

山东省工程建设标准

DB

DB37/T XX XX—20XX

J XXXXX—XXXX

装配式空心叠合剪力墙  
结构技术规程

Technical specification for shear wall structures  
with precast concrete hollow wall panels

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

山东省住房和城乡建设厅  
山东省市场监督管理局

联合发布



# 山东省工程建设标准

## 装配式空心叠合剪力墙结构技术规程

Technical specification for shear wall structures with precast concrete  
hollow wall panels

202X XX



# 前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2018年第一批山东省工程建设标准制订、修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2018〕9号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结近年来预制空心叠合剪力墙结构的实践经验，参考国内外先进标准，编制本标准。

本标准的主要技术内容为：总则、术语和符号、基本规定、材料、结构设计、构件生产与运输、施工安装、质量验收。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容解释。在执行过程中如有意见和建议，请反馈至山东省建筑科学研究院有限公司（地址：济南市无影山路29号；邮政编码：250031，电话：0531-85595501，邮箱：jiegoufenyuan@vip.163.com）。

主 编 单 位：山东省建筑科学研究院有限公司  
山东省建筑工程质量检验检测中心有限公司

参 编 单 位：清华大学  
中国建筑标准设计研究院有限公司  
北京珠穆朗玛绿色建筑科技有限公司  
中建科技（济南）有限公司  
山东隆济时节能科技股份有限公司  
山东冠县美安复合材料公司  
山东建科特种建筑工程技术中心有限公司

山东建科建筑设计有限责任公司

主要起草人员：崔士起 刘传卿 钱稼茹 肖 明  
张英保 张裕照 王启玲 孙 娥  
张书海 李翀飞

主要审查人员：

# 目 次

1	总 则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术 语.....	2
2.2	符 号.....	3
3	基本规定.....	5
4	材料.....	6
5	结构设计.....	8
5.1	一般规定.....	8
5.2	结构分析.....	11
5.3	叠合构件设计.....	11
5.4	空心墙板构造及其连接.....	13
5.5	连梁及其连接.....	20
5.6	非结构空心墙板及其连接.....	25
6	构件生产与运输.....	30
6.1	一般规定.....	30
6.2	模具.....	30
6.3	钢筋与预埋件.....	33
6.4	成型养护及脱模.....	36
6.5	预制构件检验.....	38
6.6	存放、吊运及防护.....	41
7	施工安装.....	44

7.1 一般规定.....	44
7.2 预制构件安装.....	45
8 质量验收.....	49
8.1 一般规定.....	49
8.2 主控项目.....	50
8.3 一般项目.....	53
本规程用词说明.....	55
引用标准名录.....	56
附：条文说明.....	58



# Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
3	Basic Requirments.....	5
4	Materials.....	6
5	Structural Design.....	8
5.1	General Requirements.....	8
5.2	Structural Analysis.....	11
5.3	Composite Element Design.....	11
5.4	Precast Hollow Panel Detail and Connection.....	13
5.5	Coupling Beam and Connection.....	20
5.6	Precast hollow panel for Non-structural Element and Connection.....	25
6	Manufacturing and Transportation.....	30
6.1	General Requirements.....	30
6.2	Mold Component.....	30
6.3	Steel and Embedded Parts.....	33
6.4	Molding Curing and Demoulding.....	36
6.5	Inspection of Prefabricated Components.....	38
6.6	Storage Lifting and Protection.....	41
7	Erection and Construction.....	44

7.1	General Requirements.....	44
7.2	Precast Element Erection.....	45
8	Construction Quality Acceptance.....	49
8.1	General Requirements.....	49
8.2	Dominant Items.....	50
8.3	General Items.....	53
	Explanation of Wording in This Standard.....	55
	List of Quoted Standards.....	56
	Addition: Explanation of Provisions.....	58

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范和促进装配式空心板叠合剪力墙结构的推广应用，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** 本规程适用于山东省抗震设防烈度不大于 8 度，设计基本地震加速度不大于 0.2g 地区的装配式空心板叠合剪力墙结构的设计、生产运输、施工安装和质量验收。

**1.0.3** 装配式空心板叠合剪力墙结构的设计、生产运输、施工安装和质量验收除应符合本规程外，尚应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.1 装配式空心板叠合剪力墙结构** superimposed shear wall structures with precast concrete hollow wall panels

部分或全部竖向抗侧力构件采用预制混凝土空心墙板、墙板孔内现场后浇混凝土成为叠合剪力墙的结构。简称空心板叠合剪力墙结构。

**2.1.2 预制混凝土空心墙板** precast concrete hollow wall panel

预留竖孔、竖孔之间设置纵肋的预制钢筋混凝土墙板，包括预制非边缘构件空心墙板和预制构造边缘构件空心墙板。简称空心墙板。

**2.1.3 预制非边缘构件空心墙板** precast concrete hollow wall panel without boundary element

一字形截面、两端设置竖槽的空心墙板，用于非边缘构件部位。

**2.1.4 预制构造边缘构件空心墙板** precast concrete hollow wall panel with non-confined boundary element

用于构造边缘构件部位的空心墙板，其截面包括一字形、L形和T形。

**2.1.5 空心板叠合剪力墙** superimposed shear wall with precast concrete hollow wall panels

空心墙板与其孔内现场后浇混凝土叠合而成的剪力墙，包括非边

缘构件空心板叠合剪力墙和构造边缘构件空心板叠合剪力墙。简称空心板叠合墙。

### 2.1.6 预制混凝土梁模壳 precast concrete mould for superimposed concrete beam

现场施工时用作模壳叠合梁的 U 形截面免拆预制混凝土模板，配置受力箍筋及构造纵筋。简称梁模壳。

### 2.1.8 模壳叠合梁 superimposed concrete beam with precast concrete mould

由预制混凝土梁模壳及现场后浇混凝土叠合而成，包括模壳叠合连梁和模壳叠合楼面梁。

### 2.1.9 预制非结构空心墙板 precast concrete hollow panel for non-structural element

用作窗下墙、结构洞填充墙、隔墙和外围护墙等非结构构件的预制空心墙板。简称非结构空心墙板。

## 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；

$f_y$  —— 钢筋抗拉强度设计值。

### 2.2.2 作用效应

$V_{jd}$  —— 持久设计状况下竖向接缝剪力设计值；

$V_{j\text{dE}}$  —— 地震设计状况下竖向接缝剪力设计值。

### 2.2.3 几何参数

$d$  —— 钢筋直径；

$h$  —— 层高；

$l_a$  —— 受拉钢筋锚固长度；

$l_{aE}$  —— 受拉钢筋抗震锚固长度；

$l_{abE}$  —— 受拉钢筋抗震基本锚固长度；

$l_d$  —— 钢筋搭接长度。

### 2.2.3 计算系数及其他

$\gamma_{RE}$  —— 承载力抗震调整系数。

$\Delta u$  —— 楼层层间最大弹性位移；

$\Delta u_p$  —— 结构薄弱层（部位）层间弹塑性位移。

## 3 基本规定

**3.0.1** 空心板叠合剪力墙结构的设计使用年限应为 50 年，结构安全等级应为二级，抗震设防类别不宜高于标准设防类。

**3.0.2** 空心板叠合剪力墙结构应采用装配化建造方式，并应以装配化建造统筹规划、设计、生产、运输和施工安装。

**3.0.3** 空心板叠合剪力墙结构的设计中，建筑、结构、设备、装修等专业应相互配合，并宜运用建筑信息化技术，实现设计、生产、运输和施工安装全过程信息化管理。

**3.0.4** 预制构件设计应符合下列规定：

1 应满足建筑使用功能，遵循少规格、多组合的原则；

2 应根据预制构件的用途和使用部位、生产及施工安装等要求，确定合理的公差；

3 应满足生产、堆放、运输及施工安装的要求，且应便于施工安装和质量控制。

**3.0.5** 空心板叠合剪力墙结构的施工应综合建筑、结构、设备和装修等专业，制定相互协同的施工组织方案，保障施工安全，合理安排进度计划。

## 4 材料

**4.0.1** 混凝土、钢筋和钢材的性能指标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 的有关规定。

**4.0.2** 钢筋焊接网的钢筋性能应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定，焊接质量应符合本规程和现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

**4.0.3** 构件的混凝土强度等级应符合下列规定：

1 空心墙板及梁模壳的混凝土强度等级不应低于 C30，其它预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30。

2 空心墙板孔内及其水平接缝和竖向接缝的混凝土强度等级不应低于空心墙板的混凝土强度等级，且不宜相差 2 个等级以上。

3 叠合楼板叠合层及预制底板后浇拼缝的混凝土强度等级不应低于预制底板的混凝土强度等级。

4 模壳叠合梁的后浇混凝土强度等级不应低于梁模壳的混凝土强度等级。

5 现浇剪力墙及现浇连梁的混凝土强度等级不应低于空心墙板的混凝土强度等级。

**4.0.4** 空心墙板孔内、水平接缝、竖向接缝的后浇混凝土应浇筑密实，宜采用大流动性混凝土，混凝土粗骨料最大粒径不应大于 20 mm，坍



落度宜为  $200\text{ mm} \pm 20\text{ mm}$ ，宜通过现场工艺试验确定混凝土坍落度要求及施工方法。

## 5 结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 空心板叠合剪力墙结构房屋的最大适用高度应符合表 5.1.1 的规定。平面和竖向不规则的结构，适用的最大高度宜适当降低。

表 5.1.1 空心板叠合剪力墙结构房屋的最大适用高度(m)

结构类型	抗震设防烈度		
	6 度	7 度	8 度(0.20g)
装配式空心板 叠合剪力墙结构	100	90	80
装配式部分框支空心板叠 合剪力墙结构	80	70	60

注：1. 建筑高度指室外地面到主要屋面的高度，不包括局部突出主要屋面的部分和装饰用坡屋顶；

2. 装配式部分框支空心板叠合剪力墙结构指首层或底部两层有部分框支空心板叠合剪力墙的结构，不包括仅个别框支空心板叠合墙的情况。

**5.1.2** 空心板叠合剪力墙结构应根据设防类别、设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类空心板叠合剪力墙结构的抗震等级应按表 5.1.2 确定。

表 5.1.2 丙类空心板叠合剪力墙结构的抗震等级

结构类型		设防烈度							
		6 度		7 度			8 度		
装配式空心板 叠合剪力墙结构	高度 (m)	≤80	>80	≤24	25~80	>80	≤24	>24	
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	
装配式部分框支 空心板叠合 剪力墙结构	高度	≤80		≤24	>24		≤24	>24	
	框支层框架	二		二	二		一	一	
	剪力墙	加强 部位	三		三		二	二	一
		一般 部位	四		四		三	三	二

