

山东省工程建设标准



DB37/T 5165—2020

J 15242—2020

水泥聚苯模壳装配式建筑技术规程

Technical standard for assembled buildings with expanded
polystyrenegranule cement latticed concrete wall

2020 - 06 - 28 发布

2020 - 10 - 01 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

前 言

根据 2016 年山东省工程建设标准制修订计划要求，编制组经广泛调查研究，认真总结经验，参考国内外有关标准，结合我省实际，编制本规程。

本规程技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 复合墙体和材料；5. 建筑和节能设计；6. 结构设计；7. 构造规定；8. 施工安装；9. 质量验收。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送山东省建筑科学研究院有限公司（地址：济南市天桥区无影山路 29 号，邮编：250031，电子邮箱：jkysjs@sina.com，联系电话：0531-85595187）。

主 编 单 位：山东省建筑科学研究院有限公司
山东正仁集团有限公司

参 编 单 位：烟台政通节能建材设备制造有限公司
龙口正仁节能新型建材有限公司
龙口正仁节能建材设备制作有限公司
山东建科建筑设计有限责任公司
烟台市政府投资工程建设服务中心
青岛市民用建筑设计研究院有限公司

主要起草人员：梅佐云 刘传卿 邵才仁 董士文 孙洪明
崔士起 刘 玮 齐雅欣 李守才 秘 星

田小红	郑胜亮	邵云波	邵云飞	纪社建
解汝劼	王 波	宋晓光	褚世洪	郑述海
李美红	王 涛	隋 群	孙文丰	李广振
孙开科	刘 鹏	崔 联	李 勇	周敦迎
刘晓波				

主要审查人员：赵考重 蒋世林 张维汇 王 琦 张 毅
林世乐 宋亦工 乔元亮 贾壮普

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	复合墙体和材料	6
4.1	装配式预制模壳	6
4.2	格构式混凝土复合墙体	9
4.3	混凝土和钢筋	10
4.4	配套材料	11
5	建筑和节能设计	14
5.1	建筑模数及模数协调	14
5.2	建筑设计	14
5.3	建筑节能设计	15
5.4	构造措施	19
5.5	全装修及设备管线设计	19
6	结构设计	21
6.1	一般规定	21
6.2	结构布置	22
6.3	荷载与地震作用	24
6.4	结构整体分析	25

6.5	格构式混凝土墙体截面承载力	26
6.6	楼盖设计	28
6.7	预制楼梯及空调板	29
7	构造规定	30
7.1	装配式模壳建筑的结构构造要求	30
7.2	非承重格构式混凝土填充墙的构造要求	36
8	施工安装	38
8.1	一般规定	38
8.2	施工工序	39
8.3	钢筋绑扎	39
8.4	预制模壳安装	40
8.5	混凝土浇筑	41
8.6	预制构件安装	43
8.7	找平层施工	44
8.8	防护层施工	45
8.9	绿色施工	48
9	质量验收	49
9.1	一般规定	49
9.2	主控项目	51
9.3	一般项目	53
	本规程用词说明	57
	引用标准名录	58
	附：条文说明	60

1 总 则

1.0.1 为规范预制水泥聚苯模壳装配式建筑的设计、施工及验收，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于山东省抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下地区的预制水泥聚苯模壳装配式建筑的设计、施工及验收和非承重水泥聚苯模壳格构式填充墙的构造设计。本规程不适用于地面以下水泥聚苯模壳构件的应用。

1.0.3 预制水泥聚苯模壳装配式建筑的设计、施工及验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家、行业和山东省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 预制水泥聚苯模壳装配式建筑 assembled structure based on latticed concrete bearing wall with insulating concrete forms

以预制水泥聚苯模壳格构式混凝土复合墙体作为主要竖向承重构件，并采用装配式建造工艺形成的建筑单体，简称装配式模壳建筑。

2.1.2 预制水泥聚苯模壳格构式混凝土复合墙体 latticed concrete bearing wall with insulating concrete forms

由预制水泥聚苯模壳现场装配形成格构式空腔，空腔内配置钢筋并浇筑自密实混凝土，形成具有格构式混凝土骨架的保温隔热复合墙体，简称格构式混凝土墙。复合墙体作为主体结构的竖向承重构件时，称为格构式混凝土承重墙；作为非承重的填充墙体时，称为格构式混凝土非承重墙。

2.1.3 预制水泥聚苯模壳 precast expanded polystyrene granule cement form

由水泥、膨胀聚苯颗粒、粉煤灰、改性添加剂等材料，按规格样式在工厂预制成型并可充当免拆模板的保温壳体部品，简称预制模壳，分为标准型预制模壳、端部槽型预制模壳和平板型预制模壳三种。

2.1.4 混凝土格构梁、格构柱 concrete lattice beam and column

在由标准型预制模壳形成的水平或竖向芯孔空腔内配置适量钢筋，并浇筑自密实混凝土后形成的圆柱形的水平芯梁或竖向芯柱。

2.1.5 加强格构梁、柱 reinforced concrete lattice beam and column

在水平和竖向芯孔内配置 2~3 根水平或竖向钢筋和适量箍筋的混凝土格构梁、柱。

2.1.6 边缘构件 edge element

在格构式混凝土墙体的纵横墙交接部位、墙体端部以及较大洞口两侧布置的钢筋混凝土加强构件。

2.1.7 改性水泥聚苯颗粒保温浆料 expanded polystyrene granule cement insulating materials

由水泥、膨胀聚苯颗粒、粉煤灰、改性添加剂和水等材料，在施工现场混合制成的保温浆料，用于格构式混凝土保温墙体的开槽、孔洞和缺陷的修补找平抹面材料。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

D ——外墙主体部位的热惰性指标；

f_{ck} 、 f_c ——混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；

f_{tk} 、 f_t ——混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；

λ_{EPSC} ——水泥聚苯颗粒的导热系数；

k ——外墙主体部位的传热系数；

k_m ——外墙平均传热系数。

2.2.2 几何及计算参数

A ——单个格构梁柱的横截面面积；

α_{cij} ——第 i 层第 j 列格构柱的抗侧刚度修正系数；
 β ——考虑剪切变形影响后的附加系数；
 c ——考虑剪切变形及刚域影响后的线刚度修正系数；
 D_{ij} ——第 i 行第 j 列的格构柱抗侧刚度；
 EI ——格构梁柱构件的截面抗弯刚度；
 G ——混凝土剪切模量， $G = 0.4E$ ；
 i_c ——格构梁柱构件的线刚度；
 l ——格构梁柱的中心间距长度；
 l' ——考虑刚域长度后的格构梁柱弹性段长度， $l' = l(1 - 2\eta)$ ；
 m ——墙体中格构柱的列数；
 n ——墙体中格构梁的行数；
 η ——刚域长度系数；
 μ ——剪应力不均匀系数。

3 基本规定

3.0.1 预制水泥聚苯模壳装配式建筑宜采用系统集成的方法统筹设计、生产运输、施工安装，实现全过程的协同，应加强设计阶段建筑、结构、机电和内装等专业之间的协同配合。

3.0.2 预制水泥聚苯模壳装配式建筑的设计使用年限应为 50 年。

3.0.3 以预制水泥聚苯模壳格构式混凝土复合墙体作为主要承重构件的建筑物，抗震设防烈度为 7 度时房屋高度不应超过 20m，8 度时不应超过 18m，层数均不应超过 6 层。

3.0.4 复合墙体的保温系统应能承受自重、风荷载和室外气候的长期反复作用且不产生有害的变形和破坏，在正常使用中或地震时不应发生脱落。

4 复合墙体和材料

4.1 装配式预制模壳

4.1.1 标准型预制模壳（图 4.1.1）用于承重或非承重的格构式混凝土墙体，其规格尺寸及外形应符合表 4.1.1-1 和表 4.1.1-2 的规定。

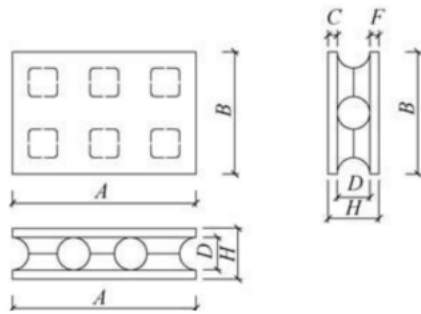


图 4.1.1 标准型预制模壳（承重或非承重墙体）

表 4.1.1-1 标准型预制模壳（适用于承重或非承重墙体）尺寸（mm）

长度 A	宽度 B	芯孔直径 D	内壁厚 C	外壁厚 F	总厚度 H
900	600	160	45	45	250
			45	75	280
			45	95	300
			75	75	310
			75	95	330
			95	95	350

表 4.1.1-2 标准型预制模壳（适用于非承重墙体）尺寸（mm）

长度 A	宽度 B	芯孔直径 D	内壁厚 C	外壁厚 F	总厚度 H
900	600	110	45	45	200
			45	75	230
			45	95	250
			75	75	260
			75	95	280
			95	95	300

4.1.2 端部槽型和平板型预制模壳为标准型预制模壳的配套模壳（图 4.1.2），其规格尺寸及外形应符合表 4.1.2-1 和表 4.1.2-2 的规定。

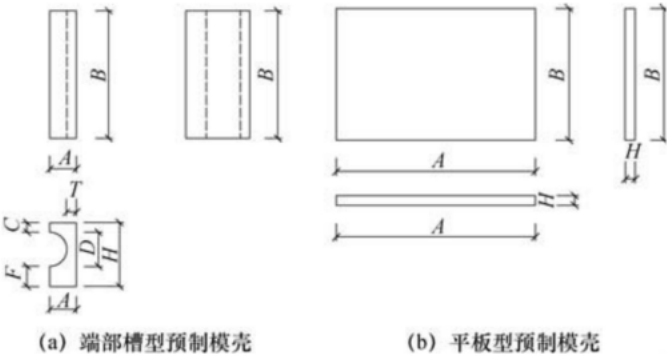


图 4.1.2 配套模壳

表 4.1.2-1 端部槽型预制模壳尺寸 (mm)

长度 A	宽度 B	芯孔直径 D	内壁厚 C	外壁厚 F	侧壁厚 T	厚度 H
150、125 (125、100)	900、600	160 (110)	45	45	70、45	250 (200)
			45	75	70、45	280 (230)
			45	95	70、45	300 (250)
			75	75	70、45	310 (260)
			75	95	70、45	330 (280)
			95	95	70、45	350 (300)

注：选择端部槽型预制模壳尺寸时应与标准预制模壳尺寸对应，括号内尺寸适用于非承重墙体预制模壳。

表 4.1.2-2 平板型预制模壳尺寸 (mm)

长度 A	宽度 B	厚度 H
900	600	45、75、95

4.1.3 预制模壳的物理力学性能应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 预制模壳的物理力学性能

项目		单位	技术指标	试验方法	备注
干密度		kg/m ³	330 ± 50	JG/T 158	烘干温度：(60 ± 5)℃
抗压强度		MPa	≥ 0.3	JG/T 158	自然状态 (含水率 8% ~ 12%)
软化系数		—	≥ 0.75	JG/T 158	养护 28d
线性收缩率		%	≤ 0.3	JG/T 158	
抗冻性	质量损失	%	≤ 5	JG/T 283	-20℃ ~ +20℃ 冻融循环 25 次
	抗压强度损失	%	≤ 25		
导热系数		W/(m·K)	0.080 ± 0.020	JG/T 158	干态常温 (25℃)
燃烧性能等级		—	A2	GB 8624	

注：预制模壳的养护周期为 28d。

4.2 格构式混凝土复合墙体

4.2.1 格构式混凝土复合墙体基本构造应满足图 4.2.1 的要求，墙体与梁柱交接部位及外墙应设置加强钢丝网片，内墙体应按设计要求满足抗裂要求。

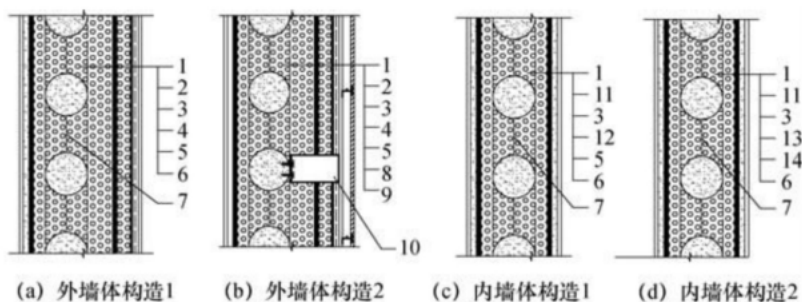


图 4.2.1 格构式混凝土复合墙体构造

- 1—格构式混凝土复合墙体；2—加强钢丝网片；3—界面砂浆（界面剂）；
4—聚合物砂浆（或保温浆料）找平层；5—抹面胶浆压入耐碱玻纤网布；
6—饰面层；7—发泡聚氨酯胶粘剂；8—钢龙骨（锚栓应锚入格构柱或格构梁）；
9—饰面板材（石材、装饰面砖或其他装饰面板）；10—槽钢；11—加强钢丝网片（按设计）；12—聚合物砂浆找平层；13—粘结石膏找平层或安装木龙骨；
14—抹灰石膏压入耐碱玻纤网布（或镶贴纸面石膏板）

4.2.2 格构式混凝土外围护墙的物理力学性能指标应符合表 4.2.2 的相关规定。

表 4.2.2 外墙体物理力学性能指标

项目	单位	性能指标	试验方法
抗冲击性（外侧）	—	首层墙面及门窗洞口等易受碰撞部位：10J 级；二层及以上墙面等不易受碰撞部位：3J 级	JGJ 144

续表

项目	单位	性能指标	试验方法
吊挂力	N	≥ 1000	JG/T 169
吸水量	kg/m ²	水中浸泡 1h, 只带有抹面层和带有全部保护层系统的吸水量均不得大于或等于 1.0kg/m ²	JGJ 144
耐冻融 (30 次)	—	墙体表面无可渗水裂缝, 无粉化、空鼓、剥落现象	JGJ 144
耐候性	—	墙体表面无可渗水裂缝, 无粉化、空鼓、剥落现象	JGJ 144
空气声计权隔声量	dB	≥ 50	GB/T 19889. 3
复合墙体热阻	(m ² · K)/W	符合设计要求	GB/T 13475
耐火极限	h	≥ 3.0	GB/T 9978. 1

