

浅谈装配式钢结构建筑和应用

单晓东¹ 李福宁²

1. 青岛市教育后勤服务保障中心; 2. 山东华太规划建筑设计有限公司

摘要: 装配式钢结构建筑是一种以设计标准化、生产规模化、施工一体化、管理智能化为形式的新型钢结构建筑。由于其质量轻, 施工时间短, 节能环保, 抗震性能好, 所以应用前景十分广阔。通过对装配式钢结构建筑的特征及国内装配式钢结构建筑的现状进行分析, 并对其中的一些问题进行了探讨, 从而提出了一些改善措施, 使其能够更好地发挥其优越性。

关键词: 装配式; 钢结构; 绿色环保

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.12.015

一、装配式钢结构建筑概述

由于科技的持续发展, 建设事业日渐兴起。新型建筑材料的问世, 有效地解决了黏土砖对耕地造成破坏的难题。新的结构体系如框架结构、剪力墙结构、筒中筒结构等, 不仅提高了装配式钢结构建筑的抗震抗风能力, 而且满足了发展新时代城市的要求, 如图1所示。

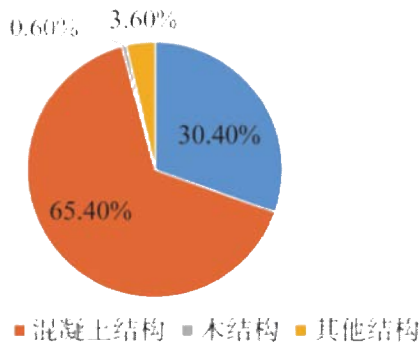


图1 2019年钢结构应用比例

随着建筑业的迅速发展, 其在满足人民生活需求的同时, 也引发了诸如施工工艺、资源消耗等一系列新问题。为此, 中国开始把可持续发展的概念, 如节能、节材、节地等运用到建筑行业中去。为了达到这个目的, 采用装配式结构形式是很有必要的。作为建筑工业化的发展方向, 它除了可以节约资源外, 还能提高施工质量, 减少施工时间。

装配式建筑指的是在加工厂中, 对混凝土构件进行加工, 在满足强度要求之后, 将其运输到现场, 采用吊装等方式, 将组装好的构件放在精确的位置上, 并在现场就地浇筑节点, 从而构成一个可靠的结构体系。此种结构形式, 可极大地降低工程造价, 降低施工难度,

且对周围环境的影响很小。但是在冬天, 温度较低时, 会对现浇混凝土的凝结、硬化产生较大的影响, 造成其强度不足。在此基础上, 提出了一种适用于装配式建筑结构的新方法。装配式钢结构建筑主要结构材料均已提前预制, 材料的品质也能得到保障。在环境保护上, 相较于现浇混凝土建筑结构, 装配式钢结构具有更低的噪声、粉尘排放, 对周边环境影响更小等特点。该方法不仅节约了施工现场所需的模板、脚手架, 而且还减少工序, 达到了绿色施工的目的。

二、装配式钢结构建筑的优势

(一) 钢材强度高、塑性变形能力强

薄壁钢管与轻质热轧异型钢是组合钢结构房屋中常见的承载构件, 其承载力受力性能直接影响较大。这类材料的断面应力比较合理。另外, 楼面及墙体都使用了轻质材料。在同样的载荷下, 可使建筑物的重量减轻30%左右。装配式钢结构可充分发挥其高强度和高塑性变形能力的优点, 使其在抗震中的作用更大, 从而极大地提升其安全性。

(二) 空间布置自由度高

装配式钢结构房屋具有较大的开间, 且墙体多为非承重墙, 平面空间可任意安排。建筑物的可靠度与使用者的具体要求、布置和二次划分无关。通过对室内水电路管道、吊顶和墙壁进行优化, 能够实现智能化的集成布线系统, 从而确保室内空间的整体性。

(三) 具有节能环保的特点

与传统钢筋混凝土结构相比, 装配式钢结构具有生产、施工、环保等优点。取而代之的是, 他们的处理和装配都是在工厂里完成的, 这样可以减少能量的消耗, 也可以减少工地上的噪声和工作。此外, 该项目还具有拆改方便、材料利用率高、可回收性好等优点, 可实现建筑非原位再生, 是一种真正意义上的“绿色”建筑, 如图2所示。

(四) 综合效益较好

装配式钢结构具有较高的承载力和较小的截面尺寸, 因此可节约大量的钢筋和混凝土, 从而减少建设项目的投资。另外, 由于装配式钢结构建筑中的构件均可直接在工厂提前加工, 因此, 将一定程度地提高其施工效率、节约工期、节约成本、确保其质量, 降低由于构

