上海市工程建设规范

装配整体式混凝土居住建筑设计规程

Code for design of monolithic precast concrete residential buildings

DG/TJ 08－2071－2016
J 11660－2016

主编单位：同济大学
批准部门：上海市住房和城乡建设管理委员会
施行日期：2016 年 12 月 1 日

同济大学出版社

2016　上海

图书在版编目(CIP)数据

装配整体式混凝土居住建筑设计规程/同济大学主编.
--上海:同济大学出版社,2016.12
ISBN 978-7-5608-6578-2

Ⅰ.①装… Ⅱ.①同… Ⅲ.①混凝土建筑物－居住建筑－建筑设计－设计规范 Ⅳ.①TU241-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 252936 号

装配整体式混凝土居住建筑设计规程

同济大学 主编
策划编辑 张平官
责任编辑 朱 勇
责任校对 徐春莲
封面设计 陈益平
出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021－65985622)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 浦江求真印务有限公司
开 本 889mm×1194mm 1/32
印 张 3.75
字 数 101000
版 次 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-6578-2
定 价 36.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标定[2016]616号

上海市住房和城乡建设管理委员会
关于批准《装配整体式混凝土居住建筑设计规程》
为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由同济大学主编的《装配整体式混凝土居住建筑设计规程》，经审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为DG/TJ 08－2071－2016，自2016年12月1日起实施。原《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》(DG/TJ 08－2071－2010)同时废止。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，同济大学负责解释。

特此通知。

上海市住房和城乡建设管理委员会

二〇一六年八月二日

前　言

根据上海市建设和交通管理委员会沪建交〔2012〕281号文《2012年上海市工程建设规范和标准设计编制计划》的要求，由同济大学等单位组成的《装配整体式混凝土居住建筑设计规程》编制组，对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》DG/TJ 08－2071－2010进行了全面修订。修编过程中，修编组广泛调查，开展专题研究，认真总结工程实践，参考国内外相关标准和规范，并在广泛征求意见的基础上，修订了本规程。

本规程的主要内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 材料；5 建筑设计；6 结构设计基本要求；7 框架结构设计；8 剪力墙结构设计；9 预制外挂墙板设计。

本规程主要修订内容：①扩大了适用范围，适用于包括住宅、宿舍和公寓等在内的装配整体式混凝土居住建筑；②增加了装配整体式异形柱框架、装配整体式异形柱框架-现浇剪力墙、预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙和装配整体式混凝土夹心保温剪力墙的设计规定；③增加了钢筋套筒灌浆连接、浆锚搭接连接和螺栓连接的技术要求；④补充、修改了接缝承载力的验算要求。

各单位及相关人员在执行本规程时，请注意总结经验和积累资料，并将相关意见和建议反馈给同济大学土木工程学院建筑工程系《装配整体式混凝土居住建筑设计规程》编制组（地址：上海市四平路1239号；邮编：200092；E-mail：xuewc@tongji.edu.cn），或上海市建筑建材业市场管理总站（地址：上海市小木桥路683号；邮编：200032；E-mail：shgcjsgf@sina.com），以供今后修订时参考。

主 编 单 位：同济大学

参 编 单 位：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
上海市城市建设设计研究总院
上海浦东建筑设计研究院有限公司
上海城建物资有限公司
中国建筑第八工程局有限公司
上海市建筑科学研究院(集团)有限公司
同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司
上海天华建筑设计有限公司
上海中森建筑与工程设计顾问有限公司
上海万科房地产有限公司
上海兴邦建筑技术有限公司
上海诚建建筑规划设计有限公司
上海中房建筑设计有限公司
江苏中南建筑产业集团有限责任公司
佩克建筑配件(张家港)有限公司
远大住宅工业(上海)有限公司

主要起草人：薛伟辰　吕西林　朱邦范　栗　新　朱永明
胡　翔　郑振鹏　王　琼　马荣全　高承勇
田　炜　巢　斯　李向民　李　昕　李检保
董年才　沈定亮　苗冬梅　李矱宓　施丁平
刘　强　李伟兴　李新华　陈培良　郑　强
白燕峰　祁德庆　王李果　谢旺兰　洪　辉
周海波　张继红　Topi Laiho

主要审查人：范庆国　林家祥　苏旭霖　王惠章　周建龙
刘文光　朱敏涛

上海市建筑建材业市场管理总站

2016 年 5 月

目　次

1　总　则 …… 1
2　术语和符号 …… 2
2.1　术　语 …… 2
2.2　符　号 …… 4
3　基本规定 …… 6
4　材　料 …… 7
4.1　混凝土、钢筋和钢材 …… 7
4.2　连接材料 …… 8
4.3　保温、防水材料 …… 10
4.4　其他材料 …… 11
5　建筑设计 …… 12
5.1　一般规定 …… 12
5.2　建筑模数 …… 12
5.3　平面、立面设计 …… 13
5.4　预制构配件 …… 13
5.5　室内装修 …… 15
5.6　建筑设备与管线 …… 15
5.7　建筑节能 …… 17
6　结构设计基本要求 …… 18
6.1　一般规定 …… 18
6.2　作用及作用组合 …… 23
6.3　结构分析 …… 23
6.4　预制构件设计 …… 25
6.5　连接设计 …… 25

6.6 楼盖设计 …… 29
7 框架结构设计 …… 30
7.1 一般规定 …… 30
7.2 承载力计算 …… 30
7.3 装配整体式框架结构构造设计 …… 32
7.4 装配整体式异形柱框架结构构造设计 …… 39
8 剪力墙结构设计 …… 41
8.1 一般规定 …… 41
8.2 连接设计 …… 42
8.3 装配整体式剪力墙构造设计 …… 48
8.4 预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙构造设计 … 55
8.5 装配整体式夹心保温剪力墙构造设计 …… 57
9 预制外挂墙板设计 …… 59
9.1 一般规定 …… 59
9.2 墙板设计 …… 59
9.3 连接件设计 …… 61
9.4 构造要求 …… 62
本规程用词说明 …… 63
引用标准名录 …… 64
条文说明 …… 67

Contents

1 General ····· 1
2 Terms and symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 4
3 Basic requirments ····· 6
4 Materials ····· 7
4.1 Concrete, reinforcing bar and steel ····· 7
4.2 Connection materials ····· 8
4.3 Insulation and waterproof materials ····· 10
4.4 Other materials ····· 11
5 Architectural design ····· 12
5.1 General requirements ····· 12
5.2 Modular of building ····· 12
5.3 Plan and elevation design ····· 13
5.4 Precast component ····· 13
5.5 Internal fitting design ····· 15
5.6 Equipment and conduit design ····· 15
5.7 Energy efficiency ····· 17
6 Structural design ····· 18
6.1 General requirments ····· 18
6.2 Actions and action combinations ····· 23
6.3 Strutural analysis ····· 23
6.4 Component design ····· 25
6.5 Connection design ····· 25

6.6 Slab design ····· 29
7 Frame structure design ····· 30
7.1 General requirments ····· 30
7.2 Capacity calculation ····· 30
7.3 Detailing of monolithic precast concrete frame ····· 32
7.4 Detailing of monolithic precast concrete frame with specially shaped columns ····· 39
8 Shear wall structure design ····· 41
8.1 General requirments ····· 41
8.2 Connection design ····· 42
8.3 Detailing of monolithic precast concrete shear wall ····· 48
8.4 Detailing of monolithic precast concrete shear wall with prestressed hollow slab ····· 55
8.5 Detailing of monolithic precast concrete sandwich insulation shear wall 50 ····· 57
9 Facade panel design ····· 59
9.1 General requirments ····· 59
9.2 Panel design ····· 59
9.3 Connection design ····· 61
9.4 Detailing ····· 62
Explanation of wording in this code ····· 63
List of quoted standards ····· 64
Explanation of provisions ····· 67

1 总 则

1.0.1 为在装配整体式混凝土居住建筑设计中贯彻执行节约资源和保护环境的国家技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量、方便施工，实现居住建筑的绿色设计，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于上海市装配整体式混凝土居住建筑的设计，包括住宅、宿舍和公寓等供人们居住使用的建筑。

1.0.3 装配整体式混凝土居住建筑的设计除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

版权所有，不得转载翻印

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 预制混凝土构件 precast concrete component

在工厂或现场预先制作的混凝土构件。简称预制构件。

2.1.2 装配整体式混凝土结构 monolithic precast concrete structure

由预制混凝土构件或部件通过各种可靠的方式进行连接并与现场后浇混凝土、水泥基灌浆材料形成整体的装配式混凝土结构。简称装配整体式结构。

2.1.3 装配整体式混凝土框架结构 monolithic precast concrete frame structure

全部或部分框架梁、柱采用预制构件构建成的装配整体式混凝土结构。简称装配整体式框架结构。

2.1.4 装配整体式混凝土异形柱框架结构 monolithic precast concrete frame structures with specially shaped columns

全部或部分框架柱采用预制异形柱的装配整体式混凝土框架结构。简称装配整体式异形柱框架结构。

2.1.5 装配整体式混凝土剪力墙结构 monolithic precast concrete shear wall structure

全部或部分剪力墙采用预制墙板构建成的装配整体式混凝土结构。简称装配整体式剪力墙结构。

2.1.6 装配整体式叠合剪力墙结构 monolithic precast concrete composite shear wall structure

全部或部分剪力墙采用叠合式墙板构建成的装配整体式混

版权所有，不得转载翻印

凝土结构。简称装配整体式叠合剪力墙结构。

2.1.7 预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙结构 monolithic precast concrete shear wall structure with prestressed compositeslab

楼板采用预应力叠合空心板的装配整体式混凝土剪力墙结构。

2.1.8 装配整体式夹心保温剪力墙结构 monolithic precast concrete sandwich insulation shear wall structure

由内叶混凝土剪力墙、外叶混凝土墙板、夹心保温层和连接件组成的装配整体式混凝土剪力墙结构。简称装配整体式夹心剪力墙结构。

2.1.9 预制外挂墙板 precast concrete facade panel

安装在主体结构上，起围护、装饰作用的非承重预制混凝土外挂墙板。简称外挂墙板。

2.1.10 预制混凝土夹心保温外挂墙板 precast concrete sandwich facadepanel

由内、外叶混凝土墙板、夹心保温层和连接件组成的预制混凝土外挂墙板。简称夹心外挂墙板。

2.1.11 连接件 connector

用于连接装配整体式夹心剪力墙或夹心外挂墙板中内、外叶混凝土墙板，使内、外叶墙板形成整体的连接器。连接件材料宜采用纤维增强塑料或不锈钢。

2.1.12 钢筋套筒灌浆连接 rebar splicing by grout-filled coupling sleeve

在预制混凝土构件内预埋的金属套筒中插入钢筋并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋连接方式。

2.1.13 金属波纹管浆锚搭接连接 rebar lapping in grout-filled hole formed with metal bellow

在预制混凝土剪力墙中预埋金属波纹管形成孔道，在孔道中插入需搭接的钢筋，并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

版权所有，不得转载翻印

2.2 符　号

2.2.1 材料性能

f_c——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y、f'_y——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值。

2.2.2 作用、作用效应及承载力

F_{Ehk}——施加于外墙重心处的水平地震作用标准值；

G_k——外挂墙板的重力荷载标准值；

N——轴向力设计值；

S——荷载组合的效应设计值；

S_{Eh}——水平地震作用组合的效应设计值；

S_{Ev}——竖向地震作用组合的效应设计值；

S_{Gk}——永久荷载的效应标准值；

S_{wk}——风荷载的效应标准值；

S_{Ehk}——水平地震作用组合的效应标准值；

S_{Evk}——竖向地震作用组合的效应标准值；

γ_G——永久荷载分项系数；

γ_W——风荷载分项系数；

γ_{Eh}——水平地震作用分项系数；

γ_{Ev}——竖向地震作用分项系数；

V——剪力设计值；

V_{jd}——持久设计状况下接缝剪力设计值；

V_{jdE}——地震设计状况下接缝剪力设计值；

V_u——持久设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

V_{uE}——地震设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

V_{mua}——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪

版权所有，不得转载翻印

承载力设计值。

2.2.3 几何参数

M——基本模数，模数协调中的基本尺寸单位，1M 等于 100mm；

B——建筑平面宽度；

L——建筑平面长度；预制预应力空心板的计算跨度；

b——矩形截面宽度，T 形、I 形截面的腹板宽度；

h——层高；截面高度；

h_0——截面有效高度；

l_a——非抗震设计时纵向受拉钢筋的最小锚固长度；

l_{ab}——受拉钢筋的基本锚固长度；

l_{abE}——抗震设计时纵向受拉钢筋的基本锚固长度；

l_{aE}——抗震设计时纵向受拉钢筋的最小锚固长度；

A_{cl}——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；

A_{sd}——垂直穿过结合面的钢筋面积；

A_{sj}——叠合剪力墙现浇部分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}——装配式单侧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）。

2.2.4 计算系数及其他

α_{max}——水平地震影响系数最大值；

β_E——动力放大系数；

γ_{RE}——承载力抗震调整系数；

γ_0——结构重要性系数；

η_j——接缝受剪承载力增大系数；

λ——柱剪跨比；

ψ_W——风荷载组合系数；

Δ_u——楼层层间最大位移。

版权所有，不得转载翻印

3 基本规定

3.0.1 在装配整体式混凝土居住建筑方案设计阶段，应协调建设、设计、施工、制备各方之间的关系，并应加强建筑、结构、设备、装修等各专业之间的配合。

3.0.2 装配整体式混凝土居住建筑设计应遵循标准化、模块化的原则。

3.0.3 装配整体式结构的设计应符合下列规定：

1 应采取有效措施确保结构的整体性。

2 装配整体式结构的节点和接缝应受力明确、构造可靠，并应满足承载力、延性和耐久性等要求。

3 应根据连接节点和接缝的构造方式和性能，确定结构的整体计算模型。

3.0.4 装配整体式混凝土居住建筑应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 确定抗震设防类别及相应的抗震设防标准。

3.0.5 装配整体式混凝土居住建筑在施工图设计基础上应进行深化设计，其设计深度应满足建筑、结构、设备和装修等各专业以及构件制作、运输、施工等各环节的综合要求。

版权所有，不得转载翻印

4 材 料

4.1 混凝土、钢筋和钢材

4.1.1 预制构件的混凝土力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.1.2 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30；预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30；现浇混凝土的强度等级不应低于 C30。

4.1.3 当采用强度等级不低于 C60 的混凝土时，其性能应满足现行行业标准《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281 的要求。

4.1.4 钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，并应符合下列规定：

1 普通钢筋宜采用符合抗震性能指标的 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 等钢筋。普通钢筋采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时，钢筋应采用热轧带肋钢筋。

2 预应力钢筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

4.1.5 钢筋焊接网应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢筋焊接网》GB/T 1499.3 和行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。

4.1.6 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋或 Q235B 圆钢制作。吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合国家现行相关标准及产品应用技术手册的规定。

4.1.7 钢材的力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

版权所有，不得转载翻印

4.2 连接材料

4.2.1 钢筋套筒灌浆连接应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定。

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

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

4.2.4 钢筋浆锚搭接连接接头应采用水泥基灌浆料，灌浆料的物理、力学性能应满足表 4.2.4 的要求。

表 4.2.4 钢筋浆锚搭接连接接头用灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法
泌水率(%)		0	GB/T 50080
流动度(mm)	初始值	≥200	GB/T 50448
	30min 保留值	≥150	
竖向膨胀率(%)	3h	≥0.02	GB/T 50448
	24h 与 3h 的膨胀率之差	0.02～0.5	
抗压强度(MPa)	1d	≥20	GB/T 50448
	3d	≥40	
	28d	≥60	
氯离子含量(%)		≤0.06	GB/T 176

4.2.5 预制构件之间钢筋连接所用的套筒及灌浆料的适配性应通过钢筋连接接头型式检验确定，其检验方法应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定。

4.2.6 钢筋锚固板材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

4.2.7 预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土

版权所有，不得转载翻印

结构设计规范》GB 50010 的有关规定。专用预埋件及连接件材料应符合现行国家和行业标准的有关规定。

4.2.8 连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的规定。

4.2.9 钢筋金属波纹管浆锚搭接连接采用的金属波纹管应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225 的有关规定。金属波纹管宜采用软钢带制作，性能应符合现行国家标准《碳素结构钢冷轧钢带》GB 716 的规定；当采用镀锌钢带时，其双面镀锌层重量不宜小于 60g/m^2，性能应符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 的规定。

4.2.10 装配整体式夹心保温剪力墙和夹心保温外挂墙板中内外叶墙板间的连接件宜采用纤维增强塑料（FRP）连接件或不锈钢连接件。当有可靠依据时，也可采用其他材料连接件。

4.2.11 当采用纤维增强塑料（FRP）连接件时，应符合下列要求：

1 纤维增强塑料（FRP）连接件的材料力学性能指标应符合表 4.2.11 的要求。

表 4.2.11 纤维增强塑料（FRP）连接件材料力学性能指标

项目	指标要求	试验方法
拉伸强度	≥700MPa	GB/T 1447
拉伸弹模	≥42GPa	GB/T 1447
抗剪强度	≥30MPa	JC/T 773

2 纤维增强塑料（FRP）连接件宜用单向粗纱与多向纤维布复合，采用拉挤成型工艺制作，连接件的纤维体积含量不宜低于 40%。应使用高强型、含碱量小于 0.8%的无碱玻璃纤维或耐碱玻璃纤维，不得使用中碱玻璃纤维及高碱玻璃纤维。

4.2.12 当采用不锈钢连接件时，其材料力学性能指标应符合表

4.2.12 的要求。

表 4.2.12 不锈钢连接件材料力学性能指标

项目	指标要求	试验方法
屈服强度	≥380MPa	GB/T 228
拉伸强度	≥500MPa	GB/T 228
拉伸弹模	≥190GPa	GB/T 228
抗剪强度	≥300MPa	GB/T 6400

4.3 保温、防水材料

4.3.1 外墙保温系统所用的保温材料应符合现行国家、行业和上海市相关标准的规定。

4.3.2 外墙板接缝所用的防水密封胶应选用耐候性密封胶，密封胶应与混凝土具有相容性，并具有低温柔性、防霉性、防火性及耐水性等性能。其最大变形量、剪切变形性能等均应满足设计要求。其他性能应满足现行行业标准《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T 881 的规定。当选用硅酮类密封胶时，应满足现行国家标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 的要求。

4.3.3 外墙板接缝处的密封止水带宜采用三元乙丙橡胶或氯丁橡胶等高分子材料，技术要求应满足现行国家标准《高分子防水材料 第二部分 止水带》GB 18173.2 中 J 型的规定。

4.3.4 外墙板接缝处密封胶的背衬材料宜选用聚乙烯塑料棒或发泡氯丁橡胶，直径应不小于缝宽的 1.5 倍。

4.4 其他材料

4.4.1 装配整体式混凝土居住建筑采用的室内装修材料应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325

