数字水利背景下小型水库智慧管护平台建设路径

李吉晖

共和县恰卜恰水管所，青海，海南州 813099

DOI:10.61369/RSTD.2026030020

摘　　要： 我国现有小型水库9万余座，以人工巡查管护为主，存在盲区大、响应慢等问题。在数字技术不断发展的背景下，数字水利持续推进可破解上述困境，不过在具体实践中，大量智慧管护平台存在重展示、轻实用的问题，与基层实际脱节，难以发挥应有的作用。本文旨在构建用得上、用得起、用得好的小型水库智慧管护平台，以此为目标，系统分析了小型水库在空间设施以及人员能力等方面的困境，并提出向基层实际的平台建设路径，切实守牢小型水库的安全底线。

关 键 词： 数字水利；小型水库；智慧管护平台；基层适用性

Construction Pathways for Smart Management Platforms of Small Reservoirs in the Context of Digital Water Conservancy

Li Jihui

Qiabuqia Water Management Office, Gonghe County, Hainan Prefecture , Qinghai 813099

Abstract: There are over 90,000 small reservoirs in China, primarily managed through manual inspections, which face issues such as large blind spots and slow response times. Against the backdrop of advancing digital technologies, digital water management continues to address these challenges. However, in practical implementation, many smart management platforms suffer from an overemphasis on presentation over utility, becoming disconnected from grassroots realities and failing to deliver their intended effectiveness. This paper aims to develop a practical, affordable, and user-friendly smart management platform for small reservoirs. Toward this goal, it systematically analyzes the operational challenges of small reservoirs in terms of spatial facilities and personnel capabilities, proposing a platform development approach tailored to grassroots needs, thereby effectively safeguarding the safety baseline of small reservoirs.

Keywords: digital water resources management; small reservoirs; smart maintenance platform; grassroots applicability

引言

在我国防汛体系中小型水库所占比例较大，但也是薄弱环节。由于我国大部分小型水库分布于农村偏远地区，主要依赖巡查人员的肉眼观察，出现极端天气时，管护力量明显不足。近年来数字技术不断发展，在各行各业中彰显了自身的价值，数字水利建设也在加速推进。很多偏远水库并未充分落实智慧管护，或存在平台建而不用的问题。基于此现实情况，探讨切实可行的小型水库智慧管护平台建设路径十分必要。

一、小型水库管护痛点与智慧化需求

（一）基层管护的结构性困境

1. 空间与设施制约

小型水库的选址多位于偏远山区，这决定了其在建设时基础设施配套不足，一方面，市电覆盖率低，现有较多水库未通电网，即便有市电接入，也存在线路老化等问题。另一方面，公网信号覆盖薄弱，在山区中，4G 或5G 信号难以覆盖。这两方面问题导致常规信息化设备在小型水库中难以得到彻底应用，这是智慧化建设的一大阻碍。除了这两方面的问题，在山区，有频繁的雷暴活动，在建设智慧管护平台时，露天部署的电子设备容易遭受雷击而损坏，这加大了设备长期稳定运行的难度[1]。同时，进入水库的道路条件较差，若出现恶劣天气，行走困难，若设备出现故障，维修人员到场耗时较长，极易将小故障拖成大问题。

2. 人员与能力瓶颈

在小型水库的巡查中，管护人员多为当地村民，管护巡查队

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

伍年龄结构偏大，而且整体文化程度不高，对智能手机以及各类应用软件的操作有一定的困难，尤其在面对复杂的 APP 界面以及多层级的功能菜单时，存在使用障碍，这是小型水库智慧管护平台建设的又一个阻碍。而且巡查人员专业知识储备不足，在巡查过程中难以快速发现各种隐蔽险情，例如渗漏、滑坡，在巡查时即便看到了这种现象，但无法准确判断。另有一种情况为，巡查人员看到异常，但无法用专业术语说清楚。巡查过程中所发现的各种情况一般用纸质记录，再将信息逐层上报，从巡查员到村委，到乡镇水利员，再到县级水利部门，这种多层上报的形式导致紧急状况下的响应时效难以得到保障。

