

ICS 91.060.01

CCS Q70

上海市工程建设质量管理协会团体标准

T/SCQA 209-2021

装配整体式叠合混凝土结构技术规程

Technical specification for assembling monolithic composite
concrete structures

2021-09-01 发布

2021-10-01 实施

上海市工程建设质量管理协会

发布

上海市工程建设质量管理协会团体标准

自我公开声明承诺

上海市工程建设质量管理协会发布的 T/SCQA 207-2021 《装配整体式叠合混凝土结构技术规程》团体标准遵循开放、公平、透明、协商一致以及促进贸易和交流的原则，按照在本平台公布的《标准制定程序文件_SCQA》制定。T/SCQA 207-2021 《装配整体式叠合混凝土结构技术规程》团体标准规定的内容符合国家有关法律法规和强制性标准的要求，没有侵犯他人合法权益。

上海市工程建设质量管理协会在自愿基础上作出本承诺，并对以上承诺内容的真实性负责。

上海市工程建设质量管理协会

2021年08月13日

前 言

根据“上海市工程建设质量管理协会 2020 年第四季工程建设团体标准编制计划“沪建设协 2020 第 018 号文”的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国家标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 12 章，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、施工安装、工程验收。

本规程某些内容将涉及专利（装配式建筑结构体系 ZL201821527759.5、预制剪力墙体及装配式建筑结构体系 ZL201821527671.3、预制三明治墙体及装配式建筑结构体系 ZL201821531065.9、柱与柱连接组件和框架结构体系 ZL201821090866.6、预制柱壳、柱体和框架结构体系 ZL201821074056.1）相关核心技术，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任何与专利有关的法律责任。

本规程由上海市工程建设质量管理协会归口管理。由三一筑工科技有限公司负责具体技术内容解释。执行本规程中如有意见或建议，请寄送至上海三一筑工建设有限公司（地址：上海市奉贤区新杨公路 1831 号，邮政编码：201400，电话：400-010-331，邮箱：support@pcteam.com）。

本规程主编单位：三一筑工科技股份有限公司

本规程主要起草人：马荣全 陈光 张猛 马云飞 贺柏林 王亮
马钊 李涛 庞玉栋 王子明 李志阔 刘纪超

本规程主要审查人：郭操 符宇欣 贺超豪 岳峰 葛杰 罗玲莉
田培云

团体标准承诺执行单位或企业名录

标准名称：T/SCQA207-2021 《装配整体式叠合混凝土结构技术规程》

序号	承诺执行单位 /企业名称	统一社会信用代码	注册地址	法定代表人 /授权代表人	联系电话 和电子邮箱
1	锦萧建筑科技有限公司	91330424MA28ARCR3Y	浙江省嘉兴市海盐县望海街道九里路 188 号	李军	18217629022 408958117@qq.com
2	江苏华大装配式装配式房屋有限公司	91320412074670146A	江苏省常州市武进区横林镇长虹路 99 号	周伟健	18168813328 348229603@qq.com
3	上海中锦建设集团股份有限公司	91310000763019332D	上海市松江区泖港镇叶新支路 708 号	徐文通	18616634816 597254656@qq.com
4	中元建设集团股份有限公司	91330000704200959M	浙江省嘉兴市中山东路 1135 号	章锡根	15000048654 595164850@qq.com

注：本表不够填写时可另附表，并注明。

团体标准承诺执行单位或企业名录

标准名称：T/SCQA207-2021《装配整体式叠合混凝土结构技术规程》

序号	承诺执行单位 /企业名称	统一社会信用代 码	注册地址	法定代表人 /授权代表人	联系电话 和电子邮箱
5	 浙江三工科技 有限公司	91330502MA2D1LH546	浙江省湖州市 戴山路 2087 号 2 层	唐修国	18867129812 wangss34@sany.com.cn
6	 上海三工建 设有限公司	91310120MA1KLFCA8K	上海市自由贸 易试验区临港 新片区新杨公 路 1831 号	唐修国	18867129812 wangss34@sany.com.cn

注：本表不够填写时可另附续表，并注明。

目 次

1	总则.....	1
2	术语和符号.....	2
	2.1 术语.....	2
	2.2 符号.....	4
3	基本规定.....	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.....	12
	5.4 地下室叠合墙设计.....	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.....	42
7	叠合框架结构设计.....	47
	7.1 构件设计.....	47
	7.2 连接设计.....	49
8	叠合框架-剪力墙结构设计.....	55
9	预制构件数字化设计.....	58
	9.1 一般规定.....	58
	9.2 设计要求.....	58
10	构件制作与运输.....	60
	10.1 一般规定.....	60
	10.2 设备与模具.....	61
	10.3 钢筋加工与预埋件.....	64
	10.4 成型、养护及脱模.....	67

10.5	预制构件检验.....	68
10.6	堆放与运输.....	72
11	施工安装.....	74
11.1	一般规定.....	74
11.2	施工准备.....	75
11.3	构件安装与连接.....	76
12	工程验收.....	83
12.1	一般规定.....	83
12.2	预制构件.....	84
12.3	构件安装与连接.....	85
12.4	混凝土结构子分部工程质量验收.....	88
附录 A	装配整体式叠合混凝土结构地下工程防水工程.....	92
	本规程用词说明.....	94
	引用标准名录.....	95
附：	条文说明.....	97

Contents

1	General.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
	2.1 Terms.....	2
	2.2 Symbols.....	4
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.....	12
	5.4 Basement Composite 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.....	42
7	Composite Frame Structure Design	47
	7.1 Component Design.....	47
	7.2 Connection Design.....	49
8	Design of Composite Frame-Shear Wall Structure	55
9	Prefabricated Components Digital Design.....	58
	9.1 General Requirements.....	58
	9.2 Design requirements.....	58
10	Manufacturing and Transportation.....	60
	10.1 General Requirements.....	60
	10.2 Equipment and Mould.....	61
	10.3 Steel Processing and Embedded Parts.....	64

10.4	Forming、Curing and Demoulding.....	67
10.5	Prefabricated Component Inspection.....	68
10.6	Storage and Transportation.....	72
11	Construction and Quality Acceptance.....	74
11.1	General Requirements.....	74
11.2	Construction Preparation.....	75
11.3	Component Installation and Connection.....	76
12	Construction and Quality Acceptance.....	83
12.1	General Requirements.....	83
12.2	Precast Component.....	84
12.3	Component Installation and Connection.....	85
12.4	Quality acceptance.....	88
Appendix A	Technology for waterproofing of underground works of precast monolithic composite concrete structure.....	92
	Explanation of Wording in This Specification.....	94
	List of Quoted Standards.....	95
	Attached:clause explanation.....	97

1 总则

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

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

1.0.3 装配整体式叠合混凝土结构的设计、生产运输、施工和质量验收除应符合本规程外，尚应符合国家、行业、上海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

全部或部分剪力墙采用叠合剪力墙构件建成的装配整体式叠合混凝土结构，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

全部或部分框架柱采用叠合柱构件建成的装配整体式叠合混凝土结构，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- shear wall

全部或部分剪力墙或框架柱采用叠合剪力墙或叠合柱构件建成的装配整体式叠合混凝土结构，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装配整体式叠合混凝土结构，简称叠合框架-现浇核心筒结构。

2.1.6 叠合剪力墙 composite shear wall

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

2.1.7 地下室叠合外墙 composite retaining wall

空腔预制墙现场安装就位后，在空腔内浇筑混凝土形成整体，共同承受荷载

的地下室外墙。

2.1.8 叠合柱 composite column

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

2.1.9 叠合梁 composite beam

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

2.1.10 空腔预制墙构件 precast hollow wall panel

由成型钢筋笼及两侧预制墙板组成，中间为空腔的预制构件。

2.1.11 夹心保温空腔预制墙构件 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。

2.1.12 空腔预制柱构件 precast hollow column

由成型钢筋笼与混凝土一体制作而成的中空预制构件。

2.1.13 混凝土叠合受弯构件 concrete composite flexural component

预制混凝土梁、板在现场后浇混凝土而形成的整体受弯构件。简称叠合受弯构件，包括叠合板、叠合梁。

2.1.14 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。

2.1.15 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。

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

以预制构件数字化模型为核心，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的效应设计值；

S_d ——基本组合的效应设计值；

S_c ——各工况荷载标准组合的效应值；

R_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；

b_w ——叠合剪力墙厚度；

t ——叠合剪力墙空腔宽度；

∇ ——构件粗糙面标识。

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

- 1 应满足建筑使用功能、模数、标准化要求，并应进行优化设计；
- 2 应根据预制构件的功能和安装部位、加工制作及施工精度等要求，确定合理的公差要求；

- 3 应满足制作、运输、堆放、安装及质量控制要求。

3.0.5 预制构件的拆分设计宜由工程总承包单位或具备相应图纸深化能力的设计单位牵头进行，建设、监理、施工、生产及原设计等单位应积极参与；构件拆分图设计完成后、正式使用前，须进行图纸会审，拆分单位应进行设计交底。

3.0.6 外围护系统的设计应符合下列规定：

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

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

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

- 4 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 HRB400 的热轧钢筋；墙钢筋宜选用不低于 HRB400 的热轧钢筋；板钢筋宜选用不低于 HRB400 的热轧钢筋，也可采用 CRB550 及 CRB600H 冷轧带肋钢筋。抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下的地区，钢筋混凝土结构抗震等级为二、三、四级的框架或剪力墙结构中的梁、柱箍筋及非底部加强部位剪力墙边缘构件箍筋及墙体分布筋可采用 CRB550 及 CRB600H 冷轧带肋钢筋。CRB550 及 CRB600H 冷轧带肋钢筋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 的有关规定。
- 4.0.3** 钢筋焊接网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 和《钢筋混凝土用钢 第 3 部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3 的有关规定。
- 4.0.5** 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应低于 C30，且宜与预制混凝土强度相同；水平叠合构件后浇混凝土强度等级不应低于 C25。
- 4.0.9** 当空腔预制墙构件的空腔宽度为 100~150mm 时，后浇混凝土可采用普通混凝土，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, 其 100°C 以下时的导热系数不大于 17.5W/(m·K)。并应符合现行国家标准《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工钢棒》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 上部结构外墙及地下室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 上部结构外墙及地下室外墙接缝密封胶的背衬材料可采用直径为缝宽 1.3 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	现浇框架-叠合剪力墙结构 叠合框架-叠合剪力墙结构	120	110	90	70
	叠合框架-现浇剪力墙结构	130	120	100	80
叠合框架-现浇核心筒结构		150	130	100	90

注：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，宜对叠合剪力墙水平接缝位置连接钢筋适当加强；

3 叠合剪力墙墙肢轴压比限值应比现浇结构中相同抗震等级的墙肢降低 0.05。

5.1.3 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。

5.1.5 叠合结构的抗震设计，应根据设防分类、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。标准设防类建筑叠合结构的抗震等级，应符合表 5.1.5 的规定。其他抗震设防分类和特殊场地类别下的建筑，抗震等级尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中对抗震措施进行调整的规定。

表 5.1.5 标准设防类建筑叠合结构的抗震等级

结构类型		设防烈度							
		6 度		7 度			8 度		
叠合框架 结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	≤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。

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

5.1.7 在结构内力与位移计算时，对叠合楼盖，可假定楼盖在其自身平面内为

无限刚性。

5.1.8 预制叠合墙、叠合梁，接缝的正截面承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，接缝的受剪承载力应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

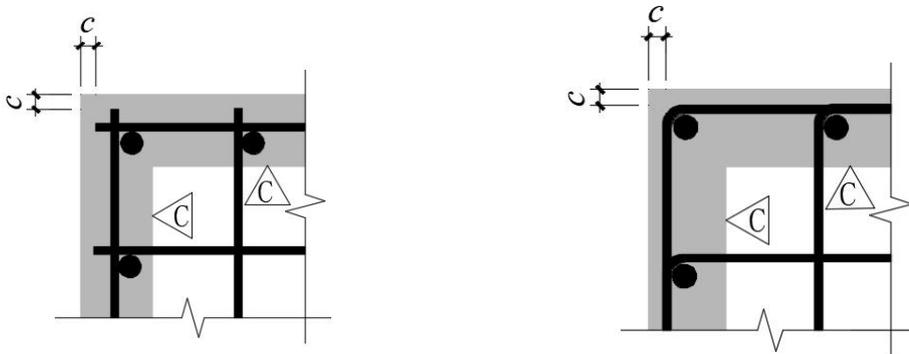
5.1.9 预制叠合柱接缝的正截面承载力，接缝位置的受剪承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

5.1.10 预制叠合墙计算分析时不应考虑剪力墙平面外刚度及承载力。

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现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

5.2.2 叠合构件钢筋的保护层厚度应取钢筋网片外边缘至构件表面最小距离，见图 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。



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

图 5.2.2 叠合构件保护层厚度示意图

c —叠合构件钢筋保护层厚度

5.2.3 剪力墙及框架，其边缘构件、柱、梁箍筋可采用钢筋焊接网；抗震等级为一、二、三级的剪力墙，其底部加强区边缘构件、柱、梁箍筋宜采用封闭复合箍，可采用钢筋焊接网；抗震等级为一、二、三级的框架，其柱、梁箍筋宜采用封闭复合箍，可采用钢筋焊接网。当采用焊接钢筋网时，应满足本规程 5.2.4 条有关规定。

5.2.4 钢筋焊接网的焊接连接应符合下列规定：

- 1 网片中钢筋对接焊接时，连接节点应满足等强要求；
- 2 用于叠合梁箍筋的焊接网片，上下端采用钢筋垂直焊接连接时，连接点应满足等强要求，见图 5.2.4(a)；
- 3 用于叠合柱箍筋的焊接网片，外围采用钢筋垂直焊接连接时，连接点应满足等强要求，见图 5.2.4(b)；
- 4 兼做墙体约束边缘构件的焊接网片，约束边缘构件范围内的钢筋垂直焊接连接，连接点应满足等强要求，见图 5.2.4(c)；
- 5 兼做墙体构造边缘构件的焊接网片，靠近墙肢端部角点处钢筋的垂直焊接连接，连接点应满足等强要求，见图 5.2.4(d)；

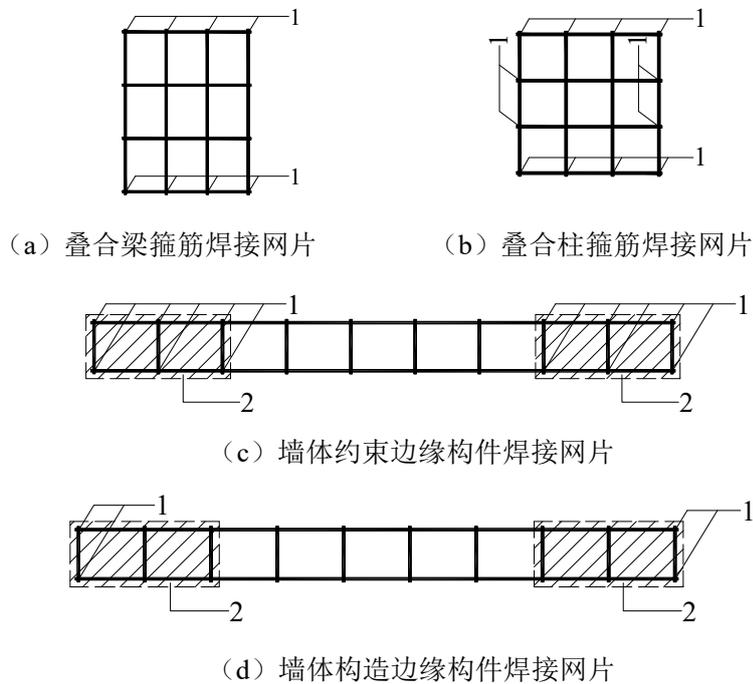


图 5.2.4 焊接网片需采用等强连接的位置

1—采用等强连接的焊点；2—边缘构件范围

- 5.2.5 成型钢筋笼应具有一定刚度，并应在预制构件内可靠锚固。
- 5.2.6 成型钢筋笼应符合下列规定：
 - 1 成型钢筋笼中的钢筋焊接网片应位于最外侧；
 - 2 梯子形网片的间距宜取 100mm 的整倍数，局部可采用 50mm 的整倍数。
- 5.2.7 预制构件上外露的未经防火、防腐处理的金属预埋件凹入构件表面的深度不宜小于 10mm。
- 5.2.8 设备管线应符合下列规定：

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

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

5.3 叠合楼盖设计

5.3.1 装配整体式叠合混凝土结构宜采用叠合楼盖。叠合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 叠合板的预制混凝土底板厚度不宜小于 60mm，预制预应力混凝土底板厚度不宜小于 40mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60mm；
- 2 跨度大于 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现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 及现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

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

- 1 矩形叠合梁，截面宽度不宜小于 200mm，截面总高度不宜小于 400mm，预制部分高度不宜小于 200mm；预制部分与后浇部分之间的结合面应设置粗糙面，粗糙面平均凹凸深度不宜小于 4mm，见图 5.3.5(a)；

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

60mm，见图 5.3.5(b)；

3 U形叠合梁，截面宽度不宜小于 300mm，预制部分厚度不宜小于 50mm，见图 5.3.5(c)；

4 双皮叠合梁，截面宽度不宜小于 200mm，预制部分厚度不宜小于 50mm，见图 5.3.5(d)；

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

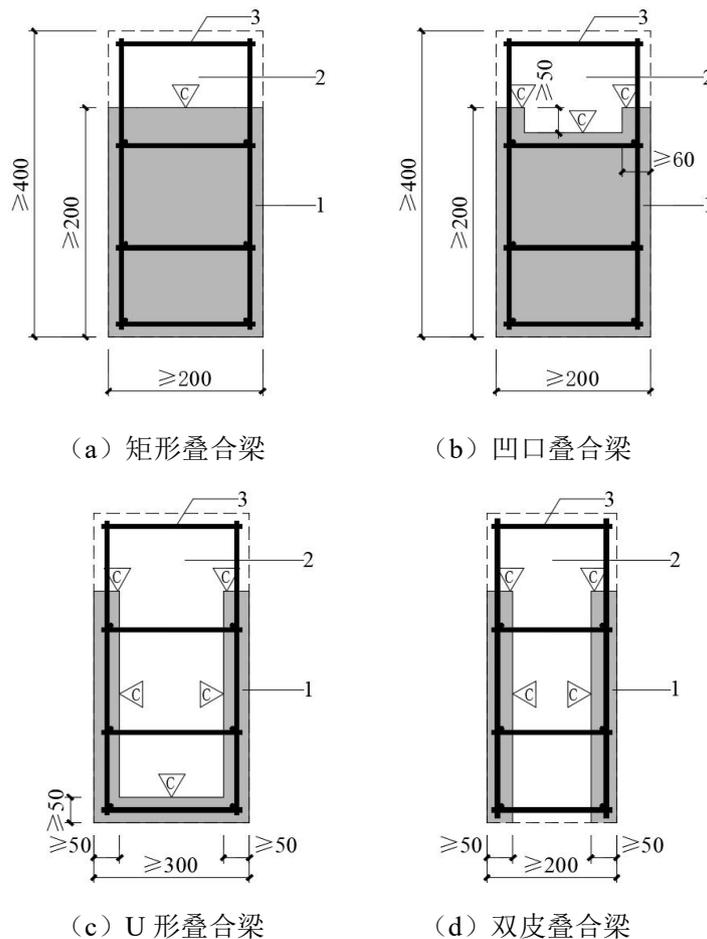


图 5.3.5 叠合梁截面示意图

1—预制部分；2—后浇部分；3—成型钢筋笼

5.3.6 叠合梁开洞时，洞口宜设置于梁跨中 1/3 区段，洞口高度不应大于 1/3 梁高，洞口上边距叠合梁预制部分顶面不宜小于 50mm，洞口上、下边距叠合梁顶、梁底不宜小于 200mm；开洞较大时应进行施工阶段及使用阶段承载力及裂缝验算；梁上洞口周边应配置附加纵向钢筋和附加箍筋，见图 5.3.6，并应符合计算及构造要求。

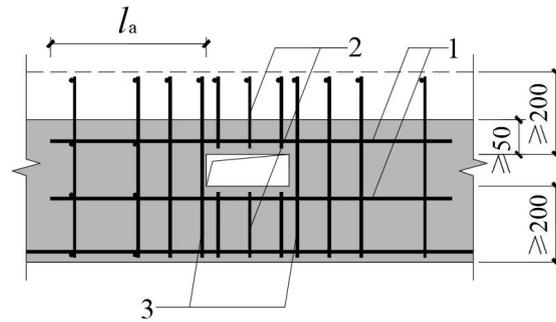


图 5.3.6 叠合梁洞口周边配筋构造示意

1—洞口上、下附加纵向钢筋；2—洞口上、下附加箍筋网片；

3—洞口两侧附加箍筋网片

5.4 地下室叠合墙设计

5.4.1 地下室叠合墙适用于普通地下室内墙及外墙。

5.4.2 地下室叠合剪力墙应满足本规程第 6 章相关要求。

5.4.3 地下室叠合外墙宜按以上下层结构板为支座、沿竖直方向布置的单向受弯构件进行设计。当外墙不满足上述要求时，应按实际受力条件计算并采取相应的构造措施。地下室叠合内墙详见第 6 章相关要求。

5.4.4 地下室叠合外墙设计应符合下列规定：

1 地下室叠合外墙总厚度 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，见图 5.4.4a；预制墙板内壁应设置粗糙面，也可设置键槽。设置粗糙面时，粗糙面平均凹凸深度不应小于 4mm 且面积不宜小于接合面的 80%。设置键槽时，键槽深度 t_c 不宜小于 20mm，宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍，键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面倾角不宜大于 30° ，见图 5.4.4b，键槽应垂直于地下室叠合外墙主受力方向通长设置；

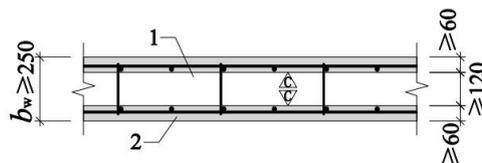


图 5.4.4a 叠合地下室外墙平面图

1—空腔部分；2—预制部分

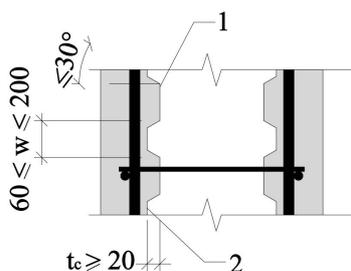


图 5.4.4b 叠合地下室外墙键槽构造示意

1—预制墙板内壁；2—键槽

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。

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

5.4.6 地下室叠合外墙墙板接缝处应采取可靠的防水构造措施，见附录 A。并应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 及《装配整体式叠合混凝土结构地下工程防水技术规程》T/CECS 832 的有关规定。

5.4.7 地下室叠合外墙预制墙板拼缝宽度不宜小于 10mm；在外墙一字形连接处，见图 5.4.7(a)、(b) 或 L 形连接处，见图 5.4.7(c)，空腔内应设置附加成型钢筋笼（图 5.4.7），且应符合下列规定：

1 附加成型钢筋笼伸入每侧墙板构件空腔内尺寸不应小于 200mm；

2 外墙一字形连接处设置的附加成型钢筋笼竖向钢筋不应少于 4Φ10，L 形连接处的附加成型钢筋笼竖向钢筋不应少于 8Φ10；成型钢筋笼水平钢筋直径不应小于 8mm，沿竖向最大间距不应大于 200mm；

