**UDC**

JGJ

**中华人民共和国行业标准**

**JGJ224－20××P备案号J×－20××**

预制预应力混凝土装配整体式结构

技术标准

Technical specification for structures comprised of precast prestressed concrete components

（征求意见稿）

**20××－××－××发布 20××－××－××实施**

**中华人民共和国住房和城乡建设部 发布**

**中华人民共和国行业标准**

预制预应力混凝土装配整体式结构

技术标准

Technical specification for structures comprised of precast prestressed concrete components

**JGJ224 -20xx**

**J**× **-20xx**

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：20××年×月×日

中国建筑工业出版社

20xx北京

**前 言**

根据住房和城乡建设部《关于印发2016年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》（建标函[2015] 274号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要技术内容是：总则、术语和符号、基本规定、结构设计与施工验算、构造要求、构件生产、施工与验收。

本标准修订的主要技术内容是：增加采用先张法预应力预制构件的预制剪力墙结构、预制预应力混凝土装配整体式框架结构，以及在抗震设防烈度为8度地区的应用的有关技术要求。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由南京大地建设集团有限责任公司负责日常管理，由南京大地建设集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送南京大地建设集团有限责任公司（地址：江苏省南京市华侨路56号大地大厦，邮编：210029）。

本标准主编单位：南京大地建设集团有限责任公司

中国建筑第八工程局有限公司

本标准参编单位：××××××

××××××

××××××

本标准参加单位：××××××

本标准主要起草人员：××× ××× ××× ×××

本标准主要审查人员：××× ××× ××× ×××

目次

[1 总则 1](#_Toc490041165)

[2 术语和符号 2](#_Toc490041166)

[2.1 术语 2](#_Toc490041167)

[2.2 符号 2](#_Toc490041168)

[3 基本规定 4](#_Toc490041169)

[3.1 一般规定 4](#_Toc490041170)

[3.2 材料 6](#_Toc490041171)

[3.3 构件 7](#_Toc490041172)

[3.4 作用效应组合 7](#_Toc490041173)

[4 结构设计与施工验算 12](#_Toc490041174)

[4.1 结构分析 12](#_Toc490041175)

[4.2 构件设计 12](#_Toc490041176)

[4.3 接缝受剪承载力计算 14](#_Toc490041177)

[4.4 施工验算 16](#_Toc490041178)

[5 构造要求 17](#_Toc490041179)

[5.1 一般规定 17](#_Toc490041180)

[5.2 预制梁、板、柱的连接构造 17](#_Toc490041181)

[5.3 预制剪力墙的连接构造 28](#_Toc490041182)

[5.4后张预应力框架的连接构造 28](#_Toc490041182)

[6 构件生产 36](#_Toc490041183)

[6.1 一般规定 36](#_Toc490041184)

[6.2 模板、台座 36](#_Toc490041185)

[6.3 钢筋加工、安装 36](#_Toc490041186)

[6.4 预应力筋制作与张拉 37](#_Toc490041187)

[6.5 混凝土 37](#_Toc490041188)

[6.6 堆放与运输 37](#_Toc490041189)

[6.7后张预应力构件 38](#_Toc490041189)

[7施工与验收 41](#_Toc490041190)

[7.1 现场堆放 41](#_Toc490041191)

[7.2 柱、剪力墙就位前准备工作 41](#_Toc490041192)

[7.3 柱、剪力墙吊装就位 41](#_Toc490041193)

[7.4 预制梁吊装就位 42](#_Toc490041194)

[7.5 板吊装就位 43](#_Toc490041195)

[7.6 安全措施 43](#_Toc490041196)

[7.7后张预应力框架施工 43](#_Toc490041196)

[7.8质量验收 49](#_Toc490041197)

[本标准用词说明 52](#_Toc490041198)

[引用标准名录 53](#_Toc490041199)

附：[条文说明 54](#_Toc490041200)

Contents

1　General Provisions 1

2　Terms and Symbols 2

2.1　Terms 2

2.2　Symbol 2

3　Basic Requirement ……………………………………………………………………………4

3.1 General Requirement………………………………………………………..…………..4

3.2　Materials 6

3.3　Precast Components 6

3.4　Load Effect Combination …………………………………………………………..7

4　 Structural Design and Construction Checking 11

4.1　Structural Analysis 11

4.2　Components Design 11

4.3　Calculation of shear bearing capacity of seam 12

4.4　Construction Checking 14

5　Detailing Requirement 15

5.1　General Requirement 15

5.2　Detailing Requirement for Connections 15

5.3 Detailing Requirement for Shear Wall Structure 27

5.4Detailing Requirementfor Post-tensioning Prestressed Frame Structure 27

6　 Production of Components 34

6.1　General Requirement 34

6.2　Templates, Pedestals 34

6.3　Processing and Installation of Steel Bars 34

6.4　Production, Installation and Tensioning of Prestressing Tendons 35

6.5　Concrete 35

6.6　Transportation and Stacking of Components 36

6.7　Components of Post-tensioning Prestressed Frame Structure 36

7　Construction and Acceptance 38

7.1　On-site Stacking of Components 38

7.2　Foundation Treatment before Perching Columns and Shear Walls 38

7.3　Hoisting and Perching of Columns and Shear Walls 38

7.4　Hoisting and Perching of Precast Beams 39

7.5　Hoisting and Perching of Plates 40

7.6　Safety Precautions of Installation 40

7.7　Construction of Post-tensioning Prestressed Frame Structure 40

7.8　Acceptance of Constructional Installation 40

Explanation of Wording in This Specification 43

List of Quoted Standards 44

Addition:Explanation of Provisions 45

1 总则

**1.0.1**为在预制预应力混凝土装配整体式结构的设计、施工及验收中，做到安全适用、技术先进、经济合理、施工方便、确保质量，制定本标准。

**1.0.2**本标准适用于抗震设防烈度为8度及8度以下地区的预制预应力混凝土装配整体式框架结构、框架-剪力墙结构和装配整体式剪力墙结构，以及后张预应力装配整体式混凝土框架结构的设计、施工及验收。

**1.0.3**预制预应力混凝土装配整体式结构的设计、施工及验收，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

**2.1.1**预制预应力混凝土装配整体式结构 structures comprised of precast prestressed concrete components

采用预制预应力混凝土叠合梁和叠合板、预制或现浇钢筋混凝土柱及剪力墙、通过后浇节点连接形成的装配整体式结构。包括预制预应力混凝土装配整体式框架结构、预制预应力混凝土装配整体式框架-剪力墙结构及预制混凝土装配整体式剪力墙结构。该体系采用先张法预应力技术。

**2.1.2**键槽节点 service hole joint

预制梁端预留键槽，预制梁的纵筋与伸入节点的U形钢筋在其中搭接，使用强度等级高一级的无收缩或微膨胀细石混凝土填平键槽，然后利用叠合层的后浇混凝土将梁上部钢筋等浇筑在一起形成的梁柱节点。

**2.1.3** U形钢筋 U-shaped reinforcing steel bar

在键槽与梁柱节点内将梁、柱连成一体的钢筋。

**2.1.4**交叉钢筋 diagonal reinforcements

一次成型的多层预制柱节点处设置的构造钢筋，用于保证预制柱在运输及施工阶段的承载力及刚度。

**2.1.5**集中约束搭接连接 rebar bundle lapping in grout-filled hole confined with spiral hoop

在预制混凝土剪力墙构件中预留孔道，孔道外侧采用螺旋箍筋约束，在孔道中插入下层剪力墙的竖向钢筋束，并灌注水泥基灌浆料而实现的预制剪力墙竖向钢筋搭接连接方式。

**2.1.6**后张预应力装配整体式混凝土框架结构monolithic precast concrete frame structure with prestressed tendons

预制混凝土梁柱构件通过预应力筋连接形成的装配整体式框架结构。称为后张预应力装配整体式混凝土框架结构。

2.2 符号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积； |
|  | —— | 预应力筋的抗拉强度标准值； |
| *m* | —— | 参与组合的永久荷载数； |
| *n* | —— | 参与组合的可变荷载数； |
| *R* | —— | 结构构件抗力设计值； |
|  | —— | 水平地震作用标准值的效应； |
|  | —— | 按预制构件自重荷载标准值计算的荷载效应值； |
|  | —— | 按叠合层自重荷载标准值计算的荷载效应值； |
|  | —— | 重力荷载代表值的效应； |
|  | —— | 按第*j*个永久荷载标准值*Gj*k计算的荷载效应值； |
|  | —— | 按施工活荷载标准值计算的荷载效应值； |
|  | —— | 按第*i*个可变荷载标准值Q*i*k计算的荷载效应值，其中为诸可变荷载效应中起控制作用者； |
|  | —— | 风荷载标准值的效应； |
|  | —— | 脱模吸附系数或动力系数； |
|  | —— | 结构的重要性系数； |
|  | —— | 水平地震作用分项系数； |
|  | —— | 永久荷载分项系数； |
|  | —— | 第*j*个永久荷载的分项系数； |
|  | —— | 第*i*个可变荷载考虑设计使用年限的调整系数，其中为主导可变荷载*Q*1考虑设计使用年限的调整系数； |
|  | —— | 可变荷载分项系数； |
|  | —— | 第*i*个可变荷载的分项系数，其中为主导可变荷载*Q*1的分项系数； |
|  | —— | 承载力抗震调整系数； |
|  | —— | 风荷载分项系数； |
|  | —— | 第*i*个可变荷载*Qi*的组合值系数； |
|  | —— | 可变荷载的准永久值系数； |
|  | —— | 风荷载组合值系数。 |

3 基本规定

3.1 一般规定

**3.1.1**预制预应力混凝土装配整体式框架结构、装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式剪力墙结构、后张预应力装配整体式混凝土框架结构的房屋最大适用高度应满足表3.1.1的要求。

表3.1.1 预制预应力混凝土装配整体式结构适用的最大高度(m)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | 抗震设防烈度 | | | |
| 6度 | 7度 | 8度（0.20g） | 8度（0.30g） |
| 装配整体式框架结构 | 60 | 50 | 40 | 30 |
| 装配整体式框架—现浇剪力墙结构 | 130 | 120 | 100 | 80 |
| 装配整体式剪力墙结构 | 130（120） | 110（100） | 90（80） | 70（60） |
| 后张预应力装配整体式混凝土框架结构 | 60 | 50 | 40 | 30 |

注：装配整体式剪力墙结构在规定的水平力作用下，当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的50%时，其最大适用高度应适当降低；当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的80%时，最大适用高度应取表3.1.1中括号内的数值。

3.1.2预制预应力混凝土装配整体式结构应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑的抗震等级应符合表3.1.2的规定。其他抗震设防类别和特殊场地类别下的建筑应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中对抗震措施进行调整的规定。

表3.1.2 预制预应力混凝土装配整体式结构的抗震等级

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | | 烈度 | | | | | | | | | |
| 6度 | | 7度 | | | | 8度 | | | |
| 装配整体式框架结构 | 高度(m) | ≤24 | >24 | ≤24 | | >24 | | ≤24 | | >24 | |
| 框架 | 四 | 三 | 三 | | 二 | | 二 | | 一 | |
| 大跨度框架 | 三 | | 二 | | | | 一 | | | |
| 装配整体式框架-现浇剪力墙结构 | 高度(m) | ≤60 | >60 | ≤24 | >24且≤60 | | >60 | ≤24 | >24且≤60 | | >60 |
| 框架 | 四 | 三 | 四 | 三 | | 二 | 三 | 二 | | 一 |
| 剪力墙 | 三 | 三 | 三 | 二 | | 二 | 二 | 一 | | 一 |
| 装配整体式剪力墙结构 | 高度(m) | ≤70 | >70 | ≤24 | >24且≤70 | | >70 | ≤24 | >24且≤70 | | >70 |
| 剪力墙 | 四 | 三 | 四 | 三 | | 二 | 三 | 二 | | 一 |
| 后张预应力装配整体式混凝土框架结构 | 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 | | | |

注：1 建筑场地为I类时，除6度外应允许按表内降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施，但相应的计算要求不应降低；

2 接近或等于高度分界时，应允许结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级；

3 乙类装配整体式结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；当建筑场地为I类时，仍可按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施；

4 大跨度框架指跨度不小于18m的框架。

**3.1.3**高层装配整体式框架结构的首层柱宜采用现浇混凝土。高层装配整体式剪力墙结构底部加强部位及以下部位宜采用现浇混凝土。

**3.1.4**抗震设计时，高层装配整体式剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙。当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

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

**2**房屋适用高度应比本标准表3.1.1规定的装配整体式剪力墙结构的最大适用高度适当降低，抗震设防烈度为7度、8度（0.2g）和8度（0.3g）时分别不应大于90m、70m和50m。

**3.1.5**预制预应力混凝土装配整体式结构的平面布置宜规则、对称，并应具有良好的整体性；建筑的立面和竖向剖面宜规则，结构的侧向刚度宜均匀变化，竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减小，避免抗侧力结构的侧向刚度突变。

**3.1.6**预制预应力混凝土装配整体式多层框架结构不宜采用单跨框架结构，预制预应力混凝土装配整体式高层框架结构以及乙类建筑的预制预应力混凝土装配整体式多层框架结构不应采用单跨框架结构。楼梯间的布置不应导致结构平面显著不规则，并应对楼梯构件进行抗震承载力验算。

**3.1.7**后张预应力装配整体式混凝土框架结构应具备良好变形能力和耗能能力，应符合“强剪弱弯”和“强节点弱构件”的设计理念，避免结构发生剪切先于弯曲破坏，框架节点先于构件发生破坏。

**3.1.8** 后张预应力装配整体式混凝土框架用水泥基浆体填充后张预应力管道时，浆体的流动度、泌水率、体积稳定性和强度等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的规定。在冰冻环境中灌浆，灌入的浆料必须在10℃～15℃环境温度中至少保存24h。

3.2 材料

**3.2.1**预制预应力混凝土装配整体式结构所使用的混凝土应符合表3.2.1的规定：

表3.2.1 预制预应力混凝土装配整体式结构的混凝土强度等级要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 叠合板 | | 叠合梁 | | 预制柱、预制剪力墙 | 节点键槽以外部分 | 现浇剪力墙、柱 |
| 预制板 | 叠合层 | 预制梁 | 叠合层 |
| 混凝土强度等级 | C40及以上 | C30及以上 | C40及以上 | C30及以上 | C30及以上 | C30及以上 | C30及以上 |

