

# 湖北省装配式建筑施工图设计文件技术审查要点

(征求意见稿)

湖北省住房和城乡建设厅

2026 年 3 月

# 前 言

根据《湖北省人民政府办公厅关于加快推荐绿色智能建造产业发展的实施意见》（鄂政办[2025]42号）要求，湖北华建建设工程设计审查事务有限公司组织从事装配式建筑工程设计及施工图审查工作的专家，经广泛的调查研究，认真总结湖北省装配式建筑实践经验，并在广泛征求意见的基础上，编制了《湖北省装配式建筑施工图设计文件技术审查要点》（以下简称“本文件”）。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口管理。

本文件由主编单位负责技术内容的解释。在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将建议或有关资料寄送至湖北华建建设工程设计审查事务有限公司（地址：武汉市武昌区中南二路2号；邮编430070）。电话：027-87336692。

本文件起草单位：湖北华建建设工程设计审查事务有限公司

湖北建鄂勘察设计审查咨询有限公司

武汉勘察设计协会技术咨询服务部

武汉市东梁建设工程咨询有限公司

本文件起草人：易 静 曹登武 凌 飞 许 琼 谢丽萍

王 颢 陈清潮 杨 彦 夏攀峰 郑 玮

刘 晶 谭建明 余蔓蓉 蔡 娟 翟晓勇

赵光甫 龙建平 李 勇 孙雁波 李菁华

胡 伟 何 炬 段 瑜 钟逸青

# 目 录

1. 总则.....	1
2. 建筑专业审查要点.....	2
2.1 图纸要求.....	2
2.2 建筑设计通用规定.....	6
2.3 建筑集成设计.....	10
2.4 外围护系统设计.....	12
3. 结构专业审查要点.....	16
3.1 图纸要求.....	16
3.2 基本规定.....	20
3.3 结构通用规定.....	25
3.4 楼盖设计.....	39
3.5 装配整体式框架结构.....	46
3.6 装配整体式剪力墙结构.....	51
3.7 多层装配式墙板结构.....	58
3.8 外挂墙板设计.....	62
3.9 装配式钢结构.....	66
4. 机电专业审查要点.....	91
4.1 通用要求.....	91
4.2 基本规定.....	91
4.3 给水排水专业.....	93
4.4 暖通空调专业.....	98
4.5 电气和智能化专业.....	102
5. 内装专业审查要点.....	105
5.1 一般规定.....	105
5.2 标准化设计和模数协调.....	105
5.3 集成设计和部品选型.....	106
5.4 接口和细部.....	107

# 1. 总则

1.0.1 为指导和规范湖北省装配式建筑施工图设计文件审查工作，明确审查内容，根据国家及湖北省装配式建筑有关政策、法律法规和相关国家、地方、行业协会技术标准规程编制《湖北省装配式建筑施工图设计文件技术审查要点》（以下简称“本文件”）。

1.0.2 本文件适用于湖北省新建的装配式房屋建筑工程施工图设计文件审查。

1.0.3 本文件规定的审查内容依据现行相关法规（本要点所称法规系法律、法规、部门规章及政府主管部门规范性文件的总称）和工程建设标准编写。

1.0.4 本文件所列审查内容是保证装配式建筑设计质量的基本要求，非工程设计的全部内容。设计单位和设计人员应全面执行工程建设标准和法规的有关内容。

1.0.5 当房屋高度、规则性、结构类型、结构装配方案和预制构件连接类型等超过现行相关规范的规定时，应进行专门研究和论证。

1.0.6 依据《建筑工程设计文件编制深度规定（2016 版）》（建质函〔2016〕247 号），装配式建筑工程设计文件包括施工图和预制构件加工图。本要点内容仅涉及建筑工程施工图设计文件审查。预制构件加工图、钢构件加工图设计应依据施工图（包含建筑、结构、机电、内装各专业），并结合生产、运输、安装、施工等不同过程的需求进行设计，当预制混凝土构件加工图为非施工图设计单位设计时，须经施工图设计单位审核通过后方可实施。钢结构构件加工图须经施工图设计单位审核通过后方可实施。

1.0.7 本文件发布后，如有新版相关法规和工程建设标准实施，应以新版法规和工程建设标准为准。

## 2. 建筑专业审查要点

### 2.1 图纸要求

#### 2.1.1 建筑设计说明

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 年版

#### 4.3.3 设计说明。

15 当项目按装配式建筑要求建设时，应有装配式建筑设计说明。

1) 装配式建筑设计概况及设计依据；

2) 建筑专业相关的装配式建筑技术选项内容，拟采用的技术措施，如标准化设计要点、预制部位及预制率计算等技术应用说明；

3) 一体化装修设计的范围及技术内容；

4) 装配式建筑特有的建筑节能设计内容。

《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863-2022

7.3.1 在施工图设计阶段，建筑专业设计文件应包括图纸目录、建筑设计总说明（包含装配式专项说明）、装配式设计图纸、计算书。

7.3.2.1 设计依据需列出与装配式混凝土建筑设计有关的国家及地方规范、标准。

#### 7.3.2.2 项目概况

施工图设计阶段建筑专业项目概况应包含以下内容：

a) 明确建筑为装配式建筑单体，及装配率目标；

b) 明确采用的装配式结构体系类型；

c) 明确单体建筑装配式技术配置表，如楼层分布、采用的装配式部品部件的内容；

d) 建筑技术经济指标中，列举出单栋建筑面积、装配式外墙总建筑面积、计容建筑面积，并明确其中装配式外墙按相应规定计入奖励部分的面积指标；

e) 外墙保温形式、窗框安装形式、外饰面要求等。

#### 7.3.2.3 装配式建筑专项说明

施工图设计阶段建筑专业装配式专项说明应包含以下内容：

a) 装配率计算书

1) 应符合国家和湖北省相关地市的规定要求；

2) 应明确装配式预制部品部件实施详细指标，包括预制竖向承重构件、预制水平承重构件、预制外维护及内隔墙构件、一体化装饰部品应用情况。

- b) 建筑专业装配式建筑标准化、模数化设计内容：
  - 1) 单元套型模块化设计说明；
  - 2) 核心筒标准化设计说明；
  - 3) 同类型构件标准化设计说明，如飘窗、阳台、空调板、装饰构件等。
- c) 一体化装修设计的应用范围及技术内容：
  - 1) 预制构件加工图中，应考虑内装部品连接预埋件、施工安全防护措施的预留预埋；
  - 2) 预制构件中机电管线应采用预留预埋的安装方式，不应剔凿预制构件。
- d) 建筑集成技术设计、协同设计及信息化技术应用说明：
  - 1) 建筑、结构、设备、精装修等专业协同设计说明；
  - 2) 构件生产单位协同设计要求说明；
  - 3) 施工单位协同设计要求说明；
  - 4) 信息化（BIM）技术应用说明。
- e) 明确装配式部品部件类别名称，包括预制外墙、预制楼板、预制内墙、预制楼梯等；
- f) 预制构件的成品保护措施要求：
  - 1) 预制构件的运输和安装等过程中成品保护措施要求；
  - 2) 产品的外观和质量防护要求；
  - 3) 带一次成型饰面构造的表面防潮、防水、防污染等保护措施要求；
  - 4) 部品部件安装完成现场的成品保护要求。

#### 7.3.2.4 用料说明和室内外装修说明

施工图设计阶段建筑专业用料说明和室内外装修说明应包含以下内容：

- a) 明确装修标准；
- b) 明确与预制构件相关的部位室内外装修做法表和用料说明；
- c) 预制构件的外饰面做法，当采用预制一次成型时，如预制外墙反打面砖或石材、涂料等，应明确工厂加工要求。

#### 7.3.2.5 建筑防水设计说明

施工图设计阶段建筑防水设计说明应包含以下内容：

- a) 与装配式相关的屋面、内外墙、阳台、空调板构件及预制构件连接节点做法说明；

b) 防水材料性能的说明，防水做法要与构造部位有良好的结合性和形成整体性。

#### 7.3.2.6 建筑节能设计说明

施工图设计阶段建筑节能设计说明应包含以下内容：

a) 与装配式构件相关的建筑节能设计内容说明，如采用夹心保温、装饰一体化外保温；

b) 保温材料的材质、规格、导热系数、体积比吸水率、燃烧性能等要求。

#### 7.3.2.7 建筑防火设计说明

施工图设计阶段建筑防火设计说明应包含以下内容：

a) 装配式构件防火性能应满足建筑耐火等级相应部位耐火极限要求；

b) 连接节点应满足防火构造要求。

#### 7.3.2.8 建筑隔声设计说明

施工图设计阶段建筑隔声设计说明应包含以下内容：

a) 装配式构件隔声性能应满足建筑功能相应部位隔声性能要求；

b) 连接节点应满足隔声构造要求。

### 2.1.2 建筑施工图

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 年版

#### 4.3.4 平面图。

22 装配式建筑应在平面中用不同图例注明预制构件（如预制夹心外墙、预制墙体、预制楼梯、叠合阳台等）位置，并标注构件截面尺寸及其与轴线关系尺寸；预制构件大样图，为了控制尺寸及一体化装修相关的预埋点位。

#### 4.3.5 立面图。

2 立面外轮廓及主要结构和建筑构造部件的位置，当为预制构件或成品部件时，按照建筑制图标准规定的不同图例示意，装配式建筑立面应反映出预制构件的分块拼缝，包括拼缝分布位置及宽度等；

《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863-2022

#### 7.3.3.1 建筑专业设计图纸一般规定如下：

a) 装配式图纸在传统图纸之外专图表达，宜采用详图模式表达；

b) 由标准单元组成的建筑可按单元表达装配式设计内容，减少重复，但不能遗漏。

#### 7.3.3.2 平面图

施工图设计阶段建筑专业平面图应包含以下内容：

- a) 采用装配式建筑应在平面中用不同图例注明预制构件：
  - 1) 区分预制柱、预制剪力墙与现浇承重墙柱；
  - 2) 区分预制围护墙体与现浇或砌块墙体；
  - 3) 区分预制内隔墙与普通砌块内隔墙；
  - 4) 区分预制楼梯与现浇楼梯；
  - 5) 区分预制楼板、阳台、空调板；
  - 6) 区分预制凸窗与现浇凸窗等。
- b) 标注预制构件与轴线定位尺寸，构件截面尺寸可详结构图纸；
- c) 标示预制装配式构件的划分及编号，并应给出预制构件编号与型号对应关系以及详图索引号；
- d) 标示并定位预制墙、板留孔、留洞及深化加工要求，（如空调孔、雨水管、太阳能管线、风道、排水管线等）；
- e) 表示机电设备、管线安装需土建预留预埋尺寸、位置定位；
- f) 有装配式外墙的平面楼层标注装配式外墙面积指标。

#### 7.3.3.3 立面图

施工图设计阶段建筑专业立面图应包含以下内容：

- a) 明确采用装配式建造楼层范围；
- b) 注明预制构件板块划分的立面分缝线、装饰缝等；
- c) 明确饰面做法，应表达其铺贴排布方式、颜色、规格要求；
- d) 对外墙的留洞加以示意。

#### 7.3.3.4 剖面图

施工图设计阶段建筑专业剖面图应包含以下内容：

- a) 明确采用装配式建造楼层范围，区别竖向构件和水平构件预制和现浇范围；
- b) 采用不同图例区分预制构件与非预制构件，要求同平面图；
- c) 不同预制构件连接、构造节点，索引并绘制详图。

#### 7.3.3.5 楼梯详图

施工图设计阶段建筑专业楼梯详图应包含以下内容：

- a) 应表达预制梯段位置、尺寸；
- b) 应表达预制楼梯构造措施，如栏杆扶手预埋位置、踏步防滑做法；

c) 预制部分与现浇部分交接构造等。

### 7.3.3.6 墙身节点详图

施工图设计阶段建筑专业墙身节点详图应包含以下内容：

a) 应有各部位通用节点图，如装配式外墙水平缝、垂直缝防水节点构造详图，窗口防渗构造详图，墙体抗裂措施构造详图等；

b) 应在墙身节点图中表达不同部位预制构件应用范围及装修、装饰构造做法；

c) 应表达防水、防火、隔音、保温等构造做法；

d) 应在墙身节点图中表达预制构件与现浇混凝土部分的关系；

e) 应表达外墙窗框安装形式，窗洞口采用企口形式防水或需设置压槽固定的，明确尺寸要求。

## 2.2 建筑设计通用规定

### 2.2.1 一般规定

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

3.0.1 装配式混凝土建筑应采用系统集成的方法统筹设计、生产运输、施工安装，实现全过程的协同。

3.0.9 装配式混凝土建筑应满足适用性能要求，并应采用性能优良的部品部件。

4.1.1 装配式混凝土建筑应模数协调，采用模块组合的标准化设计，将结构系统、外围护系统、设备与管线系统和内装系统进行集成。

4.1.2 装配式混凝土建筑应按照集成设计原则，将建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化和燃气等专业之间进行协同设计。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014

3.0.2 装配式建筑设计应遵循少规格、多组合的原则。

5.1.1 建筑设计应符合建筑功能和性能要求，并宜采用主体结构、装修和设备管线的装配化集成技术。

5.1.4 建筑的体形系数、窗墙面积比、围护结构的热工性能等应符合节能要求。

5.1.5 建筑防火设计应符合现行国家标准《建筑防火设计规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB55037 的有关规定。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

3.0.2 装配式钢结构建筑应按照通用化、模数化、标准化的要求，以少规格、多组合的原则，实现建筑及部品部件的系列化和多样化。

4.1.2 装配式钢结构建筑应按照集成设计原则，将建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化和燃气等专业之间进行协同设计。

4.4.1 装配式钢结构建筑应模数协调，采用模块化、标准化设计，将结构系统、外围护系统、设备与管线系统和内装系统进行集成。

## 2.2.2 材料及构造

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

6.1.9 外墙板接缝应符合下列规定：

1 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；

2 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；外墙板在正常使用下，接缝处的弹性密封材料不应破坏；

3 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。

6.2.5 预制外墙接缝应符合下列规定：

1 接缝位置宜与建筑立面分格相对应；

2 竖缝宜采用平口或槽口构造，水平缝宜采用企口构造；

3 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；

4 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。

6.5.3 预制外墙中外门窗宜采用企口或预埋件等方法固定，外门窗可采用预装法或后装法设计，并满足下列要求：

1 采用预装法时，外门窗框应在工厂与预制外墙整体成型；

2 采用后装法时，预制外墙的门窗洞口应设置预埋件。

8.3.3 轻质隔墙系统的墙板接缝处应进行密封处理；隔墙端部与结构系统应有可靠连接。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014

4.3.1 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定：

1 密封胶应与混凝土具有相容性，以及规定的抗剪切和伸缩变形能力；密封胶尚应具有防霉、防水、防火、耐候等性能；

2 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；

3 夹心外墙板接缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB8624-2012 中 A 级的要求。

5.3.4 预制外墙板的接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应符合下列规定：

3 当板缝空腔需设置导水管排水时，板缝内侧应增设气密条密封构造。

10.3.1 外挂墙板的高度不宜大于一个层高，厚度不宜小于 100mm。装配式建筑的接缝及保温材料等应符合国家现行标准的相关规定。

10.3.7 外挂墙板的接缝构造应符合下列规定：

1 接缝构造应满足防水、防火、隔声等建筑功能要求，

2 接缝宽度应满足主体结构的层间位移、密封材料的变形能力、施工误差、温差引起变形等要求，且不应小于 15mm。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

4.2.4 装配式钢结构建筑应根据功能部位、使用要求等进行隔声设计，在易形成声桥的部位应采用柔性连接或间接连接等措施，并应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》（GB 50118-2010）的有关规定。

4.2.5 装配式钢结构建筑的热工性能应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》（GB 50176-2016）、《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》（JGJ26-2018）、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》（JGJ 134-2010）和《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》（JGJ 75-2012）的有关规定。

5.3.9 外墙板接缝应符合下列规定：

1 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措施。

2 接缝宽度及接缝材料应根据外墙板材料、立面分隔、结构层间位移、温度变形等综合因素确定；所选用的密封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；外墙板在正常使用状况下，接缝处的弹性密封材料不应破坏。

### 2.2.3 防水及保温

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

6.3.3 现场组装骨架外墙宜根据基层墙板特点及形式进行墙面整体防水。

8.3.5 集成式卫生间采用防水底盘时，防水底盘的固定安装不应破坏结构防水层；防水底盘与壁板、壁板与壁板之间应有可靠连接设计，并保证水密性。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014

5.3.3 预制外墙板的接缝应满足保温、防火、隔声的要求。

5.3.4 预制外墙板的接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应符合下列规定：

- 1 墙板水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造；
- 2 墙板竖缝可采用平口或槽口构造；
- 3 当板缝空腔需设置导水管排水时，板缝内侧应增设气密条密封构造。

5.3.7 女儿墙板内侧在要求的泛水高度处应设凹槽、挑檐或其他泛水收头等构造。

《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157-2014

4.2.10 当条板隔墙用于厨房、卫生间及有防潮、防水要求的环境时，应采取防潮、防水处理构造措施。对于附设水池、水箱、洗手盆等设施的条板隔墙，墙面应作防水处理，且防水高度不宜低于 1.8m。

4.2.12 普通型石膏条板和防水性能较差的条板不宜用于潮湿环境及有防潮、防水要求的环境。上述材质的条板隔墙用于无地下室的首层时，宜在隔墙下部采取防潮措施。

《屋面工程技术规范》GB50345-2012

4.1.4 防水材料的选择应符合下列规定：

4 薄壳、装配式结构、钢结构及大跨度建筑屋面，应选用耐候性好、适应变形能力强的防水材料。

4.3.2 卷材、涂膜的基层宜设找平层。找平层厚度和技术要求应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 找平层厚度和技术要求

找平层分类	适用的基层	厚度	技术要求
水泥砂浆	整体现浇混凝土板	15-20	1: 2.5 水泥砂浆
	整体材料保温层	20-25	
细石混凝土	装配式混凝土板	30-35	C20 混凝土, 宜加钢筋网片
	板状材料保温层		C20 混凝土

#### 2.2.4 防火

《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 版)

5.1.9 建筑内预制钢筋混凝土构件的节点外露部位, 应采取防火保护措施, 且节点的耐火极限不应低于相应构件的耐火极限。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

6.2.2 露明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不得低于墙体的耐火极限, 封堵材料在耐火极限内不得开裂、脱落。

6.2.3 防火性能应按非承重外墙的要求执行, 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 50mm。

6.2.5 预制外墙接缝应符合下列规定:

4 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。

注:接缝不宜跨越防火分区。跨越防火分区的接缝是防火安全的薄弱环节, 接缝处应采用耐火材料封堵。

### 2.3 建筑集成设计

#### 2.3.1 一般规定

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

3.0.1 装配式混凝土建筑应采用系统集成的方法统筹设计、生产运输、施工安装, 实现全过程的协同。

4.1.1 装配式混凝土建筑应模数协调, 采用模块组合的标准化设计, 将结构系统、

外围护系统、设备与管线系统和内装系统进行集成。

4.1.2 装配式混凝土建筑应按照集成设计原则，将建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化和燃气等专业之间进行协同设计。

《装配式整体卫生间应用技术标准》JGJ/T467-2018

3.0.3 整体卫生间应遵循人体工程学的要求，内部设备布局合理，并应进行标准化、系列化和精细化设计，并宜满足适老化的需求。

《装配式整体厨房应用技术标准》JGJ/T 477-2018

3.0.4 厨房的设计应选用通用的标准化部品，标准化部品应具有统一的接口位置和便于组合的形状、尺寸，并应满足通用性和互换性对边界条件的参数要求。

### 2.3.2 标准化设计

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

4.3.1 装配式混凝土建筑应采用模块及模块组合的设计方法，遵循少规格、多组合的原则。

4.3.2 公共建筑应采用楼电梯、公共卫生间、公共管井、基本单元等模块进行组合设计。

4.3.3 住宅建筑应采用楼电梯、公共管井、集成式厨房、集成式卫生间等模块进行组合设计。

4.3.4 装配式混凝土建筑的部品部件应采用标准化接口。

4.3.5 装配式混凝土建筑平面设计应符合下列规定：

- 1 应采用大开间大进深、空间灵活可变的布置方式；
- 2 平面布置应规则，承重构件布置应上下对齐贯通，外墙洞口宜规整有序；
- 3 设备与管线宜集中设置，并应进行管线综合设计。

4.3.6 装配式混凝土建筑立面设计应符合下列规定：

- 1 外墙、阳台板、空调板、外窗、遮阳设施及装饰等部品部件宜进行标准化设计；
- 2 装配式混凝土建筑宜通过建筑体量、材质肌理、色彩等变化，形成丰富多样的立面效果；

3 预制混凝土外墙的装饰面层宜采用清水混凝土、装饰混凝土、免抹灰涂料和反打面砖等耐久性强的建筑材料。

4.3.7 装配式混凝土建筑应根据建筑功能、主体结构、设备管线及装修等要求，确

定合理的层高及净高尺寸。

### 2.3.3 集成设计

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

4.4.1 装配式混凝土建筑的结构系统、外围护系统、设备与管线系统和内装系统均应进行集成设计，提高集成度、施工精度和效率。

4.4.2 各系统设计应统筹考虑材料性能、加工工艺、运输限制、吊装能力等要求。

4.4.4 外围护系统的集成设计应符合下列规定：

- 1 应对外墙板、幕墙、外门窗、阳台板、空调板及遮阳部件等进行集成设计；
- 2 应采用提高建筑性能的构造连接措施；
- 3 宜采用单元式装配外墙系统。

4.4.7 接口及构造设计应符合下列规定：

1 结构系统部件、内装部品部件和设备管线之间的连接方式应满足安全性和耐久性要求；

2 结构系统与外围护系统宜采用干式工法连接，其接缝宽度应满足结构变形和温度变形的要求；

3 部品部件的构造连接应安全可靠，接口及构造设计应满足施工安装与使用维护的要求；

4 应确定适宜的制作公差和安装公差设计值；5 设备管线接口应避开预制构件受力较大部位和节点连接区域。

## 2.4 外围护系统设计

### 2.4.1 一般规定

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

6.1.1 装配式混凝土建筑应合理确定外围护系统的设计使用年限，住宅建筑的外围护系统的设计使用年限应与主体结构相协调。

6.1.3 外围护系统的设计应符合模数化、标准化的要求，并满足建筑立面效果、制作工艺、运输及施工安装的条件。

6.1.5 外围护系统应根据装配式混凝土建筑所在地区的气候条件、使用功能等综合确定抗风性能、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、

热工性能和耐久性能要求，屋面系统尚应满足结构性能要求。

6.1.6 外墙系统应根据不同的建筑类型及结构形式选择适宜的系统类型；外墙系统中外墙板可采用内嵌式、外挂式、嵌挂结合等形式，并宜分层悬挂或承托。外墙系统可选用预制外墙、现场组装骨架外墙、建筑幕墙等类型。

#### 2.4.2 预制外墙

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016

6.2.1 预制外墙用材料应符合下列规定：

1 预制混凝土外墙板用材料应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的规定；

6.2.4 块材饰面应采用耐久性好、不易污染的材料：当采用面砖时，应采用反打工艺在工厂内完成，面砖应选择背面设有粘结后防止脱落措施的材料。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014

5.3.2 外墙饰面宜采用耐久、不易污染的材料。采用反打一次成型的外墙饰面材料，其规格尺寸、材质类别、连接构造等应进行工艺试验验证。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.3.11 预制外墙应符合下列规定：

5 预制外墙板接缝应符合下列规定：

- 1) 接缝位置宜与建筑立面分格相对应；
- 2) 竖缝宜采用平口或槽口构造，水平缝宜采用企口构造；
- 3) 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；
- 4) 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。

#### 2.4.3 现场组装骨架外墙

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016

6.3.3 现场组装骨架外墙宜根据基层墙板特点及形式进行墙面整体防水。

6.3.4 金属骨架组合外墙应符合下列规定：

- 1 金属骨架应设置有效的防腐蚀措施；
- 2 骨架外部、中部和内部可分别设置防护层、隔离层、保温隔汽层和内饰层，并根据使用条件设置防水透气材料、空气间层、反射材料、结构蒙皮材料和隔汽材料等。

6.3.5 木骨架组合外墙应符合下列规定：

1 材料种类、连接构造、板缝构造、内外面层做法等要求应符合现行国家标准《木骨架组合墙体技术规范》GB/T50361 的相关规定；

2 木骨架组合外墙与主体结构之间应采用金属连接件进行连接；

3 内侧墙面材料宜采用普通型、耐火型或防潮型纸面石膏板，外侧墙面材料宜采用防潮型纸面石膏板或水泥纤维板材等材料；

4 保温隔热材料宜采用岩棉或玻璃棉等；

5 隔声吸声材料宜采用岩棉、玻璃棉或石膏板材等；

6 填充材料的燃烧性能等级应为 A 级。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014

4.2.7 夹心外墙板中内外叶墙板的拉结件应符合下列规定：

2 拉结件应满足夹心外墙板的节能设计要求。

4.3.1 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定：

3 夹心外墙板接缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624-2012 中 A 级的要求。

4.3.2 夹心外墙板中的保温材料，其导热系数不宜大于  $0.040\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，体积比吸水率不宜大于 0.3%，燃烧性能不应低于国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624-2012 中 B2 级的要求。

#### 2.4.4 建筑幕墙及外门窗

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016

6.4.1 装配式混凝土建筑应根据建筑物的使用要求、建筑造型，合理选择幕墙形式，宜采用单元式幕墙系统。

6.5.1 外门窗应采用在工厂生产的标准化系列部品，并应采用带有批水板等的外门窗配套系列部品。

6.5.2 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。

6.5.3 预制外墙中外门窗宜采用企口或预埋件等方法固定，外门窗可采用预装法或后装法设计，并满足下列要求：

1 采用预装法时，外门窗框应在工厂与预制外墙整体成型；

2 采用后装法时，预制外墙的门窗洞口应设置预埋件。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014

5.3.5 门窗应采用标准化部件，并宜采用缺口、预留副框或预埋件等方法与墙体可靠连接。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.1.13 建筑幕墙应符合下列规定：

3 应具有使用主体结构层间变形的能力；主体结构中连接幕墙的预埋件、锚固件应能承受传递的荷载和作用，连接件与主体结构的锚固极限承载力应大于连接件本身的全塑性承载力。

5.3.10 外围护系统中的外门窗应符合下列规定：

1 应采用在工厂生产的标准化系列部品，并应采用带有披水板的外门窗配套系列部品。

3 预制外墙中的外门窗宜采用企口或预埋件方式固定，外门窗可采用预装法或后装法施工；采用预装法时，外门窗框应在工厂与预制外墙整体成型；采用后装法时，预制外墙的门窗洞口应设置预埋件。

#### 2.4.5 屋面

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

6.6.1 屋面应根据现行国家标准《屋面工程技术规范》GB50345 中规定的屋面防水等级进行防水设防，并应具有良好的排水功能，宜设置有组织排水系统。

6.6.2 太阳能系统应与屋面进行设计，电气性能应满足国家现行标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364、《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 的相关规定。

