

箱式单元装配整体式钢结构建筑技术规程

Technical specification for steel box modular unit buildings

（征求意见稿）

箱式单元装配整体式钢结构建筑技术规程

Technical specification for steel box modular unit buildings

主编单位： 中国建筑标准设计研究院有限公司

批准部门：

施行日期：

2025

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2024年第二批协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字[2024]28号）的要求，为促进箱式单元装配整体式钢结构建筑的推广应用，进一步加强高品质装配式钢结构建筑建设，编制组在深入调查研究、认真总结相关工程经验、广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共 11 章，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 建筑设计；4. 结构设计；5. 围护系统设计；6. 设备与内装修设计；7. 模块单元的制作与运输；8. 现场安装；9. 质量验收；10. 使用与维护；11. 智能建造与信息化应用。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑产业化分会归口管理，由中国建筑标准设计研究院有限公司负责具体技术内容解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 2 号楼，邮编：100048。

本 标 准 主 编 单 位： 中国建筑标准设计研究院有限公司

本 标 准 参 编 单 位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	建筑设计	4
3.1	一般规定	4
3.2	模数与规格	4
3.3	平面设计	5
3.4	立面设计	5
3.5	建筑防火	6
3.6	建筑性能	7
4	结构设计	9
4.1	一般规定	9
4.2	结构体系和结构分析	9
4.3	叠箱-抗侧力结构	13
4.4	嵌入式结构	16
4.5	箱式单元构造	17
4.6	箱式单元连接	17
4.7	结构抗震性能化设计	19
4.8	钢结构防火与防腐	20
5	围护系统设计	21
5.1	一般规定	21
5.2	墙体	21
5.3	底板与顶板	21
5.4	建筑外墙	22
5.5	屋面系统	23
6	设备与内装修设计	25
6.1	一般规定	25
6.2	设备集成布置	26
6.3	设备集成连接	26
6.4	内装修设计	27
7	箱式单元的制作与运输	29

7.1	一般规定	29
7.2	工厂集成制作	29
7.3	工厂检验	31
7.4	出厂	33
7.5	运输与堆放	34
8	现场安装	35
8.1	一般规定	35
8.2	箱式单元安装	35
8.3	设备与管线安装	38
8.4	建筑接缝处理	40
9	质量验收	41
9.1	一般规定	41
9.2	箱式单元进场	41
9.3	安装与连接	42
9.4	设备与管线安装	43
9.5	建筑接缝	43
10	使用与维护	44
11	智能建造与信息化应用	45
11.1	一般规定	45
11.2	数字化设计	45
11.3	智能化生产	46
11.4	智慧工地	46
附录 A	箱式单元装配整体式钢结构建筑典型部位防火参考做法	48
	本标准用词说明	49
	引用标准名录	50

Contents

1	General provisions	错误! 未定义书签。
2	Terms	错误! 未定义书签。
3	Architectural design	4
3.1	General requirements	4
3.2	Modulus and specifications	4
3.3	Plan design	5
3.4	Elevation design	5
3.5	Fire protection	6
3.6	Building performance	7
4	Structural design	9
4.1	General requirements	9
4.2	Structural system and analysis	9
4.3	modules and lateral force resisting structure	13
4.4	module embedded structure	16
4.5	Module structure	17
4.6	Module connection	17
4.7	Performance design in seismic resistance of structure	19
4.8	Fire and corrosion protection for steel structure	20
5	Envelope system design	21
5.1	General requirements	21
5.2	Wall	21
5.3	Floor and ceiling	21
5.4	Building external wall	22
5.5	Roof system	23
6	Facility, pipeline system and interior decoration design	25
6.1	General requirements	25
6.2	Integrated arrangement of facility and pipeline system	26
6.3	Facility integrated connection between modules	26
6.4	Interior decoration design	27
7	Fabrication and transportation for modules	29
7.1	General requirements	29
7.2	Factory integrated fabrication	29
7.3	Factory inspection	31

7.4	Leave the factory.....	33
7.5	Transportation and stacking.....	34
8	On-site installation	35
8.1	General requirements.....	35
8.2	Module installation.....	35
8.3	Facility and pipeline system installation	38
8.4	Building seam treatment.....	40
9	Quality acceptance	41
9.1	General requirements.....	41
9.2	Site acceptance of module.....	41
9.3	Installation and connection.....	42
9.4	Facility and pipeline system installation	43
9.5	Building seam	43
10	Use and maintenance	44
11	Intelligent construction and information application	45
11.1	General requirements.....	45
11.2	Digital design.....	45
11.3	Intelligent fabrication.....	46
11.4	Smart construction site	46
	Appendix A Reference for typical fire protection details	48
	Explanation of wording in this specification	49
	List of quoted standards.....	50

1 总则

1.0.1 为规范箱式单元装配整体式钢结构建筑的技术要求和应用，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于箱式单元装配整体式钢结构建筑的设计、制作、运输、安装、验收及运营维护等。

1.0.3 箱式单元装配整体式钢结构建筑的设计与建造应遵循标准化、集成化、一体化、数字化、智能化的原则。

1.0.4 箱式单元装配整体式钢结构建筑的技术要求除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑 steel box modular unit building

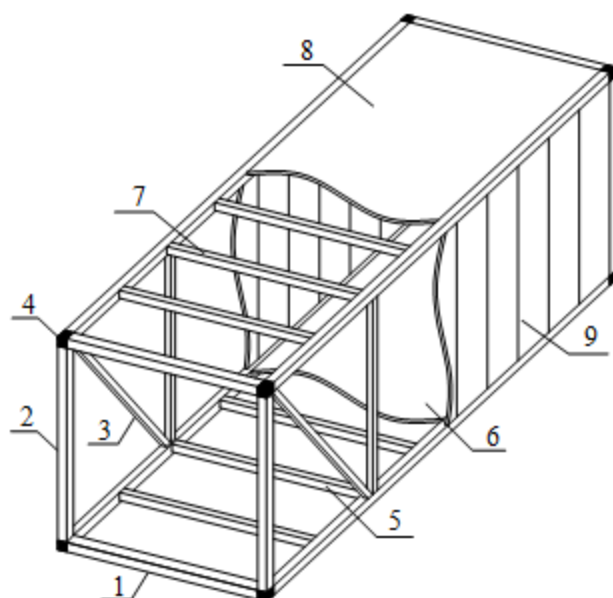
全部或部分采用工厂预制的建筑箱式单元，在施工现场通过装配式连接形成整体的模块化钢结构建筑。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑以工业化建造方式为基础，将房屋以单个房间或一定的三维建筑空间为建筑箱式单元进行划分，实现建筑结构系统、围护系统、内装修系统、设备与管线系统一体化，以及策划、设计、生产、施工和运维一体化的集成设计建造。

2.0.2 箱式单元 box modular unit

集成了建筑、结构、机电和内装功能的箱式空间体，在工厂预制完成。

【条文说明】典型箱式单元的结构构成如图 2.0.2 所示。



1-箱式单元框架梁；2-箱式单元框架柱；3-箱式单元支撑；4-角部连接件；5-箱式单元底板梁；6-箱式单元底板；7-箱式单元顶板梁；8-箱式单元顶板；9-箱式单元墙板

图 2.0.2 典型箱式单元结构构成

2.0.3 叠箱结构 self-supporting modular structure

由箱式单元堆叠并连为整体，能够承受竖向和水平作用的结构。

2.0.4 叠箱-抗侧力结构 modules and lateral force resisting structure

叠箱结构与传统钢结构相结合形成叠箱-框架结构、叠箱-框架-支撑结构和叠箱-框架-延性墙体结构，在本标准中统称为叠箱-抗侧力结构。

【条文说明】将叠箱结构和传统钢结构相结合，叠箱结构与传统钢结构各自承受竖向荷载，共同组成抗侧力体系的结构，能够有效提高模块化钢结构建筑的适用高度和应用范围。这里抗侧力结构是相对于叠箱结构而言的，即为叠箱结构额外提供抗侧能力的传统钢结构，包括钢框架结构、钢框架-支撑结构、钢框架-延性墙体结构。

2.0.5 叠箱-框架结构 modules and steel frame

由叠箱结构与钢框架结构共同组成抗侧力体系的结构。

2.0.6 叠箱-框架-支撑结构 modules and steel braced frame

由叠箱结构与钢框架-支撑结构共同组成抗侧力体系的结构。

2.0.7 叠箱-框架-延性墙板结构 modules and steel frame with ductile shear wall

由叠箱结构与钢框架-延性墙板结构共同组成抗侧力体系的结构。

2.0.8 叠箱-底部框架结构 modules and base steel frame

底部为钢框架、上部为叠箱的结构。

2.0.9 嵌入式结构 module embedded structure

箱式单元嵌入外框骨架结构并主要由外框骨架结构承受竖向和水平作用的结构，箱式单元主要发挥建筑集成作用。

2.0.10 箱式单元装配整体式钢结构建筑围护系统 envelop system of steel box modular unit building

箱式单元装配整体式钢结构建筑围护系统根据箱式单元和整体建筑的功能和不同阶段使用需求，包括模块墙体、模块底板、模块顶板、建筑外墙和屋面。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑的建筑功能依赖箱式单元的构造实现，建筑围护系统根据建设阶段和实现功能的变化可有不同层次的划分，对于箱式单元而言，主要为箱式单元墙体、箱式单元底板、箱式单元顶板，在生产、运输、施工阶段发挥围护作用；对于整体建筑而言，主要为建筑外墙和屋面，在建筑使用阶段发挥围护作用。箱式单元墙体位于建筑内部时作为建筑内墙使用，位于建筑外围时作为建筑外墙或建筑外墙的基层墙体使用，箱式单元顶板位于顶层时可作为屋面的组成部分。

3 建筑设计

3.1 一般规定

3.1.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的设计应满足建筑全生命周期的使用维护要求，箱式单元的设计还应考虑制作、运输和现场安装的要求。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑采用工厂生产、集成、现场安装的建造方式，在项目早期即需对构件、部品等开展深化设计，并对主体结构、围护系统、内装系统以及设备管线系统等进行协同设计，从而避免工厂集成安装困难，或者因专业间设计冲突导致对建筑正常使用的影响。特别是还应充分考虑后期的运输、吊装和运营维护对箱式单元尺寸、重量、耐久等方面的要求。

3.1.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑应采用一体化设计，确保整体建筑设计的系统性和完整性。箱式单元的设计应集成结构系统、外围护系统、内装系统、设备和管线系统。

【条文说明】设备管线容易发生错漏碰缺等问题，箱式单元装配整体式钢结构建筑的结构主体、围护系统、设备管线都是通过箱式单位在工厂进行预制的，预制完成度很高，对设计深度有较高要求，箱式单元的设备管线应进行精细化的多专业管线综合设计。为了提高多专业协同设计效率，管线综合设计宜借助 BIM 技术。

3.2 模数与规格

3.2.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑设计的模数协调应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定，并根据建筑功能，及箱式单元生产、装配和运输的条件和特点选择箱式单元规格。

【条文说明】箱式单元规格应满足建筑功能与人居环境要求，并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，单个箱式单元的宽度不宜大于 4m，高度不宜大于 3.6m。当箱式单元采用公路运输时，箱式单元规格应满足当地通行路段限高、限宽要求。若规格超过要求，应按《超限运输车辆行驶公路管理规定》与当地交管部门提前沟通确认。当箱式单元采用标准集装箱海运时，还应满足国际物流运输规格标准。

3.2.2 箱式单元的规格和数量应根据建筑功能和使用要求确定，宜遵循规格种类少、可以多样组合的原则。

3.2.3 箱式单元装配整体式钢结构建筑的层高应为各层之间楼面面层完成面的垂直距离，

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，宜取 100mm 作为基本模数。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑叠箱部分上下箱式单元形成双层板，楼层竖向构成与传统建筑存在差别，本条对箱式单元装配整体式钢结构建筑的层高定义进行明确。遵照设计习惯，建筑层高宜取各层之间以楼、地面完成面计算的垂直距离，需考虑箱式单元之间的连接是否有连接垫件或安装缝隙，室内净高可通过调节吊顶高度取整，便于内装部品安装和使用。箱式单元结构高度取值应注意与建筑层高的差值换算。

3.3 平面设计

3.3.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的平面设计应符合下列规定：

- 1 建筑的平面功能分区宜通过不同数量的标准箱式单元进行组合布置；
- 2 建筑平面设计应满足箱式单元连接的构造与尺寸要求。

【条文说明】箱式单元连接包括箱式单元之间的连接，以及箱式单元与抗侧力结构之间的连接，根据其实现功能和构造方法的不同均会占据一定的结构空间，需要在平面设计中体现并预留。考虑到建设意图的不同，应允许低层建筑平面适当的个性化设计，但高层建筑平面宜规则、对称，以保证良好的结构安全性和经济性。

