

# 模块装配式剪力墙结构应用技术规程

Technical specification for application of modular  
assembled shear wall structure

2021-01-08 发布

2021-02-08 实施

---

江苏省市场监督管理局

发 布

目 次

前 言..... 6

1 范围..... 7

2 规范性引用文件..... 7

3 术语..... 8

4 基本规定..... 8

5 材料..... 9

    5.1 混凝土、钢筋和钢材..... 9

    5.2 连接材料..... 9

    5.3 其他材料..... 11

6 预制构件..... 11

7 建筑设计..... 13

    7.1 一般规定..... 13

    7.2 平面设计..... 14

    7.3 立面设计..... 14

    7.4 预制混凝土外墙板..... 15

8 自保温剪力墙节能设计..... 15

    8.1 一般规定..... 16

    8.2 热工计算基本参数..... 16

    8.3 热工计算基本方法..... 16

9 结构设计基本规定..... 16

    9.1 一般规定..... 16

    9.2 作用及作用组合..... 18

    9.3 结构分析..... 18

    9.4 预制构件设计..... 19

    9.5 连接设计..... 21

    9.6 楼盖设计..... 23

10 高层实心墙板剪力墙结构设计..... 26

    10.1 轴压比..... 26

    10.2 预制构件构造..... 26

    10.3 连接设计..... 28

11 高层自保温墙板剪力墙结构设计..... 34

    11.1 轴压比..... 34

    11.2 预制构件构造..... 35

    11.3 连接设计..... 37

    11.4 实心墙板与自保温墙板组合..... 44

12 多层自保温墙板剪力墙结构设计..... 45

    12.1 一般规定..... 45

    12.2 连接设计..... 45

13 构件制作与运输..... 46

    13.1 一般规定..... 46

13.2 制作准备..... 46

13.3 构件制作..... 48

13.4 构件检验..... 49

13.5 运输与堆放..... 52

14 结构施工..... 52

14.1 一般规定..... 52

14.2 安装准备..... 53

14.3 构件安装与连接..... 53

15 装配式结构验收..... 54

15.1 一般规定..... 55

15.2 装配式结构验收..... 55

15.3 后置保温工程验收..... 57

附 录 A 常用材料的导热系数与蓄热系数..... 58

附录 B 构件生产..... 59

附录 C 进场及施工、工程验收表..... 62

附录 D 叠合板连接构造..... 65

附录 E 节能计算..... 66

附录 F 实心自保温墙板..... 71

条文说明..... 77

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定编制。

本文件由中国江苏国际经济技术合作集团有限公司与南通联沅装配式建筑科技有限公司提出。

本文件由江苏省政府国有资产监督管理委员会归口。

本文件起草单位：中国江苏国际经济技术合作集团有限公司、南通联沅装配式建筑科技有限公司、华东建筑设计研究总院、江苏省建筑设计研究院有限公司、南京市建筑设计研究院有限公司、南京长江都市建筑设计研究院有限公司、东南大学建筑设计研究院有限公司、南通市建筑设计研究院有限公司、同济大学、上海大学、南京江苏龙腾工程设计股份有限公司、南京市江宁区建设工程质量监督站、海门市住房和城乡建设局、南通聚隆建筑营造有限责任公司。

本文件主要起草人：龚祖平、唐来顺、芮明倬、董年才、江晓峰、刘明国、李翔、金如元、夏长春、徐澄、孙逊、包越海、龚徐华、褚国栋、杨远、冯鹏、刘文光、胡宝林、张云康、云正、周嘉磊、余远逢、杨建平、周澄、黄佳华、何文福、童兴、张强、顾进

# 模块装配式剪力墙结构应用技术规程

## 1 范围

本文件规定了模块装配式剪力墙结构的设计、制作、运输、施工及验收。

本文件适用于民用建筑抗震设防烈度为6度至8度抗震设计的装配式剪力墙结构的设计、制作、运输、施工及验收。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用文件而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB50176 民用建筑热工设计规范  
GB50204 混凝土结构工程施工质量验收规范  
GB50210 建筑装饰装修工程质量验收标准  
GB50223 建筑工程抗震设防分类标准  
GB8624 建筑材料及制品燃烧性能分级  
GB50666 混凝土结构工程施工规范  
GB50009 建筑结构荷载规范  
GB50010 混凝土结构设计规范  
GB50011 建筑抗震设计规范  
GB50016 建筑设计防火规范  
GB/T50002 建筑模数协调标准  
GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准  
GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢第 2 部分:热轧带肋钢筋  
GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法  
GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准  
GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准  
GB/T50448 水泥基灌浆材料应用技术规范  
GB/T50502 建筑施工组织设计规范  
GB/T 1499.1 钢筋混凝土用钢第 1 部分:热轧光圆钢筋  
JGJ1 装配式混凝土结构技术规程  
JGJ 3 高层建筑混凝土结构技术规程  
JGJ 18 钢筋焊接及验收规程  
JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程  
JGJ107 钢筋机械连接技术规程  
JGJ114 钢筋焊接网混凝土结构技术规程  
JGJ163 滚轧直螺纹钢筋连接规程  
JGJ256 钢筋锚固板应用技术规程  
JGJ281 高强混凝土应用技术规程

JGJ355 钢筋套筒灌浆连接应用技术规程

JC/T 482 聚氨酯建筑密封胶

JC/T881 混凝土接缝用建筑密封胶

JG/T398 钢筋连接用灌浆套筒

JG/T 408 钢筋连接用套筒灌浆料

### 3 术语

#### 3.1

**模块实心墙板 modular solid wall board**

对剪力墙墙体进行合理拆分，形成具有标准化尺寸、可任意组合并适用于各种建筑形式的实心墙板。

#### 3.2

**模块自保温墙板 modular self-insulating wall board**

对自保温剪力墙墙体进行合理拆分，形成具有标准化尺寸、可任意组合并适用于各种建筑形式的自保温墙板。自保温墙板在工厂采用保温芯材填充到墙板空腔内以满足节能设计要求，实现结构承重与保温一体化。

#### 3.3

**模块装配式剪力墙结构 modular fabricated shear wall structure**

墙板及连梁等模块化预制混凝土构件，通过可靠的连接方式装配而成的剪力墙结构。

#### 3.4

**锥形套筒（墩头）灌浆连接 connection of conical head sleeve (pier head) grouting**

在预制混凝土构件内预埋竖向放置的锥形头套筒，灌注常温型套筒灌浆料后插入墩头钢筋而自动溢满并形成可靠连接的钢筋连接方式，一般用于墙板竖向钢筋连接。

#### 3.5

**单端冷轧套筒灌浆连接 connection of single-end cold rolled sleeve grouting**

在钢筋网笼自动焊接过程中，将套管单头缩口后经冷轧固定于连接钢筋一端预制于墙板上部，在施工安装时，将套管内灌注常温型套筒灌浆料，再插入上一层对应墙板连接钢筋，固化后形成稳固有效的连接方式，一般应用于竖向钢筋连接。

#### 3.6

**锥形铆套筒机械连接 mechanical connection of tapered riveting sleeve**

在预制混凝土构件内预埋内螺纹套筒，采用连接钢筋及辅助套筒进行机械连接的钢筋连接方式。一般应用于竖向钢筋连接。

#### 3.7

### 双节套筒机械连接 mechanical connection of double sleeve

在预制混凝土构件内预埋镦粗钢筋头，用双节套筒和连杆进行机械连接的钢筋连接方式。

### 3.8

### 单节套筒机械接头 single sleeve mechanical joint

用于预制构件竖向接缝加设钢筋和后浇柱竖向钢筋连接。

### 3.9

### 实心墙板体系 solid wall panel system

外墙板、内墙板均为预制实心混凝土构件，采用保温功能的预制混凝土外墙板满足节能和饰面要求。

### 3.10

### 预制构件模块 Modularization of prefabricated components

通过对构件进行模块化设计，生产出标准化的预制构件。

## 4 基本规定

4.1 通过对模块装配式剪力墙结构体系的标准化设计（装配率、结构层数等）、工厂化生产、装配化施工及验收进行技术策划。

4.2 模块装配式剪力墙结构体系房屋在装修时，不可随意改变结构形式。

4.3 内装修、设备管线设计应按 GB/T 51231 的有关规定执行。

4.4 模块化装配整体式混凝土剪力墙结构体系宜采用 BIM 技术，将设计方案、制造需求、安装需求集成在 BIM 模型中，在实际建造前统筹考虑设计、制造、安装的各种要求，把实际制造、安装过程中可能产生的问题提前解决。

4.5 深化设计应按各专业施工图纸和生产、施工的预留预埋要求进行设计。。

## 5 材料

### 5.1 混凝土、钢筋和钢材

5.1.1 混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标和耐久性要求等应符合 GB50010 和 GB50017 的规定。

5.1.2 预制构件混凝土的强度等级应不低于 C30，后浇部分应不低于构件混凝土强度等级，接缝处混凝土应高一个强度等级。

5.1.3 钢筋的选用应符合 GB50010 的规定。受力钢筋宜采用 HRB400 或 HRB500 的热轧带肋钢筋，并应符合 GB/T 1499.2 的规定。非受力钢筋宜采用 HPB300 或 HRB400 的热轧钢筋。

5.1.4 钢筋焊接网应符合现行行业标准 JGJ114 的规定。

5.1.5 预制构件吊环应采用未经冷加工的 HPB300 钢筋或 Q235B 圆钢制作，并应符合 GB50010 的规定。吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合设计要求。

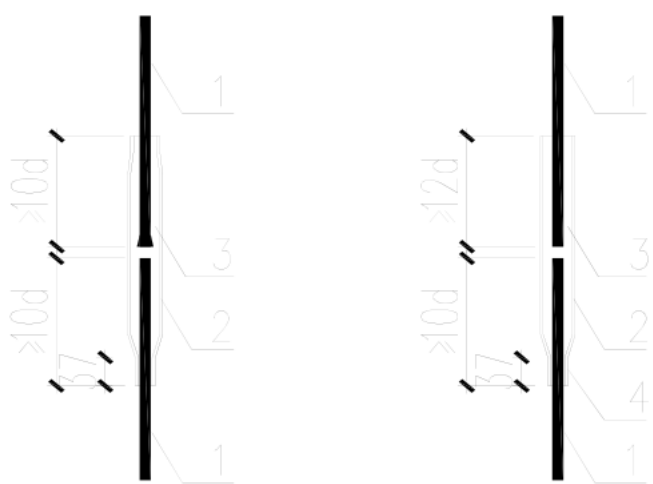
5.2 连接材料

5.2.1 钢筋连接接头的性能要求应符合以下规定：

- a) 钢筋接头应满足强度和变形性能的要求；
- b) 钢筋接头的抗拉强度，不应小于被连接钢筋抗拉强度标准值的1.1倍，破坏时应断于接头外钢筋处；
- c) 钢筋接头的屈服强度，不应小于被连接钢筋屈服强度标准值的1.1倍；
- d) 钢筋接头应根据其等级和应用情况，对单向拉伸性能、高应力反复拉压、大变形反复拉压等各项性能确定相应的检验项目；
- e) 钢筋采用套筒灌浆连接时，其性能要求应满足JGJ355的相关规定；
- f) 钢筋采用套筒机械连接时，主筋接头应为I级，箍筋或水平分布筋的接头应不低于II级，有关接头性能要求应满足JGJ107的相关规定。

5.2.2 锥形头套筒与单端冷轧套筒灌浆连接应符合下述要求：

- a) 套筒可采用无缝钢管，两头加工成锥形。套筒长度应满足墙体竖向纵筋锚固要求，内径宜不小于 $1d+12\text{mm}$ 以上（ $d$ 为纵筋直径，下同）并应满足灌浆密实无气泡；锥形头长度为 $1.5d$ ，管口内径缩小，缩小后的锥形头应不影响灌浆及施工且满足施工安装要求。套筒应采用45号钢或Q355钢。
- b) 连接钢筋宜墩头处理，墩头后为锥形；当有可靠依据时，墩头尺寸可相应调整。墩头钢筋在套筒内的锚固长度应不小于 $10d$ 。当钢筋锚固长度大于 $12d$ 以上时钢筋可不墩头、套管不缩管，套筒下端与钢筋冷轧后预埋在墙板构件。（见图1）
- c) 锥形头套筒灌浆连接采用的灌浆料应符合JG/T 408的规定。锥形头套筒的规格详见表1。
- d) 连接钢筋直径大于 $20\text{mm}$ 时应通过试验确定。



1-连接钢筋；2-套筒；3-自密实灌浆；4-冷轧

(a) 锥形套筒（墩头）灌浆连接      (b) 单端冷轧套筒灌浆连接

图1 套筒灌浆连接的构造

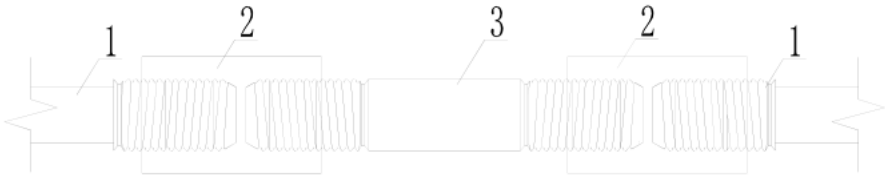
表1 锥形头套筒与钢筋的配套规格

| 连接钢筋   |    | 锥形头套筒规格      |
|--------|----|--------------|
| 强度     | 直径 |              |
| HRB400 | 8  | Φ22x2.0-L200 |
|        | 10 | Φ26x2.5-L250 |
|        | 12 | Φ28x2.5-L280 |
|        | 14 | Φ32x3.0-L320 |
|        | 16 | Φ34x3.5-L360 |
|        | 18 | Φ38x3.5-L400 |
|        | 20 | Φ42x4.0-L450 |
|        | 22 | Φ45x5.0-L500 |
| HRB500 | 8  | Φ22x2.0-L200 |
|        | 10 | Φ26x3.0-L250 |
|        | 12 | Φ30x2.5-L280 |
|        | 14 | Φ34x3.5-L320 |
|        | 16 | Φ38x4.0-L360 |
|        | 18 | Φ40x5.0-L400 |
|        | 20 | Φ45x5.5-L450 |
|        | 22 | Φ48x6.5-L500 |

5.2.3 锥形头套筒灌浆连接采用的灌浆料应符合现行行业标准 JG/T 408《钢筋连接用套筒灌浆料》的规定。

5.2.4 双节套筒机械连接应符合下述要求：

- a) 双节套筒为正、反牙内螺纹套筒，套筒长度应满足钢筋等强度连接的要求。套筒外形宜为六角型，套筒宜采用45号钢、Q355钢。（图2）
- b) 钢筋连接用套筒应符合现行行业标准JG/T163的有关规定；套筒原材料采用45号钢冷拔或冷轧精密无缝钢管时，钢管应进行退火处理，并应满足JG/T163对钢管强度限值和断后伸长率的要求。
- c) 预制构件中的连接钢筋头应预先墩粗一级后滚丝，有效滚丝长度应满足 $\geq 1.5d$ 及安装要求，钢筋头拧入套筒内的丝长应满足设计要求。连接钢筋一端为正丝，另一端为反丝。
- d) 双节套筒之间设连杆钢筋，直径比连接钢筋大一级，且一端正丝另一端反丝。
- e) 接头的性能应符合JGJ 107的要求。



1-连接钢筋；2-套筒；3-连杆

图2 双节套筒机械连接的构造

5.2.5 受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准 GB 50010 的有关规定。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。

5.2.6 连接用焊接材料，螺栓、锚栓和柳钉等紧固件的材料应符合现行国家标准 GB 50017、GB 50661 和 JGJ 18 等规定。

5.2.7 预制构件在接缝处的后浇混凝土，宜采用自密实细石混凝土从下向上压浆灌实。

5.3 其他材料

5.3.1 自保温预制构件的保温材料，其导热系数不大于 0.04W/(m.k)，燃烧性能不应低于国家标准 GB 8624 中的 B1 级的要求。

5.3.2 装配式建筑采用的室内装修材料应符合现行国家标准 GB 50325 和 GB 50222 的有关规定。

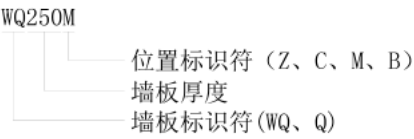
6 预制构件

6.1.1 预制墙板分为实心墙板与自保温外墙板两类，其中实心墙板还包括实心自保温墙板，实心自保温墙板是将实心墙板与保温层及外叶板整体预制成型的一种墙板，相关节点做法及要求详见附录 F；有关规格墙板及参数见表 2、图 3，有关设计参数的取值算法见本规程第 8.3.3 条。

表2 预制剪力墙墙板类型与参数

| 类型         | 规格    | 尺寸        |            |            |                 |              | 传热系数<br>(W/<br>(m <sup>2</sup> ·K)) | 热惰性指标<br>(cal/cm2·<br>℃·s) |
|------------|-------|-----------|------------|------------|-----------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------|
|            |       | 总厚度<br>mm | 模芯尺寸<br>mm | 等重墙厚<br>mm | 等效抗压、抗弯墙厚<br>mm | 等效抗剪墙厚<br>mm |                                     |                            |
| 实心<br>墙板   | Q200  | 200       |            | 200        | 200             | 200          | /                                   |                            |
|            | Q250  | 250       |            | 250        | 250             | 250          | /                                   |                            |
| 实心自<br>保温墙 | Q300  | 300       |            | 200        | 200             | 200          | 0.53                                | 3.05                       |
|            | Q350  | 350       |            | 250        | 250             | 250          | 0.52                                | 3.54                       |
| 自保温<br>外墙板 | WQ200 | 200       | 175×90     | 115        | 106             | 104          | 0.50                                | 2.17                       |
|            | WQ250 | 250       | 165×*68    | 188        | 179             | 173          | 0.53                                | 2.48                       |

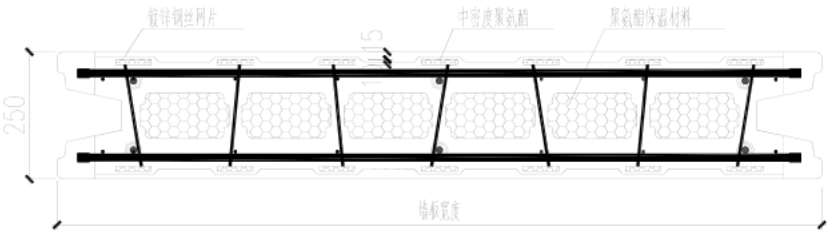
注：1、墙板规格表示方法如下：



Z—靠边缘构件的墙板，C—靠窗洞侧墙板，M—靠门洞侧墙板，B—中间标准墙板

2、结构施工图深化设计时，墙板规格应增加标识墙板高度、相对位置等信息的后缀标识符：

3、本表参数已扣除保温芯全部面积



(a) 自保温外墙板

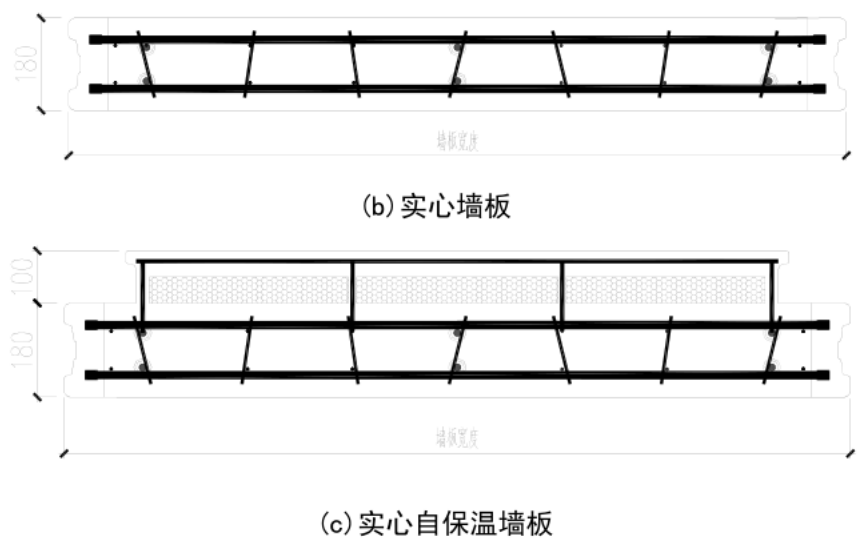


图3 预制剪力墙墙板的截面形式示意

6.1.2 预制叠合连梁的宽度及保温方式应与预制墙板配套，自保温墙板的连梁内应设保温芯材，其中实心连梁还包括实心自保温连梁，实心自保温连梁是将实心连梁与保温层及外叶板整体预制成型的一种连梁。有关各规格叠合连梁及参数见表 3、图 4。

表3 预制叠合连梁规格与参数

| 连梁类型    | 规格        | 梁高<br>mm | 尺寸       |            |          |              |              | 热工性能                            |
|---------|-----------|----------|----------|------------|----------|--------------|--------------|---------------------------------|
|         |           |          | 梁宽<br>mm | 等重宽度<br>mm | 实心率<br>% | 等效抗弯宽度<br>mm | 等效抗剪梁宽<br>mm | 传热系数<br>(W/(m <sup>2</sup> ·K)) |
| 实心连梁    | LL200-400 | 400      | 200      | 200        |          | 200          | 200          |                                 |
|         | LL250-400 | 400      | 250      | 250        |          | 250          | 250          |                                 |
| 实心自保温连梁 | JL300-500 | 500      | 200      | 200        |          | 200          | 200          | 0.97                            |
|         | JL350-500 | 500      | 250      | 250        |          | 250          | 250          | 0.94                            |
| 自保温连梁   | WL200-500 | 500      | 200      | 153.2      | 76.6     | 200          | 120          | 1.48                            |
|         | WL250-500 | 500      | 250      | 191.5      | 76.6     | 250          | 150          | 1.52                            |

注：1、叠合连梁规格表示方法如下：

WL200-430

—— 叠合连梁总高度  
—— 叠合连梁宽度  
—— 连梁标识符(WL、LL)

2、如采用非标准规格的叠合连梁，需与厂家协商。

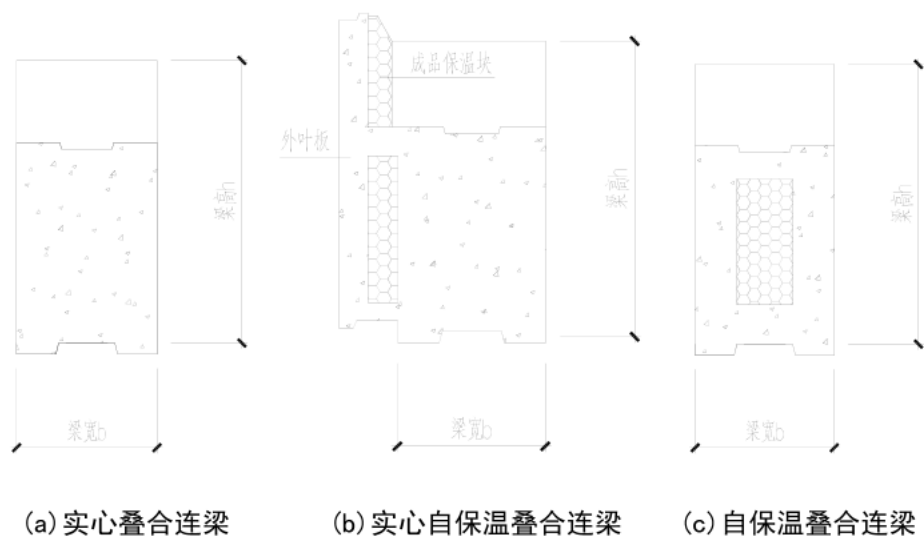


图4 预制叠合连梁的截面示意

6.1.3 有关预制叠合板、预制板式楼梯、预制阳台板、空调板、女儿墙和非承重墙板等预制产品的设计，应符合相关技术标准的规定。

7 建筑设计

7.1 一般规定

- 7.1.1 建筑设计应符合现行国家标准 GB50002 的规定。建筑设计应采用模块及模块组合的设计方法，遵循少规格、多组合的原则。应考虑其模数尺寸的特点与节点要求。
- 7.1.2 建筑设计应符合建筑功能和性能要求，并宜采用主体结构、外围护、装修和设备管线的装配成品化集成技术。
- 7.1.3 建筑的楼梯、阳台、隔墙、空调板、管道井等配套构件、室内装修材料同时宜采用工业化、标准化产品。
- 7.1.4 建筑的体形系数、窗墙面积比、围护结构的热工性能应符合第 8 章有关节能设计的要求，并应符合现行国家热工性能设计标准。
- 7.1.5 建筑防火设计应符合现行国家标准 GB 50016 的有关规定。