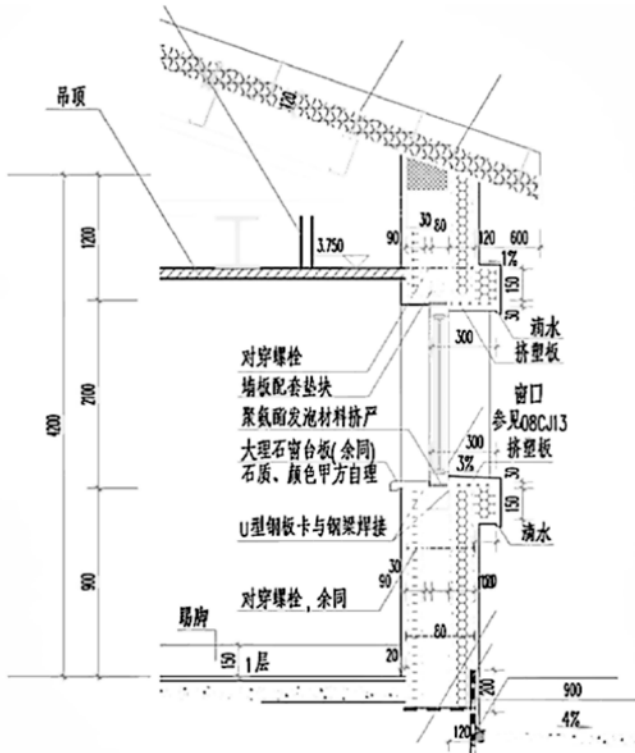


图2 围护窗口节能做法

件质量问题造成的返工费用。结果表明，装配式钢结构建筑工程具有较好的综合效益。

三、目前装配式钢结构建筑存在的主要问题

(一) 缺乏结构整体的抗震性能试验

目前，国内外已开展了大量的理论与试验，而对其整体抗震性能的测试却十分缺乏。通过这种新型装配式钢结构的全尺寸模型试验，可以更好地了解该新型装配式钢结构在地震作用下的真实性能。装配式钢结构受测试条件的制约，很难对装配式钢结构进行全面的地震反应测试。但是通过混合型模拟试验，将新的预制钢结构构件作为主体研究对象，获取其在地震作用下的时变内力，能够更加精确地获取其全局与局部响应特性，从而在一定程度上解决以上问题，为其分析与设计奠定基础，如图3所示。

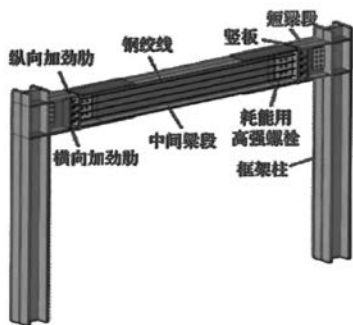


图3 震后恢复钢框架体系

(二) 结构防火性能较差

目前，钢结构的耐火、抗腐蚀能力普遍不强。在高温环境中，钢的强度、刚度会急剧下降，造成构件破坏，并引起内力重新分配，造成建筑物整体破坏。钢筋受侵蚀后，其强韧性明显下降，严重影响到钢筋混凝土结构的总体耐久性。在装配式钢结构房屋中，采用防火涂料、防火板材和防腐涂层等材料为主。目前，国内外对其耐火、耐腐蚀等方面的研究还很少。因此，探索高效、耐久的防火与防腐蚀技术，对提升其综合性能具有重要意义。

(三) 结构标准化程度不足

对于装配式建筑构件，目前在我国尚无统一的规范。而现在我国各大高校、企业研发的构件种类繁多，无法实现通用化，造成构件转化率低下，严重制约了我国工程建设的产业化进程。在一些先进国家，钢结构房屋建筑的构件转换率很高，如美国，一般钢筋混凝土房屋的构件转换率约为80%。上海是中国装配式建筑发展最快的地区之一，但其新建房屋的预制比例仅为40%左右。此外，因构件的专用性与特殊性，其造价较高，对装配式钢结构房屋的造价也造成了一定的冲击，成为制约其发展的瓶颈。

(四) 缺乏相关专业人才

从有关研究资料来看，现在装配式钢结构建筑领域的专业技术人员严重不足，资源严重不足，严重制约了该领域的发展。目前，国内仅有为数不多的设计院具备钢结构方面的专业技术人员，而对该技术有较深造诣的工程师、设计师更是凤毛麟角。这在很大程度上限制了装配式钢结构建筑的发展。

(五) 建设成本较高

在已有的装配式钢结构房屋中，施工费用高是经常被提及的问题，而施工费用对建筑工程的造价有直接的影响。通过对比在不同的装配率下装配式钢结构的增量费用、减量费用以及组合费用。对比结果表明，由于安装速度的差异，装配式钢结构的造价增加在10%-25%之间。同时，因为在工厂里需要先制作后在当地安装，所以在物流方面的费用也比较高。目前在中国，装配式钢结构还没有得到普遍的认同，而对于传统的钢筋混凝土建筑结构，人们仍然有着更多的信赖。此外，人们对其在环保、节能等多个领域的综合效益认识不足，已成为制约装配式钢结构建筑广泛应用的瓶颈。

