

ICS XX. XXX

DB

河北省工程建设地方标准

P

DB13(J)/T XXXX-2021

备案号: JXXXXX-2021

# 装配式钢节点钢混组合结构 技术标准

Technical standard for prefabricated steel-concrete composite  
structure assembled by steel joints

(征求意见稿)

2021-XX-XX 发布

2021-XX-XX 实施

河北省住房和城乡建设厅 发布

河北省工程建设地方标准

装配式钢节点钢混组合结构  
技术标准

Technical standard for prefabricated steel-concrete composite  
structure assembled by steel joints

DB13(J)/T XXXX-2021

主编单位：河 北 工 业 大 学  
中土大地国际建筑设计有限公司  
河北建工建筑装配股份有限公司  
批准部门：河北省住房和城乡建设厅  
施行日期：2 0 2 1 年 X X 月 X X 日

中国建材工业出版社

2021 北 京

# 前 言

装配式钢节点钢混组合结构是在预制混凝土梁端部以及预制框架柱梁柱连接处设置钢端头和矩形钢管节点，梁柱纵向受力钢筋通过焊接与钢端头和矩形钢管节点可靠连接，将预制钢筋混凝土构件之间钢筋的连接转换为钢结构构件之间的连接，从而在安全可靠的前提下，便于加工制作、运输安装以及质量检验。为了推动装配式钢节点钢混组合结构在工程建设领域的应用，规范装配式钢节点钢混组合结构应用技术，特制定本标准。

本标准根据河北省住房和城乡建设厅《2020年度省工程建设标准和标准设计第一批制（修）订计划》（冀建节科函〔2020〕43号）的要求，由河北工业大学会同有关单位编制而成。

本标准包括5章，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 材料；4. 结构计算分析；5. 构造规定；6. 构件制作、存放与运输；7. 装配施工；8. 工程验收。

本标准由河北工业大学负责具体技术内容的解释，由河北省建设工程标准编制研究中心负责管理。

本标准执行过程中，如有需要修改或补充之处，请将意见或有关资料寄送至河北工业大学土木与交通学院刘平收（地址：天津市北辰区西平道5340号，邮编：300401，电子邮箱：2002LP@163.com），以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查人员名单：

主编单位：河北工业大学

中土大地国际建筑设计有限公司

河北建工建筑装配股份有限公司

参编单位：

主要起草人：

审查人员：

# 目 次

1	总则.....	1
2	术语和符号.....	6
	2.1 术语.....	6
	2.2 符号.....	11
3	材料.....	13
	3.1 结构构件材料.....	13
	3.2 连接材料.....	15
	3.3 防护材料.....	16
	3.4 其他材料.....	17
4	结构计算分析.....	18
	4.1 一般规定.....	18
	4.2 构件计算.....	24
	4.3 连接计算.....	27
5	构造规定.....	31
	5.1 预制框架柱.....	31
	5.2 预制钢筋混凝土梁.....	34
	5.3 连接及节点.....	39
	5.4 楼板及外墙板.....	40
6	构件制作、存放与运输.....	41
	6.1 一般规定.....	41
	6.2 构件制作.....	43
	6.3 构件存放与运输.....	48
7	装配施工.....	50
	7.1 一般规定.....	50

7.2	施工测量.....	51
7.3	构件吊装.....	52
7.4	安装施工.....	53
7.5	安全控制.....	53
8	工程验收.....	55
8.1	一般规定.....	55
8.2	预制构件.....	56
8.3	安装与连接.....	62
8.4	子分部工程验收.....	66
	本标准用词说明.....	69
	引用标准名录.....	70

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范装配式钢节点钢混组合结构的设计应用，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制定本规程。

【条文说明】在装配式钢筋混凝土结构中，构件节点的连接方法和构造方式决定了其施工工艺和受力性能，是区分现浇结构和装配式结构的根本，也是区分不同装配式结构体系的关键。从构造措施上看，现有梁柱连接研究和应用较多的是采用预制梁纵向钢筋锚固连接和附加钢筋搭接连接，梁纵筋与柱纵筋之间和梁纵筋之间存在严重的互相干扰问题，在现浇时还可以通过更改钢筋接头位置以及钢筋位置调整等方法解决，但是预制构件钢筋位置是固定的，需要在设计阶段排布好每一根钢筋的位置，这意味着设计人员工作量的增加以及工程生产时必须采取更多的措施来保证钢筋位置的准确。同时，一旦设计或者施工过程出现错误或者较大的误差，实际安装时可以调整的可能性几乎没有，这已经在大量的实际工程中出现。装配式建筑中，预制构件的生产制作、养护堆放、运输及安装上与现浇结构截然不同，不同现浇混凝土结构之间造价的差异更多的是材料用量之间的差别，而装配式建筑之间的造价差异很大程度体现在生产运输和安装环节上，根本上是不同工艺之间的比较。工程造价高于现浇结构这个原因一直是影响装配式建筑大规模推广的主要原因，如何减少装配式构件的加工制作、运输存放和现场安装的费用，降低装配式建筑对施工人员、管理人员的技术要求，符合国内施工人员普遍技术水平、

管理人员的管理习惯以及施工检验检测方法的现状，从根本上解决目前装配式建筑推广存在的问题，才能真正使得装配式建筑得到大面积推广应用。

装配式钢节点钢混组合结构是由预制组合柱、预制混合梁通过钢结构的连接方式装配而成的结构体系。预制组合柱是在梁柱连接部位设置矩形钢管节点，预制混合梁是在预制钢筋混凝土梁两端埋置一定长度的钢端头，预制组合柱和预制混合梁通过钢结构的连接节点实现可靠连接，梁柱之间和主次梁之间可以通过钢结构的连接方法实现铰接、刚接和半刚接。在实际应用中，梁柱连接节点可以局部采用容差容错能力更强的铰接节点来调整加工制作和施工安装误差，辅以支撑和剪力墙来保证抗侧能力，达到便于施工的目的，见图 1 所示。

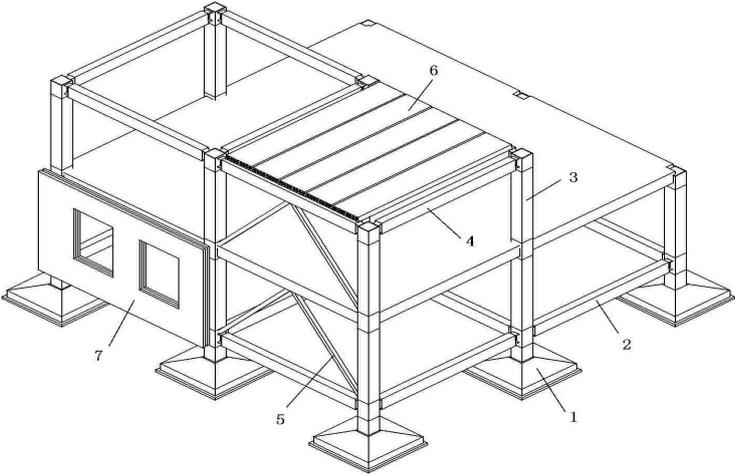


图 1 装配式钢节点钢混组合结构

1—基础；2—预制混合梁（基础拉梁）；3—预制组合柱；4—预制混合梁（框架梁）；5—支撑；6—钢筋混凝土预制楼板；7—外墙板

对于楼板的选用，本标准推荐采用预应力混凝土空心板等非叠合板。对于装配式钢节点钢混组合结构而言，如果采用叠合板的做法，预制混合梁也需要采用叠合梁的做法，上部钢筋需要在安装完叠合板后才能与钢端头翼缘焊接，现场大量梁上部纵筋与钢端头的施焊既增加了施工难度和延长了施工工期，同时又很难保证焊接质量，也造成了施工成本的显著增加。直接采用预应力混凝土空心板等非叠合板，能够在保证构件施工质量的同时提高安装速度降低安装成本。

装配式钢节点钢混组合结构借助了钢结构的连接方法来解决装配式混凝土结构连接困难问题，将装配式混凝土结构钢筋之间连接的难题转换为钢结构之间连接，见图 2 所示。连接方式成熟可靠并且便于检验，安装工艺可以完全依照钢结构的施工安装。既有钢筋混凝土结构造价低、防火性能和耐久性好的优点，又有钢结构施工速度快、施工简便的优点，同时也充分考虑了构件加工制作、养护堆放和运输安装的工艺和成本，在保证结构安全可靠的前提下，能够有效的缩短工期并降低成本。

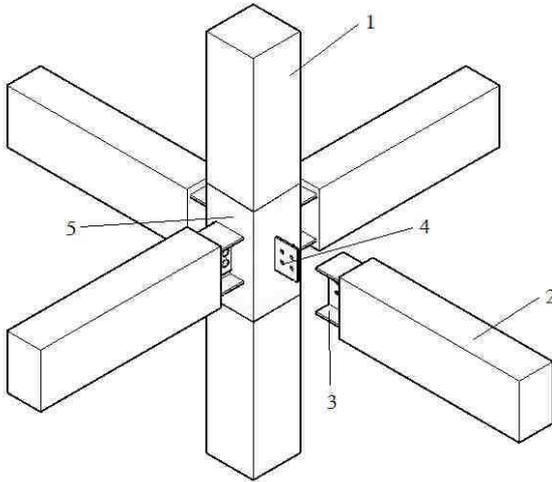


图 2 梁柱连接示意图

- 1—预制组合柱；2—预制混合梁；3—钢端头；4—连接板；  
5—矩形钢管节点

**1.0.2** 本规程适用于房屋高度 18m 以下的抗震设防烈度为 6 度、7 度和 8 度地震区装配式钢节点钢混组合结构工程的设计。

**【条文说明】**装配式钢节点钢混组合结构与传统钢筋混凝土结构相比，仅在梁柱节点连接处有所不同，本规程编制组对梁柱连接节点进行了拟静力试验，通过试验验证了节点的连接可靠。同时装配式钢节点钢混组合结构从构思上简单直接，直接利用了现有成熟结构体系的构造和做法，没有突破现有的材料和技术框架，是在充分考虑加工、制作、安装的简易性和造价基础上将现有成熟工艺组合起来的一种新型装配式体系，与现行的设计方法和规范相吻合。

科研成果表明，本标准适用于抗震设防烈度为 6 度、7 度和 8

度地震区的各种工业与民用建筑。初期应用中，暂不考虑预制框架柱之间的拼接，预制框架柱整体预制和吊装，基础采用预制柱底部甩筋现浇或者插入式杯口基础，这样就受限于预制框架柱的制作、运输及安装因素，规定当前装配式钢节点混凝土框架结构的建筑高度不超过 18m，尤其适用于目前住宅小区配套的沿街商业和各类多层办公建筑以及村镇建设中的多层建筑。

**1.0.3** 装配式钢节点钢混组合结构的设计除符合本规程外，尚应符合国家现行有关规范、规程和标准的规定。

【条文说明】装配式钢节点钢混组合结构从本质上讲，还是属于钢筋混凝土结构的范畴，主要受力部分及结构特性与一般钢筋混凝土结构并无不同，但是在节点连接上采用了钢结构的做法，同时也属于装配式混凝土结构体系。因此，装配式钢节点钢混组合结构的设计、施工和验收除执行本规程以外，尚应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《组合结构设计规范》JGJ 138、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 等现行国家和行业相关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

【条文说明】本节对装配式钢节点钢混组合结构特有的常用术语进行定义。在《工程结构设计基本术语标准》GB/T 50083 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 以及其他国家和行业现行相关标准中已有表述的，不再重复列出。

#### 2.1.1 装配式钢节点钢混组合结构

由预制混合梁和预制组合柱通过钢结构连接节点连接组成的装配式钢筋混凝土结构。

【条文说明】“装配式钢节点钢混组合结构”这个名称包含三个部分：“装配式”、“钢节点”、“钢混组合结构”。首先“装配式”明确的是这个结构体系是属于装配式结构，区别于目前大量应用的现浇混凝土结构；其次“钢节点”指出了本结构体系的关键技术特征，是采用钢结构节点进行连接；“钢混组合结构”表明这种新型结构体系构件中部分采用了组合结构的方法，预制混合梁在梁端部转换为钢梁，再其结合段内属于型钢混凝土的范畴，预制组合柱在梁柱连接处转换为钢柱，在节点范围内属于矩形钢管混凝土。

