

湖南省工程建设地方标准

装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土  
结构技术规程

Technical specification for assembled monolithic welded steel mesh  
composite concrete structure

**DBJ 43/T 376—2021**

批准部门：湖南省住房和城乡建设厅

施行日期：2022年2月1日

中国建材工业出版社

2022 北京

湖南省工程建设地方标准  
装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程  
Technical specification for assembled monolithic welded  
steel mesh composite concrete structure  
**DBJ 43/T 376—2021**

\*

**中国建材工业出版社** 出版、发行（北京市海淀区三里河路1号）

印刷：长沙市雅捷印务有限公司

\*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：5.625 字数：74千字

2022年3月第一版 2022年3月第一次印刷

定价：**31.80元**

统一书号：155160·2881

**版权所有 翻印必究**

如有印装质量问题，可与长沙市雅捷印务有限公司联系

# 湖南省住房和城乡建设厅关于 发布《湖南省小学建设标准》等9项湖南省 工程建设地方标准的通知

湘建科〔2020〕94号

---

各市州住房和城乡建设局，各有关单位：

《湖南省小学建设标准》《湖南省中学建设标准》《湖南省建筑垃圾再生工厂设计标准》《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》《厂拌热再生沥青混合料标准》《乳化沥青厂拌冷再生沥青混合料标准》《沥青路面就地冷再生施工与验收技术规范》《路面基层再生集料应用技术标准》《装配式混凝土外墙板接缝防水技术标准》已由我厅组织专家审定通过，现批准为湖南省工程建设推荐性地方标准。其中：

湖南大学设计研究院有限公司主编的《湖南省小学建设标准》编号为 DBJ43/T018—2021。

湖南大学设计研究院有限公司主编的《湖南省中学建设标准》编号为 DBJ43/T019—2021。

湖南建工集团有限公司、湖南省建筑科学研究院有限责任公司主编的《湖南省建筑垃圾再生工厂设计标准》编号为 DBJ43/T020—2021。

三一筑工科技股份有限公司、湖南省建筑设计院集团有限公司主编的《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》

编号为 DBJ43/T376—2021。

湖南云中再生科技股份有限公司、长沙理工大学主编的《厂拌热再生沥青混合料标准》编号为 DBJ43/T526—2021。

湖南云中再生科技股份有限公司、湖南大学主编的《乳化沥青厂拌冷再生沥青混合料标准》编号为 DBJ43/T527—2021。

湖南云中再生科技股份有限公司、长沙理工大学主编的《沥青路面就地冷再生施工与验收技术规范》编号为 DBJ43/T377—2021。

湖南建工环保有限公司、湖南大学主编的《路面基层再生集料应用技术标准》编号为 DBJ43/T378—2021。

湖南东方红建设集团有限公司、湖南东方红住宅工业有限公司主编的《装配式混凝土外墙板接缝防水技术标准》编号为 DBJ43/T379—2021。

以上 9 项标准自 2022 年 2 月 1 日起在全省范围内实施，由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由第一主编单位负责标准具体技术内容的解释。

湖南省住房和城乡建设厅

2021年9月18日

# 前 言

为促进建筑工业化的发展，根据《关于公布 2021 年湖南省工程建设地方标准制（修）订计划项目的通知》（湘建科函〔2020〕169 号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考国内外相关先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共 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；结构设计基本规定；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；叠合框架 - 现浇核心筒结构设计；预制构件数字化设计；构件制作、运输与堆放；施工安装；工程验收。

根据《住房和城乡建设部办公厅关于印发工程建设标准涉及专利管理办法的通知》（建办标〔2017〕3 号）的文件精神，本规程所采用的专利技术所有权为三一筑工科技股份有限公司及其关联公司，同意在公平、合理、无歧视基础上，收费许可任何单位或者个人实施其专利（装配式建筑结构体系 ZL201821527759.5；预制剪力墙体及装配式建筑结构体系 ZL201821527671.3；预制三明治墙体及装配式建筑结构体系 ZL201821531065.9；柱与柱连接组件和框架结构体系 ZL201821090866.6；预制柱壳、柱体和框架结构体系 ZL201821074056.1；预制梁壳、梁体和框架结构体系 ZL201821074068.4；一种预制柱与基础搭接连接节点 ZL201921696472.X），本规程的发布机构不承担任何与专利有关的法律责任。

本规程由湖南省住房和城乡建设厅归口管理，三一筑工科技股份有限公司负责具体技术内容的解释。各单位在执行过程中如有意见或建议，请寄送三一筑工科技股份有限公司（地址：北京市昌平区北清路 8 号，邮政编码：102206，电话：010-

60737244, 邮箱: sanypcm@sany.com.cn)。

本规程主编单位: 三一筑工科技股份有限公司  
湖南省建筑设计院集团有限公司

本规程参编单位: 湖南大学  
湖南省建设工程质量安全监督管理总站  
中国建筑第五工程局有限公司  
长沙经济技术开发区管委会自然资源和  
规划建设局  
湖南省土木建筑学会结构专业委员会  
湖南省住宅产业化促进会  
湖南紫竹源房地产有限公司  
湖南三一快而居住宅工业有限公司  
湖南三一工业职业技术学院  
湖南诚土建筑规划设计有限公司  
万众筑工科技有限公司  
湖南娄湘建筑产业化有限公司

本规程主要起草人员: 王四清 张 猛 陈 宇 马云飞  
马 钊 阳 超 李 涛 李 鹏  
吴大华 邓 鹏 庞玉栋 李志阔  
肖阿林 王伟胜 袁 钊 陈杰刚  
陈玖颖 虢 浩 李水生 欧阳仲贤  
徐 鑫 陈常青 刘祥南 王 亮  
白世焯 曹建锋 余金宝 艾辉军  
陈 明 张剑锋 孙海宾 王子明  
陈方家 王景龙 郭 剑 田开锋  
曾建军 何 威 高建文 蒋 菁  
杨 勇 曾 敏 巢聘余

本规程主要审查人员: 沈蒲生 朱晓鸣 张友亮 郭 健  
江山红 彭琳娜 杨红波

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	6
4	材料	8
4.1	钢筋、混凝土和钢材	8
4.2	连接材料	9
4.3	其它材料	10
5	建筑设计	11
5.1	一般规定	11
5.2	平面、立面、外墙设计	12
5.3	内装修、设备管线设计	12
6	结构设计基本规定	14
6.1	一般规定	14
6.2	预制构件设计	18
6.3	叠合楼盖设计	21
6.4	地下室叠合剪力墙设计	25
7	叠合框架结构设计	30
7.1	一般规定	30
7.2	构件设计	30
7.3	连接设计	33
8	叠合剪力墙结构设计	38
8.1	一般规定	38
8.2	构件设计	39
8.3	连接设计	43

8.4	多层叠合剪力墙结构设计	65
9	叠合框架-剪力墙结构设计	70
10	叠合框架-现浇核心筒结构设计	73
11	预制构件数字化设计	74
11.1	一般规定	74
11.2	设计要求	74
12	构件制作、运输与堆放	76
12.1	一般规定	76
12.2	原材料及制作准备	77
12.3	钢筋加工与预埋件	77
12.4	设备与模具	81
12.5	成型、养护及脱模	84
12.6	构件制作质量检验	86
12.7	预制构件检验	87
12.8	标识与产品合格证	94
12.9	堆放与运输	94
12.10	资料及交付	96
13	施工安装	98
13.1	一般规定	98
13.2	施工准备	98
13.3	构件安装与连接	99
14	工程验收	105
14.1	一般规定	105
14.2	预制构件	106
14.3	构件安装与连接	110
14.4	后浇混凝土	114
14.5	预制板密封与防水	115
14.6	混凝土结构子分部工程质量验收	116
	本规程用词说明	118
	引用标准名录	119
	附：条文说明	121

# Contents

1	General	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	4
3	Basic Requirements	6
4	Materials	8
4.1	Reinforcing Bar, Concrete and Steel	8
4.2	Connection Materials	9
4.3	Other Materials	10
5	Architectural Design	11
5.1	General Requirements	11
5.2	Elevation, Facade, Precast Concrete Facade Panel	12
5.3	Internal Fitting and Conduit Design	12
6	Basic Requirements of Structural Design	14
6.1	General Requirements	14
6.2	Component Design	18
6.3	Composite Slab Design	21
6.4	Basement Composite Wall Design	25
7	Composite Frame Structure Design	30
7.1	General Requirements	30
7.2	Component Design	30
7.3	Connection Design	33
8	Composite ShearWall Structure Design	38
8.1	General Requirements	38
8.2	Component Design	39
8.3	Connection Design	43

8.4	Multi-storey Composite ShearWall Structural Design	65
9	Composite Frame -ShearWall Structure Design	70
10	Composite Frame-Cast-in-Situ Tube Structure Design	73
11	Prefabricated Components Digital Design	74
11.1	General Requirements	74
11.2	Design Requirements	74
12	Manufacturing、 Storage and Transportation	76
12.1	General Requirements	76
12.2	Raw Materials and Production Preparation	77
12.3	Steel Processing and Embedded Parts	77
12.4	Equipment and Mould	81
12.5	Forming、 Curing and Demoulding	84
12.6	Quality Acceptance of Prefabricated Component Production	86
12.7	Prefabricated Component Inspection	87
12.8	Identification and Product certificate	94
12.9	Storage and Transportation	94
12.10	Data Management and Delivery	96
13	Construction and Installation	98
13.1	General Requirements	98
13.2	Construction Preparation	98
13.3	Component Installation and Connection	99
14	Quality Acceptance	105
14.1	General Requirements	105
14.2	Prefabricated Component	106
14.3	Component Installation and Connection	110
14.4	Cast-in-Situ Concrete	114
14.5	Sealing and Waterproofing	115
14.6	Quality Acceptance	116
	Explanation of Wording in This Specification	118
	List of Quoted Standards	119
	Addition; Explanation of Provisions	121

# 1 总 则

**1.0.1** 为促进我省装配式建筑健康发展，规范装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、方便施工、确保质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于湖南省民用建筑抗震设防烈度为6度和7度地区的装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构的设计、生产、运输、施工和质量验收。

**1.0.3** 装配整体式钢筋焊接网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、行业及湖南省现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

**2.1.1 装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构** assembled monolithic welded steel mesh composite concrete structure

全部或部分抗侧力构件采用钢筋焊接网叠合剪力墙、叠合柱的装配整体式混凝土结构，简称叠合结构。包括装配整体式叠合框架结构、装配整体式叠合剪力墙结构、装配整体式叠合框架-剪力墙结构和装配整体式叠合框架-现浇核心筒结构。

**2.1.2 装配整体式叠合框架结构** assembled monolithic composite frame structure

全部或部分框架柱采用叠合柱的装配整体式混凝土框架结构，简称叠合框架结构。

**2.1.3 装配整体式叠合剪力墙结构** assembled monolithic composite shearwall structure

全部或部分剪力墙采用叠合剪力墙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-剪力墙结构** assembled monolithic composite frame-shearwall structure

全部或部分叠合框架与叠合剪力墙或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。包括装配整体式叠合框架-叠合剪力墙结构和装配整体式叠合框架-现浇剪力墙结构；

装配整体式叠合框架-叠合剪力墙结构：全部或部分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；

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。

**2.1.5 装配整体式叠合框架-现浇核心筒结构** assembled monolithic composite frame-cast-in-situ tube structure

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

**2.1.6 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。

**2.1.7 夹心保温空腔预制墙构件** precast sandwich hollow wall panel

由成型钢筋笼、内侧带有保温层的外叶预制墙板、内叶预制墙板共同组成，中间为空腔的预制构件。其中外叶板不参与叠合受力，仅作为施工时的一侧模板或保温层的外保护板。

**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，在空腔内浇筑适当配合比的混凝土，通过必要的构造措施，使后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

由成型钢筋笼与周边混凝土一体制作而成的中空预制柱构件。

**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，并通过必要的构造措施，使后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

预制混凝土梁在现场与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。

### 2.1.12 叠合板 composite slab

预制混凝土板顶部在现场后浇混凝土而形成的整体受弯构件，简称叠合板。

### 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。

### 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、目字形网片，梁柱箍筋所用口字形、目字形、田字形网片，楼板所用钢筋网片等，简称焊接网。

### 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，实现全建设和使用周期数据流转、信息共享的设计方式。

### 2.1.16 混凝土粗糙面 concrete rough surface

预制构件结合面上的凹凸不平或骨料显露的表面，简称粗糙面。

### 2.1.17 全装修 decorated

所有功能空间的固定面装修和设备设施全部安装完成，达到建筑使用功能和建筑性能的状态。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 材料性能

$f_c$  —— 混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_t$  —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；

$f_y$ 、 $f_y'$  —— 普通钢筋抗拉、抗压强度设计值；

$f_{yv}$  —— 横向钢筋抗拉强度设计值。

### 2.2.2 作用和作用效应

$S$  —— 承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；

- $S_d$  —— 基本组合的效应设计值；  
 $S_c$  —— 各工况荷载标准组合的效应值；  
 $R_k$  —— 根据试验确定的拉结件承载力标准值；  
 $R_d$  —— 拉结件承载力设计值。

### 2.2.3 几何参数

- $c$  —— 保护层厚度；  
 $l_{ab}$  —— 纵向受拉钢筋的基本锚固长度；  
 $l_a$  —— 纵向受拉钢筋的锚固长度；  
 $l_{aE}$  —— 抗震设计时纵向受拉钢筋的锚固长度；  
 $d$  —— 纵向钢筋直径或附加钢筋直径。

### 2.2.4 计算系数及其他

- $K_c$  —— 安全系数；  
 $\gamma_{RE}$  —— 承载力抗震调整系数；  
 $l_a$  —— 纵向受拉钢筋的锚固长度；  
 $l_{aE}$  —— 抗震设计时纵向受拉钢筋的锚固长度；  
 $\gamma_0$  —— 结构重要性系数；  
 $\phi$  —— 钢筋的直径符号， $\phi 8$  表示直径为 8mm 的钢筋；  
 $\lambda_v$  —— 约束边缘构件配箍特征值。

## 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、设备和内装等专业之间的配合。

**3.0.2** 叠合结构建筑宜采用建筑信息模型（BIM）技术，实现全专业、全过程的信息化管理。

**3.0.3** 预制构件深化设计成果宜包括数字化成果，构件加工图设计成果的信息输出宜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、设备和内装等专业以及构件制作、运输和堆放、安装等各环节的综合要求。

**3.0.4** 应用叠合剪力墙的建筑外墙可采用保温结构一体化及保温装饰一体化成型构件，其性能及外观应满足建筑设计要求。

**3.0.5** 抗震设防的叠合结构，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。

**3.0.6** 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 叠合结构宜采用高强钢筋；
- 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。

**3.0.7** 叠合结构中的预制构件应符合下列规定：

- 1 遵循少规格、多组合原则；
- 2 应满足建筑使用功能、模数、标准化要求，并应进行优

化设计；

- 3 预制构件的连接部位宜设置在结构受力较小部位；
- 4 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，确定合理的公差要求；
- 5 应满足制作、运输、堆放、安装过程中的变形及承载力要求。

## 4 材 料

### 4.1 钢筋、混凝土和钢材

**4.1.1** 混凝土、钢筋及钢材的性能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、《钢结构设计规范》GB 50017、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。

**4.1.2** 钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。梁、柱和斜撑构件（含梯段）纵向受力钢筋应选用不低于400MPa级的热轧钢筋；墙钢筋宜选用不低于400MPa级的热轧钢筋；板钢筋宜采用不低于400MPa级的热轧钢筋，也可采用CRB550及CRB600H冷轧带肋钢筋，其性能应符合现行行业标准《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95的规定。

**4.1.3** 钢筋焊接网除应满足本规程外，尚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的规定。

**4.1.4** 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 1449.3的规定。

**4.1.5** 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。

**4.1.6** 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宜低于C40，且不应低于C30；竖向叠合构件后浇混凝土的强度等级不宜低于C30，且不宜高于C50，水平叠合构件后浇混凝土强度等级不应低于C30；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。

**4.1.7** 叠合剪力墙、夹心保温叠合剪力墙及叠合柱的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/T 283的规定；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。

**4.1.8** 夹心保温叠合剪力墙中宜采用不锈钢拉结件。一类和二类环境中，不锈钢钢材可采用统一数字代号为S316XX或S304XX系列的奥氏体型不锈钢，三类、四类及五类环境中宜采用S316XX系列的奥氏体型不锈钢，并应符合现行国家标准《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工棒》GB/T 4226、《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237、《不锈钢结构技术规程》CECS 410的规定。

**4.1.9** 不锈钢钢材的抗拉、抗压强度标准值应取其规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ ，不锈钢材料的抗力分项系数应取1.165，抗剪强度设计值可按其抗拉强度设计值的0.58倍采用。不锈钢材料的弹性模量可取 $1.93 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ，泊松比可取0.30，S316XX系列的不锈钢材料的线膨胀系数可取 $1.60 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 。

## 4.2 连接材料

**4.2.1** 钢筋机械接头性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定。

**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/m<sup>3</sup>。

**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/T 350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。

**4.3.4** 夹心保温叠合剪力墙中的保温材料、接缝处填充用保温材料的防火及燃烧性能应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624、《公共建筑节能设计标准》GB 50189和现行行业标准《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134的规定，其中接缝处填充用保温材料应满足A级要求，夹心保温叠合剪力墙中的保温材料不应低于B<sub>1</sub>级的要求。

## 5 建筑设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 叠合结构建筑的建筑、设备专业的设计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。

**5.1.2** 叠合结构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** 叠合结构建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB 50002和现行地方标准《湖南省装配式混凝土结构住宅统一模数标准》DBJ 43/T 331的规定，设计宜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。

**5.1.4** 叠合结构建筑设计应符合现行行业标准《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229和现行地方标准《湖南省绿色建筑设计标准》DBJ 43/T 006的规定。

**5.1.5** 采用叠合结构的住宅建筑宜采用全装修，内装系统宜与结构系统、外围护系统、设备与管线系统一体化设计。

**5.1.6** 叠合结构建筑应进行技术策划，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** 叠合结构建筑设计宜采用模块化设计方法，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。

**5.1.8** 叠合结构建筑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** 叠合结构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、工艺要求合理布局，符合叠合结构建筑的特点；
- 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** 叠合结构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结构建筑的工业化特点，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 叠合结构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** 叠合结构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；所选用的接缝材料及构造应满足防水、防渗、抗裂、耐久等要求；接缝材料应与外墙板具有相容性；外墙板在正常使用下，接缝处的弹性密封材料不应破坏；
- 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。

## 5.3 内装修、设备管线设计

**5.3.1** 叠合结构建筑宜采用建筑信息模型（BIM）技术进行设备

管线综合设计，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。

**5.3.2** 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。

**5.3.3** 叠合结构建筑宜采用装配式楼地面、墙面、吊顶等部品系统。

**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，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 结构设计基本规定

### 6.1 一般规定

6.1.1 乙类及丙类叠合结构房屋的最大适用高度应符合表6.1.1的规定。

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
叠合框架结构		60	50
叠合剪力墙结构		130	110
叠合框架 - 剪力墙结构	叠合框架 - 叠合剪力墙结构	120	110
	叠合框架 - 现浇剪力墙结构	130	120
叠合框架 - 现浇核心筒结构		150	130
部分框支叠合剪力墙结构		110	90

注: 1 房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度(不包括局部突出屋顶部分);

2 表中叠合框架, 不包括叠合异形柱框架。

6.1.2 抗震设防烈度为6度、7度的叠合剪力墙结构, 其对应的房屋高度分别超过100m、90m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; 当超过时, 叠合剪力墙水平接缝处受剪、压弯及拉弯承载力应满足中震不屈服要求;

3 叠合剪力墙墙肢轴压比限值按照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中相同抗震等级的剪力墙墙肢轴压比限值降低0.05;

4 当叠合剪力墙结构房屋高度超过100m时, 应按现行国

家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定进行结构抗震性能化设计。

**6.1.3** 叠合结构的平面布置及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》JGJ 1的规定。

**6.1.4** 高层叠合结构的高宽比不宜超过表6.1.4的数值。

**表 6.1.4 高层叠合结构适用的最大高宽比**

结构类型	抗震设防烈度
	6度、7度
叠合框架结构	4
叠合剪力墙结构	6
叠合框架-剪力墙结构	6

**6.1.5** 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。标准设防类叠合结构建筑的抗震等级，应符合表6.1.5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》GB 50011和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。

**表 6.1.5 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		二			二		一

续表 6.1.5

结构类型		设防烈度						
		6度		7度			8度	
叠合框架 - 现浇核心 筒结构	框架	三		二			一	
	核心筒	二		二			一	
部分框支 叠合剪力 墙结构	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
	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。

**6.1.6** 符合本规程要求的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。

**6.1.7** 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。

**6.1.8** 使用叠合楼板时，宜计入楼板作为翼缘对梁刚度和承载力的影响。梁截面受压区有效翼缘计算宽度可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定执行；也可采用梁刚度增大系数法近似计算，可根据翼缘情况近似取为 1.3~2.0。

**6.1.9** 高层叠合结构中，楼盖应符合下列规定：

1 结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的楼层宜采用现浇楼盖；

2 屋面层宜采用现浇楼盖结构。当采用叠合楼盖时，楼板的后浇混凝土叠合层厚度不应小于 100mm，且后浇层内应采用双向通长配筋，钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm。

**6.1.10** 高层叠合结构应符合下列规定：

- 1 当设置地下室时，地下室宜采用现浇混凝土；
- 2 剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土；
- 3 框架结构的首层柱宜采用现浇混凝土；
- 4 当底部加强部位的剪力墙、框架结构的首层柱采用预制混凝土时，应采取可靠技术措施。

**6.1.11** 带转换层的叠合结构应符合下列规定：

- 1 当采用部分框支剪力墙结构时，底部框支层不宜超过2层，且底部加强部位应采用现浇结构；
- 2 对于其他带转换层的叠合结构，其转换梁和转换柱宜采用现浇混凝土结构。

**6.1.12** 叠合梁、叠合柱及叠合剪力墙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》GB 50010的规定。

**6.1.13** 叠合梁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》JGJ 1的规定。

**6.1.14** 在抗震设计状况下，叠合柱水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

当预制柱受压时：

$$V_{\text{uE}} = 0.8N + 0.04 f_c A_c + 1.65 A_{\text{sd}} \sqrt{f_c f_y} \quad (6.1.14-1)$$

