
青海省装配式混凝土多层墙板建筑
应用技术标准

(第二次评审会用稿)

前 言

为规范青海省装配式混凝土多层墙板建筑的设计、施工、验收，本标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征集意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 材料；5 建筑设计；6 结构设计；7 加工、制作与运输；8 施工安装；9 质量验收；10 施工安全与环境保护。

本标准由青海省住房和城乡建设厅归口管理，由 xx 负责具体内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送至 xx（地址 xx 邮编：xx），以便今后修订时参考。

本标准主编单位：青海宝恒绿色建筑产业股份有限公司
中国建筑标准设计研究院有限公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	5
3 基本规定	7
4 材料	10
4.1 混凝土、灌浆料与坐浆料	10
4.2 钢筋、钢材、钢筋连接用灌浆套筒与连接盒	11
4.3 其他材料	12
5 建筑设计	15
5.1 一般规定	15
5.2 构造设计	17
6 结构设计	20
6.1 一般规定	20
6.2 结构分析	21
6.3 预制构件设计	25
6.4 连接设计	28
7 制作、堆放与运输	33
7.1 一般规定	33
7.2 构件制作	33
7.3 构件检验	36
7.4 构件的堆放与运输	40
8 施工安装	41
8.1 一般规定	41
8.2 安装施工准备	41
8.3 安装与连接	42
9 质量验收	44

9.1 一般规定.....	44
9.2 主控项目.....	45
9.3 一般项目.....	47
10 施工安全与环境保护	49
10.1 施工安全	49
10.2 环境保护	49

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为规范青海省装配式多层混凝土墙板建筑的建设,按照适用、经济、安全、绿色、美观的要求,全面提高装配式混凝土多层建筑的环境效益、社会效益和经济效益,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于青海省抗震设防烈度为7度及8度地区装配式多层混凝土墙板建筑的设计、生产运输、施工安装和质量验收。

1.0.3 装配式多层混凝土墙板建筑的设计、生产运输、施工安装、质量验收,除应执行本标准外,尚应严格执行国家和青海省地方现行标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预制混凝土构件

在工程或现场预先制作的混凝土构件。简称预制构件。

2.1.2 装配式混凝土结构

由预制混凝土构件通过各种可靠的方式装配而成的混凝土结构。在建筑工程中，简称装配式建筑；在结构工程中，简称装配式混凝土结构

2.1.3 装配式多层混凝土结构

房屋建筑不超过 10 层，非住宅类房屋建筑不超过 24 米，住宅类房屋建筑不超过 27 米的装配式混凝土结构。

2.1.4 装配式多层混凝土墙板结构

全部或部分墙体采用预制墙板构建成的装配式多层混凝土结构，墙板之间的竖缝采用钢筋锚环或钢丝绳套连接。

【条文说明】本标准涉及的装配式多层混凝土墙板结构基于已有装配式多层墙板结构进行了一些改进，与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 中第 5.8 节的装配式多层墙板结构相比，主要有以下特点：

1) 预制墙板竖向接缝：相邻预制墙板之间设置竖向后浇段，预制墙板通过水平外伸钢筋锚环或钢丝绳套在竖向后浇段中搭接，实现同层相邻墙板之间的连接；水平连接钢筋锚环或钢丝绳套加大，钢筋锚环或钢丝绳套面积可少于预制墙板水平钢筋面积。

2) 预制墙板水平接缝：为简化上下层预制墙竖向钢筋连接，减少接头数量，本体系预制墙边缘构件及墙身位置均采用单排附加大直径连接钢筋与边缘构件竖向钢筋、竖向分布钢筋间接搭接传力；竖向连接钢筋可采用套筒灌浆连接、浆锚连接及螺栓连接三种方式，连接筋间距为 400 ~ 600 mm。

基于以上连接构造优化，采用本体系时可在构件生产加工、构件安装、钢筋绑扎等方面简化构件加工和现场施工，从而提高构件加工和现场施工质量，加快施工速度，降低工程成本。本体系典型预制墙构造及连接节点构造如下图所示。

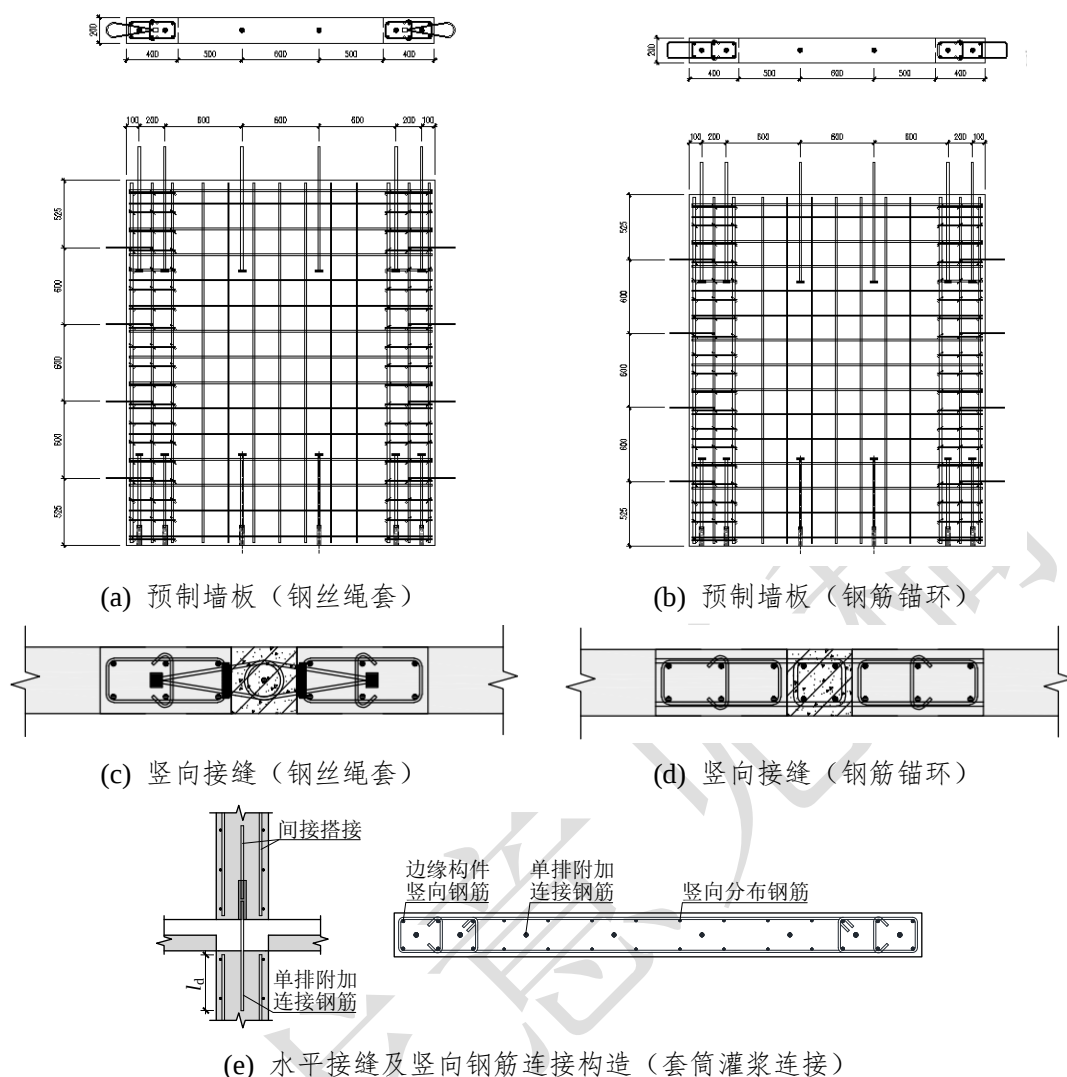


图1 预制墙及连接节点构造

2.1.5 装配式多层混凝土墙板建筑

采用本标准2.1.4所述的装配式多层混凝土墙板构成的装配式建筑。

2.1.6 竖向接缝钢筋锚环连接

预制墙侧面伸出水平连接钢筋锚环，竖向接缝两侧预制墙钢筋锚环在竖向接缝内搭接连接，竖向接缝内后插纵向钢筋增强传力效果，并在竖向接缝内后浇混凝土实现同层相邻预制墙的连接。

【条文说明】与传统装配整体式剪力墙竖向接缝构造相比，本体系竖向接缝采用的钢筋锚环连接伸出水平钢筋锚环数量明显减少（锚环间距介于 400~600 mm 之间），锚环直径增加（不低于 12 mm），锚环在竖向接缝内的搭接长度明显减小，通过结构设计保证结构的受力性能，可明显简化预制墙的预制加工及竖向后浇段的现场施工。同时，可采用可弯折钢筋盒子进一步提高预制加工效率。本体系竖向接缝钢筋锚环连接典型构造如下图所示。

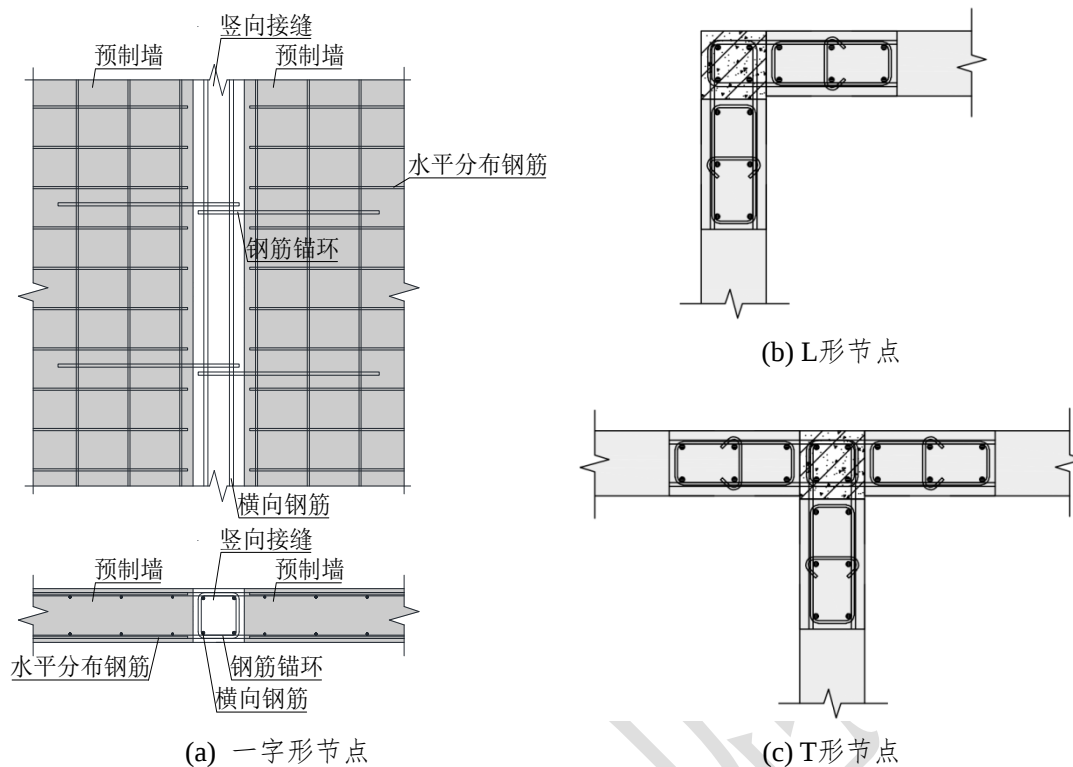


图2 竖向接缝钢筋锚环连接节点构造

2.1.7 竖向接缝钢丝绳套连接

预制墙侧面伸出水平连接钢丝绳套，竖向接缝两侧预制墙钢丝绳套在竖向接缝内搭接连接，竖向接缝内后插纵向钢筋增强传力效果，并在竖向接缝内后浇混凝土实现同层相邻预制墙的连接。

【条文说明】与传统装配整体式剪力墙竖向接缝构造相比，本体系竖向接缝采用的钢丝绳套连接伸出水平钢丝绳套数量明显减少（钢丝绳套间距介于 400~600 mm 之间），且钢丝绳套可不伸出预制墙侧模以减少侧模开孔，可明显简化预制墙的预制加工及竖向后浇段的现场施工。本体系竖向接缝钢丝绳套连接典型构造如下图所示。