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

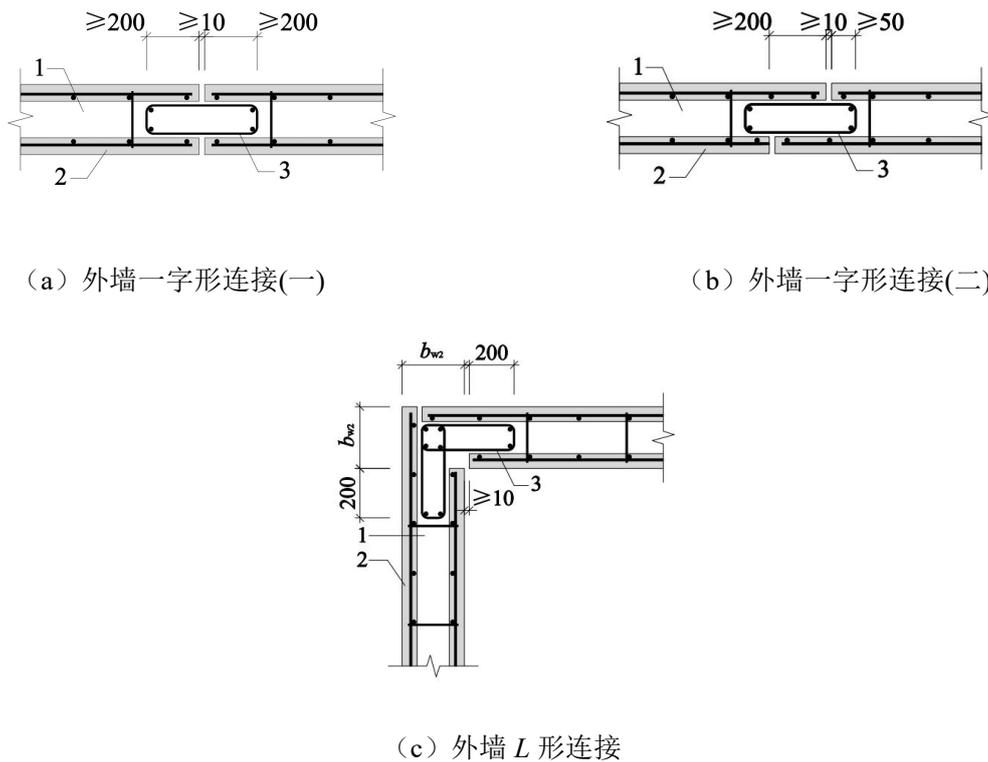


图 5.4.7 叠合地下室外墙竖向拼缝构造示意

1—空腔部分；2—预制部分；3—附加定型钢筋笼

5.4.8 地下室叠合外墙与基础水平接缝处，基础底板宜预留竖向受拉钢筋，见图 5.4.8，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、受剪承载力验算及裂缝宽度验算，并应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》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、受剪承载力验算及裂缝验算时，受拉钢筋计算面积不应包含叠合墙预制部分临土侧钢筋面积。临土侧预留受拉钢筋直径、间距及伸入预制墙板空腔内长度 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宜大于 5mm。

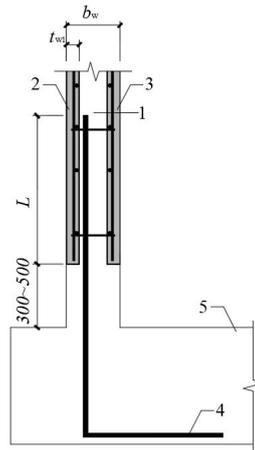


图 5.4.8 地下室叠合外墙与基础连接节点示意

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

5.4.9 地下室叠合外墙上下层宜采用相同的截面厚度，也可采用不同的截面厚度，见图 5.4.9，并应符合下列规定：

- 1 墙体接缝应进行受弯承载力计算、受剪承载力验算及裂缝宽度验算；
- 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 $1.2l_a$ ，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宜大于 5mm。

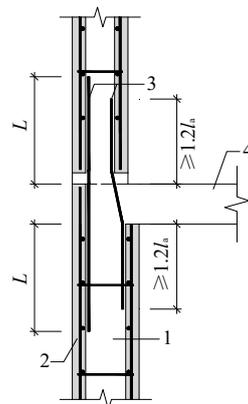


图 5.4.9 地下室叠合外墙变截面处连接节点示意图

- 1—空腔部分；2—预制部分；3—连接钢筋；4—楼板

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。

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于 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》JGJ 1 的有关要求，且补强钢筋宜与同方向墙体网片筋平行布置，见图 6.1.5。

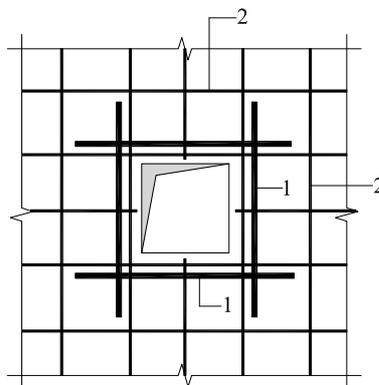


图 6.1.5 叠合剪力墙洞口补强钢筋

1—洞口补强钢筋；2—墙体钢筋

6.2 构件设计

6.2.1 含门窗洞口的空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件应符合下列规定：

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

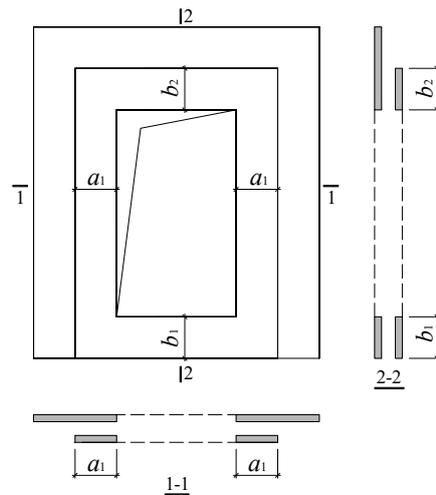


图 6.2.1 带窗洞口空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件尺寸构造

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 空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件单侧板厚不应小于 50mm，空腔宽度 t 不应小于 100mm，夹心保温空腔预制墙构件外叶板厚度不应小于 50mm，见图 6.2.2。

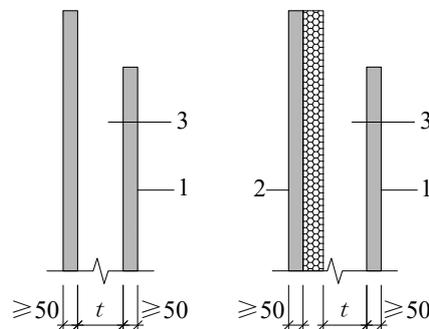


图 6.2.2 空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件厚度构造

1—空腔预制墙构件、夹心保温空腔预制墙构件单侧板；

2—夹心保温空腔预制墙构件外叶板；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，见图 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较低端距离 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。

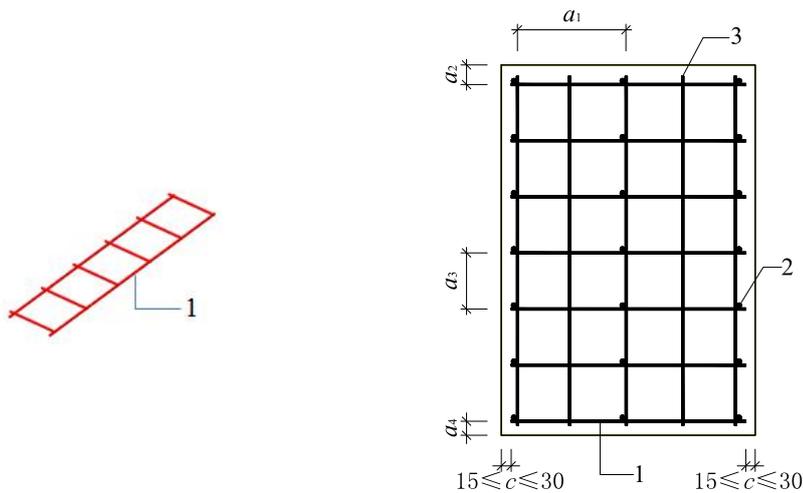


图 6.2.3 叠合剪力墙钢筋构造

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

1 翻转、脱模、存放、吊运、混凝土浇筑等短暂设计状况下的承载力及裂缝宽度验算时，荷载作用及作用效应组合应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 及现行行业标准《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 夹心保温空腔预制墙构件外叶板内应配置单层双向钢筋网片，钢筋直径不宜小于 6mm，钢筋间距不宜大于 200mm，钢筋网片应置于外叶板厚度中部；

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

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

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

式中： S —正常使用极限状态荷载组合的效应设计值；

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

6 夹心保温空腔预制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验算：

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

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的效应设计值，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_d —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。

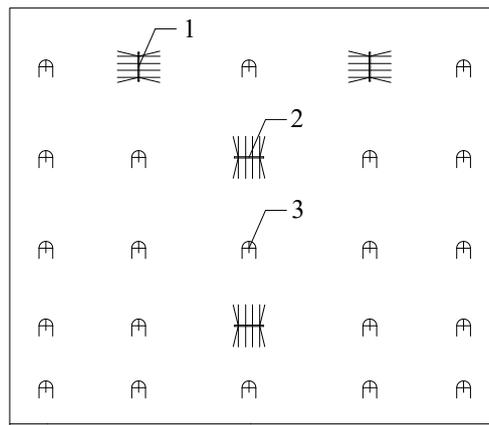


图 6.2.4 夹心保温空腔预制墙构件拉接件示意

1—竖向承重拉接件；2—水平承重拉接件；3—限位拉接件

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，接缝可采用图 6.3.1 的做法，接缝处混凝土上表面应设置平均凹凸深度不小于 6mm 的粗糙面。

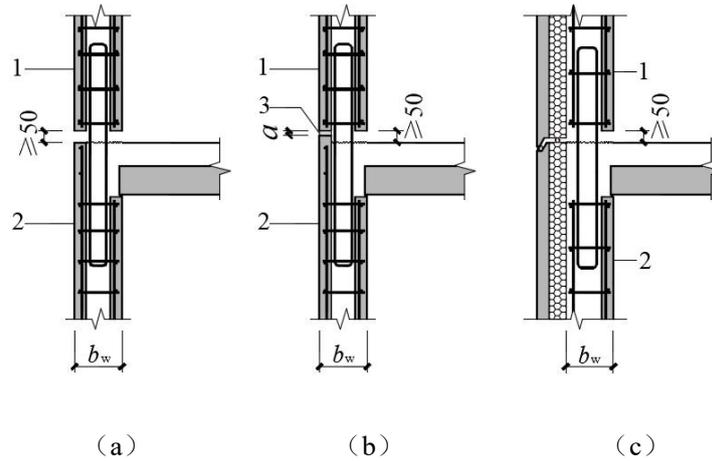


图 6.3.1 上下层叠合剪力墙竖向连接

1—上层叠合剪力墙；2—下层叠合剪力墙；3—高强砂浆； a —叠合剪力墙外侧叶板接缝高度；

1 当采用图 6.3.1-(a)、6.3.1-(c)做法时，接缝高度不宜小于 50mm，接缝处后浇混凝土应浇筑密实；

2 当采用图 6.3.1-(b)做法时，上下层墙体内侧叶板接缝高度不宜小于 50mm，外侧叶板接缝高度 a 取 10mm~20mm，施工时上下层墙体外叶板接缝处应采用高强砂浆坐浆，内侧叶板接缝处后浇混凝土应浇筑密实。

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 边缘构件采用现浇暗柱时应符合国家现行有关标准的规定；

2 边缘构件的竖向钢筋宜采用逐根搭接连接，见图 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宜大于 $4d$ ， d 为连接钢筋直径；

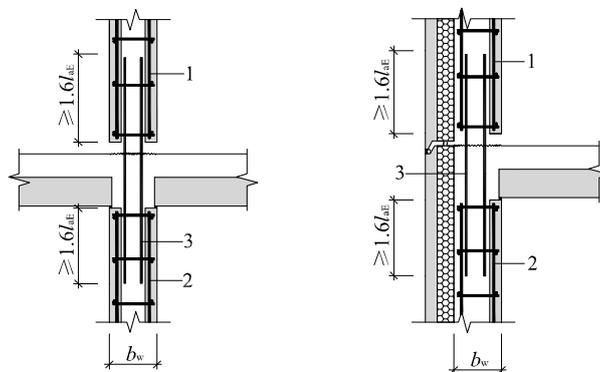


图 6.3.2-1 叠合剪力墙边缘构件竖向连接

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

3 非边缘构件部位的连接钢筋宜采用环状连接筋，见图 6.3.2-2a 或 U 型连接筋，见图 6.3.2-2b，也可采用直线连接筋，并应满足下列要求：

1) 连接钢筋搭接长度不应小于 $1.2l_{aE}$ ；

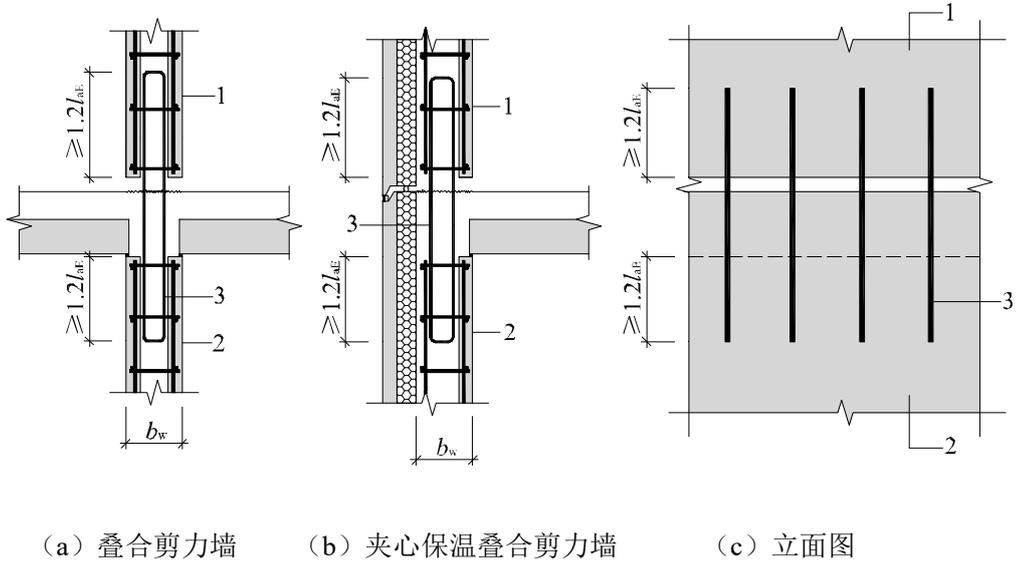


图 6.3.2-2a 叠合剪力墙竖向环状连接

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

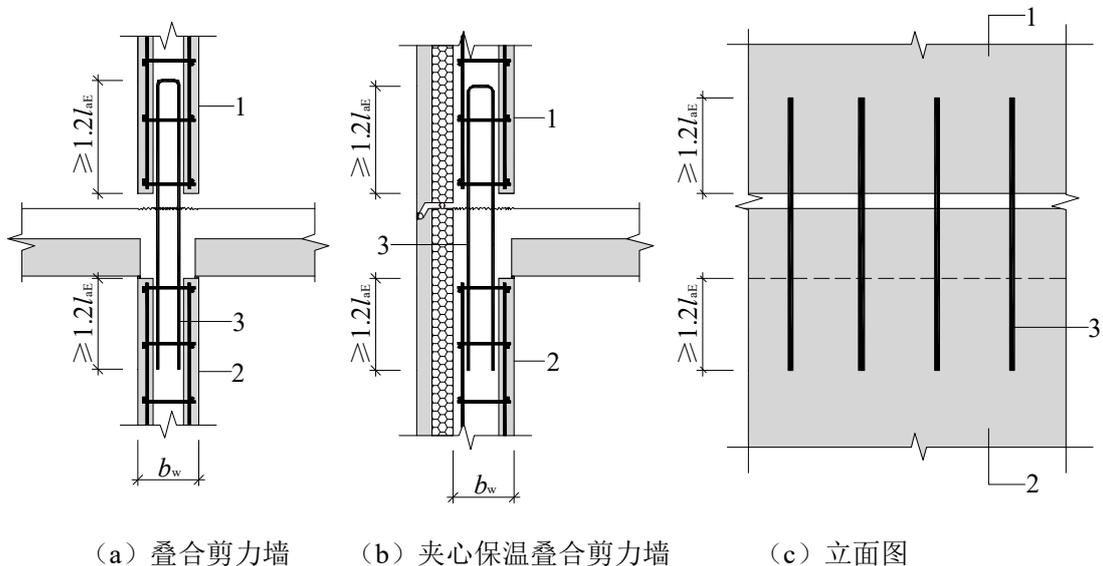


图 6.3.2-2b 叠合剪力墙竖向 U 型连接

1—上层叠合剪力墙；2—下层叠合剪力墙；3—U 型连接筋；4—叠合剪力墙竖向钢筋；
 b_w —叠合剪力墙厚度；

2) 连接钢筋的间距不应大于空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件中

竖向分布钢筋的间距，且不宜大于 200mm；

3) 连接钢筋的直径不应小于空腔预制墙构件及夹心保温空腔预制墙构件中对应位置竖向分布钢筋的直径；

4) 连接钢筋直径及间距应根据计算确定，并应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》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，连接筋应进行弯折处理，弯折角度不宜大于 1:6，弯折后的连接筋应伸入上下层空腔预制墙构件空腔内，长度不宜小于 $1.2l_{aE}$ ，见图 6.3.2-3。

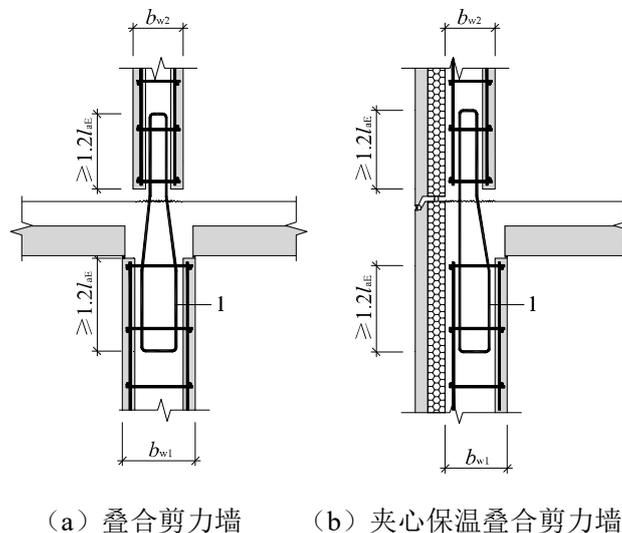


图 6.3.2-3 变截面叠合剪力墙竖向连接

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 抗震等级为一级的剪力墙；
- 2 轴压比大于 0.3 的抗震等级为二、三、四级的剪力墙；

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

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 $(1.2l_{aE}+b_w/2)$ ，其中 l_{aE} 应按连接钢筋直径计算；
- 5 钢筋连接长度范围内应配置拉筋，同一连接接头内的拉筋配筋面积不应小于连接钢筋面积。拉筋沿竖向的间距不应大于水平分布钢筋的间距，且不宜大于 150mm。拉筋应紧靠连接钢筋，并应与最外侧分布筋可靠焊接，见图 6.3.4。

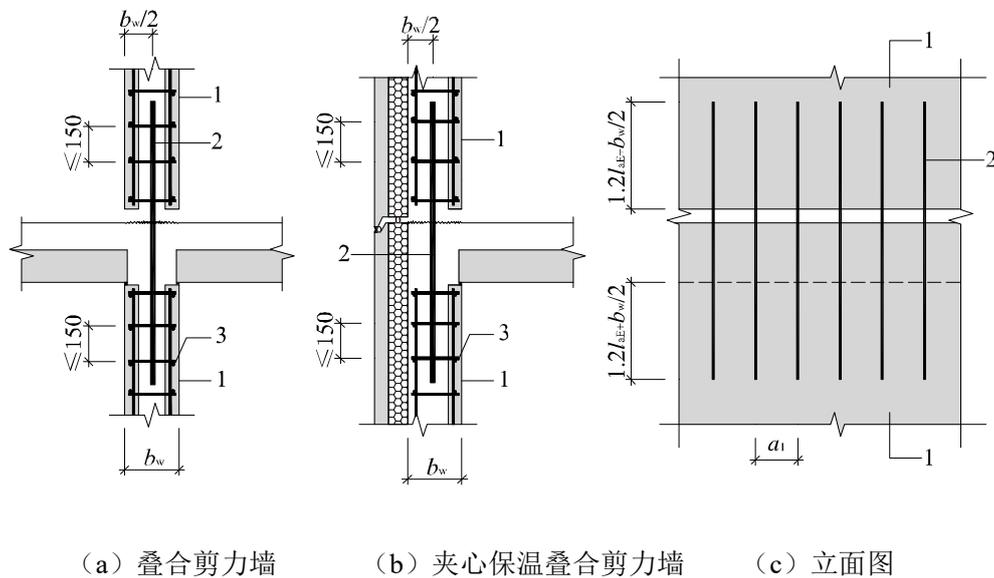


图 6.3.4 叠合剪力墙竖向单排筋连接构造

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或 U 型连接筋进行连接，连接筋应符合下列规定：

- 1 连接筋直径不应小于其所连接预制构件内水平钢筋的直径，连接筋间距 a_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，见图 6.3.5-1；

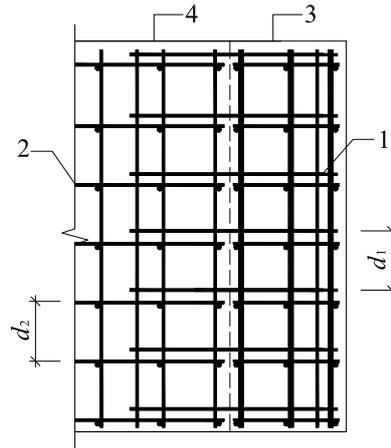


图 6.3.5-1 叠合剪力墙环状连接筋构造

1—环状或 U 型连接筋；2—预制构件内水平钢筋；3—后浇混凝土墙段；

4—叠合构件； d_1 —连接筋间距； 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，环状连接筋伸入叠合构件空腔内长度不应小于 l_{aE} ，U 型连接筋伸入叠合构件空腔内长度不应小于 $1.2l_{aE}$ ，两种连接筋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，见图 6.3.5-2；

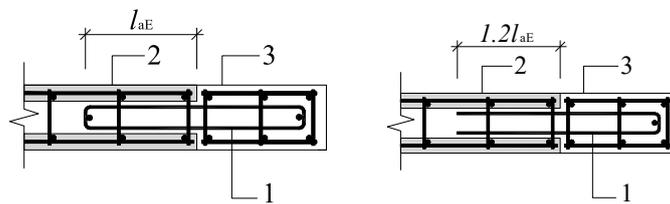


图 6.3.5-2 后浇混凝土墙段一侧有叠合构件连接节点

1—环状连接筋或 U 型连接筋；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} ，见图 6.3.5-3；

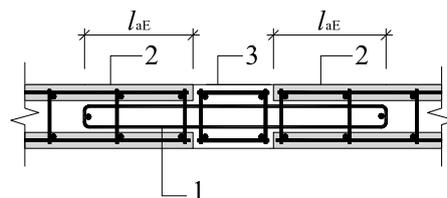


图 6.3.5-3 后浇混凝土墙段两侧均有叠合构件连接节点

1—环状连接筋；2—叠合构件；3—后浇混凝土墙段；

4 当采用环状连接时，连接筋两端均应设置竖向插筋，插筋直径不宜小于10mm，上、下层插筋可不连接，见图 6.3.5-4。

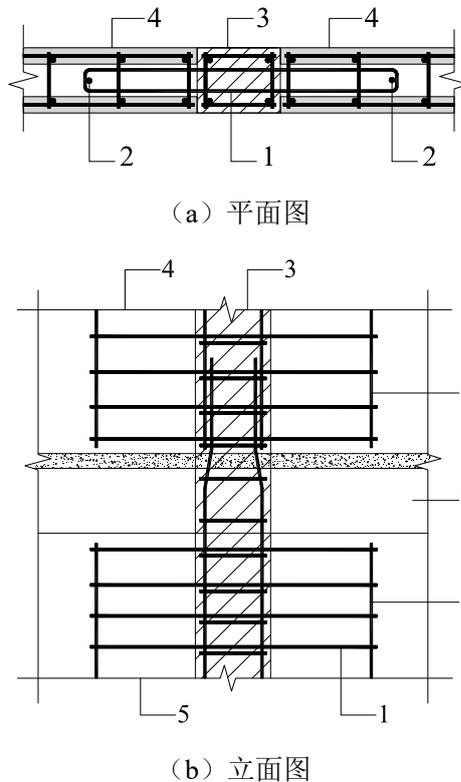


图 6.3.5-4 上下层竖向插筋构造

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 100mm 的剪力墙端部约束边缘构件可采用现浇混凝土暗柱或叠合暗柱，空腔宽度 t 小于 100mm 的剪力墙端部宜采用现浇暗柱；