版权所有，不得转载翻印

和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的相关规定。

4.4.2 石材和面砖等饰面材料应有产品合格证或出厂检验报告，质量应符合现行相关标准的规定。

4.4.3 当石材和面砖等饰面采用反打一次成型工艺时，石材和面砖等饰面材料应满足反打工艺对材质、尺寸等方面的要求。

4.4.4 门窗应符合设计要求，并应有产品合格证或型式检验报告，质量应符合现行相关标准的规定。

4.4.5 建筑幕墙所选用的材料除应符合现行国家、行业和上海市相关标准的规定外，尚应符合下列规定：

1 幕墙材料应满足结构安全性、耐久性、环境保护等要求。

2 建筑幕墙应采用耐火极限满足设计要求的材料，并符合消防规定。

3 建筑幕墙应采用在燃烧或高温环境下不产生有毒有害气体的材料。

版权所有，不得转载翻印

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 装配整体式混凝土居住建筑宜采用结构、装修和设备管线的装配化集成技术，并宜采用结构与装修分离技术体系。

5.1.2 建筑设计在满足标准化设计的同时，应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布局。

5.1.3 装配整体式混凝土居住建筑应按照现行上海市相关标准的要求进行绿色建筑设计。

5.2 建筑模数

5.2.1 装配整体式混凝土居住建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定，其中住宅建筑尚应符合现行行业标准《住宅厨房模数协调标准》JGJ/T 262 和《住宅卫生间模数协调标准》JGJ/T 263 的规定。设计宜按照建筑模数制的要求，采用基本模数或扩大模数的设计方法实现尺寸协调。

5.2.2 模数数列应根据装配整体式混凝土居住建筑的功能与经济性原则确定，并应符合下列规定：

1 建筑物的开间或柱距，进深或跨度，梁、板、隔墙和门窗洞口的宽度等分部件的截面尺寸宜采用水平基本模数和水平扩大模数数列，且水平扩大模数数列宜采用 $2nM$、$3nM$（n 为自然数）。

2 建筑物的高度、层高和门窗洞口高度等宜采用竖向基本模数和竖向扩大模数数列，且竖向扩大模数数列宜采用 nM。

3 构造节点和分部件的接口尺寸等宜采用分模数数列，且

版权所有，不得转载翻印

分模数数列宜采用 $M/10$、$M/5$、$M/2$。

5.3 平面、立面设计

5.3.1 装配整体式混凝土居住建筑的套型设计应符合现行上海市工程建设规范《住宅设计标准》DGJ 08－20 的要求。

5.3.2 厨房、卫生间等应上下对位，在平面中宜相邻布置。其平面布置应考虑厨房、卫生间设备、橱柜产品及其管线合理布置，全装修房宜采用标准化的整体卫生间及标准化的厨房整体橱柜。

5.3.3 建筑立面设计宜体现装配整体式混凝土居住建筑的工业化特点，外立面设计以简洁为原则，构件应利于工业化生产。

5.3.4 建筑外墙可采用装饰混凝土、涂料、面砖、石材等饰面材料，当采用板材面饰材料时，宜采用一次反打成型工艺。

5.3.5 门窗应采用标准化部件。门窗框宜采用预装法，当采用后装法安装门窗框时，宜采用预留副框的方法。

5.3.6 当屋面采用预制女儿墙板时，其高度不应超过 2.4m，应采用与下部墙板结构相同的分块方式和构造节点，在其顶部应设置预制混凝土翻口（盖板）或金属盖板，并宜设置现浇叠合内衬墙，与现浇屋面楼板形成整体式的防水构造。

5.4 预制构配件

5.4.1 预制构配件设计应结合构件制作、养护、运输、存放、吊装等工程技术经济条件，合理确定构件尺寸、类型及拼装方式。

5.4.2 围护结构以及楼梯、阳台、空调板、连廊等配套构件宜采用标准预制构件。

5.4.3 厨房、卫生间等有防水、防潮要求的部位宜采用现浇钢筋混凝土楼板或整块叠合楼板，不宜采用空心楼板。

5.4.4 预制外墙板接缝应满足结构安全、防火、热工、防水、隔声

版权所有，不得转载翻印

和外墙装饰等要求。

5.4.5 预制外墙板接缝应采用材料防水或构造防水和结构防水相结合的做法，并符合以下规定：

1 预制外墙板的水平缝宜采用企口缝或高低缝，竖缝宜采用双直槽缝。

2 预制外墙板接缝采用的材料防水性能应符合本规程第4.3节的要求。

3 预制外墙板立面拼缝不宜形成倒T形缝；外墙板十字缝部位每隔2～3层应设置排水管引水处理，板缝内侧可增设气密条密封构造。

5.4.6 与主体结构柔性连接的连廊拼缝缝宽不宜小于50mm并应满足防震缝宽度要求，应采用橡胶止水带的防水构造，防水范围应包括连廊顶面及侧面，露天环境下尚应在止水带端部设置滴水构造。

5.4.7 外墙变形缝应采用弹性橡胶嵌入式构造，背衬应采用吸水率低的弹性保温材料。

5.4.8 建筑外围护构件外表面不宜装设管线配件。

5.4.9 预制外挂墙板的防火设计应符合以下要求：

1 预制外墙板与各层楼板、防火墙相交部位应采取防火封堵措施，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

2 预制外墙板拼接缝及墙板与相邻构件之间的连接缝跨越住宅楼梯间、前室（合用前室）与相邻房间之间隔墙时，室内一侧的接缝应采用防火封堵材料进行密封，水平缝的连续密封长度不应小于1.0m；竖缝的连续密封长度不应小于1.2m，当室内设置自动喷水灭火系统时不应小于0.8m。

版权所有，不得转载翻印

5.5 室内装修

5.5.1 装配整体式混凝土居住建筑宜实施全装修，建筑设计与装修设计宜同步进行，做到建筑、结构、设备、装修等专业之间的有机衔接。

5.5.2 装修设计应选用标准化、系列化参数，满足建筑设计的模数统一协调的要求。

5.5.3 室内装修的主要构配件应采用标准化设计，以工厂化加工为主，应减少施工现场的湿作业。

5.5.4 建筑装修材料在需要与预制构件连接时宜采用预留预埋的安装方式，当采用其他安装固定法时，不得影响预制构件的完整性及结构安全。

5.6 建筑设备与管线

5.6.1 设备及其管线和预留孔洞设计应做到构配件标准化和模数化，符合装配整体式混凝土居住建筑的整体要求。

5.6.2 设备及其管线敷设在预制构件上的预留孔洞、坑槽、预埋套管应选择在对构件受力影响较小的部位。

5.6.3 装配整体式混凝土居住建筑应做好建筑设备管线综合设计，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，并应符合下列规定：

1 设备管线应进行综合设计，减少平面交叉；竖向管线宜集中布置，并应满足维修更换的要求。

2 居住建筑内的各种立管和强、弱电干管、公共功能的阀门和电气设备以及用于总体调节和检修的部件，均应统一集中设置在居住建筑公共部位。

版权所有，不得转载翻印

3 对于暗埋管线，宜结合叠合楼板现浇层以及建筑垫层进行设计。

4 对于穿越管线，预制构件内可预埋套管或预留孔洞，但应采取措施保护结构安全。

5 建筑设备及其管线需要与预制构件连接时宜采用预留埋件的安装方式，当采用其他安装固定法时，不得影响构件完整性与结构安全。

6 建筑部件与设备之间的连接宜采用标准化接口。

5.6.4 建筑电气管线与预制构件的关系应考虑以下几个方面：

1 凡在预制墙体上设置的终端配电箱、开关、插座及其必要的接线盒、连接管等及相关孔洞均应进行预留预埋，并应采取有效措施，满足隔声及防火要求。

2 消防线路预埋暗敷在预制墙体上时，应采用穿导管保护，并应预埋在不燃烧体的结构内，其保护层厚度不应小于 30mm。

3 沿叠合楼板现浇层暗敷的照明管线，应在预制楼板灯位处预埋深型接线盒。

4 沿叠合楼板、预制墙体预埋的电气接线盒及其管路与现浇相应电气管路连接时，墙面预埋盒下（上）宜预留接线空间，便于施工接管操作。

5.6.5 装配整体式混凝土居住建筑的防雷设计应符合现行国家《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的规定，并应充分考虑预制结构的特点，满足以下要求：

1 居住建筑宜利用现浇立柱或剪力墙内的钢筋作为防雷引下线，避免利用预制竖向受力构件内的钢筋。

2 居住建筑外墙上的金属管道及金属物需要与防雷装置连接时，相关预制构件内部与连接处的金属件必须连接成电气通路。

版权所有，不得转载翻印

5.7 建筑节能

5.7.1 装配整体式混凝土居住建筑的节能设计应满足现行上海市工程建设规范《居住建筑节能设计标准》DG/TJ 08－205 的有关规定。

5.7.2 外墙宜采用预制夹心保温系统。当采用外墙内保温系统时，对围护结构特殊部位如热(冷)桥处应采取保温措施以防围护结构内表面结露。

5.7.3 预制外墙的节能设计应按上海市的气候条件和建筑围护结构热工设计要求确定，并符合以下要求：

1 当采用夹心外墙时，其保温层宜连续，保温层厚度应满足上海市建筑围护结构节能设计要求。

2 宜采用轻质高效的保温材料。穿过保温层的连接件，应采取与结构耐久性相当的防腐蚀措施。

3 预制外墙板易产生结露的部位，应采用热工性能优良的保温材料或在板内设置排除湿气的孔槽。

5.7.4 预制混凝土外墙板与相邻构件(梁、板、柱)连接处，宜保持保温层的连续性和密闭性。

5.7.5 外门窗的气密性等级应符合现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 的规定；玻璃幕墙的气密性等级应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和上海市工程建设规范《建筑幕墙工程技术规范》DGJ 08－56 的规定。带有门窗的预制外墙，其门窗洞口与门窗框间的气密性不应低于门窗的气密性。

版权所有，不得转载翻印

6 结构设计基本要求

6.1 一般规定

6.1.1 各类装配整体式居住建筑的最大适用高度应符合表 6.1.1 的规定，并应符合下列规定：

1 当结构中竖向构件全部为现浇且楼盖采用叠合梁板时，最大适用高度可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定采用。

2 装配整体式剪力墙结构和装配整体式部分框支剪力墙结构，在规定的水平力作用下，当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 50%时，最大适用高度应适当降低。

表 6.1.1 装配整体式混凝土居住建筑的最大适用高度(m)

结构体系	最大适用高度	
	7 度	8 度
装配整体式框架结构	50	40
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	120	100
装配整体式框架-现浇核心筒结构	130	100
装配整体式剪力墙结构	100	80
装配整体式部分框支剪力墙结构	80	60
装配整体式异形柱框架结构	21	12
装配整体式异形柱框架-现浇剪力墙结构	40	28

注：对平屋面或不大于 45°的坡屋面，其房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶高度，不包括局部突出屋顶部分；对大于 45°的坡屋面，其房屋高度指室外地面到坡屋面的 1/2 高度处。

版权所有，不得转载翻印

6.1.2 装配整体式结构的高宽比不宜超过表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 装配整体式结构适用的最大高宽比

结构体系	最大高宽比	
	7 度	8 度
装配整体式框架结构	4	3
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	6	5
装配整体式框架-现浇核心筒结构	7	6
装配整体式剪力墙结构	6	5
装配整体式异形柱框架结构	3.5	2.5
装配整体式异形柱框架-现浇剪力墙结构	4.5	3.5

6.1.3 装配整体式结构构件的抗震设计，应根据抗震设防类别、结构类型和建筑高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。标准设防类装配整体式结构的抗震等级应按表 6.1.3 确定。

表 6.1.3 标准设防类装配整体式结构的抗震等级

结构类型		抗震等级					
		7 度			8 度		
装配整体式框架结构	高度(m)	≤24	>24		≤24	>24	
	框架	三	二		二	一	
	大跨度框架	二			一		
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	高度(m)	≤24	>24 且≤60	>60	≤24	>24 且≤60	>60
	框架	四	三	二	三	二	一
	剪力墙	三	二	二	二	一	一
装配整体式剪力墙结构	高度(m)	≤24	>24 且≤70	>70	≤24	>24 且≤70	>70
	剪力墙	四	三	二	三	二	一

版权所有，不得转载翻印

续表 6.1.3

结构类型		抗震等级					
		7 度			8 度		
装配整体式部分框支剪力墙结构	高度	≤24	>24 且≤70	>70	≤24	>24 且≤70	
	现浇框支框架	二	二	一	一	一	
	底部加强部位剪力墙	三	二	一	二	一	
	其他区域剪力墙	四	三	二	三	二	
装配整体式框架-现浇核心筒结构	框架	二			一		
	核心筒	二			一		
装配整体式异形柱框架结构		三			二		
装配整体式异形柱框架-现浇剪力墙结构	框架	三			二		
	剪力墙	二			一		

注：大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

6.1.4 重点设防类装配整体式混凝土居住建筑应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施。

6.1.5 装配整体式结构的平面布置宜符合下列要求：

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

2 平面长度不宜过长（图 6.1.5），长宽比（L/B）宜按表 6.1.5采用。

3 平面突出部分的长度 l 不宜过大、宽度 b 不宜过小（图 6.1.5），l/B_{max}、l/b 宜按表 6.1.5 采用。

4 平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

版权所有，不得转载翻印

表 6.1.5　平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值

抗震设防烈度	L/B	l/B_{max}	l/b
6 度、7 度	≤6.0	≤0.35	≤2.0
8 度	≤5.0	≤0.30	≤1.5

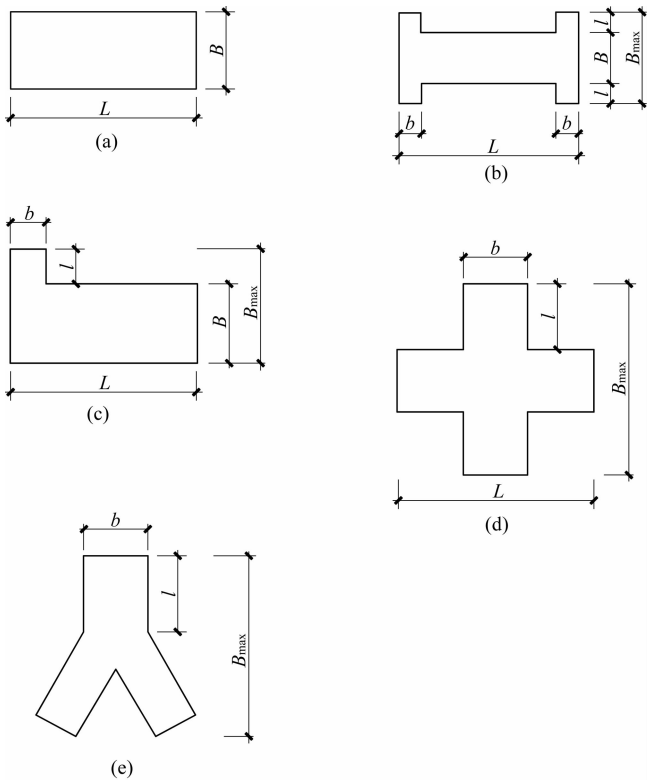


图 6.1.5　建筑平面示例

6.1.6　装配整体式结构竖向布置应规则、连续、均匀，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变，并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

6.1.7　高层装配整体式结构的高度、规则性、结构类型等超过本

版权所有，不得转载翻印

规程的规定或者抗震设防标准有特殊要求时，可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关规定进行结构抗震性能设计。

6.1.8 高层装配整体式结构应符合下列规定：

1 应设置地下室，地下室宜采用现浇混凝土。

2 底部加强部位的剪力墙及框架首层柱宜采用现浇混凝土。

3 顶层屋盖宜采用现浇混凝土。

6.1.9 带转换层的装配整体式结构应符合下列规定：

1 当采用部分框支剪力墙结构时，底部框支层不宜超过 2 层，且框支层及相邻上一层应采用现浇结构。

2 部分框支剪力墙以外的结构中，转换梁、转换柱宜现浇。

6.1.10 装配整体式结构构件及节点应进行承载能力极限状态及正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等的相关规定。

6.1.11 构件及节点的承载力抗震调整系数应按表 6.1.11 采用。当仅考虑竖向地震作用组合时，承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取 1.0。预埋件锚筋截面计算的承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取为 1.0。

表 6.1.11 构件及节点承载力抗震调整系数

结构构件类别	正截面承载力计算					斜截面承载力计算	受冲切承载力计算、接缝受剪承载力计算
	受弯构件	偏心受压柱		偏心受拉构件	剪力墙	各类构件及框架节点	
		轴压比小于 0.15	轴压比不小于 0.15				
γ_{RE}	0.75	0.75	0.8	0.85	0.85	0.85	0.85

版权所有，不得转载翻印

6.1.12 当对抗震性能有特殊要求时，装配整体式结构可采用各类消能减震技术。

6.1.13 预制构件节点及连接处后浇混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级；接缝坐浆材料强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级。

6.1.14 预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理，并应符合耐久性要求。

6.2 作用及作用组合

6.2.1 装配整体式结构上的作用及作用组合应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等确定。

6.2.2 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，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。

6.2.3 预制构件在进行脱模验算时，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结合面的实际状况取用，且不宜小于 1.5kN/m^2。

6.3 结构分析

6.3.1 在各种设计状况下，装配整体式结构可采用与现浇混凝

版权所有，不得转载翻印

土结构相同的方法进行结构分析。当同一结构层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，抗震设计状况下宜对现浇抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力进行适当放大。

6.3.2 装配整体式结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用弹性方法。对于重点设防类或结构高度大于 30m 的装配整体式框架结构应采用弹性时程分析法进行补充计算。

6.3.3 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大位移 Δ_h 与层高 h 之比的限值宜按表 6.3.3 采用。

表 6.3.3 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构类型		Δ_h/h 限值
装配整体式框架结构		1/550
装配整体式框架-现浇剪力墙结构	其他部位	1/800
	嵌固端上一层	1/2000
装配整体式框架-现浇核心筒结构	其他部位	1/800
	嵌固端上一层	1/2000
装配整体式剪力墙结构	其他部位	1/1000
	嵌固端上一层	1/2500
装配整体式部分框支剪力墙结构	其他部位	1/1000
	嵌固端上一层	1/2500
装配整体式异形柱框架结构		1/600
装配整体式异形柱框架-现浇剪力墙结构		1/850

6.3.4 在结构内力与位移计算时，对现浇楼盖和叠合楼盖，均可假定楼盖在其自身平面内为无限刚性；楼面梁的刚度可计入翼缘作用予以增大；梁刚度增大系数可根据翼缘情况近似取为 1.3～2.0。

版权所有，不得转载翻印

6.4 预制构件设计

6.4.1 预制构件的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的相关规定。

6.4.2 预制构件中钢筋的混凝土保护层厚度大于50mm时，宜对钢筋的混凝土保护层采取有效的构造措施。

6.5 连接设计

6.5.1 装配整体式结构中，接缝的受剪承载力应符合下列规定：

1 持久设计状况

$$\gamma_0 V_{jd} \leqslant V_u \tag{6.5.1-1}$$

2 地震设计状况

$$V_{jdE} \leqslant V_{uE} / \gamma_{RE} \tag{6.5.1-2}$$

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，尚应符合下式要求：

$$\eta_j V_{max} \leqslant V_{uE} \tag{6.5.1-3}$$

式中：γ_0——结构重要性系数，安全等级为一级时不应小于1.1，安全等级为二级时不应小于1.0；

V_{jd}——持久设计状况下接缝剪力设计值；

V_{jdE}——地震设计状况下接缝剪力设计值；

V_u——持久设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

版权所有，不得转载翻印

V_{uE}——地震设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

V_{mua}——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值；

η_j——接缝受剪承载力增大系数，抗震等级为一、二级取1.2，抗震等级为三、四级取1.1。

6.5.2 装配整体式结构中，接缝的正截面承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

6.5.3 装配整体式结构中，纵向钢筋连接宜根据受力特点、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接、螺栓连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式，并应符合国家现行有关标准的规定。