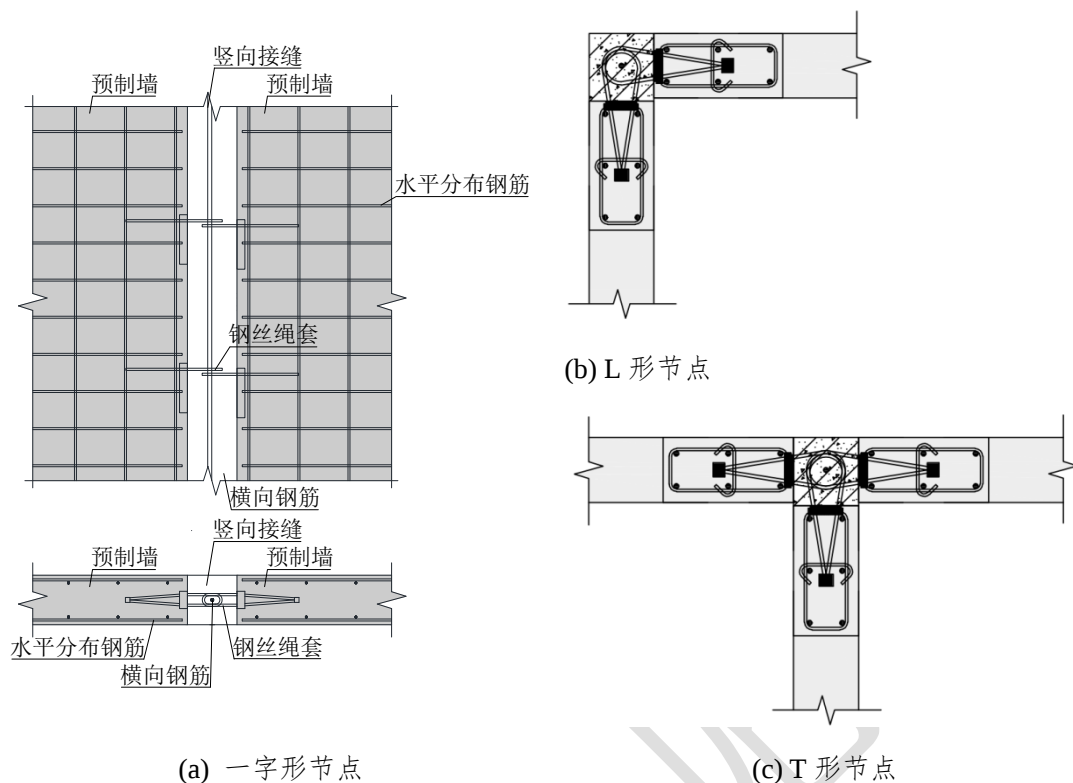


图3 竖向接缝钢丝绳套连接节点构造

2.1.8 干式连接

预制构件之间采用焊接、简支搁置、螺栓等实现传力的连接方式。

【条文说明】预制构件之间主要采用焊接、简支搁置、螺栓等传力，现场无需浇筑混凝土，称为“干式连接节点”。本体系中干式连接主要用于结构内部楼面梁与预制墙的连接及预制楼梯连接节点。

2.1.9 湿式连接

预制构件之间通过现场连接钢筋并通过后浇混凝土或灌浆形成整体的连接方式。

【条文说明】预制构件之间依靠后浇混凝土及钢筋或钢丝绳套连接传递主要内力，现场需后浇混凝土，称为“湿式连接节点”。本体系中预制墙水平接缝、竖向接缝、预制梁-预制墙连接节点、叠合楼板-预制墙连接节点均属于湿式连接节点。

2.1.10 钢筋锚环连接用钢筋连接盒

竖向接缝采用钢筋锚环连接时，预制墙板构件加工时与模台固定并使钢筋锚环弯折段与预制混凝土分离，预制墙板构件运至施工现场后将钢筋锚环从中取出并弯折至水平状态以实现钢筋连接的中空盒。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

f_c	——	混凝土轴心抗压强度设计值；
f_t	——	混凝土轴心抗拉强度设计值；
f_y f'_y	——	普通钢筋抗拉、抗压强度设计值；
f_{yk} f'_{yk}	——	普通钢筋抗拉、抗压强度标准值；
f_{yv}	——	横向钢筋抗拉强度设计值；

2.2.2 作用和作用效应

N	——	轴向力设计值；
N_k	——	轴向力标准值；
V	——	剪力设计值；
V_{jd}	——	持久设计状况和短暂设计状况下接缝剪力设计值；
V_{jdEk}	——	地震设计状况下接缝剪力标准值；
V_{uk}	——	持久设计状况下接缝受剪承载力标准值；
V_{uEk}	——	地震设计状况下接缝受剪承载力标准值；

3 基本规定

3.0.1 装配式多层墙板结构适用于抗震设防类别为丙类的民用建筑。除本标准另有规定外，装配式墙板结构尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 《混凝土结构设计规范》GB 50011 《装配式混凝土建筑设计标准》GB/T 51231 的有关规定。

3.0.2 安全等级为一级的装配式多层墙板结构宜满足抗连续倒塌概念设计要求；层数超过三层且采用全预制楼板时宜进行抗连续倒塌设计；进行抗连续倒塌设计时，可采用拆除构件方法。

【条文说明】根据多层建筑结构的受力特点，本体系预制墙水平接缝、竖向接缝进行了相应的优化，并通过结构整体设计保证结构的整体抗震性能，以平衡施工效率及结构抗震性能。因部分连接节点进行了简化，在结构设计时应注重结构整体抗连续倒塌概念设计，保证结构在极端条件下的抗连续倒塌性能。装配式多层墙板结构主要利用各种构造措施来防止结构的连续倒塌，主要包括：

1. 强调结构的整体性，保证连接节点的钢筋构造，后浇混凝土或者灌浆料强度不低于构件。

2. 预制墙竖向接缝虽进行了简化，钢筋锚环搭接长度较短，但通过增设纵筋改善竖向接缝在大变形下的受力性能。

3. 在结构中沿各层楼面预制墙顶设置连续封闭的现浇圈梁及水平后浇带，并强调其中纵向钢筋的连续性，增加结构的多余约束性、整体连续性。

4. 在楼板边支座及端支座处，板端设置伸出钢筋或者设置附加钢筋，增强楼板与支承构件的连续性、抗剪能力和水平传力能力，并保证楼板具有一定的反向承载能力。

对于重要的或有特殊要求的建筑，如需进行防连续倒塌设计时，可采用局部加强法、拉结构件法、拆除构件法等。局部加强法是对多条传力途径交汇的关键传力部位和可能引发大面积倒塌的重要构件通过提高安全储备和变形能力，直接考虑偶然作用的影响进行设计。这种按特定的局部破坏状态的荷载组合进行构件设计，是保证结果整体稳定性的有效措施之一。当偶然事件产生特大荷载时，按效应的偶然组合进行设计以保持结果体系完整无缺往往代价太高，有时甚至不现实。此时，拉结构件法设计允许爆炸或撞击造成结构局部破坏，在某个竖向构件失效后，使其影响范围仅限于局部。按新的结构简图采用梁、悬索、悬臂的拉结模型继续承载受力，按整个结构不发生连续倒塌的原则进行设计，从而避免结构的整体垮塌。拆除构件法是按一定规则撤去结构体系中某部分构件，验算剩余结构的抗倒塌能力的计算方法。可采用弹性分析方法或非线性全过程动力分析方法。

上述三个方法设计结果的可靠度依次提高,但是设计计算的工作量也随之大幅增加。因此,国外规范通行的处理方法是根据建筑物的重要性来进行安全分级,对于不同安全等级的建筑采用不同设计方法。

3.0.3 装配式多层墙板建筑应综合协调建筑、结构、设备和内装等专业,制定相互协同的施工组织设计,并应采用装配化施工,保证工程质量,提高劳动效率。

【条文说明】本体系基于多层建筑结构的受力特点对结构连接节点及性能进行了大量优化,其预制墙构造与普通预制剪力墙不完全一致,在进行装配式多层墙板建筑设计时,应注重建筑、结构、设备和内装等专业的一体化协同设计,进一步发挥体系优势。

3.0.4 装配式多层墙板建筑应进行技术策划,对技术选型、技术经济可行性和可建造性进行评估,并应科学合理地确定建造目标与技术实施方案。

【条文说明】装配式多层墙板建筑的建造是一个系统工程。技术策划的总体目标是使项目的经济效益、环境效益和社会效益实现综合平衡,技术策划的重点是项目经济性的评估,主要包括:

1. 概念方案和结构选型的合理性。装配式多层墙板建筑的设计方案,首先,要满足使用功能的需求;其次,要符合标准化设计的要求,具有装配式建造的特点和优势,并全面考虑易建性和建造效率;第三,结构选型要合理,其对建筑的经济性和合理性非常重要。

2. 预制构件厂技术水平、可生产的预制构件形式与生产能力。装配式多层墙板建筑中预制构件几何尺寸、重量、连接方式、集成程度、采用平面构件还是立体构件等技术配置,需要结合预制构件厂的实际情况来确定。

3. 预制构件厂与项目的距离及运输的可行性与经济性。装配式多层墙板建筑的施工应综合考虑预制构件厂的合理运输半径,用地周边应具备完善的构件、部品运输条件,用地应具有构件进出内部的便利条件。当运输条件限制时,个别的特殊构件也可在现场预制完成。

4. 施工组织及技术路线。主要包括施工现场的预制构件临时堆放方案可行性,用地是否具备充足的构件临时存放场地及构件在厂区内的运输通道,构件运输组织方案与吊装方案协调同步,吊装能力、吊装周期及吊装作业单元的确定等。

5. 造价及经济性评估。预制构件在工程生产,其成本较传统现浇施工方式易于确定。从国内的实践经验来看,通常是用每立方米混凝土为基本单位进行标定,在前期策划阶段可参考。

3.0.5 在装配式建筑方案设计阶段,应加强建设、设计、制作、施工各方之间的协同,并应加强建筑、结构、设备、装修等专业之间的配合。

3.0.6 装配式多层墙板的保温节能计算应符合国家现行标准《民用建筑热工设计

规范》GB 50176、《公共建筑节能设计标准》GB50189、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26 的有关规定。热桥的构造措施及保温材料的性能应通过热工计算确定。

3.0.7 装配式多层混凝土建筑应满足适用性能、环境性能、经济性能、安全性能、耐久性能等要求，并应采用绿色建材和性能优良的部品部件。

征求意见稿

4 材料

4.1 混凝土、灌浆料与坐浆料

4.1.1 混凝土的性能应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

4.1.2 预制混凝土构件的混凝土强度等级不宜低于 C30；预制墙板竖向接缝处后浇混凝土强度不应低于 C30，且不应低于预制墙板构件的混凝土强度等级。其他部位现浇混凝土的强度等级不应低于 C25。

4.1.3 预制墙板水平接缝可采用灌浆料或坐浆料填充，灌浆料和坐浆料强度不应低于墙板混凝土强度，且不应低于 35 MPa。当水平接缝灌浆料兼做钢筋连接接头用灌浆料时，还应同时满足钢筋连接接头对灌浆料的性能要求。当水平接缝灌浆料不兼做钢筋连接接头灌浆料时，应满足下表的要求。

表 4.1.3

项目		性能指标	试验方法标准
泌水率（%）		0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》
竖向膨胀率	3h	≥ 0.02	《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
	24h 与 3h 的膨胀率之差	0.02~0.5	
氯离子含量		≤ 0.06	《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077

4.1.4 预制墙板竖向接缝处后浇混凝土的骨料粒径不应大于 20 mm。后浇混凝土宜采用自密实混凝土，自密实混凝土应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的有关规定。

【条文说明】本体系为方便现场竖向后浇段施工，通过节点构造优化减少了竖向接缝断面尺寸，预制墙竖向接缝内后浇混凝土振捣条件不利，考虑到本体系竖向接缝后浇混凝土量较小，建议竖向接缝处后浇混凝土宜采用自密实混凝土，自密实混凝土应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283-2012 的有关规定。当无法采用自密实混凝土时，应注意控制竖向接缝处后浇混凝土的骨料粒径及流动度，要求骨料粒径不应大于 20 mm，坍落度不宜小于 200 mm。

4.1.5 钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定。

【条文说明】竖向钢筋连接是保证装配式多层墙板结构抗震性能的关键，目前实际工程中预制墙板竖向连接钢筋多采用套筒灌浆连接，钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408-2013 的规定，同时应注意与预制构件内灌浆套筒配套使用，宜采用同一品牌产品。

4.1.6 钢筋浆锚搭接连接接头应采用水泥基灌浆料，并应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

【条文说明】预制墙竖向钢筋采用钢筋浆锚搭接连接时，连接接头的性能取决于孔洞的成型技术、灌浆料的质量以及对被搭接钢筋形成约束的方法等各个方面。各种浆锚搭接连接方式有不同的预留孔洞规格及构造，但是灌浆料的各项主要性能指标是一致的。灌浆料的性能应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014 表 4.2.3 的要求。

4.2 钢筋、钢材、钢筋连接用灌浆套筒与连接盒

4.2.1 钢筋的性能应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

4.2.2 钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的规定。

4.2.3 受力预埋件的锚板、连接用锚栓和螺栓等，应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

4.2.4 裸露的节点连接件和预埋件应采取可靠的防腐和防火措施，并应符合下列规定：

1 节点连接件和预埋件的抗火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；

2 节点连接件和预埋件应根据环境条件、使用要求、施工条件和维护管理条件等进行防腐设计，并应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 的有关规定；

3 节点连接件和预埋件的防腐设计应根据重要性、环境腐蚀条件、施工和维修条件等要求合理确定防腐设计年限。

4 节点连接件和预埋件的防腐保护层可采用涂料涂层或金属热喷涂系统，并应符合现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 的有关规定；防腐保护层应完全覆盖钢材表面和无端部封板闭口型材的内侧。

5 当节点连接件和预埋件暴露在腐蚀性环境中或使用期间不易重新涂装时，宜采用耐候结构钢，并应在结构设计中留有适当的腐蚀裕量，腐蚀裕量应符合现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 的有关规定。

