

重庆市工程建设标准

装配式开孔钢板组合剪力墙结构住宅
技术标准

Technical standard for assembled residential
buildings with composite spanning steel
plates and concrete shear walls

DBJ50/T-481-2024

主编单位：重庆钢结构产业有限公司

千城绿建科技(重庆)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：2024年09月01日

2024 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[2024]21号

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《装配式开孔钢板组合剪力墙结构住宅 技术标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、重庆高新区建设局,万盛经开区住房城乡建设局、双桥经开区建设局、经开区生态环境建设局,各有关单位:

现批准《装配式开孔钢板组合剪力墙结构住宅技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-481-2024,自 2024 年 9 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,重庆钢结构产业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

2024 年 6 月 7 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会文件《关于下达 2018 年度重庆市工程建设标准制定修订项目计划(第二批)的通知》(渝建[2018]655 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,开展基础试验研究,认真进行工程试设计并参考相关实际工程经验和国内外规范标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准的主要技术内容包括:1. 总则;2. 术语和符号;3. 基本规定;4. 建筑设计;5. 结构设计;6. 设备与管线系统设计;7. 钢结构的防护;8. 制作与运输;9. 施工安装;10. 检测及验收;11. 使用与维护。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,由重庆钢结构产业有限公司和千城绿建科技(重庆)有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如有意见或建议,请寄送重庆市《装配式开孔钢板组合剪力墙结构住宅技术标准》编制组。(通讯地址:重庆市大渡口区钢花路 21 号,重庆钢结构产业有限公司,邮编:400080;电子邮箱:416020571@qq.com)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主 编 单 位：重庆钢结构产业有限公司

千城绿建科技(重庆)有限公司

参 编 单 位：重庆中科建设(集团)有限公司

重庆大学

重庆钢铁集团设计院有限公司

重庆钢铁集团建设工程有限公司

招商局检测认证(重庆)有限公司

重庆市质量和标准化研究院

中冶赛迪工程技术股份有限公司

中机中联工程有限公司

重庆交通大学

重庆江电电力设备有限公司

重庆建工工业有限公司

重庆强捷钢结构有限公司

重庆大学建筑规划设计研究总院有限公司

重庆市大渡口区城市建设服务中心

重庆市建标工程技术有限公司

中铁十一局集团第五工程有限公司

重庆市交通工程监理咨询有限责任公司

主要起草人：岳 瑜 谢津成 杨远龙 杜育科 张兰芳

尹 攀 卢玉婷 夏有军 周再灵 聂诗东

姜元庆 解如风 李 立 唐建设 唐 毅

沈琪雯 孙小华 刘剑锋 杨 展 程振宇

靳晓磊 卢 靖 陈 茂 胡彧婧 周 航

黄永志 梁文涛 陈绪宏 李昌州 罗飞翔

李 振 张 荣 姚 斌 陈 冰 张渝康

杨海生 陈 乐 黄 金 陈永渝 张 旭

章振田 方 鹏 范应中 张小凤 周 敬

饶恩强 向法文 曾祥先 李凌云 谭 欣
陈 建 徐 艳 钟玲玉 高义东 邹 亮
冯燕楠 王胜清 刘 俊 刘 强 唐 靖
审 查 专 家: 薛尚铃 杨 越 王永合 江世永 于海祥
沈治宇 吴学荣 李怀玉 张立全

重庆工程建设

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	5
4	建筑设计	6
4.1	一般规定	6
4.2	平立面设计	6
4.3	墙体系统设计	7
4.4	装饰装修设计	8
5	结构设计	10
5.1	一般规定	10
5.2	荷载和作用	10
5.3	结构材料	11
5.4	结构分析与设计原则	13
5.5	结构体系	15
5.6	结构构件设计	16
5.7	构件承载力计算	19
5.8	节点连接设计和构造	22
5.9	楼盖结构设计	26
6	设备与管线系统设计	28
6.1	一般规定	28
6.2	给水排水设计	29
6.3	电气和智能化设计	29

6.4	供暖、通风、空调及燃气设计	30
7	钢结构的防护	31
7.1	防腐设计	31
7.2	防火设计	32
8	制作与运输	34
8.1	一般规定	34
8.2	构件制作	34
8.3	运输与堆放	35
9	施工安装	37
9.1	一般规定	37
9.2	安装与连接	38
9.3	混凝土浇筑	39
10	检测与验收	40
10.1	一般规定	40
10.2	开孔钢板墙分项工程检验评定	41
11	使用与维护	43
11.1	一般规定	43
11.2	使用要求	44
11.3	维护要求	44
11.4	物业服务	45
附录 A	验收表格	46
本标准用词说明		50
引用标准名录		51
条文说明		53

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic requirements	5
4	Architectural design	6
4.1	General requirements	6
4.2	Plane and elevation design	6
4.3	Wall system design	7
4.4	Decoration design	8
5	Structural design	10
5.1	General requirements	10
5.2	Loadings and actions	10
5.3	Structral materials	11
5.4	Structural analysis and design principles	13
5.5	Design requirements of structural system	15
5.6	Design requirements of structural components	16
5.7	Strength design of structural components	19
5.8	Connection design and detailing	22
5.9	Diaphragm system design	26
6	Facility and pipeline system design	28
6.1	General requirements	28
6.2	Water supply and drainage system design	29
6.3	Electric and intelligent system design	29

6.4	Building heating, ventilation, air conditioning and gas system design	30
7	Protection of steel structures	31
7.1	Anticorrosion design	31
7.2	Fire protection design	32
8	Production and transportation	34
8.1	General requirements	34
8.2	Production of components	34
8.3	Transportation and storage of components	35
9	Construction and erection	37
9.1	General requirements	37
9.2	Installation and connection	38
9.3	Concrete casting	39
10	Inspection and acceptance	40
10.1	General requirements	40
10.2	Acceptance of structure	41
11	Operation and maintenance	43
11.1	General requirements	43
11.2	Operation requirements	44
11.3	Maintenance requirements	44
11.4	Property services	45
Appendix A	Acceptance form	46
	Explanation of Wording in this standard	50
	List of quoted standards	51
	Explanation of provisions	53

1 总 则

1.0.1 为规范重庆市装配式开孔钢板组合剪力墙结构住宅建筑的建设,做到技术先进、安全适用、绿色环保、经济合理,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市主体结构采用装配式开孔钢板组合剪力墙结构的住宅建筑的设计、部品部件的加工制作、施工安装、质量验收、使用和维护。

1.0.3 装配式开孔钢板组合剪力墙结构住宅的设计、部品部件的加工制作、施工安装、质量验收、使用和维护除应符合本标准规定外,尚应符合国家现行强制性规范的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 开孔钢板组合剪力墙 composite trepanning steel plates and concrete shear walls

双侧钢板上矩阵开孔并通过标准连接件焊接形成空腔,空腔内现浇混凝土组成的组合结构剪力墙构件,以下简称“开孔钢板墙”。

2.1.2 装配式开孔钢板组合剪力墙住宅 assembled residential building with composite trepanning steel plates and concrete shear walls

以开孔钢板组合剪力墙构件为主要竖向承重和抗侧力构件的装配式住宅建筑,以下简称“开孔钢板墙住宅”。

2.1.3 开孔钢板墙标准连接件 standard connector of composite trepanning steel plates and concrete shear walls

焊接在钢板开孔处以连接双侧钢板的标准连接部件。

2.1.4 含钢率 steel ratio

开孔钢板墙横截面中钢板毛面积与钢板组合剪力墙面积之比。

2.1.5 竖向肋板连接件 vertical rib connector

竖向布置的开孔钢板墙和钢梁连接的肋板。

2.2 符 号

2.2.1 计算指标

E_s ——钢材的弹性模量;

E_c ——混凝土的弹性模量；
 f_c ——混凝土的轴心抗压强度设计值；
 f_y ——钢材的屈服强度；
 f_v ——钢材的抗剪强度设计值；
 G ——钢材的剪切模量；
 M ——开孔钢板墙的弯矩设计值；
 M_u ——开孔钢板墙的抗弯承载力设计值；
 N ——开孔钢板墙的轴压力设计值；
 N_u ——开孔钢板墙的轴心受压承载力设计值；
 $M_{u,N}$ ——开孔钢板墙在轴压力作用下的受弯承载力设计值；
 T_{st} ——单个标准连接件拉力设计值；
 T_{ust} ——单个标准连接件抗拉承载力设计值；
 V ——开孔钢板墙的剪力设计值；
 V_u ——开孔钢板墙的抗剪承载力设计值；
 ν ——钢材的泊松比；
 S ——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；
 R ——结构构件、连接节点的承载力设计值；

2.2.2 几何参数

A ——开孔钢板墙的截面面积；
 A_c ——开孔钢板墙截面的混凝土面积；
 A_s ——开孔钢板墙截面的钢板净截面积；
 A_{sw} ——平行于剪力墙受力平面的钢板面积；
 A_{st} ——标准连接件的截面面积；
 EA ——开孔钢板墙的截面轴压刚度；
 $E_c A_c$ ——开孔钢板墙混凝土部分的截面轴压刚度；
 $E_s A_s$ ——开孔钢板墙钢板部分的截面轴压刚度；
 EI ——开孔钢板墙的截面弯曲刚度；
 $E_c I_c$ ——开孔钢板墙混凝土部分的截面弯曲刚度；
 $E_s I_s$ ——开孔钢板墙钢板部分的截面弯曲刚度；

GA —— 开孔钢板墙的截面剪切刚度；

$G_c A_c$ —— 开孔钢板墙混凝土部分的截面剪切刚度；

$G_s A_s$ —— 开孔钢板墙钢板部分的截面剪切刚度；

H —— 开孔钢板墙的高度；

L —— 开孔钢板墙的宽度；

t_{sw} —— 开孔钢板墙单片钢板的厚度；

t_{wc} —— 开孔钢板墙墙体的厚度；

A_{cc} —— 受压混凝土面积；

A_{sfc} —— 垂直于开孔钢板墙受力平面的受压钢板面积；

A_{sft} —— 垂直于开孔钢板墙受力平面的受拉钢板面积；

A_{swc} —— 平行于开孔钢板墙受力平面的受压钢板面积；

A_{swt} —— 平行于开孔钢板墙受力平面的受拉钢板面积；

d_{cc} —— 受压混凝土的合力作用点到剪力墙截面形心的距离；

d_{sfc} —— 垂直于开孔钢板墙受力平面的受压钢板合力作用点到剪力墙截面形心的距离；

d_{sft} —— 垂直于开孔钢板墙受力平面的受拉钢板合力作用点到剪力墙截面形心的距离；

d_{swc} —— 平行于开孔钢板墙受力平面的受压钢板合力作用点到剪力墙截面形心的距离；

d_{swt} —— 平行于开孔钢板墙受力平面的受拉钢板合力作用点到剪力墙截面形心的距离；

2.2.3 计算系数及其他

ϵ_k —— 钢号修正系数；

n —— 轴压比；

ρ —— 考虑剪应力影响的钢板强度折减系数。

α_{st} —— 标准连接件拉力系数；

φ —— 开孔钢板墙轴心受压稳定系数；

Ψ_{st} —— 考虑标准连接件间距影响的调整系数；

γ_{RE} —— 承载力抗震调整系数；

3 基本规定

3.0.1 开孔钢板墙住宅的结构系统、外围护系统、设备与管线系统和内装系统应进行集成设计,提高集成度、施工精度和效率。

3.0.2 开孔钢板墙住宅应按照模数化、标准化的要求,统筹设计、制造、运输、施工和运营维护,以少规格、多组合为原则实现部品部件的系列化和住宅建筑的多样化。

3.0.3 开孔钢板墙住宅结构构件的连接应安全可靠、方便安装和维护。

3.0.4 开孔钢板墙住宅的外围护系统的设计工作年限应与主体结构相协调。

3.0.5 开孔钢板墙住宅设计宜遵循建筑全寿命周期中使用与维护的便利性原则,设备管线宜与结构系统适度分离,管线系统的检查、维修和更换不应影响结构性能。

3.0.6 开孔钢板墙住宅宜采用工业化装修,并宜选用具有通用性和互换性的内装部品。

3.0.7 开孔钢板墙住宅宜采用建筑信息模型(BIM)技术,实现建筑全寿命周期和全专业的信息化管理。

3.0.8 开孔钢板墙住宅建筑防火、节能、隔声等应符合现行国家和行业标准的规定,满足可靠性、安全性和舒适性的要求。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 开孔钢板墙住宅的建筑设计应符合国家现行标准对建筑适用性能、安全性能、环境性能、经济性能、耐久性能等的综合规定。

4.1.2 开孔钢板墙住宅建筑设计应满足以下要求：

1 在前期方案设计阶段，应结合预制构件的生产运输条件和工程经济性，安排好开孔钢板墙结构实施的技术路线、实施部位及规模，以文字结合必要图示的形式在设计说明中专篇阐述；

2 在总平面设计中应考虑预制构件及设备的运输通道、堆放以及起重设备所需空间。

4.1.3 开孔钢板墙住宅应按照集成设计原则，将建筑、结构、给水排水、暖通空调、电气、智能化和燃气、装饰装修等专业之间进行协同设计。

4.2 平立面设计

4.2.1 平面设计应重视其规则性对结构安全及经济合理性的影响，宜选用规则的平面形状，开孔钢板墙布置宜上下贯通，宜避免出现过大的平面凹凸变化。

4.2.2 门窗洞口尺寸应符合模数原则，布置应考虑洞口之间与洞口一端的墙体尺寸与墙体部品尺寸的协调性。

4.2.3 建筑平面宜选用大空间的布局方式，合理布置开孔钢板墙及管井位置，满足住宅空间的灵活性、可变性。公共空间及户

内各功能空间分区明确、布局合理。

4.2.4 建筑平面应考虑设备管线与结构系统的关系,竖向管线等宜集中布置在竖向管井中,水平管线的排布应降低各专业之间的交叉及干扰。

4.2.5 开孔钢板墙住宅的立面设计应符合下列规定:

1 外墙、阳台板、空调板、外窗、遮阳设施及装饰等部品部件应进行标准化设计;

2 应通过建筑体量、材质肌理、色彩等变化,并结合地域和城乡特色,形成丰富多样的立面效果;

3 应采用标准化与多样性相结合的方法,并根据外围护系统特点进行立面深化设计。

4.3 墙体系统设计

4.3.1 墙体系统设计应包括下列内容:

1 墙体的性能要求;

2 墙体的模数协调要求;

3 墙体的支承结构、面板结构及构造;

4 阳台、空调板、装饰件等连接构造节点;