当预制柱受拉时：

$$V_{\text{uE}} = 1.65 A_{\text{sd}} \sqrt{f_c f_y \left[ 1 - \left( \frac{N}{A_{\text{sd}} f_y} \right)^2 \right]} \quad (6.1.14-2)$$

式中： $f_c$  —— 预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_y$  —— 垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

$N$  —— 与剪力设计值相应的垂直于结合面的轴向力设计值，取绝对值进行计算；

- $A_c$  —— 叠合柱端截面后浇混凝土截面面积；  
 $A_{sd}$  —— 垂直穿过结合面所有钢筋的面积；  
 $V_{uE}$  —— 地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

**6.1.15** 在地震设计状况下，叠合剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

抗震等级为一级时：

$$V_{uE} = 0.8N + 0.6f_y A_{sd} \quad (6.1.15-1)$$

抗震等级为二级、三级及四级时：

$$V_{uE} = 0.8N + 0.04f_c A_c + 0.6f_y A_{sd} \quad (6.1.15-2)$$

- 式中： $f_c$  —— 预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；  
 $f_y$  —— 垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；  
 $N$  —— 与剪力设计值相应的垂直于结合面的轴向力设计值，压力时取正值，拉力时取负值；  
 $A_c$  —— 叠合剪力墙端截面后浇混凝土截面面积；  
 $A_{sd}$  —— 垂直穿过结合面且在墙体中有足够锚固长度的钢筋面积；  
 $V_{uE}$  —— 地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

**6.1.16** 抗震设计时，叠合结构构件及节点的承载力抗震调整系数应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定，预埋件锚筋截面计算的承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}$ 应取1.0。

## 6.2 预制构件设计

**6.2.1** 预制构件在制作、运输和堆放、安装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》GB 50666和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规范

程》JGJ 1的规定。

**6.2.2** 预制构件的保护层厚度 $c$ 应取钢筋网片外边缘至构件表面最小距离（图6.2.2），保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

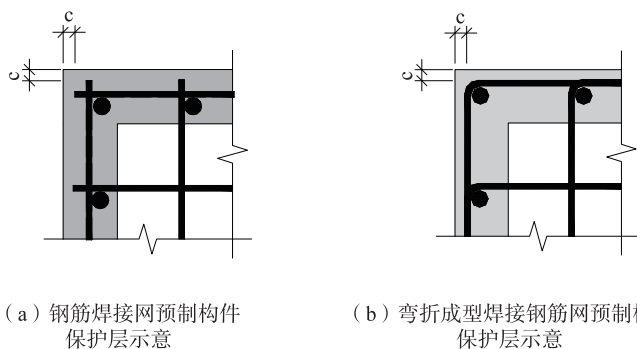
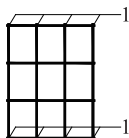


图6.2.2 预制构件保护层厚度示意

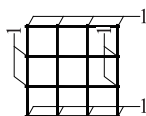
**6.2.3** 框架柱、梁及剪力墙边缘构件的箍筋宜采用封闭复合箍，也可采用钢筋焊接网；当采用焊接钢筋网时，应符合本规程6.2.4条的规定。

**6.2.4** 钢筋焊接网的焊接连接应符合下列规定：

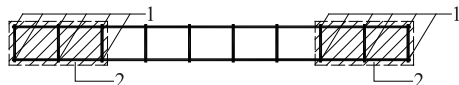
- 1 网片中钢筋对接焊接时，连接节点应满足等强要求；
- 2 用于叠合梁箍筋的焊接网片，上下端采用钢筋垂直焊接连接时，连接点应满足等强要求（图6.2.4 a）；
- 3 用于叠合柱箍筋的焊接网片，外围采用钢筋垂直焊接连接时，连接点应满足等强要求（图6.2.4 b）；
- 4 兼做剪力墙约束边缘构件箍筋的焊接网片，约束边缘构件范围内的箍筋垂直焊接连接，连接点应满足等强要求（图6.2.4 c）；
- 5 兼做剪力墙构造边缘构件箍筋的焊接网片，靠近墙肢端部角点处箍筋的垂直焊接连接，连接点应满足等强要求（图6.2.4 d）。



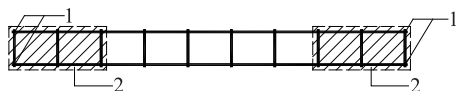
(a) 叠合梁箍筋焊接网片



(b) 叠合柱箍筋焊接网片



(c) 剪力墙约束边缘构件箍筋焊接网片



(d) 剪力墙构造边缘构件箍筋焊接网片

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

### 6.2.5 成型钢筋笼应符合下列规定：

- 1 成型钢筋笼应具有一定刚度，并应在预制构件内可靠锚固；
- 2 成型钢筋笼中的钢筋焊接网片应位于最外侧；
- 3 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。

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

6.2.7 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，应根据构件受力和对构件削弱情况，采取增设补强

钢筋等加强措施。

**6.2.8** 用于固定连接件的预埋件与预埋吊件、临时支撑用预埋件不宜兼用；当兼用时，应同时满足各种设计工况要求。预制构件中预埋件的验算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《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。

**6.2.9** 预制构件中吊点数量及位置应根据预制构件尺寸、形状、重量及起吊方式通过计算确定，并应符合下列规定：

- 1 吊点宜围绕预制构件重心对称布置且均匀受力；
- 2 吊点布置应避免吊具与预制构件钢筋发生碰撞；
- 3 吊点位置应设置明显标识；
- 4 吊点位置的承载力应通过试验确定，其安全系数应符合

现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。

**6.2.10** 预制构件在制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数宜取1.5；构件制作和安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取1.2。

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

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

**6.2.12** 叠合楼板施工阶段验算时，施工活荷载应根据施工时的实际情况考虑，且不宜小于 $1.5\text{kN/m}^2$ 。

### 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桁架钢筋混凝土预制板、预应力混凝土预制板、混凝土空心预制板

等形式；叠合梁的预制梁可采用矩形截面预制梁、凹口截面预制梁、U形截面预制梁及双皮截面预制梁等形式。

**6.3.2** 叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定进行设计，并应符合下列规定：

1 叠合板的预制板厚度不宜小于60mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于60mm；

2 跨度大于3m的叠合板，宜采用桁架钢筋混凝土叠合板；

3 跨度大于6m的叠合板，宜采用预应力混凝土预制板；

4 板厚大于180mm的叠合板，宜采用混凝土空心板；

5 当叠合板的预制板采用空心板时，板端空腔应封堵。

**6.3.3** 桁架钢筋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/T 51231及现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。

**6.3.4** 桁架钢筋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。

**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（图6.3.5 a）。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；

2 凹口叠合梁（图6.3.5 b）。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；

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

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

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。

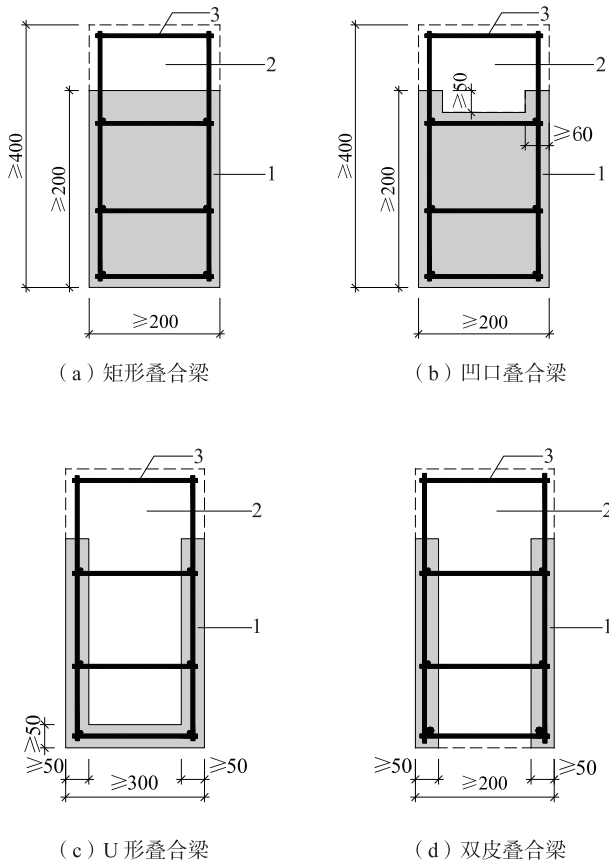


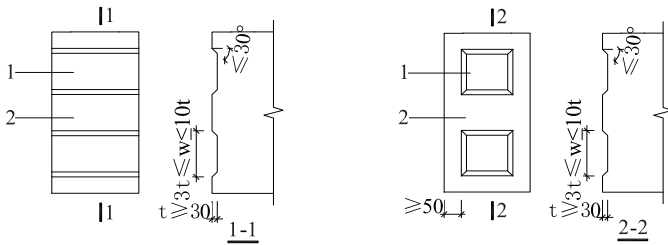
图6.3.5 叠合梁截面示意

1—预制梁；2—后浇混凝土；3—成型钢筋笼

**6.3.6** 预制梁、预制板与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面、键槽，并应符合下列规定：

- 1 预制板与后浇混凝土之间的结合面应设置粗糙面，粗糙面的面积不宜小于结合面的80%，粗糙面的凹凸深度不应小于4mm；
- 2 预制梁与后浇混凝土之间的结合面应设置粗糙面；矩形

截面预制梁和凹口截面预制梁的端面应设置键槽（图6.3.6）且宜设置粗糙面。粗糙面的面积不宜小于结合面的80%，粗糙面的凹凸深度不应小于6mm。键槽的深度 $t$ 不宜小于30mm，宽度 $w$ 不宜小于深度的3倍且不宜大于深度的10倍；键槽可贯通截面，当不贯通时槽口距离截面边缘不宜小于50mm，键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面倾角不宜大于 $30^\circ$ 。



(a) 键槽贯通截面

(b) 键槽不贯通截面

图6.3.6 梁端键槽构造示意

1—键槽；2—梁端面

**6.3.7 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；洞口周边应配置附加纵向钢筋和附加箍筋（图6.3.7），并应符合计算及构造要求。

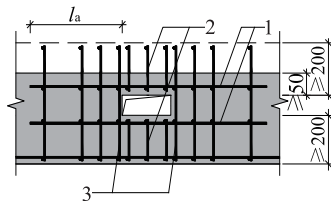


图6.3.7 叠合梁洞口周边配筋构造示意

洞口上、下附加纵向钢筋；2—洞口上、下附加箍筋；3—洞口两侧附加箍筋

## 6.4 地下室叠合剪力墙设计

6.4.1 无上部剪力墙和普通地下室内墙及地下室外墙可采用叠合剪力墙。

6.4.2 地下室叠合剪力墙应符合本规程第8章的规定。

6.4.3 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 $b_w$ 不应小于250mm，不宜小于300mm。迎水面预制墙板厚度不宜小于80mm，背水面预制墙板厚度不宜小于60mm；后浇筑混凝土空腔厚度不宜小于120mm（图6.4.3 a）；

2 空腔预制墙构件的顶部和底部与现浇混凝土结合面应设置粗糙面，粗糙面凹凸深度不应小于6mm且粗糙面的面积不宜小于结合面的80%；

3 空腔预制墙构件内表面与后浇混凝土结合面应设置粗糙面，也可设置键槽，设置粗糙面时，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%；设置键槽时（图6.4.3 b），键槽深度 $t$ 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 $30^\circ$ ，键槽应垂直于地下室叠合外墙主受力方向通长设置；

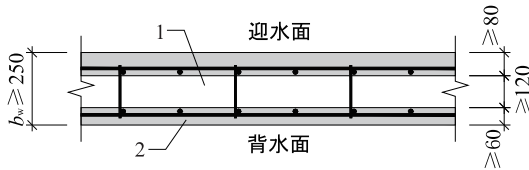


图6.4.3 a 地下室叠合外墙平面图

1—空腔部分；2—空腔预制墙构件；c—粗糙面

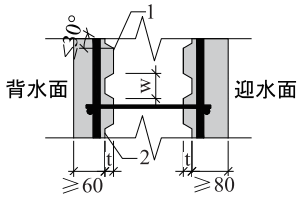


图6.4.3 b 地下室叠合外墙键槽构造示意

1—空腔预制墙构件内表面；2—键槽

4 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》GB 50010和《地下工程防水技术规范》GB 50108的规定；

5 地下室叠合外墙受力钢筋的配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中受弯构件的最小配筋率要求；

6 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；

7 地下室叠合外墙水平钢筋宜放置在竖向钢筋外侧。

6.4.4 地下室叠合外墙应结合地下室平面布置、构件制作、运输和堆放、安装等因素，综合确定适宜的空腔预制墙构件尺寸和构件拼缝位置，并宜采用大尺寸空腔预制墙构件。

6.4.5 地下室叠合外墙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的规定。

6.4.6 地下室叠合外墙拼缝宽度不宜小于10mm；在外墙一字形连接处或L形连接处（图6.4.6），空腔内应设置附加成型钢筋笼，且应符合下列规定：

1 附加成型钢筋笼伸入每侧空腔预制墙构件空腔内的尺寸不应小于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4根直径为10mm的钢筋，L形连接处的附加成型钢筋笼竖向钢筋不应少于8根直径为10mm的钢筋；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 $1.2 l_a$ 。

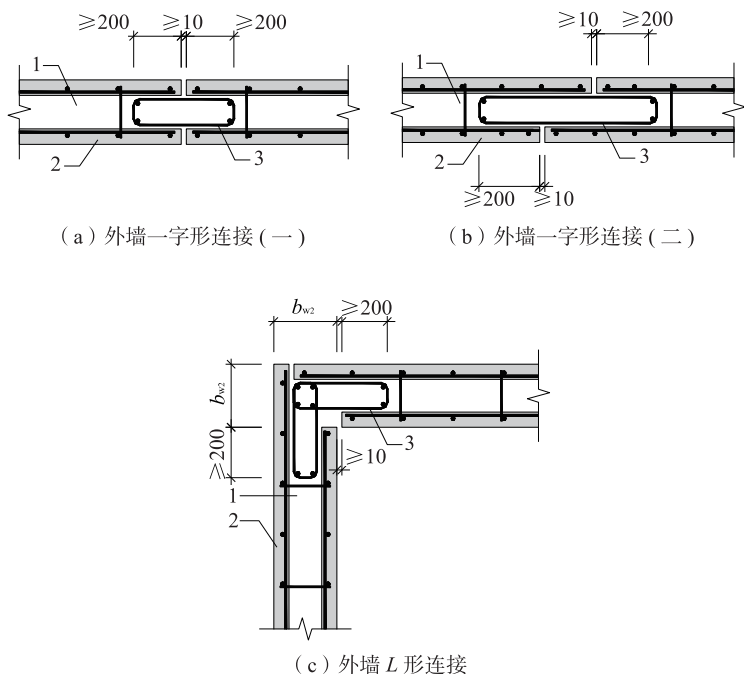


图6.4.6 叠合地下室外墙竖向拼缝构造示意

1—空腔部分；2—空腔预制墙构件；3—附加成型钢筋笼

6.4.7 地下室叠合外墙与基础水平接缝处，基础底板宜预留竖向钢筋（图6.4.7 a）或临土侧预制墙板竖向钢筋弯折锚入基础（图6.4.7 b），并应符合下列规定：

1 地下室叠合外墙底部接缝高度不宜小于50mm，接缝处现浇混凝土应浇筑密实；

2 当采用基础预留竖向钢筋做法时, 在先浇筑完成的基础混凝土上表面应设置凹凸深度不小于6mm的粗糙面, 并在地下室叠合外墙与基础水平接缝处采取设置膨胀止水条等防水措施;

3 地下室叠合外墙底部接缝应进行受弯承载力计算及裂缝宽度验算, 并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定;

4 当采用基础底板预留竖向钢筋做法时, 墙体支座处受弯承载力计算及裂缝宽度验算时, 竖向受拉钢筋计算面积不应包含地下室叠合外墙临土侧预制墙板竖向分布钢筋面积。临土侧预留竖向钢筋直径、间距及伸入空腔预制墙构件空腔内长度 $L$ 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:

$$c = t_w + 10 \quad (6.4.7)$$

式中:  $t_w$ ——地下室叠合外墙临土侧预制墙板厚度(mm)。

5 预留竖向钢筋与空腔预制墙构件内表面间净距不宜大于10mm。

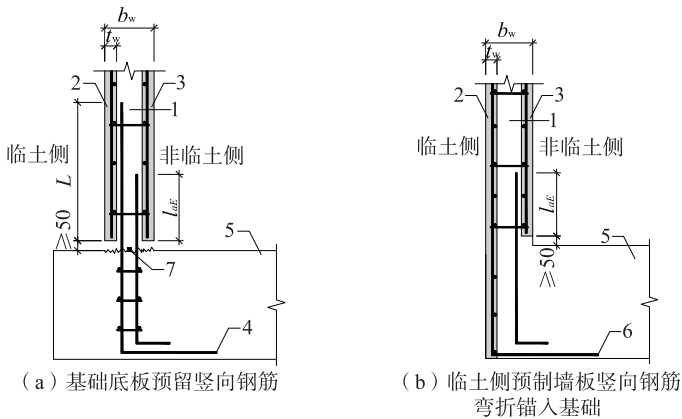


图6.4.7 地下室叠合外墙与基础连接节点示意

1—空腔部分; 2—临土侧预制墙板; 3—非临土侧预制墙板; 4—预留竖向钢筋;

5—基础; 6—预制墙板外伸钢筋; 7—膨胀止水条

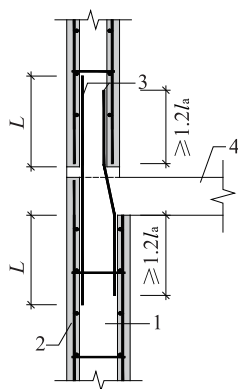
**6.4.8** 地下室叠合外墙上下层宜采用相同的截面厚度，也可采用不同的截面厚度（图6.4.8），并应符合下列规定：

1 地下室叠合外墙接缝应进行受弯承载力计算及裂缝宽度验算，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 临土侧竖向连接钢筋直径、间距及伸入空腔预制墙构件空腔内长度 $L$ 应根据计算确定；

3 非临土侧竖向连接钢筋与空腔预制墙构件内竖向钢筋采用搭接连接，搭接长度不应小于 $1.2 l_a$ ，直径不应小于对应位置空腔预制墙构件内竖向钢筋直径，间距不应大于空腔预制墙构件内竖向钢筋间距；

4 竖向连接钢筋与空腔预制墙构件内壁间净距不宜大于10mm。



**图6.4.8** 地下室叠合外墙变截面处连接节点示意

1—空腔部分；2—空腔预制墙构件；3—竖向连接钢筋；4—楼板

## 7 叠合框架结构设计

### 7.1 一般规定

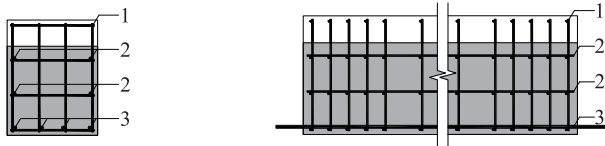
7.1.1 除本规程另有规定外，叠合框架结构可按现浇混凝土框架结构进行设计。

7.1.2 对一、二、三级抗震等级的叠合框架，应进行梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算；对四级抗震等级可不进行验算。梁柱节点核心区受剪承载力验算和构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定。

### 7.2 构件设计

7.2.1 预制梁的成型钢筋笼（图7.2.1）由焊接箍筋网片或弯折成型箍筋网片和梁纵向钢筋组成，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叠合梁预制部分的长度应满足锚固要求；
- 4 梁侧面纵向构造钢筋可不伸出叠合梁预制部分。



(a) 梁成型钢筋笼截面

(b) 梁成型钢筋笼剖面

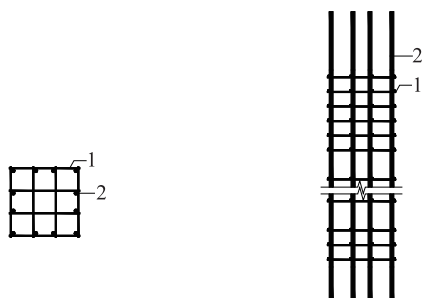
图7.2.1 预制梁成型钢筋笼示意

1—箍筋网片；2—梁侧面纵向构造钢筋；3—梁下部纵向受力钢筋

7.2.2 预制梁设计尚应符合本规程第6.3节的规定。

7.2.3 空腔预制柱构件的成型钢筋笼（图7.2.3）由焊接箍筋网片或弯折成型箍筋网片和柱纵向钢筋组成，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

(b) 柱成型钢筋笼剖面

图7.2.3 空腔预制柱成型钢筋笼示意

1—柱箍筋网片；2—柱纵向钢筋

7.2.4 空腔预制柱构件应符合下列规定（图7.2.4）：

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

2 空腔预制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，粗糙面的面积不宜小于结合面的80%；

3 空腔预制柱构件纵向受力钢筋直径不宜小于20mm，纵向受力钢筋间距不宜大于200mm且不应大于400mm。

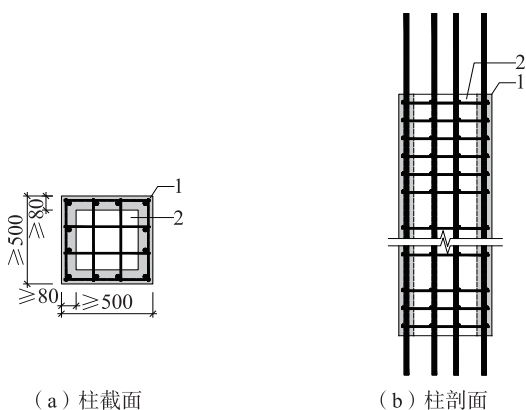


图7.2.4 空腔预制柱构件示意

1—预制部分；2—空腔部分

**7.2.5** 当采用多节一体空腔预制柱构件时，各节预制柱间钢筋外露部分宜采取临时加强措施，加强措施可采用布置交叉斜筋等形式（图7.2.5）。

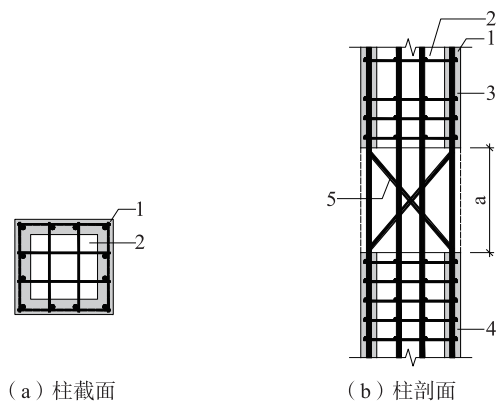


图7.2.5 双层空腔预制柱构件示意

1—预制部分；2—空腔部分；3—上层空腔预制柱构件；4—下层空腔预制柱构件；  
5—加强措施； $a$ —梁柱节点区高度

## 7.3 连接设计

**7.3.1** 叠合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，现浇段内柱纵向钢筋宜采用机械连接接头（图7.3.1），现浇段及连接接头构造应符合下列规定：

1 下层叠合柱纵向钢筋应贯穿现浇梁柱节点区后与上层叠合柱纵向钢筋在现浇段内连接，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 纵向钢筋可在同一高度机械连接，接头应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107中 I 级接头的规定；

