

DOI:10.16867/j.issn.1673-9264.2024226

王齐浩,王瑞,王兆振,等.山东省丁东水库现代化水库运行管理矩阵的建设构想[J].中国防汛抗旱,2025,35(7):88-92.WANG Qihao,WANG Rui,WANG Zhaozhen,et al. Construction concept of modern reservoir operation and management matrix for Dingdong Reservoir in Shandong Province[J].China Flood & Drought Management,2025,35(7):88-92. (in Chinese)

# 山东省丁东水库现代化水库运行管理矩阵的建设构想

王齐浩 王瑞 王兆振 黄慧 杨静 兴朋

(山东省德州市水利局,德州253000)

**摘要:**根据山东省丁东水库现代化水库运行管理矩阵建设要求,结合丁东水库信息化建设现状和日常运行管理情况提出平原水库矩阵建设思路和技术架构,通过前端感知设备建设,信息中心建设,预报、预警、预演、预案“四预”模块建设,移动端应用建设4部分,推进丁东水库运行管理数字化转型和智能化升级,以期为平原水库矩阵建设提供参考借鉴。

**关键词:**平原水库;水库矩阵;数字化;丁东水库;山东省

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-9264(2025)07-88-05

## 1 工程概况

丁东水库位于山东德州陵城区丁庄镇境内,面积8.51 km<sup>2</sup>,总库容5 260万 m<sup>3</sup>,属中型平原水库。丁东水库的主要作用为调蓄黄河水,解决德州德城区及周边区域内居民生活用水的季节性不足,同时兼有工业供水的重要作用,供水范围辐射了德城区、天衢新区、运河新区及高铁新区<sup>[1]</sup>。水库下辖4座中型泵站,其中2座入库蓄水泵站,2座供水泵站。

近年来,丁东水库以强化日常运行管理工作为主线,运管水平始终位于全国前列。2017年,丁东水库被评为国家级水利工程管理单位,是全国唯一一座水库、泵站双达标的平原水库;2020年,被授予山东省“水利工程标准化管理试点示范工程”;2022年,通过了水利部标准化管理水利工程考核验收,是全国唯一一座通过水利部验收评价的平原水库;2024年,被水利部首批选定为现代化水库运行管理矩阵建设试点平原水库,成为全国平原水库数字化建设的先锋。

## 2 丁东水库矩阵建设现状

### 2.1 水库“四全”(全覆盖、全要素、全天候、全周期)管理现状

#### 2.1.1 监管覆盖情况

丁东水库已按规定及时完成注册登记,在全国水库运行管理系统完整准确填报了水库基础信息和运行管理信息;但运行管理、雨水情测报与大坝安全监测信息,还只停留在水库现地管理,未能将信息汇集到上级水库信息化管理平台进行共享与应用。

#### 2.1.2 水库管理机构情况

丁东水库运行维护中心为水库运行管理单位,是德州市水利局副县级直属管理单位。

#### 2.1.3 水库实时监控设施建设现状

(1)视频监控。丁东水库视频监控系统主要包括摄像机162路,其中围坝106路,泵站及管理处56路。目前已实现库区视频全覆盖,监控数据在本地存储,通过内网传输。

(2)雨水情监控。水库雨水情监测站设备主要用于采集水库流域的雨情信息和水库水位,可进行数据上传查

收稿日期:2024-07-02

第一作者信息:王齐浩,男,工程师,E-mail:1003091412@qq.com。

通信作者信息:兴朋,男,高级工程师,E-mail:420426210@qq.com。

看;在入库河道2个水库都安装了流量监测设备,但是未加装水位监测。

(3)大坝安全监控。目前在大坝10个断面做了渗压监测,总计120个渗压点,运行管理数据存储至山东农业大学云平台。为实现大坝全方位安全管理,后续还需加装大坝位移自动监测设备。

(4)出入库泵站数据监控。丁东水库现有泵站都已建有中控室,内部均设有微机控制台、监控工作站等;各泵站分别于水泵进水管道上设压力传感器用于监测水泵进口压力、出口压力;还配有4声道超声波流量计用于监测记录泵站供水流量和供水总量;水泵机组设轴承温度、定子温度、湿度、水泵壳体振动、电机壳体振动、主轴摆度及水泵正反转传感器,用于监测机组运行状态。