7.2 平面设计

- 7.2.1 公共建筑应采用楼梯、电梯、公共卫生间、基本单元等模块进行组合设计。住宅建筑应采用楼电梯、公共管井、集成式厨房、集成式卫生间等模块进行组合设计。厨房与卫生间的平面布置应合理，其平面尺寸宜满足标准化整体橱柜及整体卫浴的要求。
- 7.2.2 平面布置应规则，承重墙、柱等竖向构件应上下对齐贯通、连续连接，并应符合本规程 9.1.9 条的规定。
- 7.2.3 门窗洞口宜上下对齐、成列布置。其平面位置和尺寸应满足结构受力及预制构件设计要求；不宜采用转角窗。

7.2.4 设备、管线、公共管井宜集中设置，并进行管线综合设计。

7.3 立面设计

7.3.1 外墙设计应满足建筑外立面多样化和经济美观的要求。

7.3.2 外墙饰面宜采用耐久性强、不易污染的建筑材料。

7.3.3 预制外墙板的接缝及门窗洞口边等应留设防水企口，防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，或采用嵌入式橡胶止水条防水方法，并应符合下列规定：

- a) 墙板水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造；
- b) 墙板竖缝可采用错口或槽口构造；
- c) 当板缝空腔需设置导水管排水时，板缝内侧应增设气密条密封构造。

7.3.4 门窗应采用标准化部件，并宜采用凹型缺口，预留附框嵌入式或预埋件等方法与墙体可靠连接。

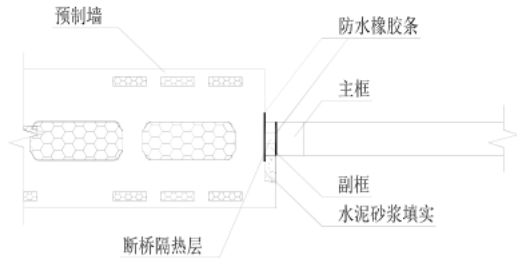


图5 预制剪力墙墙板窗洞侧构造要求

7.3.5 女儿墙板内侧在泛水高度处应设凹槽与压条，接缝宜采用专用水泥基填缝浆压浆填实，挑檐或其他泛水收头等构造应符合相关规定。

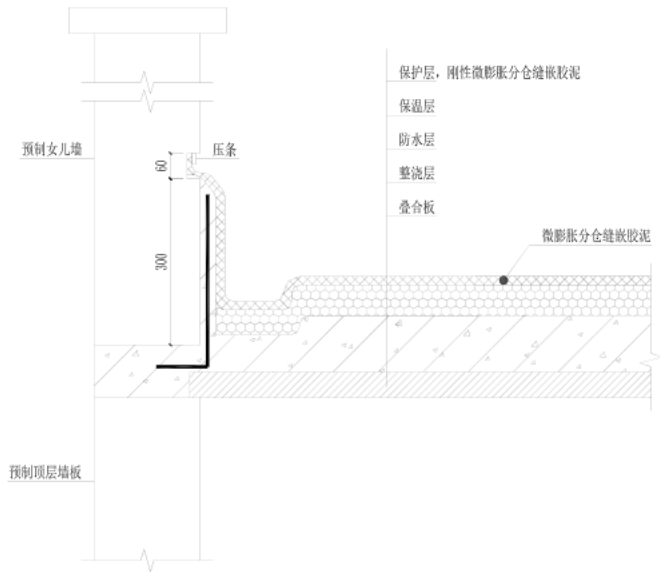


图6 女儿墙处连接构造方式

## 7.4 预制混凝土外墙板

7.4.1 本规程规定的预制外墙板适用于 100m 以下高度、二 a 类环境类别的外墙工程。

7.4.2 本规程规定的预制混凝土外墙板（以下简称预制外墙板），适用于模块化装配整体式混凝土剪力墙结构承重外墙、非承重外墙及装饰板。外墙保温板可作为实心剪力墙的外保温。

7.4.3 预制外墙板的接缝应满足保温、防水、防火的要求。外墙保温板应按第 8.2 节进行节能保温设计。

7.4.4 预制外墙板的饰面可采用面砖、石材、涂料或装饰混凝土等类型，且宜采用反打一次成型的外墙饰面材料，其规格尺寸、材质类别、连接构造等应进行工艺试验验证。涂料饰面应采用装饰性强、耐久性好的涂料，宜优先选用聚氨酯、硅树脂、氟树脂等耐候性好的材料。

7.4.5 预制外墙板的板缝应满足以下要求：

a) 板缝宽度应根据风荷载及地震作用下的层间位移、密封材料最大拉伸一压缩变形量及施工安装误差等因素设计计算，并应满足板缝宽度在 10~35mm 范围。

b) 板缝防水应采用硅酮类、聚硫类、聚氨酯类、丙烯酸类等建筑密封胶，密封胶的厚度应按缝宽的 1/2 且不小于 8mm 设计，其他技术性能应符合现行行业标准 JC/T881 的要求。

7.4.6 预制外墙板的建筑立面应根据工程设计要求进行深化和优化设计，可按外墙门窗间距按列划分竖向模块，预制外墙板高度应按层高划分模块，并满足构件标准化、模数化的设计要求，便于制作和施工安装。

## 8 自保温剪力墙节能设计

### 8.1 一般规定

8.1.1 本规程节能设计的要求应符合现行国家标准 GB50176 的规定。

8.1.2 预制外墙板按保温外墙板设计时，其热工设计应满足墙体保温隔热性能和防结露性能要求，并可采用预制外墙主断面的平均传热阻值或传热系数作为其热工设计值。主要热工参数取值见附录 A。

### 8.2 热工计算基本参数

8.2.1 室外气象参数应按现行国家标准 GB 50176 的规定选用。

8.2.2 冬季室内外热工计算参数应按现行国家标准 GB 50176 的规定取值。

### 8.3 热工计算基本方法

8.3.1 匀质围护结构平壁的热阻应按现行国家标准 GB 50176 的规定进行计算。

8.3.2 由两种以上材料组成的非匀质围护结构，可按现行国家标准 GB 50176 的规定进行计算，或采用本规程附录 F 进行计算。

8.3.3 标准墙板与连梁的传热系数可按表 2 与表 3 取值。

8.3.4 冬季室外计算温度低于 0.9℃时，应对围护结构进行内表面结露验算；围护结构内表面温度可按现行国家标准 GB 50176 的规定进行计算，或采用符合本标准规定的软件进行计算；当围护结构内表面温度低于空气露点温度时，应采取保温措施，并应重新复核围护结构内表面温度。

9 结构设计基本规定

9.1 一般规定

9.1.1 模块装配式剪力墙结构的布置应满足下列要求：

- a) 应沿两个方向布置剪力墙；
- b) 剪力墙的截面宜简单、规则；
- c) 剪力墙的门窗洞口宜上下对齐、成列布置。

9.1.2 模块装配式自保温剪力墙结构在 8 度区 10 层（28 米）及以上、7 度区 18 层（60 米）及以上时底部加强区及边缘构件应采用现浇混凝土。不满足此要求时，应进行专项论证。

9.1.3 模块装配式剪力墙结构的最大适用高度应满足表 4 的要求。

表4 模块装配式剪力墙结构的最大适用高度 (m)

| 结构类型    | 抗震设防烈度 |     |            |            |
|---------|--------|-----|------------|------------|
|         | 6 度    | 7 度 | 8 度 (0.2g) | 8 度 (0.3g) |
| 实心自保温墙板 | 120    | 100 | 80         | 60         |
| 自保温墙板体系 | 100    | 80  | 60         | 40         |

9.1.4 抗震设计时，模块装配式的高层剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙；抗震设防烈度为 8 度时，不宜采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构。当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

a) 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%；

b) 房屋适用高度应比本规程表4规定的模块装配式剪力墙结构的最大适用高度适当降低，抗震设防烈度为7度和8度（0.2g和0.3g）时宜分别降低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、有较多短肢剪力墙结构是指，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。

9.1.5 模块装配式的高层剪力墙结构，其高宽比不宜超过表 5 的规定。

表5 模块装配式剪力墙结构的最大适用高宽比

| 结构类型                 | 抗震设防烈度 |     |            |            |
|----------------------|--------|-----|------------|------------|
|                      | 6 度    | 7 度 | 8 度 (0.2g) | 8 度 (0.3g) |
| 实心自保温墙板体系<br>自保温墙板体系 | 6      | 6   | 5          | 5          |

9.1.6 模块装配式剪力墙结构的抗震设计，应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类模块化装配整体式剪力墙结构的抗震等级应按表 6 确定。

表6 模块装配式剪力墙结构的抗震等级

| 结构类型      |           | 抗震设防烈度 |     |     |              |     |     |              |     |
|-----------|-----------|--------|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|-----|
|           |           | 6 度    |     | 7 度 |              |     | 8 度 |              |     |
| 实心自保温墙板体系 | 高度<br>(m) | ≤70    | >70 | ≤24 | >24 且<br>≤70 | >70 | ≤24 | >24 且<br>≤70 | >70 |
| 自保温墙板体系   | 剪力墙       | 四      | 三   | 四   | 三            | 二   | 三   | 二            | 一   |

9.1.7 乙类模块装配式剪力墙结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；当本地区抗震设防烈度为 8 度且抗震等级为一级时，应采取比一级更高的抗震措施；当建筑场地为 I 类时，仍可按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

9.1.8 装配式结构的构件竖向布置应连续、宜边缘集中，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变，并应符合现行国家标准 GB 50011 有关规定。

9.1.9 抗震设计的装配整体式高层剪力墙结构，当其房屋高度、规则性、结构类型等超过本规程的规定或者抗震设防标准有特殊要求时，可按现行行业标准 JGJ 3 的有关规定进行结构抗震性能设计。

9.1.10 模块装配式剪力墙结构伸缩缝的最大间距应符合 GB50010 的有关规定。当采取有效构造措施和施工措施以减少温度变化和混凝土收缩对结构的影响时，可适当放宽伸缩缝的间距。

9.1.11 高层装配式结构应符合下列规定：

- a) 宜设置地下室。地下室宜采用现浇混凝土。
- b) 剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土。当采用预制墙板时，应采取适当措施提高边缘构件的延性性能。

9.1.12 装配式结构构件及节点应进行承载力极限状态及正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准 GB50010、GB50011 和 GB50666 等的有关规定。

9.1.13 抗震设计时，构件及节点的承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应按表 7 采用；当仅考虑竖向地震作用组合时，承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  应取 1.0。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。

表7 构件及节点承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$

| 结构<br>构件<br>类别 | 正截面承载力计算 |               |                 |            |      | 斜截面承载力计算      | 受冲切承载力<br>计算、接缝受<br>剪力承载力计<br>算 |
|----------------|----------|---------------|-----------------|------------|------|---------------|---------------------------------|
|                | 受弯<br>构件 | 偏心受压柱         |                 | 偏心受拉构<br>件 | 剪力墙  | 各类构件及<br>框架节点 |                                 |
|                |          | 轴压比小于<br>0.15 | 轴压比不小<br>于 0.15 |            |      |               |                                 |
| $\gamma_{RE}$  | 0.75     | 0.75          | 0.80            | 0.85       | 0.85 | 0.85          | 0.85                            |

9.1.14 预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理，并应符合耐久性能要求。

9.2 作用及作用组合

模块装配式剪力墙结构的作用及作用组合应根据现行国家标准 GB50009、GB50011、JGJ3 及 JGJ1 等确定。

9.3 结构分析

9.3.1 模块装配式剪力墙结构的承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用弹性方法。

9.3.2 在各种设计状况下，按本规程进行构造连接的模块化装配整体式剪力墙结构，可采用与现浇剪力墙结构相同的方法进行结构分析。

9.3.3 实心墙板剪力墙结构的建模，按其实际厚度计算。自保温墙板剪力墙结构的建模和计算，其重量、轴压和抗弯性能、抗剪承载力可按截面实心面积进行等代计算。有关各规格墙板的等效截面参数，见表 2。



(a) 自保温墙板的重量、抗压与抗弯的等效计算面积（阴影部分）



(b) 自保温墙板的抗剪等效计算面积（阴影部分）

图7 自保温墙板剪力墙结构的等效截面计算方法

9.3.4 实心连梁的建模，按其实际梁宽计算。自保温叠合连梁的建模和计算，其重量可按截面实心面积进行等代计算，抗弯可按截面外轮廓尺寸进行计算，平面内抗剪承载力可根据连梁的实心腹板进行计算。



(a) 等效重量计算面积



(b) 等效抗弯计算面积



(c) 等效抗剪计算面积

图8 外墙叠合连梁的等效截面计算方法（阴影部分）

9.3.5 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大位移 $\Delta u$ 与层高 $h$ 之比的限值宜按表8采用。

表8 楼层层间最大位移与层高之比的限值

| 结构类型              | $\Delta u/h$ 限值 |
|-------------------|-----------------|
| 实心自保温墙板体系、自保温墙板体系 | 1/1000          |

9.3.6 高层装配式剪力墙结构的地震作用效应计算时，可对叠合连梁的刚度予以折减，折减系数可取0.5~0.7。

9.3.7 在结构内力与位移计算时，对现浇楼盖和叠合楼盖，均可根据楼板实际开洞情况，采用刚性楼板、分块刚性楼板或弹性楼板的计算假定。

#### 9.4 预制构件设计

9.4.1 预制构件的设计应符合下列规定：

- a) 对持久设计状况，应对预制构件进行承载力、变形、裂缝控制验算；
- b) 对地震设计状况，应对预制构件进行承载力验算；
- c) 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GB50666的有关规定。

9.4.2 预制剪力墙墙板按楼层进行深化设计，设计起点为门窗洞口边。

9.4.3 当预制构件中钢筋的混凝土保护层厚度大于50mm时，宜对混凝土保护层采取有效构造措施。

9.4.4 预制板式楼梯的梯段板底应配置通长的纵向钢筋。板面宜配置通长的纵向钢筋；当楼梯两端均不能滑动时，板面应配置通长的纵向钢筋。

9.4.5 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GB 50010、GB50017和GB50666的有关规定。

9.4.6 预制构件中外露预埋件凹入构件表面的深度不宜小于10mm。

9.4.7 预制装配式墙板的纵向受力钢筋与灌浆套筒或者机械连接件宜同心。

9.4.8 剪力墙开有边长小于800mm的洞口且在结构整体计算中不考虑其影响时，宜按下列方式处理：

- a) 洞口的水平向尺寸超过550mm时，宜以洞口为界拆分左、右墙板，洞口上下方拆分为上、下墙板；
- b) 洞口的水平向尺寸小于550mm时，可将洞口置于整块墙板内，且水平向居中放置，并沿洞口周边配置补强钢筋。补强钢筋的直径不应小于12mm，截面面积不应小于同方向被洞口截断的钢筋面积；该钢筋自孔洞边角算起伸入墙内的长度，抗震设计时不应小于 $1aE$ （图9）。

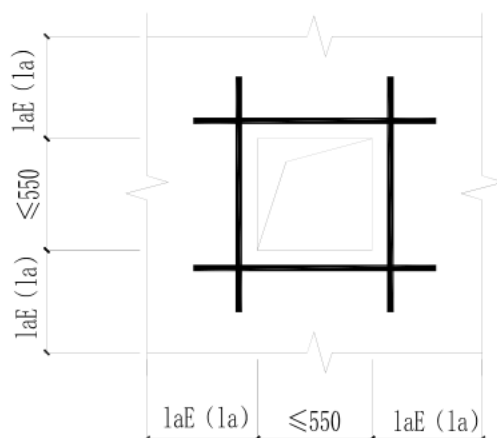


图9 预制剪力墙洞口补强钢筋配置示意

9.4.9 预制叠合连梁内不宜开洞。当需开洞时，洞口宜预埋钢套管，洞口上下截面的有效高度不应小于梁高的  $1/3$ ，且不宜小于  $100\text{mm}$ ，洞口宽度不应大于洞口高度；被洞口削弱的连梁截面应进行承载力验算，洞口处应配置补强纵向钢筋和箍筋，补强纵向钢筋的直径不应小于  $12\text{mm}$ 。

9.4.10 预制非承重墙与房屋结构之间需连接可靠，水平拉结筋直径不宜小于  $8\text{mm}$ ，间距不宜大于  $800\text{mm}$ ；当水平拉结时，预制非承重墙与房屋结构竖向需柔性连接。

9.4.11 预制外墙板的混凝土、钢筋及连接件应符合以下规定：

a) 混凝土采用普通混凝土或轻骨料混凝土，混凝土强度等级不宜低于  $\text{C30}$  或  $\text{LC30}$ 。

b) 钢筋宜采用  $\text{HPB300}$ 、 $\text{HRB400}$  级钢筋，主筋直径不宜小于  $8\text{mm}$ ，面网钢筋宜采用  $5\text{mm}$  的冷轧带肋钢筋或冷拔低碳钢丝焊接网片，网孔尺寸宜为  $100\sim 150\text{mm}$ 。

c) 预制构件吊环应采用未经冷加工的  $\text{HPB300}$  钢筋制作。吊装用内埋式套筒螺母或吊杆的材料应符合国家现行相关标准的规定，也可采用符合规范或设计要求的专用吊杆或预埋内螺纹类吊装配件。吊装配件的设计应满足相关规范的设计要求，并确保吊装配件在混凝土中的锚固有效。

d) 与主体结构连接用的预埋件和连接件应采用碳素结构钢、低合金结构钢或耐候钢等材料制作，也可采用不锈钢材料。连接件设计应根据环境类别影响采取防腐措施，并应考虑在长期使用条件下连接件锈蚀的安全量储备。

9.4.12 预制外墙板应进行结构验算，并满足以下规定：

a) 预制外墙板的构件部分及连接节点，应按现行国家标准的规定进行承载能力和正常使用的极限状态验算，应考虑外墙板自重(含窗重)、风荷载、地震作用及温度应力等荷载作用的不利组合，并应满足在翻转、运输及吊装过程中的最不利工况验算。

b) 按承载力极限状态设计构件时采用基本组合设计值，结构重要性系数可取  $1.0$ ，荷载分项和组合系数按现行荷载规范要求取用。

c) 按正常使用极限状态计算时采用标准组合、准永久组合值，荷载组合系数按现行荷载规范取用，挂板挠度限值取  $1/200$ ，裂缝控制等级按三级考虑，最大裂缝宽度允许值取  $0.2\text{mm}$ 。

d) 预制外墙板与主体结构的连接应考虑主体结构与构件的制作及施工误差，具有三维可调节适应能力。

e) 预制外墙板与主体结构的连接宜采用柔性连接构造，在满足将预制外墙板的荷载有效传递到主体结构的同时，可协调主体结构层间位移及垂直方向变形的随动性。

f) 预制外墙板的连接节点宜在连接螺栓垫板与连接件间设置滑移垫片，滑移垫片宜采用1mm厚的聚四氟乙烯板或不锈钢板制作，也可设置弹性氯丁橡胶垫块。

g) 采用螺栓连接时，连接件的调节变位长孔应开设在滑移垫板上，长孔尺寸可按下列公式确定： $L \geq 50+D$ 。

## 9.5 连接设计

9.5.1 装配整体式结构中，接缝的正截面承载力应符合现行国家标准 GB 50010 的规定。接缝的受剪承载力应符合下列规定：

持久设计状况：

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_u \quad (1)$$

地震设计状况：

$$V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE} \quad (2)$$

在梁端箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，尚应符合下列要求：

$$\eta_j V_{mua} \leq V_{uE} \quad (3)$$

式中： $\gamma_0$ ——结构重要性系数，安全等级为一级时不应小于1.1，安全等级为二级时不应小于1.0；

$V_{jd}$ ——持久设计状况下接缝剪力设计值；

$V_{jdE}$ ——地震设计状况下接缝剪力设计值；

$V_u$ ——持久设计状况下梁端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

$V_{uE}$ ——地震设计状况下梁端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

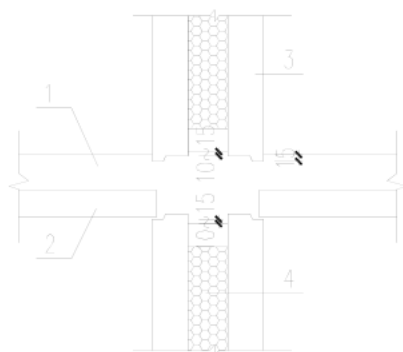
$V_{mua}$ ——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值；

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

9.5.2 预制构件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：

a) 预制构件后浇混凝土侧的粗糙面面积不宜小于结合面的80%，粗糙面凹凸深度不应小于6mm。

b) 预制剪力墙墙板的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，将墙板顶部和底部的填充芯材内缩10~15mm，或将实心墙顶、墙底设置1/2的凹凸键槽，并将墙板底部下置15mm安装，让后浇细石混凝土嵌入墙板芯材填充空腔内。



1-后浇混凝土叠合层；2-预制叠合板；3-预制墙板；4-保温芯材

图10 预制墙板顶部、底部的粗糙面

c) 预制剪力墙墙板的侧面结合面应设置斜口槽键。斜口深度75mm，斜面倾角 $\leq 45^\circ$ ，槽键上下开口高度宜大于墙体厚度，槽键中心间距宜不大于600mm，槽键口累计总高度不宜大于墙板高度的1/2。

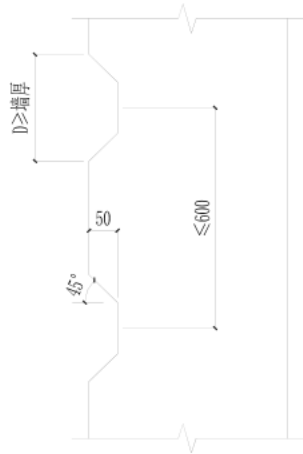


图11 预制墙板侧面的键槽构造

d) 预制叠合梁的顶部结合面应设置粗糙面，梁端面应设置键槽（图12），键槽深度不宜小于30mm，自保温连梁的芯材内缩深度不宜小于30mm；键槽端部斜面倾角不大于 $30^\circ$ 。

