

# 水库除险加固日常巡查记录管理

王树国

内蒙古自治区呼伦贝尔市扎兰屯市水利工程建设运行中心 内蒙古 呼伦贝尔 162650

**摘要:** 水库除险加固日常巡查记录管理系统,精准聚焦不同用户角色需求,构建起“计划-记录-上报-处理-归档”的完整业务流程。系统采用分层架构与前沿技术选型,数据库设计科学合理。其关键功能涵盖移动端巡查、数据分析预警、管理后台操作及安全防护等。经试点应用,在提升巡查效率、保障数据准确、节约管理成本方面成效显著,但也存在可优化之处。

**关键词:** 水库除险加固; 日常巡查; 记录管理系统

引言: 水库作为防洪、灌溉、供水等的关键基础设施,其安全运行至关重要。然而,部分水库因建设年代久远、长期受自然环境侵蚀,存在诸多安全隐患。传统的人工巡查记录方式效率低、易出错,且数据管理分散,难以满足高效精准的除险加固需求。在此背景下,开发水库除险加固日常巡查记录管理系统迫在眉睫,它可实现巡查流程标准化、数据管理智能化,为水库安全保驾护航。

## 1 水库除险加固日常巡查记录管理系统需求分析与设计

### 1.1 需求分析

(1) 用户角色与功能需求: 巡查人员需具备巡查任务接收、现场数据录入(文字、图片、定位)、隐患上报功能; 管理人员负责巡查计划制定、任务分配、数据审核、隐患督办; 决策层可查看巡查统计报表、隐患趋势分析、系统运行数据,支撑战略决策。三类角色均需账号登录、权限管理及操作日志查询功能。(2) 业务流程分析: 管理人员制定周期化巡查计划并分配至对应巡查人员; 巡查人员抵达现场后,通过系统记录巡查情况,发现隐患即时上传相关信息; 数据自动同步至后台,经管理人员审核后,对隐患分级并派发处理任务; 处理进度实时更新,形成“计划-记录-上报-处理-归档”的闭环流程。(3) 非功能性需求: 易用性方面,界面简洁直观,移动端适配野外操作场景,支持离线缓存; 安全性需实现数据加密传输、角色权限隔离、操作日志审计,防止数据泄露与篡改; 可扩展性要求系统支持新增水库点位、扩展隐患类型字段,兼容未来与水利部门其他系统对接。

### 1.2 系统架构设计

(1) 总体架构: 采用分层设计模式,数据层负责数据存储与管理,提供数据读写与备份服务; 服务层封装

核心业务逻辑,实现任务调度、数据处理、权限控制等功能; 应用层提供系统接口,支撑前后端数据交互; 展示层包含Web端管理界面与移动端巡查APP,满足不同场景使用需求。(2) 技术选型: 前端选用Vue框架,构建高效交互的Web界面; 后端采用SpringBoot框架,实现快速开发与部署; 数据库选用MySQL,保障数据存储的稳定性与高效性; 移动端分别基于Android和iOS原生开发,适配不同操作系统设备<sup>[1]</sup>。

### 1.3 数据库设计

(1) 核心数据表结构: 水库信息表含水库编号、名称、位置、规模等字段; 巡查任务表包含任务ID、水库编号、负责人、计划时间等; 隐患记录表涵盖隐患ID、任务ID、类型、等级、位置、描述等; 处理日志表包含日志ID、隐患ID、处理人员、措施、进度等字段。(2) 数据关系模型与ER图: 水库信息表与巡查任务表为一对多关系(一个水库对应多个巡查任务); 巡查任务表与隐患记录表为一对多关系(一个任务可能发现多个隐患); 隐患记录表与处理日志表为一对多关系(一个隐患对应多条处理记录),各表通过主键与外键关联,形成完整数据关系链。

## 2 水库除险加固日常巡查记录管理系统关键技术与实现

### 2.1 移动端巡查记录功能

(1) 基于GPS的巡查轨迹定位与地图集成: 采用高精度GPS定位模块(定位误差 $\leq 5$ 米),结合百度地图/高德地图SDK实现巡查轨迹实时绘制,支持离线地图预加载功能—巡查人员可提前下载水库周边地图数据,在无网络环境下仍能查看点位分布与轨迹。系统设置“电子围栏”机制,将水库关键区域(如坝体、溢洪道)划定为必巡范围,若巡查轨迹未覆盖必巡点,移动端自动弹窗提醒,确保巡查无遗漏;同时,轨迹数据实时同步至后

