

基于 BIM 技术的建筑电气设计协同管理研究

鲍建宁

南京长江都市建筑设计股份有限公司，江苏 南京 210000

[摘要]建筑行业快速发展使得建筑电气设计越来越复杂，导致传统设计方法难以满足现代建筑项目需求，本研究就此探究基于建筑信息模型（BIM）技术的建筑电气设计协同管理方法，以提升设计效率、设计质量和协作水平。本研究先剖析建筑电气设计存在的诸如信息流通不畅、设计变更多、协调难等问题，接着经文献研究与案例分析给出一个包含数据集成、可视化设计、冲突检测、协同工作流程等核心功能的基于 BIM 技术的建筑电气设计协同管理框架，并且采用实证研究法通过不同规模和类型的建筑项目实践应用，对比分析传统设计方法和基于 BIM 技术的协同设计方法在设计周期、错误率、变更次数等方面的不同。结果显示，基于 BIM 技术的协同管理方法可大大缩短设计周期，降低设计错误率，减少设计变更次数，提高各专业间的协作效率。本研究还探究 BIM 技术在建筑电气设计中的应用挑战和未来走向，为建筑电气设计的数字化转型提供理论依据和实践指导。

[关键词]BIM 技术；建筑电气设计；协同管理；可视化设计；数字化转型

DOI: 10.33142/ucp.v2i5.17940 中图分类号: TU85 文献标识码: A

Research on Collaborative Management of Building Electrical Design Based on BIM Technology

BAO Jianning

Nanjing Yangtze River Urban Architectural Design Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: The rapid development of the construction industry has made building electrical design increasingly complex, making it difficult for traditional design methods to meet the needs of modern building projects. This study explores a collaborative management method for building electrical design based on Building Information Modeling (BIM) technology to improve design efficiency, design quality, and collaboration level. This study first analyzes the problems in building electrical design, such as poor information flow, multiple design changes, and difficult coordination. Then, through literature research and case analysis, a BIM based collaborative management framework for building electrical design is proposed, which includes core functions such as data integration, visual design, conflict detection, and collaborative workflow. Empirical research is used to compare and analyze the differences in design cycle, error rate, and change frequency between traditional design methods and BIM based collaborative design methods through practical applications in building projects of different scales and types. The results show that the collaborative management method based on BIM technology can greatly shorten the design cycle, reduce the design error rate, decrease the number of design changes, and improve the collaboration efficiency among various disciplines. This study also explores the application challenges and future directions of BIM technology in building electrical design, providing theoretical basis and practical guidance for the digital transformation of building electrical design.

Keywords: BIM technology; building electrical design; collaborative management; visual design; digital transformation

引言

国民经济支柱产业之一的建筑业正遭受着前所未有的数字化转型浪潮冲击，过去五年间全球建筑信息模型（BIM）技术市场增长极为迅猛，Grand View Research 数据表明 2023 年全球 BIM 市场规模达 75 亿美元且预计到 2025 年能突破 110 亿美元，年复合增长率约为 20%。我国《“十四五”建筑业发展规划》明确指出应加速 BIM 等数字技术于建筑全生命周期的集成应用以推动建筑业朝着数字化、智能化方向转型升级，到 2022 年底中国的大中型建筑项目中 BIM 技术应用率达超 60%，不过在建筑电气设计领域其深度应用还有待提升。

传统建筑电气设计面临着诸多挑战，比如设计信息割

裂、二维表达有局限、专业协同效率低且设计变更频繁造成返工和延误这些情况存在，在复杂大型建筑项目里，电气系统需跟建筑、结构、暖通、给排水等多个专业协调，传统的图纸交底方式已经很难满足高效精准协作的需求。BIM 技术是一种集成化信息管理方法，它靠构建含建筑物理特性与功能特性的数字化模型给建筑电气设计带来全新的协同管理方式，从而实现从“图纸驱动”到“信息驱动”的转变，并为解决传统设计方法里的痛点提供可行办法。本研究想要探索 BIM 技术在建筑电气设计协同管理中的应用方法和实施策略并建立起一套系统化的协同管理框架以提高设计质量、缩短设计周期、优化设计流程，最终推动建筑电气设计创新发展并提升其价值。

