

BIM 技术在建筑电气工程中的应用研究

李海东

江西省化学工业设计院, 江西 南昌 330001

[摘要]建筑电气工程系统越来越复杂,传统的设计和管理模式存在着协同效率低、数据传递慢、全生命周期管理不健全等明显的不足。BIM 技术以三维可视化、信息集成和协同设计为主要特点,给建筑电气工程提供系统性的解决办法。文章从 BIM 技术应用的基础入手,分析了 BIM 技术在设计质量提高、信息集成管理等各方面的优势,对电气设计三维建模、管线综合碰撞检查、施工进度管理以及运维数据共享等具体的应用路径进行了阐述。就目前应用中出现的标准缺失、协同机制不健全、人才缺乏等状况而言,给出完善标准体系、加强协同机制、培养人才、推进 BIM 与智慧运维的融合等改善途径。

[关键词]BIM 技术; 建筑电气工程; 协同设计

DOI: 10.33142/sca.v9i7.20030

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Research on the Application of BIM Technology in Building Electrical Engineering

LI Haidong

Jiangxi Chemical Industry Design Institute, Nanchang, Jiangxi, 330001, China

Abstract: Building electrical engineering systems are becoming increasingly complex, and traditional design and management models have obvious shortcomings such as low collaborative efficiency, slow data transmission, and incomplete lifecycle management. BIM technology is characterized by three-dimensional visualization, information integration, and collaborative design, providing systematic solutions for building electrical engineering. Starting from the foundation of BIM technology application, this article analyzes the advantages of BIM technology in improving design quality, information integration management, and other aspects. It elaborates on the specific application paths of electrical design 3D modeling, pipeline comprehensive collision inspection, construction progress management, and operation and maintenance data sharing. In terms of the current situation of standard deficiency, inadequate collaboration mechanism, and talent shortage in applications, we propose improvement measures such as improving the standard system, strengthening collaboration mechanism, cultivating talents, and promoting the integration of BIM and intelligent operation and maintenance.

Keywords: BIM technology; building electrical engineering; co-design

引言

建筑电气工程设计合理、施工质量好,对建筑整体性能及使用体验有较大影响。目前建筑电气系统越来越复杂,供配电、照明、消防、智能化等各个系统并行布置,管线密集度和空间协调难度都增大了。传统的二维 CAD 设计模式存在着信息孤岛、协同效率低、管线冲突频繁等缺点,设计的偏差和施工返工现象也较多。BIM 技术是以三维数字模型为载体,将几何与非几何信息一同包含进来,进而可以完成多专业的设计以及全过程的数据管理。近几年来, BIM 技术在建筑电气方面的应用研究越来越深入,但是系统梳理其全过程应用路径和优化策略的成果还比较少。对 BIM 技术在建筑电气工程中的应用进行系统的

探究,对于提高设计质量、施工效率和运维管理有现实的意义。

1 BIM 技术及其在建筑电气工程中的应用基础

建筑信息模型技术是以三维数字技术为依托,将建筑工程从设计到施工再到运维的全过程所有相关信息综合起来建立的可视化、可计算、可协同的数字模型。其主要特点有三维可视化呈现、参数化信息关联、多专业协同作业和全生命周期数据贯通这四个方面。建筑电气工程中 BIM 技术的使用要依靠成熟的软件平台和标准化构件。常用的软件有 Revit、Navisworks、MagiCAD 等,这些软件可以实现电气设备族的创建、电缆桥架和线管的参数化建模、负荷计算以及系统图的自动生成。

BIM 技术在建筑电气设计中的应用，主要通过三维可视化建模提升设计质量，使电气工程师能够更加直观地布设供配电线路，合理安排设备位置，通过三维视图全面掌握各电气系统在建筑结构中的空间关系，有效避免管线交叉、布设混乱等情况，实现科学合理的布线路径规划。另外，BIM 技术依靠信息集成的能力，在模型里把各种信息集中起来加以管理、结构化地呈现出来，各个电气设备的型号、规格、运行参数都可以嵌入模型对象当中，从而达到设计、施工、运维阶段信息的连续性、一致性。标准化支撑上，国标图集有关建筑电气常用构件参数的技术文件给电气信息模型创建赋予了基本的数据规范，包含高压成套柜、低压成套柜、照明配电箱、电缆桥架、电线管材等常见构件的几何参数和交付标准。这一标准化体系为电气 BIM 模型的规范化和可交换性奠定了基础。