6.6.3 采光顶与金属屋面的设计应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的相关规定。

## 3. 结构专业审查要点

### 3.1 图纸要求

#### 3.1.1 结构设计说明

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 年版

#### 4.4.3 结构设计总说明应包括以下内容：

- 1 工程概况。
  - 3) 当采用装配式结构时，应说明结构类型、装配范围及采用的预制构件类型等。
- 2 设计依据。
  - 6) 相关节点和构件试验报告（必要时提供）。
  - 8) 建设单位提出的与结构有关的符合有关标准、法规的书面要求。
  - 12) 本专业设计所执行的主要法规和所采用的主要标准（包括标准的名称、编号、年号和版本号）。
- 3 图纸说明。
  - 4) 常用构件代码及构件编号说明。
  - 5) 各类钢筋代码说明、型钢代码及其截面尺寸标记说明。
- 6 设计计算程序。
  - 1) 结构整体计算及其他计算所采用的程序名称、版本号、编制单位。
- 7 主要结构材料。
  - 1) 结构材料性能指标。
  - 7) 装配式结构连接材料的种类及要求（包括连接套筒、浆锚金属波纹管、冷挤压接头性能等级要求、预制夹心外墙内的拉结件、套筒灌浆料、水泥基灌浆料性能指标，螺栓材料及规格、接缝材料及其他连接方式所使用的材料）。
- 10 钢结构工程。
  - 1) 概述采用钢结构的部位及结构形式、主要跨度等。
  - 2) 钢结构材料：钢材牌号和等级，及所对应的产品标准；必要时提出物理力学性能和化学成分要求及其它要求，如 Z 向性能、碳当量、耐候性能、交货状态等。
  - 3) 焊接方法及材料：各种钢材的焊接方法及对所采用焊材的要求。

4) 螺栓材料：注明螺栓种类、性能等级，高强螺栓的接触面处理方法、摩擦面抗滑移系数，以及各类螺栓所对应的产品标准。

5) 焊钉种类及对应的产品标准。

6) 应注明钢构件的成形方式（热轧、焊接、冷弯、冷压、热弯、铸造等），圆钢管种类（无缝管、直缝焊管等）。

7) 压型钢板的截面形式及产品标准。

8) 焊缝质量等级及焊缝质量检查要求。

9) 钢构件制作要求。

10) 钢结构安装要求，对跨度较大的钢构件必要时提出起拱要求。

11) 涂装要求：注明除锈方法及除锈等级以及对应的标准；注明防腐底漆的种类、干漆膜最小厚度和产品要求；当存在中间漆和面漆时，也应分别注明其种类、干漆膜最小厚度和要求；注明各类钢构件所要求的耐火极限、防火涂料类型及产品要求；注明防腐年限及定期维护要求。

12) 钢结构主体与围护结构的连接要求。

13) 必要时，应提出结构检测要求和特殊节点的试验要求。

13 施工需特别注意的问题。

16 当项目按装配式结构要求建设时，应有装配式结构设计专项说明：

1) 设计依据及配套图集。

①装配式结构采用的主要法规和主要标准（包括标准的名称、编号、年号和版本号）。

②配套的相关图集（包括图集的名称、编号、年号和版本号）。

③采用的材料及性能要求。

④预制构件详图及加工图。 2)

预制构件的生产和检验要求。

3) 预制构件的运输和堆放要求。

4) 预制构件现场安装要求。

5) 装配式结构验收要求。

《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863—2022

#### 7.4.2.1 一般规定

施工图设计阶段结构专业装配式专项说明中一般规定应包括以下内容：

- a) 工程概况主要包括下列内容：
  - 1) 工程地点、结构体系；
  - 3) 各建筑单体的装配率。
- b) 设计依据文件主要包括以下列内容：
  - 1) 所依据的工程施工图设计文件（包括相关专业的图纸及计算书）；
  - 2) 所依据的主要政策文件；
  - 5) 前期各阶段政府主管部门对本项目装配式设计的技术要求、批复及专家评审意见等。
- c) 图纸及编号说明：
  - 1) 图纸编号按照分类编制时，应有图纸编号说明；
  - 2) 宜对图纸的功能及突出表达的内容做简要的说明；
  - 4) 金属件、预埋件编号应有相应编号及编号方法说明。
- d) 预制构件脱模、吊运、施工等短暂设计工况的验算荷载（作用）取值要求；
- e) 预制构件表面成型处理的基本要求及预制构件与现浇混凝土连接的结合面要求；
- f) 预制构件的主要连接方式；
- g) 各建筑单体装配率计算汇总表

《装配式混凝土结构建筑工程施工图设计文件技术审查要点》（2016 年版）

3.3.1 除住建部《建筑工程施工图设计文件技术审查要点》设计总说明的要求外，尚应补充以下内容：

1 预制构件种类、制作和安装施工说明，包括对材料、质量检验、运输、堆放、存储和安装施工要求。

2 预制构件制作详图的深化设计要求，包括预制构件制作、运输、存储、吊装和安装定位、连接施工等阶段的复核计算要求和预设连接件、预埋件、临时固定支撑等的设计要求。

3 工程总体验收要求。

4 施工安全保障措施要求，并应符合《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令第 37 号）文件的规定。

### 3.1.2 结构施工图

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 年版

#### 4.4.6 结构平面图。

1 一般建筑的结构平面图，均应有各层结构平面图及屋面结构平面图（钢结构平面图要求见第 4.4.10 条），具体内容为：

2) 装配式建筑墙柱结构布置图中用不同的填充符号标明预制构件和现浇构件，采用预制构件时注明预制构件的编号，给出预制构件编号与型号对应关系以及详图索引号。预制板的跨度方向、板号、数量及板底标高，标出预留洞大小及位置；预制梁的位置和型号、梁底标高。

#### 4.4.7 钢筋混凝土构件详图。

2 预制构件应绘出：

1) 构件模板图：应表示模板尺寸、预留洞及预埋件位置、尺寸、预埋件编号、必要的标高等；后张预应力构件尚需表示预留孔道的定位尺寸、张拉端、锚固端等。

2) 构件配筋图：纵剖面表示钢筋形式、箍筋直径与间距，配筋复杂时宜将非预应力筋分离绘出；横剖面注明断面尺寸、钢筋规格、位置、数量等。

3) 需作补充说明的内容。

注：对形状简单、规则的预制构件，在满足上述规定的前提下，可用列表法绘制。

#### 4.4.8 混凝土结构节点构造详图。

2 预制装配式结构的节点，梁、柱与墙体锚拉等详图应绘出平、剖面，注明相互定位关系，构件代号、连接材料、附加钢筋（或埋件）的规格、型号、性能、数量，并注明连接方法以及对施工安装、后浇混凝土的有关要求等。

#### 4.4.9 其他图纸。

1 楼梯图：应绘出每层楼梯结构平面布置及剖面图，注明尺寸、构件代号、标高，梯梁、梯板详图（可用列表法绘制）。

2 预埋件：应绘出其平面、侧面或剖面，注明尺寸、钢材和锚筋的规格、型号、性能、焊接要求。

#### 4.4.10 钢结构设计施工图。

钢结构设计施工图的内容和深度应能满足进行钢结构制作详图设计的要求。钢结构制作详图一般应由具有钢结构专项设计资质的加工制作单位完成，也可由具有该项资质的其他单位完成，其设计深度由制作单位确定。钢结构设计施工图不包括钢结构制作详图的内容。

钢结构设计施工图应包括以下内容：

1 钢结构设计总说明：以钢结构为主或钢结构（包括钢骨结构）较多的工程，应单独编制钢结构（包括钢骨结构）设计总说明，应包括第 4.4.3 条结构设计总说明中有关钢结构的内容。

2 基础平面图及详图：应表达钢柱的平面位置及其与下部混凝土构件的连结构造详图。

3 结构平面（包括各层楼面、屋面）布置图：应注明定位关系、标高、构件（可用粗单线绘制）的位置、构件编号及截面型式和尺寸、节点详图索引号等；必要时应绘制檩条、墙梁布置图和关键剖面图；空间网架应绘制上、下弦杆及腹杆平面图和关键剖面图，平面图中应有杆件编号及截面型式和尺寸、节点编号及型式和尺寸。

4 构件与节点详图。

1) 简单的钢梁、柱可用统一详图和列表法表示，注明构件钢材牌号、必要的尺寸、规格，绘制各种类型连接节点详图（可引用标准图）。

2) 格构式构件应绘出平面图、剖面图、立面图或立面展开图（对弧形构件），注明定位尺寸、总尺寸、分尺寸，注明单构件型号、规格，绘制节点详图和其他构件的连接详图。

3) 节点详图应包括：连接板厚度及必要的尺寸、焊缝要求，螺栓的型号及其布置，焊钉布置等。

## 3.2 基本规定

### 3.2.1 混凝土、钢筋及钢材

《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021

2.0.2 结构混凝土强度等级的选用应满足工程结构的承载力、刚度及耐久性需求。对设计工作年限为 50 年的混凝土结构，结构混凝土强度等级尚应符合下列规定；对设计工作年限大于 50 年的混凝土结构，结构混凝土的最低强度等级应比下列规定提高。

3 抗震等级不低于二级的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于 C30。

4 采用 500MPa 及以上等级钢筋的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于 C30。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

4.1.2 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30；预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30；现浇混凝土的强度等级不应低于 C25。

4.1.3 普通钢筋采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时，钢筋应采用热轧带肋钢筋。

4.1.5 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋制作。吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合国家现行相关标准的规定。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

7.1.2 预制钢筋混凝土构件的强度等级不应低于 C30；现浇钢筋混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C25。节点和接缝部位的后浇混凝土强度等级不应低于预制混凝土构件的强度等级。

7.1.3 非承重预制钢筋混凝土外挂墙板、夹芯外墙板混凝土强度等级不应低于 C25。

《钢结构通用规范》GB55006—2021

3.0.1 钢结构工程所选用钢材的牌号、技术条件/性能指标均应符合国家现行有关标准的规定。

3.0.2 钢结构承重构件所用的钢材应具有屈服强度，断后伸长率，抗拉强度和硫、磷含量的合格保证在低温使用环境下尚应具有冲击韧性的合格保证；对焊接结构尚应具有碳或碳当量的合格保证。铸钢件和要求抗层状撕裂（Z 向）性能的钢材尚应具有断面收缩率的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构所用的钢材，应具有弯曲试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需进行疲劳验算的构件，其所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

4.2.4 经退火、焊接和热镀锌等热处理的冷弯型钢构件不应采用考虑冷弯效应的强度设计值。

4.3.3 不锈钢构件采用紧固件与碳素钢及低合金钢构件连接时，应采用绝缘垫片分隔或采取其他有效措施防止双金属腐蚀，且不应降低连接处力学性能。不锈钢构件不应与碳素钢及低合金钢构件进行焊接。

4.4.4 焊接材料应与母材相匹配。焊缝应采用减少垂直于厚度方向的焊接收缩应力的坡口形式与构造措施。

4.4.6 钢结构承受动荷载且需进行疲劳验算时，禁使用塞焊、槽焊、电渣焊和气电立焊接头。

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011—2010（2024 年版）

3.9.2 结构材料性能指标，应符合下列最低要求：

3 钢结构的钢材应符合下列规定：

- 1) 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85。
- 2) 钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于 20%。
- 3) 钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

《钢结构设计标准》GB50017-2017

4.3.2 承重结构所用的钢材应具有屈服强度、抗拉强度、断后伸长率和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳当量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材应具有冷弯试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需验算疲劳的构件所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99-2015

4.1.2 钢材的牌号和等级应符合下列规定：

1 主要承重构件所采用的钢材的牌号宜选用 Q355 钢、Q390 钢，一般构件宜选用 Q235 钢，其材质和材料性能应分别符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T1591 或《碳素结构钢》GB/T700 的规定。有依据时可选用更高级别的钢材。

2 主要承重构件所用较厚的板材宜选用高性能建筑用 GJ 钢板，其材质和材料性能应符合现行国家标准《建筑结构用钢板》GB/T19879 的规定。

3 外露承重钢结构可选用 Q235NH、Q355NH 或 Q415NH 等牌号的焊接耐候钢，其材质和材料性能要求应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T4171 的规定。选用时宜附加要求保证晶粒度不小于 7 级，耐腐蚀指数不小于 6.0。

4 承重构件所用钢材的质量等级不宜低于 B 级；抗震等级为二级及以上的高层民用建筑钢结构，其框架梁、柱和抗侧力支撑等主要抗侧力构件钢材的质量等级不宜低于 C 级。

5 承重构件中厚度不小于 40mm 的受拉板件，当其工作温度低于-20℃时，宜适当提高其所用钢材的质量等级。

6 选用 Q235A 或 Q235B 级钢时应选用镇静钢。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T51232-2016

4.2.3 钢构件应根据环境条件、材质、部位、结构性能、使用要求、施工条件和维护管理条件等进行防腐蚀设计，并应符合现行行业标准《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的有关规定。

5.2.2 钢材牌号、质量等级及其性能要求应根据构件重要性和荷载特征、结构形式

和连接方法、应力状态、工作环境以及钢材品种和板件厚度等因素确定，并应在设计文件中完整注明钢材的技术要求。钢材性能应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 及其他有关标准的规定。有条件时，可采用耐候钢、耐火钢、高强钢等高性能钢材。

### 3.2.2 连接材料

《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021

3.3.3 钢筋套筒灌浆连接接头的实测极限抗拉强度不应小于连接钢筋的抗拉强度标准值，且接头破坏应位于套筒外的连接钢筋。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.2.2 用于钢筋浆锚搭接连接的镀锌金属波纹管应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG225 的有关规定。镀锌金属波纹管的钢带厚度不宜小于 0.3mm，波纹高度不应小于 2.5mm。

5.2.3 用于钢筋机械连接的挤压套筒，其原材料及实测力学性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的有关规定。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

4.2.1 钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 335 的规定。

4.2.2 钢筋套筒灌浆连接接头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/T 408 的规定。

4.2.3 钢筋浆锚搭接连接接头应采用水泥基灌浆料，灌浆料的性能应满足表 4.2.3（表略）的要求。

6.1.12 预制构件节点及接缝处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；多层剪力墙结构中墙板水平接缝用坐浆材料的强度等级值应大于被连接构件的混凝土强度等级值。

11.1.4 预制结构构件采用钢筋套筒灌浆连接时，应在构件生产前进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验，每种规格的连接接头试件数量不应少于 3 个。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

7.3.1 钢筋套筒灌浆连接接头用的灌浆套筒用优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢、合金结构钢制造时，其材料的机械和力学性能除应分别符合 GB/T 699《优质碳素结构钢》、GB/T 1591《低合金高强度结构钢》、GB/T 3077《合金结构钢》的规定，尚应

符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 钢套筒的材料性能

项目	性能指标
屈服强度 (MPa)	$\geq 355$
抗拉强度 (MPa)	$\geq 600$
延伸率 (%)	$\geq 16$

7.3.2 钢筋套筒灌浆连接接头应采用单组份水泥基灌浆料，灌浆料的物理、力学性能应符合现行行业标准 JG/T 408 《钢筋连接用套筒灌浆料》的规定。

7.3.4 钢筋约束浆锚搭接连接接头应采用单组份水泥基灌浆料，灌浆料的物理、力学性能应满足表 7.3.4（表略）的要求。

### 3.2.3 计算书

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 年版

#### 4.4.11 计算书。

1 采用手算的结构计算书，应给出构件平面布置简图和计算简图、荷载取值的计算或说明；结构计算书内容宜完整、清楚，计算步骤要条理分明，引用数据有可靠依据，采用计算图表及不常用的计算公式，应注明其来源出处，构件编号、计算结果应与图纸一致。

2 当采用计算机程序计算时，应在计算书中注明所采用的计算程序名称、代号、版本及编制单位，计算程序必须经过有效审定（或鉴定），电算结果应经分析认可；总体输入信息、计算模型、几何简图、荷载简图和输出结果应整理成册。

3 采用结构标准图或重复利用图时，宜根据图集的说明，结合工程进行必要的核算工作，且应作为结构计算书的内容。

4 所有计算书应校审，并由设计、校对、审核人（必要时包括审定人）在计算书封面上签字，作为技术文件归档。

5 当项目按绿色建筑设计时，应计算设计采用的高强度材料和高耐久性建筑结构材料用量比例。

《建筑工程施工图设计文件技术审查要点》建质【2013】87 号

### 3.2.3 结构计算书

1 计算模型的建立、必要的简化计算与处理，应符合结构的实际工作情况和现行工程建设标准的规定。

3 报审时应提供所有计算文本。当采用不常用的计算机程序时，应提供该程序的使用说明书。

4 体系复杂、结构布置复杂的高层装配式混凝土结构，应采用至少两个不同力学模型的分析软件进行整体计算。

7 计算书内容应完整，所有计算书均应装订成册，并经过校审。由有关责任人（总计不少于 3 人）在计算书封面签字，设计单位和结构工程师应在计算书封面盖章。

《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863—2022

#### 7.4.3.4 装配率计算书

按照湖北省各地市地方标准或国标 GB/T 51129 中装配率计算方法计算出各装配式建筑单体装配率，装配率评分表需满足该标准中规定和政府规划文件要求，其计算适用标准根据项目所在地具体选用。

### 3.3 结构通用规定

#### 3.3.1 一般规定

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.1.6 装配整体式混凝土结构应采取措施保证结构的整体性。安全等级一级的高层装配整体式混凝土结构尚应按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定进行抗连续倒塌概念设计。

5.1.7 高层建筑装配整体式混凝土结构应符合下列规定：

- 1 当设置地下室时，宜采用现浇混凝土；
- 2 剪力墙结构和部分框支剪力墙结构底部加强部位宜采用现浇混凝土；
- 3 框架结构首层柱宜采用现浇混凝土。

4 当底部加强部位的剪力墙、框架结构的首层柱采用预制混凝土时，应采取可靠技术措施。

注：在风荷载或多遇地震作用下，装配式剪力墙结构中出现拉力的墙肢宜采用现浇剪力墙；当受拉墙肢采用预制墙板时，应进行设防地震作用的拉应力分析；当小偏心受

拉预制墙板构件平均拉应力大于混凝土强度标准值时，应在其水平接缝处采取设置抗剪键等加强措施。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

3.0.3 装配式结构的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的基本要求，并应符合下列规定：

1 应采取有效措施加强结构的整体性；

3 装配式结构的节点和接缝应受力明确、构造可靠，并应满足承载力、延性和耐久性等要求；

4 应根据连接节点和接缝的构造方式和性能，确定结构的整体计算模型。

注：预制墙板的连接应保证结构的整体性，并应采取避免结构在偶然荷载下发生连续性倒塌。

当楼电梯间凸出于建筑外墙之外且采用装配式外墙板时，除采取可靠的连接措施外，尚应对其进行稳定性设计。

6.1.9 带转换层的装配整体式结构应符合下列规定：

1 当采用部分框支剪力墙结构时，底部框支层不宜超过 2 层，且框支层及相邻上一层应采用现浇结构；

2 部分框支剪力墙以外的结构中，转换梁、转换柱宜现浇。

6.1.11 抗震设计时，构件及节点的承载力抗震验算调整系数  $\gamma_{RE}$  应按表 6.1.11（表略）采用；当仅考虑 15 竖向地震作用组合时，承载力抗震验算调整系数  $\gamma_{RE}$  应取 1.0。预埋件锚筋截面计算的承载力抗震验算调整系数  $\gamma_{RE}$  应取为 1.0。

6.1.13 预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理，并应符合耐久性要求。

### 3.3.2 房屋适用高度及高宽比

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.1.2 装配整体式框架结构、装配整体式剪力墙结构、装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式框架-现浇核心筒结构、装配整体式部分框支剪力墙结构的房屋最大适用高度应满足表 5.1.2 的要求，并应符合下列规定：

1 当结构中竖向构件全部为现浇且楼盖采用叠合梁板时，房屋的最大适用高度可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定采用。

2 装配整体式剪力墙结构和装配整体式部分框支剪力墙结构，在规定的水平力作用下，当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 50%时，其最大适用高度应适当降低；当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 80%时，最大适用高度应取表 6.1.1 中括号内的数值。

3 装配整体式剪力墙结构和装配整体式部分框支剪力墙结构，当剪力墙边缘构件竖向钢筋采用浆锚搭接连接时，房屋最大适用高度应比表中数值降低 10m。

表 5.1.2 装配整体式混凝土结构房屋的最大适用高度 (m)

结构类型	抗震设防烈度		
	6 度	7 度	8 度 (0.2g)
装配整体式框架结构	60	50	40
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	130	120	100
装配整体式框架-现浇核心筒结构	150	130	100
装配整体式剪力墙结构	130(120)	110(100)	90(80)
装配整体式部分框支剪力墙结构	110(100)	90(80)	70(60)

注：1 房屋高度指室外地面到主要屋面的高度，不包括局部突出屋顶的部分。

2 部分框支剪力墙结构指地面以上有部分框支剪力墙的剪力墙结构，不包括仅个别框支墙的情况。

5.1.3 高层装配整体式混凝土结构的高宽比不宜超过表 5.1.3 的数值。

表 5.1.3 高层装配整体式混凝土结构适用的最大高宽比

结构类型	抗震设防烈度	
	6 度、7 度	8 度
装配整体式框架结构	4	3
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	6	5
装配整体式剪力墙结构	6	5
装配整体式框架-现浇核心筒结构	7	6

5.8.2 多层装配式墙板结构的最大适用层数和最大适用高度应符合表 5.8.2 的规定。

表 5.8.2 多层装配式墙板结构的最大适用层数和最大适用高度

设防烈度	6 度	7 度	8 度 (0.2g)
最大适用层数	9	8	7
最大适用高度 (m)	28	24	21

注：多层装配式墙板结构仅适用于抗震设防类别为丙类的多层装配式板住宅结构。

5.8.3 多层装配式墙板结构的高宽比不宜超过表 5.8.3 的数值。

表 5.8.3 多层装配式墙板结构适用的最大高宽比

设防烈度	6 度	7 度	8 度 (0.2g)
最大高宽比	3.5	3.0	2.5

《装配式混凝土结构技术规程》**JGJ 1-2014**

8.1.3 当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

2 房屋适用高度应比本规程表 6.1.1（表略）规定的装配整体式剪力墙结构的最大适用高度适当降低，抗震设防烈度为 7 度和 8 度时宜分别降低 20m。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

10.1.1 装配整体式剪力墙结构丙类建筑的最大适用高度应符合表 10.1.1（略）的规定，并应符合下列规定：

2 当采用部分框支剪力墙结构时，底部框支层不宜超过 2 层且框支层、框支层以下及相邻上一层应采用现浇结构；

3 当采用大底盘结构时，大底盘及其上一层应采用现浇结构。

10.1.2 装配整体式剪力墙结构的高宽比不宜大于 6.0。

**3.3.3 抗震等级**

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51231-2016**

5.1.4 装配整体式混凝土结构构件的抗震设计，应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类装配整体式混凝土结构的抗震等级应按表 5.1.4 确定。其他抗震设防类别和特殊场地类别下的建筑应符合国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB /T50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中对抗震措施进行调整的规定。

表 5.1.4 丙类装配整体式混凝土结构的抗震等级

结构类型		抗震设防烈度							
		6 度		7 度			8 度		
装配整体式框架结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24		>24	≤24		>24
	框架	四	三	三		二	二		—
	大跨度框架	三		二			—		
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	高度 (m)	≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60
	框架	四	三	四	三	二	三	二	—
	剪力墙	三	三	三	二	二	二	—	—
装配整体式框架-现浇核心筒结构	框架	三		二			—		
	剪力墙	二		二			—		
装配整体式剪力墙结构	高度 (m)	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	—
装配整体式部分框支剪力墙结构	高度 (m)	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	
	现浇框支框架	二	二	二	二	—	—	—	
	底部加强部位剪力墙	三	二	三	二	—	二	—	
	其他区域剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	

注：1 大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架；

2 高度不超过 60m 的装配整体式框架-现浇核心筒结构按装配整体式框架-现浇剪力墙的要求设计时，应按表中装配整体式框架-现浇剪力墙结构的规定确定其抗震等级。

#### 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

6.1.4 乙类装配整体式结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；当本地区抗震设防烈度为 8 度且抗震等级为一级时，应采取比一级更高的抗震措施；当建筑场地为 I 类时，仍可按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

#### 3.3.4 特别不规则结构

1 应根据报审的结构专业施工图和计算书，复核装配式混凝土结构是否存在不规则类型，判断结构的不规则程度，不应采用严重不规则的结构。

2 对于特别不规则的多层装配式混凝土结构，应审查是否进行了专门的研究和论证，是否采取了特别的加强措施。对于超限高层装配式混凝土结构，应检查是否经过了抗震设防专项审查，并应重点审查抗震设防专项审查报告中的专家意见及建议是否在施

工图设计中已得到落实，同时应检查结构体系、结构布置、采取的抗震措施、结构的抗震性能目标和各类构件的抗震性能水准等与超限申报材料是否一致。

3 特别不规则建筑结构（多层），三项不规则超限高层等，不建议采用竖向装配混凝土结构。

#### 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.1.2 装配整体式框架结构、装配整体式剪力墙结构、装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式框架-现浇核心筒结构、装配整体式部分框支剪力墙结构的房屋最大适用高度应满足表 5.1.2（表略）的要求，并应符合下列规定：

4 超过表内高度的房屋，应进行专门研究和论证，采取有效的加强措施。

5.1.5 高层装配整体式混凝土结构，当其房屋高度、规则性等不符合本标准的规定或者抗震设防标准有特殊要求时，可按国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T50011和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定进行结构抗震性能化设计。当采用本标准未规定的结构类型时，可采用试验方法对结构整体或者局部构件的承载能力极限状况和正常使用极限状况进行复核，并进行专项论证。

#### 《装配式混凝土结构建筑工程施工图设计文件技术审查要点》（2016年版）

1.0.5 当房屋高度、规则性、结构类型、结构装配方案和预制构件连接类型等超过JGJ 1-2014 的规定时，应进行专门研究和论证。

### 3.3.5 结构布置

#### 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.7.3 装配整体式剪力墙结构的布置应满足下列要求：

1 应沿两个方向布置剪力墙。

2 剪力墙平面布置宜简单、规则，自下而上宜连续布置，避免层间侧向刚度突变。

3 剪力墙门窗洞口宜上下对齐、成列布置，形成明确的墙肢和连梁；抗震等级为一、二、三级的剪力墙底部加强部位不应采用错洞墙，结构全高不应采用叠合错洞墙。

#### 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

5.2.3 装配整体式剪力墙结构中不宜采用转角窗。

6.6.1 结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固端的地下室楼层宜采用现浇楼盖。

8.1.3 抗震设计时，高层装配整体式剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙。当采用

具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

1 在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不宜大于结构底部总地震倾覆力矩的 50%。

注：1 短肢剪力墙是指截面厚度不大于 300mm，各肢截面高度与厚度之比的最大值大于 4 但不大于 8 的剪力墙。

2 具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构是指，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的 30%的剪力墙结构。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