6.5.4 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：

1 接头应满足现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355中接头的性能要求，并应符合国家现行有关标准的规定。

2 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于15mm，预制柱中钢筋接头处套筒外侧箍筋的混凝土保护层厚度不应小于20mm。

3 套筒之间的净距不应小于25mm。

4 预制构件中全截面受拉构件同一截面不宜全部钢筋采用套筒灌浆连接。

6.5.5 纵向钢筋采用金属波纹管浆锚搭接连接（图6.5.5）时，应满足下列要求：

1 受拉钢筋的搭接长度不应小于$1.2l_{aE}$且不应小于300mm，l_{aE}为受拉钢筋的抗震锚固长度，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010计算。受压钢筋当充分利用其抗压强度时，锚固长度不应小于受拉锚固长度的0.7倍。

2 金属波纹管的长度应比连接钢筋锚固长度长30mm以

版权所有，不得转载翻印

上，内径应比连接钢筋直径大 15mm 以上，波纹高度不应小于 3mm，壁厚不宜小于 0.4mm。金属波纹管外侧钢的保护层厚度不应小于 15mm；金属波纹管的水平净间距不宜小于 50mm，且不宜小于粗骨料粒径的 1.25 倍。金属波纹管上部应根据灌浆要求设置合理弧度。

3 对于预制剪力墙非边缘构件内的竖向分布钢筋搭接区段，宜采用水平分布的加密构造，加密范围为搭接高度向上延伸 100mm，加密区水平分布钢筋应符合本规程表 8.3.10 的要求。

4 对于预制剪力墙边缘构件区竖向钢筋搭接区段应采用箍筋加密构造，应沿搭接段全高加密。其中箍筋加密构造可采用仅在搭接区段范围内设置附加箍筋。

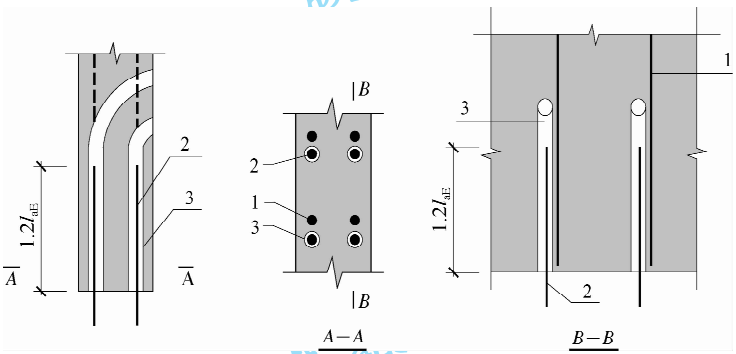


图 6.5.5 配置金属波纹管的浆锚搭接连接构造示意

1—上部预制构件纵筋；2—下部预制构件纵筋；3—金属波纹管

6.5.6 直径大于 20mm 的钢筋不宜采用金属波纹管浆锚搭接连接，直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用金属波纹管浆锚搭接连接。

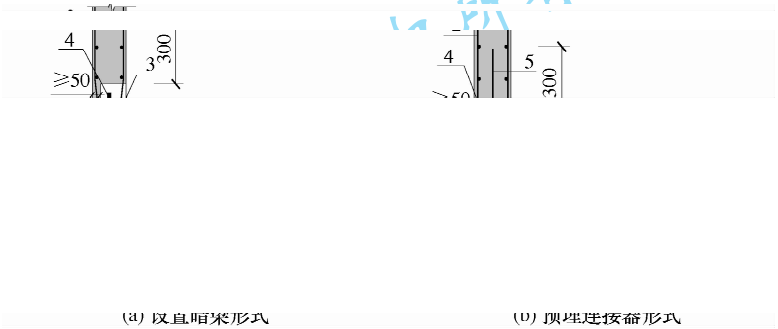
6.5.7 纵向钢筋采用螺栓连接时，可采用设置暗梁的形式（图 6.5.7a）或预埋连接器的形式（图 6.5.7b）。应对暗梁和预埋连接器在不同设计状况下的承载力进行验算，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计规范》GB

版权所有，不得转载翻印

50017 的规定。螺　应采□□□□施，并符合□□规定：

1　□采用设□暗梁形式时，暗梁高度不应小于 200mm，暗梁配筋□向钢筋不少于 4 根、□□不小于 12mm，箍筋□□不小于 8mm、□□不大于 150mm。安装□孔高度不应大于 200mm，□度不应大于 150mm。□孔□部向上□□ 300mm 范围内的水平分□钢筋宜加□，并□□本规程□ 8.3.10 的要求。

2　采用连接器连接时，自连接器□孔盒□部向上□□ 300mm 范围内的水平分□钢筋宜加□，并□□本规程□ 8.3.10 的要求。



(a) 设置暗梁形式　　(b) 预埋连接器形式

图 6.5.7　螺栓连接构造示意

1—暗梁或预埋连接器；2—剪力墙□向钢筋；3—□孔(盒)；4—连接螺栓；5—连接器锚筋(与连接器□接)；6—□层预制构件；7—坐浆层

6.5.8　预制构件与后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料的结合面应设□□　面、　□，并应符合□□规定：

1　预制板与后浇混凝土叠合层□□的结合面应设□□　面。

2　预制梁与后浇混凝土叠合层□□的结合面应设□□面；预制梁□面应设□　□□宜设□□　面。　□的□□和数量应□本规程第 7.2.2 条的规定计算□定。

3　预制剪力墙的□部和□部与后浇混凝土的结合面应设□□　面；□面与后浇混凝土结合面应设□□　面，□可设□　□。

版权所有，不得转载翻印

4 预制柱的底部应设置键槽且宜设置粗糙面，键槽应均匀布置并应合理设置排气孔。柱顶应设置粗糙面。

5 粗糙面的面积不宜小于结合面的80%，预制板的粗糙面凹凸深度不应小于4mm，预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于6mm。

6.5.9 预制构件纵向钢筋宜在后浇混凝土节点区直线锚固；当直线锚固长度不足时，可采用弯折、机械锚固方式，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的规定。

6.5.10 预制楼梯与支承构件之间宜采用一端固定铰支座，另一端滑动铰支座的连接方式，并应采取防止滑落的构造措施，预制楼梯在支承构件上的搁置长度不小于75mm。

6.6 楼盖设计

6.6.1 装配整体式结构的楼盖宜采用叠合楼盖。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层宜采用现浇楼盖。

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

1 叠合板的预制板厚度不宜小于60mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于60mm。

2 当跨度较大时，预制板宜采用预应力混凝土预制板。

3 板厚大于180mm的叠合板，预制板宜采用预应力混凝土空心板（厨房、卫生间等潮湿、可能积水的部位除外）。

4 当预制板采用空心板时，板端空腔应封堵。

5 当预制板采用预应力空心板时，应采用符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224规定的低松弛钢绞线，且预应力空心板之间应能相互咬合、变形协调。

版权所有，不得转载翻印

7 框架结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于装配整体式钢筋混凝土框架结构和装配整体式混凝土异形柱框架结构两类装配整体式框架结构设计。

7.1.2 除本规程另有规定外，装配整体式框架-现浇剪力墙（核心筒）结构和装配整体式异形柱框架-现浇剪力墙的框架应符合本章的规定。

7.1.3 除本规程规定外，装配整体式框架结构可按现浇混凝土框架结构进行计算。

7.1.4 装配整体式框架中预制柱的纵向钢筋连接应符合下列规定：

1 当房屋高度不大于 12m 或层数不超过 3 层时，预制柱的纵向钢筋可采用套筒灌浆连接、焊接连接等方式。

2 当房屋高度大于 12m 或层数超过 3 层时，预制柱的纵向钢筋宜采用套筒灌浆连接。

7.1.5 在多遇地震作用下，装配整体式框架结构中预制柱水平接缝处不宜出现全截面受拉。

7.2 承载力计算

7.2.1 对于一、二、三级抗震等级的装配整体式框架，应进行节点核心区抗震受剪承载力验算，对四级抗震等级可不进行验算。梁柱节点核心区受剪承载力抗震验算和构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB

版权所有，不得转载翻印

50011 和行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 的相关规定。

7.2.2 钢筋混凝土叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

1 持久设计状况

$$V_u = 0.07 f_c A_{cl} + 0.10 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \tag{7.2.2-1}$$

2 地震设计状况

$$V_{uE} = 0.04 f_c A_{cl} + 0.06 f_c A_k + 1.65 F_{sd} \sqrt{f_c f_y} \tag{7.2.2-2}$$

式中：A_{cl}——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；

f_c——预制构件或后浇混凝土轴心抗压强度设计值较低值；

f_y——垂直穿过结合面钢筋的抗拉强度设计值；

A_k——各键槽的根部截面面积（图 7.2.2）之和，按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算，并取二者的较小值；

A_{sd}——垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

7.2.3 在地震设计状况下，预制柱底水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

1 对于钢筋混凝土预制柱

1） 当柱受压时：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \tag{7.2.3-1}$$

2） 当柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y \left(1 - \left(\frac{N}{A_{sd} f_y}\right)^2\right)} \tag{7.2.3-2}$$

式中：f_c——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

版权所有，不得转载翻印

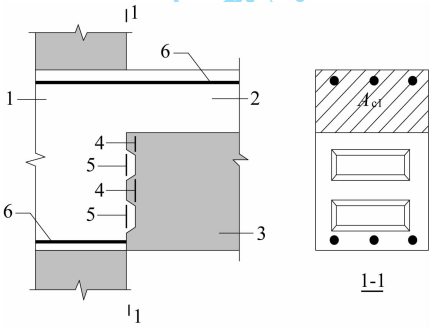


图 7.2.2　叠合梁端部抗剪承载力计算参数示意

1—后浇节点区；2—后浇混凝土叠合层；3—预制梁；4—预制键槽根部截面；5—后浇键槽根部截面；6—叠合梁纵向钢筋

f_y——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

N——与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值，取绝对值进行计算；

A_{sd}——垂直穿过结合面钢筋的面积；

V_{uE}——地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

2　对于预制混凝土异形柱，应仅考虑验算方向柱肢截面的承载力，并按式(7.2.3-1)计算。

7.3　装配整体式框架结构构造设计

7.3.1　本节适用于采用现浇柱及叠合梁和预制柱及叠合梁的装配整体式框架结构以及采用预制柱及现浇剪力墙的装配整体式框架-现浇剪力墙结构中装配整体式框架的设计。

7.3.2　叠合梁的箍筋和腰筋配置应符合以下规定：

1　一、二级抗震等级的叠合框架梁的梁端箍筋加密区宜采用整体封闭箍筋，且箍筋的搭接部分宜设置在预制梁中(图 7.3.2a)。

2　采用组合封闭箍筋形式(图 7.3.2b)时，开口箍筋上方应

版权所有，不得转载翻印

做成 135°弯钩；弯钩端头平直段长度，抗震设计时不应小于 $10d$，非抗震设计时不应小于 $50d$（d 为箍筋直径）；现场采用箍筋帽封闭开口箍，箍筋帽宜一端做成 135°弯钩另一端做成 90°弯钩，并在钢筋就位后弯折成 135°；弯钩端头平直段长度，抗震设计时不应小于 $10d$，非抗震设计时不应小于 $5d$。

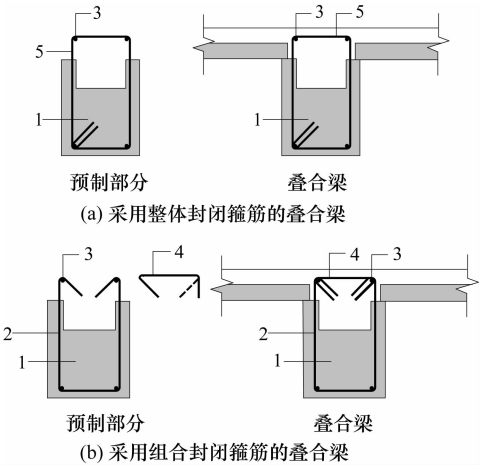


图 7.3.2　叠合梁箍筋构造示意

1—预制梁；2—开口箍筋；3—上部纵向钢筋；4—箍筋帽；5—整体封闭箍筋

3　预制梁的腰筋配置满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求。

7.3.3　预制柱的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求，并应符合下列规定：

1　柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20mm。

2　矩形柱截面宽度或圆形柱直径不宜小于 400mm，且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍。

3　柱纵向受力钢筋在柱底采用灌浆套筒连接时，钢筋连接区域的柱箍筋应加密，加密区不应小于纵向受力钢筋连接区域长度与 500mm 之和，套筒上端第一个箍筋距离灌浆套筒顶部不应

版权所有，不得转载翻印

大于 50mm(图 7.3.3)。

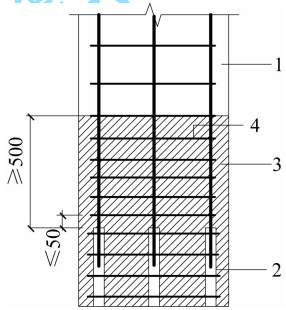


图 7.3.3　柱箍筋加密区域

1—预制柱;2—柱钢筋连接;3—箍筋加密区;4—加密区箍筋

7.3.4　采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架中,预制柱可根据需要采用单层柱方案和多层柱方案,并应符合下列规定:

1　柱纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区。

2　当采用单层预制柱时,柱底接缝宜设置在楼面标高处(图 7.3.4-1),柱底混凝土表面应设置键槽且宜设置粗糙面,柱底宜预留 20mm 坐浆层,并采用灌浆料填实。

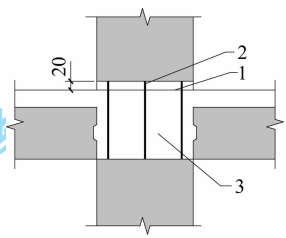


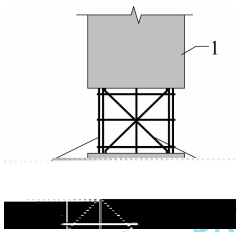
图 7.3.4-1　预制柱底接缝构造示意

1—后浇节点区混凝土上表面粗糙面;2—拼缝灌浆层;3—后浇区

3　当采用多层预制柱时,柱底接缝宜设置在楼面标高以下 10mm 处,梁端宜采取有效措施保证其纵向钢筋在节点核心区可靠锚固。

版权所有,不得转载翻印

4 à ä – ó † X þ ı ï 6 ° 7 þ ÿ #¸ ı ˘ ä – ó -) B G H I ¸ Ú Û ' = %W 7.3.4-2 &+ ° 7 þ ÿ þ B ı 6 ª « #“ ø ‡ e Ø å G º HRB400 #“ ? À ı . a b /< M N 0 1 â 4 °ò † L 3 W #g Ø ı G º 16mm +



W 7.3.4-2 à ä – ó & / Þ , h Ñ

1— à ä – ó .2— ó ; | þ ÿ .3— ° 7 þ ÿ

7.3.5 ä – ó U ö ÷ Ý · µ ß à † X þ #Ý ; | , â þ ÿ ı ï ô † X _ ¸ ' = C % & #¸ ı Û ÷) T M "

1 ˘ ß à T J à T † X þ %W 7.3.5-1 &#† X ƒ B ä – Ý) + ; | þ ÿ å ' = ˘ † X _ ô G H I ¸ # Ú Þ Ø + % & C p & ¸ F ? & % & .- + þ ÿ ˘ † X _ ô à ¸ ı % +

2 ˘ ß à T J à † X þ %W 7.3.5-2 &#Ý ; | þ ÿ ' = ˘ † X _ G H I ¸ .h ó 0 p 4 5 Ø Y Z ? – ' = † ¡ #å Þ Ø ' = æ + ' = ¸ F #' = ? – N 7 ø ı " ó T ø – Ø G º $5d$ #g Ø å G º $0.4l_{abE}$. Ú Þ Ø 90° q ' = #' = ? – N Ø å G º $0.4l_{abE}$ #g q L ? – N Ø G º $15d$ +

3 ˘ ß à ï à T † X þ %W 7.3.5-3 &#Ý þ ÿ Þ , . Ù V ¾ ^ ‹ T M W .ó ; | þ ÿ ' = ˘ † X _ ¸ #å Þ Ø ' = æ + ' = ¸ F #' = 7 ø Ø ı G º $0.5l_{abE}$ +

4 ˘ ß à ï à † X þ %W 7.3.5-4 &#ó å | - 0 N ¸ < ó ; | þ ÿ ' = ˘ 0 N ¸ # 0 N 7 ø Ø å G º 500mm # 0 N ¸ ÿ J Ý Ø ı ′ º $5d$ g Ø ı ′ º 100mm .ó ; | þ ÿ å Þ Ø ' = æ + ' = ¸ F #' = 7 ø Ø ı G º $40d$ #l ; | þ

版权所有，不得转载翻印

7.4 装配整体式异形柱框架结构构造设计

7.4.1 本节适用于采用现浇柱及叠合梁、预制柱及叠合梁的装配整体式异形柱框架结构设计。

7.4.2 装配整体式异形柱框架结构中采用的预制异形柱截面尺寸应充分考虑装配整体式结构的要求(图 7.4.2),符合本规程的有关要求外尚应符合下列要求:

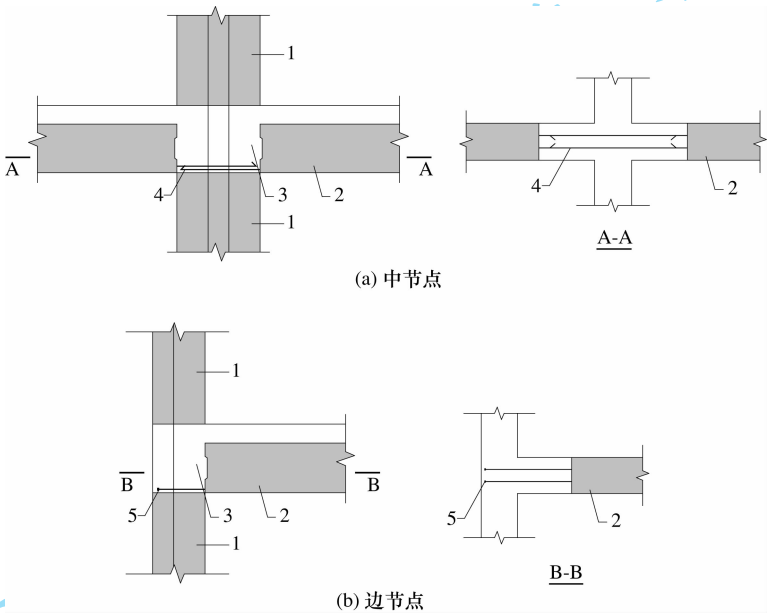


图 7.4.2 装配整体式异形柱框架节点构造示意

1—预制异形柱;2—预制梁;3—后浇区;4—下部纵筋锚固;5—下部纵筋机械锚固

1 柱内纵向钢筋直径不宜小于 18mm,且不宜大于 25mm。

2 柱的纵向钢筋宜采用套筒灌浆连接。

3 柱钢筋连接区域的箍筋保护层厚度不应小于 20mm。

版权所有,不得转载翻印

4　柱截面的肢厚不应小于200mm。

7.4.3　装配整体式异形柱框架中异形柱的剪跨比宜大于2，不应小于1.5。

7.4.4　预制柱、叠合梁和框架节点的其他构造设计应符合本规程第6章和本章的相关规定。

版权所有，不得转载翻印

8 剪力墙结构设计

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于装配整体式单侧叠合剪力墙、装配整体式剪力墙、预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙和装配整体式夹心保温剪力墙四类剪力墙结构的设计。

