云南省工程建设标准

装配整体式叠合混凝土结构技术规程

Technical specification for precast monolithic composite concrete structure

主编部门：

批准部门：

实施日期：202x年0x月xx日

202x 昆明

前 言

为促进建筑产业化发展，根据云南省住房和城乡建设厅《关于下达202x年度工程建设标准制修订计划的通知》(云建标发〔202x〕x号〕要求，编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经，参考有关国家标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分14章，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、建筑设计、结构设计、叠合框架结构设计、叠合剪力墙结构设计、叠合框架-剪力墙结构设计、预制构件数字化设计、构件制作与运输、施工安装、工程验收。

本规程主要起草人：

本规程主要审查人：

# 目 录

目录

[前 言 2](#_Toc14529)

[目 录 3](#_Toc25287)

[Content 5](#_Toc2201)

[1 总 则 7](#_Toc1424)

[2 术语与符号 9](#_Toc24855)

[2.1 术语 9](#_Toc15915)

[2.2 符号 13](#_Toc25379)

[3 基本规定 15](#_Toc24078)

[4 材料 19](#_Toc5257)

[4.1 混凝土、钢筋和钢材 19](#_Toc3412)

[4.2 连接材料 21](#_Toc22638)

[4.3 其它材料 21](#_Toc30755)

[5 建筑设计 23](#_Toc29099)

[5.1 一般规定 23](#_Toc10254)

[5.2 平面、立面、外墙设计 24](#_Toc21792)

[5.3 内装修、设备管线设计 25](#_Toc29098)

[6 结构设计 26](#_Toc13177)

[6.1 一般规定 26](#_Toc24501)

[6.2 预制构件设计 30](#_Toc7737)

[6.3 叠合楼盖设计 36](#_Toc4216)

[6.4 地下室叠合墙设计 40](#_Toc2570)

[7 叠合框架结构设计 47](#_Toc24405)

[7.1 构件设计 47](#_Toc16547)

[7.2 连接设计 50](#_Toc17306)

[8 叠合剪力墙结构设计 57](#_Toc9922)

[8.1 一般规定 57](#_Toc22288)

[8.2 构件设计 59](#_Toc18911)

[8.3 连接设计 63](#_Toc22728)

[8.4 多层叠合剪力墙结构设计 85](#_Toc30400)

[9 叠合框架-剪力墙结构设计 92](#_Toc4589)

[10 叠合框架-现浇核心筒结构设计 96](#_Toc8599)

[11 装配式建筑数字化设计、智能建造 97](#_Toc19898)

[11.1 一般规定 97](#_Toc31710)

[11.2 数字化设计 99](#_Toc19957)

[11.3 数字化协同工作平台 101](#_Toc9625)

[11.4 智能化生产 103](#_Toc19104)

[11.5 智能施工管理 106](#_Toc22179)

[12 构件制作、运输与堆放 109](#_Toc1158)

[12.1 一般规定 109](#_Toc31627)

[12.2 原材料及制作准备 110](#_Toc28959)

[12.3 钢筋与预埋件 111](#_Toc10860)

[12.4 设备与模具 115](#_Toc14173)

[12.5 成型、养护及脱模 120](#_Toc25840)

[12.6 构件制作质量检验 122](#_Toc11619)

[12.7 预制构件检验 123](#_Toc20921)

[12.8 标识与产品合格证 131](#_Toc22551)

[12.9 堆放与运输 132](#_Toc26000)

[12.10 资料及交付 134](#_Toc11100)

[13 施工安装 136](#_Toc24452)

[13.1 一般规定 136](#_Toc469)

[13.2 安装准备 138](#_Toc12344)

[13.3 空腔预制墙安装施工 139](#_Toc12285)

[13.4 空腔预制柱安装施工 141](#_Toc28435)

[13.6 预制梁、叠合板安装施工 143](#_Toc6415)

[13.7 其他预制构件安装施工 144](#_Toc15887)

[13.8 后浇筑混凝土施工 145](#_Toc7202)

[13.5 地下室空腔预制墙安装施工 146](#_Toc14564)

[13.9 密封与防水施工 150](#_Toc8990)

[14 工程验收 157](#_Toc12959)

[14.1 一般规定 157](#_Toc10879)

[14.2 预制构件 159](#_Toc23784)

[14.3 构件安装与连接 164](#_Toc4092)

[14.4 后浇混凝土 169](#_Toc3717)

[14.5 预制板密封与防水 171](#_Toc10120)

[附录A 叠合结构内混凝土成型质量检验 175](#_Toc19161)

[A.1 检验方法总述 175](#_Toc20812)

[A.2 观察法检验 177](#_Toc31341)

[A.3 超声法检验 177](#_Toc24717)

[A.4 局部剥离法检验 178](#_Toc1230)

[附录B 后浇混凝土施工记录表 181](#_Toc25242)

[本规程用词说明 182](#_Toc15934)

[引用标准名录 183](#_Toc3626)

**Content**

1 General Provisions [1](#_bookmark2)

2 Terms and Symbols [2](#_bookmark3)

2.1 Terms [2](#_bookmark4)

2.2 Symbols [4](#_bookmark5)

3 Basic Requirements [5](#_bookmark6)

4 Materials [7](#_bookmark1)

5 Structural Design [10](#_bookmark7)

5.1 General Requirements [10](#_bookmark8)

5.2 Component Design [12](#_bookmark9)

5.3 Composite Slab Design [15](#_bookmark10)

5.4 Basement Composite Wall Design [18](#_bookmark11)

6 Composite Shear Wall Structure Design [23](#_bookmark12)

6.1 General Requirements [23](#_bookmark13)

6.2 Component Design [24](#_bookmark14)

6.3 Connection Design [29](#_bookmark15)

6.4 Multi-storey Composite Shear Wall Structural Design

[56](#_bookmark43)

7 Composite Frame Structure Design [64](#_bookmark18)

7.1 Component Design [64](#_bookmark44)

7.2 Connection Design [67](#_bookmark45)

8 Design of Composite Frame -Shear WallStructure [75](#_bookmark46)

9 Prefabricated Components Digital Design [78](#_bookmark47)

9.1 General Requirements [78](#_bookmark48)

9.2 Design requirements [78](#_bookmark22)

10 Manufacturing and Transportation [80](#_bookmark49)

10.1 General Requirements [80](#_bookmark24)

10.2 Equipment and Mould [81](#_bookmark50)

10.3 Steel Processing and Embedded Parts [85](#_bookmark51)

10.4 Forming、Curing and Demoulding [88](#_bookmark52)

10.5 Prefabricated Component Inspection [89](#_bookmark53)

10.6 Storage and Transportation [94](#_bookmark54)

11 Construction and Quality Acceptance [96](#_bookmark55)

11.1 General Requirements [96](#_bookmark31)

11.2 Construction Preparation [97](#_bookmark56)

11.3 Component Installation and Connection [98](#_bookmark57)

12 Construction and Quality Acceptance [102](#_bookmark58)

12.1 General Requirements [102](#_bookmark35)

12.2 Precast Component [103](#_bookmark59)

12.3 Component Installation and Connection [107](#_bookmark60)

12.4 Quality acceptance [110](#_bookmark61)

Explanation of Wording in This Specification [112](#_bookmark62)

List of Quoted Standards [113](#_bookmark63)

Attached：clause explanation [115](#_bookmark64)

1 总 则

1.0.1 为规范和促进装配整体式叠合混凝土结构的推广应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、施工方便、质量可靠，特制定本规程。

【条文说明】1.0.1 装配整体式叠合混凝土结构具有如下创新性优势：

1 竖向叠合剪力墙、叠合柱与水平叠合梁、叠合板等预制构件，可构建剪力墙、框架、框架-剪力墙、框架-现浇核心筒结构体系，用于住宅、办公、商业等各类民用建筑；

2 竖向构件内部及连接节点为整体现浇，结构整体性好；

3 叠合剪力墙边缘构件采用分离式暗柱连接，成型钢筋笼辅助定型铝模及安装装备，大幅提高现场施工建造效率；

4 叠合剪力墙采用成型钢筋笼构造，确保钢筋笼处于整体受力状态，钢筋笼在叶板内整体锚固，对两侧叶板形成强拉接，整体受力性能好；

5 采用可靠易检的钢筋搭接连接方式，质量安全可控；

6 钢筋焊接网及钢筋自动化成笼装备的应用，可实现高度工业化、生产自动化，并节省人工，降低综合生产成本；

7 构件质量轻，便于运输、吊装及安装；

8 叠合构件预制部分既参与受力又兼做模板，可大量减少外模板使用；

9 工业化程度高，大幅降低能源消耗，减少材料损耗，工厂集中环保处理，有效实现节能、环保的生产目标。

1.0.2 本规程适用于民用建筑抗震设防烈度为6度至8度的装配整体式叠合混凝土结构的设计、生产运输、施工和质量验收。

【条文说明】1.0.2 本规程适用于民用建筑，抗震设防烈度为6度、7度(0.10g、0.15g)、8度(0.20g、0.30g)的装配整体式叠合混凝土结构的设计、生产运输、施工和质量验收。

1.0.3 装配整体式叠合混凝土结构的设计、生产运输、施工和质量验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】1.0.3 装配整体式叠合混凝土结构设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1等的相关规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 预制构件 precast component

2.1.2 装配整体式叠合混凝土结构 monolithic precast concrete composite structure

全部或部分构件采用叠合剪力墙、叠合柱、叠合梁板的装配整体式混凝土结构，简称叠合结构，采用叠合结构的建筑简称叠合建筑。包括装配整体式叠合剪力墙结构、装配整体式叠合框架结构、装配整体式叠合框架-剪力墙结构、装配整体式叠合框架-现浇核心筒结构和装配整体式部分框支装配整体式叠合剪力墙结构。

2.1.3 装配整体式叠合混凝土剪力墙结构 monolithic precast composite shear wall structure

剪力墙全部或部分采用叠合构件的装配整体式混凝土剪力墙结构。简称叠合剪力墙结构。

2.1.4 装配整体式叠合框架结构 monolithic precast composite frame structure

柱全部或部分采用叠合构件的装配整体式混凝土框架结构，简称叠合框架结构。

2.1.5 装配整体式叠合框架 - 剪力墙结构 monolithic precast composite frame structure - shear wall

剪力墙或柱全部或部分采用叠合构件的框架-剪力墙结构。

【条文说明】2.1.4 装配整体式叠合框架-剪力墙结构包括：

1 装配整体式叠合框架-叠合剪力墙结构：全部或部分采 用叠合框架与叠合剪力墙组成的共同承受竖向和水平作用的装 配整体式混凝土结构。简称叠合框架-叠合剪力墙结构；

2 装配整体式叠合框架-现浇剪力墙结构：全部或部分叠 合框架与现浇剪力墙组成的共同承受竖向和水平作用的装配整 体式混凝土结构。简称叠合框架-现浇剪力墙结构；

3 现浇框架-叠合剪力墙结构：全部或部分采用叠合剪力 墙与现浇框架组成的共同承受竖向和水平作用的装配整体式混 凝土结构。简称现浇框架-叠合剪力墙结构。

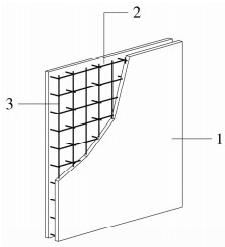
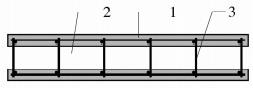
2.1.6 装配整体式叠合框架-现浇核心筒结构 monolithic pre- cast composite frame - corewall structure

由现浇核心筒与外围的叠合框架组成的框架-核心筒结构。简称叠合框架-现浇核心筒结构。

2.1.7 空腔预制墙构件 precast hollow wall panel

由成型钢筋笼及两侧预制墙板组成，中间为空腔的预制构件。

【条文说明】2.1.7 空腔预制墙构件示意如图1所示。

(a)空腔预制墙构件三维图 (b) 空腔预制墙构件剖面图

图1 空腔预制墙构件

1-预制部分；2-空腔部分；3-成型钢筋笼

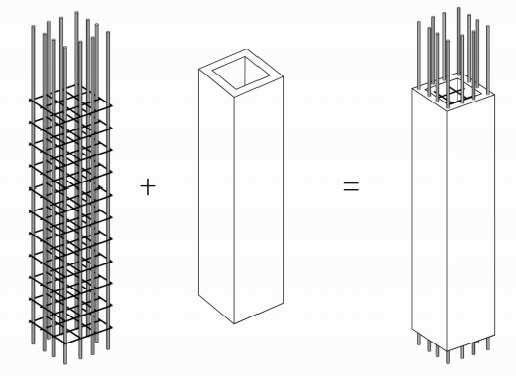
2.1.8 叠合剪力墙 composite shear wall

空腔预制墙构件现场安装就位后，在空腔内浇筑混凝土，使现浇混凝土与预制构件形成整体，共同承受竖向和水平作用的叠合构件。其中采用夹心保温空腔预制墙构件的叠合剪力墙称为夹心保温叠合剪力墙。

2.1.9 空腔预制柱构件 precast hollow column

由成型钢筋笼与混凝土一体制作而成的中空预制构件。

【条文说明】2.1.9 空腔预制柱构件示意如图3和图4所示。



(a) 成型钢筋笼 (b) 预制部分 (c) 空腔预制柱构件

图3 空腔预制柱构件三维图

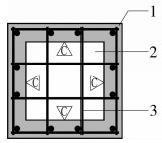


图4 空腔预制柱构件剖面图

1-预制部分；2-空心部分；3-成型钢筋笼

2.1.10 叠合柱 composite column

空腔预制柱构件现场安装就位后，在空腔内浇筑混凝土，使现浇混凝土与预制构件形成整体，共同承受竖向和水平作用的叠合构件。

2.1.11 叠合梁 composite beam

由成型钢筋笼与混凝土一体制作而成，在现场后浇混凝土形成的整体受弯构件。包括顶部后浇的矩形叠合梁、顶部及中部后浇的U形叠合梁及双皮叠合梁。

【条文说明】叠合梁截面示意见图6.3.5。

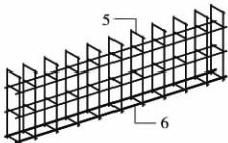
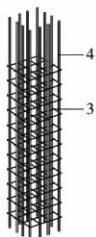
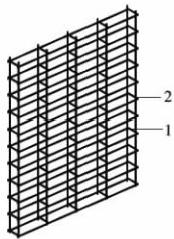
2.1.12 地下室叠合外墙 composite retaining wall

空腔预制墙现场安装就位后，在空腔内浇筑混凝土形成整体，共同承受荷载的地下室外墙。

2.1.13 成型钢筋笼 welded steel cage

钢筋焊接网或弯折成型钢筋网通过专用机械装备，按规定形状、尺寸通过焊接或绑扎方式整体成型的钢筋笼。

【条文说明】2.1.13 成型钢筋笼包括墙钢筋笼、柱钢筋笼、梁钢筋笼等，示意如图5所示 。

(a)墙钢筋笼 (b)柱钢筋笼 (c)梁钢筋笼

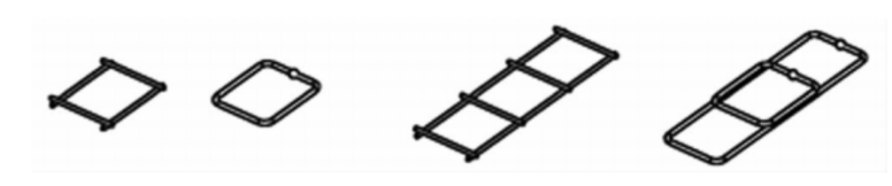
图5 成型钢筋笼

1-梯子形网片；2-墙体竖向钢筋；3-柱箍筋网片；4-柱纵筋； 5-梁箍筋网片；6-梁纵筋

2.1.14 钢筋焊接网 welded steel fabric

钢筋经加工焊接形成的钢筋网片，包括墙板所用梯子形网片，箍筋用口字形、目字形、田字形网片，楼板用钢筋网片等，简称焊接网。

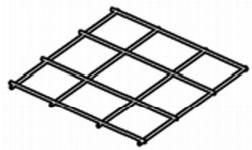
【条文说明】2.1.14 钢筋焊接网包括墙板所用梯子形网片，梁、柱、剪力墙边缘构件箍筋用口字形、目字形网片，梁、柱箍筋用田字形网片，楼板、墙板用钢筋网片，网片可采用钢筋垂直接焊接或钢筋弯折对焊方式。典型钢筋网片示意如图6所示 ：



(a)口字形网片 (b) 目字形网片

(c)梯子形网片

(d) 田字形网片

2.1.15 预制构件数字化设计 digital design of precast component

以预制构件信息化模型为核心，借助参数化建模软件，实现 全建设周期数据流转、信息共享的设计方式。

2.2 符号

C —— 保护层厚度；

Kc —— 安全系数；

Lab— — 纵向受拉钢筋的基本锚固长度；

la —— 纵向受拉钢筋的锚固长度；

Lae —— 抗震设计时纵向受拉钢筋的锚固长度；

S —— 承载能力极限状态下作用组合的效应设计值； Sd —— 基本组合的效应设计值；

Sc —— 各工况荷载标准组合的效应值；

Rc —— 根据试验确定的连接件在短暂设计状况下的承载 力；

Rd —— 连接件承载力设计值；

R —— 根据试验确定的连接件在持久设计状况下的承载 力。

3 基本规定

3.0.1 在叠合结构的建筑方案设计阶段，应采用系统集成的方法，协调建设、设计、制作、施工各方之间的关系，并应加强建筑、结构、设备、装修等专业之间的配合。

【条文说明】3.0.1 叠合结构具有其自身特点，从结构的设计、构件制作、运输、存放、施工安装各个阶段应重视整体策划和各专业间的协调一致，对建筑平面和立面根据标准化、模数化的原则进行优化，充分研究预制构件的经济性和可建造性，并对其进行论证，提出可行方案，保证建筑功能和结构布置的合理性，提高定型的标准化建筑构配件的重复使用率，降低工程造价。

3.0.2 叠合装配式建筑设计应遵循少规格、多组合的原则。

【条文说明】3.0.2 建筑信息模型(BIM) 技术是装配式建筑建造的重要工具。通过信息数据平台管理系统实现生产、施工、物流和运营等各环节一体化管理，有利于实现数据驱动的智能生产，对提高工程建设各阶段及各专业之间的协同配合效率，以及整体管理水平具有重要作用。

3.0.3 叠合结构的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的基本要求，并应符合下列规定：

1 应采取有效措施加强结构的整体性；

2 叠合结构应采用高强钢筋；

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

4 应根据连接节点和接缝的构造方式和性能，确定结构的整体计算模型。

【条文说明】3.0.3 装式构配结的计设首先应满足国家《混凝土结构设计规范》GB50010-2010第三章本基设计规定的各项要求。对于在偶然作用下，可能导致连续倒塌的装配式结构，应根据国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010-2010的要求，进行防连续倒塌设计。

装式结构的设计，应注重概念设计和结分析模型的建立，以及预制构件的连接设计，本版规程对于高层装配式结构设计的主要概念，是在选用可靠的预制构受力钢筋连接技术的基础上，采用预制构件与后浇混凝土相结合的方式，通过连接节点合理的构造措施，将装配式结构连接成一个整体，保证其结构性能具有与现浇混凝土结构等同的整体性、延性承载力和耐久性能，达到与现浇混土凝等同的效果。对于多层装配式剪力墙结构，应根据实际选用的连接节点类型，和具体采用的构造措施的特点，采用相应的结构分析的计算模型。

装式配结构成败的关键在于预制构件之间，以及预件与现浇和后浇混疑土之间的连接技术，其中包括连接接头的选用和连接节点的构造设计。即节点连接构造不仅应满足结构的力学性能，尚应满足建筑物理性能的要求。

3.0.4 抗震设防的装配式结构，应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223确定抗震设防类别及抗震设防标准。

【条文说明】3.0.4 与现浇混凝土相同，在抗震设防地区，装配式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的规定。

3.0.5 装配整体式叠合混凝土结构中，预制构件的连接部位应设置在结构受力较小的部位，其尺寸和形状应符合下列规定：

1 应满足建筑使用功能、模数、标准化要求，并应进行优化设计；

2 应根据预制构件的功能和安装部位、加工制作及施工精度等要求，确定合理的允许公差要求；

3 应满足制作、运输、堆放、安装及质量控制要求。

【条文说明】3.0.5 预制构件合理的接缝位置以及尺寸和形状的设计是十分重要的，它对建筑功能、建筑平立面、结构受力状况、预制构件承载能力、工程造价等都会产生定的影响。设计时，应同时满足建筑模数协调、建筑物理性能、结构和预制构件的承载能力、便于施工和进行质量控制等多项要求。同时应尽量减少预制构件的种类，保证模板能够多次重复使用，以降低造价。

与传统的建筑方法相比，装配式建筑有更多的连接接口，因此，对工业化生产的预制构件而言，选择适合的公差是十分重要的，定公差的目的是为了建立预制构件之间的协调标准。一般来说，基本公差主要包括制作公差、安装公差、位形公差和连接公差，公差提供了对预制构件推荐的尺寸和形状的边界，构件加工和施工单位根据这些实际的尺寸和形状制作和安装预制构件，以此保证各种预制构件在施工现场能合理地装配在一起，并保证在安装接缝、加工制作放线定位中的误差发生在允许的范围内使接口的功能、质量和美观均达到设计预期的要求。

3.0.6 叠合结构建筑应采用建筑信息BIM模型技术，进行全专业、全过程的信息化管理。

3.0.7 预制构件深化设计成果应以数字化方式体现，构件加工图设计成果的信息输出应实现与工厂自动化生产线的数字对接，同时应满足建筑、结构和机电设备等各专业以及构件制作、运输、安装等各环节的综合要求。

【条文说明】3.0.7 在预制构件加工制作阶段，应将各专业、各工种所需的预留孔洞、预埋件等一并完成，避免在施工现场进行剔凿、切割，伤及预制构件，影响质量及观感。因此，在一般情况下，装配式结构的施工图完成后，还需要进行预制构件的深化设计，以便于预制构件的加工制作。这项工作应由具有相应设计资质的单位完成。预制构件的深化设计可以由设计院完成，也可委托有相应设计资质的单位单独完成深化设计详图。

3.0.8 预制构件的拆分设计应由具备相应图纸深化能力的设计单位牵头进行，建设参与相关单位应积极参与；构件拆分图设计完成后、正式使用前，须进行图纸会审，拆分单位应进行设计交底。

【条文说明】3.0.8 叠合混凝土结构预制构件设计、拆分期间，应综合考虑构件的生产、养护、吊装、运输的便利性及施工现场的塔吊性能、堆放场地、临时道路、周边环境等限制因素，按照构件设计、生产、运输、装配施工一体化的原则统筹策划。

3.0.9 叠合混凝土结构施工，应建立现场安装首段验收制度。

【条文说明】3.0.9 工程总承包单位或施工单位应选择有代表性的施工段进行预制构件安装，由建设单位组织工程总承包(未实行工程总承包项目的设计、施工单位)、监理和构件生产单位对其质量进行验收，包括对外观质量、位置尺寸偏差、连接质量、接缝防水施工质量、预留预埋件等方面进行检查，形成验收记录。

3.0.10 外围护系统应符合下列规定：

1 装配式混凝土建筑应合理确定外围护系统的设计使用年限并应与主体结构相协调；

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

3 外围护系统应根据装配式混凝土建筑所在地区的气候条件、使用功能等综合确定抗风性能、抗震性能、耐撞击性能、防火性能、水密性能、气密性能、隔声性能、热工性能和耐久性能要求，屋面系统尚应满足结构性能要求；

4 材料

4.1 混凝土、钢筋和钢材

4.1.1 混凝土、钢筋、钢材的力学性能指标及耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014的有关规定。

4.1.2预制构件的混凝土强度等级不应低于C30，预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不应低于C40；叠合构件后浇混凝土的强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级。

【条文说明】4.1.2 当构件预制部分不能满足受力要求时，应首选提高其混凝土强度等级，其次才是增大构件截面，这样可以控制构件吊装重量，减少工厂模具种类，便于工业化生产。但考虑高强度混凝土在较小空间的空腔内浇筑质量保证措施的经验不足，建议后浇混凝土强度等级不宜过高。强度等级高于C50的后浇混凝土建议在有充分工程经验时采用，或通过现场试验验证

4.1.3 钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。梁、柱、墙纵向受力钢筋选用应不低于HRB400的热轧钢筋；板钢筋选用应不低于HRB335的热轧钢筋，可采用CRB550及CRB600H冷轧带肋钢筋。

【条文说明】4.1.3 叠合构件中钢筋笼及网片成型方式，均推荐采用自动化方式生产，故对于连接钢筋的手工弯折性能已无较高要求。鉴于结构构件中HPB300钢筋用量较少且其价格并无太大优势，为便于工厂标准化生产，建议工厂加工构件内尽量避免采用HPB300钢筋。

4.1.4 钢筋焊接网的钢筋性能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 的有关规定。

【条文说明】4.1.4 本规程采用的钢筋焊接网相关性能除应符合现行行业标准以外，对于作为箍筋使用的焊接网给出了明确的质量检验及验收要求。

4.1.5 钢筋焊接网的焊接质量要求除应符合本规程规定外，尚应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和《钢筋混凝土用钢第3部分：钢筋焊接网》GB /T 1499.3 的有关规定。

4.1.6 成品预埋件的性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

【条文说明】4.1.6 使用成品预埋件时，厂家应提供专项产品工艺操作规程和质量控制标准等资料，可以以企业标准或者技术手册的形式提供，并应有充足的依据。设计及生产人员应在充分了解该产品的性能和使用方法的情况下，选用该产品。

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

4.1.8 当空腔预制墙构件的空腔宽度小于150mm时，后浇混凝土宜采用自密实混凝土，也可采用普通混凝土，自密实混凝土应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T283 的有关规定；当采用普通混凝土时，混凝土粗骨料最大粒径不应大于空腔厚度的1/4和钢筋最小净间距的3/4，且不宜大于20mm，并宜通过现场的工艺试验确定混凝土工作性能要求及施工方法。

【条文说明】4.1.8 考虑到自密实混凝土具有高流动度而不离析、不泌水和高均匀性，能在不经振捣或少振捣的情况下自流平并自动通过钢筋间隙充满模具达到充分密实，所以应依据行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T283-2012中对粗骨料粒径做出要求，同时应采取相应的检测方法对浇筑的密实度进行检测以满足验收要求。当采用普通混凝土时，则按国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204相关规定执行，并加强普通混凝土浇筑后的密实度检测。

4.2 连接材料

4.2.1 钢筋机械接头性能应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关要求。

4.2.2 连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 、《钢结构焊接规范》GB 50661 和现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的规定。

4.2.3 钢筋锚固板的材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

4.2.4 受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；专用预埋件及连接件材料应符合国家现行有关标准的规定。

4.3 其它材料

4.3.1 上部结构外墙及地下室外墙接缝密封胶除应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑用密封胶》BG/T 14683 及现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881 的规定，尚应符合下列规定：

1 宜选用低模量弹性密封胶，位移能力不宜低于20级，弹性恢复率宜不小于70%；

2 动态耐久性应符合现行行业标准《建筑窗用弹性密封胶》JC/T 485 的规定，不得低于8020，质量损失率不应大于5%，不得与混凝土基面发生界面粘接破坏。

4.3.2 上部结构外墙及地下室外墙接缝密封胶的背衬材料可采用直径为缝宽1.3～1.5倍的发泡闭孔聚乙烯棒或发泡氯丁橡胶棒；当采用发泡闭孔聚乙烯棒时，其密度不宜大于37kg/m3。

4.3.3 用于叠合结构建筑的轻质隔墙条板应符合现行行业标准《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157 、《混凝土轻质条板》JG/T350 的规定。轻质隔墙条板的板间接缝的密封、嵌缝、粘结和防裂增强材料的性能应与轻质隔墙条板材料性能相适应。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 叠合建筑设计应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231的规定。

5.1.2 叠合建筑设计应按照集成设计原则，将建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化和燃气等专业之间进行协同设计，并应符合工业化及绿色建筑的功能和性能要求。

5.1.3 叠合建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB50002的规定，建立统一的模数网格系统，实现构件及部品部件尺寸协调，便于工厂化统一加工生产。

【条文说明】5.1.3 模数协调的目的是实现建筑部件的通用性和互换性，使规格化、通用化的部件适用于各类常规建筑，满足各种要求。同时大批量的规格化、定型化部件的生产可稳定质量，降低成本。通用化部件所具有的互换能力，可促进市场的竞争和部件 生产水平的提高。

5.1.4 叠合建筑设计应符合现行行业标准《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T229的规定。

5.1.5 叠合建筑设计应进行内装系统与结构系统、外围护系统、设备与管线系统一体化设计。

5.1.6 叠合建筑设计应进行技术策划，对技术选型、经济可行性和可建造性进行评估，并应科学合理制定建造目标和技术实施方案。

5.1.7 叠合建筑设计应结合建筑功能、形式、空间特色、结构和构造要求，考虑工厂加工和现场装配的要求，合理划分模块单元，进行模块化设计。

5.1.8 叠合建筑设计应符合现行国家标准有关防火、防水、保温、隔热及隔声的规定。

5.2 平面、立面、外墙设计

5.2.1 叠合建筑平面设计应符合下列规定：

1 建筑平面应根据使用性质、功能，以及叠合结构的工艺要求合理布局；

2 宜采用大开间大进深、空间灵活可变的布置方式；

3 平面布置应规则，承重构件布置应上下对齐贯通，外墙洞口宜规整有序。

5.2.2 叠合建筑立面设计宜符合下列规定：

1 建筑立面设计宜体现叠合建筑工业化特点，外立面设计以简洁美观经济为原则，不宜有过多外装饰构件及线脚；

2 外墙、阳台板、空调板、外窗、遮阳设施及装饰等部品部件宜进行标准化设计；

3 叠合建筑宜通过建筑体量、材质肌理、色彩等变化，形成丰富多样的立面效果。

5.2.3 叠合建筑应根据建筑功能、主体结构、设备管线及装修等要求，确定合理的层高及净高尺寸。

5.2.4 外墙板接缝应符合下列规定：

1 接缝处应根据当地气候条件合理选用构造防水、材料防水相结合的防排水设计；

2 接缝处宽度及接缝材料应根据外墙板材料、立面分格、结构层间位移、温度变形等因素综合确定，接缝处的弹性密封材料在外墙板在正常使用下不应破坏；

3 接缝处以及与主体结构的连接处应设置防止形成热桥的构造措施，接缝材料及构造应满足防水、防渗、抗裂、耐久等要求。

5.3 内装修、设备管线设计

5.3.1 叠合建筑内装修宜采用装配式楼地面、墙面、吊顶等部品系统。

5.3.2 叠合建筑设备管线综合设计应采用建筑信息模型(BIM) 技术，对设备管线与结构构件、建筑装饰进行碰撞检查，优化管线布置。

5.3.3 设备管线应采用标准化接口，并应满足施工安装和使用维护的要求。

5.3.4 设备管线与主体结构不分离时应符合下列规定：

1 预制构件应进行设备和管线的预留预埋设计；

2 预制构件上预留的孔洞、套管、坑槽应选择设置在对构件受力影响最小的部位；

3 竖向管线宜集中布置，水平管线宜减少交叉，穿越楼板管线密集区域宜增加叠合板现浇层厚度：

4 叠合墙内竖向电气管线布置应保持安全间距；

5 设备管道穿越预制构件时，应预留洞口且有防水、防火、隔声、密封措施，管道宜采用预埋件或管卡等予以固定。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 叠合结构房屋的最大适用高度应满足表6.1.1的要求。

