

Application Analysis of Video Monitoring and Intelligent Recognition Technology in Water Conservancy

Wenlin Fan

Suichang County Water Resources Bureau, Lishui, Zhejiang, 323300, China

Abstract

In water conservancy project management, the characteristics of extensive field coverage, rapid operational changes, and high inspection frequency have made video perception—enabling “visible, clear, recordable, and actionable” monitoring—critical for daily operations. In recent years, regions have developed video surveillance systems centered on high-definition front-end devices, stable transmission, unified access, and centralized maintenance, integrating with hydrological monitoring and operational data. With improved algorithm deployment conditions, intelligent recognition for scenarios like floating debris, violations, and critical component status has transitioned from pilot programs to routine applications, shifting operations from manual screen monitoring to event-driven management. This paper explores the engineering implementation pathways for water conservancy video surveillance, outlines key construction points and smart recognition practices, and proposes actionable technical frameworks.

Keywords

Water Conservancy; Video Surveillance; Intelligent Recognition; Technology; Application

水利视频监控与智能识别技术应用分析

范文林

遂昌县水利局, 中国·浙江 丽水 323300

摘要

在水利工程运行管理中, 现场分布广、工况变化快、巡查频次高等特点, 使得“看得见、看得清、留得住、调得动”的视频感知成为日常管控的重要支撑。近年来, 各地围绕河湖库管理、水库大坝运行、闸泵站调度与防汛应急处置, 逐步形成以高清前端、稳定传输、统一接入和集中运维为核心的视频监控体系, 并与水雨情、工情监测实现协同联动。随着算法部署条件改善, 面向漂浮物、违规行为、关键部位状态等场景的智能识别开始从试点走向常态化应用, 推动业务从人工盯屏向事件驱动转变。本文聚焦水利视频监控的工程化落地路径, 梳理常见建设要点与智能识别应用做法, 并给出可实施的技术组织方式。

关键词

水利; 视频监控; 智能识别; 技术; 应用

1 引言

水利工程点多线长、跨区域协同明显, 传统以人工巡查和经验处置为主的管理方式, 难以覆盖汛期高频风险与日常精细监管需求。近年来, 视频监控技术在水利枢纽上的普及应用, 为水利枢纽管理部门提供了直观图像, 进而提高了水利枢纽工程运行维护的效率^[1]。加之视频监控以直观取证和远程可视优势, 可在闸门启闭、河道岸线管控、水库库区管理等环节形成连续感知。国家层面推动河湖库一体化监测感知体系建设, 明确将视频监控与遥感、无人机、北斗等

共同纳入“监测—研判—预警—处置”的链路组织, 为视频与智能识别的规模化应用提供了清晰场景边界与业务接口。

2 水利视频监控技术应用分析

2.1 点位规划与前端配置标准化

水利视频监控要真正服务运行管理, 首先应把点位与前端配置做成可复制的标准方案并在项目全周期执行。其一, 点位规划宜以水库大坝、闸泵站、河道险段和管理出入口四类对象为主线, 结合巡查路线与险情高发清单确定必设点与选设点, 并为每处点位留存坐标与现场照片, 坝顶与上下游坡面采用远景态势与近景细节双机位, 闸门、启闭机与电控柜分别布设取证视角, 河道岸线在采砂敏感区、入河排口和拦污设施前设置固定观察位, 避免只覆盖景观画面而缺少可核查证据。其二, 前端型号与镜头参数应按场景模板统一选配, 近距离取证点以四百万像素及以上枪机配合合变焦

【作者简介】范文林(1994-), 男, 中国浙江遂昌人, 本科, 助理工程师, 从事水利信息化、数字孪生水利, 水利数字化研究。

距保证标尺刻度、作业动作清晰可辨,开阔水面采用云台机设置预置位巡航周期并限制变焦范围,强背光与水面反射区域统一启用宽动态与防频闪参数,夜间管理点位配置低照度与补光并控制补光角度,确保不因眩光造成目标轮廓丢失。其三,安装施工要把水利工况约束落到细节,支架基础应校核洪水位与检修荷载并预留防冲刷加固,摄像机高度兼顾防破坏与维护便利,电缆走线采取桥架或钢管并在穿堤穿墙处做防水封堵,重要点位加装防鸟刺、遮阳罩与防凝露组件,镜头朝向完成后应进行画面复核并固化云台零位,减少后期视角偏移。其四,标准化交付要以验收清单约束,统一通道命名规则、时间戳与工程编号叠加格式,固定主辅码流分辨率、帧率与码率上限并采用 H.265 编码策略,要求首日完成抓拍对焦复检并留存基准截图,后续巡检按同一预置位复拍对比,确保同类点位画面质量一致^[2]。

