CECS -XXX-201X

中国工程建设协会标准

预制装配整体式模块化建筑施工及验收规程

Specification for construction and acceptance of prefabricated monolithic modular building

（征求意见稿）

前　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发2016年第一批工程建设协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2016]038号）的要求，由广州大学同有关单位组成编制组，经广泛调查研究，结合工程实践，认真总结经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、材料、建筑模块的加工制作、防腐涂装和防火保护措施、施工组织设计及BIM技术应用、运输和吊装工程、模块化结构的安装、检测、工程验收、施工安全与绿色施工。

本规程由中国工程建设标准化协会负责管理，由广州大学负责日常管理，由广州大学负责具体技术内容解释。本规程在执行过程中，如有需要修改和补充之处，请将有关意见和建议寄至广州大学（地址：广州市番禺区大学城外环西路230号，邮编：510006），以供今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人

目次

Concents 5
1 总则 7
2 术语 8
3 基本规定 10
4 材料 11
4.1 一般规定 11
4.2 混凝土 11
4.3 钢材 11
4.4 连接材料 12
4.5 轻质内隔墙 12
4.6 其他材料 13
5 建筑模块的加工制作 14
5.1 一般规定 14
5.2 制作准备 14
5.3 焊接 14
5.4 零部件加工 15
5.5 构件加工 16
5.6 模块单元组装 17
5.7 建筑模块预拼装 17
6 防腐和防火施工 18
6.1 一般规定 18
6.2 表面处理 18
6.3 防腐涂装 19
6.4 防火保护措施 20
7 施工组织设计及 BIM 技术应用 22
7.1 一般规定 22
7.2 施工组织设计 22
7.3BIM 技术应用 23

8 运输和吊装工程 24
8.1 运输 24
8.2 吊装 24
9 建筑模块的安装 27
9.1 一般规定 27
9.2 基础、支承面和预埋件 27
9.3 模块连接施工 29
10 检测 31
10.1 一般规定 31
10.2 生产检测 31
10.3 进场检测 31
10.4 连接检测 32
10.5 结构实体检测 32
11 工程验收 33
11.1 一般规定 33
11.2 预制装配式结构安装分项工程验收 34
11.3 模块安装分项工程 36
12 施工安全与绿色施工 38
本标准规范用词说明 39
引用标准名录 40
附：条文说明 42

Concents

1 General 7

2 Terminology 8

3 Basic provisions 10

4 Materials 11

4.1 General 11

4.2 Concrete 11

4.3 Steel 11

4.4 Connection Material 12

4.5 Light Interior Partition Wall 12

4.6 Other Materials..... 12

5 Manufacture of Building Blocks 14

5.1 General 14

5.2 Preparation 14

5.3 Welding 14

5.4 Parts processing 15

5.5 Component processing 16

5.6 Modular unit Assembly 17

5.7 Pre-assembled Building Blocks..... 17

6 Corrosion Protection and Fire-proof Construction 18

6.1 General 18

6.2 Surface Treatment 18

6.3 The Anticorrosive Coating 19

6.4 Fire Protection Measures 20

7 Construction Organization Design and BIM Technology Application 22

7.1 General 22

7.2 Construction Organization Design 22

7.3 BIM Technology Application 23
8 Transport and Lifting Work 24
8.1 Transport 24
8.2 Lifting 24
9 Building Blocks Installation 27
9.1 General 27
9.2 Foundations, Supporting Surfaces and Embedded Parts 27
9.3 Module Construction 29
10 Detection 31
10.1 General 31
10.2 Production Testing 31
10.3 Entry Detection 31
10.4 Connection Detection 32
10.5 Structure Detection 32
11 Project Acceptance 33
11.1 General 33
11.2 Installation of Prefabricated Structure Sub-item Project Acceptance 34
11.3 Module Project 36
12 Construction safety and green construction 38
Explanation of Wording in This Specification 39
List of Quoted Standards 40
Addition: Explanation of Provisions 42

1 总则

1.0.1 为了加强建筑工程质量管理，统一预制装配整体式模块化建筑工程施工及质量验收，保证工程施工质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于预制装配整体式模块化建筑结构施工及质量验收，预制装配整体式模块化结构施工宜采用一体化施工技术。

1.0.3 预制装配整体式模块化建筑应遵循建筑全寿命期的可持续性原则，并应标准化设计、工厂化生产、模块化施工、信息化管理和智能化应用。

1.0.4 预制装配整体式模块化建筑工程施工中的工程技术文件，承包合同文件对施工质量验收的要求不得低于本规范的规定。预制装配整体式模块化建筑工程施工质量验收，除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 预制装配整体式模块化建筑 Prefabricated monolithic modular building

由预制建筑模块采用干式工法通过可靠的连接方式装配而成的建(构)筑物。

2.0.2 预拼装 Test assembling

为检验构件是否满足安装质量要求而进行的拼装。

2.0.3 检验 Inspection

对被检验项目的特征、性能进行量测、检查、试验等，并将结果与标准规定的要求进行比较，以确定项目质量和性能是否合格的活动。

2.0.4 进场检验 Approach check

对进入施工现场的建筑材料、构配件、设备及器具等，按相关标准的要求进行检验，并对其质量达到合格与否做出确认的过程。主要包括外观检查、质量证明文件核查、抽样复验等。

2.0.5 复验 Repeat test

建筑材料、构配件等进入施工现场后，在外观质量检查和质量证明文件核查符合要求的基础上，按照有关规定从施工现场抽取试样送至实验室进行检验的活动。

2.0.6 检验批 Inspection lot

按相同的生产条件或规定的方式汇总起来供抽样检验用，由一定数量样本组成的检验体。

2.0.7 缺陷 Defect

建筑工程施工质量中不符合规定要求的检验项或检验点，按其程度可分为严重缺陷和一般缺陷。

2.0.8 严重缺陷 Serious defect

对结构构件的受力性能或安装使用性能有决定性影响的缺陷。

2.0.9 一般缺陷 Common defect

对结构构件的受力性能或安装使用性能无决定性影响的缺陷。

2.0.10 结构性能检验 Inspection of structural performance

针对结构构件的承载能力、挠度、抗裂性能等各项指标所进行的检验。

2.0.11 结构实体检验 In-situ inspection for structure

按照有关规定在分项工程实体或在混凝土结构实体上抽取试样，在现场进行检验或送至有相应检测资质的检测机构进行检验的活动。

2.0.12 质量证明文件 Quality certificate document

随同进场材料、构配件、设备及器具等一同提供用于证明其质量状况的有效文件。

2.0.13 建筑信息模型 Building information model

建筑物在设计和建造过程中，创建和使用的"可计算数码信息"。而这些数码信息能够被程式系统自动管理，使得经过这些数码信息所计算出来的各种文件，自动地具有彼此吻合、一致的特性。

3 基本规定

3.0.1 预制装配整体式模块化建筑的制造及施工单位应具备相应的资质，并应建立相应的质量、安全、环境管理体系，以及施工质量控制和检验制度。

3.0.2 预制装配整体式模块化建筑制造、安装顺序以及连接方式，应保证施工过程结构构件具有足够的承载力和刚度，并应保证结构的整体稳定性。

3.0.3 制造及施工单位应准确理解预制装配整体式模块化建筑设计图纸的要求，掌握有关技术要求及细部构造，根据工程特点及施工规定，进行结构施工复核及验算、编制预制装配整体式模块化建筑结构专项施工方案。

3.0.4 应根据预制装配整体式模块化建筑工程的管理和施工技术特点，对管理人员和作业人员进行专项培训，严禁未培训及不合格上岗

3.0.5 应根据预制装配整体式模块化建筑施工要求，合理选择并配备吊装设备，根据预制构件存放、安装和连接等要求，确定安装使用的工器具方案。

3.0.6 预制装配整体式模块化建筑制造及装配前，应对每一个分项工程进行技术交底；安装过程中，各项施工方案和安全技术措施应落实到位，工序控制符合规范和设计要求。

3.0.7 预制装配整体式模块化建筑在工程施工前，应制定应急预案，并进行交底和培训。

3.0.8 预制装配整体式模块化建筑分部工程的质量验收应符合现行国家标准的规定。

3.0.9 预制装配整体式模块化建筑的门窗子分部工程、饰面板子分部工程的质量验收，尚应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210 的规定。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 材料进场时，产品的检测性能应符合现行国家规范《钢结构工程施工规范》GB50755 的规定，并按规定抽取试件进行性能检验，检验结果应符合国家现行标准相关要求。

4.1.2 材料进场检验，检验批应符合国家现行规范要求。

4.1.3 模块单元、预制构件和装修材料的选用应符合国家对环境保护的要求，新型材料经检测合格方可使用。

4.2 混凝土

4.2.1 混凝土的各项力学性能指标和有关结构混凝土材料的耐久性基本要求应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 及《混凝土结构耐久性设计规范》GB50476 的规定。

4.2.2 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30，预制预应力构件混凝土的强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30；节点及接缝处的后浇混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级。

4.2.3 现浇混凝土的强度等级不应低于 C25。

4.3 钢材

4.3.1 钢筋的各项力学性能指标均应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定。

4.3.2 钢结构用钢材的各项力学指标均应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定。当结构构件处于外露情况和低温环境时，所使用的钢材性能应符合耐大气腐蚀和避免低温冷脆的要求。

4.3.3 钢筋焊接网的各项力学指标应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114 的规定。

4.3.4 吊环宜采用未经冷加工的 HRB400 钢筋制作。吊装用内埋式螺母或内埋式吊杆及配套的吊具，应符合国家现行相关标准的规定。

4.3.5 受力预埋件的锚筋应采用 HRB400 或 HPB300，不应采用冷加工钢筋。

4.4 连接材料

4.4.1 钢筋套筒灌浆连接采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398 的规定；采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T408 的规定；钢筋套筒灌浆连接接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 中 I 级接头性能。

4.4.2 连接用预埋件，应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

4.4.3 连接用焊接材料，螺栓、锚栓等紧固件的材料应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205、《钢结构焊接规范》GB50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 等的规定。

4.4.4 机械连接接头及焊接接头的类型及质量应符合现行相关国家标准的规定。

4.4.5 焊接时所用的焊条、焊丝、焊剂等焊接材料应符合现行相关国家标准的规定。选择的焊条型号应与所焊钢筋的力学性能相适应。

4.4.6 钢筋锚固板的材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256 的要求。

4.4.7 除套筒灌浆连接接头外，其他位置使用的灌浆料应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T50448 的规定。

4.4.8 夹芯墙板中内外叶墙体的连接件应满足下列要求：

1 连接件受力材料应满足国家或行业现行标准的技术要求；

2 连接件可采用复合非金属材料，也可采用金属材料，均应满足规定的承载力、变形、抗剪、抗拉和耐久性能，并应经过试验验证；

3 拉结件应满足夹芯外墙板的节能设计要求。

4.5 轻质内隔墙

4.5.1 内隔墙可采用预制构件，也可采用轻质内隔墙。

4.5.2 轻质钢筋混凝土条板应符合《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T157、《混凝土轻质条板》JG/T350 等的规定。

4.5.3 轻质龙骨石膏板应符合《住宅轻钢装配式构件》JG/T182 等的规定。

4.6 其他材料

4.6.1 接缝处的密封材料应符合下列规定：

1 与结构材料具有相容性；

2 具备足够的抗剪切和伸缩变形能力；

3 具有防霉、防水、防火、耐候等性能。

4.6.2 外墙板接缝中的背衬宜采用发泡氯丁橡胶或聚乙烯塑料棒。

4.6.3 预制外墙板可采用涂料饰面，也可采用面砖或石材饰面。当采用石材饰面时，应对石材背面进行处理，并安装不锈钢卡勾，卡勾直径不应小于 4mm。

4.6.4 夹芯外墙板夹芯层中的保温材料，宜采用挤塑聚苯乙烯板（XPS）、硬泡聚氨酯（PUR）等轻质高效保温材料。保温材料应符合国家现行有关标准的规定。夹芯墙板整体的耐火极限应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 要求。

4.6.5 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》GB50325 和《建筑内部装修设计防火规范》GB50222 的有关规定。

