

陕西省工程建设标准

预制空心竖向构件装配式混凝土结构技术规程

Technical specification for prefabricated hollow
vertical components and prefabricated concrete
structures

(征求意见稿)

《预制空心竖向构件装配式混凝土结构技术规程》编制组
2025 年 12 月

前　　言

根据陕西省住房和城乡建设厅、陕西省市场监督管理局发布的《关于下达2025年工程建设标准制定计划的通知》(陕建标发(2025)6号)文件的要求,编制组经充分调查研究,认真总结实践经验,并借鉴现行相关标准,结合我省实际,在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程的主要技术内容是:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.材料;5.建筑设计;6.结构设计基本规定;7.叠合空心框架结构设计;8.空心叠合剪力墙结构设计;9.构件生产与运输;10.施工安装;11.质量验收等。

本规程由陕西省住房和城乡建设厅负责归口管理,陕西省建设标准设计站负责日常管理,陕西省建筑设计研究院(集团)有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请反馈至陕西省建筑设计研究院(集团)有限公司(地址:陕西省西安市经济技术开发区文景路58号,邮编:710018,电话:029-87271682;邮箱:271725496@qq.com)。

本规程主编单位:陕西省建筑设计研究院(集团)有限公司

中天西北建设投资集团有限公司

本规程参编单位:中国建筑标准设计研究院有限公司

中国建筑西北设计研究院有限公司

西安建筑科技大学

重庆大学

西安工业大学

基准方中建筑设计股份有限公司

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

陕西凝远新材料科技股份有限公司

中联西北工程设计研究院有限公司

西安建筑科技大学设计研究总院

西安市保障房建设管理有限公司

陕西同济土木建筑设计有限公司

陕西中天建筑工业有限公司

陕西投资远大建筑工业有限公司

中建一局集团第三建筑有限公司

陕西万斯达建筑科技有限公司

本规程主要起草人员：刘卫辉 杨培娜 韩文龙 杨 森 白涌滔

肖 明 黄 炜 王世斌 王晓梅 周 剑

辛 力 刘振丰 吕建平 曾凡奎 贺晓晖

唐福平 李长明 张亚江 宋朝辉 委 旭

潘映兵 刘 挺 燕练武 李艳敏 刘 涛

单晓署 赵宏安 郭 庆 刘 飞 王 茹

张美渊 孟海乡 张俊利 赵福家 田 翔

杨 潇 黄舍荣 翁明水 代 婧 孙向东

孙 涛 蒋 黎 刘鸣泽

本规程主要审查人员：

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	5
4 材 料	8
5 建筑设计	9
5.1 一般规定	9
5.2 平、立面设计	9
5.3 内装与机电管线设计	9
6 结构设计基本规定	11
6.1 一般规定	11
6.2 结构分析	14
6.3 预制构件设计与选用	15
6.4 楼盖设计	16
6.5 连接设计	17
7 叠合空心框架结构设计	19
7.1 一般规定	19
7.2 预制构件设计	19
7.3 连接设计	20
8 空心叠合剪力墙结构设计	22
8.1 一般规定	22
8.2 预制空心墙板设计	22
8.3 连接设计	26
9 构件生产与运输	28
9.1 一般规定	28
9.2 原材料及配件	29
9.3 模具及设备	29
9.4 钢筋及预埋件	31
9.5 成型、养护及脱模	33
9.6 预制构件检验	35
9.7 存放、吊运及防护	39
9.8 资料及交付	40
10 施工	42
10.1 一般规定	42
10.2 施工准备	43
10.3 预制构件安装	45
10.4 钢筋工程	46
10.5 模板工程	47
10.6 混凝土工程	47

11 质量验收	49
11.1 一般规定	49
11.2 预制构件	50
11.3 安装与连接	51
11.4 文件与记录	53
本标准用词说明	54
引用标准名录	55

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(4)
4	Materials	(7)
5	Architectural design	(8)
5.1	General requirements	(8)
5.2	Plan and façade design	(8)
5.3	Internal fitting and conduit design	(8)
6	Basic requirements of structural design	(10)
6.1	General requirements	(10)
6.2	Structural analysis	(13)
6.3	Design and selection of precast components	(14)
6.4	Slab design	(15)
6.5	Connection design	(16)
7	Design of superimposed concrete frame	(17)
7.1	General requirements	(17)
7.2	Precast components	(17)
7.3	Connection design	(18)
8	Design of superimposed shear wall structure with precast concrete hollow wall panels	(20)
8.1	General requirements	(20)
8.2	Precast concrete hollow wall panel	(20)
8.3	Connection design	(23)
9	Production and transportation	(26)
9.1	General requirements	(26)
9.2	Raw materials and fitting	(27)
9.3	Mould and equipment	(27)
9.4	Reinforcement and embedded parts	(29)
9.5	Concrete molding, curing and demoulding	(31)
9.6	Precast component inspection	(32)
9.7	Lifting, stacking and protection	(36)
9.8	Data management and delivery	(38)
10	Construction	(40)
10.1	General requirements	(40)
10.2	Construction preparation	(41)
10.3	Erection of precast component	(42)
10.4	Reinforcing bar engineering	(44)
10.5	Formwork	(45)
10.6	Concrete	(45)
11	Quality acceptance	(47)

11.1	General requirements	(47)
11.2	Precast component	(48)
11.3	Erection and connection	(49)
11.4	Documents and recordings	(51)
	Explanation of wording	(52)
	List of quoted standards	(53)

1 总 则

1.0.1 为规范陕西省预制竖向空心构件装配整体式混凝土结构的技术应用,保障工程质量,做到安全适用、质量可靠、技术先进、经济合理,制定本规程。

【条文说明】预制竖向空心构件装配整体式混凝土结构采用的预制竖向构件沿构件截面部分预制,施工现场后浇混凝土完成竖向构件连接、形成整体。预制竖向空心构件装配整体式混凝土结构具有加工和施工简便高效、质量易控制、成本低、管控难度小等优点,契合当下工程实际需求,近年来在全国范围内得到了广泛应用,并体现出显著的技术和经济优势,逐步成为我国装配式建筑工程应用的主流技术体系。制定本规程的目的,是进一步规范、推动预制竖向空心构件装配整体式混凝土结构的工程应用。

1.0.2 本规程适用于陕西省抗震设防烈度为6度至8度地区的预制竖向空心构件装配整体式混凝土结构的设计、生产、运输、施工安装和质量验收。

1.0.3 预制竖向空心构件装配整体式混凝土结构的设计、生产运输、施工安装和质量验收除应符合本规程的规定外,尚应符合国家和陕西省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构 superimposed concrete structure

部分或全部竖向抗侧力构件采用预制竖向空心构件、空心部分现场后浇混凝土形成整体的结构,包括装配式空心叠合柱框架结构、装配式空心墙板叠合剪力墙结构及叠合框架-剪力墙结构。

2.1.2 预制空心柱 precast concrete hollow column

柱周边设置一系列沿高度方向贯通的竖孔,并配置箍筋及纵向构造钢筋的预制钢筋混凝土柱。

2.1.3 空心叠合柱 superimposed column with precast concrete hollow column

施工现场在预制空心柱竖孔内浇筑混凝土叠合而成的柱。简称叠合柱。

2.1.4 装配式空心叠合柱框架结构 superimposed concrete frame structure

部分或全部竖向抗侧力构件采用空心叠合柱,框架梁采用现浇梁或叠合梁的结构。简称叠合空心框架结构。

2.1.5 预制空心墙板 precast concrete hollow wall panel

设置有一系列沿高度方向贯通竖孔的预制钢筋混凝土墙板。

2.1.6 预制空心叠合剪力墙 superimposed shear wall with precast concrete hollow wall panel

施工现场在预制空心墙板竖孔内浇筑混凝土叠合而成的剪力墙。简称空心叠合剪力墙。

2.1.7 装配式叠合框架-剪力墙结构 superimposed concrete frame structure with shear wall

部分或全部采用叠合框架与空心叠合剪力墙或现浇剪力墙组成的结构。

2.1.8 装配式空心墙板叠合剪力墙结构 superimposed shear wall structure with precast concrete hollow wall panels

部分或全部竖向抗侧力构件采用预制空心叠合剪力墙的结构。简称空心叠合剪力墙结构。

2.1.9 钢筋机械连接 rebar mechanical splicing

通过钢筋与连接件或其他介入材料的机械咬合作用或钢筋端面的承压作用，将一根钢筋中的力传递至另一根钢筋的连接方法。

2.1.10 钢筋搭接连接 rebar lap splicing

在预制墙板竖孔内插入连接钢筋，浇筑后浇混凝土实现竖孔连接钢筋与预制墙板内钢筋传力的钢筋连接方式。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y —— 钢筋抗拉强度设计值。

2.2.2 作用效应

V_{jd} —— 持久设计状况下竖向接缝剪力设计值；

V_{ed} —— 地震设计状况下竖向接缝剪力设计值。

E

2.2.3 几何参数

b_w —— 剪力墙截面厚度；

b_f —— 剪力墙翼墙截面厚度；

l_c —— 约束边缘构件沿墙肢的长度；

d —— 钢筋直径；

h —— 层高；

l_a —— 受拉钢筋锚固长度；

l_{ae} —— 受拉钢筋抗震锚固长度；

l_{abE} —— 受拉钢筋抗震基本锚固长度；

l_d ——钢筋搭接长度。

2.2.4 计算系数及其他

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。

Δu ——楼层层间最大弹性位移；

Δu_p ——结构薄弱层（部位）层间弹塑性位移。

3 基本规定

3.0.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的设计协同应满足下列要求：

- 1** 应加强设计与项目策划、建筑方案、部品部件的生产、运输与组装、现场施工与安装、监督管理和工程咨询等建造实施主体间的工作协调；
- 2** 应为建筑产品全寿命期的使用、维护和改造等需求预留便利及可实施条件；
- 3** 结构设计应与建筑、机电、装修、幕墙、经济专业及其它相关专项设计进行协同，加强设计标准化和设计集成等方式和手段的运用；
- 4** 宜应用建筑信息化技术，信息化模型应涵盖全专业设计信息，实现设计、生产、运输、施工和运维全过程信息化管理。

【条文说明】预制竖向空心构件装配式混凝土结构的设计中采用建筑信息化技术，加强各专业协调配合，实现从设计到施工安装的全过程信息化管理，提高效率，提高质量，降低成本。

3.0.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的建筑设计应满足下列要求：

- 1** 建筑模数与尺寸协调设计，应符合现行国家标准《建筑模数协调统一标准》GB/T 50002 的规定；
- 2** 建筑设计应遵循少规格、多组合的原则，建筑基本单元和功能模块应标准化、系列化；
- 3** 对建筑系统和建筑部品宜进行集成设计，宜采用通用部品部件和标准接口，选用建筑集成部品；
- 4** 住宅建筑外纵墙门窗洞口尺寸宜与装配式剪力墙结构协调。

3.0.3 预制竖向空心构件装配式混凝土结构形式和设计方法应符合下列规定：

- 1** 结构形式应满足建筑功能、空间布局和立面形式的需求，且应符合建筑整体系统集成、建筑空间灵活划分和单元模块有机组合的要求；
- 2** 结构设计应遵循安全性、适用性、易建性及经济性相结合的原则；
- 3** 结构设计应采用标准化设计方法，宜优先选用标准尺寸和配筋构造的构配件、标准化的构件连接做法与构造措施、结构构件与建筑部品的标准化接口及满足标准化生产和施工的其它设计内容；
- 4** 采取的结构装配方案和技术措施应合理、完整、有效。

3.0.4 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的构件设计应符合下列规定：

- 1** 结构构件宜采用符合模数及模数协调要求的设计尺寸，预制构件、现浇构件应满足生产和施工中采用标准尺寸组合模具和模板的要求；
- 2** 预制构件宜与建筑围护、机电管线和室内装修等系统中的部品部件进行