3.3.2 楼梯间、电梯间、设备管井等宜与抗侧力结构结合布置，应满足建筑功能和结构功能要求。

【条文说明】楼梯间、电梯间、设备管井等竖向贯通的非标空间采用传统钢结构体系作为抗侧力结构通常会为设计和施工带来便利，并更具经济性，宜在平面设计阶段综合考虑建筑性能、结构性能和可实施性等进行布置。

3.4 立面设计

3.4.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的立面设计应符合建设地区的规划要求，宜结合建设地区的环境特点。

3.4.2 立面设计可采用标准箱式单元的不同组合形式来实现多样化。

【条文说明】立面设计可通过偏移箱式单元、阳台，以及使用屋面箱式单元附件等方式提高建筑美观效果（图 3.4.2）。

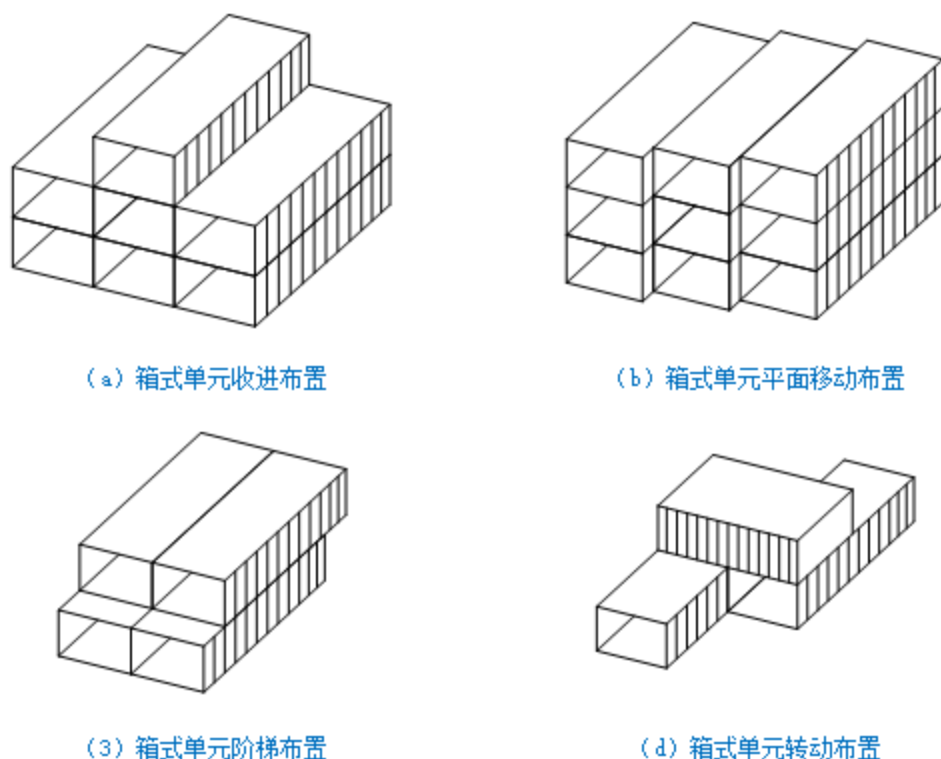


图 3.4.2 模块单元的不同堆叠形式

3.4.3 外立面设计应与箱式单元拼缝位置相协调，并应考虑结构变形对建筑性能的影响。外立面雨水管的位置宜避开拼缝位置，并宜与建筑立面线条型式协调。

【条文说明】箱式单元拼缝可能在外立面形成分割，外立面设计时应考虑其影响。此外，拼缝应能适应温度变化等引起的外墙变形。应采用变化建筑体量、材质肌理、色彩等方式来实现不同的建筑立面效果，尽量避免采用专用的装饰构件作为建筑外立面，以免降低箱式单元的生产效率，并给箱式单元的运输和安装带来不利影响。雨水管设置尽量避开拼缝位置以避免可能出现的渗漏问题，建筑立面流线设计时宜考虑雨水管的布置，并提高其安全性和美观性。

3.5 建筑防火

3.5.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的防火设计应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的有关规定。箱式单元的防火保护措施及构造应根据构、部件的耐火极限要求和空间组合关系确定。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑的防火设计应充分考虑箱式单元之间间隙的影响，对于间隙较小的情况，钢构件通常只能选用薄型防火涂料，当不能满足耐火极限要

求时，可结合外侧封堵、内部填充等方式形成复合防火系统以使系统整体达到相应的耐火极限要求，其防火保护措施及构造宜按整体复合系统考虑，耐火试验检测时按复合系统整体检测。

3.5.2 相邻箱式单元间以及箱式单元与非箱式单元结构之间的水平缝和竖向缝，应采用防火封堵材料进行紧密填实，形式可参考附录 A。

【条文说明】箱式单元之间以及箱式单元与非箱式单元结构之间组装拼接时存在接缝，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可为 200mm。

3.6 建筑性能

3.6.1. 箱式单元装配整体式钢结构建筑的体型、窗墙比、围护系统的传热系数等应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 及国家现行有关标准关于建筑功能和建筑节能的规定。

【条文说明】箱式单元墙体构造应符合墙体节能的相关规定，采用无机材料复合保温板可按现行行业标准《建筑结构保温复合板》JG/T 432 及现行协会标准《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板应用技术规程》CECS 396 的相关规定执行。喷涂型保温材料应加外部防护层。当箱式单元墙体设计为内保温（隔热）时，宜选用薄型轻质高效保温材料，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求。

3.6.2. 箱式单元装配整体式钢结构建筑的隔声性能应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB55016 和《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 对可能出现冲击的部位应采取相应的空气声隔声和撞击声隔声措施；
- 2 对设备运转导致传声、传振的部位应分别采取隔声和隔振的措施；
- 3 管线穿过有隔声要求的墙或楼板时，应采取密封隔声措施。

【条文说明】在钢构件可能形成声桥的部位，应采用隔声材料或重质材料填充或包覆，使相邻空间隔声指标达到设计标准的要求。外墙与楼板端面间的缝隙应以隔声材料填塞。当门窗固定在钢构件上时，连接件应具有弹性且应在连接处使用软填料填缝。

3.6.3. 门窗的布置、选型及性能应符合国家现行标准的有关规定。

3.6.4. 建筑防水应符合《建筑与市政工程防水通用规范》GB55030 的有关规定。

3.6.5. 首层箱式单元底面应高出室外地面，地板应架空，箱式单元下架空空间宜采取封

闭措施。

【条文说明】出于防腐蚀目的，首层模块单元应架空，架空空间宜封闭，避免杂物进入。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的结构设计工作年限、安全等级及重要性系数应根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153 和《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068 确定。

4.1.2 结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

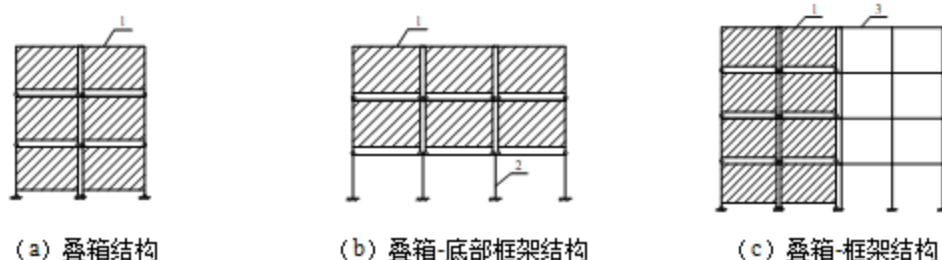
【条文说明】承载能力极限状态包括：构件或连接的强度破坏、脆性断裂，因过度变形而不适于继续承载，结构或构件丧失稳定，结构转变为机动体系和结构倾覆。正常使用极限状态包括：影响结构、构件、非结构构件正常使用或外观的变形，影响正常使用的振动，影响正常使用或耐久性能的局部损坏。

4.1.3 荷载取值与计算参数的确定应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 和《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。地震作用应根据现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 确定。

4.1.4 钢材性能应符合现行国家标准《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017 和《冷弯型钢结构技术标准》GB/T 50018 的有关规定。

4.2 结构体系和结构分析

4.2.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑可采用叠箱结构体系、叠箱-底部框架结构体系、叠箱-框架结构体系、叠箱-框架-支撑结构体系、叠箱-框架-延性墙板结构体系，及嵌入式结构体系（图 4.2.1）。



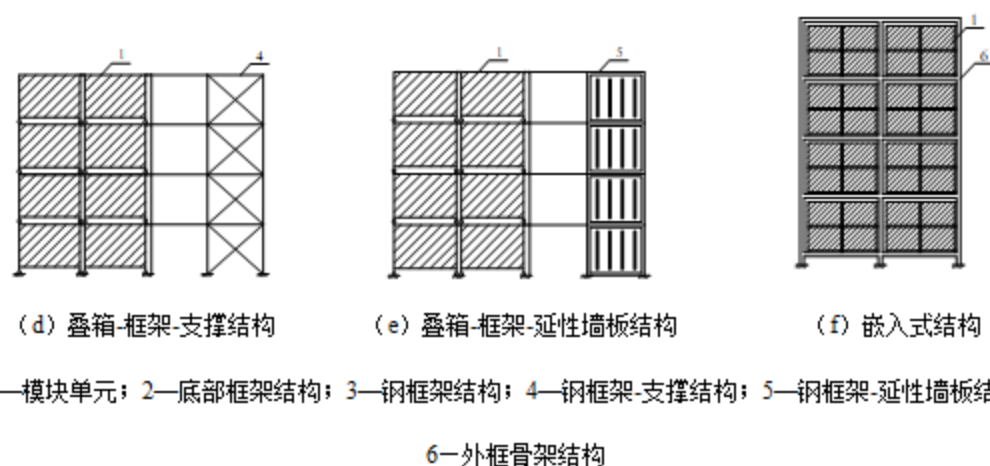


图 4.2.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑结构体系

【条文说明】本标准涉及的箱式单元装配整体式钢结构建筑的结构形式主要包括：叠箱结构、叠箱-底部框架结构、叠箱-框架结构、叠箱-框架-支撑结构、叠箱-框架-延性墙板结构和嵌入式结构。叠箱结构依赖箱式单元框架和箱式单元间节点连接承载；叠箱-底部框架结构以底部框架作为整体结构的下部结构，并在此框架平台上进行叠箱的安装；叠箱-框架结构采用箱式单元与传统框架结构结合的平面布置形式，传统框架作为叠箱的外部支撑框架，一定程度上提高了结构的整体抗侧性能；叠箱-框架-支撑结构、叠箱-框架-延性墙板结构中，框架-支撑结构和框架-延性墙板结构为叠箱部分提供较强的抗侧支承，使得整体结构具有更好的抗侧刚度；嵌入式结构以传统框架结构或框架-支撑结构作为建筑的外框骨架，在其内部安装箱式单元，主要由外框骨架结构承受水平和竖向荷载。

4.2.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑的最大适用高度应符合表 4.2.2 中的规定。

表 4.2.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑最大适用高度

结构体系	抗震设防烈度			
	6 度 (0.05g)	7 度 (0.10g)	7 度 (0.15g)	8 度 (0.20g)
叠箱结构	12m (3 层)	12m (3 层)	12m (3 层)	12m (3 层)
叠箱-底部框架结构	13m (4 层)	13m (4 层)	13m (4 层)	13m (4 层)
叠箱-框架结构	27m (8 层)	24m (8 层)	24m (7 层)	24m (7 层)
叠箱-框架-支撑结构 叠箱-框架-延性墙板结构	90 (27 层)	80m (24 层)	70m (20 层)	60m (18 层)

注：叠箱-底部框架结构中叠箱部分最大适用高度应满足表中对叠箱结构的要求。

【条文说明】纯叠箱结构的结构整体性很大程度上取决于箱式单元间连接节点的性能，考虑到目前节点形式多样且性能不一，连接可靠性也未经工程实践充分检验，应限制纯叠箱

结构的最大高度；叠箱-底部框架结构，叠箱安装于底部框架之上，底部框架采用整体性更强的传统结构，适用高度可比叠箱结构适当提高，叠箱部分仍应满足叠箱结构自身的最大适用高度要求；叠箱与抗侧力结构结合，形成混合抗侧力体系，由抗侧力结构承担大部分水平力，可用于高层建筑；嵌入式结构由外框骨架结构承担外力，内嵌箱式单元主要发挥建筑功能集成的作用，结构承载力不再受模块本身及模块间连接的限制，结构适用高度根据外框骨架结构的相关要求确定。