2 BIM 技术在建筑电气工程中的应用优势分析

2.1 提升电气设计质量与协同效率

在传统的电气设计模式中，各个专业的设计工作是相对独立的，设计参数是用二维图纸来传递的，容易造成信息的丢失和理解上的偏差^[1]。BIM 技术创建的统一协同平台，从根本上改变了这种状况。设计人员可以在同一个模型环境中实时查看建筑、结构、暖通、给排水等各个专业的空间布局和管线走向，在设计初期就避免电气桥架和风管、水管之间出现空间冲突。BIM 技术建立全专业三维模型，用空间干涉检测算法自动发现电气桥架与暖通风管道、给排水管道的空间位置冲突，产生包含冲突坐标、构件类型和影响范围的碰撞报告，设计人员按照工程优化原则利用参数化调整来达成管线标高与路径的协同优化。将传统依靠人工经验的事中、事后纠错变为事前预防，大幅度降低设计变更和现场返工的次数。

2.2 增强工程信息集成与全过程管理能力

BIM 模型是工程决策、设计、施工、运维全过程的统一信息载体。电气系统负荷计算数据、设备参数、回路配置、配电箱编号等信息都和模型对象相联系，构成一个可以追溯、可以更新的数据体系。BIM 技术有利于实现电气元件的参数化管理，在供配电系统的设计中，变压器、开关柜、电缆桥架等设备都可以用族构件来建模，和实际的采购、施工数据相连接，为项目的全生命周期管理打下基础。信息集成带来的另一优势是工程量统计的精准化。基于 BIM 模型可自动提取各类电缆长度、桥架数量、灯具型号、配电箱规格等材料信息，为采购计划与成本控制提供准确依据。模型信息的唯一性和实时性防止由于不同来源的数据出现不一致造成的管理混乱。

3 BIM 技术在建筑电气工程各阶段的具体应用

3.1 建筑电气设计阶段的三维建模与优化应用

设计阶段属于 BIM 技术价值得以发挥的时期。电气工程师在三维环境里对建筑和结构模型进行照明、插座、配电箱、桥架等系统布置的设计工作。与传统的二维设计相比，三维建模具有更好的空间感受，设计人员可以对设备安装位置是否可行、检修空间是否充足有准确的判断^[2]。BIM 技术在设计前期可以实现可视化建模、模拟分析、自动化计算等功能，设计中期可以实现设计方案协同、施工图设计与材料选型、预算编制等功能，设计后期可以实现施工计划编制、进度追踪、协调管理、设备维护及运营管理等功能。电气负荷计算、照度模拟、电压损失校验等分析工作可以和建模过程相联动，参数调整之后计算结果会自动更新，大大提高了设计效率和准确性。

3.2 建筑电气管线综合与碰撞检查应用

管线综合属于建筑电气工程当中技术难度最大、协同要求最严的工序。电气桥架、线管、暖通风管、给排水管道、消防喷淋管等设备在有限的吊顶空间内密集地排列着，在狭小的空间里出现的空间冲突问题比较明显。以 BIM 为基础的碰撞检测功能，是解决该问题的手段之一。利用数字化协同平台重新构造传统的建筑设计流程，使各个专业之间可以进行实时的数据交流，并且提前对设计方案进行校验。系统使用 Revit 中心文件结构，创建建筑空间尺寸、结构荷载参数、设备技术指标共用的数据库，可以实现电气和暖通、给排水等各专业的参数信息同步更新，保证提资时数据版本一致、及时。碰撞检测之后，系统会给出冲突报告，设计人员按照小管让大管、有压管让无压管、电气桥架避让风管等准则来完成路由的重新安排。为了更好地体现 BIM 技术在管线综合中的量化效果，从下表中可以得出如下数据