表 6.1.1 叠合结构房屋的最大适用高度(m)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | | 抗震设防烈度 | | | |
| 6度 | 7度 | 8度 (0.2g) | 8度 |
| (0.3g) |
| 叠合框架结构 | | 60 | 50 | 40 | 30 |
| 叠合剪力墙结构 | | 130 | 110 | 90 | 70 |
| 部分框支叠合剪力墙结构 | | 110 | 90 | 70 | 40 |
| 叠合框架-剪力墙结构 | 现浇框架-叠合剪力墙结构 叠合框架-叠合剪力墙结构 | 120 | 110 | 90 | 70 |
| 叠合框架-现浇剪力墙结构 | 130 | 120 | 100 | 80 |
| 叠合框架-现浇核心筒结构 | | 150 | 130 | 100 | 90 |

注：1房屋高度指室外地面到主要屋面的高度，不包括局部突出屋顶的部分；

2表中叠合框架，不包括叠合异形柱框架；

3装配整体式部分框支叠合剪力墙结构指地面以上有部分框支剪力墙，且除底部加强区楼层、过度层、大屋面层以外有叠合剪力墙的剪力墙结构。

【条文说明】6.1.1 装配整体式结构的最大适用高度参照现行《装配式混凝土结构 技术规程》JGJ1 的相关规定确定；叠合框架-现浇核心筒结构的 最大适用高度参照现行《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 及 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016 的相关规定确 定。当房屋高度较高时，应对结构进行适当加强。

6.1.2 高层装配整体式结构的高宽比不宜超过表 6.1.2的数值。

表 6.1.2 高层叠合结构房屋适用的最大高宽比

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构类型 | 抗震设防烈度 | |
| 6度、7度 | 8度 |
| 叠合框架结构 | 4 | 3 |
| 叠合框架-剪力墙结构  叠合剪力墙结构 | 6 | 5 |
| 部分框支叠合剪力墙结构 | 6 | 5 |
| 叠合框架-现浇核心筒结构 | 7 | 6 |

6.1.3 叠合剪力墙结构当抗震设防烈度为6度、7度、8度(0.20g)、8度(0.30g) 且对应房屋高度超过100m、90m、70m、60m时，尚应符合下列规定：

1 底部加强部位的剪力墙应采用现浇剪力墙，且约束边缘 构件范围应延伸至底部加强部位以上两层；

2 房屋高宽比在设防烈度为6度时，不宜超过6；7度时不宜超过5；8度时不宜超过4；当超过时，宜对叠合剪力墙水平施工缝进行中震不屈服抗剪承载力验算。必要时对边缘构件进行中震不屈服验算抗弯承载力验算；

3 叠合剪力墙墙肢轴压比限值应比现浇结构中相同抗震等级的墙肢降低0.05；

【条文说明】6.1.3 高层剪力墙结构的底部加强部位是结构抵抗罕遇地震的 关键部位。弹塑性分析和实际震害均表明，底部墙肢的损伤往往 较上部墙肢严重，因此对底部墙肢的延性和耗能能力的要求较上部墙肢高。目前，高层叠合剪力墙结构的预制剪力墙竖向钢筋连接接头面积百分率通常为100%,且竖向钢筋主要通过间接搭接 实现传力。连接接头在设计阶段的合理构造和施工阶段的可靠 施工是接头实现可靠传力，并在罕遇地震作用下确保墙肢具有良 好抗震性能的前提。考虑到目前国内在叠合剪力墙结构设计方 面的经验相对有限，底部加强部位剪力墙墙肢的主要塑性发展区 域采用现浇混凝土有利于保证结构整体抗震性能。

叠合剪力墙结构的墙肢通常在楼层标高需要设置水平接缝，水平接缝处易成为受力薄弱环节。当高宽比较大时，水平接缝的受拉和受剪滑移和破坏将严重影响结构的抗震性能。因此，控制结构的高宽比，以控制结构整体的抗震性能。当结构的高宽比超出限值要求时，房屋高度底部1/4范围内，实配连接钢筋量不宜小于计算值的1.1倍。

剪力墙墙肢的轴压比是影响墙肢延性和抗震性能的关键指标。针对同等构造措施的墙肢，高轴压比的偏心受压墙肢的延性 通常要低于低轴压比偏心受压墙肢。为进一步提高剪力墙结构 墙肢的抗震性能，在房屋高度较高的情况下，本标准对其墙肢的 轴压比给出了更为严格的限定。在实际工程实践中，可通过增加墙肢截面厚度、提高墙肢混凝土强度等级等措施来予以实现。

6.1.4 重点设防类叠合结构应按本地区抗震设防烈度提高度的要求加强其抗震措施；当本地区抗震设防烈度为 8 度且抗震等级为一级时，应采取比一级更高的抗震措施；当建筑场地为I类时，仍可按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

6.1.5 叠合结构的平面布置、竖向布置要求应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。

6.1.6 叠合结构的抗震设计，应根据设防分类、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。标准设防类建筑叠合结构的抗震等级，应符合表6.1.6的规定。其他抗震设防分类及建筑场地为I、Ⅲ、IV类时，抗震等级尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定。

表 6.1.6 标准设防类建筑叠合结构的抗震等级

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | | 设防烈度 | | | | | | | | |
| 6度 | | 7度 | | | 8度 | | | |
| 叠合框架结构 | 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 | | | |
| 叠合剪力墙结构 | 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 |
| 叠合框架-剪力墙结构 | 高度(m) | ≤60 | >60 | ≤24 | >24且  ≤60 | 60 | ≤24 | >24且≤60 | | >60 |
| 框架 | 四 | 三 | 四 | 三 | 二 | 三 | 二 | | 一 |
| 剪力墙 | 三 | | 三 | 二 | | 二 | 一 | | |
| 叠合框架-现浇核心筒 | 框架 | 三 | | 二 | | | 一 | | | |
| 核心筒 | 二 | | 二 | | | 一 | | | |
| 部分框支  叠合叠合剪力墙 | 高度(m) | ≤70 | >70 | ≤24 | >24且  ≤70 | >70 | ≤24 | >24且  ≤70 | |  |
| 现浇框支框架 | 二 | 二 | 二 | 二 | 一 | 一 | 一 | |
| 现浇底部加强部位剪力墙 | 三 | 二 | 三 | 二 | 一 | 二 | 一 | |
| 其他区域剪力墙 | 四 | 三 | 四 | 三 | 二 | 三 | 二 | |

注：1 大跨度框架指跨度不小于18m的框架；

2 高度不超过60m的叠合框架 - 现浇核心筒结构应按表中叠合框架 - 剪力墙结构的规定确定其抗震等级。

【条文说明】6.1.5 装配整体式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》JGJ1中的规定制定，比现浇结构的要求适当从严。

6.1.7 符合本规程要求的装配整体式叠合混凝土结构装配整体式叠合结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。

【条文说明】6.1.7 根据叠合结构大量相关试验，包括：焊接箍筋节点钢筋拔 出性能试验、一字型剪力墙抗震性能试验、工字型剪力墙抗震性 能试验、叠合柱抗震性能试验、叠合柱轴压试验、叠合柱大偏压试验、叠合梁抗弯性能试验、叠合梁抗剪性能试验等研究，研究结果表明：焊接节点的成型钢筋网片性能可靠，可用于箍筋、分布钢筋、拉筋；叠合构件预制部分与后浇部分结合较好，不会发生脱离；叠合构件的破坏模式、承载力、刚度及变形能力等性能与现浇构件基本一致，具有与现浇结构一致的抗震性能，因此叠合结构整体分析可采用与现浇结构一样的方法。

6.1.8 在结构内力与位移计算时，对叠合楼盖，可假定楼盖在其自身平面内为无限刚性。

6.1.9 预制叠合墙、叠合梁，接缝的正截面承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定，接缝的受剪承载力应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定。

6.1.10 预制叠合柱接缝的正截面承载力，接缝位置的受剪承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

【条文说明】6.1.9～6.1.10 预制叠合墙、叠合柱接缝压力通过后浇混凝土传 递；接缝拉力分别通过搭接钢筋、机械连接钢筋传递；叠合墙、柱 空腔及接缝一般采用强度等级不低于构件的后浇混凝土，穿过接 缝的钢筋不少于构件内钢筋且构造符合本规程的规定，接缝的正 截面受压、受拉及受弯承载一般不低于构件，正截面计算方法可 按照《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定进行。

叠合柱柱底剪力最大位置设置一定高度的现浇连接段，柱空 腔后浇筑混凝土截面面积占比较大，接缝位置后浇混凝土与预制 构件可以有效结合，接缝抗剪强度不低于构件抗剪强度，空腔柱接缝可不按《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1。

6.1.11 预制叠合墙计算分析时不应考虑剪力墙平面外刚度及承载力。

6.1.12 减震结构中除关键构件外的其余结构可采用整体装配式叠合混凝土结构。隔震结构中隔震层（含）以上结构可采用整体装配式叠合混凝土结构。

【条文说明】6.1.12 减震结构子框架等关键构件及隔震结构隔震层（含）以下支墩、拉梁受力大、性能要求高，此类混凝土构件应采用现浇。

6.2 预制构件设计

6.2.1 预制构件设计应当具备以下要求：

1.工程要求：预制构件设计应当满足使用条件、工作要求和安装规范，为工程的建设和使用提供保障。预制构件的设计应当具有强度、稳定性、耐用性、防水性、防火等级和隔声等级等要求；

2.质量要求：预制构件的制造应当严格执行国家和行业标准，材料要求符合国家标准，材质选择符合设计要求，加工和制造应当符合相关的质量标准和工艺流程；

3.安装要求：预制构件的安装应当按照设计要求进行，施工现场应当遵守相应的建筑安全规范和操作规范，确保安全；

4.结构要求：预制构件的结构设计应当符合建筑工程设计要求，设计应当注重结构的稳定性和整体性，确保预制构件具有足够的强度和稳定性。预制构件的结构形式和尺寸应当符合设计要求和规格，并且适应施工、运输和安装要求；

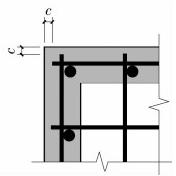
5.点位连接要求：预制构件的点位连接应当符合设计要求和规范，确保点位连接在受力条件下能够稳定、可靠和安全地承载荷载。点位连接使用的连接件应当符合设计要求，并且应当按照标准材料进行制造和加工；

6.抗震要求：预制构件的设计应当具备足够的抗震能力，设计应当考虑地震强度等级，选用适当的构件结构和材料，确保预制构件具有足够的抗震能力；

7.防火要求：预制构件的设计应当满足相应的防火要求。设计应当根据使用环境确定防火等级，材料应当符合相应的防火标准，以确保预制构件在发生火灾时具有良好的防火性能。

6.2.2 预制构件在生产、运输、吊装、施工等短暂设计状况下的承载力及裂缝验算应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定。

6.2.3 叠合构件的保护层厚度应取钢筋网片外边缘至构件表面，保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的相关规定。

(a)钢筋焊接网叠合构件保护层示意图 (b) 弯折成型焊接钢筋网叠合构件保护层示意图

图6.2.2 叠合构件保护层厚度示意图

【条文说明】6.2.2 叠合构件保护层厚度的规定对叠合构件截面有效高度有 影响，结构计算时应根据实际情况确定叠合构件截面有效高度。 钢筋出头长度根据焊接工艺确定，钢筋端部至垂直向第一根钢筋 中线取10mm,可实现钢筋有效焊接。

6.2.3 剪力墙及框架，其边缘构件、柱、梁箍筋可采用钢筋焊接网；抗震等级为一、二、三级的剪力墙，其底部加强区边缘构件、柱、梁箍筋宜采用封闭复合箍，可采用钢筋焊接网；抗震等级为一、二、三级的框架，其柱、梁箍筋宜采用封闭复合箍，可采用钢筋焊接网。当采用焊接钢筋网时，应满足本规程6.2.4 条有关规定。

6.2.4 钢筋焊接网的焊接连接应符合下列规定：

1 网片中钢筋对接焊接时，连接节点应满足等强要求；

2 用于叠合梁箍筋的焊接网片，上下端采用钢筋垂直焊接连接时，连接点应满足等强要求，见图6.2.4(a)；

3 用于叠合柱箍筋的焊接网片，外围采用钢筋垂直焊接连接时，连接点应满足等强要求，见图6.2.4(b)；

4 兼做墙体约束边缘构件的焊接网片，约束边缘构件范围内的钢筋垂直焊接连接，连接点应满足等强要求，见图6.2.4(c)；

5 兼做墙体构造边缘构件的焊接网片，靠近墙肢端部角点处钢筋的垂直焊接连接，连接点应满足等强要求，见图6.2.4(d)；

（a）叠合梁箍筋焊接网片 （b）叠合柱箍筋焊接网片



（c）墙体约束边缘构件焊接网片



（d）墙体构造边缘构件焊接网片

图6.2.4 焊接网片需采用等强连接的位置

1—采用等强连接的焊点；2—边缘构件范围

【条文说明】6.2.4 当钢筋焊接网片作为柱、墙箍筋发挥抗剪及约束混凝土作用时，应确保相应的焊接节点具有与传统弯折成型箍筋相同的 受力性能，而常规电阻点焊并不能满足上述要求，故本条对各关 键焊接位置提出明确的强度要求，具体实现方式及检验方法见本 规程第12.3.4条、12.3.5条。焊接网片当要求等强焊接时，应采 用热轧带肋钢筋，并采用适当的焊接方式；非等强焊接时，也可采 用冷轧带肋钢筋，此时应采用电阻点焊。

6.2.5 成型钢筋笼应具有一定刚度，并应在预制构件内可靠锚固。

【条文说明】6.2.5 钢筋焊接网叠合构件的预制部分既充当模板，又参与受 力。成型钢筋笼必要时可采取增加焊点或增加斜撑等加强措施 保证刚度，满足在脱模、翻转、存放、吊运及施工等短暂设计状况 下的变形要求。成型钢筋笼必要时可采用增加锚固钢筋数量、增 加锚固钢筋直径等加强措施，满足在预制构件在脱模、翻转、存 放、吊运及后浇混凝土浇筑等短暂设计状况下的安全要求。当缺乏统计资料时，可根据可靠的工艺试验确定加强措施。

6.2.6 成型钢筋笼应符合下列规定：

1 成型钢筋笼中的钢筋焊接网片应位于最外侧；

2 梯子形网片的间距宜取100mm 的整倍数，局部可采用

50mm 的整倍数。

【条文说明】6.2.6 梯子形网片在墙体中作为水平钢筋，在梁、墙构件中作为箍筋，田字形网片在柱中作为箍筋，均发挥约束主受力钢筋的作用。

6.2.7 预制构件上外露的未经防火、防腐处理的金属预埋件凹入构件表面的深度不宜小于10mm。

【条文说明】6.2.7 预埋件凹入表面，便于进行封闭处理。如采取相应的防火、防腐措施，可与混凝土构件外表皮平齐布置。

6.2.8 预制构件中设备管线应符合下列规定：

1 设备与管线宜与主体结构相分离，宜采用集成化技术与标准化设计，并应方便维修更换；

2 设备和管线设计应与建筑设计、室内精装等专业协同，宜采用集成设计方式同步进行，预留预埋应满足预制构件设计相关要求及使用维护的要求，并应满足预制构件工厂化生产、施工安装要求，不宜在安装完成后的预制构件上剔凿沟槽、打孔开洞等，不宜在叠合楼板的现浇层上管线压槽。

【条文说明】6.2.8 预埋构件中需标注手孔尺寸、走管位置、接管方式；洞口钢筋截断时，钢筋剪断边需设加强筋，并补充洞口切断加强大样，示例可参见图7(图中墙端外侧压槽尺寸满足管线预埋要求；图中预埋线盒开口朝向室内侧，除注明外预埋 PVC 线盒均为86型线盒，预埋管线均为直径25mm 的 PVC 管)。预埋件与钢筋冲突时，应采用避让或加强措施。

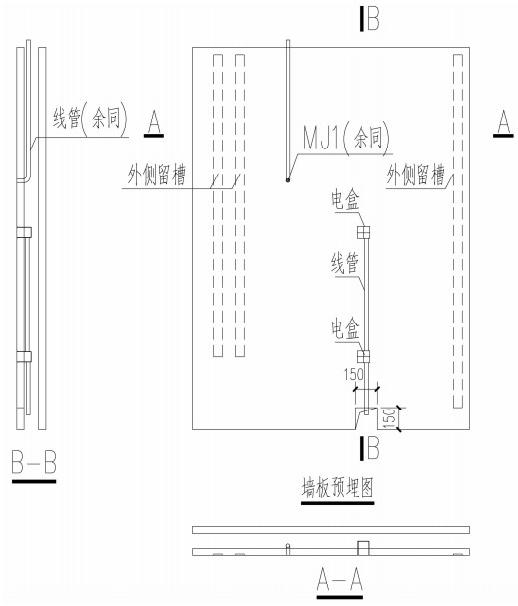


图7 空腔预制墙构件管线预埋图

6.2.9 机电设备预埋管线和线盒、预留孔洞、生产预埋件、安装预埋件等应与钢筋统筹设置；当预埋件或预留孔洞尺寸大于300mm时，针对其对结构构件的削弱，应采取增设补强钢筋等加强措施。

【条文说明】6.2.9 预埋件的布置与工厂生产的便利性密切相关，主体建筑设计阶段，相关专业应密切配合，采用统一的模数方案和布置原则，减少相互干涉；构件设计阶段，更应采用空间模型等工具进行碰撞检查。预埋在预制构件内的水电管线、孔洞、接线盒等的布置范围、位置和尺寸等，应与预制构件及其连接钢筋、拉结件、施工吊件、支撑件等协同设计，不应采用截断构件纵向受力钢筋、连接筋或可能导致构件的连拉结件、施工吊件、支撑件等失效的方式。

6.3 叠合楼盖设计

6.3.1 叠合结构宜采用叠合楼盖。叠合板的预制板可采用钢筋桁架混凝土预制板、免拆底模钢筋桁架楼承板、预应力混凝土预制板等形式。

6.3.2 叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定进行设计，并应符合下列规定：

1 叠合板的预制混凝土底板厚度不宜小于60mm，预制预应

力混凝土底板厚度不宜小于40mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于60mm；

2 跨度不大于3m的叠合板，宜采用免拆底模钢筋桁架楼承板；

3 跨度大于3m 的叠合板，可采用钢筋桁架混凝土预制板；

4 跨度大于6m 的叠合板，宜采用预应力混凝土预制板；

6.3.3 钢筋桁架混凝土叠合板的构造应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231及现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定。

【条文说明】6.3.3 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 以及 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014 中，以对边或四边出 筋预制板为主(达到特殊规定的可不出筋),现阶段设计可按上述规范、规程执行。由于预制板的出筋(胡子筋)给楼板的安装带来诸多不便，同济大学、清华大学等单位对四边不出筋预制板做了 大量的理论分析及试验验证，相关标准也正在编制中，待相关标准发行后，预制板的要求可按其中相关规定执行。

6.3.4 钢筋桁架混凝土预制板内钢筋宜采用钢筋焊接网，其间距宜以50mm为模数。

【条文说明】6.3.4 同一工程项目，同类构件宜采用相同焊接网片间距，以利于工业化生产。由于焊接钢筋网片生产效率高、加工精度高、无需人工布料及绑扎钢筋，因此叠合结构宜优先采用焊接钢筋网片作为预制板内的受力钢筋。但应注意应用钢筋焊接网时，宜将桁 架下弦钢筋与钢筋焊接网上排钢筋置于同一层内，避免因桁架下 弦钢筋上混凝土层过薄而在吊装时破坏，并应进行短暂工况下预 制底板裂缝、挠度等的验算。

6.3.5 叠合梁宜采用成型钢筋笼，截面边长宜以50mm为模数，构件尺寸应符合下列规定：

1 矩形叠合梁，截面宽度不宜小于200mm，截面总高度不宜小于400mm，预制部分高度不宜小于200mm；预制部分与后浇部分之间的结合面应设置粗糙面，粗糙面平均凹凸深度不宜小于4mm，见图6.3.5(a)；

2 凹口叠合梁，截面宽度不宜小于200mm，截面总高度不宜小于400mm，预制部分高度不宜小于200mm；凹口深度不宜小于50mm，凹口边厚度不宜小于60mm，见图6.3.5(b)；

3 U形叠合梁，截面宽度不宜小于300mm，预制部分厚度不宜小于50mm，见图6.3.5(c)；

4 双皮叠合梁，截面宽度不宜小于200mm，预制部分厚度不宜小于50mm，见图6.3.5(d)；

5 叠合框架梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于150mm，叠合次梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于120mm。



（a）矩形叠合梁 （b）凹口叠合梁



（c）U形叠合梁 （d）双皮叠合梁

图6.3.5 叠合梁截面示意图

1-预制部分；2-后浇部分；3-成型钢筋笼

【条文说明】6.3.5 矩形叠合梁应用范围最广，可用于全叠合结构体系；U 型 叠合梁可用于双层叠合柱或者多层叠合柱的框架结构，当U 形梁 截面高度不大于600mm 时可采用图8截面形式，可提高构件生产效率节约生产成本；双皮叠合梁主要应用于叠合剪力墙洞口处连梁。叠合梁需按照本规程6.2.1条进行短暂工况验算。

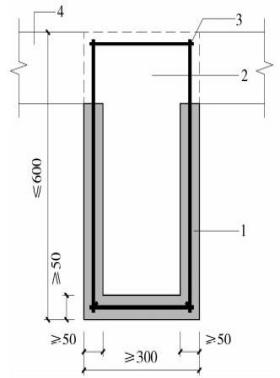


图8 U形叠合梁截面示意图

1-预制部分；2-后浇部分；3-成型钢筋笼；4-楼板

6.3.6 叠合梁开洞时，洞口宜设置于梁跨中1/3区段，洞口高度不应大于1/3梁高，洞口上边距叠合梁预制部分顶面不宜小于50mm，洞口上、下边距叠合梁顶、梁底不宜小于200mm；开洞较大时应进行施工阶段及使用阶段承载力及裂缝验算；梁上洞口周边应配置附加纵向钢筋和附加箍筋见图6.3.6，并应符合计算及构造要求。



图6.3.6 叠合梁洞口周边配筋构造示意

1-洞口上、下附加纵向钢筋；2-洞口上、下附加箍筋网片；3-洞口两侧附加箍筋网片

【条文说明】6.3.6 叠合梁补强措施参照现行《高层建筑混凝土结构技术规 程》JGJ3 的相关规定确定，相关尺寸同时考虑生产要求。

6.4 地下室叠合墙设计

6.4.1 地下室叠合墙用于地下室内墙。当无地下水浮力作用时，地下室外墙可采用叠合墙。

【条文说明】6.4.1 对于多层结构，当加强区应用叠合剪力墙时，上部结构投影范围内地下室也可采用叠合剪力墙。

6.4.2 地下室叠合墙应满足本规程第8章叠合剪力墙的相关要求。

6.4.3 地下室叠合外墙宜按以上下层结构板为支座、沿竖直方向布置的单向受弯构件进行设计。当外墙不满足上述要求时，应按实际受力条件计算并采取相应的构造措施。

【条文说明】6.4.3 以上下层楼板为支座按单向受弯构件设计，是常见的地下室外墙设计方法，本节所述构件要求和节点做法均在此前提下制定。特殊位置或特殊受力状态的地下室外墙，如无上部支座的 窗井墙、按水平方向受弯构件设计的楼梯间一侧的地下室外墙等，应按实际状态设计，并应采取有针对性的加强措施，如设置墙板边缘的加强钢筋或暗梁、改变墙板内钢筋布置位置、调整节点做法、避免在水平支座间布置竖向接缝等。

6.4.4 地下室叠合外墙设计应符合下列规定：

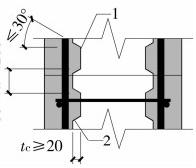
1 地下室叠合外墙总厚度不应小于250mm。每侧预制墙板厚度均不宜小于60mm，后浇筑混凝土空腔厚度不宜小于120mm；预制墙板内壁应设置粗糙面，也可设置键槽。设置粗糙面时，粗糙面平均凹凸深度不应小于4mm且面积不宜小于接合面的80%。设置键槽时，键槽深度不宜小于20mm，宽度W不宜小于深度的3倍且不宜大于深度的10倍，键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面倾角不宜大于30°，键槽应垂直于地下室叠合外墙主受力方向通长设置；



图6.4.4a 叠合地下室外墙平面图

1-空腔部分；2-预制部分；c-粗糙面

2 地下室叠合外墙混凝土强度、配合比、抗渗等级及保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定；



60≤w≤200

图6.4.4b 叠合地下室外墙键槽构造示意

1-预制墙板内壁；2-键槽

3 地下室叠合外墙受力钢筋配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中受弯构件的最小配筋率要求；

4 地下室叠合外墙墙体拉结筋间距不宜大于400mm，直径不应小于6mm；

5 地下室叠合外墙墙体水平钢筋宜放置在墙体竖向钢筋外侧。

【条文说明】6.4.4 空腔构件与空腔后浇混凝土间的协同变形能力对地下室外墙面外受弯承载力影响较大，故要求空腔构件内壁设置粗糙面 或键槽，当有可靠依据时，也可通过设置抗滑移钢筋保证混凝土之间协同作用。

地下室外墙为满足防水、耐久性要求，保护层厚度及墙体厚度、预制墙板厚度均较地上墙体稍有增加。地下室外墙构件两侧墙板较重，空腔宽度较大，在运输及吊装过程中，需对两侧墙板间 的拉结进行加强。拉筋间距及直径应进行生产、运输、吊装、混凝 土浇筑等工况下的承载力验算，必要时应补充墙板变形验算。

工程经验表明，地下室外墙墙体水平筋放置在墙体竖向钢筋外侧更有利于减少墙体裂缝的产生，同时上述做法可提高工厂钢筋加工机械利用率、提高工厂生产效率，结构设计时应注意其对墙体计算截面有效高度的影响。

6.4.5 地下室叠合外墙应结合地下室平面布置、构件加工、现场 施工等因素，综合确定适宜的预制墙板尺寸和墙板拼缝位置，并宜采用大尺寸墙板构件。

【条文说明】5.4.5 根据工程经验，空腔预制墙板尺寸主要受工厂生产线模 台尺寸限制，而受现场吊装能力影响不大。条件允许时，采用大尺寸构件可以有效减少墙体拼缝数量，提高生产、施工效率，减少防水薄弱点。

6.4.6 地下室叠合外墙墙板接缝处应采取可靠的防水构造措施，并应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的有关规定。

【条文说明】6.4.6 地下室外墙接缝处是防水薄弱部位，应进行密封处理，可 采取附加防水层等方式进行加强，也可在空腔内混凝土施工缝处增设止水钢板，采用微膨胀混凝土。接缝处应涂刷水泥基结晶渗 透材料，保证接缝处的整体性和防水效果。

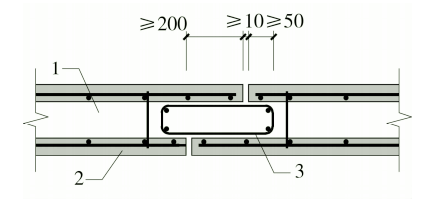
6.4.7 地下室叠合外墙预制墙板拼缝宽度不宜小于10mm；在外墙 -一字形连接处见图6.4.7(a)、(b)或L形连接处见图6.4.7(c)，空腔内应设置附加成型钢筋笼(图6.4.7)，且应符合下列规定：

1 附加成型钢筋笼伸入每侧墙板构件空腔内尺寸不应小于

200mm；

2 外墙一字形连接处设置的附加成型钢筋笼竖向钢筋不应少于4φ10，L形连接处的附加成型钢筋笼竖向钢筋不应少于8φ10；成型钢筋笼水平钢筋直径不应小于8mm，沿竖向最大间距不应大于200mm；

3 上下层间的成型钢筋笼竖向钢筋宜采用搭接方式连接，搭接长度不应小于1.2La。



(a)外墙一字形连接(一） (b)外墙一字形连接(二）



(c)外墙L形连接

图6.4.7 地下室叠合外墙竖向拼缝构造示意

1-空腔部分；2-预制部分；3-附加定型钢筋笼

【条文说明】6.4.7 墙板拼接处预留10mm 拼接缝，其作用为消除地下室外墙 施工误差。一字形墙连接节点做法仅适用于按以上下层结构板 为支座、沿竖直方向布置的单向受弯构件进行设计的地下室外墙(图9),此连接节点设置的定型钢筋笼可防止混凝土收缩及接缝两侧不均匀变形造成的开裂。当地下室外墙需考虑水平方向受弯时，应避免在水平支座间连接，或采取合理的构造措施，确保外 墙水平方向抗弯性能满足承载能力和正常使用要求。

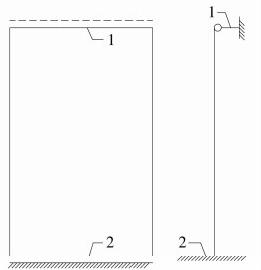


图9 地下室叠合外墙受力示意

1-简支支座；2-固定支座

6.4.8 地下室叠合外墙与基础水平接缝处，基础底板宜预留竖向受拉钢筋见图6.4.8(a)或预制墙板临土侧竖向钢筋弯折进入基础见图6.4.8(b)，并应符合下列规定：

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

(a)基础底板预留竖向受拉钢筋 (b)预制墙板临土侧竖向钢筋弯折进入基础

图6.4.8 地下室叠合外墙与基础连接节点示意

1-空腔部分；2-临土侧预制部分；3-非临土侧预制部分；4-预留受拉钢筋；5-基础；

6-预制墙板外伸钢筋

1 叠合墙底部接缝应进行受弯承载力计算、受剪承载力验算及裂缝宽度验算，并应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关要求；

