

ICS号

中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CSCS TCXX XX—202X

基于承载防护双功能构件的钢结构 住宅技术标准

Technical Standard for Steel Residential Buildings with Dual-Function

Structural and Protective Members

（征求意见稿）

202X – XX – XX 发布

20XX – XX –01 实施

中国钢结构协会

发布

中国钢结构协会标准

基于承载防护双功能构件的钢结构 住宅技术标准

Technical Standard for Steel Residential Buildings with Dual-Function

Structural and Protective Members

T/CSCS TCXX XX—20XX

主编单位：XXX

批准单位：中国钢结构协会

施行日期：202X 年 X 月 X 日

XXX 出版社

202X 年 北京

前 言

本标准是根据中国钢结构协会《关于发布中国钢结构协会 2024 年第三批团体标准编制计划的通知》（中钢构协 [2024] 45 号）和《中国钢结构协会团体标准管理办法》关于标准编制的要求，由组织单位中国钢结构协会、主编单位中冶建筑研究总院（深圳）有限公司、五矿盛世广业（北京）有限公司会同有关单位共同编制完成。

本标准在编制过程中，编制组进行了广泛的工程实例调研，认真总结了我国钢结构住宅建筑的工程经验，选择参考了有关国际、国内先进标准，并广泛征求意见。

本标准共含有 10 章和条文说明。主要技术内容包括：1.总则；2.术语、符号；3.基本规定；4.材料与部品；5.建筑设计；6.结构设计；7.设备与机电设计；8.围护系统设计；9.生产与施工；10.质量验收；11.交付与运营；附录。

本标准由中国钢结构协会管理，中冶建筑研究总院（深圳）有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中，请各单位结合工程实际总结经验，将意见或建议寄送：中冶建筑研究总院（深圳）有限公司（广东省深圳市南山区塘岭路 1 号金骐智谷大厦 23 层），以便今后修订时参考。

本标准编制单位、主要起草人和主审查人：

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

二零二五年十一月十七日

目录

1 总则	1
2 术语、符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	2
3 基本规定.....	4
4 材料与部品.....	6
4.1 钢材与钢筋.....	6
4.2 混凝土.....	10
4.3 其他材料.....	11
5 建筑设计.....	14
5.1 一般规定.....	14
5.2 模数协调.....	16
5.3 标准化设计.....	17
5.4 集成设计.....	18
5.5 协同设计.....	19
5.6 可持续设计.....	20
5.7 平面、立面与空间.....	21
6 结构设计.....	23
6.1 一般规定.....	23
6.2 结构体系及其适用高度.....	23
6.3 结构布置.....	25
6.4 结构分析.....	27
6.5 构件设计.....	30
6.6 楼盖与屋盖结构.....	43
6.7 节点与连接设计.....	47
6.8 地下室与基础设计.....	50
6.9 钢结构防护.....	50
7 设备与机电设计.....	55

7.1 一般规定.....	55
7.2 给水排水.....	56
7.3 供暖、通风、空调及燃气.....	56
7.4 电气和智能化.....	59
8 围护系统设计.....	错误!未定义书签。
8.1 一般规定.....	错误!未定义书签。
8.2 外墙围护系统.....	错误!未定义书签。
8.3 屋面围护系统.....	错误!未定义书签。
9 生产与施工.....	75
9.1 一般规定.....	75
9.2 预制构件生产.....	76
9.3 现场施工.....	错误!未定义书签。
10 质量验收.....	80
10.1 一般规定.....	80
10.2 出厂验收.....	80
10.3 进场验收.....	81
10.4 施工验收.....	87
11 交付与运营.....	93
11.1 一般规定.....	93
11.2 交付阶段.....	93
11.3 物业服务.....	95
本标准用词说明.....	98
引用标准名录.....	99

1 总则

1.0.1 为在钢结构住宅中贯彻承载与防护一体化的先进理念,保障采用承载防护双功能构件的钢结构住宅工程安全可靠,并做到技术先进、经济合理、实用美观,制定本标准。

条文说明:1.0.1 与混凝土构件相比,传统钢结构构件的防火、防腐性能较差。因此,在确保钢构件高承载力的前提下,提升其防火、防腐性能,对于钢结构住宅建筑的发展具有重大意义。本标基于大量工程实践与科研成果,规范并推广此类构件的应用。

1.0.2 本标准适用于主体结构采用承载防护双功能构件的多、高层住宅建筑的设计、生产施工、质量验收、交付与运营。

条文说明:1.0.2 本标准适用于采用承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑的结构系统、围护系统集成设计建造的新建住宅建筑,采用钢结构的新建、改建、扩建住宅建筑可参考使用。为实现钢结构住宅更大的净高与户型可变,结构类型包括板柱框架-支撑结构、板柱框架-剪力墙结构、板柱框架-核心筒结构、板柱框架-支撑-核心筒结构、板柱框架结构。

1.0.3 钢结构住宅建筑的设计与建造应遵循标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理以及全生命周期维护的原则。

1.0.4 钢结构住宅建筑的设计、生产、施工安装、质量验收、交付与运营,除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 承载防护双功能构件

指具有高承载力并兼具防火防腐功能的标准化预制构件。

2.1.2 建筑系统集成

以装配化建造方式为基础, 统筹策划、设计、生产和施工等, 实现住宅建筑的结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统一体化的设计、生产、建造过程。

2.1.3 集成设计

建筑的结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统一体化的设计方法和过程。

2.1.4 协同设计

装配式钢结构住宅建筑设计中通过建筑、结构、设备、装修等专业相互配合, 运用信息化技术手段满足建筑设计、生产运输、施工安装等要求的一体化设计方法和过程。

2.1.5 部(构)件

在工厂或现场预先生产制作完成, 构成建筑结构系统的结构构件及其他构件的统称。

2.1.6 部品

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

2.1.7 进场验收

对进入施工现场的材料、构配件、部品、部件、器具等, 按有关标准的要求进行检验, 对技术文件进行审核, 并对其质量达到合格与否做出确认的过程。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

E_c ——混凝土的弹性模量;

E_s ——钢材的弹性模量;

f ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;

f_v ——钢材的抗剪强度设计值;

f_c ——混凝土的抗压强度设计值;

f_{ck} ——混凝土的抗压强度标准值；

f_t ——混凝土的抗拉强度设计值；

f_y ——钢材的屈服强度；

f_u ——钢材的抗拉强度最小值；

f_w ——角焊缝的抗拉、抗剪、抗压强度设计值；

G ——钢材的剪变模量；

t_f ——构件的设计耐火极限；

α ——钢材的线膨胀系数；

ρ ——钢材的质量密度。

2.2.2 作用、作用效应和抗力

M ——弯矩设计值；

M_u ——截面受弯承载力设计值；

N ——轴向力设计值；

N_u ——截面受压承载力设计值；

R ——承载力设计值；

S ——不考虑地震作用时的荷载效应组合设计值；

S_E ——考虑多遇地震作用时，荷载和地震作用效应组合的设计值；

V ——剪力设计值。

2.2.3 几何参数

b, h ——墙厚，墙肢长度；

I_s ——钢管束外围钢管的截面惯性矩；

t ——钢板的厚度。

2.2.4 计算系数及其他

β_c ——混凝土强度影响系数；

φ ——轴心受压构件的稳定系数；

γ ——系数；

γ_0 ——结构重要性系数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。

3 基本规定

3.0.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑应满足安全、适用、耐久、经济和环保等综合性能要求。

3.0.2 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计应采用以标准化为核心的系统集成设计方法,以实现住宅性能目标为基础,以工业化建造的思维将主体结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统集成的方法进行一体化设计。

条文说明: 3.0.2 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅的建造方法立足于新型建筑工业化,进行标准化的设计,少规格多组合,采用集成技术,便于工厂批量生产。各部品部件通过接口进行连接,在现场进行组装、干法施工。在设计、生产、施工和运维中采用建筑信息模型技术,实现全过程的信息化管理。

3.0.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计应综合考虑建筑、结构、设备和内装等专业的协调,设计、建造、运维宜采用建筑信息化模型技术,并宜实现各专业、全过程的信息化管理与智能化应用。

条文说明: 3.0.3 国家政策在“加快新型建筑工业化发展”和《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》要求推广采用建筑信息化技术。加强信息技术在钢结构装配式住宅建筑中的应用,推进基于建筑信息模型技术的建筑设计、生产运输、装配安装及使用维护等,促进工业化设计建造。

3.0.4 设计与建造应符合通用化、模数化、标准化的规定,应以少规格、多组合为原则实现建筑部品部(构)件的系列化和住宅建筑居住的多样化。选用标准化程度高、接口通用性强、性能优良、安装高效、维护更换便捷、绿色环保的部品部件。

条文说明: 3.0.4 钢结构住宅建筑的标准化和多样化问题是其设计建造的核心原则和方法。钢结构住宅建筑的设计建造应基于通用化、模数化、标准化的方法,实现居住产品的多样化。

3.0.5 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计宜实现下列目标:

- 1 套型结构可适应套型改变;
- 2 非承重部件可更换;
- 3 材料可回收利用。

条文说明: 3.0.5 设计应从建筑全寿命期和家庭全寿命期的使用维护出发,宜采用大空间布置方式,既应提高居住空间灵活性与可变性,又要满足建筑后期维护维修等要求,同时强调资源再利用,可持续发展。

3.0.6 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计应遵循建筑全寿命期中使用与维护的便利性原则,设备管线宜与主体结构管线分离,管线更换或维修时不应影响结构性能。

3.0.7 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑的外围护系统应根据当地气候条件选用质量可靠、经济适用的材料和部品，并应选用技术成熟的施工工法进行安装。

3.0.8 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑防火、防腐、防水和隔声等整体性能和品质应符合国家相关标准的规定。

条文说明：3.0.8 由于钢结构自身对防火、防腐有严格的要求，也是社会和使用居民关注的重点，同时基于承载防护双功能构件的钢结构住宅采用一些配套轻质围护材料与部品，应在设计和建造过程中对整体性能和品质满足可靠性、安全性和耐久性的要求。

4 材料与部品

4.1 钢材与钢筋

4.1.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑中结构钢材的相关要求和设计指标除应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的规定外，尚应符合下列要求：

- 1 钢材应具有抗拉强度、屈服强度、伸长率和碳、硫、磷含量的合格保证；
- 2 主体结构用钢材应具有碳当量和冷弯性能的合格保证；
- 3 需要验算疲劳的焊接结构用钢材应具有冲击韧性合格保证；
- 4 设计要求厚度方向抗层状撕裂性能的钢材应具有断面收缩率合格保证；
- 5 按照发生塑性变形设计的构件或部位的钢材，其屈强比不应大于 0.85，伸长率不应小于 20%。

条文说明：

4.1.1 本条规定了基于承载防护双功能构件的钢结构中采用钢材的要求。

近年来，结构钢材品种增加，质量提高，已形成了不同性能的钢种牌号系列，并可按不同质量等级供用户选用。工程经验表明，正确合理的选用钢材的牌号与质量等级，对保证工程结构的质量与承载功能至关重要。对钢材化学成分、力学性能等指标保证限值的规定，一直是设计规范选材规定中被列为强条的重要内容，这些性能指标均为对钢材性能量化判定的重要基本依据。如屈服强度与设计强度、伸长率与塑性、屈强比与延性、冲击功与韧性、碳当量与焊接性能、冷弯与加工性等均是互为依据的关系。设计选材时应严格按结构使用条件和本条规定提出各项性能保证要求，以保证结构良好的承载性能。

第 1 款：钢结构承重构件所用的钢材应具有屈服强度、伸长率、抗拉强度和硫、磷含量的合格保证。

第 2 款：对焊接结构尚应具有碳或碳当量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构所用的钢材，应具有冷弯试验的合格保证。

第 3 款：对承受直接动力荷载作用并需计算疲劳的结构，其钢材应在保证良好综合性能基础上，严格保证冲击功的合格指标。此外，工程质量事故的经验与研究表明，当板件厚度较大并在低温环境下受拉时，其低温脆断倾向性明显增加，因而，对其质量等级也做出了较严格的规定。

钢材质量等级是对钢材质量细化控制，并与国际上钢材标准有关规定接轨而作出的规定。按硫、磷等化学元素含量的不同与不同环境温度下冲击功保证值的不同，共分为 A、B、C、D、E 等 5 个质量等级，故也是一个材质综合评定的指标。因 A 级钢在保证力学性能合格的条件下，交货时可不保证化学成分的限值指标，故承重结构一般不应选用 A 级钢。

第4款：在T形、十字形和角形焊接的连接节点中，当其板件厚度不小于40mm且沿板厚方向有较强撕裂拉力作用时（含较高约束拉应力作用），该部位板件钢材应具有厚度方向抗撕裂性能（Z向性能）的合格保证，其沿板厚方向断面收缩率不应小于15%按现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313规定的Z15级允许限值。

工程经验与国内外研究均表明，在焊接结构的焊接节点中，当较厚板件沿板厚方向受有较大的撕裂拉应力（含较高的约束拉应力）时，可能引起的钢板的层间（Z向）裂缝，严重影响结构的安全使用。其主要原因是焊接构造或工艺缺陷造成板内过大的Z向焊接约束应力，再是钢板钢材含硫量较高，易形成硫化锰的层间夹杂物缺陷，使钢材分层。这种裂缝常会在焊接区冷却过程中即开始产生。近年来在我国一些高层钢结构工程中的梁柱节点区均产生过这种钢板层裂的质量事故，有的工程还因此造成了重大经济损失。为避免此类问题的发生，应注意采用合理的焊接构造与工艺，避免过大的焊接约束应力，同时应提高钢材的抗撕裂性能（Z向性能）。

按现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313的规定，Z向性能指标分为Z15、Z25、Z35三个等级，相当于要求钢材厚度方向的断面收缩率分别不小于15%、25%与35%，也相当于钢材含硫量应保证分别不大于0.01%、0.007%、0.005%，即应控制超低的含硫量（一般结构钢材含硫量不大于0.035%）。

第5款：按塑性设计的结构与进行弯矩调幅计算的构件，以及按7度及7度以上抗震设防高层钢结构的框架梁、柱、抗侧力支撑等主要抗侧力构件，其屈服强度实测值与其标准值之比不应大于1.35。

塑性设计是利用钢材的塑性性能，以结构在荷载作用下陆续出现塑性铰直至形成机构作为其承载力的极限状态，故要求结构钢材有良好的塑性性能，以达到结构进入塑性工作状态后可可靠的实现内力重分配。

此外，抗震设防的高层钢结构，其框架梁、柱、抗侧力支撑等抗侧力构件，在罕遇地震作用时，亦会进入非弹性工作状态，也要求结构钢材在有较高强度的同时，还应具有适应更大应变与塑性变形的延性和韧性性能，从而实现地震作用能量与结构变形能量的转换，有效地减小地震作用，达到结构大震不倒的设防目标。故其所用钢材的塑性与延性指标保证限值，亦应严格遵守本款规定。这一规定也已作为一个基本准则列入了美国、加拿大、日本等国的相关技术标准中。

对抗震设防的高层钢结构的主要抗侧力构件，因承受地震强烈交变作用会引起构件高应变低周疲劳，并在大变形时可能进入非弹性工作状态，对钢材延性、塑性与韧性都有较严格的要求，故质量等级不宜低于C级。

4.1.2 采用分项系数设计方法时，结构钢材的强度设计值应根据钢材强度的标准值和材料分项系数确定，钢材材料分项系数应符合表4.1.2的规定。

表 4.1.2 结构钢材材料分项系数值

钢种	材料分项系数要求	推荐钢材牌号及标准
碳素结构钢	≥ 1.090	Q235 《碳素结构钢》GB/T 700
低合金高强度合金钢 (屈服强度标准值 $\leq 420\text{MPa}$)	≥ 1.125	Q355、Q390、Q420、Q345GJ、Q390GJ、 Q420GJ 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 《建筑结构用钢板》GB/T 19879
压型钢板	≥ 1.200	S220GD、S250GD、S280GD、S320GD、 S350GD、S550GD 《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518
其他钢种钢材	应有可靠的工程经验或必要的试验研究结果作为基础，且建筑结构用钢材不应小于 1.20。	

条文说明：

4.1.2 本条规定了基于承载防护双功能构件的钢结构中采用钢材的强度设计值和分项系数的要求。

根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 和《工程结构可靠度设计统一标准》GB 50153，各类结构按极限状态和可靠度设计准则，结构的荷载作用 S 与承载抗力 R 均引入相应的荷载作用分项系数 γS 与结构材料分项系数 γR 。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 制定时，各类钢材的抗力分项系数取值是经过对大批钢材实物强度的统计和可靠度指标校准分析等专题研究而确定的，其中钢材的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。

现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 中的材料分项系数 γR 通常是按钢材屈服强度数据统计分析取值的，而此统计分析工作只能在该种钢材有大量应用数据积累，并方便进行统计分析的条件下才可进行，这大大限制了新钢种由于无法及时确认其抗力分项系数，而不能被设计规范认可应用。为解决这一问题，对于满足本标准要求的其他钢种牌号的钢材，提出了需要有可靠的工程经验或必要的试验研究结果作为基础的要求，其中必要的试验研究结果是指以少量试验分析认定 γR 的方法，该试验的试件数量不应少于 30 个，通过试验统计分析结果可以得到该钢种的抗力分项系数。可靠的工程经验主要是指已经有些钢种得到了应用，例如铸钢件系铸造成型，由于未经压轧工艺对质量的进一步改善，虽经正火交货，但整体材质的均匀性、晶粒度等仍略差于轧制钢材，其抗力分项系数取值也偏大。本条没有给出具体取值，但给出了最低要求。建筑结构用钢材的材料分项系数不应小于 1.20。

4.1.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑中钢筋的相关要求和设计指标除应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的规定外，尚应符合下列要求：

- 1 钢筋应具有抗拉强度、屈服强度的合格保证；
- 2 纵向受力钢筋及其箍筋应具有延性和可焊性的合格保证；
- 3 对按一、二、三级抗震等级设计的组合构件，其纵向受力钢筋的屈强比不应大于 0.80，最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%，且屈服强度实测值与其标准值之比不应大于 1.3。

条文说明：

4.1.3 本条规定了组合结构中采用的常规钢筋的要求。

第 1 款：普通钢筋一般指热轧钢筋，除应具有屈服强度外，由于结构抗倒塌设计的需求，还应具有抗拉强度，即钢筋拉断前相应于最大拉力下的强度。

第 2 款：组合结构用钢筋由于要和钢构件连接，因此对延性（最大拉力下总伸长率）和可焊性有要求。具体来说：（1）构件的纵向受力普通钢筋可采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500、HRB335、RRB400、HPB300 热轧钢筋；（2）梁、柱和斜撑构件的纵向受力普通钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 热轧钢筋；（3）箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HRB335、HPB300、HRB500、HRBF500 钢筋。

第 3 款：基于结构抗震的要求。

4.1.4 采用分项系数设计方法时，钢筋的强度设计值应根据钢筋强度的标准值和材料分项系数确定，钢筋材料分项系数应符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 钢筋材料分项系数值

钢种牌号	材料分项系数	推荐钢筋牌号
热轧钢筋 ($300 \text{ MPa} \leq \text{屈服强度标准值} \leq 400 \text{ MPa}$)	≥ 1.100	HPB300、HRB335、HRB400、HRBF400、RRB400 《钢筋混凝土用钢》GB 1499
热轧钢筋 ($400 \text{ MPa} < \text{屈服强度标准值} \leq 500 \text{ MPa}$)	≥ 1.150	HRB500、HRBF500 《钢筋混凝土用钢》GB 1499
其他钢种牌号钢筋	应有可靠的工程经验或必要的试验研究结果作为基础，建筑结构用钢筋不应小于 1.15。	

条文说明：

4.1.4 本条规定了组合结构中采用钢筋的强度设计值和分项系数的要求。现行国家标准各类钢筋的抗力分项系数取值是经过对大批钢筋实物强度的统计和可靠度指标校准分析等专题研究，而确定了对的各类钢筋的抗力分项系数取值。其中钢筋的强度标准值应具有不小于 95%的保证率。

对于满足本标准要求的其他钢种牌号的钢筋，本条提出了需要有可靠的工程经验或必要的试验研究结果作为基础的要求，其中必要的试验研究结果是指以少量试验分析认定 γ_R 的

方法，该试验的试件数量不应少于 30 个，通过试验统计分析结果可以得到该钢筋的材料分项系数。可靠的工程经验主要是指已经有些钢种得到了应用，例如建筑结构用钢绞线、桥梁用预应力钢绞线等。

本条没有给出具体取值，但给出了最低要求。建筑结构用钢筋的材料分项系数不应小于 1.15。

4.2 混凝土

4.2.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑中，混凝土的相关要求和设计指标除应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的规定外，尚应符合下列要求：

- 1 混凝土应具有其强度等级的合格保证。
- 2 设防烈度 9 度时，混凝土强度等级不宜超过 C60；8 度时不宜超过 C70。
- 3 承载防护一体化柱
 - 1) 核心区混凝土强度等级，对 Q235 钢管，不宜低于 C40；Q345 钢管，不宜低于 C50；Q390、Q420 钢管，不应低于 C50。
 - 2) 考虑外包层受力时，外包混凝土强度等级不宜低于 C30。
 - 3) 不考虑外包层受力时，外包混凝土强度等级不宜低于 C30。

条文说明：

4.2.1 本条规定了基于承载防护双功能构件的钢结构住宅采用的混凝土的基本要求。

第 1 款：组合结构中混凝土种类和力学性能应符合下列规定：常规品（普通）混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值划分为 C30、C35、C40、C45、C50、C55。

第 2、3 款：考虑到与钢构件等组合作用，混凝土的强度等级需要进行匹配，提出了相应的基本要求。

4.2.2 采用分项系数设计方法时，混凝土的强度设计值应根据其强度的标准值和材料分项系数确定，混凝土材料分项系数不应低于 1.40。

条文说明：

4.2.2 本条规定了组合结构中采用混凝土的强度设计值和分项系数的要求。现行国家标准混凝土的抗力分项系数取值是经过对大批混凝土实物强度的统计和可靠度指标校准分析等专题研究，而确定了对的混凝土的抗力分项系数取值。其中混凝土的强度标准值由立方体试件抗压强度标准值经计算确定，应具有不小于 95%的保证率。

对于满足本标准要求的其他类型的混凝土，在具有可靠的工程经验或必要的试验研究成果基础上，其中必要的试验研究成果是指以少量试验分析认定 γ_R 的方法，该试验的试件数量不应少于 30 个，通过试验统计分析结果可以得到该混凝土的抗力分项系数。

4.3 其他材料

4.3.1 钢结构工程所用焊接材料应符合以下要求：

1 焊条或焊丝应与相应母材的性能相适应，其熔敷金属的力学性能应符合设计规定，并不应低于母材的性能。当两种强度级别的钢材焊接时，宜选用与强度较低钢材相匹配的焊接材料。

2 对需计算疲劳的结构，以及低温环境下工作的厚板结构，宜采用低氢型焊条。

3 焊条的材质和性能应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118 的有关规定；焊丝的材质和性能应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110 及《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》GB/T 10045、《热强钢药芯焊丝》GB/T 17493 的规定；埋弧焊用焊丝和焊剂的材质和性能应符合现行国家标准《弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝—焊剂组合分类要求》GB/T 5293、《埋弧焊用热强钢实心焊丝、药心焊丝和焊丝—焊剂组合分类要求》GB/T 12470 的有关规定。

条文说明：

4.3.1 本条依据《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《钢结构焊接规范》GB 50661-2011。

4.3.2 钢结构工程所用紧固件材料应符合以下要求：

1 钢结构连接用 4.6 或 4.8 级普通螺栓（C 级螺栓）及 5.6 级与 8.8 级普通螺栓（A 级、B 级普通螺栓），其性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 和《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定。

2 钢结构连接用大六角高强度螺栓或扭剪型高强度螺栓，其材质、材料性能、级别和规格应分别符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 的规定和《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。

3 圆柱头焊钉（栓钉）连接件的质量与性能应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T10433 的规定。

条文说明：

4.3.2 本条依据《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82。

4.3.3 外墙围护系统的外墙板应综合建筑防火、防水、保温、隔声、抗震、抗风、耐候、美观的要求，选用部品体系配套成熟的轻质墙板或集成墙板等部品，材料性能应符合现行国家标准《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574 的规定。

4.3.4 外围护系统的材料与部品的放射性核素限量应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016、《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定；室内侧材料与部品的性能应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 的规定。

4.3.5 外围护系统的钢骨架及钢制组件、连接件应采用热浸镀锌等防腐措施。

条文说明：4.3.5 应考虑建筑所在地环境类别、建筑使用部位的影响。热浸镀锌件的镀锌层，干燥环境下不宜低于 180g/m^2 （双面）；近海大气、工业化工大气、潮湿环境不宜低于 275g/m^2 （双面）。不应采用电镀锌件。

4.3.6 外门窗的性能应符合现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 的规定；设计文件应注明外门窗抗风压、气密、水密、保温、空气声隔声等性能的要求，且应注明门窗材料、颜色、玻璃品种及开启方式等要求。

4.3.7 外门窗玻璃种类和性能应符合现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 的规定。

4.3.8 外围护系统的防水、涂装、防裂等材料应符合下列规定：

1 外墙防水材料性能应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 和行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的规定，并应注明防水透汽、耐老化、防开裂等技术参数要求；

2 屋面系统的材料应根据建筑物重要程度、屋面防水等级选用，防水构造性能应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345、《坡屋面工程技术规范》GB 50693 的规定。

4.3.9 保温材料、防火隔离带材料、防火封堵材料等性能应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的规定。

4.3.10 外围护系统的密封胶应根据基材界面材料和使用要求选用，其伸长率、压缩率、拉伸模量、相容性、耐污染性、耐久性应满足外围护系统的使用要求，并应符合《混凝土接缝密封胶》JC/T 881 的有关规定，不同成分的密封胶尚应符合下列规定：

1 硅烷改性聚醚和硅酮密封胶性能应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 和《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 的规定；

2 聚氨酯密封胶性能应符合现行行业标准《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482 的规定；

3 聚硫密封胶性能应符合现行行业标准《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 的规定；

4 接缝密封胶性能应符合现行国家标准《建筑密封胶分级和要求》GB/T 22083 的规定。

条文说明：4.3.10 密封胶种类较多，主要包括：硅酮密封胶、硅烷改性聚醚密封胶、聚氨酯密封胶、聚硫密封胶、丙烯酸密封胶、环氧密封胶、丁基密封胶、氯丁密封胶、PVC 密封胶等。对钢筋混凝土、金属等界面材料可按相对应的技术标准选用密封胶。

