

# 基于 BIM 技术的建筑电气系统全生命周期设计优化研究

王光宇

河北能源工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**建筑电气系统设计的合理性对建筑的安全性以及可持续性有着直接的影响,在传统的建筑电气设计过程中,二维图纸作为核心载体,但是这种方式存在着运维效能不足、信息离散化等突出问题,未能满足现代建筑数字化转型的需求。建筑信息模型(BIM)技术通过构建的三维数字化信息集成平台,能够为建筑电气系统设计优化提供了全新技术路径。此文立足建筑电气系统全生命周期视角,摒弃案例堆砌,明确各阶段优化目标、核心内容与实施路径,结合图表量化优化逻辑与技术流程,为建筑电气系统全生命周期设计优化提供理论支撑与技术参考,推动建筑电气设计向精细化、协同化、全周期精益化方向发展。

**[关键词]**BIM; 建筑电气; 设计

DOI: 10.33142/ec.v9i1.18873

中图分类号: TU714

文献标识码: A

## Research on the Optimization of the Whole Life Cycle Design of Building Electrical Systems Based on BIM Technology

WANG Guangyu

Hebei Energy Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** The rationality of building electrical system design has a direct impact on the safety and sustainability of buildings. In the traditional process of building electrical design, two-dimensional drawings are used as the core carrier. However, this approach has prominent problems such as insufficient operation and maintenance efficiency and information discretization, which fail to meet the needs of modern building digital transformation. Building Information Modeling (BIM) technology provides a new technological path for optimizing the design of building electrical systems through the construction of a three-dimensional digital information integration platform. This article is based on the perspective of the entire life cycle of building electrical systems, abandoning the stacking of cases, clarifying the optimization goals, core content, and implementation paths of each stage, and combining quantitative optimization logic and technical processes with charts. It provides theoretical support and technical reference for the design optimization of the entire life cycle of building electrical systems, promoting the development of building electrical design towards refinement, collaboration, and lean throughout the entire life cycle.

**Keywords:** BIM; building electrical; design

### 引言

随着城镇化进程的深入推进,现代建筑的电气系统也呈现出复杂化、多元化的特征。电气系统的设计质量以及全生命周期的运行效能,已经成为衡量建筑工程综合性能的关键指标。建筑电气系统的全生命周期管理涵盖设计运维以及报废,各阶段存在着紧密的联系,任何一个环节出现设计缺陷,均会导致安全隐患的发生,引发能源损耗加剧,并未重视全生命周期的系统性协同规划,不仅会导致电气系统的运行稳定性下降,同时也提高了工程的建设周期以及成本。为了破解上述的困境,在本次研究中推进 BIM 技术在建筑全生命周期的深度集成应用,通过构建三维数字化信息模型,达成全生命周期价值最大化家的发展目标,推动建筑电气设计行业向数字化、精细化方向转型。

### 1 相关理论基础

#### 1.1 建筑电气系统全生命周期理论

建筑电气系统全生命周期涵盖 4 个核心阶段,各阶段

相互关联、相互制约,形成一个有机整体,其核心内涵与各阶段关键任务如表 1 所示。

表 1 建筑电气系统全生命周期各阶段核心内涵与关键任务

生命周期阶段	核心内涵	关键任务
设计阶段	全生命周期的核心起点,决定电气系统的整体架构、功能布局与运行效率,是后续各阶段的基础	负荷计算、系统选型、管线布局、防雷接地设计、智能控制方案设计等
施工阶段	将设计成果转化为实体工程的关键环节,直接影响电气系统的施工质量与运行稳定性	管线敷设、设备安装、接线调试、质量检测、安全管控等
运维阶段	全生命周期持续时间最长、成本占比最高的阶段,直接关系电气系统的使用寿命与运行效率	设备巡检、故障维修、定期保养、能耗监测、系统优化调整等
报废阶段	全生命周期的终点,聚焦环保与资源回收,实现绿色低碳闭环	设备拆除、管线清理、废旧物资回收、环境污染防控等