5 建筑模块的加工制作

5.1 一般规定

5.1.1 建筑模块制作单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的安全、质量和环境管理体系。

5.1.2 从事建筑模块制作的焊接人员、焊接质量检测人员和焊缝无损检测人员应取得相应的资格证书，并在资格证书认可的范围内从事相关工作。

5.1.3 建筑模块制作应满足设计施工图的要求，其质量要求不得低于本规程和现行国家规范、规程和标准的有关规定。

5.2 制作准备

5.2.1 在建筑模块制作前，应根据各专业施工图纸和施工组织设计，合理的选择制作模块。

5.2.2 在建筑模块制作前，应对建筑模块进行施工阶段强度、刚度及稳定性分析。

5.2.3 在建筑模块制作前，应完成满足工程进度需求的施工详图设计。施工详图设计应依据施工图设计文件、施工组织设计文件、构件制作工艺文件和其他有关技术文件进行编制。施工详图经原设计单位确认后，方可加工制作。

5.3 焊接

5.3.1 建筑模块制作前，对首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、接头形式、焊接位置、焊后热处理制度以及焊接工艺参数、预热和后热措施等各种参数的组合条件，应进行焊接工艺评定。焊接工艺评定试验方法和要求，以及免于工艺评定的限制条件，应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661 的有关规定。

5.3.2 焊接施工前，制作单位必须以合格的焊接工艺评定结果或采用符合免除工艺评定条件为依据，编制焊接工艺文件。

5.3.3 焊接坡口尺寸应按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661 的有关规定

执行，坡口尺寸的改变应经工艺评定合格后执行。

5.3.4 母材上待焊的表面和两侧应均匀、光洁，且无毛刺、裂纹和其他对焊缝质量有不利影响的缺陷。待焊接的表面及距焊缝坡口边缘位置 30mm 范围内不得有影响正常焊接和焊缝质量的氧化皮、锈蚀、油污、水等杂质。

5.3.5 焊条、焊剂和栓钉焊瓷环必须按照现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661 的相关要求进行保存和使用前烘培，焊丝和电渣焊的熔化或非熔化导管表面以及栓钉焊接端面应无油污、锈蚀。

5.3.6 定位焊缝与正式焊缝应具有相同的焊接工艺和质量要求，其厚度不应小于 3mm，长度不应小于 40mm，间距宜为 300mm~600mm。

5.3.7 当引弧板、引出板和衬垫板为钢材时，应选用屈服强度不大于被焊钢材标称强度的钢材，且焊接性应相近。

5.3.8 焊接接头的预热和道间温度控制应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661 的有关规定，当工艺选用的预热温度低于该标准时，应通过工艺评定试验确定。

5.3.9 采用的焊接工艺和焊接顺序应使构件的变形和收缩最小；焊接时，宜采用预留焊接收缩余量或预置反变形方法控制收缩和变形。

5.3.10 栓钉应采用专用焊接设备进行焊接，当受条件限制而不能采用专用设备焊接时，可采用焊条电弧焊和气体保护电弧焊焊接，其焊缝尺寸应通过计算确定。

5.3.11 在 T 形、十字形及角接接头设计中，当被焊接板厚度不小于 20mm 时，应避免或减少使母材板厚方向承受较大的焊接收缩应力，采取适当的防止板材产生层状撕裂的措施。

5.3.12 焊缝的尺寸偏差、外观质量和内部质量，应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和《钢结构焊接规范》GB50661 的有关规定进行检验。

5.4 零部件加工

5.4.1 放样和号料应根据施工详图和工艺文件进行，并应按要求预留余量。

5.4.2 钢材切割方法应满足工艺文件的要求。切割前切割区域表面应清理干净，切割后切割面应无裂纹、夹渣、分层等缺陷和大于 1mm 的缺棱。切割允许偏差

应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定。

5.4.3 碳素结构钢在环境温度低于-16℃、低合金结构钢在环境温度低于-12℃时，不应进行冷矫正和冷弯曲。碳素结构钢和低合金结构钢在加热矫正时，加热温度不应超过 900℃，也不得低于 600℃。低合金结构钢在加热矫正后应自然冷却。

5.4.4 当零件采用热加工成型时，可根据材料的含碳量，选择不同的加热温度。碳素结构钢和低合金结构钢在温度分别下降到 700℃和 800℃前，应结束加工；低合金结构钢应自然冷却。

5.4.5 矫正和成型的最小曲率半径和允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定。

5.4.6 边缘切割允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定。

5.4.7 制孔后应清除孔周毛刺、切屑等杂物，孔壁应圆滑、无裂纹、无大于 1.0mm 的缺棱。

5.4.8 过焊孔的孔型尺寸应符合施工详图设计要求，其半径改变处和与翼缘相切处应光滑过渡；过焊孔加工采用切削加工机或带有固定件手动气切加工机。

5.4.9 经处理的高强度螺栓连接摩擦面应采取防油污和损伤的保护措施。

5.5 构件加工

5.5.1 板材、型材的拼接应在构件组装前进行，构件的组装应在部件组装、焊接、矫正并检验合格后进行；构件组装应按照合理的组装顺序进行，组装完成经检验合格后在进行焊接。

5.5.2 板件或型材长度方向的拼接长度不应小于 600mm，焊接 H 型钢腹板宽度方向的拼接宽度不应小于 300mm；板件组成构件时，相邻边拼接缝间距不宜小于 200mm；用于次要构件的热轧型钢可采用直口全熔透拼接。

5.5.3 构件组装时应根据构件形式、尺寸、数量、组装场地、组装设备等综合考虑选取方法。

5.5.4 构件组装时宜在组装平台、组装支撑架或专用设备上进行，组装平台及组装支撑架应有足够的强度和刚度，并应便于构件的装卸、定位。在组装平台及组

装支撑架上宜画出构件的中心线、端面位置线、轮廓线和标高线等基准线。

5.5.5 设计要求起拱的构件，应在组装时按规定的起拱值进行起拱，起拱允许偏差为起拱值的 0~10%，且不应大于 10mm。

5.5.6 构件端部加工应在构件组装、焊接完成并检验合格后进行。

5.5.7 钢筋网片的制作宜采用机械加工，其质量要求应符合现行国家标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114 的有关规定。

5.6 模块单元组装

5.6.1 模块单元组装前，组装人员应熟悉施工详图、组装工艺及有关技术文件的要求，检查组装用的各种构配件的材质、规格、外观、尺寸、数量等均应符合设计要求。

5.6.2 钢结构骨架组装质量不得低于现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定。

5.7 建筑模块预拼装

5.7.1 本节适用于合同文件要求或设计文件规定的建筑模块预拼装。

5.7.2 预拼装可采用实体，也可采用计算机辅助模拟预拼装，当采用实体预拼装时，应按设计文件和相关现行国家标准进行验收，验收时应避开日照的影响。

5.7.3 预拼装场地平整、坚实；预拼装所用的临时支承架、或平台应经测量准确定位，并应符合工艺文件要求。重大的模块单元的支撑结构应进行结构安全验算。

5.7.4 采用计算机辅助模拟预拼装时，模拟单元的外形尺寸及连接接口应与实物几何尺寸相同；当模拟预拼装的偏差超过本规程相关规定时，应进行实体预拼装。

6 防腐和防火施工

6.1 一般规定

6.1.1 本节适用于钢构件的油漆类防腐涂装、金属热喷涂防腐、热浸镀锌防腐、防火涂料涂装和其他防火保护措施的施工。

6.1.2 钢构件防腐涂装施工宜在构件组装和预拼装工程检验批的施工质量验收合格后进行。

钢构件防火涂料涂装应在钢构件安装工程和防腐涂装工程检验批施工质量验收合格后进行；需在工厂完成防火保护的，宜选用防火板包裹方式或复合防火保护方式。

6.1.3 钢构件防腐涂装工程和防火保护措施的施工工艺和技术应符合本规程、设计文件、涂装产品说明书和国家现行有关产品标准的规定。

6.1.4 防腐涂装的质量验收应符合：

1 油漆类防腐涂料涂装工程应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定进行质量验收。

2 金属热喷涂防腐和热浸镀锌防腐工程，可按现行国家标准《热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金》GB/T9793 和《热喷涂金属件表面预处理通则》GB/T11373 等的有关规定进行质量验收。

6.1.5 钢构件防火涂料涂装工程应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定进行质量验收。

6.1.6 构件表面的涂装系统应相互兼容。

6.2 表面处理

6.2.1 构件采用涂料防腐涂装时，表面除锈等级可按设计文件及现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB8923.1 的有关规

定，采用机械除锈和手工除锈方法进行处理。

6.2.2 构件表面粗糙度可根据不同底涂层和除锈等级按表 6.2.2 进行选择，并按现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第 2 部分：磨料喷射清理后钢材表面粗糙度等级的测定方法 比较样块法》GB/T13288.2 的有关规定执行。

表 6. 2. 2 构件的表面粗糙度

钢材底涂层	除锈等级	表面粗糙度 Ra（μm）
热喷锌/铝	Sa3 级	60~100
无机富锌	Sa2½~Sa3 级	50~80
环氧富锌	Sa2½级	30~75
不变喷砂部位	St3 级	

6.3 防腐涂装

6.3.1 油漆防腐涂装可采用涂刷法、手工滚涂法、空气喷涂法和高压无气喷涂法。

6.3.2 油漆防腐钢构件涂装时的环境温度和相对湿度，除应符合涂料产品说明书的要求外，还应符合下列规定：

1 当产品说明书对涂装环境温度和相对湿度未做规定时，环境温度宜为 5℃～38℃，相对湿度不应大于 85%，钢材表面温度应高于露点温度 3℃，且钢材表面温度不应超过 40℃；

2 被施工物体表面不得有凝露；

3 遇雨、雾、雪、强风天气时应停止露天涂装，应避免在强烈阳光照射下施工；

4 涂装后 4h 内应采取保护措施，避免淋雨和沙尘侵袭；

5 风力超过 5 级时，室外不宜喷涂作业。

6.3.3 油漆防腐表面除锈处理与涂装的间隔时间宜在 4h 之内，在车间内作业或湿度较低的晴天不应超过 12h。

6.3.4 钢构件金属热喷涂方法可采用气喷涂或电喷涂，并应按现行国家标准《热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金》GB/T9793 的有关规定执行。

6.3.50 金属热喷涂施工应符合下列规定：

1 采用的压缩空气干燥、纯净；

2 喷枪与表面宜成直角，喷枪的移动速度应均匀，各喷涂层的喷枪方向应相互垂直、交叉覆盖；

3 一次喷涂厚度宜为 25μm～80μm，同一层内各喷涂带间应有 1/3 的重叠宽度；

4 当大气温度低于 5℃或钢结构表面温度低于露点 3℃时，应停止热喷涂操作。

6.3.6 钢构件表面处理与热喷涂施工的间隔时间，晴天或湿度不大的气候条件下应在 12h 以内，雨天、潮湿、有盐雾的气候条件下不应超过 2h。

6.3.7 构件热浸镀锌应符合现行国家标准《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T13912 的有关规定，并应采取防止热变形的措施。

6.4 防火保护措施

6.4.1 防火涂料涂装施工应分层施工，应在上层涂层干燥或固化后，再进行下道涂层施工。

6.4.2 薄涂型防火涂料面层涂装施工应符合下列规定：

1 面层应在底层涂装干燥后开始涂装；

2 面层涂装应颜色均匀、一致，接槎应平整。

6.4.3 厚涂型防火涂料，属于下列情况之一时，宜在涂层内设置与构件相连的钢丝网或其他相应的措施：

1 承受冲击、振动荷载的钢梁；

2 涂层厚度大于或等于 40mm 的钢梁和桁架；

3 涂料粘结强度小于或等于 0.05MPa 的构件；

4 钢板墙和腹板高度超过 1.5m 的钢梁。

6.4.4 防火板的安装应符合下列要求：

1 防火板的包敷必须根据构件形状和所处部位进行包敷构造设计，在满足耐火要求的条件下充分考虑安装的牢固稳定；

2 固定和稳定防火板的龙骨粘结剂在高温下应仍能保持一定的强度，保证结构稳定和完整。

6.4.5 采用复合防火保护时应符合下列要求：

1 必须根据构件形状和所处部位进行包敷构造设计，在满足耐火要求的条件下充分考虑安装的牢固稳定；；

2 在包敷设计时，应充分考虑外层包敷施工，不应对内防火层造成结构性破坏和损伤。

7 施工组织设计及 BIM 技术应用

7.1 一般规定

7.1.1 预制装配整体式模块化建筑施工包括建筑模块的制作、运输、吊装及安装等。

7.1.2 预制装配整体式模块化建筑施工应制定施工组织设计或施工方案。

7.2 施工组织设计

7.2.1 预制装配整体式模块化建筑施工组织设计的内容应符合现行国家标准《建筑工程施工组织设计规范》GB/T50502 的规定；施工方案的内容应包括建筑模块安装及节点连接施工方案、建筑模块安装的质量管理及安全措施等。

