



T/CECS 641-2019

中国工程建设标准化协会标准

**箱式钢结构集成模块建筑
技术规程**

Technical specification for containerized
steel modular buildings

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

箱式钢结构集成模块建筑
技术规程

Technical specification for containerized
steel modular buildings

T/CECS 641-2019

主编单位：中国建筑设计研究院有限公司
中集模块化建筑投资有限公司
批准单位：中国工程建设标准化协会
施行日期：2 0 2 0 年 4 月 1 日

中国计划出版社

2019 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第 516 号

关于发布《箱式钢结构集成模块建筑 技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2017 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2017〕014 号)的要求,由中国建筑设计研究院有限公司、中集模块化建筑投资有限公司等单位编制的《箱式钢结构集成模块建筑技术规程》,经本协会钢结构专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 641—2019,自 2020 年 4 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
二〇一九年十一月二十八日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2017 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2017〕014 号)的要求,规程编制组经深入调查研究,认真总结实践经验,并广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分 9 章和 10 个附录,主要内容包括:总则、术语和符号、基本规定、建筑设计、结构设计、箱式模块制作与运输、现场安装、质量验收、维护与管理等。

本规程的某些内容涉及一种准确定位的集装箱房屋模块间连接点结构(ZL 2017 2 0221585.9)等专利。涉及专利的具体技术问题,使用者可直接与本规程主编单位协商处理。本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会钢结构专业委员会归口管理,由中国建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中,如有需要修改或补充之处,请将有关资料和建议寄送解释单位(地址:北京市西城区车公庄大街 19 号,邮编:100044),以供修订时参考。

主 编 单 位: 中国建筑设计研究院有限公司
中集模块化建筑投资有限公司

参 编 单 位: 国住人居工程顾问有限公司
天津大学
建研科技股份有限公司
中建钢构有限公司
中设安泰(北京)工程咨询有限公司
公安部天津消防研究所

广东中集建筑制造有限公司

同济大学

中建三局第一建设工程有限责任公司

北京浩石集成房屋有限公司

主要起草人：任庆英 娄 霓 刘燕辉 肖 俭 陈 洋
易国辉 周永安 张兰英 宗 亮 徐福全
李春田 徐 斌 姚松经 袁亚明 丁 阳
颜 斌 郭 宁 刘长松 王 东 庄 彤
江 磊 田玉香 彭 磊 吴 磊 贾艳明
彭典勇 易仁斌 朱宏利 宋文晶 邓 超
黄 浩 韩亚非 蒋 媛 张 昕 鄢得华
曾金盛 马 敏 陈晓波 薛伟辰 王小明
陈英选 贺立杰 胡 翔
主要审查人：娄 宇 刘琼祥 丁永君 胡 璧 史 毅
吴 胤 张 伟 孙晓彦 李 军

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(4)
3	基本规定	(6)
4	建筑设计	(7)
4.1	一般规定	(7)
4.2	模数协调	(7)
4.3	建筑平立面设计与模块组合	(9)
4.4	建筑防火	(10)
4.5	外围护系统	(10)
4.6	室内装饰装修	(11)
4.7	设备与管线	(13)
5	结构设计	(15)
5.1	一般规定	(15)
5.2	结构体系与结构布置	(17)
5.3	结构整体计算与分析	(17)
5.4	地基、基础和地下室	(19)
5.5	箱式模块结构	(19)
5.6	箱式模块连接	(26)
5.7	钢结构防腐	(28)
6	箱式模块制作与运输	(30)
6.1	一般规定	(30)
6.2	原材料及成品进厂验收	(30)
6.3	工厂集成制作	(31)

6.4	工厂验收	(32)
6.5	出厂	(35)
6.6	包装、运输与堆放	(36)
7	现场安装	(38)
7.1	一般规定	(38)
7.2	箱式模块安装与连接	(38)
7.3	设备与管线系统连接安装	(40)
7.4	建筑接缝防火、防水处理	(41)
8	质量验收	(43)
8.1	一般规定	(43)
8.2	箱式模块的进场验收	(43)
8.3	箱式模块安装与连接验收	(45)
8.4	设备与管线系统连接安装验收	(46)
8.5	建筑接缝防火、防水验收	(48)
9	维护与管理	(50)
附录 A	箱式模块建筑典型部位防火构造节点	(51)
附录 B	箱式模块箱底板和外墙幕墙构造节点	(53)
附录 C	箱式模块的分部工程、分项工程划分(工厂部分)	(54)
附录 D	箱式模块的检验批质量验收记录表	(59)
附录 E	箱式模块的分部工程质量验收记录表	(60)
附录 F	箱式模块的分项工程质量验收记录表	(61)
附录 G	装修材料进厂验收记录表	(62)
附录 H	钢结构工程有关安全及功能的检验和见证 检测项目	(63)
附录 J	箱式模块钢结构分项工程检验批质量验收记录	(64)
附录 K	箱式模块船运试验项目	(71)
	本规程用词说明	(76)
	引用标准名录	(77)
	附:条文说明	(79)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(4)
3	Basic requirements	(6)
4	Architectural design	(7)
4.1	General requirements	(7)
4.2	Modular coordination	(7)
4.3	Module layout design	(9)
4.4	Fire safety	(10)
4.5	Building envelope system	(10)
4.6	Interior design	(11)
4.7	Mep design	(13)
5	Structural design	(15)
5.1	General requirements	(15)
5.2	Structural system and layout	(17)
5.3	Overall structure calculation and analysis	(17)
5.4	Foundation and basement	(19)
5.5	Module structure	(19)
5.6	Connections	(26)
5.7	Corrosion protection	(28)
6	Manufacture and transportation	(30)
6.1	General requirements	(30)
6.2	Incoming materials check	(30)

6.3	Module manufacture	(31)
6.4	Quality acceptance in factory	(32)
6.5	Leave the factory	(35)
6.6	Packing, transportation and stacking	(36)
7	On-site installation	(38)
7.1	General requirements	(38)
7.2	Module installation and connection	(38)
7.3	Mep connection	(40)
7.4	Architectural zip-up work	(41)
8	Quality acceptance	(43)
8.1	General requirements	(43)
8.2	Module acceptance on site	(43)
8.3	Module installation and connection acceptance	(45)
8.4	Mep connection acceptance	(46)
8.5	Architectural zip-up work acceptance	(48)
9	Maintenance and management	(50)
Appendix A	Typical fire protection details of containerized steel modular building	(51)
Appendix B	Details of module floor system and external curtain wall	(53)
Appendix C	Divisional work and subdivisional work of module(in factory)	(54)
Appendix D	Quality acceptance record form of box module	(59)
Appendix E	Quality acceptance record form of divisional work	(60)
Appendix F	Quality acceptance record form of subdivisional work	(61)
Appendix G	Incoming fit-out material inspection	

	record form	.....	( 62)
Appendix H	Inspections and tests plan for security of steelwork	.....	( 63)
Appendix J	Quality acceptance record of subdivisional steelwork	.....	( 64)
Appendix K	Steel module shipping test plan	.....	( 71)
	Explanation of wording in this specification	.....	( 76)
	List of quoted standards	.....	( 77)
	Addition; Explanation of provisions	.....	( 79)

1 总 则

1.0.1 为规范箱式钢结构集成模块建筑的技术要求,做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度 8 度及 8 度以下地区,以箱式钢结构集成模块为基本建筑单元的民用建筑的设计、制作、现场安装、质量验收、维护与管理。

1.0.3 箱式钢结构集成模块建筑的技术要求除应执行本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 箱式钢结构集成模块 containerized steel module

由钢结构主体结构、箱壁板、箱底板、箱顶板、内装部品、设备管线等集成的具有建筑使用功能的箱式空间体,并满足相关建筑性能要求和吊装运输的性能要求。简称箱式模块。

2.1.2 箱式钢结构集成模块建筑 containerized steel modular building

以预制的箱式钢结构集成模块为主,在施工现场组合而成的装配式建筑。简称箱式模块建筑。

2.1.3 单元式建筑幕墙 panelized curtain wall

将面板和金属框架(横梁、立柱)在工厂组装为幕墙单元,以幕墙单元形式完成安装施工的建筑幕墙。简称单元式幕墙。

2.1.4 箱壁板 module side panel

箱式模块四周的壁板,按壁板所在箱式模块的位置区分,短向的为端壁板,长向的为侧壁板,按材料分为金属箱壁板与非金属箱壁板。

2.1.5 箱底板 module floor system

箱式模块内承托楼面荷载的构造体系,其自下到上的构造一般为钢底板、底板梁、梁间填充物、水泥纤维板、建筑面层。

2.1.6 箱顶板 module ceiling system

位于箱式模块顶部具有风雨密闭和保护功能的构造体系,应具有一定的强度和刚度,其自下到上的构造一般为耐火板材、顶板梁、钢顶板。

2.1.7 箱式模块柱 module column

箱式模块的承重立柱,按立柱所在箱式模块的位置分为箱式模块四角的角柱和箱式模块侧面的中柱。

2.1.8 上边梁 ceiling beam

箱式模块箱顶板周边的梁。

2.1.9 下边梁 floor beam

箱式模块箱底板周边的梁。

2.1.10 箱式模块连接件 module connector

设于箱式模块底部和顶部的连接件,用于箱式模块与箱式模块之间、箱式模块与非箱式模块结构构件之间连接,包括箱式模块角部连接件、箱式模块中部连接件、以及箱式模块与非箱式模块结构之间的连接件等。

2.1.11 连接盒 connection box

箱式模块柱与上、下边梁交接处设置的便于梁柱节点连接以及层间竖向连接和水平连接的钢板焊接盒体。

2.1.12 自锁式连接 self-locking connection

连接件公件插入连接件母件即完成锁紧并能传递一定内力的连接。

2.1.13 自锚式连接 self-anchoring connection

连接件公件插入装有高强无收缩浆液的连接件母件中,经凝固成型完成锚固并能传递一定内力的连接。

2.1.14 叠箱结构体系 self-stabilising module structural system

由箱式模块叠置并通过连接件相互连接而成的能承受竖向和水平作用的结构体系。

2.1.15 箱式模块-钢框架结构体系 modules and steel frame structural system

由箱式模块与钢框架组成的共同承受竖向和水平作用的结构体系。简称箱-框结构体系。

2.1.16 箱式模块-钢框架-支撑结构体系 modules and steel

bracing frame structural system

由箱式模块与钢框架-支撑组成的共同承受竖向和水平作用的结构体系。简称箱-框-支撑结构体系。

2.1.17 堆码角件 stacking corner fittings

箱式模块运输与吊装过程中设置在箱底板梁的用于支撑与固定的支撑件。

2.1.18 起吊角件 lifting corner fittings

箱式模块运输与吊装过程中设置在箱顶板梁的用于吊装与固定的支撑件。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能与计算指标:

f_v ——波纹钢箱壁板钢材的抗剪强度设计值;

f ——波纹钢箱壁板钢材的抗拉强度设计值;

f_y ——波纹钢箱壁板的钢材牌号所指的屈服点;

V ——波纹钢箱壁板的抗剪承载力;

K_0 ——波纹钢箱壁板的抗侧刚度;

E ——波纹钢箱壁板的钢材弹性模量;

μ ——波纹钢箱壁板的钢材泊松比;

D_x ——垂直于波纹钢箱壁板板肋方向的弯曲刚度;

D_y ——平行于波纹钢箱壁板板肋方向的弯曲刚度;

I_{wy} ——单位波长波纹钢箱壁板的截面惯性矩。

2.2.2 几何参数:

λ ——波纹钢箱壁板波纹的波长;

λ_s ——波纹钢箱壁板剪力墙的相对高厚比;

H_g ——波纹钢箱壁板的净高度;

L_g ——波纹钢箱壁板的净长度;

I_z ——波纹钢箱壁板绕强轴的截面惯性矩;

t ——波纹钢箱壁板的厚度;

s ——腹板波纹波长的展开长度；

$a、b、c、\theta$ ——波纹钢箱壁板几何参数；

χ ——开洞率,为洞口面积与整个墙体面积的比值；

ω ——单位波长波纹钢箱壁板中水平板带宽度和倾斜板带宽度的较大值。

2.2.3 系数:

γ ——计入初始缺陷和弹性屈曲影响的刚度折减系数；

η ——截面形状系数,为波纹板展开长度与水平净长度的比值；

χ_c ——计入屈曲的承载力折减系数；

ω_f ——计入开洞影响的承载力折减系数；

$\chi_{c,l}$ ——计入波纹钢箱壁板局部屈曲的抗剪承载力折减系数；

$\chi_{c,g}$ ——计入波纹钢箱壁板整体屈曲的抗剪承载力折减系数；

$\bar{\lambda}_{c,l}$ ——计入波纹钢箱壁板局部屈曲的抗剪强度折减系数；

$\bar{\lambda}_{c,g}$ ——计入波纹钢箱壁板整体屈曲的抗剪强度折减系数。

3 基本规定

3.0.1 箱式模块建筑应符合通用化、标准化、模数化、工业化和集成化的原则,并应满足适用性能、环境性能、安全性能、耐久性能等要求。

3.0.2 箱式模块建筑建设应进行技术策划,确定可行的技术配置和经济适宜的建设标准。

3.0.3 箱式模块建筑的室内装饰装修应推行标准化、模数化、装配化、智能化,兼顾多样化和个性化,宜采用新技术、新工艺、新材料、新设备。

3.0.4 当房屋高度、规则性、结构类型、装配方案、连接节点形式等超出本规程的规定或抗震设防标准等有特殊要求时,可采用结构抗震性能化设计方法进行补充分析和论证。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 箱式模块建筑设计时应遵循功能实用性、设计集成性、组合多样性与施工便利性的设计原则,并应兼顾箱式模块及建筑部件的模数化、标准化和通用化。

4.1.2 箱式模块建筑设计时,建筑、结构、设备、内装等各专业间应相互协调、同步进行,实现建筑、装修一体化设计。

4.1.3 箱式模块外轮廓尺寸长度不宜大于 17m,宽度不宜大于 4.5m,高度不宜大于 3.6m。

4.1.4 箱式模块建筑内装系统设计与部品选型应满足绿色环保的要求,室内污染物限制应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 的有关规定。

4.2 模数协调

4.2.1 箱式模块建筑设计应以箱式模块的基本尺寸作为设定组合模数的依据。

4.2.2 箱式模块建筑中的箱式模块部分应以箱式模块结构外皮作为定位轴线,并应表达相邻箱式模块的结构外皮间隙距离(图 4.2.2)。

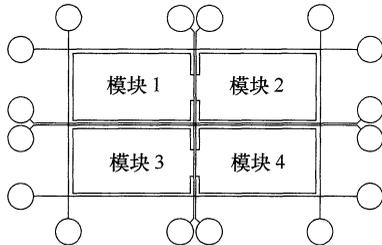


图 4.2.2 箱式模块定位轴线示意图

4.2.3 箱式模块建筑的层高应为各层之间楼面面层完成面的垂直距离(图 4.2.3),顶层的层高应为顶层楼面面层完成面到屋顶结构完成面之间的垂直距离。

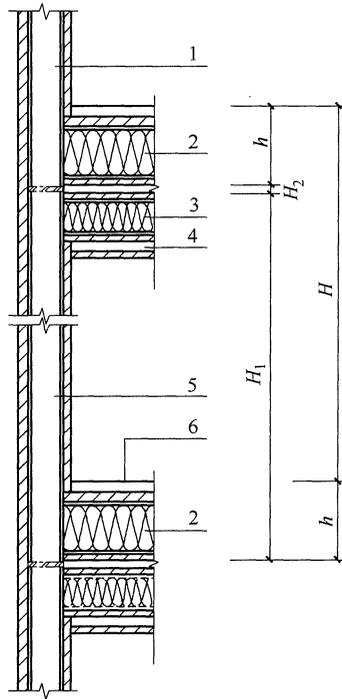


图 4.2.3 箱式模块建筑剖面示意图

H —层高; H_1 —单个箱式模块的高度; H_2 —箱式模块竖向间隙; h —箱底板厚度;

1—上层墙体;2—箱底板;3—箱顶板;4—吊顶;

5—下层墙体;6—建筑楼面面层完成面

4.2.4 相邻箱式模块的结构外皮间隙距离,水平方向相邻箱式模块结构外皮间隙、箱式模块结构与非箱式模块结构外皮间隙最小部位不宜小于 20mm,竖直方向相邻上下箱式模块边梁的结构外皮间隙不宜小于 20mm。

4.3 建筑平立面设计与模块组合

4.3.1 箱式模块建筑设计应在模数协调的基础上遵循“少规格、多组合”的设计原则,并宜兼顾建筑的多样性和经济性。

4.3.2 箱式模块建筑平面设计宜符合下列规定:

1 建筑的平面布置宜规则有序;

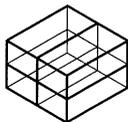
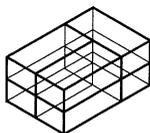
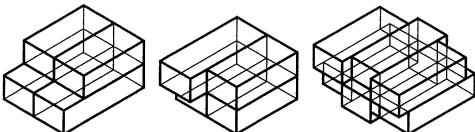
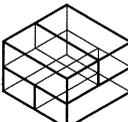
2 楼梯间、电梯间、管线密集的区域,宜采用独立箱式模块或布置在非箱式模块区域;

3 雨篷、空调室外机搁板宜设置在楼层标高处。

4.3.3 箱式模块建筑的立面设计应满足规划要求,外立面宜简洁顺畅,分割尺寸应合理,并宜减少装饰构件的使用。

4.3.4 箱式模块建筑的组合宜采用表 4.3.4 的方式。

表 4.3.4 箱式模块建筑的组合方式

组合方式	三维示意
并列式	 A 3D wireframe diagram showing two rectangular modules placed side-by-side in a parallel arrangement.
纵横交错	 A 3D wireframe diagram showing rectangular modules arranged in a staggered, interlocking pattern.
立面凹凸	 Three 3D wireframe diagrams illustrating different facade arrangements: one with a protruding front edge, one with a recessed front edge, and one with a complex, stepped facade.
纵横咬合	 A 3D wireframe diagram showing rectangular modules arranged in a grid pattern where they interlock at the corners.