2 当采用基础底板预留竖向受拉钢筋做法时，墙体支座处受弯承载力计算、受剪承载力验算及裂缝验算时，受拉钢筋计算面积不应包含叠合墙预制部分临土侧钢筋面积。临土侧预留受拉钢筋直径、间距及伸入预制墙空腔内长度L应根据计算确定，且支座处受拉钢筋保护层厚度c 应按下式进行计算：

c=tw 1+5 (6.4.8)

式中： tw 1——地下室叠合外墙临土侧预制墙板厚度(mm)。

3 预留钢筋与预制墙板内壁间净距不应大于5mm。

【条文说明】6.4.8 采用图6 .4 .8(a) 做法时，为保证外墙受压区混凝土连续，预制墙板非临土侧叶板底面与基础顶面间宜预留50mm 后浇带；预制墙板临土侧竖向钢筋无法有效锚入基础底板，故进行受弯承载力验算、受剪承载力验算及正常使用状态验算时计算截面高度应取墙体总厚度减临土侧预制墙板厚度，临土侧基础底板预留受拉钢筋截断点位置应根据弯矩图确定，墙体支座处受弯承载力计算、受剪承载力验算及裂缝验算时不应包含叠合墙预制部分临土侧钢筋面积。考虑施工误差造成预留钢筋无法紧贴预制墙板内壁，此处保护层厚度适当放大。采用图6.4.8(b) 做法时，叠合外墙受弯承载力验算、受剪承载力验算及正常使用状态验算与现浇钢筋混凝土外墙相同，墙板内临土侧竖向钢筋可根据计算需要，在适当位置截断。如有其他可靠的墙板接缝处理措施，可按实际情况进行设计。

6.4.9 地下室叠合外墙上下层宜采用相同的截面厚度，也可采用不同的截面厚度，见图6.4.9，并应符合下列规定：

1 墙体接缝应进行受弯承载力计算、受剪承载力验算及裂缝宽度验算，支座处临土侧钢筋保护层厚度应按本规程式(6.4.7)计算；

2 临土侧受拉钢筋直径、间距及伸入预制墙空腔内长度L应根据计算确定；

3 非临土侧连接钢筋与预制墙板内竖向钢筋搭接连接，搭接长度不应小于1.2L，直径不应小于对应位置墙板内竖向钢筋 直径，间距不应大于墙板内竖向钢筋间距；

4 连接钢筋与预制墙板内壁间净距不应大于5mm。



图6.4.9 地下室叠合外墙变截面处连接节点示意图

1-空腔部分；2-预制部分；3-连接钢筋；4-楼板

7 叠合框架结构设计

7.1 构件设计

7.1.1 叠合框架梁整体成型钢筋笼，见图7.1.1，由焊接箍筋网片或弯折成型箍筋网片和梁纵筋组成，并应符合下列规定：

1 箍筋肢距宜以10mm为模数；

2 箍筋网片间距宜以50mm为模数；

3 梁下部纵向受力钢筋两端伸出预制构件的长度应满足锚固要求；

4 梁侧面构造纵筋可不伸出预制构件。



(a)梁钢筋笼截面图 (b)梁钢筋笼剖面图

图7.1.1 叠合梁钢筋笼示意图

1-箍筋网片；2-梁侧面构造纵筋；3-下部受力钢筋

【条文说明】7.1.1 焊接箍筋网片采用自动化焊接方式在工厂生产，焊接质量可靠，可实现双肢、三肢及多肢箍筋网片的高效自动化生产。梁侧面构造纵筋不出筋可有效提高生产及现场安装的效率。叠合梁预制部分在构件厂已完成大部分混凝土收缩，当梁有抗扭或抗拉需求时，可通过增大上下部纵筋的方式予以加强。

7.1.2 叠合框架梁构件设计尚应符合本规程第6.3节的有关规定。

7.1.3 叠合框架柱整体成型钢筋笼，见图7.1.3，可由焊接箍筋网片或弯折成型箍筋网片和柱纵筋组成，并应符合下列规定：

1. 箍筋肢距宜以10mm为模数；
2. 箍筋网片间距宜以50mm为模数。



(a)柱成型钢筋笼截面图 （b）柱成型钢筋笼剖面图

图7.1.3 柱成型钢筋笼

1-柱箍筋网片；2-柱纵筋

【条文说明】7.1.3 焊接箍筋网片肢距需综合考虑受力要求、工厂自动化生产需求、连接节点需求。

7.1.4 空腔预制框架柱构件构造应符合下列规定，见图7.1.4。

1 空腔预制框架柱构件宜采用矩形截面，截面边长宜以50mm为模数，其宽度不宜小于500mm，且不宜小于同方向梁宽1.5倍；预制部分厚度不宜小于80mm；

2 空腔预制框架柱构件内壁及端部均应设置粗糙面，端部粗糙面凹凸深度不应小于6mm，内壁粗糙面凹凸深度不应小于4mm。



(a)柱截面图 (b)柱剖面图

图7.1.4 空腔预制柱示意图

1-预制部分；2-空腔部分

【条文说明】7.1.4 矩形叠合柱截面尺寸小于500mm时，构件生产困难，空腔后浇混凝土施工困难，且后浇混凝土区域占比过小，考虑框架结构中小于500mm边长柱并不多见，故规定矩形柱最小边长不宜小于500mm。80mm壁厚可实现较好的预制构件整体性，且可确保纵筋可靠握裹。叠合柱纵筋需结合焊接箍筋网片及梁柱节点纵筋避让等情况进行排布。

7.1.5 当采用双层空腔预制框架柱构件时，上下层柱间空心区宜采取临时加强措施，加强措施可采用交叉斜筋等形式，见图7.1.5。



(a)柱截面图 (b)柱剖面图

图 7.1.5 双层空腔预制柱示意图

1-预制部分；2-空腔部分；3-上层柱；4-下层柱；5-加强措施；a-空心区

【条文说明】7.1.5 双层空腔预制柱可以减少柱纵筋现场连接，降低项目成本，提高生产效率，可与U形叠合梁结合使用。柱空心区宜采用交叉斜筋等措施保证构件在生产、运输、吊装等短暂工况下的稳定性，对于复杂或特殊情况，临时支撑的承载力则建议通过试验确定。

7.2 连接设计

7.2.1 叠合框架柱竖向连接处宜设置混凝土现浇段，现浇段宜设置在楼层标高处，现浇段内柱纵筋宜采用机械连接接头，见图7.2.1，现浇段及连接接头构造应符合下列规定：

1 下层叠合柱纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区后与上层叠合柱纵筋在现浇段内连接，现浇段高度不宜小于400mm，且应满足纵向钢筋机械连接的操作要求；

2 纵筋可在同一高度机械连接，接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107中I级接头的有关要求；

3 纵筋机械连接接头净距不应小于25mm；

4 纵筋机械连接接头上下第一道箍筋距套筒距离不应大于50mm。



图7.2.1 叠合柱竖向连接构造示意

1-叠合柱；2-叠合梁；3-后浇区；4-机械连接接头

7.2.2 叠合框架柱与基础竖向连接可采用现浇段连接，见图7.2.2(a)，混凝土现浇段宜设置在基础顶面处，现浇段内柱纵筋宜采用机械连接接头，现浇段及连接接头应符合本规程第7.2.1条的规定；也可采用锚入式连接，见图7.2.2(b)，柱纵筋可采用直线锚固或机械锚固，锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。



(a)现浇段连接 (b) 锚入式连接

图7.2.2 柱与基础竖向连接构造示意

1-叠合柱；2-机械连接；3-基础

【条文说明】7.2.1~7.2.2 除传统的挤压套筒连接、钢筋直螺纹套筒连接外，柱纵筋可根据现场施工需求，采用更符合装配式结构的连接件，连接件需具备容错、调平能力。

叠合柱纵向钢筋需有一定的出筋长度以便满足柱纵筋机械连接，下部叠合柱纵筋出筋长度需根据叠合梁高度、预留现浇段长度、机械连接件安装需求及上部叠合柱纵筋出筋长度等情况综合确定。

叠合框架结构基础插筋定位应严格控制精度，保证叠合柱纵筋连接质量，基础插筋可采用成型钢筋笼；当具备条件时最下节预制柱可随基础混凝土一同浇筑，柱纵筋锚入基础内。

《钢筋机械连接技术规程》JGJ107规定同一连接区段内钢筋接头面积百分百为100%时，应采用I级接头；对于抗震设防要求的梁端、柱端箍筋加密区接头应采用Ⅱ级或I级接头，接头面积百分比不应大于50%。

《混凝土结构设计规范》GB50010第8.4.7条规定对于预制构件的拼接处，纵向受拉钢筋接头面积百分率可根据实际情况放宽，纵向受压钢筋的接头百分率可不受限制。

对于目前取得较多实际项目应用的预制实心柱，柱底加密区100%采用灌浆套筒连接，《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1仅给出了接头性能要求，未要求限制接头面积比例；叠合柱柱底设置一定高度现浇段，且纵筋接头应满足I级接头性能，接头连接质量可见易检测，因此叠合柱纵筋连接可设置在同一高度截面。

7.2.3 梁纵向钢筋在后浇节点区内可采用直线锚固、弯折锚固和机械锚固的方式时，其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定；当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时，应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的有关规定。

7.2.4 叠合框架柱、梁节点应采用后浇段连接。梁纵向受力钢筋应伸入后浇节点区锚固或连接，见图7.2.4-1，并应符合下列规定：

1 对框架中间层中节点，节点两侧的梁下部纵向受力钢筋宜分别锚固在后浇节点区内，见图7.2.4-1(a)；也可采用机械连接或焊接的方式直接连接，见图7.2.4-1(b)；梁的上部纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区；



(a)梁下部纵向受力钢筋锚固 (b)梁下部纵向受力钢筋连接

图7.2.4-1 叠合柱及叠合梁框架中间层中节点构造示意

1-后浇区；2-梁下部纵向受力钢筋锚固；3-预制梁；4-叠合柱；

5-梁下部纵向受力钢筋连接

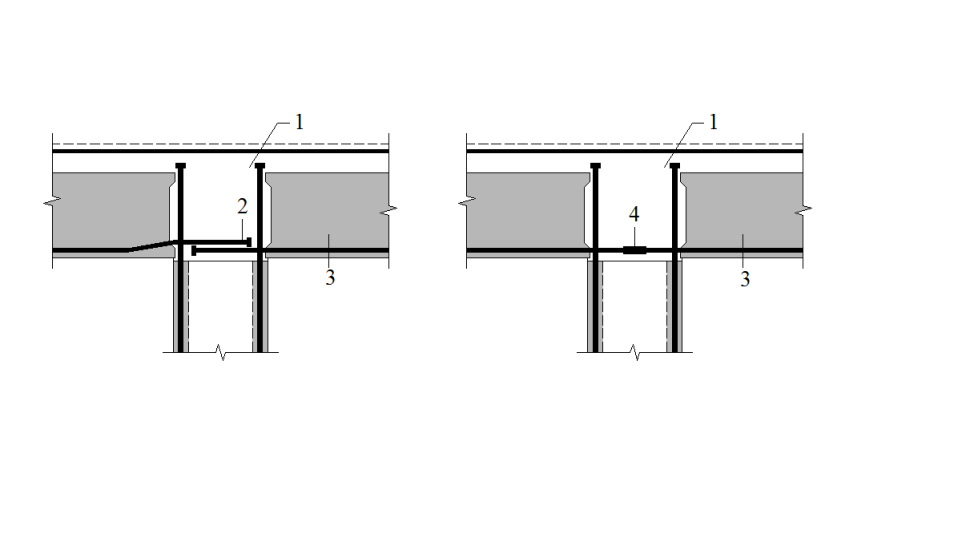
2 对框架中间层端节点，当柱截面尺寸不满足梁纵向受力钢筋的直线锚固要求时，宜采用锚固板等机械锚固措施，见图7.2.4-2，也可采用90°弯折锚固；



图7.2.4-2 叠合柱及叠合梁框架中间层端节点构造示意

1-后浇区；2-梁纵向受力钢筋锚固；3-预制梁；4-叠合柱

3 对框架顶层中节点，梁纵向受力钢筋的构造应符合本条第1款的规定。柱纵向受力钢筋宜采用直线锚固，也可采用锚固板等机械锚固措施，见图7.2.4-3；



(a)梁下部纵向受力钢筋锚固 (b)梁下部纵向受力钢筋连接

图7.2.4-3 叠合柱及叠合梁框架顶层中节点构造示意

1-后浇区；2-梁下部纵向受力钢筋锚固；3-预制梁；

4-梁下部纵向受力钢筋连接

4 对框架顶层端节点，梁下部纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板等机械锚固措施，见图7.2.4-4，梁、柱其他纵向受力钢筋的锚固应符合下列规定：

1)柱宜伸出屋面并满足柱纵向受力钢筋锚固要求，见图7.2.4-4(a)，柱纵向受力钢筋宜采用锚固板等机械锚固措施，此时锚固长度不应小于0.6LaE，且应伸至柱顶。伸出段内箍筋直径不应小于d1/4，d1为柱纵向受力钢筋的最大直径；伸出段内箍筋间距不应大于5d2，d2为柱纵向受力钢筋较小直径，且不应大于100mm；梁纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板等机械锚固措施，此时锚固长度不应小于0.6LaE，且应伸至柱外侧纵筋内侧；

2)柱外侧纵向受力钢筋也可与梁上部纵向受力钢筋在后浇节点区搭接，见图7.2.4-4(b)，搭接长度不应小于1.7LaE，其构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定；柱内侧纵向受力钢筋宜采用锚固板等机械锚固措施。



(a)柱向上延伸 (b) 梁柱外侧钢筋搭接

图7.2.4-4 叠合柱及叠合梁框架顶层边节点构造示意

1-后浇区；2-梁下部纵向受力钢筋锚固；3-预制梁；4-柱延伸段；

5-梁柱外侧钢筋搭接

【条文说明】7.2.4 叠合框架结构梁柱节点中，梁钢筋在节点区的可靠锚固是保证节点受力性能的关键。梁柱纵向受力钢筋尽量采用较粗直径，避免节点核心区梁柱出筋过多，考虑套筒宽度对钢筋间距影响，预制构件安装困难。梁柱纵向钢筋在节点核心区锚固位置冲突时，可采用弯折避让的方式，弯折角度不宜大于1：6。节点设计时宜组织合理的施工工序，控制节点核心区箍筋间距满足规范及计算要求。

框架顶层端节点柱向上延伸的锚固做法参照现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231的相关规定。

7.2.5 当采用U形叠合梁时，梁下部受力纵向钢筋宜设置在空腔底部，并宜采取可靠限位措施，见图7.2.5，钢筋在节点核心区的锚固及连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。



图7.2.5 U形叠合梁钢筋配置示意图

1-预制部分；2-空腔部分；3-叠合梁上部受力纵筋；4-叠合梁下部受力纵筋

【条文说明】7.2.5 U形叠合梁需控制裂缝宽度满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的相关规定。裂缝验算时需根据纵筋位置合理确定c的取值，其中c为最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区边缘的距离。U形叠合梁受弯承载力计算时，截面有效高度需根据下部纵筋位置确定。通过U形叠合梁受力试验验证，U形壳内部按要求设置粗糙面可实现新旧混凝土的有效传力。空腔内放置的下部受力纵筋采取限位措施，可确保实际受力状态与设计要求一致。

、

8 叠合剪力墙结构设计

8.1 一般规定

8.1.1 除本规程另有规定外，叠合剪力墙结构可按现浇混凝土剪力墙结构进行设计。

8.1.2 叠合剪力墙结构两个主轴方向的抗侧刚度不宜相差过大，剪力墙应形成明确的墙肢和连梁，其布置应符合下列规定：

1 平面布置宜简单、规则，不应采用仅单向有墙的结构布置；

2 宜自下到上连续布置，避免刚度突变；

3 门窗洞口宜上下对齐、成列布置，洞口两侧墙肢宽度不宜相差过大；抗震等级为一、二、三级剪力墙的底部加强部位不应采用上下洞口不对齐的错洞墙，全高均不宜采用洞口局部重叠的叠合错洞墙。

【条文说明】8.1.2 高层建筑的建筑高度较大时，在竖向荷载和水平地震作 用下，剪力墙墙肢更容易发生塑性损伤。为确保结构在地震作用 下具有可靠的抗震性能，叠合剪力墙结构设计过程中，更应注重 结构布置的合理性。

结构分析、试验研究和实际震害经验表明，合理设计的联肢墙在水平地震作用下可以实现较为理想的连梁损伤和破坏模式，从而避免墙肢过早的进入塑性状态，并对墙肢的损伤进行有效的控制。通过对大量高层剪力墙结构在罕遇地震作用下的弹塑性分析发现，形成以联肢墙受力为主的剪力墙结构体系，在罕遇地震作用下实现以连梁屈服机制为主的损伤和破坏模式，是改善叠合剪力墙结构抗震性能最为有效的措施之一，叠合剪力墙结构抗震性能化设计过程中，设计人员应对此予以重视。

8.1.3 抗震设计时，高层叠合剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙；当采用有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

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

2 房屋适用高度比本规程表6.1.1规定的叠合剪力墙结构的最大适用高度适当降低，抗震设防烈度为7度时宜降低20m。

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

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

【条文说明】8.1.3短肢剪力墙的抗震性能较差，在高层装配整体式结构中应避免过多采用。

8.1.4 高层建筑叠合剪力墙结构底部加强部位的墙体宜采用现浇混凝土，当建筑结构的高宽比满足现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ3的有关要求时，底部加强部位的剪力墙也可采用叠合剪力墙。

【条文说明】8.1.4 参考现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的相关要求，高层装配整体式剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土。

结构分析及试验研究表明，叠合剪力墙在地震作用下，其受力状态及破坏模式与现浇剪力墙完全一致，故当建筑体型简单、布置规则时，也可在底部加强区域应用叠合剪力墙。结构设计时，对底部加强位置采用叠合剪力墙的建筑，应对其结构布置规则性、整体稳定性行宏观控制，高宽比需满足《高层混凝土结构技术规程》JGJ3的相关要求。

8.1.5 高层建筑的叠合剪力墙承重部分的墙肢厚度不宜小200mm。

【条文说明】8.1.5 我国近年来对叠合剪力墙结构开展了大量的研究工作，并给出了较为完善的设计方法。但考虑到国内在叠合剪力墙结构工程实践方面的经验有限，基于叠合剪力墙自身特点，规定高层叠合剪力墙结构最小墙肢厚度不小于200mm。

8.1.6 叠合剪力墙之间的连接钢筋宜在后浇混凝土内直线锚固或弯折锚固，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。

【条文说明】8.1.6 墙体连接钢筋的形式可适当优化，但需经充分的试验验证，并预先进行专门的论证。

8.1.7 叠合剪力墙洞口及其补强措施应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关要求，且补强钢筋宜与同方向墙体网片筋平行布置见图8.1.7。



图8.1.7 叠合剪力墙洞口补强钢筋

1-洞口补强钢筋；2-墙体钢筋

【条文说明】8.1.7 通常情况下叠合剪力墙预制墙板厚度为50mm，根据叠合剪力墙钢筋网片布置原则，在网片内侧单独增设补强钢筋时，补强钢筋会突出预制墙板进入空腔内，为了减小补强钢筋对空腔内插筋及施工的影响，补强钢筋与同方向墙体网片筋宜平行且同层布置。

8.2 构件设计

8.2.1 含门窗洞口的空腔预制墙构件应符合下列规定：

1 洞口上方边距b₂、洞口至墙板侧边距a，均不宜小于250mm；

2 窗下墙预制时，洞口至墙板底边高度b1不宜小于不宜小于250mm；

3 洞口四周墙板内应设置至少两排与洞边平行的水平或竖向钢筋。



图8.2.1 带窗洞口空腔预制墙构件尺寸构造

α₁-洞口至墙板侧边距；b₁-洞口至墙板底边高度；b₂-洞口上方边距；

【条文说明】8.2.1 在生产、施工能力允许范围内，叠合剪力墙应优选大尺寸整板，可以减少构件拼缝，提升生产及施工效率。在民用住宅中，根据建筑布局及建筑立面的要求，通常情况下门窗洞口四周及洞口之间的墙垛尺寸较小，为了预制墙板在存放、搬运及施工过程中不被损坏，同时为了满足预制构件在短暂设计状况下的承载力及变形要求，预制构件设计时，对门窗洞口四周及洞口之间的预制墙板最小尺寸及配筋进行限制。若无法满足本条所述要求时，墙垛宜采用现浇。

8.2.2 空腔预制墙构件单侧板厚不应小于50mm，空腔宽度不应小于100mm，见图8.2.2。



图8.2.2 空腔预制墙构件厚度构造

1-空腔预制墙构件外叶板；3-空腔；t-空腔宽度

【条文说明】8.2.2 空腔预制墙板构件单侧板厚度过薄时，单侧板刚度较差，承载力较低，制作、运输和施工中易造成损坏，不易保证工程质量。空腔宽度过小，会造成施工不便，影响墙体连接钢筋锚固效果和空腔内混凝土浇筑质量。

8.2.3 空腔预制墙构件内表面及侧面均应设置粗糙面，粗糙面凹凸深度不应小于4mm，且粗糙面的面积不宜小于结合面的80%。

8.2.4 叠合剪力墙宜采用整体成型钢筋笼，见图8.2.4，钢筋笼内梯子形网片纵向钢筋、水平横筋分别满足墙体水平分布钢筋及拉筋的要求，并应符合下列规定：

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

图8.2.4 叠合剪力墙钢筋构造

1. 梯子形网片；2-水平横筋；3-墙体竖向钢筋；

c-梯子形网片端头保护层厚度；

α₁-梯子形网片水平横筋间距；α₂-梯子形网片至墙顶端距离；

α₃-梯子形网片间距；α4-梯子形网片至墙底端距离

1 墙体竖向钢筋应置于梯子形网片纵筋内侧；

2 墙体最下层梯子形网片至墙底端距离α4不宜大于30mm，最上层梯子形网片至墙顶较低端距离 α₂不宜大于100mm，且应满足钢筋保护层厚度要求；

3 沿墙长方向梯子形网片钢筋端头保护层厚度c不应小于15mm，且不宜大于30mm；

4 梯子形网片之间的竖向间距α3不宜大于200mm；

5 叠合剪力墙上下层连接钢筋保护层厚度不大于5d时，连接钢筋高度范围内，梯子形网片的间距不应大于10d，且不应大于100mm，d为连接钢筋直径；

6 梯子形网片水平横筋直径不宜小于6mm，间距α1不宜大于600mm。

【条文说明】8.2.4 成型钢筋笼中各方向钢筋与传统现浇剪力墙中钢筋一一对应：水平布置的梯子形钢筋网片作为剪力墙水平分布钢筋及拉结筋，竖向钢筋为剪力墙竖向分布筋。为了确保梯子形网片横筋能够拉住剪力墙最外侧钢筋，且满足梯子形网片与竖向钢筋整体成笼要求，墙体竖向钢筋应置于梯子形网片纵筋内侧。

梯子形网片两头距离墙体端部尺寸可通过保护层厚度调节，网片筋应满足本规程相关构造要求。

剪力墙应满足构造及现场混凝土浇筑时承载力要求，网片横筋及网片间距均不应过大。

规定梯子形网片距离墙体底部及顶部最大距离，使上下层墙体水平分布钢筋在楼层位置处也能满足分布钢筋最大间距要求。

8.2.5 空腔预制墙构件应进行翻转、脱模、存放、吊运、混凝土浇筑等短暂设计状况下的承载力及裂缝宽度验算；并应符合下列规定：

1 翻转、脱模、存放、吊运、混凝土浇筑等短暂设计状况下的承载力及裂缝宽度验算时，荷载作用及作用效应组合应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 及现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定确定；

2 短暂设计状况下，墙体预制构件应根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的有关规定进行混凝土拉应力验算。当计算不满足要求时，应采取加强措施；



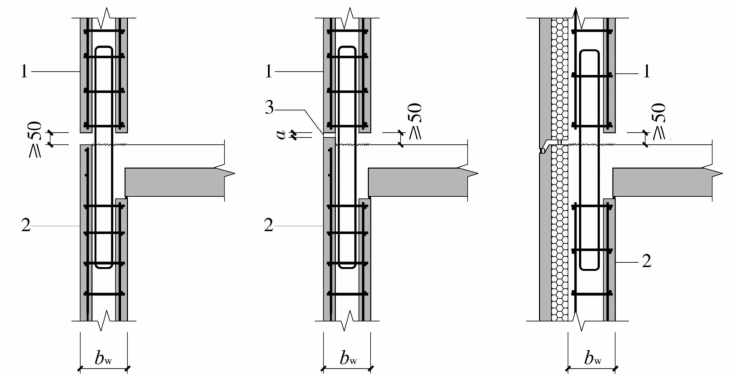
图 8.2.5 空腔预制墙构件拉结件示意

1一竖向承重拉结件；2—水平承重拉结件；3—限位拉结件；

【条文说明】8.2.5 竖向承重拉结件可兼做墙体吊件，此时拉结件宜布置于墙体顶端，在吊装时，尚需对其单独进行吊装验算。

8.3 连接设计

8.3.1 叠合剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处，接缝处混凝土上表面应设置平均凹凸深度不小于6mm的粗糙面。



（a） （b）

图8.3.1 上下层叠合剪力墙竖向连接

1-上层叠合剪力墙；2-下层叠合剪力墙；3-高强砂浆；

α-叠合剪力墙外侧叶板接缝高度；

1 当采用图8.3.1-(a)做法时，接缝高度不宜小于50mm，接缝处后浇混凝土应浇筑密实；

2 当采用图8.3.1-(b)做法时，上下层墙体内侧叶板接缝高度不宜小于50mm，外侧叶板接缝高度取10mm～20mm，施工时上下层墙体外叶板接缝处应采用高强砂浆坐浆，内侧叶板接缝处后浇混凝土应浇筑密实。

【条文说明】8.3.1考虑到施工方便，叠合剪力墙、夹心保温叠合剪力墙竖向连接宜设置在楼面标高处。基于叠合剪力墙结构的构造，为保证接缝处现浇混凝土浇筑密实、墙内水平钢筋竖向间距符合设计要求，水平接缝高度宜为50mm。在先浇筑完成的下层混凝土表面设置粗糙面，有利于保证剪力墙在楼层处的水平接缝受剪承载力。

8.3.2 叠合剪力墙上、下层墙体水平接缝处的连接钢筋应符合下列规定：

1 边缘构件采用现浇暗柱时应符合国家现行有关标准的规定；

2 边缘构件的竖向钢筋宜采用逐根搭接连接图8.3.2-1，搭接长度不应小于1.6LaE，连接钢筋与被连接钢筋之间的中心距不应大于4*d*，*d*为连接钢筋直径；



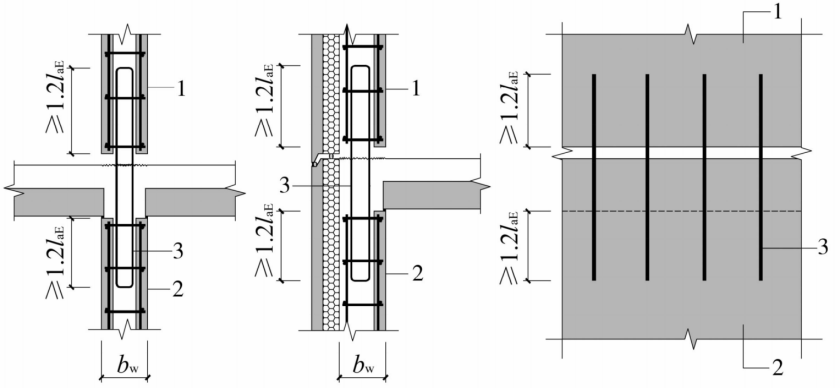
图8.3.2-1 叠合剪力墙边缘构件竖向连接

1-上层边缘构件纵筋；2-下层边缘构件纵筋；3-连接钢筋；

bw-叠合剪力墙厚度

3 非边缘构件部位的连接钢筋宜采用环状连接筋，见图8.3.2-2a或U型连接筋，见图8.3.2-2b，也可采用直线连接筋，并应满足下列要求：

1)连接钢筋搭接长度不应小于1.2LaE；

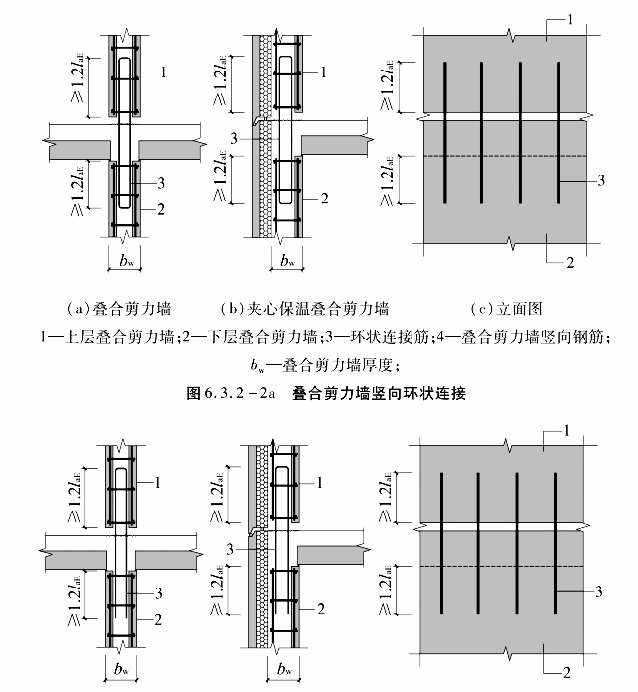


(a)叠合剪力墙 (c)立面图

图8.3.2-2a 叠合剪力墙竖向环状连接

1. 上层叠合剪力墙；2-下层叠合剪力墙；3-环状连接筋；

4-叠合剪力墙竖向钢筋；Bw-叠合剪力墙厚度；



(a)叠合剪力墙 (b)夹心保温叠合剪力墙 (c)立面图

图8.3.2-2b 叠合剪力墙竖向U型连接

1. 上层叠合剪力墙；2-下层叠合剪力墙；3-U型连接筋；

4-叠合剪力墙竖向钢筋；bw-叠合剪力墙厚度；

2)连接钢筋的间距不应大于空腔预制墙构件中竖向分布钢筋的间距，且不宜大于200mm；

3)连接钢筋的直径不应小于空腔预制墙构件中对应位置竖向分布钢筋的直径；

4)连接钢筋直径及间距应根据计算确定，并应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1中关于剪力墙水平接缝的受剪承载力计算要求；

