

### 装配式钢结构建筑主体结构施工技术规范

2026 - 04 - 07 发布

2026 - 07 - 07 实施

黑龙江省市场监督管理局  
黑龙江省住房和城乡建设厅 联合发布

## 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 深化设计 .....	3
5.1 一般规定 .....	3
5.2 节点深化设计 .....	4
5.3 工艺设计 .....	5
5.4 施工详图设计 .....	6
5.5 基于 BIM 的协同设计 .....	6
5.6 成果交付与协同 .....	7
6 构件制作 .....	7
6.1 一般规定 .....	7
6.2 材料 .....	8
6.3 制作 .....	8
6.4 除锈与防腐涂装 .....	9
6.5 成品检验 .....	10
6.6 运输与堆放 .....	10
7 施工安装 .....	11
7.1 一般规定 .....	11
7.2 施工准备 .....	11
7.3 测量校正 .....	12
7.4 构件安装 .....	12
7.5 楼承板安装 .....	15
7.6 钢结构防火涂装（包覆）施工 .....	16
8 冬期施工 .....	16
8.1 一般规定 .....	16
8.2 材料 .....	17
8.3 构件制作 .....	17
8.4 构件安装 .....	18
9 质量检查与验收 .....	19
9.1 一般规定 .....	19
9.2 主控项目 .....	20
9.3 一般项目 .....	22
10 施工安全与绿色施工 .....	23

10.1	一般规定 .....	23
10.2	高空作业与临边保护 .....	24
10.3	吊装作业安全 .....	24
10.4	临时用电安全管理 .....	25
10.5	消防安全管理 .....	25
10.6	绿色施工 .....	25

## 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》的规定起草。

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。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：齐齐哈尔运建建筑安装工程有限公司、齐齐哈尔市建设工程质量安全监测中心、哈尔滨工业大学、黑龙江运建建筑材料科技有限公司、黑龙江省建设工程监测中心、黑龙江威正恒建设集团有限公司、齐齐哈尔理工职业学院、黑龙江必易建筑科技有限公司、黑龙江诚金消防工程有限责任公司、齐齐哈尔市建设工程造价服务中心、齐齐哈尔天成建筑工程监理咨询有限公司。

本文件主要起草人：闫庆平、郭兰慧、李宏达、高山、贾晨、梁强、宋慧敏、徐春雷、王喜双、姜治州、牛建国、王毅、王雁智、毕代友、刘树文、李俊喜、王钢、朱宏滨、王玉心、何晔华、杨帅、王保祥、尤刚、王众、宋红艳、徐千程、姜雅秋、孟凡松、孟祥琼、郝文章、潘程瑜、刘成斌、程哲、刘军、张鹏、张启明、范开华、邵晓东、曲楠、徐朋华、毛同宝、高宇譞、张波、田荆荆、井大鹏。

# 装配式钢结构建筑主体结构施工技术规程

## 1 范围

本文件规定了装配式钢结构建筑中主体结构施工的基本规定、深化设计、构件制作、施工安装、冬期施工、质量检查与验收、施工安全与绿色施工的要求。

本文件适用于黑龙江省建筑高度不超过100 m，主体结构采用装配式钢结构的新建、改建和扩建的一般民用和工业建筑工程主体结构施工。

## 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本文件必不可少的条款。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 5223 预应力混凝土用钢丝
- GB 9448 焊接与切割安全
- GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
- GB/T 12755 建筑用压型钢板
- GB 14907 钢结构防火涂料
- GB/T 50001 房屋建筑制图统一标准
- GB/T 50010 混凝土结构设计标准
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB/T 50104 建筑制图标准
- 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 50212 建筑防腐蚀工程施工及验收规范
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- GB 50720 建设工程施工现场消防安全技术规范
- GB 50755 钢结构工程施工规范
- GB 51210 建筑施工脚手架安全技术统一标准
- GB/T 51232 装配式钢结构建筑技术标准
- GB 51249 建筑钢结构防火技术规范
- GB/T 51301 建筑信息模型设计交付标准
- GB 55006 钢结构通用规范
- GB 55008 混凝土通用规范
- GB 55029 安全防范工程通用规范
- GB 55032 建筑与市政工程施工质量控制通用规范

GB 55034 建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范  
 JGJ 1 装配式混凝土结构技术规程  
 JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程  
 JGJ/T 46 建筑与市政施工现场临时用电安全技术标准  
 JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范  
 JGJ 82 钢结构高强度螺栓连接技术规程  
 JGJ 95 冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程  
 JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程  
 JG/T 368 钢筋桁架楼承板  
 JGJ/T 469 装配式钢结构住宅建筑技术标准  
 DB23/ 714 黑龙江省建筑工程质量验收标准 混凝土结构工程  
 DB23/ 720 黑龙江省建筑工程施工质量验收标准 钢结构工程  
 DB23/ 724 黑龙江省建筑工程施工质量验收标准 统一标准

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **装配式钢结构建筑**

建筑的结构系统主要由钢构件构成的装配式建筑。

[来源：GB/T 51232—2016，2.0.2]

#### 3.2

##### **设计文件**

由设计单位完成的设计施工图、设计说明和设计变更文件等技术文件的统称。

[来源：GB 50755—2012，2.1.1，有修改]

#### 3.3

##### **施工详图设计**

根据设计文件、节点深化设计文件和工艺设计要求对深化设计图进行细化设计，可直接用于钢结构制作和安装的技术文件，包括加工详图、安装详图及各类清单等内容。

#### 3.4

##### **工艺设计**

钢结构制造和安装过程中的技术细节及构造措施设计。

#### 3.5

##### **节点深化设计**

对设计施工图中的连接节点进行细化和优化设计，满足传力简单、结构安全、施工便捷、经济合理等要求。

#### 3.6

##### **预拼装**

在受控的生产环境中，将钢构件按设计要求进行加工、试拼和试装配，形成完整或半完整的构件单元，再运输到现场进行快速拼接、连接和后续处理的一种施工组织方式。

[来源：GB 50755—2012，2.0.9,有修改]

#### 3.7

##### **环境温度**

制作或安装时现场的温度。

[来源： GB 50205—2020， 2.1.10]

### 3.8

#### 楼承板

施工阶段作为楼板的支撑模板，并作为楼板的一部分参与结构受力，共同承担使用荷载的板类构件，包括压型钢板、钢筋桁架楼承板、预制混凝土板等。

## 4 基本规定

4.1 装配式钢结构建筑应进行标准化设计、工业化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理和智能化应用，并应统筹设计、制造、运输、施工和维护，实现全过程一体化协同。

4.2 装配式钢结构建筑宜采用建筑信息模型(BIM)技术，实现建筑全专业和全过程的信息化管理。

4.3 装配式钢结构建筑主体结构施工宜采用智能建造技术，实现从深化设计、构件制作交付、现场安装到竣工验收全链条的集成化、自动化、信息化管控。

4.4 装配式钢结构建筑主体结构施工应因地制宜采用节能环保材料和技术，利用可再生能源和清洁能源，减少环境污染。保护环境，实现绿色建造。

4.5 装配式钢结构建筑主体结构构件的连接应安全可靠、方便安装，便于拆除回收利用。

4.6 装配式钢结构建筑主体结构施工质量控制应符合下列规定：

- a) 原材料及构件应进行进场验收。凡涉及安全、功能的原材料及构件，应进行见证取样复验；
- b) 各工序应按施工工艺要求进行质量控制，实行工序检验；
- c) 相关各专业工序之间应进行工序交接检验，并经监理（建设）单位检查确认；
- d) 隐蔽工程在隐蔽前应进行质量验收，经监理（建设）单位检查合格后，方可进入下道工序施工。

4.7 装配式钢结构建筑主体结构施工及质量验收时，应使用有效计量器具，各专业施工单位和监理单位应统一计量标准。

4.8 装配式钢结构建筑主体结构施工中采用的新材料、新技术、新工艺、新设备，应符合国家有关规定。

## 5 深化设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 装配式钢结构建筑主体结构施工前应进行深化设计。深化设计成果应经原设计单位确认后方可实施。

5.1.2 装配式钢结构主体结构深化设计依据应包括下列内容：

- a) 设计施工图、设计技术要求、设计变更等设计文件和工程合同文件；
- b) 相关专业配合的技术文件等；
- c) 相关规范标准等。

5.1.3 深化设计单位应具有深化设计能力和完善的设计质量管理体系。

5.1.4 深化设计前，应编制深化设计方案。

5.1.5 深化设计应将施工图等转化为可指导工厂高效加工、现场便捷装配及信息化管理的技术文件，主要包括节点设计、工艺设计和施工详图设计。

5.1.6 深化设计应综合考虑工程结构特点、工厂制造、构件运输、现场安装、相关专业技术要求等内容，满足设计文件、制作、运输、安装等条件要求，并与各相关专业进行充分技术协调。

5.1.7 同一工程的深化设计成果应保持统一性，图纸的图签格式、尺寸标注、焊缝标识、构件编号规则等应规范一致。

5.1.8 深化设计应协调确定机电、水暖管线等穿钢构件的预留孔洞位置及尺寸，设计幕墙龙骨与钢结构的连接节点，确保连接牢固且不影响结构安全。

5.1.9 深化设计时应对所有构件进行唯一性编码标识。

5.1.10 结构深化设计应满足结构安全、施工便捷、经济合理和专业协调等要求，并符合设计文件和 GB 50017、GB 50205、GB 50661、GB 50755、GB/T 51232 和 GB 51249 等有关规定。

## 5.2 节点深化设计

5.2.1 节点深化设计应遵循“强节点弱构件”的原则，并应符合“标准化、少规格、多组合”的装配化要求。

5.2.2 节点构造应在便于加工制作和现场安装的同时，减少高空焊接工作量，宜采用螺栓连接或栓焊混合连接形式。

5.2.3 常规节点应采用标准化构造，复杂节点应进行受力验算，宜进行试验验证。

5.2.4 节点深化设计应符合现场安装方法和顺序要求。

5.2.5 梁柱刚性连接节点应按下列规定进行深化设计：

- a) 明确柱内横隔板的设置位置、厚度及与柱壁板的焊缝要求；
- b) 明确梁翼缘与柱连接的全熔透坡口焊缝质量等级、衬板及引弧板设置；
- c) 明确梁腹板与柱连接板的高强度螺栓规格、等级、排列及摩擦面处理要求；
- d) 考虑现场焊接顺序与空间，确保焊接操作空间与施工可行性等。