4.4 建筑防火

4.4.1 箱式模块建筑的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的有关规定。箱式模块建筑钢结构构件防火保护措施及构造应根据实际工程确定各构件的耐火极限要求,其中箱顶板和箱底板组成的复合系统的燃烧性能和耐火极限宜按梁的要求执行,带有承重钢柱和箱壁板的复合墙体系统的燃烧性能和耐火极限宜按柱的要求执行。

4.4.2 在箱式模块建筑的设计文件中,应注明建筑的设计耐火等级、构件的设计耐火极限、所需要的防火保护措施及防火保护材料的燃烧性能要求。箱式模块建筑典型部位的防火构造可采用本规程附录 A 所示的做法,箱式模块箱底板和外墙幕墙的防火构造可采用本规程附录 B 所示的做法。

4.4.3 相邻箱式模块间以及箱式模块与非箱式模块结构之间的水平缝和竖向缝,应采用不燃材料进行填塞封堵。

4.4.4 箱式模块建筑二次装修后,箱式模块建筑构件的防火性能不应低于原建筑。

4.5 外围护系统

4.5.1 箱式模块建筑外围护系统的设计应符合下列规定:

1 外围外墙板、幕墙、外门窗、阳台板、空调室外机搁板等应进行集成设计;

2 应采用满足建筑性能的构造连接措施;

3 建筑外墙宜采用单元式幕墙体系。

4.5.2 箱式模块建筑外墙应进行整体防水设计,并应符合下列规定:

1 建筑外墙整体防水设计应包括外墙防水工程的构造、防水层材料的选择和节点的密封防水构造;

2 建筑外墙防水材料应根据工程所在地区的气候环境特点选用,防水层应设置在迎水面;

3 建筑外墙节点的防水设计应包括门窗洞口、雨篷、阳台、变形缝、伸出外墙管道、女儿墙压顶、外墙预埋件、预制构件等交接部位的防水构造;

4 外墙构造应满足保温材料的粘、锚等要求,保温材料锚固节点应采取防水措施。

4.5.3 箱式模块建筑应对下列拼接、连接处设计防水措施:

1 箱式模块间及箱式模块与非箱式模块结构间的拼接水平缝及竖向缝;

2 箱式模块顶部和四周墙面需要穿管预留洞口处。

4.5.4 防水密封材料的选择应符合下列规定:

1 应根据当地历年最高气温、最低气温、屋面构造特点和使用条件等因素,选择耐热度、低温柔性相适应的密封材料;

2 应根据接缝变形的大小以及接缝的宽度,选择与基层材料变形能力相适应的密封材料;并根据接缝粘结性要求,选择与基层材料相容的密封材料。

4.5.5 多、高层箱式模块建筑屋面应另设现浇或装配整体式钢筋混凝土屋面,低层箱式模块建筑屋面可采用轻型屋面。当采用钢筋混凝土屋面时,应对顶层箱式模块间缝隙采取防漏浆处理措施。

4.6 室内装饰装修

4.6.1 箱式模块主要内装修应在工厂完成,内装修设计应遵循模数协调、一体化集成设计原则。

4.6.2 内装修设计应与建筑设计、设备管线综合设计同步进行,应与箱式模块结构构件的布置协调,同时应满足各功能空间的设计要求。

4.6.3 内装修设计宜采用装配式装修技术与产品体系。

4.6.4 固定式家具应结合箱式模块建筑室内空间进行整体设计。

4.6.5 内装修设计应准确定位各类设备、设施、电器等的位置,并满足相应的安装及使用条件。

4.6.6 箱式模块的墙体装修应符合下列规定:

1 卫生间、厨房四周隔墙顶部应延伸至箱顶板的耐火板材底面;

2 箱式模块的墙体室内一侧面板宜通过轻钢龙骨与结构构件固定,非承重内隔墙宜采用轻钢龙骨非金属面板隔墙或夹芯板隔墙;

3 墙体应满足房间内设备、设施的安装及吊挂要求;

4 卫生间、厨房的墙面全高及顶棚应设置防潮层,浴室内墙面应全高设置防水层;

5 设有配水点的封闭阳台,设置配水点的墙面应设置防水层,防水层高度不宜低于 1.3m;

6 墙上设置配电箱时,应做隔声及防火处理;墙体两侧同时设置开关或插座时,两者应错位设置。

4.6.7 箱式模块的箱底板构造与楼面装修应符合下列规定:

1 当箱式模块连接件的连接或管线连接需在室内箱底板操作时,楼面应设置活动盖板或局部留至现场完成;

2 箱底板宜采用泡沫混凝土、岩棉等轻质阻燃材料进行填充。

4.6.8 箱式模块的吊顶装修应符合下列规定:

1 当箱式模块连接件的连接或管线连接需在室内吊顶层操作时,吊顶应预留安装口;

2 吊顶内设备管线有检修需要时,应设置检修口;

3 吊顶的隔声、防火、防潮等性能应符合国家现行标准的有关规定。

4.6.9 箱式模块间内装部品部件连接设计应符合下列规定:

1 内装部品部件应满足耐久性、安全性及使用维护要求;

2 内装部品部件应满足箱式模块施工安装公差要求。

4.7 设备与管线

4.7.1 设备和管线系统的集成设计应符合下列规定：

1 给水排水、暖通空调、燃气、电气和智能化等设备与管线应综合设计；

2 设备和管线系统宜选用模块化产品，接口应标准化，并应预留扩展条件。

4.7.2 箱式模块内设备及管线宜与室内装修工程同时安装，并宜在工厂内安装完成。

4.7.3 箱式模块内在工厂安装的设备管线不应穿越主要的结构受力构件和节点连接区域，宜设置在墙体、吊顶或楼板的中空层内。设备及管线不宜突出于箱式模块切分面。

4.7.4 抗震设防地区建筑机电工程管线应按现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定进行抗震设计。

4.7.5 给排水管道穿越箱式模块的箱壁板、箱底板及箱顶板时，应预埋套管或设置装配式拼接接头，并应符合下列规定：

1 设置套管时，应采用 PVC 套管或金属套管，套管内径应比穿墙管道外径大 10mm~20mm；

2 设于厨房、卫生间、机房楼板的套管顶面应比楼板装饰地面高出 50mm，设于其他部位楼板的套管顶面应比楼板装饰地面高出 20mm；当塑料立管采用金属套管时，套管应比楼板装饰地面高出 100mm；所有套管下边缘应与箱底板底面齐平；

3 安装在墙壁内的套管，端部应与饰面齐平。

4.7.6 生活给水及热水给水支管宜采用柔性管道，给水系统水平管道宜采用柔性连接，排水竖向管道宜采用承插式连接。管道暗敷时接口不应采用卡套式或卡环式接口。

4.7.7 卫生间排水宜采用不降板同层排水方式，坐便器宜为板上式后、侧排水。

4.7.8 箱式模块建筑采暖、通风与空气调节系统设计应符合下列

规定：

1 当箱式模块建筑采用地面辐射供暖系统时，宜采用干式工法施工；

2 当箱式模块建筑采用散热器采暖系统时，散热器的挂件或连接件的预埋件应预埋在结构构件上，或采取加强措施；

3 箱式模块之间的水管、风管、冷媒管等管道应在出厂前做接口预留，并应在连接处预留检修口等操作空间。

4.7.9 箱式模块建筑防雷接地设计应满足现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的要求，并应符合下列规定：

1 箱式模块建筑宜利用箱式模块建筑外围钢柱作为防雷引下线，上下箱式模块间钢柱应连接成电气通路；

2 当箱式模块间有水平管线穿越时，金属导管应设置接地卡固定跨接接地线。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 箱式模块建筑的结构设计应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 和《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的有关规定。

5.1.2 箱式模块建筑抗震设防烈度应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《中国地震动参数区划图》GB 18306 确定,抗震设防类别与抗震设防标准应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 执行。

5.1.3 设计文件中应注明钢材的要求,钢材性能应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

5.1.4 箱式模块建筑可选用叠箱结构体系、箱-框结构体系和箱-框-支撑结构体系(图 5.1.4)。

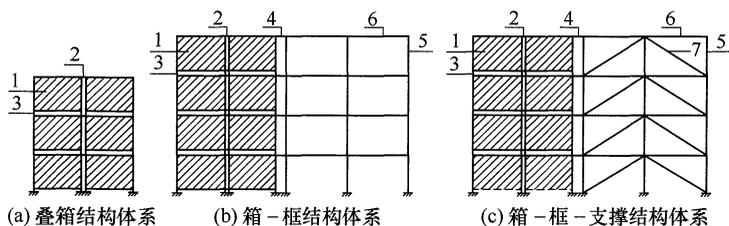


图 5.1.4 箱式模块建筑结构体系示意图

1—箱式模块;2—箱式模块水平连接;3—箱式模块层间竖向连接;4—箱式模块与非箱式模块结构连接;5—钢框架柱;6—钢框架梁;7—支撑

5.1.5 箱式模块建筑的最大适用高度应符合下列规定:

- 1 箱式模块建筑的最大适用高度应符合表 5.1.5 的规定;

2 超过表 5.1.5 规定最大适用高度的房屋,应进行专门研究和论证。

表 5.1.5 箱式模块建筑的最大适用高度(m)

结构体系	抗震设防烈度				
	6 度	7 度(0.1g)	7 度(0.15g)	8 度(0.2g)	8 度(0.3g)
叠箱结构	40	35	35	30	25
箱-框结构	60	50	50	40	30
箱-框-支撑结构	100	100	80	60	50

注:房屋高度指室外地面至主要屋面面板板顶的高度(不包括局部突出屋顶部分)。

5.1.6 箱式模块建筑适用的最大高宽比不宜超过表 5.1.6 的规定。

表 5.1.6 箱式模块建筑适用的最大高宽比

结构体系	抗震设防烈度				
	6 度	7 度(0.1g)	7 度(0.15g)	8 度(0.2g)	8 度(0.3g)
叠箱结构	5	4	4	3	3
箱-框结构	5	4	4	3	3
箱-钢框架-支撑结构	6	6	5	4	4

5.1.7 箱式模块建筑结构构件的抗震设计,应根据抗震设防类别、抗震设防标准、抗震设防烈度、结构体系和房屋高度采用不同的抗震等级,相应抗震措施应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。丙类箱式模块建筑结构的抗震等级应按表 5.1.7 确定。

表 5.1.7 丙类箱式模块建筑结构的抗震等级

结构体系	房屋高度(m)	抗震设防烈度		
		6 度	7 度	8 度
叠箱结构	≤50	/	四	三
箱-框结构 箱-框-支撑结构	>50	四	三	二

5.1.8 箱式模块采用船舶或汽车运输时,箱式模块结构的刚度、承载力及连接栓固应符合现行国家标准《系列 1 集装箱 技术要

求和试验方法 第1部分:通用集装箱》GB/T 5338 的有关规定。

5.2 结构体系与结构布置

5.2.1 箱式模块建筑的结构体系应符合下列规定:

- 1 结构体系应具有明确的计算简图和合理的传力途径;
- 2 结构体系应避免因部分结构或构件破坏而导致整个结构丧失抗震能力以及对重力荷载的承载能力;
- 3 结构体系应具备必要的抗震承载力、良好的变形能力和消耗地震能量的能力。对可能出现的薄弱部位,应采取提高抗震能力的措施。

5.2.2 箱式模块建筑结构的布置应符合下列规定:

- 1 平面布置宜规则、对称,并应与建筑设计相协调;
- 2 在两个主轴方向的动力特性宜相近,并应减少因刚度、质量不对称造成扭转;
- 3 竖向受力构件应连续布置,并应保持刚度、质量变化均匀;
- 4 作为抗侧力构件的金属箱壁板及支撑宜沿建筑高度竖向连续布置,并延伸至计算嵌固端;
- 5 作为抗侧力构件的金属箱壁板不宜过长,较长的金属箱壁板宜设置洞口将金属箱壁板分成长度较均匀的若干段;各段长度不宜小于0.8m,不宜大于3m。

5.2.3 防震缝应根据抗震设防烈度、结构类型、结构单元的高度和高差情况进行设计,防震缝两侧的上部结构应完全分开;防震缝的宽度不应小于钢筋混凝土框架结构缝宽的1.5倍。

5.2.4 箱-框、箱-框-支撑结构体系的钢框架、支撑设计,应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定。

5.3 结构整体计算与分析

5.3.1 箱式模块建筑结构的作用及作用组合,应符合现行国家标

准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

5.3.2 箱式模块建筑应采用空间结构模型进行结构计算分析,计算模型应根据结构的实际情况确定,计算假定应符合下列规定:

1 计算结构位移时,可采用分块刚性楼板假定;计算结构内力时,应采用弹性楼板假定;

2 当屋面板采用整体现浇或装配整体式钢筋混凝土板时,可假定屋面平面内为无限刚性;

3 箱式模块层间竖向连接模拟高度不应小于箱式模块结构间竖向净距。采用螺栓连接时,应采用铰接模型(图 5.3.2)。

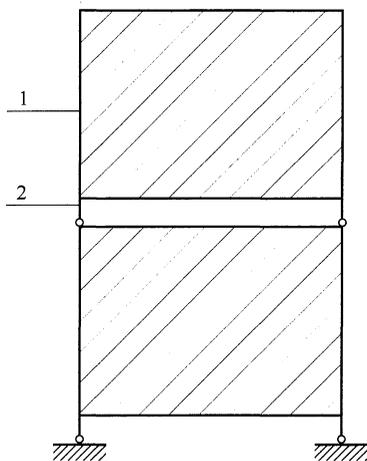


图 5.3.2 箱式模块层间竖向连接铰接模型

1—箱式模块;2—层间竖向连接

5.3.3 当箱式模块建筑采用金属箱壁板作为抗侧力构件时,结构计算应计入金属箱壁板对结构刚度的影响,并应验算金属箱壁板的抗剪承载力。

5.3.4 叠箱结构、箱-框结构和箱-框-支撑结构的框架按刚度分配计算得到的地震层剪力标准值应乘以调整系数,达到不小于结构

总地震剪力标准值的 25%和框架部分计算最大层剪力标准值 1.8 倍二者的较小值。当高层箱式模块建筑采用箱-框-支撑结构体系时,非箱式模块部分钢框架-支撑部分承担的地震层剪力标准值不应小于对应层地震剪力标准值的 60%。

5.3.5 箱式模块建筑在多遇地震标准值作用下,按弹性计算方法计算的楼层层间最大位移与层高之比($\Delta u/h$)不宜大于 1/300,风荷载作用下 $\Delta u/h$ 不宜大于 1/400。当进行在罕遇地震作用下弹塑性层间位移角验算时,计算方法应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定,结构层间弹塑性位移角 $\Delta u_p/h$ 不宜大于 1/50。

5.3.6 计算各振型地震影响系数所采用的结构自振周期,应计入非承重填充墙体的刚度影响予以折减。

5.3.7 箱式模块建筑抗震计算时结构的阻尼比可按下列规定取值:

- 1 多遇地震下可取 0.035;
- 2 罕遇地震作用下的弹塑性分析,可取 0.05。

5.4 地基、基础和地下室

5.4.1 箱式模块建筑的地基基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

5.4.2 高层箱式模块建筑应设地下室。

5.4.3 设置地下室时,竖向连续布置的支撑应延伸至基础;钢框架柱应至少延伸至地下一层,竖向荷载应直接传至基础。

5.4.4 首层箱式模块底面应高出室外地面,地下室顶板或基础上部应设置预埋件与箱式模块可靠连接,预埋件宜用混凝土包裹,包裹层厚度不应小于 100mm。无地下室的箱式模块建筑,底层箱式模块应架空设置。

5.5 箱式模块结构

5.5.1 箱式模块结构应满足运输、安装和使用过程的承载力与刚

度要求,可由钢框架、钢支撑和金属箱壁板等构成(图 5.5.1)。

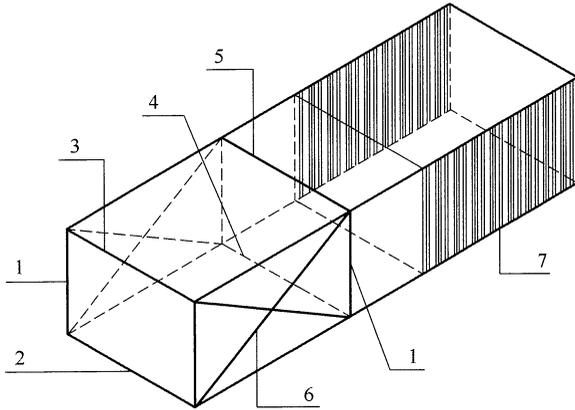


图 5.5.1 箱式模块结构示意图

1—箱式模块柱;2—下边梁;3—上边梁;4—箱底板框架梁;
5—箱顶板框架梁;6—支撑;7—金属箱壁板

5.5.2 箱式模块柱宜采用封闭钢管截面,箱壁板可采用波纹钢板、C 型钢板或其他墙体材料,梁宜采用钢管或其他实腹截面。

5.5.3 箱式模块柱间距不宜大于 8.4m。

5.5.4 箱式模块的梁、柱连接计算及构造应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定,并应符合下列规定:

1 箱式模块梁、柱的连接应采用等强焊接;

2 箱式模块柱顶、柱底宜设置连接盒(图 5.5.4),连接盒的截面刚度及承载力不应小于被连接箱式模块柱的截面刚度及承载力,且连接盒突出箱底板和箱顶板的梁表面不应小于 6mm。

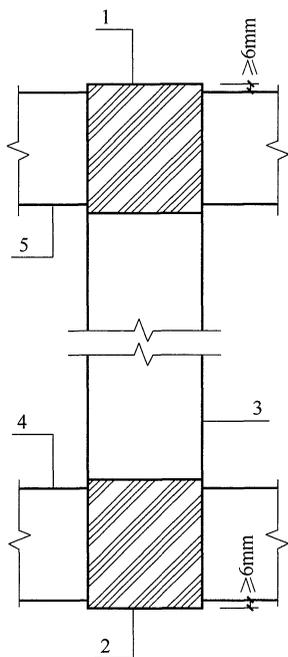


图 5.5.4 箱式模块柱顶、柱底连接盒示意图

1—柱顶连接盒；2—柱底连接盒；3—箱式模块柱；4—箱底板梁；5—箱顶板梁

5.5.5 箱式模块箱壁板采用波纹钢板作为抗侧力构件时，应符合下列规定：

1 波纹钢板可采取开洞、开竖缝、加设水平钢板带、改变波型和板厚等措施调整刚度与抗剪承载力；

2 波纹钢板承受水平剪力时，应采用竖向波纹形式，壁厚不应小于 1.6mm，并应与周边梁、柱满焊连接；

3 波纹钢板开洞时，应设置边框构件（图 5.5.5-1），边框梁柱节点宜设置角撑或补强板等加强措施（图 5.5.5-2），边框柱宜向上延伸至箱式模块上边梁梁底。

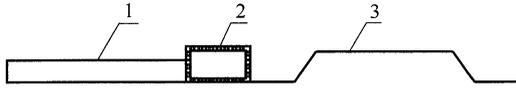


图 5.5.5-1 波纹钢板洞口加设边框柱示意图

1—洞口；2—边框构件；3—波纹钢板

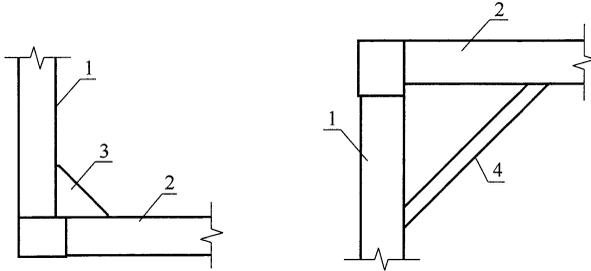


图 5.5.5-2 边框梁柱节点设置角撑或补强板示意图

1—边框柱；2—边框梁；3—补强板；4—角撑

5.5.6 箱式模块金属箱壁板不作为抗侧力构件时,应与周边钢梁、钢柱柔性连接。

5.5.7 当箱式模块波纹钢箱壁板的几何尺寸(图 5.5.7)满足下列公式要求时,波纹钢箱壁板抗侧刚度计算和抗剪承载力验算可分别按本规程第 5.5.8 条、第 5.5.9 条执行。

$$100 < \frac{L_g}{\left[\left(3\eta - \frac{4h}{\lambda \sin\theta} \right) \cdot t \cdot h^2 \right]^{\frac{1}{3}}} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{235}} \leq 600 \quad (5.5.7-1)$$

$$L_g/H_g \leq 2.5 \quad (5.5.7-2)$$

$$\eta = \frac{s}{\lambda} \quad (5.5.7-3)$$

式中: η ——截面形状系数,为波纹板展开长度与水平净长度的比值;

f_y ——波纹钢箱壁板的钢材牌号所指的屈服点;

t ——波纹钢箱壁板的厚度;

- h ——波纹钢箱壁板波纹高度；
- λ ——波纹钢箱壁板波纹的波长；
- s ——波纹钢箱壁板波纹波长的展开长度；
- H_g ——波纹钢箱壁板的净高度；
- L_g ——波纹钢箱壁板的净长度；
- θ ——波纹钢箱壁板几何参数。