5)上、下层叠合剪力墙厚度不同时，连接筋应进行弯折处理，弯折角度不宜大于1：6，弯折后的连接筋应伸入上下层空腔预制墙构件空腔内，长度不宜小于1.2LaE见图8.3.2-3。



(a)叠合剪力墙 (b)夹心保温叠合剪力墙

图8.3.2-3 变截面叠合剪力墙竖向连接

1-弯折环状连接筋；bw1-下层叠合剪力墙厚度；bw2-上层叠合剪力墙厚度

【条文说明】8.3.2边缘构件竖向钢筋按照国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010关于搭接钢筋的相关要求，按照100%搭接长度取1.6LaE。

墙体分布钢筋搭接长度参照行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ3第7.2.20条，搭接长度不应小于1.2LaE。剪力墙水平接缝的受剪承载力计算要求参考《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1第8.3.7条，在地震设计状况下，剪力墙水平接缝受剪承载力设计值应按下式计算：

VuE=0.6fyAsd+0.8N

式中：fy——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值；

N——与剪力设计值V相应的垂直于结合面轴向力设计值，压力时取

正，拉力时取负；

Asd——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

8.3.3 除下列情况外，墙体承重部分厚度不大于200mm的标准设防类建筑叠合剪力墙的竖向分布钢筋可采用单排钢筋连接：

1 抗震等级为一级的剪力墙；

2 轴压比大于0.3的抗震等级为二、三、四级的剪力墙；

3一字型墙、一端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于4m的剪力墙以及两端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件长度大于8m的剪力墙。

8.3.4 当剪力墙竖向分布钢筋采用单排连接时，计算分析不应考虑剪力墙平面外刚度及承载力，单排钢筋连接应满足下列要求：

1 连接钢筋应位于内、外侧被连接钢筋的中间位置；

2 连接钢筋宜均匀布置，间距不宜大于300mm；

3 单片叠合剪力墙水平接缝处连接钢筋总受拉承载力不应小于上、下层被连接钢筋总受拉承载力较大值的1.1倍；

4 下层剪力墙连接筋至下层预制墙顶及上层剪力墙连接钢筋至上层预制墙底算起的埋置长度均不应小于(1.2*L*aE+*b*w/2)，其中*L*aE应按连接钢筋直径计算；

5 钢筋连接长度范围内应配置拉筋，同一连接接头内的拉筋配筋面积不应小于连接钢筋面积。拉筋沿竖向的间距不应大于水平分布钢筋的间距，且不宜大于150mm。拉筋应紧靠连接钢筋，并应与最外侧分布筋可靠焊接，见图8.3.4。



(a)叠合剪力墙 (b)夹心保温叠合剪力墙 (c)立面图

图8.3.4 叠合剪力墙竖向单排筋连接构造

1-叠合剪力墙；2-墙体连接筋；3-拉筋；bw-叠合剪力墙厚度；

【条文说明】8.3.4单排钢筋连接按现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231第5.4.2条和第5.7.10相关要求进行设计，必要时补充平面外受弯验算。

8.3.5 叠合剪力墙后浇混凝土墙段与叠合构件之间应采用环状连接筋或U型连接筋进行连接，连接筋应符合下列规定：

1 连接筋直径不应小于其所连接预制构件内水平钢筋的直径，连接筋间距不应大于其所连接预制构件内水平钢筋的间距，连接钢筋应紧贴梯子形网片的水平横筋布置，见图8.3.5-1；

2 当后浇混凝土墙段仅一侧有叠合构件时，环状连接筋伸入叠合构件空腔内长度不应小于LaE，U型连接筋伸入叠合构件空腔内长度不应小于1.2LaE，两种连接筋伸入后浇混凝土墙段内长度不应小于LaE或伸至后浇段内最外侧纵筋内侧，见图8.3.5-2；

3 当后浇混凝土墙段两侧均有叠合构件时，连接筋宜穿过后浇混凝土墙段，分别伸入两侧叠合构件空腔内且伸入长度不应小于LaE，见图8.3.5-3；



图8.3.5-1 叠合剪力墙环状连接筋构造

1. 环状或U型连接筋；2-预制构件内水平钢筋；3-后浇混凝土墙段；

4-叠合构件；d1-连接筋间距；d2墙体水平钢筋间距



图8.3.5-2 后浇混凝土墙段一侧有叠合构件连接节点

1-环状连接筋或U型连接筋；2-叠合构件；3-后浇混凝土墙段



图8.3.5-3 后浇混凝土墙段两侧均有叠合构件连接节点

1-环状连接筋；2-叠合构件；3-后浇混凝土墙段；

4 当采用环状连接时，连接筋两端均应设置竖向插筋，插筋直径不宜小于10mm，上、下层插筋可不连接，见图8.3.5-4。



(a)平面图



(b)立面图

图8.3.5-4 上下层竖向插筋构造图

1-环状连接筋；2-上层竖向插筋；3-后浇混凝土墙段；4-上层剪力墙；

5-下层剪力墙；6-下层竖向插筋；7-楼板厚度

【条文说明】8.3.5基于空腔预制墙板构件及夹心保温空腔预制墙板构件自身特点，充分利用叠合构件中间的空腔，利用环状连接筋将后浇筑混凝土墙段与叠合构件连成整体。环状连接筋可提高空腔内现浇混凝土对其约束，环状连接筋周边的横筋对锚固区混凝土形成约束，可提高锚固效果。环状连接筋两端设置竖向插筋增加连接筋在叠合剪力墙及后浇筑混凝土内锚固的可靠性，从而确保后浇混凝土墙段与叠合剪力墙的整体性。竖向插筋仅提高环状连接筋在预制墙板及后浇筑混凝土内锚固的可靠性，上下层墙体的连接不考虑插筋的作用，所以上下层竖向插筋可不连接。

8.3.6 叠合剪力墙约束边缘构件的范围及构造应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ3的有关规定，并应符合下列规定：

1 设防烈度6、7度的抗震设防区域，剪力墙约束边缘构件可采用叠合构件；8度区域剪力墙约束边缘构件应采用现浇暗柱；

2 剪力墙门窗洞口两侧及空腔宽度不小于150mm的剪力墙端部约束边缘构件可采用现浇混凝土暗柱或叠合暗柱，空腔宽度小于150mm的剪力墙端部宜采用现浇暗柱；

1)当采用现浇暗柱时，现浇段内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应满足约束边缘构件的相关要求，现浇段与叠合构件应通过水平连接筋进行连接见图8.3.6-1，水平连接筋应满足本规程第8.3.5条的相关要求；



图8.3.6-1 现浇暗柱约束边缘构件

1-成型钢筋笼；2-水平连接筋；α-边缘构件阴影区域长度；t-空腔宽度

2)当采用叠合暗柱时，阴影区域内箍筋由墙体水平网片与附加网片共同组成见图8.3.6-2，计入墙体水平分布钢筋网片的体积配箍率不应大于总体积配箍率的30%。纵向钢筋应设置在空腔预制墙板内。



图8.3.6-2 叠合暗柱约束边缘构件

1-墙体水平网片；2-附加网片；α-边缘构件阴影区域长度；t-空腔宽度

3 纵横墙交接处约束边缘构件阴影区域宜采用全现浇混凝土，现浇混凝土墙段与叠合构件之间应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第8.3.6条的相关要求，见图8.3.6-3。



(a)转角墙 (b)翼墙

图8.3.6-3 转角墙及翼墙约束边缘构件

1-现浇混凝土；2-叠合构件；a、b-边缘构件阴影区域长度

【条文说明】8.3.6暗柱约束边缘构件与叠合剪力墙空腔预制墙板整体预制，边缘构件阴影区域纵筋及箍筋均应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及《高层混凝土结构技术规程》JGJ3的相关要求，箍筋由墙体水平网片筋与附加网片筋共同组成，计算时，计入墙体水平网片钢筋的体积配箍率也不应大于总体积配箍率的30%。转角墙及翼墙约束边缘构件阴影区域宜采用现浇混凝土，现浇混凝土内设置成型钢筋笼的纵筋及箍筋应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ3关于约束边缘构件阴影部分竖向钢筋及箍筋的相关要求。

8.3.7 叠合剪力墙构造边缘构件的范围及构造应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ3的有关要求，并应符合下列规定：

1 剪力墙门窗洞口两侧及空腔宽度不小于150mm的剪力墙端部构造边缘构件可采用现浇或叠合构件，空腔宽度小于150mm的剪力墙端部边缘构件宜采用现浇构件，并应符合下列规定：

1）当采用现浇构件时，现浇段内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应满足构造边缘构件配筋的相关要求，现浇段与叠合构件应通过水平连接筋进行连接见图8.3.7-1，水平连接筋应满足本规程第8.3.5条的相关要求；



图8.3.7-1 现浇暗柱构造边缘构件

1-成型钢筋笼；2-水平连接筋；α-边缘构件阴影区域长度；t-空腔宽度

2)当采用叠合构件时，边缘构件内箍筋由墙体水平网片纵筋与网片横筋组成，纵筋设置在预制墙板内,见图8.3.7-2。



图8.3.7-2 叠合暗柱构造边缘构件

1. 边缘构件；2-水平网片筋；3-网片横筋；α-边缘构件长度；

t-空腔宽度

2 纵横墙交接处的约束边缘构件阴影区域宜全部采用现浇混凝土，现浇边缘构件与叠合剪力墙之间应采用水平连接钢筋连接，水平连接钢筋应符合本规程第8.3.6条的相关要求；当采用组合形式时，应满足下列要求：



（a）转角墙 (b)翼墙

图8.3.7-3 转角墙及翼墙现浇段与叠合段组合构造边缘构件

1-边缘构件现浇段；2-边缘构件叠合段；3-现浇段钢筋笼；

bw、bf-叠合剪力墙墙肢厚度；α-边缘构件叠合段长度

1)现浇段尺寸宜取墙体厚度；

2)叠合段长度不宜小于400mm；

3)现浇段内应设置成型钢筋笼，钢筋笼纵筋数量不宜少于4根。叠合段应与墙体整体预制，叠合段内纵筋数量不宜少于6根；

4)现浇段与叠合段、现浇段与叠合剪力墙之间均应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应伸至后浇段内最外侧纵筋内侧且应满足本规程第8.3.7条的相关要求。

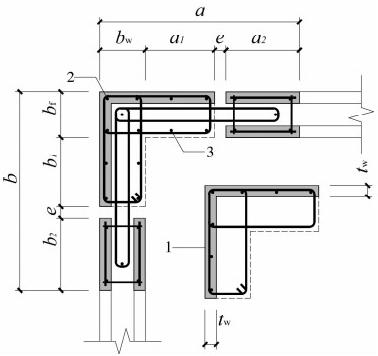
3 纵横墙交接处边缘构件除上述做法外，也可采用单面叠合构件与叠合剪力墙的组合形式，见图8.3.7-4；同时应满足下列要求：

1)单面叠合构件预制板厚度，不宜小于50mm；

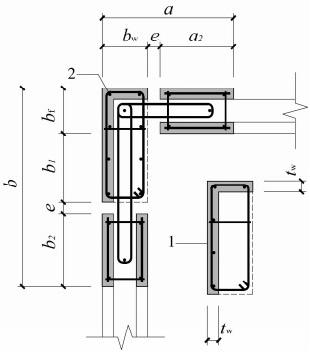
2)单面叠合构件与叠合剪力墙之间均应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第8.3.5条的相关要求；

3)单面叠合构件纵筋及箍筋直径、间距均应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层混凝土结构技术规程》JGJ3关于构造边缘构件的相关要求；

4)当墙垛尺寸较大时，宜采用图8.3.7-4(a)做法，墙垛尺寸较小时，可采用图8.3.7-4(b)简化做法。



（a）



（b）

图8.3.7-4 转角墙单面叠合构件与叠合墙组合构造边缘构件

1-单面叠合构件叶板；2-单面叠合构件内纵筋；3-单面叠合构件外纵筋；

bw、bf-剪力墙墙肢厚度；α、b-剪力墙墙垛长度；α1、b1-单面叠合构件墙垛长度；

e-单面叠合构件与叠合剪力墙拼缝宽度；α2、b₂-叠合墙墙垛长度

【条文说明】8.3.7 端部构造边缘构件与叠合剪力墙空腔预制墙板整体预制，边缘构件纵筋及箍筋均应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ3的相关要求。

转角墙及翼墙构造边缘构件采用组合形式时被分为现浇与叠合构件两段，两段之间采用水平连接筋连接。现浇段内成型钢筋笼及叠合段内纵筋直径、箍筋直径及箍筋间距应分别满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ3关于构造边缘构件的相关要求。同时，现浇段、叠合段内纵筋总面积应满足构造边缘构件关于最小配筋面积的要求。现浇段、叠合段之间的连接筋应满足构造边缘构件箍筋的相关要求。这种组合形式的边缘构件，其面积大于现浇边缘构件，配筋不少于现浇边缘构件；试验结果表明，墙体的承载力和延性等均和配置现浇边缘构件的墙体基本一致。

8.3.8 叠合剪力墙竖向接缝处宜设置长度不小于200mm的现浇混凝土墙段，墙段内应设置成型钢筋笼，见图8.3.8，并应符合下列规定：

1 钢筋笼纵筋不宜少于4根，纵筋直径不应小于8mm，不宜小于10mm及相应部位墙体竖向分布筋直径中的较大值；

2 钢筋笼箍筋直径不应小于相应部位墙体水平分布筋，间距宜与墙体水平分布钢筋一致；

3 叠合构件之间应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第8.3.5条的相关要求。



图8.3.8 叠合剪力墙顺向连接

1-成型钢筋笼；a-现浇混凝土墙段长度

【条文说明】8.3.8当墙体较长超过生产或施工能力时，需采用在非暗柱区域设置现浇混凝土墙段的方式将墙体断开，现浇混凝土墙段内采用成型钢筋笼进行加强。为了满足现场施工操作需要，现浇混凝土墙段宽度不宜小于200mm。

8.3.9 当叠合剪力墙连梁与墙板整体预制时，连梁高度H的取值，见图8.3.9-1，应符合下列规定：

1 连梁高度H宜取门窗洞口顶至板底距离，见图8.3.9-1(a)，梁顶附加环状连接筋，连接筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于200mm；

2 若上述连梁无法满足刚度或承载力要求时，可采用复合连梁，见图8.3.9-1(b)，复合连梁高度H可取门窗洞口顶至板顶距离，并应符合下列规定：

1)复合连梁由下部预制部分与上部叠合层共同组成，叠合层内设置暗梁，暗梁箍筋应由计算确定，构造要求与整体连梁一致；

2)下部预制部分与上部叠合层通过附加环状连接筋进行连接，连接筋应通过计算确定，直径不小于连梁箍筋直径，间距不大于连梁箍筋间距。

3 连梁也可采用叠合连梁，见图8.3.9-1(c)，叠合连梁高度H可取门窗洞口顶至板顶距离，连梁构造应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关要求；



（a） （b） （c）

图8.3.9-1 单连梁构造

1-连梁；2-连梁箍筋；3-梁内环状连接筋；4-梁顶箍筋；H-连梁高度

4 当上、下层洞口对齐且上层墙体有窗下墙时，洞口间墙体可按整体连梁进行设计，见图8.3.9-2，连梁高度H可取门窗洞口顶至上层窗下墙顶距离，并应符合下列规定：

1)窗上墙、窗下墙宜分别配置箍筋，并在上、下墙体间设置环状连接筋，连接筋配筋面积不应小于整体连梁箍筋面积，连接筋间距不应大于200mm；

2)环状连接筋应分别伸入上、下层墙体LaE或伸至上、下层墙体顶部及底部纵向钢筋的内侧。



(a)剖面图 (b)立面图

图8.3.9-2 窗间墙整体连梁构造

1-窗下墙；2-窗上墙；3-连梁箍筋；4-环状连接筋；H-连梁高度

【条文说明】8.3.9连梁与叠合墙体整体预制，预制连梁顶部宜采用不出筋形式，便于工厂构件加工，但此时应注意对连梁计算高度的影响。当采用图8.3.9-1(a)做法时，内力计算梁高宜取至楼板顶部，配筋计算梁高宜取腹板高度，设计过程中应对整体计算模型进行相应的处理或补充验算；当采用图8.3.9-1(a)连梁高度不满足要求时，可采用图8.3.9-1(b)复合连梁或图8.3.9-1(c)叠合连梁。当采用复合连梁时，连接筋需承担下部预制部分与上部叠合层拼缝处产生的剪力，连接筋除了与整体连梁计算箍筋一致外，尚应满足拼缝处的抗剪承载力要求。当单连梁计算配筋较大或整体计算地震作用较大时，可将窗上墙、窗下墙按照图8.3.9-2整体连梁方式进行设计，窗上下墙之间采用连接钢筋进行连接。当整体计算中未考虑窗下墙的刚度作用，仅将窗上墙设计为连梁，窗下墙应按构造墙体的要求进行设计。连接钢筋应分别伸入上下层墙体LaE,当无法满足要求时，连接筋应伸至上下层墙体顶部及底部纵向钢筋的内侧。

8.3.10 空腔宽度不小于150mm的叠合剪力墙与梁在平面内连接时，梁纵筋可直接锚入叠合剪力墙空腔内，同时应满足下列要求：

1 剪力墙与梁之间宜预留不小于200mm的现浇段，现浇段内至少应设置两道附加箍筋，箍筋肢数及直径同梁箍筋；

2 当采用直线锚固时，梁主筋伸入叠合剪力墙长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3关于梁直线锚固的有关要求，见图8.3.10-1；



（a）俯视图



（b）正视图

图8.3.10-1 框架梁与叠合剪力墙连接(一)

1-梁连接钢筋；2-现浇段附加箍筋；3-梁内纵筋；4-连接套筒；

b-叠合剪力墙宽度；H-梁高度；B-梁宽度

3 当剪力墙截面尺寸不满足直线锚固要求时，可采用国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010第8.3.3条钢筋端部加机械锚头的锚固方式或90°弯折锚固；采用机械锚固时，梁纵筋伸入叠合剪力墙水平投影锚固长度不宜小于0.4LabE；采用弯折锚固时，梁纵筋伸入叠合剪力墙水平投影锚固长度不宜小于0.4LabE并向上、向下弯折，弯折长度不宜小于15*d*，见图8.3.10-2。



（a）弯折锚固 （b）机械锚固

图8.3.10-2 梁与叠合剪力墙连接(二)

1. 梁连接钢筋；2-现浇段附加箍筋；3-机械锚头；H-梁高度

【条文说明】8.3.10基于叠合剪力墙自身特点，顺墙肢方向的梁纵筋可在其空腔内锚固。为避免梁构件吊装时外伸纵筋与叠合剪力墙空腔内拉筋干涉，预制框架梁设计时，宜采用梁底部不出筋的方式，在梁端预留钢筋连接套筒。现场施工时通过连接套筒将梁纵筋向剪力墙空腔内延伸实现可靠锚固。根据相关经验，附加钢筋在与套筒连接时需预留不小于200mm的操作空间。

8.3.11叠合剪力墙与梁平面外相交时，梁端宜设计为铰接；连接形式可采用企口连接或钢企口连接，尚应符合下列规定：

1 当采用企口连接时，剪力墙顶应设置企口，企口宽度Bw、不应小于梁宽(B+40)mm，企口高度H.不应小于梁高(H+20)mm，B、H分别为梁宽度、梁高度，梁顶主筋伸入企口内长度不宜小于0.35Lab，且应向下弯折，弯折长度不宜小于15*d*，梁底筋伸入企口内长度不宜小于12*d*，*d*为钢筋直径见图8.3.11-1；



(a)俯视图 (b)正视图

图8.3.11-1 梁与叠合剪力墙企口连接

1-梁主筋；B-叠合梁宽度；H-叠合梁高度；bw-叠合剪力墙宽度；

Bw-企口宽度；H-企口高度

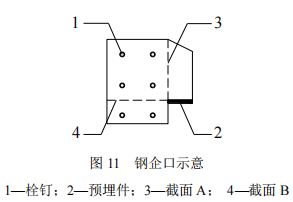
2 当梁不直接承受动力荷载且跨度不大于9m时，可采用钢企口连接。采用钢企口连接时，梁顶主筋伸入叠合剪力墙水平长度不宜小于0.35Lab，且应向下弯折，弯折长度不宜小于15d，见图8.3.13-2，并应满足现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231的有关要求。



图8.3.11-2 梁与叠合剪力墙钢企口连接

1-预埋件；2-钢企口；H-叠合梁高度；B-梁宽度；bw-叠合剪力墙宽度

【条文说明】8.3.11梁与叠合剪力墙平面外相交时，叠合剪力墙不宜产生平面外弯矩，梁与墙宜采用铰接。企口接头图11的承载力验算除应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50100、《钢结构设计标准》GB50017的有关规定外，尚应符合下列规定：



1-栓钉；2-预埋件；3-截面A；4-截面B

图11 钢企口示意图

1)钢企口接头应能够承受施工及使用阶段的荷载；

2)应验算钢企口截面A处在施工及使用阶段的抗弯、抗剪强度；

3)应验算钢企口截面B处在施工及使用阶段的抗弯强度；

4)凹槽内灌浆料未达到设计强度前，应验算钢企口外挑部分的稳定性；

5)应验算栓钉的抗剪强度；

6)应验算钢企口搁置处的局部受压承载力

8.4 多层叠合剪力墙结构设计

8.4.1 6层及6层以下且房屋高度不大于24m、建筑设防类别为标准设防类的多层叠合剪力墙结构设计应符合下列规定。

【条文说明】8.4.1 多层装配式墙板结构章节仅针对我国中小城镇建设中的多层住宅建筑。本节从提高功效的角度出发，结合相关研究成果对多层叠合墙板结构进行了规定。

8.4.2 多层叠合剪力墙结构的楼板可采用叠合板，叠合楼板应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定。

【条文说明】8.4.2 叠合楼盖可采用普通叠合楼板、钢筋桁架叠合楼板、预应力叠合楼板等形式。结构设计时，应根据楼盖跨度、竖向支撑构件的形式、结构性能要求、荷载情况等选择合适的楼盖形式。当结构平面比较规则且跨度较大时，可采用预应力叠合楼板；当结构平面规则性较差或者楼板有较大开洞时，宜采用叠合楼板。

8.4.3 多层叠合剪力墙结构墙肢厚度不宜小于200mm，不应小于180mm，预制墙板厚度均不宜小于50mm，空腔宽度不应小于100mm。

【条文说明】8.4.3 预制墙板厚度不小于50mm是为了满足叠合剪力墙在脱模、运输、现场空腔内混凝土浇筑时不开裂。当有特殊要求且经工艺验证后，预制墙板最小厚度可适当减薄。控制叠合剪力墙墙肢厚度不宜小于200mm,夹心保温叠合剪力墙墙肢厚度不宜小于150mm,是为了保证叠合墙体的空腔宽度不小于100mm,从而确保空腔内混凝土浇筑时可以振捣密实。

8.4.4 多层叠合剪力墙结构应进行重力、风荷载及多遇地震作用下的构件及接缝承载力验算和结构层间变形验算，并应按照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1对水平接缝受剪承载力进行验算，且应满足设防地震抗剪不屈服的性能要求。

8.4.5 采用本节下述构造做法的多层叠合剪力墙结构的高宽比不宜超过表8.4.5的规定。

表8.4.5 房屋最大高宽比

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

【条文说明】8.4.5 本条规定与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231 基本一致。

8.4.6 多层叠合剪力墙结构体系应符合下列规定：

1 墙体布置宜均匀对称，沿平面宜对齐，沿竖向应上下连续；应采用纵、横墙共同承重，且纵横向墙体的数量不宜相差过多；

2 不宜采用平面不规则及开大洞的平面；

3 剪力墙间距不宜超过表8.4.6的规定；

4 层高不宜大于4.5m。

表8.4.6 剪力墙最大间距(m)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 屋盖形式 | 6度、7度 | 8度 |
| 叠合楼盖 | 15 | 11 |

【条文说明】8.4.6 多层剪力墙结构，容易出现墙肢间距较大、分布不均或水平构件不连续的情况。为了保证结构的均匀性和整体性，偏于安全考虑，提出相关要求，参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中关于砌体结构墙体布置的要求，提出表8.4.6横墙间距的要求。

8.4.7 当建筑结构体型不满足本规程第8.4.5条及8.4.6条的要求时，多层叠合剪力墙结构应进行罕遇地震下的弹塑性变形验算，弹塑性位移角应满足现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231 的规定。

【条文说明】8.4.7 当结构布置规则，且满足本规程中横墙间距及高宽比要求时，算例分析表明，结构一般不会发生倒塌破坏。当超出要求时，应进行大震的弹塑性层间位移角复核。结构弹塑性变形分析可采用静力弹塑性分析方法或弹塑性时程分析方法。

8.4.8 叠合剪力墙板水平接缝宜设置在楼面标高处，做法见图8.4.8并应满足下列要求：

1 接缝高度不宜小于50mm，接缝处现浇混凝土应浇筑密实，在先浇筑完成的下层混凝土上表面应设置凹凸深度不小于6mm的粗糙面；

2 水平接缝处宜设置单排竖向分布连接钢筋，连接钢筋应位于内、外侧被连接钢筋中间位置，连接钢筋直径不宜小于14mm，连接钢筋间距不宜大于400mm；连接钢筋直径及间距应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1中关于剪力墙水平接缝的受剪承载力计算要求，且配筋面积不应小于a1范围内叠合剪力墙竖向分布钢筋总面积之和；

3 连接筋伸入上下层叠合剪力墙长度均不应小于1.2LaE，其中LaE应按连接钢筋直径计算；

4 钢筋连接长度范围内应配置拉筋，拉筋直径不宜小于墙 体水平钢筋，拉筋沿竖向的间距不应大于水平分布钢筋的间距，且不宜大于200mm，拉筋沿水平方向的间距不应大于400mm。



（a）叠合剪力墙. （b）夹心保温叠合剪力墙 （c）立面图

图8.4.8 剪力墙水平缝单排筋连接构造

1-叠合剪力墙；2-墙体连接筋；3-拉筋；bw-叠合剪力墙厚度

【条文说明】8.4.8 多层叠合剪力墙结构体系上下层墙体可采用单排筋进行连接，为控制连接钢筋和被连接钢筋之间的间距，限定只能采用一根连接钢筋与两根被连接钢筋进行连接，且连接钢筋应位于内、外侧被连接钢筋的中间位置。为增强连接区域的横向约束，在单排连接筋连接区域增设横向拉筋，拉筋应同时满足间距和直径的要求。

8.4.9 多层叠合剪力墙结构可采用如下整体分析方法进行结构

分析：

1 结构在多遇地震作用下的侧向变形应采用弹性方法进行分析，墙体按不考虑竖向拼缝的整体墙计算；

2 结构在多遇地震及设防烈度地震作用下的构件及水平接缝处的内力，应按照无竖向接缝结构采用弹性方法分析；

3 结构在进行罕遇地震下的弹塑性分析时，应沿竖向接缝 将墙板划分为相互独立的多个计算单元。

【条文说明】8.4.9 受力分析及实验验证表明：多层建筑在多遇地震作用下竖向拼缝处产生的剪力较小，竖缝处混凝土及钢筋仍处于弹性工作状态，结构整体计算时各墙板之间视为整体。在罕遇地震作用下，墙板之间竖向接缝可视为完全破坏，各墙板按照单独的计算单元进行弹塑性分析，满足弹塑性计算的相关要求，确保房屋在大震作用下不倒塌。

8.4.10 当采用本规程第8.4.9条分析方法时，多层叠合剪力墙及夹心保温叠合剪力墙纵横墙交接处及楼层内相邻承重墙板之间应采用在空腔内附加成型钢筋笼或钢筋网片的形式进行连接，并应符合下列规定：

1 剪力墙轴压比不应大于0.4；

2 当空腔宽度不小于150mm时，空腔内应设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应满足下列要求，见图8.4.10-1：

成型钢筋笼伸入预制剪力墙空腔内长度不宜小于15d，d为成型钢筋笼箍筋直径；

成型钢筋笼箍筋间距宜与叠合剪力墙板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于200mm；钢筋笼箍筋直径不应小于叠合剪力墙板中水平分布钢筋的直径；

成型钢筋笼纵筋直径不宜小于10mm，上下层钢筋笼通过单排竖向分布钢筋进行连接，竖向分布钢筋应满足本规程第8.4.8条的有关要求。



(a)叠合剪力墙L 型连接 (b)叠合剪力墙T型连接



（c）叠合剪力墙一字型连接

图8.4.10-1 叠合剪力墙竖向缝成型钢筋笼连接构造

1-成型钢筋笼；2-叠合剪力墙；α-成型钢筋笼伸入预制剪力墙空腔长度

3 当空腔宽度小于150mm 时，空腔内应设置钢筋网片，钢筋网片应满足下列要求，见图8.4.10-2：

1)钢筋网片伸入预制剪力墙空腔内长度不宜小于15d，d为钢筋网片水平筋直径；

2)钢筋网片中水平钢筋间距宜与叠合剪力墙板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于200mm；钢筋网片直径不应小于叠合剪力墙板中水平分布钢筋的直径；

3)钢筋网片竖向筋直径不宜小于10mm，上下层钢筋网片通过单排竖向分布钢筋进行连接，竖向分布钢筋应满足本规程第8.4.8条的有关要求。



（a）叠合剪力墙L型连接 （b）叠合剪力墙T型连接



（c）叠合剪力墙一字型连接

图8.4.10-2 叠合剪力墙竖向缝钢筋网片连接构造

1-钢筋网片；2-叠合剪力墙；α-钢筋网片伸入预制剪力墙空腔长度

【条文说明】8.4.10 受力分析及实验验证表明：在小震及中震作用下预制墙板竖向接缝处以剪力为主，接缝处空腔内混凝土及成型钢筋笼、钢筋网片须抵抗由地震作用产的剪力，按照钢筋抗剪要求，钢筋笼或钢筋网片伸入空腔内长度不应小于15d,d为成型钢筋笼箍筋直径。建筑设计时，拼缝表面应与装修协调配合，对拼缝处进行防开裂处理。

9 叠合框架-剪力墙结构设计

9.0.1 叠合框架-剪力墙结构中的剪力墙宜采用现浇墙肢，也可采用叠合墙肢，框架柱、梁宜全部或部分采用叠合构件；叠合剪力墙、叠合框架的设计除应符合本章的规定外，尚应分别符合本规程第7章、第8章的有关规定。

