引下线、防侧击雷、等电位连接施工应与预制构件安装配合。利用预制柱、预制梁、预制墙板内钢筋作为防雷引下线、接地线时，应按设计要求进行预埋和跨接，并进行引下线导通性试验，保证连接的可靠性。

8.3.6 防水施工

- 8.3.6.1 工业化建筑防水工程的施工应遵循“按图施工、材料检验、工序检查、过程控制、质量验收”的原则。
- 8.3.6.2 工业化建筑应对具有防水构造要求的预制构件与后浇混凝土、预制构件间等交界面进行重点检测，发现存在渗漏情况，需及时采取可靠措施进行修补。
- 8.3.6.3 工业化建筑防水工程完工后，应采取保护措施，不得损坏防水层及节点连接处防水构造。
- 8.3.6.4 预制混凝土外墙接缝防水应根据装配式混凝土结构的特点，采取材料防水和构造防水相结合的措施，并应采取排水措施。
- 8.3.6.5 预制混凝土外墙拼缝如无设计要求时，竖向缝宜设置竖向空腔构造，并在空腔内设置竖向排水措施，水平缝宜设置反槛和水平空腔构造，与竖向空腔连通，通过竖向排水措施将空腔内积水排出至室外。
- 8.3.6.6 预制混凝土外墙拼缝连接宜采用密封胶，密封胶应具有低温柔性、低污染性、防霉、防水、防火、耐候等性能，密封胶施工质量应饱满密实。

DB4401/T 220-2023

8.3.6.7 预制混凝土外墙防水工程验收应在雨后或持续淋水 2 h 或蓄水 24 h 检查，不得有渗漏或积水现象，排水系统应畅通。

8.3.6.8 工业化建筑防水工程质量验收应符合 DB4401/T 16 的规定。

8.4 施工质量管控

8.4.1 后浇混凝土施工前应在竖向预制构件出筋的顶部设置钢筋定位装置，下一节预制构件吊装前应对基层实施凿毛处理，清理干净表层的混凝土浮浆。

8.4.2 预制构件安装后，构件位置、尺寸偏差及检验方法应符合设计要求及下表 11 的规定。

表 11 预制构件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		
构件中心线对轴线位置	基础	15	经纬仪及尺量	
	竖向构件 (柱、墙、桁架)	8		
	水平构件 (梁、板)	5	水准仪或拉线、尺量	
	梁、柱、墙、板底面或顶面	±5		
构件垂直度	柱、墙	≤6m	5	经纬仪或吊线、尺量
		>6m	10	
构件倾斜度	梁、桁架	5	经纬仪或吊线、尺量	
相邻构件平整度	板端面	5	2m 靠尺和塞尺量测	
	梁、板底面	外露		3
		不外露		5
	柱墙侧面	外露		5
不外露		8		
构件搁置长度	梁、板	±10	尺量	
支座支垫中心位置	板、梁、柱、墙、桁架	10	尺量	
墙板接缝	宽度	±5	尺量	

8.4.3 对于梁后浇内腔混凝土质量可通过现浇表面直接进行观察检查，对于剪力墙、柱后浇内腔混凝土质量可通过现浇表面或预留观察孔进行观察检查。

8.5 施工验收

8.5.1 各类构配件、连接件和材料进场检查验收应按国家有关现行技术标准经试验、检验及检测合格，并按 DB4401/T 16 相关规定执行。

8.5.2 各工序过程质量检查应由施工管理人员和监理人员按国家现行施工质量验收标准有序组织检查验收。其中构件连接、隐蔽工程、防水节点处理等关键部位验收，应有旁站检查和过程记录，并符合 DB4401/T 16 的要求。

8.5.3 项目首个装配式标准层结构施工前，建设、设计、施工、监理等单位应对下部结构的预留、预埋等进行验收，验收合格后方可进行标准层结构施工。

8.5.4 项目首个装配式标准层结构后浇混凝土施工前，建设、设计、监理、施工、预制构件生产单位等参建各方应进行隐蔽工程验收，重点检查预制构件安装和连接节点、装配式模板安装等。

8.5.5 项目首个装配式标准层结构拆模后，建设、设计、监理、施工、预制构件生产单位等参建各方应进行结构验收，对工程设计、施工进行阶段性总结和改进行，保证工程的顺利进行。