10.1.4 装配整体式剪力墙结构平面布置宜符合下列要求：

1 平面形状宜简单、规则、对称，质量、刚度分布宜均匀，不应采用特别不规则的平面布置。

2 平面长度不宜过长（图 10.1.4，略）， $L/B$  宜符合表 10.1.4 的要求。

3 平面突出部分的长度不宜过大、宽度  $b$  不宜过小（图 10.1.4）， $l/B_{max}$ 、 $l/b$  宜符合表 10.1.4 的要求。

4 建筑平面不宜采用角部重登或细腰形平面布置。

表 10.1.4 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值

抗震设防烈度	$L/B$	$l/B_{max}$	$l/b$
6、7 度	$\leq 5.0$	$\leq 0.30$	$\leq 1.5$

10.1.5 结构平面布置应避免扭转影响过大。在规定水平地震力作用下，考虑偶然偏心影响的最大弹性水平位移和层间位移不宜大于该楼层两端弹性水平位移和层间位移平均值的 1.2 倍，不应大于该平均值的 1.4 倍。以扭转为主的结构第一自振周期与平动为主的第一自振周期之比不应大于 0.85。

10.1.6 装配整体式剪力墙结构伸缩缝的最大间距不宜大于 50m。

10.1.7 当采用有效构造措施和施工措施减少温度变化和混凝土收缩对结构的影响时，可适当放宽伸缩缝的间距。

10.1.8 结构竖向布置应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力竖向突变，竖向抗侧力构件宜上、下连续贯通。

10.1.10 高层装配整体式剪力墙结构宜设置地下室，地下室宜采用现浇混凝土结

构，也可采用混凝土复合板式剪力墙：底部加强部位剪力墙、屋盖宜采用现浇混凝土结构；结构转换层应采用现浇混凝土结构。

### 3.3.6 结构分析和变形验算

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011-2010（2024年版）

3.6.6 利用计算机进行结构抗震分析，应符合下列要求：

1 计算模型的建立、必要的简化计算与处理，应符合结构的实际工作状况，计算中应考虑楼梯构件的影响。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.3.1 装配式混凝土结构弹性分析时，节点和接缝的模拟应符合下列规定：

1 当预制构件之间采用后浇带连接且接缝构造及承载力满足本标准中的相应要求时，可按现浇混凝土结构进行模拟。

2 对于本标准中未包含的连接节点及接缝形式，应按照实际情况模拟。

5.3.2 进行抗震性能化设计时，结构在设防烈度地震及罕遇地震作用下的内力和变形分析，可根据结构受力状态采用弹性分析方法或弹塑性分析方法。弹塑性分析时，宜根据节点和接缝在受力全过程中的特性进行节点和接缝的模拟。

5.3.3 内力和变形计算时，应计入填充墙对结构刚度的影响。当采用轻质墙板填充墙时，可采用周期折减的方法考虑其对结构刚度的影响；对于框架结构，周期折减系数可取 0.7~0.9；对于剪力墙结构，周期折减系数可取 0.8~1.0。

注：1) 非承重墙体为砌块隔墙时，周期折减系数的取值可参照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 的有关规定。

2) 当装配式剪力墙结构中采用带窗下墙的预制外墙板时，应考虑窗下墙对主体结构刚度的影响。

5.3.4 在风荷载或多遇地震作用下，结构楼层内最大的弹性层间位移角应符合表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 弹性层间位移角限值

结构类型	$[\theta_e]$
装配整体式框架结构	1/550
装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式框架-现浇核心筒结构	1/800
装配整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构	1/1000

5.3.5 在罕遇地震作用下，结构薄弱层（部位）弹塑性层间位移角应符合表 5.3.5 的规定。

表 5.3.5 弹塑性层间位移角限值

结构类型	$[\theta_p]$
装配整体式框架结构	1/50
装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式框架-现浇核心筒结构	1/100
装配整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构	1/120

5.8.5 多层装配式墙板结构的计算应符合下列规定：

4 在风荷载或多遇地震作用下，按弹性方法计算的楼层层间最大水平位移与层高之比 $\Delta u_e/h$  不宜大于 1/1200。

《装配式混凝土结构技术规程》**JGJ 1-2014**

6.3.1 在各种设计状况下，装配整体式结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，地震设计状况下宜对现浇抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力进行适当放大。

6.3.4 在结构内力与位移计算时，对现浇楼盖和叠合楼盖，均可假定楼盖在其自身平面内为无限刚性；楼面梁的刚度可计入翼缘作用予以增大；梁刚度增大系数可根据翼缘情况近似取为 1.3~2.0。

8.1.1 抗震设计时，对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢的装配整体式剪力墙结构，现浇墙肢水平地震作用弯矩、剪力宜乘以不小于 1.1 的增大系数。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》**DB42/T 1044—2015**

10.1.11 装配整体式剪力墙结构的整体稳固性设计应符合下列要求：

1 装配整体式剪力墙结构的设计应保证结构的整体性，并应采取措施避免结构在偶然荷载下发生连续性坍塌。

2 应增强疏散通道、避难空间等处的重要结构构件的承载力和抗变形能力。

10.1.12 抗震设计时，构件及接缝的承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应按表 10.1.12（表略）采用。

10.3.1 抗震设计时，装配整体式剪力墙结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法

进行结构分析。当同一层内既有现浇又有预制墙肢时，现浇墙肢在水平地震力作用下的内力宜乘以不小于 1.1 的放大系数。

10.3.2 装配整体式剪力墙结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用线弹性分析方法。

10.3.3 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大水平位移 $\Delta u$  与层高 $h$  之比 $\Delta u/h$  不宜大于 1/1000。

10.3.4 在结构内力与位移计算时，现浇楼盖和装配整体式叠合楼盖中，梁的刚度可考虑翼缘作用予以增大，近似考虑时，楼面梁刚度增大系数：中梁可根据翼缘情况取 1.3~2.0；边梁可根据翼缘情况取 1.0~1.5。

10.3.5 抗震设计时，预制装配整体式剪力墙结构不应有较多短肢剪力墙；外墙预制、内墙现浇的装配式剪力墙结构不宜有较多短肢剪力墙。当有较多短肢剪力墙时，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不宜大于结构底部总地震倾覆力矩的 50%；房屋适用高度应比本规程表 7.1.1 规定的装配整体式剪力墙结构的最大适用高度适当降低，抗震设防烈度为 7 度时宜分别降低 20m。

注：有较多短肢剪力墙是指，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的 30%。

### 3.3.7 作用及作用组合

《混凝土结构通用规范》**GB 55008-2021**

4.1.1 混凝土结构上的作用及其作用效应计算应符合下列规定：

6 预制混凝土构件的制作、运输、吊装及安装过程中应考虑相应的结构动力效应。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

6.2.1 装配式结构的作用及作用组合应根据国家现行标准《工程结构通用规范》GB55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等确定。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》**DB42/T 1044—2015**

10.1.13 应对各类构件及节点进行短暂设计状况、持久设计状况、地震设计状况下的承载能力极限状态及正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准 GB/T50010《混凝土结构设计标准》的有关规定。

10.2.1 装配整体式剪力墙结构的作用及作用组合应根据现行国家标准 GB50009《建

筑结构荷载规范》、GB 50153《工程结构可靠性设计统一标准》、GB/T50011《建筑抗震设计标准》和现行行业标准 JGJ3《高层建筑混凝土结构技术规程》确定：施工阶段的荷载应根据现行国家标准GB50666《混凝土结构工程施工规范》确定。

10.2.2 对装配整体式剪力墙结构进行设计时，所采用的作用组合应符合下列规定：

1 持久设计状况下的作用组合应根据现行国家标准 GB50009《建筑结构荷载规范》、GB/T50010《混凝土结构设计标准》确定。

2 地震设计状况下的作用组合应根据现行国家标准 GB/T50011《建筑抗震设计标准》确定。

3 施工阶段的荷载组合应根据现行国家标准 GB 50666《混凝土结构工程施工规范》确定。

10.2.3 预制构件应进行脱模、起吊、运输、安装等生产及施工阶段验算。验算时等效荷载标准值取构件自重标准值乘以脱模吸附系数或动力系数，并符合下列规定：

1 脱模吸附系数宜取 1.5，也可根据构件和模具表面状况按表 10.2.3（表略）取用。

2 构件吊装、运输时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

3 当有可靠经验时，脱模吸附系数和动力系数可根据实际受力情况和安全要求适当增减。

10.2.4 进行后浇叠合层施工阶段验算时，叠合楼盖的施工活荷载应按实际情况确定并不宜小于  $1.5\text{kN/m}^2$ 。

### 3.3.8 预制构件

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

6.4.1 预制构件的设计应符合下列规定：

1 对持久设计状况，应对预制构件进行承载力、变形、裂缝控制验算；

2 对地震设计状况，应对预制构件进行承载力验算；

3 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

6.4.4 用于固定连接件的预埋件与预埋吊件、临时支撑用预埋件不宜兼用；当兼用时，应同时满足各种设计工况要求。预制构件中预埋件的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构工程

施工规范》GB 50666 等有关规定。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》**DB42/T 1044—2015**

10.1.15 预制构件中钢筋的混凝土保护层厚度除应满足 GB/T50010《混凝土结构设计标准》的要求外，尚应符合相关规范的防火规定；当纵向钢筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，宜对保护层采取有效的防裂构造措施。

**3.3.9 预制构件拆分**

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51231-2016**

5.4.3 预制构件的拼接应符合下列规定：

- 1 预制构件拼接部位的混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级。
- 2 预制构件的拼接位置宜设置在受力较小部位。
- 3 预制构件的拼接应考虑温度作用和混凝土受缩徐变的不利影响，宜适当增加构造配筋。

《装配式混凝土结构技术规程》**JGJ 1-2014**

3.0.5 装配式结构中，预制构件的连接部位宜设置在结构受力较小的部位，其尺寸和形状应符合下列规定：

- 3 应满足制作、运输、堆放、安装及质量控制要求。

6.6.6 双向叠合板板侧的整体式接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上且宜避开最大弯矩截面。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》**DB42/T 1044—2015**

10.1.14 预制构件施工图应由主体结构的设计单位进行深化设计，并构成主体结构施工图设计文件的一部分，其深度和内容应满足建筑、结构和机电设备各专业的综合要求。预制构件的深化设计按照便于标准化生产、运输和吊装的原则进行，并符合下列规定：

- 1 预制剪力墙的竖向拆分宜在各层楼面处。
- 2 预制剪力墙的水平拆分宜保证门窗洞口的完整性。
- 3 预制剪力墙结构最外部的转角部位应采取加强措施，当拆分后无法满足设计构造要求时应采用现浇构件。

**3.3.10 连接规定**

《混凝土结构通用规范》**GB 55008-2021**

4.1.4 装配式混凝土结构应根据结构性能以及构件生产、安装施工的便捷性要求确

定连接构造方式并进行连接及节点设计。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.4.5 纵向钢筋采用挤压套筒连接时应符合下列规定：

1 连接框架柱、框架梁、剪力墙边缘构件纵向钢筋的挤压套筒接头应满足 I 级接头的要求，连接剪力墙竖向分布钢筋、楼板分布钢筋的挤压套筒接头应满足 I 级接头抗拉强度的要求。

2 被连接的预制构件之间应预留后浇段，后浇段的高度或长度应根据挤压套筒接头安装工艺确定，应采取措施保证后浇段的混凝土浇筑密实。

3 预制柱底、预制剪力墙底宜设置支腿，支腿应能承受不小于 2 倍被支承预制构件的自重。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

4.2.7 夹心外墙板中内外叶墙板的拉结件应符合下列规定：

1 金属及非金属材料拉结件均应具有规定的承载力、变形和耐久性能，并应经过试验验证。

2 拉结件应满足夹心外墙板的节能设计要求。

6.5.1 装配整体式结构中，接缝的正截面承载力应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。接缝的受剪承载力应符合下列规定（下式符号意义略）：

1 持久设计状况： $Y_0 V_{jd} \leq V_u$

2 地震设计状况： $V_{jDE} \leq V_{uE}/Y_{RE}$

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，尚应符合下式要求：

$$\eta_j V_{mua} \leq V_{uE}$$

6.5.3 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：

1 接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中 I 级接头的性能要求，并应符合国家现行有关标准的规定。

2 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15mm，预制柱中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm；

3 套筒之间的净距不应小于 25mm。

6.5.4 纵向钢筋采用浆锚搭接连接时，对预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、构造要求、灌浆料和被连接钢筋，应进行力学性能以及适用性的试验验证。直径大于 20mm 的钢筋不宜采用浆锚搭接连接，直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用浆锚搭接连

接。

6.5.5 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽，并应符合下列规定：

1 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面。

2 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面；预制梁端应设置键槽（图 6.5.5 略）且宜设置粗糙面。键槽的尺寸和数量应按叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值的计算确定。

3 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面；侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，也可设置键槽。

4 预制柱的底部应设置键槽且宜设置粗糙面，键槽应均匀布置。柱顶应设置粗糙面。

5 粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%，预制板的粗糙面凹凸深度不应小于 4mm，预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于 6mm。

6.5.7 应对连接件、焊缝、螺栓或铆钉等紧固件在不同设计状况下的承载力进行验算，并应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构焊接规范》GB 50661 等的规定。

#### 《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

7.3.3 预制剪力墙竖向钢筋采用约束浆锚搭接连接时，所采用的预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、灌浆料、节点加强约束配筋和被锚固的带肋钢筋，实施单位应提供连接适配性的试验结果，确认安全可靠后方可采用。

10.1.16 装配整体式剪力墙结构中预制构件的连接应受力明确、传力可靠，满足结构的承载力、延性要求。预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行防腐、防锈处理其耐久性应满足工程设计使用年限的要求，并应采取有效的防火措施。

10.1.17 装配整体式剪力墙结构中，预制剪力墙的纵向钢筋可采用套筒灌浆连接或约束浆锚搭接连接，水平钢筋可采用钢筋环插筋连接、焊接连接或搭接连接，其他预制构件的钢筋可根据受力特点选用机械连接、焊接连接或搭接连接等，并应满足现行相关标准的规定。

10.1.18 围护墙、隔墙、构造洞口填充墙等非结构构件与相邻主体结构构件应可靠拉结。

#### 3.3.11 非结构构件

《混凝土结构通用规范》**GB 55008-2021**

4.1.5 混凝土结构构件之间、非结构构件与结构构件之间的连接应符合下列规定：

- 1 应满足被连接构件之间的受力及变形性能要求。
- 2 非结构构件与结构构件的连接应适应主体结构变形需求。
- 3 连接不应先于被连接构件破坏。

《建筑抗震设计标准》**GB/T 50011-2010**

3.7.2 非结构构件的抗震设计，应由相关专业人员分别负责进行。

13.3.2 非承重墙体材料、选型和布置，应根据烈度、房屋高度、建筑体型、结构层间变形、墙体自身抗侧力性能的利用等因素，经综合分析后确定，并应符合下列要求：

- 1 非承重墙体宜优先采用轻质墙体材料。
- 3 墙体与主体结构应有可靠的拉结，应能适应主体结构不同方向的层间位移。

《建筑轻质条板隔墙技术规程》**JGJ/T 157-2008**

4.2.4 接板安装的条板隔墙，其安装高度应符合下列要求：

- 1 90mm 厚条板隔墙接板安装高度不应大于 3.6m。
- 2 120mm 厚条板隔墙接板安装高度不应大于 4.2m。

超过本条文规定的高度接板安装隔墙，应由工程设计单位另行设计。

4.2.10 在抗震设防地区，条板隔墙与顶板、结构梁、主体墙和柱的连接应采用镀锌钢板卡件，并使用胀管螺钉、射钉固定。钢板卡件固定应符合下列要求：

- 1 条板隔墙与顶板、结构梁的接缝处，钢卡间距不应大于 600mm。
- 2 条板隔墙与主体墙、柱的接缝处，钢卡可间断布置，间距不应大于 1m。
- 3 接板安装的条板隔墙，条板上端与顶板、结构梁的接缝处应加设钢卡，每块条板不应小于 2 个。

4.2.11 在抗震设防地区，条板隔墙安装长度超过 6m 时，应设置构造柱，并应采取加固、防裂处理措施。

4.2.16 条板隔墙上需要吊挂重物和设备时，不得单点固定，应在设计中考虑加固措施，两点的间距应大于 300mm。

4.2.26 门、窗框板上部墙体高度大于 600mm 或门、窗洞口宽度超过 1.5m 时，应采用配有钢筋的过梁板或采取其他加固措施。

### 3.4 楼盖设计

### 3.4.1 一般规定

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51231-2016**

5.5.1 装配整体式混凝土结构的楼盖宜采用叠合楼盖，叠合板设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

5.5.2 高层装配整体式混凝土结构中，楼盖应符合下列规定：

2 屋面层和平面受力复杂的楼层宜采用现浇楼盖，当采用叠合楼盖时，楼板的后浇混凝土叠合层厚度不应小于 100mm，且后浇层内应采用双向通长钢筋，钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm。

注：当楼板的后浇混凝土叠合层厚度不小于 100mm 时，叠合楼板应设置桁架钢筋，后浇层内宜采用双层双向通长钢筋，钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm，后浇层内板面受力钢筋的配筋面积除应满足计算要求外，尚应满足受弯构件纵向受力普通钢筋的最小配筋率规定值。

### 3.4.2 叠合楼板

《装配式住宅建筑设计标准》**GB/T 398-2017**

5.2.6 装配式混凝土结构住宅的楼板宜采用叠合楼板，其结构整体性应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

5.2.7 钢结构住宅宜优先采用钢-混凝土组合楼板或混凝土叠合楼板，并应符合国家现行标准的有关规定。

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51231-2016**

5.5.3 当桁架钢筋混凝土叠合板的后浇混凝土叠合层厚度不小于 100mm 且不小于预制板厚度的 1.5 倍时，支承端预制板内纵向受力钢筋可采用间接搭接方式锚入支承梁或墙的后浇混凝土中（图 5.5.3 略），并应符合下列规定：

1 附加钢筋的面积应通过计算确定，且不应少于受力方向跨中板底钢筋面积的 1/3。

3 当附加钢筋为构造钢筋时，伸入楼板的长度不应小于与板底钢筋的受压搭接长度，伸入支座的长度不应小于 15d（d 为附加钢筋直径）且宜伸过支座中心线；当附加钢筋承受拉力时，伸入楼板的长度不应小于与板底钢筋的受拉搭接长度，伸入支座的长度不应小于受拉钢筋锚固长度。

5.5.4 双向叠合板板侧的整体式接缝可采用后浇带形式（图 5.5.4 略），并应符合下列规定：

1 后浇带宽度不宜小于 200mm。

2 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接、搭接、弯折锚固、机械连接。

3 当后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中搭接连接时，应符合下列规定：

1) 预制板板底外伸钢筋为直线形（图 5.5.4a 略）时，钢筋搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

2) 预制板板底外伸钢筋端部为 90° 或 135° 弯钩（图 5.5.4b、c 略）时，钢筋搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB /T50010 有关钢筋锚固长度的规定，90° 和 135° 弯钩钢筋弯后直段长度分别为 12d 和 5d（d 为钢筋直径）。

#### 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

6.6.2 叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB /T50010 进行设计，并应符合下列规定：

1 叠合板的预制板厚度不宜小于 60mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60mm。

2 当叠合板的预制板采用空心板时，板端空腔应封堵。

6.6.3 叠合板可根据预制板接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。当预制板之间采用分离式接缝（图 6.6.3a 略）时，宜按单向板设计。对长宽比不大于 3 的四边支承叠合板，当预制板之间采用整体式接缝（图 6.6.3b 略）或无接缝（图 6.6.3c 略）时，可按双向板设计。

6.6.4 叠合板支座处的纵向钢筋应符合下列规定：

1 板端支座处，预制板内的纵向受力钢筋宜从板端伸出并锚入支承梁或墙的后浇混凝土中，锚固长度不应小于 5d（d 为纵向受力钢筋直径），且宜伸过支座中心线（图 6.6.4a 略）。

2 单向叠合板的板侧支座处，当预制板内的板底分布钢筋伸入支承梁或墙的后浇混凝土中时，应符合本条第 1 款的要求；当板底分布钢筋不伸入支座时，宜在紧邻预制板顶面的后浇混凝土叠合层中设置附加钢筋，附加钢筋截面面积不宜小于预制板内的同向分布钢筋面积，间距不宜大于 600mm，在板的后浇混凝土叠合层内锚固长度不应小于 15d，在支座内锚固长度不应小于 15d（d 为附加钢筋直径）且宜伸过支座中心线（图 6.6.4b 略）。

6.6.5 单向叠合板板侧的分离式接缝宜配置附加钢筋（图 6.6.5 略），并应符合

下列规定：

1 接缝处紧邻预制板顶面宜设置垂直于板缝的附加钢筋，附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于  $15d$  ( $d$  为附加钢筋直径)。

2 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋面积，钢筋直径不宜小于  $6\text{mm}$ 、间距不宜大于  $250\text{mm}$ 。

6.6.6 双向叠合板板侧的整体式接缝可采用后浇带形式，并应符合下列规定：

3 当后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中弯折锚固时（图 6.6.6 略），应符合下列规定：

1) 叠合板厚度不应小于  $10d$ ，且不应小于  $120\text{mm}$  ( $d$  为弯折钢筋直径的较大值)。

2) 接缝处预制板侧伸出的纵向受力钢筋应在后浇混凝土叠合层内锚固，且锚固长度不应小于  $L_a$ ；两侧钢筋在接缝处重叠的长度不应小于  $10d$ ，钢筋弯折角度不应大于  $30^\circ$ ，弯折处沿接缝方向应配置不少于 2 根通长构造钢筋，且直径不应小于该方向预制板内钢筋直径。

6.6.7 桁架钢筋混凝土叠合板应满足下列要求：

1 桁架钢筋应沿主要受力方向布置。

2 桁架钢筋距板边不应大于  $300\text{mm}$ ，间距不宜大于  $600\text{mm}$ 。

3 桁架钢筋弦杆钢筋直径不宜小于  $8\text{mm}$ ，腹杆钢筋直径不应小于  $4\text{mm}$ 。

4 桁架钢筋弦杆混凝土保护层厚度不应小于  $15\text{mm}$ 。

注：当桁架钢筋混凝土叠合板上留设孔洞且需切断桁架上、下弦钢筋时，孔洞边应根据计算设置补强钢筋。

6.6.8 当未设置桁架钢筋时，在下列情况下，叠合板的预制板与后浇混凝土叠合层之间应设置抗剪构造钢筋：

1 单向叠合板跨度大于  $4.0\text{m}$  时，距支座  $1/4$  跨范围内。

2 双向叠合板短向宽度大于  $4.0\text{m}$  时，距四边支座  $1/4$  短跨范围内。

3 悬挑叠合板。

4 悬挑板的上部纵向受力钢筋在相邻叠合板的后浇混凝土锚固范围内。

6.6.9 叠合板的预制板与后浇混凝土叠合层之间设置的抗剪构造钢筋应符合下列规定：

1 抗剪构造钢筋宜采用马镫形状，间距不宜大于  $400\text{mm}$ ，钢筋直径  $d$  不应小

于 6mm。

2 马镫钢筋宜伸到叠合板上、下部纵向钢筋出，预埋在预制板内的总长度不应小于 15d，水平段长度不应小于 50mm。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

8.5.3 采用叠合楼板时后浇层厚度应满足强电、弱电预埋线管的要求。

10.7.1 叠合板应按现行国家标准GB/T50010《混凝土结构设计标准》和 GB /T50011《建筑抗震设计标准》的有关规定进行设计，并应符合下列规定：

- 1 叠合板的预制板厚度不宜小于 50mm，后浇混凝土层厚度不应小于 50mm。
- 2 叠合楼板的预制板的板端在支座上的搁置长度不应少于 20mm。
- 3 当叠合板的预制板采用空心板时，板端空腔应封堵，板端堵头宜留出不小于 50mm 的空腔，并应采用不低于C30 的混凝土浇灌密实，搁置长度应适当增加。
- 4 跨度大于 3m 且整体性要求较高的叠合板，宜采用图 10.7.1（图略）所示的桁架钢筋混凝土叠合楼板。

5 跨度大于 6m 的叠合板，宜采用预应力混凝土预制板。

6 板厚大于 180mm 的叠合板，预制部分宜采用空心混凝土楼板。

7 预制板板端及与后浇层之间的水平结合面宜做成粗糙面，凹凸不宜小于 4mm。

10.7.2 叠合楼板可采用单向（图 10.7.2a，略）或双向预制叠合板（图 10.7.2b，图 10.7.2c，图略）的形式。叠合楼板在结构整体分析中可按双向板进行荷载传递。

10.7.3 未设置桁架钢筋的叠合板，应根据叠合面抗剪计算配置抗剪钠筋，当计算不需要配置抗剪钢筋时，应按下列要求配置抗剪构造钢筋：

- 1 当叠合板跨度大于 5m 时，支座周边 1/4 跨范围内应配置抗剪构造钢筋。
- 2 当相邻悬挑板的上部钢筋伸入叠合板中时，悬挑板上部钢筋的锚固范围应配置抗剪构造钢筋。
- 3 预埋在预制板内的抗剪构造钢筋，直径不应小于 6mm，间距不应大于 600mm，应伸入到后浇层上部钢筋处且伸出预制板的长度不应小于 40mm。

10.7.4 叠合楼板支座处预制板内的纵向钢筋应满足下列要求：

- 1 板端支座处，预制板内的纵向受力钢筋宜锚入支座梁或墙的后浇混凝土层中，在支座内锚固长度不应小于 5d 且不小于 100mm，且宜伸过支座中心线（图 10.7.4a，图略），d 为纵向受力钢筋直径。

2 单向预制板的板侧支座处，当预制板内的板底分布钢筋伸入支承梁或墙的后浇混凝土中时，应符合本条第 1 款的要求当板底分布钢筋不伸入支座时，宜在紧邻预制板顶面的后浇混凝土层中设置附加钢筋，附加钢筋截面面积不宜小于预制板内的同向分布钢筋截面面积，间距不宜大于 600mm，在板的后浇混凝土层内锚固长度不应小于 15d，在支座内锚固长度不应小于 5d 及 100mm 的较大值，且宜伸过支座中心线（图 10.7.4b，图略）。

10.7.5 单向预制叠合板板侧的分离式接缝应配置附加钢筋（图 10.7.5，图略），并应符合下列规定：

1 在接缝处贴预制板顶面设置垂直于板缝的附加钢筋，附加钢筋与预制板钢筋的搭接长度不应小于 1.21。

2 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋截面面积，钢筋直径不宜小于 8mm、间距不宜大于 250mm。

3 当后浇层的厚度大于预制板厚度的 1.5 倍，且有可靠依据时，也可按双向板设计，但接缝处贴预制板顶面设置的垂直于板缝的钢筋，应按后浇层的厚度进行计算并乘以不小于 1.2 的放大系数；接缝宜避开受力较大部位。