集成设计，采用结构与建筑功能及性能集成的建筑部品部件；

3 预制构件尚应满足制作、存储、运输及施工吊装等要求，且应便于施工安装和质量控制。

3.0.5 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的预制构件连接设计应符合下列规定：

1 预制构件的连接部位宜设置在结构受力较小及安装方便的部位，并应综合考虑建筑功能与正常使用、建筑装修及设备管线设置等的要求，避免产生不利的影响；

2 预制构件的连接节点及接缝应受力明确、传力可靠、构造简单、施工方便、质量可控，并应满足承载力、延性和耐久性的要求；

3 宜通过结构整体的设计优化、结构系统与其它建筑系统的设计集成等，实现预制构件连接设计与施工的标准化。

3.0.6 预制竖向空心构件装配式混凝土结构施工图设计的内容和深度除应满足现行国家和地方有关施工图设计文件编制深度的规定外，尚应满足预制构件制作详图的编制要求和安装施工专项方案编制的要求；并应包括下列内容：

1 预制构件制作、存放、运输和安装施工的设计说明；

2 预制构件模板图和配筋图，当选用标准尺寸构件时，应提供标准设计图集的名称、编号、版本号及具体选用构件编号等，应提供构件明细表或索引图；

3 预制构件连接计算和连接构造大样图；

4 典型预制构件制作详图，应对建筑、机电、装修等专业在预制构件上的预留洞口、预埋管线、预埋件和连接件进行综合并进行碰撞检查；

5 预制构件制作、安装施工的工艺流程及质量验收要求；

6 连接节点施工质量检测和验收要求。

3.0.7 预制构件制作详图应根据结构施工图的内容和要求进行设计深化，设计深度应满足预制构件制作、工程量统计的需求和安装施工的要求，并应包括下列内容：

1 预制构件制作和使用说明，包括对材料、制作工艺、模具、质量检验、运输要求、堆放存储和安装施工要求等的规定；

2 预制构件的平面和竖向布置图，包括预制构件生产编号、布置位置和数量等内容；

3 预制构件模板图、配筋图和预埋件加工详图及布置图；

4 预制构件材料和配件明细表；

5 预制构件在制作、运输、存储、吊装和安装定位、连接施工等阶段的复核计算和预设连接件、预埋件、预留洞口和临时固定支撑等的设计。

3.0.8 预制竖向空心构件装配式混凝土结构设计应考虑预制构件现场实施的有关情况，在设计文件提出安全施工、质量控制、工艺保证等方面的施工专项设计要求，并应符合下列规定：

- 1** 对垂直运输设备与主体结构附着固定、吊重及吊装方式控制、吊具类型及吊点设置等内容，应在设计文件中提出明确的设计要求；
- 2** 对施工现场设置预制构件临时支撑的要求。

【条文说明】预制竖向空心构件装配式混凝土结构设计中，结构设计与施工专项设计的配合要求更高。本条对结构设计文件所需提出的重要的施工专项设计要求进行了规定；结构设计中，还需根据工程特点与需要，提出与工程相关的特定专项设计要求，以保障工程的顺利实施。

3.0.9 施工图设计文件中应明确预制构件现场连接节点的质量检验要求；预制构件的现场连接质量应进行施工阶段质量控制与检验、验收阶段检验两阶段控制；预制构件现场连接节点应满足国家相关标准要求。竖向预制构件竖孔在大面积浇筑混凝土前，应进行工艺试验验证混凝土配合比、浇筑工艺的可行性，以保证后浇混凝土的密实度。

【条文说明】后浇混凝土的浇筑质量直接影响预制竖向空心构件装配式混凝土结构的整体性和结构安全，虽然竖孔内后浇混凝土的浇筑施工和质量监督较套筒灌浆难度明显降低，但仍需对后浇混凝土的浇筑进行重点管控。为保证后浇混凝土的密实性，提出了工艺评定与施工质量检测的要求。

4 材 料

4.0.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构中混凝土、钢筋的选用及其各项性能指标均应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定；钢材的各项性能指标应符合现行国家标准《钢结构通用规范》GB 55006 和《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。

4.0.2 钢筋机械连接接头的性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

【条文说明】剪力墙边缘构件竖向受力钢筋连接可采用机械连接。

4.0.3 预制构件的吊环应采用 HPB300 钢筋或 Q235B 圆钢制作。吊装用内埋式螺母及吊杆的材料应符合国家现行相关标准的规定。

4.0.4 构件的混凝土强度等级应符合下列规定：

1 竖向预制构件竖孔、水平接缝和竖向接缝的混凝土强度等级不应低于竖向预制构件的混凝土强度等级；

2 水平预制构件叠合层及预制底板后浇拼缝的混凝土强度等级不宜低于对应构件的混凝土设计强度等级；

3 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30。

4.0.5 竖向预制构件竖孔或水平接缝内的后浇混凝土的粗骨料粒径不宜大于 20 mm，坍落度不小于 200 mm，可采用细石混凝土或自密实混凝土。混凝土坍落度及施工方法宜通过现场工艺试验确定。

【条文说明】为保证竖向预制构件竖孔或水平接缝内后浇混凝土密实，宜采用流动性较好的混凝土进行浇筑。工程实践表明，竖向预制构件竖孔或水平接缝内浇筑符合本条规定的混凝土、采用振捣棒逐孔振捣，可保证上述部位后浇混凝土浇筑密实。后浇混凝土的粗骨料粒径不宜大于 20 mm，不应大于 25 mm。

4.0.6 预制构件成孔用金属波纹管宜采用碳素结构钢冷轧钢带或连续热镀锌钢带制作，钢带厚度不应小于 0.2mm，成型后波纹高度不应小于 2.5mm，金属波纹管的其他构造应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T225 的有关规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 建筑设计应符合建筑功能和性能要求，并宜采用主体结构、装修和设备管线的装配化集成技术。

5.1.2 建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB50002 的规定。

5.2 平、立面设计

5.2.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的建筑平面宜简单、规则、对称，宜采用大开间、大进深的平面布置。

【条文说明】本条规定的目的一是为了避免扭转不规则和凹凸不规则。大开间、大进深的平面布置有利于合理布置承重墙及管井，还可以为使用提供适当的灵活性，满足建筑功能需求的变化。

5.2.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构建筑的楼梯间、电梯间、公共管井、厨房和卫生间等模块宜进行组合设计；厨房和卫生间的平面布置宜上下对齐，装修后的净空间尺寸宜满足规格化、定型化部品部件的安装要求。

【条文说明】采用楼梯间、电梯间、厨房、卫生间和公共管井等模块进行组合设计，有利于采用规格化、定型化的部品部件，降低成本，规格化、定型化的部品部件包括标准化整体橱柜和标准化整体卫浴。

5.2.3 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的竖向承重构件宜上下连续，门窗洞口宜上下对齐、成列布置。

【条文说明】本条规定的目的一是为了避免出现竖向不规则。

5.3 内装与机电管线设计

5.3.1 室内装修宜减少现场湿作业。

5.3.2 室内装修设计应与建筑设计、设备与管线设计同步进行，宜采用装配式楼地面、墙面和吊顶。

5.3.3 给水排水、暖通空调、电气、燃气等设备与管线应综合设计；宜选用模块化产品，接口应标准化，并预留扩展空间。

5.3.4 设备管线宜采用与主体结构构件分离的布置方式。竖向管线布置在预制空心墙板内时，宜避开边缘构件。

【条文说明】预埋管线较多会降低预制构件生产效率，因此，管线宜与主体结构构件分离，将室内管线布置在装饰墙面、地面架空层、吊顶或隔墙空腔内。边缘

构件竖孔布置及钢筋配置较为密集，因此，管线无法与主体结构分离时，应尽量避开边缘构件位置。

5.3.5 公共管线、阀门、检修口、计量仪表、电表箱、配电箱、智能化配线箱等，宜统一集中设置在公共区域。

5.3.6 设备管线穿过楼板的部位，应采取防水、防火、隔声、密封等措施。

6 结构设计基本规定

6.1 一般规定

6.1.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构设计,本章未作规定的,应按现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定执行。

6.1.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构房屋的最大适用高度应符合表 6.1.1 的规定,对下列情况的房屋最大适用高度宜进行调整:

1 具有下列情况之一时,房屋最大适用高度宜按表 6.1.2 中数值降低 5 m; 同时存在下列两种及以上情况时,房屋最大适用高度宜降低 10 m;

- 1)** 结构平面和竖向均不规则;
- 2)** 超过 50% 的楼层扭转位移比大于 1.2;
- 3)** 在规定的水平地震作用下,短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩大于结构底部总地震倾覆力矩 30%;
- 4)** 预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 80%。

2 装配式部分框支剪力墙结构框支层不超过地上 2 层时,房屋最大适用高度宜按表 6.1.2 中数值降低 10 m 采用; 框支层为 3 层及以上时,房屋最大适用高度宜按表 6.1.2 中数值降低 20 m 采用。

表 6.1.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构房屋的最大适用高度(m)

结构类型	抗震设防烈度			
	6 度	7 度	8 度(0.20g)	8 度(0.30g)
叠合空心框架结构	60	50	40	30
空心叠合剪力墙结构	130	110	90	70
叠合框架-剪力墙结构	100	90	70	50

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

【条文说明】抗震设计时,高层装配整体式剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙; 抗震设防烈度为 8 度时,不宜采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构。

6.1.3 预制竖向空心构件装配式混凝土结构应根据设防类别、设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级,并应符合相应的内力调整和构造措施要求。

1 丙类预制竖向空心构件装配式混凝土结构的抗震等级应按表 6.1.2 确定。

表 6.1.3 丙类预制竖向空心构件装配式混凝土结构的抗震等级

结构类型	设防烈度
------	------

		6 度		7 度		8 度		
叠合空心框架结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	
	框架	四	三	三	二	二	一	
	跨度不小于 18m 的框架	三		二		一		
空心叠合剪力墙结构	高度 (m)	≤80	>80	≤24	>24 且 ≤80	>80	≤24	>24 且 ≤80
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二
叠合框架-剪力墙结构	高度 (m)	≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60
	框架	四	三	四	三	二	三	二
	剪力墙	三		三	二		二	一
装配式部分框支剪力墙结构	高度 (m)	≤80	>80	≤24	>24 且 ≤80	>80	≤24	>24 且 ≤80
	现浇框支框架	二	二	二	二	一	一	一
	底部加强部位 剪力墙	三	二	三	二	一	二	一
	其他区域剪力墙	四	三	四	三	二	三	二

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

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

2 乙类预制竖向空心构件装配式混凝土结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；当建筑场地为Ⅰ类时，仍可按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

6.1.4 预制竖向空心构件装配式混凝土结构建筑的高宽比不宜超过表 6.1.4 的规定。

表 6.1.4 预制竖向空心构件装配式混凝土结构建筑的适用高宽比

结构类型	抗震设防烈度		
	6 度	7 度	8 度
叠合空心框架结构	4	4	3
空心叠合剪力墙结构、空心叠合剪力墙结构	6	6	5

【条文说明】房屋建筑的高宽比与建筑方案密切相关，建筑方案设计阶段即宜注意高宽比。虽然高宽比并不直接影响结构安全，但过大的高宽比可能增加结构成

本。

6.1.5 预制竖向空心构件装配式混凝土结构应根据建筑平面和形体特征等合理划分结构单元，结构单元的平面形状宜简单、规则、对称、完整，结构单元平面内的质量和刚度分布宜均匀，质心与刚心的平面位置宜接近。

【条文说明】本条文根据国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3等的相关规定编写。

6.1.6 预制竖向空心构件装配式混凝土结构竖向布置宜连续、均匀、完整，并应符合国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定。

6.1.7 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的屋面及立面收进的楼层，应在预制空心墙板顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁，其他楼层应在预制空心墙板设置连续的水平现浇带。后浇圈梁及水平现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。

6.1.8 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的剪力墙布置应符合下列规定：

- 1 剪力墙应沿两个主轴方向或其他方向双向布置。
- 2 剪力墙宜自下而上连续布置，避免侧向刚度突变。
- 3 抗震等级为一、二、三级时，底部加强部位不宜采用错洞墙，建筑全高不宜采用洞口局部重叠的叠合错洞墙。

6.1.9 预制竖向空心构件装配式混凝土结构构件的承载力抗震调整系数(γ_{RE})应按表 6.1.9 采用，竖向地震为主的地震组合内力起控制作用时承载力抗震调整系数(γ_{RE})应取为 1.00。