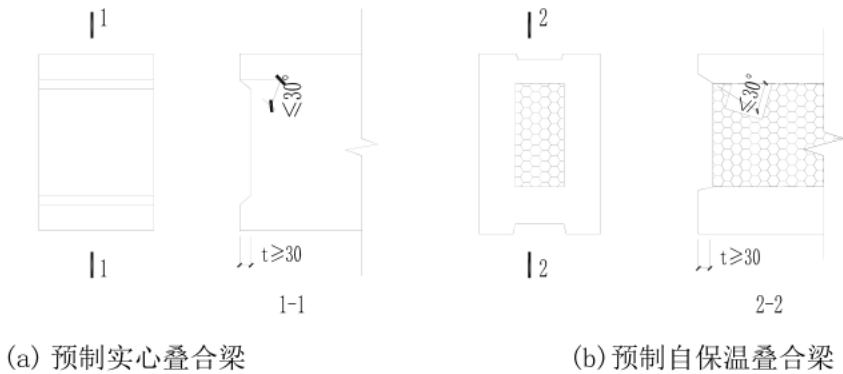


图12 梁端键槽构造示意

- e) 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面，并符合相关规范规定。
- 9.5.3 预制构件纵向钢筋在后浇混凝土内的连接应符合下列要求：
- a) 竖向钢筋连接可采用锥形头套筒灌浆连接、锥形铆套筒机械连接；水平钢筋连接可采用双节套筒机械连接；后浇部分竖向钢筋可采用单节套筒机械连接。
  - b) 楼板、楼梯等构件的钢筋锚固方式应符合现行国家标准GB 50010 和现行行业标准JGJ 256的规定。
- 9.5.4 套筒灌浆连接时，应符合下列规定：
- a) 接头应满足行业标准JGJ 107-2010中I级接头的性能要求，并应符合国家现行有关标准的规定。
  - b) 套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于15mm。
  - c) 套筒之间的净距不应小于25mm。
- 9.5.5 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接。采用简支连接时，应符合 JGJ1 的有关规定。

9.6 楼盖设计

9.6.1 采用叠合次梁时，后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 120mm。梁截面可采用外墙面梁为保温芯、内墙梁为实心形式。（图 13）预制叠合连梁同本规程 11.2.3 条规定。

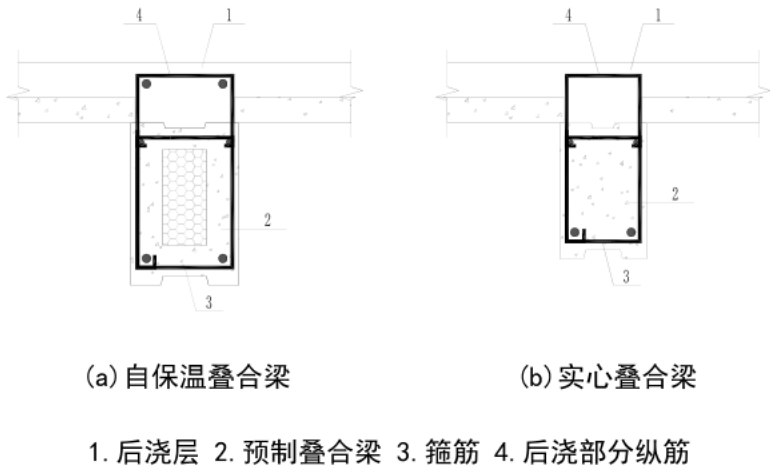
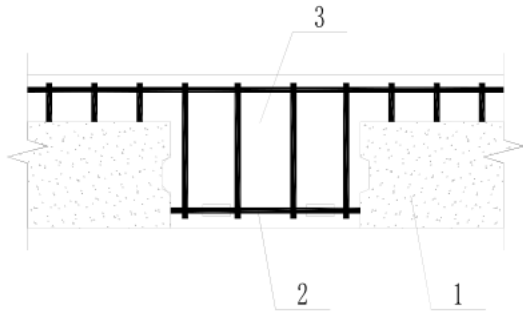


图13 叠合梁截面示意

9.6.2 叠合次梁分段时可采用对接连接，并应符合下列规定：

- a) 连接处应设置后浇段，后浇段的长度应满足梁下部纵向钢筋连接作业的空间需求；
- b) 梁下部纵向钢筋在后浇段内可采用双节套筒机械连接或其他机械连接，也可焊接连接（见图 14）；
- c) 后浇段内的箍筋应加密，箍筋间距不应大于 $5d$ （ $d$ 为纵向钢筋直径），且不应大于100mm；
- d) 后浇段宜在工厂拼接并浇筑成整体构件后，再运往现场进行后续安装。



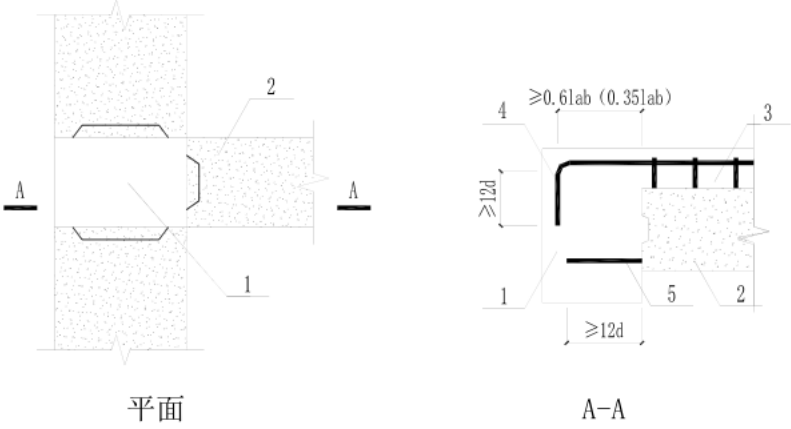
1. 预制叠合梁 2. 双节套筒机械接头 3. 后浇混凝土

图14 叠合梁连接节点示意

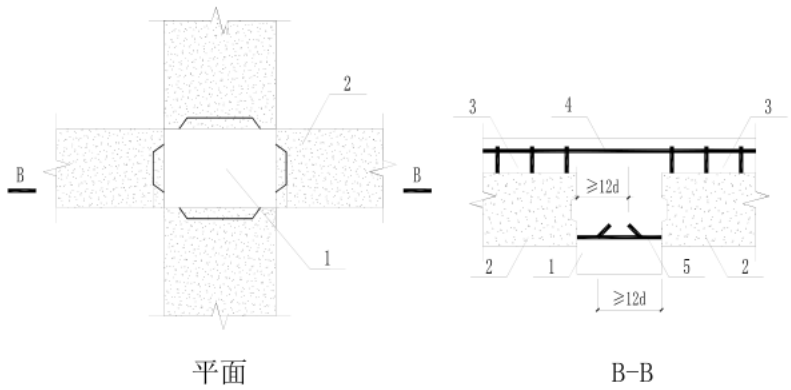
9.6.3 梁与梁采用后浇段连接时，应符合下列规定：

- a) 在端部节点处，次梁下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内的长度不应小于 $12d$ 。次梁上部纵向钢筋应在主梁后浇段内锚固。当采用弯折锚固（图15a）或锚固板时，锚固直段长度不应小于 $0.6l_{ab}$ ；当钢筋应力不大于钢筋强度设计值的50%时，锚固直段长度不应小于 $0.35l_{ab}$ ；弯折锚固的弯折后直段长度不应小于 $12d$ （ $d$ 为纵向钢筋直径）。

b) 在中间节点处，两侧次梁的下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内长度不应小于 $12d$ （ $d$ 为纵向钢筋直径）或用双节套筒机械连接；次梁上部纵向钢筋应在现浇层内贯通（图15b）。



(a) 端部节点



(b) 中间节点

1-主梁后浇段；2-次梁；3-后浇混凝土叠合层；  
4-次梁上部纵向钢筋；5-次梁下部纵向钢筋

图15 主次梁连接节点构造示意

9.6.4 模块装配式剪力墙结构的楼盖宜采用叠合楼盖。

a) 结构转换层、结构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宜采用现浇楼盖。

b) 现浇墙与预制墙衔接处楼板采用预制板时，宜采用双向叠合板。需在现浇墙板顶部留设施工后浇带，待上层预制墙板安装就位后再进行浇筑，确保上层预制墙板底部与现浇层的整体性。

9.6.5 叠合板应按现行国家标准 GB 50010 进行设计，并应符合下列规定：

- a) 叠合板的预制板厚度不应小于60mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于60mm；
- b) 跨度大于3m的叠合板，宜采用桁架钢筋混凝土叠合板；

c) 跨度大于6m的叠合板，宜采用预应力混凝土叠合板，或带肋槽型叠合板，当需横向设有管线时可在肋根部及楼板内设预留孔。

10 高层实心墙板剪力墙结构设计

10.1 轴压比

重力荷载代表值作用下，剪力墙的轴压比不宜超过表 9 的限值。

表9 预制剪力墙的轴压比限值

| 抗震等级   | 一级  | 二、三级 |
|--------|-----|------|
| 实心墙板体系 | 0.5 | 0.6  |

注：墙肢轴压比是指重力荷载代表值作用下墙肢承受的轴压力设计值与墙肢的截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比值。

10.2 预制构件构造

10.2.1 预制剪力墙墙板钢筋外侧面保护层应 $\geq 15\text{mm}$ ，且不小于钢筋直径。

10.2.2 预制剪力墙墙板的配筋应符合下列要求：

a) 竖向或横向受力钢筋应在墙板接缝处贯通，间距不大于600mm。构造分布钢筋可不贯通（见图 16）；

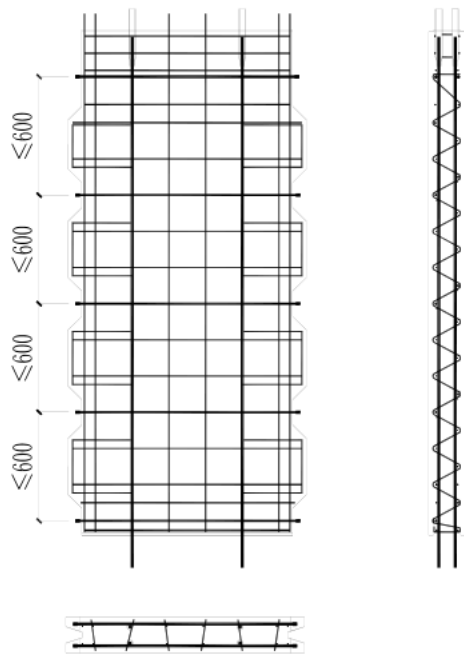


图16 预制墙板钢筋构造示意

b) 受力钢筋宜采用HRB400、HRB500钢筋，钢筋直径一般选用8mm至16mm，最大直径不宜超过20mm；

- c) 墙板内设有边缘构件时，边缘构件的竖向纵筋应在上、下墙板接缝处贯通，其纵筋和箍筋应满足计算和相关规范的构造要求；
- d) 端部无边缘构件的预制墙板，应配置不少于2根、直径不小于12mm的竖向贯通分布钢筋；沿该钢筋竖向应配置拉筋，拉筋直径不宜小于6mm；
- e) 墙板内竖向、水平向贯通的分布筋配筋率应不小于0.25%；
- f) 非贯通的分布钢筋应双排布置，直径6mm，间距不大于250mm；可采用HPB300或HRB400钢筋；
- g) 套筒连接区域及上下各300mm高度范围内，预制墙板的水平分布筋应加密（图17），加密区水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表10的规定，套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于50mm。
- h) 一般区域的拉结筋，直径可采用6mm，间距不宜大于600mm，钢筋可采用HPB300。

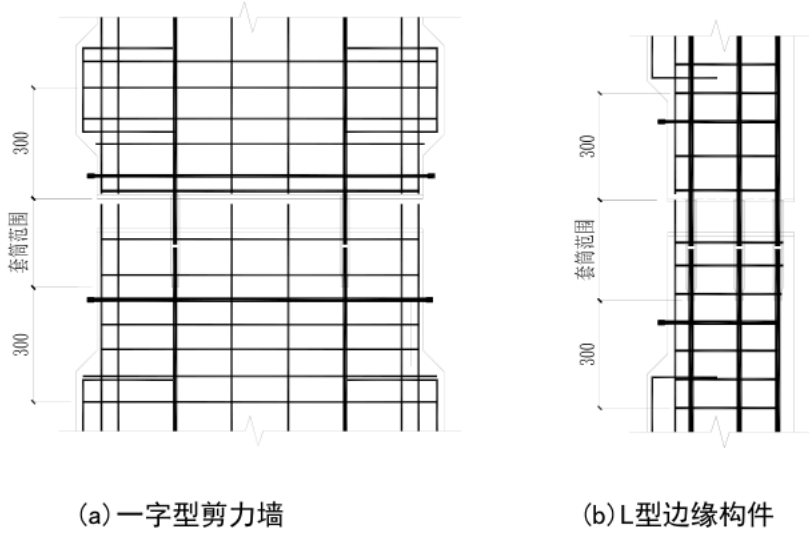


图17 钢筋套筒灌浆连接部位的水平分布钢筋加密构造

表10 加密区水平分布钢筋的要求

| 抗震等级 | 最大间距（mm） | 最小直径（mm） |
|------|----------|----------|
| 一、二级 | 100      | 8        |
| 三、四级 | 150      | 8        |

10.2.3 预制叠合连梁的配筋应符合下列要求：

- a) 连梁主筋应全长贯通，配筋较多时宜双排配筋；
- b) 腰筋和扭筋应与墙板内锚固钢筋连接；
- c) 叠合连梁的箍筋，抗震等级为一、二级时宜采用整体封闭箍筋（图18a）；其他情况可采用组合式封闭箍筋（图18b）时。组合式封闭箍筋的开口箍筋上方应做成135°弯钩；弯钩端头平直段长度，抗震设计时不应小于10d（d为箍筋直径）。现场应采用箍筋帽封闭开口箍，箍筋帽末端应做成135°弯钩，弯钩端头平直段长度同开口箍。

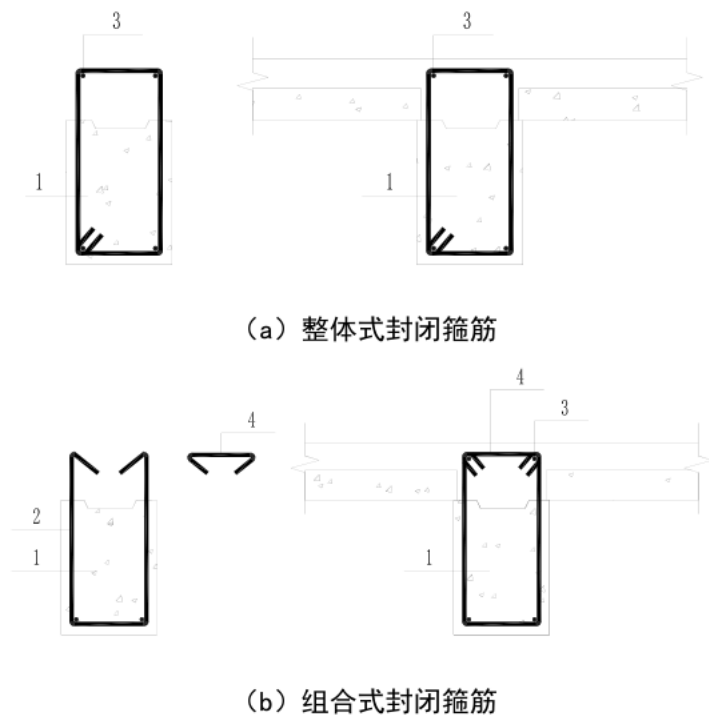


图18 叠合梁的封闭箍筋构造

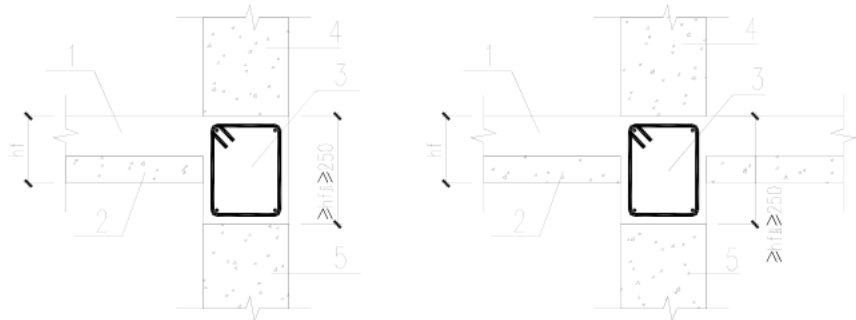
### 10.3 连接设计

10.3.1 剪力墙构件拆出现小于墙板标准规格的尺寸时，宜将非标准宽度段调整至翼墙、转角墙的连接位置或一字墙的中部，并采用后浇细石混凝土浇筑成整体。接缝处可采用下列拼接形式：

- a) 上、下墙板拼接的水平缝采用锥形头套筒灌浆连接、锥形铆套筒机械连接；
- b) 墙板拼接的竖向缝采用双节套筒机械连接或其它机械连接方式。

10.3.2 屋面及立面收进的楼层，应在预制剪力墙墙板顶部设置后浇混凝土圈梁（图 19），并应符合下列规定：

- a) 后浇圈梁的宽度不小于剪力墙的厚度，截面高度不宜小于楼板厚度及250mm的较大值。
- b) 圈梁内配置的纵向钢筋不应少于 $4\phi 12$ ，且按全截面计算的配筋率不应小于0.5%和墙板水平分布筋配筋率的较大值，纵向钢筋竖向间距不应大于200mm；箍筋间距不应大于200mm，且直径不应小于8mm。



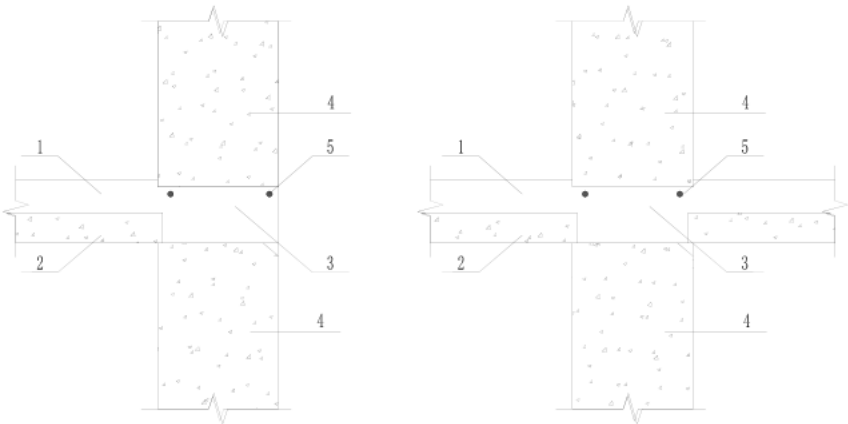
(a) 端部节点 (b) 中间节点

1-后浇混凝土叠合层 2-预制板 3-后浇圈梁 4-女儿墙 5-下层墙体

图19后浇混凝土圈梁构造示意图

10.3.3 各层楼面位置，预制墙顶部无后浇圈梁时，应设置连续的水平后浇带（图 20），水平后浇带应符合下列规定：

- a) 后浇混凝土带的宽度不小于剪力墙厚度，高度同楼板厚度；应采用墙体同强度等级的混凝土浇筑。
- b) 后浇混凝土带内应配置不少于2根连续纵向钢筋，其直径不宜小于12mm。

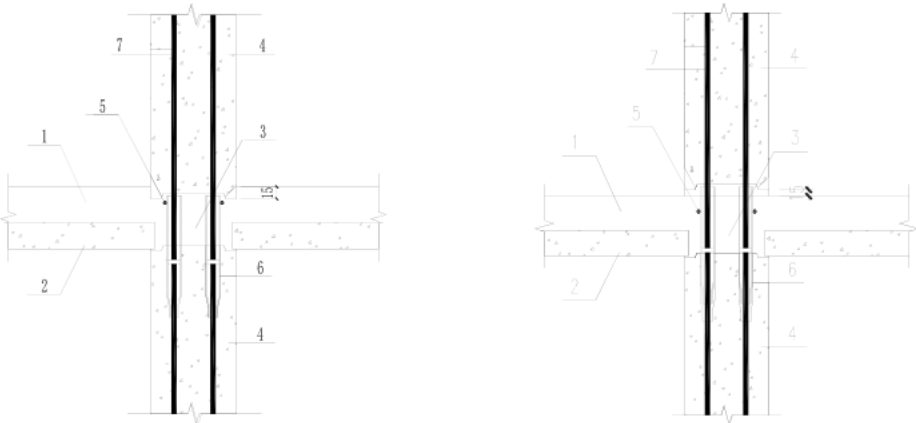


(a) 端部节点 (b) 中间节点

1-后浇混凝土叠合层 2-预制板 3-水平后浇带 4-预制墙 5-后浇带主筋

图20 各楼层的后浇混凝土带构造

10.3.4 预制剪力墙板竖向受力钢筋采用锥形头套筒灌浆连接，当先安装墙板后浇筑叠合层时，上层墙板的底部应低于楼板叠合层面标高 15mm，嵌入混凝土后浇带内（图 21）；当先浇筑叠合层后安装墙板时，上层墙板底部高于楼面 15mm 并预留键槽，键槽需满足 JGJ1-2014 的相关规定；



(a) 构造一 (b) 构造二

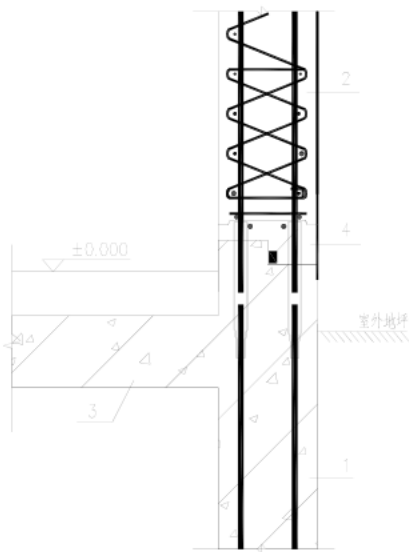
1-后浇混凝土叠合层；2-预制叠合板；3-水平后浇带

4-预制墙板；5-后浇带钢筋；6-竖向纵筋连接套筒； 7-预制墙竖向受力筋

图21 上、下层墙板的灌浆套筒连接构造

10.3.5 预制剪力墙与地下室的现浇部分、剪力墙的现浇底部加强区部分的连接(见图 22)，应符合下列规定：

- a) 现浇部分应预埋与预制墙板连接对应的套筒或机械连接套筒。
- b) 当现浇部分或基础的混凝土强度等级低于预制墙板时，应进行局部承压验算。

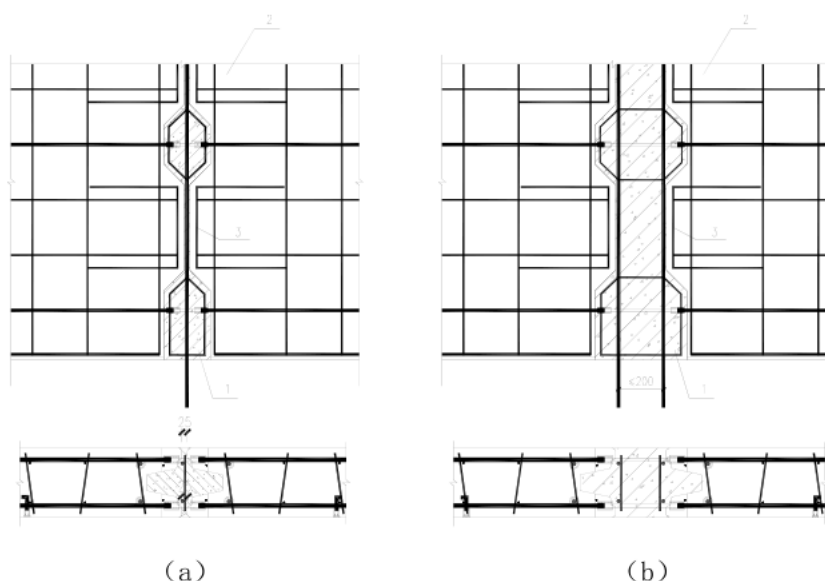


1-现浇剪力墙 2-预制墙板 3-现浇楼层板 4-后浇混凝土

图22 预制剪力墙墙板与地下室外墙的连接构造

10.3.6 楼层内相邻预制剪力墙墙板之间的竖向拼接缝处，其接缝应符合下列规定：

- a) 预制墙板间竖向拼缝的标准净距不小于25mm（见图23）。拼接部位采用与预制墙板同强度等级的自密实细石砼填实。拼缝位置宜避开边缘构件范围，当避让不开在边缘构件范围内时，需经原设计确认。