从根本上讲，这种结构体系还是属于钢筋混凝土结构，只是在节点连接处转换为钢结构节点；将预制钢筋混凝土构件之间的连接，通过组合结构转换为钢结构，然后通过钢结构连接节点连接，这是装配式钢节点钢混组合结构最核心的关键技术。这是受

到现代木结构越来越多的采用钢节点连接的做法启发，将这一思路延伸入钢筋混凝土结构，维持原有钢筋混凝土结构优点的同时引入钢结构便于连接的优点，可以作为今后装配式结构发展的新思路、新方向。

### 2.1.2 预制混合梁

将工字钢或者 H 型钢置于普通钢筋混凝土梁端部，共同受力的预制梁。根据受力和材料的不同可以分为钢结构段、结合段、钢筋混凝土段。

**【条文说明】**一般说来，在实际工程中，相同跨度和荷载情况下钢梁和钢筋混凝土梁的自重相差很大，但是自重的差异与其承受的荷载相比又很小。结构设计时，往往钢梁需要的高度比钢筋混凝土梁要少，这是钢结构轻质高强带来的优势，这就为预制梁采用钢和钢筋混凝土混合承重带来了可能。本规程采用的预制混合梁，是将型钢伸入钢筋混凝土梁内，梁内纵向钢筋与钢端头翼缘直接焊接连接，预制梁大部分为钢筋混凝土结构，由钢筋和混凝土共同受力，可以用目前的混凝土规范来进行设计，在预制梁的端部是高度和宽度均比钢筋混凝土梁要少的钢梁，由钢梁来承担荷载和作用。预制混合梁分段见图 3 所示：

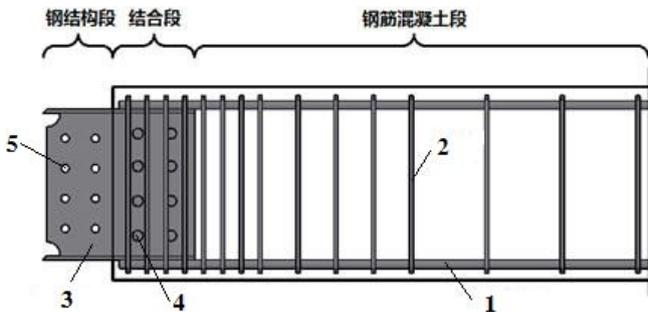


图3 预制混合梁示意

- 1—预制混合梁纵筋；2—预制混合梁箍筋；3—钢端头；  
4—抗剪栓钉；5—螺栓孔

梁内纵向钢筋与钢端头翼缘直接焊接连接，可以简单而可靠的传递内力，同时通过工装夹具的使用，可以保证焊接质量和钢筋的准确定位。规程建议预制混合梁不采用叠合做法，实际安装过程中，叠合梁的上部钢筋与需要与钢端头上表面在现场焊接，焊接质量不容易保证，同时上部第二排钢筋与钢端头的焊接非常困难。规程建议在预制混合梁顶面加设埋件或者预埋钢筋的做法，来保证与楼板的连接。

### 2.1.3 钢结构段

钢端头外露于混凝土以外的部分，用于与预制组合柱上的矩形钢管节点采用钢结构连接的方法连接在一起，共同受力。

【条文说明】在预制混合梁的端部，由工字钢或者H型钢制作，安装之前未被混凝土包裹的区域。由于它的存在，可以把预制混合梁视为普通的钢结构梁，采用《钢结构设计标准》GB 50017和《建筑抗震设计规范》GB 50011中的节点做法和规定，将预制混

合梁和预制组合柱可靠连接。

#### 2.1.4 结合段

钢端头埋置于混凝土以内的部分，受力接近型钢混凝土，在此段内完成钢筋混凝土梁向钢梁的转换。

【条文说明】在预制混合梁的端部，由工字钢或者 H 型钢制作，生产制作时被混凝土包裹的区域。预制混合梁的纵向受力钢筋焊接在钢端头的上下翼缘表面上，完成内力的传递，同时可以根据需要在腹板上加设抗剪栓钉，以及采用箍筋加密等方法来保证内力的传递和形成整体共同受力。

#### 2.1.5 钢筋混凝土段

不含钢结构的区域，与普通钢筋混凝土梁、柱构造和设计一致。

#### 2.1.6 钢端头

钢结构段和结合段内全部的工字钢或者 H 型钢，以及上面按照需要设置的抗剪栓钉，整体称之为钢端头。

【条文说明】钢端头用在预制混合梁的端部，承受弯矩、剪力和扭矩，受力情况比较复杂，截面尽量选择双轴对称截面，比如焊接 H 型钢、热轧 H 型钢或者热轧工字钢，不宜采用闭口截面，如各种方钢管、矩形钢管和圆钢管等，因为这些截面在与柱身埋件连接时存在连接节点复杂、后浇混凝土不易施工等难题，影响施工简易性。钢端头的截面不应采用单轴对称截面，比如 C 型、槽型和 L 型等，此类截面往往会导致预制梁与钢端头之间受力存在偏心情况，出现附加应力，影响构件整体承载力的发挥。

#### 2.1.7 预制组合柱

仅在梁柱连接处设置矩形钢管节点，其余部分是普通钢筋混凝土的预制柱。根据受力和材料的不同可以分为组合段和钢筋混凝土段。

### 2.1.8 组合段

预制组合柱在梁柱连接位置设置矩形钢管节点的区域。四角的纵向钢筋可以直接贯通，不能贯通时须与矩形钢管节点可靠连接。

### 2.1.9 矩形钢管节点

由钢板焊接而成，埋置于预制组合柱梁柱连接位置的钢构件。起到连接预制混合梁以及参与预制组合柱受力的作用。

**【条文说明】**预制组合柱在工厂中加工制作以及运输时均为矩形截面，没有任何外凸部分，也没有现场施工工时需要后浇预留的部位，极大地提高了加工制作和运输的效率，减小了养护和堆放占用的场地面积。根据建筑具体情况，预制组合柱和钢结构柱一样采用2~4层为一根，减少了拼装节点的同时提高了安装效率，这些优势能够有效的降低工程造价。在钢筋混凝土预制柱梁柱连接位置设置矩形钢管节点，以便与预制混合梁的钢端头通过钢结构梁柱连接方法进行连接，可以采用全焊接连接、全螺栓连接和栓焊混合连接，也很容易实现梁柱之间铰接、刚接以及半刚性连接。

预制组合柱充分的考虑了生产加工的可行性和简易性。柱纵向受力钢筋通过焊接能够可靠连接到矩形钢管节点的竖板上，共同受力。预制组合柱制作时可以采取水平放置，在矩形钢管节点一侧竖板和横隔板上留设振捣孔或排气孔。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 材料性能

$f_c$  —— 混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_t$  —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；

$f_{v2}$  —— 钢节点竖板抗拉强度设计值；

$f_{v3}$  —— 钢节点腹板的抗拉强度设计值；

$f_{vv}$  —— 箍筋的抗拉强度设计值。

### 2.2.2 作用和作用效应

$M_{bc}$  —— 钢筋混凝土段梁端截面与  $M_{bcu}$  方向一致的组合的弯矩设计值；

$M_{bcu}$  —— 钢筋混凝土段梁端截面反时针和顺时针方向实配的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩较大值，根据实配钢筋面积确定；

$M_{bs}$  —— 钢结构段端部截面反时针和顺时针方向组合的弯矩设计值较大值；

$M_{bsu}$  —— 钢端头实际截面的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩值；

$N$  —— 轴力设计值；

$V_i$  —— 梁柱节点核芯区组合的剪力设计值。

### 2.2.3 几何参数

$a'_s$  —— 梁受压钢筋合力点至受压边缘的距离；

$A_{s2}$  —— 钢节点竖板顺剪力方向的面积；

$A_{s3}$  —— 钢节点腹板截面面积；

$A_{svj}$  —— 核芯区有效验算宽度范围内同一截面验算方向箍筋的总截面面积；

$b_c$  —— 验算方向的柱截面宽度；

$h_{b0}$  —— 梁截面的有效高度；

$h_c$  —— 验算方向的柱截面高度；

$h_{sb}$  —— 钢节点腹板的宽度；

$h_{sc}$  —— 钢节点腹板的高度；

$H_c$  —— 柱计算高度；

$s$  —— 箍筋间距；

$t_w$  —— 钢节点腹板的厚度。

#### 2.2.4 系数

$\alpha$  —— 节点位置影响系数；

$\eta_b$  —— 框架梁端弯矩增大系数；

$\eta_{ib}$  —— 强节点系数；

$\gamma_{RE}$  —— 承载力抗震调整系数。

# 3 材 料

## 3.1 结构构件材料

**3.1.1** 钢筋、混凝土的材料性能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。预制组合柱和预制混合梁的纵向钢筋应优先采用 HRB500 及 HRB600 级钢筋，箍筋采用 HPB300 或 HRB400 级钢筋。

【条文说明】钢筋、混凝土作为主要的材料，各项指标应该严格控制，具体要求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，纵向受力钢筋应采用热轧带肋钢筋。装配式钢节点钢混组合结构节点的现场连接不涉及到钢筋之间的连接，同时采用高强钢筋可以有效减少纵向钢筋根数，进一步方便加工制作。HRB500 级钢筋在《混凝土结构设计规范》GB 50010 中已经有相关规定，HRB600 级钢筋可以参考河北省地方标准《600MPa 级高强钢筋混凝土结构应用技术导则》DB13/T 5055。

**3.1.2** 装配式钢节点钢混组合结构混凝土最低强度等级应符合表 3.1.2 的规定。节点和接缝处的后浇混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级。

表 3.1.2 装配式钢节点钢混组合结构混凝土最低强度等级

名称	预制组合柱	预制混合梁	剪力墙	预制板	叠合层	楼梯	内、外墙板
----	-------	-------	-----	-----	-----	----	-------

混凝土最低 强度等级	C30	C30	C30	C30	C35	C30	C30
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

注：当采用 HRB500 级钢筋和 HRB600 级钢筋时，梁柱混凝土强度等级不宜低于 C40。

**3.1.3** 连接节点周围等不容易振捣处可以采用自密实混凝土进行浇筑，自密实混凝土的性能应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的有关规定。

**【条文说明】**自密实混凝土具有高流动性、均匀性和稳定性，浇筑时无需外力振捣，能够在自重作用下流动密实。自密实混凝土用于预制构件的生产，可以消除预制构件振动成型时的噪声，可以解决异形构件混凝土浇筑困难的问题，用于连接节点周围等不容易振捣处，因此本规程增加了对自密实混凝土性能的规定。

**3.1.4** 装配式钢节点钢混组合结构钢材的材料性能应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、及《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

**【条文说明】**装配式钢节点钢混组合结构的矩形钢管节点、钢端头以及连接用钢材的性能应符合国家现行有关标准的规定。

**3.1.5** 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的相关规定。

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

## 3.2 连接材料

**3.2.1** 连接用焊接材料、螺栓的性能应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

【条文说明】装配式钢节点钢混组合结构的梁柱之间和主次梁之间的连接为高强螺栓连接和焊接两种方式，连接用焊接材料及螺栓的性能应符合国家现行相关标准的规定。

**3.2.2** 圆柱头焊钉应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 的有关规定。

【条文说明】为可靠传递剪力，钢端头伸入混凝土部分的腹板两侧可以设置抗剪栓钉，栓钉的性能应符合国家现行相关标准的规定。

**3.2.3** 灌浆材料的性能指标应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定。

【条文说明】水泥基灌浆材料可以用于钢端头部位的包裹，其材料性能应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定。