表 6.1.9 承载力抗震调整系数 γ_{RE}

结构构件	梁	柱		抗震墙	各类构件
		轴压比 <0.15	轴压比 ≥0.15		
受力状态	受弯	偏压		偏压	受剪、偏拉
γ_{RE}	0.75	0.75	0.80	0.85	0.85

6.1.10 预制构件应进行脱模、翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下施工验算，并应符合国家现行标准《混凝土工程施工规范》GB 50666和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定。

【条文说明】大型预制构件在脱模、起吊、运输、安装等各个环节的设计验算是不能忽视的，预制构件设计应考虑施工阶段的附加要求，对制作、运输、安装等过程中可能存在的安全性问题及影响使用的问题等应予以重视。

6.1.11 预埋件和连接件等外露金属件应综合考虑正常使用和施工阶段的要求及特点，按不同环境类别进行封闭或防腐、防火处理，并应符合耐久性要求。

6.2 结构分析

6.2.1 在各种设计状况下，预制竖向空心构件装配式混凝土结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，地震设计状况下宜对现浇抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力进行适当放大。

【条文说明】当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，地震设计状况下现浇抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力放大系数宜采用1.1。

6.2.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构叠合构件的承载力计算应符合下列规定：

- 1** 按现浇钢筋混凝土构件计算承载力；
- 2** 构件截面尺寸可采用预制和后浇混凝土的总截面尺寸，混凝土强度等级采用预制部分的混凝土强度等级；
- 3** 计算剪力墙的正截面受压承载力时，应计入边缘构件竖向受力钢筋、墙身竖向受力钢筋；计算剪力墙的斜截面受剪承载力时，应计入预制空心墙板内的水平分布钢筋。

【条文说明】试验研究表明，剪力墙的正截面受压承载力试验值均大于按国家现行标准现浇钢筋混凝土构件相应承载力计算值，因此，可按现浇混凝土构件计算其承载力。

6.2.3 预制竖向空心构件装配式混凝土结构弹性分析应符合下列规定：

- 1** 按现浇钢筋混凝土结构进行弹性分析；
- 2** 可假定叠合楼板楼盖和现浇楼盖在自身平面内为无限刚性，也可假定在自身平面内为弹性；当楼板局部不连续时，宜假定在自身平面内为弹性；
- 3** 楼面梁的刚度可计入楼板的翼缘作用予以增大，刚度增大系数可根据翼缘情况取为1.3~2.0。

6.2.4 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大位移与层高之比($\Delta u/h$)的限值宜按表6.2.4采用。

表6.2.4 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构类型	$\Delta u/h$ 限值
叠合空心框架结构	1/550
空心叠合剪力墙结构	1/1000
叠合框架-剪力墙结构	1/800

6.2.5 结构抗震设计需要进行罕遇地震作用下结构弹塑性变形分析和抗震性能评估时，可按国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定进行。

6.3 预制构件设计与选用

6.3.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构中的预制构件宜采用标准化设计的方法，宜选用通用构件，并应符合下列规定：

- 1** 楼板、楼梯等预制构件类型应选用标准尺寸的通用构件，柱、剪力墙、梁、悬挑板等预制构件类型宜选用标准尺寸的通用构件；
- 2** 预制构件应采用标准化的配筋构造形式及做法，并宜与标准化的接口进行设计协调。

【条文说明】2021年，住建部发布了《装配式混凝土结构住宅主要构件尺寸指南》等三本与通用部品部件及连接接口的选用与设计相关的指南；近几年，陆续发布了一系列与标准化相关的技术标准，如《工业化住宅尺寸协调标准》《装配式住宅建筑设计选用标准》等。这些工作对推动和引导全国各地区、主要行业及企业在建筑工程的设计与生产中，大力提升建筑设计和建筑产品、建造过程的标准化程度具有极大地指导意义。装配式建筑的发展与部品部件是不可分的，预制构件与部件的标准化是发展的重要内容与任务之一。本规程按预制构件的类型提出了通用构件及标准连接接口等的选用设计、标准化设计及设计协调的要求，这些内容是装配式结构设计中应采用的具体方法，也是评价装配式建筑水平的重要标志。

6.3.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的预制构件在平面布置及构造设计中，应与机电设备、室内装修等专业进行设计协调，宜采用集成设计，并应符合下列规定：

- 1** 预制部件表面不宜设置需要装修封堵的凹槽；
- 2** 埋置在预制构件内的水电管线、孔洞、插接线盒的布置范围、位置和尺寸等，应与预制构件及其连接的钢筋、连接件、拉结件、预埋件、施工吊件及支撑件等进行协调；不应采用截断预制构件的纵向受力钢筋及连接钢筋的做法，不

应采用可能导致预制构件的连接件、拉结件、预埋件、施工吊件及支撑件等失效的做法；

3 剪力墙厚度小于 300 mm 时，强电和弱电配电箱、消火栓等不宜设置在剪力墙内；当需要埋置在墙板构件内时，应满足下列要求：

- 1) 不应放置在短肢墙剪力墙内及剪力墙的边缘构件区；
- 2) 管线布置宜分散，应避免或减少管线对墙体与楼板连接处产生较大削弱；
- 3) 削弱部位采取补强措施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 楼盖设计

6.4.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的楼盖可采用叠合楼盖。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的楼层及顶层宜采用现浇楼盖。

6.4.2 屋盖采用叠合楼盖时，叠合层厚度应适当加大，且叠合层应配置双向通长钢筋，钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 150mm。

【条文说明】屋盖采用叠合楼盖时，在叠合层配置双向通长钢筋作为抗裂钢筋控制温度裂缝，本条文给出了抗裂钢筋的构造要求。

6.4.3 叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 进行设计，并应符合下列规定：

- 1 叠合板后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60 mm；
- 2 跨度小于 3.0 m 时，宜采用预制钢筋混凝土底板；
- 3 跨度不小于 3.0 m 时，宜采用预制桁架钢筋混凝土底板；
- 4 跨度不小于 6.0 m 时，宜采用预制预应力混凝土底板或预制空心混凝土底板；

【条文说明】参考现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定给出了叠合板的设计选型原则。特殊条件下，叠合板小范围局部降板区域后浇混凝土叠合层厚度可减小至 40 mm。

6.4.4 叠合板预制底板的纵向受力钢筋不伸入支座时（图 6.4.4），应符合下列规定：

- 1 叠合层厚度不应小于 70 mm；

2 支座处应在预制底板板面配置垂直于板端的搭接钢筋，搭接钢筋直径不应小于8mm、间距不宜大于250mm，截面积不应小于本规程第6.4.5条规定计算值，也不应小于预制底板跨中同方向受力钢筋面积的1/3，抗拉、抗压强度设计值不应低于与搭接钢筋平行的预制底板同方向受力钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

3 端支座处，搭接钢筋伸入叠合层的长度(h)不应小于钢筋受拉锚固长度(la)的1.2倍；当板端承担负弯矩时，搭接钢筋伸入支承梁或墙的长度(h)不应小于15d且宜伸至支座中心线；当板端承受正弯矩时，搭接钢筋伸入支承梁或墙的长度(h)不应小于受拉锚固长度(la)。

4 中间支座处，搭接钢筋应贯通支承梁或墙，且每侧伸入叠合层的长度($l1$)不应小于钢筋受拉锚固长度(la)的1.2倍。

5 搭接钢筋伸入叠合层的长度范围内应布置垂直于搭接钢筋的横向钢筋，横向钢筋直径不宜小于6mm，数量不宜少于2根，且宜与搭接钢筋绑扎。

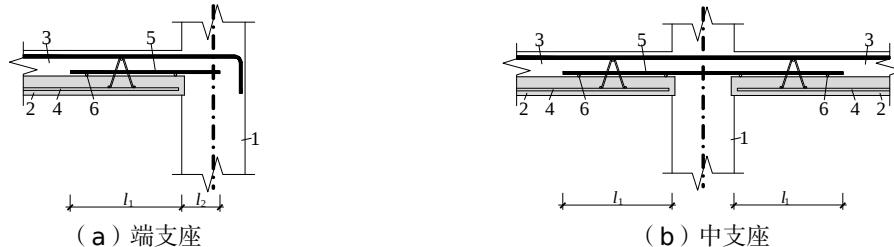


图6.4.4 预制底板纵向受力钢筋不伸入支座构造示意图

1—支座(墙或梁)；2—预制底板；3—叠合层；4—板底钢筋；5—搭接钢筋；6—横向钢筋

6.4.5 预制底板的纵向受力钢筋不伸入支座时，叠合板板端截面承载力计算应符合下列规定：

1 计算板端负弯矩受弯承载力时，截面有效高度可取叠合层纵向钢筋中心线至预制底板板底的距离；

2 当楼板参与抗侧力计算时，板端构造符合本规程第6.4.4条的规定、计算板端正弯矩受弯承载力时，搭接钢筋可作为受拉钢筋，截面有效高度可取搭接钢筋中心线到叠合层上表面的距离。

3 叠合板支座构造符合本规程第6.4.4条的规定时，可不验算板端受剪承载力。

6.5 连接设计

6.5.1 叠合柱及空心叠合剪力墙水平接缝宜设置在楼面标高处，水平接缝后浇混凝土应与叠合柱及空心叠合剪力墙竖孔内后浇混凝土同时浇筑。

6.5.2 除抗震等级为一级的空心叠合剪力墙，当叠合柱、空心叠合剪力墙水平接缝构造及接缝处钢筋连接构造符合本规程的相关规定时，可不验算水平接缝的

受剪承载力。

6.5.3 在地震设计状况下, 抗震等级为一级的空心叠合剪力墙水平接缝的受剪承载力宜按下式计算:

$$V_{uE} = 0.6 f_y A_{sd} + \delta N \quad (6.5.3)$$

式中: V_{uE} —— 地震设计状况下剪力墙底部水平接缝受剪承载力设计值;

f_y —— 垂直穿过水平接缝的竖向钢筋抗拉强度设计值;

A_{sd} —— 垂直穿过水平接缝的竖向钢筋面积;

N —— 与剪力设计值 V 相应的垂直于水平接缝的轴向力设计值, 压力时取正值, 拉力时取负值; 当大于 $0.6 f_c b_w h_{w0}$ 时, 取为 $0.6 f_c b_w h_{w0}$; 此处 f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值, b_w 为剪力墙厚度, h_{w0} 为剪力墙截面有效高度;

δ —— 系数, N 为压力时取为 0.8, N 为拉力时取为 0.6。

7 叠合空心框架结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 房屋高度不大于 24 m 的叠合空心框架结构可全高采用叠合柱；房屋高度大于 24 m 的叠合空心框架结构的首层柱采用叠合柱时，应采取可靠的技术措施。

【条文说明】参考现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231，编写本条文。房屋高度大于 24 m 的叠合空心框架结构的首层柱采用叠合柱时，应采取控制框架柱的轴压比等技术措施。

7.1.2 叠合框架-剪力墙结构中的框架柱宜采用叠合柱，剪力墙可采用现浇墙或带边框的空心叠合剪力墙，叠合柱和空心叠合剪力墙的设计应符合本规程的有关规定。

7.2 预制构件设计

7.2.1 预制空心柱的构造应符合下列规定：

- 1** 预制空心柱宜采用矩形截面，截面边长不宜小于 500 mm；
- 2** 预制空心柱角部应设置竖孔，相邻角部竖孔净距大于 400 mm 时，宜在相邻角部竖孔间增设竖孔；
- 3** 竖孔的直径或边长不宜小于 90 mm，且不宜大于 200 mm，竖孔壁厚不应小于 30 mm；
- 4** 预制空心柱箍筋、拉筋构造应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中对现浇柱的有关规定；箍筋宜采用复合箍筋，采用普通箍筋时，普通箍筋弯钩应避开竖孔；
- 5** 预制空心柱底面中心位置宜设置排气管，排气管直径不宜小于 16 mm。