4.2.3 格构式混凝土内墙体的物理力学性能指标应符合表 4.2.3 的相关规定。

表 4.2.3 内墙体物理力学性能指标

项目	单位	性能指标		试验方法
		内隔墙	分户墙	
空气声计权隔声量	dB	≥ 30	≥ 45	GB/T 19889. 3
复合墙体热阻	(m ² · K)/W	—	符合设计要求	GB/T 13475
抗冲击性能	次	30kg 沙袋, 冲击 5 次不破坏		JG/T 169
吊挂力	N	≥ 1000		JG/T 169
耐火极限	h	≥ 3.0		GB/T 9978. 1

4.3 混凝土和钢筋

4.3.1 格构式混凝土复合墙体的空腔内应浇筑自密实混凝土

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；承重格构式混凝土墙的混凝土强度等级不应低于 C30，非承重格构式混凝土墙体可采用自密实细石混凝土或轻集料自密实混凝土，强度等级不应低于 C20。

4.3.2 预制混凝土墙板、叠合楼板的预制底板和其他预制构件的混凝土强度等级不应低于 C30 且应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

4.3.3 钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，格构式混凝土墙体边缘构件中的纵向钢筋应符合产品标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 规定的抗震性能指标，全截面预制剪力墙中的钢筋连接宜采用套筒灌浆连接并应符合行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

4.3.4 预制构件中采用的钢筋焊接网，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 的规定。

4.3.5 受力预埋件的锚筋应采用 HRB400 或 HPB300，不应采用冷加工钢筋。

4.3.6 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 钢筋制作。预制构件脱模、翻转、吊装用内埋式螺母或内埋式吊杆及配套的吊具，应根据相应的产品标准和应用技术规定选用。

4.4 配套材料

4.4.1 界面砂浆的性能指标应符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 界面砂浆性能指标

项目		单位	指标	试验方法
拉伸粘结强度 (与水泥砂浆试块)	原强度 (14d)	MPa	≥0.50	JC/T 907
	耐水强度	MPa	≥0.30	

4.4.2 抹面胶浆性能指标应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 抹面胶浆性能指标

项目		单位	指标	试验方法
与水泥聚苯颗粒预制 模壳拉伸粘结强度	常温状态	MPa	≥0.10	JG/T 158
	耐水		≥0.08	
	耐冻融		≥0.08	
压折比	抗压强度/抗折强度 (水泥基)	—	≤3.0	
可操作时间		h	1.5~4.0	

4.4.3 耐碱玻纤网布的技术性能应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3 耐碱玻纤网布性能指标

项目	单位	性能指标	试验方法
单位面积质量	g/m ²	≥160	GB/T 9914.3
耐碱断裂强力 (经、纬向)	N/50mm	≥1250	JG/T 158
耐碱断裂强力保留率 (经、纬向)	%	≥90	
断裂伸长率 (经、纬向)	%	≤5	

4.4.4 改性水泥聚苯颗粒保温浆料的性能指标应符合表 4.4.4 的规定。

表 4.4.4 改性水泥聚苯颗粒保温浆料性能指标

项目		单位	性能指标	试验方法	备注
干表观密度		kg/m ³	330 ± 50	JG/T 158	烘干温度: (60 ± 5)℃
抗压强度		MPa	≥0.30	JG/T 158	自然状态 (含水率约 8% ~ 12%)
软化系数		—	≥0.75	JG/T 158	养护 28d
线性收缩率		%	≤0.3	JG/T 158	
抗冻性	质量损失	%	≤5	JG/T 283	-20 ~ +20℃ 冻融循环 25 次
	抗压强度损失		≤25		
导热系数		W/(m·K)	0.080 ± 0.020	JG/T 158	干态常温 (25℃)
燃烧性能等级		—	A2	GB 8624	

注：预制模壳的养护周期为 28d。

4.4.5 应采用高强塑料锚栓或金属锚栓，其塑料圆盘直径不应小于 50mm，套管外径不应小于 8mm，单个锚栓抗拉承载力标准值不应小于 0.30kN。

4.4.6 预制模壳粘结应采用发泡聚氨酯胶粘剂，其技术性能应符合国家有关标准的规定。

4.4.7 热镀锌电焊钢丝网的技术性能应符合《镀锌电焊网》GB/T 33281 的规定。

5 建筑和节能设计

5.1 建筑模数及模数协调

5.1.1 建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB 50016 的规定，采用基本模数或扩大模数的设计方法实现建筑构配件与建筑平立面的模数协调。

5.1.2 模数网格宜符合下列规定：

1 模数网格可采用单线网格，也可采用双线网格；

2 结构系统水平方向宜采用中心定位法，可采用扩大模数 2M、3M 模数网格，格构式混凝土墙体的定位线应取格构柱（梁）的中心线，并设为定位轴线；竖向宜采用界面定位法，可采用基本模数网格；

3 内装系统宜与功能空间采用统一模数网格；隔墙、固定橱柜、设备、管井等部品部件宜采用分模数 $M/2$ 模数网格；构造节点和部品部件接口等宜采用分模数 $M/2$ 、 $M/5$ 、 $M/10$ 模数网格；

4 功能空间、结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统的模数网格之间宜统一协调。

5.1.3 预制水泥聚苯模壳装配式住宅建筑的尺寸协调宜满足现行行业标准《工业化住宅尺寸协调标准》JGJ/T 445 的相关内容。

5.2 建筑设计

5.2.1 建筑防火设计应符合现行国家和山东省有关标准的规定。

5.2.2 建筑平面和竖向布置应综合考虑安全性能、使用性能、

经济性能等因素，宜选择简单、规则、均匀、对称的建筑方案。

5.2.3 格构式混凝土复合墙体饰面应符合下列规定：

1 格构式混凝土复合墙体外墙外侧宜做弹性防水涂料饰面；当内墙无防水要求时，也可做石膏基层材料和涂料饰面；

2 从外墙上挑出的建筑构配件及其与预制模壳的交接处应做防、排水处理；

3 当墙体位于高湿度房间时，墙面应设防水涂层。

5.2.4 预制水泥聚苯模壳装配式建筑的屋面排水应符合下列规定：

1 应采用有组织的屋面排水系统；

2 当女儿墙采用格构式混凝土复合墙体时，顶层墙内的柱和边缘构件应延伸到女儿墙墙顶，在女儿墙顶部应设现浇钢筋混凝土压顶梁，并向屋面方向排水。

5.2.5 预制模壳的拼排应与其他专业协同配合，平、立面拼排图中宜标注各洞口、管线预埋、预埋件和设备与建筑构配件的固定位置。

5.2.6 格构式混凝土复合墙体上的门、窗框应与格构梁、柱或边缘构件等可靠连接。

5.3 建筑节能设计

5.3.1 预制水泥聚苯模壳装配式建筑的节能设计应符合下列要求：

1 体形系数、窗墙面积比、围护结构各部位传热系数限值及外窗气密性能应按照山东省《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026和国家《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定执行。

2 节能设计应包含热桥部位和特殊部位（包括勒脚、窗口、凸窗、变形缝、挑檐、女儿墙等）的构造详图（图 5.3.1）和技

术要求。

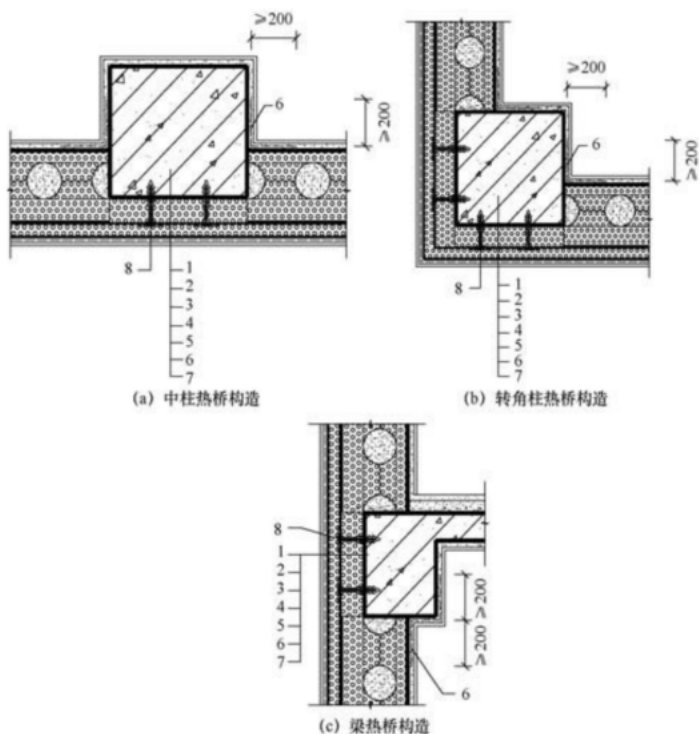


图 5.3.1 热桥部位构造

- 1—钢筋混凝土柱（梁）；2—平板型模壳；3—加强钢丝网片；
4—界面砂浆（界面剂）；5—聚合物砂浆（或保温浆料）找平层；
6—抹面胶浆压入耐碱玻纤网布；7—饰面层（按设计）；8—锚栓

3 预制水泥聚苯模壳装配式建筑外墙饰面工程应做好密封和防水构造设计，水平或倾斜的出挑部位应做防水处理。在外墙上安装的设备或管道应有可靠的固定措施，并应做密封和防水设计。

4 格构式混凝土复合墙体和楼地板的建筑节能设计，应同时考虑建筑装饰与设备节能对管线及设备埋设、安装和维修的要求。

5 未设置半地下室或地下室的建筑外墙应采用其他保温措施；设置地下室的建筑外墙，宜采用低能耗建筑外墙粘贴复合防火保温体系，节点构造保温做法且应满足防水等保护措施。

5.3.2 建筑节能设计应根据当地气候条件和室内热环境设计指标，按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定进行内部冷凝受潮计算。

5.3.3 预制模壳格构式混凝土复合墙体的热工性能指标应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 预制模壳格构式混凝土复合墙体的热工性能指标

使用部位	芯孔直径 D (mm)	内壁厚 C (mm)	外壁厚 F (mm)	总厚度 H (mm)	密度 (kg/m^3)	热阻值 R [$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$]
承重或非承重墙	160	45	45	250	330	1.637
		45	75	280		2.023
		45	95	300		2.279
		75	75	310		2.408
		75	95	330		2.663
		95	95	350		2.918
非承重墙体	110	45	45	200		1.645
		45	75	230		2.032
		45	95	250		2.290
		75	75	260		2.420
		75	95	280		2.676
		95	95	300		2.932

- 注：1 表中热阻值是各墙体在未计保温找平层、抹面层和饰面层条件下，通过实测热阻值与模拟计算值进行比较分析得出的墙体热阻值。
- 2 其他组合方式可按内壁、外壁（ C 、 F ）的厚度组合，参照表内相应厚度的热阻值选用。
- 3 表中热阻值 R 不含墙体内、外表面空气换热阻。

- 5.3.4** 墙体平均传热系数必须满足相关节能设计标准的要求。
- 5.3.5** 预制水泥聚苯模壳装配式建筑屋面的节能设计应符合山东省《居住建筑节能设计标准》DB37/5026 和国家《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。
- 5.3.6** 底面接触室外空气的架空或外挑楼板，采暖与非采暖空间的隔墙、楼板，外窗（门）框与洞口之间的缝隙，变形缝的缝口处的保温处理应满足山东省现行有关标准的规定。
- 5.3.7** 有保温要求时，建筑层间楼板的保温宜采用顶层铺贴或板底粘贴平板型预制模壳。
- 5.3.8** 门窗外侧洞口四周、女儿墙以及外墙挑出构件等部位应进行保温处理（图 5.3.8），并应留出保温层厚度，同时应满足山东省现行节能设计相关标准的规定。

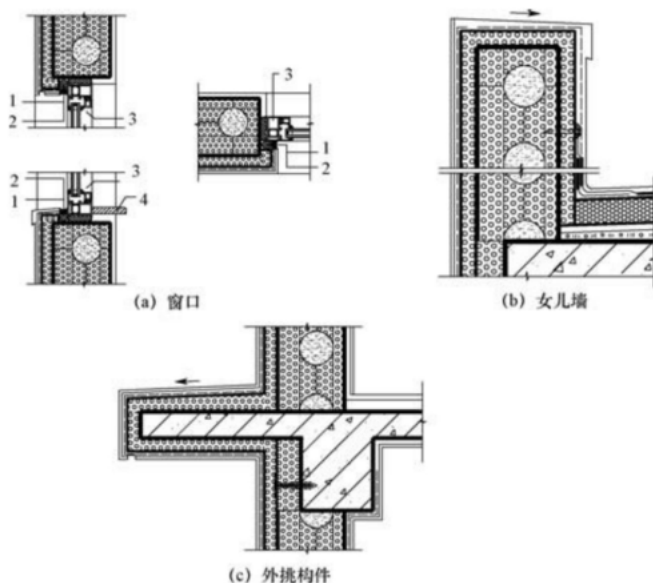


图 5.3.8 保温处理构造

1—背衬；2—建筑密封胶；3—外窗；4—窗台板

5.4 构造措施

5.4.1 格构式混凝土复合墙体内外侧做找平层或面层施工前，可根据设计要求采取局部（与梁、柱连接处）或整体的抗裂加强措施（加铺热镀锌电焊钢丝网），并在底层涂刷界面砂浆，应在抹面胶浆和耐碱玻纤网外侧做弹性底涂，而后再做饰面层，以防止墙面开裂和雨水渗透。