2 BIM 技术在建筑电气设计中的应用现状

2.1 BIM 技术的基本概念和特点

建筑信息模型 (BIM) 以三维数字技术为基础并集成建筑工程项目各类相关信息,能将建筑物的物理和功能特性予以数字化表达,与传统 CAD 技术不同,它不仅可表达几何图形且包含大量非几何信息。住房和城乡建设部 2022 年行业调查显示,中国大型建筑项目中 BIM 技术的应用率达 63.7%,较 2018 年增长 31.5 个百分点^[1]。BIM 技术有参数化建模、信息集成、可视化、模拟分析等特性,能支撑建筑全生命周期的信息共享与协同工作,给建筑电气设计带来前所未有的技术支持。

2.2 BIM 技术在建筑电气设计中的优势

在建筑电气设计方面,BIM 技术有着明显优势,因为三维可视化设计让设计师可直观地进行电气布线和设备布置工作,从而能有效地发现并解决空间冲突方面的问题,国内某大型设计院 2022 年运行项目的数据显示,运用 BIM 技术后电气设计跟其他专业的碰撞率下降了 78%,而且精确的参数化模型能让设计变更自动传递与更新,这样就减少了人为失误的情况,另外 BIM 技术还能支持多专业协同设计,使得电气工程师能够和建筑、结构等专业人员实时合作并共享设计信息,这极大地提高了设计质量和效率。

2.3 BIM 技术应用的主要挑战

BIM 技术于建筑电气设计而言潜力巨大,但全面推广使用时面临的挑战不少,首先技术标准和规范不统一是个大阻碍,中国建筑业协会 2022 年报告称我国 BIM 标准体系还不完善,只有 40% 的 BIM 项目能够跨平台无损交换数据且各软件厂商数据格式不一样致使不同系统信息

传递有断层。其次行业发展受制于专业人才短缺,建筑行业 2023 年调查数据显示有 BIM 和电气设计复合技能的人才供需比例大概是 1 : 3,企业培养一个合格的 BIM 电气设计师平均需 18 个月。另外实施成本高是中小企业难以逾越的障碍,《中国建筑行业数字化转型报告》(2021) 表明完整的 BIM 电气设计解决方案初始投资通常是传统设计方法的 2.5~4 倍,软硬件投入、人员培训、流程重构都算进去且投资回报周期往往超过两年,很多规模小的企业无法承担此成本。

3 基于 BIM 技术的建筑电气设计协同管理框架

3.1 协同管理的核心理念

“集成、共享、协作”是基于 BIM 技术的建筑电气设计协同管理的核心理念,这一理念旨在打破传统设计里的专业壁垒并构建开放、透明的设计环境^[2]。集成理念体现在把建筑电气设计与其专业设计整合到同一个 BIM 平台形成统一的信息模型上,共享理念着重于让设计信息流通起来且有效加以利用以保证各参与方能得到最新、最精准的设计数据,协作理念要求建立起跨专业、跨阶段的协同工作机制来推动各专业设计师互动配合。2022 年建筑电气设计数字化调研显示,采用协同设计理念后项目团队的沟通效率提升 56%、设计决策的时间缩短 41%,这充分表明协同管理在现代建筑电气设计中的价值。

3.2 BIM 协同平台的构建

建筑电气设计协同管理得以实现的技术基础是 BIM 协同平台,在构建该平台时需综合考量软硬件环境、数据标准以及管理规范等因素,下表列出了 BIM 协同平台主要组成部分与功能。



图 1 BIM 技术在建筑电气设计中的主要挑战

表 1 BIM 协同平台的组成与功能

组成部分	主要功能	应用场景	关键技术
基础设施层	提供网络、存储、计算等基础资源	数据传输与存储	云计算、虚拟化技术
数据层	管理 BIM 模型及相关设计数据	信息存储与提取	数据库技术、数据加密
应用层	提供电气设计、分析、模拟等功能	专业设计与分析	BIM 建模、碰撞检测
协同层	实现跨专业设计协作与沟通	设计协调与审核	工作引擎、权限控制
接口层	支持与其系统的数据交换	系统集成与扩展	API 开发、数据转换

