

江垭水电站智能移动巡检系统的实践分析

李卫星

湖南澧水流域水利水电开发有限责任公司 湖南 张家界 427221

摘要：为了深入研究智能移动巡检系统的实际运用效果，通过梳理江垭水电站智能移动巡检系统架构，阐述系统的巡检路线、巡检标准等内容，并结合智能移动巡检APP的实践应用进行分析。研究结果表明，江垭水电站智能移动巡检系统的应用显著提升了巡检工作的效率与准确性，并促进水电站运维管理的精细化与规范化。

关键词：江垭水电站；智能移动巡检系统；实践

前言

随着科技的快速发展，智能化、自动化技术在各行各业得到广泛应用。电力行业作为国民经济的基础性产业，其智能化转型尤为关键。水电站作为电力生产的重要组成部分，其运行效率和安全性与电力供应的稳定性有着直接关系。智能移动巡检系统的引入，对水电站进行高效、精准的巡检，是水电站生产安全的重要保障。本文

以江垭水电站为例，对其智能移动巡检系统的实践进行详细分析，以推动水电站向智能化、自动化方向迈进。

1 江垭水电站智能移动巡检系统架构

如图1所示，为江垭水电站智能移动巡检系统架构图。该系统涵盖业务层、数据层、平台层，主要包括巡检、移动巡检APP等功能。

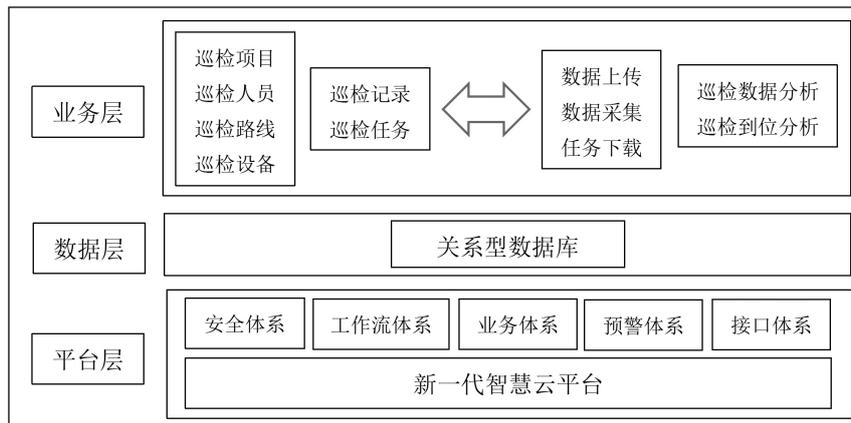


图1 江垭水电站智能移动巡检系统架构图

2 江垭水电站智能移动巡检系统的实践

2.1 巡检路线与标准

在江垭水电站智能移动巡检系统的巡检线路规划上，不仅考虑巡检设施的实际位置与分布情况，还充分融入了环境因素、安全风险及工作效率等多维度考量，确保巡检工作能够有条不紊地进行^[1]。在每一条线路的规划中，都经过精心计算与模拟测试，最大程度利用巡检资源，减少重复劳动，同时确保巡检的全面性和无遗漏^[2]。同时，针对每条线路设定了清晰的标识与指引，便于巡检人员快速定位与高效执行。

为了进一步提升巡检工作的质量与效率，制定全面而细致的巡检作业标准，涵盖巡检设备的选型与配置、巡检部位的明确界定、巡检项目的详细列举、巡检周期

的合理设定、巡检方法的科学指导以及巡检结果的规范记录等多个方面^[3]。同时，在巡检人员的培训与考核上，确保每位巡检人员都能熟练掌握标准化作业流程，以提高巡检工作的专业性与规范性，为江垭水电站的安全稳定运行提供有力保障^[4]。

2.2 巡检记录与分析

江垭水电站智能移动巡检系统能够自动生成周期性的巡检任务，并清晰展示给每位相关责任人员的待办事项列表。这一功能支持高度灵活的时间设定，无论是分钟级的即时响应，还是日、周、月等不同时间跨度的循环任务，都能轻松应对^[5]。

智能移动巡检系统不仅限于数据的收集，更具备强大的数据分析能力，它能自动分析巡检资料，生成详细

的设备巡检报告,对巡检执行情况、设备项目遗漏等关键指标进行全面评估。用户可根据需要灵活选择特定的设备、项目或时间段进行分析,深入了解设备的运行状态、性能变化趋势及潜在问题。辅助巡检的数据涵盖巡检路线、设备状态、人员到位率、漏检率、设备完好率等多个维度,为电站的运维决策提供全面而精准的数据支持。对于分析结果,系统采用直观易懂的双页面布局,上页面概览巡检装置状态,下页面则详细展示巡检内容及成果,只需轻轻点击相关设备,即可查看特定设备的巡检情况。通过勾选巡检项目,系统还能提供“工程项目剖析”功能,让用户能够深入检视整个工程项目的巡检记录,并通过折线图、条形图等可视化工具,直观展示巡检数据的历史发展趋势,为电站的持续优化与改进提供有力依据^[6]。