密封胶主要性能要求包括：断裂强度、粘结强度、断裂伸长率、抗老化能力、外观、保型性、保质期、固化时间等。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 建筑设计需满足国家及地方现行建筑设计规范强制性条文的要求,满足工业化建造特征,确保技术体系通过省级及以上建设行政主管部门组织的专家论证。

条文说明: 5.1.1 本条款强调技术体系合规性审查,新型结构体系应通过省级住建部门组织的专家评审,形成技术认定文件作为报建依据。

5.1.2 建筑设计需满足安全、舒适、耐久、经济、环保五位一体性能目标,优先采用装配式钢结构建筑创新技术体系。当采用新材料、新工艺时,应提供省级以上检测机构出具的耐久性试验报告。

条文说明: 5.1.2 新材料应用需满足《建设工程新材料应用技术规范》GB/T 51235 要求,防火涂料等关键材料应具备 10 年质量保证。

5.1.3 建筑设计应遵循模数协调原则,建立覆盖全专业的基准网格系统,为户型可变预留条件,空间设计应满足可变户型组合需求,结构构件布置应预留 200~300mm 空间调节余量。

条文说明: 5.1.3 参照《装配式住宅设计选型标准》JGJ/T 494,空间可变性应通过可拆卸隔墙系统实现,连接节点设计需满足 5 次以上拆装循环要求。

5.1.4 建筑构造设计应实行全生命周期质量管理,关键部位(外窗周边、卫生间反坎等)应实施防水构造专项设计,确保 20 年使用周期内免维护。

条文说明: 5.1.4 参照《建筑防水构造》19CJ40 系列图集,防水分区接缝处应设置双层止水带,变形缝宽度按 $L/500$ 计算且不小于 20mm。

5.1.5 建筑设计需综合考虑地域条件,特别是生产制造和运输施工等因素,合理选择外围护系统、内装修系统以及设备管线系统。地域适应性设计应符合下列要求:

- 1 严寒地区应设置断热桥构造层,热桥部位传热系数修正值 $\psi \leq 0.05W/(m \cdot K)$;
- 2 沿海地区构件连接节点应进行 240h 盐雾试验验证;
- 3 地震高烈度区应采用自复位节点设计。

条文说明: 5.1.5 地域设计指标参照《气候适应性建筑技术标准》GB/T 51376 执行,抗震节点详见《建筑抗震韧性设计标准》GB/T 38591。

5.1.6 建筑设计需满足装配式装修的要求,按照一体化设计原则,统筹结构系统、外维护系统、内装修系统、设备与管线系统的集成设计。

5.1.7 建筑材料选用需满足高效能、标准化、户型可变、节能环保、施工快速等的要求。建筑材料选用应建立分级控制体系：

- 1 I 类材料（结构主体）：全数检测，质保 30 年；
- 2 II 类材料（围护系统）：抽样检测，质保 15 年；
- 3 III 类材料（内装部品）：型式检验，质保 5 年。

条文说明：5.1.7 材料分级标准参照《绿色建筑评价标准》GB/T 50378，检测频次按《建筑工程检测技术管理规范》JGJ 190 执行。

5.1.8 建筑部品部（构）件设计应兼顾标准化与多样化的原则，并满足套型系列化、通用化的要求。部品构件设计应符合标准化率要求：

- 1 通用连接节点 $\geq 85\%$
- 2 可替换构件 $\geq 60\%$

条文说明：5.1.8 标准化率计算按《装配式建筑评价标准》GB/T 51129 执行，连接节点应满足《钢结构连接节点设计标准》GB/T 22395 要求。

5.1.9 建筑外围护系统应根据气候分区及地方要求选用质量可靠、经济适用的材料和部品部（构）件，并应选用技术成熟的施工工法进行安装。外围护系统应实施性能化设计：

- 1 气密性： $n_{50} \leq 0.6 \text{h}^{-1}$
- 2 防水性：抗风压性能 $\geq 3 \text{kPa}$
- 3 抗震性：层间位移角 1/250 不损坏

条文说明：5.1.9 检测方法按《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 执行。

5.1.10 钢结构部（构）件及其连接应采取有效的防火措施，耐火等级应符合国家现行标准《建筑防火通用规范》GB55037-2022、《建筑设计防火规范》GB50016(2018 版)。

5.1.11 建筑图纸需满足规范规定及施工所需要的深度要求：

- 1 满足生产加工和施工安装的要求；
- 2 外维护系统部品部（构）件的选材、排版及预留、预埋；
- 3 内装修系统及部品部（构）件安装节点；
- 4 部品加工图应标注三维公差（ $\pm 2 \text{mm}$ ），预留孔洞应标注位置公差（ $\pm 3 \text{mm}$ ）及封堵工艺，连接节点应注明施工顺序及临时支撑要求。

条文说明：5.1.11 图纸表达深度按《建筑工程设计文件编制深度规定》执行，BIM 模型应达到 LOD400 精度。

5.2 模数协调设计标准

5.2.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定，并应建立贯穿建筑设计、部品生产、施工安装全过程的模数协调体系。

5.2.2 厨房、卫生间建筑设计除应符合现行行业标准《住宅厨房模数协调标准》JGJ/T 262 和《住宅卫生间模数协调标准》JGJ/T263 的规定外，尚应满足下列要求：

- 1 设备管线系统与结构体系的模数接口协调；
- 2 整体厨卫部品与主体结构的安装公差控制；
- 3 水电设备点位与建筑构造的模数对应关系。

5.2.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑应通过模数协调实现建筑结构体系和建筑内装体系之间的整体协调，并符合下列规定：

1 应采用基本模数或扩大模数，建立覆盖结构构件、围护系统、设备管线、内装部品的统一基准网格，部品部（构）件的设计、生产和安装等应满足尺寸协调的要求：

2 应在模数协调的基础上优化部品部（构）件尺寸和种类，优先选用标准化程度高的模数系列，并应确定各部品部（构）件的位置和边界条件：

3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅主体部（构）件和内装部品宜采用模数网格定位方法，网格基准面应综合考虑结构性能与空间功能需求：

4 应建立 $\pm 3\text{mm}$ 的公差协调体系，结构构件加工公差不应超过 $L/1000$ 且 $\leq 5\text{mm}$ ，内装部品安装公差应控制在 $\pm 2\text{mm}$ 范围内；

5 机电管线系统与结构体系应采用协同模数设计，管线路由应与结构网格保持模数对应关系。

5.2.4 建筑设计应采用基本模数或扩大模数数列，并应符合下列规定：

1 开间与柱距、进深与面宽、门窗洞口宽度等水平方向宜采用水平扩大模数数列 $2nM$ 、 $3nM$ ， n 为自然数，优先选用 300mm 为基本增量单位；

2 层高和门窗洞口高度等垂直方向宜采用竖向扩大模数数列 nM ，推荐采用 100mm 为基本增量单位；

3 梁、柱等部件的截面尺寸宜采用竖向扩大模数数列 nM ，型钢构件截面尺寸公差应控制在 $\pm 2\text{mm}$ 范围内；

4 构造节点和部品部（构）件的接口尺寸等宜采用分模数数列 $nM/2$ 、 $nM/5$ 、 $nM/10$ ，，

其中电气接口宜采用 M/5 系列，给排水接口宜采用 M/10 系列；

5 模数网格系统应延伸至地下结构及屋顶层，地下室柱网应与地上结构保持模数延续性，设备夹层高度应满足 nM 要求。

条文说明：

5.2.4 本条中的 M 是住宅建筑模数协调的最小单位， $1M=100mm$ 。钢结构装配式住宅建筑因下列情况而产生非模数尺寸与空间时，可对相关部位进行设计技术处理：

- 1 钢结构柱网采用中心线定位法时，边跨和边开间的平面尺寸可采用非模数；
- 2 采用界面定位法时，钢结构柱网中心线可为非模数；
- 3 在下层钢结构柱网采用中心线定位的情况下，超高层钢柱截面尺寸随高度改变可采用非模数；
- 4 钢梁偏置轴线可采用非模数；
- 5 为隐蔽钢梁、钢柱，偏向一侧的内墙可采用非模数；
- 6 专用体系的特殊作法与要求，可采用非模数。

5.2.5 模数协调质量控制应符合下列要求：

- 1 应建立建筑信息模型（BIM）进行三维模数校验，确保各专业构件空间关系符合模数协调原则；
- 2 预制构件应设置标准化定位标识系统，采用激光刻印或嵌入式二维码标注模数基准线；
- 3 现场安装应采用数字化 测量定位技术，钢结构安装定位误差应 $\leq 3mm$ ，内装部品安装误差应 $\leq 2mm$ 。

5.2.6 特殊空间模数处理：

- 1 异形空间转换部位应采用模数过渡区设计，过渡区长度不应小于 2 倍基本模数；
- 2 设备密集区域应设置复合模数网格系统，主网格间距保持 $3M$ ，次级网格间距为 $M/2$ ；
- 3 结构构件与外围护单元的连接界面应设置模数缓冲带，缓冲带宽度宜为 $M/2$ 的整数倍。

5.3 标准化设计

5.3.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅应在模数协调的基础上采用标准化设计。标准化设计包括：楼栋标准化、套型标准化及部品部（构）件标准化。建立覆盖结构、围护、设备、内装系统的通用基准体系。部品部（构）件标准化应满足下列要求：

- 1 结构构件优先选用 300mm 为基本模数增量单位，水平方向采用 3nM 数列；
- 2 围护系统接口公差应控制在 $\pm 2\text{mm}$ 范围；
- 3 设备管线系统接口应采用 M/5 分模数协调；
- 4 内装部品安装基准线应与结构轴线保持模数对应关系。

条文说明：5.3.1 标准化体系需贯穿建筑全生命周期，结构构件优先尺寸参照《建筑模数协调标准》GB/T 50002 确定；接口公差控制依据《装配式钢结构住宅建筑技术标准》JGJ/T 469 第 4.2.6 条；内装系统模数对应关系参照北京规程 DB11/T 1746-2020 第 4.2.5 条。钢结构装配式住宅通过标准化设计，实现技术转型创新，为工业化建造创造先决条件。

5.3.2 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅平面布置宜规整，套型设计应遵循系列化原则，采用标准化套型设计。平面设计应实现分级标准化体系：

- 1 套型级：采用 300mm 级差开间尺寸系列（如 3.3m/3.6m/3.9m）；
- 2 部品级：门窗洞口优先选用 1200mm/1500mm/1800mm 标准系列。

条文说明：5.3.2 钢结构住宅建筑的平面应规整，并符合工业化特点，采用定型化、系列化原则，宜采用标准化套型设计，可以减少部品部（构）件的类型，降低生产安装的难度，有利于经济合理性。开间尺寸系列与北京规程 DB11/T 1746-2020 第 4.2.9 条外墙优先厚度相协调；门窗洞口尺寸需满足《住宅设计规范》GB 50096 采光系数要求。

5.3.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅宜采用模块及模块组合的设计方法，楼电梯、公共管井、厨房、卫生间等宜采用模块组合的设计方式，遵循少规格、多组合的原则。模块化设计应满足下列技术要求：

- 1 功能模块：厨房、卫生间设备管线集中布置复合墙体空腔内；
- 2 结构模块：梁柱节点采用标准化连接套筒。

条文说明：5.3.3 住宅单元的楼梯间或套型的厨房、卫生间等功能区应采用模块化设计方法，住宅套内用水空间宜集中布置，合理确定厨房和卫生间的位置，并结合功能和管线要求，宜选择整体厨房和整体卫浴等模块化部品，提高部品部（构）件的通用性。住宅共用管线和公共立管布置应集中紧凑，宜设置在共用空间部位的模块空间中；设计可采用户型模块化或单元模块化设计方法，模块之间的组合形式可灵活多样。

5.4 集成设计

5.4.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计应与结构系统、外围护系统、设备与

管线系统和内装修系统进行集成设计（横向整合），以提高系统性及部品集成度，保证产品质量，提高建造效率，实现数字化协同、接口标准化、性能集成等集成要求。

条文说明：5.4.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑是一个系统工程，创新发展产业优化、集成技术的钢结构装配式住宅建筑体系是推动发展方式转变的前提。

从建筑的系统集成角度出发，钢结构装配式住宅可归纳为以下四个主要系统：建筑的结构系统是由结构构件通过可靠的连接方式装配而成，用以承受或传递荷载作用的部（构）件的整体；外围护系统是由建筑外墙、屋面、外门窗及其他部品部（构）件等组合而成，用于分隔住宅建筑室内外环境的部品的整体；设备与管线系统是由给水排水、供暖通风空调、电气和智能化、燃气等设备与管线组合而成，满足住宅建筑使用功能的部品的整体；内装修系统是由楼地面、墙面、轻质隔墙、吊顶、内门窗、厨房和卫生间等组合而成，满足住宅建筑空间使用要求的内装部品的整体。

5.4.2 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅宜采用集成式或整体式厨房、卫浴，外墙宜采用保温装饰一体化集成式墙板技术。集成技术应用应包括：厨卫集成、外围护集成、防水集成。

条文说明：5.4.2 钢结构住宅建筑的全装修是推动我国建筑产业现代化发展的方向，工业化生产的住宅内装部品应采用集成装配建造方式，如整体卫浴、整体厨房、整体收纳等集成式设备及管线等单元模块化部品或集成化部品。

解决好钢结构装配式住宅建筑外围护结构问题，既是保证建筑最终实现建筑工业化的基础工作，也是满足钢结构住宅产业化的必要条件。外围护系统在外观效果、防火、防水、保温隔热等方面均有较高要求，是建筑体系的一项关键集成部分。

5.4.3 各系统集成设计应统筹考虑材料性能、加工工艺、运输限制、吊装能力等方面要求。生产施工集成控制应满足：运输集成、工艺集成、误差集成。

5.5 协同设计

5.5.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计应遵循建筑、结构、设备与管线、室内装修等专业集成设计的原则，基于系统集成的理念统筹各专业之间的协同设计（纵向协作）。应建立专业协同、阶段协同、主体协同三级协同体系。

条文说明：5.5.1 协同设计的基础是模数协调、标准化设计及通用化接口，并且各专业设计在策划阶段、方案设计、初步设计、施工图设计及详图设计等不同设计阶段均应在 BIM 平台

上进行。

5.5.2 建筑设计、部品部（构）件深化设计、装配化施工及运维各阶段宜采用建筑信息化模型技术并相协同，满足建筑全寿命期的使用要求。全生命周期协同管理应包括设计阶段、生产阶段、运维阶段三个阶段。

条文说明：5.5.2 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑应以工业化生产建造方式为原则，做好建筑设计、部品部（构）件生产运输、装配施工、运营维护等产业链各阶段的设计协同，将有利于设计、施工建造的相互衔接，保障生产效率和工程质量。

5.5.3 部品部（构）件应根据生产、储存、组装及现场安装的实际情况与条件，对部品部（构）件及接口等进行全专业设计协同与优化，包括：接口标准化、运输协同和安装协同。

条文说明：5.5.3 从实践来看，部品部（构）件节点接口标准化的途径是指应按照统一协调的标准进行节点接口设计，做到位置固定、链接合理。确保部品部（构）件的可建造性是设计阶段的主要任务，也是设计与其他建设流程之间协调的关键。部品部（构）件的设计必须依据技术节点接口标准化原则，其模数与规格应满足通用化和多样性的要求，与整个系统配套、协调，确保部品部（构）件吊装就位和装配成型。

5.6 可持续设计

5.6.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计应结合钢结构体系具有全寿命期可变性的特点，采用可持续设计理念，并满足可变性设计、再生材料应用、能源效率的要求。

条文说明：5.6.1 全寿命周期设计需覆盖 50 年使用期，模块化体系参照北京标准 DB11/T 1746-2020 的 12M 网格系统；再生材料标准执行《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 第 7.2.3 条。

5.6.2 非承重部品部（构）件应具有通用性、可更换性和易拆除的特性。

5.6.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅钢部（构）件的使用年限不应低于建筑设计年限，防腐设计与措施应满足建筑耐久性要求。

5.6.4 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅内装部品应满足通用性和互换性，且符合下列规定：

- 1 共用内装部品不宜设在套内专用空间内；
- 2 设计使用年限较短的内装部品的维修或更换应避免破坏设计使用年限较长的内装部品；

3 住宅套内内装部品的维修或更换不应影响共用内装部品和其他内装部品的使用。

条文说明：5.6.1~5.6.4 可持续设计的理念是追求降低环境负荷，与环境相结合，创造有利于居住者健康的环境。其目的在于减少能耗、节约用水、减少污染、保护环境、保护生态、保护健康、提高生产力、有利于子孙后代。

实现绿色可持续发展，需要观念和技术上的不断创新和发展、设计水平的不断提高，以及全社会的积极参与。与以往的传统建筑相比较，可持续发展的建筑设计更侧重于事先考虑对环境的尊重与适应，考虑如何更高效地使用可再生资源，减少不可再生资源的使用，同时营造出更舒适的居住和工作空间。这就要求设计师要基于高效使用资源和保护自然生态环境的原则进行设计，而不仅仅满足于功能和美观的要求。

5.7 平面、立面与空间

5.7.1 建筑平面设计应符合下列规定：

- 1 应结合钢结构体系特点进行平面布置，采用各功能模块及模块组合的设计方法，模块应进行优化组合，并应满足功能需求及结构布置要求；
- 2 平面宜规则、平整，宜采用对称式布置方式；
- 3 楼电梯及设备竖井等区域宜集中设置；
- 4 应与结构专业协同布置柱网，宜采用连续柱跨的布置方式；
- 5 空间布局应考虑结构抗侧力体系的布置。

5.7.2 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑的套型设计应符合下列规定：

- 1 宜采用大开间结构布置方式，满足套内空间布置的灵活性、可变性；
- 2 套型设计应满足标准化、模块化、系列化及可组合的要求。

条文说明：5.7.1~5.7.2 在钢结构装配式住宅建筑中，户型设计是建筑系统集成设计的基础，应充分结合、利用钢结构优势，宜将柱网设置在外墙和分户墙上，做到户内无柱、大空间灵活分隔；通过模数化、模块化、部品化、序列化，实现了户型的多样化。

钢结构装配式住宅平面宜简单规整，平面凹凸过多不仅不利于钢结构受力体系和施工建造，也不利于节能环保；平面设计既要考虑结构特点，还要满足居住空间可变性。

5.7.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑应根据建筑功能空间净高要求、主体结构(楼盖技术层厚度、梁高)、设备管线及装修等要求，确定合理的层高及净高尺寸，并应符合建筑竖向模数协调的规定。

条文说明：5.7.3 含装修在内的楼盖技术层总厚度为 h ，基于承载防护双功能构件的钢结构住宅当 h 小于等于 250mm 时，层高不应小于 3.0m；当 h 大于 250mm 但小于等于 350mm 时，层高不宜小于 3.1m； h 大于 350mm 时，层高不宜小于 3.2m。住宅建筑层高需满足《住宅项目规范》GB 55038-2025 层高要求。

5.7.4 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑立面设计应满足建筑模数协调、节能设计要求和外围护系统安装需求。

5.7.5 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑空间性能提升应满足声学设计、热工性能优化和智能家居适配的要求。

6 结构设计

主笔单位：中冶建研院（深圳）

参加单位：同济大学、二十二冶

6.1 一般规定

6.1.1 结构设计需满足国家及地方现行结构设计规范强制性条文的要求，确保结构设计技术先进、安全可靠，顺利通过政府部门的检查和审图单位的审查。

6.1.2 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅设计应根据建筑功能、结构性能、结构体系的特性与适应高度、装配化施工、施工工期及综合造价等要求，按项目整体效益最大化的目标选择合适的结构体系与布置并进行优化设计。

6.1.3 结构设计需保证产品的质量，避免出于设计原因造成开裂、渗水、不均匀沉降等，实现构件正常使用状态下全生命周期免维护的要求。

6.1.4 采用钢-混凝土混合结构，其混凝土剪力墙的设计应符合现行业标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的规定。

6.1.5 结构图纸需满足规范规定及施工所需要的深度要求。

6.2 结构体系及其适用高度

6.2.1 基于承载防护双功能构件的钢结构体系设计应包括以下内容：

- 1 结构选型、构件布置及传力路径的结构方案设计；
- 2 材料选用及各类组合构件截面选择；
- 3 结构上的作用及作用效应分析；
- 4 结构的倾覆、滑移、漂浮、防连续倒塌验算；
- 5 结构振动响应验算；
- 6 构件连接构造设计；
- 7 抗震设计与抗火设计；
- 8 满足特殊要求结构的专门性能设计。

条文说明：6.2.1 为从根本上保证结构安全，进行基于承载防护双功能构件的钢结构设计时，本条所规定的设计内容必须完成，包括结构方案、材料选用和截面选择、内力分析、截面设计、连接构造、耐久性、施工要求、抗震抗火设计等。由于组合结构种类多样，应

特别注意截面类型选择，并同时关注钢材防腐防火和混凝土耐久性等方面的要求。

6.2.2 基于承载防护双功能构件的钢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荷载传递途径；
- 2 应具有满足设计寿命要求的承载能力、刚度、变形能力和消耗地震能量的能力；
- 3 应具有合适的冗余度，避免由局部破坏导致整个结构发生连续倒塌的风险。

条文说明： 6.2.2 本条规定了在进行基于承载防护双功能构件的钢结构体系设计时必须考虑的原则，特别是抗震结构体系，要求受力明确、传力途径合理且传力路线不间断，使结构的抗震分析符合结构在地震时的实际表现。提高结构的抗震性能是结构选型与布置结构抗侧力体系时首先考虑的因素之一。要注重冗余度和整体牢固性，避免局部破坏引起整体倒塌等严重后果。

6.2.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑可采用下列钢-混凝土板柱结构体系：

- 1 板柱框架结构；
- 2 板柱框架-支撑结构；
- 3 板柱框架-剪力墙结构；
- 4 板柱框架-核心筒结构；
- 5 板柱框架-支撑-核心筒结构；
- 6 板柱框架-框筒结构。

条文说明： 6.2.3 本条列举了可采用的钢-混凝土板柱结构体系，随着结构的高度增高，可以采用不同的抗侧力结构。

6.2.4 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑采用钢-混凝土板柱结构体系时，其最大适用高度应符合表 6.2.4 的规定，平面或竖向不规则的高层建筑结构，其最大适用高度宜适当降低。采用其他结构体系时，其最大适用高度应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》J186 混合结构设计相关规定。

表 6.2.4 钢-混凝土板柱结构的最大适用高度（m）

结构体系	抗震设防烈度				
	6 度或 7 度 （0.10g）	7 度 （0.15g）	8 度 （0.2g）	8 度 （0.3g）	9 度 （0.4g）
板柱框架-支撑结构	130	120	100	80	50
板柱框架-剪力墙结构					

板柱框架-核心筒结构	150	130	100	90	70
板柱框架-支撑-核心筒结构					
板柱框架结构	60	50	40	35	24

注：1 甲类建筑，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的要求，9 度时应专门研究；

2 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）；

3 当房屋高度超过本表数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效的加强措施；

4 乙类建筑可按本地区抗震设防烈度确定其适用的最大高度。

条文说明：6.2.4 参考《高层建筑混凝土结构技术规程》和《组合结构设计规范》有关要求，确定结构的最大适用高度。

6.2.5 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑采用钢-混凝土板柱结构体系时，其高宽比不宜超过表 6.2.5 的规定。采用其他结构体系时，其高宽比宜符合《高层建筑混凝土结构技术规程》J186 混合结构设计相关规定。

表 6.2.5 钢-混凝土板柱结构的最大适用高宽比

结构体系	抗震设防烈度			
	6 度	7 度	8 度	9 度
板柱框架结构	5	5	4	-
板柱框架-支撑结构	6.5	6.5	6	5
板柱框架-剪力墙结构	6.5	6.5	6	5
板柱框架-核心筒结构	7	7	6	5
板柱框架-支撑-核心筒结构	7	7	6	5

注：1 计算高宽比的高度一般从室外地面算起；

2 当塔形建筑底部有大底盘时，计算高宽比的高度从大底盘顶部算起。

条文说明：6.2.5 参考《高层建筑混凝土结构技术规程》和《高层民用建筑钢结构技术规程》有关要求确定结构最大适用高宽比。

6.3 结构布置

6.3.1 结构布置应满足下列安全性通用要求：

1 结构的竖向和水平布置应使结构具有合理的刚度和承载力分布，避免因刚度和承载力突变或结构扭转效应而形成薄弱部位；

2 抗震设计时应具有多道防线；

- 3 应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径;
- 4 应具有必要的承载能力, 足够的刚度, 良好的变形能力和消耗地震能量的能力;
- 5 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;
- 6 对可能出现的薄弱部位, 应采取有效的加强措施;
- 7 防屈曲约束支撑、耗能支撑等高变形构件, 应布置在方便维修和更换的位置。

条文说明: 6.3.1 结构布置的安全性要求参考现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015 中 3.1.3~3.1.5 条。

6.3.2 结构布置不应影响住宅的使用功能, 并宜符合下列建筑方面的要求:

- 1 竖向构件宜布置在外墙、分户墙等处, 当竖向构件截面尺寸超出墙体厚度时, 可采用偏置于次要功能房间或采用内装及收纳遮蔽;
- 2 高度在 100m 以下的钢柱外轮廓尺寸宜上下一致;
- 3 钢梁布置时, 宜避免客厅与餐厅之间、主要房间露梁。

6.3.3 结构布置不宜采用平面和竖向特别不规则的设计方案, 不应采用严重不规则的设计方案, 规则性判定应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

6.3.4 高层与超高层钢结构住宅宜选用风压较小的平面形状, 并应考虑临近高层建筑物的风压影响, 在体型上应避免设计风速范围内出现横向风振动。

6.3.5 钢结构住宅不宜设置变形缝, 在分析设计时应考虑温度与混凝土楼板的收缩作用。当必要设置时, 变形缝应满足防震缝要求。全钢结构防震缝的宽度不应小于相应混凝土结构缝宽的 2 倍, 且不小于 140mm。

条文说明: 6.3.5 钢结构住宅伸缩缝设置规定参考了现行天津市工程建设标准《天津市钢结构住宅设计规程》DB/T29-57-2016 中 5.4.6 的规定。

6.3.6 采用钢框架结构时, 其布置应符合下列要求:

- 1 应分别沿建筑纵、横双向布置钢框架, 不宜采用单跨框架结构;
- 2 钢框架的梁柱节点应采用刚性连接;
- 3 应采取措施减小楼梯间的布置带来的不利影响;
- 4 对钢框架结构, 若底层层高较高、填充墙较少, 宜在底层布置斜撑或剪力墙。