【条文说明】9.0.1 当叠合框架-剪力墙结构采用叠合剪力墙时，可采用带边框柱或带翼墙的叠合墙肢。

9.0.2 当采用现浇框架-叠合剪力墙时，现浇剪力墙墙肢地震作用内力宜乘以不小于1.2的增大系数。

【条文说明】9.0.2 当采用现浇框架与叠合剪力墙组合应用时，结构体系受力复杂，实践应用经验较少，考虑预制构件刚度退化较早，对于作为首道防线的剪力墙中的现浇剪力墙，参考《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 中相关规定，予以适当加强。

9.0.3 带边框柱叠合剪力墙的构造应符合下列规定：

1 边框柱应采用现浇柱，叠合剪力墙与边框柱交接位置应 设置粗糙面，粗糙面凹凸深度不应小于4mm；

2 剪力墙的水平钢筋宜通过连接钢筋锚入边框柱内，连接 钢筋直径不应小于相应部位墙体水平筋直径，间距不应大于相应部位墙体水平筋间距；连接钢筋宜采用U型连接钢筋，U型连接钢筋封闭一侧应套住柱对侧纵筋，见图9.0.3-1，且伸入预制墙体空腔内长度不应小于1.2 *L*aE；



图 9.0.3-1 剪力墙端部钢筋搭接构造示意

1-墙体现浇部分；2-预制部分；3-边框柱；4-U型搭接钢筋；5-边框柱外侧纵筋

3 带边框柱叠合剪力墙中的暗梁（图9.0.3-2）可采用现浇构件或叠合构件，上下层叠合剪力墙之间应采用竖向连接钢筋连接，连接钢筋宜采用环状连接钢筋，也可采用U型连接钢筋。连接钢筋应穿过暗梁锚入叠合剪力墙空腔内，在上下层叠合剪力墙中的锚固长度均不应小于1.2 *L*aE，且直径不应小于叠合剪力墙竖向分布钢筋直径，间距不应大于叠合剪力墙竖向分布钢筋间距。



(a)暗梁为现浇 （b）暗梁为预制

图9.0.3-2剪力墙顶部暗梁构造示意

1-下层叠合剪力墙；2-上层叠合剪力墙；3-现浇暗梁；4-叠合暗梁；

5-环状连接钢筋；6-楼板；h-暗梁高度

9.0.4 当剪力墙或核心筒墙肢与其平面外相交的楼面梁刚接 时，应设置扶壁柱或在墙内设置暗柱，并应符合下列规定：

1 设置扶壁柱时，扶壁柱应为现浇，扶壁柱两侧剪力墙水平 筋可采用封闭连接钢筋连接，见图9.0.4- 1，连接筋直径不应小于墙体水平钢筋直径，间距不应大于墙体水平筋间距；连接筋伸入叠合剪力墙空腔内长度不应小于*L*aE。 连接筋两端均应设置竖向插筋，插筋直径不宜小于12mm， 上下层竖向插筋可不连接；



图9.0.4-1扶壁柱处剪力墙水平筋搭接构造示意

1一左侧剪力墙；2—右侧剪力墙；3—现浇扶壁柱；4—楼面梁；

5—封闭连接钢筋；6一竖向插筋；

2 叠合剪力墙内设置暗柱时，暗柱的截面应满足计算要求，且应满足梁端纵向钢筋锚固要求；暗柱宜采用叠合暗柱（图9.0.4-2），叠合暗柱的截面有效高度应根据水平接缝处竖向连接钢筋的位置计算；暗柱的截面宽度可取梁宽加2倍墙厚；



图9.0.4-2梁下暗柱构造示意图

1-墙体现浇部分；2-预制部分；3-楼面梁；4-梁下暗柱；b-梁宽；t-墙厚

3 暗柱及扶壁柱配筋应满足现行行业标准《高层建筑混凝 土结构技术规程》JGJ3的有关规定。

【条文说明】9.0.4 参照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3中相关规定，墙肢应根据与其平面外相交楼面梁的连接关系及受力特性，确定是否设置叠合暗柱、现浇暗柱或扶壁柱；叠合暗柱在墙体水平接缝处为截面薄弱位置，需根据墙体竖向钢筋搭接排布位置确定叠合暗柱的截面计算高度。

10 叠合框架-现浇核心筒结构设计

10.0.1 叠合框架-现浇核心筒结构设计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》GB 50010和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的规定。

10.0.2 叠合框架的设计应符合本规程第 7 章的规定。

10.0.2 叠合框架-现浇核心筒的周边柱间必须设置框架梁。

1. 装配式建筑数字化设计、智能建造

11.1 一般规定

11.1.1 预制构件在建筑设计、构件生产、施工安装、竣工验收与交付等各阶段应采用建筑信息模型进行全流程管理，建立统一协同工作平台，采用统一编码和规则、共享模型数据。

【条文说明】11.1.1 预制构件建筑信息模型设计，主要目的是实现设计、生产、施工的协同工作和信息共享，减少“错、漏、碰、缺”等错误的发生，提高预制构件质量，实现设计、生产、施工、运维一体化。各实施阶段应制定统一的规则要求，实现数据的有效共享，在统一的平台下进行相互协同工作。

预制构件建筑信息模型涉及建筑、结构、机电、施工等各专业，及设计、生产、施工全流程，故模型需满足各方要求，预制构件信息模型应能够实现数据在各专业软件间的有效传输。

11.1.2 预制构件信息模型的数据格式应保障兼容性，满足其在设计、生产、施工、运维全生命期全过程传递应用。

【条文说明】11.1.2 为实现预制构件在工厂的自动化生产，模型导出的数据应能够被生产设备识别，驱动自动化生产，提高生产效率。

11.1.3 预制构件建筑信息模型应保障数据的准确性，所包含的信息模型、文档、图纸、加工数据和 BIM 清单等应保持一致。

11.1.4 预制构件建筑信息模型的存储和维护应符合各专业和不同软件间的数据交互要求，且保证模型数据能有效传递和交换。

11.1.5预制构件建筑信息模型数据应能输送给生产设备，为自动化生产提供数据支撑。

11.1.6装配式项目宜采用设计、生产、施工、交付（EMPC）全过程一体化工程建造组织模式及包含智能建造在内的全过程咨询服务。

【条文说明】11.1.6 一体化工程建造组织模式和全过程咨询服务是以建筑最终产品和综合效益为目标的创新集约化管理模式，可有效发挥工业化生产、智能化施工优势，提升装配式项目全过程实施中的管理水平。其中全过程咨询服务内容主要包含投资决策、招标采购、工程勘察、工程设计、工程监理、造价咨询、运营维护、智能建造、BIM 应用、部品部件深化设计、部品部件吊装、风险管理、项目后评价等专项咨询。

11.1.7 应对建筑物的标准化数字化设计、智能化工厂生产、智能化施工、智能化验收、智能运维等全生命周期的关键信息在多方协同的统一的管理平台进行管理，并建立先进适用的全生命周期质量追溯体系，实现智能建造产品“来源可知、去向可追、质量可查、责任可究”。

【条文说明】11.1.7 智能建造产品全生命周期的全过程协同追溯，是智能建造生产经营质量安全管理体系的重要组成部分，应建立协同追溯法规、制度与标准的建设、协同追溯体系的建设，以实现智能建造的“来源可知、去向可追、质量可查、责任可究”，以保证智能建造质量符合性与安全性，强化全生命周期的质量安全管理和风险控制，以促进智能建造产业链科学发展。

11.1.8智能建造产品生命周期的全过程协同追溯应遵循下列原则：

1 强化质量、协同驱动。智能建造产品提供者应强化质量及服务提升意识，落实企业主体责任；应建立多部门联动的监管机制，协同推进智能建造与追溯体系建设。

2 统筹规划、互联互通。应强化顶层设计，整合智能建造产业链全生命周期溯源数据资源，运用大数据和物联网等信息技术，统筹推进信息数据共享交换和应用协同。

3 统一标准、规范流程。应依托现行相关规范、标准，制定协同管理统一的国家标准、行业标准和有关技术标准，确保产品全生命周期通查通识。

【条文说明】11.1.8 智能建造项目生命周期的相关行业、部品部件生产企业、专用设备生产企业、相应的物流运输、智能化施工等众多新型产业以及后期数字化运维是一项复杂的系统工程，应充分发挥和融合“大数据”多方协同组网架构优势，以落实企业质量和追溯管理主体责任为主要目标，运用现代信息技术整合智能建造产业链全生命周期溯源资源，强化统筹规划、健全标准规范、创新推进模式、实现互通共享，建设智能建造追溯体系，规范智能建造与及以智能建造质量的全生命周期管理，提升综合监管水平，不断满足多层次、多样化的智能建造需要。应制定相关统一标准，确保不同系统与追溯协同平台、追溯监管平台之间的智能建造追溯信息的有效衔接和交换。

11.1.9 应设立多方协同组网架构解决“信息孤岛”；应允许多码并存，兼容原始的电子监管码及兼容现在国际上常用的其他编码；应以“一物一码、一码同追”为方向，实现智能建造产品全品种、全生命周期、最小追溯单元的可追溯、可核查。

【条文说明】11.1.9 建设智能建造追溯制度总的原则是监管部门定制度、建标准，允许多码并存，兼容原始的电子监管码，同时兼容现在国际上常用的其他编码，充分发挥企业的主体作用；智能建造追溯制度建设应主要以“一物一码、一码同追”为方向，结合产品特性、追溯成本等方面因素合理确定智能建造最小协同追溯单元。

11.2 数字化设计

11.2.1 预制构件设计阶段，项目各参与方、各专业之间应建立统一的工作协同机制，采用统一协同工作平台进行数据的管理。

【条文说明】11.2.1 预制构件建模软件应能完成预制构件生产模型设计、预制构件施工图设计，支持二维和三维同平台工作，实现二维信息和三维信息的创建和修改同步结合。预制构件设计涉及到结构配筋要求，生产、施工安装过程中需要的相关起吊和固定支撑的设计。预制构件上还应包括管线、机电、装饰等专业需求，必须在预制构件上设计和预留相关的预埋件。支持多专业协同工作，实现预制构件的深化设计。

预制构件信息模型应通过碰撞检查保证生产及安装工作中不会发生钢筋、埋件、构件的碰撞。

由于预制构件设计涉及到多个专业，各专业都有各自专业软件。数据格式兼容是实现各方协同工作的途径。预制构件信息模型创建宜采用数据格式相同或兼容的软件。当采用数据格式不兼容的软件时，应能通过数据转换标准或工具实现数据互用。

项目整体模型中的构件与预制构件信息模型及构件编码应一一对应。保证项目、模型、构件信息的一致性，是实现相关方协同工作的基础。预制构件信息模型单元中包含的埋件、吊件、孔洞、线盒等基本元素，为保证各预埋件在生产过程中的正确定位，应保证同一预埋件定位信息的唯一性。支持数据与设备对接，实现预制构件信息模型数据驱动工厂设备自动化生产。

11.2.2 预制构件设计应采用参数化设计软件，设计软件应符合下列规定：

1 应具有预制构件三维设计功能；

2 应具有预制构件深化设计

3 应保持建筑信息模型与构件设计功能；

4 应具有模型的碰撞检查功能；

5 应具有构件图纸输出功能；

6 模型数据内容和格式宜符合数据互用要求；

7 应支持预制构件信息模型数据与生产设备的数据传递。

【条文说明】11.2.2 预制构件图纸最终需要提供给工厂加工生产，图纸上应包含生产加工所需详细的信息。图纸信息应包含项目名称、编号、技术要求、材料等。为满足预制叠合墙板生产时，两面墙都需要单独在模台面上制作的需求，为便于生产识别，图纸中应包含各墙面在模台面上的视图。为保证模型和生产用图纸的一一对应，宜采用三维模型直接生产预制构件图纸，只允许增加必要的注释信息。

11.2.3 预制构件图纸应包含模板图、配筋图、预埋件图、保温板的排板图、拉结件布置图、大样图等，每个构件图纸内容均应包含几何信息，物料加工信息，生产工作的技术要求信息和构件使用的项目等信息。

【条文说明】11.2.3 本条对模型设计后需要交互给构件生产商的数据信息做出相关要求。整体模型数据宜采用 IFC 数据格式，IFC 数据主要包含各构件在整个项目的空间位置关系，可以不含钢筋和预埋件等信息；预制构件生产数据宜为 Pxml 或 Unitechnick 格式。预制构件图纸文件宜采用 pdf 格式，一个构件对应一个 pdf 文件。图纸应包含预制构件的空间位置信息、构件包含的混凝土用量、钢筋详细信息和预埋件等信息。

因叠合构件壁厚较薄，当钢筋直径较大或层数较多时，部分钢筋可能暴露在预制构件内壁以外，此无法有效锚固的钢筋段，在构件生产、吊装、运输、施工阶段验算中不应考虑其作用。同时构件深化设计过程中应注意短暂工况中受力钢筋在预制构件中的可靠锚固，并对其进行标注，提醒生产方注意，避免在生产、吊装、运输、施工阶段造成构件开裂损坏。

11.2.4 预制构件信息模型数据应满足生产设备识别要求，数据应包含下列内容：

1 预制构件整体模型数据；

2 各预制构件的生产数据；

3 各预制构件的图纸文件；

4 预制构件的几何信息、位置信息、材料信息等。

11.2.5 预制构件设计阶段编码应采用归并编码与一件一码共存方式，满足预制构件各阶段跟踪管理要求。

11.2.6 预制构件图纸中应对用以维持构件在生产、运输、施工阶段完整性的钢筋或埋件进行明确标识，并说明其在预制构件中的锚固要求。

11.3 数字化协同工作平台

11.3.1 智能建造应建立集成多方的数字化协同工作平台系统，实现覆盖设计、生产、施工全过程业务数据的传递和全参与方之间协同业务应用。

11.3.2 数字化协同工作平台应符合下列规定：

1 宜支持相关硬件及设备、相关软件。

2 宜支持追溯信息在体系内的互联互通。

3 宜支持跨部门、跨区域业务协同、资配整合、信息共享。

4 宜明确各方职责与要求，并制定相应的规章。

5 执行各方宜参与标准化数字化设计、工厂化生产加工、包装、物流运输、销售、智能化施工、协同验收、数字化运维等供应链的某个环节。

【条文说明】11.3.1 数字化协同工作平台建设是推动互联网、物联网等技术运用，加速建筑市场的升级改造；短期投入可对建筑市场的和交易各方起到降本增效；可助推智能建造领域的供给侧结构性改革，使智能建造更安全、更高效，可推动建筑市场“品质革命”和“品牌革命”；有助于构建建筑市场诚信的商业信用体系；可让智能建造产品流通更顺畅。

11.3.3 应对数字化协同工作平台构成、功能需求等内容进行设计，提升“互联网＋产品监管”应用服务水平，并应符合下列规定：

1 宜构建全国数字化协同工作平台实现产品全生命周期追溯，实施智能建造产品监管大数据应用，推进监管和产业数字化升级。

2 宜推动工业互联网在智能建造监管领域的融合应用，推进审评审批和证照管理数字化、网络化，以推进网络监测系统建设。

11.3.4 应利用数字化协同工作平台，记录工厂化生产经营主体信息和产品质量安全信息，提示相关企业严格落实追溯管理制度，提示对工厂化生产经营企业和使用单位的监督检查。确保使用者合力反馈智能建造产品的质量信息，形成智能建造的正向跟踪和反向追溯。

11.3.5 智能建造服务提供方与使用方签订的项目相关合同，应明确服务范围、数量、完成时间、质量要求、数字化成果交付、信息上传数字化协同工作平台。

11.3.6 智能建造服务提供方应按合同要求及时上传归档项目相关信息材料，并对相关信息材料的真实性、准确性和完整性负责，并应协助使用方保存提供的智能建造与服务过程中形成的各项信息资料，应包括影像资料、书面材料等，并利用专业性工具建立项目库，加强信息管理。

11.3.7 使用方应对智能建造全生命周期进行监督，应对智能建造服务提供方的相关信息化成果进行审核，并提出补充与完善意见。

11.4 智能化生产

11.4.1 智能化生产应在数字化和网络化的基础上，通过物联、人工智能、AI等技术媒介，将人、材料、机械、管理等生产要素进行深度交互与融合，形成集成化的多方智能化协作，促进生产关系。建立预制构件质量可追溯的信息化管理系统和信息化档案管理系统，实现对产品自计划、生产、库存、发运到交付安装的全生命周期数字化管控。

【条文说明】11.4.1 智能化生产的主体本质是互相依赖又分散的生产实体，智能化生产的目的是为了使各个生产实体能协调一致地工作，如大数据、云计算、互联网、人工智能等数字信息技术覆盖面广且渗透力强，生产实践中能辅助生产要素进行升级，使各生产实体能更有效、高效的协调，提升建筑生产力。预制构件质量可追溯系统和信息化档案管理系统保证预制预制构件生产质量和构件全生命周期质量可追溯，高效解决问题，保障建筑品质。

11.4.2 智能化生产系统应采用数字化工厂专用的工业软件，工厂信息化管理系统和生产线管理系统、智能深化设计软件、预制构件管理系统、项目与文档在线管理系统、数据运营驾驶舱、MES制造执行系统、WMS仓储管理系统、数据中台系统等组成。

【条文说明】11.4.2 智能化生产系统不特指某些系统，而是关注智能化生产系统应具备解决企业产品设计、制造、管理和商务等合作的能力，如数据中台系统通项目管理软件，帮助项目各参与方快速编制项目计划，各方角色基于项目计划在线沟通、实时互动，从而实现了建筑项目全周期、关键角色、关键要素在线协同；智能深化设计软件，可实现主体结构全装配拆分、全装配设计，提高设计效率；通过成套智能装备及工业软件，可实现构件智能制造，工业软件解析建筑 BIM 驱动工厂生产；MES制造执行系统解决设计、制造、管理的连接与配合工作；WMS仓储管理提升企业信息管理和生产管理自动化的效率；通过预制构件管理系统实现构件的“一件一码”全生命周期管理与建筑的孪生交付最后，通过统一的数据中台系统，支撑从设计-生产-施工。

11.4.3 智能化生产系统应能承接上游智能化设计系统交付的丰富端口，应具有生产管理、劳务管理、采购管理、设备管理、高级计划排程、智能监控和仓储管理等模块功能。智能化生产应以建筑工业化为核心，应与装配式建筑生产相结合，达到部品生产工厂化，过程管理信息化。

11.4.4 利用基于BIM设计信息的装配式结构构件信息化加工技术，将构件信息传递到生产系统中，无需人工再次转换，实现设备生产端对上游信息的识别和自动化生产，实现上游信息与生产信息无缝对接及动态关联。

【条文说明】11.4.4 建筑产品的自动化生产加工，对于整个复杂的建筑来说是一个渐进的过程，BIM与CAM的结合，有点在于无需二次设备、信息加工，实现设计-加工一体化，有利于构件信息的完整传递以及节省资源，在这过程中，智能化生产系统需优先实现建筑中的重要构件，高价值构件的信息化生产。利用BIM技术可实现预制构件的快速建模，智能深化、一键出图，数据导出的全设计流程。软件采用BIM的三维设计方式，有效解决二维传统深化设计的缺陷；从设计端打通设计与生产的数据流，实现设计与生产的无缝对接，有效提升设计师的工作效率。

11.4.5 生产系统的信息传递平台宜兼容专用设备端、互联网网页端、手机移动端等。

11.4.6 MES制造执行系统应为智能建造的发展目标做出适应优化，实现建筑项目管理、生产任务跟踪、自动化智能排程、物料关联、质量把控、人员与绩效管理、库存管理等业务流程全覆盖。

11.4.7 智能化生产系统的中台能力，应能对数字设计模型等数据进行解析、整理与发布应具备图模关系展示，轻量化等特点。

【条文说明】11.4.7 在装配式建筑行业中，中台系统建设强调统一标准和维度等数据管理手段，从行业到企业的渐进视角，消除数据孤岛问题，智能化生产数据的信息化发展。

11.4.8 仓储管理应与生产智能化，有效地进行智能发货管理、原材料检验入库、堆场管理等，应结合云计算等技术对企业资源能力进行动态调配和预警，结合物联网（RFID）等技术及物联传感等技术，实现品部数据的自动录入、自动传递。

11.4.9 应使用电子化招标、电子交易、智慧物流等优化工厂生产采购流程，智能化优化传统建筑物资采购的交易流程，缩短交易时间。

11.4.10 智能化生产系统应设置具有信息技术专才的人员对系统进行日常维护，应对数据进行云端与本地的双备份。

11.4.11 智能化生产建筑产品时，应进行历史版本变化管理及构件全过程信息管理，应包括技术参数、制造生产、物流运输、质量表现等可追溯及管理。

11.4.12 智能化生产数据智能化交付应进行标准化、流程化、实时化，数据形式应利于公共储存，可自动分布共享，可追溯、可被智能化系统中的其他模块进行互通使用，且数据应详尽详，应具备较高的扩展性。

【条文说明】11.4.12中央平台是PC数字工厂的大脑，实现中台数驱动智能装备生产的目标。通过中央平台与设计数据“异地、实时”交互，解析BIM模型，并按构件施工、发运计划需求，自动排定生产计划，规划最佳模台利用率，调节生产节拍匹配，集成驾驶舱功能和业务管理功能，工厂要素和业务运营情况在线、可视、透明的数字化展现，包含产能统计、节拍统计、构件信息统计、设备状态统计等模块，全视角俯瞰生产全过程，直观掌握生产问题，实时工厂管理流，提升综合竞争力。数据共享应以数据共用平台作为载体进行储存与传递，数据共用平台的好处有能加强各数据应用方的合作，创作单一且真实的数据来源，提高效率与质量，降低风险与加强安全等。

11.4.14 智能化生产流程应符合装配式建筑智能建造逻辑，生产从计划、配料、排产、质检、出厂等所有过程应由一个规范化的制度流程指导。规范化制度流程应由管理认证体系进行认可。

【条文说明】11.4.14 规范化流程可以排除人为失误等干扰，且数据积累自动化，减少繁复性工作。目前流程管理领域尚无专业化、权威性的认证体系，可借鉴ISO9000质量管理体系、HSE管理模式和精益生产等体系优点与流程要点，建立健全企业智能化生产流程制度。

11.4.15 基于智能建造的智能化生产，应保持数字生产线与物理生产线并行，实现智能化全自动生产，应在物理生产线引入数控机床、翻转机、自动拆布模机械手臂、自动划线涂油机、钢筋自动生产及投放机机械手臂、机器人等先进生产设备，以提升生产自动化程度。

11.4.16 智能化生产应最大限度地借助新技术，促使建筑建造向智能化、精细化、自动化转变。应采用区块链技术，实现对构件全生命周期追溯与管理；

【条文说明】11.4.16 应用人工智能对生产的数据进行分析，完成风险识别，事项决策等智能化生产智能化技术体系。

11.5 智能施工管理

11.5.1 智能施工管理宜通过自动化设备及标准化管理动作收集业务数据，并将数据存储于统一的的数字化管理协同工作平台上，对施工进度及安全管控，通过在线化、数字化、智能化手段，实现施工的在线协同管控。

【条文说明】11.5.1 智能施工管理模式适用于建筑工业化、建筑机器人、智能化工程机械等多种新工艺协同施工模式，可实现统一平台下的数据协同，以增强现场施工过程中数据传递的及时性、业务环节的联动性、资源利用的有效性、施工过程的连贯性，以达到提高管理效率与经济效益的目标。

11.5.2 智能施工管理的范围宜包括各参与方、各阶段在进度管理、质量管理、安全管理、成本管理等方面的实时动态协同，对项目全生命周期的施工数据进行智能化管理，以实现现场施工的可预测、可调节和可控制性目标。

11.5.3 装配式项目宜采用智能软硬件设备相结合的质量安全保障措施，对于智能施工过程中采用的新技术、新工艺、新材料、新设备应按有关规定进行评审、备案，施工前应制定专项施工方案，经监理单位审核批准后实施。

11.5.4 装配式项目施工过程的全部参与方应对各自组织中的各岗位人员进行专项培训，各岗位角色应具备智能建造相关的协同施工管理及实施能力。

11.5.5 装配式项目施工宜采用建筑信息模型技术对施工全过程及装配关键工艺进行施工模拟，形成施工工艺评价报告，并根据模拟结果及时调整施工工艺、完善施工方案。

11.5.6 分部分项工程的协同验收应符合下列规定：

1 制定具有智能建造特色的质量验收方法；

2 结合BIM、信息化、智能检验设备等智能化技术，对工程质量进行验收。

【条文说明】11.5.6 根据项目实际情况制定具有智能建造特色的质量验收方法，如开展班组长自检-项目部复检-监理单位验收的移动质量验收数字化管理，自动统计分析应检、已检、未检情况，让各级管理者及时可视的抓好关键部位、关键工序质量控制和问题控制。

11.5.7 协同验收信息和资料采集应通过可视化、在线化、智能化、数字化的技术手段，实现实时采集现场管理数据。

11.5.8 协同验收应将验收信息和资料附加到模型中，建立验收BIM模型，并符合下列规定：

1 验收BIM模型应与施工BIM模型进行对比分析两者在施工指标、几何参数、属性等方面的差异性，判断设计文件的落实效果，评价其规划建设条件是否符合要求。

2 验收资料应与验收BIM模型自动关联，实现信息同步，生成验收报告，并向各部门共享，实现联合验收。

12 构件制作、运输与堆放

12.1 一般规定

12.1.1 生产单位宜建立质量可追溯的信息化管理系统，且宜建立信息化档案管理系统。

【条文说明】12.1.1 预制构件是采用机械化生产，生产单位通过一系列机械设备，以工厂制造模式完成构件生产及质量检验。这就要求生产单位具备相应的生产工艺设施、试验检测条件和质量管理制度，并可使用信息化管理系统对质量进行追溯，更快捷有效的完成构件的过程检验管理。同时，对生产过程文件及各种检验资料进行存档，并可通过信息化手段完成档案查询与管理。

12.1.2 混凝土结构预制构件制作单位应具备相应的工艺设施和资质，并应有完善的质量管理体系、安全保证体系和必要的检测手段。

12.1.3 预制构件生产前应编制生产方案，生产方案宜包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护方案等，并应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

【条文说明】12.1.3 预制构件的生产质量决定后续安装质量，为此，在预制生产前一般会由设计单位组织设计、生产、施工单位进行设计文件交底和会审，生产单位根据设计施工要求，编制生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护方案等生产方案，当采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，建议编制专门的生产方案，以确保预制构件按时保质保量完成生产，相关要求在现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231均有规定。

12.1.4 叠合结构混凝土预制构件生产必须建立首件验收制度。

【条文说明】预制空腔墙、预制空腔柱构件首次生产或间隔较长时间重新生产时，生产单位宜会同建设单位、设计单位、施工单位、监理等单位共同进行首件验收，重点检査模具、构件、预埋件、混凝土浇筑成型中存在的问题，确认该批预制构件生产工艺是否合理，质量能否得到保障，共同验收合格之后方可批量生产。

12.1.5 预制构件原材料的进厂检验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。

【条文说明】12.1.5 预制构件使用的钢筋、水泥、矿物掺合料、减水剂、骨料、轻集料、混凝土拌制及养护用水、钢纤维和有机合成纤维、脱模剂、保温材料、保温连接件都必须进行进厂检验，以确保预制构件的生产源头是合格的。检验批次划分和检验内容在现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231均有规定。

12.1.6 预制构件的资料应与产品生产同步形成、收集和整理，归档资料包括的内容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。

【条文说明】12.1.6 预制构件作为一种商品或产品进行销售或使用，应该对预制构件产品生产同步形成的资料进行收集归档，事后可以通过归档资料对构件进行生产过程追溯，相关资料包括但不限于构件加工合同、加工图纸、设计文件、生产方案及质量计划文件、原材料质量证明文件、检验记录、试验报告等。

12.1.7 预制构件交付的产品质量证明文件应包括下列内容：

1 出厂合格证；

2 合同要求的其他质量证明文件。

12.1.8 预制构件用钢筋的原材、加工、连接与安装应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204等的有关规定。

12.2 原材料及制作准备

12.2.1 预制构件制作所用的混凝土及其原材料、钢筋、套筒、保温材料、连接件、预埋件、吊具、外墙板接缝处密封材料等应符合设计要求、现行国家或行业相关标准的规定，并按照现行国家或行业相关标准的规定进行进场复检，必要时可根据监管部门要求由具有相应法定检测资质的第三方检测机构进行随机抽查并提交抽检报告。

12.2.2 预制混凝土构件制作前，应根据审查合格的施工图设计文件编制构件设计制作图，并经原施工图设计单位签字确认，委托监理的应经监理审查合格后方可进行生产。构件设计制作图应包含下列内容：

1 预制构件的平面图、立面图；

2 单个预制构件模板图、配筋图；

3 预埋吊件及其连接件构造图；

4 保温、密封和饰面等细部构造图；

5 系统构件拼装图；

6 水电预留预埋布置图；

7 外装饰面铺贴图。

12.2.3 预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外，尚应符合下列规定：

1 满足混凝土浇筑、振捣、养护、脱模、翻转、起吊时的强度、刚度和稳定性要求，并便于清理和涂刷脱模剂；

2 预埋管线、预留孔洞、插筋、吊件、固定件等的定位应满足安装和使用功能要求。

3 预应力构件的模具应根据设计要求预设反拱。

12.3 钢筋与预埋件

12.3.1 钢筋、钢材的选用应满足设计要求，并符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《钢结构设计标准》 GB 50017的规定。

12.3.2 钢筋宜采用自动化机械设备加工，加工前应将钢筋表面清理干净。表面有颗粒状、片状老锈或有损伤的钢筋不得使用。

12.3.3 钢筋加工宜在常温状态下进行，加工过程中不应对钢筋进行加热处理，钢筋应一次弯折到位。

12.3.4 钢筋加工、连接、安装及质量检查，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。

12.3.5 钢筋半成品、钢筋网、成型钢筋笼和钢筋桁架应检查合格后方可进行安装， 钢筋网和成型钢筋笼的尺寸偏差应符合表12.3.5的规定，钢筋桁架的尺寸偏差应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

