

重庆市工程建设标准

装配式混凝土建筑设计标准

Standard for design of assembled buildings
with concrete structure

DBJ50/T-429-2023

主编单位:重庆市设计院有限公司

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2023年03月01日

2023 重 庆

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2023〕4号

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《装配式混凝土建筑设计标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、西部科学城重庆高新区、重庆经开区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《装配式混凝土建筑设计标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T 429 2023,自 2023 年 3 月 1 日起施行。标准文本可在标准施行后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市设计院有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2023 年 1 月 3 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2017 年度重庆市工程建设标准制订修订项目计划(第三批)的通知》(渝建〔2017〕756 号)文件要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考有关国家标准,并在广泛充分征求意见的基础上,修订本标准。

本标准主要技术内容包括: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;7. 机电设备与管线设计;8. 外围护系统设计;9. 有关附录。

本标准修订的主要技术内容是:1. 适用范围扩大为建筑工程;2. 按结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统对装配式建筑相关技术内容进行梳理、完善、整合;3. 增加了装配整体式叠合框架结构、装配整体式叠合剪力墙结构、装配式外包钢筋混凝土组合结构、装配式钢板组合剪力墙的相关规定;4. 增加了多层装配式墙板结构;5. 补充了装配整体式结构为山地建筑结构时的技术规定。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由重庆市设计院有限公司负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给重庆市设计院有限公司(地址:重庆市渝中区人和街 31 号,邮政编码:400015)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员：

主 编 单 位：重庆市设计院有限公司

参 编 单 位：重庆大学

重庆市住房和城乡建设工程质量总站

重庆市建设工程施工安全管理总站

重庆市地产集团

重庆建设工程质量监督检测中心有限公司

重庆市住房和城乡建设技术发展中心(重庆市建筑节能中心)

重庆新科建设集团有限公司

重庆国际投资咨询集团有限公司

金科地产集团股份有限公司

三一筑工科技股份有限公司

渝建建筑工业科技集团有限公司

吉林建筑大学

重庆华全宜居科技有限公司

主要起草人员：邓小华 李英民 周 珉 江世永 薛尚铃

肖 勇 张 猛 何永春 李建荣 刘四明

李正春 余 波 刘立平 韩 军 黎 明

黄显奎 周 强 傅建华 王 颖 杨 溥

李 锴 张 蕾 李荣春 田沁禾 樊 晨

张 智 邹俊伟 沈治宇 孟凡林 申秦川

李智强 李天富 严 刚 赵永波 蒲白丁

蒋乐云 徐小林 姬淑艳 郑妮娜 郑宏梅

付佳珊 曹多阳 何继峰 龚应明 鲁志俊

熊 伟 张振勇 余 斌 马 钊 谭 燕

方明富 孙永吉 谢厚礼 张 林 肖方豪

曾珏博 田 玲

主要审查人员：毕 琼 田春雨 肖 明 陈 鹏 钱峰军

林 玲 姚加飞 李 全 陈怡宏

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	6
3	基本规定	8
3.1	一般规定	8
3.2	总图布局及规划设计	9
3.3	建筑设计	9
3.4	结构设计	9
3.5	机电设备与管线设计	10
3.6	装饰装修一体化	11
3.7	建筑公差	11
3.8	建筑信息模型	11
3.9	生产、施工和维护	12
4	材料	13
4.1	建筑材料	13
4.2	结构材料	13
4.3	机电设备材料	14
5	建筑设计	16
5.1	一般规定及建筑模数	16
5.2	平面设计	17
5.3	立面及剖面设计	17
5.4	内装设计	18
6	结构设计	20

6.1	一般规定	20
6.2	作用及作用组合	23
6.3	结构分析	24
6.4	预制构件设计	26
6.5	连接设计	27
6.6	楼盖设计	33
6.7	装配整体式框架结构	41
6.8	装配整体式剪力墙结构	46
6.9	多层装配式墙板结构	57
6.10	外挂墙板设计	59
6.11	其他结构设计	62
7	机电设备与管线设计	63
7.1	一般规定	63
7.2	给水排水设计	64
7.3	供暖、通风、空调及燃气设计	66
7.4	电气设计	67
8	外围护系统设计	70
8.1	一般规定	70
8.2	预制外墙	71
8.3	现场组装骨架外墙	72
8.4	幕墙系统	73
8.5	保温装饰一体化	74
8.6	连接及防水	75
8.7	外门窗	76
8.8	屋面	76
附录 A	成型钢筋笼装配式混凝土叠合结构构造	77
附录 B	装配式灌芯混凝土剪力墙结构构造	90
附录 C	装配式外包钢混凝土组合结构	96
附录 D	装配式钢板组合剪力墙	120

本标准用词说明	125
引用标准名录	126
条文说明	129

重庆工程建設

重庆工程建设

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	6
3	Basic requirements	8
3.1	General requirements	8
3.2	General layout, planning and design	9
3.3	Architectural design	9
3.4	Structural design	9
3.5	Facility and pipeline system design	10
3.6	Decoration integration	11
3.7	Building tolerance	11
3.8	Building information model	11
3.9	Production, construction and maintenance	12
4	Materials	13
4.1	Building materials	13
4.2	Structural materials	13
4.3	Electro mechanical materials	14
5	Architectural design	16
5.1	General requirements and architectural module	16
5.2	Plan design	17
5.3	Facade and section design	17
5.4	Interior decoration system design	18
6	Structural design	20

6.1	General requirements	20
6.2	Actions and action combinations	23
6.3	Structural analysis	24
6.4	Component design	26
6.5	Connection design	27
6.6	Slab design	33
6.7	Frame structure design	41
6.8	Shear wall structure design	46
6.9	Multi story shear wall structure design	57
6.10	Facade panel design	59
6.11	Other structural design	62
7	Facility and pipeline system design	63
7.1	General requirements	63
7.2	Water supply and drainage design	64
7.3	Heating, ventilation, air conditioning and gas design	66
7.4	Electrical system design	67
8	Envelope system design	70
8.1	General requirements	70
8.2	Precast concrete facade panel	71
8.3	On site assembly cladding wall	72
8.4	Curtain walls	73
8.5	Thermal insulation and decoration integration	74
8.6	Connection and waterproof technique	75
8.7	Windows and doors system	76
8.8	Roofing system	76
Appendix A	Structural measures for precast concrete compos ite structure with welded steel cage	77
Appendix B	Structural measures for precast core grouted con	

crete shear wall structure	90
Appendix C Wrapped steel concrete composite structure	96
Appendix D Fabricated steel plate concrete shear wall ...	120
Explanation of Wording in this standard	125
List of quoted standards	126
Explanation of provisions	129

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 为规范重庆市装配式混凝土建筑的建设,按照技术先进、绿色环保、安全可靠、经济适用的要求,全面提高装配式混凝土建筑的综合效益,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市建筑工程,市政工程可参照执行。特殊设防类的建筑采用本标准的技术措施时,应进行专项技术论证。

1.0.3 装配式混凝土建筑设计以及生产、施工与运营维护的要求,除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 装配式建筑 assembled building

建筑的结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统的主要部分采用预制部品部件集成装配而成并满足一定装配率的建筑。

2.1.2 装配式混凝土建筑 assembled building with concrete structure

建筑的结构系统由混凝土部件(预制构件)构成的装配式建筑。

2.1.3 装配式混凝土结构 precast concrete structure

由预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构。

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

由预制构件或叠合构件的预制部分通过可靠的方式进行连接并与现场后浇混凝土、水泥基灌浆料形成整体的装配式混凝土结构。简称装配整体式结构。

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

装配整体式框架结构包括装配整体式预制框架结构和装配整体式叠合框架结构。装配整体式预制框架结构是指全部或部分框架梁、框架柱采用叠合梁、预制柱构建成的装配整体式混凝土结构;装配整体式叠合框架结构是指全部或部分框架梁、框架

柱采用叠合梁、叠合柱构建成的装配整体式混凝土结构。

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

装配整体式剪力墙结构包括装配整体式预制剪力墙结构和装配整体式叠合剪力墙结构。装配整体式预制剪力墙结构是指全部或部分剪力墙采用预制剪力墙构建成的装配整体式混凝土结构；装配整体式叠合剪力墙结构是指全部或部分剪力墙采用叠合剪力墙构建成的装配整体式混凝土结构。装配整体式叠合剪力墙结构又包括装配整体式叠合板式剪力墙结构、装配整体式灌芯混凝土剪力墙结构、固模剪力墙结构等。

2.1.7 装配整体式叠合板式剪力墙结构 superposed concrete shear wall structure

由叠合墙板和其他预制混凝土构件通过可靠方式进行连接并与现场后浇混凝土形成整体的装配整体式混凝土剪力墙结构，简称叠合板式剪力墙结构。采用钢筋桁架连接两块预制钢筋混凝土墙板的叠合剪力墙称为钢筋桁架叠合板式剪力墙，采用成型钢筋笼连接两块预制钢筋混凝土墙板的叠合剪力墙称为成型钢筋笼叠合板式剪力墙。

2.1.8 装配整体式灌芯混凝土剪力墙结构 monolithic precast core grouted concrete shear wall structure

预制墙板通过现场安装，预制墙板的部分边缘构件纵向钢筋在空心孔中机械连接、墙身竖向分布钢筋在空心孔中间搭接连接，采用后浇混凝土将预制墙板的空心孔灌实以及对预制墙板水平和竖向进行连接，形成的装配整体式混凝土剪力墙结构，包括部分框支装配整体式灌芯混凝土剪力墙结构，简称灌芯混凝土剪力墙结构。

2.1.9 多层装配式墙板结构 multi story precast concrete wall panel structure

多层装配式墙板结构包括多层预制墙板结构和多层叠合墙

板结构。多层预制墙板结构是指全部或部分墙体采用预制墙板构建成的多层装配式混凝土结构；多层叠合墙板结构是指全部或部分墙体采用叠合墙板构建成的多层装配式混凝土结构。叠合墙板结构又包括叠合板式墙板结构、灌芯混凝土墙板结构等。

2.1.10 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。

2.1.11 山地建筑结构 structure on a slope

建于坡地上，底部抗侧力构件的约束部位不在同一水平面上且不能简化为同一水平面时的结构。按接地类型可分为吊脚结构、掉层结构等形式。

2.1.12 掉层结构 structure supported by foundations with different elevations

在同一结构单元内有两个及以上不在同一水平面的嵌固端，且上接地端以下利用坡地高差设置楼层的结构体系。

2.1.13 吊脚结构 stilted building structure

顺着坡地采用长短不同的竖向构件形成的具有不等高约束的结构体系。

2.1.14 集成设计 integrated design

建筑结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统一体化的设计。

2.1.15 协同设计 collaborative design

装配式建筑设计中通过建筑、结构、设备、装修等专业协同配合，并运用信息化技术手段完成的满足建筑设计、部品部件生产、施工安装、建筑装修要求的一体化设计。

2.1.16 结构系统 structure system

由结构构件通过可靠的连接方式装配而成，以承受或传递荷载作用的整体。

2.1.17 外围护系统 envelope system

由建筑外墙、屋面、外门窗及其他部品部件等组合而成，用于

分隔建筑室内外环境的部品部件的整体。

2.1.18 设备与管线系统 facility and pipeline system

由给水排水、供暖通风空调、电气与智能化、燃气等设备与管线等系统组合而成，满足建筑使用功能的整体。

2.1.19 内装系统 interior decoration system

由楼地面、墙面、轻质隔墙、吊顶、内门窗、厨房、卫生间和套内设备管线等系统组合而成，满足建筑空间使用要求的整体。

2.1.20 部件 component

在工厂或现场预先生产制作完成，构成建筑结构系统的结构构件及其他构件的统称。

2.1.21 部品 part

由工厂生产，构成外围护系统、设备与管线系统、内装系统的建筑单一产品或复合产品组装而成的功能单元的统称。

2.1.22 干式工法 non wet construction

采用干作业施工工艺的建造方法。

2.1.23 模块 module

建筑中相对独立，具有特定功能，能够通用互换的单元。

2.1.24 集成式厨房 integrated kitchen

由工厂生产的楼地面、吊顶、墙面、橱柜和厨房设备及管线等集成并主要采用干式工法装配而成的厨房。

2.1.25 集成式卫生间 integrated bathroom

由工厂生产的楼地面、墙面(板)、吊顶和洁具设备及管线等集成并主要采用干式工法装配而成的卫生间。

2.1.26 整体收纳 system cabinet

由工厂生产、现场装配、满足储藏需求的模块化部品。

2.1.27 装配式隔墙、吊顶和楼地面 assembled partition wall, ceiling and floor

由工厂生产的，具有隔声、防火、防潮等性能，且满足空间功能和美学要求的部品集成，并主要采用干式工法装配而成的隔

墙、吊顶和楼地面。

2.1.28 管线分离 pipe&wire detached from structure system

将设备与管线设置在结构系统之外的方式。

2.1.29 同层排水系统 same floor drain system

在建筑排水系统中,器具排水管及排水支管不穿越本层结构楼板到下层空间、与卫生器具同层敷设并接入排水立管的排水系统。

2.1.30 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墙板,简称外挂墙板。

2.1.31 钢筋套筒灌浆连接 grout sleeve splicing of rebars

在金属套筒中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料拌合物,通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接连接方式。

2.1.32 钢筋浆锚搭接连接 rebar lapping in grout filled hole

在预制混凝土构件中预留孔道,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。

2.1.33 水平锚环灌浆连接 connection between precast panel by post cast area and horizontal anchor loop

同一楼层预制墙板拼接处设置后浇段,预制墙板侧边甩出钢筋锚环并在后浇段内相互交叠而实现的预制墙板竖缝连接方式。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

f_t, f_c 混凝土轴心抗拉、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 作用和作用效应

N 轴向力设计值;

M 弯矩设计值;

V	剪力设计值；
V_{jd}	持久设计状况和短暂设计状况下接缝剪力设计值；
V_{jdE}	地震设计状况下接缝剪力设计值；
V_{ii}	持久设计状况和短暂设计状况下接缝受剪承载力设计值；
V_{iiE}	地震设计状况下接缝受剪承载力设计值；
V_{mu}	被连接构件端部按实际配筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值；
q_{Ek}	分布水平地震作用标准值；
G_k	外挂墙板的重力荷载标准值。

2.2.3 计算系数及其他

α_{max}	水平地震影响系数最大值；
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；
β_E	动力放大系数；
Δu_e	弹性层间位移；
$[\theta_e]$	弹性层间位移角限值；
Δu_p	弹塑性层间位移；
$[\theta_p]$	弹塑性层间位移角限值。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 装配式混凝土建筑应体现标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用的特征。

3.1.2 装配式混凝土建筑应在方案设计阶段进行整体技术策划,对技术选型、经济与可行性进行研究,科学合理地确定建造目标与技术实施方案。

3.1.3 装配式混凝土建筑应按照集成设计原则,在建筑、结构、给水排水、暖通空调、热动力、电气、智能化等专业之间进行协同设计。

3.1.4 装配式混凝土建筑应按照通用化、模数化、标准化的要求,以少规格、多组合的原则,实现建筑及部品部件的系列化和多样化。

3.1.5 装配式混凝土建筑的设计深度应满足国家和地方相关文件的规定,并满足生产和施工的要求。

3.1.6 装配式混凝土建筑宜采用建筑部品与管线、装修一体化设计、建造。

3.1.7 装配式混凝土建筑设计宜采用管线分离方式,满足建筑全寿命期的使用、维护要求。

3.1.8 装配式混凝土建筑的材料与部品应符合现行国家、行业与地方关于装配式建筑的相关要求。

3.1.9 装配式混凝土建筑的外围护系统、内装系统、设备与管线系统的设计工作年限宜与建筑主体结构的设计工作年限一致或相协调,当其设计工作年限小于建筑主体结构设计工作年限时,

应明确置换周期及维修置换措施。

3.2 总图布局及规划设计

3.2.1 装配式混凝土建筑设计应符合地方城市管理的要求,并与周围环境相协调。

3.2.2 装配式混凝土建筑在设计阶段,应结合总体布局、建筑功能与造型,采用标准化设计方法。

3.2.3 建设场地为山(坡)地时,建筑、场地、道路的竖向设计应充分考虑地形地貌、地质条件、装配式混凝土建筑建造及运输要求等因素的综合影响。

3.3 建筑设计

3.3.1 建筑平面宜简洁、规则,建筑立面宜规整有序。

3.3.2 设计中应遵循模数协调的原则,做到建筑与部品模数协调、部品部件之间的模数协调,实现多专业在模数协调原则下的集成化与一体化设计。

3.4 结构设计

3.4.1 装配式混凝土结构设计应包括下列内容:

- 1 结构方案设计,包括结构选型、预制构件选型、构件布置;
- 2 结构整体分析;
- 3 构件及连接极限状态验算;
- 4 施工阶段验算;
- 5 结构构造措施;
- 6 外围护系统、机电设备与管线系统、内装系统在预制构件上的预留洞口、预埋管线、预埋件、连接件等的设计综合;

7 预制构件生产、堆放、运输、安装、检验等设计控制要求。

3.4.2 装配式混凝土结构计算模型应符合结构的实际受力特点,当装配式混凝土结构满足以下要求时,可按整体现浇混凝土结构进行设计:

1 预制构件及叠合构件的强度、刚度、破坏模式、恢复力特性应与现场浇筑的混凝土构件无明显差异;

2 节点及接缝强度、刚度、破坏模式、恢复力特性应与现场浇筑的混凝土节点及接缝无明显差异。

3.4.3 装配式混凝土结构及预制构件应进行下列验算:

1 结构应根据施工顺序进行相应工况验算;

2 节点和接缝应进行承载力验算;

3 预制构件应进行生产、堆放、安装及施工阶段的承载力和变形验算;

4 预制构件的堆码场地,应进行地基承载力和变形验算。

3.4.4 装配式混凝土结构的抗震设防类别、抗震设防标准、耐久性、耐火时限应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

3.5 机电设备及管线设计

3.5.1 装配式混凝土建筑的机电设备及管线应进行综合设计,并符合下列要求:

1 所有管线设计应避免对结构安全造成不利影响,且便于运营维护;

2 宜采用与主体结构相分离的设计方式;

3 机电设备及管线和主体结构相结合部分的预留预埋构件应进行一体化设计;

4 机电设备及管线应协同设计。

3.5.2 装配式混凝土建筑机电设备及管线系统宜选用装配化集成部品,部品之间、部品与配管、配管与主管网、部品与公共管网

的接口应标准化,并满足通用性和互换性的要求。

3.6 装饰装修一体化

3.6.1 装配式混凝土建筑装饰与装修设计应满足绿色建造和安全使用的要求。

3.6.2 装配式混凝土建筑应采用全装修设计。

3.6.3 装配式混凝土建筑的内外墙装饰装修应满足建筑功能、使用功能和性能要求,宜采用围护墙与保温、隔热、装饰一体化和內隔墙与管线、装修一体化的装配化集成技术。

3.7 建筑公差

3.7.1 装配式混凝土建筑应采取有效措施实现部品部件尺寸以及安装位置的公差协调。

3.7.2 部品部件的制作和安装应符合基本公差的规定。基本公差包括制作公差、安装公差、位形公差和连接公差。

3.7.3 装配式混凝土建筑部品部件尺寸及安装位置的公差协调,应充分考虑生产装配要求、主体结构层间变形、密封材料变形能力、材料干缩、温度变形、施工误差等因素确定。

3.8 建筑信息模型

3.8.1 装配式混凝土建筑设计应采用建筑信息模型(BIM)技术,实现 BIM 数据在设计、生产、施工中的有效传递和信息化管理。

3.8.2 装配式混凝土建筑设计宜建立信息化协同平台,采用标准化的功能模块、部品部件、电子签名和电子签章实现人员管理数字化等信息库,全专业共享数据信息,实现设计全过程的管理

和控制。

3.8.3 装配式混凝土建筑的机电设备与管线设计应采用建筑信息模型(BIM)技术,当进行碰撞检查时,应明确被检测模型的精细度、碰撞检测范围及规则。

3.8.4 装配式混凝土建筑的内装设计应遵循标准化设计和模数协调的原则,应采用建筑信息模型(BIM)技术与结构系统、外围护系统、设备管线系统进行一体化设计。

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

3.8.6 装配式混凝土建筑施工宜采用建筑信息模型(BIM)技术对施工全过程及关键工艺进行信息化模拟,实现施工作业行为和管理行为数字化并实时生成数字化档案。

3.9 生产、施工和维护

3.9.1 设计应对装配式混凝土建筑使用的材料、结构构件和其他部品部件的材料性能、力学性能、设计工作年限和耐久性等技术指标提出要求。

3.9.2 部品部件的设计应对生产、运输、堆放、吊装以及安装顺序等提出要求。

3.9.3 装配式混凝土建筑应对结构构件、部品部件的连接方式、连接材料、连接接口进行设计,并对施工方法和连接质量提出要求,连接接口应采用标准化接口,并应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

3.9.4 结构构件和其他部品部件的运输和存放对场地和周边环境有影响时,设计应提出相关要求。

3.9.5 装配式混凝土建筑设计应符合竣工后运营维护的要求,宜选用模块化标准接口的部品部件。

4 材 料

4.1 建筑材料

- 4.1.1 装配式混凝土建筑选用材料的各项性能应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。
- 4.1.2 装配式混凝土建筑宜选用绿色建材,减少碳排放。
- 4.1.3 装配式混凝土建筑采用的新技术与新工艺需经过相关论证。

4.2 结构材料

- 4.2.1 装配式混凝土结构所采用的混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标和耐久性能的要求等均应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。
- 4.2.2 装配式混凝土结构的混凝土强度等级应符合下列要求:
 - 1 预制构件不宜低于 C30;
 - 2 预应力楼板不应低于 C30,其他预应力结构构件不应低于 C40;
 - 3 预制构件节点及接缝处后浇混凝土强度等级应不低于相邻构件的混凝土强度。
- 4.2.3 预制构件连接部位的座浆材料强度不应低于预制构件的强度。
- 4.2.4 钢筋采用套筒灌浆连接、挤压套筒连接时,套筒和灌浆料应符合下列规定:
 - 1 挤压套筒、灌浆套筒及灌浆料均应为经过检测的合格

产品；

2 挤压套筒、灌浆套筒和灌浆料均应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

4.2.5 用于钢筋浆锚搭接连接的水泥基灌浆料的物理、力学性能应满足表 4.2.5 的要求。

表 4.2.5 钢筋浆锚搭接连接用灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法标准
泌水率(%)		0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
流动度 (mm)	初始值	≥ 200	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	30min 保留值	≥ 150	
竖向膨胀率 (%)	3h	≥ 0.02	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	24h 与 3h 的膨胀率之差	0.02~0.5	
抗压强度 (MPa)	1d	≥ 35	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	3d	≥ 55	
	28d	≥ 80	
最大氯离子含量(%)		≤ 0.06	《混凝土外加剂匀质性试验方法》 GB/T 8077

4.2.6 用于水平锚环灌浆连接的水泥基灌浆材料应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定。

4.2.7 用于钢筋浆锚搭接连接的镀锌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/T 225 的有关规定。镀锌金属波纹管的钢带厚度不宜小于 0.3mm, 波纹高度不应小于 2.5mm。

4.3 机电设备材料

4.3.1 装配式混凝土建筑的机电设备与管线宜符合通用性的要

求,应选择符合国家现行强制性工程建设规范规定的产品,严禁使用已被淘汰的产品。

4.3.2 装配式混凝土建筑机电设备与管线应采用绿色建材和性能优良的部品,满足功能性、安全性、耐久性、节能及环保性等方面的要求。

4.3.3 装配式混凝土建筑的管道应选用耐腐蚀、耐久性能良好,安装方便可靠的管材及其相关管件。

1 生活给水管道宜采用不锈钢管、铜管或PSP钢塑复合管,生活饮用水给水系统的涉水产品应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219的有关规定,给水立管不应采用塑料管;

2 生活排水管道应采用柔性接口机制排水铸铁管、高密度聚乙烯排水管等低噪声、抗震性能优良的管材;

3 屋面雨水管道宜采用承压塑料管、涂塑钢管等。

4.3.4 装配式混凝土建筑预制构件内暗敷的电气导管宜选择中型及以上阻燃塑料管、套接紧定式钢导管、中型及以上可弯曲金属导管,布线系统应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《民用建筑电气设计标准》GB 51348的有关规定。

4.3.5 装配式混凝土建筑暖通空调、防排烟管道及保温材料的防火性能应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251的有关规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定及建筑模数

5.1.1 装配式混凝土建筑应满足建筑功能的要求,宜选用平面规则的空间布局。

5.1.2 装配式混凝土建筑设计应根据结构体系的特点,合理选用各类部品部件的类型与规格。

5.1.3 装配式混凝土建筑模数设计应符合《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定,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。模数数列应根据装配式混凝土建筑的功能与经济性原则确定,并符合下列规定:

1 建筑的基本模数用 M 表示, $1M=100\text{mm}$;

2 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);

3 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 ;

4 构造节点和部件的接口尺寸等宜采用分模数数列,且分模数数列宜采用 $nM/2$ 、 $nM/5$ 、 $nM/10$;

5 木板材、金属板材、合成板材、复合板材、玻璃等面状材料的平面尺寸不宜小于 $3M$,也不宜超过 $30M$;面砖、石材类平面尺寸应以 $3M\sim 12M$ 为主,且应与基材尺寸协调,减少现场切割,降低材料损耗;

6 木、金属等线状材料的规格应符合所用部位的尺寸,并通过模数协调,提高材料利用率。

5.1.4 装配式混凝土建筑的定位宜采用中心定位法与界面定位法相结合的方法。部件的水平定位宜采用中心定位法,部件的竖向定位和部品的定位宜采用界面定位法。

5.2 平面设计

5.2.1 建筑平面应根据使用性质、功能、工艺要求合理布局,符合装配式混凝土建筑的特点。应合理划分基本模块单元,基本模块单元应符合少规格、多组合的要求。

5.2.2 装配式混凝土建筑的平面设计应符合下列规定:

1 平面布置应规则,承重构件布置应上下对齐贯通,外墙洞口宜规整有序;

2 宜采用大开间大进深、空间灵活可变的布置方式;

3 设备与管线宜集中设置,并应进行管线综合设计。

5.2.3 装配式混凝土建筑设计应合理布置卫生间、厨房设备、家具产品及其管线等,用水房间宜上下对位或相邻布置,并靠近有竖向管井的空间,住宅宜采用集成化的卫生间及厨房。

5.2.4 装配式混凝土建筑的交通核宜采用标准化设计方法。

5.3 立面及剖面设计

5.3.1 装配式混凝土建筑立面设计应结合建筑的特点,通过基本单元部件的组合、色彩变化等方法,满足建筑美观的要求。

5.3.2 建筑外墙宜采用非砌筑方式,装饰构件和建筑外墙应进行整体设计,预制外墙的饰面及保温层宜采用一体化成型。

5.3.3 装配式混凝土建筑门窗洞口宜规整有序,采用少规格、多组合的原则,并以系列化单元的灵活布置,利用少量基本单元组合多样化的建筑形式,取得丰富多变的建筑立面。

5.3.4 空调室外机搁板、装饰构件等外挑构件宜采用工厂化加

工的标准预制件,外挑构件宜减少规格和类型。

5.3.5 装配式混凝土建筑应选择适宜的建筑层高,实现各种管线同层敷设。

5.4 内装修设计

5.4.1 建筑内装系统的主要部品部件宜采用工厂化生产和干式工法施工。

5.4.2 内隔墙系统应满足隔声、防水、防火安全等技术性能,环境噪声应符合国家现行强制性工程建设规范的规定,并满足以下要求:

1 宜选用蒸压加气混凝土条板、蒸压钢筋陶粒混凝土空心条板、聚苯颗粒水泥夹心复合板、轻钢龙骨隔墙系统等易于安装、拆卸,且隔声性能良好的轻质内隔墙材料,灵活分隔室内空间;

2 用于厨房、卫生间、垃圾间等用水房间的内隔墙板面层材料应防水、易清洗,墙体构造应采取相应防水措施;

3 装配式隔墙应满足固定重物、设备及装修材料的要求;

4 墙板及各部件连接部位应安全可靠,并应采取防开裂措施;

5 装配式隔墙宜采用管线、装修一体化集成设计、安装;

6 应根据项目的隔声、防火、抗震等性能要求以及管线、设备设施安装的需要明确隔墙厚度和构造方式。

5.4.3 建筑装修材料、设备与部品部件连接时宜采用预留埋件方式,当采用其他安装方式时,应保证部品部件的完整性与安全性。

5.4.4 装配式内隔墙预留门、窗洞口位置时,应符合下列要求:

1 宜选用与内隔墙厚度相适应的门窗框,并采取防裂措施;

2 门、窗洞口较大或有特殊要求时,应采取可靠措施固定门窗;

3 未设置门、窗框时,宜设置配有钢筋的过梁板、现浇过梁、构造柱。

5.4.5 集成式厨房、集成式卫生间和整体收纳宜采用标准化部品系统,选型和安装应与建筑结构一体化设计施工。

5.4.6 集成式厨房设计时,应符合下列规定:

1 应合理设置洗涤池、灶具、操作台、排油烟机等设施,并预留厨房电气设施的位置和接口;

2 应预留燃气热水器及排烟管道的安装及留孔条件;

3 给水排水、燃气管线等应集中设置、合理定位,并在连接处设置检修口。

5.4.7 集成式卫生间设计时,应符合下列规定:

1 宜采用干湿分离的布置方式;

2 应综合考虑洗衣机、排风扇(管)、暖风机等的设置;

3 应在给水排水、电气管线等连接处设置检修口;

4 应做等电位连接。

5.4.8 楼地面系统宜选用集成化部品系统,并符合下列规定:

1 楼地面系统的承载力应满足房间使用要求;

2 架空地板系统宜设置减振构造;

3 架空地板系统的架空高度应根据管径尺寸、敷设路径、设置坡度等确定,并应设置检修口。

5.4.9 吊顶系统设计应满足室内净高的需求,并符合下列规定:

1 厨房、卫生间宜采用全吊顶;

2 宜在预制楼板(梁)内预留吊顶、桥架、管线等安装所需预埋件;

3 应在吊顶内设备管线集中部位设置检修口。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 装配式混凝土结构应进行承载能力极限状态、正常使用极限状态和耐久性极限状态设计,并符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

6.1.2 装配整体式混凝土结构包括装配整体式框架结构、装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式框架-现浇核心筒结构、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等结构形式。

6.1.3 装配整体式混凝土结构的最大适用高度应满足表 6.1.3 的要求,并应符合下列规定:

1 当装配整体式混凝土结构中竖向构件全部为现浇且楼盖采用装配整体式楼盖时,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 的规定采用;当装配整体式混凝土结构为山地建筑结构,且竖向构件全部现浇、楼盖采用装配整体式楼盖时,最大适用高度可按现行行业标准《山地建筑结构设计标准》JGJ/T 472 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,当预制剪力墙及叠合剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 50% 时,最大适用高度应降低 10m;

3 超过表内高度的房屋,应进行专门研究和论证,采取有效的加强措施。

表 6.1.3 装配整体式混凝土结构的最大适用高度 (m)

结构体系		最大适用高度	
		6 度	7 度
装配整体式框架结构		60(50)	50(40)
装配整体式框架-现浇剪力墙结构		130(110)	120(100)
装配整体式框架-现浇核心筒结构		150(130)	130(110)
装配整体式剪力墙结构	预制剪力墙结构	130(115)	110(95)
	叠合剪力墙结构	100(90)	85(75)
装配整体式部分框支剪力墙结构	预制剪力墙结构	110(95)	90(80)
	叠合剪力墙结构	85(75)	70(60)

注:1 表中括号内数值适用于山地建筑结构;

2 房屋高度指室外地面到主要屋面的高度,不包括局部突出屋顶的部分;

3 部分框支剪力墙结构指地面上有部分框支剪力墙的剪力墙结构,不包括仅个别框支墙的情况。

6.1.4 装配整体式框架结构高宽比不宜超过 4,装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式剪力墙结构高宽比不宜超过 6,装配整体式框架-现浇核心筒结构高宽比不宜超过 7。

6.1.5 装配整体式混凝土结构构件的抗震设计,应根据抗震设防类别、烈度、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。装配整体式混凝土结构的抗震等级应按表 6.1.5 确定。

表 6.1.5 装配整体式混凝土结构的抗震等级

结构类型		抗震等级							
		6 度				7 度			
		标准设防类		重点设防类		标准设防类		重点设防类	
装配整体式框架结构	高度 (m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24
	框架	四	三	三	二	三	二	二	一
	大跨度框架	三		二		二		一	

续表 6.1.5

结构类型		抗震等级										
		6度					7度					
		标准设防类		重点设防类			标准设防类		重点设防类			
装配整体式框架—现浇剪力墙结构	高度 (m)	≤ 60	>60	≤ 24	>24 且 ≤ 60	>60	≤ 24	>24 且 ≤ 60	>60	≤ 24	>24 且 ≤ 60	>60
	框架	四	三	四	三	二	四	三	二	三	二	一
	剪力墙	三	三	三	二	三	二	二	二	二	一	
装配整体式剪力墙结构	高度 (m)	≤ 70	>70	≤ 24	>24 且 ≤ 70	>70	≤ 24	>24 且 ≤ 70	>70	≤ 24	>24 且 ≤ 70	>70
	剪力墙	四	三	四	三	二	四	三	二	三	二	一
装配整体式部分框架剪力墙结构	高度	≤ 70	>70	≤ 24	>24 且 ≤ 70	>70	≤ 24	>24 且 ≤ 70	>70	≤ 24	>24 且 ≤ 70	/
	现浇框架	二	二	二	二	一	二	一	一	一	一	/
	底部加强部位剪力墙	三	二	三	二	一	三	二	一	二	一	/
	其他区域剪力墙	四	三	四	三	二	四	三	二	三	二	/
装配整体式框架—现浇核心筒结构	框架	三	三	二	二	二	二	二	二	一	一	
	核心筒	二	二	二	二	二	二	二	二	一	一	

注:1 大跨度框架指跨度不小于18m的框架;

2 高度不超过60m的装配整体式框架-现浇核心筒结构按装配整体式框架-现浇剪力墙的要求设计时,可按表中装配整体式框架-现浇剪力墙结构的规定确定其抗震等级。

6.1.6 装配式混凝土结构的平面形状宜简单、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。

6.1.7 装配式混凝土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。

6.1.8 高层装配整体式混凝土结构,当其房屋高度、规则性等不符合本标准的规定或者抗震设防标准有特殊要求时,可按现行国家及行业标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定进行结构抗震性能化设计。当采用本标准未规定的结构类型时,可采用试验方法对结构整体或者局部构件的承载能力极限状态和正常使用极限状态进行复核,并应进行专项论证。

6.1.9 装配式混凝土结构应采取措施保证结构的整体性。安全等级为一级的高层装配式混凝土结构尚应按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定进行抗连续倒塌概念设计。

6.1.10 装配整体式混凝土结构应符合下列规定:

1 高层建筑装配整体式混凝土结构的地下室、剪力墙结构的底部加强部位、框架结构的首层柱宜采用现浇;当有可靠工程应用经验时,底部加强部位的剪力墙、框架结构的首层柱可采用预制或叠合方式,并应采取可靠技术措施;

2 部分框支剪力墙结构的底部加强部位、竖向构件不连续的水平转换构件及其竖向支承构件应采用现浇;

3 吊脚结构的吊脚部分及首层楼盖宜采用现浇;掉层结构的掉层部分及上接地层楼盖(上接地端楼盖)宜采用现浇;

4 结构转换层及其相邻上一层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层、采用结构外墙自挡的地下室和半地下室楼层、屋面层、平面受力复杂或开洞较大楼层的楼盖结构宜采用现浇。

6.2 作用及作用组合

6.2.1 装配式混凝土结构的作用及作用组合应符合国家现行强

制性工程建设规范的规定。

6.2.2 对装配式混凝土结构进行承载力极限状态、正常使用极限状态验算以及施工阶段验算时,荷载和地震作用的组合应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。对于承载能力极限状态,应采用下列设计表达式进行设计:

持久设计状况、短暂设计状况

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (6.2.2\ 1)$$

地震设计状况

$$S_{dFE} \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (6.2.2\ 2)$$

式中: γ_0 结构重要性系数,按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定选用;

S_d 结构或构件在作用基本组合的效应设计值;

S_{dFE} 地震设计状况下结构或构件地震组合效应设计值;

R_d 结构构件承载力设计值;

γ_{RE} 构件承载力抗震调整系数,按现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的规定选用。

6.2.3 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂状况下的施工验算,应对预制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。动力系数按下列取值:

1 预制构件运输、吊运时,动力系数宜取 1.5;

2 预制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。

6.2.4 预制构件进行脱模验算时,等效静力荷载为考虑动力系数的构件自重标准值与脱模吸附力之和,且不宜小于预制构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数不宜小于 1.2;脱模吸附力应根据预制构件和模具的实际情况取用,且不宜小于 1.5kN/m^2 。

6.3 结构分析

6.3.1 装配整体式混凝土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。

6.3.2 装配整体式混凝土结构罕遇地震作用下的弹塑性分析,应考虑结构的材料非线性及几何非线性行为,以及节点或拼缝的非线性行为。

6.3.3 在风荷载或多遇地震作用下,结构楼层内最大的弹性层间位移应符合下式规定:

$$\Delta u_{e_i} \leq [\theta_{e_i}] h \quad (6.3.3)$$

式中: Δu_{e_i} 弹性层间位移;

$[\theta_{e_i}]$ 弹性层间位移角限值,应按表 6.3.3 采用;

h 层高。

表 6.3.3 弹性层间位移角限值

结构类型	$[\theta_{e_i}]$
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、装配整体式框架-现浇核心筒结构	1/800
装配整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构	1/1000

6.3.4 在罕遇地震作用下,结构薄弱层(部位)弹塑性层间位移应符合下式规定:

$$\Delta u_{p_i} \leq [\theta_{p_i}] h \quad (6.3.4)$$

式中: Δu_{p_i} 弹塑性层间位移;

$[\theta_{p_i}]$ 弹塑性层间位移角限值,应按表 6.3.4 采用;

h 层高。

表 6.3.4 弹塑性层间位移角限值

结构类别	$[\theta_{p_i}]$
装配整体式框架结构	1/50
装配整体式框架-现浇剪力墙结构、装配整体式框架-现浇核心筒结构	1/100
装配整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构	1/120

6.3.5 结构内力与位移计算时,对现浇楼盖和叠合楼盖,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。当楼盖开有较大洞口或其局部会产生明显的平面内变形时，在结构分析中应考虑其影响。

6.3.6 内力和变形计算时，应计入填充墙对结构刚度的影响。当采用轻质墙板填充墙时，可采用周期折减的方法考虑其对结构刚度的影响；对于框架结构，周期折减系数可取 0.7~0.9；对于剪力墙结构，周期折减系数可取 0.8~1.0。

6.4 预制构件设计

6.4.1 预制构件的设计工作年限应不低于主体结构。

6.4.2 预制构件的设计应符合下列规定：

1 应满足建筑使用功能、模数、标准化要求，宜采用建筑信息模型(BIM)技术进行一体化设计；

2 预制构件的钢筋与预留洞口、预埋件等应协调，预制构件连接节点构造应便于施工；

3 预制构件的形状、尺寸、重量等应满足生产、运输、安装各环节的要求；

4 预制构件的配筋设计应便于工厂化生产和现场连接；

5 预制构件宜平直交汇，形状应简单规整。

6.4.3 当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。

6.4.4 预制板式楼梯的梯段板底应配置通长的纵向钢筋。板面宜配置通长的纵向钢筋；当楼梯两端均不能滑动时，板面应配置通长的纵向钢筋。

6.4.5 用于固定连接件的预埋件与预埋吊件、临时支撑用预埋件不宜兼用；当兼用时，应同时满足各种设计工况要求。预制构件中外露预埋件凹入构件表面的深度不宜小于 10mm。

6.4.6 预制构件设置预埋吊具时,其设计与构造应满足起吊方便和吊装安全的要求。

6.4.7 预制混凝土女儿墙两端宜设与主体结构连接的混凝土柱,混凝土柱作为预制混凝土女儿墙的水平连接支座,预制混凝土女儿墙通过两端混凝土柱及底部连接件实现与主体结构的连接。