条文说明: 6.3.6 钢框架结构布置要求参考了现行浙江省工程建设标准《高层钢结构住宅设计规范》DB33/T 1133-2017 中 8.2.1 的规定, 并作了部分增减。

6.3.7 采用钢框架-支撑结构时, 其布置应符合下列要求:

1 可分别沿建筑纵、横双向布置钢框架-支撑结构：当沿横向布置钢框架-支撑结构，纵向布置钢框架结构时，其结构最大适用高度应按钢框架结构确定；

2 斜撑布置在分户墙、山墙或楼(电)梯间等部位，不应妨碍和限制住宅建筑的使用功能；

3 斜撑可采用单斜撑、“X”形撑、“V”形撑、人字形撑等，其倾斜角度宜控制在 30° ~ 60° 之间；

4 结构平面与竖向布置较规则的宜采用中心支撑，也可采用偏心支撑、屈曲约束支撑等消能支撑；

5 支撑沿竖向宜连续布置，并应延伸至计算嵌固端。除底部楼层外，支撑的形式和布置在竖向宜一致；

6 钢框架-支撑结构的梁柱节点应采用刚性连接。

条文说明：6.3.7 钢框架-支撑结构布置要求及钢框架结构布置要求参考了现行浙江省工程建设标准《高层钢结构住宅设计规范》DB33/T1133-2017 中 8.2.2 的规定，并作了部分增减。对楼梯板与主体结构采用非刚性连接(如设置滑动铰连接)，以弱化楼梯板的斜撑作用。

6.3.8 采用钢框架-混凝土核心筒结构或混凝土外筒结构、混凝土剪力墙结构、钢板剪力墙结构时，其布置应符合下列要求：

1 宜沿结构两主轴方向对称布置剪力墙，剪力墙宜布置在楼梯间、电梯间、分户墙、外墙、平面形状变化与恒荷载较大的部位。当平面形状凹凸较大时，宜在凸出部分的端部附近布置剪力墙；

2 纵、横向剪力墙宜组成 L 形、T 形、I 形或[形等形式；

3 剪力墙的开洞宜上下对齐；

4 当剪力墙周边楼盖存在较大洞口时，应加强与附近的抗侧力结构或楼梯结构的连接，保证剪力墙的稳定；

5 核心筒高宽比不宜大于 12。

条文说明：6.3.8 钢框架-混凝土核心筒结构或混凝土外筒结构、混凝土剪力墙结构、钢板剪力墙结构布置要求参考了现行天津市工程建设标准《天津市钢结构住宅设计规程》DB/T29-57-2016 及浙江省工程建设标准《高层钢结构住宅设计规范》DB33/T 1133-2017 中相关条文，并作了部分增减。

6.4 结构分析

6.4.1 结构的计算模型与基本假定应与结构实际受力、变形的机制相符合。

6.4.2 当结构内力分析采用一阶弹性分析方法时,柱的计算长度系数应根据结构类型及支撑体系刚度按现行规范确定。当结构内力分析采用二阶弹性分析方法时,柱的计算长度系数可取 1.0 或其它认可的值。

6.4.3 高层钢结构的整体稳定性应满足整体结构最低弹性竖向临界荷载与荷载设计值的比值大于 6, 或弯剪型结构最大顶点位移二阶效应增大系数小于或等于 16%。

条文说明: 6.4.3 参考现行广东省标准《高层建筑混凝土结构技术规程》DBJ/T 15-92-2021, 高层混凝土结构整体稳定性要求标准值作用下的屈曲因子大于 10, 考虑到钢结构可以不考虑刚度折减, 且现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017-2017 采用的屈曲因子为临界荷载与荷载设计值之比, 安全起见, 确定高层钢结构整体稳定性的要求。对弯剪型钢结构, 根据公式 $K=1/(\lambda-1)$, 屈曲因子大于 6, 相当 K 小于 20%, 安全起见, 按二阶效应增大系数小于 16%进行整体稳定性判断。

6.4.4 对钢框架-支撑(剪力墙、核心筒)结构,底部框架柱所承担的地震层剪力不宜大于总地震剪力的 50%。当底部框架按刚度分配所得框架的剪力小于总剪力的 25%及框架部分最大层剪力的 1.8 倍二者的较小值时,设计时框架部分的地震剪力应乘以增大系数。

条文说明: 6.4.4 参考现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015 中 6.2.6 条规定,以控制钢框架-支撑(剪力墙、核心筒)结构中底部框架柱与支撑(剪力墙、核心筒)的最小数量与截面。

6.4.5 多遇地震与风作用下的内力与变形分析时,对全钢结构,其阻尼比可取 0.02;对钢框架-混凝土剪力墙(核心筒)类的混合结构,其阻尼比可取 0.03,其他结构类型可按钢材与混凝土的材料阻尼比及应变能因子确定各振型的阻尼比。

条文说明: 6.4.5 阻尼比参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 的附录 G、现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 的 11.3.6 条和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015 的 5.4.6 条、现行团体标准《高层建筑钢-混凝土混合结构设计规程》CECS230-2008 的 5.1.3 条、现行地方标准广东省《高层建筑混凝土结构技术规程》DBJT 15-92-2021 的 12.3.5 条和广东省《钢结构设计规程》DBJ15-102-2014 的 4.2.5 条规定,并考虑到深圳地区高层位移与舒适度基本上是风荷载控制,综合考虑后确定。

6.4.6 结构分析时,应考虑构件偏心的影响及楼板、楼梯和围护结构的作用,合理选取梁刚度放大系数、梁扭矩折减系数等;同时宜考虑混凝土受拉开裂后刚度退化的影响。

条文说明: 6.4.6 对工字钢梁,扭矩折减系数宜取 1;对箱形钢梁,扭矩折减系数宜取 0.5~0.8;如不考虑混凝土受拉开裂后刚度退化的影响,则内力分析结果不准确。

6.4.7 当考虑楼板对钢梁刚度的贡献时,相应梁的抗弯刚度可乘以放大系数。对两侧有楼板

的梁，其抗弯刚度放大系数可取 1.5；对仅一侧有楼板的梁，其抗弯刚度放大系数可取 1.2；当围护结构对主体结构的受力与变形影响较大时，可适当考虑放大相关构件的刚度或将相关围护结构计入结构整体分析模型。

6.4.8 对钢管混凝土柱，应复核多遇地震与风等水平作用下柱中的混凝土拉应力标准值是否满足抗拉强度的标准值要求，不满足时应采取相应的措施。

条文说明：6.4.8 如钢管柱中的混凝土拉应力大于抗拉强度的标准值，则混凝土部分刚度退化，将导致分析结果有误差。

6.4.9 对梁端铰接，分析时应同时释放梁端面内抗弯、面外抗弯、面外抗剪及抗扭对应的自由度。

6.4.10 次梁设计时，其抗弯与抗剪承载力可考虑与楼板组合的有利作用。

6.4.11 风振加速度计算时，采用 10 年重现期风压作用，全钢结构阻尼比可取 0.01，混合结构阻尼比可取 0.015。

6.4.12 对凹凸不规则程度较大的结构，宜采用风洞试验测点的风力时程进行多点加载，按弹性楼盖模型进行时程分析，可按合成加速度的算法及随机理论的处理方法计算峰值因子为 2.5 时对应的合成加速度，复核是否满足最大风振加速度的限值要求。

条文说明：6.4.12 对凹凸不规则程度较大的结构，由于常规的风振加速度分析按简化方法施加风作用时程，无法考虑扭转效应及弹性楼盖的影响，使风振加速度计算结果存在较大误差，故应直接采用风洞试验测点的风力时程进行多点加载和分析，并按规范限值与随机理论控制风振合成加速度值的峰值。

6.4.13 对钢结构的关键节点，应采用壳元或实体元对节点进行精细化分析。

6.4.14 应根据楼板的内力，复核钢梁与楼板之间栓钉的抗剪承载力。

条文说明：6.4.14 楼盖中钢梁负弯矩较大时，则导致周边混凝土楼板拉应力较大，故应详细分析混凝土板拉应力，并可采取以下做法：

1 分析模型中，楼板宜采用弹性壳元，楼板顶面与梁顶面齐平；

2 在钢梁与楼板的连接中，宜设置抗拉但不抗剪的栓钉；

3 对相邻楼板，采用后浇的施工方法。

6.4.15 对体型复杂或结构布置复杂且房屋高度超过 100m 的结构，宜采用至少两个不同力学模型的结构分析软件进行整体计算。对结构分析软件的分析结果，应进行分析判断，确认其合理、有效后方可作为工程设计的依据。

条文说明：6.4.15 采用两个不同力学模型的结构分析软件进行对比分析，以提高复杂结构分析结果的可靠性。

6.5 构件设计

6.5.1 构件设计应包括下列内容：

- 1 结构选型、构件布置及传力路径的结构方案设计；
- 2 材料选用及各类组合构件截面选择；
- 3 作用及作用效应分析；
- 4 构件承载能力极限状态验算；
- 5 构件正常使用极限状态验算；
- 6 制作、运输、安装、混凝土耐久性、钢材防腐和防火等要求；
- 7 抗震设计和耐火验算与防火设计；
- 8 满足特殊要求结构的专门性能设计。

条文说明：6.5.1 本条规定构件设计的主要内容，参照了构件设计的内容《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 3.1.1 条，但体现了组合结构的特点，如第 2 和第 7 点，对组合结构设计非常重要。

6.5.2 构件的承载能力极限状态验算应包括下列内容：

- 1 构件和连接的承载力计算；
- 2 直接承受动力重复荷载的构件应进行疲劳验算；
- 3 有抗震设防要求时，应进行抗震承载力验算。

条文说明：6.5.2 本条规定了构件设计的承载能力极限状态应验算的内容，对组合结构设计非常重要。

6.5.3 构件的正常使用极限状态验算应包括下列内容：

- 1 对需要控制变形的构件，应进行变形验算；
- 2 对不允许出现裂缝的构件，应进行混凝土拉应力验算；
- 3 对允许出现裂缝的构件，应进行受力裂缝宽度验算；
- 4 结构振动响应验算。

条文说明：6.5.3 本条规定了组合结构构件的正常使用极限状态应验算的内容。

6.5.4 组合结构构件应对其施工及使用两个阶段分别按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计，并应符合现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定。

条文说明：6.5.4 在施工过程中，对于钢管混凝土柱、钢-混凝土组合扁梁等组合结构构件，在混凝土固化之前结构没有完全形成，此时只有钢构件受力，需要对此时的钢构件进行受力验算。

6.5.5 支撑的承载力计算应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《钢结构设计标准》GB 50017 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定。

6.5.6 考虑外包层受力承载防护一体化柱可按下列公式计算。

(一) 轴心受压承载力应符合下列规定：

当 $\theta \leq 1/(\alpha - 1)^2$ 时：

$$N \leq \varphi \left[0.9 (f_{co} A_{co} + f'_y A_{ss}) + 0.9 f_{ci} A_{ci} (1 + \alpha \theta) \right] \quad (6.5.6-1)$$

当 $\theta \geq 1/(\alpha - 1)^2$ 时：

$$N \leq \varphi \left[0.9 (f_{co} A_{co} + f'_y A_{ss}) + 0.9 f_{ci} A_{ci} (1 + \sqrt{\theta} + \theta) \right] \quad (6.5.6-2)$$

式中：

N —柱子轴心压力设计值 (N)

φ —钢筋混凝土轴心受压构件稳定系数。

f'_y —纵向钢筋抗压强度设计值 (N/mm²)

A_{co} —钢管外混凝土截面面积 (mm²)

A_{ss} —全部纵向钢筋截面面积 (mm²)

f_{ci} —钢管混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm²)

A_{ci} —钢管混凝土截面面积 (mm²)

θ —钢管混凝土强度等级有关的系数

α —与混凝土强度等级有关的系数

(二) 偏心受压承载力应符合下列规定：

1 对于钢管混凝土柱部分，压弯荷载作用下钢管混凝土柱的承载力应满足：

$$\frac{N_{ci}}{N_0} + \frac{M_{ci}}{M_0} \leq 1 \quad (6.5.6-3)$$

其中： N_0 为钢管混凝土轴压承载力， M_0 为钢管混凝土抗弯承载力。

当 $\theta \leq 1/(\alpha - 1)^2$ 时：

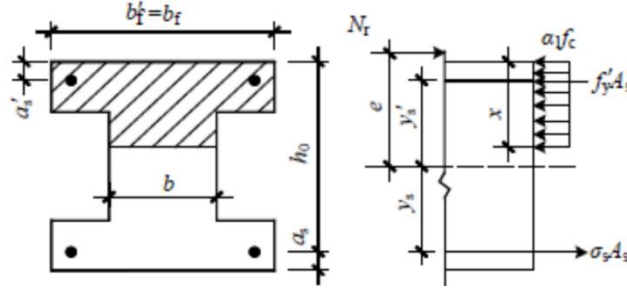
$$N_0 = \varphi \left[0.9 f_{ci} A_{ci} (1 + \alpha \theta) \right] \quad (6.5.6-4)$$

当 $\theta \geq 1/(\alpha - 1)^2$ 时：

$$N_0 = \varphi \left[0.9 f_{ci} A_{ci} (1 + \sqrt{\theta} + \theta) \right] \quad (6.5.6-5)$$

$$M_0 = 0.3 N_0 r \quad (6.5.6-6)$$

2 对于外包混凝土部分, 方形以及矩形截面可采用等效工字形截面钢筋混凝土柱进行承载力计算, 压弯荷载作用下的承载力应满足:



当 $e_0 > h - h_f + a_s$ 时:

$$N_r = \alpha_1 f_c b_f' x + f_y' A_s' - \sigma_s A_s \quad (6.5.6-7)$$

$$M_r = \alpha_1 f_c b_f' x \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' y_s' + \sigma_s A_s y_s \quad (6.5.6-8)$$

当 $h_f' + a_s' \leq e_0 < h - h_f + a_s$ 时:

$$N_r = \alpha_1 f_c \left[bx + (b_f' - b) h_f' \right] + f_y' A_s' - \sigma_s A_s \quad (6.5.6-9)$$

$$M_r = \alpha_1 f_c bx \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{2} \right) + \alpha_1 f_c (b_f' - b) h_f' \left(\frac{h}{2} - \frac{h_f'}{2} \right) + f_y' A_s' y_s' + \sigma_s A_s y_s \quad (6.5.6-10)$$

当 $e_0 \leq h_f' - a_s$ 时:

$$N_r = \alpha_1 f_c \left[bx + (b_f' - b) h_f' + (b_f' - b)(x - h + h_f') \right] + f_y' A_s' + \sigma_s A_s \quad (6.5.6-11)$$

$$M_r = \alpha_1 f_c bx \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{2} \right) + \alpha_1 f_c (b_f' - b) h_f' \left(\frac{h}{2} - \frac{h_f'}{2} \right) - (b_f' - b)(x - h + h_f') \left(\frac{h}{2} - h_f' + \frac{x - h + h_f'}{2} \right) + f_y' A_s' y_s' + \sigma_s A_s y_s \quad (6.5.6-12)$$

其中:

f_c —混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm²)

f_y, f_y' —纵筋屈服强度 (N/mm²)

σ_s —为根据平截面假定所得到的受拉纵筋应力 (N/mm²)

α_1, β_1 按照现行混凝土规范 GB50010 取值

A_s, A_s' 为受压、受拉纵筋截面面积;

α_s, α_s' 为受压、受拉纵筋截面形心到截面最近边缘处的距离 (mm)

y_s, y_s' 为受压、受拉纵筋截面形心到截面形心的距离 (mm)

b_f, h_f 为等效 H 截面的翼缘宽度与高度

条文说明:

6.5.6 明确了考虑外包层受力的承载防护双功能构件的正截面承载力计算规则。

1. 采用叠加法计算承载防护双功能构件的轴心受压承载力, 即叠合柱的轴心受压承载力为外管钢筋混凝土的轴心受压承载力与钢管混凝土的轴心受压承载力之和。计算值的材料强度宜采用实测值。叠合柱轴心受压稳定系数的取值可按钢筋混凝土轴心受压构件确定。

2. 计算承载防护双功能构件的正截面承载力时, 对于大偏压工况, 宜按全截面为钢筋混凝土柱进行正截面承载力计算; 对于小偏压工况, 宜采用叠加法计算正截面受压承载力。

6.5.7 考虑外包层受力承载防护一体化柱可采用如下构造形式。

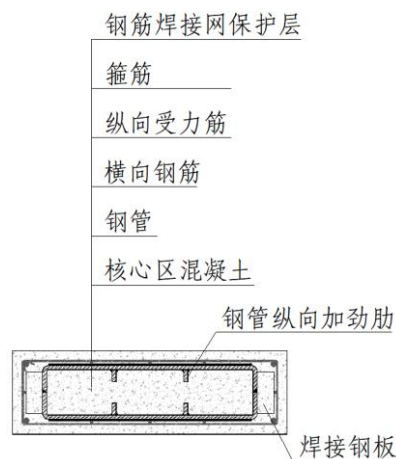


图 6.5.7 考虑外包层受力承载防护一体化柱示意图

- 1 柱中纵向受力钢筋的间距不宜大于 300mm, 四角位置受力纵筋直径不应小于 16mm。
- 2 箍筋配置应满足《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS 188 相关规定。
- 3 横向焊接筋与钢管截面长边侧壁采用角焊缝连接, 纵向间距不宜大于 400mm。
- 4 焊接钢板与钢管截面短边侧壁采用角焊缝连接, 纵向间距不宜大于 400mm。
- 5 钢筋焊接网保护层厚度应满足《混凝土结构设计标准》GB/T50010。

6.5.8 不考虑外包层受力承载防护一体化柱承载力设计应符合《钢管混凝土结构技术规范》GB50936 相关条文要求。

6.5.9 不考虑外包层受力承载防护一体化柱可采用如下构造形式。

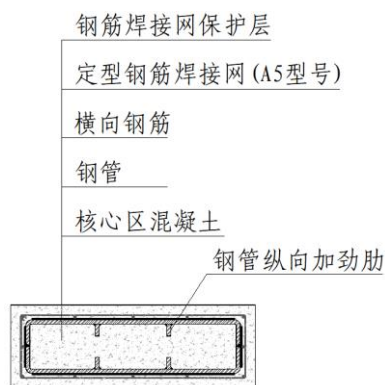


图 6.5.9 不考虑外包层受力承载防护一体化柱示意图

- 1 外包层内采用钢筋网片，钢筋网片保护层厚度不应小于 25mm；
- 2 绕钢管四壁各焊接一段横向焊接筋，横向焊接筋纵向间距不宜大于 400mm；
- 3 矩形钢管边长不宜小于 168mm，壁厚不宜小于 3mm；
- 4 套箍系数 θ 宜为 0.5~2.0。

6.5.10 密肋复合墙斜截面抗剪承载力计算应符合下列规定：

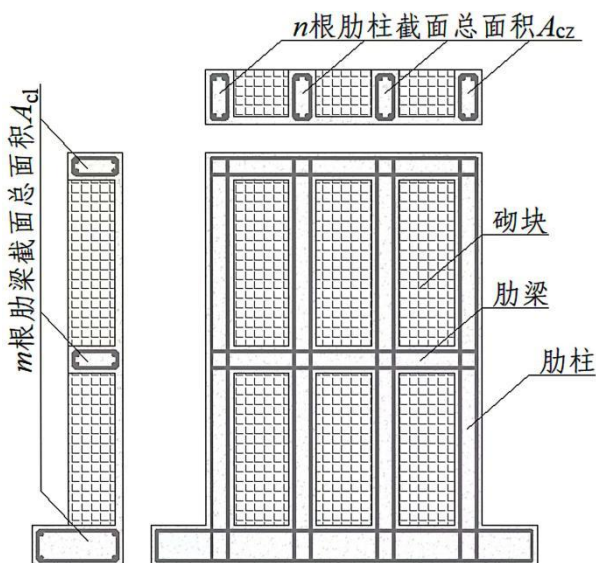


图 6.5.10 密肋复合墙示意图

1 永久、短暂设计状况

$$V \leq \frac{1}{1-0.5\lambda} (0.056 f_{cz} A_{cz} + 0.061 f_{cl} A_{cl} + 0.091 f_q A_q + 0.04N) + 0.09 m f_z A_z + 0.03 n f_l A_l \quad (6.5.10-1)$$

2 地震设计状况

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1}{1-0.5\lambda} (0.056 f_{cz} A_{cz} + 0.061 f_{cl} A_{cl} + 0.091 f_q A_q + 0.04N) + 0.09 m f_z A_z + 0.03 n f_l A_l \right] \quad (6.5.10-2)$$

式中： λ —墙体的高宽比；

f_{cz} —肋柱混凝土的抗压强度设计值；

A_{cz} —肋柱截面总面积；

f_{cl} —肋梁混凝土的抗压强度设计值；

A_{cl} —肋梁截面总面积；

f_q —砌块的抗压强度设计值；

A_q —砌块截面总面积；

N —墙体承受的竖向压力设计值；

m —墙体中肋梁数；

f_z —肋柱钢筋设计强度；

A_z —肋柱钢筋截面面积；

n —墙体中肋柱数；

f_l —肋梁钢筋设计强度；

A_l —肋梁钢筋截面面积。

条文说明：

6.5.10 在现行《密肋复合板技术规程》JGJT275 给出的抗剪承载力计算公式中，考虑肋梁钢筋，竖向压应力和混凝土对墙体抗剪承载力的贡献，混凝土相关的影响系数反映了砌块对墙体抗剪承载力的贡献。对于密肋复合墙抗剪承载力的研究，考虑因素各有不同，但本质上都考虑了密肋复合墙各个组成部分对抗剪承载力的贡献，大都采用剪摩理论较为详细的考虑了密肋复合墙中混凝土框格与砌块开裂区与非开裂区对抗剪承载力的贡献值。根据有限元计算结果和已有墙体抗剪承载力的研究，同样采用剪摩理论考虑墙体中混凝土和砌块对抗侧力体系抗剪承载力的贡献，同时考虑肋梁、肋柱中钢筋对抗剪承载力的贡献。在考虑各组成部分对抗侧力体系抗剪承载力的影响时，将抗剪承载力的影响加以考虑，该影响通过各组成部分的拟合系数体现。密肋复合墙斜截面抗剪承载力计算简化模型见下图。

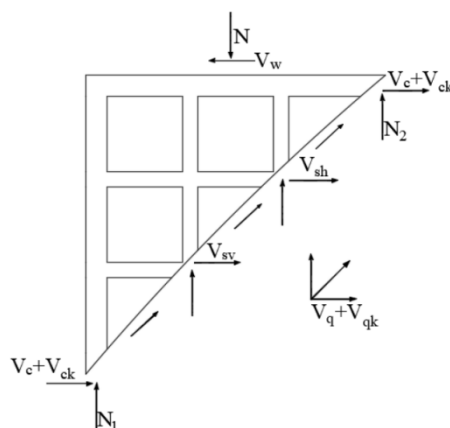


图 1 简化模型图

根据极限平衡条件方程 $\sum X=0$ 可得：

$$V_w = V_c + V_{ck} + V_q + V_{qk} + V_{sh} + V_{sv} \quad (T 6.5.10-1)$$

式中：

V_w —密肋复合墙总抗剪承载力；

V_c —混凝土未开裂区抗剪承载力；

V_{ck} —混凝土开裂区抗剪承载力；

V_q —砌块未开裂区抗剪承载力；

V_{qk} —砌块开裂区抗剪承载力；

V_{sh} —肋梁钢筋抗剪承载力；

V_{sv} —肋柱钢筋抗剪承载力。

(1) 砌块和混凝土抗剪承载力计算

根据剪摩理论，对混凝土、砌块开裂区和非开裂区的抗剪承载力进行了分析。开裂区砌块、混凝土的剪应力：

$$\tau = \beta \mu \sigma \quad (T 6.5.10-2)$$

非开裂区砌块、混凝土的剪应力表达式：

$$\tau = \alpha f_v + \beta \mu \sigma \quad (T 6.5.10-3)$$

式中：

μ —摩擦系数；

f_v —材料的抗剪强度；

σ —竖向压应力；

α 、 β —结构综合影响系数。

代入，得：

$$\tau_c = \alpha_c f_{cv} + \beta_c \mu_c \sigma_c \quad (T 6.5.10-4)$$

$$\tau_{ck} = \alpha_c f_{cv} + \beta_c \mu_c \sigma_c \quad (T 6.5.10-5)$$

$$\tau_q = \alpha_q f_{qv} + \beta_q \mu_q \sigma_q \quad (T 6.5.10-6)$$

$$\tau_c = \beta_q \mu_q \sigma_q \quad (T 6.5.10-7)$$

通过对混凝土和砌块微小单元的抗剪承载力进行积分计算，得出混凝土和砌体微观的承载力计算表达式：

令 $h_c = h_{c1} + h_{c2}$ ， $h_q = h_{q1} + h_{q2}$ ，可得：

$$V_c = \int_0^{h_{c1}} \tau_c b dx = \tau_c b h_{c1} \quad (T 6.5.10-8)$$

$$V_{ck} = \int_{h_{c1}}^{h_c} \tau_{ck} b dx = \tau_{ck} b h_{c2} \quad (T 6.5.10-9)$$

$$V_q = \int_0^{h_{q1}} \tau_q b dx = \tau_q b h_{q1} \quad (T 6.5.10-10)$$

$$V_{qk} = \int_{h_{q1}}^{h_q} \tau_{qk} b dx = \tau_{qk} b h_{q2} \quad (T 6.5.10-11)$$

式中：

τ_c —混凝土非开裂区微单元剪应力；

τ_{ck} —混凝土开裂区微单元剪应力；

τ_q —砌块非开裂区微单元剪应力；

τ_{qk} —砌块开裂区微单元剪应力；

h_{c1} 、 h_{c2} —分别为混凝土非开裂区与开裂区的截面长度；

h_{q1} 、 h_{q2} —分别为砌块非开裂区与开裂区的截面长度。

由假定知：

$$N = N_c + N_q = \sigma_c b h_c + \sigma_q b h_q \quad (T 6.5.10-12)$$

令 $N_c = \eta N$ ，得：

$$N_q = (1 - \eta) N \quad (T 6.5.10-13)$$

可得墙体中混凝土与砌块抗剪承载力总值：

$$\begin{aligned} V_{cq} &= V_c + V_{ck} + V_q + V_{qk} \\ &= \alpha_c f_{cv} A_{c1} + \alpha_q f_{qv} A_{q1} + [\eta \beta_c \mu_c + (1 - \eta) \beta_q \mu_q] N \end{aligned} \quad (T 6.5.10-14)$$

