

**T/CECS XXX-2024**

**中国工程建设标准化协会标准**

装配式等效钢骨混凝土结构技术规程

（征求意见稿）

**Technical Specification for Prefabricated Steel Concrete Structures**

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

**中国工程建设标准化协会标准**

装配式等效钢骨混凝土结构技术规程

**Technical Specification for Prefabricated Steel Concrete Structures**

**T/CECS XXX-2024**

主编单位：中建八局新型建造工程有限公司

江苏和天下节能科技股份有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年 月 日

前　　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2024年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字【2024】15号）的要求，标准编制组经过深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准共分为8章，主要内容包括：1.总则；2.术语和符号；3.材料；4.基本设计规定；5.构件设计；6.连接设计；7.构件制作与运输；8.施工及验收等。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会轻型钢结构专业委员会归口管理，由中建八局新型建造工程有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中，各单位注意总结经验，积累资料，如有意见或建议，请反馈给给中建八局新型建造工程有限公司（通信地址：上海市高科西路899号A座1201室，邮编：200125，邮箱：461000827@qq.com）。

主编单位：中建八局新型建造工程有限公司

江苏和天下节能科技股份有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

 目　　次

1　总 则 1

2　术语和符号 2

2.1 术语 2

2.2 符号 3

3　材 料 5

3.1 钢材 5

3.2 钢筋 5

3.3 混凝土 5

3.4 螺栓栓钉及锚栓 6

3.5 焊接材料 6

4　基本设计规定 7

4.1 构件类型 7

4.2 结构体系 9

4.3 设计计算 10

5　构件设计 12

5.1 一般规定 12

5.2 梁设计 14

5.3 柱设计 16

5.4 墙设计 18

5.5 楼板设计 19

6　连接设计 20

6.1 梁与梁连接 20

6.2 梁与柱/墙连接 22

6.3 柱与柱（墙与墙）连接 23

6.4 板与板/梁连接 25

6.5 柱/墙与基础连接 25

7　构件制作与运输 27

7.1 一般规定 27

7.2 制作 27

7.3 运输 28

7.4 存放 29

8　施工及验收 31

8.1 一般规定 31

8.2 预制构件安装 31

8.3 梁和楼面施工 33

8.4 工程验收 33

用词说明 49

引用标准名录 50

附:条文说明 52

**Contents**

[1 General Provisions 1](#_Toc16675)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc25991)

[2.1 Term 2](#_Toc15796)

[2.2 Symbol 3](#_Toc26390)

[3 Materials 5](#_Toc3941)

[3.1 Steel products 5](#_Toc14982)

[3.2 Steel bar 5](#_Toc22694)

[3.3 Concrete 5](#_Toc15533)

[3.4 Bolts and anchor bolts 6](#_Toc16015)

[3.5 Welding materials 6](#_Toc13175)

[4 Basic design regulations 7](#_Toc6087)

[4.1 Member Type 7](#_Toc18859)

[4.2 Structural system 9](#_Toc24499)

[4.3 Design and calculation 10](#_Toc498)

[5 Component design 12](#_Toc30689)

[5.1 General Provisions 12](#_Toc8959)

[5.2 Beam design 14](#_Toc21009)

[5.3 Column design 16](#_Toc28168)

[5.4 Wall design 18](#_Toc12109)

[5.5 Floor slab design 19](#_Toc14831)

[6 Connection design 20](#_Toc17640)

[6.1 Beam and beam connection 20](#_Toc8396)

[6.2 Connection between beam and column or wall 22](#_Toc24165)

[6.3 Connection between column and column（wall and wall） 23](#_Toc6842)

[6.4 Connection between floor and beam 25](#_Toc2956)

6.5 Connection between column or wall and foundation 25

[7 Production and transportation of components 27](#_Toc30739)

[7.1 General Provisions 27](#_Toc9275)

[7.2 Fabrication 27](#_Toc32380)

[7.3 Transportation 28](#_Toc30649)

[7.4 Storage 29](#_Toc18295)

[8 Construction and acceptance 31](#_Toc27532)

[8.1 General Provisions 31](#_Toc13393)

[8.2 Installation of prefabricated components 31](#_Toc11815)

[8.3 Beam and floor construction 33](#_Toc10914)

[8.4 Project acceptance 33](#_Toc1007)

[Explanation of wording 4](#_Toc9661)9

[List of quoted standards 50](#_Toc10590)

Addition: Explanation of provisions 52

1　总 则

**1.0.1** 为了规范装配式钢骨混凝土结构的技术要求，做到安全、适用、经济，保证质量，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于6度~8度抗震设防烈度区的工业与民用建筑的装配式钢骨混凝土结构的设计、制作与运输、施工安装与质量验收。

**1.0.3** 装配式钢骨混凝土结构的设计、制作与运输、施工安装与质量验收除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定及中国工程建设标准化协会有关规程的规定。

2　术语和符号

2.1 术语

**2.1.1** 钢骨混凝土结构 steel concrete structures

由钢板/型钢通过缀板/缀条或钢筋焊接形成钢骨架，并将其直接浇筑于混凝土之中的结构，简称钢骨混凝土结构。

**2.1.2** 全部等效钢骨混凝土结构 whole equivalent steel concrete structures

钢骨架的钢板/型钢及缀板/缀条全部由钢筋混凝土构件中的钢筋经过强度等效代换公式得到，这样的钢骨混凝土结构简称全部等效钢骨混凝土结构。

**2.1.3** 部分等效钢骨混凝土结构 partial equivalent steel concrete structures

钢骨架的钢板/型钢由钢筋混凝土构件中的纵向钢筋经过强度等效代换公式得到，箍筋不进行等效，这样的钢骨混凝土结构简称部分等效钢骨混凝土结构。

**2.1.4** 装配式钢骨混凝土结构 prefabricated steel concrete structures

由全部或者部分等效钢骨混凝土预制柱、钢骨混凝土预制剪力墙、钢骨混凝土预制梁和钢骨混凝土预制楼板等组成的装配式结构，简称装配式钢骨混凝土结构。

**2.1.5** 装配式钢骨混凝土框架剪力墙结构 prefabricated steel concrete shear wall structures

由装配式钢骨混凝土构件组成的框架和剪力墙共同承受竖向和水平作用的结构。

**2.1.6** 装配式钢骨混凝土框架核心筒结构 prefabricated steel concrete corewall structures

由装配式钢骨混凝土构件组成的框架和核心筒共同承受竖向和水平作用的结构。

**2.1.7** 装配式钢骨混凝土框架结构 prefabricated new equivalent steel-concrete frame structures

由装配式钢骨混凝土构件组成的框架承受竖向和水平作用的结构。

**2.1.8** 钢骨混凝土预制柱 steel concrete precast concrete column

在工厂或现场预先制作的全部或者部分等效的钢骨混凝土柱。

**2.1.9** 钢骨混凝土预制梁 steel concrete precast concrete beam

在工厂或现场预先制作的全部或者部分等效的钢骨混凝土梁。

**2.1.10** 钢骨混凝土预制楼板 steel concrete precast concrete slab

在工厂或现场预先制作的全部或者部分等效的钢骨混凝土楼板。

**2.1.11** 钢骨混凝土预制剪力墙 steel concrete precast concrete shear wall

在工厂或现场预先制作的全部或者部分等效的钢骨混凝土剪力墙。

2.2 符号

**2.2.1** 材料性能和抗力

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$E\_{c}$$ | —— | 混凝土弹性模量； |
| $$E\_{s}$$ | —— | 钢筋弹性模量； |
| $$f\_{c}$$ | —— | 混凝土轴心抗压强度设计值； |
| $$f\_{t}、f\_{y}^{'}$$ | —— | 普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值； |
| $$f\_{t}$$ | —— | 混凝土轴心抗拉强度设计值； |
| $$f\_{yv}$$ | —— | 箍筋屈服强度； |
| $$f\_{a}$$ | —— | 型钢/钢板抗拉强度设计值； |
| $$f\_{y}$$ | —— | 钢筋抗拉强度设计值； |

**2.2.2** 作用与作用效应

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$M、M^{'}$$ | —— | 正、负弯矩设计值； |
| $$N$$ | —— | 轴向力设计值； |
| $$V$$ | —— | 剪力设计值； |

**2.2.3** 几何参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$a\_{s}^{'}$$ | —— | 受压区钢筋至截面受压边缘的距离； |
| $$A\_{s}$$ | —— | 受拉钢筋总面积； |
| $$A\_{a}$$ | —— | 型钢/钢板截面总面积； |
| $$b$$ | —— | 构件截面宽度； |
| $$b\_{j}$$ | —— | 构件有效截面宽度； |
| $$ℎ\_{0}$$ | —— | 截面有效高度； |
| $$t\_{w}$$$$A\_{vs}$$$$A\_{va}$$ | —————— | 腹板厚度箍筋的计算面积；缀板的计算面积； |