8.5.6 建设单位应协调设计、监理、施工单位建立工程质量样板引路制度，现场施工按质量样板标准进行验收。

8.5.7 工业化建筑混凝土结构应按混凝土结构子分部工程进行验收，可划分为模板、钢筋、预应力、混凝土、现浇结构和装配式结构等分项工程。

8.5.8 混凝土结构子分部工程验收时，对涉及结构安全的有代表性的部位应进行结构实体检验，检验应在监理工程师见证下，由施工单位的项目技术负责人组织实施。

8.5.9 混凝土结构子分部工程验收时应提交下列资料和记录：

- a) 预制构件深化设计图、设计变更文件；
- b) 混凝土结构子分部工程施工所用各种材料及预制构件的各种相关质量证明文件和抽样检验报告；
- c) 预制构件安装施工验收记录；
- d) 钢筋套筒灌浆连接及预应力孔道的灌浆施工记录；
- e) 钢筋套筒灌浆连接灌浆饱满度监测记录或局部破损抽样检测记录；
- f) 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- g) 钢筋连接的工艺检验报告；
- h) 后浇筑混凝土和灌浆、座浆浆体强度检测报告；
- i) 密封材料及接缝防水检测报告；
- j) 分项工程验收记录；
- k) 结构实体检验记录；
- l) 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- m) 其他质量保证资料。

8.5.10 混凝土结构子分部工程施工质量验收合格后，应按有关规定将验收文件存档备案。

9 新技术应用

9.1 一般规定

9.1.1 工业化建筑应建立信息化协同平台，采用标准化的功能模块、部品部件等信息库，统一编码、统一规则、统一数据格式和接口规则，将设计信息与部件部件的生产运输、装配施工和运营维护等阶段共享数据信息，实现全过程信息化管理，各阶段建筑信息模型应用深度要求宜按附录 A 执行。

9.1.2 工业化建筑建造应以使用的材料、机械、设备的智能化为前提，在设计与仿真、构件生产、安装、人员和结构的安全监测、施工环境感知中，采用信息技术与先进建造技术。

注：信息技术与先进建造技术包含质量和安全检测设备、建筑施工机器人、塔吊与升降机监控设备、施工信息化检测系统、施工现场验收与安装追溯体系等新技术。

9.1.3 施工现场应采用移动式互联终端、物联感知、云计算、大数据等新一代信息技术，围绕工程现场人员、安全质量、机械设备、环境感知、智能建造追溯等方面的关键因素，改变传统建筑施工现场参建各方现场管理的交互方式、工作方式和管理模式，为建设单位、施工企业、政府监管部门等提供工地现场管理信息化解决方案。

9.2 设计

9.2.1 工业化建筑应结合标准化设计，在方案、初步设计、施工图设计等阶段采用数字化设计，并应在各专业协同配合的基础上，加入生产及施工环节，建立协同工作机制，通过统一的数据格式和接口规则整合为完整的数字孪生建筑模型，并应符合以下规定：

DB4401/T 220-2023

- a) 方案阶段应通过数字化设计的方式对建筑平面进行分析及优化,并通过 BIM 技术对工业化建筑平面中所包含的构件进行仿真模拟,配合装配率测算及建筑性能化分析,提升建筑性能品质;
- b) 初步设计阶段应通过数字化设计对设计成果进行纠错,规避出现“错漏碰缺”问题;
- c) 施工图设计阶段的数字化设计成果应匹配预制构件自动化生产线的信息数据标准,并能支持智能建造;
- d) 设计阶段宜通过数字化设计技术进行工程成本测算;
- e) 数字化设计成果宜转化为支持网页端、移动端的浏览、查阅等功能的轻量化数据格式。

9.2.2 设计单位宜建立符合 DB4401/T 9 要求的部品部件模型库,库中的部品部件模型应能生成满足预制加工生产需求的二维构件加工图。

9.2.3 工业化建筑宜通过 CIM 平台获取设计基础资料,设计阶段的数字化设计成果应按照广州市 CIM 平台要求进行交付。

9.3 生产

9.3.1 工业化建筑预制构件及部品部件生产宜采用二维码等自动识别技术,做到产品相关质量证明文件可即时查询。

9.3.2 工业化建筑预制构件及部品部件生产宜使用数字化管理方式实现设计和生产数据贯通。

9.3.3 工业化建筑预制构件及部品部件宜使用智能化生产方式,并应符合下列规定:

