

上海市工程建设规范

装配整体式混凝土住宅体系设计规程

(报批稿)

Code for design of assembled monolithic concrete buildings

DGJ XX-X-XXXX

上海市工程建设规范

装配整体式混凝土住宅体系设计规程

Code for design of assembled monolithic concrete buildings

DGJ XX-X-XXXX

主编单位：同济大学

批准部门：上海市城乡建设和交通委员会

施行日期：2010 年 X 月 X 日

XXXX 上海

前 言

根据上海市城乡建设和交通委员会沪建交[2008]470 号文《2008 年上海市工程建设规范和标准编制计划》的要求，规程编制组经广泛的调查研究，开展专题研究，认真总结工程实践，参考国内外有关标准和规范，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程的主要内容包括：1.总则；2.术语和符号；3.材料；4.建筑设计；5.结构设计基本要求；6.叠合式受弯构件设计；7.装配整体式混凝土框架节点设计；8.连接设计；9.预制叠合剪力墙设计；10.预制保温外墙设计。

各单位在执行本规程时，请将有关意见和建议反馈给同济大学（地址：上海市四平路 1239 号；邮编：200092），以供今后修订时参考。

本规程主编单位：同济大学

参编单位：同济大学建筑设计研究院

上海现代建筑设计（集团）有限公司

上海市建工设计研究院有限公司

上海万科房地产集团有限公司

上海市建筑科学研究院（集团）有限公司

上海建工（集团）总公司

中国建筑第八工程局

沛丰建筑工程（上海）有限公司

本规程主要起草人：薛伟辰 吕西林（以下按姓氏笔划排列）

丁洁民	马建荣	王玉岭	王桂玲	王大春	王君若
王李果	田 炜	石 成	许清风	江遐龄	刘振勇
李向民	李检保	李 杰	李伟兴	李振鸿	李篪宓
吴子良	杨新磊	张家华	张 斌	沈孝庭	周晓红
周洪涛	高承勇	栗 新	巢 斯	黄一如	曹毅然
章红梅	葛兆源	鲁 亮	颜宏亮		

上海市建筑建材业市场管理总站

2010 年 X 月

目 次

1	总则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术语.....	2
2.2	符号.....	3
3	材料.....	6
3.1	混凝土.....	6
3.2	钢材与钢筋.....	7
3.3	保温材料.....	9
3.4	防水材料.....	11
3.5	其他材料.....	14
4	建筑设计.....	15
4.1	一般规定.....	15
4.2	建筑模数.....	16
4.3	套型设计.....	16
4.4	预制构配件设计与应用.....	17
4.5	室内装修.....	18
4.6	室内环境.....	19
4.7	建筑设备.....	21
5	结构设计基本要求.....	24
5.1	一般规定.....	24
5.2	承载能力极限状态计算规定.....	26
5.3	正常使用极限状态验算规定.....	26
5.4	装配整体式混凝土框架结构分析.....	28
6	叠合式受弯构件设计.....	29
6.1	一般规定.....	29
6.2	正截面受弯承载力设计.....	30
6.3	斜截面承载力设计.....	30
6.4	叠合面水平受剪承载力设计.....	31

6.5	裂缝宽度验算.....	31
6.6	正常使用极限状态下的挠度验算.....	32
6.7	构造要求.....	33
7	装配整体式混凝土框架节点设计.....	35
7.1	一般规定.....	35
7.2	构造要求.....	35
7.3	承载力计算.....	47
8	连接设计.....	50
8.1	一般规定.....	50
8.2	梁梁连接.....	50
8.3	柱柱连接.....	55
9	预制叠合剪力墙设计.....	64
9.1	一般规定.....	64
9.2	构造要求.....	66
9.3	预制剪力墙板脱模、存放及施工设计.....	71
10	预制保温外墙设计.....	76
10.1	一般规定.....	76
10.2	墙体连接件设计.....	76
10.3	墙体设计.....	76
10.4	构造要求.....	78
附录A	预制多螺箍框架柱设计.....	80
A.1	一般规定.....	80
A.2	设计补充规定.....	80
A.3	预制多螺箍框架柱构造要求.....	81
	本规程用词用语说明.....	82
	引用标准名录.....	83

1 总则

1.0.1 为了在装配整体式混凝土住宅体系的设计中做到安全适用、经济美观、功能合理、技术先进、充分发挥装配整体式住宅的优越性，促进住宅工业化的发展，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于上海地区的装配整体式混凝土住宅体系，其中包括装配整体式混凝土框架结构住宅体系和预制叠合混凝土剪力墙住宅体系。

1.0.3 装配整体式混凝土住宅体系的设计除执行本规程外，尚应符合现行有关标准的规定。

1.0.4 装配整体式混凝土住宅体系中现浇部分按现行上海市标准、行业标准和现行国家标准执行。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 装配整体式混凝土结构 assembled monolithic concrete structure

由预制混凝土构件或部件通过钢筋, 连接件或施加预应力加以连接并现场浇筑混凝土而形成整体的结构。

2.1.2 叠合式混凝土受弯构件 superposed reinforced concrete flexural member

在预制混凝土构件上浇筑上部混凝土而形成整体的受弯构件。分叠合式混凝土板和叠合式混凝土梁等。

2.1.3 预制叠合剪力墙 precast composite RC wall

一种采用部分预制、部分现浇工艺生产的钢筋混凝土剪力墙。其预制部分称为预制剪力墙板, 在工厂制作、养护成型, 运至施工现场后和现浇部分整浇。预制剪力墙板参与结构受力, 其外侧的外墙饰面可根据需要在工厂一并生产制作, 预制剪力墙板在施工现场安装就位后可作为剪力墙外侧模板使用。预制叠合剪力墙简称叠合剪力墙。

2.1.4 叠合筋 composite reinforced bar skeleton

由钢筋焊接而成、用以连接预制剪力墙板和现浇部分、增强其整体性的“K”形三角桁架钢筋笼。叠合筋由上弦钢筋、下弦钢筋和斜筋三部分组成。叠合筋主要作用在于保证预制剪力墙板在制作、吊装、运输、及现场施工时有足够的强度和刚度, 避免开裂、损坏。叠合筋又称桁架筋。

2.1.5 预制叠合剪力墙有效厚度 efficient depth

预制叠合剪力墙总厚度扣除预制剪力墙板饰面及接缝切口深度后的厚度。预制叠合剪力墙有效厚度为配筋率及承载力计算的基准厚度。

2.1.6 预制保温墙体 precast insulation composite wall

由保温层、内外层混凝土墙板以及 FRP 连接件组成的一种夹芯式墙体。该墙体在预制构件厂制作生产, 然后运输至施工现场进行安装使用。

2.1.7 纤维增强塑料(FRP)连接件 fiber-reinforced plastic connector

用于连接预制保温墙体内、外层混凝土墙板，传递墙板剪力以使内、外层墙板形成整体的连接器。连接件材料为纤维增强复合塑料。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

E_c ——混凝土弹性模量；

E_s ——钢材、钢筋弹性模量；

C20——表示立方体强度标准值为 20N/mm^2 的混凝土强度等级；

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；

f_{yk} ——普通钢筋强度标准值；

f_y 、 f'_y ——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值。

f ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

f_v ——钢材的抗剪强度设计值；

f_{ce} ——钢材的端面承压强度设计值。

2.2.2 作用，作用效应及承载力

N ——轴向力设计值；

M ——弯矩设计值；

M_k 、 M_q ——按荷载效应的标准组合、准永久组合计算的弯矩值；

M_{cr} ——受弯构件的正截面开裂弯矩值；

V ——剪力设计值；

$w_{\max}$ ——按荷载效应的标准组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度。

2.2.3 几何参数

a ——梁端反力作用点至构件边缘的水平距离；

b ——矩形截面宽度，T形、I形截面的腹板宽度；

b_{b1} ——预制梁截面宽度；

b_c ——柱截面宽度；
 d ——钢筋直径，间距；
 e_0 ——轴向力对截面重心的偏心距；
 h ——截面高度；
 h_0 ——截面有效高度；
 h_{b1} ——预制梁截面高度；
 h_c ——柱截面高度；
 l_0 ——梁板的计算跨度或柱的计算长度；
 s ——沿构件轴线方向上横向钢筋的间距，螺旋筋的间距
 或箍筋的间距；
 A ——构件截面面积；
 A_{cor} ——混凝土核芯面积；
 A_n ——构件净截面面积；
 A_l ——局部受压面积；
 B ——受弯构件的截面刚度；
 W ——截面受拉边缘的弹性抵抗矩；
 W_0 ——换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩；
 I ——截面惯性矩；
 I_0 ——换算截面惯性矩。

2.2.4 计算系数及其他

α ——齿槽受剪强度折减系数，支座弯矩调幅系数；
 α_E ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值；
 β_l ——局部受压时的混凝土强度提高系数；
 ρ ——纵向受力钢筋的配筋率；
 ρ_v ——间接钢筋或箍筋的体积配筋率；
 θ ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数；
 γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；

ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数。

3 材料

3.1 混凝土

3.1.1 混凝土强度等级应按边长为 150mm立方体试件的抗压强度标准值确定。抗压强度标准值系指试件用标准方法制作、养护至 28 天龄期，以标准试验方法测得的具有 95%保证率的抗压强度（以 N/mm^2 计）。

注：混凝土强度等级用 150mm×150mm×150mm立方体抗压强度标准值并冠以C表示，如C30 表示立方体强度标准值为 30N/mm^2 的混凝土强度等级。

3.1.2 钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C20；当采用 HRB335 级钢筋时，混凝土强度等级不宜低于 C20；当采用 HRB400 和 RRB400 级钢筋以及承受重复荷载的构件，混凝土强度等级不得低于 C25。

注：当采用山砂混凝土及高炉矿渣混凝土时，尚应符合专门标准的规定。

3.1.3 混凝土轴心抗压强度标准值 f_{ck} 和轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 应按表 3.1.3-1 采用。

表 3.1.3-1 混凝土强度标准值(N/mm^2)

强度等级 强度种类	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_{ck}	13.4	16.7	20.1	23.4	26.8	29.6	32.4	35.5	38.5	41.5	44.5	47.4	50.2
f_{tk}	1.54	1.78	2.01	2.20	2.40	2.51	2.65	2.74	2.85	2.93	3.00	3.05	3.11

混凝土轴心抗压强度设计值 f_c 和轴心抗拉强度设计值 f_t 应按表 3.1.3-2 采用。

表 3.1.3-2 混凝土强度设计值(N/mm^2)

强度等级 强度种类	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_c	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9
f_t	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.03	2.09	2.14	2.18	2.22

注：计算现浇钢筋混凝土轴心受压和偏心受压构件时，如截面的长边或直径小于 300mm，表中数值应乘以系数 0.8；当构件质量（混凝土成型、截面和轴线尺寸等）确有保证时，可不受此限。

3.1.4 混凝土受压或受拉时的弹性模量 E_c 应按表 3.1.4 采用。

表 3.1.4 混凝土弹性模量($\times 10^4 \text{ N/mm}^2$)

混凝土 强度等级	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c	2.55	2.80	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80

注：当采用引气剂及较高砂率的泵送混凝土且无实测数据时，表中C50~C80 的 E_c 值应乘以折减系数 0.95。

3.1.5 混凝土的剪变模量 G_c 可按本规范表 3.1.4 数值的 0.4 倍采用，混凝土的泊松比 ν_c 可采用 0.2。

3.2 钢材与钢筋

3.2.1 钢材宜采用 Q235 钢、Q345 钢。其质量应分别符合我国现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700)和《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591)的规定。当有可靠根据时，可采用其他牌号的钢材。

3.2.2 承重结构的钢材应根据结构的重要性、荷载特征、连接方法、环境温度以及构件所处部位等不同情况，选择其牌号和材质，并应保证抗拉强度、伸长率、屈服强度、冷弯试验、冲击韧性合格和硫、磷含量符合限值。对焊接结构尚应保证碳含量符合限值。结构采用的钢材强度设计值，不得小于表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 设计用钢材强度值(N/mm^2)

钢材牌号	钢材厚度 (mm)	屈服强度 f_y	强度设计值		
			抗拉、抗压、 抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}
Q235	16	235	215	125	320
	16~40	225	205	120	320
	40~60	215	200	115	320
	60~100	205	190	110	320
Q345	16	345	315	185	410
	16~35	325	300	175	410
	35~50	295	270	155	410
	50~100	275	250	145	410

3.2.3 抗震结构钢材的强屈比不应小于 1.2；应有明显的屈服台阶；伸长率应大于 20%；应有良好的可焊性。

3.2.4 承重结构处于外露情况和低温环境时，其钢材性能尚应符合耐大气腐蚀和避免低温冷脆的要求。

3.2.5 钢结构的焊接材料应符合下列要求：

1 手工焊接用焊条的质量，应符合现行国家标准《碳钢焊条》(GB/T 5117)或《低合金钢焊条》(GB/T 5118)的规定。选用的焊条型号应与主体金属相匹配；

2 自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和焊剂，应与主体金属强度相适应，焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》(GB/T 14957)或《气体保护焊用钢丝》(GB/T 14958)的规定。

3.2.6 钢结构螺栓连接的材料应符合下列要求：

1 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓——A 和 B 级》(GB5782)和《六角头螺栓——C 级》(GB 5780)的规定；

2 锚栓可采用现行国家标准《碳素结构钢》(GB 700)规定的 Q235 钢或《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591)规定的 Q345 钢；

3 高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈与技术条件》(GB/T 1228~1231)或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》(GB 3632~3633)的规定；

4 螺栓连接的强度设计值，应按现行国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)表 3.4.1-4 的规定采用。高强度螺栓的设计预拉力值，应按现行国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)表 7.2.2-2 的规定采用。高强度螺栓连接的钢材摩擦面抗滑移系数值，应按现行国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)表 7.2.2-1 的规定采用。

3.2.7 普通钢筋宜采用 HRB400 级和 HRB335 级钢筋，也可采用 HPB235 级和 RRB400 级钢筋。

3.2.8 普通钢筋的抗拉强度标准值应具有不小于 95%的保证率。普通钢筋的抗拉强度标准值 f_{yk} 应按表 3.2.8 采用。

表 3.2.8 普通钢筋抗拉强度标准值(N/mm²)

钢筋种类	符号	f_{yk}	钢筋种类	符号	f_{yk}
HPB235 d=8~20	A	235	HRB400 d=6~50	C	400
HRB335 d=6~50	B	335	RRB400 d=8~40	C ^R	400

3.2.9 普通钢筋的抗拉强度设计值 f_y 和抗压强度设计值 f'_y 应按表 3.2.9 采用。

表 3.2.9 普通钢筋抗拉、抗压强度设计值(N/mm²)

钢筋种类	f_y	f'_y	钢筋种类	f_y	f'_y
HPB235 d=8~20	210	210	HRB400 d=6~50	360	360
HRB335 d=6~50	300	300	RRB400 d=8~40	360	360

注：1. 钢筋混凝土轴心受拉和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于 300MPa 时，仍应按 300MPa 取用；

2. 构件中配有不同种类的钢筋时，每种钢筋应采用各自的强度设计值。

3.2.10 普通钢筋的弹性模量 E_s 应按表 3.2.10 采用。

表 3.2.10 普通钢筋的弹性模量(N/mm²)

钢筋种类	E_s
HPB 235 级钢筋	2.1×10^5
HRB335、HRB400、RRB400 级	2.0×10^5

3.3 保温材料

3.3.1 装配整体式外墙保温系统可采用的聚苯板(EPS、XPS)的性能应符合表 3.3.1-1 的要求，聚氨酯板材的性能应符合表 3.3.1-2 的要求，酚醛泡沫板的性能应符合表 3.3.1-3 的要求，也可采用经主管部门认定的材料。

表 3.3.1-1 聚苯板(EPS、XPS)的性能指标

试 验 项 目	性能指标		试验方法
	膨胀聚苯板 (EPS)	挤塑聚苯板 (XPS)	
表观密度, kg/m ³	≥18.0	25~32	GB 6343
导热系数(25℃), W/(m·K)	≤0.039	≤0.030	GB 10294、GB 10295
压缩强度, MPa	≥0.10	≥0.20	GB 8813
垂直板面方向的抗拉强度, MPa	≥0.10	≥0.20	JG 149
吸水率 (VOL), %	≤4.0	≤1.5	GB 8810
尺寸稳定性, %	≤0.5	≤1.2	GB 8811
水蒸气渗透系数, ng/(Pa.m.s)	≤4.5	≤3.5	GB/T 17146 水法
弯曲变形, mm	≥20	—	GB 8812
燃烧性能级别 不低于	E 级	E 级	GB 8624

注：板的导热系数指标不适用于采用CO₂发泡的制品。

表 3.3.1-2 硬泡聚氨酯板材的性能指标

试 验 项 目	性能指标	试验方法
	板材	
密 度, kg/m ³	≥35	GB/T 6343
导热系数, W/(m·K)	≤0.024	GB 3399
压缩性能, MPa	≥0.15	GB 8813
垂直于板面方向抗拉强度, MPa	≥0.10	GB 50404
吸水率(VOL), %	≤3	GB 8810
氧指数, %	≥26	GB/T 2406

表 3.3.1-3 酚醛泡沫板性能指标

试 验 项 目	性能指标	试验方法
表观密度（去表皮）, kg/m ³	≥45	GB 6343
导热系数, W/(m·K)	≤0.023	GB 10294、GB 10295
压缩强度, MPa	≥0.2	GB 8813
垂直于板面方向抗拉强度, MPa	≥0.1	JG 149
吸水率 (VOL), %	≤4.0	GB 8810
尺寸稳定性, %	≤1.5	GB 8811
甲醛释放量, mg/L	≤1.5	GB/T 17657
燃烧性能级别, 不低于	B 级	GB 8624

3.3.2 装配整体式屋面保温系统采用的挤塑聚苯板(XPS)的性能应符合表3.3.2-1的要求，聚氨酯板材的性能应符合表3.3.2-2的要求，也可采用经主管部门认定的材料。

表 3.3.2-1 屋面用挤塑聚苯板性能指标

试 验 项 目	性能指标	试验方法
表观密度, kg/m ³	—	GB 6343
导热系数(25℃), W/(m·K)	≤0.030	GB10294、GB 10295
压缩强度, KPa	≥250	GB 8813
吸水率(VOL), %	≤1.5	GB 8810
尺寸稳定性, %	≤2.0	GB 8811

表 3.3.2-2 硬泡聚氨酯板材的性能指标

试 验 项 目	性能指标	试验方法
	板材	
密 度, kg/m ³	≥35	GB/T6343
导热系数, W/(m·K)	≤0.024	GB3399
压缩性能, MPa	≥0.15	GB8813
垂直于板面方向抗拉强度, MPa	≥0.10	GB50404
吸水率(VOL), %	≤3	GB8810
氧指数, %	≥26	GB/T2406

3.4 防水材料

3.4.1 防水混凝土

- 1 用于防水混凝土的水泥应符合下列规定：
 - 1) 水泥品种宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，采用其他品种水泥时应经试验确定；
 - 2) 在受侵蚀性介质作用时，应按介质的性质选用相应的水泥品种；
 - 3) 不得使用过期或受潮结块的水泥，并不得将不同品种或强度等级的水泥混合使用。
- 2 防水混凝土选用的矿物掺合料，应符合下列规定：
 - 1) 粉煤灰的品质应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》

(GB 1596)的有关规定，粉煤灰的级别不应低于Ⅱ级，烧失量不应大于5%，用量宜为胶凝材料总量的20%~30%，当水胶比小于0.45时，粉煤灰用量可适当提高；

- 2) 硅粉的品质应符合表3.4.1的要求，用量宜为胶凝材料总量的2%~5%；

表 3.4.1 硅粉品质要求

项目	指标
比表面积(m^2/kg)	≥ 1500
二氧化硅含量(%)	≥ 85

- 3) 粒化高炉矿渣粉的品质要求应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046)的有关规定；

- 4) 使用复合掺合料时，其品种和用量应通过试验确定。

3 用于防水混凝土的砂、石应符合下列规定：

- 1) 宜选用坚固耐久、粒形良好的洁净石子；最大粒径不宜大于40mm，泵送时其最大粒径不应大于输送管径的1/4；吸水率不应大于1.5%；不得使用碱活性骨料；石子的质量要求应符合国家现行标准《普通混凝土用砂石质量及检验方法标准》(JGJ 52)的有关规定；

- 2) 砂宜选用坚硬、抗风化性强、洁净的中粗砂，不宜使用海砂；砂的质量要求应符合国家现行标准《普通混凝土用砂石质量及检验方法标准》(JGJ 52)的有关规定。

4 用于拌制混凝土的水，应符合国家现行标准《混凝土用水标准》(JGJ 63)的有关规定。

5 防水混凝土可根据工程需要掺入减水剂、膨胀剂、防水剂、密实剂、引气剂、复合型外加剂及水泥基渗透结晶型材料，其品种和用量应经试验确定，所用外加剂的技术性能应符合国家现行有关标准的质量要求。

6 防水混凝土可根据工程抗裂需要掺入合成纤维或钢纤维，纤维的品种及掺量应通过试验确定。

7 防水混凝土中各类材料的总碱量(Na_2O 当量)不得大于 $3\text{kg}/\text{m}^3$ ；氯离子含量

不应超过胶凝材料总量的 0.1%。

3.4.2 防水砂浆

- 1 用于水泥砂浆防水层的材料，应符合下列规定：
- 1) 应使用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或特种水泥，不得使用过期或受潮结块的水泥；
 - 2) 砂宜采用中砂，含泥量不应大于 1%，硫化物和硫酸盐含量不应大于 1%；
 - 3) 拌制水泥砂浆用水，应符合国家现行标准《混凝土用水标准》(JGJ 63) 的有关规定；
 - 4) 聚合物乳液的外观：应为均匀液体，无杂质、无沉淀、不分层。聚合物乳液的质量要求应符合国家现行标准《建筑防水涂料用聚合物乳液》(JC/T 1017)的有关规定；
 - 5) 外加剂的技术性能应符合现行国家有关标准的质量要求。
- 2 防水砂浆主要性能应符合表 3.4.2 的要求。