8.1.2 对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢的装配整体式剪力墙结构，现浇墙肢水平地震作用弯矩、剪力宜乘以不小于1.1的增大系数。

8.1.3 装配整体式剪力墙结构的布置应满足下列要求：

1 应沿两个方向布置剪力墙，且两个方向的侧向刚度不宜相差过大。

2 剪力墙的截面宜简单、规则，自下而上宜连续布置，避免层间侧向刚度突变。

3 门窗洞口宜上下对齐、成列布置，形成明确的墙肢和连梁；抗震等级为一、二、三级的剪力墙底部加强部位不应采用错洞墙，结构全高均不应采用叠合错洞墙。

4 剪力墙墙段长度不宜大于8m，各墙段高度与长度的比值不宜小于3。

8.1.4 高层装配整体式剪力墙结构中的电梯井筒和楼梯间外墙宜采用现浇混凝土结构。

8.1.5 高层建筑装配整体式剪力墙不应全部采用短肢剪力墙。当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，应符合下列规定：

1 在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不宜大于结构底部总倾覆力矩的50%。

版权所有，不得转载翻印

2 建筑适用高度应比本规程第 6.1.1 条规定的装配整体式剪力墙结构的最大适用高度降低 20m。

注：1 短肢剪力墙是指截面厚度不大于 300mm、各肢截面高度与厚度之比的最大值大于 4 但不大于 8 的剪力墙。

2 具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构是指，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的 30%的剪力墙结构。

8.2 连接设计

8.2.1 楼层内相邻预制剪力墙之间应采用整体式接缝连接，且应符合下列规定：

1 当接缝位于纵横墙交接处的约束边缘构件区域时，约束边缘构件的阴影区域（图 8.2.1-1）宜全部采用后浇混凝土，并应在后浇段内设置封闭箍筋。

2 当接缝位于纵横墙交接处的构造边缘构件区域时，构造边缘构件宜全部采用后浇混凝土（图 8.2.1-2），当仅在一面墙上设置后浇段时，后浇段的长度不宜小于 300mm（图 8.2.1-3）。

3 边缘构件内的配筋及构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定；预制剪力墙的水平分布钢筋在后浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

4 非边缘构件位置，相邻预制剪力墙之间应设置后浇段，后浇段的宽度不应小于墙厚且不宜小于 200mm；后浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋，钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于 8mm；两侧墙体的水平分布筋在后浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

8.2.2 屋面以及立面收进的楼层，当采用叠合楼板时应在预制剪力墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁（图 8.2.2），并应符合下列规定：

版权所有，不得转载翻印

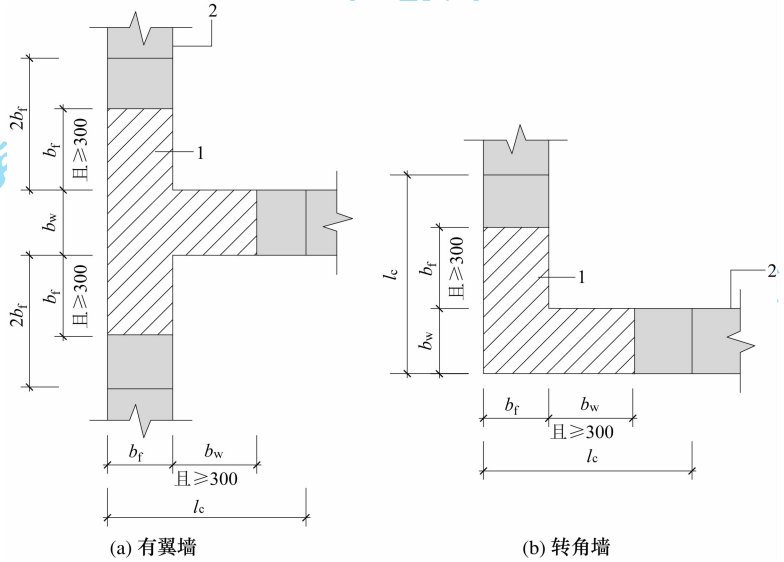


图 8.2.1-1　约束边缘构件阴影区域全部后浇构造示意

1—后浇段；2—预制剪力墙

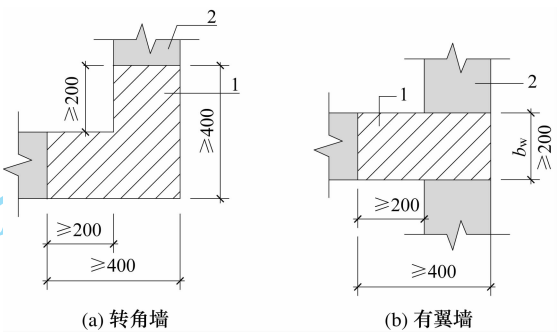


图 8.2.1-2　构造边缘构件全部后浇构造示意

（阴影区域为构造边缘构件范围）

1—后浇段；2—预制剪力墙

版权所有，不得转载翻印

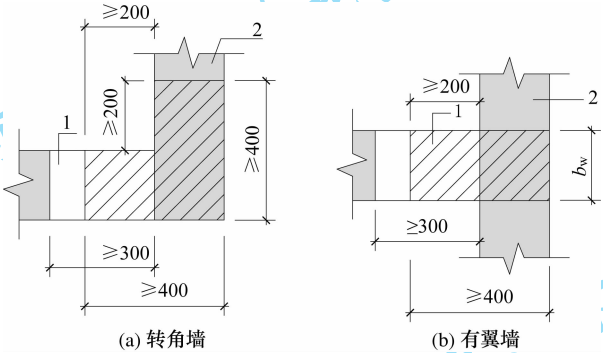


图 8.2.1-3　构造边缘构件部分现浇构造示意
（阴影区域为构造边缘构件范围）
1—后浇段；2—预制剪力墙

1　圈梁截面宽度不应小于剪力墙的厚度，截面高度不宜小于楼板厚度及 250mm 的较大值；圈梁应与现浇或叠合楼、屋盖浇筑成整体。

2　圈梁内配置的纵向钢筋不应少于 4ϕ12，且按全截面计算的配筋率不应小于 0.5% 和该剪力墙水平分布筋配筋率的较大值，纵向钢筋竖向间距不应大于 200mm；箍筋间距不应大于 200mm，且直径不应小于 8mm。

3　圈梁混凝土强度等级应不低于楼板和预制剪力墙的混凝土强度等级。

8.2.3　各层楼面位置，当采用叠合楼板且预制剪力墙顶部无后浇圈梁时，应设置连续的水平后浇带（图 8.2.3）；水平后浇带应符合下列规定：

1　水平后浇带宽度应取剪力墙的厚度，高度不应小于楼板厚度；水平后浇带应与现浇或者叠合楼、屋盖浇筑成整体。

2　水平后浇带内应配置不少于 2 根连续纵向钢筋，其直径不宜小于 12mm。

3　水平后浇带的混凝土强度等级应不低于楼板和预制剪力

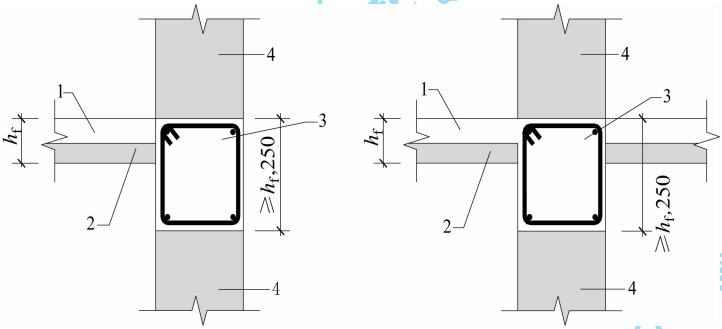


图 8.2.2　后浇钢筋混凝土圈梁构造示意

1—叠合板现浇层；2—预制楼板；3—现浇圈梁；4—预制墙板

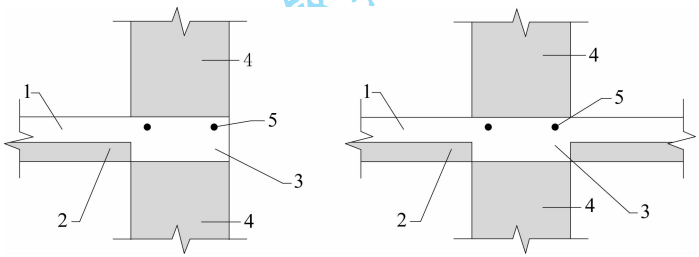


图 8.2.3　水平后浇带构造示意

1—叠合板现浇层；2—预制板；3—水平后浇带；4—预制墙板；5—纵向钢筋

墙的混凝土强度等级。

8.2.4　预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处。接缝高度宜为 20mm，且宜采用灌浆料填实，接缝处后浇混凝土上表面应设置粗糙面。

8.2.5　上下层预制剪力墙的边缘构件预制时，边缘构件的竖向钢筋宜采用单排或双排套筒灌浆连接、单排螺栓连接或双排金属波纹管浆锚搭接连接。当采用单排套筒灌浆连接或单排螺栓连接时，应采用箍筋加密构造，并应沿搭接区段全高加密。

8.2.6　上下层预制剪力墙的竖向分布钢筋可采用单排套筒灌浆连

接、单排金属波纹管浆锚搭接连接或单排螺栓连接，并应符合下列规定：

1 当采用单排套筒灌浆连接(图 8.2.6-1)和金属波纹管浆锚搭接连接(图 8.2.6-2)时，连接钢筋的抗拉承载力不宜小于被连接钢筋抗拉承载力的 1.1 倍，并应符合本规程第 8.2.8 条的计算规定；竖向连接钢筋间距不宜大于 400mm；竖向连接钢筋在下层预制墙体中的锚固长度不应小于 $1.2l_{aE}$；竖向连接钢筋在上层预制墙体中的锚固长度对于套筒灌浆连接不应小于 l_{aE}(从套筒顶面至连接钢筋顶部)或 $1.2l_{aE}$(从套筒底部至连接钢筋顶部)中的较大值，对于金属波纹管浆锚搭接连接不应小于 $1.2l_{aE}$(从金属波纹管底部至连接钢筋顶部)，且应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和本规程第 6.5节的相关规定。其中，l_{aE}按连接钢筋直径计算。

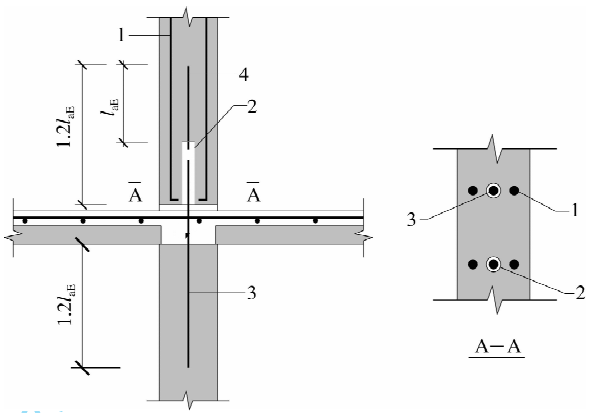


图 8.2.6-1 竖向钢筋单排套筒灌浆连接

1—上层预制剪力墙竖向钢筋；2—灌浆套筒；
3—下层预制剪力墙中连接钢筋；4—上层预制剪力墙中连接钢筋

2 当采用单排螺栓连接时(图 6.5.7)，附加连接螺栓的抗拉承载力不宜小于被连接钢筋抗拉承载力的 1.1 倍，并应符合本规程第 8.2.8 条的计算要求；螺栓的锚固长度应符合现行国家标准

版权所有，不得转载翻印

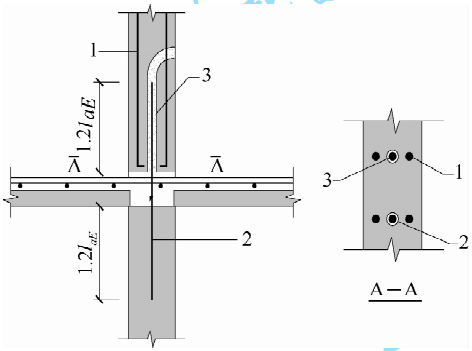


图 8.2.6-2　竖向钢筋单排金属波纹管浆锚搭接连接

1—上层预制剪力墙纵筋；2—下层预制剪力墙连接钢筋；3—金属波纹管

《混凝土结构设计规范》GB 50010 和本规程第 6.5 节的相关规定。

8.2.7　预制剪力墙相邻下层为现浇剪力墙时，预制剪力墙与下层现浇剪力墙中竖向钢筋的连接应符合本规程第 8.2.5 条及第 8.2.6 条的规定。

8.2.8　在地震设计状况下，剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下式计算：

$$V_{uE}=0.6f_yA_{sd}+0.8N \tag{8.2.8}$$

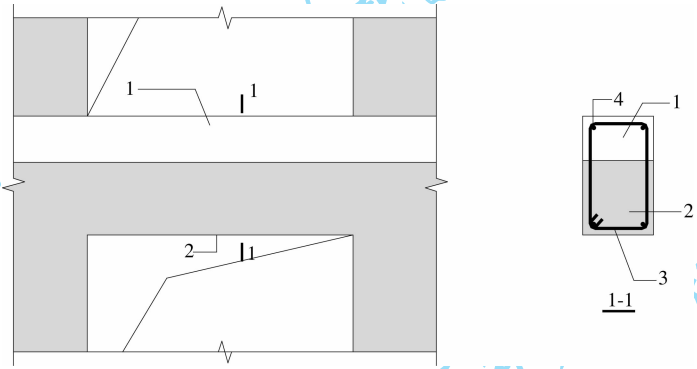
式中：f_y——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值；

N——与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值，压力时取正，拉力时取负；

A_{sd}——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

8.2.9　预制剪力墙洞口上方的预制连梁宜与后浇圈梁或水平后浇带形成叠合连梁（图 8.2.9），叠合连梁的配筋及构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

8.2.10　预制叠合连梁的预制部分宜与剪力墙整体预制，也可在在端部与预制剪力墙拼接。当预制叠合梁在端部与预制剪力墙拼接时，应按本规程第 7.2.2 条的规定进行叠合连梁端部接缝的受剪承载力计算。



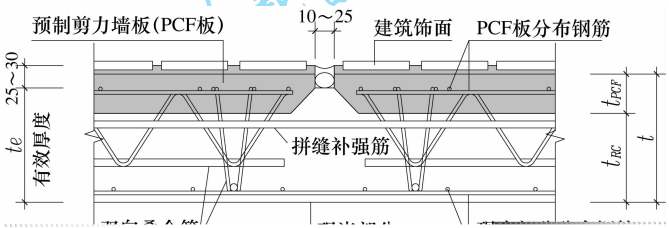
W 8.2.9　ä – Æ â ª ö ÷ % Ý Þ ，h Ñ

1— L ô ，Ý C L ô I　2— ä – % Ý　3—　ÿ　4— ；| þ ÿ

8.3　* + , - . Õ　Ö ¢ Ñ ′ 5

8.3.1　V † Ł Ø º B C D E F # B ö ÷ Æ â ª I 4 " | þ ÿ Þ Ø ！" # $ % & /ì í　æ 7 $ ’ (& % & 2) * % &　B C D E F Æ â ª　6 L +

8.3.2　B C D E F # B ö ÷ Æ â ª　ª ¤ #ı U　ý C ø · L 3 “ 0 1 â /° ò 2 C ÿ % & Ó * C ø + B C D E F # B ö ÷ Æ â ª 0 p · µ 4　ý C ø Ò W 8.3.2 +



W 8.3.2　B C D E F # B ö ÷ Æ â ª · µ 4 “ ý C ø

8.3.3　B C D E F # B ö ÷ Æ â ª ä – 2　ô + µ O J　% & ' ” ö ÷ ÿ 0 µ #ö ÷ ÿ Þ ，4 6 ª ı Y Z I) M　" 0　48　0

版权所有，不得转载翻印

A_{sj}——叠合剪力墙现浇部分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}——装配式单侧叠合剪力墙现浇部分厚度，见图 8.3.2；

t_{PCF}——预制剪力墙板厚度(不含建筑饰面厚度)，见图 8.3.2。

8.3.7 装配整体式剪力墙宜采用一字形，也可采用 L 形、T 形、或 U 形；开洞预制剪力墙洞口宜居中布置，洞口两侧的墙肢宽度不应小于 200mm，洞口上方连梁高度不宜小于 250mm。

8.3.8 装配整体式剪力墙的连梁不宜开洞；当需开洞时，洞口宜预埋套管，洞口上、下截面的有效高度不宜小于梁高的 1/3，且不宜小于 200mm；被洞口削弱的连梁截面应进行承载力验算，洞口处应配置补强纵向钢筋和箍筋，补强纵向钢筋的直径不应小于 12mm。

8.3.9 装配整体式剪力墙开有边长小于 800mm 的洞口，且在结构整体计算中不考虑其影响时，应沿洞口周边配置补强钢筋；补强钢筋的直径不应小于 12mm，截面面积不应小于同方向被洞口截断的钢筋面积；该钢筋自孔洞边角算起伸入墙内的长度不应小于 l_{aE}(图 8.3.9)。

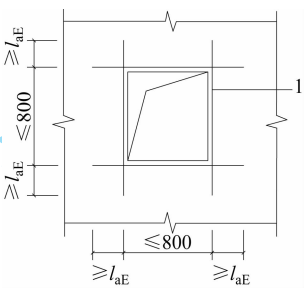


图 8.3.9 预制剪力墙洞口补强钢筋配置示意

1—洞口补强钢筋

8.3.10 当采用套筒灌浆连接时，自套筒底部至套筒顶部并向上延伸 300mm 范围内，预制剪力墙的水平分布筋应加密(图 8.3.10)，加密

版权所有，不得转载翻印

水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表 8.3.10 的规定，套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于 50mm。

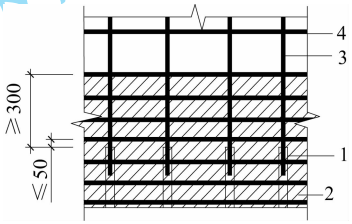


图 8.3.10　钢筋套筒灌浆连接部位水平分布钢筋的加密构造示意

1—灌浆套筒；2—水平分布钢筋加密区域（阴影区域）；
3—竖向钢筋；4—水平分布钢筋

表 8.3.10　加密区水平分布钢筋的要求

抗震等级	最大间距（mm）	最小直径（mm）
一级	100	8
二、三、四级	150	8

8.3.11　端部无边缘构件的预制剪力墙，宜在端部配置 2 根直径不小于 12mm 的竖向构造钢筋；沿该钢筋竖向应配置拉筋，拉筋直径不宜小于 6mm、间距不宜大于 250mm。

