

基于 BIM 技术的机电安装工程预制化施工方法探讨

刘晓萌

(天津星源石化有限公司)

DOI: 10.65285/GCJSYGL.V2I4.005

摘要: 建筑工业化与智能建造背景下, 机电安装工程传统现场加工模式存在管线碰撞频发、施工精度偏低、材料浪费严重、工期不可控、现场动火作业多等突出问题, 难以适配现代建筑精品化、绿色化、高效化建设要求。BIM 技术具备三维可视化、协同深化、参数化建模、模拟预演、数据联动的技术优势, 与机电预制化施工高度契合, 能够实现机电管线工厂预制、现场装配的工业化建造模式。本文结合机电安装工程施工特点, 阐述 BIM+ 预制化施工的应用价值, 分析传统机电施工现存短板, 构建基于 BIM 技术的深化设计、工厂预制、现场装配、质量管控一体化施工体系, 细化各环节施工方法与技术要点, 总结施工应用优势与保障措施。研究可为机电安装工程提质增效、降本减耗、绿色施工提供技术参考, 助力建筑机电工程工业化转型升级。

关键词: BIM 技术; 机电安装; 预制化施工; 智能建造

Discussion on Prefabricated Construction Method of Mechanical and Electrical Installation Engineering Based on BIM Technology

Xiaomeng Liu

Tianjin Xingyuan Petrochemical Engineering Co., Ltd.

Abstract: Against the background of building industrialization and intelligent construction, the traditional on-site construction mode of mechanical and electrical installation engineering has prominent defects, including frequent pipeline collision, low construction precision, serious material waste, uncontrollable construction period and excessive on-site hot work, which cannot meet the high-quality, green and efficient construction requirements of modern buildings. BIM technology has the advantages of three-dimensional visualization, collaborative deepening design, parametric modeling, construction simulation and data linkage, which is highly compatible with prefabricated electromechanical construction and supports the industrialized construction mode of factory prefabrication and on-site assembly of electromechanical pipelines. Combined with the construction characteristics of mechanical and electrical installation projects, this paper expounds the application value of BIM-based prefabricated construction, analyzes the deficiencies of traditional construction processes, and constructs an integrated construction system covering BIM deepening design, factory prefabrication, on-site assembly and quality management. The technical key points of each link are refined, and the application advantages and guarantee measures are summarized. This study can provide technical references for quality improvement, efficiency enhancement, cost reduction and green construction of mechanical and electrical installation engineering, and promote the industrial transformation and upgrading of building electromechanical engineering.

Keywords: BIM technology; mechanical and electrical installation; prefabricated construction; intelligent construction

前言

随着我国智能建造与新型建筑工业化深度推进, 机电安装工程作为建筑工程核心配套环节, 正加速从传统现场现浇、手工加工模式向工厂预制、现场装配模式转型。传统机电施工依托二维图纸开展现场测量、下料、加工、安装, 各专业协同性差, 管线排布杂乱, 极易出现交叉碰撞、返工整改问题, 不仅增加施工成本与工期压力, 还存在动火作业多、现场污染大、安全隐患突出等问题。BIM 技术可实现机电全专业三维建模、碰撞检测、精准算量、参数化出图, 为预制化施工提供精准数据支撑, 有效打通设计、

预制、安装、验收全流程数据链条。基于 BIM 技术优化机电预制化施工工艺与方法, 能够显著提升施工精度、节约建材、缩短工期、降低安全风险, 对推动机电安装工程标准化、工业化、智能化发展具有重要工程实践价值。

一、传统机电安装工程施工弊端与 BIM 预制化施工优势

(一) 传统机电安装工程施工突出弊端

传统机电安装工程依托二维施工图纸开展现场作业, 存在诸多难以规避的施工短板, 严重制约工程建设质效。二维图纸空间表现力不足, 给排水、暖通、电气、消防等多专业管线空间关系无法直观呈现, 施工人员仅凭经验排

布管线,极易出现管线交叉碰撞、标高冲突、空间挤占等问题,导致后期大面积返工整改。传统模式以现场手工下料、焊接、加工为主,施工精度受人工经验影响极大,管件尺寸偏差、接口不匹配问题频发,安装成型质量参差不齐。同时现场湿作业、动火作业、露天加工工序繁多,不仅产生大量建筑垃圾与粉尘污染,不符合绿色施工要求,还存在高处作业、明火作业等多重安全隐患。

(二) BIM 技术应用于预制化施工的核心优势

BIM 技术三维可视化、参数化、协同化的技术特性,完美适配机电预制化施工的精准化、标准化需求,相较于传统施工模式优势显著。依托 BIM 平台搭建机电全专业三维模型,可直观呈现管线、设备、支吊架的空间布局,提前完成多专业碰撞检测与管线优化,从源头杜绝施工碰撞与返工问题。BIM 参数化建模可精准提取管件尺寸、管材规格、管线长度等数据,自动生成预制加工图纸与物料清单,实现工厂标准化精准预制,有效规避人工测量下料误差,大幅提升构件加工精度。