1-后浇混凝土 2-预制墙板 3-马牙槎U形钢筋

图23 剪力墙墙板的竖向接缝处理方式

b) 预制墙板键槽内的外伸水平钢筋在墙板间拉通, 可采用双节套筒机械连接或其它机械连接。接缝内需设置竖向钢筋, 根数不少于2根, 直径不小于12mm; 接缝净距大于100mm时需配置多排竖向构造钢筋, 钢筋间距不大于200mm。竖向钢筋间应设拉结筋, 拉结筋规格同墙板。

c) 墙板内外侧沿马牙槎内凹周边轮廓配置U形钢筋, 直径宜选用6mm;

10.3.7 楼层内相邻预制剪力墙墙板之间的 T 型翼墙、L 型转角墙处应按规范设置边缘构件。边缘构件可全预制或全现浇, 并应满足现行国家标准 GB50011 和现行行业标准 JGJ3 的要求。

10.3.8 在地震设计状况下, 预制剪力墙墙板水平接缝的受剪承载力设计值应按下式计算:

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{sd} + 0.6N \quad (4)$$

式中:  $f_y$ ——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值;

$N$ ——与剪力设计值 $V$ 相应的垂直于结合面的轴向力设计值, 压力时取正, 拉力时取负;

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

10.3.9 预制剪力墙墙板的竖向接缝处抗剪承载力, 可按式进行抗剪验算(见图 24):

$$V_y \leq \zeta_c n_c A_c f_t + 0.5 \sum f_y A_s \quad (5)$$

式中:  $V_y$ ——墙肢竖缝结合面剪力设计值;

$A_c$ ——单个抗剪连接齿槽抗剪面积;

$A_s$ ——穿过剪力墙竖向结合面的水平钢筋截面面积;  $p$

$f_t$ ——混凝土轴心抗拉强度设计值;

$f_y$ ——穿过剪力墙竖向结合面的水平钢筋抗拉强度设计值;

$n_c$ ——抗剪连接齿槽个数;

$\zeta_c$ ——抗剪连接齿槽共同工作系数,  $\zeta_c = 1 - 0.1n_c$ , 且  $\zeta_c \leq 0.5$ 。

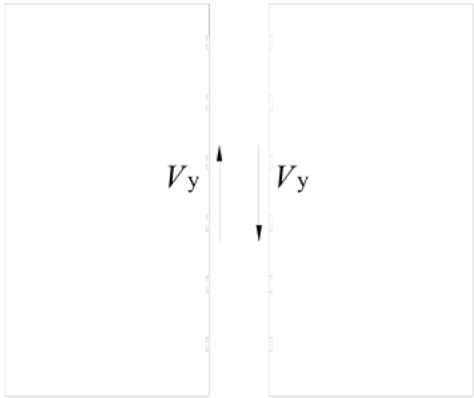
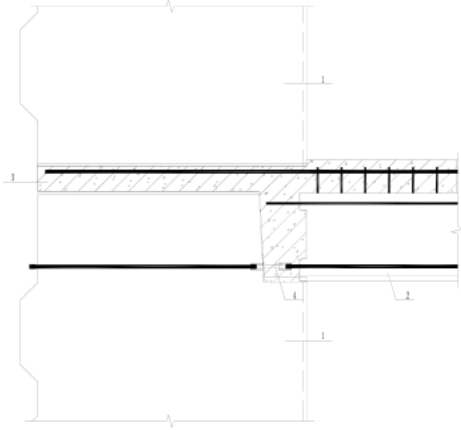


图24 预制墙板竖向拼接抗剪验算

10.3.10 当预制叠合连梁端部与预制剪力墙墙板在平面内拼接时，接缝构造应符合下列规定：

- a) 当预制墙板上角预留局部后浇节点区时，连梁连接方式（见图25）；
- b) 连梁水平纵筋应贯通连接，可采用双节套筒机械连接或其它机械连接连接。



1-预制墙板 2-预制叠合梁 3-后浇混凝土带 4-连梁底筋套筒连接

图25叠合连梁与预制墙板的连接构造

10.3.11 叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

持久设计状况

$$V_u \leq 0.07f_c A_{c1} + 0.10f_c A_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \tag{6}$$

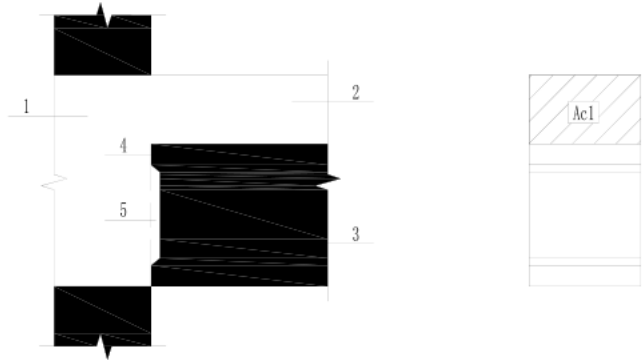
地震设计状况

$$V_{uE} \leq 0.04f_c A_{c1} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \tag{7}$$

式中：A<sub>c1</sub>—叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；

f<sub>c</sub>—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；  
 $A_k$ —各键槽的根部截面面积（见图26）之和，按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算，并取二者的较小值；  
 $A_{sd}$ —垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

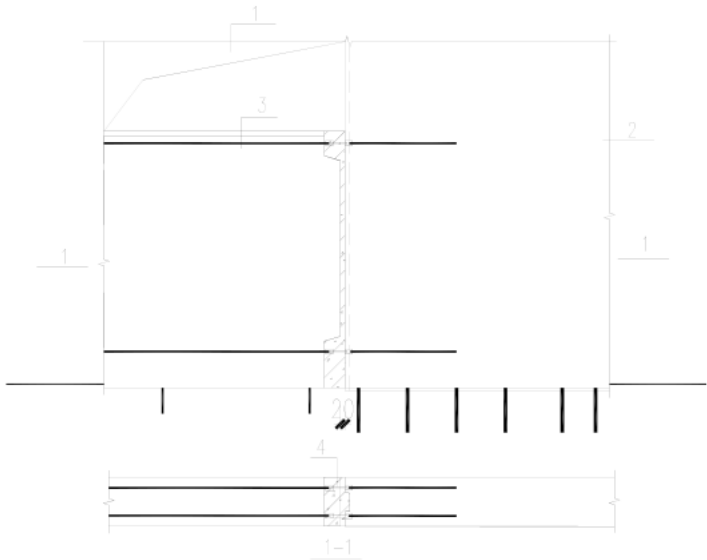


1—后浇节点区；2—后浇混凝土叠合层；3—预制梁；  
4—预制键槽根部截面；5—后浇键槽根部截面

图26 叠合梁端受剪承载力计算参数示意

10.3.12 当预制剪力墙洞口下方有墙时，可采用以下方式进行设计处理：

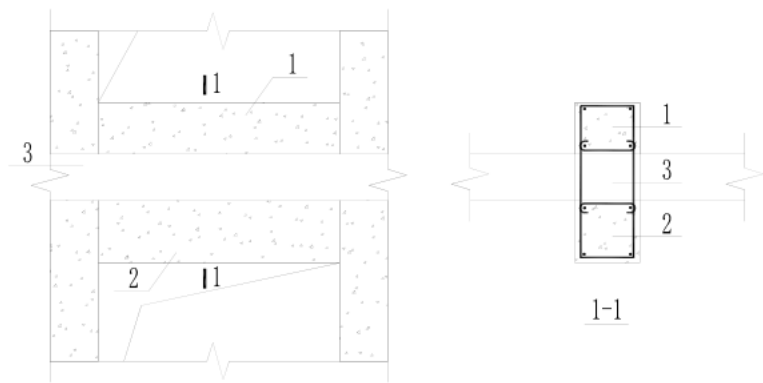
a) 下部墙体作为非结构预制构件时，与两侧预制墙板进行弱连接；外墙侧留设止水企口（图27）。



1—窗洞；2—预制剪力墙；3—预制窗下墙；4—钢筋套筒连接；

图27 剪力墙洞口下墙体仅作为非结构构件

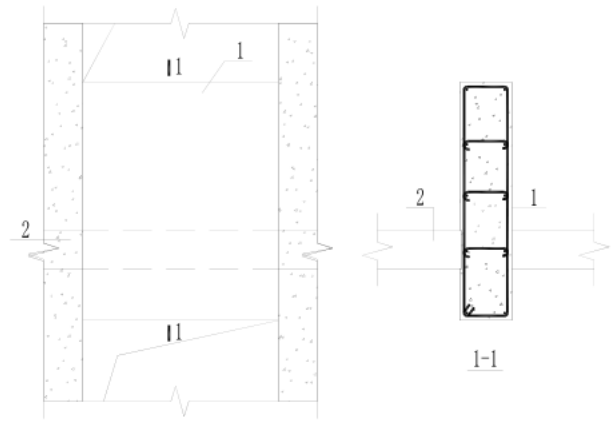
b) 连梁上方设独立连梁，并与下方连梁形成双连梁时，连梁为整体预制构件，连梁纵筋应采用双节套筒机械连接或其它机械连接（图28）。



1-洞口下独立连梁；2-预制连梁；3-后浇圈梁或水平后浇带；

图28剪力墙洞口下墙体设独立连梁

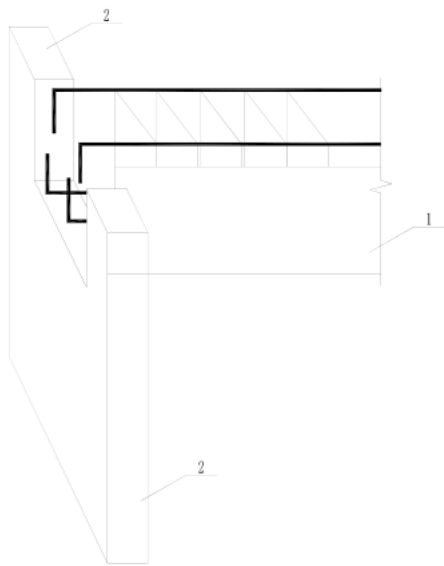
c) 连梁上翻部分与下方形成整体受力的单一连梁时，连梁箍筋应封闭，连梁纵筋应采用双节套筒机械连接或其它机械连接（图29）。



1-洞口下整体连梁；2-楼板

图29 剪力墙洞口下墙体设整体连梁

10.3.13 楼面梁与预制剪力墙墙板在墙板平面外连接时宜采用铰接，连接处墙板预留梁窝，梁窝尺寸应满足梁纵筋锚固构造要求（按铰接梁设计），预制梁端支座搁置长度不应少于 10mm（图 30）。



1-预制叠合梁；2-预制墙板

图30 叠合梁与剪力墙平面外连接构造

11 高层自保温墙板剪力墙结构设计

11.1 轴压比

重力荷载代表值作用下，自保温剪力墙的轴压比不宜超过表 11 的限值。

表11 预制自保温剪力墙的轴压比限值

| 抗震等级        | 一级  | 二级  | 三级  | 四级  |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| 装配式自保温剪力墙结构 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |

注：墙肢轴压比是指重力荷载代表值作用下墙肢承受的轴压力设计值与墙肢的截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比值。

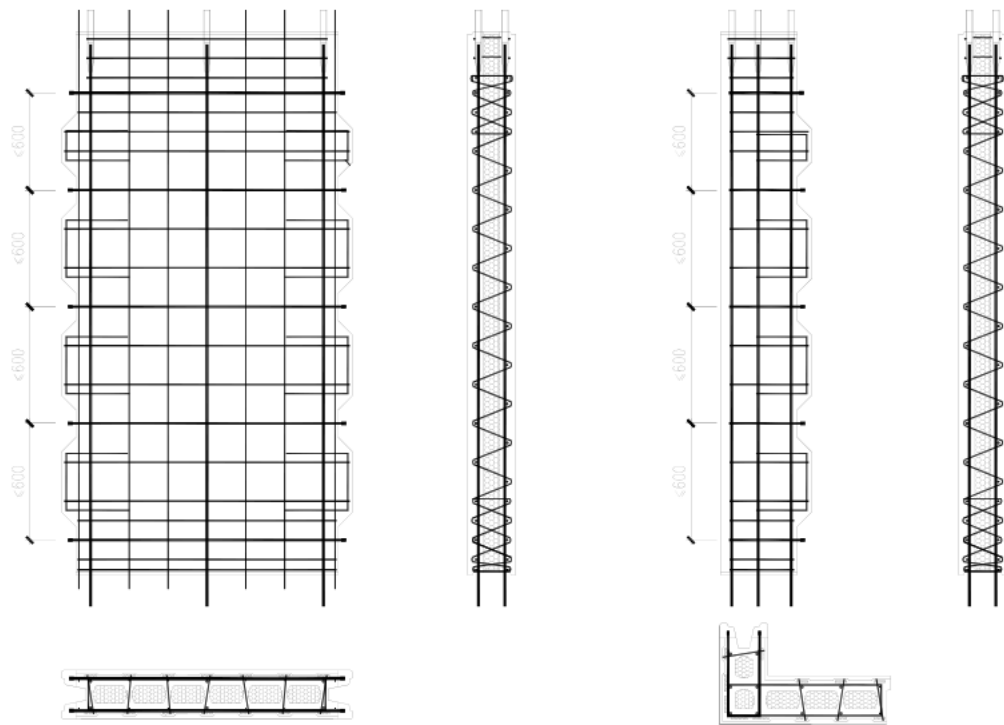
11.2 预制构件构造

11.2.1 预制剪力墙墙板应满足下列要求：

- a) 自保温墙板的内、外叶翼板厚度不宜小于80mm，钢筋保护层厚度不应小于15mm，混凝土强度等级不应小于C40。
- b) 内、外叶翼板之间的横肋板厚度不宜小于25mm。

11.2.2 预制剪力墙墙板的配筋应符合下列要求：

a) 竖向或横向受力钢筋应在墙板接缝处贯通，间距不大于600mm。构造分布钢筋可不贯通（图31）；

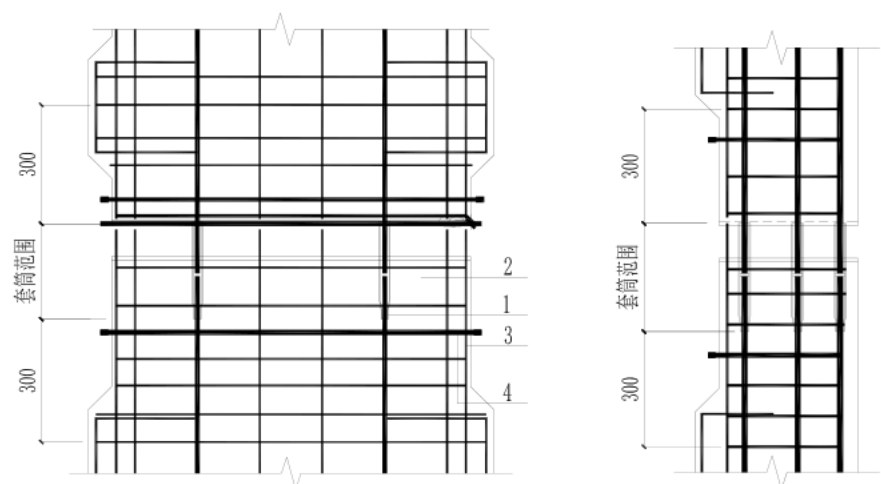


(a) 一字型剪力墙

(b) L型边缘构件

图31 预制自保温墙板钢筋构造示意

- b) 受力钢筋宜采用HRB400、HRB500钢筋，钢筋直径一般选用8mm至16mm，最大直径不宜超过18mm；
- c) 墙板内设有边缘构件时，边缘构件的竖向纵筋应在上、下墙板接缝处连接贯通，其纵筋和箍筋应满足计算和相关规范的构造要求；
- d) 端部无边缘构件的预制墙板，应配置不少于2根、直径不小于12mm的竖向贯通分布钢筋；沿该钢筋竖向应配置拉筋，拉筋直径不宜小于6mm。
- e) 墙板内竖向、水平向贯通的分布筋配筋率应不小于0.25%（按等效抗压面积计算）；
- f) 非贯通的分布钢筋应双排布置，直径可取6mm，间距不大于250mm；可采用HPB300钢筋；
- g) 套筒连接区域及上下各300mm高度范围内，预制墙板的水平分布筋应加密（图32），加密区水平分布筋的最大间距及最小直径应符合（表12）的规定，套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于50mm。
- h) 一般区域的桁架式拉结筋，直径可采用6mm，间距不宜大于200mm，钢筋可采用HPB300，加密区范围宜为 $\Phi 6\text{mm}@100$ 。在墙板内设边缘构件暗柱时，其加密区高度箍筋宜为 $\Phi 6\text{mm}@50$ 。



1. 套筒 2. 加密区 3. 纵向钢筋 4. 水平钢筋

图32 钢筋套筒灌浆连接部位的水平分布钢筋加密构造

表12 加密区水平分布钢筋的要求

| 抗震等级 | 最大间距（mm） | 最小直径（mm） |
|------|----------|----------|
| 一、二级 | 100      | 8        |
| 三、四级 | 150      | 8        |

11.2.3 预制叠合连梁为自保温连梁时，应满足下列要求：

- a) 叠合连梁的后浇层与叠合楼板同厚。
- b) 连梁下翼板厚度不宜小于65mm，并应满足钢筋保护层；
- c) 连梁两侧肋板厚度不宜小于60mm。

11.2.4 预制叠合连梁的配筋应符合下列要求：

- a) 连梁主筋应全长贯通，配筋较多时宜双排配筋；连梁底筋宜布置在两侧肋板范围内并与预制墙板内水平筋中心对齐，保温芯下方中心位置不宜设置纵向钢筋。
- b) 腰筋扭筋应与墙板内锚固钢筋连接；
- c) 叠合连梁的箍筋，抗震等级为一、二级时宜采用整体封闭箍筋（图33a）；其他情况可采用组合式封闭箍筋（图33b）。组合式封闭箍筋的开口箍筋上方应做成135°弯钩；弯钩端头平直段长度，抗震设计时不应小于10d（d为箍筋直径）。现场应采用箍筋帽封闭开口箍，箍筋帽末端应做成135°弯钩，弯钩端头平直段长度同开口箍。

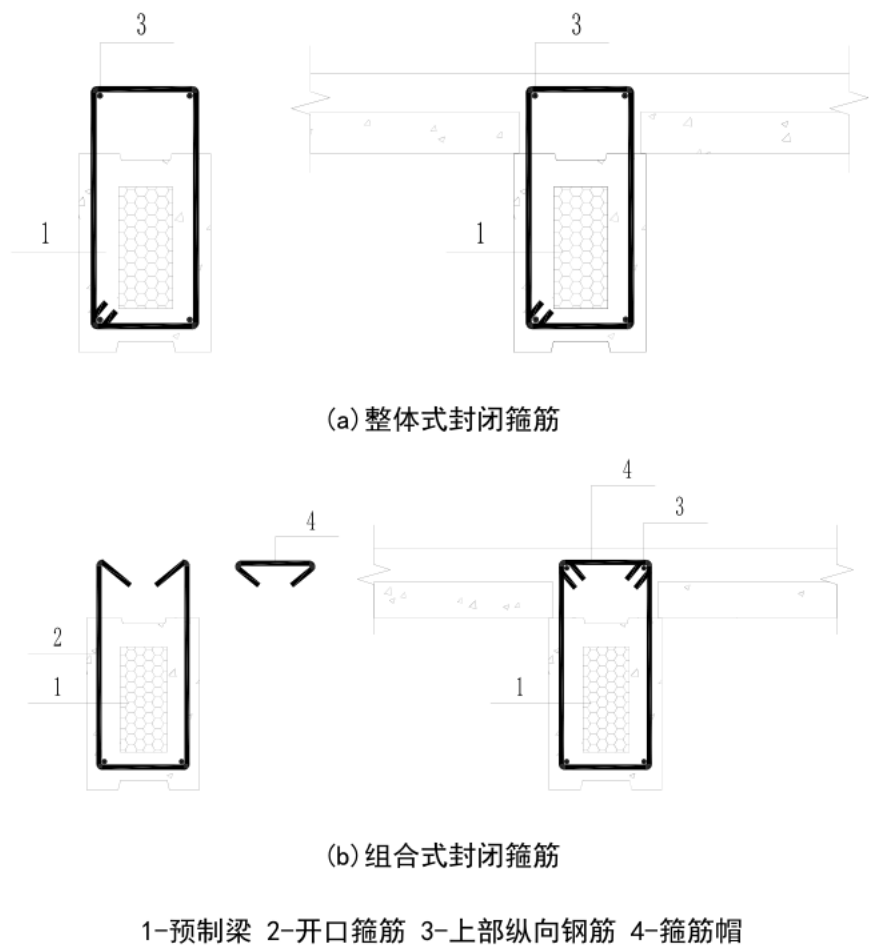


图33 叠合梁的封闭箍筋构造

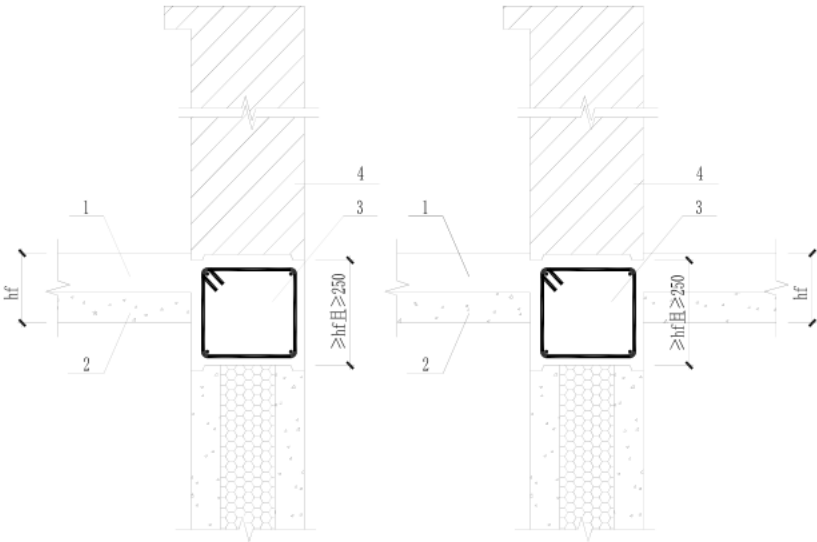
### 11.3 连接设计

11.3.1 自保温剪力墙构件拆分出现小于墙板标准规格的尺寸时，宜将非标准宽度段调整至翼墙、转角墙的交接位置或一字墙的中部，并采用后浇细石混凝土浇筑成整体。接缝处可采用下列拼接形式：

- a) 上、下墙板拼接的水平缝采用锥形头套筒灌浆连接、锥形铆套筒机械连接；
- b) 墙板拼接的竖向缝采用双节套筒机械连接或其它机械连接方式。

11.3.2 屋面及立面收进的楼层，应在预制剪力墙墙板顶部设置后浇混凝土圈梁（图 34），并应符合下列规定：

- a) 后浇圈梁的宽度不小于剪力墙的厚度，截面高度不宜小于楼板厚度及250mm的较大值；
- b) 圈梁内配置的纵向钢筋不应少于4 $\Phi$ 12，且按全截面计算的配筋率不应小于0.5%和墙板水平分布筋配筋率的较大值，纵向钢筋竖向间距不应大于200mm；箍筋间距不应大于200mm，且直径不应小于8mm。