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

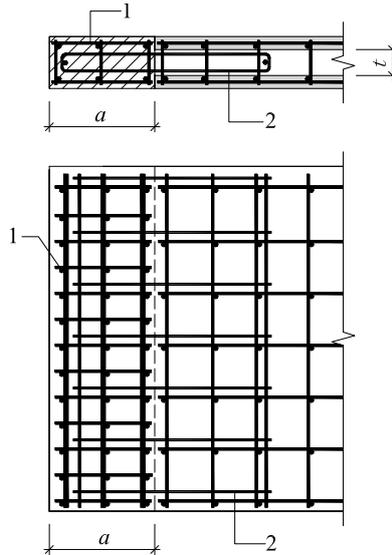


图 6.3.6-1 现浇暗柱约束边缘构件

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，见图 6.3.6-2，纵筋应设置在预制墙板内。

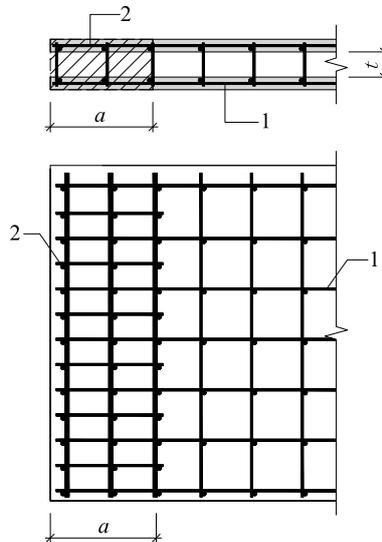


图 6.3.6-2 叠合暗柱约束边缘构件

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，见图 6.3.6-3。水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求。

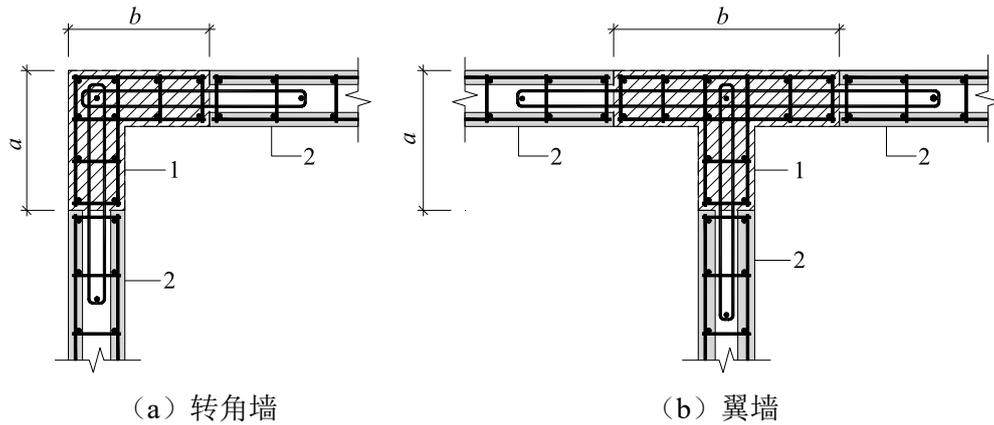


图 6.3.6-3 转角墙及翼墙约束边缘构件

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现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3 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 100mm 的剪力墙端部构造边缘构件可采用现浇或叠合构件，空腔宽度 t 小于 100mm 的剪力墙端部边缘构件宜采用现浇构件，并应符合下列规定：

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

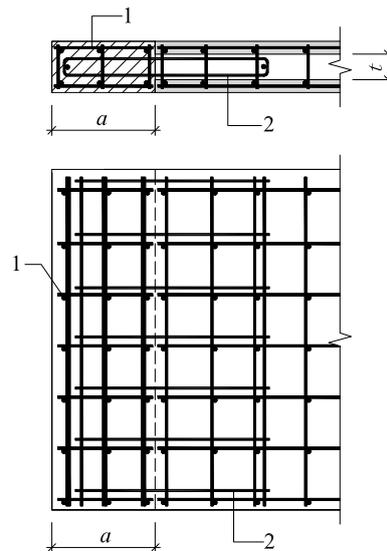


图 6.3.7-1 现浇暗柱构造边缘构件

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, 见图 6.3.7-2。

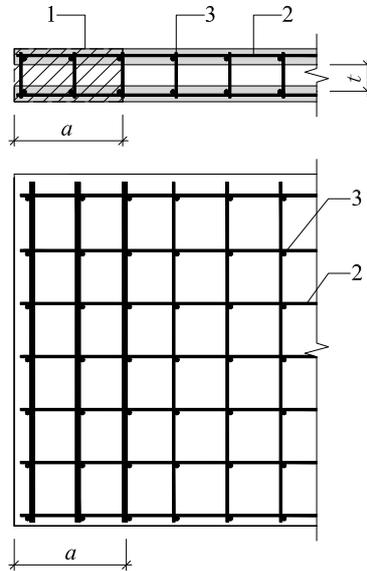


图 6.3.7-2 叠合暗柱构造边缘构件

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, 见图 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, 水平连接筋应伸至后浇段内最外侧纵筋内侧且应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求。

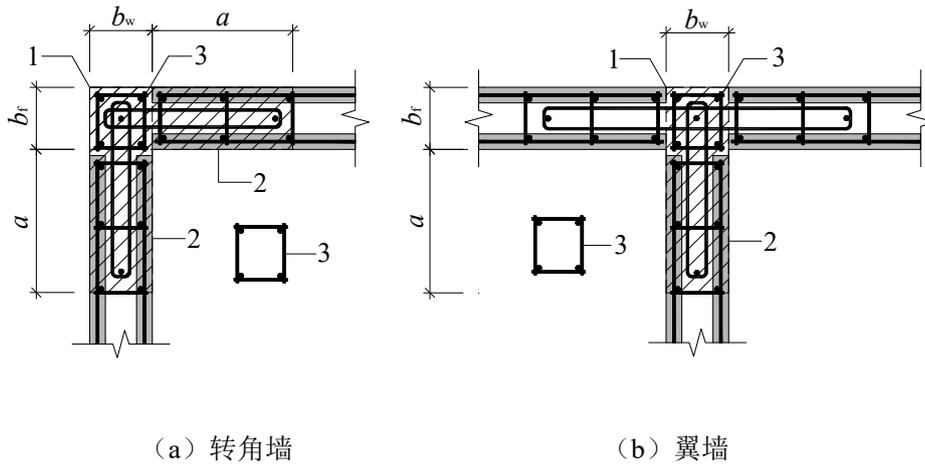


图 6.3.7-3 转角墙及翼墙现浇段与叠合段组合构造边缘构件

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

3 纵横墙交接处边缘构件除上述做法外，也可采用单面叠合构件与叠合剪力墙的组合形式，见图 6.3.7-4；同时应满足下列要求：

- 1) 单面叠合构件预制板厚度 t_w 不宜小于 50mm；
- 2) 单面叠合构件与叠合剪力墙之间均应通过水平连接筋进行连接，水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求；
- 3) 单面叠合构件纵筋及箍筋直径、间距均应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及现行行业标准《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；
- 4) 当墙垛尺寸 a 较大时，宜采用图 6.3.7-4a 做法，墙垛尺寸 a 较小时，可采用图 6.3.7-4b 简化做法。

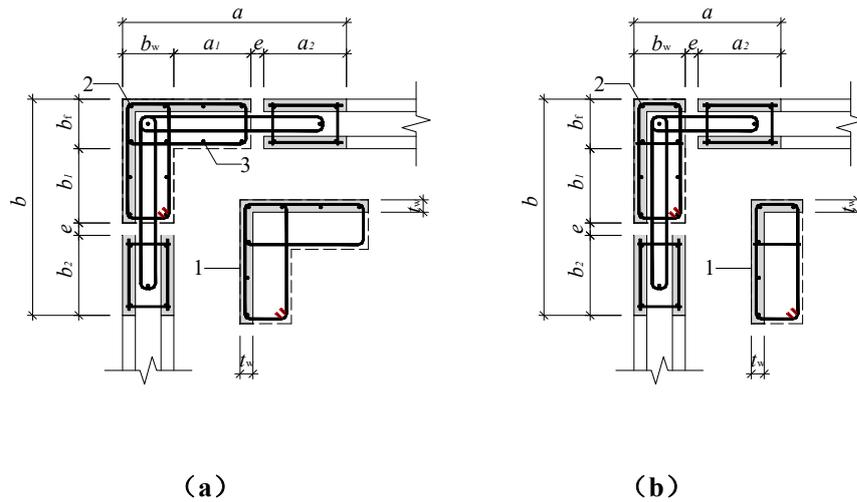


图 6.3.7-4 转角墙单面叠合构件与叠合墙组合构造边缘构件

1—单面叠合构件叶板；2—单面叠合构件内纵筋；3—单面叠合构件外纵筋；

b_w 、 b_f —剪力墙墙肢厚度； a 、 b —剪力墙墙垛长度； a_1 、 b_1 —单面叠合构件墙垛长度；

e —单面叠合构件与叠合剪力墙拼缝宽度； a_2 、 b_2 —叠合墙墙垛长度

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现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》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 的剪力墙端部约束边缘构件可采用现浇混凝土暗柱或叠合暗柱，空腔宽度 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，见图 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；

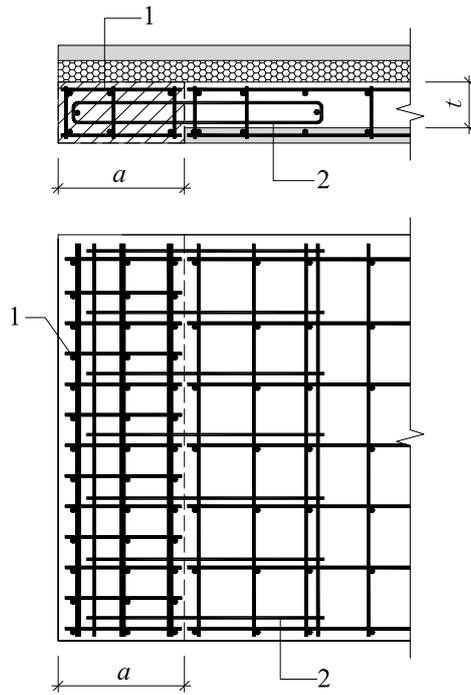


图 6.3.8-1 现浇暗柱约束边缘构件

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，见图 6.3.8-2。

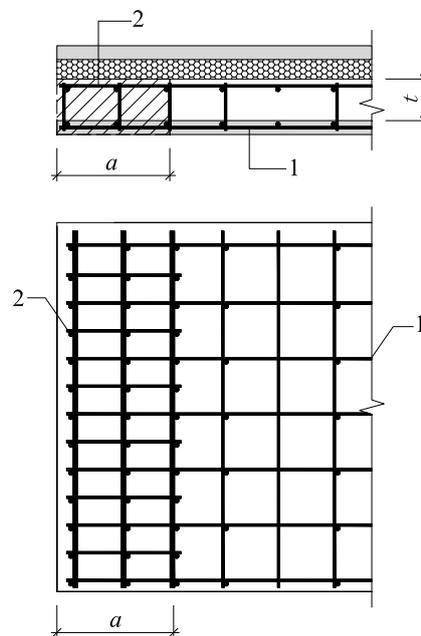


图 6.3.8-2 叠合暗柱约束边缘构件

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，见图 6.3.8-3。水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求。

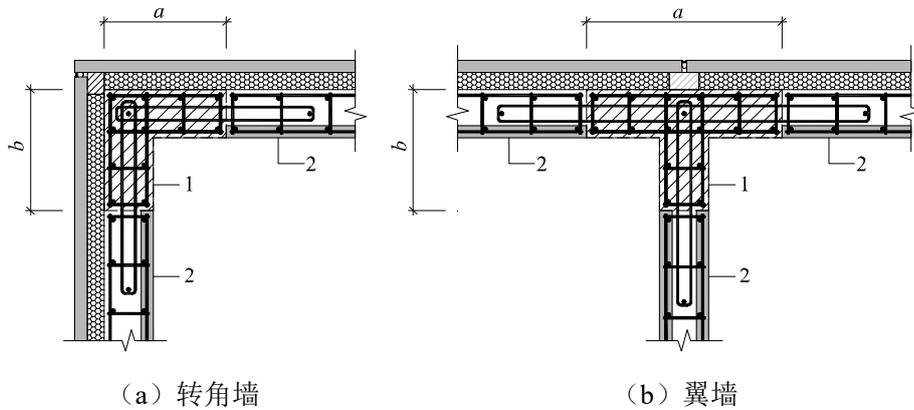


图 6.3.8-3 转角墙及翼墙约束边缘构件

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现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》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 的剪力墙端部构造边缘构件可采用现浇或叠合构件，空腔宽度 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，见图 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；

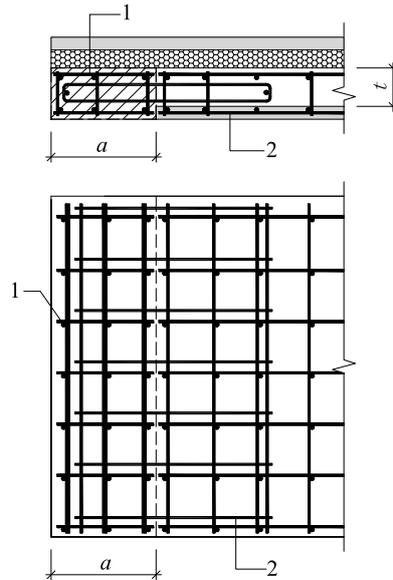


图 6.3.9-1 现浇暗柱构造边缘构件

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，见图 6.3.9-2。

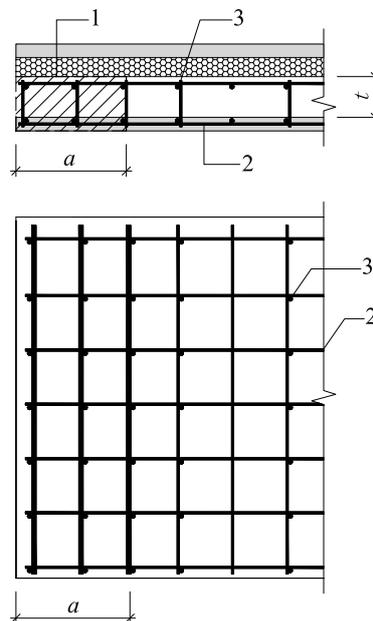


图 6.3.9-2 叠合暗柱构造边缘构件

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，见图 6.3.9-3。水平连接筋应满足本规程第 6.3.5 条的相关要求。

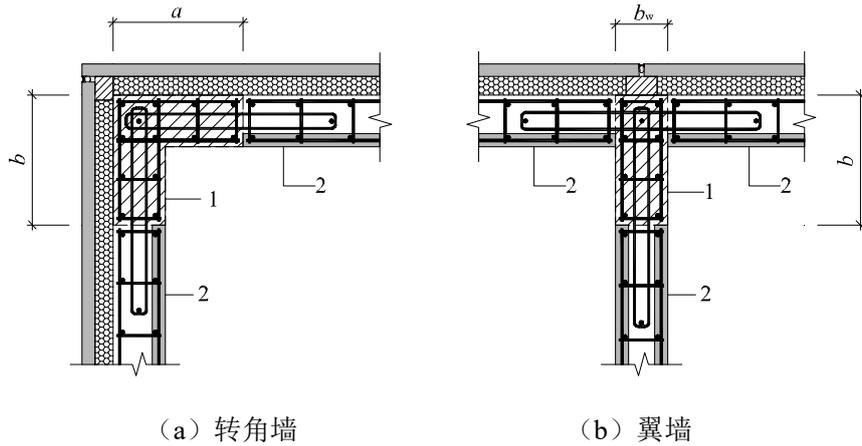


图 6.3.9-3 转角墙及翼墙构造边缘构件

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，见图 6.3.10，并应符合下列规定：

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

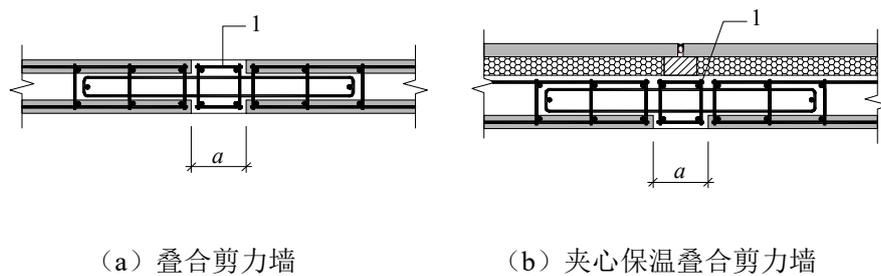


图 6.3.10 叠合剪力墙顺向连接

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，见图 6.3.11-1，应符合下列规定：

- 1 连梁高度 H 宜取门窗洞口顶至板底距离，见图 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,见图 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,见图 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;

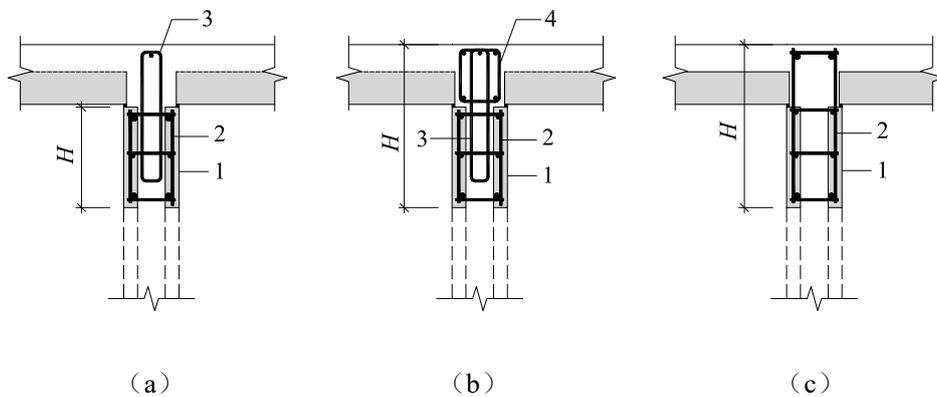


图 6.3.11-1 单连梁构造

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,见图 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。

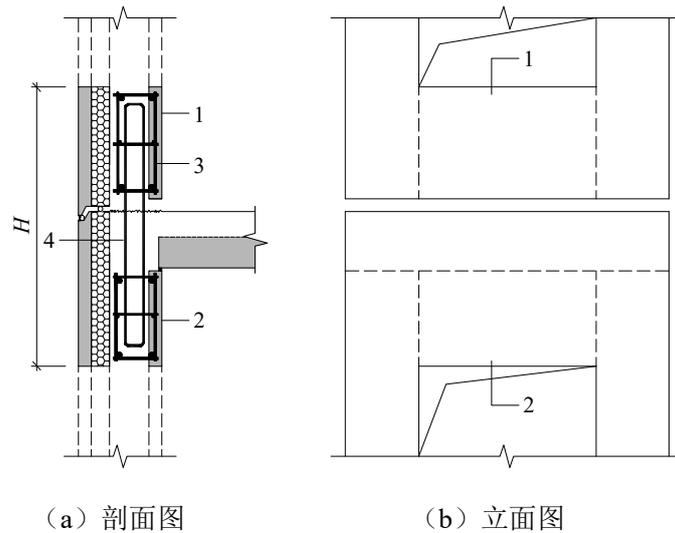


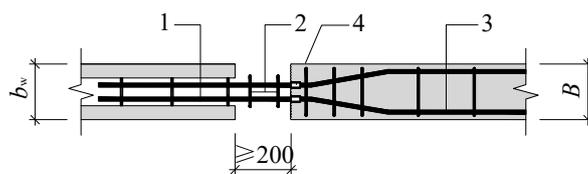
图 6.3.11-2 窗间墙整体连梁构造

1—窗下墙；2—窗上墙；3—连梁箍筋；4—环状连接筋； H —连梁高度

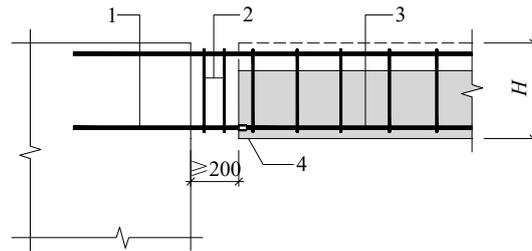
6.3.12 空腔宽度不小于 150mm 的叠合剪力墙与梁在平面内连接时，梁纵筋可直接锚入叠合剪力墙空腔内，同时应满足下列要求：

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现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及现行行业标准《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，见图 6.3.12-1；



(a) 俯视图



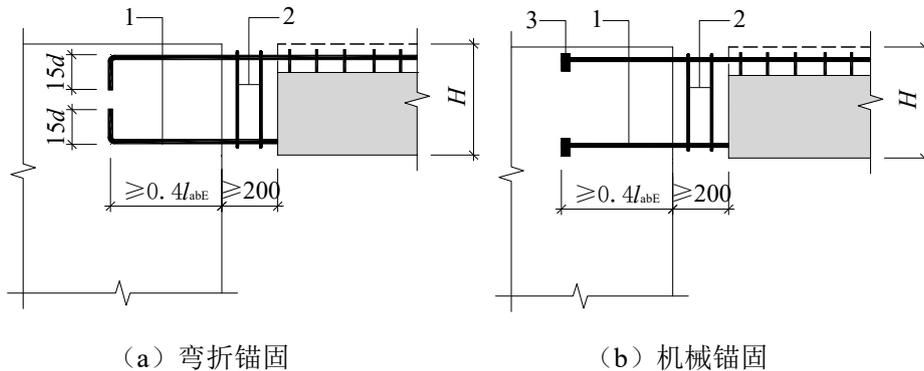
(b) 正视图

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；4—连接套筒；

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 $15d$ ，见图 6.3.12-2。



(a) 弯折锚固

(b) 机械锚固

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 H_h 不应小于梁高 $(H+20)$ mm， B 、 H 分别为梁宽度、梁高度，梁顶主筋伸入企口内长度不宜小于 $0.35l_{ab}$ ，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，见图 6.3.13-1；