**2.2.4** 计算系数及其他

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 承载力抗震调整系数； |

3　材 料

3.1 钢材

**3.1.1** 钢材选用应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

**3.1.2** 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、硫和磷含量的合格保证，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。

**3.1.3** 钢材的屈服强度、抗拉强度、强度设计值、弹性模量和剪切模量应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定采用。

**3.1.4** 采用塑性设计的结构及进行弯矩调幅的构件、抗震设计中具有产生塑性铰要求的构件，所用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%。

**3.1.5** 钢板厚度大于或等于40mm，且承受沿板厚方向拉力的焊接连接板件，钢板厚度方向截面收缩率不应小于现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313 规定的容许值。

**3.1.6** 组合楼板中压型钢板的材质和材料性能应符合现行国家标准《建筑用压型钢板》GB/T12755 的有关规定。

3.2 钢筋

**3.2.1** 钢筋的选用及强度等指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB 50010的有关规定。

**3.2.2** 一、二、三级抗震等级的框架和斜撑构件的纵向受力钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 中的混凝土结构构件抗震设计有关材料性能的规定。

3.3 混凝土

**3.3.1** 混凝土材料选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 的有关规定。梁、柱构件采用的混凝土强度等级不宜低于C30，不宜高于C60。

**3.3.2** 混凝土轴心抗压强度标准值及设计值、轴心抗拉强度标准值及设计值、混凝土受压和受拉弹性模量、混凝土剪切变形模量应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010的有关规定。

3.4 螺栓栓钉及锚栓

**3.4.1** 螺栓连接的强度指标、高强度螺栓的预拉力设计值，以及高强度螺栓连接的钢材摩擦面抗滑移系数等，应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

**3.4.2** 圆柱头焊（栓）钉连接件的质量应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T10433 的有关规定，圆柱头焊（栓）钉的材料及力学性能应符合现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138 的有关规定。

**3.4.3** 锚栓可采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 规定的Q235钢、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中规定的Q355、Q390 或强度更高的钢材，质量等级不宜低于B 级。

3.5 焊接材料

**3.5.1** 焊接材料选用应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。焊缝强度指标应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

**3.5.2** 焊缝质量等级应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的有关规定，检验方法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。

4　基本设计规定

4.1 构件类型

**4.1.1** 钢骨混凝土结构的梁、板、柱、墙构件的钢骨架均是由钢筋混凝土构件的钢筋骨架通过强度等效代换原则得到。钢骨混凝土构件可用于框架结构、剪力墙结构、框架剪力墙结构、框架-核心筒结构等结构体系。

**4.1.2**  钢骨混凝土柱的钢骨，纵向钢板/型钢由纵向受力钢筋采用强度等效代换原则得到，横向缀板轴线间距同原设计箍筋间距。对于巨型柱，内部可增设型钢或钢管，内部的型钢或钢管按原设计布置。（见图**4.1.2**）





**图4.1.2 钢骨混凝土柱及钢骨混凝土巨型柱**

**4.1.3** 钢骨混凝土混凝土墙的钢骨，竖向型钢/钢板由钢筋混凝土墙的竖向钢筋等效代换得到，缀板由横向钢筋等效代换得到，横向缀板间距同原设计。型钢与型钢之间采用缀板/钢筋拉结。竖向型钢可采用H型钢、角钢、槽钢、矩形钢管等多种样式。缀板可采用钢板、角钢或扁铁等钢材。竖向型钢规格宜小，间距同原设计。（见图**4.1.3**）



**图4.1.3 钢骨混凝土墙**

**4.1.4** 钢骨混凝土梁的钢骨，上下翼缘钢板由钢筋混凝土梁中的受压受拉钢筋分别等效代换得到，缀板由箍筋等效代换得到，横向缀板间距同原设计。（见图**4.1.4**）



**图4.1.4 钢骨混凝土梁**

**4.1.5** 钢骨混凝土楼板的骨架，单/双层钢板由单/双层钢筋等效得到，钢板间距同钢筋间距。楼板也可以采用现浇钢筋混凝土板、钢筋混凝土叠合板或压型钢板混凝土组合板。（见图**4.1.5**）



**图4.1.5 钢骨混凝土楼板**

4.2 结构体系

**4.2.1** 采用装配式钢骨架混凝土构件作为主要抗侧力结构的各种体系，其房屋最大适用高度应符合下列规定：

 **1** 对乙类和丙类建筑，应符合表4.2.1的规定；

**2** 平面和竖向均不规则的结构，最大适用高度宜适当减低；

**3** 对甲类建筑，6 度、7 度时宜按本地区抗震设防烈度提高一度后符合表4.2.1的要求，8 度时应专门研究；

**表4.2.1 装配式钢骨架结构的最大适用高度 （m）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | 6度 | 7度 | 8度（0.2g） | 8度（0.3g） |
| 装配式钢骨架混凝土框架结构 | 60 | 50 | 40 | 35 |
| 装配式钢骨架混凝土剪力墙结构 | 140 | 120 | 100 | 80 |
| 装配式钢骨架混凝土框架-剪力墙结构 | 130 | 120 | 100 | 80 |
| 装配式钢骨架混凝土框架-核心筒结构 | 150 | 130 | 100 | 90 |

注：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。

**4.2.2** 装配式钢骨架混凝土结构的高宽比不宜超过表4.2.2的规定。

**表4.2.2 钢骨混凝土结构适用的最大高宽比**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构类型 | 6度、7度 | 8度 |
| 装配式钢骨架混凝土框架结构 | 4 | 3 |
| 装配式钢骨架混凝土剪力墙结构 | 6 | 5 |
| 装配式钢骨架混凝土框架-剪力墙结构 | 6 | 5 |
| 装配式钢骨架混凝土框架-核心筒结构 | 7 | 6 |

**4.2.3** 装配式钢骨架混凝土结构的平面布置宜简单、规则、对称，质量和刚度分布宜均匀；不应采用严重不规则的平面布置。

**4.2.4** 装配式钢骨架混凝土结构的竖向布置应连续、均匀，应避免侧向刚度和承载力沿竖向的突变。

**4.2.5** 装配式钢骨架混凝土结构布置的规则性及抗震缝的设置要求应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定，高层结构尚应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3的有关规定。

**4.2.6**  装配式钢骨混凝土结构的楼盖可采用钢骨混凝土楼盖、现浇混凝土板、混凝土叠合板、压型钢板组合楼板、钢筋桁架组合楼板；楼盖应具有良好的水平刚度和整体性，对转换层、加强层以及有大开洞楼层，宜采取有效措施确保水平力的可靠传递。

4.3 设计计算

**4.3.1** 装配式钢骨架混凝土结构可按现浇混凝土结构进行建模计算，计算要求应满足《混凝土结构设计标准》GB50010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3中的相关规定。

**4.3.2** 装配式钢骨架混凝土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、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《建筑结构荷载规范》GB50009、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068和《建筑抗震设计规范》GB50011 等确定。

**4.3.2** 在竖向荷载、风荷载及多遇地震作用下，结构的内力和变形可采用弹性方法计算；罕遇地震作用下，结构的弹塑性变形可采用弹塑性时程分析法或静力弹塑性分析法计算。

**4.3.4** 不规则结构应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定进行罕遇地震作用下的弹塑性变形分析。

**4.3.5** 进行结构整体分析时，可假定楼盖在其自身平面内为无限刚性。当楼盖开有较大洞口或其局部会产生明显平面内变形时，在结构分析中应考虑楼板面内变形的影响。

**4.3.6** 装配式钢骨架混凝土结构在正常使用条件下，按风荷载或多遇地震标准值作用下，以弹性方法计算的楼层层间最大水平位移与层高的比值，以及结构的薄弱层层间弹塑性位移，应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3的规定。

5　构件设计

5.1 一般规定

**5.1.1** 构件应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

**5.1.2** 构件的承载力应按下列公式验算：

持久设计状况、短暂设计状况

持久、短暂设计状况，满足下式要求

$γ\_{0}$S≤R （5.1.2-1）

地震设计状况，满足下式要求

 S≤R/$γ\_{RE}$ （5.1.2-2）

式中： $γ\_{0}$—结构重要性系数，对安全等级为一级的结构构件，不应小于1.1；对安全等级为二级的结构构件不应小于1.0；

*S*—作用组合的效应设计值，应按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002的有关规定计算；

*R*—构件承载力设计值；

$γ\_{RE}$—构件承载力抗震调整系数，应按表**5.1.2**采用。

**表5.1.2 承载力抗震调整系数**（调整）



**5.1.3** 装配式钢骨架混凝土结构的抗震措施应符合下列规定：

**1** 丙类建筑：应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施，抗震等级应按表**5.1.3**确定；当建筑场地为Ⅰ类时，除6 度外，应允许按本地区抗震设防烈度降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施。

**2** 甲、乙类建筑：应按本地区抗震设防烈度提高一度后按表**5.1.3** 确定抗震等级，抗震设防烈度为8 度时，抗震等级应提高一级，表中已为一级的，应采取比一级更高的抗震措施；当建筑场地为Ⅰ类时，应允许仍按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