不宜采用单跨底层框架结构、单跨抗侧框架结构和单跨外骨架框架结构；单跨外骨架框架结构高度不应大于 24m。

4.2.3 箱式单元装配整体式钢结构建筑应根据设防分类、烈度和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑的抗震等级应按表 4.2.3 确定。

表 4.2.3 箱式单元装配整体式钢结构建筑的抗震等级

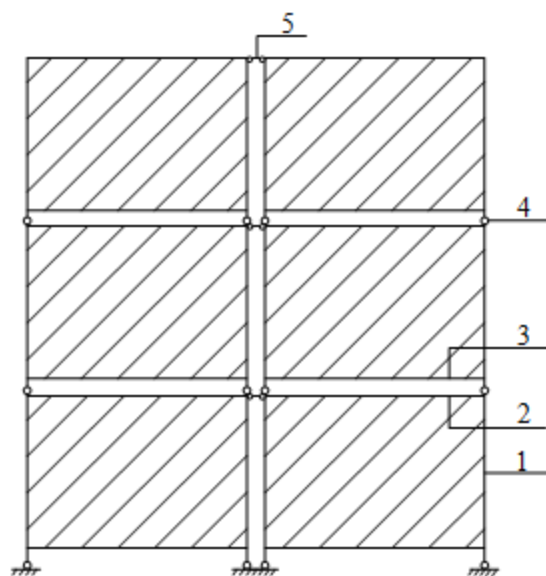
房屋高度	烈度			
	6 度 (0.05g)	7 度 (0.10g)	7 度 (0.15g)	8 度 (0.20g)
≤50m	四	四	四	三
>50m	四	三	三	二

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑的抗震等级参考现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 确定，对 6 度高度不超过 50m 的箱式单元装配整体式钢结构建筑同样按抗震设计执行。

4.2.4 结构计算应采用空间结构模型，并应符合下列规定：

- 1 叠箱计算模型应能体现模块框架结构布置和箱式单元间净距的实际情况；
- 2 箱式单元楼板应分块建立，当采用混凝土楼板或组合楼板，且楼板与箱式单元框架有可靠连接时，箱式单元楼板可采用分块刚性平面假定；
- 3 当屋面板采用整体现浇或装配整体式钢筋混凝土板时，屋面可采用刚性屋面假定；
- 4 箱式单元间连接的计算模型应根据实际情况设定为铰接、刚接。

【条文说明】典型箱式单元框架计算模型应包括箱式单元框架柱、框架底梁和顶梁，叠箱结构计算模型应能正确体现箱式单元之间竖向和水平方向的实际间隙，如图 4.2.5 所示。节点刚度有明确依据时可以采用半刚接。



1—箱式单元框架柱；2—箱式单元框架顶梁；3—箱式单元框架底梁；

4—箱式单元竖向连接；5—箱式单元水平连接

图 4.2.5 箱式单元连接模型

当箱式单元内混凝土楼板或组合楼板和箱式单元钢框架有可靠连接时，可以认为楼板和钢框架共同提供平面内刚度，并按分块刚性平面假定进行计算。

4.2.5 结构整体性能指标应符合国家现行标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 5502、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 在风荷载或多遇地震标准值作用下，按弹性方法计算的层间位移角不应大于 $1/300$ ；
- 2 当进行罕遇地震作用下弹塑性层间位移角验算时，结构层间弹塑性位移角不应大于 $1/70$ 。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑由箱式单元拼接而成，根据箱式单元间节点连接形式不同，其连接强度和连接刚度有所区别，整体性不如传统框架结构，层间位移角的控制应更严格。

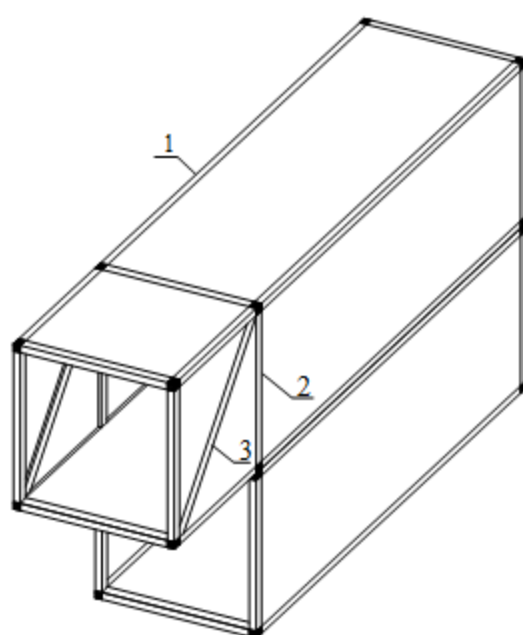
4.2.6 箱式单元装配整体式钢结构建筑结构计算时的阻尼比可按下列规定取值：

- 1 多遇地震作用下，高度不大于 50m 时可取 0.04；高度大于 50m 时可取 0.03；
- 2 罕遇地震作用下的弹塑性分析，可取 0.05。

【条文说明】本条中箱式单元装配整体式钢结构建筑结构的阻尼比是参考现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 提出的。

4.2.7 当需设置箱式单元外挑时，宜在箱式单元长边进行，外挑长度不应大于箱式单元长边总长的 $1/4$ 。外挑箱式单元未挑出一端的角柱应保证与下层箱式单元角柱的可靠连接，挑出部分应在下层箱式单元角柱对应位置设置中柱等必要的加强构造。

【条文说明】箱式单元外挑的距离不应过大，且应通过在外挑箱式单元设置中柱、支撑，或其他可靠措施来保证角柱传力路径的连续性。



1—外挑箱式单元；2—中柱；3—支撑

图 4.2.13 箱式单元外挑示意图

4.3 叠箱-抗侧力结构

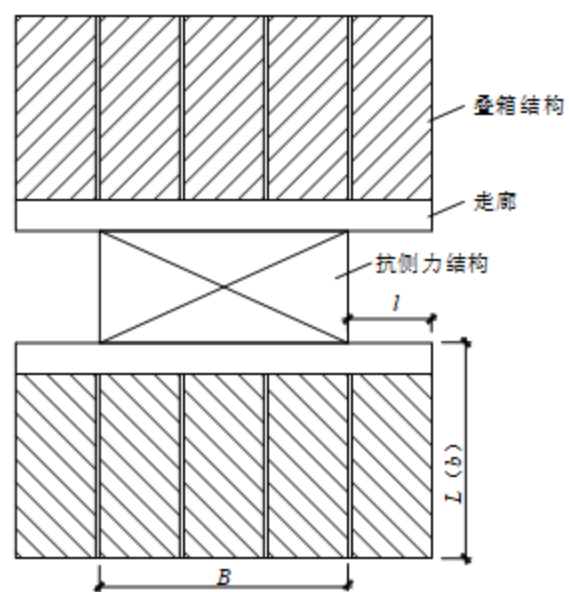
4.3.1 叠箱-抗侧力结构中，所有箱式单元均宜与抗侧力结构直接相连。

【条文说明】箱式单元与抗侧力结构直接相连，结构概念明确、传力路径清晰，是推荐的做法。

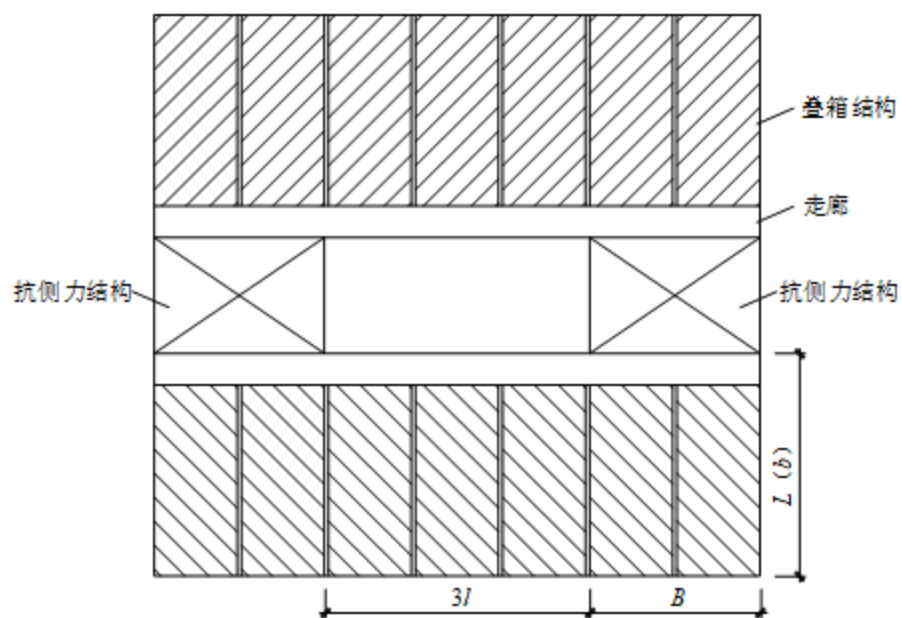
4.3.2 叠箱-抗侧力结构的平面布置应符合下列规定：

1 当叠箱部分在抗侧力结构宽度范围内时，叠箱部分外伸长度与连接宽度的比 L/B 不应大于 1；当叠箱部分在抗侧力结构宽度范围外时，外伸部分长度与连接宽度之比 l/b 不应大于 0.5，如图 4.2.8a、4.2.8b 所示；

2 角部叠箱的平面尺寸不应超出和其相连的非角部叠箱范围，如图 4.2.8c 所示。



(a)



(b)

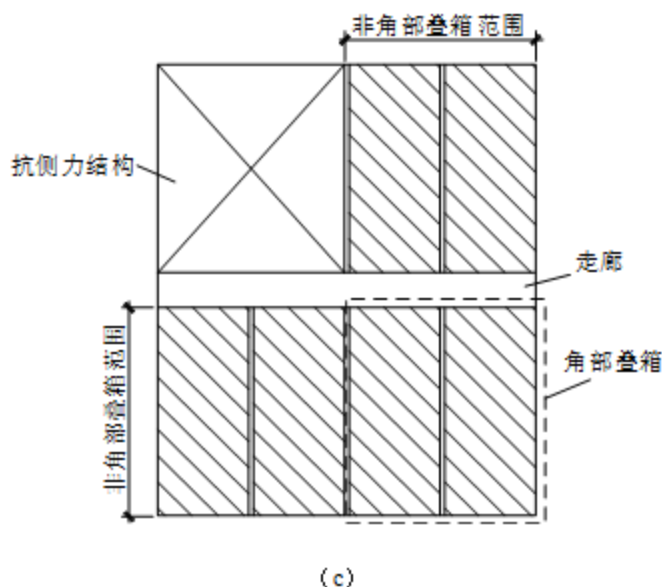


图 4.2.8 叠箱-抗侧力结构平面布置及尺寸说明

【条文说明】叠箱-抗侧力结构体系中，远离抗侧力结构的叠箱部分得到抗侧力结构的支持较弱，应对其范围进行限制。

4.3.3 叠箱-抗侧力结构应根据在规定的水平力作用下结构底部叠箱部分承受的地震剪力与总地震剪力的比值，确定建筑最大适用高度及相应的设计方法，并应符合下列规定：

1 叠箱部分承受的地震剪力不大于总地震剪力的 40% 时，按叠箱-抗侧力结构进行设计，建筑最大适用高度按叠箱-抗侧力结构采用；

2 叠箱部分承受的地震剪力大于总地震剪力的 40% 时，按叠箱-抗侧力结构进行设计，建筑最大适用高度按叠箱结构采用。

【条文说明】叠箱-抗侧力结构中抗侧力结构部分应承担大部分的地震作用，否则其建筑最大适用高度应按叠箱结构采用。

4.3.4 叠箱-框架-支撑结构、叠箱-框架-延性墙板结构的框架部分按刚度分配计算得到的地震层剪力应乘以调整系数，达到不小于结构总地震剪力的 25% 和框架部分计算最大层剪力 1.8 倍二者的较小值。

【条文说明】本条规定参考现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99 关于二道防线框架部分地震剪力调整的要求，需要调整的框架部分应包括叠箱部分的框架以及框架-支撑结构、框架-延性墙板结构部分的框架。

4.3.5 叠箱-抗侧力结构宜采用现浇混凝土整体屋面。

【条文说明】采用现浇混凝土屋面对提高结构整体性有重要意义，是增加结构高度时应采

取的必要措施，其厚度可取 130mm。

4.4 嵌入式结构

4.4.1 嵌入式结构中的外框骨架结构可采用钢框架结构、钢框架-支撑结构、钢框架-延性墙板结构等，并应符合国家现行标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB5502、《建筑抗震设计规范》GB50011 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99 的有关规定。