8.3.12　装配整体式剪力墙的其他构造设计应符合本规程第 6 章和本章的相关规定。

8.4　预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙构造设计

8.4.1　本节适用于楼板采用预应力叠合空心楼板的装配整体式剪力墙结构的设计。

8.4.2　预制预应力空心板的端部最小支承长度 a_{0min} 应按下式计算：

版权所有，不得转载翻印

$$a_{0\min}=\begin{cases}55\text{mm} & L\leqslant 10\text{m}\\ 80\text{mm} & 10\text{m}<L\leqslant 14.4\text{m}\\ 100\text{mm} & 14.4\text{m}<L\leqslant 18\text{m}\end{cases}\qquad(8.4.2)$$

式中：L——为预制预应力空心板的计算跨度。

当在支承长度无法满足时，板端应采取配置钢筋拉锚等加强措施。

8.4.3 预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙应符合以下构造要求：

1 剪力墙非边缘构件区竖向钢筋宜采用第 8.2.6 条规定的单排连接构造，预应力空心板的拉结加强构造应符合图 8.4.3 的相关规定；当采用单排螺栓连接时，应符合图 8.4.3 的构造规定。

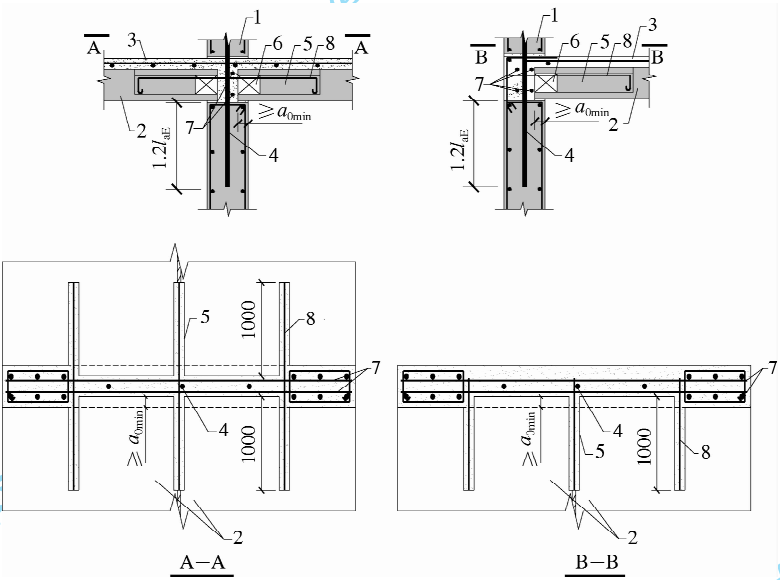


图 8.4.3 预应力空心叠合楼板装配整体式剪力墙构造示意

1—墙体；2—预应力空心板；3—叠合层；4—竖向连接钢筋；5—预应力空心芯孔预先开槽；6—细石混凝土堵头；7—加强筋；8—拉结筋

版权所有，不得转载翻印

2 边跨预应力叠合楼板装配整体式剪力墙的接缝构造宜符合本规程第 8.2.2 和 8.2.3 条的规定。

3 预制预应力空心板不宜在剪力墙边缘构件区域搁置，在该区域内的预制预应力空心板应采取有效措施保证与剪力墙的可靠连接。

4 预应力空心板底端部与下层剪力墙交接处应设置不小于 20mm 厚的垫块，垫块宜采用与坐浆层相同的材料。

5 在预应力空心板接缝和孔芯内应设置拉锚钢筋，拉锚钢筋间距不应大于 600mm，拉锚钢筋直径不应小于 8mm。孔芯应先开槽，开槽长度不应小于 1m。

6 预应力空心板端部孔芯内应采用细石混凝土堵头。

7 预应力空心板顶应设置粗糙面。

8 安装手孔宜采用微膨胀细石混凝土或灌浆料填实。

8.4.4 预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙的其他构造设计应符合本规程第 6 章和本章的相关规定。

8.5 装配整体式夹心保温剪力墙构造设计

8.5.1 本节适用于采用夹心保温构造的装配整体式剪力墙外墙的设计。

8.5.2 装配整体式夹心保温剪力墙应采用连接件将内叶和外叶墙板可靠连接。该连接件应同时具备良好的热工性能和力学性能，宜采用纤维增强塑料(FRP)连接件或不锈钢连接件，当有可靠试验依据时，也可采用其他类型连接件。

8.5.3 装配整体式夹心保温剪力墙中的棒状和片状连接件宜采用矩形布置，桁架式连接件宜采用等间距布置。连接件间距按设计要求确定，连接件距墙体边缘的距离宜为 100mm～200mm。当有可靠试验依据时，也可采用其他长度间距和边端距。

8.5.4 装配整体式夹心剪力墙中连接件的设计应符合本规程第

4.2 节及第 9.3 节的规定。

8.5.5 装配整体式夹心剪力墙的内、外叶墙板的构造设计应符合下列规定：

1 内叶墙板应按剪力墙进行设计，并应与相邻剪力墙形成可靠连接，连接设计应符合本规程第 8.2 节的相关规定。

2 外叶墙板按围护墙板设计，且与相邻外叶墙板不连接。

3 内、外叶墙板之间应采取防塌落措施。

8.5.6 当采用 FRP 连接件时，装配整体式夹心剪力墙的外叶墙板厚度一般不小于 60mm，当外侧采用面砖/石材等不燃材料采用反打工艺做装饰面时，可取 55mm。连接件在墙体单侧混凝土板叶中的锚固长度不宜小于 30mm，其端部距墙板表面距离不宜小于 25mm。

8.5.7 装配整体式夹心剪力墙的保温层厚度不宜小于 30mm，且不宜大于 120mm。

版权所有，不得转载翻印

9 预制外挂墙板设计

9.1 一般规定

9.1.1 外挂墙板的保温构造主要包括内保温、外保温及夹心保温三种形式。装配整体式混凝土居住建筑的外挂墙板宜采用夹心保温构造。本章内容适用于新建、扩建和改建居住建筑中有关仅起围护作用的外挂墙板及其连接的设计计算。

9.1.2 外挂墙板与主体结构宜采用可靠的柔性连接，连接节点应具有足够的承载力和适应主体结构变形的能力，并应采用可靠的防腐、防锈和防火措施。外挂墙板及其与主体结构的连接节点应进行抗震设计。

9.1.3 外挂墙板的结构分析可采用线性弹性方法，其计算简图应符合实际受力状态。

9.1.4 对外挂墙板和连接节点进行承载力验算时，其结构重要性系数 γ_0 应取不小于 1.0，连接节点承载力抗震调整 γ_{RE} 系数应取 1.0。

9.1.5 外挂墙板的平均传热系数[W/(m^2 · K)]及热惰性指标(D)应满足现行行业标准《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 和上海市工程建设规范《住宅建筑围护结构节能应用技术规程》DG/TJ 08—206 的相关要求。

9.2 墙板设计

9.2.1 外挂墙板宜按围护结构进行设计。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

版权所有，不得转载翻印

施加于外墙上的荷载与作用。

9.2.2 进行外挂墙板及连接节点的承载力计算时，荷载组合的效应设计值应符合下列规定：

1 持久设计状况：

当风荷载效应起控制作用时：

$$S=\gamma_G S_{Gk}+\gamma_W S_{Wk} \tag{9.2.2-1}$$

当永久荷载效应起控制作用时：

$$S=\gamma_G S_{Gk}+\psi_W \gamma_W S_{Wk} \tag{9.2.2-2}$$

2 地震设计状况：

在水平地震作用下：

$$S=\gamma_G S_{Gk}+\gamma_{Eh} S_{Ehk}+\psi_W \gamma_W S_{Wk} \tag{9.2.2-3}$$

在竖向地震作用下：

$$S=\gamma_G S_{Gk}+\gamma_{Ev} S_{Evk} \tag{9.2.2-4}$$

式中：S——基本组合的效应设计值；

S_{Eh}——水平地震作用组合的效应设计值；

S_{Ev}——竖向地震作用组合的效应设计值；

S_{Gk}——永久荷载的效应标准值；

S_{Wk}——风荷载的效应标准值；

S_{Ehk}——水平地震作用组合的效应标准值；

S_{Evk}——竖向地震作用组合的效应标准值；

γ_G——永久荷载分项系数，按本规程第 9.2.3 条的规定取值；

γ_W——风荷载分项系数，取 1.4；

γ_{Eh}——水平地震作用分项系数，取 1.3；

γ_{Ev}——竖向地震作用分项系数，取 1.3；

ψ_W——风荷载组合系数。在持久设计状况下取 0.6，地震设计状况下取 0.2。

9.2.3 在持久设计状况下、地震设计状况下，进行外挂墙板和连接节点的承载力设计时，永久荷载分项系数 γ_G 应按下列规定

版权所有，不得转载翻印

取值：

1 进行外挂墙板平面外承载力设计时，γ_G 应取为 0；进行外挂墙板平面内承载力设计时，γ_G 应取为 1.2。

2 进行连接节点承载力设计时，在持久设计状况下，当风荷载效应起控制作用时，γ_G 应取 1.2，当永久荷载效应起控制作用时，γ_G 应取 1.35；在地震设计状况下，γ_G 应取 1.2。当永久荷载效应对连接节点承载力有利时，γ_G 应取为 1.0。

9.2.4 计算水平地震作用标准值时，可采用等效侧力法，并应按下式计算：

$$F_{Ehk}=\beta_E\alpha_{max}G_k \tag{9.2.4}$$

式中：F_{Ehk}——施加于外墙重心处的水平地震作用标准值；

β_E——动力放大系数，可取 5.0；

α_{max}——水平地震影响系数最大值，可取 0.08；

G_k——外墙重力荷载标准值。

9.2.5 竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 0.65 倍。

9.2.6 外挂墙板的极限承载力应根据试验确定，试验方法参照现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB 50152。外挂墙板的挠度按弹性方法计算，开裂后的外挂墙板的抗弯刚度计算时不考虑受拉开裂侧墙板混凝土的作用。

9.3 连接件设计

9.3.1 本节适用于夹心外挂墙板连接件的设计。

9.3.2 连接件应满足墙体热工性能要求，并应具有可靠的力学性能。连接件宜采用纤维增强塑料（FRP）连接件和不锈钢连接件。当有可靠依据时，也可采用其它类型连接件。

9.3.3 棒状和片状连接件宜采用矩形布置，桁架式连接件宜采用等间距布置。连接件间距按设计要求确定，连接件距墙体边缘的距离宜为 100mm～200mm。当有可靠试验依据时，也可采用

版权所有，不得转载翻印

其他长度间距和边端距。

9.3.4 FRP 连接件宜采用片状和棒状形式。单个 FRP 连接件的抗拔承载力和抗剪承载力宜根据试验确定，并考虑环境影响和蠕变断裂的影响。

9.3.5 不锈钢连接件宜采用棒状和桁架形式。棒状和桁架式不锈钢连接件的抗拔承载力和抗剪承载力宜根据试验确定，并考虑一定的安全系数后取用。

9.4 构造要求

9.4.1 夹心外挂墙板由内、外叶混凝土墙板、板内纵横向受力钢筋、保温层(EPS、XPS 或无机保温砂浆)及保温连接件(FRP 或不锈钢)组成。

9.4.2 外挂墙板的高度不宜大于一个层高。内、外叶墙板之间应采取防塌落措施。

9.4.3 外挂墙板宜采用双层、双向配筋，竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于 0.15%，且钢筋直径不宜小于 5mm，间距不宜大于 200mm。

9.4.4 当采用 FRP 连接件时，夹心外挂墙板的内、外叶墙板厚度一般不小于 60mm，当外叶墙板外侧采用面砖/石材等不燃材料采用反打工艺做装饰面时，可取 55mm。连接件在墙体单侧混凝土板叶中的锚固长度不宜小于 30mm，其端部距墙板表面距离不宜小于 25mm。

9.4.5 外挂墙板间接缝的构造应符合下列要求：

1 接缝构造应能满足防水、防火、隔声、环保等功能要求。

2 接缝的宽度应满足主体结构层间变形、密封材料变形能力、施工误差、温差引起变形等的要求，且不应小于 15mm。

版权所有，不得转载翻印

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”。

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 规程中指定应按其他相关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

版权所有，不得转载翻印

引用标准名录

1 《碳素结构钢冷轧钢带》GB 716
2 《高分子防水材料　第 2 部分：止水带》GB 18173.2
3 《建筑结构荷载规范》GB 50009
4 《混凝土结构设计规范》GB 50010
5 《建筑抗震设计规范》GB 50011
6 《建筑防火设计规范》GB 50016
7 《钢结构设计规范》GB 50017
8 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
9 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068
10 《混凝土结构试验方法标准》GB 50152
11 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
12 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325
13 《钢结构焊接规范》GB 50661
14 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
15 《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132
16 《水泥化学分析方法》GB/T 176
17 《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518
18 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
19 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106
20 《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683
21 《建筑幕墙》GB/T 21086
22 《建筑模数协调标准》GB/T 50002
23 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080

版权所有，不得转载翻印

24 《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083
25 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
26 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
27 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
28 《民用建筑电气设计规范》JGJ 16
29 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
30 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92
31 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
32 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
33 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114
34 《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149
35 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256
36 《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T 261
37 《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281
38 《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225
39 《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398
40 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
41 《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T 881
42 《建筑抗震设计规程》DGJ 08—9
43 《建筑幕墙工程技术规范》DGJ 08—56
44 《居住建筑节能设计标准》DG/TJ 08—205

版权所有，不得转载翻印

版权所有，不得转载翻印
版权所有，不得转载翻印
权所有，不得转载翻印
版权所有，不得转载翻印

上海市工程建设规范

装配整体式混凝土居住建筑设计规程

DG/TJ 08－2071－2016

J 11660－2016

条 文 说 明

2016 上海

版权所有，不得转载翻印

版权所有，不得转载翻印
版权所有，不得转载翻印
权所有，不得转载翻印
版权所有，不得转载翻印

目　次

1　总　则 …… 73
2　术语和符号 …… 74
2.1　术　语 …… 74
2.2　符　号 …… 74
3　基本规定 …… 75
4　材　料 …… 77
4.1　混凝土、钢筋和钢材 …… 77
4.2　连接材料 …… 78
4.3　保温、防水材料 …… 79
4.4　其他材料 …… 79
5　建筑设计 …… 80
5.1　一般规定 …… 80
5.2　建筑模数 …… 80
5.3　平面、立面设计 …… 80
5.4　预制构配件 …… 82
5.5　室内装修 …… 83
5.6　建筑设备与管线 …… 84
5.7　建筑节能 …… 84
6　结构设计基本要求 …… 86
6.1　一般规定 …… 86
6.2　作用及作用组合 …… 88
6.3　结构分析 …… 88
6.4　预制构件设计 …… 89
6.5　连接设计 …… 89

版权所有，不得转载翻印

6.6 楼盖设计 …… 91
7 框架结构设计 …… 93
7.1 一般规定 …… 93
7.2 承载力计算 …… 93
7.3 装配整体式框架结构构造设计 …… 95
7.4 装配整体式异形柱框架结构构造设计 …… 96
8 剪力墙结构设计 …… 97
8.1 一般规定 …… 97
8.2 连接设计 …… 97
8.3 装配整体式剪力墙构造设计 …… 100
8.4 预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙构造设计 …… 104
8.5 装配整体式夹心保温剪力墙构造设计 …… 105
9 预制外挂墙板设计 …… 107
9.1 一般规定 …… 107
9.2 墙板设计 …… 107
9.3 连接件设计 …… 108
9.4 构造要求 …… 109

版权所有，不得转载翻印

Contents

1 General ····· 73
2 Terms and symbols ····· 74
2.1 Terms ····· 74
2.2 Symbols ····· 74
3 Basic requirments ····· 75
4 Materials ····· 77
4.1 Concrete, reinforcing bar and steel ····· 77
4.2 Connection materials ····· 78
4.3 Insulation and waterproof materials ····· 79
4.4 Other materials ····· 79
5 Architectural design ····· 80
5.1 General requirements ····· 80
5.2 Modular of building ····· 80
5.3 Plan and elevation design ····· 80
5.4 Precast component ····· 82
5.5 Internal fitting design ····· 83
5.6 Equipment and conduit design ····· 84
5.7 Energy efficiency ····· 84
6 Structural design ····· 86
6.1 General requirments ····· 86
6.2 Actions and action combinations ····· 88
6.3 Strutural analysis ····· 88
6.4 Component design ····· 89
6.5 Connection design ····· 89

版权所有，不得转载翻印

6.6 Slab design ····· 91
7 Frame structure design ····· 93
7.1 General requirments ····· 93
7.2 Capacity calculation ····· 93
7.3 Detailing of monolithic precast concrete frame ····· 95
7.4 Detailing of monolithic precast concrete frame with specially shaped columns ····· 96
8 Shear wall structure design ····· 97
8.1 General requirments ····· 97
8.2 Connection design ····· 97
8.3 Detailing of monolithic precast concrete shear wall ····· 100
8.4 Detailing of monolithic precast concrete shear wall with prestressed hollow slab ····· 104
8.5 Detailing of monolithic precast concrete sandwich insulation shear wall 50 ····· 105
9 Facade panel design ····· 107
9.1 General requirments ····· 107
9.2 Panel design ····· 107
9.3 Connection design ····· 108
9.4 Detailing ····· 109

版权所有，不得转载翻印

1 总 则

1.0.1～1.0.3 本规程适用于上海地区的装配整体式混凝土居住建筑的设计，包括：住宅、宿舍和公寓等。根据现行国家标准《民用建筑设计术语标准》GB/T 50504 的相关定义，居住建筑指供人们居住使用的建筑，主要包含了住宅、酒店式公寓、别墅、宿舍、老年人住宅等。而托儿所、幼儿园属于公共建筑中的教育建筑，不适用于本规程。

住宅、宿舍和公寓都是以居住单元为核心的建筑类型，但是宿舍、公寓与住宅相比有使用及管理上的明显差异，需注意不同装配整体式混凝土居住建筑类型的差异化设计要求。

由于目前国内针对混凝土强度等级为 C60 及以上的装配整体式混凝土结构的试验研究与工程应用较少。因此，当装配整体式混凝土居住建筑采用 C60 及以上强度等级的混凝土时，尚应提供可靠的试验依据。

版权所有，不得转载翻印

2 术语和符号

2.1 术 语

术语主要根据现行国家、行业和上海市相关标准，并结合本规程中的内容给出。

2.2 符 号

符号主要根据《工程结构设计基本术语标准》GB/T 50083、《工程结构设计通用符号标准》GB/T 50132、《建筑结构设计可靠度统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009，并结合本规程中的内容给出。