表 3.4.2 防水砂浆的主要性能要求

防水砂浆种类	粘结强度 (MPa)	抗渗性 (MPa)	抗折强度 (MPa)	干缩率 (%)	吸水率 (%)	冻融循环 (次)	耐碱性	耐水性 (%)
掺外加剂、掺合料的防水砂浆	>0.6	≥0.8	同普通砂浆	同普通砂浆	≤3	>50	10%NaOH 溶液浸泡 14d 无变化	-
聚合物水泥防水砂浆	>1.2	≥1.5	≥8.0	≤0.15	≤4	>50	-	≥80

3.4.3 防水涂料

- 1 涂料防水层所选用的涂料应符合下列规定：
- 1) 应具有良好的耐水性、耐久性、耐腐蚀性及耐菌性；
 - 2) 应无毒、难燃、低污染；
 - 3) 无机防水涂料应具有良好的湿干粘结性和耐磨性，有机防水涂料应具有较好的延伸性及较大适应基层变形能力。
- 2 无机防水涂料的性能指标应符合表 3.4.3-1 的规定，有机防水涂料的性能指标应符合表 3.4.3-2 的规定。

3.4.3-1 无机防水涂料的性能指标

涂料种类	抗折强度 (MPa)	粘结强度 (MPa)	一次抗渗性 (MPa)	二次抗渗性 (MPa)	冻融循环 (次)
掺外加剂、掺合料水泥基防水涂料	>4	>1.0	>0.8	-	>50
水泥基渗透结晶型防水涂料	≥4	≥1.0	>1.0	>0.8	>50

3.4.3-2 有机防水涂料的性能指标

涂料种类	可操作 时间 (min)	潮湿基 面粘结 强度 (MPa)	抗渗性(MPa)			浸水 168h 后拉伸 强度 (MPa)	浸水 168h 后断裂 伸长率 (%)	耐水 性(%)	表干 (h)	实干 (h)
			涂膜 (120min)	砂浆 迎水 面	砂浆 背水 面					
反应型	≥20	≥0.5	≥0.3	≥0.8	≥0.6	≥1.7	≥400	≥80	≤12	≤24
水乳型	≥50	≥0.2	≥0.3	≥0.8	≥0.3	≥0.5	≥350	≥80	≤4	≤12
聚合物 水泥	≥30	≥1.0	≥0.3	≥0.8	≥0.6	≥1.5	≥80	≥80	≤4	≤12

注：1. 浸水 168h 后拉伸强度和断裂伸长率是在浸水取出后只经擦干即进行试验所得的值；

2. 耐水性指标是指材料浸水 168h 后取出擦干即进行试验，其粘结强度及抗渗性的保持率。

3.5 其他材料

3.5.1 纤维增强塑料(FRP)连接件宜采用单向粗纱与多向纤维布复合而成，纤维体积率不小于 40%。连接件材料性能指标不宜小于表 3.5.1 值。

表 3.5.1 纤维增强塑料(FRP)连接件材料性能指标

项 目	拉伸强度	拉伸弹模	泊松比	层间剪切强度	剪切模量
测试规范	GB/T1447—2005	GB/T1447—2005	GB/T1447—2005	JC/T 77.3	JC/T 77.3
设计指标要求	>600MPa	>42GPa	——	>30MPa	>40.6GPa

3.5.2 其他材料的性能尚需满足相关现行国家标准和行业标准的要求。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 装配整体式住宅建筑设计必须执行国家的方针政策和法规，满足住宅使用功能，体现以人为本、可持续发展和节能、节地、节材、节水的指导思想，考虑环境保护要求，并满足老年人、残疾人等居住者的特殊使用要求。

4.1.2 装配整体式住宅设计应符合城市规划的要求，并与周围环境相协调。在标准化系列化设计的同时，结合总体布局和立面色彩、细部处理等方面丰富建筑造型及空间。同时，在装配整体式住宅设计中应符合国家颁布的有关住宅性能评定技术标准，以此改善和提高装配整体式住宅的功能与质量。

4.1.3 装配整体式住宅宜采用大开间形式，平面布置可灵活分隔，能满足多样化使用功能要求；建筑装修、饰面，应采用耐久、不易污染的材料做法，并体现装配整体式住宅建筑立面造型的特色。

4.1.4 装配整体式住宅设计应采用建筑标准化、系列化设计方法，土建与装修一体化设计，并编制设计、制作和施工安装成套设计文件。

4.1.5 装配整体式住宅设计应选用工厂化生产的预制构配件，因地制宜积极采用新材料、新产品和新技术。

4.1.6 装配整体式住宅设计应全面考虑住宅结构体系特点、设计所选用的各类预制构配件的规格与类型、室内外装修及设备安装系统等内容，应适应居住标准和房型需求的变化及改造的可能性。装配整体式住宅的层高宜为 2.80m。

4.1.7 装配整体式住宅应严格按照建筑模数制进行设计，为工业化住宅部品构件尺寸协调、互换通用创造条件，便于工厂化统一加工。

4.1.8 装配整体式住宅设计除应执行本规程外，尚应符合《住宅建筑规范》(GB 50368)、《住宅设计规范》(GB 50096)、《住宅性能评定技术标准》(GB/T 50362)、《建筑内部装修设计防火规范》(GB 50222)、《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325)和上海市工程建设标准《住宅设计标准》(DGJ 08-20-2007, J10090-2007)、《居住建筑节能设计标准》(DG/TJ 08-205)等强制性设计条文的规定。

4.2 建筑模数

4.2.1 模数协调

装配整体式住宅设计应符合《住宅建筑模数协调标准》(GB/T 50100)的规定；设计应严格按照建筑模数制要求，采用基本模数或扩大模数的设计方法实现尺寸协调。

4.2.2 模数协调内容

1 应用模数数列调整装配整体式住宅建筑与部件的尺寸关系，优化部件的尺寸与种类。

2 部件组合时，能明确各部件的尺寸与位置，使设计、制造与安装等各个部门配合简单，达到装配整体式住宅设计精细化、高效率和经济性。

4.2.3 模数网格

装配整体式住宅宜采用 2M+3M（或 1M、2M、3M）灵活组合的模数网格进行设计，以适应墙体改革，满足住宅建筑平面功能布局的灵活性，达到模数网络的协调。

4.2.4 装配整体式住宅采用以基准面定位的主体结构，其平面布局中所涉及的卧室、起居室、厨房、卫生间及公共部位的楼梯间等宜采用模数网格来表示。模数网格与主体结构构件尺寸之间可灵活叠加设置。

4.2.5 框架结构柱子间设置的分户墙和分室隔墙，一般宜采用中心线定位法。当隔墙的一侧或两侧要求模数空间时宜用界面定位法。

4.3 套型设计

4.3.1 装配整体式住宅应按套型设计，并应有卧室、起居室、厨房、卫生间、储藏室或壁橱、阳台或阳光室等基本空间。

4.3.2 装配整体式住宅应以小套、中套为主。小套、中套及大套的居住空间数应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 装配整体式住宅套型分类

住宅套型	可分居住空间数（个）
小 套	2
中 套	3
大 套	4~5

4.3.3 装配整体式住宅套型设计应符合现行国家和上海市有关住宅建筑设计规范的要求，宜做到套型平面内基本间、连接构造、各类预制构件、配件及各类设备管线的标准化和系列化；采用少规格、多组合的原则，组成多样化的住宅建筑系列。

4.3.4 装配整体式住宅厨房与卫生间平面功能分区力求合理，并符合建筑模数制要求。设计应考虑住宅厨房与卫生间设备、橱柜产品及其管线合理布置，优先采用标准化的预制卫生盒子间及标准厨房整体橱柜。

4.3.5 装配整体式住宅公共部位的设计应满足国家和上海市有关住宅设计强制性条文的规定。

4.4 预制构配件设计与应用

4.4.1 装配整体式住宅的框架结构和剪力墙结构、围护结构系统、以及公共楼梯、阳台、隔墙、空调板等配套构件宜采用工厂化加工的标准预制构件。根据预制装配住宅生产和施工条件，也可采用部分现浇、部分预制的装配整体式施工方式。

4.4.2 装配整体式住宅的厨房、卫生间宜采用现浇钢筋混凝土楼板；卧室、起居室宜采用装配整体式钢筋混凝土叠合楼板形式。

装配整体式住宅底层卧室、起居室等居住空间地坪应有防潮的构造措施。底层厨房、卫生间和楼梯间必须采用回填土分层夯实后浇筑的混凝土地坪。此外，与燃气引入管贴邻或相邻，以及下部有管道通过的房间，其地面以下空间应采取防止燃气积聚的措施。

4.4.3 预制外墙板构件的设计应符合建筑模数，并结合外墙板外饰面材料及所设置的门窗框的位置，统一由工厂制作完成。为简化预制外墙板构件并节约能源，预制外墙板不宜采用凸窗台的做法。

4.4.4 预制外墙板的热工设计应符合国家和上海市现行住宅建筑节能的标准。设计宜优先采用预制夹芯复合外墙板构造形式；对围护结构中局部设置的现浇剪力墙可采用现场内敷保温板材构造形式，构造设计对围护结构的热（冷）桥部位应有保温措施。

4.4.5 预制外墙板的接缝设计应分别满足结构、热工、防排水、防火及建筑装饰等要求，并结合本地材料、制作及施工条件进行综合考虑。

4.4.6 预制外墙板的接缝（包括女儿墙、阳台、空调外机隔板、勒脚等处的水平缝、竖缝和十字缝）及门窗洞口处应作防排水处理。并根据预制外墙板不同部位接缝的特点及风雨条件选用构造防排水、材料防排水或构造和材料相结合的防排水系统。

4.4.7 预制外墙板接缝采用构造防水时，水平缝宜采用企口缝或高低缝，竖缝宜采用双直槽缝，并在预制外墙板十字缝部位每隔三层设置排水管引水外流。

4.4.8 预制外墙板接缝采用材料防水时，必须使用防水性能、耐候性能和耐老化性能优良的硅酮防水密封胶作嵌缝材料，以保证预制外墙板接缝防排水效果和使用年限。板缝宽度不宜大于 20mm，材料防水的嵌缝深度不得小于 20mm。

注：预制外墙板接缝的嵌缝材料应在弹塑性、耐久性、耐热性、抗冻性、粘结性、抗裂性等方面满足接缝防排水要求。

4.4.9 预制外墙板接缝采用构造和材料相结合的（如弹性物盖缝）防排水系统时，其接缝构造和所用材料应满足接缝防排水要求。

4.4.10 用于装配整体式住宅室内隔墙系统应分别满足隔声、防水和防火安全等技术性能，减轻自重，并有利于建筑工业化的发展。对室内分户墙的设计应分别满足住宅建筑隔声性能和防火要求；室内分室墙宜采用轻质隔墙，构造设计应满足防火和隔声要求；用作厨房及卫生间等潮湿房间的分隔墙应满足防水、防火要求，并加强与主体结构的连接。

4.5 室内装修

4.5.1 装配整体式住宅装修、饰面，应结合本地条件采用耐久、防水、防火及不易污染的材料与做法，体现装配整体式住宅建筑的特色。

- 4.5.2** 装配整体式住宅墙板外饰面及门窗框宜在工厂加工完成。
- 4.5.3** 装配整体式住宅室内装修设计宜与建筑设计同步完成。
- 4.5.4** 装配整体式住宅室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由现场安装时统一处理。
- 4.5.5** 装配整体式住宅公共部位的门厅、电梯厅及楼梯间的地面、墙面和顶面宜根据住宅的性质进行相适应的装修。
- 4.5.6** 装配整体式住宅分户墙上两侧暗装电气设备不应连通设置。住宅分户墙与分室墙板设计应满足结构、隔声及防火要求。
- 4.5.7** 固定各种建筑装修和设备时，宜采用膨胀螺栓固接或钉接、粘接等固定法。

4.6 室内环境

4.6.1 一般规定

装配整体式住宅室内应有良好的声环境、光环境、热湿环境及空气质量，为居住者提供安全的、舒适的、健康的、便捷的、和谐的居住环境。

4.6.2 声环境

1 装配整体式住宅应有良好的声环境，环境噪声应符合《城市区域环境噪声标准》(GB 3096)的要求。

2 装配整体式住宅平面布置及建筑构造设计应采用防噪声措施。卧室、起居室(厅)在关窗状态下的白天和夜间允许噪声级应符合《民用建筑隔声设计规范》(GB 118)、《住宅建筑规范》(GB 50368)等相关设计规范要求。

3 装配整体式住宅的外墙、外窗、分户墙及楼板的空气声计权隔声标准应符合《民用建筑隔声设计规范》(GB 118)、《住宅建筑规范》(GB 50368)等相关设计规范要求。建筑围护结构设计时应采取相应的构造措施以提高外窗、楼板、分户墙、户门的空气隔声性能。

4 装配整体式住宅内房间楼板撞击声隔声标准应符合《民用建筑隔声设计规范》(GB 118)等相关设计规范要求。

5 电梯井道不应紧邻卧室和起居室布置。紧邻其他居住空间时，建筑设计应采取相应的隔声措施。

6 水泵房、风机房不宜设置在住宅内，当设置在住宅内时，水泵房、风机房等设备用房应远离卧室、起居室(厅)布置，并在设备用房内采取有效的消声隔

振措施。

7 水泵、风机等应选用低噪声设备，并采取有效的消声隔振措施。水、暖、电、气管线穿楼板或墙体时需预留孔洞，孔洞周边应采取密封隔振措施，以减少声音的传播。

4.6.3 光环境

1 装配整体式住宅应充分利用室外环境获得良好的日照条件，每套住宅至少应有一个居住空间获得冬季日照。

2 装配整体式住宅套内卧室、起居室（厅）、厨房应设置外窗，窗地面积比及住宅采光标准应符合《住宅设计规范》(GB 50096)、《民用建筑设计通则》(GB 50352)等有关要求。

3 装配整体式住宅套内空间应提供满足其使用功能的照度水平，各房间的照度标准应符合现行国家标准，套内的公共空间如电梯厅、门厅、走廊、楼梯的地面照度应能满足使用要求。

4.6.4 热环境

1 装配整体式住宅建筑设计应采用适宜节能技术，使室内既能维持良好的热舒适性又能降低建筑能耗和减少环境污染。

2 装配整体式住宅建筑的规划布局、建筑平面布置、朝向、建筑体形系数以及室内热环境设计指标等均应符合上海市《居住建筑节能设计标准》(DG/TJ08—205)、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134)的有关规定，并且应充分考虑日照的有效利用与自然通风效果。

3 根据上海地区气候特点，为改善室内热环境以维持热舒适性，装配整体式住宅室内夏季宜采用空气调节装置，冬季宜采用采暖装置以满足室内热舒适性。

为节约空调和采暖能耗、降低温室气体排放、减少城市热岛效应，装配整体式住宅的围护结构热工设计应采取保温隔热措施，建筑外墙、屋顶、门窗、楼板、分户墙等围护结构传热系数、窗墙面积比、遮阳系数以及外墙外饰面材料的色彩等技术参数应符合现行国家住宅设计节能标准规定的要求，各部分围护结构传热系数分别详见上海市《居住建筑节能设计标准》(DG/TJ08—205)的有关规定。

4 装配整体式住宅围护结构外墙板优先采用夹芯保温方式，现浇剪力墙部位采用内保温时，对围护结构特殊部位如热（冷）桥处应考虑保温措施以防围护结

构内表面结露，影响热舒适性和降低构件使用寿命。

4.6.5 空气质量

装配整体式住宅设计应合理地组织自然通风，便于室内空气流通，维持良好的空气环境。单朝向型住宅设计应采取有效通风措施，通风换气次数、室内空气污染物的活度和浓度应符合《住宅建筑规范》(GB 50368)标准要求。

4.7 建筑设备

4.7.1 一般规定

装配整体式住宅套内应设置给水排水系统、燃气供应系统、采暖、通风与空气调节设施以及照明供电系统。

4.7.2 给水排水

1 装配整体式住宅套内给水系统的水质、用水定额、水压、给水方式等设计参数及技术要求应符合现行《建筑给水排水设计规范》(GB 50015)、《住宅建筑规范》(GB 50368)、《住宅设计规范》(GB 50096)和《全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇—给水排水》(2007)设计规范或技术措施等要求。

2 装配整体式住宅给水系统设计应采用合理的供水系统，给水方式选择时应充分利用市政供水压力，并应选用节能型水泵及采取分户计量装置以降低设备和运行能耗。

3 装配整体式住宅设置集中热水供应系统，其热源的选择宜根据本地能源结构和能源政策，在条件许可的前提下，应充分利用太阳能等绿色能源，建议六层及以下的住宅宜采用太阳能热水供应系统并考虑和建筑一体化设计。

4 装配整体式住宅给水排水管道材料（含配件）、控制附件、计量附件等及增压设备的选用应符合现行《建筑给水排水设计规范》(GB 50015)设计规范和现行国家行业标准等要求。

5 装配整体式住宅卫生间排水系统的设计应符合现行《建筑给水排水设计规范》(GB 50015)规范要求。卫生间宜采用同层排水方式，并预留管道竖井和检修口位置。

6 装配整体式住宅套内给水、排水及热水管道的布置与敷设除了应符合现行

《建筑给水排水设计规范》(GB 50015)规范要求外,其中与土建结合部分的管道布置宜采用管道竖井或其它形式。

4.7.3 采暖、通风和空气调节

1 装配整体式住宅各房间室内温度、采暖、空调方式的选择,应根据上海地区气象条件、能源状况、能源政策、环保及使用特点和经济状况等作技术经济分析后确定。

2 装配整体式住宅的通风、采暖和空调等设备均应选用能效比高的节能型产品,以降低能耗。

3 装配整体式住宅采暖、通风和空气调节系统设备及管道布置与敷设应满足《建筑采暖、通风和空气调节设计规范》(GB 50019)、《住宅建筑规范》(GB 50368)、《住宅设计规范》(GB 50096)等规范标准,与土建结合部分的预埋构件等宜与建筑设计同步进行。

4 住宅厨房、卫生间应保持良好的通风效果,如需要设施设置机械通风设施,则应预留安装机械排风机和排风管(或竖井)的位置、预留孔洞尺寸等条件。

5 住宅厨房内应设置脱排油烟竖井,高层住宅应设置集中接力风机,接入竖井的接口应采用防倒灌的措施。

4.7.4 燃气

1 装配整体式住宅燃气气源、燃气质量、供气压力及用气量标准等技术参数应符合《城镇燃气设计规范》(GB 50028)、《住宅建筑规范》(GB 50368)、《住宅设计规范》(GB 50096)等规范标准。

2 装配整体式住宅室内燃气表、燃气灶具、燃气热水器安装和燃气管道布置应符合《城镇燃气设计规范》(GB 50028)等要求。

3 在住宅厨房或服务阳台设置燃气热水器时,应设在有通风条件的部位,并预留排至室外的专用废气排放管位置,严禁与排油烟道合用。

4.7.5 电气

1 装配整体式住宅电气负荷标准、电话终端出口数量、网络、安全监控设施等应符合现行《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16)、《建筑照明设计标准》(GB 50034)、《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》(GB 50311-2007)、《城市住

宅建筑综合布线系统工程设计规范》(CECS119-2000)和《住宅建筑规范》(GB 50368)、《住宅设计规范》(GB 50096)等规范标准。

2 装配整体式住宅供电系统、有线、电话通讯系统的设计均应满足规范要求,住宅的电表、住户配电箱(箱内的电源总断路器应具有漏电保护装置)、电源插座等设备各类电线管线布置宜在设计阶段结合室内装修统一考虑。

3 装配整体式住宅电气系统节能设计应根据《全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇—电气》(2007)有关规定,建筑电气系统设计应选用节能型照明灯具和电气设备、电气控制系统、计量仪表及其控制管理等方面都应符合相关的设计标准。为了充分利用太阳辐射能,有条件时建议设计采用太阳能光电系统并与建筑一体化设计。

4.7.6 综合设计

1 装配整体式住宅的建筑设计,应满足建筑给水、排水、燃气供应、采暖、通风和空气调节设施、照明供电等建筑设备各系统功能使用、运行安全、维修管理方便等要求。

2 装配整体式住宅内的公共功能管道:给水立管、雨水立管、消防立管和电气、电信干线(管)及公共功能的阀门、电气设备和用于总体调节和检修的部件,应统一集中设置在住宅公共部位。

3 装配整体式住宅的水表(或含热水表)、电表、燃气表及其他计量仪表装置的设置应方便检修管理。

5 结构设计基本要求

5.1 一般规定

5.1.1 本规范采用以概率理论为基础的极限状态设计法，以可靠指标度量结构构件的可靠度，采用分项系数的设计表达式进行设计。

5.1.2 本规程中装配整体式混凝土框架结构总高度不应大于 50m；预制叠合剪力墙适用于结构总高度不大于 60m、层高不大于 5.5m、抗震等级为三级及以下的小高层、高层剪力墙结构住宅外墙。

5.1.3 装配整体式住宅结构的平面布置宜规则、对称，并应具有良好的整体性，结构的侧向刚度宜均匀变化，竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料宜自下而上逐渐减小，避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力突变。厨房、卫生间宜采用现浇楼板。