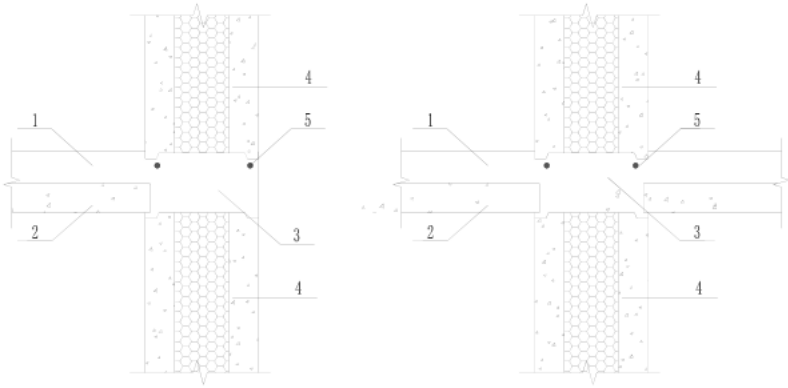
(a) 端部节点 (b) 中间节点

1-后浇混凝土叠合层 2-预制板 3-后浇圈梁 4-女儿墙

图34 后浇混凝土圈梁构造示意图

11.3.3 各层楼面位置，预制墙顶部无后浇圈梁时，应设置连续的水平后浇带（图 35），水平后浇带应符合下列规定：

- a) 后浇混凝土带的宽度不小于剪力墙厚度，高度同楼板厚度；应采用墙体同强度等级混凝土浇筑。
- b) 后浇混凝土带内应配置不少于2根连续纵向钢筋，其直径不宜小于12mm。



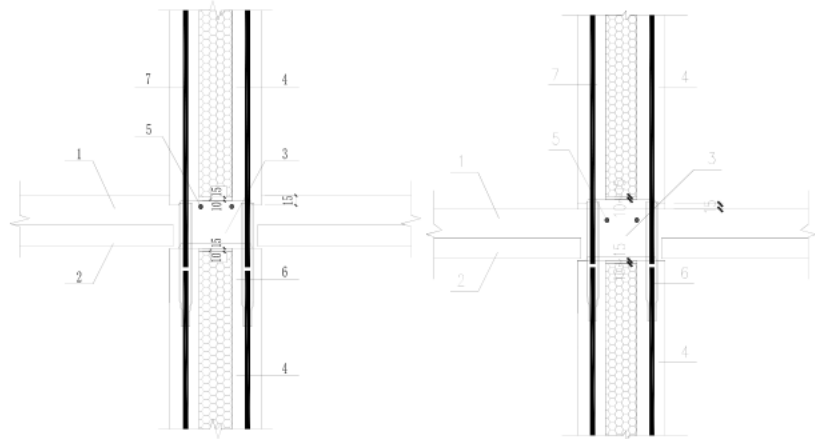
(a) 端部节点 (b) 中间节点

1-后浇混凝土叠合层 2-预制板 3-水平后浇带 4-预制墙 5-后浇带主筋

图35 各楼层的后浇混凝土带构造

11.3.4 预制剪力墙墙板的竖向拼接及钢筋连接，应符合下列规定：

- a) 墙板竖向受力钢筋采用锥形头套筒灌浆连接，当先安装墙板后浇筑叠合层时，上层墙板的底部应低于楼板叠合层面标高15mm，嵌入混凝土后浇带内（图36a）；当先浇筑叠合层后安装墙板时，上层墙板底部高于楼面15mm（图36b）；
- b) 上、下层墙板的填充芯材应向空腔内缩10~15mm，在后浇细石混凝土后确保混凝土向墙板空腔内灌注高度不低于10mm，且浇筑密实。



(a) 构造一（先安装墙板后浇筑叠合层） (b) 构造二（先浇筑叠合层后安装墙板）

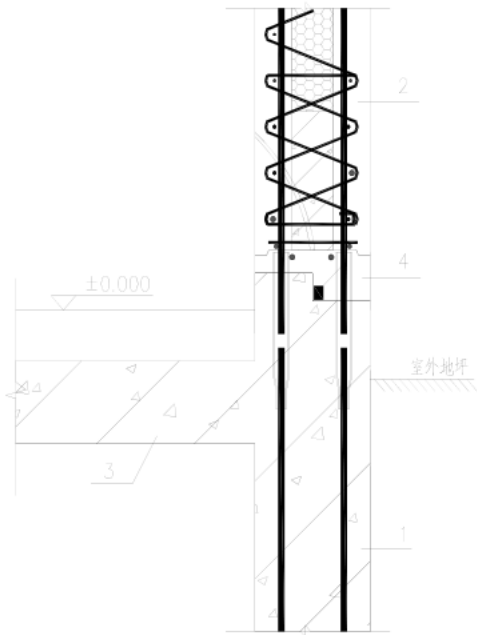
1-后浇混凝土叠合层；2-预制叠合板；3-水平后浇带

4-预制墙板；5-水平向钢筋；6-竖向纵筋连接套筒； 7-预制墙竖向受力筋

图36 上、下层墙板的灌浆套筒连接构造

11.3.5 预制剪力墙与地下室的现浇部分、剪力墙的现浇底部加强区部分的连接（见图 37），应符合下列规定：

- a) 现浇部分应预埋与预制墙体连接对应的套筒或机械连接套筒。
- b) 当现浇部分或基础的混凝土强度等级低于自保温墙板时，但应进行局部承压验算；

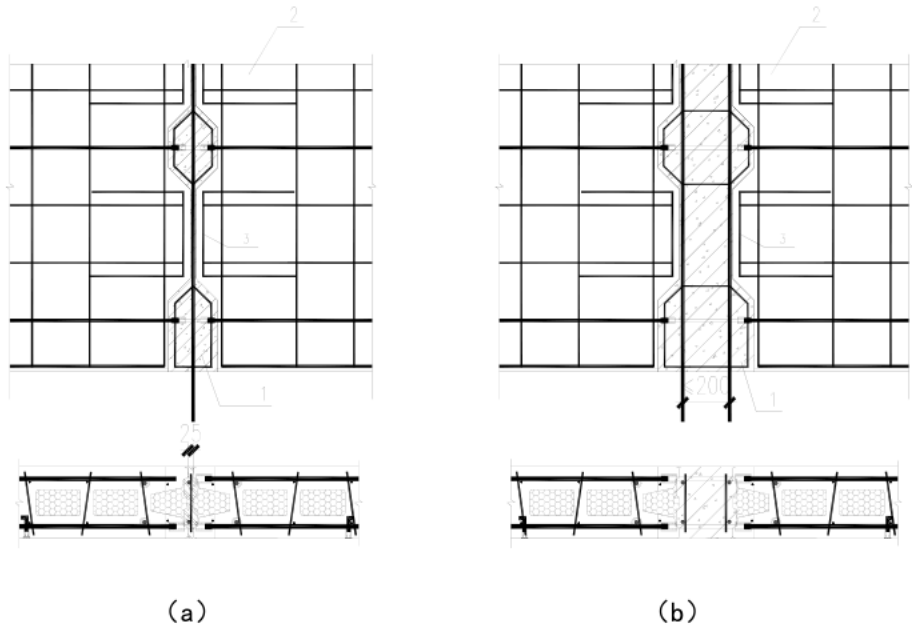


1-现浇基础梁或剪力墙 2-预制墙板 3-现浇楼层板 4-后浇混凝土

图37 预制自保温墙板与现浇部分的连接构造

11.3.6 楼层内相邻预制剪力墙墙板之间的一字型竖向拼接缝处，其接缝应符合下列规定：

a) 预制墙板间竖向拼接缝位置宜避开边缘构件范围，标准净距不小于25mm（见图38a）。拼接部位采用与预制墙板同强度等级的自密实细石砼填实。拼接位置宜避开边缘构件范围，当避让不开在边缘构件范围内时，需经原设计确认。



1-后浇混凝土 2-预制墙板 3-马牙槎U形钢筋

图38 剪力墙墙板的竖向接缝处理方式

b) 外墙的接缝内应按要求填充保温芯。

c) 预制墙板键槽内的外伸水平钢筋在墙板间拉通, 可采用双节套筒机械连接或其它机械连接连接。接缝内需设置竖向钢筋, 根数不少于2根, 直径不小于12mm; 接缝净距大于100mm时需配置多排竖向构造钢筋, 钢筋间距不大于200mm (见图38b)。竖向钢筋间应设拉结筋, 拉结筋及箍筋规格同墙板。

d) 墙板内外侧沿马牙槎内凹周边轮廓配置U形钢筋, 直径宜选用6mm;

11.3.7 楼层内相邻预制剪力墙墙板之间的T型翼墙、L型转角墙处应按规范设置边缘构件。边缘构件可全预制或全现浇, 并应满足现行GB50011和JGJ3的要求。

11.3.8 预制剪力墙墙板水平接缝的受剪承载力设计值应按下式计算:

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{sd} + 0.6N \quad (8)$$

式中:  $f_y$ ——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值;

$N$ ——与剪力设计值 $V$ 相应的垂直于结合面的轴向力设计值, 压力时取正, 拉力时取负;

$A_{sd}$ ——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

11.3.9 预制剪力墙墙板的竖向接缝处抗剪承载力可按下式进行抗剪验算 (见图39):

$$V_y \leq \zeta_c n_c A_c f_t + 0.5 \sum f_y A_s \quad (9)$$

式中:  $V_y$ ——墙肢竖缝结合面剪力设计值;

$A_c$ ——单个抗剪连接齿槽抗剪面积;

$A_s$ ——穿过剪力墙竖向结合面的水平钢筋截面面积;

$f_t$ ——混凝土轴心抗拉强度设计值;

$f_y$ ——穿过剪力墙竖向结合面的水平钢筋抗拉强度设计值;

$n_c$ ——抗剪连接齿槽个数;

$\zeta_c$ ——抗剪连接齿槽共同工作系数,  $\zeta_c = 1 - 0.1n_c$ , 且  $\zeta_c \leq 0.5$ 。

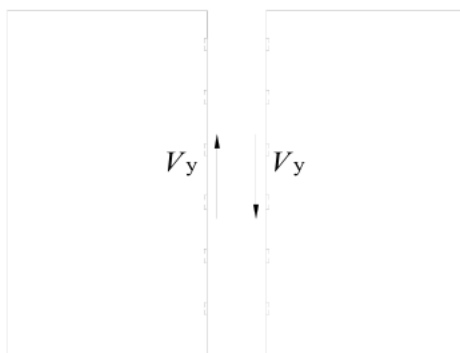
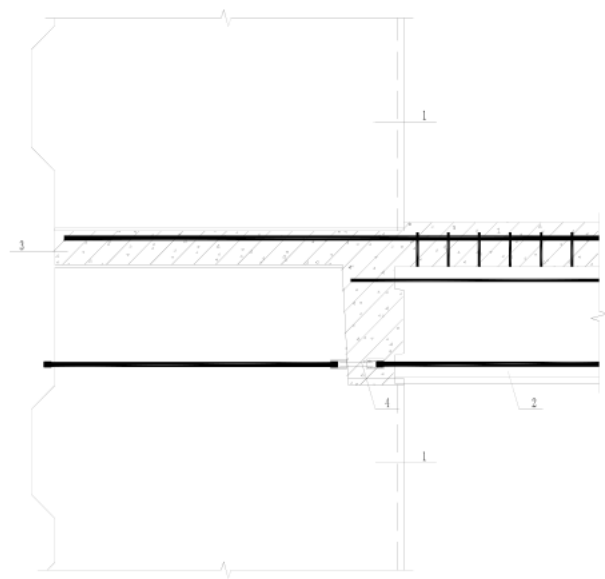


图39 预制墙板竖向拼接抗剪验算

11.3.10 当预制叠合连梁端部与预制剪力墙墙板在平面内拼接时, 接缝构造应符合下列规定:

a) 当预制墙板上角预留局部后浇节点区时, 连梁连接方式见 (图40);

b) 连梁水平纵筋应贯通连接, 可采用双节套筒机械连接或其它机械连接连接。



1-预制墙板 2-预制叠合梁 3-后浇混凝土带 4-连梁底筋套筒连接

图40 叠合连梁与预制墙板的连接构造

11.3.11 叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

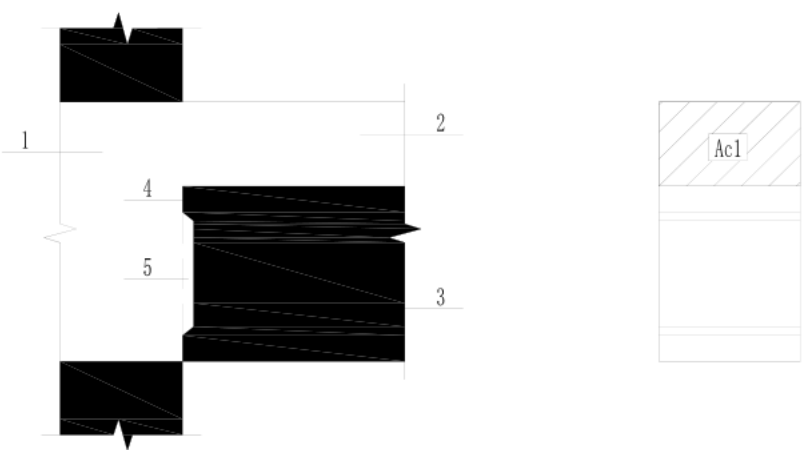
持久设计状况

$$V_u \leq 0.07f_cA_{c1} + 0.10f_cA_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \tag{10}$$

地震设计状况

$$V_{uE} \leq 0.04f_cA_{c1} + 0.06f_cA_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \tag{11}$$

式中：Ac1—叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；  
Fc—预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；  
fy—垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；  
Ak—各键槽的根部截面面积（图41）之和，按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算，并取二者的较小值；  
Asd—垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

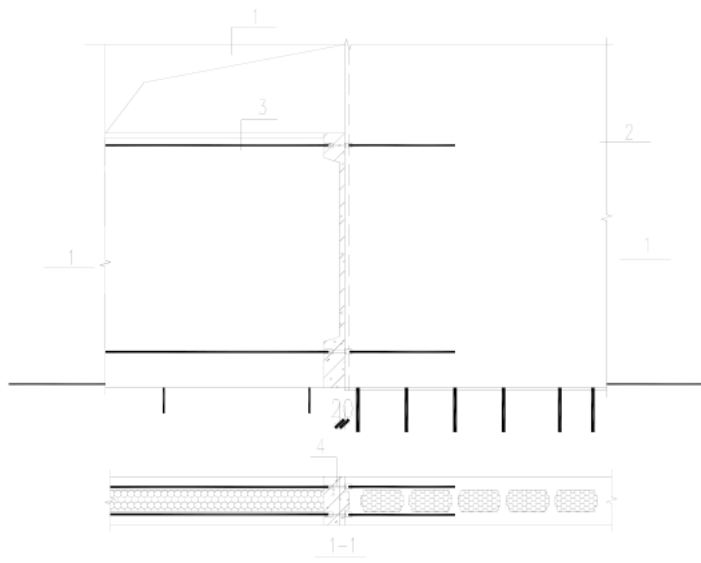


1—后浇节点区；2—后浇混凝土叠合层；3—预制梁；  
4—预制键槽根部截面；5—后浇键槽根部截面

图41 叠合梁端受剪承载力计算参数示意

11.3.12 当预制剪力墙洞口下方有墙时，可采用以下方式进行设计处理：

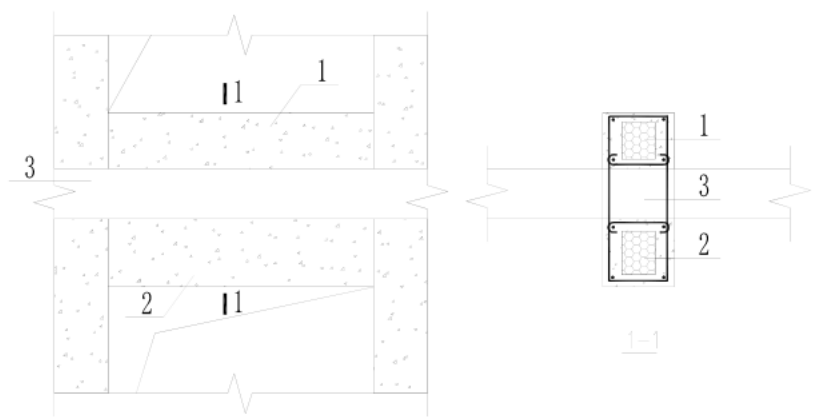
- a) 下部墙体作为非结构预制构件时，与两侧预制墙板进行弱连接；外墙侧面留设止水企口（图42）。



1—窗洞；2—预制剪力墙；3—预制窗下墙；4—钢筋套筒连接；

图42 剪力墙洞口下墙体仅作为非结构构件

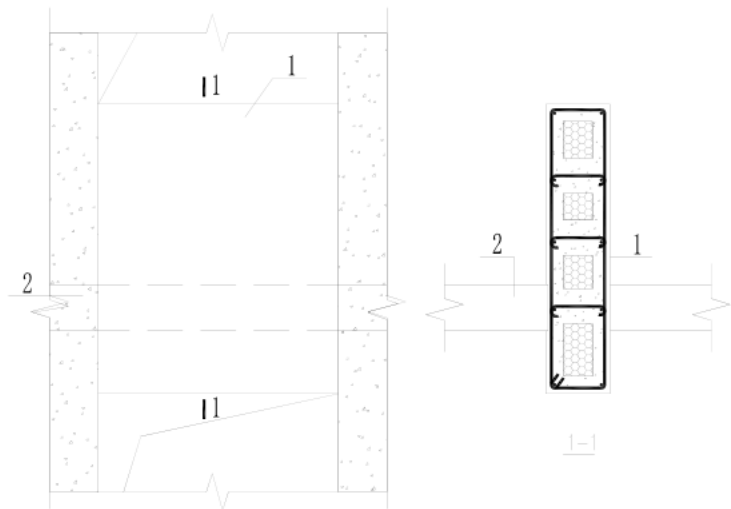
- b) 连梁上方设独立连梁，并与下方连梁形成双连梁时，连梁为整体预制构件，连梁纵筋应采用双节套筒机械连接或其它机械连接（图43）。



1-洞口下独立连梁；2-预制连梁；3-后浇圈梁或水平后浇带；

图43 剪力墙洞口下墙体设独立连梁

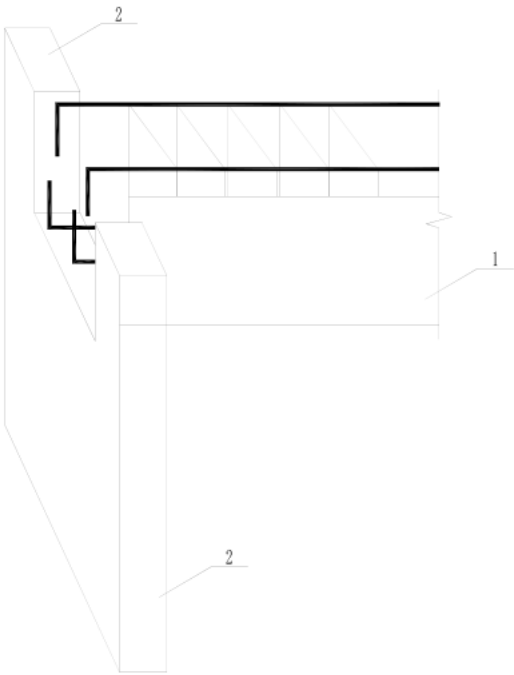
c) 连梁上翻部分与下方形成整体受力的单一连梁时，连梁箍筋应封闭，连梁纵筋应采用双节套筒机械连接或其它机械连接（图44）。



1-洞口下整体连梁；2-楼板；

图44 剪力墙洞口下墙体设整体连梁

11.3.13 楼面梁与预制剪力墙墙板在墙板平面外连接时宜采用铰接，连接处墙板预留梁窝，梁窝尺寸应满足梁纵筋锚固构造要求（按铰接梁设计），预制梁端支座搁置长度不应少于 150mm（图 45）。



1-预制叠合梁；2-预制墙板

图45 叠合梁与剪力墙平面外连接构造

11.4 实心墙板与自保温墙板组合

11.4.1 两种墙板组合时，实心墙板应位于自保温墙板的下层。两种墙板连接处，墙厚、墙板纵筋及竖向分布筋配置应保持一致（图 46）。

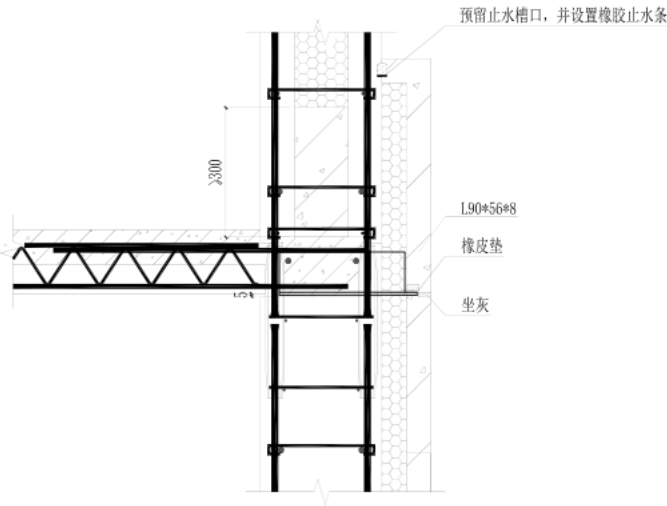


图46 实心墙板与自保温墙板连接构造

11.4.2 在实心墙板顶部应预埋与自保温墙板连接对应的套筒或机械连接套筒，确保实心墙板及自保温墙板的竖向钢筋贯通并可靠连接。

11.4.3 当实心墙板的混凝土强度等级低于自保温墙板时，应进行局部承压验算

## 12 多层自保温墙板剪力墙结构设计

### 12.1 一般规定

12.1.1 本章适用于多层住宅和公共建筑，建筑设防类别为丙类的模块化装配式剪力墙结构设计。

12.1.2 预制自保温外墙板厚度不宜小于 250mm，内、外叶翼墙厚度不应小于 50mm（见图 47）。

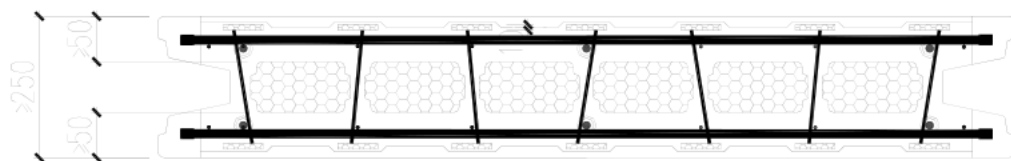


图47 自保温外墙板构件示意

12.1.3 预制剪力墙墙板中水平分布筋的最小配筋率不应小于 0.20%，竖向分布筋的最小配筋率不应小于 0.15%。混凝土强度等级不应低于 C30。

12.1.4 除本章规定外，预制剪力墙构件的构造应符合本规程第 10.2 节的规定。

### 12.2 连接设计

12.2.1 预制剪力墙与基础的连接应符合下列规定：

- a) 基础顶面应设置现浇混凝土圈梁，圈梁表面应设置粗糙面；并按墙板筋模数预留灌浆套筒；
- b) 预制剪力墙墙板与圈梁顶面之间的接缝构造应符合本规程第 11.3.4 条的规定，连接钢筋应在基础中可靠锚固，且宜伸至基础底部。

12.2.2 楼层内相邻预制剪力墙墙板的竖向拼接缝内可采用与墙板同强度自密实细石砼填实，拼缝内设置的构造钢筋宜上下贯通连接。

12.2.3 在预制墙板内应设置间距不大于 600mm 的水平连接筋，连接钢筋直径不小于 10mm。

## 13 构件制作与运输

### 13.1 一般规定

13.1.1 预制构件制作单位应具备相应的生产工艺设施和深化设计能力，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。

13.1.2 预制构件制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应制定生产方案；生产方案应包括深化设计、生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