7.2.2 建筑模块的运输与吊装、安装等单位应具备相应的资质，并制订相应的安全、质量和环境管理制度。

7.2.3 建筑模块的运输与吊装、安装在实施前应有经施工单位技术负责人审批通过的专项施工方案，并按有关规定报总包单位、监理工程师或业主代表审核通过，由专职安全生产管理人员进行现场监督。对于重要的或超高、超宽、超重建筑模块的运输与吊装、安装的专项施工方案，应由施工单位组织专家进行认证。以上专项方案的制订及组织专家论证的标准应满足《建筑施工安全检查标准》（JGJ59-2011）的相关要求。

7.2.4 预制装配式模块化建筑施工中现浇混凝土部分在浇筑前应进行隐藏工程验收。

7.2.5 吊装所用吊具应按国家现行有关标准的规定进行设计、验算或试验检验。

7.2.6 预制装配式模块化建筑施工过程中应采取安全措施，并应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46 等的相关规定。

7.2.7 应根据施工场地情况合理选择和布置塔吊，并规划建筑模块运输通道和临

时堆放场地，避免二次移位。

7.3BIM 技术应用

7.3.1 预制装配整体式模块化建筑的全寿命周期宜应用建筑信息模型（BIM）技术，实施动态、量化、科学、系统的管理和控制。

7.3.2 选用适宜的建筑信息模型（BIM）应用软件，搭建基于 BIM 的施工管理系统。将设计阶段 BIM 模型与时间、成本信息关联整合，并随模块化单元加工、吊运、安装等施工建造环节实施信息共享、有效传递和协同工作。

7.3.3 宜运用 BIM 结合自动控制的信息化技术实现预制装配整体式模块化建筑构件、单元生产的自动化。建立模块化构件、单元生产信息数据库，用于记录生产关键信息，追溯、管理生产质量、生产进度。

7.3.4 运用施工管理系统实现现场施工模拟，精确表达施工现场空间的冲突指标，优化施工场地布置和工序，合理确定施工组织方案。

7.3.5 进行项目算量分析，包括材料用量分析，人工用量分析，工程量分析等，实现建造成本精确控制。

7.3.6 应交付具有完整信息的 BIM 竣工模型，供项目运维阶段使用。

8 运输和吊装工程

8.1 运输

8.1.1 模块化结构在运输时要选择平坦畅通的道路。

8.1.2 模块化结构在运输时要避免模块间的碰撞。

8.1.3 运输除满足此规范的条件外，也必须满足所在国家或地区的交通法律法规。

8.2 吊装

8.2.1 模块吊装宜采用塔式起重机、履带吊、汽车吊等定型产品。选用非定型产品作为起重设备时，应采用专项方案，并应经评审后再组织实施。

8.2.2 吊装设备应根据起重设备性能、结构特点、现场环境、作业效率等因素综合确定。

8.2.3 吊装设备需要附着或支撑在结构上时，应在设计时进行考虑，并应进行结构安全验算。

8.2.4 模块化结构应尽量避免抬吊，当使用抬吊时，应符合现行国家标准《钢结工程施工规范》GB50755 的相关规定。

8.2.5 吊装作业应在施工前进行合理的规划设计，吊装顺序应与现场施工作业部分相配合。

8.2.6 吊装区域应设置安全警戒线，非作业人员严禁入内。

8.2.7 吊装物离地面超过 200m 时，应进行全面检查，并确认无误后正式起吊。

8.2.8 当风速达到 10m/s 时，宜停止吊装作业；当风速达到 15m/s 时，不得吊装作业。

8.2.9 现场应安排专业人员对吊装设备进行维护、安装和管理用电设备和电线路。

8.2.10 每天吊至楼层或屋面上的模块应未及时安装时，应采取牢靠的临时固定措施。

8.2.11 必须编制吊装作业施工组织设计，并应充分考虑施工现场的环境、道路、

架空电线等情况。作业前应进行技术交底；作业中，未经技术负责人批准，不得随意更改。

8.2.12 参加起重吊装的人员应经过严格培训，取得培训合格证后，方可上岗。

8.2.13 作业前，应检查起重吊装所使用的起重机滑轮、吊索、卡环和地锚等，应确保其完好，符合安全要求。

8.2.14 起重作业人员必须穿防滑鞋、戴安全帽，高处作业应佩挂安全带，并应系挂可靠和严格遵守高挂低用。

8.2.15 吊装作业区四周应设置明显标志，严禁非操作人员入内。夜间施工必须有足够的照明。

8.2.16 登高梯子的上端应予固定，高空用的吊篮和临时工作台应绑扎牢靠。吊篮和工作台的脚手板应铺平绑牢，严禁出现探头板。吊移操作平台时，平台上面严禁站人。

8.2.17 绑扎所用的吊索、卡环、绳扣等的规格应按计算确定。

8.2.18 起吊前，应对起重机钢丝绳及连接部位和索具设备进行检查。

8.2.19 高空吊装屋架、梁和斜吊法吊装柱时，应于构件两端绑扎溜绳，由操作人员控制构件的平衡和稳定。

8.2.20 构件吊装和翻身扶直时的吊点必须符合设计规定。异型构件或无设计规定时，应经计算确定，并保证使构件起吊平稳。

8.2.21 安装所使用的螺栓、钢楔（或木楔）、钢垫板、垫木和电焊条等的材质应符合设计要求的材质标准及国家现行标准的有关规定。

8.2.22 吊装大、重、新结构构件和采用新的吊装工艺时，应先进行试吊，确认无问题后，方可正式起吊。

8.2.23 大雨天、雾天、大雪天及六级以上大风天等恶劣天气应停止吊装作业。事后应及时清理冰雪并应采取防滑和防漏电措施。雨雪过后作业前，应先试吊，确认制动器灵敏可靠后方可进行作业。

8.2.24 吊起的构件应确保在起重机吊杆顶的正下方，严禁采用斜拉、斜吊，严禁起吊埋于地下或粘结在地面上的构件。

8.2.25 起重机靠近架空输电线路作业或在架空输电线路下行走时，必须与架空输电线始终保持不小于国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46）规定的安全距离。当需要在小于规定的安全距离范围内进行作业时，必须采取严

格的安全保护措施，并应经供电部门审查批准。

8.2.26 采用双机抬吊时，宜选用同类型或性能相近的起重机，负载分配应合理，单机载荷不得超过额定起重量的 80%。两机应协调起吊和就位，起吊的速度应平稳缓慢。

8.2.27 严禁超载吊装和起吊重量不明的重大构件和设备。

8.2.28 起吊过程中，在起重机行走、回转、俯仰吊臂、起落吊钩等动作前，起重司机应鸣声示意。一次只宜进行一个动作，待前一动作结束后，再进行下一动作。

8.2.29 开始起吊时，应先将构件吊离地面 200~300mm 后停止起吊，并检查起重机的稳定性、制动装置的可靠性、构件的平衡性和绑扎的牢固性等，待确认无误后，方可继续起吊。已吊起的构件不得长久停滞在空中。

8.2.30 严禁在吊起的构件上行走或站立，不得用起重机载运人员，不得在构件上堆放或悬挂零星物件。

8.2.31 起吊时不得忽快忽慢和突然制动。回转时动作应平稳，当回转未停稳前不得做反向动作。

8.2.32 严禁在已吊起的构件下面或起重臂下旋转范围内作业或行走。

8.2.33 因故（天气、下班、停电等）对吊装中未形成空间稳定体系的部分，应采取有效的加固措施。

8.2.34 高处作业所使用的工具和零配件等，必须放在工具袋（盒）内，严防掉落，并严禁上下抛掷。

8.2.35 吊装中的焊接作业应选择合理的焊接工艺，避免发生过大的变形，冬季焊接应有焊前预热（包括焊条预热）措施，焊接时应有防风防水措施，焊后应有保温措施。

8.2.36 已安装好的结构构件，未经有关设计和技术部门批准不得用作受力支承点和在构件上随意凿洞开孔。不得在其上堆放超过设计荷载的施工荷载。

8.2.37 永久固定的连接，应经过严格检查，并确保无误后，方可拆除临时固定工具。

8.2.38 高处安装中的电、气焊作业，应严格采取安全防火措施，在作业处下面周围 10m 范围内不得有人。

8.2.39 对起吊物进行移动、吊升、停止、安装时的全过程应用旗语或通用手势信号进行指挥，信号不明不得起动，上下相互协调联系应采用对讲机。

9 建筑模块的安装

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于预制装配整体式模块化结构工程的安装。

9.1.2 预制装配整体式模块化结构安装现场应设置专门的构件堆场，并采取防止构件变形及表面污染的保护措施。

9.1.3 安装前，应按构件明细表核对进场的模块化构件，查验产品合格证和设计文件，工厂预拼装过的构件在现场组装时，应根据预拼装记录进行。

9.1.4 构件吊装前应清除表面上的油污、冰雪、泥沙和灰尘等杂物，并做好轴线和标高标记。

9.1.5 预制装配整体式模块化结构安装应根据结构特点按照合理顺序进行，并形成稳定的空间刚度单元，必要时增加临时支承结构或临时措施。

9.1.6 预制装配整体式模块化结构安装校正时应考虑温度、日照和焊接变形等因素对结构变形的影响。施工单位和监理单位宜在相同的天气条件和时间段进行测量验收。

9.1.7 预制装配整体式模块化结构吊装宜在构件上设置专门的吊装耳板或吊装孔。设计文件无特殊要求时吊装耳板和吊装孔可保留在构件上，若需去除耳板，可采用气割或碳弧气刨方式在离母材 3~5mm 位置切除，严禁采用锤击方式去除。

9.1.8 预制装配整体式模块化结构安装过程中，制孔、组装、焊接和涂装等工序的施工均应符合有关规定。

9.1.9 构件在运输、存放和安装过程中损坏的涂层，以及安装连接部位，应按有关规定补漆。

9.2 基础、支承面和预埋件

9.2.1 预制装配整体式模块化结构安装前应对建筑物的定位轴线、基础轴线和标高、地脚螺栓位置等进行检查，并办理交接验收。当基础工程分批进行交接时，每次交接验收不应少于一个安装单元的柱基基础，并应符合下列规定：

1 基础混凝土强度达到设计要求；

2 基础周围回填夯实完毕；

3 基础的轴线标志和标高基准点准确、齐全。

9.2.2 基础顶面直接作为柱的支承面、基础顶面预埋钢板或支座作为柱的支承面时，其支承面、地脚螺栓锚栓的允许偏差应符合表 9.2.2 的规定。

表 9.2.2 支承面、地脚螺栓（锚栓）的允许偏差（mm）□

项目		允许偏差
支承面	标高	±3.0
	水平度	1/1000
地脚螺栓	螺栓中心偏移	5.0
	螺栓露出长度	±30.00
	螺纹长度	±30.00
预留孔中心偏移		10.0

9.2.3 钢柱脚采用钢垫板作支承时，应符合下列规定：

1 钢垫板面积应根据混凝土抗压强度、柱脚底板承受的荷载和地脚螺栓（锚栓）的紧固拉力计算确定；

2 垫板应设置在靠近地脚螺栓（锚栓）的柱脚底板加劲板或柱肢下，每根地脚螺栓、锚栓侧应设 1、2 组垫板，每组垫板不得多于 5 块；

3 垫板与基础面、柱底面的接触应平整、紧密。当采用成对斜垫板时，其叠合长度不应小于垫板长度的 2/3；

4 柱底二次浇灌混凝土前垫板间应焊接固定。

9.2.4 锚栓及预埋件安装应符合下列规定：

1 宜采用锚栓定位支架、定位板等辅助固定措施；

2 锚栓和预埋件安装到位后，应可靠固定，当锚栓埋设精度较高时，可采用预留孔洞、二次埋设等工艺；

3 锚栓应采取防止损坏、锈蚀和污染的保护措施；

4 钢柱地脚螺栓应按相关规定进行紧固，对于外露的地脚螺栓应采取防止螺母松动和锈蚀的措施；

5 当锚栓需要施加预应力时，可采用后张拉方法，张拉力应符合设计文件的要求，并在张拉完成后进行灌浆处理。

9.3 模块连接施工

9.3.1 钢柱安装应符合下列规定：

1 柱脚安装时，锚栓宜使用导入器或护套。

2 首节钢柱安装后应及时进行垂直度、标高和轴线位置校正，钢柱的垂直度可采用经纬仪或线锤测量；校正合格后钢柱须可靠固定并进行柱底二次灌浆，灌浆前应清除柱底板与基础面之间杂物。