【条文说明】钢结构腐蚀是一个电化学过程，腐蚀速度与环境腐蚀条件、钢材质量、钢结构构造等有关，其所处的环境中水气含量和电解质含量越高，腐蚀速度越快。应权衡设计使用年限中一次投入和维护费用的高低选择合理的防腐蚀设计年限。由于钢结构防腐蚀设计年限通常低于建筑物设计年限，建筑物寿命期内通常需要对钢结构防腐蚀措施进行维修，因此选择防腐蚀方案的时候，应考虑维修条件，维修困难的钢结构应加强防腐蚀方案。

4.2.5 预制墙竖向接缝采用可弯折钢筋锚环连接时，钢筋锚环所采用的钢筋弯折前的最大力下的总伸长率实测值不应小于 11%。

【条文说明】竖向接缝采用可弯折钢筋锚环时，预制墙预制加工时侧模可不开孔，有助于提高预制墙加工效率和侧模重复利用率。可弯折钢筋锚环需在预制构件加工时对钢筋进行 90° 弯折，预制墙加工完成后再将钢筋反向弯折 90°，试验结果表明钢筋反向弯折会对钢筋最大力下的总伸长率产生削弱，但削弱幅度不超过 20%。考虑到目前 HRB400 钢筋的最大力下的总伸长率普遍较大，我国规范要求抗震结构用钢筋如 HRB400E 钢筋最大力下的总伸长率不低于 9%，因此要求可弯折钢筋锚环所采用的钢筋弯折前的最大力下的总伸长率实测值不应小于 11%。在选购可弯折钢筋锚环用钢筋时，应根据钢筋材料出厂报告提供的最大力下的总伸长率指标进行选择。

4.2.6 钢筋锚环连接用钢筋连接盒宜采用铝、钢等金属材料，表面宜设置凹凸条纹。

【条文说明】铝、钢等金属材料等金属材料弹模较大，与钢筋接近，故要求钢筋连接盒宜优先采用铝、钢等金属材料，同时在连接盒表面宜设置凸凹条纹，增强混凝土与连接盒的粘结性能。

4.2.7 钢丝绳套应符合现行国家标准《钢丝绳通用技术条件》GB/T 20118 的相关规定。

4.3 其他材料

4.3.1 受力预埋件的锚板和锚筋材料、吊环等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。

【条文说明】受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 的有关规定。专用预埋件及连接件材料应符合国家现行有关标准的规定。当采用一些进口的新型的连接、吊装用具时，若国内有相关材料性能标准，应符合国内标准的要求；若没有相关标准，应遵循产品技术手册及国外相关规范对其材料性能的要求。如采用国内仿制的产品，更应该注意对其材料性能的要求。

4.3.2 夹心保温墙板中连接内外叶墙板的拉结件宜采用纤维增强塑料拉结件或不

锈钢拉结件。

【条文说明】保证夹心外墙板内外叶墙板拉结件的性能是十分重要的。目前，内外叶墙板的拉结件在美国多采用纤维增强塑料制作，欧洲则采用不锈钢丝制作金属拉结件。拉结件的布置应根据相应的产品设计方法设计，满足承载力、变形力和耐久性能的要求，同时应满足夹心外墙板的节能设计要求。拉结件在使用环境中(大气环境、混凝土碱性环境等)应具有良好的耐久性能、低导热性能，以及在混凝土中的锚固性能和在夹心保温墙板中的防火性能等。主要应用的拉结件产品类型包括高强纤维增强塑料拉结件(FRP)和不锈钢拉结件。

纤维增强塑料(FRP)包括玻璃纤维增强塑料(GFRP)、碳纤维增强塑料(CFRP)、玄武岩纤维增强塑料(BFRP)等，其中 GFRP 在拉结件制作中应用最为广泛。FRP 拉结件的耐久性能是确保拉结件长期工作性能的重要指标之一。混凝土的碱性通常比较强，为提高 FRP 拉结件在混凝土中的耐碱性能和耐久性能，当采用玻璃纤维增强塑料(GFRP)拉结件时，应采用高强型(S)、无碱(E)或耐碱(AR)玻璃纤维，从而保证 GFRP 拉结件的长期力学性能。FRP 拉结件除提供耐碱性能指标外，还应提供抗拉强度、抗剪强度、徐变性能、疲劳强度以及在混凝土中的锚固承载力等，FRP 拉结件的强度和锚固承载力应满足设计文件的要求。FRP 拉结件的强度设计值应考虑混凝土环境及长期荷载的影响予以折减，折减系数可参照现行国家标准《纤维增强复合材料建设工程应用技术规范》GB 50608 中的 FRP 环境影响系数取值。

常用的不锈钢拉结件均采用奥氏体不锈钢。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 Mo。由于镍铬含量和合金元素的不同，其防腐性能 and 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，且有可靠依据时，也可选用其他系列的奥氏体不锈钢材料。

4.3.3 纤维增强塑料拉结件的纤维体积含量不宜低于 60%。当采用玻璃纤维增强塑料时，应选用高强型、含碱量小于 0.8%的无碱玻璃纤维或耐碱型玻璃纤维，不得使用中碱玻璃纤维及高碱玻璃纤维。

4.3.4 不锈钢拉结件用不锈钢材宜采用统一数字代号为 S316XX 系列的奥氏体型不锈钢，并应符合现行国家标准《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工棒》GB/T 4226、《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 的有关规定。

4.3.5 夹心保温墙板中的保温材料，其导热系数不宜大于 0.040 W/(m·K)，体积比吸水率不宜大于 0.3%，燃烧性能不应低于现行国家标准《建筑材料及制品燃烧

性能分级》GB 8624 中 B₂ 级的规定。

4.3.6 模塑聚苯乙烯泡沫塑料和挤塑聚苯乙烯泡沫塑料保温材料应符合国家现行标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1、《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）》GB/T 10801.2 和《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的有关规定。

4.3.7 接缝处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 的规定，宜选用低模量弹性密封胶，位移能力不宜低于 20 级。

【条文说明】装配式多层墙板建筑采用预制夹心保温外墙板时，应考虑外叶板接缝对建筑立面效果的影响，注意二者之间的协调。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 装配式多层墙板体系的建筑设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

5.1.2 装配式多层墙板建筑设计应遵循模数化、标准化的原则，并应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB 50002 的有关规定。

【条文说明】装配式多层墙板建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002-2013 的有关规定。模数协调是建筑部品部件实现通用性和互换性的基本原则，使规格化、通用化的部品部件适用于常规的各类建筑，满足各种要求。住宅建筑宜采用楼电梯、公井管井、集成式厨房、集成式卫生间等模块进行组合设计。大量的规格化、定型化部品部件的生产可稳定质量，降低成本。标准化、模块化设计时满足部品部件工业化生产的必要条件，以实现批量化的生产和建造。装配式多层墙板建筑应以少规格多组合的原则进行设计，结构构件和内装部品减少种类，既可经济合理地确保质量，也利于组织生产与施工安装。建筑平面和外立面可通过组合方式、立面材料色彩搭配等方式实现多样化。

5.1.3 装配式多层墙板建筑的平面应规整，合理控制楼栋的体形，并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

【条文说明】对平面规则性的限制从结构抗震角度主要有两个目的：1、控制结构扭转；2、避免楼板中出现应力集中。结构在地震作用下的扭转对装配式混凝土结构尤其不利，会造成结构边缘的外墙中剪力较大，而外墙通常会采用预制构件，其水平接缝容易产生开裂和破坏；扭转还会在叠合楼板中产生较大的面内应力，在楼板与竖向构件的接缝处引起面内剪力，都容易造成破坏。对于平面较长外伸、角部重叠和细腰形的平面，凹角部位楼板内会产生应力集中，中央狭窄部分楼板内应力也很大。如果采用此种不规则的平面布置时，设计中应有针对性的进行分析和局部加强，如采用现浇楼板、加厚叠合楼板的现浇层及构造配筋，或者在外伸端部设置刚度较大的抗侧力构件等。装配式多层墙板建筑选用规则形体，同时可便于工厂化、集约化生产加工，提高工程质量，并降低工程造价。

5.1.4 装配式多层墙板体系建筑宜优先采用大开间、大进深布置方式，提高空间使用的灵活性与可变性，满足住户空间多样化需求。

【条文说明】一般建筑设计使用年限为 50 年，国外已经出现了百年住宅，因此为使用提供适当的灵活性，满足居住需求的变化尤为重要。已有的经验是采用大空间的平面，合理布置承重墙及管井位置。在装配式住宅建筑中采用这种平面布

局方式不但有利于结构布置，而且可减少预制楼板的类型。但设计时也应适当考虑实际的构件运输及吊装能力，以免构件尺寸过大导致运输及吊装困难。

5.1.5 装配式多层墙板体系宜通过阳台、栏板、分隔墙等预制构件进行标准化设计，通过多样性组合的设计手法，体现出装配式建筑的简洁与变化，达到标准化设计与个性化的兼容效果。

5.1.6 装配式多层墙板构件宜与外装修、设备和管线等一体化集成。

【条文说明】一体化设计在工程项目的各个阶段，应充分考虑装配式建筑的设计流程特点及项目技术经济条件，对外装修、结构进行统一考虑，保证装修效果、建筑结构、机电设备及管线、生产、施工形成有机结合的完整系统，实现装配式建筑的各项技术系统得到协同和优化。

5.1.7 内装系统应与设备管线系统结合，实现内装和户内设备管线维护、改造时无需破坏结构系统的目的。

【条文说明】装配式多层墙板建筑的全装修设计应遵循建筑、装修、部品一体化的设计原则，部品体系应满足国家现行标准要求，满足安全、经济、节能、环保要求，部品体系宜实现以集成化为特征的成套供应，部品安装宜采用干法施工。

装配式多层墙板建筑内装修的主要标准构配件宜以工厂化加工为主，部分非标准或特殊的构配件可在现场安装时统一处理。构配件应满足构件和部品制造工厂化、施工安装装配化的要求，执行优化参数、公差配合和接口技术等有关规定，以提高其互换性和通用性。

1. 在建筑设计方案阶段开始装修设计，强化与建筑设计（包括建筑、结构、设备、电气等专业）的相互衔接，建筑室内水、暖、电、气等设备、设施的设计宜定型定位，避免后期装修造成的结构破坏和浪费。

2. 装修设计采用标准化设计，应通过模数协调使各构件、部品与主体结构之间的尺寸匹配，提前预留、预埋接口，易于装修工程的装配化施工。墙、地面实现块材铺装，现场无二次加工。

3. 在设计过程中，应确定所有点位的定位和规格，并在预制构件中进行预埋或预留。

4. 全装修设计应综合考虑不同材料、设备、设施具有不同的使用年限。装修设计应具有可变性和适应性，便于施工安装、使用维护和更新改造。

5. 建筑装修材料、设备在需要与预制构件连接时，宜采用预留预埋的安装方式。当采用膨胀螺栓、自攻螺丝、粘结等后期安装方法时，不得剔凿预制构件及其现浇节点，影响主体结构的安全性。

5.1.8 内装部品选型应在建筑设计阶段确定，并应根据部品的规格尺寸进行深化设计。

5.1.9 内装系统应与其他系统协调设计，并应满足以下要求：

-
- 1 结构系统的设计和建造应考虑内装的需求,宜采用大空间的结构形式。
 - 2 采用部分结构降板进行同层排水时,应在设计之初结合项目的特征,合理确定降板的位置和高度。
 - 3 应明确内装系统与结构系统的施工界面。
 - 4 在设计中应综合考虑内装系统与外围护系统的划分和接口。
 - 5 内装设计应与结构系统和外围护系统相关构件的深化设计紧密配合,在设计阶段应该明确构件的开洞尺寸及准确定位,并提前做好连接件的预埋。

5.1.10 设备与管线系统宜与主体结构相分离,应方便维修更换,且在维修更换时不应影响主体结构安全。

【条文说明】装配式多层墙板建筑宜采用管线分离的方式,以方便建筑全寿命期的使用维护和预制构件生产。不能采用管线分离方式时,应综合考虑建筑功能需求和预制构件生产实际情况,合理设计预埋管线。

5.1.11 设备与管线系统宜采用集成技术,通过综合设计及管线集成提高设备与管线系统的集成度。

【条文说明】装配式多层墙板建筑的平面设计应充分考虑设备管线与结构体系之间的关系。例如住宅卫生间涉及建筑、结构、给排水、暖通、电气等各专业,需要多工种协作完成;平面设计时应考虑卫生间的平面位置与竖向管线的关系、卫生间降板范围与结构的关系等。如采用标准化的预制盒子卫生间(整体卫浴)及标准化的厨房整体橱柜,除考虑设备管线的接口设计,还应考虑卫生间平面尺寸与预制盒子卫生间尺寸之间、厨房平面尺寸与标准化厨房整体橱柜尺寸之间的模数协调。

5.2 构造设计

5.2.1 装配式多层墙板体系采用夹心保温墙板时,墙板的外叶板接缝宽度不应小于 15 mm,且不宜大于 35 mm;密封胶厚度不宜小于 8 mm,且不宜小于缝宽的一半;密封胶内侧宜设置背衬材料填充。

【条文说明】夹心保温墙板外叶板接缝处背衬材料应与密封材料不相粘合,并且不会对密封材料产生不良影响;与此同时,背衬材料还要保证不会因清洁溶剂和底漆而发生变质。从接缝处填充的操作性上来说,一般选用泡沫聚乙烯作为衬垫料使用。接缝在温度荷载作用下将发生变形,所以背衬材料尚应具备一定的变形能力,发泡倍数不宜太小,日本规范中规定发泡倍数宜为 25~30,考虑聚乙烯的容重约为 910~925 kg/m³,所以参考日本规范,规定发泡后聚乙烯容重不宜大于 37 kg/m³。