13.1.3 预制构件混凝土应根据产品类别和生产工艺要求确定，构件用混凝土原材料及配合比设计应符合现行国家标准 GB 50666、GB/T50204、JGJ 55 和 JGJ/T 281 等的规定。

13.1.4 预制构件钢筋连接接头应在构件生产前按 JGJ-355 做工艺检验和抗拉强度试验。每种规格的连接接头试验数量不应少于 3 个并应全部满足 I 级接头标准。

13.1.5 应根据国家现行有关标准对预制构件原材料（混凝土、钢筋、套筒、预埋件等）的性能指标进行检验，并应做好检验记录。

13.1.6 应核查自保温墙板保温芯材的生产批号、出厂合格证和检验报告；应核对保温芯尺寸是否符合设计要求并对保温芯质量、外观进行检查。

13.1.7 预制构件在翻转、运输、吊运、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，动力系数应取 1.5；构建翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

13.1.8 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：

- a) 动力系数不宜小于 1.2；
- b) 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  $1.5 \text{ kN/m}^2$ 。

进行后浇叠合层施工阶段验算时，叠合楼盖的施工活荷载应按实际情况确定并不宜小于  $1.5 \text{ kN/m}^2$ 。

13.2 制作准备

13.2.1 预制构件制作前，应对建筑结构施工图按标准构件模数进行排板，确定排版图及各节点连接方式。

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

- a) 应满足预制构件标准模块规格、质量、生产工艺、模具组装拆卸、周转次数等要求；
- b) 应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位精准固定要求；

13.2.3 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 13 规定。当设计有要求时，模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

表 13 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法

| 项次 | 检测项目及内容 |                                   | 允许偏差<br>(mm)         | 检验方法                     |
|----|---------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1  | 长度      | $\leq 6\text{m}$                  | 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 |
|    |         | $> 6\text{m}$ 且 $\leq 12\text{m}$ | 2, -4                |                          |
|    |         | $> 12\text{m}$                    | 3, -5                |                          |
| 2  | 截面尺寸    | 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   |
| 3  |         | 其他构件                              | 2, -4                |                          |
| 4  | 对角线差    |                                   | 3                    | 用钢尺量纵、横两个方向对角线           |
| 5  | 侧向弯曲    |                                   | $L/1500$ ，且 $\leq 5$ | 拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处          |
| 6  | 翘曲      |                                   | $L/1500$             | 对角拉线测量交点间距离值的两倍          |

|   |          |   |             |
|---|----------|---|-------------|
| 7 | 底模板表面平整度 | 2 | 用 2m 靠尺和塞尺量 |
| 8 | 组装缝隙     | 1 | 用塞片或塞尺量     |
| 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。

13.2.4 预埋件加工的允许偏差应满足表 14 的规定。

表 14 预埋件加工允许偏差

| 项次 | 检验项目及内容          |           | 允许偏差（mm） | 检验方法    |
|----|------------------|-----------|----------|---------|
| 1  | 预埋件锚板的边长         |           | 0， -3    | 用钢尺量    |
| 2  | 预埋件锚板的平整度        |           | 1        | 用直尺和塞尺量 |
| 3  | 锚筋               | 预留插筋长度    | ±2       | 用钢尺量    |
|    |                  | 中心线间距偏差   | ±1       | 用钢尺量    |
| 4  | 纵横向<br>受力筋<br>墩头 | 扩粗头、长度、直径 | ±0.5     | 用卡尺量    |

13.2.5 固定在模具上的预埋件、预留孔洞中心位置的允许偏差应符合表 15 的规定。

表 15 模具预留孔洞中心位置的允许偏差

| 项次 | 检验项目及内容             | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|----|---------------------|----------|------|
| 1  | 预埋件、插筋、吊环、预留孔洞中心线位置 | +1       | 用钢尺量 |
| 2  | 预埋螺栓、螺母中心线位置        | +0.5     | 用钢尺量 |
| 3  | 灌浆套筒中心线位置           | +1       | 用钢尺量 |

注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

13.2.6 模具上预埋件和预留孔洞应定位准确，其安装允许偏差和检验方法应符合表 16 的规定。

表 16 模具上预埋件、预留孔洞的允许偏差

| 项次 | 检验项目                                         |       | 允许偏差（mm） | 检验方法                     |
|----|----------------------------------------------|-------|----------|--------------------------|
| 1  | 预埋钢板                                         | 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  | ±2       | 钢直尺和塞尺检查                 |
| 2  | 预埋管、电线盒、电线管水平和垂直方向的中心线位置偏移、预留孔、浆锚搭接预留孔（或波纹管） |       | 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  | 插筋                                           | 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 |

|   |         |           |       |                          |
|---|---------|-----------|-------|--------------------------|
|   |         | 外露长度      | +5    | 用尺量测                     |
| 4 | 吊环      | 中心线位置     | 3     | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值 |
|   |         | 外露长度      | +5    | 用尺量测                     |
| 5 | 预埋螺栓    | 中心线位置     | 2     | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值 |
|   |         | 外露长度      | +5    | 用尺量测                     |
| 6 | 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，-2 | 钢直尺和塞尺检查                 |
| 7 | 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    | 用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值       |
| 8 | 灌浆套筒及插筋 | 灌浆套筒中心线位置 | 1     | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值 |
|   |         | 插筋中心线位置   | 1     | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值 |
|   |         | 插筋外露长度    | +5，0  | 用尺量测                     |

13.2.7 应选用不影响构件结构性能和装饰工程施工的隔离剂。

### 13.3 构件制作

13.3.1 在配筋下料制作生产前或混凝土浇筑前都应分别进行预制构件的隐蔽工程验收，验收结果记录在附录 B 表 8.0.1，表 B.0.2 中。检查项目应包括下列内容：

- a) 钢筋牌号、规格、数量、位置、间距等；箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度，横向钢筋连接应采用双节机械套筒。
- b) 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、墩头尺寸等；
- c) 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；
- d) 灌浆套筒、预留孔洞的规格、尺寸、数量、位置等；
- e) 钢筋的混凝土保护层厚度；
- f) 保温芯材料的密度及芯材向空腔内缩进的尺寸；
- g) 预埋管线、线盒口的规格、数量、位置及固定措施。

13.3.2 模块化墙板宜采用标准定型专用多功能立体钢模具及专用模芯柱模，平整轨道，慢移动的生产流水线生产并采用自密实混凝土从模底向上自动泵压混凝土，自保温墙板浇筑时模芯柱定位需准确并垂直，浇筑压满后方可清洗外模具。

13.3.3 应根据混凝土的品种、工作性、预制构件的规格形状等因素，制定合理的振捣成型操作规程。混凝土应采用强制式搅拌机搅拌。

13.3.4 预制构件蒸汽养护时，应符合下列要求：

- a) 预养时间宜为1~3h，并采用覆膜覆盖或加湿等措施防止构件干燥；
- b) 升温速率应为10℃/h~20℃/h，降温速率不宜大于10℃/h；养护最高温度为70℃，持续养护时间不应小于4h；

13.3.5 预制构件蒸汽养护后，养护罩内外温差小于 20℃时，方可拆除养护罩进行自然养护。

13.3.6 脱模起吊时，预制构件的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求，且不应小于 15N/mm<sup>2</sup> 时，方可移动预制构件。

13.3.7 采用后浇混凝土或砂浆、灌浆料连接的预制构件结合面，制作时应按设计要求进行粗糙面处理。设计无具体要求时，可采用化学处理、拉毛或凿毛等方法制作粗糙面。

13.3.8 自保温墙板保温芯材发泡前，混凝土强度不小于设计强度的 30%。

#### 13.4 构件检验

13.4.1 预制构件外观质量应符合表 17 的规定，外观质量不宜有缺陷。对已出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，并应重新检验；对于已出现的严重缺陷，应按设计、监理单位认可后的技术方案进行处理，并重新检验。检验结果记录在附录 B.0.3

表 17 预制构件外观质量判定方法

| 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 | 混凝土表面缺少泥浆而形成的石子外露   | 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度 | 构件主要受力部位有孔洞             | 其他部位有少量孔洞              |
| 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             | 其它部位少量夹渣               |
| 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 | 其它部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝 |
| 疏松 | 混凝土中局部不密实           | 构件主要受力部位有疏松             | 其它部位少量疏松               |

|        |                                                            |                           |                      |
|--------|------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 连接部位缺陷 | 构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接铁件松动，插筋严重锈蚀、弯曲，灌浆套筒堵塞、偏位，灌浆孔洞堵塞、偏位、破损等缺陷 | 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，装饰面砖粘结不牢、表面不平、砖缝不顺直等                  | 清水混凝土构件内有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷 | 其它混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷 |
| 外表缺陷   | 表面麻面、起砂、掉皮、污染、门窗框材划伤                                       | 具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷     | 其它混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷 |
| 外露钢筋锈蚀 | 构件外露钢筋发生锈蚀                                                 | 构件外露钢筋完全锈蚀，且有锈蚀剥落         | 构件外露钢筋有部分少量锈蚀        |

13.4.2 预制构件的允许尺寸偏差及检验方法应符合表 18 的规定。预制构件有粗糙面时，与粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放宽，放宽至 1.5 倍。

表 18 预制构件尺寸允许偏差及检验方法

| 项目       |              |             | 允许偏差（mm）     | 检验方法                |
|----------|--------------|-------------|--------------|---------------------|
| 长度       | 楼板、梁柱、桁架     | <12m        | ±5           | 丈量检查                |
|          |              | ≥12m 且 <18m | ±10          |                     |
|          |              | ≥18m        | ±20          |                     |
|          | 墙板           |             | ±2           |                     |
| 宽度、高（厚）度 | 楼板、梁柱、桁架截面尺寸 |             | ±3           | 钢尺量一端及中部，取其中偏差绝对较大处 |
|          | 墙板的高度、厚度     |             | ±3           |                     |
| 表面平整度    | 板、梁、柱、墙板内表面  |             | 5            | 2m 靠尺和塞尺检查          |
|          | 墙板外表面        |             | 3            |                     |
| 侧向弯曲     | 有后浇带湿拼板、梁、柱  |             | L/750 且 ≤20  | 拉线、钢尺量最大侧向弯曲处       |
|          | 采用灌浆料干拼板、梁、柱 |             | L/1200 且 ≤10 |                     |
|          | 采用后浇带拼墙板、桁架  |             | L/1000 且 ≤20 |                     |

|       |                          |                     |             |
|-------|--------------------------|---------------------|-------------|
|       | 采用灌浆料干拼墙板、桁架             | $L/1200$ 且 $\leq 5$ |             |
| 翘曲    | 板                        | $L/750$             | 调平尺在两端量测    |
|       | 墙板                       | $L/1000$            |             |
| 对角线差  | 板                        | 10                  | 钢尺量两个对角线    |
|       | 墙板、门窗口                   | 5                   |             |
| 扰度变形  | 梁、板、桁架设计起拱               | $\pm 10$            | 拉线、钢尺量最大弯曲处 |
|       | 梁、板、桁架下垂                 | 0                   |             |
| 预留孔套管 | 中心线位置                    | 2                   | 尺量检查        |
|       | 管孔尺寸                     | $\pm 0.5$           |             |
| 预留洞   | 中心线位置                    | 10                  | 尺量检查        |
|       | 洞口尺寸、深度                  | $\pm 10$            |             |
| 门窗口   | 中心线位置                    | 5                   | 尺量检查        |
|       | 宽度、高度                    | $\pm 3$             |             |
| 预埋件   | 预埋件锚板中心线位置               | 5                   | 尺量检查        |
|       | 预埋件锚板与混凝土面平面高差           | 0, -5               |             |
|       | 预埋螺栓中心线位置                | 2                   |             |
|       | 预埋螺栓外露长度                 | +10, -5             |             |
|       | 预埋套筒、螺母中心线位置             | 2                   |             |
|       | 预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差         | 0, -5               |             |
|       | 线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差 | 13                  |             |
|       | 线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差    | 0, -10              |             |
| 预留插筋  | 中心线位置                    | 2                   | 尺量检查        |
| 键槽    | 外露长度                     | $\pm 5$             |             |
|       | 中心线位置                    | 5                   | 尺量检查        |
|       | 长度、宽度、深度                 | $\pm 5$             |             |

注：1、L 为构件最长边的长度（mm）；

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

13.4.3 根据表附录 B.0.4 对自保温墙板的在线发泡保温芯材进行检验并形成检验报告。

检查数量：墙板孔内保温芯材以每台班为一组检验批，每组三个试件。

检验方式：取出保温芯材，按要求制作试样。

13.4.4 预制构件应按设计要求和现行国家标准 GB50204 等有关规定进行结构性能检验。

13.4.5 预制构件检查合格后，应在构件显著的位置进行标识，标识的内容宜包括工程名称、产品名称、型号、编号、生产日期、制作单位、合格状态等相关信息；

13.5 运输与堆放

13.5.1 应制定预制构件的运输与堆放方案，其内容应包括构件的型号、编号、运输时间、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。

13.5.2 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求，装卸与运输时应符合下列规定：

- a) 装卸构件时，应采取保证车体平衡的措施；
- b) 运输构件时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；
- c) 运输构件时，应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，宜设置保护衬垫。

13.5.3 预制构件堆放应符合下列规定：

- a) 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
- b) 预埋吊件应朝上，标识宜朝向堆垛间的通道；
- c) 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；
- d) 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；

13.5.4 墙板的运输与堆放应符合下列规定：

- a) 当采用靠放架堆放或运输构件时，靠放架应具有足够的承载力和刚度，与地面倾斜角度宜大于 $80^{\circ}$ ；墙板宜对称靠放且外饰面朝外，构件上部宜采用木垫块隔离；运输时构件应采取固定措施。
- b) 当采用插放架垂直堆放或运输构件时；插放架应具有足够的承载力和刚度，并应支垫稳固。
- c) 采用叠层平放的方式堆放或运输构件时，应采取防止构件产生裂缝的措施。

## 14 结构施工

### 14.1 一般规定

14.1.1 装配式结构施工前应制定施工组织设计、施工方案；施工组织设计的内容应符合现行国家标准 GB/T 50502 的规定；施工方案的内容应包括构件安装及节点施工方案、构件安装的质量管理及安全措施等。

14.1.2 装配式结构施工前应组织人员进行技术交底，并定期进行专项培训。

14.1.3 钢筋套筒灌浆前，应在现场模拟构件连接接头的灌浆方式，每种规格钢筋应制作不少于 3 个套筒灌浆连接接头，应进行灌注质量以及接头抗拉强度的检验；经检验合格后，方可进行灌浆作业。

14.1.4 在装配式结构的施工全过程中，应采取防止预制构件及预制构件上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等损伤损坏或污染的保护措施。未经设计许可不能进行开洞切割。

14.1.5 装配式结构施工过程中应采取安全措施，并应符合行业标准 JGJ 80、JGJ 33 和 JGJ 46 等有关规定。

14.1.6 装配式结构施工前，应确定与外墙相适用的吊装设备、吊索具、外脚手架、安全防护及水平构件支撑体系的方案。

### 14.2 安装准备

#### 14.2.1 构件进场时应做好如下工作：

- a) 核对预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等符合设计要求；
- b) 根据附录C对构件及相关材料的质量进行检验，检验方法为核对相应的合格证、检测报告等，必要时进行抽样复试；
- c) 合理规划构件运输通道和临时堆放场地的硬化，并应采取成品堆放保护措施。

14.2.2 安装施工前，应核对已现浇施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差、预埋定位等符合现行国家标准 GB 50666 和本规程的有关规定。

14.2.3 安装施工前，应核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

14.2.4 安装施工前，应进行测量放线、设置构件安装标识。复核构件装配位置、节点连接构造、临时支撑方案，复核吊装设备及吊具处于安全操作状态。

14.2.5 装配式结构施工前，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完善施工方案和施工工艺。

#### 14.3 构件安装与连接

14.3.1 在预制构件吊装就位后，应及时校准并按施工方案采取斜支撑临时固定措施，并应符合现行国家标准 GB 50666 的相关规定。

14.3.2 采用钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接的预制构件就位前，应检查下列内容：

- a) 套筒、预留孔的规格、位置、数量和深度；
- b) 被连接钢筋的规格、数量、位置和长度。
- c) 当套筒、预留孔内有杂物时，应清理干净；当连接钢筋有倾斜时，应进行校正。连接钢筋偏离套筒或孔洞中心线不宜超过5mm。

14.3.3 墙、柱构件的安装应符合下列规定：

- a) 构件安装前，应清洁结合面，湿润，积浆；
- b) 构件底部应设置调整底部标高的垫片；
- c) 当采用钢筋套筒灌浆连接时，钢筋插入套筒前应先先在套筒内灌浆，浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆材料》JG/T408的要求；当采用双节机械套筒连接时，应保证双头丝牙连接长度的均等，并应拧紧外套筒。
- d) 灌浆后应及时将预制墙板安装就位，10min内校正完毕不再移动。

14.3.4 钢筋灌浆套筒连接接头、钢筋浆锚连接接头及双节套筒机械连接接头应按检验批划分要求及时灌浆，灌浆作业应符合国家现行有关标准及本规程与施工方案的要求，并应符合下列规定：

- a) 灌浆施工时，可根据施工环境温度选择常温型套筒灌浆料或低温型套筒灌浆料；
- b) 灌浆操作全过程应有专职检验人员负责旁站监督并及时按照构件标识卡编号拍摄照片编制形成施工质量检查记录；
- c) 应按产品使用说明书的要求计量灌浆料和水的用量，并采用专用拌和器搅拌均匀；每次拌制的灌浆料拌和物应进行流动度的检测，且其流动度应满足本规程的规定；
- d) 灌浆作业应从套筒口部灌入，当浆料从套筒口流出后，再用钢丝插入套筒内振捣检查是否已灌满；如出现浆料下沉应及时补浆，再用钢丝振捣直至浆料面无下沉。

e) 灌浆料拌合物应在制备后30min内用完。

14.3.5 焊接或螺栓连接的施工应符合现行国家标准 GB 50661、GB 50755 和 GB 50205 和现行行业标准 JGJ 18 的有关规定。采用焊接连接时，应采取防止因连续施焊引起的连接部位混凝土开裂的措施。

14.3.6 钢筋机械连接及施工应符合现行行业标准 JGJ 107 的有关规定。

14.3.7 后浇混凝土或压浆灌浆料的施工应符合下列规定：

- a) 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；
- b) 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确，并应防止漏浆，应采用标准定型模具；
- c) 在浇筑混凝土前应洒水润湿积浆结合面，混凝土应振捣密实；
- d) 同一配合比的混凝土，每工作班且建筑面积不超过1000m<sup>2</sup>应制作一组标准养护试件，同一楼层应制作不少于3组标准养护试件。

14.3.8 构件连接部位后浇混凝土及灌浆料的强度达到设计要求后，方可拆除临时固定措施。

14.3.9 受弯叠合构件的装配施工应符合下列规定：

- a) 应根据设计要求或施工方案设置临时支撑；
- b) 施工荷载宜均匀布置，并不应超过设计规定；
- c) 在混凝土浇筑前，应按设计要求检查结合面的粗糙度、马牙槎和预制构件的外露钢筋；
- d) 叠合构件应在后浇混凝土强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑。

14.3.10 安装受弯构件时，端部的搁置长度应符合设计要求，端部与支承构件之间应坐浆或设置支承垫块，坐浆或支承垫块厚度不宜大于 20mm。

14.3.11 后置保温芯插入墙板马牙槎企口后，需用钢丝弓将保温芯固定于企口内；

## 15 装配式结构验收

### 15.1 一般规定

15.1.1 模块化装配整体式钢筋混凝土剪力墙结构的验收除应符合本规程规定外，尚应按现行国家标准 GB50300 的有关规定进行单位工程、分部工程、分项工程和检验批的划分的质量验收。

15.1.2 装配式混凝土结构工程应按混凝土结构子分部工程进行验收；当结构中部分采用现浇混凝土结构时，装配式结构部分可作为混凝土结构子分部工程的分项工程进行验收。

15.1.3 装配式结构验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家标准 GB50204 和 GB/T 51231 的有关规定。

15.1.4 各类预制构件及后浇混凝土、灌浆料的强度等级应满足设计要求。

### 15.2 装配式结构验收

#### I 主控项目

15.2.1 后浇混凝土强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验，检验批应符合本规程第14.3.7条的有关要求。

检验方法：按现行国家标准GB/T 50107的要求进行。

15.2.2 钢筋进场时，应按 GB 1499 等规定抽取试件作力学性能检验，其质量必须符合有关标准的规定。

检查数量：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。

15.2.3 钢筋套筒灌浆连接的灌浆应密实饱满。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查灌浆施工质量检查书面记录与电子拍摄记录，采用预成孔内窥镜法检测套筒灌浆饱满度。预成孔装置的布置数量及位置应符合DB32/T 3754-2020的规定。

15.2.4 钢筋套筒灌浆连接用的灌浆料强度应满足设计要求。

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

检验方法：检查灌浆料强度试验报告。

15.2.5 剪力墙底部拼缝坐浆强度应满足设计要求。

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

15.2.6 钢筋采用焊接连接时，其焊接质量应符合 JGJ 18 的有关规定。

检查数量：按现行行业标准JGJ 18的规定确定。

检验方法：检查钢筋焊接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

15.2.7 钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合现行行业标准 JGJ 107 的有关规定同时应满足本规程对机械接头的要求。

检查数量：按现行行业标准JGJ 107的规定确定。

检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

15.2.8 外墙板拼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；每个检验批每100m<sup>2</sup>应至少抽查一处，每处不得少于10m<sup>2</sup>。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

## II 一般项目

15.2.9 装配式结构尺寸允许偏差应符合设计要求，并应符合表 19 中的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的10%，且不少于3件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%，且不少于3间；对

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

表 19 装配式结构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 | 基础           |            | 15       | 尺量检查      |
|            | 竖向构件（柱、墙、桁架） |            | 10       |           |
|            | 水平构件（梁、板）    |            | 5        |           |
| 构件标高       | 梁、柱、墙、板底面或顶面 |            | ±5       | 水准仪或尺量检查  |
| 构件垂直度      | 柱、墙          | <5m        | 5        | 经纬仪或全站仪量测 |
|            |              | ≥5m 且 <10m | 10       |           |
|            |              | ≥10m       | 20       |           |
| 构件倾斜度      | 梁、桁架         |            | 5        | 垂线、钢尺量测   |
| 相邻构件平整度    | 板端面          |            | 5        | 钢尺、塞尺量测   |
|            | 梁、板底面        | 抹灰         | 5        |           |
|            |              | 不抹灰        | 3        |           |
|            | 柱、墙侧面        | 外露         | 5        |           |
|            |              | 不外露        | 10       |           |
| 构件搁置长度     | 梁、板          |            | ±10      | 尺量检查      |
| 支座、支垫中心位置  | 板、梁、柱、墙、桁架   |            | 10       | 尺量检查      |
| 墙板拼缝       | 宽度           |            | ±5       | 尺量检查      |
|            | 中心线位置        |            |          |           |

15.2.10 外墙板拼缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：按批检验。每1000m²外墙面积应划分为一个检验批，不足1000m²时也应划分为一个检验批；每个检验批每100m²应至少抽查一处，每处不得少于10m²。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

15.3 后置保温工程验收

15.3.1 后置保温材料进场验收，应符合下列要求：

- a) 核查出厂合格证、出厂检验报告和型式检验报告。
- b) 对后置保温材料的外观尺寸偏差、干密度进行抽样检测，当采用聚氨酯作为后置保温时，材料性能应符合表20规定。当采用其他后置保温材料时，应符合相应标准要求。

表20后置保温材料进场检测要求

| 项 目 | 指 标 | 试验方法 |
|-----|-----|------|
|-----|-----|------|

|          |                 |                    |
|----------|-----------------|--------------------|
| 后置保温材料尺寸 | 3mm             | GB 50204<br>/9.2.6 |
| 干密度      | 30-35 (KG/m³)   | GB/T6343           |
| 导热系数     | ≤0.024[W/(M.K)] | GB/T10294          |