**3.2.4** 外墙板与主体结构连接用预埋件和连接件的性能应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

【条文说明】本规程外墙推荐采用非承重的，作为维护结构使用的、仅跨越一个梁柱连接和一个开间的外挂墙板。外墙板与主体结构的连接节点包括预埋件和连接件。其中预埋件包括主体结构

支撑构件中的预埋件，以及外墙板中的预埋件，两种预埋件通过连接件连接。预埋件及连接件的性能指标应符合国家和行业现行相关标准的规定。

**3.2.5** 夹心外墙板中内外叶墙板的拉结件应符合河北省外墙外保温有关锚栓的规定。

【条文说明】连接件是保证夹心外墙板内、外叶墙板可靠连接的重要部件。目前工程应用较多为纤维增强塑料连接件和不锈钢连接件。保证夹心外墙板内外叶墙板连接件的性能是十分重要的，必要时应对连接件的受力性能进行试验检验。

### 3.3 防护材料

**3.3.1** 钢结构用防腐涂料、稀释剂和固化剂的品种、规格、性能等应符合国家现行标准《钢结构工程施工规范》GB 50755、《建筑用钢结构防腐涂料》JG/T 224 的有关规定。

【条文说明】预制混合梁端部的钢结构段最终会被混凝土包裹，但是预制组合柱梁柱连接处的矩形钢管节点的竖板会有一部分外露，此外露部分应该进行防火和防腐处理，防腐、防火涂料的性能指标应符合国家及行业相关标准的规定。另外预制组合柱和预制混合梁在养护、堆放、运输和等待安装的过程中应注意防腐或者安装之前采取有效的除锈措施。

**3.3.2** 钢结构防火涂料的品种和技术性能应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 的有关规定。

【条文说明】同上

### 3.4 其他材料

**3.4.1** 外墙板接缝处用防水密封胶宜选用耐候性密封胶，其性能应符合现行行业标准《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T 881 的有关规定。

【条文说明】外墙接缝处的防水密封，本规程推荐密封胶与橡胶止水条结合使用的方法，密封胶及橡胶止水条的性能应符合国家和行业现行相关标准的规定。

**3.4.2** 外墙板接缝处用橡胶止水条材料应符合现行国家标准《高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3 的有关规定。

【条文说明】同上

**3.4.3** 夹心外墙板接缝处填充用保温材料的燃烧性能应符合现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中的 A 级要求。

**3.4.4** 夹心外墙板中的保温材料应符合国家和河北省外墙外保温现行相关标准的规定。

## 4 结构计算

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 装配式钢节点钢混组合结构建筑的抗震设防分类及其抗震设防要求应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定。

【条文说明】在抗震设防地区，装配式钢节点钢混组合结构的抗震设防类别及相应的抗震设防标准，应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定。

**4.1.2** 装配式钢节点钢混组合结构房屋的最大适用高度不超过 18m。

【条文说明】建筑只采用单根预制组合柱，不设柱拼装节点时，结构竖向受力构件可以避免拼接做法，安装更为简便，进一步节省造价，可以广泛应用于办公楼、小区配套商业、学校、幼儿园、农村民宅等 2~5 层的建筑中。此时，受限于工厂加工制作以及运输吊装能力，单根预制组合柱长度不宜超过 19m，再考虑基础部分，故规定当不采用柱拼接做法时，房屋最大适用高度不超过 18m，能够满足普通五层以下建筑的需求。

**4.1.3** 装配式钢节点钢混组合结构的抗震等级应根据设防类别、烈度确定，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类装配式钢节点钢混组合结构中框架结构部分的抗震等级 6 度时为四级、7 度时为三级、8 度时为二级。当采用支撑和剪力墙时，其支撑和

剪力墙抗震等级 6 度和 7 度时为三级、8 度时为二级。建筑场地为 III、IV 类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区，宜分别按抗震设防烈度 8 度（0.20g）和比 8 度（0.30g）更高的抗震设防类别建筑的要求采取抗震构造措施。8 度（0.30g）地区的乙类建筑不宜采用。

【条文说明】丙类装配式钢节点钢混组合结构的抗震等级参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中的规定制定并适当调整。由于目前对此类结构形式的应用还很少，出于安全角度考虑，做出了 8 度（0.3g）地区的乙类建筑不宜采用的规定。

4.1.4 构件及节点承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应按表 4.1.4 采用；当仅考虑竖向地震作用组合时， $\gamma_{RE}$  应取 1.0。

表 4.1.4 构件及节点承载力抗震调整系数

正截面承载力计算			斜截面承载力计算	支撑		节点板件、连接焊缝、连接螺栓	
预制混合梁	预制组合柱、	剪力墙	预制混合梁、预制组合柱	强度	稳定	强度	稳定
	支撑						
0.75	0.80	0.85	0.85	0.75	0.80	0.75	0.80

【条文说明】构件及节点承载力抗震调整系数主要参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定确定。

4.1.5 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层

层间最大位移与层高之比的限值，当为框架结构时不宜大于 1/550，设置支撑时不宜大于 1/700，设置剪力墙时不宜大于 1/800。

**【条文说明】**装配式钢节点钢混组合结构楼层层间最大位移与层高之比的限值是参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 确定的。当采用柱间支撑时，楼层层间最大位移与层高之比的限值宜按框架结构和框架-剪力墙结构采用内插法确定，并适当从严。

**4.1.6** 装配式钢节点钢混组合结构的平立面布置以及支撑布置应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。平面形状应简单、规则，不应采用严重不规则的平面布置；结构竖向布置应连续、均匀，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变。

**【条文说明】**本规程结构属于装配式结构，其平、立面的布置要求，严于现浇混凝土结构，应优先选用规则的建筑；特别不规则的建筑，在地震作用下内力分布较复杂，不宜采用装配式结构。

**4.1.7** 装配式钢节点钢混组合结构的作用及作用组合应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

**【条文说明】**对装配式钢节点钢混组合结构进行承载能力极限状态和正常使用极限状态验算时，荷载和地震作用的取值及其组合均应按国家现行相关标准执行。

**4.1.8** 设置支撑和剪力墙时，装配式钢节点钢混组合结构的梁柱节点可以采用铰接和半刚接连接。

**【条文说明】**对于装配式结构，钢结构的铰接连接是最便于施工，

以及容差容错能力最强的连接方法。但是梁柱铰接连接时多余约束少，整体刚度很差，实际应用中很少采用。装配式钢节点钢混组合结构体系中，在设置支撑或者剪力墙的情况下，将局部梁柱连接采用铰接连接，预制组合柱仅承受竖向荷载，水平荷载由支撑或剪力墙和刚接框架承受，同时结构设计时考虑移除支撑和剪力墙部分后剩余各单元也拥有一定的抗侧承载力和刚度。这样的结构布置和做法能够极大的提高施工的简便程度，消除构件制作和安装带来的误差累积，有很好的应用前景。

**4.1.9** 装配式钢节点钢混组合结构的跨度不宜超过 9m，层高不宜超过 6m，不宜采用错层结构。

【条文说明】鉴于装配式钢节点钢混组合结构的研究和应用还比较少，工程经验不足，同时考虑加工制作和运输安装的因素，故对装配式钢节点钢混组合结构的跨度和层高做出了限制，但是受力较小的越层柱和装饰架可以不受此条限制。错层结构受力复杂，在装配式钢节点钢混组合结构中不宜采用错层布置。

**4.1.10** 装配式钢节点钢混组合结构承载力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用弹性方法。

【条文说明】结构分析方法主要有弹性分析方法、考虑塑性内力重分布的分析方法、弹塑性分析方法、塑性极限分析方法以及试验分析方法等五种分析方法。其中弹性分析方法是最基本和最成熟的结构分析方法，也是其他分析方法的基础和特例，此方法适用于大部分混凝土结构，且简单易行、承载力偏于安全，装配式钢节点钢混组合结构依然属于混凝土结构的范畴，因此本规程进行承载力分析时宜采用弹性分析方法。

**4.1.11** 配式钢节点钢混组合结构整体计算时可以不考虑钢端头和矩形钢管节点的影响。

【条文说明】在用现行的结构设计软件进行结构整体计算时，可以不考虑预制混合梁内钢端头和预制组合柱内钢管节点的影响，按照普通钢筋混凝土结构进行整体计算，忽略钢端头和钢管节点对梁柱刚度的影响。这是考虑到钢端头和钢管节点长度与梁柱整体长度相比很小，对梁柱整体线刚度影响较小，为了保证结构设计方法的延续和简便，忽略了这部分的影响。

**4.1.12** 结构内力与位移计算时，采用的混凝土预制板与预制混合梁之间的连接措施不能保证参与梁整体受力的情况下，不考虑预制混合梁的刚度增大；但是预制板之间和预制板与预制混合梁之间的连接可靠时，可假定楼板在自身平面内为无限刚性。

【条文说明】在现浇混凝土结构中，带楼板节点和不带楼板节点的受弯承载力试验结果有很大区别，梁端受负弯矩作用时，与梁筋平行的梁左右现浇板中一定宽度的板筋会参与受拉，梁端受正弯矩作用时，混凝土楼板在一定范围内部分参与受压，对梁的承载力和刚度都有所提高。尤其是梁的刚度大小会影响到整个结构的地震作用大小以及结构的内力分配，所以需要调整。

装配式钢节点钢混组合结构为了提高施工的便利性，本规程推荐使用诸如 SP 预应力空心板等混凝土预制板，这些预制板与预制混合梁之间通过预埋件或者预留钢筋进行连接，能保证预制板之间和预制板与预制混合梁之间的连接可靠，可假定楼板在自身平面内为无限刚性，但是预制板无法参与预制混合梁的受力，

所以不考虑预制混合梁的刚度增大。

当根据实际情况需要采用预制叠合梁板时，梁板连接方式形成的梁刚度弱于现浇结构，因此梁刚度增大系数小于现浇结构的梁刚度增大系数，中间节点的梁刚度增大系数可以取 1.6~1.8，边节点梁刚度增大系数可以取 1.4~1.5。

**4.1.13** 制构件在翻转、运输、吊运、安装及脱模等短暂设计状况下的施工验算，应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。

【条文说明】预制构件的施工验算应采用等效荷载标准值。预制构件翻转、运输、吊运、安装时的等效静力荷载标准值由构件自重乘以动力系数得到。预制构件脱模时，等效静力荷载标准值取构件自重标准值乘以动力系数与脱模吸附力之和，脱模吸附力是作用在模具与构件接触表面的均布荷载，与构件表面和模具状况有关，根据经验此荷载一般不小于  $1.5\text{kN/m}^2$ 。

**4.1.14** 预制构件进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定：

- 1 动力系数不宜小于 1.2；
- 2 脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不宜小于  $1.5\text{kN/m}^2$ 。

【条文说明】同上条

**4.1.15** 施工阶段验算时，混凝土预制板的施工活荷载取值应按实际情况确定，且不宜小于  $1.5\text{kN/m}^2$ 。

【条文说明】混凝土预制板施工验算时的施工活荷载应根据实际

情况进行取值，且不应小于  $1.5\text{kN/m}^2$ 。

## 4.2 构件计算

**4.2.1** 预制组合柱承载力计算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。

【条文说明】预制组合柱从根本上来讲，还是属于钢筋混凝土结构，节点处由于矩形钢管节点的存在，承载力远高于混凝土段的承载力，所以预制组合柱的竖向承载力、受弯承载力和受剪承载力计算均按照《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定进行验算。

**4.2.2** 预制混合梁的正截面受弯承载力应按下列规定计算：

1 预制混合梁钢筋混凝土段的正截面受弯承载力计算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。内力取值应按照内力包络图中钢筋混凝土段相应范围进行取值。