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

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

### 5.1.3 空心板叠合剪力墙结构的剪力墙布置应符合下列规定:

- 1 应沿两个主轴方向或其他方向双向布置。
- 2 宜自下而上连续布置, 避免侧向刚度突变。
- 3 抗震等级为一、二、三级时底部加强部位不宜采用错洞墙, 建筑全高不宜采用洞口局部重叠的叠合错洞墙。
- 4 结构布置不应采用特别不规则的设计方案。

**5.1.4** 空心板叠合剪力墙结构的屋面及立面收进的楼层，应在空心板叠合墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁，其他楼层应在空心板叠合墙顶部设置连续的水平后浇带。后浇圈梁及水平后浇带应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

**5.1.5** 低、多层空心板叠合剪力墙结构可沿全高采用空心板叠合墙，高层空心板剪力墙结构沿全高采用空心板叠合墙时应符合下列规定：

1 底部加强部位及相邻上一层约束边缘构件应采用现浇混凝土，全高构造边缘构件可采用构造边缘构件空心墙板。

2 底部加强部位及相邻上一层各层空心板叠合墙的总长度不应大于该层墙肢总长度的 40%。

**5.1.6** 装配式部分框支空心板叠合剪力墙结构应符合下列规定：

1 部分框支层不宜超过 2 层。

2 框支层及其相邻上一层应采用现浇混凝土。

**5.1.7** 预制构件的设计应符合下列规定：

1 预制构件应进行脱模、翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下施工验算，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

2 空心墙板、非结构空心墙板宜设置吊装孔，吊装孔距预制墙板顶部的距离不宜小于 400 mm，吊装孔内径不宜小于 20 mm。预埋件锚筋截面计算的承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}$ 应取为 1.0。

## 5.2 结构分析

**5.2.1** 空心板叠合剪力墙结构弹性分析应符合下列规定：

1 结构整体分析模型应符合结构的实际受力状况，结构内力及位移应采用空间分析模型；

2 可按现浇钢筋混凝土结构进行弹性分析；

3 楼面梁的刚度可计入楼板的翼缘作用予以增大，刚度增大系数可根据翼缘情况取为 1.3~2.0；

4 空心板叠合墙和现浇剪力墙应计入其翼墙的共同工作。

**5.2.2** 风荷载或多遇地震标准值作用下，空心板叠合剪力墙结构、框支层的楼层层间最大弹性位移与层高之比 $\Delta u/h$ 不宜大于 1/1000。

**5.2.3** 罕遇地震作用下，空心板叠合剪力墙结构薄弱层（部位）、框支层的层间弹塑性位移与层高之比 $\Delta u_p/h$ 不宜大于 1/120。

## 5.3 叠合构件设计

**5.3.1** 空心板叠合剪力墙结构叠合构件的承载力计算应符合下列规定：

1 可按现浇钢筋混凝土构件计算其承载力。

2 空心板叠合墙、叠合楼板、叠合梁和叠合连梁的截面尺寸可采用预制和后浇混凝土的总截面尺寸，混凝土强度等级宜采用预制和后浇混凝土强度等级的较小值。

3 计算空心板叠合墙的正截面受压承载力时，应计入空心墙板的竖向分布钢筋及边缘构件竖向钢筋；计算空心板叠合墙的斜截面受剪承载力时，应计入空心墙板的水平分布钢筋，但不应包括竖向钢筋搭接高度范围内加密的水平钢筋。

4 对于模壳叠合梁和模壳叠合连梁，计算其跨中受弯承载力时，可不计入梁模壳的构造纵筋，截面有效高度可取梁底受力纵筋的中心线至梁顶面的距离；计算其受剪承载力时，应计入梁模壳的箍筋和梁模壳混凝土。

5.3.2 空心板叠合剪力墙结构构件的承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}$ 应按表 5.3.2 采用。

表 5.3.2 承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}$

构件类别	梁	剪力墙	各类构件
受力状态	受弯	偏压	受剪、偏拉
$\gamma_{RE}$	0.75	0.85	0.85

5.3.3 空心板叠合墙的边缘构件设置应符合下列规定：

1 空心板叠合墙的轴压比不宜大于 0.6，可设置构造边缘构件的底层叠合墙底截面的轴压比不宜大于 0.3，计算轴压比时墙厚应取叠合墙的厚度，混凝土强度等级宜取预制和后浇混凝土强度等级的较小值。

2 约束边缘构件范围及最低配筋要求、构造边缘构件范围及最低

配筋要求不应低于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 现浇剪力墙的相关规定，其竖向钢筋尚应满足承载力要求。

## 5.4 空心墙板构造及其连接

**5.4.1** 非边缘构件空心墙板的构造（图 5.4.1）应符合下列规定：

**1** 厚度不应小于 200 mm，壁厚不宜小于 50 mm。

**2** 应设置竖孔，竖孔可为方孔、矩形孔或长椭圆孔；竖孔在墙板厚度方向的尺寸不宜小于 90 mm，在墙板宽度方向的尺寸不宜小于 100 mm，且不宜大于 350 mm。

**3** 相邻竖孔之间应设置纵肋，纵肋宽度不宜小于 80 mm，中心距不宜大于 450 mm。

**4** 两端宜设置通长竖槽，竖槽沿墙板厚度的尺寸不宜小于 80 mm，竖槽两侧混凝土壁板宜采用连接件连接，连接件沿墙板高度方向的中心距不宜大于 200 mm，连接件宜采用混凝土包裹。

**5** 底部应设置不少于 2 对混凝土支腿，支腿高不宜小于 50 mm。

**6** 应配置双层钢筋网，其水平和竖向分布钢筋的最小配筋率不应小于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50010 现浇剪力墙的相关规定，且直径不应小于 8 mm、间距不宜大于 200 mm，水平和竖向分布钢筋不宜伸出板端；双层钢筋网之间应设置拉筋，拉筋应配置在纵肋内，直径不应小于 6 mm，水平间距不宜大于相邻纵肋中心距，竖向间距不宜大于 400 mm；钢筋网可绑扎成型，也可焊接成型。

7 底部、顶部竖向分布钢筋搭接范围，水平分布钢筋间距不宜大于 100 mm。

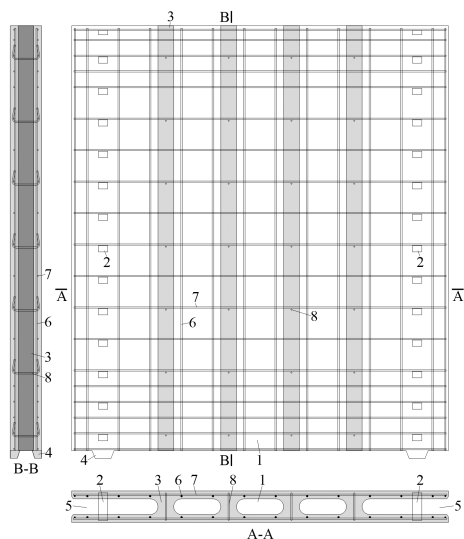


图 5.4.1 非边缘构件空心墙板构造示意

1-竖孔；2-连接件；3-纵肋；4-支腿；5-竖槽；

6-竖向分布钢筋；7-水平分布钢筋；8-拉筋

**5.4.2** 构造边缘构件空心墙板的构造（图 5.4.2）除应符合本规程第 5.4.1 条的规定外，尚应符合下列规定：

**1** 边缘构件的竖向钢筋和箍筋应配置在空心墙板内，边缘构件竖向钢筋搭接范围内壁厚不应小于 35 mm、箍筋间距不宜大于 100 mm、竖孔内壁宜设置键槽或粗糙面。

**2** 边缘构件竖向钢筋不应小于和现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 关于现浇剪力墙构造边缘构件竖向钢筋的最小配筋要求，且应满足承载力要求，竖向钢筋直径不宜大于 18 mm，竖向钢筋



应伸出板顶、不应伸出板底，伸出板顶长度应满足钢筋搭接连接要求。

3 边缘构件竖孔长大于 300mm 时，箍筋直径不宜小于 8mm，抗震等级二级，沿竖向间距不宜大于 100mm，抗震等级三、四级，沿竖向间距不宜大于 200mm；边缘构件竖孔长不大于 300mm 时，抗震等级二级，箍筋直径不宜小于 8mm，沿竖向间距不宜大于 150mm，抗震等级三、四级，箍筋直径不宜小于 6mm，沿竖向间距不宜大于 150mm。

4 水平分布钢筋可采用封闭环形钢筋、U 形钢筋或一端弯折 90° 的钢筋，U 形钢筋封闭端、钢筋弯折段应布置于边缘构件端，弯折段的搭接长度不宜小于  $10d$ ， $d$  为水平分布钢筋直径。

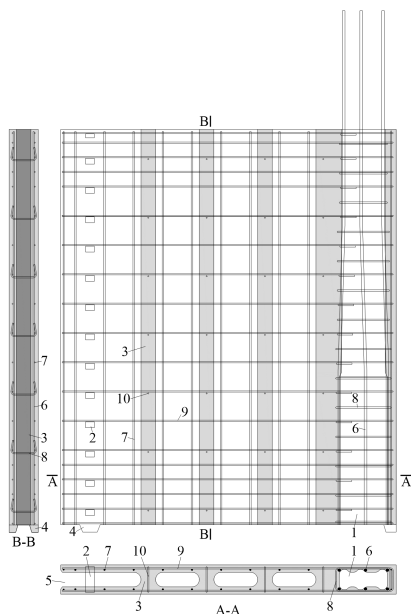


图 5.4.2 一字形预制构造边缘构件空心墙板构造示意

1-竖孔；2-连接件；3-纵肋；4-支腿；5-竖槽；6-边缘构件竖向钢筋；  
7-竖向分布钢筋；8-边缘构件箍筋；9-水平分布钢筋；10-拉筋

**5.4.3** 空心板叠合墙底部水平接缝宜设置在楼面标高处，支腿与楼板顶面之间宜有 10 mm 间隙，且应采用座浆填实；水平接缝处应剔除楼面混凝土表层，露出石子，并清理干净；水平接缝后浇混凝土应与空心墙板竖孔内后浇混凝土同时浇筑。

**5.4.4** 空心板叠合墙水平接缝处竖向钢筋连接应符合下列规定：

1 竖向分布钢筋应采用配置在空心墙板竖孔内的竖向连接钢筋逐根搭接连接，竖向连接钢筋可为倒 U 形钢筋或直钢筋，直径不应小于竖向分布钢筋的直径，间距不宜大于竖向分布钢筋的间距，搭接长度  $l_d$  不应小于  $1.2l_{aE}$ ， $l_{aE}$  为受拉钢筋抗震锚固长度。