**3** 当建筑场地为Ⅲ、Ⅳ类时，对设计基本地震加速度为0.15*g* 的地区，宜按表5.1.1 中8 度对应的抗震等级采取抗震构造措施；对设计基本地震加速度为0.30*g* 的地区，宜按比表5.1.3中8 度对应的抗震等级提高一级采取抗震构造措施，表中已为一级的，应采取比一级更有效的抗震构造措施。

**4** 甲、乙类建筑按提高一度确定抗震措施时，或Ⅲ、Ⅳ类场地且设计基本地震加速度为0.15*g* 和0.30*g* 的丙类建筑按提高一度确定抗震构造措施时，如果房屋高度超过提高一度后对应的房屋最大适用高度，则应采取比对应抗震等级更有效的抗震构造措施。

**表5.1.3 装配式钢骨混凝土结构的抗震等级**（调整）

|  |  |
| --- | --- |
| 结构类型 | 设防烈度 |
| 6 | 7 | 8 |
| 装配式钢骨混凝土框架结构 | 高度（m） | ≤24 | >24 | ≤24 | >24 | ≤24 | >24 |
| 框架 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 |
| 大跨度框架 | 三 | 二 | 一 |
| 装配式钢骨混凝土框架-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 | 一 |
| 剪力墙 | 三 | 三 | 三 | 二 | 二 | 二 | 一 | 一 |
| 装配式钢骨混凝土框架-核心筒结构 | 框架 | 三 | 二 | 一 |
| 核心筒 | 二 | 二 | 一 |
| 装配式钢骨混凝土剪力墙结构 | 高度（m） | ≤80 | >80 | ≤24 | >24且≤80 | >80 | ≤24 | >24且≤80 | >80 |
| 剪力墙 | 四 | 三 | 四 | 三 | 二 | 三 | 二 | 一 |

注：1.大跨度框架指跨度不小于18m的框架。

**5.1.4** 装配式钢骨混凝土梁及楼板的最大挠度，应按荷载效应的准永久组合，并考虑荷载长期作用的影响进行计算，其计算值不应超过下表规定的挠度限值。

**表5.1.4 钢骨混凝土梁及楼板挠度限值（mm）**（调整）

|  |  |
| --- | --- |
| 跨度 | 挠度限值（以计算跨度*l*0计算） |
| *l*0＜7m | *l*0/200(*l*0/250) |
| 7m≤*l*0≤9m | *l*0/250(*l*0/300) |
| *l*0>24m | *l*0/300(*l*0/400) |

注：1 表中l0为构件的计算跨度；悬臂构件的l0按实际悬臂长度的2 倍取用；

 2 表中数值为永久荷载和可变荷载组合产生的挠度允许值，有起拱时可减去起拱值；

 3 表中括号内数值适用于使用上对挠度有较高要求的构件。

**5.1.5** 装配式钢骨混凝土梁按荷载效应的准永久值，并考虑荷载长期作用影响的最大裂缝宽度，不应大于下表规定的最大裂缝宽度限值。

**表5.1.5 钢骨混凝土梁最大裂缝宽度限值（mm）**（调整）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 耐久性环境等级 | 裂缝控制等级 | 最大裂缝宽度限值ωmax |
| 一 | 三级 | 0.3（0.4） |
| 二a | 0.2 |
| 二b |
| 三a、三b |

**5.1.6** 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》GB50666的有关规定。

**5.1.7** 当构件中钢骨的混凝土保护层厚度大于50mm时，宜对保护层采取有效的构造措施。

**5.1.8** 钢骨架的焊接纵向钢骨均采用一级对接焊缝，横向缀板/钢筋与纵向钢骨的焊接均采用三级角焊缝。

**5.1.9** 预制构件与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面、键槽，并应符合现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中的相关规定。

5.2 梁设计

**5.2.1** 装配式钢骨混凝土梁按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB50010中钢筋混凝土梁的相关规定进行计算，钢板面积按照下列公式进行等强代换得到。

$f\_{y}A\_{s}=f\_{a}A\_{a}$ （5.2.1-1）

$f\_{y}A\_{vs}/S\_{s}=f\_{a}A\_{va}/S\_{a}$ （5.2.1-2）

式中： $f\_{y}$—钢筋的抗拉强度设计值；

$A\_{s}$—纵筋的计算面积；

$f\_{a}$—钢板的抗拉强度设计值；

$A\_{a}$—钢板的计算面积；

$A\_{vs}$—箍筋的计算面积；

$A\_{va}$—缀板的计算面积；

**5.2.2** 装配式钢骨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》GB50010中的相关规定。

**5.2.3** 叠合梁端竖向接缝受剪承载力验算按现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中的相关规定进行计算。

**5.2.4** 梁钢骨的钢板厚t不宜小于4mm，钢板宽厚比应符合表5.2.4规定。

**表5.2.4 梁钢板宽厚比限值**（表格代替）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢号 | bf1/*t*f | hw/*t*w |
| Q235 | ≤23 | ≤107 |
| Q345、Q345GJ | ≤19 | ≤91 |
| Q390 | ≤18 | ≤83 |
| Q420 | ≤17 | ≤80 |

**5.2.5** 梁中截面宽度*b* 不宜小于160mm，截面高度不宜小于200mm，钢板保护层厚度不宜小于30mm（图5.2.5）。



**图5.2.5 梁中钢板截面尺寸要求**

**5.2.6** 钢骨混凝土构件的纵向钢板含钢率应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB50010中纵向钢筋配筋率的相关规定。

**5.2.7** 钢骨混凝土梁的腰筋布置应满足《混凝土结构设计标准》GB50010中9.2.13条要求。

**5.2.8** 钢骨混凝土梁采用箍筋/缀板时，箍筋/缀板轴线间距及肢距应满足《混凝土结构设计标准》GB 50010中的相关要求。

**5.2.9** 内置钢骨架混凝土梁的横向钢筋可以采用箍筋或者缀板（图**5.2.6**），箍筋及缀板与纵向钢板可采用对接焊或搭接焊连接。



  

**图5.2.6-1 梁中缀板构造示意** **图5.2.6-2 梁中箍筋构造示意**

1—梁上部钢板：2—梁缀板：3—焊缝；4—梁箍筋

5.3 柱设计

**5.3.1** 装配式内置钢骨架混凝土柱按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010中钢筋混凝土柱的相关规定进行计算，钢板面积（图**5.3.1**）按照本规程5.4.1条规定进行计算。缀板与纵向角钢可采用对接焊或搭接焊，搭接焊长度根据计算确定，需满足《钢结构设计标准》GB5007-2017中相关要求。

 

（a）缀板与角钢对接焊 （b）缀板与角钢搭接焊

**图5.3.1 内置钢骨架混凝土柱中钢板布置**

1—竖向角钢：2—水平缀板：3—对接焊焊缝：4—搭接焊焊缝

**5.3.2** 预制柱底水平接缝受剪承载力验算按现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中的相关规定进行计算。

**5.3.3** 装配式内置钢骨架混凝土柱中钢板厚t不宜小于4mm，钢板宽厚比应符合表5.3.3规定。

**表5.3.3 柱中钢板宽厚比限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 钢号 | 柱 |
| bf1/*t*f | hw/*t*w | B/*t* |
| Q235 | ≤23 | ≤96 | ≤72 |
| Q345、Q345GJ | ≤19 | ≤81 | ≤61 |
| Q390 | ≤18 | ≤75 | ≤56 |
| Q420 | ≤17 | ≤71 | ≤54 |

**5.3.4** 柱钢板保护层厚度不宜小于50mm。

**5.3.5** 内置钢骨架混凝土柱的纵向钢板含钢率应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010中纵向钢筋配筋率的相关规定。

**5.3.6** 内置钢骨架混凝土柱采用箍筋时其构造应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范）） GB 50010 的相关规定。

**5.3.7** 内置钢骨混凝土柱采用缀板时其净距应满足《混凝土结构设计标准》GB 50010-2010中对柱箍筋间距的要求，缀板肢距应满足《混凝土结构设计标准》GB 50010-2010中对柱箍筋肢距的要求。

5.4 墙设计

**5.4.1** 装配式内置钢骨架混凝土墙按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010中钢筋混凝土剪力墙的相关规定进行计算，钢板面积按照本规程5.3.1条规定进行计算。

**5.4.2** 预制墙底水平接缝受剪承载力验算按现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中的相关规定进行计算。

**5.4.3** 装配式内置钢骨架混凝土墙中钢板厚t不宜小于4mm，钢板宽厚比应符合表5.4.3规定。

**表5.4.3 墙中钢板宽厚比限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 钢号 | 柱 |
| bf1/*t*f | hw/*t*w | B/*t* |
| Q235 | ≤23 | ≤96 | ≤72 |
| Q345、Q345GJ | ≤19 | ≤81 | ≤61 |
| Q390 | ≤18 | ≤75 | ≤56 |
| Q420 | ≤17 | ≤71 | ≤54 |