5.1.4 结构构件应根据承载能力极限状态及正常使用极限状态的要求，分别按下列规定进行计算和验算：

1 结构、构件以及节点拼缝均应进行承载力（包括压屈失稳）计算，在必要时尚应进行结构的倾覆验算；

2 根据使用条件需控制变形值的结构及构件，应验算变形；

3 根据使用条件不允许混凝土出现裂缝的构件，应进行混凝土拉应力验算；对使用上需限制裂缝宽度的构件，应进行裂缝宽度验算；对叠合式受弯构件，尚应进行钢筋拉应力验算；

4 预制构件尚应对其脱模、起吊和运输安装等施工阶段进行承载力、变形及裂缝控制验算，并应对安装运输过程中可能出现的受力工况进行验算。

5.1.5 荷载（包括地震作用）应按下列规定取值：

1 承载力（包括失稳）计算及倾覆验算，应采用荷载设计值；

2 变形、混凝土的抗裂及裂缝宽度验算，均采用荷载代表值；

3 地震作用，应按上海市现行标准《建筑抗震设计规范》(DGJ 08-9)的规定取值；

4 预制构件施工阶段验算，应采用脱模、起吊和运输安装时的荷载设计值。

5.1.6 装配式楼盖应符合下列要求：

1 楼盖的预制板板缝宽度不宜小于 40mm，板缝大于 40mm 时应在板缝内配置钢筋，并宜贯通整个结构单元。预制板板缝、板缝梁的混凝土强度等级应高于预制板的混凝土强度等级，且不应低于 C30；

2 预制板搁置在梁上或剪力墙上的长度分别不宜小于 35mm 和 25mm；

3 预制板板端宜预留胡子筋，其长度不宜小于 100mm；

4 预制板板孔堵头宜留出不小于 50mm 的空腔，并采用强度等级不低于 C30 的混凝土浇灌密实。

5 房屋的顶层、结构转换层、平面复杂或开洞过大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层应采用现浇楼盖结构。

5.2 承载力极限状态计算规定

5.2.1 结构构件及节点接缝的承载力应按下列公式计算：

$$\text{非抗震设计} \quad \gamma_0 S \leq R \quad (5.2.1-1)$$

$$\text{抗震设计} \quad S \leq R / \gamma_{RE} \quad (5.2.1-2)$$

式中

γ_0 ——结构重要性系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定采用；

S ——作用效应组合设计值，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)和现行上海市标准《建筑抗震设计规范》(DGJ 08-9)的规定进行计算；

R ——结构构件的承载力设计值；在抗震设计时，应除以承载力抗震调整系数 γ_{RE} ；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，按现行上海市标准《建筑抗震设计规范》(DGJ 08-9)的规定进行计算。

5.3 正常使用极限状态验算规定

5.3.1 对于正常使用极限状态，结构构件应分别按荷载效应的标准组合、准永久组合或标准组合并考虑长期作用影响，采用下列极限状态设计表达式：

$$S \leq C \quad (5.3.1-1)$$

式中 S ——正常使用极限状态的荷载效应组合值；

C ——结构构件达到正常使用要求所规定的变形，裂缝宽度和应力等的限值。

5.3.2 受弯构件的最大挠度应按荷载效应的标准组合并考虑荷载长期作用影响进行计算，其计算值不应超过表 5.3.2 规定的挠度限值。

表 5.3.2 受弯构件的挠度容许值

屋盖、楼盖及楼梯构件	容许挠度值
$l_0 < 7\text{m}$	$l_0 / 200 (l_0 / 250)$
$7\text{m} \leq l_0 \leq 9\text{m}$	$l_0 / 250 (l_0 / 300)$
$l_0 > 9\text{m}$	$l_0 / 300 (l_0 / 400)$

注：1. 表中 l_0 为构件的计算跨度；

2. 表中括号内的数值适用于使用上对挠度有较高要求的构件；

3. 如果构件制作时预先起拱，且使用上也允许，则在验算挠度时，可将计算所得的挠度值减去起拱值；对预应力混凝土构件，尚可减去预加力所产生的反拱值；

4. 计算悬臂构件的挠度限值时，其计算跨度 l_0 按实际悬臂长度的 2 倍取用。

5.3.3 结构构件正截面的裂缝控制等级分为三级。裂缝控制等级的划分应符合下列规定：

一级——严格要求不出现裂缝的构件，按荷载效应标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土不应产生拉应力；

二级——一般要求不出现裂缝的构件，按荷载效应标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土拉应力不应大于混凝土轴心抗拉强度标准值；按荷载效应准永久组合计算时，构件受拉边缘混凝土不宜产生拉应力，当有可靠经验时可适当放松；

三级——允许出现裂缝的构件，按荷载效应标准组合并考虑长期作用影响计算时，构件的最大裂缝宽度不应超过表 5.3.4 规定的最大裂缝宽度限值。

5.3.4 结构构件应根据结构类别和《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)表 3.4.1 规定的环境类别，按表 5.3.4 的规定选用不同的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值 w_{lim} 。

表 5.3.4 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值

环境类别	裂缝控制等级	w_{lim} (mm)
一	三	0.3
二	三	0.2
三	三	0.2

注：1. 表中的规定适用于采用热轧钢筋的钢筋混凝土构件和采用预应力钢丝，钢绞线及热处理钢筋的预应力混凝土构件；当采用其他类别的钢丝或钢筋时，其裂缝控制要求可按专门标准确定；

2. 在一类环境下，对钢筋混凝土屋架，托架，其最大裂缝宽度限值应取为 0.2mm；对钢筋混凝土屋面梁和托梁，其最大裂缝宽度限值应取为 0.3mm；

3. 对于处于四，五类环境下的结构构件，其裂缝控制要求应符合专门标准的有关规定；

4. 表中的最大裂缝宽度限值用于验算荷载作用引起的最大裂缝宽度。

5.4 装配整体式混凝土框架结构分析

5.4.1 结构按承载能力极限状态计算和按正常使用极限状态验算时，应按国家现行有关标准规定的作用（荷载）对结构的整体进行作用（荷载）效应分析；必要时，尚应对结构中受力状况特殊的部分进行更详细的结构分析。

5.4.2 结构分析所需的各种几何尺寸，以及所采用的计算图形、边界条件、作用的取值与组合、材料性能的计算指标、初始应力和变形状况等，应符合结构的实际工作状况，并应具有相应的构造保证措施。

结构分析中所采用的各种简化和近似假定，应有理论或试验的依据，或经工程实践验证。计算结果的准确程度应符合工程设计的要求。

5.4.3 结构分析应符合下列要求：

- 1 应满足力学平衡条件；
- 2 应在不同程度上符合变形协调条件，包括节点和边界的约束条件；
- 3 应采用合理的材料或构件单元的本构关系。

5.4.4 结构分析时，宜根据结构类型、构件布置、材料性能和受力特点等选择下列方法：

- 线弹性分析方法；
- 考虑塑性内力重分布的分析方法；
- 塑性极限分析方法；
- 非线性分析方法；
- 试验分析方法。

5.4.5 结构分析所采用的电算程序应经考核和验证，其技术条件应符合本规范和有关标准的要求。

对电算结果，应经判断和校核；在确认其合理有效后，方可用于工程设计。

6 叠合式受弯构件设计

6.1 一般规定

6.1.1 本章的规定适用于混凝土叠合式受弯构件的设计。这类构件的定义是由预制混凝土和现浇混凝土两部分组成但彼此连结形成一个整体以抵抗外荷载的构件。对于所有起控制作用的受荷阶段，每个构件均应进行验算。

叠合式受弯构件除了满足本章的要求外，尚应满足《混凝土结构设计规范》(GB 50010) 中不与本章规定有冲突的其他所有条款。

6.1.2 U 型叠合梁可参照本章要求进行设计，应通过计算和构造确保 U 型梁和现浇混凝土部分能协同工作，见图 6.1.2。

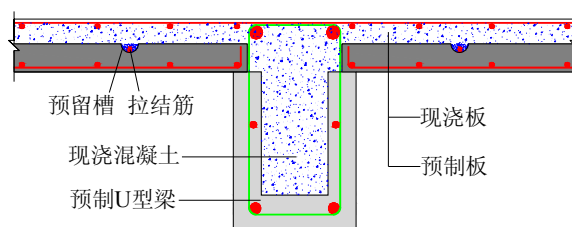


图 6.1.2 钢筋混凝土 U 型叠合梁截面

6.1.3 配筋应能将裂缝控制在允许范围以内并防止叠合构件各组成单元相互分离。

6.1.4 施工阶段不加支撑的叠合式受弯构件，应对叠合构件及其预制构件部分分别进行计算；预制构件部分应按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 中第 7 章和第 8 章对受弯构件的规定计算；叠合构件应按本章要求进行计算。

施工阶段设有可靠支撑的叠合式受弯构件，可按普通受弯构件计算，但叠合构件斜截面受剪承载力和叠合面受剪承载力应按本规范第 6.2 节和第 6.3 节计算。当 $h_1/h < 0.4$ 时应在施工阶段设置可靠支撑，此处 h_1 为预制构件的截面高度， h 为叠合构件的截面高度。在叠合式受弯构件足以支承全部荷载、限制挠度及开裂在允许范围以内之前不应拆除支撑。

施工阶段不加支撑的叠合式受弯构件，其内力应分别按下列两个阶段计算：

1 第一阶段 叠合层混凝土未达到强度设计值之前的阶段。荷载由预制构件承担，预制构件按简支构件计算；荷载包括预制构件自重、预制楼板自重、叠合

层自重以及本阶段的施工活荷载。

2 第二阶段 叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段。叠合构件按整体结构计算；荷载考虑下列两种情况并取较大值：

- 1) 施工阶段 计入叠合构件自重、预制楼板自重、面层、吊顶等自重以及本阶段的施工活荷载；
- 2) 使用阶段 计入叠合构件自重、预制楼板自重、面层、吊顶等自重以及使用阶段的可变荷载。

6.2 正截面受弯承载力设计

6.2.1 预制构件和叠合构件的正截面受弯承载力应按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)中第 7.2.1 条或第 7.2.2 条计算，其中弯矩设计值应按下列规定取用：

$$\text{预制构件} \quad M_1 = M_{1G} + M_{1Q} \quad (6.2.1-1)$$

$$\text{叠合构件的正弯矩区段} \quad M = M_{1G} + M_{2G} + M_{2Q} \quad (6.2.1-2)$$

$$\text{叠合构件的负弯矩区段} \quad M = M_{2G} + M_{2Q} \quad (6.2.1-3)$$

式中 M_{1G} ——预制构件自重、预制楼板自重和叠合层自重在设计截面产生的弯矩设计值；

M_{2G} ——第二阶段面层、吊顶等自重在设计截面产生的弯矩设计值；

M_{1Q} ——第一阶段施工活荷载在设计截面产生的弯矩设计值；

M_{2Q} ——第二阶段可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值，取本阶段施工活荷载和施工阶段可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值中的较大值。

在计算中，正弯矩区段的混凝土强度等级，按叠合层取用；负弯矩区段的混凝土强度等级，按设计截面受压区的实际情况取用。

6.3 斜截面承载力设计

6.3.1 预制构件和叠合构件的斜截面受剪承载力，应按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)第 7.5 节的有关规定进行计算，其中，剪力设计值应按下列规定取用：

$$\text{预制构件} \quad V_1 = V_{1G} + V_{1Q} \quad (6.3.1-1)$$

$$\text{叠合构件} \quad V_1 = V_{1G} + V_{2G} + V_{2Q} \quad (6.3.1-2)$$

式中 V_{1G} ——预制构件自重、预制楼板自重和叠合层自重在计算截面产生的剪力设计值；

V_{2G} ——第二阶段面层、吊顶等自重在计算截面产生的弯剪力计值；

V_{1Q} ——第一阶段施工活荷载在计算截面产生的剪力设计值；

V_{2Q} ——第二阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值，取本阶段施工活荷载和施工阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值中的较大值。

在计算中，叠合构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值 V_{cs} 应取叠合层和预制构件中较低的混凝土强度等级进行计算，且不低于预制构件的受剪承载力设计值；对预应力混凝土叠合构件不考虑预应力对受剪承载力的有利影响，即由预应力所提高的构件的受剪承载力设计值取为 0。

6.4 叠合面水平受剪承载力设计

6.4.1 当叠合梁符合《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 第 10.2.10 条、第 10.2.11 条和本章第 6.6.1 条的各项构造要求时，其叠合面的受剪承载力应符合下列规定：

$$V \leq 1.2f_t b h_0 + 0.85f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (6.4.1-1)$$

此处混凝土的抗拉强度设计值 f_t 取叠合层和预制构件中的较低值。

对不配箍筋的叠合板，当符合本规范第 6.6.2 条的构造规定时，其叠合面的受剪强度应符合下列公式的要求：

$$\frac{V}{b h_0} \leq 0.4 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (6.4.1-2)$$

6.5 裂缝宽度验算

6.5.1 钢筋混凝土叠合构件应验算裂缝宽度，按荷载效应的标准组合并考虑长期作用影响所计算的最大裂缝宽度 $w_{\max}$ 不应超过《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 表 3.3.4 规定的最大裂缝宽度限值。

按荷载效应的标准组合并考虑长期作用影响的最大裂缝宽度 $w_{\max}$ 可按下列公式计算:

$$w_{\max} = 2.2 \frac{\psi(\sigma_{s1k} + \sigma_{s2k})}{E_s} (1.9c + 0.8 \frac{d_{eq}}{\rho_{te1}}) \quad (6.5.1-1)$$

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65 f_{tk1}}{\rho_{te1} \sigma_{s1k} + \rho_{te} \sigma_{s2k}} \quad (6.5.1-2)$$

式中 d_{eq} ——受拉区纵向钢筋的等效直径,按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)第 8.1.2 条的规定计算;

ρ_{te1} 、 ρ_{te} ——按预制构件、叠合构件的有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率,按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)第 8.1.2 条计算;

f_{tk1} ——预制构件的混凝土抗拉强度标准值,按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)表 4.1.3 采用。

6.6 正常使用极限状态下的挠度验算

6.6.1 叠合构件应按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)第 8.2.1 条的规定进行正常使用极限状态下的挠度验算,其中,叠合式受弯构件按荷载效应标准组合并考虑荷载长期作用影响的刚度可按下列公式计算:

$$B = \frac{M_k}{(\frac{B_{s2}}{B_{s1}} - 1)M_{1Gk} + (\theta - 1)M_q + M_k} B_{s2} \quad (6.6.1-1)$$

$$M_k = M_{1Gk} + M_{2k} \quad (6.6.1-2)$$

$$M_q = M_{1Gk} + M_{2Gk} + \psi_q M_{2Qk} \quad (6.6.1-3)$$

式中 θ ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数,按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)第 8.2.5 条采用;

M_k ——叠合构件按荷载效应的标准组合计算的弯矩值;

M_q ——叠合构件按荷载效应的准永久组合计算的弯矩值;

B_{s1} ——预制构件的短期刚度,按本章第 6.6.2 条取用;

B_{s2} ——叠合构件第二阶段的短期刚度,按本章第 6.6.2 条取用;

ψ_q ——第二阶段可变荷载的准永久值系数。

6.6.2 荷载效应标准组合下叠合式受弯构件正弯矩区段内的短期刚度，可按下列规定计算：

1 钢筋混凝土叠合构件

1) 预制构件的短期刚度 B_{s1} 可按《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)

公式(8.2.3-1) 计算；

2) 叠合构件第二阶段的短期刚度可按下列公式计算：

$$B_{s2} = \frac{E_s A_s h_0^2}{0.7 + 0.6 \frac{h_1}{h} + \frac{4.5 \alpha_E \rho}{1 + 3.5 \gamma_f}} \quad (6.6.2-1)$$

式中 α_E ——钢筋弹性模量与叠合层混凝土弹性模量的比值：

$$\alpha_E = E_s / E_{c2}。$$

2 预应力混凝土叠合构件

1) 预制构件的短期刚度 B_{s1} 可按《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)

公式(8.2.3-2) 计算；

2) 叠合构件第二阶段的短期刚度可按下列公式计算：

$$B_{s2} = 0.7 E_{c1} I_0 \quad (6.6.2-2)$$

式中 E_{c1} ——预制构件的混凝土弹性模量；

I_0 ——叠合构件换算截面的惯性矩，此时，叠合层的混凝土截面面积应按弹性模量比换算成预制构件混凝土的截面面积。

6.6.3 荷载效应标准组合下叠合式受弯构件负弯矩区段内第二阶段的短期刚度 B_{s2} 可按《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002) 公式(8.2.3-1) 计算，其中，弹性模量的比值取 $\alpha_E = E_s / E_{c1}$ 。

6.7 构造要求

6.7.1 叠合梁除应符合普通梁的构造要求外，尚应符合下列规定：

1 预制梁的箍筋应全部伸入叠合层，且各肢伸入叠合层的直线段长度不宜小于 $10d$ (d 为箍筋直径)；

2 在承受静力荷载为主的叠合梁中，预制构件的叠合面可采用凹凸不小于 6mm 的自然粗糙面；

3 叠合层混凝土强度等级不应低于 C25，叠合层的最小厚度不宜小于 70mm。

6.7.2 承受较大荷载的叠合板，宜在预制板内设置伸入叠合层的构造钢筋。

6.7.3 接触面须干净、无浮浆，宜进行人工粗糙处理。

7 装配整体式混凝土框架节点设计

7.1 一般规定

7.1.1 当设计装配整体式混凝土框架节点时，除满足本规程外尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010)、现行上海市标准《建筑抗震设计规范》(DGJ 08-9) 及其他相关规范（规程）等中的有关规定。

7.1.2 装配整体式框架节点的承载力和延性不宜低于现浇节点，且承载力不应低于相邻的梁端和柱端承载力。

7.1.3 对于新型的装配整体式混凝土框架节点，经试验验证其承载能力和延性等指标满足要求后方可使用。

7.1.4 应控制由于温度梯度差引起的开裂。

7.1.5 通过计算和构造应确保节点的破坏模式为延性破坏。

7.2 构造要求

7.2.1 整浇式节点

1 整浇式节点分为A型构造（图7.2.1-1）和B型构造（图7.2.1-2）。A型构造要求梁端下部纵向受力钢筋在节点内焊接连接，适用于抗震等级为二级的多层框架结构；B型构造为梁端下部纵向受力钢筋在节点内弯折锚固，适用于非抗震及抗震等级为二、三级的多层框架结构。

对抗震等级为三级但伸进节点核芯区的梁端下部纵向受力钢筋直径大于25mm或为3根时，宜采用A型构造。

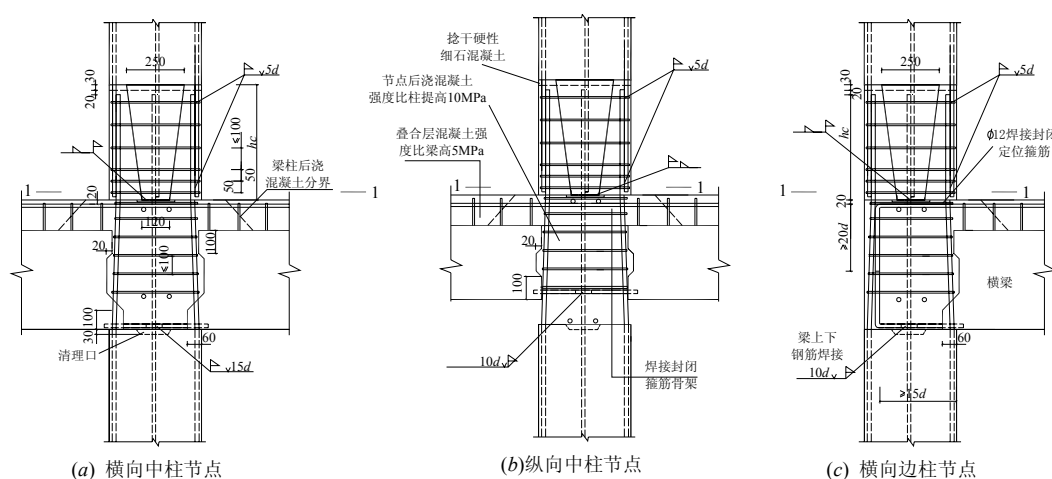
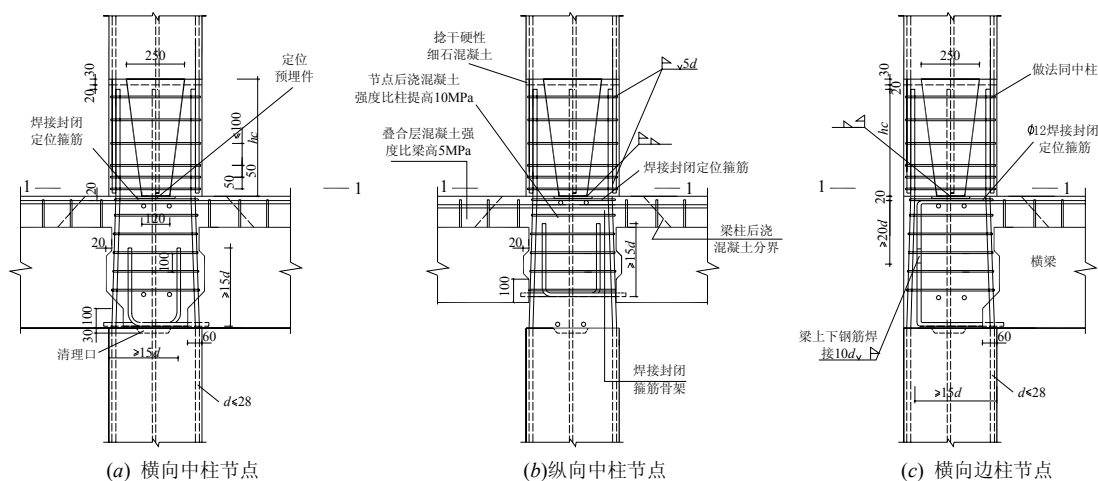