构件的结构综合影响系数 α 、 β 都具有 $\frac{c}{a + b\lambda}$ 的形式，将影响系数代入， f_{cv} 、 f_{qv} 分别用

f_t 、 f_{qt} 来代替，可得：

$$\begin{aligned} V_{cq} &= \frac{c_1}{a + b\lambda} f_{cv} A_{c1} + \frac{c_2}{a + b\lambda} f_{qv} A_{q1} + \left[\frac{c_3}{a + b\lambda} \eta \mu_c + \frac{c_4}{a + b\lambda} (1 - \eta) \mu_q \right] N \\ &= \frac{1}{a + b\lambda} (\alpha_1 f_{cz} A_{cz} + \alpha_2 f_{cl} A_{cl} + \alpha_3 f_q A_q + \alpha_4 N) \end{aligned} \quad (T 6.5.10-15)$$

式中：

λ —墙体的高宽比；

f_{cz} —肋柱混凝土的抗压强度设计值；

A_{cz} —肋柱截面总面积；

f_{cl} —肋梁混凝土的抗压强度设计值；

A_{cl} —肋梁截面总面积；

f_q —砌块的抗压强度设计值；

A_q —砌块截面总面积；

N —墙体承受的竖向压力设计值；

α_1 —肋柱混凝土作用影响系数；

α_2 —肋梁混凝土作用影响系数；

α_3 —砌块作用影响系数；

α_4 —压应力作用影响系数。

(2) 钢筋抗剪承载力 V_s 计算。

钢筋的抗剪承载力计算包含肋梁、肋柱钢筋承载力计算，肋梁和肋柱中钢筋纵横交错形成的钢筋笼对密肋复合墙抗剪承载力的贡献很大，对于肋梁中的钢筋，在弹性阶段，肋梁主要承担拉力，未出现裂缝，当抗侧力体系进入弹性阶段后，此时肋梁逐渐开始逐渐出现水平及竖向裂缝，中肋梁的钢筋承受应力明显增大，在抗侧力体系的破坏阶段，中部梁承受较大应力，上部及下部肋梁钢筋承受应力较小，为了保守起见，仅考虑中间肋梁对于抗剪承载力的贡献。对于肋柱中的钢筋，在弹性阶段，肋柱钢筋在角部区域承受的应力较明显，进入弹塑性阶段后，应力分布均匀，中间肋柱所承担应力明显增加，边肋柱承受应力较均匀，在破坏阶段，肋柱均有不同程度的损伤破坏，认为中肋柱和边肋柱均对抗剪承载力有贡献。因此，肋梁、肋柱的抗剪承载力计算公式为：

$$V_s = V_z + V_l \quad (\text{T 6.5.10-16})$$

$$V_z = \alpha_5 m f_z A_z \quad (\text{T 6.5.10-17})$$

$$V_l = \alpha_6 n f_l A_l \quad (\text{T 6.5.10-18})$$

式中：

V_l —肋梁钢筋抗剪承载力；

V_s —肋柱钢筋抗剪承载力；

f_l —肋梁钢筋设计强度；

A_l —肋梁钢筋截面面积；

f_z —肋柱钢筋设计强度；

A_z —肋柱钢筋截面面积；

α_5 —肋柱钢筋作用影响系数；

α_6 —肋梁钢筋作用影响系数；

m —墙体中肋梁数；

n —墙体中肋柱数。

综上，密肋复合墙斜截面抗剪承载力计算公式为：

$$V = \frac{1}{a + b\lambda} (\alpha_1 f_{cz} A_{cz} + \alpha_2 f_{cl} A_{cl} + \alpha_3 f_q A_q + \alpha_4 N) + \alpha_5 m f_z A_z + \alpha_6 n f_l A_l \quad (\text{T 6.5.10-19})$$

参考规范《密肋复合板结构技术规程》JGJT275，结合有限元分析结果计算，确定本文高宽比的影响系数为 $1/(\lambda-0.5)$ ，即高宽比的影响系数 $a=1$ ， $b=-0.5$ 。

根据数值结果对肋柱混凝土影响系数进行回归，砌块影响系数 $\alpha_1=0.056$ 。

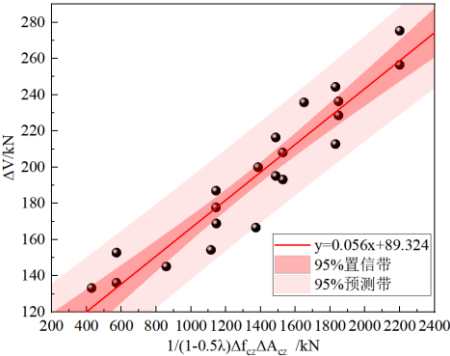


图 2 肋柱混凝土影响系数回归

根据数值结果对肋梁混凝土影响系数进行回归，砌块影响系数 $\alpha_2=0.061$ 。

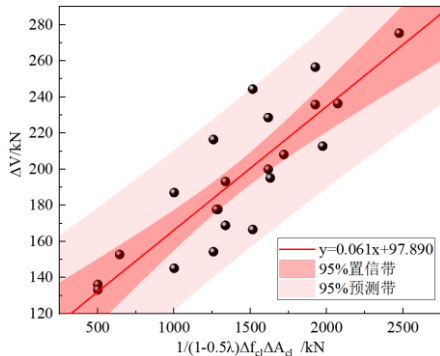


图 3 肋梁混凝土影响系数回归

根据数值结果对砌块影响系数进行回归，砌块影响系数 $\alpha_3=0.091$ 。

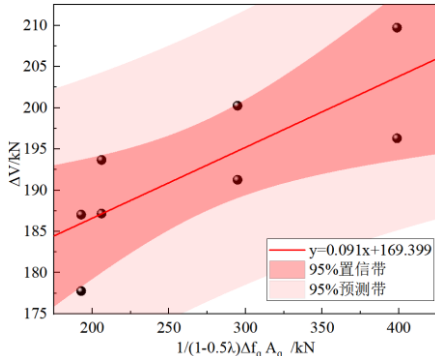


图 4 砌块强度影响系数回归

根据数值结果对竖向压应力抗剪承载力影响系数进行回归，砌块影响系数 $\alpha_4=0.04$ 。

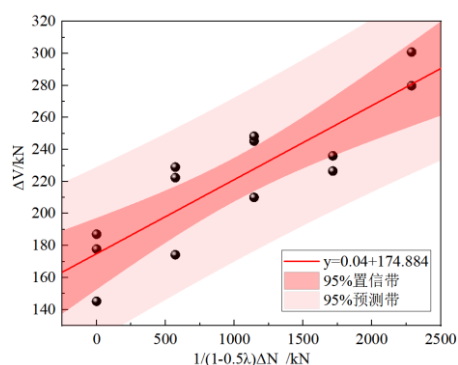


图 5 竖向压应力抗剪承载力影响系数回归

根据数值结果对肋柱钢筋抗剪承载力影响系数进行回归，砌块影响系数 $\alpha_5=0.09$ 。

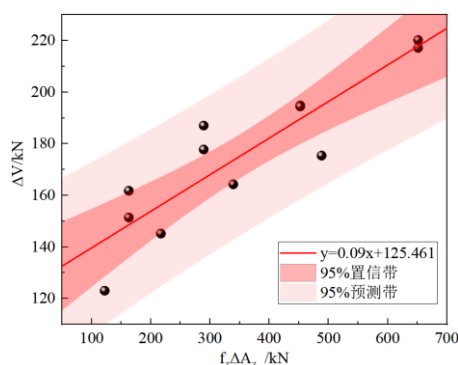


图 6 肋柱钢筋抗剪承载力影响系数回归

根据数值结果对肋梁钢筋抗剪承载力影响系数进行回归，砌块影响系数 $\alpha_6=0.03$ 。

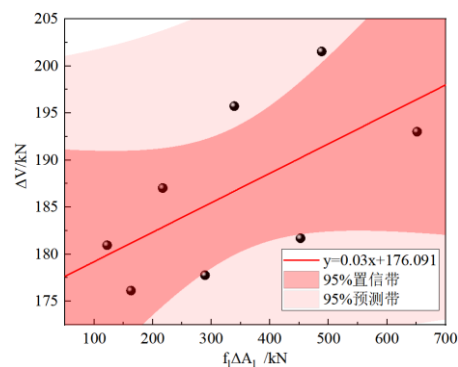


图 7 肋梁钢筋抗剪承载力影响系数回归

将以上各影响系数带入计算公式 T 6.5.10-19, 得到密肋复合墙斜截面抗剪承载力计算公式。

6.5.11 密肋复合墙的设计应符合下列规定：

- 1 墙板高度应根据结构层高确定；墙板宽度应根据房屋开间、进深确定，但不宜大于 4.5m；单块墙板重量宜控制在 30kN 以内；
- 2 不宜采用立面为 L 形的墙板；
- 3 墙板厚度应由计算荷载、楼板形式及热工性能要求等因素确定；当采用现浇楼板时，

承重墙板的厚度不宜小于 160mm；当采用预制楼板时，承重墙板的厚度不宜小于 200mm；

4 密肋复合墙板的框格划分应根据构造及受力计算确定；墙板内肋柱间距不宜大于 900mm；肋梁间距不宜大于 800mm；

5 密肋复合墙板肋梁、肋柱截面尺寸应根据构造及受力计算确定；中间肋梁肋柱截面高度不宜小于 80mm，边肋梁、边肋柱不宜小于 100mm，门洞、窗洞顶部肋梁高度不宜小于 150mm；

6 肋梁、肋柱钢筋外伸长度应符合受拉锚固要求，并应与边缘构件、连接柱或连接梁可靠连接；

7 墙板钢筋的混凝土保护层厚度，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中关于墙与板的保护层厚度规定，当采用工厂化制作时，可适当减小保护层厚度；

8 墙板布置时应按房屋平面尺寸和施工安装的要求，除每侧预留 25mm 的墙板标志缝外，对十字、丁字连接柱节点，尚应留有施工操作空间；

9 当墙板内填充体来用拼砌时，拼缝宜沿墙板竖向布置，并应采用水泥砂浆填实；各肋格间严禁有水平通缝出现；

10 带洞墙板洞口不宜过大，洞口宽度不宜大于墙板总宽度的 50%，且不宜大于 2.0m；洞口两侧实墙板宜等宽、对称（图 6.5.11）。

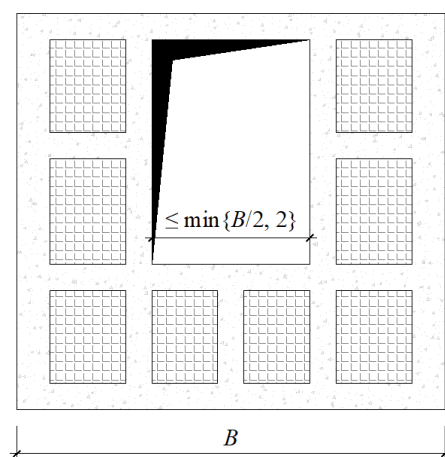


图 6.5.11 窗洞尺寸限值

条文说明：6.5.11 墙板重量的控制出于施工吊装的要求；墙板框格的划分，除满足受力要求外，尚应符合填充体模数，多使用成品填充体，减少现场切割，并考虑施工搬运的方便；肋梁、肋柱的最小宽度则是考虑混凝土浇筑施工的质量保证及吊装过程中墙板边框的整体性。

填充体拼接时，提倡竖缝连接是为通过块体的竖向完整性进行有效传力，同时避免水平

通缝，也可避免水平剪力作用下拼砌缝对受剪承载力的削弱。

根据试验结果，墙板临近整体失效的承载后期，裂缝开展充分，混凝土和填充体部分内部的胶结力抗剪部分下降较多，墙板由形成的刚架-斜压杆体系起主要的抗侧力功能。而肋梁和肋柱纵筋的可靠锚固是刚架体系得以稳定传力的关键，其节点构造措施等须严格按相关规范的要求进行。

6.5.12 承载防护双功能构件的抗震承载力验算应符合现行国家标准《建筑结构抗震设计规范》GB 50011 的规定。考虑外包层受力承载防护一体化柱抗震承载力可按下列公式计算：

1 对于钢管混凝土柱部分，压弯荷载作用下钢管混凝土柱的承载力应满足：

$$\frac{N_1}{N_{un}} + (1 + \alpha_c) \frac{M_1}{M_{un}} = \frac{1}{\gamma} \quad (6.5.12-1)$$

$$M_{un} = [0.5A_a(h - 2t - d_n) + b_1t(t + d_n)] f_a \quad (6.5.12-2)$$

$$d_n = \frac{A_a - 2b_1t}{(b_1 - 2t) \frac{f_{cc}}{f_a} + 4t} \quad (6.5.12-3)$$

式中： N_{un} —轴心受压下试件的轴压承载力；

M_{un} —仅受弯矩作用下试件的抗弯承载力；

α_c —混凝土工作承担系数，按照 $\alpha_c = f_{cc}A_{cc} / (f_aA_a + f_{cc}A_{cc})$ 计算；

γ —结构重要性系数；

A_a, A_{cc} —钢管和管内混凝土的截面面积；

f_a, f_{cc} —钢管的抗拉强度设计值与管内混凝土的抗压强度；

b_1, h —分别为矩形钢管截面平行、垂直于弯曲轴的边长；

t —钢管壁厚；

d_n —管内混凝土受压区高度；

2 对于外包混凝土部分，方形以及矩形截面可采用等效工字形截面钢筋混凝土柱进行承载力计算，压弯荷载作用下的承载力应满足：

$$\begin{cases} N_2 = \alpha_1 f_{co} b_f x + f_y' A_s' - f_y A_s \\ M_2 = \alpha_1 f_{co} b_f x (h_0 - \frac{x}{2}) + f_y' A_s' (h_0 - \alpha_s') \end{cases} \quad (6.5.12-4)$$

式中： f_{co} —外围混凝土的轴心抗压强度；

f_y, f_y' —纵向钢筋的抗拉与抗压强度设计值；

b_f —工字形截面的翼缘计算宽度；

A_s, A_s' —受拉区和受压区纵向钢筋的截面面积；

x —相对受压区高度；

h_0 —截面有效高度；

α_s' —受压区纵向钢筋合力点至截面受压边缘的距离。

条文说明：

6.9.16 对一、二级抗震等级的柱子，规定由地震作用引起的附加轴力应乘以增大系数，以使柱子的轴向承载能力适应因地震作用而可能出现的较大轴力作用情况。

6.6 楼盖与屋盖结构

6.6.1 大空间、需灵活间隔的多层和高层住宅建筑可采用现浇混凝土空心楼盖或屋盖。

6.6.2 现浇混凝土空心楼盖结构的整体布置应能合理地传递各种荷载和作用，具有明确的计算简图，并应符合下列要求：

- 1 结构体型宜规则，具有合理的刚度和承载力分布；
- 2 构件应具有适当的承载力，关键的构件或部位应具有足够的变形能力；
- 3 在竖向、水平向结构构件的截面四角，应有贯通的纵向钢筋，并具有足够的受拉锚固承载力；
- 4 在混凝土易于压碎的结构部位应设置加强的约束钢筋。

6.6.3 现浇混凝土空心楼盖结构中，楼板的支承可采用梁、柱或（和）墙。

6.6.4 现浇混凝土空心楼盖结构的区格板宜呈矩形。当内模为筒芯时，区格板内筒芯宜沿受力较大的方向布置。

6.6.5 柱支承板楼盖结构可根据建筑设计和承载力计算的要求确定是否设置柱帽、托板。

6.6.6 楼板中承受较大集中荷载的部份不宜布置内模。

6.6.7 现浇混凝土空心楼盖结构承载能力极限状态的静力设计应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 取用荷载效应基本组合进行计算；承载能力极限状态的抗震设计应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 取用地震作用效应和其他荷载效应的基本组合进行计算。

正常使用极限状态设计应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 取用荷载效应标准组合、准永久组合进行计算。

6.6.8 现浇混凝土空心楼板的体积空心率不宜小于 25%，也不宜大于 50%。

6.6.9 现浇混凝土空心楼板的跨高比应符合下列规定：

- 1 边支承钢筋混凝土楼板：对单向板，不大于 30；对双向板，跨度按短边计，不大于

40;

2 对柱支承钢筋混凝土板，跨度按长边计，不大于 35;

3 对预应力混凝土楼板，可较钢筋混凝土楼板适当增加。

条文说明：6.6.9 一般情况下，空心楼板的厚度大于相同跨度的实心楼板，故跨高比的要求稍严于实心楼板。在综合实践经验的基础上，本条对空心楼板跨高比提出了要求，工程设计时还可根据楼板的支承状态做适当的调整。

6.6.10 钢筋混凝土空心楼板的跨度不宜大于 15m；预应力混凝土空心楼板的跨度不宜大于 24m。

6.6.11 当内模为筒芯时，现浇混凝土空心楼板截面的尺寸应根据计算确定，并应符合下列规定：

1 楼板的厚度不宜小于 180mm；

2 筒芯间肋宽与筒芯外径的比值不宜小于 0.2；肋宽的尺寸：对钢筋混凝土楼板，不应小于 50mm，对预应力混凝土楼板，不应小于 60mm；

3 板顶厚度和板底厚度宜相等，且不应小于 40mm；

4 当设置筒芯端距时，其尺寸不应小于 50mm。

条文说明：6.6.11 根据工程实践经验，提出了现浇混凝土空心楼盖中各尺寸参数的具体要求。

6.6.12 当内模为箱体时，现浇混凝土空心楼板截面的尺寸应根据计算确定，并应符合下列规定：

1 楼板的厚度不宜小于 200mm；

2 箱体间肋宽与箱体高度的比值不宜小于 0.25；肋宽的尺寸：对钢筋混凝土楼板，不应小于 60mm，对预应力混凝土楼板，不应小于 80mm。

3 板顶厚度、板底厚度不应小于 50mm，且板顶厚度不应小于箱体底面边长 1/15。

条文说明：6.6.12 根据工程实践经验，提出了现浇混凝土空心楼盖中各尺寸参数的具体要求。

6.6.13 在筒芯间肋宽、筒芯端距范围内，均应根据肋宽大小设置单肢网片或双肢构造箍筋，其间距不宜大于 300mm。

6.6.14 楼板中非预应力纵向受力钢筋可均匀布置，钢筋间距不宜大于 250mm。在筒芯间肋宽、筒芯端距以及箱体间肋宽范围内，钢筋可适当集中配置。

楼板中无粘结预应力钢筋可布置在顺筒方向的肋宽、横筒方向的筒芯端距、箱体间肋宽

和楼板周边的混凝土实心部分,且应符合国家现行标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的规定。

6.6.15 当空心楼板需要开洞时,应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ92 的有关规定。洞口的周边应保证至少 100mm 宽的实心混凝土带。在洞边应布置补偿钢筋,每方向的补偿钢筋面积不应小于切断钢筋的面积。

条文说明: 6.6.15 现浇空心楼板对于开洞的要求与实心楼板区别不大。对于开洞较大的空心楼板,除计算楼板承载力并采取可靠构造措施外,在结构分析中还应根据有关规范的规定考虑楼板平面内变形的影响。

6.6.16 空心楼板的纵向受力钢筋最小配筋率、温度收缩钢筋的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,配筋率按空心截面的实际面积计算。当内模为筒芯时,横筒方向的纵向受力钢筋和温度收缩钢筋在单位宽度内的配筋量宜与顺筒方向相同。

6.6.17 边支承板楼盖中,梁、板的配筋构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

条文说明: 6.6.17 边支承板楼盖中,梁、板的配筋和相应的构造措施要求均应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010、《建筑抗震设计规范》GB/T 50011 的有关规定。

6.6.18 边支承板楼盖中,墙边或梁边每侧的实心板带宽度宜取 $0.2h_s$,且不应小于 50mm,实心板带内应配置构造钢筋。

6.6.19 边支承板楼盖角部应配置专门的构造钢筋,构造钢筋应符合下列规定:

- 1 配筋的范围从支座中心起,两个方向的长度均为所在区格板短边跨度的四分之一;
- 2 每方向单位宽度内的配筋数量宜与楼板短跨的正弯矩配筋相同;
- 3 板面配筋宜从板角向内,且平行于板角 45° 线;板底钢筋宜垂直于板角 45° 线;
- 4 板面、板底配筋也可采用钢筋网片,网片两个方向的配筋数量均同第 2 款的要求。

6.6.20 柱支承板楼盖中,区格板周边的实心部分应符合下列要求:

- 1 无梁的柱支承板楼盖,柱上板带的实心部分宽度不宜小于柱或柱帽两侧各 100mm;
- 2 带梁的柱支承板楼盖,当梁宽不大于柱宽时,同第 1 款要求;当梁宽大于柱宽时,柱上板带的实心部分宽度不宜小于梁宽两侧各 100mm;

- 3 柱周围的楼板实心部分在冲切破坏锥体底面线以外不宜小于 $(h_0/2+100)$ mm。

条文说明: 6.6.20 楼板实心区域应根据受力状态配置适当数量的钢筋。第 3 款中的冲切破

坏锥体底面线可按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010。对于无梁的柱支承板楼盖，应按本条第 1、3 款确定楼板实心部分的范围；对于带梁的柱支承板楼盖，应按本条第 2、3 款确定。

6.6.21 柱支承板楼盖结构中，若设置柱项托板，应符合下列规定：

- 1 托板在每个方向的边长不宜小于该方向楼板轴线跨度的六分之一；
- 2 托板厚度不宜小于板厚的四分之一。

6.6.22 柱支承板楼盖中，楼板的配筋应符合下列规定：

1 板面钢筋在边支座的锚固，应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 中的受拉钢筋锚固的规定；无特殊要求的板底钢筋在边支座的锚固长度不得小于 150mm；边支座的锚固长度从边梁内边算起，对无边梁的楼盖从边支座柱中心线算起；

2 对板的无支承自由边，垂直于自由边的钢筋应向下弯折至板底。当配置焊接钢筋网片时，宜设置 U 形构造钢筋并与板顶、板底的纵向受力钢筋搭接；

3 柱上板带纵向受力钢筋：

1) 板面钢筋的 1/2 从柱（柱帽）边向区格板内延伸的长度不应小于区格板净跨的 1/3，其余钢筋的延伸长度不应小于净跨的 1/5；

2) 板底钢筋均应通长布置，钢筋的连接部位应设置在中间支座柱（柱帽）两边向区格板内延伸 1/3 净跨的范围内；

3) 板底钢筋的 1/2 应在边支座内锚固，锚固长度应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 关于受拉钢筋的规定确定。

4 跨中板带纵向受力钢筋：

1) 板面钢筋从柱（柱帽）边向区格板内延伸的长度不应小于区格板净跨的 1/4；

2) 板底钢筋均宜通长布置，钢筋的连接部位应设置在中间支座柱（柱帽）两边向区格板内延伸 1/3 净跨的范围内。

条文说明：6.6.22 本条参考了美国 ACI318 规范及国家标准《钢筋混凝土升板结构技术规范》GBJ 130-90 中对无梁的柱支承板楼盖结构配筋构造的规定，并根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的规定对上述规范的内容做了适当调整。对带梁的柱支承板楼盖结构，由于试验研究较少，本规程近似采用了与无梁的柱支承板楼盖结构相同的配筋构造规定。当有可靠依据时，也可根据结构实际情况对配筋构造作适当调整。相邻区格板跨度不同时，应按此方向净跨较大的区格板确定延伸长度。

6.6.23 对于带梁的柱支承板楼盖，当柱上板带的梁与板截面抗弯刚度比值 α 大于 1.0 时，应在楼盖角部按本规程 6.6.19 条的要求配置构造钢筋。

6.6.24 抗震设计时，对无梁的柱支承板楼盖，应在柱上板带中柱（或柱帽）两侧各 $1.5h_s$ （有托板时， h_s 取托板与楼板厚度之和）范围内设置暗梁。

6.6.25 抗震设计时，对无梁的柱支承板楼盖，其配筋构造应符合下列规定：

1 柱上板带内不少于 $1/2$ 的钢筋应配置在暗梁内，暗梁下部钢筋不宜少于上部钢筋的 $1/2$ 。暗梁内通长布置的板面钢筋不应少于 $1/2$ ；

2 暗梁应采用不少于四肢的封闭箍筋，箍筋直径不应小于 8mm ，间距不应大于 300mm ；

3 暗梁的箍筋加密区长度不宜小于 $3h_s$ ，加密区范围内箍筋肢距不应大于 250mm ，箍筋间距不应大于 100mm 。

条文说明：6.6.25 抗震设计时，在柱上板带中心部位一定区域内应设置暗梁作为受力的核心部位，且对暗梁应采取一定的加强构造措施。

6.6.26 暗梁的箍筋加密区长度不宜小于 $3h_s$ ，加密区范围内箍筋肢距不应大于 250mm ，箍筋间距不应大于 100mm 。

条文说明：6.6.26 以柱纵向受力钢筋直径的 16 倍控制板厚，是为了保证板柱节点的抗弯刚度。

6.7 节点与连接设计

6.7.1 钢结构节点设计应根据结构的重要性、受力特点、荷载情况和工作环境等因素选用节点形式、材料与加工工艺。

6.7.2 节点设计应满足承载力极限状态要求，传力可靠，减少应力集中。

6.7.3 节点构造应符合结构计算假定，当构件在节点偏心相交时，尚应考虑局部弯矩的影响。

6.7.4 构造复杂的重要节点应通过有限元分析确定其承载力，并宜进行试验验证。

6.7.5 节点构造应便于制作、运输、安装、维护，防止积水、积尘，并应采取防腐与防火措施。

6.7.6 钢梁拼接节点应保证被连接构件的连续性，可采用如下全螺栓构造形式，其承载力计算方法需符合《多高层建筑全螺栓连接装配式钢结构技术标准》T/CSCS 012 第 4.4.2 条规定，构造要求应符合第 4.4.3 条规定，尚应满足《钢结构设计标准》GB50017 相关要求。