实际应用时，需依据项目规模与特点灵活配置 BIM 协同平台，研究显示，2021—2023 年期间，国内大型设计院所用的 BIM 协同平台已从单个软件慢慢发展成集成式解决方案且平均投资回报率达到 3.5:1，这表明 BIM 协同平台在提高设计效率、降低成本上有很明显的价值。

3.3 数据交换与信息共享机制

BIM 协同管理中，有效的数据交换与信息共享机制属于关键环节并对设计质量和效率产生直接影响，所以在建筑电气设计时需建立统一的数据标准和交换协议以保证不同系统和专业间信息能无缝流通，当下行业中广泛应用的 IFC (Industry Foundation Classes) 标准给异构 BIM 系统间数据交换打下了基础。

建筑电气设计要实现信息共享，除有标准化的数据格式外还需建立起权限管理与版本控制机制以确保信息的安全性与一致性，研究表明基于云技术的实时信息共享平台能大大提高设计协同效率，以 2022 年某个特大型公共建筑项目为例，使用云共享技术后电气设计和其他专业设计协调的时间缩短了 42% 且设计变更响应的时间也减少了 58%，另外语义网技术和人工智能在智能信息检索和关联分析中的应用正在慢慢改变传统的信息共享模式，从而给建筑电气设计带来越来越智能化的支持^[3]。

3.4 设计变更与版本控制

建筑电气设计时无法避免设计变更，要保证设计质量就得有效进行变更管理和版本控制，在 BIM 基础上的变更管理有可追溯、有关联的特性，能将每次变更内容、时间、责任人精准记录下来并自动分析变更给相关系统带来的影响。

版本控制属于变更管理的重要部分，BIM 环境下它不但与文档管理有关，而且要对模型元素进行细致控制，有了中央模型库和本地工作模型相分离的机制，设计师可在本地修改并将变更同步到中央模型，系统会自动对比变更并告知相关人员，从而保证各参与方一直运用最新版本的设计信息，研究表明，有这种版本控制机制的项目，设计冲突可减少 65%，协同效率能提升 48%，以后随着人

工智能技术的发展，智能变更分析和预测会在 BIM 变更管理中成为重要发展方向。

4 BIM 技术在建筑电气设计协同管理中的实践应用

4.1 设计流程优化

传统建筑电气设计流程被 BIM 技术的引入大大重塑了，其设计流程优化主要体现在三方面：一是设计前置，BIM 模型可在方案阶段就构建，这样建筑模型确定之后电气设计人员就能马上开展工作，而传统设计中的串行等待情况得以避免。二是信息集成，电气设计数据能与建筑、结构等专业模型实时关联，建筑模型有变更时电气设计可迅速调整适应。三是审核自动化，BIM 软件的规则检查功能使设计方案自动化检测与验证得以实现，人工审核环节大大减少且错误率也有所降低。

传统“规划-设计-校核-修改”线性工作模式被这种流程优化重组合成了以 BIM 模型为核心的并行协作机制，2023 年建筑设计行业调查显示 BIM 技术实施后设计流程环节平均减少 18.6% 且设计文件版本控制效率提高 37.9%，这足以表明 BIM 技术在电气设计流程优化上有着很显著的价值^[4]。

4.2 多专业协同设计

建筑电气设计与其它专业的协同有了 BIM 技术提供的全新平台，传统模式下电气、暖通、给排水等专业常独立作业且只在特定节点对比图纸，这致使设计冲突多还难于及时察觉，而 BIM 技术构建起基于三维模型的协同设计环境，各专业在同一个模型空间工作并能实时共享设计信息，在这种协同环境下电气设计师可直观知晓结构梁柱位置、管线布置等信息从而有效避开设计冲突。

在多专业协同设计里，BIM 模型承担着信息载体的角色以承载建筑全生命周期的设计决策，所以电气设计师能从模型里察看建筑空间布局、结构限制条件以及未来使用需求，进而制定出更合理的电气系统设计方案，并且由于 BIM 平台有权限管理和云存储功能，各专业设计师可按照既定工作流程协作，这样不但能确保数据安全，还能高效地交换与整合设计信息提升整个项目设计质量。