5 墙体的连接、接缝及门窗洞口等部位的构造节点。

4.3.2 开孔钢板墙住宅应根据设防烈度、使用要求等选用合适的外围护墙体系统,墙体应具有足够的强度、刚度和稳定性,并宜与主体结构采用柔性连接。

4.3.3 外围护墙体系统宜进行建筑、结构、保温、装饰等一体化协同设计,宜选用一体化产品,并应与内装部品、设备与管线协调,预留安装条件。

4.3.4 外围护墙体为开孔钢板墙时,其墙体保温宜采用保温装饰一体化产品,以龙骨干挂的方式安装。

4.3.5 外围护墙体为开孔钢板墙时,与其他非承重外墙接缝处

应专门处理,防止开裂渗漏。

4.3.6 开孔钢板墙住宅宜采用免抹灰的装装配式隔墙,宜采用集成饰面层的成品轻质隔墙等集成化部品进行现场装配。

4.4 装饰装修设计

4.4.1 开孔钢板墙住宅的室内装修宜采用工业化装修,并符合下列规定:

1 设计使用年限较短的内装部品的检修更换应避免破坏设计使用年限较长的内装部品;

2 内装部品宜以标准化工厂生产为主,少量非标准构配件可在现场统一制作处理。

4.4.2 设计阶段宜对内隔墙、楼地面、吊顶等集成化部品,集成厨房、集成卫生间等模块化部品进行设计选型,并充分考虑与开孔钢板墙结构的适用性。

4.4.3 室内装修所需的装修材料及内装部品,应结合使用功能和防火等性能要求,满足国家和重庆市现行有关标准的规定。

4.4.4 建筑装饰材料、设备在需要与预制构件连接时宜采用预留预埋的安装方式,不得剔凿和破坏开孔钢板墙构件及其连接节点,避免影响结构安全。

4.4.5 内装部品与主体结构的连接和接缝宜采用柔性设计,其缝隙变形能力应与结构弹性阶段的层间位移角相适应。

4.4.6 室内墙面宜采用干式工法施工的部品,墙面宜设置空腔层,并应与室内设备管线进行集成设计。

4.4.7 装配式吊顶设计宜选用成品吊顶部品进行现场装配,吊顶内管线接口、设备管线集中的部位应设置检修口。

4.4.8 楼地面设计应符合下列规定:

1 楼地面宜采用干式工法施工,应选用踏实无空鼓感的部品;

2 架空地面系统宜设置减震构造措施；

3 架空层高度应根据管径尺寸、敷设路径、设置坡度等确定,宜设置检修口。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 开孔钢板墙住宅结构设计应包含以下内容：

- 1 结构方案设计,包含结构选型、楼盖和构件布置；
- 2 材料选用及截面选择；
- 3 荷载及作用效应分析；
- 4 结构的极限状态验算；
- 5 结构、构件及连接节点的构造；
- 6 防腐和防火设计；
- 7 制作、运输、安装等要求。

5.1.2 开孔钢板墙住宅结构必要时应进行结构抗震性能设计。

5.2 荷载和作用

5.2.1 开孔钢板墙住宅的楼(屋)面活荷载、施工荷载、检修荷载、风荷载、雪荷载、温度作用等应按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 的有关规定采用,地震作用应按现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 的有关规定进行计算。

5.2.2 荷载和效应的组合应按现行国家标准《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 的有关规定执行。

5.2.3 外挂墙板的风荷载应按照现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 或《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 执

行,地震作用计算应按现行行业标准《非结构构件抗震设计规范》JGJ 339 的有关规定执行。

5.3 结构材料

5.3.1 开孔钢板墙住宅承重结构的钢材选用应符合下列规定:

1 钢材牌号宜采用 Q235 钢或 Q355 钢,且质量等级不应低于 B 级。Q235 和 Q355 钢材质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的有关规定;

2 对考虑屈曲后强度的钢材,宜采用 Q235GJ 钢和 Q355GJ 钢,钢材质量应符合现行国家标准《建筑结构用钢板》GB/T 19879 的有关规定;

3 当建筑结构需要采用满足耐大气腐蚀性能的热轧和冷轧的钢板、钢带和型钢的耐候结构钢时,钢材质量应符合耐候结构钢现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的有关规定;

4 用于承重结构的钢材,应具有屈服强度、抗拉强度、伸长率以及碳、硫、磷等含量的合格保证,对于采用焊接连接的钢材,尚应具有碳含量的合格保证;

5 Q235 和 Q355 级钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85,伸长率不应小于 20%,并应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

5.3.2 标准连接件支撑杆螺杆宜采用强度等级为 Q235 或 Q355 级的钢材,其质量等级不宜低于 B 级。

5.3.3 开孔钢板墙的焊接连接材料应符合下列要求:

1 手工焊接用的焊条,应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 的规定,选择的焊条型号应与主体金属力学性能相适应;

2 自动焊接或半自动焊接用的焊丝,应符合现行国家标准

《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》GB/T 8110、《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》GB/T 10045、《热强钢药芯焊丝》GB/T 17493 的规定；

3 埋弧焊用焊丝和焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝—焊剂组合分类要求》GB/T 5293、《埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝—焊剂组合分类要求》GB/T 12470 的规定；

4 采用电阻焊接时，应当符合现行国家和行业标准《电阻焊电阻焊设备机械和电气要求》GB/T 8366、《电阻凸焊用的凸点》JB/T 10258、《焊接及相关工艺方法代号》GB/T 5185、《焊缝符号表示法》GB/T 324 的规定。

5.3.4 开孔钢板墙结构紧固件材料应符合下列要求：

1 开孔钢板墙结构连接用 4.6 级与 4.8 级普通螺栓(C 级螺栓)及 5.6 级与 8.8 级普通螺栓(A 级或 B 级螺栓)的质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 和《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1 的规定。C 级螺栓与 A 级、B 级螺栓的规格和尺寸应分别符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 与《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定；

2 圆柱头焊(栓)钉连接件的质量应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 的规定；

3 大六角高强度螺栓的质量应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 的规定。扭剪型高强度螺栓的质量应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。

5.3.5 开孔钢板墙宜优先采用自密实混凝土，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。当采用普通混凝土时应采用可靠措施确保混凝土振捣密实。

5.3.6 开孔钢板墙采用的混凝土强度等级不应低于 C30,当采用 C80 及以上混凝土时,应有相关试验研究依据或工程应用经验。

5.3.7 开孔钢板墙构件中混凝土最大骨料粒径不宜大于 25mm,对浇筑难度较大或复杂节点部位,宜采用骨料更小、流动性更强的混凝土。

5.3.8 开孔钢板墙结构中钢筋选用应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 的规定。

5.3.9 钢材、连接件、紧固件的设计指标应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 相关规定采用;混凝土及钢筋的设计指标应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 相关规定采用。

5.4 结构分析与设计原则

5.4.1 开孔钢板墙结构应按承载力极限状态和正常使用极限状态进行设计,按承载力极限状态设计时,应考虑荷载效应的基本组合,必要时尚应考虑荷载效应的偶然组合,按正常使用极限状态设计时,应考虑荷载效应的标准组合。

5.4.2 开孔钢板墙结构的安全等级、可靠指标和设计工作年限应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 的规定,结构设计安全等级不应低于二级,设计工作年限不应少于 50 年。

5.4.3 开孔钢板墙结构构件、连接节点的承载力应按下列公式验算:

$$S \leq R / \gamma_{RE} \quad (5.4.3)$$

式中: S ——承载力极限状态下作用组合的效应设计值;

R ——结构构件、连接节点的承载力设计值;

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数,其值应按表 5.4.3 采用。

表 5.4.3 承载力抗震调整系数 γ_{RE}

构件类型	组合结构构件								钢构件	
	剪力墙	柱				梁	各类构件		节点	梁、柱、支撑
受力特性	偏压、偏拉	偏压,轴压比小于 0.15	偏压,轴压比不小于 0.15	轴压	偏拉、轴拉	受弯	局压	受剪	受剪	强度
γ_{RE}	0.85	0.75	0.80	0.80	0.85	0.75	1.0	0.85	0.85	0.75
										稳定
										0.80

5.4.4 开孔钢板墙结构的平面和竖向布置及规则性要求,应符合现行国家及行业标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定。

5.4.5 开孔钢板墙结构的楼盖应具有适宜的舒适度。楼盖结构的竖向振动频率不宜小于 3Hz,竖向振动加速度峰值不应大于表 5.4.5 的限值。

表 5.4.5 楼盖竖向振动加速度限值

使用功能	峰值加速度限值(m/s^2)	
住宅、公寓	竖向自振频率不大于 2Hz	竖向自振频率不小于 4Hz
	0.07	0.05

注:楼盖结构竖向频率为 2Hz~4Hz 时,峰值加速度限值可按线性插值选取。

5.4.6 风荷载和多遇地震作用下,开孔钢板墙结构弹性层间位移角不宜大于 1/600;罕遇地震作用下,开孔钢板墙结构弹塑性层间位移角不宜大于 1/100。

5.4.7 开孔钢板墙结构的阻尼比可按下列规定采用:多遇地震作用下可取为 0.04;罕遇地震作用下可取为 0.045;风荷载作用下楼层位移验算和构件设计时可取为 0.02~0.04;结构舒适度验算时可取为 0.01~0.02。

5.4.8 开孔钢板墙结构的内力调整应符合现行国家及行业标准

《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定。

5.5 结构体系

5.5.1 开孔钢板墙住宅结构体系可采用框架-剪力墙结构、剪力墙结构。

5.5.2 开孔钢板墙结构房屋的最大适用高度应符合表 5.5.2 的规定,平面和竖向不规则的结构适用高度宜适度降低。

表 5.5.2 开孔钢板墙结构房屋的最大适用高度(m)

结构体系		抗震设防烈度	
		6 度	7 度
框架-剪力墙结构	钢框架-开孔钢板墙、钢管混凝土框架-开孔钢板墙	140	130
剪力墙结构	开孔钢板墙	150	130

注:1 房屋高度指室外地面至主要屋面板板顶的高度,不包括突出屋面的水箱、电梯间、构架等部分高度,对带阁楼的坡屋顶应算至坡高 1/2 处;

2 位于Ⅳ类场地或平面和竖向均不规则的结构,表中房屋使用的最大高度应适当降低;

3 房屋高度超过表中规定的数值时,结构设计应有可靠依据,并采取有效的加强措施。

5.5.3 开孔钢板墙结构适用的高宽比不宜大于表 5.5.3 的规定。

表 5.5.3 开孔钢板墙结构适用的最大高宽比

烈度	6 度、7 度
最大高宽比	6.5

注:1 计算高宽比的高度从室外地面算起;

2 当塔形建筑底部有大底盘时,计算高宽比的高度从大底盘顶部算起。

5.5.4 开孔钢板墙结构应根据抗震设防分类、设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级,抗震等级应符合表 5.5.4 的规定,并应符合相应的计算和构造措施要求。

表 5.5.4 开孔钢板墙结构房屋的抗震等级

结构类型		设防烈度				
		6 度		7 度		
框架-剪力墙结构	房屋高度(m)	≤60	>60	≤24	25~60	>60
	钢框架	四	三	四	三	二
	钢管混凝土框架	四	三	四	三	二
	开孔钢板组合剪力墙	三	三	三	二	二
剪力墙结构	房屋高度(m)	≤80	>80	≤24	25~80	>80
	开孔钢板组合剪力墙	四	三	四	三	二

5.5.5 开孔钢板墙结构住宅不宜设置防震缝。当需要设置伸缩缝和沉降缝时,其宽度应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中防震缝的要求。

5.5.6 开孔钢板墙底部加强部位的范围应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关要求。

5.5.7 当开孔钢板墙结构用于高层住宅建筑时宜设置地下室,设置地下室时应满足以下规定:

1 设置单层地下室时,钢框架柱宜延伸至地下一层,且宜采用钢筋混凝土柱;

2 地下室为多层且嵌固端为地下室顶板时,钢框架柱应至少延伸至地下一层,且宜采用钢筋混凝土柱,以下部位可采用钢筋混凝土柱;

3 开孔钢板墙宜延伸至基础。

5.6 结构构件设计

5.6.1 开孔钢板墙的墙肢厚度,底部加强部位的墙肢厚度,一、二级不应小于 200mm 且不宜小于层高或无支长度的 1/16,三、四级不应小于 150mm 且不宜小于层高或无支长度的 1/20。其它部

位墙肢,一、二级不应小于 150mm 且不宜小于层高或无支长度的 1/20,三、四级不应小于 140mm 且不宜小于层高或无支长度的 1/25。

5.6.2 一字型开孔钢板墙的墙肢截面高度与厚度之比应大于 4, L 型、T 型和 Z 型开孔钢板墙的短边墙肢外伸长度不宜小于墙肢厚度的 2 倍。

5.6.3 采用开孔钢板墙结构时,框架梁可采用 H 型钢梁或 H 型钢-混凝土组合梁。

5.6.4 开孔钢板墙的墙体厚度与墙体钢板厚度的比值宜符合下式规定:

$$25 \leq t_{wc} / t_{sw} \leq 100 \quad (5.6.3)$$

式中: t_{wc} ——开孔钢板墙墙体的厚度;

t_{sw} ——开孔钢板墙单侧钢板的厚度。

5.6.5 多层住宅开孔钢板墙的钢板厚度不应小于 5mm,不宜小于 6mm;高层住宅开孔钢板墙的钢板厚度不应小于 6mm,不宜小于 8mm。

5.6.6 开孔钢板墙的标准连接件及栓钉间距与钢板厚度的比值应符合下式规定:

$$s_{st} / t_{sw} \leq 40\epsilon_k \quad (5.6.7)$$

式中: s_{st} ——开孔钢板墙连接标准件及栓钉的净距(mm);

ϵ_k ——钢号修正系数,取 $\sqrt{235/f_y}$, f_y 为钢材的屈服强度 (N/mm^2)。

5.6.7 栓钉连接件的直径不宜小于钢板厚度的 1.5 倍,栓钉的长度不宜小于栓钉直径的 8 倍。

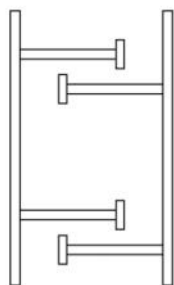


图 4 栓钉错位布置图

5.6.8 开孔钢板墙的墙体两端宜设置暗柱或翼墙,暗柱宜采用方形或矩形钢管混凝土构件。墙体钢板与边缘构件之间宜采用焊接连接。

5.6.9 结构内力和变形分析时,开孔钢板墙的刚度可按下列公式计算:

$$EI = E_s I_s + E_c I_c \quad (5.6.7-1)$$

$$EA = E_s A_s + E_c A_c \quad (5.6.7-2)$$

$$GA = G_s A_s + G_c A_c \quad (5.6.7-3)$$

式中: EI ——截面抗弯刚度($N \cdot mm^2$);

EA ——截面抗压刚度(N);

GA ——截面抗剪刚度(N);

$E_s I_s$ ——钢板部分的截面抗弯刚度($N \cdot mm^2$);

$E_s A_s$ ——钢板部分的截面抗压刚度(N);

$G_s A_s$ ——钢板部分的截面抗剪刚度(N);

$E_c I_c$ ——混凝土部分的截面抗弯刚度($N \cdot mm^2$);

$E_c A_c$ ——混凝土部分的截面抗压刚度(N);

$G_c A_c$ ——混凝土部分的截面抗剪刚度(N).