**3.2.2** 键槽节点部分应采用比预制构件混凝土强度等级高一级且不低于C45的无收缩细石混凝土填实。

**3.2.3**预应力筋宜采用预应力螺旋肋钢丝、钢绞线，且强度标准值不宜低于1570MPa。

**3.2.4**预制预应力混凝土结构应采用HRB400级、HRB500级钢筋，箍筋也可采用HPB300级钢筋。

**3.2.5**钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398的规定。

**3.2.6** 钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T408的规定。

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

**3.2.8** 集中约束搭接连接的灌浆材料采用无收缩水泥基灌浆料，1d龄期的强度不宜低于25 MPa，28d龄期的强度不应低于60MPa，其余条件应满足现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448中II类水泥基灌浆材料的要求。

**3.2.9** 坐浆材料可采用强度等级不低于预制构件的无收缩砂浆。

**3.2.10**集中约束搭接连接预留孔道采用的金属波纹管应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225的规定。

**3.2.11**后张预应力装配整体式混凝土框架构件的混凝土强度等级不宜低于C40，且不应低于C30；8度时预应力混凝土结构构件的混凝土强度等级不宜超过C70。

**3.2.12**后张预应力装配整体式混凝土框架应根据工程环境条件、结构特点和预应力筋品种，选择预应力筋锚具。常用金属预应力筋的锚具可按表3.2.2选用。

**表3.2.2锚具选用**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 预应力筋品种 | 张拉端 | 固定端 | |
| 安装在结构之外 | 安装在结构之内 |
| 钢绞线 | 夹片锚具 | 夹片锚具  挤压锚具 | 挤压锚具 |

**3.2.13**金属预应力筋用锚具性能应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370、《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85和《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92的规定。

**3.2.14**后张预应力装配整体式混凝土框架孔道材料应符合下列规定：

1 金属波纹管性能应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 3013的有关规定；

2 塑料波纹管性能应符合现行行业标准《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT／T 529的有关规定。

**3.2.14**后张预应力装配整体式混凝土框架灌浆材料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。

3.3 构件

**3.3.1**预制钢筋混凝土柱应采用矩形截面，截面边长不宜小于400mm。一次成型的预制柱的长度不宜超过14m和 4层层高的较小值。

**3.3.2**预制梁的截面边长不应小于200mm。预制梁端部应设键槽，键槽中应放置U形钢筋，并应通过后浇混凝土实现下部纵向受力钢筋的搭接。

**3.3.3**预制板厚度不应小于50mm，且不应大于楼板总厚度的1/2。预制板的宽度不宜大于2500mm，且不宜小于600mm。预应力筋宜采用直径5mm的高强螺旋肋钢丝。钢丝的混凝土保护层厚度不应小于20mm。

**3.3.4**预制剪力墙可采用一字形、L形、T形或U形。预制剪力墙的截面厚度不宜小于200mm，不宜大于300mm。

3.4 作用效应组合

**3.4.1**预制预应力混凝土装配整体式结构进行承载能力极限状态计算时，对持久设计状态、短暂设计状态和地震设计状态，当用内力的形式表达时，结构构件应采用下列承载能力极限状态表达式：

 (3.4.1-1)

式中：——结构重要性系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定选用；

**——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值（N或N.mm），按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009和《建筑抗震设计规范》GB50011的规定进行计算；

**——结构构件的抗力设计值（N或N.mm）。

**1**预制构件施工验算时作用组合的效应设计值应按下式计算：

 (3.4.1-2)

式中：——脱模吸附系数或动力系数。脱模吸附系数：宜取1.5，也可根据构件和模具表面状况适当增减，复杂情况，宜根据试验确定；动力系数：构件吊运、运输时宜取1.5，构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，可取1.2，当有可靠经验时，可根据实际受力情况和安全要求适当增减。

——永久荷载分项系数，应按本标准第3.4.3条采用；

——按预制构件自重荷载标准值计算的荷载效应值（N或N.mm）。

**2**预制构件安装就位后施工时作用组合的效应设计值应按下式计算：

 (3.4.1-3)

式中：——按叠合层自重荷载标准值计算的荷载效应值（N或N.mm）；

——可变荷载分项系数，应按本标准第3.4.3条采用；

——按施工活荷载标准值计算的荷载效应值（N或N.mm）。

**3**主体结构各构件使用阶段作用组合的效应设计值应按下列情况进行计算：

1）由可变荷载控制的效应设计值应按下式进行计算：

 (3.4.1-4)

式中：——第*j*个永久荷载的分项系数，应按本标准第3.4.3条采用；

——第*i*个可变荷载的分项系数，其中为主导可变荷载*Q*1的分项系数，应按本标准第3.4.3条采用；

——第*i*个可变荷载考虑设计使用年限的调整系数，其中为主导可变荷载*Q*1考虑设计使用年限的调整系数；

——按第*j*个永久荷载标准值*Gj*k计算的荷载效应值；

——按第*i*个可变荷载标准值*Qi*k计算的荷载效应值，其中为诸可变荷载效应中起控制作用者（N或N.mm）；

——第*i*个可变荷载*Qi*的组合值系数；

*m*——参与组合的永久荷载数。

——参与组合的可变荷载数。

2）永久荷载效应控制的组合应按下式进行计算：

 (3.4.1-5)

注：1 基本组合中的效应设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况；

2 当对无法明显判断时，应轮次以各可变荷载效应作为，并选取其中最不利的荷载组合的效应设计值。

**4**施工阶段临时支撑的设置应考虑风荷载的影响。

**3.4.2**对于正常使用极限状态，预制预应力混凝土装配整体式结构的结构构件应分别按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响或标准组合并考虑长期作用的影响，采用下列极限状态设计表达式进行验算：

 (3.4.2-1)

式中：*S*——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值（mm或N/mm2）；

*C*——结构构件达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度和自振频率等的限值。

主体结构各构件的荷载标准组合的效应设计值和准永久组合的效应设计值，应按下式确定:

1）荷载标准组合的效应设计值

 (3.4.2-2)

2）准永久组合的效应设计值

 (3.4.2-3)

式中：——可变荷载的准永久值系数。

**3.4.3**基本组合的荷载分项系数，应按下列规定采用：

**1**永久荷载的分项系数应符合下列规定：

1. 当永久荷载效应对结构不利时，对由可变荷载效应控制的组合应取1.2，对由永久荷载效应控制的组合应取1.35；
2. 当永久荷载效应对结构有利时，不应大于1.0.

**2**可变荷载的分项系数应符合下列规定：

1. 对标准值大于4kN/m2的工业房屋楼面结构的活荷载，应取1.3；
2. 其他情况，应取1.4。

**3**对结构的倾覆、滑移或漂浮验算，荷载的分项系数应满足现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定。

**3.4.4**预制预应力混凝土装配整体式结构的结构构件的地震作用效应和其它荷载效应的基本组合应按下式计算：

 (3.4.4)

式中：——结构构件的地震作用和其它作用组合的效应设计值（N或N.mm）；

——重力荷载分项系数，一般情况应采用1.2，当重力荷载效应对构件承载力有利时，不应大于1.0；

——水平地震作用分项系数，应采用1.3；

——风荷载分项系数，应采用1.4；

——重力荷载代表值的效应（N或N.mm）；

——水平地震作用标准值的效应（N或N.mm），尚应乘以相应的增大系数或调整系数；

——风荷载标准值的效应（N或N.mm）；

——风荷载组合值系数，一般结构取0.0，风荷载起控制作用的建筑应采用0.2。

**3.4.5**预制预应力混凝土装配整体式结构的结构构件的截面抗震验算，应按下式进行计算：

 (3.4.5)

式中：*R*——结构构件承载力设计值（N或N.mm）；

——承载力抗震调整系数，除另有规定外，应按表3.4.5采用。

表3.4.5 承载力抗震调整系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构构件 | 受力状态 |  |
| 梁  轴压比小于0.15的柱  轴压比不小于0.15的柱  剪力墙  各类构件 | 受弯  偏压  偏压  偏压  受剪、偏拉 | 0.75  0.75  0.80  0.85  0.85 |

**3.4.6**预制预应力混凝土装配整体式结构应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011的规定进行多遇地震作用下的抗震变形验算。

**3.4.7**四级框架节点核心区可不进行抗震验算，但应符合抗震构造措施的要求；一、二、三级框架节点核心区应进行抗震验算。核心区截面抗震验算方法应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《建筑抗震设计规范》GB50011的有关规定。

**3.4.8**在结构内力与位移计算时，梁刚度增大系数可根据翼缘情况近似取为1.3～2.0。

**3.4.9**考虑地震作用组合的后张预应力装配整体式混凝土框架节点核心区抗震受剪承载力，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140有关条款计算；预应力装配整体式混凝土框架梁、柱的斜截面抗震受剪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有关条款的规定。

4 结构设计与施工验算

4.1结构分析

**4.1.1**预制预应力混凝土装配整体式结构的内力和变形应按施工安装、使用两个阶段分别计算，并应取其最不利内力：

**1** 施工安装阶段，构件内力应按简支梁或连续梁计算。

**2** 使用阶段，内力应按连续构件计算。次梁支座可按铰接考虑。

**4.1.2**预制预应力混凝土装配整体式结构的叠合梁、板施工阶段应有可靠支撑。

**4.1.3**预制预应力混凝土装配整体式结构使用阶段计算时可取与现浇结构相同的计算模型。

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

**4.1.5**预制预应力混凝土装配整体式结构施工阶段的计算，可不考虑地震作用的影响。

**4.1.6**预制预应力混凝土装配整体式框架结构使用阶段的内力计算应符合下列规定：

**1**框架梁的计算跨度应取柱中心到中心的距离。

**2** 框架柱的计算长度和梁翼缘的有效宽度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定确定。

**3**在竖向荷载作用下应考虑梁端塑性变形内力重分布，对梁端负弯矩进行调幅，叠合式框架梁的弯矩调幅系数可取0.8。梁端负弯矩减小后应按平衡条件计算调幅后的跨中弯矩。

**4.1.7**后张预应力装配整体式混凝土框架结构可按预应力现浇混凝土框架结构进行设计。内力和变形计算时，应计入填充墙对结构刚度的影响。

4.1.8 后张预应力装配整体式混凝土框架结构正常使用极限状态内力分析应符合下列规定：

**1**在确定内力与变形时按弹性理论值分析。由预加力引起的内力和变形可采用约束次内力法计算。当采用等效荷载法计算时，次剪力宜根据结构构件各截面次弯矩分布按结构力学方法计算。

**2**构件截面或板单元宽度的几何特征可按毛截面（不计钢筋）计算。

4.2 构件设计

**4.2.1** 预制预应力混凝土装配整体式结构应按各杆件在永久荷载、活荷载、风荷载、地震作用下最不利的组合内力进行截面设计，并应分别考虑施工阶段和使用阶段两种情况，取内力的较大值配置钢筋。

**4.2.2**预制预应力混凝土叠合梁、板的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。

**4.2.3**对不配抗剪钢筋的叠合板，当符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的叠合界面粗糙度的构造规定时，其叠合面的受剪强度应符合下式的规定：

（4.2.3）

式中：——剪力设计值（N）；

——截面宽度（mm）；

——截面有效高度（mm）。

**4.2.4**预制预应力混凝土装配整体式框架-剪力墙结构中的剪力墙的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《建筑抗震设计规范》GB50011的有关规定。

**4.2.5**后张预应力装配整体式混凝土框架结构中的预应力混凝土叠合梁应符合下列规定：

**1**预应力叠合梁应按部分预应力混凝土梁设计，应采用预应力筋和非预应力钢筋混合配筋的方式，预应力筋宜穿过柱截面，预应力强度比应符合现行国家标准《建筑结构抗震设计规范》GB 50011以及行业标准《预应力混凝土结构设计规范》JGJ369的有关规定；

**2**预应力叠合梁宜采用曲线布筋形式，可采用有粘结预应力筋或部分粘结预应力筋，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010中的有关规定。当采用部分粘结预应力筋时，无粘结段宜设置在节点核心区附近，无粘结段范围宜取节点核心区宽度及两侧梁端一倍梁高范围；无粘结段预应力筋的外包层材料及涂料层应符合现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92的有关规定。

**3**预应力叠合梁的高宽比不宜大于4；梁高宜取1/12~1/22的计算跨度，净跨与截面高度之比不应小于4；

**4**预应力叠合梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于150mm；

**5**预应力叠合梁的纵向钢筋应伸入后浇节点区内锚固或连接，并应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的相关规定；

**6**预应力筋张拉前，预应力叠合梁应按非预应力混凝土梁进行施工阶段验算；

**7**节点核心区的波纹管宜在预制梁安装完成后安装，并应与预制梁中的波纹管紧密连接；

**8**除满足本标准的相关规定外，预应力叠合梁尚应满足现行国家标准《混凝土结构设计规程》GB 50010、《建筑结构抗震设计规程》GB 50011、《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ140、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231和行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定。

4.3接缝受剪承载力计算

**4.3.1**接缝的受剪承载力应符合下列规定：

1 持久设计状况：

（4.3.1-1）

2 地震设计状况：

（4.3.1-2）

在梁、柱端箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，尚应符合下列要求：

（4.3.1-3）

式中：——结构重要性系数，安全等级为一级时不应小于1.1，安全等级为二级时不应小于1.0；

——持久设计状况下接缝剪力设计值；

——地震设计状况下接缝剪力设计值；

——持久设计状况下梁端、柱端底部接缝受剪承载力设计值；

——地震设计状况下梁端、柱端底部接缝受剪承载力设计值；

——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值；

——接缝受剪承载力增大系数，抗震等级为一、二级取1.2，抗震等级为三、四级取1.1。

**4.3.2**叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值按下列公式计算：

1 持久设计状况

（4.3.2-1）

2 地震设计状况

（4.3.2-2）

式中：——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；

——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

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

——垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

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

当预制柱受压时：

（4.3.3-1）

当预制柱受拉时：

（4.3.3-2）

式中：——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

——与剪力设计值相应的垂直于结合面的轴向力设计值，取绝对值进行计算；

——垂直穿过结合面所有钢筋的面积；

——地震设计状况下梁端、柱端底部接缝受剪承载力设计值。

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

（4.3.4）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 式中： |  | —— | 垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值； |
|  |  | —— | 与剪力设计值*V*相应的垂直于结合面的轴向力设计值，压力时取正，拉力时取负； |
|  |  | —— | 垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。 |

