



T/CECS 579-2019

中国工程建设标准化协会标准

装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构 技术规程

Technical specification for precast monolithic welded steel mesh
composite concrete structure

中国建筑工业出版社

中国工程建设标准化协会标准

装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构 技术规程

Technical specification for precast monolithic welded steel mesh
composite concrete structure

T/CECS 579-2019

中国建筑工业出版社

2019 北京

中国工程建设标准化协会

公告

第 413 号

关于发布《装配整体式钢筋焊接网叠合 混凝土结构技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2018 年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2018〕030 号）的要求，由三一筑工科技有限公司、建研科技股份有限公司等单位编制的《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》，经本协会混凝土结构专业委员会组织审查，现批准发布，编号为 T/CECS 579-2019，自 2019 年 6 月 1 日起施行。

二〇一九年二月二十二日



前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2018年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2018]030号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分11章和1个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、结构设计、叠合剪力墙结构设计、叠合框架结构设计、叠合框架-剪力墙结构设计、预制构件数字化设计、构件制作与运输、施工与验收。

本规程某些内容可能涉及装配式建筑结构体系2018110899290、预制剪力墙体及预制剪力墙体生产方法2018110899286、预制三明治墙体及预制三明治墙体生产方法2018110899271、框架结构体系2018107382429、预制柱壳、柱体和框架结构体系2018210740561、预制梁壳、梁体和框架结构体系2018210740684相关专利及核心技术，涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与本规程主编单位协商处理，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理，由三一筑工科技有限公司负责解释。执行本规程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：北京市昌平区北清路8号，邮政编码：102200）。

主 编 单 位：三一筑工科技有限公司
建研科技股份有限公司

参 编 单 位：中国建筑设计研究院有限公司
湖南三一快而居住宅工业有限公司
沈阳三一建筑设计研究有限公司
三一城建住工（禹城）有限公司
北京建筑大学

主 要 起 草 人：马云飞 田春雨 张 猛 马荣全
陈 光 徐 鑫 霍文营 李 然
孙海宾 陈 明 马 钊 王景龙
杨 逸 吴文根 曹计栓 余金宝
黄 勃 初明进 沈拥军

主 要 审 查 人 ： 娄 宇 王四清 苗启松 蒋世林
李新华 刘 明 许清风 张显来
车大桥

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	预制构件设计.....	10
5.3	叠合楼盖设计.....	11
5.4	地下室叠合外墙设计.....	14
6	叠合剪力墙结构设计.....	18
6.1	一般规定.....	18
6.2	构件设计.....	19
6.3	连接设计.....	22
6.4	多层叠合剪力墙结构设计.....	38
7	叠合框架结构设计.....	43
7.1	构件设计.....	43
7.2	连接设计.....	45
8	叠合框架-剪力墙结构设计.....	50
9	预制构件数字化设计.....	53
9.1	一般规定.....	53
9.2	设计要求.....	53
10	构件制作与运输.....	54
10.1	一般规定.....	54
10.2	设备与模具.....	54
10.3	钢筋加工与预埋件.....	57

10.4	成型、养护及脱模.....	60
10.5	预制构件检验.....	61
10.6	堆放与运输.....	64
11	施工与验收.....	66
11.1	一般规定.....	66
11.2	施工准备.....	66
11.3	构件安装与连接.....	66
11.4	质量验收.....	69
附录 A	预应力空心叠合板构造.....	71
	本规程用词说明.....	76
	引用标准名录.....	77
附：	条文说明.....	79

Contents

1	General.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
	2.1 Terms.....	2
	2.2 Symbols.....	3
3	Basic Requirements	5
4	Materials	6
5	Structural Design	8
	5.1 General Requirements.....	8
	5.2 Component Design.....	10
	5.3 Composite Slab Design.....	11
	5.4 Composite Retaining Wall Design	14
6	Composite Shear Wall Structure Design.....	18
	6.1 General Requirements.....	18
	6.2 Component Design.....	19
	6.3 Connection Design.....	22
	6.4 Multi-storey Composite Shear Wall Structural Design.....	38
7	Composite Frame Structure Design	43
	7.1 Component Design.....	43
	7.2 Connection Design.....	45
8	Design of Composite Frame-Shear Wall Structure	50
9	Prefabricated Components Digital Design.....	53
	9.1 General Requirements.....	53
	9.2 Design requirements	53
10	Manufacturing and Transportation.....	54
	10.1 General Requirements.....	54
	10.2 Equipment and Mould.....	54

10.3	Steel Processing and Embedded Parts	57
10.4	Forming、Curing and Demoulding	60
10.5	Prefabricated Component Inspection	61
10.6	Storage and Transportation	64
11	Construction and Quality Acceptance	66
11.1	General Requirements	66
11.2	Construction Preparation	66
11.3	Component Installation and Connection	66
11.4	Quality Acceptance	69
Appendix A	Construction of Prestressed Composite Slab	71
	Explanation of Wording in This Specification	76
	List of Quoted Standards	77
	Addition: Explanation of Provisions	79

1 总则

1.0.1 为规范和促进装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构的推广应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、方便施工、确保质量，制定本规程。

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

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

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构 monolithic precast concrete composite structure

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

2.1.2 装配整体式叠合剪力墙结构 monolithic precast composite shear wall structure

全部或部分采用叠合剪力墙的装配整体式混凝土剪力墙结构。简称叠合剪力墙结构。

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

全部或部分采用叠合柱的装配整体式混凝土框架结构，简称叠合框架结构。

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

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

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

由现浇核心筒与外围的叠合框架组成的筒体结构。简称叠合框架-现浇核心筒结构。

2.1.6 预制空心墙构件 precast hollow wall panel

由成型钢筋笼及两侧预制墙板组成，中间为空腔的预制构件。

2.1.7 预制夹心保温空心墙构件 sandwich insulation precast hollow wall panel

由成型钢筋笼及两侧预制墙板组成，中间空腔包含保温层，通过拉结件将内、外叶板可靠连接的预制构件。

2.1.8 叠合剪力墙 composite shear wall

预制空心墙构件现场安装就位后，在空腔内浇筑混凝土，通过必要的构造措施，使现浇混凝土与预制构件形成整体，共同承受竖向和水平作用的叠合构件。其中采用预制夹心保温空心墙构件的叠合剪力墙称为夹心保温叠合剪力墙。

2.1.9 预制空心柱构件 precast hollow column

由成型钢筋笼与混凝土一体制作而成的中空预制构件。

2.1.10 叠合柱 composite column

预制空心柱构件现场安装就位后，在空腔内浇筑混凝土，并通过必要的构造措施，使现浇混凝土与预制构件形成整体，共同承受竖向和水平作用的叠合构件。

2.1.11 叠合梁 composite beam

由成型钢筋笼与混凝土一体制作而成，在现场后浇混凝土形成整体，包括矩形叠合梁、U形叠合梁及双皮叠合梁。

2.1.12 地下室叠合外墙 composite retaining wall

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

2.1.13 成型钢筋笼 welded steel cage

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

2.1.14 钢筋焊接网 welded steel fabric

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

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

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

2.2 符号

c ——保护层厚度；

K_c ——安全系数；

l_{ab} ——纵向受拉钢筋的基本锚固长度；

l_a ——纵向受拉钢筋的锚固长度；

l_{aE} ——抗震设计时纵向受拉钢筋的锚固长度；

S ——承载能力极限状态下作用组合效应设计值；

S_d ——基本组合的效应设计值；

S_c ——各工况荷载标准组合作用下的效应值；

R_c ——根据试验确定的连接件在短暂设计状况下的承载力；

R_d ——连接件承载力设计值；

R ——根据试验确定的连接件在持久设计状况下的承载力。

3 基本规定

- 3.0.1** 在叠合结构的建筑方案设计阶段，应采用系统集成的方法，协调建设、设计、制作、施工各方之间的关系，并应加强建筑、结构、设备、装修等专业之间的配合。
- 3.0.2** 叠合结构建筑宜采用建筑信息模型技术，进行全专业、全过程的信息化管理。
- 3.0.3** 预制构件深化设计成果宜以数字化方式体现，构件加工图设计成果的信息输出宜实现与工厂自动化生产线的数字对接，同时应满足建筑、结构和机电设备等各专业以及构件制作、运输、安装等各环节的综合要求。
- 3.0.4** 应用叠合剪力墙的建筑外墙可采用保温及外装饰一体化成型构件，其性能及外观应满足建筑设计要求。

4 材料

- 4.0.1** 混凝土、钢筋、钢材的力学性能指标及耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。
- 4.0.2** 钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。梁、柱纵向受力钢筋应选用不低于 400MPa 级的热轧钢筋；墙钢筋宜选用不低于 400MPa 级的热轧钢筋；板钢筋宜采用不低于 400MPa 级的热轧钢筋，也可采用 CRB550 及 CRB600H 冷轧带肋钢筋，其性能应满足现行行业标准《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 的有关要求。
- 4.0.3** 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。
- 4.0.4** 钢筋焊接网的焊接质量要求除应符合本规程规定外，尚应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。
- 4.0.5** 预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；钢筋锚固板材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的有关规定。
- 4.0.6** 钢筋机械接头性能应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关要求。
- 4.0.7** 成品预埋件的性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。
- 4.0.8** 叠合剪力墙、地下室叠合外墙、叠合柱、叠合梁、叠合楼板的预制部分及其他预制构件的混凝土强度等级不应低于 C30，竖向叠合构件后浇混凝土的强度等级不宜低于 C30，且不宜高于 C50。水平叠合构件后浇混凝土强度等级不应低于 C25。
- 4.0.9** 当预制空心墙构件的空腔宽度小于 150mm 时，后浇混凝土宜采用自密实混凝土，也可采用普通混凝土，自密实混凝土应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的有关规定；当采用普通混凝土时，混凝土粗骨料最大粒径不应大于空腔厚度的 1/4 和钢筋最小净间距的 3/4，且不宜大于 20mm，并宜通过现场的工艺试验确定混凝土工作性能要求及施工方法。
- 4.0.10** 夹心保温叠合剪力墙中宜采用不锈钢拉结件。一类和二类环境中，不锈

钢钢材可采用统一数字代号为 S316XX 或 S304XX 系列的奥氏体型不锈钢,三类、四类及五类环境中宜采用 S316XX 系列的奥氏体型不锈钢,并应符合现行国家标准《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工棒》GB/T 4226、《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 的有关规定。

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

4.0.12 外墙接缝密封胶应符合现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881 的有关规定,宜选用低模量弹性密封胶,位移能力不宜低于 20 级。

4.0.13 外墙接缝密封胶的背衬材料可采用直径为缝宽 1.3 倍~1.5 倍的发泡闭孔聚乙烯棒或发泡氯丁橡胶棒;当采用发泡闭孔聚乙烯棒时,其密度不宜大于 37kg/m^3 。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 叠合结构房屋的最大适用高度应满足表 5.1.1 的要求。

表 5.1.1 叠合结构房屋的最大适用高度 (m)

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

注：房屋高度指室外地面到主要屋面的高度，不包括局部突出屋顶的部分。

5.1.2 叠合剪力墙结构房屋最大适用高度应满足本规程第 5.1.1 条的要求，当抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度 (0.20g)、8 度 (0.30g) 且对应房屋高度超过 100m、90m、70m、60m 时，应符合下列规定：

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

2 房屋高宽比在设防烈度为 6 度时，不宜超过 6；7 度时不宜超过 5；8 度时不宜超过 4；当超过时，叠合剪力墙水平接缝处受剪、压弯及拉弯承载力应满足中震不屈服要求；

3 叠合剪力墙墙肢轴压比限值应比现浇结构中相同抗震等级的墙肢降低 0.1；

4 当叠合剪力墙房屋高度超过 100m 时，应按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定进行结构抗震性能化设计。

5.1.3 叠合结构的平面布置、竖向布置及高宽比要求应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

5.1.4 叠合结构的抗震设计，应根据设防分类、烈度、结构类型和房屋高度采

用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。标准设防类建筑叠合结构的抗震等级，应符合表 5.1.4 的规定。其他抗震设防分类及建筑场地为 I、III、IV 类时，抗震等级尚应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

表 5.1.4 标准设防类建筑叠合结构的抗震等级

结构类型		设防烈度							
		6 度		7 度			8 度		
叠合框架结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24
	框架	四	三	三	二	二	一		
	大跨度框架	三		二			一		
叠合剪力墙结构	高度 (m)	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一
叠合框架-剪力墙结构	高度 (m)	≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60
	框架	四	三	四	三	二	三	二	一
	剪力墙	三		三	二		二	一	
叠合框架-现浇核心筒结构	框架	三		二			一		
	核心筒	二		二			一		

注：大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

5.1.5 符合本规程要求的叠合结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。

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

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

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

5.2 预制构件设计

5.2.1 预制构件在生产、运输、吊装、施工等短暂设计状况下的承载力及裂缝验算应符合国家现行标准《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。

5.2.2 叠合构件的保护层厚度应取钢筋网片外边缘至构件表面最小距离[图 5.2.2]，保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

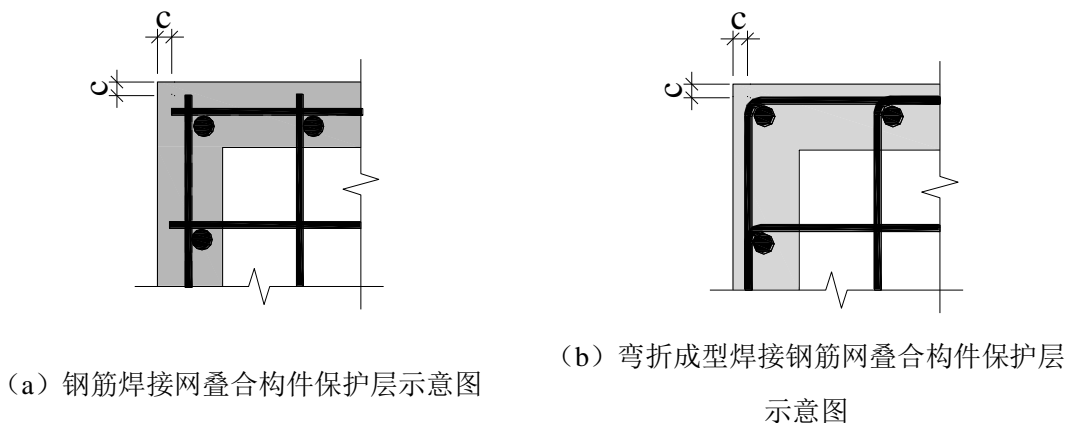


图 5.2.2 叠合构件保护层厚度示意图

c-保护层厚度

5.2.3 钢筋焊接网的焊接连接应符合下列规定：

- 1 网片中钢筋对接焊接时，连接节点应满足等强要求；
- 2 用于叠合梁箍筋的焊接网片，上下端采用钢筋垂直焊接连接时，连接点应满足等强要求[图 5.2.3(a)]；
- 3 用于叠合柱箍筋的焊接网片，外围采用钢筋垂直焊接连接时，连接点应满足等强要求[图 5.2.3(b)]；
- 4 兼做墙体约束边缘构件的焊接网片，约束边缘构件范围内的钢筋垂直焊接连接，连接点应满足等强要求[图 5.2.3(c)]；
- 5 兼做墙体构造边缘构件的焊接网片，靠近墙肢端部角点处钢筋的垂直焊接连接，连接点应满足等强要求[图 5.2.3(d)]；

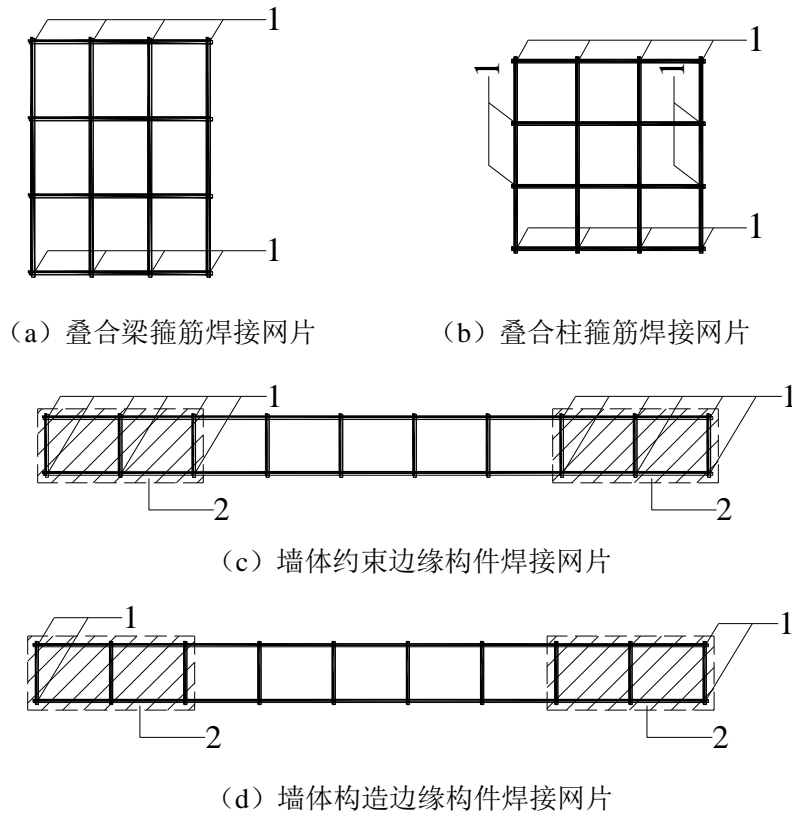


图 5.2.3 焊接网片需采用等强连接的位置

1—采用等强连接的焊点；2—边缘构件范围

5.2.4 成型钢筋笼应具有一定刚度，并应在预制构件内可靠锚固。

5.2.5 成型钢筋笼应符合下列规定：

- 1 成型钢筋笼中的钢筋焊接网片应位于最外侧；
- 2 梯子形网片的间距宜取 100mm 的整倍数，局部可采用 50mm 的整倍数。

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

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

5.3 叠合楼盖设计

5.3.1 叠合结构宜采用叠合楼盖。叠合板的预制板可采用桁架钢筋混凝土预制板、预应力混凝土预制板、空心混凝土预制板等形式。

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

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

2 跨度大于 3m 的叠合板，宜采用桁架钢筋混凝土预制板；

3 跨度大于 6m 的叠合板，宜采用预应力混凝土预制板；

4 板厚大于 180mm 的叠合板，宜采用空心混凝土预制板。

5.3.3 桁架钢筋混凝土叠合板的构造应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。

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

5.3.5 当采用预应力空心楼板时，其构造应满足本规程附录 A 的要求。

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

1 矩形叠合梁[图 5.3.6(a)]截面宽度不宜小于 200mm，截面总高度不宜小于 400mm，预制部分高度不宜小于 200mm；预制部分与后浇部分之间的结合面应设置粗糙面，粗糙面凹凸深度不宜小于 4mm。

2 凹口叠合梁[图 5.3.6(b)]截面宽度不宜小于 200mm，截面总高度不宜小于 400mm，预制部分高度不宜小于 200mm；凹口深度不宜小于 50mm，凹口边厚度不宜小于 60mm。

3 U 形叠合梁[图 5.3.6(c)]截面宽度不宜小于 300mm，预制部分厚度不宜小于 50mm。

4 双皮叠合梁[图 5.3.6(d)]截面宽度不宜小于 200mm，预制部分厚度不宜小于 50mm。

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

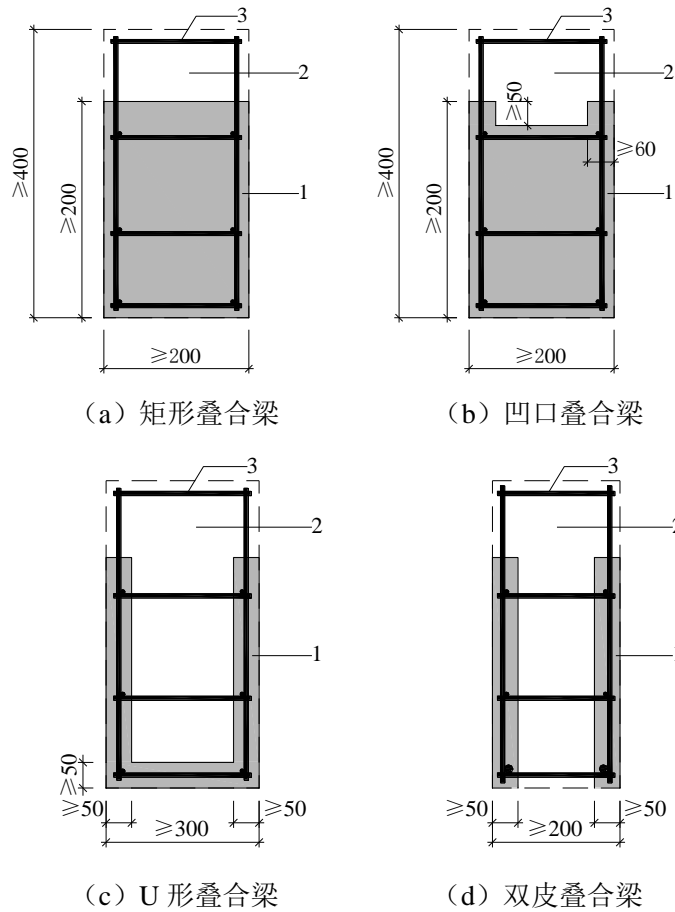


图 5.3.6 叠合梁截面示意图

1—预制部分；2—后浇部分；3—成型钢筋笼

5.3.7 叠合梁开洞时，洞口宜设置于梁跨中 1/3 区段，洞口高度不应大于 1/3 梁高，洞口上边距叠合梁预制部分顶面不宜小于 50mm，洞口上、下边距叠合梁顶、梁底不宜小于 200mm；开洞较大时应进行施工阶段及使用阶段承载力及裂缝验算；梁上洞口周边应配置附加纵向钢筋和附加箍筋[图 5.3.7]，并应符合计算及构造要求。

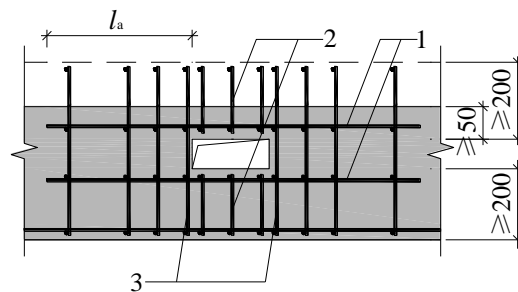


图 5.3.7 叠合梁洞口周边配筋构造示意

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

5.4 地下室叠合外墙设计

5.4.1 地下室叠合外墙仅适用于上部无剪力墙的地下室外墙。

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

5.4.3 地下室叠合外墙设计应符合下列规定：

1 地下室叠合外墙总厚度 b_w 不应小于 250mm，不宜小于 300mm。每侧预制墙板厚度均不宜小于 60mm，后浇筑混凝土空腔厚度不宜小于 120mm[图 5.4.3]；预制墙板内壁应设置深度不小于 4mm 的粗糙面。

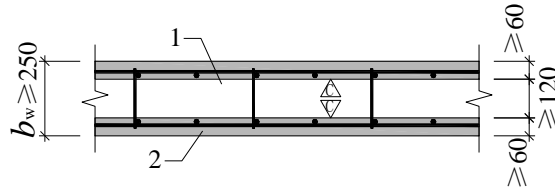


图 5.4.3 叠合地下室外墙平面图

1—空腔部分；2—预制部分；c—粗糙面

2 地下室叠合外墙混凝土强度、配合比、抗渗等级及保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

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

4 地下室叠合外墙墙体拉结筋间距不宜大于 400mm，直径不应小于 6mm。

5 地下室叠合外墙墙体水平钢筋宜放置在墙体竖向钢筋外侧。

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

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

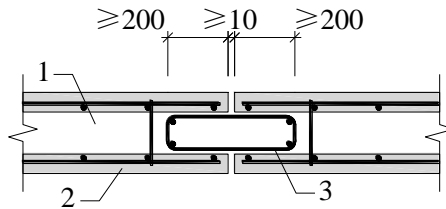
5.4.6 地下室叠合外墙预制墙板拼缝宽度不宜小于 10mm；在外墙一字形连接处[图 5.4.6(a)]或 L 形连接处[图 5.4.6(b)]，空腔内应设置附加成型钢筋笼（图 5.4.6），且应符合下列规定：

1 附加成型钢筋笼伸入每侧墙板构件空腔内尺寸不应小于 200mm；

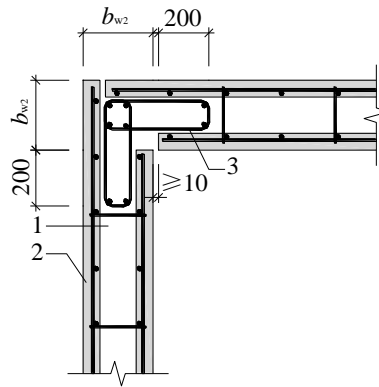
2 外墙一字形连接处设置的附加成型钢筋笼竖向钢筋不应少于 4Φ10，L 形

连接处的附加成型钢筋笼竖向钢筋不应少于 $8\Phi 10$ ；成型钢筋笼水平钢筋直径不应小于 8mm ，沿竖向最大间距不应大于 200mm ；

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



(a) 外墙一字形连接



(b) 外墙 L 形连接

图 5.4.6 叠合地下室外墙竖向拼缝构造示意

1—空腔部分；2—预制部分；3—附加定型钢筋笼

5.4.7 地下室叠合外墙与基础水平接缝处，基础底板宜预留竖向受拉钢筋[图 5.4.7(a)]或预制墙板临土侧竖向钢筋弯折进入基础[图 5.4.7(b)]，并应符合下列规定：