2 下层空心墙板边缘构件竖向钢筋应伸入上层空心墙板边缘构件竖孔内，与上层空心墙板边缘构件竖向钢筋搭接连接，搭接长度  $l_d$  不应小于  $1.6l_{aE}$ 。

3 竖孔内的钢筋与竖孔内壁的净距不宜小于 10 mm、不宜大于 20mm。

4 竖向钢筋需弯折时，弯折角度不宜大于 1:6。

**5.4.5** 空心板叠合墙与基础或下层现浇剪力墙连接时，其竖向连接钢筋应符合本规程第 5.4.4 条的规定。

**5.4.6** 同层相邻空心墙板连接应符合下列规定（图 5.4.6）：

1 可采用后浇竖向接缝连接或密拼连接。

2 后浇竖向接缝连接时，接缝宽度不宜小于 100 mm；密拼连接时，相邻空心墙板之间的安装缝宽度不宜大于 10 mm。

3 空心墙板水平分布钢筋可采用环形水平连接钢筋连接，水平连接钢筋直径不应小于空心墙板水平分布钢筋的直径，间距不宜大于空心墙板水平分布钢筋的间距，不包括加密区水平分布钢筋的间距，与空心墙板水平分布钢筋的搭接长度不应小于  $l_{aE}$ 。

4 宜在后浇竖向接缝内或竖槽内设置水平连接钢筋定位架，定位架竖向钢筋的直径不宜小于空心墙板竖向分布钢筋的直径，间距不宜大于竖向分布钢筋的间距；上、下层定位架竖向钢筋宜搭接连接，搭接长度不应小于  $1.2l_{aE}$ ；定位架箍筋直径不宜小于 4 mm，间距宜与水平连接钢筋间距相同。

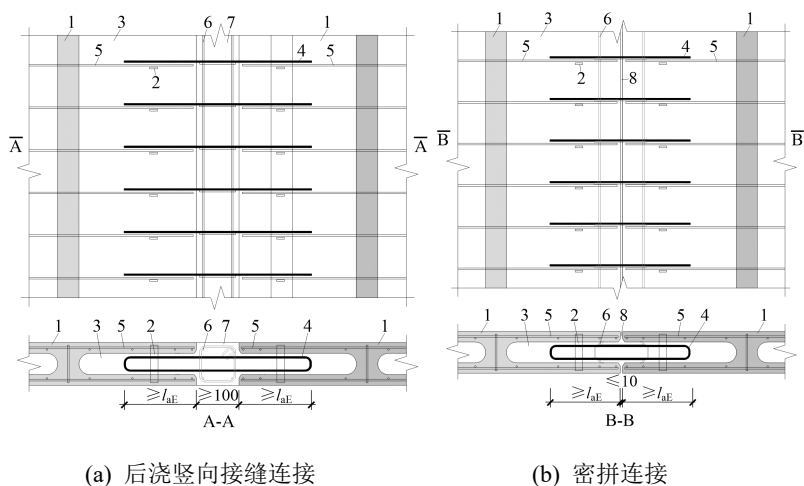


图 5.4.6 同层空心墙板连接构造示意

1-空心墙板；2-连接件；3-竖孔；4-水平连接钢筋；

5-空心墙板水平分布钢筋；6-定位架；7-后浇竖向接缝；8-安装缝

5.4.7 空心墙板与现浇剪力墙、边缘构件连接应符合下列规定（图

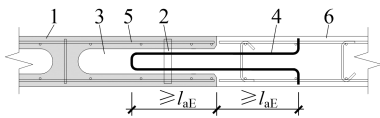
5.4.7) :

1 水平分布钢筋应采用水平连接钢筋搭接连接。

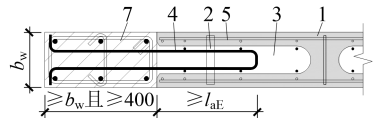
2 水平连接钢筋宜为U形或环形钢筋,U形钢筋的封闭端宜在空心墙板内,开口端宜设置为90°弯钩。

3 水平连接钢筋的直径不应小于空心墙板水平分布钢筋的直径,间距不宜大于空心墙板水平分布钢筋的间距,不包括加密区水平分布钢筋的间距。

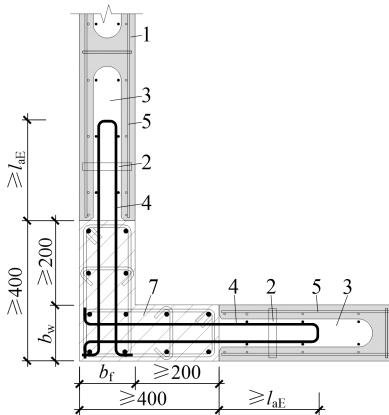
4 水平连接钢筋伸入空心墙板、现浇剪力墙或现浇边缘构件的长度不应小于  $l_{aE}$ 。



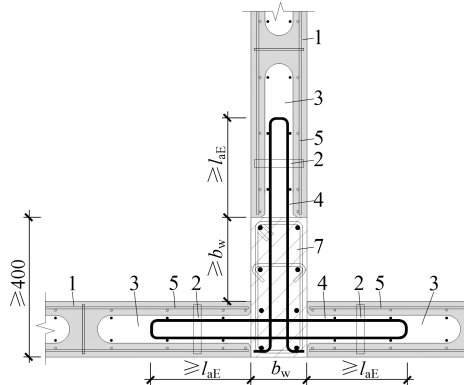
(a) 与现浇剪力墙连接



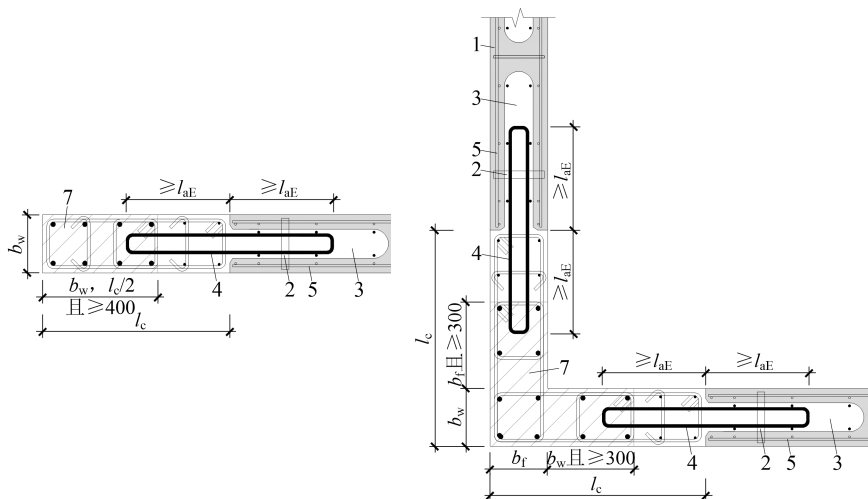
(b) 与现浇构造边缘构件(暗柱)连接



(c) 转角墙连接

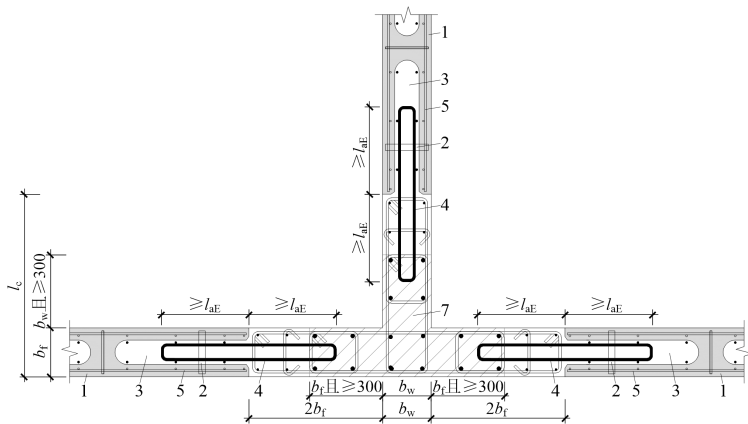


(d) 翼墙连接



(e) 现浇约束边缘构件（暗柱）连接

(f) 现浇约束边缘构件（转角墙）连接



(g) 与现浇约束边缘构件（翼墙）连接

图 5.4.7 空心墙板与现浇剪力墙或现浇边缘构件连接构造示意

1-空心墙板；2-连接件；3-竖孔；4-水平连接钢筋；

5-空心墙板水平分布钢筋；6-现浇剪力墙；7-现浇边缘构件

**5.4.8** 部分框支空心板叠合剪力墙结构底部加强部位应进行水平施工缝抗滑移验算；空心板叠合墙接缝构造及接缝处钢筋连接构造满足

本规程规定时，可不验算水平接缝的受剪承载力及竖向接缝的受剪承载力。

## 5.5 连梁及其连接

**5.5.1** 洞口两侧剪力墙为空心板叠合墙时，宜采用现浇连梁，也可采用模壳叠合连梁。

**5.5.2** 现浇连梁与空心板叠合墙连接可采用两种方法，方法 1 应符合下列规定（图 5.5.2）：

**1** 空心板叠合墙顶部与连梁连接部位应预留缺口，缺口高度可为连梁高度与水平后浇带高度之差值，缺口长度可为连梁底面纵筋伸入缺口的长度加 30 mm，缺口混凝土应与连梁混凝土同时浇筑。

**2** 连梁底面受力纵筋在空心板叠合墙内可采用锚固板锚固，锚固长度不应小于  $0.4l_{abE}$ ，且应伸过边缘构件竖向钢筋，锚固长度宜从空心板叠合墙端面算起。 $l_{abE}$  为受拉钢筋抗震基本锚固长度。

**3** 连梁顶面纵筋应配置在水平后浇带内，可直线锚固，锚固长度不应小于  $l_{aE}$  和 600 mm 的较大值。

**4** 顶层连梁纵筋伸入空心板叠合墙的范围应配置箍筋，箍筋间距不宜大于 150mm，直径应与该连梁的箍筋直径相同。

**5** 连梁底面、顶面纵筋和腰筋可布置于伸出空心板叠合墙顶面的边缘构件竖向钢筋外侧，宜在纵筋锚固范围内配置拉筋，拉筋宜同时勾住连梁纵筋及边缘构件竖向钢筋，直径不应小于 6mm，可一端为

135°弯钩、另一端为90°弯钩，且宜交错布置。

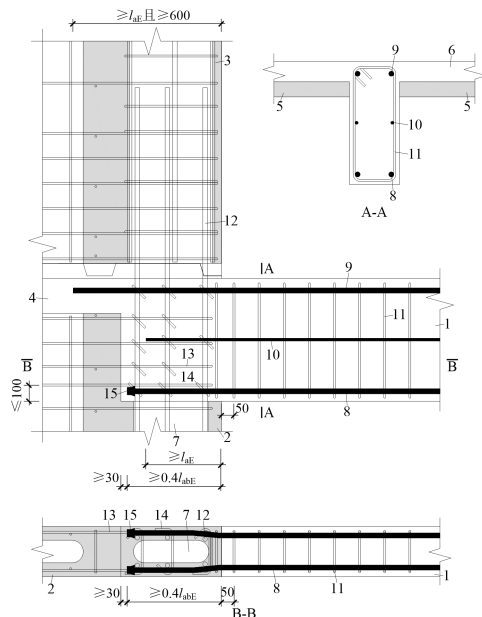


图 5.5.2 现浇连梁与空心板叠合墙连接方法 1 构造示意

1-现浇连梁；2-下层空心板叠合墙；3-上层空心板叠合墙；4-水平后浇带；5-预制底板；6-叠合层；7-竖孔；8-连梁底面受力纵筋；9-连梁顶面受力纵筋；10-连梁腰筋；11-连梁箍筋；12-边缘构件竖向钢筋；13-水平分布钢筋；14-拉筋；15-钢筋锚固板