5.6.10 开孔钢板墙的构件在浇筑混凝土前,其外侧钢板压应力不宜大于钢板强度设计值的 60%,并应满足整体稳定性要求。

5.6.11 开孔钢板墙与平面内连梁和楼屋面梁的连接应采用刚性连接,楼屋面梁与开孔钢板墙平面外连接时宜采用铰接连接且

宜在墙内设置钢管混凝土暗柱。

5.7 构件承载力计算

5.7.1 考虑地震作用的开孔钢板墙构件的弯矩设计值、剪力设计值应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

5.7.2 开孔钢板墙轴心受压承载力设计值按下列公式计算：

$$N_u = A_c f_c + A_s f_y \quad (5.7.1)$$

式中： N_u ——开孔钢板墙的轴心抗压承载力设计值(N)；

f_y ——钢材的屈服强度设计值(N/mm²)；

f_c ——混凝土的轴心抗压强度设计值(N/mm²)；

A_c ——混凝土截面积(mm²)；

A_s ——钢板净截面积(mm²)。

5.7.3 压弯作用下开孔钢板墙受弯承载力可采用全截面塑性设计方法计算(图 5.7.3)，且应考虑剪力对钢板轴向强度的降低，开孔钢板墙的压弯承载力设计值应符合下列规定：

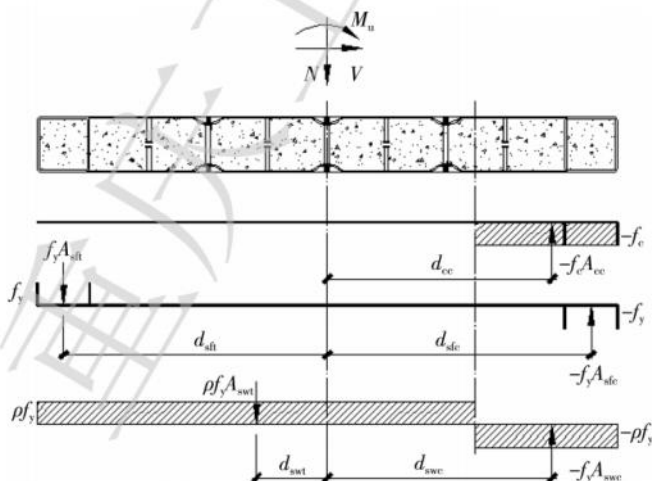


图 5.7.3 压弯荷载作用下的截面应力分布

1 塑性中和轴的高度可按下式确定：

$$N = f_c A_{cc} + f_y A_{sfc} + \rho f_y A_{swc} - f_y A_{sft} - \rho f_y A_{swt} \quad (5.7.3-1)$$

2 开孔钢板墙受弯承载力设计值可按下列公式计算：

$$M_{u,N} = f_c A_{cc} d_{cc} + f_y A_{sfc} d_{sfc} + \rho f_y A_{swc} d_{swc} + f_y A_{sft} d_{sft} + \rho f_y A_{swt} d_{swt} \quad (5.7.3-2)$$

$$\rho = \begin{cases} 1 & (V/V_u \leq 0.5) \\ 1 - (2V/V_u - 1)^2 & (V/V_u > 0.5) \end{cases} \quad (5.7.3-3)$$

3 开孔钢板墙截面弯矩设计值应符合下式规定：

$$M \leq M_{u,N} \quad (5.7.3-4)$$

式中： N ——开孔钢板墙的轴压设计值(N)；

M ——开孔钢板墙的弯矩设计值(N·mm)；

V ——开孔钢板墙的剪力设计值(N)；

f_c ——混凝土的轴心抗压强度设计值(N/mm²)；

f_y ——钢材的屈服强度(N/mm²)；

$M_{u,N}$ ——开孔钢板墙在轴压力作用下的受弯承载力设计值(N·mm)；

A_{cc} ——受压混凝土面积(mm²)；

A_{sfc} ——垂直于开孔钢板墙受力平面的受压钢板面积(mm²)；

A_{sft} ——垂直于开孔钢板墙受力平面的受拉钢板面积(mm²)；

A_{swc} ——平行于开孔钢板墙受力平面的受压钢板面积(mm²)；

A_{swt} ——平行于开孔钢板墙受力平面的受拉钢板面积(mm²)；

d_{cc} ——受压混凝土的合力作用点到剪力墙截面形心的距离(mm)；

d_{sfc} ——垂直于开孔钢板墙受力平面的受压钢板合力作用点到剪力墙截面形心的距离(mm)；

d_{sft} ——垂直于开孔钢板墙受力平面的受拉钢板合力作用点到剪力墙截面形心的距离(mm)；

d_{swc} ——平行于开孔钢板墙受力平面的受压钢板合力作用点

到剪力墙截面形心的距离(mm);

d_{sw} ——平行于开孔钢板墙受力平面的受拉钢板合力作用点到剪力墙截面形心的距离(mm);

ρ ——考虑剪应力影响的钢板强度折减系数。

V_u ——开孔钢板墙的受剪承载力设计值,按本标准第 5.7.4 条计算(N)。

5.7.4 开孔钢板墙抗剪承载力设计值应按下列公式计算:

$$V \leq V_u \quad (5.7.5-1)$$

$$V_u = 0.6 f_y A_{sw} \quad (5.7.5-2)$$

式中: V ——开孔钢板墙的剪力设计值(N);

V_u ——开孔钢板墙的受剪承载力设计值(N);

A_{sw} ——平行于剪力墙受力平面的钢板面积(mm²)。

5.7.5 开孔钢板墙在重力荷载代表值作用下的轴压比应按式(5.7.6)计算,其轴压比限值不宜超过表 5.7.6 的规定。

$$n = \frac{N}{f_c A_c + f_y A_s} \quad (5.7.6)$$

式中: n ——轴压比;

N ——开孔钢板墙的轴压力设计值(N);

f_c ——混凝土的轴心抗压强度设计值(N/mm²);

f_y ——钢材的屈服强度(N/mm²);

A_c ——开孔钢板墙截面的混凝土面积(mm²);

A_s ——开孔钢板墙的钢板总面积(mm²)。

表 5.7.6 开孔钢板墙肢轴压比限值

抗震等级	一级(6、7 度)	二、三级
轴压比限值	0.5	0.6

注:对于一字型开孔钢板墙,轴压比限值宜降低 0.1。

5.7.6 单个标准连接件或栓钉的拉力设计值 T_{st} 按式(5.7.7)验算:

$$T_{st} \leq T_{ust} \quad (5.7.7-1)$$

$$T_{st} = \alpha_{st} t_{sw} s_{st} f \quad (5.7.7-2)$$

式中: α_{st} ——标准连接件或栓钉的拉力系数,可取为 0.03;

t_{sw} ——开孔钢板墙单片钢板的厚度;

s_{st} ——标准连接件或栓钉的间距。

5.7.7 单个标准连接件的抗拉承载力 T_{ust} 应符合下列公式规定:

$$T_{ust} = A_{st} f_{st} \quad (5.7.8-1)$$

单个栓钉的抗拉承载力 T_{ust} 应符合下列公式规定:

$$T_{ust} = \min\{24\Psi_{st} f_c^{0.5} h_{st}^{1.5}, A_{st} f_{st}\} \quad (5.7.8-2)$$

式中: A_{st} ——开孔钢板墙标准连接件或栓钉的截面积(mm^2);

f_{st} ——开孔钢板墙标准连接件或栓钉的屈服强度设计值(N);

Ψ_{st} ——考虑标准连接件或栓钉间距 s_{st} 影响的调整系数。

$$\text{当 } S_{st} \geq 3h_{st}, \Psi_{st} = 1$$

$$\text{当 } S_{st} < 3h_{st}, \Psi_{st} = s_{st}^2 / (9h_{st}^2) \quad (5.7.8-3)$$

式中: h_{st} ——开孔钢板墙栓钉的高度(mm);

s_{st} ——标准连接件或栓钉的间距(mm)。

5.8 节点连接设计和构造

5.8.1 开孔钢板墙与钢梁的连接设计应符合下列规定:

1 开孔钢板墙与框架梁的连接节点,不应先于开孔钢板墙和钢梁破坏;

2 开孔钢板墙不应先于与之相连的周边钢梁破坏。

5.8.2 开孔钢板墙上、下层墙体连接的破坏不应早于墙体构件的屈服破坏。

5.8.3 开孔钢板墙的拼接处至梁上翼缘表面的距离应为 1.2m ~ 1.3m 或墙体净高的一半,取二者的较小值,并应采用全熔透对

接焊缝。定位可采用墙体钢板内侧的衬板(图 5.8.3(a)),衬板的高度不宜小于 $5t_{sw}$ 且不宜大于 $10t_{sw}$,也可采用下层钢板上部向墙体内侧方向冲压一个钢板厚度(图 5.8.3(b))。

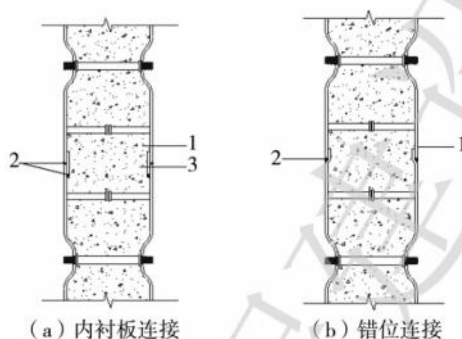


图 5.8.3 墙体拼接节点

1—墙体钢板;2—焊缝;3—衬板

5.8.4 开孔钢板墙标准连接件的构造(图 5.8.4)应符合下列规定:

1 墙体两侧钢板冲压外直径 D_h 宜取 80mm~120mm,冲压倾角 α 宜为 30 度~45 度,内凹段尺寸 D_{sc} 不宜小于螺杆直径加上 10mm~15mm;

2 螺杆伸出冲压件的长度 h_b 不宜小于 10mm。

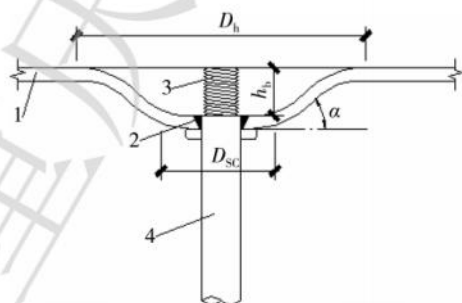


图 5.8.4 开孔钢板墙标准连接件构造

1—组合墙钢板;2—焊缝;3—螺纹;4—螺杆

5.8.5 开孔钢板墙宜选用埋入式墙脚(图 5.8.5)。钢板墙底部应设置钢底板并设置加劲肋,并应采用锚栓埋入基础中。在墙脚埋入区域宜设置栓钉,除暗柱外的中间墙肢的栓钉间距可适当增大。

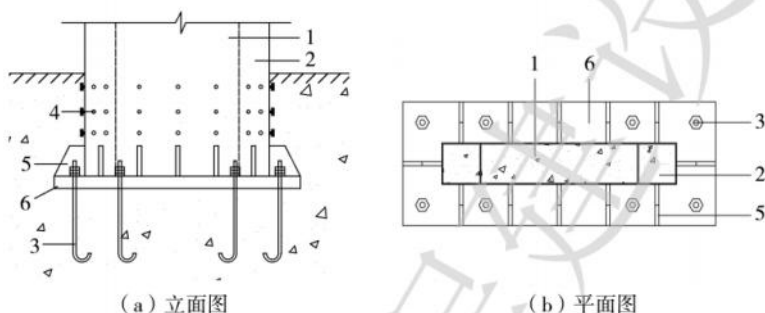


图 5.8.5 墙脚连接构造图

1—墙体;2—暗柱;3—锚栓;4—栓钉;5—加劲肋;6—钢底板

5.8.6 开孔钢板墙偏心受压时,其墙脚的埋置深度应符合下列公式规定:

$$h_B \geq 2.5 \sqrt{\frac{M_b}{t_{wc} f_c}} \quad (5.8.6)$$

式中: h_B ——开孔钢板墙埋置深度;

M_B ——埋入式墙脚弯矩设计值;

f_c ——基础底板混凝土抗压强度设计值;

t_{wc} ——开孔钢板组合剪力墙的厚度。

5.8.7 开孔钢板墙偏心受拉时,其埋置深度除应满足 5.8.6 条的规定外,还应不小于钢管混凝土暗柱长边尺寸和墙体截面受拉区高度两者较大值的 2 倍。

5.8.8 开孔钢板墙埋入式墙脚底板的厚度,不应小于墙脚钢管壁的厚度,且不宜小于 25mm。

5.8.9 开孔钢板墙墙脚底板处的锚栓埋置深度,应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5.8.10 开孔钢板墙端部的钢管混凝土暗柱钢板壁外侧在埋置深度范围内应合理设置栓钉,栓钉的直径不宜小于 19mm,水平和竖向间距不宜大于 200mm,栓钉离侧边不宜小于 50mm 且不宜大 100mm,暗柱每侧钢板上沿竖向应至少设置两列栓钉。

5.8.11 开孔钢板墙在其埋入部分的顶面位置,应设置水平加劲肋,加劲肋的厚度不宜小于 25mm,且加劲肋应留有混凝土浇筑孔。

5.8.12 开孔钢板墙与 H 型钢混凝土组合梁的抗弯连接宜采用加劲肋板连接节点(图 5.8.12)。节点连接承载力由加劲肋板的承载力、墙肢正面钢板的承载力和墙肢侧面钢板的承载力组成,其设计值可采用式(5.8.12)进行计算。

$$P_{vy} = P_{v1} + P_{v2} + P_{v3} =$$

$$2(h_1 + h_2)t_{v1}f_{v1} + 4M_1t_{wc}\frac{1}{x} + (\sqrt{4-3n^2} - n)$$

$$\left(t_f + 2t_{v1} + \frac{2x}{3}\right)f_yt_{sw} \quad (5.8.12-1)$$

$$M_1 = \frac{1-n^2}{4}f_yt_{sw}^2 \quad (5.8.12-2)$$

$$x = 0.91115\sqrt{t_{wc}t_{sw}} \quad (5.8.12-3)$$

式中: P_{v1} ——加劲肋板连接件承载力设计值(N);