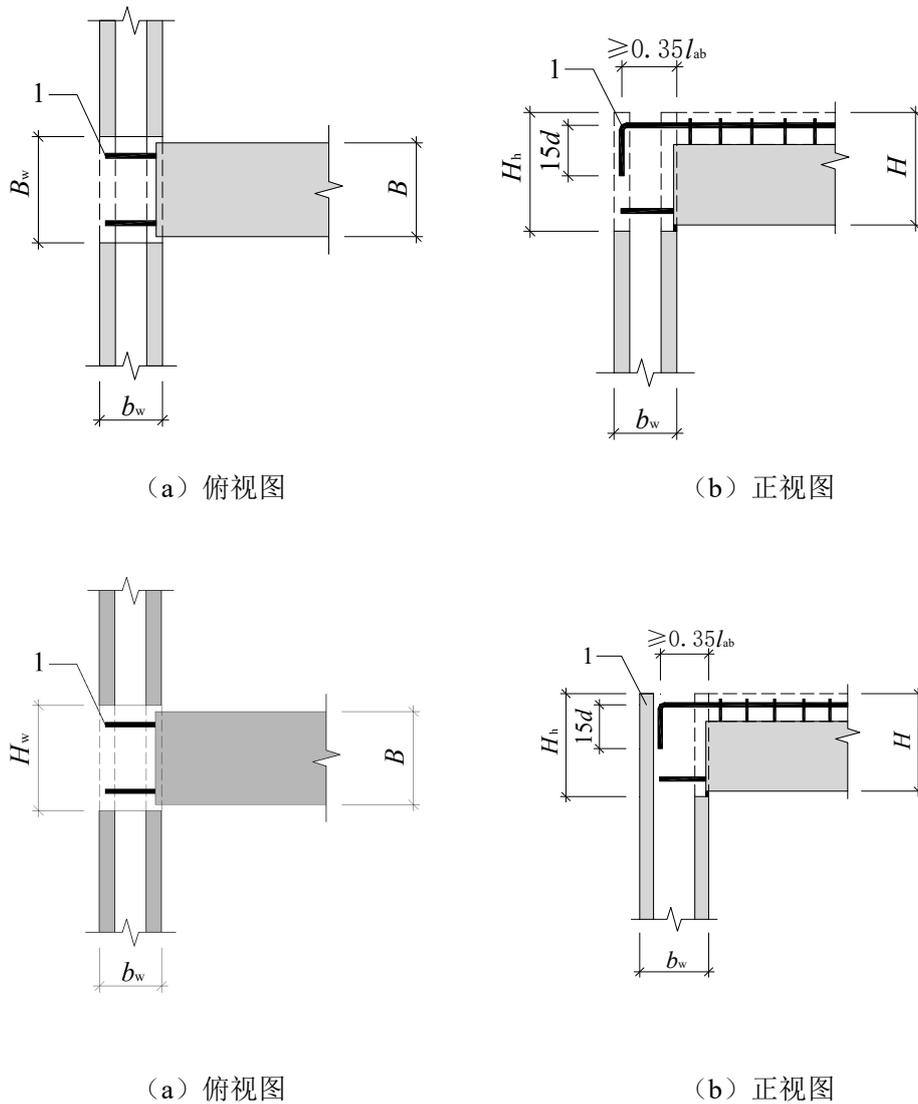


图 6.3.13-1 梁与叠合剪力墙企口连接

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 $15d$ ，见图 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。

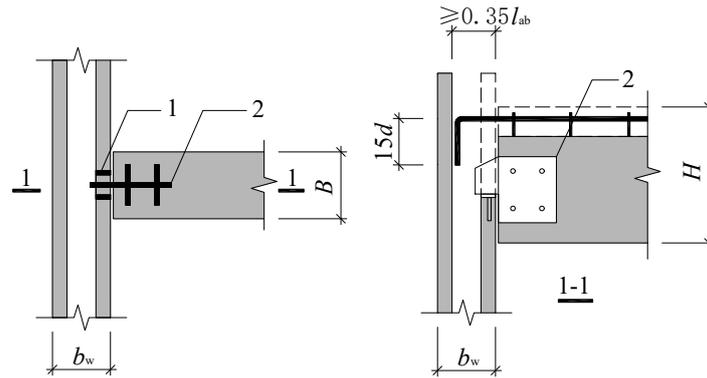


图 6.3.13-2 梁与叠合剪力墙钢企口连接

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、建筑设防类别为标准设防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，不应小于180mm，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，并应按照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1对水平接缝受剪承载力进行验算。

6.4.5 采用本节下述构造做法的多层叠合剪力墙结构的高宽比不宜超过表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，做法，见图 6.4.8，并应满足下列要求：

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。

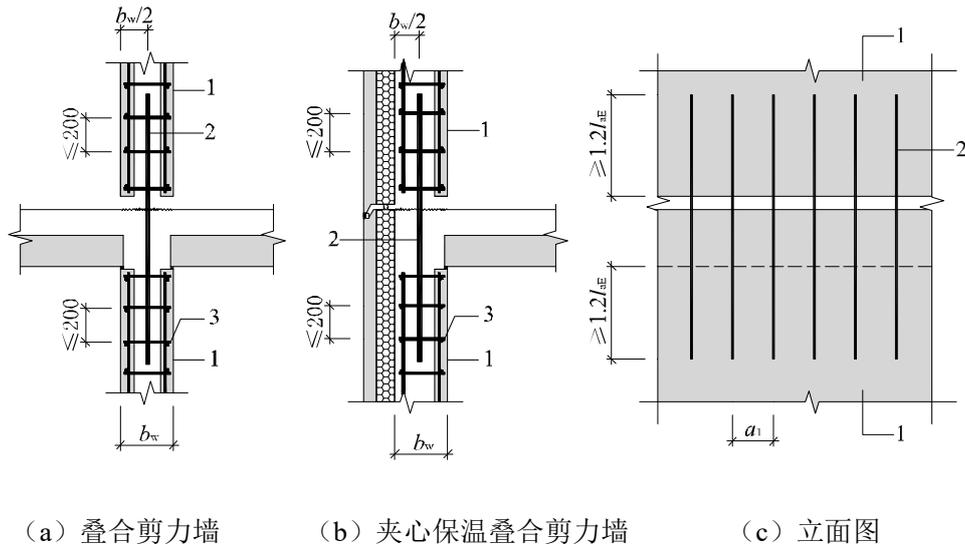


图 6.4.8 剪力墙水平缝单排筋连接构造

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结构分析：

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

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

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

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 剪力墙轴压比不应大于 0.4；

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

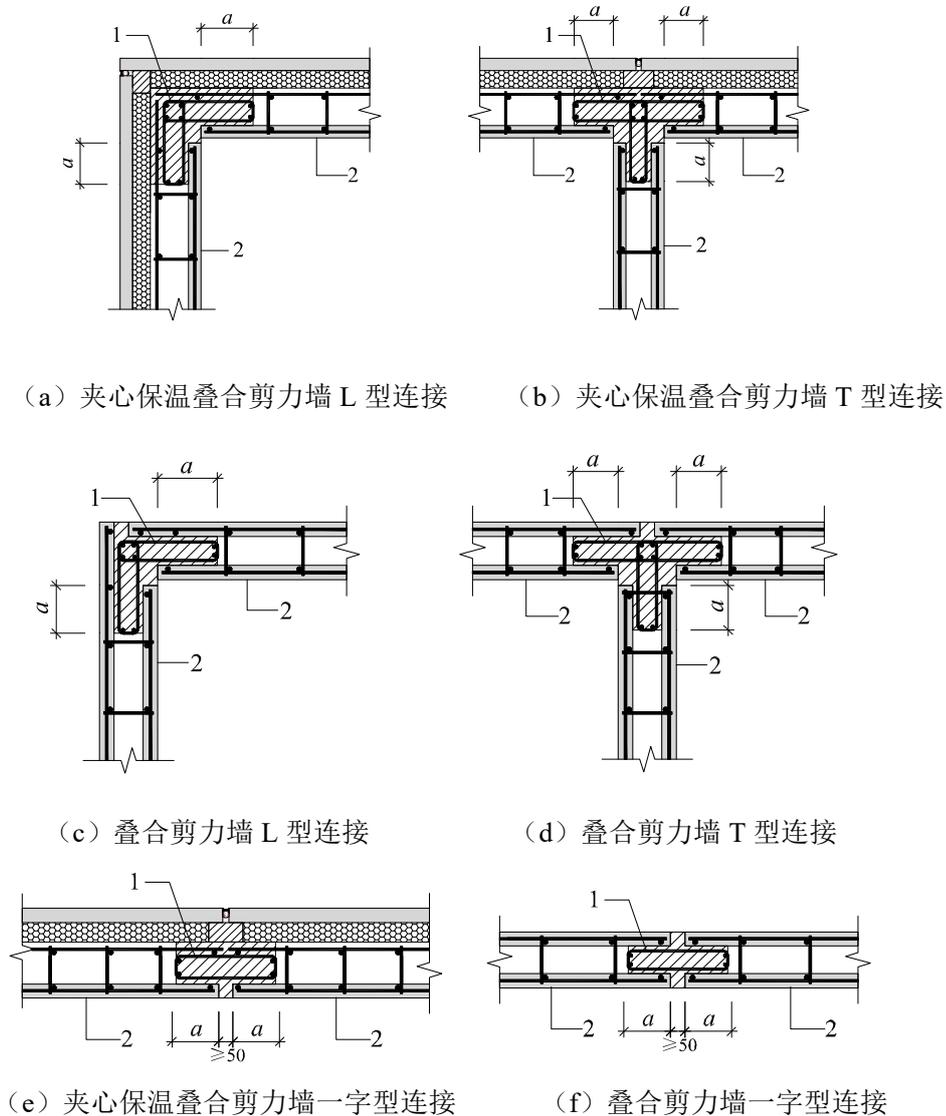


图 6.4.10-1 叠合剪力墙竖向缝成型钢筋笼连接构造

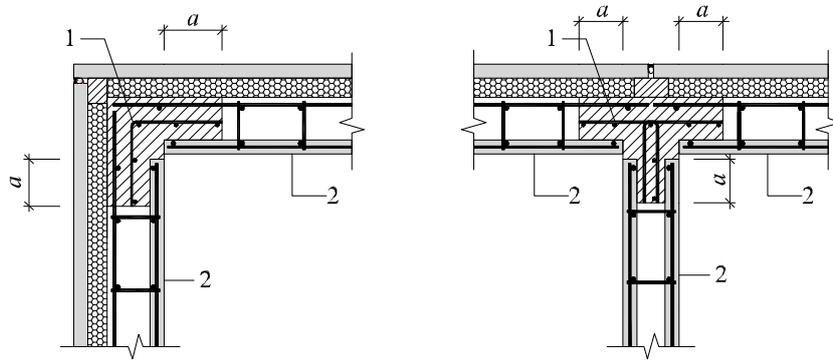
1—成型钢筋笼；2—叠合剪力墙； a —成型钢筋笼伸入预制剪力墙空腔长度

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

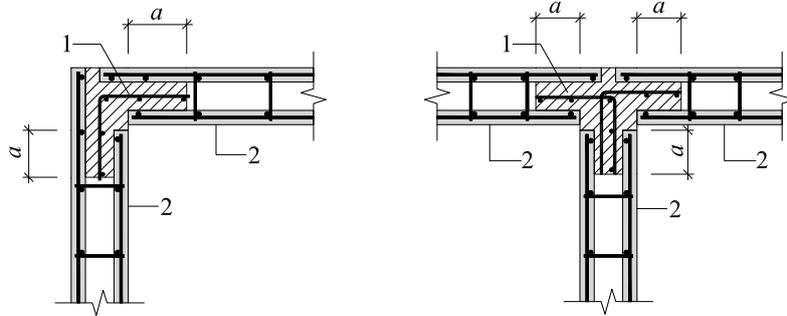
2) 钢筋网片中水平钢筋间距宜与叠合剪力墙板中水平分布钢筋的间距相同，且不宜大于 200mm；钢筋网片直径不应小于叠合剪力墙板中水平分布钢筋的直径；

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。



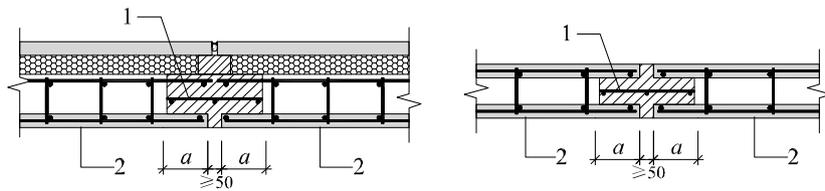
(a) 夹心保温叠合剪力墙 L 型连接

(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，见图 7.1.1 由焊接箍筋网片或弯折成型箍筋网片和梁纵筋组成，并应符合下列规定：

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

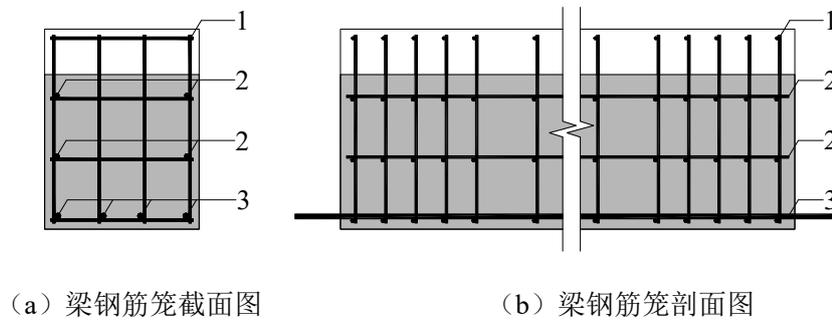


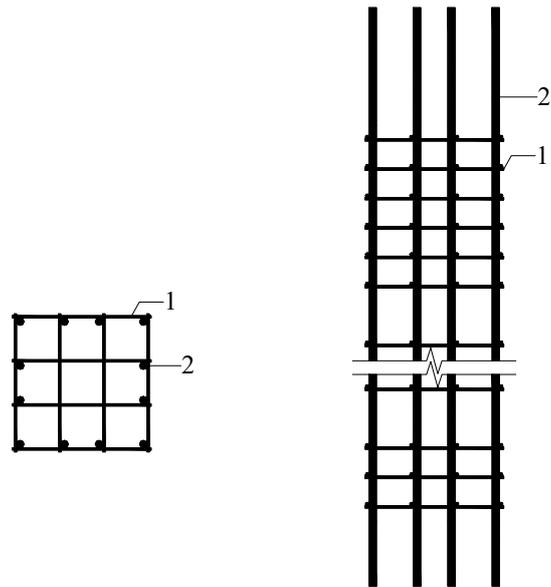
图 7.1.1 叠合梁钢筋笼示意图

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，见图 7.1.3 可由焊接箍筋网片或弯折成型箍筋网片和柱纵筋组成，并应符合下列规定：

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



(a) 柱成型钢筋笼截面图

(b) 柱成型钢筋笼剖面图

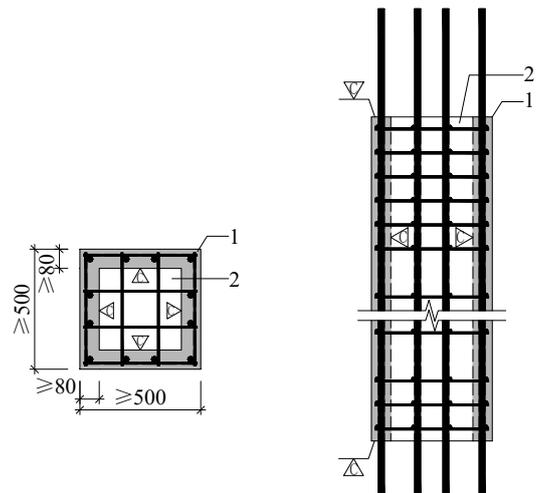
图 7.1.3 柱成型钢筋笼

1—柱箍筋网片；2—柱纵筋

7.1.4 空腔预制柱构件构造应符合下列规定，见图 7.1.4：

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

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



(a) 柱截面图

(b) 柱剖面图

图 7.1.4 空腔预制柱示意图

1—预制部分；2—空腔部分

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

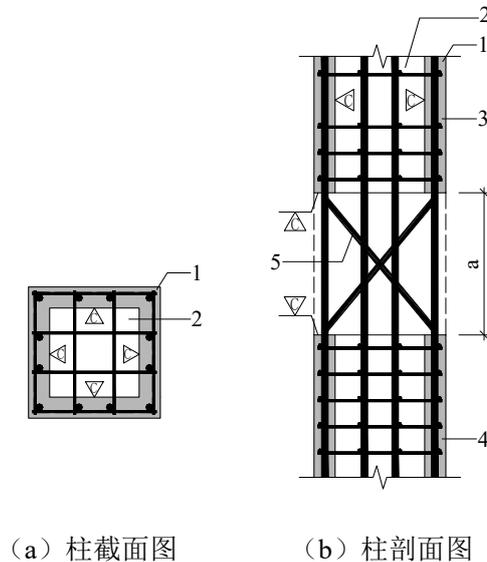


图 7.1.5 双层空腔预制柱示意图

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

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，见图 7.2.1，现浇段及连接接头构造应符合下列规定：

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

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

3 纵筋机械连接接头净距不应小于 25mm；

4 纵筋机械连接接头上下第一道箍筋距套筒距离不应大于 50mm。

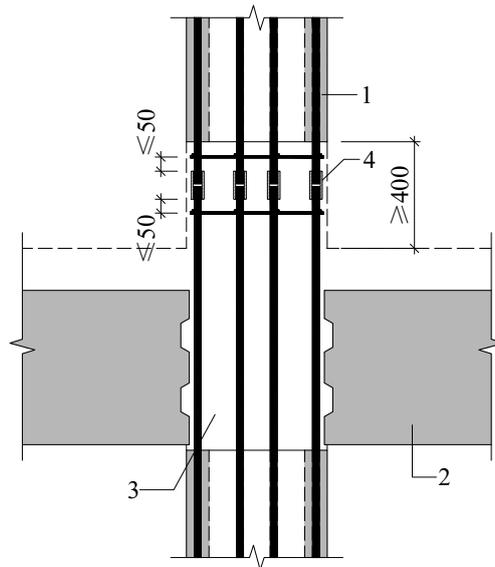


图 7.2.1 叠合柱竖向连接构造示意

1—叠合柱；2—叠合梁；3—后浇区；4—机械连接接头

- 7.2.2** 当叠合柱纵向受力钢筋采用搭接连接时（图7.2.2），应符合下列规定：
- 1 水平接缝应设置在楼面标高处，水平接缝高度宜为 50mm；
 - 2 搭接钢筋应贯穿后浇节点区后分别与上下层叠合柱纵筋在叠合柱空腔内搭接连接，搭接钢筋和被搭接钢筋间距不应大于 2 倍钢筋直径；
 - 3 搭接钢筋直径和强度不应低于被搭接钢筋；
 - 4 钢筋搭接长度不应小于 $1.2l_{aE}$ ，钢筋搭接范围内叠合柱箍筋间距不应大于 100mm；
 - 5 空腔预制柱预制部分混凝土厚度不宜大于 60mm；
 - 6 叠合柱应进行水平接缝正截面受弯承载力验算，并应根据搭接钢筋位置确定截面实际有效高度。

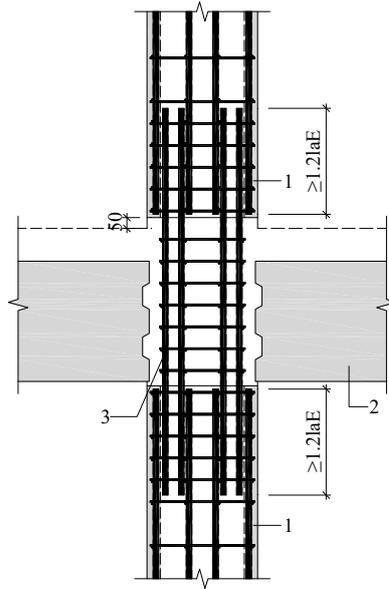
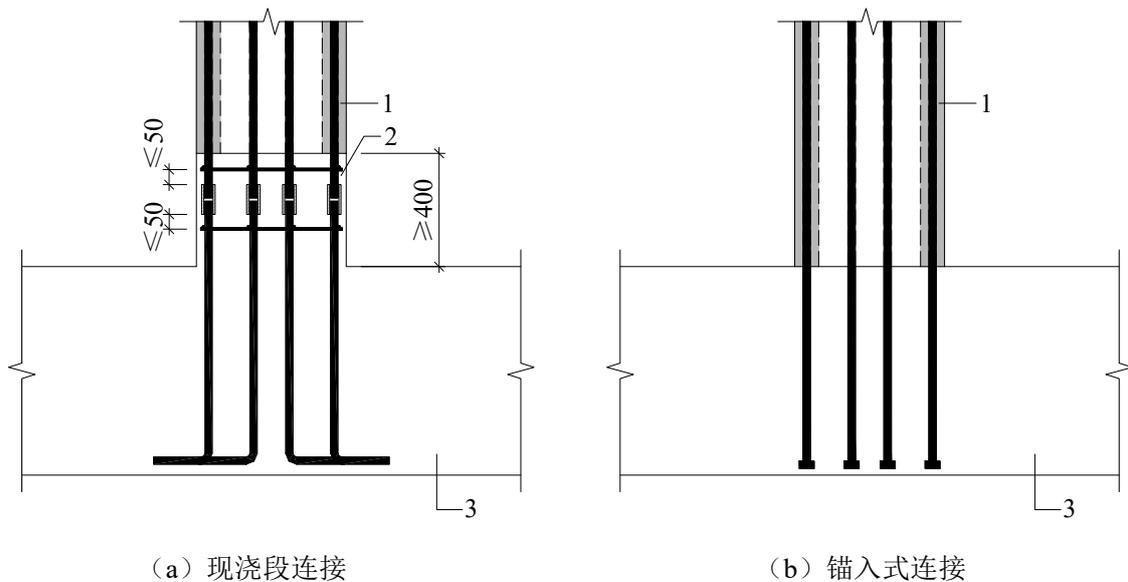


图 7.2.2 叠合柱竖向搭接连接构造示意

1—叠合柱；2—叠合梁；3—搭接钢筋

7.2.3 叠合柱与基础竖向连接可采用现浇段连接，见图 7.2.3(a)，混凝土现浇段宜设置在基础顶面处，现浇段内柱纵筋宜采用机械连接接头，现浇段及连接接头应符合本规程第 7.2.1 条的规定；也可采用锚入式连接，见图 7.2.3(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 7.2.3 柱与基础竖向连接构造示意

1—叠合柱；2—机械连接；3—基础

7.2.4 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。

7.2.5 叠合框架柱、梁节点应采用后浇段连接。梁纵向受力钢筋应伸入后浇节点区锚固或连接，见图 7.2.5-1，并应符合下列规定：

1 对框架中间层中节点，节点两侧的梁下部纵向受力钢筋宜分别锚固在后浇节点区内，见图 7.2.5-1(a)；也可采用机械连接或焊接的方式直接连接，见图 7.2.5-1(b)；梁的上部纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区；

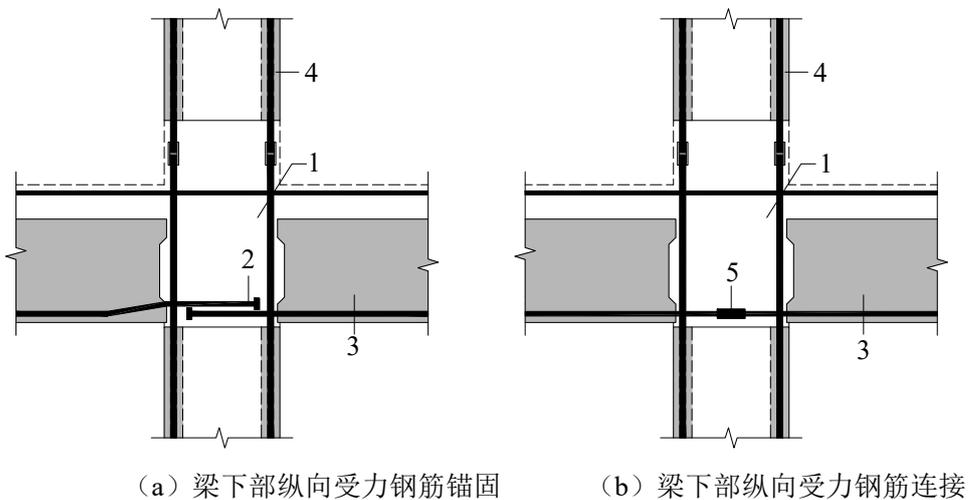


图 7.2.5-1 叠合柱及叠合梁框架中间层中节点构造示意

1—后浇区；2—梁下部纵向受力钢筋锚固；3—预制梁；4—叠合柱；

5—梁下部纵向受力钢筋连接

2 对框架中间层端节点，当柱截面尺寸不满足梁纵向受力钢筋的直线锚固要求时，宜采用锚固板等机械锚固措施，见图 7.2.5-2，也可采用 90° 弯折锚固；

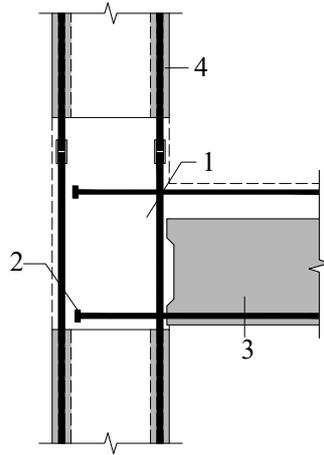
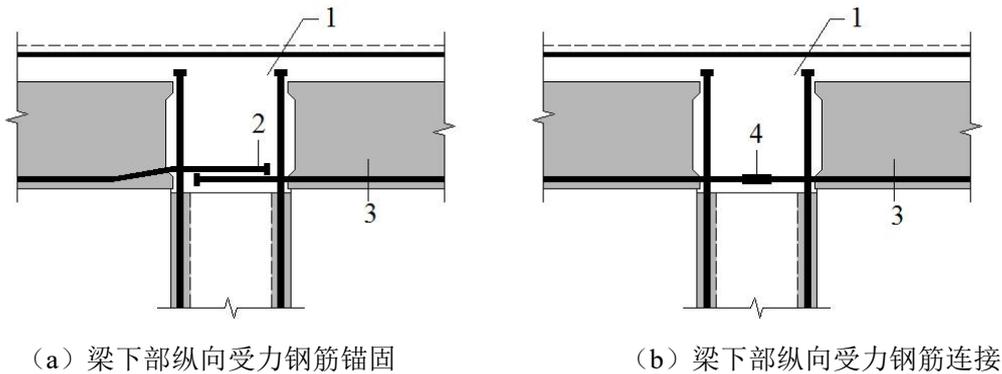