【条文说明】预制混合梁钢筋混凝土段的受力和普通钢筋混凝土梁并无不同，所以此部分的正截面受弯承载力计算按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定进行验算。在实际设计工程中，框架梁端部的弯矩往往比距离端部一定距离位置的弯矩大很多，钢筋混凝土段的上下纵筋按照自身范围内的弯矩包络图进行设计，配筋往往比按照整个框架梁的弯矩包络设计的要少很多，这样有利于减少纵筋直径和根数，方便加工制作。

2 预制混合梁钢结构段的正截面受弯承载力计算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定，按钢端头

的实际截面计算，不考虑后浇混凝土和楼板的的作用，同时可不进行整体稳定性验算。

【条文说明】预制混合梁钢结构段的正截面受弯承载力计算按照现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定进行验算。由于端部后浇的混凝土实际施工中很难浇筑密实，施工质量不易保证，主要是起到防火和防腐作用，同时由于预制组合柱矩形钢管节点竖板的存在，后浇混凝土与预制组合柱之间也很难形成共同受力，所以在验算预制混合梁端部正截面受弯承载力时，不考虑后浇混凝土和楼板的的作用，按照钢端头的实际截面进行计算。钢端头外露的钢结构段很短，伸入混凝土的部分在纵筋、加密箍筋和混凝土的包裹下形成可靠的约束，安装完毕后浇的混凝土也能对外露部分形成一定约束，所以计算时不进行整体稳定性验算。

3 二、三、四级框架预制混合梁梁端应符合下式要求：

$$\frac{M_{bsu}}{M_{bs}} \geq \eta_b \frac{M_{bcu}}{M_{bc}} \quad (4.2.2-1)$$

式中： $M_{bsu}$ ——钢端头实际截面的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩值；

$M_{bcu}$ ——钢筋混凝土段梁端截面反时针和顺时针方向实配的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩较大值，根据实配钢筋面积确定；

$M_{bs}$ ——钢结构段端部截面反时针和顺时针方向组合的弯矩设计值较大值；

$M_{bc}$ ——钢筋混凝土段梁端截面与  $M_{bcu}$  方向一致的  
组合的弯矩设计值；

$\eta_b$ ——框架梁端弯矩增大系数，二、三、四级分  
别取 1.2、1.1 和 1.0。

【条文说明】为了实现梁端塑性较外移，需要保证钢结构段承载力与实际受力比值要高于混凝土段承载力与实际受力比值，保证在钢筋混凝土段钢筋屈服之前钢端头不会出现屈服。实质上是对预制混合梁梁端内力进行了放大。

#### 4.2.3 预制混合梁的斜截面承载力应按下列规定计算：

1 预制混合梁钢筋混凝土段的斜截面承载力计算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。

2 预制混合梁钢结构段的斜截面承载力计算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

4.2.4 现浇剪力墙及预制剪力墙承载力计算应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

【条文说明】在 8 度区，多层框架结构设计时往往需要加设一些剪力墙或者支撑形成少墙框架、带支撑框架或者框架剪力墙结构，这样有利于控制梁柱截面以及降低工程造价。对于装配式钢节点钢混组合结构，为了便于施工，可以局部梁柱采用铰接连接，这时就需要加设剪力墙或者支撑来作为主要的抗侧力构件。由于适用高度较低，加设的剪力墙可以采用现浇剪力墙也可以采用预制剪力墙，没有按照《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中的规定，将首层和底部加强部位采用现浇混凝土结构。剪力墙的承载力计

算应符合国家现行相关标准的规定。

**4.2.5** 支撑的受压承载力计算应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

【条文说明】支撑、混凝土预制板及外墙板的承载力计算应符合国家现行相关标准的规定。

**4.2.6** 混凝土预制板承载力计算应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

【条文说明】同上

**4.2.7** 外墙板承载力计算应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

【条文说明】同上

### 4.3 连接计算

**4.3.1** 二、三级抗震等级的框架应进行节点核芯区抗震受剪承载力计算。四级抗震等级的框架节点核芯区可不进行计算，但应符合抗震构造措施要求。

【条文说明】与《建筑抗震设计规范》GB 50011 保持一致。

**4.3.2** 二、三级抗震等级的框架梁柱节点核芯区的剪力值应按下列规定计算：

$$V_j = \frac{\eta_{j_b} \sum M_b}{h_{b0} - a'_s} \left( 1 - \frac{h_{b0} - a'_s}{H_c - h_b} \right) \quad (4.3.2-1)$$

式中： $V_j$ ——梁柱节点核芯区组合的剪力设计值（N）；

$h_{b0}$ ——梁截面的有效高度，节点两侧梁高不等时可以取平均值（mm）；

$a'_s$ ——梁受压钢筋合力点至受压边缘的距离（mm）；

$H_c$ ——柱计算高度，可以采用节点上、下柱反弯点之间距离（mm）；

$\eta_{jb}$ ——强节点系数，二级宜取 1.35，三级宜取 1.2；

$\sum M_b$ ——节点左右梁端逆时针或顺时针方向组合弯矩设计值之和。

【条文说明】公式与《建筑抗震设计规范》GB 50011 基本保持一致，可以采用目前主流的设计程序进行验算。

4.3.3 梁柱节点核芯区受剪的水平截面应满足下式要求：

$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.36 f_c b_c h_c) \quad (4.3.3-1)$$

式中： $f_c$ ——混凝土轴心抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$h_c$ ——验算方向的柱截面高度（mm）；

$b_c$ ——验算方向的柱截面宽度（mm）；

$\gamma_{RE}$ ——承载力抗震调整系数，可采用 0.85。

【条文说明】本条用于确定梁柱节点核芯区截面的最小尺寸，与《组合结构设计规范》JGJ 138-2016 中第 6.6.2 条规定保持一致，同时不考虑正交梁约束的有利影响，整体上还是偏于安全的。对于梁柱连接为铰接的预制组合柱，此条规定不再适用，可以用于参考确定预制框架柱的最小截面尺寸。

4.3.4 预制混合梁与预制组合柱刚性连接节点受剪承载力应按下列公式计算（图 4.3.4）：

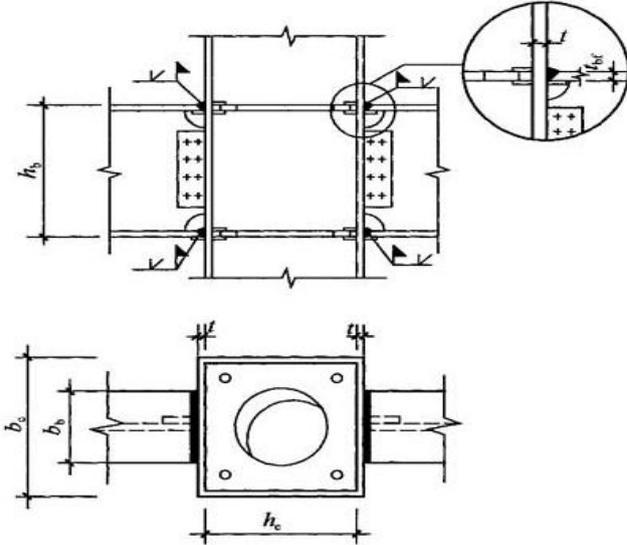


图 4.3.4 梁柱刚性连接节点示意图

$$V_j \leq \frac{2N_y h_{cl} + 4M_{uw} + 4M_{uj} + 0.5N_{cv} h_{cl}}{h_b} \quad (4.3.4-1)$$

$$N_y = \min\left(\frac{a_c h_b f_w}{\sqrt{3}}, \frac{t h_b f_a}{\sqrt{3}}\right) \quad (4.3.4-2)$$

$$M_{uw} = \frac{h_b^2 t \left[1 - \cos\left(\sqrt{3} h_{cl} / h_b\right)\right] f_w}{6} \quad (4.3.4-3)$$

$$M_{uj} = \frac{b_{cl} t_j^2 f_j}{4} \quad (4.3.4-4)$$

$$N_{cv} = \frac{2b_{cl} h_{cl} f_c}{4 + \left( \frac{h_{cl}}{h_b} \right)^2} \quad (4.3.4-5)$$

式中：  $M_{uw}$  ——焊缝受弯承载力（N·mm）；

$M_{ui}$  ——内隔板受弯承载力（N·mm）；

$N_{cv}$  ——焊缝受弯承载力（N·mm）

$b_{cl}$  ——矩形钢管节点内混凝土部分的宽度（mm）；

$h_{cl}$  ——矩形钢管节点内混凝土部分的高度（mm）；

$h_b$  ——钢梁高度（mm）；

$a_c$  ——钢端头翼缘与矩形钢管节点竖板的有效焊缝厚度（mm）；

$f_w$  ——焊缝的抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$f_a$  ——矩形钢管节点竖板的抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$f_i$  ——内隔板的抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$t$  ——矩形钢管节点竖板厚度（mm）；

$t_j$  ——内隔板厚度（mm）。

**【条文说明】**节点受剪承载力公式考虑了梁柱焊缝、矩形钢管节点腹板、内隔板和节点内混凝土斜压受力对节点抗剪的贡献，与《组合结构设计规范》JGJ 138-2016 中第 7.5.3 条规定保持一致。

## 5 构造规定

### 5.1 预制框架柱

#### 5.1.1 预制组合柱截面应符合下列规定：

1 预制组合柱柱截面一般采用矩形截面，最小高度和宽度不应小于 350mm，柱宽度和高度之间的差值不宜大于 100mm；

【条文说明】对于预制混凝土构件而言，无任何外伸部分的矩形截面在加工制作、养护堆放、运输安装方面最为经济的，同时矩形截面也是钢筋混凝土框架结构最常用的截面，所以推荐预制组合柱柱截面优先采用矩形截面。从钢管节点加工制作以及柱纵向钢筋与钢管节点之间连接操作所需空间考虑，考虑到预制组合柱的加工制作和运输吊装便利性，规定了预制组合柱的最小尺寸不小于 350mm。对于两个方向尺寸相差较大的柱，在框架结构中实际应用和研究较少，对于预制组合柱而言，这里做出了限制，柱宽度和高度之间的差值不宜过大。

2 当有可靠措施的情况下可以采用圆形截面及异形截面；

【条文说明】混凝土异形柱结构最薄弱的部位就在于梁柱节点，这限制了混凝土异形柱结构的应用，将混凝土异形柱梁柱节点改为钢节点，可以有效的提高节点承载力，有利于异形柱的推广应用，这也是下一步的研究方向。当采用混凝土异形柱和圆形柱截面时，柱内钢管节点的做法需要重新设计，不能直接采用规程内的做法，节点做法必须传力直接、安全可靠。

**5.1.2** 预制组合柱的柱纵向受力钢筋与钢管节点竖板内侧采用双面焊接连接，连接长度不小于  $10d$ ， $d$  为纵向钢筋直径，焊缝高度不应小于钢筋直径的  $0.35$  倍，焊缝宽度不应小于钢筋直径的  $0.6$  倍，见下图所示。

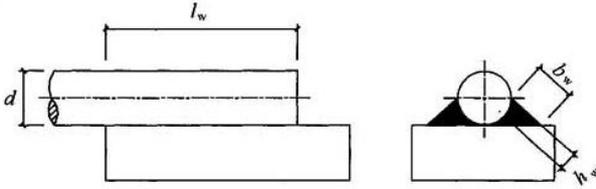


图 5.1.2 柱纵向钢筋与钢节点竖板连接示意图

$d$ —钢筋直径； $l_w$ —连接长度； $b_w$ —焊缝宽度； $h_w$ —焊缝高度

**【条文说明】** 预制组合柱的柱纵向受力钢筋与钢管节点竖板内侧焊接参照现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定给出。

**5.1.3** 预制组合柱的轴压比限值应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 有关规定。

**【条文说明】** 预制组合柱基本上还是属于钢筋混凝土框架柱，其轴压比限值与现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中 6.3.6 条规定保持一致，在实际应用过程中，宜比规范限值适当降低。