(三) BIM+ 预制化施工的行业应用价值

BIM 技术与机电预制化施工深度融合,契合建筑工业化、绿色建造、智能建造的行业发展趋势,具备极高的经济、安全与社会价值。经济效益层面,通过 BIM 优化管线排布、精准算量,可有效减少材料损耗,工厂预制标准化生产能够压缩现场施工工期,降低人工成本与返工成本,显著提升项目经济效益。安全层面,将大量现场加工、动火作业转移至标准化工厂完成,大幅减少施工现场明火作业、高处作业、露天加工工序,有效降低现场安全事故发生率,优化施工现场安全管控环境。质量层面,工厂流水线标准化预制生产,配合 BIM 精准数据指导,可统一构件加工标准,规避人工施工误差,保障机电管线安装平整、排布规整、接口严密,全面提升机电工程施工质量。同时该模式能够减少施工现场建筑垃圾与扬尘污染,践行绿色施工理念,助力建筑行业低碳高质量发展。

二、基于 BIM 技术的机电预制化施工总体流程与技术体系

(一) 前期模型搭建与多专业协同深化设计

前期 BIM 深化建模是机电预制化施工的核心基础,直接决定预制构件精度与现场装配成效。施工前需整合建筑、结构、机电各专业施工图纸,依托 Revit 等 BIM 软件搭建高精度全专业三维模型,严格按照施工规范与现场工况优化模型精度,确保管线、设备、支吊架模型与现场实际工况完全匹配。针对暖通、给排水、强弱电、消防等多专业管线密集区域、管井机房核心区域,开展专项精细化建模,梳理管线排布逻辑与安装顺序。完成初步建模后,利用 BIM 碰撞检测功能开展全模型碰撞核查,精准排查专业内部、专业之间、管线与结构构件之间的碰撞冲突问题,形成碰撞报告并逐一优化调整。

(二) 参数化出图与工厂标准化预制加工

完成 BIM 模型深化优化后,依托参数化数据开展预制图纸输出与工厂标准化加工,实现模型数据向生产数据的

精准转化。基于优化后的 BIM 模型,提取各类机电管件、管线、支吊架的精准尺寸、规格、参数,自动生成标准化预制加工图纸、构件明细表、物料用量清单,图纸标注清晰、参数精准,完全适配工厂流水线生产需求。针对风管、桥架、管道、综合支吊架等可预制构件,按照标准化模数拆分模块,实现构件模块化、标准化拆分加工,统一构件生产标准。预制工厂依托 BIM 输出图纸开展机械化、流水线加工生产,严格把控构件加工精度、焊接质量、防腐处理,完成加工后对构件进行编码标识、分类编号,精准对应模型位置与安装区域。全程依托 BIM 数据联动管控,杜绝尺寸偏差、规格不符等问题,保障预制构件出厂合格率,为现场快速装配奠定基础。

(三) 现场精准装配与动态模拟施工管控

工厂预制构件验收合格后,依托 BIM 技术指导现场精准装配施工,实现施工全过程动态管控。施工前利用 BIM 模型开展可视化技术交底,通过三维漫游、施工模拟动画,向施工人员直观展示管线安装顺序、装配工艺、重难点工序、质量标准,解决传统书面交底模糊、理解偏差的问题。结合现场实测数据与 BIM 模型比对复核,精准定位构件安装点位、标高、轴线,严格按照编码顺序开展模块化装配施工,规范构件吊装、对接、固定、密封等工序操作。施工过程中依托 BIM 平台动态更新施工进度,对比模拟进度与实际进度偏差,及时调整施工工序与资源配置。

三、BIM 机电预制化施工关键工艺与质量控制要点

(一) 管线综合排布与模数化拆分工艺

管线综合排布与模数化拆分是 BIM 预制化施工的核心关键工艺,直接影响施工质量与装配效率。在 BIM 模型深化阶段,需遵循“小管让大管、弱电让强电、压力管让重力管、常规管让特殊管”的排布原则,结合建筑层高、吊顶标高、检修空间等参数,优化管线整体排布方案,保证管线排布整齐、间距均匀、检修便捷。针对机房、管井、走廊等管线密集区域,开展专项模数化设计,按照标准化施工模数拆分管线模块、支吊架模块,控制单段预制构件尺寸与重量,适配工厂加工与现场吊装施工条件。拆分过程中需兼顾构件通用性与特殊性,统一常规构件模数标准,针对异形构件单独建模定制,规避构件拆分不合理导致的装配困难、拼接缝隙过大等问题。