5.2.2 装配式多层墙板体系采用夹心保温墙板时,墙板水平缝和垂直缝均应采用带空腔的防水构造;水平缝宜采用内高外低的企口构造形式。

【条文说明】预制外墙板板缝受温度变化、构件及填充材料的收缩、结构受外力后变形及施工的影响，板缝处出现变形是不可避免的，变形容易产生裂缝，导致外墙防水性能出现问题。对接缝部位应采取可靠的防排水措施。

预制外墙板板缝应采用构造防水为主，材料防水为辅的做法。嵌缝材料应在延伸率、耐久性、耐热性、抗冻性、粘结性、抗裂性等方面满足接缝部位的防水要求。

构造防水是采取合适的构造形式阻断水的通路，以达到防水的目的，可在预制外墙板接缝处设置适当的线性构造。材料防水是靠防水材料阻断水的通路，以达到防水和增加抗渗漏能力的目的，防水密封材料的性能，对于保证建筑的正常使用、防止外墙接缝出现渗漏现象起到重要作用，选用的防水材料及填缝材料均应为合格产品。

建议的预制外墙板竖直缝、水平缝构造如图 4 所示。

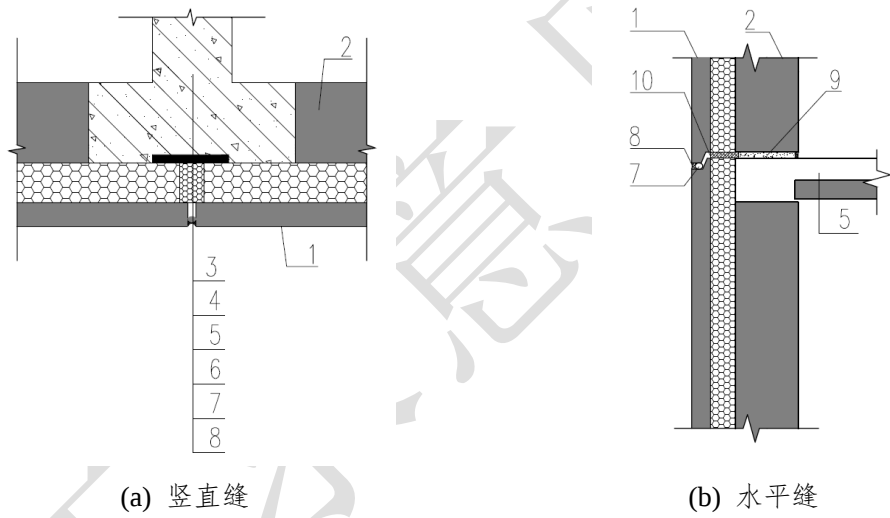


图4 预制夹心保温墙板水平缝、垂直缝构造

1-外叶墙板；2-内叶墙板；3-后浇混凝土；4-自粘丁基胶带；5-保温条；6-空腔；7-背衬材料；8-建筑密封胶；9-水平安装缝；10-弹性防水密封材料。

5.2.3 装配式多层墙板体系采用夹心保温墙板时，排水措施应符合下列规定：

- 1 建筑首层底部应设置排水孔等排水措施；
- 2 宜在十字交叉缝上部的垂直缝中设置导水管等排水措施，且导水管竖向间距不宜超过 3 层；
- 3 当垂直缝下方因门窗等开口部位被隔断时，应在开口部位上部垂直缝处设置导水管等排水措施；

5.2.4 装配式多层墙板体系墙板的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，夹心保温墙板外门窗洞口周边应采取防火构造措施。

5.2.5 外墙饰面宜采用耐久、不易污染的材料。采用反打一次成型的外墙饰面材料，其规格尺寸、材质类别、连接构造等应进行工艺试验验证。

5.2.6 墙板外装饰面层采用面砖时，面砖的背面应设置燕尾槽。面砖材料、吸水率、抗冻性能等应符合现行行业标准《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126的有关规定。面砖与混凝土之间的粘结性能应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 的规定。

5.2.7 墙板外装饰面层采用石材时，石材背面应采用不锈钢锚固卡钩与混凝土进行机械锚固。石材厚度不宜小于 25mm，单块尺寸不宜大于 1200mm×1200mm 或等效面积。

5.2.8 面砖饰面墙板宜采用反打成型工艺制作，石材饰面墙板应采用反打成型工艺制作，并应符合下列规定：

1 当饰面层采用饰面砖时，应根据排砖图的要求进行配砖和加工，饰面砖入模铺设前，宜根据设计排砖图将单块面砖制成面砖套件，套件的长度不宜大于 600mm，宽度不宜大于 300mm；

2 当饰面层采用石材时，应根据排板图的要求进行配板和加工，并应安装不锈钢锚固卡钩和涂刷防泛碱处理剂；

3 使用柔韧性好、收缩小、具有抗裂性能且不污染饰面的材料嵌填饰面砖或石材间的拼缝，并应采取措施防止面砖或石材在钢筋安装及混凝土浇筑振捣等工序中出现位移；

4 混凝土振捣采用插入式振捣棒时，应避免损坏饰面层材料。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 装配式多层墙板结构设计，除本章另有规定的，应符合国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.1.2 装配式墙板结构的层高不宜大于 4.5m；承重墙间距不宜大于表 6.1.2 的要求。

表 6.1.2 横墙间距 (m)

楼盖形式	7 度	8 度
叠合楼盖	15	11
全预制楼盖	11	9

6.1.3 装配式多层墙板结构的最大适用层数和最大适用高度应符合 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 装配式多层墙板结构最大适用层数和最大适用高度

墙板竖向接缝构造	设防烈度	7 度	8 度 (0.2g)	8 度 (0.3g)
钢筋锚环	最大适用层数	9	8	6
	最大适用高度 (m)	27	24	18
钢丝绳套	最大适用层数	5	4	3
	最大适用高度 (m)	15	12	9

【条文说明】体系的适用高度与计算方法、抗震构造密切相关。当超出本表的高度时，应增强抗震构造措施、提升大震下弹塑性变形能力、控制小震楼层层间最大水平位移等具体措施并进行专门研究和论证。

6.1.4 多层装配式墙板结构的高宽比不宜超过表 6.1.4 的数值。

表 6.1.4 多层装配式墙板结构适用的最大高宽比

设防烈度	7 度	8 度
最大高宽比	3.0	2.5

6.1.5 装配式墙板结构构件的抗震设计，应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类装配整体式混凝土结构的抗震等级应按表 6.1.5 确定。

表 6.1.5 丙类建筑装配式多层混凝土结构的抗震等级

结构类型	抗震设防烈度	
	7 度	8 度

6.1.6 装配式多层墙板结构应符合下列规定。

1 平面形状宜简单、规则、对称，质量、刚度分布宜均匀；不应采用严重不规则的平面布置；

2 平面不宜采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中规定的凹凸不规则平面，不应采用角部重叠或细腰形平面布置。

3 应沿两个方向布置剪力墙；

【条文说明】对平面规则性的限制从结构抗震角度主要有两个目的：1、控制结构扭转；2、避免楼板中出现应力集中。而外墙通常会采用预制构件，其水平接缝容易产生开裂和破坏；扭转还会在叠合楼板中产生较大的面内应力，在楼板与竖向构件的接缝处引起面内剪力，都容易造成破坏。对于平面较长外伸、角部重叠和细腰形的平面，凹角部位楼板内会产生应力集中，中央狭窄部分楼板内应力也很大。如果采用此种不规则的平面布置时，设计中应有针对性的进行分析和局部加强，如采用现浇楼板、加厚叠合楼板的现浇层及构造配筋，或者在外伸端部设置刚度较大的抗侧力构件等。

6.1.7 装配式多层墙板结构的竖向布置应连续、均匀，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变而形成薄弱层，并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

【条文说明】结构刚度和承载力沿竖向的均匀性主要取决于两个因素：

1. 体型沿竖向的变化，应避免收进、悬挑、连体等；
2. 剪力墙的布置。住宅结构中，一般不会采用过大的收进、悬挑等特殊体型；因此，应该剪力墙沿竖向的布置和变化一定要均匀，既有利于抗震，也有利于减少构件类型，便于生产和安装，降低成本。

6.2 结构分析

6.2.1 装配式墙板结构体系应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的基本抗震设防目标要求，可结合建筑高度、抗震烈度等进行抗震性能设计。

【条文说明】我国抗震规范 GB 50011-2010 中规定的“小震不坏，中震可修，大震不倒”的三水准目标是对于抗震设防的基本思想和原则，装配式墙板结构也应予以遵守。由此规范规定，遭遇第一水准烈度（多遇地震）影响时，建筑处于正常使用状态，从结构抗震分析角度，可视为弹性体系，采用弹性反应谱进行弹性分析；遭遇第二水准烈度——基本烈度（设防地震）影响时，结构进入非弹性工作阶段，但非弹性变形或结构体系的损坏控制在可修复的范围；遭遇第三水准烈度——最大预估烈度（罕遇地震）影响时，结构有较大的非弹性变形，但应控制在规定的范围内，以防倒塌。

6.2.2 结构设计的作用及作用组合应根据具体情况确定，并应符合国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.2.3 当满足本章相关构造要求时，装配式多层墙板结构的结构计算模型可忽略预制墙板水平接缝的影响。

【条文说明】本章规定的水平缝钢筋连接方式与传统的装配式钢筋连接方式并无本质不同，主要通过减少钢筋连接数量、增大连接钢筋直径提升施工便捷性；经试验验证，在保证钢筋连接面积和计算承载力时，受力性能与传统装配式剪力墙结构、现浇结构基本接近，可忽略墙板水平接缝的影响。

6.2.4 装配式墙板结构体系的竖向接缝采用本章相关构造时，应按照以下方法进行结构整体分析：

1 应进行持久设计状况下的内力和变形计算。计算模型可不考虑竖向接缝，可假定结构构件和节点处于弹性状态，采用线性分析方法进行计算。

2 应进行多遇地震作用下的内力和变形计算，计算模型可不考虑竖向接缝，可假定结构构件和节点处于弹性状态，采用线性分析方法进行计算。

3 可进行罕遇地震的弹塑性分析验算并满足本标准 6.2.9 条的要求；计算时宜采用竖向接缝断开模型或竖向接缝按实际构造及受力特性的模型，弹塑性分析方法应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 中关于时程分析法的有关规定。

4 当不进行罕遇地震作用分析时，应采用考虑竖缝模型进行多遇地震作用下的内力计算；计算模型中竖向接缝应断开或按实际构造及受力特性进行模拟，竖缝两侧剪力墙应划分为独立计算单元；应取本模型计算的内力值与本条第 2 款模型的计算结果进行承载力包络设计。

5 应按照本标准 6.2.5 条进行设防地震下接缝抗剪不屈服验算。

6 楼板与外墙之间的连接应满足罕遇地震不屈服的性能目标。计算时宜采用振型分解反应谱法。

【条文说明】在持久设计状况和多遇地震设计状况时，通过粗糙面和键槽保证接缝不开裂，装配式墙板结构的受力特点与现浇结构相同，因此可以采用与现浇结构相同的分析方法，即采用线性分析方法进行分析计算。

在罕遇地震设计状况时，结构体系进入塑性；由于本体系的竖缝进行了弱化，因此罕遇地震作用下与传统装配式混凝土剪力墙相比，本体系的刚度、结构整体承载力均有一定的下降，因此应进行专门计算以保证罕遇地震下的弹塑性变形能力。弹塑性变形能力的保证措施可通过罕遇地震下的弹塑性分析实现；当罕遇地震计算分析有难度时，也可以通过多遇地震下考虑竖缝模型模拟大震下的体系受

力情况,通过保证多遇地震下考虑竖缝模型的墙板承载能力保证罕遇地震的抗倒塌能力。

采用弹塑性分析方法确定结构的作用效应时,应先进行作用组合,然后方可进行分析。

装配式多层墙板结构体系预制墙板考虑竖向接缝实际构造及受力特性的计算模型应采用竖向接缝的合理本构关系,竖向接缝的本构关系可通过试验确定。进行罕遇地震分析时,竖向接缝的本构关系是影响结构计算的关键参数。竖向接缝的本构关系应与采用的模型相关。当采用弹簧模型的时候,应采用合理的简化剪力-界面滑移关系曲线。

由于本体系竖缝构造连接较弱,因此应加强水平缝的抗剪能力,要求水平接缝满足设防烈度不屈服的性能目标。计算时,可沿两主受力方向分别计算结构的水平接缝承载力。

6.2.5 装配式多层墙板结构预制墙板的水平接缝抗剪验算模型可忽略预制墙板竖向接缝,宜采用阵型分解反应谱法,应按下式进行计算:

$$V_{jdEk} \leq V_{uEk} \quad (6.2.4-1)$$

$$V_{uEk} = 0.6f_{yk}A_{sd} + 0.8N_k \quad (6.2.4-2)$$

式中:

- V_{jdE} 设防地震设计工况下的接缝剪力标准值,不考虑与抗震等级有关的增大系数;
- V_{uEk} 剪力墙水平接缝受剪承载力标准值;
- f_{yk} 垂直穿过结合面的竖向钢筋抗拉强度标准值
- A_{sd} 垂直穿过结合面的竖向钢筋面积
- N_k 垂直于结合面的轴向力标准值