**5.1.4** 预制组合柱纵向钢筋设置应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 有关规定。

**【条文说明】** 预制框架柱的最小配筋率要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中相关规定，纵筋间距、最大配

筋率等要求要满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011中相关规定。构件是在工厂预制，柱纵向钢筋可以采用闪光对焊连接，连接接头应该避开柱端箍筋加密区范围。

### **5.1.5 预制组合柱箍筋设置应符合下列规定：**

**1** 预制组合柱钢筋混凝土段应设置箍筋加密区，加密区的箍筋间距和直径应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011有关规定；

**【条文说明】**预制组合柱钢筋混凝土段箍筋的最大间距和最小直径应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011中有关规定。

**2** 预制组合柱钢筋混凝土段箍筋的加密范围、箍筋肢距和体积配箍率应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011有关规定，其中箍筋加密区范围从矩形钢管节点竖板上下两端部开始起算；

**【条文说明】**预制组合柱钢筋混凝土段箍筋的加密范围、箍筋肢距和体积配箍率应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011中相关规定要求。现浇钢筋混凝土框架柱箍筋加密区的起算位置为矩形钢管节点竖板顶面和底面，对装配式钢节点钢混组合结构的预制组合柱而言，箍筋加密区的起算位置定为钢管节点竖板的上下端，也就是预制组合柱钢筋混凝土段的起始和结束部位。相对而言，预制组合柱的箍筋加密区比现浇框架柱的箍筋加密区要长一些。在组合段范围内，由于矩形钢管节点的存在，此部分的承载力和刚度远高于钢筋混凝土段。

**3** 预制组合柱钢筋混凝土段在矩形钢管节点竖板上下两端

各 300mm 范围内应设置加强箍筋，直径及肢距同加密区箍筋，间距不大于 50mm，第一道箍筋位置距离钢节点竖板端部不应大于 50mm；加强箍筋宜采用连续复合螺旋箍筋。

【条文说明】在预制组合柱钢筋混凝土段和组合段的交界处，预制组合柱的全部纵向钢筋通过焊接连接与钢节点竖板连接，此处部位是由钢筋混凝土结构向钢结构受力转换的关键部位，为防止与钢节点竖板连接的柱纵向钢筋发生屈曲，特别对此部位设置加强箍筋进行约束；加强箍筋宜采用连续复合螺旋箍筋，连续复合螺旋箍筋的加工制作自动化程度高、省工省料，同时对混凝土的约束效果更好，实际加工中，如果条件允许，建议预制组合柱的箍筋可以全部或者部分采用连续复合螺旋箍筋。

## 5.2 预制钢筋混凝土梁

**5.2.1** 预制混合梁截面宽度不应小于 200mm，截面高度不应小于 400mm，截面高宽比不应大于 3；不宜采用叠合梁的做法。

【条文说明】预制混合梁的最小截面尺寸要求以及高宽比要求比现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中 6.3.1 条的要求要严，这是从装配式实际应用场景和加工制作便利性出发做出的规定。从实际施工过程中看，叠合梁的做法虽然能够保证结构的整体性，但是使得构件加工制作和施工安装都极为繁琐，增加造价也延长了工期，标准推荐采用非叠合梁的做法。

**5.2.2** 预制混合梁钢筋混凝土段钢筋设置应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 有关规定；框架梁端箍筋加密

区长度从钢端头在钢筋混凝土梁内的端部开始起算，如图 5.2.5 中所示。

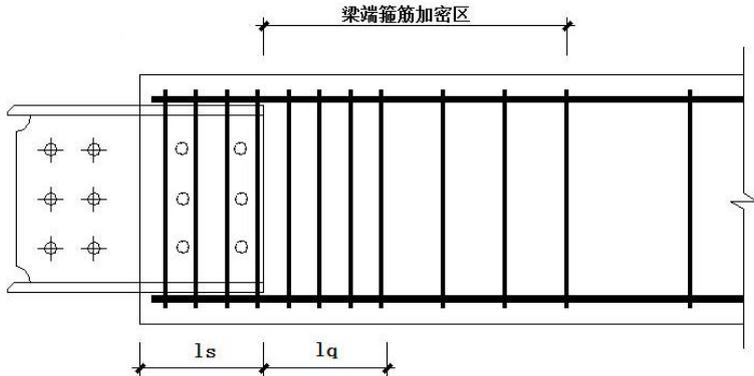


图 5.2.2 预制钢筋混凝土梁端部构造示意图

$l_s$ —钢端头伸入混凝土梁长度； $l_q$ —预制钢筋混凝土梁箍筋加强部位长度

【条文说明】预制钢筋混凝土梁内纯钢筋混凝土部分的钢筋配置要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中相关规定；框架梁端箍筋加密区长度的取值按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中相关规定进行计算，箍筋加密区长度起始位置为钢端头在钢筋混凝土梁内的端部，也就是从预制钢筋混凝土梁的钢筋混凝土段开始起算。

**5.2.3** 预制混合梁纵向钢筋与钢端头之间的连接应符合本规程 5.1.2 条要求；纵向受力钢筋层数不应超过两层，分别于钢端头上下翼缘焊接连接。

【条文说明】由于连接工艺限制，预制混合梁内纵向受力钢筋宜优先采用 HRB500 级和 HRB600 级钢筋，配合截面优化以及采用较大直径钢筋，使纵向受力钢筋层数不超过两层。当预制混合梁

采用铰接连接，且第三层钢筋不与钢端头连接时，可不受此条限制。

**5.2.4** 预制混合梁钢端头伸入混凝土梁长度  $l_s$  应满足式 5.2.4-1 要求，且钢端头伸入混凝土梁长度  $l_s$  不应小于预制混合梁梁高的一半。

$$l_s \geq 10d + 30 \quad (5.2.4-1)$$

式中：d——纵向钢筋直径（mm）。

【条文说明】预制混合梁钢端头伸入混凝土梁的长度是装配式钢节点钢混组合结构体系内的一个重要指标，它是预制混合梁由钢筋混凝土受力转换为钢结构受力的一个重要节点。不能单纯的将钢端头视为在钢筋混凝土梁内的锚固，那样的话所需的锚固长度和外围混凝土构造就会很麻烦。从设计原理上讲，此处节点应该视为一个钢筋和钢结构之间传力连接的节点。梁纵向钢筋焊接在钢端头的上下翼缘表面，通过焊缝将钢筋内应力传递给钢端头，所以钢端头伸入混凝土梁内长度不能比钢筋的焊接长度短，同时考虑到端部的保护层，所以给出条文中公式要求的规定。为保证钢端头传力可靠，同时规定钢端头伸入混凝土梁内长度不小于预制混合梁梁高的一半。

**5.2.5** 预制混合梁应在钢端头伸入混凝土梁长度  $l_s$  范围内设置加强箍筋，箍筋直径不小于 10mm，间距不大于 50mm，宜采用连续螺旋箍筋；预制混合梁应在钢端头以外设置箍筋加强区，长度为  $l_q$ ，见图 5.2.2 所示，取预制混合梁梁高的一半，此范围内箍筋间距不大于 50mm，箍筋直径和肢距同梁加密区箍筋。

【条文说明】预制混合梁的结合段是关键部位，此处设置加强箍

筋以及钢筋混凝土段内设置箍筋加强区，都是为了保证对钢端头和混凝土有足够的约束，使钢筋和钢端头之间能够可靠传力。钢结构和钢筋通过焊接完成受力转换，同时在转换部位设置较强箍筋，增强约束，这是装配式钢节点钢混组合结构体系的一个重要设计思想。由于钢端头的存在，结合段的加强箍筋无法做成复合箍筋，也不便于做成常规的带 135° 弯钩的箍筋，所以建议采用连续螺旋箍筋；箍筋最小直径规定为 10mm，当截面较高的时候，宜进一步增大加强箍筋直径。

**5.2.6** 当预制混合梁为两端铰接连接时，梁底钢筋可不全部与钢端头下翼缘焊接连接，除底层钢筋以外，其余钢筋可以在按照计算不需要的位置以外达到锚固长度后截断。

**5.2.7** 当预制混合梁侧面设有纵向受力钢筋时，钢端头腹板上应设置横向加劲板，加劲板长度与钢端头伸入混凝土梁内长度相同，厚度与上下翼缘厚度相同，纵向受力钢筋应与加劲板焊接连接，连接长度和方法符合本规程 5.1.2 条要求。

**【条文说明】**当预制混合梁侧面仅为纵向构造钢筋时，可以不设横向加劲板，直接在混凝土梁端部截断。

**5.2.8** 当预制混合梁顶部和底部纵向钢筋配筋相差较大时，应在底部设置附加短筋，使得预制混合梁顶部和底部配筋面积接近一致，附加短筋长度见图 5.2.8 所示，连接方法符合本规程 5.1.2 条要求。如无法采取附加短筋的做法，则应在钢端头下侧采取附加角钢、钢板等措施，满足局部受压要求。

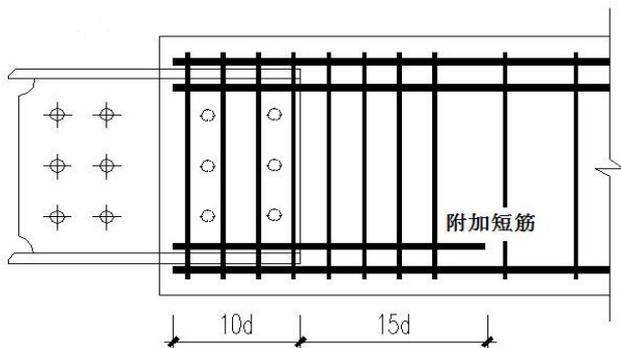


图 5.2.8 梁端附加短筋示意

### 5.2.9 预制混合梁的钢端头应符合下列规定：

1 钢端头的高度比预制混合梁高度小 100mm，宽度按满足外侧箍筋保护层厚度要求选取，居中布置在钢筋混凝土段内；

【条文说明】钢端头比预制钢筋混凝土梁高度小 100mm，宽度按照满足外侧箍筋保护层厚度要求选取，这是由预制钢筋混凝土梁的加工制作工艺决定的，为了方便钢端头与梁内纵筋连接，钢端头的外轮廓尺寸是与箍筋内侧尺寸是一致的。当保护层厚度和钢筋直径变化不大时，可以不随保护层厚度和钢筋直径的不同进行调整。

2 钢端头上下翼缘的厚度不应小于 12mm；腹板的厚度不应小于 8mm；

3 钢端头伸入钢筋混凝土梁内部分的腹板上宜设置抗剪栓钉，间距不大于 150mm，不宜小于 7.5 倍栓钉直径。

### 5.2.10 预制混合梁钢筋混凝土段端部宜设置粗糙面。

【条文说明】预制混合梁是独立完整的结构构件，钢端头具有足够的刚度和承载能力，端部后浇部分的混凝土仅起到对钢端头的

防火和防腐保护作用，不考虑参与结构受力，故预制混合梁钢筋混凝土段端部不要求设置键槽，仅建议设置粗糙面。

**5.2.11** 预制混合梁端部无混凝土部分，需在外围加设钢丝网片，待叠合板浇筑时一并用混凝土灌实，拆模后钢端头底部不实处可以剔凿后用高强砂浆修补。

【条文说明】后浇部分的混凝土仅起到防护作用，不参与结构受力，在其中加设钢丝网片，是为了防止后浇部分混凝土开裂。由于钢端头的存在，后浇混凝土在钢端头底部不容易浇筑密实，可以在拆模后进行剔凿和修补，不影响结构受力。