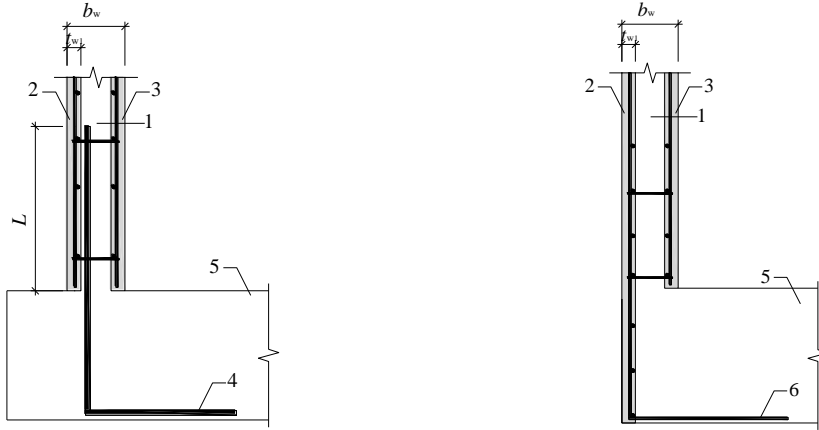
1 预制墙体底部接缝应进行受弯承载力计算及裂缝宽度验算，并应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关要求。

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

$$c = t_{w1} + 5 \quad (5.4.7)$$

式中： t_{w1} ——地下室叠合外墙临土侧预制墙板厚度（mm）

3 预留钢筋与预制墙板内壁间净距不应大于 5mm。



(a) 基础底板预留竖向受拉钢筋

(b) 预制墙板临土侧竖向钢筋弯折进入基础

图 5.4.7 地下室叠合外墙与基础连接节点示意

1—空腔部分；2—临土侧预制部分；3—非临土侧预制部分；4—预留受拉钢筋；

5—基础；6—预制墙板外伸钢筋

5.4.8 地下室叠合外墙上下层宜采用相同的截面厚度，也可采用不同的截面厚度 [图 5.4.8]，并应符合下列规定：

1 墙体接缝应进行受弯承载力计算及裂缝宽度验算，支座处临土侧钢筋保护层厚度应按本规程式 (5.4.7) 计算；

2 临土侧受拉钢筋直径、间距及伸入预制墙板空腔内长度 L 应根据计算确定；

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

4 连接钢筋与预制墙板内壁间净距不应大于 5mm。

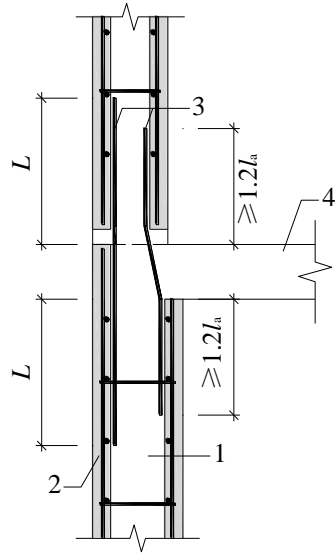


图 5.4.8 地下室叠合外墙变截面处连接节点示意图
 1—空腔部分；2—预制部分；3—连接钢筋；4—楼板

6 叠合剪力墙结构设计

6.1 一般规定

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

1 平面布置宜简单、规则，不应采用仅单向有墙的结构布置；

2 宜自下到上连续布置，避免刚度突变；

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

6.1.2 高层建筑叠合剪力墙结构底部加强部位的墙体宜采用现浇混凝土，当建筑的高宽比满足现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关要求时，底部加强部位的剪力墙也可采用叠合剪力墙。

6.1.3 高层建筑的叠合剪力墙及夹心保温叠合剪力墙承重部分的墙肢厚度不宜小 200mm。

6.1.4 叠合剪力墙之间的连接钢筋宜在后浇混凝土内直线锚固或弯折锚固，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.1.5 叠合剪力墙洞口及其补强措施应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关要求，且补强钢筋宜与同方向墙体网片筋平行布置[图 6.1.5]。

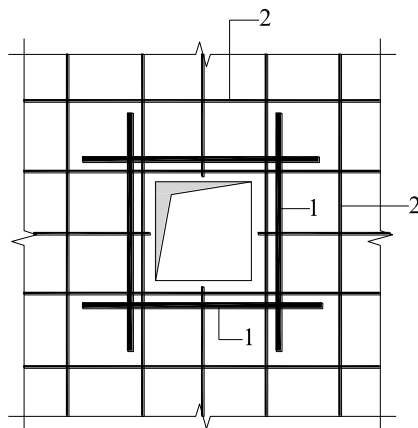


图 6.1.5 叠合剪力墙洞口补强钢筋

1—洞口补强钢筋；2—墙体钢筋

6.2 构件设计

6.2.1 含门窗洞口的预制空心墙构件及预制夹心保温空心墙构件应符合下列规定：

- 1 洞口上方边距 b_2 、洞口至墙板侧边距 a_1 均不宜小于 250mm，
- 2 窗下墙预制时，洞口至墙板底边高度 b_1 不宜小于 250mm；
- 3 洞口四周墙板内应设置至少两排与洞边平行的水平或竖向钢筋；

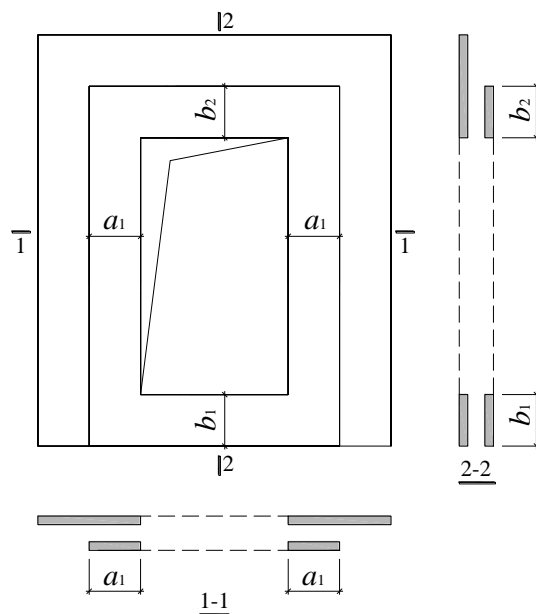


图 6.2.1 带窗洞口预制空心墙构件及预制夹心保温空心墙构件尺寸构造

a_1 —洞口至墙板侧边距； b_1 —洞口至墙板底边高度； b_2 —洞口上方边距；

6.2.2 预制空心墙构件及预制夹心保温空心墙构件单侧板厚不应小于 50mm，空腔宽度 t 不应小于 100mm，预制夹心保温空心墙构件外叶板厚度不应小于 50mm[图 6.2.2]。

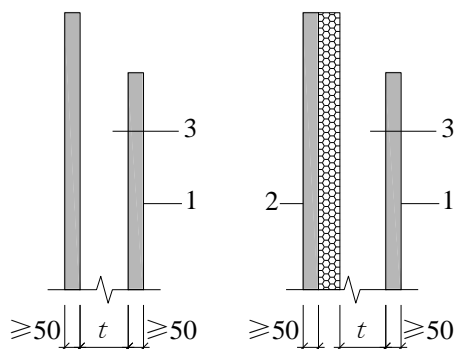


图 6.2.2 预制空心墙构件及预制夹心保温空心墙构件厚度构造

1—预制空心墙构件、预制夹心保温空心墙构件单侧板；

2—预制夹心保温空心墙构件外叶板；3—空腔； t —空腔宽度

6.2.3 叠合剪力墙宜采用整体成型钢筋笼[图 6.2.3]，钢筋笼内梯子形网片纵向钢筋、水平横筋分别满足墙体水平分布钢筋及拉筋的要求，并应符合下列规定：

- 1 墙体竖向钢筋应置于梯子形网片纵筋内侧；
- 2 墙体最下层梯子形网片至墙底端距离 a_4 不宜大于 30mm，最上层梯子形网片至墙顶端距离 a_2 不宜大于 100mm，且应满足钢筋保护层厚度要求；
- 3 沿墙长方向梯子形网片钢筋端头保护层厚度 c 不应小于 15mm，且不宜大于 30mm；
- 4 梯子形网片之间的竖向间距 a_3 不宜大于 200mm；
- 5 叠合剪力墙上下层连接钢筋保护层厚度不大于 $5d$ 时，连接钢筋高度范围内，梯子形网片的间距不应大于 $10d$ ，且不应大于 100mm， d 为连接钢筋直径；
- 6 梯子形网片水平横筋直径不宜小于 6mm，间距 a_1 不宜大于 600mm。

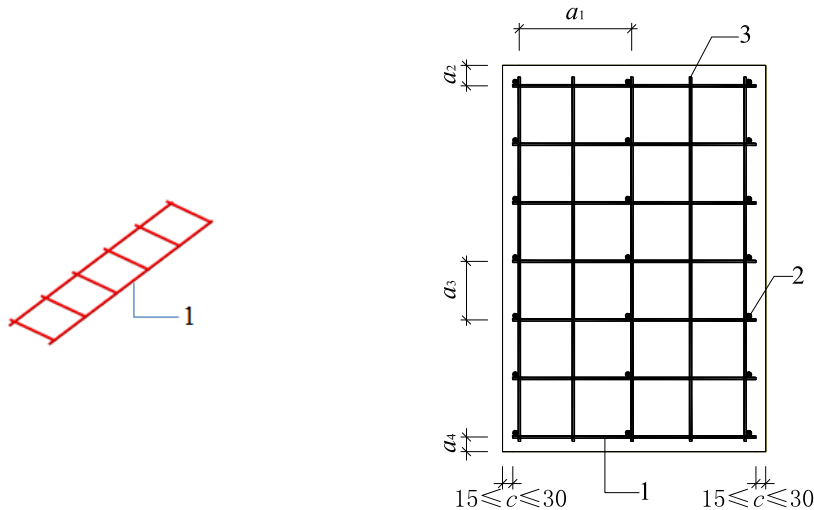


图 6.2.3 叠合剪力墙钢筋构造

1—梯子形网片；2—水平横筋；3—墙体竖向钢筋； c —梯子形网片端头保护层厚度； a_1 —梯子形网片水平横筋间距； a_2 —梯子形网片至墙顶端距离； a_3 —梯子形网片间距； a_4 —梯子形网片至墙底端距离

6.2.4 预制空心墙构件及预制夹心保温空心墙构件应进行翻转、脱模、存放、吊运、混凝土浇筑等短暂设计状况下的承载力及裂缝验算；夹心保温叠合剪力墙拉结件尚应进行自重、风荷载、地震及温度作用等持久设计状况下的承载力、变形及裂缝验算，并应符合下列规定：

- 1 翻转、脱模、存放、吊运、混凝土浇筑等短暂设计状况下的承载力及裂缝验算时，荷载作用及作用效应组合应按国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定确定。

2 短暂设计状况下，墙体预制构件应根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定进行混凝土拉应力验算。当计算不满足要求时，应采取加强措施。

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

4 预制夹心保温空心墙构件宜采用不锈钢拉结件，拉结件数量及布置应通过计算确定，宜采用承重拉结件与限位拉结件相结合的布置方式；每片墙板内，应至少布置 2 个竖向承重拉结件，1~2 个水平承重拉结件；同一方向的承重拉结件应平行布置在同一直线上，竖向设置的承重拉结件宜布置在墙体顶端；限位拉结件宜均匀布置且间距不应大于 600mm，并应在两侧预制墙板内可靠锚固[图 6.2.4]。

5 夹心保温叠合剪力墙的外叶板在正常使用极限状态下，应根据不同的设计要求，采用荷载的标准组合或准永久组合，并按下列设计表达式进行设计：

$$S \leq C \quad (6.2.4-1)$$

式中： S —承载能力极限状态下作用组合效应设计值，对持久设计状况和短暂设计状况应按作用的基本组合计算；对地震设计状况应按作用的地震组合计算；

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

6 预制夹心保温空心墙构件内的拉结件应进行短暂设计状况及持久设计状况下的承载力验算。

1) 短暂设计状况下宜按下式进行计算：

$$K_c S_c \leq R_c \quad (6.2.4-2)$$

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

S_c —各工况荷载标准组合作用下的效应值，按本条第 1 款要求取值；

R_c —根据试验确定的拉接件在短暂设计状况下的承载力。

2) 持久设计状况下宜按下式进行计算：

$$S_d \leq R_d \quad (6.2.4-3)$$

$$R_d = R/2 \quad (6.2.4-4)$$

式中： S —基本组合的效应设计值，应按行业标准《装配式混凝土结构技术规程》

JGJ 1-2014 相关规定取值；

R_d —拉接件承载力设计值；

R —根据试验确定的拉接件在持久设计状况下的承载力。

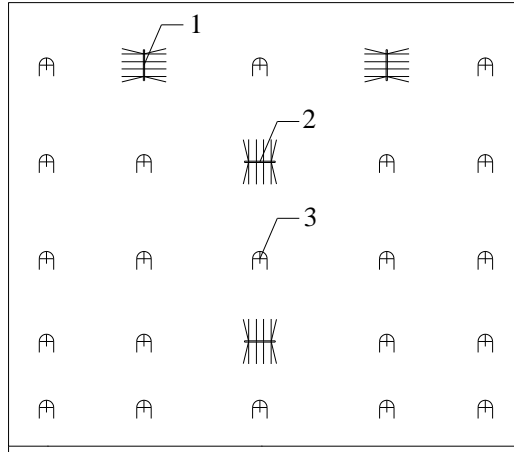


图 6.2.4 预制夹心保温空心墙构件拉结件示意

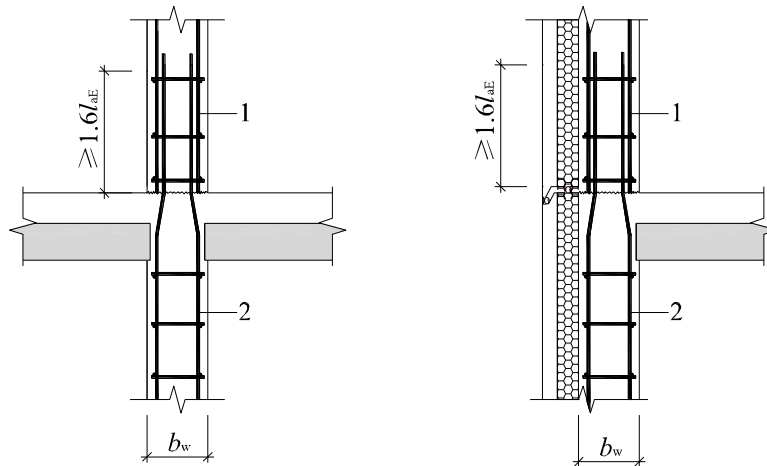
1—竖向承重拉结件；2—水平承重拉结件；3—限位拉结件；

6.3 连接设计

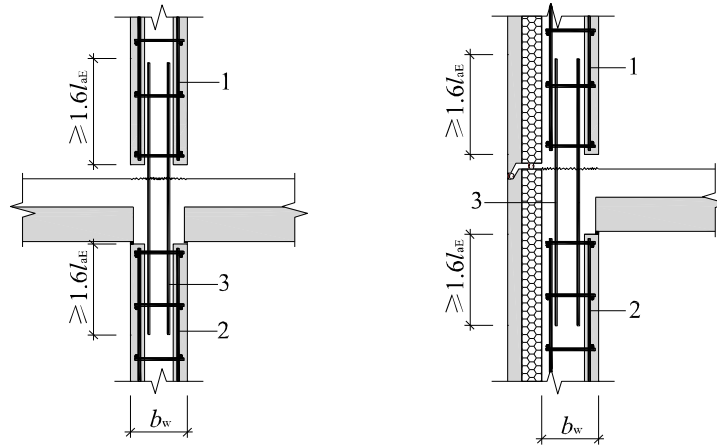
6.3.1 叠合剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处，接缝高度不宜小于 50mm，接缝处后浇混凝土应浇筑密实，接缝处混凝土上表面应设置深度不小于 6mm 的粗糙面。

6.3.2 叠合剪力墙上下层墙体水平接缝处的连接钢筋应符合下列规定：

1 边缘构件的竖向钢筋宜采用逐根搭接连接[图 6.3.2-1]，搭接长度不应小于 $1.6l_{aE}$ ，连接钢筋与被连接钢筋之间的中心距不应大于 $4d$ ， d 为连接钢筋直径；



(a) 现浇边缘构件



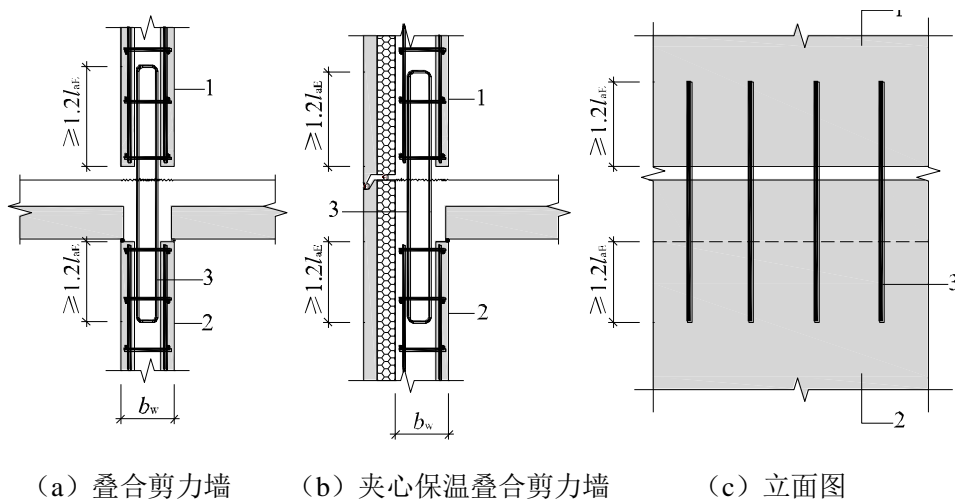
(b) 叠合边缘构件

图 6.3.2-1 叠合剪力墙边缘构件竖向连接

1—上层边缘构件纵筋；2—下层边缘构件纵筋；3—连接钢筋； b_w —叠合剪力墙厚度

2 非边缘构件部位的连接钢筋宜采用环状连接筋[图 6.3.2-2]，并应满足下列要求：

1) 连接钢筋搭接长度不应小于 $1.2l_{aE}$ ；



(a) 叠合剪力墙

(b) 夹心保温叠合剪力墙

(c) 立面图

图 6.3.2-2 叠合剪力墙竖向连接

1—上层叠合剪力墙；2—下层叠合剪力墙；3—环状连接筋；4—叠合剪力墙竖向钢筋；

b_w —叠合剪力墙厚度；

2) 连接钢筋的间距不应大于预制空心墙构件及预制夹心保温空心墙构件中竖向分布钢筋的间距，且不宜大于 200mm；

3) 连接钢筋的直径不应小于预制空心墙构件及夹心保温预制空心墙构件中对应位置竖向分布钢筋的直径;

4) 连接钢筋直径及间距应根据计算确定, 并应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中关于剪力墙水平接缝的受剪承载力计算要求;

5) 上下层叠合剪力墙厚度不同时, 环状连接筋应进行弯折处理, 弯折角度不宜大于 1:6, 弯折后的连接筋应伸入上下层预制空心墙构件空腔内, 长度不宜小于 $1.2l_{aE}$ [图 6.3.2-3]。

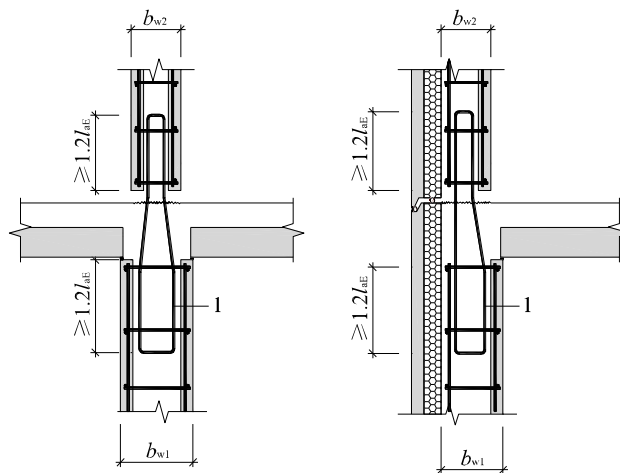


图 6.3.2-3 变截面叠合剪力墙竖向连接

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

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

- 1 等级为一级的剪力墙;
- 2 轴压比大于 0.3 的抗震等级为二、三、四级的剪力墙;
- 3 一字型墙、一端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于 4m 的剪力墙以及两端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件长度大于 8m 的剪力墙。

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

- 1 连接钢筋应位于内、外侧被连接钢筋的中间位置;
- 2 连接钢筋宜均匀布置, 间距 a_1 不宜大于 300mm;
- 3 单片叠合剪力墙水平接缝处连接钢筋总受拉承载力不应小于上、下层被连接钢筋总受拉承载力较大值的 1.1 倍;
- 4 下层剪力墙连接筋至下层预制墙顶及上层剪力墙连接钢筋至上层预制墙

底算起的埋置长度均不应小于 $(1.2l_{aE}+b_w/2)$ ， b_w 为墙体厚度，其中 l_{aE} 应按连接钢筋直径计算；

5 钢筋连接长度范围内应配置拉筋，同一连接接头内的拉筋配筋面积不应小于连接钢筋面积。拉筋沿竖向的间距不应大于水平分布钢筋的间距，且不宜大于 150mm。拉筋应紧靠连接钢筋，并应与最外侧分布筋可靠焊接[图 6.3.4]。

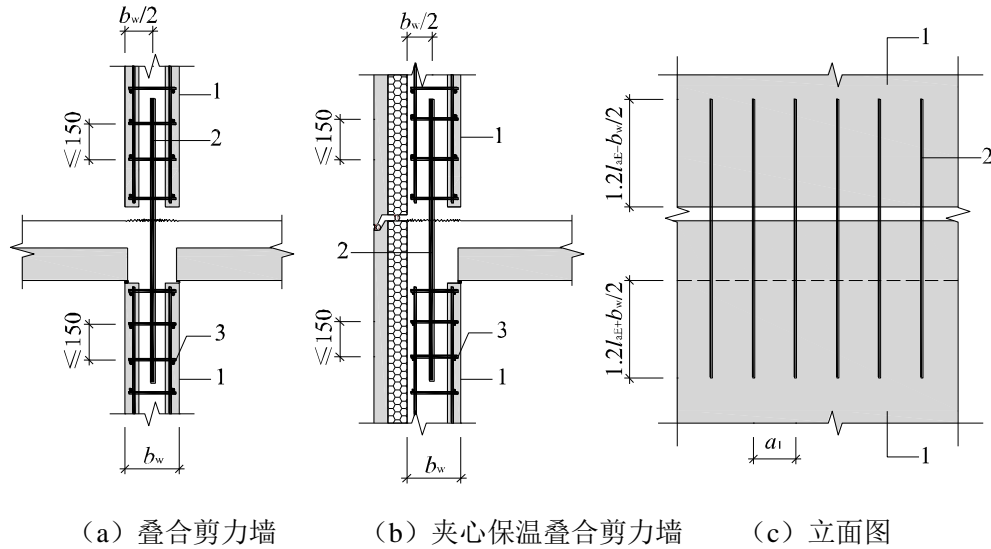


图 6.3.4 叠合剪力墙竖向单排筋连接构造

1—叠合剪力墙；2—墙体连接筋；3—拉筋； b_w —叠合剪力墙厚度；

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

1 连接筋直径不应小于其所连接预制构件内水平钢筋的直径，连接筋间距 d_1 不应大于其所连接预制构件内水平钢筋的间距 d_2 ，连接钢筋应紧贴梯子形网片的水平横筋布置[图 6.3.5-1]。

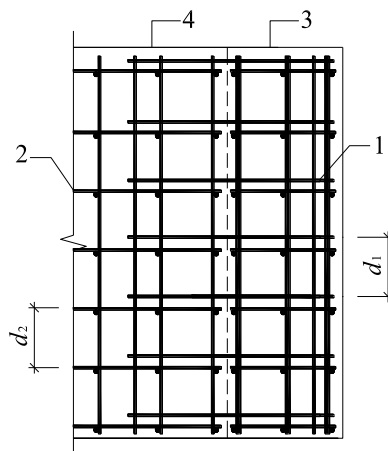


图 6.3.5-1 叠合剪力墙环状连接筋构造

1—环状连接筋；2—预制构件内水平钢筋；3—后浇混凝土墙段；4—叠合构件；

d_1 —间接筋间距； d_2 —墙体水平钢筋间距

2 当后浇混凝土墙段仅一侧有叠合构件时，连接筋伸入叠合构件空腔内长度不应小于 l_{aE} ，伸入后浇混凝土墙段内长度不应小于 l_{aE} 或伸至后浇段内最外侧纵筋内侧[图 6.3.5-2]。