(5)蒸发监控。目前已建蒸发量检测设备因安装时间久远,设备数据采集准确性较差。

#### 2.1.4 管理全周期

丁东水库全生命周期管理已经覆盖大坝建设、注册登记、安全鉴定、除险加固、运行期间遭遇重大事件等各个环节,并能及时填报至全国水库运行管理系统,但是还只局限于纸质资料存档。

### 2.2 水库“四制(治)”(体制、机制、法治、责任制)体系现状

丁东水库为水利部标准化水利工程,在管理的体制、机制、法治、责任制等方面都有相应文件,并明确自身职责。

### 2.3 水库“四预”(预报、预警、预演、预案)建设现状

针对“预报”,目前只建设了单一雨量站,距离由气象卫星和测雨雷达、雨量站、水文站组成的雨水情监测预报“三道防线”建设要求还有差距,在“预警”“预演”“预案”方面还未做针对性建设。

### 2.4 水库“四管”(除险、体检、维护、安全)工作现状

#### 2.4.1 水库除险工作

丁东水库已经建立常态化隐患治理制度,做到了定期巡查,实行24h值班制并做到巡查常态化,每日开展夜间巡查,巡视检查中做到及时发现问题、解决问题,并做好巡视检查记录及每月向市水利局上报水源地排查表。

#### 2.4.2 水库安全体检

丁东水库最近一次安全鉴定时间为2021年,鉴定结果为一类坝。

#### 2.4.3 水库日常维护

丁东水库的日常维护工作以人工执行为基础,纸质文档为载体,在多年运行中形成了稳定的工作机制,其技术支撑主要依赖通用工程设备与基础通信工具,管理体系具备完整的责任链条与操作规范。

#### 2.4.4 水库安全保障

丁东水库是水源地一级保护区,封闭措施为围网,共设立界桩85处,警示类标示牌46个;编制了《丁东水库大坝安全(防汛)应急管理预案》《丁东水库安全生产事故应急预案》,每年定期组织培训和演练<sup>[2]</sup>;作为山东省安全生产风险分级管控“六项机制”试点单位,危险源辨识、风险等级划分、分级管控等措施齐全。

## 3 存在的主要问题

水库全覆盖有效监管尚有欠缺,需要建设统一平台实现数据汇集与共享,同时全天候监控手段不足,需要增加无人机等新型技术及监控、巡视手段;水库系统整合度较差,现有的自动化监控系统、数据资源、数字化管理系统等大都由不同的建设单位构建,无法进行数据共享,数据资源分散且复用性差,存在信息孤岛;水库监测预警能力依然偏低,部分设备老化损坏,完好率不高;数字孪生水库建设尚处于初步阶段,目前数据更多是简单查看,没有数据分析及研判,“四预”能力有待提高;水库缺乏多维度智能分析手段,历史和实时监测信息利用不足,缺乏“数据驱动”的理念<sup>[3]</sup>。

## 4 丁东水库矩阵建设思路

### 4.1 前端感知设备建设

完善丁东水库大坝安全监测设施建设和系统集成,使水库大坝安全监测数据具备在线分析与异常预警提醒功能;利用已有信息化资源,整合建立运行管理信息系统,实现全天候监测,见图1。

#### 4.1.1 构建无人机巡航平台

丁东水库围坝总长约4000m,仅靠人工进行巡查监管,工作量大且效果不佳。为增强水库全天候立体感知能力,计划建设无人机巡航平台,通过无人机进行固定路线巡航,对丁东水库工程整体情况等进行分析判断,提高水库工程巡查效率,数据采集后会经无人机感知系统处理,将不同特征的感知数据传递到信息中心。