4.4施工验算

**4.4.1**预制构件在脱模、吊运、运输、安装等环节的施工验算应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666的有关规定。

**4.4.2**在不增加受力钢筋的前提下，应根据承载力及刚度要求确定预制梁、板底部支撑的位置、数量。部分位置可按施工阶段无支撑或无足够支撑的叠合式受弯构件进行施工验算。

**4.4.3**预制预应力混凝土装配整体式结构施工安装阶段的内力计算应符合下列规定：

1 荷载应包括梁板自重及施工安装荷载；

2 梁的计算跨度应根据支撑的实际情况确定。

**4.4.4**叠合梁、板未形成前，预制梁、板应能承受自重和新浇混凝土的重量。当叠合层混凝土达到设计强度后，后加的恒载及活载应由叠合截面承担。

5 构造要求

5.1 一般规定

**5.1.1**柱的轴压比及柱和梁的钢筋配置应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011、《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。

**5.1.2**梁端键槽和键槽内U型钢筋平直段的长度应符合表5.1.2的规定。

表5.1.2 梁端键槽和键槽内U型钢筋平直段的长度

|  |  |
| --- | --- |
| 键槽长度*L*j（mm） | 键槽内U型钢筋平直段的长度*L*u（mm） |
| 0.5+50与400的较大值 | 0.5与350的较大值 |

注：表中为U型钢筋搭接长度。

**5.1.3**框架梁梁端截面的底部伸入节点的U形钢筋面积及伸入节点的底部普通钢筋面积之和与顶部纵向受力钢筋截面面积的比值，除按计算确定外，一级抗震等级不应小于0.55，二、三级抗震等级不应小于0.4。

**5.1.4**八度区一级抗震等级的框架应采用无壁键槽形式（图5.2.4）；八度区二级抗震等级的框架宜采用无壁键槽形式，高度不超过12m，且层数不超过三层时，可采用带壁键槽节点（图5.2.3）。

**5.1.5**八度区采用无壁键槽形式时，沿梁全长底面至少应配置两根通长的纵向钢筋，钢筋直径不应小于14mm ，且不应少于梁底面纵向受力钢筋中最大截面面积的1/3，计算底部纵向受力钢筋截面面积时，应将预应力筋按抗拉强度设计值换算为普通钢筋截面面积。

**5.1.6**八度区采用无键槽壁形式时，框架梁底面纵向普通钢筋配筋率不应小于0. 2%。

**5.1.7**预制板端部预应力筋外露长度不宜小于150mm，搁置长度不宜小于10mm。

**5.1.8** 预制剪力墙当采用集中约束搭接连接时应符合本标准5.3节的规定。其他构造要求应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的相关规定。

5.2 预制梁、板、柱的连接构造

**5.2.1**多层框架结构预制柱与基础的连接应符合下列规定：

**1**采用杯形基础时，应满足现行国家标准《地基基础设计规范》GB50007的相关规定；

**2**采用预留孔插筋法（图5.2.1）时，预制柱与基础的连接应符合下列规定：

1）预留孔长度应大于柱主筋搭接长度；

2）预留孔宜选用封底镀锌波纹管，封底应密实不应漏浆；

3）管的内径应大于柱主筋外切圆直径10mm；

4）灌浆材料宜用无收缩灌浆料，1d龄期的强度不宜低于25 MPa，28d龄期的强度不应低于60MPa，其余条件应满足现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448中II类水泥基灌浆材料的要求。

c3

图5.2.1 预留孔插筋

1——基础梁；2——基础；3——箍筋；4——基础插筋；5——预留孔

**5.2.2**三级抗震等级框架的非底层部位和四级抗震等级框架，预制柱纵向钢筋宜采用型钢支撑机械连接、套筒灌浆连接（图5.2.2a、b），也可采用型钢支撑绑扎搭接连接、预留孔插筋连接（图5.2.2c、d）。一级、二级抗震等级的框架及三级抗震等级的框架底层部位，预制柱纵向钢筋应采用型钢支撑机械连接、套筒灌浆连接（图5.2.2a、b）；预制柱之间的纵向钢筋的连接除应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定外，尚应符合下列规定：



（a）型钢支撑机械连接（b）套筒灌浆连接

（c）型钢支撑搭接连接（d）预留孔插筋连接

图5.2.2 柱与柱连接

1—可调斜撑；2—工字钢（承受上柱自重）；3—机械套筒；4——灌浆套筒；5——预留孔

**1**采用型钢支撑连接时，宜采用工字钢，工字钢伸出上段柱下表面的长度应不小于柱主筋的搭接长度或不小于机械套筒长度加200mm，且工字钢应有足够的承载力及刚度支撑上段柱的重量；

**2** 采用预留孔连接时应符合本标准第5.2.1条第2款的规定；

**3**采用套筒灌浆连接时，应符合现行有关规范的相关要求。

**5.2.3**柱与梁的连接可采用键槽节点（图5.2.3）。键槽的U形钢筋直径不应小于12mm、不宜大于20 mm。键槽内钢绞线弯锚长度不应小于210mm，U形钢筋伸入节点的锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定。预留键槽壁厚宜取40mm。U形钢筋在边节点处钢筋水平长度未伸过柱中心时不得向上弯折。当中间层边节点梁上部纵筋、U形钢筋外侧端采用钢筋锚固板时（图5.2.3f、i），应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010、现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的相关规定。

对框架顶层端节点，柱宜伸出屋面并将柱纵向受力钢筋锚固在伸出段内（图5.2.3b），柱纵向受力钢筋宜采用锚固板的锚固方式，此时锚固长度不应小于0.6*l*abE。伸出段内箍筋直径不应小于*d*/4（*d*为柱纵向受力钢筋的最大直径），伸出段箍筋间距不应大于5*d*（*d*为柱纵向受力钢筋的最小直径）且不应大于100mm；梁纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板锚固，此时锚固长度不应小于0.6*l*abE。



（a）顶层中间节点（b）预制柱、梁顶层边节点连接



（c）现浇柱和预制梁顶层边节点连接



（d）中间层中间节点

 e）中间层边节点1 f）中间层边节点2

（g）中间节点U形钢筋（h）边节点U形钢筋1 （i）边节点U形钢筋2

图5.2.3 有键槽壁梁柱节点浇筑前钢筋连接构造图

1——叠合层；2——预制梁；3——U形钢筋；4——预制梁中伸出、弯折的钢绞线；

5——键槽长度；6——钢绞线弯锚长度；7——框架柱；8——中柱；

9——边柱；10——钢筋锚固板；*l*abE——受拉钢筋基本抗震锚固长度；

R——U形钢筋弯折半径（外侧6d、内侧4d）

**5.2.4**柱与梁的连接可采用无壁键槽节点（图5.2.4）。键槽的U形钢筋直径不应小于12mm、不宜大于20 mm。键槽内钢绞线弯锚长度不应小于210mm，U形钢筋的锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定。现场施工时应在键槽位置设置模板，安装键槽部位箍筋和U型钢筋后方可浇筑键槽混凝土。U形钢筋在边节点处钢筋水平长度未伸过柱中心时不得向上弯折。中间层边节点梁上部纵筋、U形钢筋外侧端采用钢筋锚固板时（图5.2.4f、i），应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010、现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的相关规定。

对框架顶层端节点，柱宜伸出屋面并将柱纵向受力钢筋锚固在伸出段内（图5.2.4b），柱纵向受力钢筋宜采用锚固板的锚固方式，此时锚固长度不应小于0.6*l*abE。伸出段内箍筋直径不应小于*d*/4（*d*为柱纵向受力钢筋的最大直径），伸出段箍筋间距不应大于5*d*（*d*为柱纵向受力钢筋的最小直径）且不应大于100mm；梁纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板锚固，此时锚固长度不应小于0.6*l*abE。



（a）顶层中间节点（b）预制柱、梁顶层边节点连接



（c）现浇柱和预制梁顶层边节点连接



（d）中间层中间节点

 e）中间层边节点1 f）中间层边节点2

（g）中间节点U形钢筋（h）边节点U形钢筋1 （i）边节点U形钢筋2

图5.2.4无键槽壁梁柱节点浇筑前钢筋连接构造图

1——叠合层；2——预制梁；3——U形钢筋；4——预制梁中伸出、弯折的钢绞线；

5——键槽长度；6——钢绞线弯锚长度；7——框架柱；8——中柱；9——边柱；

10——钢筋锚固板；11——机械套筒；12——伸入节点钢筋；13——预制梁底普通钢筋；

*l*abE——受拉钢筋基本抗震锚固长度；R——U形钢筋弯折半径（外侧6d、内侧4d）

**5.2.5**次梁可采用吊筋形式的缺口梁方式与主梁连接（图5.2.5-1、图5.2.5-2），并应符合下列规定：



(a) 次梁与边主梁的连接



（b）预制主梁缺口详图



（c）次梁与中间主梁的连接

图5.2.5 -1 主梁与次梁的连接构造图

b——次梁宽；1——梁底U形钢筋，可放两排（、）；2凸出部位梁底纵筋（）；3——凸出部位腰筋（）；4——吊筋（）；5——凸出部位箍筋（）；

6——预制次梁；7——预制边主梁；8——构造筋；9——预制中间主梁；10——预制次梁

**1**缺口梁端部高度不宜小于0.5倍的叠合梁截面高度*h*，挑出部分长度可取缺口梁端部高度，缺口拐角处宜做斜角。

**2**缺口梁梁端受剪截面应符合下列规定：

（5.2.5-1）

式中：——缺口梁梁端支座反力设计值（N）；

——缺口梁截面宽度（mm）；

——混凝土强度影响系数，当混凝土强度等级不超过C50时，取；

——缺口梁端部截面有效高度（mm）。

**3**缺口梁端部吊筋的截面面积应符合下式规定：

（5.2.5-2）

式中：——箍筋抗拉强度设计值（）。

**4** 缺口梁凸出部位梁底纵筋的截面面积应符合下式规定：

（5.2.5-3）

式中：——缺口梁梁端支座反力与吊筋合力点之间的距离（mm）。反力作用点位置：梁底有预埋钢板可取为预埋钢板中点，无预埋钢板可取为梁端凸出部位的中点；

——可取0.85倍缺口梁端部截面有效高度；

——梁底有预埋钢板可取0.2*N*，无预埋钢板可取0.65*N*，另有计算的除外；

——钢筋抗拉强度设计值（）。

**5** 缺口梁凸出部位腰筋的截面面积应符合下式规定：

（5.2.5-4）

**6** 缺口梁凸出部位箍筋的截面面积应符合下列规定：

（5.2.5-5）

（5.2.5-6）

且不小于，间距不大于100mm。

式中：——混凝土抗拉强度设计值（）。

**7**凸出部位纵筋及腰筋可做成U形，从垂直裂缝（图5.2.5-2）伸入梁内的延伸长度可取为1.7倍钢筋的锚固长度。腰筋间距不宜大于100mm，不宜小于50mm，最上排腰筋与梁顶距离不应小于缺口梁端部高度的1/3。

**8**凸出部位箍筋和吊筋应为封闭箍筋，距梁边距离不应大于40mm，应配置在缺口梁端部高度的1/2的范围内。

**9**次梁底部纵筋在梁端的锚固可采用水平U形钢筋及与其搭接的方式，及的直段长度可取为1.7倍钢筋的锚固长度，截面面积不小于梁底普通钢筋及预应力筋换算为普通钢筋的面积之和的1/3。



图5.2.5 -2 预制次梁的端部配筋构造

1、7——梁底U型钢筋（、）；2——凸出部位梁底纵筋（）；

3——凸出部位腰筋（）； 4——吊筋（），设置范围；

5——凸出部位箍筋（）；

6——预制次梁；8——垂直裂缝；9、10——斜裂缝

**5.2.6**预制板之间连接时，应在预制板相邻处板面铺钢筋网片（图5.2.6），网片钢筋直径不宜小于5mm，强度等级不应小于HPB300，短向钢筋的长度不宜小于600mm，间距不宜大于200mm；网片长向可采用三根钢筋，钢筋长度可比预制板短200mm。



（a）钢筋网片（b）钢筋网片位置

图5.2.6板纵缝连接构造

1——钢筋网片的短向钢筋；2——钢筋网片的长向钢筋；3——钢筋网片的短向长度；

4——钢筋网片的长向长度；5——叠合层；6——预制板

**5.2.7**预制柱层间连接节点处应增设交叉钢筋，并应与纵筋焊接（图5.2.7）。交叉钢筋每侧应设置一片，每根交叉钢筋斜段垂直投影长度可比叠合梁高小40mm，端部直段长度可取为300mm。交叉钢筋的强度等级不宜小于HRB400，其直径应按运输、施工阶段的承载力及变形要求计算确定，且不应小于12mm。



图5.2.7预制柱层间节点详图

h——梁高；1——焊接；2——楼面板标高；3——交叉钢筋

**5.2.8**预制梁的配筋构造应满足下列要求：

1 预制梁底角部应设置普通钢筋，两侧应设置腰筋（图5.2.8）；

2 预制梁端部应设置保证钢绞线的位置的带孔模板；钢绞线的分布宜分散、对称；其混凝土保护层厚度（指钢绞线外边缘至混凝土表面的距离）不应小于55mm；下部纵向钢绞线水平方向的净间距不应小于35mm；各层钢绞线之间的净间距不应小于25mm；

3 梁跨度较小时可不配置预应力筋；

4当箍筋采用组合封闭箍筋（图5.2.8b）时，开口箍筋上方应设置135o弯钩，框架梁弯钩平直段长度不应小于10d（d为箍筋直径），次梁弯钩平直段长度不应小于5d；箍筋帽两端宜设置135o弯钩，也可一端135o另一端90o弯钩，但135o弯钩和90o弯钩应沿纵向受力钢筋方向交错设置，框架梁弯钩平直段长度不应小于10d（d为箍筋直径），次梁135o弯钩平直段长度不应小于5d，90o弯钩平直段长度不应小于10d；

5抗震等级为一、二级的叠合框架梁的梁端箍筋加密区宜采用整体封闭箍筋；当叠合梁受扭时宜采用整体封闭箍筋（图5.2.8a）；

6 框架梁箍筋加密区长度内的箍筋肢距：一级抗震等级，不宜大于200mm和20倍箍筋直径的较大值，且不应大于300mm；二、三级抗震等级，不宜大于250mm和20倍箍筋直径的较大值，且不应大于350mm；四级抗震等级，不宜大于300mm，且不应大于400mm。