3 首节以上的钢柱定位轴线应从地面控制轴线直接引上，不得从下层柱的轴线引上，钢柱校正垂直度时，应考虑钢梁接头焊接的收缩量，预留焊缝收缩变形值。

4 倾斜钢柱可采用三维坐标测量法进行测校，或采用柱顶投影点结合标高进行测校，校正合格后宜采用刚性支撑固定。

9.3.2 钢梁安装应符合下列规定：

1 钢梁宜采用两点起吊，当单根钢梁长度大于 21 米，采用 2 个吊装点吊装不能满足构件强度和变形要求时，宜设置 3~4 个吊装点吊装或采用平衡梁吊装，吊点位置应通过计算确定。

2 钢梁可采用一机一吊或一机串吊的方式吊装，就位后应立即临时固定连接。

3 钢梁面的标高及两端高差可采用水准仪与标尺进行测量，校正完成后应进行永久性连接。

9.3.3 支撑安装应符合下列规定：

1 交叉支撑宜按照从下到上的次序组合吊装；

2 若无特殊规定时，支撑构件的校正宜在相邻结构校正固定后进行；

3 屈曲约束支撑应按设计文件和产品说明书的要求进行安装。

9.3.4 桁架（屋架）安装应在钢柱校正合格后进行，并符合下列规定：

1 钢桁架（屋架）可采用整榀或分段安装；

2 钢桁架（屋架）应在起扳和吊装过程中防止产生变形；

3 单榀安装钢桁架（屋架）时应采用缆绳或刚性支撑增加侧向临时约束。

9.3.5 钢板剪力墙安装应符合下列规定

1 钢板剪力墙吊装时应采取防止平面外的变形措施；

2 钢板剪力墙的安装时间和顺序应满足设计文件要求。

9.3.6 关节轴承节点安装应符合下列要求。

1 关节轴承节点应采用专门的工装进行吊装和安装；

2 轴承总成不宜解体安装，就位后需采取临时固定措施，防止节点扭转；

3 连接销轴与孔装配时必须密贴接触宜采用锥形孔、轴，用专用工具顶紧安装；

4 安装完毕后做好成品保护，避免轴承受损。

9.3.7 钢铸件或铸钢节点安装应符合下列要求

1 出厂时应标识清晰的安装基准标记；

2 现场焊接应严格按焊接工艺专项方案的施焊和检验。

9.3.8 由多个构件在地面组拼的重型组合构件吊装，吊点位置和数量应经计算确定。

9.3.9 后安装构件应根据设计文件或吊装工况的要求进行安装，其加工长度宜根据现场实际测量确定，当后安装构件与已完成结构采用焊接连接时，应采取减少焊接变形和焊接残余应力措施。

10　检测

10.1 一般规定

10.1.1 预制装配整体式模块化建筑的检测主要在建筑模块生产、现场吊装及连接施工两个阶段进行。

10.1.2 涉及预制装配整体式模块化建筑结构安全的材料、试件、施工工艺以及结构的重要部位应进行见证检测或实体检验。

10.2 生产检测

10.2.1 制作建筑模块所使用的混凝土、钢材、套筒、等原材料应提供产品合格证明文件，并应按相应的国家现行标准的要求进行复验，合格后方可使用。

10.2.2 预制混凝土构件中连接钢筋采用的套筒，应按《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107－2010）的相关规定进行型式检验。当构件采用钢筋套筒灌浆连接时，应在构件生产前按《钢筋机械连接技术规程》的相关规定进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验。

10.2.3 预制混凝土构件应检查其混凝土强度是否满足设计要求。

10.2.4 预制混凝土构件应检查其主要受力钢筋数量及保护层厚度是否满足要求。

10.2.5 出厂的建筑模块应按设计要求的试验参数及检验指标进行结构性能检验，结构性能检验不合格的建筑模块严禁出厂。建筑模块中混凝土构件的具体检验过程按《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204－2015）规定进行；建筑模块中钢构件的检验过程按《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205-2001）规定进行。

10.3 进场检测

10.3.1 建筑模块进厂后，应检查其出厂质量合格证明文件、出厂质量合格证、型式检验报告等质保资料。建筑模块上的预埋件、插筋和预留孔洞的规格、位置和

数量应符合设计要求。对于模块首次生产，或模块构造存在重大设计变更，则要求全数检查其模块型式检验报告。

10.3.2 进入现场的建筑模块的外观质量、尺寸偏差及结构性能应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。对外观缺陷及超过允许尺寸偏差的部位应按修补方案进行处理，并应重新检查。建筑模块中预制混凝土构件的允许尺寸偏差及检验方法可按《装配式混凝土结构技术规程》（JGJ1-2014）表 11.4.2 执行。预制钢构件的允许尺寸偏差及检验方法按《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205-2001）规定进行。

10. 3. 3 连接螺栓、锚栓、铆钉、套筒和焊接材料应按照《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205－2001）相关规定进行进场复验。

10.4 连接检测

10.4.1 建筑模块之间的连接应符合设计要求，连接处钢筋或埋件采用焊接或机械连接时，接头质量应分别符合《钢筋焊接及验收规程》（JGJ18－2012）及《钢筋机械连接通用技术规程》（JGJ107－2010）的相关要求。

10.4.2 连接处的现浇混凝土强度应符合设计要求。

10.4.3 建筑模块的连接施工应进行隐蔽工程检查，并应详细填写隐蔽工程检查记录。

10.5 结构实体检测

10.5.1 对涉及结构安全的柱、墙、梁等重要部位应进行结构实体检验。结构实体检验应在监理工程师见证下，由施工项目技术负责人组织实施。承担结构实体检验的实验室应具有相应的检测资质。

10.5.2 对预制混凝土构件以及用于建筑模块连接的现浇混凝土的强度检验，应以在浇注地点制备并与结构实体相同养护条件下的试件强度为依据。也可采用非破损或局部破损的检测方法检测。

10.5.3 对预制混凝土构件、建筑模块连接节点的结构性能、钢筋保护层厚度及同条件养护试件的强度等检验应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204及相关标准的有关规定进行。

11 工程验收

11.1 一般规定

11.1.1 预制装配整体式模块化建筑的主体结构分部工程应划分为混凝土结构子分部工程和钢结构子分部工程进行验收。

11.1.2 混凝土结构子分部工程可划分为模板、钢筋、预应力、混凝土、现浇结构和装配式结构等分项工程进行验收。

模板、钢筋、预应力、混凝土、现浇结构和装配式结构分项工程按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204）进行验收。

11.1.3 钢结构子分部工程可划分为钢结构焊接、紧固件连接、钢零部件加工、钢构件组装及预拼装、压型金属板、防腐涂料涂装、防火涂料涂装、模块、模块安装、模块间接缝、天沟安装和雨棚安装等分项工程进行验收。

钢结构焊接、紧固件连接、钢零部件加工、钢构件组装及预拼装、压型金属板、防腐涂料涂装、防火涂料涂装、天沟安装和雨棚安装分项工程按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205）进行验收。

11.1.4 分项工程可根据与生产和施工方式相一致且便于控制施工质量的原则，按工作班、楼层、结构缝或施工段划分为若干检验批。

11.1.5 对涉及结构安全的有代表性的部位宜进行结构实体检验，检验应在监理单位见证下，由施工单位的项目技术负责人组织实施。承担结构实体检验的检测单位应具有相应的资质。

结构实体检验的内容包括模块化结构构件性能检验和预制装配整体式结构连接性能检验两部分。

11.1.6 后浇混凝土的强度检验，应以在浇筑地点制备并与结构实体同条件养护的试件强度为依据。也可根据合同约定采用非破损或局部破损的检测方法，按国家现行有关标准的规定进行。

11.1.7 灌浆料的强度检验，应以在灌注地点制备并标准养护的试件强度为依据。

11.1.8 对钢筋保护层厚度检验，抽样数量、检验方法、允许偏差和合格条件应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定。

11.1.9 当同条件养护的混凝土试件的强度检验结果符合现行国家标准《混凝土强

度检验评定标准》GB/T107 的有关规定时，混凝土强度应判为合格；当未能取得同条件养护试件强度、同条件养护试件强度被判为不合格或钢筋保护层厚度不满足要求时，应委托具有相应资质等级的检测机构按国家现行有关标准的规定进行检测复核。

11.1.10 模块应由制作单位按设计要求进行结构性能检验。

11.1.11 检验批、分项工程、分部（子分部）及单位工程的验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300）、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204）和《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205）的规定。

11.2 预制装配式结构安装分项工程验收

Ⅰ主控项目

11.2.1 进入现场的模块应具有出厂合格证及相关质量证明文件，质量应符合设计及相关技术标准要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查出厂合格证及相关质量证明文件。

11.2.2 模块应在明显部位标明生产单位、项目名称、模块型号、生产日期、安装部位、安装方向及质量合格标志。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

11.2.3 模块吊装的预留吊环及预埋件应安装牢固、无松动。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

11.2.4 模块的预埋件、插筋及预留孔洞等规格、位置和数量应符合设计要求。对存在的影响安装功能的质量缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查质量缺陷技术处理方案。

11.2.5 模块不应有影响结构性能和安装、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，应按技术处理方案进行处理，并

重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查技术处理方案。

表 11.2.5 模块主控项目尺寸的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差（mm）	检验方法
预留连接钢筋	中心位置	3	钢尺检查
	外露长度	0.5	钢尺检查
预埋灌浆套筒	中心位置	2	钢尺检查
	套筒内部	未堵塞	观察检查
预埋件（安装用孔洞或螺母）	中心位置	3	钢尺检查
	螺母内壁	未堵塞	观察检查
桁架钢筋高度		0.5	钢尺检查
与后浇部位模板接茬范围表面平整度		2	2m 靠尺和塞尺检查

II 一般项目

11.2.6 模块的外观质量不应有质量缺陷，对已经出现的质量缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：同一批次进场的同类型模块，抽查 5%且不少于 5 件。

检验方法：观察，检查质量缺陷的技术处理方案。

11.2.7 模块的一般项目尺寸偏差应符合表 11.2.7 的规定。

检查数量：同一批次进场的同类型模块，抽查 5%且不少于 5 件。

检查方法：量测检查。

表 11.2.7 模块一般项目尺寸允许偏差和检验方法

项目		允许偏差(mm)	检验方法
长度		3	钢尺检查
宽度、高（厚）度		3	钢尺量一端及中部，取其中较大值
预埋件	中心线位置	5	钢尺检查
	安装平整度	3	靠尺和塞尺检查
预留孔、槽	中心位置	5	钢尺检查

	尺寸	0.5	钢尺检查
预留吊环	中心位置	5	钢尺检查
	外露长度	0，10	钢尺检查
钢筋保护层厚度		+5，-3	钢尺检查
表面平整度		3	2m 靠尺和塞尺检查
预留钢筋	中心位置	3	钢尺检查
	外露长度	0.5	钢尺检查

11.3 模块安装分项工程

Ⅰ主控项目

11.3.1 模块安装时临时固定及支撑措施应有效可靠，符合施工及相关技术标准要求。安装就位后，连接钢筋和套筒等主要传力部位不应出现影响结构性能和模块安装施工的尺寸偏差。对已经出现的影响结构性能的尺寸偏差，应有施工单位提出技术处理方案，并经监理（建设）单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查，检查技术处理方案。

11.3.2 模块安装完成后，外观质量不应有影响结构性能的质量缺陷。对于已经出现的影响结构性能的质量缺陷，应有施工单位提出技术处理方案，并经监理（建设）单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查，检查技术处理方案。