建筑电气系统全生命周期设计优化强调在设计阶段就充分考量后续施工和运维等阶段的需求,打破各阶段的信息壁垒,实现设计成果的全生命周期适配,最大限度降低工程全生命周期成本,提升电气系统的综合性能。

### 1.2 BIM 技术核心理论与特性

建筑信息模型 (BIM) 技术通过构建包含建筑工程全生命周期信息的三维模型,为全生命周期管理提供数据支撑,各特性的具体内涵与对建筑电气设计的支撑作用如表 2 所示:

表 2 BIM 技术核心特性及对建筑电气设计的支撑作用

BIM 核心特性	具体内涵	对建筑电气设计的支撑作用
可视化	将二维图纸转化为三维可视化模型,清晰呈现电气设备、管线的空间布局与关联关系,实现设计成果的直观展示	便于设计人员发现管线碰撞、布局不合理等问题,也便于各专业、各参与方沟通对接
参数化	模型中的每个构件都关联唯一的参数信息,参数之间存在联动关系,某一参数修改后,相关构件参数自动同步更新	实现电气负荷计算、设备选型、管线优化的精准化,减少设计变更与疏漏
协同化	构建统一的协同设计平台,支持电气、结构、暖通、给排水等多专业同步设计、信息共享、实时沟通	打破专业壁垒,解决传统设计中专业协同不足、管线碰撞等问题
全生命周期数据集成	模型可集成设计、施工、运维、报废各阶段的信息,实现数据的全周期传递与复用,形成闭环管理	为电气系统全生命周期优化提供数据支撑,实现设计、施工、运维的无缝衔接

### 1.3 BIM 技术与建筑电气系统全生命周期的融合逻辑

BIM 技术与建筑电气系统全生命周期的融合,核心是将 BIM 模型作为信息载体,实现电气系统全生命周期

各阶段的信息集成、协同联动与优化管控,其融合逻辑如图 1 所示。

## 2 传统建筑电气系统全生命周期设计痛点分析

### 2.1 设计阶段核心痛点

设计阶段是建筑电气系统全生命周期的核心起点,传统设计模式的痛点直接决定了后续各阶段的质量与效率,负荷计算精准度不足,设计人员多依赖经验公式进行负荷计算,导致负荷计算结果与实际运行需求偏差较大,负荷计算过程中,各区域修改某一参数后,需手动重新计算,效率低下且易出现疏漏。管线布局不合理,难以直观呈现管线的空间位置关系,设计人员往往只关注本专业管线布局,线布局缺乏对施工可行性、运维便利性的考量,部分管线布置在狭窄空间或不易检修的区域,为后续施工与运维带来不便。专业协同不足,缺乏实时有效的沟通机制,导致某一专业的设计变更完成后,电气专业未能及时调整相关设计,进而引发一系列设计冲突与返工问题,难以全面发现设计中的疏漏与不合理之处,审核效率低下。

### 2.2 施工阶段核心痛点

施工阶段主要是落实设计成果,然而传统设计模式的局限性的在此阶段集中凸显,因缺乏三维空间协同校验,从而导致在现场施工的过程中频繁出现线空间冲突等问题,设计方案更改率较高,延长工程的工期,并且传统的二维图纸难以对关键工序进行实时校验,尤其是对于埋设于建筑结构内的隐蔽工程,通常在系统的调试以及运行阶段会显露出施工的质量缺陷,对电气系统的安全稳定、运行造成严重影响。施工数据管理呈现出碎片化的特征,核心参数无法实现实时共享与应用,导致后期运维阶段故障诊断效率降低,为运维工作带来不便。

