

复杂空间机电管线装配式支吊架设计与施工标准化研究

甘霞宏

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13221

[摘要] 随着建筑业的快速发展,机电管线安装工程日益复杂,尤其在复杂空间内,传统现场制作支吊架的方式已难以满足日益提高的工程进度和质量要求。装配式支吊架以其标准化、工厂化生产的独特优势,正逐渐成为复杂空间机电管线支吊架设计与施工的必然趋势。本文结合实际工程案例,深入分析了复杂空间机电管线装配式支吊架设计与施工的特点,系统阐述了目前存在的主要问题,并从统一标准规范、BIM技术应用、工业化生产方式、现场快速安装技术、全过程质量管控等方面提出了切实可行的标准化对策。装配式支吊架的标准化设计与施工是建筑机电工程高质量发展的必由之路。

[关键词] 复杂建筑空间;机电管线综合;装配式支吊架;标准化设计

引言:

机电工程是现代建筑不可或缺的重要组成部分,它关系着建筑的整体功能实现和运行安全。然而,在日益复杂的建筑空间环境内,机电管线支吊架的设计与施工往往成为工程建设的重大难点。传统主要采用的支吊架现场加工制作和安装模式,普遍存在定位测量不准确、尺寸偏差较大、预留预埋位置难以统一等问题,严重影响了机电系统的整体安装效率和最终质量。装配式支吊架充分依托BIM技术和工业化生产模式,实现支吊架的标准化设计、工厂化预制加工和现场快速安装施工,在复杂空间机电管线支吊架的设计与施工中展现出巨大优势和广阔前景。本文针对复杂空间装配式支吊架的应用特点和目前存在的主要问题,提出切实可行的标准化设计与施工策略,以期同类工程提供有益参考。

一、复杂空间机电管线装配式支吊架设计与施工的特点

(一) 复杂空间内管线分布高度密集,不同系统交叉复杂

随着现代建筑空间功能日益多样化,为满足使用需求,建筑机电管线系统不断增多,规模日渐庞大。特别是在机房、夹层、竖井等特殊部位,电力电缆桥架、通风空调风管、给排水管道、消防喷淋管网等各类管线高密度分布,在平面和立面上交错布置,呈现出极其错综复杂的状态,这对支吊架的布置形式及其稳定性能提出了更高的要求。装配式支吊架采用模块化的设计思路、标准化的构件以及定型化的生产模式,能够更好地适应复杂管线的综合布置需求。在此类复杂空间合理采用装配式支吊架,可以有效解决因管线分布密集交叉而产生的空间矛盾和安装困难,从而更好地确保机电系统的安全稳定运行^[1]。

(二) 管线排布综合优化难度大,传统支吊架定位困难

随着建筑机电管线品类日益增多,各专业系统的管线在平面和立面上交叉穿插布置日趋普遍,不同管径尺寸和空间敷设标高错落有致,采用常规方法进行支吊架的现场测量放线和定位安装施工难度很大,往往难以准确预留支吊架位置和测量高程标高。利用BIM等数字化技术手段,对各专业管线进行三维空间的综合排布优化设计,并在此基础上自动准确生成支吊架构件的三维设计模型,可以大幅降低支吊架现场定位测量和加工制作的难度。同时,以装配式支吊架BIM设计模型为基础,直接输出数字化加工图纸,指导构件的工厂化生产和装配化安装,从而从根本上解决了传统现场加工支吊架定位不准、工序穿插复杂、构件配合不当等突出问题。

(三) 采用装配式支吊架工厂化预制,提升安装精度和效率

装配式支吊架能够充分利用BIM技术进行深化设计和数字化加工图纸输出,在工厂车间环境下预先完成支吊架构件的下料切割、连接孔钻孔加工以及构件组对焊接等核心工序。与传统现场加工方式相比,工厂化预制的装配式支吊架构件

在尺寸精度和外观质量等方面优势明显。与此同时,针对装配式支吊架研发的一系列配套标准化连接件,能够实现支吊架构件在现场的快速装配连接,显著提升了支吊架的整体安装精度和施工效率,有利于有效缩短施工工期、降低综合成本。因此,在复杂建筑空间内大规模采用装配式支吊架逐步取代传统现场加工支吊架,已经成为解决机电管线支吊架高质量施工的必然选择^[2]。