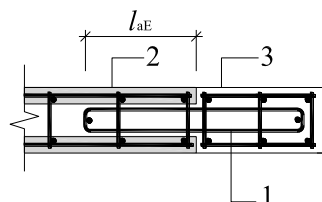


图 6.3.5-2 后浇混凝土墙段一侧有叠合构件连接节点

1—环状连接筋；2—叠合构件；3—后浇混凝土墙段

3 当后浇混凝土墙段两侧均有叠合构件时，连接筋宜穿过后浇混凝土墙段，分别伸入两侧叠合构件空腔内且伸入长度不应小于 l_{aE} [图 6.3.5-3]。

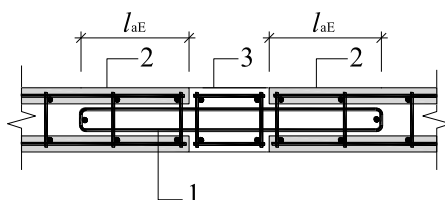
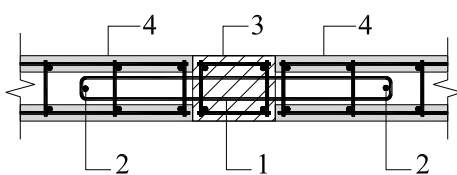


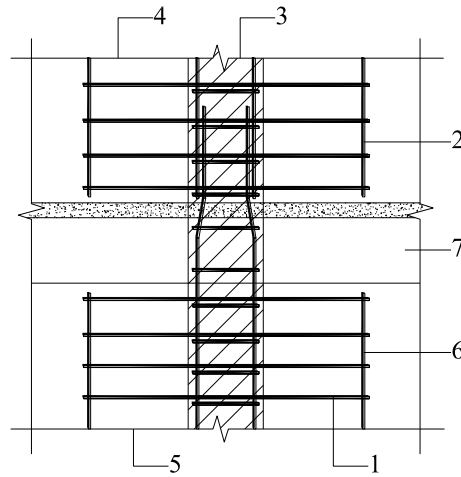
图 6.3.5-3 后浇混凝土墙段两侧均有叠合构件连接节点

1—环状连接筋；2—叠合构件；3—后浇混凝土墙段；

4 环状连接筋两端均应设置竖向插筋，插筋直径不宜小于 10mm，上下层插筋可不连接[图 6.3.5-4]。



(a) 平面图



(b) 立面图

图 6.3.5-4 上下层竖向插筋构造

1—环状连接筋；2—上层竖向插筋；3—后浇混凝土墙段；4—上层剪力墙；

5—下层剪力墙；6—下层竖向插筋；7—楼板厚度

6.3.6 叠合剪力墙约束边缘构件的范围及构造应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定，并应符合下列规定：

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

1) 当采用现浇暗柱时，现浇段内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应满足约束边缘构件的相关要求，现浇段与叠合构件应通过水平连接筋进行连接[图 6.3.6-1]，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求。

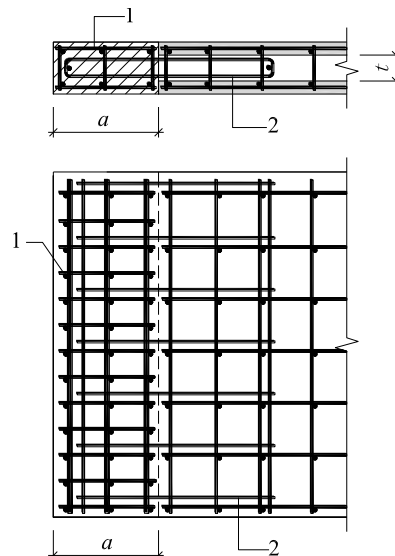


图 6.3.6-1 现浇暗柱约束边缘构件

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

2) 当采用叠合暗柱时，阴影区域内箍筋由墙体水平网片与附加网片共同组成[图 6.3.6-2]，纵筋应设置在预制墙板内；

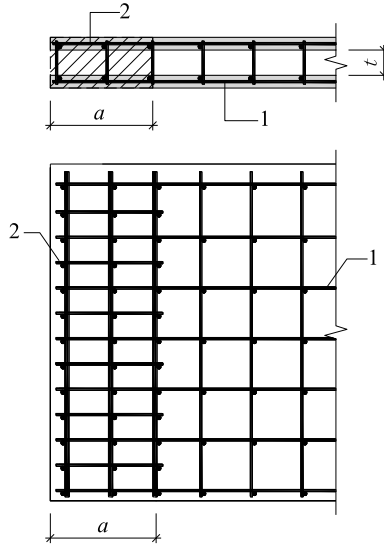


图 6.3.6-2 叠合暗柱约束边缘构件

1—墙体水平网片；2—附加网片； a —边缘构件阴影区域长度； t —空腔宽度

2 墙体转角和纵横墙交接处约束边缘构件阴影区域宜采用全现浇混凝土，现浇混凝土墙段与叠合构件之间应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求[图 6.3.6-3]。

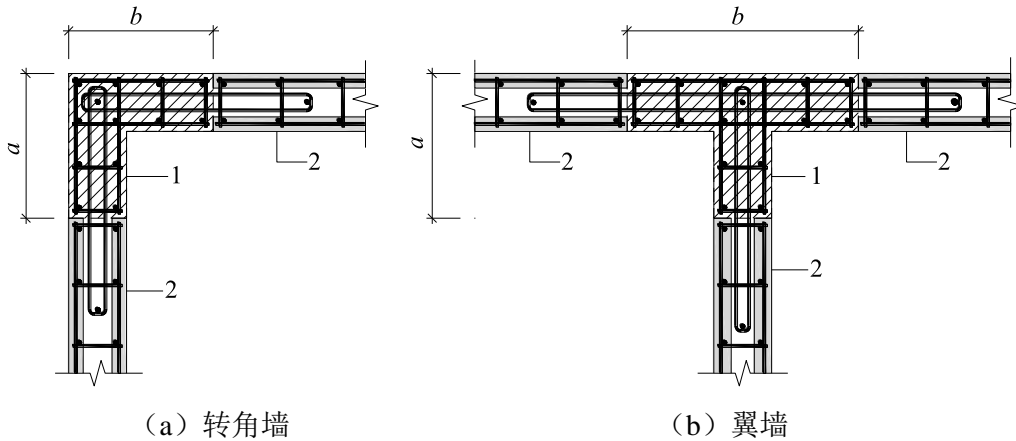


图 6.3.6-3 转角墙及翼墙约束边缘构件

1—现浇混凝土；2—叠合构件； a 、 b —边缘构件阴影区域长度

6.3.7 叠合剪力墙构造边缘构件的范围及构造应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ3 的有关要求，并应符合下列规定：

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

1) 当采用现浇构件时，现浇段内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应满足构造边缘构件配筋的相关要求，现浇段与叠合构件应通过水平连接筋进行连接[图 6.3.7-1]，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求。

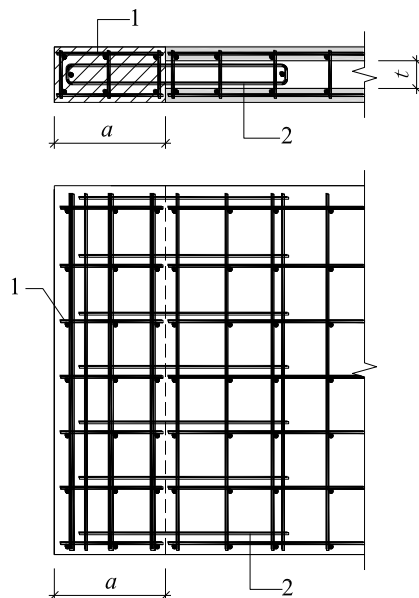


图 6.3.7-1 现浇暗柱构造边缘构件

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

2) 当采用叠合构件时，边缘构件内箍筋由墙体水平网片纵筋与网片横筋组成，纵筋设置在预制墙板内[图 6.3.7-2]。

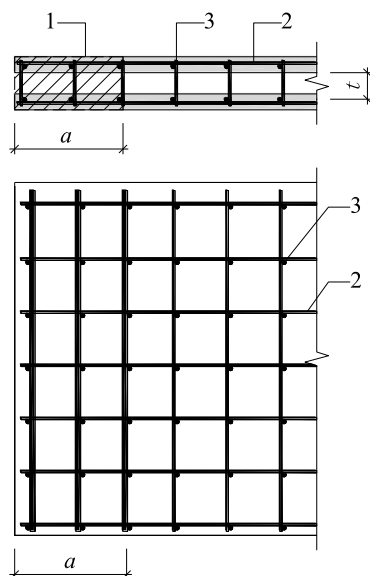


图 6.3.7-2 叠合暗柱构造边缘构件

1—边缘构件；2—水平网片筋；3—网片横筋； a —边缘构件长度； t —空腔宽度

2) 纵横墙交接处边缘构件可全部现浇，也可由现浇段与叠合段组合而成[图 6.3.7-3]；当采用全部现浇时，现浇边缘构件与叠合剪力墙之间应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求；当采用组合形式时，应满足下列要求：

- 1) 现浇段尺寸宜取墙体厚度；
- 2) 叠合段长度 a 不宜小于 400mm；
- 3) 现浇段内应设置成型钢筋笼，钢筋笼纵筋数量不宜少于 4 根。叠合段应与墙体整体预制，叠合段内纵筋数量不宜少于 6 根；
- 4) 现浇段与叠合段、现浇段与叠合剪力墙之间均应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求；
- 5) 现浇段与叠合段内纵筋及箍筋直径、间距均应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于构造边缘构件的相关要求。

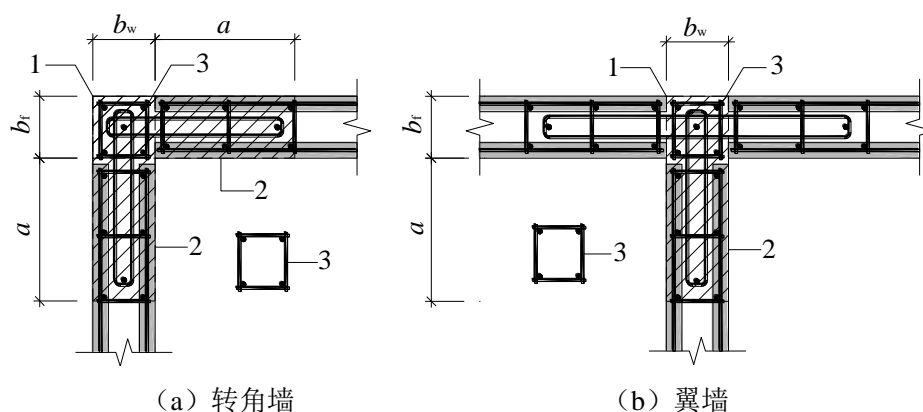


图 6.3.7-3 转角墙及翼墙现浇段与叠合段组合构造边缘构件

1—边缘构件现浇段；2—边缘构件叠合段；3—现浇段钢筋笼；

b_w 、 b_r —叠合剪力墙墙肢厚度； a —边缘构件叠合段长度

6.3.8 夹心保温叠合剪力墙约束边缘构件的范围及构造应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于剪力墙结构的相关要求，并应符合下列规定：

- 1 剪力墙门窗洞口两侧及空腔宽度 t 不小于 150mm 剪力墙端部的约束边缘

构件可采用现浇混凝土暗柱或叠合暗柱，空腔宽度 t 小于 150mm 的剪力墙端部宜采用现浇暗柱。

1) 当采用现浇暗柱时，现浇段内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应满足约束边缘构件的相关要求，现浇段与叠合构件应通过水平连接筋进行连接[图 6.3.8-1]，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的有关要求。

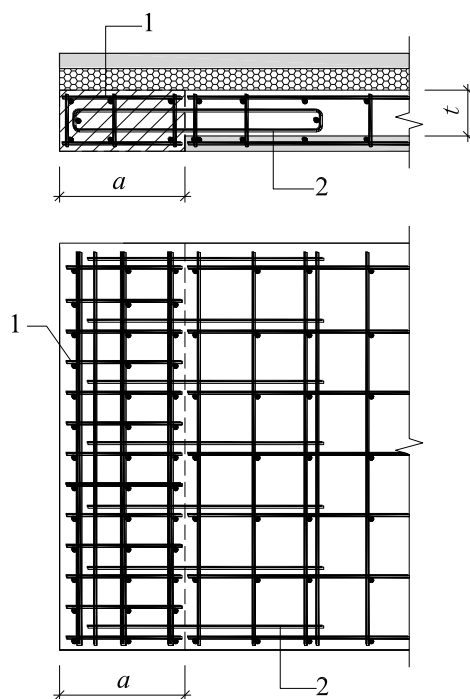


图 6.3.8-1 现浇暗柱约束边缘构件

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

2) 当采用叠合暗柱时，阴影区域箍筋由墙体水平网片筋与附加网片筋共同组成[图 6.3.8-2]；

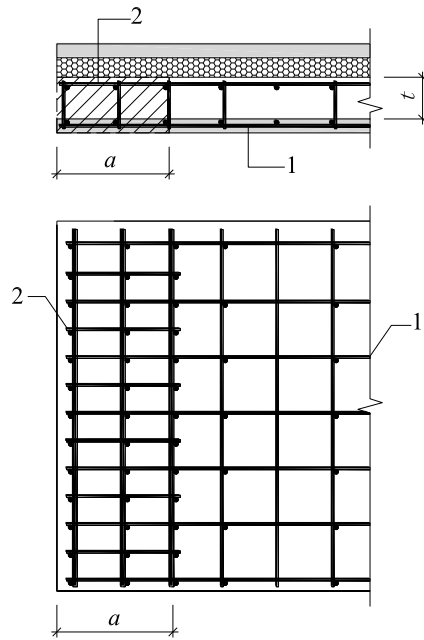


图 6.3.8-2 叠合暗柱约束边缘构件

1—墙体水平网片筋；2—附加网片筋； a —边缘构件阴影区域长度； t —空腔宽度

2 转角墙及翼墙约束边缘构件阴影区域宜采用现浇混凝土，现浇混凝土与叠合构件之间应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求[图 6.3.8-3]；

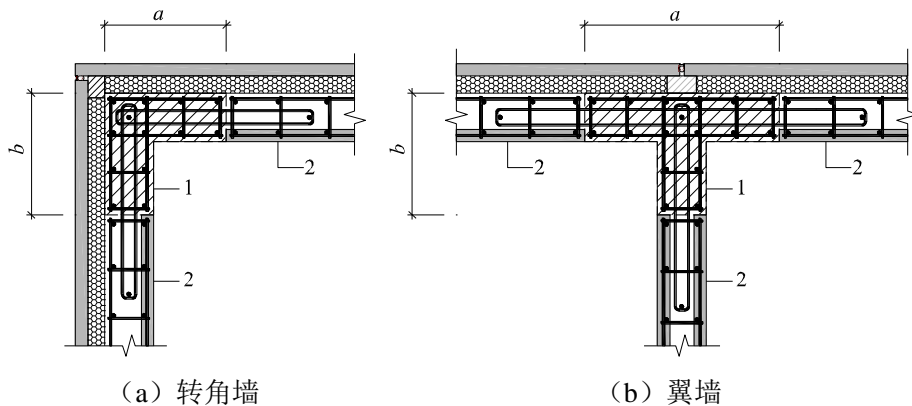


图 6.3.8-3 转角墙及翼墙约束边缘构件

1—后浇混凝土； 2—叠合构件； a 、 b —边缘构件阴影区域长度

6.3.9 夹心保温叠合剪力墙构造边缘构件的范围及构造应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于剪力墙的有关要求，并应符合下列规定：

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

1) 当采用现浇构件时，现浇段内宜设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应满足构造边缘构件相关要求，现浇段与叠合构件应通过水平连接筋进行连接[图 6.3.9-1]，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求。

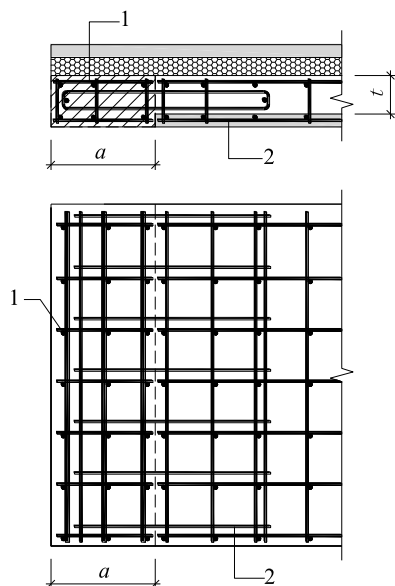


图 6.3.9-1 现浇暗柱构造边缘构件

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

2) 当采用叠合构件时，边缘构件箍筋由墙体水平网片纵筋与网片横筋组成 [图 6.3.9-2]；

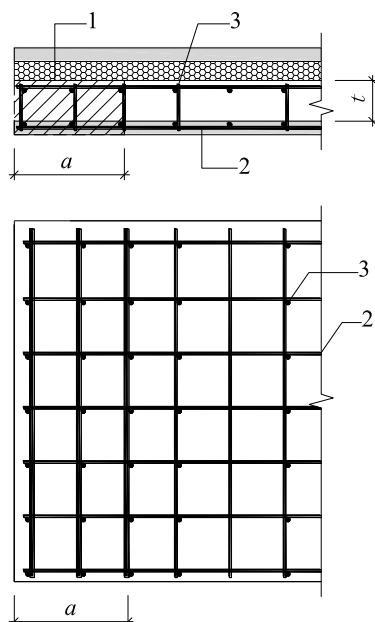


图 6.3.9-2 叠合暗柱构造边缘构件

1—边缘构件；2—水平网片筋；3—网片横筋； a —边缘构件长度； t —空腔宽度

2 转角墙及翼墙构造边缘构件宜采用现浇混凝土，现浇混凝土与叠合构件

之间应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求[图 6.3.9-3]；

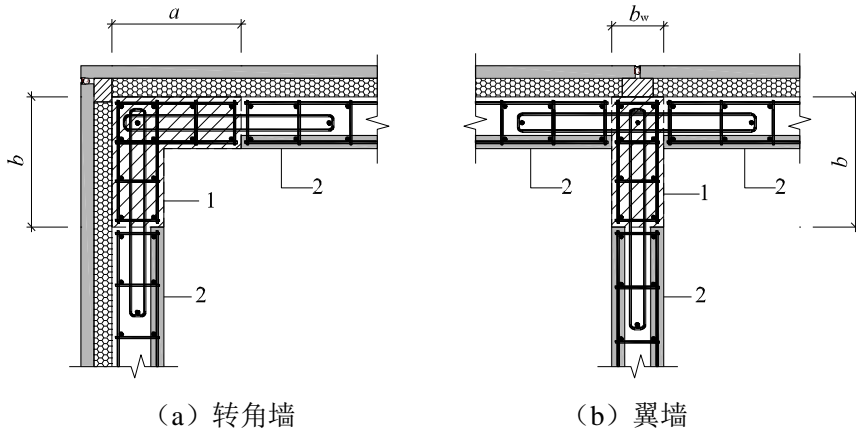


图 6.3.9-3 转角墙及翼墙构造边缘构件

1—现浇混凝土； 2—叠合构件； a 、 b —边缘构件长度； b_w —墙肢厚度

6.3.10 叠合剪力墙、夹心保温叠合剪力墙竖向接缝处宜设置长度不小于 200mm 的现浇混凝土墙段，墙段内应设置成型钢筋笼[图 6.3.10]，并应符合下列规定：

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

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

3 叠合构件之间应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求。

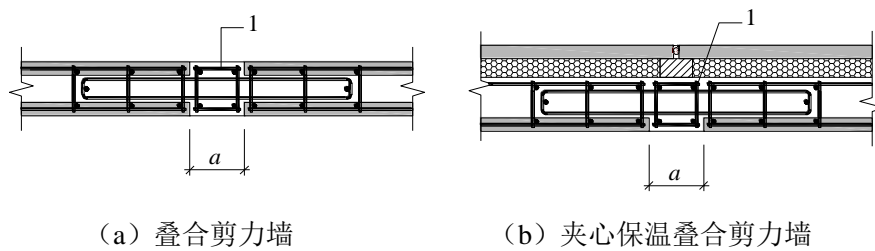


图 6.3.10 叠合剪力墙顺向连接

1—成型钢筋笼； a —现浇混凝土墙段长度

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

1 连梁高度 H 宜取门窗洞口顶至板底距离[图 6.3.11-1(a)]，梁顶附加环状连接筋，连接筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm；

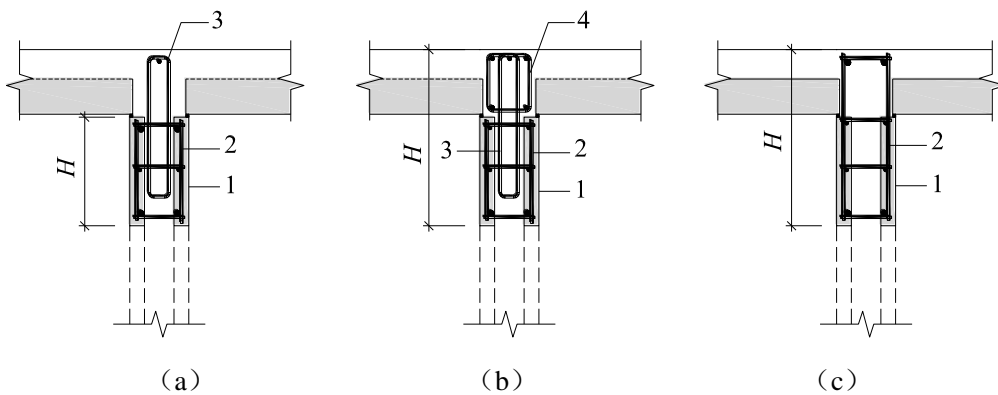
2 若上述连梁无法满足刚度或承载力要求时，可采用复合连梁[图

6.3.11-1(b)], 复合连梁高度 H 可取门窗洞口顶至板顶距离, 并应符合下列规定:

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

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

3 连梁也可采用叠合连梁[图 6.3.11-1(c)], 叠合连梁高度 H 可取门窗洞口顶至板顶距离, 连梁构造应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关要求。



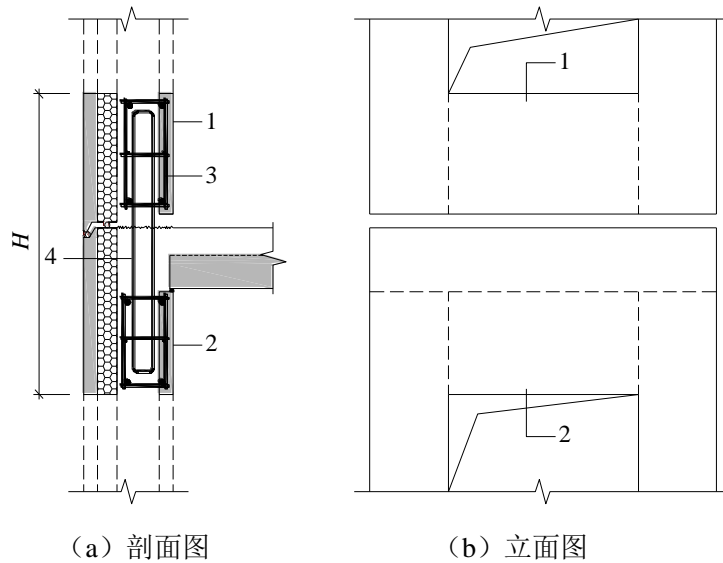
6.3.11-1 单连梁构造

1—连梁; 2—连梁箍筋; 3—梁内环状连接筋; 4—梁顶箍筋; H —连梁高度

4 当上下层洞口对齐且上层墙体有窗下墙时, 洞口间墙体可按整体连梁进行设计[图 6.3.11-2], 连梁高度 H 可取门窗洞口顶至上层窗下墙顶距离, 并应符合下列规定:

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

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



6.3.11-2 窗间墙整体连梁构造

1—窗下墙；2—窗上墙；3—连梁箍筋；4—环状连接筋； H —连梁高度

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

- 1 剪力墙与梁之间宜预留不小于 200mm 的现浇段，现浇段内至少应设置两道附加箍筋，箍筋肢数及直径同梁箍筋；
- 2 当采用直线锚固时，梁主筋伸入叠合剪力墙长度应满足国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于梁直线锚固的有关要求[图 6.3.12-1]；