2.2 传输链路与供电保障工程化

在水利视频监控建设中,传输与供电要按工程化方式同步设计与验收。其一,链路架构宜以光纤和专线为骨干,在枢纽站点优先采用环网或双路由接入,并把光缆路由、接续盒防水和跨河跨沟保护纳入施工图,前端交换机宜配置双上联并预留光模块备品,山区与分散库点可采用 4G 或 5G 回传并配置双运营商卡与自动切换策略,必要时在视距条件具备处布设微波桥接或短距光电复合缆以减少外力断点。其二,带宽配置应从编码参数反推并与调阅场景匹配,常态巡查用主码流保证清晰度,移动端和多用户并发调用优先走子码流并限制单用户码率,录像侧采用可变码率上限控制并设置分时策略,汇聚层启用 QoS 与 VLAN 隔离避免非业务流挤占上行,遇到雨洪高峰对关键闸坝点位提升帧率和 I 帧间隔,对一般点位降帧以配合网络拥塞下的优先级转发。其三,供电方案应按连续运行条件核算,市电站点配置 UPS、直流电源与防雷配电箱并接入电压跌落与浪涌告警,野外站点采用太阳能板、MPPT 控制器与蓄电池组组合,按冬季连续阴天和低温容量衰减校核续航天数,电池箱体落实防水、防盗和接地要求,并布设电量采集与低温加热接口,同时把电池内阻与循环次数纳入更换计划。其四,前端与就近机柜可部署小型 NVR 或边缘网关实现就地缓存和断点续传,断网时本地循环录像不少于数日,恢复后按时间片自动补传并限速,同时落实时间同步与日志回传,运维侧将在线率、丢包率、上行时延、码率波动和录像完整率固化为日报,设置阈值触发告警与工单,结合站点分段拓扑快速定位断点并指导抢修^[3]。

2.3 统一接入与集中运维闭环管理

在跨流域、跨县域水利工程视频规模化建设中,统一接入与集中运维应把接入规则、资产目录、告警处置与考核要求串成可验收链条。其一,接入侧统一协议与编码,前端摄像机、NVR 与编码器以 GB/T 28181 接入为主,存量私有协议通过网关转换,平台统一生成设备 ID 与通道目录,目

录同时绑定工程名称、管理单位、点位类别、经纬度与链路信息,新增、变更、退役均走同一登记流程,并启用目录订阅机制把上线、离线、增加与删除变更自动同步到上级汇聚,减少人工反复维护。其二,平台侧形成在线健康监测,按指令注册、心跳保活、码流到达和录像写入四条链路分层判定,设置码率、帧率、时延与丢帧阈值,发现码流丢失即释放既有链路并重建会话,同时对弱网点位下发分辨率与帧率模板实现自动降码,告警信息要关联站点运行状态、运维单位和责任人,便于一键派单与回溯。其三,集中运维实行工单闭环,告警按影响范围分为点位故障、链路故障、平台故障三类,分别对应远程参数校正、线路排查与平台资源扩容处置,工单需记录到场时间、替换部件、恢复验证、现场图片与回访结果,并建立备件库和常见故障知识库,形成远程复位优先、现场更换兜底的处置顺序。其四,调阅与安全管理纳入同一链路,调阅权限按岗位与业务条线分级授权并强制日志留痕,闸门、泵站等关键点位采用 7×24 连续录像并设置不少于一个汛期的留存周期,一般巡查点位采用事件录像或低码率存储,存储满载提前预警并按到期自动清理,确保调阅与恢复验证一致。

3 水利视频监控的智能识别技术应用分析

3.1 水面异常目标识别与事件驱动处置

为把水面异常从被动发现转为可核验处置,水利视频监控宜以识别触发、规则判定与工单联动贯通应用链条。其一,点位侧先划定稳定观测区,将闸前汇水湾、拦污栅前、排口下游及回水区设置为固定检测框,并叠加岸线屏蔽掩膜以避开行人车辆干扰,结合水位涨落对水面边界做自适应裁剪,按定时抽帧与告警加密抽帧并行取样,对雨雾、逆光和浪涌进行去抖动与畸变校正,同时校验清晰度与遮挡比例,低质量帧直接剔除。其二,目标侧以漂浮物、藻团为主建立样本库,按塑料、泡沫、枯枝、水草等类别训练检测模型,推理端采用检测加跟踪输出面积与轨迹,按像素比例估算可打捞量级,并设置最小连通域、持续时长与漂移方向约束,过滤波光反射、雨点溅射和短时浪尖误报,必要时引入二次分类模型对疑难目标复核。其三,污染侧以颜色统计、纹理变化和时间连续性构建判别规则,在排口及缓流区监测色度突变、羽状扩散边界和表面油膜高反光带,联动上游来水、风向风速及闸门工况进行条件校验,设置同类事件合并与重复告警抑制逻辑,按置信度分级生成提示、复核与处置三类事件,并记录触发阈值与判定要素^[4]。其四,处置侧将事件经平台接口推送至河湖管护应用,自动附带抓拍、短视频、坐标、点位编号与推荐处置类别,值守人员按图像复核后派发打捞、拦截或巡查工单,设置到场时限与升级规则,处置人员回传现场照片与结果,平台归档证据并关闭工单。