表12.3.5 钢筋网和成型钢筋笼的尺寸允许偏差及检验方法

| 项次 | 检验项目及内容 | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 预制空腔柱纵筋长度 | | | 1，-3 | 用尺量总长 |
| 2 | 绑扎钢筋网 | 长、宽 | | ±5 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 3 | 网眼尺寸 | | ±5 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 4 | 对角线 | | 5 | 用尺量最外边两个对角绑扎点连线距离，取两个对角线差值 |
| 5 | 端头不齐 | | 3 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 6 | 钢筋焊接网  钢筋焊接网 | 长、宽 | | ±3 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 7 | 网眼  尺寸 | 预制空腔柱田字形网片 | ±3 | 用尺量连续三档，取最大值 |
| 8 | 预制空腔柱梯子形网片 | ±3 | 用尺量连续三档，取最大值 |
| 9 | 叠合梁目字形网片 | ±5 | 用尺量连续三档，取最大值 |
| 10 | 其它 | ±10 | 用尺量连续三档，取最大值 |
| 11 | 对角线差 | | ±5 | 用尺量最外边两个对角焊点连线距离，取两个对角线差值 |
| 12 | 端头不齐 | | 3 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 13 | 成型钢筋笼 | 长 | 预制空腔柱构件 | 1，-3 | 用尺量两端三处，取最大值 |
| 14 | 其它构件 | 0，-5 | 用尺量两端三处，取最大值 |
| 15 | 宽 | | 2，-5 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 16 | 高（厚） | | 2，-5 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 17 | 主筋  间距 | 预制空腔柱构件 | ±3 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 18 | 其它构件 | ±8 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 19 | 主筋排距 | | ±5 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 20 | 箍筋间距 | | ±10 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 21 | 钢筋弯起点位置 | | ±10 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 22 | 端头不齐 | 预制空腔柱构件 | 1，-3 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 23 | 其它构件 | 5 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 24 | 保护层厚度 | 柱、梁 | | ±5 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 25 | 墙、板 | | ±3 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |
| 26 | 后置钢筋笼外轮廓尺寸 | | | 0，-5 | 用尺量两端和中间三处，取最大值 |

【条文说明】12.3.5 预制空腔柱构件用的田字形钢筋网片和纵筋的尺寸偏差比其它构件更严格，是由现场安装精度决定的，当生产精度高，即尺寸偏差小，如主筋中心距允许偏差在±3mm，在预制空腔柱纵筋连接时更快捷，节省现场调整钢筋的时间，装配效率高。成型钢筋笼可通过增加临时钢筋来保证钢筋笼的整体刚度。

12.3.6 预制构件的吊环应采用未经冷加工的HPB300级钢筋或Q235B圆钢制作。吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合国家现行有关标准的的规定。

12.3.7 钢筋网片、成型钢筋笼的质量应符合下列规定：

1 钢筋网片、成型钢筋笼的加工、安装工艺及成型质量应满足设计要求；

2 钢筋表面不得有油污及锈蚀；

3 钢筋网片、成型钢筋笼应具有一定刚度，在转运、吊装、混凝土浇筑期间不发生影响构件性能的变形。

12.3.8 钢筋半成品、钢筋网片、钢筋桁架、成型钢筋笼应检查合格后方可进行安装，并应符合下列规定：

1 钢筋网片、成型钢筋笼宜采用多吊点的专用吊架进行吊运，入模时应平直、无损伤；

2 成型钢筋笼入模时应采用专用定位件限位固定，在预制构件内应可靠锚固；

3 混凝土保护层厚度应满足设计要求，保护层垫块应固定牢固，按梅花状布置，间距满足钢筋限位及控制变形要求，钢筋绑扎丝甩扣应弯向构件内侧。

12.3.9 涉及焊接作业的钢筋工程，在焊接开工之前，参与该项工程施焊的焊工必须进行现场条件下的焊接工艺试验，应经试验合格后，方准于焊接生产。

12.3.10 涉及机械连接作业的钢筋工程，钢筋丝头加工与接头安装应按接头技术提供单位的加工、安装技术要求进行，操作工人应经专业培训合格后上岗，人员应稳定。钢筋丝头加工与接头安装应经工艺检验合格后方可进行。

12.3.11 预制构件上的预埋件和预留孔洞宜通过模具进行定位，并安装牢固。

12.4 设备与模具

12.4.1 预制空腔柱构件、预制楼板构件生产宜采用移动式机组流水生产线的方式，预制空腔柱构件生产线宜配备可适应生产不同规格预制空腔柱构件的自动翻转设备。

【条文说明】12.4.1 移动式机组流水生产线将构件生产分成多个生产工位，预制构件随模台在每个生产工位上完成该工位的工作，最终形成完整的构件，生产效率高，且适合工业化制造。预制空腔柱构件是需要将预制好的A面薄板（在模台翻转前，先浇筑的一侧预制板）翻转压合在B面（在模台翻转后，第二次浇筑一侧的预制板）刚浇注混凝土薄板上，翻转过程中A、B面对位精度要求很高，宜采用高精度自动翻转设备，而非手工生产方式。

12.4.2 预制空腔柱构件生产宜采用一体化成型的方式，并宜配备可适应不同规格尺寸的预制空腔柱构件的一体化成型设备。

【条文说明】12.4.2 预制空腔柱构件一次成型工艺：将成型钢筋笼放置到预制空腔柱构件的专用模具中，浇注混凝土后模具架设在成型特种设备上高速旋转一定周期，实现预制空腔柱构件一次成型，采用此工艺，构件成型质量好，效率高成本低。

12.4.3 模具应具有足够的强度、刚度和整体稳固性，并应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

【条文说明】12.4.3 除了模具本身的强度、刚度和整体稳固性，模具的使用性能也很重要，如易拆装、高周转利用率、固定牢靠，表面光洁等，这种通用要求在现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231中均有详细的规定。

12.4.4 预制空腔柱构件生产宜采用标准化定型侧模，侧模宜包含磁性固定装置；预制空腔柱构件生产宜采用与预制空腔柱截面相符且长度可调的专用模具。

【条文说明】12.4.4 预制空腔柱构件生产采用标准化侧模，有助于机械手自动抓取，实现自动化拆、布模，确保生产精度、提高生产效率。预制空腔柱构件的模具为专用模具，截面尺寸与预制空腔柱构件截面一一对应，长度可调，通过截面通用、长度可调提高模具的通用性，降低成本。

12.4.5 除设计有特殊要求外，板类、墙板类构件模具尺寸偏差和检验方法应符合表12.4.5的规定。

表12.4.5 板类、墙板类构件模具尺寸允许偏差及检验方法

| 项次 | 检验项目、内容 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 长度 | ≤6m | 1，-2 | 激光测距仪或用尺测量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处 |
| ＞6m且  ≤12m | 2，-4 |
| ＞12m | 3，-5 |
| 2 | 宽度 | 墙板 | 1，-2 | 激光测距仪或用尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处 |
| 3 | 其它板类 | 2，-4 |
| 4 | 厚度 | 墙板 | 1，-2 | 激光测距仪或用尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处 |
| 5 | 其它板类 | 2，-4 |
| 6 | 底模板表面  平整度 | | 2 | 2m靠尺和金属塞尺测量 |
| 7 | 对角线差值 | | 3 | 用尺测量对角线 |
| 8 | 侧向弯曲 | 墙板侧模 | L/1500，且≤3 | 拉线，用钢尺测量弯曲最大处 |
| 9 | 其它板类 | L/1500，且≤5 | 拉线，用钢尺测量弯曲最大处 |
| 10 | 翘曲 | | L/1500 | 对角拉线测量交点间距离值的两倍 |
| 11 | 端模与侧模  高低差 | | 1 | 钢尺测量两端或中部，取最大值 |
| 12 | 组装缝隙 | | 1 | 用塞片或金属塞尺测量，取最大值 |
| 13 | 门窗洞口位置偏移 | 中心线位置 | 2 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 14 | 尺寸 | ±2 | 用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值 |

注：L为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

【条文说明】12.4.5 本条规定与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231不同之处在于预制空腔柱构件内外叶厚度（1，-2）、底模板表面平整度（增加清水面要求在2mm以内）、墙板侧向弯曲（L/1500，且≤3）。当预制空腔柱构件内外叶厚度正超差太大时，后续安装过程中插筋容易与内外叶碰撞，为此，通过将侧模高度设置为负偏差，有利于控制墙板内外叶厚度不会正超差；预制空腔柱构件采用磁性侧模，且通过自动机械抓手自动布模，必须要求该侧模的侧向弯曲不能太大，最大不能超过3mm，否则，模具的组装精度将大幅降低。

12.4.6 除设计有特殊要求外，梁、柱类构件模具内腔尺寸允许偏差及检验方法应符合表12.4.6的规定。

表12.4.6 梁、柱类构件模具内腔尺寸允许偏差及检验方法

| 项次 | 项目 | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 长度 | 柱 | ≤6m | 1，-2 | 用尺测量垂直构件截面的方向，两端在4个面的测量值中偏差绝对值较大处 |
| ＞6m且≤12m | 2，-4 |
| ＞12m | 3，-5 |
| 梁 | ≤6m | 1，-2 |
| ＞6m且≤12m | 2，-4 |
| ＞12m | 3，-5 |
| 2 | 截面宽度 | 柱 | | ±2 | 用尺测量平行构件截面的两端或中部，取最大值 |
| 3 | 梁 | | 1，-3 |
| 4 | 截面高度 | 柱 | | ±2 | 用尺测量平行构件截面的两端或中部，取最大值 |
| 5 | 梁 | | 2，-4 |
| 6 | 侧向弯曲 | | | *L*/1500，且≤5 | 拉线，用钢尺测量弯曲最大处 |
| 7 | 模板表面平整度 | | | 2 | 2m靠尺和金属塞尺测量 |
| 9 | 端模平整度 | | | 1 | 2m靠尺和金属塞尺测量 |
| 10 | 柱顶对角线差 | | | 3 | 用尺测量对角线，取最大值 |

注：1.*L*为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸；

2.柱是指预制空腔柱构件；梁是指叠合梁构件。

【条文说明】12.4.6 预制空腔柱构件要求截面尺寸控制在±3mm以内，通过专用模具控制进行控制，表格中的底模板表面平整度即为预制空腔柱模具内腔四面平整度。

12.4.7 构件上的预埋件和预留孔洞应进行定位，并应安装牢固，安装允许偏差应符合表12.4.7的规定。

表12.4.7模具上预埋件、预留孔洞安装允许偏差

| 项次 | 检验项目 | | | 允许偏差  （mm） | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 插筋 | 中心线位置 | | 3 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 2 | 外露  长度 | 墙、梁、板 | +10，0 | 用尺测量 |
| 柱 | 1，-3 |
| 3 | 预埋钢筋锚固板 | 中心线位置 | | 5 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 4 | 平面高差 | | ±2 | 用钢直尺和塞尺检查 |
| 5 | 预埋螺栓 | 中心线位置 | | 1 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 6 | 预埋螺栓 | 外露长度 | | +5，0 | 用尺测量 |
| 7 | 预埋套筒及螺母 | 中心线位置 | | 2 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 8 | 与混凝土面高差 | | 0，-3 | 用钢直尺和塞尺检查 |
| 9 | 预埋钢板 | 中心线位置 | | 3 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 10 | 平面高差 | | ±2 | 用钢直尺和塞尺检查 |
| 11 | 预留孔洞 | 中心线位置 | | 3 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 12 | 尺寸 | | +3，0 | 用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值 |
| 13 | 线盒、电盒 | 中心线位置 | | 2 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 14 | 吊环 | 中心线位置 | | 3 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向的中心线位置取其中较大值 |
| 15 | 外露长度 | | 0，-5 | 用钢直尺和塞尺检查 |
| 16 | 预制夹心保温空腔柱构件的保温连接件 | 尺寸 | | ±5 | 激光测距仪或用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值 |

【条文说明】12.4.7 本条规定与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231不同之处在于增加预制空腔柱构件插筋（0，-3）和预制夹心保温空腔柱构件的尺寸（±5）的要求。预制空腔柱构件插筋是指受力纵筋，上层柱子与下层柱子通过机械连接方式连接，生产时插筋的外露长度需设置负偏差，避免上下层钢筋对接时碰撞干涉或因间距小无法调整连接件。预制夹心保温空腔柱构件在翻转合模过程中，保温连接件因外露在被翻转的A面板（在模台翻转前，先浇筑的一侧预制板），翻转过程中插入B面（在模台翻转后，浇筑的一侧预制板）容易与钢筋笼上的钢筋干涉，因此，要求保温连接件不能随意安插在A面上，需按图纸位置尺寸安插。

12.4.8 预制构件中预埋门窗框时，应在模具上设置限位装置进行固定，并应逐件检验；门窗框安装偏差和检验方法应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

12.5 成型、养护及脱模

12.5.1 应选用不影响结构构件性能和装饰工程施工的隔离剂。

12.5.2 预制构件制作应采购符合设计和标准要求的钢筋、保温材料及拉结件、连接材料等，并按相应标准按批次进行复验。

12.5.3 浇筑混凝土前应进行钢筋、预应力筋的隐蔽工程检查。隐蔽工程检查项目应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

12.5.4 混凝土工作性能指标应根据预制构件产品特点和生产工艺确定，混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。

12.5.5 混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机搅拌，并宜具有生产数据逐盘记录和实时查询功能。混凝土应按照混凝土配合比通知单进行生产，混凝土所用原材料计量误差应符合表12.5.5要求。

表12.5.5 混凝土原材料每盘称量的允许误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项次 | 材料的种类 | 允许误差（%） |
| 1 | 胶凝材料 | ±2 |
| 2 | 粗、细骨料 | ±3 |
| 3 | 水、外加剂 | ±1 |

【条文说明】12.5.5 混凝土原材料称量偏差的有效控制可以提高成品质量，生产企业宜采用具备高精度误差控制的自动化生产装备。

12.5.6 混凝土应进行抗压强度检验，并应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

12.5.7 混凝土浇筑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的规定，预制空腔柱构件的A面与B面翻转合模前，B面的混凝土浇筑时间及间歇时间不宜超过20min。

【条文说明】12.5.7 因预制空腔柱构件翻转合模时存在压入困难的情况，所以在A面翻转与B面合模前，要求B面的混凝土不能太干，否则A面的钢筋笼难以压入B面。

12.5.8 预制空腔柱构件内壁粗糙面，宜采用振捣或拉毛方式成型。

12.5.9 预制空腔柱构件两个端面的粗糙面宜采用模具成型；预制空腔柱叠合面的粗糙面可在一次成型过程中通过水洗方式成型。

【条文说明】12.5.9 预制空腔柱构件两端面可以通过具有粗糙面形状的薄模片粘附在端模上，与构件一起成型，而预制空腔柱构件内腔四周叠合面的粗糙面可以通过水洗方式将浮浆冲洗干净后形成粗糙面。

12.5.10 混凝土养护可采用自然养护、化学保护膜养护或蒸汽养护等养护方式。梁、柱等体积较大的预制混凝土构件宜采用自然养护方式；楼板、墙板等较薄预制混凝土构件或冬期制作的预制混凝土构件，宜采用蒸汽养护方式。

预制构件采用洒水、覆盖等方式进行常温养护时，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的要求。

预制构件采用加热养护时，应制定养护制度对静停、升温、恒温和降温时间进行控制，宜在常温下静停2h~6h，升温、降温速率不应超过20℃/h，最高温度不宜超过70℃；预制构件脱模的表面温度和环境温度差不宜超过25℃。

12.5.11 构件脱模应符合下列要求：

1 构件脱模应严格按照顺序拆除模具，不得使用振动方式拆模。

2 构件脱模时应仔细检查确认预制构件与模具之间的连接部分，完全拆除后方可起吊。

3 构件脱模起吊时，混凝土预制构件的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求。

4 预制构件起吊应平稳，楼板应采用专用多点吊架进行起吊，复杂预制构件应采用专门的吊架进行起吊，吊点和吊具应进行专门设计。

5 非预应力叠合楼板可以利用桁架钢筋起吊，吊点的位置应根据计算确定。复杂预制构件需要设置临时固定工具。

12.6 构件制作质量检验

12.6.1 预制构件制作应采购符合设计和标准要求的钢筋、保温材料及拉结件、连接材料等，并按相应标准按批次进行复验。

12.6.2 预制构件的混凝土用原材料及其施工性能、力学性能和耐久性应符合设计要求，且按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107和《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193的规定检验评定，试样应在制作地点按标准要求随机抽取。

12.6.3 预制结构构件采用的连接，应在构件制作前进行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。并提供在有效期内的型式检验报告，包括连接接头的抗震性能、抗剪性能检测报告，检验结果应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107等相关标准及设计要求。同一项目宜采用同一厂家制作的连接接头及其匹配材料，并进行工艺检验。制作过程中更换产品类型及参数时应重新补充进行工艺检验。预制构件的连接，还应符合以下规定：

1 对每一验收批接头，应按照规定制作接头试件，并进行抗拉强度检验，检验结果应符合相应规范和设计的接头等级要求。

2 每批接头留置3个未进行连接的连接接头试件，用于施工现场制作相同工艺的平行试件。

12.6.4 预制构件的连接件、预埋件、拉结件的性能指标和安装位置以及预留孔洞的规格、数量、安装位置应符合设计要求，安装或预留位置偏差应满足表12.7.6规定。

12.6.5 建筑节能工程应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411的要求，并进行构造做法和传热系数检测，其构造做法检测和传热系数应符合标准或设计要求。

12.7 预制构件检验

12.7.1 预制构件制作应采购符合设计和标准要求的钢筋、保温材料及拉结件、连接材料等，并按相应标准按批次进行复验。

12.7.2 预制构件的混凝土用原材料及其施工性能、力学性能和耐久性应符合设计要求，且按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107和《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193的的规定检验评定，试样应在制作地点按标准要求随机抽取。

12.7.3 当同类型的预制构件按相同工艺进行稳定生产时，可进行型式检验。

1 有下列情况之一时应重新进行型式检验：

1)新产品投产或老产品转厂制作的试制定型；

2)当原材料、制作工艺有较大改变时；

3)停产半年以上恢复制作时；

4)出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

5)合同规定时；

6)国家或地方质量监督机构提出进行型式检验要求时。

2 型式检验的检验项目和取样要求：

1)预制构件的外观质量，符合规定和设计要求，从出厂检验合格的样本中随机抽取10件；

2)预制构件的外形尺寸、预埋件、预留洞口等，符合规定和设计要求，从出厂检验合格的样本中随机抽取10件；

3)预制构件出厂前构件的外装饰和门窗框，符合规定和设计要求，从出厂检验合格的样本中随机抽取10件；

4)承重构件的结构性能检验，符合设计和GB50204的要求，并符合以下规定：

（1）对预制构件和允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；

（2）对不允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和抗裂检验。

检验数量：从外观质量和外形尺寸合格的样品中随机抽取1个构件进行结构性能检验；

检查方法：参照《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的附录B进行预制构件的结构性能检验。

（3）对于复杂构件的结构性能检验，其检验方案应由设计方和相关单位共同确定。

5)保温节能构件的构造做法和传热系数检验，符合设计和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的要求。

检验数量：从外观质量和外形尺寸合格的样品中随机抽取1个构件进行保温节能构件的构造做法和传热系数检验；

检查方法：按照《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB 50411进行检验。

6)带面砖或石材饰面的预制构件，应进行饰面粘结强检验。并符合《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110和《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126的要求。

3 型式检验的判定规则

1)外观质量、外形尺寸、预埋件、预留洞口等、外装饰和门窗框全部检验合格时，判定合格；出现不合格时，允许修补，修补合格后，可判定合格。

2)结构性能检验判定；结构性能检验合格，可判定该批合格；结构性能不合格，但满足第二次检验的要求时，可再从外观质量和外形尺寸合格的样品中随机抽取2个构件进行检验，如第二次检验的第一个构件的全部检验结果满足规范和设计要求，则判该批构件合格，或者两个构件的全部检验结果满足第二次检验的要求，亦判该批构件合格。否则判定为不合格。

3)构造做法和传热系数检验合格，判定合格；构造做法和传热系数检验不合格时，允许重新取样检验，构造做法和传热系数合格，可判定该批合格，否则判定不合格。

4)带面砖或石材饰面的预制构件饰面砖的粘结强度的判定按《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110和《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126的要求进行检验和判定。

12.7.4 预制构件生产时应制定措施避免出现外观质量缺陷；预制构件的外观质量缺陷分类和外观质量检查应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

12.7.5 对检验不合格的构件，应在其显著位置明确标示不合格品原因、整改措施或处理方式。

【条文说明】合格的预制构件会粘贴相关合格标识，但对于不合格的构件，往往会被忽略，特别是工期紧张时，未及修复或销毁前，容易被误当合格品出厂，影响后续工期和质量，生产单位应对此类不合格品进行单独管理，标识出不合格品原因和整改措施，如需要报废的构件，直接标识出报废标识，避免管理混乱。

12.7.6 预制空腔柱构件外形尺寸偏差和检验方法应符合表12.7.6的规定，其余构件外形尺寸偏差和检验方法应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定，预制空腔柱构件有粗糙面时，与预制空腔柱构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放大至1.5倍。

表12.7.6预制空腔柱构件外形尺寸允许偏差和检验方法

| 序号 | 检查项目 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 墙板水平长度 | | ±4 | 用尺量上中下三处，取偏差绝对值较大者 |
| 内叶板安装缝宽度 | | 5，-2 | 用尺量上中下三处，取偏差绝对值较大者 |
| 外叶或内叶墙板厚度 | | 1，-3 | 用尺量四角和四边中部位置，取其中偏差绝对值较大者 |
| 内外叶墙板错位偏差 | | ±5 |
| 总厚度 | | ±3 |
| 墙板高度 | | ±3 | 用尺量两端和中部，取偏差绝对值较大者 |
| 2 | 表面平整 | 内表面 | 4 | 2m靠尺和金属塞尺测量，取靠尺与构件表面的最大缝隙 |
| 外表面 | 3 |
| 3 | 对角线差 | 墙板、门窗口 | 5 | 尺量两对角线 |
| 4 | 侧向弯曲 | | *L*/1000且≤10 | 拉线，尺量最大弯曲处 |
| 5 | 扭翘 | | *L*/1000 | 四对角拉两根线，量测两线交点之间的距离，其值的2倍为扭翘值 |
| 6 | 预留孔洞 | 中心线位置偏移 | 5 | 用尺量纵横两个方向尺寸，取其中较大者 |
| 孔洞尺寸，深度 | ±5 | 用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大者 |
| 7 | 墙板上对应梁安装的槽口 | 槽口宽度、高度 | +5，0 | 尺量，取偏差绝对值较大者 |
| 槽口侧壁定位偏差 | 5 |
| 8 | 门窗洞 | 中心线位置偏移 | 5 | 用尺量纵横两个方向尺寸，取其中较大者 |
| 宽度、高度 | ±5 | 用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中最大者 |
| 9  9 | 预埋螺栓等预埋件  预埋螺栓等预埋件 | 预埋锚板中心位置 | 5 | 尺量，取偏差绝对值较大者  尺量，取偏差绝对值较大者 |
| 预埋锚板与混凝土面平面高差 | 0，-5 |
| 预埋螺栓中心位置 | 2 |
| 预埋螺栓外露长度 | ±5 |
| 预埋套筒、螺母中心位置偏差 | 2 |
| 预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差 | 0，-5 |
| 线盒、电盒、吊环中心位置偏差 | 5 |
| 线盒、电盒、吊环与构件表面偏差 | 0，-10 |
| 10 | 预留插筋 | 中心线位置偏差 | 3 | 尺量，取偏差绝对值较大者 |
| 外露长度 | ±5 |
| 11 | 键槽 | 中心线位置偏移 | 5 | 尺量，取偏差绝对值较大者 |
| 长度、宽度、深度 | ±5 |

注：*L*为构件长度（mm）。

【条文说明】12.7.6 预制构件出模后应及时对其外观质量进行全数目测检查，外形尺寸必须符合叠合结构的安装精度要求，检查项与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定一致。

12.7.7 预制叠合梁构件、预制空腔柱构件外形尺寸偏差和检验方法应符合表12.7.7的规定，预制构件有粗糙面时，与预制构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放大至1.5倍。

表12.7.7预制叠合梁构件和预制空腔柱构件尺寸允许偏差和检验方法

| 序号 | 检查项目 | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1  1 | 预制空腔柱构件  预制空腔柱构件 | 截面边长（宽度和高度） | | ±3 | 尺量两端和中间三处的截面尺寸，取偏差绝对值较大者 |
| 柱长度 | 纵筋总长 | 1，-5 | 尺量纵筋长度三处，取偏差绝对值较大者 |
| 预制混凝土柱身长度（不含纵筋） | ±5 | 尺量混凝土长度三处，取偏差绝对值较大者 |
| 端部主筋外露长度不齐 | | 1，-3 | 钢尺测量所有外露钢筋长度，取偏差绝对值较大者 |
| 外露钢筋平面位置 | | ±3 | 钢尺测量 |
| 2 | 预制叠合梁构件 | 梁水平长度 | ＜12m | ±5 | 尺量四个面，取偏差绝对值较大者 |
| ≥12m且<18m | ±10 |
| ＞18m | ±20 |
| 梁截面宽度 | | ±3 |
| 梁截面高度 | | ±5 |
| 3 | 表面平整 | 梁表面 | | 4 | 2m靠尺和金属塞尺测量 |
| 预制空腔柱外表面 | | 3 |
| 4 | 对角线差 | | | 5 | 尺量两对角线之差 |
| 5 | 侧向弯曲 | | | *L*/750且≤10 | 拉线，钢尺量最大弯曲处 |
| 6 | 扭翘 | | | *L/*750 | 对角线用细线固定，尺量中心点高度差值 |
| 7 | 预留孔洞 | 中心线位置偏移 | | 5 | 尺量，取偏差绝对值较大者 |
| 孔尺寸 | | ±5 |
| 8 | 预埋螺栓等预埋件 | 预埋锚板中心位置 | | 5 | 尺量，取偏差绝对值较大者 |
| 预埋锚板与混凝土面平面高差 | | 0，-5 |
| 预埋螺栓中心位置 | | 2 |
| 预埋螺栓外露长度 | | ±5 |
| 预埋套筒、螺母中心位置偏差 | | 2 |
| 预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差 | | 0，-5 |
| 9 | 键槽 | 中心线位置偏移 | | 5 | 尺量，取偏差绝对值较大者 |
| 长度、宽度、深度 | | ±5 |

注：*L*为构件长度（mm）。

12.7.8 预制构件的预埋件、插筋、预留孔的规格、数量应满足设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察和量测。

12.7.9 预制构件的结合面、粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察和量测。

【条文说明】12.7.9 预制构件的预埋件、插筋、预留孔的规格、数量应符合设计要求，预制构件的结合面、粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求，它们的检验数量及检验方法与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定一致。

12.7.10 预制构件的门框、窗框预埋安装尺寸偏差应符合表12.7.10的要求。

检查数量：全数检验。

检查方法：见表12.7.10。

表12.7.10门框、窗框安装位置允许偏差及检验方法

| 项目 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 门窗框位置 | 水平方向 | ±2 | 钢尺测量 |
| 竖直方向 | ±2 | 钢尺测量 |
| 门窗框对角线 | | ±2 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 门窗框水平度 | | ±2 | 钢尺和金属塞尺测量 |

【条文说明】12.7.10 门框、窗框预埋后，安装尺寸偏差大将影响后续门和窗户的安装质量，并造成建筑整体美观性差，因此，在工厂预制时需对尺寸偏差严格控制。

12.7.10 对于本规程第11.2.6条中标示的钢筋，应在构件起吊前进行专项检查。

检查数量：全数检验。

检查方法：观察和量测。

12.8 标识与产品合格证

12.8.1 预制构件检验合格后，质检人员应对检验合格的产品（半成品）签发合格证和说明书，并在预制混凝土构件表面醒目位置标注产品代码。标识不全的构件不得出厂。

12.8.2 预制构件应根据构件设计制作及施工要求设置编码系统，并在构件表面醒目位置设置标识。标识内容包括：工程名称、构件型号、制作日期、制作单位、合格标识、监理签章等。

12.8.3 预制构件编码系统应包括构件型号、质量情况、安装部位、外观尺寸、制作日期（批次）及（合格）字样。

12.8.4 预制构件交付时，应提供以下验收材料：

1 隐蔽工程质量验收表；

2 成品构件质量验收表；

3 钢筋进厂复验报告；

4 混凝土留样检验报告；

5 经具有相应法定检测资质的第三方工程质量检测机构出具的原材料、钢筋、套筒、保温材料、连接件、预埋件、混凝土试块等抽样复检报告。

6 产品合格证；

7 其他相关的质量证明文件等资料。

12.9 堆放与运输

12.9.1 应制定预制构件的运输与堆放方案，其内容应包括运输的时间、次序、堆放场地、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应有专门的质量安全保证措施。构件运输前应对运输路途上的桥梁和隧道尺寸、路面和桥面承载能力、道路转弯半径、限高和障碍物等进行全面调查，确定运输线路。

12.9.2 对于超高、超宽、形状特殊的大型构件和预应力构件的运输和存放还要制定专门质量安全保证措施。

12.9.2 预制构件吊运应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

【条文说明】12.9.2 现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231规定了预制构件的吊点、吊索角度、吊运操作方式是预制构件吊运的基本要求。预制夹心保温空腔柱构件有其特殊性，其外叶板仅仅靠保温连结件与内叶相连，在空腔未浇注前，墙体钢筋笼与外叶板没有约束关系，起吊落地时外叶板承受偏载能力极差，因此，需要通过平衡梁及专用吊钩等其它方式保证起吊的平稳性，使得构件各个受力部位与设计要求相同，让外叶板落地时保证竖直，避免边缘磕碰损坏。

12.9.2 预制空腔柱构件的门洞应安装临时加固支撑，且固定牢靠。

【条文说明】12.9.2 预制空腔柱的门洞边缘处混凝土连结薄弱，在吊运、运输、安装过程容易因碰撞而引起破损或开裂，特别是运输过程中，车辆的颠簸对门洞都将造成大的冲击，因此，要求生产单位必须通过设置合理支撑进行成品保护。

12.9.3 预制构件堆放除应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定外，尚应符合下列规定：

1 预制空腔柱构件叠放层数不宜超过2层，且每个预制空腔柱构件的垫木不得少于2组，垫木位置应在一条垂直线上；

2 预制空腔柱构件应采用专用存放架立放，其倾斜角度应保持大于85º，底部应设置柔性支撑，支撑间距不超过2m，相邻预制构件间需用柔性垫层分隔开。

【条文说明】12.9.3 采用竖向堆放方式，可减少预制空腔柱构件运输过程中的翻转，避免复杂受力状态造成构件损坏，提高施工效率。

12.9.4 预制构件成品保护应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

【条文说明】12.9.4 现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的对构件防开裂、金属外露件防腐等作出了明确规定，叠合结构构件的成品保护也应该符合这些规定。

