

基于 BIM 技术的电力工程全生命周期管理优化研究

章斌

浙江省电力建设有限公司, 浙江 宁波 315000

DOI:10.61369/ASDS.2025040020

摘要： 随着 BIM 技术在电力工程建设中的广泛应用，对电力工程全生命周期管理提出了更高的要求。BIM 技术以其强大的数据集成、可视化及协同能力，为电力工程提供了新的全生命周期管理方案。本文旨在探讨 BIM 技术在电力工程全生命周期管理中的应用，分析其在项目规划、设计、施工、运营及维护等各个阶段的优化作用。系统集成 BIM 技术可以有效地提高项目管理的透明度、协同效率和辅助决策能力，从而实现资源优化配置，降低成本，提升工程质量与安全水平。BIM 技术的引入为电力工程的全生命周期管理提供了新的思路和解决方案，具有广阔的应用前景和深远的影响。

关键词： BIM 技术；电力工程；全生命周期管理；项目优化；资源配置

Research on Optimization of Full Life Cycle Management of Power Engineering Based on BIM Technology

Zhang Bin

Zhejiang Electric Power Construction Co., LTD, Ningbo, Zhejiang 315000

Abstract： With the wide application of BIM technology in power engineering construction, higher requirements have been put forward for the full life cycle management of power engineering. BIM technology, with its powerful capabilities of data integration, visualization and collaboration, provides a new full life cycle management solution for power engineering. This paper aims to explore the application of BIM technology in the full life cycle management of power engineering and analyze its optimization role in various stages such as project planning, design, construction, operation and maintenance. System integration BIM technology can effectively enhance the transparency, collaborative efficiency and auxiliary decision-making ability of project management, thereby achieving optimal resource allocation, cost reduction, and improving the quality and safety level of the project. The introduction of BIM technology provides new ideas and solutions for the full life cycle management of power engineering, and has broad application prospects and profound influence.

Keywords： BIM Technology; electric power engineering; full life cycle management; project optimization; resource allocation

随着电力行业的迅速发展，电力系统日趋复杂，对电力工程的施工、运行、维护提出了更高的要求。如何在全生命周期内实现各个阶段的有效衔接和优化，是提高电力工程整体效益的关键。近年来，随着建筑信息模型技术的逐渐成熟与应用，为电力工程项目管理带来了新的契机。BIM 技术以其强大的数据集成、可视化、协同能力，为电力工程全生命周期管理提供了一种全新的思路。基于 BIM 的电力工程全生命周期管理优化研究，是电力行业亟待解决的重要课题。

一、BIM 技术概述

建筑信息模型（BIM，Building Information Modeling）作为一种以数字手段整合建设项目各阶段信息的创新方法，在建筑业的各个阶段得到了广泛应用。自 20 世纪 70 年代 Eastman 首次提出 BIM 技术以来，BIM 技术在建筑工程领域得到了越来越广泛的应用，并已成为建筑工程生命周期管理的核心工具^[1]。BIM 技

术不只是一个几何模型，它还包含了多个维度的信息，如功能需求、时间进度、成本控制、运营维护等。该方法的实质就是通过建立虚拟数字模型，将项目各要素的物理特性与功能特性整合到一个共享平台上，从而实现项目各方的协同工作。

BIM 技术最大的优点就是可以为建设项目各个阶段的信息共享和协同管理提供一个综合性的信息平台。该平台使各参与方能够在一个统一的信息环境中完成设计、建设、运行和维护，从而

避免出现“信息孤岛”的现象。随着科技的进步，BIM 已从传统的建筑业，逐渐延伸到电力、基础设施等行业，为项目管理的优化和创新提供了有力的技术支撑。因此，以 BIM 技术为核心的电力工程设计、施工和运营管理正发生着深刻的变革。

二、BIM 技术在电力工程各阶段的应用

（一）决策阶段

在电力工程项目决策阶段引入 BIM 技术，可以为项目前期提供更准确的数据支撑。通过建立电力工程三维数字模型，使相关决策者能够在虚拟环境中对项目进行全面的了解。BIM 技术是一种能够在项目前期快速识别潜在风险和障碍的有效方法。BIM 技术可以有效地预测项目进度、成本和资源变化趋势，为决策者提供科学依据，对工程计划进行优化。BIM 技术的应用，降低了决策过程中的信息孤岛，保证了项目团队间的信息共享和协作，提高了决策的质量与效率。