7.2.2 框架梁宜采用叠合梁，叠合梁的构造应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

【条文说明】叠合空心框架结构的框架梁宜采用叠合梁，楼面荷载较大、梁跨度较大时，也可采用预应力技术。

7.2.3 次梁宜采用预制混凝土梁或钢梁，次梁与主梁宜采用铰接连接，节点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 的有关规定。

【条文说明】叠合空心框架结构次梁宜采用预制混凝土梁或钢梁，在施工过程中作为楼盖系统的支撑，实现楼盖的免支模、免支撑施工。

7.3 连接设计

7.3.1 上下层预制空心柱宜在楼面标高处连接，可采用柱底密接缝连接或柱底后浇段连接，柱底密接缝或柱底后浇段内混凝土与竖孔内混凝土同时浇筑。

7.3.2 梁纵向钢筋在后浇节点区内可采用直线锚固、弯折锚固或机械锚固，其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定，梁纵向钢筋宜避开预制空心柱竖孔范围；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。

【条文说明】梁纵向钢筋在节点区宜避开预制空心柱竖孔范围，无法完全避让时，应保证预制空心柱竖孔内后浇混凝土的浇筑和振捣空间需求。

7.3.3 对框架顶层端节点，梁下部纵筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板的锚固方式，此时锚固长度不应小于受拉钢筋抗震锚固长度 l_{aE} 的 0.6 倍，框架梁和叠合柱的纵向受力钢筋在后浇节点区的锚固和连接应符合下列要求：

1 柱宜伸出屋面并满足柱纵向受力钢筋锚固要求，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；伸出段内箍筋间距不应大于柱纵向受力钢筋直径的 5 倍，且不应大于 100 mm；梁上部纵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筋在后浇节点区搭接，此时梁上部纵筋弯折伸入柱外侧竖孔内，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《混凝土结构设计标准》GB/T 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；梁上部纵筋弯折伸入的柱外侧竖孔的直径或边长不宜小于 150 mm；

3 柱外侧纵向受力钢筋也可与梁上部纵筋在后浇节点区内采用机械连接接头连接，机械连接接头宜选用正反丝直螺纹接头或套筒挤压接头，柱内侧纵向受力钢筋宜采用锚固板等机械锚固措施。

【条文说明】叠合框架梁柱中间层中间节点、中间层端节点、顶层中间节点可采用传统装配式框架结构梁柱节点构造。叠合框架顶层端节点中，梁、柱钢筋在节点中的锚固和连接方式是决定施工可行性以及节点受力性能的关键。叠合框架顶层端节点可采用柱向上延伸、梁柱外侧钢筋搭接或梁柱外侧钢筋机械连接等三种形式，其中柱向上延伸、梁柱外侧钢筋搭接两种节点构造与传统装配式框架结构梁柱节点构造类似，梁柱外侧钢筋机械连接节点构造传力更为直接且节点区钢筋数量少，现场后浇节点区混凝土浇筑质量易于保证，机械连接接头宜选用正反丝直螺纹接头或套筒挤压接头。梁、柱纵向受力钢筋宜采用较粗直径，避免节点核心区梁柱钢筋过多，影响预制构件安装及后浇节点区混凝土浇筑。梁、柱纵向受力钢筋在节点核心区锚固位置冲突时，可弯折避让，弯折角度不宜大于1:6。

8 空心叠合剪力墙结构设计

8.1 一般规定

8.1.1 10 层以下且房屋高度不大于 28 m 的居住建筑装配整体式剪力墙结构可全高采用预制空心叠合剪力墙, 其边缘构件可现浇或预制。高层建筑装配整体式剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜现浇, 采用预制空心叠合剪力墙时应符合下列规定:

- 1 约束边缘构件阴影区宜现浇;
- 2 构造边缘构件可现浇或预制。

8.1.2 剪力墙的轴压比应符合下列规定:

- 1 轴压比限值应符合国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 现浇剪力墙的有关规定;
- 2 计算轴压比时, 墙厚应取剪力墙的总厚度, 混凝土强度等级应取预制部分的混凝土强度等级。

【条文说明】规定了计算轴压比时截面厚度和混凝土强度的取法。

8.1.3 预制空心叠合剪力墙的边缘构件设置应符合下列规定:

- 1 预制空心叠合剪力墙应按照国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 现浇剪力墙的有关规定设置约束边缘构件、构造边缘构件;
- 2 预制空心叠合剪力墙约束边缘构件、构造边缘构件的范围及其最小配筋不应低于国家现行标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 现浇剪力墙的有关规定和本规程的有关规定, 边缘构件竖向受力钢筋尚应满足承载力要求。

【条文说明】预制空心叠合剪力墙约束边缘构件和构造边缘构件的设置要求, 与国家现行标准现浇剪力墙的要求一致。

8.2 预制空心墙板设计

8.2.1 预制空心墙板可由墙肢、(连)梁、非承重墙体、门窗洞口等组成, 宜选用通用构件和标准接口。

【条文说明】根据装配式建筑工程实践的经验总结和建筑工业化发展的要求, 预制空心墙板的选用及设计需要体现标准化的原则, 可以通过设计集成与设计协同实现更多的建筑结构功能与性能提升, 也可以有更丰富的形式。具体要求可包括: 1) 应体现建筑的标准化和工业化特征; 2) 应满足结构的安全性与合理性要求,

提高施工安装的简便性与高效性；3) 预制空心墙板及组合应适应建筑功能空间完整及灵活可变的需求；4) 预制墙板及洞口尺寸应满足建筑门窗部品安装的标准化要求。

8.2.2 预制空心墙板的形状尺寸（图 8.2.2）应符合下列规定：

1 预制空心墙板厚度不应小于 180mm，且不宜小于 200mm，宜采用一字形截面；采用 L 形、T 形或 U 形截面时，预制空心墙板的短边宽度尺寸不宜大于 500 mm；

2 带门窗洞口的预制空心墙板（图 7.2.2），洞口两侧墙肢宽度不宜小于 250 mm；洞口上方梁高度不宜小于 250 mm；窗洞口下方墙体高度不宜小于 250 mm。

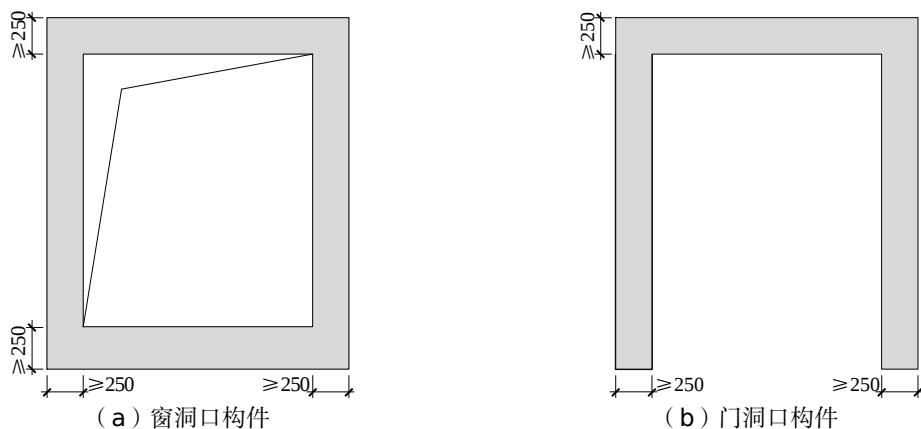


图 8.2.2 带洞口预制空心墙板尺寸要求示意

【条文说明】 预制空心墙板采用平模生产，考虑预留竖孔对预制空心墙板生产过程中混凝土浇筑、振捣的影响，建议预制空心墙板采用一字形截面。特殊条件下需要采用 L 形、T 形或 U 形截面时，伸出预制空心墙板整体平面的短边宽度尺寸不宜大于 500 mm，避免预制空心墙板角部混凝土浇筑不密实。

8.2.3 预制空心墙板墙身区域的构造应符合下列规定：

1 应设置贯通全高的竖孔，竖孔可为圆孔或椭圆孔；竖孔在墙板厚度方向的尺寸不应小于 90 mm，在墙板宽度方向的尺寸宜为 90 mm ~ 300 mm；相邻竖孔间的中心距不宜大于 400 mm，竖孔净距不宜小于 50mm，端部竖孔中心距离预制空心墙板端部的距离不宜大于 350 mm；

2 底部应设置水平槽，水平槽端部距离预制空心墙板端部的距离不宜小于 100 mm，水平槽两端宜设置排气管；

3 应配置竖向、横向分布钢筋形成双层钢筋网，横向分布钢筋直径不应小于 8mm，竖向受力钢筋直径不宜小于 16 mm，最小配筋率不应小于现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 中对现浇剪力墙的有关规定；墙身竖向构造钢筋直径不应小于 6mm，间距不宜大于 200mm，双层钢筋网之间应设

置拉结筋，拉结筋直径不应小于 6 mm，水平间距不宜大于 400 mm，竖向间距不宜大于 600 mm，可采用一端 90° 弯钩、一端 135° 弯钩。

8.2.4 含门窗洞口的预制空心墙板的构造应符合下列规定：

1 预制边缘构件区域应设置贯通全高的竖孔，竖孔可为圆孔或椭圆孔；竖孔在墙板厚度方向的尺寸不宜小于 90 mm，在墙板宽度方向的尺寸宜为 90 mm ~ 200 mm；边缘构件竖向受力钢筋应满足受弯承载力的要求，且最小配筋面积不应小于现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 中对现浇剪力墙的有关规定；

2 窗下墙设计为非结构构件时，窗下墙应采用局部设置轻质填充材料的做法，轻质填充材料可采用模塑聚苯乙烯泡沫塑料板（EPS）或挤塑聚苯乙烯泡沫板（XPS）；应设置贯通窗下墙全高的竖孔，竖孔可为圆孔或椭圆孔，竖孔在墙板厚度方向的尺寸不宜小于 90 mm，在墙板宽度方向的尺寸宜为 90 mm ~ 300 mm；窗下墙竖孔净距、窗下墙竖孔与相邻边缘构件竖孔的净距不宜大于 600 mm，窗下墙底部应设置水平槽；窗下墙应配置双层钢筋网，水平和竖向钢筋直径不宜小于 6 mm，间距不宜大于 200 mm，窗下墙水平钢筋伸入预制边缘构件区域的长度不应小于 150 mm；

3 洞口上方连梁宜与两侧墙肢整体预制，连梁底面纵筋直径不宜大于 22 mm，可布置于边缘构件竖向构造钢筋外侧，宜在纵筋锚固范围内配置拉筋，拉筋紧靠纵筋并勾住边缘构件竖向钢筋，拉筋直径不宜小于 8 mm；连梁底面纵筋可采用锚固板等机械锚固措施，此时锚固长度不应小于 $0.4 l_{abE}$ ，且应伸过边缘构件竖向钢筋；连梁腰筋在预制边缘构件区域内与相邻边缘构件箍筋搭接连接，连梁腰筋伸入预制边缘构件区域的长度不应小于 l_{aE} ；连梁箍筋宜采用“底边长、顶边短”的梯形箍筋，箍筋弯钩宜设置在连梁预制部分（图 8.2.4）。

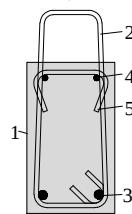


图 8.2.4 叠合梁构造示意

1—预制梁；2—箍筋；3—底面纵筋；4—腰筋；5—拉筋

8.2.5 预制空心墙板底部水平槽的构造应符合下列规定：

1 水平槽应与预制空心墙板墙身、窗下墙区域竖孔连通；
2 水平槽宜为梯形截面，梯形截面高宜为 50 mm ~ 100 mm，顶边尺寸不宜小于竖孔在墙板厚度方向的尺寸，底边不宜小于 100 mm；
3 水平槽两端宜设置排气管，排气管直径不宜小于 16 mm。