**5.4.4** 装配式内置钢骨架混凝土墙边缘构件内角部采用角钢，边缘构件中间及墙身可采用钢板或钢筋，横向可采用缀板、箍筋、拉筋。墙横向采用箍筋、拉筋及缀板时其净距应满足《混凝土结构设计标准》GB 50010-2010中对剪力墙箍筋间距的要求，缀板肢距应满足《混凝土结构设计标准》GB 50010-2010中对剪力墙箍筋肢距的要求。

  

**图5.4.4 内置钢骨架混凝土墙中钢板布置**

1—竖向角钢：2—构造筋或钢板：3—缀板：4—墙身竖向筋：5—拉结筋或拉结缀板：6—缀板与缀板间对接焊缝；7—缀板与角钢间搭接焊缝；—剪力墙边缘构件

**5.4.5** 墙钢板保护层厚度不宜小于30mm。

**5.4.6** 内置钢骨架混凝土剪力墙的纵向钢板含钢率应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010中纵向钢筋配筋率的相关规定。

**5.4.7** 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。

5.5 楼板设计

**5.5.1** 装配整体式结构的楼盖可采用现浇楼盖、叠合楼盖、全预制实心楼盖、全预制空心楼盖。结构转换层平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层宜采用现浇实心楼盖。

**5.5.2** 叠合板应符合现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中的相关规定。当预制板采用空心板时，板端空腔应封堵。

**5.5.3** 预制板可根据接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计，并应符合现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中的相关规定。

**5.5.4** 预制空心板当孔洞为单向通长设置时，宜按单向板设计。

6　连接设计

6.1 梁与梁连接

**6.1.1** 钢骨梁的连接应符合《钢结构设计标准》GB50017和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99的规定。

**6.1.2** 主次梁刚性连接节点构造应符合下列规定：

**1** 主次梁中间节点处（图6.1.2-1），主梁应沿次梁轴线方向埋置工字形钢接头，钢接头伸出长度应与次梁连接钢板的伸出长度相等，且不宜小于200mm及0.3倍的梁高，钢接头翼缘厚度不小于梁纵向钢板厚度，且不小于12mm。

 

**图6.1.2-1 主次梁中间节点构造示意**

 

 1-1

1—预埋工字形钢接头腹板；2—预埋工字形钢接头上翼缘；3—预埋工字形钢接头下翼缘；4—钢接头翼缘与梁纵向钢板融透焊焊缝；5—梁纵向钢板；6—梁竖向缀板；7—连接钢板；8—安装螺栓；9—次梁外伸连接钢板；10—主梁预制部分；11—次梁预制部分；12—梁水平缀板；13—钢接头翼缘与梁纵向钢板融透焊焊缝

**2** 主次梁边节点处（图6.1.2-2），主梁应沿次梁轴线方向埋置工字形钢接头，钢接头伸出长度应与次梁连接钢板的伸出长度相等，且不宜小于200mm及0.3倍的梁高，接头翼缘厚度不小于梁纵向钢板厚度，且不小于12mm。工字形钢接头埋入部分应伸至主梁外侧端部，与主梁纵向钢板边缘对齐。





 1-1

**图6.1.2-2 主次梁端部节点构造示意**

1—预埋工字形钢接头腹板；2—预埋工字形钢接头上翼缘；3—预埋工字形钢接头下翼缘；4—钢接头翼缘与梁纵向钢板融透焊焊缝；5—梁纵向钢板；6—梁竖向缀板；7—连接钢板；8—安装螺栓； 9—次梁外伸连接钢板；10—主梁预制部分；11—次梁预制部分；12—梁水平缀板；13—钢接头翼缘与梁纵向钢板融透焊焊缝

**3** 主梁与次梁连接处的工字形钢接头的腹板通过连接板及高强度螺栓连接，上下翼缘采用全熔透坡口焊缝连接。腹板和螺栓需满足施工阶段最不利工况下抗剪承载力要求。

**4** 从主梁边起算的现浇段长度不宜小于450mm并需满足施工操作的要求。

**6.1.3** 次梁与主梁的连接可根据实际情况按固接或铰接计算，固接和铰接构造均需满足6.1.2条。

**6.1.4** 主次梁交接处主梁需设附加箍筋及吊筋，附加箍筋及吊筋应符合《混凝土结构设计标准》GB 50010-2010中的要求。

6.2 梁与柱/墙连接

**6.2.1** 钢梁与柱/墙的连接应符合《钢结构设计标准》GB50017和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99的规定。

**6.2.2** 柱与梁连接处，柱外应设置工字形钢接头伸出，柱内应在工字型钢接头的上下翼缘标高设置横隔板（图6.2.2），横隔板与工字型钢接头整体制作，横隔板厚度同工字形钢接头翼缘厚度，且不小于16mm及梁纵向钢板厚度。上下柱采用横隔板贯通的连接方式，横隔板应与柱纵向钢板全熔透坡口焊缝连接。横隔板上应设置混凝土浇筑孔，混凝土浇筑孔的孔径不宜小于200mm。梁的上下钢板与柱横隔板采用全熔透对接焊缝，腹板用高强度螺栓摩擦型连接，腹板和螺栓需满足施工期间最不利工况下抗剪承载力要求。从柱边起算的现浇段长度不宜小于450mm并需满足施工操作的要求。



 

 1-1 2-2

**图6.2.2 梁与柱、墙连接构造示意**

1—柱纵向角钢；2—柱缀板； 3—横隔板； 4—连接钢板； 5—安装螺栓；6—梁外伸连接钢板；7—柱外伸牛腿腹板；8—牛腿腹板与柱缀板焊缝；9—牛腿翼缘与梁纵向钢板融透焊焊缝；10—柱纵向钢板与横隔板融透焊焊缝；11—梁纵向钢板；12—梁缀板；13—梁预制部分； 14—柱预制部分

**6.2.3** 柱内工字形钢接头伸出的长度L2不宜小于0.3倍的梁高且不小于200mm：梁内钢接头伸出的长度L1不宜小于0.3倍的梁高且不小于200mm，埋入预制梁内的的长度不宜小于1倍的梁高。柱外伸钢接头的腹板与柱纵向钢板或横向缀板采用角焊缝焊接，当钢接头的腹板与柱缀板焊接连接时，与腹板焊接的缀板需加宽1倍，且缀板宽度不宜小于60mm，厚度不宜小于8mm。

6.3 柱与柱（墙与墙）连接

**6.3.1** 柱、墙的连接应符合《钢结构设计标准》GB50017和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99的规定。

**6.3.2** 相同截面柱连接时，上下钢板之间应采用全熔透坡口焊缝，接缝位置宜设置在楼层标高向上350mm处，焊接处钢板宜设置连接耳板（图6.3.2），耳板厚度应根据风荷载和其他施工荷载确定，在任何情况下不得小于10mm：当连接板为单板时，其板厚宜取耳板厚度的1.2~1.4倍。当连接板为双板时，其板厚可取耳板厚度的约0.7倍。柱焊接完成后，将其耳板切除。



**图6.3.2 柱与柱连接构造示意**

1—柱纵向角钢：2—柱缀板：3—柱连接耳板：4—连接板：5—安装螺栓；6—连接耳板与柱角

钢间角焊缝；7—上下柱角钢间对接焊缝；8—上柱预制部分：9—下柱预制部分

**6.3.3** 应根据施工阶段最不利工况计算连接处纵向型钢或钢板的抗压、抗弯及抗剪承载力，需满足《钢结构设计标准》GB 50017-2017中相关要求。

**6.3.4** 当上、下层柱钢板面积或钢板厚度、宽度三者中任一项不同时，可以通过转换钢板进行过渡。转换节点需要进行有限元分析，转换钢板应力比不超过0.6。连接应采用全熔透坡口焊缝，不同宽度或厚度钢板拼接需符合《钢结构设计标准》GB50017中的要求。

**6.3.5** 墙与墙边缘构件的水平接缝可按柱的水平接缝做法，需满足6.3.2~6.3.4条要求。剪力墙墙身的竖向筋可在后浇区段连接，连接可采用搭接、焊接等方式，钢筋搭接需符合《混凝土结构设计规范》GB50010中要求，焊接可采用帮条焊或搭接焊，需符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012 中要求。



**图6.3.5 剪力墙底部水平接缝构造示意**

1—竖向角钢：2—边缘构件水平缀板：3—墙身竖向筋：4—上层剪力墙预制部分；5—下层剪力墙预制部分

6.4 板与板/梁连接

**6.4.1** 板与板的连接应符合《钢结构设计标准》GB50017和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99的规定。

**6.4.2** 板与梁的连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

**6.4.3** 预制板支座处的纵向钢板应符合下列规定：

**1** 板中间支座处，预制板内的下部纵向受力钢板宜从板端伸出并锚人支承梁或墙的后浇混凝土中，锚固长度不应小于4b（b为纵向受力钢板宽度），且宜伸过支座中心线（图6.4.3）：预制板内的上部纵向受力钢板可在支座处连接，连接可采用对接焊或搭接焊，搭接焊长度需经过计算确定；焊缝质量等级不宜低于二级。