4.4.2 外框骨架结构应具有独立承受整体结构全部竖向和水平荷载的能力，应设置独立的楼面结构或水平支撑结构以保证可靠的平面协调能力。

【条文说明】外框骨架结构的承载能力不应依赖内嵌箱式单元实现，外框钢骨架结构的楼板主要起传递水平力、协调平面变形的作用。

4.4.3 外框骨架结构不应采用单跨框架。

【条文说明】外框骨架结构应保证足够的安全冗余，不应采用单跨框架。

4.4.4 外框骨架结构一个框格内嵌箱式单元不宜超过 4 层。

【条文说明】现有研究主要基于嵌入层数不超过 4 层的嵌入式结构体系，超过这一限制，通常会导致外框骨架结构承载力和刚度难以满足要求，或造成嵌入式箱式单元经济性不佳。

4.4.5 在嵌入式结构中由嵌入式箱式单元组成的内嵌叠箱应在底部和顶部与外框骨架结构进行可靠连接，底部连接应能约束叠箱全部平动自由度，顶部连接应能约束叠箱水平方向的平动自由度，并具备释放二者之间竖向变形差的能力。

4.4.6 嵌入式结构抗震设计的计算可采用嵌入式箱式单元与外框骨架结构耦合的整体模型，也可以采用嵌入式箱式单元与外框骨架结构解耦的简化模型。采用简化模型计算时，应符合下列规定：

- 1 应分别建立外框骨架结构模型和内嵌叠箱模型，并进行独立的抗震计算；
- 2 外框骨架结构模型的计算应考虑嵌入式箱式单元在结构质量、自振周期和结构阻尼等方面的影响；
- 3 内嵌叠箱模型的计算应考虑外框骨架结构楼层水平加速度变化的影响。

【条文说明】采用简化模型进行嵌入式结构的计算，实现嵌入式箱式单元与外框骨架结构的解耦，变成对外框骨架结构和内嵌叠箱结构分别的计算，外框骨架结构为传统结构体系，设计方法成熟、计算简单，通过对其结构质量、自振周期、结构阻尼进行调整可近似考虑嵌入式箱式单元的影响。箱式单元的质量可通过等效荷载施加于外框骨架楼面处来考虑其

影响；等效荷载法引起的结构自振周期变化可通过提高箱式单元部分质心高度的方法进行修正；嵌入式箱式单元当采用轻钢龙骨墙板时对整体结构阻尼的影响较小。

4.5 箱式单元构造

4.3.1 箱式单元的承载力和刚度除满足使用阶段的要求外，尚应满足运输、吊装和施工过程中的要求。

4.3.2 箱式单元框架应为几何不变体系，箱式单元框架柱和框架梁应为刚性连接或应在箱式单元内设置支撑。

【条文说明】箱式单元之间的连接以及箱式单元与其他结构之间的连接通常为铰接，为保证整体结构的刚度，箱式单元自身应形成几何不变体系。

4.3.3 箱式单元内构件长细比、板件宽厚比应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定。

4.3.4 当需要在箱式单元框架梁、柱开孔时，其设计要求和补强措施应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定；

4.3.5 箱式单元制作、运输、吊装、连接时，作用在箱式单元上的施工荷载应按实际情况考虑，当没有依据时，箱式单元顶板设计时宜考虑不小于 0.5kN/m^2 的活荷载，且最不利位置宜计入不小于 1.0kN 的施工集中荷载，当施工荷载较大时，宜加设相应的临时支撑措施。

【条文说明】箱式单元在制作、运输、吊装、连接时的受荷情况有所不同，应按实际情况进行验算，当没有依据时，应符合本条中的相关规定。

4.3.6 箱式单元应进行吊装和运输验算，验算时应将箱式单元自重乘以相应的动力系数，动力系数可取 1.5。

【条文说明】动力系数尚可根据具体情况适当增减。

4.6 箱式单元连接

4.4.1 箱式单元间的连接应能保证相邻的箱式单元在竖直方向和水平方向上的荷载传递，具有可靠的抗剪、抗压、抗拉承载力，并应便于施工安装和检测。焊接连接、螺栓连接的计算和构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定。

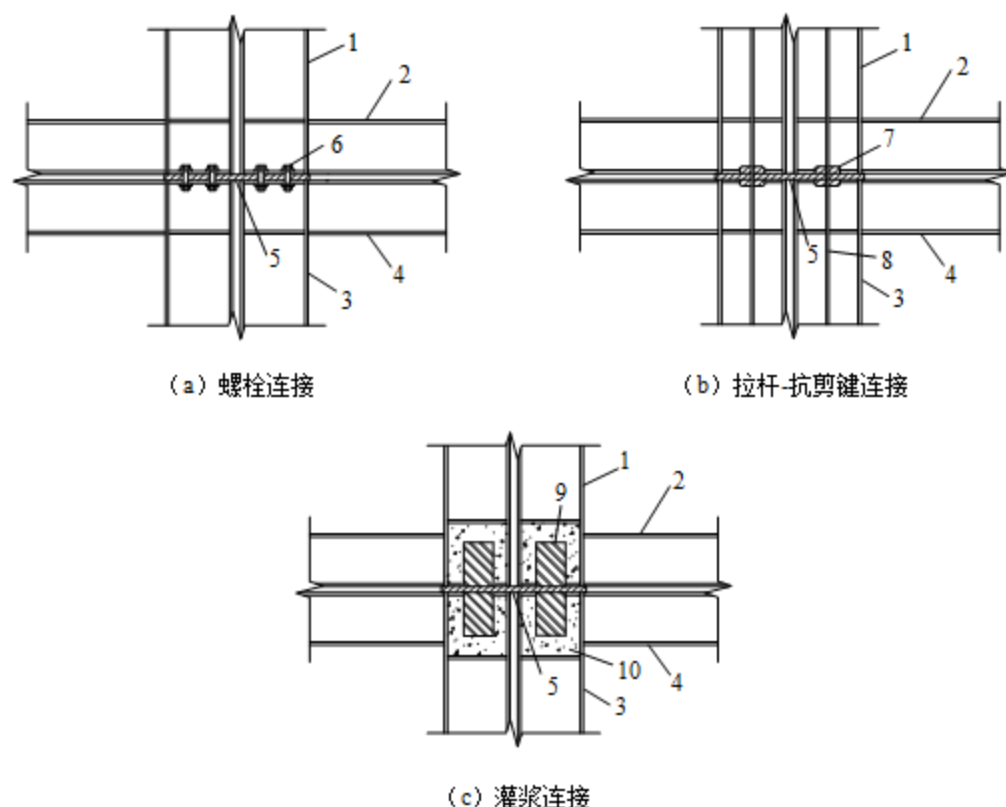
【条文说明】目前常见的箱式单元间竖向连接构造大多能够传递压力、剪力，并有一定的抗拔能力，通常难以做到抗弯等强或不具有抗弯能力，叠箱部分的抗倾覆很大程度上依赖箱式单元框架自身抗剪切变形的能力；箱式单元间水平连接通常仅起拉结作用。箱式单元之间的连接在工地现场完成，连接设计应考虑为现场施工安装，以及连接完成后节点的封闭、保护、检修、更换预留条件。

4.4.2 叠箱部分高度为 3 层以上的箱式单元装配整体式钢结构建筑，箱式单元间的连接宜采用抗震性能化设计方法，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为不屈服。

4.4.3 箱式单元间的竖向连接应符合下列规定：

- 1 节点构造应保证传力路径顺畅，节点应尽量与相邻竖向传力构件轴线汇交；
- 2 宜设置在箱式单元框架柱柱端，可采用螺栓连接、拉杆-抗剪键连接、灌浆连接等形式（图 4.4.3）。



1—上箱角柱；2—上箱底梁；3—下箱角柱；4—下箱顶梁；5—连接钢板；

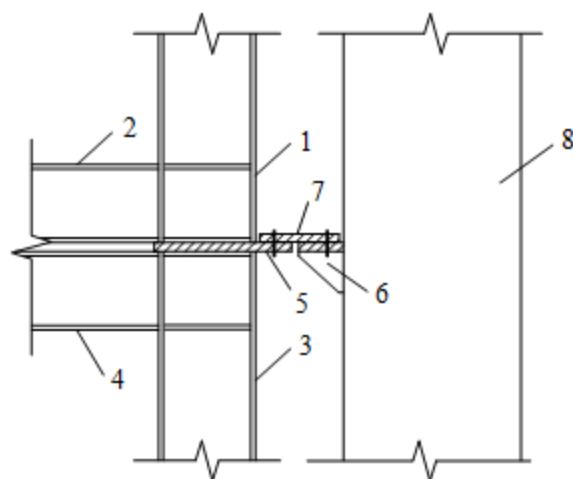
6—高强螺栓；7—抗剪键；8—钢拉杆；9—抗拔件；10—灌浆料

图 4.4.3 箱式单元间竖向连接节点形式示意图

【条文说明】当采用螺栓、拉杆-抗剪键的连接方式时，宜采用箱式单元框架柱铰接的计算模型。竖向连接节点的偏置，导致可能出现偏心受压或偏心受拉等情况，对竖向荷载的传递和节点受力均有不利影响，特别在竖向传力构件受拉的情况下可能无法有效限制箱体间的分离，应尽量予以避免或使用与实际情况相符的计算模型验证其可靠性。

4.4.4 箱式单元与抗侧力结构的连接宜设置在模块角部，并宜结合箱式单元间竖向连接构造进行设置，应采用仅考虑水平力传递的构造。

【条文说明】箱式单元间的水平连接通常与竖向连接结合，设置在箱体角部，当采用水平钢板连接时，钢板厚度不应小于计算值，且不宜小于与之相连的箱式单元框架柱壁厚。抗侧力结构仅为叠箱提供侧向支承，叠箱与抗侧力结构间的连接形式应具有一定的竖向变形能力，一方面，释放叠箱部分与抗侧力结构部分二者的竖向位移差，另一方面，避免竖向力传递产生节点附加内力，如图 4.4.4 所示。



1—上箱角柱；2—上箱底梁；3—下箱角柱；4—下箱顶梁；
5—连接钢板；6—连接件；7—水平连接板；8—抗侧力结构

图 4.4.4 叠箱与抗侧力结构连接节点

4.7 结构抗震性能化设计

4.5.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的结构抗震性能目标应根据建筑物高度、规则程度、场地条件、重要性等进行选择，重点设防类建筑抗震性能目标不应低于 C 级。

4.5.2 结构的抗震性能目标、抗震性能水准，不同抗震性能水准下结构的设计要求应符合现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定。

4.5.3 结构抗震性能化设计的计算应符合下列要求：

- 1 分析模型应正确、合理地反映箱式单元间，以及箱式单元与其他结构间的传力路径

和空间位置关系；

- 2 应补充弹塑性时程分析计算；
- 3 应补充箱式单元连接专项计算和分析。

【条文说明】箱式单元连接的专项计算和分析可包括：典型连接节点的大震工况有限元分析；新型连接节点的破坏模式分析、承载力分析和滞回性能分析等。

4.8 钢结构防火与防腐

4.6.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的钢结构耐火极限应符合现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249的有关规定。

4.6.2 用防火涂料进行防火保护时，构件表面应按规定进行除锈与涂装，同时根据钢结构构件的耐火极限等要求，确定防火涂料的形式、性能及厚度。

【条文说明】当采用厚型防火涂料时，由于箱式单元框架柱之间净间距较小，有时无法满足涂料的厚度要求，需专门研究并制定等效的综合防火方案。

4.6.3 连接节点处的防火措施不应低于相邻构件所采用的防火措施。

4.6.4 钢结构防腐蚀设计应根据建筑室内环境条件、施工和维修条件等要求合理确定防腐蚀设计年限和涂装做法，对卫生间等潮湿环境条件的钢构件应加强防护，钢结构节点与相应构件的防腐要求一致。钢结构防腐蚀设计应符合现行行业标准《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T251的规定。

4.6.5 闭口截面构件端部应进行封闭。

4.6.6 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 围护系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的围护系统应根据建设地区的气候条件、使用功能等综合确定其抗风、抗震、耐撞击、防火、水密、气密、隔声、热工和耐久性等性能要求。

5.1.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑的围护系统宜具有工业化、装配化特性，并应符合国家或建设地区建筑节能设计标准的有关规定。

5.1.3 箱式单元的墙体、底板、顶板应满足运输、吊装、施工过程中的刚度、临时防水和临时防护要求。

【条文说明】此条主要针对箱式单元的运输、吊装、施工过程提出要求，箱式单元的围护结构应保证一定的刚度、临时防水和临时防护能力以避免运输、吊装、施工过程中设备管线及内装等发生损坏。