P_{v2} ——墙肢正面钢板承载力设计值(N);

P_{v3} ——墙肢侧面钢板承载力设计值(N);

h_1 ——加劲肋板在 H 型钢翼缘外高度(mm);

h_2 ——加劲肋板在 H 型钢翼缘内高度(mm);

t_{sw} ——剪力墙钢板厚度(mm);

t_{v1} ——加劲肋板厚度(mm);

t_f ——梁翼缘厚度(mm);

f_{v1} ——加劲肋板屈服强度设计值(N/mm²);

f_y ——剪力墙钢板屈服强度(N/mm²);

t_{wc} ——柱单腔室宽度(mm);

n ——墙轴压比。

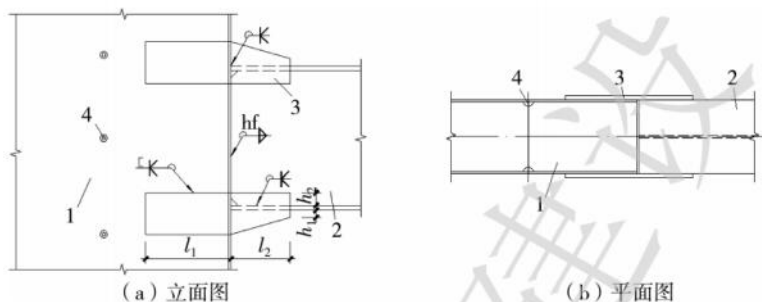


图 5.8.12 墙-梁加劲肋板节点

1—开孔钢板墙;2—H 型钢梁;3—加劲肋板;4—标准连接件

5.8.13 H 型钢梁的宽度宜与开孔钢板墙的厚度相等,加劲肋板紧贴 H 型钢翼缘板侧和墙体钢板焊接并应符合下列要求:

- 1 加劲肋板在墙侧的延伸长度 l_1 不应小于墙体肢厚的 3 倍;
- 2 加劲肋板厚度不应小于 H 型钢翼缘厚度;
- 3 加劲肋板在 H 型钢翼缘外高度 h_1 应不小于梁翼缘宽度的 0.5 倍,在 H 型钢翼缘内高度 h_2 不应小于梁翼缘宽度的 0.2 倍。

5.9 楼盖结构设计

5.9.1 开孔钢板墙结构的楼盖类型选用应满足下列规定:

- 1 应选用整体刚度大、强度和抗震性能好的楼盖类型;
- 2 构造上应满足建筑防火要求及钢结构的抗腐蚀性能;
- 3 宜根据钢结构住宅的特点选用标准化、通用化的楼盖构件;
- 4 宜采用满足钢结构住宅节能、隔声并具备良好振动舒适

度要求的组合楼盖。

5.9.2 开孔钢板墙结构的楼盖应符合下列要求：

1 宜采用免拆模钢筋桁架楼承板或预制混凝土叠合楼板，并应与开孔钢板墙构件和钢梁进行可靠连接；

2 房屋高度不超过 50m 时，可采用装配式楼板或其他轻型楼板，并应采取有效措施保证预制楼板之间的可靠连接；楼板预埋件与开孔钢板墙和钢梁焊接连接时，应采取保证楼盖整体性的措施；

3 结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层宜采用现浇楼板。

5.9.3 开孔钢板墙结构的楼盖设计及计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。并应满足下列要求：

1 楼板厚度不宜小于 110mm；

2 屋面板厚度不宜小于 120mm，宜双层双向配筋；

3 普通地下室顶板厚度不宜小于 160mm，作为上部结构嵌固部位的地下室顶板厚度不宜小于 180mm，混凝土强度等级不宜低于 C30，应采用双层双向配筋，且每层每个方向的配筋率不宜小于 0.25%。

5.9.4 开孔钢板墙结构的楼盖设计应包含以下内容：

1 楼盖设计包括使用阶段的承载力计算、正常使用阶段的变形验算和裂缝宽度验算、施工阶段的承载力和变形验算；

2 组合楼板构件与现浇混凝土之间尚未形成组合作用的施工阶段，应作为一种独立设计工况进行计算，验算免拆模钢筋桁架楼承板、预制混凝土板的承载力和变形，此时施工荷载的取值不宜小于 1.0kN/m^2 。

5.9.5 免拆模钢筋桁架楼承板以及装配整体式楼板现浇层应与钢梁或开孔钢板墙可靠连接。

6 设备与管线系统设计

6.1 一般规定

6.1.1 开孔钢板墙住宅建筑的设备与管线系统设计应符合现行国家标准《住宅建筑规范》GB 50368、《住宅设计规范》GB 50096等的规定。

6.1.2 设备与管线系统应进行综合设计,减少管线交叉,宜在公用部位设置集中管道井,管井的设置及检修口尺寸应满足管道检修更换的空间要求。

6.1.3 设备与管线宜与主体结构、外围护、内装修系统相分离,应方便检查、维修、更换,且不影响主体结构安全;管线宜在架空层、吊顶或墙面空腔层内。

6.1.4 在具有防火及防腐保护层的钢构件上安装管道或设备支吊架时,不应损坏钢结构的防火及防腐性能,宜采用免焊装配式抗震支架、吊架。

6.1.5 设备与管线必须在结构上预留孔洞时,应满足以下要求:

1 孔洞应预留,并满足结构安全要求,不得在结构构件安装后开槽、钻孔、打洞;

2 水、暖、电管线应统筹布置,合理选型、准确定位,并减少预留孔洞数量;

3 管线与预留孔洞之间应留有空隙,或在空隙处填充柔性材料。

6.1.6 部品与配管连接、配管与主管道连接及部品间连接应采用标准化接口,标准化接口应满足通用性的要求,且应方便安装、使用和维护。

6.2 给水排水设计

6.2.1 给水系统设计应符合下列规定：

1 给水系统配水管道与部品的接口形式及位置应便于检修更换,并应采取措施避免结构或温度变形对给水管道接口产生影响;

2 给水分水器与用水器具的管道应一对一连接,在架空层或吊顶内敷设时,管道中间不得有连接配件;给水分水器设置位置宜有排水措施,当不便设置时,分水器的安装标高应高于最低放水点的标高,并便于检修;

3 宜采用装配式的管线及其配件。

6.2.2 集成式厨房、卫生间应预留相应的给水、热水、排水管道接口,管道接口的形式和位置应便于检修,预留管道外壁应按设计规定进行标识。

6.2.3 穿越开孔钢板墙或钢梁的管道应设置支架固定。

6.2.4 敷设在吊顶或楼地面架空层内的给水排水设备管线应采取防腐、隔声降噪和防结露等措施。

6.3 电气和智能化设计

6.3.1 电气和智能化系统设计应符合下列规定：

1 电气和智能化系统竖向主干线宜在公共区域的电井、弱电井内敷设;

2 家居配电箱和家居配线箱宜暗装在套内走廊、门厅或起居室等便于维护且改动可能性较小的墙上,不应暗装在开孔钢板墙上;

3 电气和智能化设备应采用模数化设计,应作准确定位。

6.3.2 防雷和接地设计应符合下列规定：

1 防雷分类应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。并按防雷分类设置防雷设施。电子信息系统应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的规定；

2 防雷引下线和共用接地装置应利用建筑及钢结构自身作为防雷接地装置。部(构)件连接部位应有永久性明显标记,预留防雷装置的端头应可靠连接；

3 外围护系统的金属围护部(构)件、金属遮阳部(构)件、金属门窗等应有防雷措施。

6.4 供暖、通风、空调及燃气设计

6.4.1 开孔钢板墙住宅套内通风和空调及新风等管道宜敷设在吊顶内或架空层内。

6.4.2 厨房、卫生间宜设置水平排气系统,其室外排气口应采取避风、防雨、防止污染墙面和对周围空气产生污染等措施。

6.4.3 设备基础和部(构)件应与主体结构牢固连接,并按设备技术要求预留孔洞及采取减振措施。供暖与通风管道应采用牢固的支、吊架,并应有防颤措施。

7 钢结构的防护

7.1 防腐设计

7.1.1 开孔钢板墙结构住宅防腐设计应综合考虑环境中介质的腐蚀性、环境条件、施工和维修条件等因素,因地制宜,从下列方案中综合选择防腐方案或其组合:

- 1 防腐涂料;
- 2 各种工艺形成的锌、铝等金属保护层;
- 3 阴极保护措施;
- 4 使用耐候钢。

7.1.2 开孔钢板墙结构住宅防腐设计应符合如下规定:

1 不同金属材料接触会加速腐蚀时,应在接触部位采用隔离措施;

2 焊条、螺栓、垫圈、节点板等连接构件的耐腐蚀性能,不应低于主体材料。螺栓直径不应小于 12mm,垫圈不应采用弹簧垫圈。螺栓、螺母和垫圈应采用镀锌等方法防护,安装后再采用与主体结构相同的防腐方案;

3 对不易维修的建筑物应加强防护;

4 环境腐蚀性等级大于Ⅳ级且使用期间不能重新涂装的钢结构部位,其结构设计应留有适当的腐蚀裕量。腐蚀裕量应根据现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 确定;

5 避免出现难于检查、清理和涂漆之处,以及能积留湿气和大量灰尘的死角或凹槽。闭口截面构件应在端部焊接钢板封闭;

6 高强度螺栓构件连接处接触面的除锈等级,不应低于 Sa2.5,并宜涂无机富锌底漆,连接处的缝隙,应嵌刮耐腐蚀密

封膏；

7 钢板表面原始锈蚀等级和除锈等级应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》GB/T 8923 的规定。除锈前应将钢板表面的焊渣、毛刺、块锈、油污等清除干净。表面采用喷射或抛射除锈，除锈等级不应低于 Sa2½ 级。局部难以进行喷射或抛射除锈时，可采用手动或动力工具除锈，除锈等级应达到 St3 级；

8 柱脚在地面以下的部分应采用强度等级较低的混凝土包裹（保护层厚度不应小于 50mm），包裹的混凝土高出室外地面不小于 150mm，室内地面不宜小于 50mm，并宜采取措施防止水分残留。当柱脚底面在地面以上时，柱脚底面高出室外地面不应小于 100mm，室内地面不宜小于 50mm。

7.1.3 开孔钢板墙钢材表面除锈等级与涂料的匹配以及常用涂层的配套，应按现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 的规定选用。

7.1.4 围护结构的设计构造应防止结露，室内湿度较大的部位（如厨房、卫生间等）不应有外露钢结构；当不可避免时，宜外包混凝土防护。

7.1.5 装配式开孔钢板组合剪力墙钢材的防腐保护，除本规定有关规定外，尚应符合现行国家、行业标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《轻型钢结构住宅技术规程》JGJ 209、《低层冷弯薄壁型钢房屋建筑技术规程》JGJ 227、《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251、《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 等的要求。

7.2 防火设计

7.2.1 开孔钢板墙结构住宅的建筑与结构设计文件中应有防火保护设计的内容。其中应包括建筑防火类别和结构耐火极限的

确定、防火措施和防火材料的选用、防火构造、防火涂层厚度的计算、选定或抗火设计验算、措施等。必要时可进行性能化防火设计。

7.2.2 开孔钢板组墙连接节点处的防火保护层厚度不应小于被连接构件防火保护层厚度的较大值,对梁墙连接处表面不规则的节点尚应作局部加厚处理。

7.2.3 开孔钢板墙结构构件可采用下列防火保护措施,相应的防火保护构造以及相应的计算均应符合现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的规定:

- 1 外包混凝土或砌筑砌体;
- 2 涂覆防火涂料;
- 3 包覆防火板或柔性毡状隔热材料包覆;
- 4 复合防火保护,即在钢构件表面涂覆防火涂料或采用柔性毡状隔热材料包覆,再用轻质防火板作饰面板。

7.2.4 每个楼层的开孔钢板墙钢构件上应设置直径不小于12mm 排气孔,其位置宜位于墙与楼板相交位置上方及下方100mm 处,并沿墙身反对称布设。

7.2.5 开孔钢板墙结构住宅的防火保护设计,除本标准有关规定外,尚应符合现行国家及行业标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249、《钢结构设计标准》GB 50017、《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 等的要求。

8 制作与运输

8.1 一般规定

8.1.1 开孔钢板墙构件的生产厂家应有固定的生产车间和生产线设备,应有专门的生产、技术管理团队和产业工人,并应建立技术标准体系及安全、质量、环境管理体系。

8.1.2 开孔钢板墙构件应在工厂生产,生产过程及管理宜应用信息管理技术,生产工序宜形成流水作业,生产厂家应对提供的构件进行标示。

8.1.3 开孔钢板墙构件生产前,应根据设计要求和生产条件编制生产工艺方案,对构造复杂的构件宜进行工艺性试验。

8.1.4 开孔钢板墙构件生产前,应有经批准的构件深化设计图或产品设计图,设计深度应满足生产、运输和安装等技术要求。

8.1.5 开孔钢板墙构件的运输方式应根据构件特点、工程要求等确定。构件出厂时,应有构件重量、重心位置、能否倒置等标识。

8.1.6 生产单位宜建立质量可追溯的信息化管理系统和编码标识系统。

8.2 构件制作

8.2.1 开孔钢板墙钢构件加工制作工艺和质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

8.2.2 开孔钢板墙钢构件宜采用自动化生产线进行加工制作,应尽量减少手工作业。

8.2.3 开孔钢板墙钢构件与墙板、内装部品的连接件宜在工厂与钢构件一起加工制作。

8.2.4 开孔钢板墙钢板上开孔宜采用激光、等离子切割、数控钻制孔,制孔质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

8.2.5 开孔钢板墙的焊接宜采用焊接变形和收缩量小且焊接残余应力低的焊接工艺。

8.2.6 开孔钢板墙单元组成部件宜分别组装、焊接,经检验合格后,再进行单元总装焊接。

8.2.7 开孔钢板墙钢构件生产过程质量检验控制应符合下列规定:

1 首批(件)产品加工应进行自检、互检、专检,产品经检验合格形成检验记录,方可进行批量生产;

2 首批(件)产品检验合格后,应对产品生产加工工序、特别是重要工序控制进行巡回检验;

3 产品生产加工完成后,应由专业检验人员根据图纸资料、施工单等对生产产品按批次进行检查,做好产品检验记录。并应对检验中发现的不合格产品做好记录,同时应增加抽样检测样本数量或频次;

4 检验人员应严格按照图样及工艺技术要求的外观质量、规格尺寸等进行出厂检验,做好各项检查记录,签署产品合格证后方可入库,无合格证产品不得入库。

8.3 运输与堆放

8.3.1 开孔钢板墙的运输方式应根据部品部件特点、生产厂家要求及工程要求等确定。

8.3.2 选用的运输车辆应满足开孔钢板墙构件的尺寸、重量等要求,装卸与运输时应符合下列规定:

- 1 装卸时应采取保证车体平衡的措施；
- 2 应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；
- 3 运输时应采取防止部品部件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处宜设置保护衬垫；

4 对表面完好度或洁净度有要求的部品部件，要有妥善的成品保护措施，宜采用封闭包装形式；

5 装卸宜采用柔性吊带，并对吊带与构件边、角部接触处采取保护措施，避免对构件边、角部造成损坏。

8.3.3 开孔钢板墙构件堆放应符合下列规定：

1 堆放场地应平整、坚实，并按构件的保管技术要求采用相应的防雨、防潮、防暴晒、防污染和排水等措施；

2 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；

3 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；

4 构件宜按施工顺序分类堆放，临时堆放场地应合理布置在吊装机械可吊装范围内，避免二次搬运。

8.3.4 开孔钢板墙钢构件进场后，宜集中堆放，且应符合下列规定：

- 1 应根据安装进度计划编制零部件进场计划；
- 2 钢构件进场后应及时清理内部积水、污物；
- 3 钢构件应按安装逆顺序堆放，中间加垫木，并交错堆放；
- 4 钢构件堆放时，编号、标识应外露。

9 施工安装

9.1 一般规定

9.1.1 施工前,施工单位应根据开孔钢板墙住宅安装的特点,编制专项方案,并进行论证及审批,对于超过一定规模的危大工程,须进行专家论证。

9.1.2 开孔钢板墙安装专项方案内容要体现对部品部件工厂制作的要求,特别是部件的制作形状、尺寸,对接、联结处的加工要求。

9.1.3 开孔钢板墙施工缝的设置应考虑其运输及吊装过程中的变形,安装过程中的工效性、安全可靠、成本低廉性。

9.1.4 开孔钢板墙及其部件的安装除根据专项方案的部署进行安装外,还应根据工程现场的实际情况调整安装顺序,协调好各专业工种的交叉作业,提高施工效率。体现装配式建筑施工快、安装一体化的特点。

9.1.5 开孔钢板墙住宅建筑施工宜采用信息化技术(BIM),对安全、质量、技术、施工进度等进行全过程管理。

9.1.6 施工单位应对施工人员进行开孔钢板墙建筑专业的技术与安全培训。

9.1.7 开孔钢板墙住宅的安装应符合《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定,还应符合其它部品部件的相关安装规定。

9.1.8 开孔钢板墙宜与边缘构件组成单元体进行整体安装。

9.2 安装与连接

9.2.1 开孔钢板墙宜对称安装,吊装就位后应及时采取临时支撑或固定措施,及时对剪力墙进行焊接并安装剪力墙之间钢梁。临时支撑的设置点应在安装前进行确定并应进行设计验算。

9.2.2 开孔钢板墙的钢构件现场拼接应自下而上焊接,平面上应以中心单元为基点,向两侧逐块焊接。

9.2.3 开孔钢板墙施工期间,应对结构变形、环境变化等进行过程监测,监测方法、内容及部位应根据设计或结构特点确定。

9.2.4 开孔钢板墙钢构件吊装前应先试吊,当吊索受力拉紧后停止提升吊钩,检查构件是否捆绑牢固,检查吊索具和吊耳是否正常可靠,检测墙体是否有较大变形,试吊结束检查满足条件后方可进行正式吊装。

9.2.5 开孔钢板墙构件安装时,宜采用平衡梁垂直吊装,吊点宜靠近构件的两端,吊钩和构件重心应在同一条垂直线上。

9.2.6 外围护部品安装宜与开孔钢板墙主体结构同步进行,可在安装部位的主体结构验收合格后进行。

9.2.7 设备与管线需要与开孔钢板墙及钢梁连接时,宜采用预留连接件的连接方式。当采用其他连接方式时,不得影响钢结构构件的完整性与结构的安全性。

9.2.8 在有防腐防火保护层的开孔钢板墙或钢梁上安装管道或设备支(吊)架时,宜采用非焊接方式固定;采用焊接时应对被损坏的防腐防火保护层进行修补。

9.2.9 内装系统安装应在开孔钢板墙建筑的主体结构质量验收合格后进行。

9.3 混凝土浇筑

9.3.1 开孔钢板墙内混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 宜采用自密实混凝土浇筑；
- 2 混凝土应采取减少收缩的技术措施；
- 3 混凝土应逐层浇筑。

9.3.2 钢板剪力墙观察口的设置应符合设计要求；设计无要求时，宜在剪力墙上部两角区域内，设置直径不小于 100mm 的观察口。

9.3.3 混凝土浇筑应符合下列规定：混凝土的浇筑质量，可采用敲击钢板的方法进行初步检查，当有异常，可采用超声波进行检测。对浇筑不密实的部位，可采用钻孔压浆法进行补强，然后将钻孔进行补焊封固。

10 检测与验收

10.1 一般规定

10.1.1 开孔钢板墙住宅的验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

10.1.2 开孔钢板墙制作和安装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定,并应按本规程附录 A 的规定记录。

10.1.3 开孔钢板墙住宅的验收应分为构件或部品的进场验收、现场安装验收、单位工程竣工验收三个部分。

10.1.4 同一厂家生产的同批材料、部品,用于同期施工且属于同一工程项目的多个单位工程,可合并进行进场验收。

10.1.5 部品部件进场验收合格后才能使用,施工单位组织有关人员进行预验收,预验收合格后报现场监理工程师验收。

10.1.6 构件及部品部件进场验收应提供下列内容:

- 1 工程设计文件、构件制作深化设计图;
- 2 构件出厂合格证、焊接检测报告、制作构件的原材料质量保证书、检测报告等;
- 3 部品部件的产品标准、出厂检验合格证、质量保证书和使用说明文件书。

10.1.7 构件及部品部件安装验收应提供下列内容:

- 1 工程设计文件、构件安装的深化设计图;
- 2 装配式建筑施工分项工程质量验收文件;
- 3 构件或部品部件的安装施工记录。

10.1.8 单位工程质量验收应按现行国家标准的规定执行,单位

(子单位)工程质量验收合格应符合下列规定:

- 1 所含分部(子分部)工程的质量均应验收合格;
- 2 质量控制资料应完整;
- 3 所含分部工程中有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验资料应完整;
- 4 主要使用功能的抽查结果应符合相关专业验收规范的规定;
- 5 观感质量应符合要求。

10.2 开孔钢板墙分项工程检验评定

I 主控项目

10.2.1 开孔钢板墙构件加工外形尺寸的允许偏差应符合表 12.2.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用钢尺、直角尺、塞尺、拉线等检查。

表 10.2.1 铜板剪力墙构件外形尺寸主控项目的允许偏差

项目		允许偏差(mm)	
开孔钢板墙高度、宽度		±4.0	
开孔钢板墙平面内对角线		±4.0	
开孔钢板墙纵向、横向最外侧安装孔距离		±3.0	
开孔钢板墙连接处	截面几何尺寸	±3.0	
	平面度差	螺栓连接	±1.0
		其他连接	±3.0

10.2.2 开孔钢板墙安装允许偏差应符合表 12.2.2 的规定。

检查数量:按开孔钢板墙数量抽查 10%,且不应少于 3 个单元。

检验方法:用全站仪或激光经纬仪和钢尺检查。

项目	允许偏差(mm)
定位轴线	1.00
单层垂直度	$h/250$,且不应大于 15.0
单层上端水平度	$(L/1000) + 3$,且不应大于 10.0
平面弯曲	$L(h)/1000$,且不应大于 10.0

注:L 开孔钢板墙的宽度, h 为单层墙的垂直高度。

II 一般项目

10.2.3 开孔钢板墙钢板拼接长度不应小于 1000mm,宽度不应小于 500mm,且单块钢板最多只允许一条拼接缝。钢板表面不得有凹凸不平、划痕等缺陷。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察和用钢尺检查。

10.2.4 开孔钢板墙构件外形尺寸一般项目的允许偏差应符合《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 的规定。

检查数量:按钢构件数抽查 10%,且不应少于 3 件。

检验方法:用钢尺、直角尺、塞尺、拉线等检查。

11 使用与维护

11.1 一般规定

11.1.1 开孔钢板墙住宅的设计文件应注明其设计条件、使用性质及使用环境。

11.1.2 建设单位将开孔钢板墙结构住宅工程移交物业时,应按国家有关规定的要求提供《住宅质量保证书》,保证书除应按现行有关规定执行外,尚应注明相关部品部件的保修期限和保修承诺。

11.1.3 建设单位将开孔钢板墙结构住宅工程移交物业时,应按国家有关规定的要求提供《建筑使用说明书》,说明书应包含下述内容:

- 1 设计单位、施工单位、构件生产单位;
- 2 主体结构使用年限、结构体系、承重结构位置、使用荷载、装修荷载、使用要求、检查和维护要求;
- 3 外围护系统的基层墙体、连接件、外墙饰面、防水层、保温及密封材料的使用年限及维护周期等相关注意事项;
- 4 设备与管线的系统组成、特性规格、部品寿命、维护要求、使用说明等;
- 5 建筑部品部件生产厂、供应商提供的产品使用维护说明书,主要部品部件宜注明合理的检查和使用维护年限;
- 6 内装系统做法、部品寿命、维护要求、使用说明等;
- 7 二次装修、改造的注意事项;
- 8 其它需要说明的问题。

11.1.4 开孔钢板墙结构住宅遇地震、火灾等灾害后应对建筑进

行全面检查,视破损程度进行维修。

11.2 使用要求

11.2.1 业主或使用者不应改变原设计文件中规定的使用条件、使用性质及使用环境。

11.2.2 装配式开孔钢板组合剪力墙结构住宅的室内二次装修、改造和使用过程中,不应损伤主体钢结构及需保留的墙体与主体钢结构的连接件,并宜在开孔钢板墙位置留设钢结构防火及防腐涂料的观察孔。

11.2.3 装修和使用中发生下述行为之一者,应当委托原设计单位或者具有相应资质的设计单位提出处理技术方案,并按相关规定进行施工及验收:

- 1 超过原设计文件规定的楼地面装修或使用荷载;
- 2 变更结构布局、拆除受力构件;
- 3 改变或损坏主体钢结构防火、防腐的相关防护及构造措施;
- 4 改变或损坏建筑节能保温、外墙及楼屋面防水构造措施。

11.2.4 建筑二次装修、改造中改动卫生间、厨房、阳台防水层的,应按现行相关防水标准制定设计、施工技术方案,并进行闭水试验。

11.3 维护要求

11.3.1 开孔钢板墙结构住宅宜建立易损部品部件备用库,保证维护的有效性和实效性。

11.3.2 对于检查项目中不符合要求的内容,应先组织实施一般维修。一般维修包括:

- 1 修复异常的主体钢构件及连接;

- 2 修复受损外墙及屋面结构、防水及保温系统；
- 3 对各种已损和已老化的设备管线系统零部件进行更换或修复；
- 4 更换异常消防设备。

11.3.3 对于一般维修无法修复的，应组织具有相应资质的单位进行维修、加固和修复。

11.4 物业服务

11.4.1 物业服务企业宜做到下列服务：

- 1 按法律法规要求建设单位移交相关资料；
- 2 与业主共同制定物业《检查与维护更新计划》；
- 3 建立对主体结构、外围护、内装修、设备管线系统的检查与维护制度；
- 4 明确检查时间与部位，遵照执行，并形成检查与维护纪录。

11.4.2 物业服务企业应将钢结构住宅装饰装修和使用中的禁止行为和注意事项告知业主或使用者，并在室内装饰装修过程中进行检查督促。

附录 A 验收表格

A.0.1 开孔钢板墙加工制作检验批质量验收应按表 A.0.1 进行记录,并符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

表 A.0.1 开孔钢板墙加工分项工程检验批质量验收记录

工程名称			检验批部位		
施工单位			项目经理		
监理单位			总监理工程师		
施工依据标准			分包单位负责人		
主控项目		合格质量标准 (按本标准)	施工单位检验 评定记录或结果	监理(建设)单位 验收记录或结果	备注
1	材料进场	第 10.1.2 条			
2	钢材复验	第 10.1.2 条			
3	切面质量	第 10.1.2 条			
4	钢板对接	第 10.1.2 条			
5	矫正和成型	第 10.1.2 条			
6	边缘加工	第 10.1.2 条			
7	制孔	第 10.1.2 条			
一般项目		合格质量标准 (按本规程)	施工单位检验 评定记录或结果	监理(建设)单位 验收记录或结果	备注
1	材料规格尺寸	第 10.1.2 条 第 10.2.3 条			
2	钢材表面质量	第 10.1.2 条 第 10.2.3 条			
3	切割精度	第 10.1.2 条			

4	矫正质量	第 10.1.2 条			
5	边缘加工精度	第 10.1.2 条			
6	制孔精度	第 10.1.2 条			
施工单位检验 评定结果		班组长 或专业工长 年 月 日 质检员 或项目技术负责人 年 月 日			
监理(建设)单位 验收结论		监理工师(建设单位项目技术人员) 年 月 日			

A.0.2 开孔钢板墙组装分项工程检验批质量验收应按表 A.0.2 记录。

表 A.0.2 开孔钢板墙组装分项工程检验批质量验收记录

工程名称			检验批部位		
施工单位			项目经理		
监理单位			总监理工程师		
施工依据标准			分包单位负责人		
主控项目		合格质量标准 (按本规程)	施工单位检验 评定记录或结果	监理(建设)单位 验收记录或结果	备注
1	外形尺寸	第 10.2.1 条			
一般项目		合格质量标准 (按本标准)	施工单位检验 评定记录或结果	监理(建设)单位 验收记录或结果	备注
1	焊接组装精度	第 10.1.2 条			
2	轴线交点错位	第 10.1.2 条			
3	焊缝坡口精度	第 10.1.2 条			
4	外形尺寸	第 10.2.4 条			

施工单位检验 评定结果	班组长 或专业工长 年 月 日	质检员 或项目技术负责人 年 月 日
监理(建设)单位 验收结论	监理工程师(建设单位项目技术人员) 年 月 日	