6.5 连接设计

6.5.1 装配式混凝土结构的连接节点和接缝应受力明确、传力可靠、施工方便、质量可控。

6.5.2 装配整体式混凝土结构中,混凝土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。接缝的受剪承载力应符合下列规定:

1 持久设计状况、短暂设计状况:

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_n \quad (6.5.2.1)$$

2 地震设计状况:

$$V_{jEF} \leq V_{nE} / \gamma_{RE} \quad (6.5.2.2)$$

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:

$$\eta_j V_{max} \leq V_{nE} \quad (6.5.2.3)$$

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;

γ_{RE} 接缝承载力抗震调整系数,取 0.85;

V_{jd} 持久设计状况和短暂设计状况下接缝处剪力设计值;

V_{jEF} 地震设计状况下接缝处剪力设计值;

V_n 持久设计状况和短暂设计状况下接缝受剪承载力设计值;

- V_{jF} 地震设计状况下接缝受剪承载力设计值；
- V_{jmax} 被连接构件端部按实配钢筋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。

6.5.3 预制构件采用预埋件、焊接、螺栓或铆钉等连接方式时，应按施工过程和使用阶段中最不利荷载组合进行连接件承载力的计算，且应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构焊接规范》GB 50661 等的有关规定。

6.5.4 预制构件的拼接应符合下列规定：

- 1 预制构件拼接部位的混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级；
- 2 预制构件的拼接位置宜设置在受力较小部位；
- 3 预制构件的拼接应考虑温度作用和混凝土收缩徐变的不利影响，宜适当增加构造配筋。

6.5.5 装配式混凝土结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接应根据接头受力、施工工艺等要求选用合理的连接方式，并符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

6.5.6 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时，除应符合相关规定外，尚应满足下列要求：

- 1 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，预制柱和后浇区段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；
- 2 套筒之间的净距不应小于 25mm；
- 3 混凝土结构全截面受拉构件中同一截面不宜全部采用钢筋套筒灌浆连接。

6.5.7 纵向钢筋采用挤压套筒连接时，除应符合相关规定外，尚应满足下列要求：

1 连接框架柱、框架梁、剪力墙边缘构件纵向钢筋的挤压套筒接头应满足 1 级接头的要求,连接剪力墙竖向分布钢筋、楼板分布钢筋的挤压套筒接头应满足 1 级接头抗拉强度的要求;

2 被连接的预制构件间应预留后浇段,其高度或长度应根据挤压套筒接头安装工艺确定,应采用措施保证后浇段的混凝土浇筑密实;

3 预制柱底、预制剪力墙底宜设置支腿,支腿应能承受不小于 2 倍被支承预制构件的自重。

6.5.8 纵向钢筋采用浆锚搭接连接时,应满足下列要求:

1 预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、构造要求、灌浆料和被连接钢筋应进行力学性能以及适用性的试验验证;

2 连接筋的有效搭接长度不小于现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 钢筋搭接长度的 1.1 倍;锚浆孔的边距不小于 5 倍连接筋直径,净距不小于 30mm 与连接筋直径之和,孔深应比锚固长度长 50mm;

3 在锚固区,锚孔及纵筋周围宜设置螺旋箍筋,箍筋直径不小于 6mm,间距不大于 50mm;

4 混凝土结构全截面受拉构件中同一截面不宜全部采用钢筋浆锚搭接连接;直径大于 20mm 钢筋不宜采用浆锚搭接连接,直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用浆锚搭接连接。

6.5.9 纵向钢筋采用金属波纹管浆锚搭接连接时,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 (图 6.5.9), 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;

2 受压钢筋当充分利用其抗压强度时,搭接长度不应小于受拉搭接长度的 0.7 倍;

3 金属波纹管的长度应比连接钢筋搭接长度长 30mm 以上,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;

4 混凝土结构全截面受拉构件中同一截面不宜全部采用钢筋金属波纹管浆锚搭接连接;直径大于20mm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。

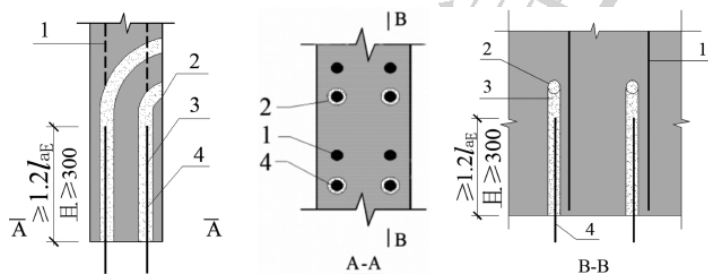


图 6.5.9 配置金属波纹管的浆锚搭接连接构造示意

1 上部预制构件纵筋;2 金属波纹管;3 孔道内灌浆;4 下部预制构件纵筋

6.5.10 纵向钢筋采用螺栓连接时,可通过设置暗梁(图 6.5.10 a)或预埋连接器的方式进行连接(图 6.5.10 b)。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《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定,螺帽应采取紧固措施,并符合下列规定:

1 当采用设置暗梁形式时,暗梁高度不应小于200mm,暗梁纵向钢筋不少于4根、直径不小于12mm,箍筋直径不小于8mm、间距不大于150mm。安装手孔高度不应大于200mm,宽度不应大于150mm。手孔顶部向上延伸300mm范围内的水平分布筋宜加密,加密区水平分布钢筋,对一级抗震等级,最大间距100mm,最小直径8mm,对二、三、四级,最大间距150mm,最小

直径 8mm;

2 采用连接器连接时,自连接器手孔盒顶部向上延伸 300mm 范围内的水平分布钢筋宜加密,加密区水平分布钢筋,对一级抗震等级,最大间距 100mm,最小直径 8mm,对二、三、四级,最大间距 150mm,最小直径 8mm。

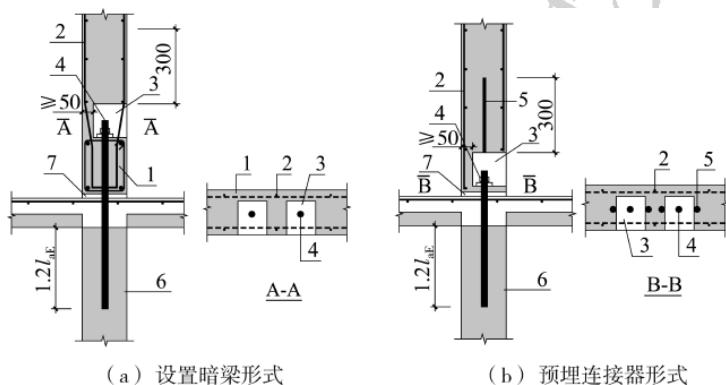


图 6.5.10 螺栓连接构造示意

- 1 暗梁或预埋连接器;2 剪力墙竖向钢筋;3 手孔(盒);4 连接螺栓;
5 连接器锚筋(与连接器焊接);6 下层预制构件;7 座浆层

6.5.11 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、座浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽,并符合下列要求:

1 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面;

2 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面,预制梁端面应设置键槽(图 6.5.11)且宜设置粗糙面。键槽的深度 t 不宜小于 30mm,宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍;键槽可贯通截面,当不贯通时槽口距离截面边缘不宜小于 50mm;键槽间距宜等于键槽宽度;键槽端面斜面倾角不宜大于 30° ;

3 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,键槽深度不宜小于 30mm,键槽端部斜面倾角不宜大于 30°;柱顶应设置粗糙面;

4 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面;侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面,也可设置键槽,键槽深度不宜小于 20mm,宽度不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍,键槽间距宜等于键槽宽度,键槽端部斜面倾角不宜大于 30°;

5 粗糙面的面积不宜小于结合面面积的 80%,并应在结合面上连续和均匀分布;预制板面、预制梁顶面及其槽口、叠合柱和叠合剪力墙的内腔壁等处的粗糙面凹凸深度不应小于 4mm;预制梁、柱、墙或叠合梁、柱端部的粗糙面凹凸深度不应小于 6mm。

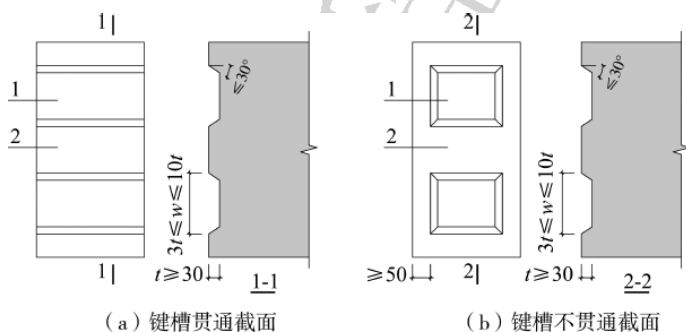


图 6.5.11 梁端键槽构造示意

1 键槽;2 梁端面

6.5.12 预制构件纵向受力钢筋在后浇混凝土内宜采用直线锚固。当直线锚固长度不足时可采用锚固板、锚头等机械锚固措施,且应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定;当采用钢筋锚固板,还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。

6.5.13 预制楼梯与支承构件之间的连接宜采用简支连接,采用简支连接时,应符合下列规定:

1 预制楼梯宜一端设固定铰,另一端设滑动铰;其滑动变形能力应满足本层弹塑性层间位移角限值的要求。预制楼梯端部在支承构件上的搁置长度,6度和7度标准设防类时不小于75mm;7度重点设防类时不小于100mm;

2 预制楼梯设置滑动铰的端部应有防滑落、竖向变位控制的构造措施。

6.6 楼盖设计

6.6.1 装配式楼盖中楼板可采用混凝土叠合板、钢筋桁架楼承板、压型钢板混凝土组合楼板、预制混凝土楼板等。

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,并应符合下列要求:

1 叠合板的预制板厚度不宜小于60mm,实心叠合板的预制底板厚度尚不应小于50mm,后浇混凝土叠合层的厚度不应小于60mm;

2 屋面层和平面受力复杂的楼层采用叠合板时,后浇混凝土叠合层的厚度不应小于100mm,且后浇层内应设置双向通长钢筋,其直径不宜小于8mm,间距不宜大于200mm;

3 叠合板板跨大于3m时,宜采用桁架钢筋混凝土叠合板;大于6m时,宜采用预应力混凝土预制板;

4 叠合板的预制板在梁和墙(柱)上的搁置长度应满足竖向支撑和施工的要求。

6.6.3 叠合板可根据预制板接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。当预制板块之间采用分离式接缝(图6.6.3a)时,宜按单向板设计。对长宽比不大于3的四边支承叠合板,当其预制板之间采用整体式接缝(图6.6.3b)或无缝缝(图6.6.3c)时,可按双向板设计。

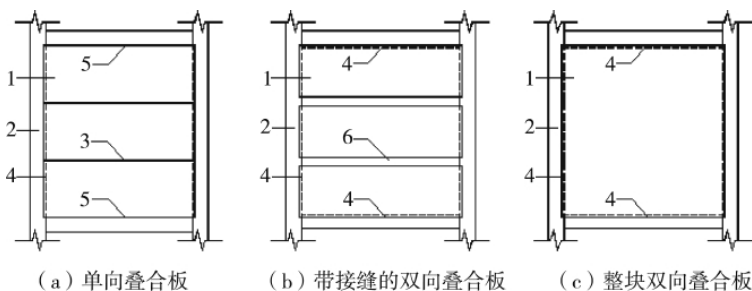


图 6.6.3 叠合板的预制板布置形式示意

- 1 预制板; 2 梁或墙; 3 板侧分离式接缝; 4 板端支座;
5 板侧支座; 6 板侧整体式接缝;

6.6.4 叠合板支座处的纵向钢筋应符合下列规定:

1 板端支座处, 预制板内的纵向受力钢筋宜从板端伸出并锚入支承梁或墙的后浇混凝土中, 其构造锚固长度不应小于 $5d$ (d 为纵向受力钢筋直径), 且不宜小于 100mm ; 当支座处纵向钢筋承受拉力时, 伸入支座的长度不应小于受拉钢筋锚固长度 l_a (图 6.6.4 1a);

2 单向叠合板的板侧支座处, 当预制板内的板底分布钢筋伸入支承梁或墙的后浇混凝土中时, 应符合本条第 1 款的要求; 当板底分布钢筋不伸入支座时, 宜在紧邻预制板顶面的后浇混凝土叠合层中设置附加钢筋, 其截面面积不宜小于预制板内的同向分布钢筋面积, 间距不宜大于 600mm , 在板的后浇混凝土叠合层内锚固长度不应小于 $15d$, 在支座内锚固长度不应小于 $15d$ (d 为附加钢筋直径) 且宜伸过支座中心线 (图 6.6.4 1b);

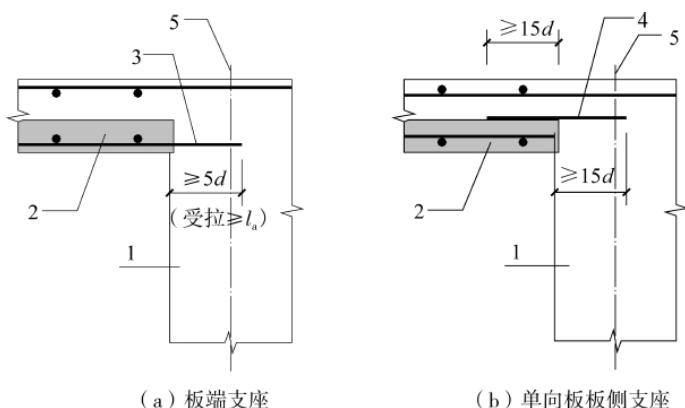


图 6.6.4-1 叠合板端及板侧支座构造示意图

1 支承梁或墙;2 预制板;3 纵向受力钢筋;4 附加钢筋;5 支座中心线

3 对于设置桁架钢筋的叠合板,支承端预制板内纵向受力钢筋可采用间接搭接方式锚入支承梁或墙的后浇混凝土中,并应符合以下规定:

- 1) 后浇混凝土叠合层厚度不小于预制板厚度的 1.3 倍,且不小于 75mm;
- 2) 叠合板板端剪力设计值应满足板端受剪承载力的要求;
- 3) 附加钢筋的面积应通过计算确定,且不应少于受力方向跨中板底筋面积的 1/3;其直径不宜小于 8mm,间距不宜大于 250mm;附加钢筋的强度等级应不低于预制板内同向纵向受力钢筋强度等级;
- 4) 附加钢筋伸入后浇叠合层的长度不应小于 $1.2l_a$,伸入支座的锚固长度应根据其受力状况确定;当附加钢筋为构造钢筋时,伸入支座的长度不应小于 $15d$ (d 为附加钢筋直径)且宜伸过支座中心线;当附加钢筋承受拉力时,伸入支座的长度不应小于受拉钢筋锚固长度(图 6.6.4 2);中间节点支座,附加钢筋宜在节点区贯通,且每侧伸入后浇叠合层锚固长度不应小于 $1.2l_a$;

- 5) 垂直于附加钢筋方向应布置横向分布钢筋,在搭接范围内不宜小于三根,不应小于 2 根,其直径不宜小于 6mm,间距不宜大于 250mm;
- 6) 附加钢筋紧贴叠合面时,板端应设置倒角,倒角尺寸不宜小于 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 。

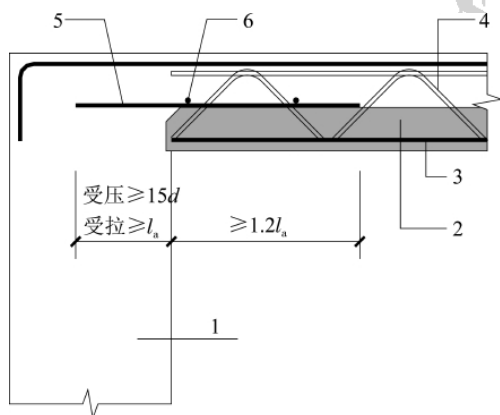


图 6.6.4-2 桁架钢筋混凝土叠合板端支座构造示意

- 1 支撑梁或墙;2 预制板;3 板底钢筋;4 桁架钢筋;
5 附加钢筋;6 附加横向分布筋

6.6.5 单向叠合板板侧的分离式接缝应符合下列规定:

- 1 预制板的接缝处,板上边缘宜设置 $20\text{mm} \sim 30\text{mm}$ 的倒角,下边缘宜设置 10mm 的倒角(图 6.6.5 1);

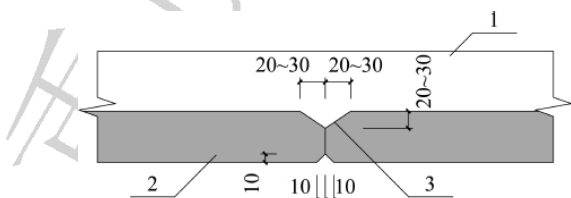


图 6.6.5-1 预制板边缘倒角示意

- 1—后浇混凝土叠合层;2—预制板;3—倒角

2 接缝处紧邻预制板顶面宜设置垂直于板缝的附加钢筋，附加钢筋伸入两侧现浇层的锚固长度不应小于 $15d$ (d 为附加钢筋直径)(图 6.6.5 2)；

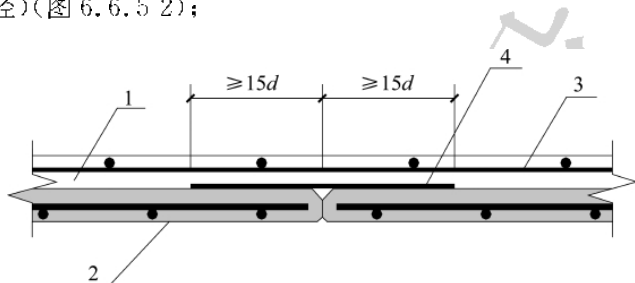


图 6.6.5-2 单向叠合板侧分离式接缝构造示意

1 后浇混凝土叠合层；2 预制板；3 后浇层内分布钢筋；4 附加钢筋

3 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋面积，钢筋直径不宜小于 6mm、间距不宜大于 250mm。

6.6.6 双向叠合板板侧的整体式接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上，且宜避开最大弯矩截面。

6.6.7 双向叠合板板侧整体式接缝可采用后浇带形式或密拼形式。采用后浇带形式时，应符合下列规定：

1 后浇带宽度不宜小于 200mm；

2 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接、搭接连接、弯折锚固。其搭接长度和连接构造应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定；

3 后浇带两侧预制板板底外伸钢筋的搭接方式可为直线形，也可将其端部弯折 90° 或 135° ， 90° 和 135° 弯钩钢筋弯折后的直段长度分别为 $12d$ 和 $5d$ (图 6.6.7a~6.6.7c)；

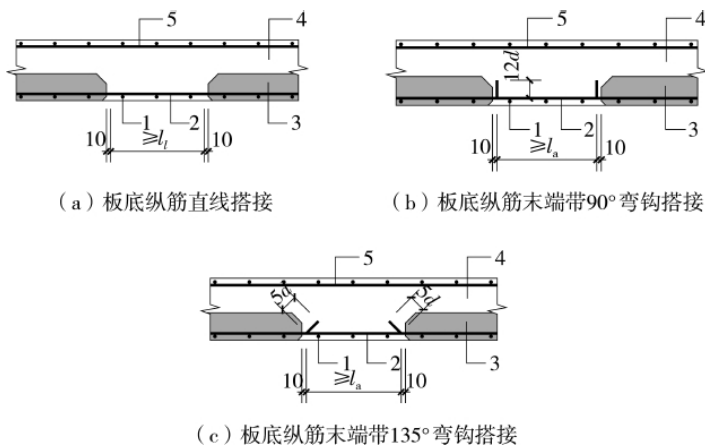


图 6.6.7 双向叠合板整体式接缝构造示意

- 1 板底通长筋; 2 纵向受力钢筋; 3 预制板;
4 后浇混凝土叠合层; 5 后浇层内钢筋

4 接缝处的后浇混凝土强度等级应不低于预制板的混凝土强度等级,且不应低于 C30;宜采用补偿收缩混凝土;

5 当有可靠依据时,后浇带内的钢筋也可采用其他连接方式。

6.6.8 叠合板采用桁架钢筋时,应满足下列要求:

- 1 桁架钢筋距板边不应大于 300mm,间距不宜大于 600mm;
- 2 桁架弦杆钢筋直径不宜小于 8mm,腹杆钢筋直径不应小于 4mm;
- 3 桁架弦杆钢筋混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

6.6.9 当未设置桁架钢筋时,叠合板的预制板与后浇混凝土叠合层之间,应在相关范围内设置抗剪构造钢筋。抗剪构造钢筋宜采用马镫形状,间距不宜大于 400mm,钢筋直径不应小于 6mm;马镫钢筋宜伸到叠合板上、下部纵向钢筋处,预埋在预制板内的总长度不应小于 $15d$,水平段长度不应小于 50mm。抗剪构造钢筋的设置范围如下(图 6.6.9):

- 1 单向叠合板跨度大于 4.0m 时,距支座 1/4 跨范围内;
- 2 双向叠合板短向跨度大于 4.0m 时,距四边支座 1/4 短跨范围内;
- 3 悬挑叠合板全长;
- 4 悬挑板的上部纵向受力钢筋在相邻叠合板的后浇混凝土锚固范围,并不小于悬挑板的悬挑长度。

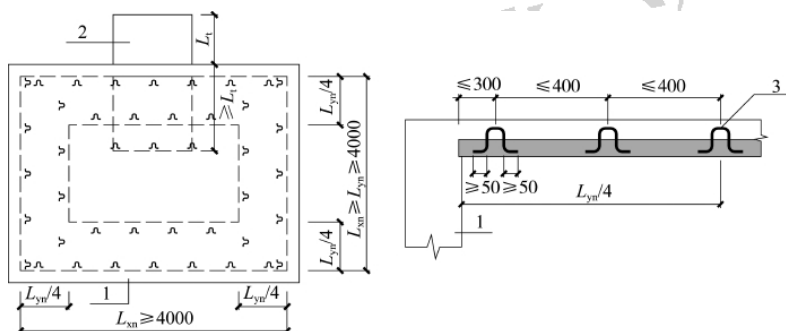


图 6.6.9 叠合板设置抗剪构造钢筋示意

1 梁或墙;2 悬挑板;3 抗剪构造钢筋

6.6.10 阳台板、空调板宜采用预制构件或叠合构件。预制构件应与主体结构可靠连接;当悬臂构件采用叠合构件时,负弯矩钢筋应在相邻叠合板的现浇层中锚固并应置于现浇层主要受力筋下侧,叠合构件中预制板底钢筋的锚固应符合本节第 6.6.4 条第 1 款的规定。

6.6.11 当房屋层数不大于 3 层且房屋高度不大于 12m 时,楼面可采用预制楼板,并应符合下列规定:

1 预制板在梁、墙上的搁置长度不应小于 60mm,当梁宽、墙厚不能满足搁置长度要求时可设置挑耳;板端后浇混凝土接缝宽度不宜小于 50mm,接缝内应配置连续的通长钢筋,钢筋直径不应小于 8mm;

2 当板端伸出锚固钢筋时,两侧伸出的锚固钢筋应互相可靠

连接,并应与支承墙伸出的钢筋、板端接缝内设置的通长钢筋拉结;

3 当板端不伸出锚固钢筋时,应沿板跨方向布置连系钢筋,连系钢筋直径不应小于 10mm,间距不应大于 600mm;连系钢筋应与两侧预制板可靠连接,并应与支承墙伸出的钢筋、板端接缝内设置的通长钢筋拉结。

6.6.12 钢筋桁架楼承板的底板材料可根据工程特点选用钢板、铝板或其他材质板;其设计和构造除满足国家现行强制性工程建设规范的规定外,尚应符合下列规定:

1 钢筋桁架楼承板宜仅作为混凝土楼板的模板;

2 桁架弦杆钢筋直径不应小于 6mm,腹杆钢筋直径不应小于 4.5mm;钢筋桁架高度宜取 70mm~270mm;

3 桁架弦杆钢筋混凝土保护层厚度不应小于 15mm;

4 钢筋桁架楼承板金属底板采用镀锌钢板时,其厚度不应小于 0.5mm;采用冷轧钢板时,其厚度不应小于 0.4mm;

5 桁架下弦钢筋伸入梁边时,其支承长度不应小于其直径的 5 倍,且不应小于 50mm;

6 钢筋桁架楼承板非金属底板可采用纤维水泥板、玻镁平板等;纤维水泥板应符合现行行业标准《纤维水泥平板第 1 部分:无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1 的 B 类产品相关要求,其厚度不应小于 12mm,吸水率不应大于 40%;纤维水泥板的抗折强度不应低于 R3 级,饱水抗折强度不应小于 13MPa,弹性模量不应小于 6000MPa;

7 钢筋桁架楼承板长度不宜大于 12m。

6.6.13 楼盖压型钢板的波高、波距应满足承重强度、稳定与刚度的要求,板宽宜有较大的覆盖宽度并符合建筑模数;其设计和构造除满足国家现行强制性工程建设规范的规定外,尚应符合下列规定:

1 压型钢板的腹板与竖向的夹角不宜大于 45 度;

2 宜仅作为混凝土楼板的模板;

3 压型钢板厚度不得小于 0.5mm,并采用热镀锌钢板;

4 压型钢板宜采用闭口型。

6.6.14 次梁与主梁的连接宜采用铰接连接,也可采用刚接连接。当采用刚接连接并采用后浇段连接的形式时,应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》(GJ 1)的有关规定。当采用铰接连接时,可采用企口连接或钢企口连接形式。

6.7 装配整体式框架结构

6.7.1 本节适用于装配整体式预制框架结构以及装配整体式叠合框架结构。

6.7.2 装配整体式框架结构中,预制柱及叠合柱的水平接缝处不宜出现拉力。

6.7.3 装配整体式框架梁柱节点核心区抗震受剪承载力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、《建筑抗震设计标准》GB 50011 的有关规定。

6.7.4 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、短暂设计状况:

$$V_{n1} = 0.07f_c A_{cl} + 0.10f_c A_k + 1.65A_{sl} \sqrt{f_c f_y} \quad (6.7.4-1)$$

2 地震设计状况:

$$V_{nE} = 0.04f_c A_{cl} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sl} \sqrt{f_c f_y} \quad (6.7.4-2)$$

式中: V_{n1} 不考虑地震作用时接缝受剪承载力设计值;

V_{nE} 考虑地震作用时接缝受剪承载力设计值;

A_{cl} 叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积;

f_c 预制构件混凝土轴心抗压强度设计值;

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 6.7.4)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。

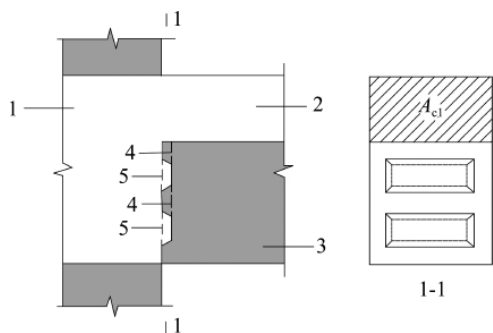


图 6.7.4 叠合梁端部抗剪承载力计算参数示意

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

6.7.5 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:

当预制柱受压时:

$$V_{iF} = 0.8N + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \quad (6.7.5-1)$$

当预制柱受拉时:

$$V_{iF} = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y \left[1 - \left(\frac{N}{A_{sd}f_y} \right)^2 \right]} \quad (6.7.5-2)$$

式中: V_{iF} 考虑地震作用时接缝受剪承载力设计值;

f_c 预制构件混凝土轴心抗压强度设计值;

f_y 垂直穿过结合面钢筋的抗拉强度设计值;

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} 垂直穿过结合面所有钢筋的面积。

6.7.6 叠合柱受拉时,应进行柱底水平接缝的受剪承载力验算,可按本标准第 6.7.5 条的有关规定执行。

6.7.7 框架梁采用叠合梁时,后浇混凝土叠合层厚度不宜小于150mm(图6.7.7a),次梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于120mm;当采用凹口截面预制梁时(图6.7.7b),凹口深度不宜小于50mm,凹口边厚度不宜小于60mm。

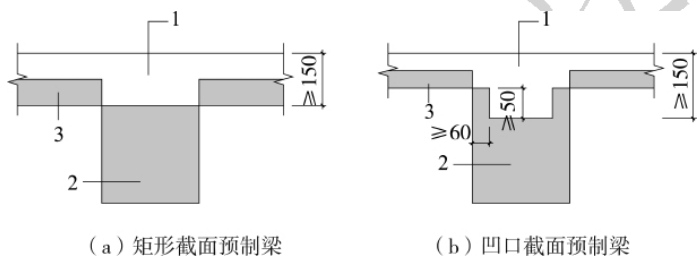


图 6.7.7 叠合框架梁截面

1 后浇混凝土叠合层;2 预制梁;3 预制板

6.7.8 叠合梁的箍筋配置应符合现行国家及行业标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.7.9 叠合梁可采用对接连接(图6.7.9),并应符合下列规定:

- 1 连接处应设置后浇段,后浇段的长度应满足梁下部纵向钢筋连接作业的空间需求,且不应小于500mm;
- 2 梁下部纵向钢筋在后浇段内宜采用机械连接、套筒灌浆连接或焊接连接;
- 3 后浇段内的箍筋应加密,箍筋间距不应大于5倍纵向钢筋直径,且不应大于100mm。

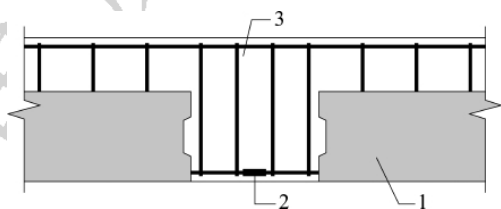


图 6.7.9 叠合梁连接节点

1 预制梁;2 钢筋连接接头;3 后浇带

6.7.10 预制柱的截面尺寸、纵向受力钢筋连接及其直径和间距、箍筋配置等设计应符合现行国家及行业标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

6.7.11 叠合柱预制部分的壁厚不宜小于 60mm,空腔为矩形时空腔最小边长不宜小于 200mm,空腔为圆形时空腔直径不宜小于 200mm。预制空腔柱内壁及端部均应设置粗糙面。采用成型钢筋笼叠合柱时,其预制部分的构造可按本标准附录 A.1.1 条的规定执行。

6.7.12 装配整体式框架结构中,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,可采用套筒灌浆连接、机械连接、浆锚搭接、焊接等连接方式;

2 当房屋高度大于 12m 或层数超过 3 层时,宜采用套筒灌浆连接或机械连接。

6.7.13 上、下相邻层的预制柱及叠合柱的连接部位宜设置在楼面标高处,柱后浇节点区混凝土上表面应设置粗糙面,并满足下列规定:

1 预制柱纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区,柱底接缝厚度宜为 20mm(图 6.7.13a);

2 叠合柱竖向连接处宜设置混凝土现浇段,纵向钢筋宜采用机械连接,现浇段及连接接头构造应满足下列要求(图 6.7.13b):

1) 叠合柱竖向连接处现浇段高度不宜小于 400mm,不宜大于叠合柱截面较小尺寸,且应满足纵向钢筋机械连接的操作要求;

2) 纵筋可在同一高度机械连接,接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中 1 级接头的有关规定;

3) 纵筋机械连接接头净距不应小于 25mm;

4) 纵筋机械连接接头上下第一道箍筋距套筒距离不应大于 50mm。

3 当有可靠工程应用经验时,成型钢筋笼叠合柱纵向钢筋连接可采用搭接方式,搭接连接构造可按本标准附录 A.1.2 条的规定执行。

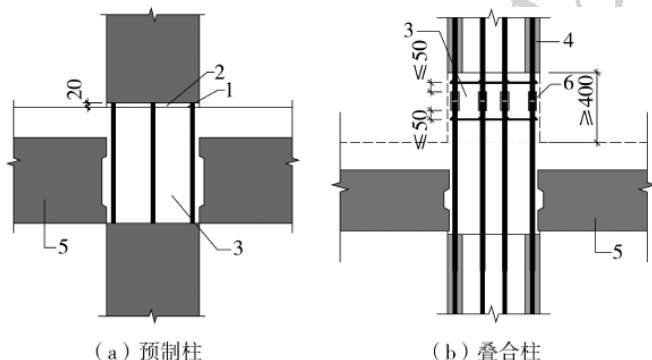


图 6.7.13 预制柱及叠合柱柱底接缝构造

- 1 表面粗糙面;2 接缝灌浆层;3 后浇段;4 叠合柱;
5 叠合梁;6 机械连接接头

6.7.14 梁、柱纵向钢筋在后浇节点区内采用直线锚固、弯折锚固或机械锚固的方式时,其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的有关规定;当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时,应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 中的有关规定。

6.7.15 采用预制柱及叠合梁、叠合柱及叠合梁的装配整体式框架节点,梁纵向受力钢筋应伸入后浇节点区内锚固或连接,应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。成型钢筋笼装配整体式叠合框架的顶层端节点,可采用梁、柱外侧钢筋直线搭接的方式,其构造做法可按本标准附录 A.1.3 条的规定执行。

6.7.16 预制柱与叠合梁、叠合柱与叠合梁的装配整体式框架结

构节点,两侧叠合梁底部水平钢筋可采用挤压套筒连接,并应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

6.7.17 现浇柱与叠合梁、预制柱与现浇梁、叠合柱与现浇梁组成的框架节点,梁、柱纵向受力钢筋的连接与锚固可按本标准第 6.7.14~6.7.16 条的有关规定执行。

6.7.18 框架首层柱采用预制柱或叠合柱时,预制柱与基础的连接构造应满足本标准第 6.7.12~6.7.13 条的有关规定;叠合柱与基础的连接可采用柱底出筋直接锚入现浇基础、与基础预埋钢筋进行机械连接、柱底不出筋与基础预埋钢筋搭接连接等方式,构造做法可按本标准附录 A.1.4 条的规定执行。

6.8 装配整体式剪力墙结构

1 一般规定

6.8.1 本节适用于装配整体式预制剪力墙结构以及装配整体式叠合剪力墙结构。

6.8.2 抗震设计时,对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢或叠合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。

6.8.3 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 剪力墙的平面布置宜简单、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。

6.8.4 高层装配整体式剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙；7 度重点设防类时，不宜采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构。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地震倾覆力矩的 50%；

2 房屋适用高度应比本标准表 6.1.3 规定的装配整体式剪力墙结构的最大适用高度适当降低，抗震设防烈度为 7 度时宜降低 20m。

6.8.5 装配整体式剪力墙结构应在屋面以及立面收进楼层的预制剪力墙及叠合剪力墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁。每层楼面位置，预制剪力墙及叠合剪力墙顶部无后浇圈梁时应设置连续的水平后浇带。现浇钢筋混凝土圈梁和水平后浇带应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

II 装配整体式预制剪力墙结构

6.8.6 预制剪力墙可采用整块预制、部分预制等形式，预制剪力墙安装后通过连接形成整体。剪力墙的预制部分宜采用一字形，开洞预制剪力墙的洞口宜居中布置，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。预制剪力墙的长边尺寸不宜大于 6 米。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。

6.8.7 预制剪力墙边缘构件的竖向钢筋宜采用套筒灌浆连接，预制剪力墙竖向分布钢筋可采用套筒灌浆连接、浆锚连接、机械连接和螺栓连接等方式。预制剪力墙竖向钢筋的连接应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

6.8.8 当采用套筒灌浆连接或浆锚搭接连接时,预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处。接缝高度不宜小于 20mm,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。

6.8.9 预制剪力墙边缘构件的竖向钢筋应逐根连接。

6.8.10 预制剪力墙的竖向分布钢筋宜逐根连接。当满足以下要求时,可采用“梅花形”部分连接,且应满足国家现行强制性工程建设规范的要求。

1 连接钢筋的配筋率不应小于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的剪力墙竖向分布钢筋最小配筋率要求;

2 连接钢筋直径不应小于 12mm,同侧间距不应大于 600mm;

3 在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入不连接的分布钢筋;

4 不连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6mm。

6.8.11 除下列情况外,墙体厚度不大于 200mm 的丙类建筑预制剪力墙的竖向分布钢筋可采用单排连接,在计算分析时不应考虑剪力墙的平面外刚度及承载力,且应满足国家现行强制性工程建设规范的要求。

1 抗震等级为一级的剪力墙;

2 轴压比大于 0.3 的抗震等级为二、三、四级的剪力墙;

3 一侧无楼板的剪力墙;

4 一字形剪力墙、一端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于 3m 的剪力墙以及两端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于 6m 的剪力墙。

6.8.12 预制剪力墙非边缘构件竖向分布筋的连接可采用干式连接方式,设计时可根据干式连接构造做法考虑其对承载力的贡献。

6.8.13 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 6.8.13 1)宜全部采用后浇混凝土,并应

在后浇段内设置封闭箍筋；

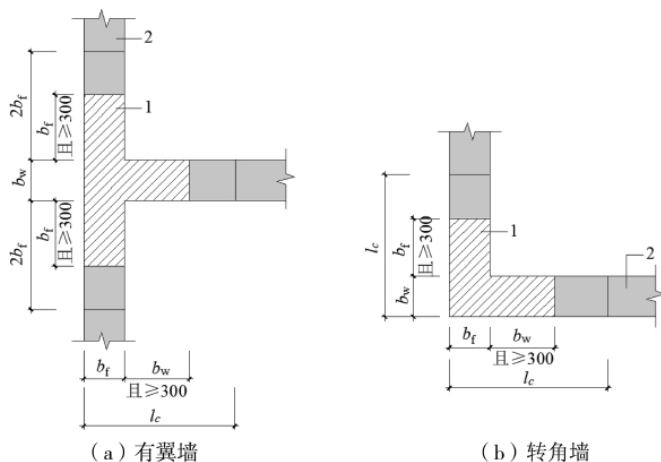


图 6.8.13-1 约束边缘构件阴影区域全部后浇构造示意
(阴影区域为斜线填充范围)

1 后浇段；2 预制剪力墙

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 6.8.13 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 6.8.13 3);

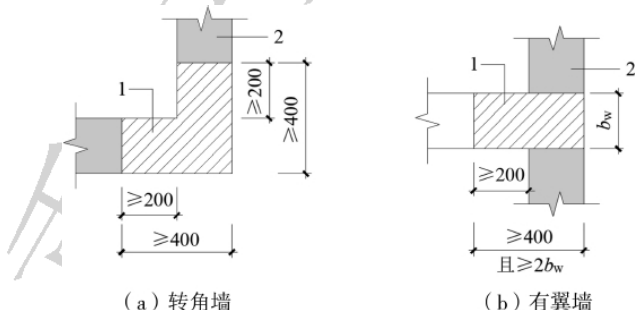


图 6.8.13-2 构造边缘构件全部后浇构造示意
(阴影区域为构造边缘构件范围)

1 后浇段；2 预制剪力墙

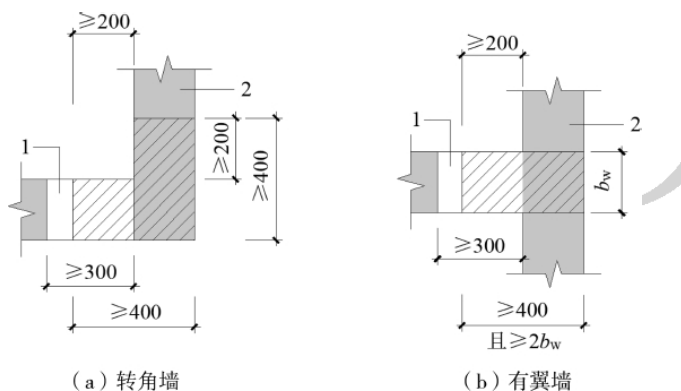


图 6.8.13-3 构造边缘构件部分后浇构造示意
(阴影区域为构造边缘构件范围)

1 后浇段; 2 预制剪力墙

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 的有关规定; 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 的有关规定;