图7.2.1-1 整浇式节点（A型构造）



注：梁上部钢筋多于下部钢筋时，上部钢筋弯折后切

图 7.2.1-2 整浇式节点（B 型构造）

2 整浇式节点应符合下列构造要求：

- 1) 柱截面尺寸不宜小于400mm×400mm，也不宜大于600mm×600mm；柱下端樁头截面尺寸不应小于120mm×120mm；节点核芯区混凝土强度等级不宜低于C30；
- 2) 节点核芯区箍筋宜采用预制焊接封闭骨架；
- 3) 核芯区现浇混凝土顶部，应设置直径12mm的焊接封闭定位箍筋，并与

叠合梁上部钢筋绑牢或焊牢，用以控制柱顶面伸出钢筋的位置；

- 4) 对于顶层边柱节点，叠合梁的上部钢筋多于2根时，边柱柱顶需预埋锚筋伸出，与叠合梁上部钢筋焊接（图7.2.1-3）；
- 5) 当节点处柱截面纵向钢筋总根数多于4根时，需根据抗震要求设置复合箍筋；
- 6) 捻缝用的细石混凝土等度等级不应低于柱混凝土的强度等级，水灰比不宜大于0.3，并宜采用无收缩快硬硅酸盐水泥配制。

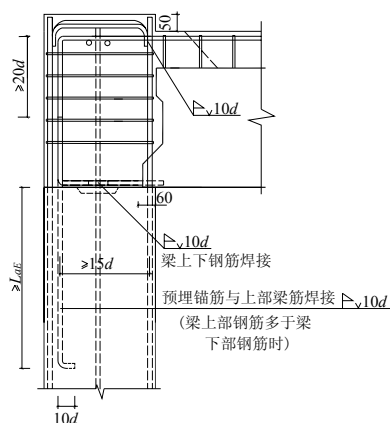


图 7.2.1-3 整浇式顶层边柱节点（A 型构造）

3 施工吊装阶段应验算预制柱下端榫头受压承载力。

4 预制梁的端部构造应满足图7.2.1-4要求。施工吊装阶段斜截面抗裂可按下列式验算：

$$V_1 \leq \frac{0.8f_{tk}bh_0}{0.5 + \frac{a}{h_0}} \quad (7.2.1)$$

式中 V_1 ——施工吊装阶段梁端剪力设计值；

f_{tk} ——混凝土抗拉强度标准值；

b ——梁端部宽度；

a ——施工吊装阶段梁端反力作用点到预制梁边缘的距离。

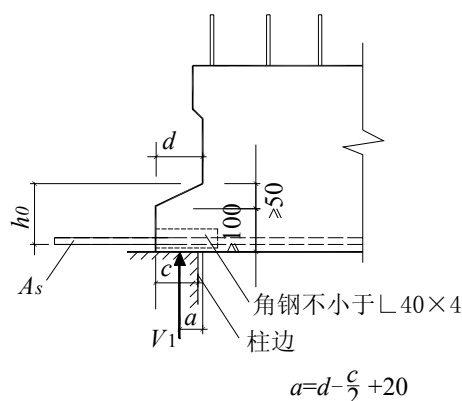


图 7.2.1-4 预制梁端部构造

当不满足式(7.2.1)要求时, 应在梁下设施工临时支撑。

5 在使用阶段应对图7.2.1-1中的1-1截面按《混凝土结构设计规范》(GB 50010)进行受压承载力验算。此时, 应取预制柱的混凝土强度设计值进行计算, 且不考虑上柱榫头内纵向钢筋和间接钢筋的承载力。

6 抗震等级为二级的整浇式节点, 应按第本章第7.3节进行节点核芯区受剪承载力计算, 箍筋数量应满足表7.3.6的要求。

7.2.2 现浇柱预制梁节点

1 现浇柱预制梁节点分为A型构造(图7.2.2-1)、B型构造(图7.2.2-2)和C型构造(图7.2.2-3)。A型构造用于抗震等级为二级的多层框架结构; B型和C型构造用于非抗震及抗震等级为二、三级的多层框架结构。

2 现浇柱预制梁节点除柱子采用现浇外, 节点核芯区混凝土强度等级、构造与计算均与本章第7.2.2条整浇式节点相同, 并按式(7.2.1)进行施工吊装阶段梁端斜截面抗裂验算。

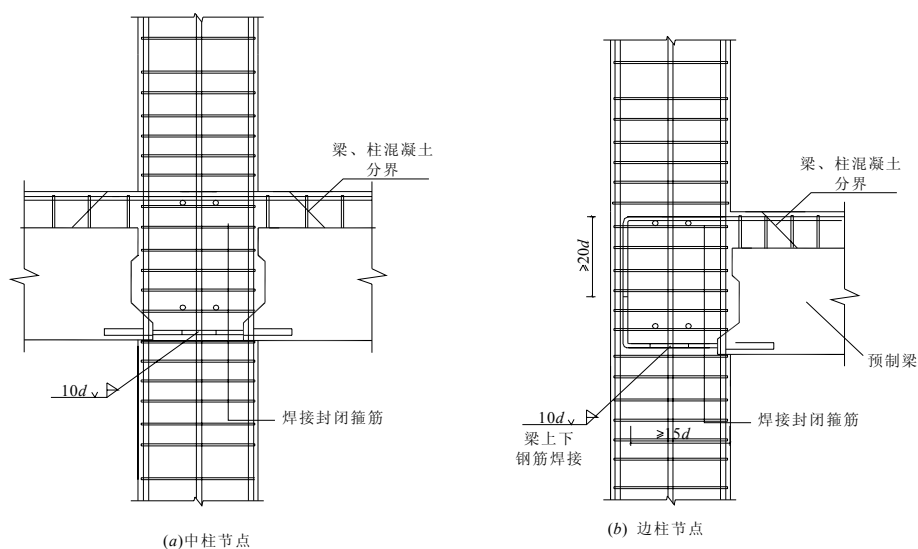


图 7.2.2-1 现浇柱预制梁节点 (A 型构造)

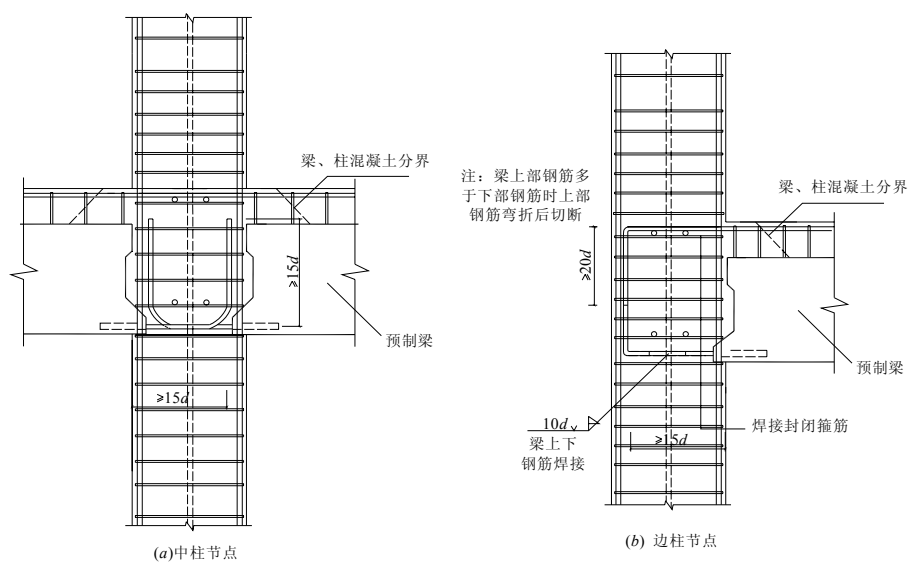


图 7.2.2-2 现浇柱预制梁节点 (B 型构造)

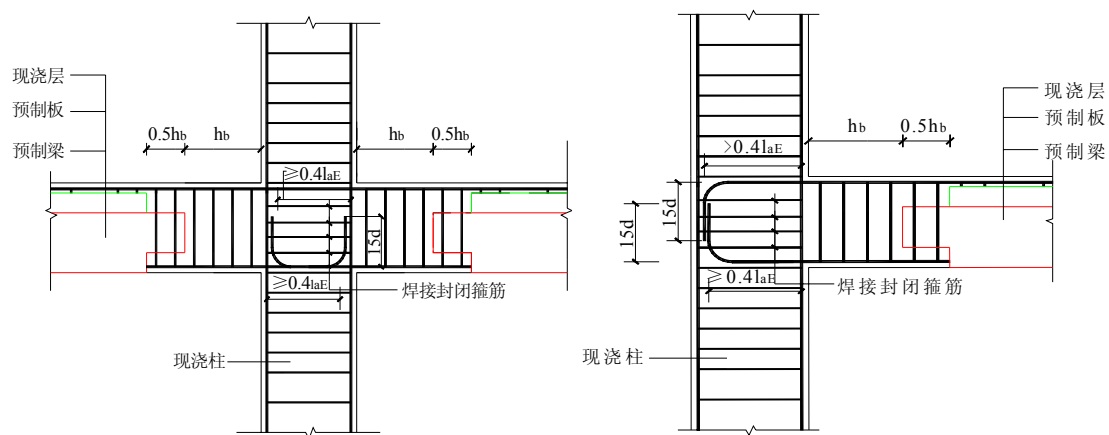


图 7.2.2-3 现浇柱预制梁节点 (C 型构造)

7.2.3 齿槽式节点

1 齿槽式节点适用于装配整体式混凝土框架的梁柱连接，也适用于梁梁连接。

2 受力齿槽（图7.2.3）应符合以下构造要求：

- 1) 齿型宜用等腰三角形或梯形，齿槽沿梁截面高度宜均匀布置；
- 2) 齿深 a_k 宜采用40mm；
- 3) 齿高 h_k 宜采用40~100mm，但不宜大于齿深的3倍；
- 4) 同一截面上齿槽的净距 e_k 不应小于齿高；
- 5) 齿槽上、下面的倾斜角宜采用45°；
- 6) 梁柱接缝宽度不宜小于80mm；梁高大于1m时可适当加大。

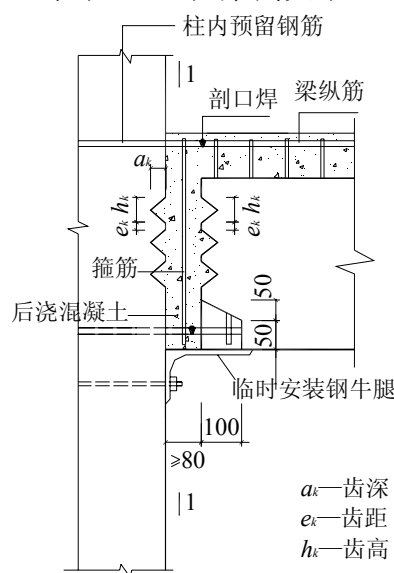


图 7.2.3 齿槽式节点

3 承重框架齿槽式节点中设置的齿槽数目不应少于2个，齿槽受剪面积不宜小于梁全截面面积的1/3。梁端负弯矩纵向受拉钢筋配筋率不应小于0.5%。抗震设计时，梁端正弯矩钢筋截面面积不应小于梁端负弯矩钢筋截面面积的30%。在梁柱接缝内，应设置封闭箍筋1~2个，箍筋直径与梁内的箍筋直径相同。

4 齿槽式节点中梁端正截面和斜截面承载力，以及二级抗震的节点核芯区受剪承载力均应按《混凝土结构设计规范》(GB 50010)中有关规定进行计算，此外尚应进行齿槽截面受剪承载力计算。

5 齿槽截面（图7.2.3中1-1截面）受剪承载力，应满足下列公式要求：

非抗震设计

$$V \leq 3\alpha n f_t b_k h_k + 0.4 \frac{M}{h_0} \quad (7.2.3-1)$$

抗震设计

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (2.5\alpha n f_t b_k h_k + 0.4 \frac{M}{h_0}) \quad (7.2.3-2)$$

当以上式中 $0.4 \frac{M}{h_0} > \frac{1}{3} V$ 时，应取 $0.4 \frac{M}{h_0} = \frac{1}{3} V$ 。

式中 V ——齿槽截面剪力设计值，可按非抗震设计或抗震分别取梁端组合的剪力最大设计值；

α ——齿槽受剪强度折减系数：当 $n \leq 3$ 时，取 $\alpha = 0.85$ ；当 $n = 4 \sim 5$ 时，取 $\alpha = 0.75$ ；当 $n \geq 6$ 时，取 $\alpha = 0.65$ ；

M ——与剪力设计值 V 相应的齿槽截面弯矩设计值，按抗震设计时应考虑不利组合；

b_k ——齿宽（等于梁宽）；

h_k ——齿高；

n ——同一截面上的齿槽数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，取1.0。

7.2.4 暗牛腿式节点

1 暗牛腿式节点适用于民用房屋的梁柱连接。

本规程所推荐的暗牛腿为采用型钢埋入柱中制成，梁为带缺口的预制梁；预制梁与型钢暗牛腿的连接可通过钢筋或预埋钢板焊接，然后用后浇混凝土形成刚性节点（图7.2.4-1）。

2 暗牛腿式节点应符合下列构造要求：

1) 暗牛腿式节点可采用构造齿槽或受力齿槽两种类型。当采用构造齿槽时，应符合下列要求：在梁端和柱侧面宜设置2~3个构造齿槽，齿深可取25mm，齿高可取50~80mm，齿距可取50~100mm；梁柱间的接缝宽度不宜小于80mm；接缝中应设置一道箍筋，箍筋直径与梁端的箍筋直

径相同，但不宜小于8mm。当采用受力齿槽时，应符合第7.2.3条第二款的要求；

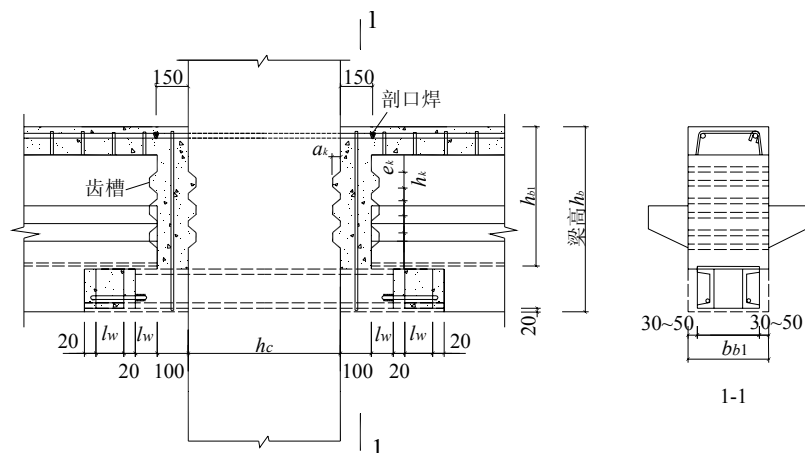


图 7.2.4-1 暗牛腿式节点

(注：图中 l_w 为焊缝计算长度)

- 2) 预制缺口梁的梁端箍筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于100mm；缺口处的梁内箍筋应伸出不少于2根并与型钢暗牛腿或梁下部纵筋绑扎；抗震设计时，梁端下部纵向受力钢筋截面面积不应小于梁上部纵向受力钢筋截面面积的30%。

3 采用构造齿槽的暗牛腿式节点，型钢暗牛腿的受弯、受剪承载力应满足下列公式要求：

$$\frac{M_x}{W_x} \leq f \quad (7.2.4-1)$$

$$\frac{VS}{It_w} \leq f_v \quad (7.2.4-2)$$

式中 M_x ——绕x轴的弯矩， $M_x = Va$ ；

W_x ——对 x 轴的截面抵抗矩；

V ——由型钢暗牛腿承受的组合剪力设计值；

a ——剪力 V 作用点至柱边缘的距离，此时，应考虑安装偏差 20mm；当 $a < 0.3 h_0$ 时，取 $a = 0.3 h_0$ ，其中 h_0 是牛腿与下柱交接处的垂直截面有效高度；

f ——钢材抗弯强度设计值，对Q235钢可取215N/mm²；

f_v ——钢材抗剪强度设计值，对Q235钢可取125N/mm²；

S ——型钢毛截面对中性轴的面积矩；

I ——毛截面惯性矩；

t_w ——腹板厚度。

4 采用构造齿槽的暗牛腿式节点，牛腿承受的剪力设计值应按施工吊装阶段和使用阶段分别进行计算：

1) 施工吊装阶段由牛腿承受的剪力设计值 V_1 应按下列公式计算：

$$V_1 = V_{1G} + V_{1Q} \quad (7.2.4-3)$$

剪力设计值 V_1 按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)式10.8.1并取式中 F_{hk} 为零进行牛腿的截面尺寸的验算。

2) 使用阶段由牛腿承受的组合剪力设计值 V 可按下列公式确定：

非抗震设计

$$V = V_1 + \alpha(V_2 - 0.07f_c b_{bl} h_{bl}) \quad (7.2.4-4)$$

抗震设计

$$V = V_1 + \alpha(V_2 - 0.056f_c b_{bl} h_{bl}) \quad (7.2.4-5)$$

式中 V_1 ——施工吊装阶段明牛腿剪力设计值；

V_{1G} ——预制构件自重、预制楼板自重和叠合层自重计算截面产生的剪力设计值；

V_{1Q} ——施工吊装阶段施工活荷载在计算截面产生的剪力设计值；

V_{2G} ——第二阶段面层、吊顶等自重计算截面产生的弯剪力设计值；

V_2 ——框架形成整体后由使用阶段荷载通过内力的不利组合所得梁端最大剪力设计值；当考虑地震作用时，其可变荷载组合值应按现行上海市标准《建筑抗震设计规范》(DGJ 08-9)有关规定取用；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值，可取预制柱和预制梁混凝土

土强度等级二者中的较低者；

α ——系数，当与剪力设计值 V_2 相应的弯矩为负弯矩时取 0.8，

当与 V_2 相应的弯矩为正弯矩时取 1.0；

b_{bl} 、 h_{bl} ——预制梁截面宽度、截面高度。

5 采用受力齿槽的暗牛腿式节点，牛腿的剪力设计值 V 可按下列公式确定：

$$V = V_1 + 0.3V_2 \quad (7.2.4-6)$$

式中 V_1 ——施工吊装阶段梁端剪力设计值；

V_2 ——使用阶段按非抗震设计或抗震设计时的梁端剪力设计值。当

$V_2 \leq 0.1f_c b_{bl} h_{bl}$ 时应采用构造齿槽， $b_{bl} h_{bl}$ 为缺口梁的梁端截面面积。

型钢暗牛腿承载力可按式(7.2.4-1)和式(7.2.4-2)进行验算。

当确定齿槽数目时，应取使用阶段梁端剪力设计值 V_2 作为受力齿槽的剪力设计值，按式(7.2.3-1)或式(7.2.3-2)进行计算并满足第7.2.3条第2款的构造要求。

6 型钢对柱中混凝土局部受压承载力应满足下列公式要求（图7.2.4-2）：

1) 荷载对称的中柱

$$V \leq \frac{1}{3}(\beta_l f_c - \frac{N}{b_c h_c}) A_l \quad (7.2.4-7)$$

2) 边柱

$$V \leq \frac{1}{3 + \frac{4a}{l}}(\beta_l f_c - \frac{N}{b_c h_c}) A_l \quad (7.2.4-8)$$

式中 V ——型钢暗牛腿剪力设计值；根据所用齿槽类型分别按第7.2.4条第4款或第7.2.4条第5款的规定确定；

a ——梁端反力作用点至柱边缘的距离；

N ——所在截面的柱轴向压力设计值；

β_l ——混凝土局部受压强度提高系数，按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)第7.8条取值；

b_c 、 h_c ——柱截面宽度、高度；

A_l ——局部受压面积，对于中柱可取 $A_l = b h_c$ ，对于边柱可取

$A_l = b l$ ， b 为型钢翼缘总宽度， l 为型钢在柱中的埋置长度。

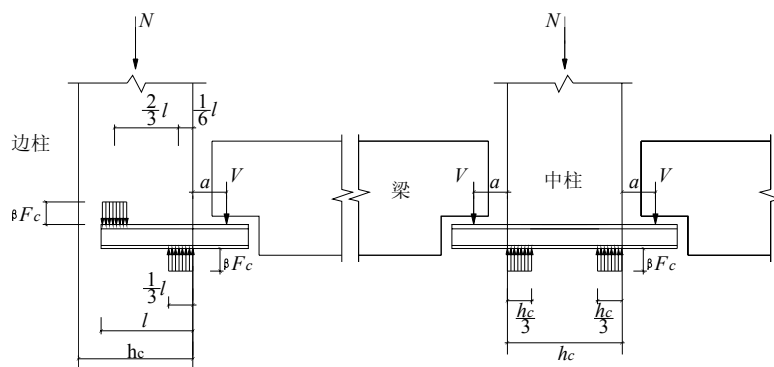


图 7.2.4-2 混凝土局部受压计算

如局部受压验算不满足时，可采取增加型钢翼缘总宽度或在钢牛腿上焊吊筋等措施。

7.2.5 叠压浆锚式节点

1 叠压浆锚式节点适用于抗震等级为三级的多层框架结构，尤宜用于有内廊或外挑廊（台）的建筑（图7.2.5-1）。

当采用叠压浆锚式节点时，柱中纵向受力钢筋的总根数不宜多于4根，柱截面不宜大于400mm×400mm。

冬季施工而无可靠保温措施时，不宜采用叠压浆锚式节点。

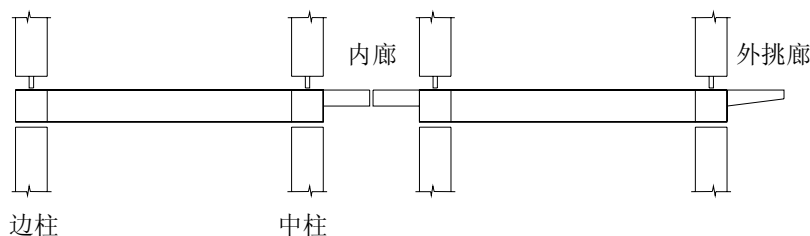


图 7.2.5-1 叠压浆锚式节点型式

2 叠压浆锚式节点应符合以下构造要求（图7.2.5-2）：

- 1) 梁的混凝土强度等级不宜低于C30，也不宜低于柱的混凝土强度等级；当不能满足上述要求时，其混凝土强度等级相差不应超过二级（ 10N/mm^2 ），此时梁端柱体的间接配筋可按第7.2.5条第5款的规定确定；
- 2) 梁端柱体内宜设置焊接钢筋网片其间距不宜大于100mm；节点核芯区最小体积配箍率应满足表7.3.6的要求；柱上、下端应按构造要求设置焊接钢筋网片，且不少于3片；
- 3) 当采用月牙纹钢筋时，节点核芯区柱纵向受力钢筋搭接长度不应小于