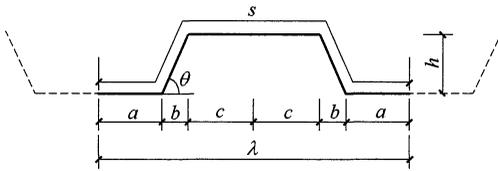


图 5.5.7 波纹腹板几何参数示意图

5.5.8 未开设洞口的波纹钢箱壁板抗侧刚度可按式(5.5.8-1)计算,开设洞口的波纹钢箱壁板应沿洞口将波纹钢箱壁板进行区域划分(图 5.5.8),并按式(5.5.8-1)计算每个区域的抗侧刚度,按式(5.5.8-4)计算波纹钢箱壁板的整体抗侧刚度。

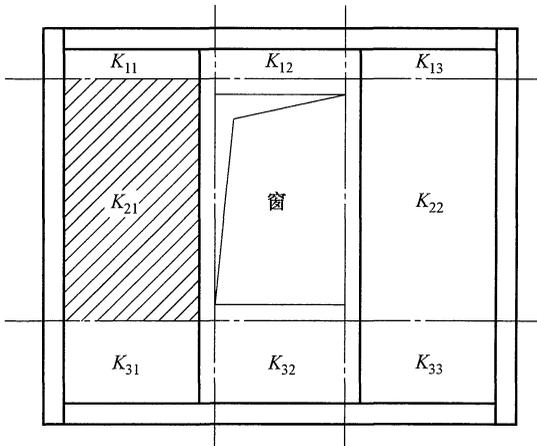


图 5.5.8 开洞波纹钢箱壁板区域划分示意图

$$K_0 = \frac{\gamma}{\frac{H_g^3}{12E \cdot I_z} + \frac{3.12 \cdot H_g}{E \cdot \eta \cdot L_g \cdot t}} \quad (5.5.8-1)$$

$$\gamma = 0.014 \ln(L_g/H_g) - 0.118 \ln(\lambda_s) + 1.24 \quad (5.5.8-2)$$

$$\lambda_s = \frac{H_g}{t \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}}} \quad (5.5.8-3)$$

$$K_0 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i}} \quad (5.5.8-4)$$

$$K_i = \sum_{j=1}^m K_{ij} \quad (5.5.8-5)$$

式中： K_0 ——波纹钢箱壁板的抗侧刚度；

γ ——计入初始缺陷和弹性屈曲影响的刚度折减系数；

λ_s ——波纹钢箱壁板剪力墙的相对高厚比；

E ——波纹钢箱壁板的钢材弹性模量；

I_z ——波纹钢箱壁板绕强轴的截面惯性矩；

K_{ij} ——划分区域之后，第 i 行第 j 列区隔的波纹钢箱壁板抗侧刚度，按式(5.5.8-1)计算；

K_i ——划分区域之后，第 i 行区隔的波纹钢箱壁板总抗侧刚度。

5.5.9 波纹钢箱壁板的抗剪承载力验算可按下列规定执行：

1 波纹钢箱壁板的抗剪承载力可按下列公式验算：

$$V \leq \chi_c \cdot (0.42 \cdot f \cdot L_g \cdot t) \quad (5.5.9-1)$$

$$\chi_{c,l} = \frac{1.15}{0.9 + \bar{\lambda}_{c,l}} \leq 1.0 \quad (5.5.9-2)$$

$$\chi_{c,g} = \frac{0.68}{\bar{\lambda}_{c,g}^{0.65}} \leq 1.0 \quad (5.5.9-3)$$

$$\bar{\lambda}_{c,l} = \frac{\sqrt{f_y/\sqrt{3}}}{\sqrt{\frac{5.34 \cdot \pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1-\mu^2) \cdot (\omega/t)^2}}} \quad (5.5.9-4)$$

$$\bar{\lambda}_{c,g} = \frac{\sqrt{f_y/\sqrt{3}}}{\sqrt{\frac{31.6 \cdot D_x^{0.25} \cdot D_y^{0.75}}{t \cdot L_g^2}}} \quad (5.5.9-5)$$

$$\omega = \max\{a, h/\sin\theta\} \quad (5.5.9-6)$$

$$D_x = \frac{E \cdot t^3}{12 \cdot \eta} \quad (5.5.9-7)$$

$$D_y = \frac{E \cdot I_{wy}}{a+b+c} \quad (5.5.9-8)$$

$$I_{wy} = (a+c) \cdot t \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^2 + \frac{t \cdot h^3}{12 \cdot \sin\theta} \quad (5.5.9-9)$$

式中: V ——波纹钢箱壁板的抗剪承载力;

f ——波纹钢箱壁板钢材的抗拉强度设计值;

χ_c ——计入屈曲的承载力折减系数,取 $\chi_{c,l}$ 和 $\chi_{c,g}$ 中的较小值;

$\chi_{c,l}$ ——计入波纹钢箱壁板局部屈曲的抗剪承载力折减系数;

$\chi_{c,g}$ ——计入波纹钢箱壁板整体屈曲的抗剪承载力折减系数;

$\bar{\lambda}_{c,l}$ ——计入波纹钢箱壁板局部屈曲的抗剪强度折减系数;

$\bar{\lambda}_{c,g}$ ——计入波纹钢箱壁板整体屈曲的抗剪强度折减系数;

μ ——波纹钢箱壁板的钢材泊松比;

D_x ——垂直于波纹钢箱壁板板肋方向的弯曲刚度;

D_y ——平行于波纹钢箱壁板板肋方向的弯曲刚度;

ω ——单位波长波纹钢箱壁板中水平板带宽度和倾斜板带宽度的较大值;

I_{wy} ——单位波长波纹钢箱壁板的截面惯性矩;

a, b, c ——波纹钢箱壁板几何参数。

2 对于开有门窗洞口的波纹钢箱壁板,抗剪承载力可按下列

公式验算：

$$V \leq w_f \cdot (f_v \cdot l_g \cdot t) \quad (5.5.9-10)$$

$$w_f = (1 - \chi^\gamma)^\alpha \quad (5.5.9-11)$$

$$\gamma = 1.365 \cdot \chi + 0.14 \quad (5.5.9-12)$$

$$\alpha = 0.553 \cdot \left(\frac{H_g}{L_g}\right)^2 + 1.93 \cdot \left(\frac{H_g}{L_g}\right) + 0.989 \quad (5.5.9-13)$$

式中： w_f ——计入开洞影响的承载力折减系数；

χ ——开洞率，为洞口面积与整个波纹钢箱壁板面积的比值；

f_v ——波纹钢箱壁板钢材的抗剪强度设计值。

5.5.10 箱式模块箱底板和箱顶板设计应符合下列规定：

- 1 宜采用短向承重密肋梁体系；
- 2 吊装和正常使用极限状态下，箱底板的变形应满足本层荷载不向下层箱顶板梁传递的要求；
- 3 高层建筑箱式模块应采取增加平面斜撑等保证箱底板或箱顶板的平面内刚度的措施。

5.5.11 箱式模块箱顶板梁应采用弹性方法计算承载力与变形，箱顶板梁的容许荷载不应小于 0.5kN/m^2 ，挠度不应大于板跨度的 $1/250$ ，且最不利位置应计入不小于 1.0kN 的施工集中荷载；当施工荷载较大时，应加设垫板、支撑等临时设施。

5.6 箱式模块连接

5.6.1 箱式模块连接节点应传力可靠、构造合理、施工方便，并应符合下列规定：

- 1 连接构造应具备施拧施焊的作业空间以及便于调整的安装定位措施，应与结构计算模型假定相符合；
- 2 预埋件的锚固破坏不应先于连接件破坏。

5.6.2 箱式模块建筑连接设计宜采用弹性时程分析法进行地震下的内力补充计算。

5.6.3 高层建筑箱式模块连接应进行抗震性能化设计,并应符合下列规定:

- 1 设防地震作用下的连接性能宜为弹性;
- 2 罕遇地震作用下的连接性能应不屈服。

5.6.4 当箱式模块建筑采用摩擦型高强螺栓连接时,连接承载力应计入孔型系数的影响。

5.6.5 箱式模块与基础或地下室混凝土结构的连接可采用地脚螺栓或锚栓连接,也可采用焊接与地脚螺栓或锚栓组合连接。

5.6.6 箱式模块层间竖向连接应符合下列规定:

1 竖向连接宜设置在箱式模块柱端,可采用螺栓连接(图 5.6.6)、焊接连接、焊接与螺栓混合连接、自锁式连接或自锚式连接等方式;

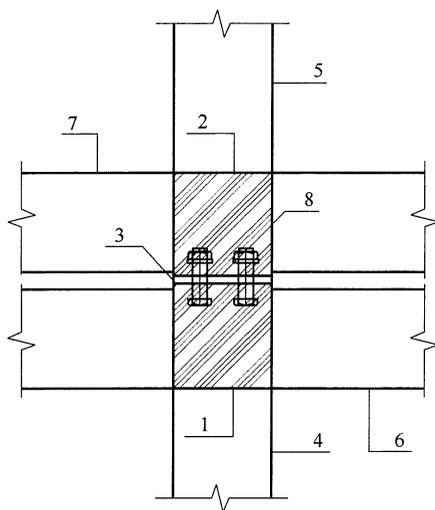


图 5.6.6 箱式模块螺栓式层间竖向连接示意

1—柱顶连接盒;2—柱底连接盒;3—连接板;4—下层箱式模块钢框架柱;

5—上层箱式模块柱;6—下层箱式模块箱顶板梁;

7—上层箱式模块箱底板梁;8—高强螺栓

2 当采用螺栓连接、焊接与螺栓混合连接、或自锚式连接时，每个连接节点螺栓数量不应少于 2 个；

3 6 层以上叠箱结构体系的箱式模块连接，沿建筑外围宜采用螺栓与焊接混合连接或焊接连接。

5.6.7 箱式模块水平连接应符合下列规定：

1 应满足楼层平面内水平力传递的要求；

2 竖向连接位置宜设置水平连接，水平连接可设置在箱式模块顶面，可采用螺栓连接(图 5.6.7)、焊接连接或焊接与螺栓混合连接等。

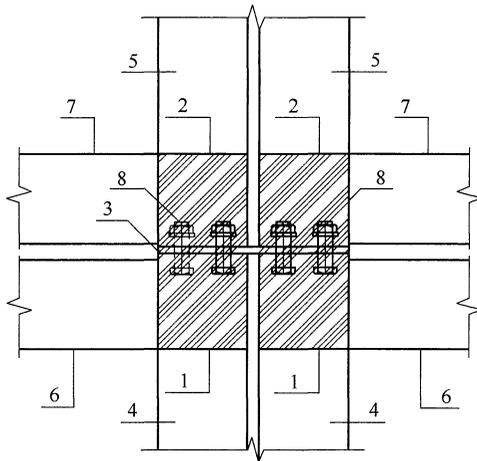


图 5.6.7 箱式模块螺栓式水平连接示意

1—柱顶连接盒；2—柱底连接盒；3—连接板；4—下层箱式模块柱；5—上层箱式模块柱；
6—下层箱式模块箱顶板梁；7—上层箱式模块箱底板梁；8—高强螺栓

5.6.8 箱式模块建筑采用现浇混凝土屋面或装配整体式混凝土叠合屋面时，屋面与箱式模块之间应设置抗剪连接件。

5.7 钢结构防腐

5.7.1 钢结构节点构造与连接部位的防腐设计使用年限不应低于构件的防腐设计使用年限。

5.7.2 设计文件中应有钢结构防腐蚀涂装专项内容,包括侵蚀作用分类、除锈质量等级、涂层构造以及使用期内的检查与维护要求等,并应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 和现行协会标准《钢结构防腐蚀涂装技术规程》CECS 343 的有关规定。

5.7.3 箱式模块金属箱壁板材料宜采用耐候钢或镀锌方式。耐候钢的材质与材料性能要求应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的有关规定,耐候钢晶粒度不宜小于 7 级,耐腐蚀指数不宜小于 6.0。

5.7.4 钢结构在涂装前应进行表面除锈处理,除锈等级应符合国家对钢材表面锈蚀等级和除锈等级的规定,不同涂料表面除锈等级的最低要求应符合表 5.7.4 的规定。设计文件未做规定时,涂层干漆膜总厚度应符合下列规定:

- 1 室内构件不应小于 $125\mu\text{m}$;
- 2 室外构件不应小于 $150\mu\text{m}$ 。

表 5.7.4 不同涂料表面除锈等级的最低要求

项 目	最低除锈等级
富锌底涂料	Sa2 $\frac{1}{2}$
环氧或乙烯基酯玻璃鳞片底涂料	Sa2
镀锌及其合金	Sa2 $\frac{1}{2}$

5.7.5 现场焊缝或补焊焊缝处应清理焊渣和污垢,并按构件涂装要求进行补涂。

5.7.6 钢结构杆件应采用实腹式或闭口截面,闭口截面端部应进行封闭。

6 箱式模块制作与运输

6.1 一般规定

6.1.1 箱式模块制作单位应具备满足箱式模块质量要求的生产设施和试验检测条件,建立完善的质量管理体系,并宜建立质量可追溯的信息化管理系统。

6.1.2 箱式模块生产制作前,应绘制深化设计图,设计深度应满足生产、运输和安装等技术要求。

6.1.3 箱式模块制作的质量过程控制应符合下列规定:

1 各工序应紧密衔接并形成流水作业,每道工序均应按工艺要求进行质量控制,实行工序检验;

2 相关专业工种之间应进行交接检验;

3 各工序的施工应在前一道工序质量合格后进行;

4 隐蔽工程应在下一道工序施工前进行验收,并应形成隐蔽工程记录文件。

6.1.4 箱式模块制作前应有主要材料的样板和样板房或样板间,并应经各方确认。

6.1.5 箱式模块制作与安装应符合现行国家标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905 的有关规定。

6.2 原材料及成品进厂验收

6.2.1 箱式模块原材料、成品、半成品、构配件、器具和设备等应按相关产品标准、设计文件及合同约定进行进厂验收。

6.2.2 涉及安全、功能的原材料及半成品,应按规定进行复检。同一厂家生产的同一品种、同一类型的进厂材料,应至少抽取一组样品进行复检;当合同另有更高要求时,应按合同执行。见证检验

应委托具有国家法定资质的检测机构。

6.3 工厂集成制作

6.3.1 箱式模块钢结构加工制作应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定,并应符合下列规定:

- 1 构造复杂的构件宜进行工艺性试验;
- 2 应满足运输、吊装等工况下的强度、刚度及稳定性要求。

6.3.2 箱式模块外围护系统安装制作和质量应符合下列规定:

- 1 安装制作宜在工厂内完成,并应预留现场施工作业空间;
- 2 外围护系统固定件不应损伤箱壁板。

6.3.3 箱式模块设备管线施工安装与质量应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定执行,并应符合下列规定:

1 箱式模块水、暖系统的横向支管伸到服务井内时,应预留不少于 150mm 的接管长度;横向支管水平穿越相邻模块时,可采用焊接、螺纹连接、法兰或卡套式专用管件连接;预留的管道应采取临时封堵措施;

2 当箱底板内的采暖管道水平穿越箱式模块时,应在接管处的楼板上留设检修孔;

3 箱式模块内所有隐蔽工程的给排水及采暖系统中各种承压管道和设备在隐蔽前应做水压试验,非承压管道和设备在隐蔽前应做灌水和通水试验。试验合格后方可封闭墙面和吊顶,应按设计要求填实穿墙套管与管道之间缝隙,并应将预留管道预连接接口进行临时密封与保护。

6.3.4 箱式模块内的电气系统施工和安装应按现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 和《智能建筑工程施工规范》GB 50606 等的有关规定执行,管道设备等的安装及调试应在建筑装饰装修工程施工前完成,所有弱电线路应点对点进行测

试,完成后才能封墙面板材。

6.3.5 箱式模块装饰装修工程应按现行国家标准《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327 的有关规定执行,并应符合下列规定:

1 卫生间部品安装前应先进行地面基层和墙面防水处理,并应做蓄水试验;

2 装饰装修工程不应影响管道、设备等的使用和维修,半成品、成品应做好保护,不得污染和损坏。

6.3.6 箱式模块出厂前,外围护系统、内装饰装修、家具、部品、水电管线和接口器件等应有相应保护措施,箱式模块防水包装应密封可靠。

6.4 工厂验收

6.4.1 箱式模块工厂制作可按本规程附录 C 制订分部、子分部、分项工程划分方案,报工程监理单位审核。箱式模块在工厂制作过程验收应按国家现行各专业施工与验收规范及本规程的规定执行。箱式模块验收记录的填写应符合下列规定:

1 箱式模块的检验批质量验收记录可按本规程附录 D 的样式填写;

2 箱式模块的分部工程质量验收记录可按本规程附录 E 的样式填写;

3 箱式模块的分项工程质量验收记录可按本规程附录 F 的样式填写;

4 装修材料进厂验收记录可按本规程附录 G 的样式填写;

5 箱式模块主体结构工程有关安全及功能的检验和见证检测项目可按本规程附录 H 的样式填写;

6 分项工程检验批质量验收记录应按本规程附录 J 的规定执行。

6.4.2 箱式模块生产过程质量检验控制应符合下列规定:

1 首批(件)箱式模块加工应进行自检、互检、交接检、专检,

经检验合格形成检验记录方可进行批量生产；

2 首批(件)箱式模块检验合格后,应对箱式模块生产加工工序,特别是重要工序控制进行巡回检验。

6.4.3 箱式模块钢结构验收应符合下列规定：

1 箱式模块主体钢结构组装后尺寸(图 6.4.3)应满足设计要求,组装允许偏差及检验方法应符合表 6.4.3-1 的规定；

2 箱壁板安装的允许偏差、外观质量及检验方法应符合表 6.4.3-2 的规定；

3 抗侧力波纹钢箱壁板波距及波高应符合表 6.4.3-3 的规定。

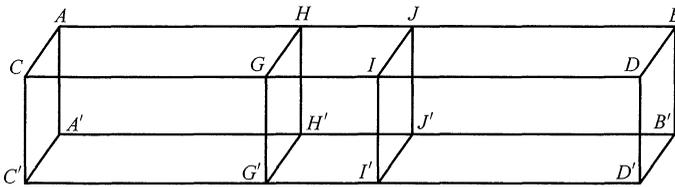


图 6.4.3 箱式模块主体钢结构组装后尺寸、形状示意图

表 6.4.3-1 箱式模块主体钢结构组装允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差(mm)	检验方法
长度	$AB, A'B', CD, C'D'$	$+6,0$ (当 $L < 12m$), $+10,0$ (当 $L > 12m$)	钢卷尺检查
宽度	$AC, A'C', BD, B'D'$	$+3,0$	
高度	AA', BB', CC', DD'	$-3,0$	
对角线差	$|AD-BC|, |A'B'-A'B|,$ $|CD'-C'D|, |A'D'-B'C'|$	$10,0$	
	$|AC'-A'C|, |BD'-B'D|$	$5,0$	
平整度	需要现场堆码的底部堆码角件底面平整度	$3,0$	将箱式模块放于理论平面内,以所有堆码角件的最低点为基准,测量其他堆码角件的悬空数值