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钢筋直径且不应小于 8mm; 两侧墙体的水平分布钢筋在后浇段内的连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.8.14 在地震设计状况下, 预制剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值按下式计算:

$$V_{nF} = 0.6f_y A_{s1} + 0.8N \quad (6.8.14)$$

式中: V_{nF} 考虑地震作用时接缝受剪承载力设计值(N);
 f_y 垂直穿过结合面的竖向钢筋的抗拉强度设计值(N/mm²);

- A_{s1} 垂直穿过结合面的竖向钢筋面积(mm^2);
- N 与剪力设计值相应的垂直于结合面的轴向力设计值(N),压力时取正,拉力时取负,且不大于 $0.6f_c b h_0$,
 f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值, b 为剪力墙厚度, h_0 为剪力墙截面有效高度。

6.8.15 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,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 的有关规定,叠合连梁端部接缝处,应按本标准第 6.7.4 条的规定进行的受剪承载力计算。预制叠合连梁的预制部分宜与剪力墙整体预制,也可在跨中拼接或在端部与预制剪力墙拼接。当采用后浇连梁时,宜在预制剪力墙端部伸出预留纵向钢筋,并与后浇连梁的纵向钢筋可靠连接。

6.8.16 当预制剪力墙洞口下方有墙时,宜将洞口下方的墙按单独的连梁进行设计。

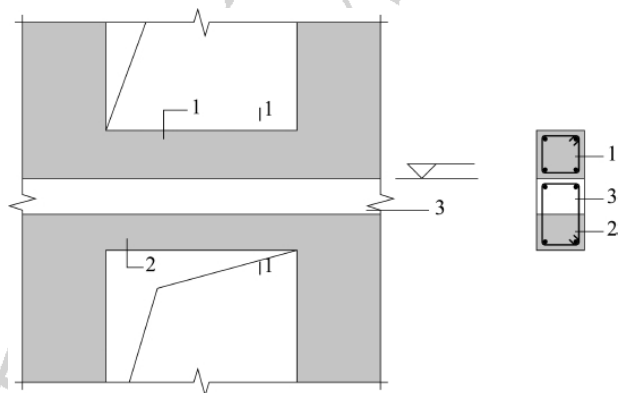


图 6.8.16 预制剪力墙洞口下墙与叠合连梁的关系示意

1 洞口下墙;2 预制连梁;3 后浇圈梁或水平后浇带

6.8.17 楼面梁不宜与预制剪力墙在剪力墙平面外单侧连接;当楼面梁与剪力墙在平面外单侧连接时,宜采用铰接。

III 装配整体式叠合剪力墙结构

6.8.18 叠合剪力墙预制部分的空腔内表面应设置粗糙面,叠合板式剪力墙及灌芯混凝土剪力墙尚应满足下列规定:

1 叠合板式剪力墙的截面及配筋应满足下列要求:

- 1) 墙肢厚度 t_w 不宜小于 200mm,单叶预制墙板厚度 t_{w1} 不宜小于 50mm,空腔宽度 t_{w2} 不宜小于 100mm(图 6.8.18 1、图 6.8.18 2);

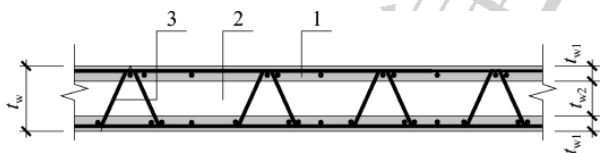


图 6.8.18-1 桁架钢筋叠合板式剪力墙构造示意

1 预制混凝土叶板;2 空腔内后浇混凝土;3 桁架钢筋

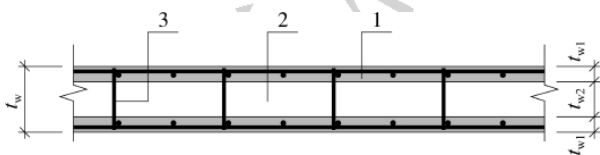


图 6.8.18-2 成型钢筋笼叠合板式剪力墙构造示意

1 预制混凝土叶板;2 空腔内后浇混凝土;3 成型钢筋笼

- 2) 叠合板式剪力墙的桁架钢筋、成型钢筋笼等格构钢筋应满足运输、吊装和现浇混凝土施工的要求,成型钢筋笼的构造措施可按本标准附录 A.2.1 条的规定执行。

2 灌芯混凝土剪力墙的预制墙板宜采用无洞口的一字形截面,其截面及配筋构造可按本标准附录 B.1.2、B.1.3 条的规定执行。

6.8.19 叠合剪力墙可按现浇混凝土构件计算其承载力,非夹心保温叠合墙的截面厚度可取预制和后浇混凝土的截面总厚度,夹

心保温叠合墙的截面厚度可取内叶板与后浇混凝土厚度之和,混凝土强度等级应取预制和后浇混凝土强度等级的较小值。

6.8.20 叠合剪力墙的空腔内宜浇筑自密实混凝土,自密实混凝土应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》(JGJ/T 283)的规定;当采用普通混凝土时,混凝土粗骨料的最大粒径不应大于空腔厚度的 $1/4$ 和钢筋最小净间距的 $3/4$,且不宜大于 20mm ,并应采取保证后浇混凝土浇筑质量的措施。

6.8.21 抗震等级为一级的叠合剪力墙以及多遇地震作用下偏心受拉的叠合剪力墙,应验算其底部水平接缝的受剪承载力,可按本标准第 6.8.14 条的有关规定执行;抗震等级为二、三、四级的偏心受压的叠合剪力墙,当其底部水平接缝处钢筋连接满足本标准规定时,可不进行水平接缝的受剪承载力验算。

6.8.22 叠合剪力墙钢筋搭接连接应满足下列规定:

1 连接钢筋的直径不应小于被连接钢筋的直径,间距不宜大于被连接钢筋的间距;

2 水平及竖向分布钢筋的连接钢筋可采用直钢筋、环形钢筋及 U 形钢筋,边缘构件的竖向连接钢筋宜采用直钢筋;

3 连接钢筋与被连接钢筋之间的净距不宜大于 $4d$,其搭接长度应满足下列规定:

- 1) 连接钢筋为直钢筋时,则水平分布钢筋和竖向分布钢筋的搭接长度 l_d 不应小于 $1.2l_{aE}$,边缘构件竖向钢筋的搭接长度 l_d 不应小于 $1.6l_{aE}$;
- 2) 连接钢筋为环形钢筋,则水平分布钢筋的搭接长度 l_d 不应小于 l_{aE} ,竖向分布钢筋的搭接长度 l_d 不应小于 $1.2l_{aE}$;
- 3) 连接钢筋为 U 形钢筋,则闭口端的搭接长度 l_d 应满足环形钢筋的搭接长度要求,开口端的搭接长度 l_d 应满足直钢筋搭接长度的要求; d 为连接钢筋的直径, l_{aE} 为受拉钢筋抗震锚固长度;

4 当采用其他搭接构造时,搭接长度应经试验确定。

6.8.23 叠合剪力墙边缘构件的构造除应满足本标准第 6.8.13 条的要求外,尚应符合下列规定:

1 约束边缘构件的暗柱阴影区域或构造边缘构件的暗柱可采用叠合暗柱或现浇暗柱;

2 成型钢筋笼叠合板式剪力墙边缘构件构造可按本标准附录 A.2.3 条的规定执行;

3 灌芯混凝土剪力墙边缘构件处构造可按本标准附录 B.1.4 条的规定执行。

6.8.24 楼层内相邻叠合剪力墙之间的竖向接缝处于非边缘构件位置时,应设置现浇段连接,除应满足本标准第 6.8.13 条的要求外,尚应符合下列规定:

1 叠合板式剪力墙空腔内应设置贯穿现浇段的水平连接钢筋与预制墙板的水平分布筋进行搭接连接(图 6.8.24 1),水平连接钢筋可采用直钢筋、环形钢筋、U 型筋,水平连接钢筋的间距不应大于叠合剪力墙预制墙板中水平分布筋的间距,水平连接钢筋的直径不应小于叠合剪力墙预制墙板中水平分布筋的直径;搭接连接构造应满足本标准第 6.8.22 条的规定;

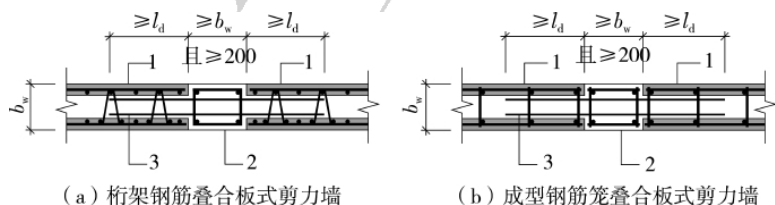


图 6.8.24-1 同层相邻叠合板式剪力墙连接构造示意

1 叠合剪力墙;2 现浇段;3 水平连接钢筋

2 灌芯混凝土剪力墙整体式接缝的后浇段宽度不宜小于 400mm,预制墙板的水平分布筋宜预留 U 形钢筋在后浇段内连接(图 6.8.24 2)。

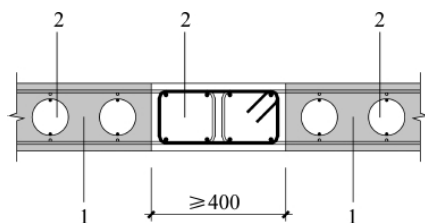


图 6.8.24-2 灌芯混凝土剪力墙墙身连接区域后浇构造示意

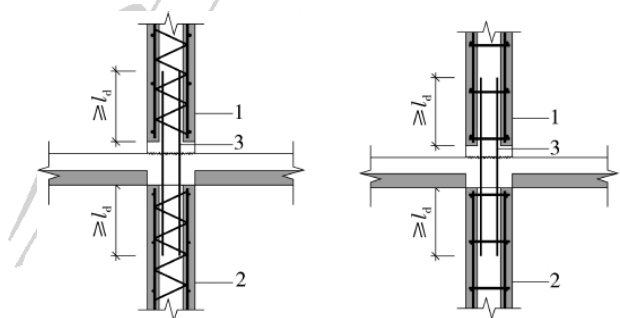
1 预制墙板; 2-后浇混凝土

6.8.25 叠合剪力墙底部水平接缝宜设置在楼面标高处, 接缝处现浇混凝土应浇筑密实, 并应满足下列规定:

1 接缝处楼板混凝土上表面应设置平均凹凸深度不小于 6mm 的粗糙面;

2 叠合板式剪力墙水平接缝高度不宜小于 50mm, 不宜大于 100mm; 灌芯混凝土剪力墙上层预制墙板的板腿与下层结构顶面间宜设置高度为 10mm~20mm 的安装缝, 并应采用座浆填充, 座浆料的立方体抗压强度宜高于剪力墙混凝土立方体抗压强度 10MPa 或以上;

3 上下层叠合板式剪力墙的竖向分布筋可在空腔内配置竖向连接钢筋进行搭接连接(图 6.8.25 1), 竖向连接钢筋可采用直钢筋、环形钢筋、U 形筋, 搭接连接构造应满足本标准 6.8.22 条规定;

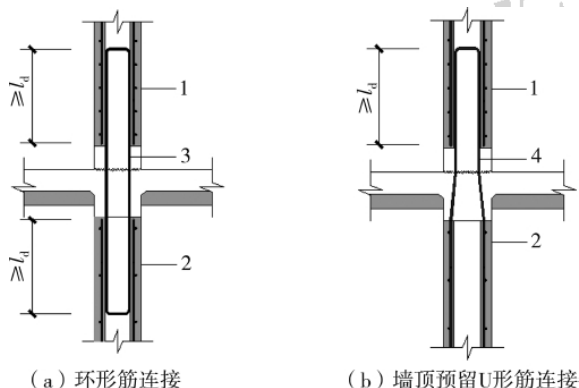


(a) 桁架钢筋叠合板式剪力墙 (b) 成型钢筋笼叠合板式剪力墙

图 6.8.25-1 叠合板式剪力墙水平接缝连接构造

1-上层叠合剪力墙; 2-下层叠合剪力墙; 3-竖向连接钢筋

4 上下层灌芯混凝土剪力墙的竖向分布筋可采用在空腔内配置竖向连接钢筋进行搭接连接的方式(图 6.5.28 2a),也可采用预制墙板顶部预留 U 形钢筋的连接方式(图 6.5.28 2b);采用搭接连接方式时,宜采用环形连接筋,且搭接连接构造应满足本标准 6.8.22 条规定;



(a) 环形筋连接 (b) 墙顶预留 U 形筋连接

图 6.8.25-2 灌芯混凝土剪力墙水平接缝连接构造

1—上层灌芯混凝土剪力墙;2—下层灌芯混凝土剪力墙;

3—环形竖向连接钢筋;4—墙顶预留 U 形筋

5 满足本标准第 6.8.11 条规定时,成型钢筋笼叠合板式剪力墙的竖向分布钢筋可采用单排连接,其连接构造可按本标准附录 A.2.4 条的规定执行;

6 叠合板式剪力墙边缘构件为叠合构件时,边缘构件竖向钢筋可采用搭接方式进行连接,并满足本标准第 6.8.22 条规定;灌芯混凝土剪力墙的构造边缘构件为叠合构件时,竖向受力钢筋宜采用机械连接方式,可按本标准附录 B.1.5 条的规定执行。

6.8.26 上下层叠合剪力墙与现浇剪力墙连接时,其水平缝构造应符合本标准第 6.8.25 条的规定,连接筋在现浇混凝土中的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010)的有关规定。

6.8.27 叠合剪力墙结构宜采用叠合连梁,也可采用现浇混凝土

连梁。连梁配筋及构造应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等现行国家和行业标准的有关规定。

6.9 多层装配式墙板结构

6.9.1 多层装配式墙板结构包括多层预制墙板结构及多层叠合墙板结构,可用于房屋高度不大于 24m,抗震设防类别为标准设防类的民用建筑。抗震设防烈度为 6 度时,房屋最大高宽比不宜大于 3.5;抗震设防烈度为 7 度时,房屋最大高宽比不宜大于 3.0。

6.9.2 多层装配式墙板结构设计应符合下列规定:

1 抗震设防烈度为 6、7 度时,结构抗震等级取四级;

2 预制墙板厚度不宜小于 140mm,成型钢筋笼叠合墙板厚度不宜小于 180mm,灌芯混凝土墙板厚度不宜小于 140mm,且均不宜小于层高的 1/25;成型钢筋笼叠合墙板单叶预制板厚度不宜小于 50mm,空腔宽度不宜小于 80mm,其配筋构造可按本标准附录 A.2.1 条的规定执行;灌芯混凝土墙板截面及配筋构造可按本标准附录 B.2.1 条的规定执行;

3 预制墙板及叠合墙板的轴压比均不应大于 0.3;轴压比计算时,墙体混凝土强度等级超过 C40,按 C40 计算。

6.9.3 在风荷载或多遇地震作用下,多层装配式墙板结构按弹性方法计算的楼层间最大水平位移与层高之比不宜大于 1/1500。

6.9.4 多层装配式墙板的计算应满足下列要求:

1 在风荷载或多遇地震作用下,可采用弹性方法进行结构分析,并按实际情况建立模型;

2 墙板间竖向接缝采用连接件连接并采用灌浆料或混凝土进行浇筑时,墙体可作为整体构件考虑;

3 墙板间竖向接缝采用无后浇段的干式连接时,应将剪力墙划分为独立计算单元进行计算,且宜建立连接节点单元,连接

节点单元特性可根据试验结果确定。

6.9.5 楼层内相邻墙板之间宜采用整体式接缝连接,且应符合下列规定:

1 预制墙板之间的竖向接缝可采用水平锚环灌浆或后浇段连接,竖向接缝的连接做法应符合现行国家及行业标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定;

2 成型钢筋笼叠合墙板可采用空腔内附加成型钢筋笼或钢筋网片的形式进行连接,其构造可按本标准附录 A.3.1~A.3.4 条的规定执行;

3 灌芯混凝土墙板的竖向接缝可采用现浇暗柱方式连接,可按本标准附录 B.2.2 条的规定执行;灌芯混凝土墙板的暗柱预制时,可按本标准附录 B.2.3 条的规定执行。

6.9.6 预制墙板采用水平锚环灌浆连接或成型钢筋笼叠合板式墙板采用空腔内附加钢筋连接时,应在水平或竖向尺寸大于 800mm 的洞边、一字墙墙体端部、纵横墙交接处以及竖向接缝两侧设置加强段,并应满足下列要求:

1 墙板加强段截面高度不宜小于墙厚,且不宜小于 200mm,截面宽度同墙厚;

2 采用水平锚环灌浆连接的预制多层墙板,其加强段内应配置纵向受力钢筋、箍筋、箍筋架立筋,并满足现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定;

3 成型钢筋笼叠合墙板结构的竖向接缝采用附加成型钢筋笼或钢筋网片方式连接时,墙板加强段内纵向钢筋及箍筋构造可按本标准附录 A.3.1 条的规定执行。

6.9.7 多层墙板的水平接缝宜按整体式接缝设计,接缝宜设置在楼面标高处,并满足下列规定:

1 预制墙板水平接缝可采用单排套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接等,连接做法可按现行行业标准《装配式混凝土结

构技术规程》JGJ 1 的有关规定执行；

2 成型钢筋笼叠合墙板水平接缝的竖向分布钢筋可采用单排钢筋连接,其构造可按本标准附录 A.2.4 条的规定执行；

3 灌芯混凝土墙板水平接缝构造可按装配整体式灌芯混凝土剪力墙结构的有关规定执行,并满足本标准第 6.8.25 条的要求。

6.9.8 在地震设计状况下,预制墙板的水平接缝的受剪承载力设计值按下式计算：

$$V_{WF} = 0.6f_y A_{s,d} + \delta N \quad (6.9.8)$$

式中： V_{WF} 考虑地震作用时接缝受剪承载力设计值(N)；

f_y 垂直穿过结合面的竖向钢筋的抗拉强度设计值(N/mm²)；

$A_{s,d}$ 垂直穿过结合面的竖向钢筋面积(mm²)；

N 与剪力设计值相应的垂直于结合面的轴向力设计值(N),压力时取正,拉力时取负,且不大于 $0.6f_c b h_0$, f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值, b 为剪力墙厚度, h_0 为剪力墙截面有效高度。

δ 当水平接缝采用灌浆料填充时取 0.8,水平接缝采用座浆填充时取 0.6。

6.9.9 多遇地震作用下,偏心受拉叠合墙板应验算其底部水平接缝的受剪承载力,可按本标准第 6.9.8 条的有关规定执行。

6.9.10 多层墙板结构的屋面、楼面采用叠合楼板时,沿各层预制墙板及叠合墙板顶部应设置连续的水平后浇带,并满足本标准第 6.8.5 条的规定;楼面采用预制楼板时,沿各层预制墙板及叠合墙板顶部应设置板端后浇混凝土接缝,并符合本标准第 6.6.11 条的规定。

6.10 外挂墙板设计

6.10.1 外围护墙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。

6.10.2 外挂墙板与主体结构的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。外挂墙板和连接节点的结构分析、承载力计算和构造要求应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

6.10.3 抗震设计时,外挂墙板与主体结构的连接节点在墙板平面内应具有不小于主体结构在设防烈度地震作用下弹性层间位移角 3 倍的变形能力。

6.10.4 主体结构计算时,应按下列规定计入外挂墙板的影响:

- 1 应计入支承于主体结构的外挂墙板的自重;
- 2 当外挂墙板相对于其支承构件有偏心时,应计入外挂墙板重力荷载偏心产生的不利影响;
- 3 采用点支承与主体结构相连的外挂墙板,连接节点具有适应主体结构变形的能力时,可不计入其刚度影响;
- 4 采用线支承与主体结构相连的外挂墙板,应根据刚度等代原则计入其刚度影响,但不得考虑外挂墙板的有利影响。

6.10.5 计算外挂墙板的地震作用标准值时,可采用等效侧力法,并按下式计算:

$$q_{\text{Fk}} = \beta_{\text{F}} \alpha_{\text{max}} G_{\text{k}} / A \quad (6.10.5)$$

式中: q_{Fk} 分布水平地震作用标准值(kN/m^2),当验算连接节点承载力时,连接节点地震作用效应标准值应乘以 2.0 的增大系数;

β_{F} 动力放大系数,不应小于 5.0;

α_{max} 水平地震影响系数最大值,应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定;

G_{k} 外挂墙板的重力荷载标准值(kN);

A 外挂墙板的平面面积(m^2)。

6.10.6 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时,节点构造应符合下列规定:

- 1 连接点数量和位置应根据外挂墙板形状、尺寸确定,连接

点不应少于4个,承重连接点不应多于2个;

2 在外力作用下,外挂墙板相对主体结构在墙板平面内应能水平滑动或转动;

3 连接件的滑动孔尺寸应根据穿孔螺栓直径、变形能力需求和施工允许偏差等因素确定。

6.10.7 外挂墙板与主体结构采用线支承连接时(图 6.10.7),节点构造应符合下列规定:

1 外挂墙板顶部与梁连接,且固定连接区段应避免梁端 1.5 倍梁高长度范围;

2 外挂墙板与梁的结合面应采用粗糙面并设置键槽;接缝处应设置连接钢筋,连接钢筋数量应经过计算确定且钢筋直径不宜小于 10mm,间距不宜大于 200mm;连接钢筋在外挂墙板和楼面梁后浇混凝土中的锚固应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定;

3 外挂墙板的底端应设置不少于 2 个仅对墙板有平面外约束的连接节点;

4 外挂墙板的侧边不应与主体结构连接。

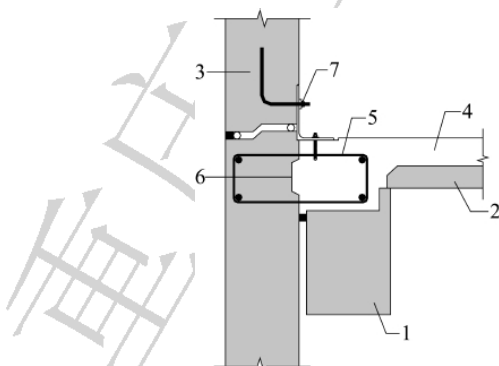


图 6.10.7 外挂墙板线支承连接示意

- 1 预制梁;2 预制板;3 预制外挂墙板;4 后浇混凝土;5 连接钢筋;
6 剪力键槽;7 面外限位连接件

6.10.8 外挂墙板的形式和尺寸应根据建筑立面造型、主体结构层间位移限值、楼层高度、节点连接形式、温度变化、接缝构造、运输限制条件和现场起吊能力等因素确定；板间接缝宽度应根据计算确定且不宜小于 10mm；当计算缝宽大于 30mm 时，宜调整外挂墙板的形式或连接方式。

6.10.9 预制外墙最外层钢筋的混凝土保护层厚度除有专门要求外，应符合下列规定：

1 石材或面砖饰面，不应小于 15mm；

2 混凝土饰面，不应小于 20mm。

6.10.10 外挂墙板不应跨越主体结构的变形缝。主体结构变形缝两侧的预制外墙的构造缝应能适应主体结构的变形要求，宜采用柔性连接设计或滑动型连接设计，并采取易于修复的构造措施。

6.11 其他结构设计

6.11.1 装配式混凝土结构，除可采用本标准第 6.1.2 条规定的结构形式外，还可采用预应力混凝土装配整体式框架结构、整体预应力装配式板柱结构、装配式外包钢混凝土组合结构、装配式钢板组合剪力墙等形式。

6.11.2 预应力混凝土装配整体式框架结构应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

6.11.3 整体预应力装配式板柱结构的设计与施工，应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

6.11.4 装配式外包钢混凝土组合结构设计可按本标准附录 C 的有关规定执行。

6.11.5 装配式钢板组合剪力墙，应符合国家现行强制性工程建设规范以及本标准附录 D 的规定。

7 机电设备与管线设计

7.1 一般规定

7.1.1 机电设备设计应满足建筑机电设备各系统的功能使用、运行安全、方便维修管理等要求,并符合下列规定:

1 机电设备及管线应进行综合设计,减少平面交叉;竖向管线宜集中布置;

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

3 当条件受限管线必须暗埋时,应结合叠合楼板现浇层以及建筑基层进行设计;

4 当管线穿越结构构件时,应预埋套管或预留孔洞,并采取措施保护结构安全;

5 机电设备及管线与结构构件的连接应安全可靠,宜采用预留埋件的方式。

7.1.2 当采用内隔墙与管线、装修一体化时,应进行集成设计。设计图纸应准确标注内隔墙预制构件中管线、部品部件等预留预埋的定位。

7.1.3 管线分离比例应按电气、给排水和供暖通风专业分系统提供数据,电气与智能化宜按强电、弱电分别统计;给排水按给水、排水、消火栓给水系统、自动喷水系统分别统计;暖通专业宜按空调、通风、防排烟系统分别统计,宜优先使用建筑信息模型(BIM)技术统计计算。

7.1.4 装配式混凝土建筑的设备与管线穿越楼板和墙体时,应采取防水、防腐、防火、隔声、密封等措施,防火封堵应符合现行国

家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

7.1.5 装配式混凝土建筑的机电设备设计应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

7.2 给水排水设计

7.2.1 装配式混凝土建筑的给水系统设计应符合下列规定：

1 应充分利用城镇给水管网的水压直接供水；
2 当城镇给水管网的水压和(或)水量不足时,应根据卫生安全、经济节能、方便维护管理的原则选用贮水调节和加压供水方式；

3 生活给水分区静水压力不宜大于 0.45MPa;当设有集中热水系统时,分区静水压力不宜大于 0.55MPa;

4 采取减压限流的节水措施,生活给水系统用水点处供水压力不应大于 0.20MPa,并应满足用水器具工作压力的要求;

5 住宅的入户管公称直径不宜小于 20mm,单户设有两个及以上卫生间的,入户管不宜小于 25mm。

7.2.2 装配式混凝土建筑的给水管道安装应符合下列规定：

1 给水横干管宜敷设在吊顶或架空楼地面内;给水配水支管宜敷设在吊顶、楼地面架空层或墙体空腔内;

2 敷设在垫层或墙体管槽内的给水配水支管的外径不宜大于 25mm;

3 敷设在垫层或墙体管槽内的管材,不得采用可拆卸的连接方式;

4 建筑内生活热水系统配水宜采用分水器,分水器支路出口与用水器具应一一对应;分水器支路配水管材应选用柔性管材,中途不得有连接配件,两端接口应明露;

5 给水立管与部品水平管道的接口宜设置内螺纹活接连接。

7.2.3 装配式混凝土建筑的排水系统设计应符合下列规定：

1 装配式混凝土建筑的生活排水应与雨水分流排出；

2 排水立管宜设置在管道竖井内；

3 生活排水系统立管当采用特殊单立管管材及配件时，应根据现行行业标准《住宅生活排水系统立管排水能力测试标准》CJJ/T 245 所规定的瞬间流量法进行测试，并应以±400Pa 为判定标准确定。

7.2.4 装配式混凝土建筑卫生间宜采用同层排水，住宅卫生间应采用同层排水，并宜优先采用不降板同层排水。

7.2.5 同层排水设计应符合下列规定：

1 同层排水部位的地坪应有可靠的防渗漏水措施；

2 同层排水设计应采用洗脸盆的排水给地漏等废水器具的水封补水，连接共有水封的排水器具不得重复设置水封，水封高度不得小于 50mm，应避免排水立管的污废水返流入水封内；

3 排水管道敷设在架空层时，宜设积水排除措施，积水排除措施应具有水封构造，水封高度不得小于 50mm，积水排除管道汇合后接入室外水封检查井；

4 当采用排水汇集器时，排水汇集器应合理设置，方便检修。当排水汇集器采用塑料材质时，应采用以下阻火措施：

1) 当排水管及排水汇集器设在管道井内，排水横支管穿管道井井壁时，应在井壁外侧管道上设置阻火装置；

2) 当排水立管明设，汇集器的下方应采用与卫生间楼板相同耐火极限的防火材料封堵或浇筑不低于卫生间楼板耐火极限的混凝土楼板。

7.2.6 装配式混凝土建筑采用集成卫生间时，设计应符合下列规定：

1 应根据集成卫生间的管道连接要求进行给水、排水管道预留；集成卫生间选用管道材质、规格和连接方式应与预留管道匹配。当不同材质的管道连接时，应采用可靠的连接方式；

2 当采用同层排水时,应根据集成卫生间的管道连接要求确定降板区域和降板高度。

7.2.7 装配式混凝土建筑的太阳能热水系统应与建筑一体化设计。

7.3 供暖、通风、空调及燃气设计

7.3.1 装配式混凝土建筑的供暖、通风、空调及燃气管线设计,应水平敷设在室内空间、吊顶内或地面架空层内;竖向敷设在管道井、墙面架空层及非承重墙体空腔内,满足可检修和易更换的要求,总体实现管线分离。

7.3.2 装配式混凝土建筑的供暖系统应满足以下要求:

1 末端宜采用散热器供暖系统,也可采用低温热水地面辐射供暖系统;

2 当采用低温热水地面辐射供暖方式时,地表面平均温度应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 及《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 等现行相关规范的规定;

3 当卫生间采用整体卫浴或采用同层排水架空地板时,不宜采用低温热水地面辐射供暖系统;

4 当采用电加热供暖方式时,宜采用地面或墙面辐射供暖系统。电加热辐射供暖设备安装需根据产品要求采用明装或干式工法施工安装,方便维修更换;

5 供、回水管道应做保温处理,并宜敷设在架空地板或地板沟槽内,管道连接处应设置检修口,当在吊顶内敷设管道时,阀门设置处应设置检修口;

6 分、集水器应设置在架空地板以上或其他便于维修管理的位置。

7.3.3 装配式混凝土建筑采用低温热水地面辐射供暖系统时应符合下列规定:

1 供水温度宜采用 $35^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ ，不应超过 60°C ，供、回水温差不宜大于 10°C ，且不宜小于 5°C 。系统的工作压力应根据选用管道的材质、壁厚、介质温度和使用寿命等因素综合确定，并不宜大于 0.8MPa ；

2 宜按房间划分供暖环路并配置室温自动调控装置；

3 地面加热管上不应设置与该系统无关的其他管线。地面加热管铺设应预留其他管线的检修位置；

4 低温热水地面辐射供暖系统的地面加热管宜采用干式工法施工。

7.3.4 卫生间、厨房应保证良好的通风效果，如需设置机械通风设施，应预留孔洞及通风设备安装位置。排油烟竖井水平接管处应设置止回阀，且阀体应便于拆卸更换。当采用集成厨房、集成卫生间时，上述设施应与厨卫顶面、墙面等进行一体化集成设计。

7.3.5 通风、空调风管及管件，其断面尺寸及连接方式应采用标准化设计，满足工厂化生产、施工安装及使用维护的要求。

7.3.6 在墙板或楼板上安装供暖、通风、空调及燃气设备时，其连接处应采取加强措施。

空调室外机组与预制外墙板应有可靠连接，自重较大者应连接在结构受力构件上。

7.3.7 当居住建筑或层高较低的公共建筑设置机械通风系统时，宜在结构梁上预留穿越风管的孔洞。

7.3.8 厨房或生活阳台采用预制楼板或外墙采用预制构件时，燃气立管穿越楼板及燃气横管穿越预制墙体构件处，应预埋钢套管；预制外墙还应预留排至室外的燃气热水器专用排气孔洞。

7.4 电气设计

7.4.1 装配式混凝土建筑的电气和智能化设备与管线的设计，应满足预制构件工厂化生产、施工安装及使用维护的要求。

7.4.2 装配式混凝土建筑的电气和智能化设备与管线设置及安装应符合下列规定：

1 电气和智能化系统电气竖井内的管线、配电箱、配线箱应明敷，井内照明灯具、开关宜设置在同一垂直位置；

2 电气和智能化系统的管线宜敷设在楼地面架空层、吊顶、建筑隔墙空腔或装饰墙板与建筑结构体之间的空隙内等部位；

3 配电箱、智能化配线箱不宜安装在预制构件上；

4 当大型灯具、桥架、母线、配电设备等安装在预制构件上时，应采用预留预埋件固定；

5 设置在预制构件上的接线盒、连接管等应做预留，出线口和接线盒应准确定位；

6 不应在预制构件受力部位和节点连接区域设置孔洞及接线盒，隔墙两侧的电气和智能化设备管线（底盒）应错位布置，净距不应小于 50mm；

7 墙板内竖向电气管线布置应保持安全间距；叠合楼板内敷设的电气导管应做好综合排布，同一地点严禁 2 根以上的电气导管交叉敷设；

8 电气设备、管道等穿越预制楼板、墙体及结构梁时，应在穿越结构构件处预留孔洞或预埋套管；

9 照明管线在叠合板内暗敷时，应在叠合板底部灯位处预埋深型接线盒；

10 住宅户内照明系统宜具有按需、按时和按环境变化自动控制照明的开关、调节光照强度等能力，宜采用无线方式控制；

11 预制墙板内的电气管线与结构梁或楼板内的水平电气管线作连接时，应采用接头连接，并在连接处的预制墙板上预留操作空间。

7.4.3 装配式混凝土建筑的防雷设计应符合下列规定：

1 当利用预制剪力墙、预制柱内的部分钢筋作为防雷引下线时，预制构件内作为防雷引下线的钢筋，应在构件接缝处作可

靠的电气连接,并在构件接缝处预留施工空间及条件,连接部位应有永久性明显标记。敷设在预制剪力墙、预制柱内作引下线的钢筋仅为一根时,其直径不应小于10mm。当利用构造柱内钢筋时,其截面积总和不应小于一根直径10mm钢筋的截面积,且多根钢筋应通过箍筋绑扎或焊接连通;

2 建筑外墙上的金属管道、栏杆、门窗等金属物需要与防雷装置连接时,应与相关结构构件内部的金属件连接成电气通路;

3 设置等电位连接的场所,各构件内的钢筋应作可靠的电气连接,并与等电位连接箱连通;

4 当接闪带沿屋面女儿墙顶部敷设时,若女儿墙板采用预制构件,则需在预制构件顶部的外侧预埋支撑接闪带用的钢板。

8 外围护系统设计

8.1 一般规定

8.1.1 装配式混凝土建筑应合理确定外围护系统的设计工作年限,住宅建筑的外围护系统的设计工作年限应与主体结构相一致。

8.1.2 外围护系统应根据装配式混凝土建筑所在区域的气候条件、使用功能等综合确定建筑性能、结构性能和绿色环保性能。

8.1.3 外围护系统设计应包括下列内容:

- 1 外围护系统的性能要求;
- 2 外墙板及屋面板的模数协调要求;
- 3 屋面结构支承构造节点;
- 4 外墙板连接、接缝及外门窗洞口等构造节点;
- 5 阳台、空调板、装饰件等连接构造节点;
- 6 围护墙的实施部位、预制外墙板布置。

8.1.4 外墙系统应根据不同的建筑类型及结构形式选择适宜的系统类型;外墙系统可选用预制混凝土外墙板、轻质墙板、现场组装骨架外墙、幕墙系统、采用高精度模板施工工艺的全现浇外墙、采用具有自保温功能的薄砌工艺外墙等类型。

8.1.5 外墙系统中外墙板可采用内嵌式、外挂式、嵌挂结合等形式,并宜分层悬挂或承托。

8.1.6 外围护系统中的墙板,在正常使用状态下应具有良好的工作性能,并符合下列规定:

- 1 当主体结构承受 50 年重现期风荷载或多遇地震作用时,外墙板不得因层间位移而发生塑性变形、板面开裂、零件脱落等

损坏；

- 2 在设防烈度地震作用下经修理后应仍可使用；
- 3 在罕遇地震作用下，外墙板不得掉落。

8.2 预制外墙

8.2.1 预制外墙的形式和尺寸应根据建筑立面造型、结构需求、施工条件等因素确定。

8.2.2 预制外墙应符合下列规定：

- 1 预制外墙板分为蒸压加气混凝土条板、预制混凝土夹芯保温板和复合墙板等，各类型墙板的材料和性能应符合国家现行强制性工程建设规范的规定；

- 2 预制外墙体系应根据外墙立面特征确定，高度不宜大于一个层高，厚度应满足隔声、节能、防火、结构安全等要求。

8.2.3 预制外墙的构造设计应综合考虑生产、施工条件。接缝及门窗洞口等部位的构造节点应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

8.2.4 预制外墙板的防火性能应按非承重外墙的要求执行，并符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

8.2.5 外露的金属构配件及外墙板内侧与主体结构的调整间隙，应采用燃烧性能等级为 A 级的材料进行封堵，封堵构造的耐火极限不应低于墙体的耐火极限，封堵材料在耐火极限内不得开裂、脱落。

8.2.6 加气混凝土外墙板的性能、连接构造、板缝构造、内外面层做法等要求应符合现行行业标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》(JGJ/T 17)的相关规定，并符合下列要求：

- 1 可采用拼装大板、横条板、竖条板的构造形式；应满足建筑的开间和层高模数尺寸的要求，避免出现非模数及非标准的特殊规格板材；

2 蒸压加气混凝土外墙板的强度等级不应低于 A5.0,干密度不应低于 B06;

3 加气混凝土墙板的安装可根据技术条件选择钩头螺栓法、滑动螺栓法、内置锚法、摇摆型工法等方式;

4 加气混凝土墙板与主体结构应有可靠的连接,且符合抗震构造要求。当采用竖墙板和拼装大板时,应分层承托;当采用横板时,应按一定高度由主体结构承托;

5 外墙室外侧面及有防潮要求的外墙内侧板面应用专用防水界面剂进行封闭处理;

6 加气混凝土板外墙应做饰面防护层。当采用石材或金属外饰面时,主龙骨应固定在主体结构受力构件上。

8.3 现场组装骨架外墙

8.3.1 骨架应具有足够的承载能力、刚度和稳定性,并与主体结构有可靠连接;骨架应进行整体及连接节点验算。

8.3.2 墙内敷设电气线路时,应对其进行穿管保护。

8.3.3 现场组装骨架外墙宜根据基层墙板特点及形式进行墙面整体防水。外墙面应采取防风、防雨、防潮及密封等构造措施,安装连续的防水透汽膜。防水透汽膜接缝应使用耐久性胶带密封,避免雨水向墙内渗透。

8.3.4 金属骨架组合外墙应符合下列规定:

1 金属骨架应设置有效的防腐蚀措施;

2 骨架外部、中部和内部可分别设置防护层、隔离层、保温隔汽层和内饰层,并根据使用条件设置防水透气材料、空气间层、反射材料、结构蒙皮材料和隔汽材料等。

8.3.5 木骨架组合外墙应符合下列规定:

1 材料种类、连接构造、板缝构造、内外面层做法等要求应符合现行国家标准《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361 的相

关规定：

2 木骨架组合外墙与主体结构之间应采用金属连接件进行连接；

3 内侧墙面材料宜采用普通型、耐火型或防潮型纸面石膏板，外侧墙面材料宜采用防潮型纸面石膏板或水泥纤维板材等材料；

4 保温隔热材料宜采用岩棉或玻璃棉等；

5 隔声吸声材料宜采用岩棉、玻璃棉或石膏板材等；

6 填充材料的燃烧性能等级应为 A 级。

8.4 幕墙系统

8.4.1 装配式混凝土建筑应根据建筑物的使用要求、建筑造型，合理选择幕墙形式，宜采用单元式幕墙系统。

8.4.2 幕墙应根据面板材料的不同，选择相应的幕墙结构、配套材料和构造方式等。

8.4.3 幕墙与主体结构的连接设计应符合下列规定：

1 应具有适应主体结构层间变形的能力；

2 主体结构中连接幕墙的预埋件、锚固件应能承受幕墙传递的荷载和作用，连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。

8.4.4 玻璃幕墙的设计应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的相关规定。

8.4.5 金属与石材幕墙的设计应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的相关规定。

8.4.6 人造板材幕墙的设计应符合现行行业标准《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 的相关规定。

8.4.7 选用厚度大于等于 25mm 的石材以及大面积玻璃做外墙饰面时，宜优先选用幕墙系统的构造方案现场施工，或在构件厂

完成幕墙单元之后现场拼装。其主龙骨应与结构受力构件牢固连接。

8.5 保温装饰一体化

8.5.1 装配式混凝土建筑外墙宜采用保温装饰一体化的复合墙板和预制混凝土夹芯保温墙板。

8.5.2 外墙采用带保温层的预制夹芯复合墙板时,应在工厂中与预制外墙一体化预制成型。热工设计应符合现行国家、行业及地方有关建筑节能设计标准的有关规定。保温材料的燃烧性能应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