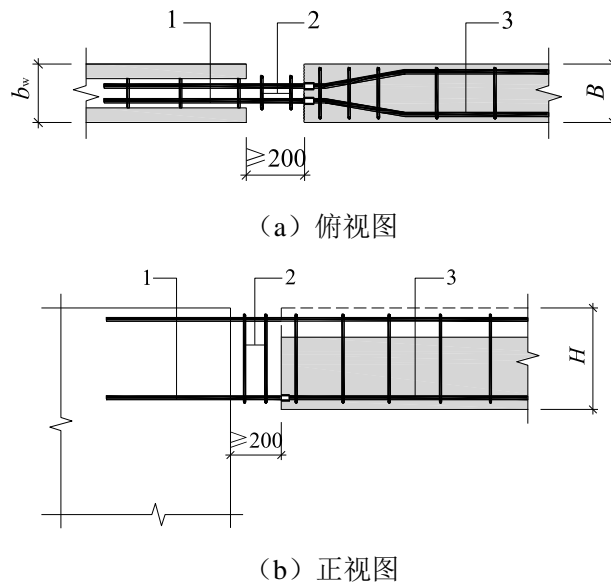


图 6.3.12-1 框架梁与叠合剪力墙连接（一）

1—梁连接钢筋；2—现浇段附加箍筋；3—梁内纵筋； b_w —叠合剪力墙宽度；

H —梁高度； B —梁宽度

3 当剪力墙截面尺寸不满足直线锚固要求时，可采用国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 8.3.3 条钢筋端部加机械锚头的锚固方式或 90° 弯折锚固；采用机械锚固时，梁纵筋伸入叠合剪力墙水平投影锚固长度不宜小于 $0.4l_{abE}$ ；采用弯折锚固时，梁纵筋伸入叠合剪力墙水平投影锚固长度不宜小于 $0.4l_{abE}$ 并向上、向下弯折，弯折长度不宜小于 $15d$ [图 6.3.12-2]。

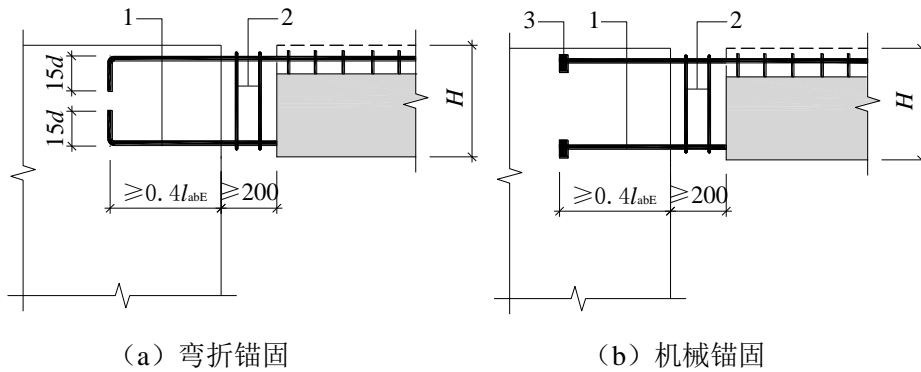


图 6.3.12-2 梁与叠合剪力墙连接（二）

1—梁连接钢筋；2—现浇段附加箍筋；3—机械锚头； H —梁高度

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

1 当采用企口连接时，剪力墙顶应设置企口，企口宽度 B_w 不应小于梁宽 $(B+40)$ mm，企口高度不应小于梁高 $(H+20)$ mm， B 、 H 分别为梁宽度、梁高度，梁顶主筋伸入企口内长度不宜小于 $0.35l_{ab}$ ，且应向下弯折，弯折长度不宜小于 $15d$ ，梁底筋伸入企口内长度不宜小于 $12d$ ， d 为钢筋直径[图 6.3.13-1]；

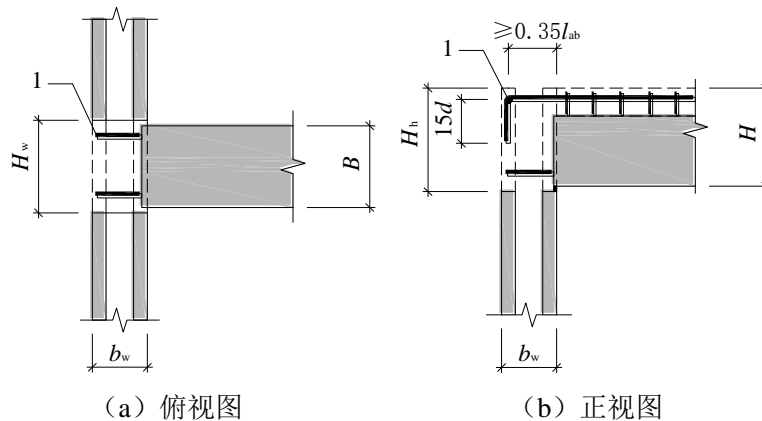


图 6.3.13-1 梁与叠合剪力墙企口连接

1—梁主筋； B —叠合梁宽度； H —叠合梁高度； b_w —叠合剪力墙宽度；

B_w —企口宽度； H_h —企口高度

2 当梁不直接承受动力荷载且跨度不大于 9m 时, 可采用钢企口连接。采用钢企口连接时, 梁顶主筋伸入叠合剪力墙水平长度不宜小于 $0.35l_{ab}$, 且应向下弯折, 弯折长度不宜小于 $15d$ [图 6.3.13-2], 并应满足现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关要求。

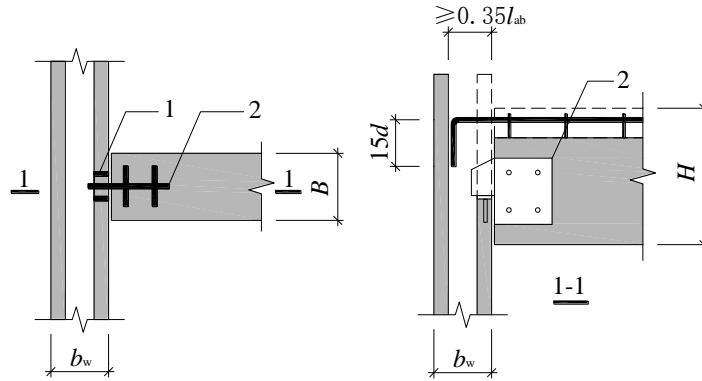


图 6.3.13-2 梁与叠合剪力墙钢企口连接

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

6.4 多层叠合剪力墙结构设计

6.4.1 6 层及 6 层以下且房屋高度不大于 24m、建筑设防类别为丙类的叠合剪力墙结构可按本节规定方法进行设计。

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

6.4.3 多层叠合剪力墙结构墙肢厚度不宜小于 200mm, 夹心保温叠合剪力墙墙肢厚度不宜小于 150mm, 预制墙板厚度均不宜小于 50mm。

6.4.4 多层叠合剪力墙结构应进行重力、风荷载及多遇地震作用下的构件及接缝承载力验算和结构层间变形验算, 并进行设防烈度地震作用下的水平接缝承载力验算, 且应满足抗剪不屈服的性能要求。

6.4.5 多层叠合剪力墙结构的高宽比不宜超过表 6.4.5 的规定。

表 6.4.5 房屋最大高宽比

烈度	6 度	7 度	8 度
最大高宽比	3.5	3.0	2.5

6.4.6 多层叠合剪力墙结构体系应符合下列规定:

- 1 墙体布置宜均匀对称，沿平面宜对齐，沿竖向应上下连续；应采用纵、横墙共同承重，且纵横向墙体的数量不宜相差过多；
- 2 不宜采用平面不规则及开大洞的平面；
- 3 剪力墙间距不宜超过表 6.4.6 的规定；
- 4 层高不宜大于 4.5m。

表 6.4.6 剪力墙最大间距 (m)

屋盖形式	6 度、7 度	8 度
叠合楼盖	15	11

6.4.7 当建筑结构体型不满足本规程第 6.4.5 条及 6.4.6 条的要求时，多层叠合剪力墙结构应进行罕遇地震下的弹塑性变形验算，位移角应满足现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 关于弹塑性层间位移角限制的要求。

6.4.8 叠合剪力墙板水平接缝宜设置在楼面标高处，并应满足下列要求[图 6.4.8]：

- 1 接缝高度不宜小于 50mm，接缝处后浇混凝土应采取可靠施工措施保证混凝土浇筑密实；

- 2 水平接缝处宜设置单排竖向分布连接钢筋，连接钢筋应位于内、外侧被连接钢筋中间位置，连接钢筋直径不宜小于 14mm，连接钢筋间距 a_1 不宜大于 400mm；穿过接缝的连接钢筋数量应满足水平接缝受剪承载力的要求，且配筋面积不低于 a_1 范围内叠合剪力墙板竖向钢筋配筋总面积；

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

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

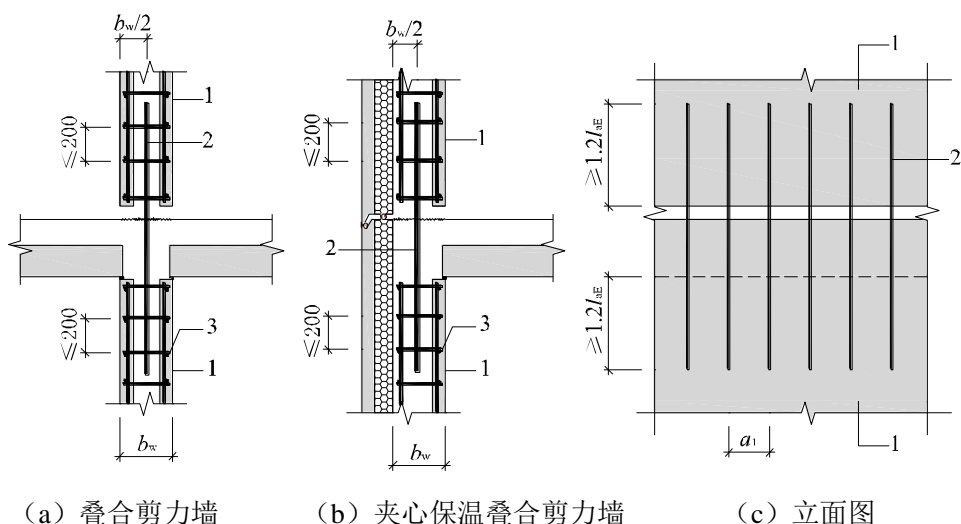


图 6.4.8 剪力墙水平缝单排筋连接构造

1—叠合剪力墙；2—墙体连接筋；3—拉筋； b_w —叠合剪力墙厚度

6.4.9 多层叠合剪力墙结构可采用如下整体分析方法进行设计：

- 1 结构在多遇地震作用下的变形验算应采用弹性方法，墙体按不考虑竖向拼缝的整体墙计算；
- 2 结构在多遇地震及设防烈度地震作用下，进行构件及水平接缝承载力计算时，应采用弹性分析方法，并按照无竖向接缝进行设计；
- 3 结构在进行罕遇地震下的弹塑性分析时，应沿竖向接缝将墙板划分为相互独立的多个计算单元。

6.4.10 当采用本规程第 6.4.9 条分析方法时，多层叠合剪力墙及夹心保温叠合剪力墙纵横墙交接处及楼层内相邻承重墙板之间应采用在空腔内附加成型钢筋笼或钢筋网片的形式进行连接，并应符合下列规定：

- 1 当空腔宽度不小于 150mm 时，空腔内应设置成型钢筋笼，成型钢筋笼应满足下列要求[图 6.4.10-1]：
 - 1) 成型钢筋笼伸入预制剪力墙空腔内长度不宜小于 $15d$ ， d 为成型钢筋笼箍筋直径。
 - 2) 成型钢筋笼箍筋间距宜与叠合剪力墙板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于 200mm；钢筋笼箍筋直径不应小于叠合剪力墙板中水平分布钢筋的直径。
 - 3) 成型钢筋笼纵筋直径不宜小于 10mm，上下层钢筋笼通过单排竖向分布钢筋进行连接，竖向分布钢筋应满足本规程第 6.4.8 条的有关要求。

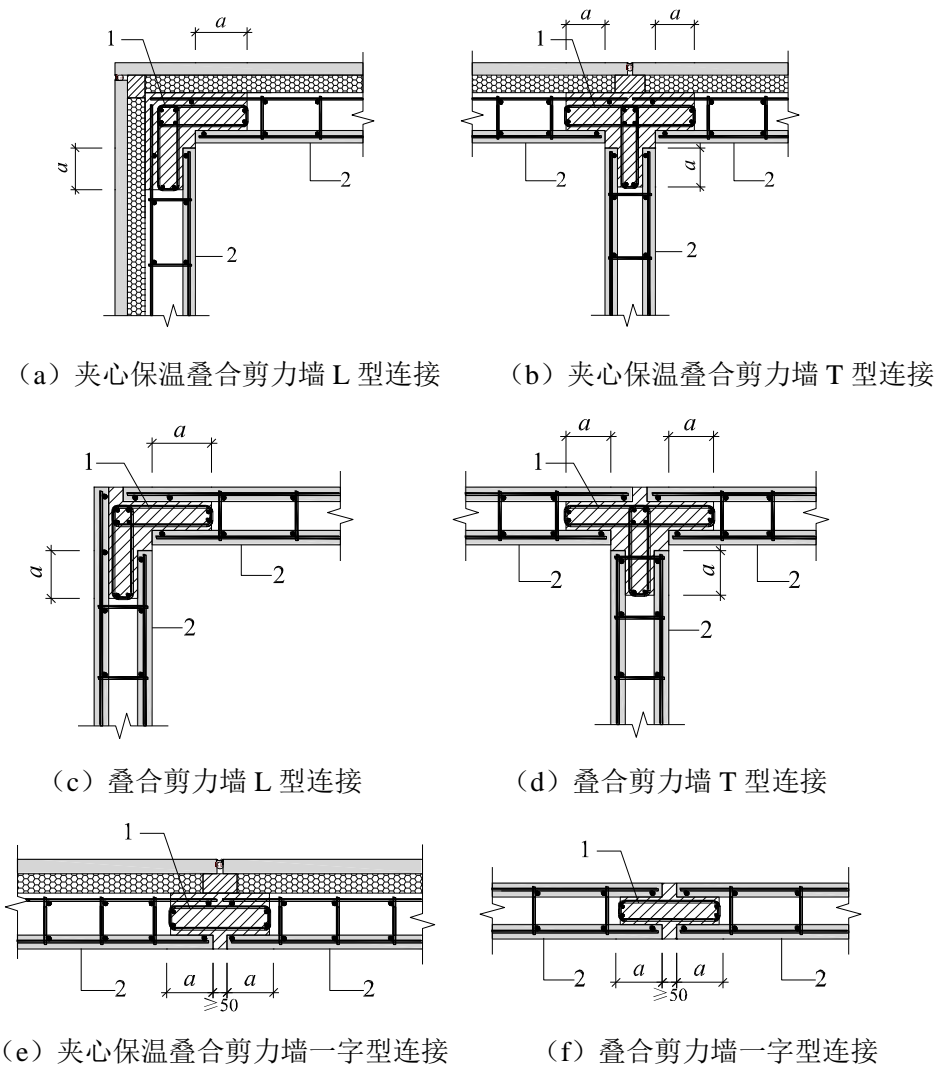


图 6.4.10-1 叠合剪力墙竖向缝成型钢筋笼连接构造

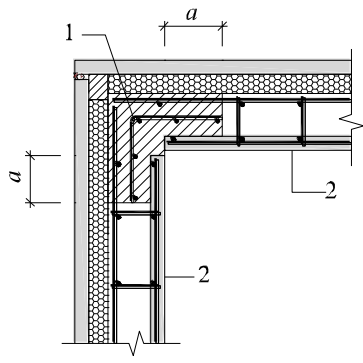
1—成型钢筋笼；2—叠合剪力墙； a —成型钢筋笼伸入预制剪力墙空腔长度

2 当空腔宽度小于 150mm 时，空腔内应设置钢筋网片，钢筋网片应满足下列要求[图 6.4.10-2]：

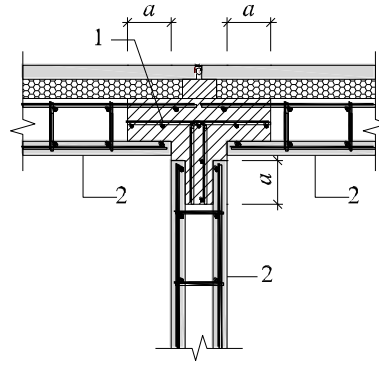
1) 钢筋网片伸入预制剪力墙空腔内长度不宜小于 $15d$ ， d 为钢筋网片水平钢筋直径。

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

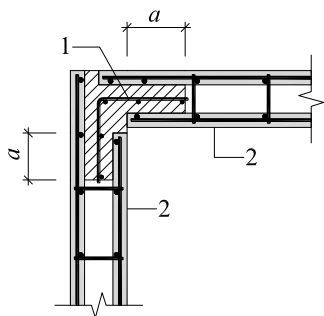
3) 钢筋网片竖向筋直径不宜小于 10mm，上下层钢筋网片通过单排竖向分布钢筋进行连接，竖向分布钢筋应满足本规程第 6.4.8 条的有关要求。



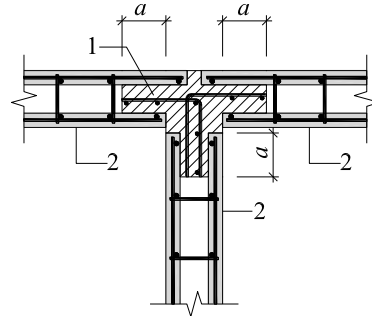
(a) 夹心保温叠合剪力墙 L 型连接



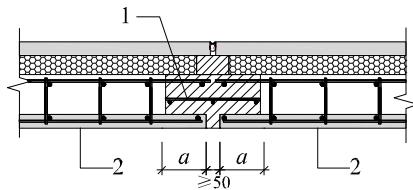
(b) 夹心保温叠合剪力墙 T 型连接



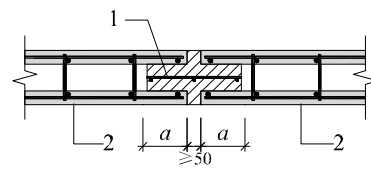
(c) 叠合剪力墙 L 型连接



(d) 叠合剪力墙 T 型连接



(e) 夹心保温叠合剪力墙一字型连接



(f) 叠合剪力墙一字型连接

图 6.4.10-2 叠合剪力墙竖向缝钢筋网片连接构造

1—钢筋网片；2—叠合剪力墙； a —钢筋网片伸入预制剪力墙空腔长度

7 叠合框架结构设计

7.1 构件设计

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

- 1 箍筋肢距宜以 10mm 为模数；
- 2 箍筋网片间距宜以 50mm 为模数；
- 3 梁下部纵向受力钢筋两端伸出预制构件的长度应满足锚固要求；
- 4 梁侧面构造纵筋可不伸出预制构件。

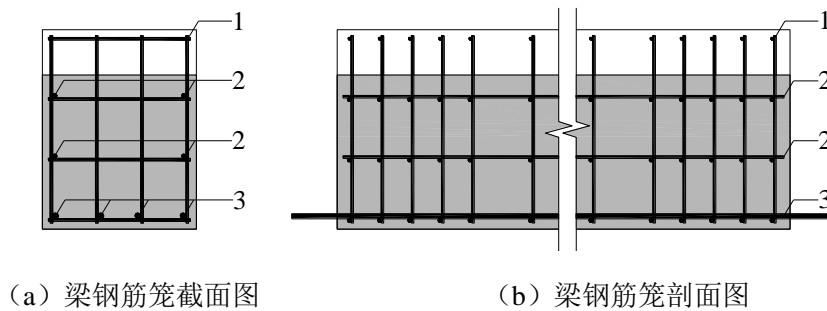


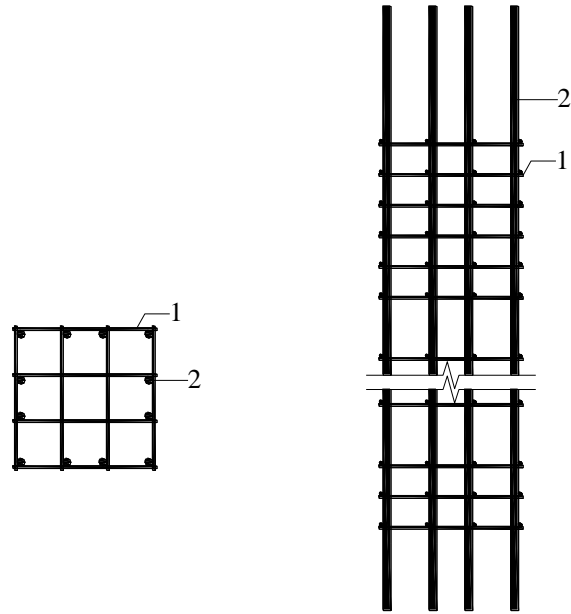
图 7.1.1 叠合梁钢筋笼示意图

1—箍筋网片；2—梁侧面构造纵筋；3—下部受力钢筋

7.1.2 叠合框架梁构件设计尚应符合本规程第 5.3 节的有关规定；

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

- 1 箍筋肢距宜以 10mm 为模数；
- 2 箍筋网片间距宜以 50mm 为模数。



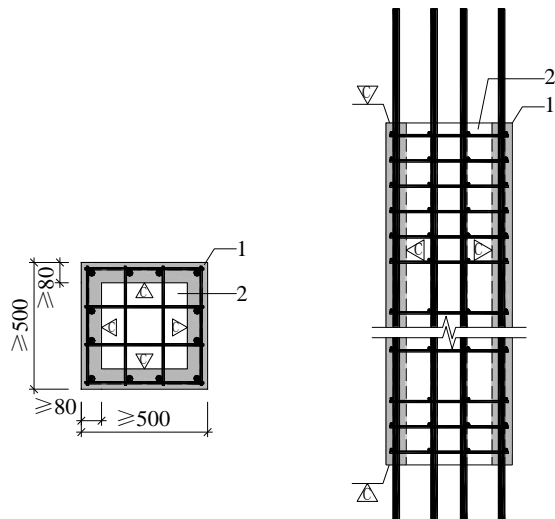
(a) 柱成型钢筋笼截面图 (b) 柱成型钢筋笼剖面图

图 7.1.3 柱成型钢筋笼

1—柱箍筋网片；2—柱纵筋

7.1.4 预制空心柱构件构造应符合下列规定[图 7.1.4]:

- 1 预制空心柱构件宜采用矩形截面，截面边长宜以 50mm 为模数，其宽度不宜小于 500mm 且不宜小于同方向梁宽 1.5 倍；预制部分厚度不宜小于 80mm；
- 2 预制空心柱构件内壁及端部均应设置粗糙面，粗糙面凹凸深度不应小于 4mm。



(a) 柱截面图 (b) 柱剖面图

图 7.1.4 预制空心柱示意图

1—预制部分；2—空腔部分

7.1.5 当采用双层预制空心柱构件时，上下层柱间空心区宜采取临时加强措施，加强措施可采用交叉斜筋等形式[图 7.1.5]。

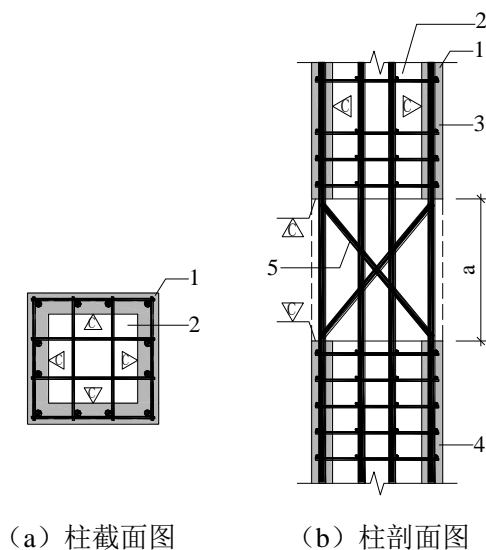


图 7.1.5 双层预制空心柱示意图

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

7.2 连接设计

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

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

2 纵筋机械连接接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中 I 级接头的有关要求；

3 纵筋机械连接接头净距不应小于 25mm；

4 纵筋机械连接接头上下第一道箍筋距套筒距离不应大于 50mm。

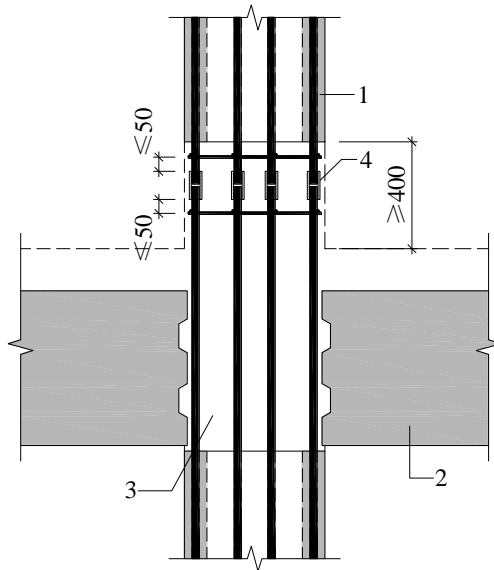
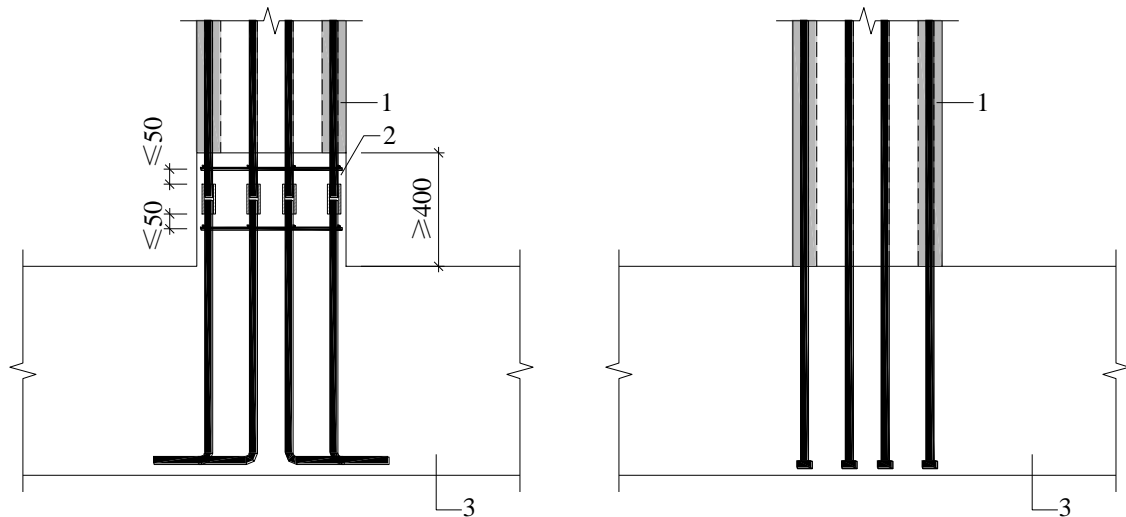