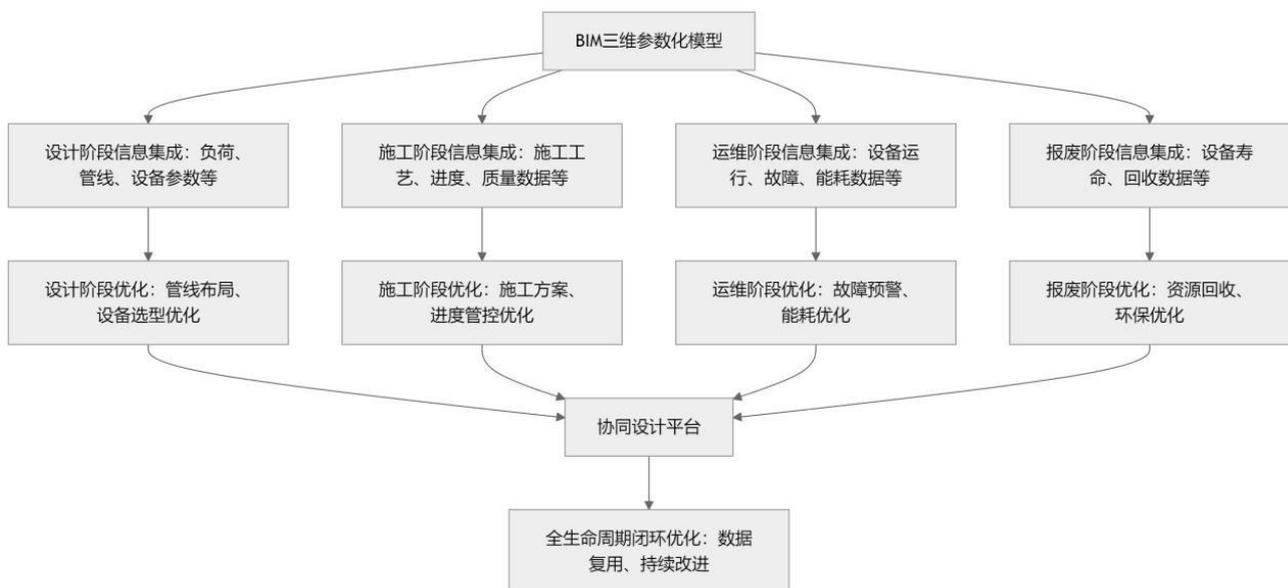


图 1 BIM 技术与建筑电气系统全生命周期融合逻辑图

### 2.3 运维阶段核心痛点

运维阶段是建筑电气系统全生命周期持续时间最长传统运维模式主要依赖人工操作，运维数据缺失与不对称，数据准确性与完整性难以保障，故障排查效率低下故障预警与排查困难，缺乏对设备运行状态的实时监测与故障预警，影响建筑的正常使用，电气管线与设备多隐藏在建筑结构内部还可能对建筑结构造成损坏。传统电气系统的能耗监测主要依靠人工统计，难以发现能耗浪费的关键环节，无法制定针对性的节能优化策略，导致电气系统能耗较高，据统计，传统运维模式下，建筑电气系统的年维护成本较优化后高出 15%~30%。