5.2 墙体

5.2.1 箱式单元的墙体根据建筑功能和使用要求应具有相应的隔声、防火、气密、保温和抗冲击性能，且有足够刚度保障装饰装修工程的施工和设备管线的正常使用。

5.2.2 箱式单元的墙体宜选用龙骨组合墙体，或其他可适应结构变形的墙体材料。

5.2.3 箱式单元的墙体兼做外墙时应满足外墙的耐久性要求，除接缝位置外，外墙保温和装饰层宜与箱式单元一体化生产。

5.2.4 箱式单元的墙体作为内隔墙时应符合下列规定：

- 1 隔墙应有可靠的连接，正常使用和运输过程中墙体不应开裂、破坏；
- 2 有吊挂、安装需求的隔墙应满足承载要求，有水房间隔墙应满足防水要求；
- 3 可利用箱式单元间双层壁板分隔形成的空腔层进行隔墙的材料隔声、防火集成设计。

5.3 底板与顶板

5.3.1 箱式单元的底板可采用混凝土楼板、轻型楼板或其他适用的楼板形式。

5.3.2 箱式单元的底板采用混凝土楼板时，浇筑工作应在工厂内完成，楼板应与箱式单元的框梁可靠连接；底板采用轻型楼板时，安装工作应在工厂内完成，并应采用设置楼面

水平支撑等措施提高楼板平面内刚度。

【条文说明】箱式单元自身的水平面内刚度对结构形成空间受力模式有重要意义，特别对多高层叠箱-抗侧力结构而言，由于箱式单元短柱跨立面通常需要设置门、窗，难以布置立面支撑，提高叠箱部分水平面内刚度是减小其远离抗侧力结构端侧移的重要手段。

5.3.3 箱式单元的顶板宜采用轻钢龙骨吊顶，并选用石膏板、纤维水泥板、夹芯板等轻质板材形式。

5.3.4 组成建筑屋面的箱式单元顶板应设置保温、防水、隔汽措施。

5.4 建筑外墙

5.4.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑外墙的外观设计应符合规划要求，并与周围环境相协调。

5.4.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑宜采用装饰类的外墙系统，可采用玻璃幕墙、金属幕墙、石材幕墙、人造板材幕墙等。装饰外墙宜采用单元式构造，工厂标准化加工、组装，并在工厂进行预装测试。

5.4.3 外墙与主体结构的连接应符合下列规定：

1 连接节点在保证主体结构整体受力的前提下，应牢固可靠、受力明确、传力简洁、构造合理；

2 连接节点应具有足够的承载力，在承载能力极限状态下，连接节点不应发生破坏。当单个连接节点失效时，外墙不应脱落；

3 正常使用情况下连接节点应具有适应主体结构变形的能力；

4 节点设计应利于工厂加工、安装或现场安装，宜以工厂安装为主，现场后装为辅；

5 连接件的连接应具有三维可调节能力，同时耐久性应满足设计使用年限要求。

5.4.4 外墙接缝应符合下列规定：

1 接缝处应根据建设地区气候条件合理选用构造防水、材料防水相结合的防排水设计；

2 接缝宽度及接缝材料应根据外墙材料、立面风格、结构层间位移、温度变形等因素综合确定；

3 接缝材料及构造应满足防水、防渗、抗裂、耐久等要求；

4 接缝材料应与外墙材料具有相容性，在正常使用情况下，接缝处的弹性密封材料不应破坏；

5 接缝处以及与主体结构的连接处应设置防止形成热桥的构造措施。

5.4.5 外墙防水设计应符合下列规定：

1 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；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；

2 门窗洞口、雨篷、阳台、女儿墙、室外挑板、变形缝、穿墙套管和预埋件等节点应采取防水构造措施，并应根据工程防水等级设置墙面防水层；

3 箱式单元拼装形成的水平缝和竖缝应采用密封材料、止水材料和专用防水配件等进行密封。

5.4.6 外墙应进行防火设计，并应符合下列规定：

1 防火封堵应具有防火、防烟、隔热性能，能在设计的耐火时间内与相连箱式单元或构件协同工作。在正常使用和火灾条件下，应不发生脱落、移位、变形和开裂；

2 防火封堵组件的耐火性能不应低于防火分隔部位的耐火性能要求；

3 防火材料采用矿物棉时，其容重不应低于 80kg/m^3 ，熔点不应小于 1000°C ；

4 建筑外墙应采取一体化防火设计，并宜采用模块化安装方式。

5.4.7 外墙的防雷设计应符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057 相关规定，宜将防雷连接线与外墙预先组合，并在主体结构预留防雷连接点。

5.5 屋面系统

5.5.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的屋面应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 和《坡屋面工程技术规范》GB 50693 的规定。

5.5.2 屋面构造应满足建筑的节能和防水等级要求，并符合下列规定：

1 屋面系统及材料应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；

2 屋面保温材料可采用沿坡屋面斜铺或在顶层吊顶上方平铺的方式布置，并确保保温材料、隔汽层的连续性、密闭性和整体性；

3 对于居住使用的屋顶空间，保温材料宜设置在屋面构件的外层，屋面覆盖材料和板条用紧固件应穿过保温层，并固定于屋面构件，形成保温屋顶；

4 天窗、天沟、檐沟、檐口、雨水管、泛水、变形缝和伸出屋面管道等处应采取与工程特点相适应的防水加强构造措施；

5 屋面雨水檐沟不应跨越变形缝。

5.5.3 屋面系统宜采用整体现浇、装配整体式钢筋混凝土屋面或装配整体式组合屋面。设置于屋面围护系统的太阳能系统宜与屋面进行一体化设计，电气性能应满足国家现行标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 和《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368 的有关规定。

6 设备与内装修设计

6.1 一般规定

6.1.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑设备与管线系统设计应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑给水排水设计标准》GB 50015、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《民用建筑电气设计标准》GB 51348的规定。

6.1.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑的内装系统设计应符合国家现行标准《建筑环境通用规范》GB 55016、《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、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118、《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ 367、《装配式内装修技术标准》JGJ/T 491的规定。

6.1.3 设备各专业和内装修专业应与建筑、结构专业同步开展一体化设计。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑应采用一体化设计以充分发挥其高度工厂化、高度集成化的优势。

6.1.4 无地下室及底部框架的箱式单元装配整体式钢结构建筑，底层箱式单元应架空设置，为管线的安装和检修预留空间。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑排水立管与出户管需在现场连接，通常底层模块下部设置供接管和检修的架空层，并考虑架空层的排水措施。为避免架空空间受到垃圾、防潮、排水、动物破坏等影响，应做好连续封闭措施。

6.1.5 设备与管线系统宜根据建设地区气候等条件合理的设计方案，并应符合国家建筑节能、绿色建筑等设计标准的有关规定。

【条文说明】当有条件时尽可能采用太阳能热水、太阳能光伏发电、雨水调蓄利用等措施，充分利用自然资源，达到节能节水的效果。

6.1.6 公共管线、阀门、检修配件、计量仪表、电表箱、配电箱、弱电箱等宜设置在公共空间的管井内。

【条文说明】管线、计量仪表等集中设置有利于箱式单元设计的标准化，可减少管线预留洞口遗漏的几率，且管线设置在公共空间管井内方便管线日后的检修和维护。

6.2 设备集成布置

6.2.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑设备管线的布置应符合下列规定：

- 1 暖通空调、给排水、电气等设备及管线应根据箱式单元进行划分，并在工厂内完成安装；
- 2 竖向连接的管线宜集中布置在管井中；
- 3 暖通空调、给排水、电气等设备及管线应进行综合协调，宜结合抗震设计要求共用管道支吊架，不同的管线按照相关规范设置安全距离；
- 4 设备、管线需要固定在钢结构构件上时，应采用专用固定件，固定件宜在工厂完成与钢结构的固定，且不得影响钢结构构件的完整性与安全性。

【条文说明】箱式单元内的设备管线在工厂内预制安装可减少现场施工作业，提高安装效率和施工质量，节约施工时间。箱式单元之间的管道接口在工厂预留，管道待现场拼装完成后进行连接。管线集中布置在管井中，方便现场连接和后期维护，在管井中进行管道连接可做到对箱式单元成品的保护。箱式单元的框架梁、柱等主要结构构件应避免现场凿洞、剔槽，当不可避免时，应给结构专业准确提供预埋套管、预留孔洞及开槽的尺寸、定位等。

6.2.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑的卫生间宜采用集成卫生间，并应在工厂完成卫生器具、给排水管道、电气及设备的安装。集成式卫生间的接口设计应符合下列规定：

- 1 应做好设备管线接口、卫生间边界与相邻部品部件之间的收口；
- 2 防水底盘与墙面板（壁板）连接处的构造应具有防渗漏的功能；
- 3 卫生间墙面板（壁板）和外墙窗洞口的衔接处应进行收口处理并做好防水；
- 4 卫生间的门框门套应与防水底盘、墙面板（壁板）、墙体做好收口和防水。

【条文说明】卫生间施工工序复杂，采用集成卫生间并在工厂完成卫生器具、给排水管道、机电管线及通风管道的安装，并预留给排水支管与立管的接驳口，可显著提高施工速度和施工质量。

6.3 设备集成连接

6.3.1 箱式单元间设备管线的连接应符合下列规定：

- 1 管线接口宜选用标准化接口，管线接口宜设置在专业管井或公共区域内；
- 2 功能模块之间不应采用水平管线直接连接，机电管线宜通过公共区域与功能模块进行连接，并宜在靠近公共区域设计管线检修维护口，管线连接应有适应结构变形的能力；

3 预装于箱式单元外侧的管线，应采取相应的防水、防腐、防结露和防撞击的防护措施。

【条文说明】为减少现场机电管线连接对成品箱体的影响，机电设备专业主干管通常设置于走廊等公共区域中，现场进行主要管线与功能模块之间机电管线的连接。机电管线接口宜预留在专业管井或公共区域内，便于检修。箱体单元安装后，会有轻微的位移及变形，管道选材时应充分考虑该因素，并选用延展性好的金属管，宜采用柔性连接方式。

6.3.2 设备与管线穿越楼板和墙体时，应采取相应的防水、防火、隔声、保温隔热、密封等措施，并应根据建筑物性质、管径、设置条件及穿越部位防火等级要求设置阻火装置。箱式单元间管线的衔接不应减弱墙体或楼板的耐火性能。

【条文说明】为保证防火分隔的可靠性，避免高温烟气和火势穿过防火墙及楼板的开孔和空隙等蔓延扩散，预留的套管与套管之间的缝隙需采用阻燃密实材料填塞。对于采用塑料管等遇高温易收缩变形的材质的管道，要采取措施使该类管道在受火后能被封闭，防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。对于穿越楼板的管道，除应考虑防火、隔声措施外，还应在套管与管道之间采取防水措施，以避免上层渗漏对下层的影响。

6.3.3 宜充分利用建筑外围钢柱的导电特性，将其充当防雷引下线与均压环。上下左右的箱式单元钢柱应连接成电气通路，电气水平金属导管应有可靠接地措施。

【条文说明】钢柱截面积一般能达到防雷引下线的要求，故一般无需在建筑外表面敷设引下线与均压环。当采用箱式单元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。

6.3.4 空调通风管井应结合建筑方案整体设计，并应在井道壁预留接口位置。

【条文说明】管道穿越墙体和楼板时，应采取防止热桥的措施，并按设计要求设置套管，套管与套管间应采纳阻燃材料填塞密实，穿越防火分区时，应采纳不燃材料进行防火封堵。

6.4 内装修设计

6.4.1 箱式单元的内装系统应满足下列要求：

- 1 内装系统的设计应符合室内功能和性能要求，遵循标准化设计和模数协调的原则；
- 2 内装系统宜采用装配式装修，除接口位置外，其他部位的装修内容应在工厂内完成；
- 3 在设计阶段应明确机电专业末端点位的开洞尺寸及具体定位；

4 当箱式单元存在防水需求时，宜在独立箱体内完成功能布置，不宜跨箱体设计。

6.4.2 箱式单元内装修的安装次序宜按照楼地面系统、轻质隔墙系统、天花吊顶系统依次配合进行。

6.4.3 箱式单元轻质隔墙系统应符合下列规定：

- 1 宜结合室内管线布置进行相应的隐蔽设计，并应在管线对接处及设备处预留检修口；
- 2 隔墙龙骨宜直接固定在混凝土楼板及钢结构梁上，不宜使用其他方式混合加固；
- 3 当存在防水防潮需求时，轻质隔墙系统应采用具备防水防潮性质的内装部品；
- 4 多个箱式单元组合时，内装修设计阶段应根据拼接需求设计隔墙系统的工厂施工预留位置。