5.4.2 除首层，预制水泥聚苯模壳装配式建筑的外墙外侧不应直接镶贴石材或饰面砖饰面。

5.4.3 预制水泥聚苯模壳装配式建筑饰面工程应在起始端和终端部位，檐口、勒脚处做耐碱玻纤网布的包边处理。装饰缝、门窗四角和阴阳角等处应设置局部加强网。

5.4.4 基础梁顶面及室内地面以下墙体两侧应做防水、防潮处理。

5.4.5 平板型预制模壳与梁、柱、板、剪力墙和门窗框部位混凝土的表面连接应牢固。当采用现浇法工艺施工时，平板型预制模壳应预先安装于模板内侧，与混凝土同时浇筑（不用锚栓辅助锚固）。采用后粘法工艺施工时，宜采用聚氨酯发泡的满粘法工艺，并考虑安装锚栓做辅助固定措施，每 1m^2 数量不宜少于 3 个。

5.5 全装修及设备管线设计

5.5.1 水泥聚苯模壳装配式建筑宜采用全装修，可采用装配化装修，并符合下列规定：

1 应进行全装修设计，并提供装修设计图，装修设计图纸与建筑、结构、机电设计一致。

2 居住建筑全装修范围包括建筑的公共区域和户内各功能空间。

3 全装修工程应由具备相应资质的设计、施工、监理等单位承担，并形成完整的设计、施工、验收等文件资料。

5.5.2 全装修工程所用材料的品种、规格、质量应符合设计要求和国家现行标准的规定，优先选用绿色、环保材料。

5.5.3 全装修工程所用材料应符合国家有关建筑装饰装修材料有害物质限量标准的规定。

5.5.4 全装修部品和部品体系宜采用标准化、模数化、通用化的工艺设计，减少施工现场的湿作业，满足制作工厂化、施工装配化的要求，并执行优化参数、公差配合和接口技术等有关规定，以提高互换性和通用性。

5.5.5 建筑的部件之间、部件与设备之间的连接宜采用标准化接口。

5.5.6 建筑设备管线应进行综合设计，减少平面交叉；竖向管线宜在内墙集中布置，不得损伤内部格构柱及格构梁，宜满足可维修更换的要求。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 预制水泥聚苯模壳装配式建筑结构应按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定不低于二级安全等级进行设计，结构重要性系数取值不应低于 1.0。

6.1.2 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以分项系数的表达式进行计算；水泥聚苯模壳装配式建筑结构应开展承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。

6.1.3 水泥聚苯模壳装配式建筑结构的抗震等级，7 度时为四级，8 度时为三级。

6.1.4 水泥聚苯模壳装配式建筑结构的高宽比，抗震设防烈度为 7 度时不应大于 2.5，8 度时不应大于 2.0。

6.1.5 水泥聚苯模壳装配式建筑结构应采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系，不应采用框支和错层等复杂结构形式；不低于 4 层的水泥聚苯模壳装配式建筑结构，应沿两个主轴双向布置钢筋混凝土剪力墙，厚度不应小于 160mm，楼（电）梯间宜设置钢筋混凝土剪力墙，但不宜造成较大的扭转效应。

6.1.6 格构式混凝土承重墙的模壳排板设计应保证所有格构柱和格构梁的完整性。当墙体内需留设槽洞或埋设管道时，不应截断格构柱、格构梁。

6.1.7 变形缝的设置应符合下列要求：

1 基层结构伸缩缝、沉降缝和防震缝的设置应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定；

2 基层结构设有伸缩缝、沉降缝和防震缝时，应根据缝宽和位置设置金属盖板，金属盖板应与基层结构连接牢固；

3 伸缩缝间距不宜大于 55m。

6.1.8 墙体中的门（窗）框应与格构式混凝土墙体中的格构柱（梁）或边缘构件形成可靠连接。

6.1.9 水泥聚苯模壳装配式建筑中的预制构件设计应符合下列规定：

1 对持久设计状况，应对预制构件进行承载力、变形、裂缝控制验算；

2 对地震设计状况，应对预制构件进行承载力验算；

3 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。

6.1.10 预制构件中外露预埋件凹入构件表面的深度不宜小于 10mm；用于固定连接件的预埋件与预埋吊件、临时支撑用预埋件不宜兼用，当兼用时，应同时满足各种设计工况要求。预制构件中预埋件的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等有关规定。

6.2 结构布置

6.2.1 装配式模壳建筑应优先采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系，纵横墙布置宜均匀对称。

6.2.2 结构平面布置应符合下列要求：

1 结构平面布置应减少扭转影响，不应采用严重不规则的平面布置，不规则结构的定义应符合国家现行标准；

2 结构平面形状宜简单、规则、对称、减小偏心，刚度和承载力分布均匀，两个主轴方向的侧向刚度不宜相差过大；

3 结构中纵、横墙轴线宜分别对齐拉通；格构式混凝土承重墙中心应与剪力墙中心线对齐；

4 房屋开间尺寸，抗震设防 8 度时不应大于 4.5m，7 度时不应大于 4.8m；4 层及以上房屋的结构平面不应采用横墙较少的布置方案；

5 格构式混凝土承重墙体的墙肢长度不宜小于 900mm，不应小于 600mm 且至少具有 3 个完整的格构柱；

6 同一轴线上的窗间墙宽度宜均匀，承重窗间墙的最小宽度、承重外墙尽端至门窗洞口的距离不应小于 1200mm；

7 在房屋宽度方向的中部应设置内纵墙，其累计长度不应小于房屋总长度的 60%，高宽比大于 4 的墙段不计入；

8 作为独立计算单元的格构式混凝土承重墙体，其墙段高宽比不应大于 4 且长度不宜超过 6.0m。

6.2.3 格构式混凝土承重墙体结构的竖向布置需符合下列要求：

1 建筑的立面与竖向剖面宜规则、均匀，不应出现过大的外挑或内收；

2 结构的抗侧刚度沿竖向宜均匀变化，抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向不应发生突变，竖向结构构件的截面尺寸和材料强度不宜在同一楼层变化；

3 格构式混凝土承重墙自基础至房屋全高应连续贯通并上

下对齐；

4 结构层高不宜大于 3.0m；

5 门窗洞口宜居中且上下对齐，成列布置；洞口面积不宜大于墙面面积的 55%；抗震设防烈度为 8 度时不宜大于墙面面积的 50%；不应在房屋转角处设置转角窗。

6.3 荷载与地震作用

6.3.1 格构式混凝土承重墙体建筑承受的永久荷载及可变荷载应按国家现行规范《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定执行。

6.3.2 计算地震作用时，建筑的重力荷载代表值应取结构和构配件自重标准值和各可变荷载的组合值之和。各可变荷载的组合值系数，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 确定。

6.3.3 地震作用计算宜采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的底部剪力法或振型分解反应谱法。

6.3.4 预制构件在翻转、运输、吊装、安装等短暂设计状态下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

6.3.5 预制构件进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定：

1 动力系数不宜小于 1.2；

2 脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不宜

小于 1.5kN/m^2 。

6.3.6 叠合板在施工阶段，叠合板作为模板，应计算以下荷载：

- 1 永久荷载：叠合板自重；
- 2 可变荷载：施工荷载，应以施工实际荷载为依据。

6.4 结构整体分析

6.4.1 格构式混凝土承重墙体建筑结构的分析模型应符合结构的实际受力状况，结构内力及位移应采用空间分析模型。

6.4.2 在竖向荷载、风荷载或多遇地震作用下，格构式混凝土承重墙体结构的内力和位移宜按线弹性分析方法计算。

6.4.3 以格构式混凝土复合墙体作为主要承重构件的建筑物，应进行多遇地震作用下的抗震变形验算，其楼层内最大的层间弹性位移角不宜超过 $1/1000$ 。

6.4.4 格构式混凝土承重墙体的层间等效抗侧刚度可按下式进行计算：

$$K_w = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(1 / \sum_{j=1}^m D_{ij} \right)} \quad (6.4.4-1)$$

$$D_{ij} = \alpha_{cij} \frac{12i_c}{h_i^2} \quad (6.4.4-2)$$

$$i_c = cEI/l \quad (6.4.4-3)$$

$$c = \frac{1}{(1-\beta)(1-2\eta)^3} \quad (6.4.4-4)$$

$$\beta = \frac{12\mu EI}{GA_l r^2} \quad (6.4.4-5)$$

式中 m ——墙体中格构柱的列数；

n ——墙体中格构梁的行数；

D_{ij} ——第 i 行第 j 列的格构柱抗侧刚度；
 α_{cij} ——第 i 层第 j 列格构柱的抗侧刚度修正系数；
 i_c ——格构梁柱构件的线刚度；
 c ——考虑剪切变形及刚域影响后的线刚度修正系数；
 EI ——格构梁柱构件的截面抗弯刚度；
 β ——考虑剪切变形影响后的附加系数；
 G ——混凝土剪切模量， $G = 0.4E$ ；
 A ——格构梁柱的横截面面积；
 l ——格构梁柱的轴心间距长度；
 l' ——考虑刚域长度后的格构梁柱弹性段长度， $l' = l(1 - 2\eta)$ ；
 η ——刚域长度系数，按 0.18 计算；
 μ ——剪应力不均匀系数。

6.4.5 格构式混凝土承重墙体的轴力计算，可仅考虑其上部作用的竖向荷载。对本层的竖向荷载，应考虑实际偏心影响；对上层楼面传递的竖向荷载，可按作用于上一层楼的墙体截面重心处考虑。

6.5 格构式混凝土墙体截面承载力

6.5.1 格构式混凝土承重墙体应进行正截面承载力、平面内受剪承载力以及局部格构柱的正截面受压承载力验算。

6.5.2 格构式混凝土复合墙体的正截面受压承载力验算应符合下列要求：

1 应对墙体內的格构柱开展正截面受压承载力验算，配置单根纵向钢筋的格构柱宜按素混凝土构件开展受压验算，其他配

筋形式的格构柱宜按钢筋混凝土构件。

2 单根竖向格构柱的计算长度按墙体平面外楼层高度考虑，长细比的影响和计算方法以及受压承载力计算，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定执行。

3 持久设计状况下，在楼面活荷载和结构自重（含抹面层）设计值最不利组合效应作用下，当格构柱内平均压应力小于 0.5 倍混凝土轴心抗压强度设计值时，可不进行正截面受压承载力计算。

4 当考虑地震作用组合时，格构式混凝土复合墙体的正截面受压承载力应除以承载力抗震调整系数，其值取 0.85。

6.5.3 在地震设计状况下，格构式混凝土承重墙体的平面内受剪承载力，应按下式验算：

$$V \leq \frac{1.0}{\lambda + 0.5} (f_t A_{\text{cor}} + 0.1N) / \gamma_{\text{RE}} \quad (6.5.3)$$

式中 V ——墙体平面内的剪力设计值；

λ ——计算墙体的高宽比。当 λ 小于 0.80 时，取 $\lambda = 0.80$ ；当 λ 大于 3.0 时，取 $\lambda = 3.0$ ；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

A_{cor} ——墙体内格构柱的截面总面积，可取 $A_{\text{cor}} = m \times A$ ，其中 A 为单个格构柱的截面面积；

N ——与剪力设计值 V 相应的轴压力设计值，当 $N \geq 0.2f_c \cdot A_{\text{cor}}$ 时，取 $N = 0.2f_c \cdot A_{\text{cor}}$ ；

γ_{RE} ——构件承载力的抗震调整系数，取 0.85。

6.5.4 当局部集中力作用在格构柱上时，局部受压承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定计算。对配置单根纵筋的格构柱应按素混凝土构件进行计算，对其他配筋

形式宜按钢筋混凝土构件进行计算。当局部集中力直接作用在格构柱之间时，应设置梁垫。

6.5.5 楼面梁不宜与格构式混凝土墙平面外单侧连接；当楼面梁与墙体在平面外单侧连接时，宜至少采取以下措施之一来减小梁端部弯矩对格构式混凝土墙的不利影响：

- 1 沿梁轴线方向设置与梁相连的钢筋混凝土剪力墙；
- 2 宜在格构式混凝土墙与梁相交处设置扶壁柱、暗柱或边缘构件，并按计算确定截面及配筋。

6.5.6 抗震设防烈度为 7 度（0.15g）及以上时，应进行防倒塌验算并符合下列规定：

- 1 格构式混凝土复合墙体中的边缘构件和加强格构柱，应承受自重标准值和 50% 活荷载标准值的总和；防倒塌验算中，计算竖向承载力时，不宜计入格构柱的作用。
- 2 验算时，应采用钢筋和混凝土强度的标准值。
- 3 混凝土梁、圈梁及楼板内宜配置拉结钢筋，拉结钢筋的构造措施应符合《建筑结构抗倒塌设计规范》CECS 392 中拉结构件法的有关规定。

6.6 楼盖设计

6.6.1 平面受力复杂的楼层、开洞较大的楼层及屋面板宜采用现浇楼盖；其余楼层可采用叠合楼盖，叠合楼板的预制底板宜采用钢筋桁架叠合板。

6.6.2 水泥聚苯模壳装配式建筑的楼盖应受力明确、构造合理，满足承载力、整体性等要求。楼盖和竖向抗侧力构件之间的连接构造，应满足所采用的结构整体计算模型的计算假定。

6.6.3 叠合板可根据预制板接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。对长宽比不大于3.0的四边支撑叠合板，当预制板之间采用整体式拼缝或无接缝时，可按双向板设计。当预制板之间采用分离式拼缝时，宜按单向板设计；当具有可靠理论依据时，对采用分离式拼缝的叠合板可按正交异性双向板计算。

6.6.4 钢筋桁架叠合板的支座构造、接缝设置、接缝构造及预制板构造应符合国家现行标准的相关要求。

6.7 预制楼梯及空调板

6.7.1 预制楼梯宜采用一端滑动、一端简支或两端简支的设计方案，且应符合下列规定：

1 预制楼梯梯段板板面应配置通长的构造钢筋，配筋率不宜小于0.15%；板底应配置通长的纵向受力钢筋，面积按计算确定；分布钢筋直径不宜小于6mm，间距不宜大于250mm。