表 1 BIM 技术应用前后电气管线综合关键指标对比

对比指标	传统 CAD 模式	BIM 协同模式	优化幅度
管线冲突提前解决率	约 30.0%	约 92.3%	提升 62.3%
图纸修改频次 (次/万 m ²)	约 150 次	约 59 次	降低 60.7%
现场返工率	约 8.5%	约 2.1%	降低 6.4%
吊顶净高复核周期	7-10 天	2-3 天	缩短约 70%

工程实践表明，通过表 1 的指标对比可知，BIM 碰撞检测使管线冲突提前解决率由原来的 30% 提高到现在的 92.3%，图纸修改次数从原来的 150 次/万 m² 降低到现在的 59 次/万 m²，大大减少了现场返工和空间利用率。

3.3 建筑电气施工组织与进度管理应用

施工阶段，BIM 技术的应用价值体现在可视化交底、

施工模拟与进度管控三个方面。传统二维图纸对于复杂的节点处的表达不清楚,施工人员理解偏差很容易造成安装错误。根据 BIM 模型生成出来的三维施工详图和安装示意图,可以清楚地看出设备的位置、管线的走向、安装的高度等重要信息,大大减少了沟通的成本以及出现错误的几率。BIM 平台可以按照模型信息自动生成材料清单,即各种电缆的长度、桥架的数量、灯具的型号、配电箱的规格等,给采购计划和现场配送提供准确的数据支撑。在此基础上,把施工进度计划同 BIM 模型联系起来形成 4D 施工模拟,管理人员可以清楚地知道各个施工阶段的电气作业内容和节点要求,找出工序衔接时存在的潜在矛盾,合理安排人员、设备等资源,保证工程整体受控推进。

3.4 建筑电气工程运维管理与数据共享应用

建筑电气系统的使用年限远远大于建设周期,竣工后运维管理是保证系统正常运转的重要环节。传统模式下竣工图和现场实际情况有出入,设备台账和维修记录分别分散存放,信息查找和故障定位都比较麻烦。根据 BIM 运维管理方案把施工阶段的模型变成运维模型,集成设备参数、厂家信息、安装日期、保修期限、维修记录等全部数据^[3]。工程竣工后将施工阶段使用的 BIM 模型转化为运维管理用的 FM 模型,在保留原有的设备和管线的几何信息的同时,把与运维决策有关的非几何参数也进行了结构化的整合。运维人员依靠模型可以迅速找到设备的位置,察看以往的维修记录,制订预防性保养方案。设备出现故障的时候,模型会自动把上游的配电回路以及下游的负载情况展示出来,从而助力故障的查找和影响范围的判定。BIM 模型同建筑自控系统、能源管理系统对接之后,可以达成对设备运行状况的实时监测以及异常报警的目的。

4 BIM 技术在建筑电气工程应用中的优化策略

4.1 完善 BIM 技术应用标准与管理体系

目前 BIM 技术在建筑电气工程中应用还存在着标准体系不完善的问题。各个企业、各个项目建模深度、命名规则、交付格式不同,造成模型在不同阶段、不同参与方间流转的时候信息丢失严重。应该尽快制定出企业级乃至区域级的电气 BIM 应用标准,确定各个阶段模型的 LOD 精度等级、构件命名规范、色彩标识规则以及数据交换格式。并且要创建相应的管理机制,把 BIM 应用纳入项目质量管控程序之中,设立模型审查节点和责任人员,保证模型质量同工程进度一起向前推进。

在标准制定上可以参考国家标准建筑信息模型设计交付标准 GB/T 51301-2018,结合电气专业的特点细化分类编码规则,配电箱按系统类型和回路编号命名、电缆桥

架按规格和安装区域分层标识。在管理体系建设方面,建议设置设计阶段模型合规审查、施工前碰撞检测评审、竣工模型与现场一致性核验三个强制节点,由电气专业 BIM 协调员签字确认,形成闭环管理流程。用标准化、管理机制两个手段来降低信息衰减率,提高模型全生命周期内可使用、可流转的程度。