10.7.6 双向叠合板板侧的整体式接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上，接缝可采用后浇带的形式（图 10.7.6a 或 b，图略），并应符合下列规定：

1 在接缝处预制板的纵向受力钢筋自板侧伸出并错入后浇层内，锚固长度不应小于 1.21，两侧钢筋在接缝处重叠的搭接长度不应小于 10d，钢筋弯折角度不应大于 30°，弯折处应沿接缝方向配置不小于 2 根直径为 6mm 的构造钢筋。

2 板侧应设置键槽或做成粗糙面。

3 板缝内的后浇混凝土强度等级应不低于预制板的混凝土强度等级，且不应低于 C30，宜采用补偿收缩混凝土。

4 可按弹性双向板计算垂直接缝的受力钢筋配筋量并加大 15%配置。

5 有可靠依据时，接缝内的钢筋也可采用其他有效的连接方式。

### 3.4.3 阳台板、空调板

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

6.6.10 阳台板、空调板宜采用叠合构件或预制构件。预制构件应与主体结构可靠连接；叠合构件的负弯矩钢筋应在相邻叠合板的后浇混凝土中可靠锚固，叠合构件中预制板底钢筋的锚固应符合下列规定：

1 当板底为构造配筋时，其锚固长度应符合本规程第 6.6.4 条第 1 款的规定。

2 当板底为计算要求配筋时，钢筋应满足受拉钢筋的锚固要求。

注：1) 当悬挑阳台、空调板采用叠合构件时，阳台、空调板内侧的楼板支座截面受弯承载力应不小于阳台板根部弯矩，板面上部受力筋锚入内跨板内时，锚固长度除应满足  $1.1l_a$  外，还应满足支座弯矩图的要求，锚固长度应从弯矩不需要处再延伸  $l_a$  且不小于楼板短向跨度的  $1/4$ 。

2) 悬挑长度大于 0.9m 的悬挑阳台板、空调板宜采用现浇板。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

8.5.1 阳台板、空调外机搁板、太阳能集热器板、装饰构件等外挑构件宜采用工厂化加工的标准预制件，也可采用部分预制、部分后浇的叠合构件。外挑构件宜减少规格和类型，外挑尺寸不宜过大。

8.5.2 阳台板、空调室外机搁板、太阳能集热器板、装饰构件等外挑构件应预留滴水线，与后浇混凝土的结合面应设置防止渗水的凹槽。

#### 3.4.4 预制楼梯

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

6.4.3 预制板式楼梯的梯段板底应配置通长的纵向钢筋。板面宜配置通长的纵向钢筋；当楼梯两端均不能滑动时，板面应配置通长的纵向钢筋。

6.5.8 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接。采用简支连接时，应符合下列规定：

1 预制楼梯宜一端设置固定铰，另一端设置滑动铰，其转动及滑动变形能力应满足结构层间位移的要求，且预制楼梯端部在支承构件上的最小搁置长度应符合表

6.5.8 的规定。

2 预制楼梯设置滑动铰的端部应采取防止滑落的构造措施。

表 6.5.8 预制楼梯在支承构件上的最小搁置长度

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
最小搁置长度 (mm)	75	75	100

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

10.8.3 预制装配楼梯板的厚度不宜小于 120mm。与主体结构铰接连接的一端应预留伸出钢筋，预留伸出钢筋锚入支座长度，上部钢筋不应小于  $L_a$ ，有抗震要求时不应小于  $L_a$ ，下部钢筋不应小于  $20d$ 。

10.8.4 两端简支的板式预制楼梯的梯段板宜配置通长的上部钢筋，其配筋率不应小于 0.15%。分布钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 250mm，下部钢筋应按计算确定。与梁、墙固结后宜考虑上部弯矩的影响。

10.8.5 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接。采用简支连接时，应符合下列规定：

- 1 预制楼梯两端宜分别作为固定铰和滑动铰，并应留出足够的位移间隙。
- 2 预制楼梯端部应采取防止滑落的构造措施，且在支承构件上的搁置长度不应小于 75mm。

## 3.5 装配整体式框架结构

### 3.5.1 一般规定

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51231-2016**

5.6.7 装配整体式框架采用后张预应力叠合梁时，应符合现行行业标准《预应力混凝土结构设计规范》JGJ369、《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ140及《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ92 的有关规定。

《装配式混凝土结构技术规程》**JGJ 1-2014**

7.1.1 除本规程另有规定外，装配整体式框架结构可按现浇混凝土框架结构进行设计。

7.1.2 装配整体式框架结构中，预制柱的纵向钢筋连接应符合下列规定：

1 当房屋高度不大于12m 或层数不超过3层时，可采用套筒灌浆、浆锚搭接、焊接等连接方式；

2 当房屋高度大于12m 或层数超过3层时，宜采用套筒灌浆连接。

7.1.3 装配整体式框架结构中，预制柱水平接缝处不宜出现拉力。

### 3.5.2 预制柱

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51231-2016**

5.6.4 上、下层相邻预制柱纵向受力钢筋采用挤压套筒连接时（图 5.6.4

略)，柱底后浇段的箍筋应满足下列要求：

1 套筒上端第一道箍筋距离套筒顶部不应大于 20mm，柱底部第一道箍筋距柱底面不应大于 50mm，箍筋间距不宜大于 75mm；

2 抗震等级为一、二级时，箍筋直径不应小于 10mm，抗震等级为三、四级时，箍筋直径不应小于 8mm。

#### 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

7.1.2 装配整体式框架结构中，预制柱的纵向钢筋连接应符合下列规定：

1 当房屋高度不大于 12m 或层数不超过 3 层时，可采用套筒灌浆、浆锚搭接、焊接等连接方式；

2 当房屋高度大于 12m 或层数超过 3 层时，宜采用套筒灌浆连接。

7.1.3 装配整体式框架结构中，预制柱水平接缝处不宜出现拉力。

7.3.5 预制柱的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的要求，并应符合下列规定：

1 柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20mm；

2 矩形柱截面宽度或圆柱直径不宜小于 400mm，且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍；

3 柱纵向受力钢筋在柱底采用套筒灌浆连接时，柱箍筋加密区长度不应小于纵向受力钢筋连接区域长度与 500mm 之和；套筒上端第一道箍筋距离套筒顶部不应大于 50mm（图 7.3.5 略）。

7.3.6 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架中，柱底接缝宜设置在楼面标高处，并应符合下列规定：

1 后浇节点区混凝土上表面应设置粗糙面；

2 柱纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区；

3 柱底接缝厚度宜为 20mm，并应采用灌浆料填实。

### 3.5.3 叠合梁

#### 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

7.2.4 混凝土叠合梁的设计应符合本规程和现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 中的有关规定。

7.3.1 装配整体式框架结构中，当采用叠合梁时，框架梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 150mm（图 7.3.1 略），次梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 120mm；当

采用凹口截面预制梁时（图 7.3.1b 略），凹口深度不宜小于 50mm，凹口边厚度不宜小于 60mm。

7.3.2 叠合梁的箍筋配置应符合下列规定：

1 抗震等级为一、二级的叠合框架梁的梁端箍筋加密区宜采用整体封闭箍筋（图 7.3.2a 略）；

2 采用组合封闭箍筋的形式（图 7.3.2b 略）时，开口箍筋上方应做成 135°弯钩；非抗震设计时，弯钩端头平直段长度不应小于 5d（d 为箍筋直径）；抗震设计时，平直段长度不应小于 10d。现场应采用箍筋帽封闭开口箍，箍筋帽末端应做成 135°弯钩；非抗震设计时，弯钩端头平直段长度不应小于 5d；抗震设计时，平直段长度不应小于 10d。

7.3.3 叠合梁可采用对接连接（图 7.3.3 略），并应符合下列规定：

1 连接处应设置后浇段，后浇段的长度应满足梁下部纵向钢筋连接作业的空间需求；

2 梁下部纵向钢筋在后浇段内宜采用机械连接、套筒灌浆连接或焊接连接；

3 后浇段内的箍筋应加密，箍筋间距不应大于 5d（d 为纵向钢筋直径），且不应大于 100mm。

7.3.4 主梁与次梁采用后浇段连接时，应符合下列规定：

1 在端部节点处，次梁下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内的长度不应小于 12d。次梁上部纵向钢筋应在主梁后浇段内锚固。当采用弯折锚固（图 7.3.4a 略）或锚固板时，锚固直段长度不应小于 0.6l<sub>ab</sub>；当钢筋应力不大于钢筋强度设计值的 50%时，锚固直段长度不应小于 0.35l<sub>ab</sub>；弯折锚固的弯折后直段长度不应小于 12d（d 为纵向钢筋直径）。

2 在中间节点处，两侧次梁的下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内长度不应小于 12d（d 为纵向钢筋直径）；次梁上部纵向钢筋应在现浇层内贯通（图 7.3.4b 略）。

### 3.5.4 接缝计算

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

7.2.2 叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

1 持久设计工况

$$V_u \leq 0.07f_c A_{c1} + 0.10f_c A_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y}$$

2 地震设计工况

$$V_{uE} \leq 0.04f_c A_{c1} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y}$$

式中：  $A_{c1}$ ——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；

$f_c$ ——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_y$ ——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

$A_k$ ——各键槽的根部截面面积（图7.2.2 略）之和，按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算，并取二者的较小值；

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

7.2.3 在地震设计状况下，预制柱底水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

当预制柱受压时：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y}$$

当预制柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y [1 - (N/A_{sd} f_y)^2]}$$

式中：  $f_c$ ——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_y$ ——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

$N$ ——与剪力墙设计值  $V$  相应的垂直于结合面的轴向力设计值，取绝对值进行计算；

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面所有钢筋的面积；

$V_{uE}$ ——地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

### 3.5.5 连接与构造

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T51231-2016**

5.6.6 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架结构节点，两侧叠合梁底部水平钢筋挤压套筒连接时，可在核心区外一侧梁端后浇段内连接（图 5.6.6-1 略），也可在核心区外两侧梁端后浇段内连接（图 5.6.6-2 略），连接接头距柱边不小于  $0.5h_b$ （ $h_b$  为叠合梁截面高度）且不小于 300mm，叠合梁后浇叠合层顶部的水平钢筋应贯穿后浇核心区。梁端后浇段的箍筋尚应满足下列要求：

1 箍筋间距不宜大于 75mm；

2 抗震等级为一、二级时，箍筋直径不应小于 10mm，抗震等级为三、四级时，箍筋直径不应小于 8mm。

《装配式混凝土结构技术规程》**JGJ 1-2014**

7.2.1 对一、二、三级抗震等级的装配整体式框架，应进行梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算；对四级抗震等级可不进行验算。梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算和构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 和《建筑抗震设计标准》GB/T50011 中的有关规定。

7.3.7 梁、柱纵向钢筋在后浇节点区内采用直线锚固、弯折锚固或机械锚固的方式时，其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 中的有关规定；当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时，应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256 中的有关规定。

7.3.8 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点，梁纵向受力钢筋应伸入后浇节点区内锚固或连接，并应符合下列规定：

1 对框架中间层中节点，节点两侧的梁下部纵向受力钢筋宜锚固在后浇节点区内（图 7.3.8-1a 略），也可采用机械连接或焊接的方式直接连接（图 7.3.8-1b 略）；梁的上部纵向受力钢筋应贯通过后浇节点区。

2 对框架中间层端节点，当柱截面尺寸不满足梁纵向受力钢筋的直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图 7.3.8-2 略），也可采用 $90^\circ$ 弯折锚固。

3 对框架顶层中节点，梁纵向受力钢筋的构造应符合本条第 1 款的规定。柱纵向受力钢筋宜采用直线锚固；当梁截面尺寸不满足直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图 7.3.8-3 略）。

4 对框架顶层端节点，梁下部纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板的锚固方式；梁、柱其他纵向受力钢筋的锚固应符合下列规定：

1) 柱宜伸出屋面并将柱纵向受力钢筋锚固在伸出段内（图 7.3.8-4a 略），伸出段长度不宜小于 500mm，伸出段内箍筋直径不应小于 $d/4$ （ $d$  为柱纵向受力钢筋的最大直径），间距不应大于 $5d$ （ $d$  为柱纵向受力钢筋直径），且不应大于 100mm；柱纵向钢筋宜采用锚固板锚固，锚固长度不应小于 $40d$ ；梁上部纵向受力钢筋宜采用锚固板锚固；

2) 柱外侧纵向受力钢筋也可与梁上部纵向受力钢筋在后浇节点区搭接（图 7.3.8-4b 略），其构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 中的规定；柱内侧纵向受力钢筋宜采用锚固板锚固。

7.3.9 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点，梁下部纵向受力钢筋也可伸至节点区外的后浇段内连接（图7.3.9略），连接头与节点区的距离不应小于 $1.5h_0$ （ $h_0$ 为梁截面有效高度）。

7.3.10 现浇柱与叠合梁组成的框架节点中，梁纵向受力钢筋的连接与锚固应符合本规程第7.3.7~7.3.9条的规定。

## 3.6 装配整体式剪力墙结构

### 3.6.1 一般规定

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51231-2016**

5.7.1 装配整体式剪力墙结构应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010、《建筑抗震设计标准》GB/T50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的有关规定。双面叠合剪力墙的设计尚应符合本标准附录 A 的规定。

5.7.2 对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢的装配整体式剪力墙结构，现浇墙肢水平地震作用弯矩、剪力宜乘以不小于 1.1 的增大系数。

5.7.3 装配整体式剪力墙结构的布置应满足下列要求：

- 1 应沿两个方向布置剪力墙；
- 2 剪力墙平面布置宜简单、规则，自下而上宜连续布置，避免层间侧向刚度突变；
- 3 剪力墙门窗洞口宜上下对齐、成列布置，形成明确的墙肢和连梁；抗震等级为一、二、三级的剪力墙底部加强部位不应采用错洞墙，结构全高均不应采用叠合错洞墙。

《装配式混凝土结构技术规程》**JGJ 1-2014**

8.1.3 抗震设计时，高层装配整体式剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙；抗震设防烈度为 8 度时，不宜采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构。当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

- 1 在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不宜大于结构底部总地震倾覆力矩的 50%；
- 2 房屋适用高度应比本规程表 6.1.1 规定的装配整体式剪力墙结构的

最大适用高度适当降低，抗震设防烈度为 7 度和 8 度 时宜分别降低 20m。

### 3.6.2 预制剪力墙

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.7.4 预制剪力墙竖向钢筋采用套筒灌浆连接时，自套筒底部至套筒顶部并向上延伸 300mm 范围内，预制剪力墙的水平分布筋应加密（图 5.7.4 略），加密区水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表 5.7.4 的规定，套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于 50mm。

表 5.7.4 加密区水平分布钢筋的要求

抗震等级	最大间距 (mm)	最小直径 (mm)
一、二级	100	8
三、四级	150	8

5.7.5 预制剪力墙竖向钢筋采用浆锚搭接连接时，应符合下列规定：

1 墙体底部预留灌浆孔道直线段长度应大于下层预制剪力墙连接钢筋伸入孔道内的长度30mm，孔道上部应根据灌浆要求设置合理弧度。孔道直径不宜小于40mm和2.5d（d为伸入孔道的连接钢筋直径）的较大值，孔道之间的水平净间距不宜小于50mm；孔道外壁至剪力墙外表面的净间距不宜小于30mm。当采用预埋金属波纹管成孔时，金属波纹管的钢带厚度及波纹高度应符合本标准第5.2.2条的规定；当采用其他成孔方式时，应对不同预留成孔工艺、孔道形状、孔道内壁的粗糙度或花纹深度及间距等形成的连接接头进行力学性能以及适用性的试验验证。

2 竖向钢筋连接长度范围内的水平分布钢筋应加密，加密范围自剪力墙底部至预留灌浆孔道顶部（图5.7.5-1略），且不应小于300mm。加密区水平分布钢筋的最大间距及最小直径应符合本标准表5.7.4的规定，最下层水平分布钢筋距离墙身底部不应大于50mm。剪力墙竖向分布钢筋连接长度范围内未采取有效横向约束措施时，水平分布钢筋加密范围内的拉筋应加密；拉筋沿竖向的间距不宜大于300mm且不少于2排；拉筋沿水平方向的间距不宜大于竖向分布钢筋间距，直径不应小于6mm；拉筋应紧靠被连接钢筋，并钩住最外层分布钢筋。

3 边缘构件竖向钢筋连接长度范围内应采取加密水平封闭箍筋的横向约束措施或其他可靠措施。当采用加密水平封闭箍筋约束时，应沿预留孔道直线段全高加密。箍筋沿竖向的间距，一级不应大于75mm，二、三级不应大于100mm，四级不应大于150mm；箍筋沿水平方向的肢距不应大于竖向钢筋间距，且不宜

大于200mm；箍筋直径一、二级不应小于10mm，三、四级不应小于8mm，宜采用焊接封闭箍筋（图5.7.5-2略）。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

8.2.6 当预制外墙采用夹心墙板时，应满足下列要求：

- 1 外叶墙板厚度不应小于50mm，且外叶墙板应与内叶墙板可靠连接；
- 2 夹心外墙板的夹层厚度不宜大于120mm；
- 3 当作为承重墙时，内叶墙板应按剪力墙进行设计。

### 3.6.3 叠合剪力墙

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

A.0.1 本附录适用的双面叠合剪力墙房屋的最大适用高度应符合表A.0.1的规定。

表 A.0.1 双面叠合剪力墙房屋的最大适用高度 (m)

结构类型	抗震设防烈度			
	6度	7度	8度(0.20g)	8度(0.30g)
双面叠合剪力墙结构	90	80	60	50

A.0.2 双面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现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283的规定；当采用普通混凝土时，混凝土粗骨料的最大粒径不宜大于20mm，并应采取保证后浇混凝土浇筑质量的措施。

A.0.3 双面叠合剪力墙的墙肢厚度不宜小于200mm，单叶预制墙板厚度不宜小于50mm，空腔净距不宜小于100mm。预制墙板内外叶内表面应设置粗糙面，粗糙面凹凸深度不应小于4mm。

A.0.4 双面叠合剪力墙结构宜采用预制混凝土叠合连梁(图 A.0.4 略)，也可采用现浇混凝土连梁。连梁配筋及构造应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定。

A.0.5 除本标准另有规定外，双面叠合剪力墙结构的截面设计应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3的有关规定，其中剪力墙厚度 $b_w$ 取双面叠合剪力墙的全截面厚度。

### 3.6.4 接缝计算

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.7.8 在地震设计状况下，剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{sd} + 0.8N$$

式中： $V_{uE}$ ——剪力墙水平接缝受剪承载力设计值（N）；

$f_y$ ——垂直穿过结合面的竖向钢筋抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）。

《装配式混凝土结构技术规程》**JGJ 1-2014**

8.3.14 应按本规程第 7.2.2 条的规定进行叠合连梁端部接缝的受剪承载力计算。

### 3.6.5 连接与构造

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51231-2016**

5.7.6 楼层内相邻预制剪力墙之间应采用整体式接缝连接，且应符合下列规定：

1 当接缝位于纵横墙交接处的约束边缘构件区域时，约束边缘构件的阴影区域（图 5.7.6-1 略）宜全部采用后浇混凝土，并应在后浇段内设置封闭箍筋。

2 当接缝位于纵横墙交接处的构造边缘构件区域时，构造边缘构件宜全部采用后浇混凝土（图 5.7.6-2 略），当仅在一面墙上设置后浇段时，后浇段的长度不宜小于 300mm（图 5.7.6-3 略）。

4 非边缘构件位置，相邻预制剪力墙之间应设置后浇段，后浇段的宽度不应小于墙厚且不宜小于 200mm；后浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋，钢筋直径不应小于墙体竖向分布钢筋直径且不应小于 8mm；两侧墙体的水平分布钢筋在后浇段内的连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

5.7.7 当采用套筒灌浆连接或浆锚搭接连接时，预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处。接缝高度不宜小于 20mm，宜采用灌浆料填实，接缝处后浇混凝土上表面应设置粗糙面。

5.7.9 上下层预制剪力墙的竖向钢筋连接应符合下列规定：

1 边缘构件的竖向钢筋应逐根连接。

2 预制剪力墙的竖向分布钢筋宜采用双排连接，当采用“梅花形”部分连接时，应符合本标准第 5.7.10 条～第 5.7.12 条的规定。

3 除下列情况外，墙体厚度不大于 200mm 的丙类建筑预制剪力墙的竖向分布钢筋可采用单排连接，采用单排连接时，应符合本标准第 5.7.10 条、第 5.7.12 条的规定，且在计算分析时不应考虑剪力墙平面外刚度及承载力。

- 1) 抗震等级为一级的剪力墙；
- 2) 轴压比大于 0.3 的抗震等级为二、三、四级的剪力墙；
- 3) 一侧无楼板的剪力墙；

4) 一字形剪力墙、一端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于 3m 的剪力墙以及两端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于6m 的剪力墙。

4 抗震等级为一级的剪力墙以及二、三级底部加强部位的剪力墙，剪力墙的边缘构件竖向钢筋宜采用套筒灌浆连接。

5.7.10 当上下层预制剪力墙竖向钢筋采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：

1 当竖向分布钢筋采用“梅花形”部分连接时（图 5.7.10-1 略），连接钢筋的配筋率不应小于现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 规定的剪力墙竖向分布钢筋最小配筋率要求，连接钢筋的直径不应小于 12mm，同侧间距不应小于 600mm，且在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入未连接的分布钢筋；未连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6mm。

2 当竖向分布钢筋采用单排连接时（图 5.7.10-2 略），应符合本标准第 5.4.2 条的规定；剪力墙两侧竖向分布钢筋与配置于墙体厚度中部的连接钢筋搭接连接，连接钢筋位于内、外侧被连接钢筋的中间；连接钢筋受拉承载力不应小于上下层被连接钢筋受拉承载力较大值的 1.1 倍，间距不宜大于 300mm。下层剪力墙连接钢筋自下层预制墙顶算起的埋置长度不应小于  $1.2LaE+bw/2$ （ $bw$  为墙体厚度），上层剪力墙连接钢筋自套筒顶面算起的埋置长度不应小于  $LaE$ ，上层连接钢筋顶部至套筒底部的长度尚不应小于  $1.2LaE+bw/2$ ， $LaE$  按连接钢筋直径计算。钢筋连接长度范围内应配置拉筋，同一连接接头内的拉筋配筋面积不应小于连接钢筋的面积；拉筋沿竖向的间距不应大于水平分布钢筋间距，且不宜大于 150mm；拉筋沿水平方向的间距不应大于竖向分布钢筋间距，直径不应小于 6mm；拉筋应紧靠连接钢筋，并钩住最外层分布钢筋。

5.7.11 当上下层预制剪力墙竖向钢筋采用挤压套筒连接时，应符合下列规定：

1 预制剪力墙底后浇段内的水平钢筋直径不应小于 10mm 和预制剪力墙水平分布钢筋直径的较大值，间距不宜大于 100mm；楼板顶面以上第一道水平钢筋距楼板顶面不宜大于 50mm，套筒上端第一道水平钢筋距套筒顶部不宜大于 20mm（图 5.7.11-1 略）。

2 当竖向分布钢筋采用“梅花形”部分连接时（图 5.7.11-2 略），应符合本标准第 5.7.10 条第 1 款的规定。

5.7.12 当上下层预制剪力墙竖向钢筋采用浆锚搭接连接时，应符合下列规定：

1 当竖向钢筋非单排连接时，下层预制剪力墙连接钢筋伸入预留灌浆孔道内的长度不应小于  $1.2laE$ （图 5.7.12-1 略）。

2 当竖向分布钢筋采用“梅花形”部分连接时（图 5.7.12-2 略），应符合本标准第 5.7.10 条第 1 款的规定。

3 当竖向分布钢筋采用单排连接时（图 5.7.12-3 略），竖向分布钢筋应符合本标准第 5.4.2 条的规定；剪力墙两侧竖向分布钢筋与配置于墙体厚度中部的连接钢筋搭接连接，连接钢筋位于内、外侧被连接钢筋的中间；连接钢筋受拉承载力不应小于上下层被连接钢筋受拉承载力较大值的 1.1 倍，间距不宜大于 300mm。连接钢筋自下层剪力墙顶算起的埋置长度不应小于  $1.2LaE+bw/2$ （ $bw$  为墙体厚度），自上层预制墙体底部伸入预留灌浆孔道内的长度不应小于  $1.2LaE+bw/2$ ， $LaE$  按连接钢筋直径计算。钢筋连接长度范围内应配置拉筋，同一连接接头内的拉筋配筋面积不应小于连接钢筋的面积；拉筋沿竖向的间距不应大于水平分布钢筋间距，且不宜大于 150mm；拉筋沿水平方向的肢距不应大于竖向分布钢筋间距，直径不应小于 6mm；拉筋应紧靠连接钢筋，并钩住最外层分布钢筋。

#### 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

8.3.2 屋面以及立面收进的楼层，应在预制剪力墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁（图 8.3.2 略），并应符合下列规定：

1 圈梁截面宽度不应小于剪力墙的厚度，截面高度不宜小于楼板厚度及 250mm 的较大值；圈梁应与现浇或者叠合楼、屋盖浇筑成整体。

2 圈梁内配置的纵向钢筋不应少于  $4\phi 12$ ，且按全截面计算的配筋率不应小于 0.5% 和水平分布筋配筋率的较大值，纵向钢筋竖向间距不应大于 200mm；筋间距不应大于 200mm，且直径不应小于 8mm。

8.3.3 各层楼面位置，预制剪力墙顶部无后浇圈梁时，应设置连续的水平后浇带（图 8.3.3 略）；水平后浇带应符合下列规定：

1 水平后浇带宽度应取剪力墙的厚度，高度不应小于楼板厚度；水平后浇带应与现浇或者叠合楼、屋盖浇筑成整体。

2 水平后浇带内应配置不少于 2 根连续纵向钢筋，其直径不宜小于 12mm。

8.3.9 楼面梁不宜与预制剪力墙在剪力墙平面外单侧连接；当楼面梁与剪力墙在平面外单侧连接时，宜采用铰接。

8.3.12 当预制叠合连梁端部与预制剪力墙在平面内拼接时，接缝构造应符合下列规定：

1 当墙端边缘构件采用后浇混凝土时，连梁纵向钢筋应在后浇段中可靠锚固（图 8.3.12a 略）或连接（图 8.3.12b 略）；

2 当预制剪力墙端部上角预留局部后浇节点区时，连梁的纵向钢筋应在局部后浇节点区内可靠锚固（图 8.3.12c 略）或连接（图 8.3.12d 略）。

8.3.15 当预制剪力墙洞口下方有墙时，宜将洞口下墙作为单独的连接梁进行设计（图 8.3.15 略）。

#### 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

A.0.6 双面叠合剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土。楼层内相邻双面叠合剪力墙之间应采用整体式接缝连接；后浇混凝土与预制墙板应通过水平连接钢筋连接，水平连接钢筋的间距宜与预制墙板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于 200mm；水平连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙预制板中水平分布钢筋的直径。

