

# 基于 BIM+AR 技术的智慧变电运行辅助巡检系统优化方法研究

罗勇

(国网四川省电力公司宜宾供电公司 四川宜宾 644000)

**摘要:** 随着电力需求的持续化增长, 电力变电站作为能源供应的核心节点, 其内部设备的安全、稳定运行对整个电力系统至关重要, 变电巡检是维护电力设备安全运行的重要环节。然而, 传统的变电运行巡检方式存在效率低下、信息获取不及时等问题, 迫切需要提出创新型解决方案。提升运行巡检效能。基于此, 文章以 Building Information Modeling (BIM) 和 Augmented Reality (AR) 技术为基础, 提出一种智慧变电运行辅助巡检系统优化方法, 旨在提高电力变电站运行巡检的效率、精度和安全性。

**关键词:** BIM 技术; AR 技术; 智慧变电站; 辅助巡检系统; 优化方法

## 引言

随着“智慧电网”建设持续开展, 变电运维实现“运检一体化”成为重要发展方向。在现代化技术支持下, 现场设备维修维护难度持续增大, 对相关人员的能力、素质要求也不断提高, 但从实际来看, 由于技术发展迅速, 越来越多先进系统、先进设备进入变电领域, 存在部分工作人员能力难以达到相关要求, 这导致当前变电运维工作效率低下问题存在。针对这一现象, 实现变电运维“一体化、集成化”成为重点任务, 先进的“BIM+AR”在设备管理运行维护方面可以作为智能辅助运行人员远程沟通诊断的支撑技术, 在日益深入的研究支持下, 可以为“变电设备达成运检一体化目标”提供更多支持。当前, BIM+AR 技术在设备模型构建、设备形态连接、数据库管理等方面发挥不可忽略的作用。基于此, 文章以上述两项技术为核心, 提出一种智能变电运行辅助巡检系统优化方法有实际意义。

### 1 BIM+AR 技术模式和传统方式应用情况分析

传统的变电设备运行过程中, 一般采用人工方式进行维护。在此过程中, 难以实现一体化协调管理, 且灵活性和智能性水平相对较低。同时, 传统方式背景下, 变电运行维护会应用 PSM 系统, 借助该系统辅助完成数据记录和巡视过程信息记录时, 需要人工介入协助完成本流程记录和备档。因此, 其数据记录效率与人员能力、素质存在直接联系<sup>[1]</sup>。

现阶段, 随着研究深入, AR 技术和 BIM 技术得到深层次应用, 在多领域发挥重要作用。目前关于 AR 技术和 BIM 技术融合应用的研究持续开展, 尤其在变电设备运行维护方面得到重点关注。两种技术融合应用可以实现变电设备运行维护信息交融互补, 为变电设备安全、稳定运行提供保障。且依托该技术, 可以去除人工操作部分, 实现智能化管理, 提升各环节效率<sup>[2]</sup>。具体来看, 传统的变电设备运行管理和基于 BIM+AR 技术的协同管

理方式差异如下表 1 所示。

表 1 传统运行管理模式和“BIM+AR”协同管理模式差异总结表

对比项	传统方法	BIM+AR 方法
设计功能	人工方式涉及其中, 需要巡视作业卡提供助力, 后期需要专业人员将相关数据关联进入 PMS 系统之中, 保证系统记录完整	依据虚拟现实技术, 搭建智能化平台, 发挥数据信息模型优势, 实现集成化管理, 更为全面展示相关信息
关联性	混合协作方式为主, 在与 PSM 系统关联管理时, 需要人工提供助力, 无形中增大人员工作量	实现双向互通, 可以借助软件功能实现一键生成, 且灵活性更强, 可以在任意阶段实现关联
协调方式	需要在人工辅助下将工作票等进行汇总, 由班组负责人审核完成后发现其中错误, 并组织会议形成修改方案, 流程时间较长, 效率低下, 且无法覆盖检修班组和厂方, 会导致相关记录信息不完整	智能协同设计可以发挥模型优势, 高效将相关信息上传到云端, 然后实现智能化分享, 此时相关人员均可以自行查看相关信息, 并在其中标注意见, 可以大幅度提升效率
模型特征	二维图纸为主, 缺乏信息存储功能	三维数据信息模型, 信息更为全面