- a) 生产系统应包括中央控制、动力提供、生产执行、原料供应、生产监控、质量控制、信息采集、文档管理等功能;
- b) 宜实现物流自动调度、生产预警系统、KPI 自动管理、质量关键数据链等信息化;
- c) 生产设备应实现信息互通、信息反馈、实时显示、人机交互等功能;
- d) 应实现对生产资料的自动识别、自动读取、自动反馈等功能;
- e) 工艺设计数字化应包含工艺全过程仿真、电子化的工艺文档、工艺 BOM 清单、工艺知识库;
- f) 能源管理系统应包括能源信息采集、能源数据分析、能源数据使用及管控等模块;
- g) 物流标准应包括物料标识、物流信息采集、物料货位分配、出入库输送系统、作业调度、信息处理、作业状态及装备状态的管控、货物实时监控等;
- h) 生产用机器人应满足质量管理、维护管理及机器人与生产联动的条件;
- i) 生产用机器人应满足现行国家及行业标准的过程、出厂检测及产品标准。

注:智能化生产应以品质追溯和设备管理为核心,生产管理为纽带,实现设备互联和数据统一。

9.3.4 给排水系统、暖通空调系统、强电系统、弱电系统、消防系统加工制造宜进行模块化集成、微型化精细加工。

9.3.5 内装系统部品生产制造宜采用机器人,在标准化流水线完成生产、组装。

9.3.6 预制混凝土构件应采用标准化的钢筋网笼,钢筋网宜由自动化绑扎装备绑扎成型。

9.3.7 预制构件生产宜采用机制砂、再生骨料等可再生建筑材料,应符合 DBJ/T 15-159 的要求。

9.4 施工

9.4.1 工业化建筑宜建立施工追溯体系,可借助二维码或无线射频等自动识别技术,对施工过程中部品部件进行追溯,并应符合以下规定:

- a) 施工追溯体系应由工程总承包单位组织各参建方参与,以数字化设计成果为数据载体,纵向打通设计、采购、生产、施工、运维各阶段;
- b) 施工追溯体系应能够从 BIM 模型中自动提取构件列表,自动生成构件唯一标识码,支持多种方式将构件的设计、生产、进场、安装、验收全过程信息写入唯一标识码,并支持多种方式读取构件唯一标识码内容;
- c) 施工追溯体系应支持以可视化的方式在浏览器实时查看;

- d) 施工追溯体系应基于构件全生命周期追溯数据,在云端建立以实际施工数据为基础的数字孪生建筑模型。
- 9.4.2 工业化建筑宜在施工过程中采用智能化设备,并应符合下列规定:
- 部品部件施工安装时,宜配备现场智能化实测实量装备,并提供偏差检测报告;
 - 机电设备系统安装宜采用管线模块化组装施工,利用机械设备辅助安装时,可利用管线安装机器人进行作业;
 - 内装系统墙面、吊顶等采用涂料饰面时,可利用喷涂机器人进行作业;
 - 质量和安全检测自动化设备在施工中应具备视觉识别、自主定位、路径规划及避障等功能,能够发现施工过程中的质量问题及实时状态,并能反馈给管理人员;
 - 建筑墙体施工机器人应具有足够的刚度和强度,满足施工承载的要求,且需配备可靠的防坠落装置。
- 9.4.3 工业化建筑宜采用智慧工地系统进行施工管理,并应符合下列规定:
- 智能施工监控系统应整合火灾自动报警及消防联动系统、建筑设备监控系统、综合布线系统、安全防范系统、计算机网络系统等系统;
 - 智能施工监控系统集成的选用应按统一规划、分期实施、设备接口、通信协议原则;
 - 需持特种作业操作证操作的大型设备,应具有生物识别设备进行登录认证、记录,且应具备有线宽带或 10-T、4G、5G 等无线通信接口;
 - 塔式起重机安全监控系统,应对起重量、起重力矩、起升高度、幅度、回转角度、运行行程信息等工作参数进行实时监视,并具备数据存储和参数超标声光报警功能;
 - 施工升降机安全监控系统,应对载重量、提升速度、提升高度等工作参数进行实时监视,并具备数据存储和参数超标声光报警功能;
 - 应建立劳务实名制系统,通过自动识别技术分别对管理人员、劳务人员进行信息采集和实名认识,通过生物识别技术对人员考勤进行自动记录,开放标准接口,与省、市相关管理平台进行数据对接,宜具备劳资管理功能;
 - 应建立安全、质量管理体系,通过移动 APP 实现安全、质量巡检;
 - 现场相关智能设备应配置安全监测模块,并对接至安全质量管理体系,实现线上监测和预警施工智能设备运行安全情况;
 - 应布设智能视频监控系统及设备,在施工现场重点部位应安装监控点,能够实时采集施工现场监控画面;
 - 智能视频监控设备应能对现场人员安全、现场施工安全等要素进行识别和存档,识别结果数据应联动安全质量管理体系进行安全智能检测与预警;
 - 各项监测数据应保存至少 1 个月,并具备离线存储功能,现场网络接通后可自动完成数据上传。