5.2.6 主次梁连接节点应按下列规定进行深化设计：

- a) 铰接节点应明确连接板尺寸、螺栓群布置及与主梁腹板的焊缝；
- b) 刚接节点宜按照梁柱节点要求，细化次梁翼缘、腹板与主梁的连接构造；
- c) 可设计带固定螺栓孔的连接板等。

5.2.7 柱脚节点应按下列规定进行深化设计：

- a) 外包式、埋入式柱脚应细化锚栓套板、抗剪键、柱脚加劲肋及灌浆孔、出气孔布置；
- b) 外露式柱脚应明确底板厚度、加劲肋、锚栓规格及二次灌浆层要求；
- c) 所有尺寸应与土建基础图核对无误等。

5.2.8 支撑节点应按下列规定进行深化设计：

- a) 应明确支撑与框架连接板的尺寸、厚度及焊缝等级；
- b) 节点板构造避免应力集中，边缘应做削斜或圆弧处理；
- c) 应明确调节装置的规格、设置位置、连接构造，并预留足够的安装操作空间等。

5.2.9 组合楼承板节点应按下列规定进行深化设计：

- a) 采用钢筋桁架楼承板时，应明确表示栓钉规格、布置间距及与钢梁上翼缘的焊接符号及要求；
- b) 采用预制混凝土叠合板时，应明确表示板侧及板端抗剪构造、连接钢筋规格、定位、连接方式，以及预埋件的规格与精准定位；
- c) 应明确边模、封口板、临时支撑等配套构件的规格、定位及固定详图等。

5.2.10 施工构造措施节点应按下列规定进行深化设计：

- a) 吊装耳板应根据构件重量与重心计算设置，明确材质、厚度、焊缝及切除要求；
- b) 非受力部位设置临时连接板（安装耳板）；
- c) 用于测量校正的连接板，应为安装阶段调校设置临时连接点。

5.2.11 节点深化设计时应按安全专项防护施工方案要求，细化下列各项防护措施：

- a) 主体结构上安全网连接措施及技术要求；

- b) 高空构件吊装、高强度螺栓安装、焊接等作业时安全防护措施；
  - c) 临边和洞口防护栏杆、钢丝绳的节点措施；
  - d) 登高爬梯及临时连接的节点措施等。
- 5.2.12 节点深化设计应明确防腐、防火涂料在节点区域的施工工艺及厚度要求。
- 5.2.13 特殊构件、复杂节点等深化设计中应明确预拼装要求。
- 5.2.14 现场临时连接节点应进行强度验算。节点构件受压时应进行强度和稳定性验算。
- 5.2.15 节点深化设计应符合施工图设计文件要求和 GB 50017、GB 50755、GB 50205、GB 50661、GB 51249、JGJ 82 和 JGJ 251 等有关规定。

### 5.3 工艺设计

- 5.3.1 工艺设计应综合考虑构件材料采购、构件制作、构件运输和现场安装等技术要求。
- 5.3.2 工艺设计应紧密结合工厂制作的能力水平，综合考虑工艺流程、加工工艺、设备性能等，确定工艺参数。
- 5.3.3 工艺设计应涵盖原材料工艺设计、零部件加工工艺设计、组立工艺设计、装配工艺设计、焊接工艺设计、紧固件连接工艺设计、预拼装工艺设计、涂装工艺设计、安装工艺设计等。
- 5.3.4 钢构件分段位置的选择应符合设计安全性、安装可行性、制作经济等因素，分段划分并应符合下列规定：
- a) 分段分解位置宜选在杆件内力较小处；
  - b) 分段划分的构件运输过程中不设或少设临时支撑；
  - c) 构件喷砂、抛丸除锈或镀锌时，分段尺寸不应超过抛丸设备或镀锌池所允许的构件尺寸范围内；
  - d) 应减少现场焊接工作量或有利于焊接机器人施焊；
  - e) 构件的单体重量应满足车间及现场起重能力、运输限重的要求；
  - f) 无法满足运输条件的超大构件，宜将构件整体分解为若干个结构单一的部件；
  - g) 构件长度、宽度应满足运输限界的要求；
  - h) 现场焊接宜避免仰焊；
  - i) 节点深化设计时，焊接连接应满足现场施焊空间要求；螺栓连接应满足高强度螺栓的施工操作空间要求。
- 5.3.5 钢柱分段长度应根据工厂加工、运输堆放、现场吊装等因素确定，分段长度宜取 2 个~3 个楼层高度，分节位置宜在各结构标高以上 1.0 m~1.3 m 处。
- 5.3.6 钢梁和钢支撑宜划分为一个吊装单元，特殊情况时应由现场确定。钢梁若需划分多段时，分段点布置在内力较小位置。
- 5.3.7 下料工艺应优化钢材排版，减少材料损耗，明确下料公差及切割方式；H 型钢翼缘拼接优先采用等强拼接，标注坡口形式及尺寸。
- 5.3.8 加工工艺设计时，应结合工厂设备能力，明确构件下料、组拼、焊接、除锈涂装等各工序的技术参数及质量控制要点。
- 5.3.9 焊接工艺应明确焊接方法、焊条型号、焊接顺序等；对厚板焊接、异种钢焊接应制定专项工艺，包含焊前预热、焊后保温及消氢处理等要求，并符合 GB 50661 的有关规定。
- 5.3.10 焊接 H 型钢的翼缘板拼接缝和腹板拼接缝的间距不宜小于 200 mm。翼缘板拼接长度不应小于 600 mm；腹板拼接宽度不应小于 300 mm，长度不应小于 600 mm。
- 5.3.11 箱型构件的侧板拼接长度不应小于 600 mm，相邻两侧板拼接缝的间距不宜小于 200 mm；侧板在宽度方向不宜拼接，当宽度超过 2 400 mm 确需拼接时，最小拼接宽度不应小于板宽的 1/4。
- 5.3.12 封闭钢构件焊接作业，不需要作业人员进入构件内部但需要开设焊接操作孔时，可在构件顶面或侧面开设操作孔，焊接作业完成后应对开孔按有关要求等进行等强嵌补。

- 5.3.13 螺栓连接宜采用紧凑布置，其连接中心宜与被连接构件截面的重心相一致，设计时应预留工地专用施工工具操作空间。
- 5.3.14 除锈涂装工艺应符合设计要求，明确除锈等级、涂装材料、涂层厚度及涂装环境。
- 5.3.15 安装单元划分应根据结构特点、塔吊布置和施工进度，将结构划分为合理的安装流水段和吊装单元。
- 5.3.16 利用 BIM 技术进行施工过程模拟，确定最优吊装顺序，验证安装可行性。
- 5.3.17 对悬挑、大跨度等需设置临时支撑的部位，应在深化模型中明确设计临时支撑点及对应的连接构造，用于安装阶段的构件定位、测量校正与临时固定。
- 5.3.18 在深化设计中，对构件长度、孔群间距等关键尺寸进行合理的公差分配，并在必要处（如柱段连接）设置现场焊缝间隙作为补偿。
- 5.3.19 现场钢结构构件吊装高空作业，应预留作业人员操作站位及作业空间，作业平台应与主体结构相连接；若主体结构不能作为作业平台，应搭设稳定的操作平台。

#### 5.4 施工详图设计

##### 5.4.1 施工详图设计，应包括下列内容：

- a) 施工详图设计技术说明；
- b) 构件加工详图；
- c) 零部件详图；
- d) 制造厂预拼装图；
- e) 安装详图；
- f) 施工详图设计清单；
- g) 施工详图设计模型等。

5.4.2 施工详图设计应符合 GB 50017、GB 50755 等有关施工构造、施工工艺及构件运输的技术要求。

5.4.3 施工详图应依据节点深化设计文件、工艺设计技术文件等进行编制。编制前应对节点深化设计文件、工艺设计技术文件等进行联合会审，并按照不同的结构形式和类别进行整理和编排。

5.4.4 构件重量应在钢结构施工详图中列出，钢板零部件重量宜按矩形计算；连接板、螺栓、栓钉等附件应按实际使用数量列出。

5.4.5 施工详图设计模型应包含所有结构杆件、连接节点、细部构造、工艺措施及与其他专业协调的内容等。

#### 5.5 基于 BIM 的协同设计

5.5.1 深化设计宜采用 BIM 技术，并遵循统一建模标准、分级建模管控、模型实时联动、信息集成共享的原则。

5.5.2 深化设计 BIM 模型的几何信息与非几何信息深度，应满足构件生产制作和安装的要求，且应符合现行国家标准的相应规定。

5.5.3 深化设计 BIM 模型应涵盖项目技术准备、物料管理、生产制作、构件运输、现场安装及验收等阶段。

5.5.4 深化设计宜采用全专业协调的 BIM 技术，并具备以下专业功能：

- a) 宜采用开放、通用的数据格式进行模型数据交换，保证与项目整体 BIM 环境的互操作性；
- b) 宜支持对模型构件进行空间碰撞检测；
- c) 宜基于三维模型自动生成对应的二维施工图纸；
- d) 宜直接统计模型中各类构件的工程量数据。

