

# 装配式钢结构高层住宅建筑设计实践与思考

徐 刚

(南京林业大学, 江苏 南京 210037)

**摘 要** 新时期, 随着我国国情变化和国力的不断增强, 我国建筑业总体实力呈不断上升态势, 为进一步引导建筑企业项目的高效实施, 近年来国家制定了一系列的相关配套政策, 支持建筑企业项目的高标准发展, 大量的装配式钢结构住宅建筑项目在我国不断地应用展现。钢结构住宅打破了传统住宅建筑形式, 有着很强的优势和自身特点, 为建筑设计提供了新的发展思路。然而, 一个新事物的诞生, 必定有很多的不足之处和技术盲点, 其不足和短板也将在一定程度上制约装配式钢结构住宅的应用和发展。笔者通过对该类型项目的实践分析, 并从实际中遇到的问题, 结合设计的角度, 对装配式钢结构的设计和实际运用进行研究和探索, 以期为相关领域的从业者提供参考。

**关键词** 装配式钢结构 高层住宅建筑设计 住宅户型 建筑需求 结构体系

**中图分类号:** TU972

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2022)12-0096-03

## 1 装配式钢结构高层住宅建筑设计的必要性

### 1.1 主体结构系统所采用的材料和施工工艺分析

钢结构住宅在房型构思设计上应具备较大的灵活性和通用性, 从而使得相应的结构布置及尺寸的大小选用也更加灵活, 而同时, 型钢的选择无论是采用何种尺寸大小或是形状, 都可以根据住房建筑的实际要求对厂家要求定制, 施工安装采用现场焊接和螺栓连接。从具体的项目来说, 这些个性化方案均不会影响到工程质量要求和施工期限要求, 即便采用不同的型钢尺寸, 仍然可以满足整体的规范化要求。

### 1.2 从楼板系统所选用的材料和施工工艺分析

从当前应用实际来看, 现浇楼板系统是常用的施工方法, 技术相对比较成熟且灵活性极高。虽然现场施工作业存在诸多问题, 但对整个建筑的施工质量和工期影响并不大, 它的灵活性并不和整个模块的建筑体系有任何冲突。

### 1.3 从外墙围护系统所选用的材料和施工工艺分析

外墙围护结构的材料和施工工艺种类繁多多样, 从材料的形态方面来看可简单地分为小砌块和大挂板, 从施工的过程来看可分为砌体和干挂式安装, 不同材料和施工工艺的选择最终将影响模块化体系的构建。因此, 外墙围护体系的问题是构建模块化体系的关键。事实上, 在目前的钢结构住宅施工过程中, 围护结构体系仍然是主要问题。目前外墙防护系统的设计和安装已不能满足现代工业化的要求。一方面与外墙构件

工业生产件的不成熟有关, 另一方面外墙防护系统在设计中没有得到足够的重视。因此只有优先进行围护系统的系统化、模块化设计才能有效发挥墙板生产安装产业化的优势, 充分发挥整个系统的综合效益。<sup>[1]</sup>

## 2 装配式钢结构住宅建筑的特点

### 2.1 装配式与钢结构

施工现场具有与构件的生产和组装相关的钢结构特点。在计算用料配比时, 方便对建筑物主体结构、钢结构施工的综合效果得出评估, 以便利用好钢结构的优势特点, 由此, 钢结构就有了新的定义。在现有建筑钢结构制造和生产的基础上, 又增加了标准化设计、制造和施工、综合报表、信息管理、智能操作等流程和模块。其中, 预制钢结构的施工不同于一般传统施工。在现阶段中, 预制钢结构的主要特点是钢结构的标准化设计, 与常态化发展不同, 在螺栓层面则很难实施。例如, 标准化设计应遵循以下原则: 减少建筑的结构类型, 增加模块组合, 减少类型, 增加结构部件检查, 降低适应性, 增加与电气系统的兼容性, 以促进不同系统之间接口的标准化, 并根据项目参与者的基本特征, 将传统钢结构与制造钢结构区分开来。二者间的区别是传统钢结构工程中传递各方利益和扩大自身利益的核心, 钢结构工程各方应致力于提供完整的产品件, 构建共同利益体, 以最大程度地提升建筑项目的整体社会效益和经济效益。

### 2.2 装配式钢结构与住宅户型

当前, 我国大多数高层住宅多采用有条件转换墙体体系, 这个体系的产生益于住宅建筑的质量和社会效

益的最大化,这一体系有着极强的适配性,和所有的建筑单元都能较好地融合,使一些特有的房屋建造形式所受到的限制得以改变,变得既可靠又合理。以这个形式为基础,如果单元住宅的活动墙结构不能满足适应钢结构体系,则最终效果往往并不会很理想。例如,钢结构使用时影响到内部空间,用外露柱和梁替换结构系统中的原始立墙和天花板等。此外,室内外住宅的类型多样性对钢结构体系的实际构建产生影响,使一些建筑体的建设使用成本上升。对这种情况如不加以限制,也必将给预制钢结构住宅的长久安全使用留下了许多隐患,对推进预制钢结构住宅的健康发展产生不利。因此,建筑类型和房屋类型在选用装配式钢结构中起着决定性的作用。合理的结构形式不仅可以合理避免装配式钢结构的缺陷,而且可以更好地发挥出钢结构的优点。建筑类型是决定装配式钢结构住宅质量的最重要因素。总的来说,这种因素贯穿于装配式钢结构住宅设计全过程,具有超前性和全局统领性。<sup>[2]</sup>