3.2 水工建筑物状态识别与运行核验

围绕闸站、大坝等水工建筑物的调度管理需求,视频

智能识别应聚焦可观测、可复核的运行工况，形成在线核验路径。其一，闸门开度与启闭动作识别可在标尺、指针和开度牌区域设置固定取景框，先做透视矫正与尺度标定，再用目标定位结合字符识别输出开度数值并附置信度，对雨雾反光与短时遮挡采用增强与异常帧剔除，并与行程开关或电机启停信号作一致性校核。其二，启闭机房与闸墩设备状态可按指示灯颜色、按钮位置、油泵联轴器转动和安全门开闭建立状态特征，前端配置补光与稳定曝光，算法侧对关键部位掩膜并按时间连续性判别通电、运行、故障和检修，触发冲突时自动抓取前后关键帧生成核查工单。其三，本体外观与异常工况核验宜覆盖门叶边线、闸槽口、拦污栅前与廊道出入口，针对门叶偏斜、异物卡阻、渗漏水带与拦污栅堆积设置变化指标，采用背景建模与轮廓跟踪识别门叶顶线位置，输出异常面积、持续时间与方位，并与闸前后水位差和流量变化交叉核对。其四，运行核验应把识别结果与调度指令、操作票和台账对齐，按分钟级滚动比对目标开度、到位时间与保持时长，对到位超时、反向动作、开度回摆和重复启停自动告警，告警记录同步写入事件编号并关联截图、视频片段、时间戳与确认人，并按工程、闸孔与班次归档，支持快速回放、证据导出与复核签认，视频流统一按 GB/T 28181 联网接入平台完成检索与调阅，告警支持复核驳回与处置回写，对连续偏差进行事件合并并生成复查任务并形成闭环留痕。

3.3 涉水行为识别与安全管控联动

水利视频监控中涉水行为识别应与现场安全管控流程同步设计，才能把视频告警转化为可执行的处置链条。其一，在河道、库区、闸前和取水口等高风险岸线先做空间分区，将禁入区、缓冲区与可通行区绘制为电子围栏，并在摄像机侧叠加水面掩膜与岸边通道掩膜，识别侧采用人员检测、目标跟踪与姿态特征融合，区分靠近、停留、跨越护栏、下水涉水、乘艇等动作，同时配置夜间补光与逆光抑制参数，保证全天候稳定触发。其二，算法判定宜按分级规则运行，

先以进入禁入区与临水停留作为低级事件，再以连续涉水、摔倒入水、多人聚集戏水作为高级事件，并对同一目标设置最短持续时间与位移阈值，减少短暂停留和过路人引起的误报，对汛期涨水、漂浮物遮挡等场景，可叠加水位站数据或画面水线变化，动态调整触发阈值。其三，告警联动要预设处置动作与责任到人，系统在触发后自动截取前后各 10 秒视频与关键帧，生成点位编号、方位和时间戳，并同步推送到值班终端，低级事件联动岸边声光警示与广播劝离，高级事件联动无人机喊话、救援器材箱开锁、附近巡查人员导航派单，超时未确认则升级至管理人员与应急队伍^[5]。

4 结语

综上所述，水利视频监控建设的关键不在于单点设备堆叠，而在于把点位、链路、接入与运维做成可复制的工程化方案，使系统能够在汛期高负荷与日常长期运行中保持稳定交付。智能识别应用需要以业务事件为牵引，优先选择目标明确、处置路径清晰、可形成闭环的数据场景，将识别结果与工单、巡查、执法和调度核验形成可追踪的链路。后续工作可围绕样本治理、误报复盘与规则库固化持续优化，使智能识别在不同流域与不同工程类型中保持一致的落地质量。

参考文献

- [1] 张怀俊,尹飞,赵小冬,等.探究视频监控前沿技术在水利行业中的应用[J].科技创新导报, 2022(011):019.
- [2] 张夏,张洋.智能视频监控技术在水利枢纽工程中的应用[J].海河水利, 2022(003):000.
- [3] 林艳莺.水利枢纽施工过程智能视频监控技术的应用研究[J].科海故事博览, 2022:25-27.
- [4] 章野,张剑鹏,纪苏文.视频智能分析监控系统在水利工程中的应用与实践[J].水利建设与管理, 2025(8).
- [5] 韩学群.偏远水利工程管理中视频监控技术研究[J].中国科技期刊数据库 工业A, 2021.