3 纵向钢筋机械连接接头净距不应小于25mm；

4 纵向钢筋机械连接接头套筒上下端第一道箍筋距离套筒端部不应大于50mm，箍筋间距不宜大于75mm，不应大于100mm。

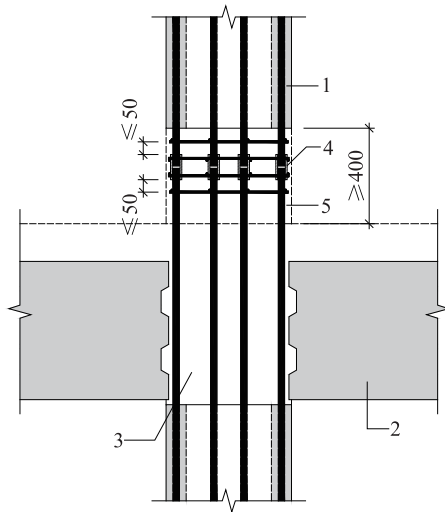
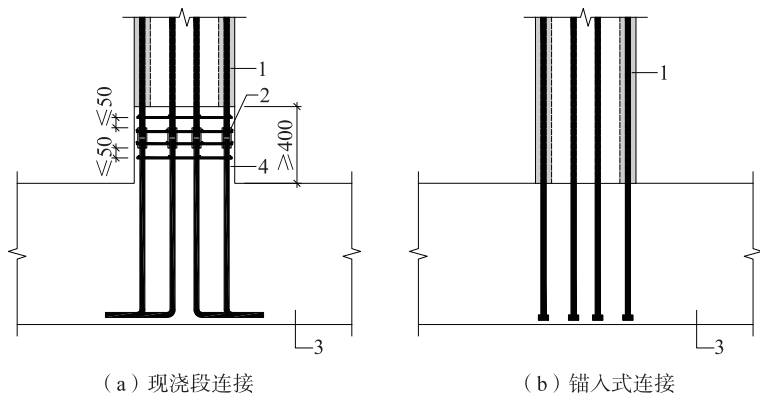


图7.3.1 叠合柱竖向连接构造示意

1—叠合柱；2—叠合梁；3—现浇梁柱节点区；4—机械连接接头；5—混凝土现浇段

**7.3.2** 叠合柱与基础竖向连接可采用混凝土现浇段连接（图 7.3.2 a），混凝土现浇段宜设置在基础顶面处，现浇段内柱纵向钢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 7.3.1 条的规定；也可采用锚入式连接（图 7.3.2 b），柱纵向钢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》GB 50010 的规定。



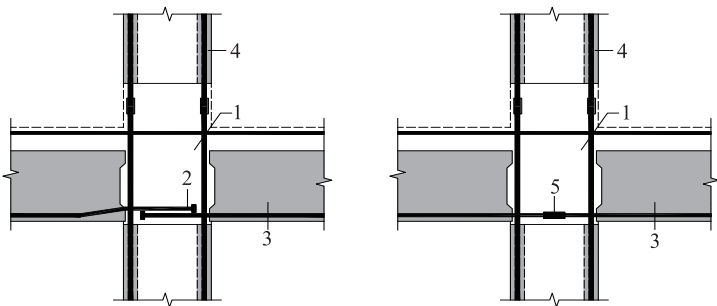
**图7.3.2 叠合柱与基础竖向连接构造示意**

1—叠合柱；2—机械连接接头；3—基础；4—混凝土现浇段

**7.3.3** 梁、柱纵向钢筋在现浇梁柱节点区内采用直线锚固、弯钩或机械锚固的方式时，其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；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 的规定。

**7.3.4** 采用叠合柱及叠合梁的装配整体式框架节点，梁纵向钢筋应伸入现浇梁柱节点区内锚固或连接，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钢筋宜分别锚固在现浇梁柱节点区内（图 7.3.4-1a）；也可采用机械连接或焊接的方式直接连接（图 7.3.4-1b）；梁上部纵向钢筋应贯穿现浇梁柱节点区；



(a) 梁下部纵向钢筋锚固

(b) 梁下部纵向钢筋连接

图7.3.4-1 叠合柱及叠合梁框架中间层中节点构造示意

1—现浇梁柱节点区；2—梁下部纵向钢筋锚固；3—叠合梁；4—叠合柱；  
5—梁下部纵向钢筋连接

2 对框架中间层端节点，当柱截面尺寸不满足梁纵向钢筋的直线锚固要求时，宜采用锚固板等机械锚固措施（图7.3.4-2），也可采用90°弯折锚固；

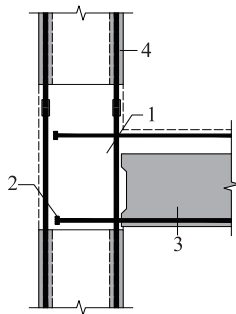
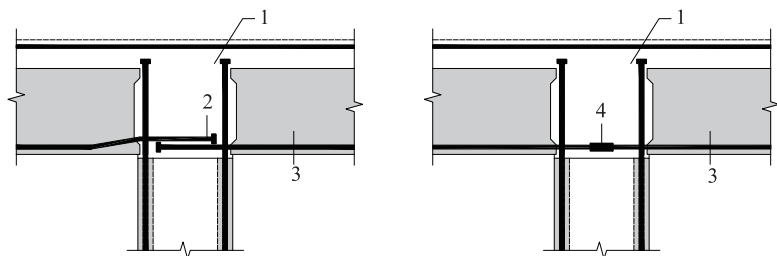


图7.3.4-2 叠合柱及叠合梁框架中间层端节点构造示意

1—现浇梁柱节点区；2—梁纵向钢筋锚固；3—叠合梁；4—叠合柱

3 对框架顶层中节点，梁纵向钢筋的构造应符合本条第1款的规定。柱纵向钢筋宜采用直线锚固，也可采用锚固板等机械锚固措施（图7.3.4-3）。



(a) 梁下部纵向钢筋锚固

(b) 梁下部纵向钢筋连接

图7.3.4-3 叠合柱及叠合梁框架顶层中节点构造示意

1—现浇梁柱节点区；2—梁下部纵向钢筋锚固；3—叠合梁；

4—梁下部纵向钢筋连接

4 对框架顶层端节点，梁下部纵向钢筋应锚固在现浇梁柱节点区内，且宜采用锚固板等机械锚固措施，梁、柱其他纵向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钢筋锚固要求（图 7.3.4-4a），柱纵向钢筋宜采用锚固板等机械锚固措施，锚固长度不应小于  $0.6l_{aE}$ ，且应伸至柱顶。伸出段内箍筋直径不应小于  $d_1/4$ ， $d_1$  为柱纵向钢筋的最大直径；伸出段内箍筋间距不应大于  $5d_2$ ， $d_2$  为柱纵向钢筋最小直径，且不应大于 100mm；梁纵向钢筋应锚固在现浇梁柱节点区内，且宜采用锚固板等机械锚固措施，锚固长度不应小于  $0.6l_{aE}$ ，且应伸至柱外侧纵向钢筋内侧。
- 2) 柱外侧纵向钢筋也可与梁上部纵向钢筋在现浇梁柱节点区搭接（图 7.3.4-4b），搭接长度不应小于  $1.7l_{aE}$ ，其构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；柱内侧纵向钢筋宜采用锚固板等机械锚固措施。

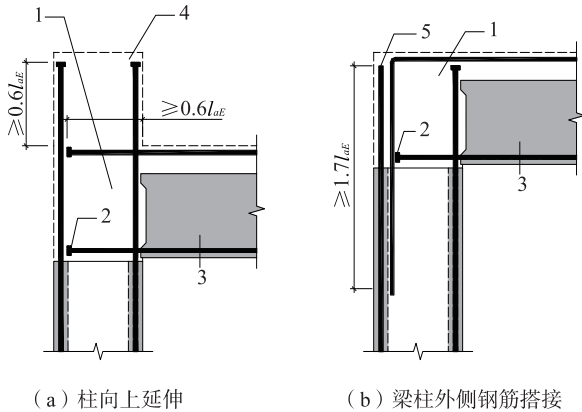


图7.3.4-4 叠合柱及叠合梁框架顶层边节点构造示意

1—现浇梁柱节点区；2—梁下部纵向钢筋锚固；3—叠合梁；4—柱延伸段；  
5—梁柱外侧钢筋搭接

**7.3.5** 当采用U形叠合梁时，梁下部纵向钢筋宜设置在空腔底部，并宜采取可靠限位措施（图7.3.5），钢筋在节点核心区的锚固及连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

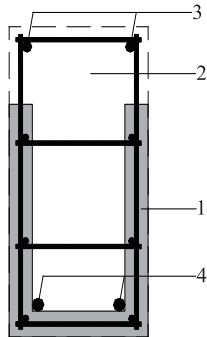


图7.3.5 U形叠合梁下部纵向钢筋配置示意

1—预制梁；2—空腔部分；3—叠合梁上部纵向钢筋；4—叠合梁下部纵向钢筋

## 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** 叠合剪力墙结构的布置应符合下列规定：

- 1 应沿两个方向布置剪力墙；
- 2 剪力墙平面布置宜简单、规则，自下而上宜连续布置，避免层间侧向刚度突变；
- 3 剪力墙门窗洞口宜上下对齐、成列布置，形成明确的墙肢和连梁；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，结构全高均不宜采用洞口局部重叠的叠合错洞墙。

**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。

**8.1.3** 高层建筑的叠合剪力墙及夹心保温叠合剪力墙承重部分

的墙肢截面厚度不宜小于200mm。

**8.1.4** 楼层内相邻叠合剪力墙之间的水平连接钢筋宜在现浇混凝土内直线锚固或弯折锚固，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

**8.1.5** 叠合剪力墙洞口及其补强措施应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定，且补强钢筋宜与同方向空腔预制墙构件分布钢筋网片同层平行布置（图8.1.5）。

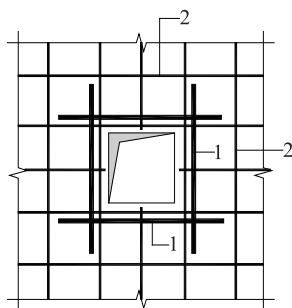


图8.1.5 叠合剪力墙洞口补强钢筋

1—洞口补强钢筋；2—分布钢筋网片

## 8.2 构件设计

**8.2.1** 含门窗洞口的空腔预制墙构件（图8.2.1）及夹心保温空腔预制墙构件应符合下列规定：

1 洞口上方边距 $b_2$ 、洞口至墙板侧边距 $a_1$ 均不宜小于250mm；

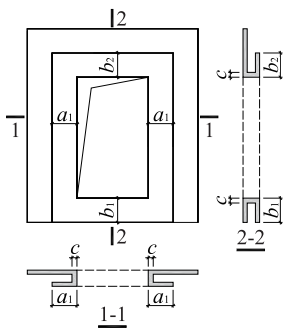
2 窗下墙预制时，洞口至墙板底边高度 $b_1$ 不宜小于250mm；

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；

4 门窗洞口的内框可在工厂完成混凝土封边，且封边厚度 $c$ 不宜小于60mm；

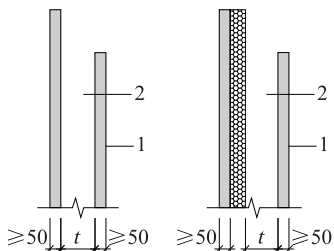
5 门窗洞口尺寸较大的构件在制作、运输和堆放、安装过

程中，宜在洞口周边的薄弱部位设置加强措施。



**图8.2.1** 舍门窗洞口空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件尺寸要求  
 $a_1$ —洞口至墙板侧边距； $b_1$ —洞口至墙板底边高度； $b_2$ —洞口至内叶墙板顶边高度；  
 $c$ —洞口封边厚度

**8.2.2** 空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件的单叶预制墙板厚度不应小于50mm。对于空腔预制墙构件，空腔宽度 $t$ 不应小于100mm；对于夹心保温空腔预制墙构件，空腔宽度 $t$ 不应小于150mm（图8.2.2）。



**图8.2.2** 空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件厚度要求  
 1—空腔预制墙构件的单叶预制墙板；2—空腔部分； $t$ —空腔宽度

**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** 空腔预制墙构件宜采用成型钢筋笼（图8.2.4），并应符合下列规定：

1 成型钢筋笼内梯子形钢筋网片中纵向钢筋、水平横筋应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定；

2 墙体竖向分布钢筋应置于梯子形钢筋网片中纵向钢筋内侧；

3 墙体最下层梯子形钢筋网片至墙体底端距离 $a_4$ 不宜大于30mm，最上层梯子形钢筋网片至墙体顶端距离 $a_2$ 不宜大于100mm，并应满足钢筋保护层厚度要求；

4 沿墙肢长度方向梯子形钢筋网片中钢筋端头保护层厚度 $c$ 不应小于15mm，且不宜大于30mm；

5 梯子形钢筋网片之间的竖向间距 $a_3$ 不宜大于200mm；

6 上下层空腔预制墙构件的竖向连接钢筋保护层厚度不大于 $5d$ 时，连接钢筋高度范围内，梯子形钢筋网片的间距不应大于 $10d$ ，且不应大于100mm， $d$ 为连接钢筋直径；

7 梯子形钢筋网片中水平横筋直径不宜小于6mm，间距 $a_1$ 不宜大于600mm。

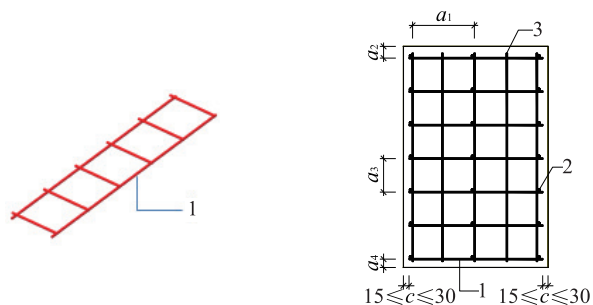


图8.2.4 空腔预制墙构件成型钢筋笼构造

1—梯子形钢筋网片；2—水平横筋；3—墙体竖向分布钢筋；

$c$ —梯子形钢筋网片端头保护层厚度；

$a_1$ —梯子形钢筋网片水平横筋间距； $a_2$ —梯子形钢筋网片至墙体顶端距离；

$a_3$ —梯子形钢筋网片间距； $a_4$ —梯子形钢筋网片至墙体底端距离

## 8.2.5 空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件应进行制

作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的承载力计算及裂缝控制验算；夹心保温叠合剪力墙拉结件还应进行持久设计状况下的承载力计算、变形及裂缝控制验算和地震设计状况下的承载力计算，并应符合下列规定：

1 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定；

2 夹心保温空腔预制墙构件外叶板内应配置单层双向钢筋网片，钢筋直径不宜小于6mm，钢筋间距不宜大于200mm，钢筋网片应置于外叶板厚度中部；

3 夹心保温空腔预制墙构件宜采用不锈钢拉结件，拉结件数量及布置应通过计算确定，宜采用承重拉结件与限位拉结件相结合的布置方式；每片墙板内应至少布置2个竖向承重拉结件，1~2个水平承重拉结件；同一方向的承重拉结件应平行布置在同一直线上，竖向设置的承重拉结件宜布置在墙体顶端；限位拉结件宜均匀布置且间距不应大于600mm，并应在空腔预制墙构件内可靠锚固；

4 在正常使用极限状态下，夹心保温叠合剪力墙的外叶板应分别按不同的设计要求，采用荷载的标准组合并考虑长期作用的影响或准永久组合并考虑长期作用的影响，采用下列极限状态设计表达式进行验算：

$$S \leq C \quad (8.2.5-1)$$

式中： $S$  —— 正常使用极限状态荷载组合的效应设计值；

$C$  —— 夹心保温叠合剪力墙外叶板达到正常使用要求的规定限值，例如挠度、裂缝宽度等，其挠度限值为外叶板面外支座间距的 1/250，最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5 夹心保温空腔预制墙构件的拉结件应根据下列规定进行短暂设计状况的承载力计算，夹心保温叠合剪力墙的拉结件应根据下列规定进行持久设计状况及地震设计状况下的承载力计算。

1) 短暂设计状况下宜按下式进行计算：

$$K_c S_c \leq R_k \quad (8.2.5-2)$$

式中： $K_c$  —— 安全系数，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 取值；

$S_c$  —— 各工况荷载标准组合的效应设计值，按本条第 1 款要求取值；

$R_k$  —— 根据试验确定的拉结件承载力标准值。

2) 持久设计状况下宜按下式进行计算：

$$\gamma_0 S \leq R_d \quad (8.2.5-3)$$

$$R_d = R_k / 2 \quad (8.2.5-4)$$

3) 地震设计状况下宜按下式进行计算：

$$S \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (8.2.5-5)$$

$$R_d = R_k / 2 \quad (8.2.5-6)$$

式中： $\gamma_0$  —— 拉结件重要性系数；宜与主体结构相同，且不应小于 1.0；

$S$  —— 承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；对持久设计状况应按作用的基本组合计算；对地震设计状况应按作用的地震组合计算；

$R_k$  —— 根据试验确定的拉结件承载力标准值；

$R_d$  —— 拉结件承载力设计值；

$\gamma_{RE}$  —— 拉结件承载力抗震调整系数，取 1.0。

## 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（图8.3.1），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。

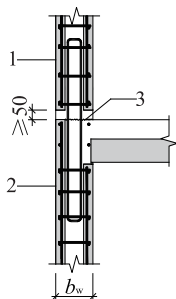


图8.3.1上下层叠合剪力墙水平接缝

1—上层叠合剪力墙；2—下层叠合剪力墙；3—粗糙面

**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** 边缘构件的竖向钢筋应采用逐根搭接连接（图8.3.2-1），搭接长度不应小于 $1.6l_{aE}$ ，连接钢筋与被连接钢筋之间的中心距不应大于 $4d$ ， $d$ 为连接钢筋直径；

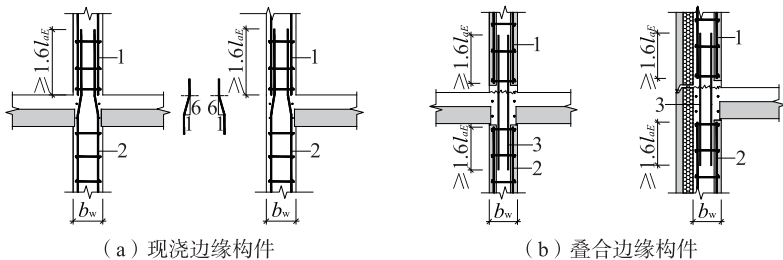


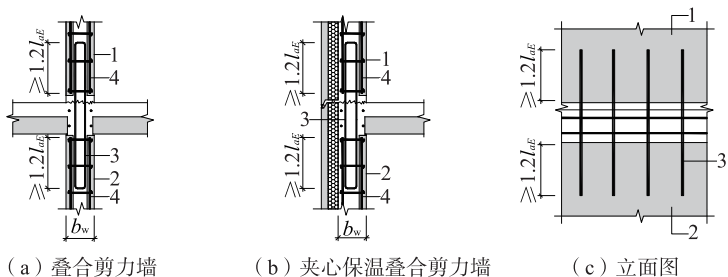
图8.3.2-1 叠合剪力墙结构边缘构件竖向连接

1—上层边缘构件纵向钢筋；2—下层边缘构件纵向钢筋；3—连接钢筋；

$b_w$ —叠合剪力墙厚度

**2** 非边缘构件位置的竖向连接钢筋宜采用环状连接钢筋（图8.3.2-2），也可采用U型连接钢筋（图8.3.2-3）或直线型连接钢筋（图8.3.2-4），并应符合下列规定：

**1)** 竖向连接钢筋在上下层墙板中的搭接长度不应小于 $1.2l_{aE}$ ；



(a) 叠合剪力墙

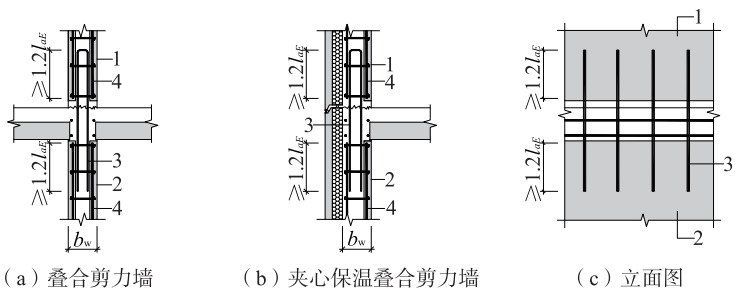
(b) 夹心保温叠合剪力墙

(c) 立面图

图8.3.2-2 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—环状连接钢筋；

4—叠合剪力墙竖向钢筋； $b_w$ —叠合剪力墙厚度



(a) 叠合剪力墙

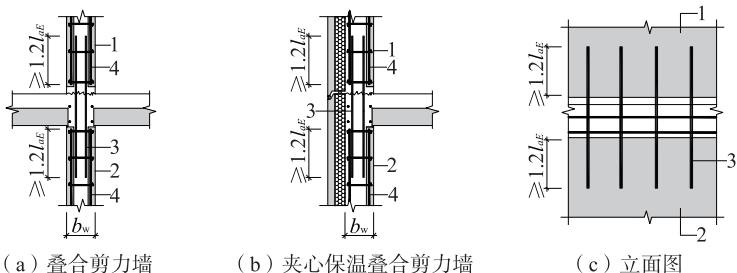
(b) 夹心保温叠合剪力墙

(c) 立面图

图8.3.2-3 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型连接钢筋；

4—叠合剪力墙竖向钢筋； $b_w$ —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8.3.2-4 叠合剪力墙竖向直线型连接