图 7.2.1 叠合柱竖向连接构造示意

1—叠合柱；2—叠合梁；3—后浇区；4—机械连接接头

7.2.2 叠合柱与基础竖向连接可采用现浇段连接[图 7.2.2(a)], 混凝土现浇段宜设置在基础顶面处, 现浇段内柱纵筋宜采用机械连接接头, 现浇段及连接接头应符合本规程第 7.2.1 条的规定; 也可采用锚入式连接[图 7.2.2(b)], 柱纵筋可采用直线锚固或机械锚固, 锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。



(a) 现浇段连接

(b) 锚入式连接

图 7.2.2 柱与基础竖向连接构造示意

1—叠合柱；2—机械连接；3—基础

7.2.3 梁纵向钢筋在后浇节点区内可采用直线锚固、弯折锚固和机械锚固的方式时, 其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有

关规定；当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时，应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的有关规定。

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

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

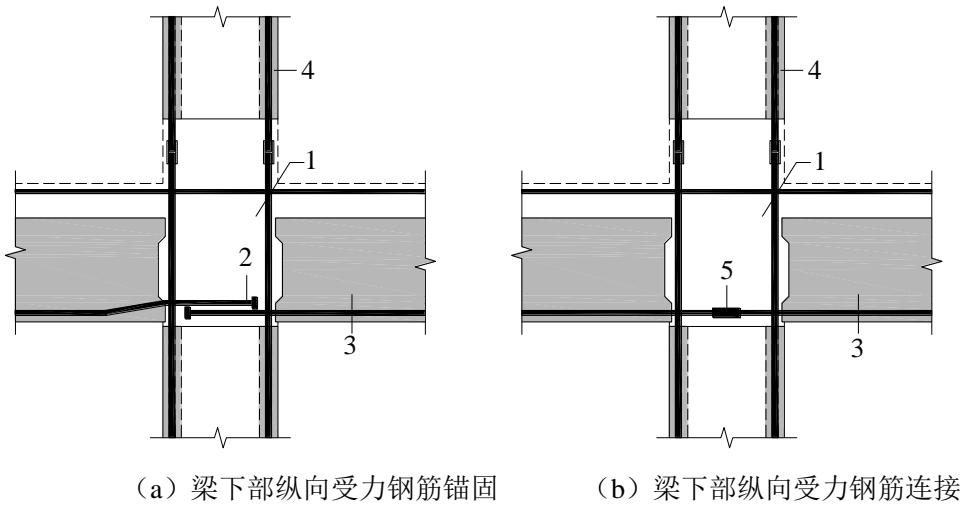


图 7.2.4-1 叠合柱及叠合梁框架中间层中节点构造示意

1—后浇区；2—梁下部纵向受力钢筋锚固；3—预制梁；4—叠合柱；

5—梁下部纵向受力钢筋连接

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

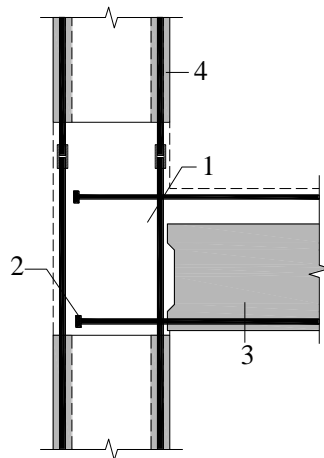
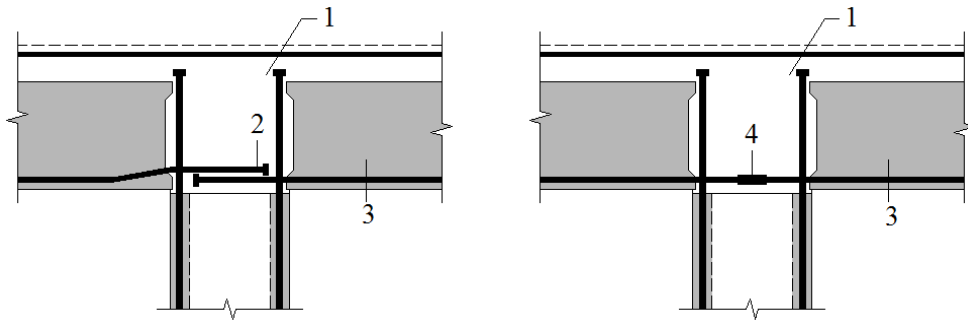


图 7.2.4-2 叠合柱及叠合梁框架中间层端节点构造示意

1—后浇区；2—梁纵向受力钢筋锚固；3—预制梁；4—叠合柱

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



(a) 梁下部纵向受力钢筋锚固

(b) 梁下部纵向受力钢筋连接

图 7.2.4-3 叠合柱及叠合梁框架顶层中节点构造示意

1—后浇区；2—梁下部纵向受力钢筋锚固；3—预制梁；4—梁下部纵向受力钢筋连接

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

1) 柱宜伸出屋面并满足柱纵向受力钢筋锚固要求[图 7.2.4-4(a)]，柱纵向受力钢筋宜采用锚固板等机械锚固措施，此时锚固长度不应小于 $0.6l_{aE}$ ，且应伸至柱顶。伸出段内箍筋直径不应小于 $d_1/4$ ， d_1 为柱纵向受力钢筋的最大直径；伸出段内箍筋间距不应大于 $5d_2$ ， d_2 为柱纵向受力钢筋较小直径，且不应大于 100mm；梁纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板等机械锚固措施，此时锚固长度不应小于 $0.6l_{aE}$ ，且应伸至柱外侧纵筋内侧。

2) 柱外侧纵向受力钢筋也可与梁上部纵向受力钢筋在后浇节点区搭接[图 7.2.4-4(b)]，搭接长度不应小于 $1.7l_{aE}$ ，其构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；柱内侧纵向受力钢筋宜采用锚固板等机械锚固措施。

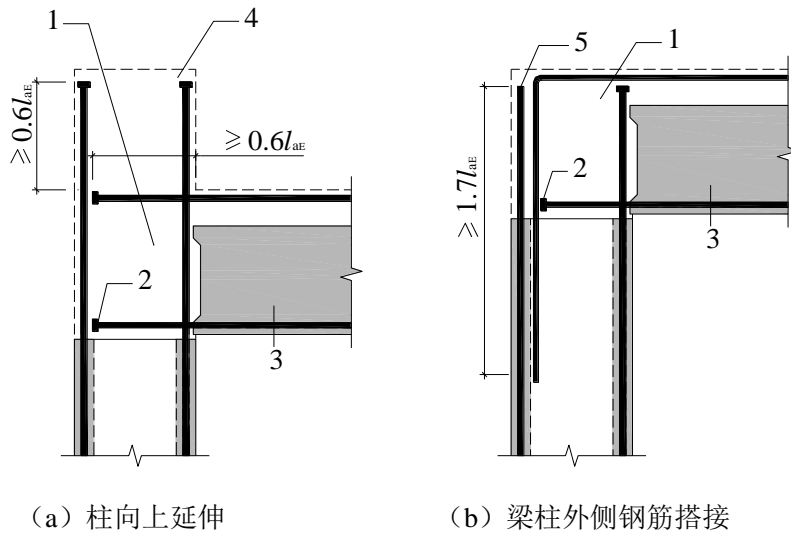


图 7.2.4-4 叠合柱及叠合梁框架顶层边节点构造示意

1—后浇区；2—梁下部纵向受力钢筋锚固；3—预制梁；4—柱延伸段；
5—梁柱外侧钢筋搭接

7.2.5 当采用 U 形叠合梁时，梁下部受力纵向钢筋宜设置在空腔底部[图 7.2.5]，钢筋在节点核心区的锚固及连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

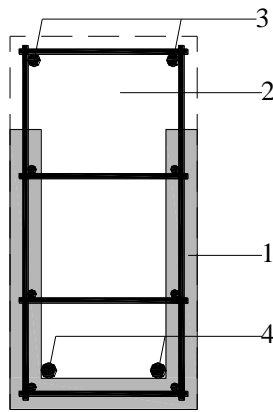


图 7.2.5 U 形叠合梁钢筋配置示意图

1—预制部分；2—空腔部分；3—叠合梁上部受力纵筋；4—叠合梁下部受力纵筋

8 叠合框架-剪力墙结构设计

8.0.1 叠合框架-剪力墙结构中的剪力墙可采用现浇墙肢或带边框柱的叠合墙肢，框架柱、梁宜采用叠合构件；叠合剪力墙、叠合框架的设计除应符合本章的规定外，尚应分别符合本规程第 6、7 章的有关规定。

8.0.2 当叠合框架-剪力墙采用叠合墙肢时，叠合墙肢地震作用下内力应乘以不小于 1.2 的增大系数。

8.0.3 带边框柱叠合剪力墙的构造应符合下列规定：

1 边框柱应采用现浇。

2 剪力墙的水平钢筋宜通过连接钢筋锚入边框柱内，连接钢筋直径不应小于相应部位墙体水平筋直径，间距不应大于相应部位墙体水平筋间距；连接钢筋宜采用 U 型连接钢筋，U 型连接钢筋封闭一侧应套住柱对侧纵筋[图 8.0.3-1]，且伸入预制墙体空腔内长度不应小于 $1.2l_{aE}$ 。

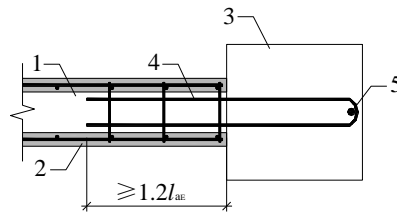


图 8.0.3-1 剪力墙端部钢筋搭接构造示意

1—墙体现浇部分；2—预制部分；3—边框柱；4—U 型搭接钢筋；5—柱纵筋

3 叠合剪力墙中的暗梁[图 8.0.3-2]可采用现浇或叠合构件，上下层预制空心墙板应通过封闭连接筋进行连接，连接筋应穿过暗梁伸入空腔内，伸入上下层预制墙体空腔内长度应不小于 l_{aE} ，且直径不应小于相应部位墙体竖向钢筋直径，间距不应大于相应部位墙体竖向钢筋间距。

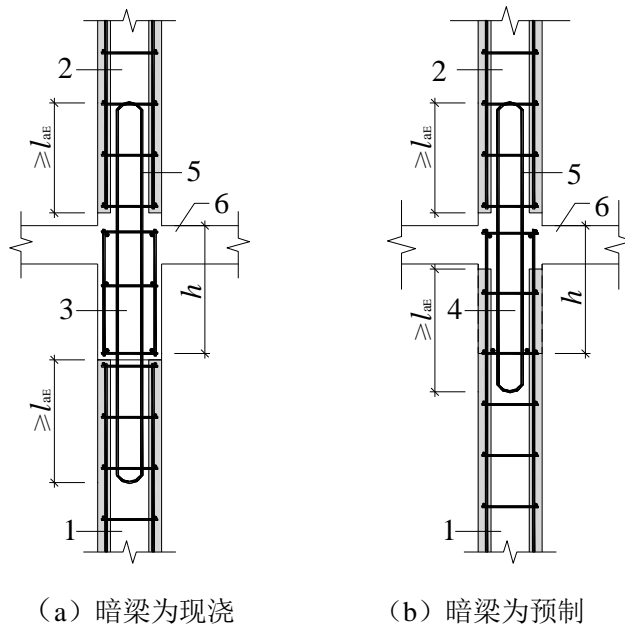


图 8.0.3-2 剪力墙顶部暗梁构造示意

1—下层剪力墙；2—上层剪力墙；3—现浇暗梁；4—叠合暗梁；5—封闭连接钢筋；6—楼板；
 h —暗梁高度范围

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

1 设置扶壁柱时，扶壁柱应为现浇，扶壁柱两侧剪力墙水平筋可采用封闭连接钢筋连接[图 8.0.4-1]，连接筋直径不应小于墙体水平钢筋直径，间距不应大于墙体水平筋间距；连接筋伸入叠合剪力墙空腔内长度不应小于 l_{aE} 。连接筋两端均应设置竖向插筋，插筋直径不宜小于 12mm，上下层竖向插筋可不连接。

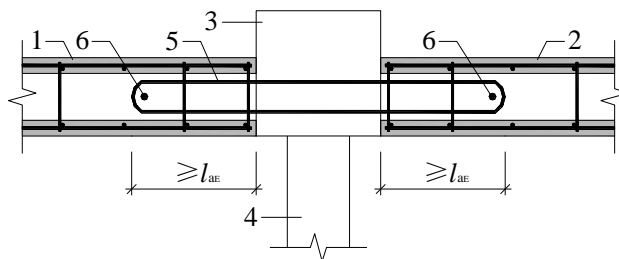


图 8.0.4-1 扶壁柱处剪力墙水平筋搭接构造示意

1—左侧剪力墙；2—右侧剪力墙；3—现浇扶壁柱；4—楼面梁；5—封闭连接钢筋；
 6—竖向插筋；

2 剪力墙内设置暗柱时，其截面应满足计算要求，且应满足梁端纵向钢筋锚固要求；暗柱宜采用叠合暗柱[图 8.0.4-2]，暗柱的截面有效高度应根据水平接缝处竖向连接钢筋的位置进行计算，暗柱的截面宽度可取梁宽加 2 倍墙厚。

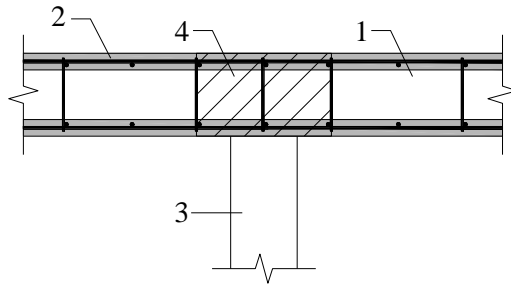


图 8.0.4-2 梁下暗柱构造示意图

1—墙体现浇部分；2—预制部分；3—楼面梁；4—梁下暗柱

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

9 预制构件数字化设计

9.1 一般规定

9.1.1 预制构件信息模型宜在建筑设计、构件生产、施工安装、竣工验收与交付等各阶段建立统一协同工作平台，宜采用统一编码和规则、共享模型数据。预制构件建筑信息模型的存储和维护宜符合各专业和不同软件间的数据交互要求，且宜保证模型数据能有效传递和交换。

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

9.2 设计要求

9.2.1 预制构件建模宜采用参数化建模软件，建模软件应符合下列规定：

- 1 应具有预制构件三维设计功能；
- 2 应具有预制构件深化设计功能；
- 3 应具有模型的碰撞检查功能；
- 4 应具有构件图纸输出功能；
- 5 应保持建筑信息模型与构件设计图纸一致；
- 6 模型数据内容和格式宜符合数据互用要求；
- 7 应支持预制构件信息模型数据与生产设备的数据传递。

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

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

- 1 预制构件整体模型数据；
- 2 各预制构件的生产数据；
- 3 各预制构件的图纸文件；
- 4 预制构件的几何信息、位置信息、材料信息等。

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

10 构件制作与运输

10.1 一般规定

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

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

10.1.3 预制构件生产应建立首件验收制度。

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

10.1.5 原材料的进厂检验应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

10.1.6 预制构件的资料应与产品生产同步形成、收集和整理,归档资料包括的内容应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定。

10.1.7 预制构件交付的产品质量证明文件应包括下列内容:

- 1 出厂合格证;
- 2 合同要求的其他质量证明文件。

10.2 设备与模具

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

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

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

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

10.2.5 除设计有特殊要求外，板类、墙板类构件模具尺寸偏差和检验方法应符合表 10.2.5 的规定。

表 10.2.5 板类、墙板类构件模具尺寸允许偏差及检验方法

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm)	检 验 方 法
1	长度	≤6m	1, -2	激光测距仪或用尺测量平行构件高度方向, 取其中偏差绝对值较大处
		>6m 且≤12m	2, -4	
		>12m	3, -5	
2	宽度	墙板	1, -2	激光测距仪或用尺测量两端或中部, 取其中偏差绝对值较大处
3		其它板类	2, -4	
4	厚度	墙板	1, -2	激光测距仪或用尺测量两端或中部, 取其中偏差绝对值较大处
5		其它板类	2, -4	
6	底模板表面平整度	清水面	2	2m 靠尺和金属塞尺测量
7		普通面	3	
8	对角线差值		3	用尺测量对角线
9	侧向弯曲	墙板侧模	$L/1500$, 且≤3	拉线, 用钢尺测量弯曲最大处
10		其它板类	$L/1500$, 且≤5	拉线, 用钢尺测量弯曲最大处
11	翘曲		$L/1500$	对角拉线测量交点间距离值的两倍
12	端模与侧模高低差		1	钢尺测量两端或中部, 取最大值
13	组装缝隙		1	用塞片或金属塞尺测量, 取最大值
14	门窗洞口位置偏移		2	尺量四周, 取偏差最大值

注: L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

10.2.6 除设计有特殊要求外，梁、柱类构件模具内腔尺寸允许偏差及检验方法应符合表 10.2.6 的规定。

表 10.2.6 梁、柱类构件模具内腔尺寸允许偏差及检验方法

项次	项 目		允许偏差 (mm)	检 验 方 法
1	长度	柱	±3	用尺测量垂直构件截面的方向, 两端在 4 个面的测量值中偏差绝对值较大处
		梁	±4	
2	截面宽度	柱	±3	用尺测量平行构件截面的两端或中部, 取最大值
3		梁	1, -3	
4	截面高度	柱	±2	用尺测量平行构件截面的两端或中部, 取最大值
5		梁	±5	
6	侧向弯曲		$L/1000$, 且≤5	拉线, 用钢尺测量弯曲最大处
7	模板表面平整度	柱的内腔面	3	2m 靠尺和金属塞尺测量
8		梁	3	

9	端模平整度	1	2m 靠尺和金属塞尺测量
10	柱顶对角线差	3	用尺测量对角线，取最大值

注：1 L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸；

2 柱是指预制空心柱构件；梁是至叠合梁构件。

10.2.7 构件上的预埋件和预留孔洞宜通过模具进行定位，并应安装牢固，安装允许偏差应符合表10.2.7的规定。

表 10.2.7 模具上预埋件、预留孔洞安装允许偏差

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

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
17	预制夹心保温空心墙构件的保温连接件	尺寸	±5	激光测距仪或用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值

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

10.3 钢筋加工与预埋件

10.3.1 钢筋焊接网应采用工厂自动化机械焊接方法进行制作。

10.3.2 焊接钢筋、电弧焊所用焊条，二氧化碳气体保护焊所用焊丝以及焊接所用气体等材料要求均应符合国家现行标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1449.3、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18、《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27 以及《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

10.3.3 焊接工艺及质量要求除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1449.3、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18、《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27 以及《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

10.3.4 梁、柱、边缘构件箍筋所用钢筋焊接网可采用闪光对焊方法进行制作，相关性能要求应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的有关规定。

10.3.5 当采用电阻点焊方式时，焊点的压入深度应为较小钢筋直径的20%~30%，其接头抗剪试验应符合行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114-2014 附录 E 要求。本规程第 5.2.3 条规定的等强连接点，应采取加强焊接工艺，其接头的抗剪试验除应从每一检验批接头中随机切取三个接头进行试验并应按下列规定对试验结果进行评定：

1 符合下列条件之一时，应评定该检测批接头抗剪试验合格：

1) 3 个试件均断于钢筋母材，呈延性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值；

2) 2 个试件断于钢筋母材，呈延性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值；另一试件断于焊缝，呈脆性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值。

2 符合下列条件之一，应进行复验：

1) 2 个试件断于钢筋母材，呈延性断裂，其抗剪强度不小于钢筋母材抗剪强度标准值；另一试件断于焊缝，或热影响区，呈脆性断裂，其抗剪强度小于钢筋母材抗剪强度标准值；

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

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

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

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

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

10.3.6 钢筋半成品、钢筋网、成型钢筋笼和钢筋桁架应检查合格后方可进行安装，钢筋网和成型钢筋笼的尺寸偏差应符合表 10.3.6 的规定，钢筋桁架的尺寸偏差应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

表 10.3.6 钢筋网和成型钢筋笼的尺寸允许偏差及检验方法

项次	检验项目及内容		允许偏差 (mm)	检验方法	
1	预制空心柱纵筋长度		1, -3	用尺量总长	
2	绑扎钢筋网	长、宽	±5	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
3		网眼尺寸	±10	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
4		对角线差	±0.5%	用尺量最外边两个对角绑扎点连线距离, 取两个对角线差值	
5		端头不齐	3	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
6	钢筋焊接网	长、宽	0, -3	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
7		网眼尺寸	预制空心柱田字形网片	±3	用尺量连续三档, 取最大值
8			预制空心墙梯子形网片	±5	用尺量连续三档, 取最大值
9			叠合梁目字形网片	±5	用尺量连续三档, 取最大值
10			其它	±10	用尺量连续三档, 取最大值
11		对角线差	±0.5%	用尺量最外边两个对角焊点连线距离, 取两个对角线差值	
12		端头不齐	-3	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
13	成型钢筋笼	长	预制空心柱构件	1, -3	用尺量两端三处, 取最大值
14			其它构件	±5	用尺量两端三处, 取最大值
15		宽	2, -5	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
16		高(厚)	2, -5	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
17		主筋间距	预制空心柱构件	±3	用尺量两端和中间三处, 取最大值
18			其它构件	±8	用尺量两端和中间三处, 取最大值
19		主筋排距	±5	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
20		箍筋间距	±10	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
21		钢筋弯起点位置	±10	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
22		端头不齐	预制空心柱构件	-3	用尺量两端和中间三处, 取最大值
23			其它构件	5	用尺量两端和中间三处, 取最大值
24		保护层厚度	柱、梁	±5	用尺量两端和中间三处, 取最大值
25			墙、板	±3	用尺量两端和中间三处, 取最大值

项次	检验项目及内容	允许偏差 (mm)	检验方法
1	预制空心柱纵筋长度	1, -3	用尺量总长
26	后置钢筋笼外轮廓尺寸	0, -5	用尺量两端和中间三处, 取最大值

10.3.7 预埋件的规格、数量、位置等应符合设计要求, 预埋件加工偏差应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

10.4 成型、养护及脱模

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

10.4.2 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。

10.4.3 混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机搅拌, 并宜具有生产数据逐盘记录和实时查询功能。混凝土应按照混凝土配合比通知单进行生产, 混凝土所用原材料计量误差应符合表 10.4.3 要求。

表 10.4.3 混凝土原材料每盘称量的允许误差

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

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

10.4.5 混凝土浇筑时应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定, 预制空心墙构件的 A 面与 B 面翻转合模前, B 面的混凝土浇筑时间及间歇时间不宜超过 20min。

10.4.6 预制空心墙构件的第二面混凝土振捣宜采用低频摇晃机械振动方式成型。

10.4.7 预制空心墙构件叠合面的粗糙面可通过调整混凝土配比且采用振捣工艺实现, 也可在混凝土初凝前进行拉毛处理。

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

10.4.9 预制构件养护应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

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

10.5 预制构件检验

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

10.5.2 叠合墙板类构件外形尺寸偏差和检验方法应符合表10.5.2的规定，其余构件外形尺寸偏差和检验方法应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定，预制构件有粗糙面时，与预制构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放大至1.5倍。

表 10.5.2 预制叠合墙板类预制构件外形尺寸允许偏差和检验方法

序号	检查项目		允许偏差(mm)	检验方法
1	墙板水平长度		±5	用尺量上中下三处，取偏差绝对值较大者
	内叶板安装缝宽度		5, -2	用尺量上中下三处，取偏差绝对值较大者
	外叶或内叶墙板厚度		1, -3	用尺量四角和四边中部位置，去其中偏差绝对值较大者
	总厚度		±3	
	墙板高度		±3	用尺量两端和中部，取偏差绝对值较大者
2	表面平整	内表面	5	2m 靠尺和金属塞尺测量，取靠尺与构件表面的最大缝隙
		外表面	3	
3	对角线差	墙板、门窗口	5	尺量两对角线
4	侧向弯曲		$L/1000$ 且 ≤ 10	拉线，尺量最大弯曲处
5	扭翘		$L/750$	四对角拉两根线，量测两线交点之间的距离，其值的 2 倍为扭翘值
6	预留孔洞	中心线位置偏移	5	用尺量纵横两个方向尺寸，取其中较大者

