

预制钢结构装配式建筑精细化设计要点分析

陈佳杰

广州建筑产业开发有限公司

摘要：文章强调了预制钢结构装配式建筑的优势性，并从建筑设计、功能系统设计、环境适应性设计这几方面入手，分析了预制钢结构装配式建筑精细化设计的实施要点。在此基础上，以节点防水设计、环境设计、防火与防雷设计、框架-楼面板-墙板深化设计、材料选型为切入点，阐述了预制钢结构装配式建筑精细化设计的实施要点，以期为预制钢结构装配式建筑设计工作的升级提供参考。

关键词：预制钢结构；装配式建筑；精细化设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.093

引言：装配式建筑是当前建筑工程领域较为常用的一种建筑形式，相比于传统建筑形式而言，预制钢结构装配式建筑所显现出的应用优势更为明显，为最大程度发挥出预制钢结构装配式建筑的性能优势，需要落实精细化设计。

一、预制钢结构装配式建筑的优势性分析

预制钢结构装配式建筑的优势性主要可以从以下几方面进行理解，即：第一，预制钢结构装配式建筑的抗变形性以及抗震性更为理想。在相应建筑物中，所投放预制构件的抗变形性能指标与抗震性能指标较好，均满足行业标准要求，能够切实承担起建筑物的自重，内部应力分布规律性明显。第二，预制钢结构装配式建筑容易组装且具备较好的绿色环保性。相比于传统建筑结构形式，预制构件生产期间所消耗的材料更少，不必要的材料浪费极低，具备绿色环保性。同时，在施工建设期间，只需要参考设计方案进行对预制构件的有序组装，所以施工难度更低。第三，预制钢结构装配式建筑的经济适用性相对较强。对于预制钢结构而言，其横截面积等指标的精确性更强，所以实际需要投放的材料及其费用更少，经济价值更高。

二、预制钢结构装配式建筑设计的主要内容分析

（一）建筑设计要点

不同建筑工程项目的规模有着一定的差异性，实践中，在针对建筑物的结构展开设计期间，必须要切实参考建筑工程的实际规模设定，对承重框架结构、节点连接、构件等落实综合性考量，整合各个设计要素，提升设计方案的可行性以及适合程度。在此基础上，还要进一步对比分析各项预制装配式钢结构构件以及连接定位节点的所有参数指标。在进行对钢结构建筑物或是构筑物的结构设计期间，要求将一系列经典预制装配式钢

结构构件的设计方案纳入其中，包括型钢梁、型钢柱等等，并严格界定节点的重要技术参数，如总体重量、总长度等等，以此保证装配式建筑的外部框架结构与内部框架结构在荷载总量方面始终保持在相一致的状态。

设计预制钢结构装配式建筑期间，要重点落实对型钢梁、柱节点连接强度的把握与合理设定，需要在实际的方案设计过程中纳入对运输便捷程度的考量。一般情况下，型钢梁柱连接节点的加工与制作均在工厂内完成，此时必须要严格控制相应节点的总体重量与总长度，避免对后续的运输环节造成不同程度的负面影响。要求切实参考预制钢结构装配式建筑的功能、用途、主要设计指标，客观评估并定量分析预制装配式钢结构构件的所有生产技术参数，以装配式建筑内部功能系统结构、装配式建筑外部框架整体结构为主，防止设计期间所设定的一系列参数与数据存在明显误差。

另外，设计人员在展开对预制钢结构装配式建筑的设计实践中，还要针对外观形态有所不同的预制装配式钢结构构件的分类管理，同时在BIM技术平台内第一时间组织展开材料库模型的构建，详细划分装配式建筑的内部系统结构以及外观形态，重点实施对水平与垂直对角线的结构受力节点的标注，并统计分析相应工程量。