（二）设计阶段

BIM 技术应用于设计阶段，主要是通过构建三维数字模型，实现设计信息的全面集成。通过 BIM 平台，工程师可以将各种设计需求转化成三维模型，既提高了设计可视化的程度，又保证了设计方案在实施之前经过充分地检验和优化^[2]。在设计阶段，利用 BIM 技术可以对设计方案的可行性、成本控制、资源需求等进行实时评估，并避免可能出现的冲突和错误。设计者可以在设计阶段对施工过程、运行效果和系统功能进行模拟，提前识别和解决可能出现的问题。BIM 技术在工程设计中的应用，可以有效地降低设计阶段的返工与修改，保证项目实施方案的准确性和经济性，为以后的建设、招标等工作打下坚实的基础。

（三）招投标阶段

BIM 技术在电力工程招投标中的应用，极大地提高了招投标工作的透明度和效率。在 BIM 平台上，招标方能够提供详细的工程模型及相关数据，从而为潜在投标方提供准确的报价和资源分配预测。BIM 可视化的特点使投标者对项目规模、建设难度、资源需求等有了直观的认识，避免了由于数据错误和信息不对称所带来的成本偏差或工期延误。BIM 模型在招投标过程中的应用，可以帮助评标专家更准确的比较各种投标方案的优劣，保证招标过程的公平和公正。同时，BIM 技术还可以通过对历史数据和现有数据的对比分析，帮助各方做出科学的决策，提高招投标的准确性，降低工程成本的不确定性。

（四）施工阶段

BIM 技术在施工阶段的应用，可以实现对施工过程的实时监测和数据分析，对施工管理进行优化。借助三维数字化转型，施工队伍可以准确掌握每个施工任务的进度，并与设计方案相对照，保证施工过程的精准执行。BIM 技术可以为施工单位提供工程量清单、工程进度、材料需求和人员安排等详细信息，使施工队伍能够更好地安排施工任务。通过将施工现场的数据与 BIM 模型进行关联，施工管理人员能够实时掌握施工进度和质量情况，及时发现和解决施工过程中出现的问题，防止工程成本出现偏差。BIM 技术还可以

对施工过程中可能出现的风险进行预测，提前采取预防措施，降低工程造价和工期延误，提高项目的总体效率和质量。

（五）竣工阶段

竣工阶段是电力工程项目生命周期的最后环节，BIM 技术的应用可以极大地提高工程竣工验收与结算的准确性。通过 BIM 模型，建设单位可直观地看到整个建设过程及最后的成果，保证各项施工标准及技术规范的执行。在竣工验收阶段，BIM 技术不仅能提供详尽的工程量数据，而且有助于评审人员全面评价项目质量。同时，BIM 技术还可以使工程结算更加精确，保证成本管理数据的准确完整。通过对各项施工流程的精确数据提取与分析，BIM 技术可以细化竣工阶段成本计算，有助于项目团队发现、总结项目中可能存在的浪费与管理漏洞，为后续项目提供有价值的经验和数据支撑。

（六）运行维护阶段

在电力工程运行维护阶段，BIM 技术为项目后期运营管理提供了强有力的数据支撑与管理手段。BIM 技术是一种将维护数据、设备信息集成到数字化转型中的技术，可以在设备发生故障后快速定位故障，从而实现设备维修和更换的目的。同时，基于 BIM 的数字平台还可以对设备进行健康监控和维护预警，提前预知设备可能发生的故障及维护需求，从而避免因设备故障造成的停机或安全事故。借助 BIM 技术，运维人员可以直观地了解设备的运行状况、维护历史和相关参数，从而提高运维管理的效率。同时，BIM 技术还可以将运行过程数据与工程设计、施工数据相比较，对后期设备管理和维护决策进行优化，提升电力工程生命周期管理效益和经济效益。