5.5.5 采用 BIM 软件进行项目整体模型的搭建并生成施工详图时，三维模型应能反映节点深化设计、

工艺设计、施工详图设计全部技术要求。

5.5.6 二维加工详图应基于 BIM 模型生成，其图纸内容与模型信息应保持精准一致。

5.5.7 深化设计 BIM 模型应具有与生产制作智能设备进行数据传递和共享的条件。

5.5.8 深化设计模型应按构件的结构属性进行信息编码。

## 5.6 成果交付与协同

5.6.1 深化设计交付的三维信息模型和图纸，应反映实物的真实状态。

5.6.2 深化设计成果宜通过协同平台进行交付、版本管理与签审。交付前应对模型与图纸的一致性、数据的完整性进行审核。

5.6.3 BIM 模型交付应符合 GB/T 51301 的有关规定。

5.6.4 深化设计制图标准及文件编制应符合 GB/T 50104、GB/T 50001 等有关规定。

## 6 构件制作

### 6.1 一般规定

6.1.1 构件生产制作单位应具备合规的构件生产能力，并应建立完善的安全、质量、环境管理体系和质量控制、检验制度等。

6.1.2 构件生产制作前，深化设计的施工详图等文件应经审核合格，其设计深度应满足生产、运输和安装等技术要求。

6.1.3 构件生产制作前，应根据相关规范、设计文件及深化设计文件的要求编制工艺指导书，并经建设（监理）单位审批。

6.1.4 构件生产制作单位对新型、复杂构件，应制定专项制作方案与质量检验计划书，并进行工艺性试验。

6.1.5 构件在制作单位出厂前宜进行实体预拼装或数字化虚拟预拼。

6.1.6 构件生产制作中应体现建筑产业现代化特征，应采用机械化与自动化生产线进行加工制作等，减少手工作业。

6.1.7 构件生产制作单位的焊接技术人员应具备国家及省级规定的相应专业技术资格。

6.1.8 构件生产制作单位的焊接质量检验人员应接受过焊接专业的技术培训，并应经岗位培训取得相应的质量检验资格证书。

6.1.9 焊缝无损检测人员应取得国家专业考核机构颁发的等级证书，并应按证书合格项目及权限从事焊缝无损检测工作。

6.1.10 生产过程质量检验控制应符合下列规定：

- a) 首批（件）产品加工应进行自检、互检、专检，产品检验合格形成检验记录，方可进行批量生产；
- b) 首批（件）产品检验合格后，应对产品生产加工工序，特别是重要工序控制进行巡回检验；
- c) 产品生产加工完成后，应由专业检验人员根据图纸资料、施工单等对生产产品按批次进行检查，形成产品检验记录，并应对检验中发现的不合格产品形成记录，同时应增加抽样检测样本数量或频次；
- d) 检验人员应按照图样及工艺技术要求的外观质量、规格尺寸等进行出厂检验，形成各项检查记录，签署产品合格证后方可入库。

6.1.11 构件生产制作单位应建立质量可追溯的信息化管理系统和编码标识系统。

6.1.12 总包单位或监理单位在构件生产制作过程中应派驻厂人员进行全过程监督。

## 6.2 材料

6.2.1 构件生产制作所采用的钢材、焊接材料、连接用紧固标准件、涂装材料等应符合设计文件和国家现行有关标准的规定,应具有出厂合格证、型式检验报告等质量合格证明文件,并应进场检验合格后使用。

6.2.2 楼承板的普通纵向受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋;楼承板预应力筋宜采用消除应力螺旋肋钢筋;普通钢筋和预应力钢筋的力学性能应符合 GB/T 50010、GB/T 5223 和 JGJ 95 的规定。

6.2.3 压型钢板质量除应符合 GB/T 12755 的规定外,尚应符合下列规定:

- a) 基板宜选用连续热镀锌钢板,不宜选用镀铝锌板;
- b) 做永久性使用的压型钢板,钢板双面镀锌量不应小于 120 g/m<sup>2</sup>;
- c) 压型钢板在不涂装防腐涂料时,其双面镀锌量宜采用 275 g/m<sup>2</sup>,且不应小于 180 g/m<sup>2</sup>;
- d) 仅做模板使用,施工完成后需拆除的压型钢板可采用非镀锌板材。

6.2.4 装配式钢结构建筑所用混凝土强度等级应符合设计要求和 GB/T 50010、GB/T 50107 的规定。

6.2.5 变更设计或材料代用应取得原设计单位同意,并应办理相关设计变更文件。

## 6.3 制作

6.3.1 主要钢构件及节点的下料、制孔宜采用自动化数控生产设备进行加工。

6.3.2 卷板钢应在开平机上下料、调平、调直和消除应力后作为原材料钢板。

6.3.3 板件下料前应清除板件表面的油污、油脂和污染物。

6.3.4 板件下料后的切割、制孔、锁口、坡口宜一次成型,应按照工艺指导书留有焊接收缩变形余量及切割、端洗等的加工余量,并进行合理的焊接收缩余量的分配,切割后的飞边、毛刺应清理干净。

6.3.5 边缘加工宜采用精密切割代替气割和机械加工。

6.3.6 焊缝坡口可采用气割、铲削、刨边等方法。焊缝坡口的允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 焊缝坡口的允许偏差

项 目	允许偏差
坡口角度	±5°
钝角边	±1.0mm

6.3.7 构件组装前,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,检查组装用的零部件的材质、规格、外观、尺寸、数量等均应符合设计要求。

6.3.8 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、校正并检验合格后进行。

6.3.9 构件组装应根据设计要求、构件型式、连接方式、焊接方法和焊接顺序等确定合理的组装顺序。

6.3.10 拼装台上的构件按图纸拼装组合完成并检验合格后,应由持证上岗的焊接作业人员定位焊接成半成品构件。

6.3.11 构件组拼工作台应保持水平状态,并具有一定的强度、刚度和稳定性,预留拼装作业空间。

6.3.12 首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、接头形式、焊接位置、焊后热处理等各种参数及参数的组合,应在钢结构制作及安装前进行焊接工艺评定试验,焊接工艺评定试验方法和要求以及免于工艺评定的条件应符合 GB 50661 的有关规定。

6.3.13 焊接作业应按照焊接工艺文件中规定的焊接方法、工艺参数、施焊顺序等进行施焊。

6.3.14 焊接材料与母材的匹配应符合设计文件的要求及现行国家标准的规定。焊接材料在使用前,应按其产品说明书及焊接工艺文件的规定进行烘焙和存放。

- 6.3.15 焊前准备应符合 GB 50661 的规定外，尚应符合下列规定：
- 组装质量及焊缝间隙应达到相应规范要求，采用自动方法切割母材的边缘应光滑，切割边缘的粗糙程度应符合 GB 50205 的要求；
  - 焊缝坡口内及焊缝两侧(坡口外边以外)各 30 mm 内的清洁工作必须符合相应规范要求，焊接部位附近的母材应无油脂、铁锈、氧化皮及其它外来物；
  - 对接接头和 T 型接头两端的引弧板、引出板所用材料及接头应与母材相同，焊条电弧焊和气保焊引弧板、引出板长度应大于 25 mm，埋弧焊引弧板、引出板长度应大于 80 mm，焊后宜采用火焰切割、碳弧气刨或机械等方法去除，修磨至焊缝端部平齐；
  - 焊前预热时，应采用专用的测温仪器测量，预热的加热区域应在焊缝坡口两侧，宽度应大于焊件施焊处板厚的 1.5 倍，且不应小于 100 mm。预热温度宜在焊件受热面的背面测量，测量点应在离电弧经过前的焊接点各方向不小于 75 mm 处，当采用火焰加热器预热时正面测温应在火焰离开后进行。
- 6.3.16 钢构件焊接宜采用自动焊接或半自动焊接进行，工艺参数应满足焊接工艺评定确定的工艺参数要求外，尚应符合 GB 50661、GB 50205 的规定。
- 6.3.17 构件应在组装、焊接完成并经检验合格后方可进行端部加工。
- 6.3.18 构件外形矫正可采用冷矫正和热矫正。矫正时宜采取先总体后局部、先主要后次要、先下部后上部的顺序，并应符合 GB 50661、GB 50755 和 GB 50205 的规定。
- 6.3.19 钢构件加工制作工艺和质量应符合 GB 50205、GB 50755 的规定。
- 6.3.20 预制楼板生产应符合下列规定：
- 压型钢板应采用成型机加工，成型后基板不应有裂纹；
  - 钢筋桁架楼承板应采用专用设备加工，钢筋桁架节点电阻点焊和钢筋桁架与底模之间的电阻点焊，每个焊点的抗剪极限承载力应符合 JG/T 368 的规定；
  - 钢筋混凝土预制楼板加工应符合 JGJ 1 的规定。
- 6.4 除锈与防腐涂装
- 6.4.1 钢构件除锈宜在室内进行，除锈方法及等级应符合设计要求。当设计无要求时，宜选用喷砂或抛丸除锈方法，除锈等级不应低于 Sa2.5 级。
- 6.4.2 钢构件除锈应符合下列规定：
- 除锈相对湿度应小于 85%；
  - 抛丸机、喷砂房等除锈设备应按相关要求选用不同类型的磨料和配比，磨料不应有油污，含灰尘量应符合相关技术要求；
  - 使用抛丸机除锈后应安排人工自检，出现局部除锈不到位时，应采用人工打磨喷砂等方式进行处理；
  - 除锈作业完成后，对钢材表面进行除尘、除油清洁，对照标准图片检查，对不符合要求的位置应进行处理，直至达到质量要求，并形成检验记录；
  - 应定期对抛丸机、喷砂房的除尘滤芯管道进行清洁和检查。
- 6.4.3 涂装前构件表面质量应符合 GB 50205 的有关规定。
- 6.4.4 涂装施工构件的滑移摩擦面、端口、坡口应有可靠的保护措施。
- 6.4.5 钢结构防腐蚀涂装施工时的环境条件，应符合涂料产品说明书的要求和下列规定：
- 当产品说明书对涂装环境温度和相对湿度未作规定时，环境温度宜控制在 5℃~38℃，相对湿度不应大于 85%。钢材表面温度应高于周围空气露点 3℃以上，且钢材表面温度不超过 40℃；
  - 被涂装构件表面不允许有凝露，涂装后 4 h 内应予以保护，避免淋雨和沙尘侵袭；
  - 遇雨、雾、雪和大风天气应停止露天涂装，应尽量避免在强烈阳光照射下施工，风力超过 5

级或者风速超过 8 m/s 时，室外不宜喷涂作业。

6.4.6 钢构件的防腐涂料品种和涂层厚度应符合设计要求，涂料应配套使用。

6.4.7 防腐涂装应符合温度、湿度和清洁环境参数要求外，并应符合下列规定：

- a) 钢构件防腐涂装工程应在钢构件组装、预拼装或结构安装工程检验批的施工质量验收合格后进行；
- b) 涂装前钢构件表面除锈应符合设计要求。构件的锐角应打磨成斜切角或圆角，并保证处理后表面没有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水、药皮、飞溅物、氧化铁皮和毛刺等缺陷，确认合格后再进行涂装；
- c) 防腐涂装应在涂料（油漆）厂商提供的配套涂料（油漆）作业指导书下进行作业；
- d) 经除锈后的钢材表面在检查合格后，应在 4 h 内进行涂装，在此期间表面应保持洁净，严禁沾水、油污等；
- e) 涂料涂装遍数、涂层厚度均应符合设计要求。