**5.5.3** 现浇连梁与空心板叠合墙连接方法 2 应符合下列规定（图 5.5.3）：

**1** 连梁底面纵筋在空心板叠合墙内可直线锚固，也可采用锚固板锚固；直线锚固的锚固长度不应小于  $l_{aE}$  和 600 mm 的较大值，锚固板锚固的锚固长度不应小于  $0.4l_{aE}$ ，且宜伸过边缘构件竖向钢筋。锚固

长度可从空心板叠合墙端面算起。

2 连梁顶面受力纵筋配置、顶层连梁纵筋伸入空心板叠合墙长度范围内配置箍筋的要求，应分别符合本规程第 6.5.2 条第 3、4 款的规定。

3 连梁底面、顶面纵筋和腰筋可布置于伸出空心板叠合墙顶面的边缘构件竖向钢筋内侧。

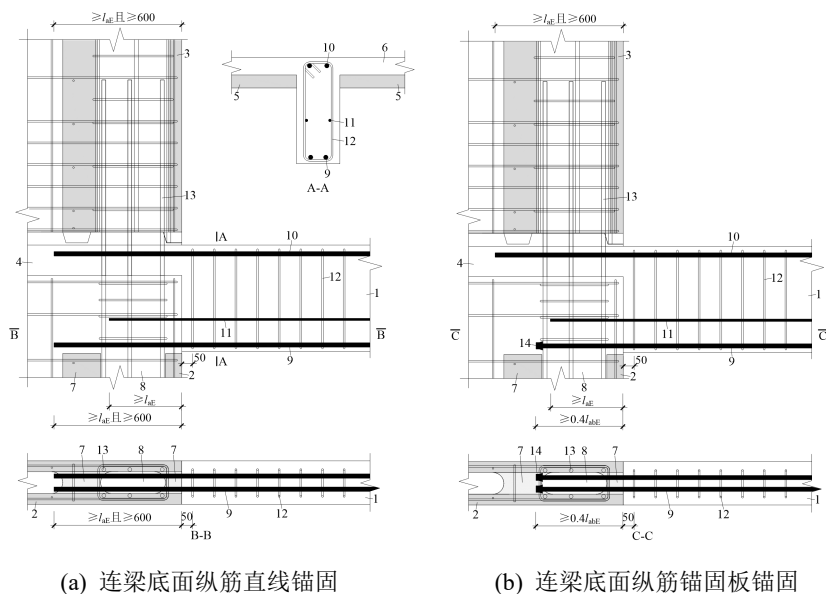


图 5.5.3 现浇连梁与空心板叠合墙连接方法 2 构造示意

1-现浇连梁；2-下层空心板叠合墙；3-上层空心板叠合墙；4-水平后浇带；5-预制底板；6-叠合层；7-纵肋；8-竖孔；9-连梁底面纵筋；10-连梁顶面纵筋；11-连梁腰筋；12-连梁箍筋；13-边缘构件竖向钢筋；14-钢筋锚固板



#### 5.5.4 梁模壳应符合下列规定：

1 截面宜为 U 形，壁厚不宜小于 50 mm，截面宽度应与两端空心墙板厚度相同，高度应根据连梁高度及水平后浇带高度确定，长度应根据洞口宽度及梁模壳在空心墙板上的支承长度确定。

2 梁模壳应配置箍筋，箍筋宜采用焊接封闭箍，应伸出梁模壳顶面，箍筋应满足连梁受剪承载力要求，并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 现浇钢筋混凝土连梁箍筋的相关规定；两端最外侧箍筋距梁模壳端不宜大于 50 mm。

3 梁模壳应配置构造纵筋，构造纵筋应满足脱模、运输、吊装的计算要求，且直径不宜小于 10 mm，竖向间距不宜大于 300 mm；构造纵筋不应伸出梁模壳。

4 梁模壳的内表面和腹板顶面应为芯管抽芯成型的粗糙面。

#### 5.5.5 模壳叠合连梁与空心板叠合墙连接应符合下列规定(图 5.5.5)：

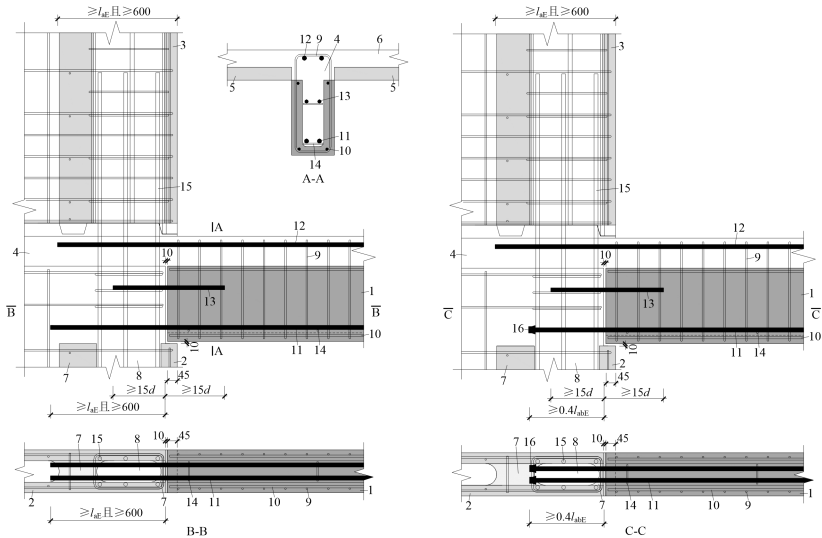
1 空心板叠合墙顶部应预留缺口，梁模壳应支承在空心板叠合墙顶部，支承长度不宜小于 45 mm，梁模壳底面、端面与空心板叠合墙之间的安装缝宽度不宜大于 10 mm。

2 叠合连梁底面受力纵筋应配置在梁模壳空腔底部，与梁模壳壁的净距不宜小于 10 mm；受力纵筋宜焊接横向定位钢筋，数量不宜少于 4 根，直径不宜小于 6 mm，也可采用专用卡件定位，数量不宜少于 2 个。

3 叠合连梁底面受力纵筋在空心板叠合墙内的锚固、顶面纵筋的

配置以及顶层连梁纵筋伸入空心板叠合墙长度范围内配置箍筋的要求应分别符合本规程第 6.5.2 条第 2、3、4 款的规定。

4 叠合连梁端部宜配置接缝抗剪钢筋，抗剪钢筋宜配置在预制梁模壳上部区域，数量不应少于 2 根，直径不宜小于 14 mm，伸入连梁及空心墙板的长度均不应小于  $15d$ ， $d$  为抗剪钢筋直径。



(a) 叠合连梁底面受力纵筋直线锚固 (b) 叠合连梁底面受力纵筋锚固板锚固

图 5.5.5 模壳叠合连梁与空心板叠合墙连接构造示意

1-梁模壳；2-下层空心板叠合墙；3-上层空心板叠合墙；4-水平后浇带；5-预制底板；6-叠合层；7-纵肋；8-竖孔；9-梁模壳箍筋；10-梁模壳构造纵筋；11-叠合连梁底面纵筋；12-叠合连梁顶面纵筋；13-抗剪钢筋；14-横向定位钢筋或专用卡件；15-边缘构件竖向钢筋；16-锚固板

**5.5.6** 模壳叠合梁与空心板叠合墙竖向结合面的受剪承载力应符合下列规定：

**1** 持久设计状况

$$V_{jd} \leq 0.07f_c A_{cl} + 0.10f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (5.5.6-1)$$

**2** 地震设计状况

$$V_{jdE} \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.04f_c A_{cl} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_c f_y}) \quad (5.5.6-2)$$

式中：  $V_{jd}$  —— 持久设计状况下结合面剪力设计值；  
 $V_{jdE}$  —— 地震设计状况下结合面剪力设计值；  
 $A_{cl}$  —— 叠合梁端部截面水平后浇带混凝土截面面积；  
 $A_k$  —— 预制模壳内后浇混凝土截面面积；  
 $A_{sd}$  —— 垂直穿过结合面的全部钢筋总面积，包括叠合梁顶面纵筋；  
 $f_c$  —— 叠合梁后浇混凝土轴心抗压强度设计值；  
 $f_y$  —— 垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值；  
 $\gamma_{RE}$  —— 承载力抗震调整系数，可取为 0.85。

## 5.6 非结构空心墙板及其连接

**5.6.1** 窗下墙、结构洞填充墙、隔墙和外围护墙等可采用非结构空心墙板，非结构空心墙板的构造应符合下列规定（图 5.6.1）：

**1** 应由两侧钢筋混凝土壁板、四周连接壁板的混凝土肋以及壁板之间的轻质填充材料组成，板底应设置通长的梯形截面水平槽，板端应设置梯形截面竖槽，应设置贯通板顶、板底混凝土肋和轻质填充材料的竖向圆孔。

2 厚度不应小于 200 mm，混凝土壁板厚不宜小于 50 mm，混凝土肋宽不宜小于 80 mm。

3 壁板应配置单层钢筋网，水平和竖向钢筋直径不宜小于 6 mm，间距不宜大于 200 mm；钢筋网之间应设置拉筋，拉筋配置在混凝土肋内，直径不应小于 6 mm，沿竖向间距不宜大于水平钢筋间距。