2 预制楼梯滑动端应从构造及材料上保证在其滑动性能，滑动变形能力应满足结构层间位移的要求，端部应采取防止滑落的构造措施。

3 预制楼梯端部在支承构件上应有一定的搁置长度，最小搁置长度应满足表6.7.1的要求。

表 6.7.1 预制楼梯在支承构件上的最小搁置长度（mm）

抗震设防烈度	7 度	8 度
最小搁置长度	80	110

6.7.2 预制空调板与主体结构的连接构造应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的要求。

7 构造规定

7.1 装配式模壳建筑的结构构造要求

7.1.1 装配式模壳建筑结构中的格构式混凝土承重墙体应设置加强格构柱和边缘构件；纵横墙交接处、墙体与楼（屋）面交接处应采取可靠的连接措施。

7.1.2 格构柱、格构梁内应至少配置一根钢筋，直径不应小于12mm；加强格构柱及边缘构件内的配筋率不应小于0.2%；最外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于20mm。

7.1.3 格构式混凝土承重墙的轴压比不应大于0.6；钢筋混凝土剪力墙的轴压比应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

7.1.4 圈梁的设置应符合下列规定：

1 结构每层均应布置内、外封闭圈梁。当圈梁在同一水平面上不能闭合时，应增加附加圈梁，附加圈梁的搭接长度不应小于其垂直间距的2倍，且不得小于1m。

2 圈梁应与楼（屋面）板一起整浇且上表面宜与楼（屋面）板上表面标高一致。

3 在室内地坪标高处应设置一道基础圈梁，圈梁与基础之间宜采用钢筋混凝土墙体连接，基础圈梁在内外墙处应接通交圈。

4 楼（屋面）处圈梁宽度不应小于160mm，高度不应小于200mm；基础圈梁宽度不应小于墙体厚度，高度不应小于300mm。

5 圈梁内的纵向钢筋不应少于 $4\phi 12$ ，箍筋直径不应小于 6mm，间距不应大于 200mm。

7.1.5 格构式混凝土承重墙体边缘构件应符合下列规定：

1 房屋四角、内外墙交接处、内纵横墙交接处、宽度不小于 2.1m 的洞口两侧以及墙体端部，应设置边缘构件。

2 一字形端部边缘构件的截面宽度不应小于 160mm，截面高度不应小于 200mm。

3 墙体交接处应沿轴线方向设置 L 形、T 形或十字形边缘构件，不小于四层房屋的边缘构件每侧外延截面高度不应小于 300mm 且应配置封闭箍筋（图 7.1.5），三层及以下房屋的边缘构件截面高度可适当减小。

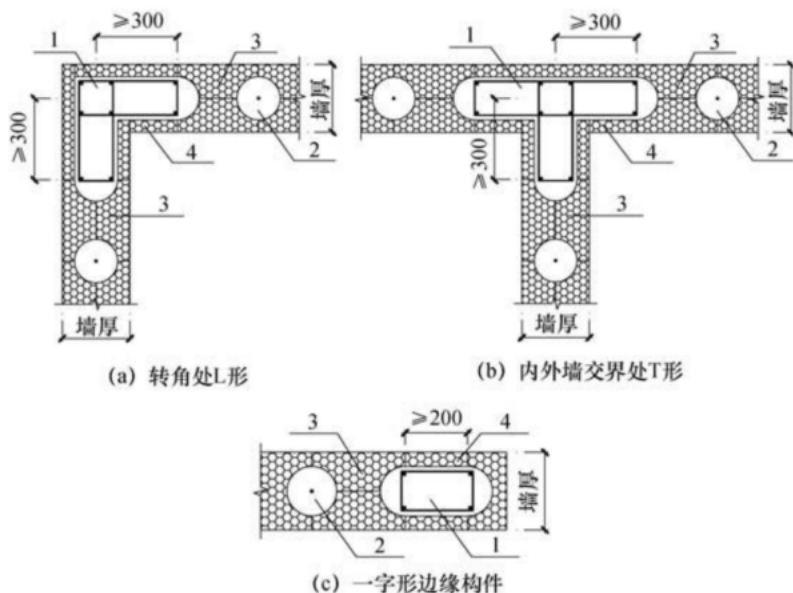


图 7.1.5 边缘构件的形状及配筋

1—边缘构件；2—格构柱；3—预制模壳；4—平板预制模壳

4 边缘构件的纵向钢筋和箍筋设置应符合表 7.1.5 规定；房屋四角的边缘构件不应少于 $4\phi 16$ ，箍筋直径不应小于 8mm，间距不应大于 200mm，上下两端应适当加密。

表 7.1.5 边缘构件中的纵筋和箍筋

抗震设防烈度	房屋层数	纵向钢筋	箍筋
7 度	三层及以下	不应少于 $4\phi 12$	直径不应小于 6mm， 间距不应大于 200mm
	四层及以上	不应少于 $4\phi 14$	
8 度	三层及以下	不应少于 $4\phi 14$	
	四层及以上	不应少于 $4\phi 16$	

7.1.6 格构式混凝土承重墙中加强格构柱的设置应符合下列要求：

1 三层及三层以下建筑的墙体中，每连续不超过 4 根格构柱应设置一根加强格构柱；四层及四层以上建筑的墙体中，每连续不超过 3 根格构柱应设置一根加强格构柱（图 7.1.6）；

2 宽度小于 2.1m 的洞口两侧应设置加强格构柱；

3 三层及三层以下建筑的加强格构柱中纵向钢筋不应少于 $3\phi 10$ ，四层及四层以上建筑不应少于 $3\phi 12$ ；箍筋直径不应小于 6mm，间距不应大于 200mm。

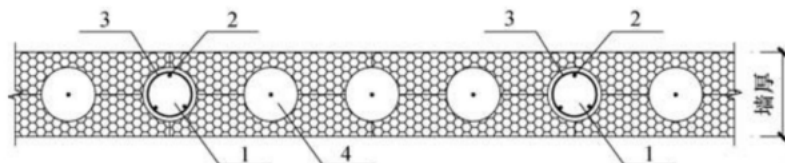


图 7.1.6 墙中加强格构柱示意

1—加强格构柱；2—纵筋；3—箍筋；4—格构柱

7.1.7 在房屋纵、横墙呈 L 形、T 形交接处，格构梁芯孔内的水平钢筋应相互搭接，弯折长度不宜小于 600mm（图 7.1.7）。

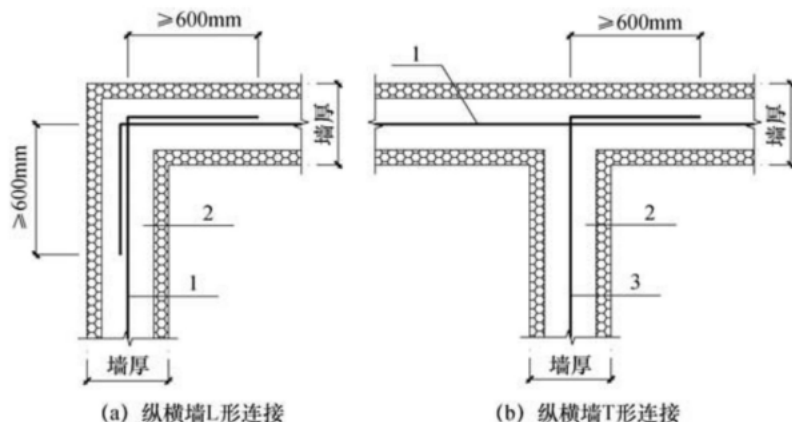


图 7.1.7 房屋墙体连接处芯孔内水平钢筋的连接

1—水平钢筋；2—格构梁；3—水平钢筋（沿高度间隔向两侧交错弯折）

7.1.8 格构式混凝土承重墙体门窗洞口上方应设置过梁，过梁应由圈梁和不少于一根格构梁组成，过梁的承载力应接受弯构件计算。每根格构梁应配置不少于 $3\phi 10$ 的钢筋，圈梁和最下方格构梁中的纵向钢筋应采用竖向钢筋拉结，拉筋不应少于 $2\phi 10$ ，间距不应大于 300mm（图 7.1.8）。

7.1.9 格构式混凝土复合墙体的格构柱和边缘构件的竖向钢筋宜直接锚入基础圈梁内，也可采用与基础圈梁内预留锚筋焊接的连接方式，其焊接长度和基础圈梁内插筋的锚固长度均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。预留插筋的数量和直径不应小于竖向芯孔内的配筋。

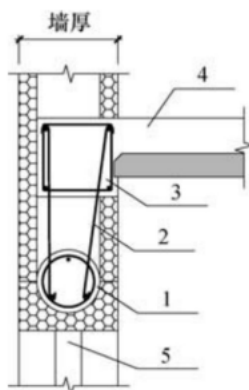


图 7.1.8 门窗洞口过梁构造配筋

1—格构梁；2—拉筋；3—圈梁；4—叠合板现浇层；5—门窗洞口

7.1.10 格构柱和边缘构件中的钢筋应贯通墙身（门窗洞口部位除外），楼层处应穿过圈梁、上下贯通，并与屋顶圈梁连接。

7.1.11 女儿墙每根格构柱、格构梁应至少配置 1 根钢筋，钢筋直径应不小于 10mm，格构柱钢筋应锚入顶层圈梁内或与下层对应的格构柱钢筋贯通，顶部伸至女儿墙顶与钢筋混凝土压顶整浇。女儿墙高度不宜大于 900mm，大于 900mm 时格构柱应采用双排配筋。

7.1.12 混凝土楼板边缘宜与圈梁外边缘重合。边跨叠合板与外墙的连接宜按简支端设计，在简支端上部应配置构造钢筋，上部构造钢筋锚入圈梁内，其锚固长度应符合受拉锚固要求（图 7.1.12）。

7.1.13 叠合板端支座处，预制板内的纵向受力钢筋宜从板端伸出并锚入支撑梁或墙的现浇混凝土层中，锚固长度不应小于 $5d$ 及 100mm 的较大值，且宜伸过支座中心线。单向预制板的板侧支座

处，钢筋可不伸出，支座处宜贴预制板顶面在现浇混凝土中设置附加钢筋；附加钢筋面积不宜小于预制板内同向钢筋面积，在现浇混凝土层内锚固长度不应小于 $0.8l_a$ ，在支座内锚固长度不应小于 $5d$ 及 100mm 的较大值，且宜伸过支座中心线（图 7.1.13）。

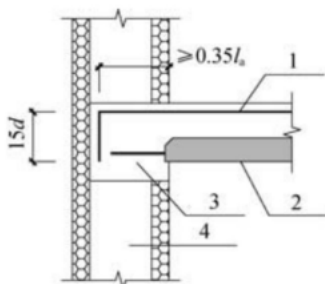


图 7.1.12 边跨楼板的钢筋锚固

1—上部构造钢筋；2—叠合板；3—圈梁；4—格构式墙体

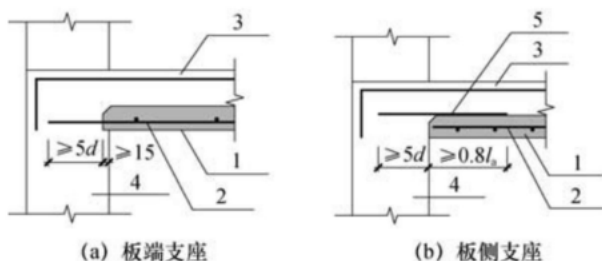


图 7.1.13 预制叠合板板端及板侧构造

1—预制板；2—预制板内钢筋；3—现浇层；4—现浇梁或墙；5—附加钢筋

7.1.14 叠合板间的拼缝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 中的相关规定。

7.1.15 预制水泥聚苯模壳装配式建筑的防裂措施：

- 1 为防止房屋底层墙体开裂，宜增加基础和圈梁刚度；
- 2 窗台下第一根格构梁增设纵筋不少于 $2\phi 10$ ，两端伸入窗间墙内长度不小于 600mm；
- 3 预制水泥聚苯模壳装配式建筑结构的伸缩缝间距不宜大于 55m；
- 4 屋面应设置保温层。屋面保温层的刚性面层及砂浆找平层应设置分格缝，分格缝间距不宜大于 6m，并应与女儿墙隔开，其缝宽不应小于 30mm。

7.1.16 开间尺寸大于 4m 的边跨楼板，板厚不应小于 120mm，位于外墙中的非加强格构柱应采用上下贯通的双排配筋形式，钢筋直径不应小于 12mm。

7.2 非承重格构式混凝土填充墙的构造要求

7.2.1 非承重格构式混凝土填充墙应考虑水平风荷载及地震作用的影响。地震作用可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中非结构构件的规定计算。

7.2.2 在正常使用和正常维护条件下，格构式混凝土填充墙的使用年限宜与主体结构相同，结构的安全等级可按二级考虑。

7.2.3 格构式混凝土填充墙的构造设计，应符合下列规定：

- 1 格构柱、格构梁应采用自密实细石混凝土或轻集料自密实混凝土浇筑；

- 2 格构柱、格构梁直径不应小于 110mm，间距不应大于 300mm。

7.2.4 格构式混凝土填充墙与框架的连接，宜采用填充墙与框架脱开的方法，连接措施应符合下列规定：

1 采用填充墙与框架脱开的方法时，填充墙两端格构梁柱与框架柱，填充墙顶面格构柱与框架梁之间应预留出不小于45mm的间隙，间隙宜采用平板型预制模壳填塞，并用聚氨酯发泡胶或硅酮胶等其他弹性密封材料封缝；

2 格构柱、格构梁每隔1个芯孔内至少通长配置1根直径不小于8mm的钢筋；格构柱、格构梁钢筋均应与框架梁或框架柱的预埋件或预留钢筋连接，绑扎接头时不小于 $50d$ ，焊接时（单面焊接）不小于 $10d$ ；

3 填充墙高度超过4m时应在墙体中部设置与柱连通的加强格构梁（水平系梁），加强格构梁中的纵向钢筋不应少于 $2\phi 10$ ，箍筋（拉结筋）直径不应小于6mm，间距不应大于300mm。填充墙高度不宜大于6m；

4 填充墙长度超过6m或墙长大于2倍层高时墙体中部应设置加强格构柱，加强格构柱中的纵向钢筋不应少于 $2\phi 10$ ，箍筋和拉结筋的直径不应小于6mm，间距不应大于300mm。