- 25d，上柱纵向受力钢筋插入浆锚孔内的长度不应小于为20d，d 为纵向钢筋直径；并应在搭接钢筋的上部按图7.2.5-2中规定局部加焊；
- 4) 捻缝用的细石混凝土等度等级不应低于柱混凝土的强度等级，水灰比不宜大于0.3，并宜采用无收缩快硬硅酸盐水泥配制，浆锚砂浆应符合第8.3.2条第2款的要求；
- 5) 当采用预埋钢管支承上柱时，钢管截面除满足第7.2.5条第3款计算要求外，其直径不宜小于60mm，锚入上柱的长度不宜小于300mm；钢管内宜用水泥砂浆填实，砂浆强度等级不宜低于M20。

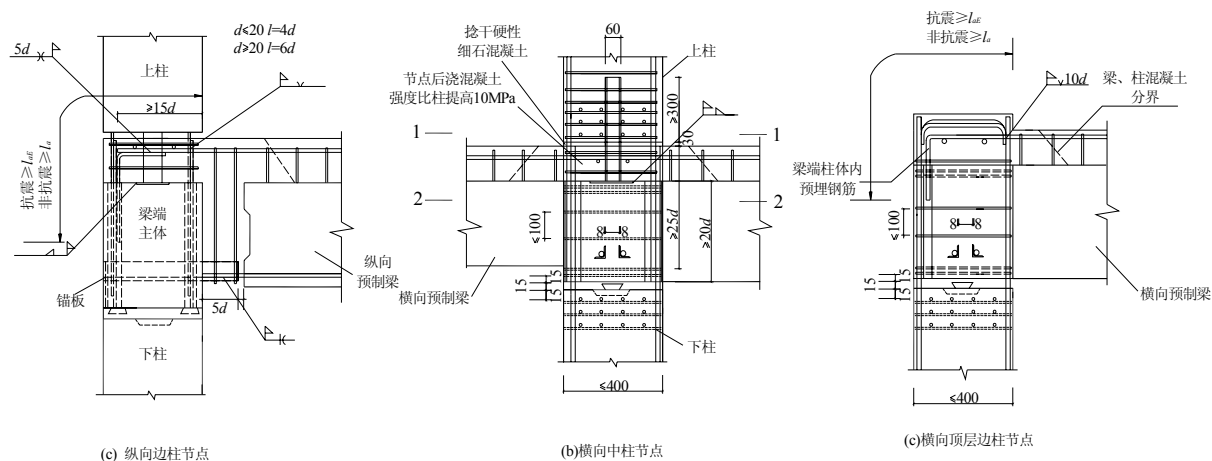


图7.2.5-2 叠压浆锚式节点构造

3 施工吊装阶段预埋钢管的受压承载力可按下列公式验算：

$$\frac{N_1}{A_n} \leq f \quad (7.2.5-1)$$

式中 N_1 ——浇灌节点后浇混凝土前，作用在预埋钢管上的轴向压力设计值；

A_n ——钢管净截面面积；

f ——钢材抗压强度设计值，按《钢结构设计规范》(GB 50017)的规定采用；

当采用混凝土榫头时，应按式(8.3.1-1)或式(8.3.1-2)计算施工吊装阶段混凝土榫头的受压承载力。

4 在使用阶段应对图7.2.5-2中1-1截面的受压承载力应按《混凝土结构设计规范》(GB 50010)中偏心受压构件的规定进行验算。

5 在使用阶段应对图7.2.5-2中的2-2截面按下列公式进行受压承载力验算：

$$f_{cc} \leq f_{cb} A + 2\rho_v f_y A_{cor} \quad (7.2.5-2)$$

式中 A ——柱截面面积；

f_{cc} ——预制柱混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{cb} ——梁端柱体混凝土轴心抗压强度设计值；

ρ_v ——梁端柱体内钢筋网片体积配箍率，《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)中式(7.8.3-2)计算；

A_{cor} ——梁端柱体配置钢筋网片范围内的混凝土核芯截面面积。

7.3 承载力计算

7.3.1 抗震等级为二级的框架节点核芯区组合的剪力设计值应按下列公式确定：

$$V_j = \frac{1.2 \sum M_b}{h_{b0} - a'_s} \left(1 - \frac{h_{b0} - a'_s}{H_c - h_b} \right) \quad (7.3.1)$$

式中 V_j ——梁柱节点核芯区组合的剪力设计值；

h_{b0} ——梁截面的有效高度，节点两侧梁截面高度不等时可采用平均值；

a'_s ——梁受压钢筋合力点至受压边缘的距离；

H_c ——柱的计算高度，可采用节点上下柱反弯点之间的距离；

h_b ——梁的截面高度，节点两侧梁截面高度不等时可采用平均值；

$\sum M_b$ ——节点左右梁端反时针或顺时针方向组合弯矩设计值之和。

7.3.2 核芯区截面有效验算宽度，应按下列规定采用：

1 核芯区截面有效验算宽度，当验算方向的梁截面宽度不小于该侧柱截面宽度的 1/2 时，可采用该侧柱截面宽度，当小于柱截面宽度的 1/2 时，可采用下列二者的较小值：

$$b_j = b_b + 0.5h_c \quad (7.3.2-1)$$

$$b_j = b_c \quad (7.3.2-2)$$

式中 b_j ——节点核芯区的截面有效验算宽度；

b_b ——梁截面宽度；

h_c ——验算方向的柱截面高度；

b_c ——验算方向的柱截面宽度；

2 当梁、柱的中线不重合且偏心距不大于柱宽的 1/4 时，核芯区的截面有效验算宽度可采用上款和下式计算结果的较小值。

$$b_j = 0.5(b_b + b_c) + 0.25h_c - e \quad (7.3.2-3)$$

式中 e ——梁与柱中线偏心距。

7.3.3 节点核芯区组合的剪力设计值，应符合下列要求：

$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.3\eta_j f_c b_j h_j) \quad (7.3.3)$$

式中 η_j ——正交梁的约束影响系数，采用 1.0；

h_j ——节点核芯区的截面高度，可采用验算方向的柱截面高度；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，可采用 0.85。

7.3.4 节点核芯区截面抗震受剪承载力，应采用下列公式验算：

$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left(1.1\eta_j f_t b_j h_j + 0.05\eta_j N \frac{b_j}{b_c} + f_{yv} A_{svj} \frac{h_{b0} - a'_s}{s} \right) \quad (7.3.4)$$

式中 N ——对应于组合剪力设计值的上柱组合轴向压力较小值，其取值不应大于柱的截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积的 50%，当 N 为拉力时，取 $N=0$ ；

f_{yv} ——箍筋的抗拉强度设计值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

A_{svj} ——核芯区有效验算宽度范围内同一截面验算方向箍筋的总截面面积；

s ——箍筋间距。

7.3.5 抗震等级为三级及非抗震设计的节点可不进行节点核芯区受剪承载力计算，但应符合现行上海市标准《建筑抗震设计规范》(DGJ 08—9—2003)第 6.3.14 条的规定。

7.3.6 抗震设计与非抗震设计的柱端节点加密区及核芯区最小体积配箍率不宜小于表 7.3.6 的规定。

表 7.3.6 框架柱端及节点核心区最小体积配箍率/%

抗震等级	柱端轴压比			节点核心区
	<0.4	0.4~0.6	>0.6	
二	0.6~0.8	0.8~1.2	1.2~1.6	0.8
三	0.6	0.6~0.8	0.8~1.2	0.6
非抗震设计	0.6	0.6	0.6	0.6

- 注：1. 适用于普通箍或复合箍；普通箍筋系指单个矩形箍筋；复合箍系指由矩形箍筋与菱形箍筋、或与多边形箍筋、或与拉筋组成的箍筋；
2. 箍筋体积配箍率为柱核心区面积范围内单位混凝土体积中所含的箍筋体积；计算体积配箍率时，对复合箍筋中箍筋相重叠的部分不宜计入；
3. 当柱端加密区箍筋采用复合井字箍且肢距不大于 200mm、箍筋直径不小于 10mm 时，配箍率可采用表中较低值；当采用 II 级钢作箍筋且混凝土强度等级不高于 C40 时，柱端最小配箍率可乘以 0.85 的系数，但不得低于 0.6；
4. 当混凝土强度等级高于 C40 时，或 IV 类场地上较高的高层建筑，柱端配箍率宜取表中相应项目的较大值；
5. 轴压比指包括地震作用组合在内的轴向压力设计值与混凝土轴心抗压强度设计值和柱全截面面积乘积的比值。

8 连接设计

8.1 一般规定

8.1.1 预制构件连接接头的形式应根据结构的受力性能和施工条件进行设计，且应构造简单、传力直接。对能够传递弯矩及其他内力的刚性接头，设计时应使接头部位的截面刚度与邻近接头的预制构件的刚度相接近。

8.1.2 装配整体式结构在安装过程中应考虑施工和使用过程中的温差和混凝土收缩等不利影响，宜较现浇结构适当增加构造配筋，并应避免由构件局部削弱所引起的应力集中。当钢筋采用焊接接头时，还应注意焊接程序并选择合理的构造形式，以减少焊接应力的影响。当接头的构造和施工措施能保证连接接头传力性能的要求时，装配整体式接头的钢筋也可采用其他的连接方法。

8.1.3 装配整体式接头的设计应满足施工阶段和使用阶段的承载力、稳定性和变形的要求。

8.1.4 计算时考虑传递内力的装配整体式构件接头，其灌筑接缝的细石混凝土强度等级不宜低于 C40，并应采取措施减少灌缝混凝土的收缩。计算时不考虑传递内力的构件接头，应采用不低于 C30 的细石混凝土灌筑。

8.1.5 装配整体式结构构件的连接，应能保证结构的整体性。

8.1.6 当预制构件组装到一个结构体系中时，在设计中应考虑接头和接头附近区域产生的力和变形。

8.1.7 应对相互连接的构件误差作出规定。预制构件和接头的设计应考虑到这类误差的影响。

8.1.8 各种连接方式的传力性能应通过理论分析或试验确定。

8.1.9 当接头使用具有不同结构特性的材料时，应考虑材料的相对刚度、强度和延性。

8.2 梁梁连接

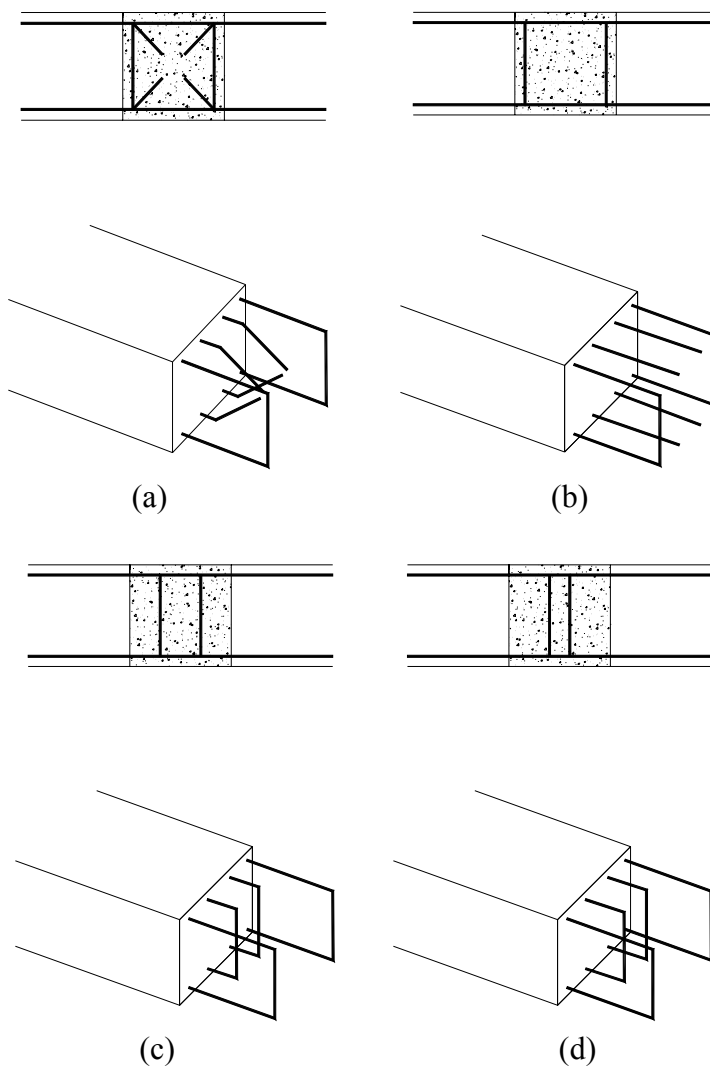
8.2.1 现浇连接

1 现浇连接的接头位置可设置在梁跨中，也可设置在靠近柱边 1 倍梁高处。

2 现浇连接应符合以下构造要求：

- 1) 与现浇混凝土接触的预制构件表面应清洁、无浮浆，并应是凹凸不小于 6mm 的自然粗糙面；
- 2) 预制构件的纵筋应全部或部分伸入现浇混凝土中。钢筋可采用机械连接或焊接连接。

3 现浇连接可通过不同的方法来实现剪力和弯矩传递。主要的连接类型如图 8.2.1 所示。



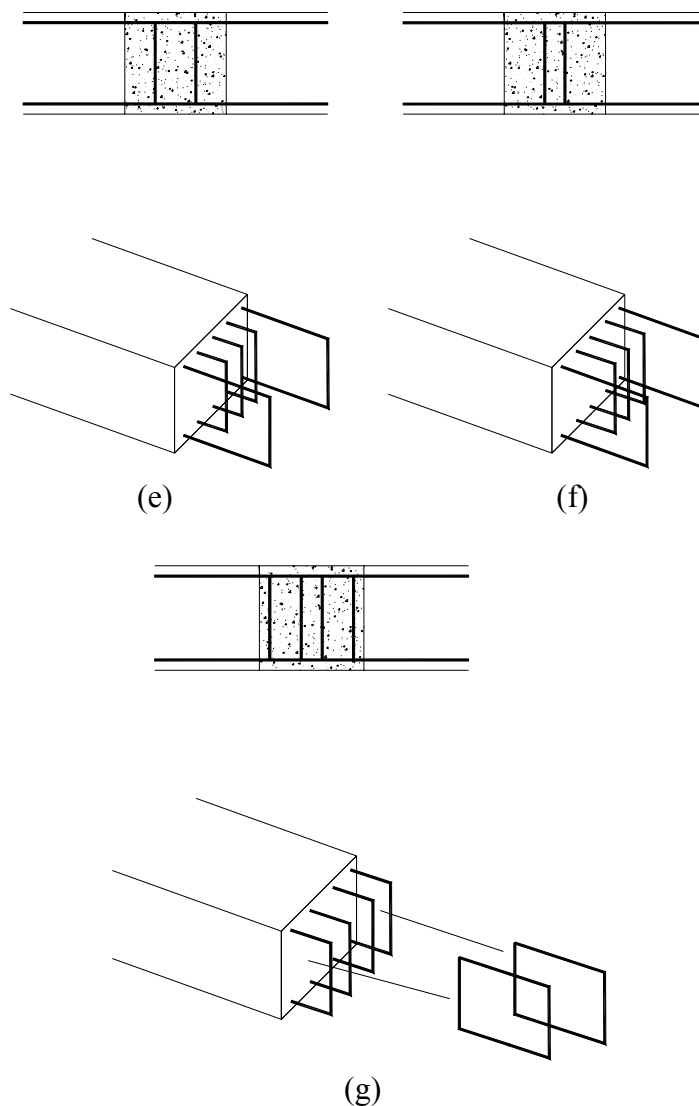


图 8.2.1 现浇连接

8.2.2 企口式连接

1 企口（图 8.2.2-1）应符合以下构造要求：

- 1) 企口处应设置足够的箍筋和附加纵筋；
- 2) 保证企口处纵筋伸入梁内有足够的锚固长度；
- 3) 企口接合处的可靠性要高于底部纵筋的可靠性。

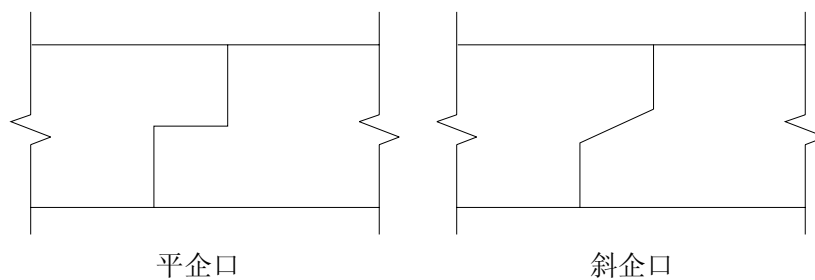


图 8.2.2-1 企口连接

2 企口截面的受剪承载力，应满足下列要求：

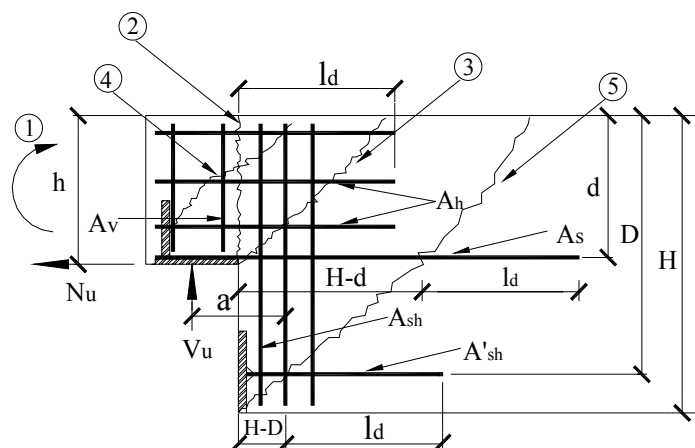


图 8.2.2-2 企口的破坏模式及配筋要求

企口有五种破坏形式：①受拉或受弯破坏；②交界处截面的直剪破坏；③凹角处的斜拉破坏；④伸出端的斜截面破坏；⑤端部斜截面破坏。具体的计算方法如下：

1) 抗弯和抗拉计算

为承担梁端 V 和 N 所产生的弯矩和水平力，需要配置的钢筋面积应为：

$$A_s = A_f + A_n = \frac{1}{\kappa f_y} \left[V_u \left(\frac{a}{d} \right) + N_u \left(\frac{h}{d} \right) \right] \quad (8.2.2-1)$$

式中 κ ——取 $\kappa = 0.75$ ；

N_u ——取 0.2 倍 V_u ；

a ——剪跨，反力到受力钢筋 A_{sh} 的距离；

h ——企口的高度；

d ——受力钢筋 A_s 到梁顶的距离；

f_y ——钢筋屈服强度。

2) 企口部位的垂直抗剪计算

计算竖向力作用下企口抵抗剪切破坏所需的配筋。穿过垂直裂缝②的钢筋 A_s 、 A_h 可按下式计算：

$$A_s = \frac{2V}{3\kappa f_y \mu_e} + A_r \quad (8.2.2-2)$$

$$A_r = \frac{N_u}{\kappa f_y} \quad (8.2.2-3)$$

$$A_h = 0.5(A_s - A_r) \quad (8.2.2-4)$$

式中 κ ——取 $\kappa = 0.75$ ；

f_y ——钢筋屈服强度；

μ_e ——有效摩擦系数， $\mu_e = \frac{6.9 \times 10^6 \xi b h \mu}{V_u}$ ，其中系数 ξ 对普通混凝土取 1.0， μ 为剪力摩擦系数，对整浇混凝土取 1.4，且 $\mu_e \leq 3.4$ 。

3) 凹角处抗拉计算

穿过凹角处裂缝的（裂缝③）钢筋面积 A_{sh} 应为：

$$A_{sh} = \frac{V_u}{\kappa f_y} \quad (8.2.2-5)$$

式中 κ ——取 $\kappa = 0.75$ ；

f_y ——钢筋屈服强度。

4) 企口部位斜截面抗剪计算

在缺口梁的企口部需要设置一定量的箍筋和水平钢筋来抵抗剪力作用，且应该满足：

$$V_u \leq \kappa(A_v f_y + A_h f_y + 166 \xi b d \sqrt{f_c}) \quad (8.2.2-6)$$

式中 f_c ——混凝土抗压强度设计值，其余参数同前。且有：

$$A_v \geq \frac{1}{2 f_y} \left(\frac{V_u}{\kappa} - 166 \xi b d \sqrt{f_c} \right) \quad (8.2.2-7)$$