续表 6.4.3-1

项 目		允许偏差(mm)	检验方法
平整度	箱底板梁上表面平整度	3.0	2m 靠尺和塞尺检查
	箱底板梁上表面水平度	无明显不平现象	底部堆码角件支撑于水平平面内,任意方向用1.5m 水平尺检查箱底板梁上表面的水平度
	箱顶板梁下表面平整度	4.0	2m 靠尺和塞尺检查(走廊区域)
	箱壁板外鼓或内凹(以箱式模块角柱为基准)	外凸 ≤ 9.0 , 内凹 ≤ 5.0	2m 靠尺和塞尺检查(以角柱为基准)
定位偏差	箱式模块柱	± 2.0	钢尺检查
垂直度	箱式模块柱	3.0	经纬仪或吊线、钢尺检查
连接盒	连接盒中心平面定位	± 1.0	钢尺检查
	箱式模块柱顶连接盒顶面以及箱式模块柱底连接盒底面的水平度	$l/1000$ (l 为连接盒测量方向边长)	用水准仪、全站仪、水平尺和钢尺实测
	预留螺栓孔中心平面定位	± 1.0	钢尺检查
	孔径	0,+0.25	游标卡尺或孔径量规检查
	孔距	± 0.5	钢尺检查
起吊角件、堆码角件	起吊角件或堆码角件沿箱式模块长度方向的定位尺寸	± 8.0	钢尺检查
	起吊角件或堆码角件沿箱式模块宽度方向的定位尺寸	± 5.0	
定位端标记	检查定位端标记	正确标记	对照定位图,观察检查

表 6.4.3-2 箱壁板安装的质量要求和检验方法

项 目	质量要求	检查方法
箱壁板的平整度	允许偏差为 ± 5.0	2m 靠尺和塞尺检查
安装外观质量	应平整、顺直,板面不应有施工残留物和污物,不应有未经处理的错钻孔洞	观察
防水密闭性	无渗漏	淋水

表 6.4.3-3 抗侧力波纹钢箱壁板波距及波高尺寸允许偏差和检验方法

项 目	允许偏差(mm)	检查方法
墙板波距	±2.0	钢尺检查
墙板波高	±2.0	钢尺检查

6.4.4 箱式模块的装饰装修工程验收应按现行国家标准《建筑内部装修防火施工及验收规范》GB 50354 和《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327 的有关规定执行,并应具备表 6.4.4 所规定的有关安全和功能的检测项目的合格报告。

表 6.4.4 有关安全和功能的检测项目

项次	子分部工程	检测项目
1	建筑地面工程	卫生间蓄水试验
2	门窗工程	建筑外窗的抗风压性能、气密性能和水密性能
3	饰面板工程	饰面板后置埋件的拉拔力
4	饰面砖工程	外墙饰面砖样板及工程的饰面砖粘结强度
5	幕墙工程	1. 硅酮结构胶的相容性及与玻璃粘结性能; 2. 幕墙后置埋件和槽式预埋件的拉拔力; 3. 幕墙的抗风压性能、气密性能和水密性能及层间变形性能

6.4.5 箱式模块运输方式采用海运时,应符合下列规定:

1 钢结构及防水包装应密封可靠,出厂前应全数按现行国家标准《系列 1 集装箱 技术要求和试验方法 第 1 部分:通用集装箱》GB/T 5338 的试验方法进行风雨密性试验,箱内不得有渗漏现象;

2 应按本规程附录 K 所列试验项目进行箱式模块运输强度与刚度检验。

6.4.6 出厂前应对箱式模块的标识和使用说明书进行检查,标识和使用说明书的内容应符合本规程第 6.5 节的有关规定。

6.5 出 厂

6.5.1 箱式模块出厂前应有唯一的产品标识。标识应包括下列内容:

- 1 项目名称；
 - 2 栋号、楼层号、单元号、位置信息；
 - 3 制作的起始及完成日期；
 - 4 箱式模块重量、重心位置、吊点位置；
 - 5 制作单位名称或商标。
- 6.5.2 备带现场的构件或零部件应有标签。标签应包括下列内容：
- 1 项目名称；
 - 2 产品编号；
 - 3 件数；
 - 4 出厂日期(年、月、日)；
 - 5 制作单位名称或商标。
- 6.5.3 箱式模块出厂时应有产品合格证,并应在产品交付时提供。产品合格证应包括下列内容：
- 1 产品名称、商标；
 - 2 制作单位名称、地址；
 - 3 产品规格、类型；
 - 4 生产日期；
 - 5 检验部门印章、检验人员代号。
- 6.5.4 箱式模块出厂时应附有产品使用说明书。产品使用说明书应包括下列内容：
- 1 箱式模块施工详图；
 - 2 现场吊装和安装工艺说明书；
 - 3 现场结构节点和连接部位施工设计图纸或技术要求；
 - 4 现场装饰装修施工说明书；
 - 5 箱式模块间设备管线连接的设计图纸或技术要求；
 - 6 备带现场材料、工具清单。

6.6 包装、运输与堆放

- 6.6.1 箱式模块在运输前应使用防水防潮的包装,并应采取防止

污染的措施。

6.6.2 箱式模块的运输应符合下列规定：

- 1 运输过程中应牢固固定,并应采取防止损坏的措施;
- 2 沿线运输工况复杂时应提前制定专项运输方案。

6.6.3 箱式模块在工厂和工程现场堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应坚实、平整、无积水,并应对箱式模块采用防雨、防污染等措施;
- 2 箱式模块底部应设置临时垫块平整堆放,垫块高度不宜小于100mm,垫块宜与箱式模块柱上下对齐;
- 3 重叠堆放时,每层的箱式模块垫块应上下对齐,堆垛层数应根据场地、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 堆放超过3个月及以上时,应采取通风、防霉等措施。

7 现场安装

7.1 一般规定

7.1.1 箱式模块建筑施工应编制施工组织设计以及配套的专项施工方案,经审批通过后方可实施,并应采用适用的起重设备、配套工具与安装工法,制定合理的安装工序。

7.1.2 应对箱式模块建筑的现场施工人员进行专业技能培训,作业前应向现场施工人员进行安全技术交底,特殊工种从业人员应持证上岗。

7.1.3 施工机具应处于正常工作状态并应在性能参数范围内进行使用。专用机具和工具应满足施工要求,并应在合格检定有效期内。

7.1.4 应对进场后的箱式模块进行外观质量检查和产品合格证、质量检验报告等文件的核查,检查和核查通过后方可使用。

7.1.5 当建筑安装与建筑内部装修需要同步进行时,应在每层建筑顶部做临时防护措施。

7.1.6 箱式模块建筑宜采用建筑信息模型(BIM)技术对箱式模块、结构构件、建筑部品和设备管线等内容进行虚拟建造与检验。

7.2 箱式模块安装与连接

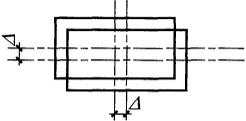
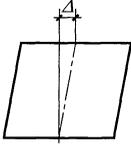
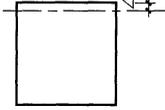
7.2.1 箱式模块安装前应对建筑物的轴线、底部基础预埋板的位置和标高、地脚螺栓位置以及混凝土的强度等级等内容进行复核。基础预埋板、地脚螺栓或锚栓及建筑底部箱式模块连接板的允许偏差应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 基础预埋板、地脚螺栓或锚栓及建筑底部箱式
模块连接板的允许偏差

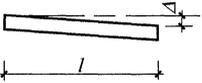
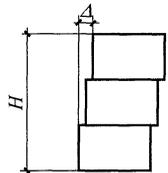
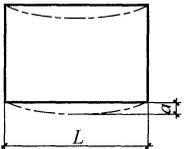
项 目	允许偏差(mm)	
基础预埋板	中心线与定位轴线距离	±10.0
	顶面标高	0, -5.0
	支承面水平度	$l/1000$ (l 为预埋板测量方向边长)
地脚螺栓(锚栓)	螺栓中心偏移	±3
	螺栓露出长度	+30, 0
	螺纹长度	+30, 0
建筑底部箱式 模块连接板	中心线与定位轴线距离	±1
	支承面标高	±1
	板顶水平度	$l/1000$ (l 为连接板测量方向边长)

7.2.2 箱式模块建筑各层箱式模块安装完成后,应对轴线、垂直度、标高等进行复核,主体安装的允许偏差应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 箱式模块建筑主体安装的允许偏差(mm)

项 目	允许偏差	图 例
箱式模块底座中心线 对定位轴线的偏移 Δ	3.0	
单层箱式模块 垂直度 Δ	3.0	
箱式模块间连接板顶 标高与设计标高之间 高差 Δ	±1.0	

续表 7.2.2

项 目	允许偏差	图 例
箱式模块间连接板顶 水平度 Δ	$l/1000$ (l 为连接板 测量方向边长)	
箱式模块建筑整体 垂直度 Δ	$\Delta \leq H/2500 + 10$, 且 $\Delta \leq 50.0$	
主体结构整体平面 弯曲 α	$\leq L/1500\text{mm}$, 且 ≤ 25.0	

7.2.3 箱式模块现场焊接施工应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

7.2.4 箱式模块现场连接用紧固件的连接施工,应符合国家现行标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的有关规定。

7.2.5 箱式模块在运输、存放和安装过程中磨损处的涂层以及安装连接部位应按专项施工方案进行现场补涂。

7.3 设备与管线系统连接安装

7.3.1 箱式模块建筑设备管线施工前应按设计图纸核对设备及管线相应参数,同时应对预埋套管、预留孔洞及开槽的尺寸和定位进行校核后方可施工。

7.3.2 当箱式模块建筑设备管线需要与结构构件连接时,宜采用预留埋件的安装方式。当采用其他安装固定法时,不应影响主体结构构件的完整性与结构的安全性。

7.3.3 箱式模块建筑给水排水及暖通工程管线的现场连接安装应符合下列规定：

1 箱式模块建筑拼装完成后，应进行水、暖立管和主管的安装或连接，以及主管与箱式模块内的横向支管的连接，并进行整个系统试压检漏、系统调试、通水试水、空调系统制冷剂充注等工作。系统连接应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的有关规定；

2 箱式模块间通风及空调系统风管的现场连接宜采用铆钉法兰连接形式，安装要求应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的有关规定。连接安装完成后应进行系统调试；

3 多联机空调系统的现场连接应符合现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174 的有关规定。

7.3.4 电气管线的现场连接安装应符合设计要求和现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定，并应符合下列规定：

1 现场箱式模块间线管可通过软管连接；

2 对于箱式模块电气布线，在工厂敷设电气导管及箱式模块内电气和智能化线缆时，跨箱式模块线缆应预留足够长度并在现场穿软管连接；

3 箱式模块拼装后，所有的箱体应做等电位连接，箱体外侧预留的螺栓应采用铜芯地线相互连接，地线截面面积不应小于 16mm^2 。其他等电位连接工作应符合设计要求及现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定；

4 当采用箱式模块中的钢构件作为防雷引下线时，应满足防雷引下线的排布和间距要求，并宜采用 $40\text{mm}\times 4\text{mm}$ 的热镀锌扁钢将上下箱式模块钢结构构件连接起来作为防雷引下线。

7.4 建筑接缝防火、防水处理

7.4.1 箱式模块建筑的接缝防火封堵处理措施，应符合现行协会

标准《建筑防火封堵应用技术规程》CECS 154 的有关规定。

7.4.2 相邻箱式模块、箱式模块和非箱式模块部分以及底层箱式模块与支座连接处等部位的水平缝和竖缝的防火封堵处理,应按设计文件和有关产品的技术说明进行,并应符合下列规定:

1 建筑接缝封堵隐蔽前应进行隐蔽工程验收,并应做隐蔽工程验收记录;

2 建筑接缝封堵材料应紧密贴实,无漏光现象。

7.4.3 箱式模块建筑接缝防水构造处理,应符合设计要求和国家现行标准《屋面工程技术规范》GB 50345、《建筑幕墙》GB/T 21086、《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133、《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 的有关规定,箱式模块建筑在雨期安装时或施工中断时应采取临时防水措施。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 箱式模块建筑施工质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定进行单位工程、分部工程、分项工程和检验批的划分。

8.1.2 箱式模块应按子单位工程在工厂进行验收,并应符合本规程第6章的有关规定。箱式模块建筑应按单位工程在施工现场进行验收,箱式模块安装与连接应按主体结构子分部工程在施工现场进行验收。

8.1.3 当箱式模块建筑工程施工质量不符合要求时,应按下列规定进行处理:

1 经返工返修或更换构件部件的检验批,应重新进行验收;

2 经检测单位检测鉴定,能够达到设计要求的检验批,应予以验收;

3 经检测单位检测鉴定,达不到设计要求,但经原设计单位核算认可满足结构安全和使用功能的检验批,可予以验收;

4 经返修或加固处理,能够满足结构安全使用要求的分项、分部工程,可根据技术处理方案和协商文件进行验收。

8.1.4 箱式模块进行循环利用时,应对既有箱式模块重新进行检查、检测、验收。

8.2 箱式模块的进场验收

I 主控项目

8.2.1 箱式模块的品种、规格、性能应符合设计文件的规定。进

入现场的箱式模块进行进场检验时,应提交箱式模块出厂质量合格证明文件。出厂质量合格证明文件应至少包括下列内容:

- 1 箱式模块出厂合格证书。
- 2 主要材料及构配件合格证。
- 3 出厂相关性能检测报告。
- 4 下列合格证书:
 - 1)电气系统检查及试验合格证书;
 - 2)通信网络系统检查及试验合格证书;
 - 3)给、排水管道水压、灌水试验合格证书;
 - 4)采暖设备及管线检查及试验合格证书;
 - 5)机械通风检查及试验合格证书;
 - 6)箱式模块临时防护检查合格证书;
 - 7)海运时箱式模块船检合格证书。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查箱式模块出厂质量合格证明文件,以及材料、产品的合格证和检测报告。

8.2.2 箱式模块外露的柱、梁、受力波纹钢板不应有缺损,连接件应完整无损。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察,检查处理方案。

II 一般项目

8.2.3 箱式模块应在显著位置粘贴可辨识产品标识。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查箱式模块出厂产品标识。

8.2.4 箱式模块的外观质量不应有严重缺陷,且不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷,应按技术方案进行处理,并应重新检验验收。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察,检查处理方案。

8.3 箱式模块安装与连接验收

I 主控项目

8.3.1 焊接工程验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定,在焊前检查、焊中检验和焊后检验的基础上应按设计文件和现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定执行。

8.3.2 紧固件连接工程应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中规定的质量验收方法和质量验收项目执行,并应符合现行行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的有关规定。

8.3.3 箱式模块的基础预埋板平面位置、顶面标高、支承面水平度及地脚螺栓位置的允许偏差应符合本规程表 7.2.1 的规定;建筑底部箱式模块连接板的平面位置、支承面标高以及板顶水平度的允许偏差应符合本规程表 7.2.1 的规定;箱式模块底座中心线对定位轴线的偏移、箱式模块间连接板顶标高与设计标高之间高差以及箱式模块间连接板顶水平度的允许偏差应符合本规程表 7.2.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:采用钢尺、水平尺、经纬仪、水准仪、全站仪等测量。

8.3.4 单层箱式模块安装垂直度、箱式模块建筑整体垂直度及整体平面弯曲允许偏差应符合本规程表 7.2.2 的规定。

检查数量:对主要立面全部检查。

检验方法:采用经纬仪、全站仪等测量。

8.3.5 防腐蚀涂装工程验收应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212、《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB 50224 和《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的有关规定。

8.3.6 箱式模块建筑钢结构防火涂料的粘结强度、抗压强度应符

合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定,试验方法应符合国家对建筑构件耐火试验的有关规定;防火板及其他防火包覆材料的厚度应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中对耐火极限的设计规定。

II 一般项目

8.3.7 地脚螺栓(锚栓)尺寸的允许偏差应符合本规程表 7.2.1 的规定。

检查数量:在同一检验批内,应抽查总数量的 10%,且不应少于 3 个。

检验方法:钢尺检查。

8.4 设备与管线系统连接安装验收

I 主控项目

8.4.1 箱式模块建筑给水、排水管线系统现场连接工程施工质量验收,除应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的有关规定外,还应符合下列规定:

- 1 给水管道和密闭水箱(罐)应做水压试验;
- 2 阀门应进行强度和严密性试验;
- 3 敞口水箱应进行满水试验;
- 4 隐蔽或埋地的排水管道在隐蔽前应做灌水试验;
- 5 室内的雨水管道安装后应做灌水试验;
- 6 排水主立管及水平干管管道均应做通球试验;
- 7 卫生器具交工前应做满水和通水试验。

检查数量:全数检查。

检查方法:检查各项水压试验记录、系统试压记录、满水试验记录、通球试验记录、通水试验记录等。

8.4.2 箱式模块建筑通风工程现场管线连接的施工质量验收应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。风管、空调管道在不同箱式模块之间或与非

箱式模块部分内管道连接时,应连接严密,接口不应设置在墙体
内。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查。

8.4.3 箱式模块建筑电气工程的施工质量验收除应符合现行国家
标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定
外,还应符合下列规定:

1 电气系统应做电气设备交接试验,接地电阻、绝缘电阻测
试,空载试运行和负荷试运行,建筑照明通电试运行等试验,试验
要求应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB
50303 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检查方法:检查各项试验记录。

2 当箱式模块间有水平管线穿越时,穿墙套管或电气导管应
与两端箱式模块内电气导管可靠连接,金属导管应设置接地卡固
定跨接接地线;当箱式模块与非箱式模块部分间有水平管线穿越
时,应确保在相应位置设置预留洞口,供入户管线或线槽穿入。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查和检查预留洞口。

II 一般项目

8.4.4 穿墙套管与管道之间缝隙,在管道全部连接安装完成且进
行系统试压、冲洗后,应采用难燃或不燃材料填实。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察,并检查系统试压记录。

8.4.5 生活给水系统管道在交付使用前必须冲洗和消毒,并经有
关部门取样检验,符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB
5749 的要求方可使用。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察,并检查冲洗和消毒记录。

8.4.6 管道安装好以后,预留孔隙应填实;穿越防火墙处洞隙应采用难燃或不燃材料封堵。外墙预留洞口在管道安装后应采用防水密封材料封堵。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查。

8.4.7 户内配电箱、弱电箱安装时应在上方对应吊顶处预留活盖板。

检查数量:全数检查。

检查方法:检查吊顶处预留洞口。

8.5 建筑接缝防火、防水验收

I 主控项目

8.5.1 箱式模块建筑接缝防火封堵处理应符合设计要求,建筑接缝防火封堵材料应紧密贴实,无漏光现象。

检查数量:全部检查。

检验方法:观察,检查施工隐蔽验收记录。

8.5.2 检查封堵材料的燃烧性能等级及管道阻火装置的耐火性能,拼缝处防火封堵材料的燃烧性能应符合设计要求。

检查数量:全部检查。

检验方法:检查封堵材料的燃烧性能等级的检测报告。

8.5.3 箱式模块建筑拼接处缝隙的构造应满足设计文件要求。

检查数量:全部检查。

检验方法:观察,检查隐蔽工程验收记录。

8.5.4 外墙防水层完工后应做淋水试验。

检查数量:全部检查。

检查方法:雨后或持续淋水 30min 后观察检查。

8.5.5 屋面应检查有无渗漏、积水和排水系统是否通畅。

检查数量:全部检查。

检查方法:雨后或持续淋水 2h 后观察检查。

II 一般项目

8.5.6 密封材料嵌填应密实、连续、饱满,粘结牢固,不应有气泡、开裂、脱落等缺陷。

检查数量:全部检查。

检查方法:观察检查。

8.5.7 具备蓄水条件的檐沟、天沟应进行蓄水试验,蓄水时间不应少于 24h。

检查数量:全部检查。

检查方法:蓄水试验,蓄水后 24h 观察检查。

8.5.8 屋面、外墙的防水卷材或防水涂料的搭接缝应粘结牢固、密封严密;收头应与基层粘结并固定牢固,缝口应封严,不应有翘边现象;屋面、外墙的防水卷材或防水涂料的铺贴方向应正确,纵向搭接应错开,搭接宽度负偏差不应大于 10mm。