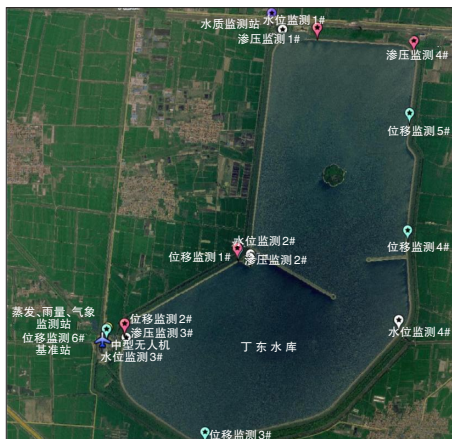


图1 前端感知设备建设示意图

#### 4.1.2 环境量监测

拟在地形地物干扰影响小的地方安装全自动数字蒸发站,再通过通用分组无线业务(General Packet Radio Service, GPRS)等无线通信方式,将监测数据发送到云平台或水文中心站服务器上,为水文水利的监测提供可靠数据支持。计划在库内多个点位安装雷达水位,同时对不同点位计算平均数据,提高电子读尺精度。

#### 4.1.3 安全监测

(1)位移监测。采用北斗全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS)接收机自动化监测方式对坝体表面位移进行实时自动化监测,可在水库原有的水准观测墩上进行加工改造,各北斗GNSS接收机监测点与参考点接收机实时接收北斗GNSS接收机信号,数据分析软件获取各监测点实时三维坐标,并与初始坐标进行对比而获得该监测点变化量,同时分析软件根据事先设定的预警值进行报警。

(2)大坝渗压监测。根据水库运行实际情况及相关技术指标,大坝渗压监测选用振弦式渗压计。该渗压计适用于长期埋设在水工结构物或其他混凝土结构物及土体内,测量结构物或土体内部的渗透(孔隙)水压力,并可同步测量埋设点的温度<sup>[4]</sup>。

(3)大坝渗流监测。针对水库大坝背水坡有明显渗流状态的点位进行监测,设置导流建筑物,将渗漏点积水引入量水堰槽内,通过监测堰前水位进行自动观测。

## 4.2 信息中心建设

为实现水库全面监控,计划进行信息中心建设,以提高应急响应能力。信息中心可以对各种突发事件进行实时

监控和预警,快速调度应急资源,提高应急响应速度和效率,最大程度地减少灾害损失<sup>[5]</sup>,主要为实现以下功能。①加强信息集成和共享,将来自各个部门的信息进行整合、分析和处理,实现信息的快速传递和共享,提高决策的科学性和准确性。②提升水库运行管理水平,对水库运行的各项数据进行实时监控和管理,及时发现和解决各种问题,提升管理的效率和水平。③促进跨部门协同合作,形成合力,提高工作效率和协同应对突发事件的能力。④增强水库安全保障能力,可以通过对水库安全信息的实时监控和分析,及时发现和防范各种安全隐患,增强安全保障能力。

## 4.3 “四预”模块建设

丁东水库“四预”模块建设以水库防洪调度体系、大坝安全运行、水资源优化调配为核心,全面提升水库运行管理综合态势感知、风险预警、智能决策、联动协同信息化能力<sup>[6-8]</sup>;由于丁东水库是引水注入式平原水库,因此无工程防洪标准和下游河道安全泄洪等任务,在建设防洪调度上主要考虑溃坝洪水影响。

### 4.3.1 健康预报

根据库区建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)建模成果,结合监测数据及大坝运行状态分析预测模型,实时预报工程运行状态;梳理调水工程的特性拓扑关系、业务逻辑关系,明确闸门、水库、泵站、用水户等对象之间的关联,打通智慧化调水业务;构建溃坝仿真推演模型,结合水库渗流量、水雨情监测、闸门启闭开度、库区视频数据等,对水库不同溃决工况过程进行全方位监测,实现对水库任意溃决工况的实时预报<sup>[9]</sup>。

### 4.3.2 风险预警

明确水库预警流程,预警系统根据前期设定的雨量、水位、水资源分配、防洪溃坝、大坝安全形态等预警指标,在达到相应的预警临界值时,自动判断预警等级,发布相应的预警信息;对预警信息进行表格、图形化的展示,根据预警状态和等级进行标注,并提供查询过滤功能;根据时段,展示预警响应信息的统计分析成果,对预警、响应、反馈信息进行统计,对每个预警流程进行监控,分析当前时段内所上报预警的后续操作。