（二）功能系统设计要点

施工图纸、功能系统设计方案在预制钢结构装配式建筑的设计中占据着较为重要的地位，能够使各项仪器设备资源的使用效率以及整个预制钢结构装配式建筑的施工质量产生一定程度的间接性影响。特别是在面向建筑弱电系统、机电系统设备设施空间布局以及功能结构方面的设计实践中，必须要严格依照现行的相关行业标准、强制性技术规范等，完成对建造模型以及施工图纸的设计，详细划分其中所包含的所有重要性系统功能节点。在此基础上，还应当针对装配式建筑地下空间以及地上空间内所包含的管线实施细化设计，并组织展开立体化测量分析。

设计预制钢结构装配式建筑的功能系统期间，在当前信息化背景下，相关设计人员应当充分发挥出BIM技术的优势性，在相应技术平台内构建起三维数据模型，并以此为参考完成对建筑物功能系统的仿真分析以及碰撞检测^[1]。在此基础上，可以在BIM系统内实现对建筑物内弱点系统设备、机械设备、机电设备的总控线路的深化、精细化设计。在完成对特定建筑结构体系和预制钢结构构件的选定后，要进一步对比分析不同建筑楼层以

及楼承板的理想荷载参数,精细化计算、细致规划并分类管理给排水、机电、消防等功能系统中所包含着的预留预埋管线敷设线路以及空间平面图,以此促使整个装配式建筑的内部系统功能结构的完整性以及相互独立性有所提高。

(三) 环境适应性设计要点

现阶段,受到环境保护工程展开程度逐步加深的影响,绿色建筑理念在建筑工程领域得到广泛性应用,要求在建筑工程的设计与建设期间,实现对建筑物与周边自然生态环境之间有效呼应。为实现这一目标,需要在展开对预制钢结构装配式建筑的设计期间,纳入环境适应性设计元素,对比分析建筑设计阶段、施工阶段中所可能发生的技术风险以及具备的建设特征,以此为基础动态化模拟分析预制钢结构装配式建筑的采光条件、通风条件。

为更好实现对预制钢结构装配式建筑的环境适应性设计,在当前的设计实践中,普遍引入了BIM技术平台。实践中,需要相关设计人员对预制装配式钢结构构件进行合理应用,参数化设计装配式建筑内的支撑结构以及空间朝向,并围绕环境适应性设计的核心完成对装配式建筑内部结构中照明采光、暖通空调的设计,落实对建筑项目施工中所有建设条件以及限制条件的客观考量,降低项目建设超出标准能源损耗量问题的发生概率。

另外,要及时落实对绿色建筑设计措施的选用,并在实际的预制钢结构装配式建筑设计期间,对比分析施工设计图、建筑结构设计方案内存在着的设计参数指标以及经济适用性级别,针对环境适应性设计效果落实定向渲染以及方案设计。

三、预制钢结构装配式建筑精细化设计的实施要点分析

(一) 节点防水设计要点

为确保整个装配式建筑具有良好的功能性,可以构建起更为理想的室内环境,在组织展开预制钢结构装配式建筑的设计期间,要求针对建筑钢结构的重要节点强化落实防水设计,包括天花板吊顶节点、地面节点、梁柱节点等等,提升建筑结构的防水性。在此过程中,需要落实对建筑物结构外部与内部影响因素相互作用的全面考量,模拟分析建筑物所处环境的空气湿度指标变化情况,以此降低建筑结构发生渗漏水等问题的概率。

高层、超高层建筑项目在当前得到了广泛性展开,在针对相应装配式建筑进行节点防水设计期间,需要重点对结构层和功能层进行节点防水设计,实践中,要求对空气环境中水分子的表面张力作用进行重点考量。此时,需要建立起基于钢结构预制构件材料的耐腐蚀性能

指标模型,并以此为基础进行分析。

通常来说,预制钢结构装配式建筑物的主体结构设计方案中普遍包含着节点防水设计方案,但是,为了确保节点防水处理的质量达到预期,还要进一步在图纸中对节点防水系数的阶梯式变化条件进行重点标注,并深化设计建筑物外墙、屋顶、屋面结构的防水防渗漏指标。另外,要重点落实对排水管的坡度参数与室内外温差控制模式的分析与判断,确定其具备科学合理性,从而保证预制钢结构装配式建筑能够长时间维持在安全、稳定的状态下。