4.2 加强电气工程专业协同与信息共享机制建设

BIM 技术的主要优势就是协同,协同效果的好坏取决于机制的完善程度。电气专业与建筑、结构、暖通、给排水等专业之间存在大量接口关系,任何一个环节的信息遗漏都可能导致现场冲突。应建立常态化的多专业协同工作机制,包括定期模型会审、变更联动响应、版本迭代控制等。从组织架构上来说可以设置 BIM 协调员这个职位来负责各个专业的模型整合以及冲突解决。在技术层面,应搭建统一的协同平台,实现模型的云端存储与实时同步,避免因版本不一致导致的协同失效问题。

从操作上讲应该创建电气提资清单模板,规定各个阶段给其他专业传递的荷载情况、预留孔洞大小、桥架走向等重要数据,创建统一的信息交流格式,缩减由于提资不全引发的再协调情况。另外,每周举行一次模型集成评审会议,各个专业的 BIM 人员都必须参加,对本周末出现的碰撞问题以及设计变更进行集中讨论并加以解决,保证出现问题能够及时得到解决。

4.3 提升 BIM 技术人才培养与应用能力水平

专业人才匮乏成了影响 BIM 技术深层次应用的首要难题。电气工程师需要会用 BIM 软件并能进行操作,并且还要具备对参数化建模、碰撞检测分析、模型信息提取等综合能力。目前高校电气工程专业课程体系里 BIM 相关的内容很少,而在职人员的技能提升缺少系统的培训渠道。推进校企合作,在电气工程专业教学中加入 BIM 技术课程,面向在职人员进行专项技能培训,建立 BIM 应用能力认证体系,在项目实践中采取以老带新、案例教学等方式,加快人才培养工作。

4.4 推进 BIM 平台与智慧建筑运维系统深度融合

建筑电气工程智能化发展趋向,给 BIM 技术提出更高的要求。传统的 BIM 应用大多只是停留在竣工交付之后,并没有对模型进行运维阶段的信息更新和活化。为推动建筑电气工程数字化转型,应构建感知-协同-优化的应用设计方法,依托 BIM 三维模型实现多专业协同与管线冲突前置解决。在运维层面,应推动 BIM 平台与楼宇自控系统、能源管理平台、设备故障诊断系统的数据对接,实现模型与实物的实时映射。通过物联网感知层采集的设

备运行数据回传至 BIM 模型,使静态模型具备动态监测能力,为预测性维护、能效优化提供决策支持。

在具体实施路径上,首先应建立统一的设备编码体系,将 BIM 模型中的构件 ID 与 BA 系统点位地址一一对应,形成数据映射关系表。其次,搭建 BIM 运维管理平台,集成实时数据看板、报警定位模块与工单管理功能,当电气参数异常时系统自动在三维模型中高亮显示故障设备并推送维修任务。最后,基于历史运行数据与设备衰减模型,利用机器学习算法预测剩余使用寿命,生成预防性更换计划。经过该大型商业综合体项目的实践证明,利用 BIM 同楼宇自控系统对接之后,电气故障的平均定位时间由原来的 45min 缩短到 8min,年度预防性维护覆盖率达到 89%,提高了预防性的维护覆盖率。利用上述途径,把 BIM 模型由静态竣工档案变为动态数字孪生体,从而给建筑电气系统高效可靠地运行提供技术支持。

5 结语

BIM 技术在建筑电气工程方面从概念阶段进入应用

阶段。研究表明,BIM 技术在提升电气设计质量、优化管线综合排布、强化施工过程管控、支撑运维数据管理等方面具有显著优势。但是标准体系不健全、协同机制不健全、人才储备不足等问题仍然是它深入发展的障碍。未来应从标准建设、机制完善、人才培养、技术融合等维度持续优化,推动 BIM 技术从工具辅助向平台集成演进,助力建筑电气工程向数字化、智能化方向高质量发展。

[参考文献]

- [1]曹丹娟.智能化技术在建筑电气工程数字化转型设计中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2025(2):267-269.
- [2]胡思宇.BIM 技术在建筑电气设计中的应用[J].绿色建筑与智能建筑,2024(2):43-46.
- [3]邢金明.基于 BIM 技术的建筑电气设计与管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(32):107-109.

作者简介:李海东(1999—),男,汉族,江西赣州人,本科,现就职于江西省化学工业设计院,研究方向为电气工程。