（a）采用普通封闭箍筋（b）采用组合封闭箍筋

图5.2.8预制梁构造详图

1——预制梁；2——叠合梁上部钢筋；3——腰筋（按设计确定）；4——钢绞线；5——普通钢筋；6——封闭箍筋；7——开口箍筋；8——箍筋帽

5.3预制剪力墙的连接构造

**5.3.1** 预制剪力墙竖向钢筋可采用集中约束搭接连接（图5.3.1）。当采用集中约束搭接连接时，预制剪力墙下部设置预留连接孔道，孔道外侧设置螺旋箍筋或焊接环箍，下层预制墙的上部竖向钢筋弯折后伸入预留孔道，注入灌浆料，与上层预制墙的竖向钢筋搭接连接。伸入预留孔道的竖向钢筋应对称设置，其与孔道壁的间距宜为20mm。

剪力墙纵向钢筋采用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、机械连接、焊接连接、绑扎搭接连接逐根连接钢筋时，应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。

图5.3.1 竖向钢筋集中约束搭接连接示意

1—预留孔道；2—螺旋箍筋；3—箍筋；4—上层预制墙竖向钢筋；5—下层预制墙伸入孔道竖向钢筋；6—附加竖向钢筋；7—短钢筋

**5.3.2** 采用竖向钢筋集中约束搭接连接的钢筋直径不宜大于18mm，预留孔在墙体厚度方向居中设置，其直径应满足下列要求：

1 当剪力墙的截面厚度为200mm时，留孔金属波纹管直径不应小于110mm，不宜大于130mm；

2当剪力墙的截面厚度为250mm时，预留孔金属波纹管直径不应小于160mm，不宜大于180mm；

3当剪力墙的截面厚度为300mm时，预留孔金属波纹管直径不应小于180mm，不宜大于230mm。

**5.3.3** 边缘构件部分预留孔道高度为，其余部分预留孔道高度为。

**5.3.4** 预制剪力墙内预留孔道外侧设置螺旋箍筋，范围同预留孔高度。其缠绕直径大于预留孔道外径10mm，下部1/2螺距为50mm，上部1/2螺距为100mm。连接纵筋直径为12、14mm时，螺旋箍筋直径采用6mm，连接纵筋直径为16、18mm时，螺旋箍筋直径采用8mm。

**5.3.5** 当采用竖向钢筋集中约束搭接连接时，暗柱竖向钢筋搭接长度范围内箍筋、拉筋间距应不大于5d（d为搭接钢筋较小直径）和100mm的较小值。

**5.3.6** 预制剪力墙上部竖向钢筋应弯折两次，弯折角不应大于1/6，伸出部分垂直于楼面。当现浇连梁、圈梁截面高度或水平后浇带截面高度范围内截面高度不能满足弯折角要求时，竖向钢筋应在预制剪力墙内上端预先弯折。

**5.3.7**屋面以及立面收进的楼层，应在剪力墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁（图5.3.7），并应符合下列规定：

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

**2** 圈梁内配置的纵筋不小于412，且按全截面计算的配筋率不应小于0.5%与水平分布筋配筋率的较大值，纵筋竖向间距不应大于200mm；箍筋间距不应大于200mm且直径不应小于8mm；

**3**纵筋弯折范围应设置直径8mm的短钢筋，短钢筋上端与后浇楼面顶平，下端从剪力墙竖向钢筋起弯点向下延伸200mm。

图5.3.7后浇钢筋混凝土圈梁构造示意

1—叠合板后浇层；2—预制楼板；3—纵向钢筋；4—预制剪力墙；5—后浇圈梁；

6—直径8mm短钢筋

**5.3.8**各层楼面位置，剪力墙顶部无后浇圈梁时，应设置连续的水平后浇带（图5.3.8）；水平后浇带应符合下列规定：

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

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

**3**纵筋弯折范围应设置直径8mm的短钢筋（图5.3.8），短钢筋上端与后浇楼面顶平，下端从剪力墙竖向钢筋起弯点向下延伸200mm。

图5.3.8 水平后浇带构造示意

1. 叠合板后浇层；2—预制板；3—纵向钢筋；4—预制墙板；5—水平后浇带；

6—直径8mm短钢筋

**5.3.9** 边缘构件部分每个预留孔内应设置4根钢筋，宜设置直径及伸出长度与其相同的附加钢筋，其面积不少于总面积的25%。附加钢筋应设置在预制墙中并满足锚固长度要求。

**5.3.10** 当剪力墙接缝位于边缘构件区域时，应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的相关规定。

**5.3.11**当剪力墙接缝不在约束边缘构件区域时，纵向钢筋连接采用集中约束搭接连接的预制剪力墙的边缘构件宜采用暗柱和翼墙（图5.3.11），并应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定。



（a）暗柱



（b）有翼墙（c）转角墙（L形墙）

图5.3.11预制剪力墙的约束边缘构件示意

**5.3.12**当剪力墙接缝不在构造边缘构件区域时，纵向钢筋连接采用集中约束搭接连接的预制剪力墙的边缘构件范围宜按图5.3.12确定，并应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定。



图5.3.12预制剪力墙的构造边缘构件示意

1. 下层预制墙伸入孔道竖向钢筋；2—附加竖向钢筋；3—上层预制墙竖向钢筋

**5.3.13**预制剪力墙的竖向分布钢筋当采用集中约束搭接连接时，可采用每预留孔4根钢筋搭接连接，也可采用每预留孔两根钢筋搭接连接（图5.3.13）。每预留孔两根钢筋搭接连接时，预留孔直径不宜小于90mm，螺旋箍筋缠绕直径大于预留孔道外径10mm，螺距为100mm；孔道中心间距不大于720mm，且在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入不连接的分布钢筋；不连接的竖向分布钢筋直径不应小于6mm。



图5.3.13预制剪力墙的竖向分布钢筋搭接示意

**5.3.14**预制剪力墙与后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽（图5.3.14），并应符合下列规定：

1预制墙板的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面；侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，也可设置键槽；键槽深度*t*不宜小于30mm，宽度*w*不宜小于深度的3倍且不宜大于深度的10倍，键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面倾角不宜大于30°。

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



（a）键槽贯通截面（b）键槽不贯通截面

图5.3.14墙端键槽构造示意

1—键槽；2—墙端面

**5.3.15** 开洞预制剪力墙、开洞预制剪力墙的连梁构造应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。

**5.3.16** 预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处，并应符合下列规定：

**1**接缝高度宜为20mm；

**2**接缝宜采用灌浆料填实；

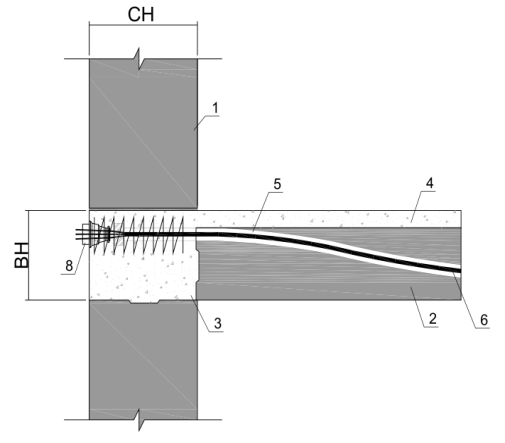
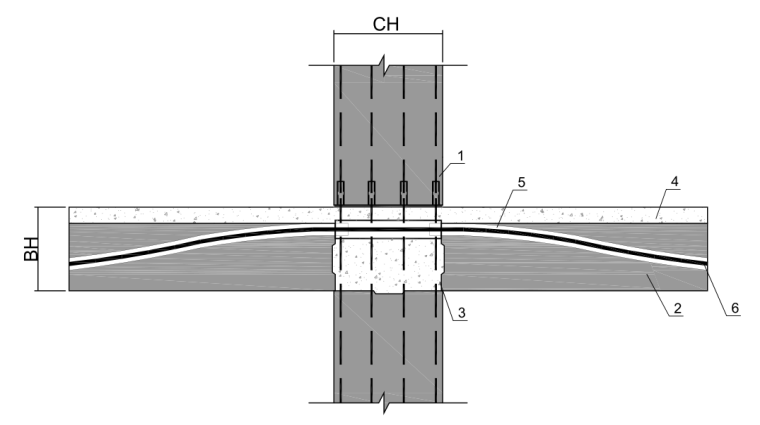
1. 接缝处后浇混凝土上表面应设置粗糙面。

**5.3.17** 预制剪力墙相邻下层为现浇剪力墙时，预制剪力墙与下层现浇剪力墙中竖向钢筋的连接应符合本标准第5.3节的有关规定，下层现浇剪力墙顶面应设置粗糙面。

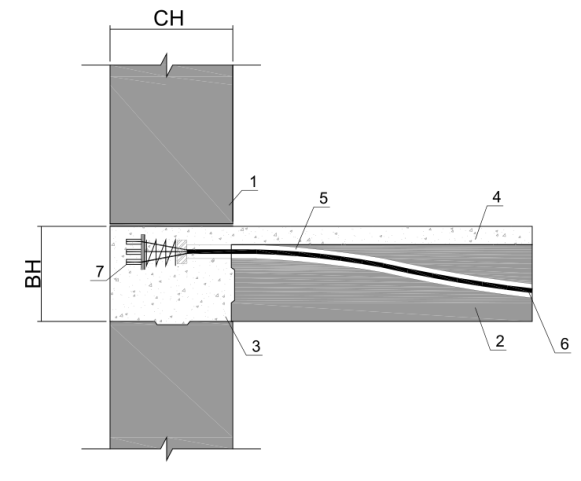
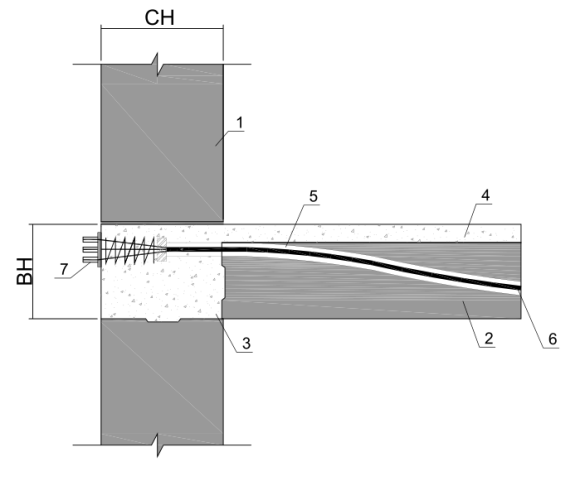
**5.3.18**预留孔道可采用金属波纹管成型，金属波纹管可旋出。

5.4后张预应力框架的连接构造

**5.4.1** 后张预应力装配整体式混凝土框架结构：预应力筋长度不大于20m时宜设计成一端张拉，大于20m时宜设计成两端张拉。当采用两端张拉时，宜两端同时张拉，也可一端先张拉，另一端补张拉。预应力叠合梁有粘结和无粘结预应力筋粘结构造、锚固端和张拉端构造应符合图5.3.2的相关规定。



(a)框架节点预应力筋粘结构造(b)边柱外侧张拉端构造



(c)锚固在柱外侧构造(d)锚固在核心区构造

图5.3.2有粘结和无粘结预应力装配整体式混凝土框架节点

1—预制柱；2—预制梁；3—现浇节点域；4—现浇叠合层；5—波纹管；

6—有粘结或无粘结预应力筋；7—预应力固定端；8—预应力张拉端

5.4.2预应力叠合梁在布置连续预应力钢筋时，可结合梁的受力情况和梁高尽可能使预应力筋平缓以减小摩擦损失。

5.4.3预应力叠合梁曲线预应力束的曲率半径*r*p宜按下列公式确定，且孔道外径为50～70mm时不宜小于4m，孔道外径为75～95mm时不宜小于5m。曲线预应力筋的端头，应有与之相切的直线段，直线段长度不应小于300mm。

（5.4.3）

式中：*P*——预应力束的合力设计值。

*r*p——预应力束的曲率半径（m）；

*d*p——预应力束孔道的外径；

*f*c——混凝土轴心抗压强度设计值。

5.4.4后张预应力筋锚固端可利用挤压锚具或轧花锚具采取内埋式做法，其埋设位置应超过支座中心线，并宜错开300mm。距梁柱侧面边缘不小于40mm。

5.4.5预应力装配整体式混凝土框架结构的其他构造设计，尚应符合行业现行标准《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的相关规定。

6构件生产

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》GB50204的规定进行检验，合格后方可使用。

**6.1.2** 钢筋的品种、级别、规格、数量和保护层厚度应符合设计要求。

**6.1.3**预应力筋下料时，应采用砂轮锯或切断机切断，不得采用电弧切割。

**6.1.4**混凝土强度等级应符合设计要求。

**6.1.5**先张法预制构件采用高强钢丝和钢绞线时，张拉控制应力不宜超过，不应超过。

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

6.2 模板、台座

**6.2.1**模板、台座应满足强度、刚度和稳定性要求。

**6.2.2**模板几何尺寸应准确，应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求；安装应牢固，拼缝应严密。

**6.2.3**模板、台座应保持清洁，隔离剂应涂刷均匀。

6.3 钢筋加工、安装

**6.3.1** 钢筋的接头方式、位置应符合设计要求。

**6.3.2**钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其允许偏差应符合表6.3.2的规定。

表6.3.2 钢筋加工的允许偏差

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差（mm） |
| 受力钢筋沿长度方向全长的净尺寸 | ±10 |
| 弯起钢筋的弯折位置 | ±20 |
| 箍筋内净尺寸 | ±5 |

**6.3.3** 预埋件加工的允许偏差应符合表6.3.3的规定。

表6.3.3 预埋件加工的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差（mm） |
| 预埋件锚板的边长 | | 0，-5 |
| 预埋件锚板的平整度 | | 1 |
| 锚筋 | 长度 | 10，-5 |
| 间距偏差 | ±10 |