(二) 环境设计要点

环境设计在预制钢结构装配式建筑的初步设计、深化设计、施工图纸绘制中占据着极为重要的地位,能够实现对预制构件实际所呈现出的节能效果的间接性展现。基于此,在进行预制钢结构装配式建筑的设计期间,需要详细划分建筑物的外部空间以及内部空间,同时对比分析施工图纸内包含着的具体环境适应性指标。

在装配式城乡小品建筑实践中,依托BIM技术的三维设计软件的应用,落实了对不同装配式建筑物内部环境以及外部环境的模拟,实现了对各项设计参数的针对性采集,在此基础上,围绕不同的光照条件、自然采光条件实施场景模型的构建与仿真分析,可以对比分析不同环境条件下的温湿度变化情况,确保预制钢结构装配式建筑设计方案能够体现出对建筑物内外环境的资源交互的维护。

就当前的情况来看,存在多数预制钢结构装配式建筑工程项目在实际的设计期间,更多落实对结构、功能、环境、资源、场景等层面的关注与考量^[2],而对于绿色建筑以及环境保护方面的内容较为忽视,这会直接导致相应建筑物内部功能系统结构的耐久性以及安全性呈现出下降趋势。基于这样的情况,在组织展开预制钢结构装配式建筑设计时,要重点落实环境设计,对比分析建筑物内部资源以及能源的现实损耗比例数据,并要进一步参数化对比分析多种环境评价指标,包括环境影响指标、环境适应性指标等等。

(三) 防火与防雷设计要点

除防水设计外,防火与防雷设计也是预制钢结构装配式建筑设计中需要重点把握的内容,要求建筑设计方案能够与制定的建筑系统功能结构实现有效适配,促使钢结构建筑以及预制装配式钢结构构件的价值性得到最大限度地发挥。同时,也要进一步落实对建筑外墙体以及面板节点的深化设计,以此促使装配式建筑的外部环境与内部环境始终保持在稳定交互的状态下。

一般来说,在组织展开对装配式建筑的防火设计期间,要求参数化设定相应建筑物内部以及室外温度变化

条件，同时，针对应力集中性明显的建筑物支撑性结构，必须要强化落实防渗漏与防腐处理，以此确保预制钢结构构件具备较为理想的可移植性以及延展性。在组织展开对装配式建筑的防雷设计期间，要求重点落实对弱电控制基准平面与防雷设备之间所具备关联性的考量，深化处理突变电磁场效应问题、等电位联结问题等等，以此促使装配式建筑物内部功能系统结构始终保持在稳定且安全的状态下。

（四）框架-楼面板-墙板深化设计要点

钢结构框架支撑体系在当前的预制钢结构装配式建筑工程项目中得到了广泛性应用。对于楼板体系而言，主要包括钢筋桁架混凝土楼板、混凝土-压型钢板组合楼板等等；对于墙板体系而言，主要包括轻质板材墙体、金属复合墙板等等。

在设计中小型预制钢结构装配式建筑期间，可以引入框架-楼面板-墙板结构体系，并落实对其深化设计，针对重要性更为明显的预制构件安装以及连接节点实施快速界定，模拟分析其内部应力以及抗张拉力，并在此基础上实施参数化建模。深化设计框架-楼面板-墙板结构体系期间，要落实对钢结构建筑所具有的良好性能指标以及多样性实用用途的重点考量，对比分析基于不同组合结构以及支撑性结构的防雷性能指标、防火性能指标、防水性能指标，在此基础上选择更具节能环保性、经济性的设计方案^[3]。另外，要求严格落实对预制装配式钢结构构件支撑性结构技术参数选择标准的设定。在进行装配式建筑框架、楼面板、墙板等结构的设计实践中，可以依托基于BIM的装配式建筑设计平台的引入，完成对预制构件、墙板等构件的深化设计。