7.2.5 格构式混凝土填充墙体与混凝土框架梁、柱和剪力墙处的平板型预制模壳连接接缝部位，以及高层建筑混凝土剪力墙镶贴平板型预制模壳的部位，在面层处理时应考虑局部抗裂加强措施，必要时可在墙体基层表面设置满挂钢丝网片。

7.2.6 长度超过12m的格构式混凝土填充墙体应考虑设置构造伸缩缝。

8 施工安装

8.1 一般规定

8.1.1 预制水泥聚苯模壳装配式建筑施工应制订施工技术方案，经审查批准后方可进行施工。

8.1.2 预制模壳安装前应根据设计图编绘预制模壳平、立面排版图，并应标注切割模壳的位置及尺寸；标准型预制模壳应沿格构柱（梁）的中心线切割，切割模壳与其他标准型预制模壳拼装后不应破坏格构柱（梁）的完整性。

8.1.3 施工前，宜在现场采用相同材料和工艺制作样板间，经有关各方确认后方可进行施工。

8.1.4 预制水泥聚苯模壳装配式建筑所用材料必须符合本规程规定和设计要求。进入施工现场的材料应提供产品合格证明和型式检验报告等技术文件，并按本标准 9.2.8 条款的规定进行材料进场见证抽样和复验工作。

8.1.5 堆放预制模壳的场地应平整，并便于排水；不同品种、批次、规格型号的预制模壳应分别堆放，堆置高度不宜超过 1.8m，并有防雨、防潮措施；搬运装卸时，应轻拿轻放，严禁相互碰撞和随意抛掷。

8.1.6 预制叠合板、预制叠合梁和预制楼梯的安装施工应符合国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 及行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的相关规定。

8.1.7 预制模壳墙体面层的找平层和防护层施工，应符合国家和行业有关外保温墙体的相关技术要求。

8.1.8 预制水泥聚苯模壳装配式建筑的施工除应符合本规程的规定外，尚应符合现行相关标准的要求。

8.2 施工工序

8.2.1 预制水泥聚苯模壳装配式建筑施工宜按以下工序：

地基与基础施工→预制模壳墙体安装→墙体内钢筋敷设→设置临时支撑→芯孔清理及浇筑自密实混凝土→支设圈梁模板和钢筋敷设（含安装平板型预制模壳）→支设预制叠合板支撑→吊装预制楼板、楼梯等预制构件→圈梁和楼板及预制构件等浇筑混凝土→混凝土养护→拆除临时支撑→墙体面层施工→成品保护和验收。

8.2.2 非承重预制水泥聚苯模壳装配式墙体构件的施工宜按以下工序：

清理基层→绑扎钢筋→安装预制模壳（含混凝土梁、柱表面的平板型预制模壳的安装）→设置临时支撑→浇筑自密实混凝土→混凝土养护→拆除临时支撑→墙体面层施工→成品保护和验收。

8.3 钢筋绑扎

8.3.1 钢筋加工、连接、安装等均应符合现行国家标准《混凝土结构施工质量验收规范》GB 50204 的规定和设计要求。

8.3.2 预制模壳芯孔内的钢筋敷设应在预制模壳安装期间进行。受力钢筋敷设宜采用绑扎搭接，并应配合预制模壳安装依次

进行。

8.3.3 芯孔内敷设钢筋，竖向只敷设单根钢筋时，其位置应在格构柱中心 $1/3$ 直径以内；水平敷设钢筋应采取位置固定措施，保证芯孔内受力钢筋的保护层厚度。

8.3.4 应采取有效措施，对钢筋的安装质量应做好隐蔽工程检查验收记录。

8.4 预制模壳安装

8.4.1 预制模壳安装前应完成以下准备工作：

- 1 对基础工程和预埋钢筋进行检查或验收；
- 2 根据设计图编绘预制模壳平、立面排板拼装图；
- 3 按照设计图纸定位弹线，设立皮数杆，标明门窗洞口、过梁、圈梁和楼板等位置；

4 非承重填充墙体的模壳拼装，宜在现场预先试排模，内、外两块预制模壳可在安装前完成粘结组合；

5 预制模壳宜在安装前完成切割，标准型预制模壳的切割应满足本标准第 8.1.2 条的规定。

8.4.2 预制模壳应按排板拼装图安装，从外墙墙角开始，向两边顺序进行，逐层逐间、先外后内。在墙体交接和门窗洞口处，预制模壳应按构造设计要求拼装。

8.4.3 预制模壳安装时，上下层与左右间的预制模壳应严格对孔、对缝或错缝搭接；水平缝宽度不宜大于 5mm，竖向缝宽度不宜大于 10mm，厚度方向的两块模壳连接处粘结面积不应小于 90%；模壳安装完成后，应保证内部芯孔中心线对中，芯孔空腔的轮廓线纵横向对齐，墙面保持平整，柱边与门窗洞口可留

直槎。

8.4.4 在预制模壳的水平与竖向缝中打聚氨酯发泡胶粘结后，对安装的预制模壳进行测量校正，并应设置临时支撑固定。

8.4.5 现浇混凝土构件的预制模壳施工宜采用现浇法或后粘法工艺，并应符合以下要求：

1 宜采用平板型预制模壳，并可依据构件尺寸对模壳预先切割。

2 采用现浇法工艺时，应在混凝土浇筑施工前预先将平板型模壳固定于构件模板，并完成支模及浇筑施工。

3 后粘法工艺应在现浇混凝土构件拆模后进行，可与预制模壳墙体同步安装；平板型预制模壳宜采用聚氨酯发泡胶粘结于混凝土表面并用锚栓固定，锚栓孔距预制模壳边缘不应小于100mm，锚栓数量每1m²不宜少于3个，且单块模壳锚栓数量不应少于2个。

8.4.6 模壳的临时支撑应牢固可靠，洞口部位的模板应密封严实，浇筑自密实混凝土时不应出现鼓模和漏浆现象。

8.4.7 非承重格构式混凝土填充墙与框架柱（梁）脱开部位的空隙宜采用平板型预制模壳或EPS保温板等轻质材料填塞。

8.4.8 预制模壳安装完毕至混凝土浇筑施工前，应采取有关防护措施，避免墙体芯孔内进水或积水，且空腔内不应存有异物。

8.5 混凝土浇筑

8.5.1 混凝土浇筑施工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 和行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的相关规定外，尚应符合以下规定：

1 浇筑前应进行以下隐蔽工程检查：

- 1) 预制模壳拼装质量和支撑应符合施工要求，并验收合格；
- 2) 钢筋配置及保护层应符合设计要求；
- 3) 芯孔通顺且空腔内应清理干净；
- 4) 电气及水暖预埋管线、预埋件、孔洞等应按设计要求留设；
- 5) 安装在圈梁、构造柱、门窗洞口等部位的非标准模壳的拼缝应填塞发泡胶密封，模壳固定可靠，浇筑时不应漏浆。

2 芯孔内混凝土的浇筑高度每次不应大于 0.9m，浇筑时宜一次移动两个孔，且应沿墙长连续浇筑，两次浇筑的间隔时间不应超过混凝土的初凝时间；必要时可设观察孔查看自密实混凝土的浇筑质量和密实程度，浇筑完毕应及时封闭观察孔。

3 混凝土浇筑完毕后应立即清除墙体上多余的混凝土和附着在墙体表面的混凝土。

4 雨天不应浇筑混凝土，刚浇筑完成的混凝土要防止雨水冲刷。

5 芯孔内混凝土强度达到 5MPa 时，方可拆除临时支撑；

6 冬期施工应参照现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的相关要求执行。

8.5.2 叠合构件混凝土浇筑前应清除叠合面上的杂物、浮浆及松散骨料，表面干燥时应洒水润湿，洒水后不得留有积水；浇筑时应采取由中间向两边的方式，叠合构件与现浇构件交接处混凝土应加密振捣点，并适当延长振捣时间。

8.5.3 浇筑叠合层混凝土时，应用平板振动器振捣密实，以保证后浇混凝土与预制底板叠合成一整体。同时要求布料均匀，布

料的堆积高度严格按现浇层厚度加施工活荷载 1.5kN/m^2 控制,荷载不均匀时单板范围内折算均布荷载不宜大于 1.0kN/m^2 ,否则应采取加强措施。

8.5.4 叠合构件浇筑环境温度低于 5°C 时,应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 有关冬期施工的规定。

8.5.5 叠合层混凝土浇筑完成后可采取洒水、覆膜、喷涂养护剂等养护方式,养护时间不应少于 14d。

8.6 预制构件安装

8.6.1 叠合板预制底板的安装应符合下列规定:

1 叠合板预制板底应设置支撑,支撑宜选用定型独立钢支柱,支撑设置应根据设计要求或施工方案确定;

2 预制底板吊装前应按设计图纸核对预制底板的型号及板长;吊装过程中应使板面基本保持水平,起吊、平移及落板时应保持速度平缓;吊装完成后应对板底接缝高差校核,当不满足设计要求时,应重新起吊并通过可调托座进行调节;

3 临时支撑应在后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

8.6.2 预制楼梯的安装应符合下列规定:

1 安装前,应检查楼梯构件平面定位及标高,并宜设置调平装置;

2 安装施工专业宜按以下步骤:测量放线→构件检查→构件编号→吊具安装→起吊、调平→吊运→钢筋对位→就位、调整→调节支撑→就位、微调;

3 预制楼梯构件吊装施工过程中,应确保吊装作业安全,构件下严禁站人。

8.6.3 预制空调板的安装应符合下列规定：

- 1 安装前，应检查支座顶面标高及支撑面的平整度；
- 2 临时支撑应在后浇混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

8.6.4 全截面预制剪力墙板的安装应符合下列规定：

- 1 全截面预制剪力墙宜先于模壳开展安装作业；
- 2 墙体就位前应在墙板底部设置调平装置；
- 3 采用灌浆套筒连接的墙板需要分仓灌浆时，应采用座浆料进行分仓；采用座浆时应均匀铺设座浆料，座浆料强度应满足设计要求；
- 4 墙板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；
- 5 安装就位后应设置可调斜支撑临时固定，并微调墙板的水平位置、垂直度和高度等指标；
- 6 调整就位后，墙底部连接部位宜采用模板封堵。

8.7 找平层施工

8.7.1 找平层施工前，墙体应符合下列规定：

- 1 墙体上的凸起、空鼓和疏松部位应剔除；
- 2 墙面应清洁，无油污、污垢、泥土等妨碍与饰面层粘结的附着物；
- 3 各种连接件和管线，以及固定伸出外墙的消防梯、落水管、各种进户管线和空调器等预埋件，应按设计要求安装完毕；
- 4 墙体需做抗裂加强措施的钢丝网片钉挂铺设完成。

8.7.2 涂刷在预制模壳墙体基层表面的界面砂浆厚度不宜小于1mm且不超过3mm。

8.7.3 找平层施工应在墙体混凝土浇筑 28d 且界面砂浆涂刷 24h 后方可开展，并应符合下列规定：

1 找平层材料宜选用聚合物砂浆，可选用改性水泥聚苯颗粒保温浆料；

2 采用聚合物砂浆找平时，找平层厚度应控制在 6 ~ 12mm 且符合相关设计要求；

3 预制模壳墙体垂直度或平整度大于 10mm 时，应在界面层施工前采用刨削（搓板）直接找平并抹聚合物砂浆，聚合物砂浆厚度应控制在 4 ~ 6mm。

8.7.4 预制模壳墙体与混凝土梁、柱、墙交接处或模壳墙体需整体加强抗裂措施时，应加挂电焊钢丝网片加强连接，加强钢丝网片应钉紧绷牢。

混凝土梁、柱、墙交接处应将电焊钢丝网片裁切为宽度 300mm 的长条，以不同材料墙体交界处为中心，两边各压 150mm，并应采用带垫片的射钉或码钉固定，间距不宜大于 200mm。阴角部位应预先将电焊钢丝网片挤压成标准的 90°转角再固定。

8.8 防护层施工

8.8.1 防护层施工应在保温找平层完工 7d 后方可进行；施工前，基层墙体平整度和垂直度应符合规范要求。

8.8.2 抹面胶浆的配制应满足以下要求：

1 应按供应商提供的配比和制作工艺进行现场配制；

2 抹面胶浆干粉料可直接加入适量水中，用专用电动搅拌机搅拌均匀；

3 依据不同环境温度条件，配制浆料应在产品说明书中规定的时间或 3h 之内用完。

8.8.3 外墙抹面层施工应符合下列要求：

1 在外墙阴角及阳角处第一道抹面胶浆完成后，在抹面胶浆可操作时间范围内，按挂线把护角、鹰嘴粘在墙上均匀挤压，护角条上的耐碱玻纤网布应同时压入抹面胶浆内，抹面胶浆要从护角的孔中挤出，然后把多余的胶浆刮平，第二道胶浆应把护角完全埋入抹面胶浆中；

2 第一道抹面胶浆厚度应为 2 ~ 3mm，抹面胶浆涂抹完毕后应立即将耐碱玻纤网布压入，浆料可覆盖耐碱玻纤网布但宜微见轮廓，玻纤网应保持平整无褶皱；第二道抹面胶浆厚度应为 1 ~ 2mm，宜在第一道抹面胶浆稍干硬至可触碰时进行，浆料应完全覆盖耐碱玻纤网布；抹面胶浆总厚度宜为 3 ~ 5mm，施工作业完成后墙面不应形成空鼓；

耐碱玻纤网布应沿墙体自上而下铺设，玻纤网搭接长度在墙体宽度方向不应小于 100mm，在墙体高度方向不应小于 80mm；

3 未做加强钢丝网抗裂措施的首层墙面应铺贴双层耐碱玻纤网布，第一层耐碱玻纤网布应对接且接缝平整对齐，对接点不应设置在阴、阳角处且距离角部不应小于 200mm。两层耐碱玻纤网布之间应涂抹抹面胶浆，不应干贴或干搭接；