三、传统的电力工程项目管理模式的缺陷分析

（一）进度管理粗放

在传统的电力工程项目管理模式，施工进度管理多采用线性或者简单的分段方式进行，缺乏精细的衔接和协调。这样的管理模式往往会造成项目实施过程中的进度安排不够精准，特别是当多个环节并行推进的情况下，往往会造成项目的延误和资源的浪费。如图 1 为电网企业现行的工程建设管理组织模式图，因为各个部门都有明确的职责划分，所以进度管理大部分都是由各个部门独立完成的，缺少一个统一的调度和信息共享机制，所以信息流通相对滞后，很难实时掌握和调整进度^[3]。此外，传统的项目进度控制主要依靠经验判断与人工监测，缺乏有效的数据支撑与智能手段，难以对突发事件进行快速响应，增加了项目延期风险。

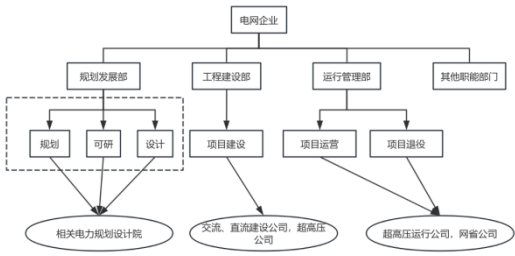


图1 电网企业现行的工程建设管理组织模式图

（二）质量追溯困难

传统管理方式下，质量控制工作分散于各个管理阶段、不同部门，造成了信息传递上的滞后与不连贯。电力工程质量管理在设计、采购、施工和运行各阶段的责任划分不清，不同部门之间的质量意识标准也不一样。质量问题一旦产生，往往难以溯源，使得工程管理人员只能依靠表面检验和验收结果来应对，难以对过程进行有效地控制与预防。传统的质量管理模式缺少有效的质量信息记录体系，在出现问题时很难追溯过去的工作数据，增加了错误更正的成本。此外，质量管理的结果往往是局部的，难以系统性地覆盖整个项目生命周期，难以形成闭环管理。

（三）人员协同效率低

传统的电力工程项目管理模式存在着部门壁垒，各管理部门之间虽然分工明确，但是很难实现跨部门协同工作，特别是在信息交换、资源调度等方面。由于各部门侧重于自己的工作内容和短期目标，缺乏系统的认识和协调，导致信息滞后或错误。项目组成员间缺乏有效的沟通机制，导致决策效率不高，工作重复与冲突现象时有发生。此外，各阶段的人员调度与资源配置都有很大难度，尤其在突发事件中，当跨部门协作需求强烈时，往往会出现信息不对称、管理层级过多等问题，导致项目整体执行效率下降。

（四）电力工程全生命周期的绿色管理不足

传统的电力工程管理模式没有将环境保护和可持续发展的理念贯穿于整个项目生命周期的每一个阶段。传统绿色管理模式仅限于施工阶段的环保措施，缺少从规划到设计、建设、运营、退役等全过程的绿色管理。由于各阶段管理功能相对独立，缺乏协同效应，使得环境保护措施不能有效地融入项目实施全过程。尤其是在资产退役、设备更新等后阶段，电力工程绿色管理意识薄弱，资源循环利用、废物处理与能耗问题没有引起足够的关注。另外，传统电力工程项目缺乏全生命周期绿色评估机制，无法对工程全生命周期环境影响进行有效监测与控制。

四、基于 BIM 技术的电力工程全生命周期管理优化策略

（一）构建一体化信息共享平台

构建一体化信息共享平台是实现电力工程全生命周期管理优化的核心要素之一。通过 BIM 技术，各参与方可在一个统一的信息环境下协同工作，保证数据的一致性与实时性。该平台可实现对多源数据（如设计图、施工进度、材料规格、造价估算等）的有效整合，同时支持多种格式文档的输入和输出，为工程建设的各个阶段提供全方位的信息支持。

在规划和设计阶段，设计师能够利用 BIM 模型中的三维可视化功能，更直观地呈现设计方案，促进各学科团队间的交流与沟通。同时，该平台还可以对设计变更进行实时更新，保证各利益

相关者能够及时了解到项目的最新情况，降低由于信息不对称而引起的错误决策。另外，对于大型复杂的工程项目，平台还可以设定权限控制，保证敏感数据的安全，只允许被授权的用户访问特定的信息。