4 轻质填充材料可采用模塑聚苯乙烯泡沫塑料板（EPS）或挤塑聚苯乙烯泡沫板（XPS）。

5 梯形截面水平槽的高度不宜小于 120 mm、不宜大于 150 mm，顶边不宜小于 80 mm，底边不宜小于 100 mm。

6 梯形截面竖槽截面高度不宜小于 100 mm，顶边不宜小于 80 mm，底边不宜小于 100 mm。

7 圆孔净距不宜大于 800 mm，直径不宜小于 80 mm。

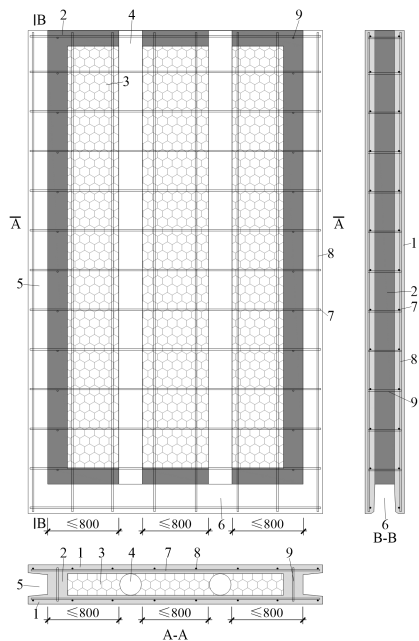


图 5.6.1 非结构空心墙板构造示意

- 1-混凝土壁板；2-混凝土肋；3-轻质填充材料；4-竖向圆孔；5-板端竖槽；  
6-板底水平槽；7-水平钢筋；8-竖向钢筋；9-拉筋

### 5.6.2 非结构空心墙板与相邻构件连接应符合下列规定：

**1** 与同层空心墙板相邻时，应有安装缝，安装缝宽不宜大于 10 mm；与现浇混凝土构件相邻时，可不预留安装缝。

**2** 非结构空心墙板用作窗下墙时（图 6.6.2-1），板端竖槽及竖向圆孔内宜配置 2 根竖向连接钢筋，直径不宜小于 10 mm，伸入下层连梁及非结构空心墙板的长度均不宜小于  $l_a$ 。

**3** 非结构空心墙板用作洞口填充墙、隔墙或外围护墙时（图

5.6.2-2) , 非结构空心墙板上方应设置现浇混凝土, 板端竖槽及竖向圆孔内均宜配置竖向连接钢筋, 竖向连接钢筋宜为倒 U 形, 直径不宜小于 10 mm, 伸入现浇混凝土及非结构空心墙板的长度均不宜小于  $l_{a\circ}$

4 应剔除底部水平槽对应楼板或水平后浇带混凝土表层, 露出石子, 并清理干净。

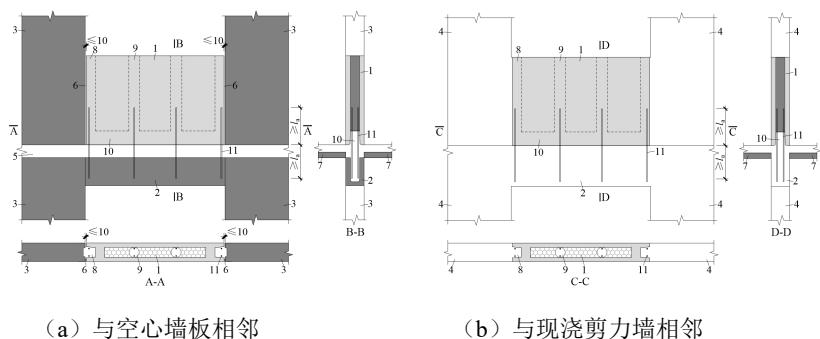
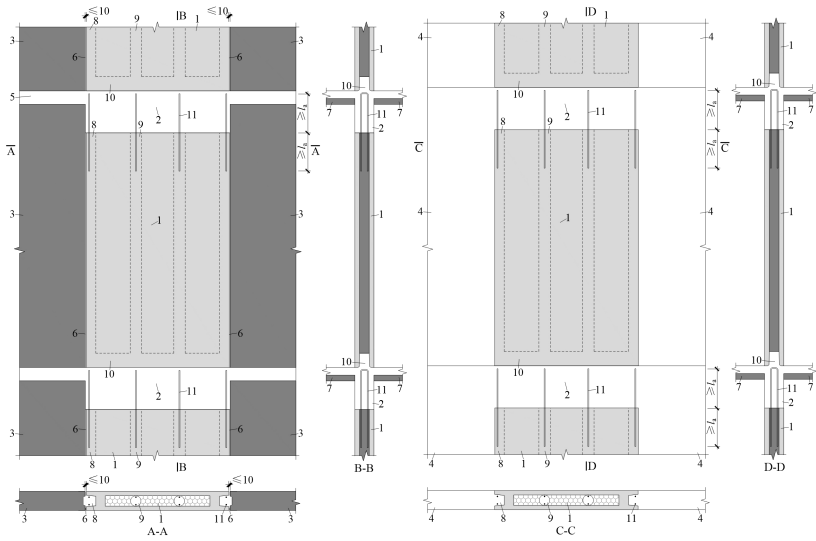


图 5.6.2-1 非结构空心墙板用作窗下墙构造示意

- 1-非结构空心墙板; 2-模壳叠合连梁或现浇连梁; 3-空心墙板;
- 4-现浇剪力墙; 5-水平后浇带; 6-安装缝; 7-预制底板; 8-竖槽;
- 9-竖向圆孔; 10-水平槽; 11-竖向连接钢筋



(a) 与空心墙板相邻

(b) 与现浇剪力墙相邻

图 5.6.2-2 非结构空心墙板用作洞口填充墙构造示意

- 1-非结构空心墙板；2-现浇混凝土；3-空心墙板；4-现浇剪力墙；5-水平后浇带；
- 6-安装缝；7-预制底板；8-竖槽；9-竖向圆孔；10-水平槽；11-竖向连接钢筋

## 6 构件生产与运输

### 6.1 一般规定

- 6.1.1** 生产单位应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件，建立完善的质量管理体系和制度，并应建立质量可追溯的信息化系统。
- 6.1.2** 空心墙板、非结构空心墙板宜采用成组立模机械化生产线生产。
- 6.1.3** 空心墙板、非结构空心墙板混凝土宜适当增大混凝土砂率，宜根据生产设备和工艺试验确定混凝土配合比要求及施工方法。
- 6.1.4** 生产单位的检测、试验、计量等设备及仪器仪表均应检定合格，并应在有效期内使用。不具备试验能力的检验项目，应委托第三方检测机构进行试验。
- 6.1.5** 预制构件生产宜建立首件验收制度。
- 6.1.6** 预制构件和部品检查合格后，应设置表面标识。预制构件和部品出厂应出具质量证明文件。

### 6.2 模具

- 6.2.1** 预制构件生产应根据生产工艺、产品类型等制定模具方案，应建立健全模具验收、使用制度。
- 6.2.2** 成组立模机械化生产线应根据不同类型预制构件的生产工艺



进行专门设计。

**6.2.3** 模具应具有足够的强度、刚度和稳定性，并应符合下列规定：

1 模具应装拆方便，并应满足预制构件质量、生产工艺和周转次数等要求。

2 模具各部件之间应连接牢固，接缝应紧密，附带的埋件或工装应定位准确，安装牢固。

3 模具应保持清洁，涂刷隔离剂、表面缓凝剂时应均匀、无漏刷、无堆积，且不得沾污钢筋，不得影响预制构件外观效果。

4 应采取防止模具变形和锈蚀的措施，并应对其进行定期检查；重新启用的模具应检验合格后方可使用。

**6.2.4** 除设计有特殊要求外，预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	≤6 m	1, -2	用钢尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
		>6 m 且 ≤12 m	2, -4	
		>12 m	3, -5	
2	宽度、高(厚) 度	墙板	1, -2	用钢尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处
其他构件		2, -4		
4	底模表面平整度		2	用 2 m 靠尺和塞尺量

5	对角线差	3	用钢尺量对角线
6	侧向弯曲	$L/1500$ 且 $\leq 5$	拉线, 用钢尺量测侧向弯曲最大处
7	翘曲	$L/1500$	对角拉线测量交点间距离值的两倍
8	组装缝隙	1	用赛片或塞尺量测, 取最大值
9	端模与侧模高低差	1	用钢尺量

注:  $L$  为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

**6.2.5** 构件上的预埋件和预留孔洞宜通过模具进行定位, 并安装牢固, 其安装允许偏差应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 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	预埋钢板、建筑幕墙用槽式预埋组件	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 记录其中较大值
		平面高差	$\pm 2$	钢直尺和塞尺检查
2	预埋管、电线盒、电线管水平和垂直方向的中心线位置偏移		2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 记录其中较大值
3	空心墙板的竖孔、竖槽及横向连接件	位置	5	用尺量测
		管道横截面尺寸	$\pm 3$	用尺量测
4	非结构空心墙板的竖孔、竖槽及水平槽	位置	5	用尺量测
		管道横截面尺寸	$\pm 3$	用尺量测

5	墙板外伸钢筋	中心线位置	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+10, 0	用尺量测
6	预埋螺栓	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+5, 0	用尺量测
7	预埋螺母	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	±1	钢直尺和塞尺检查
8	预留孔洞	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		尺寸	+3, 0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值

### 6.3 钢筋与预埋件

**6.3.1** 钢筋宜采用自动化机械设备加工，并应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构用成型钢筋》JG/T 226 的有关规定。构件钢筋笼、钢筋网可采用焊接成型钢筋，焊接成型钢筋可根据工艺要求采用二氧化碳气体保护焊或电阻点焊。

**6.3.2** 构件钢筋笼、钢筋网可采用焊接成型钢筋，焊接成型钢筋应符合下列规定：

- 1 空心墙板边缘构件箍筋、预制梁模壳箍筋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 的有关规定。

2 其它焊接成型钢筋可根据工艺要求采用二氧化碳气体保护焊或电阻点焊，除本规程另有规定外，焊接工艺及质量要求应符合国家现行标准《钢筋混凝土用钢 第 3 部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3、《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 及《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

3 仅起到固定交叉钢筋的焊点，其抗剪强度满足生产过程中成型钢筋笼、钢筋网的稳定性即可；采用二氧化碳气体保护焊时应控制焊点大小，采用电阻点焊时压入深度应为较小钢筋直径的 15%~25%。