4.3 碰撞检测与问题解决

在建筑电气设计里，BIM 技术有个核心功能即自动化碰撞检测，这让问题识别和解决效率提高不少，2022 年建筑信息化水平调查显示，用 BIM 技术的建筑项目能平均提前发现 85.4% 的设计冲突从而避免施工时的返工和变更，电气系统和其他专业系统的碰撞主要有电缆桥架和空调风管交叉冲突、强弱电管线和给排水管道空间冲突、配电箱开关和建筑结构构件位置冲突这些情况，有了 BIM 模型的自动碰撞检测功能，设计阶段这些问题就能被系统标记且在三维可视化界面上直观展现出来。

BIM 平台提供的问题标记与协同解决机制极大地提升了跨专业沟通效率，当系统察觉电气设计和其他专业存

在冲突时会自动生产出问题清单并把清单分配给相关设计人员,然后各专业设计师在线协作平台上展开讨论并对方案进行优化,这一高效碰撞检测和问题解决机制既保障了建筑电气系统设计的准确性与施工可行性,又大大削减了现场施工阶段因设计变更而产生的返工情况。

4.4 施工图深化与优化

电气施工图的深化与优化水平被 BIM 技术显著提升,有了参数化建模和数据关联后,电气设计师能依据 BIM 模型直接生出平面图、系统图、大样图等施工图纸,按这种方式生成的施工图以信息模型为基础,这样就能保证图纸和模型一致而不会像传统设计靠人工绘制那样出现错误和不一致的情况。

在施工图优化上, BIM 技术凭借模拟分析功能助力设计师评估各类设计方案的性能与可行性,电气设计师能够借助 BIM 模型开展照明分析、负荷计算、短路分析等专业模拟以选出最优设计方案,并且 BIM 模型里的构件信息,例如设备规格、材料、安装要求等可以直接提取到施工图中从而减少信息转译环节可能产生的错误,项目实践显示,有 BIM 辅助的施工图优化使现场施工问题平均减少 27.5%,这为业主节省了不少工程变更成本^[5]。

5 结论

本研究对 BIM 技术于建筑电气设计协同管理中的应用价值与实施效果予以探讨,结果显示,在设计流程优化、多专业协同设计、碰撞检测与问题解决以及施工图深化与优化这四个方面,BIM 技术极大地提高建筑电气设计质

量和效率,给建筑行业带来明显的经济效益。

BIM 技术于电气设计协同管理虽潜力巨大,但全面推广时软硬件投入成本高、专业人才短缺、标准规范不完善等诸多挑战摆在眼前,以后的研究方向应聚焦 BIM 与人工智能、物联网等新兴技术的融合应用以探寻更智能的建筑电气设计协同管理模式,并且健全 BIM 应用标准与规范、加强专业人才培养对 BIM 技术在建筑电气设计里的深入应用相当关键,随着数字化转型不断推进,BIM 技术会成为建筑电气设计领域必不可少的核心工具,给建筑全生命周期管理提供强大的技术支持。

【参考文献】

- [1]张攀.基于 BIM 技术的建筑工程勘察设计信息集成与应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,11(1):85-87.
- [2]陈婷婷.基于 BIM 技术的建筑工程造价标准化协同管理技术探讨[J].建材发展导向,2025,12(2):83-85.
- [3]王晓.BIM 技术在大型住宅建筑设计工程施工进度管理中的应用研究[J].居舍,2025,11(4):181-184.
- [4]刘慧娟,宋长衡.基于 BIM 技术的绿色建筑节能设计优化研究[J].山西建筑,2025,11(2):27-30.
- [5]曹达胜.基于新兴信息技术的广播电视台站智慧运维管理系统设计思路研究 [J].广播与电视技术,2024,11(9):128-131.

作者简介: 鲍建宁 (1989.10—), 毕业院校: 南京工业大学, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前就职单位: 南京长江都市建筑设计股份有限公司, 职称级别: 工程师。