5) 端部斜截面破坏

此破坏形式为预制梁本身的受剪破坏，可采用《混凝土结构设计规范》(GB 50010)中的抗剪公式进行验算。

钢筋的锚固应符合下列要求：

(1) 钢筋 A_s 、 A_h 和 A_{sh} 应分别在与之相交的裂缝（裂缝②和裂缝⑤）之后留有至少 1.0 倍的锚固长度，如图 8.2.2-2 所示；

(2) 钢筋可以通过焊接在预埋件上、弯钩等方式进行锚固；

(3) 钢筋 A_{sh} 应尽量布置在凹角处。

8.2.3 齿槽式连接

齿槽式连接的设计计算和构造要求，参考本规程条文 7.2.3。

8.3 柱柱连接

8.3.1 榫式柱连接

1 榫式柱连接可适用于民用房屋。柱截面尺寸不宜小于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，榫头下端截面面积不应小于 $120\text{mm} \times 120\text{mm}$ 。榫式柱连接的位置宜设在楼面以上 1.0m 处。

2 榫式柱连接（图 8.3.1-1）应符合下列构造要求：

- 1) 榫头高度不应小于 500mm ，也不宜小于 25 倍柱纵向受力钢筋直径；榫头的上部宜做成平角；后浇混凝土时应在上部留 30mm 的缝隙，后捻干硬性细石混凝土；
- 2) 柱纵向受力钢筋宜采用剖口焊连接；当钢筋根数较少或施工条件限制时，也可采用绑条焊或搭接焊等，焊口位置宜在接头的中部；
- 3) 榫头内纵向受力钢筋不应少于 4 根，直径不应小于 10mm ；配筋率不宜小于榫头上部截面面积的 1%；榫头内箍筋直径不宜小于 8mm 间距不宜大于 100mm ；必要时，榫头底部可预埋钢板，与下柱点焊连接；
- 4) 下柱顶部的钢筋网片按局部受压计算确定；当为非局部受压控制时，应不少于 3 片，钢筋直径不宜小于 8mm ，网孔不宜大于 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ；
- 5) 连接处柱的纵向受力钢筋每侧多于 3 根时，应设置复合箍；连接处的体积配箍率应满足表 7.3.6 的要求。

3 榫式柱连接在施工吊装阶段应按下列规定进行承载力验算：

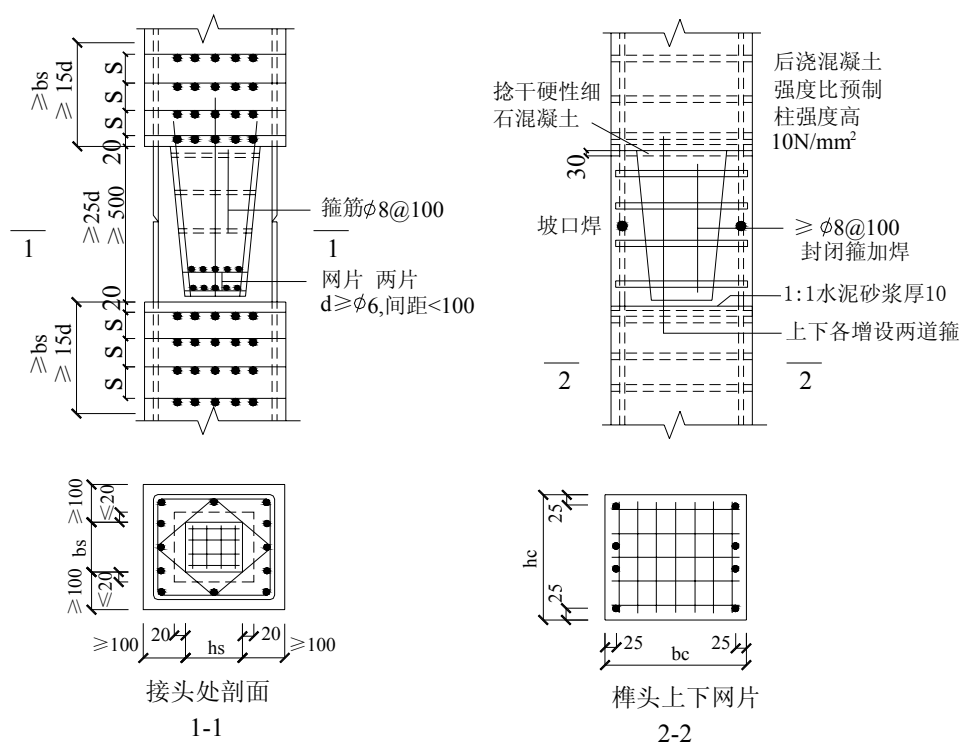


图 8.3.1-1 榀式柱连接

1) 上柱榀头 (图 8.3.1-2 中 1-1 截面) 受压承载力, 应符合下列公式要求:

当榀头内不设置钢筋网片时

$$N_1 \leq f_c A_c + f_y' A_s' \quad (8.3.1-1)$$

当榀头内设置钢筋网片时

$$N_1 \leq (f_c + 2\rho_v f_y) A_{cor} + f_y' A_s' \quad (8.3.1-2)$$

式中 N_1 ——施工吊装阶段作用于上柱榀头底部截面的轴向压力设计值;

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值;

A_c ——榀头底部截面面积;

f_y' ——榀头内纵向钢筋抗压强度设计值;

A_s' ——榀头内纵向受压钢筋的总截面面积;

A_{cor} ——榀头下端的核芯截面面积;

ρ_v ——榀头内钢筋网片体积配箍率, 按式 8.3.1-6 计算。

2) 下柱柱端 (图 8.3.1-2 中 2-2 截面) 局部受压承载力, 可按下列公式进行计算。

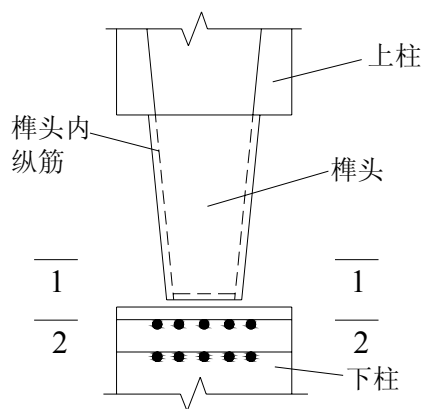


图 8.3.1-2 榫式柱连接施工吊装阶段验算截面

$$N_l = (\beta_l f_c + 2\rho_v \beta_{cor} f_y) A_l \quad (8.3.1-3)$$

$$\beta_l = \sqrt{\frac{A_b}{A_l}} \quad (8.3.1-4)$$

$$\beta_{cor} = \sqrt{\frac{A_{cor}}{A_l}} \quad (8.3.1-5)$$

$$\rho_v = \frac{n_1 A_{s1} l_1 + n_2 A_{s2} l_2}{A_{cor} s} \quad (8.3.1-6)$$

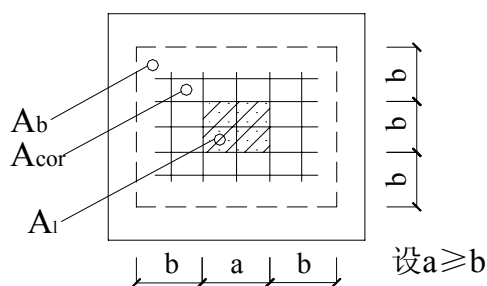


图 8.3.1-3 局部受压计算底面积 A_b

式中 N_l ——施工吊装阶段轴向压力设计值，包括相应范围内预制混凝土构件自重、后浇混凝土自重和施工活荷载产生的轴向压力；

β_l ——混凝土局部受压时的强度提高系数；

f_c ——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

ρ_v ——钢筋网片体积配筋率；

β_{cor} ——配置间接钢筋的局部受压承载力提高系数；

f_y ——网片钢筋抗压强度设计值；

A_l ——局部受压面积；

A_b ——局部受压时的计算底面积，根据局部受压面积与计算底面积同心、对称的原则确定（图 8.3.1-3）；

A_{cor} ——配置焊接钢筋网片范围内的混凝土核芯面积，且 $A_{cor} \leq A_b$ ；

l_1 、 l_2 ——方格网片两个方向的长度；

n_1 、 A_{s1} ——方格网片沿 l_1 方向的钢筋根数、单根钢筋的截面面积；

n_2 、 A_{s2} ——方格网沿 l_2 方向的钢筋根数、单根钢筋的截面面积；

s ——方格网片的间距。

8.3.2 浆锚式柱连接

1 浆锚式柱连接适用于抗震等级为三级的民用房屋受压弯构件，不得用于受拉构件。柱截面尺寸不宜大于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ 。

柱纵向受力钢筋总根数不宜多于 4 根。浆锚式柱连接的位置宜设在楼面以上 1.0m 处。

2 浆锚式柱连接（图 8.3.2）应符合下列构造要求：

- 1) 柱混凝土强度等级不宜低于 C30；浆锚及水平接缝的砂浆宜用无收缩快硬硅酸盐水泥配制，一天强度不宜低于 25N/mm^2 ，28 天龄期的强度不宜低于 50N/mm^2 ；
- 2) 当柱中的纵向受力钢筋采用月牙纹钢筋时，其在浆锚孔内的搭接长度对非抗震设计不应小于 $25d$ ，对抗震设计不应小于 $30d$ ， d 为浆锚插筋直径；

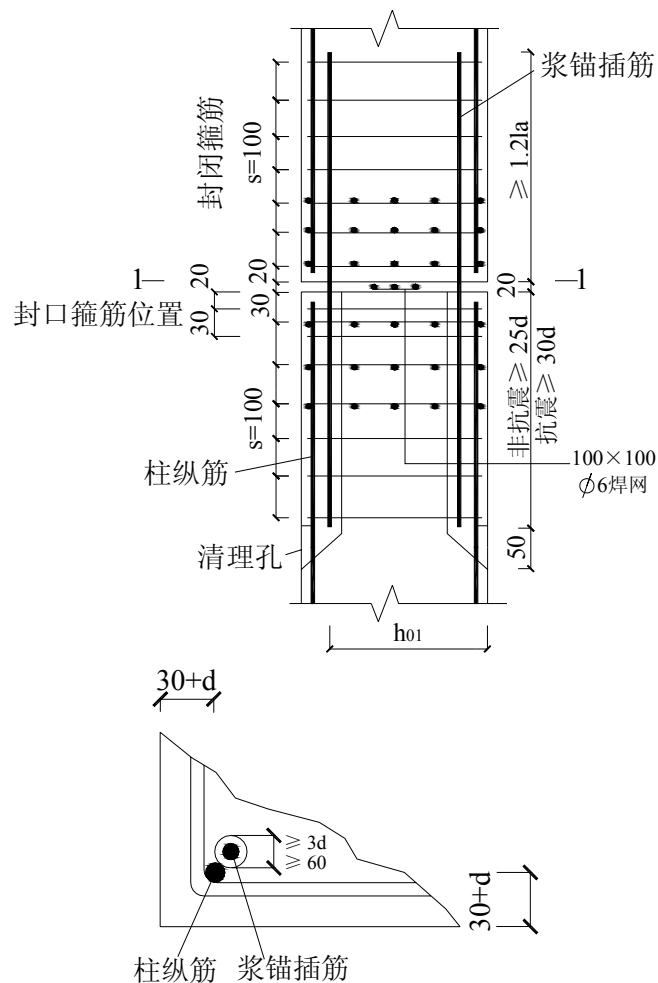


图 8.3.2 浆锚式连接

- 3) 浆锚预留孔的直径应大于浆锚插筋直径的 3 倍且不应小于 60mm; 预留孔孔壁应保持粗糙或设构造齿槽; 预留孔长度应比浆锚插筋下端长 50mm; 预留孔的位置必须符合设计要求;
- 4) 当浆锚插筋直径不大于 20mm 时, 在上、下柱端浆锚插筋范围内应分别设置 5 道直径不小于 8mm 的封闭箍筋, 其间距不宜大于 100mm; 箍筋末端应改成 135°弯钩, 弯钩端头延伸长度不应小于 10d, d 为箍筋直径;
- 5) 上、下柱端应按构造要求设置钢筋网片, 且不宜少于 3 片。

3 浆锚式柱连接正截面受压承载力应按《混凝土结构设计规范》(GB 50010) 偏心受压构件进行验算 (图 8.3.2 中 1-1 截面), 此时应取该截面的轴向压力及弯矩设计值, 柱截面有效高度应取浆锚插筋处的 h_{01} 计算。

8.3.3 插入式柱连接

- 1 插入式柱连接接头位置宜设在柱子中部且柱中轴向压力对截面重心的偏

心距 e_0 不大于 $0.35h_0$ 的部位。柱截面尺寸不应小于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ 。

2 插入式柱连接（图 8.3.3-1）应符合下列构造要求：

- 1) 上柱榫头长度 l_k 不宜小于柱截面高度，且不应小于 450mm ；
- 2) 下柱杯壁厚 t_h 度可取 $80\sim 100\text{mm}$ ；杯口竖缝 c 可取 20mm ；水平接缝 a 不宜大于 15mm ；水平接缝 d 可取 20mm ；
- 3) 榫头内纵向受力钢筋与上、下柱体内纵向受力钢筋的搭接长度宜满足《混凝土结构设计规范》(GB 50010)的有关规定；
- 4) 接头处上、下柱体内应配置封闭加焊箍筋，其中三道封口箍筋应采用直径不小于 12mm 、间距不大于 50mm ；其它加密的封闭箍筋宜采用直径不小于 10mm 、间距不大于 100mm ；杯壁箍筋应为 4 肢箍；
- 5) 榫头与杯壁的竖向侧面上应各设三道构造齿槽，齿深及齿高可取 $20\sim 25\text{mm}$ 。

3 插入式柱连接使用阶段正截面受压承载力应按《混凝土结构设计规范》(GB 50010)偏心受压构件进行验算，此时应取该截面的轴向压力及弯矩设计值，截面有效高度应取榫头纵向受拉钢筋处的 h_{0I} （图 8.3.3-2）计算。

柱轴向压力偏心距 e_{0I} 可按下列公式计算：

$$e_{0I} = \frac{M}{N} - \frac{t_h + c}{2} \quad (8.3.3)$$

式中 t_h ——杯壁厚度；

c ——竖缝宽度；

N 、 M ——插入式柱连接处组合的轴向压力及弯矩设计值。

计算偏心距离增大系数时，应取柱体截面尺寸，并按《混凝土结构设计规范》(GB 50010)有关规定计算，但应将计算值乘以系数 1.05。

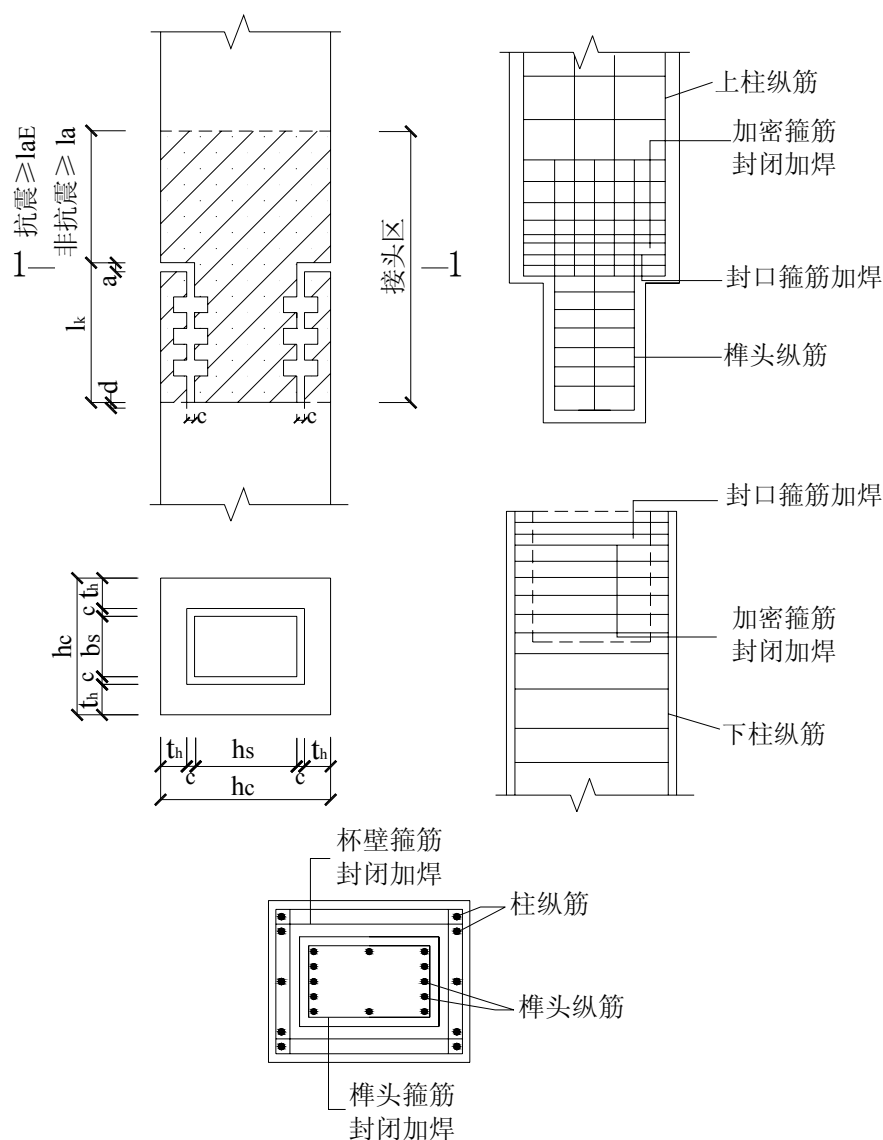


图 8.3.3-1 插入式柱连接

4 插入式柱连接施工中应满足下列要求：

- 1) 柱子模板宜通长整根预制，并应双向定准中心线；
- 2) 制作柱子杯口时，可先铺底层混凝土，再放置杯口内阴模；杯口混凝土必须振捣密实；
- 3) 吊装上柱时，应在下柱杯口上设置小垫块，调整柱子高度及垂直度；吊装就位灌浆后，应设临时支撑；
- 4) 接缝灌浆可采用压力灌浆和自重挤浆两种方法：压力灌浆的压力应保持在 $0.2 \sim 0.5 \text{ N/mm}^2$ ，压力灌浆孔应与杯口底同高，在图 8.3.3-1 的 1-1 截面处进行临时封缝，每面应留一排气孔；自重挤浆的砂浆体积应为接缝空隙体积的 1.5~2.0 倍，吊装时应对准上、下柱两个方向的轴线一

次就位；

- 5) 接缝砂浆宜用无收缩快硬硅酸盐水泥配制，砂浆强度等级应比柱体混凝土强度等级提高两级，强度达到 20N/mm^2 后方可进行上层柱的吊装。

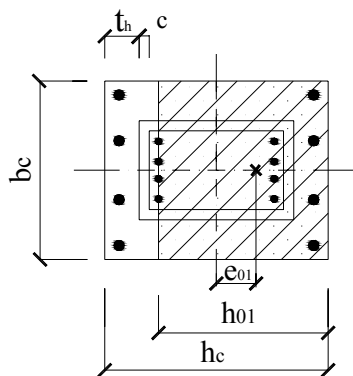


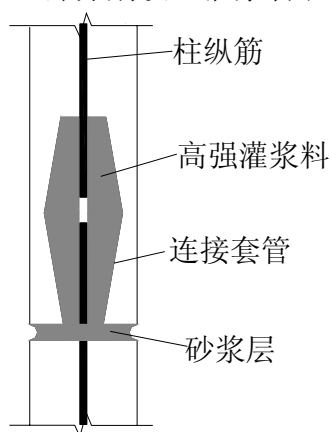
图 8.3.3-2 插入式柱连接处截面有效高度

8.3.4 套管式柱连接

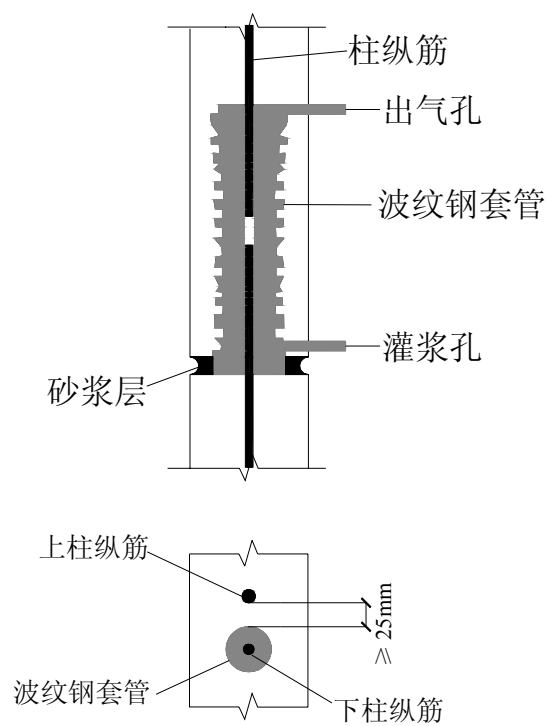
1 套管式柱连接可适用于民用房屋。套管式柱连接分为钢套管连接和钢波纹管连接两种，其位置可设置在柱反弯点或楼板处。预制混凝土套管叠合柱连接可参考本章要求进行设计，应通过计算和构造确保连接可靠。

2 套管式柱连接（图 8.3.4）应符合下列构造要求：

- 1) 水平接缝的砂浆可采用水泥砂浆或环氧树脂砂浆；
- 2) 应在灌浆部位的下部和上部分别设置灌浆管和排浆排气管。



(a) 钢套管连接



(b) 波纹管管连接

图 8.3.4 套管式柱连接

9 预制叠合剪力墙设计

9.1 一般规定

9.1.1 预制叠合剪力墙所用混凝土及钢筋除本规范特别要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2002)第 4 章的有关规定。