8.2.6 当预制空心墙板预制边缘构件区域与竖向后浇段相连时，其构造应符合

下列规定：

- 1** 远离竖向后浇段一端的最外侧竖孔边缘距墙板端部的距离不宜大于 45 mm, 且不宜小于 35 mm;
- 2** 靠近竖向后浇段的竖孔中心距竖向后浇段边缘的距离不宜大于 190 mm, 不应大于 260 mm;
- 3** 预制边缘构件区域内竖孔数量可根据预制边缘构件长度确定, 当预制边缘构件长度不小于 250mm 且不大于 350mm 时, 宜设置 1 个竖孔; 当预制边缘构件长度大于 350mm 且不大于 500mm 时, 宜设置 2 个竖孔; 当预制边缘构件长度大于 500mm 且不大于 650mm 时, 宜设置 3 个竖孔;
- 4** 相邻竖孔之间的中心距不宜大于 250 mm, 不应大于 300 mm, 相邻竖孔之间的净距不宜小于 50 mm。

8.2.7 当预制空心墙板预制边缘构件区域与预制空心墙板墙身相连时, 其构造应符合下列规定:

- 1** 预制边缘构件区域最外侧竖孔边缘距墙板端部的距离不宜大于 45 mm, 且不宜小于 35 mm;
- 2** 当预制边缘构件长度为 400 mm 时, 宜设置 2 个竖孔; 当预制边缘构件长度大于 400mm 且不大于 1000mm 时, 约束边缘构件阴影区宜设置 2 个竖孔, 约束边缘构件非阴影区宜设置 1 或 2 个竖孔; 当预制边缘构件长度大于 1000mm 且不大于 1300mm 时, 约束边缘构件阴影区宜设置 3 个竖孔, 约束边缘构件非阴影区宜设置 2 个竖孔;
- 3** 构造边缘构件或约束边缘构件阴影区相邻竖孔之间的中心距不宜大于 250 mm, 不应大于 300 mm; 约束边缘构件阴影区与约束边缘构件非阴影区相邻竖孔之间的中心距不宜大于 300 mm; 边缘构件与墙身区域相邻竖孔之间的中心距不宜大于 400 mm; 相邻竖孔之间的净距不宜小于 50 mm。

8.2.8 机电设备预埋管线和线盒、预留孔洞、生产预埋件、安装预埋件等应统筹设置, 并宜避开钢筋和竖孔位置; 当预埋件尺寸较大时, 应针对预埋件对结构构件的削弱, 采取对应的加强措施。

【条文说明】 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, 可采用BIM模型等工具进行碰撞检查。机电设备预埋线盒与竖孔位置相互干扰时, 可在本规程构造要求允许范围内适当调整竖孔位置。

8.3 连接设计

8.3.1 预制空心墙板底部水平接缝宜设置在楼面标高处, 接缝高度不宜小于50 mm, 接缝高度可采用预埋螺栓或垫块调节。

【条文说明】预制空心叠合剪力墙底部水平接缝采用后浇混凝土填实, 接缝高度不宜小于50 mm, 以保证后浇混凝土骨料可进入水平接缝。接缝高度可采用预埋在预制空心墙板底部的预埋螺栓调节, 或采用垫块调节。

8.3.2 预制空心叠合剪力墙与基础或下层现浇剪力墙连接时, 坚向受力钢筋应符合下列规定:

1 预制墙身范围: 在墙板竖孔对应下层位置设置插筋, 插筋规格与预制墙身坚向受力钢筋相同, 伸入基础或下层现浇剪力墙的长度不应小于 $1.2laE$, 伸入预制空心墙板竖孔内与墙身或约束边缘构件非阴影区坚向受力钢筋搭接连接, 搭接长度不应小于 $1.2laE$, 搭接连接的两根钢筋之间的净距不宜大于4倍的钢筋直径;

2 边缘构件范围: 墙板竖孔对应下层位置设置插筋, 插筋规格与边缘构件坚向受力钢筋相同, 伸入基础或下层现浇剪力墙的长度不应小于 $1.2laE$ 、末端 90° 弯折锚固;

3 下层现浇剪力墙坚向分布钢筋或边缘构件坚向受力钢筋伸至楼板顶部后 90° 水平弯折, 弯折后的水平投影长度不宜小于12倍的钢筋直径。

8.3.3 屋面以及立面收进的楼层, 坚向受力钢筋顶部可采用弯折锚固或机械锚固, 并应符合下列规定:

1 采用弯折锚固时, 墙身坚向受力钢筋应伸至屋面板或楼板顶部后 90° 水平弯折, 弯折后的水平投影长度不宜小于12倍的墙身坚向受力钢筋直径, 墙身坚向受力钢筋可在后浇圈梁或水平后浇带内采用机械连接接头接长;

2 采用机械锚固时, 墙身坚向受力钢筋应伸至屋面板或楼板顶部后锚固, 且宜采用锚固板等机械锚固措施;

8.3.4 同层相邻预制空心墙板在非边缘构件位置连接时, 坚向接缝构造应符合下列规定:

1 相邻预制空心墙板应设置坚向后浇段, 两侧预制空心墙板的水平分布钢筋伸入坚向后浇段, 并分别与附加连接钢筋搭接连接;

2 附加连接钢筋的规格、沿坚向的间距与两侧预制空心墙板的水平分布钢筋相同, 紧靠水平分布钢筋, 宜采用 135° 弯钩封闭箍筋形式;

3 两侧预制空心墙板的水平分布钢筋外伸部分端部为 135° 弯钩时, 水平分布钢筋与附加连接钢筋的搭接长度不宜小于 $0.8laE$; 两侧预制空心墙板的水平分布钢筋外伸部分形成封闭钢筋时, 水平分布钢筋与附加连接钢筋的搭接长度不

宜小于 $0.6\%a_E$;

4 竖向后浇段内应设置竖向分布钢筋，最小配筋率不应小于现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 中对现浇剪力墙的有关规定。

【条文说明】参考现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、国家建筑标准设计图集《装配式混凝土结构连接节点构造（剪力墙）》15G310-2，编制本条文。

8.3.5 窗下墙设计为非结构构件且与两侧墙肢整体预制时，其连接构造（图 8.3.5）应符合下列规定：

1 窗下墙空心底部水平接缝宜设置在楼面标高处，接缝高度应与两侧空心叠合剪力墙底部水平接缝高度相同；

2 水平接缝处应剔除楼面混凝土表层，露出石子，并清理干净；

3 水平接缝后浇混凝土应与窗下墙竖孔内后浇混凝土同时浇筑。

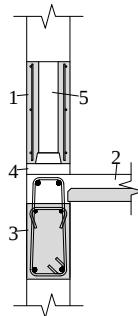


图 8.3.5 窗下墙连接构造示意

1—窗下墙；2—楼板；3—下层连梁；4—水平接缝；5—竖孔

【条文说明】非结构窗下墙宜与两侧墙肢整体预制提高外墙防水性能，通过窗下墙竖孔浇筑其底部水平接缝后浇混凝土，保证接缝防水性能。施工工艺成熟时，窗下墙也可采用坐浆法施工。

9 构件生产与运输

9.1 一般规定

9.1.1 生产单位应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件，建立完善的质量管理体系和制度，并宜建立质量可追溯的信息化系统。

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

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

9.1.2 预制构件生产前应进行下列准备工作：

1 应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输和吊装方案等编制构件加工详图；

2 生产单位应编制生产方案，生产方案宜包括生产计划及生产工艺、模具方案、技术质量控制措施与成品存放、运输和保护方案等。

【条文说明】当原设计文件深度不够、不足以指导生产时，生产单位或专业公司应另行制作构件加工详图，如加工详图与设计文件意图不同时，应经原设计单位认可。加工详图包括：预制构件模具图、配筋图；满足建筑、结构和机电设备等专业要求和构件制作、运输、安装等环节要求的预埋管线、预埋件布置图。

生产单位应根据实际情况编制生产方案，具体内容包括：生产工艺、生产计划、模具方案、技术质量控制措施、成品保护、存放及运输方案等内容，必要时，应对预制构件脱模、吊运、码放、翻转机运输等工况进行计算。

9.1.3 生产单位的检测、试验、计量等设备及仪器仪表均应检定合格，并应在有效期内使用。不具备试验能力的检验项目，应委托第三方检测机构进行试验。

【条文说明】在预制构件生产质量控制中需要进行有关钢筋、混凝土和构件成品等的日常试验和检测，构件生产单位应配备开展日常检测试验工作的实验室。生产单位实验室应满足产品生产用原材料必试项目的试验检测要求，其他试验检测项目可委托有资格的检测机构进行。

9.1.4 预制构件生产应建立首件验收制度。

【条文说明】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或新承接任务时，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、构件钢筋、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。

9.1.5 预制构件的原材料质量、钢筋加工和连接的力学性能、混凝土强度及构件结构性能等均应根据现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定进行检查和检验，并应具有生产操作规程和质量检验记录。

【条文说明】检验时对新制或改制后的模具应按件检验，对重复使用的定型模具、钢筋半成品和成品应分批随机抽样检验，对混凝土性能应按批检验。

9.1.6 预制构件生产的质量检验应按模具、钢筋、混凝土、预制构件检验项目进行。预制构件的质量评定应根据钢筋、混凝土、预制构件的检验资料项目进行。

【条文说明】模具、钢筋、混凝土、预制构件制作等质量，均应在生产班组自检、互检和交接检的基础上，由专职检验员进行检验。

9.1.7 当本规程第 9.1.6 条所列各项检验项目的质量均合格时，方可评定为合格产品。

9.1.8 预制构件检查合格后，应设置表面标识。预制构件出厂应出具质量合格证明文件。

【条文说明】预制构件检查合格后，需要在明显位置设置表面标识。预制构件的表面标识包括构件型号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。

除合同另有要求外，预制构件交付时应按照本规程有关规定提供质量证明文件。

目前，有些地区的预制构件生产实行了监理驻厂监造制度，应根据各地方技术发展水平细化预制构件生产全过程监测制度，驻厂监理应在出厂质量证明文件上签字。

9.2 原材料及配件

9.2.1 预制构件使用的钢筋、水泥、骨料、减水剂、矿物掺合料、混凝土拌制及养护用水、脱模剂、预埋件及吊件等原材料及配件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。

9.2.2 预制构件成孔用金属波纹管进场检验应符合下列规定：

- 1 同一厂家、同一类别且同一规格，不超过 5000m 为一批；
- 2 按批抽取试样进行外观尺寸、钢带厚度、波纹管高度检验。

9.3 模具及设备

9.3.1 预制构件生产应根据生产工艺、产品类型、周转次数等制定模具方案，

应建立健全模具验收、使用制度。

【条文说明】模具是专门用来生产预制构件的各种模板系统，预制空心墙板宜采用固定模台或平模流水线生产。

9.3.2 模具应具有足够的强度、刚度和稳定性，并应符合下列规定：

- 1** 模具应装拆方便，并应满足预制构件质量、生产工艺和周转次数等要求；
- 2** 模具各部件之间应连接牢固，接缝应紧密，附带的埋件或工装应定位准确、安装牢固；
- 3** 模具应保持清洁，涂刷隔离剂、表面缓凝剂时应均匀、无漏刷、无堆积，且不得沾污钢筋，不得影响预制构件外观效果；
- 4** 应采取防止模具变形和锈蚀的措施，重新启用的模具应经检验合格后方可使用；

【条文说明】除了模具本身的强度、刚度和整体稳定性，模具的使用性能也很重要，如易拆装、高周转利用率、固定牢靠及表面光洁等。

9.3.3 除设计有特殊要求外，预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法应符合表 9.3.3 的规定。

表 9.3.3 预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法 (mm)

项次	检验项目、内容		允许偏差	检验方法
1	长度	≤6m	1, -2	用钢尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
		>6m 且 ≤12m	2, -4	
		>12m	3, -5	
2	宽度、高(厚)度	墙板	1, -2	用钢尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处
3		其他构件	2, -4	
4	底模表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺量
5	对角线差		3	用钢尺量对角线
6	侧向弯曲		$L/1500$ 且 ≤5	拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处
7	翘曲		$L/1500$	对角拉线测量交点间距离值的两倍
8	组装缝隙		1	用塞片或塞尺量测，取最大值
9	端模与侧模高低差		1	用钢尺量
10	门窗洞口位置		2	尺量四周，取偏差最大值

注： L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

【条文说明】本条根据现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 编写。

9.3.4 构件上的预埋件和预留孔洞宜通过模具进行定位，并安装牢固，安装允许偏差应符合表 8.3.4 的规定。

表 9.3.4 模具上预埋件、预留孔洞安装允许偏差 (mm)