【条文说明】门窗洞口、墙体转角连接处等部位的龙骨应进行加强处理；设备管线安装于隔墙或墙面系统时，应采取必要的加固、隔声、减振或防火封堵措施。

6.4.4 箱式单元吊顶系统设计应满足室内净高的需求并应符合下列规定：

- 1 吊顶系统宜在工厂内预制完成，并宜采用轻钢龙骨吊顶系统；
- 2 应在吊顶内设备及管线集中位置设置检修口；
- 3 多个箱式单元组合时，内装修设计阶段应根据拼接需求设计吊顶系统的工厂施工预留位置，且不宜在接口位置设置灯具和末端点位；
- 4 吊顶系统宜与新风、排风、给水、喷淋、烟感、灯具等设备和管线进行集成设计。

6.4.5 内装部品、内装饰材料所用涂料、胶粘剂、处理剂，其挥发性有害物质含量和施工产生的污染物浓度限值要求应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016、《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325 的相关规定。

7 箱式单元的制作与运输

7.1 一般规定

7.1.1 箱式单元应在工厂内制作，制作前应完成深化设计，还应满足生产、运输、安装等的要求。

7.1.2 钢构件的加工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的有关规定。

7.1.3 箱式单元制作的质量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；
- 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施工工序前进行验收，并应形成隐蔽工程记录文件。

【条文说明】因箱式单元制作各个环节紧密联系，环环相扣，过程中检验有利于实现质量控制。

7.2 工厂集成制作

7.2.1 箱式单元间的连接界面应保持清洁，保证连接效果。

【条文说明】箱式单元间的连接界面应避免被防火涂料等污染而影响连接效果，出厂前应进行检查并及时清洁。

7.2.2 应根据钢结构油漆配套要求，按照油漆工艺对箱式单元进行中间漆、防火漆（如有）、面漆的涂刷，并按设计要求检测油漆膜厚。

7.2.3 采用轻钢龙骨复合墙体时，轻钢龙骨与模块结构的连接设计宜符合现行国家标准《冷弯型钢结构技术标准》GB/T 50018的有关规定，复合墙体构造及性能宜符合行业标准《轻钢龙骨式复合墙体》JG/T 544的有关规定，墙体安装尺寸偏差应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 轻钢龙骨复合墙体安装尺寸允许偏差

检查项目	允许偏差/mm		
	钢板	纸面石膏板	其他
立面垂直度	2	3	4
表面平整度	3	3	3

阴阳角方正	3	3	3
接缝直线度	1	3	3
接缝高低差	1	1	1
接缝宽度	1	2	2

7.2.4 设备、管线的安装与质量应符合国家现行有关标准的规定，并应符合下列规定：

- 1 在具有防火或防腐保护层的结构上安装管道设备及支吊架时，不应损坏钢结构的防火或防腐性能。当不可避免时，应对被损坏的防腐防火保护层应进行修补；
- 2 布置在吊顶内或架空层等位置的管道应采取防腐蚀、隔声减噪及防结露等措施；
- 3 安装过程中应对已安装设备及管线预留接口做好成品保护，避免损坏及杂物入内；
- 4 应预留相应的设备管线接口，其形式和位置应便于检修；
- 5 箱式单元内管道在工厂安装完成后应进行压力试验或灌水试验并填写检验记录，隐蔽工程管道在验收合格后方可进行隐蔽。

【条文说明】由于部分设备管线是在工厂预制安装完成后运至现场进行施工，在运输过程中要做好成品保护，避免管道损坏等意外发生。

7.2.5 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 的有关规定执行，并应符合下列规定：

- 1 预留孔洞及预埋件应在模块单元主体结构制造阶段预制完成，不应在施工现场后切割或焊接；
- 2 电气设备与模块结构的连接宜采用标准化接口，大型灯具、桥架、母线、配电设备等，应通过预埋件与模块结构固定牢靠；
- 3 设备集成完毕后，预留孔洞或其缝隙应采用防水、防火等填充材料进行封堵；
- 4 电气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。

【条文说明】对钢结构的开洞、改造应按设计要求在工厂内完成，应避免现场临时操作。如确需现场改动，应征得设计单位同意。

7.2.6 箱式单元装饰装修工程应满足安全、环保、美观等要求，并应符合下列规定：

- 1 厨房、卫生间等湿区域应做防水处理，防水层厚度不应小于相关标准规定，防水区域应做试水试验；
- 2 吊顶连接件的设置应考虑运输途中振动的影响，采取防脱落措施；

- 3 水电装修应预留水电检修口；
- 4 出厂前安装的家具，应与地面或墙体固定牢靠，家具门等可活动部件需临时固定；
- 5 装饰装修工程不应影响管道、设备等的使用和维修，半成品和成品应做好保护，不得污染和损坏。

【条文说明】考虑箱式单元的运输、吊装过程，家具门等活动部件出厂前均应临时固定。

7.2.7 楼地面、墙面、吊顶出厂应符合以下规定：

- 1 楼地面选用瓷砖时，应检查地砖的尺寸偏差和吸水率，做好基层清理工作，应保证表面平整，接缝线平直；
- 2 墙饰面板应保证表面平整度和立面垂直度；
- 3 吊顶应保证平整性，安装板条应对缝均匀；面板安装应在吊顶内管道、试水、保温等一切工序全部验收后进行；安装灯盘和灯槽应从吊顶平面的整体性着手，空调风口蓖子应安装平整，且要与吊顶面衔接吻合；拉吊顶标高线时应检查自动喷淋头、烟感器等消防设备的安装尺寸。

7.3 工厂检验

7.3.1 钢结构用主要材料、零（部）件、成品件、标准件等产品应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定进行进场验收。

7.3.2 箱式单元框架结构组装后的尺寸（图 7.3.2）应符合设计图纸要求，允许偏差及检验方法应符合表 7.3.2 的规定。

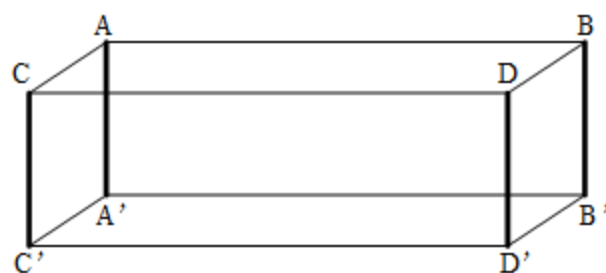


图 7.3.2 箱式单元框架结构组装后尺寸示意图

表 7.3.2 箱式单元框架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	钢尺检查
宽度	AC、A'C'、BD、B'D'	3，0	钢尺检查

高度	AA'、BB'、CC'、DD'	0, -3	钢尺检查
对角线差	AD-BC 、 A'D'-B'C'	10	钢尺检查
	AB'-A'B 、 CD'-C'D	10	钢尺检查
	AC'-A'C 、 BD'-B'D	5	
平面度	需要现场堆码的 8 个底角件底面平面度	5	将模块放于理论内,以 8 个点中的最低点为基准,测量其他 7 个点的悬空数值
	底横梁上表面平面度	3	2 米靠尺和塞尺检查
	底横梁水平度	无明显不平现象	底角件支撑于水平平面内,任意方向用水平尺检查底横梁上表面的水平度
	顶横梁下表面平面度	4	2 米靠尺和塞尺检查(走廊区域)
	墙板(波板)外鼓或内凹(以角柱为基准)	3	2 米靠尺和塞尺检查
直线度	顶侧梁直线度 AB、CD	5	钢尺检查
	底侧梁直线度 A'B'、C'D'	5	钢尺检查
垂直度	角柱	3	钢尺检查
	走廊立柱、中部框架位置立柱	4	经纬仪或吊线、钢尺检查
连接件	连接件中心线与柱轴线偏差	±1.0	钢尺检查
	顶面标高偏差	±3.0	钢尺检查
	连接件顶面水平度	L/1000(L 为相邻连接件距离)	用经纬仪、水准仪、全站仪、水平尺和钢尺实测
	预留螺栓孔中心与柱轴线偏差	±1.0	钢尺检查
	孔径偏差	0, 0.25	游标卡尺或孔径量规检查
	孔距偏差	±1.0	钢尺检查
	螺栓孔内螺纹长度	±1.0	钢尺检查

7.3.3 焊接工程的检验应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和

《钢结构焊接规范》GB 50661的有关规定执行。

7.3.4 紧固件连接工程的检验应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定执行。

7.3.5 防火涂料应按现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的有关规定进行抗压强度、粘接强度、厚度、裂纹的检验。

7.3.6 防腐涂装工程的检验应按国家现行标准《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的有关规定执行。

7.3.7 采用轻钢龙骨复合墙体时，轻钢龙骨与箱体结构的连接宜符合现行国家标准《冷弯型钢结构技术标准》GB/T 50018的规定，复合墙体构造及性能宜符合行业标准《轻钢龙骨式复合墙体》JG/T 544的相关规定，墙体安装尺寸偏差及检验方法应符合表 7.3.7 的规定。

表 7.3.7 墙体安装尺寸允许偏差

检查项目	允许偏差（mm）			检验方法
	钢板	纸面石膏板	其他	
立面垂直度	2	3	4	垂直检测尺检查
表面平整度	3	3	3	靠尺和塞尺检查
阴阳角方正	3	3	3	直角检测尺检查
接缝直线度	1	3	3	钢直尺检查
接缝高低差	1	1	1	靠尺和塞尺检查
接缝宽度	1	2	2	钢直尺检查

7.3.8 箱式单元的楼板、顶板、墙面、电气、给水排水、暖通等分项工程中的隐蔽工程，在工厂制造时应进行质量验收，并保存影像资料。

7.4 出厂

7.4.1 箱式单元制作完成后，应满足下列规定后方可出厂：

1 应对构配件的内在质量、外观质量和尺寸精度进行验收，形成验收记录，出具产品合格证、质量保证书和检验报告；

2 宜根据施工详图进行相邻箱式单元的预拼装，发现问题及时修改，合格后在角柱分

别标记定位轴线及水平标高线作为下道工序制作安装基准线；

- 3 所有内部可移动部件应有可靠固定和保护措施；
- 4 箱式单元门、窗洞口的位置应有临时密封措施；
- 5 箱式单元顶部应有运输和储存过程中的临时防水措施；
- 6 箱式单元内部应整洁、干净，装饰装修应无划痕和损坏。

7.4.2 箱式单元出厂前应有产品标识、产品合格证和产品使用说明书，配套运输至现场的构件或零部件应有标签。

【条文说明】构部件标签内容包括：构部件名称、编号、数量、使用位置等。

7.5 运输与堆放

7.5.1 箱式单元的运输应考虑道路沿线路况和限制条件，宜提前勘察运输路线，编制运输方案。箱式单元的宽度和高度宜符合大件运输的限值规定。

【条文说明】箱式单元运输时宜制定相应的运输与堆放方案，其内容可包括运输时间、路线、固定要求、堆放场地和成品保护措施等；运输车辆应满足箱式单元的尺寸和载重要求，并应采取运输和装卸的保护措施。

7.5.2 箱式单元在运输过程中应固定牢固，并应合理设置垫块、采用防水防潮包装，避免发生损坏。

7.5.3 箱式单元应依据组装顺序有序堆放，相互之间留有一定的间隙。当为多层箱体堆放时，应加设临时固定的安全措施，箱体承受的荷载不应超过计算值，层数不应超过 3 层。

7.5.4 箱式单元的起吊点严禁随意更改。确定需要变动时，必须经设计单位复核通过并出具书面变更手续。

8 现场安装

8.1 一般规定

8.1.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的安装单位应具备相应的资质，并有完善的安全、质量、环境和职业健康管理体系。

【条文说明】本条规定了从事箱式单元装配整体式钢结构建筑工程安装的各专业施工单位的资质和管理体系要求，以规范市场准入制度。

8.1.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑工程实施前，应对安装现场进行踏勘，结合场地条件、箱式单元重量等因素选择合适的吊装设备和吊装点位，编制施工组织设计以及配套的吊装方案、拼装技术方案等技术文件，经施工单位技术负责人审批，并按有关规定报送总包单位、监理工程师或业主代表审核通过后方可实施。对于重要工程的施工技术方案的和安全应急预案，应组织专家评审。

8.1.3 箱式单元装配整体式钢结构建筑在安装前，应具备以下条件：

- 1 安装场地的基础符合设计及相关标准要求并验收合格；
- 2 施工现场具备供水和供电条件，相关管线、设施等的预埋工作均已完成并验收合格；
- 3 进场箱式单元的材料、尺寸、外观及安装用零部件的材质、规格、外观、尺寸、数量等经检查，符合设计及相关标准要求；
- 4 经技术交底，现场施工人员熟悉施工图纸、安装顺序及有关技术文件要求。