9.1.2 预制叠合剪力墙混凝土强度等级不宜低于 C30，且预制部分和现浇部分的强度等级应保持一致。

9.1.3 预制叠合剪力墙受力钢筋除叠合筋斜筋、边缘构件箍筋及拉结筋外，不宜采用 HPB235 级钢筋。

9.1.4 预制剪力墙板（简称 PCF 板）在工厂制作、养护，达到设计强度后运抵施工现场，安装就位后和现浇部分整浇形成叠合剪力墙。预制剪力墙板外侧建筑饰面可根据需要在工厂一并制作完成。

9.1.5 预制叠合剪力墙结构是指建筑物外围剪力墙采用钢筋混凝土预制叠合剪力墙，其它部位剪力墙采用一般钢筋混凝土剪力墙的一种剪力墙结构形式。

9.1.6 预制叠合剪力墙结构中的预制叠合剪力墙应满足本章要求，预制叠合剪力墙结构中的普通剪力墙应满足《混凝土结构设计规范》(GB 50010)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3)及上海市《建筑抗震设计规范》(DGJ 08-9)的相关要求。

9.1.7 预制叠合剪力墙结构中，结构抗侧力构件平面、竖向布置及抗侧刚度要求和一般剪力墙结构相同；预制叠合剪力墙结构中的预制叠合剪力墙及一般剪力墙的墙肢截面宜简单、规则。

9.1.8 预制叠合剪力墙结构应限制预制叠合剪力墙的数量，且应在建筑内部布置筒体（或一般剪力墙），形成预制叠合剪力墙与筒体（或一般剪力墙）共同抵抗水平力的剪力墙结构，并应符合下列规定：

1 抗震设计时，筒体和一般剪力墙承受的第一振型底部地震倾覆力矩不宜小于结构底部总地震倾覆力矩的 50%；

2 抗震设计时，各层预制叠合剪力墙在重力荷载代表值作用下产生的轴力设

计值的轴压比，抗震等级为三级时不宜大于 0.6；

3 抗震设计时，底部加强部位应按《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2002)第 7.2.10 条调整剪力设计值。

9.1.9 预制叠合剪力墙的门窗洞口宜上下对齐、成列布置，形成明确的墙肢和连梁。宜避免使墙肢刚度相差悬殊的洞口设置。抗震设计时，三级抗震等级的预制叠合剪力墙的底部加强部位不宜采用错洞墙。具有不规则洞口布置的错洞预制叠合剪力墙，可按弹性平面有限元方法进行应力分析，并按应力进行截面配筋设计或校核。

9.1.10 较长的预制叠合剪力墙宜开设洞口，将其分成长度较为均匀的若干墙段，墙段之间宜采用弱连梁连接，每个独立墙段的总高度与其截面高度之比不应小于 2。预制叠合剪力墙墙肢截面高度不宜大于 6m。

9.1.11 应控制预制叠合剪力墙平面外的弯矩。当预制叠合剪力墙墙肢与其平面外方向的楼面梁连接时，应至少采取以下措施中的一个措施，减小梁端部弯矩对预制叠合剪力墙的不利影响：

1 沿梁轴线方向设置与梁相连的剪力墙，以抵抗该预制叠合剪力墙墙肢平面外弯矩；

2 当不能设置与梁轴线方向相连的剪力墙时，宜在叠合墙与梁相交处设置扶壁柱。扶壁柱宜按计算确定截面及配筋；

3 当不能设置扶壁柱时，应在叠合墙与梁相交处设置暗柱，并宜按计算确定配筋。

9.1.12 预制叠合剪力墙开洞形成的跨高比小于 5 的连梁，应按《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2002)第 7 章有关规定进行设计；当跨高比不小于 6 时，宜按框架梁进行设计。

9.1.13 抗震设计时，预制叠合剪力墙结构底部加强部位的高度可取墙肢总高度的 1/8 和底部两层二者的较大值；预制叠合剪力墙不宜采用框支剪力墙。

9.1.14 不宜将楼面主梁支承在预制叠合剪力墙之间的连梁上。

9.1.15 楼面梁与预制叠合剪力墙连接时，梁内纵向钢筋应伸入预制叠合剪力墙的

现浇部分，并可靠锚固。

9.1.16 预制叠合剪力墙结构的荷载和地震作用、结构设计、结构计算分析和一般剪力墙结构相同，除本章特别规定外应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2002)第 3、4、5 章相关规定，预制预制叠合剪力墙厚度取有效厚度参与结构整体计算。预制预制叠合剪力墙的有效厚度见图 9.1.17。

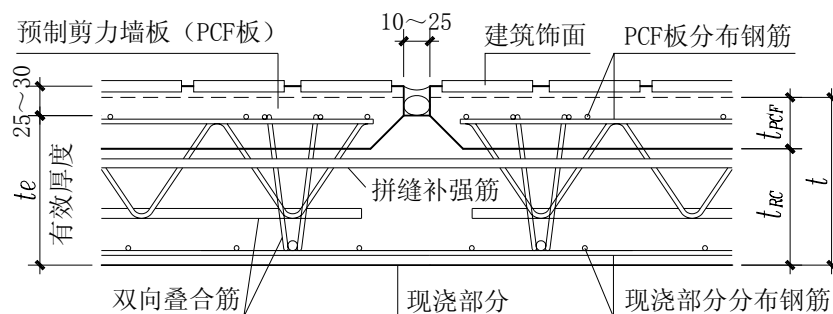


图 9.1.17 预制叠合剪力墙组成及其有效厚度

9.1.17 预制叠合剪力墙（以有效厚度计算）的截面设计及构造要求和一般剪力墙相同，除本章特别规定外应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2002)第 7.2 条规定，预制叠合剪力墙的边缘构件及连梁均应布置在其现浇部分。

9.1.18 预制叠合剪力墙结构中预制叠合剪力墙的分布钢筋配筋率不应小于 0.25%；当其位于加强区时，预制剪力墙板及现浇部分的水平及垂直分布钢筋分别不应小于 HRB400 $\Phi 8@150$ ，位于非加强区时分别不应小于 HRB400 $\Phi 8@200$ 。

9.2 构造要求

9.2.1 预制剪力墙板（PCF 板）应满足以下构造要求：

1 预制剪力墙板采用普通硅酸盐混凝土，混凝土设计强度等级不宜小于 C30。墙板分布钢筋、叠合筋上弦钢筋及下弦钢筋宜采用 HRB335 或 HRB400 级钢筋，钢筋直径根据计算确定且不宜小于 $\Phi 8$ ，斜筋最小可采用 HPB235 级 $\Phi 6$ 钢筋。

2 预制剪力墙板采用矩形或“L”形板，设计板宽 B 应不大于 3.3m，板高 H 应不大于 6.0m，“L”形板短边长度不宜大于 1.0m。单块预制剪力墙板板重不宜大于 3.5t。

开洞预制剪力墙板洞口应居中布置，洞口至板边距离应满足图 9.2.1-1 要求，洞口不宜跨板边布置。

预制剪力墙板制作时端部应按图 9.2.1-2 所示进行 45°或 30°切角。不计建筑饰面厚，切角后板端厚度不应小于 20mm。预制剪力墙板内表面应做成凹凸不小于 4mm 的人工粗糙面。

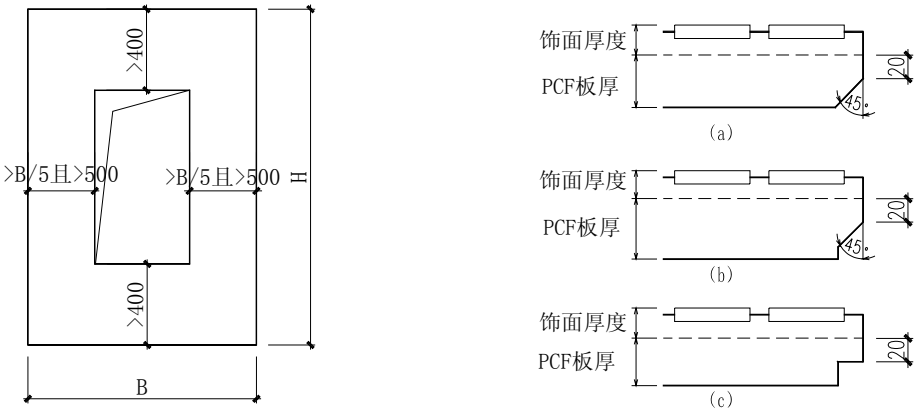


图 9.2.1-1 开洞预制叠合剪力墙洞边尺寸要求 图 9.2.1-2 预制剪力墙板板端形状

3 不含建筑饰面厚，预制剪力墙板板厚参考表 9.2.1 确定，且最小板厚不应小于 60mm。

表 9.2.1 预制剪力墙板参考板厚

板高 H	板厚 t
4.0m 以下	60~65mm
4~4.5m	70mm
4.5m 以上	80mm

注：预制剪力墙板厚以 5mm 为模数

4 预制剪力墙板分布钢筋采用 HRB335 或 HRB400 级直径 $\phi 8$ 及以上单一直径钢筋，钢筋间距不应大于 200mm。不计建筑饰面厚度，预制剪力墙板分布钢筋的保护层厚度不应小于 30mm，当与土壤接触时，其迎水面保护层厚度不应小于 50mm。

预制剪力墙板单位面积分布钢筋需要配筋量根据式(9.2.1)计算确定：

$$A_{sPCF} = A_s \times \frac{t_{PCF}}{t_{PCF} + t_{RC}} \quad (9.2.1)$$

式中 A_s ——预制叠合剪力墙单位面积分布钢筋配筋量；

A_{sPCF} ——预制剪力墙板单位面积分布钢筋配筋量；

t_{RC} ——预制叠合剪力墙现浇部分厚度，见图 9.1.17；

t_{PCF} ——预制剪力墙板厚度（不含建筑饰面厚），见图 9.1.17。

9.2.2 预制剪力墙板叠合筋由上弦筋、下弦筋及斜筋组成，见图 9.2.2-1，PCF 板叠合筋应满足以下构造要求：

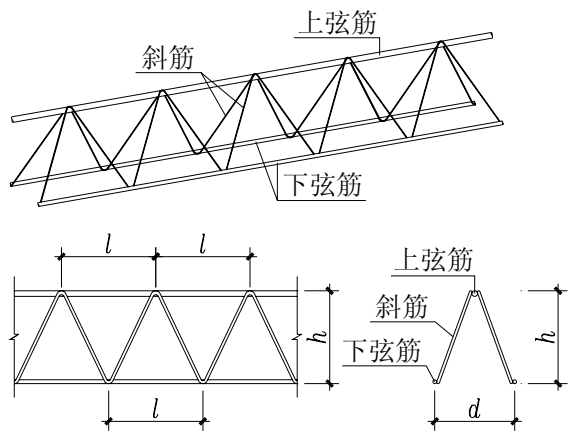


图 9.2.2-1 叠合筋组成

1 叠合筋上弦筋、下弦筋及斜筋的强度等级及直径应按计算确定并符合表 9.2.2-1 要求。当上弦筋、下弦筋兼作预制叠合剪力墙分布钢筋时，其直径可与墙板分布钢筋直径保持一致，但应同时满足表 9.2.2 要求。

表 9.2.2-1 上弦筋、下弦钢筋及斜筋强度等级及直径选用表

类 别	钢筋强度等级	直 径
上弦筋	HRB335、HRB400	$\geq 10\text{mm}$
下弦筋	HPB235、HRB335、 HRB400	$\geq 6\text{mm}$
斜筋	HPB235、HRB335、 HRB400	当 $70\text{mm} \leq h \leq 200\text{mm}$ 时， $\geq 6\text{mm}$ 当 $200\text{mm} < h \leq 240\text{mm}$ 时， $\geq 8\text{mm}$

注： h — 叠合筋横断面高度，见图 9.2.2-1。

2 叠合筋横断面适用高度 $70\text{mm} \leq h \leq 240\text{mm}$ 。叠合筋的横断面高度应保证预制剪力墙板安装就位后上弦筋内皮至预制剪力墙板内表面的最小距离不小于 20mm，且应保证当预制剪力墙板和梁、柱相交时，和梁、柱平行的上弦筋处于梁、柱箍筋的内侧。叠合筋横断面宽度 d 取值 80~100mm。斜筋和上、下弦筋的焊接节点间距 l 取固定值 200mm。叠合筋长度以 100mm 为模数，上弦筋端部离板端距离不大于 50mm。

3 预制剪力墙板叠合筋应双向配置，见图 9.2.2-2，其距板边距离及间距应满

足表 9.2.2-2 要求。当预制剪力墙板和剪力墙边缘构件或楼层梁相交时，应保证至少有一根叠合筋位于剪力墙边缘构件或楼层梁内。开洞预制剪力墙板洞口周边应至少设置一榀与洞口边平行的叠合筋，且叠合筋离洞口边距离不应大于 150mm，此时叠合筋可兼作洞口加强筋。

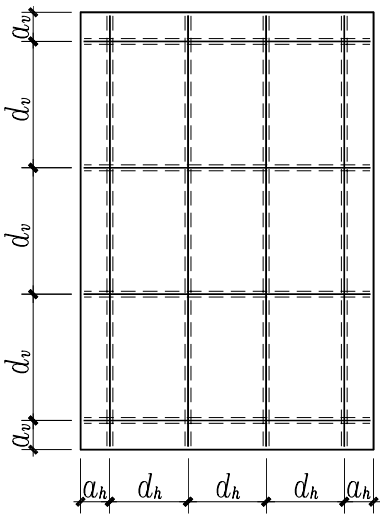


图 9.2.2-2 预制剪力墙板叠合筋的配置

表 9.2.2-2 预制剪力墙板叠合筋的配置间距

符 号	间距(mm)	备 注
a_h	200~250	水平边距
d_h	450~600	水平间距
a_v	200~250	垂直边距
d_v	600~900	垂直间距

9.2.3 预制剪力墙板安装时垂直拼缝宽宜控制在 10~25mm，水平拼缝宽宜控制在 20~30mm。拼缝处应在现浇部分紧贴预制剪力墙板内侧设置补强筋，见图 9.2.3-1 和图 9.2.3-2。补强筋是指沿预制剪力墙板竖向及水平拼缝放置用以增强接缝强度及叠合剪力墙整体性的短钢筋。单位长度配置的拼缝补强筋面积应不小于预制剪力墙板内对应范围内与补强筋平行的分布钢筋的面积。拼缝补强筋位置处于预制剪力墙板内侧和叠合筋上弦筋之间，跨缝布置，单侧长度不应小于 30*d*（*d* 为补强筋直径）及《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2002)第 7.2.21 条规定的剪力墙分布钢筋搭接长度。

9.2.4 预制叠合剪力墙现浇部分厚度应不小于 120mm，当设置边缘构件及连梁时，不应小于 160mm。混凝土设计强度等级应和预制剪力墙板保持一致。现浇部分可根据板厚配置单层或多层双向钢筋网，配筋数量除应根据承载力要求计算确定外，尚应和预制剪力墙板内分布钢筋配筋水平保持一致。预制叠合剪力墙现浇部分单位面积配筋量宜满足式(9.2.4-1)或式(9.2.4-2)计算要求。

$$A_{sj} \geq A_s \times \frac{t_{RC}}{t_{PCF} + t_{RC}} \quad (9.2.4-1)$$

$$A_{sj} \geq A_s - A_{sPCF} \quad (9.2.4-2)$$

式中 A_s ——预制叠合剪力墙单位面积分布钢筋配筋量；

A_{sPCF} ——预制剪力墙板单位面积分布钢筋配筋量；

A_{sj} ——预制叠合剪力墙现浇部分单位面积分布钢筋配筋量；

t_{RC} ——预制叠合剪力墙现浇部分厚度；

t_{PCF} ——预制剪力墙板厚度（不含建筑饰面厚度）。

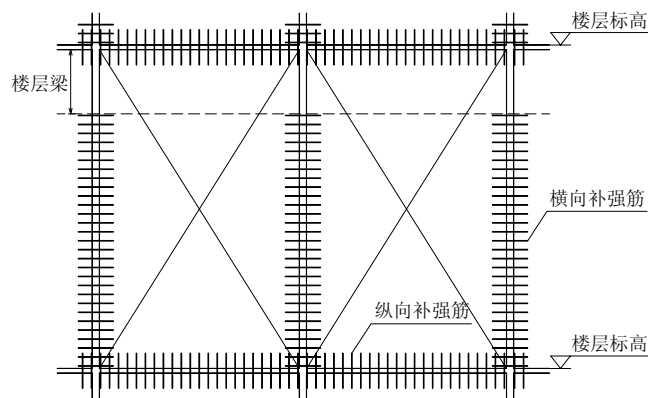


图 9.2.3-1 预制剪力墙板拼缝补强筋布置

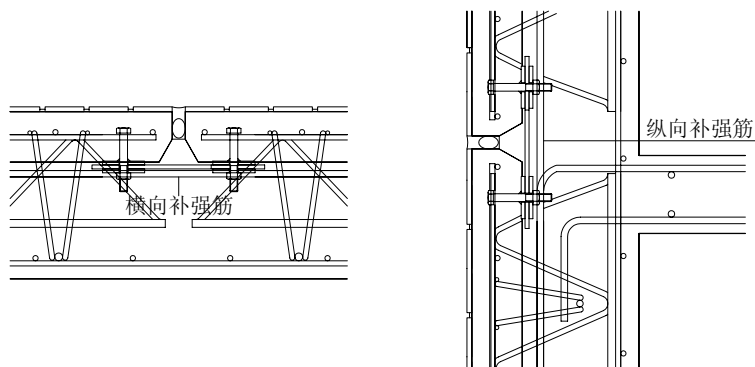


图 9.2.3-2 预制剪力墙板水平及垂直拼缝处补强筋设置

9.3 预制剪力墙板脱模、存放及施工设计

9.3.1 预制剪力墙板作为预制叠合剪力墙的一部分除应满足本章 9.1、9.2 规定外,尚应按本节规定进行脱模、存放及施工设计。

9.3.2 预制剪力墙板脱模、存放及施工设计应考虑脱模、存放、安装及现场浇筑混凝土四种荷载工况，各工况设计荷载取值如下：

- 1 预制剪力墙板脱模时，计算荷载取墙板自重+吸附力。
- 2 预制剪力墙板存放（含运输）时，计算荷载取墙板自重+冲击荷载，其中冲击荷载取墙板自重的 20%。
- 3 预制剪力墙板安装就位后、浇筑混凝土前计算荷载取作用在墙板上的风荷载。
- 4 现场浇筑混凝土时，计算荷载取混凝土浆料作用在预制剪力墙板上的侧压力。

9.3.3 预制剪力墙板截面承载力计算以单根叠合筋和钢筋混凝土板组成的等效组合梁为单元进行, 见图 9.3.3-1。

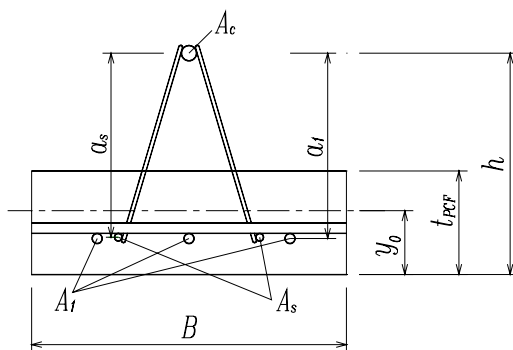


图 9.3.3-1 单根叠合筋形成的组合梁断面简图

- ### 1 预制剪力墙板混凝土开裂弯矩
- 1) 考虑叠合筋作用时的预制剪力墙板截面混凝土开裂弯矩 M_{cr}

单根叠合筋组成的组合梁混凝土开裂弯矩按式(9.3.3-1)计算:

$$M_{cr} = W_0 \cdot f_t \quad (9.3.3-1)$$

式中 M_{cr} ——预制剪力墙板开裂弯矩;

W_0 ——等效组合梁截面混凝土受拉边缘弹性抵抗矩，计算方法见条文说明；

f_t ——预制剪力墙板混凝土抗拉设计强度。

2) 不考虑叠合筋作用时的截面混凝土开裂弯矩 M'_{cr}

不考虑叠合筋作用时的预制剪力墙板混凝土开裂弯矩按式(9.3.3-2)计算:

$$M'_{cr} = W \cdot f_t \quad (9.3.3-2)$$

式中 M'_{cr} ——不考虑叠合筋作用时预制剪力墙板的混凝土开裂弯矩;

W ——不考虑叠合筋时 1m 宽预制剪力墙板截面混凝土受拉边缘弹性抵抗矩;

f_t ——预制剪力墙板混凝土抗拉设计强度。

2 预制剪力墙板上弦筋屈服弯矩

预制剪力墙板上弦筋屈服弯矩按式(9.3.3-3)计算:

$$M_{ty} = \frac{1}{1.5} \cdot W_c \cdot f_{yk} \cdot \frac{1}{\alpha_E} \quad (9.3.3-3)$$

式中 M_{ty} ——预制剪力墙板上弦筋屈服弯矩;

W_c ——等效组合梁截面上弦筋受拉/受压弹性抵抗矩, 计算方法见条文说明;

f_{yk} ——上弦筋抗拉强度标准值;

α_E ——钢筋与预制剪力墙板混凝土的弹性模量之比, $\alpha_E = E_s / E_c$;

3 预制剪力墙板上弦筋失稳弯矩

预制剪力墙板上弦筋失稳弯矩按式(9.3.3-4)计算:

$$M_{tc} = A_{sc} \cdot \sigma_{sc} \cdot h_s \quad (9.3.3-4)$$

式中 M_{tc} ——预制剪力墙板上弦筋失稳弯矩;

A_{sc} ——上弦筋面积;

h_s ——下弦筋和上弦筋的形心距离;