二层及二层以上墙体角部应铺贴单层耐碱玻纤网布，宽度宜为 400mm，并应以角部为中心向两侧延伸各 200mm；

4 门窗洞口四角应预先沿 45°方向增贴长度 300mm、宽度 200mm 的附加耐碱玻纤网布（图 8.8.3）；

5 抹面胶浆施工间歇应设在自然断开处。当在连续墙面上

停顿时，第二道抹面胶浆不应完全覆盖已铺好的耐碱玻纤网布，耐碱玻纤网布与第二道抹面胶浆应形成台阶形坡茬，留槎间距不宜小于 150mm；

6 抹面层养护时间不应小于 24h，在寒冷潮湿气候条件下应适当延长，养护期间应采取措施不得扰动。

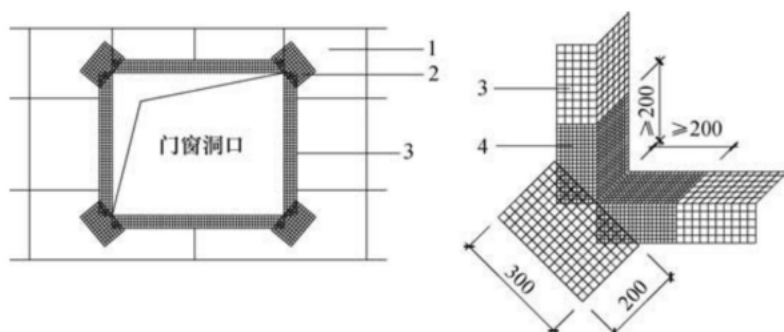


图 8.8.3 门窗洞口耐碱玻纤网布加强示意图

- 1—预制模壳复合墙体；2—附加耐碱玻纤网布；
3—耐碱玻纤网布翻包；4—耐碱玻纤网布搭接

8.8.4 外墙饰面层施工应符合下列要求：

1 涂料饰面应依据《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29 的相关规定在涂刷涂料之前刮涂柔性耐水腻子。

2 预制水泥聚苯模壳装配式建筑墙体的饰面材料可采用饰面砂浆，砂浆厚度宜为 2~6mm。

8.8.5 内墙抹灰和饰面施工应符合下列要求：

1 预制水泥聚苯模壳装配式建筑内墙面宜采用聚合物砂浆进行抹灰施工，并在抹面层内压入耐碱玻纤网布做防裂措施；必要时可在混凝土梁柱结构与预制模壳复合墙体的连接处，采用加

挂一层电焊钢丝网片的加强抗裂措施。

2 内墙无防水要求时可使用粘结石膏替代聚合物砂浆，饰面可采用抹灰石膏、涂料或纸面石膏板等。

8.9 绿色施工

8.9.1 预制模壳及预制构件运输过程中，应保持车辆整洁，防止对场内道路的污染，并减少扬尘。

8.9.2 现场各类预制构件应分别集中堆放整齐，并悬挂标识牌，严禁乱堆乱放，不得占用施工临时道路，并做好防护隔离。

8.9.3 在施工现场应加强对废水、污水的管理，现场应设置污水池和排水沟。废水、废弃涂料、胶料应统一处理，严禁未经处理而直接排入下水管道。

8.9.4 预制构件施工中产生的胶粘剂、稀释剂等易燃、易爆化学制品的废弃物应及时收集送至指定储存器内并按规定回收，严禁丢弃未经处理的废弃物。

8.9.5 施工期间，应严格控制噪声和遵守《建筑施工场界噪声排放标准》GB 12523 的规定。

8.9.6 在夜间施工时，应防止光污染对周边居民的影响。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 预制水泥聚苯模壳装配式建筑的结构工程验收除应符合本规程规定外，尚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 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

9.1.2 预制水泥聚苯模壳装配式建筑工程施工用的原材料、部品、构配件和预制混凝土构件均应按检验批进行进场验收且应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

9.1.3 格构式混凝土墙体构件内部及连接节点浇筑混凝土前，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 纵筋的牌号、规格、数量、间距及位置；
- 2 箍筋的牌号、规格、数量、间距、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、数量及位置；
- 5 其他隐蔽项目。

9.1.4 预制水泥聚苯模壳装配式建筑工程验收的检验批划分应符合下列规定：

1 预制模壳安装、钢筋绑扎及混凝土浇筑等分项工程，可根据与施工方式相一致且便于控制施工质量的原则，按工作班、楼层、结构缝或施工区段划分检验批；

2 饰面分项工程，对于材料、施工工艺和做法相同的饰面工程，可按每 500m² 墙面面积划分为一个检验批，不足 500m² 也为一个检验批。

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、模壳排装图、预制构件安装施工图和加工制作详图；

2 预制模壳、预制混凝土构件、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 预制模壳、预制混凝土构件的安装施工记录；

4 拼装模壳空腔内竖向、水平纵向钢筋及箍筋的施工检验记录；

5 隐蔽工程检查验收文件；

6 混凝土、灌浆材料强度检测报告；

7 预制模壳安装工程质量验收文件；

8 格构式墙体内部空腔混凝土浇筑记录；

9 装配式结构分项工程质量验收文件；

10 装配式工程重大质量问题的处理方案和验收记录；

11 装配式工程的其他文件和记录。

9.1.6 装饰、装修、机电安装、建筑节能等分部工程应按国家现行有关标准进行质量验收。

9.2 主控项目

9.2.1 进场预制模壳的种类、规格、性能应符合标准和设计的要求：

检验数量：按进场批次全数检查。

检验方法：检查产品合格证和出厂检验报告等。

9.2.2 预制模壳的导热系数、干密度、抗压强度、软化系数和抗冻性等技术指标应符合设计和本规程要求：

检验数量：全数检查。

检验方法：核查型式检验报告等质量证明文件及进场复验报告。

9.2.3 预制模壳与支撑面间的连接应准确、可靠。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.2.4 临时支撑应具有足够的承载力、刚度和稳定性。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.2.5 预制模壳安装应上下对正、左右对齐，芯孔中心线偏差不得超过10mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、钢尺测量。

9.2.6 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距、连接方式、接头位置、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度等应

符合设计要求及本规程的构造要求。

检查数量：抽查有代表性自然房间总数的 10%，且不应少于 3 间。

检验方法：观察，钢尺量测。

9.2.7 自密混凝土强度等级应符合本规程及设计要求，在浇筑地点应随机抽取留置标准养护和同条件养护试件，取样与试件留置应符合下列规定：

检查数量：

1 不超过 100m^3 的同配合比的混凝土为一检验批，取样不得少于一次；

2 每一楼层、同一配合比的混凝土，取样不得少于一次；

3 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件组数应根据实际需要留置。

检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

9.2.8 材料进场时，应对其下列性能进行复验，复验应为见证取样送检：

1 预制模壳的干密度、抗压强度和软化系数；

2 改性水泥聚苯颗粒保温浆料的干表观密度、抗压强度和软化系数；

3 抹面胶浆的拉伸粘结强度（原强度和耐水强度）和压折比；

4 耐碱玻纤网布的单位面积质量、耐碱拉伸断裂强力 and 断裂强力保留率；

5 其他配套材料的质量控制，应按本标准第 4.4 节相关标准要求，选取合适项目进行。

检查数量：同一厂家，同一品种的产品，当单位工程模壳墙体面积以 1000m²划分一个检验批，检验批的最小抽样数量应满足《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 第 3.4.3 款的规定。

检验方法：随机抽样送检，核查复验报告。

9.2.9 预制混凝土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、尺量；检查处理记录。

9.3 一般项目

9.3.1 预制模壳的外观质量应符合表 9.3.1 的要求。

检查数量：按进场批次总数抽查 1% ~ 3%，且不少于 3 件。

表 9.3.1 预制模壳外观质量和检验方法

项目	质量要求	检验方法
外表面平整（mm）	±3.0	观察、尺量
缺棱（长不小于 50mm，深不小于 10mm）	不超过 3 处	
掉角（不小于 50mm × 50mm）	不超过 3 处	
空腔凸鼓、缺损	≤5mm	
空腔错位	≤5mm	

9.3.2 预制模壳的尺寸允许偏差应符合表 9.3.2 的要求。

检查数量：按进场批次（同一规格每 200 件为一批），每批随机抽取 3 件进行检查。

表 9.3.2 预制模壳尺寸允许偏差和检验方法 (mm)

项目		允许偏差	检验方法
截面尺寸	长度	± 5	观察、尺量
	宽度	± 5	
	厚度	± 3	
侧向弯曲		± 3	

9.3.3 预制模壳拼接的接缝宽度不应小于 3mm，也不应大于 10mm，粘结面积率应符合本规程的规定。

检查数量：抽查有代表性的自然房间总数 10%，且不少于 3 间。

检验方法：观察、尺量检查。

9.3.4 模壳内钢筋安装位置的允许偏差应符合表 9.3.4 的要求。

检查数量：抽查有代表性自然房间总数的 10%，且不少于 3 间。

表 9.3.4 钢筋安装位置允许偏差和检验方法 (mm)

项目	允许偏差	检验方法
长	± 10	钢尺检查
钢筋骨架宽、高	$+3, -5$	钢尺检查
间距	± 10	钢尺检查
保护层厚度	± 5	钢尺检查
箍筋间距	± 20	钢尺量连续三档，取最大值

9.3.5 格构墙内竖直、水平单根钢筋敷设位置应符合设计及本规程的要求，允许偏差为 10mm，外墙筋敷设位置不得偏于内侧。

检查数量：全数检查

检验方法：观察、尺量检查。

9.3.6 变形缝的构造处理和预制模壳开槽、开孔以及管线、设备的安装固定应符合设计要求。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察、手扳检查；核查隐蔽工程验收记录。

9.3.7 预制模壳格构式混凝土复合墙体工程尺寸允许偏差应符合表 9.3.7 的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工区段划分检验批。在同一检验批中抽取有代表性自然房间总数的 10%，且不少于 3 间。

**表 9.3.7 预制模壳格构式混凝土复合墙体工程
尺寸允许偏差和检验方法 (mm)**

序号	项目		允许偏差	检验方法
1	轴线位置偏移		5	经纬仪、钢尺
2	垂直度	每层	5	经纬仪或吊线、钢尺
		全高 H	$H/1000$, 且 ≤ 30	经纬仪或吊线、钢尺
3	楼层高度	每层	± 5	水准仪或吊线、钢尺
		全高	± 20	水准仪、钢尺
4	表面平整度		5	2m 靠尺、塞尺
5	相邻预制模壳表面高差		5	钢尺
6	上下窗口位移		± 15	经纬仪、钢尺
7	门窗洞口宽度		+10	钢尺
8	门窗洞口高度		+15, -5	钢尺

注：检查轴线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

9.3.8 预制混凝土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。

9.3.9 预制混凝土构件上的预埋件、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。

本规程用词说明

1 为了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、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 2 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 3 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 4 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 5 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 6 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 7 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
- 8 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 9 《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
- 10 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 11 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 12 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB 50210
- 13 《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411
- 14 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》

GB 1499.2

- 15 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624
- 16 《建筑施工场界噪声排效标准》 GB 12523
- 17 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 18 《镀锌电焊网》 GB/T 33281
- 19 《增强制品试验方法 第 3 部分：单位面积质量的测定》

GB/T 9914.3

- 20 《建筑构件耐火试验方法 第1部分:通用要求》GB/T 9978.1
- 21 《绝热 稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法》GB/T 13475
- 22 《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第3部分:建筑构件空气声隔声的实验室测量》GB/T 19889.3
- 23 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 24 《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144
- 25 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114
- 26 《装配式住宅建筑设计标准》JGJ/T 398
- 27 《工业化住宅尺寸协调标准》JGJ/T 445
- 28 《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283
- 29 《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29
- 30 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
- 31 《混凝土界面处理剂》JC/T 907
- 32 《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》JG/T 158
- 33 《膨胀玻化微珠轻质砂浆》JG/T 283
- 34 《水泥聚苯模壳格构式混凝土墙体住宅技术规程》CECS 173
- 35 《建筑结构抗倒塌设计规范》CECS 392
- 36 《装配式建筑评价标准》DB37/T 5127
- 37 《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155
- 38 《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026

山东省工程建设标准

水泥聚苯模壳装配式建筑技术规程

Technical standard for assembled buildings with expanded
polystyrenegranule cement latticed concrete wall

DB37/T 5165—2020

条文说明

目 次

1	总则	63
2	术语和符号	64
2.1	术语	64
3	基本规定	65
4	复合墙体和材料	66
4.1	装配式预制模壳	66
4.3	混凝土和钢筋	66
4.4	配套材料	67
5	建筑和节能设计	68
5.1	建筑模数及模数协调	68
5.3	建筑节能设计	68
5.4	构造措施	69
6	结构设计	70
6.1	一般规定	70
6.2	结构布置	71
6.4	结构整体分析	71
6.5	格构式混凝土墙体截面承载力	73
6.6	楼盖设计	75
6.7	预制楼梯及空调板	76
7	构造规定	77
7.1	装配式模壳建筑的结构构造要求	77

7.2	非承重格构式混凝土填充墙的构造要求	79
8	施工安装	80
8.1	一般规定	80
8.2	施工工序	80
8.3	钢筋绑扎	80
8.4	预制模壳安装	81
8.5	混凝土浇筑	81
9	质量验收	83
9.1	一般规定	83
9.2	主控项目	83

1 总 则

1.0.1 本条规定是制订本规程的基本原则。

1.0.2 ~ 1.0.3 本规程按照现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和现行中国工程建设标准化协会标准《水泥聚苯模壳格构式混凝土墙体住宅技术规程》CECS173 等，依据相关的试验、理论研究成果和工程设计施工的实践经验，为山东省抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下地区的预制水泥聚苯模壳装配式建筑和非承重聚苯模壳格构式填充墙体的结构设计提出的最低要求。

由于缺少水泥聚苯模壳在地面以下潮湿或有腐蚀介质环境下的耐久性数据及使用经验，因此本规程未包含地面以下使用水泥聚苯模壳构件的相关要求；同时鉴于试验资料和相关震害经验的欠缺，对 8 度以上地区的应用未作明确规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 水泥聚苯模壳装配式建筑中的承重墙体主要采用预制水泥聚苯模壳格构式混凝土复合墙体，局部采用普通现浇混凝土剪力墙或全截面预制剪力墙；建筑结构中的楼（屋）盖宜采用叠合楼板，也可采用现浇楼板。