A.0.7 双面叠合剪力墙结构约束边缘构件内的配筋及构造要求应符合国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的有关规定，并应符合下列规定：

1 约束边缘构件(图 A.0.7 略)阴影区域宜全部采用后浇混凝土，并在后浇段内设置封闭箍筋；其中暗柱阴影区域可采用叠合暗柱或现浇暗柱；

2 约束边缘构件非阴影区的拉筋可由叠合墙板内的桁架钢筋代替，桁架钢筋的面积、直径、间距应满足拉筋的相关规定。

A.0.8 预制双面叠合剪力墙构造边缘构件内的配筋及构造要求应符合国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。构造边缘构件（图 A.0.8 略）宜全部采用后浇混凝土，并在后浇段内设置封闭箍筋；其中暗柱可采用叠合暗柱或现浇暗柱。

A.0.10 双面叠合剪力墙水平接缝高度不宜小于 50mm，接缝处现浇混凝土应浇筑密实。水平接缝处应设置竖向连接钢筋，连接钢筋应通过计算确定，并应符合下列规定：

1 连接钢筋在上下层墙板中的锚固长度不应小于  $1.21E$ (图 A.0.10)；

2 竖向连接钢筋的间距不应大于叠合剪力墙预制墙板中竖向分布钢筋的间距，且不宜大于 200mm；竖向连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙预制墙板中竖向分布钢筋的直径。

A.0.11 非边缘构件位置，相邻双面叠合剪力墙之间应设置后浇段，后浇段的宽度不应小于墙厚且不宜小于 200mm，后浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋，

钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于 8mm；两侧墙体与后浇段之间应采用水平连接钢筋连接，水平连接钢筋应符合下列规定：

- 1 水平连接钢筋在双面叠合剪力墙中的锚固长度不应小于  $1.21E$ (图 A.0.11)；
- 2 水平连接钢筋的间距宜与叠合剪力墙预制墙板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于 200mm；水平连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙预制墙板中水平分布钢筋的直径。

## 3.7 多层装配式墙板结构

### 3.7.1 一般规定

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T51231-2016**

5.8.1 本节适用于抗震设防类别为丙类的多层装配式墙板住宅结构设计，本章未作规定的，应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014 中多层剪力墙结构设计章节的有关规定。

5.8.2 多层装配式墙板结构的最大适用层数和最大适用高度应符合表 5.8.2（表略）的规定。

5.8.3 多层装配式墙板结构的高宽比不宜超过：6 度 3.5；7 度 3.0。

5.8.5 多层装配式墙板结构的计算应符合下列规定：

1 可采用弹性方法进行结构分析，并按结构实际情况建立模型；在计算中应考虑接缝连接方式的影响；

2 采用水平锚环灌浆连接墙体可作为整体构件考虑，结构刚度宜乘以  $0.85 \sim 0.95$  的折减系数；

3 墙肢底部的水平接缝可按照整体式接缝进行设计，并取墙肢底部的剪力进行水平接缝的受剪承载力验算；

4 在风荷载或多遇地震作用下，按弹性方法计算的楼层层间最大水平位移与层高之比  $\Delta u_e/h$  不宜大于  $1/1200$ 。

### 3.7.2 预制剪力墙

《装配式混凝土建筑技术标准》**GB/T 51232-2016**

5.8.4 多层装配式墙板结构设计应符合下列规定：

- 1 结构抗震等级在设防烈度 6、7 度时取四级；
- 2 墙板厚度不应小于 140mm，且不宜小于层高的 1/25；
- 3 预制墙板的轴压比，四级时不应大于 0.2；轴压比计算时，墙体混凝土强度等级超过 C40，按 C40 计算。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014

9.1.4 当预制剪力墙截面厚度不小于 140mm 时，应配置双排双向分布钢筋网。剪力墙中水平及竖向分布筋的最小配筋率不应小于 0.15%。

### 3.7.3 接缝计算

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

9.2.2 在地震设计状况下，预制剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{sd} + 0.6N$$

式中： $f_y$ ——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值；

$N$ ——与剪力设计值  $V$  相应的垂直于结合面的轴向力设计值，压力时取正，拉力时取负；

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

### 3.7.4 连接与构造

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.8.6 多层装配式墙板结构纵横墙板交接处及楼层内相邻承重墙板之间可采用水平钢筋锚环灌浆连接（图 5.8.6 略），并应符合下列规定：

- 1 应在交接处的预制墙板边缘设置构造边缘构件；
- 2 竖向接缝处应设置后浇段，后浇段横截面面积不宜小于 0.01m<sup>2</sup> 时，且截面边长不宜小于 80mm；后浇段应采用水泥基灌浆料灌实，水泥基灌浆料强度不应低于预制墙板混凝土强度等级；

3 预制墙板侧边应预留水平钢筋锚环，锚环钢筋直径不应小于预制墙板水平分布筋直径，锚环间距不应大于预制墙板水平分布筋间距；同一竖向接缝左右两侧预制墙板预留水平钢筋锚环的竖向间距不宜大于 4d，且不应大于 50mm（d 为水平钢筋锚环的直径）；水平钢筋锚环在墙板内的锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；竖向接缝内应配置截面面积不小于 200mm<sup>2</sup> 的节点后插纵筋，且应插入墙板侧边的钢筋锚环内；上下层节点后插筋可不连接。

5.8.7 预制墙板应在水平或竖向尺寸大于 800 mm 的洞边、一字墙墙体端部、纵横墙交接处设置构造边缘构件，并应满足下列要求：

1 采用配置钢筋的构造边缘构件时，应符合下列规定：

1) 构造边缘构件截面高度不宜小于墙厚，且不宜小于 200mm，截面宽度同墙厚；

2) 构造边缘构件内应配置纵向受力钢筋、箍筋、箍筋架立筋，构造边缘构件的纵向钢筋除应满足设计要求外，尚应满足表 5.8.7 的要求；

3) 上下层构造边缘构件纵向受力钢筋应直接连接，可采用灌浆套筒连接、浆铺搭接连接、焊接连接或型钢连接件连接；箍筋架立筋可不伸出预制墙板表面；

2 采用配置型钢的构造边缘构件时，应符合下列规定：

1) 可由计算和构造要求得到钢筋面积并按等强度计算相应的型钢截面；

2) 型钢应在水平缝位置采用焊接或螺栓连接等方式可靠连接；

3) 型钢为一字形或开口截面时，应设置箍筋和箍筋架立筋，配筋量应满足表 5.8.7 的要求；

4) 当型钢为钢管时，钢管内应设置竖向钢筋并采用灌浆料填充。

**表 5.8.7 构造边缘构件的构造配筋要求**

抗震等级	底层				其他层			
	纵筋 最小量	箍筋架 立筋最 小量	箍筋 (mm)		纵筋 最小量	箍筋架 立筋最 小量	箍筋 (mm)	
			最小 直径	最大 间距			最小 直径	最大 间距
三级	1 $\phi$ 25	4 $\phi$ 10	6	150	1 $\phi$ 22	4 $\phi$ 8	6	200
四级	1 $\phi$ 22	4 $\phi$ 8	6	200	1 $\phi$ 20	4 $\phi$ 8	6	250

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

10.5.4 楼层内相邻预制剪力墙之间应采用整体式接缝连接，且应符合下列规定：

3 对多层装配整体式剪力墙结构，楼层内相邻预制剪力墙之间竖向整体式接缝连接，也可采用部分后浇的形式（图 10.5.4-3、10.5.4-4 略）。

10.5.6 上、下层预制墙板接缝宜设置在楼面标高处并设置水平后浇带（图 10.5.6 略），并应符合下列规定：

1 水平后浇带宽度应取剪力墙的厚度，高度宜同楼板厚度；水平后浇带应与现浇或预制叠合楼盖浇筑成整体；

2 水平后浇带内应配置纵向钢筋，其配筋率不应小于墙体水平分布筋配筋率，且不应小于 0.5%；

10.5.7 屋面、立面收进的楼层，应在剪力墙顶部设置后浇钢筋混凝土圈梁（图 10.5.7 略），并应符合下列规定：

1 圈梁截面宽度不应小于剪力墙的厚度，截面高度不宜小于楼板厚度及 250mm 的较大值。圈梁应与后浇或预制叠合楼盖或屋盖浇筑成整体；

2 圈梁内应配置纵筋与箍筋，并应符合表 10.5.7 的要求；

10.5.10 上、下层相邻预制剪力墙的竖向钢筋采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：

3 对多层装配整体式剪力墙结构，预制剪力墙的竖向分布钢筋也可另设连接钢筋连接（图 10.5.10-2 略）。连接钢筋可采用单排钢筋，间距不应大于 400mm；连接钢筋的极限拉力设计值不应小于上、下层预制剪力墙竖向分布钢筋极限拉力设计值较大者的 1.1 倍；另设的连接钢筋在预制墙板内的锚固长度不应小于  $1a$ ，抗震设计时不应小于  $1aE$ 。

10.5.11 上、下层相邻预制剪力墙的竖向钢筋采用约束浆锚搭接连接时，应符合下列规定：

1 边缘构件区域内的竖向钢筋应逐根连接；

2 预制剪力墙的竖向分布钢筋连接，应满足下列规定：

3) 对多层装配整体式剪力墙结构，预制剪力墙的竖向分布钢筋也可另设连接钢筋连接（图 10.5.11c 略）。连接钢筋可采用单排钢筋，间距不应大于 400mm；连接钢筋的极限拉力设计值不应小于上、下层预制剪力墙竖向分布钢筋极限拉力设计值较大者的 1.1 倍；另设的连接钢筋在预制墙板内的锚固长度不应小于  $1a$ ，抗震设计时不应小于  $1aE$ 。

10.5.14 预制墙板的预埋件和连接件应进行施工和使用阶段的承载力计算，并应满足现行国家标准 GB/T50010-2010(2014 年版)《混凝土结构设计标准》、GB 50017-2017《钢结构设计标准》的要求。

#### 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

9.3.3 预制剪力墙水平接缝宜设置在楼面标高处，并应满足下列要求：

1 接缝厚度宜为 20mm。

2 接缝处应设置连接节点，连接节点间距不宜大于 1m；穿过接缝的连接钢筋数量应满足接缝受剪承载力的要求，且配筋率不应低于墙板竖向钢筋配筋率，连接钢筋直径不应小于 14mm。

9.3.4 当房屋层数大于 3 层时，应符合下列规定：

1 屋面、楼面宜采用叠合楼盖，叠合板与预制剪力墙的连接应符合本规程第 6.6.4 条的规定；

2 沿各层墙顶应设置水平后浇带，并应符合本规程第 8.3.3 条的规定；

9.3.5 当房屋层数不大于 3 层时，楼面可采用预制楼板，并应符合下列规定：

1 预制板在墙上的搁置长度不应小于 60mm，当墙厚不能满足搁置长度要求时可设置挑耳；板端后浇混凝土接缝宽度不宜小于 50mm，接缝内应配置连续的通长钢筋，钢筋直径不应小于 8mm；

2 当板端伸出锚固钢筋时，两侧伸出的锚固钢筋应互相可靠连接，应与支承墙伸出的钢筋、板端接缝内设置的通长钢筋拉结；

3 当板端不伸出锚固钢筋时，应沿板跨方向布置连系钢筋连系钢筋直径不应小于 10mm，间距不应大于 600mm；连系钢筋应与两侧预制板可靠连接，应与支承墙伸出的钢筋、板端接缝内设置的通长钢筋拉结。

注：还需遵循当地预制板使用的相关规定。

9.3.7 预制剪力墙与基础的连接应符合下列规定：

1 基础顶面应设置现浇混凝土圈梁，圈梁上表面应设置粗糙面；

2 预制剪力墙与圈梁顶面之间的接缝构造应符合本规程第 9.3.3 条的规定，连接钢筋应在基础中可靠锚固，且宜伸入到基础底部；

3 剪力墙后浇暗柱和竖向接缝内的纵向钢筋应在基础中可靠锚固，且宜伸入到基础底部。

## 3.8 外挂墙板设计

### 3.8.1 一般规定

《墙体材料应用统一技术规范》 **GB 50574-2010**

5.4.3 外墙板应进行抗风及连接设计。

5.5.2 外墙板与主体结构连接件承载力设计的安全等级应提高一级。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.9.4 主体结构计算时，应按下列规定计入外挂墙板的影响：

- 1 应计入支承于主体结构的外挂墙板的自重；
- 2 当外挂墙板相对于其支承构件有偏心时，应计入外挂墙板重力荷载偏心产生的不利影响；
- 3 采用点支承与主体结构相连的外挂墙板，连接节点具有适应主体结构变形的能力时，可不计入其刚度影响；
- 4 采用线支承与主体结构相连的外挂墙板，应根据刚度等代原则计入其刚度影响，但不得考虑外挂墙板的有利影响。

5.9.9 外挂墙板不应跨越主体结构的变形缝。主体结构变形缝两侧的外挂墙板的构造缝应能适应主体结构的变形要求，宜采用柔性连接设计或滑动型连接设计，并采取易于修复的构造措施。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

- 10.1.1 外挂墙板应采用合理的连接节点并与主体结构可靠连接。有抗震设防要求时，外挂墙板及其与主体结构的连接节点，应进行抗震设计。
- 10.1.2 外挂墙板结构分析可采用线性弹性方法，其计算简图应符合实际受力状况。
- 10.1.3 对外挂墙板和连接节点进行承载力验算时，其结构重要性系数  $\gamma_0$  应分别取不小于 1.0 和 1.1，连接节点承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应取 1.0。

《装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》DB42/T 1044—2015

11.2.5 预制外墙挂板与主体结构的连接宜采用柔性连接；连接节点应采用可靠的防腐、防火、防水措施，其耐久性应满足工程使用年限要求。

《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T458-2018

6.4.3 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，外挂墙板连接节点的受力分析应符合本标准附录B 的规定。

6.5.1 在正常使用极限状态下、外挂墙板的平面外变形和裂缝控制应符合下列规定：

- 1 在持久设计状况下，应对外挂墙板的平面外变形进行验算，其平面外挠度限值为外挂墙板面外支座间距离的 1/250；
- 2 在持久设计状况下，应对外挂墙板的裂缝进行验算；外挂墙板建筑外表面在温度和 10 年一遇风荷载作用下裂缝控制等级为二级，当外挂墙板采用抗裂和防水性能

强的饰面材料时，风荷载和温度作用下的裂缝控制等级可适当放宽但不应低于三级；外挂墙板内表面的裂缝控制等级为三级；外挂墙板的最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010-2010(2014 年版)的规定；

3 在短暂设计状况下，外挂墙板不应出现裂缝，并应根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的有关规定进行混凝土拉应力验算。

### 3.8.2 作用及作用组合

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

10.2.2 在持久设计状况、地震设计状况下，进行外挂墙板和连接节点的承载力设计时，永久荷载分项系数  $\gamma_G$  应按下列规定取值：

1 进行外挂墙板平面外承载力设计时， $\gamma_G$  应取为 0；进行外挂墙板平面内承载力设计时， $\gamma_G$  应取为 1.3；

注：根据《工程结构通用规范》GB 55001-2021 第 3.1.13 条规定，对永久荷载分项系数  $\gamma_G$  取值进行了调整。

2 进行连接节点承载力设计时，在持久设计状况下，当风荷载效应起控制作用时， $\gamma_G$  应取为 1.3；在地震设计状况下， $\gamma_G$  应取为 1.3。当永久荷载效应对连接节点承载力有利时， $\gamma_G$  应取为 1.0。

注：根据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021 第 4.3.2 条规定，对地震设计状况下永久荷载分项系数  $\gamma_G$  取值进行了调整。根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018 第 8.2.9 条规定，取消当永久荷载效应起控制作用时  $\gamma_G$  应取为 1.35 的规定。

《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T458-2018

6.2.7 外挂墙板的地震作用标准值计算可采用等效侧力法，采用等效侧力法

时，垂直于外挂墙板平面上作用的分布水平地震作用标准值可按公式（6.2.7-1 略）计算；平行于外挂墙板平面的集中水平地震作用标准值可按公式（6.2.7-2 略）计算。

式中： $\beta_E$ （地震作用动力放大系数），计算多遇地震下墙板构件承载力时取 5.0；计算设防烈度或罕遇地震下连接节点承载力时，丙类建筑可取 4.0，乙类建筑可取 5.6；

$\alpha_{max}$ （水平地震影响系数最大值）应符合表 6.2.7（略）的规定。

### 3.8.3 外挂墙板的连接与构造

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

5.9.3 抗震设计时，外挂墙板与主体结构的连接节点在墙板平面内应具有不小于主体结构在设防烈度地震作用下弹性层间位移角 3 倍的变形能力。

5.9.7 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，节点构造应符合下列规定：

1 连接点数量和位置应根据外挂墙板形状、尺寸确定，连接点不应少于 4 个，承重连接点不应多于 2 个；

2 在外力作用下，外挂墙板相对主体结构在墙板平面内应能水平滑动或转动；

3 连接件的滑动孔尺寸应根据穿孔螺栓直径、变形能力需求和施工允许偏差等因素确定。

5.9.8 外挂墙板与主体结构采用线支承连接时(图 5.9.8 略)，节点构造应符合下列规定：

1 外挂墙板顶部与梁连接，且固定连接区段应避开梁端 1.5 倍梁高长度范围；

2 外挂墙板与梁的结合面应采用粗糙面并设置键槽；接缝处应设置连接钢筋，连接钢筋数量应经过计算确定且钢筋直径不宜小于 10mm，间距不宜大于 200mm；连接钢筋在外挂墙板和楼面梁后浇混凝土中的锚固应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB/T50010-2010(2014 年版)的有关规定；

3 外挂墙板的底端应设置不少于 2 个仅对墙板有平面外约束的连接节点；

4 外挂墙板的侧边不应与主体结构连接。

《装配式混凝土结构技术规程》**JGJ 1-2014**

10.3.1 外挂墙板的高度不宜大于一个层高，厚度不宜小于 100mm。

10.3.2 外挂墙板宜采用双层、双向配筋，竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于 0.15%，且钢筋直径不宜小于 5mm，间距不宜大于 200mm。

10.3.3 门窗洞口周边、角部应配置加强钢筋。

10.3.4 外挂墙板最外层钢筋的混凝土保护层厚度除有专门要求外，应符合下列规定：

1 对石材或面砖饰面，不应小于 15mm；

2 对清水混凝土，不应小于 20mm；

3 对露骨料装饰面，应从最凹处混凝土表面计起，且不应小于 20mm。

10.3.5 外挂墙板的截面设计应符合本规程第 6.4 节的要求。

10.3.6 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，连接件的滑动孔尺寸，应根据穿孔螺栓的直径、层间位移值和施工误差等因素确定。

《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T458-2018

6.5.2 非夹心保温墙板构件应符合下列规定：

- 1 当外挂墙板采用平板时，板厚不宜小于 100mm，墙板宜采用双层、双向配筋；
- 2 当外挂墙板采用带肋板时，墙板最薄处厚度不应小于 60mm，且应满足防水构造和节点连接件的锚固要求；
- 3 外挂墙板水平和竖向钢筋的最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm。

6.5.3 非组合夹心保温墙板构件应符合下列规定：

- 1 外叶墙板的厚度不宜小于 60mm，外叶墙板宜采用单层双向配筋，宜采用钢筋网片或冷拔低碳钢丝网片，也可采用冷轧带肋钢筋，直径不应小于 4mm，钢筋间距不宜大于 150mm；
- 2 内叶墙板采用平板时厚度不宜小于 100mm，宜采用双层双向配筋，水平和竖向钢筋的最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm。
- 3 内叶墙板采用带肋板时厚度不宜小于 60mm，可采用单层双向钢筋网片，水平和竖向钢筋的最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm。
- 4 夹层保温墙板的内、外叶墙板应满足节点连接件和拉结件的锚固要求。

6.5.4 组合夹心保温墙板和部分组合夹心保温墙板的内外叶墙板厚度不宜小于 60mm，且应满足节点连接件和拉结件的锚固要求。水平和竖向钢筋的最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010/T50010-2010(2014 年版) 的有关规定，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm。

6.5.5 夹心保温墙根的夹心保温层厚度不宜小于 30 mm，且不宜大于 100mm。

## 3.9 装配式钢结构

### 3.9.1 一般规定

装配式钢结构设计应符合《工程结构通用规范》GB55001-2021、《钢结构通用规范》GB55006-2021、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 等所有现行通用规范中的强制性条文要求。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.2.1 装配式钢结构建筑的结构设计应符合下列规定：

1 装配式钢结构建筑的结构设计应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153 的规定，结构的设计使用年限不应少于 50 年，其安全等级不应低于二级。

2 装配式钢结构建筑荷载和效应的标准值、荷载分项系数、荷载效应组合、组合值系数应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定。

3 装配式钢结构建筑应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223 的规定确定其抗震设防类别， 并按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T50011 进行抗震设计。

4 装配式钢结构的结构构件设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定。

5.2.2 钢材牌号、质量等级及其性能要求应根据构件重要性和荷载特征、结构形式和连接方法、应力状态、工作环境以及钢材品种和板件厚度等因素确定，并应在设计文件中完整注明钢材的技术要求。 钢材性能应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 及其他有关标准的规定。有条件时，可采用耐候钢、耐火钢、高强钢等高性能钢材。

5.2.3 装配式钢结构建筑的结构体系应符合下列规定：

1 应具有明确的计算简图和合理的传力路径。

2 应具有适宜的承载能力、刚度及耗能能力。

3 应避免因部分结构或构件的破坏而导致整个结构丧失承受重力荷载、风荷载和地震作用的能力。

4 对薄弱部位应采取有效的加强措施。

5.2.4 装配式钢结构建筑的结构布置应符合下列规定：

1 结构平面布置宜规则、对称。

2 结构竖向布置宜保持刚度、质量变化均匀。

3 结构布置应考虑温度作用、地震作用或不均匀沉降等效应的不利影响，当设置伸缩缝、防震缝或沉降缝时，应满足相应的功能要求。

5.2.6 重点设防类和标准设防类多高层装配式钢结构建筑适用的最大高度应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 多高层装配式钢结构适用的最大高度 (m)

结构体系	6 度	7 度		8 度		9 度
	(0.05g)	(0.10g)	(0.15g)	(0.20g)	(0.30g)	(0.40g)
钢框架结构	110	110	90	90	70	50
钢框架-中心支撑结构	220	220	200	180	150	120
钢框架-偏心支撑结构	240	240	220	200	180	160
钢框架-屈曲约束支撑结构						
钢框架-延性墙板结构						
筒体(框筒、筒中筒、桁架筒、束筒)结构 巨型结构	300	300	280	260	240	180
交错桁架结构	90	60	60	40	40	

注：1 房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度（不包括局部突出屋顶部分）；

2 超过表内高度的房屋，应进行专门研究和论证，采取有效的加强措施；

3 交错桁架结构不得用于 9 度区；

4 特殊设防类，6、7、8 度时宜按本地区抗震设防烈度提高一度后符合本表要求，9 度时应做专门研究。

5.2.8 在风荷载或多遇地震标准值作用下，弹性层间位移角不宜大于 1/250（采用钢管混凝土柱时不宜大于 1/300）。装配式钢结构住宅在风荷载标准值作用下的弹性层间位移角尚不应大于 1/300，屋顶水平位移与建筑高度之比不宜大于 1/450。

5.2.9 高度不小 80m 的装配式钢结构住宅以及高度不小于 150m 的其他装配式钢结构建筑应进行风振舒适度验算。在现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的 10 年一遇的风荷载标准值作用下，结构顶点的顺风向和横风向振动最大加速度计算值不应大于表 5.2.9 中的限值。结构顶点的顺风向和横风向振动最大加速度，可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定计算，也可通过风洞试验结果确定。计算时钢结构阻尼比宜取 0.01~0.015。

表 5.2.9 结构顶点的顺风向和横风向风振加速度限值

使用功能	$a_{lim}$
住宅、公寓	0.20m/s <sup>2</sup>
办公、旅馆	0.28m/s <sup>2</sup>

5.2.10 多高层装配式钢结构建筑的整体稳定性应符合下列规定：

1 框架结构应符合下式规定：

$$D_i \geq 5 \sum_{j=i}^n G_j / h_i (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5.2.10-1)$$

2 框架支撑结构、框架延性墙板结构、筒体结构、巨型结构和交错桁架结构应符合下式规定：

$$EJ_d \geq 0.7H^2 \sum_{i=1}^n G_i \quad (5.2.10-2)$$

（式中符号含义详见规范）

5.2.11 门式刚架结构的设计、制作、安装和验收应符合现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022 的规定。

5.2.12 冷弯薄壁型钢结构的设计、制作、安装和验收应符合现行行业标准《低层冷弯薄壁型钢房屋建筑技术规程》JGJ 227 的规定。

《建筑抗震设计标准》**GB/T 50011-2010（2024 版）**

1.0.2 抗震设防烈度为 6 度及以上地区的建筑，必须进行抗震设计。

3.7.1 非结构构件，包括建筑非结构构件和建筑附属机电设备，自身及其与结构主体的连接，应进行抗震设计。

8.1.4 钢结构房屋需设防震缝时，缝宽应不小于相应钢筋混凝土结构房屋的 1.5 倍。

8.1.5 采用框架结构时，甲、乙类建筑和高层的丙类建筑不应采用单跨框架，多层的丙类建筑不宜采用单跨框架。

### 3.9.2 钢框架结构

《装配式钢结构建筑技术标准》**GB/T 51232-2016**

5.2.13 钢框架结构的设计应符合下列规定：

1 钢框架结构设计应符合国家现行有关标准的规定，高层装配式钢结构建筑尚应符合现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的规定。

2 梁柱连接可采用带悬臂梁段、翼缘焊接腹板栓接或全焊接连接形式（图略）；抗震等级为一、二级时，梁与柱的连接宜采用加强型连接（图略）；当有可靠依据时，也可采用端板螺栓连接的形式（图略）。

3 钢柱的拼接可采用焊接或螺栓连接的形式（图略）。

4 在可能出现塑性铰处，梁的上下翼缘均应设侧向支撑（图略），当钢梁上铺

设装配整体式或整体式楼板且进行可靠连接时，上翼缘可不设侧向支撑。

5 框架柱截面可采用异型组合截面，其设计要求应符合国家现行标准的规定。

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011-2010（2024 版）

8.1.3 钢结构房屋应根据设防分类、烈度和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑的抗震等级应按表 8.1.3 确定。

表 8.1.3 钢结构房屋的抗震等级

房屋高度	烈 度			
	6	7	8	9
≤50m	/	四	三	二
>50m	四	三	二	一

注：1 高度接近或等于高度分界时，应允许结合房屋不规则程度和场地、地基条件确定抗震等级；

2 一般情况，构件的抗震等级应与结构相同；当某个部位各构件的承载力均满足 2 倍地震作用组合下的内力要求时，7~9 度的构件抗震等级应允许按降低一度确定。

8.3.1 框架柱的长细比，一级不应大于  $60\sqrt{235/f_{ay}}$ ，二级不应大于  $80\sqrt{235/f_{ay}}$ ，三级不应大于  $100\sqrt{235/f_{ay}}$ ，四级时不应大于  $120\sqrt{235/f_{ay}}$ 。