1—上层叠合剪力墙；2—下层叠合剪力墙；3—直线型连接钢筋；

4—叠合剪力墙竖向钢筋； $b_w$ —叠合剪力墙厚度

- 2) 竖向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》JGJ 1 中关于剪力墙水平接缝的受剪承载力计算要求；
- 3) 竖向连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙中竖向分布钢筋的直径；
- 4) 竖向连接钢筋的间距不应大于叠合剪力墙中竖向分布钢筋的间距，且不宜大于 200mm；
- 5) 上下层叠合剪力墙厚度不同时，环状连接钢筋应进行弯折处理，弯折角度不宜大于 1:6（图 8.3.2-5）。

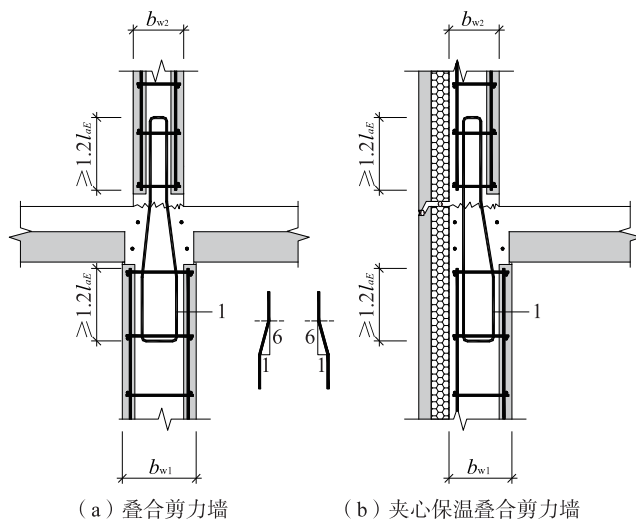


图8.3.2-5 变截面叠合剪力墙竖向连接

弯折环状连接钢筋； $b_{w1}$ —下层叠合剪力墙厚度； $b_{w2}$ —上层叠合剪力墙厚度

**8.3.3 叠合剪力墙相邻下层为现浇剪力墙时，叠合剪力墙与下层现浇剪力墙中竖向钢筋的连接应符合本规程第8.3.2条的规**

定，且下层现浇剪力墙上表面应设置凹凸深度不小于6mm的粗糙面。

**8.3.4** 除下列情况外，墙体受力部分厚度不大于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连接，采用单排连接时，应符合本规程第8.3.5条的规定，且在计算分析不应考虑剪力墙平面外刚度及承载力。

- 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 一侧无楼板的剪力墙；
- 4 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3m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6m的剪力墙。

**8.3.5** 当上下层叠合剪力墙竖向分布钢筋采用单排连接时，应符合下列规定：

- 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 $a_1$ 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受拉承载力较大值的1.1倍；
- 4 下层叠合剪力墙连接钢筋自下层空腔预制墙构件的顶部算起的埋置长度不应小于 $(1.2l_{aE}+b_w/2)$ ，上层叠合剪力墙连接钢筋自上层空腔预制墙构件的底部算起的埋置长度不应小于 $(1.2l_{aE}+b_w/2)$ ，其中 $b_w$ 为墙体厚度， $l_{aE}$ 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竖向连接钢筋的面积。拉筋沿竖向的间距不应大于水平分布钢筋间距，且不宜大于150mm；拉筋沿水平方向的间距不应大于竖向分布钢筋间距，直径不应小于6mm。拉筋应紧靠连接钢筋，并与最外层分布钢筋可靠焊接（图8.3.5）。

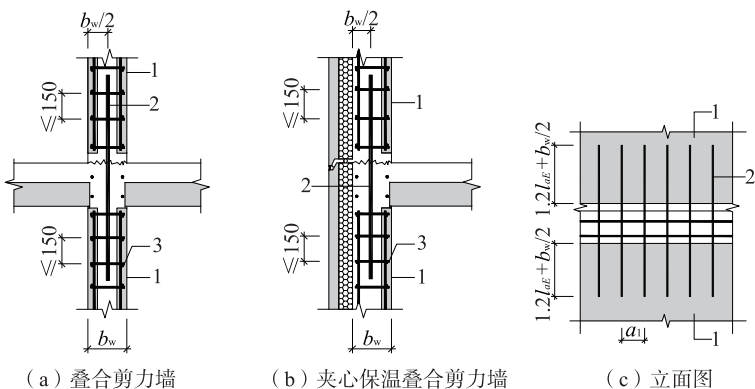


图8.3.5 叠合剪力墙竖向分布钢筋单排连接构造

1—叠合剪力墙；2—竖向连接钢筋；3—拉筋； $b_w$ —叠合剪力墙厚度；

**8.3.6 非边缘构件位置，相邻叠合剪力墙之间应设置混凝土现浇段。两侧墙体与混凝土现浇段之间应采用水平连接钢筋连接，水平连接钢筋应符合下列规定：**

- 1 水平连接钢筋应采用环状连接钢筋或U形连接钢筋；
- 2 水平连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙中水平分布钢筋的直径，水平连接钢筋的间距 $d_1$ 不应大于叠合剪力墙中水平分布钢筋的间距 $d_2$ ，连接钢筋应紧贴梯子形钢筋网片的水平横筋布置（图8.3.6-1）；

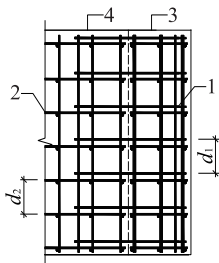


图8.3.6-1 叠合剪力墙水平连接钢筋构造

1—水平连接钢筋；2—叠合剪力墙水平分布钢筋；3—混凝土现浇段；4—叠合剪力墙； $d_1$ —水平连接钢筋间距； $d_2$ —叠合剪力墙水平分布钢筋间距

3 当混凝土现浇段仅一侧有叠合剪力墙相连时，环状连接钢筋在叠合剪力墙中的锚固长度不应小于 $l_{aE}$ ；U型连接钢筋的开口端应位于叠合剪力墙中，且在叠合剪力墙中的锚固长度不应小于 $1.2l_{aE}$ 。两种连接钢筋在混凝土现浇段内的锚固长度均不应小于 $l_{aE}$ 或伸至混凝土现浇段内最外侧纵向钢筋内侧（图8.3.6-2）；

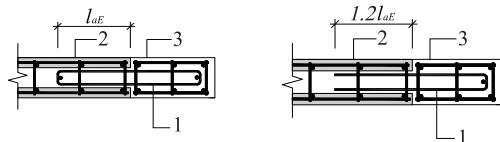


图8.3.6-2 混凝土现浇段一侧有叠合剪力墙连接节点

1—环状连接钢筋或U型连接钢筋；2—叠合剪力墙；3—混凝土现浇段

4 当混凝土现浇段两侧均有叠合剪力墙相连时，水平连接钢筋宜穿过混凝土现浇段，分别锚入两侧叠合剪力墙中且锚固长度不应小于 $l_{aE}$ （图8.3.6-3）；

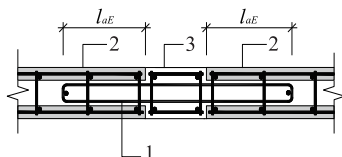
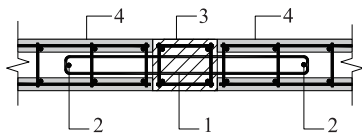


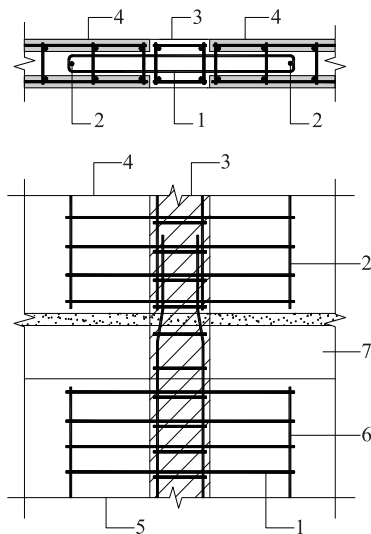
图8.3.6-3 混凝土现浇段两侧均有叠合剪力墙连接节点

1—环状连接钢筋；2—叠合剪力墙；3—混凝土现浇段；

5 当水平连接钢筋采用环状连接钢筋时，连接钢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（图8.3.6-4）。



(a) 平面图



(b) 立面图

图8.3.6-4 上下层竖向插筋构造

1—环状连接钢筋；2—上层竖向插筋；3—混凝土现浇段；4—上层叠合剪力墙；  
5—下层叠合剪力墙；6—下层竖向插筋；7—楼板厚度

**8.3.7** 叠合剪力墙约束边缘构件的配筋及构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定，并应符合下列规定：

1 叠合剪力墙门窗洞口两侧及空腔宽度 $t$ 不小于150mm的叠合剪力墙端部约束边缘构件阴影区域可采用现浇暗柱或叠合暗柱，空腔宽度 $t$ 小于150mm的叠合剪力墙端部约束边缘构件阴影区域宜采用现浇暗柱，并应符合下列规定：

1) 当采用现浇暗柱时，现浇暗柱内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应符合约束边缘构件配筋的规定，现浇暗柱与叠合剪力墙之间应采用水平连接钢筋连接（图8.3.7-1），水平连接钢筋应符合本规程第8.3.6条的规定；

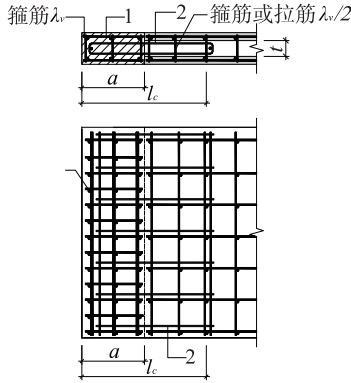


图8.3.7-1 现浇暗柱约束边缘构件

1—成型钢筋笼；2—水平连接钢筋； $a$ —约束边缘构件阴影区域长度；  
 $l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度； $t$ —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分布钢筋网片与附加钢筋网片共同组成（图 8.3.7-2），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构件的单叶预制墙板内；

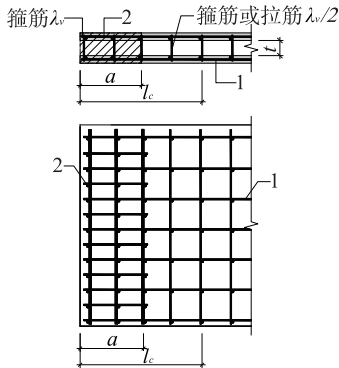


图8.3.7-2 叠合暗柱约束边缘构件

1—墙体水平分布钢筋网片；2—附加钢筋网片； $a$ —约束边缘构件阴影区域长度；  
 $l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度； $t$ —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条的规定（图8.3.7-3）。

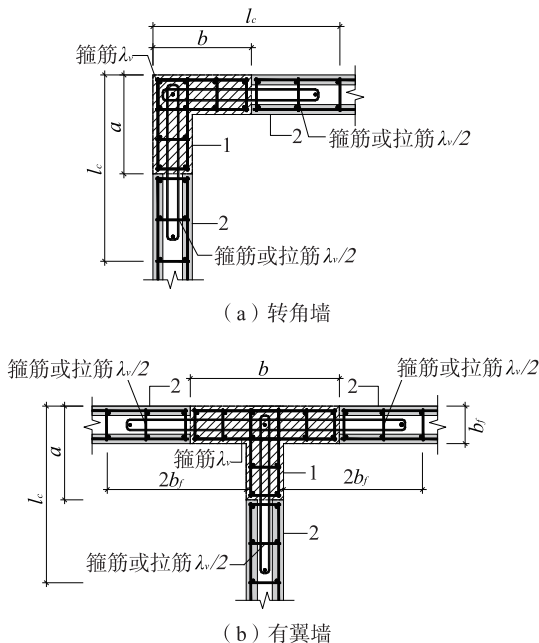


图8.3.7-3 转角墙及有翼墙约束边缘构件

现浇边缘构件；2—叠合剪力墙； $a$ 、 $b$ —约束边缘构件阴影区域长度；

$l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度

**8.3.8** 叠合剪力墙构造边缘构件的配筋及构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定，并应符合下列规定：

1 叠合剪力墙门窗洞口两侧及空腔宽度 $t$ 不小于150mm的叠合剪力墙端部构造边缘构件可采用现浇暗柱或叠合暗柱，空腔宽度 $t$ 小于150mm的叠合剪力墙端部构造边缘构件宜采用现浇暗柱，并应符合下列规定：

- 1) 当采用现浇暗柱时，现浇暗柱内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应符合构造边缘构件的规定，现浇暗柱与叠合剪力墙之间应采用水平连接钢筋连接（图 8.3.8-1），水平连接钢筋应符合本规程第 8.3.6 条的规定；

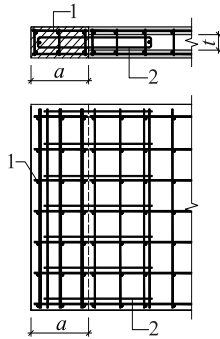


图8.3.8-1 现浇暗柱构造边缘构件

1—成型钢筋笼；2—水平连接钢筋； $a$ —边缘构件阴影区域长度； $t$ —空腔宽度

- 2) 当采用叠合暗柱时，构造边缘构件内箍筋由墙体水平钢筋网片中的纵向钢筋与水平横筋组成，纵向钢筋应设置在空腔预制墙构件的单叶预制墙板内（图 8.3.8-2）；

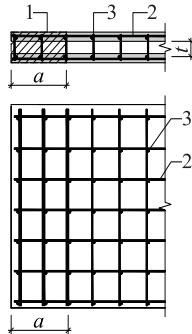


图8.3.8-2 叠合暗柱构造边缘构件

1—构造边缘构件；2—水平钢筋网片；3—水平横筋；

$a$ —构造边缘构件长度； $t$ —空腔宽度

2 纵横墙交接处的构造边缘构件可全部采用现浇混凝土，也可由混凝土现浇段与叠合段组合而成（图8.3.8-3）；当全部采用现浇混凝土时，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条的规定；当采用混凝土现浇段与叠合段组合形式时，应符合下列规定：

- 1) 混凝土现浇段长度宜取墙体厚度，叠合段长度  $a$  不宜小于 400mm；
- 2) 混凝土现浇段内应设置成型钢筋笼，成型钢筋笼纵向钢筋数量不宜少于 4 根。叠合段应与墙体整体预制，叠合段内纵向钢筋数量不宜少于 6 根；
- 3) 混凝土现浇段与叠合段、混凝土现浇段与叠合剪力墙之间均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 条的规定；
- 4) 混凝土现浇段与叠合段内纵向钢筋及箍筋直径、间距均应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于构造边缘构件的规定。

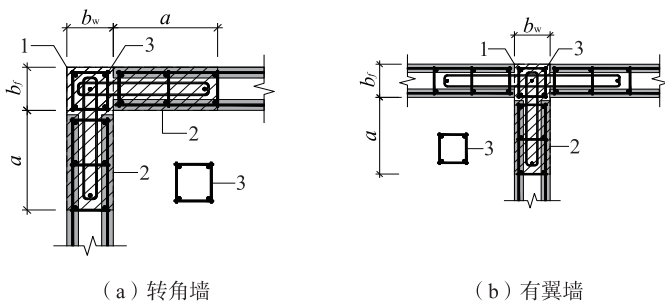


图8.3.8-3 转角墙及有翼墙现浇段与叠合段组合构造边缘构件

1—混凝土现浇段；2—叠合段；3—成型钢筋笼；

$b_w$ 、 $b_f$ —叠合剪力墙墙肢厚度； $a$ —叠合段长度

### 8.3.9 夹心保温叠合剪力墙约束边缘构件的配筋及构造要求应

符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定，并应符合下列规定：

1 夹心保温叠合剪力墙门窗洞口两侧及空腔宽度 $t$ 不小于150mm的夹心保温叠合剪力墙端部约束边缘构件可采用现浇暗柱或叠合暗柱，空腔宽度 $t$ 小于150mm的夹心保温叠合剪力墙端部约束边缘构件宜采用现浇暗柱，并应符合下列规定：

- 1) 当采用现浇暗柱时，现浇暗柱内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应符合约束边缘构件的规定，现浇暗柱与夹心保温叠合剪力墙应采用水平连接钢筋连接（图8.3.9-1），水平连接钢筋应符合本规程第8.3.6条的规定。

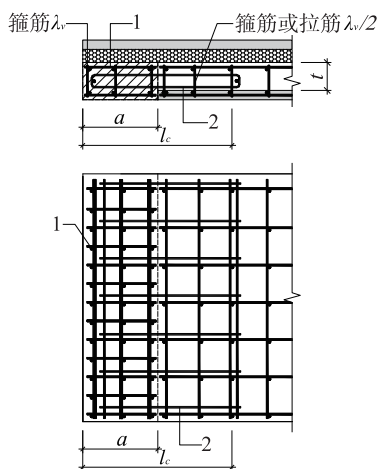


图8.3.9-1 现浇暗柱约束边缘构件

- 1—成型钢筋笼；2—水平连接钢筋； $a$ —约束边缘构件阴影区域长度；  
 $l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度； $t$ —空腔宽度

- 2) 当采用叠合暗柱时，阴影区域箍筋由夹心保温叠合剪力墙水平分布钢筋网片与附加钢筋网片共同组成（图8.3.9-2），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%；

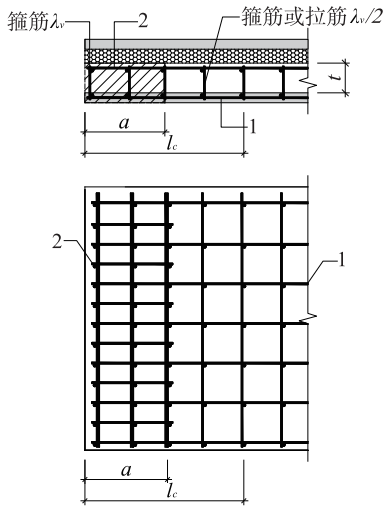
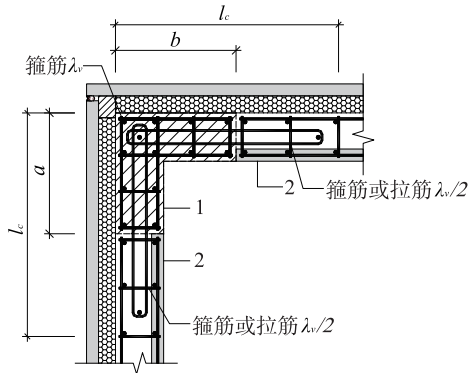


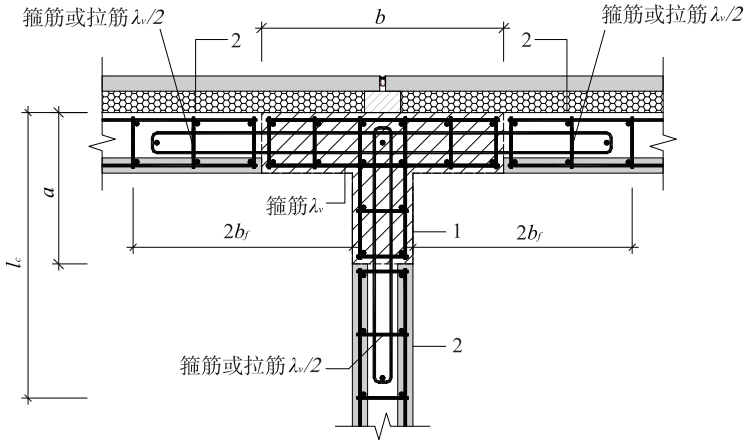
图8.3.9-2 叠合暗柱约束边缘构件

1—水平钢筋网片；2—附加钢筋网片； $a$ —约束边缘构件阴影区域长度；  
 $l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度； $t$ —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，现浇边缘构件与夹心保温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条的规定（图8.3.9-3）；



(a) 转角墙



(b) 有翼墙

图8.3.9-3 转角墙及有翼墙约束边缘构件

1—现浇边缘构件；2—夹心保温叠合剪力墙；

$a$ 、 $b$ —约束边缘构件阴影区域长度； $l_c$ —约束边缘构件沿墙肢的长度

**8.3.10** 夹心保温叠合剪力墙构造边缘构件的配筋及构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定，并应符合下列规定：

1 夹心保温叠合剪力墙门窗洞口两侧及空腔宽度 $t$ 不小于150mm的夹心保温叠合剪力墙端部构造边缘构件可采用现浇暗柱或叠合暗柱，空腔宽度 $t$ 小于150mm的夹心保温叠合剪力墙端部构造边缘构件宜采用现浇暗柱。并应符合下列规定：

- 1) 当采用现浇暗柱时，现浇暗柱内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应符合构造边缘构件配筋的规定，现浇暗柱与夹心保温叠合剪力墙之间应采用水平连接钢筋连接（图 8.3.10-1），水平连接钢筋应符合本规程第 8.3.6 条的规定；

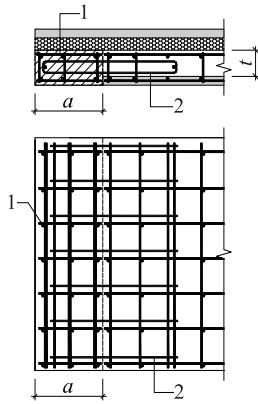


图8.3.10-1 现浇暗柱构造边缘构件

1—成型钢筋笼；2—水平连接钢筋； $a$ —构造边缘构件长度； $t$ —空腔宽度

2) 当采用叠合暗柱时，构造边缘构件箍筋由墙体水平钢筋网片中纵向钢筋与水平横筋组成（图 8.3.10-2）；

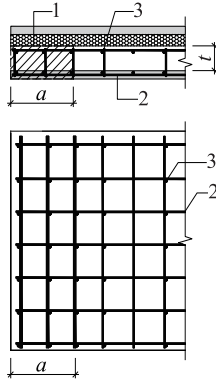


图8.3.10-2 叠合暗柱构造边缘构件

1—构造边缘构件；2—水平钢筋网片；3—水平横筋；

$a$ —构造边缘构件长度； $t$ —空腔宽度

2 纵横墙交接处的构造边缘构件宜全部采用现浇混凝土，现浇边缘构件与夹心保温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条的规定（图8.3.10-3）。