- c) 每检验批应附带与后置保温材料同条件生产的大块完整保温板3块，规格尺寸不小于500\*500\*50(mm),用于导热系数检测，导热系数应符合5.3.1要求。
- d) 核对保温材料尺寸是否符合计要求，表面应整洁、色泽一致。
- 检查数量：同一供应商每个单位工程为一检验批，按相关标准抽检。
- 检验方法：测量和观察检查。

15.3.2 后置发泡保温材料的定位需准确，将保温芯材固定在企口槽内，中间拼接缝宽度应满足设计要求，隐蔽工程施工前需验收同时保留影像资料。

- 检查数量：全数检查。
- 检验方法：测量和观察检查。

15.3.3 保温材料表面应整洁、色泽一致，不应有明显的变形、波纹或局部破损等缺陷。

- 检查数量：全数检查。
- 检验方法：测量和观察检查。

附 录 A 常用材料的导热系数与蓄热系数

A.1 常用材料的导热系数与蓄热系数可参考表 A.1 取值。

表 A.1 常用材料的导热系数与蓄热系数(资料性附录)

| 种类    | 容重<br>(Kg/m3) | 导热系数<br>(W/m.K) | 蓄热系数<br>(W/ m2.K) |
|-------|---------------|-----------------|-------------------|
| 钢筋混凝土 | 2500          | 1.74            | 17.06             |
| 模塑聚苯板 | 18--22        | 0.041           | 0.36              |
| 挤塑聚苯板 | 25--35        | 0.030           | 0.54              |
| 聚氨酯   | 30            | 0.024           | 0.36              |

|      |      |      |       |
|------|------|------|-------|
| 水泥砂浆 | 1800 | 0.93 | 11.31 |
|------|------|------|-------|

附录 B 构件生产

B.0.1 表钢筋安装检验批质量验收记录表(资料性附录)

|             |   |                |           |           |          |      |
|-------------|---|----------------|-----------|-----------|----------|------|
| 单位（子单位）工程名称 |   | 分部（子分部）工程名称    |           |           | 分项工程名称   |      |
| 施工单位        |   | 项目负责人          |           |           | 检验批容量    |      |
| 分包单位        |   | 分包单位项目负责人      |           |           | 检验批部位    |      |
| 施工依据        |   | 验收依据           |           |           |          |      |
| 施工质量验收规程的规定 |   |                |           | 最小/实际抽样数量 | 施工单位检查记录 | 检查结果 |
| 主控项目        |   | 钢筋和品种、级别、规格和数量 |           |           |          |      |
|             |   | 受力钢筋的安装位置、锚固方式 |           |           |          |      |
| 一般          | 1 | 连接钢筋           | 中心线位置（mm） | 5         |          |      |
|             |   |                | 长度（mm）    | +3        |          |      |
|             | 2 | 连接预埋件          | 中心线位置（mm） | 5         |          |      |

|          |         |                        |                                     |     |  |  |  |
|----------|---------|------------------------|-------------------------------------|-----|--|--|--|
| 项目       |         |                        | 水平高差（mm）                            | +3  |  |  |  |
|          | 3       | 绑扎钢筋网                  | 长、宽（mm）                             | ±10 |  |  |  |
|          |         |                        | 网眼尺寸（mm）                            | ±20 |  |  |  |
|          | 4       | 绑扎钢筋骨架                 | 长（mm）                               | ±10 |  |  |  |
|          |         |                        | 宽、高（mm）                             | ±5  |  |  |  |
|          | 5       | 纵向受力钢筋                 | 间距（mm）                              | ±10 |  |  |  |
|          |         |                        | 排距（mm）                              | ±5  |  |  |  |
|          |         |                        | 锚固长度（mm）                            | -20 |  |  |  |
|          | 6       | 纵向受力钢筋、箍筋<br>的混凝土保护层厚度 | 柱、梁（mm）                             | ±5  |  |  |  |
|          |         |                        | 板、墙、壳（mm）                           | ±3  |  |  |  |
|          | 7       | 绑扎箍筋、横向钢筋间距（mm）        |                                     | ±20 |  |  |  |
|          | 8       | 钢筋弯起点位置（mm）            |                                     | 20  |  |  |  |
| 9        | 普通预埋件   | 中心线位置（mm）              | 5                                   |     |  |  |  |
|          |         | 水平高差（mm）               | +3                                  |     |  |  |  |
| 10       | 临时支撑预埋件 | 中心线位置（mm）              | 10                                  |     |  |  |  |
|          |         | 水平高差（mm）               | +3                                  |     |  |  |  |
| 施工单位检查结果 |         |                        | 专业工长（施工员）：<br>项目专业质量检查员：<br><br>年月日 |     |  |  |  |
| 监理单位验收结论 |         |                        | 专业监理工程师<br><br>年月日                  |     |  |  |  |

B. 0.2 表预埋件检查表(资料性附录)

| 项次 | 项目       |         | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
|----|----------|---------|-----------|------|
| 1  | 预埋管中心线位置 |         | 2         | 尺量   |
| 2  | 拉接件中心线位置 |         | 2         | 尺量   |
| 3  | 预留孔      | 中心线位置   | 5         | 尺量   |
|    |          | 孔尺寸     | ±5        |      |
| 4  | 预留洞      | 中心线位置   | 10        | 尺量   |
|    |          | 洞口尺寸、深度 | ±10       |      |
| 5  | 预埋锚栓     | 中心线位置   | 2         | 尺量   |

|   |                       |           |         |    |
|---|-----------------------|-----------|---------|----|
|   |                       | 与混凝土面平面高差 | $\pm 5$ |    |
| 6 | 预埋螺母                  | 中心线位置     | 2       | 尺量 |
|   |                       | 与混凝土面平面高差 | $\pm 5$ |    |
| 7 | 吊钉                    | 中心线位置     | $\pm 5$ | 尺量 |
|   |                       | 外露长度      | 0, -5   |    |
| 8 | 线管、电盒、木砖在构件平面的中心线位置偏差 |           | 20      | 尺量 |
| 9 | 线管、电盒、木砖与构件表面混凝土高差    |           | 0, -10  | 尺量 |

B. 0. 3 预制构件外观检查表(资料性附录)

| 项目           |              |             | 允许偏差（mm）             | 检验方法                 |
|--------------|--------------|-------------|----------------------|----------------------|
| 长度           | 板、梁、柱、桁架     | <12m        | ±5                   | 尺量检查                 |
|              |              | ≥12m 且 <18m | ±10                  |                      |
|              |              | ≥18m        | ±20                  |                      |
|              | 墙板           |             | ±4                   |                      |
| 宽度、高<br>（厚）度 | 板、梁、柱、桁架截面尺寸 |             | ±5                   | 钢尺量一端及中部，取其中偏差绝对值较大处 |
|              | 墙板的高度、厚度     |             | ±3                   |                      |
| 表面<br>平整度    | 板、梁、柱、墙板内表面  |             | 5                    | 2m 靠尺和塞尺检查           |
|              | 墙板外表面        |             | 3                    |                      |
| 侧向弯曲         | 板、梁、柱        |             | $L/750$ 且 $\leq 20$  | 拉线、钢尺量最大侧向弯曲处        |
|              | 墙板、桁架        |             | $L/1000$ 且 $\leq 20$ |                      |
| 翘曲           | 板            |             | $L/750$              | 调平尺在两端测              |
|              | 墙板           |             | $L/1000$             |                      |
| 对角线差         | 板            |             | 10                   | 钢尺量两个对角线             |
|              | 墙板、门窗口       |             | 5                    |                      |
| 挠度变形         | 梁、板、桁架设计起拱   |             | ±10                  | 拉线、钢尺量最大弯曲处          |
|              | 梁、板、桁架下垂     |             | 0                    |                      |
| 预留孔          | 中心线位置        |             | 5                    | 尺量检查                 |
|              | 孔尺寸          |             | ±5                   |                      |
| 预留洞          | 中心线位置        |             | 10                   | 尺量检查                 |
|              | 洞口尺寸、深度      |             | ±10                  |                      |
| 门窗口          | 中心线位置        |             | 5                    | 尺量检查                 |

|      |                          |         |      |
|------|--------------------------|---------|------|
|      | 宽度、高度                    | 0, +5   |      |
| 预埋件  | 预埋件锚板中心线位置               | 5       | 尺寸检查 |
|      | 预埋件锚板与混凝土面平面高差           | 0, -5   |      |
|      | 预埋螺栓中心线位置                | 2       |      |
|      | 预埋螺栓外露长度                 | +10, -5 |      |
|      | 预埋套筒、螺母中心线位置             | 2       |      |
|      | 预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差         | 0, -5   |      |
|      | 线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差 | 20      |      |
|      | 线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差    | 0, -10  |      |
| 预留插筋 | 中心线位置                    | 3       | 尺寸检查 |
|      | 外露长度                     | +5, -5  |      |
| 键槽   | 中心线位置                    | 5       | 尺寸检查 |
|      | 长度、宽度、深度                 | ±5      |      |

注：1 L 为构件最长边的长度（mm）；

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

#### B.0.4 保温在线发泡检查表(资料性附录)

|      | 序号 | 项目       | 技术指标                       | 检查结果 |
|------|----|----------|----------------------------|------|
| 主控项目 | 1  | 干密度      | 30-35 (kg/m <sup>3</sup> ) |      |
|      | 2  | 导热系数     | ≤0.024[w/(m.k)]            |      |
| 一般项目 | 3  | 孔洞尺寸     | ±3mm                       |      |
|      | 4  | 板的厚度     | ±4mm                       |      |
|      | 5  | 保温芯材密实性  | 每抽检10处，不得超过1处不密实           |      |
|      | 6  | 后置保温材料尺寸 | ±4mm                       |      |

附录 C 进场及施工、工程验收表

C. 0. 1b 预制墙板构件进场检验批质量验收记录表(资料性附录)

|                  |   |                                 |  |             |           |          |      |
|------------------|---|---------------------------------|--|-------------|-----------|----------|------|
| 单位（子单位）工程名称      |   |                                 |  | 分部（子分部）工程名称 |           | 分项工程名称   |      |
| 施工单位             |   |                                 |  | 项目负责人       |           | 检验批容量    |      |
| 分包单位             |   |                                 |  | 分包单位项目负责人   |           | 检验批部位    |      |
| 施工依据             |   |                                 |  |             | 验收依据      |          |      |
| 施工质量验收规程的规定      |   |                                 |  |             | 最小/实际抽样数量 | 施工单位检查记录 | 检查结果 |
| 主<br>控<br>项<br>目 | 1 | 预制构件质量证明文件或质量原始记录               |  |             |           |          |      |
|                  | 2 | 结构性能检验报告或实体检验报告                 |  |             |           |          |      |
|                  | 3 | 预制构件外观严重缺陷和尺寸偏差                 |  |             |           |          |      |
|                  | 4 | 预留预埋件、预留插筋、预埋管线等的规格、数量及预留孔、洞的数量 |  |             |           |          |      |

|                  |               |                                                                       |         |     |  |  |  |
|------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|---------|-----|--|--|--|
| 一<br>般<br>项<br>目 | 5             | 预制构件标识                                                                |         |     |  |  |  |
|                  | 6             | 预制构件外观一般缺陷                                                            |         |     |  |  |  |
|                  | 7             | 面砖表面平整度 (mm)                                                          |         | 4   |  |  |  |
|                  |               | 面砖阴阳角方正 (mm)                                                          |         | 3   |  |  |  |
|                  |               | 面砖接缝直线度 (mm)                                                          |         | 3   |  |  |  |
|                  |               | 面砖接缝高低差 (mm)                                                          |         | 1   |  |  |  |
|                  |               | 面砖接缝宽度 (mm)                                                           |         | 1   |  |  |  |
|                  |               | 门窗槽口宽度、高度                                                             | ≤1500mm | 1.5 |  |  |  |
|                  |               |                                                                       | >1500mm | 2   |  |  |  |
|                  |               | 门窗槽口对角线长度差                                                            | ≤2000mm | 3   |  |  |  |
|                  |               |                                                                       | >2000mm | 4   |  |  |  |
|                  |               | 门窗框的正、侧面垂直度 (mm)                                                      |         | 2.5 |  |  |  |
|                  | 门窗横框的水平度 (mm) |                                                                       | 2       |     |  |  |  |
|                  | 门窗横框标高 (mm)   |                                                                       | 5       |     |  |  |  |
|                  | 门窗竖向偏离中心 (mm) |                                                                       | 5       |     |  |  |  |
| 施工单位检查结果         |               | 专业工长 (施工员)<br>项目专业质量检查员:<br><div style="text-align: right;">年月日</div> |         |     |  |  |  |
| 监理单位验收结论         |               | 专业监理工程师:<br><div style="text-align: right;">年月日</div>                 |         |     |  |  |  |

C.0.2 进场保温材料验收及复验表(资料性附录)

|               |   |                   |  |           |          |      |
|---------------|---|-------------------|--|-----------|----------|------|
| 单位 (子单位) 工程名称 |   | 分部 (子分部) 工程名称     |  | 分项工程名称    |          |      |
| 施工单位          |   | 项目负责人             |  | 检验批容量     |          |      |
| 分包单位          |   | 分包单位项目负责人         |  | 检验批部位     |          |      |
| 施工依据          |   | 验收依据              |  |           |          |      |
| 施工质量验收规程的规定   |   |                   |  | 最小/实际抽样数量 | 施工单位检查记录 | 检查结果 |
| 主             | 1 | 保温材料质量证明文件或质量原始记录 |  |           |          |      |
|               | 2 | 保温材料检验报告          |  |           |          |      |

|             |                  |                                |            |  |  |  |  |
|-------------|------------------|--------------------------------|------------|--|--|--|--|
| 控<br>项<br>目 | 3                | 保温材料外观严重缺陷和尺寸偏差                |            |  |  |  |  |
|             | 一<br>般<br>项<br>目 | 4                              | 预制构件标识     |  |  |  |  |
|             |                  | 5                              | 预制构件外观一般缺陷 |  |  |  |  |
|             |                  | 6                              | 保温材料表面平整度  |  |  |  |  |
|             | 保温材料色泽           |                                |            |  |  |  |  |
| 施工单位检查结果    |                  | 专业工长（施工员）项目专业质量检查员：<br><br>年月日 |            |  |  |  |  |
| 监理单位验收结论    |                  | 专业监理工程师：<br><br>年月日            |            |  |  |  |  |

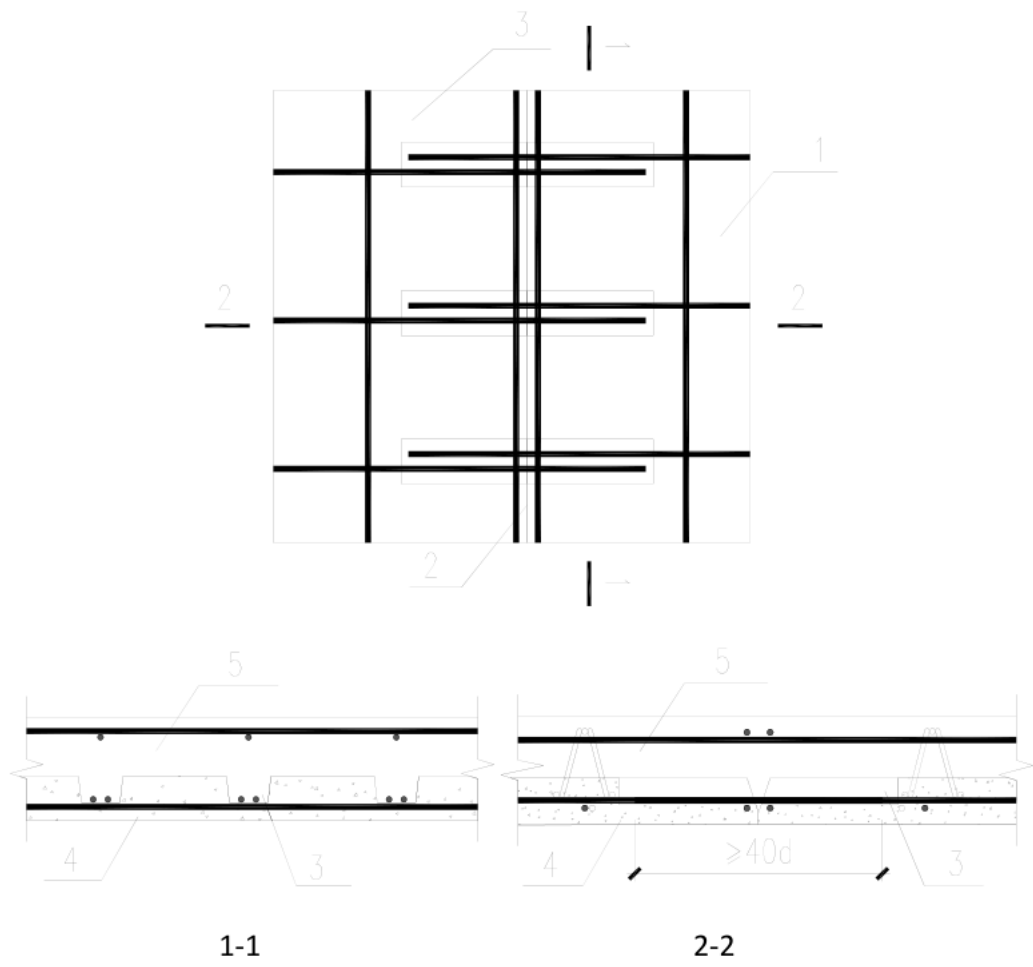
C. 0. 3 预制构件隐蔽工程验收表(资料性附录)

|      |                                       |          |          |
|------|---------------------------------------|----------|----------|
| 工程名称 |                                       | 生产单位     |          |
| 构件名称 |                                       | 建设(监理)单位 |          |
| 构件编号 |                                       | 隐检日期     |          |
| 执行标准 |                                       | 照片编号     |          |
| 项次   | 隐蔽内容                                  | 质量要求     | 生产单位检查记录 |
| 1    | 纵向受力钢筋牌号、规格、数量、位置、间距等                 |          |          |
| 2    | 纵向受力钢筋连接方式、接头位置、接头质量百分率、搭接长度          |          |          |
| 3    | 箍筋、横向钢筋牌号、规格、数量、位置、间距、箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度 |          |          |
| 4    | 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等                   |          |          |

|                                                                          |                        |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|--|
| 5                                                                        | 灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量、位置等    |  |  |
| 6                                                                        | 钢筋的混凝土保护层厚度            |  |  |
| 7                                                                        | 自保温的保温层厚度              |  |  |
| 8                                                                        | 自保温固定件的规格、数量、位置等       |  |  |
| 9                                                                        | 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施等 |  |  |
| 说明（图示、照片、视频资料等可另附页）                                                      |                        |  |  |
| <div>验收结论：</div> <div>构件生产单位（公章）：</div> <div>质检员签字：</div> <div>年月日</div> |                        |  |  |

附录 D 叠合板连接构造

D. 0. 1 双向叠合板板侧的整体式接缝除采用《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的连接方式外，还可采用预留槽口的连接方式，钢筋在槽口内搭接，搭接可采用焊接、绑扎搭接，长度不宜小于 40d；槽口尺寸除满足钢筋搭接长度外，尚需满足生产及施工要求，（见图 D. 0. 1）。（规范性附录）



1-叠合板；2-板间拼缝；3-预留槽口；4-叠合板预制部分；5-叠合板后浇部分

图D.0.1 双向叠合板板侧接缝构造示意图

附录 E 节能计算(规范性附录)

E.1 围护结构二、三维稳态传热软件计算应符合下列规定：

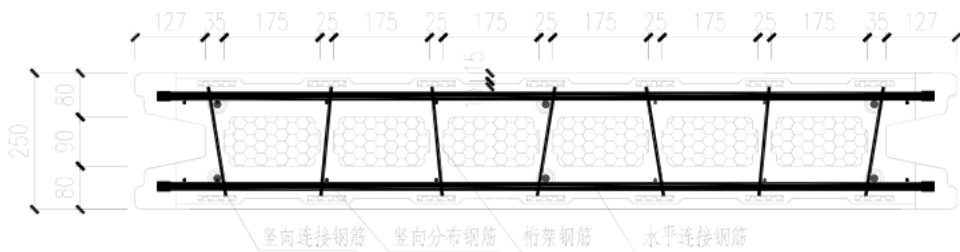
- 1) 计算软件应经过验证，以确保计算的正确性；
- 2) 软件的输入、输出应便于检查，计算结果清晰、直观。
- 3) 边界条件的设置应符合下列规定：

1 外表面：第三类边界条件，冬季室外计算温度应按规定取值，表面换热系数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的规定取值；

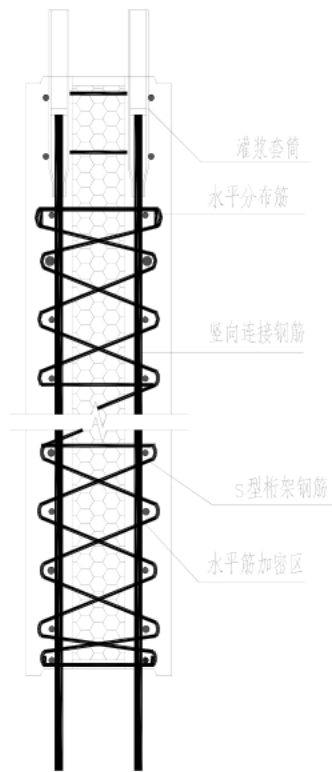
- 2 内表面：第三类边界条件，冬季室内计算温度应按规定取值，表面换热系数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的规定取值；
- 3 其他边界：第二类边界条件，热流密度应取零；
- 4 室内空气相对湿度：冬季应取60%。
- 4) 计算模型的选取应符合下列规定：
  - 1 根据实际情况确定采用二维或三维传热计算；
  - 2 二维传热模型中与热流方向平行的边界面应按对称（或足够远）的原则选取，保证越过界面的热流为零；
  - 3 三维传热模型中与热流方向平行的边界面应按对称（或足够远）的原则选取，保证越过界面的热流为零；
  - 4 型的几何尺寸与材料应与节点构造设计一致；
  - 5 离较小的热桥应合并计算；
  - 6 于立面方向为非匀质结构的三维模型可按照本标准第7.5节的规定进行简化处理。
- 5) 计算参数的选用应符合下列规定：
  - 1 用建筑材料的热物理性能参数应按现行国家标准《民用建筑热工设计标准》GB 50176的规定取值；
  - 2 闭空气间层的热阻应按现行国家标准《民用建筑热工设计标准》GB 50176的规定取值；
  - 3 材料的热物理性能参数有可靠来源时，也可以采用；
- 6) 非匀质围护结构二维稳态传热软件计算宜按本标准第E.2节的规定执行。

E.2 非匀质复合围护结构的热阻计算

E.2.1 非匀质自保温结构墙体结构图如图 E.2.1 所示。



(a) 横截面二维平面图



(b) 纵截面二维平面图

图E. 2. 1 非匀质自保温结构墙体结构图

E. 2. 2 非匀质围护结构二维稳态传热软件计算处理步骤：

- 1) 进行模型简化；
- 2) 材料设置；
- 3) 边界条件设置；
- 4) 软件计算；
- 5) 围护结构整体平均传热系数计算。

E. 2. 3 非匀质围护结构模型简化：

1) 立面方向为非匀质结构的三维模型宜进行简化处理：图E. 2. 1为钢筋横向穿越墙体的模型，宜简化为钢筋与外墙立面垂直敷设，则模型立面方向上简化为二维平面为钢筋线性横向穿越墙体部分和二维平面为钢筋线性横向未穿越墙体部分，再分别选取钢筋线性横向穿越墙体典型单元模型和钢筋线性横向未穿越墙体典型单元模型；