**6.3.4**钢筋安装的允许偏差应符合表6.3.4的规定。

表6.3.4 钢筋安装的允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | | 允许偏差（mm） |
| 绑扎钢筋网 | | 长、宽 | | ±10 |
| 网眼尺寸 | | ±20 |
| 绑扎钢筋骨架 | | 长 | | ±10 |
| 宽、高 | | ±5 |
| 受力钢筋 | | 间距 | | ±10 |
| 排距 | | ±5 |
| 保护层厚度 | 柱、梁 | ±5 |
| 板 | ±3 |
| 绑扎箍筋、横向钢筋间距 | | | | ±20 |
| 钢筋弯起点位置 | | | | 20 |
| 预埋件 | 中心线位置 | | | 5 |
| 水平高差 | | | +3，0 |

6.4 预应力筋制作与张拉

**6.4.1** 应选用非油质类模板隔离剂，并应避免沾污预应力筋。

**6.4.2** 应避免电火花损伤预应力筋；受损伤的预应力筋应予以更换。

**6.4.3** 预应力筋的张拉力应符合设计要求，张拉时应保证同一构件中各根预应力筋的应力均匀一致。

**6.4.4** 张拉过程中，应避免预应力筋断裂或滑脱；当发生断裂或滑脱时，预应力筋必须予以更换。

**6.4.5** 预应力筋张拉锚固后实际建立的预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差应为±5%。

**6.4.6**预应力筋放张时，混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于混凝土设计强度等级值的75%，且不应小于30MPa。

**6.4.7**预应力筋放张时，宜缓慢放松锚固装置，使各根预应力筋同时缓慢放松。

6.5 混凝土

**6.5.1** 预制构件用混凝土的工作性应根据产品类别和生产工艺要求确定，构件用混凝土原材料及配合比设计应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55和《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281等的规定。

**6.5.2**在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

**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、接头质量、接头面积百分率、搭接长度等；

**3** 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

**4**预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；

**5** 灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量、位置等；

**6** 混凝土保护层厚度；

**7**预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

**6.5.3**混凝土应振捣密实，预制柱端部应设置粗糙面；预制梁叠合面应设置粗糙面；预制板板面应拉毛，拉毛深度不应低于4mm。

**6.5.4** 生产过程中试块的留置应符合下列规定：

**1**每拌制100盘且不超过100m3的同配合比的混凝土，取样不得少于一次；

**2**每工作班拌制的同一配合比混凝土不足100盘时，取样不得少于一次；

**3** 每条生产线同一配合比混凝土，取样不得少于一次；

**4** 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。

**6.5.5**混凝土浇注完毕后，应及时进行养护，且混凝土养护应符合下列规定：

**1**蒸汽养护时，板的升温速度不应超过25℃/h；梁、柱的升温速度不应超过20℃/h。

**2**恒温养护阶段最高温度不得大于95℃。

**3**混凝土试块强度达到要求时可停止加热；停止加热后，应让构件缓慢降温。

6.6堆放与运输

**6.6.1**混凝土构件厂内起吊、运输时，混凝土强度必须符合设计要求；当设计无专门要求时，对非预应力构件不应低于混凝土设计强度等级值的50%，对预应力构件，不应低于混凝土设计强度等级值的75%，且不应小于30MPa。

**6.6.2** 构件堆放应符合下列规定：

**1**堆放构件的场地应平整坚实，并应有排水措施，堆放构件时应使构件与地面之间留有一定空隙；

**2** 构件应根据其刚度及受力情况，选择平放或立放，并应保持其稳定；

**3**重叠堆放的构件，吊环应向上，标志应向外；堆垛高度应根据构件与垫木的承载能力及堆垛的稳定性确定；各层垫木的位置应在一条垂直线上；

1. 采用靠放架立放的构件，应对称靠放和吊运，其倾斜角度应保持大于80°，构件上部宜用木块隔开。
2. 预应力叠合板下沿叠合板横向紧靠吊环处应放置通长垫木，当板长度超过3000mm时，应在中间加设一道通长垫木；不同型号板宜分别码放。

**6.6.3**构件运输应符合下列规定：

**1**构件运输时的混凝土强度，当设计无具体规定时，不应低于混凝土设计强度等级值的65%；

**2**构件支承的位置和方法，应根据其受力情况确定，但不得超过构件承载力或引起构件损伤；

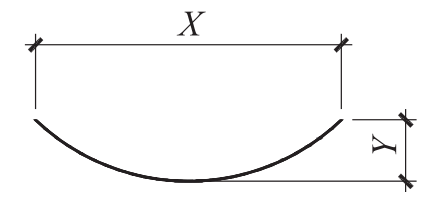
**3** 构件装运时防止构件移动、倾倒；对构件边部或与链索接触处的混凝土，应采用衬垫加以保护；对构件预留钢筋应采取有效的保护措施防止污染及变形。

**4**在运输细长构件时，行车应平稳，并可根据需要对构件采取临时固定措施；

**5**构件出厂前，应将杂物清理干净。

6.7后张预应力构件

**6.7.1** 后张预应力叠合梁中预应力筋按抛物线形状布置时，预应力筋在构件中的孔道长度按下式计算。对多曲线段或直线段与曲线段组成的预应力筋，孔道长度应分段计算，然后进行叠加。



**图 6.7.1曲线孔道长度计算简图**

（6.7.1）

式中 Y **——**曲线孔道的垂度(矢高);

X **——**孔道水平投影长度。

**6.7.2**预应力筋或成孔管道的安装应符合下列规定：

**1**成孔管道的连接应密封；

**2**预应力筋或成孔管道应平顺，并应与定位支撑钢筋绑扎牢固；

**3**当后张有粘结预应力筋曲线孔道波峰和波谷的高差大于300mm，且在装配现场采用普通灌浆工艺时，应在孔道波峰设置排气孔。

**4**预应力筋曲线起始点与张拉锚固点之间直线段最小长度应符合表6.7.2规定。

**表6.7.2预应力筋曲线起始点与张拉锚固点之间直线段最小长度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 预应力筋张拉控制力*N*p（kN） | *N*p≤1500 | 1500＜*N*p≤6000 | *N*p＞6000 |
| 直线段最小长度（mm） | 400 | 500 | 600 |

**6.7.3** 预应力筋、预留孔道及螺旋筋等安装定位后，应采取可靠措施临时封闭灌浆孔、排气管及泌水管，防止混凝土浇筑时漏浆、堵塞孔道。

**6.7.4**预应力筋孔道两端应设排气孔。预应力构件的灌浆孔设置位置：单跨梁宜设置在跨中处，多跨连续梁宜设置在中支座处。灌浆孔间距对抽拔管不宜大于12m，对波纹管不宜大于30m。曲线孔道高差大于0.5m时，应在孔道的每个峰顶处设置泌水管，泌水管伸出梁面高度不宜小于0.5m。泌水管也可兼作灌浆管使用。

**6.7.5**预应力筋或成孔管道定位控制点的竖向位置偏差应符合表6.7.5的规定，其合格点率不应小于90%，且不得超过表中数值1.5倍的尺寸偏差。

**表6.7.5预应力筋或成孔管道定位控制点的竖向位置允许偏差（mm）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 构件截面高（厚）度 | *h*≤1500 | 300＜*h*≤1500 | *h*＞1500 |
| 允许偏差 | ±5 | ±10 | ±15 |

7施工与验收

7.1 现场堆放

**7.1.1**预制构件应减少现场堆放。

**7.1.2**预制构件施工现场堆放除应符合本标准第6.6.2条的规定，尚宜按吊装顺序和型号分类堆放，堆垛宜布置在吊车工作范围内且不受其它工序施工作业影响的区域。

7.2 柱、剪力墙就位前准备工作

**7.2.1**预制预应力混凝土装配整体式框架结构采用杯形基础时，在柱吊装前应进行杯底抄平。

**7.2.2** 预制预应力混凝土装配整体式框架结构当采用预留孔插筋法施工时，应根据设计要求在基础混凝土中设置预留孔，并应符合下列规定：

**1** 预留孔长度、位置及内径应满足设计要求；

**2**浇筑基础混凝土时，应采取防止混凝土进入孔内的措施；

**3** 在混凝土初凝之前，应再次检查预留孔的位置是否准确，其平面允许偏差应为±5mm，孔深允许偏差应为±10mm。

**7.2.3**预制构件吊装施工前应做好下列准备工作：

1 将结合面清理干净，保证结合面湿润且不得有积水。

2 应进行测量放线，并应设置安装定位标识和可调整坐浆厚度及底部标高的垫块。

7.3 柱、剪力墙吊装就位

**7.3.1**柱的吊装、调整和固定应按下列步骤进行：

**1** 采用预留孔插筋法时应符合下列规定：

**1）**在起吊期间，应采用柱靴对从柱底伸出的钢筋进行保护；起吊阶段，柱扶正过程中，柱靴应始终不离地面；

**2）**柱就位前，应在孔内注入流动性良好且强度符合本标准第5.2.1条规定的无收缩灌浆料，并应均匀坐浆，厚度约10mm；

**3）**柱就位后应用可调斜撑校正并固定；

**4）**当上一层梁柱节点混凝土强度达到10 MPa后可调斜撑方可拆除。

**2**采用杯形基础时应符合下列规定：

**1）**柱就位后应及时对柱的位置进行调整，然后应采用钢楔将柱临时固定，并应采用可调斜撑校正柱垂直度，采用钢楔将柱固定后方可摘除吊钩；

**2）**应及时在柱底杯口内填充微膨胀细石混凝土；混凝土应分两次浇筑，第一次应浇到钢楔下口并不应少于杯口深度的2/3，当混凝土达到设计强度等级值的25%时，再浇筑至杯口顶面；可调斜撑的拆除应符合本标准第6.3.1条第1款的规定；

**3** 当采用型钢支撑连接法接柱时，型钢的规格、长度应经设计确定；接头长度不得影响柱主筋的连接和接头区的混凝土浇筑；接头区混凝土应浇捣密实；

**4**当采用预留孔插筋法接柱时，应按照本标准第6.3.1条第1款的规定施工。

**5** 当采用钢筋套筒灌浆连接时，应按行业现行标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355的相关规定执行。

**7.3.2**剪力墙的吊装、校正、临时固定应符合下列要求：

**1**剪力墙吊装时，不得损伤下层预留插筋；

**2** 剪力墙坐浆厚度不宜大于20mm；

**3** 剪力墙吊装就位后，采用可调支撑进行垂直度校正和临时固定；

**7.3.3** 构件临时固定后，应按检验批划分要求及时灌浆，灌浆作业应符合国家现行有关标准及施工方案的要求，并符合下列规定：

**1** 灌浆施工时，环境温度不应低于5℃；

**2**灌浆操作全过程应由专职检验人员负责旁站监督并及时形成施工质量检查记录；

**3**应按产品使用说明书的要求计量灌浆料和水的用量，并搅拌均匀；每次拌制的灌浆料拌合物应进行流动度的检测，且其流动度应满足本标准3.2.6条的规定；

**4**灌浆作业应采用压浆法从下部注浆口灌注，当浆料从上部出浆口流出后应及时封堵；

**5**灌浆料拌合物应在制备后30min内用完。

7.4 预制梁吊装就位

**7.4.1**预制梁的就位应按下列步骤进行：

**1**吊装前应按施工方案搭设支架，并应校正支架的标高；

**2**梁应放置在支架上，调整标高并应进行临时固定；

**3**每根柱周围的梁就位后，应采取固定措施。

**7.4.2**梁端节点施工应符合下列规定：

**1** 预制梁吊装就位后，应根据设计要求，在键槽内安装U型钢筋，并应采用可靠固定方式确保U形钢筋位置准确，安装结束后，应封堵节点模板；

**2**浇筑混凝土前应对梁的截面，梁的定位，U型钢筋的数量、规格，安装质量等进行检查；

**3**混凝土浇筑前应将键槽清理干净并浇水充分湿润，不得有积水；

**4** 键槽节点处的混凝土应符合本标准第3.2.2条的规定；混凝土应浇捣密实，并应浇筑至预制板底标高处。

7.5 板吊装就位

**7.5.1**梁柱节点处混凝土的强度达到15 MPa后，方可吊装预制板。预制板的两端应搁置在预制梁上，板下应设置临时支撑。

**7.5.2**梁、板的上部钢筋安装完成后，方可浇筑叠合层混凝土。叠合层混凝土应振捣密实，不得对节点处混凝土造成破坏。

7.6 安全措施

**7.6.1** 预制构件吊装时，除应按现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80的有关规定执行，尚应符合下列规定：

**1**预制构件吊装前，应按照专项施工方案的要求，进行安全、技术交底，并应严格执行；

**2** 吊装操作人员应按规定持证上岗。

**7.6.2**预制构件吊装前应检查吊装设备及吊具是否处于安全操作状态。

**7.6.3** 预制构件的吊装应按专项施工方案的要求进行。起吊时绳索与构件水平面的夹角不宜小于60°，不应小于45°，否则应采用吊架或经验算确定。

**7.6.4**起吊构件时，不得中途长时间悬吊、停滞。

7.7后张预应力框架施工

**7.7.1** 穿束的方法可采用人力、卷扬机单根穿或整束穿。穿束时预应力束的前端应装有穿束牵引头,并保持预应力筋顺直,且仅前后拖动,不得扭转。采用人工逐根将钢绞线穿入孔道时,不应在孔道内发生相互缠绕。

**7.7.2**预应力筋穿入孔道及其防护，应符合下列规定：

1 预应力筋穿入孔道后至孔道灌浆的时间间隔：当环境相对湿度大于60%或处于近海环境时，不宜超过14d；当环境相对湿度不大于60%时，不宜超过25d；

2 当不能满足本条第1款的规定时，宜对预应力筋采取防锈措施。

**7.7.3**后浇混凝土的施工应符合下列规定:

1 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净，按设计要求检查结合面的粗糙度及预制构件的外露钢筋;

2 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确，并应防止漏浆;

3 在浇筑混凝土前应洒水润湿结合面，混凝土应振捣密实;

4 同一配合比的混凝土，每工作班且建筑面积不超过1000m2应制作一组标准养护试件，同一楼层应制作不少于3组标准养护试件。

**7.7.4**预应力筋的张拉控制应力应符合设计及专项施工方案的要求。当施工中需要超张拉时，调整后的张拉控制应力应符合下列规定：

1 消除应力钢丝、钢绞线

(7.7.4-1)



2 中强度预应力钢丝

(7.7.4-2)