图 7.2.5-2 叠合柱及叠合梁框架中间层端节点构造示意

1—后浇区；2—梁纵向受力钢筋锚固；3—预制梁；4—叠合柱

3 对框架顶层中节点，梁纵向受力钢筋的构造应符合本条第 1 款的规定。柱纵向受力钢筋宜采用直线锚固，也可采用锚固板等机械锚固措施，见图 7.2.5-3；



(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 7.2.5-3 叠合柱及叠合梁框架顶层中节点构造示意

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

4 对框架顶层端节点，梁下部纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板等机械锚固措施，见图 7.2.5-4，梁、柱其他纵向受力钢筋的锚固应符合下列规定：

1) 柱宜伸出屋面并满足柱纵向受力钢筋锚固要求，见图 7.2.5-4(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, 见图 7.2.5-4(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。

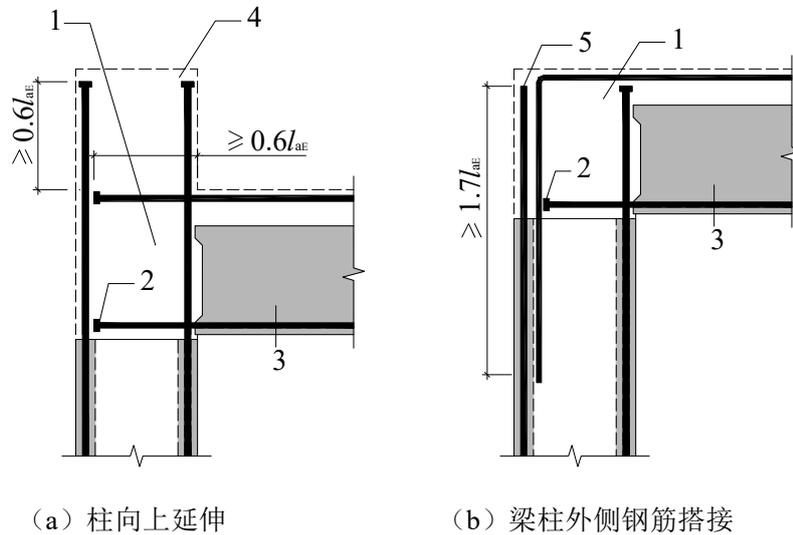


图 7.2.5-4 叠合柱及叠合梁框架顶层边节点构造示意

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

7.2.6 当采用 U 形叠合梁时, 梁下部受力纵向钢筋宜设置在空腔底部, 并宜采取可靠限位措施, 见图 7.2.6, 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。

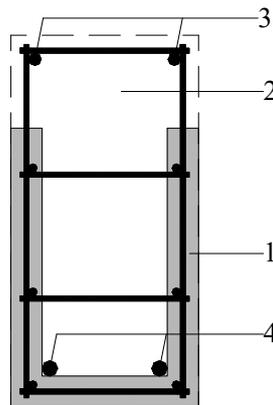


图 7.2.6 U 形叠合梁钢筋配置示意图

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宜采用现浇墙肢，可采用叠合墙肢，框架柱、梁宜全部或部分采用叠合构件；叠合剪力墙、叠合框架的设计除应符合本章的规定外，尚应分别符合本规程第6章、第7章的有关规定。叠合框架-现浇核心筒结构叠合框架部分的设计应符合第7章有关规定，现浇核心筒部分的设计应符合抗规 GB 50011 有关规定。

8.0.2 当采用现浇框架-叠合剪力墙及叠合框架-叠合剪力墙结构时，现浇剪力墙墙肢地震作用内力宜乘以不小于 1.1 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 边框柱应采用现浇柱，叠合剪力墙与边框柱交接位置应设置粗糙面，粗糙面凹凸深度不应小于 4mm；

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

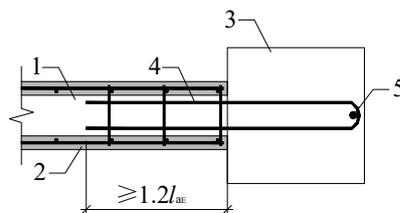


图 8.0.3-1 剪力墙端部钢筋搭接构造示意

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，见图 8.0.3-2，可采用现浇或叠合构件，上、下层空腔预制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 $1.2l_{aE}$ ，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。

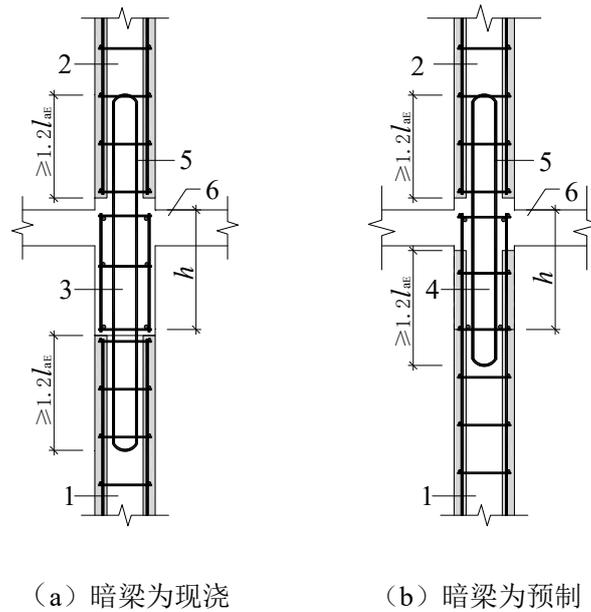


图 8.0.3-2 剪力墙顶部暗梁构造示意

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，配筋应满足现行行业标准《高层建筑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 设置扶壁柱时，扶壁柱应为现浇，扶壁柱两侧剪力墙水平筋可采用封闭连接钢筋连接，见图 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；

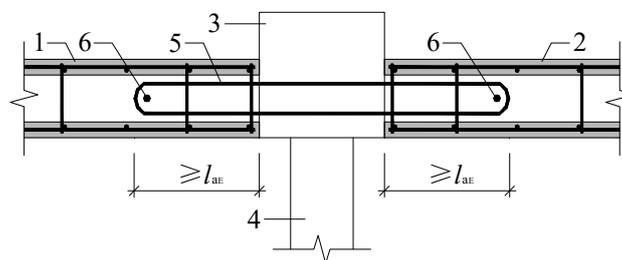


图 8.0.4-1 扶壁柱处剪力墙水平筋搭接构造示意

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，其截面应满足梁端纵向钢筋锚固要求；暗柱宜采

用叠合暗柱，见图 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，楼面梁与叠合剪力墙连接形式应满足本规程 6.3.13 条要求；

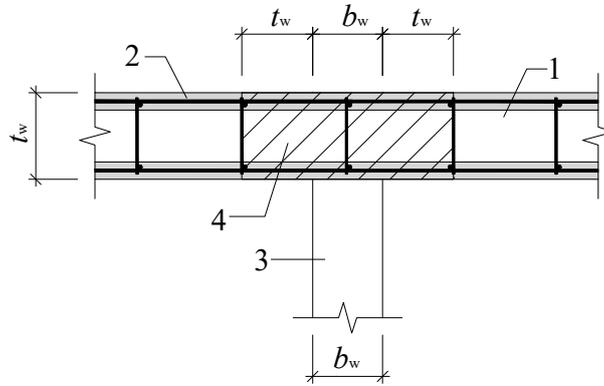


图 8.0.4-2 梁下暗柱构造示意图

1—墙体现浇部分；2—预制部分；3—楼面梁；4—梁下暗柱； b_w —梁宽； t_w —墙厚

9 预制构件数字化设计

9.1 一般规定

9.1.1 预制构件在建筑设计、构件生产、施工安装、竣工验收与交付等各阶段宜采用数字化手段，利用预制构件建筑信息模型进行全流程管理。宜建立统一协同工作平台，采用统一编码和规则、共享模型数据。

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

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

9.1.4 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。

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

9.2 设计要求

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

9.2.2 预制构件设计宜采用参数化设计软件，设计软件应符合下列规定：

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

9.2.3 预制构件图纸应包含模板图、配筋图、预埋件图、保温板的排板图、拉结件布置图、大样图等，每个构件图纸内容均应包含几何信息，物料加工信息，

生产工作的技术要求信息和构件使用的项目等信息。

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

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

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

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

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数字管理系统,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、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护等专项方案。

10.1.3 叠合混凝土结构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 预制构件原材料的进厂检验应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

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 隐蔽工程质量验收表;
- 2 成品构件质量验收表;
- 3 钢筋进厂复验报告;
- 4 混凝土留样检验报告;
- 5 经具有相应法定检测资质的第三方工程质量检测机构出具的原材料、钢筋、套筒、保温材料、连接件、预埋件、混凝土试块等抽样复检报告。
- 6 产品合格证;
- 7 其他相关的质量证明文件等资料。

10.1.8 预制构件用钢筋的原材、加工、连接与安装应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《装配整体式住宅混凝土构件制作施工及质量验收规程》DG/TJ 08-2069 等的有关规定。

10.2 设备与模具

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

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

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 空腔预制墙构件生产宜采用标准化定型侧模，侧模宜包含磁性固定装置；空腔预制柱构件生产宜采用与空腔预制柱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、墙板类构件模具安装尺寸允许偏差及检验方法

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

注：L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

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、柱类构件模具安装内腔尺寸允许偏差及检验方法

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

注：1 L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸；

2 柱是指空腔预制柱构件；梁是指叠合梁构件。

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

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现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3和现行行业标准《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，尚应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3和现行行业标准《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5.2.4条规定的等强连接点，应采取加强焊接工艺，其接头的抗剪试验除应从每一检验批接头中随机切取三个接头进行试验并应按下列规定对试验结果进行评定：

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

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

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

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

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

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

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	空腔预制柱纵筋长度		1, -3	用尺量总长	
2	绑扎钢筋网	长、宽	±5	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
3		网眼尺寸	±5	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
4		对角线	5	用尺量最外边两个对角绑扎点连线距离, 取两个对角线差值	
5		端头不齐	3	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
6	钢筋焊接网	长、宽	±3	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
7		网眼尺寸	空腔预制柱田字形网片	±3	用尺量连续三档, 取最大值
8			空腔预制墙梯子形网片	±3	用尺量连续三档, 取最大值
9			叠合梁目字形网片	±5	用尺量连续三档, 取最大值
10			其它	±10	用尺量连续三档, 取最大值
11		对角线差	±5	用尺量最外边两个对角焊点连线距离, 取两个对角线差值	
12		端头不齐	3	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
13	成型钢筋笼	长	空腔预制柱构件	1, -3	用尺量两端三处, 取最大值
14			其它构件	0, -5	用尺量两端三处, 取最大值
15		宽		2, -5	用尺量两端和中间三处, 取最大值
16		高(厚)		2, -5	用尺量两端和中间三处, 取最大值
17		主筋间距	空腔预制柱构件	±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	空腔预制柱构件	1, -3	用尺量两端和中间三处, 取最大值
23			其它构件	5	用尺量两端和中间三处, 取最大值
24	保护层厚度	柱、梁	±5	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
25		墙、板	±3	用尺量两端和中间三处, 取最大值	
26	后置钢筋笼外轮廓尺寸		0, -5	用尺量两端和中间三处, 取最大值	

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。

10.3.8 使用机械连接接头时, 应对接头技术提供单位提交的技术资料进行审查、验收, 主要包括:

- 1 工程所用接头的有效型式检验报告;
- 2 连接件产品设计、接头加工安装要求的相关技术文件;
- 3 连接件产品合格证和连接件原材质量证明书。

10.3.9 构件钢筋采用机械连接或焊接连接时，钢筋连接接头或焊接连接接头均应进行工艺检验，检验结果合格后方可进行预制构件生产。

10.4 成型、养护及脱模

10.4.1 浇筑混凝土前应进行钢筋隐蔽工程检查。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现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

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，空腔预制墙构件的 A 面与 B 面翻转合模前，B 面的混凝土浇筑时间及间歇时间不宜超过 20min。

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

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

10.4.8 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，并满足相应的温度、湿度要求。

10.4.9 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 且满足设计要求。

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		±4	用尺量上中下三处，取偏差绝对值较大者
	内叶板安装缝宽度		5, -2	用尺量上中下三处，取偏差绝对值较大者
	外叶或内叶墙板厚度		1, -3	用尺量四角和四边中部位置，去其中偏差绝对值较大者
	内外叶墙板错位偏差		±5	
	总厚度		±3	
墙板高度		±3	用尺量两端和中部，取偏差绝对值较大者	
2	表面平整	内表面	4	2m 靠尺和金属塞尺测量，取靠尺与构件表面的最大缝隙
		外表面	3	
3	对角线差	墙板、门窗口	5	尺量两对角线
4	侧向弯曲		$L/1000$ 且 ≤ 10	拉线，尺量最大弯曲处
5	扭翘		$L/1000$	四对角拉两根线，量测两线交点之间的距离，其值的2倍为扭翘值
6	预留孔洞	中心线位置偏移	5	用尺量纵横两个方向尺寸，取其中较大者
		孔洞尺寸，深度	±5	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中较大者
7	墙板上对应梁安装的槽口	槽口宽度、高度	+5, 0	尺量，取偏差绝对值较大者
		槽口侧壁定位偏差	5	
8	门窗洞	中心线位置偏移	5	用尺量纵横两个方向尺寸，取其中较大者
		宽度、高度	±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	

序号	检查项目		允许偏差(mm)	检验方法
		预埋螺栓外露长度	±5	
		预埋套筒、螺母中心位置偏差	2	
		预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	0, -5	
		线盒、电盒、吊环中心位置偏差	5	
		线盒、电盒、吊环与构件表面偏差	0, -10	
10	预留插筋	中心线位置偏差	3	尺量, 取偏差绝对值较大者
		外露长度	±5	
11	键槽	中心线位置偏移	5	尺量, 取偏差绝对值较大者
		长度、宽度、深度	±5	

注: L 为构件长度 (mm)。

10.5.3 预制叠合梁构件、空腔预制柱构件外形尺寸偏差和检验方法应符合表 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 预制叠合梁构件和空腔预制柱构件尺寸允许偏差和检验方法

序号	检查项目		允许偏差(mm)	检验方法	
1	空腔预制柱构件	截面边长 (宽度和高度)	±3	尺量两端和中间三处的截面尺寸, 取偏差绝对值较大者	
		柱长度	纵筋总长	1, -5	尺量纵筋长度三处, 取取偏差绝对值较大者
			预制混凝土柱身长度 (不含纵筋)	±5	尺量混凝土长度三处, 取取偏差绝对值较大者
		端部主筋外露长度不齐		1, -3	钢尺测量所有外露钢筋长度, 取取偏差绝对值较大者
		外露钢筋平面位置		±3	钢尺测量
2	预制叠合梁构件	梁水平长度	<12m	±5	尺量四个面, 取偏差绝对值较大者
			≥12m 且 <18m	±10	
			>18m	±20	
		梁截面宽度	±3		
梁截面高度		±5			
3	表面平整	梁表面	4	2m 靠尺和金属塞尺测量	
		空腔预制柱外表面	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	中心线位置偏移	5	尺量, 取偏差绝对值较大者	

		孔尺寸	±5	
8	预埋螺栓等预埋件	预埋锚板中心位置	5	尺量，取偏差绝对值较大者
		预埋锚板与混凝土面平面高差	0, -5	
		预埋螺栓中心位置	2	
		预埋螺栓外露长度	±5	
		预埋套筒、螺母中心位置偏差	2	
		预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	0, -5	
9	键槽	中心线位置偏移	5	尺量，取偏差绝对值较大者
		长度、宽度、深度	±5	

注：L为构件长度（mm）。

10.5.4 预制楼板类构件外形尺寸偏差和检验方法应符合表10.5.4的规定。

表 10.5.4 预制楼板类构件外形尺寸允许偏差和检验方法

序号	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
1	规格尺寸	长度	<12m	±5	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
			≥12m 且 <18m	±10	
			≥18m	±20	
2		宽度	±5		
3		厚度	±5	用尺量板四角和四边中部位置共 8 处，取其中偏差绝对值较大值	
4	对角线差		6	在构件表面，用尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值	
5	表面平整度	内表面	4	用 2m 靠尺安放在构件表面上，用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙	
		外表面	3		
6	外形	楼板侧向弯曲	$L/750$ 且 ≤20mm	拉线，钢尺量最大弯曲处	
7		翘曲	$L/750$	四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值得两倍为翘曲值	
8	预埋钢板	中心线位置偏差	5	尺量	
		平面高差	0, -5		
9	预埋螺栓	中心线位置偏移	2		
		外露长度	+10, -5		
10	预埋套筒、螺母	中心线位置	2		
		与混凝土表面高差	0, -5		
11	预埋线盒、电盒	在构件平面的水平方向中心位置偏差	10		
		与构件表面混凝土高差	0, -5		
12	预留孔洞	中心线位置偏移	5		尺量
		孔洞尺寸、深度	±5		

13	预留插筋	中心线位置偏移	3	尺量
		外露长度	±5	
14	吊环、木砖	中心线位置偏移	10	尺量
		留出高度	0, -10	
15		桁架筋高度	+5, 0	尺量
16	键槽	中心线位置	5	尺量
		长度、宽度、深度	±5	

注 1: L 为构件长度, 单位为 mm;

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

10.5.5 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。

10.5.6 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。

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

检查数量: 按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。

检验方法: 检查试验报告单、质量证明文件及隐蔽工程检查记录。

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

检查数量: 按批检查。

检验方法: 观察、量测, 检查保温材料质量证明文件及检验报告。

10.5.9 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 10.5.9。

表 10.5.9 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
	垂直方向	±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

10.5.10 对于本规程第 9.2.6 条中标示的钢筋，应在构件起吊前进行专项检查。

检查数量：全数检验。

检查方法：观察和量测。

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，夹心保温空腔预制墙构件吊运应确保其各受力部位与设计要求相同。

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

2 空腔预制墙构件应采用专用存放架立放，其倾斜角度应保持大于 85°，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 夹心保温空腔预制墙构件运输应采用自装卸式的预制构件专用运输车；

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

3 空腔预制柱构件运输应根据需要设置水平支架，牢靠固定在运输车上。

10.6.6 应合理策划构件运输线路、道路和临时堆放场地，并采取有效的构件成

品保护措施，且符合下列规定：

- 1 根据构件运输车辆尺寸、载重、性能和道路路况等因素，提前策划预制构件场外运输线路，确保构件场外运输的可行性、高效性；
- 2 构件运输车辆宜能开至现场吊装设备的有效起重范围内，避免构件现场多次倒运；
- 3 现场构件运输道路和堆放场地应坚实平整，并有排水措施；
- 4 施工现场的道路应按照构件运输车辆的要求合理设置转弯半径及坡度；
- 5 预制构件运送至施工现场后，应按规格、品种、使用部位、吊装顺序分别设置堆放场地。堆放场地应设置在吊装设备的有效起重范围内，且在构件堆垛之间设置行走通道；
- 6 构件存放架应具有足够的抗倾覆性能；
- 7 构件运输通道、存放位置不得对已完成结构、基坑造成安全隐患，必要时应进行计算复核。

11 施工安装

11.1 一般规定

11.1.1 叠合混凝土结构工程施工前应编制装配式建筑专项施工方案和起重吊装作业专项施工方案。专项施工方案应当由施工单位技术负责人审核签字、加盖单位公章，并由总监理工程师审查签字、加盖执业印章后方可实施。

11.1.2 施工现场从事装配施工特种作业的人员应取得相应的资格证书后才能上岗作业。施工单位应对施工作业人员进行质量安全技术交底。

11.1.3 叠合混凝土结构施工应采用工具式、标准化、稳定可靠，且便于操作的工装系统。

11.1.4 叠合混凝土结构施工过程中应采取安全防护措施，安全防护要求应符合现行国家、行业及地方有关标准的规定。

11.1.5 预制构件的吊装应符合下列规定：

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

2 构件吊点数量、位置应经设计计算确定，应保证吊具连接可靠；

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

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

5 应安排专人统一指挥，作业人员应处于安全位置。

11.1.6 吊装作业安全应符合下列规定：

1 预制构件吊装前应进行试起吊，起吊后检查构件起吊钩是否重心与塔吊主绳在垂直方向重合，确认起吊安全后方可完成吊运。

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

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

4 高空应通过缆风绳改变预制构件方向,严禁高空直接用手扶预制构件;

5 遇到雨、雪、雾天气或五级以上大风时,应停止吊装作业;

6 夜间不宜进行吊装作业,当确需夜间作业时,应有足够的照明。

11.1.7 未经设计允许不得对预制构件进行切割或开洞。

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

11.2 施工准备

11.2.1 叠合混凝土结构安装施工前,应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等,确保符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666和本规程的有关规定。

11.2.2 构件安装施工机具应符合以下要求:

1 施工机具的工作容量、生产效率等宜与建设项目的施工条件和作业内容相适应。

2 施工机具安全防护装置应安全、灵敏和可靠。

3 吊装设备的选择应综合考虑最大构件重量、构件重量及作业半径、堆场布置、建筑物高度、人货梯、工期及现场条件等因素。吊装作业前,应检查所使用的机械、滑轮、吊具、预埋和地形等,必须符合安全要求。

4 起吊前应对起重机钢丝绳及连接部位和吊具进行检查。

5 吊装设备靠近架空输电线路作业或在输电线路下行走时,吊装作业时应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46及其他相关标准规定。吊装设备与架空输电线的安全距离应满足相关规范要求,必要时应对高压供电线路采取防护措施。

11.2.3 预制构件进场前应符合第10.1.7条及10.5节相关规定要求。

11.2.4 叠合混凝土结构安装施工前，应进行测量放线，在楼面设置构件安装定位控制线及垫片高度标识，复核构件安装位置及预留插筋、竖向连接钢筋定位情况。测量放线应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。

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

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

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

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

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

11.3 构件安装与连接

11.3.1 叠合混凝土结构安装现场应根据工期要求、作业面大小、工作量、机械设备、主要工种等条件因素，组织均衡有效的安装施工流水作业。

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

11.3.3 首件吊装时，将钢丝绳穿入预制墙板上端的预埋吊点内并确认连接紧固后，在板的另一端放置木方以预防预制墙板起吊离地时板的边角被撞坏。并应注意起吊过程中，板面不得与堆放架发生碰撞。用塔吊缓缓将预制墙板吊起，待板的底边升至距地面 500cm 时略作停顿，再次检查吊挂是否牢固，板面有无污染破损，若有问题必须立即处理。确认无误后，继续提升使之慢慢靠近安装作业面。