项次	检验项目		允许偏差	检验方法
1	预埋钢板、建筑幕墙用槽式预埋组件	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	±2	钢直尺和塞尺检查
2	预埋管、电线盒、电线管水平和垂直方向的中心线位置偏移		2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
3	预制空心墙板的竖孔、水平槽	位置	5	用尺量测
		管道横截面尺寸	±3	用尺量测
4	墙板外伸钢筋	中心线位置	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+10, 0	用尺量测
5	预埋螺栓	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+5, 0	用尺量测
6	预埋螺母	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	±1	钢直尺和塞尺检查
7	预留孔洞	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		尺寸	+3, 0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值

【条文说明】本条在现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的基础上，针对叠合混凝土结构预制构件的生产工艺进行了调整和专门规定。

9.4 钢筋及预埋件

9.4.1 钢筋宜采用自动化机械设备加工，并应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构用成型钢筋》JG/T 226 的有关规定。

构件钢筋笼、钢筋网可采用焊接成型钢筋，焊接成型可根据工艺要求采用二氧化碳气体保护焊或电阻点焊。

【条文说明】使用自动化机械设备进行钢筋加工与制作，可减少钢筋损耗且有利于质量控制，有条件时应尽量采用。自动化机械设备进行钢筋调直、切割和弯折，其性能按现行行业标准《混凝土结构用成型钢筋》JG/T 226的有关规定执行。

9.4.2 钢筋连接除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 钢筋机械连接接头、焊接接头均应进行工艺检验，检验合格后方可进行预制构件批量生产；
- 2 直螺纹接头应使用专用扭力扳手拧紧至规定扭力值；
- 3 钢筋焊接接头和机械连接接头应全数检查外观质量；
- 4 焊接接头和钢筋机械连接接头力学性能应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

【条文说明】钢筋连接质量关系到结构安全，本条提出了钢筋连接需要进行工艺检验的要求，在施工过程中重点检查。

9.4.3 钢筋半成品、钢筋网片和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符合设计文件的规定，保护层垫块应与钢筋骨架或网片绑扎牢固并按梅花状布置，间距应满足钢筋限位及控制变形要求，钢筋绑丝甩扣应弯向构件内侧；
- 4 钢筋成品的尺寸允许偏差应符合表 8.4.3-1 的规定。

表 9.4.3-1 钢筋成品的允许偏差 (mm)

项目		允许偏差	检验方法
钢筋网片	长、宽	±5	钢尺检查
	网眼尺寸	±10	钢尺量连续三档，取最大值
	对角线	5	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
钢筋骨架	长	0, -5	钢尺检查
	宽	±5	钢尺检查
	高(厚)	±5	钢尺检查

	主筋间距	± 10	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	主筋排距	± 5	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	箍筋间距	± 10	钢尺量连续三档，取最大值
	弯起点位置	15	钢尺检查
	端头不齐	5	钢尺检查
	墙板保护层	± 3	钢尺检查

9.4.4 预埋件用钢材的性能应符合设计文件的规定。预埋件加工允许偏差应符合表 8.4.4 的规定。

表 9.4.4 预埋件加工允许偏差 (mm)

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

9.5 成型、养护及脱模

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

- 1** 钢筋的牌号、规格、数量、位置和间距；
- 2** 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、搭接长度和弯折角度；
- 3** 箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4** 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 5** 预埋件、吊件、插筋、预留孔洞的规格、数量、位置及固定措施；
- 6** 预留竖孔的尺寸、数量及位置，预制空心墙板水平槽的尺寸、位置及固定措施；
- 7** 非结构填充墙区域的轻质填充块位置和厚度。

【条文说明】本条规定混凝土浇筑前应进行的隐检内容，是保证预制构件满足结构性能的关键质量控制环节。

9.5.2 混凝土工作性能指标应根据预制构件产品特点和生产工艺确定，混凝土配合比设计应符合国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和《混凝土工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

9.5.3 混凝土应进行抗压强度检验，并应符合下列规定：

- 1 混凝土检验试件应在浇筑地点取样制作；
- 2 每拌制 100 盘且不超过 100m^3 的同一配合比混凝土，每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘应为一批；
- 3 每批制作强度检验试块不应少于 3 组，随机抽取 1 组进行同条件转标准养护后进行强度检验，其余可作为同条件试件在预制构件脱模和出厂时参考混凝土强度；还可根据预制构件吊装等要求，留置足够数量的同条件混凝土试块进行强度检验；
- 4 蒸汽养护的预制构件，用于强度评定的混凝土试块应随同构件蒸养后，再转入标准条件养护；构件脱模起吊的混凝土同条件试块，养护条件应与构件生产中采用的养护条件相同。

9.5.4 混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 混凝土浇筑前，预埋件及预留钢筋的外露部分宜采取防止污染的保护措施；
- 2 混凝土采用混凝土料斗或布料机入模时，倾落高度宜小于 600 mm，并应均匀摊铺；
- 3 混凝土浇筑应连续进行，浇筑过程中应观察模具、预埋件等的变形和移位；
- 4 混凝土从出机到浇筑完毕的延续时间，气温高于 25°C 时不宜超过 60 min，气温不高于 25°C 时不宜超过 90 min。

9.5.5 混凝土振捣应符合下列规定：

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

9.5.6 预制混凝土构件养护应符合下列规定：

- 1 应根据预制构件特点和生产任务量选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护方式；
- 2 混凝土浇筑完毕或压面工序完成后应覆盖保湿，脱模前不得揭开；
- 3 涂刷养护剂应在混凝土终凝后进行；
- 4 加热养护可选择蒸汽加热、电加热或模具加热等方式；
- 5 加热养护制度应通过试验确定，宜采用加热养护温度自动控制装置；宜在常温下预养护 $2\text{h} \sim 6\text{h}$ ，升温、降温速度不应超过 $20^\circ\text{C}/\text{h}$ ，养护温度不宜超

过 70℃；预制构件脱模时的表面温度与环境温度的差值不应超过 25℃。

【条文说明】条件允许的情况下，预制构件优先采用自然养护。采用加热养护时，按照合理的养护制度进行温控可避免预制构件出现温差裂缝。

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

【条文说明】混凝土强度是保证预埋吊件受力性能的关键，本条建议预制构件脱模起吊时的混凝土强度不宜小于 15 MPa。

9.6 预制构件检验

9.6.1 预制构件生产时应采取避免出现外观质量缺陷的措施。外观质量缺陷根据影响结构性能、安装和使用功能的严重程度，可按表 9.6.1 规定划分为严重缺陷和一般缺陷。

表 9.6.1 构件外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	裂缝从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土有缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

【条文说明】对于预制构件外观质量缺陷，可采取针对性修补措施，将缺陷部位松散混凝土剔除，清理干净后涂刷界面剂，用高一强度等级的细石混凝土或聚合

物水泥砂浆修补压实。

9.6.2 预制构件出模后应对构件的外观质量进行全数目测检查。预制构件外观质量不应有缺陷，对已经出现的缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验。

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

9.6.4 预制空心柱尺寸偏差及竖孔、预留孔、预留洞、预埋件的位置和检验方法应符合表 9.6.4 的规定。

表 9.6.4 预制空心柱尺寸允许偏差及检验方法 (mm)

项次	检查项目		允许偏差	检验方法	
1	规格尺寸	截面边长(高度和宽度)	±3	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值	
		柱长度	±5	用尺量混凝土长度三处，取其中偏差绝对值较大值	
2	外形	表面平整度	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	
		侧向弯曲	L/750 且 ≤10mm	拉线，钢尺量最大弯曲处	
3	竖孔	中心线位置偏移	10	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值	
		孔尺寸	±5	用尺量纵横两个方向尺寸，取其中偏差绝对值的较大值	
4	预埋部件	预埋钢板	中心线位置偏移	5	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
			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
		预埋螺栓、螺母	中心线位置偏移	2	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
			外露长度	+10, -5	用尺量测
		预埋管、电线盒、电线管	在构件平面的水平方向中心位置偏差	10	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
			与构件表面混凝土高差	0, -5	用尺紧靠在电线盒上，用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
5	预留孔、预留洞	中心线位置	5	用尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值	

				中偏差较大值
		孔洞尺寸	±5	用尺量测纵横两个方向尺寸, 取其中偏差绝对值的较大值
6	吊件	中心线位置	10	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值
		与构件表面混凝土高差	0, -10	用尺紧靠在吊件上, 用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
7	钢筋保护层		+5, -3	保护层测定仪量测

9.6.5 预制空心墙板尺寸偏差及竖孔、水平槽、预留孔、预留洞、预埋件、外伸连接钢筋的位置和检验方法应符合表 9.6.5 的规定。

表 9.6.5 预制空心墙板尺寸允许偏差及检验方法 (mm)

项次	检查项目		允许偏差	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
		宽度	±4	用尺量两端及中间部, 取其中偏差绝对值较大值
		厚度	±3	用尺量墙板四角和四边中部位置共8处, 取其中偏差绝对值较大值
		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
2	外形	表面 平整度	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
		内表面	3	
		侧向弯曲	L/1000 且≤ 10mm	拉线, 钢尺量最大弯曲处
		扭翘	L/1000 且≤ 5mm	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
3	门窗口	中心线位置偏移	3	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值
		规格尺寸	±4	用尺量纵横两个方向尺寸, 取其中偏差绝对值的较大值
		对角线差	4	用尺量测两对角线的长度, 取其绝对值的差值
4	竖孔	中心线位置偏移	10	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值

		孔尺寸	± 5	用尺量纵横两个方向尺寸, 取其中偏差绝对值的较大值
		壁厚	± 10	用尺量测竖孔端部壁厚尺寸, 每竖孔每端 2 处, 取其最大值
5	水平槽	中心线位置偏移	10	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值
		截面尺寸	± 5	用尺量两个方向尺寸, 取其中偏差绝对值的较大值
6	预埋部件	预埋钢板、木砖	中心线位置偏移	5 用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值
		预埋螺栓、螺母	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
		预埋管、电线盒、电线管	中心线位置偏移	2 用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值
		预埋管、电线盒、电线管	外露长度	+10, -5 用尺量测
		预埋管、电线盒、电线管	在构件平面的水平方向中心位置偏差	10 用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值
		预埋管、电线盒、电线管	与构件表面混凝土高差	0, -5 用尺紧靠在电线盒上, 用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
7	预留孔、预留洞	中心线位置	5	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值
		孔洞尺寸	± 5	用尺量测纵横两个方向尺寸, 取其中偏差绝对值的较大值
8	连接钢筋	中心位置	± 10	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值
		外露长度	± 10	用尺量测
9	吊件	中心线位置	10	用尺量纵横两个方向的中心线位置, 取其中偏差较大值

		与构件表面混凝土高差	0, -10	用尺紧靠在吊件上,用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
10	键槽	中心线位置偏移	5	用尺量纵横两个方向的中心线位置,取其中偏差较大值
		长度、宽度	±5	用尺量测
		深度	±5	用尺量测
11	钢筋保护层		+5, -3	保护层测定仪量测

9.6.6 预制构件的预埋件、预留孔的规格、数量应符合设计文件的要求。

检查数量：逐件检验。

检验方法：观察和量测。

9.6.7 预制构件的粗糙面或键槽成型质量应符合设计文件的要求。

检查数量：逐件检验。

检验方法：观察和量测。

9.6.8 混凝土强度应符合设计文件的要求和现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

9.7 存放、吊运及防护

9.7.1 预制构件吊运应符合下列规定：

1 吊具和起重设备应根据预制构件的形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择,所采用的吊具和起重设备及操作,应符合现行国家标准及产品应用技术手册的有关规定;

2 吊点数量、位置应经计算确定,吊具应连接可靠,保证起重设备的主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向上重合;

3 吊索水平夹角不宜小于 60° ,不应小于 45° ;

4 开始起吊时,应先将构件吊离地面 $200\text{ mm} \sim 300\text{ mm}$ 后暂停,检查起重设备的稳定性、制动装置的可靠性、构件的均衡性、绑扎的牢固性和吊索具的有效性,确认无误后,方可继续起吊;