式中：——预应力筋张拉控制应力；

——预应力筋极限强度标准值；

**7.7.5**预应力筋的张拉程序应符合设计要求；当设计未规定时，可按下列程序张拉：

1 当不需要超张拉时，预应力筋的张拉程序为：

0 → 0.1σcon→0.2σcon→ σcon（持荷2min~5min锚固）

2 当采用超张拉方法减少预应力损失时，预应力筋的张拉程序为：

1. 对于可调节式锚具

0→0.1σcon→ 0.2σcon→ 1.05σcon（持荷2min~5min锚固）→σcon（锚固）

1. 对于不可调节式锚具

0→ 0.1σcon→0.2σcon→ 1.03σcon（持荷2min~5min锚固）

**7.7.6**采用应力控制方法张拉时，应校核预应力筋的张拉伸长值。实测伸长值与理论计算伸长值的偏差不应超过±6%。如超过允许偏差,应查明原因并采取措施后方可继续张拉。宜现场进行孔道摩擦系数的测定,并根据实测结果调整理论计算伸长值。

**7.7.7**锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量应符合设计要求。当设计无具体要求时，应符合表7.7.7的规定。

**表7.7.7张拉端预应力筋的内缩量限值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 锚具类别 | | 内缩量限值（mm） |
| 支承式锚具  （螺母锚具、墩头锚具等） | 螺帽缝隙 | 1 |
| 每块后加垫板的缝隙 | 1 |
| 夹片式锚具 | 有顶压 | 5 |
| 无顶压 | 8~10 |

**7.7.8**预应力筋张拉中应避免预应力筋断裂或滑脱。当发生断裂或滑脱时，对后张法预应力结构构件，断裂或滑脱的数量严禁超过同一截面预应力筋总根数的3%，且每束钢丝不得超过一根。

**7.7.9**锚具封闭保护应符合设计要求，当设计无要求时，应符合下列规定：

1 凸出或内凹穴模内的锚具应采用与预制预应力结构构件相同强度等级的细石混凝土或无收缩防水砂浆封闭保护。

2 凸出式锚具的保护层厚度不应小于50mm，外露预应力筋的保护层厚度：处于一类环境时，不应小于20mm；处于二、三类易受腐蚀环境时，不应小于50mm。

**7.7.10**预应力叠合梁预应力筋张拉完成并检查合格后，孔道应尽早灌浆，不宜超过48h。灌浆后孔道内应饱满、密实。

**7.7.11**灌浆前对锚具夹片空隙和其它可能漏浆处应采用高标号水泥浆或结构胶等方法封堵，待封堵材料达到一定强度后方可灌浆。采用真空辅助灌浆时，应先将张拉端多余钢绞线切除，并用无收缩砂浆或专用灌浆密封罩将端部封闭。

**7.7.12**当预应力叠合主梁超出生产和运输范围时，可在施工现场采用分段拼接的方式连接（图7.7.12），并应符合下列规定：

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

2 梁下部纵向钢筋在后浇段内宜采用机械连接、套筒灌浆连接或焊接连接；

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

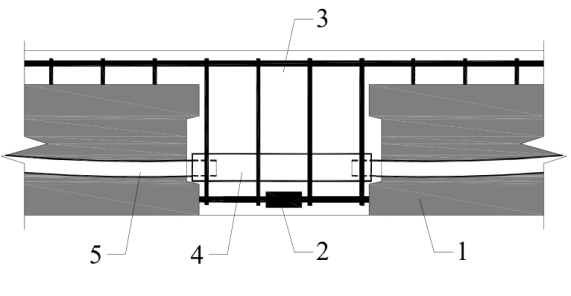


图7.7.12预应力叠合梁节点

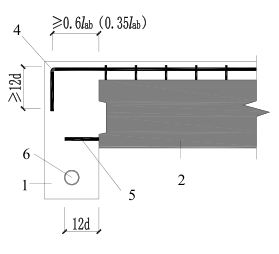
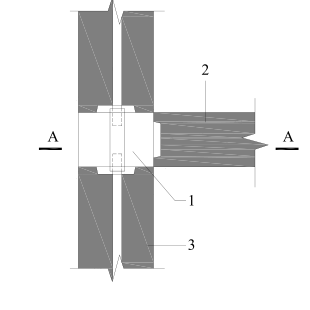
1—预应力叠合梁；2—钢筋连接接头；3—后浇段；

4-波纹管套管；5-波纹管；

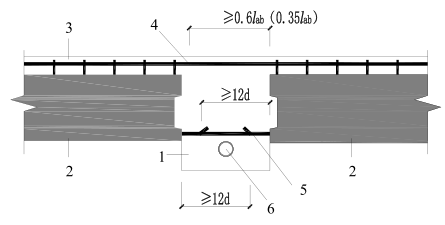
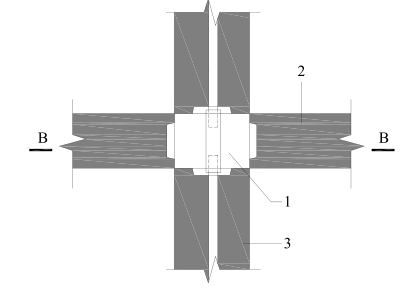
**7.7.13**预应力叠合主梁与叠合次梁采用后浇段连接时，应符合下列规定：

1 在端部节点（图7.7.13a）处，次梁下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内的长度不应小于12d。次梁上部纵向钢筋应在主梁后浇段内锚固。当采用弯折锚固或锚固板时，锚固直段长度不应小于0.6*l*ab；当钢筋应力不大于钢筋强度设计值的50%时，锚固直段长度不应小于0.35*l*ab；弯折锚固的弯折后长度不应小于12d（d为纵向钢筋直筋）。

2 在中间节点（图7.7.13b）处，两侧次梁的下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内长度不应小于12d（d为纵向钢筋直筋）；次梁上部纵向钢筋应在现浇层内贯通。



a 端部节点



b 中间节点

1-主梁后浇段；2-次梁；3-框架主梁；

4-次梁上部纵向钢筋；5-次梁下部纵向钢筋；6-波纹管

**图7.7.13主次梁连接节点构造示意**

**7.7.14**当预应力叠合主梁与叠合次梁采用铰接连接时，可采用企口连接或钢企口连接形式。采用钢企口连接时，应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定。

7.8质量验收

**7.8.1** 预制预应力混凝土装配整体式结构的质量验收除应符合本节的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的有关规定。

**7.8.2**预制构件尺寸的允许偏差，当设计无具体要求时，应符合表7.8.2的规定。

检查数量：同一生产线或同一工作班生产的同类型构件，抽查5%且不应少于3件。

表7.8.2预制构件尺寸的允许偏差及检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 长度 | 板、梁、柱 | ＜12m | ±5 | 尺量检查 |
| ≥12m且＜18m | ±10 |
| ≥18m | ±20 |
| 墙板 | | ±4 |
| 宽度  高（厚）度 | 板、梁、柱 | | ±5 | 钢尺量一端及中部，  取其中偏差绝对值较大处 |
| 墙板的高度、厚度 | | ±3 |
| 肋宽、厚度 | | | +4，-2 | 钢尺检查 |
| 表面平整度 | 板、梁、柱、墙板内表面 | | 5 | 2m靠尺和塞尺检查 |
| 墙板外表面 | | 3 |
| 侧向弯曲 | 板、梁、柱 | | L/750且≤20 | 拉线、钢尺量最大侧向弯曲处 |
| 墙板 | | L/1000且≤20 |
| 翘曲 | 板 | | L/750 | 调平尺在两端量测 |
| 墙板 | | L/1000 |
| 对角线差 | 板 | | 10 | 钢尺量两个对角线 |
| 墙板 | | 5 |
| 挠度变形 | 梁、板设计起拱 | | ±10 | 拉线、钢尺量最大弯曲处 |
| 梁、板下垂 | | 0 |
| 主筋保护层厚度 | 板 | | +5，-3 | 钢尺或保护层厚度测定仪量测 |
| 梁、柱、墙 | | +10，-5 |
| 预留孔 | 中心线位置 | | 5 | 尺量检查 |
| 孔尺寸 | | ±5 |
| 预留洞 | 中心线位置 | | 10 | 尺量检查 |
| 洞口尺寸、深度 | | ±10 |
| 预埋件 | 预埋件锚板中心线位置 | | 5 | 尺量检查 |
| 预埋件锚板与混凝土面平面高差 | | 0，-5 |
| 预埋螺栓中心线位置 | | 2 |
| 预埋螺栓外露长度 | | +10，-5 |
| 预埋套筒、螺母中心线位置 | | 2 |
| 预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差 | | 0，-5 |
| 线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差 | | 20 |
| 线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差 | | 0，-10 |
| 预留插筋 | 中心线位置 | | 3 | 尺量检查 |
| 外露长度 | | +5，-5 |
| 板角部直角缺口的直角度及缺口  与板侧面之间直角度 | | | 3° | 直角尺和量角器量测 |
| 边梁端面与边梁侧面之间直角度 | | | 3° |
| 键槽 | 中心线位置 | | 5 | 尺量检查 |
| 长度、宽度、深度 | | ±5 |
| 壁厚 | | ±5 |
| 备注 | 1.L为构件最长边的长度（mm）；  2.检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时，应沿纵横两个方向量测，并取其中偏差较大值。 | | | |

**7.8.3**梁端节点区的连接钢筋应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**7.8.4**已安装完毕的装配式结构，应在混凝土强度到达设计要求后，方可承受全部设计荷载。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

**7.8.5** 钢筋套筒灌浆连接及浆锚连接用灌浆应密实饱满。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查灌浆施工质量检查记录。

**7.8.6** 钢筋套筒灌浆连接及浆锚连接用灌浆料强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作一组且每层不应少于3组40mm×40mm×160mm的长方体试件，标准养护28天后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

**7.8.7** 剪力墙底部接缝坐浆强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作一组且每层不应少于3组边长为70.7mm的立方体试件，标准养护28天后进行抗压强度试验。

检验方法：检查坐浆材料强度试验报告及评定记录。

**7.8.8**预制构件安装的尺寸允许偏差应满足设计要求，当设计无具体要求时，应符合表7.8.8的规定：

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的10%，且不少于3件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%，且不少于3间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度5m左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且均不少于3面。

表7.8.8预制构件安装的尺寸允许偏差及检查方法

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 杯形基础 | 中心线对轴线位置 | | | 10 | 尺量检查 |
| 杯底安装标高 | | | 0，-10 |
| 构件中心线对轴线位置 | 竖向构件（柱、墙） | | | 5 |
| 水平构件（梁、板） | | | 5 |
| 构件标高 | 梁、柱、墙、板底面  或顶面 | | | ±5 | 水准仪或尺量检查 |
| 构件垂直度 | 柱、墙 | ≤5m | | 5 | 经纬仪或全站仪量测 |
| ＞5m且＜10m | | 10 |
| ≥10m | | 20 |
| 构件倾斜度 | 梁 | | | 5 | 垂线、钢尺量测 |
| 相邻构件平整度 | 板端面 | | | 5 | 钢尺、塞尺量测 |
| 梁、板底面 | | 抹灰 | 5 |
| 不抹灰 | 3 |
| 柱、墙侧面 | | 外露 | 5 |
| 不外露 | 10 |
| 构件搁置  长度 | 梁、板 | | | ±10 | 尺量检查 |
| 支座、支垫中心位置 | 板、梁、柱、墙 | | | 10 | 尺量检查 |
| 墙板接缝 | 宽度 | | | ±5 | 尺量检查 |
| 中心线位置 | | |

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，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

1《地基基础设计规范》GB50007

2《建筑结构荷载规范》GB50009

3《混凝土结构设计规范》GB50010

4《建筑抗震设计规范》GB50011

5 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

6 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

7 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448

8 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231

9 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

10 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

11《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256

12 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355

13《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225

14《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398

15《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408

预制预应力混凝土装配整体式结构技术标准

条文说明

**修订说明**

《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术标准》（JGJ224—20××），经住房和城乡建设部20××年××月××日以第××号公告批准发布。

本标准是在《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》（JGJ224—2010）的基础上修订而成，上一版的主编单位是南京大地建设集团有限责任公司，参编单位是东南大学、江苏省建筑设计研究院有限公司等，主要起草人员是于国家、吕志涛、冯健等。本次修订的主要技术内容是：1．增加了采用先张法预应力预制构件的预制剪力墙结构；2．增加了适用于8度区的有关要求；3．增加了后张预应力装配整体式混凝土框架结构。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国装配式混凝土结构的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过多批试验取得了大量重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

[目次](#_Toc417976467)

1 总则……………………………………………………………………………………………56

3 基本规定………………………………………………………………………………………57

3.1 一般规定………………………………………………………………………………...…57

3.2 材料……………………………………………………………………………………….58

3.3 构件……………………………………………………………………………………….59

3.4 作用效应组合…………………………………………………………………………….60

4 结构设计与施工验算…………………………………………………………………………61

4.1 结构分析………………………………………………………………………………….61

4.2 构件设计………………………………………………………………………………….61

4.3 接缝受剪承载力计算……………………………………………………………………...62

4.4 施工验算………………………………………………………………………………….62

5 构造要求…………………………………………………………………………………...….63

5.1 一般规定………………………………………………………………………………….63

5.2 预制梁、板、柱的连接构造…………………………………………………………….63

5.3 预制剪力墙的连接构造…………………………………………………………………64

6 构件生产………………………………………………………………………………………66

6.1 一般规定…………………………………………………………………………………...66

6.4 预应力筋制作与张拉…………………………………………………………………….67

6.5 混凝土…………………………………………………………………………………….67

6.7 后张预应力构件………………………………………………………………………….67

7施工与验收………………………………………………………………………………….…..68

7.1 现场堆放………………………………………………………………………………….68

7.2 柱、剪力墙就位前准备工作…………………………………………………………….68

7.3 柱、剪力墙吊装就位…………………………………………………………………….68

7.4 预制梁吊装就位………………………………………………………………………….68

7.5 板吊装就位……………………………………………………………………………….68

7.7 后张预应力框架施工……………………………………………………………………….68

7.8 质量验收………………………………………………………………………………….…70

1 总则

**1.0.1**预制预应力混凝土装配整体式结构的预制构件包括预制混凝土柱、预制预应力混凝土叠合梁、板及预制剪力墙。其关键技术之一是采用键槽节点，避免了传统装配结构梁柱节点施工时所需的预埋、焊接等复杂工艺，且梁端锚固筋仅在键槽内预留；关键技术之二是预制剪力墙竖向钢筋采用集中约束搭接连接。该体系现场施工安装方便快捷，缩短了工期，具有显著的经济效益和社会效益，有较高的推广应用价值，对于推动我国建筑工业化和建筑业可持续发展具有重要的意义。