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

11.3.5 预制构件安装过程中，应根据水准点和轴线校正位置，安装就位后应及时采取临时固定措施。预制构件与吊具的分离应在校准定位及临时固定措施安装完成后进行。

11.3.6 预制墙板斜支撑应在后浇混凝土达到设计要求后拆除；当设计无具体要求时，后浇混凝土宜达到设计强度的 75% 以上方可拆除。

11.3.7 预制构件安装应符合下列规定：

- 1 应根据吊装顺序对预制构件进行编号，施工时宜按照编号进行吊装；
- 2 构件起吊前应重点检查吊具安装情况，确保安装到位、锁紧牢固；
- 3 空腔预制柱吊装，宜采用专用工装，避免钢筋及构件磕碰损伤；
- 4 空腔预制墙、空腔预制柱等竖向空心构件安装后应采取临时措施固定，并对安装位置、安装标高、垂直度进行校核与调整，临时固定工装应具有足够的强度、刚度，以保证构件的稳定性，并应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》50666 的有关规定进行验算。

11.3.8 空腔预制墙构件安装应符合下列规定：

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

5 第 5.4.8 条中地下室外墙安装除应符合以上要求外，尚应要求构件不应有裂缝，且应保证构件吊装方向正确。并按设计要求进行节点防水施工。

11.3.9 空腔预制柱构件安装应符合下列规定：

- 1 空腔预制柱构件安装前，应检查并清理空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空腔预制柱构件吊点进行起吊安装；

3 空腔预制柱构件在安装过程中宜采用专用的支撑工装，空腔柱安装就位后宜在柱体相邻垂直面设置 2 道可调节长度的斜支撑，斜支撑两端分别与柱体和楼板可靠连接。

11.3.10 叠合梁、叠合板安装应符合下列规定：

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

2 叠合梁、叠合板板的吊点应经设计计算确定；

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

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

5 叠合梁、叠合板的临时支撑应待后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

11.3.11 叠合结构钢筋连接施工应符合下列规定：

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

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

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

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

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

11.3.12 叠合混凝土结构后浇段模板安装应符合下列规定：

1 叠合混凝土结构后浇段模板宜采用定型模板；

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

3 模板与构件拼缝部位宜采取防止漏浆的措施。

11.3.13 后浇混凝土施工应符合下列规定：

1 当预制空腔构件的空腔宽度小于 150mm 时，后浇混凝土应通过工艺试验确定混凝土配比、工作性能要求及施工方法，每盘混凝土到场后，应按工艺试验确定的工作性能要求进行现场检测，合格后方可浇筑。振捣棒宜选用 $\phi 30\text{mm}$ 及以下的微型振捣棒；

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

3 空腔预制墙根部水平接缝位置宜采用工具式模板封堵；

4 空腔预制墙空腔混凝土宜分层浇筑、振捣，混凝土应振捣密实、均匀，不应漏振、欠振、过振。振捣棒的前端应插入前一层混凝土中，插入深度不应小于 50mm，每层浇筑高度不宜超过 1m，浇筑应保持水平向上完整浇筑；上层混凝土应在下层混凝土初凝前进行浇筑；

5 振捣棒应垂直于混凝土表面并快插慢拔均匀振捣；振捣插点水平间距不应大于振捣棒作用半径的 1.4 倍，每个插入点振捣时间宜为 10~20 秒，当混凝土表面无明显塌陷、有水泥浆出现，不再冒气泡时，可结束该部位的振捣。

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

7 叠合结构混凝土浇筑完毕后应按照施工方案，对裸露在外的新浇混凝土及时采取保湿养护，且应符合《混凝土结构工程施工规范》50666 的有关规定。

11.3.14 地下室预制剪力墙混凝土施工应符合以下规定：

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

2 防水混凝土结构内部设置的各种钢筋或绑扎铁丝不应接触模板；

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

4 拆模后应将留下的凹槽用密封材料封堵密实，并应用聚合物水泥防水砂

浆抹平。

11.3.15 地下室预制剪力墙接缝密封施工应符合以下规定：

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

2 密封胶施工宜按图 11.3.15 所示工艺流程，使用胶枪挤出法施工，不得采用刮刀嵌填。

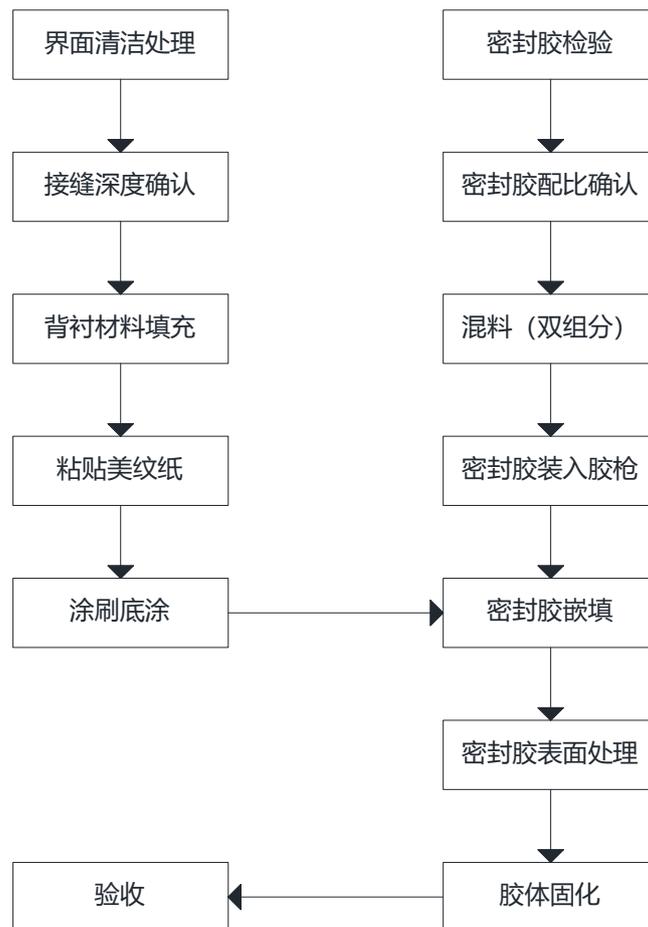


图 11.3.15 密封胶胶枪挤出法施工工艺

3 采用密封胶施工的接缝应符合下列规定：

- a 预制墙板连接接缝防水节点基层及构造做法应满足设计要求；
- b 接缝堵塞处应进行清理，错台部位应打磨平整，不得采用剔凿的方式增加接缝宽度；
- c 基层应坚实、平整，不得有蜂窝、麻面、起皮和起砂现象；
- d 接缝两侧基层高度偏差不宜大于 2mm；

- e 需要扩缝或清理缝中的杂质时，不应剔凿，应采用切割的方式进行施工。
- 4 密封胶施工前，应做好施工机具、安全防护设施、材料准备等工作。
- 5 密封胶施工前应在接缝中设置连续的背衬材料，背衬材料与接缝两侧基层之间不得留有空隙，预留深度应与密封胶设计厚度一致。
- 6 接缝两侧基层表面美纹纸粘贴应连续平整，宽度不应小于 20mm。
- 7 基层处理剂宜单向涂刷，并应涂刷均匀，不得漏涂。
- 8 密封胶打胶施工应符合下列规定：
- a 应待基层界面处理剂表干后嵌填密封胶；
 - b 双组分密封胶应按比例准确计量，并应搅拌均匀。混匀的密封胶应在适用期内用完；
 - c 应根据接缝的宽度选用口径适合的胶嘴，挤出应均匀；
 - d 宜从一个方向进行打胶，并由背衬材料表面逐渐充满整条接缝；
 - e 密封胶表干前用专用工具进行压胶和表面修饰，溢出的密封胶应及时清理；
 - f 密封胶的注胶宽度、深度应满足设计要求；
 - g 接缝处十字缝、丁字缝的密封胶施工应连续完成；
 - h 密封胶接槎处应留 45°向外斜面，严禁留置于十字缝、丁字缝或转角接缝处。接槎位置距以上部位不得小于 200mm。
- 9 密封胶表干前不应损坏、污染、淋雨及浸水。预制墙板存在宽度或深度大于 50mm 的破损时，应制定专项修补方案。
- 10 装配整体式混凝土结构地下工程防水密封工程施工完成后，应采取成品保护措施。
- 11.3.16 预制剪力墙板缝密封与防水施工应符合以下要求：**
- 1 密封防水施工应在其之前所有工序验收合格后方可进行，伸出外墙的管道、预埋件等应在密封防水施工前安装完毕。
 - 2 外墙板接缝处的防水处理应符合设计要求，宜选用构造防水与材料防水相结合的密封防水措施；材料防水宜采用缝内嵌填背衬材料和表面注入密封材料相结合的防水方式。

3 外墙板水平和竖向接缝宽度应满足设计要求，施工时应有控制缝宽的措施。

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

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

1) 产品性能满足现行行业标准《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T 881的要求；

2) 当选用硅酮类密封胶时，应满足现行国家标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 的要求；

3) 选用防水密封材料前应做防渗专项试验，试验淋水时间不小于 24 小时，水流量不小于 $5\text{L}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ 。

6 外墙板接缝处密封防水施工应符合下列规定：

1) 密封防水施工前，外墙板接缝处应清理干净，保持干燥；

2) 密封防水胶的使用年限应满足设计要求，应与嵌缝材料相容，应具有弹性；

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

12 工程验收

12.1 一般规定

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

12.1.2 叠合混凝土结构应按混凝土结构子分部工程进行验收;装配式结构部分可作为混凝土结构子分部工程的分项工程进行验收。

叠合混凝土结构的验收,除应符合本规程规定外,尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

12.1.3 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。

12.1.4 叠合混凝土结构施工,应建立现场安装首段验收制度

12.1.5 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 混凝土粗糙面的质量、键槽的尺寸、数量、位置;
- 2 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距,箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度;
- 3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度;
- 4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置;
- 5 预制混凝土构件接缝处防水、防火等构造做法;
- 6 保温及其节点施工;
- 7 混凝土结合面充分浇水润湿情况等;
- 8 其他隐蔽项目。

12.1.6 叠合混凝土结构混凝土子分部工程验收时,除应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求提供文件和记录外,尚应提供下列文件和记录:

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

12.2 预制构件

主控项目

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

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

12.2.2 叠合混凝土结构的预制构件进场时，叠合构件可不进行结构性能检验，对于全预制楼梯、全预制梁等构件应按设计要求进行结构性能检验。

检查数量：同类型构件不超过 1000 个为一批，在每批中随机抽取 1 个构件进行结构性能检验。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体检验报告。

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

12.2.3 预制构件的混凝土外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

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

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

一般项目

12.2.5 预制构件应有标识。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

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

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

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

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

12.2.8 预制构件尺寸偏差和检验方法应符合本规程表 10.5.2～表 10.5.4 的规定。设计有专门规定时，尚应符合设计要求。预制构件有粗糙面时，与预制构件粗糙面相关的尺寸偏差可适当放大至 1.5 倍。

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

12.3 构件安装与连接

主控项目

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

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

12.3.2 叠合混凝土结构构件连接处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验。

检验方法：应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

12.3.3 钢筋采用机械连接、焊接连接时，其接头质量应分别符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检查数量：应分别符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检验方法：检查施工记录及平行加工试件的强度检验报告。

12.3.4 叠合混凝土结构空腔预制柱现场预留插筋和空腔预制墙水平连接钢筋、竖向连接钢筋的安装位置、规格、数量、间距、锚固长度等应符合设计要求；当设计无要求时，应分别符合表 12.3.4-1 和表 12.3.4-2 的规定。

检查数量：全数检查。

表 12.3.4-1 空腔预制柱现场预留插筋安装允许偏差

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

表 12.3.4-2 空腔预制墙水平及竖向连接钢筋加工、安装允许偏差

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

12.3.5 叠合混凝土结构构件的外观质量不应有严重缺陷，且不得有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测；检查处理记录。

12.3.6 叠合混凝土结构外墙接缝的防水性能应符合设计要求。

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

检验方法：检查现场淋水试验报告。

12.3.7 叠合混凝土结构构件空腔混凝土浇筑密实度应满足规范要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察法。

一 般 项 目

12.3.8 叠合混凝土结构施工后，其外观质量不应有一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

12.3.9 叠合混凝土结构分项工程的施工尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合表 12.3.9 的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，

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

表 12.3.9 预制构件安装尺寸允许偏差及检验方法

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

12.3.10 叠合混凝土结构构件空腔浇筑混凝土时，应对混凝土施工进行记录。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查混凝土施工记录表。

12.4 混凝土结构子分部工程质量验收

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

- 1 所含分项工程验收质量应合格；
- 2 有完整的全过程质量控制资料；
- 3 有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相应规定；
- 4 结构观感质量验收应合格；
- 5 结构实体检验结果应合格。

12.4.2 叠合混凝土结构建筑的混凝土结构子分部工程验收时，除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、预制构件安装施工图和加工制作详图；
- 2 预制构件主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；
- 3 预制构件安装施工记录；
- 4 钢筋机械连接套筒型式检验报告、工艺检验报告、施工检验记录及相关材料、构配件的质量合格证明文件；
- 5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- 6 后浇混凝土强度检测报告及混凝土强度统计表、评定表；
- 7 外墙防水施工质量检验记录；
- 8 装配式结构分项工程质量验收文件；
- 9 工程重大质量问题的处理方案和验收记录；

12.4.3 叠合混凝土结构建筑的混凝土结构子分部工程质量验收，除应满足本规范要求外，尚应符合现行国家、行业、地方有关标准的规定。

附录 A 装配整体式叠合混凝土结构地下工程防水工程

A.1 装配整体式叠合混凝土结构地下工程设计

A.1.1 装配整体式叠合混凝土结构适用于地下车库、地下商业或机房等与主体建筑地下室连通使用的附建式地下室。

A.1.2 地下室的楼盖结构可采用叠合楼板，且应符合本标准 5.3 节的有关规定。地下一层顶板的叠合楼板总厚度不应小于 250mm。

A.1.3 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。

2 地下室叠合外墙抗弯设计中，支座处墙厚宜按截面高度减去一侧预制板厚度取用，跨中处墙厚可取全截面；抗剪设计中，墙厚可取全截面；防水、抗渗及密闭设计中，厚度可取全截面。

3 地下室叠合外墙总厚度不应小于 250mm，不宜小于 300mm。

A.1.4 装配整体式叠合混凝土结构地下室应进行防水设计，并应包括下列内容：

- 1 防水等级；
- 2 设防要求和防水做法；
- 3 不同部位防水构造层次和防水构造细部节点设计；
- 4 防水混凝土的抗渗等级和其他技术指标；
- 5 预制空腔墙构件的接缝设置及其密封防水措施，选用的材料及其技术指标；
- 6 外设防水层选用的材料规格型号、工艺要求及其技术性能指标；
- 7 必要的排水、挡水、截水、洞口的防倒灌措施及维护措施。

A.1.5 地下室叠合外墙以混凝土结构自防水为基础，迎水面主体结构预制空腔墙及现浇部分均采用防水混凝土，并按防水设防等级的要求采取相应防水措施及加强接缝部位的密封防水措施。

A.1.6 地下室叠合外墙防水混凝土应符合下列规定：

- 1 防水混凝土厚度不应小于 250mm。
- 2 防水混凝土应满足抗渗等级要求，并应根据地下工程所处的环境和工作条件，满足抗压、抗裂、抗冻和抗侵蚀性等结构耐久性设计相关要求。
- 2 防水混凝土迎水面最大裂缝宽度不应大于 0.2mm，且不应出现贯通裂缝。
- 3 钢筋保护层厚度应根据结构所处的环境类别和作用等级，按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 选用，当处于侵蚀性介质环境时，应满足防侵蚀设计相关要求。

A.1.7 地下室叠合外墙的外设防水层宜选用柔性防水材料，顶板与底板的防水做法与现浇混凝土结构相同，主体防水设防要求应符合表 A.1.7 的规定。

表 A.1.7 装配整体式叠合混凝土地下工程防水要求

防水等级	防水混凝土	外设防水层		
		一级	应选	应选
一道	高分子自粘胶膜预铺防水卷材			
二级	应选	应选一道		卷材防水层、涂料防水层

注：高分子自粘胶膜预铺防水卷材仅适用于结构底板。

A.1.8 地下工程叠合外墙的预制空腔墙构件接缝防水设防要求应符合表 A.1.8 的规定。

表 A.1.8 地下工程叠合外墙预制空腔墙构件接缝防水设防要求

工程部位	预制空腔墙构件间接缝				预制空腔墙构件与现浇段接缝			
	结构迎水面		结构背水面		结构迎水面		结构背水面	
防水措施	防水卷材	防水涂料	密封胶	密封胶	防水卷材	防水涂料	密封胶	密封胶
设防要求	应选一种		应选	可选	应选一种		可选	可选

A.1.9 地下工程叠合外墙的预制空腔墙构件间接缝除符合本规程表 A.1.8 的防水设防规定外，还应符合下列规定（图 A.1.9）：

- 1 迎水面接缝应用密封胶嵌缝，并用柔性防水材料进行加强。防水加强层应

于接缝处居中布置，总宽度不宜小于 400mm。使用有机防水涂料时应增加无纺布等胎体增强材料，并应增涂防水涂料。

2 接缝密封胶宽度应为 20mm~30mm，厚度不应小于 10mm，接缝两端打胶侧预制空腔墙构件应平整。

3 接缝的密封胶应满足主体结构层间变形、温度引起的变形、施工误差等的要求。

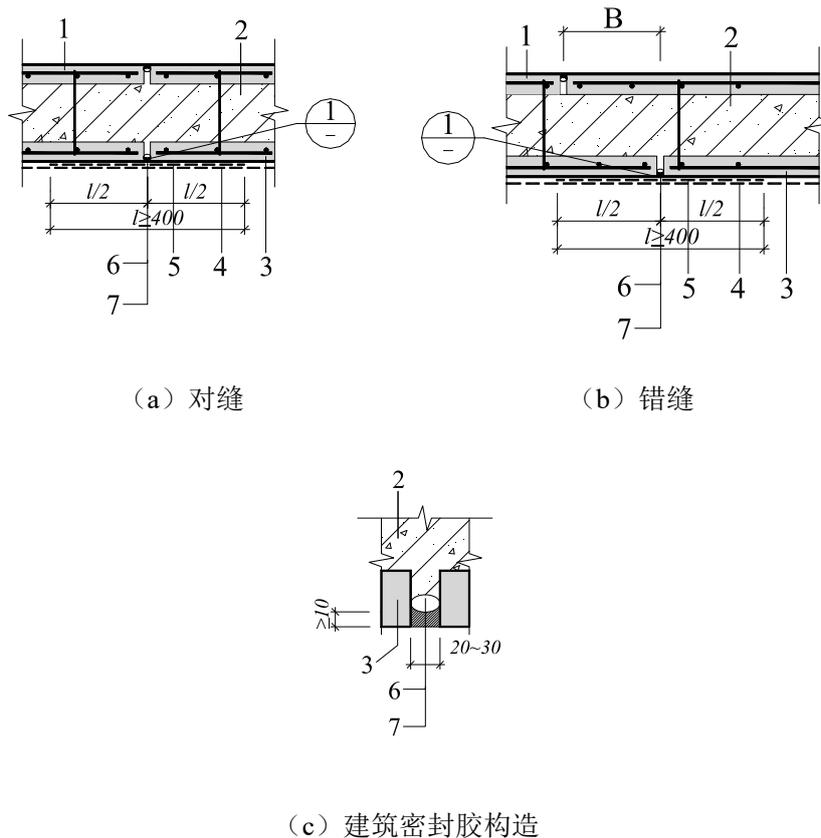


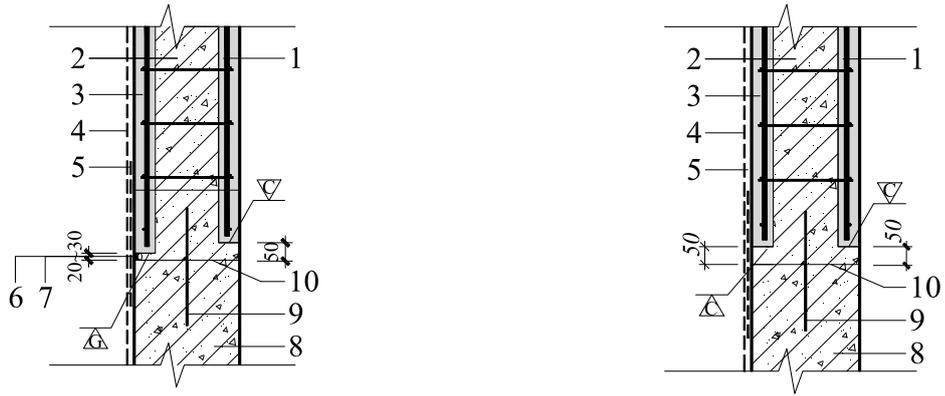
图 A.1.9 地下工程叠合外墙接缝构造

1—预制空腔墙构件背水面叶板；2—空腔现浇混凝土；3—预制空腔墙构件迎水面叶板；4—防水层；5—防水加强层；6—聚乙烯泡沫棒封堵；7—建筑密封胶

A.1.10 地下工程叠合外墙横向施工缝中预制空腔墙构件与先浇混凝土接缝防水应符合下列规定：

1 接缝密封胶宽度应为 20mm~30mm，厚度不应小于 10mm，接缝两端打胶处应平整；[图 A.1.10 (a)]

2 预制空腔墙构件与现浇段接缝间距为 50mm 时，应在预制构件迎水叶板侧面设置粗糙面；[图 A.1.10 (b)]



(a) 构造 (一)

(b) 构造 (二)

图 A.1.10 地下工程叠合外墙横向施工缝构造

1—预制空腔墙构件背水叶板；2—空腔现浇混凝土；3—预制空腔墙构件迎水叶板；4—防水层；5—防水加强层；6—建筑密封胶；7—聚乙烯泡沫棒封堵；8—先浇混凝土；9—中埋止水带；10—水泥基渗透结晶；G—光滑面；C—粗糙面

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 1499.3
- 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 《钢结构焊接规程》 GB 50661
- 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 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256
- 28 《外墙饰面砖工程施工及验收规程》 JGJ 126
- 29 《钢筋焊接接头试验方法标准》 JGJ/T 27
- 30 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70
- 31 《自密实混凝土应用技术规程》 JGJ/T 283
- 32 《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》 JGJ/T 458
- 33 《混凝土接缝用建筑密封胶》 JC/T 881
- 34 《装配整体式叠合混凝土结构地下工程防水技术规程》 T/CECS 832
- 35 《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》 DGJ 08-2154
- 36 《装配整体式混凝土住宅构造节点图集》 DBJT 08-116
- 37 《装配整体式混凝土结构施工及质量验收规范》 DGJ 08-2117
- 38 《装配整体式叠合剪力墙结构技术规程》 DG/TJ 08-2266

上海市工程建设质量管理协会团体标准
装配整体式叠合混凝土结构技术规程

T/SCQA 209-2021

条文说明

目 次

1	总则.....	100
2	术语和符号.....	101
2.1	术语.....	101
3	基本规定.....	105
4	材料.....	106
5	结构设计.....	108
5.1	一般规定.....	108
5.2	预制构件设计.....	109
5.3	叠合楼盖设计.....	111
5.4	地下室叠合墙设计.....	112
6	叠合剪力墙结构设计.....	114
6.1	一般规定.....	114
6.2	构件设计.....	115
6.3	连接设计.....	118
6.4	多层叠合剪力墙结构设计.....	121
7	叠合框架结构设计.....	123
7.1	构件设计.....	123
7.2	连接设计.....	123
8	叠合框架-剪力墙结构设计.....	126
9	预制构件数字化设计.....	127
9.1	一般规定.....	127
9.2	设计要求.....	127
10	构件制作与运输.....	129
10.1	一般规定.....	129
10.2	设备与模具.....	130
10.3	钢筋加工与预埋件.....	131
10.4	成型、养护及脱模.....	132