结合上表 1 所示内容, 对当前变电站设备运行管理有更为深入的认知, 对变电站运行维护过程疑难点和重点形成系统认识。对比来看, BIM+AR 技术应用, 使得变电运检一体化成为现实, BIM 模型智能修改和优化具有可能。且依托 AR 技术, 可以更为直观模拟场景。同时, 在设备运行参数和全寿命周期管理过程中, BIM 模

型信息提取需求量增大，此时无须运维人员人工辅助便可以实现各项记录管理，可以有效避免信息登记缺失现象出现。但需要注意，文章提出的 BIM+AR 技术应用，并非在统一平台实现的，而是基于实际需求，依据不同场景针对性确定应用范围，如此才能保证充分发挥技术优势。

### 2 变电设备维护优化思路分析

文章以某地区变电站智慧化改造项目为研究对象，结合该智慧改造项目设计思路，探究变电设备维护工作要点和现代化巡检、智能化管理对变电运维人员的能力要求。该项目借助 BIM+AR 技术促进智能变电运行辅助巡检系统优化，其中发挥 BIM 技术实现空间管理，发挥 AR 技术对现场各场景进行直观模拟，从而显著提升信息交互效率、促使协调管理施行，从多方位、多角度提升变电设备运维管理效果<sup>[3]</sup>。

#### 2.1 构建原则

为了更为高效、全面发挥 BIM+AR 技术优势，评估技术应用后的实际使用质量，在此围绕变电运行规范化要求展架分析，总结变电设备维护构建原则。

第一，需要结合变电站现场内部设备分布情况进行思考。变电站内设备结构复杂、集中度较高，且运维人员巡视过程中，侧重对设备外观进行管控。这很容易埋下安全隐患。而利用 BIM+AR 技术后，借助平台可以实现全周期巡视，并依据巡视作业卡相关要求实时完成巡视，可以提升巡检规范性；第二，倒闸操作和事故处理过程会对巡视人员操作时长产生影响，也会对供电需求满足程度产生干扰，但充分发挥 BIM+AR 技术优势，可以强化与专业人士的联系，构建安全、可靠的通信渠道，避免受到干扰出现通信中断问题而影响效率；第三，系统集成化管理成为主要目标。借助管理模块，可以对巡检作业任务进行智能化管理和追踪管理，并将数据经智能化整理，归入安全记录模块中，从而为相关人员提供基础信息<sup>[4]</sup>。

#### 2.2 基于 BIM+AR 技术的智慧变电运行辅助巡检系统优化方法概述

智慧变电运行辅助巡检系统为电力变电站的运行与维护提供了高效的解决方案。基于建筑信息模型（BIM）和增强现实（AR）技术提出一种针对智慧变电运行辅助巡检系统优化方法，可以多方面提升用户体验。具体来看，第一，通过细化建筑信息模型，可以更为全面保证获取的信息数据准确性和完整性，从而全方面反映变电站的真实状态。借助“BIM+AR”技术可以整合传感器数据，实现实时监测和预警，可以支持建立更为完善的数据库系统，实现大规模数据信息存储和检索，保证变

电运行辅助巡检系统稳定运行，并提升其响应速度。第二，借助“BIM+AR”技术，可以更为完善分析历史数据，以及提升异常监测的准确度，尤其是 AR 技术的应用，使系统可以更为精准地叠加虚拟信息于实际场景中，提供更直观、实用的巡检辅助工具。第三，借助“BIM+AR”技术对其进行优化后，用户界面也得到调整，将 BIM 模型、AR 提示等增添到服务界面，此时操作人员可以便捷浏览 BIM 模型、查看实时数据和接受 AR 提示。第四，技术的应用，可以在一定程度上增加网络安全性，确保数据传输和储存安全。