**1.0.2**本标准包括两大类结构，一类采用先张法预应力技术，即采用预制预应力混凝土叠合梁和叠合板、预制或现浇钢筋混凝土柱及剪力墙、通过后浇节点连接形成的装配整体式结构。包括预制预应力混凝土装配整体式框架结构、预制预应力混凝土装配整体式框架-剪力墙结构及预制混凝土装配整体式剪力墙结构。另一类采用后张预应力技术，即后张预应力装配整体式混凝土框架结构，预制混凝土梁柱构件通过预应力筋连接形成的装配整体式框架结构。

**1.0.3**在进行该体系的设计与施工时，除符合本标准规定外，尚应遵守现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068、《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T50083、《建筑结构荷载规范》GB50009、《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223、《建筑抗震设计规范》GB50011、《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231等的有关规定。

3 基本规定

3.1一般规定

3.1.1根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011、《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223，现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1，同时根据南京大地建设集团、东南大学、江苏省建筑设计研究院有限公司等的试验研究成果，确定了本标准适用于抗震设防烈度为6~8度地区的乙类及乙类以下的预制预应力混凝土装配整体式房屋。适用高度的确定原则上比现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011规定的相应现浇结构低。2008年东南大学所做的三个键槽节点低周反复试验结果，在满足本标准要求的情况下，节点的位移延性系数均大于4。2009年东南大学所做的大比例两层两跨两开间模拟地震振动台试验表明，叠合层与预制构件之间的连接是可靠的，没有出现撕裂、脱离等现象。东南大学完成的竖向钢筋采用集中约束搭接连接的预制装配整体式剪力墙低周反复试验、钢筋搭接连接试验表明，该结构具有良好的延性、可靠的钢筋搭接连接性能，施工方便。由于工程实践数量偏少，高层装配整体式剪力墙结构与现浇结构相比，适当降低其最大适用高度。当预制剪力墙数量较多即预制剪力墙承担的底部剪力较大时，对其最大适用高度限制更加严格。

根据中国建筑第八工程局有限公司和同济大学试验研究成果，确定了后张预应力装配整体式混凝土框架结构的相关规定。

**3.1.2** 抗震等级的划分依据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011。七度区乙类装配整体式结构按八度要求加强其抗震措施时按照国家现行相关标准执行。预制预应力混凝土装配整体式框架的受力特点与现浇混凝土框架基本相同，其延性指标能够满足现浇混凝土框架的抗震要求。2009年完成的节点低周反复试验位移延性系数均大于4，模拟地震振动台试验层间位移达到1/68时结构未垮塌。2011年至2014年完成的系列试验表明，竖向钢筋采用集中约束搭接连接的预制装配整体式剪力墙结构具有可靠地连接性能和良好的延性。

**3.1.3**高层装配整体式剪力墙结构底部加强部位及以下部位宜采用现浇剪力墙结构，以降低受力较大部位连接的难度、减少非标构件的数量。楼盖可以采用叠合结构。

**3.1.4**避免过多采用短肢剪力墙。短肢剪力墙是指截面厚度不大于300mm、各肢截面高度与厚度之比的最大值大于4但不大于8的剪力墙；具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构是指，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的30%的剪力墙结构。

**3.1.5**由于本体系是装配整体式结构体系，同现浇混凝土结构一样，要求建筑平、立面布置宜规整，对不规则的建筑应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011的有关规定设计。

**3.1.6**本条明确了控制单跨框架结构适用范围的要求，并强调了必须对楼梯构件进行抗震承载力验算。

**3.1.7** 在大跨度预应力混凝土框架梁中，预应力筋的面积是由裂缝控制等级确定的，为了增加梁端截面延性，则需要采用混合配筋方式，配置一定数量的非预应力钢筋，这在某种程度上增加了梁的强度储备。国内外研究表明，在罕遇地震作用下，要求预应力混凝土框架梁端临界截面的屈服先于柱截面产生塑性铰，呈现梁铰侧移机制是难以实现的；若确保在边节点处的梁端出现铰、柱端不出现铰，呈现混合侧移机制时结构仍是稳定的，这将同时依靠梁铰和柱铰去耗散地震能量，其对柱端的截面延性亦有较高要求。

**3.1.8** 预应力混凝土结构的耐久性按正常使用极限状态控制，特点是随时间发展因材料劣化而引起性能衰减。耐久性极限状态表现为：预应力筋开始锈蚀；结构表面混凝土出现可见的耐久性损伤（酥裂、粉化等。）材料劣化进一步发展还可能引起构件承载力问题，甚至发生破坏。

由于影响混凝土结构材料性能劣化的因素比较复杂，其规律不确定性很大，一般建筑结构的耐久性设计只能采用经验性的定性方法解决。参考现行国标《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476和《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，根据调查研究及我国国情，并考虑房屋建筑混凝土结构的特点加以简化和调整，本规范规定了预应力耐久性定性设计的节本内容。

3.2 材料

**3.2.1**因为叠合梁板的预制部分采用预应力混凝土，因此规定混凝土强度等级C40及以上，如果叠合层部分混凝土强度等级低于预制部分，相关计算取强度低者。

**3.2.2**节点部分的混凝土分两次浇捣，第一次是将键槽部分的空隙填平，因为U形钢筋通过此部分的后浇混凝土与预制梁底的预应力筋实现搭接，因此该部分的混凝土质量十分关键，应采用强度等级高一级的无收缩细石混凝土。如果该部分混凝土搅拌时量较少，考虑材料强度评测所采用的统计方法的因素，混凝土强度等级可按不低于C45执行；节点部位键槽之外的混凝土的第二次浇捣与叠合梁板的叠浇层部分同时进行，该部分混凝土强度等级与叠浇层相同。

**3.2.3**根据先张法预应力混凝土的特点选择预应力筋，强度等级不宜过低。

**3.2.4**普通钢筋应采用HRB400级、HRB500级或HTRB600级钢筋，箍筋也可采用HPB300级钢筋。键槽内的U形钢筋应采用变形钢筋，强度等级宜高以减小钢筋直径，便于保证其粘结强度。

**3.2.5~3.2.6** 钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒及灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398、《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T408的规定。

**3.2.8** 集中约束搭接连接预留孔灌浆材料采用的无收缩灌浆料，除了1d龄期的强度、28d龄期的强度以外，其余条件应满足现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448中II类水泥基灌浆材料的要求。

**3.2.9**坐浆材料也可采用灌浆料。

**3.2.10**集中约束搭接连接预留孔道的金属波纹管的波高对保证该种连接方式的性能有非常重要的作用，《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225对波高有明确规定，应严格控制。

**3.2.12**工程设计人员选用锚具时，可根据工程环境条件、结构的要求、预应力筋的品种、产品的技术性能和经济合理等因素进行综合分析比较后加以确定。表3.2.2是锚具选用表，这里仅推荐钢绞线预应力筋适用的张拉端和固定端锚具。

**3.2.13**预应力筋-锚具组装件的静载和疲劳锚固性能，是根据现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370对锚具的锚固性能要求制定的。对于主要承受较大动荷载的预应力混凝土结构，要求所选锚具能承受的应力幅度可适当增加，具体数值可由工程设计单位根据需要确定。

预应力筋-锚具组装件的静载锚固性能应符合现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85的规定。

**3.2.14**后张预应力构件预埋制孔用管材分为金属波纹管和塑料波纹管。梁类等构件宜采用圆形波纹管，施工周期较长时应选用镀锌金属或塑料波纹管。塑料波纹管宜用于曲率半径小的孔道及对密封要求高的孔道。

**3.2.15**对孔道灌浆用水泥和外加剂用量较少的一般工程，当有可靠依据时，可不做材料性能的进场复验。

3.3 构件

**3.3.1** 采用预制柱时，为便于运输、吊装，柱截面长边尺寸不宜过大。为加快现场施工进度，预制柱一次成型的高度可以为一层至四层不等，每层柱的柱高确定时应综合考虑梁柱节点处的刚度问题、安装时临时固定的便捷性和运输的便捷性。

**3.3.2**预制梁的任何一边边长均不得小于200mm。

**3.3.3**预制板的厚度不宜过薄，过薄的话预应力筋的保护层厚度不易保证，起吊、堆放、运输时容易开裂。叠合板的后浇部分的厚度不应小于预制部分的厚度，以保证叠合板形成后的刚度。预制板的宽度不宜过小，过小则经济性差。预制板的宽度不宜过大，过大则运输、起吊较为困难。钢丝保护层厚度的规定结合了国内的相关规范的要求。

**3.3.4**预制剪力墙的截面厚度过小、过大不适宜采用竖向钢筋集中搭接连接，因此规定厚度不宜小于200mm，不宜大于300mm。另外，为防止构件过重、过大不利于运输、吊装，每块预制剪力墙截面高度长边尺寸不宜大于2000mm，剪力墙长度大于2000mm时可通过后浇段拼接。

3.4 作用效应组合

**3.4.1~3.4.3** 进行施工、使用两个阶段承载力极限状态设计时遵照有关规范。本体系施工时预制梁、板下应有可靠支撑，预制柱应有斜撑。施工阶段的风荷载由施工临时措施解决。

**3.4.4** 本条是遵照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011作出的规定。因为6、7度地震区的竖向地震力一般较小，且本标准的适用高度也不高，可以不计算其影响。

**3.4.5** 本条是遵照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011作出的规定，列出梁、柱、剪力墙等的有关内容。

**3.4.8**本条是现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3的规定。现浇楼面和装配整体式楼面的楼板作为梁的有效翼缘形成T形截面，提高了楼面梁的刚度，结构计算时应予考虑。当近似其影响时，应根据梁翼缘尺寸与梁截面尺寸的比例关系确定增大系数的取值。通常现浇楼面的边框架梁可取1.5，中框架梁可取2.0；有现浇面层的装配式楼面梁的刚度增大系数可适当减小。当框架梁截面小而楼板较厚或者梁截面较大而楼板较薄时，梁刚度增大系数可能会超出1.5~2.0的范围，因此规定增大系数可取1.3~2.0。

**3.4.9**在预应力混凝土框架梁、柱的受剪承载力，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010第11章有关条款进行计算时，其未计及预应力对提高构件受剪承载力的有利作用，是偏于安全的。

4 结构设计与施工验算

4.1 结构分析

**4.1.1** 根据预制预应力混凝土装配整体式结构具体的施工步骤，按照施工安装和使用两个阶段进行内力和变形计算。

**4.1.2** 施工阶段的结构稳定应通过施工临时措施解决。叠合梁、板一般按施工阶段有可靠支撑的叠合受弯构件设计。

**4.1.3** 预制预应力混凝土装配整体式结构使用阶段计算取与现浇结构相同的计算模型。

**4.1.4**装配整体式剪力墙结构的抗侧刚度略低于现浇剪力墙结构，因此当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，抗震设计时，对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢的装配整体式剪力墙结构，现浇墙肢水平地震作用弯矩、剪力宜乘以不小于1.1的增大系数，预制剪力墙不减小，偏于安全。

**4.1.5~4.1.6**装配整体式结构施工阶段计算不考虑地震作用，使用阶段的内力计算宜考虑弯矩调幅。

4.1.8为常对预应力筋由于布置上的几何偏心引起的内弯矩以表示。由该弯矩对连续梁引起的支座反力称为次反力，由次反力对梁引起的弯矩称为次弯矩。在预应力混凝土超静定梁中，由预加力对任一截面引起的总弯矩为内弯矩与次弯矩之和，即。次剪力可根据结构构件各截面次弯矩分布按力学分析方法计算。



4.2构件设计

**4.2.1** 预制预应力混凝土装配整体式结构各构件应考虑施工阶段和使用阶段两种情况，取较大值进行配筋。

**4.2.2**叠合梁、板的设计按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定执行。

**4.2.3**国内外的研究表明，对不配抗剪钢筋的叠合板，当叠合界面粗糙度满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的构造规定时，同时叠合面的受剪强度符合公式4.2.3的规定时，叠合面不会发生破坏。

4.3 接缝受剪承载力计算

**4.3.1**装配整体式结构的地震设计状况，接缝的受剪承载力适度提高要求，其余按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010执行。

**4.3.2~4.3.3**参照《装配式混凝土结构设计规范》JGJ 1的有关规定。计算公式中的参数示意参见下图。



图1 叠合梁端受剪承载力计算参数示意

1-后浇节点区；2-后浇混凝土叠合层；3-预制梁； 4-预制键槽根部截面；5-后浇键槽根部截面。

**4.3.4**在地震设计状况下，剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值计算公式采用了现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中对一级抗震等级剪力墙水平施工缝的抗剪验算公式。

4.4施工验算

**4.4.1**施工验算按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定执行。

**4.4.2**本体系叠合梁板宜按施工阶段有可靠支撑的叠合式受弯构件设计。不排除部分位置按施工阶段无支撑或无足够支撑的叠合式受弯构件设计。

**4.4.4**在叠合梁、板形成前，预制梁、板底部通常有支撑，在这种支承条件下预制梁、板应该能够承受自重和新浇混凝土的重量。

5 构造要求

5.1 一般规定

**5.1.2**键槽的长度要满足U形钢筋的锚固、U形钢筋施工时正常放置所需要的工作长度。根据相关规范的规定和梁柱节点试验分析，对键槽长度做出了规定。在确定键槽长度时，应考虑生产、施工的方便，一般以400mm起，按450mm、500mm类推。

**5.1.3**参照相关规范并考虑U形钢筋实际位置距下边缘较远而确定U形钢筋面积一级抗震等级不应小于梁上部钢筋面积的0.55倍，二、三级抗震等级不应小于梁上部钢筋面积的0.4倍。U形钢筋的安装应均匀布置。

**5.1.7**如果不符合本条要求，应采取特殊措施后方可使用。例如预制板长度短于设计要求不超过50mm时，预制板端部补加封闭模板，预制板仍然可以使用。

5.2 预制梁、板、柱的连接构造

**5.2.1** 当采用预留孔插筋法时，宜采用镀锌金属波纹管，其长度应大于柱主筋的搭接长度。预留孔应有可靠的封堵措施防止漏浆。

**5.2.2** 柱与柱的连接可采用四种方法。方法1是在上段预制柱截面中间预埋工字钢，工字钢伸出上段柱下表面的长度应大于主筋机械连接套筒+200mm。方法2是采用套筒灌浆连接。方法3是在上段预制柱截面中间预埋工字钢，工字钢伸出上段柱下表面的长度应大于柱主筋的搭接长度。方法4是采用预留孔插筋，预留孔的长度应大于柱主筋的搭接长度。