四、装配式钢结构建筑的应用建议

(一) 推广宣传装配式钢结构建筑

由于装配式钢结构的诸多优势，我国目前正积极推

动这种新型建筑的发展。但是，从整个社会的角度来看，人们对于装配式钢结构的理解并不全面，甚至有很多错误的理解。因此，大力推广装配式钢结构，深化对其的认识，从根源上解决其发展所面临的问题，是当前迫切需要解决的问题。另外，由于缺少具有代表性的工程实例，因此也不能形成广泛的社会认同。建议通过与大型地产企业的交流与合作，创建具有代表性的大型社区，形成良好的口碑和循环。此外，也可以在公共建筑中进行推广，例如学校、医院等，形成示范效应。

（二）完善法律体系保护

在“简政放权”的指导下，亟待从国家层面上指导建设行业加速供给侧结构改革，保障行业发展的各项方针和政策措施的实施，完善建设产业化的法律制度。在建设过程中，政府投资工程应尽量多地使用装配式钢结构，实现建设工程的工业化，既可降低工程造价，又可形成“羊群效应”。另外，地方政府有必要建立与本地相适应的建筑标准，并对国家建设标准的提升提出建议。因此，必须尽快制定并健全装配式钢结构施工的标准体系，并推广和鼓励集成化的经营模式，才能保证装配式钢结构施工的健康、快速发展。

（三）结合BIM技术

在今后的建筑行业中，数字化、信息化是一种发展趋势。在此基础上，将BIM技术应用于装配式钢结构建筑中，通过对其进行信息建模，实现虚拟建造的效果，并为其在实际工程中的应用提供可视化基础。随着中国经济的不断发展，在将来，数字生产将会通过信息管理、智能机器人、数控机床的应用而被广泛试验。另外，在施工过程中，通过信息化手段，及时反馈施工中出现的问题，实现了施工过程中的精细化管理。在我国，要想实现这种发展，既要有其自身的优势，也要有健全的法律和制度，并积极推动行业改革。在信息化的背景下，如何将最先进和最成熟的技术与装配式钢结构有机地结合起来，发挥出整个体系的优越性，就显得尤为重要。我国建筑行业的发展应遵循产业模式的科学选择、技术政策的完善和资源的合理分配等原则。在此基础上，形成了一套科学的、先进的、合理的技术系统。与此同时，国家应鼓励高等院校加快对装配式钢结构的研发（如图4所示），为其在工程实践中的应用提供基础性的技术支撑，推动其向高质量、高速度的方向发展。

（四）加强施工人员技术培训

通过系统化和专业化的培训，可以造就一大批有经



图4 BIM技术在钢结构中的运用

验、有经验的化工专业人才，为项目的质量提供了最根本的保障。装配式钢结构建筑在构件的放置和施工工艺上都有别于传统的钢筋混凝土房屋。因此此类建筑模式对建筑工人的建筑技术要求很高。为此，亟待加强对建筑工人的前期培训。

（五）完善防火、防锈措施

在建造过程中，应根据钢结构的材质特点，采取防火和防锈措施。在实际工程中，可采取在钢架构件上设置防火栅栏，铺设耐火砖，喷绘耐火涂料等措施。尤其是近几年来，随着建筑防火技术的不断进步与发展，大部分的建筑工程的防火都是通过喷绘耐火涂料的方式来实现。针对钢结构容易锈蚀的问题，应针对不同的工作环境，采取相应的处理措施。常用的防腐蚀方法有镀层防护、金属防护、电化学防护等。

五、结语

目前，我国正处于装配式钢结构建筑体系建设与发展的关键时期，需要对其进行不断地探索与应用。近几年来，随着中国有关装配式钢结构建造的政策陆续出台，中国的装配式钢结构建筑在这一领域中得到了很大的发展。在此背景下，需要进一步完善其设计与管理，使其发挥更大的作用。

参考文献

- [1] 童敏. 三维协同技术在装配式钢结构建筑设计中的应用[J]. 自动化应用, 2023, 64(06): 152-154.
- [2] 吴富贵, 孙才勇, 刘婧. 钢结构建筑装配式后置组合转接件应用技术研究[J]. 建筑技术, 2022, 53(11): 1446-1447.
- [3] 阙荣. BIM技术在装配式钢结构建筑施工过程中的应用研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(10): 63-65.
- [4] 陈鹏. 复合墙板在高烈度区装配式钢结构建筑中的应用研究[D]. 西南科技大学, 2019.
- [5] 闫赵红. 装配式钢结构建筑外墙板应用现状比较探究[J]. 四川水泥, 2019(03): 205.