8.5.3 预制外墙板的保温材料及其厚度应按建筑围护结构热工设计要求确定,并满足下列要求:

- 1 当采用混凝土材料时,宜选用轻骨料混凝土;
- 2 当采用复合外墙板时,除门窗洞口周边可设置贯通的混凝土肋外,宜采用连续式保温层,保温层厚度应满足建筑围护结构节能设计要求;
- 3 宜采用轻质高效的保温材料,安装时保温材料重量含水率不应大于10%;
- 4 无肋复合板中,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。

8.5.4 外围护系统饰面应结合建筑设计要求,采用耐久、不易污染的装饰材料,宜在工厂中与预制外墙一体化成型。对于面砖、石材等块材宜采用反打一次成型工艺制作。

1 采用反打一次成型工艺的面砖饰面,面砖与预制构件的粘结性能应满足现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》(JGJ/T 110)的要求;

2 采用反打一次成型工艺的石材饰面,石材的厚度应不小于25mm,石材背面应采用不锈钢卡件与混凝土实现机械锚固,

石材的质量及连接件固定数量应满足设计要求。

8.6 连接及防水

8.6.1 外墙板与主体结构的连接应符合下列规定：

- 1 连接节点在保证主体结构整体受力的前提下,应牢固可靠、受力明确、传力简捷、构造合理；
- 2 连接节点应具有足够的承载力。承载能力极限状态下,连接节点不应发生破坏;当单个连接节点失效时,外墙板不应掉落；
- 3 连接部位应采用柔性连接方式,连接节点应具有适应主体结构变形的能力；
- 4 节点设计应便于工厂加工、现场安装就位和调整；
- 5 连接件的耐久性应满足使用年限要求；
- 6 连接节点应采用可靠的防腐、防锈和防火措施；
- 7 外墙板与主体结构连接节点处的钢构件、焊缝、螺栓、铆钉设计,应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

8.6.2 预制外墙板接缝应符合下列规定：

- 1 外墙板的排布应以减少板缝为原则,接缝构造应能满足防水、防火、隔声、环保、耐久等功能要求；
- 2 板间接缝宽度应根据计算确定且不宜小于 15mm;当设计缝宽大于 30mm 时,宜选择预制外墙的形式或合适的连接方式;同时,接缝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；
- 3 接缝处以及与主体结构的连接处应设置防止形成热桥的构造措施；
- 4 连接处应采用构造防水和材料防水相结合的防排水系统及构造设计；
- 5 当板缝空腔需设置导水管排水时,板缝内侧应增设密封

构造。

8.6.3 当屋面采用预制女儿墙板时,宜采用与下部墙板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。女儿墙板内侧在要求的泛水高度处应设凹槽、挑檐或其他泛水收头等构造。

8.6.4 挑出外墙的阳台、雨棚等构件的周边在板底应设置滴水线。

8.7 外门窗

8.7.1 外门窗应采用在工厂生产的标准化系列部品,并应采用带批水板的外门窗配套系列部品。

8.7.2 外门窗应可靠连接,门窗洞口与外门窗框接缝处的抗风压性能、气密性能、水密性能和保温性能不应低于外门窗的有关性能。

8.7.3 预制外墙中外门窗宜采用整体预埋、预埋副框或预埋连接件等方法固定。连接部位应设置防水措施。

8.7.4 铝合金门窗的设计应符合现行行业标准《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214 的相关规定。

8.7.5 塑料门窗的设计应符合现行行业标准《塑料门窗工程技术规程》JGJ 103 的相关规定。

8.8 屋面

8.8.1 屋面应根据现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 中规定的屋面防水等级进行防水设防,并具有良好的排水功能,应设置有组织排水。

8.8.2 采光顶与金属屋面的设计应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的相关规定。

附录 A 成型钢筋笼装配式混凝土叠合结构构造

A.1 成型钢筋笼装配整体式叠合框架结构

A.1.1 预制空腔柱构件宜采用矩形截面,截面边长宜以 50mm 为模数,其宽度不宜小于 500mm;预制部分厚度不宜小于 60mm (图 A.1.1)。

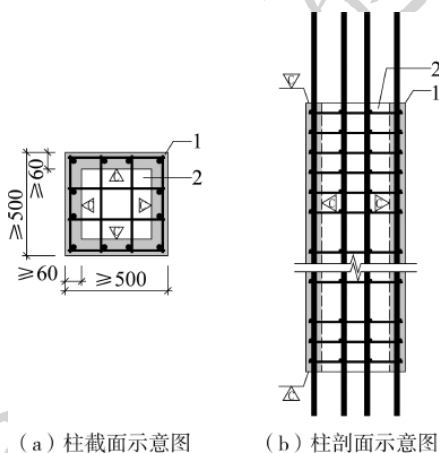


图 A.1.1 预制空腔柱示意图

1 预制部分;2 空腔部分;C 粗糙面

A.1.2 当叠合柱纵向受力钢筋采用搭接连接时(图 A.1.2),应符合下列规定:

- 1 水平接缝应设置在楼面标高处,水平接缝高度宜为 50mm;
- 2 矩形预制空腔柱内部空腔应采用矩形截面,圆形预制空腔柱内部空腔应采用圆形截面,且预制部分厚度宜取为 60mm;
- 3 钢筋可在同一位置搭接,且搭接长度不应小于 $1.2l_{aE}$,钢

筋搭接范围内叠合柱箍筋间距不应大于100mm；

4 搭接钢筋应贯穿后浇节点区后与叠合柱纵筋在叠合柱空腔内搭接连接,搭接钢筋和被搭接钢筋净距不宜小于1倍钢筋直径,且不应大于2倍钢筋直径；

5 当上下层叠合柱纵筋均为搭接连接时,应根据搭接钢筋位置确定叠合柱水平接缝正截面受弯承载力验算截面实际有效高度,且搭接钢筋与预制空腔柱内壁间净距不宜大于 d 或20mm的较小值, d 为搭接钢筋直径；叠合柱斜截面承载力计算时,截面有效高度应取叠合柱混凝土外表面至预制部分柱纵向钢筋合力点的距离；

6 搭接钢筋直径和强度不应低于被搭接钢筋。

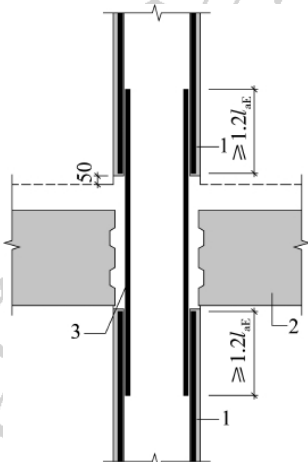


图 A.1.2 叠合柱纵筋搭接连接构造示意图

1 叠合柱;2 楼面梁;3 搭接钢筋

A.1.3 叠合框架柱、梁顶层端节点采用梁、柱外侧钢筋直线搭接方式时,应符合下列规定：

1 柱外侧纵向受力钢筋与梁上部纵向受力钢筋在现浇梁柱节点区搭接时(图 A.1.3),其搭接长度不应小于 $1.7l_{aE}$,其构造要

求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定：

2 柱内侧纵向受力钢筋宜采用锚固板等机械锚固措施。

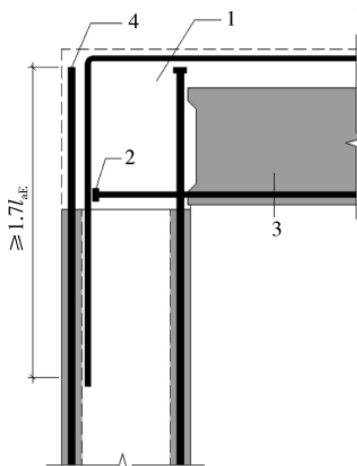


图 A.1.3 叠合柱及叠合梁框架顶层端节点梁柱外侧钢筋搭接构造示意

1 现浇梁柱节点区;2 梁下部纵向受力钢筋锚固;3 叠合梁;

4 梁柱外侧钢筋搭接

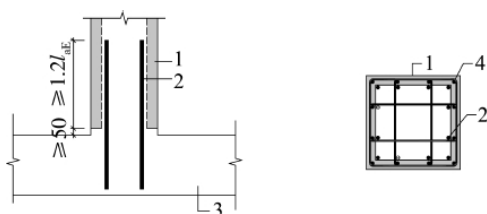
A.1.4 叠合柱与基础连接时,应符合下列规定:

1 应根据叠合柱底与基础连接方式及构造采用合适的结构分析方法和计算模型;

2 叠合柱底出筋与基础连接时,柱底出筋宜直接锚入现浇基础内,也可与基础预埋钢筋采用机械连接方式进行连接。钢筋伸入基础的锚固形式及长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定;

3 预制空腔柱构件内部空腔可采用矩形截面也可采用圆形截面,柱内壁及端部均应设置粗糙面;

4 叠合柱方形空腔柱底不出筋与基础搭接连接时(图 A.1.4 1),应满足本附录 A.1.2 条要求;



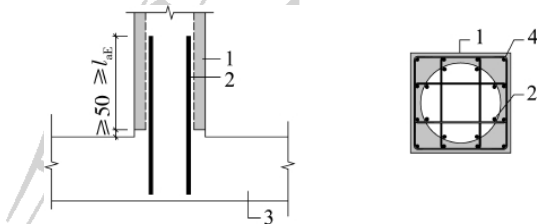
(a) 基础插筋构造示意 (b) 叠合柱方形空腔截面示意

图 A.1.4-1 叠合柱方形空腔柱底不出筋构造示意

1 叠合柱; 2 基础插筋; 3 现浇基础; 4 预制部分纵向受力钢筋

5 叠合柱圆形空腔柱底不出筋与基础铰接连接时(图 A.1.4.2),应符合下列规定:

- 1) 叠合柱柱底受弯及受剪承载力验算时,应按基础插筋实际位置确定截面有效高度;叠合柱中部受弯及受剪承载力验算时,应按预制部分纵向受力钢筋实际位置确定截面有效高度;柱受压承载力验算时应按叠合柱外轮廓尺寸确定受压截面面积;
- 2) 柱底水平接缝应位于基础顶面,且接缝高度不应小于 50mm,不宜大于叠合柱截面较小尺寸;
- 3) 基础插筋伸入叠合柱空腔内长度不应小于 l_{aE} ,且基础插筋与叠合柱内壁间净距应满足钢筋锚固要求。



(a) 基础插筋构造示意 (b) 叠合柱圆形空腔截面示意

图 A.1.4-2 叠合柱圆形空腔柱底不出筋构造示意

1 叠合柱; 2 基础插筋; 3 现浇基础; 4 预制部分纵向受力钢筋

A.1.5 当高层叠合框架结构首层采用叠合柱时,首层叠合柱实

配纵向钢筋不应小于其计算值的 1.1 倍。当首层叠合柱纵向受力钢筋采用搭接连接时,首层叠合柱箍筋间距不应大于 100mm。

A.2 成型钢筋笼装配整体式叠合板式剪力墙结构

A.2.1 叠合剪力墙宜采用整体成型钢筋笼(图 A.2.1),钢筋笼内梯子形网片纵向钢筋、水平横筋分别满足墙体水平分布钢筋及拉筋的要求,并应符合下列规定:

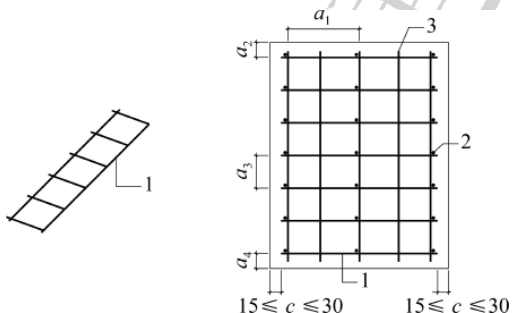


图 A.2.1 叠合剪力墙钢筋构造

- 1 梯子形网片;2 水平横筋;3 墙体竖向钢筋; c 梯子形网片端头保护层厚度;
 a_1 梯子形网片水平横筋间距; a_2 梯子形网片至墙顶端距离; a_3 梯子形网片间距;
 a_4 梯子形网片至墙底端距离

- 1 墙体竖向钢筋应置于梯子形网片纵筋内侧;
- 2 墙体最下层梯子形网片至墙底端距离 a_4 不宜大于 30mm,最上层梯子形网片至墙顶端距离 a_2 不宜大于 100mm,且应满足钢筋保护层厚度的要求;
- 3 沿墙长方向梯子形网片钢筋端头保护层厚度 c 不应小于 15mm,且不宜大于 30mm;
- 4 梯子形网片之间的竖向间距 a_3 不宜大于 200mm;
- 5 叠合剪力墙上下层连接钢筋保护层厚度不大于 $5d$ 时,连接钢筋高度范围内,梯子形网片的间距不应大于 $10d$,且不应大于 100mm, d 为连接钢筋直径;

6 梯子形网片水平横筋直径不宜小于 6mm, 间距 a_1 不宜大于 600mm。

A.2.2 当高层建筑底部加强区的剪力墙采用叠合剪力墙时, 多遇地震作用下底部加强区叠合剪力墙肢不宜出现小偏心受拉。当叠合墙肢在多遇地震下存在小偏心受拉, 且墙肢平均拉应力大于 f_{tk} 时, 底部加强区小偏心受拉叠合墙应根据设防地震作用下的内力计算结果进行构件配筋设计。

A.2.3 叠合剪力墙的边缘构件范围及配筋应符合下列规定:

1 剪力墙预制部分设置暗柱时, 暗柱范围及其配筋应符合现行国家及行业标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定(图 A.2.3.1);

2 剪力墙的边缘构件采用现浇时, 边缘构件范围及其配筋应符合现行国家及行业标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定(图 A.2.3.2);

3 剪力墙的构造边缘构件采用现浇与叠合构件组合时, 应符合下列规定(图 A.2.3.3):

- 1) L形墙的角部和 T形墙两个方向墙肢的连接区域应现浇, 现浇段宽度不应小于同方向墙厚; 叠合段长度不宜小于 400mm;
- 2) 现浇段内应设置纵筋及箍筋, 纵筋根数不应小于 4 根, 且现浇段内纵筋和叠合构件端部的 4 根纵筋可作为构造边缘构件的纵钢筋, 箍筋和叠合构件的水平钢筋可作为构造边缘构件的箍筋或拉筋。纵筋及箍筋最小直径及间距应符合现行国家及行业标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

4 现浇边缘构件与叠合墙间应通过水平连接筋连接, 水平筋搭接连接构造应符合本标准第 6.8.22 条的有关规定。

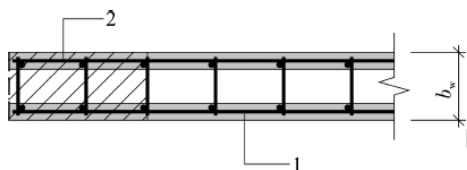
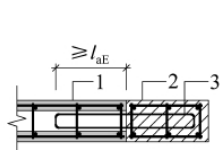
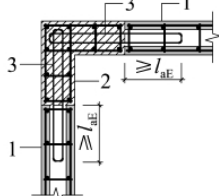


图 A.2.3-1 暗柱构造示意

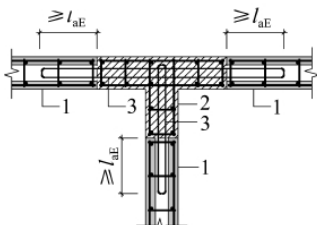
1 叠合剪力墙; 2 暗柱



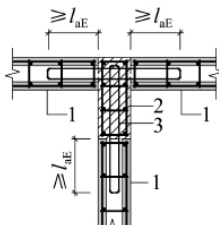
(a) 一字形墙



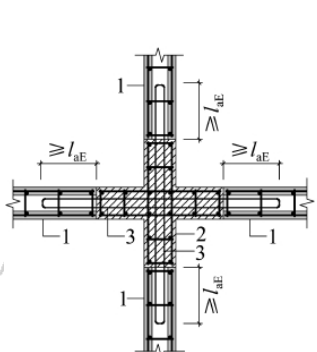
(b) L形墙



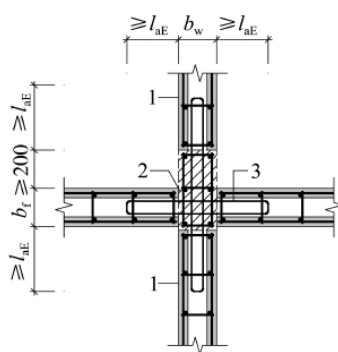
(c) T形墙 (约束边缘构件)



(d) T形墙 (构造边缘构件)



(e) 十字形墙 (约束边缘构件)



(f) 十字形墙 (构造边缘构件)

图 A.2.3-2 叠合剪力墙与现浇边缘构件连接构造示意

1 预制叠合墙; 2 现浇边缘构件; 3 水平连接钢筋

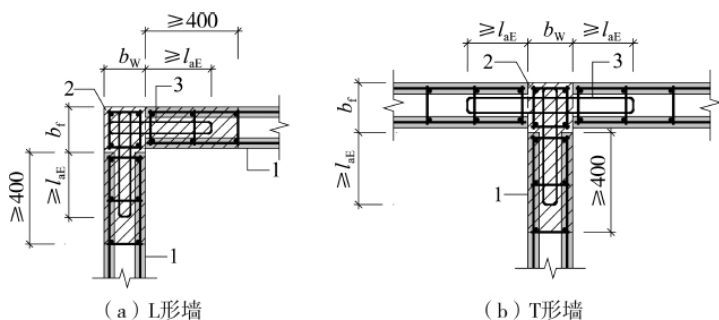


图 A.2.3-3 叠合剪力墙组合构造边缘构件示意图

1 预制叠合墙;2 现浇混凝土;3 水平连接钢筋

A.2.4 叠合剪力墙竖向分布钢筋采用单排连接时(图 A.2.4),应符合下列规定:

- 1 剪力墙两侧竖向分布钢筋与配置于墙体厚度中部的连接钢筋搭接连接,连接钢筋应位于内、外侧被连接钢筋中间;
- 2 连接钢筋宜均匀布置,间距不宜大于 300mm;
- 3 水平接缝处连接钢筋总受拉承载力不应小于上、下层被连接钢筋总受拉承载力较大值的 1.1 倍;
- 4 连接筋伸入上下层叠合剪力墙的长度均不应小于 $(1.2l_{aE} + b_w/2)$, b_w 为墙体厚度,其中 l_{aE} 应按连接钢筋直径计算;
- 5 在连接筋高度范围内应配置拉筋,同一连接接头内的拉筋配筋面积不应小于连接钢筋面积;拉筋沿竖向间距不应大于剪力墙水平分布钢筋间距,且不宜大于 150mm;拉筋沿水平方向的间距不应大于剪力墙竖向分布钢筋间距,直径不应小于 6mm。

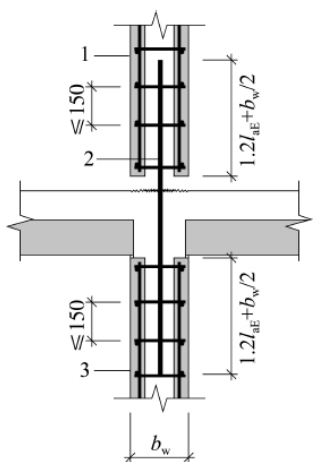


图 A.2.4 成型钢筋笼叠合板式剪力墙水平接缝处单排连接构造

1 上层叠合剪力墙;2 竖向连接钢筋;3 下层叠合剪力墙

A.2.5 叠合剪力墙洞口上方连梁采用不露筋叠合连梁、复合叠合连梁或露筋叠合连梁时,应符合下列规定:

1 叠合连梁可由预制部分和后浇部分组成,预制部分混凝土宜为 U 型,后浇部分的高度宜与叠合楼板的高度相同;

2 不露筋叠合连梁(图 A.2.5a)的预制部分与后浇部分之间应设置竖向环状连接钢筋,连接钢筋直径不宜小于 8mm,间距不宜大于 200mm。计算叠合连梁的刚度及内力时,梁高宜取叠合连梁高度;计算连梁承载力时,梁高宜取预制部分高度;

3 复合叠合连梁(图 A.2.5b)应在后浇部分设置暗梁,暗梁箍筋应满足连梁箍筋要求,暗梁上部水平钢筋应满足叠合连梁顶面水平钢筋配筋要求;预制部分与后浇部分之间应设置竖向环状连接钢筋,连接钢筋直径不应小于连梁箍筋直径,间距不应大于连梁箍筋间距;连梁高度可取预制部分与后浇部分之和;

4 露筋叠合连梁(图 A.2.5c)构造应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的相关规定。

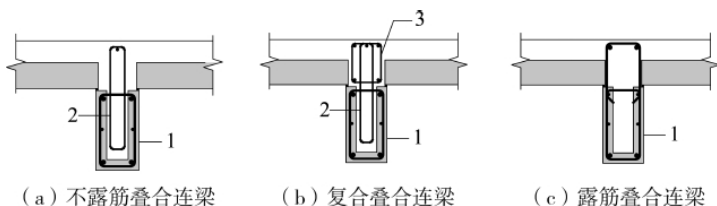


图 A.2.5 叠合连梁构造示意

1 预制部分;2 连接钢筋;3 暗梁

A.2.6 当楼板位于连梁中部位置时(图 A.2.6),应符合下列规定:

1 连梁的受剪承载力可取上部连梁与下部连梁受剪承载力之和,连梁的受弯承载力可按整体计算,下部连梁可采用露筋叠合连梁;

2 上部连梁和下部连梁可采用环形或 U 形钢筋连接,连接钢筋直径不宜小于 8mm,间距不宜大于 200mm,连接钢筋伸入上部连梁与下部连梁的长度均不应小于 l_{aE} ,或分别伸至上部连梁顶面和下部连梁底面。

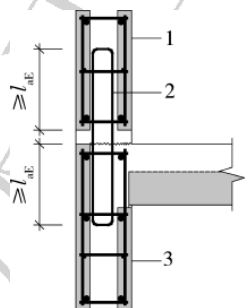


图 A.2.6 楼板位于连梁中部连接构造示意

1 上部连梁;2 连接钢筋;3 下部连梁

A.2.7 叠合墙可作为建筑地下的外围护墙体。当墙体需承受较大面外弯矩作用时,应根据墙体实际受力状态,选择合适的计算方法、连接节点及预制构件形态。当墙体具有较高防水要求时,应进行防水专项设计。

A.3 成型钢筋笼多层叠合板式墙板结构

A.3.1 叠合墙板的洞边及预制构件端部应设置加强段(图 A.3.1),并应符合下列规定:

1 加强段内应配置纵向受力钢筋和构造箍筋,纵向钢筋配筋量除应满足受弯承载力要求外,尚应满足表 A.3.1 的要求。加强段箍筋可采用封闭箍筋、拉筋或钢筋焊接网;

2 上下层间加强段间连接应满足本附录 A.2.4 条要求。

表 A.3.1 加强段配筋要求

抗震等级	首层			其他部位		
	纵筋最小量	箍筋(mm)		纵筋最小量	箍筋(mm)	
		最小直径	最大间距		最小直径	最大间距
三级	4 ϕ 12	6	150	4 ϕ 10	6	200
四级	4 ϕ 10	6	200	4 ϕ 8	6	250

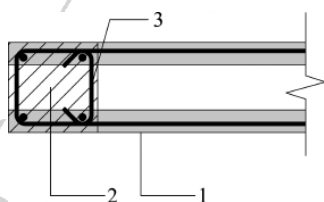


图 A.3.1 加强段构造示意

1 叠合墙板;2 加强段;3 拉筋

A.3.2 叠合墙板竖向接缝宽度宜为 20mm,且不应大于 50mm。

A.3.3 多层叠合墙板竖向接缝采用钢筋笼连接时(图 A.3.3),应符合下列规定:

1 叠合墙板空腔宽度不应小于 150mm;

2 钢筋笼伸入预制剪力墙空腔内长度 a 不宜小于 $15d$, d 为钢筋笼箍筋直径;

3 钢筋笼箍筋间距宜与叠合墙板水平分布钢筋间距相同,

且不宜大于 200mm；钢筋笼箍筋直径不应小于叠合墙板水平分布钢筋直径；

- 4 成型钢筋笼纵筋应设置在箍筋端部，且直径不宜小于 10mm；
- 5 上下层钢筋笼纵筋应搭接连接，且搭接长度不应小于 l_{aE} 。

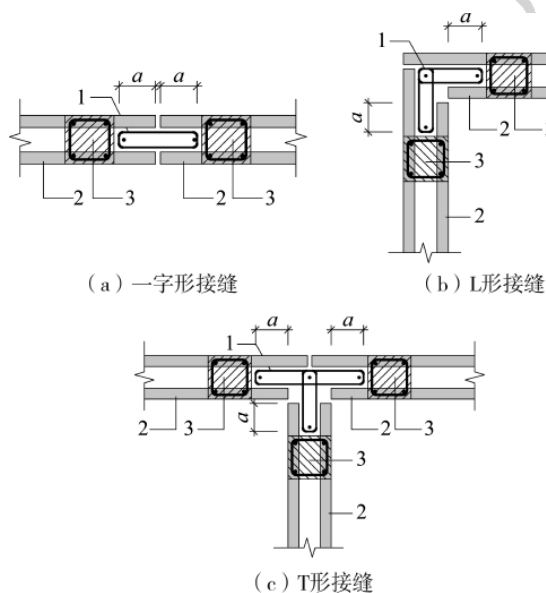


图 A.3.3 叠合墙板竖向接缝钢筋笼连接构造

1 钢筋笼；2 叠合墙板；3 加强段

A.3.4 多层叠合墙板竖向接缝采用钢筋网片连接时(图 A.3.4),应符合下列规定:

- 1 叠合墙板空腔宽度不宜小于 80mm；
- 2 钢筋网片伸入预制剪力墙空腔内长度 a 不宜小于 $15d$, d 为钢筋网片水平筋直径；
- 3 钢筋网片水平钢筋间距宜与叠合剪力墙板水平分布钢筋间距相同，且不宜大于 200mm；钢筋网片水平钢筋面积不应小于两侧叠合墙板水平分布钢筋面积之和；

4 钢筋网片竖向筋直径不宜小于 10mm，间距不宜大于 300mm。上下层钢筋网片应搭接连接，搭接长度不应小于 l_{aE} 。

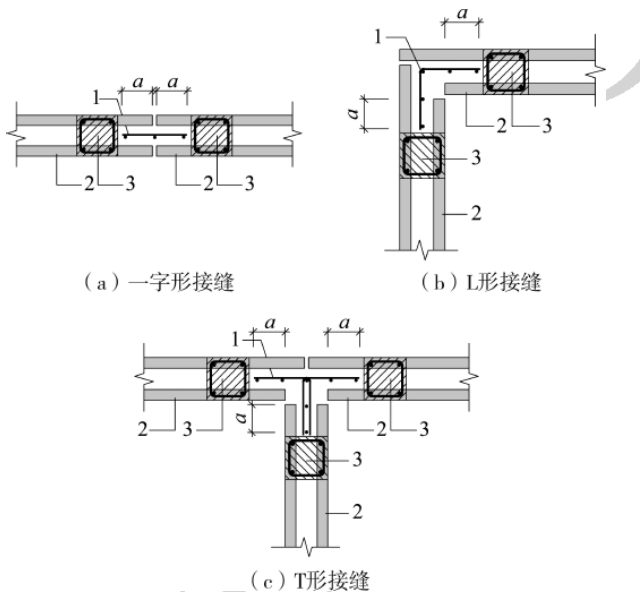


图 A. 3. 4 叠合墙板竖向接缝钢筋网片连接构造

1 钢筋网片；2 叠合墙板；3 加强段

附录 B 装配式灌芯混凝土剪力墙结构构造

B.1 装配整体式灌芯混凝土剪力墙结构

B.1.1 装配整体式灌芯混凝土剪力墙结构适用于设防烈度为 6 度、7 度,抗震设防类别为标准设防类的钢筋混凝土剪力墙结构和部分框支剪力墙结构。

B.1.2 灌芯混凝土剪力墙预制墙板的截面尺寸应符合下列规定:

1 预制墙板的高度不宜大于层高,墙厚不应小于 160mm,宽度宜为 900mm、1200mm、1500mm 及 1800mm 等标准尺寸;

2 预制墙板的圆孔直径不宜小于 80mm,可按表 B.1.2 的规定选用;圆孔间混凝土肋的宽度不宜小于 50mm,圆孔边至板面的混凝土厚度不宜小于 40mm;圆孔边至墙板端的混凝土厚度不应小于 75mm;

表 B.1.2 预制墙板的圆孔直径选用表(mm)

墙厚	160	180	200	220	250
最大直径	80	100	120	140	170
最小直径	80	80	100	120	150

3 预制墙板两端底部的中间部位宜设置板腿,板腿的宽度宜为 100mm,高度宜为 40mm~50mm,长度不宜小于 40mm;

4 圆孔内宜设置粗糙面。

B.1.3 预制墙板的配筋应符合下列规定:

1 预制墙板两侧应配置水平和竖向分布钢筋,钢筋直径不应小于 8mm,宜采用焊接钢筋网;

2 预制墙板两侧钢筋网间应配置拉筋,拉筋宜布置在圆孔

间的混凝土肋内,直径不应小于6mm,竖向间距不宜大于600mm,水平间距不宜超过两个混凝土肋间宽度;

3 预制墙板墙身水平分布钢筋端部宜形成U形封闭环,需要连接的水平分布钢筋外伸长度应满足相应连接构造要求;

4 预制墙板墙身竖向分布钢筋端部宜设置 90° 弯钩,弯钩平直段长度不宜小于 $12d$,且不宜小于100mm;

5 预制墙板构件底部竖向钢筋搭接连接区域,墙身水平分布钢筋应加密,加密区钢筋直径不应小于8mm,间距不宜大于100mm。

B.1.4 楼层内相邻的预制墙板间应采用整体式接缝连接,且应符合下列规定:

1 预制墙板的接缝在约束边缘构件区域内时,约束边缘构件的阴影区域(图B.1.4-1)应采用现浇;

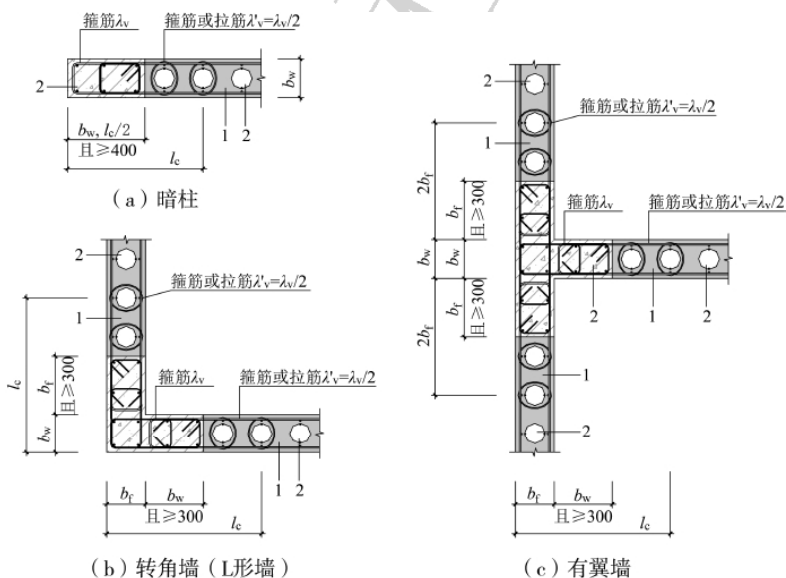


图 B.1.4-1 约束边缘构件阴影区域后浇构造示意

l_c 约束边缘构件沿墙肢的长度;1 预制墙板;2-后浇混凝土

2 预制墙板的接缝在构造边缘构件区域内时,构造边缘构件及连接区域(图 B.1.6 2)宜采用现浇;

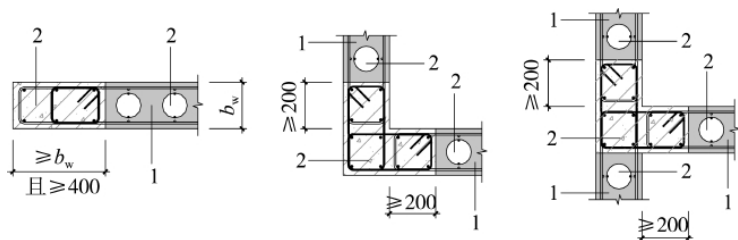


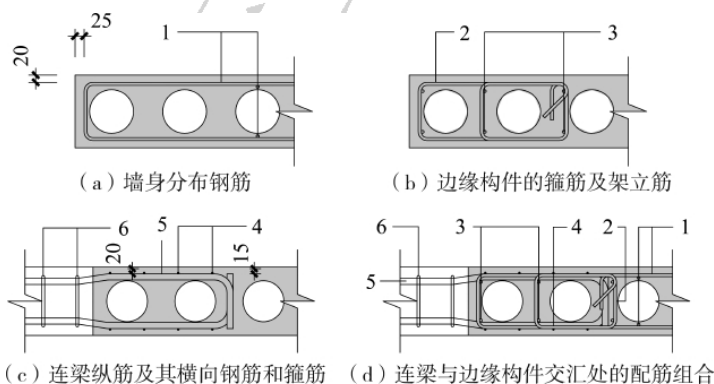
图 B.1.4-2 构造边缘构件后浇构造示意
(阴影区域为构造边缘构件范围)

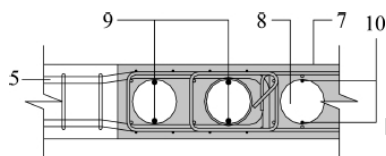
1 预制墙板;2 后浇混凝土

B.1.5 预制墙板内可设置构造边缘构件,预制连梁与其交汇处的配筋构造可按图 B.1.5 采用,钢筋面积应符合国家现行强制性工程建设规范的规定,并应符合下列规定:

1 构造边缘构件区域的圆孔内应通高配置竖向受力钢筋,每个孔不应少于两根,且应靠近墙板外侧布置;

2 剪力墙的抗弯承载力应全部由孔内的竖向钢筋承担,不应考虑墙身分布钢筋及边缘构件内构造钢筋的作用。





(e) 装配完成后的配筋组合

图 B.1.5 预制连梁与预制构造边缘构件交汇处配筋及装配构造示意图

- 1 墙身分布钢筋;2 预制边缘构件箍筋;3 边缘构件箍筋的架立筋;
4 连梁纵筋在边缘构件处的横向钢筋;5 连梁纵筋;6 连梁箍筋;7 预制混凝土;
8 后浇混凝土;9 边缘构件竖向钢筋;10 竖向分布连接钢筋

B.2 多层灌芯混凝土墙板结构

B.2.1 灌芯混凝土多层墙板的截面应配置双排双向分布钢筋网,水平分布钢筋间距不应大于 300mm,配筋率不应小于 0.2%;竖向贯通分布钢筋的间距不宜大于 300mm,不应大于 600mm,当竖向贯通分布钢筋间距大于 300mm 时,应在竖向贯通分布钢筋之间布置上下不连接的构造钢筋,钢筋的直径不应小于 6mm,配筋率不应小于 0.15%,构造钢筋不应计入剪力墙竖向分布钢筋的配筋率。预制墙板的空心孔洞应满足下列规定:

1 空心孔洞间距应和预制墙板的竖向分布钢筋间距相同,孔洞间距不宜小于 300mm,不应大于 600mm;空心孔洞边缘距墙板端部的距离不应小于 50mm;

2 预制混凝土空心墙板的最大成孔直径可按表 B.2.1 采用。

表 B.2.1 预制混凝土空心墙板的最大成孔直径(mm)

墙板厚度	140	150	160	170	180	190	200
最大成孔直径	80	90	100	110	120	130	140

B.2.2 楼层内相邻预制墙板之间应采用整体式接缝连接,且应符合下列规定:

1 预制墙板的连梁与墙体端部的暗柱接缝连接,以及当接缝位于纵横墙交接处时,阴影区域的暗柱宜全部采用后浇混凝土,暗柱竖向钢筋根据计算确定且不应少于 $6\phi 12$,箍筋直径不应小于 6mm ,底层间距不应大于 200mm ,其它层间距不应大于 300mm ,见图 B.2.2;

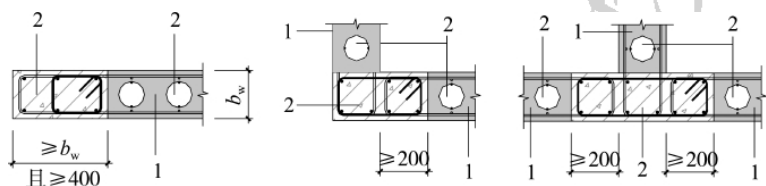


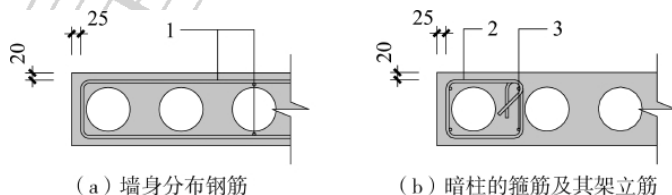
图 B.2.2 暗柱阴影区域全部后浇构造示意

1 预制墙板;2 后浇混凝土

2 预制墙板之间的连接接缝,应设置后浇段,其构造要求应符合第 B.1.3 条第 3 款规定;

3 预制墙板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 的有关规定。

B.2.3 预制墙板的洞口边缘,应设置不小于墙板厚度的暗柱,暗柱的竖向钢筋在空心孔中采用机械连接,配筋面积通过计算确定,连梁与暗柱交汇处的钢筋配置构造见图 B.2.3。其中:暗柱的竖向钢筋底层不应少于 $1\phi 22$ 或 $2\phi 16$,其它层不应少于 $1\phi 20$ 或 $2\phi 14$;箍筋采用竖向不连接的、不少于 $4\phi 8$ 的架立钢筋固定,箍筋直径不应小于 6mm ,底层间距不应大于 200mm ,其它层间距不应大于 300mm ;连梁纵筋锚入墙中区段配置的横向钢筋仅在梁高范围设置,横向钢筋直径 5mm 、间距 100mm 。



(a) 墙身分布钢筋

(b) 暗柱的箍筋及其架立筋

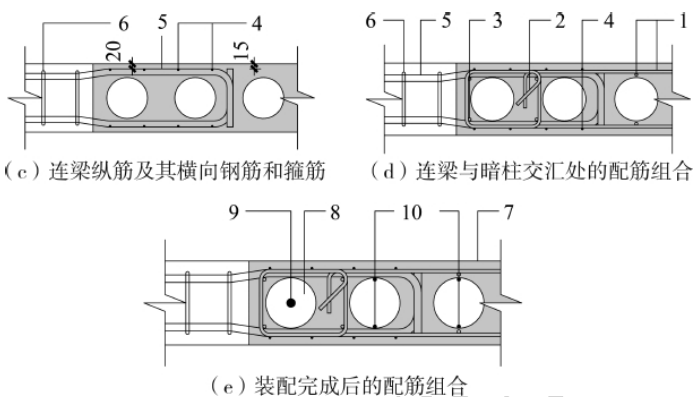


图 B.2.3 连梁与暗柱交汇处配筋及装配构造示意图

- 1 墙身分布钢筋; 2 预制暗柱箍筋; 3 暗柱箍筋的架立筋;
 4 连梁纵筋在暗柱处的横向钢筋; 5 连梁纵筋; 6 连梁箍筋;
 7 预制混凝土; 8 后浇混凝土; 9 暗柱竖向钢筋; 10 竖向分布连接钢筋

附录 C 装配式外包钢混凝土组合结构

C.1 一般规定

C.1.1 本附录适用于外包 U 型钢混凝土组合梁与钢管混凝土柱、异形钢管混凝土柱等组成的框架结构、异形柱框架结构。

C.1.2 外包 U 型钢组合梁-钢管混凝土柱框架结构、外包 U 型钢组合梁-异形钢管混凝土柱框架结构的最大适用高度、高宽比应符合表 C.1.2.1 和表 C.1.2.2 的规定：