A.0.3 开孔钢板墙安装分项工程检验批质量验收应按表 A.0.3 记录。

表 A.0.3 开孔钢板墙安装分项工程检验批质量验收记录

工程名称			检验批部位		
施工单位			项目经理		
监理单位			总监理工程师		
施工依据标准			分包单位负责人		
主控项目		合格质量标准 (按本规程)	施工单位检验 评定记录或结果	监理(建设)单位 验收记录或结果	备注
1	基础验收	第 10.1.2 条			
2	构件验收	第 10.1.2 条			
3	钢柱安装精度	第 10.1.2 条			
4	垂直度和侧弯曲	第 10.1.2 条			
5	主体结构尺寸	第 10.1.2 条			
一般项目		合格质量标准 (按本规程)	施工单位检验 评定记录或结果	监理(建设)单位 验收记录或结果	备注
1	地脚螺栓精度	第 10.1.2 条			
2	标记	第 10.1.2 条			
3	构件安装精度	第 10.1.2 条			
4	主体结构高度	第 10.1.2 条			

5	现场组对精度	第 10.1.2 条			
6	结构表面	第 10.2.4 条			
施工单位检验 评定结果		班组长 或专业工长 年 月 日 质检员 或项目技术负责人 年 月 日			
监理(建设)单位 验收结论		监理工程师(建设单位项目技术人员) 年 月 日			

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 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 4 《建筑给水排水设计标准》GB 50015
- 5 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 6 《钢结构设计标准》GB 50017
- 7 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 8 《工程结构通用规范》GB 55001
- 9 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
- 10 《建筑防火通用规范》GB 55037
- 11 《钢结构通用技术规范》GB 55006
- 12 《组合结构通用技术规范》GB 55004
- 13 《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030
- 14 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 15 《住宅设计规范》GB 50096
- 16 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
- 17 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 18 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 19 《屋面工程质量验收标准》GB 50207
- 20 《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210
- 21 《建筑防腐工程施工规范》GB 50212
- 22 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 23 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 24 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

- 25 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 26 《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325
- 27 《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327
- 28 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343
- 29 《住宅建筑规范》GB 50368
- 30 《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628
- 31 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 32 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 33 《钢-混凝土组合结构施工规范》GB 50901
- 34 《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936
- 35 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981
- 36 《蒸压加气混凝土板》GB/T 15762
- 37 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
- 38 《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232
- 39 《组合结构设计规范》JGJ 138
- 40 《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242
- 41 《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99
- 42 《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251
- 43 《自密实混凝土应用技术规范》JGJ/T 283
- 44 《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380

重庆市工程建设标准

装配式开孔钢板组合剪力墙结构住宅
技术标准

DBJ50/T-481-2024

条文说明

2024 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	57
2	术语和符号	58
2.1	术语	58
3	基本规定	60
4	建筑设计	62
4.1	一般规定	62
4.2	平立面设计	62
4.3	墙体系统设计	63
4.4	装饰装修设计	66
5	结构设计	67
5.2	荷载和作用	67
5.4	结构分析与设计原则	67
5.5	结构体系	68
5.6	结构构件设计	69
5.7	构件承载力计算	71
5.8	节点连接设计和构造	75
5.9	楼盖结构设计	75
6	设备与管线系统设计	77
6.1	一般规定	77
6.2	给水排水设计	78
7	钢结构的防护	79
7.1	防腐设计	79
7.2	防火设计	79
8	制作与运输	80

8.1	一般规定	80
8.3	运输与堆放	80
9	施工安装	81
9.1	一般规定	81
9.2	安装与连接	82
11	使用与维护	84
11.1	一般规定	84
11.2	使用要求	84

1 总 则

1.0.1 大力发展装配式建筑是我国推进建筑业改革的重要战略,装配式建筑的核心是建筑工业化。开孔钢板组合剪力墙结构是一种钢与混凝土的组合结构,是一套免模板技术体系,属于装配式建筑的类型之一,其墙体及组合梁结构部分可全部计入装配率。本技术体系采用预制钢模板内浇混凝土和叠合楼板上浇混凝土的方式,保证了混凝土结构的连续性;同时钢模板构件全部为工厂预制,施工中经过构件间的焊接,受力连续性好,有利于抗震,尤其适合剪力墙较多的高层、超高层住宅的建造。因此,本体系具有装配率高、施工速度快、抗震性能好的优势。

1.0.3 规定了本技术标准与现行国家及重庆市相关标准的关系。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 开孔钢板组合剪力墙的墙体外包钢板采用标准连接件进行连接形成空腔并填充混凝土,构造如图1。双侧钢板上开有相同矩阵小圆孔、并在相对开孔处焊接标准连接件,形成加劲双钢板空腔,最后在空腔内浇筑混凝土形成组合剪力墙。

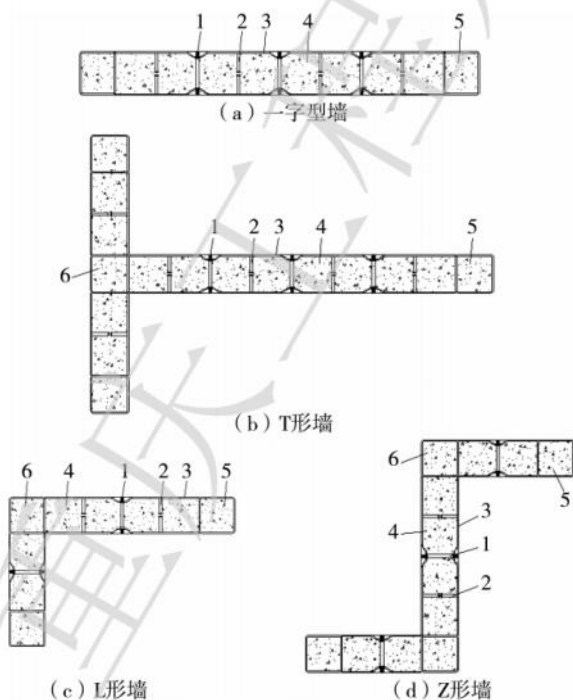


图1 开孔钢板组合剪力墙构造

1—标准连接件;2—栓钉;3—钢板;4—混凝土;5—钢管混凝土端柱;6—钢管混凝土暗柱

2.1.3 双侧钢板上阵列布置的沉孔中心开有小圆孔,在相对开孔处焊接支撑螺杆形成标准连接件。标准连接件的支撑杆长度宜与墙体厚度相同,两端伸出钢板部分宜做套丝处理,用于后续工序。与支撑螺杆连接处的钢板宜采用冲压内凹构造,并与支撑螺杆焊接成整体。

3 基本规定

3.0.2 开孔钢板墙住宅应遵循模数协调和少规格、多组合的原则,在标准设计的基础上实现系列化和多样化。建筑的部品构件在工厂生产,现场装配,构件成本主要取决于数量和重复率。重复率越高,规格越少,成本越低,质量也更容易保证。同时,在设计过程中,应统一协调建筑、结构、机电和内装各专业,采用适宜的技术、工艺和设备,进行工厂化生产和装配化施工,保证产品和工程质量,提高劳动生产率。

3.0.3 装配式建筑的部品构件在工厂生产,质量是有保证的。影响房屋质量的关键在于现场装配连接,部品构件的连接安全可靠才能保证整个建筑的安全,方便的连接方式更能保证装配的可行性和装配的质量。

3.0.4 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,设计时应予以明确。住宅建筑中外围护系统的设计工作年限应与主体结构相协调,主要指住宅建筑外围护系统中的基层板、骨架系统、连接配件的设计工作年限应与建筑物主体结构一致;为满足使用要求,外围护系统应定期维护,接缝胶、涂装层、保温材料应根据材料特性,明确使用工作年限,并注明维护要求。

3.0.5 因机电管线的使用年限一般远低于结构系统,故在建筑全生命周期中,管线的维修、更换是难以避免的。长期以来,我国大量的建筑都采用管线暗埋在结构系统内的建造方式,管线老化、渗漏会造成大量的质量问题,甚至影响主体结构的安全,导致较多后期维修、更换或不得已采用明装管线的方式,影响使用 and 美观。为了维修、更换方便,同时不影响结构系统的安全,设备管

线宜采用与结构系统适度分离的设计方法。

3.0.8 在现行国家标准 GB 51232 基础上增加住宅建筑对节能和隔声的要求。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.2 装配式住宅是一个系统工程,相比传统的建造方式而言,预制构件的约束条件更多更复杂,比如生产条件、运输条件、模具的重复利用、构配件之间的连接和关联,以及为精装预留条件等方面,均要求在构件生产前得到明确的设计,否则会造成预制构件不能安装,连接节点达不到设计要求、无法运输、成本过高以及后期剔凿等问题。因此本条要求相关专业及合作团队需要提早介入,密切配合。

4.1.3 在现行国家标准《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232 条文基础上增加了“装饰装修”专业。装配式全装修住宅是装配式住宅发展的趋势,有必要将装饰装修专业在建筑工程设计中进行集成。

4.2 平立面设计

4.2.2 洞口之间过小的间距不利于开孔钢板墙的制作安装,往往需要单独制作非标构件,既增加建造成本又降低施工效率,因此应充分考虑洞口布置对墙体部品标准化带来的不利影响。

4.2.3 住宅建筑一般设计使用年限为 50 年,国外已经出现了百年住宅,因此为住宅使用提供适当的灵活性,满足居住需求的变化尤为重要。已有的经验是采用大空间的平面,合理布置承重墙及管井、厨卫的位置。在装配式住宅中采用这种平面布局方式不但有利于结构布置,而且可减少预制楼板的类型。但设计时也应

适当考虑实际的构件运输及吊装能力,以免构件尺寸过大导致运输困难。

4.2.4 在实际的装配式住宅工程中,设备管线布置与结构的关系非常重要。在进行平面设计时,要对公共管井进行管线综合设计,还要做好户内、户外的管线综合,避免因管井位置、管线布线、点位设置等的不合理,造成管线浪费与施工困难。

4.2.5 为了满足建筑构件的互换性与通用性,便于工厂化统一加工,立面造型不宜做过多的变化。为了丰富建筑立面效果,可以通过外墙、阳台板、空调板、外窗、遮阳设施等非主体受力构件的组合形成韵律,通过建筑体量、材质肌理、色彩等变化来达到建筑效果表现。空调板宜与外阳台合并设置,并应考虑冷凝水的集中排放,还应满足绿色建筑的相关要求。

4.3 墙体系统设计

4.3.1 墙体系统设计内容具体如下:

- 1 墙体的性能要求,主要为安全性、功能性和耐久性等;
- 2 墙体的模数协调包括:尺寸规格、轴线分布、门窗位置和洞口尺寸等,设计应标准化,兼顾其经济性,同时还应考虑墙体的制作工艺、运输及施工安装的可行性;
- 3 墙体与主体结构的支承要求,以及墙体上放置重物的加强措施;
- 4 阳台、空调室外及室内机、遮阳装置、空调板、雨篷板、外飘窗、太阳能设施、雨水收集装置及绿化设施等重要附属设施的连接节点;
- 5 墙体的连接、接缝及门窗洞口等部位的构造节点是影响墙体整体性能的关键点。

4.3.2 根据墙板部品的建筑立面特征,预制墙板类可细分为整板和条板。

整板包括:预制混凝土外挂墙板、拼装大板,目前可参照现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458。混凝土外挂墙板以预制混凝土夹心保温外挂墙板为主,中间夹有保温层,室外侧表面自带涂装或饰面做法;拼装大板中支承骨架的加工与组装、面板布置、保温层设置均在工厂完成生产,施工现场仅需安装即可。

条板包括:预制混凝土外墙板、蒸压加气混凝土(AAC)板、复合夹芯条板。混凝土外墙挂板中混凝土可采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥等生产,也可采用轻集料混凝土,增强材料可采用金属骨架、钢筋、玻璃纤维、无机矿物纤维、有机合成纤维、纤维素纤维等,断面构造形式可为实心或空心。蒸压加气混凝土(AAC)板是由蒸压加气混凝土制成,根据构造要求,内配置经防腐处理的不同数量钢筋网片。复合夹芯条板是由面板和保温夹芯层构成。

金属幕墙夹芯板应符合现行国家标准《建筑用金属面绝热夹芯板》GB/T 23932 的相关规定。

4.3.3 外墙宜采用集成饰面层的墙体,饰面层宜在工厂内完成,并可通过标准连接件与开孔钢板墙进行可靠连接。当采用保温装饰一体化产品时,其性能应符合现行行业标准《保温防火复合板应用技术规程》JGJ/T 350、《保温装饰板外墙外保温系统材料》JG/T 287 和《外墙保温复合板通用技术要求》JG/T 480 的规定。常见的外围护保温装饰一体化板组合体系构造详见图 3,当建筑外墙高度超过 27m 时,应对其材料选用、设计构造和施工措施进行专项论证。

4.3.4 开孔钢板墙表面为钢板,难以采取粘接和锚固相结合的方式将保温材料固定在基层墙体上,可在基层墙体上安装龙骨,保温装饰板通过金属连接件或专用锚固件与龙骨连接。

4.3.5 开孔钢板墙与其它非承重外墙的接缝构造可参考图 4。

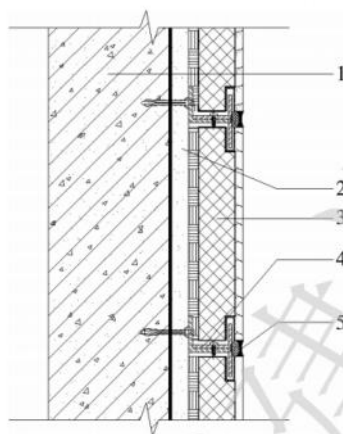


图 3 保温装饰板系统构造图

1—基层墙体；2—粘结砂浆；3—保温装饰板；4—锚固件；5—密封胶

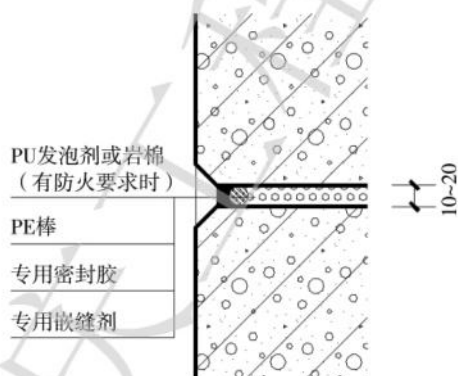


图 4 外墙接缝构造图

4.3.6 实现免抹灰的装配式隔墙符合现行国家标准《装配式建筑评价标准》GB/T 51129、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232 中对于“干式工法”建造方式的要求。

4.4 装饰装修设计

4.4.1 装配式住宅内装修立足于部品、部件的工业化生产,其精度和品质大大优于传统装修方式,大大减少现场手工制作,使得装修施工现场实现装配化的可能。

4.4.2 由于住宅的室内装修建造方式具有多样性和个性化的特点,内装部品也种类繁多,故需要在设计阶段对室内装修的各类模块化部品进行设计和技术选型,从而更好的事项部品之间、部品与主体结构之间的合理匹配,从而形成完整的工业化装修解决方案。同时,设计阶段对内装部品与套内的设备和管线进行集成设计,利于部品的生产、安装以及后期的使用和维护,符合绿色建筑和装配式建筑的发展方向。