11.3.3 模块与基础、模块与模块、模块与主体结构、模块与围护结构、主体结构与围护结构之间的连接应符合设计要求。连接施工应有安装施工工艺，并进行技术交底。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查，检查施工记录和检查报告。

11.3.4 钢筋套筒接头灌浆料配合比应符合灌浆工艺及灌浆料使用说明书的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查灌浆工艺及灌浆料使用说明书。

11.3.5 钢筋连接套筒灌浆应饱满，灌浆时灌浆料必须冒出溢流口；采用专用堵头封闭后灌浆料不应有任何外漏。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

11.3.6 承受内力的接头盒拼缝，当其混凝土强度未达到设计要求时，不得吊装上一层结构构件（模块）；当设计无具体要求时，应在混凝土强度不小于 10N/㎜^{2} 或具有足够的支撑时方可吊装上一层结构构件（模块）。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，检查混凝土同条件试件强度报告。

II 一般项目

11.3.7 螺栓连接应符合国家现行规范《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205）及《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》（JG160）的规定；焊接连接应符合现行国家行业标准《钢筋焊接及验收规程》（JGJ18）的规定。

检查数量：同种直径每完成 500 个接头作为一个检验批，抽查 5%且不少于 5 接头。

检查方法：观察检查、尺量检查、实验检验。

11.3.8 半灌浆套筒（直螺纹钢筋套筒灌浆接头）应作连接接头力学性能检验，质量应满足现行国家行业标准《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107）及《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》（JGJ355）的要求。

检查数量：同种直径每完成 500 个接头时制作一组试件，每组试件 3 个接头。

检查方法：检查接头力学性能检验报告。

11.3.9 钢筋套筒接头灌浆料应留置同条件养护试块，试块强度应满足《水泥基灌浆材料应用技术规范》（GB/T50448）的要求。

检查数量：同种直径每班灌浆接头施工时留置一组试件，每组 3 个试块，试块规格为 40×40×160㎜。

检查方法：检查试件强度试验报告。

12 施工安全与绿色施工

12.1.1 预制装配整体式模块化建筑施工应执行国家、地方、行业和企业的安全生产法规和规章制度，落实各级各类人员的安全生产责任制。

12.1.2 施工单位应根据工程施工特点对重大危险源进行分析，制定相应的安全生产应急预案，并予以公示。

12.1.3 高温、冬季、雨季施工，应按相关要求采取相应的措施，保证施工安全和质量。

12.1.4 施工单位应制定施工环境保护计划，落实责任人员，并应组织实施。

12.1.5 施工现场应加强对噪声、扬尘、建筑垃圾等的控制，加强对废水、污水、废物的管理和回收。

本标准规范用词说明

1 为便于在执行本标准规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在一定条件下可以这样做的用词；

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本标准规范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《混凝土结构设计规范》GB50010

2《钢结构设计规范》GB50017

3《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119

4《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

5《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205

6《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210

7《建筑内部装修设计防火规范》GB50222

8《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300

9《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325

10《钢结构焊接规范》GB50661

11《通用硅酸盐水泥》GB175

12《混凝土外加剂》GB8076

13《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB8624

14《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8932

15《高压无气喷涂典型工艺》JB/T9188

16《金属和其他无机覆盖层热喷涂锌、铝及其合金》GB/T9793

17《热喷涂金属件表面预处理通则》GB/T11373

18《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T13912

19《硅酮建筑密封胶》GB/T14683

20《建筑工程施工组织设计规范》GB/T50502

21《装配式混凝土结构技术规程》（JGJ1）

22《钢筋焊接及验收规程》JGJ18

23《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33

24《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46

25《混凝土用水标准》JGJ63

26《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80

27《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107）

28《钢筋焊接网混凝土结构设计规程》JGJ114

29《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256

30《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398

31《钢筋连接用灌浆灌浆料》JG/T408

32《聚氨酯建筑密封胶》JC/T482

33《聚硫建筑密封胶》JC/T483

CECS -XXX-201X

中国工程建设协会标准

预制装配整体式模块化建筑施工及验收规程

Specification for construction and acceptance of prefabricated monolithic modular building

条文说明

（征求意见稿）

目次

1 总则 47
2 术语 48
3 基本规定 49
4 材料 52
4.1 一般规定 52
4.2 混凝土 52
4.3 钢材 52
4.4 连接材料 54
4.5 轻质内隔墙 55
4.6 其他材料 55
5 建筑模块的加工制作 56
5.1 一般规定 56
5.2 制作准备 56
5.3 焊接 56
5.4 零部件加工 58
5.5 构件加工 58
5.6 模块单元组装 59
5.7 建筑模块预拼装 60
6 防腐和防火施工 61
6.1 一般规定 61
6.3 防腐涂装 61
7 施工组织设计及 BIM 技术应用 62
7.2 施工组织设计 62
7.3BIM 技术应用 63
8 运输和吊装工程 65
8.1 运输 65
8.2 吊装 65

9 建筑模块的安装 67
9.2 基础、支承面和预埋件 67
9.3 模块连接施工 67
10 检测 69
10.3 进场检测 69
10.5 结构实体检测 69
11 工程验收 70
11.2 预制装配式结构安装分项工程验收 70
11.3 模块安装分项工程 70
12 施工安全与绿色施工 71

Concents

1 General 47

2 Terminology 48

3 Basic provisions 49

4 Materials 52

4.1 General 52

4.2 Concrete 52

4.3 Steel 52

4.4 Connection Material 54

4.5 Light Interior Partition Wall 55

4.6 Other Materials..... 55

5 Manufacture of Building Blocks 56

5.1 General 56

5.2 Preparation 56

5.3 Welding 56

5.4 Parts processing 58

5.5 Component processing 58

5.6 Modular unit Assembly 59

5.7 Pre-assembled Building Blocks..... 60

6 Corrosion Protection and Fire-proof Construction 61

6.1 General 61

6.3 The Anticorrosive Coating..... 61

7 Construction Organization Design and BIM Technology Application 62

7.2 Construction Organization Design 62

7.3 BIM Technology Application..... 63

8 Transport and Lifting Work 65

8.1 Transport 65

8.2 Lifting 65
9 Building Blocks Installation 67
9.2 Foundations, Supporting Surfaces and Embedded Parts 67
9.3 Module Construction 67
10 Detection 69
10.3 Entry Detection 69
10.5 Structure Detection 69
11 Project Acceptance 70
11.2 Installation of Prefabricated Structure Sub-item Project Acceptance 70
11.3 Module Project 70
12 Construction safety and green construction 71

1 总则

1.0.1 本规程的编制是为了加强建筑工程质量管理，统一预制装配整体式模块化建筑工程施工及质量验收，保证工程施工质量，便于建设、监理、施工、设计单位的有关技术人员及管理人员理解、学习。

1.0.2 一体化施工技术包括深化设计、模块部品部件工厂化生产与加工、模块化构件的涂装、施工组织设计、构件运输和吊装、建筑模块安装、工程检测验收与运营维护全过程。在设计和施工以及运维阶段以 BIM 模型及模型中的数据信息为核心，所有参与方都以模型及模型中数据信息为准，对模型及数据进行及时的更新和维护。

1.0.3 本条阐述了预制装配整体式模块化建筑建设的基本原则，强调了可持续发展的绿色建筑全寿命期基本理念。除应满足标准化设计、工厂化生产、装配化施工、信息化管理和智能化应用等全产业链工业化生产的要求外，还应满足建筑全寿命期运营、维护、改造等方面的要求。

1.0.4 本规程应与国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 配套使用。

2 术语

2.0.13BIM（Building Information Modeling）建筑信息模型技术是对工程项目实体与功能特性的数字化表达，是关于工程项目信息的共享知识资源，为工程项目全生命周期的各项决策提供可信的支持，是以三维数字技术为基础，集成了建设工程项目各种相关信息的工程数据模型。

在编写本章术语时，参考了《工程结构设计基本术语标准》GB/T50083 等国家标准中的相关术语。本规程的术语是从混凝土结构工程施工质量验收的角度赋予其涵义的。还给出了相应的推荐英文术语，供参考。

3 基本规定

3.0.1 规定了从事预制装配整体式模块化建筑工程施工企业的资质及管理要求，以规范市场准入制度，同时考虑施工过程中，在保证质量和安全的前提下，还应有对环境保护的制度和措施，并且要求所制定的管理体系应贯穿于预制装配整体式模块化建筑工程施工的全过程。

与预制装配整体式模块化建筑施工相关企业资质主要有：房屋建筑工程施工总承包企业资质；预拌商品混凝土专业企业资质、混凝土预制构件专业企业资质、预应力工程专业承包企业资质；钢筋作业分包企业资质、混凝土作业分包企业资质、脚手架作业分包企业资质、模板作业分包企业资质等。

施工单位的质量管理体系应覆盖施工全过程，包括材料的采购、验收和储存，施工过程中的质量自检、互检、交接检，隐蔽工程检查和验收，以及涉及安全和功能的项目抽查检验等环节。混凝土结构施工全过程中，应随时记录并处理出现的问题和质量偏差。

质量管理的要求：

按标准第 3.0.1 条要求，任何施工单位及其施工现场，作为质量管理的最起码要求，必须做到“三有”，即“有标准”、“有机构”、“有制度”。

（1）“有标准”是指应有与现场施工相关的所有标准规范，这是进行工程质量验收的最基本条件。

（2）“有机构”是指每一施工现场均应有健全的质量管理体系，做到人员组织上落实。因为任何现场管理和质量控制都是需要有组织并分工明确的人来完成的。这里应该强调“健全”二字。其表明不仅要求质量管理机构严密，而且实际上还能够有效地运行，真正发挥应有的作用。

（3）“有制度”是指有完善的检验制度和评定考核制度。制度是指导有关人员进行实际工作的具体措施。标准要求应该有落实到每一个检验人员的责任制度，有制度才能实现对施工全过程的有效控制。这里不仅包括各施工环节的验收制度，还应包括施工单位内部进行质量控制的评定考核制度。因为这是“验收”的基础，对于质量同样是很重要的。

3.0.2 对结构安装成形过程进行施工阶段分析主要为保证结构安全，或满足规定功能要求，或将施工阶段分析结果作为其他分析和研究的初始状态。在进行施工阶段的结构分析和验算时，验算应力限值一般在设计文件中规定，结构应力大小要求在设计文件规定的限值范围内，以保证结构安全；当设计文件未提供验算应力限值时，限值大小要求由设计单位和施工单位协商确定。

3.0.3 本条规定在工程施工前完成预制装配式模块化结构施工组织设计、专项施工方案等技术文件的编制和审批，以规范项目施工技术管理。预制装配整体式模块化结构施工组织设计一般包括编制依据、工程概括、资源配置、进度计划、施工平面布置、主要施工方案、施工质量保证措施、安全保证措施及应急预案、文明施工及环境保护措施、季节施工措施、夜间施工措施等内容，也可以根据工程项目的具体情况对施工组织设计的编制内容进行取舍。

3.0.4 预制装配整体式模块化建筑工程从构件制作、运输到施工现场安装，由于其结构形式的多样性以及安装方式过程的复杂性，管理人员必须具备关于装配整体式模块化建筑一体化建设流程的相关知识，现场作业人员在高精度的模块化构件安装过程前必须对施工进行系统的学习。

3.0.5 吊具选用起重吊装工程的技术和安全要求执行。为提高施工效率，可以采用多功能专用吊具，以适应不同类型的构件吊装。同时可依据本规程及相关技术标准进行施工验算，特殊情况无参考依据时，需进行专项设计计算分析或必要试验研究。

3.0.6 应制定预制装配整体式模块化结构的专项施工方案。施工方案应结合结构深化设计、构件制作、运输和安装全过程各工况的验算以及施工吊装与支撑体系的验算等进行策划与制定，充分反映预制装配整体式模块化结构施工的特点和工艺流程的特殊要求。

在预制构件加工制作阶段，应将各专业、各工种所需的预留孔洞、预埋件等一并完成，避免在施工现场进行剔凿、切割，伤及预制构件，影响质量及观感。因此，在一般情况下，预制装配整体式模块化结构的施工图完成后，还需要进行预制构件的深化设计，以便于预制构件的加工制作。这项工作应由具有相应设计资质的单位完成。预制构件的深化设计可以由设计院完成，也可委托有相应设计资质的单位单独完成深化设计详图。