检查数量:全部检查。

检查方法:观察检查和尺量检查。

9 维护与管理

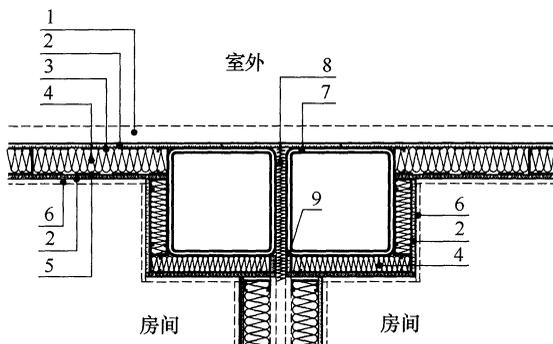
9.0.1 箱式模块制作单位应配合工程项目的建设单位在交付物业时,提供使用维护文件《建筑质量保证书》和《建筑使用说明书》,并宜制定《检查与维护更新计划》,使用维护应符合现行国家标准《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232 的有关规定。

9.0.2 箱式模块建筑工程竣工交付使用满 6 个月后,箱式模块制作单位应派专业人员对箱式模块进行检查,若有质量隐患,应采取排除、修缮的措施。

9.0.3 业主和使用者不应改变原设计文件规定的建筑使用条件、使用性质及使用环境。装修改造不应损伤主体结构及外围护系统。

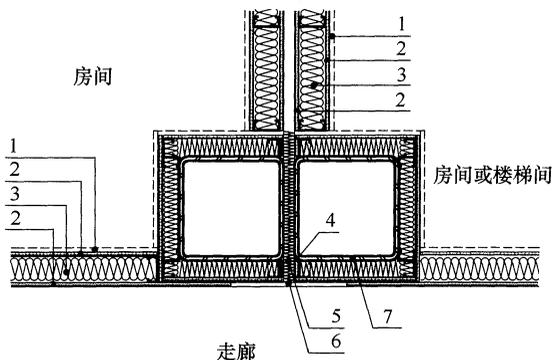
9.0.4 当遇地震、火灾等灾难性事件后,灾后应对箱式模块建筑的各部件与连接状况进行检查,并视破损程度进行维修。

附录 A 箱式模块建筑典型部位防火构造节点



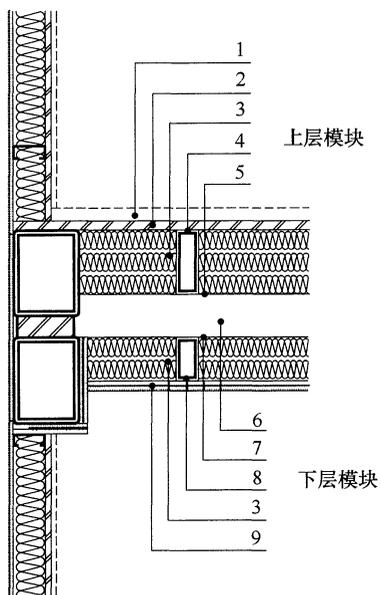
(a) 外墙、转角钢柱防火构造

- 1—外墙饰面层；2—12 厚纤维增强硅酸钙板或同等性能的防火板；
 3—防水透气膜；4—轻钢龙骨及空腔，填 50 及以上厚的岩棉；
 5—隔气膜；6—石膏板或其他装饰面层；7—箱式模块柱；
 8—岩棉或其他防火封堵材料；9—防火胶



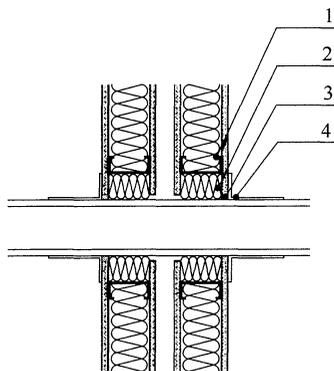
(b) 房间隔墙、走廊隔墙、楼梯间隔墙防火构造

- 1—石膏板或其他装饰面层；2—12 厚耐火纸面石膏板；3—轻钢龙骨及空腔，填 50
 及以上厚的岩棉；4—防火胶；5—岩棉或其他防火封堵材料；
 6—后封耐火纸面石膏板；7—箱式模块柱



(c) 箱顶板和箱底板复合系统防火构造

- 1—楼面面层做法；2—24 厚水泥纤维板；3—岩棉（容重 $100\text{kg}/\text{m}^3$ ）；4—箱底板梁；
 5—0.5 厚底封钢板；6—空气层；7—1.5 厚顶封钢板；8—箱顶板梁；
 9—双层 9 厚纤维增强硅酸钙板或同等性能防火板

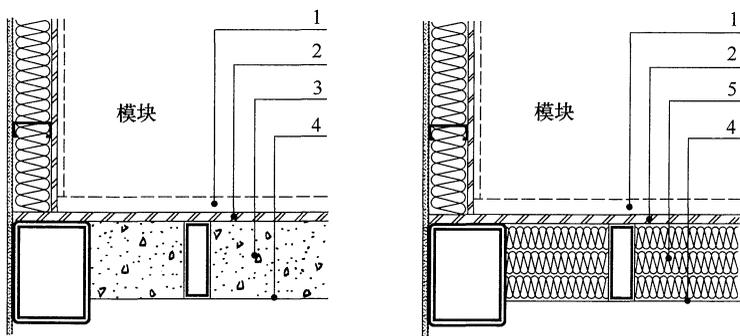


(d) 管道穿墙处防火构造

- 1—附加龙骨；2—岩棉；3—膨胀粘剂；4—阻火圈

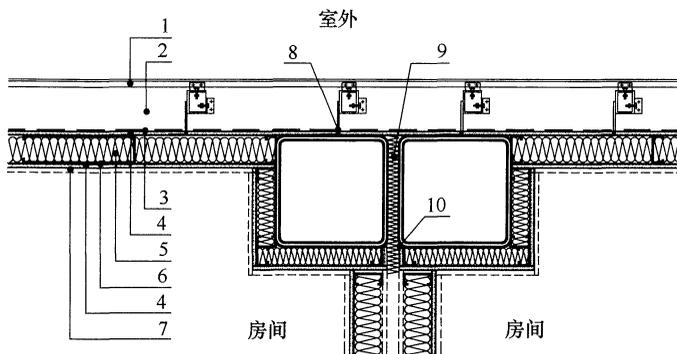
图 A 箱式模块防火构造节点示意图

附录 B 箱式模块箱底板和外墙幕墙构造节点



(a) 箱底板构造

1—楼面面层做法；2—24 厚水泥纤维板；3—泡沫混凝土；
4—底封钢板；5—岩棉（容重 $100\text{kg}/\text{m}^3$ ）



(b) 外墙幕墙防火构造

1—幕墙面板；2—幕墙框架；3—防水透气膜；4—12 厚纤维增强硅酸钙板
或同等性能防火板；5—轻钢龙骨及空腔，填 50 及以上厚的岩棉；
6—隔气膜；7—石膏板；8—穿孔处防火胶封堵；
9—岩棉或其他防火封堵材料；10—防火胶

图 B 箱式模块箱底板和外墙幕墙构造节点示意图

附录 C 箱式模块的分部工程、 分项工程划分(工厂部分)

表 C 箱式模块的分部工程、分项工程划分(工厂部分)

序号	分部工程	子分部工程	分项工程
1	主体结构	钢结构	钢结构焊接,紧固件连接,钢零部件加工,钢构件组装及预拼装,箱式模块钢结构组装,箱壁板安装、防腐涂料涂装,防火涂料涂装
2	建筑装饰 装修	建筑地面	基层铺设,整体面层铺设,板块面层铺设,地面防水
		抹灰	一般抹灰,泡沫混凝土浇筑,装饰抹灰
		外墙临时防水	门窗临时防护,防水材料包覆
		门窗	木门窗安装,金属门窗安装,塑料门窗安装,特种门安装,门窗玻璃安装
		吊顶	整体面层吊顶,板块面层吊顶,格栅吊顶
		轻质隔墙	板材隔墙,骨架隔墙,活动隔墙,玻璃隔墙
		内墙饰面板	石板安装,陶瓷板安装,木板安装,金属板安装,塑料板安装
		内墙饰面砖	内墙饰面砖粘贴
		幕墙	玻璃幕墙安装,金属幕墙安装,石材幕墙安装,陶板幕墙安装
		内墙涂饰	水性涂料涂饰,溶剂型涂料涂饰,美术涂饰
		裱糊与软包	裱糊,软包
		细部	橱柜制作与安装,窗帘盒和窗台板制作与安装,门窗套制作与安装,护栏和扶手制作与安装,花饰制作与安装
3	箱式模块 顶面	临时防水与密封	卷材防水层,涂膜防水层,接缝密封,防水材料包覆

续表 C

序号	分部工程	子分部工程	分项工程
4	建筑给水排水及供暖	室内给水系统	给水管道及配件安装,室内消火栓系统安装,消防喷淋系统安装,防腐,绝热,管道冲洗、消毒,试验与调试
		室内排水系统	排水管道及配件安装,雨水管道及配件安装,防腐,试验与调试
		室内热水系统	管道及配件安装,辅助设备安装,防腐,绝热,试验与调试
		卫生器具	卫生器具安装,卫生器具给水配件安装,卫生器具排水管道安装,试验与调试
		室内供暖系统	管道及配件安装,辅助设备安装,散热器安装,低温热水地板辐射供暖系统安装,电加热供暖系统安装,燃气红外辐射供暖系统安装,热风供暖系统安装,热计量及调控装置安装,系统水压试验与调试,防腐,绝热
		建筑饮用水供应系统	管道及配件安装,防腐,绝热,试验与调试
		建筑中水系统	建筑中水系统管道及配件安装,防腐,绝热,试验与调试
		室内热源及辅助设备	室内加热热源,辅助设备及管道安装,安全附件安装,防腐,绝热,试验与调试
		监测与控制仪表	检测仪器及仪表安装,试验与调试
5	通风与空调	送风系统	风管与配件制作,部件制作,风管系统安装,风机与空气处理设备安装,风管与设备防腐,局部设备及管道调试,风口安装,检修口安装
		排风系统	风管与配件制作,部件制作,风管系统安装,风机与空气处理设备安装,风管与设备防腐,局部设备及管道调试,风口及其他空气处理设备安装,厨房、卫生间排风系统安装

续表 C

序号	分部工程	子分部工程	分项工程
5	通风与空调	防排烟系统	风管与配件制作,部件制作,风管系统安装,风机安装,风管与设备防腐,局部设备及管道调试,排烟风阀(口)、常闭正压风口、防火风管、防火阀、自垂百叶风口安装,压力传感器或余压阀安装
		除尘系统	风管与配件制作,部件制作,风管系统安装,风机与空气处理设备安装,风管与设备防腐,局部设备及管道调试,除尘器与排污设备安装,吸尘罩安装,高温风管绝热
		舒适性空调系统	风管与配件制作,部件制作,风管系统安装,风机与空气处理设备安装,风管与设备防腐,局部设备及管道调试,组合式空调机组安装,新风机组安装,消声器、静电除尘器、换热器、紫外线灭菌器、空气过滤器等设备安装,风机盘管、VAV与UFAD地板送风装置、射流喷口等末端设备安装,风管与设备绝热
		恒温恒湿空调系统	风管与配件制作,部件制作,风管系统安装,风机与空气处理设备安装,风管与设备防腐,局部设备及管道调试,组合式空调机组安装,电加热器、加湿器等设备安装,精密空调机组安装,风管与设备绝热
		净化空调系统	风管与配件制作,部件制作,风管系统安装,风机与空气处理设备安装,风管与设备防腐,局部设备及管道调试,净化空调机组安装,消声器、静电除尘器、换热器、紫外线灭菌器、空气过滤器等设备安装,中、高效过滤器及风机过滤器单元(FFU)等末端设备清洗与安装,洁净度测试,风管与设备绝热

续表 C

序号	分部工程	子分部工程	分项工程
5	通风与空调	真空吸尘系统	风管与配件制作,部件制作,风管系统安装,风机与空气处理设备安装,风管与设备防腐,管道安装,快速接口安装,风机与滤尘设备安装,压力试验、局部设备及管道调试
		冷凝水系统	管道系统及部件安装,水泵及附属设备安装,管道、设备防腐与绝热,管道冲洗与管内防腐,灌水渗漏及排放试验
		空调(冷、热)水系统	管道系统及部件安装,水泵及附属设备安装,管道、设备防腐与绝热,管道冲洗与管内防腐,压力试验、局部设备及管道调试,辐射板及辐射供热、供冷埋管,热泵机组设备安装
		冷却水系统	管道系统及部件安装,水泵及附属设备安装,管道、设备防腐与绝热,管道冲洗与管内防腐,压力试验、局部设备及管道调试,水处理设备安装,防冻伴热设备安装
		土壤源热泵换热系统	管道系统及部件安装,水泵及附属设备安装,管道、设备防腐与绝热,管道冲洗与管内防腐,压力试验、局部设备及管道调试,管网安装
		水源热泵换热系统	管道系统及部件安装,水泵及附属设备安装,管道、设备防腐与绝热,管道冲洗与管内防腐,压力试验、局部设备及管道调试,管网安装,除垢设备安装
		蓄能系统	管道系统及部件安装,水泵及附属设备安装,管道、设备防腐与绝热,管道冲洗与管内防腐,压力试验、局部设备及管道调试
		多联机(热泵)空调系统	室外机组安装,室内机组安装,制冷剂管路连接及控制开关安装,风管安装,冷凝水管道安装,制冷剂灌注,压力试验、局部设备及管道调试

续表 C

序号	分部工程	子分部工程	分项工程
5	通风与空调	太阳能供暖空调系统	管道及配件安装,压力试验、局部设备及管道调试,防腐,绝热,低温热水地板辐射采暖系统安装
		设备自控系统	温度、压力与流量传感器安装,执行机构安装调试,防排烟系统功能测试,自动控制及系统智能控制软件调试
6	建筑电气	动力	配电箱(盘)安装,电气设备试验和试运行,导管敷设,电缆敷设,管内穿线和槽盒内敷线,电缆头制作,导线连接,线路绝缘测试,开关、插座、风扇安装
		电气照明	配电箱(盘)安装,导管敷设,管内穿线和槽盒内敷线,电缆头制作,导线连接,线路绝缘测试,普通灯具安装,专用灯具安装,开关、插座、风扇安装,建筑照明通电试运行
		防雷及接地	局部等电位连接
7	智能建筑	综合布线系统	导管安装,线缆敷设,电话网络插座安装
		有线电视及卫星电视接收系统	导管安装,线缆敷设,有线电视插座安装
		火灾自动报警系统	导管安装,线缆敷设,探测器类设备安装,控制器类设备安装,其他设备安装
		安全技术防范系统	导管安装,线缆敷设,设备安装
8	建筑节能	围护系统节能	墙体节能,幕墙节能,门窗节能,屋面节能,地面节能
		供暖空调设备及管网节能	供暖节能,通风与空调设备节能,空调与供暖系统冷热源节能,空调与供暖系统管网节能
		电气动力节能	配电节能,照明节能
		监控系统节能	监测系统节能,控制系统节能
		可再生能源	地源热泵系统节能,太阳能光热系统节能,太阳能光伏节能

附录 D 箱式模块的检验批质量验收记录表

表 D 箱式模块的检验批质量验收记录表

单位(子单位) 工程名称		分部(子分部) 工程名称		分项工程名称	
箱式模块 制作单位		箱式模块 制作单位 项目负责人		检验批容量	
				检验批部位	
施工依据			验收依据		
主控 项目	验收项目	设计要求及 规范规定	最小/实际 抽样数量	检查记录	检查结果
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
一般 项目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
箱式模块 制作单位 检查结果	专业工长： 项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理单位 验收结论	专业监理工程师： 年 月 日				

附录 E 箱式模块的分部工程质量验收记录表

表 E 箱式模块的分部工程质量验收记录表

单位(子单位) 工程名称				子分部工程数量	分项工 程数量	
箱式模块制作单位				技术(质量)负责人	验收内容	
序号	子分部 工程名称	分项工 程名称	检验批 数量	箱式模块制作 单位检查结果	监理单位验收结论	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
质量控制资料						
安全和功能检验结果						
观感质量检验结果						
综合 验收 结论						
箱式模块制作单位 项目负责人： 年 月 日			设计单位 项目负责人： 年 月 日		监理单位 总监理工程师： 年 月 日	

附录 F 箱式模块的分项工程质量验收记录表

表 F 箱式模块的分项工程质量验收记录表

单位(子单位) 工程名称				分部(子分部) 工程名称			
分项工程数量				检验批数量			
箱式模块 制作单位				项目技术 负责人		验收内容	
序号	检验批 名称	检验批 容量	部位/区段	箱式模块制作 单位检查结果		监理单位 验收结论	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
说明：							
箱式模块制作 单位检查结果		项目专业技术负责人： 年 月 日					
监理单位验收结论		专业监理工程师： 年 月 日					

附录 G 装修材料进厂验收记录表

表 G 装修材料进厂验收记录表

材料类别	品种	使用部位及数量	进厂材料燃烧性能	设计要求燃烧性能	检验报告	合格证书	核查人员
纺织 织物							
木质 材料							
高分子 合成 材料							
复合 材料							
其他 材料							
验 收 单 位	箱式模块制作单位:(单位印章)			箱式模块制作单位项目负责人:(签章)			
				年 月 日			
验 收 单 位	监理单位:(单位印章)			监理工程师:(签章)			
				年 月 日			

附录 H 钢结构工程有关安全及功能的 检验和见证检测项目

**表 H 箱式模块钢结构分部(子分部)有关安全及功能的
检验和见证检测项目**

项次	项 目	抽检数量及检验方法	合格质量标准	备注
1	见证取样送样试验项目： 1. 钢材和焊接材料复验 2. 高强度螺栓预拉力、扭矩系数复验 3. 摩擦面抗滑系数复验	按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205	符合设计要求和国家现行有关产品标准规定	
2	焊缝质量： 1. 内部缺陷 2. 外观缺陷 3. 焊缝尺寸	一、二级焊缝按焊缝处随机抽检 3%，且不少于 3 处；检验采用超声波或射线探伤	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	
3	1. 连接件 2. 锚栓紧固 3. 垫板、垫块	全数检查，采用观察和尺量等方法进行检验	符合本规程第 6.4.3 条和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定	
4	主要构件变形： 1. 钢梁、顶梁等垂直度和侧向弯曲 2. 钢柱垂直度	按构件随机抽检 3%，且不少于 3 处；检验方法按 GB 50205 和本规程第 6.4.3 条	符合本规程第 6.4.3 条和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定	
5	主体结构尺寸： 1. 整体垂直度 2. 整体平面弯曲	按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和本规程第 6.4.3 条	符合本规程第 6.4.3 条和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定	
6	船运试验项目： 1. 堆码 2. 顶吊 3. 横向刚性 4. 纵向刚性	检查试验报告资料	试验报告检测结论合格	

附录 J 箱式模块钢结构分项工程 检验批质量验收记录

J.0.1 钢结构(钢构件焊接)分项工程检验批质量验收应按表 J.0.1 进行记录。

**表 J.0.1 箱式模块钢结构(钢构件焊缝)分项工程检验
批质量验收记录表**

工程名称				检验批部位	
箱式模块制作单位				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 (按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205)	箱式模块制作 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	焊接材料进场				
2	焊接材料复验				
3	材料匹配				
4	焊工证书				
5	焊接工艺评定				
6	内部缺陷				
7	组合焊缝尺寸				
8	焊缝表面缺陷				
一般项目	合格质量标准 (按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205)	箱式模块制作 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	焊接材料进场				
2	预热和后热处理				
3	焊缝外观质量				
4	焊缝尺寸偏差				
5	凹形角焊缝				
6	焊缝感官				
箱式模块制作单位 检验评定结果	班组长： 或专业工长：		质检员： 或项目技术负责人：		
	年 月 日		年 月 日		
监理(建设)单位 检验评定结论	监理工程师(建设单位项目技术人员)：				年 月 日