【条文说明】

本结构体系的竖向接缝较传统装配式剪力墙的竖向接缝较弱,在设防烈度地震下,部分竖缝可能开裂,此时整体刚度有所下降,虽然局部墙板的水平地震力可能略有增加,但整体墙板的水平地震力保持不变或有所下降。忽略竖向接缝,,同时忽略了竖缝破坏时竖缝耗能的有利影响,墙板水平接缝的荷载整体偏高,计算偏于保守且计算较简便。可采用此简化计算方法进行本体系设防烈度地震作用下的接缝承载力验算。

6.2.6 弹性分析时,对现浇楼盖和叠合楼盖可采用刚性楼板假定,梁刚度增大系数可根据翼缘情况予以增大,梁刚度增大系数可根据翼缘情况近似取为 1.3~2.0;对全预制楼盖,应按实际构造方式采用弹性楼盖或刚性楼盖假定,全预制楼板的梁刚度增大系数宜取 1.0。

【条文说明】采用叠合楼板时，根据我国现行混凝土规范的规定，弹性分析可采用梁刚度增大系数法进行设计。当采用全预制楼板时，全预制楼板对结构整体性的作用与其连接构造密切相关，当板与板、板与墙之间的连接钢筋数量充足，锚固性能、搭接性能好时可按刚性楼盖假定进行分析；当板与板之间连接较弱时应假定为弹性楼盖并将实际连接刚度和承载力输入计算模型。全预制楼板与梁之间的抗剪连接作用较弱，因此梁刚度增大系数建议取为 1.0。

6.2.7 弹塑性分析时，宜按实际构造方式采用弹性楼盖或刚性楼盖假定。

【条文说明】当采用叠合楼板时，宜通过保证连接钢筋的面积保证罕遇地震下的结构整体性，此时应按刚性楼盖假定进行计算。当采用全预制楼板且楼板之间连接较弱时，应将楼板之间的实际连接刚度和承载力输入计算模型。

6.2.8 装配式多层墙板结构体系弹性分析时阻尼比宜取 0.05；弹塑性分析时阻尼比宜取 0.07。

【条文说明】小震弹性分析时，本体系并未开裂，与现浇结构基本相同，因此弹性分析时的阻尼比取值与现浇结构相同。

6.2.9 在风荷载或多遇地震标准值作用下，按弹性方法计算的楼层层间最大水平位移与层高之比不宜大于 1/1200，首层层间最大水平位移与层高之比不宜大于 1/1500。

【条文说明】多层墙板体系的刚度应严格保证。由于本体系竖缝较弱，在罕遇地震下部分竖缝开裂，整体刚度低于现浇结构，因此应更严格控制多遇地震下的楼层层间位移角。首层是底部加强部位，弹塑性损伤也主要集中在首层，因此首层的要求更严格一些。

6.2.10 在罕遇地震作用下，按弹塑性方法计算的楼层层间最大水平位移与层高之比不应大于 1/120。

【条文说明】与弹性静力分析计算相比，结构的弹塑性分析不仅与结构材料的性能指标、本构关系、预定的结构抗震性能目标等有关，而且还与分析软件的计算模型、构件破损程度的衡量、有限元的划分相关，计算时，最大墙板单元不宜大于 1m，使用的计算软件不宜少于 2 个，考虑计算的不确定性，所以要求严格控制计算得到的层间位移比。

6.2.11 装配式多层墙板结构抗震设计时，对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢的装配整体式剪力墙结构，宜将现浇墙肢水平地震作用下的弯矩、剪力标准值宜乘以不小于 1.1 的增大系数。

【条文说明】

试验研究结果表明，预制墙肢水平拼缝开裂及刚度降低较现浇墙肢早。因此，对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢的装配整体式剪力墙结构，在大震阶段考

考虑塑性内力重分布，现浇墙肢承担的地震力将会增加，预制墙肢承担的地震力会减小。因此，在小震承载力设计时，将现浇墙肢水平地震作用下单工况的弯矩、剪力标准值适当放大，以保证结构在大震下的性能；同时偏于安全，不减小预制墙肢的地震力。

6.2.12 装配式多层墙板结构抗震设计时，连梁刚度折减系数、周期折减系数等与现浇结构相同。

【条文说明】建模计算时，可以采用目前常用的各类设计软件，包括 SATWE、MIDAS、ETABS、YJK 等。采用的各种参数与现浇剪力墙结构计算基本相同。

6.3 预制构件设计

6.3.1 除本节另有规定外，装配式墙板结构的预制构件设计应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《装配式建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

6.3.2 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

【条文说明】应特别注意预制构件在短暂设计状况下的承载能力的验算，对预制构件在脱模、翻转、起吊、运输、堆放、安装等生产和施工过程中的安全性进行分析。这主要是：1) 由于在制作、施工安装阶段的荷载、受力状态和计算模式经常与使用阶段不同；2) 预制构件的混凝土强度等级在此阶段尚未达到设计强度。因此，许多预制构件的截面及配筋设计，不是使用阶段的设计计算起控制作用，而经常是此阶段的设计计算起控制作用。

在短暂设计状况下，构件截面验算的控制指标包括承载力、裂缝宽度、截面边缘最大混凝土拉应力，应根据家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 中的有关规定进行验算。

6.3.3 房屋层数超过三层或建筑高度超过 12 m 时，装配式墙板结构的楼面、屋面宜采用叠合楼盖或现浇楼盖。叠合楼盖应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.3.4 当房屋层数不大 3 层且建筑高度不超过 12 m 时，可采用预制楼板，并应符合下列规定：

1 预制楼板与墙体、预制楼板与预制楼板之间应可靠连接，连接钢筋锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

2 预制楼板在墙体上的搁置长度不应小于 60 mm，当墙厚不能满足搁置要求时可设置挑耳；板端后浇混凝土接缝宽度不宜小于 50 mm，接缝内应配置连续的通长钢筋，钢筋直径不宜小于 8 mm。

6.3.5 装配式墙板结构的墙板厚度不宜小于 140 mm 且不宜小于层高的 1/25。预制墙板的竖向和水平分布钢筋宜双排配置。

6.3.6 预制剪力墙板宜优先采用“一”形截面预制剪力墙板。预制构件的尺寸应满足运输条件、施工现场的起重设备、吊具的要求。

【条文说明】：一形墙板属于平面构件，其他类型墙板属于空间构件。平面构件的优点是：1) 适合流水线生产；2) 质量容易保证；3) 生产效率比较高；4) 安装简单；5) 经济性较好。平面构件的缺点是：1) 在设计中遇到的约束条件较多，如门窗洞口的位置、尺寸等；2) 现场连接施工比较复杂。空间构件在生产上往往比较复杂，但现场安装施工环节的效率比较高。预制构件的模具重复使用率对装配式建筑的整体造价有较大影响，布置预制构件时宜采用标准化构件，增加模具使用率。

6.3.7 多层装配式墙板需要在现场连接的界面应设计成粗糙面或键槽，粗糙面和键槽应满足下列规定：

1 预制剪力墙的底部和顶部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，凹凸深度不应小于 6mm。

2 预制剪力墙板侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，粗糙面深度不应小于 6mm。也可设置键槽，键槽深度 t 不宜小于 20mm，宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍，键槽的中心距宜等于键槽宽度的两倍且不应大于水平钢筋锚固长度，键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。

6.3.8 预制剪力墙板内钢筋的混凝土保护层厚度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关要求，预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15mm，套筒之间的净距不应小于 25mm。

6.3.9 多层装配式墙板结构中分布钢筋应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的相关要求。

6.3.10 采用钢筋套筒灌浆连接时，纵筋连接区域的水平分布钢筋应加密布置（图 6.3.11）；水平分布筋加密区为自墙板底部至套筒顶部向上延伸 300mm 的范围内，水平分布钢筋的最小直径不小于 8mm，一、二级抗震等级时水平分布钢筋间距不应大于 100mm，三、四级抗震等级时水平分布钢筋间距不应大于 150mm。

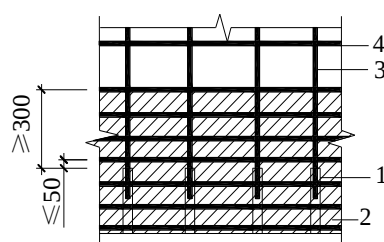


图6.3.10 钢筋套筒灌浆连接部位水平分布钢筋加密构造示意

6.3.11 剪力墙端部、纵横墙交接处和洞口两侧墙板应设置边缘构件，边缘构件的纵向钢筋面积、箍筋直径和箍筋沿竖向最大间距均不应小于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 中暗柱的要求；纵横墙交接处竖缝周边暗柱的配筋面积之和不应小于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 中转角墙和有翼墙边缘构件的配筋面积。

6.3.13 预制剪力墙板洞口上部的预制连梁宜与墙板整体预制,宜设计为叠合连梁(图 6.3.14),叠合连梁设计应符合下列规定:



1 叠合连梁纵向受力钢筋的纵筋直径不宜大于 25mm；叠合连梁受力纵筋的锚固长度不应小于 600mm 和 l_{aE} 的较大值，当纵筋伸出预制剪力墙板外的长度过长时，可在纵筋端部宜采用机械锚固措施；

2 叠合连梁腰筋应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

3 叠合连梁的箍筋宜采用焊接封闭箍筋或带 135°弯钩的绑扎封闭箍筋的形式;

4 预制剪力墙板的叠合连梁上不宜开洞;当需要开洞时,洞口形状宜为圆形,且应预埋钢套管;洞口上、下截面的有效高度不应小于连梁全高的 $1/3$ 和 150mm 的较小值;洞口上下各宜配置不小于 2 根补强钢筋,补强钢筋的直径不宜小于 12mm ,附加水平钢筋出洞边的长度不小于 l_{aE} ,连梁箍筋最小直径应比现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中规定的最小箍筋直径增加 2mm ,洞口两

端各 300mm 范围内的箍筋间距不应大于 50mm。

6.4 连接设计

6.4.1 采用叠合楼板时，预制墙板水平接缝宜设置在楼面标高处，并应满足下列要求：

- 1 接缝厚度宜为 20 mm，接缝应采用坐浆料或者灌浆料填实。
- 2 接缝处应设置连接节点，连接节点可采用单排钢筋灌浆套筒连接、浆锚搭接连接、焊接连接、螺栓连接等形式，连接节点间距不宜大于 1 m。
- 3 当边缘构件处采用附加连接钢筋用于上下层预制墙板边缘构件纵筋的连接时，竖向连接钢筋数量不宜小于 2 根，连接钢筋面积不应小于上下层边缘构件纵筋面积。
- 4 穿过接缝的连接钢筋数量应满足接缝受剪承载力的要求，且配筋率不应低于墙板竖向钢筋配筋率，连接钢筋直径不宜小于 14 mm。
- 5 竖向连接钢筋在上下层预制墙板内的长度不应小于连接钢筋的锚固长度和钢筋搭接长度的较大值。

6.4.2 本体系构件深化前，应结合现场塔吊布置、现场施工方向设定构件安装顺序。外伸钢筋锚环的定位应由构件安装顺序决定。

【条文说明】墙板的安装顺序直接决定水平外伸锚环的定位，因此安装顺序应提前确定好，防止现场墙板安装时锚环碰撞或间距过大。

安装顺序图必须由设计单位、深化单位、构件加工单位和施工单位共同确定无误后进行试件的加工和施工。典型的安装顺序图如下：



图 2 构件安装顺序示意图

6.4.3 装配式墙板结构纵横墙板交接处及楼层内相邻承重墙板之间可采用水平钢筋锚环灌浆连接，并应符合下列规定：

- 1 竖向接缝处应设置后浇段，后浇段截面边长不宜小于预制墙厚度 b_w ；后浇段内宜采用自密实混凝土。

2 预制墙板侧边连接钢锚环直径不宜小于 12 mm，锚环内径不宜小于 50 mm，锚环竖向间距不宜大于 600 mm；同一竖向接缝两侧预制墙板预留水平钢筋锚环中，左右相邻水平钢筋锚环的竖向距离不宜大于 $4d$ ，且不应大于 50 mm（ d 为水平钢筋锚环的直径）；竖向接缝内应配置后插纵筋，且应插入墙板侧边的钢筋锚环内，T 型连接节点且后浇段位于纵横墙相交点时后插纵筋数量不宜小于 2 根，其余节点的后插纵筋数量不宜小于 4 根，后插钢筋直径不应小于 10 mm。

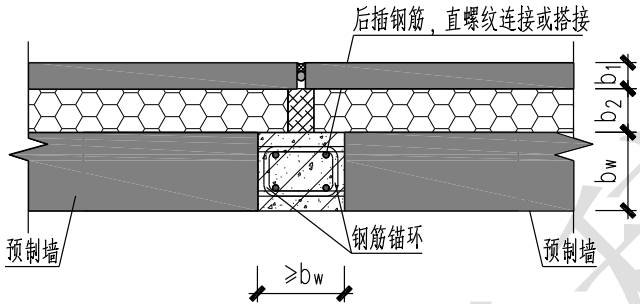


图 6.4.3 钢筋锚环连接

【条文说明】T 型节点的两方向围成的面积较小，放入 4 根后插钢筋后竖向接缝难以振捣密实，因此 T 型节点的竖向后插钢筋只能放入两根。根据标准院进行的锚环钢筋连接节点试验，后插竖向钢筋对受拉承载力影响不大，但对破坏延性影响较大，因此其余节点仍设置 4 根后插钢筋。