σ_{sc} ——上弦筋失稳应力 (N/mm²), 根据上弦筋长细比 λ 按式(9.3.3-5)计算:

$$\sigma_{sc} = \begin{cases} f_{yk} - \eta\lambda & (\lambda \leq 107) \\ \frac{\pi^2}{\lambda^2} \cdot E_s & (\lambda > 107) \end{cases} \quad (9.3.3-5)$$

式中 f_{yk} ——上弦筋抗拉强度标准值(N/mm²);

η ——长细比影响系数，对应于 HRB335 及 HRB400 级钢筋分别取

$$\eta = 1.5212 \text{ 和 } \eta = 2.1286;$$

λ ——上弦筋长细比， $\lambda = l/i_r$ ，其中 l 为上弦筋焊接节点间距，取

$$l = 200 \text{ mm};$$

i_r ——上弦筋截面回转半径；

E_s ——钢筋弹性模量， $E_s = 2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 。

4 预制剪力墙板下弦筋及板内分布钢筋屈服弯矩

预制剪力墙板下弦筋及板内分布钢筋屈服弯矩按式(9.3.3-6)计算：

$$M_{cy} = \frac{1}{1.5} \cdot (A_1 \cdot f_{1yk} \cdot d_1 + A_s \cdot f_{syk} \cdot d_s) \quad (9.3.3-6)$$

式中 M_{cy} ——预制剪力墙板下弦筋及板内分布钢筋屈服弯矩；

A_1 ——与叠合筋平行的板内分布钢筋配筋面积；

A_s ——下弦筋面积；

f_{1yk} ——与叠合筋平行的板内分布钢筋抗拉强度标准值；

f_{syk} ——下弦筋抗拉强度标准值；

d_s ——下弦筋和上弦筋的形心距离；

d_1 ——与叠合筋平行的板内分布钢筋形心到上弦筋形心的距离。

5 预制剪力墙板叠合筋斜筋失稳剪力

预制剪力墙板叠合筋斜筋失稳剪力按式(9.3.3-7)计算：

$$V = \frac{2}{1.5} N \sin \phi \sin \varphi \quad (9.3.3-7)$$

式中 V ——预制剪力墙板叠合筋斜筋失稳剪力；

ϕ 、 φ ——斜筋倾角，见图 9.3.3-2，其中 $\phi = \arctan(H/100)$ ，

$$\varphi = \arctan(2H/b'_0)；$$

H ——叠合筋外包高度；

b'_0 ——下弦筋外包距离。

式(9.3.3-7)中 N 由式(9.3.3-8)和式(9.3.3-9)计算得到：

$$N = \sigma_{sr} \cdot A_f \quad (9.3.3-8)$$

式中 A_f ——斜筋横截面积；

σ_{sr} ——斜筋应力，根据斜筋自由段长细比 λ 按式(9.3.3-9)计算：

$$\sigma_{sr} = \begin{cases} f_{yk} - \eta\lambda & (\lambda \leq 99) \\ \frac{\pi^2}{\lambda^2} \cdot E_s & (\lambda > 99) \end{cases} \quad (9.3.3-9)$$

式中 f_{yk} ——斜筋强度标准值(N/mm²)；

η ——长细比影响系数，对应于 HPB235、HRB335 及 HRB400 级钢筋分

别取 $\eta = 0.3415$ 、 $\eta = 1.3516$ 和 $\eta = 2.0081$ ；

λ ——斜筋自由段长细比， $\lambda = 0.7l_r/i_r$ ，其中 l_r 为斜筋自由段长度，见图

9.3.3-2， l_r 根据式(9.3.3-10)计算：

$$l_r = \sqrt{H^2 + \left(\frac{b'_0}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2} - t_R / \sin \phi / \sin \varphi \quad (9.3.3-10)$$

式中 t_R ——下弦筋下表面至预制剪力墙板内表面的距离，见图 9.3.3-2；

b'_0 ——下弦筋外包距离；

l ——斜筋焊接节点水平距离；

H ——叠合筋外包高度。

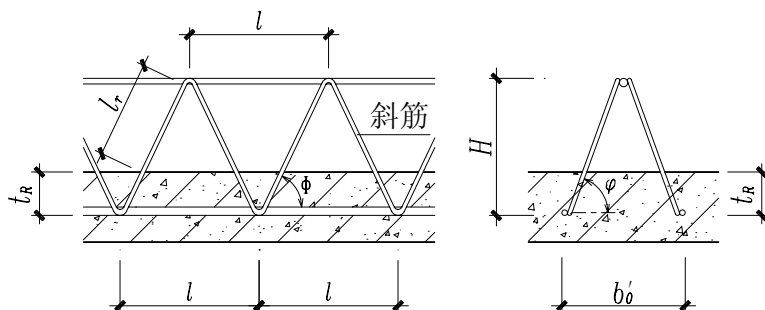


图 9.3.3-2 预制剪力墙板叠合筋斜筋失稳剪力计算截面参数图示

9.3.4 预制剪力墙板脱模、存放、安装时应进行墙板混凝土开裂、上弦筋受拉屈服、上弦筋失稳、墙板分布钢筋屈服及斜筋失稳验算，验算结果应满足以下要求：

1 组合梁混凝土受拉弯矩小于考虑叠合筋作用时的开裂弯矩，即：

$$M_{\max} \leq M_{cr} ;$$

2 组合梁上弦筋受拉、受压弯矩小于上弦筋屈服弯矩，即： $M_{\max} \leq M_{ty}$ ；

3 组合梁上弦筋受压弯矩小于上弦筋失稳弯矩，即： $M_{\max} \leq M_{tc}$ ；

4 组合梁下弦筋及预制剪力墙板分布钢筋受拉、受压弯矩小于下弦筋屈服弯

矩，即： $M_{\max} \leq M_{cy}$ ；

5 组合梁支座剪力小于斜筋失稳剪力，即： $V_{\max} \leq V$ 。

9.3.5 浇筑混凝土时拉接螺杆间距应保证预制剪力墙板在混凝土浆料侧压力作用下的弯矩小于不考虑叠合筋作用时墙板混凝土开裂弯矩，即： $M_{\max} \leq M'_{cr}$ 。

10 预制保温外墙设计

10.1 一般规定

10.1.1 为贯彻国家有关节约能源、保护环境法规和政策的，改善住宅建筑室内热环境，明确预制保温混凝土外墙的设计计算方法，特制定本章内容。

10.1.2 本章适用于新建、扩建和改建住宅建筑中有关预制保温墙体及墙体连接件的设计计算。

10.1.3 执行本章内容时，尚应符合国家、行业 and 上海市现行有关标准的规定。

10.1.4 预制保温墙体的平均传热系数 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 及热惰性指标(D)应满足《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134)及《住宅建筑围护结构节能应用技术规程》(DG/TJ 08—206)规定的节能设计要求。

10.1.5 预制保温墙体纤维增强塑料(FRP)连接件宜采用片状连接件，连接件应采用不规则截面，端部宜设计成带有锚固槽口的形式。实际工程中，宜优先采用在上海市有成熟应用经验的连接件。

10.2 墙体连接件设计

10.2.1 预制保温墙体的抗剪连接件一般采用片状纤维增强塑料(FRP)连接件，连接件由连接板和套环组成。当有可靠依据时，也可采用其它类型连接件。

10.2.2 纤维增强塑料(FRP)连接件宜采用拉挤成型工艺制作，连接件纤维体积含量不宜低于 40%，沿连接件平面层间剪切强度不宜低于 40MPa。

10.2.3 单个连接件的抗拔承载力与抗剪承载力设计值应根据试验确定。在剪力作用下连接件两端的相对滑移可根据材料力学公式计算，计算中应同时考虑连接件的剪切与弯曲变形。

10.3 墙体设计

10.3.1 预制保温墙体应按围护结构进行设计。预制保温墙体属于自承重构件，墙体外挂（或填充）于主体结构之上，在进行结构设计计算时，不考虑分担主体结构所承受的荷载和作用，只考虑承受直接施加于其上的荷载与作用。

10.3.2 预制保温墙体应具有足够的承载能力、刚度和稳定性。墙体与结构主体部

位之间应有可靠的连接措施。

10.3.3 预制保温墙体设计计算时应考虑墙体由于室内外温度而产生的“热弯曲”效应和混凝土收缩徐变对墙体的影响。

10.3.4 预制保温墙体结构设计应计算下列作用效应：

- 1 非抗震设计时，应计算重力荷载和风荷载效应；
- 2 抗震设计时，应计算重力荷载、风荷载和地震作用效应。

10.3.5 预制保温墙体构件应按各效应组合中的最不利组合进行设计。

10.3.6 墙体按下列规定计算承载力和挠度：

- 1 无地震作用效应组合时，承载力应符合下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (10.3.6-1)$$

- 2 有地震作用效应组合时，承载力应符合下式要求：

$$S_E \leq R / \gamma_{RE} \quad (10.3.6-2)$$

式中 S ——构件抗力设计值；

γ_0 ——结构构件重要性系数，应取不小于 1.0，具体取值参考现行上海市标准《建筑抗震设计规范》(DGJ 08-9)；

γ_{RE} ——结构构件承载力抗震调整系数，取 1.0。

- 3 挠度应符合下式要求：

$$U_f \leq U_{f,\lim} \quad (10.3.6-3)$$

式中 U_f ——由荷载或作用标准值产生的挠度；

$U_{f,\lim}$ ——墙体挠度限值。

10.3.7 荷载或作用的分项系数应按下列规定采用：

- 1 进行墙体承载力计算时：

重力荷载分项系数 $\gamma_G = 1.2$

风荷载分项系数 $\gamma_w = 1.4$

地震作用分项系数 $\gamma_E = 1.3$

- 2 进行墙体挠度计算时：

重力荷载分项系数 $\gamma_G = 1.0$

风荷载分项系数 $\gamma_w=1.0$

地震作用分项系数 $\gamma_E=1.0$

10.3.8 当两个及以上可变荷载或作用（风荷载、地震荷载和温度作用）效应参加组合时，第一个可变荷载的组合系数应按 1.0 采用；第二个可变荷载组合系数按 0.6 采用；第三个可变荷载组合系数可按 0.2 采用。

10.3.9 结构设计时，应根据构件的受力特点、荷载或作用的情况和产生的内力作用方向，选用最不利的组合，应按下式采用：

$$\gamma_G S_G + \gamma_W \varphi_W S_W + \gamma_E \varphi_E S_E \quad (10.3.9)$$

10.3.10 进行挠度计算时，均采用荷载标准值并按下列方式进行组合：

$$U = U_{GK} + U_{WK} + 0.6U_{EK} \text{ 或 } U = U_{WK} + 0.6U_{EK} \quad (10.3.10)$$

式中 U_{GK} 、 U_{WK} 、 U_{EK} ——分别为重力荷载、风荷载和地震作用标准值产生的挠度。

10.3.11 作用于墙体风荷载标准值、水平地震作用标准值按照《建筑结构荷载规范》(GB 50009)进行计算。

10.3.12 预制保温墙体在风荷载、地震等作用下的极限承载力应根据相应的试验确定，墙体支撑条件为四边简支，试验方法参照《混凝土结构试验方法标准》(GB 50152)。墙体的挠度按弹性方法计算，开裂后墙体的抗弯刚度计算时不考虑下层墙板中混凝土的作用。

10.4 构造要求

10.4.1 预制保温墙体由内外层混凝土墙板、板内纵横向受力钢筋、聚苯板 (EPS 或 XPS)保温层及纤维增强塑料(FRP)连接件组成，如图 10.4.1 所示。

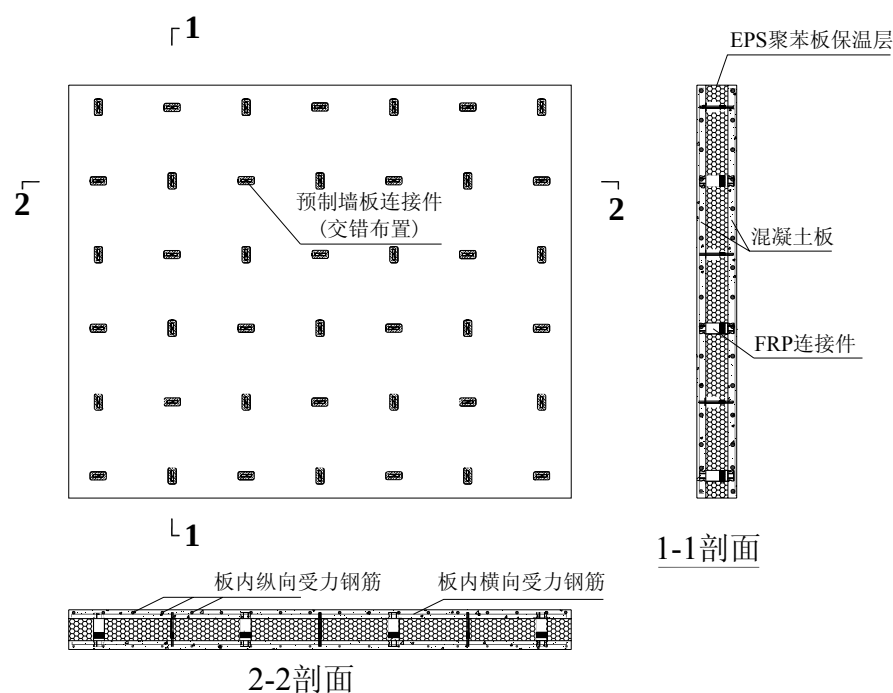


图 10.4.1 预制保温墙体构造图

10.4.2 对于在不同方向的力作用下受力性能不同的纤维增强塑料(FRP)片状连接件，宜采用纵横交替设置，布置间距范围为 400~1000mm。

10.4.3 预制保温墙体内层混凝土板厚度一般不小于 50mm，外层混凝土板厚度一般不小于 60mm，保温层厚度一般为 30~50mm。同时墙板及保温层的厚度还应满足墙体在起吊、安装、使用过程中的受力性能要求以及墙体热工性能标准。

10.4.4 为确保墙体的抗火性能，连接件一端距墙体表面距离不宜小于 25mm；连接件端部在混凝土板中的单侧锚固长度不宜小于 30mm，以保证连接件在墙体中的锚固性能。

10.4.5 为保证墙体连接部位的保温效果，防止外部雨水渗入墙体内部，墙体之间应设置防水型聚苯乙烯棒条及结构密封材料。

附录 A 预制多螺箍框架柱设计

A.1 一般规定

A.1.1 一次成型的预制柱总长不宜大于 14m。

A.1.2 预制多螺箍框架柱制作所使用的材料除以下指明外应符合本规程第 3 章的规定：

1 套筒式连接器材质须符合《球墨铸铁件》(GB 1348)中有关 QT600-3 的规定，其中抗拉强度 $\geq 600\text{MPa}$ ，伸长率 $\geq 3\%$ ，球化率 $\geq 85\%$ 。

2 灌注套筒用无收缩连接砂浆参数：

- 1) 流度：0~25℃时的流度值介于 180~300mm；
- 2) 膨胀率：尺寸 50×100 圆柱试块的膨胀率应在 0~0.5%之间；
- 3) 强度等级：21~25℃时 70.7mm×70.7mm×70.7mm 标准养护试块的 24h 龄期抗压强度应大于 35MPa、28 天龄期抗压强度应大于 85MPa，施工环境在 0~10℃宜采用低温配方产品。

A.1.3 全预制装配式框架结构设计的基本要求应符合第 6 章的规定。

A.1.4 预制多螺箍框架柱与框架梁的节点设计应符合第 8 章的规定。

A.2 设计补充规定

A.2.1 预制多螺箍柱钢筋保护层厚度应符合《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)第 9.2 条的规定。

A.2.2 预制多螺箍柱进行正截面抗弯承载力设计时，截面有效高度 h_0 的取值应由截面中主筋的实际摆放位置确定，见图 A2.2-1。

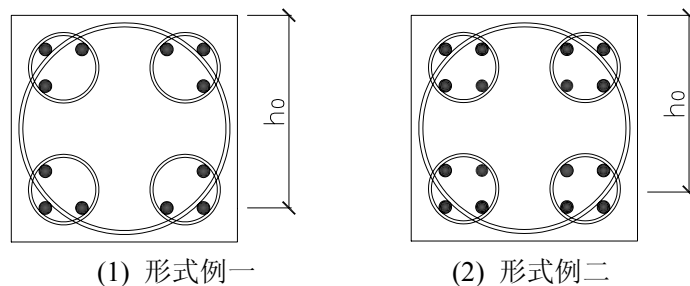


图 A.2.2-1 预制多螺箍柱的截面有效高度

A.2.3 预制多螺箍柱进行斜截面抗剪承载力设计时，不考虑小螺箍的抗剪强度。

A.2.4 预制多螺箍柱箍筋设计参数选取:

- 1 箍筋(包括大螺箍与小螺箍)在加密区的体积配箍率应符合下式

$$\rho_v \geq \lambda_v f_c / f_{yv} \quad (\text{A.2.4-1})$$

其中 λ_v 为最小配箍特征值,由现行上海市标准《建筑抗震设计规范》(DGJ 08—9—2003)表 6.3.12 确定;

- 2 大小螺箍之体积配箍率可依下列公式计算

$$\rho_v = 4A_{sp} / dD_c \quad (\text{A.2.4-2})$$

其中, A_{sp} : 大(小)螺箍箍筋截面积

d : 大(小)螺箍箍筋直径

D_c : 大(小)螺箍螺圈直径

A.3 预制多螺箍框架柱构造要求

A.3.1 预制多螺箍柱的截面形状宜采取正方形或矩形,边长不宜小于 600mm。

A.3.2 预制多螺箍柱主筋连接采用配套的套筒连接器,主筋的连接位置可以在同一断面。

A.3.3 柱箍筋采多螺箍筋设计,螺箍筋端部应做锚固处理,90°弯钩向螺箍圆心或者多绕 1.5 圈。

A.3.4 预制柱纵向钢筋间距小于上海市《建筑抗震设计规范》(DGJ 08—9—2003)第 6.3.9 条规定的间距要求时,可以布设构造钢筋,构造钢筋直径不宜小于 12mm 或主筋直径的 1/3,构造钢筋的端部距预制混凝土表面不得少于 40mm,且不必伸入梁柱节点内。

A.3.5 预制柱采用套筒连接器作为主筋连接接头,相邻套筒的间距宜取大于 20mm 或混凝土粗骨料最大直径中的较大值,套筒区的箍筋间距不宜大于 90mm。

本规程用词用语说明

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,非这样做不可的用词:

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用词:

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,在条件许可时首先这样做的用词:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 规范中指定应按其他有关标准、规范执行时,写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2002)
- 2 《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068-2001)
- 3 《建筑结构设计术语和符号标准》(GB/T 50083-97)
- 4 《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2001) (2006 年版)
- 5 《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300-2001)
- 6 《建筑工程施工质量评价标准》(GB/T 50375-2006)
- 7 《碳素结构钢》(GB/T 700-2006)
- 8 《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591-2008)
- 9 《碳钢焊条》(GB/T 5117-95)
- 10 《低合金钢焊条》(GB/T 5118-2008)
- 11 《熔化焊用钢丝》(GB/T 14957-94)
- 12 《气体保护焊用钢丝》(GB/T 14958-94)
- 13 《六角头螺栓——A 和 B 级》(GB 5782-2000)
- 14 《六角头螺栓——C 级》(GB 5780-2000)
- 15 《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591-2008)
- 16 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》(GB 3632~3633)
- 17 《钢结构设计规范》(GB 50017-2003)
- 18 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB 1596-2005)
- 19 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046-2008)
- 20 《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2001) (2008 年版)
- 21 《球墨铸铁件》(GB 1348-1988)
- 22 《住宅建筑规范》(GB 50368-2005)
- 23 《住宅设计规范》(GB 50096-1999) (2003 年版)
- 24 《住宅性能评定技术标准》(GB/T 50362-2005)
- 25 《建筑内部装修设计防火规范》(GB 50222-95) (2001 年版)
- 26 《住宅建筑模数协调标准》(GB/T 50100-2001)
- 27 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325-2001) (2006 年版)

- 28 《民用建筑设计通则》(GB 50352-2005)
- 29 《城市区域环境噪声标准》(GB 3096-93)
- 30 《民用建筑隔声设计规范》(GB 118-88)
- 31 《建筑给水排水设计规范》(GB 50019-2003)
- 32 《城镇燃气设计规范》(GB 50028-2006)
- 33 《建筑采暖、通风和空气调节设计规范》(GB 50019-2003)
- 34 《建筑设计防火规范》(GB 50016-2006)
- 35 《建筑采光设计标准》(GB / T 50033-2001)
- 36 《建筑照明设计标准》(GB 50034-2004)
- 37 《钢结构高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈与技术条件》(GB/T 1228~1231)
- 38 《普通混凝土用砂石质量及检验方法标准》(JGJ 52-2006)
- 39 《混凝土用水标准》(JGJ 63-2006)
- 40 《建筑防水涂料用聚合物乳液》(JC/T 1017-2006)
- 41 《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2002)
- 42 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134-2001)
- 43 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134-2001)
- 44 《全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇—给水排水》(2007)
- 45 《全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇—暖通空调·动力》(2007)
- 46 《民用建筑电气设计标准》(JGJ 16-2008)
- 47 《全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇—电气》(2007)
- 48 《建筑抗震设计规范》(DGJ 08-9-2003)
- 49 《住宅建筑围护结构节能应用技术规程》(DG/TJ 08-206-2002)
- 50 《住宅设计标准》(DGJ 08-20-2007)
- 51 《居住建筑节能设计标准》(DG/TJ 08-205-2008)
- 52 《城市煤气、天然气管道工程技术规程》(DGJ 08-10-2004)