12.9.5 预制构件运输除应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定外，尚应符合下列规定：

1 预制空腔柱构件在运输过程中应采用专用存放架立放，构件的倾斜角度应保持大于85°，并与存放架固定牢靠；

2 预制空腔柱构件运输应根据需要设置水平支架，牢靠固定在运输车上。

【条文说明】12.9.5 预制夹心保温空腔柱构件的外叶板较脆弱，采用专用托架立放运输可以防止运输颠簸造成外叶的碰撞损坏，采用自装卸式的预制构件专用运输车可以降低运输高度，避免运输构件超高。

12.9.6 应合理策划构件运输线路、道路和临时堆放场地，并采取有效的构件成品保护措施，且符合下列规定：

1 根据构件运输车辆尺寸、载重、性能和道路路况等因素，提前策划预制构件场外运输线路，确保构件场外运输的可行性、高效性；

2 构件运输车辆宜能开至现场吊装设备的有效起重范围内，避免构件现场多次倒运；

3 现场构件运输道路和堆放场地应坚实平整，并有排水措施；

4 施工现场的道路应按照构件运输车辆的要求合理设置转弯半径及坡度；

5 预制构件运送至施工现场后，应按规格、品种、使用部位、吊装顺序分别设置堆放场地。堆放场地应设置在吊装设备的有效起重范围内，且在构件堆垛之间设置行走通道；

6 构件存放架应具有足够的抗倾覆性能；

7 构件运输通道、存放位置不得对已完成结构、基坑造成安全隐患，必要时应进行计算复核。

12.10 资料及交付

12.10.1 预制构件的资料应与产品生产同步形成、收集和整理，归档资料宜包括以下内容

1 预制混凝土构件加工合同；

2 预制混凝土构件加工图纸、设计文件、设计洽商、变更或交底文件

3 生产方案和质量计划等文件；

4 原材料质量证明文件、复试试验记录和试验报告；

5 混凝土试配资料；

6 混凝土配合比通知单

7 混凝土开盘鉴定；

8 混凝土强度报告；

9 钢筋检验资料、钢筋接头的试验报告；

10 模具检验资料；

11 预应力施工记录

12 混凝土浇筑记录；

13 混凝土养护记录

14 构件检验记录；

15 构件性能检测报告；

16 构件出厂合格证

17 质量事故分析和处理资料；

18 其他与预制混凝构件生产和质量有关的重要文件资料。

12.10.2 预制构件交付的产品质量证明文件应包括以下内容

1 出厂合格证；

2 混凝土强度检验报告；

3 钢筋套筒等其他构件钢筋连接类型的工艺检验报告；

4 合同要求的其他质量证明文件。

13 施工安装

13.1 一般规定

13.1.1 叠合结构施工前，应完成构件深化设计，深化设计文件应经设计单位认可，施工单位应校核预制构件加工图纸、对预制构件施工预留和预埋进行交底，未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。

13.1.2 叠合结构施工前，应编制装配式建筑专项施工方案和起重吊装作业专项施工方案。

13.1.3 叠合结构施工现场应根据工期要求、作业面大小、工作量、机械设备、主要工种等条件因素，组织均衡有效的安装施工流水作业。

13.1.4 预制构件应按照施工方案的吊装顺序预先编号，并按编号吊装；构件安装过程中，应根据水准点和轴线校正位置。

13.1.5 叠合结构施工应采用工具式、标准化、稳定可靠且便于操作的工装系统。

13.1.6 预制构件的吊装应符合下列规定：

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

2 构件吊点数量、位置应经设计计算确定，应保证吊具连接可靠；

3 应采取保证起重设备的主钩位置、吊具、构件重心在竖直方向上重合的措施；吊索与构件水平夹角不宜小于60°，不应小于45°；对尺寸较大或形状复杂的预制构件，宜采用有分配梁或分配桁架的吊具；

4 应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，吊运过程中应保持构件平稳，避免大幅度摆动、升降、偏斜、扭转，严禁构件长时间在空中悬停；

5 应安排专人统一指挥，作业人员应处于安全位置。

13.1.7 装配整体式叠合结构施工过程中应采取安全防护措施，安全防护要求应符合现行国家、行业及地方有关标准的规定。

13.1.8 构件安装作业人员应经过专项吊装培训方可从事安装工作，以确保工程质量安全。

13.1.9 吊装作业的安全管理应符合下列规定：

1 预制构件起吊后，应先将预制构件提升300mm左右后，停稳构件检查钢丝绳、吊具和预制构件状态，确认吊具安全且构件平稳后，方可缓慢提升构件；

2 吊装区域内，非作业人员严禁进入；吊运预制构件时，构件下方严禁站人，应待预制构件降落至距地面1m以内方准作业人员靠近，就位固定后方可脱钩；

3 高空应通过揽风绳改变预制构件方向，严禁高空直接用手扶预制构件；

4 遇到雨、雪、雾天气或五级以上大风时，应停止吊装作业；

5 夜间不宜进行吊装作业，当确需夜间作业时，应有足够的照明。

13.1.10 叠合结构施工的配套模板及支架应根据安装、使用和拆除工况设计，并应满足承载力、刚度和整体稳固性要求。

13.1.11 叠合结构现场浇筑混凝土前应进行隐蔽工程验收，隐蔽工程验收应包括下列内容：

1 混凝土粗糙面的质量，键槽的尺寸、数量、位置；

2 钢筋牌号、规格、数量、位置、间距、箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

3 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、锚固方式及锚固长度；

4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；

5 预制混凝土构件接缝防水、防火等构造做法；

6 保温及其节点施工；

7 混凝土结合面充分浇水润湿情况等。

13.1.12 当室外日平均气温连续5日稳定低于5℃时，叠合结构施工应采取冬期施工措施。当叠合层现浇混凝土未达到受冻临界强度而气温骤降至0℃以下时，应按冬期施工的要求采取应急防护措施。

13.2 安装准备

13.2.1 预制构件安装施工前，应做好下列准备工作：

1 核查已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差，确保满足设计和施工要求；

2 核对预制构件的混凝土强度及预制构件、相关配件、材料的型号、规格、数量、堆放位置等，确保满足设计及施工要求；

3 测量放线，在楼面设置构件安装定位控制线及墙板安装垫片高度标识，并对基层进行凿毛处理；

4 复核构件安装位置及预留插筋、预留墙板竖向连接钢筋等的定位情况；

5 根据施工方案，复核预留预埋、临时支撑点位及节点连接构造等；

6 检查吊装设备、吊具，确保处于性能良好、操作安全状态；

7 核实现场环境、天气、道路、供电等状态，确保满足吊装施工要求。

13.2.2 预制构件安装施工前，施工单位应编制技术交底文件，明确各类型构件安装施工的工艺流程及施工要点，并向构件安装作业人员及班组长进行专项技术交底。

13.2.3 预制构件安装施工前，应选择有代表性的拼装单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整与完善施工方案和施工工艺。

13.3 空腔预制墙安装施工

13.3.1 空腔预制墙构件下部支撑宜通过设置垫片实现，垫片高度通常为50mm，墙板长度＜4m时，宜放置2组垫片，墙板长度≥4m时，应放置不少于3组垫片。

13.3.2 空腔预制墙构件安装就位后应及时采取临时固定措施。预制空腔墙与吊具的分离应在初步校准定位及临时固定措施安装完成后进行。

13.3.3 空腔预制墙构件采用临时支撑进行固定时，应符合下列规定：

1 每个空腔预制墙构件的临时支撑不宜少于2道；

2 空腔预制墙构件上部斜支撑距离底部的距离不宜小于高度2/3，且不应小于高度1/2；下部短支撑距离楼面高度，宜为构件高度的1/5；

3 构件安装就位后，可通过长、短临时支撑对构件的位置和垂直度进行微调；

4 用于固定斜支撑，在楼面设置的预埋件应采取可靠措施固定牢固，确保定位准确。

13.3.4 空腔预制墙构件门、窗洞口部位安装的临时加固支撑，在构件安装期间不应拆除，宜待本层混凝土浇筑完成，与本层模板支撑架一并拆除。

13.3.5 空腔预制墙构件安装就位后，应先将水平连接钢筋放置到墙体空腔内，再进行边缘构件后浇混凝土部位的钢筋安装，最后将水平连接钢筋拉出，与边缘构件部位钢筋绑扎牢固，水平连接钢筋伸入预制墙板空腔的锚固长度应满足设计要求。

13.3.6 空腔预制墙构件下部及上部缝隙，宜采用工具式模板进行封堵。

13.3.7 竖向连接钢筋安装时应采取有效的定位措施，竖向连接钢筋的大小、规格、数量及锚固长度等应满足本标准及设计要求。

13.3.8 空腔预制墙构件临时固定时，斜支撑与楼面连接的方式可采用预埋地锚环形式，地锚环应在楼面浇筑混凝土前进行预埋，规格尺寸应符合设计要求。

13.3.9 模板安装期间，应保证后浇边缘构件部位与预制空腔墙的拼缝质量。

13.3.10 空腔预制墙构件斜支撑应在后浇混凝土达到设计要求后方可拆除；当设计无具体要求时，后浇混凝土宜达到设计强度的75%以上方可拆除。

13.4 空腔预制柱安装施工

13.4.1 楼面混凝土浇筑前，应将空腔预制柱插筋定位装置安装到位，并将插筋固定牢固，避免在混凝土浇筑期间发生插筋偏位现象。

13.4.2 空腔预制柱构件吊装前，应复核楼面预留插筋高度及空腔预制柱外露钢筋端头不齐情况，允许偏差应符合本规程的规定，对于偏差过大的情况，应采取措施进行校正。

13.4.3 空腔预制柱构件吊装，宜采用专用工装，避免钢筋及构件磕碰损伤。

13.4.4 空腔预制柱构件安装应符合下列规定：

1 吊装前，应对楼面的混凝土结合面进行凿毛处理，并清理干净；并将钢筋连接区段内的箍筋提前安放到位；

2 吊装时，应按照构件深化设计时确定的吊点进行吊装；

3 安装时，宜采用专用的支撑工装，宜在柱体相邻垂直面设置2道可调节长度的斜支撑，斜支撑两端分别与柱体和楼板可靠连接。当有可靠经验或其他措施时，可不使用斜支撑。

13.4.5 空腔预制柱主筋宜采用可调组合式机械连接套筒进行连接，使用时应参考产品企业标准或使用说明书进行安装，确保接头安装质量。

13.4.6 直螺纹接头安装应符合下列规定：

1 安装接头时可用管钳扳手拧紧，对于可调组合式机械连接套筒，安装后的套筒外露螺纹不得超过3p，p为螺纹的螺距；

2 螺纹接头安装后应使用专用扭力扳手检核拧紧力矩，直螺纹最小拧紧扭矩值应符合下表规定：

表13.4.7直螺纹接头安装时的最小拧紧扭矩值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢筋直径（mm） | ≤16 | 18～20 | 22～25 | 28～32 | 36～40 | 50 |
| 拧紧扭矩（N.m） | 100 | 200 | 260 | 320 | 360 | 460 |

对于可调组合式机械连接套筒，套筒拧紧力矩检查应按不低于总量的20%抽检，拧紧力矩值均应不小于表中规定。当抽检的拧紧力矩值小于表中的规定时，应对已连接好的钢筋连接套筒检查并使其满足要求。

13.4.7 套筒挤压接头的安装应符合下列规定：

1 钢筋端部不得有局部弯曲，不得有严重锈蚀和附着物；

2 钢筋端部应有挤压套筒后可检查钢筋插入深度的明显标记，钢筋端头离套筒长度中点不宜超过10mm；

3 挤压应从套筒中央开始，依次向两端挤压，挤压后的压痕直径或套筒长度的波动范围应用专用量规检验；压痕处套筒外径应为原套筒外径的0.80～0.90倍，挤压后套筒长度应为原套筒长度的1.10～1.15倍；

4 挤压后的套筒不应有可见裂纹。

13.4.8 空腔预制柱钢筋接头安装完成后，将连接区段内的箍筋调整到位，并绑扎牢固。

13.6 预制梁、叠合板安装施工

13.6.1 预制梁、叠合板安装应符合下列规定：

1 预制梁、叠合板安装应设置临时支撑，支撑架体的基底应平整坚实；临时支撑的间距及其与墙、柱、梁边的净距应经设计计算确定，竖向连续支撑层数不宜少于2层且上下层支撑宜对准。

2 预制梁、叠合板的吊点应经设计计算确定；

3 预制梁、叠合板安装时伸入支座的长度应符合设计要求，梁底和板底支座标高位置应保证水平，与支座接缝处应封堵密实；

4 预制梁、叠合板钢筋锚入支座的长度应符合设计要求，当梁、板钢筋与支座构件钢筋发生冲突时，应对梁钢筋和支座位置的钢筋位置进行优化，经设计单位确认方可实施；

5 预制梁、叠合板的临时支撑应待后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

13.6.2 预制梁、叠合板的模板及支撑体系应根据施工方案设置，使用扣件式、轮扣式、盘扣式等钢管架搭设的支架，应采用立杆端部插入可调托撑的中心传力方式。

13.6.3 预制梁、叠合板与模板拼缝部位应采取防止漏浆的措施。

13.6.4 楼面钢筋安装前，应对已经安装就位的预制梁、叠合板底面标高进行检核、调平。

13.6.5 楼面作业期间的施工荷载宜均匀布置且应符合设计规定，并应避免单个构件承受较大的集中荷载。

13.6.6 楼面水电管线安装应严格按照图纸及规范要求进行施工，避免出现三管重叠现象。

13.6.7 楼板面层钢筋应与叠合板桁架筋绑扎牢固，防止混凝土浇筑时钢筋位移或上浮。

13.7 其他预制构件安装施工

13.7.1 预制楼梯、阳台、空调板等构件施工操作面应有有效的安全防护措施。

13.7.2 预制楼梯、阳台、空调板等构件的安装标高和平面定位应符合设计要求。

13.7.3 预制阳台板、空调板支撑的布置方式应经严格计算。支撑架体须与主体结构有可靠刚性拉接节点，且应设置斜撑等构造措施，保证架体整体稳定。

13.7.4 阳台板、空调板等悬挑构件支撑拆除时，后浇混凝土应达到结构设计强度，并确保该构件能承受上层阳台通过支撑传递下来的荷载。

13.7.5 预制阳台板、空调板等预制构件吊装至安装位置后，须设置水平抗滑移的连接措施，必要时与现浇部位的梁板构件进行焊接拉接。

13.7.6 预制楼梯支座锚栓预埋前应采取可靠的定位装置，确保锚栓定位准确。

13.8 后浇筑混凝土施工

13.8.1 叠合结构后浇段模板安装应符合下列规定：

1 叠合结构后浇段模板宜采用定型模板；

2 模板应拼缝严密，具有足够的刚度、整体稳固性，保证后浇混凝土的形状、尺寸和位置准确；

3 模板与构件拼缝部位宜采取防止漏浆的措施。

13.8.2 混凝土浇筑前半小时，应对预制构件混凝土结合面充分浇水润湿处理。对于预制空腔墙、预制空腔柱的竖向结合面，应确保上、中、下部均得到充分润湿，且无明水。

13.8.3 混凝土振捣应能使预制构件空腔内各个部位混凝土密实、均匀，不应漏振、欠振、过振。

13.8.4 后浇混凝土施工应符合下列规定：

1 后浇混凝土的性能应满足设计与施工要求，并符合国家现行相关标准的规定；

2 混凝土浇筑前，预制构件空腔内部应清理干净；外露钢筋宜采取防止污染的措施；

3 应严格控制浇筑速度，保证预制构件空腔内、构件节点接缝处等部位混凝土浇捣密实、均匀；

4 混凝土应均衡布料，并采取防止模板、钢筋、埋件及其定位件移位的措施；

5 空腔混凝土应分层浇筑、振捣，每层浇筑高度不宜超过1m，浇筑时应保持水平向完整浇筑；上层混凝土应在下层混凝土初凝前进行浇筑，振动棒的前端应插入前一层混凝土中，插入深度不应小于50mm；振捣宜选用φ30mm及以下的小直径高频振动棒；

6 振动棒应快插慢拔，预制构件空腔混凝土振捣时，振动棒插到预定位置后，宜振捣3秒钟左右即往回提升，严禁将振动棒卡固到钢筋、贴附在预制混凝土页板上长时间振捣；

7 振捣插点间距不应大于振动棒作用半径的1.4倍。

13.8.5 当预制空腔构件的空腔宽度小于150mm时，后浇混凝土应通过工艺试验确定混凝土配比、工作性能要求及施工方法，每盘混凝土到场后，应按工艺试验确定的工作性能要求进行现场检测，合格后方可浇筑。

13.8.6 混凝土浇筑期间，应设置看模、看筋、看水电管线人员，对模板支撑架、钢筋、水电管线进行观察、维护，发生异常情况及时处理。

13.8.7 叠合结构混凝土浇筑完毕后应按照施工方案，对裸露在外的现浇混凝土及时采取保湿养护，养护方法及时间应满足现行国家、行业及地方有关标准的规定。

13.5 地下室空腔预制墙安装施工

13.5.1 地下室空腔预制墙混凝土施工应符合以下规定：

1 模板宜采用定型模板，模板应具有足够的刚度，保证现浇防水混凝土的形状、尺寸和位置的准确，防止漏浆；

2 防水混凝土结构内部设置的各种钢筋或绑扎铁丝不应接触模板；

3 模板可利用空腔预制墙构件预置的工具式螺栓加固，螺栓上应加焊止水环，止水环应双面满焊，止水环厚度不应小于5mm，环宽（或直径）应不小于30mm。构件预置螺栓位置应在构件深化设计阶段时提出；

4 拆模后应将留下的凹槽用密封材料封堵密实，并应用聚合物水泥防水砂浆抹平。

13.5.2 地下室空腔预制墙接缝密封施工应符合以下规定：

1 密封胶施工严禁在雨天、雪天和五级风及其以上时施工，施工的环境温度宜为5℃～35℃。

2 密封胶施工宜按图13.5.2所示工艺流程，使用胶枪挤出法施工，不得采用刮刀嵌填。



图 13.5.2 密封胶胶枪挤出法施工工艺

3 采用密封胶施工的接缝应符合下列规定：

1)预制墙板连接接缝防水节点基层及构造做法应满足设计要求；

2)接缝堵塞处应进行清理，错台部位应打磨平整，不得采用剔凿的方式增加接缝宽度；

3)基层应坚实、平整，不得有蜂窝、麻面、起皮和起砂现象；

4)接缝两侧基层高度偏差不宜大于2mm；

5)需要扩缝或清理缝中的杂质时，不应剔凿，应采用切割的方式进行施工。

4 密封胶施工前，应做好施工机具、安全防护设施、材料准备等工作。

5 密封胶施工前应在接缝中设置连续的背衬材料，背衬材料与接缝两侧基层之间不得留有空隙，预留深度应与密封胶设计厚度一致。

6 接缝两侧基层表面美纹纸粘贴应连续平整，宽度不应小于20mm。

7 基层处理剂宜单向涂刷，并应涂刷均匀，不得漏涂。

8 密封胶打胶施工应符合下列规定：

1)应待基层界面处理剂表干后嵌填密封胶；

2)双组分密封胶应按比例准确计量，并应搅拌均匀。混匀的密封胶应在适用期内用完；

3)应根据接缝的宽度选用口径适合的胶嘴，挤出应均匀；

4)宜从一个方向进行打胶，并由背衬材料表面逐渐充满整条接缝；

5)密封胶表干前用专用工具进行压胶和表面修饰，溢出的密封胶应及时清理；

6)密封胶的注胶宽度、深度应满足设计要求；

7)接缝处十字缝、丁字缝的密封胶施工应连续完成；

8)密封胶接槎处应留45°向外斜面，严禁留置于十字缝、丁字缝或转角接缝处。接槎位置距以上部位不得小于200mm。

9 密封胶表干前不应损坏、污染、淋雨及浸水。预制墙板存在宽度或深度大于50mm的破损时，应制定专项修补方案。

10 装配整体式混凝土结构地下工程防水密封工程施工完成后，应采取成品保护措施。

13.9 密封与防水施工

13.9.1 密封防水施工应在其之前所有工序验收合格后方可进行，伸出外墙的管道、预埋件等应在密封防水施工前安装完毕。

13.9.2 外墙板接缝处的防水处理应符合设计要求，宜选用构造防水与材料防水相结合的密封防水措施；材料防水宜采用缝内嵌填背衬材料和表面注入密封材料相结合的防水方式。

13.9.3 外墙板水平和竖向接缝宽度应满足设计要求，施工时应有控制缝宽的措施。

13.9.4 嵌缝材料性能应符合设计要求，嵌填饱满、密实、均匀、顺直，宜选用发泡氯丁橡胶或聚乙烯塑料棒。

13.9.5 外墙板接缝所用的密封防水材料应选用耐候性密封胶。密封胶应与混凝土具有相容性，并具有防水密封性、低温柔性及防霉性等性能，其最大伸缩变形和剪切变形均应满足设计要求，并应符合下列规定：

1 产品性能满足现行行业标准《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T881的要求；

2 当选用硅酮类密封胶时，应满足现行国家标准《硅酮建筑密封胶》GB/T14683的要求；

3 选用防水密封材料前应做防渗专项试验，试验淋水时间不小于24小时，水流量不小于5L/（min·㎡）。

13.9.6 外墙板接缝处密封防水施工应符合下列规定：

1 密封防水施工前，外墙板接缝处应清理干净，保持干燥；

2 密封防水胶的使用年限应满足设计要求，应与嵌缝材料相容，应具有弹性；

3 密封防水胶的注胶宽度、厚度应符合设计要求，注胶应均匀、顺直、密实，表面应光滑，不应有裂缝。

13.9.7 装配式结构的接缝施工质量和防水性能应符合设计要求和国家、行业、地方现行有关标准的规定。

【条文说明】

13.1.1 构件生产前，施工单位应根据施工需要，明确预制构件上的预留、预埋情况，如：测量放线洞口、材料传料孔、外架安装预留孔等，并向构件生产单位进行书面交底；构件进场验收时，监理、施工单位应对预制构件中所涉及的各专业预留洞口、预埋件进行检验。

13.1.2 根据住房城乡建设部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知的要求，采用起重机械进行安装的工程、装配式建筑混凝土预制构件安装工程属于危险性较大的分部分项工程，施工前均应编制专项施工方案，方案内容应包括工程概况、编制依据、施工计划、施工工艺技术、施工安全保证措施、施工管理及作业人员配备和分工、验收要求、应急处置措施、计算书及相关施工图纸等，并根据地方要求对施工方案（装配式施工组织设计）进行专家论证。

根据《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ276的要求，起重吊装作业前，必须编制吊装作业的专项施工方案，并应进行安全技术措施交底。

装配式结构施工前，应准确理解设计图纸的要求，掌握有关技术要求及细部构造，根据工程特点和施工规定，进行结构施工复核及验算。施工验算是装配式混凝土结构设计的重要环节，一般应考虑构件脱模、翻转、运输、堆放、吊装、临时固定、节点连接以及预应力筋张拉或放张等施工全过程。装配式结构施工验算的主要内容为临时性结构、预制构件、预埋吊件、预埋件、吊具、临时支撑等。

13.1.4 预制构件应按照安装图和安装顺序进行吊装，叠合墙板宜先吊装外墙，再吊装内墙；叠合柱宜按照角柱、边柱、中柱顺序进行安装；对于尺寸较大构件或异型构件，吊装时可选用手动葫芦等具有缓冲性能的吊具，防止构件边缘及角部发生损坏。

13.1.5 施工单位应根据装配式结构工程施工要求，合理选择并配备吊装设备；应根据预制构件存放、安装和连接等要求，确定安装使用的工器具方案。

13.1.8 施工单位应根据装配式结构工程的管理和施工技术要点，对吊装管理人员和作业人员进行专项培训。

13.1.11 每层叠合墙板安装后，混凝土浇筑前应进行隐蔽工程的验收，并留存完整的质量控制及验收资料，装配整体式叠合混凝土结构的安装施工与质量检验除应符合本标准外，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和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231等的有关规定。

13.1.12 冬期施工前，叠合结构施工单位应编制冬期施工专项方案，并经相关单位审核、批准后实施。在无可靠经验的情况下，冬期施工防护措施应经试验验证。

13.2 安装准备

13.2.1 构件吊装时，楼面混凝土的立方体抗压强度应满足设计要求，当设计无具体要求时，楼面混凝土强度应不小于10MPa。根据《建筑施工工具式脚手架安全技术规范》JGJ202，附墙支座支撑在建筑物上连接处混凝土的强度应按设计要求确定，且不得小于C10，故有楼面混凝土强度应不小于10MPa的要求。

基层凿毛时，应避开垫片搁置位置，以免垫片搁置位置不平整，影响墙板安装。

墙板安装控制线包括墙身线、墙端线（墙板界线）、洞口边线、墙体平面位置200mm墙身控制线等。

应重点检查竖向连接钢筋预留位置、规格、数量、外露长度、保护层厚度等是否符合要求，对于偏位钢筋应采取纠偏措施。

13.2.3 大面积施工前，选择典型单元进行试安装，对初次接触、缺乏经验的施工方很有必要，通过试安装，不仅可以验证设计和施工方案可能存在的缺陷；还可以起到培训作业人员、调试设备、样板示范的作用。

13.3 预制空腔墙安装施工

13.3.1 首组垫片距离墙板端部的距离，宜为500mm；当墙板长度≥4m时，墙板长度每增加2m，宜增设一组垫片。垫片宜选择高强塑料垫片或通过在墙板空腔内预埋可调标高的螺栓实现。

13.3.3 根据实际工程经验，为方便施工，预制空腔墙斜支撑宜选用双头带钩的样式，并与构件、地锚环可靠连接；为避免楼面钻孔破坏预埋管线，地锚环宜通过预埋方式设置；墙板下部支撑可通过现场临时搁置垫片或在下层墙板空腔浇筑混凝土前预埋标高调节螺杆实现。预制空腔墙安装示意见图13：



图13 预制空腔墙安装示意图

预制空腔墙；2-叠合板；3-长支撑；4-短支撑；5-地锚环；

1. 垫片；7-竖向环状连接筋

为提高安装效率，墙板就位后，宜先安装长支撑，再安装短支撑；墙板调整时，应先调整短支撑，确保墙板平面位置准确，再调整长支撑，使墙板处于竖直状态。

13.3.6 预制空腔墙安装就位后，下部通常会预留50mm缝隙，上部与叠合板之间也会预留20mm左右的缝隙，采用工具式模板封堵时，如需在预制墙板上预留预埋，应通过正式书面文件进行确认。

13.3.7 预制空腔墙板竖向连接钢筋的安装宜采取可靠措施进行绑扎固定，避免混凝土浇筑期间发生偏位，混凝土浇筑期间应设置看筋人员，发现偏位及时调整。

13.3.8 预制墙板临时固定时，斜支撑与楼面连接的方式，除地锚环样式外，还有在叠合板预埋套筒等方式。

13.3.9 预制墙板端部与模板接触部位，合模前宜粘贴海绵条，以保证后浇边缘构件部位与预制叠合墙板的接茬质量良好。

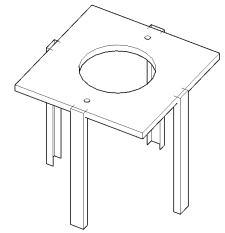
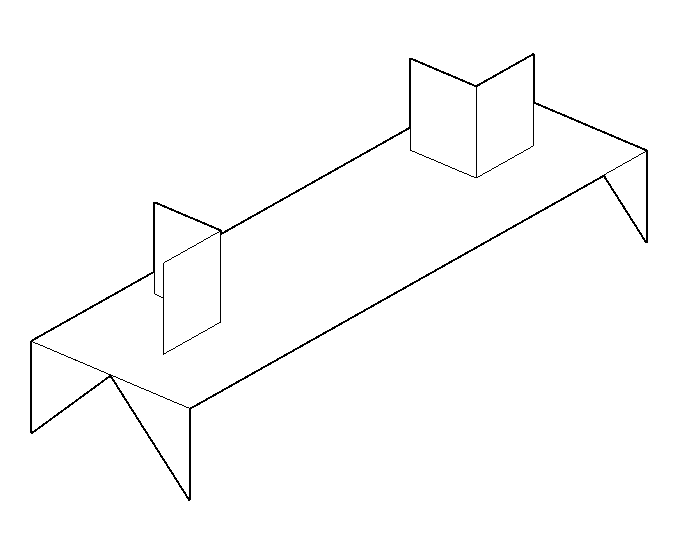
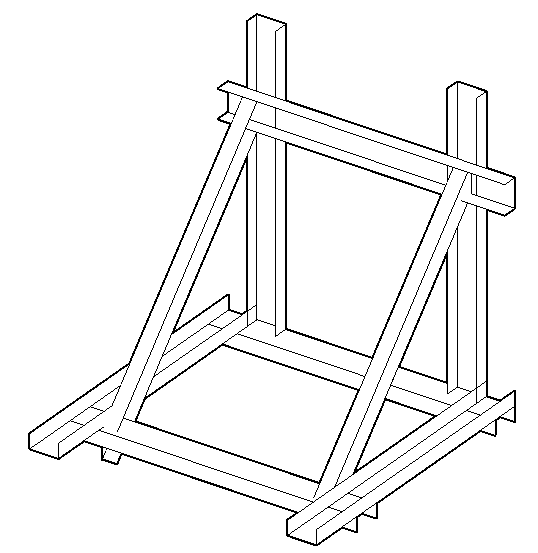
13.4 预制空腔柱安装施工

13.4.1 预制空腔柱插筋定位装置宜采用定位钢板形式，并与预制空墙柱生产模具相匹配，通过插筋定位装置，可以控制预制空腔柱插筋的高度、间距；预留插筋的平面位置应根据轴线位置进行复核，确保预制空腔柱插筋不发生平面扭转。

混凝土浇筑期间，应对预留插筋外露丝扣进行保护处理，同时设置看筋人员，发现插筋偏位，应及时采取措施校正。

13.4.2 楼面预留插筋高度及预制空腔柱外露钢筋端头不齐，如超出误差允许范围，会影响钢筋的机械连接质量，故预制空腔柱吊装前，应重点对此进行复核，对于偏差过大的情况，应制定方案，采取措施进行纠偏。

13.4.3 为避免预制空腔柱扶正时压弯端部钢筋，预制空腔柱的扶正宜通过吊带，借助简易工装实现，如图12所示：



（a）柱底部工装示意图 (b)柱底部托梁示意图. (c)柱顶部工装示意图

图 预制空腔柱吊装工装示意图

13.4.4 预制空腔柱构件的吊点可采用预制空腔柱构件顶部预埋吊环和预制空腔柱构件内预埋圆钢箍筋网片两种方式，预埋吊环及圆钢箍筋网片均需满足短暂工况验算。当圆钢箍筋网片作为叠合柱受力箍筋时，需满足设计要求。