6.4.8 涂装完成后，应在钢构件明显部位喷码编号，编号应与深化图纸的构件编号一致，钢构件应标明重量、轴线位置、起吊位置和定位标记等。

6.4.9 钢构件的防锈、涂装施工质量应符合 GB 50212 和 GB 50205 的有关规定。

6.4.10 钢构件在运输安装过程中涂层被磨损的部位，应进行补涂，补涂前应对锈蚀部位进行除锈处理，并应采用与钢构件相同的涂料和质量标准。

## 6.5 成品检验

6.5.1 钢构件制作完毕后，应按施工图设计与深化设计的要求对成品进行检查验收。成品的外形和几何尺寸的偏差应符合 GB 50205 的有关规定。

6.5.2 按照国家现行产品标准或产品技术条件生产制作的构件出厂时，应提供执行产品标准的说明、出厂检验合格证明文件、质量保证书、使用（操作）说明书和相应技术文件。

## 6.6 运输与堆放

6.6.1 验收合格的钢构件应转入成品货场，并采取有效措施防止构件倾倒以及二次污染。

6.6.2 构件标识内容数量较多时，可采用二维码编制构件信息。

6.6.3 构件出厂前应进行包装，保障构件在运输及堆放过程中不破损、不变形。

6.6.4 对超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应制定专项的方案。

6.6.5 选用的运输车辆应满足构件的尺寸、重量等要求，装卸与运输时应符合下列规定：

- a) 装卸时应采取保证车体平衡的措施；
- b) 应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；
- c) 运输时应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处宜设置保护衬垫。

6.6.6 构件堆放应符合下列规定：

- a) 堆放场地应平整、坚实，并按构件的保管技术要求采用相应的防雨、防潮、防暴晒、防污染和排水等措施；
- b) 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；
- c) 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施。

6.6.7 钢筋桁架楼承板运输与堆放应符合下列规定：

- a) 装车时应用衬有橡胶衬垫的枕木铺垫，捆与捆间也应垫枕木，每捆高度不宜大于 1.2 m，且用扎带包扎牢固；
- b) 吊装装卸应采用专用吊架配合配套软吊带兜底吊运，严禁钢索直接兜吊。软吊带夹角不应大于

60°，吊运速度应均匀，避免急起急放和碰撞；

- c) 按排版图分区包装板材，同区域板材不混装，单捆重量不应超塔吊起额定重量，边角用橡胶材料保护防止损坏；
  - d) 应按相同规格同垛堆放，成捆堆放高度不应大于 1.2 m 且不应超 7 组，叠放不应超 3 捆，捆间加垫木，顶部和底部可设 U 型撑条，捆扎点间距不应大于 2.0 m；
  - e) 堆置于施工层时应横跨多根钢梁，若单跨放两根梁之间应保证两端支承宽度；暂时不铺设的应用铁丝与钢梁固定，防止风吹坠落；
  - f) 堆放位置应在起重机操作范围内，减少二次倒运，且从堆放至混凝土浇筑完成，存放时间不宜超 7 d。
- 6.6.8 预制钢筋桁架混凝土底板堆放层数不应大于 6 层。

## 7 施工安装

### 7.1 一般规定

7.1.1 施工单位应建立完善的安全、质量、环境和职业健康管理体系。

7.1.2 施工前，建设单位应组织相关单位对施工图设计文件、深化设计文件等开展图纸会审。设计单位应对施工图设计文件向施工单位和监理单位做出书面设计交底。

7.1.3 施工单位应根据装配式建筑特点，采用科学的施工方法、选择合适的施工机械，制定合理的施工顺序、提高现场装配化施工效率。

7.1.4 主体结构施工宜采用数字化技术，对安全、质量、技术、施工进度等进行全过程的信息化协同管理，并结合智能建造方式对结构构件等进行虚拟建造和整体精度控制。

7.1.5 起重设备应根据起重设备性能、结构特点、构件重量、现场环境、作业效率等因素综合确定。起重设备需要附着或支承在结构上时，应得到设计单位的同意，并应进行结构安全验算。

7.1.6 安装施工所使用的辅材应具有出厂合格证明文件、中文标志、检验报告等，其他质量要求应符合现行国家标准的有关规定。

7.1.7 基础混凝土强度等级应达到设计强度要求后方可进行构件安装。

7.1.8 主体结构施工时，应严格按照监测方案进行施工过程监测，并符合 GB 50755 的规定。

7.1.9 安装前，应对构件的外形尺寸、螺栓孔位置及直径、连接件位置及角度、焊缝、栓钉、高强度螺栓接头摩擦面加工质量、构件表面的油漆等进行全面检查，在符合设计文件及现行国家标准的要求后方可进行安装。

7.1.10 高强度大六角头螺栓连接副的扭矩系数、螺栓楔负载、螺母保证载荷检验与扭剪型高强度螺栓连接副的紧固轴力（预拉力）、螺栓楔负载、螺母保证载荷检验应符合 GB 50205、DB23/720 的规定。

7.1.11 现场安装时，未经设计允许不应应对构件进行切割、开洞等影响构件结构完整性。

7.1.12 施工用的设备、机具、工具和计量器具，应满足施工要求，并应在合格检定有效期内。

7.1.13 钢构件吊装作业应按吊装方案实施，且不应超出起重设备额定起重范围。

### 7.2 施工准备

7.2.1 安装前，施工单位应对现场安装人员进行相应专业培训，做好技术交底和安全交底。特殊工种作业人员，应按现行规定持证上岗，并进行岗前培训，合格后方可进行施工作业。

7.2.2 施工安装前，施工单位应编制下列技术文件，并按规定进行审批和论证：

- a) 施工组织设计及配套的专项施工方案；
- b) 安全专项方案；

- c) 危险性较大的分部分项工程专项施工方案；
- d) 环境保护专项方案。

7.2.3 对于复杂、异形结构，应进行施工过程模拟分析并采取相应安全技术措施。

7.2.4 安装前，应编制详细的施工作业计划书，施工作业计划书应包含：人员组织与工种培训、材料配套与工种协调、场地策划与设备就位、安全排查与防护设施、绿色施工与环保要求等。

7.2.5 构件安装前，应编制安装顺序表，安装顺序表宜根据 BIM 信息模型编制构件序号，注明构件序号所在布置图的位置、构件序号所在的详图号，并包括构件所用的节点板、安装螺栓的规格数量、构件的重量等。

7.2.6 吊装所用吊具、吊索、定型工具等应按照国家有关规定进行设计、验算、试验检验，使用中应定期检查，确保其安全状态。

7.2.7 安装前，应进行基础等部位交接验收。

### 7.3 测量校正

7.3.1 施工测量应符合下列规定：

- a) 施工测量前，应根据设计文件和钢结构安装要求等，编制专项测量方案；
- b) 施工阶段的测量包括平面控制、高程控制和细部测量；
- c) 安装前应根据现场测量基准点，分别引测内控和外控测量控制网作为测量控制的依据。

7.3.2 安装前，应对定位轴线、基础上钢柱定位轴线、标高、地脚螺栓位置等进行复测，确定无误后进行安装。

7.3.3 同一流水作业段，同一安装高度的一节柱，当各柱全部构件安装、校正、连接完并验收合格后，方可从地面引放上一节柱的定位轴线。

7.3.4 框架柱、筒体定位轴线的控制应以地面控制轴线为基点逐层向上控制，楼层标高的控制宜由结构的角柱、角筒的楼层标高控制向楼层中间控制。

7.3.5 装配式钢结构建筑主体安装中的测量应逐层控制、逐层消除误差，严禁逐层引测。

7.3.6 钢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，宜在相同的天气条件下和时间段进行测量验收。安装过程中应对下列项目进行观测并做记录：

- a) 柱、梁焊缝收缩引起柱身变化垂直度偏差值；
- b) 钢柱受日照温差、风力影响的变形；
- c) 塔吊附着或爬升对钢结构垂直度的影响；
- d) 沉降差异和压缩变形对建筑物整体变形影响。

7.3.7 采用的测量与监测仪器和设备应满足数据精度要求，且保证数据稳定和准确。

7.3.8 钢结构安装时，楼层标高可采用相对标高或设计标高。

7.3.9 主体钢结构整体垂直度和整体平面弯曲的允许偏差应符合 GB 50205 和 DB23/T 720 的有关规定。

### 7.4 构件安装

7.4.1 地脚螺栓及预埋件安装宜采用定位支架、定位板等辅助固定措施保证精度，在混凝土初凝前再次复测，螺栓应采取防止损坏、锈蚀和污染的防护措施。

7.4.2 构件的安装应遵循平面上应从中间向四周扩展，竖向应由下向上逐渐安装原则。施工顺序应符合下列要求：

- a) 柱、梁、支撑、楼板等构件安装时，应按柱、梁、支撑、楼板的顺序进行安装，当有核心筒构件安装时，则应按核心筒、柱、梁、支撑、楼板的顺序进行安装、校正；
- b) 分段安装的钢构件在一个安装单元内应形成稳定的空间体系。对已安装好的安装单元应进行测量校核，满足要求后方可进行下一个安装单元的安装。

### 7.4.3 钢柱的安装应符合下列规定：

#### a) 钢柱吊装应符合下列规定：

- 1) 吊点位置及吊点数量应根据钢柱形状、截面、长度、起重设备性能等参数综合确定，宜应经吊装验算确定。钢柱吊点宜采用焊接吊耳、吊索绑扎、专用吊具等，吊点宜设置在柱顶位置，采用一点正吊，使吊钩能通过钢柱重心线；当受起重设备、场地等条件限制不能采用一点正吊时，吊点宜设置在距柱顶  $1/3$  柱长处；
- 2) 钢柱宜采用单机起吊。当采用双机抬吊时，起重设备应进行合理的负荷分配，构件重量不应超过两台起重设备额定起重量总和的 75%，单机起重设备的负荷不应超过其额定起重量的 80%；
- 3) 起吊时，钢柱宜垂直。起吊回转过程中应避免与其他已安装的构件碰撞，吊索应预留充足的有效高度；
- 4) 钢柱扶直前，应将爬梯和吊篮等挂设在钢柱预设位置并固定牢固，底层柱起吊就位后应临时固定地脚螺栓并校正垂直度，钢柱接长时应将上节柱与下节柱中心线对齐，并用螺栓固定连接板进行临时固定；
- 5) 钢柱安装时，应先调整标高，再调整平面位置，最后调整垂直度，并应重复以上步骤，直至钢柱的标高、平面位置和垂直度偏差符合要求。调整钢柱垂直度的缆风绳或支撑板夹应在钢柱起吊前绑扎固定；
- 6) 钢柱安装就位后，应在校准轴线并临时固定牢固后方可松开吊索。