 **图6.4.3 预制板中间支座构造示意**

1—上部钢筋或钢板：2—连接钢筋或钢板：3—下部连接钢筋或钢板；4—钢板或钢筋搭接焊焊缝；5—下部钢板或钢筋对接焊焊缝；6—后浇区

2 板端部支座处，预制板内的下部纵向受力钢板宜从板端伸出并锚人支承梁或墙的后浇混凝土中，锚固长度不应小于4b（b为纵向受力钢板宽度），且宜伸过支座中心线：预制板内的上部纵向受力钢板需伸到支座端部并向下弯折。

6.5 柱/墙与基础连接

**6.5.1** 多高层结构混凝土框架柱、剪力墙的柱脚可采用埋入式柱脚、插人式柱脚。

**6.5.2** 埋入式及插入式柱脚，钢柱与混凝土接触的范围内不得涂刷油漆;柱脚安装时，应将钢柱表面的泥土、油污铁锈和焊渣等用砂轮清刷干净。混凝土预制柱、墙插入基础部分应清除表面浮灰、浮渣、油污等，露出坚硬的混凝土基层。

**6.5.3** 混凝土预制柱与基础连接采用插入式柱脚时，应满足《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011中相关要求。

**6.5.4** 混凝土预制墙与基础连接采用插入式柱脚时，可按双肢柱确定埋入深度。当采用单杯口基础时，整墙埋入基础的深度可按《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011中双肢柱的埋入深度；当采用双杯口或多杯口基础时，可将墙端部1.5倍边缘构件长度范围及墙中部的端柱埋入基础，埋入基础的深度不得小于插入部分相应长边尺寸的1.2倍，插入范围外的墙身竖向筋在基础顶与伸出的插筋焊接或搭接连接，基础顶和墙连接的范围应预留粗糙面。

7　构件制作与运输

7.1 一般规定

**7.1.1** 预制构件的制作与运输应符合现行国家行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关规定。

**7.1.2** 预制构件制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底并编制生产方案，生产方案应包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护方案等。

**7.1.3** 预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外，尚应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装、拆卸、预留孔洞、插筋、预埋件等的要求。

**7.1.4** 预制构件的原材料质量、钢板加工和连接的力学性能、混凝土强度、构件结构性能等均应根据国家现行有关标准进行检查和检验，并应具有生产操作规程和质量检验记录。

**7.1.5** 预制构件检查合格后宜设置编码标识，编码标识应包括项目名称、构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。预制墙板应按品种、规格分类存放。预制构件和部品出厂时，应出具质量证明文件。

**7.1.6** 预制构件中钢骨架制作单位应具有相应的钢结构工程施工资质，应根据已批准的技术设计文件编制施工详图。施工详图应由原设计工程师确认。当修改时，应向原设计单位申报，经同意签署文件后修改才能生效。

**7.1.7** 预制构件用钢骨架制作前，应根据设计文件、施工详图的要求以及制作厂的条件，编制制作加工工艺指导书。加工工艺指导书应包括：施工中所依据的标准，制作厂的质量保证体系，成品的质量保证体系和措施，生产场地的布置，采用的加工、焊接设备和工艺装备，焊工和检查人员的资质证明，各类检查项目表格和生产进度计划表。

7.2 制作

**7.2.1** 预制构件混凝土浇筑前应进行隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

**1**  预制构件用钢材及连接用普通螺栓、高强度螺栓等紧固件的牌号、规格、数量、位置、间距等；

**2**  钢骨的混凝土保护层厚度；

**3**  钢骨架的组装及入模精度等；

**4**  穿线管的规格、数量、位置、间距和固定措施；

**5**  预埋件、吊环的规格、数量、位置等；

**6**  焊接工艺及焊缝质量的外观检查；

**7.2.2** 模具应具有足够的强度、刚度和整体稳固性，应符合下列规定：

**1**  模具应拆装方便，并应满足预制件质量、生产工艺和周转次数等要求；

**2**  用作底模的台座、胎模、地坪及铺设的底板等应平整光洁，不得有下沉、裂缝、起砂和起鼓；

**3**  应定期检查侧模、预埋件和预留洞定位措施的有效性；应采取防止模具变形和锈蚀的措施；

**4** 重新启动的模具应检验合格后方可使用。

**7.2.3** 预制构件外伸牛腿的位置、规格和长度应符合设计文件的规定。

**7.2.4** 金属波纹管内应采用钢管、PVC管等具有一定刚度的物品作为内衬，用于固定金属波纹管的位置并维持其形状。用于内衬的物品需易于在浇筑完成之后取出。

**7.2.5** 预制构件脱模起吊时，混凝土立方体抗压强度应符合设计文件的规定，且不宜小于15MPa。

**7.2.6** 混凝土浇筑、脱模和养护等应符合现行行业标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016的有关规定。

**7.2.7** 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造面、键槽，且粗糙面的面积不宜小于结合面的80%。

7.3 运输

**7.3.1** 预制构件运输前应进行运输路线踏勘，制定运输方案。

**7.3.2**　预制构件的运输应符合下列规定：

**1**  应根据构件尺寸及重量选择驳运车辆，装卸及驳运过程应保持车体平衡，并应采取对称装卸；

**2**  驳运过程应采取防止构件移动或倾覆的固定措施；

**3**  预制构件装运时应可靠固定，应采用衬垫加以保护，角部位应采取防碰撞的保护措施；

**4**  预制梁、柱构件叠放不宜超过3层，板类构件叠放不宜超过6层。

**7.3.3**　预制构件的吊装应符合下列规定：

**1**  吊点数量、位置应经计算确定，应保证吊具的连接可靠。吊索水平夹角不宜小于60°，不应小于45°；

**2**  构件吊装时起重设备的主钩、吊具宜在构件重心垂线上；吊运过程应平稳；

**3**  应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，吊运过程应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊装构件长时间悬停在空中；

**4**  应根据预制构件的形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择吊具和起重设备，所采用的吊具和起重设备及其操作，应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定。

7.4 存放

**7.4.1**预制构件的存放场地应平整坚实，并应进行承载力验算。存放场地应具有排水措施。构件存放时应与地面之间留有空隙。

**7.4.2** 工厂存放应符合下列规定：

**1** 应根据预制墙板类型或工程要求确定存放原则；

**2** 存放场地宜布置在厂房附近，并应在起重设备覆盖的范围内；

**3** 存放场地应设置车辆运输通道；

**4** 存放区宜实行分区管理和信息化管理；

**5** 存放吊环向上，构件标志牌向外，垫木或垫块位置宜与脱模吊装时的起吊位置一致。

**7.4.3** 现场存放应符合下列规定：

**1** 预制构件现场存放位置应在吊装机械工作范围内，预埋吊点应方便吊装；

**2** 预制构件应根据施工方案分区存放；

**3** 预制构件采用叠层平放的方式堆放时，应采取可靠的固定措施：

**1）**预制柱不宜超过4层，且高度不宜超过2.4m；

**2）**预制梁不宜超过3层，且高度不宜超过2.4m；

**3）**预制墙板不宜水平堆放，应垂直堆放。

8　施工及验收

8.1 一般规定

**8.1.1** 装配式钢骨混凝土结构中，除符合设计文件和本标准的规定之外，混凝土结构施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204和行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的规定；钢结构工程的施工及验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205和现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99的规定。