二、复杂空间机电管线装配式支吊架设计与施工存在的主要问题

(一) 装配式支吊架通用标准规范缺失,不同厂家产品差异大

目前市场上常见的装配式支吊架产品在类型划分、关键技术参数指标、构件连接方式等方面还没有形成统一的国家标准或行业规范,不同生产厂家的产品在技术参数、尺寸规格等方面存在较大差异,产品通用性和互换性较差,给支吊架的设计选型和现场安装施工带来很大不便。设计单位对装配式支吊架的工作原理、受力特性和应用要点的认识还不够全面深入,在设计文件中往往缺乏必要的技术参数说明和规范化要求,在一定程度上影响了装配式支吊架产品的推广应用。总的来说,由于缺乏系统性的国家标准或行业规范指导,装配式支吊架在复杂建筑空间的实际应用推广中还面临诸多困难和障碍。建立健全装配式支吊架的标准规范体系,提高产品标准化和通用化水平,是其在复杂空间机电工程中进一步推广应用的重要前提。

(二) 装配式支吊架与BIM技术的深化设计结合不够紧密

BIM技术在装配式支吊架深化设计各环节中发挥着至关重要的引领作用,但就目前而言,各参建方的BIM技术应用能力还参差不齐,尚未真正建立起统一高效的BIM协同工作平台和信息共享机制。支吊架生产厂家参与BIM模型深化设计的广度和深度还有待提高,在设计优化、构件拆分等环节中未能充分体现专业化优势,导致BIM设计模型到工厂生产加工环节的无缝衔接还存在一定的脱节问题,一定程度上影响了装配式支吊架工厂化生产的加工精度和配套安装的效率。装配式支吊架要想充分发挥BIM技术集成应用优势,必须进一步加强各方主体的协同,建立健全贯穿设计、生产、施工全过程的信息化管理平台,实现各环节的数据互联互通和BIM模型的全生命周期应用^[3]。

(三) 装配式支吊架的安装施工质量控制有待进一步加强

装配式支吊架虽然在设计生产阶段具有标准化程度高的突出优势,但在现场安装施工阶段,其施工质量仍然受到现场环境、操作工艺等诸多因素的影响。支吊架的规范化安装施工对混凝土基础结构的强度等级、预留预埋件的定位测量精度等方面要求很高,如果施工操作不当很容易影响支吊架

的整体稳定性和安全可靠。同时,目前部分装配式支吊架产品在安装施工完成后,还缺乏切实可行的质量验收标准和操作方法,难以对安装施工的实际质量做出准确全面的评价。总的来说,装配式支吊架产品应进一步健全完善针对现场安装施工各工序环节的技术标准规范,加强关键工序的精细化管理,建立科学合理的质量验收评价机制,加大施工全过程质量控制力度,从而更好地确保装配式支吊架安装施工质量满足设计要求。

三、复杂空间机电管线装配式支吊架设计与施工标准化策略

(一) 构建装配式支吊架标准体系

我国应积极推动装配式支吊架国家标准或行业规范的制修订工作,从顶层设计角度系统规范装配式支吊架的分类与命名、关键技术参数要求、结构性能测试与验收评估方法等内容。通过标准规范统一装配式支吊架的基本模数、标准截面尺寸、节点连接方式、材料性能等核心技术参数,最大限度实现不同生产厂家的装配式支吊架产品的通用互换性,减少非标准定制构件数量,提高产品标准化程度。同时,还应编制配套的装配式支吊架设计选型标准图集,详细明确支吊架选用的计算荷载、安全可靠度系数、典型连接构造做法等,为支吊架产品的规范化设计提供直接参考。总之,装配式支吊架通用标准规范体系的建立健全,是推动装配式支吊架规模化生产应用、实现支吊架产品部品部件社会化专业化协作配套的重要基础^[4]。

(二) 推进装配式支吊架与BIM技术融合应用

要充分发挥BIM技术在装配式支吊架设计各个环节的引领和贯穿作用,建立涵盖方案设计、深化设计、生产加工、安装施工的BIM协同工作平台,切实做到各参与方的信息互联互通、模型数据共建共享以及设计成果的无缝衔接。支吊架生产企业要更加主动地参与到BIM模型深化设计的环节中来,根据机电管线的综合排布BIM模型,对支吊架构件的结构布置、节点连接等进行精细化的优化设计,不断提高各专业管线支吊架的一体化集成设计水平。同时,要有效利用BIM软件平台强大的二次开发功能,实现支吊架构件参数化设计以及加工图纸、料单等资料的自动化输出,提高设计效率。此外,还要大力推行装配式支吊架BIM模型的交付标准和规范,采用IFC等通用的数据格式,将设计阶段形成的BIM模型准确无误地传递到生产加工和安装施工环节,切实实现BIM模型在项目全生命期的集成应用,发挥BIM技术的最大效能。