吊具宜采用扁平吊带（合成纤维组成），具有重量轻、强度高、不易损伤钢筋网片等优异特点。预制空腔柱在安装过程中为了减少起重机械的占用时间，宜采用便于操作的专用定位、导向工装配合安装就位，安装就位后可设置斜支撑或通过其他措施调整柱体的垂直度。当有可靠经验或其他措施时，可适当简化或不采用预制空腔柱支撑工装及斜支撑。

13.4.5 金砼可调组合套筒钢筋接头常用于预制空墙柱的钢筋连接，示意图13如下：

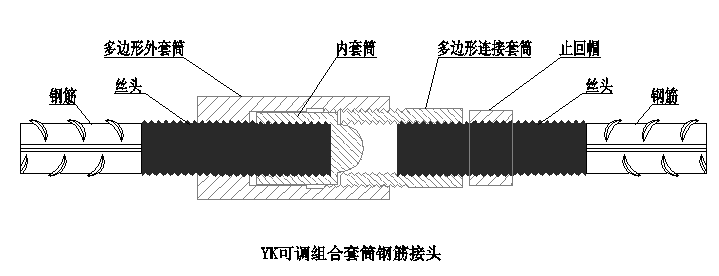


图 金砼可调组合套筒钢筋接头

1 安装前应先将外套筒正确套入一侧钢筋的连接端头，然后将内套筒拧紧，将连接套筒和止回帽安装在另一侧钢筋的连接端头。

2 空腔柱吊装就位后宜先连接角部钢筋，通过拧紧或拧松多边形连接套筒，将柱身调整到位，此时将角筋的套筒拧紧，再连接其他钢筋，松开吊钩。

3 当发生被连接钢筋偏心时应先进行适度调整，具体方法为使用工具摆动钢筋，使钢筋基本达到同心。

4 钢筋加工时宜负差，负差应控制在允许范围内，当大于负差范围时应更换加长连接套筒。

5 接头安装时应先将连接套筒拧至内套筒结合面，结合面应平齐、顶紧没有间隙，然后将外套筒与连接套筒拧紧，最将止回帽与连接套筒拧紧；外套筒拧紧后，连接套筒外侧螺纹外露不得超过3p。

6 当遇到不同直径钢筋连接时可更换内套筒或更换连接套筒和止回帽满足连接要求。

13.5 地下空腔墙施工

13.6 预制梁、叠合板安装施工

13.6.1 叠合板起吊时，对跨度小于8米的可采用4点起吊，跨度大于或等于8米的应采用8点起吊，吊点位置距板边的距离为整板长的1/4~1/5，吊钩应钩住钢筋桁架上弦与腹筋交接处。预应力叠合楼板预制部分伸入竖向构件时可根据设计受力验算选择是否设置临时支撑，不伸入竖向构件时应设置临时支撑，支撑间距应经设计计算确定。

13.6.3 预制梁、叠合板与模板拼缝部位应通过粘贴海绵条等措施，防止混凝土浇筑期间发生漏浆现象。

13.8 后浇筑混凝土施工

13.8.1 为保证叠合结构的成型质量，后浇段宜采用定型钢模板、木模板或铝模板等；模板加固所需预留孔的位置、尺寸、数量等应在构件深化设计阶段提出；合模前，在构件与模板拼缝位置，宜采取防止漏浆的措施，如粘贴海绵条等。

13.8.2 根据工程经验，混凝土结合面的充分浇水润湿，对后浇混凝土的施工便利性、成型质量等起着至关重要的作用。因此，空腔混凝土浇筑前30分钟左右，必须对预制构件混凝土结合面充分浇水润湿处理，为保证润湿均匀、彻底，宜采用软质自来水管进行浇水。对于竖向预制构件，应顺着预制构件空腔的纵向，并适当提高水管压力进行洒水作业，以确保混凝土结合面的上、中、下部均能得到充分润湿。

13.8.3 混凝土漏振指未对构件空腔混凝土进行振捣；欠振指混凝土振捣时间不够，振捣不到位；过振指混凝土振捣时间偏长。空腔混凝土浇筑期间，均应避免上述现象。

13.8.4 预制空腔墙空腔后浇混凝土可采用高流态混凝土、细石混凝土、自密实混凝土或普通混凝土，其配合比宜经过工艺实验验证确定采用。后浇混凝土应振捣密实，为避免空腔后浇混凝土出现不密实、孔洞等浇筑质量缺陷，空腔区域混凝土宜采用φ30mm及以下微型振动棒均匀振捣。

根据工程经验，预制空腔墙如采用普通混凝土浇筑，空腔后浇混凝土的粗骨料最大粒径不应大于空腔宽度的1/4，混凝土坍落度宜为220±20mm；对于预制空腔柱构件，由于空腔横向宽度尺寸大，可采用普通混凝土浇筑。

带有窗洞的预制空腔墙，在窗口下侧宜留置排气观察孔，浇筑预制空腔墙窗下墙时，两侧应均匀浇筑振捣。

14 工程验收

14.1 一般规定

14.1.1 叠合结构建筑施工应按现行国家标准《建筑工程施工质最验收统一标准》GB50300 的有关规定进行分部工程、分项工程和检验批的划分和质量验收。



14.1.2 叠合结构应按混凝土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子分部工程的分项工程进行验收。

叠合结构的验收，除应符合本规程规定外,，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》CB50204 的有关规定。

【条文说明】14.1.1 叠合混凝土结构中存在现浇混凝土施工，其涉及的分项 工程和检验批的验收应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质 量验收规范》GB50204 的有关规定进行验收。

14.1.3 叠合结构工程施工用的原材料、构配件均应按检验批进行进场验收。

14.1.4 叠合结构连接节点及叠合构件浇筑混凝土前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

1 混凝土粗糙面的质量、键槽的尺寸、数量、位置；

2 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；

3 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、锚固方式及锚固长度；

4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；

5 预制混凝土构件接缝处防水、防火等构造做法；

6 保温及其节点施工；

7 其他隐蔽项目。

14.1.5 叠合结构混凝土子分部工程验收时，除应按现行 国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的要求 提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

1 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；

2 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复检报告；

3 预制构件安装施工记录；

4 钢筋机械连接套筒型式检验报告、工艺检验报告和施工检验记录；

5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；

6 后浇混凝土的强度检测报告；

7 外墙防水施工质量检测记录；

8 叠合结构分项工程质量验收文件；

9 叠合结构工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；

10 叠合结构工程的其他文件和记录。

【条文说明】14.1.5 叠合混凝土结构施工质量验收时提出应增加提交的主 要文件和记录，是保证工程质量实现可追溯性的基本要求。

14.2 预制构件

主控项目

14.2.1 预制构件的质量应符合本规程和国家、行业、地方现行 有关标准的规定及设计要求；预制构件进场时，应检查质量证明 文件。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

【条文说明】14.2.1 预制构件质量证明文件包括产品合格证明书、混凝土强 度检验报告、钢筋隐蔽工程验收记录及其他重要检验报告等；预 制构件的钢筋、成型钢筋、混凝土原材料、预埋件等均应按照本标 准及现有有关国家、行业、地方标准的有关规定进行检验，其检验 报告在预制构件进场时可不提供，但应在构件生产单位存档保 留，以便需要时查阅。

14.2.2 制作的预制构件或部件进场后，预制构件或部件性

能检验应符合下列规定：

1 梁板类预制构件进场后应进行结构性能检验，并应符合下列规定：

1)结构性能检验应符合国家和地方现行有关标准的规定及设计要求，检验要求和试验方法应符合现行国家规范《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 附录 B 的规定；

2)预制钢筋混凝土构件和容许出现裂缝的预制预应力混 凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；不容许出现裂缝的预制预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和抗裂度检验；

3)对大型构件及有可靠应用经验的构件，可只进行裂缝宽度、抗裂和挠度检验；

4)对应用数量较少的构件，当能提供可靠依据时，可不进行结构性能检验。

2 对其他预制构件，除设计专门要求外，进场时可不做结 构性能检验。

3 对进场时不做结构性能检验的预制构件，应采取下列措施：

1)施工单位或监理单位代表应驻厂监理制作过程。

2)当无驻厂监理时，预制构件进场时应对其主要受力钢筋数量、规格、间距、保护层厚度及混凝土强度等进行实体检验。其中，受力钢筋数量、规格、间距\保护层厚度及混凝土强度检测方法可按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344和《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T50784的检测方法和要 求进行检测。

检验数量：同一类型预制构件不超过1000个为一批，每批随机抽取11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。

注：“同类型”是指同一钢种、同一混凝土强度等级、同一生产 工艺和同一结构形式。抽取预制构件时，宜从设计荷载最大、受 力最不利或生产数量最多的预制构件中抽取。

【条文说明】14.2.2 需要做结构性能检验的构件主要有全预制梁、全预制楼梯等，除设计有专门要求外，预制叠合墙板、叠合梁、叠合楼板等 叠合构件，进场时不需要做结构性能检验，但应通过施工单位或 监理单位代表驻场监督生产的方式进行质量控制，此时构件的质 量证明文件应经监督代表确认；若无驻场监督，叠合构件进场时 应进行实体检验。

14.2.3 预制构件的混凝土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】14.2.3 装配式结构的外观质量可按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定进行判断。

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

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

14.2.5 预制构件粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数

量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

一般项目

14.2.6 预制构件应有标识。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

14.2.7 预制构件外观质量不应有一般缺陷，对出现的一般缺陷应要求构件生产单位按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

14.2.8 预制构件粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

14.2.9 预制构件尺寸偏差和检验方法应符合本规程表12.7.6 ~表12.7.7及表14.2.9的规定。设计有专门规定时，尚应符合 设计要求。预制构件有粗糙面时，与预制构件粗糙面相关的尺寸 偏差可适当放大至1.5倍。

检查数量：按照进场构件数量，每100件为一批，不足100件 也作为一个检验批，同类型的构件每次抽检数量不应少于该批次 数量的5%且不少于3件。

表14.2.9预制楼板类构件外形尺寸允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检查项目 | | | 允许偏 差(mm) | 检验方法 |
| 1 | 规格  尺寸 | 长度 | <14m | ±5 | 用尺量两端及中间部，取其中 偏差绝对值较大值 |
| ≥14m且<18m | ±10 |
| ≥18m | ±20 |
| 2 | 宽度 | | ±5 |
| 3 | 厚度 | | ±5 | 用尺量板四角和四边中部位 置共8处，取其中偏差绝对值 较大值 |
| 4 | 对角线差 | | | 6 | 在构件表面，用尺量测两对角 线的长度，取其绝对值的差值 |
| 5 | 外形 | 表面平 整度 | 内表面 | 4 | 用2m靠尺安放在构件表面  上，用楔形塞尺量测靠尺与表  面之间的最大缝隙 |
| 外表面 | 3 |
| 6 | 楼板侧向弯曲 | | L/750  且  ≤20mm | 拉线，钢尺量最大弯曲处 |
| 7 | 翘曲 | | L/750 | 四对角拉两条线，量测两线交 点之间的距离，其值得两倍为 扭翘值 |

续表14.2.9预制楼板类构件外形尺寸允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检查项目 | | | 允许偏 差(mm) | 检验方法 |
| 8 | 预埋  部件 | 预埋  钢板 | 中心线位置偏差 | 5 | 尺量 |
| 平面高差 | 0,-5 |
| 9 | 预埋  螺栓 | 中心线位置偏移 | 2 |
| 外露长度 | +10,-5 |
| 10 | 预埋  套 筒 、  螺母 | 中心线位置 | 2 |
| 与混凝土  表面高差 | 0,-5 |
| 11 | 预埋  线 盒 、  电盒 | 在构件平面  的水平方向 中心位置偏差 | 10 |
| 与构件表面 混凝土高差 | 0,-5 |
| 14 | 预留  孔洞 | 中心线位置偏移 | | 5 | 尺量 |
| 孔洞尺寸、深度 | | ±5 |
| 13 | 预留  插筋 | 中心线位置偏移 | | 3 | 尺量 |
| 外露长度 | | ±5 |
| 14 | 吊环  木砖 | 中心线位置偏移 | | 10 | 尺量 |
| 留出高度 | | 0.-10 |
| 15 | 桁架筋高度 | | | +5,0 | 尺量 |
| 16 | 键槽 | 中心线位置 | | 5 | 尺量 |
| 长度、宽度、深度 | | ±5 |

注1：L 为构件长度，单位为mm；

注2：检查中心线、螺栓和孔道等位置偏差时，沿纵、横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

14.3 构件安装与连接

主控项目

14.3.1 预制构件临时固定措施应符合设计、专项施工方案要求 及现行国家、行业、地方有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

14.3.2 叠合结构构件连接处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验。

检验方法：应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》 GB/T50107 的有关规定。

【条文说明】14.3.2 叠合混凝土结构连接节点的后浇混凝土需现场浇筑，其检验要求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，后浇混凝土强度指标应满足设计要求。当叠合层及连接部位的后浇混凝土与现浇结构混凝土同时浇筑时，可以合并验收。

14.3.3 钢筋采用机械连接、焊接连接时，其接头质量应分别符 合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107、《钢筋焊接及 验收规程》JGJ18 的有关规定。

检查数量：应分别符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规 程》JGJ107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的有关规定。

检验方法：检查施工记录及平行加工试件的强度检验报告。 14.3.4 叠合结构空腔预制柱现场预留插筋和空腔预制 墙水平连接钢筋、竖向连接钢筋的安装位置、规格、数量、间距、锚 固长度等应符合设计要求；当设计无要求时，应分别符合表14.3.4- 1和表14.3.4-2的规定。

检查数量：全数检查。

表14.3.4-1 空腔预制柱现场预留插筋安装允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | 允许偏差(mm) | 检验方法 |
| 空腔预制柱的  现场预留插筋 | 中心线位置 | 5 | 尺量 |
| 外露长度 | ±5 | 尺量 |

表14.3.4-2 空腔预制墙水平及竖向连接钢筋加工、安装允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | | 允许偏差  (mm) | 检验方法 |
| 水平及竖 向连接钢 筋 | 加工长度 | | +20,-5 | 尺量 |
| (环状筋)加工宽度 | | 0.-5 | 尺量 |
| 锚固长度 | | -20 | 尺量 |
| 间距 | | ±10 | 尺量连续三档， 取最大偏差值 |
| (竖向)连接钢筋 | 中心位置 | 5 | 尺量 |

14.3.5 叠合结构构件的外观质量不应有严重缺陷，且不 得有影响结构性能和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。

14.3.6 叠合结构外墙接缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：按批检验。每1000m² 外墙(含窗)面积应划分为 一个检验批，不足1000m² 时也应划分为一个检验批；每个检验批 应至少抽查一处，抽查部位应为相邻两层4块墙板形成的水平和 竖向十字接缝区域，面积不得少于10m²。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

14.3.7 叠合结构构件空腔浇筑混凝土时，应对混凝土施 工进行记录。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查混凝土施工记录表。

【条文说明】14.3.7 混凝土施工记录表应记录混凝土强度等级、浇捣混凝土 部位、浇筑方量、混凝土实测坍落度、试块留置情况、分层振捣情 况、振捣方法、混凝土连续施工情况等。

14.3.8 叠合结构构件空腔混凝土浇筑密实度应满足规 范要求。

检查数量：首层装配式混凝土结构，不少于空腔剪力墙构件 总数的20%,且不少于2个；其它层不少于空腔剪力墙构件总数的10%，且不少于1个。

检验方法：观察法。

【条文说明】14.3.8 叠合混凝土结构构件空腔内现浇混凝土的浇筑密实度，在墙体竖向模板拆除后，应通过观察法进行检验，主要包括以下方法：观察预制墙板间现浇段的混凝土外观质量；事先在预制空腔墙板上留置观察孔，混凝土浇筑完成后观察该部位的混凝土密实度；空腔混凝土浇筑完成后，通过微孔钻芯观察空腔混凝土的 浇筑密实度。必要时可采用无损方法、局部破损方法等对检验结果进行验证，无损检测方法宜采用超声法进行检测。

一般项目

14.3.9 叠合结构施工后，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。

14.3.10 叠合结构分项工程的施工尺寸偏差及检验方法 应符合设计要求；当设计无要求时，应符合表14.3.10的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验 批内，

1 对梁、柱，应抽查构件数量的10%,，且不少于3件；

2 对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%,，且不少3 件；

3 对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度5m 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14.3.10 预制构件安装尺寸允许偏差及检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
| 构件中心线 对轴线位置 | 竖向构件(柱、墙) | | 8 | 经纬仪、尺量 |
| 水平构件(梁、板) | | 5 |
| 空腔预制柱边偏差 | | | 8 | 经伟仪、尺量 |
| 构件标高 | 梁、柱、墙、板底面或顶面 | | ±5 | 水准仪或拉线、尺量 |
| 构件垂直度 | 柱、墙 | <5m | 5 | 经纬仪、吊线、尺量 |
| ≥5m且<10m | 10 |
| ≥10m | 20 |
| 构件倾斜度 | 梁 | | 5 | 经纬仪、吊线、尺量 |
| 相邻构件  平整度 | 板端面 | | 5 | 2m靠尺和塞尺量测 |
| 梁、板底面 | | 3 |
| 柱、墙板 | | 5 |
| 相邻构件阴阳角 | | | 4 | 用直角检测尺检查 |
| 构件搁置长度 | 梁、板 | | ±10 | 尺量 |
| 支座、支垫 中心位置 | 板、梁、柱、墙 | | 10 | 尺量 |
| 墙板接缝 | 宽度 | | ±5 | 尺量 |
| 中心线位置 | |

【条文说明】14.3.10 空腔预制柱边偏差测量方法见图14所示，柱子四边均 应检查，其中X 偏差及Y 偏差均不应超过表中允许偏差。

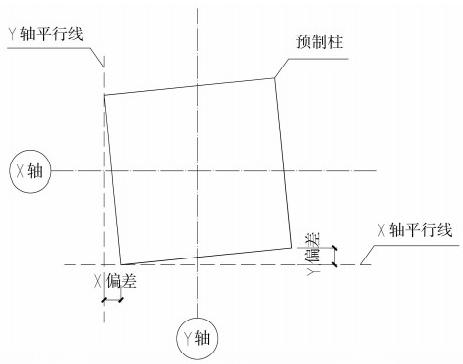


图14 空腔预制柱中心线对轴线位置偏差示意图

14.4 后浇混凝土

主 控 项 目

14.4.1 后浇混凝土的强度等级应符合设计要求。用于检验混凝土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。

检查数量：对同一配合比混凝土，取样与试件留置应符合下列规定：

1 每拌制100盘且不超过100m3时，取样不得少于一次；

2 每工作班拌制不足100盘时，取样不得少于一次；

3 连续浇筑超过1000m3时，每200m3取样不得少于一次；

4 每次取样应至少留置一组试件，每组3个试件应由同一盘或同一车的混凝土中取样制作；

5 每一楼层取样不得少于一次。

检验方法：检查混凝土施工记录、混凝土强度试验报告及混凝土强度检验评定记录。

14.4.2 叠合结构后浇混凝土的外观质量不应有严重缺陷。对已经出现的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案并经监理（建设）单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检査，检査技术处理方案。

一 般 项 目

14.4.3 叠合结构后浇混凝土的外观质量不宜有一般缺陷。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，并重新检验收。

检査数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

14.4.4 叠合剪力墙空腔内的后浇混凝土质量应符合规范要求检验时，叠合剪力墙内混凝土龄期不宜少于14d。

检查数量：全数检查

检验方法：叠合结构内混凝土成型质量检验应符合本规程附录A的规定，同时可按照本规程附录B检查后浇混凝土施工记录。

14.5 预制板密封与防水

主 控 项 目

14.5.1 预制构件拼缝处防水密封胶材料应符合设计要求，材料进场时应对材料的标识、包装、规格、产品合格证和质量检验报告等厂家提供的技术资料等进行进场检验。

检査数量：以同一品种、同一类型、同一级别的产品每 2.5t为一批进行检验，不足 2.5t 也作为一批。

检验方法：型式检验报告和抽样复检报告。

14.5.2 密封胶进场复检项目应满足设计及相关规范要求，通常包括外观、流动性、表干时间、挤出性、适用期、弹性恢复率、拉伸模量、定伸粘结性、浸水后定伸粘结性。

检查数量：全数检査。

检验方法：检査试验报告。

14.5.3 密封胶应打注饱满、密实、连续、均匀、无气泡。

检査数量：全数检查。

检验方法：观察检查、尺量。

一 般 项 目

14.5.4 预制构件拼缝防水节点基层应符合设计要求。

检查数量：全数检査。

检验方法：观察检査。

14.5.5 防水胶带粘贴面积、搭接长度、节点构造应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检査。

14.5.6 预制构件拼缝防水节点空腔排水构造应符合设计要求。

检查数量：全数检査。

检验方法：观察检査。

14.5.7 密封胶缝应横平竖直、深浅一致、宽窄均匀、光滑顺直。密封胶缝允许偏差应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

14.5.8 外墙板接缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：按批检验。每 1000 ㎡外墙（含窗）面积应划分为一个检验批，不足 1000 ㎡时也应划分为一个检验批；每个检验批应至少抽查一处，抽查部位应为相邻两层 4 块墙板形成的水平和竖向十字接缝区域，面积不得少于 10 ㎡。

检验方法：观察、检查现场淋水试验报告。

14.6 混凝土结构子分部工程质量验收

14.6.1 叠合结构建筑的混凝土结构子分部工程施工质 量验收合格，应符合下列规定：

1 所含分项工程验收质量应合格；

2 有完整的全过程质量控制资料；

3 有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验 结果应符合相应规定；

4 结构观感质量验收应合格；

5 结构实体检验结果应合格。

【条文说明】14.6.1 叠合混凝土结构的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。结构位置与尺寸偏差实体检验同现浇混凝土结构；混凝土强度、钢筋保护 层厚度检验可按下列要求执行：

1)连接预制构件的后浇混凝土结构同现浇混凝土结构；

2)进场时不进行结构性能检验的预制构件部分同现浇混凝土结构；

3)进场时按批次进行结构性能检验的预制构件部分可不进行检验。

14.6.2 叠合结构建筑的混凝土结构子分部工程验收时， 除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的有关规定提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

1 工程设计文件、预制构件安装施工图和加工制作详图；

2 预制构件主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；

3 预制构件安装施工记录；

4 钢筋机械连接套筒型式检验报告、工艺检验报告、施工 检验记录及相关材料、构配件的质量合格证明文件；

5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；

6 后浇混凝土强度检测报告及混凝土强度统计表、评定 表；

7 外墙防水施工质量检验记录；

8 装配式结构分项工程质量验收文件；

9 工程重大质量问题的处理方案和验收记录；

14.6.3 叠合结构建筑的混凝土结构子分部工程质量验 收，除应满足本规程要求外，尚应符合现行国家、行业、地方有关 标准的规定。

附录A 叠合结构内混凝土成型质量检验

A.1 检验方法总述

A.1.1 叠合结构内混凝土成型质量检验宜按照“观察法初检→超声法复检→局部剥离法或微孔内窥法判定”的原则进行判定。

A.1.2 检验数量应全数检验。

A.1.3 检验方法宜按图A.1.3流程进行。



图A.1.3 叠合结构内混凝土质量检验方法图

A.2 观察法检验

A.2.1 检验数量应全数检验。

A.2.2 检验方法应按下列规定执行：

1 观察空腔预制墙底部接缝位置后浇混凝土密实情况；

2 观察空腔预制墙两侧现浇区域后浇混凝土密实情况；

3 观察空腔预制柱底部与顶部后浇区域混凝土密实情况。

A.2.3 采用观察法时，叠合结构内混凝土成型质量验收应符合下列规定：

1 当可观察处的混凝土均无蜂窝、孔洞、疏松等一般缺陷时，可判为合格；

2 当可观察处的缺陷均为一般缺陷时，可判为合格；

3 当可观察处存在1点及以上严重缺陷时，应复验该墙体。

A.3 超声法检验

A.3.1 观察法检验需要复验墙体数量超过本层或同一批浇筑墙体总数10%时，应采用超声法检测本层或同一批浇筑所有墙体；超声法检验宜采用相控阵列超声法检测。

A.3.2 采用超声法检验时，所使用的检测仪器应经过计量检验，分辨力应满足验收要求，检测操作应符合国家现行有关标准的规定。

A.3.3 采用相控阵列超声法检验时，应在每个构件上、中、下各布置一道连续的测区。数据处理及判定应符合现行团体标准《超声法检测混凝土缺陷技术规程》CECS 21的有关规定。

A.3.4 采用相控阵列超声法时，叠合结构内混凝土成型质量验收应符合下列规定：

1 所有无声学异常参数点时，可判为合格；

2 当声学参数异常点数量不大于所有测点数量的15%时，可判为合格；

3 当声学参数异常点数量大于所有测点数量的15%时，应复验墙体。

A.4 局部剥离法检验

A.4.1 取样数量应符合下列规定：

1 观察法检验需要复验墙体数量不超过本层（或同一批浇筑）墙体总数10%时，宜采用局部剥离法或微孔内窥法检测所有需复验的墙体；有不合格墙体时应按不合格数量加倍随机抽检；

2 经超声检测判定为需复验的墙体应全数检查。

A.4.2 应复验墙体采用局部剥离法验证时，应在后浇混凝土浇筑完成14d后进行。

A.4.3 检测方法宜按照以下方法进行：

1 未采用超声检测时，宜在距墙体顶部、底部500mm以内及墙中部位各剥离1处；

2 采用超声检测，声学参数异常点较集中时，应在异常点区域中心位置剥离1处；

3 采用超声检测，声学参数异常点较分散时，宜在距墙体顶部、底部500mm以内及墙中部位各剥离1处；

4 单处剥离面积不应少于200cm2预制混凝土层；外露内部现浇混凝土表面，应按国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015中第8章的有关规定检验其外露现浇混凝土外观质量并确定其外观质量缺陷。

A.4.4 叠合剪力墙内混凝土成型质量验收应符合下列规定：

1 当剥离处的混凝土均无蜂窝、孔洞、疏松等一般缺陷时，可判为合格；

2 当剥离处的缺陷均为一般缺陷时，可判为合格；

3 当剥离处存在1点及以上严重缺陷时，可判为不合格，应委托具有资质的检测机构按国家现行有关标准的规定进行检测。

A.5 微孔内窥法检验

A.5.1 取样数量应符合下列规定：

1 观察法检验需要复验墙体数量不超过本层或同一批浇筑墙体总数10%时，宜采用局部剥离法或微孔内窥法检测所有需复验的墙体；有不合格墙体时应按不合格数量加倍随机抽检；

2 经超声检测判定为应复验的墙体应全数检查。

A.5.2 应复验墙体采用微孔内窥法验证时，应在后浇混凝土浇筑完成14d后进行；宜利用专业工具钻微孔后利用工业电子内窥镜检测仪检测，开孔直径不宜大于15mm。

A.5.3 开孔数量应符合下列规定：

1 未采用超声检测时，宜在距墙体顶部、底部500mm以内及墙中部位各开3个微孔；

2 采用超声检测，声学参数异常点较集中时，宜在异常点区域中心位开3个微孔，并在其他位置相对均匀再开6个微孔；

3 采用超声检测，声学参数异常点较分散时，宜在距墙体顶部、底部500mm以内及墙中部位各开3个微孔。

A.5.3 叠合结构内混凝土成型质量应通过观测微孔内混凝土的密实度判定，并应符合下列规定：

1 当微孔内的混凝土均无蜂窝、孔洞、疏松等一般缺陷时，可判为合格；

2 当微孔孔内的缺陷均为一般缺陷时，可判为合格；

3 当微孔孔内存在2点及以上严重缺陷时，可判为不合格。

附录B 后浇混凝土施工记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | 检查日期 |  |
| 施工部位 |  | | | 设计标号 |  |
| 施工时间 | 开始 |  | | 结束 |  |
| 施工气温 | 最高 | ℃ | | 最低 | ℃ |
| 拌和方式 |  | | 运输方式 |  | |
| 水泥品种及标号 |  | | 水泥用量 |  | |
| 理论配合比 |  | | 施工配合比 |  | |
| 外加剂 |  | | | | |
| 实测坍落度 |  | | | 平均 |  |
| 最大粗骨料粒径 |  | | | | |
| 试块留置 |  | | | | |
| 施工间断情况记录 |  | | | | |
| 预制墙板空腔结合面  浇水润湿记录 | 上部润湿情况：□好 □一般 □差 | | | | |
| 中部润湿情况：□好 □一般 □差 | | | | |
| 下部润湿情况：□好 □一般 □差 | | | | |
| 混凝土振捣记录 | 分层浇筑情况 | 分层浇筑：□是 □否 | | | |
|  | | | |
| 振捣情况 | 分层振捣：□是 □否 | | | |
|  | | | |
| 混凝土养护 | 保湿养护：□是 □否 裸露养护：□是 □否 | | | | |
| 养护方式： | | | | |
| 备注 |  | | | | |
| 检查人 |  | | 技术主管 |  | |
| 检查结论： |  | | | | |
| 质检工程师签字： |  | | | | 年 月 日 |
| 监理意见： |  | | 签字： |  | 年 月 日 |
| 建设单位意见： |  | | 签字： |  | 年 月 日 |

表B后浇混凝土施工记录表

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，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标准执行的写法为“应符合……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1《混凝土结构设计规范》GB 50010

2《建筑抗震设计规范》GB 50011

3《钢结构设计标准》GB 50017

4《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080

5《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

6《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

7《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

8《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476

9《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

10《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231

11《不锈钢棒》GB/T 1220

12《钢筋混凝土用钢 第 3 部分：钢筋焊接网》GB/T 1449.3

13《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280

14《不锈钢冷加工棒》GB/T 4226

15《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237

16《混凝土外加剂匀质性试验方法》 GB/T 8077

17《水泥胶砂强度试验》GB/T 17671

18《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

19《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3

20《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

21《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

22《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81

23《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95

24《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

25《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110

26《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114

27《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126

28《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27

29《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

30《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283

31《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458

32《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881

33《硅酮和改性硅酮建筑用密封胶》GB/T 14683

34《建筑窗用弹性密封胶》JC/T 485

35《建筑设计防火规范》GB 50016

36《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157

37《混凝土轻质条板》JG/T 350

38《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624

39《公共建筑节能设计标准》GB 50189

40《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134

41《建筑模数协调标准》GB 50002

42《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229