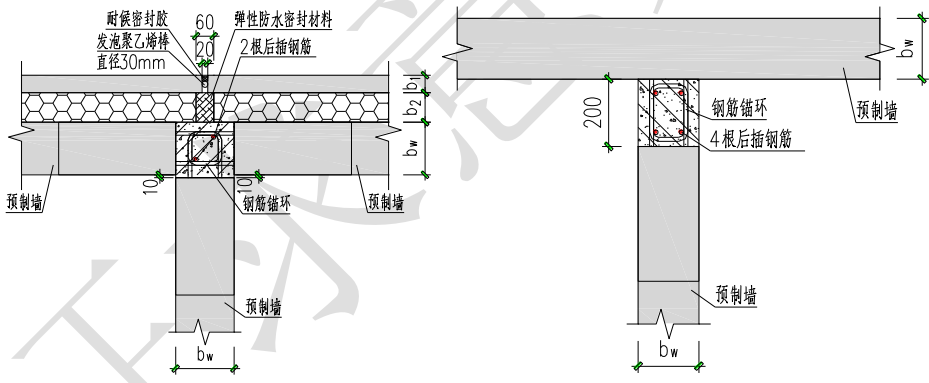


图 3 T 型节点的竖向接缝构造

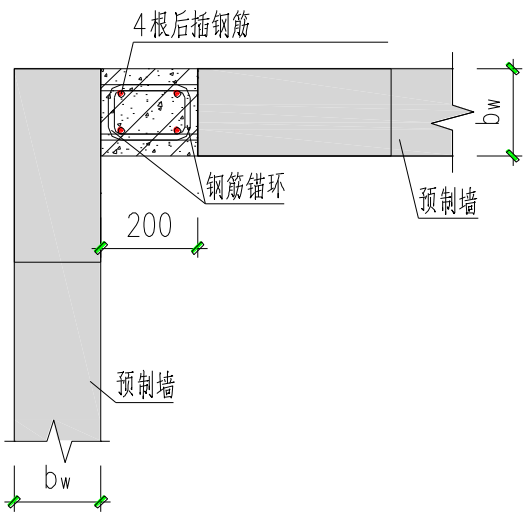


图 4 L 型节点的竖向接缝构造

6.4.4 建筑层数不大于 3 层时，装配式墙板结构纵横墙板交接处及楼层内相邻承重墙板之间可采用钢丝绳套灌浆连接，并应符合下列规定：

1 竖向接缝处应设置后浇段，后浇段截面边长不宜小于预制墙厚度 b_w ；后浇段内宜采用自密实混凝土；

2 预制墙板侧边宜采用预埋钢丝绳套并在现场拉出进行连接的形式，钢丝绳套应在墙体边缘构件内可靠锚固；钢丝绳套直径不宜小于 10 mm，绳套竖向间距不宜大于 600 mm；同一竖向接缝两侧预制墙板预留水平钢筋锚环中，左右相邻绳套的竖向距离不应大于 50 mm；竖向接缝内应配置后插纵筋，且应插入墙板侧边的钢丝绳套内，后插纵筋直径不应小于 12 mm。

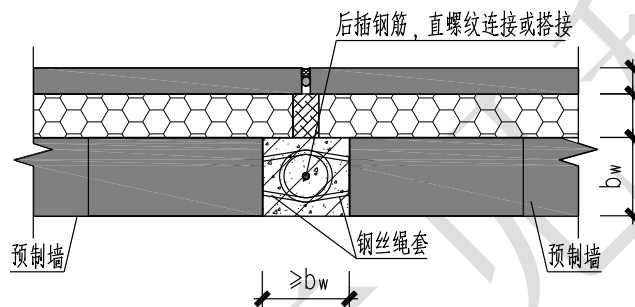


图 6.4.4-1 竖向接缝（钢丝绳套连接）

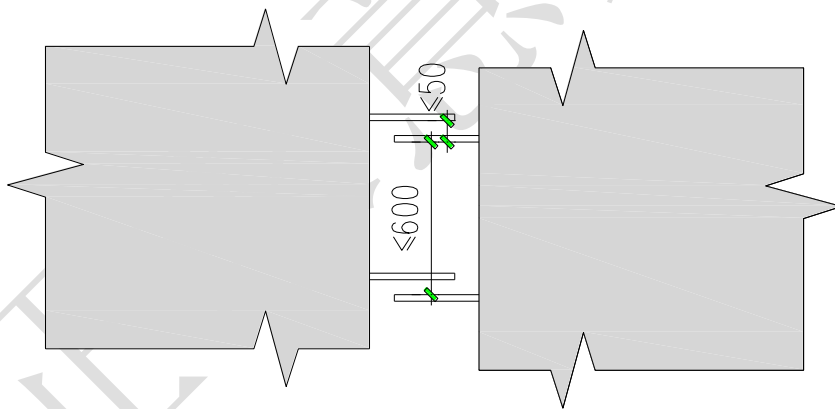


图 6.4.4-2 竖向连接构造示意图

6.4.5 当房屋层数大于 3 层时，宜在屋面设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁或后浇带，圈梁或后浇带应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.4.6 多层装配式混凝土墙板结构边缘构件的纵向钢筋可采用逐根连接的方式，也可采用部分连接的方式或单排套筒连接的方式，并应符合下列规定：

1 当边缘构件纵向钢筋采用部分连接的方式时，连接钢筋宜采用套筒灌浆连接方式，连接钢筋面积应满足抗震计算配筋的要求，且应现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 中对边缘构件配筋面积的要求；连接钢筋间距不宜大于 300mm。

2 当边缘构件纵向钢筋采用单排套筒连接时,剪力墙边缘构件纵向钢筋与配置于墙体厚度中部的连接钢筋搭接连接,连接钢筋位于内、外侧被连接钢筋的中间;连接钢筋受拉承载力不应小于上下层被连接钢筋受拉承载力,间距不宜大于 300mm。下层剪力墙连接钢筋自下层预制墙顶算起的埋置长度不应小于 $1.2l_{aE}+b_w/2$ (b_w 为墙体厚度),上层剪力墙连接钢筋自套筒顶面算起的埋置长度不应小于 l_{aE} ,上层连接钢筋顶部至套筒底部的长度尚不应小于 $1.2l_{aE}+b_w/2$, l_{aE} 按连接钢筋直径计算。钢筋连接长度范围内的箍筋间距不应大于 100mm,箍筋直径不应小于 8mm;同一连接接头内的箍筋配筋面积不应小于连接钢筋的面积。

6.4.7 预制剪力墙板竖向分布钢筋采用单排套筒灌浆连接时(图 6.4.7),套筒应沿墙厚居中布置;连接钢筋受拉承载力不应小于上下层被连接钢筋面积,间距不宜大于 800mm。下层剪力墙连接钢筋自下层预制墙顶算起的埋置长度不应小于 $1.2l_{aE}+b_w/2$ (b_w 为墙体厚度),上层剪力墙连接钢筋自套筒顶面算起的埋置长度不应小于 l_{aE} ,上层连接钢筋顶部至套筒底部的长度尚不应小于 $1.2l_{aE}+b_w/2$, l_{aE} 按连接钢筋直径计算。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的面积;拉筋沿竖向的间距不应大于水平分布钢筋间距,且不宜大于 150mm;拉筋沿水平方向的间距不应大于竖向分布钢筋间距,直径不应小于 6mm;拉筋应紧靠连接钢筋,并钩住最外层分布钢筋。

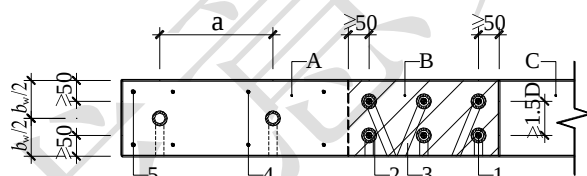


图 6.4.7 竖向分布钢筋单排套筒连接示意图

A-预制剪力墙板; B-构造边缘构件; C-墙体洞口; a-钢筋套筒沿墙宽的中心距

1—边缘构件纵筋; 2—套筒; 3—注浆/出浆口; 4, 5—竖向分布钢筋;

6.4.8 预制墙竖直接缝连接节点区的上下层纵向钢筋之间宜采用机械连接。当仅考虑纵向后插钢筋对水平接缝的抗剪作用时上下层纵向后插钢筋也可不连接,但下层纵向钢筋伸过接缝顶标高不应小于 15d。

【条文说明】预制墙竖直接缝连接节点区的纵向后插钢筋的主要作用包括提高水平连接钢筋的承载力和延性、提高水平接缝处的直缝抗剪承载力。当可采用直螺纹连接等机械连接方法时应优先采用机械连接,此时下层钢筋的预留接头长度可较短,安装较简便;后浇段连接钢筋可对接缝抗剪提供有利作用,竖向后浇段也可参与整体抗震。T 型连接节点且后浇段位于纵横墙连接交点等情况时,无法采用直螺纹连接,此时可将下层纵向钢筋伸过水平接缝 15d,此时宜仅考虑后浇段连接钢筋对接缝抗剪的有利作用。

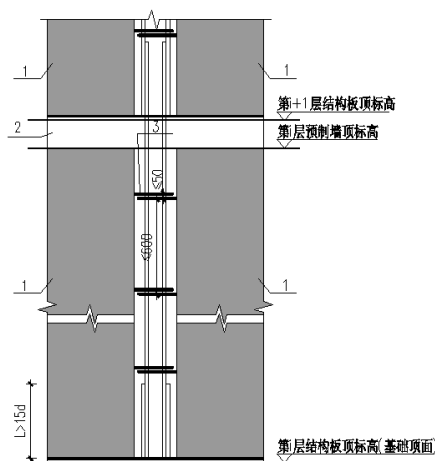


图 6.4.8 竖向连接构造示意图

1-预制墙；2-水平后浇带；3-水平连接锚环或钢丝绳套

6.4.9 梁与墙板面外连接时，梁宜支撑在预制墙板上。

6.4.10 现浇混凝土梁与多层装配式混凝土墙板面内连接做法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。现浇梁与多层装配式混凝土墙板面外连接宜采用预制墙留槽做法（图 6.4.10），预留槽应采用粗糙面，凹凸深度不应小于 6mm，墙板水平钢筋和竖向分布钢筋在留槽处不应全部断开，通过预留槽的钢筋面积应满足本标准 6.2.5 条的要求，当不满足时宜附加接缝抗剪钢筋，抗剪钢筋伸入预制段的长度不应小于 15d。

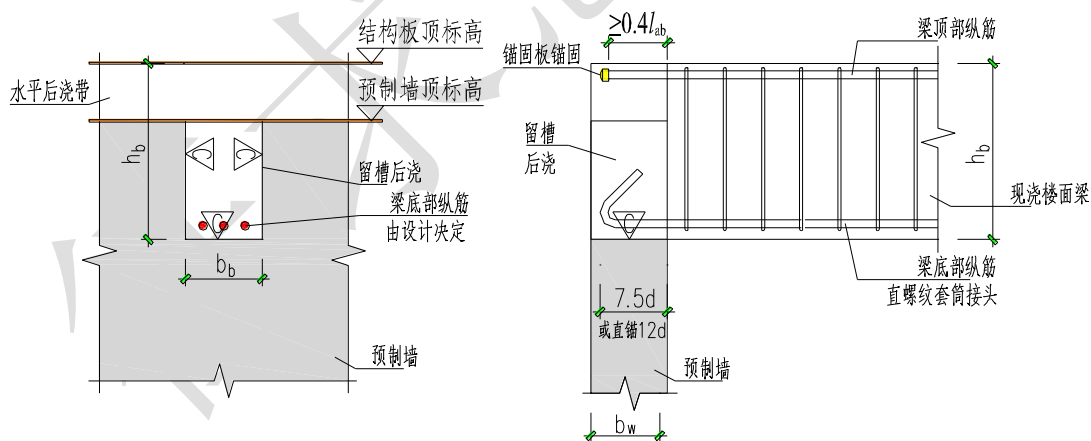


图 6.4.10 现浇楼面梁与预制墙面外连接

7 制作、堆放与运输

7.1 一般规定

7.1.1 多层墙板结构预制构件生产前,应根据生产制作方案做好劳动力、原材料、生产设备、场地、技术及首件制作等准备工作。

7.1.2 预制构件制作前,带饰面砖或饰面板的构件,应绘制排砖图;对夹心外墙板,应进行内外叶墙板的拉结件布置图及保温板排板图设计;排砖图、排板图、拉结件布置图应经原设计单位签字确认。

7.1.3 多层墙板结构构件生产前,生产单位应制定专门的生产方案;必要时进行样品试制,经检验合格后方可实施。

7.1.4 多层墙板结构构件生产前,应根据预制构件的生产制作方案、技术要求等设计制作模具,模具应具有足够的刚度、强度、稳定性,使用过程中进行定期检查与维护,符合国家现行验收标准,以保证构件质量。

7.1.5 制作清水混凝土及装饰混凝土预制构件前,应根据设计要求制作相应的模具,并符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定。

7.1.6 本体系应结合构件安装顺序加工构件并运输至施工现场。

【条文说明】墙板的安装顺序直接决定水平外伸锚环的定位,因此安装顺序应提前确定好,防止现场墙板安装时锚环碰撞或间距过大。当现场构件存放场地不足时,应按照构件施工顺序加工构件并运输至施工现场。