(二) 预制构件加工精度与出厂质控管理

预制构件加工精度是保障机电装配施工质量的核心前提,需依托 BIM 数据落实全流程出厂质量管控。工厂加工阶段严格以 BIM 参数化图纸为唯一生产依据,杜绝经验化加工,精准把控管道长度、管件角度、开孔位置、支吊架尺寸等核心参数,将构件加工误差控制在规范允许范围内。加工过程中落实标准化工艺流程,规范切割、焊接、折弯、防腐、防锈等工序操作,针对金属构件做好除锈、防腐涂层处理,避免后期使用锈蚀破损。建立构件出厂三级质检制度,加工完成后依次开展自检、复检、终检,对照 BIM 模型参数核查构件规格、尺寸、外观质量、加工精度,不

合格构件严禁出厂。

（三）现场装配施工精度与安全质量管控

现场装配阶段需依托 BIM 可视化、精准化优势，落实精细化质量与安全管控，保障装配施工高效有序推进。施工前完成现场基面复测，将实测数据与 BIM 模型精准比对，修正点位偏差，明确装配基准线与标高控制线。装配施工严格遵循 BIM 模拟施工顺序，按照先主干后分支、先大管后小管、先设备后管线的顺序有序装配，规范构件吊装、对接、固定、密封等关键工序，严控拼接缝隙、安装标高、水平度等核心质量指标。施工过程中利用 BIM 模型实时比对核查安装精度，及时调整装配偏差，杜绝错装、漏装、偏移等质量问题。安全管控方面，依托 BIM 提前排查现场装配高危点位，优化吊装施工方案，规范高空作业、吊装作业操作流程，减少现场动火、临边作业风险。

四、BIM 机电预制化施工现存问题与优化保障措施

（一）当前 BIM 预制化施工应用现存突出问题

现阶段 BIM 技术在机电预制化施工中的应用仍存在诸多短板，制约施工质效进一步提升。部分施工单位 BIM 建模精度不足，模型深化深度不够，仅完成基础建模与简单碰撞检测，未结合现场工况优化模数拆分与管线排布，导致模型与现场施工脱节，预制构件适配性不足。部分施工人员 BIM 应用能力薄弱，建模人员与现场施工人员衔接不畅，模型深化、预制加工、现场装配各环节信息传递存在偏差，难以充分发挥 BIM 技术精准指导施工的优势。

（二）完善 BIM 与预制化施工协同管理制度

为破解施工应用短板，需建立完善的 BIM+ 预制化施工协同管理制度，规范全流程施工标准。建立多方协同联动机制，明确建设、设计、施工、预制厂家各方职责，搭建统一 BIM 协同管理平台，实现建模深化、图纸审核、预制生产、现场施工全流程信息互通、同步更新。结合项目实际制定专项 BIM 施工管理制度与预制化施工标准化细则，统一建模精度标准、构件模数标准、加工验收标准、现场装配标准，规范各环节操作流程。建立模型审核与图纸会审制度，BIM 模型深化完成后需经多方审核确认，确保模

型精准无误后方可输出预制图纸、开展工厂加工，杜绝模型偏差引发的施工问题。

（三）强化人才培养与技术创新赋能

人才队伍建设与技术创新是保障 BIM 预制化施工长效落地的核心支撑。企业需常态化开展 BIM 技术专项培训，针对建模人员、施工管理人员、一线作业人员分层开展实训教学，提升人员建模深化、模型应用、装配施工、质量核查的综合能力，打造兼具 BIM 技术与机电施工经验的复合型人才队伍。加强校企合作、行业交流，学习先进 BIM 预制化施工工艺与管理经验，持续优化施工方法与技术流程。积极推进技术创新，融合三维扫描、物联网、大数据等智能技术，实现现场实景扫描与 BIM 模型虚实比对，进一步提升建模精度与施工适配度。

结语：

本文系统阐述 BIM+ 预制化施工的应用优势与总体流程，细化管线拆分、工厂预制、现场装配全流程关键施工工艺与质控要点，剖析当前施工应用短板并提出制度完善、人才培养、技术创新的优化保障措施。通过 BIM 可视化深化、参数化预制、动态化管控，可实现机电安装工程提质、增效、降本、安全、绿色多重效益。

参考文献：

- [1] 黄杏锋. 建筑机电安装工程中 BIM 施工技术的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2026(S1):74-77.
- [2] 韩国雪. BIM 技术在民用建筑机电安装工程中的应用研究[J]. 新疆有色金属, 2026,49(2):97-99.
- [3] 尹华威, 曹亚林, 刘立. BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用[J]. 四川水泥, 2026(4):46-47+50.
- [4] 邢进锋. 基于 BIM 技术的建筑机电安装工程施工协同管理实践探索[J]. 现代工程科技, 2026,5(3):137-140.
- [5] 冯彦利. BIM 技术在机电安装工程中的应用[J]. 绿色建筑与智能建筑, 2026(1):123-125.

作者简介：刘晓萌（1996 年 6 月 -）、女、汉族、山东沾化人、本科、助理工程师、研究方向：机电安装。