4.4.3 住宅装修材料应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222、《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325 的规定。

4.4.4 结合预制构件的特点,钢筋及金属件较多,因此,在设计时应在预制构件上预埋套管、预留孔洞、预埋管件,避免施工现场剔凿对结构造成破坏。

4.4.6 外墙内表面及分户墙表面可以采用适宜干式工法要求的集成化装修部品,设置墙面架空层,在架空层内可敷设管道管线,因此内装设计时与室内设备和管线要进行一体化的集成设计。

5 结构设计

5.2 荷载和作用

5.2.3 外挂墙板是独立的非结构构件,其受力和幕墙类似,现行规范未对外挂墙板的风荷载作出明确要求,本标准参考《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 或《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133,且二者的规定是一致的。《非结构构件抗震设计规范》JGJ 339 对非结构构件的地震作用计算有明确规定,所以外挂墙板的地震作用参照该规范执行。

5.4 结构分析与设计原则

5.4.5 本条主要针对大跨度的楼盖结构。楼盖结构舒适度控制已成为钢结构设计的重要工作内容。对于钢-混凝土组合楼盖结构,一般情况下,楼盖结构竖向频率不宜小于 3Hz,以保证结构具有适宜的舒适度,避免跳跃时周围人群的不舒适。一般住宅、公寓建筑楼盖结构的竖向频率小于 3Hz 时,需验算竖向振动加速度。

5.4.6 本条综合试验研究和实际工程经验,对开孔钢板墙给出了两个层间位移角限值。开孔钢板墙结构介于组合结构、钢管混凝土结构、混凝土剪力墙结构与纯钢板剪力墙结构之间,当外包钢板屈服时内部混凝土已开裂,鉴于开孔钢板墙钢板较薄,性能较偏向混凝土,故按组合通规及抗规要求取弹性层间位移角不宜大于 $1/600$,弹塑性层间位移角不宜大于 $1/100$ 。

5.4.7 本条结合现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》

JGJ 99-2015、现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 (2016 版)中对罕遇地震作用下弹性分析时阻尼比的取值规定确定开孔钢板墙结构的阻尼比取值范围。

5.5 结构体系

5.5.1 根据现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的结构体系结合标准针对的住宅类型进行类比总结。

5.5.2 开孔钢板墙结构最大适用高度取与钢筋混凝土剪力墙结构相同的规定。虽然钢板组合剪力墙结构的抗震性能优于钢筋混凝土剪力墙,但是本条较保守的取为与钢筋混凝土剪力墙相同的规定。

5.5.3 高层民用建筑的高宽比,是对结构刚度、整体稳定、承载能力和经济合理性的宏观控制;在结构设计满足本规程规定的承载力、稳定、抗倾覆、变形和舒适度等基本要求后,仅从结构安全角度讲高宽比限值不是必须满足的,主要影响结构设计的经济性。

5.5.4 参照现行国家及行业标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中 8.1.3 条和《组合结构设计规范》JGJ 138 中表 4.3.8 的规定,其中剪力墙结构比钢筋混凝土剪力墙的规定偏于安全。乙类设防的高层民用住宅建筑钢结构,其抗震等级的确定按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定处理。

在执行时,为了确保结构安全,应按构件受力情况采取相应构造措施,对 50m 以下房屋,表列等级偏宽。一般说来,耗能构件应从严,非耗能构件可稍宽。框架体系应从严,支撑框架体系可稍宽;高层从严,多层可稍宽;6、7 度可稍宽。不同结构体系的抗震性能差别较大,破坏后果也不同,在执行时应考虑此影响。

5.6 结构构件设计

5.6.1 本条根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2011(2016 版)中关于剪力墙厚度的规定,结合开孔钢板组合剪力墙的受力特性,在考虑钢板等效为混凝土墙体厚度的前提下对墙体厚度做了一定的减小。

5.6.2 本条参考现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2011(2016 版)中关于剪力墙最小高厚比的规定。L 型、T 型和 Z 型开孔钢板墙的短边墙肢外伸长度参考现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中关于边缘构件的尺寸规定。

5.6.4 本条参考现行行业标准《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380-2015 第 7.1.2 条,对应的墙体含钢率宜为 2%~8%。

5.6.5 限制最小厚度是为了保证施工过程中钢板的稳定性能及标准连接件的可焊性。现行行业标准《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 规定钢板混凝土剪力墙的钢板最小厚度为 10mm,美国规范 AISC 341 规定的最小厚度为 9.5mm。基于编制组进行的试验,试件的钢板厚度为 3~6mm,试件制作焊接及试验过程中未见钢板明显的局部变形,表明标准连接件可为钢板的局部稳定提供一定的约束。当标准连接件的间距满足式 5.6.7 的要求时,可以降低钢板最小厚度限值。因此为保证钢板的平整度,本条建议多层住宅开孔钢板墙钢板厚度不应小于 5mm,不宜小于 6mm;高层住宅开孔钢板墙钢板的厚度不应小于 6mm,不宜小于 8mm。

5.6.6 由于开孔钢板组合剪力墙的标准连接件(内凹冲压件)尺寸较大,前期进行的轴压试验研究表明,当取相邻两开孔间的净距时,钢板的屈曲发生在钢板的屈服之后,可有效的发挥钢板的承载力。本条公式相对保守的选择了 s_{st} 为连接件的间距。

5.6.7 编制组完成的相关试验中,钢板厚度为 5mm,采用了直

径 8mm、13mm 两种规格栓钉,均满足加工需求,且栓钉在试验中未损坏。现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 指出,焊钉规格为 10/13/16/19/22/25mm。考虑到焊钉为成熟工业产品,在满足受力最小直径要求、施工操作前提下,挑选合适的规格即可。出于成本考虑,设计人员亦不会选择大大超出实际需求的直径数值,故对于最大直径不需做出硬性规定。

现行行业标准《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 在构造要求部分规定栓钉的长度宜不小于 8 倍的栓钉直径。若极端情况下,栓钉长度超过墙中线,可采用栓钉错位布置方式,如图 4 所示。

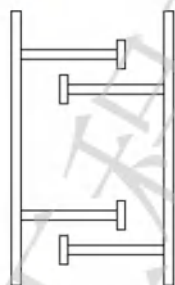


图 4 栓钉错位布置图

5.6.8 根据编制组进行的试验,开孔钢板墙易发生压弯破坏,在课题组开展的开孔钢板墙墙体的拟静力试验中,墙角处混凝土易发生压溃现象,因此在墙体两端设置暗柱或翼墙可有效增强墙体的延性,延缓构件的破坏。

5.6.9 该条均采用弹性刚度,国外规范多采用考虑混凝土开裂影响的非线性有效刚度,如增加 0.85 的折减系数,实际工程应用中混凝土的有效刚度可偏安全的取 0.85 的折减系数

5.6.11 该条引用现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 第 4.1.4 条,由于开孔钢板组合剪力墙厚度较薄,面外刚度较弱,较难抵抗面外弯矩,建议面外楼屋面梁采用铰接,同时在墙体内设置加强的暗柱,利于集中力的直接传递。

5.7 构件承载力计算

5.7.2 叠加理论是将钢板和混凝土两部分的承载力分别计算,然后进行简单叠加作为开孔钢板墙的轴压承载力。编制组完成的开孔钢板墙轴心受压试验结果表明,开孔钢板墙外包钢板对内部混凝土有一定的约束作用,可以使得开孔钢板墙的轴压承载力提高,通过计算表明,开孔钢板墙构件考虑组合效应的轴压承载力提高较简单叠加计算得到的轴压承载力提升在10%以内,故本条较为保守的选择将钢板和混凝土两部分的轴压承载力简单叠加作为开孔钢板墙的轴心受压承载力。

5.7.3 现行美国规范《Specification for Structural Steel Buildings》ANSI/AISC360 在计算组合构件的压弯承载力时,给出了两种计算方法:一种是全截面塑性方法;另一种是应变协调法(类似于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中钢筋混凝土构件的正截面承载力计算方法)。现行欧洲规范《Eurocode 4: Design of Composite Steel and Concrete Structures-Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings》BS EN 1994-1-1:2004 在计算组合构件的压弯承载力时,采用的也是全截面塑性方法。这里不采用应变协调法的原因有下列几点:①用应变协调法很难给出显式计算公式,计算较为复杂;②由于钢板对混凝土的约束作用,混凝土的变形能力远高于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的极限压应变0.0038;③钢板对组合剪力墙的承载力贡献较大,如果采用混凝土的极限应变来控制截面的受弯承载力,过于保守。

当考虑开孔钢板墙翼缘墙肢参与受弯的计算时,应包括受压和受拉两种情况,以T形墙肢为例分别计算两种情况下的抗弯承载力。正交方向受弯时,抗弯承载力偏于安全地采用平行于受力方向的一字形墙肢近似计算。

1 开孔钢板墙翼缘墙肢受压时,塑性中和轴高度一般位于截面腹板墙肢内(图 5),受弯承载力设计值可按式计算:

$$\begin{cases} M = C_1 h^2 + C_5 h + C_4 \\ h = -\frac{C_3}{C_2} \end{cases} \quad (1)$$

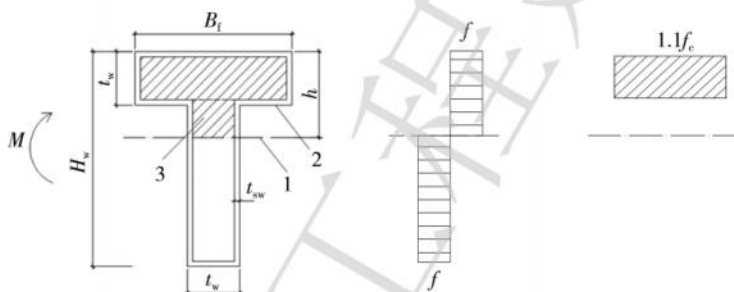
$$C_1 = 2t_{sw}f_y \quad (2)$$

$$C_2 = 4t_{sw}f_y \quad (3)$$

$$C_3 = (B_f - t_w - 2H_w)t_{sw}f_y + (B_f - 2t_{sw})(t_w - 2t_{sw}) \times 1.1f_c \quad (4)$$

$$C_4 = t_{sw}H_w^2f + t_w t_{sw}H_w f_y - 0.55(B_f - 2t_{sw})(t_w - 2t_{sw})t_w f_c \quad (5)$$

$$C_5 = (B_f - 2H_w - t_w)t_{sw}f_y \quad (6)$$



(a) 截面中和轴及拉压应力分布 (b) 钢板应力简化 (c) 混凝土应力简化

图 5 翼缘墙肢受压时截面应力分布简化模型

1—截面中和轴;2—忽略中和轴附近钢板的承载力;3—忽略中和轴附近混凝土的承载力

2 开孔钢板墙翼缘墙肢受拉时,塑性中和轴高度一般位于截面腹板墙肢内(图 6),受弯承载力设计值按下式计算:

$$\begin{cases} M = C_1 h^2 + C_5 h + C_4 \\ h = -\frac{C_3}{C_2} \end{cases} \quad (7)$$

$$C_1 = 2t_{sw}f_y + 0.5(t_w - 2t_{sw})f_c \quad (8)$$

$$C_2 = 4t_{sw}f_y + (t_w - 2t_{sw})f_c \quad (9)$$

$$C_3 = (t_w - B_f - 2H_w)t_{sw}f_y - (t_w - 2t_{sw})t_{sw}f_c \quad (10)$$

$$C_4 = B_f t_{sw} H_w f_y + t_{sw} H_w^2 H_w^2 f_y \quad (11)$$

$$C_5 = (t_w - B_f - 2H_w)t_{sw}f_y - 0.5(t_w - 2t_{sw})t_{sw}f_c \quad (12)$$

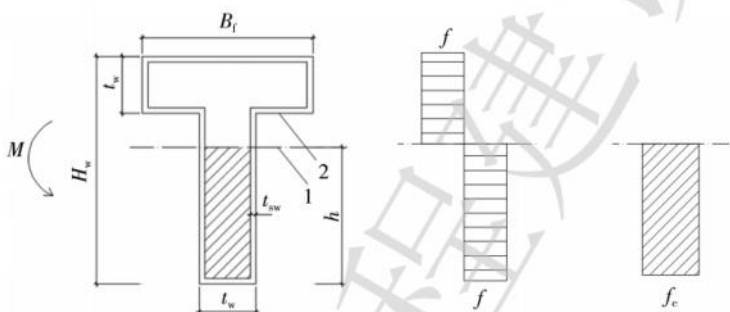
式中: M —— 开孔钢板墙截面受弯承载力(N);

B_f —— 开孔钢板墙翼缘墙肢宽度(mm);

t_w —— 钢板组合剪力墙翼缘墙肢和腹板墙肢厚度(mm);

h —— 钢板组合剪力墙塑性中和轴高度(mm);

t_{sw} —— 钢板组合剪力墙中钢板厚度(mm)。



(a) 截面中和轴及拉压应力分布 (b) 钢板应力简化 (c) 混凝土应力简化

图6 翼缘墙肢受拉时截面应力分布简化模型

1—截面中和轴;2—忽略中和轴附近钢板的承载力

3 开孔钢板墙压-弯复合作用承载力设计值按下式计算:

$$\begin{aligned} \text{当 } N \geq N_b, \frac{N - N_b}{N_u - N_b} + \frac{M}{M_b} &= 1 \\ \text{当 } N_c \leq N \leq N_b, \frac{N_b - N}{N_b - N_c} + \frac{M_c - M}{M_c - M_b} &= 1 \\ \text{当 } N < N_c, \frac{N}{N_c} + \frac{M - M_u}{M_c - M_u} &= 1 \end{aligned} \quad (13)$$

式中: N_u —— 开孔钢板墙的轴心抗压承载力设计值(N);

M_u —— 开孔钢板墙的抗弯承载力设计值(N·mm);

M_c —— 开孔钢板墙承载力 N - M 相关曲线上弯矩设计值最大值(N·mm);

N_c —— 开孔钢板墙承载力 N - M 相关曲线上弯矩设计值最

大值对应的轴力设计值(N)；

N_b ——取为开孔钢板墙承载力 N - M 相关曲线上弯矩设计值最大值对应的轴力设计值的 2 倍(N)；

M_b ——取为开孔钢板墙抗弯承载力设计值 M_u ($N \cdot mm$)。

基于大量参数分析,回归得到不同参数组合情况下计算轴力和弯矩共同作用下开孔钢板墙的承载力的相关公式。对于一字形、L 形和 T 形墙均可分为翼缘受压和受拉两种情况,设计公式将数值计算的承载力相关公式进行了简化,得到了(图 7)所示的三段式(A-B-C-D)的简化形式。