7.2 构件制作

7.2.1 预制构件的制作应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

7.2.2 预制构件生产宜采用定型钢制模具。模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 模具允许偏差及检验方法

项次	检查项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	构件尺寸	高度	平行构件宽度方向用尺量测,取最大值
2		宽度	平行构件宽度方向用尺量测,取最大值
3		厚度	沿四边用尺量测端部和中部,取最大值
4	对角线差	3	用尺量测纵横方向的顶面和底面对角线,取其绝对值的差值

5	侧向弯曲	$H/1500$ 且 <5	拉线，用尺量测侧向弯曲最大处
6	翘曲	$L/1500$	对角拉线，量测交点间距离值的两倍
7	底模表面平整度	2	2 m 靠尺和塞尺量测
8	组装缝隙	1	塞片或塞尺量测
9	端模和侧模高差	1	用尺量测

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

- 1 钢筋表面不得有油污，不应严重锈蚀；
- 2 钢筋网片和钢筋骨架宜采用专用吊架进行吊运；
- 3 混凝土保护层厚度应满足设计要求。保护层垫块宜与钢筋骨架或网片绑扎牢固，按梅花状布置，间距满足钢筋限位及控制变形要求，钢筋绑扎丝甩扣应弯向构件内侧；
- 4 钢筋成品的尺寸偏差应符合表 7.2.3 的规定。钢筋骨架或网片装入模具后，应按构件要求对钢筋位置、规格、间距、保护层厚度等进行检查。

表 7.2.3 钢筋成品的允许偏差和检验方法

项次	检查项目		允许偏差(mm)	检验方法
1	钢筋网片	长、宽	± 5	钢尺检查
2		网眼尺寸	+10	钢尺量连续三挡，取最大值
3		对角线	5	钢尺检查
4		端头不齐	5	钢尺检查
5	钢筋骨架	长	0, -5	钢尺检查
6		宽	± 5	钢尺检查
7		高（厚）	± 5	钢尺检查
8		主筋间距	± 10	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
9		主筋排距	± 5	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
10		箍筋间距	± 10	钢尺量连续三挡，取最大值
11		端头不齐	5	钢尺检查
12	保护层	板、墙	± 3	钢尺检查

7.2.4 钢筋连接套筒、预埋件、拉结件、浆锚搭接预留孔洞应按构件设计制作图进行配置，并满足吊装、施工的安全性、耐久性和稳定性要求。

7.2.5 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表 7.2.5 的规定。

表 7.2.5 门窗框安装允许偏差和检验方法

项次	检查项目		允许偏差(mm)	检验方法
1	锚固	中心线位置	5	钢尺检查
2	脚片	外露长度	+5, 0	钢尺检查
3	门窗框位置		2	钢尺检查
4	门窗框高、宽		±2	钢尺检查
5	门窗框对角线		±2	钢尺检查
6	窗框的平整度		2	靠尺检查

7.2.6 在混凝土浇筑前应进行预制构件钢筋、预埋件等隐蔽工程检查。隐蔽工程检查项目应包括：

- 1 钢筋的牌号、规格、数量、位置和间距等；
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度等；
- 3 箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度，箍筋规格、数量、间距、位置等；
- 4 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 5 预埋件、吊环、连接螺栓、钢筋锚环（绳套盒）、插筋、灌浆套筒、预留孔洞、金属波纹管的规格、数量、位置及固定措施等；
- 6 预埋线盒、线管的规格、数量、位置及固定措施；
- 7 夹芯外墙板的保温层位置和厚度，拉结件的规格、数量和位置；
- 8 预应力筋及其锚具、连接器和锚垫板的品种、规格、数量、位置。

7.2.7 混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 混凝土浇筑前，预埋件及预留钢筋的外露部分宜采取防止污染的措施；
- 2 混凝土倾落高度不宜大于 600mm，并应均匀摊铺；
- 3 混凝土浇筑应连续进行；
- 4 混凝土从出机到浇筑完毕的延续时间，气温高于 25℃时不宜超过 60min，气温不高于 25℃时不宜超过 90min。

7.2.8 混凝土振捣应符合下列规定：

- 1 混凝土宜采用机械振捣方式成型。振捣设备应根据混凝土的品种、工作性、预制构件的规格和形状等因素确定，应制定振捣成型操作规程；
- 2 当采用振捣棒时，混凝土振捣过程中不应碰触钢筋骨架、面砖和预埋件；
- 3 混凝土振捣过程中应随时检查模具有无漏浆、变形或预埋件有无移位等现象。

7.2.9 预制构件粗糙面成型应符合下列规定：

- 1 可采用模板面预涂缓凝剂工艺，脱模后采用高压水冲洗出露骨料。
- 2 叠合面粗糙面可在混凝土初凝前进行拉毛处理。

7.2.10 预制构件养护应符合下列规定：

1 应根据预制构件特点和生产周期选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护方式：气候干燥、温差大、强紫外线、严寒等环境应选用加热养护，加热养护优先采用蒸汽养护。加热养护时应合理控制静养、升温、恒温、降温时间和最高温度，构件表面宜保持 90%以上的相对湿度：

- 2 混凝土浇筑完毕或压面工序完成后应及时覆盖保湿，脱模前不得揭开；
- 3 涂刷养护剂应在混凝土终凝后进行；
- 4 加热养护温度应通过试验确定，宜采用加热养护温度自动控制装置。宜在常温下预养护 2h~6h，升、降温速度不应超过 20℃/h；
- 5 多层墙板构件的最高养护温度不宜大于 60℃。

7.2.11 预制构件蒸汽养护结束，养护罩内外温差小于 20℃时，方可拆除养护罩进行自然养护。脱模应严格按照顺序拆除模具，不得使用振动方式拆模。

7.2.12 预制构件脱模起吊时，混凝土强度应满足设计要求，当设计无明确要求时应符合下列规定：

- 1 预制构件脱模时混凝土强度应不小于 15MPa，脱模后需要移动的预制构件和预应力混凝土构件，混凝土抗压强度应不小于混凝土设计强度的 75%；
- 2 墙板、楼板等较薄预制构件起吊时，混凝土强度应不小于 20 MPa。

7.3 构件检验

7.3.1 预制构件外观质量缺陷根据其影响结构性能、安装和使用功能的严重程度，可按表 7.3.1 的规定划分为严重缺陷和一般缺陷。多层墙板构件的外观质量不应有缺陷，对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验，对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

表 7.3.1 构件外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	墙板表面钢筋外露	
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	墙板外表面、板侧面有蜂窝	其他部位有少量蜂窝

孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	墙板外表面、板侧面有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	墙板外表面、板侧面有夹渣；其他部位有夹渣且影响外挂墙板的耐久性能	其他部位有少量不影响墙板的耐久性能及其他使用功能的夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	墙板表面有疏松	
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	墙板构件有影响结构性能的裂缝；墙板外表面和板侧面有影响防水、耐久等性能及外观效果的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋松动，连接钢筋严重锈蚀、弯曲、偏位，节点部位粗糙面混凝土疏松，抗剪键槽偏位等	连接部位有影响墙板受力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构受力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等；装饰面砖或石材粘结不牢、表面不平、砖缝或石材缝不顺直等	墙板外表面和板侧面有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他部位有不影响使用功能和装饰效果的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	墙板外表面有外表缺陷	其他部位有不影响使用功能的外表缺陷

7.3.2 预制构件的尺寸允许偏差值应符合表 7.3.2 的规定。与预制构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可放宽 1.5 倍。

表 7.3.2-1 预制楼板类构件外形尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	<12	±5	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
		≥12 且 <18m	±10	
		≥18m	±20	
2	规格尺寸			
	宽度		±5	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
3	厚度		±5	用尺量板四角和四边中部位置共 8 处，取其中偏差绝对值较大值
4	对角线差		6	在构件表面，用尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值
5	外形	表面平整度	内表面 4 外表面 3	用 2 m 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
		楼板侧向弯曲	L/750 且 ≤20mm	
6	拉线		钢尺量最大弯曲处	

7		扭翘	$L/750$	四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的 2 倍为扭翘值
8	预埋钢板	中心线位置偏差	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	0, -5	用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
9	预埋部件	预埋螺栓	中心线位置偏移	2
			外露长度	+10, -5
10	预埋线盒、电盒	在构件平面的水平方向中心位置偏差	10	用尺量
		与构件表面混凝土高差	0, -5	用尺量
11	预留孔	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		孔尺寸	± 5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值
12	预留洞	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		洞口尺寸、深度	± 5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值
13	预留插筋	中心线位置偏移	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	± 5	用尺量
14	吊环、木砖	中心线位置偏移	10	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		留出高度	0, -10	用尺量

表 7.3.2-2 预制墙板构件外形尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	规格尺寸	高度	±4	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
2		宽度	±4	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
3		厚度	±3	用尺量板四角和四边中部位置共 8 处，取其中偏差绝对值较大值
4	对角线差		5	在构件表面，用尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值
5	外形	表面平整度	内表面 4 外表面 3	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
6		侧向弯曲	L/1000 且 ≤20mm	拉线，钢尺量最大弯曲处
7		扭翘	L/1000	四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的 2 倍为扭翘值
8	预埋部件	预埋钢板	中心线位置偏移 5 平面高差 0, -5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值 用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预埋件平面

				与混凝土面的最大缝隙
9	预埋螺栓	中心线位置偏移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		外露长度	+10, -5	用尺量
10	预埋套筒、螺母	中心线位置偏移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		平面高差	0, -5	用尺紧靠在预埋件上,用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
11	预留孔	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		孔尺寸	±5	用尺量测纵横两个方向尺寸,取其最大值
12	预留洞	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		洞口尺寸、深度	±5	用尺量测纵横两个方向尺寸,取其最大值
13	预留插筋	中心线位置偏移	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		外露长度	±5	用尺量
14	吊环、木砖	中心线位置偏移	10	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		与构件表面混凝土高差	0, -10	用尺量
15	键槽	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		长度、宽度	±5	用尺量
		深度	±5	用尺量
16	灌浆套筒、螺栓连接用螺栓孔及连接钢筋	灌浆套筒中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		螺栓孔中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		连接钢筋中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置,记录其中较大值
		连接钢筋外露长度	±10	用尺量

7.3.3 预埋件、节点连接钢筋、预留孔的规格、数量应满足设计要求。

检查数量: 逐件检验。

检验方法: 观察和量测。

7.3.4 粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求。

检查数量: 逐件检验。

检验方法: 观察和量测。

7.3.5 墙板用的保温材料类别、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。

7.3.6 混凝土强度应符合设计文件及国家现行有关标准的规定。

检查数量：按生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件；每工作班拌制的同一配合比的混凝土，每拌制 100 盘且不超过 100m³ 取样不应少于一次，不足 100 盘和 100 m³ 时取样不应少于一次。

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。

7.4 构件的堆放与运输

7.4.1 应制定预制构件存放和运输专项方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、运输路线、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应制定相应的质量安全保证措施。

7.4.2 预制构件堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整坚实，地基承载力应满足构件堆放要求；构件堆放要保持平稳，底部应放置垫木。成堆堆放的构件应以垫木隔开，构件之间的垫木应在同一条垂直线上并与起吊点位置一致；
- 2 构件的堆放高度，预制楼板、墙板、梯板类构件不超过 6 层；
- 3 堆放预应力构件时，应根据构件起拱值的大小和堆放时间采取相应措施；
- 4 外墙板、内墙板宜采用专用支架直立存放，其倾斜角度应保持大于 80°，相邻构件间需用柔性垫块分隔开，构件薄弱部位和门窗洞口应采取防止变形开裂的临时加固措施。

7.4.3 运输时宜采取如下防护措施：

- 1 应设置柔性垫片避免预制构件边角部位或链索接触处的混凝土损伤；
- 2 宜用塑料薄膜包裹垫块避免预制构件外观污染；
- 3 墙板门窗框、装饰表面和棱角应采用塑料贴膜或其他措施防护；
- 4 竖向薄壁构件宜设置临时防护支架；
- 5 装箱运输时，箱内四周宜采用木材或柔性垫片填实，支撑牢固。

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

- 1 外墙板宜采用立式运输，外饰面层应朝外，板、楼梯、阳台宜采用水平运输；
- 2 采用靠放架立式运输时，构件与地面倾斜角度宜大于 80°，构件应对称靠放，每侧不大于 2 层，构件层间上部采用木垫块隔离；
- 3 采用插放架直立运输时，应采取防止构件倾倒措施，构件之间应设置隔离垫块；
- 4 水平运输时，楼板、梯板类构件叠放不宜超过 6 层。

8 施工安装

8.1 一般规定

8.1.1 多层墙板结构的施工应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

8.1.2 灌浆料进场时，应对拌合物 30min 流动度、泌水率及 3d 强度、28d 强度、3h 竖向膨胀率、24h 与 3h 竖向膨胀率差值进行检验，强度应符合设计要求，其余参数应符合《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的要求和设计要求。