附 录 A
(资料性)
各阶段建筑信息模型应用深度要求

表 A.1 各阶段建筑信息模型应用深度要求

应用阶段	应用项	应用点	
		分项应用点	工作内容
一、BIM 策划阶段	1.1 BIM 应用策划	1.1.1BIM 管理策划	1.1.1.1 明确 BIM 应用目标
			1.1.1.2 制定 BIM 组织管理架构
			1.1.1.3 编制总体 BIM 进度计划
			1.1.1.4 编制项目 BIM 应用评审细则
		1.1.2BIM 技术策划	1.1.2.1 BIM 实施软硬件配置
			1.1.2.2 制定 BIM 建模标准
			1.1.2.3 BIM 协同方案
			1.1.2.4 明确 BIM 应用项
二、方案设计阶段	2.1 BIM 模型创建	2.1.1BIM 方案模型	2.1.1.1 建筑方案建模（整体项目）
		2.1.2BIM 场地模型	2.1.2.1 场地模型建模
			2.1.2.2 场地分析（建筑布局、交通流线、视距分析等）
		2.1.3 工业化建筑预制构件组合方案分析	2.1.3.1 建立项目构件库
			2.1.3.2 标准层预制构件组合方案建模
		2.2 建筑性能化分析	2.2.1 建筑性能化模拟分析
	2.2.1.2 风环境分析模拟、热岛分析模拟		
	2.2.1.3 声环境分析模拟		
	2.2.1.4 能耗分析模拟		
	2.3 BIM 可视化分析	2.3.1 BIM 可视化	2.3.1.1 基于模型设计渲染
			2.3.1.2 标准化外立面设计分析（工业化建筑）
			2.3.1.3 场景漫游
			2.3.1.4 VR 技术应用
	2.4 指标计算	2.4.1 技术经济指标	2.4.1.1 技术经济指标计算分析（模型中）
		2.4.2 工程量计算	2.4.2.1 方案阶段工程量估算
	三、初步设计阶段	3.1 BIM 模型创建	3.1.1 初步设计建模
3.2 BIM 可视化分析		3.2.1 BIM 可视化	3.2.1.1 基于模型设计渲染
			3.2.1.2 标准化外立面 BIM 深化设计
			3.2.1.3 场景漫游
			3.2.1.4 VR 技术应用
3.3 工业化建筑预制构件组合		3.3.1 预制构件组合方案（预制构件综合协调）	3.3.1.1 标准层预制构件组合方案深化
		3.3.2 标准化户型（或单元）	3.3.2.1 根据模数化原则建立标准化户型BIM模型

