

水利生产运行中设备安全管理措施研究

黄红军

靖江市水利局城南水利管理站 江苏 泰州 214500

摘要:水利工程是国家基础设施的重要组成部分,设备安全运行是其功能发挥的关键。本文聚焦水利生产运行中设备安全管理,分析了设备类型与特点,涵盖核心作业、监测调控及辅助保障设备,其具有环境适应性强、协同性高、技术迭代快等特征。阐述了管理内容,包括全生命周期管控与配套保障体系建设,指出当前存在制度模糊、技术应用低效、人员能力不足及资源失衡等问题。最后提出针对性措施,如健全制度体系、加强人员建设、推进技术升级、实施全生命周期管理及完善应急机制,为提升水利设备安全管理水平提供参考。

关键词:水利生产运行;设备安全管理;措施

引言:随着我国水利事业的快速发展,水利工程规模持续扩大,泵站机组、闸门启闭机、智能监测系统等设备类型日益多样,技术迭代速度不断加快,为水资源调控、防洪排涝等功能的实现提供了重要支撑。但设备安全管理面临的挑战也愈发突出,传统管理模式与新型设备的适配性不足,导致制度滞后、技术应用低效、人员能力不匹配等问题逐渐显现,不仅影响设备的稳定运行,更对水利工程的安全效能构成潜在威胁。本文立足水利生产实际,结合不同类型设备的功能特点与运行规律,系统剖析设备安全管理的核心内容及现存短板,在此基础上探索针对性的提升措施。

1 水利生产运行设备的类型与特点

1.1 水利生产运行设备的主要类型

水利生产运行设备涵盖了水资源调控、防洪排涝、水力发电等多个环节,按功能可分为以下核心作业设备、监测调控设备和辅助保障设备三大类。(1)核心作业设备包括泵站机组、闸门与启闭机、水力发电机组等,其中泵站机组是跨区域调水和农田灌溉的关键,如轴流泵、离心泵等不同类型的水泵可适应不同扬程和流量需求;闸门与启闭机则用于控制河道水位、调节过流能力,常见的平板闸门、弧形闸门分别适用于浅孔和深孔泄水场景。(2)监测调控设备以自动化系统为核心,包括水位传感器、流量计量仪、水质检测仪等,可实时采集水文数据;PLC控制系统通过整合监测数据实现设备联动,如根据水位变化自动调节闸门开度。(3)辅助保障设备则涵盖变压器、高压开关柜等电力设备,以及清污机、拦污栅等防护设备,其中清污机可及时清除水面漂浮物,避免杂物进入机组造成卡堵。

1.2 水利生产运行设备的特点

水利生产运行设备的特点与其工作环境和功能需求

紧密相关,主要体现在以下三个方面。(1)强环境适应性,多数设备长期暴露在露天或水下环境中,需耐受高温、高湿、腐蚀性水质等多重考验,如闸门金属构件需通过阴极保护、防腐涂层等技术抵抗锈蚀,泵站电机则需具备防水、防潮性能。(2)功能协同性强,设备间形成有机整体,某一环节故障可能引发连锁反应,例如监测设备数据失真可能导致闸门误操作,进而影响防洪安全;设备需保持时序同步,如灌溉期间泵站流量需与渠道输水能力动态匹配。(3)技术迭代性显著,传统机械传动设备正逐步向智能化升级,如启闭机从手动操作发展为远程控制,结合物联网技术实现状态自诊断;大型设备呈现模块化趋势,如可拆解式泵站机组便于运输和现场安装,适应偏远地区水利工程建设需求。部分设备还具有显著的地域差异性,如南方多雨地区的排涝设备需具备高频启动能力,而北方寒冷地区的管道设备则需配备防冻保温系统^[1]。

2 水利生产运行中设备安全管理的内容

水利生产运行中设备安全管理的核心是通过全流程管控与体系化保障,确保设备稳定运行。其内容主要包括以下两方面:(1)设备全生命周期的安全管控,覆盖从选型采购到报废处置的各环节。选型采购阶段需严格审核设备质量标准与安全性能,确保符合水利工程运行要求;安装调试阶段需按技术规范执行验收,消除安装隐患;运行阶段通过定期巡检、状态监测掌握设备工况,及时处理异常;维护阶段依据设备重要程度实施分级保养,预防故障扩大;报废阶段则需合规处置,避免环境污染与资源浪费。(2)配套保障体系的建设,包括制度与人员管理。制度层面需明确各岗位安全职责,制定标准化操作流程与应急预案;人员层面需通过培训提升操作与应急能力,强化安全意识,形成“责任到岗、