### 2.3 建筑需求与结构体系

钢结构的制造质量与房屋建筑质量密切相关,结构体系的选用起着重要作用。在结构方面,最基本的因素就是建筑安全问题,除此之外,经济性、施工质量的要求和整个施工的阶段性要求是钢结构住宅的三大要求。钢结构住宅建设初期,一般来说会面临钢材供应不足或钢材的价格波动大等问题。所以说经济性是制约钢结构住宅发展的一个重要方面。从经济性方面出发,早期的钢结构住宅建筑设计大多采用S型钢框架、钢桁架墙和钢芯支撑等钢结构,合理的结构轮廓和有效应力可最大程度节省钢材消耗。

随着社会经济的发展和人们生活质量不断地提高,人们对建筑质量的要求也更高,钢结构住宅体系发展初期存在着更多缺点和不足,严重影响人们的住房居住生活质量,在不断的演化过程中,中期钢结构住宅体系有了新的改进,如应用偏心支撑钢框架、异形支撑柱框架等。柱分格与柱的不同部位互相连接,或与相关框架柱相比降低高度和宽度,以最大程度保护内柱,不得使用全间距的专用运输工具对能够满足施工类型要求的构件施加侧向力等新的措施。

新时期,随着建筑新业态的不断扩大发展,作为建筑业的新的建筑形式,装配式钢结构的发展需求也与日增加。目前来看,早期钢结构和中期装配式钢结构房屋都被广泛地定义为装配式房屋构型。在住宅建筑过程中,要充分考虑到建筑的经济效果和建筑质量,选用合理的构型结构,灵活适配应用钢框架,以使其更具灵活性,无露柱或少露柱,确保钢结构建筑体的安全、经济和高质量。还要注意减少全螺栓连接和干

相连接的现场工序操作。

### 3 装配式钢结构在高层住宅建筑中的优势

装配式钢结构在高层住宅设计应用实践中要始终遵循国家标准和技术规范,减少构件的规格和种类,增加通用性。钢结构及检修系统、钢结构的连接节点在厂区加工生产完成后应成体系运至施工现场进行现成安装调试和施工。与普通住宅相比,高层钢结构住宅具有多项明显优势,具体主要表现在以下几个方面。

#### 3.1 高净空大空间和自重轻抗震性能强

与普通住宅相比,采用由钢结构组成的建筑结构体系会获得更多更大的建筑使用空间,提高了有限空间的合理利用。居住者可利用的住房空间需求得到了最大满足,这充分体现了钢结构住房结构的整体稳定性,还体现了空间利用率高、空间使用效能大的优势。从结构构型看,采用由钢结构组成的建筑结构体系,钢结构的扇形尺寸小于传统混凝土构件的扇形尺寸,由此可知钢结构的自重会相对更轻。在满足充足的空间使用需求的同时,还有效节省了建筑材料成本,且钢材的载荷、强度和密度具有更为显著的优势。它降低了施工返工风险,确保了良好的性能和避震抗震安全性,让居住者生活居住放心、舒心。

#### 3.2 绿色可循环利用的建筑材料

《中共中央、国务院关于进一步推进城市规划建设管理工作的若干意见》是新时期提出的可推进节能型城市和绿色建材建设的行政指导意见。作为一种工业用料,钢具有良好的密度、抗拉伸变形、耐化学性和抗风性。此外,使用钢结构具有良好的经济性,其经济成本约为传统混凝土的50%左右,可大大降低施工成本。最后,与传统建筑相比,钢结构可以回收二次利用,拆除的一部分建筑材料经回炉冶炼还具有其他的使用价值。在整个建筑物生命周期里,钢结构住宅建筑设计满足并完全符合我国“十四五”时期规划提出的“减量化、再利用、循环利用”的循环经济发展原则,即对环境性能影响最小的建筑结构体系。<sup>[3]</sup>

#### 3.3 轻量化、快速高效的施工工艺及方法

预制施工方案中的零件来源主要是由建筑构件制造商制造和加工完成提供的,建筑施工现场主要是对预制零件的施工和组装调配。与传统施工方法不同的是,现场作业更为简单,一定程度上可缩短建筑施工工期,且减少了其他施工辅料的用料比例,对建筑周围的环境破坏或不利影响也较小,用料比例的减少及施工噪声相对较少,对周围的生态环境还有居民生活质量都有着一定程度的改善。通过标准化设计和整体的模块化施工,可根据主体结构的施工规模提前在室内制作并安装好一部分预制构件。施工速度更快了,