10.5	预制构件检验.....	133
10.6	堆放与运输.....	133
11	施工安装.....	135
11.1	一般规定.....	135
11.2	施工准备.....	136
11.3	构件安装与连接.....	137
12	工程验收.....	139
12.1	一般规定.....	139
12.2	预制构件.....	139
12.3	构件安装与连接.....	140
12.4	混凝土结构子分部工程质量验收.....	141

1 总则

1.0.1 装配整体式叠合混凝土结构具有如下创新性优势：

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

(2) 竖向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，钢筋笼在叶板内整体锚固，对两侧叶板形成强拉接，整体受力性能好；

(5) 采用可靠易检的钢筋搭接连接方式，质量安全可控；

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

(7) 构件质量轻，便于运输、吊装及安装；

(8) 叠合构件预制部分既参与受力又兼做模板，可大量减少外模板使用；

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

1.0.2 本规程适用于民用建筑及部分工业建筑，抗震设防烈度为6度、7度、8度的装配整体式叠合混凝土结构的设计、生产运输、施工和质量验收。

1.0.3 装配整体式叠合混凝土结构设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08-2154等的相关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

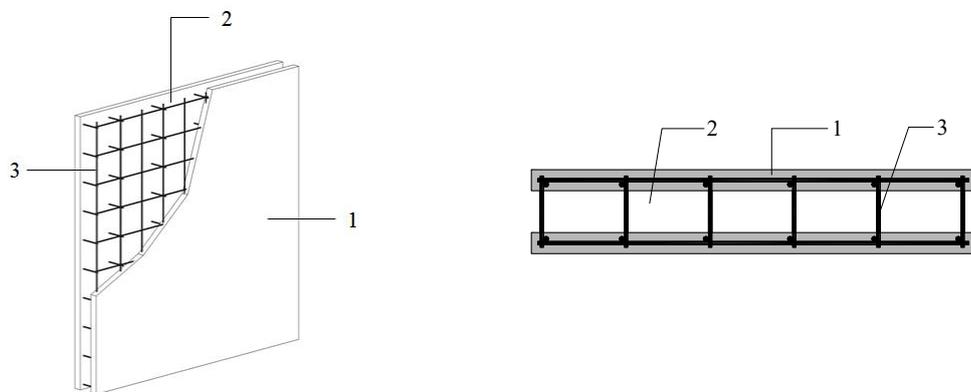
2.1.4 装配整体式叠合框架-剪力墙结构包括：

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

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

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

2.1.10 空腔预制墙构件示意如图 1 所示。



(a) 空腔预制墙构件三维图

(b) 空腔预制墙构件剖面图

图 1 空腔预制墙构件

1—预制部分；2—空腔部分；3—成型钢筋笼

2.1.11 夹心保温空腔预制墙构件示意如图 2 所示。

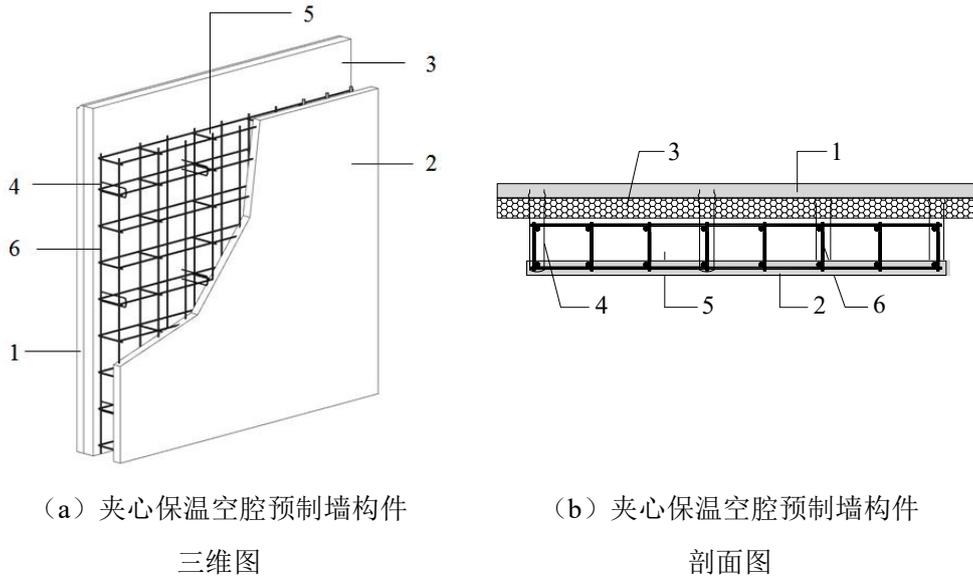


图2 夹心保温空腔预制墙构件

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

2.1.12 空腔预制柱构件示意如图3和图4所示。

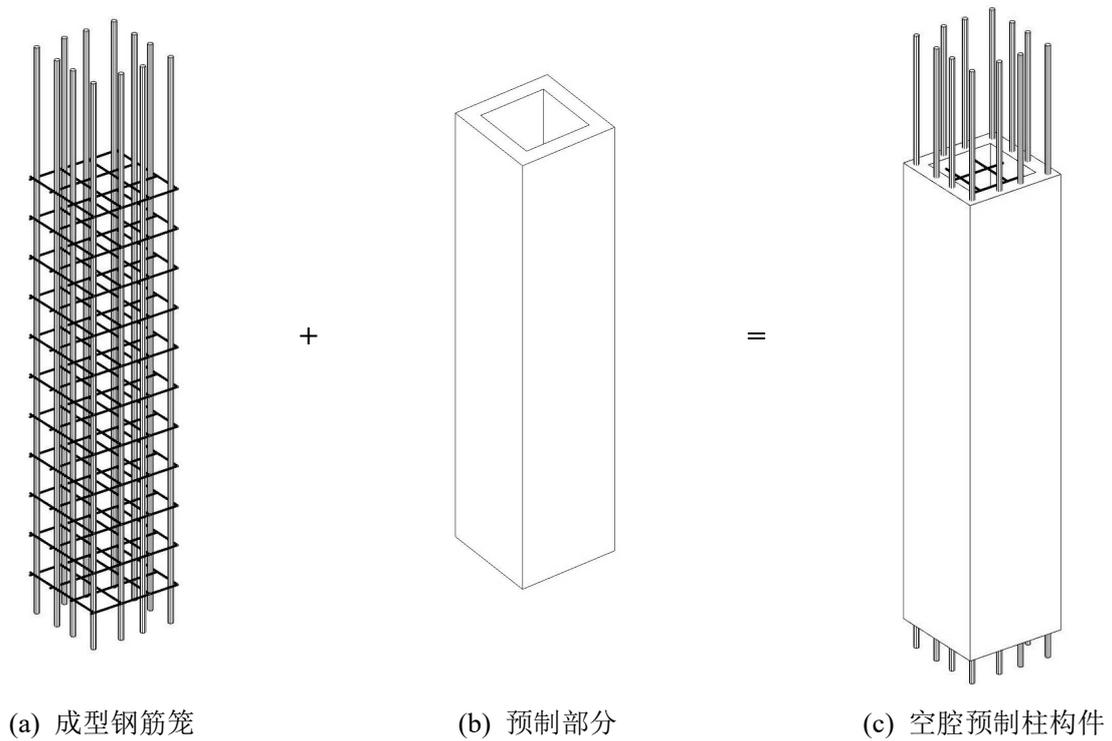


图3 空腔预制柱构件三维图

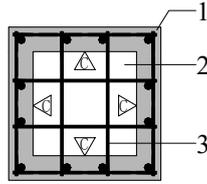
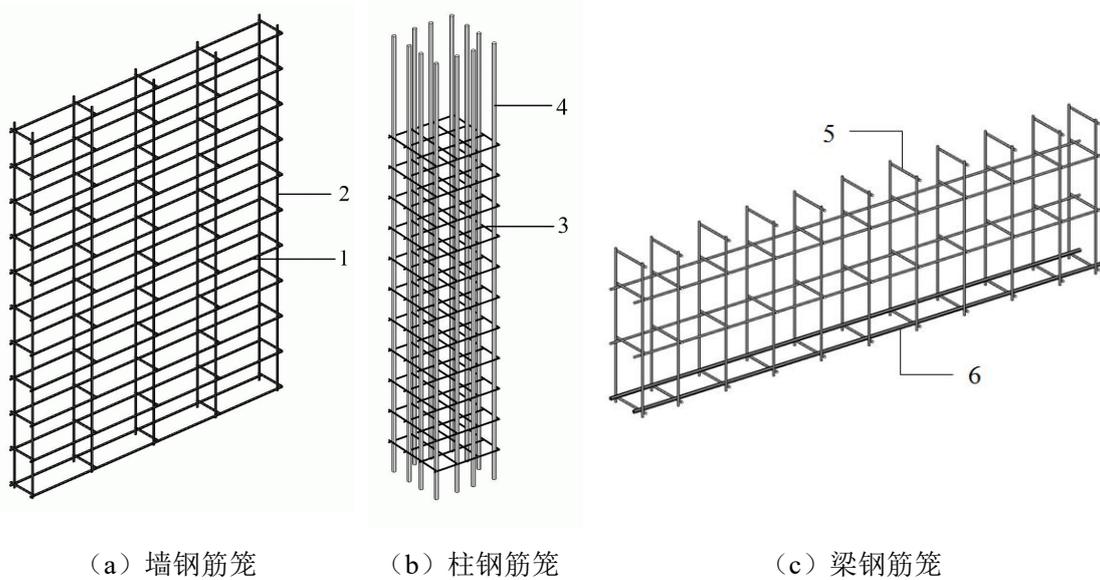


图 4 空腔预制柱构件剖面图

1—预制部分；2—空心部分；3—成型钢筋笼

2.1.14 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

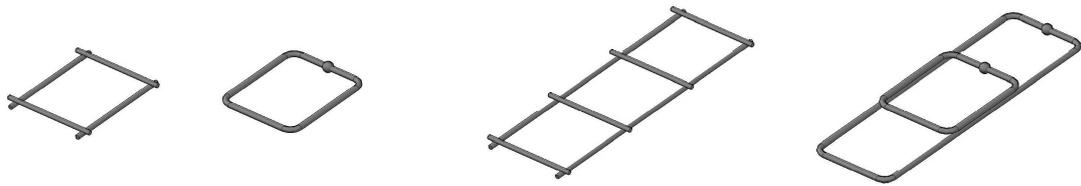
(b) 柱钢筋笼

(c) 梁钢筋笼

图 5 成型钢筋笼

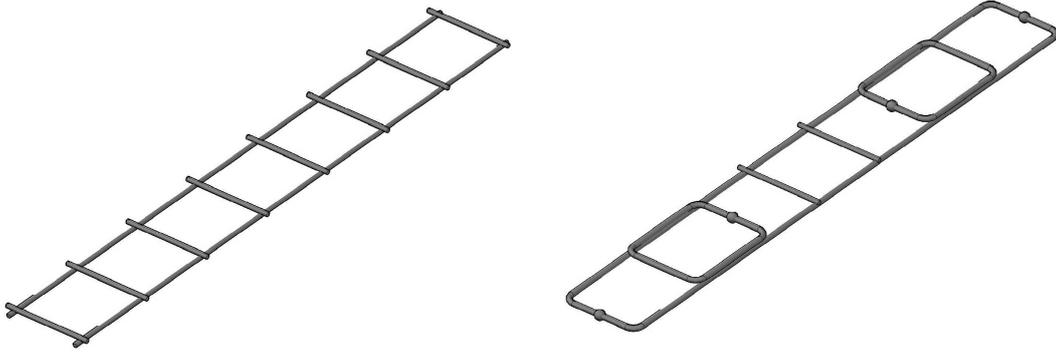
1—梯子形网片；2—墙体竖向钢筋；3—柱箍筋网片；4—柱纵筋；5—梁箍筋网片；
6—梁纵筋

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

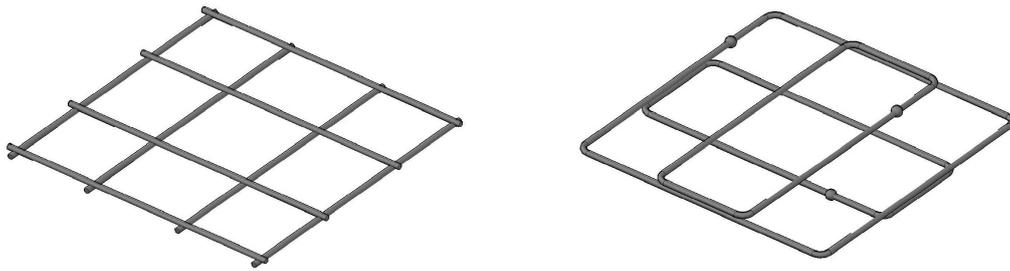


(a) 口字形网片

(b) 目字形网片



(c) 梯子形网片



(d) 田字形网片

图6 钢筋网片

3 基本规定

3.0.1 叠合结构具有其自身特点，从结构的设计、构件制作、运输、存放、施工安装各个阶段应重视整体策划和各专业间的协调一致，对建筑平面和立面根据标准化、模数化的原则进行优化，充分研究预制构件的经济性和可建造性，并对其进行论证，提出可行方案，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。

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

4 材料

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

4.0.3 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。强度等级高于 C50 的后浇混凝土建议在有充分工程经验时采用，或通过现场试验验证。

4.0.9 预制墙空腔内后浇混凝土采用普通混凝土时，质量检验按国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 相关规定执行；当采用自密实混凝土时，自密实混凝土应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，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。

4.0.10 不锈钢材的抗锈能力与其铬、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，其抗腐蚀性能和适用的环境也不相同。在进行工程设计时，应根据工程所在地的环境条件、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。不锈钢拉接件焊接需选用与母材匹配的焊条、焊丝。对

于抗腐蚀要求不高时，拉拉结件可使用镀锌铁件，降低成本。不锈钢材料导热系数参考上海市工程建设规范《预制混凝土夹心保温外墙板应用技术标准》DG/TJ 08-2158-2017。

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；叠合框架-现浇核心筒结构的最大适用高度参照现行《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 及《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 的相关规定确定。当房屋高度较高时，应对结构进行适当加强。

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，房屋高度底部 1/4 范围内，实配连接钢筋量不宜小于计算值的 1.1 倍。

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

5.1.5 叠合结构的抗震等级参照现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 中的规定制定，比现浇结构的要求适当从严。

5.1.6 根据叠合结构大量相关试验，包括：焊接箍筋节点钢筋拔出性能试验、

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

5.1.8、5.1.9 预制叠合墙、叠合柱接缝压力通过后浇混凝土传递；接缝拉力分别通过搭接钢筋、机械连接钢筋传递；叠合墙、柱空腔及接缝一般采用强度等级不低于构件的后浇混凝土，穿过接缝的钢筋不少于构件内钢筋且构造符合本规程的规定，接缝的正截面受压、受拉及受弯承载一般不低于构件，正截面计算方法可按照《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定进行。

叠合柱柱底剪力最大位置设置一定高度的现浇连接段，柱空腔后浇筑混凝土截面面积占比较大，接缝位置后浇混凝土与预制构件可以有效结合，接缝抗剪强度不低于构件抗剪强度，空腔柱接缝可不按《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1。

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。钢筋出头长度根据焊接工艺确定，钢筋端部至垂直向第一根钢筋中线取 10mm，可实现钢筋有效焊接。

5.2.4 当钢筋焊接网片作为柱、墙箍筋发挥抗剪及约束混凝土作用时，应确保相应的焊接节点具有与传统弯折成型箍筋相同的受力性能，而常规电阻点焊并不能满足上述要求，故本条对各关键焊接位置提出明确的强度要求，具体实现方式及检验方法见本规程第 10.3.4 条、10.3.5 条。焊接网片当要求等强焊接时，应采用热轧带肋钢筋，并采用适当的焊接方式；非等强焊接时，也可采用冷轧带肋钢筋，此时应采用电阻点焊。

5.2.5 钢筋焊接网叠合构件的预制部分既充当模板，又参与受力。成型钢筋笼必要时可采取增加焊点或增加斜撑等加强措施保证刚度，满足在脱模、翻转、存放、吊运及施工等短暂设计状况下的变形要求。成型钢筋笼必要时可采用增加锚固钢筋数量、增加锚固钢筋直径等加强措施，满足在预制构件在脱模、翻转、存

放、吊运及后浇混凝土浇筑等短暂设计状况下的安全要求。当缺乏统计资料时，可根据可靠的工艺试验确定加强措施。

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

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

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

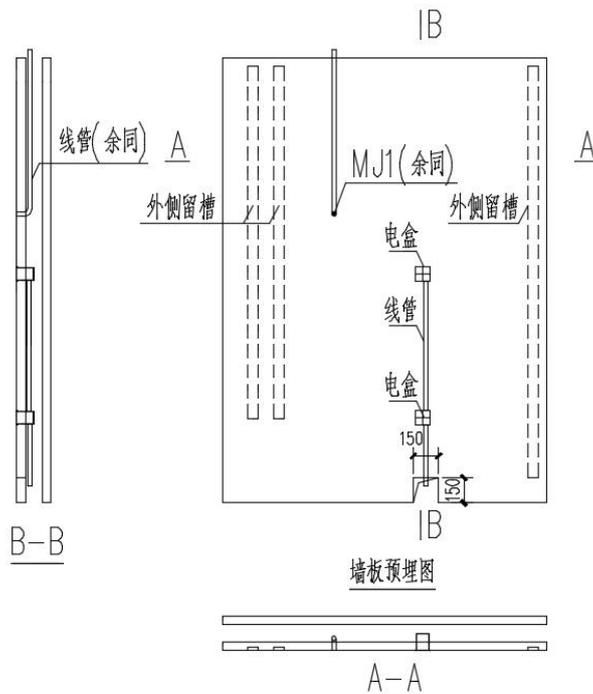


图7 空腔预制墙构件管线预埋图

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

5.3 叠合楼盖设计

5.3.2 对于跨度小于 3m 的叠合楼板，可采用马登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，并应进行短暂工况下预制底板裂缝、挠度等的验算。

5.3.5 矩形叠合梁应用范围广，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 8 截面形式，可提高构件生产效率节约生产成本；双皮叠合梁主要应用于叠合剪力墙洞口处连梁。叠合梁需按照本规程 5.2.1 条进行短暂工况验算。

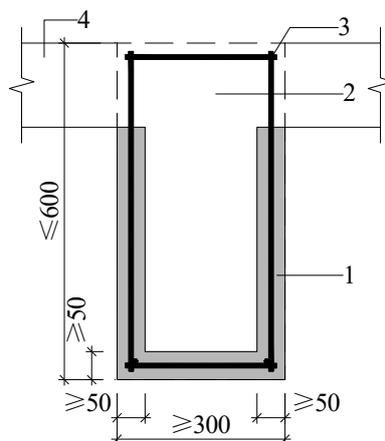


图 8 U 形叠合梁截面示意图

1—预制部分；2—后浇部分；3—成型钢筋笼；4—楼板

5.3.6 叠合梁补强措施参照现行《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关规定确定，相关尺寸同时考虑生产要求。

5.4 地下室叠合墙设计

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

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

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

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

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

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

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

5.4.7 墙板拼接处预留 10mm 拼接缝，其作用为消除地下室外墙施工误差。一字

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

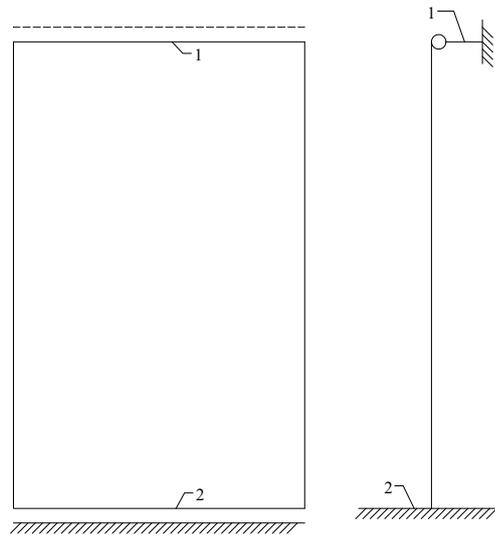


图9 地下室叠合外墙受力示意

1—简支支座；2—固定支座

5.4.8 采用图 5.4.8-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、受剪承载力验算及正常使用状态验算时计算截面高度应取墙体总厚度减临土侧预制墙板厚度，临土侧基础底板预留受拉钢筋截断点位置应根据弯矩图确定，墙体支座处受弯承载力计算、受剪承载力验算及裂缝验算时不应包含叠合墙预制部分临土侧钢筋面积。考虑施工误差造成预留钢筋无法紧贴预制墙板内壁，此处保护层厚度适当放大。采用图 5.4.8-b 做法时，叠合外墙受弯承载力验算、受剪承载力验算及正常使用状态验算与现浇钢筋混凝土外墙相同，墙板内临土侧竖向钢筋可根据计算需要，在适当位置截断。如有其他可靠的墙板接缝处理措施，可按实际情况进行设计。

6 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 ZL201821527759.5”（本专利涉及一种装配式建筑体系，包括基础、预制墙体、预制梁体以及预制楼板）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，故当建筑体型简单、布置规则时，也可在底部加强区域应用叠合剪力墙。结构设计时，对底部加强位置采用叠合剪力墙的建筑，应对其结构布置规则性、整体稳定性行宏观控制，高宽比需满足《高层混凝土结构技术规程》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。

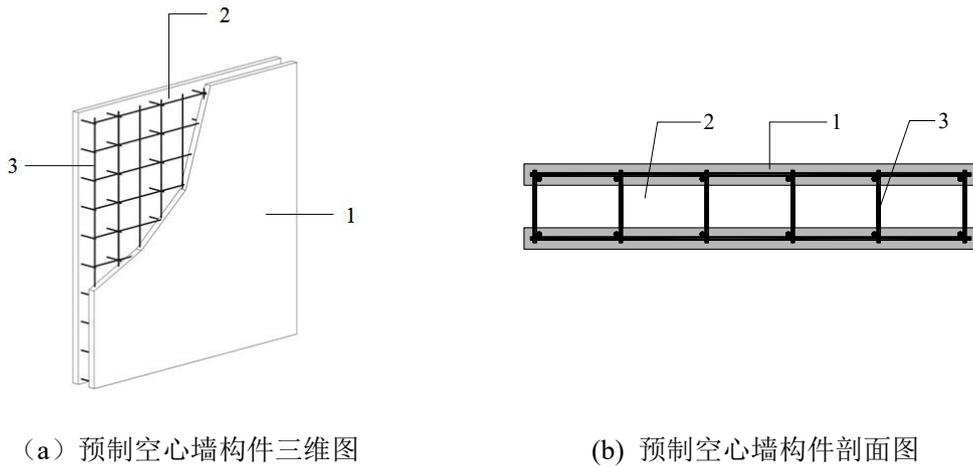
6.1.4 墙体连接钢筋的形式可适当优化，但需经充分的试验验证，并预先进行专门的论证。

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 10、图 11 设计时可能会涉及“装配式建筑结构体系 ZL201821527759.5（本专利涉及一种装配式建筑结构体系，包括基础、预制墙体、预制梁体以及预制楼板）、预制剪力墙体及装配式建筑结构体系 ZL201821527671.3（本专利涉及一种预制剪力墙体及装配式建筑结构体系，包括墙壳体，墙壳体包括内墙板和外墙板，内墙板和外墙板之间形成空腔）、预制三明治墙体及装配式建筑结构体系 ZL201821531065.9（本专利涉及一种预制三明治墙体及装配式建筑结构体系，包括外页板和内页板，外页板和内页板之间形成空腔）”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。