8.1.4 箱式单元装配整体式钢结构建筑的结构安装允许偏差，除应符合本标准的有关规定外，还应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50252 的有关规定。

8.1.5 箱式单元装配整体式钢结构建筑宜采用信息化技术，对安全、质量、技术、施工进度等进行全过程的信息化协同管理。宜采用建筑信息模型（BIM）技术对模块单元、结构构件、建筑部品和设备管线等进行模拟建造与检验。

8.2 箱式单元安装

8.2.1 箱式单元安装前，应对建筑物的定位轴线、基础轴线和标高、预埋板、地脚螺栓位置等进行复测，并办理交接验收。

8.2.2 箱式单元的安装应符合下列规定：

- 1 宜按建筑物的平面形状、结构形式、安装机械的规格、数量和现场施工条件等因素

划分吊装流水段安装；

2 吊装与安装应根据结构特点预先制定合理的安装顺序后进行，平面上宜由端部向一侧顺序扩展；

3 吊装与安装过程中应保证整体结构形成稳定的结构体系，必要时应加设临时支承或采取临时加固措施；

4 安装时，应先调整标高，再调整中心水平位置，最后调整垂直偏差；

5 不得利用已安装就位的箱式单元作为起吊其他重物的吊点或支撑点；

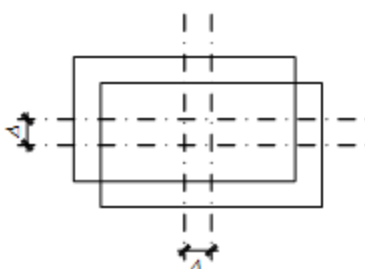
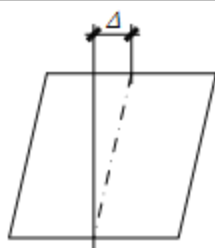
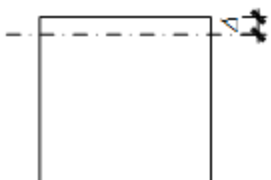
6 当采用螺栓连接时，相邻箱式单元之间应通过压板和连接螺栓固定；

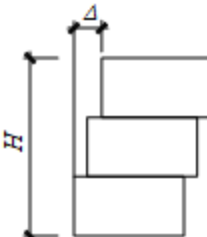
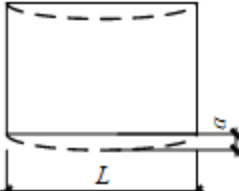
7 安装过程中出现损伤，应立即矫正、修补，对无法校正、修补的箱式单元不得予以使用。

8.2.3 箱式单元的安装过程中，应依据施工组织设计要求采取必要的临时防风雨措施。

8.2.4 各层箱式单元安装完成后，应对轴线、垂直度、标高等进行复核，安装的允许偏差应符合表 8.2.4 的规定。

表 8.2.4 箱式单元装配整体式钢结构建筑安装的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	图例
模块底座中心线对定位轴线的 偏移 Δ	3.0	
单层模块垂直度 Δ	3.0	
模块间连接板顶标高与设计标 高之间 高差 Δ	± 1.0	

模块间连接板顶 水平度 Δ	$l/1000$ (l 为连接板测量方向边长)	
主体结构整体 垂直度 Δ	$\leq H/2500+10$, 且 ≤ 50.0	
主体结构整体平面 弯曲 α	$\leq L/1500\text{mm}$, 且 ≤ 25.0	

8.2.5 基础顶面预埋支座或箱间角件作为上层箱式单元的支承面时，其支承面的允许偏差应符合表 8.2.5 的规定。

表 8.2.5 支承面的允许偏差 (mm)

项目		允许偏差
支承面	标高	± 3.0
	水平度	$l/1000$ (l 为支承面测量方向边长)
预留孔中心偏移		10.0

8.2.6 应避免现场安装时对箱式单元钢结构的焊接或切割，不应在任何表面上拖推箱式单元，因搬运或吊装发生变形损坏时应返厂。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑的建造特点是箱式单元工厂预制、现场拼装，工业化生产、产品化质量控制。箱式单元的焊接、切割工作应预先规划，尽量在工厂完成，以保证加工质量，提高现场施工效率。

8.2.7 现场箱式单元吊装时，宜采用根据箱式单元规格设计加工的专用平衡吊具，并宜在箱式单元上设置专门的吊装孔。专用吊具应按国家现行有关标准的规定进行设计、试验及检验，合格后方可使用。

【条文说明】箱式单元吊点宜设置在角部，宜优先选用等尺寸的重型框架进行吊装，如图 8.2.7 所示。箱式单元开洞面积大、可能引起吊装变形时，应临时加固后吊装。

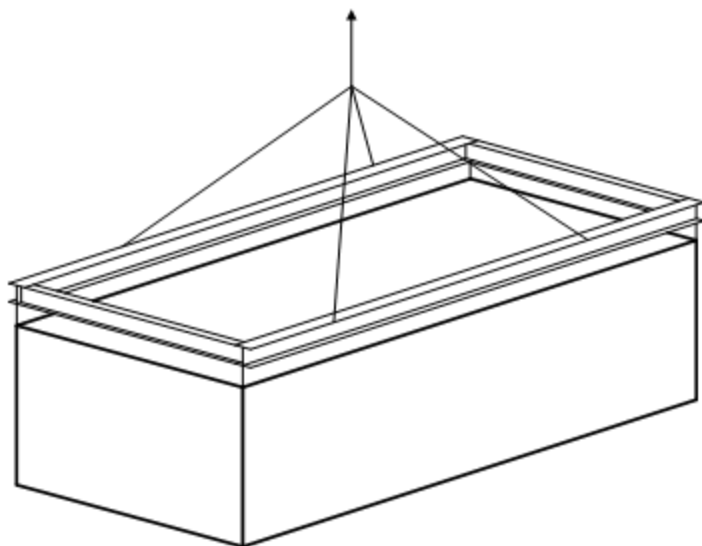


图 8.2.7 箱式单元的吊装方法

8.2.8 连接节点性能及质量检验应按照现行国家标准《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 的相关规定执行，并应满足下列要求：

- 1 通过高强螺栓或螺杆连接时，应采用扭力扳手确保紧固力符合设计要求；
- 2 采用灌浆连接节点时，灌浆料的强度检验应以在浇筑地点时制备同等条件养护的试件强度为依据，并符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定。

8.2.9 箱式单元装配整体式钢结构建筑的现场涂装应符合下列规定：

- 1 箱式单元在运输、存放和安装过程中损坏的涂层以及安装连接部位的涂层应及时进行现场补涂，并应符合原涂装工艺要求；
- 2 现场防腐和防火涂装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 的有关规定。

8.3 设备与管线安装

8.3.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的设备和管线应在工厂集成，箱式单元间的管线连接可在现场完成，并应在箱式单元吊装前按设计图纸核对设备及管线参数、预埋件及预留孔洞位置和尺寸，合格后方可施工。

【条文说明】箱式单元内的设备及管线应尽量在工厂内预制安装完成，以充分发挥箱式单元装配整体式钢结构建筑的优势，提高装配率，缩短工期，提高效率。

8.3.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑给排水及暖通工程设备与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规范》GB 50738、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定，并应符合下列规定：

1 箱式单元间水管的安装和连接应在箱式单元拼装完成后实施，并应进行整个系统试压检漏、系统调试、通水测试；

2 箱式单元间通风及空调系统风管的现场连接宜采用法兰连接。如果采用软管连接，软管长度不应超过 2m，并不应有死弯或塌凹。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。

8.3.3 箱式单元装配整体式钢结构建筑电气设备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、《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，并应符合下列规定：

1 箱式单元间的导线连接不应采用易松动型接口；

2 箱式单元拼装后，所有的箱式单元应做等电位连接，箱式单元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 16mm²。

8.3.4 电气调试、防雷接地应符合下列规定：

1 电气调试应测试所有电气回路及电气设备的绝缘情况。调试过程中应做好调试记录，调试完成后应清除临时短接线和各种障碍物；

2 防雷接地电阻应使用接地电阻测试仪进行测试，接地电阻值应符合设计要求。当钢结构接地体无法满足接地电阻要求时，应增加人工接地极；

3 现场应先完成防雷接地体的安装，并预留出与箱式单元的连接器件，待箱式单元安装完成后，再将连接器件与箱式单元进行连接；

4 利用屋面金属压顶做接闪带时，宜将同一箱式单元内的金属压顶预先连接。

8.3.5 管道需要穿过楼板铺设时，穿越楼板部位不得渗漏，管道止水措施应符合下列规定：

1 塑料排水管道宜预留止水节，预埋止水节上下楼层偏差不应大于 20mm；

2 金属排水管道应预留钢套管，钢套管比管道管径大 1~2 号，预埋钢套管上下楼层偏差不应大于 20mm。

8.4 建筑接缝处理

8.4.1. 箱式单元装配整体式钢结构建筑的接缝防火封堵处理措施，应符合设计要求和现行国家标准《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410的有关规定。

8.4.2. 相邻箱式单元之间、箱式单元和非箱式单元部分以及底层箱式单元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执行，并应符合下列规定：

- 1 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 接缝封堵材料应紧贴密实，无漏光现象；
- 3 任何接缝都不应削弱相邻部位建筑的耐火性能。

【条文说明】箱式单元装配整体式钢结构建筑的接缝相比于一般建筑更多，建筑接缝的防火封堵处理对于其建筑防火性能的实现非常关键，封堵隐蔽前应进行验收并做好记录。

8.4.3. 箱式单元装配整体式钢结构建筑的接缝防水构造应符合设计要求和现行国家标准《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，雨期施工或施工中断时应采取临时防水措施。

8.4.4. 房间由多个箱式单元组合而成时，内装修进行现场作业前，应先根据工厂施工预留尺寸进行拼缝接口处基层封板和调平。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑工程的质量验收应符合现行国家标准《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定，涉及箱式单元的部分还应符合本标准的要求。

9.1.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑工程的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。箱式单元应按子单位工程在工厂进行验收，箱式单元装配整体式钢结构建筑应按单位工程在施工现场进行验收，箱式单元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。

9.2 箱式单元进场

9.2.1 箱式单元应进行进场检验，并提交出厂质量合格证明文件，包括出厂合格证书、主要材料及构配件合格证及相关性能检验报告。

9.2.2 箱式单元产品除应按本标准第 7 章的有关规定进行检验外，宜由监理单位组织对箱式单元产品的重要项进行抽检，并应符合下列规定：

- 1 抽检应采用随机抽样原则；
- 2 可将抽到的箱式单元产品当作一个子单位工程进行检查，检验数量和检验方法应符合国家现行标准的有关规定；
- 3 对于正在生产的产品，宜在生产过程中进行抽检；
- 4 对于库存产品，应对成品进行抽检。

【条文说明】对于一般箱式单元产品来说，重要项包括焊接、紧固件连接、钢结构防腐、防火等。抽检的检查项和检验批可以把每个模块当作一个子单位工程进行，每批同一品种、规格的箱式单元抽检比例不应低于 5%，且不应少于 3 个，箱式单元装配整体式钢结构建筑中每层箱式单元应至少抽检 1 个。宜采用工厂抽检方式，也可采用现场抽检方式。现阶段大量箱式单元仍是根据项目需求采用定制化设计的，因此工厂生产是和项目建设同时进行，这样抽检可在生产过程中进行。但从建筑工业化的角度，鼓励箱式单元采用标准化规

格，并提前生产，提前备货。像这样生产先于项目的情况，监理单位不可能在生产过程中进行监督，因此应对成品进行抽检。当箱式单元抽检结果不符合要求时，经处理后，应扩大抽检比例再次抽检。

9.2.3 箱式单元外露的钢结构构件不应有缺损，连接件应完整无损，吊耳及预埋件应牢固、无松动。

9.2.4 箱式单元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。

【条文说明】箱式单元外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类。严重缺陷主要是指影响箱式单元的结构性能或安装使用功能的缺陷，箱式单元工厂制作时应制定技术质量保证措施予以避免。

9.3 安装与连接

9.3.1 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标准》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。

9.3.2 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标准》GB 50205 中规定的质量验收方法和质量验收项目执行，同时尚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。

9.3.3 铸钢件的品种、规格、性能应符合国家现行标准的规定并满足设计要求。铸钢件应按国家现行标准规定抽取试件且应进行屈服强度、抗拉强度、伸长率和端口尺寸偏差检验。

9.3.4 钢拉杆应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 中规定的质量验收方法和质量验收项目执行，同时应满足设计要求。

9.3.5 钢拉杆接头的型式检验应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 规定的检验方法和检验项目执行，并应出具相应的型式检验报告。