流程规范、处置高效”的管理闭环，为设备安全运行提供全方位支撑。（3）强化设备档案动态管理，详实记录历次检修、故障处理及技术改造信息，为全生命周期管控提供数据支撑。同时建立跨部门协同机制，推动技术、管理、操作团队信息共享，确保保障体系各环节无缝衔接，形成持续改进的安全管理生态。

3 水利生产运行设备安全管理存在的问题

尽管安全管理体系逐步完善，但实践中仍存在以下多方面问题。（1）现有管理制度部分条款存在模糊性，导致实际操作中弹性空间较大。如设备维护周期的设定缺乏科学量化依据，易出现“过度维护”或“维护不足”的情况。制度更新滞后于设备技术发展，对于智能化、信息化设备的安全管理，尚未形成针对性的规范，传统管理模式与新型设备的适配性有待提升。（2）技术应用存在“重建设、轻实效”的现象。部分工程虽引入先进监测设备，但数据处理能力不足，大量监测数据仅用于存储记录，未能转化为有效的风险预警信息，导致技术设备的实际效能未充分发挥。不同设备的监测系统存在“信息孤岛”问题，数据标准不统一，难以实现跨设备、跨环节的协同分析，影响了安全管理的整体效率。（3）人员能力与岗位需求的匹配度有待提高。基层运维人员对新型设备的技术原理与故障排查能力不足，培训内容多侧重理论知识，缺乏实战化操作训练，导致设备突发故障时应急处置效率较低。安全责任考核机制不够完善，部分单位存在“重结果、轻过程”的倾向，对日常管理中的细节疏漏缺乏有效约束，难以从源头防范安全风险。（4）资源投入的结构性失衡。设备安全管理的资金分配多向大型工程倾斜，中小型工程的维护资金缺口较大，导致部分老旧设备长期“带病运行”。专业技术人才分布不均，基层水利单位普遍存在人员老龄化、技能单一化问题，难以满足现代化设备安全管理的需求^[2]。

4 提升水利生产运行中设备安全管理的措施

4.1 健全设备安全管理制度体系

完善制度框架是提升设备安全管理的基础，具体措施如下：（1）细化责任分工。从单位主要负责人到一线操作人员，逐级明确安全管理职责，将设备完好率、故障停机时长、隐患整改率等核心指标纳入各岗位考核体系，考核结果与薪酬分配、职务晋升直接关联，形成“横向到边、纵向到底”的责任网络。（2）制定标准化操作流程。针对设备巡检环节明确路线、项目、频次及规范记录表；维护环节确定不同设备的润滑周期与部件更换标准；检修环节划分等级，明确各级检修的范围、

技术要求和安全措施，通过统一技术规范 and 作业指导书固化操作标准，避免操作风险。（3）建立动态更新机制。每年组织技术、管理、操作等多领域人员开展制度评估，梳理现行制度与设备技术升级、管理模式创新的适配性，对新型设备引入或作业流程调整导致的制度空白、过时条款及时修订，确保时效性和针对性。（4）强化制度执行监督。由单位纪检部门牵头、技术骨干参与组建专项督查小组，采用季度定期检查与月度随机抽查相结合的方式量化评估制度落实情况，结果内部公示。对违规行为建立分级问责机制，从通报批评到岗位调整、经济处罚，形成闭环管理，保障制度刚性执行。

4.2 加强从业人员能力建设

加强从业人员能力建设的具体措施如下：（1）构建分层分类培训体系。管理人员每半年开展一次安全管理理论和政策法规集中培训，涵盖风险管理、体系建设等核心模块，配套案例研讨和情景模拟；技术人员每月组织专业技能培训，强化设备原理、故障诊断等内容，结合运行数据开展分析实训；操作人员每周进行实操技能和应急处置培训，通过现场演示、分组练习掌握设备操作与简单故障排除。培训形式多样化，线上利用行业在线教育平台开设专题课程支持碎片化学习；线下建设实操培训基地，配置设备模拟器，利用虚拟现实技术还原故障场景供反复练习。（2）建立技能认证机制，制定各岗位技能标准和考核大纲，将培训考核结果与岗位资格挂钩，实行“持证上岗”。考核分理论笔试（40%）和实操考核（60%），不合格者给予一次补考机会，仍未通过的进行岗位调整或待岗培训。加强安全文化建设，每月召开安全例会通报状况与问题；在作业现场张贴警示标语和操作口诀；每季度开展知识竞赛、安全承诺签名等活动，强化安全意识，形成“人人讲安全、事事为安全”的氛围。