(三) 提升装配式支吊架工厂化制造水平

要进一步加大对装配式支吊架生产企业智能制造升级改造的政策激励力度,积极鼓励和扶持企业引进先进的数字化生产加工设备,建设柔性化、智能化的生产加工中心。要充分应用BIM设计技术、数控加工技术等先进手段,将装配式支吊架深化设计的BIM模型直接转化为数控加工设备可识别的程序指令代码,实现支吊架钢构件下料切割、钻孔打眼、构件组对、焊接等关键加工工艺流程的数字化控制和自动化操作,从而显著提高支吊架零部件的生产效率和构件加工的精度。同时,要严格实施装配式支吊架工厂化生产的全过程质量管理,科学规范支吊架构件制造工艺流程和部件组装专业化作业流程,建立健全生产质量的追溯体系。通过大力发展装配式支吊架柔性化、智能化生产制造和装配化施工技术,不断全面提升装配式支吊架的工厂化制造能力,为高效优质地开展装配式支吊架设计工作提供有力的支撑^[5]。

(四) 加强装配式支吊架安装过程管控

为规范装配式支吊架的现场安装,亟需尽快组织相关单位和专家编制装配式支吊架安装施工技术标准或规程,对现

场安装施工工艺流程、操作规范、质量验收标准等关键内容做出明确具体的规定和要求。在支吊架安装前,要加强对混凝土基础结构强度、预留预埋件定位测量偏差的检查验收,及时发现和解决存在的问题隐患,为后续支吊架的精准定位安装创造有利条件。要有针对性地开展装配式支吊架安装施工人员的专业技能培训,重点规范螺栓紧固力矩、焊接接头质量检测、防腐蚀处理等关键工序和特殊工艺的操作要求。同时,还要制定完善的装配式支吊架安装质量检验评估标准体系,综合采用BIM测量技术、智能化无损检测设备等先进手段开展支吊架安装质量的复核验收工作。通过严格把控装配式支吊架原材料采购关、工厂化加工制造关、现场安装施工关等重要环节,确保装配式支吊架建造安装的全过程始终处于受控状态。

(五) 建立装配式支吊架设计、生产、安装一体化机制

鉴于装配式支吊架专业技术的复杂性、系统性特点,必须充分发挥工程项目总承包管理模式的组织优势,从总体上统筹协调好支吊架的方案设计、深化设计、工厂化生产加工、物流运输配送、现场安装等各个环节,健全完善各环节之间紧密衔接配合的高效协同工作机制。支吊架生产企业要更加主动地与设计单位、施工单位加强沟通互动,及时反馈设计模型在生产加工、现场安装过程中发现的各类问题,促进各阶段的信息互联共享、数据互认互用和设计模型的持续优化完善。与此同时,还要建立装配式支吊架技术标准规范的动态更新修订机制,根据支吊架工程应用实践中出现的新情况新问题,及时对标准规范内容进行修订完善,为不断提高装配式支吊架工程应用实践水平提供必要的制度规范保障。此外,还要积极推进产学研用的协同创新,大力支持高校、科研院所与生产企业、工程公司开展技术合作,加快研发和掌握拥有自主知识产权的装配式支吊架关键技术和核心产品。

结语

总的来说,装配式支吊架是建筑机电工程创新发展的必然趋势,标准化是实现其高效设计和优质安装的关键。统一标准规范、融合BIM应用、提升工厂化制造水平、加强现场安装管控,建立一体化工作机制,是推动复杂空间装配式支吊架标准化设计与施工的必由之路。装配式支吊架标准化有利于提高机电工程质量,促进建筑业绿色、智能、高效发展。但目前行业内对装配式支吊架的认识还不够深入,标准化体系尚不完善,各参与方协同配合有待加强。为了更好地推进装配式支吊架的标准化进程,设计、生产、施工、管理等领域还需要进一步深化探索和实践,建立全过程、全方位的标准化工作体系,充分发挥装配式支吊架在建筑机电工程中的积极作用,为行业高质量发展注入新的动力。

参考文献

- [1] 张雪芳,孙彬,赵东晖,李倩,隋明昊.建筑机电管线用装配式支吊架抗震性能试验研究[J].土木工程学报,2024,57(07):10-21.
- [2] 孙彬,张雪芳,张晋峰,王景涛.机电管线用装配式支吊架抗震性能试验研究[J].地震工程与工程振动,2024,44(01):38-47.
- [3] 吴钧涛,史永锋,司马玲莉,徐雅帆,周雷.基于BIM的装配式建筑管线支吊架系统安装技术[J].建筑施工,2023,45(12):2524-2527.
- [4] 孙彬,张雪芳,王景涛,张晋峰.装配式支吊架行业现状与质量检验[J].中国建筑金属结构,2023,22(S2):23-29.
- [5] 袁方,胡鹏飞,郑石.装配式支吊架连接方式安全性对比研究[J].建筑结构,2022,52(S2):1468-1473.