序号	检查项目		允许偏差(mm)	检验方法
		孔洞尺寸, 深度	±5	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大者
7	墙板上对应梁安装的槽口	槽口宽度、高度	5	尺量, 取偏差绝对值较大者
		槽口侧壁定位偏差	5	
8	门窗洞	中心线位置偏移	5	用尺量纵横两个方向尺寸, 取其中较大者
		宽度、高度	±3	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中最大者
9	预埋螺栓等预埋件	预埋锚板中心位置	5	尺量, 取偏差绝对值较大者
		预埋锚板与混凝土面平面高差	0, -5	
		预埋螺栓中心位置	2	
		预埋螺栓外露长度	±5	
		预埋套筒、螺母中心位置偏差	2	
		预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	0, -5	
		线盒、电盒、吊环中心位置偏差	15	
线盒、电盒、吊环与构件表面偏差	0, -10			
10	预留插筋	中心线位置偏差	5	尺量, 取偏差绝对值较大者
		外露长度	±5	
11	键槽	中心线位置偏移	5	尺量, 取偏差绝对值较大者
		长度、宽度、深度	±5	

注: L 为构件长度 (mm)。

10.5.3 预制叠合梁构件、预制空心柱构件外形尺寸偏差和检验方法应符合表 10.5.3的规定, 预制构件有粗糙面时, 与预制构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放大至1.5倍。

表 10.5.3 预制叠合梁构件和预制空心柱构件尺寸允许偏差和检验方法

序号	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预制空心柱构件	截面边长 (宽度和高度)	±3	尺量两端和中间三处的截面尺寸, 取偏差绝对值较大者
		柱长度	总长 (纵筋)	1, -3

			混凝土长度	± 3	尺量混凝土长度三处，取取偏差绝对值较大者
		外露钢筋端头不齐		1, -3	钢尺测量所有外露钢筋长度，取取偏差绝对值较大者
2	预制叠合梁构件	梁水平长度	$< 12\text{m}$	± 5	尺量四个面，取偏差绝对值较大者
			$\geq 12\text{m}$ 且 $< 18\text{m}$	± 10	
			$> 18\text{m}$	± 20	
		梁截面宽度		± 3	
		梁截面高度		± 5	
3	表面平整	梁、内表面		5	2m 靠尺和金属塞尺测量
		预制空心柱外表面		3	
4	对角线差			5	尺量两对角线之差
5	侧向弯曲			$L/750$ 且 ≤ 10	拉线，钢尺量最大弯曲处
6	扭翘			$L/750$	对角线用细线固定，尺量中心点高度差值
7	预留孔洞	中心线位置偏移		5	尺量，取偏差绝对值较大者
		孔尺寸		± 5	
8	预埋螺栓等预埋件	预埋锚板中心位置		5	尺量，取偏差绝对值较大者
		预埋锚板与混凝土面平面高差		0, -5	
		预埋螺栓中心位置		2	
		预埋螺栓外露长度		± 5	
		预埋套筒、螺母中心位置偏差		2	
		预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差		0, -5	
9	插筋	预制空心柱	每根插筋的中心距	± 3	钢尺测量每根插筋的中心距，取较大者
			外露长度	0, -3	钢尺测量每根插筋的外露长度，取较大者

10	键槽	中心线位置偏移	5	尺量，取偏差绝对值较大者
		长度、宽度、深度	±5	

注：L为构件长度（mm）。

10.5.4 预制构件的预埋件、插筋、预留孔的规格、数量应满足设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察和量测。

10.5.5 预制构件的结合面、粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察和量测。

10.5.6 预制夹心保温空心墙构件的拉结连接件的类别、数量、使用位置及性能应符合设计要求。

检查数量：按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。

检验方法：检查试验报告单、质量证明文件及隐蔽工程检查记录。

10.5.7 预制夹心保温空心墙构件用的保温材料类别、厚度、位置及性能应满足设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、量测，检查保温材料质量证明文件及检验报告。

10.5.8 预制构件的门框、窗框预埋安装尺寸偏差应符合表 10.5.8 的要求。

检查数量：全数检验。

检查方法：见表 10.5.8。

表 10.5.8 门框、窗框安装位置允许偏差及检验方法

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

10.5.9 对于本规程第 9.2.4 条中标示的钢筋，应在构件起吊前进行专项检查。

检查数量：全数检验。

检查方法：观察和量测。

10.6 堆放与运输

10.6.1 预制构件吊运应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定，预制夹心保温空心墙构件吊运应确保其各受力部位与设计要求相同。

10.6.2 预制空心墙构件的门洞应安装临时加固支撑，且固定牢靠。

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

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

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

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

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

1 预制夹心保温空心墙构件运输应采用自装卸式的预制构件专用运输车；

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

3 预制空心柱构件运输应根据需要设置水平支架，牢靠固定在运输车上。

11 施工与验收

11.1 一般规定

- 11.1.1** 叠合结构施工应结合构件设计、生产、装配施工一体化的原则进行策划，并编制施工组织设计。
- 11.1.2** 施工单位应根据叠合结构的安装与连接方式对施工现场构件吊装作业人员进行专项培训。
- 11.1.3** 叠合结构施工应采用工具式、标准化、稳定可靠便于施工操作的工装系统。
- 11.1.4** 施工单位在叠合结构施工前应选择有代表性的单元构件进行试安装并实行样板验收制度。
- 11.1.5** 叠合结构施工安装前应制定安全防护措施，并应满足现行国家标准的相关要求。

11.2 施工准备

- 11.2.1** 叠合结构施工前应制定专项施工方案，施工方案应重点明确构件吊装顺序、构件安装工艺、预制空心墙暗柱成型钢筋笼连接、预制空心柱钢筋连接、后浇段混凝土浇筑、质量及安全管理等内容。
- 11.2.2** 叠合结构施工应根据预制构件的形状、尺寸及重量等参数配置专用吊装工具，吊装工具在使用前应进行必要的施工验算。
- 11.2.3** 施工现场的预制构件堆放区设置应满足高效吊装要求，构件堆放应符合本规程第 10.6.3 条的有关规定。
- 11.2.4** 叠合结构构件安装施工前，已完成结构的混凝土强度应满足安装要求，并进行预制构件安装定位及测放控制线。

11.3 构件安装与连接

- 11.3.1** 预制构件安装应符合下列规定：
- 1 预制构件吊装前应进行班前安全技术交底；

2 竖向预制构件吊装前应检查构件安装面的轴线和定位控制线，并应符合测量规范的要求；

3 构件吊装应确定吊装顺序并预先编号，吊装施工时应严格按照编号顺序进行；

4 构件起吊前应检查吊具是否安装到位，并拧紧固定；

5 预制空心墙安装前，应校核安装面预留插筋的规格、型号及位置，预留插筋沿墙板空腔宽度的方向位置误差应控制在负误差范围内；

6 预制空心柱安装前，应采用专用钢筋定位卡具校核预留钢筋的位置；

7 预制空心墙、预制空心柱等竖向空心构件安装后应采取临时固定措施对安装位置、安装标高、垂直度进行校核与调整，临时固定措施应具有足够的强度、刚度，以保证构件的稳定性；

11.3.2 预制空心墙构件安装应符合下列规定：

1 预制空心墙构件安装前，应检查并清理空心墙板安装基层的疏松结合面；

2 预制空心墙构件底部应设置可调整接缝厚度的垫块；

3 按照构件深化设计时确定的预制空心墙吊点进行起吊安装，吊装过程中应保证预制空心墙构件各吊点受力合理，构件不变形；

4 预制空心墙构件安装就位后应设置不少于 2 道可调节长度的斜支撑，斜支撑两端应分别与墙体构件和可靠连接，长斜支撑距离板底的距离宜为构件高度的 2/3，短斜支撑距离板底的距离宜为构件高度的 1/5。

11.3.3 预制空心柱构件安装应符合下列规定：

1 预制空心柱构件安装前，应检查并清理空心柱安装基层的疏松结合面；

2 按照构件深化设计时确定的预制空心柱构件吊点进行起吊安装；

3 预制空心柱构件在安装过程中宜采用专用的定位、导向、支撑工装，空心柱安装就位后应在柱体相邻垂直面设置 2 道可调节长度的斜支撑，斜支撑两端分别与柱体和楼板可靠连接。

11.3.4 叠合梁、叠合板安装应符合下列规定：

1 叠合梁、叠合板安装应设置临时支撑，支撑架体的基底应平整坚实；

2 叠合梁底、叠合板底临时支撑的间距应经设计计算确定；

3 叠合板吊点的选择应经设计进行受力计算确定；

4 按照构件深化设计时确定的叠合梁构件吊点进行起吊安装；

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

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

7 叠合梁、叠合板的临时支撑应待后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

11.3.5 叠合结构钢筋连接施工应符合下列规定：

1 预制空心墙后浇段应先安装成型钢筋笼，再将水平连接钢筋移动就位并与成型钢筋笼交叉点绑扎固定；

2 预制空心柱的底部纵向受力钢筋宜采用机械连接，并采用专业的连接设备；

3 叠合板构件、叠合梁构件安装后，应按照图纸设计要求在预制空心墙顶部设置上一层预制空心墙竖向连接钢筋，连接钢筋上部宜用钢筋定位卡具进行临时固定。

11.3.6 叠合结构后浇段模板安装施工应符合下列规定：

1 预制空心墙后浇段模板和预制空心柱底部后浇区模板宜采用定型模板，模板应具有足够的刚度，保证后浇混凝土的形状、尺寸和位置的准确，防止漏浆；

2 预制空心墙暗柱后浇段模板可利用墙板预留穿墙孔加固，墙板预留孔位置应在构件深化设计阶段时提出。

11.3.7 后浇混凝土施工应符合下列规定：

1 当预制空心构件的空腔宽度小于 150mm 时，后浇混凝土宜采用自密实混凝土，也可采用普通混凝土。当采用普通混凝土时，振捣棒宜选用 $\phi 30\text{mm}$ 及以下的微型振捣棒；

2 预制空心墙根部水平接缝位置应采用工具式模板封堵，水平接缝位置宜用自密实混凝土浇筑，也可采用普通混凝土。当采用普通混凝土时，宜通过现场的工艺试验确定混凝土工作性能要求及施工方法；

3 预制空心墙空腔混凝土宜分层浇筑，每层浇筑高度不宜超过 1m，浇筑应保持水平向上完整浇筑；上层混凝土应在下层混凝土初凝前进行浇筑，预制空心柱空腔混凝土宜一次浇筑到梁底或板底；

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

5 楼板混凝土可单独浇筑，也可与预制空心墙和预制空心柱混凝土同时浇筑，与空心墙板、空心柱混凝土同时浇筑时，宜待空心墙板、空心柱浇筑完成1h后再进行浇筑。

11.3.8 外墙板接缝防水施工应符合下列规定：

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

11.4 质量验收

11.4.1 叠合混凝土结构施工应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》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和质量验收。

11.4.2 叠合混凝土结构工程应按混凝土结构子分部工程进行验收，装配式混凝土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他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。

11.4.3 叠合混凝土结构工程施工用的原材料、构配件均应按检验批进行进场验收。

11.4.4 叠合混凝土结构的尺寸偏差及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/T51213 的有关规定。

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

- 1 混凝土叠合接触粗糙面的质量、键槽的尺寸、数量、位置；
- 2 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，定型箍筋、成型钢筋笼的尺寸、焊接质量、连接筋的间距；
- 3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；

- 5 预制混凝土构件接缝处防水、防火等构造做法；
- 6 保温及其节点施工；
- 7 其他隐蔽项目。

11.4.6 叠合混凝土结构的预制构件和预制构件安装与连接一般项目 and 主控项目应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51213 的有关规定。

11.4.7 叠合剪力墙的后浇段混凝土和叠合剪力墙及叠合柱空腔内的后浇混凝土强度应符合设计要求，后浇混凝土的结构实体检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定。

11.4.8 预制空心墙构件、预制空心柱构件、叠合梁和叠合板预制构件的结构实体检测应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定。

11.4.9 叠合结构验收时，除应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的要求提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；
- 2 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复检报告；
- 3 预制构件安装施工记录；
- 4 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- 5 后浇混凝土、坐浆料的强度检测报告；
- 6 外墙防水施工质量检测记录；
- 7 叠合结构分项工程质量验收文件；
- 8 叠合结构工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 9 叠合结构工程的其他文件和记录。

附录 A 预应力空心叠合板构造

A.0.1 在高层叠合结构中应用预应力空心楼板时，楼板宜设置叠合层，并应满足下列规定：

- 1 叠合层厚度不宜小于 60mm；
- 2 叠合层内应设置双向钢筋，其直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm；
- 3 预应力空心楼板顶面应设置凹凸深度不小于 4mm 的粗糙面，并宜设置抗剪钢筋。

A.0.2 多层叠合剪力墙结构或叠合框架—剪力墙结构中的预应力空心板端部在叠合墙上的支承长度宜为 50mm。

A.0.3 预应力空心楼板端部支承于剪力墙上时[图 A.0.3]，应采用坐浆料填实，坐浆料的性能应符合表 A.0.3 的要求。

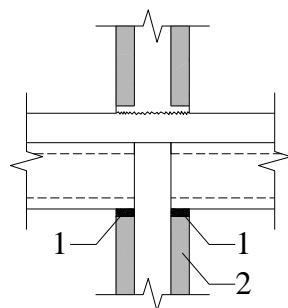


图 A.0.3 预应力空心板坐浆示意

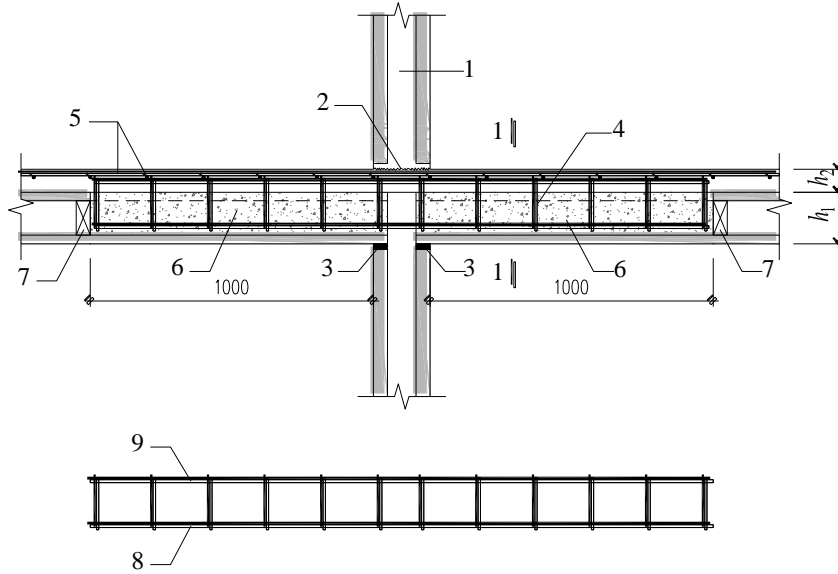
1—坐浆；2—叠合剪力墙

表 A.0.3 坐浆料性能要求

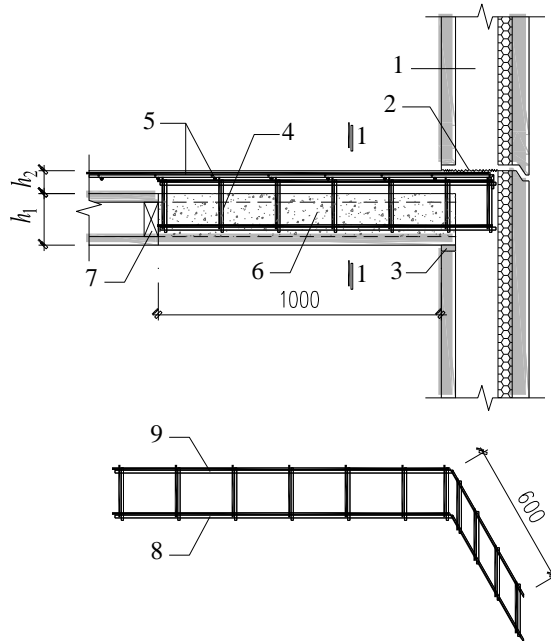
项目	性能指标	试验方法标准
泌水率 (%)	0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
初凝时间	≥2h	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
抗压强度(MPa)	1d	≥30
	3d	≥40
	28d	≥50
氯离子含量 (%)	≤0.06	《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077

A.0.4 当多层建筑的预应力空心楼板支承在剪力墙上时，板端应采取配置拉锚钢筋网片等构造措施[图 A.0.4]，并应符合下列规定：

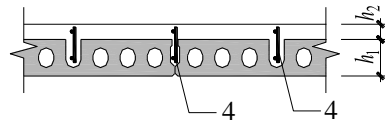
- 1 板端及板缝拉锚钢筋网片纵筋不宜小于 $2\Phi 10$ ，短筋直径不宜小于 $\Phi 6$ ，间距不宜大于 200mm；短筋与纵筋宜采用焊接；
- 2 拉锚钢筋网片间距不应大于 600mm；
- 3 拉锚钢筋网片筋从支座边缘伸入板内长度不宜小于 1000mm，当支座仅一侧有板时，拉锚钢筋需弯折后锚入支座内，弯折段长度不应小于 600mm；
- 4 拉锚钢筋网片所在芯孔应灌孔，灌孔混凝土强度等级不宜低于 C30。



(a) 板与叠合墙连接示意（中间支座处）



(b) 板与叠合墙连接示意（端支座处）



1—1

图 A.0.4 预应力空心板支承在与叠合墙上的连接示意

1—叠合墙；2—粗糙面；3—板底坐浆；4—芯孔(及板缝)内拉锚钢筋网片；

5—混凝土后浇层内构造钢筋；6—芯孔灌孔范围；7—板孔堵块；8—网片下纵筋；

9—网片上纵筋； h_1 —预应力空心板厚度； h_2 —后浇叠合层厚度

A. 0. 5 高层叠合剪力墙结构或高层叠合框架—剪力墙结构中的预应力空心板端部不宜伸入剪力墙墙厚范围之内。预应力空心楼板应在板端采取配置拉锚钢筋网片等构造措施[图 A.0.5]，并应符合下列规定：

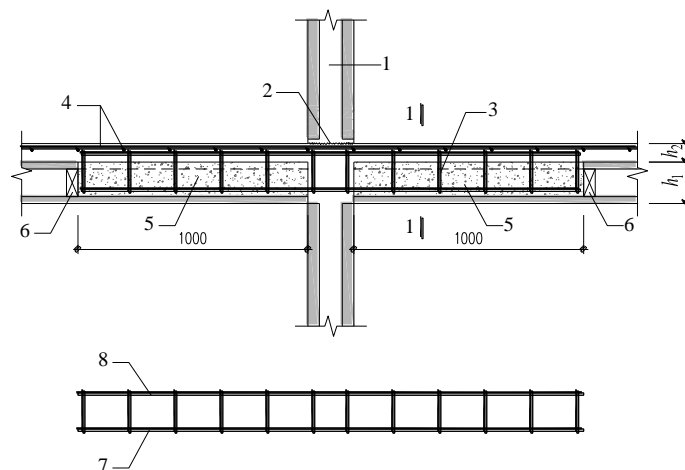
1 拉锚钢筋总截面面积不应小于预制板内端部纵向钢筋总截面面积，并应满足板端受剪承载力要求；

2 拉锚钢筋网片间距不应大于 600mm；

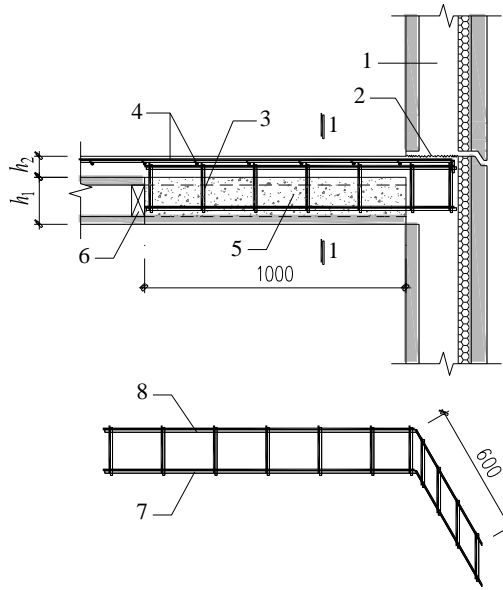
3 板端及板缝拉锚钢筋宜采用由网片上纵筋、网片下纵筋与短筋焊接组成的钢筋网片；其中网片上纵筋不宜小于 1 Φ 10 纵筋，网片下纵筋不宜小于 1 Φ 16，短筋直径不宜小于 Φ 6，间距不宜大于 200mm；

4 拉锚钢筋网片筋从支座边缘伸入板内长度不宜小于 1000mm，当支座仅一侧有板时，上述拉锚钢筋需弯折后锚入支座内，弯折段长度不应小于 600mm；

5 拉锚钢筋网片所在芯孔应灌孔，灌孔混凝土强度等级不宜低于 C30。



(a) 板与叠合墙连接示意（中间支座处）



(b) 板与叠合墙连接示意（端支座处）

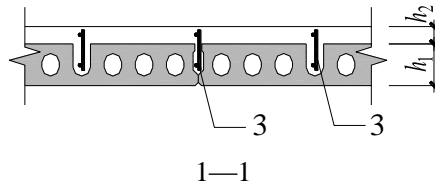


图 A.0.5 预应力空心板不支承在叠合墙上的连接示意

1—叠合墙；2—粗糙面；3—芯孔(及板缝)内拉锚钢筋网片；4—混凝土后浇层内构造钢筋；
5—芯孔灌孔范围；6—板孔堵块；7—网片下纵筋；8—网片上纵筋； h_1 —预应力空心板厚度；
 h_2 —后浇叠合层厚度

A.0.6 未设置拉锚钢筋的板端孔洞应采用强度不低于 M3.5 的砂浆块或 C10 混凝土块封堵严密，并将多余砂浆或混凝土清理干净，堵块距离板端不宜小于 60mm，堵块厚宜为 50mm[图 A.0.6]。

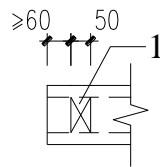


图 A.0.6 板端封堵做法示意

1—板孔堵块

A.0.7 板侧与主体结构连接处宜增设拉锚钢筋[图 A.0.8]，其构造应满足下列要求：

- 1 拉锚钢筋直径不宜小于 10mm，间距不宜大于 800mm；
- 2 拉锚钢筋进入支座内段宜向下弯折，其水平投影长度不应小于 120mm；

3 拉锚钢筋在板缝内的弯钩总长度不宜小于 350mm，其竖直段长度不宜小于 $(h-40)$ mm，其中 h 为预应力空心板厚度；

4 图中 b_1 为支座与板侧预留缝隙，其宽度不宜大于 60mm。

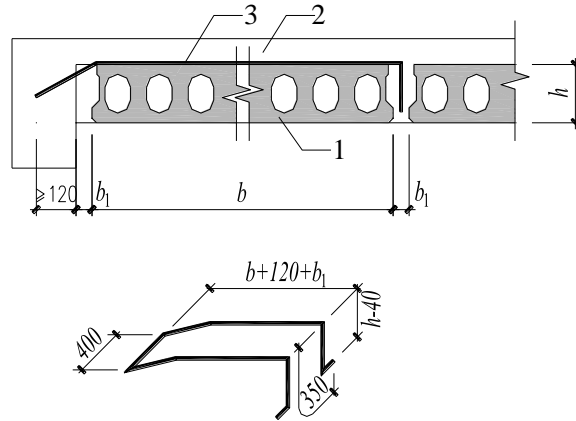


图 A.0.7 板侧支座做法示意

1—预应力空心板；2—后浇叠合层；3—拉锚钢筋；

本规程用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他标准执行的写法为“应符合……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 2 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 3 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 4 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
- 5 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 6 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 7 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 8 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476
- 9 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 10 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 11 《不锈钢棒》 GB/T 1220
- 12 《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》 GB/T 1449.3
- 13 《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB/T 3280
- 14 《不锈钢冷加工棒》 GB/T 4226
- 15 《不锈钢热轧钢板和钢带》 GB/T 4237
- 16 《混凝土外加剂匀质性试验方法》 GB/T 8077
- 17 《水泥胶砂强度试验》 GB/T 17671
- 18 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 19 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 20 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 21 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 22 《建筑钢结构焊接技术规程》 JGJ 81
- 23 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》 JGJ 95
- 24 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 25 《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》 JGJ 110
- 26 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114
- 27 《外墙饰面砖工程施工及验收规程》 JGJ 126
- 28 《钢筋焊接接头试验方法标准》 JGJ/T 27

- 29 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70
- 30 《自密实混凝土应用技术规程》 JGJ/T 283
- 31 《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》 JGJ/T 458
- 32 《混凝土接缝用建筑密封胶》 JC/T 881