8.3.2 框架梁、柱板件宽厚比，应符合表 8.3.2 的规定：

表 8.3.2 框架梁、柱板件宽厚比限值

板件名称		一级	二级	三级	四级
柱	工字形截面翼缘外伸部分	10	11	12	13
	工字形截面腹板	43	45	48	52
	箱形截面壁板	33	36	38	40
梁	工字形截面和箱形截面翼缘外伸部分	9	9	10	11
	箱形截面翼缘在两腹板之间部分	30	30	32	36
	工字形截面和箱形截面腹板	$72-120N_b / (Af) \leq 60$	$72-100N_b / (Af) \leq 65$	$80-110N_b / (Af) \leq 70$	$85-120N_b / (Af) \leq 75$

注：1 表列数值适用于 Q235 钢，采用其他牌号钢材时，应乘以  $\sqrt{235/f_{ay}}$ 。

2  $N_b/(Af)$  为梁轴压比。

8.3.3 梁柱构件的侧向支承应符合下列要求：

- 1 梁柱构件受压翼缘应根据需要设置侧向支承。
- 2 梁柱构件在出现塑性铰的截面，上下翼缘均应设置侧向支承。
- 3 相邻两侧向支承点间的构件长细比，应符合现行国家标准《钢结构设计标准》

GB 50017 的有关规定。

8.3.4 梁与柱的连接构造应符合下列要求：

1 梁与柱的连接宜采用柱贯通型。

2 柱在两个互相垂直的方向都与梁刚接时宜采用箱形截面，并在梁翼缘连接处设置隔板；隔板采用电渣焊时，柱壁板厚度不宜小于 16mm，小于 16mm 时可改用工字形柱或采用贯通式隔板。当柱仅在一个方向与梁刚接时，宜采用工字形截面，并将柱腹板置于刚接框架平面内。

3 工字形柱（绕强轴）和箱形柱与梁刚接时（图略），应符合下列要求：

1) 梁翼缘与柱翼缘间应采用全熔透坡口焊缝；一、二级时，应检验焊缝的 V 形切口冲击韧性，其夏比冲击韧性在 $-20^{\circ}\text{C}$  时不低于 27J；

2) 柱在梁翼缘对应位置应设置横向加劲肋（隔板），加劲肋（隔板）厚度不应小于梁翼缘厚度，强度与梁翼缘相同；

3) 梁腹板宜采用摩擦型高强度螺栓与柱连接板连接（经工艺试验合格能确保现场焊接质量时，可用气体保护焊进行焊接）；腹板角部应设置焊接孔，孔形应使其端部与梁翼缘和柱翼缘间的全熔透坡口焊缝完全隔开；

4) 腹板连接板与柱的焊接，当板厚不大于 16mm 时应采用双面角焊缝，焊缝有效厚度应满足等强度要求，且不小于 5mm；板厚大于 16mm 时采用 K 形坡口对接焊缝。该焊缝宜采用气体保护焊，且板端应绕焊；

5) 一级和二级时，宜采用能将塑性铰自梁端外移的端部扩大形连接、梁端加盖板或骨形连接。

4 框架梁采用悬臂梁段与柱刚性连接时（图略），悬臂梁段与柱应采用全焊接连接，此时上下翼缘焊接孔的形式宜相同；梁的现场拼接可采用翼缘焊接腹板螺栓连接或全部螺栓连接。

5 箱形柱在与梁翼缘对应位置设置的隔板，应采用全熔透对接焊缝与壁板相连。工字形柱的横向加劲肋与柱翼缘，应采用全熔透对接焊缝连接，与腹板可采用角焊缝连接。

8.3.6 梁与柱刚性连接时，柱在梁翼缘上下各 500mm 的范围内，柱翼缘与柱腹板间或箱形柱壁板间的连接焊缝应采用全熔透坡口焊缝。

《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015

7.3.7 柱与梁连接处，在梁上下翼缘对应位置应设置柱的水平加劲肋或隔板。加劲肋(隔板)与柱翼缘所包围的节点域的稳定性，应满足下式要求：

$$t_p \geq (h_b + h_o) / 90 \quad (7.3.7)$$

式中： $t_p$ —柱节点域的腹板厚度 (mm)，箱形柱时为一块腹板的厚度 (mm)； $h_o$ 、 $h_b$ —分别为梁腹板、柱腹板的高度 (mm)。

7.3.9 框架柱的长细比，一级不应大于  $60\sqrt{235/f_y}$ ，二级不应大于  $70\sqrt{235/f_y}$ ，三级不应大于  $80\sqrt{235/f_y}$ ，四级及非抗震设计不应大于  $100\sqrt{235/f_y}$ 。

8.3.6 框架梁与柱刚性连接时，应在梁翼缘的对应位置设置水平加劲肋（隔板）。对抗震设计的结构，水平加劲肋(隔板)厚度不得小于梁翼缘厚度加 2mm，其钢材强度不得低于梁翼缘的钢材强度，其外侧应与梁翼缘外侧对齐(图略)。对非抗震设计的结构，水平加劲肋(隔板)应能传递梁翼缘的集中力，厚度应由计算确定；当内力较小时，其厚度不得小于梁翼缘厚度的 1/2，并应符合板件宽厚比限值。水平加劲肋宽度应从柱边缘后退 10mm。

### 3.9.3 钢框架-支撑结构

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.2.14 钢框架-支撑结构的设计应符合下列规定：

1 钢框架-支撑结构设计应符合国家现行标准的有关规定，高层装配式钢结构建筑的设计尚应符合现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的规定。

2 高层民用建筑钢结构的中心支撑宜采用：十字交叉斜杆（图略，单斜杆（图略），人字形斜杆（图略）或 V 形斜杆体系；不得采用 K 形斜杆体系（图略）；中心支撑斜杆的轴线应交汇于框架梁柱的轴线上。

3 偏心支撑框架中的支撑斜杆，应至少有一端与梁连接，并在支撑与梁交点和柱之间，或支撑同一跨内的另一支撑与梁交点之间形成耗能梁段（图略）。

4 抗震等级为四级时，支撑可采用拉杆设计，其长细比不应大于 180；拉杆设计的支撑应同时设不同倾斜方向的两组单斜杆，且每层不同倾斜方向单斜杆的截面面积在水平方向的投影面积之差不得大于 10%。

5 当支撑翼缘朝向框架平面外，且采用支托式连接时（图略），其平面外计算长度可取轴线长度的 0.7 倍；当支撑腹板位于框架平面内时（图略），其平面外计算长度可取轴线长度的 0.9 倍。

6 当支撑采用节点板进行连接（图略）时，在支撑端部与节点板约束点连线之间应留有 2 倍节点板厚的间隙，节点板约束点连线应与支撑杆轴线垂直，且应进行下列验算：

- 1) 支撑与节点板间的连接强度验算；
- 2) 节点板自身的强度和稳定验算；
- 3) 连接板与梁柱间焊缝的强度验算。

7 对于装配式钢结构建筑，当消能梁段与支撑连接的下翼缘处无法设置侧向支撑时，应采取其他可靠措施保证连接处能够承受不小于梁段下翼缘轴向极限承载力 6% 的侧向集中力。

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011-2010（2024 版）

8.1.6 采用框架—支撑结构的钢结构房屋应符合下列规定：

1 支撑框架在两个方向的布置均宜基本对称，支撑框架之间楼盖的长宽比不宜大于 3。

2 三、四级且高度不大于 50m 的钢结构宜采用中心支撑，也可采用偏心支撑、屈曲约束支撑等消能支撑。

3 中心支撑框架宜采用交叉支撑，也可采用人字支撑或单斜杆支撑，不宜采用 K 形支撑；支撑的轴线宜交汇于梁柱构件轴线的交点，偏离交点时的偏心距不应超过支撑杆件宽度，并应计入由此产生的附加弯矩。当中心支撑采用只能受拉的单斜杆体系时，应同时设置不同倾斜方向的两组斜杆，且每组中不同方向单斜杆的截面面积在水平方向的投影面积之差不应大于 10%。

4 偏心支撑框架的每根支撑应至少有一端与框架梁连接，并在支撑与梁交点和柱之间或同一跨内另一支撑与梁交点之间形成消能梁段。

5 采用屈曲约束支撑时，宜采用人字支撑、成对布置的单斜杆支撑等形式，不应采用 K 形或 X 形，支撑与柱的夹角宜在  $35^{\circ}$  ~  $55^{\circ}$  之间。屈曲约束支撑受压时，其设计参数、性能检验和作为一种消能部件的计算方法可按相关要求设计。

8.1.9 钢结构房屋的地下室设置，应符合下列要求：

- 1 设置地下室时，框架—支撑（抗震墙板）结构中竖向连续布置的支撑（抗震

墙板)应延伸至基础;钢框架柱应至少延伸至地下一层,其竖向荷载应直接传至基础。

8.4.1 中心支撑的杆件长细比和板件宽厚比限值应符合下列规定:

1 支撑杆件的长细比,按压杆设计时,不应大于  $120\sqrt{235/f_y}$ ,一、二、三级中心支撑不得采用拉杆设计,四级采用拉杆设计时,其长细比不应大于 180。

2 支撑杆件的板件宽厚比,不应大于表 8.4.1 规定的限值。采用节点板连接时,应注意节点板的强度和稳定。

表 8.4.1 钢结构中心支撑板件宽厚比限值

板件名称	一级	二级	三级	四级
翼缘外伸部分	8	9	10	13
工字形截面腹板	25	26	27	33
箱形截面壁板	18	20	25	30
圆管外径与壁厚比	38	40	40	42

注:表列数值适用于 Q235 钢,采用其他牌号钢材应乘以  $\sqrt{235/f_{ay}}$ ,圆管应乘以  $235/f_{ay}$ 。

8.5.1 偏心支撑框架消能梁段的钢材屈服强度不应大于 345MPa。消能梁段及与消能梁段同一跨内的非消能梁段,其板件的宽厚比不应大千表 8.5.1 规定的限值。

表 8.5.1 偏心支撑框架梁的板件宽厚比限值

板件名称		宽厚比限值
翼缘外伸部分		8
腹板	当 $N/(Af) \leq 0.14$ 时	$90[1 - 1.65N/(Af)]$
	当 $N/(Af) > 0.14$ 时	$33[2.3 - N/(Af)]$

注:表列数值适用于 Q235 钢,当材料为其他钢号时应乘以  $\sqrt{235/f_{ay}}$ ,  $N/(Af)$  为梁轴压比。

8.5.5 消能梁段两端上下翼缘应设置侧向支撑,支撑的轴力设计值不得小于消能梁段翼缘轴向承载力设计值的 6%,即  $0.06b_f t_f f$ 。

8.5.6 偏心支撑框架梁的非消能梁段上下翼缘,应设置侧向支撑,支撑的轴力设计值不得小于梁翼缘轴向承载力设计值的 2%,即  $0.02 b_f t_f f$ 。

《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015

7.5.6 人字形和V形支撑框架应符合下列规定:

1 与支撑相交的横梁,在柱间应保持连续。

2 在确定支撑跨的横梁截面时,不应考虑支撑在跨中的支承作用。横梁除应承受大小等于重力荷载代表值的竖向荷载外,尚应承受跨中节点处两根支撑斜杆分别受拉

屈服、受压屈曲所引起的不平衡竖向分力和水平分力的作用。在该不平衡力中，支撑的受压屈曲承载力和受拉屈服承载力应分别按  $0.3\phi Af_y$  及  $Af_y$  计算。为了减小竖向不平衡力引起的梁截面过大，可采用跨层 X 形支撑(图略)或采用拉链柱(图略)。

3 在支撑与横梁相交处，梁的上下翼缘应设置侧向支承，该支承应设计成能承受在数值上等于 0.02 倍的相应翼缘承载力  $f_y b_f t_f$  的侧向力的作用， $f_y$ 、 $b_f$ 、 $t_f$  分别为钢材的屈服强度、翼缘板的宽度和厚度。当梁上为组合楼盖时，梁的上翼缘可不必验算。

#### 3.9.4 钢框架-屈曲约束支撑结构

《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015

E.1.1 屈曲约束支撑的设计应符合下列规定：

- 1 屈曲约束支撑宜设计为轴心受力构件；
- 2 耗能型屈曲约束支撑在多遇地震作用下应保持弹性，在设防地震和罕遇地震作用下应进入屈服；承载型屈曲约束支撑在设防地震作用下应保持弹性，在罕遇地震作用下可进入屈服，但不能用结构体系的主要耗能构件；

3 在罕遇地震作用下，耗能型屈曲约束支撑的连接部分应保持弹性。

E.1.2 屈曲约束支撑框架结构的设计应符合下列规定：

- 1 屈曲约束支撑框架结构中的梁柱连接宜采用刚接连接；
- 2 屈曲约束支撑的布置应形成竖向桁架以抵抗水平荷载，宜选用单斜杆形、人字形和 V 字形等布置形式，不应采用 K 形与 X 形布置形式；支撑与柱的夹角宜为  $30^\circ \sim 60^\circ$ ；

3 在平面上，屈曲约束支撑的布置应使结构在两个主轴方向的动力特性相近，尽量使结构的质量中心与刚度中心重合，减小扭转地震效应；在立面上，屈曲约束支撑的布置应避免因局部的刚度削弱或突变而形成薄弱部位，造成过大的应力集中或塑性变形集中；

4 屈曲约束支撑框架结构的地震作用计算可采用等效阻尼比修正的反应谱法。对重要的建筑物尚应采用时程分析法补充验算。

E.2.9 屈曲约束支撑的设计尚应满足以下要求：

1 屈曲约束支撑的钢材选用应满足现行国家标准《金属材料拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1 和《金属材料室温压缩试验方法》GB/T7314 的规定，混凝土材料强度等级不宜小于 C25。核心单元宜优先采用低屈服点钢材，其屈强比不应大于 0.8，断后伸长率  $A$  不应小于 25%，且在 3% 应变下无弱化，应具有夏比冲击韧性  $0^\circ\text{C}$  下 27J 的合格保证，核心单元内部不允许有对接接头，且应具有良好的可焊性。

2 核心单元的截面可设计成一字形、工字形、十字形和环形等，其宽厚比或径厚比(外径与壁厚的比值)应满足下列要求：①对一字形板截面宽厚比取10~20;②对十字形截面宽厚比取5~10;③对环形截面径厚比不宜超过22;④对其他截面形式，应满足本规程表7.5.3中所规定的一级中心支撑板件宽厚比限值要求；⑤核心单元钢板厚度宜为10mm~80mm。

3 核心单元钢板与外围约束单元之间的间隙值每一侧不应小于核心单元工作段截面边长的1/250，一般情况下取1mm~2mm，并宜采用无粘结材料隔离。

4 当采用钢管混凝土或钢筋混凝土作为约束单元时，加强段伸入混凝土，伸入混凝土部分的过渡段与约束单元之间应预留间隙，并用聚苯乙烯泡沫或海绵橡胶材料填充(图略)。过渡段与加强段不伸入混凝土内部，在外包约束部与支撑加强段端部斜面之间应预留间隙(图略)。间隙值应满足罕遇地震作用下核心单元的最大压缩变形的需求。

E.3.2 屈曲约束支撑框架的梁柱设计应考虑屈曲约束支撑所传递的最大拉力与最大压力的作用。屈曲约束支撑采用人字形或V形布置时，横梁应能承担支撑拉力与压力所产生的竖向力差值，此差值可根据屈曲约束支撑的单轴拉压试验确定。梁柱的板件宽厚比应符合本规程第7.4.1条的规定。

E.4.1 屈曲约束支撑的设计应基于试验结果，试验至少应有两组：一组为组件试验，考察支撑连接的转动要求；另一组为支撑的单轴试验，以检验支撑的工作性状，特别是在拉压反复荷载作用下的滞回性能。

### 《屈曲约束支撑应用技术规程》T/CECS 817-2021

3.1.2 屈曲约束支撑可分为耗能型屈曲约束支撑和承载型屈曲约束支撑。采用耗能型屈曲约束支撑的结构应按消能减震结构体系进行分析计算；采用承载型屈曲约束支撑的结构应按普通支撑结构体系进行分析计算。

3.1.3 采用耗能型屈曲约束支撑的结构应按原主体结构体系进行设计。采用承载型屈曲约束支撑的框架结构体系应按钢支撑框架体系进行设计。高层结构中的加强层，若采用耗能型屈曲约束支撑，则可按减震层设计；若采用承载型屈曲约束支撑，则结构设计应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定。

3.1.4 屈曲约束支撑结构应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB50017和《建筑消能减震技术规程》JGJ 297中抗风性能验算的规定。屈曲约束支撑应在结构设计风荷载作用下保持弹性。

3.1.5 屈曲约束支撑应先于主体结构进入屈服状态。

3.1.6 屈曲约束支撑的布置应符合下列规定：

- 1 屈曲约束支撑的布置宜使结构刚度和承载力分布对称、均匀。
- 2 屈曲约束支撑的布置宜使结构在两个主轴方向的动力特性相近。
- 3 屈曲约束支撑的布置不宜增加结构的扭转效应。
- 4 屈曲约束支撑宜布置在结构相对变形较大的位置，并宜采取便于检查和替换的措施
- 5 承载型屈曲约束支撑宜上下连续布置，当受建筑方案影响无法连续布置时，宜在邻跨延续布置。

6 屈曲约束支撑可采用V字形、人字形或单斜杆等布置形式，不应采取K字形或X形布置形式；当采用单斜杆布置形式时，宜在该楼层反向成对布置；屈曲约束支撑的水平夹角宜为 $30^{\circ}$ — $60^{\circ}$ 。

3.1.7 采用耗能型屈曲约束支撑结构的设计应符合下列规定：

- 1 耗能型屈曲约束支撑应在多遇地震下屈服耗能。
- 2 在布置屈曲约束支撑的楼层，耗能型屈曲约束支撑的设计承载力在水平方向上分量之和不宜大于楼层最大剪力的40%。单根耗能型屈曲约束支撑的轴向屈服承载力的不宜大于2000kN。

3.1.8 采用承载型屈曲约束支撑结构的设计应符合下列规定：

- 1 承载型屈曲约束支撑在多遇地震下应保持弹性。
- 2 采用承载型屈曲约束支撑的钢结构或钢筋混凝土结构，在多遇地震作用下，框架部分按刚度分配计算得到的层剪力不满足式(3.1.8)要求时，框架各层剪力应按 $0.25V_0$ 计算，框架各层剪力调整后，应按调整前后总剪力的比值调整每根框架柱和与之相连框架梁的剪力及端部弯矩，框架柱的轴力可不予调整。

$$V_f \geq 0.25V_0 \quad (3.1.8)$$

式中： $V_f$ — 框架部分按刚度分配计算得到的层剪力(kN)；

$V_0$ —对于框架柱从下到上基本不变的规则结构，取地震作用下的结构底部总剪力；对于框架柱从下到上有变化的结构，取地震作用下的每变化段最下一层结构的总剪力(kN)。

3.1.9 屈曲约束支撑结构设计宜计入双向地震作用对屈曲约束支撑性能及稳定性的影响；当通过构造释放屈曲约束支撑平面外刚度后，屈曲约束支撑结构设计可仅计入单向地震作用对屈曲约束支撑性能及稳定性的影响。

6.1.1 屈曲约束支撑的型式检验应符合下列规定：

- 1 耗能型屈曲约束支撑型式检验报告应包括力学性能检验报告及疲劳性能检验报告。

2 承载型屈曲约束支撑型式检验报告应提供力学性能检验报告。

3 型式检验报告的内容应包括屈曲约束支撑的滞回曲线、骨架曲线、初始刚度、屈服承载力、屈服位移、极限承载力、极限位移、疲劳性能、拉压不均匀系数等。

4 型式检验宜计入双向作用力对屈曲约束支撑力学性能及疲劳性能的影响。

6.1.2 屈曲约束支撑结构应实施屈曲约束支撑抽样检测，抽样检测应符合下列规定：

1 抽样检测应进行足尺试验并采用见证检测。

2 一般结构的抽检试验应进行构件试验或子框架试验，构件或子框架试验的抽检数量总数应为同一批次同一规格数量的3%，且不应少于2个。

3 当建筑类型为甲类建筑、乙类建筑的超限结构、复杂结构时，应同时进行构件及子框架的抽检试验，构件及子框架试验的抽检数量总数应为同一批次同一规格数量的各2%，且各不应少于2个。

4 屈曲约束支撑抽检合格率为100%时才可用于主体结构，但检验后的屈曲约束支撑不应用于主体结构。

5 抽检试验宜计入双向地震作用力对屈曲约束支撑力学性能及疲劳性能的影响。

6.1.3 屈曲约束支撑的抽检试验及型检试验应由独立的第三方检验机构完成。

6.1.4 型检及抽检的屈曲约束支撑最小延性比应大于8。

7.6.1 屈曲约束支撑的耐久性应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的有关规定。

7.6.2 承载型屈曲约束支撑及连接件应按现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的有关规定进行防火处理。

7.6.3 屈曲约束支撑应在遭遇地震、火灾等灾害后进行应急检查。应急检查应包括目测检查和抽样检验。

7.6.4 屈曲约束支撑目测检查时，应观察屈曲约束支撑及连接构件等的外观、变形及其他问题，目测检查内容及维护方法应符合表7.6.4的规定。

**表 7.6.4 屈曲约束支撑目测检查内容及维护方法**

序号	检查内容	维护方法
1	屈曲约束支撑产生明显的累积损伤和变形	更换屈曲约束支撑
2	屈曲约束支撑连接部位的螺栓出现松动，或焊缝有损伤	拧紧、补焊

7.6.5 屈曲约束支撑的应急检查抽样检验，应在结构中抽取在役的屈曲约束支撑，对基本性能进行原位测试或实验室测试，测试内容应能反映屈曲约束支撑在使用期间可能发生的性能参数变化。应急检查抽样检验的数量不应少于结构中屈曲约束支撑总量的

续表 7.6.4

序号	检查内容	维护方法
3	屈曲约束支撑的金属表面外露、锈蚀或损伤，防腐或防火涂装层出现裂纹、起皮、剥落、老化等	重新涂装
4	屈曲约束支撑产生弯曲、局部变形	更换屈曲约束支撑
5	屈曲约束支撑周围存在可能限制屈曲约束支撑正常工作的障碍物	清除

2%，且不应少于2根。

### 3.9.5 钢框架-延性墙板结构

《装配式钢结构建筑技术标准》**GB/T 51232-2016**

5.2.15 钢框架-延性墙板结构的设计应符合下列规定：

1 钢板剪力墙和钢板组合剪力墙设计应符合现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99 和《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T380 的规定。

2 内嵌竖缝混凝土剪力墙设计应符合现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99 的规定。

3 当采用钢板剪力墙时，应计入竖向荷载对钢板剪力墙性能的不利影响。当采用竖缝钢板剪力墙且房屋层数不超过 18 层时，可不计入竖向荷载对竖缝钢板剪力墙性能的不利影响。

《钢板剪力墙技术规程》**JGJ/T380-2015**

3.1.5 钢板剪力墙的设计应符合下列规定：

- 1 钢板剪力墙的节点，不应先于钢板剪力墙和框架梁柱破坏；
- 2 与钢板剪力墙相连周边框架梁柱腹板厚度不应小于钢板剪力墙厚度；
- 3 钢板剪力墙上开设洞口时应按等效原则予以补强。

3.4.1 在风荷载和多遇地震作用下，非加劲钢板剪力墙、加劲钢板剪力墙、防屈曲钢板剪力墙和开缝钢板剪力墙弹性层间位移角不宜大于 $1/250$ ；钢板组合剪力墙弹性层间位移角不宜大于 $1/400$ 。

#### 9.4.1 钢板剪力墙上开洞应符合下列规定：

1 钢板剪力墙上开设洞口的边长或直径不宜大于 700mm。当钢板剪力墙上开设单独洞口的边长或直径不大于 300mm 时可不作补强；当洞口的边长或直径大于 300mm 且不大于 700mm 时，应采取补强措施。

2 非加劲钢板剪力墙上开设洞口时，应避免拉力带区域。

3 加劲钢板剪力墙上开设洞口时，洞口应避免加劲肋。

4 防屈曲钢板剪力墙上开设洞口时，混凝土盖板应预留对应洞口，且应对盖板进行强度、刚度复核。设备管线穿过洞口的连接构造措施，应保证盖板与墙板自由滑动。

### 3.9.6 交错桁架结构

《装配式钢结构建筑技术标准》**GB/T 51232-2016**

#### 5.2.16 交错桁架结构的设计应符合下列规定：

1 交错桁架钢结构的设计应符合现行行业标准《交错桁架钢结构设计规程》**JGJ/T329** 的规定。

2 当横向框架为奇数榀时，应控制层间刚度比；当横向框架设置为偶数榀时，应控制水平荷载作用下的偏向影响。

3 桁架可采用混合桁架（图略）和空腹桁架（图略）两种形式，设置走廊处可不设斜杆。

4 当底层局部无落地桁架时，应在底层对应轴线及相邻两侧设横向支撑（图略），横向支撑不宜承受竖向荷载。

5 交错桁架的纵向可采用钢框架结构、钢框架-支撑结构、钢框架-延性墙板结构或其他可靠的结构形式。

《交错桁架钢结构设计规程》**JGJ/T329-2015**

4.0.4 作用在交错桁架结构上的纵向水平力应由纵向框架或框架-支撑体系承受。

### 3.9.7 门式刚架轻型房屋钢结构

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》**GB51022-2015**

3.3.1 在风荷载或多遇地震标准值作用下的单层门式刚架的柱顶位移值，不应大于表3.3.1规定的限值。夹层处柱顶的水平位移限值宜为 $H/250$ ， $H$ 为夹层处柱高度。

表3.3.1 刚架柱顶位移限值（mm）

吊车情况	其他情况	柱顶位移限值
------	------	--------

无吊车	当采用轻型钢墙板时	$h/60$
	当采用砌体墙时	$h/240$
有桥式吊车	当吊车有驾驶室时	$h/400$
	当吊车由地面操作时	$h/180$

注：表中 $h$ 为刚架柱高度。

3.3.2 门式刚架受弯构件的挠度值，不应大于表 3.3.2 规定的限值。

表 3.3.2 受弯构件的挠度与跨度比限值 (mm)

		构件类型	构件挠度限值
竖向 挠度	门式刚架 斜梁	仅支承压型钢板屋面和冷弯型钢檩条	$L/180$
		尚有吊顶	$L/240$
		有悬挂起重机	$L/400$
	夹层	主梁	$L/400$
		次梁	$L/250$
	檩条	仅支承压型钢板屋面	$L/150$
		尚有吊顶	$L/240$
		压型钢板屋面板	$L/150$
水平 挠度	墙板		$L/100$
	抗风柱或抗风桁架		$L/250$
	墙梁	仅支承压型钢板墙	$L/100$
		支承砌体墙	$L/180$ 且 $\leq 50\text{mm}$