2.3 智能移动巡检APP的实践应用

现阶段,物联网技术逐渐得到广泛应用,智能移动巡检APP巧妙融合了移动互联网的便捷性、二维码的精准识别、NFC(射频识别)技术的即时交互以及移动应用的灵活性,构建了一个集点巡检管理、细致巡检流程控制及高效缺陷管理于一体的综合解决方案。该APP不仅能够实时捕捉并即时反馈设备的工作状态信息至相应系统,实现设备健康状况的秒级监测,还能自动化记录巡检与检修的各项细节,确保数据的准确无误与可追溯性,为设备的状态评估与未来运行趋势预测提供坚实的数据支撑。

2.3.1 功能特点

该APP具有标准化特点,能够实现标识与管理的双重统一;具有智能化特点,深度融合智能手机、二维码及NFC等前沿技术,能够智能规划最优巡检路线,精准识别巡检目标与任务,自动发送提醒通知,并智能提取与回填巡检数据,实现数据查询的智能化与巡检目标多媒体资料的全面收集;具有全面性特点,全面覆盖水电企业的巡检管理、运行监控及统计查询等各个环节,从巡检计划的制定、巡检路线的规划、巡检点的细致工作,到检查结果的即时上传与复核,无一遗漏;具有便捷性特点,通过将智能手机与巡检工作深度融合,成功简化传统巡检流程中的繁琐步骤,使得工地员工能够轻松上手,高效作业。

2.3.2 功能分析

(1) 接收巡检任务

在智能巡检系统中,巡检任务的接收与执行过程变得更加智能化,巡检任务不再依赖于传统的手动分配与繁琐下载,而是根据预先设定的巡检路径与严格的时间规范,由系统自动生成并即时推送至每位巡检员工的手

机上。这一过程不仅极大地简化任务分配流程,还确保巡检任务的及时性与准确性,为巡检工作的顺利开展奠定坚实基础。当巡检APP接收到新的巡检任务时,其智能提醒功能立即启动。手机主界面上会显示待办任务数量提醒与自动推送的消息通知。无论巡检人员身处何地,都能第一时间获知任务信息,确保不会错过任何一项重要工作。这种即时、精准的提醒方式,不仅有助于提升巡检人员的响应速度,还有效避免因遗忘或疏忽而导致的巡检漏洞。

登录巡检APP后,呈现一个清晰、直观的操作界面。巡检模块图标在色彩和布局上较为鲜明,能够吸引用户的注意。用户点击进入巡检模块后,展示出一份详细的待检查点清单,清单上每个待检查点的详细信息一目了然,包括位置、检查项目、判断标准等,为巡检人员提供全面的工作指导。同时,系统还会根据任务进度实时更新清单内容,帮助巡检人员随时掌握工作进展,确保整体巡检工作的有序进行。启动巡检功能后,系统能够根据当前巡检员工的身份与任务要求,自动生成个性化的点位检查清单,并实时显示在智能手机屏幕上。巡检人员只需按照清单上的指示逐一进行检查即可,无需再手动记录或核对信息。此外,系统还支持在待检查点与已完成点之间轻松切换,方便巡检人员随时查看任务完成情况,并灵活调整工作计划。

(2) 巡检路线与记录

该APP提供高度灵活的巡检线路规划与管理能力,支持基于设备名称及规格进行模糊查询,快速定位并展示相关巡检路径及具体巡检、检修任务。巡检人员可轻松查看每个作业点的详细巡查项目清单,包括每项点检的具体操作方式、判断标准及注意事项,实现巡查工作的智能化与标准化,显著提升巡查效率与质量。通过集成先进的定位技术,该功能实现对巡检位置的精准监测与可视化呈现,使巡检人员能够直观掌握当前位置与巡检目标之间的距离,以及巡检路径的实时状态,从而有效提升巡检监测的便捷性、可靠性及防伪能力。针对需要巡检多条线路的复杂场景,系统特别设计了线路转换与任务整合机制,巡检人员可根据实际需要,灵活选择并切换巡检线路,系统自动根据所选线路生成详细的巡检工作清单。清单将严格按照预设的点巡检次序排列,清晰列出线路上所有需要巡检的装置及其具体位置,帮助巡检人员完成各项任务,避免遗漏与混淆,确保巡检工作的全面性与高效性。