J.0.5 箱式模块钢结构(波纹钢箱壁板安装)分项工程检验批质量验收应按表 J.0.5 进行记录。

**表 J.0.5 箱式模块钢结构(波纹钢箱壁板安装)分项工程
检验批质量验收记录表**

工程名称				检验批部位	
箱式模块制作单位				项目经理	
监理单位				总监理工程师	
施工依据标准					
主控项目		合格质量标准 (按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205)	箱式模块制作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	波纹钢箱壁板进场				
2	基板裂纹				
3	涂层缺陷				
4	现场安装				
5	端部焊接				
...					
一般项目		合格质量标准(按本规程和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205)	箱式模块制作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	波纹钢箱壁板精度	本规程第 6.4.3 条			
2	轧制精度				
3	表面质量	本规程第 6.4.3 条			
4	安装质量	本规程第 6.4.3 条			
5	安装平整度	本规程第 6.4.3 条			
...					
箱式模块制作单位 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 检验评定结论		监理工程师(建设单位项目技术人员)： 年 月 日			

附录 K 箱式模块船运试验项目

表 K 箱式模块船运试验项目

试验项目	端视图	侧视图
堆码 A		
堆码 B		
堆码 C		
堆码 D		
堆码 E		
顶吊 A		

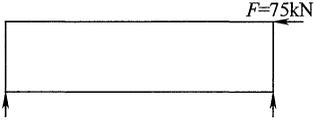
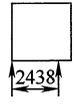
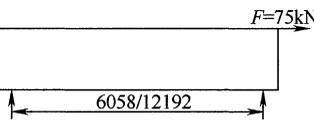
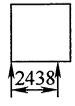
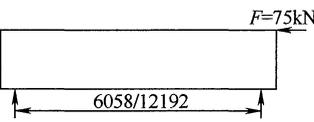
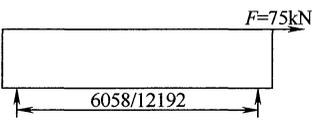
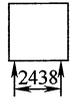
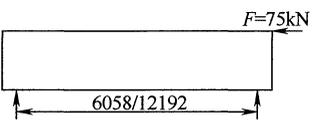
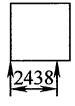
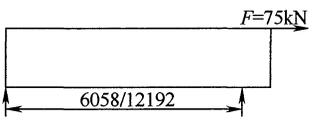
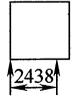
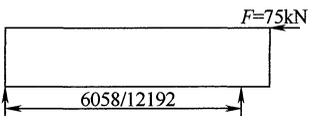
续表 K

试验项目	端视图	侧视图
顶吊 B		
顶吊 C		
顶吊 D		
横向刚性 A	侧面推	
	侧面拉	
横向刚性 B	侧面推	
	侧面拉	

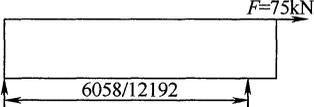
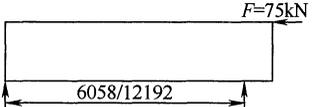
续表 K

试验项目	端视图	侧视图
横向刚性 C	侧面推	
	侧面拉	
横向刚性 D	侧面推	
	侧面拉	
横向刚性 E	侧面推	
	侧面拉	
纵向刚性试验 A		

续表 K

试验项目	端视图	侧视图
纵向刚性试验 A		
纵向刚性试验 B		
		
纵向刚性试验 C		
		
纵向刚性试验 D		
		

续表 K

试验项目	端视图	侧视图
纵向 刚性 试验 E		
		

- 注:1 表中各图仅标示出箱式模块一端或一侧的外作用力,所示箱内荷载为均匀分布于全箱。
- 2 R 表示箱式模块总质量,包含钢结构和精装修的总质量, T 表示箱式模块钢结构质量, R 和 T 均属于质量概念,若试验要求以重力值为基础,则“力”表示为: Rg 、 Tg ,计量单位为牛顿或牛顿的倍数。
- 3 堆码试验荷载 $F=Rg \times (\text{堆码层数} - 1) \times 1.8/4$ 。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《钢结构设计标准》GB 50017
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212
- 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB 50224
- 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325
- 《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327
- 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 《建筑内部装修防火施工及验收规范》GB 50354
- 《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905
- 《智能建筑工程施工规范》GB 50606
- 《钢结构焊接规范》GB 50661

《通风与空调工程施工规范》GB 50738
《钢结构工程施工规范》GB 50755
《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981
《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232
《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249
《耐候结构钢》GB/T 4171
《系列 1 集装箱 技术要求和试验方法 第 1 部分:通用集装箱》GB/T 5338
《生活饮用水卫生标准》GB 5749
《中国地震动参数区划图》GB 18306
《建筑幕墙》GB/T 21086
《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82
《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99
《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133
《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174
《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235
《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251
《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336
《建筑防火封堵应用技术规程》CECS 154
《钢结构防腐涂装技术规程》CECS 343

中国工程建设标准化协会标准

箱式钢结构集成模块建筑
技术规程

T/CECS 641-2019

条文说明

目 次

1	总 则	(83)
2	术语和符号	(84)
2.1	术语	(84)
3	基本规定	(86)
4	建筑设计	(87)
4.1	一般规定	(87)
4.2	模数协调	(87)
4.3	建筑平立面设计与模块组合	(88)
4.4	建筑防火	(88)
4.5	外围护系统	(90)
4.6	室内装饰装修	(91)
4.7	设备与管线	(92)
5	结构设计	(94)
5.1	一般规定	(94)
5.2	结构体系与结构布置	(95)
5.3	结构整体计算与分析	(96)
5.4	地基、基础和地下室	(97)
5.5	箱式模块结构	(97)
5.6	箱式模块连接	(101)
5.7	钢结构防腐	(105)
6	箱式模块制作与运输	(106)
6.1	一般规定	(106)
6.2	原材料及成品进厂验收	(106)
6.3	工厂集成制作	(106)

6.4	工厂验收	(107)
6.5	出厂	(107)
6.6	包装、运输与堆放	(108)
7	现场安装	(109)
7.1	一般规定	(109)
7.2	箱式模块安装与连接	(109)
7.3	设备与管线系统连接安装	(110)
7.4	建筑接缝防火、防水处理	(110)
8	质量验收	(112)
8.1	一般规定	(112)
8.2	箱式模块的进场验收	(113)
8.3	箱式模块安装与连接验收	(113)
8.4	设备与管线系统连接安装验收	(114)
8.5	建筑接缝防火、防水验收	(114)
9	维护与管理	(115)

1 总 则

1.0.1 本条规定是箱式钢结构集成模块建筑在应用中必须遵循的总方针。

箱式钢结构集成模块建筑具有建筑空间模块化、设计制作集成化、生产工艺标准化、建筑施工装配化的特征,以及高集成度、高装配率、施工速度快等优势,在欧美及澳大利亚等发达国家已有较多应用案例。目前国内箱式钢结构集成模块建筑相关标准的应用范围仅局限在低多层建筑,且针对的是标准集装箱建筑。本规程将国内外箱式钢结构集成模块建筑的应用范围拓展到抗震地区的高层建筑,对设计、建造和验收方面进行改进和提升,适应我国城镇建筑发展与建设需求。

1.0.2 本规程适用的建筑特征是以箱式钢结构集成模块为基本建筑单元,可以是由箱式钢结构集成模块叠置并通过连接件相互连接而成的建筑,也可以是箱式钢结构集成模块与其他建筑结构共同组合而成的建筑。其中的箱式钢结构集成模块在工厂制作完成,是具有建筑使用功能的箱式空间体。本规程规定的与箱式钢结构集成模块组合的其他建筑结构主要包括钢框架以及钢框架-支撑结构,考虑混凝土结构与箱式钢结构集成模块组合结构体系的研究尚不系统,暂未纳入。

1.0.3 鉴于箱式钢结构集成模块建筑涉及的很多技术问题在现行国家标准、行业标准以及协会标准中已有相关规定,为了避免重复,本规程主要针对与箱式钢结构集成模块有关的内容做出规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 本规程所指箱式模块,是指在工厂不仅完成主体结构的组装,还完成包括箱式模块外围护结构、室内装修、设备管线以及部分家具的安装,并考虑了箱式模块在运输吊装中的性能要求,因此具有功能集成的特点,如图 1 所示。

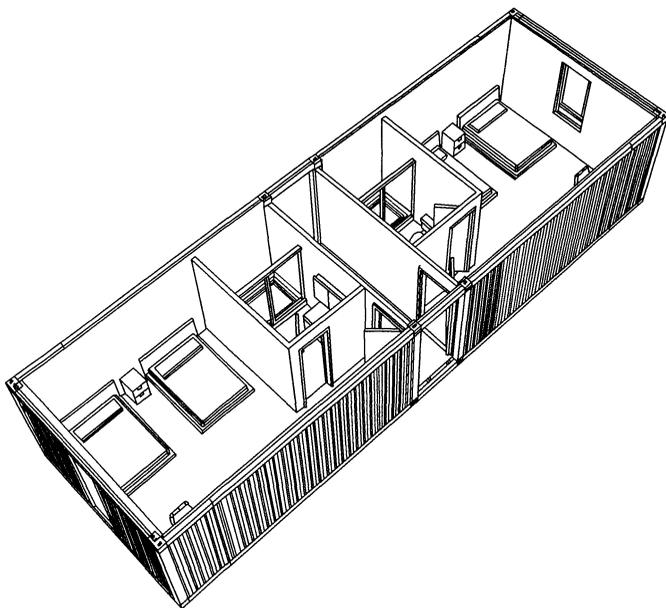


图 1 箱式模块示意图

2.1.4~2.1.10 为便于规程的理解和应用,规定了构成箱式模块的构件术语,箱式模块结构构成三维图如图 2 所示。

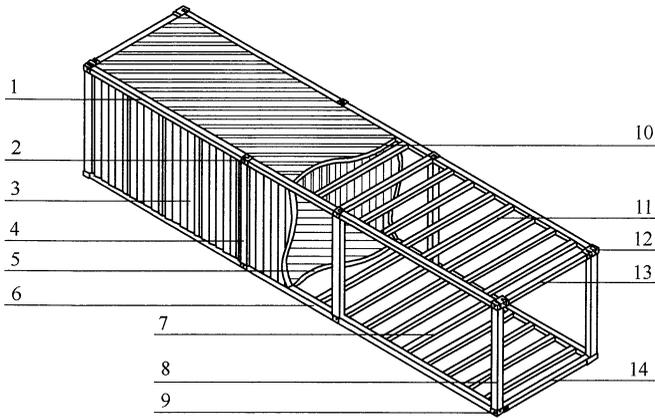


图 2 箱式模块结构构成三维图

- 1—上边梁；2—箱式模块中部连接件；3—金属箱壁板；4—箱式模块柱（中柱）；
 5—箱底板；6—下边梁；7—箱底板梁；8—箱式模块柱（角柱）；
 9—箱式模块角部连接件；10—箱顶板；11—箱顶板梁；
 12—箱式模块角部连接件；13—上边梁；14—下边梁

2.1.14~2.1.16 箱式模块建筑可以采用多种类型的结构体系，本规程主要规定了叠箱结构体系、箱-框结构体系、箱-框-支撑结构体系，在箱式模块建筑中可以利用楼电梯间、设备间等适合的公共空间布置钢框架、钢框架-支撑等非箱式模块结构，以提高建筑整体的抗侧刚度，满足抗震、抗风要求。

3 基本规定

3.0.1 模数化是实现箱式模块建筑标准化的重要基础,涉及箱式模块建筑产业链上的各个环节,箱式模块建筑设计应进行模数协调,以满足建造装配化与部品部件标准化、通用化,以及制造的工业化和集成化的要求。在遵循上述原则的基础上,箱式模块建筑应注重性能要求,有效提高建筑品质。

3.0.2 箱式模块建筑的建设应统筹规划设计、部品部品生产、箱式模块制作、施工安装和运营维护全过程,对技术选型、经济性和可实施性进行评估。按照保障安全、提高质量、提升效率的原则,确定可行的技术配置和经济适宜的建设标准。

3.0.3 室内装饰装修的产业化、工业化必然要求部品的标准化、模数化,而随着产业技术的发展,装配化与智能化也成为建筑技术发展的趋势。室内环境的多样化、个性化是提升现代建筑室内品质的重要因素,因此需要设计师很好地解决标准化与个性化之间的矛盾。同时,在室内装饰装修中积极采用新技术、新工艺、新材料、新产品,也是促进建筑产业化的重要内容。

3.0.4 结构抗震性能化设计目前是一种趋势,特别是针对新的结构形式或高层建筑结构,抗震性能化设计是一种有效的设计手段。本条建议对超出本规程规定范围的结构形式或对抗震设防标准等有特殊要求时,可采用结构抗震性能化设计方法进行补充分析和论证。具体的抗震性能设计方法参见国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 等的有关规定。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.2 箱式模块是一种功能集成的建筑单元,设计时需要充分考虑各专业之间的协同设计。尤其是建筑全装修设计应从建筑方案设计阶段介入,与建筑设计各专业充分协调与综合,贯彻建筑装修一体化的设计理念。

4.1.3 箱式模块外轮廓尺寸应综合考虑工厂制作条件、交通运输条件、现场吊装条件等因素确定,并进行相关调研。在具体项目设计时,应提前了解工厂到项目现场沿途的运输限制条件,避免运输问题的发生。

4.2 模数协调

4.2.1 箱式模块建筑设计应遵守模数协调原则,整体箱式模块组合设计时应以箱式模块单元的基本尺寸为设定模数的依据。箱式模块的建筑功能空间模数设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 等标准对模数协调的规定,按照建筑模数制的要求,采用基本模数、扩大模数或分模数的设计方法,实现建筑的设计、生产、装配等活动的相互协调,以及建筑、结构、内装、设备管线等集成设计的相互协调;建筑构件的规格应统筹考虑模数要求与原材料基材的规格,提高材料利用率,减少材料损耗。

4.2.2 箱式模块建筑由多个箱式模块及现场施工的非箱式模块部分组合而成,水平相邻模块间墙体形成双墙,因此轴线的定位与传统建筑不同。箱式模块建筑设计制图时,应充分考虑施工图与深化图技术内容表达的衔接性,本条规定以箱式模块结构外皮作为定位轴线,以利于箱式模块组合的表达以及工厂制作的需要。

4.2.3 箱式模块建筑上下相邻模块间形成双结构板,楼层竖向构造与传统建筑存在较大差别,为避免概念混淆,本条对箱式模块建筑的层高定义进一步规定与明确。同时,箱式模块的高度除应满足运输限高要求外,其主要建筑功能空间的净高尚应满足国家现行相关标准的要求。

4.2.4 相邻箱式模块的结构外皮间隙距离应考虑箱式模块的生产精度、墙体构造、施工误差等因素综合确定,本条基于工程实践经验给出最小要求。

4.3 建筑平立面设计与模块组合

4.3.1 箱式模块建筑应采用标准箱式模块加少量特殊模块的方式进行组合,尽量减少箱式模块种类。

4.3.2、4.3.3 箱式模块建筑立面宜简洁,不宜设置凸窗和复杂装饰构件,因为凸窗和复杂装饰构件拼接、保温、防水做法复杂,易出现冷桥、渗漏等质量问题,从而影响钢结构的耐久性。

4.3.4 本条针对箱式模块三维空间特点提出了几种箱式模块常用的、较为合理的组合方式供设计参考,实际工程设计中可选择采用其中一种或同时采用其中几种作为实现建筑效果的手段。当有依据时,也可采用其他组合形式。

4.4 建筑防火

4.4.1 带有承重钢柱的复合墙体系统指由承重钢柱与建筑围护面板、墙体填充材料等组成的复合墙体系统,水平相邻模块处是双层复合墙系统。其中承重钢柱也可与柱间支撑或受力金属箱壁板共同组成结构受力构件,并由墙体两侧建筑围护面板整体包覆,中间填充岩棉等不燃材料。由于任意位置的两侧建筑围护面板及填充材料的防火性能都直接或间接影响相关墙体复合系统结构受力构件的防火性能,故其防火保护措施及构造宜按整体复合墙体系统考虑,耐火试验检测时按复合系统整体检测。偏于安全考虑,本

条规定带有承重钢柱的复合墙体系统的燃烧性能和耐火极限宜按柱的要求执行；同理，箱式模块的梁和楼板复合系统由箱底板与箱顶板组成，本条规定梁和楼板组成的复合系统的燃烧性能和耐火极限宜按梁的要求执行。

箱式模块建筑各部位构件的燃烧性能和耐火极限可参考表 1 的规定。

表 1 不同耐火等级建筑相应构件的燃烧性能和耐火极限(h)

构件名称	耐火等级			
	一级	二级	三级	四级
防火墙	不燃性 3.00	不燃性 3.00	不燃性 3.00	不燃性 3.00
非承重外墙	不燃性 1.00	不燃性 1.00	不燃性 0.75	难燃性 0.75
楼梯间和前室的墙	不燃性 2.00	不燃性 2.00	不燃性 1.50	难燃性 1.00
电梯井的墙				
住宅建筑单元之间的墙和分户墙				
管道井、排气道等竖向井道井壁	不燃性 1.00	不燃性 1.00	不燃性 1.00	不燃性 1.00
疏散走道两侧隔墙	不燃性 1.00	不燃性 1.00	不燃性 0.75	难燃性 0.75
房间隔墙	不燃性 0.75	不燃性 0.50	难燃性 0.50	难燃性 0.25
带有承重钢柱的复合墙体系统(非防火墙)	不燃性 3.00	不燃性 2.50	不燃性 2.00	难燃性 1.00
梁和楼板复合系统	不燃性 2.00	不燃性 1.50	不燃性 1.00	难燃性 1.00
屋顶承重构件	不燃性 1.50	不燃性 1.00	难燃性 0.50	难燃性 0.25
疏散楼梯	不燃性 1.50	不燃性 1.00	不燃性 0.75	难燃性 0.50
吊顶(包括吊顶格栅)	不燃性 0.25	难燃性 0.25	难燃性 0.15	可燃性

箱式模块建筑各部位构件的防火构造做法可按表 2 设计。

表 2 箱式模块建筑主要构件防火构造

构件名称	主要设计材料	耐火极限设计值(h)
防火墙	3×12mm 耐火纸面石膏板 +100 龙骨(填 100mm 厚 100kg/m ³ 岩棉) +3×12mm 耐火纸面石膏板	3.00

续表 2

构件名称		主要设计材料	耐火极限设计值(h)
楼梯间和前室的墙		2×12mm 耐火纸面石膏板	2.00
电梯井的墙		+75 龙骨(填 50mm 厚 120kg/m ³ 岩棉)	
单元之间的墙和分户墙		+2×12mm 耐火纸面石膏板	
管道井、排气道等竖向井道井壁		12mm 耐火纸面石膏板	1.00
疏散走道两侧隔墙		+75 龙骨(填 50 厚 100kg/m ³ 岩棉)	
房间隔墙		+12mm 耐火纸面石膏板	
带有承重钢柱的复合墙体系统	外墙复合系统	室内侧:12mm 厚纤维增强硅酸钙板或同等性能防火板(填 50mm 厚 100kg/m ³ 岩棉) 室外侧:12mm 厚纤维增强硅酸钙板或同等性能防火板	3.00
	双墙复合系统	单墙室内侧:12mm 厚纤维增强硅酸钙板或同等性能防火板(填 50mm 厚 100kg/m ³ 岩棉)	3.00
梁和楼板复合系统	箱底板	上部 24mm 水泥纤维板	2.00
	箱顶板	下部 2×9mm 纤维增强硅酸钙板或同等性能防火板 (配合使用 50mm 厚 60kg/m ³ 岩棉)	