3.0.7 为保证应急预案的顺利实施，建立应急预案体系。制定培训计划，对应急救援系统各层次和岗位人员进行工作和任务分析，根据各岗位人员的职责，制定工作任务。

(1)使命：岗位的总体目标；

(2)重要职责：按职责对工作全面说明；

(3)任务：每项职责下要履行的各种任务；

(4)任务说明：明确说明责任人该怎么做；

应急救援交底和培训的目的是指通过一定的方式来获得或提高应急救援技能，以便在事故的救援行动中，达到快速、有序、有效的效果。

3.0.8 预制装配整体式模块化建筑分部工程的质量验收除应符合本规范规定外，尚应符合《装配整体式混凝土结构施工及质量验收规范》、《混凝土结构工程施工质量验收规范》。

3.0.9 一般来说，建筑装饰装修工程的装饰装修效果很难用语言准确、完整的表述出来；有时，某些施工质量问题也需要有一个更直观的评判依据。因此，在施工前，通常应根据工程情况确定制作样板间、样板件或封存材料样板。样板间适用于宾馆客房、住宅、写字楼办公室等工程，样板件适用于外墙饰面或室内公共活动场所，主要材料样板是指建筑装饰装修工程中采用的壁纸、涂料、石材等涉及颜色、光泽、图案花纹等评判指标的材料。不管采用哪种方式，都应由建设方、施工方、供货方等有关各方确认。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 和《钢结构设计规范》GB50017 的规定。钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114 的规定。

4.1.2 材料进场检验，当满足下列条件之一时，其检验批容量可扩大一倍。

1、获得认证的材料；

2、同一厂家、同一牌号、同一规格的材料，连续三批均一次检验合格。

4.2 混凝土

4.2.1《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定如下：

1、钢筋进场时，应按国家现行标准的规定抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合相应标准的规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

2、成型钢筋进场时，应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行相关标准的规定。

3、对由热轧钢筋制成的成型钢筋，当有施工单位或监理单位的代表驻厂监督生产过程，并提供原材钢筋力学性能第三方检验报告时，可仅进行重量偏差检验。

检查数量：同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋，不超过 30t 为一批，每批中每种钢筋牌号、规格均应至少抽取 1 个钢筋试件，总数不应少于 3 个。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

4.3 钢材

4.3.2《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定如下：

1、钢材钢铸件的品种规格性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。进口钢材产品的质量应符合设计和合同规定标准的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

2、对属于下列情况之一的钢材应进行抽样复验，其复验结果应符合现行国家产品标准和设计要求。

（1）国外进口钢材；

（2）钢材混批；

（3）板厚等于或大于 40mm 且设计有 Z 向性能要求的厚板；

（4)建筑结构安全等级为一级大跨度钢结构中主要受力构件所采用的钢材；

（5）设计有复验要求的钢材；

（6）对质量有疑义的钢材。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查复验报告。

3、钢板厚度及允许偏差应符合其产品标准的要求。

检查数量：每一品种规格的钢板抽查 5 处。

检验方法：用游标卡尺量测。

4、型钢的规格尺寸及允许偏差符合其产品标准的要求。

检查数量：每一品种规格的型钢抽查 5 处。

检验方法：用钢尺和游标卡尺量测。

5、钢材的表面外观质量除应符合国家现行有关标准的规定外尚应符合下列规定：

（1）当钢材的表面有锈蚀麻点或划痕等缺陷时其深度不得大于该钢材厚度负允许偏差值的 1/2；

（2）钢材表面的锈蚀等级应符合现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T8923 规定的 C 级及 C 级以上；

（3）钢材端边或断口处不应有分层夹渣等缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

4.3.3《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114 的规定如下：

1、钢筋焊接网宜采用 CRB550 级冷轧带肋钢筋或 HRB400 级热轧带肋钢筋制作，

也可采用 CPB550 级冷拔光面钢筋制作。

注：焊接网用钢筋的技术要求应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢筋焊接网》GB / T1499.3 的规定。

2、钢筋焊接网分为定型焊接网和定制焊接网两种。

（1）定型焊接网在两个方向上的钢筋间距和直径可以不同，但在同一方向上的钢筋宜有相同的直径、间距和长度。

（2）定制焊接网的形状、尺寸应根据设计和施工要求，由供需双方协商确定。

3、钢筋焊接网的规格宜符合下列规定：

（1)钢筋直径:冷轧带肋钢筋或冷拔光面钢筋为 4～12mm,冷加工钢筋直径在 4～12mm 范围内可采用 0.5mm 进级，受力钢筋宜采用 5～12mm；热轧带肋钢筋宜采用 6～16mm。

（2）焊接网长度不宜超过 12m，宽度不宜超过 3.3m。

（3）焊接网制作方向的钢筋间距宜为 100m、150mm、200mm；与制作方向垂直的钢筋间距宜为：100～400mm，且宜为 10mm 的整倍数。

4.4 连接材料

4.4.6《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256 的要求如下：

锚固板应符合下列规定：

（1）全锚固板承压面积不应小于锚固钢筋公称面积的 9 倍；

（2）部分锚固板承压面积不应小于锚固钢筋公称面积的 4.5 倍；

（3）锚固板厚度不应小于锚固钢筋公称直径；

（4）当采用不等厚或长方形锚固板时，除应满足上述面积和厚度外，尚应通过省部级的产品鉴定；

（5）采用部分锚固板锚固的钢筋公称直径不宜大于 40mm；当公称直径大于 40mm 的钢筋采用部分锚固板锚固时，应通过试验验证确定其设计参数。

4.5 轻质内隔墙

4.5.1 轻质内隔墙可选用轻质钢筋混凝土条板、轻钢龙骨石膏板等。

4.6 其他材料

4.6.1 硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应分别符合国家现行标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T14683、《聚氨酯建筑密封胶》JC/T482、《聚硫建筑密封胶》JC/T483 的规定。

5 建筑模块的加工制作

5.1 一般规定

5.1.1 建筑模块制作的质量涉及工程质量和结构安全，制作单位应符合国家和地方有关部门规定的硬件设施、人员配置和相关管理要求，规范市场准入制度。

5.1.2 本条对从事建筑模块制作的焊接及焊接检测人员的要求进行了规定。

5.1.3 本条对建筑模块制作质量验收进行了规定。除满足本规程有关规定外，建筑模块中钢结构部分制作应满足现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定；建筑模块中含有 RC 部分的，RC 部分质量要求应符合本规程和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定；建筑模块中含有其他部分的，其质量要求应符合国家现行规范、规程和标准的有关规定。

5.2 制作准备

5.2.1 建筑模块主要依据建筑施工图、结构施工图、施工工艺、吊装方案、运输方案等条件，合理划分。根据建筑结构特点，可选择完全模块化制作，也可为部分模块化制作。

5.2.2 为保证建筑模块满足施工要求，应对其进行施工阶段验算，对不满足施工要求的单元，应采取必要的构造措施，保证其强度、刚度及稳定性。

5.2.3 施工详图主要包括图纸目录、施工详图设计总说明、构件布置图、构件详图和安装节点详图等内容。建筑模块施工详图的深度可参考《钢结构设计制图深度和表示方法》03G102 的相关规定。

5.3 焊接

5.3.1 现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 对焊接工艺评定有明确要求并已将焊接工艺评定报告列入竣工资料必备文件之一。

5.3.2 焊接工艺文件是焊接作业的主要依据，是保证焊接质量的技术支撑，本条

明确了焊接工艺文件的依据。

5.3.3 现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661 对坡口形式和尺寸的规定已经与国际上部分国家应用的较为成熟的标准进行了接轨，参考了美国和日本等国家的标准规定。因此，本规程要求坡口形式和尺寸按照现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661 的相关规定执行。

5.3.4 接头坡口表面质量是保证焊接质量的重要条件，如果坡口表面不干净，将会产生焊接冷裂纹、焊接热裂纹或焊接气孔等焊接质量问题，鉴于坡口表面状况对焊缝质量的影响，本条给出了相应的规定。

5.3.5 焊条、焊剂在使用前进行烘培，主要是去除其中的水分，降低焊缝金属中的扩散氢含量，扩散氢是焊接延迟裂纹产生的主要因素之一。

5.3.6 定位焊缝的焊接质量对整体焊缝质量有直接影响，应从焊接预热、焊材选用、焊工资格及焊接工艺等方面给予充分重视，避免造成正式焊缝中的焊接缺陷。

5.3.7 在焊接接头的端部设置引弧板、引出板的目的是：避免因引弧时焊接热量不足而引起焊接裂纹，或熄弧时产生焊缝缩孔和裂纹，以影响接头的焊接质量。引弧板、引出板和衬垫板所用钢材应对焊接金属性能不产生显著影响，不要求与母材材质相同，但强度等级不应高于母材，焊接性能不比母材差。

5.3.8 对预热和道间温度的控制，主要目的是降低焊接接头的冷裂倾向、淬硬倾向和裂纹倾向。

5.3.9 焊接变形控制主要目的是保证构件或结构要求的尺寸，但有时焊接变形控制的同时会使焊接应力和焊接裂纹倾向随之增大，应采取合理的工艺措施、施焊顺序、热量平衡等方法来降低或平衡焊接变形，避免刚性固定或强制措施控制变形。

5.3.11 在 T 形、十字形及角接接头焊接时，由于焊接收缩应力作用于板厚方向（即垂直于板材纤维的方向）而使板材产生沿轧制带状组织晶间的台阶状层状撕裂。这一现象在国外钢结构焊接工程实践中早已发现，并经过多年试验研究，总结出一系列防止层状撕裂的措施。我国现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661 对材料厚度方向性能、焊接节点形式和焊接工艺等方面均提出了相应要求，以防止板材产生层状撕裂现象。

5.4 零部件加工

5.4.1 放样和号料时应预留余量，一般包括制作和安装时的焊接收缩余量，构件的弹性压缩量，切割、刨边和铣平等加工余量，以及厚钢板展开时的余量等。

5.4.2 钢材切割可采用气割、机械切割、等离子切割等方法。

5.4.3 对冷矫正和冷弯曲的最低环境温度进行限制，是为了保证钢材在低温情况下受到外力时不致产生冷脆断裂。在低温下钢材受外力而脆断要比冲孔和剪切加工时而断裂更敏感，故环境温度限制较严。

采用加热矫正时，规定加热温度不要超过 900℃，是因为超过此温度后，钢材内部组织将发生变化，材质变差。当温度低于 600℃时，矫正效果不大，且钢材在 500℃~550℃存在热脆区，故当温度降到 600℃时，就应停止矫正工作。

5.4.4 零件热加工成型时加热温度应控制在 900℃~1000℃，也可控制在 1100℃~1300℃。

5.4.6 边缘加工可采用气割和机械加工方法，对边缘有特殊要求时宜采用精密切割。

5.4.7 制孔可采用钻孔、冲孔、铣孔、铰孔、镗孔和锪孔等方法，对直径较大或长形孔也可采用气割制孔；机械或气割制孔，钻孔、冲孔为一次制孔。铣孔、铰孔、镗孔和锪孔方法为二次制孔，即在一次制孔的基础上进行孔的二次加工。也规定了采用气割制孔的方法，实际加工时一般直径在 80㎜ 以上的孔，钻孔不能实现时可采用气割制孔；另外对于长圆孔或异形孔一般可采用先行钻孔然后再采用气割制孔的方法。对于采用冲孔制孔时，钢板厚度应控制在 12㎜ 以内，过厚的钢板冲孔后孔壁内会出现分层现象。

5.4.9 高强度螺栓连接摩擦面的加工，可采用喷砂、抛丸和砂轮打磨等方法。

5.5 构件加工

5.5.1 确定组装顺序时，应按组装工艺进行。编制组装工艺时，应考虑设计要求、构建形式、连接方式、焊接方法和焊接顺序等因素。

5.5.2 本条规定了板材和型材的拼接要求。

5.5.3 构件组装可采用地样法、仿形复制装配法、胎模装配法和专用设备装配法

等方法；组装时可采用立装、卧装等方式。

5.5.5 设计要求起拱的构件，应在施工详图设计中予以考虑。起拱值允许正偏差，不允许负偏差。

5.5.6 构件的端面铣平加工可用铣床加工；端部铣平加工应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定。