中国工程建设标准化协会标准

装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构

技术规程

条文说明

目 次

1	总则.....	85
3	基本规定.....	90
4	材料.....	91
5	结构设计.....	92
5.1	一般规定.....	92
5.2	预制构件设计.....	93
5.3	叠合楼盖设计.....	94
5.4	叠合地下室外墙设计.....	95
6	叠合剪力墙结构设计.....	97
6.1	一般规定.....	97
6.2	构件设计.....	98
6.3	连接设计.....	100
6.4	多层叠合剪力墙结构设计.....	103
7	叠合框架结构设计.....	106
7.1	构件设计.....	106
7.2	连接设计.....	106
8	叠合框架-剪力墙结构设计.....	108
9	预制构件数字化设计.....	109
9.1	一般规定.....	109
9.2	设计要求.....	109
10	构件制作与运输.....	111
10.1	一般规定.....	111
10.2	设备与模具.....	112
10.3	钢筋加工与预埋件.....	113
10.4	成型、养护及脱模.....	113
10.5	预制构件检验.....	114
10.6	堆放与运输.....	114

11 施工与验收.....	116
11.1 一般规定.....	116
11.2 施工准备.....	116
11.3 构件安装与连接.....	117
11.4 质量验收.....	119
附录 A 预应力空心叠合板构造.....	121

1 总则

1.0.1 装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构具有如下创新性优势：

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

(2) 竖向构件内部及连接节点为整体现浇，结构整体性好；

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

(4) 本体系叠合剪力墙采用成型钢筋笼构造，确保钢筋笼处于整体受力状态，结构整体性优于桁架钢筋形式叠合剪力墙；

(5) 采用可靠易检的钢筋搭接连接方式，质量安全可控；

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

(7) 构件质量轻，便于运输、吊装及安装；

(8) 叠合构件预制部分既参与受力又兼做模板，可大量减少外模板使用；

(9) 工业化程度高，大幅降低能源消耗，减少材料损耗，且工厂集中环保处理，有利于实现四节一环保的要求。

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

1.0.3 装配整体式叠合结构设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666等的相关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.6 预制空心墙构件示意如图 1 所示。

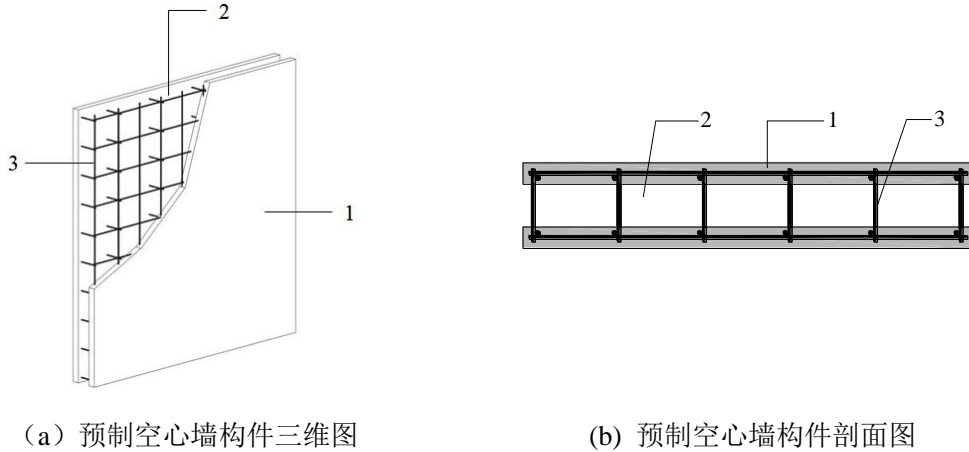


图 1 预制空心墙构件

1—预制部分；2—空腔部分；3—成型钢筋笼

2.1.7 预制夹心保温空心墙构件示意如图 2 所示。

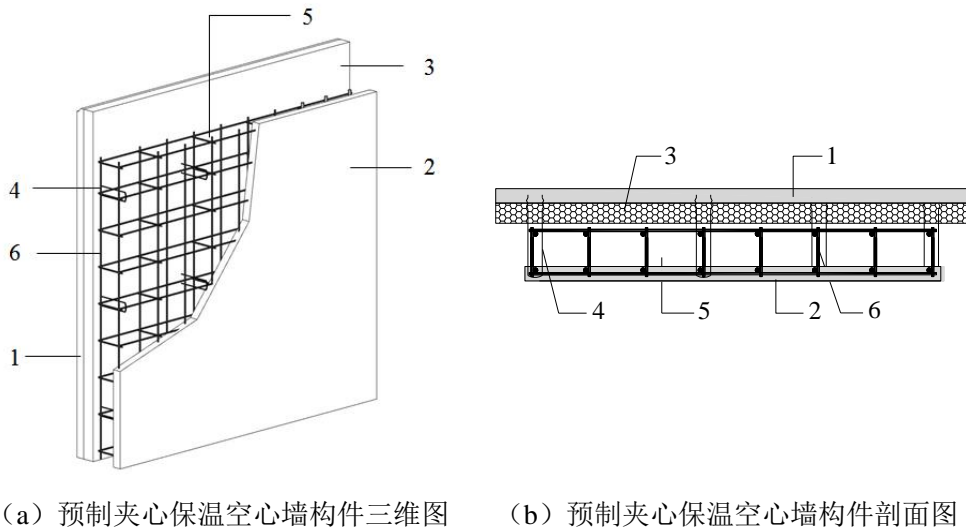


图 2 预制夹心保温空心墙构件

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

2.1.9 预制空心柱构件示意如图 3 和图 4 所示。

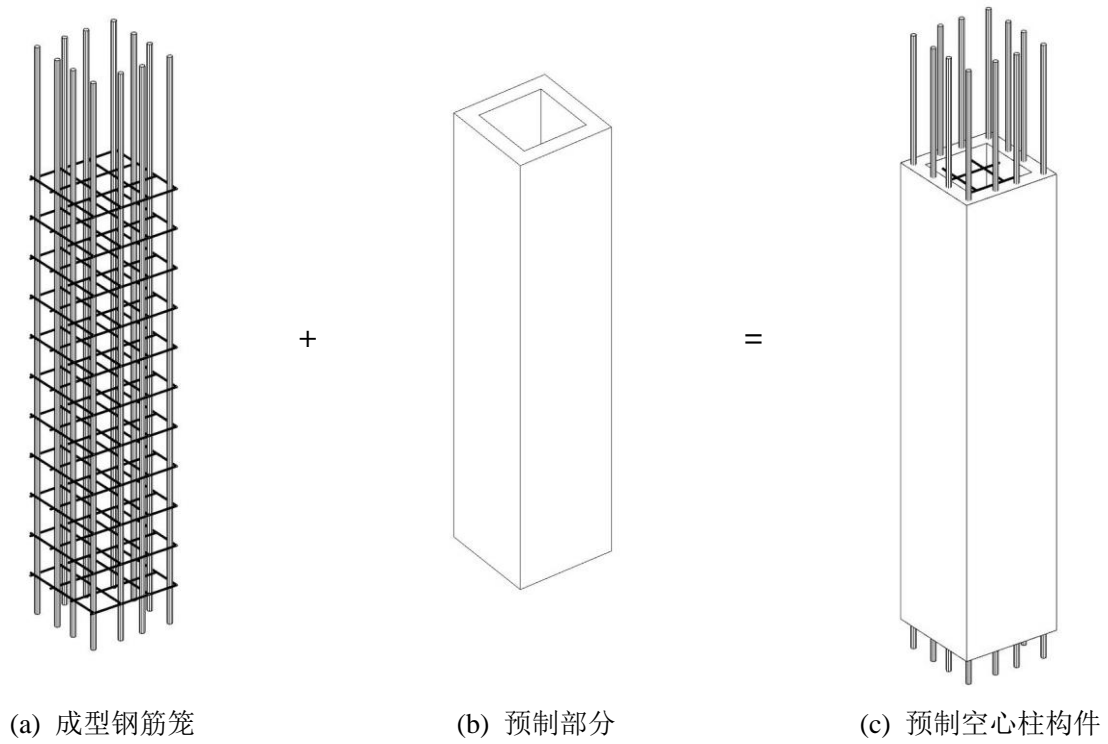


图3 预制空心柱构件三维图

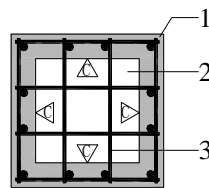
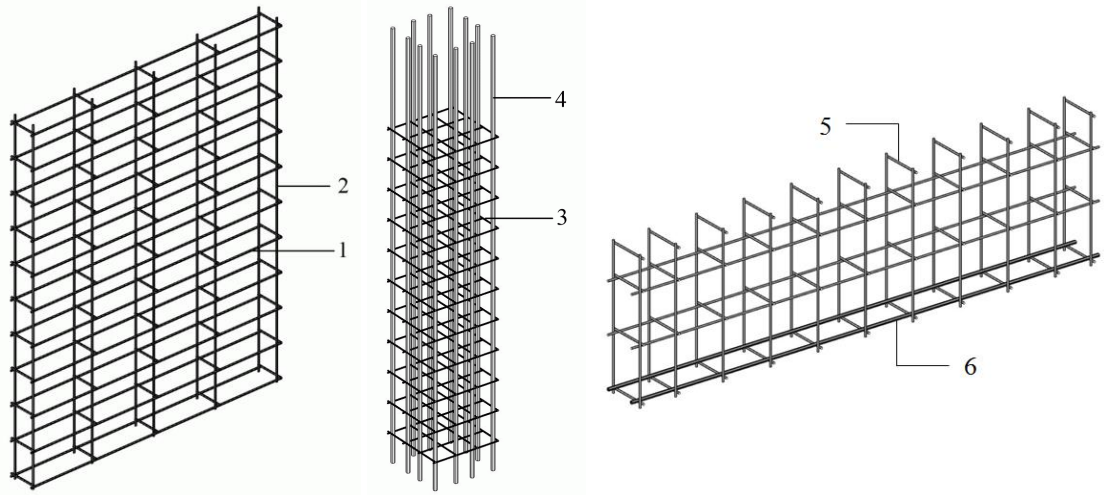


图4 预制空心柱构件剖面图

1—预制部分；2—空心部分；3—成型钢筋笼

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



(a) 墙钢筋笼

(b) 柱钢筋笼

(c) 梁钢筋笼

图 5 成型钢筋笼

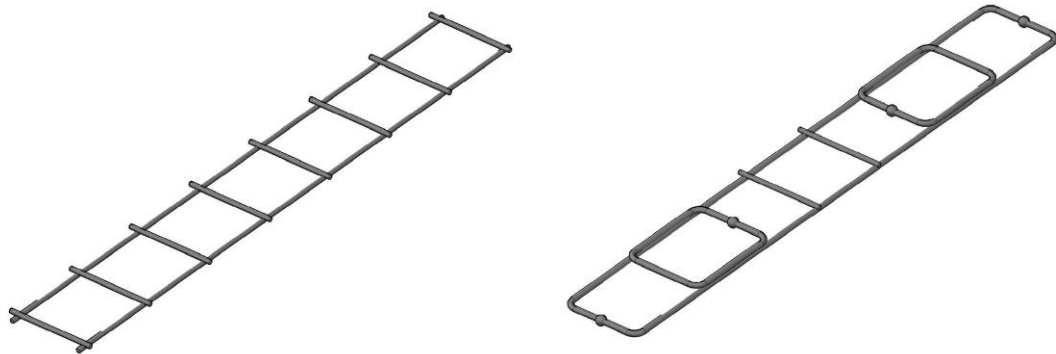
1—梯子形网片；2—墙体竖向钢筋；3—柱箍筋网片；4—柱纵筋；5—梁箍筋网片；
6—梁纵筋

2.1.14 钢筋焊接网包括墙板所用梯子形网片，箍筋用口字形、目字形、田字形网片、楼板用钢筋网片，网片可采用钢筋垂直接焊接或钢筋弯折对焊方式。典型钢筋网片示意如图 6 所示：

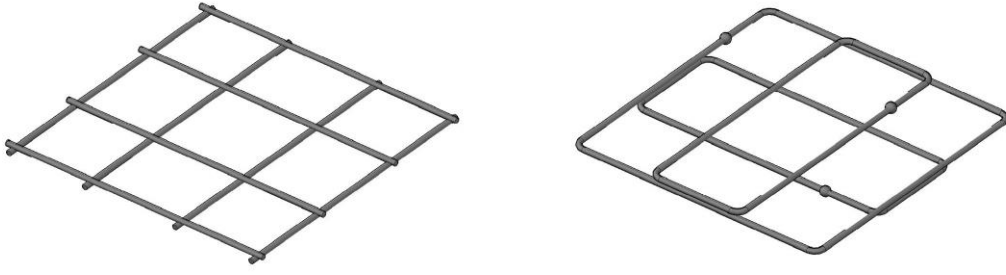


(a) 口字形网片

(b) 目字形网片



(c) 梯子形网片



(d) 田字形网片

图 6 钢筋网片

3 基本规定

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

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

3.0.3 叠合结构需要进行预制构件的深化设计，以便于预制构件的加工制作，此部分工作宜由设计单位完成。深化设计应采用三维设计软件建模，模型的存储和维护应符合各专业和不同软件间数据交互的要求，以保证模型数据有效传递和交换。预制构件模型输出数据能实现构件生产设备数据识别，工厂可根据模型数据自动解析图纸，并实现在模台上自动打印，有利于构件自动化生产，减少人工失误率。

4 材料

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

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

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

4.0.8 当构件预制部分不能满足受力要求时，应首选提高其混凝土强度等级，其次才是增大构件截面，这样可以控制构件吊装重量，减少工厂模具种类，便于工业化生产。但考虑高强度混凝土在较小空间的空腔内浇筑质量保证措施的经验不足，建议后浇混凝土强度等级不宜过高。

4.0.9 考虑到自密实混凝土具有高流动度而不离析、不泌水和高均匀性，能在不经振捣或少振捣的情况下自流平并自动通过钢筋间隙充满模具达到充分密实，所以应依据行业标准《自密实混凝土应用技术规程 JGJ/T 283-2012》中对粗骨料粒径做出要求，同时应采取相应的检测方法对浇筑的密实度进行检测以满足验收要求。当采用普通混凝土时，则按国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 相关规定执行，并加强普通混凝土浇筑后的密实度检测。

4.0.10 不锈钢材的防锈能力与其铬、镍含量有关。由于统一数字代号为 S316XX 系列的奥氏体不锈钢具有良好的耐久性能和力学性能，在不锈钢拉结件产品选材时，应优先选择 S316XX 系列的奥氏体不锈钢材料。S316XX 系列不锈钢中的镍含量约 12%~14%，含镍铬总量 29%~31%，并增加了 2%~3% 的合金元素钼。由于镍铬含量和合金元素的不同，其防腐性能和适用的环境也不相同。在进行工程设计时，应根据工程所在地的环境条件、腐蚀介质和浸蚀性作用选用。当环境腐蚀性低（如一类和二类环境），且有可靠依据时，也可选用 S304XX 系列的奥氏体不锈钢材料。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 叠合结构的最大适用高度参照现行《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的相关规定确定。当房屋高度较高时，应对结构进行适当加强。

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

叠合剪力墙结构的墙肢通常在楼层标高需要设置水平接缝，水平接缝处易成为受力薄弱环节。当高宽比较大时，水平接缝的受拉和受剪滑移和破坏将严重影响结构的抗震性能。因此，控制结构的高宽比，以控制结构整体的抗震性能。当结构的高宽比超出限值要求时，应该补充水平接缝在中震下的承载力验算，包括接缝受剪、压弯及拉弯承载力，以保证其安全。

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

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

5.1.4 叠合结构的抗震等级参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》

JGJ 1 中的规定制定，比现浇结构的要求适当从严。

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

5.1.7 楼面梁刚度增大系数可根据计算确定，对于实心叠合楼板，其刚度贡献可按全厚度考虑。当预应力空心板叠合层与梁顶平时，可近似按叠合层的混凝土厚度参照《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定计算梁受压区有效翼缘计算宽度 b_f' 。无后浇层的装配式楼盖，一般与梁的连接较弱，对梁刚度增大作用较小，设计中可以忽略。当无后浇层的装配式楼盖与梁采用较强的连接时，应按实际情况考虑其对刚度的贡献。

5.1.8 结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层对整体性及传递水平力的要求较高，宜采用现浇楼盖。

5.2 预制构件设计

5.2.2 叠合构件保护层厚度的规定对叠合构件截面有效高度有影响，结构计算时应根据实际情况确定叠合构件截面有效高度。

5.2.3 当钢筋焊接网片作为柱、墙箍筋发挥抗剪及约束混凝土作用时，应确保相应的焊接节点具有与传统弯折成型箍筋相同的受力性能，而常规电阻点焊并不能满足上述要求，故本条对各关键焊接位置提出明确的强度要求，具体实现方式及检验方法见本规程第 10.3.4 条、10.3.5 条。

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

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

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

5.2.7 预埋件的布置与工厂生产的便利性密切相关，主体建筑设计阶段，相关专业应密切配合，采用统一的模数方案和布置原则，减少相互干涉；构件设计阶段，更应采用空间模型等工具进行碰撞检查。

5.3 叠合楼盖设计

5.3.2 对于跨度小于 3m 的叠合楼板，可采用马镫筋作为叠合面抗剪构造钢筋，其形状、间距及锚固长度应满足现行国家相关标准的要求。

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

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

5.3.6 矩形叠合梁应用范围最广，可用于全叠合结构体系；U 形叠合梁可用于双层叠合柱或者多层叠合柱的框架结构，当 U 形梁截面高度不大于 600mm 时可采用图 7 截面形式，可提高构件生产效率节约生产成本；双皮叠合梁主要应用于叠合剪力墙洞口处连梁。叠合梁需按照本规程 5.2.1 条进行短暂工况验算。

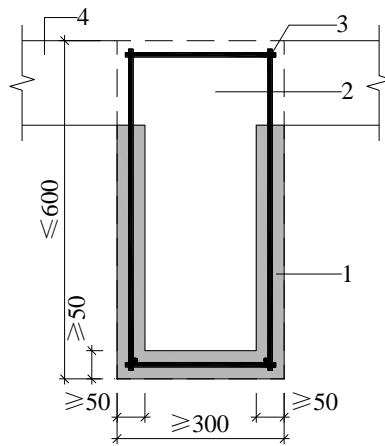


图7 U形叠合梁截面示意图

1—预制部分；2—后浇部分；3—成型钢筋笼；4—楼板

5.4 叠合地下室外墙设计

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

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

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

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

5.4.5 地下室外墙接缝处是防水薄弱部位，应进行密封处理，可采取附加防水

层等方式进行加强，也可在空腔内混凝土施工缝处增设止水钢板。

5.4.6 墙板拼接处预留 10mm 拼接缝，其作用为消除地下室外墙施工误差。一字形墙连接节点做法仅适用于按以上下层结构板为支座、沿竖直方向布置的单向受弯构件进行设计的地下室外墙。当地下室外墙需考虑水平方向受弯时，应避免在水平支座间连接，或采取合理的构造措施，确保外墙水平方向抗弯性能满足承载能力和正常使用要求。

5.4.7 采用图 5.4.7-a 做法时，预制墙板临土侧竖向钢筋无法有效锚入基础底板，故进行受弯承载力验算及正常使用状态验算时计算截面高度应取墙体总厚度减临土侧预制墙板厚度，临土侧基础底板预留受拉钢筋截断点位置应根据弯矩图确定，墙体支座处受弯承载力计算及裂缝验算时不应包含叠合墙预制部分临土侧钢筋面积。考虑施工误差造成预留钢筋无法紧贴预制墙板内壁，此处保护层厚度适当放大。采用图 5.4.7-b 做法时，叠合外墙受弯承载力验算及正常使用状态验算与现浇钢筋混凝土外墙相同，墙板内临土侧竖向钢筋可根据计算需要，在适当位置截断。如有其他可靠的墙板接缝处理措施，可按实际情况进行设计。

6 叠合剪力墙结构设计

6.1 一般规定

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

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

叠合剪力墙结构体系设计时，可能会涉及“装配式建筑体系 2018110899290”相关专利及核心技术，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

6.1.2 参考现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的相关要求，高层装配整体式剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土。

结构分析及试验研究表明，叠合剪力墙在地震作用下，其受力状态及破坏模式与现浇剪力墙完全一致，理论上叠合剪力墙也可应用于底部加强区域，考虑到新的结构体系在实际项目上应用的经验较少，对底部加强位置采用叠合剪力墙建筑的结构刚度、整体稳定性、承载能力进行宏观控制，高宽比需满足《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关要求。

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

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

6.1.5 通常情况下叠合剪力墙预制墙板厚度为 50mm，根据叠合剪力墙钢筋网

片布置原则，在网片内侧单独增设补强钢筋时，补强钢筋会突出预制墙板进入空腔内，为了减小补强钢筋对空腔内插筋及施工的影响，补强钢筋与同方向墙体网片筋宜平行且同层布置。

6.2 构件设计

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

本节第 6.2.1 条~6.2.4 条，叠合剪力墙预制构件图 8、图 9 设计时可能会涉及“装配式建筑结构体系 2018110899290、预制剪力墙体及预制剪力墙体生产方法 2018110899286、预制三明治墙体及预制三明治墙体生产方法 2018110899271”相关专利及核心技术，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

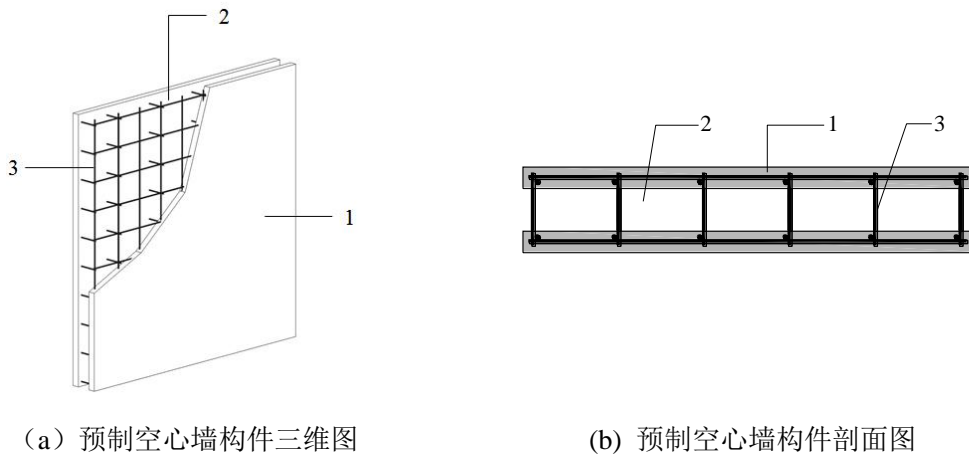
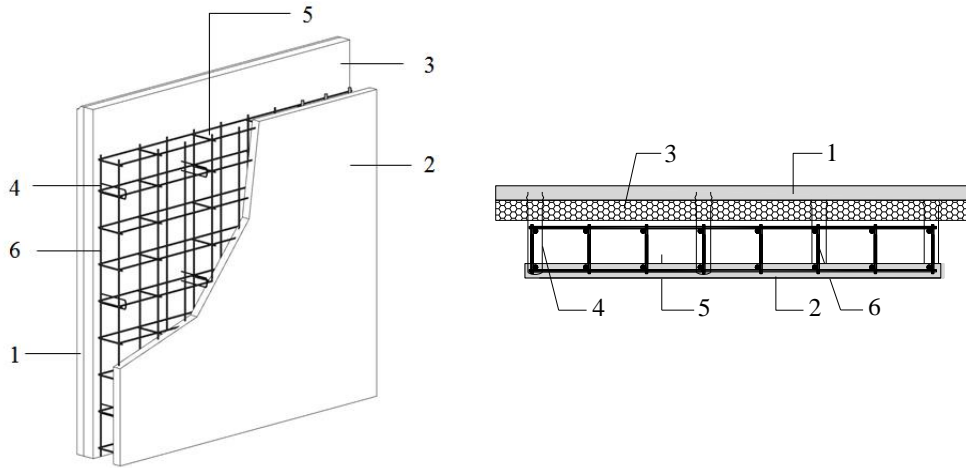


图 8 预制空心墙构件

1—预制部分；2—空腔部分；3—成型钢筋笼



(a) 预制夹心保温空心墙构件三维图 (b) 预制夹心保温空心墙构件剖面图

图9 预制夹心保温空心墙构件

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

6.2.2 预制空心墙板构件单侧板厚度过薄时，单侧板刚度较差，承载力较低，制作、运输和施工中易造成损坏，不易保证工程质量。

根据项目经验，夹心保温预制空心墙板构件外叶板受温度影响较大，在温度应力的影响下，其表面易产生裂缝，故控制外叶板最小厚度防止其在正常使用时开裂。空腔宽度过小，会造成施工不便，影响墙体连接钢筋锚固效果和空腔内混凝土浇筑质量。

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

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

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

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

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

在短暂设计状况下，夹心保温外墙外叶板与内叶板之间存在空腔，通过拉结

件将两者形成整体，在生产、运输、吊装、混凝土浇筑时产生的应力主要由拉结件承担。所以夹心保温外墙拉结件需进行各阶段承载力及裂缝验算，确保夹心保温预制空心墙板构件的整体性。推荐采用允许应力法，当采用允许应力法进行计算时，连接件的承载力应根据实验确定，实验方案及测试数据的选取应充分考虑连接件在短暂设计状况下的受力状态。