#### b) 钢柱校正与固定应符合下列规定：

- 1) 钢柱底板高宜采用螺母调整，形成空间稳定单元后，应立即对柱底板和基础顶面间的空隙浇灌密实；
- 2) 在起重设备不松钩的条件下，将钢柱底板上的中心线与柱基础的控制轴线对齐，缓慢降落至设计标高位置。当钢柱与控制轴线有微小偏差时，可利用千斤顶等工具进行微调；
- 3) 当上柱与下柱发生扭转错位时，应采用在连接上柱与下柱的临时连接耳板处加垫板的方法进行调整。

### 7.4.4 钢梁安装应符合下列规定：

- a) 钢梁安装应总体随钢柱的安装顺序进行，先主梁后次梁，先下层后上层的安装顺序进行安装。相临钢柱安装完毕后，应及时安装钢梁使构件形成稳定的框架，每天安装后的钢柱用钢梁连接，有特殊情况不能及时连接的应拉设缆风绳进行临时稳固；
- b) 钢梁宜采用两点起吊。当单根钢梁长度大于 21 m，采用两点吊装不能满足构件强度和变形要求时，宜设置 3 个~4 个吊装点或采用平衡梁吊装，吊点位置应通过计算确定；
- c) 钢梁可采用一机一吊或一机串吊方式，就位后应立即临时固定连接。凡串吊的梁在相邻的不同楼层时，梁与梁之间距离应保证两楼层距离再加上 1.5 m 以上；
- d) 钢梁顶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；
- e) 安装柱与柱之间梁时，应对柱的垂直度进行监测，除监测梁两端柱的垂直度变化外，尚应监测相邻各柱因梁连接影响而产生的垂直变化。

### 7.4.5 支撑、楼梯及零星构件的安装顺序应符合下列规定：

- a) 支撑可按照优先形成稳定结构单元顺序，随各楼层钢柱、梁进行安装；
- b) 一节柱的各层梁安装完毕，在本单元各种柱间支撑安装完成并校正后，宜立即安装本节柱范围内的各层楼梯；
- c) 安装墙面或屋面檩条时，应根据建筑物的平面形状对称安装；
- d) 栏杆及平台等零星构件应以不影响主体施工为原则，按施工进度计划进行安装。

### 7.4.6 钢结构安装前，应对主要焊接接头进行焊接工艺评定。施工期间出现低于 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度的环境

时，应按冬期施工环境温度低于  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的预案进行相应焊接环境下工艺评定试验，并应在评定合格后方可施焊。

7.4.7 当焊接环境作业处于下列情况之一时，严禁焊接：

- a) 焊接作业区的相对湿度大于 90%；
- b) 焊件表面潮湿或暴露于雨、雪、冰中；
- c) 焊接作业条件不符合 GB 9448 的有关规定。

7.4.8 现场高空焊接作业应搭设稳固的操作平台和防护棚。

7.4.9 焊接前应清除焊缝处的水、脏物、锈蚀、油污，垫板应顶紧，无间隙。焊接坡口角度宜按 GB 50661 的有关规定进行检查。

7.4.10 焊接作业应在一个流水段钢结构构件单元的安装、校正、检查验收合格后进行。构件接头的焊接顺序，平面上应从中部对称向四周扩展，竖向可采用有利于工序协调、方便施工、保证焊接质量的顺序。当需要通过焊接收缩微调柱顶垂直偏差值时，可调整平面方向接头焊接顺序。

7.4.11 构件接头的现场焊接，应符合下列要求：

- a) 确定构件接头的焊接顺序；
- b) 编制构件焊接顺序图；
- c) 按照构件焊接顺序图进行现场焊接；
- d) 焊条、焊剂等焊接材料按要求进行烘焙。

7.4.12 构件的焊接安装图应根据接头的焊接顺序绘制，并应列出顺序编号，注明焊接工艺参数。电焊工不应自行变更焊接顺序。

7.4.13 柱与柱焊接连接，应在对称位置以相同的速度同时施焊。梁柱接头的焊缝，宜先焊梁的下翼缘板，再焊其上翼缘板。宜先焊梁的一端，待其焊缝冷却至常温后，再焊另一端，不宜对一根梁的两端同时施焊。

7.4.14 结构安装时，应注意日照、焊接等温度变化引起的热影响对构件的伸缩和弯曲产生的影响，并应采取相应措施。

7.4.15 低碳钢和低合金钢应选用与母材同一强度等级的焊条或焊丝，同时应考虑钢材的焊接性能、焊接结构形状、受力状况、设备状况等条件。焊接用引弧板的材质，应与母材一致或通过试验选用。

7.4.16 加引弧板焊接柱与柱接头时，柱两个相对边的焊缝首次焊接的层数不宜超过 4 层。焊完第一个 4 层，切去引弧板和清理焊缝表面后，转  $90^{\circ}$  后焊另两个相对边的焊缝。焊完 8 层后再换至另两个相对边，如此循环直至焊满整个柱接头的焊缝为止。

7.4.17 不加引弧板焊接柱与柱接头时，应由两名焊工在相对位置以逆时针方向在距柱角 50 mm 处起焊。焊完一层后，第二层及以后各层均在离前一层起焊点 30 mm~50 mm 处施焊。每焊一遍应清渣，焊到柱角处应放慢速度，使柱角焊缝饱满。

7.4.18 梁柱接头的焊接，应设长度大于 3 倍焊缝厚度的引弧板。引弧板的厚度、坡口角度应和焊缝厚度相适应，焊完后割去引弧板时应留 5 mm~10 mm。

7.4.19 碳弧气刨应符合下列规定：

- a) 碳弧气刨工必须经过培训合格后方可上岗操作；
- b) 如发现“夹碳”，应在夹碳边缘 5 mm~10 mm 处重新起刨，所刨深度应比夹碳处深 2 mm~3 mm；发生“粘渣”时可用砂轮打磨。Q420、Q460 及调质钢在碳弧气刨后，不论有无“夹碳”或“粘渣”，均应用砂轮打磨刨槽表面，去除淬硬层后方可进行焊接。

7.4.20 当钢框架梁与柱接头为腹板栓接、翼缘板焊接时，宜采用先栓后焊的方式进行施工。

7.4.21 焊接工作完成后，焊工应在焊缝附近打上自己的代号钢印。焊工自检和质量检查员所作的焊缝外观检查以及超声波探伤检查，均应有书面记录。

7.4.22 高强度螺栓安装时，应先使用安装螺栓和冲钉，不应用高强度螺栓兼做安装螺栓。

- 7.4.23 安装临时螺栓应符合下列规定：
- 构件组装时，应先安装临时螺栓，其数量宜为连接板孔数的 1/3，且不应少于 2 个；
  - 少量孔位不正且位移量较小时，可以用冲钉定位，后安装螺栓；
  - 安装螺栓达到 30%时，可将临时螺栓拧紧定位。
- 7.4.24 安装高强度螺栓应符合下列规定：
- 高强度螺栓应能自由穿入螺孔内，严禁用铁锤强行打入或用扳手强行拧入；
  - 一组高强度螺栓宜按同一方向穿入螺孔内，并宜以扳手向下压为紧固螺栓的方向；
  - 高强度螺栓垫圈位置应一致，安装时应核对垫圈正、反方向。扭剪型高强度螺栓，螺母带圆台面的一侧应朝向垫圈有倒角的一侧。大六角头高强度螺栓，螺栓头下垫圈有倒角的一侧应朝向螺栓头，螺母带圆台面的一侧应朝向垫圈有倒角的一侧；
  - 穿入的高强度螺栓紧固后，再逐个替换临时安装螺栓。
- 7.4.25 高强度螺栓拧紧后，丝扣应露出 2 扣~3 扣为宜；高强度螺栓增加长度可根据表 2 规定选用。

表 2 高强度螺栓增加长度

螺栓直径 (mm)	接头钢板总厚度外增加的长度 (mm)	
	扭剪型高强度螺栓	大六角头高强度螺栓
M12	—	25
M16	25	30
M18	30	35
M22	35	40
M24	40	45
M27	45	50
M30	50	55

- 7.4.26 高强度螺栓连接节点处如螺栓孔位超过允许误差范围，应征得设计同意后，使用专用设备扩孔。一个节点中的扩孔数不宜多于该节点孔数的 25%，扩孔后的孔径不应超过 1.2 d (d 为螺栓直径)；严禁用气割扩孔。
- 7.4.27 高强度螺栓宜通过初拧、复拧和终拧达到拧紧。高强度螺栓的初拧及终拧宜在 24 h 内完成。终拧前应检查接头处各层钢板是否充分密贴。如果钢板较薄，板层较少，也可只作初拧和终拧。
- 7.4.28 高强度螺栓拧紧的顺序应符合下列要求：
- 为先上层梁，后下层梁；
  - 先主梁后次梁；
  - 同一螺栓群先从中部开始，向四周扩散，逐个拧紧。
- 7.4.29 使用扭矩型高强度螺栓扳手时，应定期进行扭矩值的检查。
- 7.4.30 扭剪型高强度螺栓的初拧、复拧、终拧，每完成一次应涂相应的颜色或标记。
- 7.4.31 预制混凝土楼梯的安装应符合 GB 50666 和 JGJ 1 的规定。

## 7.5 楼承板安装

- 7.5.1 楼承板安装前，梁柱安装质量应经验收合格；钢梁顶面应清洁无杂物，严禁在潮湿及涂刷涂料（油漆）未干前进行楼承板安装。
- 7.5.2 楼承板安装前，应根据排版图在支承钢梁上标出基准线和安装控制点。
- 7.5.3 压型钢板组合楼承板安装时，压型钢板在铺设完成前，如压型钢板的刚度不能满足施工荷载时，应根据设计验算要求搭设支撑。

- 7.5.4 压型钢板在就位后应以栓钉或焊接方式固定于钢梁上。
- 7.5.5 压型钢板的切割应采用机械切割、冷割、空气等离子弧切割，严禁采用火焰切割。
- 7.5.6 钢筋桁架楼承板的安装，应根据排版平面布置图铺设钢筋桁架楼承板、绑扎底板钢筋及部分附加钢筋。
- 7.5.7 混凝土叠合楼板在其预制板下应搭设临时支撑，支撑的布置应由计算确定。
- 7.5.8 混凝土叠合楼板在浇筑混凝土前，应将底板结合面疏松部分的混凝土剔除并清扫干净，并充分湿润混凝土底板结合面。
- 7.5.9 楼承板搁置在钢梁上的支承长度、混凝土强度等级及厚度应符合设计要求。
- 7.5.10 现场浇筑混凝土前，应按设计要求铺设钢筋及预埋管线，并符合 GB 50666 的规定。
- 7.5.11 浇筑混凝土过程中，严禁在楼板跨中部位倾倒混凝土，布料应均衡严格控制布料堆积高度，防止因集中荷载过大造成底板破坏及人员受伤。
- 7.5.12 施工中，楼承板设置的临时支撑待混凝土强度达到规定强度后方可拆除。