4.3 推进技术应用与升级

推进技术应用与升级应从以下方面着手。（1）推广状态监测技术。在泵站机组、闸门启闭机等关键设备上安装振动、温度、压力等传感器，布设位置结合设备结构确定以保证数据准确。建立数据采集终端实时接收数据，高频设备每10分钟采集一次，低频设备每小时采集一次。通过数据分析系统进行趋势分析和阈值判断，数据超限时自动生成预警，实现从“定期维护”向“预知维护”转变。建设信息化管理平台，整合设备台账、运行数据、维护记录等信息，具备查询、统计、报表生成功能，支持电脑端和移动端访问，为管理决策提供数据支持。（2）引入智能化运维手段，针对远距离渠道等人

工巡检难的区域配置多旋翼无人机,搭载高清摄像头和红外热像仪按预设航线巡检,数据实时传回后台;水下闸门等设备采用具备防水防腐性能、可在30米水深作业的水下机器人探测,减少人工风险。加强技术标准统一,制定数据采集格式规范明确参数单位与精度,统一系统接口协议确保不同设备和系统数据互通。建立技术标准更新机制,每年根据技术发展和需求修订完善,打破信息壁垒提升协同性。

4.4 实施全生命周期安全管理

实施全生命周期安全管理,要采取以下措施:(1)设备选型与采购阶段。制定严格质量标准,明确抗过载能力、防护等级等安全性能指标。建立供应商评估体系,从资质、产能、售后等方面打分,选择前3名进入采购名单。签订合同明确质量保证条款和违约责任,要求供应商提供出厂检验报告和型式试验证书。安装与调试阶段,编制详细方案明确步骤、参数和安全措施,组织有资质队伍安装,专业人员全程监督并旁站监理关键工序,安装后按大纲逐项调试(含空载、负载、联动试验),验收合格后方可使用。(2)运行阶段建立定期检测制度。按设备类型和运行时长制定差异化计划,运行超1000小时的每月检测一次,超5000小时的每半月检测一次。检测项目包括运行参数、部件磨损等,对关键部件进行性能测试和无损检测,及时处理隐患。维护阶段实行分级模式,一级维护(核心设备)每周全面检查保养,二级维护(重要设备)每两周重点检查,三级维护(一般设备)每月常规检查,提高效率。(3)报废与更新阶段。制定报废标准,对运行超设计寿命、性能下降30%以上或年度维护成本超原值20%的设备启动报废程序。处置遵守环保要求,拆解回收金属等物质,不可回收部分按危废流程处理。每三年制定更新计划,优先选用安全性能高、能耗低的新型设备,更新前进行技术可行性和经济性评估。

4.5 完善应急处置机制

完善应急处置机制,应采取以下措施:(1)构建多层次应急预案体系。按设备故障类型(如电机烧毁、闸门卡阻)制定专项预案,按作业场景(如汛期)制定现场处置方案。预案明确应急组织机构组成与职责、响应等级、处置流程、救援措施及各环节责任人与时限。加强应急救援队伍建设,由技术骨干和操作人员组建专业队伍,每50台套设备至少配5名人员,配备发电机、千斤顶等救援设备和物资,建立台账定期检查确保可用。每季度开展应急培训,每半年组织实战演练(含故障诊断、抢修等)提升能力。(2)建立应急联动机制。与水利、气象等部门签订协议明确信息共享内容、沟通方式和协同流程,汛期等特殊时期每日互通获取预警和水文信息。完善应急预警系统,利用监测数据和历史故障记录建立含运行年限、环境参数等因素的预警模型,通过算法计算故障概率,超60%时提前发布预警。(3)应急处置结束后24小时内开展复盘。组织人员召开总结会分析原因和问题,评估预案实用性。根据复盘结果优化预案和处置流程,更新物资清单和队伍配置,持续提升处置水平^[3]。

结束语:水利生产运行设备安全管理复杂且关键。本文明确了设备类型、特点及管理内容,剖析了现存问题并提出对应措施。通过健全制度、强化人员、升级技术、全周期管理及完善应急机制,可有效提升管理水平。未来需结合实际不断优化措施,推动管理模式创新,以适应水利事业发展,保障设备长期安全稳定运行,为国家水安全提供坚实支撑。

参考文献

- [1]张亚慧.水利工程水工机械设备日常维护与安全生产分析与研究[J].中国科技投资,2019(33):57-58.
- [2]许树芳,杨朝瀚,程鹏毅,等.水利工程建设安全管理常见问题分析研究[J].海河水利,2021(z1):9-12.
- [3]许旭东,邓彬彬,袁尧.水利工程电气设备运行管理研究[J].水利建设与管理,2021,41(5):56-59.