2.1.2 依据空腔内部的不同形式和构造，可分为格构式混凝土承重墙和格构式混凝土非承重墙两种。

2.1.3 标准型预制模壳：依据不同节能要求，外壁壳体具有系列厚度，拼装后其内部可形成水平竖直两方向相互交叉的圆柱形空腔，在浇筑混凝土后形成格构式混凝土骨架。

端部槽型预制模壳：标准型预制模壳的配套件，拼装后可形成半圆柱空腔；主要用于墙端头（如门、窗框和转角处）和墙体连接处（如 T 形连接等）。

平板型预制模壳：标准型预制模壳的配套件，可用于拼装边缘构件、墙体交接部位以及门窗框部位的内、外（或上、下）表面保温层的处理。

3 基本规定

3.0.1 装配式建筑是以完整的建筑产品为对象，通过系统集成的方法，实现设计、生产运输、施工安装和使用维护全过程的一体化；同时由于格构式墙体的内部承重骨架较为复杂，建筑、结构、机电和内装专业在设计阶段的协同配合有利于保证墙体的安全性。

3.0.3 我国有关模壳格构式混凝土复合墙体的试验研究仅由中国建筑科学研究院、大连理工大学以及山东省建筑科学研究院开展。其中，中国建筑科学研究院及大连理工大学的试验研究均采用的是缩尺墙片试验模型，山东省建筑科学研究院是基于足尺格构式混凝土墙片开展了低周往复加载的试验研究。依据当前的研究成果，模壳格构式混凝土复合墙体作为建筑物主要承重构件时，房屋的建筑层数和高度应符合本规程的规定。鉴于试验资料和相关震害经验的欠缺，对 8 度（0.20g）以上地区的建筑层数和高度未作明确规定。

4 复合墙体和材料

4.1 装配式预制模壳

4.1.1 ~ 4.1.2 模壳通过工厂化预制和现场装配化施工，可根据设计要求灵活组合预制模壳的保温层厚度，以满足不同节能设计等级的要求。

4.1.3 预制模壳属保温结构一体化装配式建筑的新型建材产品，具有两种功能。在浇筑格构式混凝土复合墙体时，模壳兼做模板，在混凝土浇筑完成后无须拆除，模壳可起到墙体保温隔热作用。因此要求模壳在施工时应能承受自密实混凝土拌合物的侧压力，并能满足在使用时的墙体保温、隔热、防火、安全和耐久性能的设计要求。经综合考虑模壳功能、生产技术条件、质量控制水平和经济性等因素，本条规定了预制模壳的物理、力学性能指标。

依据预制模壳生产线试验统计数据（2 年 100 组以上）可得，预制模壳干密度值符合正态分布，表中干密度 $330\text{kg}/\text{m}^3$ 依据统计数据正态分布曲线的中位值确定， $\pm 15\%$ 的范围在 $380 \sim 280\text{kg}/\text{m}^3$ 之间；导热系数的指标值随干密度的区间范围相应设定。

4.3 混凝土和钢筋

4.3.1 格构式混凝土构件截面尺寸小，且采用强度不高的保温模板一体化的模壳做模板，难以振捣甚至无法振捣，因此应采用自

密实性能良好的免振捣自密实混凝土。自密实混凝土与普通混凝土的生产与应用有共性也有特性，在原材料、配合比设计和生产等方面自密实混凝土有更加严格的要求，应高度重视。自密实混凝土的自密实性能包括坍落扩展度、抗离析性和填充性，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。

4.4 配套材料

4.4.2 抹面胶浆除应符合与模壳粘结的拉伸强度指标要求外，尚应满足柔韧性指标要求（压折比不大于 3.0）。压折比大即抗压强度高、抗折强度低，即具有脆性，容易断裂。试验表明，当抹面胶浆的压折比不大于 3.0 时，具有良好的柔韧性。

4.4.3 耐碱玻纤网布对提高模壳格构式混凝土复合墙体建筑外表面的机械强度、抵抗温度应力和防止开裂有着很重要的作用，因此本条对玻纤网的技术性能指标做了严格规定。

4.4.4 改性水泥聚苯颗粒保温浆料是预制模壳现场施工的配套产品，为保证格构式混凝土复合墙体的整体质量，因此其技术指标要求与预制模壳一致。

4.4.5 本条所指金属锚栓是由不锈钢或经过表面防腐处理的金属制成。

4.4.6 为保证模壳间的粘结力和接缝的保温性能，须采用粘结强度高、保温性能好的发泡聚氨酯粘结，且应保证粘结面积；拼排粘结的保温模壳应形成纵横贯通芯孔以便浇灌混凝土。

4.4.7 电焊网片主要应用于承重和非承重模壳外墙的整体抗裂措施，以及模壳墙体与混凝土结构的梁、柱连接部位的抗裂，要求与传统保温体系基本一致。

5 建筑和节能设计

5.1 建筑模数及模数协调

5.1.1 现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 是为推进房屋建筑工业化，实现建筑或部件的尺寸和安装位置的模数协调。本标准未提及的内容应与国标保持一致。

5.1.2 单线网格可用于轴线（中心线）定位，也可用于界面定位；双线网格常用于界面定位。

5.3 建筑节能设计

5.3.3 对模壳格构式混凝土复合墙体进行热工模拟计算时，模壳导热系数的取值为绝干状态下的检测值，而实际工程应用中，模壳并非绝干状态，其热工性能受自身含水率的影响。通过对不同规格模壳格构式混凝土复合墙体进行热工检测，将实测热阻值与模拟计算热阻值进行比较分析，确定了墙体热阻的修正系数为 0.95。

复合式墙体的热阻，目前常用的方法是通过《民用建筑热工设计规范》GB 50176 中的垂直热流平面切割法进行计算，该方法是基于一维稳态传热的原理。由于模壳格构式混凝土复合墙体为空间复合结构，传热过程较为复杂，用以上方法计算与实际传热会有较大偏差。因此在计算方法中引入了二维温度场模拟软件。首先将模壳格构式混凝土复合墙体模型进行简化处理，将墙

体的混凝土芯柱及梁断面换算成等面积的正方形，这样墙体模型在水平热流方向上就分成两种截面形式，通过二维温度场模拟软件对两种截面形式的温度场进行模拟，计算出两种截面形式的热阻，再通过截面形式所占面积比例进行面积加权平均，计算出模壳格构式混凝土复合墙体热阻。通过以上两种方法对不同规格模壳格构式混凝土复合墙体进行计算，并将计算结果与墙体实测值进行比较，发现第二种方法拟合度较高，因此选用第二种方法对模壳格构式混凝土复合墙体热阻进行模拟计算，并乘以 0.95 的修正系数，再对应计算墙体的传热系数和热惰性指标。表中未给出有热桥情况下的外墙平均传热系数，其值应根据不同地区按现行山东省《居住建筑节能设计标准》DBJ 14 - 037、《公共建筑节能设计标准》DBJ 14 - 036 选取修正系数，进行修正计算。

5.4 构造措施

5.4.2 格构式混凝土复合墙体保温结构一体化建筑不允许采用面砖饰面做法，考虑到格构式混凝土复合墙体的特性，首层窗台以下可采用面砖饰面。面砖饰面层的施工应符合设计和现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的要求。

5.4.5 平板模壳应预先安装于模板内侧，与混凝土同时浇筑。局部部位必要时，可采用胶粘剂满粘与锚栓锚固结合进行。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 ~ 6.1.3 根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定，其设计使用年限为 50 年。若建设单位对设计使用年限提出更长的要求，应采取专门措施，包括相应荷载设计值，设计地震动参数和耐久性措施等均应依据设计使用年限相应确定。

模壳格构式混凝土复合墙体建筑结构虽是一种新型节能结构一体化的建筑，但其仍未脱离混凝土结构的范畴。因此模壳格构式混凝土复合墙体建筑结构与常规混凝土结构相同，应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态的计算和验算。

6.1.5 模壳格构式混凝土复合墙体结构作为一种新型的结构体系，仍然缺乏足够的试验资料及设计经验，为保证建筑物的安全性，本规程规定该新型节能墙体建材不应用于复杂结构形式。

不低于 4 层的水泥聚苯模壳装配式建筑结构宜采用格构式混凝土承重墙和钢筋混凝土剪力墙组成的双重抗侧力体系，钢筋混凝土剪力墙可采用现浇工艺或全截面预制的装配式工艺建造，并结合建筑、开洞以及结构受力需要等因素在纵横墙两个方向布置，考虑到灾害发生时人员逃生的安全性，楼梯或电梯间宜布置钢筋混凝土剪力墙，钢筋混凝土剪力墙的布置方案应与格构式承重墙相适应，不宜差别过大，防止地震作用下被各个击破。

6.1.6 为保证模壳格构式混凝土复合墙体格构柱、格构梁整体协同受力，本条提出墙体留洞时应避免截断格构柱、格构梁。

6.1.9 预制构件在脱模、吊装、运输、安装等环节的受力状态与使用阶段不同，而且在此阶段混凝土强度一般也未达到设计强度。因此，应重视各施工阶段的安全性分析。

6.1.10 预制构件中外露预埋件凹入表面，便于做封闭处理。

6.2 结构布置

6.2.1 ~ 6.2.2 横墙较少是指同一楼层内开间大于 4.2m 的房间占该层总面积的 40% 以上；墙段的高宽比指层高与混凝土骨架长度的比值，高宽比大于 4 的格构式混凝土承重墙，其层间等效抗侧刚度取 0.0。

开展模壳格构式混凝土复合墙体结构设计时，应重视结构整体的概念设计，通过对建筑物平立面构件的合理布置，力求达到建筑物受力合理，具有良好的整体抗震性能。因此，本节条款对建筑物的结构平、立面布置等提出了相应的基本规定。

为避免模壳格构式混凝土复合墙体发生脆性剪切破坏，应限制墙体的长度。山东建科院的足尺试验结果表明，较长的模壳格构式试验墙体在水平力作用下将发生明显的脆性破坏，墙中的格构柱在无前期征兆的情况下发生整行的剪切破坏，因此，对于较长的承重墙体可采用楼板或跨高比大于 6.0 的弱连梁将其划分为双肢墙或多肢墙，单肢墙的墙肢长度不宜大于 6.0m。

6.4 结构整体分析

6.4.1 ~ 6.4.2 平面分析模型虽然计算简便，但对结构整体空间

的受力性能不能真实体现，现已较少应用，为确保结构计算正确、可靠，本规程规定应采用基于空间工作的计算分析方法及相应软件开展分析工作。

无论是非抗震设计还是抗震设计，按我国现行规范体系，在开展竖向荷载、风荷载、多遇地震作用下结构的内力和变形分析时，均采用线弹性方法计算。因此，本规程规定针对模壳格构式混凝土复合墙体结构的内力和位移计算，宜按线弹性分析方法计算，当有成熟经验或有可靠理论和试验依据时，允许采用其他方法。

6.4.3 模壳格构式墙体外部具有与结构同寿命的保温模壳，这一特性导致建筑物在震后的修复工作存在一定的困难；并且由于模壳格构式混凝土复合墙体建筑在我国尚属于新型的建筑结构形式，缺乏相应的震后调查资料，因此为保证位于高烈度抗震区及楼层较高的新型建筑结构在多遇地震作用下具有良好的弹性工作性能，且不产生严重的破坏，本规程规定应开展抗震变形验算。

依据山东省建筑科学研究院的足尺墙体试验研究成果，墙体初裂时的层间位移角范围为 $1/1499 \sim 1/500$ ，平均值为 $1/987$ ；墙体格构梁正反向弯曲裂缝形成贯通时，墙体的层间位移角范围为 $1/400 \sim 1/214$ ，平均值为 $1/247$ ，本规程选取墙体发生初始开裂，但未达到弯曲裂缝相互贯通时作为弹性极限状态，经综合分析，规定了该新型建筑结构在多遇地震作用下的层间位移角限值为 $1/1000$ 。

6.4.4 模壳格构式混凝土复合墙体在低周往复荷载作用下，其破坏顺序为格构梁首先发生弯曲开裂，随后格构柱发生弯曲开裂破坏，最终格构梁柱发生整体的剪切破坏，导致墙体失效，整个

破坏过程中，格构梁柱节点区域未发现明显的破坏现象。由格构式墙体破坏过程可得，整片墙体基本符合框架结构的破坏模式，格构梁柱的节点区域可考虑为有长度的刚性域。本规程基于 D 值的原理建立了格构式墙体的抗侧刚度计算公式，给出的设计公式考虑了格构梁柱的剪切变形及刚性域长度的影响。经与有限元计算结果对比，具有良好的拟合性。

6.5 格构式混凝土墙体截面承载力

6.5.1 模壳格构式混凝土复合墙体应进行正截面承载力、平面内受剪承载力以及局部格构柱的正截面受压承载力验算，以确保墙体受力合理、安全可靠。

6.5.2 在竖向荷载作用下，格构式混凝土墙体中主要由圆形混凝土格构柱承受竖向压力，水平混凝土格构梁仅起约束竖向格构柱的作用，因此计算格构式混凝土墙体的正截面受压承载力时，仅针对格构柱进行。

格构式混凝土墙体承受的轴力由内部各格构柱均匀分担；墙体內的弯矩可按平截面假定转换成各格构柱內的分布轴力。这两部分轴力叠加后，对各格构柱按正截面轴心受压进行承载力计算。由于格构柱內配置的单根钢筋无法对混凝土起约束作用，因此应按素混凝土构件进行验算。本条文是依据中国工程建设标准化协会标准《水泥聚苯模壳格构式混凝土墙体住宅技术规程》中的相关规定制定，并参考了相关的现行国家及行业标准。