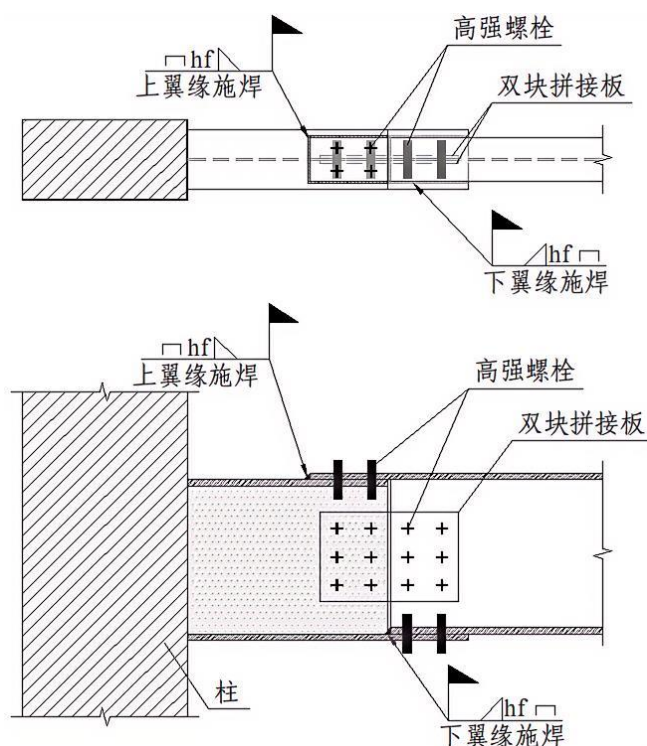


图 6.7.6 钢梁拼接节点示意图

条文说明：6.7.6 边梁通过 Z 字形栓焊连接将边梁与柱连接在一起，该方法具有以下优势：

- 1 便利施工，避免传统栓焊刚接的翼缘全融透焊，仅需以俯焊的方式，焊缝为角焊缝；
- 2 Z 字形接头在传统钢梁拼接节点螺栓连接的基础上节省一半螺栓数量，和连接板钢材；
- 3 现场拼装时，接头可提供支座，使钢梁可直接放置于焊接钢牛腿上，便于施工。

6.7.7 预制框架柱与楼板连接节点可采用如下构造形式。

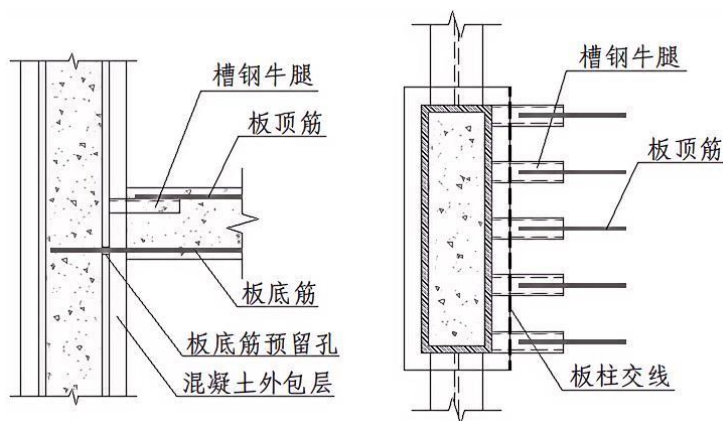


图 6.7.7 预制框架柱与楼板连接节点示意图

条文说明：混凝土板浇筑前，楼板顶筋与槽钢牛腿采用角焊缝连接，底筋通过钢柱预留孔，伸入钢管内部（伸入长度不小于柱宽的 0.5 倍）。

6.7.8 框架梁与楼板的连接可采用如下构造形式。

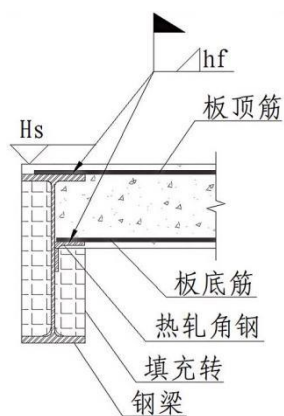


图 6.7.8 预制框架柱与楼板连接节点示意图

条文说明：在梁下净高不足的情况下，可将外围钢框架梁上移至嵌入混凝土板。浇筑前，楼板顶筋与钢梁顶采用搭接连接，板顶筋双侧采用角焊缝，搭接长度满足不小于 6 倍纵筋直径；底筋与热轧角钢采用搭接连接，板顶筋双侧采用角焊缝，搭接长度满足不小于 6 倍纵筋直径。

6.7.9 钢暗梁与空心楼板的连接可采用如下构造形式。

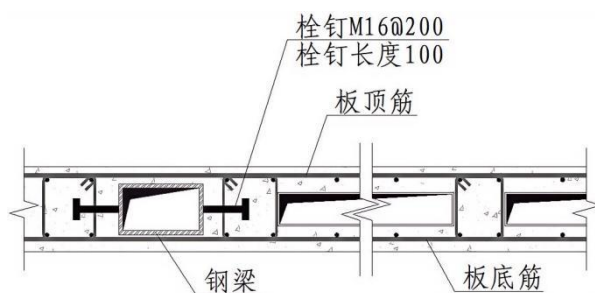


图 6.7.9 预制框架柱与楼板连接节点示意图

6.7.10 框架柱与钢暗梁的连接可采用如下构造形式。

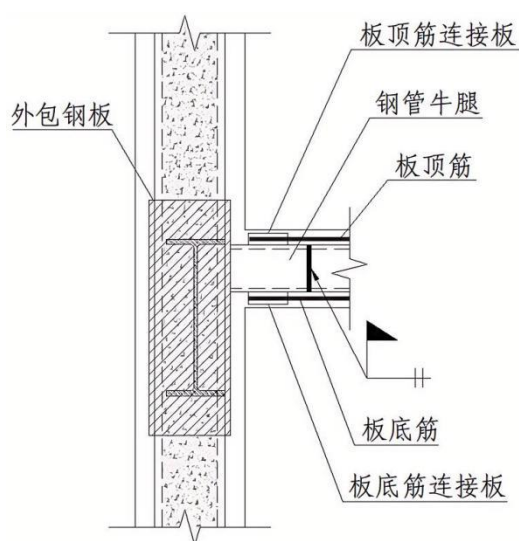


图 6.7.10 预制框架柱与楼板连接节点示意图

条文说明：钢暗梁与框架柱牛腿进行现场熔透焊连接。板顶、底筋焊接于牛腿处的连接板。

6.8 地下室与基础设计

6.8.1 基础形式应根据上部结构、工程地质条件、施工条件等因素综合确定。

6.8.2 低层及多层钢结构住宅的基础形式可采用柱下独立基础或条形基础，当有地下室时，可采用筏板基础或独立柱基加防水板的做法，必要时也可采用桩基础。高层钢结构住宅宜设地下室，可采用独立基础加拉梁、筏板基础或桩筏基础。

6.8.3 高层钢结构住宅的基础埋置深度，当采用天然地基时不宜小于 $H_0/15$ ，当采用桩基时不宜小于 $H_0/18$ （ H_0 为房屋高度，指室外地坪到主要屋面板板顶的高度）。

6.8.4 当有地下室且主楼与裙房之间设置沉降缝时，应采用粗砂等材料将沉降缝地面以下部分填实，以确保主楼基础四周的可靠侧向约束；当主楼和裙房均采用桩基且经计算两者沉降差在允许范围内时，可不设沉降缝，但应留施工后浇带。在施工后浇带跨度范围内的钢梁，其腹板与柱应临时采用螺栓连接，当主体结构竣工，沉降监测满足要求后，再完成设计要求连接方式，施工后浇带应采用高一级微膨胀混凝土填实。

6.8.5 钢结构住宅设置地下室时，框架-支撑（或剪力墙）结构中竖向连续布置的支撑（或剪力墙）宜延伸至基础，从地下室二层开始的支撑（或钢板剪力墙、带竖缝预制混凝土剪力墙等延性墙板），可用钢筋混凝土剪力墙形式置换延伸至基础。

6.8.6 多高层钢结构设置单层地下室时，钢框架柱宜延伸至地下一层，宜采用钢管混凝土柱或型钢混凝土柱；当为多层地下室时，钢框架柱应至少延伸至计算嵌固端以下一层，且宜采用钢管混凝土柱或型钢混凝土柱，再以下可采用钢筋混凝土柱，不应采用钢柱与钢筋混凝土柱直接相连的做法。

6.8.7 基础底面应有素混凝土垫层，基础中钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 40mm，有地下水时宜适当增加混凝土保护层厚度。

6.9 钢结构防护

6.9.1 承载防护双功能构件的防腐设计和施工应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《色漆和清漆防护体系对钢结构的防腐蚀保护》GB/T 30790、《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 和《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定。

6.9.2 在钢结构设计文件中应注明防腐蚀方案，并注明使用单位在使用过程中对钢结构防腐蚀进行定期检查和维修的要求，建议制订防腐蚀维护计划。

6.9.3 钢材表面原始锈蚀等级和钢材除锈等级标准应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表

面处理表面清洁度的目视评定》GB/T 8923 的规定。

- 1 表面原始锈蚀等级为 D 级的钢材不应用作结构钢；
- 2 喷砂或抛丸用的磨料等表面处理材料应符合防腐蚀产品对表面清洁度和粗糙度的要求，并符合环保要求。

6.9.4 基于承载防护双功能构件的钢结构民用建筑的腐蚀性等级可按表 6.9.4 确定。

表 6.9.4 大气腐蚀腐蚀性等级和典型环境示例

腐蚀 级别	单位面积上质量和厚度损失 (经第 1 年暴露后)				温性气候下的典型环境案例（仅供参考）	
	低碳钢		锌		外部	内部
	质量损失 / (g m ²)	厚度损失 /μm	质量损失 / (g m ²)	厚度损失 /μm		
C1 很低	<10	<1.3	<0.7	<0.1	/	加热的建筑物内部，空气洁 净，如办公室、商店、学校和 宾馆等
C2 低	>100-200	>1.3-25	>0.7-5	>0.1-0.7	低污染水平的大气， 大部分是乡村地带。	冷凝有可能发生的未加热 的建筑（如库房，体育馆等）。
C3 中	>200-300	>25-50	>5-15	>0.7-2.1	城市和工业大气，中 等的二氧化硫污染以及 低盐度沿海区域。	高湿度和有些空气污染的 生产厂房内，如食品加工厂、 洗衣场、酒厂、乳制品工厂等。
C4 高	>400-650	>50-80	>15-30	>2.1-4.2	中等含盐度的工业区 和沿海区域。	化工厂、游泳池、沿海船舶 和造船厂等。
C5 很高	>650-1500	>80-200	>30-60	>4.2-8.4	高湿度和恶劣大气的 工业区域和高含盐度的 沿海区域。	冷凝和高污染持续发生和 存在的建筑和区域。
CX 极端	>1500-5500	>200-700	>60-180	>8.4-25	具有高含盐度的海上 区域以及具有极高湿度 和侵蚀性大气的热带亚 热带工业区域。	具有极高湿度和侵蚀性大 气的工业区域。

条文说明：未经保护的钢材在大气、水和土壤中会因腐蚀而损坏。因此，为了避免腐蚀损坏，在钢结构服役期间需采取一些防腐蚀保护措施。钢结构的锈蚀与建筑物周围环境温度、湿度、大气中侵蚀性介质的含量和活力，大气中的含尘量、构件所处的部位以及钢材材质等因素有关，应根据钢结构所处的大气环境腐蚀作用类型进行防腐涂装设计。

6.9.5 防腐蚀设计文件应提出表面处理的质量要求，并对表面除锈等级和表面粗糙度作出明确规定。表面处理等级不应低于现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理》GB 8923.1 中的

Sa2½ 级。

6.9.8 在有机富锌或无机富锌底涂料上，宜采用环氧云铁或环氧铁红的涂料。腐蚀性等级不小于四级时，室外构件的底涂料中金属锌的含量不小于 70%。

6.9.9 卫生间、开水房、厨房等经常用水房间内的墙面除按防腐蚀设计进行防腐蚀外，墙面应设置厚度不小于 30mm 的水泥砂浆进行防护。卫生间和开水房墙面的水泥砂浆表面宜按建筑设计要求设置防水层，并应在楼层墙脚部分设置混凝土楼板翻边，翻边高度不小于 300mm。

6.9.10 承载防护双功能构件外表面按室外构件的要求确定防腐涂层厚度。当外墙外表面有防火层或保温装饰层，不宜涂刷面漆。

6.9.11 承载防护双功能构件的钢结构防腐蚀维护管理应包括下列内容：

1 应根据定期检查情况，判断钢结构和防腐蚀保护层的状态；

2 应根据检查的结果对钢结构的防腐蚀效果做出判断，确定更新或修复的范围。

条文说明：根据定期检查和特殊检查情况，判断钢结构和其防腐蚀保护层是否处于正常状态。如果未发现异常，将检查记录作为结构物管理档案的一部分保存；如果发现异常情况，可根据异常情况的性质和程度对钢结构的防腐保护效果作出判断，决定是否需要对防腐蚀保护层进行修复或更新，进而决定修复的范围和程度。

6.9.12 承载防护双功能构件的耐火极限宜按组合柱和组合楼板的耐火极限确定；采取防火保护措施后，构件的耐火极限应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 要求。

6.9.13 采取防火措施后，基于承载防护双功能构件的耐火极限可通过耐火试验或抗火计算确定。采用耐火试验方法确定耐火极限时，应符合现行国家标准《建筑构件耐火试验方法》GB/T 9978 的规定。

6.9.14 承载防护双功能构件抗火验算时，可按偶然设计状况的作用效应组合，采用下列较不利的设计表达式：

$$S_m = \gamma_0 (S_{Gk} + S_{Tk} + \varphi_f S_{Qk}) \quad (6.9.14-1)$$

$$S_m = \gamma_0 (S_{Gk} + S_{Tk} + \varphi_q S_{Qk} + 0.4S_{Wk}) \quad (6.9.14-2)$$

式中：

S_m —作用效应组合的设计值；

S_{Gk} —永久荷载标准值的效应；

S_{Tk} —火灾下结构的标准温度作用效应；

S_{Qk} —楼面或屋面活荷载标准值的效应；

S_{wk} —风荷载标准值的效应；

φ_f —楼面或屋面活荷载的频遇值系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》

GB50009 的规定取值；

φ_q —楼面或屋面活荷载的准永久值系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》

GB50009 的规定取值；

γ_0 —结构抗火重要性系数，对于耐火等级为一级的建筑取 1.15，对于其他建筑取 1.05。

6.9.15 承载防护双功能构件可采用喷涂防火涂料、外包不燃材料等防火保护措施。外包不燃材料可采用浇筑混凝土或砌筑砌体（加气混凝土板、陶粒空心砌砖块、粘土砖）、轻质防火厚板、柔性毡状材料（岩棉毡等）、金属网抹轻质底层抹灰石膏、金属网抹 M5 砂浆等其他隔热材料。

6.9.16 承载防护双功能构件的耐火验算和防火设计应符合现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的规定。考虑外包层受力承载防护一体化柱可采用耐火极限法验算：

1 四面受火情况：

$$t_R = \frac{(2.214 \ln(t_{c,10}) + 4.452) \times (1.045 \ln(t_{c,s0}) + 4.869) \times (1.661 \alpha_{s0} + 4.678) \times (2.399 \ln(B_{s0}) + 4.35) \times (1.416 \beta_{s0} + 4.756)}{e^{1.583 \lambda_0} \times f_{cu0}^{0.526} \times n_0^{3.867} + 20.698} \quad (6.9.16-1)$$

2 相对两面受火情况：

$$t_R = \frac{(3.844 \ln(t_{c,10}) + 5.572) \times (2.683 \alpha_{s0} + 6.289) \times (3.382 \ln(B_{s0}) + 5.908) \times (-1.388 \beta_{s0} + 10.0)}{e^{1.624 \lambda_0} \times f_{cu0}^{0.205} \times n_0^{3.834} + 9.173} \quad (6.9.16-2)$$

3 相邻两面受火情况：

$$t_R = \frac{(2.842 \ln(t_{c,10}) + 4.275) \times (1.032 \ln(t_{c,s0}) + 4.942) \times (2.065 \alpha_{s0} + 4.528) \times (4.577 \ln(B_{s0}) + 2.635) \times (0.419 \beta_{s0} + 5.014)}{e^{1.51 \lambda_0} \times f_{cu0}^{0.237} \times n_0^{5.165} + 2.842} \quad (6.9.16-3)$$

4 单面受火情况：

$$t_R = \frac{(9.226 \ln(t_{c,10}) + 11.777) \times (-6.689 \alpha_{s0}^2 + 13.79 \alpha_{s0} - 1.335) \times (-3.877 \ln(\beta_{s0}) + 14.474) \times (-3.95 f_{y0} + 14.478)}{e^{3.541 \lambda_0} \times f_{cu0}^{-0.206} \times n_0^{5.895} + 14.43} \quad (6.9.16-4)$$

其中： $n_0 = \frac{n}{0.4}$ (四面受火情况)， $n_0 = \frac{n}{0.5}$ (相对两面受火情况)， $n_0 = \frac{n}{0.6}$ (相邻两面受

$$\text{火情况), } n_0 = \frac{n}{0.6} \text{ (单面受火情况), } \lambda_0 = \frac{\lambda}{40} \text{ (单面受火情况), } \lambda_0 = \frac{\lambda}{24} \text{ (其它情况), } t_{c,10} = \frac{t_{c,l}}{50},$$

$$t_{c,s0} = \frac{t_{c,s}}{50}, \quad \alpha_{s,0} = \frac{\alpha_s}{0.101}, \quad B_{s,0} = \frac{B_s}{150}, \quad \beta_{s,0} = \frac{\beta_s}{2.667}, \quad f_{cu0} = \frac{f_{cu,out}}{50}, \quad f_{y,0} = \frac{f_y}{355}$$

式中:

n —柱荷载比。

λ —长细比。

B_s —钢管短边宽度 (mm)。

β_s —钢管截面高宽比。

α_s —含管率。

$t_{c,l}$ —长边外包混凝土厚度 (mm)。

$t_{c,s}$ —短边外包混凝土厚度 (mm)。

f_y —钢管屈服强度 (MPa)。

$f_{cu,out}$ —钢管屈服强度 (MPa)。

$f_{cu,in}$ —钢管屈服强度 (MPa)。

条文说明:

6.9.16 荷载比、长细比和外包混凝土厚度对承载防护双功能构件耐火极限的影响显著,设计时应优先考虑。其中四面受火试件的耐火极限同时受长边和短边部分外包混凝土厚度影响;相邻两面和单面受火试件的耐火极限主要受长边外包混凝土厚度影响。相邻两面和单面受火的试件在实际工程中常见的参数范围内的耐火极限可满足规范一级耐火等级要求,其荷载比限值和长细比限值可参考耐火极限简化计算公式得到。

简化耐火极限预测公式是通过有限元模型分析结果进行多元非线性回归分析得到,总体误差可以控制在 10% 的范围内。

6.9.17 承载防护双功能构件采用外包混凝土、金属网抹砂浆或砌筑砌体保护时,应符合下列规定:

- 1 外包金属网抹砂浆时,砂浆的强度等级不应低于 M5;金属丝网的网格不应大于 20mm,丝径不应小于 0.6mm;砂浆最小厚度不应小于 25mm;
- 2 砌筑砌体时,砌块的强度等级不应低于 MU10。

7 设备与机电设计

7.1 一般规定

7.1.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设备与管线系统设计应符合现行国家、行业及地方标准的规定。

7.1.2 设备与管线设计宜采用标准化设计,集成化技术,采用标准化程度高、接口通用性强、性能优良、安装高效、维护更换便捷的绿色建材和集成化部品部件。

7.1.3 设备与管线系统应综合设计、合理选型、准确定位,宜采用建筑信息化模型技术并协同设计,减少交叉,合理利用空间。

7.1.4 机电设备管线的敷设不应影响主体结构安全,宜采用管线分离的设置方式,并宜采用机械或半机械安装、非焊接方式组装。

条文说明: 7.1.3~7.1.4 设备系统的设计协同和管线综合设计是钢结构装配式住宅建筑设计的重要内容,其管线综合设计应符合各专业之间、各种设备及管线间安装施工的精细化设计以及系统性布线的要求,管线宜集中布置、避免交叉。可以采用包含建筑信息模型技术在内的多种技术手段开展三维管线综合设计,各专业设备管线布置应相互协调,在满足住宅使用功能的前提下尽量集中,少占套内空间,便于维修更换。

管线分离是装配式建筑推荐采用的技术措施,对于建筑全生命周期内设备管线的检修、调整便利性及避免对建筑安全性造成影响具有重要意义,故机电设备应尽可能与建筑、装修进行协调配合实现管线分离:同时,考虑住宅建筑的多样性,对于部分非装修或简单装修住宅完全实现管线分离较为困难,在此情况下应尽可能提高管线分离的比率。

7.1.5 公共设备、管线、阀门、用于总体调节和检修的部件、计量仪表、电表箱、公共强弱电配电箱等应设置在公共区域,当特殊原因设于户内时,应考虑安全性及检修便利。

条文说明: 7.1.5 鉴于居住建筑有着明确的产权划分,具有公共功能的设备及管线应设于公共区域,以便日常维护检修。用于本套住宅的设备与管线在维修更换时不应对其他住户造成影响。对设置在户内的仪表(如厨房燃气表、厨房卫生间等就近设置生活热水立管的热水表等)应考虑优先采用可靠的远传电子计量仪表,并注意其位置有利于保证安全,且不影响其他器具或家具的布置及房间的整体美观。

7.1.6 设备与管线嵌入或穿越有防水、防火、隔声、隔热要求的墙体、楼板、屋面及其他建筑、结构构件时,应采用相应处理措施,确保不降低被嵌入或穿越处建筑、结构构件的相关

性能指标。防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410 的规定。

7.1.7 设备与管线安装应满足结构设计要求,不得在预制结构构件安装后开槽、钻孔、开洞。

设备与管线在结构梁、板上预留孔洞时,应满足以下要求:

1 设备与管线在结构梁、板上预留孔洞应统筹布置,合理选型、准确定位,并减少预留孔洞数量与规格类型;

2 孔洞应在构件生产过程中一次加工成型,并满足结构安全要求; 3 管线与预留孔洞之间应留有安装空隙,在空隙处填充柔性封堵材料。

7.1.8 管道及设备支吊架安装时,不应损坏钢结构的防火及防腐性能,宜选择免焊接装配式支吊架,与钢结构构件连接时,采用钢梁卡件系列夹具抱卡(箍)的方式进行安装固定。

7.1.9 设备及管线宜选用装配化集成部品,其接口宜标准化,并满足通用性和互换性的要求。

7.1.10 水泵房、冷热源机房、变配电室等公共机电用房应采用低噪声设备,且应采取相应的减振、隔声、吸声、防止电磁干扰等措施。

7.2 给水排水

7.2.1 当采用集成或整体厨房、卫生间时,应预留给水、热水、排水管道接口,管道接口形式和位置应便于检修。

7.2.2 当设置太阳能热水系统时,集热器、储水罐等应与主体结构、外围护系统、内装系统一体化设计,并做好预留预埋。

7.2.3 管材、管件及阀门设备应选用耐腐蚀、寿命长、降噪性能优良、便于安装及更换、连接可靠、密封性能优良的部件。

7.2.4 给排水消防管线宜在架空层或吊顶内敷设,同时应采取防腐蚀、隔声减噪和防结露等措施;同时宜采用装配式的管线及其配件连接。吊顶内安装的管线与消防喷淋头应与内装系统一体化设计,设备管线的安装敷设应与室内空间设计相协调。

7.2.5 冷热水管道固定于梁柱等钢构件上时,应采用绝热支架。

7.3 供暖、通风、空调及燃气

7.3.1 供暖及空调系统的选择应根据深圳当地气候、能源及技术经济与政策要求等因素综合确定。

条文说明：7.3.1 深圳市地处夏热冬暖地区，夏季酷热、冬季湿冷，随着人民生活水平的不断提高，对夏季供冷、冬季供热的需求也逐年增加。对于住宅建筑选择集中空调(单冷或冷暖型)系统方式，还是分体空调(单冷或冷暖型)方式，应根据项目定位、使用需求、政策要求、经济技术分析等因素综合确定，所选设备能效等级，应满足相关规范要求。

7.3.2 新风在保证室内空气质量的同时，应满足建筑节能性和舒适性要求，并应充分利用自然通风，同时应根据深圳气候条件、节能要求、建筑设计、户型及用户需求等选择适宜的新风系统类型。当符合下列条件之一时，住宅应设置机械新风系统，并应预留新风系统的安装条件：

- 1 室外污染严重；
- 2 住宅自然通风无法满足通风换气要求；
- 3 超低能耗、近零能耗及零能耗住宅项目；
- 4 机械新风系统设备与管线设计宜采用标准化设计，优先采用标准化程度高、可实现装配式安装、性能优良、维护更换便捷的模块化、集成化部品部件。

条文说明：7.3.2 住宅新风应充分利用自然通风，当自然通风不能满足要求时，可按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 6.3.4 条的规定“自然通风不能满足室内卫生要求的住宅，应设置机械通风系统或自然通风与机械通风结合的复合通风系统”执行。新风系统形式有“机械送风、机械排风；自然送风、机械排风和机械送风、自然排风”三种形式，据此可形成不同类型的住宅新风系统，每种新风系统类型都有其适用范围，应根据住宅的具体情况进行合理选择。在选择新风系统时还应考虑经济性，对用户的实际需求、设备价格和后期的运行维护等进行分析，做到技术经济合理。

住宅新风系统的设计，需进行各房间的新风量设计，以保证室内空气质量。新风系统的新风量应取按换气次数计算的最小设计新风量和按卧室与起居室计算的新风量之和的较大者。

7.3.3 无外窗卫生间应设置机械排风系统，如采用同层排放，其室外排气口应采取避风、防雨、防止污染墙面等措施；如采用竖向排气道集中排放，排气道系统应满足排气通畅、防火、不串味、不倒灌等功能，排气道系统应遵循集成化设计原则，并满足构件和施工的装配化要求。

7.3.4 厨房应采用成品厨房排油烟道竖向集中排放，厨房和卫生间严禁共用同一烟道，同一层内厨房烟道应单独设置。厨房排油烟道系统应满足排气通畅、防火、不串烟串味、不倒灌等功能，烟道系统应遵循集成化设计原则，并满足构件和施工的装配化要求。

条文说明：7.3.4 当卫生间排风通过外墙直接排至室外，当排放点位于建筑迎风面且室外风速较大时，会出现排放不畅甚至可能倒灌，且排风中的污渍对墙体可能有不同程度的污染，影响外立面的整洁，因此应采取相应措施：当通过共用排气道排出屋面时，屋面应设置风帽，可减少室外风对排风的影响。住宅厨房排油烟道宜与灶具位置相邻设置，各层应预留排油烟罩的接口并配置排油烟防火止回阀。排油烟道应具有防火、防倒灌功能，屋顶烟道出口顶部应设置室外风倒灌、防雨和防污染墙面功能的风帽装置。

7.3.5 供暖、通风及空调系统管道布置应采取防结露和绝热措施。风管、冷热水管、冷凝水管或冷媒管等管道固定于梁柱等钢构件上时，管道和支、吊架之间，应采用防止“热桥”或“冷桥”的措施。