## 7.6 钢结构防火涂装（包覆）施工

- 7.6.1 钢结构安装完成后应进行防腐涂料的补涂，补涂完成后经验收，确认合格后方可进行钢结构防火防护施工。补涂的质量应与原设计要求一致。
- 7.6.2 进场防火涂装（包覆）材料应经现场复检合格后，方可使用。涂装配套材料宜选用同一厂家产品，且各层涂装涂料质量应符合现行国家标准的有关规定。
- 7.6.3 钢结构的防火涂料施工时，应符合下列要求：
- a) 防火涂料的选用与施工，应符合设计文件和施工作业指导书的要求；
  - b) 防火涂料施工可采用刷滚、滚涂、涂抹及喷涂等方法，宜根据产品特性、构件大小、施工的复杂程度，采取一种或多种方法进行施工。各种施工作业前均应先进行试涂，试涂合格后方可大面积施工；
  - c) 施工时的环境温度和相对湿度应符合涂料产品说明书要求。当产品说明书无要求时，应符合 GB51249、GB 14907 的有关规定；
  - d) 施工前，构件表面不应有油污、灰尘、泥沙和结露；涂层未干前应避免雨淋、水冲等，并应防止机械撞击；
  - e) 防火涂料施工应分层施工，应在上道涂层干燥后或固化后再进行下道涂层施工。
- 7.6.4 防火涂料不应有涂、漏涂，涂层应闭合无脱层、空鼓、明显凹陷、粉化松散和浮浆等外观缺陷，乳突应剔除。
- 7.6.5 当构件采用防火板等材料包覆防护时，应符合设计要求和 GB 51249 的有关规定。
- 7.6.6 防火包覆施工，不应影响后续施工。
- 7.6.7 钢结构防火涂装（包覆）工程不应被后续工程破坏，如有损坏应及时进行修补。
- 7.6.8 钢结构防火涂装（包覆）施工质量应符合 GB 50205、GB 51249、GB 14907 等有关规定。

## 8 冬期施工

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 冬期施工前，装配式钢结构建筑构件制作、安装单位应编制冬期施工专项方案，经建设（监理）单位审批后方可实施。方案应结合我省气候特点，明确施工参数及质量要求等内容。
- 8.1.2 施工单位应建立冬期施工管理体系，做好各项施工准备，配备测温员等专职管理人员，并针对全员做好各项交底、培训等工作。

- 8.1.3 应做好大风、大雪及寒流等恶劣天气监测、预防，合理安排施工工序，避开极端天气，在不能保证质量、安全时，严禁施工。
- 8.1.4 当环境温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，钢筋不宜进行调直冷拉，不应 $\text{HRB 400}$ 钢筋进行冷弯加工。
- 8.1.5 冬期混凝土施工应符合 GB 55008、GB 50204、JGJ/T104 等有关规定。
- 8.1.6 安装的测量校正、高强度螺栓安装、负温下涂装施工及焊接工艺等，应在安装前进行工艺评定或试验。
- 8.1.7 焊接时，作业区环境温度、相对湿度和风速等应符合下列规定：
- 作业环境温度不应低于 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
  - 焊接作业区的相对湿度不应大于 90%；
  - 当手工电弧焊和自保护药芯焊丝电弧焊时，焊接作业区最大风速不应超过  $8\text{ m/s}$ ；气体保护电弧焊焊接作业区最大风速不应超过  $2\text{ m/s}$ ；
  - 焊接工艺的选择应根据焊接结构的具体情况和环境条件、温度、湿度等综合考虑，采用合理的焊接方式，提供良好的保护气体，减少焊接区域的氧化和夹渣，确保焊缝的质量；
  - 焊接时，应采用对称分布的方式进行，即两名焊工对称对焊件结构的焊接部位进行分层焊接，减少焊接过程中因热输入不均匀、温度分布不均的附加热导致的结构变形。
- 8.1.8 焊接环境当超出标准规定且必须进行焊接时，焊接作业区应设置防护棚，编制专项方案，连同低温焊接工艺参数、措施等报监理单位审批后方可实施。

## 8.2 材料

- 8.2.1 冬期施工所用钢材及有关连接材料必须具有质量证明文件，性能符合设计和产品标准的要求。钢材应进行负温冲击韧性试验，合格后方可使用。负温下宜采用 Q345 钢、Q390 钢、Q420 钢，其质量等级应分别符合现行国家标准的规定。
- 8.2.2 负温下使用的高强度螺栓、普通螺栓应有产品合格证、质量证明文件，高强度螺栓应在负温下进行扭矩系数、轴力的复验工作，符合要求后方可使用。
- 8.2.3 负温下钢结构焊接用的焊条、焊丝应在满足设计强度要求的前提下，选用屈服强度较低、冲击韧性较好的低氢型焊条，重要结构可采用高韧性超低氢型焊条。
- 8.2.4 负温下钢结构用低氢型焊条烘焙温度宜为  $350\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 380\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，保温时间为  $1.5\text{ h}\sim 2\text{ h}$ ，烘焙后应缓冷存放在  $110\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$  烘焙箱内，随用随取。当负温下使用的焊条外露超过  $4\text{ h}$ ，应重新烘焙。焊条的烘焙次数不宜超过 2 次，受潮的焊条不应使用。
- 8.2.5 配备足够的保温材料、加热设备、测温工具及应急救援物资。

## 8.3 构件制作

- 8.3.1 碳素结构钢在环境温度低于 $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、低合金结构钢低于 $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，不应进行冷矫正和弯曲。普通碳素结构钢在环境温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、低合金钢低于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，不应剪切、冲孔。
- 8.3.2 负温进行构件放样、下料时，应考虑负温对钢材收缩的影响，预留收缩余量。焊接收缩量 and 压缩变形量应与钢材在负温下产生的收缩变形量相协调。
- 8.3.3 负温下对边缘加工的零件，应采用精密切割加工，焊缝坡口采用自动切割。
- 8.3.4 焊接环境温度低于  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  但不低于 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，应采取加热或防护措施，确保接头焊接处各方向不小于 2 倍板厚且不小于  $100\text{ mm}$  范围内的母材温度不低于  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  或规定最低预热温度二者的较高值，且在焊接过程中不应低于这一温度。
- 8.3.5 负温下焊接加热温度应根据构件构造特点、钢材类别及质量等级和焊接性能、焊接材料熔敷金属扩散氢含量、焊接方法和焊接热输入等因素确定，且不应低于常温下规定的预热温度。
- 8.3.6 负温下焊接应对钢构件采取必要的保温措施。焊道完成后，不应立即进行清渣，待冷却后方可

清渣及检查。

8.3.7 构件的组装应按工艺规定的顺序进行，由里往外扩展组拼。在负温下组装焊接结构时，应预留焊缝收缩值。

8.3.8 焊前预热及层间温度的保持宜采用电加热器、火焰加热器等加热，并采用专用测温仪器测量。

8.3.9 采用低氢型焊条进行焊接时，焊接后焊缝宜进行焊后消氢处理，消氢处理的加热温度应为 $200^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ ，保温时间应根据工件的板厚确定，且每 $25\text{ mm}$ 板厚不小于 $0.5\text{ h}$ ，总保温时间不应小于 $1\text{ h}$ ，达到保温时间后应缓慢冷却至常温。

8.3.10 负温下对 $9\text{ mm}$ 以上钢板焊接时，应采用多层焊接，焊缝由下向上逐层堆焊，每层焊缝一次焊完不应中断。如焊接中断，在下次施焊之前应清除焊缝缺陷，合格后方可按焊接工艺规定继续施焊，且再次预热温度应高于初期预热温度。

8.3.11 环境温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 时，钢构件上的涂刷防腐或防火涂层前，应进行涂刷工艺试验，不应使用水基涂料。涂刷时应将构件表面的铁锈、油污、边沿孔洞的飞边毛刺清理干净，并保持构件表面干燥。

8.3.12 雨雪天气或构件上有薄冰时，不应进行构件防腐、防火层涂装。

8.3.13 冬期钢结构涂装宜在封闭保温、通风良好的环境下进行，环境温度不应低于涂料规定的最低施工温度，相对湿度不应大于 $85\%$ 。

8.3.14 栓钉施焊环境温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 时，打弯试验的数量应增加 $1\%$ ；当栓钉采用手工电弧焊或其他保护性电弧焊焊接时，其预热温度应符合相应工艺的要求。

8.3.15 负温下进行钢构件成孔时，成孔工艺应选用钻成孔或先冲后扩钻孔。

#### 8.4 构件安装

8.4.1 冬期运输、堆放构件时，应采取在构件下垫设枕木等防滑措施。堆放场地应平整坚实，地面无积水及结冰。

8.4.2 构件运输时，混凝土强度不应小于设计混凝土强度等级值的 $75\%$ 。

8.4.3 钢构件安装前，除按常温规定要求内容进行检查外，还应根据负温条件下的要求，对构件质量进行详细复检。

8.4.4 负温下安装时，宜考虑温度变化引起的钢结构外观尺寸的偏差。钢构件在正温下制作，负温下安装时，施工中应采取相应调整偏差技术措施。

8.4.5 构件上有积雪、结冰、结露时，安装前应清除干净，但不应损伤涂层。

8.4.6 构件在绑扎、起吊时，应符合下列要求：

- a) 负温下安装用的吊环必须用韧性好的钢材制作，防止低温脆断；
- b) 负温下绑扎、起吊钢构件用的钢索与构件直接接触时，应加防滑隔垫。凡是与构件连接一起同时起吊的节点板、校正用的卡具、安装人员用的挂梯、绳索等应绑扎牢固，防止碰撞掉落发生事故；
- c) 构件起吊前应检查吊环、吊耳有无焊缝裂纹及其他焊接缺陷。