8.3.3 坐浆料的进场检验应符合设计要求。

8.3.4 灌浆料与坐浆料宜存储在室内，并应采取防雨、防潮、防晒措施。

8.3.5 灌浆料和坐浆料使用前应检查产品包装上的有效期和产品外观，且应满足以下要求：

- 1 拌和用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。
- 2 加水量应按使用说明书的要求确定，并应按重量计量。
- 3 拌合物应搅拌充分、均匀，并宜静置 2 min 后使用。
- 4 搅拌完成后不应再次加水。
- 5 每工作班应检查灌浆料拌合物流动度不少于 1 次，初始流动度不宜小于 300 mm，30 min 后流动度不宜小于 260 mm。
- 6 强度检验试件的留置数量应符合验收及施工控制要求。

8.3.6 多层墙板结构安装施工前宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并根据试安装结果及时调整施工工艺、完善施工方案。

8.3.7 施工单位应对连接的关键工序进行必要的研究和试验，施工作业人员应具备岗位需要的基础知识和技能，施工单位应对管理人员、施工作业人员进行质量安全技术交底。

8.2 安装施工准备

8.2.1 结构施工应制定专项方案。专项施工方案宜包括工程概况、编制依据、进度计划、施工场地布置、预制构件运输与存放、安装与连接施工、绿色施工、安全管理、质量管理、信息化管理、应急预案等内容。

8.2.2 预制构件、安装用材料及配件等应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定，并应按照规定进行进场验收。

8.2.3 施工现场应根据施工平面规划设置运输通道和存放场地，并应符合下列规

定：

- 1 现场运输道路和存放堆场应坚实平整，并有排水措施。
- 2 施工现场内道路应按照构件运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度。
- 3 预制构件运送到施工现场后，应按规格、品种、使用部位、吊装顺序分别设置存放场地。存放场地应设置在吊装设备的有效起重范围内，并在堆垛之间设置通道。
- 4 构件的存放架应具有足够抗倾覆稳定性能。
- 5 构件运输和存放对已完成结构、基坑有影响时，应经计算复核。

8.2.4 预制构件吊装前，应复核下部结构的竖向标高和平面定位尺寸。

8.2.5 安装施工前，应进行测量放线、设置构件安装定位标识，并应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。

8.2.6 安装施工前，应核对已施工完成结构或基础的外观质量和尺寸偏差，确认混凝土强度和预留预埋符合设计要求，并应核对预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等符合设计要求。

8.2.7 安装施工前，应复核吊装设备的吊装能力。应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 的有关规定，检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态，并核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。防护系统应按照施工方案进行搭设、验收，并应符合下列规定：

- 1 工具式外防护架应试组装并全面检查，附着在构件上的防护系统应复核其与吊装系统的协调。
- 2 防护架应经计算确定。
- 3 高处作业人员应正确使用安全防护用品，宜采用工具式操作架进行安装作业。

8.2.8 本体系构件安装时应严格按照构件安装顺序进行。

【条文说明】墙板的安装顺序直接决定水平外伸锚环的定位，因此应严格按照安装顺序施工，防止现场墙板安装时锚环碰撞或间距过大。

8.3 安装与连接

8.3.1 多层墙板底部采用坐浆法安装墙板时，应检查墙板安装与调整过程中坐浆料的密实情况；当坐浆料不密实时应重新敷设坐浆料并安装墙板，再次检查验收。

8.3.2 锚环灌浆连接的施工应符合设计要求和产品标准的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 灌浆施工时环境温度应符合灌浆料产品使用说明书要求；环境温度低于 5℃

不宜施工。

2 灌浆料应在加水后规定时间内用完。

3 散落的灌浆料拌合物不得二次使用；剩余的拌合物不得再次添加灌浆料、水后混合使用。

8.3.3 坐浆料和灌浆料同条件养护试件抗压强度均分别达到其抗压强度标准值一半且不小于 20 N/mm^2 后，方可进行对接头有扰动的后续施工；临时固定措施的拆除应在坐浆料和灌浆料抗压强度能确保结构达到后续施工承载要求后进行。

8.3.4 外墙板接缝防水施工应符合下列规定：

1 防水施工前，应将板缝空腔清理干净；

2 应按设计要求填塞背衬材料；

3 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面平滑，其厚度应满足设计要求。

8.3.5 多层墙板结构预制构件安装尺寸允许偏差及检验方法应符合表 8.3.5 的规定。

表 8.3.5 多层墙板结构预制构件安装尺寸的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
构件中心线对轴线位置	基础	15	经纬仪及尺量
	竖向构件（柱、墙、桁架）	8	
	水平构件（梁、板）	5	
构件标高	梁、柱、墙、板底面或顶面	± 5	水准仪或拉线、尺量
构件垂直度	柱、墙	$\leq 6\text{m}$	经纬仪或吊线、尺量
		$> 6\text{m}$	
构件倾斜度	梁、桁架	5	经纬仪或吊线、尺量
相邻构件平整度	板端面		5
	梁、板	抹灰	5
	底面	不抹灰	3
	柱	外露	5
	墙侧面	不外露	8
构件搁置长度	梁、板	± 10	尺量
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙、桁架	10	尺量
墙板接缝	宽度	± 5	尺量
	中心线位置		

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 建筑施工应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的有关规定进行单位工程、分部工程、分项工程和检验批的划分和质量验收。

9.1.2 多层墙板结构的验收应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和本标准其他章节的有关规定。

9.1.3 多层墙板结构工程施工用的原材料、部品、构配件均应按检验批进行进场验收。

9.1.4 多层墙板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，连接盒的尺寸、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、预留线盒、线管的规格、数量、位置。
- 5 预制混凝土构件接缝处防水、防火等构造做法。
- 6 保温及其节点施工。
- 7 其他隐蔽项目。

9.1.5 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 钢筋套筒灌浆型式检验报告、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、灌浆料、坐浆材料强度检测报告。
- 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 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录。

10 装配式工程的其他文件和记录。

9.2 主控项目

9.2.1 预制构件的质量应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等标准的要求。

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。

9.2.2 预制构件结构性能检验应符合下列规定：

1 板类简支受弯预制构件的结构性能检验应符合下列规定：

1) 结构性能检验应符合现行国家标准的有关规定及设计要求，检验要求和试验方法应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 中附录 B 的规定；

2) 预制构件和允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；不允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和抗裂检验；

3) 对大型构件及有可靠应用经验的构件，可只进行裂缝宽度、抗裂和挠度检验；

4) 对使用数量较少的构件，当能提供可靠依据时，可不进行结构性能检验。

2 对其他预制构件，除设计有专门要求外，出厂时可不做结构性能检验；

3 对出厂时不做结构性能检验的预制构件，应采取下列措施：

1) 施工单位或监理单位代表应驻厂监督生产过程；

2) 当无驻厂监督时，预制构件出场时应对其主要受力钢筋数量、规格、间距、保护层厚度及混凝土强度等进行实体检验。

检验数量：同一类型预制构件不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 1 个构件进行结构性能检验。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体检验报告。

9.2.3 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。对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验；对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经

原设计单位认可，制定技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

9.2.4 预制构件临时固定措施应符合设计、专项施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

9.2.5 装配式结构采用后浇混凝土连接时，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。

9.2.6 钢筋采用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接时，灌浆应饱满、密实，所有出口均应出浆。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查灌浆施工质量检查记录、有关检验报告。

9.2.7 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接用的灌浆料强度应符合国家现行有关标准的规定及设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作 1 组且每层不应少于 3 组 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 160\text{ mm}$ 的长方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

9.2.8 预制构件底部接缝坐浆强度应满足设计要求。

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

检验方法：检查坐浆材料强度试验报告及评定记录。

9.2.9 预制构件采用锚环灌浆连接时，其质量应符合设计要求和施工质量验收文件的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工质量检查记录、有关检验报告。

9.2.10 预制构件的接缝防水施工应按设计要求制定专项施工及验收方案，防水施工质量应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

检验数量：应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

9.3 一般项目

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

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

9.3.2 预制构件粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

9.3.3 预制构件表面预贴饰面砖、石材等饰面及装饰混凝土饰面的外观质量应符合设计要求或国家现行有关标准的规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察或轻击检查；与样板比对。

9.3.4 预制构件上的预埋件、预留插筋、预留孔洞、预埋线盒、线管等规格型号、数量应符合设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

9.3.5 预制板类、墙板类构件外形尺寸偏差和检验方法应分别符合本标准的相关规定。

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

9.3.6 装饰构件的装饰外观尺寸偏差和检验方法应符合设计要求。

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的构件每次抽检数量不应少于该规格（品种）数量的 10%、且不少于 5 件。

9.3.7 装配式结构分项工程的施工尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合本标准的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

9.3.8 装配式混凝土建筑的饰面外观质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、对比量测。

9.3.9 混凝土强度应符合设计文件及国家现行有关标准的规定。

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

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

征求意见稿

10 施工安全与环境保护

10.1 施工安全

10.1.1 安装作业开始前，应对安装作业区进行围护并做出明显的标识，拉警戒线，并派专人负责看管，严禁与安装作业无关的人员进入安装现场。

10.1.2 施工单位应对从事预制构件吊装作业及相关人员进行安全培训与交底，明确预制构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的作业风险，并制定防止危险情况的处理措施。

10.1.3 保证吊装作业队伍的稳定，设备操作人员和指挥人员应专人专机，对设备性能熟悉，设备保养周期不宜超过 1 个月。

10.1.4 预制构件卸车时，应对车轮采取固定措施，应按照规定装卸顺序进行，并确保车辆平衡，避免由于卸车顺序不合理而导致车辆倾覆。

10.1.5 预制构件卸车后，应将构件按编号或按使用顺序，合理有序存放于构件存放场地，并应设置临时固定措施或采用专用插放支架存放，避免构件失稳造成构件倾覆。

10.1.6 装配式结构在绑扎柱、墙钢筋时，应采用专用高凳作业，当绑扎位置高于围栏时，作业人员应佩戴穿芯自锁保险带。

10.1.7 吊机吊装区域内，非工作人员严禁进入。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。

10.1.8 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于 6 级时，不得进行吊装作业。

10.2 环境保护

10.2.1 现场各类预制构件应分别集中存放整齐，严禁乱堆乱放，不得占用施工临时道路，做好成品保护和安全防护工作，做好防护隔离，并在醒目位置设置标识牌。

10.2.2 夹心保温外墙板和预制外墙板内保温材料，宜采用粘接板块或喷涂工艺的保温材料，其组成原材料应彼此相容，并应对人体和环境无害。

10.2.3 预制构件标志系统应采用绿色水性环保涂料或塑料贴膜等可清除材料。

10.2.4 预制构件施工中产生的粘接剂、稀释剂等易燃、易爆化学制品废弃物应及时收集送至指定储存器并按有关规定回收，严禁乱丢乱弃未经处理的废弃物。

10.2.5 预制构件运输过程中应制定减少扬尘的措施，应保持车辆整洁、路面清洁，防止机动车行驶产生扬尘造成的污染。

【条文说明】机动车行驶引起的道路扬尘约占场地扬尘总量的 60%以上，如果施工阶段对机动车行驶路面勤洒水，可收到很好的降尘效果。对于工地内裸露地面，应采取下列防尘措施之一：覆盖防尘布或防尘网；铺设礁渣、细石或其它功能相当的材料；晴朗天气时，视情况每周间隔洒水，扬尘严重时应加大洒水频次。

10.2.6 对于施工期产生的固废应在施工前向当地有关部门申报建筑垃圾运输处置计划，明确建筑垃圾的运输方式、线路和去向。

【条文说明】车辆运输散体材料和废弃物时，必须密闭、覆盖，禁止超载，防止洒落。施工建筑垃圾主要是各类建筑碎片、钢筋头、混合材料等，大部分为无害物，其中能回收的应尽可能回收，如废钢筋可运至废品回收单位处理，不能回收的待工程施工结束后，施工单位应及时组织人力和物力，尽快将工地建筑垃圾送往指定的倾倒地点进行处置。工程施工人员产生的生活垃圾必须集中分类收集，并且及时运输至当地生活垃圾场进行处理。

10.2.7 在满足施工期需要的前提下，尽量使用噪声低、振动小的设备，从声源上降低噪声；应合理安排施工时间，严格控制夜间施工，最大限度地避免夜间施工对环境的不利影响。

【条文说明】施工期必须使用的高噪声机械设备，应在其周围设置工棚，阻隔噪声的传播途径，减少噪声对周围和声环境敏感点的影响；应合理安排施工时间，严格控制夜间施工，最大限度地避免夜间施工对环境的不利影响，确因工艺要求必须连续 24 小时作业时，须在连续施工 3 日前按规定向当地环保部门办理夜间施工手续，经批准后，由施工单位认真实施降噪措施，并将审批的夜间施工手续悬挂工地显眼处，同时在居民出入处张贴施工告示，做好宣传解释工作，尽量取得公众的谅解，并接受公众和环保执法人员的监督。高噪声施工设备仅限于昼间作业，晚上 22 点至次日凌晨 6 点严禁施工。

10.2.8 施工废水应经沉淀后回用，不得将泥浆水直接外排。

【条文说明】施工期间如遇特殊情况将产生废水，施工废水主要为安装作业过程中冲洗、浸泡、溢流和水管泄漏等形成的施工污水，排放量较难估算，主要污染物为污水里的漂浮物，通过在工地现场修建废水沉淀池，废水经沉淀后回用，不得将泥浆水直接外排，须经沉淀澄清后通过水泵排出，如出现大雨、暴雨的极端情况，雨水也应经沉淀澄清后通过水泵排出。工程施工人员产生的生活污水须经化粪池处理后，方可排入就近市政污水排放管道。