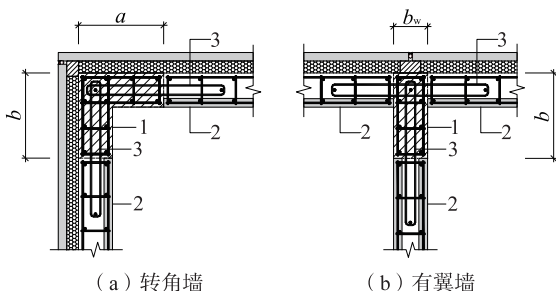


图8.3.10-3 转角墙及有翼墙构造边缘构件

1—现浇边缘构件；2—夹心保温叠合剪力墙；3—水平连接钢筋；

$a$ 、 $b$ —构造边缘构件长度； $b_w$ —墙肢厚度

**8.3.11 非边缘构件位置，相邻叠合剪力墙、夹心保温叠合剪力墙之间应设置混凝土现浇段，现浇段的宽度 $a$ 不宜小于200mm，混凝土现浇段内应设置成型钢筋笼（图8.3.11），并应符合下列规定：**

1 成型钢筋笼的纵向钢筋不应少于4根，纵向钢筋直径不应小于墙体竖向分布钢筋直径且不应小于8mm，不宜小于10mm；

2 成型钢筋笼箍筋直径不应小于墙体水平分布钢筋直径，间距宜与墙体水平分布钢筋间距一致；

3 两侧墙体与混凝土现浇段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条的规定。

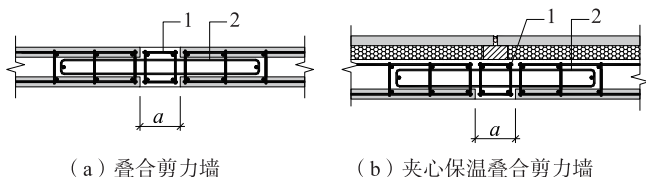


图8.3.11 叠合剪力墙顺向连接

1—成型钢筋笼；2—水平连接钢筋； $a$ —混凝土现浇段宽度

**8.3.12 叠合剪力墙连梁与空腔预制墙构件整体预制时，连梁高度 $H$ 的取值应符合下列规定：**

1 连梁高度 $H$ 宜取门窗洞口顶至板底距离（图8.3.12-1a），梁顶应附加环状连接钢筋，连接钢筋直径不宜小于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（图8.3.12-1b），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采用附加环状连接钢筋连接，连接钢筋应通过计算确定，直径不应小于连梁箍筋直径，间距不应大于连梁箍筋间距；

3 连梁也可采用叠合连梁（图8.3.12-1c和图8.3.12-1d），叠合连梁高度 $H$ 可取门窗洞口顶至板顶距离，叠合连梁的配筋及构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。

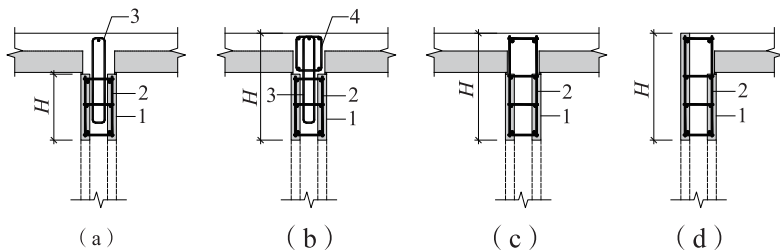


图8.3.12-1 单连梁构造

1—连梁；2—连梁箍筋；3—附加环状连接钢筋；

4—上部叠合层箍筋； $H$ —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设计（图8.3.12-2），也可按双连梁设计（图8.3.12-3）。当按整体连梁设计时，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) 下层窗上墙及上层窗下墙宜分别配置箍筋，并在上下层墙体间设置环状连接钢筋，连接钢筋面积不应小于整体连梁箍筋面积，连接钢筋间距不应大于 200mm；
- 2) 环状连接钢筋在上下层墙体中的锚固长度不应小于  $l_{aE}$  或伸至上层墙体顶部及下层墙体底部纵向钢筋的内侧。

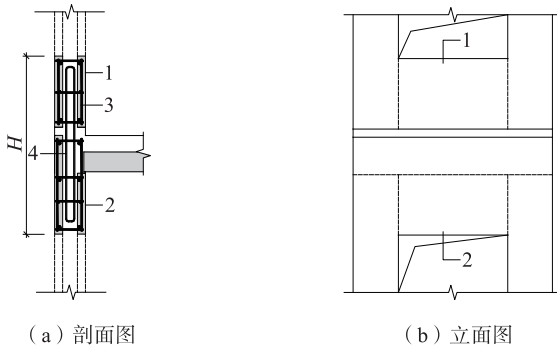


图8.3.12-2 窗间墙整体连梁构造

1—上层窗下墙；2—下层窗上墙；3—连梁箍筋；4—环状连接钢筋； $H$ —连梁高度

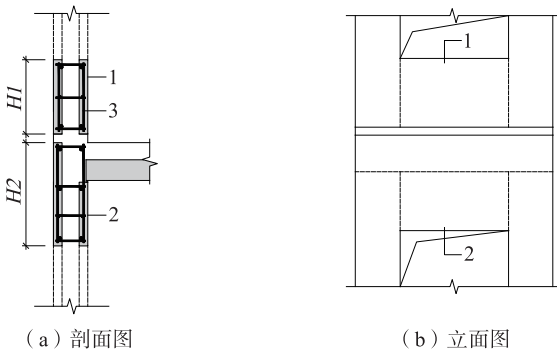


图8.3.12-3 窗间墙双连梁构造

1—上连梁；2—下连梁；3—连梁箍筋； $H1$ —上连梁高度； $H2$ —下连梁高度

### 8.3.13 空腔宽度 $t$ 不小于150mm的叠合剪力墙与梁在平面内连接

时，梁纵向钢筋可直接锚入叠合剪力墙中，同时应符合下列规定：

1 叠合剪力墙与梁之间宜预留宽度不小于200mm的混凝土现浇段，现浇段内应设置不少于两道箍筋，箍筋肢数及直径同梁箍筋；

2 当采用直线锚固时，梁纵向钢筋锚入叠合剪力墙长度应符合现行国家标准《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》JGJ 3的规定（图8.3.13-1）；

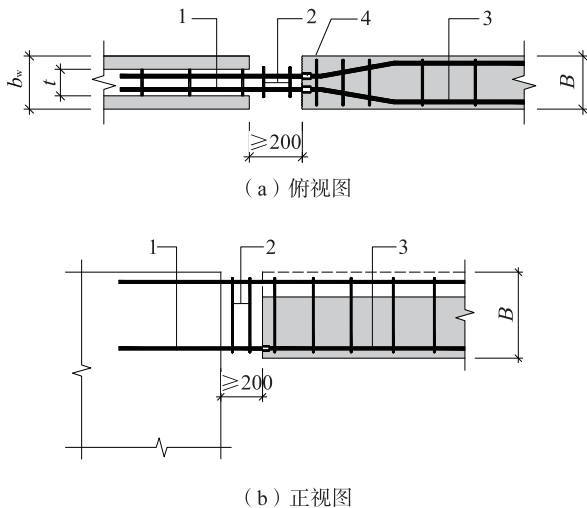


图8.3.13-1 梁与叠合剪力墙连接（一）

1—梁连接钢筋；2—现浇段箍筋；3—梁纵向钢筋； $b_w$ —叠合剪力墙宽度； $t$ —空腔宽度； $H$ —梁高度； $B$ —梁宽度

3 当叠合剪力墙不满足梁纵向钢筋直线锚固要求时，可根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010在钢筋末端采用锚固板等机械锚固措施或 $90^\circ$ 弯钩锚固。采用机械锚固时，梁纵向钢筋伸入叠合剪力墙的锚固长度（水平投影长度）不应小于 $0.4l_{abE}$ ；采用 $90^\circ$ 弯钩锚固时，梁纵向钢筋伸入叠合剪力墙的锚固

长度（水平投影长度）不应小于 $0.4l_{abE}$ 并向上、向下弯钩，弯后直段长度不应小于 $15d$ （图8.3.13-2）， $d$ 为梁纵向钢筋直径。

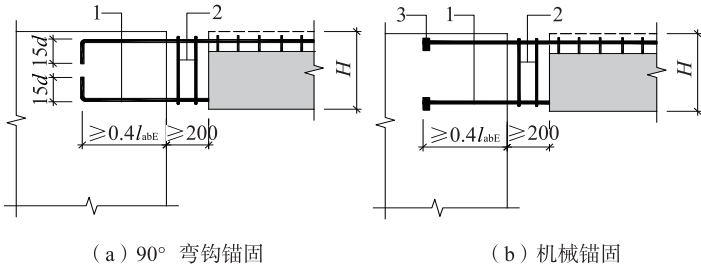
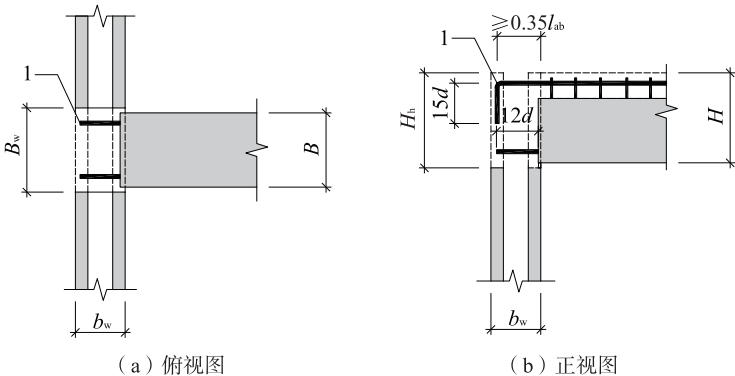


图8.3.13-2 梁与叠合剪力墙连接（二）

1—梁连接钢筋；2—现浇段箍筋；3—机械锚头； $H$ —梁高度

**8.3.14** 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（图8.3.14-1）或钢企口连接（图8.3.14-2），并应符合下列规定：

1 采用企口连接时，叠合剪力墙顶应设置企口，企口宽度 $B_w$ 不应小于 $B+40\text{mm}$ ，企口高度 $H_h$ 不应小于 $H+20\text{mm}$ ， $B$ 、 $H$ 分别为梁宽度、梁高度；梁上部纵向钢筋锚入企口内长度不应小于 $0.35l_{ab}$ ，且应向下弯钩，弯后直段长度不应小于 $15d$ ，梁下部纵向钢筋锚入企口内长度不应小于 $12d$ ， $d$ 为梁纵向钢筋直径；



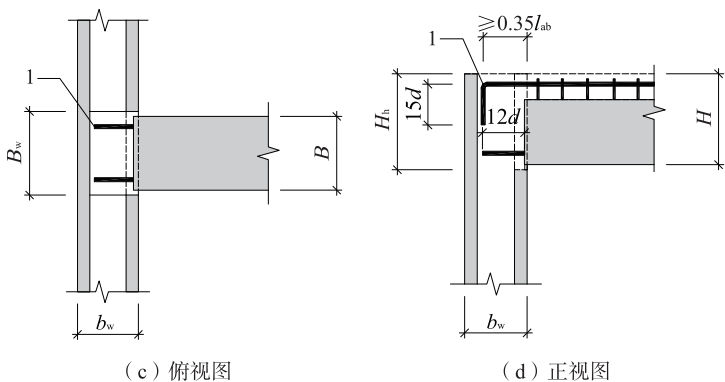


图8.3.14-1 梁与叠合剪力墙企口连接

1—梁上部纵向钢筋；B—梁宽度；H—梁高度； $b_w$ —叠合剪力墙宽度；  
 $B_w$ —企口宽度； $H_h$ —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，梁上部纵向钢筋锚入叠合剪力墙水平长度不应小于 $0.35l_{ab}$ ，且应向下弯钩，弯后直段长度不应小于 $15d$ ，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。

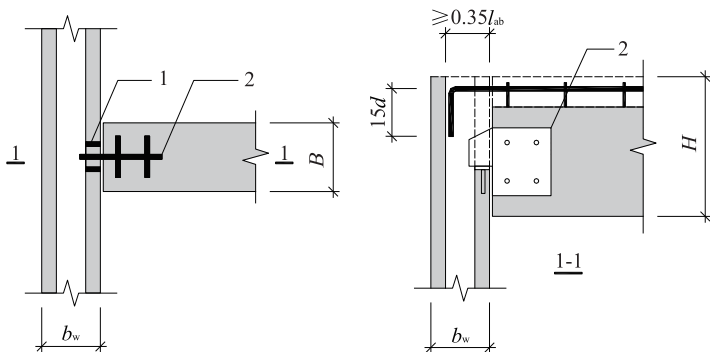


图8.3.14-2 梁与叠合剪力墙钢企口连接

1—预埋件；2—钢企口；H—梁高度；B—梁宽度； $b_w$ —叠合剪力墙宽度

## 8.4 多层叠合剪力墙结构设计

8.4.1 本节适用于6层及6层以下且房屋高度不大于24m、建筑抗震设防类别为标准设防类的多层叠合剪力墙结构设计。

8.4.2 多层叠合剪力墙结构的楼板可采用叠合板，叠合板应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。

8.4.3 多层叠合剪力墙结构墙肢截面厚度不宜小于200mm，不应小于180mm，多层夹心保温叠合剪力墙承重部分墙肢截面厚度不宜小于150mm，空腔预制墙构件的单叶预制墙板厚度不宜小于50mm，空腔宽度 $t$ 不应小于100mm。

8.4.4 多层叠合剪力墙结构的高宽比不宜超过表8.4.4的数值。

表8.4.4 多层叠合剪力墙结构适用的最大高宽比

设防烈度	6度	7度	8度
最大高宽比	3.5	3.0	2.5

8.4.5 多层叠合剪力墙结构应符合下列规定：

- 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 不宜采用不规则的平面布置；
- 3 叠合剪力墙间距不宜超过表8.4.5的要求；
- 4 层高不宜大于4.5m。

表8.4.5 叠合剪力墙间距（m）

屋盖形式	6度、7度	8度
叠合楼盖	15	11

8.4.6 当建筑结构不符合本规程第8.4.4条及8.4.5条的规定时，多层叠合剪力墙结构应进行罕遇地震作用下的弹塑性变形验算，弹塑性层间位移角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。

8.4.7 叠合剪力墙水平接缝宜设置在楼面标高处，并应符合下

列规定（图8.4.7）：

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连接钢筋，连接钢筋应位于内、外侧被连接钢筋的中间位置，连接钢筋直径不应小于14mm，连接钢筋间距 $a_1$ 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》JGJ 1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 $a_1$ 范围内叠合剪力墙竖向分布钢筋总面积之和；

3 竖向连接钢筋锚入上下层叠合剪力墙长度均不应小于 $1.2l_{aE}$ ， $l_{aE}$ 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分布钢筋直径，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。

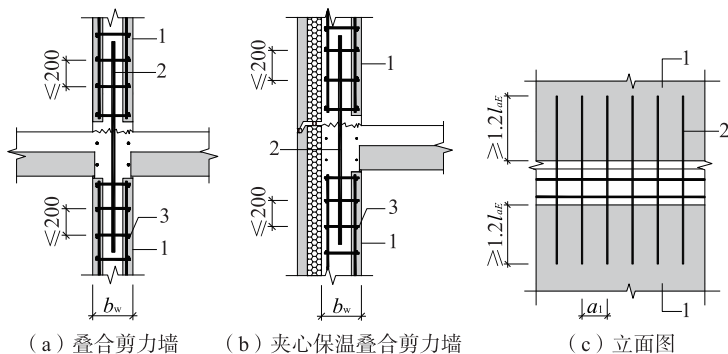


图8.4.7 叠合剪力墙竖向分布钢筋单排连接构造

1—叠合剪力墙；2—竖向连接钢筋；3—拉筋； $b_w$ —叠合剪力墙厚度

#### 8.4.8 多层叠合剪力墙结构的计算应符合下列规定：

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，叠合剪力墙按不考虑竖向接缝的整体墙计算；

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计算，应按照无竖向接缝结构采用弹性方法分析；

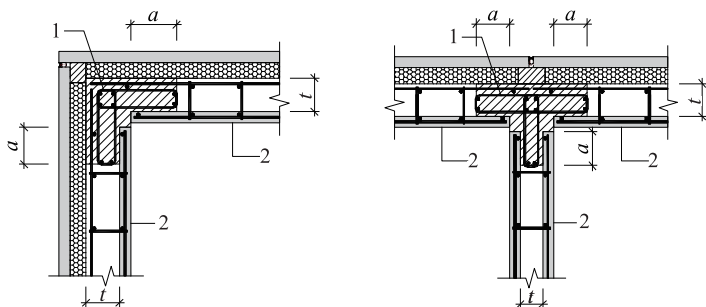
3 结构在进行罕遇地震作用下的弹塑性分析时，应沿竖向接缝将叠合剪力墙划分为相互独立的多个计算单元。

**8.4.9** 当采用本规程第8.4.8条分析方法时，叠合剪力墙、夹心保温叠合剪力墙纵横墙交接处及楼层内相邻承重叠合剪力墙之间可采用成型钢筋笼或钢筋网片的形式连接，并应符合下列规定：

1 叠合剪力墙的轴压比不应大于0.4；

2 当叠合剪力墙空腔宽度 $t$ 不小于150mm时，空腔内应设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应符合下列规定（图8.4.9-1）：

- 1) 成型钢筋笼在叠合剪力墙中的锚固长度 $a$ 不应小于 $15d$ ， $d$ 为成型钢筋笼箍筋直径；
- 2) 成型钢筋笼箍筋间距宜与叠合剪力墙水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于200mm；成型钢筋笼箍筋直径不应小于叠合剪力墙水平分布钢筋的直径；
- 3) 成型钢筋笼纵向钢筋直径不宜小于10mm，上下层钢筋笼采用单排竖向连接钢筋连接，竖向连接钢筋应符合本规程第8.4.7条的规定。



(a) 夹心保温叠合剪力墙 L 型连接

(b) 夹心保温叠合剪力墙 T 型连接

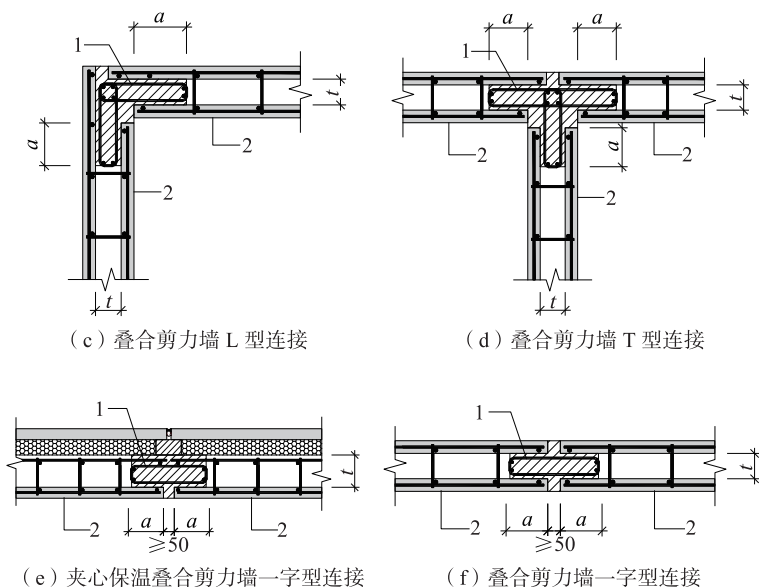


图8.4.9-1 叠合剪力墙竖向接缝成型钢筋笼连接构造

成型钢筋笼；2—叠合剪力墙； $a$ —成型钢筋笼在叠合剪力墙中的锚固长度

3 当叠合剪力墙空腔宽度 $t$ 小于150mm时，空腔内应设置钢筋网片，钢筋网片应符合下列规定（图8.4.9-2）：

- 1) 钢筋网片在叠合剪力墙中的锚固长度不应小于  $15d$ ， $d$  为钢筋网片水平钢筋直径；
- 2) 钢筋网片中水平钢筋间距宜与叠合剪力墙水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于 200mm；钢筋网片中水平钢筋直径不应小于叠合剪力墙水平分布钢筋的直径；
- 3) 钢筋网片竖向钢筋直径不宜小于 10mm，上下层钢筋网片采用单排竖向连接钢筋连接，竖向连接钢筋应满足本规程第 8.4.7 条的规定。