条文说明：7.3.5 暖通空调系统的冷热输送管道，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 的规定，并应采取防结露和绝热措施。管道固定于梁柱等钢构件上时，应采用绝热支架。

7.3.6 应对通风及空调系统的设备及管道安装、检修、运输路线进行规划，并预留接口位置。

条文说明：7.3.6 本条文对暖通空调设备、管线的施工、运维便利性进行了规定。

7.3.7 通风与空调工程中的管道宜选用易于安装、连接且满足消防要求的复合型管材，支吊架宜选用装配式成品支吊架，宜与水电专业管线经建筑信息模型技术协同管综之后，采用组合式支吊架，所采用的支吊架应具有防颤措施。

条文说明：7.3.7 本条文明确了对暖通空调管材的要求，例如铝合金衬塑（PE-RT）等复合型材料。因钢结构构件容易传导振动，因此对支吊架提出了应有防颤措施的要求。

7.3.8 暖通空调设备基础和部（构）件应与主体结构连接牢固，并应按设备技术要求预留孔洞及采取减振措施。设备及管道直接或间接地固定于钢结构上时，应考虑管道热膨胀推力对钢结构的影响。

条文说明：7.3.8 本条文明确了暖通空调设备及管道安装的要求，当设备直接或间接固定于钢结构主体上时，应设隔振、减振措施。暖通空调系统应选择低噪声、低振动的设备，并根据要求采取相应的消声、隔振和减振措施。冷热管道需考虑热胀冷缩对钢结构构件的影响，必要时设置补偿措施。

7.3.9 燃气立管宜明设，为建筑的整体美观，应和建筑整体设计，可设置在凹槽等部位；穿墙孔洞应在工厂加工时做好预留。

7.3.10 户内燃气立管、燃气表宜明设，应考虑通风措施。

7.4 电气和智能化

7.4.1 电气和智能化设计应遵循一体化设计原则，做到安全可靠、节能环保、标准化配置、整体美观、安装检修便利。

条文说明：7.4.1 电气和智能化设计应遵循一体化集成设计与建造理念，与建筑、结构、装饰、水、暖各专业紧密结合，并与部品部件生产加工、施工安装、运行维护等环节协调一致。

7.4.2 电气和智能化设备与管线不宜在主体结构内安装敷设，宜采用管线分离方式，同时考虑安装、检修、升级、更换的便利性。

条文说明：7.4.2 电气管线与建筑结构体分离是装配式住宅设备及管线设计的一个重要部分，宜将套内电气管线布置在架空地板内、吊顶内、隔墙空腔内及隔墙的表面等部位，不仅使设备及管线的敷设满足工业化施工建造要求，也可满足日常维修和后期更换的便捷性。

7.4.3 电气和智能化管线应采用符合安全和防火要求的敷设方式配线，竖向主干线应在公共区域的电气竖井内设置，套内的电气管线应采用穿管暗敷设方式配线。

7.4.4 户内应设置家居配电箱和智能配线箱，箱体应设于便于设备安装和管线敷设的位置，应避免设于钢柱及钢板剪力墙上，且不宜设于钢结构斜撑所在的墙体处；当设于装配式隔墙上时，应做到布置合理、定位准确、安装牢固，且不应影响墙体的防火、隔声性能。

7.4.5 在预制构件上设置的箱体、线盒、连接管等均应准确定位进行预留预埋，并应采取有效措施满足防火及隔声要求。在预制构件上安装大型灯具或大型电气设备时应预留预埋固定件。

条文说明：7.4.4~7.4.5 电气和智能化设备的尺寸和定位宜与建筑模数相协调，尽量统一，做到设计美观、施工安装便捷。在工厂预制的墙板和楼板，由于限制在现场剔凿，故要求设计精细化，预留孔洞和接线盒应准确定位。

7.4.6 电气和智能化管线不宜在已经安装完毕的装配式隔墙上采用现场开槽的敷设方式，宜与建筑或装配式装修相结合敷设于墙体空腔或装修层空腔内。

7.4.7 每套住宅应设置户配电箱，其电源总开关装置应采用可同时断开相线和中性线的开关电器，一般电源插座与照明应分路设计，套内的空调电源插座、厨房插座应设置独立回路，卫生间插座宜设置独立回路。除壁挂式分体空调电源插座外，电源插座回路应设置剩余电流保护装置，套内安装在 1.80m 及以下的插座均应采用安全型插座。

7.4.8 电气与智能化设备应采用安全节能的产品，公共区域的照明应设置自控系统，电气控制系统和计量管理等应符合国家、地方相关节能设计要求。

7.4.9 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅防雷及接地设计应符合下列规定：

1 防雷分类应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定，并按防雷分类设置防雷设施。电子信息系统防雷应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的规定；

2 防雷引下线 and 共用接地装置应利用建筑主体结构内的钢柱、钢筋及钢结构自身作为防雷接地装置。部（构）件连接部位应有永久性明显标记，预留防雷装置的端头应可靠连接；

3 利用钢柱作为防雷引下线时，钢柱柱角应与用作接地极的基础主筋连系焊接或通过地脚螺栓将钢柱与用作接地极的基础主筋形成可靠电气通路；

4 利用模块化钢结构自身的竖向、水平钢框架作引下线或防雷等电位联结带时，应采用可靠的联结方式保证联结处的电气贯通性，联结件宜采用标准化组件；

5 外围护系统的金属围护部（构）件、金属遮阳部（构）件、金属门窗等应有防雷措施，出厂时应预留与主体结构的联结条件；

6 配电间、弱电间、监控室、各设备机房、竖井等应设等电位联结，带有洗浴设施的卫生间应设辅助等电位联结，接地端子应与建筑物主体结构的钢结构金属物连接。整体卫生间内的金属构件应在内部完成等电位联结，并标示和外部联结的接口位置。

条文说明：7.4.9 钢结构装配式住宅建筑利用钢结构自身作为防雷接地装置时，需关注钢结构本身的联结方式是否满足防雷、接地系统对于电气联结贯通性的要求。

利用钢柱做引下线时，应充分了解钢柱柱脚与基础钢筋的固定安装方式，在结构本身的固定方式不能满足电气贯通性要求时，应另外增加电气联结措施，所采用的联结线材质、规格及联结方式应满足现行防雷、接地相关标准的要求。

8 围护系统设计

8.1 一般规定

8.1.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑外围护系统,应根据建筑所在地的气候条件、结合建筑设计、结构形式、制造工艺、施工条件、使用要求和综合成本等因素确定,充分考虑施工及维护等环节的难易程度和对主体结构承载能力的影响,宜选用绿色、轻质、节能、耐久、低碳、经济的可循环材料,应满足抗震、耐撞击、防火、抗风压、水密性、气密性、隔声性、热工和耐久性等要求。

条文说明:基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑外围护系统包括屋面围护系统和外墙围护系统,系统设计应同时满足安全可靠、功能适用、稳定耐久等综合性能要求。

- 1 安全性能要求是指关系人身安全的关键性能指标;
- 2 适用性能要求是指作为外围护系统应该满足居住使用功能的基本要求;
- 3 耐久性能要求直接影响外围护系统使用寿命和维护保养时限。

8.1.2 外围护系统设计内容应包括系统材料性能参数、系统构造、计算分析、生产及安装要求、质量控制及施工验收要求。外围护系统设计文件应包括下列内容:

- 1 外围护系统的防火、防水、隔声、热工、抗震、抗风等性能要求以及采取的相关措施;
- 2 外墙板、屋面板和外门窗的轴线分布、门窗位置和洞口尺寸,以及规格型号和模数协调等要求;
- 3 屋面结构构造做法、支承构造节点、排水设计、防雷设计等内容;
- 4 外墙板连接、内外墙交接、接缝、防水及外门窗洞口等构造节点;
- 5 阳台、空调板、装饰件等连接构造节点。

条文说明:本条文是对设计文件提出的要求。其中,系统材料性能参数包括对外围护系统的性能指标及系统中所用材料的性能参数;系统构造至少应包含的内容有:外墙板及屋面板的模数协调要求,外墙板连接、接缝及外门窗洞口等构造节点,阳台、空调板及装饰件等连接构造节点等。

8.1.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑外围护系统的设计工作年限应与主体结构相协调。应明确配套防水材料、保温材料和装饰材料的设计使用年限及运维要求。

条文说明:外围护系统中的结构构(部)件的设计使用年限应与主体结构设计使用年限相同,且不应低于 50 年;与结构构(部)件复合的防水材料、保温材料、装饰材料也应尽可能选用

耐久性较好的材料，并注明其使用维护、检查及更新要求，为建筑长寿化和检查、维护更新创造良好条件。

8.1.4 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑外围护系统设计应符合下列规定：

1 外围护系统设计应遵循标准化、模块化、通用化的原则，确定外墙单元的型号、规格和排布方式，宜采用结构、保温、隔声、防火、防水、防腐、装饰等一体化设计，并与结构系统、内装系统、设备及管线系统相协同；

2 在风荷载及地震作用时，应有足够的安全储备及措施；

3 外围护系统及设备管线与主体结构宜采用以干式连接为主的可分离方式；

4 外墙材料应具有物理和化学稳定性，在环境因素影响下，应满足功能性、安全性和耐久性要求；

5 采用装配式外墙板做法的，其保温层、装饰层等宜在工厂或现场进行集成，并连接可靠，满足强度、变形、防火、防水和耐久性等要求。

条文说明：标准化是外墙产品应符合工业化、标准化和批量化生产，标准化施工的要求。模块化是将各种规格和功能模块进行组合，满足建筑装饰、使用功能需求。通用化是不同类型的外墙或不同规格的同类外墙宜选用通用部品及零配件，可实现通用性和互换性。装配式外围护系统合理选型是关键环节，应根据深圳市的实际情况并结合工程实践，针对不同建筑类型和应用制定。现有常见产品类型和适用项目类型，非承重外墙可选用预制外挂墙板、轻质条板外墙、轻钢龙骨式复合墙板、建筑幕墙、一体化组合外墙等类型，根据不同功能、结构和装饰效果要求，也可采用多种类型组合使用。屋面可选用金属屋面、压型钢板混凝土组合屋面、一体化组合成品屋面、单层屋面系统、工业化装配式屋面系统等类型。单层屋面系统是指使用单层 TPO、PVC、EPDM 等防水卷材外露使用，以机械固定、空铺压顶、满粘方式进行施工的屋面系统。单层屋面系统适用于工业与民用建筑的屋面防水，特别是钢结构的工业厂房及商业建筑的屋面工程。工业化装配式屋面系统，指屋盖部分防水、保温及外保护系统采用装配集成，避免现场湿作业的一种屋面系统。有抗震要求的外墙板应采用合理的抗震设计和连接节点，8 度区宜采用柔性连接，7 度区及以下可采用柔性连接与刚性连接相结合。外围护系统宜采用与钢构件一体化设计，对管线采取预设预埋，或部分采用可装拆的围蔽结构，除满足防火、防水、防腐等要求外，尚应满足二次装修和升级改造的需求。

8.1.5 外围护系统的热工性能应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定，窗墙面积比、外门窗传热系数、太阳得热系数、可开启面积等热工性能参数应满足深圳市节能设计要求。当相关参数不满足要

求时，应进行外围护系统热工性能的综合计算，热工参数应提供检测报告或热工计算书。

8.1.6 外围护系统热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度。当不满足要求时，应采取保温断桥构造措施。

条文说明：当外墙采用嵌入式安装时，钢结构梁柱及悬挑阳台容易暴露大气中形成热桥，钢材的导热系数是保温材料导热系数的几百倍甚至上千倍，即使是存在 1%~5% 的热桥面积，外墙传热系数也会增大 10%~50%，导致局部形成较大温差，一旦形成凝结结露，该部位就会产生霉菌滋生，造成室内环境对人体健康的不利影响，宜采取断桥措施，或在结构面外采取增强保温隔热的技术措施。钢是热的良导体，在钢结构局部温度低于露点温度时，空气中的水蒸气会凝结成液态水，导致该部位发生锈蚀。这些部位往往发生在外围护系统的热桥部位，以及钢结构的梁柱、金属连接件等与外墙围护系统交接的位置。外围护系统的防结露设计应确保热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度。

8.1.7 外围护系统的隔声减噪设计标准等级应按使用要求确定，其隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的规定，隔声量指标应提供设计阶段计算报告。

8.1.8 外围护系统中部品的耐火极限应根据建筑的耐火等级确定，并符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB50016 关于耐火极限和燃烧性能等级要求的规定。墙体之间、墙体与结构之间、门窗洞口以及穿墙设备管线的缝隙应采取防火封堵措施处理。

条文说明：现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定，采用非承重外墙构件设计时，耐火等级为一级、二级的建筑应采用不燃材料，耐火极限为 1.0h；耐火等级为三级的建筑应采用不燃材料，耐火极限为 0.5h。

8.1.9 外围护系统应根据建筑所在地气候条件采用墙面和屋面整体防水设计，宜通过构造、材料等多种措施满足防水要求，并应满足透气、防潮、隔汽等构造要求。

条文说明：当外墙采用外保温技术施工前，宜在基墙、墙板外侧先进行第一道防水和防裂处理，可采用聚合物防水砂浆、防水界面剂、水泥基防水涂料等处理方法；点挂保温装饰板材时，也可内衬防水透气膜等处理方法。

8.1.10 外门窗框与门窗洞口接缝处应满足气密性、水密性要求。外围护系统墙体装饰装修的更新不应影响墙体物理性能。

条文说明：门窗洞口与外门窗框接缝是节能及防渗漏的薄弱环节，接缝处的气密性能、水密性能和保温性能直接影响外围护系统的性能指标。门窗框与墙体间的缝隙宜采用发泡聚氨酯填充；外墙防水层应延伸至门窗框，防水层与门窗框间应预留凹槽，应嵌填密封胶；门窗上

框的外口应做滴水线：外窗台应设置不小于 5%的外排水坡度。外围护结构的墙体是钢结构住宅的关键技术，选择其墙板的必要条件是其耐久性。

8.1.11 外围护系统与主体结构的连接应满足抗风、抗震等安全要求，连接件承载力设计的安全等级应提高一级，并应明确设计工作年限。

条文说明：适当提高外围护连接承载力设计要求，对提升外围护防风、抗震性能很有必要，也与现行国家相关标准要求一致。对于外挂墙板，自重和地震作用均较大(还有放大系数)，连接节点仅靠计算是不够的，还应按实际受力方向做相应的静力破坏试验，由于各节点不一定协同工作，要能保证仅用一个节点就能满足承载力要求。外墙板与主体结构用预埋件、安装用连接件，应考虑环境类别的影响，可采用碳素结构钢、低合金结构钢或耐候钢等材料制作。所有外露金属件(连接件、墙板埋件和结构埋件)要在设计时提出耐久性防腐措施，明确工程应用的材质选择和防腐做法，并应考虑在长期使用条件下铁件锈蚀的腐蚀裕量。薄壁连接件也可以根据工程要求采用热浸镀锌、铝合金或不锈钢等材料制作。

8.1.12 计算外围护构件及其连接的风荷载作用及组合，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定；计算外围护系统构件及其连接的地震作用及组合，应符合现行行业标准《非结构构件抗震设计规范》JGJ339 的规定。

条文说明：外围护系统结构分析的计算模型应与实际构造相符合。结构分析的基本假定和简化计算，应有理论或试验依据。多点支承板可采用有限元模型分析计算。

8.2 外墙围护系统

8.2.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑外墙围护系统包含非承重和自承重外墙，应按非结构构件部品设计。立面设计应与部品构成和生产工艺相协调，宜减少外墙部品表面的非功能性装饰部品，并便于运输安装及维护。

条文说明：基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑的此项要求在建筑方案、集成设计策划阶段应予以重视，也是装配式建筑、绿色建筑的要求。

8.2.2 外墙围护系统根据墙体构成及安装方式可选用下列外墙做法：

- 1 装配式轻质条板外墙；
- 2 装配式预制混凝土(轻质混凝土)外墙板；
- 3 装配式密肋复合外墙板；
- 4 装配式骨架复合板外墙；

5 装配式复合外墙或装配式幕墙。

条文说明：外墙围护系统可根据构成及安装方式选用下列系统：

1 装配式轻型条板一般由混凝土、轻质混凝土、石膏等无机非金属材料制造，既可以镶嵌在结构之间，也可以挂装在结构之外，每层的外墙自重由各层结构分担，如：预制混凝土空心条板外墙、预制石膏条板、ALC 条板、发泡陶瓷条板等。当镶嵌在结构平面内时，由于非金属材料与钢结构的温度胀缩模量差别较大，容易在结合部位形成开裂，宜采用弹性连接方案，以释放温度应力，外表面宜采用柔性材料饰面；

装配式轻型条板外墙围护系统，一般在其外侧设置装饰板材或保温装饰一体板材，应满足装饰、防水、保温、防冷桥等要求。当单一外墙板材外挂满足要求时，也可采用外墙体单一材料自保温的装配式轻型条板外墙围护系统构造；

2 装配式骨架复合墙板系统一般由金属龙骨制成骨架，将外墙的内外层面板用连接件固定在龙骨上，内外层面板之间填充保温隔热材料。此类外墙自重既可以由各层结构分担，也可以按照自承重设计，每层与主体结构进行连接以保持稳定性，如：干挂石材外墙、干挂铝板外墙；

采用装配式骨架复合板外墙围护系统，外墙围护的结构骨架可采用钢结构、铝合金结构的材料，其钢材性能应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 的要求，钢骨架构件应采用镀锌或其他有效防腐处理，铝合金结构的材料应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB50429 的规定；

3 装配式密肋复合墙板是一种多功能一体化绿色维护墙板，由钢筋混凝土肋梁和填充砌块组成，在起到维护功能的同时与结构协同受力，提供一定的抗剪承载力和刚度；

4 采用装配式预制外挂墙板系统，宜区别装配式混凝土建筑的外墙板技术方式，宜采用轻质材料或复合轻质大板与钢结构配合采用；

装配式预制钢筋混凝土外墙板系统包括外挂式的预制钢筋混凝土外墙板、自立式的预制钢筋混凝土外墙板、预制钢筋混凝土剪力墙三类：

外挂式的预制外墙板一般是自重作用在上一层结构，与下部结构的连接件在限制墙板平面外位移的同时，能够保持在平面内滑移；

自立式的预制钢筋混凝土外墙板的自重一般是作用在下层结构或通过下层墙板连续传递至基础，与上部结构的连接件在限制墙板平面外位移的同时，能够保持在平面内滑移；

预制钢筋混凝土剪力墙是建筑的抗侧力体系组成部分，可以减少主体结构的水平位移，墙体顶面需要与主体结构在楼面形成刚性连接，一般随主体结构同步施工；

5 装配式复合外墙系统类似于单元式幕墙,如木质复合墙板、硅酸钙复合墙板、金属复合板等,一般安装在主体结构之外,按照外墙挂板设计。

8.2.3 外墙板可采用外挂式、内嵌式、嵌挂结合式、自立式等与主体结构连接的形式,并宜分层悬挂、承托或与主体结构连接,单块墙板的高度不宜超过两层高度。

条文说明:外墙板种类不同,安装连接方式也不相同,目前,主要的连接方式为内嵌式、外挂式、嵌挂结合式三种,设计施工时应根据外墙板的特点合理选择连接方式。采用外挂墙板时,单块墙板高度不宜超过两个层高,一方面可以降低对起重设备的要求,另一方面墙板可以适应主体结构在地震作用下的变形,防止损坏。

8.2.4 基于承载防护双功能墙板构件用于外围护墙时,应符合下列规定:

- 1 与主体结构、外门窗之间应有可靠的连接;
- 2 墙体间接缝以及墙体与主体结构接缝处应采取可靠的防水构造措施,墙体外侧应设置防水层。

条文说明:

外围护墙板的防水性能直接影响整个围护结构工程质量,接缝处可采用聚苯乙烯泡沫塑料板条或聚氨酯发泡材料充填,并用硅胶或其他弹性密封材料嵌缝密封,嵌缝材料应能满足变形和防护要求。墙体外侧应设置防水层,另外在构造设计中应考虑以下特点:

- 1 在外墙墙面水平方向有挑出部分,如伸出墙外的雨篷、开敞式阳台、室外空调机隔板、遮阳板、外楼梯根部等情况下的泛水和滴水措施;
- 2 在外墙底层墙根高出室内地面小于 200mm 或高出室外地面小于 500mm 情况下的配筋混凝土翻边措施。

8.2.5 轻质条板外墙应符合下列规定:

- 1 轻质条板宜选用实心条板或夹芯条板,宜采用内嵌或外挂方式;
- 2 轻质条板外墙当采用内嵌式或嵌挂结合在结构梁柱构件内时,与框架梁柱的连接部位宜采用弹性连接设计;
- 3 轻质条板应与结构通过连接件进行固定,连接件应有可靠的防松弛、防滑脱措施;
- 4 轻质条板墙体上需要吊挂重物或设备时,应在设计时考虑加固措施;
- 5 预设预埋管线后,墙板受力性能应满足计算要求。

条文说明: 8.2.4 轻质条板外墙应符合下列规定:

- 1 根据已有应用实践,钢结构装配式建筑采用轻质条板作外墙时,宜采用蒸压加气混凝土条板(ALC 条板)、复合夹芯条板等非空心外墙板材,通过外挂、和内嵌等方式连接固定,

可用于多层和高层钢结构公共建筑和居住建筑的外墙；

2 条板外墙的连接件应保证足够强度，满足层间位移、外力撞击、风压载荷等情况下有效连接。有抗震要求的条板外墙，宜采用柔性连接措施，如与主体结构连接处预留伸缩缝、墙板之间间断设置伸缩缝、墙体通过辅加构造柱与主体结构采用插件式连接等措施，以当主体结构达到弹塑性层间位移角限值时墙板不被破坏；

3 墙板宜根据设计要求采用定制规格，以尽量减少上下接板和补板处理。除另行增加附加结构梁柱外，采用接板安装的外墙板，其安装高度应符合现行行业标准《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157 相关规定；

4 设计时应明确对墙板材料吊挂力和抗撞性能要求，墙板上需要吊挂重物或设备时，不得单点固定，应在设计时考虑加固措施，两点的间距应大于 300mm。预埋件和锚固件均应做防腐或防锈处理，并避免预埋铁件外露；

5 轻质条板外墙的防火性能应符合现行国家标准的相关规定，试验检测应符合现行国家标准的相关规定。条板外墙的耐火极限试验方法应按照现行国家标准《建筑构件耐火试验方法》GB/T9978 执行，应不低于委托单位要求指标，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的规定；

6 轻质条板外墙的接缝应严格按照现行国家标准和行业标准相关要求处理，接缝处应采取不少于一道材料防水和构造防水相结合的做法，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。对于有较高防水防潮要求位置，如卫生间、厨房等区域，宜在楼面设置 200mm 反梁作为挡水带，外墙条板固定在反梁上，接缝可适当采用改性聚合物砂浆、防水耐候密封胶等防水性能可靠材料。轻质墙体外侧应采用专用防水界面剂进行全面涂装，并应符合现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的规定。卫生间外墙内侧应设置完整的防水层；7 条板外墙应做外饰面防护层，不仅要符合建筑设计美观要求，也是提高条板耐久性、防水性和气密性的重要措施。常用外饰面层包括防水涂料、面砖、石材、金属和纤维增强水泥外墙装饰挂板等，可采用涂覆、粘贴、干挂、粘挂结合等连接方式。

8.2.6 预制混凝土(轻质混凝土)外墙板应符合下列规定：

1 外墙板应进行结构、保温隔热、装饰一体化设计，宜采用外挂或嵌挂结合方式，与主体结构宜采取以干式法为主的连接方式；

2 外墙板应按非承重构件设计，连接节点具备适应钢结构主体变形能力要求；

3 外墙板宜采用涂料或块材等饰面处理，保温、装饰、外门窗(框)、预埋管线盒和预置吊点等宜在工厂集成生产。

条文说明：

1 预制外墙板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。蒸压加气混凝土外墙板的性能、连接构造、板缝构造、内外面层做法等应符合现行国家标准《蒸压加气混凝土板》GB 15762 及现行行业标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 的规定；

2 预制外墙板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；

3 防火性能应按非承重外墙的要求执行，当夹心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；

4 建筑高度在 24m 以下的预制混凝土外墙可采用一道材料防水和构造防水相结合做法：24m 以上的预制混凝土外墙板缝应采用两道材料防水和构造防水结合做法。板缝宽度应根据极限温度变形、风荷载及地震作用下的层间位移、密封材料最大拉伸-压缩变形量及施工安装误差等因素设计计算，并应满足板缝宽度在 10mm~35mm 范围，密封胶的厚度应按缝宽的 1/2 且不小于 8mm 设计；

5 应采用预制外墙主断面的平均传热阻值或传热系数作为其热工设计值。墙板设计时应尽可能减少混凝土肋、金属件等热桥影响，避免内墙面或墙体内部结露。预制混凝土外墙挂板的保温层厚度可根据广东省节能设计要求确定。预制混凝土外墙可采用内保温墙身构造，由于梁柱及楼板周围与挂板内侧一般要求留有 30mm~50mm 调整间隙，内保温可以和防火做法结合实现连续铺设，不会存在热桥影响；

6 隔声是重要功能之一，为防止室外及周边环境隔声与噪音的影响，获取安静的工作和休息环境，预制混凝土外墙作为外围护系统的一种，应具备满足设计要求的隔声性能，并应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的有关规定；

7 预制外墙块材饰面应采用耐久性好、不易污染的材料和工艺，如采用面砖反打、石材反打、人造装饰板材干挂、保温装饰一体板等。当采用面砖反打或正打工艺，宜在工厂内完成，面砖应选择背面设有粘结后防止脱落措施的材料。