8.4.7 负温下构件安装、固定应符合下列有关规定：

- a) 构件安装作业宜在温度较高时段施工；
- b) 构件安装时，应根据气温条件编制钢结构安装顺序图表，按照规定顺序进行安装，平面上应从建筑物的中心逐步向四周扩展安装，立面上宜从下部逐渐向上安装；
- c) 负温下安装柱子、主梁、支撑等大构件时，应立即进行校正，位置校正正确后应立即进行永久固定；
- d) 高强度螺栓接头安装时，构件摩擦面应干净，不应有积雪、结冰，且不应雨淋、接触泥土、油污等脏物；
- e) 栓钉焊接前，应根据负温度值大小，对焊接电流、焊接时间等参数进行测定，保证栓钉在负温

下焊接质量。

#### 8.4.8 高强度螺栓连接施工应符合下列要求：

- a) 高强度螺栓及螺母、垫圈应存放在保温环境中，使用前应清除表面的油污，严禁在低温下敲打、撞击螺栓；
- b) 高强度螺栓安装应在环境温度不低于-10℃的条件下进行，安装时应采用扭矩扳手或转角法施工，扭矩值应根据环境温度进行修正，修正系数应按产品说明书要求确定；
- c) 高强度螺栓拧紧应分初拧、复拧、终拧三步进行，初拧扭矩宜为终拧扭矩的50%，复拧扭矩应等于初拧扭矩，终拧扭矩应符合设计要求；拧紧过程中应及时检查螺栓的紧固度，不合格的应重新拧紧；
- d) 高强度螺栓连接副安装后，应及时进行防腐处理，避免螺栓锈蚀。

8.4.9 负温条件下进行钢结构焊接，应考虑雨、雪和风的影响，提前采取保温、防护措施，严禁超出规定焊接环境要求进行施焊。

8.4.10 压型钢板表面有水、冰、霜或雪时，应及时清除，并应采取相应的防滑保护措施。

## 9 质量检查与验收

### 9.1 一般规定

9.1.1 装配式钢结构建筑主体结构施工安装的质量验收应符合 GB 55032、GB 50300、GB 55006、GB 50205、GB 55008、GB 50204、JGJ/T 469 和 DB23/720 的有关规定。

9.1.2 构件质量应符合国家、行业和黑龙江省现行相关标准的规定，并应具有出厂检验合格证、质量保证书和使用说明书，并注明产品标准。同一厂家生产的同批材料、构件，用于同期施工且属于同一工程项目的多个单位工程，可合并进行进场验收。

9.1.3 装配式钢结构主体结构分部验收，应符合下列规定：

- a) 主体结构分部工程、子分部工程、分项工程划分宜符合表3的规定；

表3 主体结构分部、子分部、分项工程划分

分部工程	子分部工程	分项工程
主体结构	楼板结构	压型金属板、钢筋桁架楼承板、预制混凝土叠合板、钢筋、木模板、混凝土、抗剪栓钉
	钢管混凝土结构	钢管焊接，钢管制作、安装，螺栓连接，钢筋，混凝土
	钢结构	钢结构焊接，紧固件连接，钢零部件加工，单层、多层及高层钢结构安装，钢结构涂装，钢部（构）件组装，钢部（构）件预拼装

- b) 分项工程可由一个或若干个检验批组成，检验批可根据装配式施工特征、后续施工安排和相关专业验收需要，按楼层、施工段、变形缝等进行划分；
- c) 子分部工程验收应在分项工程质量验收合格后进行，质量控制资料、有关安全、节能、环境保护和主要使用功能及观感质量应符合要求；
- d) 隐蔽工程验收监理单位、施工单位应举牌验收，并形成验收文件；
- e) 进场材料及实体检测，应由建设单位委托具有资质的检测机构出具检测报告作为工程质量验收资料；
- f) 分部工程质量验收前，监理单位应出具分部工程质量评估报告；
- g) 施工现场质量管理检查记录应按 DB23/724 的规定执行；

- h) 负温施工用钢材、焊接材料、连接件等材料进场验收应符合设计及 DB23/720 的规定。
- i) 主体结构分部工程验收参加人员除应符合 GB 55032、GB 50300 规定外，设计单位主体结构设计人员也应参加质量验收。

9.1.4 装配式钢结构建筑主体结构预制混凝土楼梯安装的验收应符合 GB 50204、JGJ 1 和 DB23/T 2505 的规定。

9.1.5 冬期施工的分项验收应符合 DB23/714、DB23/720 的规定。

9.1.6 装配式钢结构建筑主体结构施工质量验收时,应提供下列文件和记录:

- a) 工程竣工图纸和相关设计文件、设计变更文件等;
- b) 施工现场质量管理检查记录;
- c) 原材料及构件出厂质量证明文件,涉及结构安全的试块、试件、焊接材料、连接件、防火涂料等重要钢结构的复验报告;
- d) 构件吊装、施工、安装记录;
- e) 强制性条文检验项目检查记录及证明文件;
- f) 检验批、分项工程质量验收记录;
- g) 主体结构子分部工程质量验收记录;
- h) 主体结构子分部工程质量控制资料核查记录;
- i) 主体结构子分部工程安全和工程检验核查及主要功能抽查记录;
- j) 主体结构子分部工程观感质量检查记录;
- k) 隐蔽工程验收记录;
- l) 沉降观测记录;
- m) 不合格项的处理记录及验收记录;
- n) 重大质量、技术问题处理及验收记录;
- o) 其他相关文件和记录。

## 9.2 主控项目

9.2.1 建筑物定位轴线、基础上柱的定位轴线和标高的允许偏差应符合设计要求。当设计无要求时应符合表 4 的规定。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 采用经纬仪、水准仪、全站仪和钢尺实测。

表 4 建筑物定位轴线、基础上柱的定位轴线和标高的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
建筑物定位轴线	L/20000, 且不应大于 3.0
基础上柱的定位轴线	1.0
基础上柱底标高	±3.0

注: L 为轴线间距。

9.2.2 装配式钢结构建筑以基础顶面直接作为柱的支承面或以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)位置的允许偏差应符合表 5 的规定。

检查数量: 按柱基数抽查 10%, 且不应少于 3 个。

检验方法: 用经纬仪、水准仪、全站仪、水平尺和钢尺实测。

表5 支撑面、地脚螺栓（锚栓）位置的允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
支撑面	标高	±3.0
	水平度	$l/1000$
地脚螺栓（锚栓）	螺栓中心位移	5.0
预留孔中心偏移		10.0

## 9.2.3 柱子安装的允许偏差应符合表 6 的规定：

检查数量：标准柱全部检查；非标准柱抽查 10%，且不应少于 3 根。

检验方法：用全站仪或激光经纬仪和钢尺实测。

表6 柱子安装的允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)	
底层柱柱底轴线对定位轴线偏移		3.0	
柱子定位轴线		1.0	
柱轴线垂直度	单节柱	$H \leq 10m$	$H/1000$
		$H > 10m$	$H/1000$ ，且不应大于 10.0
	多节柱	单节柱	$h/1000$ ，且不应大于 10.0
		柱全高	15.0

注：H 为单层柱高；h 为多节柱中单节柱的高度。

## 9.2.4 钢管混凝土构件安装垂直度允许偏差应符合表 7 的规定：

检查数量：同批构件抽查 10%，且不少于 3 件。

检验方法：用经纬仪、水准仪、全站仪、水平尺和钢尺实测。

表7 钢管混凝土构件安装垂直度允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
单层	单层钢管混凝土构件的整体垂直度	$h/1000$ ，且不应大于 10.0
多层及高层	主体结构钢管混凝土构件的整体垂直度	$H/2500$ ，且不应大于 30.0

注：h 为单层钢管混凝土构件的高度；H 为多层及高层钢管混凝土构件全高。

## 9.2.5 钢主梁、次梁及受压杆件的垂直度和侧向弯曲矢高允许偏差应符合表 8 的有关规定：

检查数量：按同类构件数抽查 10%，且不应少于 3 个。

检验方法：用吊线、拉线、经纬仪和钢尺现场实测。

表8 钢主梁、次梁及受压杆件的垂直度和侧向弯曲矢高允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	
跨中的垂直度	$h/250$ ，且不应大于 15.0	
侧向弯曲矢高 $f$	$l \leq 30m$	$l/1000$ ，且不应大于 10.0
	$30m < l \leq 60m$	$l/1000$ ，且不应大于 30.0
	$l > 60m$	$l/1000$ ，且不应大于 50.0

注：h 为梁高； $l$  为梁的长度。

## 9.2.6 装配式钢结构建筑主体结构的整体垂直度和整体平面弯曲的允许偏差应符合表 9 的规定：

检查数量：对主要立面全部检查。对每个所检查的立面，除两列角柱外，尚应至少选取一列中间柱。

检验方法：对于整体垂直度，可采用激光经纬仪、全站仪测量，也可根据各节柱的垂直度允许偏差累计(代数和)计算。对于整体平面弯曲,可按产生的允许偏差累计(代数和)计算。

表 9 整体垂直度和整体平面弯曲的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
主体结构的整体垂直度	$(H/2500+10.0)$ ，且不应大于 50.0
主体结构的整体平面弯曲	$L/1500$ ，且不应大于 25.0
注：H 为主体结构的高度；L 为主体结构的长度。	

9.2.7 预制钢筋桁架混凝土底板质量，应符合下列规定：

- a) 预制钢筋桁架混凝土底板进场时，出厂质量证明文件和产品标识（在预制底板明显部位应标明生产单位、构件型号、质量验收标志、生产日期）应齐全；  
检查数量：全数检查。  
检验方法：观察，检查产品出厂质量证明文件。
- b) 预制钢筋桁架混凝土底板的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差；  
检查数量：全数检查。  
检验方法：观察，用钢尺现场实测，检查处理记录。
- c) 预制钢筋桁架混凝土底板所用的原材料，其品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求；  
检查数量：全数检查。  
检验方法：观察，用钢尺现场实测，检查产品出厂质量证明文件。
- d) 底板为压型金属板时，除满足上述要求外，尚应符合 DB23/ 720 的规定。