注:外墙复合系统室外侧防火构造做法为考虑室外火工况下得出。

4.4.3 箱式模块之间以及箱式模块与非箱式模块结构之间拼装时存在接缝,这也是箱式模块建筑体系区别于传统建筑的特征之一,接缝的防火处理应采用不燃材料进行填塞封堵,按目前工程应用经验,不燃材料填塞封堵深度一般为 200mm。

4.5 外围护系统

4.5.1 设计中宜充分发挥工厂制造的优势,实现外围护体系在工厂预制、现场组装的要求。并且对防水、堆放、吊装、安装、拼接等工艺充分考虑,确保质量。

箱式模块建筑外墙采用幕墙体系时,具体设计原则与构造参见国家现行有关标准《建筑幕墙》GB/T 21086、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133、《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336等的规定。

4.5.5 箱式模块箱顶板应保证箱式模块在吊装和运输时的空间受力特性。但箱顶板本身刚度、强度较弱,不应作为建筑屋顶使用,应采取加强屋面的整体性,多高层建筑应采用整体现浇钢筋混凝土屋面或装配整体式轻型屋面。

4.6 室内装饰装修

4.6.1 装修设计宜遵循模数协调原则设计,以适应全装修工业化生产的要求,提高标准化、装配化程度。

4.6.2 本条强调室内装修设计应与建筑设计、设备管线综合设计同步进行,并与箱式模块结构布置相协调,避免内装修后设计带来的各种矛盾,提高装修效果。

4.6.3 装配式装修技术,主要包括快装轻质隔墙、快装龙骨吊顶、模块式快装采暖地面、整体卫浴、整体厨房、住宅集成式给水管道等能够实现装配式施工作业工法的工法及产品体系。这种采用工业化生产的部品、部件进行装配施工的装修工法和产品,也是工业化建筑体系的重要组成部分,能够提高箱式模块的制造质量和效率,宜在箱式模块建筑中推广使用。

4.6.4 固定式家具与墙体、顶面等结合设置,是提高收纳储藏空间利用效率、节省内部空间的有效方法,也是保证装修整体性的有效设计手段。

4.6.5 箱式模块内装修设计需要根据空间使用及结合人体工程学方面,考虑设备、设施及电器的末端精确定位。同时,在装修设计时,应对容易产生安装和吊挂需求的部位进行定位,并做相应的预留、预埋或加固措施。

4.6.6 本条中明确规定了箱式模块的墙体宜采用轻钢龙骨加面

板的做法。室内面板及芯材应采用 A 级不燃材料。设计中应针对不同房间的使用特点,对后期使用中会出现吊挂要求的部分进行承载力验算,并做加强的构造处理,满足使用要求。墙体两侧设置电器开关或插座时,考虑隔声性能,通常的做法是将两者的位置错开 150mm 以上。此外,本条出于箱式模块钢结构构件的防护考虑,规定浴室内墙面应全高设置防水层,卫生间、厨房的墙面全高及顶棚应设置防潮层。同时,考虑防火要求,本条规定卫生间、厨房四周隔墙顶部应延伸至箱顶板耐火板材底面。

4.6.7 箱式模块楼(地)面采用发泡水泥填充的构造做法可有效降低使用中钢结构楼(地)面振动。设计中根据建筑功能特点可选择不同的填充材料,满足使用中的舒适度要求。

4.6.8 箱式模块顶面由顶板梁和钢板组成,可以在顶板梁上设置吊杆,下设龙骨和吊顶面板。此外,箱式模块的受力结构为钢结构,吊顶构造还应注意对箱式模块钢结构的防护,用水房间的吊顶应满足防潮要求。箱式模块之间都是双层构造,因此,在考虑隔声、防火等构造时应按双层的特点综合考虑,即上下箱式模块间的隔声和防火依靠本层箱式模块吊顶箱顶板和上层箱式模块箱底板组成的复合系统来实现。

隔声、防火、防潮等具体性能要求在国家现行标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 以及《住宅室内防水工程技术规范》JGJ 298 等标准中有明确规定。

4.6.9 箱式模块间拼接的门洞口等位置的现场装修设计应充分考虑相邻箱式模块施工安装公差造成的影响。

4.7 设备与管线

4.7.6 生活给水、热水给水支管管材分为交联聚乙烯(PEX)、耐热聚乙烯(PE-RT)、冷热水用聚丁烯 PB 等柔性管材,连接为卡箍式或卡压式连接。

4.7.7 地漏的设置是影响同层排水做法的一个重要因素,当楼板构造或地面做法受限并采用不降板同层排水做法时,地漏可采用满足水封要求的扁地漏或现行协会标准《建筑同层检修(WAB)排水系统技术规程》CECS 363 推荐的建筑同层检修(WAB)排水系统中的地漏形式。

4.7.8 本条规定了箱式模块建筑采暖、通风与空气调节系统设计的主要要求。

1 对于居住建筑,地面辐射采暖系统热舒适度较高,因此推荐采用干法施工。而箱式模块建筑要求结构主体和设备分离,因此地面辐射采暖系统宜采用干法施工。干法施工的地面辐射采暖系统目前有预制沟槽保温板和供暖板地面辐射供暖系统,其中供暖板地面辐射供暖系统的末端设备是工厂一体化制作的预制轻薄供暖板,本条提出优先采用。

2 散热器安装需要在结构构件上固定,散热器系统设计时其位置应考虑到这个因素。箱式模块建筑在工厂预制时应按照散热器产品的要求,将所需挂件或预埋件安装结构构件上。

3 箱式模块建筑存在箱式模块与箱式模块之间的现场拼装,而多数情况下供暖、通风与空气调节系统是分布在多个箱式模块中的一个整体系统,因此系统被箱式模块分隔开,在现场要进行箱式模块之间各系统的连接。现场连接需要的操作空间、管道接口和连接的管件都应在工厂预留出来。现场操作空间宜满足检查、维修和更换的要求。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.4 结构体系的选用与抗震设防类别、抗震设防烈度、建筑高度、建筑场地等因素密切相关,实际选型时,需要经技术、经济和使用条件综合比较确定。

本规程中箱式模块建筑有其自身的特点:精装修、整体吊装、特殊的连接方式、有抗侧刚度贡献的金属箱壁板等,都需要在结构体系选型中予以考虑。箱式模块建筑的结构布置和组合应形成稳定的结构体系。箱式模块叠置可组成叠箱结构体系,装配化程度高;当叠箱结构体系不能满足抗震要求时,可采用箱-框体系、箱-框-支撑体系。箱-框体系可以得到较大的使用空间;箱-框-支撑体系在框架结构中设置了支撑,增加了结构的抗侧刚度,提高了抗震能力。

5.1.5 考虑到箱式模块建筑已建成的工程案例经验,结合案例计算分析结果,综合考虑建筑质量、结构性能、经济成本等因素,给出适用范围的建议值,并非该体系的最大高度限值。

5.1.6 高层箱式模块建筑的高宽比,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,从结构安全角度讲,高宽比限值不是必须满足,主要影响结构设计的经济性。当箱式模块建筑高宽比过大时,抗倾覆能力较差,结构材料用量增大较多,经济性能不好。

5.1.7 本规程涉及的箱式模块建筑结构本质上属于钢结构,其关于抗震等级的规定与现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定相同。甲、乙类设防的建筑结构,其抗震设防标准的确定,按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的规

定处理,不再重复。

5.1.8 箱式模块采用船舶或汽车运输时应满足一定的刚度和承载力要求,设计时可按现行国家标准《系列1集装箱 技术要求和试验方法 第1部分:通用集装箱》GB/T 5338—2002的附录A进行验算。当箱式模块采用集装箱船舶运输时,箱式模块结构应通过船级社认证。可以选择中国船级社,也可以选择其他世界主流的船级社,例如,德国船级社 DNV. GL、法国船级社 BV、美国船级社 ABS等。其中认证的过程包括以下几步:

(1)向船级社提交箱式模块钢结构图纸、箱式模块商标铭牌图纸、箱式模块试验大纲和箱式模块技术说明;

(2)船级社审核申请资料,并返回批注意见,修改相关内容重复提交直至资料审核通过;

(3)按照箱式模块试验大纲进行试验,让船检代表现场见证,记录试验数据;

(4)只有经过船级社认证并发放证书的箱式模块才能使用集装箱船舶运输。

如果使用非集装箱船舶运输则不需要船级社证书,但应进行结构计算,确保箱式模块运输的安全。

5.2 结构体系与结构布置

5.2.1 抗震结构体系要求受力明确、传力途径合理且传力路线不间断,这也是结构选型与布置结构抗侧力体系时首先考虑的因素之一。

5.2.2 结构布置应力求简单、规则,避免刚度、质量分布不均匀,结构布置的规则性判定具体可参见国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99的有关规定。考虑到有些建筑结构,横向抗侧力构件(如墙体)很多而纵向很少,在强烈的地震中往往由于纵向的破坏导致整体倒塌,规范增加了结构两个主轴方向的动力特性(周期和振型)相近的抗震概念。

为避免作为抗侧力构件的金属箱壁板出现水平剪力集中,当金属箱壁板的长度很长时,可通过开设洞口分成长度较小且较均匀的若干段。但各段长度不宜小于 0.8m,避免作用发挥不足。

5.3 结构整体计算与分析

5.3.2 箱式模块为现场三维空间体拼装,考虑到安装操作空间和连接的便捷性以及可靠性,一般采用螺栓连接或焊接。当采用焊接时,受连接操作空间及安装误差影响,现状连接方式一般较难做到刚接,但当有充分试验数据支撑等依据时,箱式模块连接计算假定也可采用刚接。

5.3.4 箱式模块建筑本质上为钢结构,本条规定的框架按刚度分配计算得到的地震层剪力标准值调整系数参考了现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99—2015 关于二道防线框架部分剪力调整的规定,需要调整剪力的框架部分应包括箱式模块部分的框架以及非箱式模块部分的框架。分析表明,高层箱式模块建筑采用箱-框-支撑结构体系时,箱式模块部分与钢框架-支撑部分可协同受力,共同抵抗水平地震作用。考虑到金属箱壁板作为抗侧力构件的实际应用案例还较少,本条规定非箱式模块部分钢框架-支撑分担的层剪力比例不应小于 60%,进一步保证箱式模块建筑结构体系的可靠性与合理性。

5.3.5 本条参考现行行业标准《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、《轻型钢结构住宅技术规程》JGJ 209 和现行协会标准《钢结构住宅设计规范》CECS 261 规定的箱式模块建筑在风荷载和多遇地震标准值作用下的弹性层间位移角限值和罕遇地震作用下弹塑性层间位移角限值。当室内精装修材料易开裂时,弹性层间位移角限值宜适当从严。

5.3.6 当非承重墙体为轻质砌块、轻质墙板和轻钢龙骨墙体时,自振周期折减系数可取 0.9~1.0。

5.3.7 本条中各类结构的阻尼比是参考现行国家标准《建筑抗震

设计规范》GB 50011 提出的。

5.4 地基、基础和地下室

5.4.4 由于防腐蚀要求,无地下室的箱式模块建筑首层应架空设置,为了避免箱式模块建筑底部进杂物或动物集聚,受到垃圾、防潮、排水、小动物破坏等影响,首层箱式模块下外墙可以设置连续外墙等封闭措施。

5.5 箱式模块结构

5.5.1 本条规定了单个箱式模块的结构性能应满足运输、安装和使用过程中的承载力与刚度要求,并结合制作工艺现状给出了箱式模块的结构简图,便于设计人员理解。

5.5.5、5.5.6 箱式模块波纹钢箱壁板分为以下两类:一类在地震作用、风荷载作用下与周边钢柱和钢梁共同作用,提供结构抗侧刚度,承受水平剪力;另一类不给主体结构提供抗侧刚度,仅在运输、安装及施工过程中起围护作用,与主体结构的连接构造上应确保其不参与主体结构间水平力的传递,与周边梁柱可采用自攻螺丝连接。

对开设有门窗洞口的箱式模块墙体,所有开洞部位应布置加强构件。加强构件可选用小截面钢管,加强构件的焊缝宜采用等强焊缝且不宜低于二级质量等级要求。对 8 个开设有洞口,洞边用构造柱加强的波纹板剪力墙试件的试验结果表明,低周往复荷载作用下试件的破坏主要集中于洞口周围,表现为加强构造柱焊缝断裂、波纹板与构造柱间焊缝断裂。

通过对 4 个具有不同开洞形式的足尺波纹钢板试件的拟静力试验研究表明,洞口紧贴箱式模块柱时,试件的变形能力较差,极限层间位移角降低约 28.9%。

5.5.7 箱式模块波纹钢箱壁板尺寸若超出本规程第 5.5.7 条相关规定限值范围,建议开设洞口或增加模块柱(中柱),使其满足规

定要求。

5.5.8 式(5.5.8-1)是基于现行行业标准《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380—2015 中给出的钢板剪力墙抗侧刚度公式推导而来,通过修正截面抗弯惯性矩 I_z 和截面形状系数 η 考虑压型波纹对抗侧刚度的贡献。

对于开设洞口的波纹钢箱壁板,应沿洞口四周将其划分区格,将开设洞口的钢板假设为一系列通过串联和并联组合而成的弹簧,通过组合弹簧的串并联关系计算其抗侧刚度。其中,水平区格为并联关系,竖向区格为串联关系。

通过 4 个未开洞和 4 个开洞波纹钢板箱壁板试件的拟静力试验对上述计算方法进行了验证,结果表明,由于《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380—2015 未考虑压型波纹对抗侧刚度的贡献,将明显低估波纹钢板箱壁板的抗侧刚度,理论值与试验值的比值介于 0.63~0.91,平均值为 0.74。通过本规程的修正,提高了其计算精度,本规程计算理论值与试验值的比值介于 0.73 和 1.07,平均值为 0.93,通过理论计算的抗侧刚度值略保守。详细对比结果如图 3 所示。

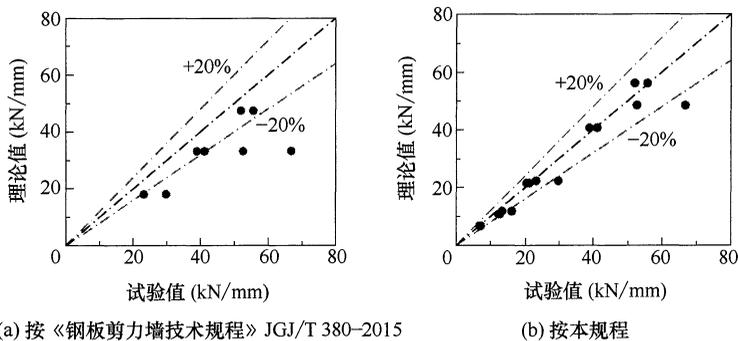


图 3 理论计算值与试验值的对比分析结果

波纹钢板箱壁板恢复力模型包括骨架曲线(图 4)和滞回准则

(图 5)。骨架曲线上各参数取值参考第 5.5.8 条、第 5.5.9 条。

则屈服(屈曲)位移为： $u_e = \frac{V_y}{K_0}$ 。

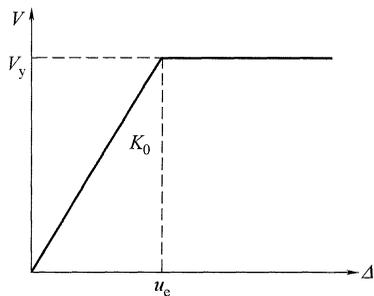


图 4 骨架曲线

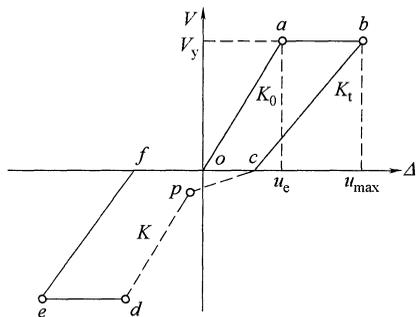


图 5 滞回准则

滞回曲线上各参数取值如下：

(1) 卸载刚度。

波纹钢箱壁板进入塑性段后，卸载刚度按弹性卸载刚度 K_t 进行卸载，计算公式如下：

$$K_t = K_0 \cdot (u_{max}/u_e)^{-0.0003 \cdot (L_g - B) + 0.22} \quad (1)$$

式中： u_{max} ——当前加载级下该向的最大位移。

B ——波纹钢箱壁板的洞口净宽度。

(2)再加载刚度。

波纹钢箱壁板的滞回曲线存在明显的捏缩段,再加载曲线呈现双折线特征,即图中 cp 段和 pd 段。 p 点坐标为 $(-0.3\Delta_c, G)$, 其中 Δ_c 为荷载卸载到 0 时的位移, G 为波纹钢箱壁板的重力。则 cp 段的刚度 K_{cp} 计算公式为:

$$K_{cp} = \frac{G}{1.3\Delta_c} \quad (2)$$

pd 段的刚度 K_{pd} 计算公式为:

$$K_{pd} = \frac{V_y - G}{u_{\max} - 0.3\Delta_c} \quad (3)$$

式中: u_{\max} ——若再加载方向波纹钢箱壁板未进入过塑性段,则 u_{\max} 取为屈服位移 u_e ;若在加载方向波纹钢箱壁板已进入过塑性段,则取为加载方向上一级加载的最大位移。

5.5.9 式(5.5.9-1)~式(5.5.9-9)参考了现行行业标准《钢板剪力墙技术规程》JGJ/T 380—2015 和现行协会标准《波纹腹板钢结构技术规程》CECS 291:2011,所谓“充分试验”指的是在国家认可的试验室进行超过 3 个及以上的足尺试验。开洞箱式模块波纹钢箱壁板承载力计算公式参考开洞加劲钢板剪力墙相关研究成果,试验结果表明开洞试件抗侧机理为剪切屈服。因此,对于开洞波纹钢箱壁板,承载力计算在不开洞剪切屈服承载力的基础上考虑开洞影响系数进行计算。

通过 4 个未开洞和 4 个开洞波纹钢箱壁板试件的拟静力试验对上述计算方法进行了验证,理论值与试验值的比值介于 0.63 和 1.17,平均值为 0.92,通过理论计算的抗剪承载力略保守。详细对比结果如图 6 所示。

5.5.10 箱式模块建筑的箱底板和箱顶板一般采用密肋钢梁的结构布置形式(见图 7)。理论计算表明,采用密肋钢梁附加面内钢斜撑方式可有效提高箱式模块平面内刚度,此时结构计算结果与

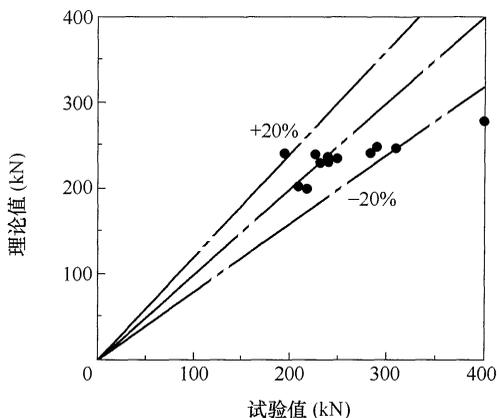


图 6 理论值与实验值的对比示意图

采用分块刚性楼板假定接近。

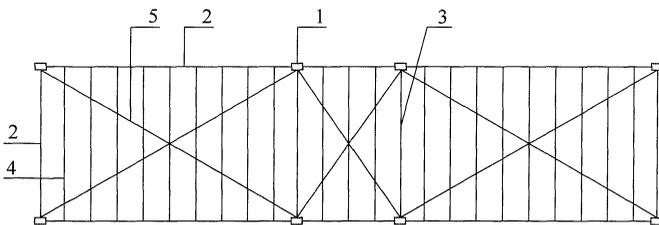


图 7 箱式模块的楼板布置示意图

1—箱式模块柱；2—下边梁；3—箱底板框架梁；4—箱底板梁；5—钢斜撑

5.5.11 本条容许均布荷载和集中荷载最小值是根据一般工程经验数据得出，顶层箱式模块箱顶板梁还应根据屋顶具体做法考虑现场增加的整体现浇或装配整体式钢筋混凝土整体屋面的荷载作用。