8.2.7 装配式密肋复合外墙板应符合下列规定：

1 密肋复合墙板的防火、保温、隔声性能应符合国家现行标准规范；

2 密肋复合墙板应在工厂内一体化预制，外叶板和保温层要与内叶板肋梁肋柱可靠连接，

制作现场应建立相应的质量管理体系、质量控制和检验制度，构件验收合格后应统一进行标识，标识应满足唯一性和可追溯性。

3 现场与主体结构宜采取干式连接节点，节点连接部位和墙板与主体结构的接缝处应按线管规定做好密封防水处理。墙体与主体结构拼缝部位做法如图 8.2.5 所示：

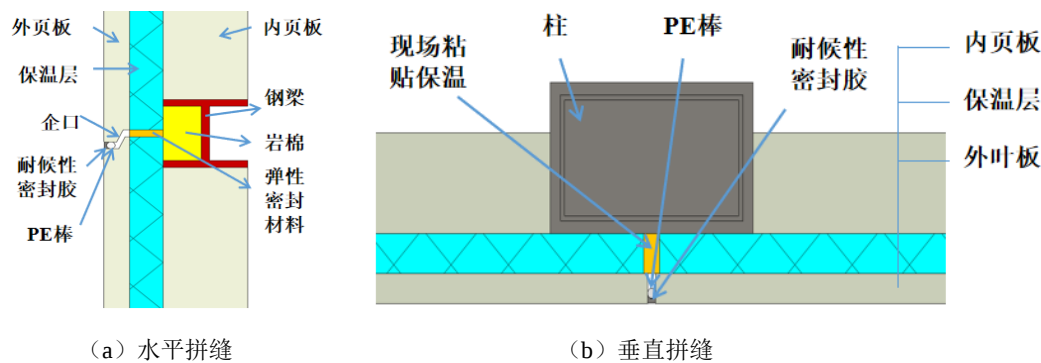


图 8.2.5 墙体与主体结构拼缝部位做法示意图

4 附带钢梁的密肋复合墙板，钢梁、预埋件、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。

条文说明：

1 密肋复合墙板防火设计应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 的相关规定；隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的相关规定。保温性能应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定。

2 密肋复合墙板生产所用的混凝土及原材料、模具、钢筋、拉结件、预埋件、管线等应符合设计和现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB T51231 的相关规定；加工制作前，生产企业应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应制定生产方案；生产制作应有完整的质量控制及验收资料，必要时应能提供生产工艺全过程质量控制的影像资料；预制构件脱模后应在其表面醒目位置，按构件设计制作图要求对每个构件进行编码。预制构件编码系统应包括构件型号、构件编号、质量情况、使用部位、生产日期（批次）及（合格）字样；构件交付使用时应提供产品合格证明书。

3 施工前，应将板缝空腔清理于净及侧壁应清理于净，保持干燥，水平拼缝处理流程是首先采用岩棉填充进 H 型钢的上下翼缘之间，然后安装墙体并进行螺栓连接，安装完毕后，按照弹性密封材料→PE 棒→耐候胶的顺序依次进行处理。板缝宽度不宜大于 20 mm，材料防水的嵌缝深度不得小于 20 mm。当处理卫生间及其他容易有积水的房间外墙拼缝时：

外墙板内侧应设涂膜防水层，防水层高度不小于 1.8m，同时地面与墙体转角、交角处应做附加增强防水层，每边宽不小于 150 mm；地漏应设置在远离外墙板与楼板接缝位置。

外叶板垂直拼缝的施工做法及要求同水平拼缝基本一致。墙板拼缝最外侧采用耐候性密封胶及圆形 PE 棒，保温层采用现场后粘贴保温材料的方式填充。

4 钢梁、预埋件、连接件等外露金属件的防腐防火处理应符合现行标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《建筑钢结构防火设计规范》GB 51249 的相关规定。防腐蚀设计应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046、《钢结构设计标准》GB50017 等规定，并应综合考虑结构重要性、所处腐蚀介质环境、涂装涂层的使用年限要求及维护条件等要素，并在全寿命周期成本分析的基础上，选用良好性价比的长效防腐蚀涂装措施和合理配套的复合涂层方案。

8.2.8 装配式骨架复合外墙应符合下列规定：

1 应根据墙体强度、隔声性能、设备设施安装、外观性能等要求，确定墙体的厚度及面板、填充物和骨架的材料与规格型号等；宜采取装饰、结构、保温、设备管线、门窗洞口等一体化设计和工厂化集成；

2 当采用轻钢龙骨式复合墙板时，应形成包括承重立柱、支撑、拉条和撑杆等受力结构体系，承载能力与各功能性指标要求，应通过计算及试验进行确定；

3 轻钢龙骨式复合墙体与主体结构连接宜采用螺栓及连接件等方式，连接强度应满足风荷载与地震作用的极限承载力要求，尚应满足抗撞击性能要求；

4 轻钢龙骨式复合墙体宜采取墙面整体防水，设置防水透气膜层。轻钢龙骨骨架应采取有效的防腐蚀措施；

5 墙体内敷设机电线路时，应对穿孔轻钢龙骨的管线进行穿管保护。

条文说明：8.2.6 装配式骨架复合外墙应符合下列规定：

1 轻钢龙骨式复合墙板面板常用的有防潮纸面石膏板、纤维增强水泥板和纤维增强硅酸钙板等，面板应分别符合国家现行相关标准的规定。纸面石膏板应符合现行国家标准《纸面石膏板》GB 9775，纤维增强水泥平板应符合现行行业标准《纤维水泥平板第 1 部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T412.1 的有关规定；无石棉硅酸钙板应符合现行行业标准《纤维增强硅酸钙板第 1 部分：无石棉硅酸钙板》JCT 564.1 的有关规定；

2 轻钢骨架外部、中部、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；

3 外侧墙面材料宜采用高密度纤维增强水泥平板等材料；保温隔热材料宜采用岩棉、玻

璃棉等：内侧墙面材料宜采用纤维增强水泥平板、纤维增强硅酸板、防潮纸面石膏板等；

4 轻钢龙骨外观、尺寸及力学性能应符合现行国家标准《建筑用轻钢龙骨》GB/T 11981的有关规定。骨架组合外墙用轻钢龙骨壁厚不应小于 0.7mm, 骨架组合隔墙用龙骨壁厚不应小于 0.6mm。轻钢龙骨及龙骨组件的双面镀锌量不宜小于 180g/m² ；

5 面板与轻钢龙骨骨架应连接牢固，无脱层、翘曲、折裂及缺损，不得出现空鼓和剥落。

8.2.9 装配式幕墙应符合下列规定：

1 应根据建筑使用功能、造型、使用要求和成本控制，合理选择幕墙形式，宜采用工厂生产的单元式幕墙系统；

2 应根据不同的材质和饰面效果，合理选择面板材料、构造方式和配套材料，宜采用工厂集成和现场装配方式；

3 幕墙应具有适应主体结构层间变形的能力，主体结构中连接幕墙的预埋件、锚固件应能承受幕墙传递的荷载和作用，连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。

8.2.10 外墙板与主体结构的连接节点应符合下列规定：

1 连接节点应牢固可靠、受力明确、传力简捷、构造合理；

2 连接节点应具备适应主体结构变形的能力，宜采用柔性连接方式；

3 连接节点设计宜采用标准化和通用化连接件，采用预置预埋或后置方式，通过机械连接固定，并合理设置可调整构造，满足尺寸偏差、现场装配和定位要求；

4 金属连接件宜选用不锈钢或采用热镀锌防腐处理等，非金属连接件不宜采用再生材料制品；

5 连接节点宜采用避免连接件外露的隐蔽式设计，并采用断热、隔声和减振处理措施，避免产生冷热桥和声桥效应。

条文说明：8.2.8 内嵌式、外挂式、嵌挂结合式连接规定。

1 当外墙板采用内嵌方式时，节点构造应符合下列规定：

1) 外墙板采用刚性连接时，当主体结构达到弹性层间位移角限值时，墙体不应开裂：当主体结构达到弹塑性层间位移角限值时，墙体应不垮塌；

2) 外墙板采用柔性连接时，应保证主体结构达到弹性层间位移角限值时墙体与主体结构不发生碰撞；当主体结构达到弹塑性层间位移角限值时(含墙体与结构主体间隙)，墙体应不垮塌；

2 外墙采用外挂连接方式时，墙体平面内层间位移角不应小于主体结构弹性层间位移角

限值的三倍。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；

4) 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；

5) 外挂墙板的侧边不应与主体结构刚性连接；

3 采用嵌挂结合连接构造应进行受力计算验证或通过系统性能检测验证。

8.2.11 外挂墙板与主体结构的连接承载力与变形能力应符合设计要求：

1 当遭受多遇地震影响时，外挂墙板及其接缝不应损坏或不需修理即可继续使用；

2 当遭受设防烈度地震影响时，节点连接件不应损坏，外挂墙板及其接缝可能发生损坏，但经一般性修理后仍可继续使用；

3 当遭受预估的罕遇地震作用时，外挂墙板不应脱落，节点连接件不应失效。

条文说明：此条文主要是针对外挂墙板的构造要求，一般采用固定支座与滑动支座或摇摆支座结合的构造，以满足结构层间变形要求；嵌入式墙体与柱之间宜采用留有变形缝隙的柔性连接构造。

8.2.12 外墙围护系统部品的保温构造形式，可采用外墙外保温系统构造、外墙夹芯保温系统构造、外墙内保温系统构造和外墙自保温系统构造等。

条文说明：8.2.10 外墙外保温系统具有热桥少，保温效果好的优点，聚苯薄抹灰和岩棉薄抹灰系统在北方地区得到普及，由于南方地区台风大、雨水多，这类保温系统容易出现保温层脱落，因此并不适用，宜采用干挂幕墙的保温做法：外墙内保温系统的热桥较多，保温效果不好：外墙夹芯保温系统是将保温材料夹在两层混凝土之间，不但克服了外保温和内保温的缺点，同时也可避免保温脱落和或者危险，在国内已经成为装配式建筑的主流外墙保温形式：墙体自保温系统一般采用轻质墙板或轻质保温砌块，填充在外立面的主体结构之间，缺点是与主体结构连接部位容易开裂渗漏。

8.2.13 外墙板接缝与外门窗应符合下列规定：

1 外墙板接缝应根据外墙板材料、立面分格、结构层间位移、温度变形等综合因素进行设计并采取防裂措施，满足构造、热工、防水、防火、隔声、建筑装修和工作年限等要求；

2 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；

3 预制外墙板中的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施工。采用后装法时,预制外墙的门窗洞口应设置预埋件或预埋副框。

条文说明: 8.2.11 水平缝宜采用高低缝或企口缝;竖缝宜采用企口缝、槽口缝或平口缝;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;外墙的突出部位、出挑构件均应作防排水措施;窗口处应做防水处理;外墙板与楼板之间连接缝应采取有效防水措施;阳台的外沿板底应设置滴水线。

外墙板缝所用的密封材料应选用耐候性密封胶,密封胶与墙板的相容性、低温柔性、最大伸缩变形量、剪切变形量、防霉性及耐水性等均应满足设计要求,且应满足外饰面防污和环保要求。密封胶应具备防霉,防火,防水,耐候等性能,可选择:改性硅酮密封胶(MS),硅酮密封胶(SR),聚氨酯密封胶(PU),聚硫密封胶(PS)等。

铝合金门窗的设计应符合现行行业标准《铝合金门窗工程技术规范》JGJ214 的有关规定。塑料门窗的设计应符合现行行业标准《塑料门窗工程技术规程》JGJ 103 的规定。

8.2.14 外墙围护系统设计文件应注明检验与测试要求,设置的连接件和主体结构的连接承载力设计值宜通过现场抽样测试验证。

8.2.15 设置在外墙围护系统上的附属部(构)件应进行构造设计与承载能力验算。建筑遮阳、雨篷、空调板、栏杆、装饰件、雨水管等非结构构件应与主体结构可靠连接,并应加强连接部位的保温防水构造。

8.2.16 穿越外墙围护系统的管线、洞口,应采取防水构造措施:穿越外围护系统的管线、洞口及有可能产生声桥和振动的部位,应采取隔声降噪等构造措施。

8.3 屋面围护系统

8.3.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑屋面围护系统的防水等级应根据建筑造型、重要程度、使用功能、所处环境条件确定。屋面围护系统设计应满足现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB55030 的有关规定,设计成果应包含材料部品的选用要求、构造设计、排水设计、防雷设计等内容。

条文说明: 8.3.1 钢结构住宅建筑的材料部品选用设计文件应注明找坡材料,防水层选用的材料、厚度、规格及其主要性能,保温层选用的材料、厚度、燃烧性能及其主要性能,接缝密封防水选用的材料及其主要性能等。构造设计、排水设计、防雷设计要求应满足具有良好的排水功能和阻止水浸入建筑物内的作用,冬季保温减少建筑物的热损失和防止结露,夏季

隔热降低建筑物对太阳辐射热的吸收，适应主体结构的受力变形和温差变形，承受风、雪荷载及雷电的作用不产生破坏，具有阻止火势蔓延的性能，满足建筑外形美观和使用的要求。

8.3.2 屋面宜采用工厂化生产的集成式屋面系统，与太阳能系统、采光系统等进行一体化设计。

条文说明：8.3.2 采用工业化装配式屋面系统，将屋盖部分防水、保温及外保护系统采用装配集成，避免现场湿作业。太阳能系统的电气性能应符合现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364、《民用建筑太阳能空调工程技术规范》GB 50787、现行行业标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 和现行广东省标准《公共和居住建筑太阳能热水系统一体化设计施工及验收规程》DBJ15-52 的规定。

8.3.3 当屋盖结构板采用钢筋混凝土板时，屋面保护层或架空隔热层、保温层、防水层、找平层、找坡层等设计构造要求应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定，不宜采用正置式屋面构造。

条文说明：8.3.3 如果屋面需要采用结构找坡，钢结构具有一定的优势。

8.3.4 采用金属板屋面、瓦屋面等的轻型屋面围护系统，其承载力、刚度、稳定性和变形能力应符合设计要求，应有可靠的防风掀措施及计算分析。材料选用、系统构造应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 和《坡屋面工程技术规范》GB 50693 的规定。

条文说明：8.3.4 采光顶与金属屋面的设计应符合现行国家标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 及现行广东省标准《强风易发多发地区金属屋面技术规程》DBJ/T 15-148 的规定。坡屋面上有凸起的天窗、天沟侧壁或其他构件时，防水构造应考虑雨水冲力的影响。

9 生产与施工

9.1 一般规定

9.1.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑的部品部（构）件生产应具有国家现行产品技术标准或企业标准以及生产工艺设施；生产和安装企业应具备相应的安全、质量和环境管理体系。

9.1.2 建筑部品部（构）件应在工厂生产制作，生产过程与管理宜应用信息管理技术。部品部（构）件生产和施工安装前，应符合下列规定：

- 1 根据设计要求和生产条件编制生产制作和安装工艺方案；
- 2 根据施工图及设计要求的内容进行深化设计和施工详图设计；
- 3 对技术措施或构造复杂的部品部（构）件宜进行工艺性试验；
- 4 钢结构与围护系统、内装系统的安装应编制施工组织设计和施工专项方案。方案应有审批和交底记录。

9.1.3 建筑部品部（构）件制作用材料应具有产品质量证明文件和合格证，其品种、规格、性能指标应满足国家现行产品标准或专项技术条件的要求；涉及安全、功能、节能、环保的原材料应进行抽样复验。

9.1.4 建筑部品部（构）件生产完成经检验合格后，生产企业应提供产品型式检验报告、执行产品标准的说明、质量证书和使用说明书、出厂产品质量检验合格证。

9.1.5 生产单位宜建立质量可追溯的信息化管理系统和编码标识系统。

9.1.6 建筑部品部（构）件生产、安装、验收使用的量具应经过统一计量标准标定，并应具有统一精度等级。

9.1.7 部品部（构）件安装现场应设置专门的部品部（构）件堆场，应有防止部品部（构）件表面污染、损伤及安全保护的措施，并不得暴晒和淋雨。施工单位应对进场的部品部件进行检查，合格后方可使用。

9.1.8 高层装配式钢结构住宅施工除应符合本标准外，尚应符合国家现行标准《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T51232、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《钢-混凝土组合结构施工规范》GB 50901 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99 等的规定。

9.1.9 钢结构应根据结构特点选择合理顺序进行安装顺序,并应形成稳固的空间单元，必要

时应增加临时支撑或临时措施如安装过程中,构件间不能形成有效支撑,应增加临时支撑或临时措施。

9.1.10 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑工程应符合绿色施工的规定,满足节地、节能、节水、节材和环境保护的要求,宜优先选用新材料、新设备、新工艺、新技术。

9.1.11 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅内装系统安装应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 和《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327 等的规定,并应满足绿色施工要求。

9.2 预制构件生产

9.2.1 预制构件加工制作工艺和质量应满足基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑设计与产品技术体系特点。

9.2.2 预制构件深化设计图应根据围护系统、设备与管线系统及内装系统的设计图和其他有关技术文件进行一体化统筹编制,其内容包括设计说明、构件清单、布置图、加工详图、安装节点详图等。预制构件与围护结构、设备线、内装部品的连接件宜在工厂与预制构件一起加工制作。

9.2.3 预制构件与部品部(构)件宜采用智能化生产线进行生产,减少手工作业,并加大数字化技术应用。

9.2.4 部品部(构)件的模具、成型、养护和脱模等应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的相关规定,钢构件的生产应符合国家现行标准《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232 的相关规定,填充体质量应符合国家相关规范要求。

9.2.5 预制构件在出厂前宜对住宅各标准单元之一进行预拼装,构件预拼装可采用实体预拼装或数字模拟预拼装。根据预拼装满足规范与标准及钢结构装配式住宅产品体系特点程度要求,对生产工艺进行改进提高。

9.2.6 生产过程质量检验控制应符合下列规定:

- 1 首批(件)产品加工应进行工序检验和自检、互检、专检,产品经检验合格形成检验记录,方可进行批量生产;
- 2 批量生产前宜根据生产条件及产品特点形成标准化、流水线作业方式;
- 3 对采用新技术、新材料、新工艺和新产品的,相关专业工种之间应进行交接检验,批

量生产阶段应增加生产加工工序巡回检验比例和抽样检测样本数量或频次。

9.2.7 部品部（构）件的运输方式应根据部品部件特点、工程要求等确定。建筑部品部（构）件出厂时，应有部品部（构）件重量、重心位置、吊点位置、能否倒置等标识。

9.2.8 部品部（构）件加工制作完成后标识应符合下列规定：

1 应在部品部（构）件近端部一处表面打印标识：

2 大型部品部（构）件应在多处易观察位置打印相同标识，宜采用二维码或条形码进行标识与识别。

9.2.9 标识内容应包括：工程名称、部品部（构）件规格与编号、部品部（构）件长度与重量、日期、质检员工号及合格标示、制造厂名称。

9.2.10 部品部（构）件的运输应根据设计文件要求和构件的外形尺寸、发运数量及运输情况，编制包装、堆放和运输专项方案，应采取防止构件倾倒、变形等的措施。搬运构件时不得采用损伤构件或外包层的滑移拖运。

9.2.11 构件的包装和发运，应按吊装顺序配套进行。

9.2.12 选用的运输车辆应满足部品部件的尺寸、重量等要求，装卸与运输时应符合下列规定：

1 装卸时应采取保证车体平衡的措施；

2 应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；

3 运输时应采取防止部品部件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处宜设置保护衬垫。

9.3 现场施工

9.3.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑工程应进行施工阶段设计，编制施工组织设计及配套的专项施工方案、安全专项方案、环境保护专项方案等技术文件，并经规定的技术负责人审批通过。

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

9.3.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑工程宜采用信息化技术，对安全、质量、技术、施工进度等进行全过程的信息化协同管理。宜采用建筑信息模型（BIM）技术对结构构件、建筑部品和设备管线等进行虚拟建造。

9.3.4 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑工程应遵守国家环境保护的法规和标准，采取有效措施减少各种粉尘、废弃物、噪声等对周围环境造成的污染和危害；并应采取可靠

有效的防火等安全措施。

9.3.5 原材料或部品部（构）件进场后应检查出厂产品质量检验合格证等文件，涉及安全、功能、节能、环保的原材料按规定应进行抽样复验的，经复验合格后方可使用。

9.3.6 建筑部品部（构）件安装现场应设置专门的部品部（构）件堆场，应有防止部品部（构）件表面污染、损伤及安全保护的措施。

9.3.7 施工安装应按工程施工组织设计的要求与顺序进行施工，并加强施工过程监测。应在现场对钢结构住宅的关键工序制作实体样板，在钢结构主体安装进入标准层后，宜提前制作装配式样板间。

9.3.8 钢结构现场焊接工艺和质量应符合国家现行标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

9.3.9 钢结构紧固件连接工艺和质量应符合国家现行标准《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的规定。

9.3.10 钢管内的混凝土浇筑应符合国家现行标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936、《钢-混凝土组合结构施工规范》GB 50901 的规定。

9.3.11 外围护部品安装宜与主体结构同步进行，可在安装部位的主体结构验收合格后进行。部品吊装应采用专用吊具，起吊和就位应平稳，防止磕碰。

9.3.12 预制外墙安装应符合下列规定：

- 1 墙板应设置临时固定和调整装置；
- 2 墙板应在轴线、标高和垂直度调校合格后方可永久固定；
- 3 蒸压加气混凝土板施工应符合现行国家标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》

JGJ/T 17 的规定。

9.3.13 门窗安装应符合下列规定：

- 1 铝合金门窗安装应符合现行行业标准《铝合金门窗工程技术规范》JGJ214 的规定；
- 2 塑料门窗安装应符合现行行业标准《塑料门窗工程技术规程》JGJ103 的规定。

9.3.14 设备与管线系统安装前应对通风空调、给水排水、强弱电、末端设施布置及装修等进行综合考虑，并宜采用 BIM 技术进行综合分析。

9.3.15 设备与管线系统所使用的主要材料、配件、器具和设备必须具有中文质量合格证明文件，规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求。进场时应做检查验收，并经监理工程师核查确认。

9.3.16 设备与管线施工前应按设计文件核对设备及管线参数，并应对结构构件预埋套管及预留孔洞的尺寸、位置进行复核，合格后方可施工。

9.3.17 设备与管线需要与钢结构构件连接时，宜采用预留埋件的连接方式。当采用其他连接方法时，不得影响钢结构构件的完整性与结构的安全性。

9.3.18 在承载防护双功能构件上安装管道或设备支(吊)架时，宜采用非焊接方式固定;采用焊接时应应对被损坏的外包层应进行修补。

9.3.19 预制构件中应预留空调室内机、热水器等设备的接口及其吊挂配件的孔洞、沟槽，并与预制构件可靠连接。

9.3.20 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。

9.3.21 防雷引下线、防侧击雷等电位联结施工应与钢构件安装做好施工配合。

9.3.22 内装系统安装应在主体结构工程质量验收合格后进行，安装过程中应进行隐蔽工程检查和分段(分户)验收，并形成检验记录。

9.3.23 架空地板安装前应完成架空层内管线施工，装配式吊顶饰面板安装前应完成吊顶内管道管线施工。吊顶龙骨应与主体结构固定牢靠，超过 3kg 的灯具、电扇等有动荷载的物件应设置独立吊挂结构。当采用地板辐射供暖系统时，应对地暖加热管进行水压试验并隐蔽验收合格后铺设面层。

9.3.24 部品部（构）件安装施工应按照产品说明书和作业指导书施工。

9.3.25 当采用集成式或整体厨卫时，应按产品厂家安装指导说明书的要求进行施工。

10 质量验收

10.1 一般规定

10.1.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅的验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 及相关标准的规定。当国家现行标准对工程中的验收项目未作具体规定时，应由建设单位组织设计、施工、监理等相关单位制定验收要求。

10.1.2 承载防护一体化构件与现场焊接、螺栓等连接用材料的进场验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 与《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

10.1.3 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑采用钢-混凝土混合结构时，其外观质量除满足设计要求外，尚应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 中钢构件外形尺寸允许偏差的有关规定和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 中关于现浇混凝土结构的有关规定。

10.1.4 建筑的饰面质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的有关规定。

10.1.5 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅的钢构件进场验收的检验批应与各分项工程检验批一致。同一厂家生产的同批材料、部品，用于同期施工且属于同一工程项目的多个单位工程，可合并进行进场验收。

10.1.6 部品部件应符合国家现行有关标准的规定，并应具有产品标准、出厂检验合格证、质量证书和使用说明文件书。

10.2 出厂验收

10.2.1 预制构件出厂前应进行成品质量验收，验收内容应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T51232 的有关规定。

10.2.2 预制构件出厂交付时，需提供预制构件产品合格证明书；必要时须向使用方提供以下验收技术文件：

- 1 预制构件产品合格证明书；
- 2 混凝土强度检验报告；

- 3 预制构件结构性能检验报告；
- 4 钢材、钢筋、保温材料、拉结件等主要材料检验报告；
- 5 预制构件生产过程质量检查记录表和隐蔽工程验收记录表；
- 6 预制构件质量验收记录表；
- 7 其他相关的质量证明文件等资料。

10.3 进场验收

10.3.1 钢结构原材料和成品进场时，应按照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定对表 10.3.1 中规定的项目进行见证取样送样检测。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查见证取样送样检测报告。

表 10.3.1 钢结构原材料和成品进场见证取样送样检测项目及要求

序号	项目	要求
1	钢材复验	对属于下列情况之一的钢材，应进行抽样复验，其复验结果应符合现行国家产品标准和设计要求。 (1) 结构安全等级为一级的重要建筑主体结构用钢材； (2) 结构安全等级为二级的建筑，当其结构跨度大于 60m 或高度大于 100m 时或承受动力荷载需要验算疲劳的主体结构用钢材； (3) 板厚不小于 40mm，且设计有 Z 向性能要求的厚板； (4) 屈服强度$\geq 420\text{MPa}$ 的高强度钢材； (5) 进口钢材、混批钢材，或质量证明文件不齐全的钢材； (6) 设计文件或合同文件要求复验的钢材。
2	焊接材料复验	对于下列情况之一的钢结构所采用的焊接材料应按其产品标准的要求进行抽样复验，复验结果应符合现行国家标准和设计要求。 (1) 结构安全等级为一级的一、二级焊缝； (2) 结构安全等级为二级的一级焊缝； (3) 需要进行疲劳验算构件的焊缝； (4) 材料混批，或质量证明文件不齐全的焊接材料； (5) 设计文件或合同文件要求复验的焊接材料。
3	高强度螺栓连接副复验	高强度大六角头螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副进场时，应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定抽取试件分别作扭矩系数和紧固轴力（预拉力）检验，检验结果应符合国家现行相关标准的规定。
4	摩擦面抗滑移系数试验和复验	钢结构制作和安装单位应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定分别进行高强度螺栓连接摩擦面（含涂层摩擦面）的抗

		滑移系数试验和复验，现场处理的构件摩擦面应单独进行摩擦面抗滑移系数试验，其结果应符合设计要求。
5	隔震装置与消能减震部件	钢结构用隔震装置与消能减震部件进场时，其品种、规格、性能应符合设计要求和国家现行有关标准的规定，且应按其产品标准的要求进行见证取样送样检测，其检测结果应符合设计要求和国家现行产品标准的规定。
6	设计要求的其他项目	应符合设计文件中提出要求