台,管理人员可通过Web端回溯巡查路径,验证巡查真实性。(2)多媒体数据采集:移动端支持1080P高清照片拍摄,自动为照片添加水印(含拍摄时间、GPS坐标、巡查人员姓名),防止数据篡改;视频录制支持5分钟以内短视频采集,满足设备故障、隐患现场动态记录需求。针对野外作业场景,增设语音备注功能,巡查人员可通过语音快速记录隐患细节(如“坝体西侧300米处裂缝宽约2毫米”),系统自动将语音转文字并关联至对应记录,减少手动录入工作量。所有多媒体数据采用压缩传输技术,在弱网环境下优先传输文字信息,网络恢复后自动补传多媒体文件,保障数据完整性<sup>[2]</sup>。(3)离线数据缓存与同步机制:基于SQLite本地数据库实现离线数据存储,巡查人员在无网络时可正常录入巡查信息、上传多媒体文件,数据暂存于本地;当设备连接WiFi或移动网络后,系统自动触发同步任务,按“文字优先、多媒体延后”原则批量上传数据,并与后台数据库进行校验,若存在数据冲突(如同一任务重复录入),以“最新修改时间+人工审核”方式处理。同时,设置同步失败重试机制,每次同步失败后间隔5分钟自动重试,重试3次仍失败则生成日志提醒,确保离线数据不丢失。

## 2.2 数据分析与预警模块

(1) 隐患数据统计与可视化:基于ECharts可视化组件构建多维度数据统计模型,支持按隐患类型(坝体裂缝、渗漏、设备老化等)生成饼图,直观展示各类隐患占比;按隐患位置生成热力图,用不同颜色标注隐患密集程度(红色为高风险区、黄色为中风险区、蓝色为低风险区),帮助管理人员快速定位重点管控区域。此外,支持按时间维度(日/周/月)统计巡查次数、隐患上报量、处理完成率等指标,数据实时更新并支持钻取查询(如点击“月度隐患量”可查看每日详细记录),为管理决策提供数据支撑。(2) 基于规则引擎的风险预警算法:构建隐患风险评估规则库,针对不同隐患类型设定预警阈值—例如“坝体裂缝宽度 $\geq 5$ 毫米”“渗漏量 $\geq 0.5$ 升/分钟”“闸门启闭故障每月 $\geq 2$ 次”等,系统实时监测隐患数据,若触发阈值则自动标记为“高风险”并启动预警流程。预警方式采用“多级联动”:首先向对应管理人员发送系统内消息与短信提醒,若30分钟内未响应,自动升级提醒至上级主管;同时,在Web端首页高亮显示预警信息,附带隐患位置、描述及处理建议,确保高风险隐患及时处置。此外,支持自定义规则配置,管理人员可根据水库实际情况调整阈值参数,提升预警灵活性<sup>[3]</sup>。

## 2.3 管理后台功能

(1) 用户权限管理:采用基于角色的访问控制(RBAC)

模型,将用户划分为“巡查人员”“管理人员”“决策层”三类角色,每个角色绑定预设权限集——巡查人员仅拥有任务接收、数据录入权限;管理人员新增任务分配、数据审核、隐患督办权限;决策层拥有报表查看、系统配置权限。支持自定义角色创建,管理人员可根据实际需求新增角色(如“技术审核员”)并灵活分配权限(如仅开放隐患审核、报表查看权限),同时记录用户权限变更日志,确保权限管理可追溯。(2) 巡查任务分配与进度监控:支持按“周期任务+临时任务”两种模式创建巡查任务—周期任务(如每日坝体巡查)可设置自动重复,临时任务(如雨后隐患排查)支持手动创建,任务创建时需指定负责人员、完成时限、必巡点位。后台实时展示任务进度(“未开始”“进行中”“已完成”“逾期”),对逾期任务用红色标记并计算逾期时长,管理人员可点击任务查看详情(如巡查人员当前位置、已完成点位占比),并通过系统消息向巡查人员发送催办提醒,确保任务按时完成。(3) 报表生成与导出:预设多类标准化报表,包括“月度巡查统计报表”(含巡查次数、隐患上报量、处理率)、“隐患趋势分析报表”(按类型/位置统计隐患变化趋势)、“人员绩效报表”(按巡查完成率、数据准确率排名)。报表支持自定义筛选(如按时间范围、水库名称筛选),生成后可直接在线查看或导出为Excel/PDF格式,导出文件自动添加水印(含生成时间、导出人)。同时,支持报表定时生成与推送,管理人员可设置“每月1日自动生成上月报表并发送至指定邮箱”,减少手动操作工作量。