**8.1.2** 预制构件和钢构件进场前应进行产品质量验收，验收应提交下列资料和记录：

**1** 预制混凝土构件加工图纸、设计文件、设计洽商、变更或交底文件；

**2** 原材料质量证明文件，构件出厂合格证、钢材、混凝土强度检测报告；

**3** 钢骨架检查验收记录文件；

**4** 合同要求的其他质量证明文件。

**8.1.3** 装配式结构安装前应制定施工组织设计或专项施工方案；专项施工方案的内容应包括构件安装方案、连接施工方案、构件安装的质量管理及安全措施。

**8.1.4** 施工单位应根据预制构件安装特点配置管理和操作人员。施工作业人员应具备岗位需要的基础知识和技能。施工单位应对管理人员和施工人员进行技术交底。

**8.1.5** 装配式结构施工前，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结构情况，及时调整完善施工方案和施工工艺。

8.2 预制构件安装

**8.2.1** 预制构件安装工艺流程宜为：定位放线→基层清理、找平→预制构件吊运及就位→水平位置及垂直度校正→预制构件连接板高强螺栓固定→对接焊缝施焊→连接段模板安装→连接段混凝土浇筑→模板拆除→剔除喇叭口混凝土→预制构件临时支撑拆除。

**8.2.2** 预制构件的安装应符合下列规定：

**1**  预制构件吊装除应符合本标准7.7.3条的有关规定外，预制构件应按照吊装顺序预先编号，吊装时严格按照编号顺序起吊；

**2**  安装施工前，应进行测量放线、设置构件安装定位标识。测量放线应符合现行国家标准《工程测量规范》GB50026的有关规定；

**3**  预制构件在吊装过程中宜设置揽风绳控制构件转动，预制吊装就位后，应及时校准并采取临时固定措施；

**4**  预制墙板、预制柱等竖向构件安装后应对安装位置、安装标高进行校核与调整，构件底部应设置可调整解封厚度和底部标高的垫块；水平构件安装后，应对相邻预制构件平整度、高低差、拼缝尺寸进行校核与调整；

**5** 预制构件安装完成后应对型钢的腹板进行螺栓连接，H型钢翼缘/角钢对接焊进行焊接；

**6** 后浇段模板安装完成后进行连接段的混凝土浇筑作业。柱后浇段浇筑时，宜将浇筑料从侧模进入，振动棒振捣至水泥浆从模具开口顶部溢出（图8.2.2），连接段浇筑完成；

**7** 浇筑完成之后24小时内不宜对于预制构件进行有扰动的施工作业；

**8** 预制构件临时支撑拆除时，混凝土立方体抗压强度应符合《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204的规定。



**图8.2.2 连接段浇筑**

8.3 梁和楼面施工

**8.3.1** 梁施工时宜在跨中设置临时独立支撑胎架。经过计算满足受力要求后，胎架可以采用脚手架搭设。

**8.3.2** 楼面采用全厚度预制板时，安装时宜设置临时独立支撑胎架。

**8.3.3** 叠合梁的现浇层混凝土、预制板的连接段与竖向构件的连接段可以同时浇筑。

8.4 工程验收

**8.4.1** 一般规定

**1**  钢骨混凝土结构工程应在施工单位自行检验评定合格的基础上，按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定进行子分部工程验收。

**2**  钢骨混凝土结构子分部工程应按表7.1.2划分为6个分项工程。

**表7.1.2 钢骨混凝土结构子分部工程分项工程**

|  |  |
| --- | --- |
| 子分部工程 | 分项工程 |
| 钢骨混凝土结构 | 钢骨焊接、螺栓连接、钢骨架组装、钢骨混凝土构件预制、钢骨混凝土构件安装、后浇段混凝土 |

**3**  钢骨焊接、螺栓连接、钢骨架组装、钢骨混凝土构件安装等5个分项工程按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205及《钢-混凝土组合结构施工规范》GB 50901的相关规定进行施工质量验收；钢骨混凝土构件预制按照《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204及《装配式混凝土结构技术规程》的相关规定进行验收；后浇段混凝土按照《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的相关规定进行验收。

**4**  钢骨混凝土结构子分部工程合格质量标准应符合下列规定：

**1）**各分项工程施工质量验收合格；

**2）**质量控制资料和文件应完整；

**3）**观感质量验收合格；

**4）**结构实体检验结果满足设计和本规范的要求。

**5**  钢骨混凝土结构子分部工程质量验收时，应提供下列文件和记录：

**1）**深化设计文件；

**2）**施工现场质量管理检查记录；

**3）**有关安全及功能的检验和见证检测项目检查记录；

**4）**有关观感质量检验项目检查记录；

**5）**所含各分项工程质量验收记录；

**6）**分项工程所含各检验批质量验收记录；

**7）**强制性条文检验项目检查记录及证明文件；

**8）**隐蔽工程检验项目检查验收记录；

**9）**原材料、成品质量合格证明文件、中文标志及性能检测报告；

**10）**不合格项的处理记录及验收记录；

**11）**重大质量、技术问题实施方案及验收记录；

**12）**其他有关文件和记录。

**6**  钢骨混凝土结构工程质量验收记录应符合下列规定：

**1）**钢结构分项工程质量验收记录应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的相关记录执行；

**2）**混凝土分项工程质量验收记录应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关记录执行；

**3）**型钢（钢管）与钢筋连接分项工程、检验批验收记录可按本规范附录A 执行。

**7**  当钢骨混凝土结构工程施工质量不符合本规范要求时，应按下列规定进行处理：

**1）**经返工重做或更换构配件的检验批，应重新进行验收；

**2）** 经有资质的检测单位检测鉴定能达到设计要求的检验批，应予以验收；

**3）**经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求的，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；

**4）**经返修或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸，尚能满足安全使用要求，可按处理的技术方案和协商文件进行验收。

**8**  钢骨混凝土结构各分项工程可按楼层或施工段划分为一个或若干个检验批。

**8.4.2** 原材料及成品进场

Ⅰ 主控项目

**1** 钢板、钢带、型钢及焊接材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：检查质量合格证明文件，中文标志及出厂检验报告等。

**2** 钢材和型钢进厂后，应按照国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 -2012第5.2.3条~5.2.5条的规定进行抽样复验。

**1）**检查数量：按照国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755-2012 第**5.2.5**条的规定频次进行抽样复验。

**2）**检验方法：见证取样、送样，检查复验报告。

**3** 焊接材料应按照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 及《钢结构工程施工规范》GB 50755的有关规定进行抽样复验。

**1）**检查数量：按照国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755- 2012第5.3.2条规定的频次。

**2）**检验方法：见证取样、送样，检查复验报告。

**4** 螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关规定。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的要求进行。

Ⅱ 一般项目

**5** 钢板和钢带的厚度及允许偏差应符合现行国家标准《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709的有关规定。

**1）**检查数量：每批同一品种、规格的钢板抽检10%（每批钢卷均100%检查），且不少于3张（卷），每张（卷）检测5处。

**2）**检验方法：用游标卡尺量测或超声波测厚仪量测。

**6** 钢板不平度应符合其产品标准的要求。

**1）**检查数量：每一品种、规格的钢板抽检10%，且不少于3张，每张检测3处。

**2）**检验方法：拉线、钢尺、游标卡尺。

**7** 钢材的表面外观质量除应符合国家现行有关标准的规定外，应符合下列规定：

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

**2）**钢材表面锈蚀等级应达到现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第1 部分未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/ T 8923.1 规定的C 级及以上：

**3）**钢材端部或断口处不应有分层、夹渣等缺陷。

**4）**检查数量：全数检查。

**5）**检验方法：尺量检查、观察检查。

**8** 型钢截面尺寸、厚度及允许偏差应符合其产品标准的要求。

**1）**检查数量：每批同一品种、规格的钢管抽检10% ，且不少于3根，每根检测3 处。

**2）**检验方法：用钢尺、游标卡尺及超声波测厚仪量测。

**8.4.3** 钢骨焊接

Ⅰ 主控项目

**1** 焊接材料与母材的匹配应符合设计文件的要求及现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的有关规定。焊接材料在使用前，应按其产品说明书及焊接工艺文件的规定烘蜡和存放。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：检查质量证明书和烘蜡记录。

**2** 焊工必须经考试合格并取得合格证书，焊工必须在其考试合格项目及其认可范围内施焊。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：检查焊工合格证及其认可范围、有效期。

**3** 全熔透的一、二级焊缝应按国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢结构焊接规范》GB 50661，《钢结构超声波探伤及质量分级法》G/T 203的要求进行无损检测。

**1）**检查数量：按规范要求执行。

**2）**检验方法：检查超声波探伤记录。

Ⅱ 一般项目

**4** 焊缝外观质量应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中5.2.7的规定。

**5** 焊缝外观尺寸应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中5.2.8的规定。

**8.4.4** 钢骨架组装及钢骨混凝土构件预制

Ⅰ 主控项目

**1** 碳素结构钢在环境温度低于-16°时 ，低合金结构钢在环境温度低于-12°时，不应进行冷矫正和冷弯曲。

**1）**检验数量：全数检查。

**2）**检验方法：检查制作工艺报告和施工记录。

**2** 型钢等钢部件拼接或对接时所采用的焊缝质量等级应符合设计要求。超声波探伤的质量等级、缺陷分级、探伤比例应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规泡》GB 50205-2001 中表5.2.4的规定和现行行业标准《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203的有关规定。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：检查超声波探伤报告。