综上所述，基于 BIM+AR 技术的智慧变电运行辅助巡检系统的优化方法从数据管理、用户体验提升、安全性等多方面进行思考。通过系统化分析需求，可以为智慧变电运行辅助巡检系统效用发挥提供更多支持。

#### 2.3 优化思路

结合上文阐述分析，提出如下优化思路：将 BIM 技术和 AR 技术融合，与 PSM 系统联系在一起，实现数据记录智能化匹配，形成集成化管理平台。一方面，发挥 BIM 建模技术优势，全方位、直观化呈现具体情况，确保变电设备相关信息数据在全周期管理中实现融合、连贯和协调管理；另一方面，发挥平台集成化管理特点，将变电站巡检，细化为巡视、精益化管控等 7 个模块功能进行整合。最终形成如下图 1 所示的优化布局方案<sup>[5]</sup>。

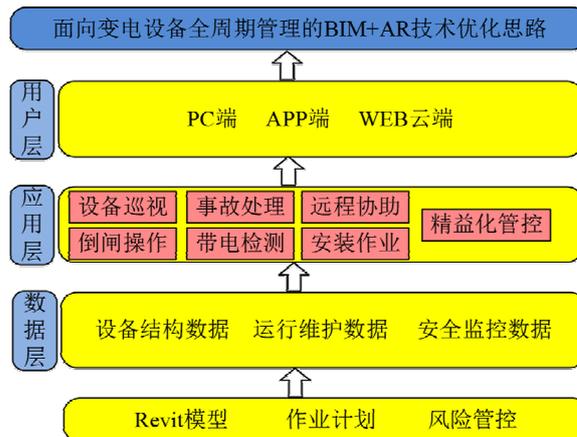


图 1 变电设备维护优化思路方案图示

结合图 1 来看，文章提出的优化方案相较传统的人工辅助巡检方案来看，BIM+AR 技术的科学应用，使得运维项目层次化、直观化和具体化，满足不同作业项目综合应用和管理需求。离线作业模式下，BIM 模型离线数据和在线数据同步，保证数据访问效率，便于相关人员查看相关数据。而 AR 技术的应用确保场景直观化模拟，便于不同作业人员实现协同作业，提升协调效率。另外，该平台具备数据兼容性，可以接收来源不同的变电站相关信息，并与 PSM 系统记录信息同步，避免出现

数据遗失问题<sup>[6]</sup>。

### 3 应用实践分析

结合上文的分析,以提出的变电站辅助巡检系统优化思路为基础,选择研究项目辖区内的 220kV A 变电站和 220kV B 变电站作为研究对象,通过对上述两个变电站设备运行维护、巡检过程进行对比分析,以结果验证提出优化方法的可行性<sup>[7]</sup>。

研究的 2 座变电站均位于市区中心,负责城市中心区域电力供应,为了保证电力供应,变电站运行巡检工作是重点任务。现阶段,两座变电站均采取“无人值守+集中监控”方式保证安全运行。为了保证设备安全性、可靠性,以及变电站有序运行,需要对运行状态和环境等进行检测。基于文章提出的优化方法内容,重点在于检验 AR 技术能否充分发挥效用,确保在所有环境中均具备稳定性。

在应用实践过程中,需要对数据整合、数据监测全面性和准确性、BIM 模型准确性、AR 引导和交互体验、巡检效率和系统安全性几方面进行检验。经过系统分析,最终效果如下:

第一,经过科学检验,借助 AR+BIM 技术构建的 3D 模型可以完整呈现现场具体情况,反映实物相关信息,且从系统平台界面可以清晰了解操作流程,明确注意事项。且系统可以更为全面、科学获取数据,用户在检索过程中,效率得到提升,且操作更为便捷。