表 C.1.2-1 房屋的最大适用高度(m)

结构类型	抗震设防烈度	
	6 度	7 度
外包 U 型钢组合梁-钢管混凝土柱框架结构	70	60
外包 U 型钢组合梁-异形钢管混凝土柱框架结构	60	50

注：房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度，不包括局部突出屋顶部分。

表 C.1.2-2 房屋适用的最大高宽比

结构类型	抗震设防烈度	
	6 度	7 度
外包 U 型钢组合梁-钢管混凝土柱框架结构	6	5
外包 U 型钢组合梁-异形钢管混凝土柱框架结构	5.5	4.5

C.1.3 外包 U 型钢组合梁与钢管混凝土柱或异形钢管混凝土柱组成的组合框架结构的阻尼比宜符合下列规定：

- 1 多遇地震作用下的结构阻尼比可取 0.04；
- 2 罕遇地震作用下的结构阻尼比可取 0.05；
- 3 风荷载作用下的楼层位移验算和构件设计，可取 0.02～

0.04;风振舒适度验算时可取 0.01~0.02。

C.1.4 组合框架结构在风荷载或多遇地震作用标准值下,按弹性方法计算的层间位移角不宜大于 1/300。对住宅,在风荷载标准值作用下,屋顶水平位移与建筑高度之比尚不宜大于 1/450。

C.1.5 组合框架结构在罕遇地震作用下的薄弱层弹塑性层间位移角不应大于 1/50。

C.1.6 外包钢组合梁的最大挠度应按荷载的准永久组合,并考虑荷载长期作用的影响进行计算,其计算值不应超过表 C.1.6 规定的挠度限值。

表 C.1.6 外包钢组合梁的挠度限值

跨度	挠度限值(以计算跨度 l_0 /计算)
$l_0 < 7\text{m}$	$l_0/200(l_0/250)$
$7\text{m} \leq l_0 \leq 9\text{m}$	$l_0/250(l_0/300)$
$l_0 > 9\text{m}$	$l_0/300(l_0/400)$

- 注:1 表中 l_0 为构件的计算跨度;悬臂构件的 l_0 按实际悬臂长度的 2 倍取用;
 2 表中括号外数值为永久荷载和可变荷载组合产生的挠度允许值,构件有起拱时可将计算所得的挠度值减去起拱值;
 3 表中括号内数值为可变荷载标准值产生的挠度允许值。

C.1.7 外包钢组合梁负弯矩区按荷载准永久组合并考虑长期作用影响计算时,其最大裂缝宽度不应超过表 C.1.7 规定的最大裂缝宽度限值。

表 C.1.7 外包钢组合梁负弯矩区最大裂缝宽度限值 w_{lim} (mm)

环境类别	w_{lim}
一	0.30(0.40)
二 a、二 b	0.20

- 注:1 对于处于年平均相对湿度小于 60% 地区一类环境下的外包钢组合梁,其最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值;
 2 外包钢组合梁用于三 a、三 b、四、五类环境时,应进行特殊设计。

C.1.8 在进行结构弹性内力和变形计算时,钢管混凝土柱、外包钢组合梁截面刚度可按下列公式计算:

$$EI = E_n I_{nc} \quad (\text{C.1.8 1})$$

$$EA = E_c A_c + E_n A_n \quad (\text{C.1.8 2})$$

$$GA = G_c A_c + G_n A_n \quad (\text{C.1.8 3})$$

式中: EI 、 EA 、 GA 构件截面抗弯刚度、轴向刚度、抗剪刚度;
 $E_c A_c$ 、 $G_c A_c$ 混凝土部分的轴向刚度、抗剪刚度;
 $E_n A_n$ 、 $G_n A_n$ 钢材部分的轴向刚度、抗剪刚度;
 $E_n I_{nc}$ 构件的换算截面惯性矩,为将截面中混凝土部分宽度通过除以钢与混凝土弹性模量的比值换算为钢截面宽度后,计算整个截面的惯性矩。

C.1.9 钢管混凝土柱中,圆钢管外径或矩形钢管短边长不宜小于 150mm,钢管壁厚不宜小于 4mm。

C.1.10 钢管混凝土柱的钢管壁宽厚比应符合下列公式规定。

$$b/t \leq 60 \sqrt{235/f_{ny}} \quad (\text{C.1.10 1})$$

$$h/t \leq 60 \sqrt{235/f_{ny}} \quad (\text{C.1.10 2})$$

$$D/t \leq 135 \sqrt{235/f_{ny}} \quad (\text{C.1.10 3})$$

式中: b 矩形钢管截面宽度;
 h 矩形钢管截面高度;
 D 圆管外径
 t 钢管壁厚
 f_{ny} 钢材屈服强度

C.1.11 外包钢组合梁的 U 形钢截面宽度不宜小于 150mm,截面高度不宜小于 200mm,单侧上翼缘宽度不宜小于 25mm,上翼缘净距不宜小于 60mm,壁厚不宜小于 4mm(图 C.1.11)。

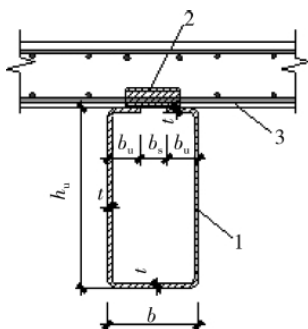


图 C.1.11 外包钢组合梁截面示意

1 包外包 U 型钢梁; 2 钢抗剪连接件; 3 剪混凝土翼板;

b_u 外包 U 型钢上翼缘宽度; b_s 外包 U 型钢两侧上翼缘上净距;

h_u 外包 U 型钢截面高度; t 外包 U 型钢壁厚; b 钢外包 U 型钢宽度;

C.1.12 外包 U 型钢各板件宽(高)厚比应符合下列规定:

上翼缘宽厚比:

$$b_u/t \leq 23 \sqrt{235/f_{uy}} \quad (\text{C.1.12 1})$$

腹板受压区高厚比:

$$b_{sp}/t \leq 51 \sqrt{235/f_{uy}} \quad (\text{C.1.12 2})$$

下翼缘宽厚比:

$$b/t \leq 51 \sqrt{235/f_{uy}} \quad (\text{C.1.12 3})$$

式中: b_{sp} 腹板受压区高度。

C.1.13 异形钢管混凝土柱的每个腔管壁板件的宽厚比, 应按照矩形钢管混凝土柱取值。

C.1.14 钢管混凝土柱及异形钢管混凝土柱内混凝土不应低于 C30, 当采用 C80 以上高强混凝土时, 应有可靠的依据。钢管混凝土异形柱构件中可采用自密实混凝土。自密实混凝土的配合比设计、施工、质量检验和验收应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定。

C.2 外包钢组合梁-钢管混凝土柱框架结构

C.2.1 钢管混凝土柱计算及构造要求可按照现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 相关规定执行。

C.2.2 外包钢组合梁宜按完全抗剪连接设计。抗剪连接件应采用槽钢、角钢、吊筋或有可靠依据的其他类型连接件。

C.2.3 外包钢组合梁跨中及支座处混凝土翼板的有效宽度 b_e (图 C.2.3)应按下列公式计算:

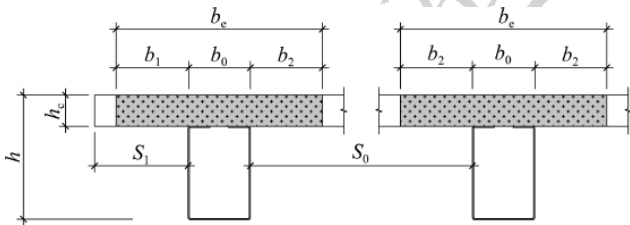


图 C.2.3 组合梁混凝土翼板的有效计算宽度

$$b_e = b_0 + b_1 + b_2 \quad (\text{C.2.3})$$

式中: b_0 U形钢截面宽度;
 b_1, b_2 组合梁外侧和内侧的翼板计算宽度,各取梁等效跨度 l_e 的 $1/6$; b_1 尚不应超过翼板实际外伸宽度 S_1 ; b_2 尚不应超过相邻 U形钢上翼缘净距 S_0 的 $1/2$;
 l_e 等效跨度,对简支组合梁,取 l ;对连续组合梁,中间跨正弯矩区取 $0.6l$,边跨正弯矩区取 $0.8l$,支座负弯矩区取相邻两跨跨度之和的 0.2 倍; l 为组合梁跨度。

C.2.4 外包钢组合梁的上部纵向钢筋应符合下列规定:

1 梁宽范围内的上部纵向钢筋不应少于 2 根,直径不宜小于梁宽范围外的上部纵向钢筋,且不宜小于 10mm,钢筋净间距不应小于 50mm 和 $2.5d$, d 为钢筋直径;

2 梁宽范围外的上部纵向钢筋直径不宜小于 8mm,间距不

宜大于 200mm,其构造尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对混凝土板的有关规定。

C.2.5 不直接承受动力荷载的外包钢组合梁,可按塑性分析方法进行设计,连续组合梁和框架组合梁在重力荷载作用下的内力可采用不考虑混凝土开裂的模型进行弹性分析,并对负弯矩进行调幅,调幅应符合下列规定:

1 混凝土受压区高度为 $0.25(h_0^- - t_b) \sim 0.35(h_0^- - t_b)$ 时,负弯矩调幅幅度可取为 10%~20%;混凝土受压区高度不大于 $0.25(h_0^- - t_b)$ 时,负弯矩调幅幅度可取为 20%~25%;

2 负弯矩调幅后,梁跨中弯矩应按平衡条件相应增大;

3 对框架组合梁,应先对重力荷载作用下的弯矩进行调幅,负弯矩调幅幅度不宜超过 20%,再与其他作用产生的弯矩进行组合。

式中: h_0^- 负弯矩区组合梁截面有效高度,即纵向受拉钢筋合力点至 U 形钢受压边缘的距离;

t_b U 形钢下翼缘厚度。

C.2.6 完全抗剪连接的外包钢组合梁的正截面受弯承载力应符合下列规定,对地震设计状况,应在不等式右端项除以承载力抗震调整系数 γ_{RE} :

1 正弯矩作用区段

1) 当塑性中和轴在混凝土翼板内(图 C.2.6 1),即 $x_c^+ \leq h_c$ 时:

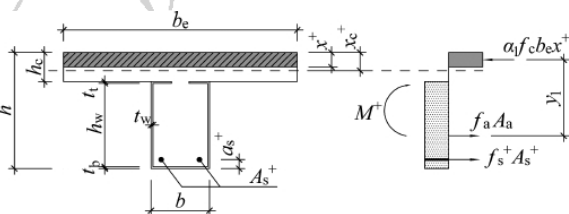


图 C.2.6-1 塑性中和轴在翼板内时的外包钢组合梁截面

$$M^+ \leq f_a A_a y_1 + f_s^+ A_s^+ (h - a_s^+ - \frac{\beta_1 x_c^+}{2}) \quad (\text{C.2.6 1})$$

$$\alpha_1 \beta_1 f_c b_c x_c^+ = f_a A_a + f_s^+ A_s^+ \quad (\text{C.2.6 2})$$

- 式中： M^+ 正弯矩设计值；
 A_a U形钢截面面积；
 f_a 钢材抗拉、抗压强度设计值；
 A_s^+ 正弯矩区 U形钢内底部纵向受拉钢筋截面面积；
 f_s^+ 正弯矩区 U形钢内底部纵向受拉钢筋抗拉强度设计值；
 y_1 U形钢截面应力的合力至翼板受压区截面应力的合力的距离；
 x^+ 正弯矩区混凝土受压区高度；
 x_c^+ 正弯矩区混凝土实际受压区高度， $x_c^+ = x^+ / \beta_1$ ；
 b_c 混凝土翼板有效宽度；
 h_c 混凝土翼板厚度；
 h 组合梁高度；
 h_w U形钢腹板高度；
 t_w U形钢腹板厚度；
 t_t U形钢上翼缘厚度；
 t_b U形钢下翼缘厚度；
 a_s^+ 正弯矩区 U形钢内底部纵向受拉钢筋合力点至 U形钢下翼缘外表面的距离；
 α_1 受压区混凝土压应力影响系数，当混凝土强度等级不超过 C50 时， α 取 1.0，当混凝土强度等级为 C80 时， α 取 0.94，其间接线性内插法得到；
 β_1 系数，当混凝土强度等级不超过 50 时，取 0.8，当混凝土强度等级为 C80 时，取 0.74，其间接线性内插法确定。

2) 当塑性中和轴在 U形钢截面内(图 C.2.6 2)且 $h_c <$

$x_c^+ < h_c/\beta_1$ 时:

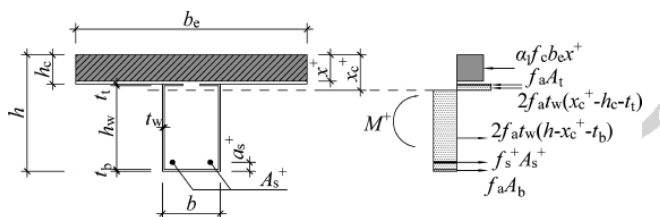


图 C.2.6-2 塑性中和轴在 U 形钢内时的外包钢组梁截面(情况 1)

$$M \leq f_u A_h (h - x_c^+ - \frac{t_h}{2}) + f_u t_w (h - x_c^+ - t_h)^2 + f_u t_w (x_c^+ - h_c - t_l)^2 + f_u A_l (x_c^+ - h_c - \frac{t_l}{2}) + \alpha_1 \beta_1 f_c b x_c^+ (x_c^+ - \frac{\beta_1 x_c^+}{2}) + f_s^+ A_s^+ (h - \beta_1 x_c^+ - a_s^+) \quad (C.2.6.3)$$

$$\alpha_1 \beta_1 f_c b_c x_c^+ + f_u A_l + 2 f_u t_w (x_c^+ - h_c - t_l) = 2 f_u t_w (h - x_c^+ - t_h) + f_u A_h + f_s^+ A_s^+ \quad (C.2.6.4)$$

3) 当塑性中和轴在 U 形钢截面内(图 C.2.6.3)且 $x_c^+ \geq h_c/\beta_1$ 时:

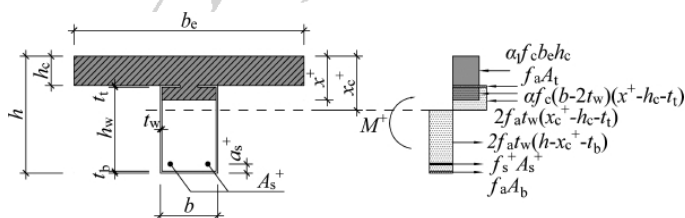


图 C.2.6-3 塑性中和轴在 U 形钢内时的外包钢组梁截面(情况 2)

$$M \leq f_u A_h (h - x_c^+ - \frac{t_h}{2}) + f_u t_w (h - x_c^+ - t_h)^2 + f_u t_w (x_c^+ - h_c - t_l)^2 + f_u A_l (x_c^+ - h_c - \frac{t_l}{2}) +$$

$$\frac{1}{2}\alpha_1 f_c (b - 2t_w)(\beta_1 x_c^+ - h_c - t_s) [(2 - \beta_1)x_c^+ - h_c - t_s] + \alpha_1 f_c b_c h_c (x_c^+ - \frac{h_c}{2}) + f_s^+ A_s^+ (h - x_c^+ - a_s^+) \quad (\text{C. 2.6 5})$$

$$\alpha_1 f_c b_c h_c + \alpha_1 f_c (b - 2t_w)(\beta_1 x_c^+ - h_c - t_s) + f_n A_s + 2f_n t_w (x_c^+ - h_c - t_s) = 2f_n t_w (h - x_c^+ - t_h) + f_n A_{t1} + f_s^+ A_s^+ \quad (\text{C. 2.6 6})$$

2 负弯矩作用区段

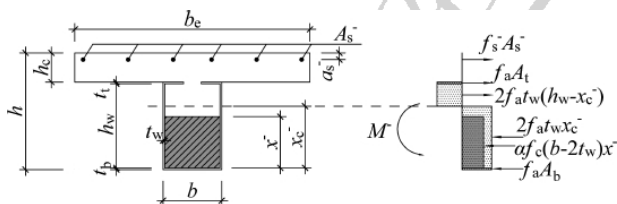


图 C.2.6-1 负弯矩作用时的外包钢组合梁截面

$$M^- \leq f_s^- A_s^- (h - a_s^- - \frac{t_h}{2}) + f_n A_s (h_w + \frac{t_s}{2} + \frac{t_h}{2}) + f_n t_w (h_w - x_c^-)(h_w + x_c^- + t_h) - f_n t_w x_c^- (x_c^- + t_h) - \frac{1}{2}\alpha_1 \beta_1 f_c (b - 2t_w) x_c^- (\beta_1 x_c^- + t_h) \quad (\text{C. 2.6 7})$$

$$f_s^- A_s^- + f_n A_s + 2f_n t_w (h_w - x_c^-) = 2f_n t_w x_c^- + \alpha_1 \beta_1 f_c (b - 2t_w) x_c^- + f_n A_{t1} \quad (\text{C. 2.6 8})$$

式中: x_c^- 负弯矩区混凝土实际受压区高度, $x_c^- = x^- / \beta_1$ 。

a_s^- 负弯矩区纵向受拉钢筋合力点至翼板顶面的距离。

C.2.7 外包钢组合梁的受剪承载力应符合下列公式的规定:

1 持久、短暂设计状况

$$V_{11} \leq 2f_{vt} t_w h_w + \alpha_{cv} f_c (b - 2t_w)(h - t_h) \quad (\text{C. 2.7 1})$$

2 地震设计状况

$$V_h \leq \frac{1}{\gamma_{RF}} [2f_{vt} t_w h_w + 0.6\alpha_{cv} f_c (b - 2t_w)(h - t_h)] \quad (\text{C. 2. 7 2})$$

式中: V_h 剪力设计值;

f_{vt} U形钢腹板的抗剪强度设计值;

α_{cv} 斜截面混凝土受剪承载力系数,取0.7;对集中荷载作用下(包括作用有多种荷载,其中集中荷载对支座截面或节点边缘所产生的剪力值占总剪力的75%以上的情况)的独立梁,取 $1.75/(\lambda+1)$, λ 为计算截面的剪跨比,可取 $\lambda=a/(h-t_h)$,当 λ 小于1.5时,取1.5,当 λ 大于3时,取3, a 取集中荷载作用点至支座截面或节点边缘的距离;

f_c U形钢内混凝土的轴心抗拉强度设计值。

C. 2. 8 用塑性方法计算外包钢组合梁的正截面受弯承载力时,受正弯矩作用的组合梁可不考虑弯矩和剪力的相互影响,受负弯矩作用的组合梁应考虑弯矩与剪力的相互影响,按下列规定对U形钢腹板强度设计值进行折减:

1 当剪力设计值 $V_h > f_{vt} t_w h_w + 0.5\alpha_{cv} f_c b_c (h - t_h)$ 时:

$$f_{m1} = (1 - \rho_c) f_a \quad (\text{C. 2. 8 1})$$

$$\rho_c = [V_h / [f_{vt} t_w h_w + 0.5\alpha_{cv} f_c b_c (h - t_h)] - 1]^{-2} \quad (\text{C. 2. 8 2})$$

2 当剪力设计值 $V_h \leq f_{vt} t_w h_w + 0.5\alpha_{cv} f_c b_c (h - t_h)$ 时,可不对腹板强度设计值进行折减;

3 对地震设计状况,本条第1款、第2款判别式右端应除以 γ_{RE} 。

式中: f_{m1} 折减后的U形钢腹板抗压、抗拉设计值;

ρ_c 折减系数。

C. 2. 9 外包钢组合梁单个抗剪连接件的受剪承载力设计值应由下列公式确定:

1 槽钢连接件:

$$N_v^d = \min \left\{ 0.26(t_{chl} + 0.5t_{chw})l_{ch}\sqrt{E_c f_c}, N_{vw}^{ch} \right\} \quad (\text{C. 2.9 1})$$

式中: t_{chl} 槽钢翼缘的平均厚度;

t_{chw} 槽钢腹板的厚度;

l_{ch} 槽钢的长度;

N_{vw}^{ch} 槽钢角焊缝的受剪承载力设计值,应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 计算。

2 角钢连接件:

$$N_v^d = \min \left\{ f_c l_{an} h_{an} / 1.5, N_{vw}^{an} \right\} \quad (\text{C. 2.9 2})$$

式中: l_{an} 角钢的长度;

h_{an} 角钢的截面高度;

N_{vw}^{an} 角钢角焊缝的受剪承载力设计值,应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 计算。

C. 2.10 位于负弯矩区的抗剪连接件,其受剪承载力设计值 N_v^d 应乘以折减系数 0.9,且不应考虑贯通混凝土的抗剪贡献。

C. 2.11 当采用槽钢、角钢、吊筋或栓钉抗剪连接件时,应以弯矩绝对值最大点及支座为界限,将外包钢组合梁划分为若干个区段(图 C. 2.11),逐段进行布置。每个剪跨区段内 U 形钢及其内部混凝土与翼板交界面的纵向剪力 V_{s1} 、U 形钢与内部混凝土及翼板接触面的纵向剪力 V_{s2} 和抗剪连接件的布置应符合下列规定:

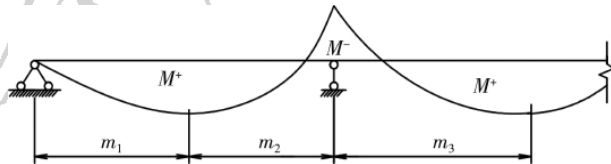


图 C. 2.11 连续组合梁剪跨区段划分图

1 正弯矩最大点至边支座区段,即 m_1 区段:

当塑性中和轴在混凝土翼板内,即 $x_c^+ \leq h_c$ 时:

$$V_{s1} = f_u A_u + f_s^+ A_s^+ \quad (\text{C.2.11 1})$$

$$V_{s2} = f_u A_u \quad (\text{C.2.11 2})$$

当塑性中和轴在 U 形钢截面内,且 $h_c < x_c^+ < h_c/\beta_1$ 时:

$$V_{s1} = \alpha_1 \beta_1 f_c b_c x_c^+ \quad (\text{C.2.11 3})$$

$$V_{s2} = \alpha_1 \beta_1 f_c b_c x_c^+ - f_s^+ A_s^+ \quad (\text{C.2.11 4})$$

当塑性中和轴在 U 形钢截面内,且 $x_c^+ \geq h_c/\beta_1$ 时:

$$V_{s1} = \alpha_1 f_c b_c h_c \quad (\text{C.2.11 5})$$

$$V_{s2} = \alpha_1 f_c b_c h_c + \alpha_1 f_c (b - 2t_w)(\beta_1 x_c^+ - h_c - t_w) - f_s^+ A_s^+ \quad (\text{C.2.11 6})$$

2 正弯矩最大点至中支座(负弯矩最大点)区段,即 m_2 和 m_3 区段:

当塑性中和轴在混凝土翼板内,即 $x_c^+ \leq h_c$ 时:

$$V_{s1} = f_u A_u + f_s^+ A_s^+ + f_s^- A_s^- \quad (\text{C.2.11 7})$$

$$V_{s2} = 2f_u A_u + 4f_u t_w x_c^- \quad (\text{C.2.11 8})$$

当塑性中和轴在 U 形钢截面内,且 $h_c < x_c^+ < h_c/\beta_1$ 时:

$$V_{s1} = \alpha_1 \beta_1 f_c b_c x_c^+ + f_s^- A_s^- \quad (\text{C.2.11 9})$$

$$V_{s2} = \alpha_1 \beta_1 f_c b_c x_c^+ - f_s^+ A_s^+ + f_s^- A_s^- - \alpha_1 \beta_1 f_c (b - 2t_w) x_c^- \quad (\text{C.2.11 10})$$

当塑性中和轴在 U 形钢截面内,且 $x_c^+ \geq h_c/\beta_1$ 时:

$$V_{s1} = \alpha_1 f_c b_c h_c + f_s^- A_s^- \quad (\text{C.2.11 11})$$

$$V_{s2} = \alpha_1 f_c b_c h_c + \alpha_1 f_c (b - 2t_w)(\beta_1 x_c^+ - \beta_1 x_c^- - h_c - t_w) - f_s^+ A_s^+ + f_s^- A_s^- \quad (\text{C.2.11 12})$$

3 按完全抗剪连接设计时,每个剪跨区段内需要的连接件总数 n_1 应符合下式要求:

$$n_1 N_v^{\text{cl}} \geq V_{s1} \quad (\text{C.2.11 13})$$

$$n_1 N_v^{\text{cl}} \geq V_{s2} \quad (\text{C.2.11 14})$$

4 按本条第 3 款计算的连接件数量,可在对应剪跨区段内

均匀布置。当在此剪跨区段内有较大集中荷载作用时,应将连接件个数 n_1 按剪力图面积比例分配后再各自均匀布置。

C.2.12 外包钢组合梁的混凝土翼板纵向受剪承载力验算应符合下列规定:

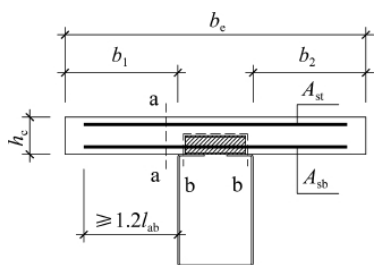


图 C.2.12 外包钢组合梁的混凝土翼板纵向受剪界面

A_{st} 、 A_{sb} 板顶、板底单位长度内横向钢筋截面面积的总和(mm^2/mm)

- 1 应分别验算图 C.2.12 所示的纵向受剪界面 a-a、b-b;
- 2 纵向受剪界面上的纵向剪力设计值应按本标准第 C.2.13 条计算,纵向受剪承载力应符合下式要求:

$$v_{ll} \leq 0.7f_c b_1 + 0.8A_{sv} f_{sv} \quad (\text{C.2.12-1})$$

$$v_{ll} \leq 0.25f_c b_1 \quad (\text{C.2.12-2})$$

式中: v_{ll} 单位纵向长度内受剪界面上的纵向剪力设计值(N/mm),应按本标准第 C.2.13 条计算;

f_c 混凝土轴心抗拉强度设计值(N/mm^2);

b_1 受剪界面的横向长度,按图 C.2.12 所示的 a-a、b-b 连线在抗剪连接件以外的最短长度取值(mm);

A_{sv} 单位长度上横向钢筋的截面面积(mm^2/mm);对界面 a-a, $A_{sv} = A_{st} + A_{sb}$;对界面 b-b, $A_{sv} = 2A_{st}$;

f_{sv} 横向钢筋抗拉强度设计值(N/mm^2)。

- 3 横向钢筋最小配筋应符合下式要求:

$$A_{sv} f_{sv} / b_1 \geq 0.75(\text{N}/\text{mm}^2) \quad (\text{C.2.12-3})$$

- 4 横向钢筋自梁边缘伸进板跨内的长度不应小于 $1.2l_{ab}$,

l_{an} 为横向钢筋的基本锚固长度,当横向钢筋兼做板受力钢筋时尚应符合受力钢筋的锚固或搭接要求。

C.2.13 外包钢组合梁的混凝土翼板单位纵向长度内受剪界面上的纵向剪力设计值应按下列规定计算:

1 受剪界面 a a(图 C.2.12):

$$v_{L1} = \max\left(\frac{V_{sl}}{m_i} \times \frac{b_1}{b_c}, \frac{V_{sl}}{m_i} \times \frac{b_2}{b_c}\right) \quad (\text{C.2.13 1})$$

2 受剪界面 b b(图 C.2.12):

$$v_{L1} = \frac{V_{sl}}{m_i} \quad (\text{C.2.13 2})$$

式中: V_{sl} 每个剪跨区段内 U 形钢及其内部混凝土与翼板交界面的纵向剪力,按本标准第 C.2.11 条计算(N);

m_i 剪跨区段长度(图 C.2.11)(mm);

b_1 、 b_2 分别为混凝土翼板左右两侧外伸的宽度(图 C.2.3)(mm);

b_c 混凝土翼板的有效宽度(mm),按本标准第 C.2.3 条的规定取跨中有效宽度。

C.2.14 抗剪连接件的设置尚应符合下列规定:

1 槽钢连接件的截面不宜大于[12.6,且上翼缘下表面高出翼板底部钢筋顶面的距离不宜小于 30mm;

2 连接件沿梁跨度方向的最大间距不应大于混凝土翼板厚度的 3 倍,且不应大于 300mm;

3 连接件的外侧边缘至 U 形钢翼缘边缘的距离不应小于 20mm;

4 连接件的外侧边缘至混凝土翼板边缘的距离不应小于 100mm;

5 连接件顶面的混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

C.2.15 外包钢组合梁的挠度计算应符合下列规定:

1 应按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响进行

计算：

2 可按结构力学公式进行挠度计算；

3 计算时可假定各同号弯矩区段内的刚度相等，并取用该区段内最大弯矩处的刚度；对框架组合梁，翼板有效宽度可按连续组合梁的中间跨取值；

4 短期刚度和考虑长期作用影响的长期刚度，可按下列公式计算：

$$B_s = (0.22 + 3.75 \frac{E_s}{E_c} \rho_s) E_c I_c + E_a I_a \quad (\text{C.2.15 1})$$

$$B = \frac{B_s - E_a I_a}{\theta} + E_a I_a \quad (\text{C.2.15 2})$$

$$\theta = 2.0 - 0.4 \frac{\rho'_{sa}}{\rho_{sa}} \quad (\text{C.2.15 3})$$

式中： B_s 组合梁的短期刚度；

B 组合梁的长期刚度；

ρ_{sa} 组合梁截面受拉区的纵向受拉钢筋和 U 形钢受拉翼缘面积之和的截面配筋率；

ρ'_{sa} 组合梁截面受压区的纵向受压钢筋和 U 形钢受压翼缘面积之和的截面配筋率；

ρ_s 纵向受拉钢筋配筋率；

E_c 混凝土弹性模量；

E_a U 形钢弹性模量；

E_s 钢筋弹性模量；

I_c 按截面尺寸计算的混凝土截面惯性矩；

I_a U 形钢的截面惯性矩；

θ 考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数。

C.2.16 计算外包钢组合梁挠度时应考虑施工方法及工序的影响，且应符合下列规定：

1 施工无支撑时，应按下式计算：

$$\Delta_{1j} = \Delta_{1Gk} + \Delta_{2Gk} + \sum_{i \geq 1} \psi_{iy} \Delta_{Qik} \quad (\text{C.2.16 1})$$

- 式中： Δ_{1j} 施工无支撑时组合梁的挠度计算值；
 Δ_{1Gk} 施工阶段按永久荷载标准值计算的 U 形钢梁挠度值；
 Δ_{2Gk} 除施工阶段永久荷载外，其他永久荷载标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的组合梁挠度计算值；
 Δ_{Qik} 第 i 个可变荷载标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的组合梁挠度计算值；
 ψ_{iy} 第 i 个可变荷载的准永久值系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 采用。

2 施工有支撑时，应按下式计算：

$$\Delta_{2j} = \Delta'_{1Gk} + \Delta''_{1Gk} + \Delta_{2Gk} + \sum_{i \geq 1} \psi_{iy} \Delta_{Qik} \quad (\text{C.2.16 2})$$

- 式中： Δ_{2j} 施工有支撑时组合梁的挠度计算值；
 Δ'_{1Gk} 施工阶段有支撑条件下按永久荷载标准值计算的 U 形钢梁挠度值；
 Δ''_{1Gk} 拆除支撑后将支承点反力标准值反向施加，按组合梁截面计算的考虑荷载长期作用影响的组合梁挠度值。

C.2.17 外包钢组合梁负弯矩区混凝土，在正常使用极限状态下考虑长期作用影响的最大裂缝宽度 w_{\max} 可按 H 型钢组合梁负弯矩区段混凝土翼板裂缝宽度计算。

C.2.18 外包钢组合梁与钢管混凝土柱采用刚性连接时，钢管混凝土柱外宜预设短梁，短梁与矩形钢管混凝土柱可采用内隔板式连接、贯通隔板式连接、外环板式连接等连接形式。

C.3 外包钢组合梁-异形钢管混凝土柱框架结构

C.3.1 外包钢 混凝土组合梁计算及构造要求应按本标准附录

C.1、C.2节执行。

C.3.2 异形钢管混凝土柱的钢管应由几个矩形钢管和角钢、槽钢或U形钢焊接组成,截面形式包括L形、T形、十字形和Z形(图C.3.2)。

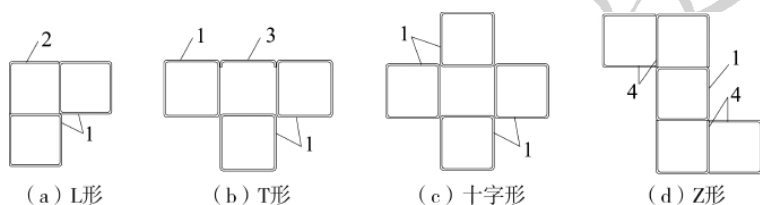


图 C.3.2 异形钢管混凝土柱构造

1 矩形钢管;2 角钢;3 槽钢;4 U形钢

C.3.3 异形钢管混凝土柱的截面宽度不应小于100mm,钢管壁厚 t 不宜小于4mm,且截面长度与宽度之不宜大于4(图C.3.3)。

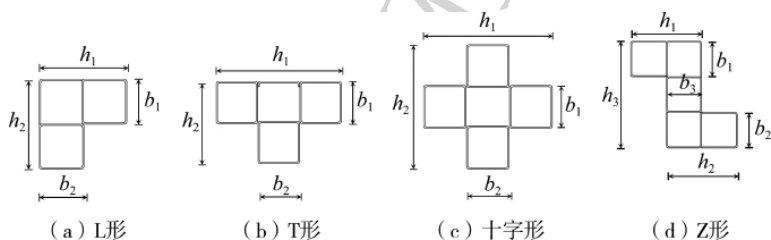


图 C.3.3 异形钢管混凝土柱截面尺寸

C.3.4 异形钢管混凝土柱的轴心受压承载力应符合下列规定:

$$N \leq N_n / \gamma \quad (\text{C.3.4})$$

式中: N 轴心压力设计值;

N_n 异形钢管混凝土柱的轴心受压承载力设计值;

γ 系数,无地震作用组合时, $\gamma = \gamma_0$;有地震作用组合时, $\gamma = \gamma_{RE}$ 。

C.3.5 异形钢管混凝土短柱的轴心受压强度承载力设计值应按下列公式计算:

$$N_0 = 0.9(\sum A_{nci} - 2A'_a f_a) \quad (\text{C. 3.5 1})$$

$$f_{nci} = (1.212 + B\xi'_i + C\xi'^2_i) f_c \quad (\text{C. 3.5 2})$$

$$B = 0.131 f_a / 213 + 0.723 \quad (\text{C. 3.5 3})$$

$$C = -0.070 f_c / 14.4 + 0.026 \quad (\text{C. 3.5 4})$$

$$\xi'_i = \gamma_i \xi_i \quad (\text{C. 3.5 5})$$

$$\xi_i = \frac{A_{ai} f_a}{A_{ci} f_c} \quad (\text{C. 3.5 6})$$

式中： N_0 异形钢管混凝土短柱的轴心受压强度承载力设计值；

A_{nci} 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室的截面面积，等于钢管和管内混凝土面积之和；

f_{nci} 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室的等效截面强度；

A'_a 异形钢管混凝土柱各腔室之间重合的钢板面积之和；

f_a 钢材的抗压强度设计值；

ξ'_i 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室的有效约束效应系数；

f_c 混凝土的轴心抗压强度设计值；

ξ_i 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室的约束效应系数；

γ_i 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室的相对约束系数，可按表 C.3.5 取值；

A_{ai} 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室的钢管面积；

A_{ci} 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室的混凝土面积。

注：矩形截面应换算成等效正方形截面进行计算，等效正方形的边长为矩形截面的长短边边长的乘积的平方根。

表 C.3.5 γ_i 的取值

约束情况	q		
	1.0	1.5	2.0
四侧弱约束	1.000	1.000	1.000
三侧弱约束, 一侧强约束(短边)	1.103	1.073	1.059
三侧弱约束, 一侧强约束(长边)	1.103	1.164	1.235
两侧弱约束(长边), 两侧强约束(短边)	1.211	1.145	1.118
两侧弱约束(短边), 两侧强约束(长边)	1.211	1.327	1.471
两侧弱约束(短边+长边), 两侧强约束(短边+长边)	1.211	1.236	1.294
一侧弱约束(长边), 三侧强约束	1.316	1.309	1.353
一侧弱约束(短边), 三侧强约束	1.316	1.400	1.529
四侧强约束	1.421	1.473	1.588

注: q 为截面的长边与短边的比值。

C.3.6 异形钢管混凝土柱的轴心受压承载力设计值应按下式计算, 且长细比不宜大于 100:

$$N_n = \varphi N_0 \quad (\text{C.3.6 1})$$

当 $9 \leq \lambda \leq 100$ 时

$$\varphi = -0.11 \left(\frac{\lambda - 9}{100} \right)^2 - 0.43 \left(\frac{\lambda - 9}{100} \right) + 1 \quad (\text{C.3.6 2})$$

当 $\lambda < 9$ 时

$$\varphi = 1.0 \quad (\text{C.3.6 3})$$

式中: φ 异形钢管混凝土柱的轴心受压稳定系数;

C.3.7 异形钢管混凝土柱的长细比应按下式计算:

$$\lambda_x = l_{0x} / i_x, \lambda_y = l_{0y} / i_y \quad (\text{C.3.7 1})$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_{ax} + I_{cx} E_c / E_a}{A_n + A_c f_c / f_a}}, i_y = \sqrt{\frac{I_{ay} + I_{cy} E_c / E_a}{A_n + A_c f_c / f_a}} \quad (\text{C.3.7 2})$$

式中: l_{0x} 、 l_{0y} 分别为轴心受压构件对 x 轴和 y 轴的计算长

度,应按现行国家标准《钢结构设计标准》(GB 50017)的有关规定计算;

i_x, i_y 分别为轴心受压构件截面对 x 轴和 y 轴的回转半径;

I_{ax}, I_{ay} 分别为钢管截面对全截面形心轴的惯性矩;

I_{cx}, I_{cy} 分别为钢管内混凝土截面对全截面形心轴的惯性矩;

E_c 钢管内混凝土的弹性模量。

C.3.8 T型截面钢管混凝土柱的受弯承载力设计值应按下列规定计算:

$$M_u = \gamma_m W_{ac} f_{ac} \quad (\text{C.3.8 1})$$

$$f_{ac} = N_0 / A_{ac} \quad (\text{C.3.8 2})$$

式中: γ_m 塑性发展系数;对于T形截面,当 $\xi < 0.85$ 时, γ_m 取 1.2;当 $\xi \geq 0.85$ 时, γ_m 取 1.4;

W_{ac} 构件截面模量;

f_{ac} 钢管混凝土截面抗压强度设计值;

ξ 钢管混凝土构件截面的约束效应系数; $\xi = (A_s f_s) / (A_c f_c)$;

A_{ac} 钢管混凝土构件的截面面积,等于钢管和混凝土面积之和。

C.3.9 T形钢管混凝土柱对 x 轴的偏心受压强度承载力设计值应按下列公式计算:

当 $\eta_1 < N/N_0 \leq 1$ 时

$$\frac{N}{N_0} - \frac{\eta_1 - 1}{\zeta_1} \frac{M}{M_u} \leq 1 \quad (\text{C.3.9 1})$$

当 $\eta_2 < N/N_0 \leq \eta_1$ 时

$$\frac{N}{N_0} - \frac{\eta_2 - \eta_1}{\zeta_2 - \zeta_1} \frac{M}{M_u} \leq \eta_1 - \frac{\eta_2 - \eta_1}{\zeta_2 - \zeta_1} \zeta_1 \quad (\text{C.3.9 2})$$

当 $0 < N/N_0 \leq \eta_2$ 时

$$\frac{N}{N_u} - \frac{\eta_2}{\zeta_2 - 1} \frac{M}{M_u} \leq - \frac{\eta_2}{\zeta_2 - 1} \quad (\text{C. 3. 9 3})$$