### 2.4 报废阶段核心痛点

传统建筑电气系统报废阶段缺乏系统性报废方案不合理导致报废拆除过程中，易对建筑结构造成损坏，环保管控不足，报废拆除过程中，易造成环境污染，不符合绿色低碳发展要求。

## 3 基于 BIM 技术的建筑电气系统全生命周期设计优化体系构建

### 3.1 优化体系总体框架

基于 BIM 技术的建筑电气系统全生命周期设计优化体系总体框架如图 3 所示，各层面相互支撑、协同作用，构成完整的优化体系。

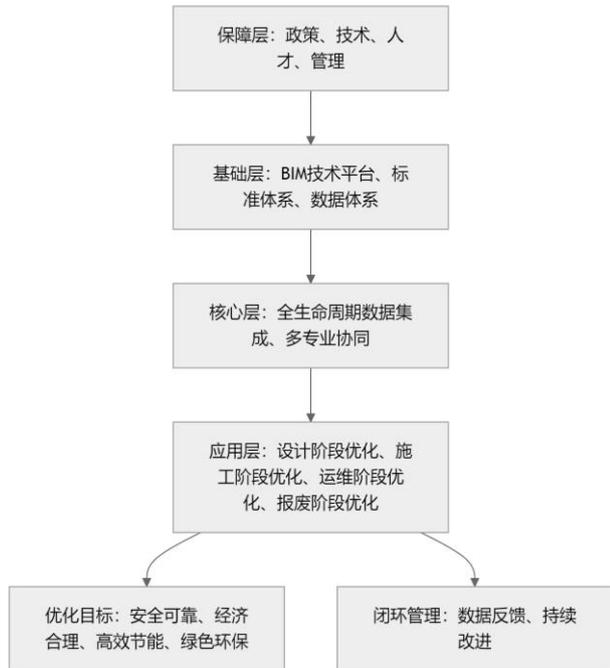


图 2 基于 BIM 技术的建筑电气系统全生命周期设计优化体系总体框架

基础层：为全生命周期优化提供技术、标准与数据支撑。核心层：构建统一的数据仓库，应用层：为全生命周期设计优化提供政策支持、技术支持、人才储备与管理规范。

### 3.2 各阶段设计优化实施方法

设计阶段是全生命周期优化的核心，依托 BIM 技术解决传统设计中负荷计算不准管线和布局不合理等痛点，负荷计算精准化和优化建立负荷计算与参数联动机制，计算出各回路、各配电箱的负荷值，避免传统人工计算的误差与疏漏对负荷计算结果进行验证与优化，确保负荷计算既满足实际运行需求实现节能降耗。施工阶段优化目标成本节约，具体优化内容与实施方法施工方案可视化优化，设计人员与施工人员能直观展示施工过程中的关键环节与注意事项，避免施工人员对设计意图的误读，提高施工人员的技术水平，减少施工失误和电气施工进度精准规划与实时管控。将施工进度分解到各工序建立进度与模型的联动关系，施工质量精细化管控，实现电气施工质量的全面检测与精准管控。各构件赋予对应的质量标准与检测参数，将施工质量检测数据录入模型，判断施工质量是否合格，对不合格项进行标注与跟踪整改，提高质量审核效率与准确性。施工数据集成化管理，实现电气施工数据的集成化、规范化管理，也为后续运维阶段提供准确的施工数据。运维阶段优化目标能耗管控粗放等痛点，确保运维数据的准确性与完整性。故障预警与精准排查优化，为运维人员提供精准的故障排查指导，提高故障排查效率，减少故障处理时间。运维策略精细化优化减少设备突发故障，提高巡检效率，减少巡检成本。能耗精细化管控优化，实现电气系统能耗的精准监测与优化。分析能耗变化规律，识别能耗浪费的关键环节实现能耗的精细化管控，降低电气系统能耗，符合绿色低碳的发展理念。据统计，依托 BIM 技术的运维优化，可使建筑电气系统的故障处理效率提升 40% 以上，能耗降低 15%~25% 实现电气系统报废的绿色化、规范化管理，确保报废拆除过程的安全性与可行性提高废旧物资回收效率。确保废旧物资得到高效回收与合理利用，实现绿色低碳闭环。

## 4 基于 BIM 技术的建筑电气系统全生命周期设计优化关键技术与保障措施

### 4.1 关键技术支撑

在建筑电气系统全生命周期的设计过程中通过借助 BIM 技术的数字化赋能，为电气设备、管线等构件赋予参数信息，形成可扩展的标准化构件库，实现构件的重复复用以提高设计效率与模型质量。通过搭建一体化的协同设计平台，并且在电气设备上配置传感器，实现故障预测、能效分析等智能运维应用，迅速识别并交流解决设计过程中出现的协同问题。利用大数据分析算法，对数据进行分类、整理与分析，识别优化过程中的关键问题与优化空间，对优化方案的效果进行模拟与评估，为优化方案的制定与调整提供科学依据。