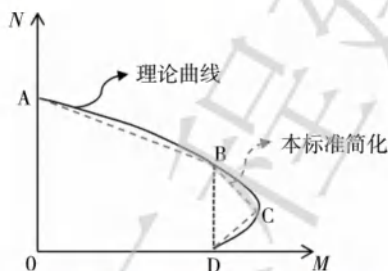


图 7 开孔钢板墙 N - M 承载力相关曲线及简化形式

5.7.4 目前对开孔钢板墙中混凝土对抗剪贡献的研究还不充分,因此保守仅考虑钢板的抗剪贡献,简化取平行受力方向的腹板墙肢两侧外包钢板的面积计算。

5.7.5 本条参考现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138、《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。轴压比的限值和抗震等级同现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定,但这里轴压比的计算中包含了钢板的贡献,相比钢筋混凝土剪力墙,轴压比限值有所放宽。

5.7.6 标准连接件(栓钉)的作用是使外侧钢板和内填混凝土形成整体,防止两者相互分离。在压应力作用下,钢板具有向外发生局部屈曲的趋势,从而使标准连接件(栓钉)承担拉力,该拉力

与标准连接件(栓钉)作用范围内钢板的压应力的合力呈正相关,标准连接件拉力系数以及标准连接件(栓钉)拉力设计公式参考现行行业标准《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 的有关规定。

5.7.7 标准连接件及栓钉的抗拉承载力计算公式参考现行行业标准《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380 第 7.2.6 条的规定,也参考了美国规范《Building code requirements for Structural Concrete and Commentary》ACI 318 中的相关规定。

5.8 节点连接设计和构造

5.8.6 本条参考现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138 中 7.4.4 条的规定。偏心受压墙埋入式墙脚的埋置深度计算公式是假设由墙脚与基础混凝土之间的侧压力来平衡墙体受到的弯矩和剪力,并对由此建立的计算公式进行简化。通过试验验证,该公式适用于压弯和拉弯两种情况。

5.8.8 本条参考现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138 的有关规定。假定墙轴力全部由墙脚底板直接传给基础,得出墙脚底板的构造要求

5.8.13 基于编制组完成的相关加劲肋板节点的抗震性能研究,提出了节点刚度的设计建议,以保证满足刚性连接的要求。

5.9 楼盖结构设计

5.9.1 楼盖在结构受力上除抵抗竖向荷载外,其楼板尚有协同所有竖向构件参与整体抗侧工作,保证结构整体稳定性。故在楼板面内需确保一定的刚度和足够的抗剪强度,并确保楼板与钢梁及抗侧构件的连接强度。

钢筋混凝土楼板的最小截面厚度及保护层厚度应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《高层民用建筑设计防

火规范》GB 50045 的相关规定执行。

装配式钢结构建筑的楼盖选型应符合建筑工业化的发展要求,改变现场支模、拆模的传统施工方式,减少现场施工工作量,充分发挥钢结构施工速度快的优势,采用标准化、通用化的组合楼板部品部件。楼板的构造选型还应考虑受力、隔声及楼盖舒适度的要求。

5.9.5 免拆模钢筋桁架楼承板与开孔钢板墙的连接大样可参考图 8。预制板搁置在开孔钢板墙上的长度分别不宜小于 65mm,并应同时采取与开孔钢板墙可靠连接的构造措施,装配整体式楼板与开孔钢板墙的连接大样可参考图 9。

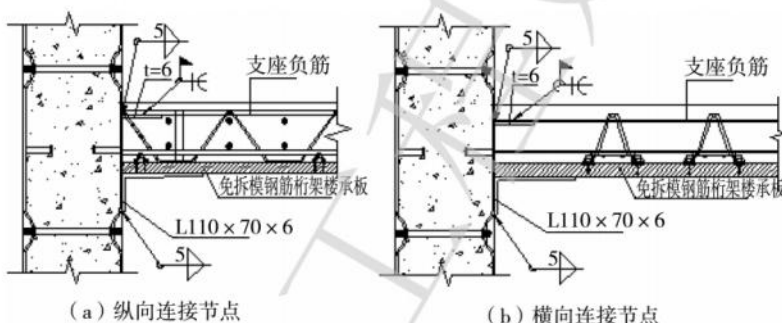


图 8 免拆模钢筋桁架楼承板与开孔钢板墙的连接大样

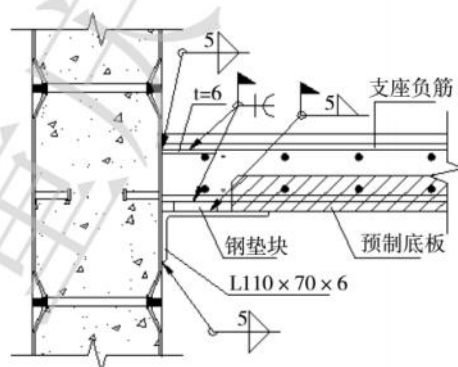


图 9 装配整体式楼板与开孔钢板墙的连接大样

6 设备与管线系统设计

6.1 一般规定

6.1.1 建筑管线主要有给水排水管道,供暖、通风和空调管道,电气管线,燃气管道等。

6.1.3 目前建筑设计,尤其是住宅建筑设计,一般均将设备管线埋在楼板或墙体中,把使用年限不同的主体结构和管线混在一起建造。若干年后,大量的建筑虽然主体结构尚可,但装修和设备等早已老化,改造更新困难,甚至不得不拆除重建,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。

6.1.4 在具有防火及防腐保护层的钢构件上安装管道或设备支吊架时,不得采取焊接的方法固定,以避免保护层的破坏,宜采用免焊装配式抗震支架、吊架。

6.1.5 设备与管线应方便检查、维修、更换,且在维修更换时不影响主体结构。竖向管线宜集中布置于管井中。钢构件上为管线、设备及其吊挂配件预留的孔洞、沟槽宜选择对构件受力影响最小的部位,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处理措施。设计过程中设备专业应与建筑和结构专业密切沟通,防止遗漏。

6.1.6 装配式开孔钢板组合剪力墙住宅与装配式混凝土建筑对部品与配管连接、配管与主管道连接及部品间连接均应采用标准化接口,且应方便安装、使用和维护。

6.2 给水排水设计

6.2.1 对原国家标准中针对给水系统设计的相关内容进行了整理和归纳。为便于日后管道维修拆卸,给水系统的给水立管与部品配水管道的接口宜设置内螺纹活接连接。实际工程中由于未采用活接头,在遇到有拆卸管路要求的检修时,只能采取断管措施,增加了不必要的施工量。采用装配式的管线及其配件连接,可减少现场焊接、热熔工作。

7 钢结构的防护

7.1 防腐设计

7.1.1 在住宅的厨房、卫生间的钢结构也可以采用外包混凝土的方法处理。

7.2 防火设计

7.2.4 当升温温度超过 100°C 时,开孔钢板墙中混凝土会出现水分蒸发现象,排气孔的设置是为了保证高温下墙体内部混凝土中水蒸气的排出,排气孔纵向间距不宜超过 6m,也可与观察孔、应力释放口等合并。

8 制作与运输

8.1 一般规定

8.1.1 规定了开孔钢板墙生产企业的基本要求。从企业的生产、技术管理等方面进行了规定,也规定了安全、质量和环境管理体系的要求。

8.1.2 从机械化生产的角度,提出对开孔钢板墙构件实行生产线作业和信息化管理的要求,以保证产品加工质量稳定。

8.3 运输与堆放

8.3.1 重庆地区坡地、桥梁众多,在很多地方路面狭窄坡陡弯大或有重量、高度、宽度限制,因此运输方式需要充分考虑项目地点地理位置、地势条件等因素。

8.3.2 对于外形较大、刚度较大、不易变形的构件可采用裸装发运,运输过程中杆件间应设置保护措施。

9 施工安装

9.1 一般规定

9.1.1 本条规定了装配式开孔钢板墙建筑工程施工前应编制专项方案并按规定论证、审批,以确保开孔钢板墙住宅项目的安全、质量、进度、成本受控。

9.1.2 为使安装工效高、质量优、安全可靠、成本低,安装专项方案中必须对钢板墙的制作提出要求。

9.1.3 开孔钢板墙钢板厚度一般不超过 10mm,单片剪力墙未形成框架时,运输及吊装易变形,另外工程中也须确保安装过程中的工效性、安全可靠性、成本低廉性,因此安装中应考虑施工缝的设置,从而在工厂制作或现场组装时确保剪力墙的宽度与长度。

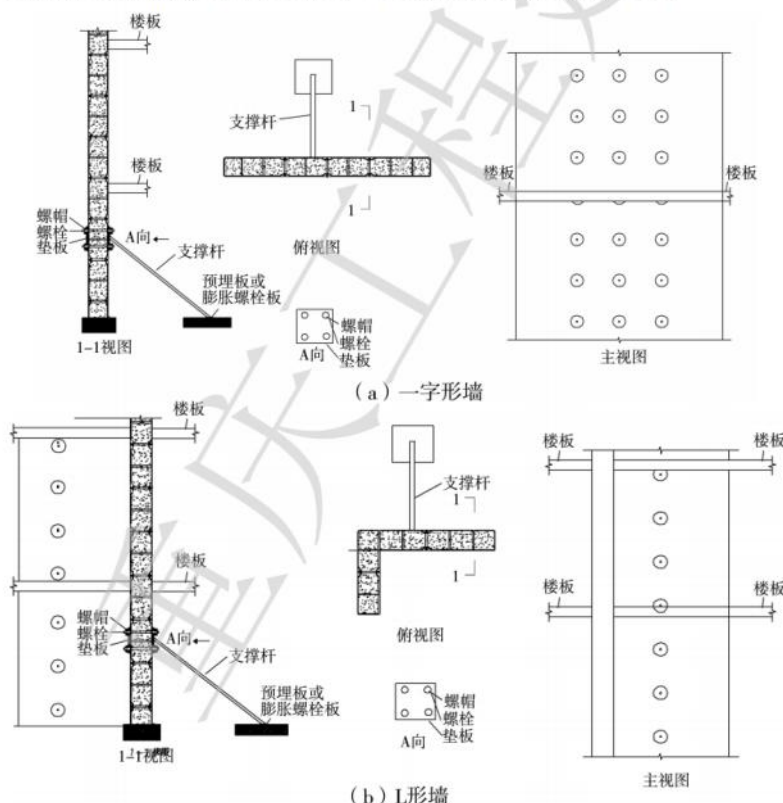
9.1.5 本条规定鼓励在开孔钢板墙建筑项目管理的各个环节充分利用信息化技术(BIM 技术),结合施工方案,进行虚拟建造、虚拟碰撞检测等,为施工单位制定人机料计划提供精确支撑,减少资源、物流、仓储等环节,达到提高施工效率,确保施工质量,保障施工安全的目的。

9.1.6 开孔钢板墙住宅系新型结构体系建筑,其建筑施工的工艺与传统的混凝土与钢框架有较大的不同,为确保建筑施工的安全、质量、进度、成本受控,须对施工人员进行专业的技术与安全培训。

9.1.8 为确保施工过程中的安全及工效,与开孔钢板墙连接的边缘构件宜在安装前组装在钢板剪力墙上,安装开孔钢板墙时实现了开孔钢板墙与边缘构件整体安装。

9.2 安装与连接

9.2.1 安装阶段的结构稳定性对保证施工安全和安装精度非常重要,构件在安装就位时,应及时采用临时措施进行固定,及时对开孔钢板墙之间接口进行焊接,及时连接剪力墙之间钢梁。临时支撑或固定措施应具有足够的承载力,并且不使结构产生永久变形。临时支撑的设置点在安装前应进行确定,临时支撑在安装前应进行设计并进行验算,临时措施可采用图 10 所示的支撑形式,临时支撑点为两个,一个是墙上装配式螺栓板,另一个是地上预埋钢板或膨胀螺栓板,支撑杆与支撑点采用焊接的形式。



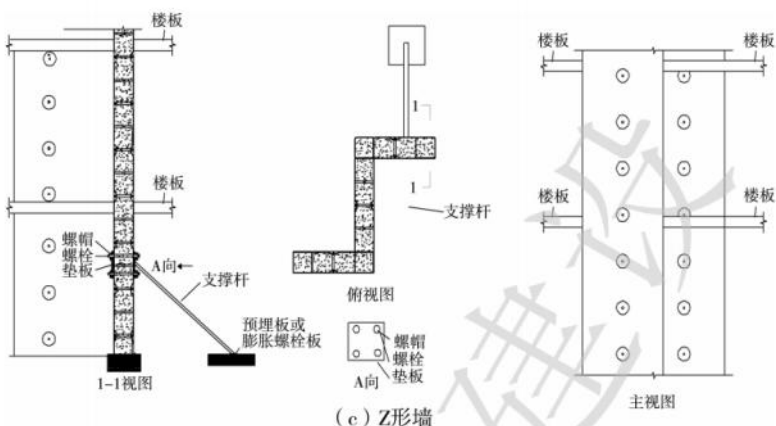


图 10 临时支撑或固定措施

9.2.3 开孔钢板墙施工过程中应进行监测,监测内容包括结构变形监测、环境变化监测等。一般情况监测点宜布置在监测对象的关键部位。

9.2.6 外围护系统可在一个流水段钢板剪力墙主体结构分项工程验收合格后,同步施工,既保证工程的进度要求,又可借助已完成的作业面确保施工人员安全施工。

9.2.7 主管、重设备与开孔钢板墙或钢梁的连接需进行受力计算。

11 使用与维护

11.1 一般规定

11.1.1 建筑的设计条件、使用性质及使用环境是建筑设计、施工、验收、使用和维护的基本前提。建筑的使用荷载和装饰装修的改变,会影响建筑结构的安全。

11.1.4 地震或火灾后,物业服务企业应对建筑进行全面检查,必要时应提交房屋质量检测机构进行评估,并采取相应的维修措施。

11.2 使用要求

11.2.1 建筑使用条件、使用性质及使用环境与建筑设计使用年限内的安全性、适用性和耐久性密切相关,不得擅自改变。

11.2.2 为确保主体钢结构的可靠性,在建筑的室内二次装修、改造和使用过程中,不应主体钢结构进行切割、开孔等损伤主体钢结构的的行为。

11.2.3 国内外钢结构建筑的使用经验表明,在正常使用和维护条件下,主体结构在设计使用年限内一般不存在耐久性问题。但建筑保温、外墙防水等构造措施破坏会导致钢结构结露、渗水受潮,以及防腐措施的破坏会加剧钢结构的腐蚀。防火保护措施破坏则会影响钢结构建筑在火灾工况下的安全性。