### 5.3 连接及节点

**5.3.1** 预制组合柱和预制混合梁的钢端头腹板处通过连接板和摩擦型高强螺栓连接，单板连接时，连接板厚度不应小于钢端头腹板厚度；刚接时钢端头翼缘与矩形钢管节点之间采用全熔透坡口焊缝连接。

**5.3.2** 主次梁连接时可以在主梁内埋设工字钢，由工字钢外伸悬臂段来进行连接，也可以在主梁内设置预埋件进行连接。

**5.3.3** 矩形钢管节点横隔板宽度宜与竖板宽度相同，厚度不宜小于 12mm，截面面积不应小于钢端头翼缘截面积的 1.2 倍。

**5.3.4** 矩形钢管节点竖板厚度不应小于 16mm；竖板自横隔板外伸距离宜为 11d，d 为柱纵向钢筋直径。

**5.3.5** 加工制作时，浇筑面对应的矩形钢管节点的竖板宜设置排气孔，不小于 70mm，不大于矩形钢管节点竖板宽度的 1/5。

## 5.4 楼板及外墙板

**5.4.1** 楼板宜采用预应力混凝土空心板等非叠合板。预制板的构造要求应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

【条文说明】钢筋桁架叠合板计算和构造与目前的现浇板保持一致，同时由于叠合层的存在，能够有效的保证整体性，直接体现了“等同现浇”理念。但是，钢筋桁架叠合板并不省材省工和省时省事，在实际应用中存在很多弊端。对于装配式钢节点钢混组合结构而言，如果采用叠合板的话，预制梁也需要采用叠合梁的做法，上部钢筋需要在安装完叠合板后才能与钢端头翼缘焊接，既增加了施工难度又不能保证焊接质量。装配式钢节点钢混组合结构适用的建筑类型对层高并不像住宅那样敏感，可以在适当增加层高的基础上，放弃采用叠合板，直接采用预应力混凝土空心板等非叠合板，这样能够在保证构件施工质量的同时提高安装速度降低安装成本。

**5.4.2** 外墙板宜采用外挂墙板，外挂墙板宜采用夹心保温板。外墙板的高度除顶层外不宜大于一个层高，跨度不宜大于一个柱距。夹心保温外墙板的外叶墙板的厚度不宜小于 60mm，保温材料的厚度不宜小于 30mm，且不宜大于 100mm，内叶墙板的厚度不宜小于 100mm。

## 6 构件制作、存放与运输

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 原材料进场时，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、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定进行检验，合格后方可使用。

【条文说明】预制构件生产、制作用原材料的检验应符合国家现行相关标准的规定。

**6.1.2** 构件制作前应根据建筑、结构和设备等专业以及制作、起吊、码放、运输和施工各环节的综合要求进行施工设计。

【条文说明】预制构件生产应以施工设计图纸为依据，生产单位应根据建筑、结构和设备等专业以及制作、起吊、码放、运输和施工各环节的综合要求对施工设计图纸进行深化设计，当需要修改设计图纸时，应办理设计变更文件。

**6.1.3** 构件制作前，设计单位应对生产单位和安装施工单位进行技术交底。

【条文说明】构件制作前，设计单位必须对生产单位和安装施工单位进行技术交底，以确保作业人员了解设计意图、构件特点、技术质量要求、施工方法与和安全生产措施。

**6.1.4** 构件制作前应编制生产方案，生产方案应包括生产计划及生产工艺、模具方案及模具计划、技术质量控制措施、起吊、码

放、成品保护及运输、吊装方案等。

【条文说明】预制构件在工厂生产利于产品质量的控制，且每一道工序进行之前都应有相应的技术方案和质量控制措施。

**6.1.5** 生产单位应在预制构件混凝土浇筑前进行隐蔽工程检查并做好记录。

【条文说明】隐蔽工程检查项目：

- 1 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度；
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋的弯折角度及平直段的长度；
- 4 预埋件、吊环、插筋以及栓钉的规格、数量、位置等；
- 5 预制组合柱矩形钢管节点和预制混合梁钢端头所用钢板的的牌号、规格、数量、位置等；
- 6 预制混合梁纵向受力钢筋与钢端头的焊缝质量；预制组合柱纵向受力钢筋与矩形钢管节点竖板内侧的焊缝质量；
- 7 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 8 夹心外墙板的保温层位置、厚度、连接件的规格、数量、位置等；
- 9 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施；
- 10 模具的外形尺寸及固定措施；
- 11 脱模剂、露石剂涂刷质量。

**6.1.6** 构件断面的高宽比大于 2.5 时，存放时下部应加支撑或设置坚固的存放架，上部应拉牢固定。

【条文说明】构件断面高宽比过大时容易失稳，为保证运输安全，应做好固定措施。

## 6.2 构件制作

6.2.1 模具尺寸允许偏差及检验方法应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 模具尺寸允许偏差及检验方法

检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
长度	预制混合梁、带装饰层的外墙板	0, -1	用钢尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
	其他构件	+2,-4	
截面尺寸	带装饰层的外墙板	+1, -2	用钢尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处
	其他构件	+2, -4	
对角线差		3	用钢尺量纵、横两个方向对角线
底膜表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺量
端模与侧模高低差		1	用塞片和靠尺量
组装缝隙		1	用塞片和靠尺量
侧向弯曲		$L/1500$ 且 $\leq 5$	拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处
翘曲		$L/1500$ 且 $\leq 5$	对角拉线测量交点间距离值的两倍

注：L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

【条文说明】模具的精度是保证构件质量的关键，生产前应按要求进行尺寸偏差检验，合格后方可投入使用。

为了达到节约材料、方便施工、吊装可靠的目的，并避免外露金属件的锈蚀，预制构件的吊装方式优先采用内埋式螺母、内埋式吊杆或预留吊装孔。这些部件及配套的专用吊具等所采用的材料，应根据相应的产品标准和应用技术规程选用。

**6.2.2** 固定在模具上的预埋件、预留孔洞中心位置的允许偏差及检验方法应符合表 6.2.2 的规定。检查中心线位置时，应取纵、横两个方向量测的较大值。

**表 6.2.2 模具预埋件、预留孔洞中心位置的允许偏差及检验方法**

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋钢板、外挂墙板预埋 组件	中心位置 线	3	用尺量测纵横两个方向的 中心线位置，取其中较大值
		平面高差	±2	钢直尺和塞尺检查
2	预埋管、电线盒、电线管水平和垂直 方向的中心线位置偏移、预留孔		2	用尺量测纵横两个方向的 中心线位置，取其中较大值
3	插筋	中心线位 置	3	用尺量测纵横两个方向的 中心线位置，取其中较大值
		外露长度	+10, 0	用尺量测
4	吊环	中心线位 置	3	用尺量测纵横两个方向的 中心线位置，取其中较大值
		外露长度	0, -5	用尺量测
5	预埋螺栓	中心线位 置	2	用尺量测纵横两个方向的 中心线位置，取其中较大值
		外露长度	+5, 0	用尺量测

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
6	预留螺母	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		平面高差	±1	钢直尺和塞尺检查
7	预留洞	中线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		尺寸	+3, 0	用尺量测纵横两个方向的尺寸，取其中较大值
8	连接钢板	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		外露长度	2	用尺量测

**6.2.3** 外墙板装饰层采用面砖时，面砖应排版规则、缝隙均匀，面砖抗拔检测应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 的有关规定；外墙板装饰层采用石材时，应进行专项连接设计。

**【条文说明】**外墙板装饰层采用面砖饰面时，宜选用背面带燕尾槽的面砖，燕尾槽尺寸应符合相关标准要求，砖缝可采用发泡塑料条或硅胶造型胶膜成型，考虑到面砖可能会出现脱落，建筑高度超过 100m 时不应采用面砖作为外装饰面，面砖抗拔检测应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 的有关规定；外墙板石材饰面一般采用不锈钢卡件与外叶混凝土固定，此时要进行专项设计。

**6.2.4** 预制构件制作时，预制混合梁和预制组合柱的模具应侧放，预制混凝土板的模具应平放，楼梯的模具宜立放，内外叶墙板的

模具可平放或立放。

**【条文说明】** 预制混合梁和预制组合柱本身没有凹凸和外伸，加工制作时模具侧放，从预制混合梁的顶面和预制组合柱的侧面来浇筑混凝土，便于固定钢筋和钢端头、矩形钢管节点的位置，便于混凝土的浇筑和振捣，能够有效减少模具的制作费用。有保温要求的墙板可采用水平浇筑方式或竖直浇筑方式，水平浇筑方式有利于保温材料在预制构件中的定位，如采用竖直浇筑方式，成型保温材料可在浇筑前放置固定。

**6.2.5** 零件及部件加工应根据结构施工图和构件加工图编制制作工艺说明。钢构件的切割、焊接、运输、吊装、探伤检验应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

**6.2.6** 栓钉焊接前，应将构件焊接面的油、锈等杂物清除；焊接后栓钉高度的允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ 。

**【条文说明】** 预制混合梁的钢端头腹板上的焊接栓钉，是保证钢端头与钢筋混凝土梁有效结合的构造措施之一，因此应确保栓钉的焊接质量。

**6.2.7** 预制构件预埋吊环应使用未经冷加工的 HPB300 钢筋或 Q235B 圆钢制作，并应进行设计验算；内埋式螺母或内埋式吊杆及配套的吊具，应根据相应的产品标准选用，并应进行设计验算或试验检验，经验证合格后方可使用。

**【条文说明】** 本条与国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015 年版)第 9.7.6 条的规定保持一致，由于国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015 年版)将 HPB300 钢

筋的直径限于不大于 14mm，因此当吊环直径小于等于 14mm 时，可以采用 HPB300 钢筋；当吊环直径大于 14mm 时，可采用 Q235B 圆钢，其材料性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的有关规定。

**6.2.8** 钢筋及钢节点的允许偏差和检验方法应符合表 6.2.8 的要求。

**表 6.2.8 钢筋成品的允许偏差和检验方法**

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
钢筋网片	长、宽	±5	钢尺检查
	网眼尺寸	±10	钢尺量连续三档，取最大值
	对角线	5	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
钢筋骨架	长	0, -5	钢尺检查
	宽	±5	钢尺检查
	高(厚)	±5	钢尺检查
	主筋间距	±10	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	主筋排距	±5	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	钢筋与钢节点焊接长度	±5	钢尺检查
	箍筋间距	±10	钢尺量连续三档，取最大值
	弯起点位置	15	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
	保护层	±5	钢尺检查

**6.2.9** 预制组合柱在矩形钢管节点处用于连接预制混合梁的节点

板可以在施工现场安装，如采用外伸钢梁节点连接时，可在运抵施工现场后在室内环境进行加工。

**【条文说明】**在装配式建筑的成本构成中，模具费用摊销和运输费用占用了很大的比重。为了便于加工制作以及运输，预制组合柱在矩形钢管节点处用于连接预制混合梁的节点板可以在预制组合柱出厂之前或者待运到施工现场后进行安装。这样的做法是为了保证预制梁柱加工制作时没有任何外伸的部分，这样便于采用规格化的梁柱模具，降低模具制作难度，减少模具的制作费用，同时预制梁柱没有外伸部分时，有利于减少加工制作、养护堆放以及提高运输效率减少运输费用。

**6.2.10** 预制构件的混凝土强度等级应符合设计要求，并应振捣密实。

**6.2.11** 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料的结合面应设置粗糙面或键槽，并应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

**【条文说明】**通过设置粗糙面或键槽，能够增加预制构件与后浇混凝土接触面的受剪承载力，实现可靠连接。粗糙面可采用拉毛或凿毛处理方法，也可采用化学处理方法。

**6.2.12** 预制构件宜采用蒸汽养护，并合理控制升温速度、降温速度和最高温度。

**【条文说明】**预制构件可根据生产条件采用洒水养护、覆盖养护及蒸汽养护等不同的养护方法。蒸汽养护可缩短养护时间，提高模具周转率，大大减少占用场地。采用蒸汽养护时，宜在常温下静停 2h~6h，升温、降温速度不应超过 20℃/h，最高的养护温度

不宜超过 60℃，预制构件出池的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25℃。

**6.2.13** 预制构件脱模起吊时，混凝土抗压强度应满足设计要求，且不应小于 15N/mm<sup>2</sup>。

**【条文说明】** 预制构件脱模时，混凝土应具有足够的强度，工程实践中，预先留设混凝土立方体试件，与预制构件同条件养护，并用该同条件养护的试件的强度作为预制构件混凝土强度控制的依据。

**6.2.14** 生产过程中混凝土试块的留置应符合下列规定：

1 每条生产线每工作班拌制的同一配合比混凝土不足 100 盘时，取样不应少于一次；每拌制 100 盘且不超过 100m<sup>3</sup>的同配合比的混凝土，取样不应少于一次；