注：1 表中 $L$ 为跨度；

2 对门式刚架斜梁， $L$ 取全跨；

3 对悬臂梁，按悬伸长度的 2 倍计算受弯构件的跨度。

3.3.3 由柱顶位移和构件挠度产生的屋面坡度改变值，不应大于坡度设计值的  $1/3$ 。

6.2.1 计算门式刚架地震作用时，其阻尼比取值应符合下列规定：

1 封闭式房屋可取 0.05；

2 敞开式房屋可取 0.035；

3 其余房屋应按外墙面积开孔率插值计算。

6.2.3 有吊车厂房，在计算地震作用时，应考虑吊车自重，平均分配于两牛腿处。

8.2.1 柱间支撑应设在侧墙柱列，当房屋宽度大于 60m 时，在内柱列宜设置柱间支撑。当有吊车时，每个吊车跨两侧柱列均应设置吊车柱间支撑。

8.2.2 同一柱列不宜混用刚度差异大的支撑形式。在同一柱列设置的柱间支撑共同承担该柱列的水平荷载，水平荷载应按各支撑的刚度进行分配。

8.2.4 当房屋高度大于柱间距 2 倍时，柱间支撑宜分层设置。当沿柱高有质量集中点、吊车牛腿或低屋面连接点处应设置相应支点。

8.2.5 柱间支撑的设置应根据房屋纵向柱距、受力情况和温度区段等条件确定。当无吊车时，柱间支撑间距宜取 30m~45m，端部柱间支撑宜设置在房屋端部第一或第二开间。当有吊车时，吊车牛腿下部支撑宜设置在温度区段中部，当温度区段较长时，宜设置在三分点内，且支撑间距不应大于 50m。牛腿上部支撑设置原则与无吊车时的柱间支撑设置相同。

8.3.1 屋面端部横向支撑应布置在房屋端部和温度区段第一或第二开间，当布置在第二开间时应在房屋端部第一开间抗风柱顶部对应位置布置刚性系杆。

8.3.2 当屋面斜梁承受悬挂吊车荷载时，屋面横向支撑应选用型钢交叉支撑。屋面横向交叉支撑节点布置应与抗风柱相对应，并应在屋面梁转折处布置节点。

8.3.4 对设有带驾驶室且起重量大于 15t 桥式吊车的跨间，应在屋盖边缘设置纵向支撑；在有抽柱的柱列，沿托梁长度应设置纵向支撑。

11.1.6 当采用直立缝锁边连接或扣合式连接时，屋面板不应作为檩条的侧向支撑；当屋面板采用螺钉连接时，屋面板可作为檩条的侧向支撑。

### 3.9.8 空间网格结构

《空间网格结构技术规程》JGJ 7-2010

1.0.4 单层网壳结构不应设置悬挂吊车。网架和双层网壳结构直接承受工作级别为A3 及以上的悬挂吊车荷载，当应力变化的循环次数大于或等于 $5 \times 10^4$  次时，应进行疲劳计算，其容许应力幅及构造应经过专门的试验确定。

3.5.1 空间网格结构在恒荷载与活荷载标准值作用下的最大挠度值不宜超过表

结构体系	屋盖结构（短向跨度）	楼盖结构（短向跨度）	悬挑结构（悬挑跨度）
网架	1/250	1/300	1/125
单层网壳	1/400	—	1/200
双层网壳 立体桁架	1/250	—	1/125

注：对于设有悬挂起重设备的屋盖结构，其最大挠度值不宜大于结构跨度的 1/400。

3.5.1 中的容许挠度值。

4.1.1 空间网格结构应进行重力荷载及风荷载作用下的位移、内力计算，并根据具体情况，对地震、温度变化、支座沉降及施工安装荷载等作用下的位移、内力进行计算。空间网格结构的内力和位移可按弹性理论计算；网壳结构的整体稳定性计算应考虑结构的非线性影响。

5.1.3 杆件的长细比不宜超过表 5.1.3 中规定的数值。

结构体系	杆件形式	杆件受拉	杆件受压	杆件受压与压弯	杆件受拉与拉弯
网架 立体桁架 双层网壳	一般杆件	300	180	—	—
	支座附近杆件	250			
	直接承受动力荷载杆件	250			
单层网壳	一般杆件	—	—	150	250

5.1.4 杆件截面的最小尺寸应根据结构的跨度与网格大小按计算确定，普通角钢不宜小于L50×3，钢管不宜小于 $\Phi 48 \times 3$ 。对大、中跨度空间网格结构，钢管不宜小于 $\Phi 60 \times 3.5$ 。

5.1.5 空间网格结构杆件分布应保证刚度的连续性，受力方向相邻的弦杆其杆件截面面积之比不宜超过1.8倍，多点支承的网架结构其反弯点处的上、下弦杆宜按构造要求加大截面。

5.2.1 由两个半球焊接而成的空心球，可根据受力大小分别采用不加肋空心球(图略)和加肋空心球(图略)。空心球的钢材宜采用现行国家标准《碳素结构钢》GB / T700 规定的Q235B钢或《低合金高强度结构钢》GB / T1591 规定的Q345B、Q345C 钢。产品质量应符合现行行业标准《钢网架焊接空心球节点》JG / T11 的规定。

5.2.5 焊接空心球的设计及钢管杆件与空心球的连接应符合下列构造要求：

1 网架和双层网壳空心球的外径与壁厚之比宜取25~45；单层网壳空心球的外径与壁厚之比宜取20~35；空心球外径与主钢管外径之比宜取2.4~3.0；空心球壁厚与主钢管的壁厚之比宜取1.5~2.0；空心球壁厚不宜小于4mm。

2 不加肋空心球和加肋空心球的成型对接焊接，应分别满足图5.2.1-1 和图5.2.1-2 的要求。加肋空心球的肋板可用平台或凸台，采用凸台时，其高度不得大于1mm。

3 钢管杆件与空心球连接, 钢管应开坡口, 在钢管与空心球之间应留有一定缝隙并予以焊透, 以实现焊缝与钢管等强, 否则应按角焊缝计算。钢管端头可加套管与空心球焊接(图略)。套管壁厚不应小于3mm, 长度可为30mm~50mm。

4 角焊缝的焊脚尺寸 $h_f$ 应符合下列规定:

1) 当钢管壁厚 $t_c \leq 4\text{mm}$ 时,  $1.5t_c \geq h_f > t_c$

2) 当钢管壁厚 $t_c > 4\text{mm}$ 时,  $1.2t_c \geq h_f > t_c$

5.2.6 在确定空心球外径时, 球面上相邻杆件之间的净距 $a$ 不宜小于10mm(图略)。

5.2.7 当空心球直径过大、且连接杆件又较多时, 为了减少空心球节点直径, 允许部分腹杆与腹杆或腹杆与弦杆相汇交, 但应符合下列构造要求:

1 所有汇交杆件的轴线必须通过球中心线;

2 汇交两杆中, 截面积大的杆件必须全截面焊在球上(当两杆截面积相等时, 取受拉杆), 另一杆坡口焊在相汇交杆上, 但应保证有3/4 截面焊在球上, 并按图5.2.7-1 设置加劲板;

3 受力大的杆件, 可按图5.2.7-2(图略)增设支托板。

5.2.8 当空心球外径大于300mm, 且杆件内力较大需要提高承载能力时, 可在球内加肋; 当空心球外径大于或等于500mm, 应在球内加肋。肋板必须设在轴力最大杆件的轴线平面内, 且其厚度不应小于球壁的厚度。

5.3.2 用于制造螺栓球节点的钢球、高强度螺栓、套筒、紧固螺钉、封板、锥头的材料可按表5.3.2 的规定选用, 并应符合相应标准技术条件的要求。产品质量应符合现行行业标准《钢网架螺栓球节点》JG/T10 的规定。

表 5.3.2 螺栓球节点零件材料

零件名称	推荐材料	材料标准编号	备注
钢 球	45 号钢	《优质碳素结构钢》GB/T 699	毛坯钢球锻造成型
高强度螺栓	20MnTiB, 40Cr, 35CrMo	《合金结构钢》GB/T 3077	规格 M12~M24
	35VB, 40Cr, 35CrMo		规格 M27~M36
	35CrMo, 40Cr		规格 M39~M64×4
套筒	Q235B	《碳素结构钢》GB/T 700	套筒内孔径为 13mm~34mm
	Q345	《低合金高强度结构钢》GB/T 1591	套筒内孔径为 37mm~65mm
	45 号钢	《优质碳素结构钢》GB/T 699	
紧固螺钉	20MnTiB	《合金结构钢》GB/T 3077	螺钉直径宜 尽量小
	40Cr		
锥头或封板	Q235B	《碳素结构钢》GB/T 700	钢号宜与 杆件一致
	Q345	《低合金高强度结构钢》GB/T 1591	

5.3.3 钢球直径应保证相邻螺栓在球体内不相碰并应满足套筒接触面的要求(图略)。

5.5.5 铸钢节点设计时应采用有限元法进行实际荷载工况下的计算分析,其极限承载力可根据弹塑性有限元分析确定。当铸钢节点承受多种荷载工况且不能明显判断其控制工况时,应分别进行计算以确定其最小极限承载力。极限承载力数值不宜小于最大内力设计值的3.0倍。

### 3.9.9 钢结构防腐

《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251-2011

3.1.2 大气环境对建筑钢结构长期作用下的腐蚀性等级可按表3.1.2 进行确定。

表3.1.2 大气环境对建筑钢结构长期作用下的腐蚀性等级

腐蚀类型		腐蚀速率 (mm/a)	腐蚀环境		
腐蚀性等级	名称		大气环境 气体类型	年平均环境相 对湿度 (%)	大气环境
I	无腐蚀	<0.001	A	<60	乡村大气
II	弱腐蚀	0.001~0.025	A	60~75	乡村大气
			B	<60	城市大气
III	轻腐蚀	0.025~0.05	A	>75	乡村大气
			B	60~75	城市大气
			C	<60	工业大气
IV	中腐蚀	0.05~0.2	B	>75	城市大气
			C	60~75	工业大气
			D	<60	海洋大气
V	较强腐蚀	0.2~1.0	C	>75	工业大气
			D	60~75	海洋大气
VI	强腐蚀	1.0~5.0	D	>75	海洋大气

注：1 在特殊场合与额外腐蚀负荷作用下，应将腐蚀类型提高等级；

2 处于潮湿状态或不可避免结露的部位，环境相对湿度应取大于75%；

3 大气环境气体类型可根据本规程附录A 进行划分。

3.1.4 在大气腐蚀环境下，建筑钢结构设计应符合下列规定：

1 结构类型、布置和构造的选择应满足下列要求：

- 1) 应有利于提高结构自身的抗腐蚀能力；
- 2) 应能有效避免腐蚀介质在构件表面的积聚；
- 3) 应便于防护层施工和使用过程中的维护和检查。

2 腐蚀性等级为IV、V或VI级时，桁架、柱、主梁等重要受力构件不应采用格构式构件和冷弯薄壁型钢。

3 钢结构杆件应采用实腹式或闭口截面，闭口截面端部应进行封闭；封闭截面进行热镀锌时，应采取开孔防爆措施。腐蚀性等级为IV、V或VI级时，钢结构杆件截面不应采用由双角钢组成的T形截面和由双槽钢组成的工形截面。

4 钢结构杆件采用钢板组合时，截面的最小厚度不应小于6mm；采用闭口截面杆件时，截面的最小厚度不应小于4mm；采用角钢时，截面的最小厚度不应小于5mm。

5 门式刚架构件宜采用热轧H型钢；当采用T型钢或钢板组合时，应采用双面连续焊缝。

6 网架结构宜采用管形截面、球型节点。腐蚀性等级为IV、V或VI级时，应采用焊接连接的空心球节点。当采用螺栓球节点时，杆件与螺栓球的接缝应采用密封材料填嵌严密，

多余螺栓孔应封堵。

7 不同金属材料接触的部位，应采取隔离措施。

8 桁架、柱、主梁等重要钢构件和闭口截面杆件的焊缝，应采用连续焊缝。角焊缝的焊脚尺寸不应小于8mm；当杆件厚度小于8mm时，焊脚尺寸不应小于杆件厚度。加劲肋应切角，切角的尺寸应满足排水、施工维修要求。

9 焊条、螺栓、垫圈、节点板等连接构件的耐腐蚀性能，不应低于主体材料。螺栓直径不应小于12mm。垫圈不应采用弹簧垫圈。螺栓、螺母和垫圈应采用热镀浸锌防护，安装后再采用与主体结构相同的防腐蚀措施。

10 高强度螺栓构件连接处接触面的除锈等级，不应低于Sa1/2，并宜涂无机富锌涂料；连接处的缝隙，应嵌刮耐腐蚀密封膏。

11 钢柱柱脚应置于混凝土基础上，基础顶面宜高出地面不小于300mm。

12 当腐蚀性等级为VI级时，重要构件宜选用耐候钢。

3.2.2 防腐蚀设计文件应提出表面处理的质量要求，并应对表面除锈等级和表面粗糙度作出明确规定。

3.3.1 涂层设计应符合下列规定：

1 应按照涂层配套进行设计；

2 应满足腐蚀环境、工况条件和防腐蚀年限要求；

3 应综合考虑底涂层与基材的适应性，涂料各层之间的相容性和适应性，涂料品种与施工方法的适应性。

3.3.5 钢结构的防腐蚀保护层最小厚度应符合表3.3.5 的规定。

表 3.3.5 钢结构防腐蚀保护层最小厚度

防腐蚀保护层设计使用年限(a)	钢结构防腐蚀保护层最小厚度(μm)				
	腐蚀性等级 II级	腐蚀性等级 III级	腐蚀性等级 IV级	腐蚀性等级 V级	腐蚀性等级 VI级
$2 \leq t_f < 5$	125	140	160	180	200
$5 \leq t_f < 10$	160	180	200	220	240
$10 \leq t_f \leq 15$	200	220	240	260	280

注：1 防腐蚀保护层厚度包括涂料层的厚度或金属层与涂料层复合的厚度；

2 室外工程的涂层厚度宜增加 20 μm-40 μm，且总厚度不小于 150 μm。

### 3.9.10 钢结构防火

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

4.2.2 装配式钢结构建筑的耐火等级应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249-2017

3.2.3 钢结构的防火设计应根据结构的重要性、结构类型和荷载特征等选用基于整体结构耐火验算或基于构件耐火验算的防火设计方法，并应符合下列规定：

- 1 跨度不小于60m的大跨度钢结构，宜采用基于整体结构耐火验算的防火设计方法；
- 2 预应力钢结构和跨度不小于120m的大跨度建筑中的钢结构，应采用基于整体结构耐火验算的防火设计方法。

3.2.6 钢结构构件的耐火验算和防火设计，可采用耐火极限法、承载力法或临界温度法，且应符合下列规定：

1 耐火极限法。在设计荷载作用下，火灾下钢结构构件的实际耐火极限不应小于其设计耐火极限，并按下式进行验算。其中，构件的实际耐火极限可按现行国家标准《建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求》GB/T 9978.1、《建筑构件耐火试验方法 第5部分：承重水平分隔构件的特殊要求》GB/T 9978.5、《建筑构件耐火试验方法 第6部分：梁的特殊要求》GB/T 9978.6、《建筑构件耐火试验方法 第7部分：柱的特殊要求》GB/T 9978.7 通过试验测定，或按本规范有关规定计算确定。

$$t_m \geq t_d \quad (3.2.6-1)$$

2 承载力法。在设计耐火极限时间内，火灾下钢结构构件的承载力设计值不应小于其最不利的荷载（作用）组合效应设计值，并按下式进行验算。

$$R_d \geq S_m \quad (3.2.6-2)$$

3 临界温度法。在设计耐火极限时间内，火灾下钢结构构件的最高温度不应高于其临界温度，并按下式进行验算。

$$T_d \geq T_m \quad (3.2.6-3)$$

式中参数含义略

4.1.3 钢结构采用喷涂防火涂料保护时，应符合下列规定：

- 1 室内隐蔽构件，宜选用非膨胀型防火涂料；
- 2 设计耐火极限大于1.50h的构件，不宜选用膨胀型防火涂料；
- 3 室外、半室外钢结构采用膨胀型防火涂料时，应选用符合环境对其性能要求的产品；

4 非膨胀型防火涂料涂层的厚度不应小于10mm;

5 防火涂料与防腐涂料应相容、匹配。

4.2.1 钢结构采用喷涂非膨胀型防火涂料保护时，其防火保护构造宜按图4.2.1（图略）选用。

有下列情况之一时，宜在涂层内设置与钢构件相连接的镀锌铁丝网或玻璃纤维布：

1 构件承受冲击、振动荷载；

2 防火涂料的黏结强度不大于0.05MPa；

3 构件的腹板高度大于500mm 且涂层厚度不小于30mm；

4 构件的腹板高度大于500mm 且涂层长期暴露在室外。

《湖北省建设工程消防设计审查验收疑难问题技术指南》（2024 年版）

7.6.1 钢结构的防火要求：

1 钢结构构件的耐火时间应满足现行《建筑设计防火规范》GB50016 的规定。柱间支撑的耐火时间应与柱相同，楼盖支撑的耐火时间应与梁相同，屋盖支撑和系杆的耐火时间应与屋顶承重构件相同。

2 钢结构构件的耐火极限可按 0.25h 确定，低于构件的耐火时间时，应采取防火保护措施。

3 钢结构节点的防火保护应与被连接构件中防火保护要求最高者相同。

4 钢结构的防火设计还包括钢-混凝土组合结构的防火设计，主要指钢管混凝土柱、压型钢板组合楼板、钢与混凝土组合梁等与混凝土组合受力的构件的防火设计。

5 钢结构的耐火验算及防火设计应符合现行《建筑钢结构防火技术规范》GB51249 的规定。

7.6.6 不上人的有檩体系轻质屋面板的钢屋盖结构，屋顶非承重构件和屋顶承重构件的划分和耐火时间取值。

轻质屋面板如压型钢板屋面板、铝合金屋面板等，属屋顶非承重构件，一般均为不燃材料，对其耐火时间不做要求。

屋盖结构中的檩条，设计可参见《建筑钢结构防火技术规范》GB51249-2017 第 3.1.1 条的条文说明，根据受力性质的不同可分为两类：

第一类檩条仅对屋面板起支承作用。此类檩条破坏，仅影响局部屋面板，对屋盖结构整体受力性能影响很小，即使在火灾中出现破坏，也不会造成结构整体失效。这类檩条的耐火时间可不做要求。

第二类檩条除支承屋面板外，还兼作纵向系杆，对主结构（如屋架）起到侧向支撑作用；或作为横向水平支撑开间的腹杆。此类檩条破坏可能导致主体结构失去整体稳定性，造成整体倾覆。这类檩条应视为屋顶承重构件，其耐火时间应按《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）表 3.2.1 和表 5.1.2 中的“屋顶承重构件”取值。

其它钢屋盖结构构件，均属屋顶承重构件，其耐火时间应按《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）表 3.2.1 和表 5.1.2 中的“屋顶承重构件”取值。

7.6.7 钢结构建筑中，当防火墙设置在钢框架、钢梁等承重结构上时，钢框架、钢梁及支承构件应采用不燃烧体包覆，保证其整体耐火极限满足防火墙耐火时间。

7.6.8 钢结构的防火设计文件中应注明建筑的防火分类、耐火等级、构件的耐火时间、构件的防火保护措施、防火材料的性能要求及设计指标。

当施工所用防火保护材料的等效热传导系数与设计文件要求不一致时，应根据防火保护层的等效热阻相等的原则确定保护层的施用厚度，并应经设计单位认可。

#### 7.6.9 钢结构防火涂装设计。

钢结构构件防火保护措施中，使用较多的是在钢构件表面喷涂（抹涂）一定厚度的防火涂料，使得保护后的钢构件耐火极限不小于其耐火时间，从而达到防火的目的。

涂料标准现为《钢结构防火涂料》GB14907-2018。通常所说的薄涂型防火涂料即膨胀性防火涂料，厚涂型防火涂料即非膨胀型防火涂料。

设计单位现可根据《钢结构防火涂料应用技术规程》T/CECS24-2020 进行钢结构防火涂装设计。

钢结构防火涂料应具备与设计耐火极限对应的型式检验报告或型式试验报告。

7.6.10 根据软件方法计算构件耐火承载力得到的涂料厚度，小于构件型式检验或型式试验报告的厚度时，应满足型式检验或型式试验报告的厚度要求。

## 4. 机电专业审查要点

### 4.1 通用要求

1 装配式建筑机电专业的施工图设计应满足以下标准等的相关要求：

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014、《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016、《装配式整体卫生间应用技术标准》JGJ/T 467-2018、《装配式整体厨房应用技术标准》JGJ/T 477-2018。

同时还应符合国家和地方现行其他有关规范和标准的要求。

2 装配式建筑机电专业的施工图设计文件深度应符合《建筑工程设计文件编制深度规定》（2016年版）和《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863-2022 的相关规定。

3 装配式建筑机电专业的施工图设计文件，应在装配式设计说明中明确装配率相关指标，如设备管线分离的应用比例及得分值等。

### 4.2 基本规定

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

4.1.2 装配式混凝土建筑应按照集成设计原则，将建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化和燃气等专业之间进行协同设计。

7.1.1 装配式混凝土建筑的设备与管线宜与主体结构相分离，应方便维修更换，且不应影响主体结构安全。

7.1.3 装配式混凝土建筑的设备与管线应合理选型，准确定位。

7.1.4 装配式混凝土建筑的设备与管线设计应与建筑设计同步进行，预留预埋应满足结构专业相关要求，不得在安装完成后的预制构件上剔凿沟槽、打孔开洞等。穿越楼板管线较多且集中的区域可采用现浇楼板。

7.1.6 装配式混凝土建筑的部品与配管连接、配管与主管道连接及部品间连接应采用标准化接口，且应方便安装使用维护。

7.1.8 公共管线、阀门、检修口、计量仪表、电表箱、配电箱、智能化配线箱等，应统一集中设置在公共区域。

7.1.9 装配式混凝土建筑的设备与管线穿越楼板和墙体时，应采取防水、防火、隔声、密封等措施，防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关

规定。

7.1.10 装配式混凝土建筑的设备与管线的抗震设计应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

5.4.2 建筑的部件之间、部件与设备之间的连接应采用标准化接口。

5.4.3 设备管线应进行综合设计，减少平面交叉；竖向管线宜集中布置，并应满足维修更换的要求。

5.4.8 设备管线穿过楼板的部位，应采取防水、防火、隔声等措施。

5.4.9 设备管线宜与预制构件上的预埋件可靠连接。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

4.1.2 装配式钢结构建筑应按照集成设计原则，将建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化和燃气等专业之间进行协同设计。

4.1.4 装配式钢结构建筑应满足建筑全寿命期的使用维护要求，宜采用管线分离的方式。

5.1.5 装配式钢结构建筑的设备与管线系统应方便检查、维修、更换，维修更换时不应影响结构安全性。

5.4.1 装配式钢结构建筑的设备与管线设计应符合下列规定：

2 各类设备与管线应综合设计、减少平面交叉，合理利用空间。

3 设备与管线应合理选型、准确定位。

4 设备与管线宜在架空层或吊顶内设置。

5 设备与管线安装应满足结构专业相关要求，不应在预制构件安装后凿剔沟槽、开孔、开洞等。

6 公共管线、阀门、检修配件、计量仪表、电表箱、配电箱、智能化配线箱等应设置在公共区域。

7 设备与管线穿越楼板和墙体时，应采取防水、防火、隔声、密封等措施，防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

8 设备与管线的抗震设计应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定。

5.5.10 集成式卫生间应符合下列规定：

2 应满足同层排水的要求，给水排水、通风和电气等管线的连接均应在设计预

留的空间内安装完成，并应设置检修口。

《装配式整体卫生间应用技术标准》JGJ/T 467-2018

3.0.2 设计选型应遵循模数协调的原则，并应与结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统进行一体化设计。

5.2.6 当整体卫生间的设备管线穿越主体结构时，应与内装、结构、设备专业协调，孔洞预留定位应准确。

《装配式整体厨房应用技术标准》JGJ/T 477-2018

4.1.3 厨房内各种管线接口应为标准化设计，并应准确定位。

4.4.1 厨房的管道管线应与厨房结构、厨房部品进行协同设计。竖向管线应相对集中布置、定位合理，横向管线位置应避免交叉。

4.4.2 集中管道井的设置及空间尺寸应满足管道检修更换的空间要求，并应在合适的位置设置管道检修口。

4.4.3 当厨房设备管线穿越主体结构时，应与内装、结构、设备专业协调，孔洞定位预留应准确。

4.4.7 厨房管线宜靠墙角集中设置。

### 4.3 给水排水专业

#### 4.3.1 图纸要求

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 年版

4.6.15 当采用装配式建筑技术设计时，应明确装配式建筑设计给排水设计专项内容：

- 1 明确装配式建筑给排水设计的原则和依据。
- 2 对预埋在建筑预制墙及现浇墙内的预留孔洞、沟槽及管线等要有做法标注及详细定位。
- 3 预埋管、线、孔洞、沟槽间的连接做法。
- 4 墙内预留给排水设备时的隔声及防水措施；管线穿过预制构建部位采取相应的防水、防火、隔声、保温等措施。
- 5 与相关专业的技术接口要求。

《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863-2022

7.5.2.1 施工图设计阶段，给水排水专业设计文件应包括装配式设计说明、设计图。

#### 7.5.2.2 装配式设计说明

施工图设计阶段给水排水专业装配式设计说明应包括以下内容：

- a) 项目采用装配式建筑技术的选项内容及主要技术措施；
- b) 说明集成或整体卫生间、集成厨房设置位置，集成卫生间、集成厨房的墙面、地面和吊顶做法，卫生间、厨房排水支管排水形式，当卫生间采用不降板、降板或架空楼板等同层排水时，说明降板范围、降板深度或架空高度等，说明给排水管道的敷设方式、坡度、管材等要求；卫浴的给排水管道接口预留方式；
- c) 应说明给排水管井布置、管线与结构分离情况及相关要求；
- d) 应说明给排水干管和支管沿墙体、吊顶或楼地面架空层的敷设方式；
- e) 当采用内隔墙与给排水管线、装修一体化时，应说明其设置位置及做法；
- f) 应说明给排水管道穿越预制构件的部位及做法，当消火栓箱等设施暗装或半暗装在预制构件上时，应说明其位置分布和做法；
- g) 应说明预留孔洞、沟槽、预埋套管做法要求；
- h) 应说明管道穿过预制构件部位采取的防水、防火、隔声及保温措施，当管道敷设在墙体、吊顶或楼地面的架空层或空腔时，应说明隔声减噪、保温和防结露等措施；
- i) 应说明与相关专业的技术接口要求；
- j) 应对装配式建筑的给排水管道设计、维护、更新和可逆安装方式做出原则性规定；
- k) 应对装配式建筑的给排水设备、管道井等部件应进行标准化、一体化集成设计，并遵循模数化原则；
- l) 应统筹装配式建筑各工种进行协同设计，并满足设计、生产、安装和运维各阶段的需求；
- m) 装配式建筑的给排水管道应提高集成度、采用标准化通用化接口、合理设置检修口，设计考虑部件安装的偏差。