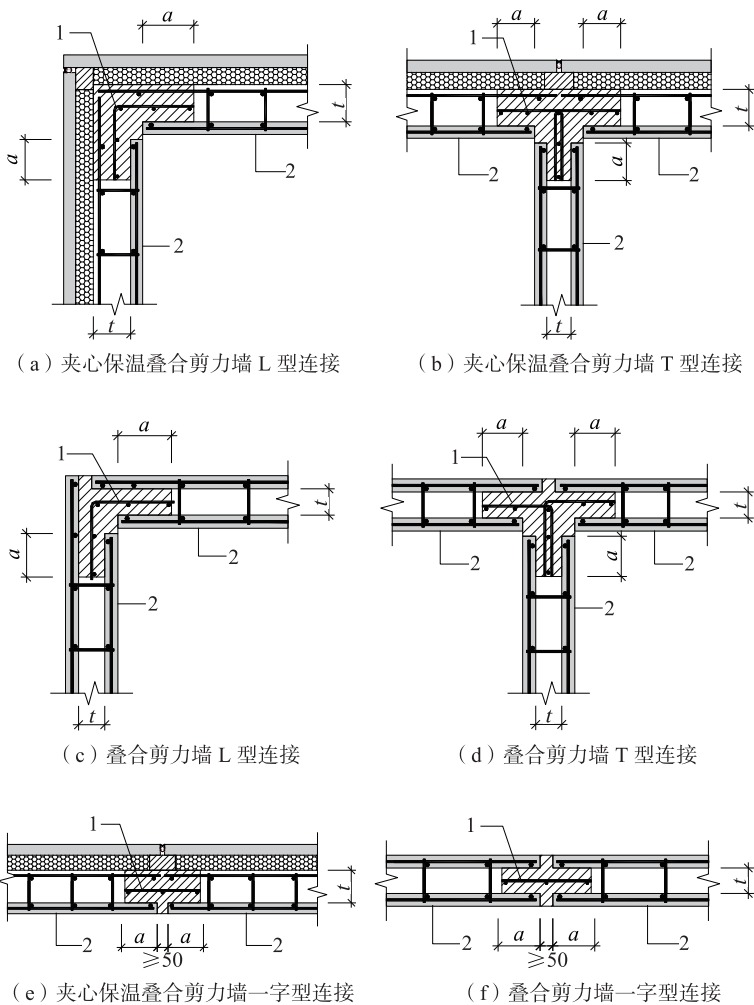


图8.4.9-2 叠合剪力墙竖向接缝钢筋网片连接构造

1—钢筋网片；2—叠合剪力墙； $a$ —钢筋网片在叠合剪力墙中的锚固长度

## 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剪力墙或带边框柱的叠合剪力墙，框架柱、梁宜全部或部分采用叠合构件；叠合框架、叠合剪力墙的设计除应符合本章的规定外，尚应符合本规程第7、8章的规定。

**9.0.2** 当叠合框架-剪力墙结构中的剪力墙采用叠合剪力墙时，叠合剪力墙水平地震作用内力应乘以不小于1.2的增大系数。

**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 叠合剪力墙与边框柱之间应采用水平连接钢筋连接，水平连接钢筋应锚入边框柱内，水平连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙水平分布钢筋的直径，间距不应大于叠合剪力墙水平分布钢筋的间距；水平连接钢筋宜采用U型连接钢筋，U型连接钢筋封闭一侧应套住边框柱外侧纵向钢筋（图9.0.3-1），且在叠合剪力墙中的锚固长度不应小于 $1.2 l_{aE}$ ；

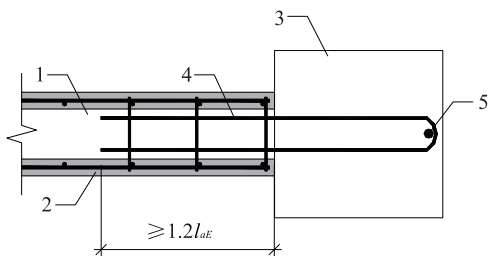


图9.0.3-1 U型连接钢筋在边框柱中的锚固构造示意

1—叠合剪力墙空腔；2—叠合剪力墙；3—边框柱；4—U型连接钢筋；

5—边框柱外侧纵向钢筋

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 $1.2l_{aE}$ ，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。

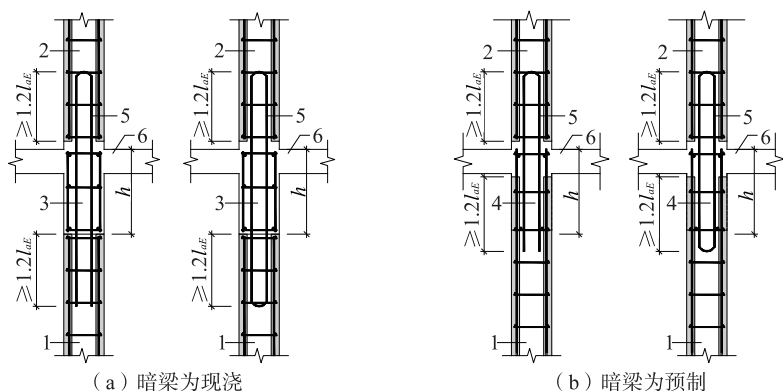


图9.0.3-2 带边框柱叠合剪力墙暗梁构造示意

- 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 当叠合剪力墙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，应符合下列规定：

1 设置扶壁柱时，扶壁柱应采用现浇柱，两侧叠合剪力墙与扶壁柱之间应采用环状连接钢筋连接（图9.0.4-1），环状连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙水平分布钢筋的直径，间距不应大于叠合剪力墙水平分布钢筋的间距；环状连接钢筋在叠合剪力墙中的锚固长度不应小于 $l_{aE}$ 。环状连接钢筋两端均应设置竖向插筋，竖向插筋直径不宜小于12mm，上下层竖向插筋可不连接；

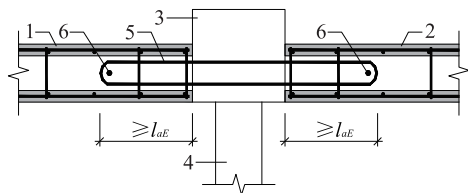


图9.0.4-1 两侧叠合剪力墙与扶壁柱之间连接构造示意

1—左侧叠合剪力墙；2—右侧叠合剪力墙；3—现浇扶壁柱；  
4—楼面梁；5—环状连接钢筋；6—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；

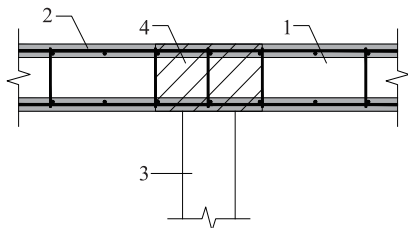


图9.0.4-2 梁下叠合暗柱构造示意图

1—空腔部分；2—叠合剪力墙；3—楼面梁；4—梁下叠合暗柱

3 暗柱及扶壁柱配筋应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定。

## 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》GB 50011、《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》JGJ 3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。

**10.0.3** 叠合框架-现浇核心筒的周边柱间必须设置框架梁。

## 11 预制构件数字化设计

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 预制构件信息模型应在建筑设计、构件生产、施工安装、竣工验收与交付等各阶段建立统一协同工作平台，应采用统一编码和规则、共享模型数据。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，且应保证模型数据能有效传递和交换。

**11.1.2** 预制构件信息模型数据宜能输送给生产设备，为自动化生产提供数据支撑。

### 11.2 设计要求

**11.2.1** 预制构件建模宜采用参数化建模软件，建模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功能；
- 3 应具有模型的碰撞检查功能；
- 4 应具有构件图纸输出功能；
- 5 应保持建筑信息模型与构件设计图纸一致；
- 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。

**11.2.2** 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信息等。

**11.2.3** 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 预制构件的生产数据；
- 3 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。

**11.2.4** 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。

## 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。

**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。

**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。

**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的规定。

**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、连接与安装应符合现行国家标准《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、现行国家和行业相关标准的规定，并按照现行国家和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 钢筋加工与预埋件

**12.3.1** 钢筋焊接网应采用工厂自动化机械焊接方法进行制作。

**12.3.2** 焊接钢筋、电弧焊所用焊条，二氧化碳气体保护焊所用焊丝以及焊接所用气体等材料要求均应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1449.3和现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27以及《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的规定。

**12.3.3** 焊接工艺及质量要求除应符合本规程规定外，尚应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1449.3和现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27以及《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的规定。

**12.3.4** 梁、柱、边缘构件箍筋所用钢筋焊接网可采用闪光对焊方法进行制作，相关性能要求应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定。

**12.3.5** 当采用电阻点焊方式时，焊点的压入深度应为较小钢筋直径的20%~30%，其接头抗剪试验应符合行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的规定。本规程第6.2.4条规定的等强连接点，应采取加强焊接工艺，其接头的抗剪试验除应从每一检验批接头中随机切取三个接头进行试验并应按下列规定对试验结果进行评定：

- 1 符合下列条件之一时，应评定该检测批接头抗剪试验合格：
  - 1) 3个试件均断于钢筋母材，呈延性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值；
  - 2) 2个试件断于钢筋母材，呈延性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值；另一试件断于焊缝，呈脆性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值。
- 2 符合下列条件之一，应进行复验：
  - 1) 2个试件断于钢筋母材，呈延性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值；另一试件断于焊缝，

或热影响区，呈脆性断裂，其抗剪强度小于钢筋母材抗剪强度标准值；

2) 1个试件断于钢筋母材，呈延性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值；另2试件断于焊缝或热影响区，呈脆性断裂；

3) 3个试件均断于焊缝，呈脆性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值。

3 当3个试件均断于焊缝，呈脆性断裂，且其中有1个试件抗剪强度小于钢筋母材抗剪强度标准值，应评定该检测批接头试验不合格。

4 复验时，应随机切取6个试件进行复验。试验结果若有4个或4个以上试件断于钢筋母材，呈延性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值，另外2个或2个以下试件断于焊缝，呈脆性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值，应评定该检测批接头抗剪试验复验合格。

5 当试件断于热影响区，呈延性断裂，应视作与断于钢筋母材等同；当试件断于热影响区，呈脆性断裂，应视与断于焊缝区等同。

**12.3.6** 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12.3.6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12.3.6 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	空腔预制柱纵筋长度	1, -3	用尺量总长	
2	绑扎钢筋网	长、宽	$\pm 5$	用尺量两端和中间三处，取最大值
3		网眼尺寸	$\pm 5$	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

续表 12.3.6

项次	检验项目及内容		允许偏差 (mm)	检 验 方 法		
6	钢筋焊接网	长、宽	$\pm 3$	用尺量两端和中间三处，取最大值		
7		网眼尺寸	空腔预制柱构件田字形网片	$\pm 3$	用尺量连续三档，取最大值	
8			空腔预制墙构件梯子形网片	$\pm 3$	用尺量连续三档，取最大值	
9			叠合梁目字形网片	$\pm 5$	用尺量连续三档，取最大值	
10			其它	$\pm 10$	用尺量连续三档，取最大值	
11		对角线差		$\pm 5$	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	空腔预制柱构件	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		空腔预制柱构件	$\pm 3$	用尺量两端和中间三处，取最大值	
18			其它构件	$\pm 8$	用尺量两端和中间三处，取最大值	
19	主筋排距		$\pm 5$	用尺量两端和中间三处，取最大值		
20	箍筋间距		$\pm 10$	用尺量两端和中间三处，取最大值		
21	钢筋弯起点位置		$\pm 10$	用尺量两端和中间三处，取最大值		
22	端头不齐		空腔预制柱构件	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		柱、梁	$\pm 5$	用尺量两端和中间三处，取最大值	
25	厚度		墙、板	$\pm 3$	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		

**12.3.7** 预埋件的规格、数量、位置等应符合设计要求，预埋件加工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。

## 12.4 设备与模具

**12.4.1** 空腔预制墙构件、预制板构件生产宜采用移动式机组流水生产线的方式，空腔预制墙构件生产线宜配备可适应生产不同规格空腔预制墙构件的自动翻转设备。

**12.4.2** 空腔预制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空腔预制柱构件的一体化成型设备。

**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。

**12.4.4** 空腔预制墙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；空腔预制柱构件生产宜采用与空腔预制柱构件截面相符且长度可调的专用模具。

**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	

续表 12.4.5

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm)	检 验 方 法
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 $\leq 3$	拉线, 用钢尺测量弯曲最大处
9		其它板类	$L/1500$ , 且 $\leq 5$	
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	$\pm 2$	

注:  $L$  为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

**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	$\leq 6m$	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 $\leq 12m$	2, -4	
			$> 12m$	3, -5	
		梁	$\leq 6m$	1, -2	
			$> 6m$ 且 $\leq 12m$	2, -4	
			$> 12m$	3, -5	

续表 12.4.6

项次	项 目		允许偏差 (mm)	检 验 方 法
2	截面宽度	柱	$\pm 2$	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	$\pm 2$	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 $\leq 5$	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 柱是指空腔预制柱构件; 梁是指预制梁构件。

**12.4.7** 构件上的预埋件和预留孔洞宜通过模具进行定位, 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	+10, 0	用尺测量
		长度		
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	$\pm 2$	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		外露长度	+5, 0	用尺测量

续表 12.4.7

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
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	夹心保温空腔预制墙构件的保温连接件	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

**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 kg
1	胶凝材料	± 2%
2	粗、细骨料	± 3%
3	水、外加剂	± 1%

**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，空腔预制墙构件的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。

**12.5.8** 如设计要求空腔预制墙构件内壁设置粗糙面，宜采用振捣或拉毛方式成型。

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

**12.5.10** 夹心外墙板宜采用平模工艺制作，制作时可先浇筑外叶墙板混凝土层，再安装保温材料和拉结件，最后浇筑内叶墙板混凝土层；当采用立模工艺制作时，应同步浇捣内外叶墙板

混凝土层，并应采取保证保温材料及拉结件位置准确的措施。

**12.5.11** 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°C/h，最高温度不宜超过70°C；预制构件脱模的表面温度和环境温度差不宜超过25°C。

**12.5.12** 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》JGJ107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** 夹心保温空腔预制墙板采用保温材料、拉结件等产品规格、型号、数量、安装位置应符合设计要求。建筑节能工程应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411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/T193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GB 50204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，应进行饰面粘结强度检验。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。

**12.7.6** 空腔预制墙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，空腔预制墙构件有粗糙面时，与空腔预制墙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 空腔预制墙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	
	外叶或内叶墙板厚度		1, -3	用尺量四角和四边中部位置，去其中偏差绝对值较大者
	内外也墙板错位偏差		±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 $\leq 10$	拉线，尺量最大弯曲处

续表 12.7.6

序号	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
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	$\pm 5$	
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	$\pm 5$	
9	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	$\pm 5$	
		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	$\pm 5$	
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	$\pm 5$	

注：L为构件长度（mm）。

**12.7.7** 预制叠合梁构件、空腔预制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 预制叠合梁构件和空腔预制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	空腔预制柱构件	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	
		空腔预制柱构件外表面	3		
4	对角线差		5	尺量两对角线之差	
5	侧向弯曲		$L/750$ 且 $\leq 10$	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。

**12.7.10** 夹心保温空腔预制墙构件的拉结连接件的类别、数量、使用位置及性能应符合设计要求。

检查数量：按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。

检验方法：检查试验报告单、质量证明文件及隐蔽工程检查记录。

**12.7.11** 夹心保温空腔预制墙构件用的保温材料类别、厚度、位置及性能应满足设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、量测，检查保温材料质量证明文件及检验报告。

**12.7.12** 预制构件的门框、窗框预埋安装尺寸偏差应符合表 12.7.12 的要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：见表 12.7.12。

**表 12.7.12 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	$\pm 2$	钢尺测量
	竖直方向	$\pm 2$	钢尺测量
门窗框对角线		$\pm 2$	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		$\pm 2$	钢尺和金属塞尺测量

**12.7.13** 对于本规程第11.2.4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。

检验方法：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。

**12.9.3** 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，夹心保温空腔预制墙构件吊运应确保其各受力部位与设计要求相同。

**12.9.4** 空腔预制墙构件的门洞应安装临时加固支撑，且固定牢靠。

**12.9.5** 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 空腔预制柱构件叠放层数不宜超过2层，且每个空腔预制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 空腔预制墙构件应采用专用存放架立放，其倾斜角度应保持大于 $85^\circ$ ，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。

**12.9.6** 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。

**12.9.7** 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 夹心保温空腔预制墙构件运输应采用自装卸式的预制构件专用运输车；

2 空腔预制墙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 $85^\circ$ ，并与存放架固定牢靠；

3 空腔预制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。

**12.9.8** 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 其他与预制混凝土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** 叠合结构工程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。

**13.1.2** 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。

**13.1.3** 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。

**13.1.4** 吊装施工前应编制专项施工方案，施工方案应重点明确构件吊装顺序、预制板安装的临时支撑、构件安装工艺、空腔预制墙构件暗柱成型钢筋笼连接、空腔预制柱构件钢筋连接、后浇段混凝土浇筑、质量及安全管理等内容，并应对施工人员进行质量安全技术交底。

**13.1.5** 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。

**13.1.6** 采用夹心保温墙体必须按照设计要求设置保温连接件，确保保温材料安装牢固。在安装运输吊装期间如有脱落，需要用同种材质、同规格的保温材料进行修补。

### 13.2 施工准备

**13.2.1** 叠合结构安装施工前，应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等，确保符合现行国家标准《混

土结构工程施工规范》GB 50666和本规程的规定。

**13.2.2** 叠合结构施工应根据预制构件的形状、尺寸及重量等参数配置专用吊装工具，吊装工具在使用前应进行必要的施工验算。

**13.2.3** 安装施工前，应核对预制构件混凝土强度及预制构件、相关配件的型号、规格、数量、堆放位置等，确保符合设计及施工要求。

**13.2.4** 安装施工前，应对吊装设备及吊具进行检查，确保处于性能良好、操作安全的状态。

**13.2.5** 安装施工前，应提前核实现场环境、天气、道路、供电等状态，确保满足吊装施工要求。

**13.2.6** 安装施工前，应根据施工方案，复核预留预埋、节点连接构造及临时支撑点位等，确保施工的连续性。

**13.2.7** 安装施工前，施工单位应根据叠合结构安装与连接方式的特点，对施工现场构件安装作业人员及班组长进行专项技术交底。

**13.2.8** 叠合结构施工前，施工单位应选择有代表性的单元构件进行试安装，并根据试安装结果及时完善施工工艺和施工方案。

### 13.3 构件安装与连接

**13.3.1** 叠合结构安装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。

**13.3.2** 安放预制构件时，其搁置长度应满足设计要求。预制空腔墙板下部支撑宜通过设置垫片实现。

**13.3.3** 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；根据构件本身的承载力与稳定性经验算后确定，在构件吊装就位后宜同步进行校正，应采取临时加固措施；

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 $60^\circ$ ，不应小于 $45^\circ$ ；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 全过程应平稳进行，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。

#### 13.3.4 吊装作业安全应符合下列规定：

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 高空应通过缆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。

13.3.5 预制构件安装过程中，应根据水准点和轴线校正位置，安装就位后应及时采取临时固定措施。预制构件与吊具的分离应在校准定位及临时固定措施安装完成后进行。临时固定措施的拆除应在叠合结构能达到后续施工承载要求后进行。

### 13.3.6 预制构件安装应符合下列规定：

- 1 应根据吊装顺序对预制构件进行编号，施工时宜按照编号进行吊装；
- 2 构件起吊前应重点检查吊具安装情况，确保安装到位、锁紧牢固；
- 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；
- 4 空腔预制墙、空腔预制柱等竖向空腔构件安装后应采取临时措施固定，并对安装位置、安装标高、垂直度进行校核与调整，临时固定工装应具有足够的强度、刚度，以保证构件的稳定性。

### 13.3.7 空腔预制墙构件安装应符合下列规定：

- 1 空腔预制墙构件安装前，应检查并清理墙板安装基层的疏松结合面；
- 2 空腔预制墙构件底部应设置可调高度的垫片；
- 3 按照构件深化设计时确定的空腔预制墙构件吊点进行起吊安装，吊装过程中应保证空腔预制墙构件各吊点受力合理，构件不变形；
- 4 空腔预制墙构件安装就位后应设置不少于2道可调节长度的斜支撑，斜支撑两端应分别与墙体构件和结构楼板可靠连接，长斜支撑距离板底的高度不宜小于构件高度的 $\frac{2}{3}$ ，不应小于构件高度的 $\frac{1}{2}$ ；短斜支撑距离板底的高度宜为构件高度的 $\frac{1}{5}$ 。

### 13.3.8 空腔预制柱构件安装应符合下列规定：

- 1 空腔预制柱构件安装前，应检查并清理空腔预制柱构件安装基层的疏松结合面；
- 2 按照构件深化设计时确定的空腔预制柱构件吊点进行起吊安装；
- 3 空腔预制柱构件在安装过程中宜采用专用的支撑工装，

空腔预制柱构件安装就位后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。

### **13.3.9 叠合梁、叠合板安装应符合下列规定：**

1 叠合梁、叠合板安装应设置临时支撑，支撑架体的基底应平整坚实；临时支撑方案应经施工验算确定；

2 叠合梁、叠合板的吊点应经设计计算确定；

3 叠合梁、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 叠合梁、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 叠合梁、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。

### **13.3.10 叠合结构钢筋连接施工应符合下列规定：**

1 空腔预制墙构件后浇段应先安装成型钢筋笼，再将水平连接钢筋安装就位，并与成型钢筋笼绑扎固定；

2 空腔预制柱构件的底部纵向受力钢筋宜采用机械连接；连接前，应先将连接段范围内的箍筋安装完成；

3 楼面水平钢筋绑扎完成后，在空腔预制墙构件顶部空腔插放上一层墙体竖向连接钢筋，墙体竖向连接钢筋应在墙体空腔内居中放置，避免发生偏位；

4 空腔预制墙构件水平及竖向连接钢筋与其它钢筋的交叉点宜全部绑扎，安装牢固，避免在混凝土浇筑期间受到冲击、振动发生移位；

5 空腔预制墙构件水平及竖向连接钢筋的牌号、规格、数量、间距和安装位置应符合设计及本规程的要求。

### **13.3.11 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。

### 13.3.12 后浇混凝土施工应符合下列规定：

1 当空腔预制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。振捣棒宜选用 $\phi$ 30mm及以下的微型振捣棒；

2 浇筑混凝土前，宜对预制构件叠合面充分洒水润湿，且无明水；外露钢筋宜采取防止污染的措施；

3 空腔预制墙构件根部水平接缝位置宜采用工具式模板封堵；

4 空腔预制墙构件空腔混凝土宜分层浇筑、振捣，每层浇筑高度不宜超过1m，浇筑应保持水平向上完整浇筑；上层混凝土应在下层混凝土初凝前进行浇筑；

5 混凝土浇筑应布料均衡，浇筑和振捣应采取防止模板、连接构件、钢筋、预埋件及其定位件移位的措施；

6 空腔内混凝土振捣应能使混凝土密实、均匀不应漏振、欠振、过振。

7 空腔内振捣棒振捣混凝土应符合下列规定：

1) 应按分层浇筑厚度分别进行振捣，振捣棒的前端应插入前一层混凝土中，插入深度不应小于50mm；

2) 振捣棒应垂直于混凝土表面并快插慢拔均匀振捣；当混凝土表面无明显塌陷、有水泥浆出现、不再冒气泡时，应结束该部位振捣；

3) 振捣棒与空腔侧壁的距离不应大于振捣棒作用半径的50%；振捣插点间距不应大于振捣棒的作用半径的1.4倍。

**13.3.13** 外墙板接缝防水施工应符合下列规定：

- 1 防水施工前，应将板缝空腔清理干净；
- 2 应按设计要求填塞背衬材料；
- 3 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、顺直，其施工质量应符合设计要求。