**5.2.3** 柱与梁的连接采用键槽节点。如果梁较大、配筋较多、所需U形钢筋直径较粗时，应保证键槽内钢筋的有效锚固满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定。生产、施工时应严格保证键槽内钢绞线的锚固长度和U形钢筋的锚固长度。中间层边节点处伸入节点的负弯矩钢筋和U形钢筋一端可采用钢筋锚固板。钢筋键槽的预留方式有两种：一种是生产时预留键槽壁，一般厚40mm，U形钢筋安装在键槽内；另一种是生产时不预留键槽壁，现场施工时安装键槽部位箍筋和U型钢筋后和键槽混凝土同时浇筑。本条规定预留键槽壁的做法。预制梁宜采用公称直径12.7mm的钢绞线，当采用公称直径15.2mm的钢绞线时，相关构造应进行专门研究。

**5.2.4**本条规定生产时不预留键槽壁的做法。

**5.2.5**主梁与次梁的连接处，施工阶段验算时应注意主梁开口后截面削弱的影响，另外开口位置两边应有足够的箍筋承担次梁传来的集中力。次梁采用缺口梁，按缺口梁进行承载力计算。施工过程中应采取有效措施确保主梁与次梁连接处的稳固、密实。缺口梁有多种配筋形式，考虑到预制构件生产的方便，建议采用吊筋形式的桁架计算模型。

**5.2.6**在两块预制板的板缝处铺钢筋网片，增强两块预制板之间的连接。

**5.2.7**多个工程实践表明，多截柱具有明显的工效、经济优势。与多截柱配套应采用本标准推荐的梁端不出筋构造。

**5.2.8**《混凝土结构设计规范》GB 50010规定叠合梁的叠合层混凝土的厚度不宜小于100mm，且伸入叠合层的箍筋直线段长度不宜小于10的箍筋直径。一般叠合板厚度120mm，与之适应的叠合梁的后浇层高度采用120mm较为合适。当叠合层部位梁上部纵筋较密，或者为了满足伸入叠合层的箍筋直线段长度不宜小于10的箍筋直径的要求，预制梁可采用凹口形式。

5.3预制剪力墙的连接构造

**5.3.1** 东南大学完成的竖向钢筋采用集中约束搭接连接的预制装配整体式剪力墙低周反复试验、钢筋搭接连接试验表明，该结构具有良好的延性、可靠的钢筋搭接连接性能，施工方便。

**5.3.2** 竖向钢筋直径过大时不宜采用集中约束搭接连接。预留孔直径不宜过大，也不宜过小，以保证纵筋连接性能。

**5.3.3** 仅边缘构件部分预留孔道高度按搭接长度加上50mm设置，分布钢筋部分预留孔道高度可按锚固长度加上50mm设置。

**5.3.4** 试验研究发现，预留孔道底部纵筋受力较大，上半部分受力很小，因此上半部分螺旋箍筋螺距可放大。

**5.3.5** 当采用竖向钢筋集中约束搭接连接时，暗柱竖向钢筋搭接长度范围内加密箍筋、拉筋对保证竖向钢筋搭接连接的性能尤其是预制墙内竖向钢筋的受力性能具有十分重要的作用，所以需要加强。

**5.3.6** 预制墙上部后浇层高度大于360mm时，直径为12mm的竖向钢筋两个折点可设置在后浇层内，其余情况起弯点需要设置在预制墙内，上部弯折点可设置在后浇层内。

**5.3.7、5.3.8**每楼层剪力墙顶部应设置后浇圈梁或后浇带，由于纵筋弯折以后造成的箍筋角部留下的空缺部位应设置直径不小于8mm的短钢筋。

**5.3.9** 边缘构件部分每个预留孔内应设置4根钢筋，并增加设置不少于25%的附加钢筋，附加钢筋可根据具体构造在一孔中设置两根或每孔设置一根。附加钢筋应设置在预制墙中并有足够的锚固长度。

**5.3.11**一般要求预制剪力墙接缝不设在约束边缘构件区域。预制剪力墙约束边缘构件、现浇约束边缘构件部分竖向钢筋需要伸入上部预制剪力墙，针对上述两种情况，本条给出了同样的做法。

**5.3.12**本条给出了构造边缘构件区域纵向钢筋连接采用集中约束搭接连接的做法。

**5.3.13**预制剪力墙的竖向分布钢筋可根据具体情况，选择采用每孔4根钢筋搭接连接或每孔两根钢筋搭接连接，并给出了具体要求。

**5.3.14**预制剪力墙连接结合面应设置粗糙面、键槽以保证结合面的受剪承载力。

**5.3.15、5.3.16**本标准未具体规定的有关做法参照现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的相关规定执行。

**5.3.17** 预制剪力墙相邻下层为现浇剪力墙时，上层预制剪力墙构造按5.3节的有关规定设置，下层现浇剪力墙中竖向钢筋伸入上层预制剪力墙。

**5.3.18**金属波纹管可仅用作成孔，构件制作时可将其旋出。

6构件生产

6.1 一般规定

**6.1.1** 原材料检测参照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的相关规定执行。普通钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1、《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2和《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB13014的规定。钢筋进场时，应检查产品合格证和出厂检验报告，并按规定进行抽样检验；预应力筋有钢丝、钢绞线、热处理钢筋等，其质量应符合相关的现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T5223、《预应力混凝土用钢绞线》GB/T5224等的规定。预应力筋进场时应根据进场批次和产品的抽样检验方案确定检验批，进行进场复验，进场复验可仅作主要的力学性能试验。厂家除了提供产品合格证外，还应提供反映预应力筋主要性能的出厂检验报告；钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398的规定；水泥进场时，应根据产品合格证检查其品种、级别等，并有序存放，以免造成混料错批。强度、安定性等是水泥的重要性能指标，进场时应作复验，其质量应符合现行国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB175的规定；混凝土外加剂质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB8、《混凝土外加剂应用技术规范》GBJ50119等的规定。外加剂的检验项目、方法和批量应符合相应标准的规定；混凝土中各种掺合料应符合现行国家标准《粉煤灰混凝土应用技术规范》GBJ146、《用于水泥与混凝土中粒化高炉矿渣粉》GB/T18046等的规定；普通混凝土所用的砂子、石子应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52的质量要求，其检验项目、检验批量和检验方法应遵照标准的规定执行。普通混凝土所用的水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63的质量要求。

**6.1.2** 在生产过程中，生产单位缺乏设计所要求的钢筋品种、级别或规格时，可进行钢筋代换。为了保证对设计意图的理解不产生偏差，规定当需要作钢筋代换时应办理设计变更文件，以确保满足原结构设计的要求，并明确钢筋代换由设计单位负责。

**6.1.5**由于本体系预制预应力混凝土构件生产线长度较长，且张拉时控制应力可以控制得较为准确，因此在有可靠经验时最大张拉控制应力可放宽到。

**6.1.6** 灌浆质量是影响钢筋套筒灌浆连接接头性能的关键因素，必须制定质量控制措施，确保连接质量可靠。

6.4 预应力筋制作与张拉

**6.4.4** 由于预应力筋断裂或滑脱对结构构件的受力性能影响极大，故施加预应力过程中，应采取措施加以避免。先张法预应力构件中的预应力筋不允许出现断裂或滑脱，若在浇筑混凝土前出现断裂或滑脱，相应的预应力筋应予以更换。

**6.4.5**预应力筋张拉后实际建立的预应力值对结构受力性能影响很大，必须予以保证。施工时可用应力测定仪器直接测定张拉锚固后预应力筋的应力值，若难以直接测定，也可用见证张拉代替预应力值测定。

6.5 混凝土

**6.5.4**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。

6.7后张预应力构件

**6.7.1** 本节列出了两种典型的预应力筋下料长度计算公式。如果预应力筋固定端埋设位置、张拉设备、锚具和施工工艺等有变化，则应按实际情况调整算式。当钢绞线固定端采用内埋式挤压锚具或压花锚具时,其下料长度应算至锚具内埋的位置。

7施工与验收

7.1 现场堆放

**7.1.1** 为避免预制构件的破损，应尽量减少现场堆放和转运。

**7.1.2** 根据施工组织设计和安装专项方案确定堆放区域和顺序。

7.2 柱、剪力墙就位前准备工作

**7.2.1** 当采用杯形基础施工时，柱就位前的处理事项同一般的装配式结构施工要求。

**7.2.2** 当采用预留孔插筋法施工时，应保证预留孔位置的准确性。

**7.2.3**在预制构件底部设置垫块，其目的是为了调整预制构件坐浆层的厚度及预制构件底部标高。

7.3 柱、剪力墙吊装就位

**7.3.1**施工时应确保无收缩灌浆料充实预留孔并按要求留置试块。

**7.3.2**剪力墙采用集中约束浆锚连接节点安装时，下层预留插筋应集束插入上层剪力墙底部的预留孔道内。下层预留插筋的位置应准确。

**7.3.3**连接节点灌浆作业是预制装配整体式结构工程施工质量控制的关键环节之一。在施工方案中，应从原材料、作业人员、质量检验、检验批验收等方面制定质量保证措施，加强施工过程控制。

7.4 预制梁吊装就位

预制梁按一阶段受力设计，施工时梁下应有可靠支撑。支撑应编制施工方案后执行。

7.5 板吊装就位

**7.5.1** 施工时按规定留置标准条件养护试块和同条件养护试块。

7.7后张预应力装配框架施工

**7.7.1**穿束方法,应根据孔道波形、长度与孔径,以及预应力筋表面状态、具体施工条件等灵活应用。对穿束困难的孔道,应适当增大预留孔道直径。

**7.7.2**预应力穿入孔道后至张拉并灌浆的时间间隔较长，在环境湿度较大的南方地区或雨季容易造成预应力筋的锈蚀，进而影响孔道摩擦，甚至影响预应力筋的力学性能。

**7.7.5**是否需要超张拉取决于设计要求和施工工艺,但最终目的是张拉锚固后锚下应力达到设计要求。若张拉工艺增加了设计未考虑的预应力损失,则应进行超张拉。本条中可调节式锚具是指:张拉过程中,可以调节张拉控制力的锚具,如镦头锚、螺母锚具等；不可调节式锚具是指：张拉过程中,不能调节张拉控制力的锚具,如具有自锚性能的夹片式锚具等。建筑工程一般预应力筋,张拉时持荷时间可根据跨数和长度取2min~5min，跨数多、长度长时取大值。。

**7.7.6**张拉伸长值校核可以综合反映预应力孔道的成孔质量、张拉力是否达到设计要求以及预应力筋的质量是否有异常等。如孔道出现局部堵塞,张拉力可以达到设计值,但实测伸长值会偏短;若成孔质量不好,摩擦损失会增大,实测伸长值也会偏短。因此,对实测伸长值的异常应引起足够的重视。

**7.7.7**锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量系指预应力筋锚固过程中，由于锚具零件之间与预应力筋的响度移动和局部塑形变形造成的回缩值。在现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ85中给出了预应力筋的内缩测试方法。

**7.7.9**锚具外多余预应力筋常采用机械方法切割。实际工程中,也可采用氧-乙炔焰切割方法切割多余的预应力筋,但为了确保锚具正常工作及考虑切断时热影响可能波及锚具部位,应对锚具采取降温等措施。考虑到锚具正常工作及可能的热影响,本条对预应力筋外露部分长度做出了规定。切割不宜距锚具太近,同时也不应影响构件安装。

锚具的封闭保护是一项重要的工作,主要是保证预应力结构的耐久性、抗火及防止机械损伤。后张预应力筋的锚具布置在构件端部,处于室外环境影响较大的部位,且锚具又处于高应力状态,封锚保护十分重要。封锚包括两部分内容:其一是锚具防腐蚀处理,其二是锚具封闭处理。

**7.7.10**预应力筋张拉后处于高应力状态，对腐蚀非常敏感，所以应尽早灌浆。灌浆是对预应力筋的永久性保护措施，故要求水泥浆饱满、密实。

**7.7.11**灌浆顺序的安排应避免相互串孔冒浆现象，条文中规定先下后上的原则。当灌浆不通畅而更换灌浆孔时，应及时将第一次灌入的水泥浆排出，以免孔道内留有空气，影响灌浆质量。

**7.7.12**当主梁的下部纵向钢筋在后浇段内采用机械连接时，一般只能采用加长丝扣型直螺纹接头，滚轧直螺纹加长丝头在安装中存在一定的困难，且无法达到Ⅰ级接头的性能指标。套筒灌浆连接头也可用于水平钢筋的连接。分段连接的两段主梁在拼接处各预留一段波纹管，在后浇段处采用套管连接在一起，以保证灌浆用波纹管的连续性。

7.8质量验收

施工安装质量验收应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的规定，尚应按照本节的规定进行验收。

构件的缺陷严重程度根据其对结构性能和使用功能的影响分为一般缺陷和严重缺陷。常见的构件缺陷可按下列方式处理，主要包括①梁上部的竖向裂缝，一般长度不超过100mm，可不处理；②梁端键槽部位斜向裂缝，裂缝宽度不大于0.1mm的可不处理；③薄板下部与预应力主筋方向平行的裂缝，不在预应力钢丝位置且宽度不大于0.2mm的可不处理，当宽度大于0.2mm时，按板拼缝处理，在薄板面加钢筋网片；④预制梁的局部混凝土缺陷，可用高强砂浆或细石混凝土修补；⑤当预制主梁长度超过实际要求长度时，可将主梁两端键槽对称割短，每边键槽长度均应满足5.1.2要求即可；当预制主梁长度小于要求长度时，可将预制主梁就位后，两端键槽现浇接长，并相应延长键槽U型钢筋长度；⑥当键槽开裂较大或缺损时可将破损部位凿除，安装时与键槽混凝土同时浇筑。其他特殊情况的缺陷的处理需要另行编制技术方案处理。

预制构件生产单位应向构件采购单位提供构件合格证。