施工的时间较以往的施工时间缩短近四分之一或三分之一,当然,其不仅是缩短了施工的时间,还降低了最终施工现场所造成的资源浪费和能源消耗。此外,依赖成熟高效的制造模式和工业效率,建筑构件的质量将在一定程度上得到提高,并提高预制构件的性价比,这一系列优点都对住宅建筑的高效施工有着极大的促进作用。

#### 4 装配式钢结构高层住宅建筑设计的难点

##### 4.1 装配式钢结构高层住宅建筑设计理念和设计思维的滞后

从理论到实践的转变是一个长期且相对漫长过程,同样也是一个需要不断努力和提升的过程。在装配式钢结构高层住宅建筑设计过程中,固有的设计概念和传统设计思维不能得到突破创新是阻碍建筑设计发展的一个重要因素。传统的设计概念标准相对较低,整个设计过程相对自由,这与装配式预制钢结构住宅设计的概念相悖。建筑设计师的标准化和一体化设计能力决定了住宅建筑的最终效果,对住宅设计进行总结,宏观、全面和系统的思考能力是新时期对建筑设计师的时代要求和命题。

##### 4.2 非标准化和非一体化的装配式钢结构高层住宅建筑设计

过去的设计理念更新速度跟不上建筑形态变化的市场情况下,一些地区出现了一批设计规范不完善的装配式钢结构住宅项目。这些采用钢结构材料和装配工艺的工程项目,虽在一定程度上符合或勉强达到了国家关于装配式钢结构住宅建筑的评定标准,但离真正的标准化设计目标相距甚远。在一些地区的试点项目如经济适用房住宅项目中,因为住房的公共租赁或保障性住房的公益特性,房地产开发商所获经济效益相对低,因而这类房屋在建造过程中开发商往往会以片面经济利益为追求目的,使用非标准化和非一体化的装配式钢结构设计,这将影响到作为行业指标的预制钢结构的标准化和整体设计理念推广。钢结构装配施工后要切实符合建筑行业评级标准的评级要求,但在实践中,因设计周期长,设计造价高,建筑装配结果往往与理想、舒适、标准的建筑效果存有差距。<sup>[4]</sup>

#### 5 装配式钢结构高层住宅建筑设计的实践

##### 5.1 围护体建筑设计要点

第一,围护体系选择须满足建筑系统总体性能要求。第二,所装配模块间接触面应平直整齐,外墙板及构件、门窗件、阳台件、空调板件、窗户及复杂构件的连接结构应科学合理。第三,内部管道应与墙壁尽量贴合,围护体模块接触面不得有沟槽和垫层,以

便对管线的后期维护和更换。

##### 5.2 平面设计要点

为提高装配式钢结构高层住宅建筑工程的质量,降低建筑工程的施工成本,在高层装配式钢结构住宅的设计中,应注重考虑模块间的协调性,根据模块的规模大小和使用性质以及支撑构件的标准化、分类性和通用性等因素合理装配。建筑空间布局科学,竖向受力构件布置均匀合理,设备和管道铺装装配好,是实现装配式钢结构高层住宅建筑全生命周期的空间适配性和可变性的前提。应充分考虑整体布局和厨卫等空间的方位位置设计,以及管线辅料设备从采购到装配的全流程把控。<sup>[5]</sup>

##### 5.3 立面设计要点

高层钢结构应结合预制标准、模块和系统进行全方位系统化设计。外墙构件可使用不同的成品材料来完成不同的设计要求。通过灵活组合装配不同的外墙构件等形式来实现装配式钢结构高层住宅建筑的总体设计要求。应用已组合完成的钢结构外墙构件来满足建筑体的复杂功能,实现满足多元多样化的建筑设计要求。在整体设计、整体加工、整体施工中,很难在室内一次完成的大型预制外墙结构构件可在施工现场对分段模块再结合并装配。

#### 6 结语

钢结构高层住宅建筑发展至今已有百余年历史,但还未得到充分发展和为大众所接受,钢结构高层住宅建筑的长期耐用以及高层安全等问题仍受到社会各方面的质疑。目前,装配式钢结构的发展仍处于研究阶段,许多施工装配技术、结构创新和优化措施等问题解决仍处于探索阶段。但有一点是可以肯定的,即系统的钢结构高层住宅建筑理论已得到科学确立,钢结构高层住宅建筑的完成需要建筑、结构、电气、设备材料工艺加工以及装配调试等多方面紧密配合。它也是一个各学科间不断创新、整合和协调配合的过程。

#### 参考文献:

- [1] 李伟林. 装配式高层钢结构建筑设计浅析 [J]. 江西建材, 2022(06):122-123,130.
- [2] 刘华, 卢清刚, 苗启松, 等. 装配式钢结构高层住宅设计实践与思考 [J]. 建筑结构, 2021,51(19):89-93.
- [3] 胡小龙. 多高层钢结构住宅建筑体系设计研究 [D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [4] 施亮. 装配式钢结构高层住宅设计与施工 [J]. 建筑施工, 2021,43(08):1520-1523.
- [5] 李小滴, 邹杨, 林爱华. 我国装配式钢结构住宅设计研究与探索 [J]. 建筑与文化, 2021(01):197-199.