2 每次取样应至少留置一组标准养护试块，同条件养护试块的留置组数应根据构件生产的实际需要确定。

**【条文说明】** 构件生产时，应按相关规定以生产线为批次留置标准条件养护试块和同条件养护试块。

## 6.3 构件存放与运输

**6.3.1** 构件生产单位应制定预制构件脱模起吊、存放、运输方案，内容应包括运输时间、次序、存放场地、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。

**【条文说明】** 预制构件的脱模起吊、存放、运输方案，其内容应

包括运输时间、次序、存放场地、运存放和运输涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定存放和运输方案。

### **6.3.2 构件存放应符合下列规定：**

1 预制构件运送到施工现场后，应按品种、规格、使用部位、吊装顺序分别设置存放场地和通道；

2 存放场地应设置在起重设备的有效起重范围内，场地应平整坚实并设置排水措施；

3 预制组合柱、预制混合梁宜平放，支撑点位置应经计算确定；

4 预制混凝土板宜沿垂直受力方向分层叠放垫块，每层垫块应上下对齐，叠放层数应根据构件、垫块的承载力和堆垛的稳定性确定；

5 内、外墙板宜采用支撑架立放，支撑架应有足够的强度和刚度，保证支垫稳固。

【条文说明】预制构件应分类存放，根据构件特点，可采用叠放、立放、侧放等多种形式。

### **6.3.3 构件运输应符合下列规定：**

1 运输车辆应满足构件尺寸和载重要求；

2 构件支承的位置和方法，不应引起构件损伤；

3 构件装运时应可靠固定，对构件边角部或与固定用链索接触的部位，宜采用柔性衬垫加以保护；

4 预制构件运输时，混凝土强度应达到设计要求；当设计无要求时，不应低于混凝土设计强度的 75%。

【条文说明】本条规定主要是为了运输安全和保护预制构件。预

制构件运输时，如支承位置不当，可能造成构件开裂等缺陷。支承点位置应根据相关规范的有关规定进行计算和复核。构件出厂强度不应低于设计强度的 75%，主要是为避免构件在运输过程中和装配施工后，因强度不足造成构件不可修复性的破坏。

## 7 装配式施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 装配式钢节点钢混组合结构施工前，施工单位应编制装配式施工专项方案。

【条文说明】施工前，施工单位应准确理解设计意图，掌握有关技术要求和细部构造，根据工程特点和施工规定，进行施工复核及安装全过程的各工况验算，编制装配式施工专项方案，施工专项方案应包括施工平面布置、施工测量、构件吊装、安装及节点施工、质量管理措施、安全管理措施、绿色施工及环境保护措施等内容。

**7.1.2** 进入现场的预制构件应具有出厂合格证及质量证明文件，必要时应提供性能检测报告。

【条文说明】预制构件作为成品，进入施工现场时，需要按批检查质量证明文件，并且需要核对构件上的标识，避免差错。

**7.1.3** 冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定。

**7.1.4** 后浇混凝土部位在浇筑前应进行隐蔽工程验收，验收项目应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

【条文说明】为确保工程质量及使用安全，后浇混凝土部位在浇筑前应进行隐蔽工程验收，验收项目应符合现行行业标准《装配

式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

## 7.2 施工测量

**7.2.1** 施工测量前，施工单位应收集有关测量资料，熟悉设计图纸，建立平面控制网和高程控制网。

**【条文说明】**施工测量应根据设计施工图及施工工艺等编制测量方案，并应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。

**7.2.2** 每层楼面轴线垂直控制点不应少于 4 个，楼层上的控制线应由底层原始点直接向上传递引测。

**7.2.3** 每个楼层应设置 1 个高程引测控制点。

**7.2.4** 预制构件吊装前，应在构件和相应的支承结构上设置控制线和标高，按设计要求校核预埋件及连接钢筋等的数量、位置、尺寸或牌号，并做出标识。

**【条文说明】**7.2.2~7.2.4 通过设置楼层竖向、横向控制线和构件纵、横控制线，可以使构件与构件之间、构件与楼面原始控制线保持吻合和对直。

**7.2.5** 沉降观测应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

**【条文说明】**装配式钢节点钢混组合结构的沉降观测点的布置、观测方法及要求参照现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 确定。

**7.2.6** 施工测量除应符合本规程的规定外，尚应符合现行国家标

准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。

### 7.3 构件吊装

**7.3.1** 吊具应按相应的产品标准进行设计验算或试验检验，确认可靠后，方可使用。

**7.3.2** 预制构件吊装应符合下列规定：

1 预制构件应按吊装顺序进行编号，吊装时应按编号顺序起吊；

2 竖向构件起吊不应少于 2 个吊点，预制混凝土板不应少于 4 个吊点，跨度大于 6m 的预制混凝土板宜采用 8 个吊点；

3 吊装过程中，吊索水平夹角不宜小于  $60^\circ$ ，不应小于  $45^\circ$ ，并保证吊点合力与构件重心重合；

4 预制构件吊装校正，可采用起吊、就位、初步校正、精细调整的作业方式；

5 预制构件吊装就位并校准定位后，应设置临时支撑等固定措施。

**【条文说明】** 预制构件吊装前根据吊装顺序在预制构件上标出序号，并在图纸上标出序号位置，这样可直观表示出构件位置，便于吊装工和指挥操作，减少误吊概率。

**7.3.3** 预制构件临时支撑的验算和拆除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

**【条文说明】** 采取临时固定措施有利于保证预制构件的稳定性和装配施工精度，临时支撑是重要的临时固定措施。通常包括水平

构件如水平预制梁、板的临时支撑等以及竖向构件如预制柱、竖向墙板的临时支撑。

## 7.4 安装施工

**7.4.1** 预制组合柱采用钢管拼接时，宜分段对称施焊，并应采取有效措施减少焊接残余应力和变形。

【条文说明】不均匀的加热和冷却容易形成焊接残余应力，焊接残余应力对钢管的刚度、静力强度及疲劳强度等都有一定程度的不利影响，为控制或减少残余应力，钢管拼接时，应对称施焊。施工单位也可根据实际情况采用热处理法、拉伸法、振动法及爆炸法等方法来消除焊接残余应力。

**7.4.2** 高强度螺栓的安装应符合现行行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的有关规定。

**7.4.3** 外墙板接缝防水施工应符合下列规定：

1 外侧水平、竖直接缝的密封胶封堵前，侧壁应清理干净，保持干燥；

2 外侧水平、竖直接缝的密封胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，注胶宽度、厚度应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139 的有关规定。

## 7.5 安全控制

**7.5.1** 施工过程中应按现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 的有关规定执

行。

**7.5.2** 作业人员应进行安全生产教育和培训，未经安全生产和教育培训合格的作业人员不得上岗作业。

**7.5.3** 施工区域应配置消防设施和器材，设置消防安全标志，并定期检验、维修，消防设施和器材应完好、有效。

**7.5.4** 预制构件吊装应采用慢起、快升、缓放的操作方式；起吊应依次逐级增加速度，不应越挡操作。雨、雪、雾天气，或者风力大于 5 级时，不应吊装预制构件。

**7.5.5** 作业人员应配备劳动防护用品并正确使用；高处作业使用的工具和零配件等，应采取防坠落措施，严禁上下抛掷。

## 8 工程验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 装配式钢节点钢混组合结构应在施工单位自行检验合格的基础上，按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定进行子分部工程的验收。

【条文说明】装配式钢节点钢混组合结构应按混凝土结构和钢结构子分部工程进行验收，装配式结构部分可作为混凝土结构和钢结构子分部工程的一个分项工程进行验收。

**8.1.2** 装配式钢节点钢混组合结构子分部工程可划分为模板分项工程、钢筋分项工程、混凝土分项工程、现浇结构分项工程、钢结构分项工程及装配式结构分项工程。装配式结构分项工程应包括预制构件、安装与连接两个部分。各分项工程可根据与施工方式相一致且便于控制施工质量的原则，按进场批次、工作班、楼层、结构缝或施工段划分为若干检验批。

【条文说明】装配式钢节点钢混组合结构子分部工程各分项工程的划分与现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 保持一致。

**8.1.3** 模板分项工程、钢筋分项工程、混凝土分项工程、现浇结构分项工程的检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

【条文说明】装配式结构现场施工中涉及的钢筋、混凝土等施工

内容，应分别纳入钢筋、混凝土等分项工程进行验收。模板工程仅作为分项工程验收，旨在确保模板工程质量，避免因模板工程质量问题造成安全事故，由于模板工程不构成工程实体，不作为子分部工程验收的内容。

**8.1.4** 对涉及混凝土结构安全的代表性部位应进行结构实体检验，结构实体检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

【条文说明】结构实体检验并不是在子分部工程验收前的重新检验，而是在相应分项工程验收合格、过程控制使质量得到保证的基础上，对重要项目进行的验证性检查，其目的是为了加强装配式钢节点钢混组合结构的施工质量验收。

## 8.2 预制构件

### I 主控项目

**8.2.1** 预制构件进场时，预制构件的结构性能检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

检查数量：同一类型预制构件不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 1 个构件进行结构性能检验。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体检验报告。

【条文说明】本条规定了预制构件进场时的结构性能要求，结构性能检验通常应在构件进场时进行，但考虑检验方便，可在各方参与下在预制构件生产场地进行。

**8.2.2** 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量，检查处理记录。

【条文说明】预制构件外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类，预制构件的严重缺陷主要是指影响构件的结构性能或安装使用功能的缺陷，构件制作时应制定质量保证措施予以避免。

**8.2.3** 预制混合柱的矩形钢管节点、横隔板的规格和数量应符合设计要求。

检查数量：同批构件抽查 10%，且不少于 3 件。

检验方法：尺量检查，观察检查及检查出厂验收记录。

**8.2.4** 预制混合柱矩形钢管节点及柱拼装节点焊缝质量应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工记录及焊缝检测报告。

**8.2.5** 预制混合柱混凝土段纵向受力钢筋与矩形钢管节点竖板的焊接和预制混合梁混凝土段纵向受力钢筋与钢端头翼缘的焊接应进行焊接工艺评定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工记录及焊接工艺评定报告。

【条文说明】预制混合柱混凝土段纵向受力钢筋与矩形钢管节点竖板的焊接质量，以及预制混合梁混凝土段纵向受力钢筋与钢端头翼缘的焊接质量对预制组合柱和预制混合梁的受力性能及节点

连接性能有直接影响，因此需按实际施工采用的钢筋和钢材匹配进行焊接工艺评定试验，以保证焊接接头的质量。

## II 一般项目

**8.2.6** 预制构件的允许偏差及检验方法应符合表 8.2.6 的规定。

检查数量：同一类型的构件，不超过 100 个为一批，每批应抽查构件数量的 5%，且不应少于 3 个。

检验方法：按表 8.2.6 执行。

**表 8.2.6 预制构件尺寸允许偏差及检验方法**

类别	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
预制组合柱、	长度		±5	钢尺或测距仪检查
	宽度		±5	钢尺或测距仪检查
预制混合梁	表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺检查
	侧向弯曲		L/750 且	拉线、钢尺量最大侧向弯曲处
内、外墙板	宽度、高（厚）度		±5	钢尺或测距仪量一端及中部，
	侧向弯曲		L/1000 且	拉线、钢尺或测距仪量最大侧
	翘曲		L/1000	调平尺在两端量测
	对角线差		5	钢尺或测距仪测量两个对角线
	表面平整度		3	2m 靠尺和塞尺检查
	预留钢筋	中心位置	3	钢尺或测距仪检查
		留置长度	±3	钢尺或测距仪检查
	预埋件	中心位置	3	钢尺或测距仪检查