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

选用厂家成熟产品时，拉结件各项参数应符合相关产品技术要求。使用时厂家应提供专项产品工艺操作规程和质量控制标准等资料，可以以企业标准或者技术手册的形式提供，并应有充足的依据。设计及生产人员应在充分了解该产品的性能和使用方法的情况下，选用该产品。

6.3 连接设计

6.3.1 考虑到施工方便，叠合剪力墙、夹心保温叠合剪力墙竖向连接宜设置在楼面标高处。基于叠合剪力墙结构的构造，为保证接缝处现浇混凝土浇筑密实、墙内水平钢筋竖向间距符合设计要求，水平接缝高度宜为 50mm。

在先浇筑完成的下层混凝土表面设置粗糙面，有利于保证剪力墙在楼层处的水平接缝受剪承载力。

6.3.2 边缘构件竖向钢筋按照国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 关于搭接钢筋的相关要求，按照 100% 搭接长度取 $1.6l_{aE}$ 。

墙体分布钢筋搭接长度参照行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 7.2.20 条，搭接长度不应小于 $1.2l_{aE}$ 。

本条款涉及专利“装配式建筑结构体系 2018110899290”，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

6.3.3~6.3.4 单排钢筋连接按现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》

GB/T 51231 相关要求设计。

6.3.5 基于叠合剪力墙预制空心墙板构件及夹心保温叠合剪力墙预制空心墙板构件自身特点，充分利用叠合构件中间的空腔，利用环状连接筋将后浇筑混凝土墙段与叠合构件连成整体。环状连接筋可提高空腔内现浇混凝土对其约束，环状连接筋周边的横筋对锚固区混凝土形成约束，可提高锚固效果。

环状连接筋两端设置竖向插筋增加连接筋在叠合剪力墙及后浇筑混凝土内锚固的可靠性，从而确保后浇混凝土墙段与叠合剪力墙的整体性。

竖向插筋仅提高环状连接筋在预制墙板及后浇筑混凝土内锚固的可靠性，上下层墙体的连接不考虑插筋的作用，所以上下层竖向插筋可不连接。

6.3.6 暗柱约束边缘构件与叠合剪力墙空心墙板整体预制，边缘构件阴影区域纵筋及箍筋均应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关要求，箍筋由墙体水平网片筋与附加网片筋共同组成，计算时，计入墙体水平网片钢筋的体积配箍率也不应大于总体积配箍率的 30%。

转角墙及翼墙约束边缘构件阴影区域宜采用现浇混凝土，现浇混凝土内设置成型钢筋笼的纵筋及箍筋应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于约束边缘构件阴影部分竖向钢筋及箍筋的相关要求。

6.3.7 端部构造边缘构件与叠合剪力墙空心墙板整体预制，边缘构件纵筋及箍筋均应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关要求。

转角墙及翼墙构造边缘构件采用组合形式时被分为现浇与叠合构件两段，两段之间采用水平连接筋连接。现浇段内成型钢筋笼及叠合段内纵筋直径、箍筋直径及箍筋间距应分别满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于构造边缘构件的相关要求。同时，现浇段、叠合段内纵筋总面积应满足构造边缘构件关于最小配筋面积的要求。现浇段、叠合段之间的连接筋应满足构造边缘构件箍筋的相关要求。这种组合形式的边缘构件，其面积大于现浇边缘构件，配筋不少于现浇边缘构件；试验结果表明，墙体的承载力和延性等均和配置现浇边缘构件的墙体基本一致。

6.3.8 暗柱约束边缘构件与剪力墙空心墙板整体预制，边缘构件阴影区域纵筋

及箍筋均应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关要求，箍筋由墙体水平网片筋与附加网片筋共同组成，计算时，其墙体水平网片钢筋的体积配箍率不应大于总体积配箍率的 30%。

转角墙及翼墙约束边缘构件阴影区域宜采用现浇混凝土，现浇混凝土内设置的成型钢筋笼纵筋及箍筋应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于约束边缘构件阴影部分竖向钢筋及箍筋的相关要求。

6.3.9 暗柱构造边缘构件与叠合剪力墙空心墙板整体预制，边缘构件纵筋及箍筋均应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关要求。

转角墙及翼墙构造边缘构件内成型钢筋笼纵筋及箍筋应满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于构造边缘构件竖向钢筋及箍筋的相关要求。

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

6.3.11 连梁与叠合墙体整体预制，预制连梁顶部宜采用不出筋形式，便于工厂构件加工，但此时应注意对连梁计算高度的影响。

当采用图 6.3.11-1 (a) 做法时，内力计算梁高宜取至楼板顶部，配筋计算梁高宜取腹板高度；当采用图 6.3.11-1(a)连梁高度不满足要求时，可采用图 6.3.11-1 (b) 复合连梁或图 6.3.11-1 (c) 叠合连梁。当采用复合连梁时，连接筋需承担下部预制部分与上部叠合层拼缝处产生的剪力，连接筋除了与整体连梁计算箍筋一致外，尚应满足拼缝处的抗剪承载力要求。

当单连梁计算配筋较大或整体计算地震作用较大时，可将窗上墙、窗下墙按照图 6.3.11-2 整体连梁方式进行设计，窗上下墙之间采用连接钢筋进行连接。

当整体计算中未考虑窗下墙的刚度作用，仅将窗上墙设计为连梁，窗下墙应按构造墙体的要求进行设计。

连接钢筋应分别伸入上下层墙体 l_{aE} ，当无法满足要求时，连接筋应伸至上下层墙体顶部及底部纵向钢筋的内侧。

6.3.12 基于叠合剪力墙自身特点，顺墙肢方向的梁纵筋可在其空腔内锚固。为

避免梁构件吊装时外伸纵筋与叠合剪力墙空腔内拉筋干涉，预制框架梁设计时，宜采用梁底部不出筋的方式，在梁端预留钢筋连接套筒。现场施工时通过连接套筒将梁纵筋向剪力墙空腔内延伸实现可靠锚固。根据相关经验，附加钢筋在与套筒连接时需预留不小于 200mm 的操作空间。夹心保温叠合剪力墙与梁连接节点构造图 10 也应满足本条规定的要求。

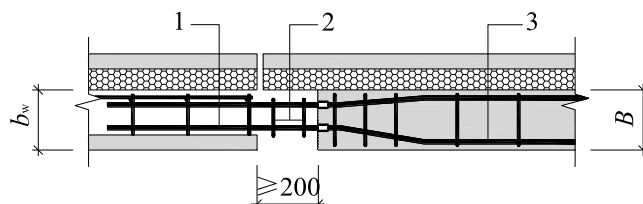


图 10 梁与夹心保温叠合剪力墙连接

1—梁连接钢筋；2—现浇段附加箍筋；3—梁内纵筋； b_w —叠合剪力墙宽度；
 B —梁宽度

6.3.13 梁与叠合剪力墙平面外相交时，叠合剪力墙不宜产生平面外弯矩，梁与墙宜采用铰接。企口接头图 11 的承载力验算除应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50100、《钢结构设计规范》GB50017 的有关规定外，尚应符合下列规定：

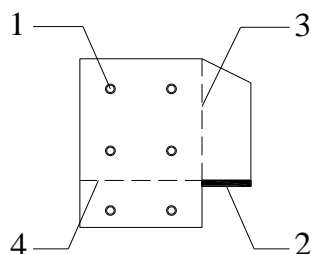


图 11 钢企口示意

1—栓钉；2—预埋件；3—截面 A；4—截面 B

- 1) 钢企口接头应能够承受施工及使用阶段的荷载；
- 2) 应验算钢企口截面 A 处在施工及使用阶段的抗弯、抗剪强度；
- 3) 应验算钢企口截面 B 处在施工及使用阶段的抗弯强度；
- 4) 凹槽内灌浆料未达到设计强度前，应验算钢企口外挑部分的稳定性。
- 5) 应验算栓钉的抗剪强度
- 6) 应验算钢企口搁置处的局部受压承载力。

6.4 多层叠合剪力墙结构设计

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

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

6.4.3 预制墙板厚度不小于 50mm 是为了满足叠合剪力墙在脱模、运输、现场空腔内混凝土浇筑时不开裂。控制叠合剪力墙墙肢厚度不宜小于 200mm，夹心保温叠合剪力墙墙肢厚度不宜小于 150mm，是为了保证叠合墙体的空腔宽度不小于 100mm，从而确保空腔内混凝土浇筑时可以振捣密实。

6.4.4 设防烈度地震（中震）分析时，可采用线性假定，计算水平接缝的剪力并验算其承载力。

6.4.5 本条规定与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 基本一致。

6.4.6 为了保证结构的均匀性和整体性，偏于安全考虑，参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中关于砌体结构墙体布置的要求，提出表 6.4.6 横墙间距的要求。

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

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

6.4.9 受力分析及实验验证表明：多层建筑在多遇地震作用下竖向拼缝处产生的剪力较小，竖缝处混凝土及钢筋仍处于弹性工作状态，结构整体计算时各墙板之间视为整体。

在罕遇地震作用下，墙板之间竖向接缝可视为完全破坏，各墙板按照单独的计算单元进行弹塑性分析，满足弹塑性计算的相关要求，确保房屋在大震作用下不倒塌。

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

7 叠合框架结构设计

7.1 构件设计

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

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

本条款涉及专利“预制柱壳、柱体和框架结构体系 2018210740561”，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

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

本条款涉及专利“预制柱壳、柱体和框架结构体系 2018210740561”，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

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

7.2 连接设计

7.2.1、7.2.2 条除传统的挤压套筒连接、钢筋直螺纹套筒连接外，柱纵筋可根据现场施工需求，采用更符合装配式结构的连接形式。

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

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

本条款涉及专利“装配式建筑结构体系 2018110899290”，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

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

框架顶层端节点柱向上延伸的锚固做法参照现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的相关规定。

7.2.5 U 形叠合梁需控制裂缝宽度满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的相关规定。裂缝验算时需根据纵筋位置合理确定 c_s 的取值，其中 c_s 为最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离。U 形叠合梁受弯承载力计算时，截面有效高度需根据下部纵筋位置确定。

本条款涉及专利“预制梁壳、梁体和框架结构体系 2018210740684”，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

8 叠合框架-剪力墙结构设计

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

8.0.4 叠合暗柱在墙体水平接缝处为截面薄弱位置，需根据墙体竖向钢筋搭接排布位置确定叠合暗柱的截面计算高度。

9 预制构件数字化设计

9.1 一般规定

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

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

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

9.2 设计要求

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

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

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

项目整体模型中的构件与预制构件信息模型及构件编码应一一对应。保证项目、模型、构件信息的一致性，是实现相关方协同工作的基础。预制构件信息模型单元中包含的埋件、吊件、孔洞、线盒等基本元素，为保证各预埋件在生产过

程中的正确定位，应保证同一预埋件定位信息的唯一性。支持数据与设备对接，实现预制构件信息模型数据驱动工厂设备自动化生产。

9.2.2 预制构件图纸最终需要提供给工厂加工生产，图纸上应包含生产加工所需详细的信息。图纸信息应包含项目名称、编号、技术要求、材料等。

为满足预制叠合墙板生产时，两面墙都需要单独在模台面上制作的需求，为便于生产识别，图纸中应包含各墙面在模台面上的视图。

为保证模型和生产用图纸的一一对应，宜采用三维模型直接生产预制构件图纸，只允许增加必要的注释信息。

9.2.3 本条对模型设计后需要交互给构件生产商的数据信息做出相关要求。

整体模型数据宜采用 IFC 数据格式，IFC 数据主要包含各构件在整个项目的空间位置关系，可以不含钢筋和预埋件等信息；

预制构件生产数据宜为 Pxml 或 Unitechnick 格式。预制构件图纸文件宜采用 pdf 格式，一个构件对应一个 pdf 文件。图纸应包含预制构件的空间位置信息、构件包含的混凝土用量、钢筋详细信息和预埋件等信息。

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

10 构件制作与运输

10.1 一般规定

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

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

10.1.3 以项目为单位，对同类型主要受力构件和异形构件的首个构件，由预制构件生产单位技术负责人组织有关人员验收，并按照规定留存相应的验收资料，验收合格后方可进行批量生产，并作为首件验收制度进行构件生产管理。

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

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

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

10.2 设备与模具

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

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

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

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

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

10.2.6 预制空心柱构件要求截面尺寸控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内，通过专用模具控制进行控制，表格中的底模板表面平整度即为预制空心柱模具内腔四面平整度。

10.2.7 本条规定与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231不同之处在于增加预制空心柱构件插筋（0，-3）和预制预制夹心保温空心墙构件的尺寸（ ± 5 ）的要求。预制空心柱构件插筋是指受力纵筋，上层柱子与下层柱

子通过机械连接方式连接，生产时插筋的外露长度需设置负偏差，避免上下层钢筋对接时碰撞干涉或因间距小无法调整连接件。预制夹心保温空心墙构件在翻转合模过程中，保温连接件因外露在被翻转的A面板（在模台翻转前，先浇筑的一侧预制板），翻转过程中插入B面（在模台翻转后，浇筑的一侧预制板）容易与钢筋笼上的钢筋干涉，因此，要求保温连接件不能随意安插在A面上，需按图纸位置尺寸安插。

10.3 钢筋加工与预埋件

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

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

10.3.5 钢筋焊接网普通连接位置采用电阻点焊，可满足受力要求。但梁箍筋网片上下端、柱箍筋网片外围、墙体网片边缘构件外围(图 5.2.3)，所用钢筋焊接网焊点要求较高，可采用二氧化碳气体保护电弧焊方式进行加强，确保加强后的箍筋强度完全等同弯折封闭箍筋。

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

10.3.6 预制空心柱构件用的田字形钢筋网片和纵筋的尺寸偏差比其它构件更严格，是由现场安装精度决定的，当生产精度高，即尺寸偏差小，如主筋中心距允许偏差在 $\pm 3\text{mm}$ ，在预制空心柱纵筋连接时更快捷，节省现场调整钢筋的时间，装配效率高。

10.4 成型、养护及脱模

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

10.4.5 因预制空心墙构件翻转合模时存在压入困难的情况，所以在 A 面翻转与 B 面合模前，要求 B 面的混凝土不能太干，否则 A 面的钢筋笼难以压入 B 面。

10.4.6 低频摇晃式振捣符合翻转设备的工况：在翻转机将养护好的构件 A 面随底模一同扣入到刚浇筑好的混凝土 B 面上，低频摇晃振动对底模影响很小，且能满足混凝土振捣要求。

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

10.5 预制构件检验

10.5.1 预制构件出模后应及时对其外观质量进行全数目测检查，检查项与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的规定一致。

10.5.2 预制叠合墙板类构件的外形尺寸必须符合叠合结构的安装精度要求，预制楼板类构件与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的规定一致。

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

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

10.6 堆放与运输

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

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

10.6.3 采用竖向堆放方式，可减少预制空心墙构件运输过程中的翻转，避免复杂受力状态造成构件损坏，提高施工效率。

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

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

11 施工与验收

11.1 一般规定

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

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

11.1.3 工装系统是指叠合结构施工安装所用的标准化堆放架、模数化通用吊梁、框式吊梁、起吊装置、吊钩吊具、预制空心墙和预制空心柱斜支撑、预制空心柱定位装置、叠合板独立支撑、系列操作工具等产品。工装系统中的定型产品应本着安全可靠、便于施工操作的原则进行选择。

11.1.4 叠合结构是一种新的结构体系，施工前选择典型单元进行安装试验，对施工单位非常必要，不但可以验证设计和施工方案存在的缺陷，还可以培训现场作业人员，验证并完善施工方案实施的可行性，以此构件单元为样板，推行样板引路制度，这对于体系的后续大面积施工，具有重要指导意义。

11.1.5 叠合结构外墙和边柱、角柱施工中，应结合装配施工特点，针对构件吊装、安装等施工安全要求，制定安全防护措施。防护措施宜采用三角挂架，由方钢、槽钢、钢管等焊接而成，通过穿墙螺栓与预制墙板连接实现防护功能，对危险性较大分部分项工程应经专家论证通过后进行施工。现行行业标准包括《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 等。

11.2 施工准备

11.2.1 叠合结构施工前应制定专项施工方案，并应经监理单位审核批准后组织实施。方案内应重点叙述构件吊装顺序、构件安装方法、墙板暗柱成型钢筋笼与墙体连接施工方法、预制空心柱的钢筋连接施工方法，后浇段模板支设及混凝土

浇筑施工方法，质量管理包括全过程的成品保护及修补措施等。安全管理包括吊装安全措施、专项施工安全措施等。

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

11.2.3 施工现场预制构件堆放区应结合起重机械的作业半径合理设置，预制空心墙采用专用存放架存放，其倾斜角度应保持大于 85°；底部应设置柔性支撑，支撑间距不超过 2m，存放架的间距应满足吊装人员的操作要求，预制空心柱应水平堆放，严禁超过 2 层，层间宜采用木方进行隔离。

11.2.4 构件安装施工前，应核对已施工完成的楼板混凝土强度是否具备预制空心墙和预制空心柱的安装要求，当满足要求后进行预制构件定位和测放构件控制线，控制线宜距离结构边 200mm。

11.3 构件安装与连接

11.3.1 预制空心墙安装前，应严格控制安装面沿墙板空腔宽度方向预留插筋的位置，两排插筋的排距严禁出现正误差，否则插筋不易可靠的锚入墙板空腔内，如有误差，应控制为负误差。误差范围宜在-8mm 范围内，预制空心柱插筋或柱体纵筋在安装前，应采用专用钢筋定位卡具进行校核，现场专用卡具宜同工厂预制空心柱生产用的模具定位卡具校核方式一致，以保证现场施工预留钢筋的定位误差满足安装要求。

11.3.2 预制空心墙构件的吊点应在构件深化设计阶段提出并进行构件受力验算，施工现场在预制空心墙构件起吊后应保证空心墙构件处于水平位置，防止起吊后构件倾斜各吊点受力不合理发生构件变形。尤其是带有门窗洞口的空心墙构件洞口上部比较薄弱，容易发生构件变形。

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

吊具宜采用扁平吊带（合成纤维组成），具有重量轻、强度高、不易损伤钢筋网片等优异特点。预制空心柱在安装过程中为了减少起重机械的占用时间，宜

采用便于操作的专用定位、导向工装配合安装就位，安装就位后设置斜支撑调整柱体的垂直度。

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

11.3.5 预制空心墙暗柱后浇节点钢筋应先安装成型钢筋笼，用竖向预留插筋与成型钢筋笼绑扎连接，再用水平连接钢筋与成型钢筋笼绑扎固定，以便将暗柱与墙板可靠连接。为了便于水平连接钢筋操作安装，一字型暗柱和 L 型暗柱及 T 型暗柱的水平连接钢筋在暗柱成型钢筋笼安装前宜提前放置在墙板网格筋临时绑扎，待成型钢筋笼就位绑扎后，再将水平连接钢筋与暗柱成型钢筋笼绑扎，使成型钢筋笼与预制空心墙可靠连接。

预制空心柱底部纵向受力钢筋设计一般直径大于 14mm，宜采用机械连接，当采用可调直螺纹套筒时，施工过程中应配备力矩扳手对拧紧力矩值进行检测，当采用冷挤压套筒时，应配备专用的挤压设备。

预制空心墙竖向连接钢筋的定位关系到上层预制空心墙的安装效率，所以控制预埋的竖向连接钢筋位置尤为重要，在叠合板构件、叠合梁构件安装后宜采用钢筋卡具将上层预制空心墙竖向连接钢筋进行临时固定，以防止叠合楼板混凝土浇筑时竖向连接钢筋移位，钢筋定位卡具可用施工现场的废钢筋制作成水平梯子筋，也可用钢板穿孔制作成钢筋定位装置。

11.3.6 预制空心墙暗柱异型构件较多，采用散拼木模板支模困难，混凝土的成型尺寸难以保证，为保证混凝土的成型质量，宜采用定型钢模板或铝模板，模板加固预留孔位置应在构件深化设计阶段提出预留条件。

11.3.7 当预制空心墙空腔宽度小于 150mm 时，宜采用自密实混凝土，当采用普通混凝土时应保证振捣密实，为预防预制空心墙出现毛细裂缝，空腔区域混凝土宜采用 $\phi 30\text{mm}$ 及以下微型振捣棒振捣。预制空心墙板根部水平接缝高度一般不宜小于 50mm，水平接缝外部宜用木方固定在楼板上进行封堵。预制空心墙板空腔混凝土浇筑前宜先浇筑 50mm 厚自密实混凝土填满根部水平接缝，因预制空

心墙板根部水平接缝位置的混凝土无法振捣，用自密实混凝土填满空心墙板根部水平接缝的密实度保证率要高于用常规混凝土要求。浇筑叠合墙窗间墙时，两侧应均匀浇筑振捣，严禁从一侧向另一侧推进浇筑振捣。当楼板与空心墙板和空心柱空腔混凝土同时浇筑时，空心墙和空心柱砼浇到板底标高后，应停歇 1 小时后再浇筑楼板，待空心墙板和空心柱混凝土收缩预沉降一下后（不超过初凝的时间）再继续浇筑顶楼板的混凝土，以防止墙板和柱连续浇筑在墙板或柱交接处出现混凝土沉落微裂缝。

11.4 质量验收

11.4.3 叠合墙采用的竖向及水平连接钢筋进场验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定，叠合柱采用机械连接用的材料进场验收应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的相关规定。

11.4.5 叠合剪力墙后浇段的成型钢筋笼安装与连接应作为钢筋隐蔽工程重要的验收内容。叠合柱采用机械连接时，应在施工现场制作钢筋连接试件，平行检验钢筋机械连接的质量。

11.4.7 叠合结构的后浇混凝土质量控制非常重要，不但要求其于预制构件的结合面紧密结合，还要求其自身浇筑密实，更重要的是要控制混凝土强度指标。

空腔混凝土强度等级作为混凝土分项工程质量验收主控项目应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 混凝土施工质量验收规范进行控制，空腔混凝土作为混凝土结构的子分部，先进行结构实体检验，优先采用同条件养护试件方法，当未取得同条件试块或者或者强度不满足时，可采用回弹-取芯法进行检验。考虑回弹法不适用叠合墙和叠合柱内后浇混凝土结构实体检测，本规程以同条件养护试件检测法为主，如不合格可采用超声检测-取芯法进行强度检测，检测方法参照回弹-取芯法（取样数量参照国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015 附录 D）进行。采用混凝土超声波测试仪进行无损检测，主要是检测混凝土的强度、混凝土的均一性、裂缝、蜂窝或霜冻后引起的缺陷。

11.4.9 装配式结构施工质量验收时提出应增加提交的主要文件和记录，是保证工程质量实现可追溯性的基本要求。

附录 A 预应力空心叠合板构造

A.0.1 预应力空心板是在世界范围内应用最广泛的一种预制钢筋混凝土构件。其优点是自重轻，承载力高，比较适用于大跨度结构空间。上世纪八十年代，美国混凝土技术协会（Concrete Technology Association；CTA）对无现浇层的空心楼板体系作为隔板承受横向力的能力作了专门试验研究，其结果表明配有摩擦剪力钢筋，无现浇混凝土面层的空心楼板体系是一种很好的抗侧力隔板结构体系。预应力空心板在美国加州（强地震地区）和日本等国家及地区都经历过实际地震考验，效果良好。

考虑到我国应用预应力空心楼板的实践经验不多，对于高层结构，建议增设叠合层以增大结构整体性。增加叠合层后，预应力空心板宜按简支板设计，叠合层内增设构造钢筋。

A.0.2 预应力空心板支承在剪力墙上，可免除楼板支撑，但对于剪力墙的截面存在一定的削弱。多层建筑中的剪力墙，轴压比及剪力均较小，可靠度较高，且本结构体系剪力墙内墙厚度不小于 200mm，外墙厚度不小于 150mm，墙体具有足够的承载能力，故本规程允许多层结构中的预应力空心板伸入剪力墙内。当预应力空心板需要的支承长度较大，对剪力墙削弱较多时，应通过计算及可靠的构造措施保证结构的可靠性，并做好施工阶段的临时支撑。

当预应力空心楼板支承在其他结构构件（如梁等构件）上时，其支承长度应满足相关图集的要求。

A.0.3 初凝时间大于 2 小时，是为了避免初凝过快导致构件调整时坐浆料产生裂缝，且应要求构件的位置调整应在 2 小时内完成。1 天内抗压强度达到 30MPa，可以满足后续施工的要求；28 天强度达到 50MPa，满足受力的要求。以 28 天强度进行评定，可防止坐浆料后期强度倒缩。

A.0.4 本条所述预应力空心板的拉锚措施主要是增加其可靠性，增强防坠落及抗连续倒塌的能力。灌孔混凝土强度应满足受剪计算要求。

A.0.5 高层建筑剪力墙轴压比及剪力均较大，对截面削弱较敏感，故对于高层结构，应避免楼板伸入墙体。本条给出预应力空心楼板不支承在剪力墙上时拉锚钢筋网片做法。拉锚钢筋应能保证当楼板破坏时，有足够的拉结能力，保证支座部位楼板抗剪失效时不至坠落。拉锚钢筋应通过板端直剪抗剪计算确定，其计算

方法可参考现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中叠合梁端竖向接缝受剪承载力的相关计算公式。灌孔混凝土强度应满足受剪计算要求。