### 4.3.3 情景预演

设定极端暴雨、关联水库工程运行状态等多情景,通过自选情景模拟预演不同极端情况下水库大坝的力学行

为,确保大坝运行安全;针对丁东水库多用水户供水特点,结合水库安全特性、水量调配预警等级、用水户需水量突发指标等,实现基于水力学仿真模型下的水库引配水特征、特性变化形态情景预演;采用FASFLOOD计算引擎建立溃坝洪水二维高性能洪水模型,计算出溃决洪水对库区周边的淹没过程、淹没范围、损失评估等,在GIS+BIM图上直观展示水库周边洪水演变过程。

#### 4.3.4 管理预案

全面梳理、整合工程运行管理全要素数据,建立工程管理的数字化档案<sup>[10]</sup>;通过预演结果对模型参数及调度方案进行验证及优化迭代,形成预案库,支撑水库工程供水综合调度管理、大坝安全运行及会商决策;结合工程管理经验,建立各类应急处置模型预案,借助数字孪生平台,预演应急处置模型预案实施效果<sup>[11]</sup>;综合工程隐患排查、事故案例、应急处置流程及相关规范标准,建立工程安全模型库,结合工程实际不断验证完善,为工程安全管理决策提供支持。

#### 4.4 移动端应用建设

通过应用程序(App),水库巡查员按照巡查路线对水库大坝、监测站点、水工设施等部位进行打卡式巡查拍照上传,确保水库每个关键节点均巡查到位;根据巡查要点,巡查员通过App对日常巡视检查、巡视专项检查及维修保养事项等进行标准化记录,通过App快速在系统中记录巡查方式、巡查总体情况、责任人巡查记录、图像视频、巡查结论等,系统生成巡查轨迹图,具体功能如下。

##### 4.4.1 数据查询

数据查询主要包括对丁东水库水情、雨情、工单、告警信息、流程运行等信息进行查询,为丁东水库巡查及隐患排查提供基础信息支撑。

##### 4.4.2 实时监测预警

结合App综合展示水库在线监测信息,主要包括水雨情监测、气象信息监测、流量监控、视频监控、工程安全监控等,随时随地掌握水库运行状态,保障水库安全。当实时监测信息超过既定预警数值或巡查发现险情时,可通过App发布预警信息,使水库运行管理人员无论身处何地,都可在第一时间获取预警信息。

##### 4.4.3 工程巡查

①制定巡查计划。在移动端进行巡查路线选择,类型分为日常巡检和特殊巡检2类,日常巡检就是针对一些普通

情况进行巡视,特殊巡检就一些特殊情况和重点区域进行着重巡查。②明确巡查路线。在巡查人员巡视过程中形成其轨迹路线,能够起到督促巡查人员工作的作用以有效巡查水利工程的安全隐患。③上报巡查记录。根据巡查过程中巡查到的问题,通过手机App拍照、录像上传,系统会自动记录巡查人员、隐患数量、开始时间、结束时间等。④重点描述巡查问题。在巡查过程中遇到的问题可以着重描述和上传。

## 5 结 语

建设现代化水库运行管理矩阵是提升水库运行管理水平的重要举措,丁东水库围绕矩阵水库建设要求,全面推动供水调度、运行管理、除险加固等迈向新高度。在筑牢水库工程运行安全底线的同时,充分发挥工程效益,进而创建现代化平原水库运行管理矩阵特色成果。