**6.3.3** 钢筋半成品、钢筋网片、钢筋骨架和钢筋桁架应检查合格后方可进行安装，并应符合下列规定：

- 1 钢筋表面不得有油污，不应严重锈蚀。
- 2 钢筋网片和钢筋骨架宜采用专用吊架进行吊运。
- 3 混凝土保护层厚度应满足设计要求。保护层垫块应与钢筋骨架或网片绑扎牢固，按梅花状布置，间距满足钢筋限位及控制变形要求，钢筋绑扎丝甩扣应弯向构件内侧。
- 4 钢筋成品的尺寸允许偏差应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 钢筋成品的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
钢筋网片	长、宽	±5	钢尺检查
	网眼尺寸	±10	钢尺量连续三档，取最大值
	对角线	5	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
钢筋骨架	长	0, -5	钢尺检查
	宽	±5	钢尺检查
	高(厚)	±5	钢尺检查
	主筋间距	±10	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	主筋排距	±5	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	箍筋间距	±10	钢尺量连续三档，取最大值
	弯起点位置	15	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
墙板保护层	±3	钢尺检查	

**6.3.4** 预埋件用钢材的性能应符合设计要求。预埋件加工允许偏差应符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 预埋件加工允许偏差

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件锚板的边长		0, -5	用钢尺量测
2	预埋件锚板的平整度		1	用直尺和塞尺量测
3	锚筋	长度	10, -5	用钢尺量测
		间距偏差	±10	用钢尺量测

## 6.4 成型养护及脱模

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

- 1 钢筋的牌号、规格、数量、位置和间距。
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、搭接长度和弯折角度。
- 3 箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度。
- 4 钢筋的混凝土保护层厚度。
- 5 预埋件、吊件、插筋、预留孔洞的规格、数量、位置及固定措施。
- 6 预埋线盒和管线的规格、数量、位置及固定措施。
- 7 预留孔道的尺寸、数量及位置，预制空心墙板搭接区域局部加强构造。
- 8 非结构空心墙板的轻质填充块位置和厚度。

**6.4.2** 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国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

**6.4.3** 混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机搅拌，并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。

#### **6.4.4 混凝土浇筑应符合下列规定：**

**1** 混凝土浇筑前，预埋件及预留钢筋的外露部分宜采取防止污染的保护措施。

**2** 混凝土采用泵送灌注时，宜匀速泵送直至溢流孔混凝土溢出；采用混凝土料斗或布料机入模时，倾落高度宜小于 600 mm，并应均匀摊铺。

**3** 混凝土浇筑应连续进行，浇筑过程中应观察模具、预埋件等的变形和移位。

**4** 混凝土从出机到浇筑完毕的延续时间，气温高于 25℃时不宜超过 60 min，气温不高于 25℃时不宜超过 90 min。

#### **6.4.5 混凝土振捣应符合下列规定：**

**1** 混凝土宜采用机械振捣方式成型。振捣设备应根据混凝土的品种、工作性、预制构件的规格和形状等因素确定，应制定振捣成型操作规程。

**2** 当采用振捣棒时，混凝土振捣过程中不应碰触钢筋骨架和预埋件。

**3** 混凝土振捣过程中应随时检查模具有无漏浆、变形或预埋件有无移位等现象。

#### **6.4.6 预制构件养护应符合下列规定：**

**1** 应根据预制构件特点和生产任务量选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护方式。

2 混凝土浇筑完毕或压面工序完成后应及时覆盖保湿，脱模前不得揭开。

3 涂刷养护剂应在混凝土终凝后进行。

4 加热养护可选择蒸汽加热、电加热或模具加热等方式。

5 加热养护制度应通过试验确定，宜采用加热养护温度自动控制装置。宜在常温下预养护 2~6 h，升、降温速度不宜超过 20 °C/h，最高养护温度不宜超过 70 °C。预制构件脱模时的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25 °C。

6.4.7 预制构件脱模起吊时的混凝土强度应计算确定，且不宜小于 15 MPa。

## 6.5 预制构件检验

6.5.1 预制构件生产时应采取措施避免出现外观质量缺陷。外观质量缺陷根据其影响结构性能、安装和使用功能的严重程度，可按表 6.5.1 规定划分为严重缺陷和一般缺陷。

表 6.5.1 构件外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞



	度		
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋严重锈蚀、弯曲	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞出凸肋等	清水或具有装饰的混凝土构件内有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

**6.5.2** 预制构件出模后应及时对其外观质量进行全数目测检查。预制构件外观质量不应有缺陷，对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验，对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

**6.5.3** 预制构件不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经原设计单位认可，制定技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

**6.5.4** 空心墙板尺寸偏差及预留孔道、预留孔、预留洞、预埋件、外伸连接钢筋的位置和检验方法应符合表 6.5.4 的规定。

表 6.5.4 空心墙板构件外形尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	规格尺寸	长度	±3	用尺量两端及中间部, 取其中偏差绝对值较大值
2		宽度	±3	用尺量两端及中间部, 取其中偏差绝对值较大值
3		厚度	±3	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		5	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	竖孔	位置	±10	用钢尺量
6		内径	±5	用钢尺量
7	预埋件	中心线位置	±10	用钢尺量
8	预留线盒孔	中心位置	±15	用钢尺量
9	钢筋保护层厚度		+5, -3	用钢尺量
10	表面平整度		3	2m 靠尺和塞尺检查
11	连接钢筋	中心位置	±10	用钢尺量
12		外露长度	0, 10	用钢尺量

**6.5.5** 预制构件的预埋件、预留孔的规格、数量应满足设计要求。

检查数量：逐件检验。

检验方法：观察和量测。

**6.5.6** 预制构件的粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求。

检查数量：逐件检验。

检验方法：观察和量测。

**6.5.7** 混凝土强度应符合设计文件及国家现行有关标准的规定。

检查数量：按构件生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件，取样频率应符合本规程规定。

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 的有关规定。

## 6.6 存放、吊运及防护

### 6.6.1 预制构件吊运应符合下列规定：

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 吊点数量、位置应经计算确定，应保证吊具连接可靠，应采取保证起重设备的主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向上重合的措施。

3 吊索水平夹角不宜小于  $60^\circ$ ，不应小于  $45^\circ$ 。

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

5 吊装空心墙板、非结构空心墙板宜采用墙板专用吊具。

6 吊装大型构件、薄壁构件或形状复杂的构件时，应使用分配梁或分配桁架类吊具，并应采取避免构件变形和损伤的临时加固措施。

### 6.6.2 预制构件存放应符合下列规定：

1 存放场地应平整、坚实，并应有排水措施。

2 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理。

3 应按照产品品种、规格型号、检验状态分类存放，产品标识应明确、耐久，预埋吊件应朝上，标识应向外。

4 应合理设置垫块支点位置，确保预制构件存放稳定，支点宜与起吊点位置一致。

5 预制构件多层叠放时，每层构件间的垫块应上下对齐。

6 空心墙板宜横向竖直码放或平面分层码放，根据需要采用安全固定措施。

**6.6.3** 预制构件成品保护应符合下列规定：

1 预制构件外露钢筋应采取防弯折措施，外露预埋件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈处理。

2 预埋螺栓孔宜采用海绵棒进行填塞，保证吊装前预埋螺栓孔的清洁。

3 冬期生产和存放的预制构件的非贯穿孔洞应采取措施防止雨雪水进入发生冻胀损坏。

**6.6.4** 预制构件在运输过程中应做好安全和成品防护，并应符合下列规定：

1 应根据预制构件种类采取可靠的固定措施。

2 对于超高、超宽、形状特殊的大型预制构件的运输和存放应制定专门的质量安全保证措施。

3 运输时宜采取如下防护措施：

1) 设置柔性垫片避免预制构件边角部位或链索接触处的混凝土

损伤。

2) 用塑料薄膜包裹垫块避免预制构件外观污染。

3) 装饰表面和棱角采用塑料贴膜或其他措施防护。

4) 装箱运输时, 箱内四周采用木材或柔性垫片填实, 支撑牢固。

4 应根据构件特点采用不同的运输方式, 托架、插放架应进行专门设计, 进行强度、稳定性和刚度验算:

1) 外墙板宜采用立式运输, 梁、板、楼梯、阳台宜采用水平运输。

2) 采用插放架直立运输时, 应采取防止构件倾倒措施。

## 7 施工安装

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 除本规程另有规定外，空心板剪力墙结构的安装与施工应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

**7.1.2** 施工单位应根据空心板剪力墙结构工程特点配置项目部的机构和人员。施工作业人员应具备岗位需要的基础知识和技能，施工单位应对管理人员、施工作业人员进行质量安全技术交底。

**7.1.3** 空心板剪力墙结构施工宜采用工具化、标准化的工装系统。

**7.1.4** 空心板剪力墙结构施工宜采用建筑信息模型技术，对施工全过程及关键工艺进行信息化模拟。

**7.1.5** 空心板剪力墙结构的构件安装宜建立首段验收制度，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整施工工艺和工序，并完善施工方案。

**7.1.6** 空心板剪力墙结构施工全过程应对预制构件、连接钢筋、预埋件、预埋吊件等采取保护措施，未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。

## 7.2 预制构件安装

**7.2.1** 预制构件吊装应符合下列规定：

- 1 应根据当天的作业内容进行班前技术安全交底。
- 2 预制构件应按照吊装顺序预先编号，吊装时严格按编号顺序起吊。
- 3 吊装过程中严禁擅自对预制构件预留钢筋进行弯折、切断。
- 4 预制构件在吊装过程中，宜设置缆风绳控制构件转动。

**7.2.2** 空心墙板、非结构空心墙板的安装施工准备应符合下列规定：

- 1 应复核构件安装位置、节点连接构造及临时支撑系统。
- 2 应复核竖向连接钢筋位置及规格尺寸符合图纸要求。
- 3 检查核对已施工完成结构部分的质量，测量放线后应做好安装定位标识。
- 4 应剔除空心墙板水平接缝处楼面混凝土上表面软弱层，露出石子，并清理干净。
- 5 复核检查墙板预留的吊装孔和拉结固定用圆孔满足构件吊装和临时固定阶段的安装要求。
- 6 对吊装机具进行检查，吊装机具应满足吊装重量、构件尺寸及作业半径的要求，并应对出现损伤的吊具及时修复或更换。

**7.2.3** 空心墙板安装前应在墙板底部支腿安装位置处铺设坐浆材料和安装垫片。安装垫片的厚度应根据设计水平接缝高度确定，坐浆料

厚度应大于垫片厚度，且不宜小于 15 mm，坐浆材料应选用高于空心墙板混凝土立方体抗压强度 10 MPa 以上的坐浆料。坐浆料初凝前应完成空心墙板的就位、校准和临时固定等工作，并做好防漏浆措施。