（二）小型水库的智慧化需求

上述困境并非孤立存在，其又对智慧管护平台的建设提出了刚性需求。第一，恶劣环境下的生存能力。小型水库智慧管护平台必须能在无市电以及无稳定公网信号的条件下正常工作，因此要具备太阳能自供电以及断网本地存储与补传等功能[2]。第二，简化操作界面。面向小型水库的智慧管护平台，在交互界面设计方面应确保识字就能用，“点两下”就能完成，让巡查人员可以不超过三个步骤就能完成巡查时的核心操作。文字输入可以用语音或拍照替代，最大限度上降低使用门槛。第三，信息传递应扁平化，所有巡查过程中发现的隐患信息，从发现到送达，决策者应实现一键直达，缩短应急响应链条。第四，运维保障应保证可持续性。智慧管护平台建设后必须有明确的运维主体以及稳定的经费来源，并进行制度化的考核，保证系统的可用率。

二、数字水利背景下小型水库智慧管护平台架构设计

结合上述内容，已经明确小型水库为何需要建设智慧管护平台，在明确了这一点后，应重点探索这一平台应具备何种功能。本文在探讨其架构设计时，以满足基层需求为核心，同时，确保基层买得起、会用、能管。

（一）部署实用且免维护的端侧感知设备

智慧管护平台架构中，供电与通信至关重要，考虑到偏远水库无市电以及无宽带的现实，可推广市面成熟的太阳能4G 高清摄像头。利用这一设备无需挖沟，拉线接网，只需立杆安装即可实现全天候视频监控。无论从基建成本还是从施工难度方面来考虑，其都十分契合小型水库智慧管护平台建设的需求。

同时，采用高可靠性基础传感器采集各类信息，直采直报。例如浮子式水位计和翻斗式雨量计，其维护需求小，基层工作人员也可完成对其的日常清洁维护。在水库的关键部位应部署视频监控，如溢洪道、放水涵管和大坝背水坡等部位，用视频监控弥补人工盯防的不足，基层管理人员可以在手机上查看此部位的视频。核查溢洪道是否过水、坝坡是否有渗漏。

（二）建设县级统管的轻量化与集约化平台

县级水利部门可统一在政务云等公有云上租赁服务器部署平台为乡镇和各水库分配账号，由水利部门统一部署，统一升级。管理人员登录即可使用，各乡镇无需自建机房，也无需额外聘请专业 IT 人员。

这一平台只需遵循简单实用的原则，提供标准接口，确保水库水位以及余量等基础数据可以被一键推送至现有省级水利防汛系统或应急指挥中心中。平台后台操作界面应尽量保证简单易懂，例如让基层管理人员根据水库实际高度直接在网页上填数字，设置警戒水位等，当前端传感器数值超标，系统则自动触发报警。

（三）开发面向基层管护人员的轻量化工具

为方便基层人员使用，小型水库智慧管护平台架构不宜过于复杂，可依托微信这一人们日常使用频繁的软件开发巡查小程序，基层人员点开微信就可以使用。在小程序中设置一键拍照打卡与隐患上报功能，巡查员只需拍一张照片，系统则自动记录时间以及地点等。发现裂缝等问题时也可以拍照，并从系统预设的问题中选择与之相符的项目上报，无需手动输入文字。

同时，在小程序中设计分级预警功能，当水位达到预警值时，平台即触发弹窗报警，同时自动向水库责任人发送短信以及微信通知。

三、小型水库智慧管护平台建设路径

完成了小型水库智慧管护平台架构设计之后，应重点探讨如何成功建设这一平台，即实施层面的具体路径，本文从部署策略、数据建设等三方面进行探讨。

（一）实施“低成本、快部署”策略

由于小型水库数量众多，若要实现一次性全域覆盖有较多阻碍，也会带来较大的经济成本。在推进时可以优先关注重要的水库，例如病险水库或头顶库，即下游直接威胁村庄安全的水库，在这些水库中部署全套感知设备。对于一般水库则先采用上线巡查管理功能，促进巡查数字化，监测硬件安装可推后进行。若资金到位且实际需要，可分批推进设备安装。

同时，应充分利用现有的基础设施，例如在通信方面优先共享铁塔公司的基站资源、通信模块，无需为每一座水库新建通信铁塔。在供电方面则不依赖市电改造，可全面采用独立太阳能系统。因为市电改造牵涉内容较多，包括线路巡查，变压器增容等，期长且投入大，从经济效益方面考虑，并不适宜。另有安置设备，可利用现有水库管理用房或启闭机房。

此外，应用轻量化三维建模。对于重点水库，采用无人机倾斜摄影，建立简易三维模型，标注下游村庄位置等关键空间信息。建模无需过于复杂，满足基本防汛指挥需求即可，以严控成本。