其中

$$\zeta_{1,2} = a\xi^2 + b\xi + cq^2 + dq + e \quad (\text{C. 3. 9 4})$$

式中: $\eta_1, \eta_2, \zeta_1, \zeta_2$ 系数, 其中 η_1 和 η_2 应按表 C. 3. 9 1 取值;

a, b, c, d, e 系数, 应按表 C. 3. 9 2 取值;

q 腹板高宽比。

表 C. 3. 9-1 η_1, η_2 的取值

系数	y 轴正向偏心	y 轴负向偏心
η_1	0.38	0.27
η_2	0.18	0.10

表 C. 3. 9-2 a, b, c, d, e 的取值

系数	y 轴正向偏心		y 轴负向偏心	
	ζ_1	ζ_2	ζ_1	ζ_2
a	0.0022	0.0198	0.0576	0.0400
b	-0.0156	-0.1063	-0.3215	-0.2251
c	-0.0980	0.1305	-0.3259	-0.1336
d	0.2354	-0.3593	0.9994	0.5771
e	0.7128	1.4110	0.5594	0.7398

C. 3. 10 T 形截面异形钢管混凝土柱绕 x 轴的偏心受压稳定承载力设计值应按下列公式计算:

当 $\eta'_1 < N/N_u \leq 1$ 时

$$\frac{N}{N_u} - \frac{\eta'_1 - 1}{\zeta'_1} \frac{M}{\kappa M_u} \leq 1 \quad (\text{C. 3. 10 1})$$

当 $\eta'_2 < N/N_u \leq \eta'_1$ 时

$$\frac{N}{N_u} - \frac{\eta'_2 - \eta'_1}{\zeta'_2 - \zeta'_1} \frac{M}{\kappa M_u} \leq \eta'_1 - \frac{\eta'_2 - \eta'_1}{\zeta'_2 - \zeta'_1} \zeta'_1 \quad (\text{C. 3. 10 2})$$

当 $0 < N/N_u \leq \eta'_2$ 时

$$\frac{N}{N_u} - \frac{\eta'_2}{\zeta'_2 - 1} \frac{M}{\kappa M_u} \leq -\frac{\eta'_2}{\zeta'_2 - 1} \quad (\text{C. 3. 10 3})$$

$$\eta'_1 = \varphi^{1.5} \eta_1 \quad (\text{C. 3. 10 4})$$

$$\eta'_2 = \varphi^{1.5} \eta_2 \quad (\text{C. 3. 10 5})$$

$$\zeta'_1 = \begin{cases} \varphi^{1.5} \zeta_1 & y^+ \\ \varphi^3 \zeta_1 & y^- \end{cases} \quad (\text{C. 3. 10 6})$$

$$\zeta'_2 = \begin{cases} \varphi^{1.5} \zeta_2 & y^+ \\ \varphi^{3.5} \zeta_2 & y^- \end{cases} \quad (\text{C. 3. 10 7})$$

$$E_{sc} I_{sc} = E_s I_s + E_c I_c \quad (\text{C. 3. 10 8})$$

$$\kappa = 1 - 0.8 \left(\frac{N}{N_{EX}} \right) \quad (\text{C. 3. 10 9})$$

$$N_{EX} = \frac{\pi^2 (E_{sc} I_{sc})}{L^2} \quad (\text{C. 3. 10 10})$$

$$E_{sc} I_{sc} = E_s I_s + E_c I_c \quad (\text{C. 3. 10 11})$$

- 式中： φ T形钢管混凝土异形柱的轴心受压稳定系数；
 N_{EX} 欧拉临界力；
 $E_{sc} I_{sc}$ 截面抗弯刚度；
 y^+ 荷载作用点位于 y 轴正向即最大受压边缘位于腹板，坐标轴如图 5. 3. 10 所示；
 y^- 荷载作用点位于 y 轴负向即最大受压边缘位于翼缘，坐标轴如图 5. 3. 10 所示。

C. 3. 11 异形钢管混凝土柱的计算长度、轴压比计算方法及限值、抗震承载力验算及内力调整、柱壁排气孔设置应符合矩形钢管混凝土柱的有关规定。

C. 3. 12 异形钢管混凝土柱可采用端承式柱脚、外包式柱脚或者是埋入式柱脚。

C. 3. 13 外包 U 型钢组合梁与异形钢管混凝土柱连接节点除应

符合构造措施要求外,抗震设计时节点连接的极限承载力应大于构件的全塑性承载力。

C.4 施工、检测及验收

C.4.1 外包钢混凝土组合结构的施工质量要求及验收标准应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《混凝土结构工程施工质量验收标准》GB 50204 的相关规定。

C.4.2 钢结构的制作、焊缝的施工与检验应按设计文件的规定,并应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的相关规定。

C.4.3 U 型钢允许外形尺寸偏差应按表 C.4.3 执行。

表 C.4.3 U 型钢外形尺寸允许偏差表

序号	技术指标项目	参数或定义(mm)	精度要求(mm)
1	构件长度 L	按图纸(含加工余量)	± 3
2	底边翼缘宽度 b	/	± 3
3	两侧腹板高度 h	/	± 2
4	两侧腹板高度差	两侧腹板高度不相等程度	$b/200$,且不大于 3.0
5	上翼缘宽度 a	根据设计要求	± 2 ,且两边相对差 ≤ 2
6	翼缘与腹板夹角 Δ	90°	$-3^\circ \sim 0^\circ$
7	上翼缘开口宽度 b_1/b_2 (中心线对称)	上翼缘开口往外侧张口的宽度及开口对称程度	单侧 $0.005h \sim 0.014h$, 两侧相对差 ≤ 1
8	腹板板顶边直线度	上翼缘外边长度波浪弯	每米 ≤ 1
9	长度方向直线度	侧向弯曲、上下翘曲	每米 ≤ 1 ,总长 $L/1000$, 最大 ≤ 5
10	总长扭曲度	两端投影中心对齐	≤ 4
11	腹板、翼板面的平整度	任一截面各板边的凹凸程度	0~5

续表C.4.3

序号	技术指标项目	参数或定义(mm)	精度要求(mm)
12	端部截面垂直度	端部截面与长度轴线的垂直程度	≤ 2
13	孔径 φ	冲制的安装孔、穿筋孔直径	$0 \sim +2.0$
14	相邻两组的端孔间距离	/	± 2.0
15	同一组内任两孔间距离	/	± 1.5

C.4.4 钢结构的制作应根据设计文件绘制钢结构施工详图,并按设计文件和施工详图的规定编制制作工艺文件,根据制作厂的生产条件和现场施工条件、运输要求、吊装能力和安装条件,确定钢构件的分段和拼焊。

C.4.5 钢结构制作完成、检查合格后可进行除锈、涂装。除锈的方法可采用喷射或动力工具除锈,质量等级应不低于 Sa2 或 St2 级。钢结构外表面的防锈涂料、涂装遍数、涂层厚度应符合设计要求。钢结构与混凝土接触面不得刷涂料。

C.4.6 混凝土的浇筑,应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。混凝土施工前,应将外包钢内异物、积水清除干净。外包钢内混凝土浇筑应在钢构件安装完毕并检验合格后进行。外包钢内混凝土浇筑施工前应根据设计要求进行混凝土配合比设计和必要的浇筑工艺试验,并在此基础上制定浇筑工艺和各项技术措施。

C.4.7 外包钢内混凝土的浇筑质量,可采用敲击外包钢法来检查其密实度;对于重要构件或部位,应采用超声波法进行检测。对于混凝土不密实的部位,应采用局部钻孔压浆法进行补强,然后将钻孔补焊封牢。

附录 D 装配式钢板组合剪力墙

D.1 一般规定

D.1.1 装配式钢板组合剪力墙采用双钢板和连接件等钢材加工形成标准件,现场将外包钢板焊接形成空腔,并现浇混凝土形成组合剪力墙构件,如图 D.1.1 1。

装配式钢板组合剪力墙的墙体外包钢板和內填混凝土之间的连接构造可采用栓钉、对拉螺栓、T形或 L形加劲肋等,也可混合采用各种连接方式,构造如图 D.1.1 2。

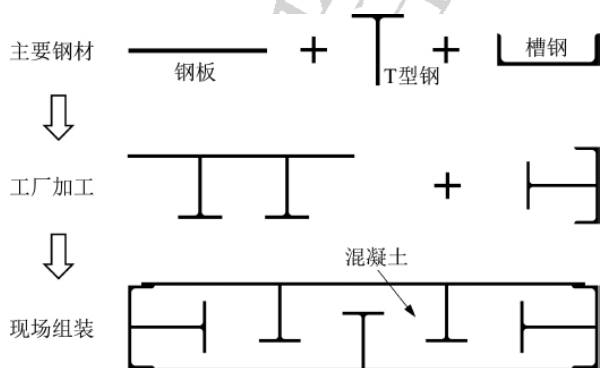
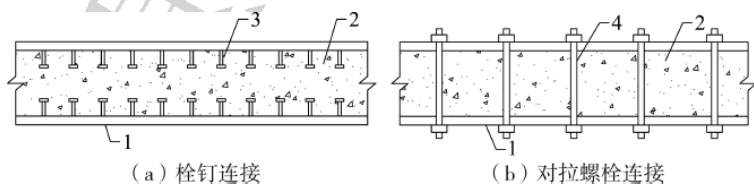


图 D.1.1-1 装配式钢板组合剪力墙构造示意



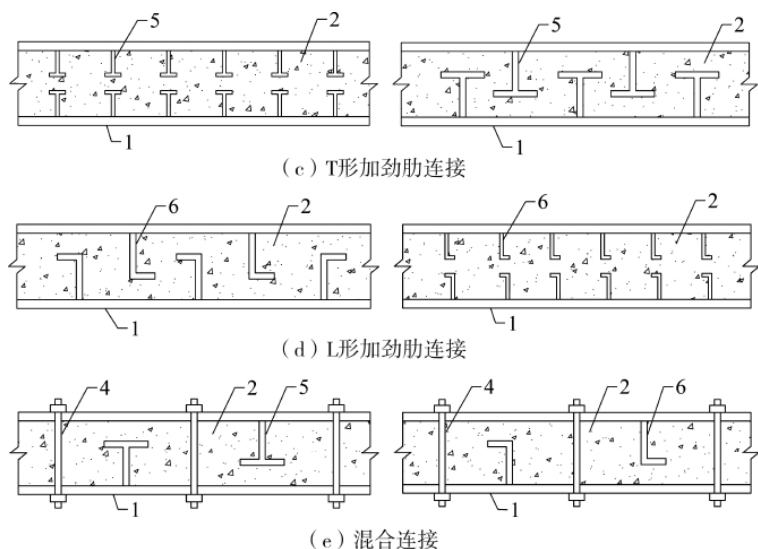


图 D.1.1-2 装配式钢板组合剪力墙连接构造

1 外包钢板;2 混凝土;3 栓钉;4 对拉螺栓;5 T形加劲肋;6 L形加劲肋

D.1.2 装配式钢板组合剪力墙适用的多、高层民用建筑可采用钢板组合剪力墙结构、框架-钢板组合剪力墙结构、框架-钢板组合核心筒结构。设防烈度 6 度、7 度(0.10g)时,装配式钢板组合剪力墙结构、框架-装配式钢板组合剪力墙结构的房屋最大适用高度不应超过 160m,框架-装配式钢板组合核心筒结构的房屋最大适用高度不应超过 220m。

D.1.3 各抗震设防类别的装配式钢板组合结构的抗震措施应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定。装配式钢板组合结构的抗震等级、结构布置及结构计算分析方法,可参照《钢管混凝土束结构技术标准》T/CECS 546 的有关规定执行。

D.1.4 混凝土和钢材的设计指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。钢板组合剪力墙的混凝土强度等级不应低于 C25,当采用 C80 以

上高强混凝土时,应有可靠的依据。钢板组合剪力墙钢材牌号宜采用 Q235 钢和 Q355 钢。

D.1.5 在风荷载和多遇地震作用下,钢板组合剪力墙弹性层间位移角不宜大于 $1/400$;在罕遇地震作用下,钢板组合剪力墙弹塑性层间位移角不宜大于 $1/80$ 。

D.2 构件设计和节点连接

D.2.1 钢板组合剪力墙的墙体厚度与墙体钢板厚度的比值应符合下式规定:

$$25 \leq t_{wc}/t_{sw} \leq 100 \quad (\text{D.2.1})$$

式中: t_{wc} 钢板组合剪力墙墙体的厚度(mm);
 t_{sw} 剪力墙墙体单片钢板的厚度(mm)。

D.2.2 墙体单片钢板的厚度不宜小于 4mm。

D.2.3 当钢板组合剪力墙的墙体连接构造采用栓钉、对拉螺栓或含其至少一种的混合连接时,连接件的间距与外包钢板厚度的比值应符合下式规定:

$$s_{sc}/t_{sw} \leq 40\epsilon_k \quad (\text{D.2.3})$$

式中: s_{sc} 墙体栓钉、对拉螺栓或与其与其他连接件的间距(mm);

ϵ_k 钢号修正系数,取 $\sqrt{235/f_y}$;

f_y 钢材的屈服强度(N/mm^2)。

D.2.4 当钢板组合剪力墙的墙体连接构造采用 T 形或 L 形加劲肋时,加劲肋的间距与外包钢板厚度的比值应符合下式规定:

$$s_{ri}/t_{sw} \leq 60\epsilon_k \quad (\text{D.2.4})$$

式中: s_{ri} 钢板组合剪力墙加劲肋的间距(mm);

D.2.5 钢板组合剪力墙的墙体两端和洞口两侧应设置暗柱、端柱或翼墙,暗柱宜内置型钢钢骨或采用矩形钢管混凝土构件,端

柱宜采用矩形钢管混凝土构件。

D.2.6 除本标准另有规定外,装配式钢板组合剪力墙结构的截面设计应符合现行标准《钢板剪力墙技术规程》[GJ/T 380]的有关规定。

D.2.7 采用装配式钢板组合剪力墙结构时,连梁和楼屋面梁可采用钢梁或钢 混凝土组合梁,也可采用现浇钢筋混凝土梁。

D.2.8 采用装配式钢板组合剪力墙结构的楼盖应符合下列要求:

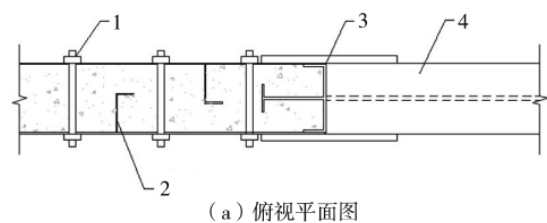
1 宜采用钢筋桁架楼承板组合楼板、压型钢板组合楼板或预制混凝土叠合楼板,并应与钢板组合剪力墙构件和钢梁进行可靠连接;

2 对不超过 50m 的钢结构,尚可采用装配整体式钢筋混凝土楼板,也可采用装配式楼板或其他轻型楼板;但应将楼板预埋件与钢板组合剪力墙和钢梁焊接,或采取其他保证楼盖整体性的措施;

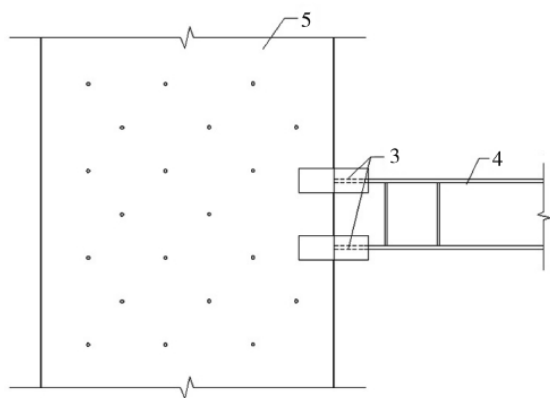
3 对转换层楼盖或楼板开大洞口等情况,必要时可设置水平支撑。

D.2.9 装配式钢板组合剪力墙竖向以及纵横水平的墙连接节点应采用连续焊接,连接承载力不应小于墙体承载力。竖向连接可在下部墙体钢板顶端通长焊接连接 T 型钢或角钢,上部墙体插入连接 T 型钢或角钢并连续焊接,可参照《钢管混凝土束结构技术标准》T/CECS 546 的有关规定。

D.2.10 装配式钢板组合剪力墙与工字钢梁的连接可采用焊接连接,在钢梁翼缘连接处可采用外节点板,外节点板同时与钢梁翼缘边缘和剪力墙钢板外侧焊接,焊缝连接强度应保证能传递钢梁翼缘屈服承载力。



(a) 俯视平面图



(b) 正视立面图

图 D.2.10 钢板组合剪力墙与工字钢梁连接节点示意

1 对拉螺栓; 2 L形加劲肋; 3 外节点板; 4 工字钢梁; 5 钢板剪力墙

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《工程结构通用规范》GB 55001
- 2 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
- 3 《混凝土结构通用规范》GB 55008
- 4 《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020
- 5 《建筑防火通用规范》GB 55037
- 6 《建筑模数协调标准》GB/T 50002
- 7 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 8 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 9 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 10 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 11 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 12 《钢结构设计标准》GB 50017
- 13 《木结构设计标准》GB 50005
- 14 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231
- 15 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476
- 16 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 17 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
- 18 《住宅建筑规范》GB 50368
- 19 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 20 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 21 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 22 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 23 《民用建筑电气设计标准》GB 51348
- 24 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251

- 25 《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936
- 26 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 27 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 28 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 29 《木骨架组合墙体技术标准》GB/T 50361
- 30 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219
- 31 《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518
- 32 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 33 《建筑用压型钢板》GB/T 12755
- 34 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
- 35 《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077
- 36 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 37 《住宅厨房模数协调标准》JGJ/T 262
- 38 《住宅卫生间模数协调标准》JGJ/T 263
- 39 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 40 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 41 《山地建筑结构设计标准》JGJ/T 472
- 42 《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224
- 43 《预应力混凝土结构技术规范》JGJ 369
- 44 《预应力混凝土结构抗震设计标准》JGJ 140
- 45 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92
- 46 《组合结构设计规范》JGJ 138
- 47 《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380
- 48 《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235
- 49 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355
- 50 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 51 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

- 52 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256
- 53 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142
- 54 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
- 55 《塑料门窗工程技术规程》JGJ 103
- 56 《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133
- 57 《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336
- 58 《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214
- 59 《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255
- 60 《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283
- 61 《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458
- 62 《蒸压加气混凝土制品应用技术规程》JGJ/T 17
- 63 《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ/T 110
- 64 《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398
- 65 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
- 66 《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163
- 67 《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225
- 68 《钢筋桁架楼承板》JG/T 368
- 69 《纤维水泥平板第 1 部分:无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1
- 70 《住宅生活排水系统立管排水能力测试标准》CJJ/T 245
- 71 《波形钢腹板组合梁桥技术标准》CJJ/T 272

重庆市工程建设标准

装配式混凝土建筑设计标准

DBJ50/T-429-2023

条文说明

2023 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	133
3	基本规定	134
3.1	一般规定	134
3.2	总图布局及规划设计	135
3.3	建筑设计	136
3.4	结构设计	136
3.5	机电设备与管线设计	137
3.6	装饰装修一体化	138
3.7	建筑公差	138
3.8	建筑信息模型	139
3.9	生产、施工和维护	140
4	材料	142
4.1	建筑材料	142
4.2	结构材料	142
4.3	机电设备材料	143
5	建筑设计	144
5.1	一般规定及建筑模数	144
5.2	平面设计	144
5.3	立面及剖面设计	145
5.4	内装修设计	145
6	结构设计	148
6.1	一般规定	148
6.2	作用及作用组合	150
6.3	结构分析	151

6.4	预制构件设计	151
6.5	连接设计	152
6.6	楼盖设计	153
6.7	装配整体式框架结构	158
6.8	装配整体式剪力墙结构	160
6.9	多层装配式墙板结构	163
6.10	外挂墙板设计	164
6.11	其他结构设计	165
7	机电设备与管线设计	166
7.1	一般规定	166
7.2	给水排水设计	166
7.3	供暖、通风、空调及燃气设计	167
7.4	电气设计	168
8	外围护系统设计	170
8.1	一般规定	170
8.2	预制外墙	171
8.3	现场组装骨架外墙	172
8.4	幕墙系统	174
8.5	保温装饰一体化	174
8.6	连接及防水	174
8.7	外门窗	176
8.8	屋面	177
附录 A	成型钢筋笼装配式混凝土叠合结构构造	178
附录 B	装配式灌芯混凝土剪力墙结构构造	186
附录 C	装配式外包钢混凝土组合结构	188

1 总 则

1.0.1 《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》、《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》(国办发[2016]71号)、《重庆市人民政府办公厅关于大力发展装配式建筑的实施意见》(渝府办发[2017]185号)、《重庆市人民政府办公厅关于进一步促进建筑业改革与持续健康发展的实施意见》(渝府办发[2018]95号)以及《重庆市人民政府办公厅关于印发重庆市推进建筑产业现代化促进建筑业高质量发展若干政策措施的通知》(渝府办发[2020]107号)明确提出大力发展装配式建筑。但总体看,装配式建筑的应用规模相对较小,技术集成及标准化程度相对较低,为推进装配式建筑健康发展,亟需一本标准来规范装配式混凝土建筑的建设,按照技术先进、绿色环保、安全可靠、经济适用的要求,全面提高装配式混凝土建筑的环境效益、社会效益和经济效益。

1.0.3 强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目,分为工程项目类规范和通用技术类规范两种类型。强制性工程建设规范具有强制约束力,是保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益,以及促进能源资源节约利用、满足经济社会管理等方面的控制性底线要求,工程建设项目的勘察、设计、施工、验收、维修、养护、拆除等建设活动全过程中必须严格执行。与强制性工程建设规范配套的推荐性工程建设标准是经过实践检验的、保障达到强制性规范要求的成熟技术措施,一般情况下也应当执行。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 根据《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》(国办发[2016]71号)的相关要求,大力发展装配式建筑应坚持标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用,提高技术水平和工程质量,促进建筑产业转型升级。

3.1.2 在建筑设计前期,应结合地方的政策法规、用地条件、项目目标进行装配式技术的整体策划。整体策划应包括产品设计策划、部品部件生产策划、部品部件运输策划、施工组织策划、工程经济成本策划。产品设计策划应结合项目总体概念方案,对结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统等进行标准化设计策划,在成本估算的基础上选择相应的技术路径。部品部件生产策划应根据供应商的技术水平、生产能力,确定供应商范围。部品部件运输策划应根据供应商生产基地与项目用地之间的距离、道路状况、交通管理及项目内部交通流线和场地放置等条件,选择稳定可靠的运输方案。施工组织策划应根据项目实际条件,编写施工方案手册,确定关键技术路径,选择合适的机具设备,落实安全和质量保障等。工程经济成本策划应根据项目的成本目标,对装配式混凝土建筑主要环节的成本优化提出具体指标和控制要求。

3.1.3 装配式建筑是一个系统工程,因此从结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统对装配式建筑全专业提出要求,形成一个完整的具有一定功能的建筑产品。

3.1.4 装配式混凝土建筑应进行模数协调,以满足建造装配化与部品部件标准化、通用化的要求。标准化设计是实施装配式建筑的有效手段,而模数和模数协调是实现装配式建筑标准化设计的重要基础,涉及装配式建筑产业链上的各个环节。少规格、多组合是装配式建筑设计的重要原则,减少部品部件的规格种类及提高部品部件模板的重复使用率,有利于部品部件的生产制造与施工,有利于提高生产速度和工人的劳动效率,从而降低工程造价。

3.1.5 为提升装配式混凝土建筑工程质量,深化设计应考虑工程的实际情况,优先采用标准化部品部件,使用标准图集的深化设计大样图及其施工方法;非标准化部品部件需要单独绘制详图,满足工程实际需要。

3.1.6 装配式建筑采用墙体、管线、装修一体化强调的是“集成性”。装配式建筑需从设计阶段进行一体化、集成设计,在管线综合设计的基础上,实现墙体与管线的集成以及土建与装修的一体化。

3.1.8 装配式混凝土建筑所采用的材料应同时考虑安全、耐久、经济、节能环保及品质要求,并按设计要求进行防火、防腐、防蛀和防虫处理。部品、材料的燃烧性能等级应符合设计要求。

3.1.9 本条要求设计时明确装配式混凝土建筑的外围护系统、内装系统、设备与管线系统等的设计工作年限低于主体结构时,应从耐久性的角度明确置换周期及维修措施。

3.2 总图布局及规划设计

3.2.1 《重庆市住房和城乡建设委员会重庆市规划和自然资源局关于加快发展装配式建筑促进建筑产业现代化的通知》(渝建[2019]436号),对重庆市范围的建筑工程装配率提出明确要求,装配式混凝土建筑设计应执行相关文件。设计在遵循土地划拨或土地出让条件的同时,还应满足城市总体规划的要求。

3.2.2 装配式混凝土建筑是一个系统工程,需要各专业密切配

合,以标准化设计方法为手段,学校宜采用模块标准化,住宅建筑宜采用构件标准化,装修宜采用工业化装修。

3.2.3 由于山(坡)地通常地形高差、坡度较大,因此在场地和道路竖向设计时需要综合考虑建筑功能、交通运输、建造技术、堆放场地、服务半径等因素。

3.3 建筑设计

3.3.1 装配式混凝土建筑应注重平面、立面的规则性,平面形状优选以方形和矩形为主,避免形体复杂的建筑,因为不规则的建筑会产生大量非标准构件,且在地震力作用下内力分布比较复杂。尤其是建筑立面造型复杂且不规则,凹凸较多,有着较大外探的悬挑构件,采用预制方式可能会导致以下结果:1)构件差异性大,模具不通用,构件成本高;2)造型复杂,三维异形构件多,不易生产和脱模;3)连接节点和安装节点比较复杂,施工困难。

3.3.2 建筑标准化是工业化的前提,模数化是标准化的基础,模数化的核心内容是模数协调,包括建筑物与部品之间、部品与部品之间等的模数协调。

3.4 结构设计

3.4.1 为满足建筑方案要求并从根本上保证结构安全,对装配式混凝土结构设计的内容提出了要求。设计应对施工顺序提出控制性要求,并在施工阶段的工况与设计工况不一致时,补充施工阶段验算。设计文件除应包括常规项目外,尚应补充预制构件的深化设计图、钢筋连接大样、节点和接缝大样等,以满足主管部门对设计深度的要求。

3.4.2 当节点及接缝的强度、刚度、破坏模式、恢复力特性与现浇节点及接缝存在明显差异时,应按实际情况模拟。如干式连接

节点,一般应根据其实际受力状态模拟为刚接、铰接或者半刚接节点。连接的实际受力特性可通过试验或者有限元分析获得。

3.4.3 由于预制构件要经历生产、翻转、脱模、堆放、运输、吊运、安装等阶段,因此,对构件应进行不同阶段短暂设计工况下的承载力和变形验算。对于施工阶段无支撑的叠合受弯构件,应对底部预制构件及浇筑混凝土后的叠合构件按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求进行二阶段受力计算。

对于整体结构,设计中应明确结构的施工顺序,并进行对应工况的验算。

预制构件的堆码场地,应进行地基承载力和变形验算,以避免预制构件出现意外损伤。

3.4.4 装配式混凝土结构应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 及相关规范确定抗震设防类别及抗震设防标准。由于装配式混凝土结构相关抗震研究较少,抗震设防分类中的特殊设防类建筑如采用装配式混凝土结构,应进行专门的研究和论证。

装配式混凝土结构作为混凝土结构的一种,其耐久性应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 等的有关规定。

装配式混凝土预制构件及连接件的耐火时限应满足现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016 等的有关规定。

3.5 机电设备与管线设计

3.5.1 传统的建筑设计,特别是居住建筑的设计,通常将机电设备与管线埋在墙体或现浇混凝土楼板中,给结构安全带来隐患,

且由于主体结构和机电设备与管线的使用年限不同,使得建筑改造更新困难。因此提倡采用主体结构构件、内装修部品和机电设备及管线三部分装配化集成技术,实现室内装修、机电设备与管线和主体结构的分离。

结构构件上为机电管线、设备及其吊挂配件预留的孔洞、沟槽宜设置在对构件受力影响最小的部位,确保受力钢筋不受破坏,设置位置和间距宜遵守结构设计模数,不得在建筑结构安装完成后凿剔沟、槽、孔、洞。当条件受限无法满足上述要求时,建筑和结构专业应采取相应的加固处理措施。

因建筑工程机电设备的管线较多,为满足建筑净高需求以及装配式混凝土建筑预留孔洞的准确性,机电设备各专业需协调配合,规划好管线路由,并进行管线综合。

3.6 装饰装修一体化

3.6.2 全装修是装配式混凝土建筑的基本要求,实施全装修有利于保证建筑安全、资源节约、环境保护、避免装修扰民,便于后期运行维护与改造,符合现阶段人民对于健康、环保和经济性的要求,对于积极推进重庆市装配式建筑实施具有重要作用。居住建筑和教育、医疗、观演、展览等类型公共建筑应采用全装修,办公、商业、幼儿园等公共建筑可仅公区和确定使用功能的区域采用全装修。

3.6.3 本条强调了从设计阶段需进行一体化集成设计,围护墙通过集成满足保温、隔热、装饰要求,实现多功能一体的“围护墙系统”;内隔墙在管线综合设计的基础上,实现墙体与管线的集成以及土建与装修的一体化,从而形成“内隔墙系统”。

3.7 建筑公差

3.7.1 装配式混凝土建筑通过遵循模数协调原则,合理确定部

品部件的尺寸和类型,全面实现部品部件之间的尺寸配合。

3.7.2 基本公差是部品部件的制作和装配中不可避免的误差引起的,包含了尺寸上限值和下限值之间的差。在设计中把基本公差的允许值考虑进去,并控制在合理范围内,以保证在加工制作、安装接缝、放线定位中的误差发生在可允许的范围内。

3.8 建筑信息模型

3.8.1 建筑信息模型技术是装配式建筑建造过程的重要手段。通过信息数据平台管理系统将设计、生产、施工、物流和运营等各环节联系为一体化管理,对提高工程建设各阶段及各专业之间协同配合的效率,实现数据的全流程传递,以及一体化管理水平具有重要作用。

建筑信息化模型根据各个阶段的应用需求,模型深度有所不同,具体深度应符合《重庆市建设工程信息模型技术深度规定》及现行地方标准《建筑工程信息模型设计标准》DBJ50/T 280、《重庆市建筑工程信息模型设计交付标准》DBJ50/T 281 等文件和标准的相关要求。

3.8.3 在结构深化设计以前,可以采用包含建筑信息模型(BIM)在内的多种技术手段开展三维管线综合设计,对各专业管线在结构部件上预留的套管、开孔、开槽位置尺寸进行综合及优化,形成标准化方案,并做好精细设计以及定位,避免错漏碰缺,降低生产及施工成本,减少现场返工。不得在安装完成后的结构部件上剔凿沟槽、打孔开洞。穿越楼板管线较多且集中的区域可采用现浇楼板。

3.8.4 从目前建筑行业的工作模式来说,都是先建筑各专业的设计之后再行内装设计。这种模式使得后期的内装设计经常要对建筑设计的图纸进行修改和调整,造成施工时的拆改和浪费。因此,本条强调内装设计应与建筑各专业进行协同设计。

3.8.5 完善的质量管理体系和制度是质量管理的前提条件和企业质量管理水平的体现；质量管理体系中应建立并保持与质量管理有关的文件形成和控制工作程序，该程序应包括文件的编制（获取）、审核、批准、发放、变更和保存等。

生产单位宜采用现代化的信息管理系统，并建立统一的编码规则和标识系统。信息化管理系统应与生产单位的生产工艺流程相匹配，贯穿整个生产过程，并应与建筑信息模型（BIM）有数据接口。

3.8.6 施工安装宜采用建筑信息模型（BIM）组织施工方案，用建筑信息化模型（BIM）模型指导和模拟施工，制定合理的施工工序并精确算量，从而提高施工管理水平和施工效率，减少浪费。

通过运用项目信息管理系统促进项目参建单位的协同，实现施工作业行为和管理行为数字化，在装配式建筑的设计、施工、生产过程中的关键节点、关键工序，运用电子签名和电子签章等数字化的手段，确保质量控制和行为数据的真实、可靠。并通过与重庆市工程项目数字化管理平台的实时同步传输，将工程项目现场监管，转变为信息化、数字化的线上管理。项目信息管理系统形成的装配式建筑数字化归档资料，经目录组建、文档组卷、著录附加、封装数据包、加盖电子签章等处理后，同步至重庆市工程项目数字化管理平台，最终形成合规的装配式建筑工程数字化档案。装配式建筑工程数字化档案通过电子签名、签章技术与施工作业行为绑定，保证了装配式建筑工程档案的真实性和工程质量的可追溯性。

3.9 生产、施工和维护

3.9.1 设计选用的材料、结构构件和其他部品部件应符合国家现行强制性工程建设规范的规定；当设计选用的材料、结构构件和其他部品部件暂无有关标准规定时，设计应提出具体的要求，

并提出施工复验指标的要求。

3.9.2 对构件和部品部件进行设计时,应充分考虑施工现场实际生产、运输、堆放和吊装等能力,合理选择尺寸和重量等。

对于复杂的建筑,不同的安装顺序对应不同的施工工况,当施工阶段工况与原设计施工顺序下的工况不一致时,应补充施工工况验算。

4 材 料

4.1 建筑材料

4.1.1 装配式混凝土建筑选用的材料,如各类金属材料、木质材料、玻璃材料、装饰材料、保温材料、防火材料、防水材料、防腐材料、密封材料等,其各项技术要求应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

4.1.2 装配式混凝土建筑选用的材料应符合“两提两降”的原则,提高绿色建材在装配式建筑中的应用比例。强制淘汰不符合节能环保要求及质量性能差的建筑材料。

4.2 结构材料

4.2.1 装配式混凝土结构所采用的混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标和耐久性能的要求等均应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑抗震设计规范》GB 50011 及混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定。条件许可时,装配式混凝土预制构件及连接件宜采用高强钢、耐候钢。

4.2.2 本条规定了设计工作年限为 50 年的装配式混凝土结构的最低混凝土强度要求,服役期的混凝土强度等级尚应根据设计工作年限、受力状态、抗震等级、钢筋强度和环境条件等因素适当提高。为保证预制构件节点及接缝处的连续,满足设计需要的内力传递和变形协调能力,节点及接缝处后浇混凝土强度应满足设

计要求,有条件时宜提高一级。

4.2.3 结构座浆材料可采用干硬性细石混凝土,或根据实际情况采用相应座浆材料。

4.2.4 预制构件受力钢筋的套筒灌浆连接接头应采用由接头型式检验确定的匹配的钢筋、灌浆套筒和灌浆料。灌浆套筒应符合《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定;灌浆料应符合《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定;套筒灌浆连接接头性能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 的有关规定。

挤压套筒的原材料及实测力学性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的有关规定。

4.3 机电设备材料

4.3.1 装配式混凝土建筑的机电设备与管线宜选择通用性产品,并符合国家现行强制性工程建设规范的规定,严禁选用已被淘汰和禁止使用的产品。当条件许可时,优先选用符合国际先进水平且满足工程需求的产品。

4.3.3 给水管道,选用时应优先考虑其连接方便可靠,接口耐久不渗漏,还应考虑其耐腐蚀性能,管材的温度变形,抗老化性能等因素综合确定。地方主管部门对给水管材的采用有规定时,应予遵守。

柔性接口机制排水铸铁管和高密度聚乙烯排水管,能够有效降低室内环境噪声,提高室内环境品质,并且抗震性能优良,应优先选用;其他符合相应产品标准、技术先进的低噪声、抗震性能优良的管材也可选用。

雨水管道属于间歇通水管道,采用传统热浸镀锌钢管可能出现管内壁锈蚀的情况;而普通 UPVC 塑料排水管不能承受排水时可能产生的负压,容易出现渗漏,因此建议采用承压塑料管道和涂塑钢管。

5 建筑设计

5.1 一般规定及建筑模数

5.1.1 装配式建筑设计应重视平、立、剖面的规则性,优先选用规则的形体,便于工厂化、集约化生产加工,提高工程质量,并降低工程造价。

5.1.3 居住建筑模数设计除应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002的有关规定外,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的有关规定。

基材一般指在装饰面层下作为基层的部品部品。

5.1.4 对于框架结构体系,宜采用中心定位法。柱子间设置的分户墙和分室隔墙,一般宜采用中心定位法;当隔墙两侧要求模数空间时宜采用界面定位法。

集成式厨房和卫生间的内装部品、公共建筑的集成式隔断空间、模块化吊顶空间等,宜采用界面定位法。其他空间的部品可采用中心定位来控制。门窗、栏杆等外围护部品,宜采用界面定位方式。

5.2 平面设计

5.2.1 少规格、多组合是装配式建筑设计的重要原则,减少部品部件的规格种类及提高部品部件模具的重复使用率,有利于部品部件的生产制造与施工,有利于提高生产效率降低造价。

5.2.4 建筑交通核一般指集中设置电梯、楼梯、管道井等上下贯

通装置的建筑部位。交通核标准化包括楼梯的标准化、电梯井的标准化及机电管井和走道的标准化,同时防火疏散设计应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

5.3 立面及剖面设计

5.3.4 当确有困难时,阳台板可采用部分预制、部分现浇的叠合构件。腰线等外挑装饰构件可采用轻质材料预制,并与主体结构可靠连接。

5.4 内装修设计

5.4.1 内装系统的主要部品部件宜采用工厂化加工为主,部分非标准构配件可在现场安装时统一处理,同时应减少施工现场的湿作业。

5.4.2 隔墙开裂是工程应用中最为常见的问题,也是控制装配式隔墙质量的重要内容,因此在设计、施工、验收等各环节应有严格的措施。

厨房或卫生间贴墙面砖的隔墙应全墙采用专用薄抹灰胶浆压入耐碱玻纤网格布等防开裂措施。

内隔墙与管线一体化装配式建筑技术,指对内隔墙板进行排版设计,标记设备管线的预留预埋位置,将有设备管线的墙板在工厂进行管线、开关、插座底盒等设备的预埋,墙板在现场安装后不再进行开口开槽。

住宅应采取防噪声措施,并符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118、《住宅建筑规范》GB 50368 等相关规范的规定。

蒸压加气混凝土内墙板门窗洞口连接构造应根据洞口的宽度及洞口与顶棚间距合理选取。门窗洞口上方墙体推荐采用竖

板, 横板仅用于墙体高度小于等于 600mm 的情况(图 1)。

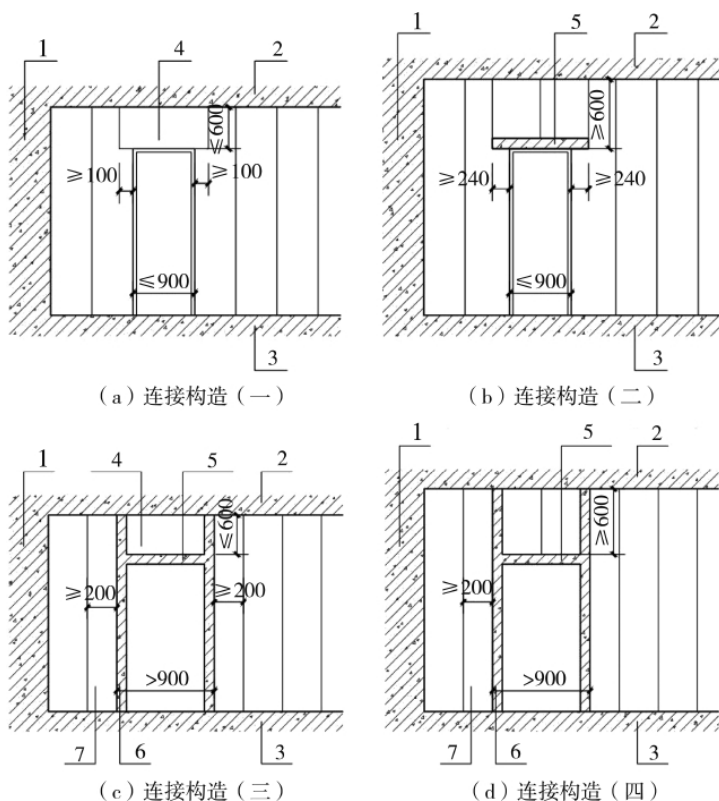


图 1 蒸压加气混凝土内墙板门窗洞口连接构造示意图

- 1 柱(剪力墙); 2 楼板(梁); 3 楼地板; 4 门头横板; 5 构造梁;
6 构造柱(当洞口宽度 ≤ 1500 时, 构造柱可只升至构造梁处); 7 补板