#### **7.2.4 空心墙板、非结构空心墙板的安装应符合下列规定：**

**1** 安装前应进行本层墙板竖向连接钢筋检查验收。

**2** 空心墙板安装时宜先安装转角及纵横墙交错部位的 L 形或 T 形预制构造边缘构件空心墙板，再安装一字形预制构造边缘构件空心墙板或预制非边缘构件空心墙板。

**3** 空心墙板、非结构空心墙板以轴线和轮廓线为控制线，外墙应以轴线和外轮廓线双控制。

**4** 空心墙板安装时，相邻空心墙板之间的水平连接钢筋宜采用水平连接钢筋定位架定位。

**5** 空心墙板、非结构空心墙板安装就位后，应对安装位置、安装标高、垂直度，及各墙板之间的平整度和接缝宽度进行校核与调整，应首先调整 L 形及 T 形预制构造边缘构件空心墙板的安装精度，再调整一字形预制构造边缘构件空心墙板或预制非边缘构件空心墙板的安装精度。

**6** 空心墙板、非结构空心墙板的吊装校正宜采用起吊、就位、初步校正、精细调整的作业方式。

**7** 空心墙板调整就位后，墙板底部水平接缝应采用定型模板进行封堵。



**7.2.5** 空心墙板安装宜采用专用临时斜支撑系统，应符合下列规定：

1 L形及T形预制构造边缘构件空心墙板的每侧墙肢均应设置1道斜支撑，斜支撑可仅采用上部斜撑；一字形预制构造边缘构件空心墙板及预制非边缘构件空心墙板的截面长度不大于1.2m时，可设置1道斜支撑，截面长度大于1.2m时应设置2道斜支撑，斜支撑包括上部斜撑和下部支撑，下部支撑可采用水平支撑或斜向支撑。

2 上部斜撑支撑点距离墙板底部的距离宜为墙板高度的 $\frac{2}{3}$ ，一字形预制构造边缘构件空心墙板及预制非边缘构件空心墙板下部斜向支撑支撑点距离墙板底部的距离宜为500mm；空心墙板应在支撑点位置预留穿墙孔，直径不宜小于20mm，沿墙板厚度方向贯通；斜支撑通过穿设于穿墙孔的螺杆与空心墙板连接。

3 空心墙板安装就位后，可通过斜支撑对构件的位置和垂直度进行微调。

4 相邻空心墙板采用密拼连接时，空心墙板间宜采用连锁固定夹具进行连锁固定。

5 相邻空心墙板采用后浇竖向接缝连接时，空心墙板间宜采用定型专用模具进行安装施工。

6 临时斜支撑系统应具有足够的强度、刚度和整体稳固性，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定验算。

**7.2.6** 梁模壳安装应符合下列规定：

1 梁模壳两侧为空心墙板时，应在两侧空心墙板安装完成后安装梁模壳，梁模壳搁置于两侧空心墙板缺口上；安装就位后，应对安装位置、安装标高、垂直度，及梁模壳与空心墙板之间的平整度和接缝宽度进行校核与调整；调整完成后采用专用工装将梁模壳固定在两侧空心墙板上。

2 梁模壳两侧为现浇剪力墙时，应设置临时支撑系统完成梁模壳安装。

7.2.7 空心板剪力墙结构构件安装的尺寸偏差及检验方法应符合表 7.2.7 的规定。

表 7.2.7 空心板剪力墙结构构件安装的允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容	允许偏差 (mm)	检验方法
1	单块构件中心线位置偏差	5	基准线及尺量
2	单块构件顶面或底面标高	±5	水准仪或拉线、尺量
3	单块构件垂直度	5	经纬仪或吊线、尺量
4	相邻构件高低差	5	2 m 靠尺和塞尺检查
5	相邻构件平整度	5	2 m 靠尺和塞尺检查
6	相邻构件接缝宽度	±5	用钢尺量
7	建筑物全高垂直度	$H/2000$	经纬仪检测

注： $H$ 为空心墙板高度。

7.2.8 空心墙板、非结构空心墙板及梁模壳等预制构件与吊具的分离应在校准定位及其与临时支撑系统连接固定完成后进行。

## 8 质量验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 除本规程另有规定外，空心板剪力墙结构的验收应符合现行国家标准《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《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

**8.1.2** 空心板剪力墙结构应按混凝土结构子分部工程进行验收，空心板剪力墙结构部分应按混凝土结构子分部工程的分项工程验收，混凝土结构子分部中其它分项工程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。

**8.1.3** 空心板剪力墙结构工程施工用的原材料、部品、构配件均应按检验批进行进场验收。

**8.1.4** 预制构件安装前应对预制构件支撑系统进行质量检查和验收。

**8.1.5** 空心板剪力墙结构构件内后浇混凝土及连接节点混凝土浇筑前，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 纵向受力钢筋、水平连接钢筋、连梁纵筋的牌号、规格、数量及位置。

2 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。

3 箍筋的牌号、规格、数量、间距、弯钩的弯折角度及平直段长度。

4 预埋件、预留管线的规格、数量及位置。

5 其他隐蔽项目。

**8.1.6** 混凝土结构子分部工程验收时，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 空心墙板竖向和水平连接钢筋的施工检验记录。

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、坐浆材料强度检测报告。

7 装配式结构分项工程质量验收文件。

8 装配式工程重大质量问题的处理方案和验收记录。

9 装配式工程的其他文件和记录。

## 8.2 主控项目

**8.2.1** 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。

**8.2.2** 预制构件安装临时固定及支撑措施应有效可靠，支撑系统与预埋件螺栓应连接牢固，并符合设计、专项施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，量尺检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

**8.2.3** 空心墙板支腿底部坐浆料强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班同一配合比应制作 1 组且每层不应少于 3 组边长为 70.7 mm 的立方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查坐浆材料强度试验报告及评定记录。

**8.2.4** 成型钢筋进场时，应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行有关标准的规定。对由热轧钢筋组成的成型钢筋，当有企业或监理单位的代表驻厂监督加工过程并能提供原材料力学性能检验报告时，可仅进行重量偏差检验。

检查数量：同一厂家、同一类型且同一钢筋来源的成型钢筋，不超过 30 t 为一批，每批中每种钢筋牌号、规格均应至少抽取 1 个钢筋试件，总数不应少于 3 个；

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**8.2.5** 钢筋安装时，钢筋的牌号、规格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。

**8.2.6** 接缝处钢筋连接应满足设计要求或符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测。

**8.2.7** 空心墙板、非结构空心墙板孔内和竖向接缝内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 的有关规定。

**8.2.8** 现浇混凝土不应有严重缺陷，空心墙板、非结构空心墙板孔内后浇混凝土应密实。

检查数量：同一检验批内，应按空心墙板构件数量抽查 5%，且不少于 3 件。

检验方法：空心墙板、非结构空心墙板孔内后浇混凝土密实度可采用敲击法检查或雷达扫描仪检测；当检查发现有异常时，应采取钻孔检测或钻芯取样检测。钻孔检测或钻芯取样时，应避开受力钢筋。经检测发现孔内后浇混凝土存在质量问题时，应会同设计单位制定专项处理方案，并按专项处理方案要求进行施工处理。对经处理的部位，

应重新检查验收。

**8.2.9** 空心墙板、非结构空心墙板孔内后浇混凝土应连续浇筑，并应逐孔振捣，并应在混凝土初凝前完成振捣。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

### 8.3 一般项目

**8.3.1** 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。

**8.3.2** 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。

**8.3.3** 预制构件上的预埋件、预留外伸钢筋、预留孔洞、预埋管线等规格型号、数量应符合设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

**8.3.4** 空心墙板的外形尺寸偏差和检验方法应符合本规程表 7.6.4 的规定，其它预制构件的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 的有关规定。

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的构件每次抽检数量不应少于该规格（品种）数量的 5%、且不少于 3 件。

**8.3.5** 成型钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合国家现行有关标准的规定。

检查数量：同一厂家、同一类型且同一钢筋来源的成型钢筋，不超过 30 t 为一批，每批随机抽取 3 个成型钢筋试件。

检验方法：观察，尺量。

**8.3.6** 钢筋安装的尺寸偏差应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

**8.3.7** 装配式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。

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，对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5 m 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。



## 本规程用词说明

**1** 为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，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

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

## 引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 2 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 3 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 4 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 5 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 6 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB 50223
- 7 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 8 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 9 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 10 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 11 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 12 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114
- 13 《外墙外保温工程技术规程》 JGJ 144
- 14 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256
- 15 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 16 《混凝土接缝用建筑密封胶》 JC/T 881
- 17 《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》 JGJ/T 458
- 18 《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
- 19 《工业化住宅尺寸协调标准》 JGJ/T 445

- 20 《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》 T/CECS XXX
- 21 《混凝土制品用脱模剂》 JC/T 949
- 22 《混凝土结构用成型钢筋》 JG/T 226
- 23 《钢筋混凝土用钢 第 3 部分：钢筋焊接网》 GB/T 1499.3
- 24 《钢筋焊接接头试验方法标准》 JGJ/T 27
- 25 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107

# 山东省工程建设标准

## 装配式空心叠合剪力墙结构技术规程

**DB37/T XXXX—202X**

条文说明

# 目 次

1	总 则.....	60
3	基本规定.....	61
4	材料.....	62
5	结构设计.....	63
5.1	一般规定.....	63
5.3	叠合构件设计.....	64
5.4	空心墙板构造及其连接.....	64
5.5	连梁及其连接.....	66
5.6	非结构空心墙板及其连接.....	66
6	构件生产与运输.....	68
6.1	一般规定.....	68
7	施工安装.....	69
7.1	一般规定.....	69
7.2	预制构件安装.....	69
8	质量验收.....	71
8.1	一般规定.....	71

# 1 总 则

**1.0.1** 装配整体式剪力墙结构的剪力墙可分为全截面预制剪力墙和叠合剪力墙两大类，其中，叠合剪力墙又可分为预制空心叠合剪力墙和双面预制叠合剪力墙，上述三种装配整体式剪力墙体系均已纳入山东省《装配式建筑评价标准》DB/T 5127-2018。

装配式空心板叠合剪力墙结构采用预制空心墙板作为预制墙，现场后浇墙板孔内混凝土形成叠合剪力墙，结构整体性能好。同时，预制空心墙板竖向钢筋、水平分布钢筋均采用搭接连接，对钢筋定位精度要求不高，连接质量易于检查，并且在生产阶段，水平分布钢筋和竖向分布钢筋均不伸出预制空心墙板，方便了预制空心墙板的生产及安装。