9.3.6 箱式单元之间采用螺纹拉杆连接时，有效连接长度和拧紧扭矩值应满足设计要求，上层箱式单元安装应在连接检验合格后进行，并宜保存规范的施工检验影像记录备查。

【条文说明】为保证螺纹拉杆连接的可靠性，拧紧扭矩值应满足要求。螺纹损伤或施拧方式不当等可能导致在同样终拧扭矩下，由于螺纹咬合长度不足而达不到设计承载力，故还

应保证螺纹拉杆的有效连接长度。由于上层箱式单元安装完成后很难再对拉杆连接进行检查，为保证施工进度和施工质量，可保留施工检验影像记录备查。

9.3.7 箱式单元之间采用灌浆连接时，灌浆料或灌浆用混凝土的强度等级应符合设计要求。灌浆料或灌浆用混凝土的工作性能和收缩性应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。灌浆用混凝土的运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间，同一施工节点内混凝土应连续浇筑，灌浆料或灌浆用混凝土浇筑应密实。

9.4 设备与管线安装

9.4.1 给排水工程的施工质量和验收标准应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定执行。

9.4.2 通风与空调工程的施工质量和验收标准应按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定执行。

9.4.3 电气工程的施工质量和验收标准应按现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定执行。

9.5 建筑接缝

9.5.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑接缝防火封堵处理应符合设计要求，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。封堵材料应密实、连续、饱满、牢固，无漏光现象。

9.5.2 屋面应检查有无渗漏、积水和排水不畅等，檐沟、天沟应进行蓄水试验，蓄水时间不少于 24 小时。

10 使用与维护

10.0.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的设计文件应注明设计条件、使用性质及使用环境。当需要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时，应经原设计单位或具有相应资质的设计单位提出设计方案，并应重新进行验收。

10.0.2 箱式单元装配整体式钢结构建筑的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 的规定。

10.0.3 建设单位在向用户交付时，应按国家有关规定的要求，提供《建筑质量保证书》和《建筑使用说明书》。

【条文说明】建筑使用说明书内容应包括：工程概况；工程设计合理使用年限、性能指标及保修期限；主体结构位置示意图、房屋上下水布置示意图、房屋电气线路布置示意图及复杂设备的使用说明；使用维护注意事项。

10.0.4 建设单位在向用户交付时，宜提供检查与维护更新计划，检查与维护更新计划应包括下列内容：

- 1 对主体结构的检查与维护制度，包括主体结构损伤、建筑渗水、钢结构锈蚀、钢结构防火保护损坏等可能影响主体结构安全性和耐久性的事项；
- 2 对围护系统的检查与维护制度，包括围护部品外观、连接件锈蚀、墙屋面裂缝及渗水、保温层破坏、密封材料的完好性等，并形成检查记录；
- 3 对设备与管线的检查与维护制度，保证设备与管线系统的安全使用；
- 4 对公共部位及其公共设施的设备及管线的检查与维护制度，包括水泵房、消防泵房、电机房、电梯、电梯机房、中控室、锅炉房、管道设备间、配电间（室）等，并定期巡检和维护；
- 5 对内装的检查与维护制度。

11 智能建造与信息化应用

11.1 一般规定

11.1.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑工程应利用信息化技术实现各相关方的协同工作、信息共享与交换，支持对质量、安全、能耗、成本、环境等方面的监测和分析。

11.1.2 建筑信息模型（BIM）的应用宜覆盖工程项目的全生命期，以实现全专业、全过程的信息化管理，并应在规划、设计、生产、施工、运营维护等各个阶段建立符合相应深度的建筑信息模型，模型的创建、应用和管理应以相应任务的承担方为实施主体，并对模型进行及时修正和深化。

11.2 数字化设计

11.2.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑在设计过程中应运用 BIM 技术进行设计方案的推演、设计图纸的深化及输出。

11.2.2 设计阶段 BIM 模型的创建应符合以下要求：

1 应根据项目的阶段和专业对 BIM 模型进行拆分，对模型文件采用统一的命名规则、编码及交付格式；

2 应针对项目统一制定 BIM 模型的建模标准，对各阶段模型的建模内容、深度、几何和非几何等信息进行具体规定；

3 BIM 模型应具备合理的建模精度、足够的设计深度，并能满足对应的功能需求。

【条文说明】对于大型项目，BIM 模型的数量庞大，从提高设计和应用效率的角度出发，应根据具体阶段、使用功能的需求建立具有合理精度的 BIM 模型。

11.2.3 预制构件深化设计、二次机电深化设计、装修深化设计等工作应在箱式单元加工前完成。

【条文说明】箱式单元具有极高的工厂化程度、集成化程度和功能完整性，绝大部分现场工作都前置到了工厂完成，如由于前期设计深度不足导致错漏碰缺问题则较难通过现场施工措施弥补，生产加工阶段的 BIM 模型深度应能保障相关工作的开展，并保持在整个建设阶段的一致性。

11.2.4 设计过程中宜使用建筑信息模型协同平台实现各专业的协同设计和信息共享，保证模型数据的一致性和关联性。

【条文说明】各专业应尽量统一软件平台，若不能统一，可分别单独建模，通过软件导出标准或兼容的中间格式，再放入统一协同平台进行模型整合和协同设计。模型转换过程中应保证图形、数据、信息的完整性。

11.3 智能化生产

11.3.1 箱式单元的工厂化生产宜搭建生产管理系统，并具备计划管理、设备管理、质量管控、成品验收、入库、发货的功能。

【条文说明】生产管理系统宜对 BIM 模型具备兼容性，实现可视化工厂生产，能够识别 BIM 模型的物料数据，并具备通过箱式单元二维码追踪生产数据的功能。

11.3.2 生产管理系统应实现工厂检验环节的数字化记录和云储存，保证数据的可追溯性。

【条文说明】箱式单元工厂生产各检验环节的规范性，特别是隐蔽验收环节的可追溯性，对箱式单元装配整体式钢结构建筑的工程质量和推广应用有重要意义，也对箱式单元的产品化发展有重要推动作用，应确保落实。

11.3.3 箱式单元的生产宜采用自动化生产系统。

【条文说明】箱式单元标准化程度高的特点有助于发挥自动化生产系统的优势，实现生产过程的自动化控制、自动化检测、自动化调整等，提高生产效率和产品质量。

11.4 智慧工地

11.4.1 箱式单元装配整体式钢结构建筑的施工现场应搭建智慧工地管理系统，实现智能化管控。

11.4.2 智慧工地管理系统应具备工程信息管理功能、人员管理功能、生产管理功能、技术管理功能、质量管理功能、安全管理功能、施工现场环境管理功能、视频监控功能、机械设备管理功能。

11.4.3 工地智能基础设施应包括：信息采集设备、网络基础设施、技术平台、控制机房、信息应用终端。

【条文说明】工地智能基础设施是智慧工地建设的基础内容，为智慧工地各类系统应用提供基础信息通信环境及技术平台能力，各设备应采用当时主流配置并适应信息通信技术发展趋势，技术平台能力应具有通用性及兼容性，适应信息应用技术发展要求。

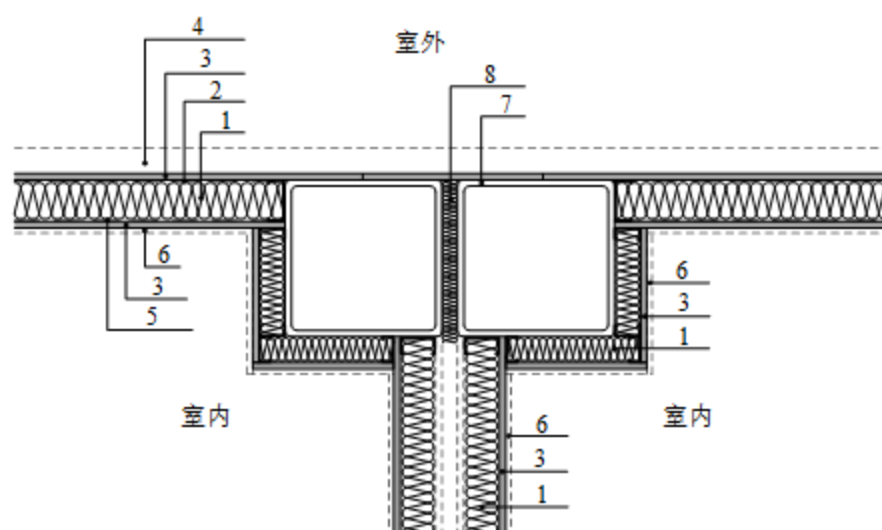
11.4.4 智慧工地管理系统应与 BIM 模型对接互通，宜具备可视化进度管理功能。

【条文说明】智慧工地系统宜具备可视化进度管理功能，如利用无人机+BIM的模型更新技术对原 BIM 模型进行三维重建来实现现场可视化的进度管控。

11.4.5 当施工难度大或采用新技术、新工艺、新设备、新材料时，宜应用 BIM 技术进行施工工艺模拟。

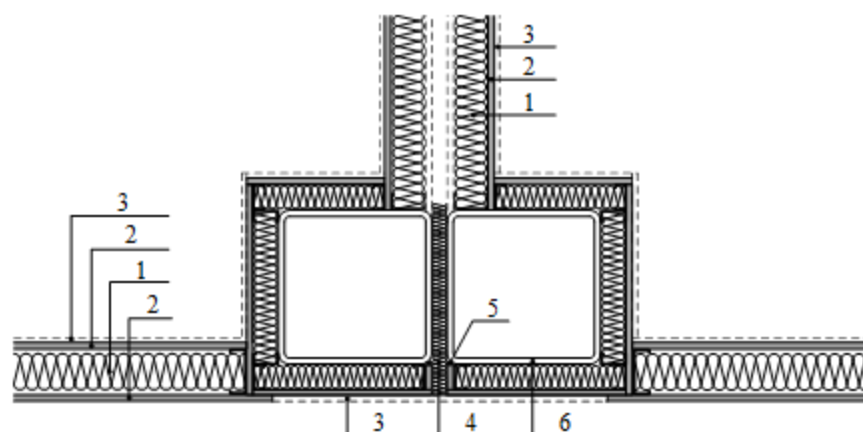
11.4.6 智慧工地数据信息的采集、传输、存储、共享、分析、处理等应用，应符合国家信息安全保密的规定，对不同使用人员进行身份认证，实现分权分域管理，确保数据安全。

附录 A 箱式单元装配整体式钢结构建筑典型部位防火参考做法



(a) 外墙钢柱防火做法参考

- 1-轻钢龙骨及空腔，内填岩棉；2-防水透气膜；3-纤维增强硅酸钙板或其他防火板；4-外墙饰面层；5-隔气层；
6-石膏板或其他装饰面层；7-箱式单元框架柱；8-岩棉或其他防火封堵材料



(b) 房间隔墙、走廊隔墙防火做法参考

- 1-轻钢龙骨及空腔，内填岩棉；2-耐火纸面石膏板；3-石膏板或其他装饰面层；4-岩棉或其他防火封堵材料；5-防火胶；
6-箱式单元框架柱

图 A 箱式单元防火做法参考

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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. 《建筑模数协调标准》GB/T 50002
2. 《建筑防火通用规范》GB 55037
3. 《建筑设计防火规范》GB 50016
4. 《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249
5. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
6. 《建筑环境通用规范》GB 55016
7. 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
8. 《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030
9. 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
10. 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
11. 《工程结构通用规范》GB 55001
12. 《建筑结构荷载规范》GB 50009
13. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
14. 《建筑抗震设计标准》GB/T 50011
15. 《钢结构通用规范》GB 55006
16. 《钢结构设计标准》GB 50017
17. 《冷弯型钢结构技术标准》GB/T 50018
18. 《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99
19. 《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251
20. 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
21. 《屋面工程技术规范》GB 50345
22. 《坡屋面工程技术规范》GB 50693
23. 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364
24. 《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368
25. 《建筑给水排水设计标准》GB 50015
26. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736

27. 《民用建筑电气设计标准》GB 51348
28. 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
29. 《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325
30. 《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ 367
31. 《装配式内装修技术标准》JGJ/T 491
32. 《钢结构工程施工规范》GB 50755
33. 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
34. 《轻钢龙骨式复合墙体》JG/T 544
35. 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
36. 《智能建筑工程施工规范》GB 50606
37. 《钢结构焊接规范》GB 50661
38. 《钢结构防火涂料》GB 14907
39. 《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212
40. 《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB 50224
41. 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
42. 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
43. 《通风与空调工程施工规范》GB 50738
44. 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
45. 《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174
46. 《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410
47. 《建筑幕墙》GB/T 21086
48. 《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235
49. 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
50. 《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133
51. 《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336
52. 《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032
53. 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
54. 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82
55. 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

56. 《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232