#### 7.5.2.3 设计图纸

施工图设计阶段给水排水专业设计图纸应包括以下内容：

- a) 装配式建筑给排水各层平面图应包括不同图例绘制的现浇结构及预制结构、预制围护墙和内隔墙、与管线（装修）一体化的预制内隔墙、砌筑围护墙和内隔墙、集成（整体）卫生间、集成厨房等；

b) 绘制装配式建筑给排水系统图，应包含所有类型管线的系统图，当平面图无法表示清楚时，给排水系统图应标明预制部品中预埋的管道；

c) 绘制装配式建筑给排水相关节点及做法详图；

d) 绘制预制构件中预留孔洞、预埋套管、沟槽、暗装或半暗装消火栓箱等留洞，标注其规格或尺寸大小、标高、定位尺寸等；

e) 标示在预制构件中预埋的管道；

f) 当采用内隔墙与给排水管线、装修一体化时，应绘制与给排水干管接口的位置及做法；

g) 应绘制集成（整体）卫生间、集成厨房的给排水大样及给排水接口，并说明装配式建筑管道接口做法及要求；

h) 应绘制与传统安装方式有区别或复杂的安装节点详图。

#### 4.3.2 设备与管线

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

7.2.1 装配式混凝土建筑公厕宜采用非传统水源，水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920 的有关规定。

7.2.2 装配式混凝土建筑的给水系统设计应符合下列规定：

1 给水系统配水管道与部品的接口形式及位置应便于检修更换，并应采取措施避免结构或温度变形对给水管道接口产生影响；

2 给水分水器与用水器具的管道接口应一对一连接，在架空层或吊顶内敷设时，中间不得有连接配件，分水器设置位置应便于检修，并宜有排水措施；

3 宜采用装配式的管线及其配件连接；

4 敷设在吊顶或楼地面架空层的给水管道应采取防腐蚀、隔声减噪和防结露等措施。

7.2.3 装配式混凝土建筑的排水系统宜采用同层排水技术，同层排水管道敷设在架空层时，宜设积水排出措施。

7.2.4 装配式混凝土建筑的太阳能热水系统应与建筑一体化设计。

7.2.5 装配式混凝土建筑应选用耐腐蚀、使用寿命长、降噪性能好、便于安装及维修的管材、管件，以及连接可靠、密封性能好的管道阀门设备。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

5.4.5 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

确定降板方案。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.4.2 给水排水设计应符合下列规定：

1 冲厕宜采用非传统水源，水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920 的规定。

2 集成式厨房、卫生间应预留相应的给水、热水、排水管道接口，给水系统配水管道接口的形式和位置应便于检修。

3 给水分水器与用水器具的管道应一对一连接，管道中间不得有连接配件；宜采用装配式的管线及其配件连接；给水分水器位置应便于检修。

4 敷设在吊顶或楼地面架空层内的给水排水设备管线应采取防腐蚀、隔声减噪和防结露等措施。

5 当建筑配置太阳能热水系统时，集热器、储水罐等的布置应与主体结构、外围护系统、内装系统相协调，做好预留预埋。

6 排水管道宜采用同层排水技术。

7 应选用耐腐蚀、使用寿命长、降噪性能好、便于安装及更换、连接可靠、密封性能好的管材、管件以及阀门设备。

《装配式整体卫生间应用技术标准》JGJ/T 467-2018

5.3.1 整体卫生间的给水排水设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关规定。

5.3.2 建筑设计时应根据所采用整体卫生间的管道连接要求进行给水、排水管道预留；整体卫生间选用管道材质、品牌和连接方式应与建筑预留管道相匹配。当采用不同材质的管道连接时，应有可靠连接措施。

5.3.3 敷设管道和设置阀门的部位应留有便于安装和检修的空间。

5.3.4 管道外壁应进行标识。

5.3.5 整体卫生间的给水设计应符合下列规定：

1 与电热水器连接的塑料给水管道应有金属管段过渡，金属管长度不应小于400mm；

2 当使用非饮用水源时，供水管应采取严格的防止误接、误用、误饮的安全措施。

5.3.6 整体卫生间的排水设计应符合下列规定：

1 采用同层排水方式时，应按所采用整体卫生间的管道连接要求确定降板区域和降板深度，并应有可靠的管道防渗漏措施；

2 从排水立管或主管管接出的预留管道，应靠近整体卫生间的主要排水部位。

《装配式整体厨房应用技术标准》JGJ/T 477-2018

4.4.1 厨房的管道管线应与厨房结构、厨房部品进行协同设计。竖向管线应相对集中布置、定位合理，横向管线位置应避免交叉。

4.4.2 集中管道井的设置及空间尺寸应满足管道检修更换的空间要求，并应在合适的位置设置管道检修口。

4.4.3 当厨房设备管线穿越主体结构时，应与内装、结构、设备专业协调，孔洞定位预留应准确。

4.4.4 当采用架空地板时，横向支管布置应符合下列规定：

1 排水管应同层敷设，在本层内接入排水立管和排水系统，不应穿越楼板进入其他楼层空间；

2 排水管道宜敷设在架空地板内，并应采取可靠的隔声、减噪措施；

3 供暖热水管道宜敷设在架空地板内。

4.4.5 给水管线设计应符合下列规定：

1 进入住户的给水管道，在通向厨房的给水管道上宜增设控制阀门；

2 厨房内给水管道可沿地面敷设，也可采用隐蔽式的管道明装方式，且管中心与地面和墙面的间距不应大于 80mm；

3 热水器水管应预留至热水器正下方且高出地面 1200mm~1400mm 处，左边为热水管，右边为冷水管，冷热水管间距宜不少于 150mm；

4 冷热水给水管接口处应安装角阀，高度宜为 500mm。

4.4.6 排水管线设计应符合下列规定：

1 厨房的排水立管应单独设置；排水量最大的排水点宜靠近排水立管；

2 排水口及连接的排水管道应具备承受 90℃热水的能力；

3 热水器泄压阀排水应导流至排水口；

4 横支管转弯时应采用 45° 弯头组合完成，隐蔽工程内的管道与管件之间，不得采用橡胶密封连接，且横支管上不得设置存水弯；

5 立管的三通接口中心距地面完成面的高度，不应大于 300mm；

6 厨房洗涤槽的排水管接口，距地面完成面宜为 400mm~500mm，伸出墙面完成面

不小于 150mm,且高于主横支管中不小于 100mm;

7 对采用PVC 管材、管件的排水管道进行加长处理时不应出现 S 状,且端部应留有不小于 60mm 长的直管。

4.4.7 厨房管线宜靠墙角集中设置。当靠近共用排气道设置管井或明装管道时,给水排水管线不应设置在烟道朝向排油烟机的一侧。

#### 4.4 暖通空调专业

##### 4.4.1 图纸要求

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 年版

4.7.11 当采用装配式建筑技术设计时,应明确装配式建筑设计暖通空调专项内容:

- 1 明确装配式建筑暖通空调设计的原则及依据。
- 2 对预埋在建筑预制墙及现浇墙内的预留风管、孔洞、沟槽等要有做法标注及详细定位。
- 3 预埋风管、线、孔洞、沟槽间的连接做法。
- 4 墙内预留暖通空调设备时的隔声及防水措施;管线穿过预制构件部位采取相应的防水、防火、隔声、保温等措施。
- 5 与相关专业的技术接口要求。

《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863-2022

7.5.3.1 施工图设计阶段,供暖通风与空气调节专业设计文件应包括装配式设计说明、设计图纸和技术要求。

7.5.3.2 装配式设计说明

施工图设计阶段供暖通风与空气调节专业装配式设计说明应包括以下内容:

- a) 工程概况说明项目采用装配式混凝土建筑的单体分布以及所采用的装配结构体系、预制构件类别情况;
- b) 设计依据与装配式混凝土建筑建筑设计有关的国家及地方规范、标准;
- c) 设计范围采用装配式混凝土建筑的项目应说明与之相关的设计内容和范围,如安装在预制构件中的设备、管道等的设计范围;
- d) 描述管道、管件及附件等设置在预制构件或装饰墙面内的位置;
- e) 描述管道、管件及附件在预制构件中预留孔洞、沟槽、预埋管线等的部位;

f) 描述预留孔洞、沟槽做法要求、预埋套管及管道安装方式及预留孔洞、管槽等的尺寸；

g) 描述管道穿过预制构件部位采取的防水、防火、隔声及保温等措施；

h) 与相关专业的技术接口要求。

#### 7.5.3.3 设计图纸

施工图设计阶段供暖通风与空气调节专业设计图纸应包括以下内容：

a) 平面图：装配式混凝土建筑建筑注明在预制构件，包含预制墙、梁、楼板上预留孔洞、沟槽、套管、百叶、预埋件等的定位尺寸、标高及大小；

b) 平面图应表达所有管线的尺寸和标高，管线交叉复杂处应做管线综合设计，减少平面交叉，并绘制剖面图；

c) 剖面图和详图：注明在预制构件，包含预制墙、梁、楼板上预留孔洞、沟槽、预埋件、套管等的定位尺寸、标高及大小。

#### 4.4.2 设备与管线

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

7.3.1 装配式混凝土建筑的室内通风设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 和《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309 的有关规定。

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

7.3.3 装配式混凝土建筑的通风、供暖和空调等设备均应选用能效比高的节能型产品，以降低能耗。

7.3.4 供暖系统宜采用适宜于干式工法施工的低温地板辐射供暖产品。

7.3.5 当墙板或楼板上安装供暖与空调设备时，其连接处应采取加强措施。

7.3.6 采用集成式卫生间或采用同层排水架空地板时，不宜采用低温地板辐射供暖系统。

7.3.7 装配式混凝土建筑的暖通空调、防排烟设备及管线系统应协同设计，并应可靠连接。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

5.4.10 当采用地面辐射供暖时，地面和楼板的设计应符合现行行业标准《地面辐射供暖技术规程》JGJ 142 的规定。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.4.3 建筑供暖、通风、空调及燃气设计应符合下列规定：

- 1 室内供暖系统采用低温地板辐射供暖时，宜采用干法施工。
- 2 室内供暖系统采用散热器供暖时，安装散热器的墙板构件应采取加强措施。
- 3 采用集成式卫生间或采用同层排水架空地板时，不宜采用地板辐射供暖系统。
- 4 冷热水管道固定于梁柱构件上时，应采用绝热支架。
- 5 供暖、通风、空气调节及防排烟系统的设备及管道系统宜结合建筑方案整体设计，并预留接口位置；设备基础和构件应连接牢固，并按设备技术文件的要求预留地脚螺栓孔洞。
- 6 供暖、通风和空气调节设备均应选用节能型产品。

7.4.5 管道波纹补偿器、法兰及焊接接口不应设置在钢梁或钢柱的预留孔中。

7.4.8 室内供暖管道敷设在墙板或地面架空层内时，阀门部位应设检修口。

7.4.9 空调风管及冷热水管道与支（吊）架之间，应有绝热衬垫，其厚度不应小于绝热层厚度，宽度应不小于支（吊）架支承面的宽度。

《装配式整体卫生间应用技术标准》JGJ/T 467-2018

5.4.1 整体卫生间的供暖通风设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的相关规定。

5.4.2 整体卫生间内供暖通风设备应预留孔洞，安装设备的壁板和顶板处应采取加强措施。

5.4.3 当有供暖要求时，整体卫生间内可设置供暖设施，但不宜采用低温地板辐射供暖系统。

5.4.4 无外窗的整体卫生间应有防回流构造的排气通风道，并预留安装排气设备的位置和条件，全面通风换气次数应符合国家现行标准的规定，且应设置相应进风口。

《装配式整体厨房应用技术标准》JGJ/T 477-2018

4.4.11 厨房共用排气道应符合现行国家标准《住宅设计规范》GB 50096 的规定，并应符合下列规定：

- 1 厨房内各类用气设备排出的烟气必须排至室外；
- 2 严禁任何管线穿越共用排气道；
- 3 排气道应独立设置，其井壁应为耐火极限不低于1.0h的不燃烧体，井壁上的

检查门应采用丙级防火门；

4 竖井排气道的防火阀应安装在水平风管上。

4.4.12 厨房竖向排气道与水平排气管的接驳口应符合下列规定：

1 接驳口开口直径宜为180mm；

2 接驳口中心净空高度宜为2300mm；

3 接驳口中心与上层楼板垂直间距应不小于200mm；

4 排油烟机接驳口的操作侧应有最小净距350mm的检修空间。

《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863-2022

#### 7.5.3.4 技术要求

施工图设计阶段供暖通风与空气调节专业技术要求应包括以下内容：

a) 装配式建筑应采用适宜节能技术，采用高效率的水泵与风机等设备，降低空调、供暖能耗；

b) 装配式建筑宜采用干法施工的低温地板辐射供暖系统；整体卫生间宜采用散热器供暖系统；采用散热器供暖时，散热器与墙板的连接处应采取加强措施；

c) 燃气热水器的排烟管应直接接至室外，并在外墙相应位置预留孔洞；

d) 装配式建筑设备与管线设计应与建筑设计同步进行，预留、预埋及安装应满足结构专业相关要求，不应在预制构件安装后凿剔沟槽、孔洞等；

e) 严格执行国家竣工调试验收相关标准的要求，对空调风系统、水系统、防排烟系统、冷热源机组、空调机组、风机盘管等设备进行调试运转；

f) 住宅供暖系统的主立管及分户控制阀门等部件应设置在公共部位管道井内，户内供暖管线宜设置成独立环路；

g) 住宅建筑的室内机优先采用壁挂式室内机，方便设备和管线的更换及维护管理；条件不允许时，可以采用侧出风型室内机；客厅优先采用柜式室内机；

h) 室外凝结水管应间接接入雨水管道系统，如雨水口、雨水沟、渗水井等，不应在外墙散水台阶、天井、露台等处散排，但允许散排至绿地和花池中。

《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243-2016

6.2.2 当风管穿过需要封闭的防火、防爆的墙体或楼板时，必须设置厚度不小于1.6mm的钢制防护套管；风管与防护套管之间应采用不燃柔性材料封堵严密。

## 4.5 电气和智能化专业

### 4.5.1 图纸要求

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 年版

4.5.14 当采用装配式建筑技术设计时，应明确装配式建筑设计电气专项内容：

- 1 明确装配式建筑电气设备的设计原则及依据。
- 2 对预埋在建筑预制墙及现浇墙内的电气预埋箱、盒、孔洞、沟槽及管线等要有做法标注及详细定位。
- 3 预埋管、线、盒及预留孔洞、沟槽及电气构件间的连接做法。
- 4 墙内预留电气设备时的隔声及防水措施；设备管线穿过预制构件部位采取相应的防水、防火、隔声、保温等措施。
- 5 采用预制结构柱内钢筋作为防雷引下线时，应绘制预制结构柱内防雷引下线间连接大样，标注所采用防雷引下线钢筋、连接件规格以及详细做法。

《装配式混凝土建筑设计深度技术规程》DB42/T 1863-2022

7.5.1.1 施工图设计阶段，电气和智能化专业设计文件应包括装配式设计说明、设计图纸。

#### 7.5.1.2 装配式设计说明

施工图设计阶段建筑电气专业装配式设计说明应包括以下内容：

- a) 装配式建筑电气设计概况、设计依据及设计范围，并满足预制构件工厂化生产，施工安装及使用维护的要求；
- b) 电气和智能化设备在预制构件中的隔声及防火措施；管线及附件等在预制构件中的防水、防火、隔声、保温等措施，后期增加的电气管线敷设、防火安全等措施；
- c) 电气和智能化专业在预制构件中预留孔洞、沟槽、预埋管线及电气构件间的连接做法，导线接头应在接线盒内进行；
- d) 电气和智能化专业管线分离的主要技术措施；
- e) 智能化系统的组成及配置的管线宜考虑未来网络融合的便利性，在设置或使用电视、电话、网络等相应的场所应做好管线预留；
- f) 防雷引下线的设置方式及确保接地端子箱、接地干线等有效接地的施工做法。

#### 7.5.1.3 设计图纸

施工图设计阶段建筑电气专业设计图纸应包括以下内容：

a) 电气和智能化专业应在预制构件布置图上注明预制构件中预留孔洞、沟槽及预埋管线等的部位；预制构件中预埋的电气设备(箱体、插座、接线盒等)应有定位；

b) 电气和智能化专业预留孔洞、沟槽等的标高、定位尺寸等及构件间预埋管线需贯通的连接方式应绘制典型预制构件加工详图；复杂的安装节点宜绘制预制构件加工详图。

#### 4.5.2 设备与管线

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

7.4.2 装配式混凝土建筑的电气和智能化设备与管线设置及安装应符合下列规定：

1 电气和智能化系统的竖向主干线应在公共区域的电气竖井内设置；

3 当大型灯具、桥架、母线、配电设备等安装在预制构件上时，应采用预留预埋件固定；

4 设置在预制构件上的接线盒、连接管等应做预留，出线口和接线盒应准确定位；

5 不应在预制构件受力部位和节点连接区域设置孔洞及接线盒，隔墙两侧的电气和智能化设备不应直接连通设置。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

5.4.4 预制构件中电气接口及吊挂配件的孔洞、沟槽应根据装修和设备要求预留。

5.4.7 隔墙内预留有电气设备时，应采取有效措施满足隔声及防火的要求。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.4.4 电气和智能化设计应符合下列规定：

1 电气和智能化的设备与管线宜采用管线分离的方式。

2 电气和智能化系统的竖向主干线应在公共区域的电气竖井内设置。

3 当大型灯具、桥架、母线、配电设备等安装在预制构件上时，应采用预留预埋件固定。

4 设置在预制部(构)件上的出线口、接线盒等的孔洞均应准确定位。隔墙两侧的电气和智能化设备不应直接连通设置。

《装配式整体卫生间应用技术标准》JGJ/T 467-2018

5.5.2 整体卫生间的配电线路应穿导管保护，并应敷设在整体卫生间的壁板和顶板外侧，且宜选用加强绝缘的铜芯电线或电缆；导管宜采用管壁厚不小于 2.0mm 的耐腐蚀金属导管或塑料导管。

5.5.3 整体卫生间宜采用防潮易清洁的灯具，且不应安装在 0、1 区内及上方。照度应符合现行国家标准《建筑照度设计标准》GB 50034 的相关规定。

5.5.5 具有洗浴功能的整体卫生间应设置局部等电位联结。

《装配式整体厨房应用技术标准》JGJ/T 477-2018

4.4.8 厨房电气系统设计应符合下列规定：

1 厨房的电气线路宜沿吊顶敷设；

2 线缆沿架空地板敷设时，应采用套管或线槽保护，严禁直接敷设；线缆在架空地板敷设时，不应与热水、燃气管道交叉。

4 厨房插座应由独立回路供电。

#### 4.5.3 防雷

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016

7.4.3 装配式混凝土建筑的防雷设计应符合下列规定：

1 当利用预制剪力墙、预制柱内的部分钢筋作为防雷引下线时，预制构件内作为防雷引下线的钢筋，应在构件接缝处作可靠的电气连接，并在构件接缝处预留施工空间及条件，连接部位应有永久性明显标记；

2 建筑外墙上的金属管道、栏杆、门窗等金属物需要与防雷装置连接时，应与相关预制构件内部的金属件连接成电气通路；

3 设置等电位连接的场所，各构件内的钢筋应作可靠的电气连接，并与等电位连接箱连通。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016

5.4.4 电气和智能化设计应符合下列规定：

5 防雷引下线和共用接地装置应充分利用钢结构自身作为防雷接地装置。构件连接部位应有永久性明显标记，其预留防雷装置的端头应可靠连接。

6 钢结构基础应作为自然接地体，当接地电阻不满足要求时，应设人工接地体。

7 接地端子应与建筑物本身的钢结构金属物连接。

## 5. 内装专业审查要点

### 5.1 一般规定

装配式建筑内装修设计主要审查与装配率计算表和计算书一致性问题，其余审查与常规内装修设计审查一致。

《装配式内装修技术标准》JGJ/T491-2021

4.1.1 装配式内装修应协同建筑、结构、给水排水、供暖、通风和空调、燃气、电气、智能化等各专业的要求，进行协同设计，并应统筹设计、生产、安装和运维各阶段的需求。

4.1.2 装配式内装修应采用工厂化生产的部品部件，按照模块化和系列化的设计方法，满足多样化需求。

4.1.3 装配式内装修设计应选用集成度高的内装部品。

4.1.4 装配式内装修设计应考虑建筑全生命周期内使用功能可变性的需求，宜考虑满足多种场景下的使用需求。

4.1.5 装配式内装修设计应明确内装部品部件和设备管线的主要性能指标，应满足结构受力、抗震、安全防护、防火、防水、防静电、防滑、隔声、节能、环境保护、卫生防疫、适老化、无障碍等方面的需要。

4.1.6 装配式内装修设计流程宜按照技术策划、方案设计、部品集成与选型、深化设计四个阶段进行。

4.1.7 装配式内装修设计应充分考虑部品部件、设备管线维护与更新的要求，采用易维护、易拆换的技术和部品，对易损坏和经常更换的部位按照可逆安装的方式进行设计。

### 5.2 标准化设计和模数协调

《装配式内装修技术标准》JGJ/T491-2021

4.2.1 装配式内装修应对建筑的主要使用空间和部品部件进行标准化设计，并应提高标准化程度。

4.2.2 装配式内装修设计应遵循模数化的原则，并应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》（GB/T50002-2013）的规定，住宅应符合现行行业标准《工业化住宅尺寸协调标准》（JGJ/T445-2018）的规定，并应符合下列规定：

- 1 装配式内装修宜与功能空间采用同一模数网格；
- 2 装配式内装修的隔墙、固定橱柜、设备、管井等部品部件，宜采用分模数 M/2 模数网格；
- 3 构造节点和部品部件接口等宜采用分模数 M/2、M/5、M/10 模数网格。

### 5.3 集成设计和部品选型

《装配式内装修技术标准》JGJ/T491-2021

4.3.7 装配式隔墙应选用非砌筑免抹灰的轻质墙体，可选用龙骨隔墙、条板隔墙或其他干式工法施工的隔墙。

4.3.8 隔墙与墙面系统的构造应连接稳固、便于安装，并应与开关、插座、设备管线等的设计相协调；不同设备管线安装于隔墙或墙面。

4.3.12 装配式吊顶系统可采用明龙骨、暗龙骨或无龙骨吊顶、软膜天花或其他干式工法施工的吊顶。

4.3.20 装配式楼地面系统可采用架空楼地面、非架空干铺楼地面或其他干式工法施工的楼地面。

4.3.30 集成式厨房的设计应包含厨房楼地面、吊顶、墙面、橱柜和厨房设备及管线的设计，并应与内装修工程的其他系统进行协同设计。

4.3.33 集成式厨房墙面和吊顶应选用耐热和易清洁的材料，地面应选择防滑耐磨、低吸水率和易清洁的材料；吊顶、墙面、地面材料应为燃烧性能 A 级的材料。

4.3.37 集成式卫生间的设计应包括卫生间楼地面、吊顶、墙面和洁具设备及管线的设计，宜选择集成度高的整体卫生间产品，并应与内装修工程的其他系统进行协同设计。

4.3.39 集成式卫生间宜采用同层排水方式；当采取结构局部降板方式实现同层排水时，应结合排水方案及检修要求等因素确定降板区域；降板高度应根据防水底盘厚度、卫生器具布置方案、管道尺寸及敷设路径等因素确定。

4.3.45 收纳系统内设置有电器、电线等时，收纳系统的板材燃烧性能不应低于 B1 级。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016

4.4.6 内装系统的集成设计应符合下列规定：

- 1 内装设计应与建筑设计、设备与管线设计同步进行；
- 2 宜采用装配式楼地面、墙面、吊顶等部品系统；

3 住宅建筑宜采用集成式厨房、集成式卫生间及整体收纳等部品系统。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T51232-2016

5.5.10 集成式卫生间应符合下列规定：

2 应满足同层排水的要求，给水排水、通风和电气等管线的连接均应在设计预留的空间内安装完成，并应设置检修口。

5.5.14 装配式钢结构建筑的部品与钢构件的连接和接缝宜采用柔性设计，其缝隙变形能力应与结构弹性阶段的层间位移角相适应。

《装配式住宅建设设计标准》JGJ/T398-2017

6.3.2 整体厨房的给水排水、燃气管线等应集中设置、合理定位，并应设置管道检修口。

6.3.3 整体卫浴设计应符合下列规定：

1 套内共用卫浴空间应优先采用干湿分区方式；

2 应优先采用内拼式部品安装；

3 同层排水架空层地面完成面高度不应高于套内地面完成面高度；

6.3.4 整体卫浴的给水排水、通风和电气等管道管线应在其预留空间内安装完成。

6.3.5 整体卫浴应在与给水排水、电气等系统预留的接口连接处设置检修口。

#### 5.4 接口和细部

《装配式内装修技术标准》JGJ/T491-2021

4.5.1 装配式内装修与主体结构系统、外围护系统、设备管线系统的接口设计应符合通用性要求。

4.5.2 装配式内装修应采用标准化的连接构造，接口的位置和尺寸应符合模数协调的要求，并应做到连接合理、拆装方便、使用可靠。

4.5.3 部品的连接构造应符合下列规定：

1 居住建筑套内部品的维修和更换不应影响公共区域部品或结构的正常使用；

2 设计耐久年限低的部品部件应安装在易更换易维修的位置，避免更换时破坏耐久年限高的部品或结构构件。

4.5.4 装配式内装修接口连接部位处理应符合下列规定：

5 集成式卫生间地面与其他室内地面、墙面与门窗之间应做好收边收口处理，并应满足防水要求。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016

4.4.7 接口及构造设计应符合下列规定：

1 结构系统部件、内装部品部件和设备管线之间的连接方式应满足安全性和耐久性要求；

2 结构系统与外围护系统宜采用干式工法连接，其接缝宽度应满足结构变形和温度变形的要求；

3 部品部件的构造连接应安全可靠，接口及构造设计应满足施工安装与使用维护的要求；

4 应确定适宜的制作公差和安装公差设计值；

5 设备管线接口应避开预制构件受力较大部位和节点连接区域。

8.3.1 装配式混凝土建筑的内装部品、室内设备管线与主体结构的连接应符合下列规定：

1 在设计阶段宜明确主体结构的开洞尺寸及准确定位；

2 宜采预留预埋的安装方式；当采用其它安装固定方法时，不应影响预制构件的完整性与结构安全。

8.3.3 轻质隔墙系统的墙板接缝处应进行密封处理；隔墙端部与结构系统应有可靠连接。

8.3.5 集成式卫生间采用防水底盘时，防水底盘的固定安装不应破坏结构防水层；防水底盘与壁板、壁板与壁板之间应有可靠连接设计，并保证水密性。