5.6 模块单元组装

5.6.1 模块单元组装是指根据制作前确定的建筑模块划分，将钢构件组装成为模块单元的骨架，并在其上装配完成预设的其他各种构配件，如楼板、墙体、设备、管道、建筑装饰等。如图 5.6.1 所示

模块单元组装前，要求对组装人员进行技术交底，交底内容包括施工详图、组装工艺、操作规程等技术文件。

5.6.2 钢结构骨架是模块单元制造的基础，其制造精度和质量对工程质量具有决定性影响，本条对模块单元钢骨架制造质量的最低要求进行规定。

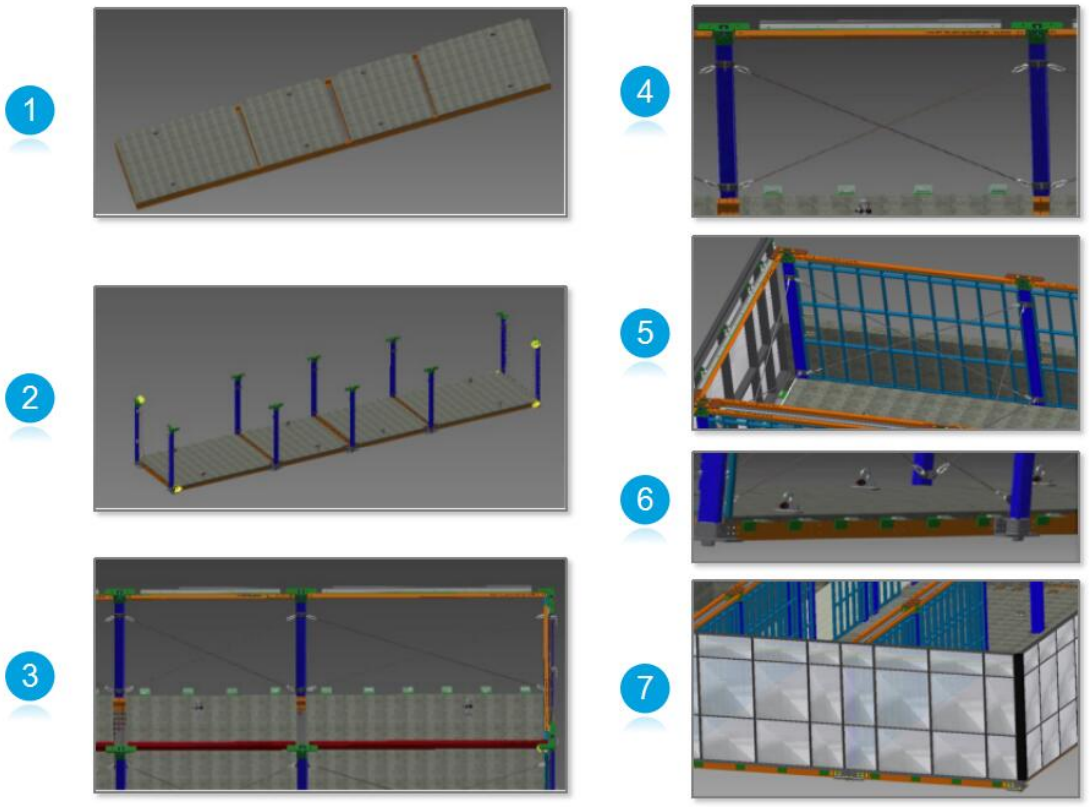


图 5.6.1 预制模块单元组装

5.7 建筑模块预拼装

5.7.1 由于模块单元较为复杂，为检验其制作的整体性和准确性、保证现场安装定位，按合同或设计文件规定要求在出厂前进行厂内预拼装，如图 5.7.1 所示。

图 5.7.1 模块构件现场拼装

5.7.2 钢结构骨架部分可依据现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205；其他部分可依照本规程工程验收部分执行。

5.7.3 本条规定重大模块单元的支撑结构应进行验算。

5.7.4 计算机辅助模拟预拼装方法预拼装速度快、精度高、节能环保、经济实用，是产品质量检测的发展方向。

6 防腐和防火施工

6.1 一般规定

6.1.2 钢构件防火构造主要包括：外包混凝土、涂覆防火涂料、防火板包覆和复合防火保护（在钢构件表面涂敷防火涂料或采用柔性毡状隔热材料包覆，再用轻质防火板作饰面板）等方式。需在工厂完成防火保护的，建议采用防火板包裹方式和复合防火保护方式；当有可靠措施保证防火涂料在模块单元制造、运输、安装过程中防火性能不受影响，模块单元防火措施也可采用工厂涂覆防火涂料方式。

6.3 防腐涂装

6.3.1 通常高压无气喷涂法涂装效果好、效率高，对大面积的涂装及施工条件允许的情况下应采用高压无气喷涂法，可参照《高压无气喷涂典型工艺》JB/T9188执行；对于狭长、小面积以及复杂形状构件可采用涂刷法、手工滚涂法、空气喷涂法。

6.3.4 金属热喷涂工艺有火焰喷涂法、电弧喷涂法和等离子喷涂法等。由于环境条件和操作因素所限，目前工程上应用的热喷涂方法仍以火焰喷涂法为主。该方法用氧气和乙炔焰溶化金属丝，由压缩空气吹送至待喷涂结构表面，即为本条的气喷法。气喷法适用于热喷锌涂层，电喷涂法适用于热喷涂铝涂层，等离子喷涂法适用于喷涂耐腐蚀合金涂层。

6.3.7 构件热浸镀锌时，减少热变形的措施有：

1、构件最大尺寸宜一次放入镀锌池；

2、封闭截面构件在两端开孔；

3、在构件角部应设置工艺孔，半径大于 40mm；

4、构件的板厚应大于 3.2mm。

7 施工组织设计及 BIM 技术应用

7.2 施工组织设计

7.2.1 预制装配整体式模块化建筑施工前应制定结构施工专项方案。施工方案应结合结构深化设计、构件制作、运输和安装全过程各工况的验算，以及施工吊装与支撑体系的验算等进行策划和制定，充分反映模块化建筑施工的特点和工艺流程的特殊要求。

7.2.2 模块的运输与吊装、安装不是同一施工单位时，应按照行业管理要求具备相应的资质，施工单位在安全、质量和环境管理方面应有完善的管理体系和管理制度。必要时总包单位可以选择通过质量、安全与环境体系认证的分包施工单位。

7.2.3 预制装配整体式模块化建筑的结构专项方案应包括下列内容：

1、整体进度计划：结构总体施工进度计划，建筑模块生产计划，建筑模块安装进度计划；

2、建筑模块运输：车辆数量，运输路线，现场装卸方法；

3、施工场地布置：场内通道，吊装设备，吊装方案，建筑模块摆放场地；

4、建筑模块安装：测量放线、节点施工，防水施工，成品保护及修补措施；

5、施工安全：吊装安全措施、专项施工安全措施；

6、质量管理：建筑模块安装的专项施工质量管理；

7、绿色施工与环境保护措施。

7.2.4 预制装配式模块化建筑施工中现浇混凝土部分在浇筑前应进行的隐藏验收项目应包括如下内容：

1、钢筋的牌号、规格、数量、位置及间距等；

2、纵向受力钢筋的连接方式、接头位置及数量、接头面积百分率及搭接长度等；

3、纵向受力钢筋的锚固方式及长度；

4、箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置及间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

5、预埋件的规格、数量及位置；

6、混凝土粗糙面的质量，键槽的规格、数量及位置；

7、预留管线、线盒等的规格、数量、位置及固定措施。

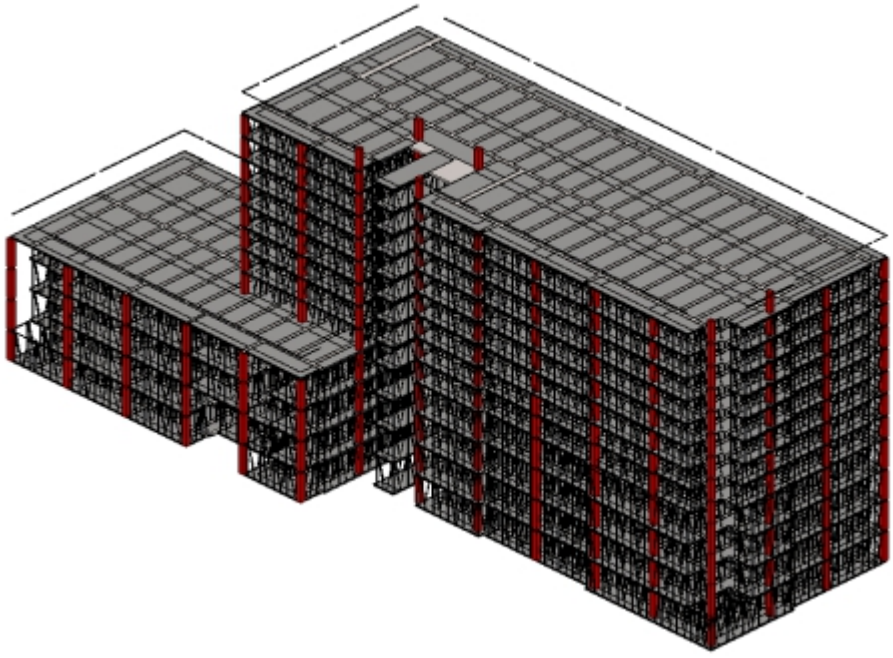
7.2.5 吊具选用按起重吊装工程的技术和安全要求执行。施工验算可依据相关技术标准进行，特殊情况无参考依据时，需进行专项设计计算分析或必要的试验研究。

7.2.6 应注意建筑模块安装的施工安全要求。为防止建筑模块在安装过程中因不合理受力造成损伤、破坏或高空滑落，应严格遵守有关施工安全规定。

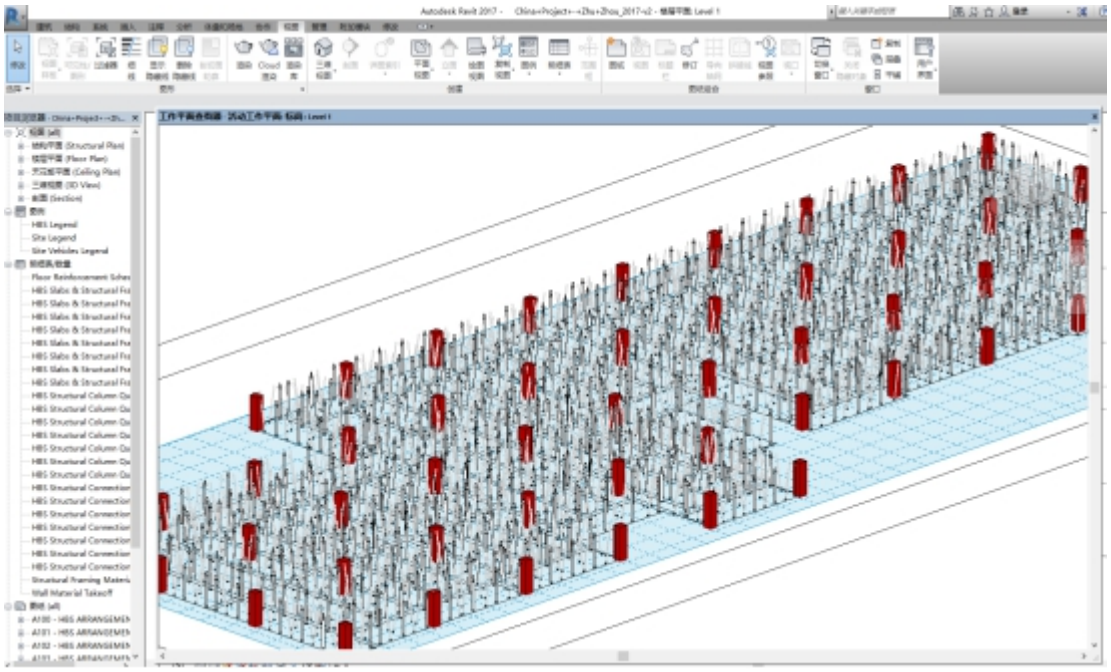
7.2.7 预制装配整体式模块化建筑施工以建筑模块安装为主导，而以传统的现浇施工为辅助，因此整个施工现场布置应以起重设备为主导因素进行。