## 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《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的有关规定进行主体工程、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。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》GB 50204的有关规定。

**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》GB 50204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。

## 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：检查预制构件制作合格证及相关性能检验报告。

**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《湖南省装配式混凝土结构建筑质量管理技术导则》、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标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204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验检。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/T 50784 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 1 个构件进行结构性能检验。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体验检报告。

注：“同类型”是指同一钢种、同一混凝土强度等级、同一制作工艺和同一结构形式。抽取预制构件时，宜从设计荷载最大、受力最不利或制作数量最多的预制构件中抽取。

**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。

**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	< 12m	± 5	用尺量两端及中间部, 取其中偏差绝对值较大值
			≥12m 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, 其值得两倍为翘曲值	
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	
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		

续表 14.2.9

序号	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
12	预留 孔洞	中心线位置偏移	5	尺量
		孔洞尺寸、深度	$\pm 5$	
13	预留 插筋	中心线位置偏移	3	尺量
		外露长度	$\pm 5$	
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	$\pm 5$	

注：1 L 为构件长度，单位为 mm；

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/T 50107 的规定。

**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》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

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》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

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构件现场预留插筋和空腔预制墙构件水平连接钢筋、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 空腔预制柱构件现场预留插筋安装允许偏差**

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
空腔预制柱构件的现场预留插筋	中心线位置	5	尺量
	外露长度	± 5	尺量

**表14.3.4-2 空腔预制墙构件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

**14.3.5 叠合结构的后浇混凝土中钢筋安装位置的偏差应符合表14.3.5的规定。**

**表14.3.5 钢筋安装位置的允许偏差和检验方法**

项目		允许偏差 (%)	检验方法
绑扎钢筋网	长、宽	± 10	钢尺检查
	网眼尺寸	± 20	钢尺量连续三挡、取最大值
绑扎钢筋骨架	长	± 10	钢尺检查
	宽、高	± 5	钢尺检查

续表 14.3.5

项 目		允许偏差 (%)	检验方法	
受力钢筋	间距	$\pm 10$	钢尺量测两端、中间各取一点, 取最大值	
	排距	$\pm 5$		
	保护层厚度	基础	$\pm 10$	钢尺检查
		柱、梁	$\pm 5$	钢尺检查
板、墙、壳		$\pm 3$	钢尺检查	
绑扎钢筋、横向钢筋间距		$\pm 20$	钢尺量连续三挡、取最大值	
钢筋弯起点位置		20	钢尺检查	
预埋件	中心线位置	5	钢尺量连续三挡、取最大值	
	水平高差	+3, 0	钢尺检查	

注: 1 检查预埋件中心线位置时, 应沿纵、横两个方向量测, 并取其中的较大值。

2 表中梁类、板类构件上部纵向受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90% 及以上, 且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

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

**检验方法:** 观察, 量量; 检查处理记录。

**14.3.6 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。

**14.3.7 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 1000m<sup>2</sup> 外墙 (含窗) 面积应划分为一个检验批, 不足 1000m<sup>2</sup> 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 10m<sup>2</sup>。

**检验方法:** 检查现场淋水试验报告。

**14.3.8 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。

### 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 间；
- 3) 对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

表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		
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		

续表 14.3.10

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
相邻构件阴阳角		4	用直角检测尺检查
构件搁置长度	梁、板	$\pm 10$	尺量
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙	10	尺量
墙板接缝	宽度	$\pm 5$	尺量
	中心线位置		

## 14.4 后浇混凝土

### 主控项目

**14.4.1** 叠合结构空腔和安装连接节点的后浇筑混凝土强度应符合设计要求。

检查数量: 每工作班同一配合比的混凝土取样不得少于1次, 每次取样应至少留置1组标准养护试块, 同条件养护试块的留置组数宜根据实际需要确定。

检验方法: 检查施工记录及试件强度试验报告。

**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。对已经处理的部位, 应重新检查验收。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察检查, 检查技术处理方案。

### 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。

**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：叠合剪力墙内混凝土成型质量检验构件的选取应均匀分布，并应符合下列规定：

- 1 每2层且不超过2000m<sup>2</sup>应作为一个检验段；
- 2 每个检验段应随机抽取不少于3个叠合剪力墙构件；

检验方法：宜采用超声法检验。当超声法检验结果存在声学参数异常点时，可采用局部剥离法检验，也可采用现行国家标准规定的其他检验方法。

## 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。

检查数量：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：全数检查。

检验方法：检查试验报告。

**14.5.3** 密封胶应打注饱满、密实、连续、均匀、无气泡。

检查数量：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：全数检查。

检验方法：观察检查。

**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：观察检查。

**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：全数检查。

检验方法：观察检查。

**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 m<sup>2</sup>外墙（含窗）面积应划分为一个检验批，不足 1000 m<sup>2</sup>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 m<sup>2</sup>。

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；

**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》GB 50204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 叠合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。

## 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 8
- 33 《硅酮和改性硅酮建筑用密封胶》 BG/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 《湖南省装配式混凝土结构住宅统一模数标准》 DBJ 43/T

331

- 43 《民用建筑绿色设计规范》 JGJ/T 229
- 44 《湖南省绿色建筑标准》 DBJ 43/T 006

湖南省工程建设地方标准

装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土  
结构技术规程

**DBJ43/T 376— 2021**

条文说明

# 目 次

1	总则	125
2	术语和符号	127
2.1	术语	127
3	基本规定	130
4	材料	131
4.1	钢筋、混凝土和钢材	131
5	建筑设计	133
5.1	一般规定	133
6	结构设计基本规定	134
6.1	一般规定	134
6.2	预制构件设计	137
6.3	叠合楼盖设计	138
6.4	地下室叠合墙设计	138
7	叠合框架结构设计	141
7.2	构件设计	141
7.3	连接设计	142
8	叠合剪力墙结构设计	144
8.1	一般规定	144
8.2	构件设计	145
8.3	连接设计	147
8.4	多层叠合剪力墙结构设计	151
9	叠合框架-剪力墙结构设计	154
11	预制构件数字化设计	155
11.1	一般规定	155
11.2	设计要求	155
12	构件制作、运输与堆放	158

12.1	一般规定	158
12.3	钢筋加工与预埋件	159
12.4	设备与模具	161
12.5	成型、养护及脱模	162
12.7	预制构件检验	163
12.9	堆放与运输	163
13	施工安装	165
13.1	一般规定	165
13.2	施工准备	165
14	工程验收	166
14.2	预制构件	166
14.3	构件安装与连接	166
14.4	后浇混凝土	167



# 1 总 则

**1.0.1** 装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构具有如下创新性优势：

(1) 包含叠合剪力墙、叠合柱、叠合梁等预制构件，可构建剪力墙、框架、框架-剪力墙、框架-现浇核心筒结构体系，可用于住宅、办公、商业等各类民用建筑；

(2) 竖向叠合构件中间空腔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，大幅提高了现场施工建造效率；

(4) 本体系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，结构整体性优于桁架钢筋形式叠合剪力墙；

(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，且工厂集中环保处理，有利于实现四节一环保的要求。

**1.0.2** 湖南省无抗震设防烈度为8度和9度地区，故只列入6度和7度地区。

**1.0.3** 装配整体式叠合结构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》JGJ 3、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1等的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

2.1.6 空腔预制墙构件示意如图1所示。

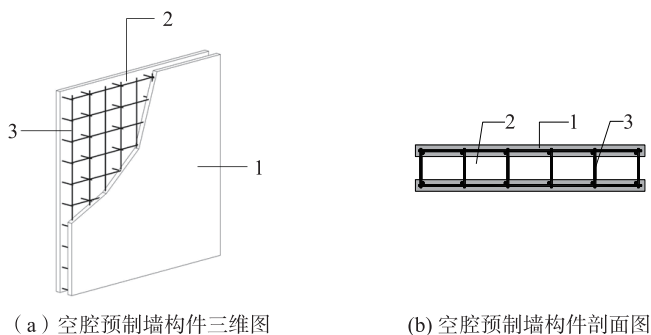


图1 空腔预制墙构件

1—预制部分；2—空腔部分；3—成型钢筋笼

2.1.7 夹心保温空腔预制墙构件示意如图2所示。

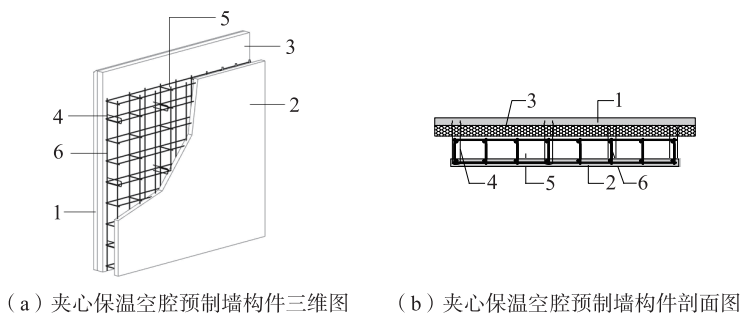


图2 夹心保温空腔预制墙构件

1—外叶板；2—内叶板；3—保温层；4—拉结件；5—空腔部分；6—成型钢筋笼

2.1.9 空腔预制柱构件示意如图3和图4所示。

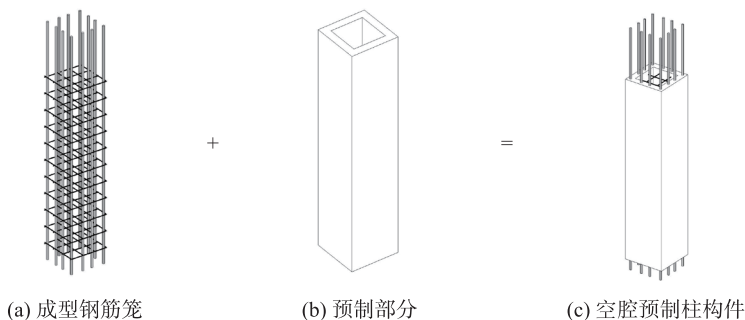


图3 空腔预制柱构件三维图

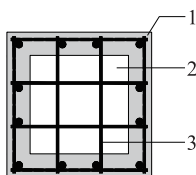


图4 空腔预制柱构件剖面图

1—预制部分；2—空心部分；3—成型钢筋笼

2.1.13 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。

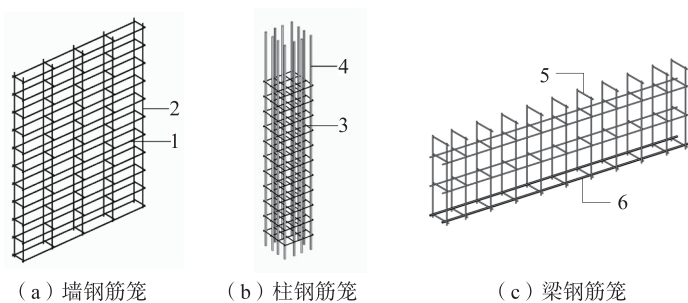


图5 成型钢筋笼

1—梯子形网片；2—墙体竖向钢筋；3—柱箍筋网片；4—柱纵向钢筋；

5—梁箍筋网片；6—梁纵向钢筋

**2.1.14** 钢筋焊接网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，网片可采用钢筋垂直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：

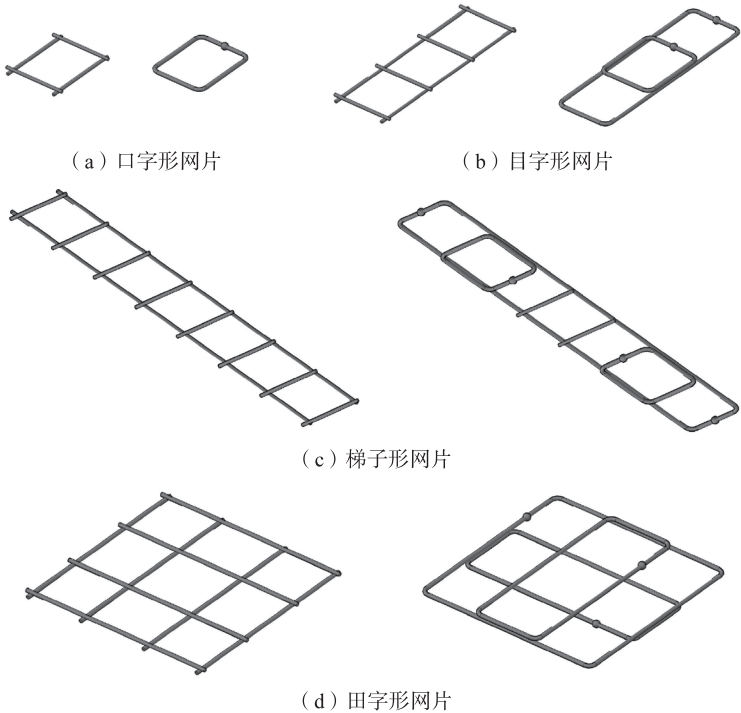


图6 钢筋网片

## 3 基本规定

**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，这样才能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** 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可以实现生产、物流、施工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，此部分工作宜由设计单位完成。深化设计应采用三维设计软件建模，模型的存储和维护应符合各专业和不同软件间数据交互的要求，以保证模型数据有效传递和交换。预制构件模型输出数据能实现构件生产设备数据识别，工厂可根据模型数据自动解析图纸，并实现在模台上自动打印，有利于构件自动化生产，减少人工失误率。

## 4 材料

### 4.1 钢筋、混凝土和钢材

**4.1.2** 叠合构件中钢筋笼及网片成型方式主要为交叉焊接，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级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级钢筋。

**4.1.3** 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。

**4.1.4** 使用专用预埋件及连接件时，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。

**4.1.6** 当构件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。

**4.1.7** 考虑到自密实混凝土具有高流动度且不离析、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的间隙充满模具达到充分密实，所以依据现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283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的规定执行，并加强普通混凝土浇筑后的密实度检测。

**4.1.8** 不锈钢材的防锈能力与其铬、镍含量有关。由于统一数字代号为S316XX系列的奥氏体不锈钢具有良好的耐久性能和力学性能，在不锈钢拉结件产品选材时，应优先选择S316XX系列的奥氏体不锈钢材料。S316XX系列不锈钢中的镍含量约12%~14%，含镍铬总量29%~31%，并增加了2%~3%的合金元素钼。由于镍铬含量和合金元素的不同，其防腐蚀性能和适用的环境也不相同。在进行工程设计时，应根据工程所在地的环境类别选用，其中环境类别的划分应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。当环境腐蚀性低（如一类和二类环境），且有可靠依据时，也可选用S304XX系列的奥氏体不锈钢材料。不锈钢拉接件焊接需选用与母材匹配的焊条、焊丝。对于防腐要求不高时，拉结件可使用镀锌铁件，降低成本。

## 5 建筑设计

### 5.1 一般规定

**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。

## 6 结构设计基本规定

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 叠合结构的最大适用高度参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。叠合框架-现浇核心筒结构的最大适用高度参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3及现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定。

**6.1.2** 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、受剪滑移及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，应该补充水平接缝在中震下的承载力验算，包括接缝受剪、压弯及拉弯承载力，以保证其安全。

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实现。

当叠合剪力墙房屋高度超过100m时，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3规定的结构抗震性能设计方法进行补充分析和论证。结构抗震性能设计应根据结构方案的特殊性选用适宜的结构抗震性能目标，并论证结构方案能够满足抗震性能目标预期要求。

**6.1.5** 叠合结构的高宽比和抗震等级参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1中的规定，比现浇结构的要求适当从严。湖南省内各区域抗震设防烈度包含6度和7度，考虑到设防烈度为7度的乙类建筑应按设防烈度8度确定其抗震措施，故表6.1.5将设防烈度8度情况列入。

**6.1.6** 根据叠合结构大量试验，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，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混凝土构件基本一致，具有与现浇混凝土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混凝土结构相同的方法。

**6.1.8** 楼面梁刚度增大系数可根据计算确定，对于实心叠合楼板，其刚度贡献可按全厚度考虑。当预应力空心板叠合层与梁顶平时，可近似按叠合层的混凝土厚度参照《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定计算梁受压区有效翼缘计算宽度

$b_f'$ 。无后浇层的装配式楼盖，一般与梁的连接较弱，对梁刚度增大作用较小，设计中可以忽略。当无后浇层的装配式楼盖与梁采用较强的连接时，应按实际情况考虑其对刚度的贡献。

**6.1.9** 结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层对结构整体性及传递水平力的要求较高，宜采用现浇楼盖。当顶层楼板采用叠合楼板时，为增强顶层楼板的整体性，需提高后浇混凝土叠合层的厚度和配筋要求，同时叠合楼板应设置桁架钢筋。

**6.1.10** 参考现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的规定，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，高层装配整体式框架结构首层柱建议采用现浇混凝土。主要是因为底部加强区对结构整体的抗震性能很重要，且底部加强区构件截面大、配筋多，不利于预制构件连接。

**6.1.11** 参考现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的规定，部分框支剪力墙结构的框支层受力较大且在地震作用下容易破坏，为加强整体性，建议底部加强区应采用现浇结构。

**6.1.12** 叠合剪力墙、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；叠合剪力墙、叠合柱空腔及接缝一般采用混凝土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纵向钢筋且构造符合本规程的规定，接缝的正截面受压、受拉及受弯承载力一般不低于构件，正截面计算方法可按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定执行。

**6.1.14~6.1.15** 在参考了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的基础上，本规程给出了叠合柱及叠合剪力墙水平接缝受剪承载力设计值的计算公式。

## 6.2 预制构件设计

**6.2.2** 预制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。

**6.2.4** 当钢筋焊接网片作为柱、剪力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。

**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，满足在制作、运输和堆放、安装及后浇混凝土浇筑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，满足预制构件制作、运输和堆放、安装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。

梯子形网片在墙体中作为水平钢筋，在梁、墙边缘构件中作为箍筋，田字形网片在柱中作为箍筋，均发挥约束纵向钢筋或竖向钢筋的作用。

**6.2.6** 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。

**6.2.7** 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，更应采用建筑信息模型（BIM）技术进行碰撞检查。

## 6.3 叠合楼盖设计

**6.3.2** 对于跨度小于3m的叠合楼板，可采用马镫钢筋作为叠合面抗剪构造钢筋，间距不宜大于400mm，钢筋直径 $d$ 不应小于6mm；马镫钢筋宜伸到叠合板上、下部纵向钢筋处，预埋在预制板内的总长度不应小于 $15d$ ，水平段长度不应小于50mm。

**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，并做好短暂工况下的验算。

**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形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形叠合梁截面高度不大于600mm时可采用图7截面形式，可提高构件生产效率节约生产成本；双皮截面预制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。

**6.3.7** 叠合梁补强措施符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定，相关尺寸同时考虑生产要求。

## 6.4 地下室叠合墙设计

**6.4.3** 空腔预制墙构件与空腔后浇混凝土之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，故要求空腔预制墙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。

地下室叠合外墙为满足防水、耐久性要求，其保护层厚度及墙体厚度、空腔预制墙构件的预制墙板厚度均较地上墙体稍

有增加。地下室叠合外墙空腔预制墙构件较重，空腔宽度较大，在运输及吊装过程中，需对两侧预制墙板之间的拉结进行加强。拉筋间距及直径应进行制作、运输和堆放、安装等短暂工况下的承载力验算，必要时应补充空腔预制墙构件变形验算。

工程经验表明，地下室叠合外墙水平筋放置在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。

**6.4.4** 根据工程经验，空腔预制墙构件尺寸受工厂生产线模台尺寸、运输、安装等因素的限制。条件允许时，采用大尺寸空腔预制墙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。

**6.4.5** 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接缝处增设止水钢板。

**6.4.6** 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。当地下室外墙需考虑水平方向受弯时，应避免在水平支座之间拼缝，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。

**6.4.7** 采用图6.4.7 a做法时，地下室叠合外墙临土侧预制墙板竖向钢筋无法有效锚入基础底板，故进行受弯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竖向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及裂缝宽度验算时不应包含地下室叠合外墙预制墙板临土侧钢筋面积。考虑施工误差造成预留钢筋无法紧贴空腔预制墙构件的空腔内壁，此处保护层厚度适当放大。采用图6.4.7 b做法时，地下室叠合外墙受

弯承载力验算及正常使用状态验算与地下室现浇混凝土外墙相同，临土侧预制墙板内竖向钢筋可根据计算需要在适当位置截断。如有其他可靠的空腔预制墙构件接缝处理措施，可按实际情况进行设计。

## 7 叠合框架结构设计

### 7.2 构件设计

**7.2.1** 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。梁侧面纵向构造钢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向钢筋的方式予以加强。

**7.2.3** 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、连接节点要求。

**7.2.4** 矩形叠合柱截面尺寸小于500mm时，空腔预制柱构件生产困难，空腔后浇混凝土施工困难，且后浇混凝土区域占比过小。考虑到框架结构中边长小于500mm的柱并不多见，故规定矩形柱边长不宜小于500mm。80mm壁厚可较好的实现预制构件整体性，确保纵向钢筋可靠握裹。叠合柱纵向钢筋需结合焊接箍筋网片及梁柱节点纵向钢筋避让等情况进行排布。本条款涉及专利“预制柱壳、柱体和框架结构体系 ZL201821074056.1”，使用者可直接与专利权人协商处理。

**7.2.5** 多节一体空腔预制柱构件，即在工厂将多层混凝土柱一次预制成型，楼层梁柱节点区高度范围内无混凝土柱壳，纵向钢筋外露，节点区以外整层高空腔柱全部在工厂制作完成。此种构件可实现多层柱一次完成生产和吊装，提升生产、安装效率，减少柱纵向钢筋现场连接，降低项目成本。此类构件需与现浇梁或U形叠合梁结合使用，便于节点区梁纵向钢筋安装。