9.2.8 楼承板钢筋和现场浇筑混凝土主控项目验收应符合 GB 50204 中的相关要求。

9.2.9 防腐、防火涂料主控项目验收应符合 GB 50205 及 DB23/ 720 的规定。

9.2.10 负温环境下钢构件外形尺寸及焊缝质量验收应符合 GB 50205、DB23/ 720 及 JGJ/T 104 的规定。

9.2.11 装配式钢结构建筑主体结构主控项目验收的允许偏差除符合上述规定外，尚应符合现行国家有关标准的规定。

### 9.3 一般项目

9.3.1 钢柱等主要构件的中心线及标高基准点等标记应齐全。

检查数量：按同类构件数抽查 10%，且不应少于 3 件。

检验方法：观察检查。

9.3.2 钢构件安装的允许偏差应符合表 10 的规定。

检查数量：按同类构件或节点数抽查 10%。其中柱和梁各不应少于 3 件，主梁与次梁连接节点不应少于 3 个，支承压型金属板的钢梁长度不应少于 5 m。

检验方法：用经纬仪、水准仪、全站仪、水平尺和钢尺实测。

表 10 钢构件安装的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
上、下柱连接处的错口	3.0
同一层柱的各柱顶高度差	5.0
同一根梁两段顶面的高差	$l/1000$ 且不应大于 10.0
主梁与次梁表面的高差	±2.0
压型钢板组合楼板中压型钢板在钢梁上相邻列的错位	15.0
注: $l$ 为梁的长度。	

9.3.3 钢管混凝土构件安装允许偏差应符合表 11 的规定。

检验数量: 同批构件抽查 10%,且不少于 3 件。

检验方法: 用经纬仪、水准仪、全站仪、水平尺和钢尺实测。

表 11 钢管混凝土构件安装允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
单层	柱脚底座中心线对定位轴线的偏移	5.0
	单层钢管混凝土构件弯曲矢高	$h/1500$ , 且不应大于 10.0
多层及高层	上下构件连接处错口	3.0
	同一层构件各构件顶高度差	5.0
	主体结构钢管混凝土构件总高度差	± $H/1000$ ,且不应大于 30.0
注: $h$ 为单层钢管构件高度; $H$ 为构件全高。		

9.3.4 楼板钢筋和现场浇筑混凝土一般项目验收应符合 GB 50204 的规定。

9.3.5 防腐、防火涂料一般项目验收应符合 GB 50205 及 DB23/ 720 的规定。

9.3.6 装配式钢结构建筑主体结构一般项目验收的允许偏差除符合上述规定外, 尚应符合现行国家有关标准的规定。

## 10 施工安全与绿色施工

### 10.1 一般规定

10.1.1 装配式钢结构建筑施工应坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针, 建立健全安全生产责任制, 明确各方安全职责, 落实全员安全生产责任。

10.1.2 施工单位应根据工程规模、施工难度、现场环境等编制专项安全施工方案, 经审批后方可实施。专项施工方案应符合危险性较大的分部分项工程安全管理的规定, 超过一定规模的危险性较大的装配式钢结构工程施工方案应进行专家论证。

10.1.3 施工单位应根据工程施工特点对重大危险源进行定期检测、评估、监控, 并应编制装配式钢结构工程施工应急救援预案, 建立应急救援组织, 配备应急救援设备, 并定期组织从业人员进行应急救援演练。

10.1.4 应对装配式钢结构建筑主体结构施工的从业人员进行相应专业的安全技术培训与交底。起重指挥、司索、电工、电焊工、架子工等特种作业人员, 应持特种作业操作资格证书上岗证书并经专业技能培训且考试合格后方可上岗。

10.1.5 施工现场应设置明显的安全警示标志, 划分危险作业区域, 设置围挡隔离, 严禁无关人员进入; 施工现场的临时用电、消防设施、起重机械等应符合安全标准要求。

10.1.6 施工单位应定期开展安全生产检查，及时排查并消除安全隐患；建立安全生产台账，记录安全管理、教育培训、隐患排查治理等情况。

10.1.7 施工单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员正确佩戴、使用。

10.1.8 作业人员应定期进行健康检查，对患有不宜从事相应作业疾病的人员，应及时调整工作岗位。

10.1.9 起重机械作业前应检查设备的性能、安全装置等，确认正常后方可作业；作业时应严格遵守起重机械操作规程，严禁超载、斜吊、违规吊装等行为。

10.1.10 设备与机具应定期进行维护保养和检修，建立维护保养台账，确保设备与机具处于良好运行状态；报废的设备与机具应及时清理，严禁继续使用。

10.1.11 主体结构施工安装全过程中应采取安全措施，并符合 GB 55034、GB 55029、JGJ 80、JGJ 276、JGJ 33 和 JGJ/T 46 等的规定。

## 10.2 高空作业与临边保护

10.2.1 装配式钢结构工程施工宜采用工具化、标准化的安全防护设施。

10.2.2 搭设登高脚手架应符合 GB 51210 的有关规定；当采用其他登高措施时，应进行安全计算和论证。

10.2.3 多层及高层钢结构施工应采用人货两用电梯登高，对电梯尚未到达的楼层应搭设合理的安全登高设施。

10.2.4 高空作业施工前，应按类别对安全防护设施进行检查、验收，验收合格后方可进行作业，并做好验收记录，验收可分层或分阶段进行。

10.2.5 高空作业人员必须正确佩戴安全帽，系好安全带，穿防滑鞋，正确使用防坠器，宜采用工具式操作架进行安装作业。

10.2.6 高空作业使用的小型手持工具和小型零部件应采取防止坠落措施，作业中的走道、通道板和登高用具，应随时清理干净。

10.2.7 对施工作业现场可能坠落的物料，应及时拆除或采取固定措施，并应符合下列规定：

- a) 高处作业所用的物料应堆放平稳，不应妨碍通行和装卸；
- b) 拆卸下的物料及余料和废料应及时清理运走，不应随意放置或向下丢弃；
- c) 传递物料时严禁抛掷。

10.2.8 雨、霜、雾、雪等天气不应进行高空装配式钢结构施工作业，特殊情况下应采取防滑、防冻和防雷措施，并应及时清除作业面上的水、冰、雪、霜。

10.2.9 钢结构安装所需的平面安全通道应分层连续搭设，宽度不宜小于 600 mm，且两侧应设置安全护栏或防护钢丝绳。

10.2.10 建筑物楼层钢梁吊装完毕后，应及时分区铺设安全网。楼层周边钢梁吊装完成后，应在每层临边设置防护栏，且防护栏高度不应低于 1.20 m。

10.2.11 搭设临边脚手架、操作平台、安全挑网等应可靠固定在结构上。

## 10.3 吊装作业安全

10.3.1 施工单位应辨识构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的作业风险，并根据风险等级制定相应的防控措施。

10.3.2 构件安装施工应根据吊装与安装工艺进行施工阶段结构验算及构件吊装验算。

10.3.3 装配式钢结构吊装作业必须在起重设备的额定起重量范围内进行。施工作业使用的专用吊具、吊索、定型工具式支撑、支架等，应进行安全验算，使用中应进行定期、不定期检查，确保其安全状态，并应在其额定许用荷载范围内使用。

10.3.4 施工作业吊装采用塔式起重机时，起重安全保护装置应齐全有效，并定期检查，安装和拆除时应有专项技术方案。群塔作业应采取防止塔吊相互碰撞措施。塔吊应有良好的接地装置。

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

10.3.6 吊装作业安全应符合下列规定：

- a) 应先将构件提升 300 mm 左右，停稳构件，检查钢丝绳、吊具和构件状态，确认吊具安全且构件平稳后，方可缓慢提升构件。吊运过程应保持稳定，不应偏斜、摇摆和扭转，严禁吊装构件长时间悬停在空中，构件不应悬空过夜；
- b) 吊运构件时，构件下方严禁站人，应待构件降落至放置位置 1m 以内，作业人员方可靠近，将构件就位并可靠固定后方可脱钩；
- c) 在高空应通过缆风绳控制构件方向，严禁高空直接用手扶构件；
- d) 遇到雨、雪、雾等恶劣天气，或者风力大于 5 级时，不应进行露天吊装作业。重新作业前，应先试吊，并应确认各种安全装置灵敏可靠后进行作业。

10.3.7 吊装作业应设专人指挥，指挥人员持证上岗，使用标准的指挥信号，确保起重机械操作人员与指挥人员配合协调。

#### 10.4 临时用电安全管理

10.4.1 施工现场临时用电应根据现场实际需要，依据 JGJ/T 46 编制现场临时用电专项方案，履行审核审批程序，经验收合格后方可投入使用。

10.4.2 施工现场临时用电和设备的安装、巡检、维修或拆除，应由施工现场专业电工完成，并应有人监护。

10.4.3 施工现场起重机械、脚手架等与输电线路的安全距离应符合 JGJ/T 46、JGJ 33、JGJ 130 等规定。

10.4.4 施工现场临时用电配电线路应保证机械强度和绝缘强度，设短路、过载保护。当线路架空设置时，必须架设在专用电杆上，严禁架设在树木、脚手架及其他设施上。

10.4.5 施工现场配电系统应采用三级配电、二级漏电保护系统，设置总配电箱、分配电箱、开关箱。开关箱应做到“一机、一闸、一漏、一箱”。

10.4.6 施工现场应配备足够的应急照明和消防器材，确保在突发停电或火灾时能够及时处置。

#### 10.5 消防安全管理

10.5.1 施工现场应建立消防安全管理制度，制定消防措施。

10.5.2 施工现场应设置安全消防设施及安全疏散设施，并应定期进行防火巡查。

10.5.3 施工现场明火作业应履行动火审批手续，配备动火监护人员。动火作业时，应清除作业区及周边易燃物，并应采取防火措施。

10.5.4 易燃易爆危险品应分类专库存储，库房内应通风良好，并应设置严禁明火标志。

10.5.5 施工现场油漆涂装和涂料施工时，应按产品说明书的要求进行产品存放和防火保护，并应符合 GB 50720 的规定。

10.5.6 施工单位应定期开展消防安全演练，提高作业人员的消防安全意识和应急处置能力；发生火灾时，应立即启动应急预案，组织人员疏散和灭火救援。

#### 10.6 绿色施工

10.6.1 施工现场应采取洒水降尘、裸土覆盖、车辆冲洗等措施，控制施工扬尘。

10.6.2 施工期间应合理安排施工时间，现场噪声应符合 GB 12523 的规定。

- 10.6.3 施工现场应加强对废水、污水的管理，现场应设置污水池和排水沟。废水、废弃涂料、胶料应统一处理，严禁未经处理直接排入下水管道。
- 10.6.4 施工现场应实行垃圾分类管理，设置可回收物、有害垃圾、厨余垃圾、其他垃圾收集容器，明确标识，分类存放、分类处置。
- 10.6.5 安装现场剩下的废料和余料应妥善分类收集，并应统一处理和回收利用，不应随意搁置、堆放。
- 10.6.6 夜间施工灯光应朝向场内照射，焊接电弧应采取防护措施，避免光污染对周边居民的影响。
-