（二）工程档案数字化

在数字水利背景下，建设小型水库智慧管护平台，需为每一个水库建立数字化档案。一方面，应建立“电子病历”档案。我国的小型水库建成年代久远，但由于管理不足，其除险加固等操作并未被详细记录，这些信息往往散落在不同年代的手写记录或纸质档案中，因此新任管护人员无法快速掌握水库的历史情况。智慧管护平台建设过程中，应系统梳理这些信息，形成电子化档案，让每一座水库都有一个完整的数字档案[5]。

 | Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

另一方面，应坚持动态更新与持续积累。数字化档案的建设并非一蹴而就，或在建成之后束之高阁，其应动态更新，因为水库的情况在不断变化。每一次巡查所发现的问题以及维修养护的内容都应及时归入水库档案中，这些数据有宝贵的价值，可以为后续水库的安全鉴定以及除险加固方案的制定提供支撑。

（三）维养工单线上化流转

小型水库在运行过程中难免出现各类问题，需要维修和养护，在数字水利背景下建设小型水库智慧管护平台，可让维修与养护有更高的效率，也更规范化。

第一，应将隐患自动转为工单。巡查人员在巡查过程中所发现且上报的隐患，系统自动生成维修工单，并派发至对应的维修养护单位。在工单中详细描述隐患并定位位置，并附带现场照片等，让维修单位可以立即知晓自己应去哪里，修什么，紧急程度如何。

第二，维修过程应全程留痕。当维修人员到现场后，应先上传带有水印的维修前照片，维修过后再次上传对比照片。技术负责人可在线审核，审核通过，此次维修才能结束。通过前后对比以及线上审核的机制，防止只填报不维修的问题。

第三，备品备件联动管理。整合小型水库中长用的易损件，例如传感器、止水橡皮等，将其库存信息纳入智慧管护平台中，并设置最低库存警戒线。当库存低于安全线时，系统则自动提醒采购。

四、小型水库智慧管护平台运营保障策略

为避免智慧管护平台建而不用的情况，还应从以下几方面做好保障。

第一，推行建管分离与第三方专业托管模式。基层人员的技能及专业知识等都比较有限，难以应对智慧管护平台运营过程中出现的各类问题。统建统管、服务外包可解决这一问题。平台的硬件设备可以由县级水利部门统一招标采购，从源头保障系统的稳定性。此外，在平台投入运营后，可以将平台服务器维护等业务外包给有资质的信息化企业。可按年购买服务，并结合设备的维修情况为维修企业打分，确定下一年是否继续合作，以此倒逼其提升自己的服务质量。

第二，强化基层人员实操培训与考核倒逼机制。在数字水利背景下建设小型水库智慧管护平台，主要使用者是基层管护人员，所以其数字素养会直接影响用效率。对此可以开展实操培训，重点教授微信小程序打卡操作以及设备基础故障排除等实用技能，确保基层人员真正会用、敢用。同时建立考核机制，重点考察基层人员的出勤率以及巡查上线率等，这些数据均可以从智慧管护平台的后台获取，将这些数据与管护津贴发放挂钩，对于发现隐患并及时上报者给予额外奖励，激励基层人员养成使用智慧管护平台的习惯，提升他们对平台的利用率，也让平台真正扎根基层、发挥作用。

五、结语

综上所述，在数字水利背景下，小型水库智慧管护平台建设至关重要，这一平台必须扎根水库现场，能解决基层真实问题。本文所提出的智慧管护平台在架构上从重展示转向重边缘计算与多模通信，确保平台在恶劣环境中仍能可靠运转，适应小型水库的运行环境。在应用方面则聚焦极简设计，让文化程度不高的巡查人员也能成功使用；在运维方面则专注于让平台“建而常用、持续在线”。用让基层用得起、用得惯、真管用的智慧管护平台为小型水库的长效运行贡献力量。

参考文献

[1] 胡峻，李芝贤，吕文龙 . 数字孪生技术提升小型水库 " 四预 " 功能研究 [J]. 红水河 ,2025,44(5):36-39+65.

[2] 胡亮，章振华，王琳，等 . 小型水库现代化运行管理实施路径探索——以杭州市余杭区为例 [J]. 浙江水利科技 ,2025,53(4):48-52.

[3] 王佳，郭光智，付永飞，等 . 小型水库智慧监测运行技术探究与应用 [J]. 水利技术监督 ,2025,(4):57-61.

[4] 张文国 . 中小型水库智慧化建设与管理探索 [J]. 农业开发与装备 ,2024,(8):133-135.

[5] 满旺，李宗梅，聂芹，等 . 数字孪生技术在小型水库管理中的应用初探 [J]. 测绘通报 ,2023,(1):20-25.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.