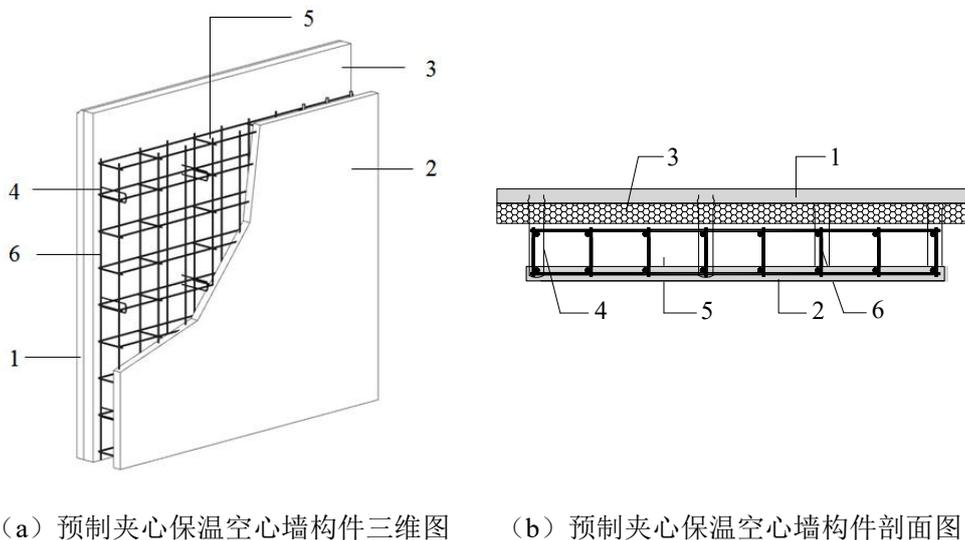


(a) 预制空心墙构件三维图

(b) 预制空心墙构件剖面图

图 10 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 11 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 空腔预制墙板构件单侧板厚度过薄时，单侧板刚度较差，承载力较低，制作、运输和施工中易造成损坏，不易保证工程质量。

根据项目经验，夹心保温空腔预制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，确保夹心保温空腔预制墙板构件的整体性。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 ZL201821527759.5”（本专利涉及一种装配式建筑结构体系，包括基础、预制墙体、预制梁体以及预制楼板），使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

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，必要时补充平面外受弯验算。

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

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

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

6.3.6、6.3.8 暗柱约束边缘构件与叠合剪力墙空腔预制墙板整体预制，边缘构件阴影区域纵筋及箍筋均应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《高层混凝土结构技术规程》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现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》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腔预制墙板整体预制，边缘构件纵筋及箍筋均应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》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现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》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。

6.3.9 暗柱构造边缘构件与叠合剪力墙空腔预制墙板整体预制，边缘构件纵筋及箍筋均应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》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现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011及现行行业标准《高层混凝土结构技术规程》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。为了满足现场施工操作需要，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，设计过程中应对整体计算模型进行相应的处理或补充验算；当

采用图 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 12 也应满足本条规定的要求。

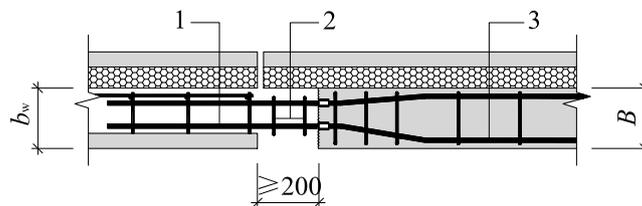


图 12 梁与夹心保温叠合剪力墙连接

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; 梁端处墙内宜设置暗柱或扶壁柱, 相应构造要求应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关规定。企口接头图 13 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:

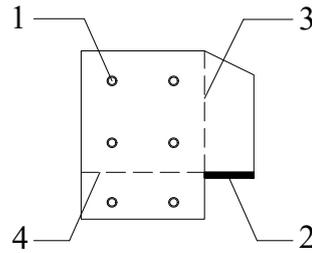


图 13 钢企口示意

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。当有特殊要求且经工艺验证后，预制墙板最小厚度可适当减薄。控制叠合剪力墙墙肢厚度不宜小于 200mm，夹心保温叠合剪力墙墙肢厚度不宜小于 150mm，是为了保证叠合墙体的空腔宽度不小于 100mm，从而确保空腔内混凝土浇筑时可以振捣密实。

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 多层剪力墙结构，容易出现墙肢间距较大、分布不均或水平构件不连续的情况。为了保证结构的均匀性和整体性，偏于安全考虑，提出相关要求，参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中关于砌体结构墙体布置的要求，提出表 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 ZL201821074056.1”（本专利涉及一种预制柱壳、柱体和框架结构体系，包括：内部中空的柱壳以及柱钢筋笼），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。同时根据现有工程经验，矩形叠合柱截面尺寸大于 1000mm 时需要与生产厂家提前沟通。

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

7.2 连接设计

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

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

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

《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 虽规定同一连接区段内钢筋接头面积百分率为 100%时，应采用I级接头；对于抗震设防要求的梁端、柱端箍筋加密区接头应采用II级或I级接头，接头面积百分比不应大于 50%。

《混凝土结构设计规范》GB 50010 第 8.4.7 条规定对于预制构件的拼接处，纵向受拉钢筋接头面积百分率可根据实际情况放宽，纵向受压钢筋的接头百分率可不受限制。

对于目前取得较多实际项目应用的预制实心柱，柱底加密区 100%采用灌浆套筒连接，《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 仅给出了接头性能要求，未要求限制接头面积比例；叠合柱柱底设置一定高度现浇段，且纵筋接头应满足I级接头性能，接头连接质量可见易检测，因此叠合柱纵筋连接可设置在同一高度截面。

叠合柱纵筋也可通过下层柱出筋伸入上层柱空腔内搭接的方式连接(图 14)，但应注意生成、运输对出筋长度的限制，采用此节点时应与施工及构件生产单位提前沟通可行性。

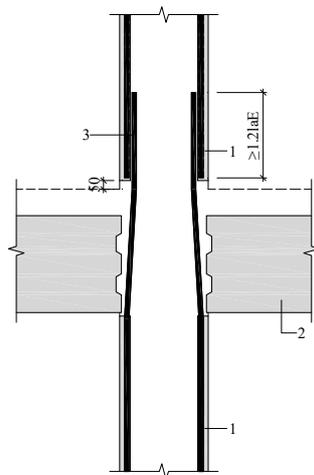


图 14 叠合柱纵筋弯折搭接连接构造示意图

1—叠合柱；2—楼面梁；3—弯折钢筋

根据“100%搭接 SPCS 柱抗震性能试验”结果，钢筋搭接长度为 l_{aE} 。考虑安全储备，放大到 $1.2l_{aE}$ 。

本条款涉及专利“装配式建筑结构体系 ZL201821527671.3、柱与柱连接组件和框架结构体系 ZL201821090866.6”，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，考虑套筒宽度对钢筋间距影响，预制构件安装困难。梁柱纵向钢筋在节点核心区锚固位置冲突时，可采用弯折避让的方式，弯折角度不宜大于 1:6。节点设计时宜组织合理的施工工序，控制节点核心区箍筋间距满足规范及计算要求。

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

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。通过 U 形叠合梁受力试验验证，U 形壳内部按要求设置粗糙面可实现新旧混凝土的有效传力。空腔内放置的下部受力纵筋采取限位措施，可确保实际受力状态与设计要求一致。

本条款涉及专利“预制梁壳、梁体和框架结构体系 ZL201821074056.1”，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。

8.0.2 当采用现浇框架与叠合剪力墙组合应用时，结构体系受力复杂，实践应用经验较少，考虑预制构件刚度退化较早，对于作为首道防线的剪力墙中的现浇剪力墙，参考《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中相关规定，予以适当加强。

8.0.4 参照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中相关规定，墙肢应根据与其平面外相交楼面梁的连接关系及受力特性，确定是否设置叠合暗柱、现浇暗柱或扶壁柱；叠合暗柱在墙体水平接缝处为截面薄弱位置，需根据墙体竖向钢筋搭接排布位置确定叠合暗柱的截面计算高度。

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。

9.1.4 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。

9.1.5 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

9.2.2 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。

9.2.3 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。

9.2.4 为便于预制构件设计、生产、运输、施工各阶段的跟踪管理，在设计阶段采用一件一码的预制构件编制方式，从数据源头确定构件编号。

9.2.5 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。

9.2.6 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，更快捷有效的完成构件的过程检验管理。同时，对生产过程文件及各种检验资料进行存档，并可通过信息化手段完成档案查询与管理。

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 首件验收制度是指结构较复杂的预制构件或新型构件首次生产或间隔较长时间重新生产时，生产单位需会同建设单位、设计单位、施工单位、监理单位共同进行首件验收，重点检查模具、构件、预埋件、混凝土浇筑成型中存在的问题，确认该批预制构件生产工艺是否合理，质量能否得到保障，共同验收合格之后方可批量生产。

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。空腔预制墙构件是需要将预制好的 A 面薄板（在模台翻转前，先浇筑的一侧预制板）翻转压合在 B 面（在模台翻转后，第二次浇筑一侧的预制板）刚浇注混凝土薄板上，翻转过程中 A、B 面对位精度要求很高，宜采用高精度自动翻转设备，而非手工生产方式。

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

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 空腔预制墙构件生产采用标准化侧模，有助于机械手自动抓取，实现自动化拆、布模，确保生产精度、提高生产效率。空腔预制柱构件的模具为专用模具，截面尺寸与空腔预制柱截面一一对应，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 不同之处在于空腔预制墙构件内外叶厚度（1，-2）、底模板表面平整度（增加清水面要求在 2mm 以内）、墙板侧向弯曲（ $L/1500$ ，且 ≤ 3 ）。当空腔预制墙构件内外叶厚度正超差太大时，后续安装过程中插筋容易与内外叶碰撞，为此，通过将侧模高度设置为负偏差，有利于控制墙板内外叶厚度不会正超差；空腔预制墙构件采用磁性侧模，且通过自动机械抓手自动布模，必须要求该侧模的侧向弯曲不能太大，最大不能超过 3mm，否则，模具的组装精度将大幅降低。

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

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不同之处在于增加空腔预制柱构件插筋（1，-3）和夹心保温空腔预制墙构件的尺寸（ ± 5 ）的要求。空腔预制柱构件插筋是指受力纵筋，上层柱子与下层柱子通过机械连接方式连接，生产时插筋的外露长度需设置负偏差，避免上下层钢筋对接时碰撞干涉或因间距小无法调整连接件。夹心保温空腔预制墙构件在翻转合模过程中，保温连接件因外露在被翻转的A面板（在模台翻转前，先浇筑的一侧预制板），翻转过程中插入B面（在模台翻转后，浇筑的一侧预制板）容易与钢筋笼上的钢筋干涉，因此，要求保温连接件不能随意安插在A面上，需按图纸位置尺寸安插。

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 5.2.4)，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 空腔预制柱构件用的田字形钢筋网片和纵筋的尺寸偏差比其它构件更严格，是由现场安装精度决定的，当生产精度高，即尺寸偏差小，如主筋中心距

允许偏差在 $\pm 3\text{mm}$ ，在空腔预制柱纵筋连接时更快捷，节省现场调整钢筋的时间，装配效率高。成型钢筋笼可通过增加临时钢筋来保证钢筋笼的整体刚度。

10.3.8 接头的型式检验报告应在有效期内且与工程所用接头相匹配；接头相关的技术文件可以是企业标准等；连接件的产品合格证及原材质量证明书是保证接头质量的重要部分。

10.3.9 接头工艺检验目的是检验接头技术提供单位采用的接头类型、接头形式、加工工艺参数是否与本工程中工厂及现场使用钢筋相适应。钢筋机械连接接头的工艺检验应针对不同钢筋生产厂的钢筋进行，施工过程中如更换钢筋生产厂、改变接头加工工艺或接头技术提供单位，应补充进行工艺检验。

钢筋机械连接接头两端的钢筋原材采购及加工任务宜由同一家单位承担，接头工艺检验的要求应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ107的有关规定。

在工程开工或者每批钢筋正式焊接之前，无论采用何种焊接工艺方法，均须采用与生产相同条件进行焊接工艺试验，以便了解钢筋焊接性能、选择最佳焊接参数，以及掌握负担生产的焊工的技术水平，具体要求应符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ18的有关规定。

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

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

10.4.8 预制混凝土构件采用蒸汽养护时，成型后的混凝土应静置相应的时间，应严格控制升降温速率及最高温度，并满足相应的湿度要求，养护过程应符合下列规定：

- (1) 预养时间宜为2小时，并采用薄膜覆盖或加湿等措施防止构件干燥；
- (2) 升温速率应为 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，降温速率不宜大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ；

(3) 预制混凝土构件，养护最高温度为 60℃；恒温养护时间应不小于 3h；

(4) 构件蒸汽养护后，构件表面与大气温差小于 20℃时方可进行脱罩作业，以免由于构件温度梯度过大造成构件表面裂缝。

10.4.9 根据《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 规定，预制构件脱模起吊时的混凝土强度应计算确定，且不宜小于 15MPa。

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。

10.5.2~10.5.4 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。并满足上海市工程建设规范《装配整体式混凝土结构预制构件制作与质量检验规程》（DGJ 08-2069-2016）的相关要求。

10.5.5~10.5.6 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。

10.5.9 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。夹心保温空腔预制墙构件有其特殊性，其外叶板仅仅靠保温连结件与内叶相连，在空腔未浇筑前，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 空腔预制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，可减少空腔预制墙构件运输过程中的翻转，避免复杂受力状态造成构件损坏，提高施工效率。

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

11 施工安装

11.1 一般规定

11.1.1 专项施工方案应经监理单位审核批准，为整个施工过程提供指导。装配式建筑专项施工方案的内容应包括：施工计划、预制构件生产、预制构件运输与堆放、现场预制构件的安装与连接、与其他分项工程的配合、施工质量要求和质量保证措施、施工过程的安全要求和安全保证措施、验收要求、应急处置措施及相关的计算书等。起重吊装作业专项施工方案应重点对起重吊装作业进行施工策划。专项施工方案的章节目录，应按照国家、地方对危险性较大的分部分项工程管理的相关规定进行编制。

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

11.1.3 工装系统是指叠合混凝土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、空腔预制墙和空腔预制柱斜支撑、空腔预制柱定位装置、叠合板独立支撑、系列操作工具等产品。工装系统的选择应符合安全可靠、便于施工操作的原则。

11.1.4 叠合混凝土结构施工过程中，会涉及起重吊装、临边、高处、临时用电等作业。施工前除应向相关班组长和作业人员进行全面的专项安全技术交底外，还应对施工现场的安全防护措施的有效性进行核实，确保安全防护措施得当、有效后，方能开展正式施工作业。相关的安全技术标准有《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ13、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46、《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ276等。

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

11.2 施工准备

11.2.4 空腔预制墙构件吊装前，应在楼面设置构件安装定位控制线、构件定位边线和垫片高度标识；根据构件安装定位控制线，应重点复核插筋及竖向连接钢筋规格、位置、数量，宜采用专用定位工具，如：定位梯子筋、定位卡具等，确保符合相关要求。

空腔预制柱安装前，应采用专用钢筋定位卡具校核现场预留插筋的位置，卡具宜与空腔预制柱生产用的定位卡具保持一致，以确保现场预留钢筋的定位误差满足安装要求。同时应对空腔预制柱外露钢筋端头不齐、现场预留插筋外露长度进行检查，允许偏差应符合表 10.5.3 的规定。

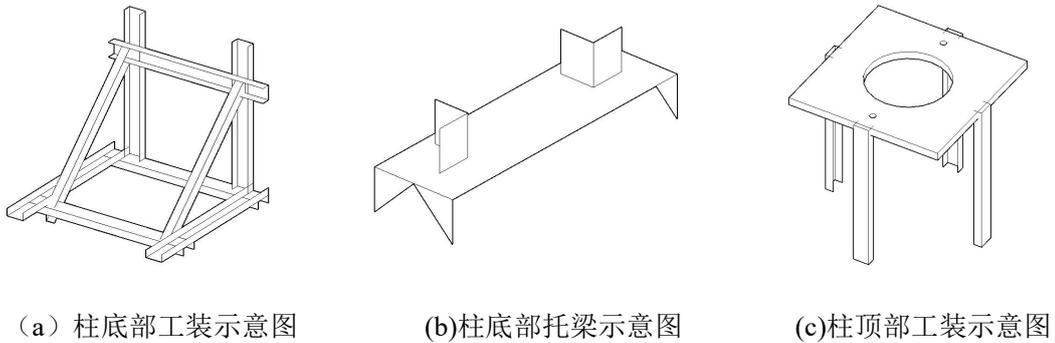
叠合混凝土结构的预留插筋、竖向连接钢筋如有偏差，应制定整改措施进行处理，并符合下列规定：

- 1) 定位钢筋中心位置存在细微偏差时，宜采用钢套管等工具进行细微调整；
- 2) 定位钢筋中心位置存在严重偏差影响预制构件安装时，应按设计单位确认的技术方案处理；
- 3) 应采用可靠的固定措施控制连接钢筋或插筋的外露长度，确保满足设计要求。

11.2.9 叠合混凝土结构构件的安装与连接方式不同于传统的装配式结构，安装施工前，应对现场安装作业人员和班组长进行专项技术交底。专项技术交底应包括人员准备、机具准备、材料准备、施工要点、工艺流程、施工工艺、质量要求、安全管理等。

11.3 构件安装与连接

11.3.6 为避免空腔预制柱扶正时压弯端部钢筋，空腔预制柱的扶正宜通过吊带，借助简易工装实现，如图 15 所示：



(a) 柱底部工装示意图

(b) 柱底部托梁示意图

(c) 柱顶部工装示意图

图 15 空腔预制柱吊装工装示意图

11.3.7 空腔预制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，空腔预制墙构件现场起吊后应处于竖直状态，避免构件倾斜，吊点受力不合理，造成构件变形。带有门窗洞口的空心墙构件，其洞口角部比较薄弱，易发生构件变形，吊装前可进行适当临时加固。

根据实际工程经验，为方便施工，空腔预制墙斜支撑宜选用双头带钩的样式，并与构件、地锚环可靠连接；为避免楼面钻孔破坏预埋管线，地锚环宜通过预埋方式设置；墙板下部支撑可通过现场临时搁置垫片或在下层墙板空腔浇筑混凝土前预埋标高调节螺杆实现，垫片高度宜为 50mm。空腔预制墙安装示意，见图 16：

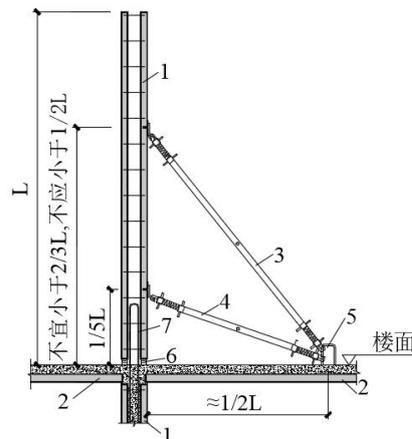


图 16 空腔预制墙安装示意图

- 1-空腔预制墙；2-叠合板；3-长支撑；4-短支撑；
5-地锚环；6-垫片；7-竖向环状连接筋

11.3.8 空腔预制柱构件的吊点可采用空腔预制柱构件顶部预埋吊环和空腔预制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。空腔预制柱在安装过程中为了减少起重机械的占用时间，宜采用便于操作的专用定位、导向工装配合安装就位，安装就位后可设置斜支撑或通过其他措施调整柱体的垂直度。当有可靠经验或其他措施时，可适当简化或不采用空腔预制柱支撑工装及斜支撑。

11.3.9 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。

11.3.10 为便于节点钢筋安装，一字型暗柱和 L 型暗柱及 T 型暗柱的水平连接钢筋宜在节点成型钢筋笼安装前放置在墙板空腔内，待成型钢筋笼就位后，再将墙板空腔内的水平连接钢筋抽出与成型钢筋笼绑扎。

空腔预制柱底部纵向受力钢筋直径一般大于 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。

空腔预制墙竖向连接钢筋安装偏位会影响后续墙板吊装工作，使墙板下落就位困难，因此空心墙竖向连接钢筋在墙体顶部的空腔内应居中放置，避免插筋偏向一侧叶板，且竖向插筋须安装牢固，防止混凝土浇筑期间发生移位。混凝土浇筑期间，不得用砼输送管、振捣棒等直接冲击、振动竖向插筋，现场宜设置看筋人员，发现偏位应及时恢复。

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

11.3.12 空腔预制墙空腔后浇混凝土可采用高流态混凝土、细石混凝土、自密实混凝土或普通混凝土，其配合比宜经过工艺实验验证确定采用。后浇混凝土应振捣密实，为避免空腔后浇混凝土出现不密实、孔洞等浇筑质量缺陷，空腔区域混凝土宜采用 $\phi 30\text{mm}$ 及以下微型振捣棒均匀振捣，且后浇混凝土粗骨料最大粒径不应大于空腔宽度的 $1/4$ 。带有窗洞的空腔预制墙，在窗口下侧宜留置排气观察孔，浇筑空腔预制墙窗下墙时，两侧应均匀浇筑振捣。

12 工程验收

12.1 一般规定

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

12.1.4 工程总承包单位或施工单位宜选择有代表性的施工段进行预制构件安装，由建设单位组织工程总承包（未实行工程总承包项目的设计、施工单位）、监理和预制混凝土构件生产单位对其质量进行验收，包括对外观质量、位置尺寸偏差、连接质量、接缝防水施工质量、预留预埋件及混凝土浇筑质量等方面进行检查，并形成验收记录。应在竖向钢筋和水平钢筋隐蔽验收前及预制空腔墙混凝土浇筑完成48小时后分别进行首段验收。

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

12.2 预制构件

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

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

12.2.3 装配式结构的外观质量可按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB5024 的有关规定进行判断。

12.3 构件安装与连接

12.3.2 叠合混凝土结构连接节点的后浇混凝土需现场浇筑，其检验要求应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定，后浇混凝土强度指标应满足设计要求。当叠合层及连接部位的后浇混凝土与现浇结构混凝土同时浇筑时，可以合并验收。

12.3.7 叠合混凝土结构构件空腔内现浇混凝土的浇筑密实度，在墙体竖向模板拆除后，应通过观察法进行检验，主要包括以下方法：观察预制墙板间现浇段及与楼板相交的 50mm 处的混凝土外观质量；空腔混凝土浇筑完成后，可采用超声法检验。当超声法检验结果存在声学参数异常点时，可采用局部剥离法检验，也可采用国家现行标准规定的其他检验方法。

12.3.9 空腔预制柱边偏差测量方法，见图 17 所示，柱子四边均应检查，其中 X 偏差及 Y 偏差均不应超过表中允许偏差。

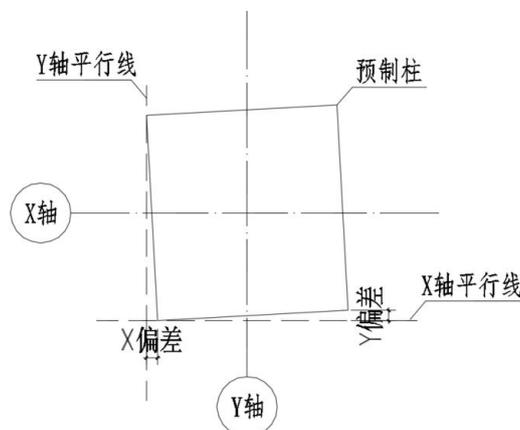


图 17 空腔预制柱中心线对轴线位置偏差示意图

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

12.4 混凝土结构子分部工程质量验收

12.4.1 叠合混凝土结构的实体检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。结构位置与尺寸偏差实体检验同现浇混凝土结构；混凝土强度、钢筋保护层厚度检验可按下列要求执行：

- 1) 连接预制构件的后浇混凝土结构同现浇混凝土结构；
- 2) 进场时不进行结构性能检验的预制构件部分同现浇混凝土结构；
- 3) 进场时按批次进行结构性能检验的预制构件部分可不进行检验。