**3** 钢骨架焊后外形尺寸允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中8.5节主控项目的规定。

**1）**检查数量：按数量抽查10%，且不少于3个。

**2）**检验方法：采用钢尺检查。

**4** 预制构件外形尺寸允许偏差应符合现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》表11.4.2的规定。

**1）**检查数量：按数量抽查10% ，且不少于3个。

**2）**检验方法：采用钢尺检查。

Ⅱ 一般项目

**5** 钢骨架焊后外形尺寸允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中8.5节一般项目的规定。

**1）**检查数量：按数量抽查10% ，且不少于3个。

**2）**检验方法：采用钢尺检查。

**6** 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表11.2.3的规定。当设计有要求是，模具尺寸的允许偏差应按设计要求。

**1）**检查数量：按数量抽查10%，且不少于3个。

**2）**检验方法：采用钢尺检查。

**8.4.5** 钢骨混凝土安装及后浇段混凝土

Ⅰ 主控项目

**1** 钢骨混凝土构件进场应验收，其加工制作质量应符合设计要求。

**1）**检查数量：按批次抽取10%进行检查，并不少于3件。

**2）**检验方法：检查构件出厂验收记录、尺量检查、观察检查。

**2** 钢骨混凝土构件进场应按安装工序配套核查构件、配件的数量。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：清点构件、配件的数量。

**3** 钢骨混凝土构件上的连接板、螺栓孔的规格、位置和数量应符合设计要求。

**1）**检查数量：同批构件抽查10% ，且不少于3件。

**2）**检验方法：尺量检查、观察检查及检查出厂验收记录。

**4** 建筑物的定位轴线、基础上钢骨混凝土构件的定位轴线和标高应符合设计要求。

**1）**检查数量：按钢骨混凝土构件基础数抽查10%，且不少于3处。

**2）**检验方法：采用经纬仪、水准仪、全站仪和钢尺实测。

**5** 钢骨混凝土构件预埋件的安装允许偏差应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204表8.3.2的规定。

**1）**检查数量：按数量抽查10%，且不少于3个。

**2）**检验方法：采用经纬仪、水准仪、全站仪、水平尺和钢尺检查。

**6** 后浇混凝土强度应符合设计要求。

**1）**检查数量：按批检验，检验批应符合《装配式混凝土结构技术规程》12.3.7条的有关要求。

**2）**检验方法：按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的要求进行。

**7** 预制构件采用焊接连接时，钢材焊接的焊缝尺寸应满足设计要求，焊缝质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关规定。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关要求进行。

**8** 预制构件采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关规定。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关要求进行。

Ⅱ 一般项目

**9** 钢骨混凝土构件上的连接板、螺栓孔的规格、位置和数量应符合设计要求。

1. 检查数量：同批构件抽查10%，且不少于3件。
2. 检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关要求进行。

**10** 钢骨混凝土构件安装的允许偏差应符合《装配式混凝土结构技术规程》13.3.1的规定。

**1）**检查数量：按构件数量抽查10%，且不应少于3根。

**2）**检验方法：用水准仪、全站仪、激光经纬仪和钢尺实测。

**11** 钢骨混凝土构件后浇段混凝土浇筑前，应对钢骨混凝土构件安装质量检查确认，并应清理钢骨混凝土构件后浇段内的水及杂物。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：观察检查、检查施工记录。

**12** 后浇段的混凝土浇筑应密实饱满。

**1）**检查数量：全数检查。

**2）**检验方法：观察检查、钢丝塞缝检测。

**8.4.6** 相关验收记录表

钢骨焊接、钢骨架组装、钢骨混凝土构件预制、钢骨混凝土构件安装等4个分项工程检验批的质量验收记录应由施工项目专业质量检查员填写，应由监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业质量检查员等进行验收，并应按表A.0.1-A.0.4进行记录。

**表A.0.1 钢骨焊接检验批质量验收记录表**



**A.0.2 钢骨架组装分项工程检验批质量验收记录表**



**A.0.3 钢骨混凝土构件预制分项工程检验批质量验收记录表**



**A.0.4 钢骨混凝土构件安装分项工程检验批质量验收记录表**



钢骨焊接、钢骨架组装、钢骨混凝土构件预制、钢骨混凝土构件安装等4个分项工程质量应由监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业技术负责人等进行验收，并应按表B.0.1-B.0.4进行记录。

**表B.0.1 钢骨焊接分项工程质量验收记录表**



**B.0.2 钢骨架组装分项工程质量验收记录表**



**B.0.3 钢骨混凝土构件预制分项工程质量验收记录表**



**B.0.4 钢骨混凝土构件安装分项工程质量验收记录表**



用词说明

**1**为便于在执行本规程条款时区别对待，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”。

**2**条文中指明应按其他有关标准执行时的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 1《建筑结构荷载规范》 | GB 50009 |
| 2《混凝土结构设计标准》 | GB 50010 |
| 3《建筑抗震设计规范》 | GB 50011 |
| 4《钢结构设计标准》 | GB50017 |
| 5《建筑结构可靠度设计统一标准》 | GB 50068 |
| 6《工程结构可靠性设计统一标准》 | GB 50153 |
| 7《混凝土结构工程施工质量验收规范》 | GB 50204 |
| 8《钢结构工程施工质量验收规范》 | GB50205 |
| 9《建筑工程施工质量验收统一标准》 | GB 50300 |
| 10《钢结构焊接规范》 | GB 50661 |
| 11《钢结构工程施工规范》 | GB 50755 |
| 12《混凝土结构工程施工规范》 | GB 50666 |
| 13《建筑施工组织设计规范》 | GB/T 50502 |
| 14《装配式混凝土建筑技术标准》 | GB/T 51231 |
| 15《装配式钢结构装配式建筑技术标准》 | GB/T 51232 |
| 16《装配式混凝土结构技术规程》 | JGJ 1 |
| 17《高层建筑混凝土结构技术规程》 | JGJ 3 |
| 18《钢筋焊接及验收规程》 | JGJ18 |
| 19《高层民用建筑钢结构技术规程》 | JGJ99 |
| 20《组合结构设计规范》 | JGJ 138-2016 |
| 21《碳素结构钢》 | GB/T 700 |
| 22《低合金高强度结构钢》 | GB/T 1591 |
| 23《厚度方向性能钢板》 | GB/T 5313 |
| 24《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》 | GB/T 10433 |
| 25《建筑用压型钢板》 | GB/T 12755 |
| 26《碳素结构钢轻骨料混凝土应用技术标准》 | JGJ/T 12 |
| 27《钢结构高强度螺栓连接技术规程》 | JGJ 82 |
| 28《自密实混凝土应用技术规程》 | JGJ/T 283 |
| 29《非结构构件抗震设计规范》 | JGJ 339 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

中国工程建设标准化协会标准

**装配式等效钢骨混凝土结构技术规程**

**T/CECS XXXX-2024**

**条文说明**

 目　　次

1　总 则 54

2　术语和符号 56

2.1 术语 56

2.2 符号 56

3 材 料 57

3.1 钢材 57

3.2 钢筋 57

3.3 混凝土 57

4　基本设计规定 58

4.1 构件类型 58

4.2 结构体系 58

4.3 设计计算 58

5　构件设计 59

5.1 一般规定 59

5.2 梁设计 59

5.3 柱设计 59

5.4 墙设计 60

5.5 楼板设计 60

6　连接设计 61

6.1 梁与梁连接 61

6.2 梁与柱/墙连接 61

6.3 柱与柱（墙与墙）连接 61

6.4 板与板/梁连接 61

7　构件制作与运输 62

7.1 一般规定 62

7.2 制作 62

7.3 运输 62

7.4 存放 62

8　施工及验收 63

8.1 一般规定 63

8.2 预制构件安装 63

8.3 梁和楼面施工 63

8.4 工程验收 63

1　总 则

**1.0.1** 本条是建筑工程中合理应用装配式钢骨混凝土结构应当遵循的总方针。

本结构体系初衷是解决装配式结构体系工期慢、成本高及连接质量的问题，故而标准名称带装配式三个字。以后可以应用到现浇结构中。

钢骨混凝土构件是相对于钢筋混凝土构件而言，钢筋混凝土构件的骨架是钢筋骨架，钢骨混凝土构件的骨架是型钢骨架。型钢骨架使得装配式预制构件可以按照钢结构构件进行安装及检测，从而解决连接质量的问题；型钢骨架使得装配式预制构件可以采用无脚手施工，从而解决工期慢的问题；型钢骨架使得装配式预制构件可以把用钢量降低到混凝土结构的用钢量，从而解决成本高的问题。

经过系统的理论研究、现行规范研究和有限元分析，提出了该体系的设计方法。在此基础上，完成了9根柱子压弯作用、11根梁纯弯作用、2个边节点弯剪作用、1根叠合梁及2块楼板的纯弯作用下的试验研究，并开展了1:5缩尺整体框架模型的振动台动力试验。试验研究表明：构件受力过程混凝土与钢骨架共同工作性能良好，梁受弯过程符合平截面假定，节点保持晚于构件破坏。框架结构整体抗震性能良好，完全满足国家现行标准对抗震性能的要求。研究成果为规程编制与实际工程应用提供了可靠的技术依据。目前该体系已经在常州市管理用房项目成功应用，上海周浦医院项目已经开工。制定本标准的目的，是进一步规范、推动钢骨混凝土结构的工程应用。

**1.0.2** 本标准采用的钢骨混凝土，其特点是钢骨架的纵向及横向型钢均由钢筋混凝土构件中的纵筋与箍筋通过强度等效代换得到，然后将型钢与钢板通过焊接形成整体骨架，再将钢骨架直接浇筑于混凝土之中。钢骨架的保护层同钢筋混凝土钢筋的保护层，考虑到抗火设计，保护层略大于钢筋的保护层。梁的保护层为30mm，柱的保护层为50mm。