5.6 箱式模块连接

5.6.1 本条指出了主体结构构件之间的连接应遵守的原则：通过

连接的承载力来发挥各构件的承载力、变形能力,从而获得整个结构良好的抗震能力。

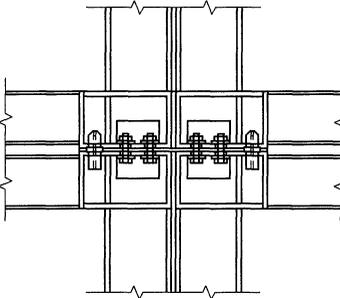
5.6.2 采用振型分解反应谱法与弹性时程分析法计算分析高层箱式模块建筑结构体系连接件内力时,连接件内力值以及最大受力连接件位置均存在差异,且时程分析时,水平连接件的受力大小与基底剪力峰值点并无直接对应关系,即反应谱分析对应的情况不足以包络连接件的内力峰值,连接件设计时建议增加弹性时程分析方法作为补充。

5.6.3 箱式模块连接是影响箱式模块建筑受力性能的关键部位,连接的安全性及可靠性至关重要。本条针对高层建筑提出抗震性能化设计要求,确保做到设计安全可靠。

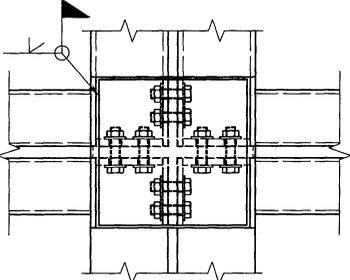
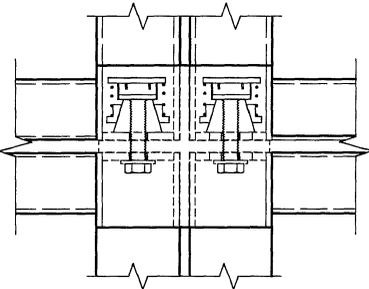
5.6.4 考虑到箱式模块安装误差的影响,设计摩擦型高强螺栓连接时,连接孔直径一般较现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017—2017 中规定的大圆孔尺寸大,参考其关于槽孔的孔型系数规定并结合编制组节点研究试验验证,采用摩擦型高强螺栓连接时的孔型系数不宜大于 0.85。

5.6.6、5.6.7 连接节点设计可参考表 3,也可采用其他满足设计要求的节点构造。

表 3 箱式模块参考连接节点

节点类型	节点示意图	备注
<p>高强螺栓 竖向连接</p>		<p>传递拉、压、剪,可等效铰接,连接盒承载力设计值不应小于被连接框架柱承载力设计值,螺栓连接处的连接盒端板壁厚不宜小于 20mm</p>

续表 3

节点类型	节点示意图	备注
螺栓与焊接 组合连接		后封盖板的连接采用坡口等强连接方式,传递拉、压、剪、弯矩
自锁式螺栓 竖向连接		优先应用于施工操作不方便处,节点初始抗剪和抗拉的滑移值不应大于 1mm

高层箱式模块建筑中箱式模块顶板梁之间连接节点的设计可参考图 8 进一步增强平面内刚度,也可采用其他满足要求的节点构造。

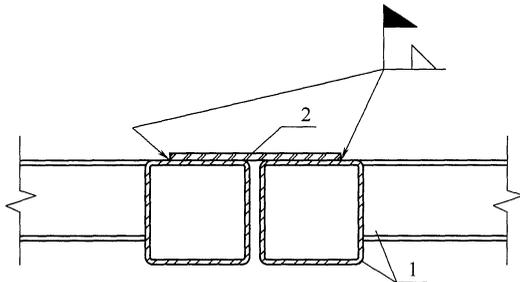


图 8 箱式模块上边梁之间连接

1—上边梁和顶板梁;2—连接板

箱-框、箱-框-支撑结构体系中,箱式模块与主体结构可能存在施工不同步,造成不同部位的构件出现竖向变形差,为避免由此带来的应力集成问题,箱式模块与非箱式模块结构体系的水平连接,设计应考虑释放施工期间的竖向变形,可采用仅传递水平荷载的连接节点。

5.6.8 建议箱式模块建筑的屋顶采用现浇整体屋面或装配整体式混凝土叠合屋面,从而增加结构体系的整体性。屋面节点的设计可参考图 9~图 10,也可采用其他满足设计要求的节点构造。

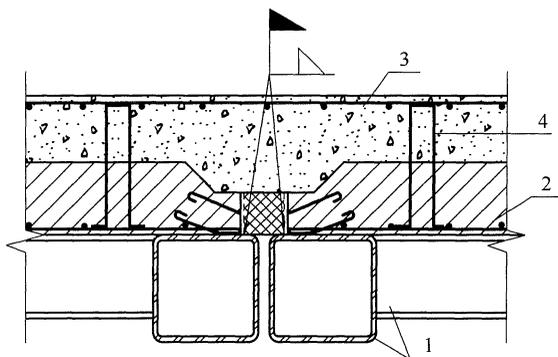


图 9 装配整体式屋面与箱式模块连接节点

1—上边梁和顶板梁;2—预制部分屋面板;3—现浇板;4—抗剪钢筋

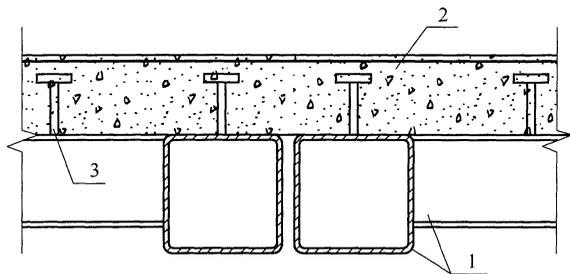


图 10 现浇屋面与箱式模块连接节点

1—上边梁和顶板梁;2—现浇板;3—栓钉

5.7 钢结构防腐

5.7.3 现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99—2015第 4.1.2 条中规定承重钢结构选用耐候结构钢时,宜附加要求保证晶粒度不小于 7 级,耐腐蚀指数不小于 6.0,该规定是针对耐候性能所提要求,低多层建筑也按此执行。

箱式模块的钢柱、钢梁、波纹板等钢构件壁厚较薄,而箱式模块建筑的使用年限很长,耐候钢对钢结构耐腐蚀能力有很大提高,因此箱式模块钢结构构件可优先选用耐候钢。

5.7.4 国家对钢材表面锈蚀等级和除锈等级的有关规定包括下列标准:

(1)《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1;

(2)《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 2 部分:已涂覆过的钢材表面局部清除原有涂层后的处理等级》GB/T 8923.2;

(3)《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 3 部分:焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷的处理等级》GB/T 8923.3;

(4)《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 4 部分:与高压水喷射处理有关的初始表面状态、处理等级和闪锈等级》GB/T 8923.4。

6 箱式模块制作与运输

6.1 一般规定

6.1.1 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。箱式模块制作水平及质量关系到整个箱式模块建筑的质量与品质,箱式模块制作单位应具备必要的生产、试验条件及完善的质量管理体系。

6.1.2 箱式模块建筑的设计图纸,除包含建筑、结构、设备、内装等各专业的施工图外,还应包含工厂制造部分的深化设计图。深化设计图的深度应满足配合工厂完成加工图设计的要求。

6.2 原材料及成品进厂验收

6.2.2 对进场材料进行复检,是为保证建筑工程质量采取的一种确认方式,有助于避免不合格材料用于工程,也有助于解决提供样品与供货质量不一致的问题。

6.3 工厂集成制作

6.3.1 箱式模块在工厂的制作过程本质上为钢结构建筑单元的制作过程,钢结构的加工制作应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的规定。同时箱式模块区别于传统钢结构施工,其作为集成三维空间体还应满足运输、吊装等工况下的强度、刚度及稳定性要求。

6.3.2 箱式模块外围护系统在工厂内制作安装有利于提高箱式模块建筑的装配率,进一步提高箱式模块建筑施工速度,减少现场工序。外围护系统在工厂与箱式模块结构的固定应选用合理的连接方式,不应破坏箱壁板防护的完整性。

6.3.3、6.3.4 箱式模块给水排水及采暖工程、通风与空调工程、电气系统工程的施工安装与质量均应按国家现行标准规范的规定执行。本条的规定旨在进一步确保设备管线安装质量,杜绝现场返工现象。

6.3.5、6.3.6 箱式模块外围护系统和装饰装修工程在工厂施工完成后随箱式模块运输并吊装就位。出厂前应做成品保护措施,保证完成品质。

6.4 工厂验收

6.4.1 箱式模块制作在工厂进行,本规程规定其应按建筑的子单位工程在工厂完成验收。附录 C 为结合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 以及箱式模块特点建议的关于箱式模块制作部分的分部、子分部、分项工程划分方案,可参照执行,也可根据工厂实际生产管理情况制定其他满足验收要求的分部、子分部、分项工程划分方案。

6.4.2 箱式模块在批量生产前应建立首批(件)验收制度确保生产质量。首批(件)验收制度指同一类型箱式模块首次生产或间隔较长时间重新生产时,生产单位需会同建设单位、设计单位、施工单位、监理单位共同进行首件验收,检查生产加工制作中存在的问题;确认生产工艺是否合理,质量能否得到保障,共同验收合格之后方可批量生产。

6.4.3 结合编制组模块建筑工程实践经验,模块建筑的快速建造要求模块自身应具有良好的生产精度,生产精度应结合现行标准规定及设备工艺条件综合确定。为保证室内尺寸,箱式模块主体钢结构总装后长度、宽度尺寸公差定为正公差。为保证箱式模块顶面标高精度,箱式模块主体钢结构总装后高度定为负公差。

6.5 出 厂

6.5.1~6.5.4 箱式模块出厂前应做标识、标签、合格证和使用说

说明书的工作,便于施工现场进行箱式模块安装,并防止错漏。

6.6 包装、运输与堆放

6.6.1 本条规定旨在确保箱式模块在运输过程中不致出现因包装损坏而引起受潮和污损。

6.6.2 箱式模块建筑可通过设置必要的垫木等措施防止箱式模块运输过程中造成损坏。

7 现场安装

7.1 一般规定

7.1.2 箱式模块吊装与拼接有其独特的特点及严格的施工质量要求,需要对箱式模块建筑的现场施工人员进行专业技能培训,作业前向现场施工人员进行安全技术交底,确保箱式模块安装的质量与安全。

7.1.3 箱式模块建筑工程施工期间,适用的机具和工具需要进行定期检验,保证达到使用要求的性能和各项指标。

7.1.4 箱式模块运输到现场后,进场应对外观质量以及工厂制作相关质量检验报告进行核查,确保进入施工吊装的箱式模块信息正确,运输无损坏,质量检验合格。

7.1.5 在建筑屋顶施工未完成前,不宜拆除临时防水包装进入建筑内部装修作业。当建筑安装与建筑内部装修需要同步进行时,应在每层建筑顶部做临时防水保护,防水方案应遵循“以防为主,防排结合”的原则,并采用“多道设防”“刚柔并济”“节点密封”等措施,利用各种手段进行综合治理以确保防水保护的可靠性。

7.1.6 本条规定鼓励在项目管理的各个环节充分利用信息化技术,结合施工方案进行虚拟建造、施工进度模拟,不仅可以提高施工效率,确保施工质量,而且可为施工单位精确制定人物料计划提供有效支撑,减少物流、仓储等环节的浪费。

7.2 箱式模块安装与连接

7.2.1、7.2.2 箱式模块安装与连接是箱式模块建筑现场施工区别于其他建筑类型的主要特征之一。箱式模块与吊具的分离应在校准定位完成后进行。本条规定的有关箱式模块建筑安装的允许

偏差数值是结合现状施工工艺、施工条件和现行标准规范规定综合得出的。基础预埋板、地脚螺栓(锚栓)及建筑底部箱式模块连接板安装示意如图 11 所示。

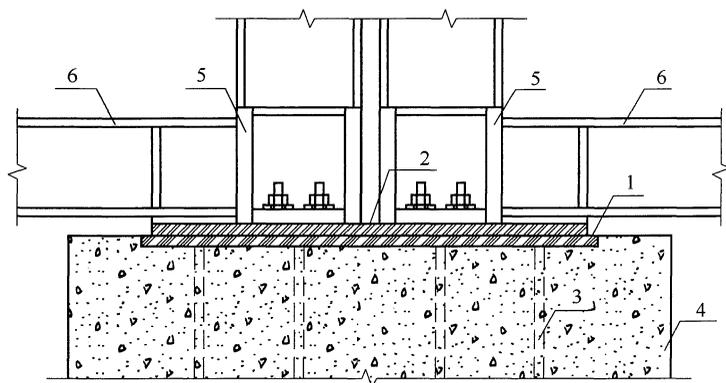


图 11 基础预埋板、地脚螺栓(锚栓)及建筑底部箱式模块连接板安装示意
1—基础预埋板;2—建筑底部箱式模块连接板;3—地脚螺栓或锚栓;
4—基础或地下室顶板;5—箱式模块底部连接盒;6—箱底板梁

7.3 设备与管线系统连接安装

7.3.3 箱式模块建筑可在服务管井内安装水暖立管,或在走道吊顶内安装横向的主管,并与箱式模块内的横向支管进行连接,进行整个系统试压检漏。

7.3.4 考虑到建筑外观以及后期维修要求,结合防雷引下线中采用的热镀锌扁钢截面最小净面积要求,建议采用 $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的热镀锌扁钢。

7.4 建筑接缝防火、防水处理

7.4.1、7.4.2 相邻箱式模块、箱式模块和非箱式模块部分以及底层箱式模块与支座连接处等部位均会产生水平与竖直拼接缝,当

门窗洞口穿越箱式模块间或穿越箱式模块与非箱式模块部分时,洞口厚度方向周圈也会出现水平与竖直拼接缝,建筑接缝的防火封堵处理对于箱式模块建筑防火性能的实现非常关键,防火封堵处理措施应满足现行协会标准《建筑防火封堵应用技术规程》CECS 154 的有关规定。同时在防火封堵隐蔽前应进行隐蔽工程验收。

7.4.3 箱式模块安装后的临时防水措施是箱式模块建筑施工过程中很重要的一项工作。临时防水措施不到位,遇到下雨,雨水会顺着箱式模块间的缝隙流入,甚至会影响到已做好的室内装饰装修。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1、8.1.2 箱式模块建筑的质量验收分为工厂验收与现场验收两部分,结合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定进行单位工程、分部工程、分项工程和检验批的划分规定,箱式模块的验收应按子单位工程在工厂进行,箱式模块安装与连接的验收作为箱式模块区别于传统建筑部分应按主体结构子分部工程在施工现场进行。

8.1.3 一般情况下,不合格现象在检验批验收时就应发现并及时处理。但实际工程中不能完全避免不合格情况的出现,本条给出了当质量不符合规定时的处理办法:

(1)检验批验收时,对于主控项目不能满足验收规范规定或一般项目超过偏差限值时应及时进行处理。其中,对于严重的缺陷应重新施工,一般的缺陷可通过返修、更换予以解决,允许施工单位在采取相应的措施后重新验收。如能够符合相应的专业验收规范要求,应认为该检验批合格。

(2)当个别检验批发现问题,难以确定能否验收时,应请具有资质的法定检测机构进行检测鉴定。当鉴定结果认为能够达到设计要求时,该检验批应可以通过验收。

(3)如经检测鉴定达不到设计要求,但经原设计单位核算、鉴定,仍可满足相关设计规范和使用寿命要求时,该检验批可予以验收。这主要是因为一般情况下,标准、规范的规定是满足安全和功能的最低要求,而设计往往在此基础上留有一些余量。在一定范围内,会出现不满足设计要求而符合相应规范要求的情况,两者并不矛盾。

(4)经法定检测机构检测鉴定后认为达不到规范的相应要求,即不能满足最低限度的安全储备和使用功能时,则必须进行加固或处理,使之能满足安全使用的基本要求。这样可能会造成一些永久性的影响,如增大结构外形尺寸,影响一些次要的使用功能。但为了避免建筑物的整体或局部拆除,避免社会财富更大的损失,在不影响安全和主要使用功能条件下,可按技术处理方案和协商文件进行验收,责任方应按法律法规承担相应的经济责任和接受处罚。需要特别注意的是,这种方法不能作为降低质量要求、变相通过验收的一种出路。

8.1.4 箱式模块具备整体拆建的条件,当进行循环利用异地重建时,对于使用年限不长,保养较好的,可采用检查方式。

8.2 箱式模块的进场验收

II 一般项目

8.2.4 箱式模块外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷指两类。严重缺陷主要是指影响箱式模块的结构性能或安装使用功能的缺陷,箱式模块工厂制作时应制定技术质量保证措施予以避免。

8.3 箱式模块安装与连接验收

本节箱式模块安装与连接验收应符合国家现行标准相关规定,箱式模块的基础预埋板、地脚螺栓(锚栓)、建筑底部箱式模块连接板以及箱式模块安装定位的允许偏差应符合本规程的规定。

国家对建筑构件耐火试验的有关规定包括下列标准:

(1)《建筑构件耐火试验方法 第1部分:通用要求》GB/T 9978.1

(2)《建筑构件耐火试验方法 第3部分:试验方法和试验数据应用注释》GB/T 9978.3

(3)《建筑构件耐火试验方法 第4部分:承重垂直分隔构件的特殊要求》GB/T 9978.4

(4)《建筑构件耐火试验方法 第 5 部分:承重水平分隔构件的特殊要求》GB/T 9978.5

(5)《建筑构件耐火试验方法 第 6 部分:梁的特殊要求》GB/T 9978.6

(6)《建筑构件耐火试验方法 第 7 部分:柱的特殊要求》GB/T 9978.7

(7)《建筑构件耐火试验方法 第 8 部分:非承重垂直分隔构件的特殊要求》GB/T 9978.8

8.4 设备与管线系统连接安装验收

I 主控项目

8.4.1~8.4.3 与常规工程不同之处,箱式模块建筑体系的设备管线需要在施工现场进行模块间的连接。因此,要求在施工现场,箱式模块间的给水、排水管线、通风管道以及电气管线在现场连接工作完成后,还应进行相关试验,并做记录。

II 一般项目

8.4.7 为便于施工人员现场穿线及日后检修或换线,户内配电箱、弱电箱安装时,需要检查上方吊顶处的活盖板是否预留到位。

8.5 建筑接缝防火、防水验收

I 主控项目

8.5.4、8.5.5 按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013 的规定,建筑工程施工质量验收时,对涉及结构安全、节能、环境保护和主要使用功能的重要分部工程应进行抽样检验。因此,外墙工程及屋面工程验收时,需要检查墙面、屋面有无渗漏、积水和排水系统是否畅通。

9 维护与管理

9.0.1 建筑使用说明书内容应包括：严禁私自更改结构，包括钢柱、钢梁、波纹钢箱壁板、箱顶板和箱底板钢构件、钢支撑；严禁拆卸任何的螺栓等部件；电线等应用线槽线管与钢结构部件隔离，以免发生触电事故；钢结构部件表面油漆涂料或防火板如有损坏要及时修补等内容。