### 3 基本规定

**3.0.1** 空心板叠合剪力墙结构适用于居住建筑，本条规定符合国家现行标准对住宅建筑的有关规定。

**3.0.2** 空心板叠合剪力墙结构从规划到施工安装的各个环节，都应以工厂化生产和装配化施工为基础进行统筹。

## 4 材料

**4.0.2** 空心墙板标准化程度高，采用钢筋焊接网可提高构件生产效率。钢筋焊接网包括受力和不受力两种焊点，受力焊点用于箍筋等，不受力焊点用于形成钢筋骨架、保证钢筋网的稳定性。注意区分受力和不受力焊点的质量检验和验收要求。

**4.0.3** 为便于空心墙板生产组织，同一栋建筑的空心墙板宜以两个强度等级为级差控制其混凝土强度等级。一般情况下，空心墙板孔内及其底部水平接缝和竖向接缝的混凝土强度等级可与空心墙板的混凝土强度等级相同，叠合楼板叠合层及预制底板后浇拼缝的混凝土强度等级可与预制底板的混凝土强度等级相同，模壳叠合梁的后浇混凝土强度等级可与梁模壳的混凝土强度等级相同。

**4.0.4** 空心墙板竖孔截面尺寸较小，为保证孔内后浇混凝土密实，宜采用大流动性混凝土进行浇注。工程实践表明，孔内分层浇筑符合本条规定的大流动性混凝土、采用振捣棒振捣，可保证空心墙板孔内混凝土浇筑密实。



## 5 结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 确定空心板叠合剪力墙结构的最大适用高度主要考虑下述因素：安全、经济、以及现行标准相关结构类型的最大适用高度。装配式空心板叠合剪力墙结构和装配式部分框支空心板叠合剪力墙结构的竖向预制构件为空心墙板。浇筑空心墙板孔内后浇混凝土后，在板底形成高 60mm 的现浇混凝土水平接缝，与下层楼板顶面之间为新旧混凝土结合面，与现浇剪力墙施工缝处的新旧混凝土结合面是相同的。试验研究表明，空心板叠合墙的抗震性能与现浇剪力墙差别不大；密拼的按强剪弱弯设计的正截面受压破坏的空心板叠合墙，以及密拼的和后浇竖向接缝连接的按强弯弱剪设计的斜截面受剪破坏的空心板叠合墙的抗震性能满足现行规范的要求。基于上述理由，规定了空心板叠合剪力墙结构两种结构类型的最大适用高度。

**5.1.2** 空心板叠合墙水平接缝处为 60mm 高的现浇混凝土，与下层楼面的连接方式与现浇剪力墙相同，因此，空心板叠合剪力墙结构两种结构类型抗震等级的划分，分别与现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）现浇剪力墙结构和现浇部分框支剪力墙结构抗震等级的划分一致。

**5.1.5** 高层建筑空心板剪力墙结构是指 9 层以上（不含 9 层）或房屋高度大于 28 m（不含 28m）的空心板剪力墙结构住宅建筑，其底部加强部位采

用空心板叠合墙时，除加强水平接缝处的竖向连接钢筋外，还需通过限制空心板叠合墙的总长度，限制空心板叠合墙承担的地震剪力。

### 5.3 叠合构件设计

**5.3.1** 清华大学和北京工业大学试验研究表明，空心板叠合墙正截面受压承载力和斜截面受剪承载力试验值、叠合连梁受弯承载力试验值均大于按国家现行标准现浇钢筋混凝土构件相应承载力计算值，因此，可按现浇混凝土构件计算其承载力。梁模壳的构造纵筋直径小，不计入其对模壳叠合梁和模壳叠合连梁跨中受弯承载力的贡献。

### 5.4 空心墙板构造及其连接

**5.4.1** 本条规定了非边缘构件空心墙板的基本构造。底部设置高为 50 mm 的支腿，一方面方便现场安装，另一方面在板底形成 60 mm 高的现浇混凝土水平接缝。为保证搭接钢筋传力，竖向分布钢筋搭接范围内，水平分布钢筋间距不宜大于 100 mm。非构造边缘构件空心墙板板端应设置通长竖槽，考虑到水平分布钢筋连接需要，竖槽沿墙板宽度方向的尺寸较大，竖槽两侧混凝土壁板采用连接件连接，防止浇筑混凝土时两侧混凝土壁板在侧压力作用下开裂。连接件采用混凝土包裹，以增大其刚度。

**5.4.2** 预制构造边缘构件空心墙板边缘构件竖向配筋按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 现浇剪力墙的有关规定执行，考虑到墙板生产、运输，竖向钢筋直径不宜大于 18 mm。边缘构件竖孔长大于 300mm 时，

箍筋的构造要求高于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016年版）现浇剪力墙的规定。

**5.4.4** 空心板叠合墙竖向分布钢筋、边缘构件竖向钢筋均采用搭接连接，且逐根搭接连接。大剪跨比偏心受压破坏的空心板叠合墙拟静力试验结果表明，竖向分布钢筋搭接长度  $1.0l_{aE}$ 、边缘构件竖向钢筋搭接长度  $1.2l_{aE}$  时，竖孔内连接钢筋与对应的空心墙板竖向钢筋同一位置的应变随水平力的变化规律相同，试件的正截面受压承载力试验值与现行规范现浇剪力墙公式计算值的比值为 1.15、1.23，竖向钢筋搭接连接可以有效传递钢筋应力。

**5.4.6** 清华大学小剪跨比剪切破坏空心板叠合墙拟静力试验结果表明，水平分布钢筋搭接长度为  $l_{aE}$  的空心板叠合墙，实现了预期的剪切破坏，后浇竖向接缝连接或密拼连接的空心板叠合墙的受剪承载力、变形能力没有显著差别，水平连接钢筋与空心墙板水平分布钢筋的应变发展规律基本一致。

竖槽或后浇竖向接缝内的定位架是安装水平连接钢筋时的支承架，保证水平连接钢筋的竖向间距以及伸入空心墙板的长度满足设计要求，定位架的竖向钢筋作为叠合墙竖向分布钢筋参与受力。

**5.4.7** 现浇构造边缘构件长度小于水平连接钢筋的  $l_{aE}$  时，水平连接钢筋钩住边缘构件最外侧竖向钢筋即可。

## 5.5 连梁及其连接

**5.5.2** 空心板叠合墙采用现浇连梁时，连梁纵筋伸入叠合墙的要求与现浇结构的要求一致。综合考虑连梁钢筋保护层及空心板叠合墙后浇混凝土浇筑空间需求，连梁纵筋可布置于边缘构件竖向钢筋外侧。

**5.5.4** 梁模壳壁厚不宜小于 50 mm，避免模壳在生产、运输和安装过程中损坏。梁模壳的箍筋为连梁抗剪箍筋，构造纵筋为架立筋及抗裂钢筋，不伸出梁模壳两端。

**5.5.6** 叠合梁端部结合面受剪承载力计算公式与现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014 规定的受剪承载力计算公式相同，不计入梁模壳混凝土的作用。当叠合梁端结合面受剪承载力不足时，可在叠合梁端部配置抗剪钢筋。

## 5.6 非结构空心墙板及其连接

**5.6.1** 非结构空心墙板周边设置混凝土肋作为封边，连接两侧壁板，同时作为轻质填充材料的防火构造。非结构空心墙板现场安装完成后，竖向圆孔内浇筑混凝土，混凝土流入底部水平槽内，实现墙板与底部主体结构可靠连接和防水构造。非结构空心墙板为非标准构件。用作窗下墙时，一片窗下墙采用一块非结构空心墙板，不得用两个或以上非结构空心墙板拼装。

**5.6.2** 非结构空心墙板通过连接钢筋与下层连梁、或上方现浇混凝土可靠

连接，防止掉落。用作窗下墙时，竖向连接钢筋伸入下层连梁的长度不能达到  $l_a$  时，钢筋端部可设置  $90^\circ$  或  $135^\circ$  弯钩以减小锚固长度。

## 6 构件生产与运输

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 构件的质量涉及工程质量和结构安全，构件生产单位应符合国家及地方有关部门规定的硬件设施、人员配置、质量管理体系和质量检测手段等规定。为保证构件生产质量，构件生产单位应配置相应的技术、质量、材料、安全和生产管理人员，满足技术质量、工期和成本等管理要求，操作人员上岗前应进行岗前培训，关键和特殊岗位必须取得相应的岗位资格证书。

构件生产单位应采用现代化的信息管理系统，并建立统一的编码规则和标识系统。信息化管理系统应与生产单位的生产工艺流程相匹配，贯穿整个生产过程。

**6.1.2** 空心墙板、非结构空心墙板采用成组立模机械化生产线生产的效率高，生产线应满足预制构件规格在常见范围内的变化，以提高生产线的通用性，便于在单条生产线上同时组织多个项目的构件生产。形状较为简单的桁架预制板可采用成组立模机械化生产线生产，形状较为复杂、预留点位较多的桁架预制板宜采用平模生产。

## 7 施工安装

### 7.1 一般规定

**7.1.2** 空心板剪力墙结构施工具有其固有特性，应设立与装配施工技术相匹配的项目部机构和人员，装配施工对不同岗位的技能 and 知识要求区别于以往的传统施工方式要求，需要配置满足装配施工要求的专业人员。且在施工前应对相关作业人员进行培训和技术、安全、质量交底，培训和交底对象包括一线管理人员和作业人员、监理人员等。

**7.1.3** 工装系统是指空心板剪力墙结构吊装、安装过程中所用的工具化、标准化吊具、支撑架体等产品，包括标准化堆放架、模数化通用吊梁、框式吊梁、起吊装置、吊钩吊具、预制墙板支撑、叠合板独立支撑、支撑体系、模架体系、外围护体系、系列操作工具等产品。工装系统的定型产品及施工操作均应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的有关规定，在使用前应进行必要的施工验算。

### 7.2 预制构件安装

**7.2.2** 应根据空心板剪力墙结构的预制构件及连接特点，开展空心墙板、非结构空心墙板的安装施工准备工作。

**7.2.3** 空心墙板底部水平接缝构造与普通预制剪力墙不同，通过坐浆和垫

片控制水平接缝高度，采用专用模具防止浇筑空心墙板内后浇混凝土过程中发生漏浆。

**7.2.4** 空心墙板构件的安装工序为：构件准备—墙板支腿坐浆—墙板构件吊装—构件就位—校核调整—墙板构件与拉接横梁固定—通过定位架安装水平连接钢—平移水平连接钢筋至设计位置。非结构空心墙板直接安装在楼板上表面，无需坐浆。



## 8 质量验收

### 8.1 一般规定

**8.1.2** 空心板剪力墙结构工程的现浇混凝土施工段应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行其他分项工程和检验批的验收。

**8.1.5** 隐蔽工程反映钢筋、现浇结构分项工程施工的综合质量，后浇混凝土处钢筋既包括预制构件外伸的钢筋，也包括后浇混凝土中设置的纵向钢筋、水平连接钢筋和箍筋。在浇筑混凝土之前进行隐蔽工程验收是为了确保其连接构造性能满足设计要求。