### 4.2 保障措施

为保障基于 BIM 技术的建筑电气系统全生命周期设

计优化体系顺利实施、达成目标,需从政策、技术、人才、管理四方面构建保障举措完善政策规范,政府相关部门制定 BIM 技术在建筑电气设计、运维各阶段应用要求与标准,推动其规范化应用。设立专项补贴资金,鼓励企业研发与应用 BIM 技术,助力建筑电气设计行业数字化、精细化转型,将 BIM 技术应用纳入建筑工程质量评估体系,促使企业重视其应用与全生命周期设计优化。加强 BIM 软件研发升级,提升电气负荷计算、管线碰撞检测等功能适用性与便捷性。推动 BIM 软件与能耗模拟、物联网、大数据分析软件协同集成,打造一体化平台,实现数据无缝共享。优化评估标准,规范全生命周期设计优化流程。鼓励 BIM 技术与人工智能新兴技术融合,提升优化体系智能化水平高校增设 BIM 技术、建筑电气设计、全生命周期管理课程,培养复合型人才。企业定期组织设计、施工、运维人员开展 BIM 技术与全生命周期优化培训,提升业务能力。鼓励从业人员参与 BIM 技术应用与优化工作,吸引高素质人才,打造专业团队。企业明确各参与方、岗位职责分工,规范优化工作流程与标准,确保有序推进。加强设计、施工、运维各方沟通协作,明确权利义务,实现各阶段无缝衔接。定期评估全生命周期设计优化效果,分析不足,及时调整优化策略。建立 BIM 模型与全生命周期数据安全防护体系,防止数据泄露、丢失与篡改。

## 5 研究结论

本文聚焦 BIM 技术在建筑电气系统全生命周期设计优化中的应用,首先对传统设计模式中所存在的诸多不足之处进行了深入的探析,例如缺乏对全周期的统筹考量、信息相互割裂等,在此基础之上构建基于 BIM 的优化体系,通过与全生命周期融合,可以显著提高电气系统的综

合性能与质量,确保电气系统的安全、稳定运行。与此同时通过闭环管理实现精准设计、精细化运维与绿色报废。从政策、技术、人才、管理四方面构建保障措施, BIM 技术有效提升了设计精度、资源配置的合理性以及系统的能效。未来可开展全生命周期绿色低碳研究,助力“双碳”目标,完善 BIM 应用标准与体系推动其规范应用,为建筑电气系统的设计、施工和管理带来更为广阔的应用前景。

## [参考文献]

- [1]刘贯荣.装配式建筑电气工程的施工与安装[J].工程抗震与加固改造,2024,46(5):199.
  - [2]魏乃永,江蓉,任红,等.建筑电气节能技术与方案若干问题的探讨[J].电气应用,2012,31(2):12-15.
  - [3]李春祥,王闯,王超.BIM 技术在装配式工程电气系统中的应用[J].水运工程,2021(10):358-362.
  - [4]张建平,李丁,林佳瑞,等.BIM 在工程施工中的应用[J].施工技术,2012,41(16):10-17.
  - [5]张蕾.BIM 技术在建筑电气设计中的应用探究[J].工程建设与设计,2021(6):102-104.
  - [6]胡振中,冷烁,袁爽.基于 BIM 和数据驱动的智能运维管理方法[J].清华大学学报(自然科学版),2022,62(2):199-207.
  - [7]任文诗,高红均,刘友波,等.智能建筑群电能日前优化共享[J].电网技术,2019,43(7):2568-2577.
  - [8]索晓冉,李伟杰,左丽娜.计算机网络技术在建筑智能化发展中的应用[J].建筑科学,2024,40(3):187.
  - [9]滕志军,张力,宋锐,等.基于无线传感器网络的智能用电在线监控系统[J].电子器件,2017,40(6):1567-1570.
- 作者简介:王光宇(1993.12—),毕业院校:河北建筑工程学院,所学专业:建筑电气与智能化,当前就职单位:河北能源工程设计有限公司,职务:主设,职称级别:中级。