空腔预制柱间钢筋外露部分建议采用交叉斜筋等措施保证

构件在制作、运输和堆放、安装等短暂工况下的稳定性，交叉斜筋数量和直径应根据短暂工况下的承载力和变形计算确定，交叉斜筋应可靠固定在柱纵筋根部或锚入柱壳内，对于复杂或特殊情况，临时支撑的可靠性建议通过试验确定。

### 7.3 连接设计

**7.3.2** 除传统的挤压套筒连接、钢筋直螺纹套筒连接外，柱纵向钢筋可根据现场施工需求，采用更符合叠合结构的连接形式。

叠合柱纵向钢筋需有一定的出筋长度以便满足柱纵向钢筋机械连接，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、机械连接安装需求及上部叠合柱纵向钢筋出筋长度等情况综合确定。

现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 规定同一连接区段内的纵向受拉钢筋接头面积百分率为 100% 时，应采用 I 级接头；对于有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，接头面积百分率不应大于 50%。现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 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，现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 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，且纵向钢筋接头应满足 I 级接头性能，接头连接质量可见，易检测，因此叠合柱纵向钢筋连接可设置在同一高度截面。

叠合框架结构基础插筋定位应严格控制精度，保证叠合柱纵向钢筋连接质量，基础插筋可采用成型钢筋笼；当具备条件时最下节叠合柱可随基础混凝土一同浇筑，柱纵向钢筋锚入基础内。本条款涉及专利“柱与柱连接组件和框架结构体系

ZL201821090866.6”，使用者可直接与专利权人协商处理。

**7.3.4** 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/T 51231 的规定。

**7.3.5** U形叠合梁需控制裂缝宽度，符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定。裂缝验算时需根据纵向受拉钢筋位置合理确定Cs的取值，其中Cs为最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离。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向受拉钢筋位置确定。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。空腔内放置的下部纵向受力钢筋采取限位措施，可确保实际受力状态与设计要求一致。本条款涉及专利“预制梁壳、梁体和框架结构体系ZL201821074068.4”，使用者可直接与专利权人协商处理。

## 8 叠合剪力墙结构设计

### 8.1 一般规定

**8.1.3** 高层建筑的结构高度较大时，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。

**8.1.4** 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墙肢厚度不宜小于200mm。

**8.1.5** 楼层内相邻叠合剪力墙之间的水平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。

**8.1.6** 通常情况下空腔预制墙构件的单侧墙板厚度为50mm，根据空腔预制墙构件分布钢筋网片布置原则，在分布钢筋网片内侧单独增设补强钢筋时，补强钢筋会突出空腔预制墙构件进入空腔内，为了减小补强钢筋对空腔内插筋及施工的影响，补强钢筋宜与同方向空腔预制墙构件分布钢筋网片平行且同层布置。

## 8.2 构件设计

**8.2.1** 在构件制作、运输和堆放、安装的能力允许范围内，空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件应优选大尺寸整板，可以减少构件拼缝，提高生产及施工效率。

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。为了满足空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件在短暂设计状况下的承载力及变形要求，保证空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件在制作、运输和堆放、安装过程中不被损坏，空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件设计时，对门窗洞口四周及洞口之间的构件最小尺寸及配筋进行限制，且宜在洞口周边的薄弱部位设置加强措施，可采用角钢或槽钢作为洞口临时加强支撑。若无法满足本条所述要求时，墙垛宜采用现浇混凝土。

空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件的门窗洞口内框在工厂完成混凝土封边，有效减少现场模板施工作业量，提高施工效率。但需要注意的是，采用上述做法，应充分考虑叠合剪力墙与现浇暗柱水平连接钢筋施工可行性。门窗洞口内框的混凝土封边厚度是根据根据工艺要求确定的，当确有把握且经过验证厚，可放宽要求。

**8.2.2** 空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件的单叶预制墙板厚度过薄时，单叶预制墙板刚度较差，承载力较低，制作、运输和堆放、安装过程中易造成损坏，不易保证工程质量。

**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钢筋。为了确保梯子形钢筋网片横筋能够拉住剪力墙最外侧钢筋，且满足梯子形钢筋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钢筋

网片中纵向钢筋内侧。

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

空腔预制墙构件应满足构造及现场混凝土浇筑时承载力要求，梯子形钢筋网片中水平横筋及网片间距均不应过大。规定梯子形钢筋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** 夹心保温空腔预制墙构件中的拉结件宜采用承重拉结件与限位拉结件相结合的布置方式（图8），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。

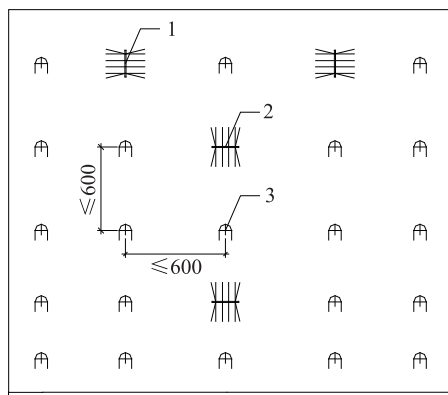


图8 夹心保温空腔预制墙构件拉结件示意

1—竖向承重拉结件；2—水平承重拉结件；3—限位拉结件；

在短暂设计状况下，夹心保温空腔预制墙构件外叶板与内叶板之间存在空腔，通过拉结件将两者形成整体，在制作、运输和堆放、安装时产生的应力主要由拉结件承担。所以夹心保温空腔预制墙构件拉结件需进行各阶段承载力计算及裂缝控制验算，确保夹心保温空腔预制墙构件的整体性。推荐采用允许应力法。当采用允许应力法进行计算时，拉结件的承载力应根据试验确

定，试验方案及测试数据的选取应充分考虑拉结件在短暂设计状况下的受力状态。

在持久设计状况下，夹心保温叠合剪力墙外叶板与内叶板之间的空腔已浇筑混凝土形成整体，竖向承重拉结件主要承担夹心保温叠合剪力墙外叶板自重，水平承重拉结件主要承担外叶板平面内的水平荷载和地震作用，限位拉结件的布置需满足夹心保温叠合剪力墙外叶板在温度和风荷载作用下的承载力、变形及裂缝要求。推荐采用分项系数法对各拉结件进行计算。在设计时，拉结件的承载力也应根据试验确定。同时，试验方案及测试数据的选取应充分考虑拉结件在持久设计状况和地震设计状况下的受力状态。

需要注意的是拉结件会涉及到相关企业的专利，使用者可与相关企业协商处理。选用企业成熟产品时，拉结件各项参数应符合相关产品技术要求。使用时企业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。

## 8.3 连接设计

**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上表面设置粗糙面，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** 边缘构件竖向钢筋根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010关于搭接钢筋的要求，按照100%搭接长度取 $1.6l_{aE}$ 。

墙体分布钢筋搭接长度参照现行行业标准《高层建筑混凝土

土结构技术规程》JGJ 3，搭接长度不应小于  $1.2l_{aE}$ 。本条款涉及专利“装配式建筑结构体系 ZL201821527759.5”，使用者可直接与专利权人协商处理。

**8.3.5** 单排钢筋竖向连接按现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定进行设计，必要时补充平面外受弯验算。

**8.3.6** 基于叠合剪力墙空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件自身特点，充分利用叠合剪力墙中间的空腔，采用环状连接钢筋将混凝土现浇段与叠合剪力墙连成整体。环状连接钢筋可提高空腔内后浇混凝土对其的约束，同时环状连接钢筋周边的横筋对锚固区混凝土形成约束，可提高锚固效果。

环状连接钢筋两端设置竖向插筋可增加连接钢筋在叠合剪力墙及混凝土现浇段中锚固的可靠性，确保混凝土现浇段与叠合剪力墙的整体性。

竖向插筋主要用于提高环状连接钢筋在叠合剪力墙及混凝土现浇段中锚固的可靠性，上下层墙体的竖向连接不考虑插筋的作用，所以上下层竖向插筋可不连接。

**8.3.7** 暗柱约束边缘构件与空腔预制墙构件整体预制，边缘构件阴影区域纵向钢筋及箍筋应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定，箍筋由墙体水平钢筋网片与附加钢筋网片共同组成。

转角墙及有翼墙约束边缘构件阴影区域宜全部采用现浇混凝土，混凝土现浇段内设置的成型钢筋笼的纵向钢筋及箍筋应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于约束边缘构件阴影部分竖向钢筋及箍筋的规定。

**8.3.9** 暗柱约束边缘构件与空腔预制墙构件整体预制，约束边缘构件阴影区域纵向钢筋及箍筋应符合现行国家标准《建筑

抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定。

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，混凝土现浇段内设置的成型钢筋笼纵向钢筋和箍筋应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定。

**8.3.10** 暗柱构造边缘构件与夹心保温空腔预制墙构件整体预制，构造边缘构件纵向钢筋及箍筋均应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定。

纵横墙交接处的构造边缘构件内成型钢筋笼纵向钢筋及箍筋应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定。

**8.3.1** 当墙体较长超过生产或施工能力时，需采用在非边缘构件位置设置混凝土现浇段的方式将墙体断开，混凝土现浇段内采用成型钢筋笼进行加强。为了满足现场施工的需要，现浇段宽度不宜小于200mm。

**8.3.12** 叠合剪力墙连梁与空腔预制墙构件整体预制时，为便于工厂构件加工，连梁顶部宜采用不出筋形式，但此时应注意对连梁计算高度的影响。

当采用图 8.3.12-1a 做法时，内力计算时，梁高宜取至楼板顶部，配筋计算时，梁高宜取腹板高度；当采用图 8.3.12-1a 做法导致连梁计算不满足要求时，可采用图 8.3.12-1b 复合连梁或图 8.3.12-1c 叠合连梁的做法。当采用复合连梁时，连接钢筋需承担下部预制部分与上部叠合层拼缝处产生的剪力，连接钢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。

当单连梁计算需要连梁高度较大时，可将下层窗上墙和上层窗下墙按照图 8.3.12-2 整体连梁的方式设计，下层窗上墙和上

层窗下墙之间采用连接钢筋连接。

当整体计算中未考虑上层窗下墙的刚度作用，仅将下层窗上墙设计为连梁，上层窗下墙应按构造墙体的要求设计。

连接钢筋在上下层墙体中的锚固长度均不应小于  $l_{aE}$ ，当无法满足要求时，连接钢筋应伸至上层墙体顶部及下层墙体底部纵向钢筋的内侧。

**8.3.13** 基于叠合剪力墙自身特点，顺墙肢方向的梁纵向钢筋可在其空腔内锚固。为避免梁构件吊装时外伸纵向钢筋与叠合剪力墙空腔内拉筋干涉，预制梁设计时，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向钢筋伸入叠合剪力墙空腔内实现可靠锚固。根据相关经验，连接钢筋与套筒连接时需预留不小于200mm的操作空间。夹心保温叠合剪力墙与梁连接节点构造（图9）也应符合本条的规定。

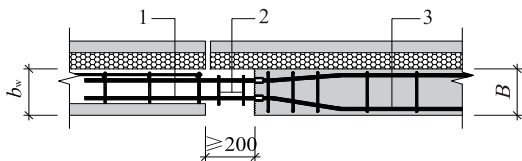


图9 梁与夹心保温叠合剪力墙连接

1—梁连接钢筋；2—现浇段箍筋；3—梁纵向钢筋；

$b_w$ —叠合剪力墙宽度； $B$ —梁宽度

**8.3.14** 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，梁与墙宜采用铰接连接；梁端处墙内宜设置暗柱或扶壁柱，相应构造要求应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定。企口接头（图10）的承载力验算除应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50100和《钢结构设计规范》GB 50017的规定外，尚应符合下列规定：

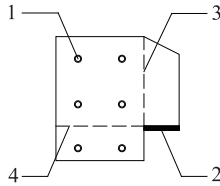


图10 钢企口示意

1—栓钉；2—预埋件；3—截面 A；4—截面 B

- 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** 多层叠合剪力墙结构设计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剪力墙结构进行规定。

**8.4.2** 叠合板可采用普通叠合板、钢筋桁架叠合板、预应力叠合板等形式。结构设计时，应根据楼板跨度、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板形式。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，宜采用叠合板。

**8.4.3** 空腔预制墙构件的单叶预制墙板厚度不小于50mm是为了满足叠合剪力墙在制作、运输和堆放、安装过程中不开裂。当有特殊要求且经工艺验证后，空腔预制墙构件的单叶预制墙板

最小厚度可适当减薄。控制叠合剪力墙墙肢截面厚度不宜小于200mm，夹心保温叠合剪力墙承重部分墙肢截面厚度不宜小于150mm，是为了保证叠合剪力墙的空腔宽度不小于100mm，确保空腔内混凝土浇筑时振捣密实。

**8.4.4** 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 51231一致。

**8.4.5** 多层叠合剪力墙结构，容易出现墙肢间距较大、布置不均匀或竖向布置不连续的情况。为了保证结构的均匀性和整体性，偏于安全考虑，参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011中关于砌体结构抗震横墙间距的要求，提出表8.4.5叠合剪力墙间距的要求。

**8.4.6** 当结构布置规则，且符合本规程中叠合剪力墙间距及结构高宽比规定时，算例分析表明，结构一般不会发生倒塌破坏。当超出规定要求时，应进行罕遇地震作用下的弹塑性层间位移角复核。结构弹塑性变形验算可采用静力弹塑性分析方法或弹塑性时程分析方法。

**8.4.7** 多层叠合剪力墙结构上下层墙体可采用单排竖向连接钢筋连接，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搭接连接，且连接钢筋应位于内、外侧被连接钢筋的中间位置。为增强钢筋连接范围内的横向约束，在单排竖向连接钢筋的连接范围内设置横向拉筋，拉筋应同时满足间距和直径的要求。

**8.4.8** 受力分析及试验验证表明：多层建筑在多遇地震作用下竖向接缝处产生的剪力较小，竖向接缝处混凝土及钢筋仍处于弹性工作状态，结构整体计算时相邻叠合剪力墙之间可视为整体。

在罕遇地震作用下，相邻叠合剪力墙之间竖向接缝可视为完全破坏，各墙体按照各自的计算单元进行弹塑性分析，满足弹塑性计算的相关要求，确保房屋在罕遇地震作用下不倒塌。

**8.4.9** 受力分析及试验验证表明：在多遇地震及设防地震作用

下，叠合剪力墙竖向接缝处主要承受剪力，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生的剪力，按照钢筋抗剪要求，成型钢筋笼或钢筋网片在叠合剪力墙中的锚固长度不应小于 $15d$ ， $d$ 为成型钢筋笼箍筋直径或钢筋网片水平钢筋直径。

## 9 叠合框架 - 剪力墙结构设计

**9.0.1** 当叠合框架-剪力墙结构中的剪力墙采用叠合剪力墙时，可采用带边框柱的叠合剪力墙。

**9.0.4** 叠合暗柱在叠合剪力墙水平接缝处为截面薄弱位置，需根据叠合剪力墙水平接缝处竖向连接钢筋的位置确定叠合暗柱的截面计算高度。

# 11 预制构件数字化设计

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 预制构件信息模型设计，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** 为实现预制构件在工厂的自动化生产，模型导出的数据宜能够被生产设备识别，驱动自动化生产，提高生产效率。

## 11.2 设计要求

**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。

为满足空腔预制墙构件生产时，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** 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。

**11.2.4** 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。

## 12 构件制作、运输与堆放

### 12.1 一般规定

**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体系，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。

**12.1.3** 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** 空腔预制墙构件、空腔预制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，重点检查模具、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。

## 12.3 钢筋加工与预埋件

**12.3.1** 钢筋焊接网采用工厂自动化机械焊接方式进行制作，可以有效提升生产效率、节约人工；同时机械化焊接方式可实现高精度、高效率生产，且可有效避免人为因素对产品质量稳定性的影响。

**12.3.4** 钢筋焊接网在工厂采用自动化电阻点焊方式进行制作可以大幅提升生产效率控制网片尺寸精度，但随着工艺的改进也可以采用满足精度要求的弯折钢筋闪光对焊方法进行制作。

**12.3.5** 钢筋焊接网普通连接位置采用电阻点焊，可满足受力要求。但梁箍筋网片上下端、柱箍筋网片外围、墙体网片边缘构件外围，所用钢筋焊接网焊点要求较高，可采用二氧化碳气体保护电弧焊方式进行加强，确保加强后的箍筋强度完全等同弯折封闭箍筋。

钢筋焊接接头抗剪试验评定标准，抗剪试验结果不应断于焊缝。若有一个试件断于钢筋母材，呈脆性断裂；或有一个试件断于钢筋母材，其抗剪强度小于钢筋母材抗拉强度标准值，应视该项试验为无效，并检验钢筋母材的化学成分和力学性能。

焊接钢筋网验收内容：

**1** 钢筋的牌号、规格和数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

2 钢筋网应焊接牢固。受力钢筋的安装位置、焊接方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

3 钢筋焊接网、梯子筋加工完成后，应按批次对其力学性能进行质量检查。

检查数量：同一厂家、同一原材料来源、同一生产设备在同一连续时段内生产的、受力主筋为同一直径的的焊接网，重量不大于 10t 为一个检验批。抽样数量及要求应满足 JGJ 114 附录 E 的规定。

检查方法：满足 JGJ 114 附录 E 的规定。

4 施焊的各种钢筋均应有质量证明书；焊条、焊丝、焊剂等应该有产品合格证。

5 钢筋进场时，应按国家现行相关标准的规定抽取试件并做力学性能和重量偏差检验，检验结果必须符合国家现行有关标准的规定。

检验数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

钢筋焊接网加工完成后，应按批次对其外观质量、几何尺寸进行质量检查。

- 1) 当采用电阻点焊方式时，焊点的压入深度应为较小钢筋直径的 20%~30%。
- 2) 焊接网交叉点开焊数量不应超过整张焊接网交叉点总数的 1%，且任一根钢筋上开焊点数不得超过该根钢筋上交叉点总数的 50%。焊接网最外边钢筋上的交叉点不应开焊。
- 3) 焊接网表面不得有影响使用的缺陷，可允许有毛刺、表面浮锈和因调直造成的钢筋表面轻微损伤，对因取

样产生的钢筋局部空缺必须采用相应的钢筋按要求补上。

检查数量：全数检查

检查方法：观察，尺量。

**12.3.6** 空腔预制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 $\pm 3\text{mm}$ ，在空腔预制柱构件纵筋连接时更快捷，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。

## 12.4 设备与模具

**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。空腔预制墙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** 空腔预制柱构件一次成型工艺：将成型钢筋笼放置到空腔预制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，实现空腔预制柱构件一次成型，采用此工艺，构件成型质量好，效率高成本低。

**12.4.3** 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** 空腔预制墙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。空腔预制柱构件的模具为专用模具，截面尺寸与空腔预制

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** 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不同之处在于空腔预制墙构件内外叶厚度（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 $\leq 3$ ）。当空腔预制墙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；空腔预制墙构件采用磁性侧模，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** 空腔预制柱构件要求截面尺寸控制在 $\pm 3\text{mm}$ 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空腔预制柱模具内腔四面平整度。

**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不同之处在于增加空腔预制柱构件插筋（0，-3）和夹心保温空腔预制墙构件的尺寸（ $\pm 5$ ）的要求。空腔预制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。夹心保温空腔预制墙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。

## 12.5 成型、养护及脱模

**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。

**12.5.7** 因空腔预制墙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。

**12.5.9** 空腔预制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，而空腔预制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。

## 12.7 预制构件检验

**12.7.5** 合格的预制构件通常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** 空腔预制墙构件的外形尺寸必须符合叠合结构的安装精度要求，预制楼板类构件与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的规定一致。

**12.7.9** 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。

**12.7.12** 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。

## 12.9 堆放与运输

**12.9.3** 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。夹心保温空腔预制墙构件有其特殊性，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。

**12.9.4** 空腔预制墙构件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。

**12.9.5** 采用竖向堆放方式，可减少空腔预制墙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。

**12.9.6** 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。

**12.9.7** 夹心保温空腔预制墙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。

## 13 施工安装

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 装配整体式叠合结构施工应根据结构构件拆分设计、机电管线优化、生产加工、装配施工一体化的原则，制定以装配为主的施工组织设计，按照相关流程报监理单位进行审批。

**13.1.2** 叠合结构连接方式不同于传统预制结构，且安装精度要求高，对现场管理人员及安装作业人员进行专项培训目的在于全面掌握相关的专项施工技术。

### 13.2 施工准备

**13.2.2** 吊装设备及工具应根据构件的形状、尺寸和重量进行匹配性选型，安装施工前，应复核吊装设备的吊装能力、吊装工具和吊装环境，满足安全、高效的吊装要求。

## 14 工程验收

### 14.2 预制构件

**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** 需要做结构性能检验的构件主要有全预制梁、预制楼梯等，除设计有专门要求外，空腔预制墙构件、叠合梁、叠合楼板等构件，进场时可不做结构性能检验，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》GB 50204的规定进行判断。

### 14.3 构件安装与连接

**14.3.2** 叠合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》GB 50204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。

**14.3.8** 叠合剪力墙空腔内现浇混凝土质量检测应符合下列规

定：

1 混凝土密实度等缺陷可采用敲击检查、超声波检测和钻孔验证相结合的方法进行检测，对于检测的异常区域采用钻孔内窥的方法进行验证。敲击检查宜沿构件长度方向等间距和沿周边等距离布置敲击点；对于敲击异常区域应减少敲击的间距；初步判定存在间隙可打孔进行验证。

2 对预制构件内混凝土构件的材料强度有怀疑或争议时，应采用取样或取样结合无损检测的方法进行检测；可在有代表性的位置开孔钻取混凝土芯样，混凝土抗压强度的芯样数量不宜少于6个；对混凝土构件取样后应及时进行修复。

## 14.4 后浇混凝土

14.4.4 超声法检验应符合下列规定：

1 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，检测操作应符合相应标准的规定。

2 采用超声法检验时，应在每个构件底部1000mm高度范围内连续布置测区，并按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784规定的方法进行测点布置、数据处理及判定。

3 所有测点无声学参数异常点时，叠合剪力墙内混凝土成型质量可判为合格。

局部剥离法检验应符合下列规定：

1 对选定的叠合剪力墙构件，应在超声法检验结果存在声学参数异常点处剥离面积不少于200cm<sup>2</sup>预制混凝土层，外露内部现浇混凝土表面，应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204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。

2 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，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。