5.4.3 除了在部品部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, 由于部品部件的强度较高, 利用工具敲击构件时容易发生脆性破坏, 导致构件失去既有功能, 因此, 采用其他方法安装时, 应在部品部件受力允许范围内, 并不得剔凿预制构件及其现浇节点, 影响结构安全。

5.4.4 装配式建筑的门、窗框板宜统一在工厂生产时完成, 并在

靠门、窗框一侧设置固定门窗的预埋件等加固措施。

5.4.5 集成式厨房、集成式卫生间和整体收纳是装配式建筑装饰装修的重要组成部分,其设计应按照标准化、系列化原则;强调内装厨房、卫生间和整体收纳的集成设计与建筑各专业进行一体化协同设计,以免造成施工时的拆改和浪费,并在生产和加工阶段实现装配化。

5.4.7 采用标准化集成卫生间是住宅全装修的发展趋势;较大卫生间可采用干湿分离设计方法,湿区采用标准化整体卫浴产品。

5.4.8 架空地板系统的设置主要是为了实现管线分离。在住宅建筑中,应考虑设置架空地板对住宅层高的影响。

5.4.9 吊顶高度应考虑敷设管线的空间,并满足室内净高的需求。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 除本章另有规定外,装配式混凝土结构应满足《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等的相关规定。

6.1.2 装配整体式混凝土结构的竖向构件包括预制竖向构件和叠合竖向构件。

预制竖向构件是指在工厂或现场预先生产制作的混凝土构件。采用预制竖向构件具有现场湿作业少、节能环保、施工速度快等优点,但构件连接对施工精度的要求较高,连接质量检测较为困难,典型预制竖向构件包括预制剪力墙、预制柱等。

叠合竖向构件是指预制混凝土空心构件现场安装就位后,在空腔内浇筑混凝土,通过必要的构造措施,使现浇混凝土与预制构件形成整体的结构构件。叠合竖向构件具有结构整体性好、连接可靠易检、预制构件质量轻、便于吊装及运输等优点。叠合竖向构件包括叠合剪力墙及叠合柱,典型的叠合剪力墙包括叠合板式剪力墙、灌芯混凝土剪力墙、固模剪力墙等。

6.1.3 装配整体式楼盖包括叠合梁与叠合板、钢筋桁架楼承板、压型钢板混凝土组合楼板、现浇板组成的楼盖系统以及现浇梁与叠合板组成的楼盖系统等情况;由现浇梁与钢筋桁架楼承板、压型钢板混凝土组合楼板、现浇板组成的楼盖系统可视为现浇楼盖。

考虑到装配整体式叠合剪力墙结构包括的种类较多,现阶段

尚未形成较为统一的通用技术体系,与装配整体式预制剪力墙结构相比,其工程应用和工程经验相对较少,因此本标准对装配整体式叠合剪力墙结构及装配整体式部分框支叠合剪力墙结构的最大适用高度进行了较为严格的限制。考虑到各类叠合剪力墙结构工程实践情况各不相同,当有可靠工程应用经验时,装配整体式叠合剪力墙结构及装配整体式部分框支叠合剪力墙结构的最大适用高度可适当提高,并进行专项论证。

在计算预制剪力墙或叠合剪力墙构件底部承担的总剪力与该层总剪力比值时,可选取结构竖向构件主要采用预制剪力墙或叠合剪力墙的起始层;如结构各层竖向构件均采用预制剪力墙或叠合剪力墙,则计算底层的剪力比值;如底部2层竖向构件采用现浇剪力墙,其他层采用预制剪力墙或叠合剪力墙,则计算第3层的剪力比值。

山地建筑的房屋高度按现行行业标准《山地建筑结构设计标准》(GJ/T 472)的有关规定采用。

6.1.6、6.1.7 装配式混凝土结构的平面及竖向布置要求,应严于现浇混凝土结构。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较复杂,不适宜采用装配式混凝土结构。

6.1.8 装配式混凝土结构的规则性要求参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》(GJ 1)的规定。结构抗震性能目标、性能水准的设定和划分,可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》(GJ 3)执行。当装配式混凝土结构采用本标准未规定的结构类型时,应进行专项论证。在进行专项论证时,应根据实际结构类型、节点连接形式和预制构件形式及构造等,选取合理的结构计算模型,并采取相应的加强措施。必要时,应采取试验方法对结构性能进行补充研究。

6.1.9 结构的整体稳定性是装配式混凝土结构的重点。设计时应采用减小偶然作用效应的措施;增强结构关键传力部位的承载

力及变形能力;在施工阶段,结构尚在装配过程中未形成整体时,应采取临时支撑、连系钢筋等措施保证结构的整体稳定性。装配式混凝土结构在竖向荷载作用下与现浇结构性能接近,但其更易发生连续倒塌,因此安全等级为一级的高层装配式混凝土结构要求进行抗连续倒塌概念设计。

6.1.10 底部墙肢的延性和耗能能力的要求较上部墙肢高。预制剪力墙及叠合剪力墙竖向钢筋连接接头面积百分率通常为100%,其抗震性能尚无实际震害经验,对其抗震性能的研究以构件试验为主,整体结构试验研究偏少,剪力墙墙肢的主要塑性发展区域采用现浇混凝土有利于保证结构整体抗震能力。试验表明,预制柱及叠合柱底的塑性铰与现浇柱底的塑性铰有一定的差别。在目前设计和施工经验尚不充分的情况下,高层建筑框架结构的首层柱宜采用现浇柱,以保证结构的抗地震倒塌能力。

山地建筑结构不等高接地约束导致结构产生平面和竖向不规则,吊脚部分及首层楼盖、掉层部分及上接地层楼盖(上接地端楼盖)受力复杂,宜采用现浇。掉层结构的上接地层楼盖及上接地端楼盖定义详见现行行业标准《山地建筑结构设计标准》JGJ/T 472。

结构转换层及其相邻上一层、平面不规则的楼层、作为上部结构嵌固部位的楼层、采用结构外墙自挡的地下室和半地下室楼层、屋面层、结构侧向刚度相差较大楼层等平面受力复杂楼层的楼盖对整体性及传递水平力的要求较高,宜采用现浇楼盖;局部转换部位、斜柱、斜撑等部位楼板受力较复杂,其相邻一跨范围内楼盖宜采用现浇。

6.2 作用及作用组合

6.2.1 装配式混凝土结构的作用及作用组合应根据《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、

《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构设计规程》JGJ 3 和《混凝土结构施工规范》GB 50666 等确定。

6.2.3、6.2.4 预制构件应进行翻转、运输、吊运、安装、脱模等短暂状况下的施工验算,其荷载值采用考虑动力系数后的等效静力荷载。

预制构件在翻转、运输、吊运、安装等时的动力系数取值依据《混凝土结构施工规范》GB 50666 的规定。

6.3 结构分析

6.3.1 目前国内规范体系是采用弹性方法计算内力,在截面设计时考虑材料的弹塑性性质。因此,装配整体式混凝土结构的内力与位移仍按弹性方法计算,框架梁及连梁等构件可考虑局部塑性变形引起的内力重分布。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。

6.3.2 材料的非线性行为以及节点或拼缝的非线性行为可根据试验结果或国家现行强制性工程建设规范的规定确定。

6.4 预制构件设计

6.4.2 预制构件应尽量减少梁、板、墙、柱的种类,保证模板能够多次重复使用,以降低造价。预制构件在安装过程中,钢筋对位直接制约连接效率,故宜采用大直径、大间距的配筋方式,以便于现场钢筋的对位和连接。

单个预制构件重量应根据当地施工和运输条件确定,一般情况下不宜大于 5 吨,运输或吊装不利时不宜超过 2 吨。

6.4.3 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。

6.4.5 预制构件中预埋件的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等的有关规定。

6.4.6 吊环钢筋应选用 HPB300 级钢筋,锚入预制构件的长度不应小于 $30d$, 并应与钢筋骨架焊接或绑扎牢固, d 为吊环钢筋的直径;在预制构件自重标准值作用下,每个吊环按 2 个截面计算,吊环的设计应力不应大于 $65\text{N}/\text{mm}^2$; 当在一个部件上设有 4 个吊环时,应按 3 个进行承载力计算。

6.5 连接设计

6.5.1 装配式混凝土结构的连接节点和接缝应能满足结构的承载力、延性和耐久性要求。预制构件的连接方式应能保证结构的整体性,且保证节点的破坏不先于连接的构件,构件间的连接的破坏形式不能出现钢筋锚固破坏等脆性破坏形式,构件间的连接构造应符合整体结构的受力模式及传力途径。预制构件的连接节点设计应满足结构承载力和抗震性能要求,宜构造简单,受力明确,施工方便。

6.5.2 本条是参考现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的接缝受剪承载力验算公式。要求接缝在不同设计状况下的受剪承载力设计值应大于其剪力设计值,即要求接缝处的抗剪能力大于抗剪需求。考虑到有些接缝不是剪力控制且抗剪需求低,当有充分依据能够证明抗剪能力满足抗剪需求的接缝,可以不按此条进行抗剪验算。当接缝材料为混凝土之外的其他材料时,该材料应满足相应的国家标准要求,且接缝的承载能力应满足接缝面的性能需求。

6.5.5 纵向钢筋的连接可采用机械连接、焊接连接、绑扎搭接连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、螺栓连接等连接方式。当采用

机械连接时,应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定;当采用焊接连接时,应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定;当采用绑扎搭接连接时,应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定;当采用套筒灌浆连接时,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。

6.5.7 挤压套筒应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 和《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关要求。

6.5.10 本条参考地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08 2154 2014 和《装配整体式混凝土居住建筑设计规程》DG/TJ 08 2017 2016。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,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。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。

6.5.11 预制构件粗糙面成型可采用模板面预涂缓凝剂工艺,脱模后采用高压水冲洗露出骨料;叠合面粗糙面可在混凝土初凝前进行拉毛处理。

6.5.12 受力钢筋弯锚会增大后浇混凝土范围,因此不宜采用弯锚方式。当直线锚固长度不足时可以采用锚固板、锚头等机械锚固措施。

6.6 楼盖设计

6.6.1 装配式楼盖可由预制梁和楼板(包括叠合梁、叠合板中的预制部分)或部分预制梁板与部分现浇梁板组合形成。本节中主要对常规钢筋混凝土叠合板(以下简称为叠合板)的设计方法及构造要求进行了规定,其他形式的楼板或叠合楼板的设计方法应

符合国家现行强制性工程建设规范的有关规定。采用预制混凝土楼板时,其接头处应现浇并保证连接可靠。

压型钢板混凝土组合楼板通常适用于钢结构、钢 混凝土组合结构,考虑到装配式混凝土结构中局部部位可能存在适于采用压型钢板混凝土组合楼板的情况,本标准给出了压型钢板混凝土组合楼板的相关技术规定。

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。在有可靠构造措施的情况下,如预设桁架钢筋增加其预制板刚度,可以考虑将其厚度适当减少。

平面受力复杂的情况参见现行国家及行业标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

当顶层楼板采用叠合楼板时,为增强顶层楼板的整体性,需提高后浇混凝土叠合层的厚度和配筋要求,同时叠合楼板应设置桁架钢筋。

当板跨度较大时,为了增加预制板的整体刚度和水平界面抗剪性能,可在预制板内设置桁架钢筋。钢筋桁架的下弦钢筋可视情况作为楼板下部的受力钢筋使用。施工阶段,验算预制板的承载力及变形时,可考虑桁架钢筋的作用,减少预制板下的临时支撑。当板跨度超过 6m 时,采用预应力混凝土预制板经济性较好。当板厚大于 180mm 时,为了减轻楼板自重,节约材料,可采用空心楼板;可在预制板上设置各种轻质模具,浇筑混凝土后形成空心。空心板体系应符合国家现行强制性工程建设规范的有关规定。

预制构件在支座处的搁置长度需满足竖向临时支撑和施工的要求。当端部设有可靠支撑时,搁置长度不宜小于 10mm;当搁置长度超过 30mm 时,可起到施工临时支撑的作用。同时,应注意搁置长度对支座构件保护层厚度的影响。

叠合板的后浇结合面应设置粗糙面,并满足连接设计的要求。

6.6.3 根据叠合板尺寸、预制板尺寸及接缝构造,叠合板可按照单向叠合板或者双向叠合板进行设计。当按照双向板设计时,同一板块内,可采用整块的叠合双向板或者几块预制板通过整体式接缝组合成的叠合双向板;当按照单向板设计时,几块叠合板各自作为单向板进行设计,板侧采用分离式拼缝即可,但应注意因其后浇层为整浇,楼板整体受力状态介乎于单向板和双向板之间,其板侧支座处的板面配筋应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的非受力边设计的现浇混凝土板的构造要求。多层建筑和规则性较好的高层建筑宜采用单向板形式。预制板的宽度主要受控于运输条件,一般不超过 2.4m,最大不超过 3.0m。

6.6.4 为保证楼板的整体性及传递水平力的要求,预制板内的纵向受力钢筋在板端宜伸入支座,并应符合现浇楼板下部纵向钢筋的构造要求。当有可靠锚固构造措施时,预制板内纵向钢筋伸入支座的长度可适当减少。在预制板侧面,即单向板的长边支座,为了加工及施工方便,可不伸出构造钢筋,但应采用附加钢筋的方式,保证楼面的整体性及连续性。当板支座截面底部产生拉应力(如围护结构受风的向上的作用、超长结构的混凝土干缩及温降内力、平面不规则楼层的地震作用效应等),其伸入支座的钢筋尚应符合受拉钢筋的锚固要求。

当满足一定条件后,预制板板底钢筋可采用分离式搭接锚固,预制板板底钢筋伸到预制板板端,在现浇层内设置附加钢筋伸入支座锚固。板底钢筋采用分离式搭接锚固有利于预制板加工及施工方便。

当采用不出筋形式的板端截面受正弯矩作用时,附加钢筋可作为受拉钢筋,有效截面高度应取搭接钢筋中心线到叠合层上表面的距离。

板端受剪承载力公式可参照现行《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715。

6.6.5 叠合板的密拼式接缝形式,其接缝处预制板边缘可采用底面倒角和倾斜面形成连续斜坡、底面设槽口和顶面设倒角、底面和顶面均设倒角等形式。预制板上边缘倒角,有利于板缝处混凝土浇筑的密实度,加强楼板的整体性;预制板下边缘设倒角,并采用勾缝、挂网等措施后,可有效减轻拼接处产生裂缝。楼板间接缝宽度一般按零缝设计,制作预制板时宜控制为负误差。

单向叠合板板侧分离式的接缝形式较简单,利于构件生产及施工。其整体受力性能介于按板缝划分的单向板和整体双向板之间,与楼板的尺寸、后浇层与预制板的厚度比例、接缝钢筋数量等因素有关。开裂特征类似于单向板,承载力高于单向板,挠度小于单向板但大于双向板。板缝接缝边界主要传递剪力,弯矩传递能力较差。在没有可靠依据时,按单向板进行设计偏于安全;接缝钢筋按构造要求确定,主要目的是保证接缝处不发生剪切破坏,且控制接缝处裂缝的开展。

6.6.6、6.6.7 当预制板接缝可实现钢筋与混凝土的连续受力时,即形成“整体式接缝”时,可按照整体双向板进行设计。整体式接缝一般采用后浇带的形式,后浇带应有一定的宽度以保证钢筋在后浇带中的连接或者锚固空间,并保证后浇混凝土与预制板的整体性。后浇带两侧的板底受力钢筋需要可靠连接,比如焊接、机械连接、搭接等。

接缝应该避开双向板的主要受力方向和跨中弯矩最大位置;无法避免时,对按弹性方式计算的双向板,宜适当提高预制板板底两个方向纵向受力筋的配筋量,并应加强钢筋连接和锚固措施。

采用后浇带方式接缝的叠合板,接缝处宜采用吊模施工,可减少现场的支撑数量。

对按双向板计算的叠合板,当有可靠工程经验时,可按密拼

整体式接缝进行设计和构造。密拼双向叠合板后浇混凝土叠合层厚度不小于预制板厚度的 1.3 倍,且不小于 75mm,并应满足一定计算和构造要求,相关技术条件可参考现行《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715。

6.6.9 在叠合板跨度较大、有相邻悬挑板的上部钢筋锚入等情况下,叠合面上会产生较大的水平剪力,需配置界面抗剪构造钢筋来保证水平界面的抗剪能力。当有桁架钢筋时,可不单独配置抗剪钢筋;当没有桁架钢筋时,配置的抗剪钢筋可采用马镫形状,钢筋直径、间距及锚固长度应满足叠合面抗剪的需求。

6.6.10 悬挑叠合构件中预制底板伸出钢筋应根据实际受力情况确定锚入支座的长度。

6.6.11 整体性要求较高的楼盖,应采用预制构件加现浇叠合层的形式,装配整体式楼盖做法应满足现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

6.6.12、6.6.13 钢筋桁架楼承板是钢筋桁架与底板通过电阻点焊或扣件连接成整体的组合承重板,具有质量稳定、施工易操作、运输便利、板底外观平整等特点。

采用钢底板的钢筋桁架楼承板,其质量标准、构造、检验要求等应符合现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368 的相关要求。底板不可拆时,应采用热镀锌钢板,镀锌层应符合现行国家标准《连续热镀锌薄钢板和钢带》GB/T 2518 的规定。

采用铝板或其他材质板时,应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

楼盖压型钢板其质量标准、构造、检验要求等应符合现行国家及行业标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 以及《建筑用压型钢板》JG/T 12755 的相关要求。压型钢板基板钢材常用牌号 Q235、Q355 级,其宽度宜符合 600mm、1000mm、1200mm 等系列基本尺寸的要求。当压型钢板与现浇混凝土层形成组合楼板时,其设计和验算应满足国家现行强制性工程建设规范的

要求。

钢筋桁架楼承板的底板和楼盖压型钢板宜仅作为混凝土楼板的模板,并在施工阶段进行的承载力和变形验算。当参与使用阶段受力时,应考虑底板的防腐和耐火时限的要求。

6.6.14 为减少现场湿作业和施工临时支撑数量,次梁与主梁可采用企口连接形式。企口连接形式应符合国家现行强制性工程建设规范的规定,钢企口连接构造参照《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的相关要求执行。

6.7 装配整体式框架结构

6.7.1 装配整体式框架结构包括装配整体式预制框架结构和装配整体式叠合框架结构,当叠合框架梁、柱钢筋采用成型钢筋笼时,其设计可按本标准附录 A.1 节的规定执行。

6.7.3 节点核心区是保证框架承载力和抗倒塌能力的关键部位,参照现行国家及行业标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定,对抗震等级为一、二、三级的装配整体式框架,应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的规定进行节点核心区截面抗震验算;对抗震等级为四级的装配整体式框架可不进行验算,但应符合抗震构造措施的要求。

6.7.4 叠合梁端竖向接缝的受剪承载力取混凝土抗剪键槽的受剪承载力、后浇混凝土的受剪承载力和穿过结合面的钢筋的销栓抗剪作用之和。偏于安全,没有考虑新旧混凝土结合面的粘结力。

6.7.5 预制柱底结合面的受剪承载力主要由柱轴压力产生的摩擦力、纵向钢筋的销栓抗剪作用或摩擦抗剪作用组成,地震作用下,混凝土自然粘结及粗糙面的受剪承载力丧失较快,因此在计算公式中不考虑其作用。

6.7.6 叠合柱底部为现浇混凝土,与楼面的连接方式和现浇柱

相同。因此,当叠合柱底部水平接缝处的钢筋连接满足本标准规定时,可不进行偏心受压叠合柱水平接缝的受剪验算。考虑到叠合柱受拉时,水平接缝的受力较为不利,应进行接缝受剪承载力验算。

6.7.7 增加凹口是为了保证叠合梁整体性能和协同工作。

6.7.8 采用叠合梁时,在施工条件允许的情况下,箍筋宜采用整体封闭箍筋。当采用整体封闭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,但一、二级叠合框架梁梁端加密区不建议采用组合封闭箍。

叠合梁钢筋配置应充分考虑纵筋间距和箍筋肢距较小时的施工可行性,可以适当增大钢筋直径并增加纵筋间距和箍筋肢距,现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 给出了最低要求,当梁纵筋直径较大且间距较大时,应注意控制梁的裂缝宽度。

6.7.11 叠合柱预制部分的截面形状及尺寸应充分考虑预制构件生产和后浇混凝土施工的影响,当预制构件生产及施工有可靠措施时,可根据构件实际情况确定截面形式及尺寸。

6.7.12 根据国外长期、大量的实践经验、以及国内充分的试验研究成果和一定的应用经验、相关的产品标准和技术规程,当结构层数较多时,柱的纵向钢筋采用套筒灌浆连接、机械连接可保证结构的安全,而对于低层框架结构,柱的纵向钢筋连接也可采用相对简单和造价较低的方法。

6.7.13 当预制柱采用套筒灌浆时,应用灌浆料填实。

6.7.15、6.7.16 对预制柱、叠合梁框架节点,梁钢筋在节点中锚固及连接方式是决定施工可行性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。

当叠合梁预制部分的腰筋用于控制梁收缩裂缝时,不用锚入节点,可简化安装。但腰筋如用于承受扭矩时,应按照受拉钢筋的要求锚入后浇节点区。

叠合梁的下部纵筋,当承载力计算不需要时,可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的相关规定进行截断,减少伸入节点区内的钢筋数量,方便安装。

当两侧叠合梁底部水平钢筋采用挤压套筒连接时,应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

6.7.17 装配整体式框架结构通常采用竖向构件采用预制柱或叠合柱、水平构件采用叠合梁或者竖向构件采用现浇柱、水平构件采用叠合梁的的搭配方案,但考虑到具体项目的特殊性,本标准补充规定了竖向构件采用预制柱或叠合柱、水平构件采用现浇梁的节点构造做法。当采用现浇柱与叠合梁、预制柱与现浇梁、叠合柱与现浇梁组成的框架时,节点的做法与预制柱与叠合梁、叠合柱与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框架相同。

6.8 装配整体式剪力墙结构

I 一般规定

6.8.1 装配整体式叠合剪力墙结构包括装配整体式叠合板式剪力墙结构和装配整体式灌芯剪力墙结构,成型钢筋笼装配整体式叠合板式剪力墙结构设计可按本标准附录 A.2 节的规定执行,装配整体式灌芯剪力墙结构设计可按本标准附录 B.1 节的规定执行。

6.8.2 采用预制墙肢或叠合墙肢时,其接缝对墙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,适当放大现浇墙肢在地震作用下的剪力和弯矩;预制墙肢和叠合墙肢的剪力及弯矩不减小,偏于安全。

6.8.4 短肢剪力墙的抗震性能较差,在高层建筑装配整体式结构中应避免过多采用。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。具有较多短肢剪力墙是指,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%。

6.8.5 封闭连续的后浇钢筋混凝土圈梁、水平后浇带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或叠合剪力墙的作用。

II 装配整体式预制剪力墙结构

6.8.6 可结合建筑功能和结构平立面布置的要求,根据预制构件的生产、运输和安装能力,确定预制构件的形状和大小。一字形预制剪力墙易于加工、运输和堆放。当剪力墙的翼缘较短时,也可采用 L 形、T 形等截面形式。考虑重庆山地条件对运输的限制,给出了预制剪力墙的尺寸要求。对预制墙板边缘配筋应适当加强,形成边框,保证墙板在形成整体结构之前的刚度及承载力。

6.8.7 预制剪力墙竖向钢筋的套筒灌浆连接范围内的水平分布钢筋加密要求应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定;预制剪力墙竖向钢筋的浆锚灌浆连接范围内的水平分布钢筋加密要求、边缘构件内的加密水平封闭箍筋、灌浆孔道应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

6.8.10 “梅花形”部分连接应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

6.8.11 剪力墙竖向分布筋的单排连接应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

6.8.12 干式连接包括螺栓连接、焊接等。螺栓连接可采用在预制墙体中设置暗梁或预埋连接器通过高强螺栓进行连接,可按本

标准第 6.5.10 条的规定执行。

6.8.14 预制剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值的计算公式，主要采用剪摩擦的原理，考虑了钢筋和轴力的共同作用。

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。

6.8.15 当连梁跨比较小需要设置斜向钢筋时，一般采用全现浇连梁。

当预制叠合连梁在跨中拼接时或当预制叠合连梁端部与预制剪力墙在平面内拼接时，应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》[GJ 1] 的有关规定。

连梁端部钢筋锚固构造复杂，要尽量避免预制连梁在端部与预制剪力墙连接。

预制连梁与预制墙板的连接除本标准提供的方式外，也可采用其他连接方式，但应保证接缝的受弯及受剪承载力不低于连梁的受弯及受剪承载力。

当采用现浇连梁时，纵筋可在连梁范围内与预制剪力墙预留的钢筋连接，可采用搭接、机械连接、焊接等方式。

Ⅲ 装配整体式叠合剪力墙结构

6.8.18 叠合剪力墙是指在预制剪力墙空腔内浇筑混凝土，并通过必要的构造措施形成整体的剪力墙构件。考虑到技术体系的适用性及工程应用情况，本标准对叠合板式剪力墙结构以及灌芯混凝土剪力墙结构的设计方法给出了相关规定。

叠合板式剪力墙空腔预制构件的单侧板厚度过薄时，单侧板刚度较差，承载力较低，制作、运输和施工中易造成损坏，不易保

证工程质量。空腔宽度过小,会造成施工不便,影响墙体连接钢筋锚固效果和空腔内混凝土浇筑质量。

桁架钢筋叠合板式剪力墙的钢筋桁架构造措施可按现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 或相关地方标准的有关规定执行。

6.8.21 叠合剪力墙底部为后浇混凝土,与楼面的连接方式与现浇剪力墙底部与楼面的连接方式相同,现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 仅要求对抗震等级为一级的现浇剪力墙应进行抗滑移验算,因此,当叠合墙底部水平接缝处钢筋连接满足本标准规定时,可不进行抗震等级为二、三、四级的偏心受压叠合剪力墙水平接缝的受剪验算。考虑到叠合剪力墙受拉时,其底部接缝受力较为不利,应进行水平接缝验算。

6.8.22 当连接钢筋与被连接钢筋之间的净距 s 大于 $4d$ 时,其搭接长度应增加 s 。

6.8.23 钢筋桁架叠合板式剪力墙的边缘构件构造可按现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 或相关地方标准的规定执行。

6.8.25 为保证叠合板式剪力墙底部混凝土浇筑密实,使上下层剪力墙混凝土截面连续,规定叠合板式剪力墙底部水平接缝高度不小于 50mm。

6.8.27 成型钢筋笼叠合板式剪力墙结构的连梁构造可按本标准附录 A.2.5、A.2.6 条执行。

6.9 多层装配式墙板结构

6.9.1 多层装配式墙板结构主要应用于我市城乡建设中的低多层住宅建筑,具有生产效率高、安装速度快等优点。多层叠合墙板结构包括多层叠合板式墙板结构和多层灌芯混凝土墙板结构,成型钢筋笼多层叠合板式墙板结构设计可按本标准附录 A.3 节

的规定执行,多层灌芯混凝土墙板结构设计可按本标准附录 B.2 节的规定执行。

6.9.4 采用水平锚环灌浆连接墙体可作为整体构件考虑,结构刚度宜乘以 0.85~0.95 的折减系数。

6.9.9 叠合墙板底部为后浇混凝土,与楼面的连接方式与现浇剪力墙底部与楼面的连接方式相同,因此,当叠合墙板底部底部水平接缝处钢筋连接满足本标准的要求时,可不进行偏心受压叠合墙板水平接缝的受剪验算。考虑到墙板受拉时,其底部接缝受力较为不利,应进行水平接缝验算。

6.9.10 多层墙板结构的屋面、楼面宜采用叠合楼板;当房屋层数不大于 3 层且房屋高度不大于 12m 时,楼面可采用预制楼板。

6.10 外挂墙板设计

6.10.1 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挂墙板的形状、尺寸以及主体结构层间位移量等特点,确定外挂墙板的类型,以及连接件的数量和位置。对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。

6.10.2 外挂墙板和连接节点的结构分析、承载力计算和构造要求应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458 的有关规定。外挂墙板在正常使用状态下应具有良好的工作性能,在 50 年重现期风荷载以及多遇地震、设防地震、罕遇地震荷载作用下,其工作性能应满足本标准第 8.1.6 条的规定。

6.10.9 混凝土饰面露骨料时,保护层厚度从最凹处混凝土表面起算。

6.11 其他结构设计

6.11.1 当有可靠经验时,除本标准第 6.1.2 条规定的结构形式外,还可根据实际情况采用预应力混凝土装配整体式框架结构、整体预应力装配式板柱结构、装配式外包钢混凝土组合结构、装配式钢板组合剪力墙结构等结构形式。

6.11.2 国家行业标准《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224 对预制预应力混凝土装配整体式框架结构的适用高度、抗震等级、结构与施工验算、构造要求和构件生产等进行了规定。

参照现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定,当采用后张预应力叠合梁时,应符合现行行业标准《预应力混凝土结构技术规范》JGJ 369、《预应力混凝土结构抗震设计标准》JGJ/T 140 及《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的有关规定。

6.11.3 整体预应力装配式板柱结构应满足国家现行强制性工程建设规范的规定。可参照中国工程建设标准化协会标准《整体预应力装配式板柱结构技术规程》CECS 52 对整体预应力装配式板柱结构进行结构分析计算、构件设计、构造要求和施工与质量验收等。

6.11.4 装配式外包钢混凝土组合结构是指由外包 U 型钢混凝土组合梁与钢管混凝土柱、异形钢管混凝土柱等组成的框架结构、异形柱框架结构。

6.11.5 本标准中的钢板组合剪力墙主要是指由两侧外包钢板和中间内填混凝土组合而成并共同工作的钢板剪力墙。由于免去模板支撑,仍属于装配式建筑。

我国现行行业标准《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 对构件设计、节点设计与连接构造等进行具体规定。

7 机电设备与管线设计

7.1 一般规定

7.1.1 对暗敷设管线,宜设置在垫层或抹灰层内,当条件受限时,可在叠合楼板现浇层内暗埋。考虑到结构安全,设计时宜预留好机电设备及管线与结构构件的连接埋件。后期设置连接件时,不得影响结构完整性和结构安全。

7.2 给水排水设计

7.2.1 应根据市政供水条件、建筑规模、建筑物用途、建筑高度、建筑分布、使用要求、安全供水、维护管理和降低能耗等因素,合理确定给水系统的供水方式。在满足相关条件的情况下可选择叠压供水系统、变频供水系统以及其他先进、节能、卫生的供水方式。

7.2.2 小管径的配水支管无法敷设在吊顶、楼地面架空层或墙体空腔内时,可以直接埋设在楼板面的垫层内,或在非承重墙体上开凿的管槽内(当墙体材料强度低不能开槽时,可将管道贴墙面安装后抹厚墙体)。这种安装方式仅在条件受限时采用,直接安装的管道外径受垫层厚度或管槽深度的限制,一般外径不宜大于 25mm。

直接敷设的管道,除管内壁要求具有优良的防腐性能外,其外壁还要具有抗水泥腐蚀的能力,以确保管道使用的耐久性。

可拆卸的连接方式:卡套式、卡环式等。

对用水要求较高的场所,应采用分水器分配供水。

7.2.3 管道井可消除异形不规则特殊单立管管件穿越楼板处易渗水的隐患。管道井的净尺寸应满足管道的施工安装要求,且排

水立管及管配件都应设在管道井内。

7.2.4 住宅卫生间采用同层排水集水器具,排水管及排水支管不穿越本层结构楼板到下层空间、与卫生器具同层敷设并接入排水立管的排水系统;器具排水管和排水支管宜沿墙体敷设,也可敷设在本层结构楼板与装饰完成面之间,这种排水管设置方式有效避免了上层住户卫生间管道故障检修、卫生间地面渗漏及排水器具楼面排水管处渗漏对下层住户的影响,不降板同层排水可避免装饰完成面下方的地面楼板产生积水、卫生间有异味的隐患,可提高排水安全性,同时可提高建筑空间的使用率。

7.2.5 同层排水的卫生间建筑完成面及预制楼板面应做好严格的防水措施,避免回填(架空)层集蓄污水或污水渗漏至下层住户室内。

采用洗脸盆的排水给地漏等废水器具的水封补水,形成洗脸盆、地漏等废水器具共有水封,只要有一个废水器具使用,共有水封就能得到补水,而洗脸盆使用频率高,共有水封的补水频率高,水封不易干涸;排水器具重复设置水封容易使排水不畅;排水立管混合汇聚不同用户的生活排水,水质复杂,不同用户的生活污水回流入水封,在疫情等突发性事故时,容易产生不同用户间的交叉感染。

作为同层排水的新型管件,排水汇集器可降低卫生间沉箱高度或不降板,提高室内净高,提升品质,灵活适应各种需求。设置阻火措施的目的是为了防止火灾蔓延。

7.2.6 目前可供选择的给水排水管材种类及连接方式较多,在安装时经常出现已预留安装的管道与所选用的装配式集成卫生间管道在材质和连接方式不一致的情况,为避免管道因连接方式出现漏损,应有可靠的过渡连接措施。

7.3 供暖、通风、空调及燃气设计

7.3.2 整体卫浴或同层排水的架空地板内给排水管道较多,为了减少管道交叉并方便检修,不建议采用低温热水地面辐射供暖

系统。

当大楼采用可再生能源提供电力供应且容量充足时,可采用电加热供暖,电加热辐射供暖设备安装需根据产品要求采用明装或干式工法施工安装,方便维修更换。

7.3.3 本条对装配式混凝土建筑低温热水地面辐射供暖系统的水温、水压、分区、施工方法及检修条件等方面提出了要求。装配式混凝土建筑机电设备管线着重点在于能与主体结构相分离,以便于检修维护更换,所以提出低温热水地面辐射供暖系统的地面加热管宜采用干式工法施工。

7.3.6 出于安全考虑,设备安装应牢固可靠,安装在轻钢龙骨隔墙上时,应采用隐蔽支架固定在结构受力构件上;安装在预制复合墙体上时,其挂件应预埋在实体结构构件上,挂件应满足刚度要求。

7.3.7 通常居住建筑和层高较低的公共建筑室内梁下净高较低,通风系统风管梁底敷设对房间的使用极为不利,建议采用穿梁走管的方式。设计时需在结构梁上预留孔洞,避免业主后期随意剔凿,对结构安全造成隐患。

7.3.8 预埋钢套管直径应比燃气管直径大两档,套管上端应高出楼板 80mm~100mm,下端与楼板齐平,套管与燃气管之间用不燃材料填实,套管内管道不得有接头。燃气热水器废气应单独排放,严禁排至厨房用变压式排气道,排气孔洞尺寸 DN100。

7.4 电气设计

7.4.1 电气和智能化设备、管线的设计应充分考虑预制构件的标准化设计,减少预制构件的种类,以适应工厂化生产和施工现场装配安装的要求,提高生产效率。

7.4.2 目前国内的建筑电气设计,尤其是住宅建筑,大量均是将设备管线埋设在现浇混凝土楼板、梁、柱或墙体中,即把使用年限不同的主体结构和设备管线混在一起建造,若干年后,大量的建

筑虽然主体结构尚安全,但装饰装修和设备管线等已老化,改造更新时的剔槽开洞会影响主体结构安全,甚至不得不过早拆除重建,缩短了建筑使用寿命。因此提倡采用主体结构构件、内装修部品和设备管线三部分装配化集成技术,实现室内装修、设备管线与主体结构的分离。

电气导管在预制叠合楼板现浇层内暗敷时,考虑到可供管线安装的高度空间相对较少,一般情况下可供敷设管线的叠合板现浇层厚度仅 60 mm~70 mm,因此应提前做好暗埋管线的综合排布,尽量避免管线交叉敷设或仅一次交叉,以满足结构保护层厚度相关要求。

预制叠合板的预制层厚度一般不小于 60 mm,常规的接线盒无法保证施工管线连接的要求,故要求采用深型接线盒。

灯具采用无线控制的方式更加灵活,减少了内隔墙板中管线敷设数量,降低了施工安装难度,有条件情况下建议采用;

建筑内、外隔墙的安装或砌筑均滞后于结构主体的施工,考虑到施工顺序的不同步,因此需提前在预留电气穿线导管的预制墙板上。预留出管线对口连接的操作空间(图 2)。

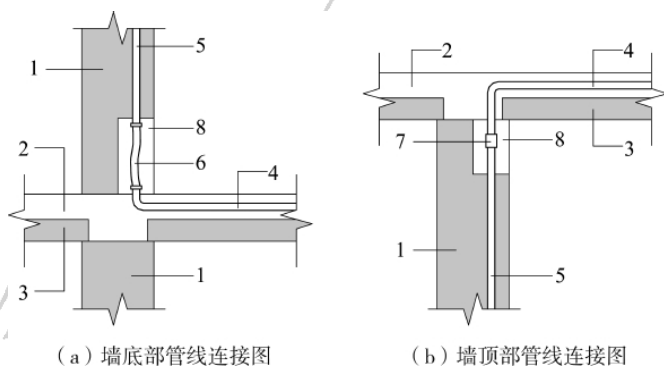


图 2 墙底、墙顶管线连接图

- 1 预制墙板;2 叠合楼板现浇部分;3 叠合楼板预制部分;4 现浇层内成预埋导管;
5 工厂内预埋导管;6 现场对接软管;7 现场对接接头;8 墙板预留操作空间

8 外围护系统设计

8.1 一般规定

8.1.1 外围护系统的设计工作年限是确定外围护系统性能要求、构造、连接的关键,设计时应根据建设单位要求予以明确。建筑中外围护系统的设计工作年限应与主体结构相协调,但由于住宅建筑外围护系统的维修难度较大,外围护系统的基层板、骨架系统、连接配件的设计工作年限应与主体结构一致;易于更换维护部品部件的设计工作年限,如接缝胶、涂装层、保温材料、外门窗、玻璃幕墙等应根据材料特性,明确使用年限,并注明维护要求。

8.1.2 装配式建筑的围护结构应根据主体结构形式和气候特征等要求,合理选择并确定其装配程度和围护结构的种类,宜优先选用预制外墙板。

墙板性能包括抗风性能、抗震性能、耐撞击性能、防火性能、水密性能、气密性能、隔声性能、热工性能和耐久性能、节能环保、光热性能要求,屋面系统尚应满足结构性能要求。

外围护系统宜采用墙体自保温技术体系,优先使用绿色建材。

8.1.3 外墙板的连接包括外墙板与主体结构连接、外墙板自身的连接以及外墙板与空调板等部品部件的连接。

外墙板布置应考虑到专业生产厂家拆分设计和批量生产的可行性;非标条板及门窗洞口板需单独明确。

采用高精度模板施工工艺的全现浇外墙,应明确非承重混凝土围护墙配筋、构造、拉缝节点大样以及工艺技术要求等。

8.1.4 住宅建筑宜采用预制外墙。

高精度模板施工工艺的全现浇外墙,是指采用铝膜等高精度

模板且混凝土成型平整度偏差不应大于 4mm/2m 的施工工艺, 实现与主体结构同步浇筑成型的非承重围护墙。采用高精度模板施工工艺的全现浇外墙时, 外墙保温范围的非承重围护墙均应采用相同工艺, 非临空面的外墙部位(如开敞阳台与相邻户内的围护墙)除外。当模板在混凝土浇筑后无法取出的部位(如飘窗下封闭空腔的外墙)允许局部砌筑, 但应采用精度匹配的砌体, 如加气混凝土精确砌块。

当外维护墙体采用全现浇施工工艺, 墙体保温工程采用内保温系统, 按照《填充墙砌体自保温系统应用技术要点(修订)》规定的热桥部位内置保温进行设计、施工及验收。内保温材料选用保温块材或板材, 抗压强度 $\geq 0.3\text{MPa}$, 燃烧性能为 A 级。