表 A.1 各阶段建筑信息模型应用深度要求（续）

应用阶段	应用项	应用点	
		分项应用点	工作内容
三、初步设计阶段	3.4 BIM 构件库的建立	3.4.1 模型标准部品库的建立	3.4.1.1 根据项目特点和项目需求建立项目部品库，如室内家具部品，标准化模块的机电设备等
		3.4.2 预制构件库的建立	3.4.2.1 根据预制构件组合方案，初步建立该项目的预制构件库
	3.5 全专业综合协调	3.5.1 碰撞检查	3.5.1.1 碰撞检查报告
		3.5.2 管线综合	3.5.2.1 管线综合优化报告
		3.5.3 净高分析	3.5.3.1 净高分析报告
	3.6 指标计算	3.6.1 技术经济指标	3.6.1.1 技术经济指标计算分析（模型中）
		3.6.2 装配率计算	3.6.2.1 装配率计算分析（模型中）
3.6.3 工程量计算		3.6.3.1 初步设计阶段工程量计算（建筑、结构、给排水、暖通、电气等各专业）	
四、施工图设计阶段	4.1 BIM 模型创建	4.1.1 施工图设计阶段建模	4.1.1.1 施工图阶段模型深化
	4.2 全专业综合协调	4.2.1 碰撞检查	-
		4.2.2 管线综合	-
		4.2.3 净高分析	-
		4.2.4 设计规范检验	-
	4.3 工程算量	4.3.1 算量模型的建立	4.3.1.1 转换算量模型
		4.3.2 工程量计算	4.3.2.1 施工图设计阶段工程量计算（建筑、结构、给排水、暖通、电气、内装等各专业） 4.3.2.2 根据商务要求生成工程量清单
	4.4 工业化建筑全专业协调	4.4.1 预制构件整体协调	4.4.1.1 综合考虑全专业需求，通过 BIM 模型精准定位预制构件空间位置以及预留预埋点位
		4.4.2 建筑、结构和装配式机电、装配式内装协调	4.4.2.1 通过 BIM 模型模拟各专业部品部件的构造关系及空间位置关系，实现协调统一，体现工业化建造优势。
	4.5 施工图出图	4.5.1 出图标准和规范	4.5.1.1 按照规范的要求和项目需求设定 BIM 出图标准
		4.5.2 出图内容	4.5.2.1 平面、立面、剖面、大样图等
4.5.2.2 机电管线定位、管线预埋定位等准确安装定位图等 4.5.2.3 预制构件加工图、复杂节点三维透视图等			
五、部品部件深化设计阶段	5.1 装配式部品部件深化设计	5.1.1 预制构件及内装部品深化设计出图	5.1.1.1 结合各专业，对预制构件及内装部品进行深化设计，并导出预制构件及内装部品的生产施工图
		5.1.2 对接预制构件生产线	5.1.2.1 将模型成果与预制构件工厂对接，实现钢筋自动加工，实现基于 BIM 模型下料
六、施工交底	6.1 设计变更管理	6.1.1 设计变更（模型）	6.1.1.1 根据现场问题进行设计变更（模型中）
	6.2 可视化交底	6.2.1 可视化交底与交流	6.2.1.1 通过 BIM 模型进行现场交底
			6.2.1.2 VR 全景展示项目预期完成效果 6.2.1.3 VR 模拟部品部件的拼装，进行施工交底与培训

表 A.1 各阶段建筑信息模型应用深度要求（续）

应用阶段	应用项	应用点	
		分项应用点	工作内容
七、施工阶段	7.1 模型深化	7.1.1 土建模型深化	7.1.1.1 建筑模型深化, 主要包括对建筑节点构造、幕墙节点等部分的深化
			7.1.1.2 结构模型深化, 包括对混凝土结构的模板、预留洞、预埋件定位、钢结构的节点等内容进行深化
		7.1.2 机电模型深化	7.1.2.1 机电模型深化主要包括综合管线排布深化(包括安装顺序、操作净空等)、根据机电设备产品信息建模、综合支吊架建模等
	7.2 场地布置及设备管理	7.1.3 装饰模型深化	7.1.2.2 装饰模型深化主要内容包括精装机电末端点位, 装饰装修细节做法建模等
		7.2.1 场地布置	7.2.1.1 场地布置的主要内容包括场地建模、塔吊布置、临水临电布置、钢筋加工棚布置、材料堆场布置、办公宿舍区布置等
	7.3 施工模拟	7.2.2 设备管理	7.2.2.1 依据 BIM 模型对设备的空间和使用时间进行记录和管理
		7.3.1 施工组织模拟	7.3.1.1 项目里程碑形象节点模拟动画、关联项目各时间进度计划的施工仿真模拟动画等
		7.3.2 专项工艺模拟	7.3.2.1 复杂施工工艺或构造节点施工的专项动画模拟
	7.4 施工文件管理	7.3.3 预制构件吊装模拟	7.3.3.1 预制构件进场、堆放方案及吊装时间顺序模拟、铝模板安装模拟
		7.4.1 图纸变更管理	7.4.1.1 BIM 模型对应变更修改并及时交底管理
	7.5 分阶段施工算量	7.4.2 文件管理	7.4.2.1 以 BIM 模型为中心, 结合施工管理平台, 连接文档进行文档的有效管理
		7.5.1 BIM 模型分阶段算量	7.5.1.1 根据施工深化的 BIM 模型以周、月、季度为周期进行工程量计算和统计
	7.6 施工质量控制	7.6.1 材料质量控制	7.6.1.1 根据 BIM 模型, 对材料信息进行记录和管理
		7.6.2 施工质量控制	7.6.2.1 BIM 模型与现场实际情况的匹配检查点
八、竣工交付阶段	8.1 运维模型移交	8.1.1 竣工模型移交	8.1.1.1 将施工完成模型移交给业主
	8.2 运维管理	8.2.1 基于 BIM 模型进行运维管理	8.2.1.1 包括空间管理、资产管理、设备管理等