条文说明：10.3.1 本条是依据现行全文强制性国家标准《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032 的规定，主要项目（钢材复验、焊接材料复验、高强度螺栓连接副复验、摩擦面抗滑移系数试验和复验）来源于国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205-2020 中附录 F：“钢结构工程有关安全及功能的检验和见证检测项目”，隔震装置与消能减震部件来源于现行全文强制性国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002。针对钢材复验，钢材包含钢板、型材、拉索、拉杆、锚具等钢结构主要材料。

10.3.2 钢构件应按照国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定对表 10.3.2 中规定的分项工程检验批进行质量验收，钢构件进场时应检验其验收记录。

检查数量：全数检查。

检验方法：分项工程检验批质量验收记录。

表 10.3.2 钢构件进场验收检验项目

序号	分项工程	备注
1	钢零件及钢部件加工	含切割、矫正和成型、边缘加工、制孔等
2	钢构件焊接工程	含钢构件焊接、栓钉焊接等
3	钢构件组装工程	含部件拼接与对接、组装、外形尺寸等
4	钢构件预拼装工程	含实体预拼装、仿真模拟预拼装等
5	其他分项工程（如果有）	紧固件连接工程、压型金属板工程、涂装工程等

条文说明：10.3.2 本条是将钢构件在工厂加工制作的分项工程验收记录作为钢构件进场验收的内容，包括但不限于钢零件及钢部件加工、钢构件焊接工程、钢构件组装工程、钢构件预拼装工程等。在制作环节有可能涉及的分项工程还有紧固件连接工程、压型金属板工程、涂装工程等。

10.3.3 设计要求的一、二级焊缝应进行内部缺陷的无损检测，检验比例应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查超声波或射线探伤记录。

条文说明：10.3.3 本条来源于国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205-2020 中附录 F：“钢结构工程有关安全及功能的检验和见证检测项目”中焊缝质量无损检测的要求，指的是在钢构件加工制作环节开展的焊缝质量检测内容。

10.3.4 钢构件出厂外形尺寸主控项目的允许偏差除应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：用钢尺、卡尺、量规、测厚仪等检查。

条文说明：10.3.4 本条来源于国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205-2020 中有关外形尺寸主控项目。

10.3.5 焊接、螺栓连接的产品进场验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

检查数量：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定确定。

检验方法：观察、尺量和检查检验报告。

10.3.6 钢筋机械连接用套筒的进场验收应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定确定。

检验方法：观察、尺量和检查检验报告。

条文说明：10.3.6 对于采用钢筋机械连接的装配式混凝土结构体系，对套筒产品的质量验收进行规定。

10.3.7 预制构件进场时，外形尺寸一般项目的允许偏差除应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的规定外，尚应符合表 10.3.7 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：用钢尺、卡尺、量规等检查。

表 10.3.7 预制构件外形尺寸一般项目的允许偏差

构件类型	项 目	允许偏差（mm）
承载防护一体化柱	长度	±3.0
	截面尺寸	±3.0
	外包层厚度	±3.0
	柱身扭曲	$h/200$ ，且不大于 5.0
	表面平整度	5

密肋复合墙板	长度		± 4.0
	宽度		± 3.0
	厚度		± 3.0
	对角线差		5
	表面平整度	墙板内表面	5
		墙板外表面	3
	侧向弯曲		$L/1000$ 且 ≤ 20
钢梁	翘曲		$L/1000$
	跨度		± 5.0
	截面尺寸		± 3.0
钢支撑	轴线错位		5.0
	长度		± 3.0
	截面尺寸		± 3.0
钢支撑	扭曲		$h/200$, 且不大于 5.0

条文说明：10.3.7 本条来源于国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205-2020 中有关外形尺寸一般项目，具体指标有所提高；钢板剪力墙指标来自《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380-2015。

10.3.8 钢构件进场时，表面涂层应均匀、无明显皱皮、流坠、针眼和气泡等，构件的标志、标记和编号应清晰完整。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

条文说明：10.3.8 钢结构涂层缺陷是我国钢结构施工质量的短板和质量通病，因此，钢构件外观质量主要关注表面涂层的质量，不应有皱皮、流坠、针眼和气泡等眼见的缺陷。

10.3.9 预制构件的质量应符合本标准、国家现行有关标准的规定和设计要求；安装和连接所用材料、配件以及隔震和消能减震所用产品的规格、型号和性能应符合设计要求以及本标准和国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件。

条文说明：10.3.9 本条是对装配式安装与连接施工涉及到的预制构件、材料、配件以及隔震和消能减震产品提出进场验收总体要求，质量证明文件包括产品合格证明、检验报告、产品认证报告、预制构件生产过程的关键验收记录及其他重要检验报告等。

10.3.10 预制构件进场时，应对其主要受力钢筋的数量、规格、间距、保护层厚度，型材牌号、厚度及混凝土强度等进行实体检验，并由监理单位见证实施过程。检验结果应符合设计

要求及国家现行有关标准的规定。

检查数量：同一厂家、同一钢种、同一混凝土强度等级、同一生产工艺和同一结构形式的预制构件不超过 100 个为一检验批，每批应抽取构件数量的 5%，且不应少于 3 个；对于薄壁类预制构件，是否需要检测混凝土实体强度，可通过制定抽样检验方案确定。

检验方法：检查检验报告。

条文说明：10.3.10 考虑结构性能检验主要是针对水平受弯构件，实际上竖向构件还很重要，故为了统一预制构件的质量验收，均采用预制构件实体验证的方法作为进场验收的要求。另外，不考虑是否有监理驻场，均规定需要做预制构件的实体验证，类似于现浇混凝土结构施工，尽管有监理在现场监造施工过程，但最终也需要做混凝土强度、钢筋保护层厚度、结构位置与尺寸偏差。

10.3.11 预制构件的外观质量不应有一般缺陷，对出现的一般缺陷应按技术处理方案进行处理，并应重新检查验收，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

10.3.12 预制构件上的预留连接钢筋、预埋件、预埋管线等的规格和数量以及预留孔、预留洞的数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

条文说明：10.3.12 预制构件的预留连接钢筋、预埋件、预埋管线和预留孔洞等应在进场时按设计要求进行检查，合格后方可使用，避免在构件安装时发现问题造成不必要的损失。

10.3.13 带保温的预制构件所用保温材料类别、厚度以及外露保温拉结件的类型、数量、锚固位置应符合设计和现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

条文说明：10.3.13 针对预制外墙板等构件的结构层、保温层以及外装饰层等一次性在预制工厂完成的情况，在进场验收时，除按结构构件进行验收外，还应对其保温性能参数进行验收。

10.3.14 预制构件表面预贴饰面砖、石材等饰面与混凝土的粘结质量及外观质量应符合设计要求或国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或敲击检查；与样板比对。

条文说明：10.3.14 预制构件的装饰外观质量应在进场时按照设计要求进行检查，合格后方可使用。如出现偏差情况，应和设计协商相应处理方案，如设计不同意处理应作退场报废处理。

10.3.15 预制构件的键槽数量和粗糙面质量应符合设计要求；预制构件内钢筋连接套筒内壁或浆锚搭接预留孔道内壁应清洁、干燥；叠合构件结合面的外观质量应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

10.3.16 预埋吊件应进行明显标识，并应符合下列规定：

1 由圆钢制作的预埋吊件，其所用圆钢的直径、牌号、外观质量和力学性能应满足设计要求和现行有关标准的规定；

2 非圆钢制作的成品预埋吊件，其锚固抗拔承载力应满足设计要求和现行有关标准的规定。

检查数量：由圆钢制作的预埋吊件全数检查；非圆钢制作的成品预埋吊件，规格型号相同、锚固条件基本相同的同一类型预制构件，不超过 100 个为一检验批，每批应抽查构件数量的 3%，且不应少于 2 个构件，每个构件抽取 1 个吊件。

检验方法：观察、尺量；检查检验报告。

条文说明：10.3.16 在预制构件吊装过程中，预埋吊件的实际受力是处于拉剪复合受力状态，考虑到拉剪复合试验现场加载的难度，本条规定预埋在混凝土构件中的吊件锚固承载力可用抗拔承载力来表征。锚固条件基本相同的部位是指混凝土设计强度等级相同、吊件的埋深和边距相同。实际检验时，可采用抗拔承载力非破损性检验方法。

10.3.17 预制构件的防火性能应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或检验报告。

10.3.18 预制构件应有二维码或其他可有效溯源的标识，标识宜包括生产单位、项目名称、规格型号、生产日期、安装部位、质量合格标志或产品认证标志等。标志、标记和编号应清晰完整。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和扫码检查。

条文说明：10.3.18 数字化和可追溯是质量控制的重要手段，因此，对装配式建筑来说，钢构件作为部品部件，进场时应有二维码或其他可有效溯源的标识，标志、标记和编号应清晰完整。

10.3.19 预制构件粗糙面尺寸应符合设计要求和国家现行有关标准的规定，粗糙面凹点深度及凹槽间距的允许偏差应符合表 10.3.19 的规定。

检查数量：粗糙面处理方式相同的同一类型构件，不超过 1000 个为一批，每批应抽查 5 个构件。

检验方法：粗糙面凹点深度可按现行行业标准《装配式住宅建筑检测技术标准》JGJ/T 485 的规定进行检验；粗糙面凹槽相互平行时，对每个构件应随机尺量不少于 3 处相邻凹槽的中心间距，取最大偏差值。

表 10.3.19 预制构件粗糙面凹点深度和凹槽间距允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
水洗粗糙面	凹点深度	0, +3
拉毛粗糙面	凹点深度	0, +3
	凹槽间距	±10
压痕粗糙面	凹点深度	0, +3
	凹槽间距	-20, 0

条文说明：10.3.19 装配整体式结构中预制构件与后浇混凝土结合的界面称为结合面，具体可为粗糙面或键槽两种形式。本条对粗糙面的尺寸偏差进行了具体规定，以确保结构的整体性。

10.3.20 预制构件的允许尺寸偏差及检验方法应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

10.3.21 承载防护一体化构件其外包混凝土质量应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关要求。

10.3.22 钢管混凝土构件的验收应符合《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628 的相关要求。

10.4 施工验收

10.4.1 基于承载防护双功能构件的钢结构住宅建筑的质量验收应符合现行国家标准《建筑

工程施工质量验收统一标准》GB50300 及国家现行工程质量验收标准的规定。

10.4.2 钢结构住宅建筑工程质量验收的分部工程应按表 10.4.2 划分，相应的分项工程和检验批应按表 10.4.2 所列的工程验收标准确定。国家现行标准没有规定的验收项目，应由建设单位组织设计、施工、监理等相关单位共同制定验收要求。

表 10.4.2 钢结构住宅建筑工程质量验收的分部工程划分及验收标准

序号	分部工程	质量验收标准
1	地基与基础	《建筑地基工程施工质量验收标准》GB50202
2	主体工程	《钢结构工程施工质量验收标准》GB 350205 《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
3	建筑装饰装修	《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210 《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T 304
4	屋面及围护系统	《屋面工程质量验收标准》GB 50207 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 经评审备案的企业产品及其技术标准
5	建筑给水排水及采暖	《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
6	通风与空调	《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
7	建筑电气	《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
8	智能建筑	《智能建筑工程质量验收规范》GB 5039
9	建筑节能	《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
10	电梯	《电梯工程施工质量验收规范》GB 50310

10.4.3 部品部（构）件质量应符合国家现行有关标准的规定，并应具有产品标准、出厂检验合格证、质量保证书和使用说明书。同一厂家生产的同批材料、部品，用于同期施工且属于同一工程项目的多个单位工程，可合并进行进场验收。

10.4.4 建筑主体结构分部验收，应符合下列规定：

- 1 分部工程、子分部工程、分项工程划分应符合表 10.4.4 的规定：

表 10.4.4 建筑主体结构分部工程、子分部工程、分项工程划分

子分部工程	分部工程	分项工程
-------	------	------

主体结构	楼板结构	压型金属板、钢筋桁架板、预制混凝土叠合楼板、模板、钢筋、混凝土、抗剪栓钉
	钢管混凝土结构	钢管焊接，螺栓连接，钢筋，钢管制作、安装，混凝土
	钢结构	钢结构焊接，紧固件连接，钢零部件加工，钢结构安装，钢结构涂装，钢部（构）件组装，钢部（构）件预拼装

2 检验批可根据建筑装配式施工特征、后续施工安排和相关专业验收需要，按楼层、施工段、变形缝等进行划分；

3 分项工程可由一个或若干个检验批组成，且宜分层或分段验收；

4 子分部工程验收分段可按施工段划分，并应在主体结构工程验收前按实体和检验批验收，且应分别按主控项目和一般项目验收；

5 检验批、分项工程、子分部工程的验收程序应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定；

6 分段验收段内全部子分部工程验收合格且结构实体检验合格，可认定该段主体分部工程验收合格。

10.4.5 主体结构安装质量检验，应符合下列规定：

1 建筑定位轴线、基础轴线和标高、柱的支承面、地脚螺栓（锚栓）位置，应符合设计要求，当设计无要求时，允许偏差应符合表 10.4.5-1 的规定：

表 10.4.5-1 建筑定位轴线、基础轴线和标高、柱的支承面、地脚螺栓（锚栓）位置的允许偏差

检验项目		允许偏差（mm）
建筑定位轴线		$L/2000$,且不应大于 3.0
基础定位轴线		1.0
支承面	标高	± 3.0
水平度		$L/1000$
基础上柱底标高		± 2.0
地脚螺栓（锚栓）位移		5.0
预留孔中心偏移		10.0

注：L 为轴线间距。

2 承载防护一体化柱安装的允许偏差，应符合表 10.4.5-2 的规定：

表 10.4.5-2 承载防护一体化柱安装的允许偏差

检验项			允许偏差 (mm)
底层柱柱底轴线对定位轴线偏移			3.0
柱子定位轴线			1.0
上下柱连接处的错口			3.0
同一层柱的各柱顶高度差			5.0
单节柱的垂直度	单层柱	$H \leq 10\text{m}$	$H/1000$
		$H > 10\text{m}$	$H/1000$, 且不应大于 10.0
	多节柱	单节柱	$h/1000$, 且不应大于 10.0
		柱全高	15.0

注: H 为单层柱高度; h 为多节柱中单节柱的高度。

3 主体结构的整体垂直度和整体平面弯曲偏差,应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

10.4.6 外围护系统的施工质量应按一个分部工程验收,该分部工程应包含外墙、内墙、屋面和门窗等若干个分项工程。

10.4.7 外围护墙体质量检验,应符合下列规定:

1 外围护墙体部品部(构)件出厂应有原材料质保书、原材料复验报告和出厂合格证,其性能应满足设计要求;

2 外围护墙板安装尺寸允许偏差及检验方法应符合表 10.4.7-1 的规定:

表 10.4.7-1 外围护墙板安装尺寸允许偏差及检验方法

检验方法			允许偏差（mm）	检验项目
中心线对轴线位置			3.0	尺量
标高			±3.0	水准仪或尺量
垂直度	每层	≤3m	3.0	全站仪或经纬仪
		>3m	5.0	全站仪或经纬仪
	全高	≤10m	5.0	
		>10m	10.0	
相邻单元板平整度			2.0	钢尺、塞尺

板接缝	宽度	± 3.0	尺量
	中心线位置		
门窗洞口尺寸		± 5.0	尺量
上下层门窗洞口偏移		± 3.0	垂线和尺量

3 内隔墙安装尺寸允许偏差及检验方法，应符合表 10.4.7-2 的规定。

表 10.4.7-2 内隔墙安装尺寸允许偏差及检验方法

项次	检验方法	允许偏差 (mm)	检验项目
1	墙面轴线位置	3.0	经纬拉线、尺量
2	层间墙面垂直度	3.0	2m 托线板，吊垂线
3	板缝垂直度	3.0	2m 托线板，吊垂线
4	板缝水平度	3.0	拉线、尺量
5	表面平整度	2.0	2m 靠尺、塞尺
6	拼缝误差	1.0	尺量
7	洞口位移	± 3.0	尺量

10.4.8 墙体、楼板和门窗安装质量检验应符合下列规定：

- 1 应实测墙体、楼板的隔声参数数值以及楼板的自振频率；
- 2 应实测外墙及门窗的传热系数；
- 3 上述实测数值应符合设计规定。

10.4.9 分项工程质量检验应符合下列规定：

- 1 各检验批应质量验收合格且质量验收文件齐全；
- 2 观感质量验收应合格；
- 3 结构材料进场检验资料应齐全，并应符合设计要求。

10.4.10 单位工程质量验收应符合下列规定，可评定为合格，否则应评定为不合格：

- 1 所有分部（子分部）工程的质量均应验收合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 所有分部工程中有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验资料应完整；
- 4 主要使用功能：外观损伤及缺陷、结构构件尺寸、钢结构焊接质量、防腐防火涂装检

测、钢结构节点、支撑系统、机械连接用紧固标准件及高强螺栓力学性能检测、防水与装饰装修的抽查结果应符合相关专业验收规范的规定；

5 观感质量应符合要求。

11 使用与维护

11.1 一般规定

11.1.1 钢结构住宅建筑的建设单位应根据规定和住宅设计文件注明的设计条件、使用性质及使用环境，编制《住宅使用说明书》，并明确以下内容：

- 1 设计使用年限：主体结构设计使用年限应与国家规范一致，并标注允许的荷载变更范围；
- 2 使用环境限制：如沿海或高湿地区需注明防腐措施要求，严寒地区需注明抗冻性要求；
- 3 动态更新机制：当设计条件或使用环境变更时，建设单位应联合设计单位对说明书进行补充修订。

条文说明：11.1.1 设计条件、使用性质及使用环境是贯穿建筑设计、施工、验收、使用与维护的基本前提，是保障建筑全生命周期安全的核心依据，尤其是装饰装修荷载和使用荷载的改变，对建筑结构的安全性有直接影响。相关内容也是“住宅使用说明书”的编制基础。

11.1.2 钢结构住宅建筑的建设单位向用户销售、交付时，建设单位应按《建设工程质量管理条例》《商品住宅实行住宅质量保书和住宅使用说明书制度的规定》向物业等运营服务企业移交以下资料：

- 1 《住宅质量保证书》：需注明主体结构保修期（与设计使用年限一致）、部品部件保修期（如防水层 5 年、防火涂料 10 年）；
- 2 《住宅使用说明书》：包含运维档案模板、应急预案（如地震后结构检查流程）；
- 3 移交资料清单：包括部品供应商信息、BIM 模型（如有）、《检查与维护更新计划》模板。

条文说明：11.1.2 装配式钢结构住宅建筑应按住房和城乡建设部《商品住宅实行住宅质量保证书和住宅使用说明书制度的规定》，房地产开发企业应当在商品房交付使用时向购买人提供“住宅质量保证书”和“住宅使用说明书”。

《建设工程质量管理条例》等对建筑工程最低保修期限作出了规定。另外，针对住宅建筑的特点，提出了相应部品部件的质量要求。

11.1.3 《住宅使用说明书》除应符合现行规定外，尚应补充下列内容：

- 1 装修和装饰注意事项应包含允许业主或用户自行变更的部分与相关禁止行为；
- 2 部品部（构）件生产厂、供应商提供的产品使用维护说明书，主要部品部件宜注明检

查与使用维护年限。

3 系统运维要求：

- 1) 主体结构：定期检查锈蚀、防火保护层完整性，禁止切割/焊接承重构件；
- 2) 外围护系统：保温层破损修复方法、防水层闭水试验周期（如每 2 年一次）；
- 3) 设备管线：同层排水检修口位置、智能化系统（如新风）操作指南；

4 装修禁止行为：

- 1) 禁止超设计荷载安装重物、破坏防火保护层；
- 2) 改动卫生间/厨房防水层需提交闭水试验报告；

5 部品维护说明：

- 1) 关键部件（如钢梁、桁架楼板）的检查周期（如每年一次）；
- 2) 供应商提供的维护技术参数。

条文说明：11.1.3 本条文内容是保证住宅建筑的功能性、安全性和耐久性。《住宅室内装饰装修管理办法》对室内装饰装修的严禁行为作出了详细规定。

11.2 使用、维护

11.2.1 钢结构住宅建筑的业主或用户不得擅自改变原设计文件中规定的使用条件、使用性质及使用环境。确需变更时，应满足以下要求：

1 变更评估：由原设计单位或具备资质的第三方机构进行安全性和耐久性评估，重点验算荷载变化、结构体系稳定性及腐蚀风险；

2 动态备案：评估通过后需向当地建设行政主管部门备案，并更新《住宅使用说明书》相关内容；

3 使用限制：严禁将住宅用途变更为工业生产、仓储等产生高振动、高腐蚀风险的用途。

11.2.2 进行室内装饰装修及使用过程中，严禁下列行为：

1 主体结构损伤：包括焊接、切割、开孔等破坏钢梁、柱、支撑构件的行为；

2 外围护系统破坏：禁止切割外墙板、拆除保温层、损坏防水层；

3 超设计荷载行为：如集中堆放重物（超过 300kg/m²）、擅自增设夹层。

4 装修和使用中发生下述行为之一者，需由原设计单位或具备资质的设计单位提出技术方案并验收：

- 1) 楼面荷载超过设计值（如安装大型鱼缸、重型设备）；

- 2) 改动或损坏钢结构防火/防腐涂层或构造措施（如拆除防火保护层）；
- 3) 变更或损坏建筑节能保温/防水材料构造（如外墙开窗、更换屋面/外墙防水相关材料 and 构造措施）。

5 装修和使用过程中，应遵循以下要求：

- 1) 管线分离原则：水电管线应独立于主体结构敷设，采用找平层敷设或架空方式，避免在钢构件上开槽；
- 2) 闭水试验规范：卫生间、厨房防水层改造后需进行 48 小时闭水试验，蓄水深度不低于 20mm，并留存影像记录；
- 3) 应急措施：装修导致结构损伤时，应立即停止施工并委托专业机构进行安全评估。

11.2.3 定期检查与维护制度：

1 检查周期：

每 2 年全面检查主体结构锈蚀、外围护渗漏及设备管线老化情况；

2 维护措施：

发现锈蚀需打磨后补涂防腐涂料（厚度 $\geq 150\mu\text{m}$ ）；

防火涂层或防火构造措施破损需按原设计耐火极限要求修复（如喷涂防火涂料至 3mm 厚度）；

3 档案管理：建立电子化维护档案，记录检查时间、问题描述、处理方案及验收结果。

11.3 物业服务

11.3.1 钢结构住宅建筑的物业服务单位应提供服务：

1 协同制定维护计划：

1) 与业主共同制定《物业检查与维护更新计划》，明确主体结构、外围护系统、设备管线的检查周期；

2) 计划需包含动态调整机制，根据环境（如沿海地区增加防盐雾腐蚀频次）或使用性质变化更新维护要求。

2 建立全系统检查制度：

1) 主体结构：定期检查钢构件锈蚀、防火构造/涂层破损，禁止擅自切割/焊接承重构件；

2) 外围护系统：定期检查防水层闭水试验结果，修复保温层破损；

3) 设备管线：引入智能化巡检系统（如物联网传感器监测管线渗漏），并保存 10 年内的维护记录。

3 量化检查要求：

1) 定期检查时间应具体化；

2) 检查记录需包含问题描述、处理措施、验收结果及责任人签字，并上传至信息化管理平台备查。

条文说明：11.3.1 装配式钢结构住宅建筑宜制订“物业检查与维护更新计划”进行物业的维护和管理，在发达国家已逐步成为建筑法规的明文规定。有条件时，应在住宅建筑的使用与维护中执行这一要求。

在物业管理单位的检查与维护中，尤其应注意外围护系统的损坏以及其他防水构造等，防止渗漏导致钢结构的严重腐蚀。

11.3.2 物业服务单位应履行以下职责：

1 告知义务：

1) 向业主提供《装修禁止行为清单》，明确禁止超设计荷载安装重物、切割承重构件、破坏防火/防腐构造/涂层等行为；

2) 通过公告栏、业主群等渠道定期宣贯安全规范，定期组织装修安全培训。

2 监督与验收：

1) 装修期间每日巡查，重点核查管线敷设是否采用分离式安装，禁止在钢构件上开槽；

2) 施工完成后委托第三方机构进行结构安全评估，验收合格后方可投入使用。

条文说明：11.3.2 按照《物业管理条例》和《住宅室内装饰装修管理办法》的要求，业主或使用者在装修前应告知物业服务单位并遵守相应的规定。装修及使用中应严格禁止对主体结构、外围护、共用设施设备的损坏。物业服务单位应在装修施工的过程中进行监督，并在施工完成后进行勘查。

11.3.3 物业服务宜采用信息化手段，宜建立建筑、部品部（构）件、设备与管线等的管理档案。

条文说明：11.3.3 本条是在条件允许时将建筑信息化手段用于装配式钢结构住宅全生命周期使用与维护的要求。

11.3.4 应急与培训机制：

1 应急预案：制定火灾、地震、渗漏等突发事件的处置流程，每半年组织一次应急演练；

2 人员培训：物业人员每年接受钢结构维护专项培训，内容涵盖防腐修复、荷载评估、智能系统操作等。

本标准用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

1. 《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205
2. 《钢结构通用规范》GB55006
3. 《钢结构设计标准》GB50017
4. 《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T251
5. 《色漆和清漆防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护》GB/T 30790
6. 《建筑钢结构防火技术规范》GB51249
7. 《钢结构防火涂料应用技术规程》T/CECS 24
8. 《建筑钢结构防火技术规范》GB51249
9. 《钢结构工程施工规范》GB50755
10. 《焊缝符号表示法》GB/T324
11. 《建筑结构制图标准》GB/T50105
12. 《钢结构焊接规范》GB50661
13. 《铸钢结构技术规程》JGJ/T 395
14. 《铸钢件 超声检测 第 1 部分：一般用途铸钢件》GB/T7233.1
15. 《铸钢件磁粉检测》GB/T9444
16. 《铸件尺寸公差、几何公差与机械加工余量》GB/T6414-2017
17. 《表面粗糙度比较样块铸造表面》GB/T 6060.1
18. 《铸造表面粗糙度评定方法》GB/T 15056
19. 《钢结构防火涂料》GB 14907
20. 《钢结构防火涂料应用技术规范》T/CECS 24
21. 《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护》GB/T 30790
22. 《涂敷涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定 第 3 部分：焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷的处理等级》GB/T 8923.3
23. 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T709
24. 《热轧钢板表面质量的一般要求》GB/T14977
25. 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB / T 8923.1
26. 《热轧型钢》GB/T 706

- 27. 《结构用无缝钢管》 GB/T8162
- 28. 《铸钢节点应用技术规程》 CECS235
- 29. 《建筑用钢质拉杆构件》 JG/T 389