根据以上设计理念，1:5缩尺的结构模型的振动台试验结果表明：在EL Centro波、Chi-Chi波和上海人工波作用下8度罕遇地震时，依然表现出良好的抗震性能；破坏时的加速度达1.6g，结构模型发生梁端开裂，节点交叉裂纹，梁柱后浇段完好，表现出该体系良好的抗震性能。基于以上研究结果，本标准适用于抗震设防烈度6度~8度地区的各类建筑与构筑。包含7度（0.15g）与8度（0.3g）。对于9度抗震设防的建筑应进行专门的研究和论证。

**1.0.3** 装配式钢骨混凝土结构属于混凝土结构，尚应符合国家现行有关标准的规定，包括《混凝土结构设计标准》GB50010、《建筑抗震设计规范》GB50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3、《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》JGJ1、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T50784。

2　术语和符号

2.1 术语

**2.1.1~2.1.11**钢骨混凝土结构的构件为预制构件，钢骨由钢板/型钢通过缀板/缀条或钢筋焊接形成钢骨架，并将其直接浇筑于混凝土之中的结构。梁的保护层为30mm，柱的保护层为50mm。

2.2 符号

**2.2.1~2.2.4**符号是根据现行国家标准《工程结构设计基本术语标准》GB/T 50083 的有关规定制定的，并尽可能保持同其他现行标准（如《钢结构设计标准》GB 50017、《混凝土结构设计标准》GB 50010 及《组合结构设计规范》JGJ 138）的协调性。

材 料

3.1 钢材

**3.1.2** 本条规定了承重结构的钢材应具有力学性能和化学成分等合格保证的项目。非焊接的重要结构（如吊车梁、吊车桁架、有振动设备或有大吨位吊车厂房的屋架、托架，大跨度重型桁架等）以及需要弯曲成型的构件等，亦都要求具有冷弯试验合格的保证。

**3.1.4** 结构设计包括抗震设计中，如构件需经受较大塑性变形时，结构钢材的选用应满足本条规定。

3.2 钢筋

**3.2.1** 钢筋的选用及强度等指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB 50010的有关规定。

3.3 混凝土

**3.3.1** 本条参照现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138 设计原则，鉴于钢骨混凝土构件含钢率可能较高，故当要求计入混凝土对承载力的贡献时，混凝土强度等级不宜过低。

4　基本设计规定

4.1 构件类型

**4.1.1** 钢骨混凝土结构的梁、板、柱、墙构件说明。

**4.1.2**  钢骨混凝土柱的钢骨形状。

**4.1.3** 钢骨混凝土混凝土墙的钢骨形状。

**4.1.4** 钢骨混凝土梁的钢骨形状。

**4.1.5** 钢骨混凝土楼板的钢骨形状。

4.2 结构体系

**4.2.1** 装配式内置钢骨架结构的最大适用高度按现行国家标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010确定。

**4.2.2** 装配式内置钢骨架结构的最大高宽比按现行国家标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010确定。

**4.2.5** 装配式钢骨混凝土结构为等同钢筋混凝土结构，其规则性判别及超限措施要求同钢筋混凝土结构。

**4.2.6**  装配式钢骨架混凝土结构中板的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB 50010、现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368、现行团体标准《组合楼板设计与施工规范》CECS 273 和《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715 等的有关规定。对有大开洞楼层，宜采用钢筋桁架组合楼板或现浇混凝土板，当采用压型钢板组合楼板时，宜增加楼板的有效厚度。

4.3 设计计算

**4.3.1** 装配式钢骨架混凝土结构按现浇混凝土结构进行建模计算，然后根据钢筋按照强度等效代换原则得到钢骨架。

5　构件设计

5.1 一般规定

**5.1.1** 构件设计同混凝土构件设计，应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

**5.1.3** 装配式钢骨混凝土结构为等同现浇混凝土结构，抗震等级应按《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002中的要求确定。

**5.1.6** 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》GB50666的有关规定。

**5.1.7** 梁保护层大于30mm，柱保护层大于50mm需要增加栓钉的措施。

**5.1.8** 钢骨架的焊接纵向钢骨均采用一级对接焊缝，百分之百探伤；横向缀板/钢筋与纵向钢骨的焊接均采用三级角焊缝，检查外观即可。

**5.1.9** 预制构件与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面、键槽根据具体构件与牛腿的设置形式设计，并应符合现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中的相关规定。

5.2 梁设计

**5.2.1** 钢骨混凝土梁为等同钢筋混凝土梁，其钢骨架由钢筋通过等强代换得到。

**5.2.4** 本条根据工程经验给出了梁钢板的最小厚度。当有可靠依据时也可小于4mm。

**5.2.5** 本条根据工程经验给出了梁钢板的最小截面尺寸要求。

**5.2.6** 钢骨混凝土梁为等同钢筋混凝土梁，其含钢率等同于钢筋混凝土构件的纵向钢筋配筋率。

**5.2.7** 钢骨混凝土梁的腰筋布置应满足《混凝土结构设计标准》GB50010中9.2.13条要求，如果减少时，需要经有限元分析验证。

**5.2.8** 钢骨架也可以采用混合钢骨架。

5.3 柱设计

**5.3.1** 缀板与纵向角钢可采用对接焊或搭接焊，搭接焊长度根据计算确定，需满足《钢结构设计标准》GB5007-2017中相关要求。采用混合钢骨架时采用搭接焊的形式。

**5.3.2** 预制柱底水平接缝受剪承载力验算按现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中的相关规定进行计算。

**5.3.3** 装配式内置钢骨架混凝土柱中钢板厚t不宜小于4mm，钢板宽厚比限值同组合结构。

**5.3.4** 根据同济大学钢骨架构件的抗火试验，柱钢板保护层厚度为40mm时，耐火极限达到3小时。本标准要求柱保护层为50mm。

5.4 墙设计

**5.4.1** 装配式钢骨架混凝土墙的钢骨架按照强度等效代换原则得到，竖向角钢宜小而密，且满足安装要求即可。安装受力分析可以角钢轴压计算与有限元分析进行比对，角钢应力比宜小于0.6。

5.5 楼板设计

**5.5.1** 装配整体式结构的楼盖可以根据项目装配率的要求进行选择。因为楼盖均为水平构件，装配率得分较低，成本相对来说很高，因此装配式楼盖谨慎使用。

**5.5.2** 预制板采用空心板主要是为了减重。

6　连接设计

6.1 梁与梁连接

**6.1.1** 钢骨梁的连接主要是按照钢结构的连接方法设置连接牛腿，可以进行有限元分析，加以验证，钢骨架应力比不超过0.6。

6.2 梁与柱/墙连接

**6.2.1** 钢梁与柱/墙的连接通过柱子带牛腿的方法进行连接。

**6.2.3** 梁柱连接可以进行有限元分析，加以验证，钢骨架应力比不超过0.6。

6.3 柱与柱（墙与墙）连接

**6.3.1** 柱、墙的钢骨架竖向连接均同钢结构的连接方法。可以进行有限元分析，加以验证，钢骨架应力比不超过0.6。

**6.3.4** 当上、下层柱钢板面积或钢板厚度、宽度三者中任一项不同时，可以通过转换钢板进行过渡。转换节点需要进行有限元分析，转换钢板应力比不超过0.6。

6.4 板与板/梁连接

**6.4.1** 楼板连接保证板面负筋等强连接，其他钢筋保证锚固长度。

7　构件制作与运输

7.1 一般规定

**7.1.1~7.1.7** 预制构件制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底并编制生产方案，生产方案应包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护方案等。

7.2 制作

**7.2.1** 预制构件混凝土浇筑前应进行隐蔽工程检查，确保构件质量。

**7.2.5** 预制构件脱模强度要根据构件类型和设计要求确定。

7.3 运输

**7.3.1~7.3.2** 预制构件运输前应进行运输路线踏勘，制定运输方案，保证安全运输。

7.4 存放

**7.4.1~7.4.3** 预制构件的存放场地应满足承载力要求，防止场地破坏导致预制构件损坏和出现安全问题。预制构件现场临时堆放场地根据施工方案进行堆放，减少二次搬运。

8　施工及验收

8.1 一般规定

**8.1.1** 装配式钢骨混凝土结构验收主要依据《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1、《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81及《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99的规定。

**8.1.2** 预制构件和钢构件进场前应进行产品质量验收资料。

**8.1.3~8.1.5** 装配式结构安装前应制定施工组织设计或专项施工方案及实施方法。

8.2 预制构件安装

**8.2.1** 本条规定了钢骨混凝土构件的一般施工工艺，但不限于次施工工艺。

**8.2.2** 预制构件的安装主要包括钢骨连接与后浇段浇筑。钢骨连接同钢结构，后浇段浇筑同混凝土结构，宜采用逆作法浇筑方法，确保后浇段密实度。

8.3 梁和楼面施工

**8.3.1~8.3.3** 根据跨度设置独立支撑，确保叠合梁在梁高未完全形成之前不开裂。

8.4 工程验收

**8.4.1~8.4.6** 本条详细规定了钢骨混凝土结构的子分部工程分项工程，详细说明了分项工程验收主控项与一般项，并编制了相应的验收表格，便于工程验收。