当外围护墙采用预制围护墙时, 其他未采用预制围护墙的部位宜选用与预制构件精度匹配的墙体, 如采用自保温蒸压加气混凝土精确砌块砌体、高精度模板现浇外墙等。

具有自保温功能的薄砌工艺外墙, 是指具有自保温功能的砌块以薄浆干砌的自承重墙体。其施工允许偏差应满足垂直度不大于 5mm/2m, 平整度不大于 3mm/2m 的要求(如蒸压加气混凝土精确砌块砌体等), 且应在墙高范围内全部采用。填充墙砌体自保温系统应满足现行《填充墙砌体自保温系统应用技术要点(修订)》的相关技术要求。

8.1.6 外墙板整体脱落危险性大, 墙体连接件不应出现拔出、拉断、脱落等严重破坏情况。

8.2 预制外墙

8.2.1 预制外墙的形式和尺寸还应综合考虑主体结构层间位移限值、建筑高度、楼层高度、开间模数、节点连接形式、温度变化、接缝构造、运输限制条件和现场起吊能力等因素后确定。

8.2.2 根据外墙板的建筑立面特征可划分为整间板体系、横条

板体系、竖条板体系等,各体系的板型划分及设计参数应满足墙板尺寸及适用范围的要求。

穿外墙的雨水管、空调过墙孔应结合墙板设计做好预留,不应二次剔凿。

8.2.3 接缝及门窗洞口等部位的构造节点应满足安全、热工、防水、防火、隔声和耐久性等要求。

8.2.4 预制混凝土夹芯保温板的整体防火性能应符合《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016 等规范规定的外围护非承重墙体耐火极限要求。当夹芯保温材料的燃烧性能等级为 B1 时,内、外叶墙板应采用不燃材料且厚度均不应小于 50mm。

8.2.6 蒸压加气混凝土外墙板的安装方式存在多种情况,应根据具体情况选用。现阶段,国内工程钩头螺栓法应用普遍,其特点是施工方便、造价低,缺点是损伤板材,连接节点不属于真正意义上的柔性节点,属于半刚性连接节点,应用多层建筑外墙是可行的;对高层建筑外墙宜选用内置锚法、摇摆型工法。

蒸压加气混凝土外墙板是一种带孔隙的碱性材料,吸水后强度降低,外表面防水涂膜是其保证结构正常特性的保障,防水封闭是保证加气混凝土板耐久性(防渗漏、防冻融)的关键技术措施。通常情况下,室外侧板面宜采用性能匹配的柔性涂料饰面。

采用蒸压加气混凝土外墙板系统的建筑,首层根部应做 300mm 高 C20 配筋混凝土导墙。通常情况下,蒸压加气混凝土外墙板长度不宜大于 5.4m,宽度不宜大于 900mm,厚度不宜大于 350mm。

8.3 现场组装骨架外墙

8.3.1 骨架是现场组装骨架外墙中承载并传递荷载作用的主要材料,与主体结构有可靠、正确的连接,才能保证墙体正常、安全地工作。骨架整体及连接节点验算是保证现场组装骨架外墙安

全性的重点环节。

8.3.2 电气线路不应敷设在燃烧性能为 B1 级的保温材料中,确需敷设时,采取穿金属管并在金属管周围采用不燃隔热材料进行防火隔离等防火保护措施。管线穿过有隔声要求的外墙时,应采取密封隔声措施。

8.3.3 当设置外墙防水时,应符合现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的规定。

8.3.4 以厚度为 0.8mm~1.5mm 的镀锌轻钢龙骨为骨架,由外面层、填充层和内面层所组成的复合墙体,是北美、澳洲等地多高层建筑的主流外墙之一。一般是在现场安装密肋布置的龙骨后安装各层次,也有在工厂预制成条板或大板后在现场整体装配的案例。该体系的技术要点如下:

1 龙骨与主体结构为弹性连接,以适应结构变形;

2 外面层经常性选项是:砌筑有拉结措施的烧结砖,砌筑有拉结措施的薄型砌块,钉定向结构刨花板或水泥纤维板后做滑移型挂网抹灰,钉水泥纤维板(可鱼鳞状布置),钉乙炔条板,钉金属面板等;

3 内面层经常性选项是:钉定向结构刨花板,钉石膏板;

4 填充层经常性选项是:铝箔玻璃棉毡,岩棉,喷聚苯颗粒,石膏砂浆等;

5 根据不同的气候条件,常在不同的位置设置功能膜材料,如防水膜、防水透汽膜、反射膜、隔汽膜等,寒冷或严寒地区为减少热桥效应和避免发生冷凝,还应采取隔离措施,如选用断桥龙骨,在特定部位绝缘隔离等。

8.3.5 当采用规格材制作木骨架时,由于是通过设计确定木骨架的尺寸,故不限制使用规格材的等级。规格材的含水率不应大于 20%,与现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005 规定的规格材含水率一致。

木骨架组合外墙与主体结构之间的连接应有足够的耐久性

和可靠性,所采用的连接件和紧固件应符合国家现行强制性工程建设规范并符合设计要求。木骨架组合外墙经常受自然环境不利因素的影响,因此要求连接材料应具备防腐功能以保证连接材料的耐久性。

岩棉、玻璃棉具有导热系数小、自重轻、防火性能好等优点,而且石膏板、岩棉和玻璃棉吸声系数高,适用于木骨架外墙的填充材料和覆面材料,使外墙达到国家现行强制性工程建设规范规定的保温、隔热、隔声和防火要求。

8.4 幕墙系统

8.4.1 满足自保温功能的建筑幕墙一般是指玻璃幕墙等,非承重围护墙砌筑完成后再进行保温工程施工的石材幕墙不能认定为预制围护墙与保温、隔热一体化。

8.5 保温装饰一体化

8.5.1 常见的保温装饰一体化墙板包括:装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板、夹心保温外挂墙板、预制装饰一体化墙板等。

8.5.3 为减小条板开裂风险,宜采用实心条板;当采用蒸压加气混凝土条板时,应保证出釜时间一个月以上。

8.6 连接及防水

8.6.2 预制外墙板垂直缝宜采用材料防水和构造防水相结合的做法,可采用槽口缝或平口缝;预制外墙板水平缝采用构造防水时宜采用企口缝或高低缝。外墙板连接节点处的密封胶应与混凝土具有相容性并符合规定的抗剪切和伸缩变形能力。常用部品、部件的密封胶为硅酮、改性硅烷或聚氨酯建筑密封胶。连接

节点处的密封材料和连接件在建筑使用过程中应定期检查、维护与更新。

采用蒸压加气混凝土外墙板系统时,外墙板外侧、外墙板顶部板缝、外墙板底部板缝全部范围内,墙板内侧高于楼板 200mm 范围内,均应涂刷专用防水界面剂。

外墙板十字缝部位每二~三层应设置排水管引水处理,当垂直缝下方为门窗等其他构件时,应在其上部设置引水外流排水管。

预制混凝土夹芯外挂墙板板缝构造及预制蒸压加气混凝土外墙板板缝构造详见图 3、图 4。

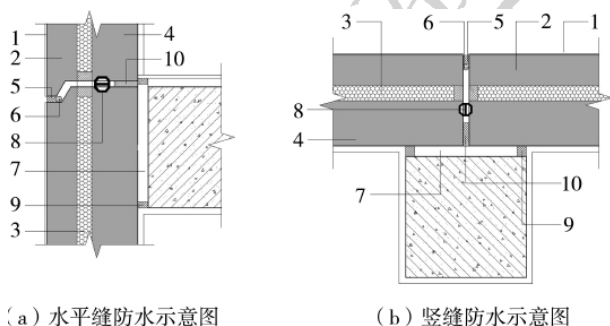
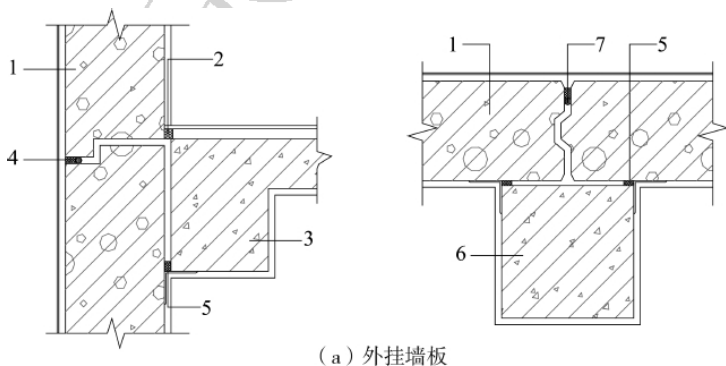
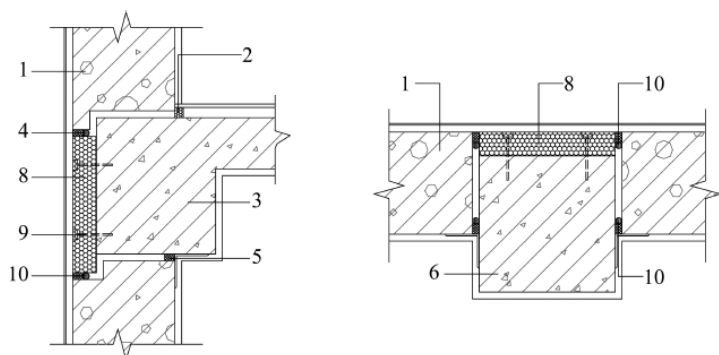


图 3 预制混凝土夹芯外挂墙板板缝构造示意图

- 1 饰面板;2 外叶墙板;3 保温层;4 内叶墙板;5 密封胶;6 发泡芯棒;
7 层间封堵材料;8 气密条;9 弹性嵌缝材料;10 耐火接缝材料





(b) 半内嵌外墙板

图4 预制蒸压加气混凝土外墙板板缝构造示意图

1 蒸压加气混凝土外墙板;2 聚苯板;3 钢筋混凝土梁;4 室外落地横缝(做法依次为防水砂浆 发泡聚乙烯棒 密封胶 嵌缝剂 耐碱玻纤网格布);5 室内横缝(做法依次为粘结剂 嵌缝剂 耐碱玻纤网格布);6 钢筋混凝土柱;7 室外竖缝(做法依次为耐碱玻纤网格布 嵌缝剂 密封胶 发泡聚乙烯棒 粘结剂);8 A级保温材料;9 金属锚栓;10 室内外横、竖缝(做法依次为粘结剂-发泡聚乙烯棒-密封胶-嵌缝剂-耐碱玻纤网格布)

8.6.4 外墙的突出部位(如横向装饰线条等)、出挑构件(如线脚、雨篷、挑檐、窗台等)均应做好排水措施(如批水和滴水等),以避免墙面干湿交替、盐析。

8.7 外门窗

8.7.1 批水板坡度不宜小于5%。

8.7.3 门窗与墙体在工厂同步完成的预制混凝土外墙,在加工过程中能够更好地保证门窗洞口与框之间的密闭性,避免形成热桥,较好地解决了外门窗的渗漏水问题。

蒸压加气混凝土外墙板门窗洞口处应预埋连接件,外门采用角钢加固,外窗采用扁钢或角钢加固。当门窗宽度过大时,连接件用料应通过计算确定。

8.8 屋 面

8.8.1 依据现行国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020-2021 的相关规定,屋面雨水应有组织排放。建筑屋面应具备排除雨水的性能及其排水形式。为使屋面雨水得以排放,且有序排放,屋面应设置雨水排水系统。高层建筑的雨水排水系统应含有雨水管道和雨水斗或承雨斗。

附录 A 成型钢筋笼装配式混凝土叠合结构构造

A.1 成型钢筋笼装配整体式叠合框架结构

A.1.1 预制空腔柱截面尺寸小于 500mm 时,构件生产困难,空腔后浇混凝土施工困难,且后浇混凝土区域占比过小,考虑框架结构中小于 500mm 边长的柱并不多见,故规定矩形柱最小边长不宜小于 500mm。60mm 壁厚可实现较好的预制构件整体性,且可确保纵筋可靠握裹。

A.1.2 大量试验研究表明:叠合柱纵筋搭接连接时破坏模式及破坏特征与现浇柱一致,变形能力和延性均较好;叠合柱抗弯承载力、耗能能力受后插纵筋位置的影响较之现浇柱略低,延性系数、初始刚度与现浇柱基本一致;叠合柱纵筋在后浇混凝土内没有发生破坏,搭接传力可靠、有效;叠合柱在柱根部节点压溃区形成塑性铰,与现浇柱一致,且叠合柱在屈服前符合平截面假定。本条采纳相关试验研究报告中的“设计建议”内容。设计时应适当考虑插筋与内壁之间间隙,以免插筋与叠合柱构件内壁碰撞。

搭接钢筋间净距过大会削弱搭接接头的传力性能,为保证间接搭接钢筋有效传力,结合试验研究结果,规定叠合柱纵筋搭接连接最大净距。

叠合柱纵筋也可通过下层柱出筋伸入上层柱空腔内搭接的方式连接(图 5),但应注意构件生产运输对出筋长度的限制,采用此节点时应与施工及构件生产单位提前沟通可行性。

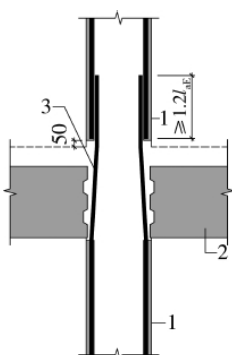


图 5 叠合柱纵筋弯折搭接连接构造示意图

1 叠合柱; 2 楼面梁; 3 弯折钢筋

A.1.3 框架顶层端节点梁、柱的锚固做法可参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的相关规定。同时应注意柱大偏心受压时不平衡弯矩对配筋的影响。

A.1.4 叠合柱底出筋或与基础预埋钢筋采用机械连接方式进行连接时,计算方法及构造要求与现浇结构相同。

叠合柱方形空腔柱底不出筋与基础连接时,计算方法及要求与叠合柱间纵筋搭接连接相同。

叠合柱圆形空腔柱底不出筋与基础连接时,可按柱底为铰接进行计算。当柱底需承受部分弯矩作用时,可按本条规定进行受弯承载力验算。

A.1.5 试验结果表明,构造合理的叠合柱具有与现浇柱一致的抗震性能。叠合柱现阶段已大量应用于多层建筑首层,但由于高层建筑首层柱应用经验不足,故对高层建筑首层采用叠合柱提出了加强措施。当有可靠保证措施时,高层建筑首层叠合柱底部纵向受力钢筋可采用搭接连接,其构造做法可按本标准附录 A.1.2 条的规定执行。

A.2 成型钢筋笼装配整体式叠合板式剪力墙结构

A.2.2 高层建筑装配整体式叠合剪力墙结构的底部加强部位宜现浇,当有可靠工程应用经验时也可采用叠合剪力墙,并采取有效的加强措施。

A.2.5 采用U型预制连梁,可减少现场模板,提升施工效率,但生产工艺复杂,生产效率较低。当生产工艺限制,U型预制连梁生产困难时,也可采用预制底部不封闭的普通双面叠合连梁。

不露筋叠合连梁因其配筋计算高度为楼板底至门窗洞口顶,在常规住宅类建筑中应用受限较大,但因其构件生产、现场施工均非常方便,故为推荐做法。

当采用不露筋叠合连梁纵筋配筋较大,影响构件加工或空腔混凝土浇筑时,可采用复合叠合连梁,但应注意暗梁高度不能过小,当暗梁高度小于200mm时,应与施工单位确认暗梁箍筋加工的可行性。

当采用不露筋叠合连梁或复合叠合连梁存在困难时,可采用露筋叠合连梁。因此做法构件生产困难,故采用露筋叠合连梁时应提前与构件加工单位协商。

A.2.7 当叠合墙承受较大面外弯矩时,不应考虑叠合剪力墙面外刚度的贡献。当叠合墙作为地下围护墙体时,需承受较大的土侧压力,此时应根据叠合墙与其支座的连接方式确定合理的计算方法及构造。

本附录所指地下外围护墙体为上部无剪力墙的结构外墙,简称地下室叠合外墙。

1 为提升生产效率,叠合墙一般均采用构件不出筋的做法。当构件不出筋时,地下室叠合外墙临土侧支座处受拉钢筋需由现浇支座处伸入叠合墙空腔内,非临土侧跨中截面受拉钢筋可预制在叠合墙混凝土叶板内,且不伸入支座,此时宜按下列方法设计:

- 1) 地下室叠合外墙宜按以上下层结构板为支座、沿竖直方向布置的单向受弯构件进行设计。当外墙不满足上述要求时,应按实际受力条件计算并采取相应的构造措施;
- 2) 地下室叠合外墙抗弯设计中,支座处墙厚宜按截面高度减去一侧预制板厚度取用,跨中处墙厚可取全截面;抗剪设计中,墙厚可取全截面;防水、抗渗及密闭设计中,厚度可取全截面;
- 3) 地下室叠合外墙总厚度 b_w 不应小于 250mm,不宜小于 300mm。每侧预制叶板厚度均不宜小于 60mm,后浇筑混凝土空腔厚度不宜小于 120mm(图 6);预制墙板内壁应设置粗糙面,也可设置键槽。设置粗糙面时,粗糙面平均凹凸深度不应小于 4mm 且面积不宜小于接合面的 80%。键槽应垂直于地下室叠合外墙主受力方向通长设置;

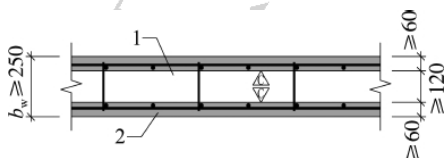


图 6 叠合地下室外墙平面示意图

1 空腔部分;2 预制叶板;c 粗糙面

- 4) 当地下室叠合外墙与现浇基础连接时,可采用基础底板预留竖向受拉钢筋的做法(图 7)。墙体支座处受弯承载力计算及裂缝验算的截面有效高度应根据基础预留钢筋位置确定,且支座处受拉钢筋直径、间距及伸入预制墙板空腔内长度 L 应根据计算确定。为保证叠合外墙受压区混凝土连续性,预制墙板非临土侧叶板底面与基础顶面间宜预留 50mm 水平接缝;

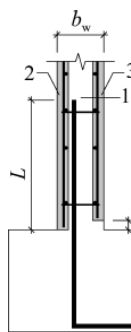


图7 地下室叠合外墙与基础连接节点示意

- 1 空腔后浇混凝土; 2 临土侧预制墙板; 3 非临土侧预制墙板;
4 预留竖向受拉钢筋; 5 现浇基础

- 5) 地下室叠合外墙间连接时(图8), 预制墙板拼缝宽度不宜小于10mm, 空腔内宜设置附加钢筋笼, 附加钢筋笼伸入每侧预制墙板空腔内长度不宜小于200mm, 附加钢筋笼竖向钢筋不宜小于 $4\phi 10$, 水平钢筋直径不宜小于8mm, 沿竖向最大间距不宜大于200mm。

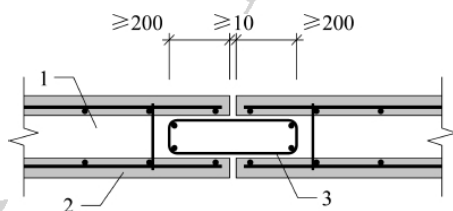


图8 叠合地下室外墙连接构造示意

- 1 空腔部分; 2 预制墙板; 3 附加钢筋笼

- 2 地下室外墙采用叠合墙时应进行防水设计, 且应满足下列规定:

- 1) 地下室叠合外墙以混凝土结构自防水为基础, 迎水面主体结构预制空腔墙及现浇部分均应采用防水混凝

土,并按防水设防等级的要求采取相应防水措施及加强接缝部位的密封防水措施;

- 2) 地下室叠合外墙的外设防水层宜选用柔性防水材料,主体防水设防要求应符合表 1 的规定;

表 1 地下室叠合外墙防水要求

防水等级	防水混凝土	外设防水层	
		应选两道	卷材-卷材、卷材-涂料
一级	应选	应选一道	卷材防水层、涂料防水层
二级	应选	应选一道	卷材防水层、涂料防水层

- 3) 地下室叠合外墙的构件接缝防水设防要求应符合表 2 的规定。

表 2 地下室叠合外墙构件接缝防水设防要求

工程部位	预制构件间接缝				预制构件与现浇段接缝			
	结构迎水面		结构背水面		结构迎水面		结构背水面	
防水措施	防水卷材	防水涂料	密封胶	密封胶	防水卷材	防水涂料	密封胶	密封胶
设防要求	应选一种		应选	可选	应选一种		可选	可选

3 地下室叠合外墙的构件间接缝除符合表 2 的防水设防规定外,还应符合下列规定(图 9):

- 1) 迎水面接缝应用密封胶嵌缝,并用柔性防水材料进行加强。防水加强层应于接缝处居中布置,总宽度不宜小于 400mm。使用有机防水涂料时应增加无纺布等胎体增强材料,并应增涂防水涂料;
- 2) 接缝密封胶宽度应为 20mm~30mm,厚度不应小于 10mm,接缝两端打胶侧预制空腔墙构件应平整;
- 3) 接缝的密封胶应满足主体结构层间变形、温度引起的变形、施工误差等的要求。

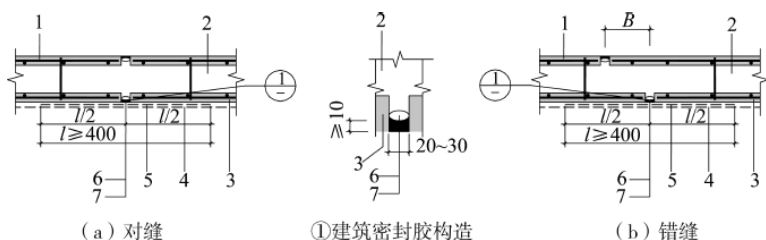


图9 地下室叠合外墙接缝构造

- 1 预制墙构件背水面叶板; 2 空腔现浇混凝土; 3 预制墙构件迎水面叶板;
4 防水层; 5 防水加强层; 6 聚乙烯泡沫棒封堵; 7 建筑密封胶

4 地下室叠合外墙横向施工缝中预制构件与现浇混凝土接缝防水应符合下列规定:

- 1) 接缝密封胶宽度应为 20mm~30mm, 厚度不应小于 10mm, 接缝两端打胶处应平整(图 10);
- 2) 预制墙构件与现浇段接缝间距为 50mm 时, 应在预制构件迎水叶板底部设置粗糙面(图 10)。

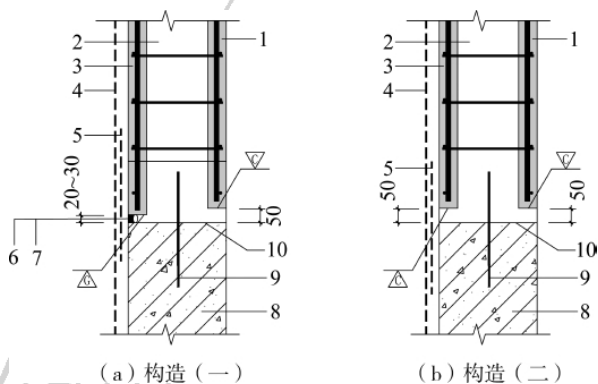


图10 地下工程叠合外墙横向施工缝构造

- 1 预制墙构件背水叶板; 2 空腔现浇混凝土; 3 预制墙构件迎水面叶板;
4 防水层; 5 防水加强层; 6 建筑密封胶; 7 聚乙烯泡沫棒封堵;
8 先浇混凝土; 9 中埋止水带; 10 水泥基渗透结晶; G 光滑面; C 粗糙面

A.3 成型钢筋笼多层叠合墙板结构

A.3.2 墙板接缝表面应与装修协调配合,对接缝处进行防开裂处理。

A.3.3、A.3.4 受力分析及试验验证表明,在小震及中震作用下预制墙板竖向接缝处以剪力为主,接缝处空腔内混凝土及成型钢筋笼、钢筋网片须抵抗由地震作用产生的剪力,按照钢筋抗剪要求,钢筋笼或钢筋网片伸入空腔内长度不应小于 $15d$ 。

空腔宽度过小时,钢筋笼加工及安装困难,故规定采用钢筋笼连接时,空腔宽度不应小于150mm。当采用钢筋网片连接时,考虑空腔混凝土浇筑质量,故推荐空腔最小宽度为80mm。当采取可靠保证措施且经现场工艺验证后,空腔宽度限值可适当减小。

施工时,应在构件拼缝位置设置角钢或木方等措施防止漏浆,且应采取必要的固定措施防止混凝土浇筑过程中钢筋网片偏位。

附录 B 装配式灌芯混凝土剪力墙结构构造

B.1 装配整体式灌芯混凝土剪力墙结构

B.1.1 装配整体式灌芯混凝土剪力墙结构的基本构造要求：

1 预制墙板为空心形式，墙身竖向分布钢筋布置在墙身水平分布钢筋的内侧，且布置在垂直于预制墙板平面方向紧贴空心孔侧壁的预制混凝土内，墙身分布钢筋的拉结钢筋布置在空心孔之间的混凝土肋内并勾住墙身水平分布钢筋(图 11 1)；

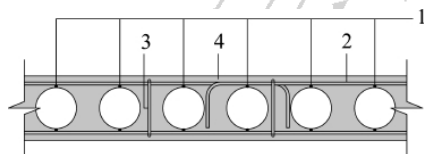


图 11-1 预制墙板构造墙身水平截面示意图

- 1 墙身竖向分布钢筋；2 墙身水平分布钢筋；3 墙身分布钢筋的拉结钢筋；
4 预制混凝土

2 灌芯混凝土剪力墙，在预制墙板空心孔内布置墙身竖向分布钢筋的连接钢筋，墙身竖向分布钢筋的连接钢筋贴近预制墙板内的墙身竖向分布钢筋布置，经向空心孔内浇筑后浇混凝土，实现墙身竖向分布钢筋的连接(图 11 2)，同时实现墙身混凝土的竖向连接。

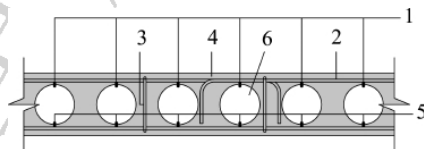


图 11-2 预制墙板构造墙身水平截面示意图

- 1 墙身竖向分布钢筋；2 墙身水平分布钢筋；3 墙身分布钢筋的拉结钢筋；
4 预制混凝土；5 连接钢筋；6 后浇混凝土

预制墙板设有竖向空心孔洞,通过现场安装,预制墙板部分的边缘构件纵向钢筋在空心孔中机械连接、墙身竖向分布钢筋在空心孔中间接搭接连接,采用后浇混凝土将预制墙板的空心孔洞灌实以及对预制墙板水平和垂直方向进行连接,形成的装配整体式混凝土剪力墙结构。

B.1.2 预制墙板的空心孔洞间距应和预制墙板的竖向分布钢筋间距相同,是为了剪力墙墙身竖向分布钢筋的搭接连接;预制墙板的空心孔直径应根据钢筋的混凝土保护层厚度和剪力墙内配置的钢筋直径确定,相互之间的空间位置协调,不发生碰撞。采用最大成孔直径时,连梁纵筋直径不大于 20mm。

B.2 多层灌芯混凝土墙板结构

B.2.3 本条是在充分满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑设计防火规范》GB 50016 有关钢筋锚固和混凝土保护层厚度规定的原则基础上编制。

附录 C 装配式外包钢混凝土组合结构

C.1 一般规定

C.1.4 组合框架结构的弹性层间位移角限值取现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 规定的框架结构(采用钢梁-混凝土板组合楼盖)层间位移角限值 $1/300$ 。对住宅,参考现行国家标准《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232 给出了更严格的要求。

C.1.6 外包钢组合梁挠度限值按现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138 的规定取用。

C.1.7 本条参照现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 对外包钢组合梁负弯矩区的最大裂缝宽度限值作了规定。

C.1.9 本条参考现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 及《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 相关条文,给出了钢管柱的最小尺寸及钢管壁厚要求。

C.1.10 本条参考现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 及《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 相关条文,给出了钢管柱壁宽厚比要求。

C.1.11 本条给出了外包钢组合梁 U 形钢的截面尺寸最小要求。当有可靠依据时,U 形钢的壁厚也可小于 4mm。

C.1.12 本条给出了外包钢组合梁 U 形钢的各板件的宽(高)厚比,考虑到混凝土对于钢板的约束作用,参考日本有关资料,规定钢板宽厚比大约比纯钢结构放松 1.5~1.7 倍,并且通过试验进行了验证。

C.2 外包钢组合梁-钢管混凝土柱框架结构

C.2.2 外包钢组合梁的 U 形钢板件厚度较小,采用栓钉连接件时,栓钉直径可能大于翼缘厚度,超出现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定,因此采用时应有可靠试验依据。采用槽钢、角钢连接件除了满足抗剪连接设计要求外,还可起到拉结 U 形钢上翼缘的作用。

C.2.5 本条根据外包钢连续组合梁试件的受弯试验结果,并结合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 对钢 混凝土组合梁的调幅规定及《混凝土结构设计规范》GB 50010 对混凝土梁的调幅规定确定。

C.2.6 本条根据外包钢组合梁的受弯破坏试验结果,基于塑性理论给出了外包钢组合梁正截面受弯承载力的计算公式。对正弯矩作用区段,当塑性中和轴正好位于 U 形钢上翼缘内时,可按 $x_c^+ = h_c + t_u$ 计算。

C.2.7 外包钢组合梁的受剪承载力包括 U 形钢腹板抗剪贡献、U 形钢内凝土及梁宽范围内翼板混凝土抗剪贡献,其中混凝土项参考了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对钢筋混凝土梁的规定。根据所完成的外包钢组合梁试件受剪试验,结果表明按本条公式计算结果偏于安全。

C.2.8 本条参考现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 给出了外包钢组合梁正截面受弯承载力计算时考虑弯矩和剪力相互影响的规定。

C.2.9 外包钢组合梁单个抗剪连接件作用范围的受剪承载力除了连接件自身的贡献,还有贯通混凝土的抗剪贡献,本条公式未考虑贯通混凝土的抗剪贡献,偏于保守,若需计入贯通混凝土的抗剪贡献时,应通过试验研究确定。槽钢连接件的受剪承载力计算公式参考了现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017。角钢连接件的受剪承载力计算公式参考了现行行业标准《波形钢腹板

组合梁桥技术标准》CJJ/T 272 的规定。

C.2.11 外包钢组合梁与普通组合梁相比,除了钢梁与混凝土翼板的交界面受剪问题外,还存在 U 形钢与全部混凝土(包括外包钢内填混凝土及翼板混凝土)的接触面整体受剪问题,正弯矩区段和负弯矩区段内的纵向剪力 V_{d1} 和 V_{d2} 可由组合梁极限状态下的隔离体受力分析得到。剪跨区段的划分参考了现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017。

C.2.12 本条参考了现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定,同时给出了横向钢筋伸入板跨内的长度要求。

C.2.15 本条参照现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138 对型钢混凝土梁的挠度计算规定给出了外包钢组合梁的挠度计算方法。编制组完成的外包钢组合梁受弯试验结果表明,按本条公式计算的结果偏于安全。

C.2.16 本条按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 中组合梁考虑施工过程的计算原则,给出了外包钢组合梁具体的挠度计算方法。

C.2.18 当采取可靠措施,满足施工安装精度及焊接工艺要求时,也可直接采取外包钢组合梁与柱现场连接,以便提高运输效率。

C.3 外包钢组合梁-异形钢管混凝土柱框架结构

C.3.2 异形钢管混凝土柱的钢管由几个矩形钢管和角钢、槽钢或 U 形钢通过焊接而组成,其中 L 形钢管柱由 2 个矩形钢管和 1 个角钢组焊而成, T 形钢管柱由 3 个矩形钢管和 1 个槽钢组焊而成,十字形钢管柱由 4 个矩形钢管组焊而成, Z 形钢管柱由 1 个矩形钢管和 4 个 U 形钢组焊而成。本标准针对 T 形钢管混凝土柱提出承载力设计公式。

C.3.5 异形钢管混凝土柱承载力的计算采用了“钢管混凝土统

一理论”中的统一设计公式。统一理论把钢管混凝土看作是一种组合材料,研究它的组合工作性能。它的工作性能具有统一性、连续性和相关性。“统一性”首先反映在钢材和混凝土两种材料的统一,把钢管和混凝土视为一种组合材料来看待,用组合性能指标来确定其承载力;其次是不同截面构件的承载力的计算是统一的。不论是实心或空心钢管混凝土构件,也无论是圆形、多边形还是正方形截面,只要是对称截面,设计的公式都是统一的。“连续性”反映在钢管混凝土构件的性能变化是随着钢材和混凝土的物理参数,及构件的几何参数的变化而变化的,变化是连续的。“相关性”反映在钢管混凝土构件在各种荷载作用下,产生的应力之间存在着相关性。

本条钢管混凝土异形短柱的轴心受压强度承载力按多个矩形腔室承载力之和计算。现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 提出了适用于方、矩形钢管混凝土短柱轴压承载力计算公式,等效截面强度 $f_{m\alpha}$ 仅与约束效应系数 ξ_i 相关。考虑截面形状的影响,截面中各个腔室的约束效应有所不同,阳角处的约束特征尺寸取值借鉴方钢管混凝土中的阳角取值的方法,取矩形钢管混凝土相应钢板边长的 $1/6$ (图 12)。本标准参照 Mander 模型,将截面混凝土划分为强、弱约束区,提出相对约束系数 γ_i ,对各个腔室的约束效应系数 ξ_i 进行修正。相对约束系数 γ_i 定义如下:

$$\gamma_i = \frac{A_{\alpha i}}{A'_{\alpha i}} \quad (1)$$

式中: $A_{\alpha i}$ 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室的混凝土强约束区面积(图 12);

$A'_{\alpha i}$ 异形钢管混凝土柱第 i 个腔室对应的方形截面的混凝土强约束区面积(图 12);

θ 抛物线切角,取 45° (图 12)。

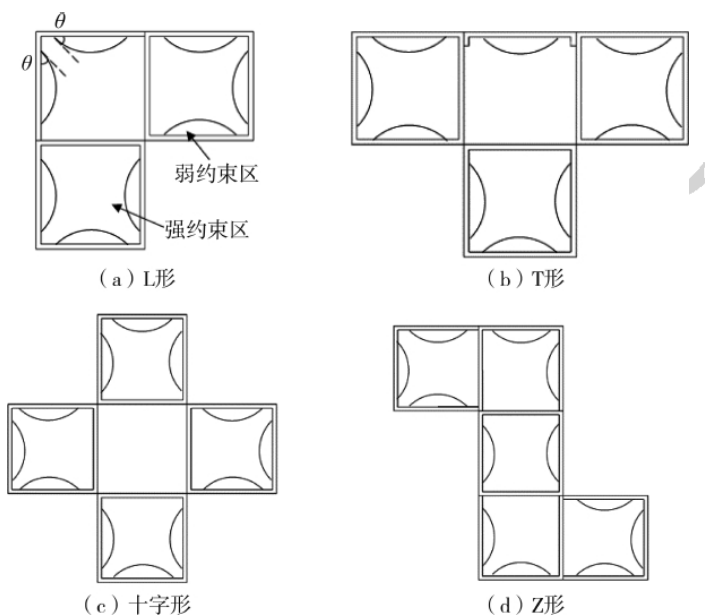


图 12 异形钢管混凝土柱混凝土强弱约束区分

C.3.6 公式(C.3.6 2)、(C.3.6 3)是根据大量试验结果得出的经验公式。该公式计算值与试验实测值均符合良好。从现有的试验数据看,腹板高宽比、钢材品种以及混凝土强度等级或套箍系数等的变化,对构件承载力的影响无明显规律,其变化幅度都在试验结果的离散程度以内,故公式中对这些因素都不予考虑。

C.3.7 回转半径 i 的计算公式(C.3.7 2)推导过程如下:异形钢管混凝土柱的欧拉力 $N_F = \frac{\pi^2(E_n I_n + E_c I_c)}{L_0} = (A_n f_n + A_c f_c)$

$\frac{\pi^2 E_n}{\lambda^2 f_n}$, 式中 $\lambda = L_0 / i$, 即得公式(C.3.7 2)。

C.3.8 钢管混凝土构件的受弯承载力设计值计算公式中的受弯承载力 M_n 是采用有限元法导得实心钢管混凝土受弯时的弯矩与纵向纤维应变的全过程曲线,定义最大拉应变为 $10000\mu\epsilon$ 时的弯

矩为受弯极限。同时考虑了截面的塑性发展,由此得公式(C. 3. 8 1)。

C. 3. 9 根据大量试验资料,在 $M-N$ 直角坐标系中可以足够精确地简化为三条直线 AB 、 BC 和 CD (图 13)。由于钢管混凝土约束效应系数 ξ 和腹板高宽比 η_1 对 T 形柱压弯性能的影响较大,因此建立 B 、 C 点坐标与 ξ 、 η_1 的关系来确定 T 形柱 N/N_u - M/M_u 相关曲线。

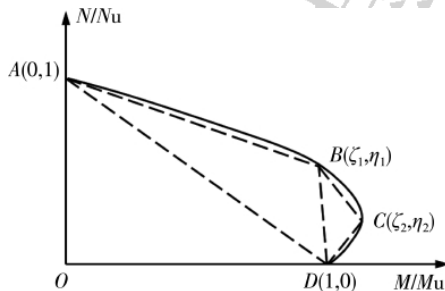


图 13 T 形钢管混凝土柱 N/N_u - M/M_u 相关曲线

C. 3. 10 根据对 T 形钢管混凝土柱压弯稳定承载力的研究,弯矩作用在一个主平面内的 T 形钢管混凝土柱压弯构件的稳定性分析,是在 T 形钢管混凝土柱压弯构件的强度分析的基础上,结合轴心受压构件的稳定性分析,比照现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的设计方法得出的。公式中的 $\kappa=1-0.8(N/NE_x)$ 是考虑在弹塑性阶段轴力 N 引起弯矩增大的影响。与试验结果对比后,表明这种方法简明,物理意义清楚,对于实际工程设计是适用的。

由图 14 可以看出,拟合曲线与有限元数据吻合良好,说明公式(C. 3. 10 1) (C. 3. 10 4) 的预测结果可以很好的反映 T 形钢管混凝土柱的偏心受压稳定承载力。

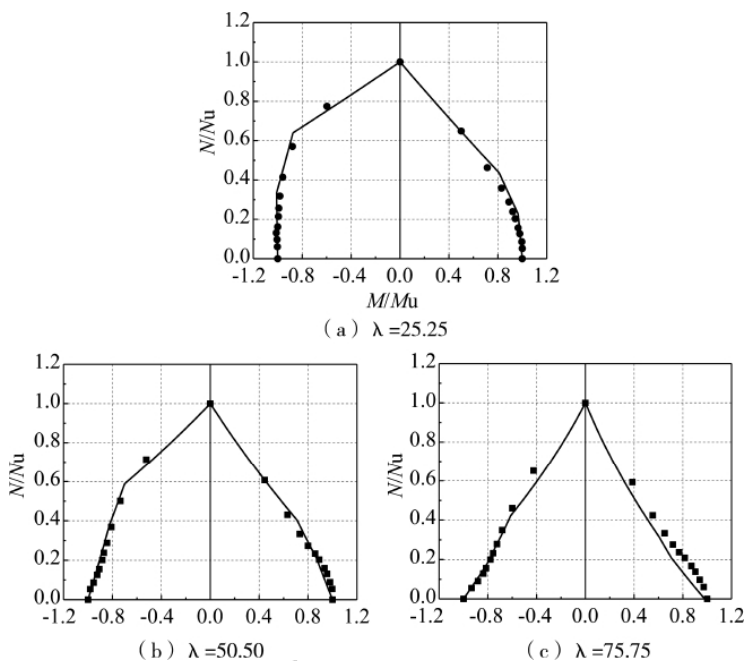


图 14 T 形钢管混凝土柱的偏心受压稳定承载力设计公式与有限元结果对比

C.3.13 外包 U 型钢组合梁与异形钢管混凝土柱连接节点可采用端板式刚接等连接方式。