2) 钢筋线性横向穿越墙体典型单元模型，应选取最不利二维横截面进行计算，钢筋横截面简化为矩形（宽度为钢筋直径，长度为钢筋在横截面的投影长度），并按照图E. 2. 3 a选取计算模型；

3) 钢筋线性横向未穿越墙体典型单元模型，应按照图E. 2. 3 b选取计算模型；

4) 墙板构件内填充的保温芯孔呈不规则图形，宜简化为矩形。

5) 简化模型处理完成后应进行网格划分。

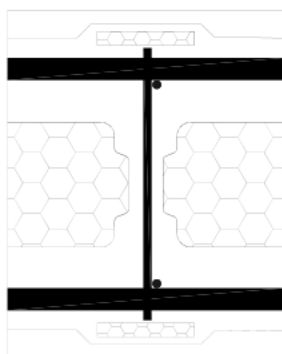
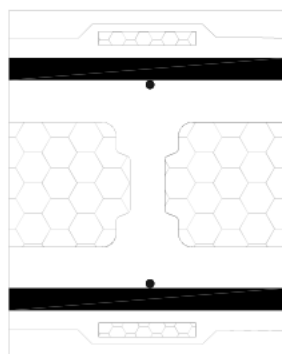


图 E. 2. 3 a 钢筋线性横向图



E. 2. 3 b 钢筋线性横向

**E. 2. 4 非匀质围护结构二维模型材料设置：**

- 1) 墙体构件中混凝土与热流平行方向上的钢筋混合区域可作为匀质结构，当作钢筋混凝土材料处理；
- 2) 横向穿越墙体的钢筋按钢筋材料取值；
- 3) 保温材料按保温材料类型取值，并乘以相应修正系数；取值应符合本标准第E. 1条的规定；

**E. 2. 5 非匀质围护结构二维模型边界条件设置：**

- 1) 与室外空气相接触壁面设置为第三类边界条件——外部边界条件，取值应符合本标准第E. 1条的规定；
- 2) 与室内空气相接触壁面设置为第三类边界条件——内部边界条件，取值应符合本标准第E. 1条的规定；
- 3) 典型单元与热流方向平行的边界面，为对称壁面，应设置为第二类边界条件，热流密度为零；
- 4) 进行结露验算时，室内空气相对湿度应符合本标准第E. 4条的规定。

**E. 2. 6 非匀质围护结构二维稳态传热软件计算：**

- 1) 设置合适的软件迭代步数和收敛残差；
- 2) 分别计算钢筋线性横向穿越墙体典型单元二维模型和钢筋线性横向未穿越墙体典型单元二维模型的传热系数。

**E. 2. 7 非匀质围护结构整体平均传热系数计算：**

根据软件计算得到的两种二维模型的传热系数，在立面方向上进行加权平均得到墙体整体平均传热系数。

**E. 2. 8 非匀质围护结构结露验算：**

进行结露验算时，要确保钢筋线性横向穿越墙体典型单元模型热桥部位内表面温度高于室内空气露点温度。

**E. 2. 9 非匀质围护结构二、三维稳态传热计算宜参照本标准所述方法进行计算。****E. 3 典型墙板结构热工计算****E. 3. 1 承重墙板热工与结露计算**

承重自保温结构墙体典型单元构造如图E. 2. 1-a所示。该自保温剪力墙俯视截面呈一字型，墙板厚度为250mm，Ø6钢筋线性横向穿越墙体，墙板构件内芯孔填充有聚氨酯保温材料，厚度为90mm, 宽度175mm，间隔25mm；热桥部位两侧敷设小块聚氨酯保温材料，厚度为10mm。

E. 3. 2 承重墙板模型简化

按照本标准第E. 2. 3条对承重自保温结构墙体典型单元（图E. 2. 3）进行模型简化，Ø6钢筋线性横向穿越墙体在横向截面图中与外墙立面并非垂直敷设，简化为Ø6钢筋与外墙立面垂直敷设，Ø6钢筋简化为6×6mm的正方形钢筋，得到钢筋线性横向穿越承重墙体典型单元模型（图E. 2. 3 a）和钢筋线性横向未穿越承重墙体典型单元模型（图E. 2. 3 b）；则纵截面可简化为每100mm高度范围内钢筋线性横向穿越承重墙体部分为6mm，钢筋线性横向未穿越承重墙体部分为94mm。

E. 3. 3 承重墙板模型材料设置

按本标准第E. 2. 3条的规定对承重自保温结构墙体典型单元各材料取值，计算用材料导热系数按现行国家标准《民用建筑热工设计标准》GB 50176附录E中表E. 1取值，修正系数按现行国家标准《民用建筑热工设计标准》GB 50176附录B中表E. 2取值。计算用材料热工性能参数取值如表E. 3. 3所示。

表 E. 3. 3 承重墙板模型材料热工性能参数

| 名称    | 导热系数<br>W/(m·k) | 修正系数 | 修正后导热系数<br>W/(m·k) |
|-------|-----------------|------|--------------------|
| 钢筋混凝土 | 1. 74           | 1    | 1. 74              |
| 聚氨酯   | 0. 024          | 1. 1 | 0. 0264            |
| 钢筋    | 58              | 1    | 58                 |

E. 3. 4 承重墙板模型边界条件设置

- 1) 边界条件设置参数按照本标准第E. 2. 5条的规定取值；
- 2) 室外壁面设置第三类边界条件，室外壁面传热系数为23W/(m<sup>2</sup>·K)，室外计算温度0. 5℃（以上海地区为例）；
- 3) 室内壁面设置第三类边界条件，室内壁面传热系数为8. 7W/(m<sup>2</sup>·K)，室内计算温度18℃，室内相对湿度60%、露点温度10. 15℃；
- 4) 典型单元两侧壁面为对称壁面，设置第二类边界条件，热流密度为零。

E. 3. 5 承重墙板模型二维稳态传热软件设置

- 1) 采用符合本标准规定的计算软件；
- 2) 按照本标准第E. 2. 6条的规定分别计算钢筋线性横向穿越承重墙体典型单元模型和钢筋线性横向未穿越承重墙体典型单元模型；分别得到墙体传热计算结果如图F. 3. 5 a（传热系数为3. 18 W/(m<sup>2</sup>·K)）和图E. 3. 5 b所示（传热系数为0. 53 W/(m<sup>2</sup>·K)）。

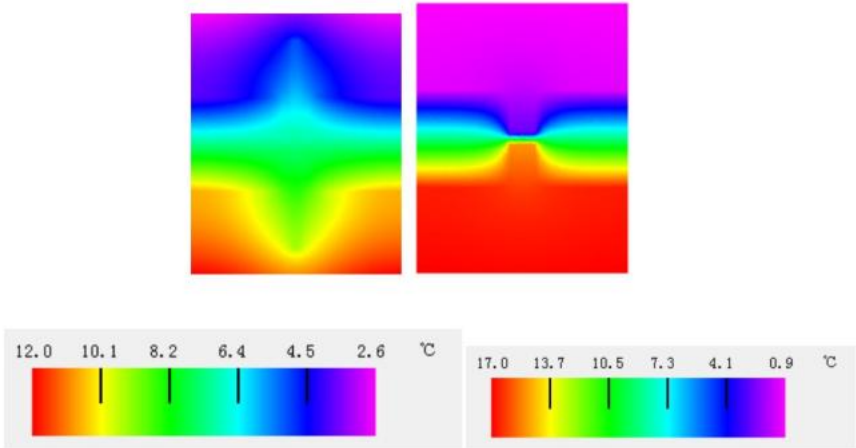


图 E. 3. 5a 钢筋线性横向穿越图 E. 3. 5b 钢筋线性横向未穿越  
承重墙体部分热工模拟图 承重墙体部分热工模拟图

E. 3. 6 承重墙板模型整体平均传热系数计算

按本标准第E. 2. 7条的规定得到承重墙板模型整体平均传热系数计算结果，计算过程如表E. 3. 6所示。

表 E. 3. 6 承重墙板模型整体平均传热系数计算

| 模型            | 传热系数<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) | 纵向高度<br>mm | 纵向比例<br>% |
|---------------|-------------------------------|------------|-----------|
| 钢筋线性横向穿越承重墙体  | 3. 18                         | 6          | 6         |
| 钢筋线性横向未穿越承重墙体 | 0. 56                         | 94         | 94        |
| 承重墙板模型        | 0. 7172                       | 100        | 100       |

表中，承重墙体模型传热系数=钢筋线性横向穿越承重墙体传热系数\*钢筋线性横向穿越承重墙体纵向比例+钢筋线性横向未穿越承重墙体传热系数\*钢筋线性横向未穿越承重墙体纵向比例。

E. 4 表面结露验算

E. 4. 1 冬季室外计算温度  $t_e$  低于 0. 9℃时，应对围护结构进行内表面结露验算。

E. 4. 2 围护结构平壁部分的内表面温度应按下式计算：

$$\theta_i = t_i - \frac{R_i}{R_0}(t_i - t_e) \quad (6.5.2)$$

式中：  $\theta_i$ —围护结构平壁的内表面温度（℃）；

$R_0$ —围护结构平壁的传热阻（m<sup>2</sup>·K/W

$R_i$ —内表面换热阻（m<sup>2</sup>·K/W

$t_i$ —室内计算温度（℃）；

$t_e$ —室外计算温度 (°C)。

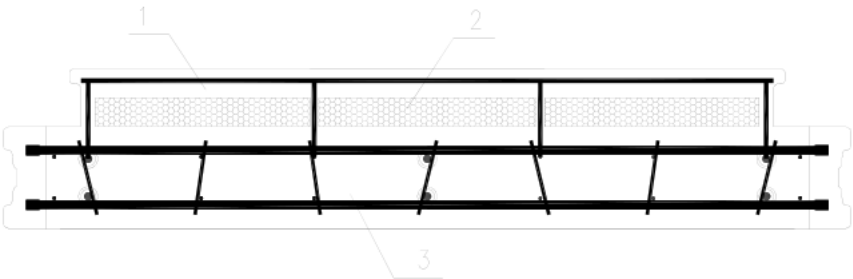
E. 4. 3 围护结构热桥部分的内表面温度应采用符合本标准规定的软件计算得到。

E. 4. 4 当围护结构内表面温度低于空气露点温度时，应采取保温措施，并应重新复核围护结构内表面温度。

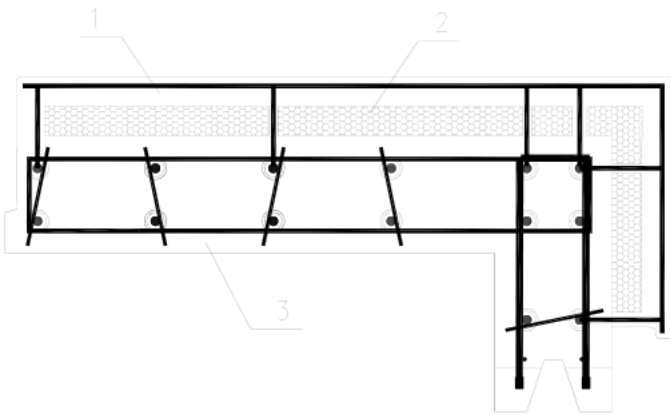
附录 F 实心自保温墙板(规范性附录)

**F.0.1** 实心自保温墙板由内叶墙板、保温层及实心墙板三部分整体预制而成 (图 F.0.1); 墙板构造应满足下列要求:

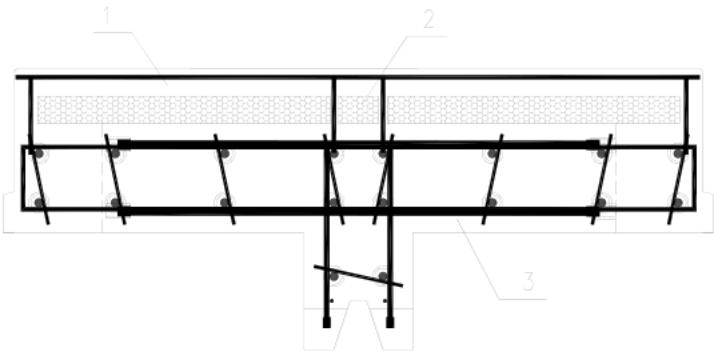
- 1) 外叶板厚度不应小于 50mm, 且外叶墙板与实心墙板可靠连接;
- 2) 保温层厚度不宜大于 120mm;
- 3) 当作为非承重墙时, 墙板配筋满足构造即可, 混凝土等级不低于 C30, 墙板需与主体结构可靠连接, 水平连接筋直径由计算确定, 间距不大于 600mm, 当水平筋可靠连接时, 竖向钢筋与主体结构宜柔性连接。



(a) 一字型实心自保温墙板



(b) L 型实心自保温墙板

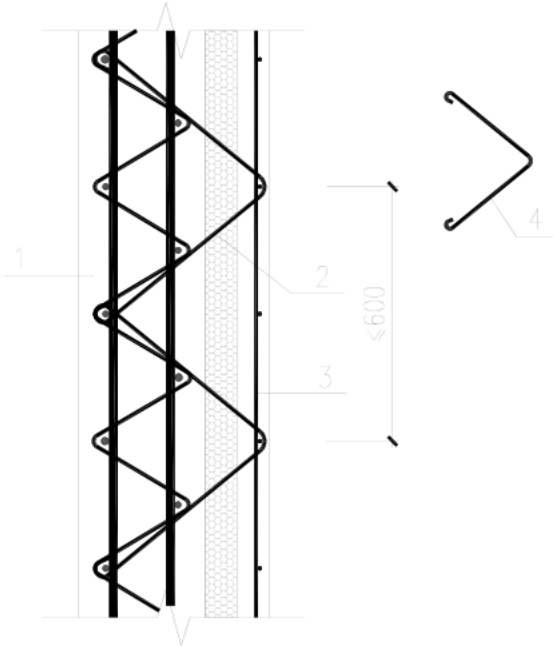


(c) T 型实心自保温墙板

1-外叶墙板；2-保温层；3 实心墙板

图F.0.1实心自保温墙板构造示意

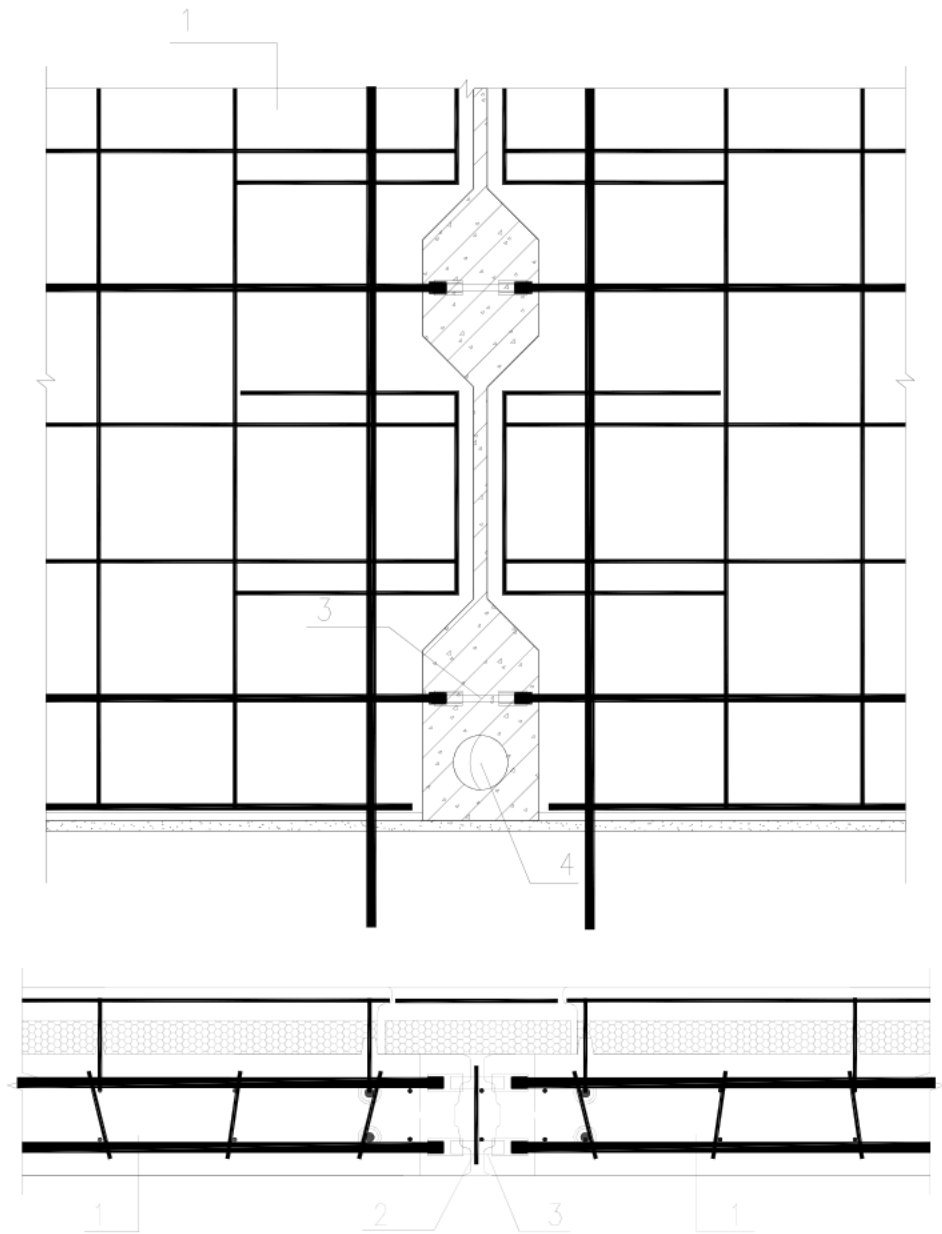
**F.0.2** 外叶墙板与实心墙板可选用 v 形拉结件进行拉结，拉结件应选用不锈钢或 FRP 等符合要求的材料。直径不宜小于 6mm，间距根据计算确定；如图 F.0.2；当外叶板承受装饰等荷载时，拉结筋需经结构计算确定；



1-外叶墙板；2-v 形拉结件；3-内叶墙板；4-v 形拉结件示意

图F.0.2内外叶墙板拉结构造示意

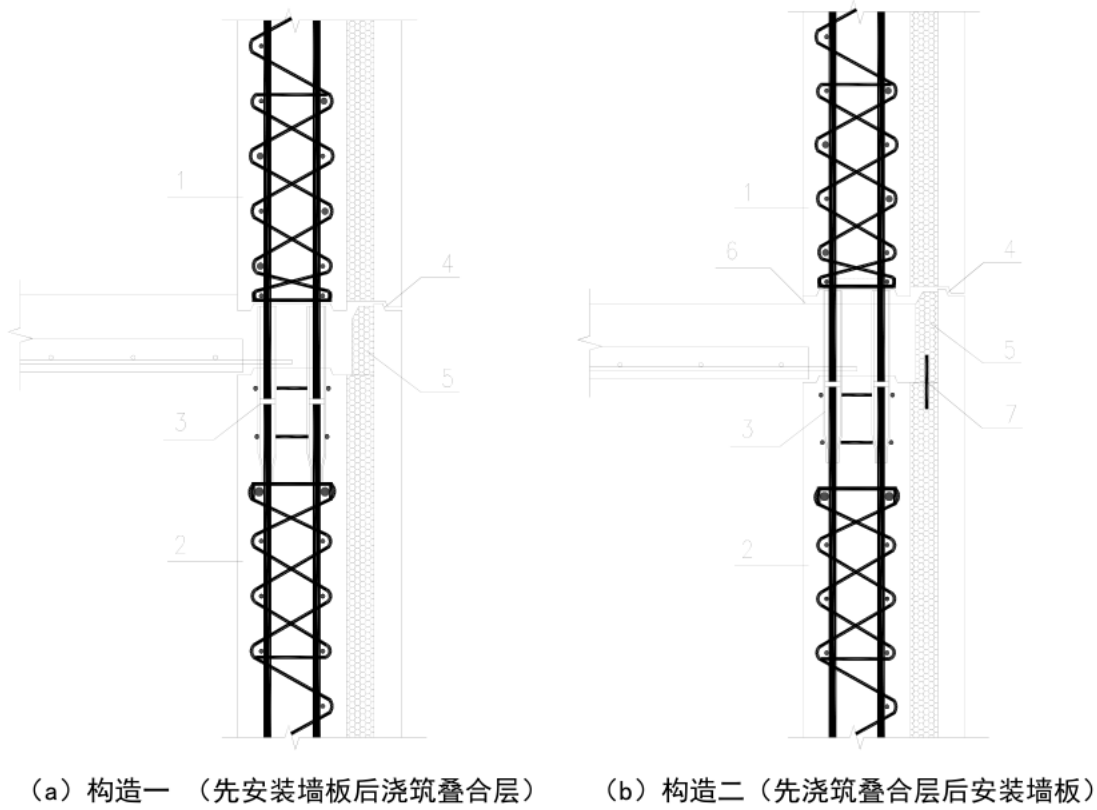
**F.0.3** 实心自保温墙板水平钢筋连接宜采用双节机械套筒连接（如图 F.0.3）；缝内构造钢筋根据本规程 9.3.6 条要求进行设置。



1-实心自保温墙板；2-拼缝内构造钢筋；3 双节机械套筒连接；4-注浆孔

图F.0.3 实心自保温墙板水平拼接示意

**F.0.4** 实心自保温墙板的竖向钢筋连接宜采用灌浆套筒连接，竖向拼接相关要求与自保温墙板拼接要求一致；如图 F.0.4；

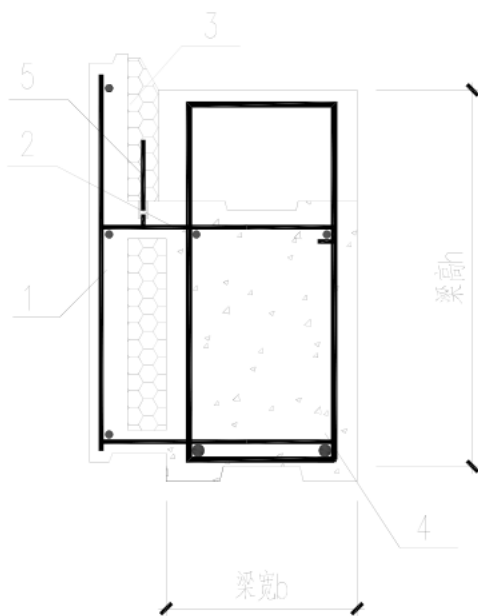


- 1-上层预制实心自保温墙板；2-下层预制实心自保温墙板；3-灌浆套筒连接；  
4-外叶板水平拼缝；5-成品保块；6-内叶墙板水平拼缝；7-成品保温块固定件  $\Phi 6$  钢筋

图F.0.4 实心自保温墙板竖向拼接示意

**F.0.5** 实心自保温墙板与后浇结合面应设置粗糙面；粗糙面凹凸深度不小于6mm；也可设置键槽，键槽深度 $t$ 不宜小于20mm，宽度 $w$ 不宜小于深度的3倍且不宜大于大于深度的10倍；键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面不宜大于 $30^\circ$ 。

**F.0.6** 预制连梁可采用实心自保温连梁，外叶板及保温层与实心部分整体预制；连梁计算只考虑实心部分，外叶墙板通过可靠连接作为荷载附着在实心连梁上；连接钢筋应选用热镀锌或不锈钢，直径不宜小于 6mm，间距不大于 600mm；（图 F.0.6）



1-外叶板；2-拉结钢筋；3-成品保温块；4-连梁纵向钢筋；5-成品保温块固定件  $\Phi 6$  钢筋

图 F.0.6 实心自保温连梁构造示意