（二）完善全过程质量追溯体系

完善全过程质量追溯系统的目的就是要保证电力工程项目从设计到交付，再到后期运营的各个阶段都能达到预期的质量标准。以 BIM 技术为基础构建的质量追溯系统，覆盖工程全过程，从规划构思到最终拆除处置，每一步都有详细记载，并与相关责任主体相关联。

在施工阶段，以 BIM 为基础的质量可追溯系统要求施工单位严格遵循设计图纸和规范进行施工，每一道工序都要进行严格的自检、互检和专检。验收合格后，有关资料将及时上传至 BIM 平台，包括验货日期、验货结果、验货签字等。对于发现的问题，本平台设置了问题追踪模块，能够清楚地指出问题所在的位置、性质和解决方法，直到问题完全解决为止。同时，该平台还支持对质量问题进行统计分析，帮助管理人员识别常见的问题类型和产生原因，并采取针对性的改善措施，使工程总体质量得到根本性的提高。在运维阶段，基于 BIM 技术的质量追溯系统可以对每一次维护的时间、维护内容、使用的材料、工具等进行详细地维护记录，从而制定出科学且合理的维护方案。

（三）搭建基于 BIM 的云协同平台

为满足现代电力工程项目高效协同工作的需要，构建基于 BIM 的云协作平台。云平台突破传统工作模式的地域限制，使分散于不同地域的项目参与方可以实现 BIM 模型的实时共享与编辑，提高信息交流与决策速度。云平台采用分布式存储结构，保证数据安全可靠，支持多种终端设备访问，用户可在办公计算机、平板电脑或智能手机上对 BIM 模型及其文档进行实时浏览与操作。

施工期间，施工单位可通过手机上传施工现场照片和视频，对施工进度进行实时反馈。通过该平台，监理人员可直接对施工质量进行检查，并对存在问题的区域进行标注，提出整改意见。这一系列的操作过程中都会留下电子证据，从而形成一份完整的质量监管文件，为后续的审计、问责等工作提供了可靠的基础。此外，云平台还具有预警功能，当某项指标超过预定值时，系统会自动报警，提醒相关人员采取相应措施，避免小问题演变成大事件。

（四）融入能源分析功能模块

电力工程的一个重要特性是对能源的有效利用和管理。在 BIM 平台上引入能源分析功能模块，可为电力系统能效评价与优化提供更深层次的建议。能源分析模块首先要综合分析电力系统的总体结构。其中包括对关键部件如电源接入点、输电线路、变压器、配电柜等进行了详细的建模。对各部件进行仿真计算，可预测电网各种运行状态下的能量流向。如夏季高温天气，空调负

荷大幅增加，此时能量分析模型可模拟电网负荷最大值及存在的瓶颈，提前进行扩容准备。在冬季取暖的季节，热电联产系统在冬季供暖时的性能也是人们关注的焦点，该模块能够帮助用户确定最佳的发电与供热比例，保证能源供应的经济性与可靠性。

能源分析模块除进行静态能耗分析外，还具有动态响应功能。该系统能够实时监控电力设施的运行状况，并根据实际用电情况和电价波动情况对负荷分配策略进行调整。例如，在电价高峰时段，模块可建议启动备用电源或启动储能系统，以减少电费支出；在低谷时，可将部分非关键用电设备进行充电或预热，以实现低成本电能的有效利用。另外，能源分析模块还能与气象数据相结合，对未来数日内的用能趋势进行预测，以便于企业提前

规划生产，避免不必要的能源浪费。

五、结论

本文通过对 BIM 技术在电力工程全生命周期管理中的应用进行系统研究，发现 BIM 技术能够有效优化电力项目的规划、设计、施工及运维各阶段的管理。未来，随着技术水平的不断提高，行业标准的不断完善，BIM 技术将成为电力工程全生命周期管理的重要组成部分，为电力行业的智能化和绿色化发展提供强有力的支持。

参考文献

-
- [1] 徐小峰. BIM 技术应用于电力工程全生命周期造价管理中的对策探讨 [J]. 科技创新导报, 2020, 17(06): 147-148.
 - [2] 邱波, 石隆吉. BIM 技术应用于电力工程全生命周期造价管理中的研究 [J]. 江西电力职业技术学院学报, 2022, 35(10): 15-17.
 - [3] 李鸿, 思文东. 电力工程全生命周期成本最优管理研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (22): 70-72.