版权所有，不得转载翻印

3 基本规定

3.0.1 装配整体式结构与现浇混凝土结构的设计和施工过程有一定区别。对装配整体式结构，建设、设计、施工、制备各单位在方案阶段就需要进行协同工作，共同对建筑平面和立面根据标准化原则进行优化，对应用预制构件的技术可行性和经济性进行论证，共同进行整体策划，提出最佳方案。与此同时，建筑、结构、设备、装修等各专业也应密切配合，对预制构件的尺寸和形状、节点构造等提出具体技术要求，并对制作、运输、安装和施工全过程的可行性以及造价等做出预测。此项工作对建筑功能和结构布置的合理性，以及对工程造价等都会产生较大的影响，是十分重要的。

3.0.2 装配整体式居住建筑的设计，应在满足建筑功能的前提下，实现标准化和模块化，以提高定型的标准化建筑构配件的重复使用率，这将非常有利于降低造价。

3.0.3 装配整体式结构的设计首先应符合现行国家、行业和上海市相关标准的各项要求。

装配整体式结构的设计，应注重概念设计和结构分析模型的建立，以及预制构件的连接设计。本规程对于装配整体式结构设计的主要概念，是在选用可靠的预制构件连接技术的基础上，采用预制构件与后浇混凝土相结合的方法，通过连接节点合理的构造措施，将装配整体式结构连接成一个整体，保证其结构性能具有与现浇混凝土结构等同的延性、承载力和耐久性能，达到与现浇混凝土等同的效果。

装配整体式结构的关键受力部位是预制构件之间以及预制构件与现浇和后浇混凝土之间的连接部位。连接构造不仅应满

版权所有，不得转载翻印

足结构的力学性能，尚应满足建筑物理性能的要求。

3.0.5 预制构件中一般设有预留孔洞、预埋件等。因此，装配整体式结构的施工图完成后，还需要进行预制构件的深化设计。

版权所有，不得转载翻印

4 材 料

4.1 混凝土、钢筋和钢材

4.1.1～4.1.3 装配式结构中所采用混凝土的力学性能指标和耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。实现建筑工业化的目的之一，是提高产品质量。因此，首先从源头上要求其混凝土强度等级不宜低于 C30。当采用高强混凝土时，其性能应满足现行行业标准《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281 的要求。

4.1.4 本条文对普通钢筋和预应力钢筋的选用进行了规定。钢筋套筒灌浆和浆锚搭接连接接头，主要适用于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中所规定的热轧带肋钢筋。热轧带肋钢筋的肋，可以使钢筋与灌浆料之间产生足够的握裹力，有效地传递应力，从而形成可靠的连接接头。

4.1.5 采用钢筋焊接网片的形式有利于节省材料、方便施工、提高工程质量。随着建筑工业化的推进，应鼓励推广混凝土构件中配筋采用钢筋专业化加工配送的方式。

4.1.6 本条参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 第 9.7.5 条和 9.7.6 条制定。为了达到节约材料、方便施工、吊装可靠的目的，并避免外露金属件的锈蚀，预制构件的吊装方式宜优先采用内埋式螺母和内埋式吊杆。这些部件及配套的专用吊具等所采用的材料，应根据相应的产品标准和应用技术规程选用。

版权所有，不得转载翻印

4.2 连接材料

4.2.1～4.2.3 钢筋套筒灌浆连接接头的工作机理，是灌浆套筒内灌浆料有较高的抗压强度，同时自身还具有微膨胀特性，当它受到灌浆套筒的约束作用时，在灌浆料与灌浆套筒内侧筒壁间产生较大的正向应力，钢筋借此正向应力在其带肋的粗糙表面产生摩擦力，从而传递钢筋轴向应力。因此，套筒应具有较大的刚度和较小的变形能力，灌浆料应具有高强、早强、无收缩和微膨胀等基本特性，以使其能与套筒、被连接钢筋更有效地结合在一起共同工作，同时满足装配式结构快速施工的要求。

4.2.4 钢筋浆锚搭接连接，是钢筋在预留孔洞中完成搭接连接的方式。这项技术的关键在于孔洞的成型技术、灌浆料的质量以及对被搭接钢筋形成约束的方法等。编制组已完成了一系列相关试验研究和工程实践。本条是在编制组研究成果的基础上，对采用钢筋浆锚搭接连接接头时，所用灌浆料的各项主要性能指标提出要求。

4.2.5～4.2.8 装配整体式结构预制构件的连接方式，根据建筑物不同的层高、不同的抗震设防烈度等条件，可以采用许多不同的形式。当建筑物层数较低时，通过钢筋锚固板、预埋件等进行连接的方式，也是可行的连接方式。其中，钢筋锚固板、预埋件和连接件，连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件，应分别符合国家现行有关标准的规定。

4.2.10～4.2.12 装配整体式夹心保温剪力墙和夹心保温外挂墙集承重、保温、防水、防火、装饰等多项功能于一体，在欧美等发达国家得到广泛的应用，在我国也得到越来越多的推广。

连接件是保证装配整体式夹心保温剪力墙和夹心保温外挂墙的内、外叶墙板可靠连接的重要部件。目前，美国普遍采用高强玻璃纤维增强塑料连接件，欧洲则多采用不锈钢连接件。编制

版权所有，不得转载翻印

组开展了一系列针对 FRP 连接件和不锈钢连接件的试验研究与理论分析。本条在上述研究成果的基础上，参照现行国家和行业相关标准制定。FRP 连接件和不锈钢连接件的抗拔性能、抗剪性能、抗火性能和耐久性能指标应满足国家现行相关标准的规定。如国家现行相关标准中无规定，应通过试验确定。

4.3 保温、防水材料

4.3.2 外墙板接缝应采用材料防水和构造防水相结合的做法。防水密封胶是外墙板缝防水的第一道防线，其性能直接关系到工程防水效果。由于混凝土外立面受阳光照射，因此防水密封胶应选用耐候性好的产品，同时应具备较好的低温柔性，能够随板缝张合而伸缩。

4.4 其他材料

4.4.3 当外墙板石材饰面采用反打一次成型工艺时，由于石材质量较大，需要在石材背面设置卡钩将其锚固于混凝土中，因此本条要求石材还需满足反打工艺对材质、尺寸等方面的要求。

4.4.4 门窗采用预埋工艺时，与构件混凝土浇筑在一起并连接成整体，其稳定性、安全性与防渗漏性与传统做法相比，性能与效果均有提高。因此，应鼓励门窗采用预埋工艺。

4.4.5 不同厂家或同一厂家不同产地的产品，都会存在质量差异。为了保证建筑幕墙安全可靠并满足使用功能要求，建筑幕墙材料应符合现行国家、行业和上海市相关标准的规定。

统计资料表明，在火灾中造成人员伤亡的主要原因之一是烟雾中的有毒气体。因此，建筑幕墙应避免使用燃烧后或者高温环境下产生有毒有害气体的材料。

版权所有，不得转载翻印

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 本条强调装配整体式混凝土居住建筑设计应通过采用结构、装修和设备管线的装配化集成技术来体现其工业化的优越性。装配整体式混凝土居住建筑还应贯穿百年建筑概念，鼓励采用结构与装修分离的技术体系（即SI技术体系），从而实现结构耐久性、室内空间布置灵活性以及室内装修可更新性的有机协调。

5.2 建筑模数

5.2.2 本条主要参照现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002的相关条文制定，强调了在装配整体式混凝土居住建筑中基本模数数列、扩大模数数列、分模数数列的适用范围。

5.3 平面、立面设计

5.3.2 装配整体式混凝土居住建筑平面设计应充分考虑设备管线与结构体系的关系。

5.3.3 建筑立面设计应结合装配整体式混凝土居住建筑的特点，通过基本单元装饰构件的组合、装饰构件色彩变化等方法，满足建筑外立面美观的要求。

5.3.4 面砖饰面、石材饰面等外墙板宜采用一次反打成型工艺制作；反打工艺应选用背面设燕尾槽的面砖；石材饰面应采用可

版权所有，不得转载翻印

靠的连接件与混凝土墙板连接，并应事先做好整体防护处理，防止污染。

5.3.5 将门窗框直接在工厂预装在预制外墙板上，其优点是质量可靠，减少了门窗的现场安装工序。

5.3.6 根据工程实践，在预制女儿墙板内侧设置现浇叠合内衬墙，有利于与现浇屋面形成整体式的防水构造。

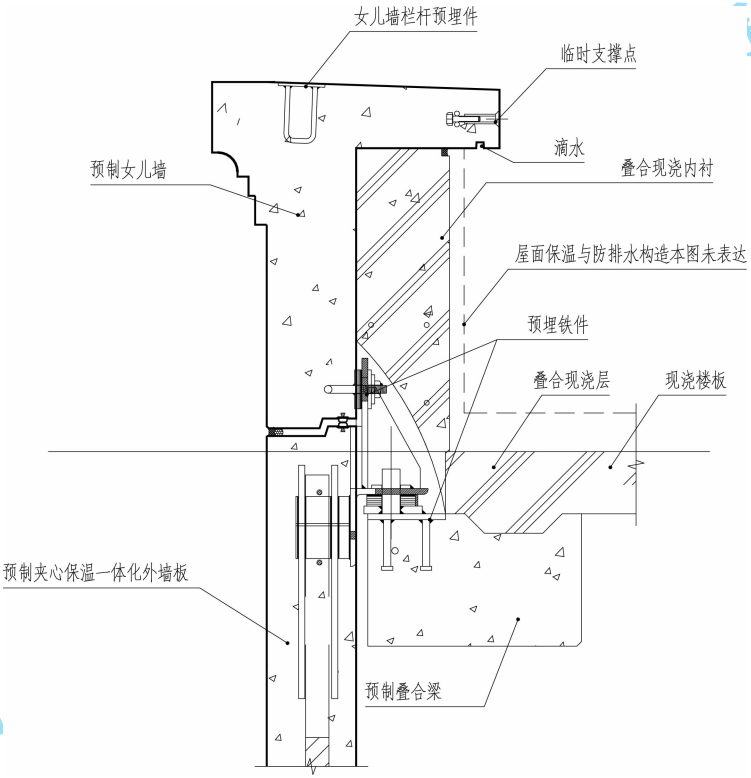


图 1　预制女儿墙板现浇叠合内衬构造示意

版权所有，不得转载翻印

5.4 预制构配件

5.4.5 根据工程经验及相关技术文献，规定适宜的板缝宽度及材料防水嵌缝深度，并对预制外墙板的接缝形式作出规定（图 2、图 3、图 4）。

预制外墙板接缝采用材料防水时，必须使用防水性能、耐候性能优良的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的要求，板缝宽度应综合结构变形量以及防水构造要求确定，一般不宜大于 20mm，材料防水的嵌缝深度不得小于 8mm。

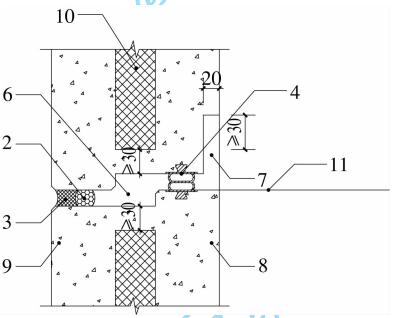


图 2　预制夹心外墙板水平构造防水缝示意

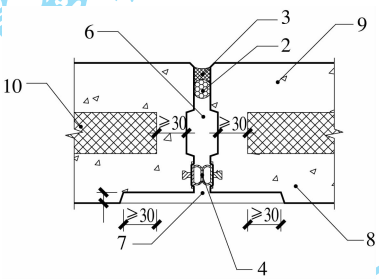


图 3　预制夹心外墙板竖向构造防水缝示意

版权所有，不得转载翻印

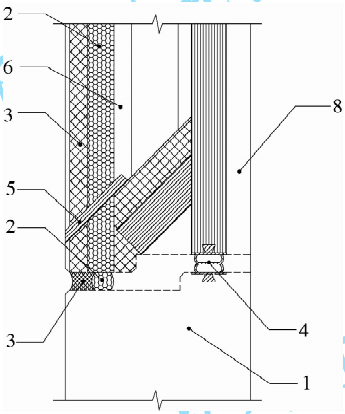


图 4　预制夹心外墙板竖缝导水管构造示意

1—现浇部分；2—背衬条；3—防水密封胶；4—止水条；5—排水管；
6—减压空仓；7—无机保温砂浆；8—内叶板；9—外叶板；
10—保温材料；11—室内标高完成面

预制外墙板立面拼缝不宜形成倒 T 形缝，是为了防止雨水从竖缝流入水平缝。

5.4.9　根据试验结果，未采取防火封堵构造的预制外墙板接缝将成为防火的薄弱环节。本条参照现行国家标准《建筑防火设计规范》GB 50016 的相关条文制定：水平缝的连续密封长度参考紧靠防火墙两侧的门窗洞口之间最近边缘的水平距离确定，竖缝的连续密封长度参考相邻两个楼层的门窗洞口之间最近边缘的垂直距离确定。

5.5　室内装修

5.5.1　装配整体式混凝土居住建筑宜在建筑设计的同时进行室内装修设计，建筑内装修以及水、暖、电等设备设施与管线的设计宜定型定位，并与预制设计相协调，避免后期装修造成的结构破坏和浪费。

5.5.2 建立统一的模数协调网格有利于指导构配件的规模化生产，通过标准化、系列化、配套化，实现内装、厨卫、设备和智能化等产业化集成。

5.5.4 除了在预制构件上预留埋件的方法以外，其他常用的方法有膨胀螺栓、自攻螺丝、钉接、粘接等固定方法。采用其他方法安装时，应在预制构件受力允许范围内，并不得剔凿预制构件及其现浇节点，以免影响结构安全。

5.6 建筑设备与管线

5.6.3 预制建筑的管线综合非常重要，预制构件在现场随意开孔开槽可能会影响到结构安全。因此，建议在结构深化设计以前，采用包含 BIM 技术在内的多种技术手段开展三维管线综合设计，对管线在预制构件上预留的套管、开孔、开槽等做好精细化的设计以及定位，避免错漏碰缺，减少现场返工。

5.7 建筑节能

5.7.1 装配整体式混凝土居住建筑符合我国绿色建筑和建筑节能发展趋势，建筑设计时必须进行节能专项设计，符合现行国家和上海市相关建筑节能政策、标准和规范。

5.7.3 装配整体式居住建筑宜采用夹心保温系统。采用轻质和高效保温层以及保温层的连续性对保温效果影响显著。对于穿透保温层的连接件应采用可靠的防腐措施。

5.7.4 当预制外墙板与梁、板、柱等其他建筑构件连接时，连接处是确保保温连续的关键环节，宜采取处理措施，避免此处形成冷桥，产生内部结露，从而降低预制外墙板的保温性能。

5.7.5 外门窗作为热工设计的关键部位，其热传导占整个外墙传热的比例很大。为了保证建筑节能，要求外窗具有良好的气密

版权所有，不得转载翻印

性能，以避免冬季室外空气过多地向室内渗漏。随着外门窗本身保温性能的不断提高，门窗框与墙体之间缝隙成了保温的一个薄弱环节。预制混凝土外墙板可将门窗与墙体的安装过程在工厂同步完成，故应在加工过程中更好地保证门窗洞口与框之间的气密性。

版权所有，不得转载翻印

6 结构设计基本要求

6.1 一般规定

6.1.1 装配整体式居住建筑的最大适用高度参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定，并适当调整。根据国内外多年的研究成果，对于竖向构件全部现浇且楼盖采用叠合梁板的装配整体式框架结构，其结构性能等同于现浇混凝土结构，因此其最大适用高度可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定采用；对于框架-剪力墙（核心筒）结构，考虑到现有研究成果不多，本规程建议剪力墙（核心筒）采用现浇结构，装配整体式框架-现浇剪力墙（核心筒）结构中，装配整体式框架的性能与现浇框架等同，因此其适用高度与现浇的框架-剪力墙（核心筒）结构相同；对于框架与剪力墙（核心筒）均采用装配整体式的框架-剪力墙（核心筒）结构，待有较充分的研究成果后再给出规定；对于装配整体式剪力墙结构和装配整体式部分框支剪力墙结构，墙体之间的接缝数量多且构造复杂，接缝的构造措施及施工质量对结构整体的抗震性能影响较大，本规程从严要求，与现浇结构相比适当降低其最大适用高度；对于装配整体式异形柱框架结构和装配整体式异形柱框架-现浇剪力墙结构，编制组完成的相关试验研究表明其具有较好的抗震性能，因此本规程建议最大适用高度取为与现浇异形柱框架结构一致；当预制剪力墙数量较多时，即预制剪力墙承担的底部剪力较大时，对其最大适用高度限制更加严格。对于最大高度超过本条规定的装配整体式居住建筑，应按相关规定进行专项审查复核。对于抗震安全性和使用功能有较高要求或专门要求的装配整体式居住建筑，可

版权所有，不得转载翻印

采用隔震与消能减震技术。

6.1.2 装配整体式结构最大高宽比参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 和《异形柱混凝土结构技术规程》JGJ 149 中的规定。

6.1.3 标准设防类装配整体式居住建筑的抗震等级参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 中的规定制定。装配整体式框架结构和装配整体式框架-现浇剪力墙结构的抗震等级与现浇结构相同；装配整体式剪力墙结构和部分框支剪力墙结构的抗震等级从严要求，比现浇结构适当提高。

采用装配整体式框架-现浇核心筒结构、装配整体式异形柱框架结构和装配整体式异形柱框架-现浇剪力墙结构的标准设防类装配整体式居住建筑的抗震等级参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149 中的规定制定并适当调整。

6.1.4 重点设防类装配整体式居住建筑的抗震设计要求参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定制定。

6.1.5～6.1.6 装配整体式结构的平面及竖向布置要求应不低于现浇混凝土结构。装配整体式结构不宜采用底部大开间的剪力墙结构。特别不规则的建筑会出现各种非标准的构件，且在地震作用下内力分布复杂，不宜采用装配整体式结构。

6.1.7 装配整体式结构抗震性能设计应根据结构方案的特殊性，选用适宜的、抗震性能目标，并应论证结构方案能够满足抗震性能目标预期要求。

6.1.8 高层装配整体式结构的底部加强部位剪力墙和框架首层柱建议采用现浇混凝土，主要因为底部区域对整体结构的抗震性能影响较大。

顶层屋盖采用现浇混凝土主要为了保证结构的整体式。

版权所有，不得转载翻印

6.1.9 部分框支剪力墙结构的框支层受力较大，且在地震作用下容易破坏，为加强整体性，建议框支层及相邻上层采用现浇混凝土。转换梁、转换柱是保证结构抗震性能关键受力部位，且往往构件截面较大、配筋多，节点构造复杂，不适合采用预制构件。

6.1.10 在装配整体式结构构件及节点的设计中，除对使用阶段进行验算外，还应重视施工阶段的验算，即短暂设计状态的验算。

6.1.11 装配整体式结构构件的承载力抗震调整系数均与现浇混凝土结构相同。

6.2 作用及作用组合

6.2.1 对装配整体式结构进行承载能力极限状态和正常使用极限状态验算时，荷载和地震作用的取值及其组合均应按国家、行业现行相关标准执行。

6.2.2 对装配整体式结构进行短暂设计状况下的施工验算除了应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 外，还应进行安装过程中的抗风分析和临时支撑系统安全性分析。