第二,设备通过对国网实物 ID 编码进行扫描,可以迅速了解该设备的参数信息,并得到该设备以往运行记录、检修记录等,可以有效提升设备寿命周期管理水平。同时,经过系统分析,发现系统数据存储安全性得到进一步保障。

与此同时,结合上文阐述的实际测试效果,在此从操作步骤时长角度进行检验,与传统方式作为对照组,以变电运行维护中常见的带电检测、事故处理、倒闸操作和设备巡视四大内容作为对比项,比较采用两种方式所用时长,最终结果如下图 2 所示。

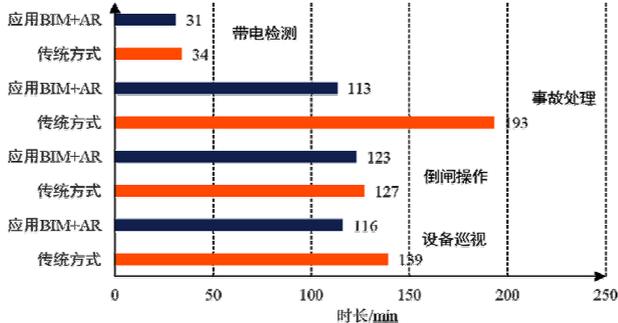


图 2 变电运维应用 BIM+AR 技术与传统模式在时长方

面的差异图示

结合图 2 来看,应用 BIM+AR 技术对智慧变电运行辅助巡检系统进行优化后,工作人员效率得到提升,以带电检测时长为例,应用 BIM+AR 技术,需要 31min 可以完成整体工序,但是利用传统方式则需要 34min,从中可知,有效提升系统运行效率。同时, BIM+AR 技术的合理应用,有效提升事故处理时长,原本需要 193min 才可以完成的操作,现在仅需要 113min 就可以完成,较之

前提升约  $\frac{1}{3}$ ,但对于线路倒闸操作时长优化并不明显,仅仅在几分钟内,究其原因分析,这与线路倒闸操作流程有关,且该步骤中工作监护唱票制度需要所有变电运维人员熟练掌握,因此无法完全依赖设备进行辅助,这也使得其优化效果不明显。

### 结语

综上所述,本文结合智慧电力发展需求,以建筑信息模型 (BIM) 和增强现实 (AR) 技术为基础,提出一种优化智慧变电运行辅助巡检系统的方法,发挥技术优势,确保运行维护和集中监控目标得以实现。为了达成这一目标,对数据通信进行优化,确保变电运维工作的重点步骤,如精细化管控、事故处理、倒闸处理等实现协同管理。并通过实际检测,验证提出方法的可行性,最终发现,该方法较传统方式而言,可以显著提升变电运行效率,并保证准确度。

### 参考文献:

- [1]熊玲,熊信恒.智能变电站辅控系统在电网巡检中的应用[J].无线互联科技,2023,20(16):28-30.
- [2]侯进,王鹏展,石玉龙,等.变电站智能辅助巡检系统设计与实现[J].电脑编程技巧与维护,2022,29(12):113-115+126.
- [3]张永涛,田晓梦.变电站智能机器人巡检路径辅助系统[J].农村电工,2022,30(5):34.
- [4]宋涛.变电站智能辅助系统的研究[J].科技与创新,2022,10(8):46-48.
- [5]许飞,唐曙光,刘文涛等.变电站远程智能巡检系统研究与应用[J].自动化仪表,2022,43(4):81-85.
- [6]胡金,韩东,刘静等.多元信息集成巡检系统在电网设备故障处理时的辅助应用[J].内蒙古电力技术,2019,37(3):64-66.
- [7]储卓,李子乾,朱青.基于自动化巡检的智能辅助决策系统[J].电力信息与通信技术,2019,17(1):122-126.

作者简介:罗勇(1970.4-)男,汉族,四川宜宾人,本科,高级技师,研究方向:变压器