		安装平整度	3	靠尺和塞尺检查
	预置内	中心位置	2	钢尺或测距仪检查
	埋螺母	螺母留置长度	0, -3	钢尺或测距仪检查
	预埋线盒位置		20	钢尺或测距仪检查
	预留孔洞位置		5	钢尺或测距仪检查
预制混凝土板	长度		±5	钢尺或测距仪检查
	宽度、高（厚）度		±5	钢尺或测距仪检查
	侧向弯曲		$L/750$ 且 $\leq 20$	拉线、钢尺或测距仪量最大侧向弯曲处
	对角线差		10	钢尺或测距仪测量两个对角线
	表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺检查
	预埋线盒	中心位置	3	钢尺或测距仪检查
		安装平整度	3	靠尺和塞尺检查
	预埋吊环	中心位置	3	钢尺或测距仪检查
		留置长度	0, -10	钢尺或测距仪检查
	预留钢筋	中心位置	3	钢尺或测距仪检查
		留置长度	0, 5	钢尺或测距仪检查

	预留空洞位置	3	钢尺或测距仪检查	
楼梯	长度	±5	钢尺或测距仪检查	
	宽度、高（厚）度	±5	钢尺或测距仪量一端及中部， 取其中较大值	
	侧向弯曲	$L/1000$ 且 $\leq 20$	拉线、钢尺或测距仪量最大侧 向弯曲处	
	对角线差	5	钢尺或测距仪测量两个对角线	
	表面平整度	3	2m 靠尺和塞尺检查	
	翘曲	$L/1000$	调平尺在两端量测	
	相邻踏步高低差	3	钢尺或测距仪检查	
	预留钢筋	中心位置	3	钢尺或测距仪检查
		留置长度	0, 5	钢尺或测距仪检查
	预埋螺母	中心位置	3	钢尺或测距仪检查
		螺母留置长度	0, -3	钢尺或测距仪检查
	预埋件	中心位置	3	钢尺或测距仪检查
		安装平整度	3	靠尺和塞尺检查

注：1 L 为构件长度(mm)；

- 2 检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中较大值；
- 3 当采用计数检验时，除有专门要求外，合格点率应达到 80%及以上，且不得有严重

缺陷，可评定为合格。

【条文说明】本条给出了预制构件允许偏差标准及检验方法。质量检查是构件进入现场装配前的一个重要流程，通过对构件外观质量检查和尺寸允许偏差抽查，将符合要求的构件产品用于现场施工。本条给出的预制构件允许偏差为基本要求，如根据具体工程要求提出高于本条规定时，应按设计要求或合同规定执行。

**8.2.7** 预制混合柱混凝土段纵向受力钢筋与矩形钢管节点竖板焊接，以及预制混合梁混凝土段纵向受力钢筋与钢端头翼缘焊接时，采用搭接电弧焊接头，应符合下列规定：

- 1 焊缝表面应平整，不得有凹陷或焊瘤；
- 2 焊接接头区域不得有肉眼可见的裂纹；
- 3 预制混合柱混凝土段纵向受力钢筋与矩形钢管节点竖板的焊接接头和预制混合梁混凝土段纵向受力钢筋与钢端头翼缘的焊接接头的尺寸偏差、缺陷允许值及检验方法，应符合表 8.2.7 的有关规定。

表 8.2.7 焊接接头的允许偏差及检验方法

项目	单位	允许偏差	检验方法	
接头处钢筋轴线的位移	mm	0.1d	钢尺检查	
焊缝高度	mm	0.05d	钢尺检查	
焊缝宽度	mm	0.1d	钢尺检查	
焊缝长度	mm	0.3d	钢尺检查	
横向咬边深度	mm	0.5	钢尺检查	
在长 2d 焊缝表面上的气孔及夹渣	数量	个	2	观察
	面积	mm <sup>2</sup>	6	钢尺检查

注：d 为钢筋直径(mm)。

检查数量：全数检查。

检验方法：按表 8.2.7 执行。

【条文说明】本条对预制混合柱混凝土段纵向受力钢筋与矩形钢管节点竖板的焊接接头，以及预制混合梁混凝土段纵向受力钢筋与钢端头翼缘的焊接接头的尺寸偏差允许值、检验方法进行了规定。质量检验及验收时，只做外观检查不做接头试件的拉伸试验。

### 8.2.8 预制构件的外观质量不应有一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

【条文说明】外观质量的一般缺陷不会对结构性能、使用功能造成严重影响，但影响观感。故对已经出现的一般缺陷，也应及时处理，并重新检查验收。

### 8.2.9 预制构件应在显著位置统一进行标识，标识内容宜包括生产单位、构件编号、制作日期、合格状态等信息。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

【条文说明】预制构件表面的标识应清晰、准确，应能够清楚识别预制构件，并可实现施工过程中质量问题的可追溯性。

## 8.3 安装与连接

### I 主控项目

#### 8.3.1 预制构件临时固定措施应符合装配施工方案的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

【条文说明】临时固定措施是装配式钢节点钢混组合结构安装过程中承受施工荷载、保证构件定位、确保施工安全的有效措施，因此应严格按施工方案的要求进行设置和安装。

**8.3.2** 钢筋采用焊接连接时，其焊接质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定确定。

检验方法：检查钢筋焊接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

**8.3.3** 钢筋采用机械连接时，其接头质量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 的有关规定确定。

检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

【条文说明】8.3.2、8.3.3 钢筋采用焊接连接或机械连接时，大多数情况下无法现场截取试件进行检验，可采取模拟现场条件制作平行试件替代原位截取试件。平行试件的检验数量和试验方法应符合现场截取试件的要求，平行试件的制作应有质量管理措施，并保证具有代表性。

**8.3.4** 预制构件采用焊接、螺栓连接时，应符合国家现行标准《结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检查数量：按国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定确定。

检验方法：检查施工记录及平行加工试件的检验报告。

【条文说明】装配式钢节点钢混组合结构中的焊接、螺栓连接等连接方式，钢材、焊条、螺栓等产品或材料应分批进行进场检验。焊接质量及螺栓连接质量应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

### 8.3.5 预制组合柱矩形钢管节点内混凝土应浇筑密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查钢管内混凝土浇筑工艺试验报告和混凝土浇筑施工记录。

【条文说明】矩形钢管节点内混凝土浇筑的密实度应达到设计要求，并应无脱粘、离析现象。由于混凝土密实度检查较为困难，因此在施工过程中应加强控制，采取优化配合比、控制混凝土收缩等措施。近些年来，随着科技的进步和发展，出现了一些新型混凝土密实度的检测方法，如超声波检测法、雷达检测法，施工单位可根据具体情况选择使用不同的检测方法。

### 8.3.6 装配式钢节点钢混组合结构施工后，其外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测，检查处理记录。

【条文说明】装配式钢节点钢混组合结构的外观质量缺陷可参照国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015

第 8.1.2 条的有关规定进行判断。对于出现的外观质量严重缺陷及影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，应按国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 第 8.2、8.3 节的有关规定进行处理。

## II 一般项目

**8.3.7** 装配式钢节点钢混组合结构施工后，其外观质量不应有一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

【条文说明】装配式钢节点钢混组合结构施工后，对已经出现的一般缺陷，应由施工单位按技术处理方案进行处理。经处理的部位应重新验收。

**8.3.8** 装配式钢节点钢混组合结构施工后，预制构件安装允许偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表 8.3.8 的规定。

检查数量：在同一检验批内，对混合梁和劲性柱，应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对墙板和叠合板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间。

检验方法：按表 8.3.8 执行。

表 8.3.8 预制构件安装允许偏差及检验方法

检验项目		允许偏差	检验方法
构件轴线位置	劲性柱、墙板	8	经纬仪及尺量
	混合梁、叠合板	5	

标高	劲性柱、混合梁、墙板、叠合板 底面或顶面		±5	水准仪或拉线、尺量
构件垂直度	劲性柱、墙板 安装后 高度	≤6m	5	经纬仪或吊线、尺量
		>6m	10	
构件倾斜度	混合梁		5	经纬仪或吊线、尺量
相邻构件 平整度	混合梁、叠合板底面		3	2m 靠尺和塞尺测量
	劲性柱、墙板		5	
构件搁置长度	楼梯、叠合板		±10	尺量
支座、支垫中心 位置	叠合板、混合梁、 劲性柱、墙板		10	尺量
墙板接缝宽度			±5	尺量

【条文说明】表 8.3.8 提出了装配式钢节点钢混组合结构中预制安装部分的位置和尺寸偏差要求。对于现浇与预制构件的交接部位，如现浇结构与预制安装部分的尺寸偏差不一致时，实际工程应协调控制二者尺寸偏差。

## 8.4 子分部工程验收

**8.4.1** 装配式钢节点钢混组合结构子分部工程合格质量标准应符合下列规定：

- 1 所含分项工程质量验收应合格；
- 2 应有完整的质量控制资料；
- 3 观感质量验收应合格；

4 结构实体检验结果应满足设计和本规程 8.1.4 的要求。

【条文说明】本条根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定，给出了装配式钢节点钢混组合结构子分部工程质量合格标准。

**8.4.2** 装配式钢节点钢混组合结构施工质量不符合要求时，应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定进行处理。

【条文说明】检验批、分项工程、子分部实体检验项目质量不符合要求时的处理方法应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定执行。

**8.4.3** 装配式钢节点钢混组合结构子分部工程验收时，应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件；
- 2 预制构件的质量证明文件、结构性能检验报告及进场验收记录；
- 3 主要材料的质量证明文件和抽样检验报告；
- 4 预制构件安装验收记录；
- 5 隐蔽工程验收记录；
- 6 混凝土、灌浆料试件的性能检测报告；
- 7 钢筋接头试验报告；
- 8 安全及功能的检验和见证检测项目检查记录；
- 9 所含各分项工程质量验收记录；
- 10 观感质量检验项目检查记录；
- 11 重大质量问题的处理方案和验收记录；

**12** 结构实体检验记录；

**13** 其他文件和记录。

**【条文说明】**本条列出了混凝土结构子分部工程施工质量验收时应提供的主要文件和记录，涵盖了整个施工过程的质量控制资料，是确保工程质量的重要依据。

**8.4.4** 装配式钢节点钢混组合结构子分部工程施工质量验收合格后，应将所有验收文件存档备案。

**【条文说明】**本条规定了验收文件应存档备案。可落实设计使用年限内的责任，并可在维护、修理、检测、加固或改变使用功能时，提供有效依据。

## 本标准用词说明

1 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，在一定条件下可以应这样做的，采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《碳素结构钢》 GB /T 700
- 2 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624
- 3 《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》 GB /T 10433
- 4 《钢结构防火涂料》 GB 14907
- 5 《高分子防水材料 第3部分:遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3
- 6 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 7 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 8 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 9 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 10 《工程测量规范》 GB 50026
- 11 《工程结构设计基本术语标准》 GB/T 50083
- 12 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 13 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 14 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB 50223
- 15 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 16 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
- 17 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 18 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 19 《钢结构工程施工规范》 GB 50755
- 20 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 21 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1

- 22 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 23 《建筑变形测量规范》 JGJ 8
- 24 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 25 《建筑施工安全检查标准》 JGJ 59
- 26 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》 JGJ 82
- 27 《高层民用建筑钢结构技术规程》 JGJ 99
- 28 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 29 《建筑工程冬期施工规程》 JGJ/T 104
- 30 《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》 JGJ 110
- 31 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114
- 32 《组合结构设计规范》 JGJ 138
- 33 《玻璃幕墙工程质量检验标准》 JGJ/T 139
- 34 《建筑施工现场环境与卫生标准》 JGJ 146
- 35 《建筑用钢结构防腐涂料》 JG/T 224
- 36 《自密实混凝土应用技术规程》 JGJ/T 283
- 37 《混凝土建筑接缝用密封胶》 JC/T 881
- 38 《600MPa 级高强钢筋混凝土结构应用技术导则》 DB 13/T

5055