6.2.3 预制构件进行脱模时，受到的荷载包括：自重，脱模起吊瞬间的动力效应，脱模时模板与构件表面的吸附力。其中，动力效应采用构件自重标准值乘以动力系数计算；脱模吸附力是作用在构件表面的均布力，与构件表面和模具状况有关，根据经验，一般不小于 1.5kN/m^2。等效静力荷载标准值取构件自重标准值乘以动力系数与脱模吸附力之和。

6.3 结构分析

6.3.1～6.3.2 在预制构件之间及预制构件与现浇及后浇混凝土的接缝处，当受力钢筋采用安全可靠地连接方式且接缝采用后浇混凝土连接时，结构的整体性能与现浇结构相似，设计中可采

版权所有，不得转载翻印

用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析，并根据本规程的相关规定对计算结果进行适当的调整。

对于采用预埋件焊接连接、螺栓连接等连接节点的装配整体式结构，应根据连接节点的类型，确定相应的计算模型，选取适当的方法进行结构分析。

对于短暂设计状况下的施工验算，应采用符合实际施工状况的计算模型。

6.3.3 装配整体式结构的层间位移角限值与现浇结构相同。

6.3.4 叠合楼盖和现浇楼盖对梁刚度均有增大作用，无后浇层的装配式楼盖对梁刚度增大作用较小，设计中可以忽略。

6.4 预制构件设计

6.4.1 应注意包含预埋件在内的预制构件在短暂设计状况下的承载能力的验算，对预制构件在脱模、翻转、起吊、运输、堆放、安装等制备和施工过程中的安全性进行分析。

6.4.2 预制梁、柱构件由于节点区钢筋布置空间的需要，保护层往往较大。当保护层大于 50mm 时，宜采取增设钢筋网片等措施，控制混凝土保护层的裂缝及在受力过程中的剥离脱落。

6.5 连接设计

6.5.1 后浇混凝土、灌浆料或坐浆材料与预制构件结合面的抗剪强度往往低于预制构件本身混凝土的抗剪强度。因此，预制构件的接缝一般都需要进行受剪承载力的计算。本条对各种接缝的受剪承载力提出了总的要求。

对于装配整体式结构的控制区域，应保证接缝的承载力设计值大于被连接构件的承载力设计值乘以接缝受剪承载力增大系数，接缝受剪承载力增大系数根据抗震等级、连接区域的重要性

以及连接类型，参照 ACI 318 中的规定确定。同时，也要求接缝的承载力设计值大于设计内力，保证接缝的安全。对于其他区域的接缝，可采用延性连接，允许连接部位产生塑性变形，但要求接缝的承载力设计值大于设计内力，保证接缝的安全。

6.5.3 装配整体式框架结构中，框架柱的纵筋连接宜采用套筒灌浆连接（包括两端灌浆连接套筒和一端灌浆连接一端螺纹连接套筒），梁的水平钢筋连接可根据实际情况选用机械连接、焊接连接或者套筒灌浆连接。装配整体式剪力墙结构中，预制剪力墙竖向钢筋的连接可采用套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接、螺栓连接，水平分布筋的连接可采用焊接、搭接等。有可靠试验依据时，也可采用其他连接方式。

6.5.4 采用的套筒和灌浆料应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 335 的规定。该类接头的应用技术也参照现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 335 中有关一级接头的要求。

6.5.5 浆锚搭接连接在欧洲有多年的应用历史，并形成了较为完整的技术标准。近年来，编制组开展了一系列针对金属波纹管浆锚搭接连接的试验研究，结果表明该连接构造具有良好的受力性能，可保证预制构件之间以及预制构件与现浇构件之间的可靠连接。本条主要基于上述试验研究成果，并参照国内外相关研究成果制定。

6.5.7 螺栓连接在美国和欧洲应用普遍，并形成了较为完善的技术标准和产品体系。近年来，编制组开展了一系列针对螺栓连接的试验研究，结果表明该连接构造具有良好的受力性能，可保证预制构件之间以及预制构件与现浇构件之间的可靠连接。本条主要基于编制组的试验研究成果，并参照国内外相关研究成果制定。该连接构造中采用的预埋连接器宜为满足设计要求的定型产品。

6.5.8 试验表明，预制梁端采用键槽的方式时，其受剪承载力一

版权所有，不得转载翻印

般大于粗糙面，且易于控制加工质量及检验。键槽构造宜符合图5的要求。键槽深度太小时，易发生承压破坏；当不会发生承压破坏时，增加键槽深度对增加受剪承载力没有明显帮助，键槽深度一般在3cm左右。梁端键槽数量通常较少，一般为1～3个，可以通过公式较准确计算键槽的受剪承载力。对于预制墙板侧面，键槽数量很多，和粗糙面的工作机理类似，键槽深度及尺寸可较小。

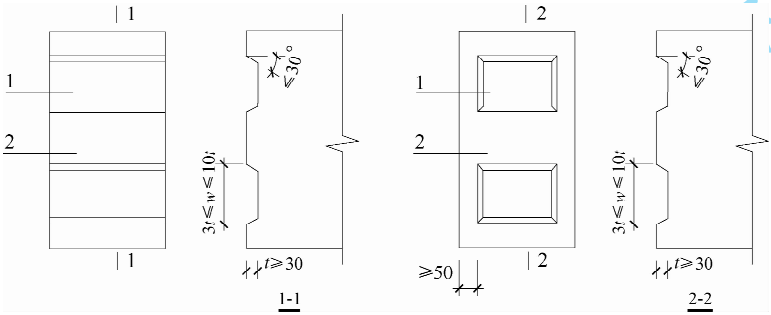


图5　梁端键槽构造示意

1—键槽；2—梁端面

6.5.9　预制构件纵向钢筋的锚固多采用锚固板的机械锚固方式，伸出构件的钢筋长度较短且不需弯折，便于构件加工及安装。

6.5.10　预制楼梯的最小搁置长度采用装配整体式剪力墙、装配整体式框架-现浇剪力墙（核心筒）结构时不小于75mm，采用装配整体式框架结构时不小于100mm。最小搁置长度尚应大于罕遇地震作用下的支承构件的水平位移，确保梯段不滑落。当梯段间剪力墙为建筑外墙时，宜采用现浇，若采用预制时，要求楼梯平台板和楼梯梁采用现浇结构，平台板厚度不应小于100mm。

6.6　楼盖设计

6.6.1　叠合楼盖有多种形式，包括预应力叠合楼盖、带肋叠合楼盖、箱式叠合楼盖等。本节中主要对常规叠合楼盖的设计方法及

版权所有，不得转载翻印

构造要求进行了规定。其他形式的叠合楼盖的设计方法可参考行业现行相关规程。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层对整体性及传递水平力的要求较高，宜采用现浇楼盖。

6.6.2 叠合板后浇层最小厚度的规定考虑了楼板整体性要求以及管线预埋、面筋铺设、施工误差等因素。预制板最小厚度的规定考虑了脱模、吊装、运输、施工等因素。

当板跨度较大时（一般大于 6m），采用预应力混凝土预制板经济性较好。板厚大于 180mm 时，为了减轻楼板自重，节约材料，推荐采用预应力混凝土空心楼板。

版权所有，不得转载翻印

7 框架结构设计

7.1 一般规定

7.1.1～7.1.3 根据国内外多年的研究成果，在地震区的装配式整体式框架结构，当采取了可靠的节点连接方式和合理的构造措施后，其性能可等同于现浇混凝土框架结构，并采用和现浇结构相同的方法进行结构设计和分析。

7.1.4 套筒灌浆连接方式在日本和欧美等发达国家应用普遍，我国也开展了较为系统的试验研究，并形成较为完善的产品体系与技术规程。当结构层数较多时，柱的纵向钢筋采用套筒灌浆连接可保证结构的安全。对于低层框架结构，柱的纵向钢筋连接也可以采用一些相对简单及造价较低的方法。

7.1.5 试验研究表明，预制柱的水平接缝抗剪承载力受柱轴力影响较大。当柱受拉时，水平接缝的抗剪能力较差，易发生接缝的滑移错动。因此，应通过合理的结构布置，避免遭遇多遇地震时柱的水平接缝处出现拉力。

7.2 承载力计算

7.2.2 叠合梁端结合面主要包括框架梁与节点区的结合面、梁自身连接的结合面以及次梁与主梁的结合面等几种类型。结合面的受剪承载力的组成主要包括：新旧混凝土结合面的粘结力、键槽的抗剪能力、后浇混凝土叠合层的抗剪能力、梁纵向钢筋的销栓抗剪作用等。

本规程不考虑混凝土的自然粘结作用是偏安全的。取混凝

版权所有，不得转载翻印

土抗剪键槽的受剪承载力、后浇层混凝土的受剪承载力、穿过结合面的钢筋的销栓抗剪作用之和作为结合面的抗剪面承载力。在地震往复作用下，对后浇混凝土叠合层和混凝土键槽的受剪承载力进行折减，参照混凝土斜截面受剪承载力设计方法，折减系数取 0.6。

研究表明，混凝土抗剪键槽的受剪承载力一般为 0.15～0.2f_cA_k，但由于混凝土抗剪键槽的受剪承载力和钢筋的销栓抗剪作用一般不会同时达到最大值，因此在计算公式中，混凝土抗剪键槽的受剪承载力进行折减，取 0.1f_cA_k。抗剪键槽的受剪承载力取各抗剪键槽根部受剪承载力之和；梁端抗剪键槽数量一般较少，沿高度方向一般不会超过 3 个，不考虑群键作用。抗剪键槽破坏时，可能沿现浇键槽或预制键槽的根部破坏，因此计算抗剪键槽受剪承载力时应按现浇键槽和预制键槽根部剪切面分别计算，并取二者的较小值。设计中，应尽量使现浇键槽和预制键槽根部剪切面面积相等。

钢筋销栓作用的受剪承载力计算公式主要参照日本的装配式框架设计规程中的规定，以及国内相关试验研究结果，同时考虑混凝土强度及钢筋强度的影响。

7.2.3 预制柱底结合面的受剪承载力主要由新旧混凝土结合面的粘结力、粗糙面或键槽的抗剪能力、轴压产生的摩擦力、梁纵向钢筋的销栓抗剪作用或摩擦抗剪作用等组成，其中后两者为受剪承载力的主要组成部分。

在非抗震设计时，柱底剪力通常较小，不需要验算。在地震往复作用下，混凝土自然粘结及粗糙面的受剪承载力丧失较快，计算中不考虑。

当柱受压时，计算轴压产生的摩擦力时，柱底接缝灌浆层上下表面接触的混凝土均有粗糙面及键槽构造，因此摩擦系数取 0.8。钢筋销栓作用的受剪承载力计算公式与本规程第 7.2.2 条相同。当柱受拉时，没有轴压产生的摩擦力，且由于钢筋受拉，计

版权所有，不得转载翻印

算钢筋销栓作用时，需要根据钢筋中的拉应力结果对销栓受剪承载力进行折减。对于预制混凝土异形柱，参照现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149，仅考虑验算方向柱肢截面的承载力。

7.3 装配整体式框架结构构造设计

7.3.2 采用叠合梁时，在施工条件允许的情况下，箍筋宜采用闭口箍筋。当采用闭口箍筋无法安装上部纵筋时，可采用组合封闭箍筋，即开口箍筋加箍筋帽的形式。本条中规定箍筋帽两端均采用135°弯钩。由于对封闭组合箍的研究尚不够完善，因此在抗震等级为一、二级的叠合框架梁梁端加密区中不建议采用。本条规定的叠合梁组合封闭箍筋构造适用于叠合梁边梁。在叠合梁上部纵筋搭接连接的区域，箍筋应按要求加密。当叠合梁腹板高度不大于800mm时，预制梁的构造腰筋可不伸入节点区锚固。

7.3.3 采用较大直径钢筋及较大的柱截面，可减少钢筋根数，增大间距，便于柱钢筋连接及节点区钢筋布置。套筒连接区域柱截面刚度及承载力较大，柱的塑性铰区可能会上移到套筒连接区域以上，因此至少应将套筒连接区域以上500mm高度区域内将柱箍筋加密。

7.3.4 钢筋采用套筒灌浆连接时，柱底接缝灌浆与套筒灌浆可同时进行，采用同样的灌浆料一次完成。预制柱底部应有键槽，且键槽的形式应考虑到灌浆填缝时气体排出的问题，应采取可靠且经过实践检验的施工方法，保证柱底接缝灌浆的密实性。后浇节点上表面设置粗糙面，增加与灌浆层的粘结力及摩擦系数。

7.3.5～7.3.6 在预制柱叠合梁框架节点中，梁钢筋在节点中锚固及连接方式是决定施工可行性以及节点受力性能的关键。梁、柱构件尽量采用较粗直径、较大间距的钢筋布置方式，节点区的主梁钢筋较少，有利于节点的装配施工，保证施工质量。设计过

版权所有，不得转载翻印

程中，应充分考虑到施工装配的可行性，合理确定梁、柱截面尺寸及钢筋的数量、间距及位置等。在十字形节点中，两侧梁的钢筋在节点区内锚固时，位置可能冲突，可采用弯折避让的方式，弯折角度不宜大于1∶6。节点区施工时，应注意合理安排节点区箍筋、预制梁、梁上部钢筋的安装顺序，控制节点区箍筋的间距满足要求。

编制组完成的试验研究表明，在保证构造措施与施工质量时，上述节点均具有良好的抗震性能，与现浇节点基本等同。节点核心区的受剪承载力计算可采用与现浇节点相同的计算公式。

7.3.7 在预制柱叠合梁框架节点中，如柱截面较小，梁下部纵向钢筋在节点区内连接较困难时，可在节点区外设置后浇梁段，并在后浇段内连接梁纵向钢筋。为保证梁端塑性铰区的性能，钢筋连接部位距离梁端需要超过1.5倍梁高。

7.3.8 当采用现浇柱与叠合梁组成的框架时，节点做法与预制柱、叠合梁的节点做法类似，节点区混凝土应与梁板后浇混凝土同时现浇，柱内受力钢筋的连接方式与常规的现浇混凝土结构相同。柱的钢筋布置灵活，对加工精度及施工的要求略低。同济大学等单位完成的低周反复荷载试验研究表明，该形式节点均具有良好的抗震性能，与现浇节点基本等同。

7.4 装配整体式异形柱框架结构构造设计

7.4.2 本条参照现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149编制。考虑到异形柱混凝土结构在抗震性能方面的特点，以及相关研究成果并不十分完善，为保证装配整体式混凝土异形柱框架结构的抗震安全，本规程建议预制柱的纵向钢筋采用套筒灌浆连接。

7.4.3 本条参照现行行业标准《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149编制。

版权所有，不得转载翻印

8 剪力墙结构设计

8.1 一般规定

8.1.2 预制剪力墙的接缝对其抗侧刚度有一定的削弱作用，应考虑对弹性计算的内力进行调整，适当放大现浇剪力墙在地震作用下的剪力和弯矩，预制剪力墙的剪力及弯矩不减小，偏于安全。

8.1.3 本条为对装配整体式剪力墙结构的规则性要求，在建筑方案设计中，应该注意平面和立面的规则性。如某些楼层出现扭转不规则及侧向刚度与承载力不规则，宜采用现浇混凝土结构。

8.1.4 高层建筑中，电梯井筒往往承受很大的地震剪力及倾覆力矩，采用现浇结构有利于保证结构的抗震性能。此外，楼梯间外墙一般两侧无楼板支撑，受力不利，也建议采用现浇结构。

8.1.5 短肢剪力墙的抗震性能较差，在高层建筑装配整体式剪力墙结构中应避免过多采用。

8.2 连接设计

8.2.1 确定剪力墙竖向接缝位置的主要原则是便于标准化生产、吊装、运输和就位，并尽量避免接缝对结构整体性能产生不良影响。

对于图 6 中约束边缘构件，位于墙肢端部的通常与墙板一起预制；纵横墙交接部位一般存在接缝，图 6 中阴影区域宜全部后浇，纵向钢筋主要配置在后浇段内，且在后浇段内应配置封闭箍筋及拉筋，预制墙板中的水平分布筋在后浇段内锚固。预制的约束边缘构件的配筋构造要求与现浇结构一致。

版权所有，不得转载翻印

墙肢端部的构造边缘构件通常全部预制；当采用 L 形、T 形或者 U 形墙板时，拐角处的构造边缘构件也可全部在预制剪力墙中。当采用一字型构件时，纵横墙交接处的构造边缘构件可全部后浇；为了满足构件的设计要求或施工方便，也可部分后浇部分预制。当构造边缘构件部分后浇部分预制时，需要合理布置预制构件及后浇段中的钢筋，使边缘构件内形成封闭箍筋。

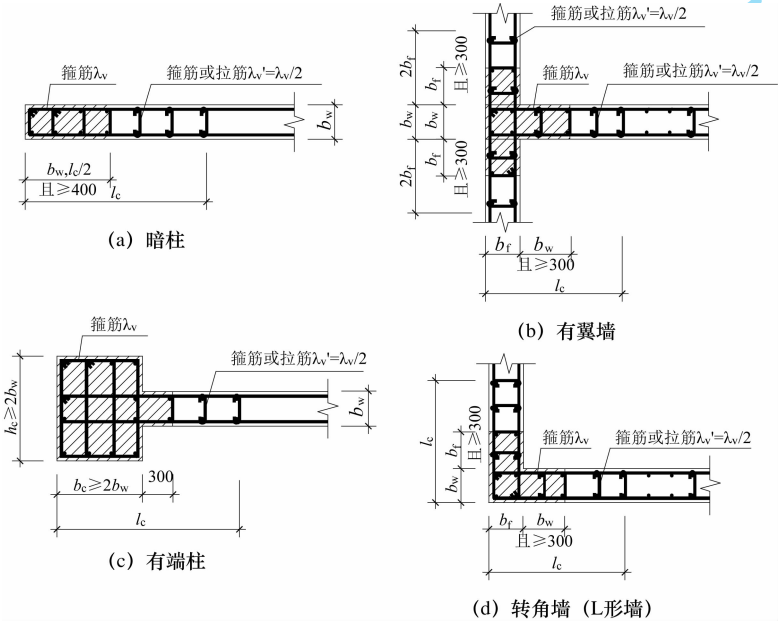


图 6　预制剪力墙的后浇混凝土约束边缘构件示意

8.2.2　封闭连续的后浇钢筋混凝土圈梁是保证结构整体性和稳定性，连接楼盖结构与预制剪力墙的关键构件，当采用叠合楼板和屋面板时应在楼层收进及屋面处设置。

8.2.3　在不设置圈梁的楼面处，水平后浇带及在其内设置的纵向钢筋也可起到保证结构整体性和稳定性、连接楼盖结构与预制剪力墙的作用。

版权所有，不得转载翻印

8.2.4 预制剪力墙竖向钢筋一般采用套筒灌浆或浆锚搭接连接，在灌浆时宜采用灌浆料将水平接缝同时灌满。灌浆料强度较高且流动性好，有利于保证接缝承载力。灌浆时，预制剪力墙构件下表面与楼面之间的缝隙周围可采用封边砂浆进行封堵和分仓，以保证水平接缝中灌浆料填充饱满。