可以在装配式建筑的设计中引入钢筋桁架楼承板结构，在整个建筑结构中，钢筋桁架楼承板可以作为钢梁的侧向支撑使用，实现对混凝土自重以及后续施工荷载的更好承受，结合钢板结构的应用，能够促使免支模施工成为现实，快速施工，可节省大量现场支模拆模工作，减少钢筋工程工作，对环境污染小，减少施工垃圾，节约人工，施工现场整洁，符合绿色施工环保节能的要求。

预制装配式建筑的构件设计过程中，遵循少规格、多组合的原则，做到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠。同时，应用装配式内墙板作为内墙，以此实现楼栋免支模免支撑快速拼装，达到进一步缩短后续施工所需要时间的效果。另外，在装配式建筑的设计期间，也可以引入更具先进性的部分包覆钢-混凝土组合结构，即PEC结构体系，重点落实对混凝土填充H型钢的应用。相比于其他钢结构而言，PEC结构体系具备着更为理想的抗震性能，且节点安全可靠，结构振动、隔音

等舒适性能佳，防火防腐性能好，结构刚度大，可有效防止墙体开裂^[4]。与传统装配式混凝土梁、柱相比，在PEC结构体系中实际需要投放的模具量相对较少，实现对钢结构与混凝土结构优势性的整合。在此基础上，为更好配合PEC结构体系，在进行对装配式建筑水平构件展开设计时，需要引入免支撑钢筋桁架楼承板，以此促使免支免模及快速拼装成为现实。

（五）材料选型要点

在编制预制钢结构装配式建筑设计方案期间，要纳入对施工材料设备选型的考量，为相应工作的展开提供指导。为实现这一目标，需要提前计算出梁柱以及楼板墙体结构的工程量指标以及对应的工程造价，统计分析并重点核算相应工程量，在此基础上，还要进一步动态协调H型钢以及方型钢结构材料的投放比例。通常来说，型钢梁柱节点中的型钢柱长度，更多依托型钢梁顶面和底面以外各500毫米左右的高度范围完成确定，应用工地拼接焊的方式连接相邻型钢柱，并将连接耳板加设在拼缝两边位置，促使钢柱的对位精度始终保持在理想水平^[5]。另外，要求重点保证实际的设备材料选型结果切实满足预制钢结构装配式建筑结构设计以及深化设计方案中设定的构件标准，避免在后续施工期间产生质量问题。

总结：综上所述，预制钢结构装配式建筑的抗变形性以及抗震性更为理想、容易组装且具备较好的绿色环保性、经济适用性相对较强，相比于传统建筑形式而言，预制钢结构装配式建筑所显现出的优势性更为明显。实践中，需要将精细化理念融入预制钢结构装配式建筑设计中，深化落实对环境适应性、防水、防火与防雷等性能的设计，提升预制钢结构装配式建筑的总体功能与使用安全性。

参考文献

- [1] 马雄飞, 贺勃涛, 段力楠, 刘甜甜, 冯浩. 基于装配率导向的装配式建筑方案设计优化[J]. 建筑与预算, 2022, (12): 53-55.
- [2] 倪震. 预制装配式钢结构建筑设计的分析与研究核心思路[J]. 中国建筑金属结构, 2022, (08): 121-123.
- [3] 塔娜. 预制装配式钢结构建筑设计的相关问题研究[J]. 中国建筑金属结构, 2022, (06): 87-89.
- [4] 张华倩. 装配式建筑视角下的中小学建筑模块化策略研究[D]. 合肥工业大学, 2021.
- [5] 张毅, 应坚国, 程茂辉. 装配整体式多高层住宅结构设计多种预制结构体系比选[J]. 绿色建筑, 2021, 13(02): 32-36.