局部格构柱的正截面受压承载力验算可参照本条执行。

6.5.3 山东省建筑科学研究院针对足尺格构式混凝土复合墙体（格构梁柱直径为 160mm，间距为 300mm，拆除外部模壳的格构

式墙体)，开展了顶部施加竖向力的水平低周往复加载试验。得到墙体的破坏现象如下：

格构式混凝土复合墙体在较小水平力作用下，格构梁两端首先出现竖直的弯曲裂缝，随着水平荷载或位移的持续增大，格构梁两端正反向的竖直弯曲裂缝不断延伸并增多，当达到一定程度时，格构梁两端的竖向裂缝相互贯通。与此同时，部分格构柱上下两端也同样出现水平的弯曲裂缝，随着不同墙体顶部施加竖向荷载的不同，格构柱弯曲裂缝的出现时间及数量也有相应的改变。当墙体顶端水平荷载及位移超过 0.75 倍的峰值荷载或峰值位移时，多处部位的竖向格构柱或水平格构梁出现剪切斜裂缝，格构梁柱斜裂缝的分布基本上呈现与墙体主对角线方向一致的趋势，当达到该破坏状态后，墙体承载力增长缓慢。随着水平荷载的持续增长，墙体上部及下部的格构柱、梁剪切斜裂缝逐步增多，当某一行中个别格构柱、梁的剪切承载力达到极限时，同一行中其他的格构柱、梁分担剪力加大，出现了一行中格构柱、梁的连锁破坏反应，墙体承载力下降至峰值荷载的 85% 时，其最终的破坏状态为某行格构梁或格构柱形成整行的剪切破坏，这一破坏现象往往多发生在墙体达到峰值荷载之后。本规程为保证格构式混凝土复合墙体具备足够的延性且考虑到实际施工质量的影响以及试验中采用混凝土的立方体抗压强度值，选取墙体中格构梁柱弯曲裂缝形成贯通并有部分格构梁柱出现剪切斜裂缝时的破坏状态作为墙体极限破坏状态。

山东省建筑科学研究院设计所的试验研究成果表明，轴向压力对墙体受剪承载力起有利作用，这主要是轴向压力能阻滞格构柱斜裂缝的出现和开展，从而提高混凝土所承担的剪力。同时，

墙体格构柱内的箍筋配置以及两侧端部的边缘构件均对墙体抗剪承载力起到提高的作用。其中，格构柱内增配螺旋箍后，墙体抗剪承载力将提高 11.9%；在格构柱内配置相同的螺旋箍筋后，墙体两端增设构造柱边缘构件后，墙体承载力将至少提高 23.3%。本规程将配置螺旋箍及构造柱边缘构件的措施作为墙体抗剪承载力的安全储备，在抗剪承载力设计公式中不予考虑，仅考虑混凝土项和轴力项对墙体承载力的影响。

在山东省建筑科学研究院开展的有限元数值模拟分析及试验结果的基础上，本规程提出了格构式混凝土复合墙体平面内受剪承载力的简化计算公式，公式中考虑墙体高宽比及顶部轴力的影响。由于轴向压力对混凝土构件受剪承载力的有利作用是有限的，因此本规程对轴向压力的受剪承载力提高范围予以限制。同时，山东省建筑科学研究院设计所的试验成果表明，当格构式混凝土复合墙体长度较长时，有可能会发生严重的脆性破坏现象，因此，对高宽比的下限值给出了限制。

6.5.6 开展在罕遇地震作用下的防倒塌验算是保证大震不倒的重要措施。

6.6 楼盖设计

6.6.1 ~ 6.6.4 叠合楼盖可包括钢筋桁架叠合板、预制带肋混凝土叠合板等。本规程主要对常规叠合楼盖的设计方法进行了规定，其他形式的叠合楼盖的设计方法可参考现行行业相关规程。

平面复杂、开洞较大的楼层对整体性及传递水平力的要求较高，宜采用现浇楼盖；如采用叠合楼盖，应适当提高楼板叠合层的厚度和配筋要求；当屋面板采用叠合楼盖时，应符合现行国家

标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231—2016 中的相关规定。

6.7 预制楼梯及空调板

6.7.1 ~ 6.7.2 对于预制混凝土楼梯，在吊装、运输及安装过程中受力状况比较复杂，且与使用阶段不同，为了保证构件的承载力及控制裂缝宽度，规定板底、板面宜配通长钢筋。标准中最小搁置长度的设定与格构式墙体的峰值荷载位移相关。

7 构造规定

7.1 装配式模壳建筑的结构构造要求

7.1.2 为保证聚苯模壳格构式混凝土复合墙体具有一定的延性，避免发生脆性破坏，本条对格构柱、格构梁、边缘构件的最小配筋率、最小钢筋直径做了具体要求。为保证格构式墙体耐久性，规定了被聚苯模壳包裹的格构柱、格构梁、边缘构件最外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm。

7.1.4 圈梁是连接内外墙体，与楼、屋面板共同传递水平力的必要构件，本条对圈梁的设置部位、截面尺寸、配筋等提出了基本要求。

为保证格构柱、边缘构件竖向钢筋的可靠锚固生根，并增强基础刚度防止底层墙体裂缝，本条提出了基础圈梁的设置、截面尺寸、配筋等要求。

7.1.5 为保证格构式混凝土复合墙体建筑结构的整体性和抗震性能，提出了设置边缘构件的部位要求，对边缘构件的最小尺寸及配筋做了规定，并对不同层数和抗震要求的边缘构件在配筋上提出了具体要求。该条给出的构造图仅供设计参考使用。

7.1.6 为防止格构式混凝土复合墙体建筑在地震作用下的倒塌，本条规定墙体中应设置加强格构柱，并对不同层数和抗震要求的加强格构柱的间距和配筋等提出了具体要求。

7.1.7 为保证纵横墙体之间的可靠连接及结构的整体性，本条

提出了横墙体交接处格构梁芯孔内水平钢筋的弯折连接要求，并给出了连接构造图，供设计参考使用。

7.1.8 为了简化设计，格构式混凝土复合墙体门窗洞口上方的梁按过梁处理，本条提出了过梁承载力计算的要求，规定了构造配筋要求，并给出了连接构造图，供设计参考使用。

7.1.10 为保证格构柱和边缘构件受力的连续性，要求格构柱和边缘构件中的纵向钢筋应贯通墙身、穿过楼层圈梁并与屋顶圈梁连接。

7.1.11 为保证女儿墙的安全性，本条规定了模壳格构式混凝土女儿墙的构造措施。

7.1.12 格构式墙体平面外刚度相对较小，为减小楼板支座弯矩对其不利影响，本条建议边跨现浇楼板与外墙的连接宜按简支端设计。为防止或减小简支端楼板上表面的裂缝应配置构造钢筋，并对钢筋的锚固提出了要求。

7.1.13 为保证楼板的整体性及传递水平力的要求，预制板内的纵向受力钢筋在板端宜伸入支座，并按照现浇楼板下部纵向钢筋的构造要求。在预制板侧面，为了加工及施工方便，可不预留构造钢筋，但应采用附加钢筋的方式，保证楼面的整体性及连续性。

7.1.15 为了防止和减少模壳格构式混凝土复合墙体建筑裂缝，本条提出了几条防裂措施。其中伸缩缝间距参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中现浇钢筋混凝土框架结构要求采用。为防止顶层墙体和女儿墙裂缝，屋面应设置保温、隔热层，并提出了屋面刚性面层及砂浆找平层的分割要求。为防止房屋底层墙体不均匀沉降裂缝，提出了增加基础和圈梁刚度的要求。为防止窗下墙体的温度裂缝，提出了窗台下格构梁的配筋加

强措施。

7.2 非承重格构式混凝土填充墙的构造要求

7.2.1 为了防止或减轻填充墙震害及强风作用，水泥聚苯模壳混凝土墙体做为填充墙使用时应考虑水平风荷载及地震作用的影响。现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 已对属于非结构构件的框架填充墙的地震作用的计算有详细规定，本规程不再列出。

7.2.2 本条依据对预制水泥聚苯模壳材料的耐水性与抗冻融性指标试验数据，确认了对水泥聚苯模壳格构式混凝土填充墙的使用年限。

7.2.3 水泥聚苯模壳混凝土填充墙的格构柱、格构梁选用轻集料混凝土可减轻结构自重、降低造价、有利于结构抗震。

为了保证水泥聚苯模壳混凝土填充墙的稳定性的，且考虑到水泥聚苯模壳的模数要求以及为了便于混凝土浇筑施工，本条规定了作为该墙体自承重骨架的格构柱、格构梁，其直径不应小于 110mm，间距不应大于 600mm。

7.2.4 水泥聚苯模壳混凝土填充墙相对强度和刚度较大，如果采用嵌固在框架梁柱之间的连接方法，不利于框架结构的抗震，因此本规程规定填充墙宜采用与框架脱开的连接方法。为保证水泥聚苯模壳混凝土填充墙的整体稳定性以及与框架梁柱有可靠连接，本条规定了格构柱、格构梁芯孔内均应配置钢筋，并对钢筋与框架梁柱的连接方法提出了具体要求。

7.2.5 ~ 7.2.6 为了防止和减少模壳格构式填充墙与主体结构之间的温度收缩裂缝，提出了相应的构造措施。

8 施工安装

8.1 一般规定

8.1.2 本条提出了模壳安装前的准备工作：

模壳安装前要绘制平面和立面排板图，这是模壳建筑不同于其他建筑的特殊要求，格构柱和格构梁的位置以及设备管线的预留、敷设，并能保证设计规定的洞口、开槽和预埋件的位置，又可方便模壳安装，还可减少模壳规格。

8.1.3 本条要求从样板起步，以样板的质量标准和操作工艺指导施工，样板应达到优良标准后，才能展开大面积施工，确保工程质量。

8.1.5 模壳受潮将会影响墙体的保温效果，因此堆放场地应有排水措施，以防止安装前模壳受潮。分类堆放并设标志，以免混杂，有利于现场文明施工管理。

8.2 施工工序

8.2.1~8.2.2 本条规定了预制水泥聚苯模壳装配式建筑的施工全过程。施工时应按工艺流程图合理安排施工，保证各工序衔接和间隔时间，不应随意改变工艺流程中的顺序，以利于提高功效和工程质量。

8.3 钢筋绑扎

8.3.2 由于模壳安装工艺特殊，预制模壳芯孔内的钢筋不可能

一次到位。在模壳芯孔内多筋格构柱钢筋敷设、水平钢筋敷设、单筋格构柱钢筋敷设，均需与模壳安装配合进行。由于模壳格构式混凝土复合墙体采用的钢筋直径较小，可采用钢筋搭接的连接方式。

8.3.4 因受条件限制，钢筋敷设质量检查难度大，因此，要求加强钢筋敷设中的过程控制和隐蔽工程检查等工作。

8.4 预制模壳安装

8.4.2 根据工程实际施工经验，本条提出了模壳安装顺序，宜遵照执行。

8.4.5 现浇法工艺经过施工现场试验表明，在保证施工质量的前提下，预制模壳与现浇混凝土的粘结牢固度较高，可不采用锚栓做辅助锚固。

8.4.8 格构式墙体浇筑前，应保证空腔内无积水及异物。

8.5 混凝土浇筑

8.5.1 本条对格构式墙体的混凝土浇筑的施工做出了详细规定，其目的主要是保证混凝土施工质量。每次浇筑不得超过 0.9m，是为了防止混凝土流淌过远而分层离析；一次浇筑的芯孔不宜太多，这是为了防止混凝土因不易排气而在孔中形成空洞。两次浇筑的间隔时间不应超过混凝土的初凝时间，格构式墙体应一次性浇筑完成，格构式墙体中严禁出现因断浇而造成的新老混凝土结合的施工缝。自密实混凝土由于流动性大、缓凝时间长，故对模壳的侧压力大，不应过早拆除支撑。

8.5.2 叠合面对于预制与现浇混凝土的结合有重要作用。本条

对叠合构件混凝土浇筑前表面清洁与施工技术处理做了规定。由中间向两边的浇筑方式是为了保证叠合构件混凝土浇筑时，下部预制底板的龙骨与支撑的受力均匀，减少施工过程中不均匀分布荷载的不利作用。

叠合构件与现浇构件交接处混凝土应加密振捣点，是为了保证此处混凝土浇筑质量，当采取适当延长振捣时间措施时，应符合有关标准和施工作业要求。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 为了保证预制水泥聚苯模壳装配式建筑工程的施工质量，必须全面执行国家现行有关法律、法规和有关标准、规程的规定。

9.1.3 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和箍筋。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。

9.1.4 本条规定了模壳格构式混凝土复合墙体工程检验批的划分原则，检验批可根据施工及质量控制和专业验收需要按楼层、施工段、变形缝等进行划分。施工单位在开工前所编制的施工组织设计中要明确检验批的划分。

9.2 主控项目

9.2.1 保证进场模壳的质量主要依靠对各种质量证明文件的核查，包括核查产品出厂合格证、性能检测报告，当质量证明文件和各种检测报告为复印件时，应加盖证明其真实性的相关单位印章和经手人签字并应注明原件存放处。

9.2.3 本条规定是为了保证模壳连接位置准确、牢固。

9.2.4 模壳安装时采取的临时支撑是保证施工过程中墙体稳定

和牢固的重要措施，应坚实可靠。

9.2.5 本条规定是为了控制模壳安装质量，保证模壳一体化建筑墙体受力均匀。

9.2.7 本条规定了应检验自密实混凝土的强度等级，并给出了取样与试件留置的方法。

9.2.8 本条列出了材料进场复验的具体项目和参数要求。复验的试验方法应遵守相应产品的试验方法标准。复验指标是否合格应依据设计要求和产品标准判定，同一厂家的同一种类产品，可以不再考虑规格不同。复验应为见证取样送检，由具备鉴定资质的检测机构进行试验，见证取样试验应由建设单位委托。

预制模壳现场复验只做干密度、抗压强度和软化系数，这些指标可以代表模壳的基本物理力学性能，现场不做导热系数和燃烧性能试验（只查验型式检验报告即可），因为模壳的干密度均与其导热系数和燃烧性能有直接关系，且模壳本身就属于非燃烧性材料，干密度和导热系数有稳定的对应曲线关系，而现场切割的样品尺寸和表面又不易满足导热系数的试验样品要求，因此现场复验只做干密度即可，若有争议时，可以由争议各方委托仲裁检测机构对上述两个技术指标做仲裁检验。

9.2.9 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等有不符合设计要求的情形应作退场处理。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。