5 吊运时应采用慢起、稳升、缓放的操作方式,吊运过程应保持稳定,不得偏斜、摇摆和扭转,吊装构件不得长时间悬停在空中;

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

7 遇到雨、雪、雾、霾、沙尘等低能见度天气时或最高处风速超过 9.0 m/s 时应停止吊装。

9.7.2 预制构件存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 的有关规定外, 尚应符合下列规定:

- 1 预制空心柱构件叠放层数不宜超过 3 层, 且每个预制空心柱构件的垫块不得少于 2 组, 垫块应上下对齐;
- 2 预制空心墙板构件应采用专用存放架立放, 其倾斜角度应保持大于 80° 。

【条文说明】预制构件存放方式应根据运输方式确定, 以减少预制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。

9.7.3 预制构件成品保护应符合下列规定:

- 1 预制构件外露钢筋应采取防弯折措施, 外露预埋件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈处理;
- 2 预埋螺栓孔宜采用海绵棒进行填塞;
- 3 冬期生产和存放的预制构件的非贯穿孔洞应采取防止雨雪水进入发生冻胀损坏的措施。

9.7.4 预制构件在运输过程中应做好安全和成品防护, 并应符合下列规定:

- 1 应根据预制构件种类采取固定措施;
- 2 对于超高、超宽或形状特殊的大型预制构件的运输和存放, 应制定专门的方案;
- 3 运输时宜采取下列防护措施:
 - 1) 构件边角部位或链索接触处的混凝土宜设置柔性垫片;
 - 2) 用塑料薄膜包裹垫块;
 - 3) 装饰表面和棱角采用塑料贴膜或其他措施防护;
 - 4) 装箱运输时, 箱内四周采用木材或柔性垫片填实并做牢固支撑。
- 4 应根据构件特点采用不同的运输方式, 托架、靠放架应进行专门设计和强度、稳定性、刚度的验算;
- 5 构件运输时应符合下列规定:
 - 1) 外墙板宜采用立式运输, 板构件宜采用水平运输;
 - 2) 采用靠放架直立运输时, 应采取防止构件倾倒措施。

9.8 资料及交付

9.8.1 预制构件的资料应与产品生产同步形成、收集和整理, 归档资料宜包括下列内容:

- 1 预制混凝土构件加工合同;

- 2** 预制混凝土构件设计文件、设计洽商、变更或交底文件；
- 3** 生产方案和质量计划等文件；
- 4** 原材料质量证明文件、复试试验记录和试验报告；
- 5** 混凝土试配资料；
- 6** 混凝土配合比通知单；
- 7** 混凝土开盘鉴定；
- 8** 混凝土强度报告；
- 9** 钢筋检验资料；
- 10** 模具检验资料；
- 11** 混凝土浇筑记录；
- 12** 混凝土养护记录；
- 13** 构件检验记录；
- 14** 构件性能检测报告；
- 15** 构件出厂合格证；
- 16** 质量事故分析和处理资料；
- 17** 其他与预制混凝土构件生产和质量有关的重要文件资料。

【条文说明】预制构件产品资料归档应包括产品质量形成过程中的有关依据和记录，具体归档资料还应满足不同工程对其资料归档的具体要求。

9.8.2 预制构件交付的产品质量证明文件应包括下列内容：

- 1** 出厂合格证；
- 2** 混凝土强度检验报告；
- 3** 合同要求的其他质量证明文件。

【条文说明】当设计有要求或合同约定时，还应提供混凝土抗渗、抗冻等约定性能的试验报告。预制构件出厂合格证可参考现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定。

10 施工

10.1 一般规定

10.1.1 除本规程另有规定外，预制竖向空心构件装配式混凝土结构的安装与施工应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土工程施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

10.1.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的施工应综合建筑、结构、设备和装修等专业，制定相互协同的施工组织方案，保障施工安全，合理安排进度计划。

10.1.3 施工单位应根据预制竖向空心构件装配式混凝土结构工程特点配置项目部的机构和人员。施工作业人员应具备岗位需要的基础知识和技能，施工单位应对管理人员、施工作业人员进行质量安全技术交底。

【条文说明】预制竖向空心构件装配式混凝土结构的施工具有其固有特性，应设立与装配施工技术相匹配的项目部机构和人员，装配施工对不同岗位的技能和知识要求区别于以往的传统施工方式要求，需要配置满足装配施工要求的专业人员。且在施工前应对相关作业人员进行培训和技术、安全、质量交底，培训和交底对象包括一线管理人员和作业人员、监理人员等。

10.1.4 施工单位应校核预制构件加工图纸、对预制构件施工预留和预埋进行交底。

10.1.5 预制竖向空心构件装配式混凝土结构后浇混凝土中，用于预制构件、施工模板和施工机具临时固定的预埋件承载力应符合设计文件的规定。

10.1.6 预制竖向空心构件装配式混凝土结构施工宜采用建筑信息模型技术，对施工全过程及关键工艺进行信息化模拟。

【条文说明】预制竖向空心构件装配式混凝土结构施工安装宜采用BIM组织施工方案，用BIM模型指导和模拟施工，检验碰撞，制定合理的施工工序并精确算量，从而提高施工管理的水平、提高施工的效率，减少浪费。

10.1.7 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的构件安装宜建立首段验收制度，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果调整施工工艺和工序，并完善施工方案。

【条文说明】为避免由于设计或施工缺乏经验造成工程实施障碍或损失，保证预制竖向空心构件装配式混凝土结构施工质量，并不断摸索和积累经验，特提出应通过试生产和试安装进行验证性试验。预制空心叠合剪力墙结构施工前的试安装，

对于没有经验的施工方非常必要，不但可以验证设计和施工方案存在的缺陷，还可以培训人员，调试设备，完善方案。

10.1.8 预制竖向空心构件装配式混凝土结构施工全过程应对预制构件、连接钢筋、预埋件和预埋吊件等采取保护措施，未经设计单位的允许，不得对预制构件进行切割、开洞。

10.2 施工准备

10.2.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构施工应进行施工组织设计。施工组织设计宜包括编制依据、工程概况、特难点及应对措施、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、信息化管理和应急预案等内容。

【条文说明】预制竖向空心构件装配式混凝土结构施工方案应全面系统，且应结合本体系结构特点和一体化建造的具体要求，本着资源节省、人工减少、质量提高、工期缩短的原则制定装配施工方案。进度计划中应结合协同构件生产计划和运输计划等；预制构件运输方案包括车辆型号及数量，运输路线，发货安排，现场装卸方法等；施工场地布置包括场内循环通道，吊装设备布设，构件码放场地等；安装与连接施工包括测量方法、吊装顺序和方法，构件安装方法、节点施工方法、防水施工方法、后浇混凝土施工方法、全过程的成品保护及修补措施等；安全管理包括吊装安全措施、专项施工安全措施等；质量管理包括构件安装的专项施工质量管理；渗漏、裂缝等质量缺陷防治措施；预制构件安装应结合构件连接装配方法和特点，合理制定施工工序。

10.2.2 预制构件、安装用材料及配件等应符合国家现行相关产品标准及产品应用技术手册的有关规定，并应按现行国家标准的有关规定进行进场验收。

【条文说明】预制构件、安装用材料及配件进场验收按本规程第10章、现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204及产品应用技术手册等的有关规定执行，确保预制构件、安装用材料及配件进场的产品品质。

10.2.3 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，并应满足预制构件的运输要求；
- 3 卸放、吊装工作范围内不应有障碍物，并应有满足预制构件周转使用的场地；
- 4 预制构件进场后，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，并应在堆垛之间设置通道（吊具）；

5 构件的存放架应具有抗倾覆稳定性能；

6 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。

【条文说明】施工现场应根据装配化建造方式布置施工总平面，宜规划主体装配区、构件堆放区、材料堆放区和运输通道。各个区域宜统筹规划布置，满足高效吊装、安装的要求，通道宜满足构件运输车辆平稳、高效、节能的行驶要求。竖向构件宜采用专用存放架进行存放，专用存放架应根据需要设置安全操作平台。

10.2.4 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《工程测量标准》GB 50026的有关规定。

10.2.5 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文件的规定，并应核对、确认预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等符合设计文件的规定。

【条文说明】安装施工前，应结合深化设计图纸核对已施工完成结构或基础的外观质量、尺寸偏差、混凝土强度和预留预埋（特别是预留钢筋）等条件是否具备上层构件的安装，并应核对安装预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等是否符合设计要求。

10.2.6 安装施工前，应复核吊装设备的吊装能力。应按现行行业标准《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、确认现场环境、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外防护架与吊装系统的协调；

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。

【条文说明】吊装设备应根据构件吊装需求进行匹配性选型，安装施工前，应再次复核吊装设备的吊装能力、吊装器具和吊装环境，满足安全、高效的吊装要求。

10.2.7 安装前，应剔除预制空心柱或预制空心墙板水平接缝处的楼面混凝土上表面浮浆、露出石子，并清理干净、洒水湿润。

【条文说明】安装前应对水平接缝处楼面混凝土上表面进行处理，以保证水平接缝的受剪性能，洒水湿润有助于提高后浇混凝土在水平接缝内的流动。

10.3 预制构件安装

10.3.1 预制构件安装应符合下列规定：

- 1 预制构件吊装前应进行技术安全交底；
- 2 应检查核对已施工完成结构部分的质量，测量放线后应做好安装定位标识；
- 3 预制构件应按照吊装顺序预先编号，吊装时应严格按编号顺序起吊；
- 4 构件起吊前应检查吊具是否安装到位，并拧紧固定；
- 5 安装前应进行校核安装面预留钢筋的规格、型号及位置；
- 6 预制空心柱及预制空心墙板安装后应采取固定措施对安装位置、安装标高、垂直度进行校核与调整，临时固定措施应具有足够的强度、刚度、以保证构件的稳定性；
- 7 预制构件在吊装过程中，宜设置缆风绳控制构件转动；
- 8 预制构件与吊具的分离应在校准定位及其与临时支撑系统连接固定完成后进行。
- 9 临时支撑系统应在后浇混凝土结构达到后续施工承载力后方可拆除。

10.3.2 预制空心柱构件的安装应符合下列规定：

- 1 柱底接缝及安装高度宜采用调节螺栓或垫块控制，采用调节螺栓时，预制空心柱生产时应预埋螺纹套筒，施工现场起吊前在螺纹套筒内拧入调节螺栓，预制空心柱吊装就位后，再采用扳手调整调节螺栓拧入螺纹套筒的长度以控制柱的安装高度；采用垫块时，预制空心柱吊装前应对安装标高进行测量，在水平接缝处楼面混凝土上表面放置对应高度的垫块；
- 2 在预制空心柱吊装过程中，应利用缆风绳及专用勾具控制预制空心柱的位置，人工调整柱钢筋对位，缓慢下落预制空心柱完成安装；
- 3 柱宜以轴线和外轮廓线为控制线，边柱和角柱应以外轮廓线为控制线。

10.3.3 预制空心墙板构件的安装应符合下列规定：

- 1 预制空心墙板底部水平接缝及安装高度可采用调节螺栓或垫块控制，采用调节螺栓时，预制空心墙板生产时预埋螺纹套筒，施工现场起吊前在螺纹套筒内拧入调节螺栓，预制空心墙板吊装就位后，采用扳手通过调整调节螺栓拧入螺纹套筒的长度调整预制空心墙板的安装高度；采用垫块调整时，预制空心墙板吊装前对安装标高进行测量，在水平接缝处楼面混凝土上表面放置对应高度的垫块；
- 2 带有预制边缘构件的预制空心墙板安装过程中，利用缆风绳及专用勾具控制墙板位置，人工调整墙板钢筋对位，缓慢下落墙板完成安装；
- 3 墙板宜以轴线和轮廓线为控制线，外墙应以轴线和外轮廓线双控制。