## 2.4 系统安全设计

(1) 数据加密传输:系统全链路采用HTTPS协议进行数据传输,基于TLS1.3加密标准构建传输通道,防止数据在传输过程中被窃取或篡改;移动端与后台交互时,除HTTPS加密外,对敏感数据(如用户密码、隐患位置)额外采用AES-256对称加密算法加密,密钥由系统动态生成并定期更新(每7天自动更换),进一步提升传输安全性。此外,设置数据传输超时重连机制,若传输过程中网络中断,待网络恢复后重新加密传输,避免数据泄露。(2) 权限控制与审计日志:在权限控制层面,除RBAC模型外,增设“数据权限隔离”机制—巡查人员仅能查看自己负责的水库数据,管理人员仅能查看管辖范围内的水库数据,决策层可查看全部数据但无修改权限,防止越权访问。在审计日志层面,系统记录所有用户操作(如登录、任务创建、数据修改、报表导出),日志内容包含操作人、操作时间、操作内容、IP地址、设备信息,日志不可删除且支持按条件查询(如按操作类型、时间范围

查询),便于事后追溯安全事件(如数据被篡改时可通过日志定位责任人)。同时,设置日志备份机制,每日自动将日志备份至异地服务器,确保日志数据不丢失。

### 3 水库除险加固日常巡查记录管理系统应用与效果分析

#### 3.1 案例水库选择与系统部署

(1) 试点水库概况:选取某中型水库作为试点,该水库总库容1200万立方米,主要承担防洪、灌溉功能,坝体长度1.2公里,涉及溢洪道、输水洞等5类关键设施。此前存在隐患类型集中于坝体裂缝、渗漏点及闸门设备老化,管理上依赖纸质记录,存在数据归档混乱、隐患跟踪不及时等问题,年均巡查漏报隐患约8起,需通过系统优化管理流程。(2) 系统部署环境与硬件配置:服务器采用云服务器部署,配置4核8G内存、500GSSD存储,保障后台数据处理与并发访问能力;数据库采用主从备份架构,避免数据丢失。移动端为巡查人员配备安卓系统智能终端(处理器骁龙778G、6.7英寸屏、5000mAh电池),支持GPS高精度定位与高清拍摄,适配野外长时间作业;Web端支持Chrome、Edge等主流浏览器,兼容Windows、macOS系统。

#### 3.2 应用效果对比分析

(1) 巡查效率提升:系统应用前,单水库单次巡查需人工填写纸质记录表,平均耗时2.5小时,任务完成后需返回办公室整理数据;应用后,巡查人员通过移动端实时录入信息,单次巡查平均耗时缩短至1.2小时,任务完成时间缩短52%。同时,任务分配与进度监控实现线上化,管理人员无需线下沟通,任务流转效率提升60%。(2) 数据准确性提高:系统通过GPS定位验证巡查轨迹,避免漏检关键点位,结合多媒体数据水印防篡改,隐患记录信息完整性显著提升。应用前,因纸质记录模糊、信息遗漏导致的隐患漏报率约12%;应用后,漏报率降至3%以下,数据准确性提高75%,且隐患位置、类型等关键信息误差率控制在5%以内。(3) 管理成本节约:人力成本

方面,此前需2名专职人员负责纸质记录整理与归档,系统应用后实现数据自动汇总,仅需1人兼顾管理工作,人力成本节约50%。纸质材料成本上,年均减少巡查记录表、隐患报告等纸质打印耗材支出约1.2万元,同时降低纸质档案存储与维护成本,综合管理成本年均节约超3万元。

#### 3.3 用户反馈与改进建议

(1) 巡查人员操作体验调查:通过问卷调查与访谈,85%的巡查人员认为移动端界面简洁、操作便捷,离线缓存功能解决了野外无网络问题;15%的人员反馈部分功能存在优化空间,如多媒体上传时偶发卡顿、地图加载速度较慢,尤其在信号薄弱区域。(2) 系统功能优化方向:建议引入AI图像识别辅助巡查,通过移动端拍摄坝体、设备照片,自动识别裂缝、锈蚀等隐患,减少人工判断误差;优化地图加载机制,采用轻量化地图数据,提升弱网环境下的加载速度;增加语音控制录入功能,方便巡查人员双手作业时快速记录信息,进一步提升巡查效率。

#### 结束语

水库除险加固日常巡查记录管理系统,是科技赋能水利管理的生动实践。它以数字化手段重塑巡查流程,让隐患排查更精准、任务执行更高效、数据利用更充分。从巡查任务的智能分配到隐患数据的实时分析,从离线缓存的灵活支持到安全防护的严密构建,系统全方位提升了水库管理效能。未来,随着技术迭代与应用深化,它将持续优化,为水库安全运行提供更坚实的保障,守护江河安澜。

#### 参考文献

- [1]沈宗奎.两种防渗措施在瓦山水库除险加固工程中的设计应用[J].治淮,2020,11(06):58-60.
- [2]黄伟.中小型水库除险加固工程竣工验收质量检测[J].水利技术监督,2022,13(02):73-74.
- [3]李敏.中小型水库除险加固措施研究及运行管理分析[J].智能建筑与工程机械,2022,4(7):126-128.