系统深度融合了NFC识别技术,通过NFC扫描,巡检人员能够迅速定位并确认目标巡检点,实现精准无误的现场作业指导,能够极大地提升巡检工作的准确性与效

率。在巡检过程中，支持以多样化的形式记录与上传关键信息，包括但不限于文字描述、高清图片、现场声音录制以及实时视频资料。这一功能使得巡检人员能够全方位、多角度地捕捉并记录巡检现场的实际情况，为后续的分析与处理提供宝贵的资料支持。此外，计算机与手机之间能够实时传输数据传输，一旦巡检人员完成现场信息的记录与上传，这些数据便能立即同步至计算机端，供管理人员进行进一步的审核、分析与归档。

在巡检过程中，能够通过移动APP实现巡检记录的即时呈现与高效管理，系统不仅可以实时显示巡检过程中的各项记录，还能够创新性地采用彩色编码技术，为巡检记录的不同状态赋予鲜明的视觉标识，以便巡检人员可以迅速捕捉到巡检过程中的重要变化，无需繁琐的文字阅读即可掌握全局。同时，系统还支持对巡检记录的详细分类与标签化管理，使得历史记录易于检索与回顾，为后续的分析与改进工作提供有力支持。

(3) 智能标识载体对比

在水电站巡检作业中，无线通信中的NFC技术以其非接触式的数据交换特性，彻底颠覆了传统巡检方式中

对于物理或光学连接的依赖，实现在数米范围内对特定物体的即时读取与写入，极大地提升巡检作业的灵活性与效率。如表1所示，为NFC与二维码的特点对比。相较于二维码等识别方式，NFC技术展现出更为显著的优势，它不受视线限制，即使标记物被遮挡或处于非可视区域，也能通过无线信号进行有效识别，这为将识别标签嵌入到被跟踪对象中提供可能，进一步增强巡检系统的隐蔽性与耐用性。在江垭水电站的复杂环境中，这一特性能够确保巡检工作不受环境因素影响，持续稳定地进行。该系统不仅实现对巡检车辆及巡检人员的快速、准确识别，还能够在巡检过程中实时比对记录信息，确保巡检任务的执行与记录的同步性。通过智能分析比对结果，系统能够及时发现异常情况，并自动触发预警机制，为巡检人员提供及时的反馈与指导，确保巡检工作的全面性与有效性。此外，该系统还具备强大的数据管理与分析能力，能够自动整合巡检过程中的各类数据，包括车辆信息、巡检轨迹、异常记录等，并通过云计算与大数据分析技术，为水电站的运维管理提供科学依据与决策支持，进而提升水电站的整体运维水平。

表1 NFC与二维码特点对比

特点	NFC	二维码
外形尺寸	形状、尺寸比例可变	不受尺寸大小与形状限制，可小型化与形态多样化
容量	可容纳多达1850个大写字母或2710个数字或1108个字节，或500多个汉字	最大可支持数Mb
编码范围	支持图片、声音、文字、签字、指纹等数字化信息编码	可同时辨识读取数个NFC标签
容错性	因穿孔、污损等引起局部损坏时，照样可以正确得到识读，损毁面积不超过50%可恢复信息	对水、油和化学药品等物质具有很强抵抗力，将数据存在芯片中，因此可以免受污损。
可能性	误码率不超过千万分之一	无识别错误现象
安全性	保密性、防伪性好	支持密码保护，内容不易被伪造及变造
阅读性	使用激光或CCD阅读器识读	支持穿透性通信，可穿透纸张、木材和塑料等非金属或非透明的材质
成本	易制作，易损毁	支持重复新增、修改、删除NFC卷标内储存的数据，方便信息的更新。

结语：通过对江垭水电站智能移动巡检系统的实践应用进行深入分析，发现该系统在提升水电站运维管理水平、提高巡检效率与安全性等方面发挥着关键作用。智能移动巡检系统的应用不仅实现巡检工作的数字化、智能化转型，更在多个方面展现出其独特的优势与价值，通过集成先进的无线通信（如NFC）和物联网技术，实现巡检过程的全面自动化与智能化，还显著提升了巡检工作的安全性，为水电站的安全稳定运行提供有力保障。

参考文献

[1]李龙飞,李君军,赵杰,等.基于图像识别技术和轨道机器人的大坝安全智能移动巡检系统研发[J].中国农村水

利水电,2022(11):215-221.

[2]吉俊杰,孟繁聪,薛小兵,等.基于YOLO V5模型的水电站智能巡检系统设计[J].水电与抽水蓄能,2023(03):78-84.

[3]吴建华,白永福,谢永生,等.水电站智能巡检系统的开发及应用[J].电工技术,2023(16):102-104.

[4]吴凯,江政,李林伟.水电站智能巡检系统的构建和实现[J].技术与市场,2023(03):1-4+9.

[5]毛琦,刘宇.水电厂智能化远程巡检系统的实践探索及思考[J].水电站机电技术,2021(10):23-25+29.

[6]秦豪杰,费洋.基于改进遗传算法的水电站智能巡检路径规划方法[J].四川水利,2024(01):164-166.