7.3BIM 技术应用

7.3.1 美国 BIM 标准 NBIMS-US 中将建筑工程全寿命期划分为策划（Conceive）、规划（Plan）、设计（Design）、施工（Build）、运营（Operate）、改造（Renovate）、报废（Dispose）七个阶段。根据我国企业分类及模块化建筑专业特点，本标准将项目全寿命期阶段划分为策划与规划、勘察与设计、施工与监理、运行与维护及拆除或改造与加固等五个阶段。BIM 技术的目标始终追求建筑全寿命期的信息共享、协同工作。如图 7.3.1 所示。



7.2.1（1）株洲示范项目 BIM 建模整体效果 3D 视图



7.2.1（2）株洲示范项目 BIM 建模观察平面图

7.3.2 针对目前建筑模型信息化市场软件品牌众多，不少均自认为是 BIM 软件。本标准提出按相关要求选用适宜 BIM 软件。建筑信息模型的基本要求是所有信息协调一致。BIM 的一个基本前提是项目全寿命期内不同阶段不同利益相关方的协同、共享和应用，包括在 BIM 中插入、获取、更新和修改信息以支持和反应该利益相关方的职责。

7.3.3 结合模块化构件、单元中的身份识别标识，记录构件吊装、施工关键信息，追溯、管理构件施工质量，施工进度等，实现施工过程精细化管理。用于工厂生产的 BIM 模型的几何信息和非几何信息应完整有序，与实际目标预计构件相符，满足预制构件生产信息提取要求。

7.3.4 项目应根据施工进度，在 BIM 模型中调整，完善项目的各预制构件名称、安装位置、进场日期、厂家、合格情况、安装日期、安装人、安装顺序及安装过程等相关施工信息。

8 运输和吊装工程

8.1 运输

8.1.1 模块构件的运输需要专业运输车运输，如图 8.1.1 所示。

图 8.1.1 模块运输

8.1.2 预制构件的现场运输除应符合《预制装配整体式模块化建筑施工及验收规程》外尚应符合下列规定:

1、应根据构件尺寸及重量要求选择运输车辆,装卸及驳运过程应考虑车体平衡；

2、运输过程应采取防止构件移动或倾覆的可靠固定措施；

3、运输竖向薄壁构件时,宜设置临时支架；

4、构件边角部及构件与捆绑、支撑接触处,宜采用柔性垫衬加以保护；

5、预制柱、梁、叠合楼板、阳台板、楼梯、空调板宜采用平放运输；预制墙板宜采用竖直立放运输；

6、现场运输道路应平整,并应满足承载力要求。

8.2 吊装

8.2.1 现场吊装如图 8.2.1 所示。

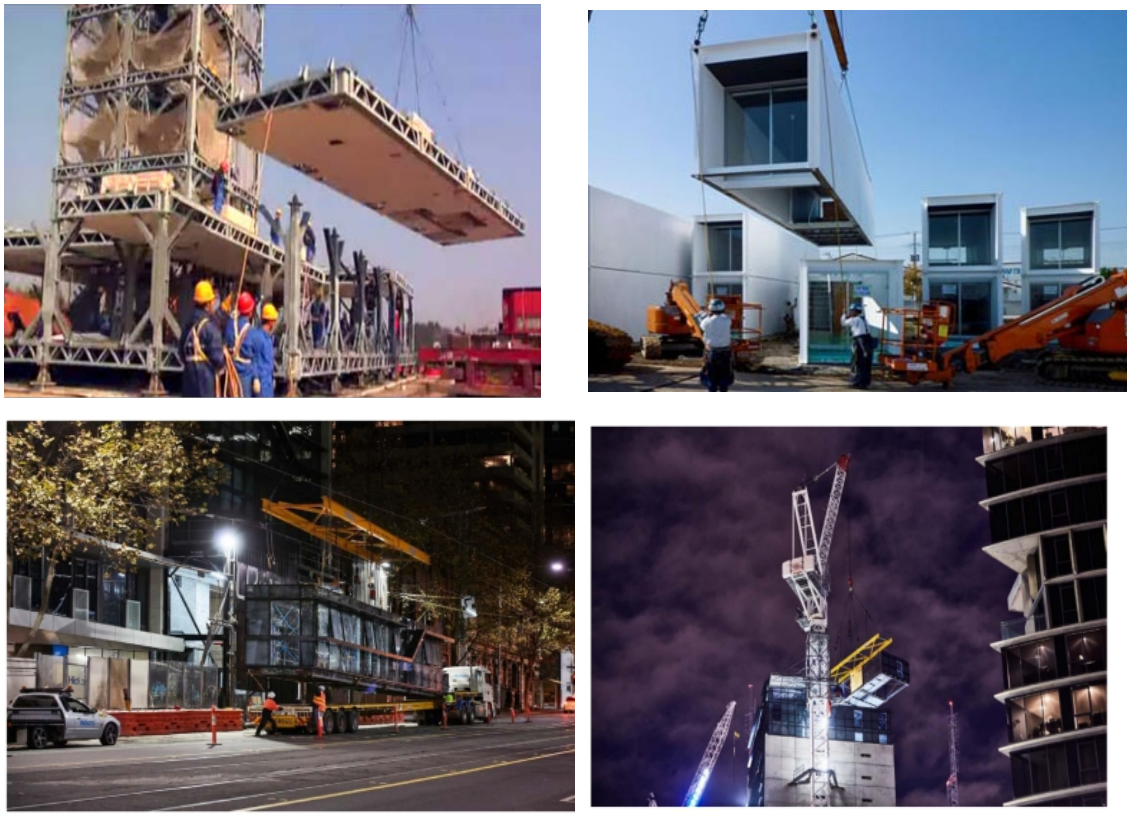


图 8.2.1 模块构件吊装

8.2.4 预制构件的吊装除应符合《预制装配整体式模块化建筑施工及验收规程》的相关规定外，尚应符合如下规定：

1、预制构件起吊时的吊点合力宜与构件重心重合，可采用可调式横吊梁均衡起吊就位；

2、预制构件吊装宜采用标准吊具，吊具可采用预埋吊环或内置式连接钢套筒的形式；

3、吊装设备应在安全操作状态下进行吊装。

9 建筑模块的安装

9.2 基础、支承面和预埋件

9.2.1 预制装配整体式模块化结构安装前应对预制构件进行测量定位，其要求如下：

1、吊装前,应在构件和相应的支承结构上设置中心线和标高,并应按设计要求校核预埋件及连接钢筋等的数量、位置、尺寸和标高；

2、每层楼面轴线垂直控制点不宜少于 4 个,楼层上的控制线应由底层向上传递引测；

3、每个楼层应设置 1 个高程引测控制点；

4、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两条安装位置线；

5、预制墙板安装前,应在墙板上的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符合。采用饰面砖装饰时,相邻板与板之间的饰面砖缝应对齐；

6、预制墙板垂直度测量,宜在构件上设置用于垂直度测量的控制点；

7、在水平和竖向构件上安装预制墙板时,标高控制宜采用放置垫块的方法或在构件上设置标高调节件。

预制装配整体式模块化结构安装对基础、支承面和预埋件的要求参照《预制装配整体式模块化建筑施工及验收规程》的 9.2 节。

9.3 模块连接施工

9.3.1 预制装配整体式模块化结构模块连接的施工除应满足《预制装配整体式模块化建筑施工及验收规程》的规定外，尚应符合如下规定：

1、装配整体式结构构件连接可采用焊接连接、螺栓连接、套筒灌浆连接和钢筋浆锚搭接连接等方式。

2、预制构件与现浇混凝土接触面位置,可采用拉毛或表面露石处理,也可采用凿毛处理。

3、预制构件插筋影响现浇混凝土结构部分钢筋绑扎时，可采用在预制构件上预留内置式钢套筒的方式进行锚固连接。

4、装配整体式结构的现浇混凝土连接施工应符合下列规定：

①构件连接处现浇混凝土的强度等性能指标应满足设计要求。如设计无要求时，现浇混凝土的强度等级不应低于连接处预制构件混凝土强度等级的较大值；

②浇筑前应清除浮浆、松散骨料和污物，并应采取湿润的技术措施；

③现浇混凝土连接处应一次连续浇筑密实。

5、采用焊接或螺栓连接时，应按设计要求进行连接，并应对外露铁件采取防腐和防火措施。

6、采用钢筋套筒灌浆连接时，应按设计要求检查套筒中连接钢筋的位置和长度，套筒灌浆施工尚应符合下列规定：

①灌浆前应制订套筒灌浆操作的专项质量保证措施，灌浆操作全过程应有质量监控；

②灌浆料应按配比要求计量灌浆材料和水的用量，经搅拌均匀后测定其流动度，满足设计要求后方可灌注；

③灌浆作业应采取压浆法从下口灌注，当浆料从上口流出时应及时封堵，持压 30S 后再封堵下口；

④灌浆作业应及时做好施工质量检查记录，每工作班制作一组试件；

⑤灌浆作业时应保证浆料在 48h 凝结硬化过程中连接部位温度不低于 10℃。

7、密封材料嵌缝应符合下列规定：

①密封防水部位的基层应牢固，表面应平整、密实，不得有蜂窝、麻面、起皮和起砂现象。嵌缝密封材料的基层应干净和干燥；

②嵌缝密封材料与构件组成材料应彼此相容；

③采用多组份基层处理剂时，应根据有效时间确定使用量；

④密封材料嵌填后不得碰损和污染。

10　检测

10.3 进场检测

10.3.2 建筑模块外观缺陷分为一般缺陷和严重缺陷两类。建筑模块的严重缺陷主要是指影响建筑模块结构性能或安装使用功能的缺陷，建筑模块制作时应制定质量保证措施予以避免。

10.5 结构实体检测

10.5.3 当未能取得同条件养护试件强度、同条件养护试件强度被判为不合格或钢筋保护层厚度不满足要求时，应委托具有相应资质等级的检测机构按国家有关标准的规定进行检测，如图 10.5.3 所示。

图 10.5.3 构件加载测试

11 工程验收

11.2 预制装配式结构安装分项工程验收

11.2.6 当预制装配整体式混凝土结构子分部工程施工质量不符合要求时,应按下列规定进行处理:

1、经返工、返修或更换构件、部件的检验批,应重新进行验收;

2、经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求的检验批,应予以验收;

3、经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求,但经原设计单位核算并确认仍可满足结构安全和使用功能的检验批,可予以验收;

4、经返修或加固处理能够满足结构安全使用要求的分项工程,可根据技术处理方案和协商文件进行验收。

11.3 模块安装分项工程

11.3.4 预制构件钢筋连接所用的灌浆料,其品种、规格、性能等应符合现行国家标准和设计要求。以 5t 为一检验批,不足 5t 的以同一进场批次为一检验批。

检查数量:每个检验批均应进行全数检查。

检验方法:检查产品的质量合格证明文件及复试报告

11.3.5 施工前应在现场制作同条件接头试件,套筒灌浆连接接头应检查其检验报告,同时按照500个为一个验收批进行检验和验收,不足500个也应作为一个验收批,每个验收批均应选取 3 个接头做抗拉强度试验。如有 1 个试件的抗拉强度不符合要求,应再取 6 个试件进行复检。复检中如仍有 1 个试件的抗拉强度不符合要求,则该验收批评为不合格。

检查数量:每个检验批均应进行全数检查。

检验方法:检查施工记录、每班试件强度试验报告和隐蔽验收记录

12 施工安全与绿色施工

12.1.1 绿色施工管理主要包括组织管理、规划管理、实施管理、评价管理和人员安全与健康管理。组织管理主要任务是建立绿色施工管理体系，并制定相应的管理制度与目标。规划管理规定要编制绿色施工方案。该方案应在施工组织设计中独立成章，并按有关规定进行审批。绿色施工方案应包括环境保护措施、节材措施、节水措施、节能措施、节地与施工用地保护措施等。绿色施工应对整个施工过程实施动态管理，加强对施工策划、施工准备、材料采购、现场施工、工程验收等各阶段的管理和监督。人员安全与健康管理方面应制订施工防尘、防毒、防辐射等职业危害预防措施；合理布置施工场地，保护生活及办公区不受施工活动的影响；提供卫生、健康的工作与生活环境。