## 参考文献

- [1] 何丽,李广顺.德州市区供水工程联合调度方案分析[J].山东水利,2019(10):26-27.
- [2] 王瑞,王齐浩,付春华.丁东水库争创水利工程标准化管理单位经验探究[J].小水电,2023(3):30-35.
- [3] 田力.基于物联网技术的白龟山水库综合信息化管理系统[J].水资源开发与管理,2021(6):63-67.
- [4] 中华人民共和国水利部.土石坝安全监测技术规范:SL551-2012[S].北京:中国水利水电出版社,2012.
- [5] 王翔,石跃祥.浅析“智慧水库”建设思路:以亭下水库为例[J].2020(12):294-295.
- [6] 田向忠,吴靖.数字孪生佛子岭水库群工程设计探索[J].中国防汛抗旱,2023,33(9):71-76.
- [7] 方卫华,袁威,杨浩东.现代化水库运行管理矩阵体系分析与构建关键问题研究[J].中国水利,2024(4):53-60.
- [8] 王国强,刘晓伟.山东菏泽黄河“四预”措施与智慧黄河建设探讨[J].中国防汛抗旱,2022,32(S1):86-88.
- [9] 张莉萍,吴海兵,吕伟娜,等.空地融合技术在数字水库运行管理矩阵平台中的应用[J].自动化应用,2024,65(2):188-189.
- [10] 张文洁.现代化水库运行管理矩阵构建与重点问题解析[J].中国水利,2023(22):1-5.
- [11] 王康.水库运行管理矩阵构建路径初探[J].河北水利,2023(8):28-29.

## Construction concept of modern reservoir operation and management matrix for Dingdong Reservoir in Shandong Province

WANG Qihao, WANG Rui, WANG Zhaozhen, HUANG Hui, YANG Jing, XING Peng

(Dezhou Water Resources Bureau, Shandong Province, Dezhou 253000)

**Abstract:** According to the requirements of the modern operation and management matrix construction of Dingdong Reservoir in Shandong Province, combined with the current situation of information construction and daily operation management of Dingdong Reservoir, the construction ideas and technical architecture of the plain reservoir matrix are proposed. Through the construction of front-end perception equipment, information center, "Four Preliminaries" (forecast, warning, preview, and plan) module, and mobile application, the digital transformation and intelligent upgrading of Dingdong Reservoir operation and management are promoted, in order to provide reference and guidance for the construction of plain reservoir matrix.

**Keywords:** plains reservoir; reservoir matrix; digitization; Dingdong Reservoir; Shandong Province

编辑 赵乐媛

(上接第87页)

发现垮塌风险大,立即上报忠州街道办事处,并录入灾害风险隐患信息报送系统;13时55分,忠州街道办事处上报县委、县政府,抄送县应急管理局;14时15分,县应急管理局报告市应急管理局。②早预警避让。14时10分,忠县政府主要领导带领相关部门赶赴现场并成立现场指挥部,会商确定紧急撤离受威胁群众,组建8个工作小组分别组织群众转移安置、排危除险等各项应急处置工作。14时40分,忠州街道办事处启动“包保”责任制,社区工作人员逐户逐人预警“叫应”,共37户133人。忠县综合应急救援大队协同开展紧急避险撤离。14时45分,市应急管理局通过视频调度,指导忠县启动地质灾害Ⅱ级应急响应并派工作组赴忠县现场督导应急处置工作。③早安置救助。16时,受威胁的居民全部转移安置。5月8日10时30分,完成除险清患、确认安全后,被转移群众返家<sup>[6]</sup>。

### 参考文献

- [1] 王利想. 临灾预警“叫应”机制研究[J]. 中国应急管理, 2024(4):68-73.
- [2] 魏振宽. 统筹国内国际两个大局 开创我国减灾事业发展新局面: 第七年全球减灾平台大会专题寄语[J]. 中国减灾, 2022(13):12-13.
- [3] 张学权, 赵飞, 刘蓓蓓, 等. 关于自然灾害综合风险普查成果业务化应用方向的初步探索[J]. 中国减灾, 2022(7):8-9.
- [4] 周福刚. 洪水风险图在应对2020年长江第5号洪水工作中的应用[J]. 中国防汛抗旱, 2021, 31(8):53-55.
- [5] 周福刚. 重庆市提升“统、防、救”三大能力, 防灾救灾工作有力有序有效[J]. 中国防汛抗旱, 2023, 33(11):86-88.
- [6] 成家英, 游文斌. 勠力同心新时代、携手奋进新征程, 确保防汛抗旱工作“立起来、好起来、强起来”[J]. 中国防汛抗旱, 2023, 33(11):71-75.

编辑 赵乐媛