【条文说明】预制空心墙板的安装基本流程是：吊前编号→基面处理→测量

→检查调整墙体竖向钢筋→设置墙底调平装置→吊装就位→安装临时支撑→校核调整→临时支撑固定→摘钩与吊具分离。预制空心墙板吊装就位后，可通过调整水平接缝的高度调整墙板的安装标高、保证施工精度，水平接缝的高度可采用调节螺栓或垫块两种方式调整，具体工艺可根据预制构件生产及施工条件选用。

10.3.4 预制竖向空心构件装配式混凝土结构构件安装的尺寸偏差及检验方法应符合表 10.3.4 的规定。

表 10.3.4 预制竖向空心构件装配式混凝土结构构件安装的允许偏差和检验方法(mm)

项目			允许偏差	检验方法
构件中心线位置对轴线位置	竖向构件(柱、墙)		8	经纬仪及尺量
	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	≤ 6 m	5	经纬仪或吊线、尺量
		> 6 m	10	
相邻构件平整度	板端面		5	2 m 靠尺和塞尺量测
	梁、板底面	外露	3	
		不外露	5	
	柱、墙侧面	外露	5	
		不外露	8	
墙板接缝	宽度		±5	尺量

10.4 钢筋工程

10.4.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构采用的钢筋连接形式应根据设计要求和施工条件选用。

10.4.2 后浇混凝土内的受力钢筋埋设位置应正确，连接与锚固方式应符合设计要求和现行有关技术标准的规定。

10.4.3 钢筋安装位置的尺寸偏差及检验方法应符合表 10.4.3 的规定。

表 10.4.3 钢筋安装位置的允许偏差和检验方法(mm)

项次	检验项目、内容	允许偏差	检验方法
1	贯通竖向钢筋、竖向连接钢筋位置	±10	用钢尺量

2	绑扎钢筋骨架	长	±10	用钢尺量
3		宽、高	±5	用钢尺量
4	受力钢筋	间距	±10	用钢尺测量两端或中部, 取其中偏差绝对值较大处
5		排距	±5	
6		保护层厚度 柱、梁	±5	用钢尺量
7		板、墙	±3	用钢尺量
8	绑扎钢筋、横向钢筋间距		±20	用钢尺测量两端或中部, 取其中偏差绝对值较大处
9	钢筋弯起点位置		20	用钢尺量

10.5 模板工程

10.5.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构后浇混凝土的模板与支架应符合下列规定:

- 1** 宜采用工具式支架和定型模板;
- 2** 模板应保证后浇混凝土部分的形状、尺寸和位置准确, 且应便于钢筋安装和混凝土浇筑、养护;
- 3** 预制构件应根据施工方案要求预留与模板连接用的孔洞、预埋件, 预留位置应符合设计文件的规定;
- 4** 模板与预制构件接缝处应采取防止漏浆的措施, 可粘贴密封封条或密封棒;
- 5** 定型模板进场使用前应进行预拼装及验收。

10.5.2 模板和支架应根据施工过程中的各种工况进行设计, 并应满足承载力、刚度和整体稳定性要求。

10.5.3 预制空心墙板与竖向后浇段的接缝处宜采用与预制构件可靠连接的定型模板, 外侧模板应通过对拉螺栓与内侧模板进行拉结固定。

10.5.4 预制空心柱和预制空心墙板底部水平接缝宜采用定型模板, 两侧定型模板采用可靠措施进行拉结固定。

10.6 混凝土工程

10.6.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构的后浇混凝土部位在浇筑前, 应进行隐蔽项目的现场检查与验收。

【条文说明】为确保预制竖向空心构件装配式混凝土结构工程质量及使用安全, 后浇混凝土部位在浇筑前应进行隐蔽工程验收, 验收项目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。

10.6.2 后浇混凝土施工作业前的施工准备应符合下列规定：

- 1** 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；
- 2** 新旧混凝土结合面应洒水湿润，洒水后不应留有积水；
- 3** 应对预制空心墙板底部水平接缝预留间隙采取防漏浆措施和保护处理；
- 4** 应搭设施工作业平台或作业架，并应满足施工安全要求。

10.6.3 后浇混凝土的施工应符合下列规定：

- 1** 后浇混凝土应符合本规程第 4.0.5 条的规定；
- 2** 应先浇筑预制空心墙内的混凝土和相邻预制墙连接处的混凝土，后浇筑现浇段模板内的混凝土，再浇筑楼板叠合层混凝土，混凝土浇筑应布料均衡；
- 3** 预制空心柱及预制空心墙板竖孔内后浇混凝土应逐孔随浇随振且不应漏振，振捣时应快插慢拔，振捣棒应插至后浇混凝土底部；
- 4** 浇筑和振捣时，应对模板及支架进行观察和维护，发生异常情况应立即处理；
- 5** 预制构件接缝处混凝土浇筑和振捣时，应采取防止模板、相连接预制构件、钢筋、预埋件及其定位件移位的措施。

【条文说明】后浇混凝土的浇筑质量直接影响预制竖向空心构件装配式混凝土结构的整体性和结构安全，应通过混凝土质量、现场管理等措施使后浇混凝土浇筑密实，保证结构安全。虽然预制空心墙板孔内后浇混凝土的浇筑施工和质量监督较套筒灌浆难度明显降低，但仍需对后浇混凝土的浇筑进行重点管控。预制空心墙板竖孔内后浇混凝土浇筑时，应做到逐孔随浇随振且不应漏振，必要时可增加混凝土振捣作业人员，施工现场可在振捣棒上做标记保证振捣棒插至后浇混凝土底部。

10.6.4 预制竖向空心构件装配式混凝土结构在冬期施工时，应符合国家现行标准《混凝土工程施工规范》GB 50666、《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 和《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104 的有关规定。

【条文说明】预制竖向空心构件装配式混凝土结构通过后浇混凝土实现预制构件间的连接，不使用高强灌浆料、灌浆套筒等特殊材料，其冬期施工参考现浇结构冬期施工要求，冬期施工需根据相关规范要求对预制空心墙板采取保温措施。

11 质量验收

11.1 一般规定

11.1.1 除本规程另有规定外，预制竖向空心构件装配式混凝土结构的验收应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

11.1.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构应按混凝土结构子分部工程进行验收，预制竖向空心构件装配式混凝土结构装配式混凝土结构部分应按混凝土结构子分部工程的分项工程验收，子分部工程如有其它分项工程项目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 及《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

【条文说明】预制竖向空心构件装配式混凝土结构的现浇混凝土施工段需要按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定进行其他分项工程和检验批的验收。

11.1.3 预制竖向空心构件装配式混凝土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。

11.1.4 预制竖向空心构件装配式混凝土结构构件内后浇混凝土及连接节点混凝土浇筑前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列内容：

- 1** 纵向受力钢筋、水平连接钢筋、连梁纵筋的牌号、规格、数量及位置。
- 2** 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度。
- 3** 篦筋的牌号、规格、数量、间距、弯钩的弯折角度及平直段长度。
- 4** 预埋件、预留管线的规格、数量及位置。
- 5** 其他隐蔽项目。

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

11.2 预制构件

I 主控项目

11.2.1 预制构件进场时应检查质量证明文件和构件标识。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查、检查质量证明文件或质量验收记录。

【条文说明】对专业企业生产的预制构件，质量证明文件包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告及其他重要检验报告等；预制构件的钢筋、混凝土原材料、预应力材料、预埋件等均应参照本规程及国家现行有关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。

对总承包单位制作的预制构件，没有“进场”的验收环节，其材料和制作质量应按本规程各章的规定进行验收。对构件的验收方式为检查构件制作中的质量验收记录。

11.2.2 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。

【条文说明】对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，应作退场处理。如经设计同意可以进行修理使用，则应制订处理方案并获得监理确认后，预制构件生产单位应按技术处理方案处理，修理后应重新验收。

11.2.3 预制构件上的预埋件、预留外伸钢筋、预留孔洞、预埋管线等规格型号、数量应符合设计文件的规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

II 一般项目

11.2.4 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。

11.2.5 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文件

的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

11.2.6 预制空心柱和预制空心墙板的外形尺寸偏差和检验方法应符合本规程表 9.6.4 的规定，其他预制构件的外形尺寸偏差和检验方法，应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

检查数量：按照进场检验批，同一规格或同一品种的构件每次抽检数量不应少于 5%、且不应少于 3 件。

11.3 预制构件安装与连接

I 主控项目

11.3.1 预制构件安装临时固定及支撑措施应有效可靠，支撑系统与预埋件螺栓应连接牢固，并符合设计文件、专项施工方案的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，量尺检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

【条文说明】临时固定措施是预制竖向空心构件装配式混凝土结构安装过程中承受施工荷载、保证构件定位、确保施工安全的有效措施。临时支撑是常用的临时固定措施，包括水平构件下方的临时竖向支撑、水平构件两端支承构件上设置的临时牛腿、竖向构件的临时斜撑等。

11.3.2 成型钢筋进场时，应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验。对由热轧钢筋组成的成型钢筋，当有企业或监理单位的代表驻厂监督加工过程并能提供原材料力学性能检验报告时，可仅进行重量偏差检验。

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

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

11.3.3 钢筋安装时，钢筋的牌号、规格和数量应符合设计文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测。

11.3.4 接缝处钢筋连接应符合设计文件或现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测。

11.3.5 预制空心柱和预制空心墙板竖孔、水平接缝和竖向接缝内后浇混凝土

的强度应符合设计文件的规定。

检查数量：按批检验。

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

11.3.6 现浇混凝土不应有严重缺陷，预制空心墙板竖孔、水平接缝内后浇混凝土应密实。

检查数量：同一检验批（检验批定义）内，应按空心墙板构件数量抽查5%（提高比例100%），且不应少于3件。

检验方法：预制空心墙板竖孔内后浇混凝土的密实度可采用拆除水平接缝模板观测或敲击法检查；当检查发现有异常时，应采取钻孔检测或钻芯取样检测。钻孔检测或钻芯取样时，应避开受力钢筋。经检测发现孔内后浇混凝土存在质量问题时，应会同设计单位制定专项处理方案，并按专项处理方案要求进行施工处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

【条文说明】预制空心柱、预制空心墙板竖孔内的后浇混凝土密实性可通过拆除水平接缝模板观测或敲击法两种方式检查。后浇混凝土浇筑完成后，通过拆除水平接缝两侧模板观察水平接缝内后浇混凝土的外观质量，若水平接缝内后浇混凝土外观质量密实且竖孔或空腔上方混凝土表面未出现沉降，即表明竖孔或空腔、水平接缝内后浇混凝土密实性较好。

11.3.7 预制构件的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、量测；检查处理记录。

11.3.8 预制空心柱和预制空心墙板竖孔内后浇混凝土应连续浇筑，并应逐孔振捣，并应在混凝土初凝前完成振捣。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

II 一般项目

11.3.9 成型钢筋的外观质量和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。

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

检验方法：观察，尺量。

11.3.10 钢筋安装的尺寸偏差应符合设计文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

11.3.11 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文件的规定；当设计文件无规定时，应符合本规程表 10.3.4 和现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不应少于 3 面。

11.4 文件与记录

11.4.1 预制竖向空心构件装配式混凝土结构质量验收时，应提交下列文件与记录：

- 1** 工程设计单位已确认的预制构件深化设计图纸、设计变更文件；
- 2** 施工所用各种材料及预制构件的各种相关质量证明文件；
- 3** 预制构件安装施工验收记录；
- 4** 连接构造节点的隐蔽工程检查验收文件；
- 5** 后浇混凝土强度检测报告；
- 6** 分项工程验收记录；
- 8** 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 9** 其他质量保证资料。

11.4.2 预制竖向空心构件装配式混凝土结构子分部工程施工质量验收合格后，应将所有的验收文件存档备案。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格, 非这样做不可的:

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有关标准执行时的写法为: “应符合……的有关规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑模数协调标准》GB/T 50002
- 2 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010
- 3 《建筑抗震设计标准》GB/T 50011
- 4 《钢结构设计标准》GB 50017
- 5 《工程测量标准》GB 50026
- 6 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 8 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 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 《钢结构通用规范》GB 55006
- 12 《混凝土结构通用规范》GB 55008
- 13 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 14 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 15 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 16 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 17 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 18 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
- 19 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 20 《混凝土结构用成型钢筋》JG/T 226
- 21 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256