8.2.5 套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接和螺栓连接方式在国外发达国家应用普遍，我国也开展了较为系统的试验研究。试验结果表明，当边缘构件竖向钢筋采用单排或双排套筒灌浆连接、单排螺栓连接或双排金属波纹浆锚搭接连接时，装配整体式剪力墙结构具有良好的抗震性能。需要说明，当采用单排套筒灌浆连接或单排螺栓连接时，应注意保证拼缝截面的正截面抗弯承载力满足设计要求。

8.2.6 剪力墙的分布钢筋直径小且数量多，全部连接会导致施工繁琐且造价较高，连接接头数量太多对剪力墙的抗震性能也有不利影响。根据同济大学以及国内外相关研究成果，可在预制剪力墙中设置部分较粗的分布钢筋并在接缝处仅连接这部分钢筋，连接纵筋的数量应满足剪力墙的配筋率和受力要求。修编组完成的研究成果表明，上下层预制剪力墙的竖向分布钢筋可采用套筒灌浆连接、金属波纹管浆锚搭接连接和螺栓连接，连接钢筋或附加连接螺栓的抗拉承载力不宜小于被连接钢筋的 1.1 倍，且锚固长度应符合本条及本规程第 6.5 节的相关规定。

8.2.8 参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、国外规范（如美国规范 ACI 318、欧洲规范 EN 1992-1-1、美国 PCI 手册等），并对大量试验数据进行分析的基础上，本规程给出了预制剪力墙水平接缝受剪承载力设计值的计算公式，公式与现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中对一级抗震等级剪力墙水平施工缝的抗剪验算公式相同，主要采用剪摩擦的原理，考虑了钢筋和轴力的共同作用。

版权所有，不得转载翻印

进行预制剪力墙底部水平接缝受剪承载力计算时，计算单元的选取分以下三种情况：

1 不开洞或者开小洞口整体墙，作为一个计算单元。

2 小开口整体墙可作为一个计算单元，各墙肢联合抗剪。

3 开口较大的双肢及多肢墙，各墙肢作为单独的计算单元。

8.2.9 本条对带洞口预制剪力墙的预制连梁与后浇圈梁或水平后浇带组成的叠合连梁的构造进行了说明。当连梁剪跨比较小需要设置斜向钢筋时，一般采用全现浇连梁。

8.2.10 编制组完整的试验研究表明，预制叠合连梁的预制部分与预制剪力墙整体预制或在端部与预制剪力墙拼接的构造均能保证剪力墙具有良好的抗震性能，但考虑到连梁端部钢筋锚固构造复杂，在条件允许时宜尽量避免预制连梁在端部与预制剪力墙连接。

8.3 装配整体式剪力墙构造设计

8.3.2 装配整体式单侧叠合剪力墙的受力变形过程、破坏模式和现浇混凝土剪力墙相同，仅制作过程和生产工艺不同；结构外墙采用装配整体式单侧叠合剪力墙、结构内墙和核心筒采用现浇混凝土构造的装配整体式剪力墙结构和现浇混凝土剪力墙结构具有相近的结构特点，因此装配整体式单侧叠合剪力墙结构可采用和现浇混凝土剪力墙结构相同的设计原则、方法和构造要求。装配整体式单侧叠合剪力墙的设计重点在于采取可靠的构造措施，保证预制部分和现浇部分具有良好的整体性，在参与结构受力时不发生沿叠合面及预制墙板拼缝的破坏。

8.3.3 装配整体式单侧叠合剪力墙板叠合筋的主要作用是连接剪力墙预制部分(PCF 板)和现浇部分，增强装配整体式单侧叠合剪力墙的整体性，同时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，避免损坏、开裂。日本研究应用

版权所有 不得转载翻印

资料推荐采用三种形式的叠合筋，即："O"形、"M"形和"K"形，其中"K"形叠合筋由上弦钢筋、下弦钢筋和斜筋三部分组成，其中斜筋和上弦钢筋、下弦钢筋焊接形成三角桁架钢筋笼。因"K"形叠合筋制作相对简单、质量易保证、稳定性好，且其工作性能在装配整体式单侧叠合剪力墙试验中得到了验证，故此处推荐采用"K"形叠合筋。

叠合筋强度、规格的选用主要考虑以下因素：①在预制剪力墙板脱模、存放、安装及浇筑混凝土时提供必要的强度和刚度，避免预制剪力墙板损坏、开裂；②保证叠合剪力墙中预制剪力墙板和现浇部分具有良好的整体性；③加工、制作方便。本规程正文中表 8.3.3-1 中数据的提出主要借鉴了日本的试验研究及应用资料。

叠合筋横断面适用高度主要根据预制叠合剪力墙的常用厚度确定。为保证浇筑混凝土时具有良好的充盈度，叠合筋的上弦筋内皮至预制剪力墙板内表面距离不能太小。此外，为保证预制剪力墙板和梁、柱相交处具有良好的整体性，叠合筋高度应能保证和梁、柱平行的上弦筋能锚固在梁、柱内部。叠合筋横断面宽度取值 80mm～100mm 及斜筋焊接节点间距取值 200mm 能保证叠合筋的高度、叠合筋三角形断面夹角、斜筋和上下弦钢筋的夹角适中，从而获得较好的支撑刚度。

叠合筋的配置借鉴日本的试验研究及应用资料确定，主要目的在于保证预制叠合剪力墙具有良好的整体性，避免出现界面破坏或预制剪力墙板边缘翘起现象。开洞预制剪力墙板制作时，洞口一般带加强翻边，此时叠合筋离洞边距离可从翻边内沿起算。

8.3.4 本条说明如下：

（1）此处主要根据日本应用研究技术资料及我国抗震规范对钢筋混凝土结构的材料要求规定预制剪力墙板结构的材料种类及强度等级。

（2）规定预制剪力墙板形状、尺寸及重量主要是考虑到制作、

版权所有，不得转载翻印

存放、吊装、运输及安装的方便。

为防止预制剪力墙板在存放、搬运及施工中损坏，规定了开洞预制剪力墙板洞口边至板边距离，洞口跨板边布置增加了拼缝处理难度，会降低预制叠合剪力墙的整体性，故加以限制。

预制剪力墙板端部进行45°或30°切角处理有利于浇筑混凝土后切角处被混凝土填充而形成拼缝补强钢筋的保护层，增加预制叠合剪力墙的有效厚度。为防止搬运及安装施工中损坏，切角后的预制剪力墙板端部不能太薄。预制剪力墙板内表面做成凹凸不小于4mm的人工粗糙面能有效增加预制剪力墙板和现浇混凝土骨料之间的咬合，提高预制叠合剪力墙的整体性。

(3) 预制剪力墙板板厚主要根据日本的研究及应用资料确定，为保证预制剪力墙板的制作精度，板厚不能太小，同时在搬运及安装施工过程中板厚太小，易开裂损坏，板厚过大则易超重，增加施工难度。

(4) 日本的相关设计资料规定，预制剪力墙板采用 ϕ10 或 ϕ13(直径)的单一配筋，钢筋间距应在200mm以下，同时结合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 对混凝土结构材料及剪力墙分布钢筋的配筋要求，规定预制剪力墙板分布钢筋应采用HRB335或HRB400级直径 ϕ8 及以上单一直径钢筋，钢筋间距不应大于200mm。

钢筋的保护层厚度主要根据混凝土结构构件种类及所处环境类别确定，此处预制剪力墙板分布钢筋的保护层厚度取值主要根据日本研究资料及现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50011 的要求综合确定。

8.3.5 预制剪力墙板安装时拼缝宽度以施工方便、防水处理简单、不影响建筑饰面整体效果为宜，本条款推荐采用的拼缝宽度主要根据日本经验确定。

装配式单侧叠合剪力墙中预制剪力墙板拼缝处分布钢筋及

版权所有，不得转载翻印

叠合筋均不连续，为保证剪力的有效传递，应在现浇部分紧贴预制剪力墙板内侧设置短钢筋进行补强，补强筋数量根据等强原则确定，即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，补强筋的位置应尽量靠近预制剪力墙板内侧，以利于截面内力的平稳、有效传递，并获得较大的截面有效高度。

因补强筋在拼缝处的作用相当于装配式单侧叠合剪力墙外侧分布钢筋，故其单侧长度应满足现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 关于剪力墙分布钢筋搭接长度的要求，$30d$ 为日本资料规定长度，此处取大值。

8.3.6 因预制剪力墙板板厚不能太大，为保证装配式单侧叠合剪力墙有效厚度适中并满足现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 对剪力墙 160mm 的最小截面厚度要求，其现浇部分厚度不应小于 120mm，同时现浇部分板厚太小，会降低混凝土浇筑时的充盈度及浇筑质量，且不利于梁柱交接处的钢筋绑扎及锚固处理。

现行上海市工程建设规范《建筑抗震设计规程》DGJ 08－9 及行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 要求剪力墙应设置边缘构件，开洞剪力墙应在洞口顶部布置连梁，且现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 规定剪力墙厚度不宜小于 160mm。本规程综合上述要求规定：当设置边缘构件及连梁时，预制叠合剪力墙现浇部分不应小于 160mm。

，为保证装配式单侧叠合剪力墙截面的连续性及均匀性，现浇部分混凝土设计强度等级应和预制剪力墙板保持一致，并配置与之厚度相当的分布钢筋。

8.3.7 可结合建筑功能和结构平立面布置的要求，根据构件的生产、运输和安装能力，确定预制构件的形状和大小。

8.3.8～8.3.9 墙板开洞的规定参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的要求制定。预制墙板的开洞应在工

厂完成。

一、二、三级抗震等级剪力墙的底部加强部位不宜采用错洞墙；一、二、三级抗震等级的力墙均不宜采用叠合错洞墙。具有不规则洞口布置的错洞墙，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。l_a 为受拉钢筋最小锚固长度，l_{aE} 为受拉钢筋最小抗震锚固长度。

8.3.10 剪力墙底部竖向钢筋连接区域，裂缝较多且较为集中，因此，对该区域的水平分布筋应加强，以提高墙板的抗剪能力和变形能力，并使该区域的塑性铰可以充分发展，提高墙板的抗震性能。

8.3.11 对于中间分布钢筋区域预制墙板，应对其边缘配筋适当加强，形成边框，保证墙板在形成整体结构之前的刚度及承载力。

8.4 预应力叠合空心楼板装配整体式剪力墙构造设计

8.4.3 预应力空心叠合板板端应与竖向构件可靠连接，在搁置长度范围内空腔应用细石混凝土填实。拉锚钢筋一般设在空心板板缝中，需要时也可设在芯孔内，芯孔应预先开槽。

8.4.4 剪力墙的分布钢筋直径小且数量多，全部连接会导致施工繁琐且造价较高，连接接头数量太多对剪力墙的抗震性能也有不利影响。编制组的研究成果表明，上、下层预制剪力墙的竖向分布钢筋可采用单排螺栓连接，附加连接螺栓应与剪力墙竖向分布钢筋等强配置，且锚固长度应符合本规程第 6.5 节的相关规定。

预应力空心板的支撑顶面应严格找平。在空心板底端部与下层剪力墙交界处应留有不小于 20mm 的空隙，采用专用垫块调整预制墙板的标高及找平。预制板吊装到位后进行水平缝的塞缝工作。

用于构成叠合板的空心板顶面应有凹凸差不小于 4mm 的人

工粗糙面，以保证叠合面的抗剪强度。在浇筑叠合层混凝土之前，空心板顶面必须清扫干净、并浇水充分湿润（冬季施工除外），但不能积水，以保证两部分成为整体，施工时应十分注意。

微膨胀细石混凝土中掺入的外加剂在混凝土水化硬结过程中可起到补偿收缩的作用，从而达到防止表面开裂以保护钢筋的目的。

8.5 装配整体式夹心保温剪力墙构造设计

8.5.2 编制组完成的一系列预制夹心保温剪力墙热工试验以及国内外相关试验结果均表明，抗剪连接件的热工性能对剪力墙的保温隔热性能影响较大。因此，本规程对抗剪连接件的热工性能作了规定。此外，抗剪连接件是保证预制夹心保温剪力墙内、外叶墙板可靠连接的关键部件，应具有可靠的力学性能。纤维增强塑料（FRP）连接件和不锈钢连接件是目前国内外普遍采用的预制夹心保温剪力墙抗剪连接件。

8.5.3 编制组完成的一系列预制夹心保温剪力墙及其连接件受力性能试验以及国内外相关试验结果均表明，抗剪连接件采用矩形或梅花形布置、间距 400mm～600mm、距墙体边缘 100mm～200mm 的构造可保证预制夹心保温剪力墙具有良好的受力性能。

8.5.5 为避免极限破坏时外叶墙板坠落，应在内、外叶墙板之间采取防塌落措施。可设置不少于两根钢筋或两片钢预埋件连接，钢筋的直径或钢预埋件的尺寸根据外叶墙板的自重并考虑一定动力系数计算确定。

8.5.6 装配整体式夹心剪力墙的外叶墙板厚度主要由建筑功能要求以及连接件锚固构造要求以及墙体抗火性能要求等因素决定。根据编制组完成的预制夹心剪力墙及其 FRP 连接件的受力性能试验和抗火性能试验结果，并参照国内外现有研究成果，制定了本条关于采用 FRP 连接件的预制夹心剪力墙的构造规定。

版权所有，不得转载翻印

当采用不锈钢连接件时，其端部距墙板表面距离及外叶墙板厚度可适当减小。

8.5.7 连接件抗剪承载力随着保温层厚度的增加而降低。保温层厚度过小则得不到理想保温效果；过大则不能保证连接件抗剪承载力。

版权所有，不得转载翻印

9 预制外挂墙板设计

9.1 一般规定

9.1.1 预制外挂墙板具有多种保温构造。其中，夹心保温构造保温隔热效果、抗火性能和保温系统耐久性能好，可实现保温系统与主体结构同寿命。因此，建议装配整体式居住建筑的预制外墙采用夹心保温构造。

9.1.2 预制外挂墙板建议与主体结构采用柔性连接，即外挂墙板不参与结构整体受力。目前，工程中常用的柔性连接分为四点支承连接和上边固定线支承两类。根据预制外挂墙连接构造的不同，主体结构设计时应考虑其对结构刚度的影响。

9.1.3 预制外挂墙板与主体结构之间可以采用多种连接方法，应根据建筑类型、功能特点、施工吊装能力以及外墙的形状、尺寸以及主体结构层间位移量等特点，确定预制外挂墙板的类型，以及连接件的数量和位置。对预制外挂墙板和连接节点进行设计计算时，所取用的计算简图应与实际连接构造相一致。

9.2 墙板设计

9.2.1 预制外挂墙板是建筑物的外围护构件，主要承受自重、直接作用于其上的风荷载和地震作用，以及温度作用。

9.2.2～9.2.3 在预制外挂墙板和连接节点上的作用与作用效应的计算，均应按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行。同时应注意：

1 对外墙进行持久设计状况下的承载力验算时，外墙仅承

版权所有，不得转载翻印

受平面外的风荷载；当进行地震设计状况下的承载力验算时，除应计算外墙平面外水平地震作用效应外，尚应分别计算平面内水平和竖向地震作用效应，特别是对开有洞口的外挂墙板，更不能忽略后者。

2 承重节点应能承受重力荷载、外墙平面外风荷载和地震作用、平面内的水平和竖向地震作用；非承重节点仅承受上述各种荷载与作用中除重力荷载外的各项荷载与作用。

3 在一定的条件下，旋转式外墙可能产生重力荷载仅由一个承重节点承担的工况，应特别注意分析。

4 计算重力荷载效应值时，除应计入外墙自重外，尚应计入依附于外墙的其他部件和材料的自重。

5 计算风荷载效应标准值时，应分别计算风吸力和风压力在外墙及其连接节点中引起的效应。

6 对重力荷载、风荷载和地震作用，均不应忽略由于各种荷载和作用对连接节点的偏心在外墙中产生的效应。

7 外墙和连接节点的截面和配筋设计应根据各种荷载和作用组合效应设计值中的最不利组合进行。

9.2.4～9.2.5 预制外挂墙板的地震作用是依据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 对于非结构构件的规定制定，并参照现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102－2003 的规定，对计算公式进行了简化。

9.3 连接件设计

9.3.2 编制组完成的一系列预制夹心保温外墙热工试验以及国内外相关试验结果均表明，抗剪连接件的热工性能对外墙的保温隔热性能影响较大。因此，本规程对抗剪连接件的热工性能作了规定。此外，抗剪连接件是保证预制夹心保温外墙内、外叶墙板可靠连接的关键部件，应具有可靠的力学性能。纤维增强塑料

版权所有，不得转载翻印

(FRP)连接件和不锈钢连接件是目前国内外普遍采用的预制夹心保温外墙抗剪连接件。

9.3.3 编制组完成的一系列预制夹心保温外墙及其连接件受力性能试验以及国内外相关试验结果均表明，抗剪连接件采用矩形或梅花形布置、间距 400mm～600mm、距墙体边缘 100mm～200mm 的构造可保证预制夹心保温外墙具有良好的受力性能。

9.3.4～9.3.5 片状和棒状 FRP 连接件以及棒状和桁架式不锈钢连接件是目前国内外应用较为普遍的连接件类型。连接件的抗拔承载力和抗剪承载力与连接件的锚固构造、连接件的横截面形式、墙板混凝土强度、连接件材料力学性能等因素有关，难以采用统一的方法计算。因此，本规程建议通过试验确定。此外，FRP 连接件处于混凝土碱环境中，且处于长期应力状态，根据国内外 FRP 材料物理力学性能研究成果并参照现行国家标准《纤维增强复合材料建设工程应用技术规范》GB 50608，建议 FRP 连接件的承载力应在试验基础上考虑环境影响和蠕变断裂的影响。

9.4 构造要求

9.4.2 根据我国实际情况，主要是我国吊车的起重能力、卡车的运输能力、施工单位的施工水平，以及连接节点构造的成熟程度，目前还不宜将构件做得过大。构件尺度过长或过高，如跨越两个层高后，主体结构层间位移对预制外墙内力的影响较大，有时甚至需要考虑构件的 P-Δ 效应。由于目前相关试验研究工作做得还比较少，本章内容仅限于跨越一个层高、一个开间的外挂墙板。

为避免极限破坏时外叶墙板坠落，应在内、外叶墙板之间采取防塌落措施。可设置不少于两根钢筋或两片钢预埋件连接。连接钢筋的直径和钢预埋件尺寸根据外叶墙板的自重并考虑一定动力系数计算确定。

9.4.3 预制夹心保温外墙的内、外叶墙板厚度主要由建筑功能

版权所有，不得转载翻印

要求、连接件锚固构造要求，以及墙体抗火性能要求等因素决定。根据编制组完成的预制夹心保温外墙及其连接件的受力性能试验和抗火性能试验的结果，并参照国内外现有研究成果，制定了本条关于采用 FRP 连接件的预制夹心保温外墙的构造规定。当采用不锈钢连接件时，其端部距墙板表面距离及外叶墙板厚度可适当减小。

9.4.4 由于外挂墙板收到平面外风荷载和地震作用的双向作用，因此双层、双向配筋，且应满足最小配筋率的要求。

9.4.5 预制外墙板缝中的密封材料，处于复杂的受力状态中，由于目前相关试验研究工作做得还比较少，本规程尚未提出定量的计算方法。设计时应注重满足其各种功能要求。板缝不应过宽，以减少密封胶的用量，降低造价。

版权所有，不得转载翻印