

水库运行精细化管理模式构建与实践

王 凯

四川省都江堰水利发展中心岷河管理处 四川 成都 610000

摘要：随着水资源管理要求的日益提高，水库作为水资源调配、防洪减灾、供水灌溉及水力发电等多功能于一体的综合性水利工程，其运行管理的精细化水平直接关系到水资源的安全利用与区域经济的稳定发展。本文旨在探讨水库运行精细化管理模式的构建与实践路径，通过理论分析与实践指导，为提升水库运行效率和管理水平提供科学依据。

关键词：水库；运行管理；精细化；模式构建；实践路径

引言

水库作为水利基础设施的重要组成部分，在保障国家水安全、促进经济社会可持续发展方面发挥着不可替代的作用。然而，传统水库管理模式往往存在粗放、效率低下等问题，难以适应现代化管理需求。因此，构建精细化管理模式，实现水库运行的高效、精准、安全，成为当前水库管理工作的重要课题。

1 水库运行精细化管理模式构建框架

1.1 管理理念的转变

精细化管理在水库运行管理中的实施，首要前提和管理理念的根本性转变。这一转变的核心在于，从传统的基于经验的管理模式，逐步过渡到以数据为驱动、科学决策为基础的现代管理模式。在过去，水库的运行管理往往依赖于管理人员的经验和直觉，这种模式虽然在一定程度上能够应对常规情况，但在面对复杂多变的水文气象条件和突发事件时，其局限性和不足便显露无遗^[1]。因此，精细化管理的引入，旨在通过现代信息技术的融合，实现水库管理从定性分析向定量分析的跨越，从而提升管理的精准度和效率。

1.2 精细化管理体系的构建

1.2.1 “四全”管理体系

“四全”管理体系是精细化管理的核心框架，旨在通过全面、系统、持续的管理，确保水库运行的高效、安全和可持续（图1）。以下是“四全”管理体系的具体丰富内容：

全覆盖：一是度汛管理：制定详细的度汛计划和应急预案，确保水库在汛期能够安全度汛，减少洪涝灾害的影响。二是防洪管理：加强防洪设施的建设和维护，定期进行防洪演练，提高防洪应急响应能力。三是供水管理：根据水资源需求和供水计划，合理调配水库水资源，确保供水稳定可靠。四是发电管理：优化水力发电调度，提高发电效率，同时确保发电设施的安全运行。

五是设备维修检测：建立设备维修检测制度，定期对水库设施进行检查和维护，确保设施完好可用。



图1 “四全”管理体系框架图

全要素：整合水库流域面积、多年平均降雨量、工程特性、运行管理等多方面的数据资源，形成完整、准确的数据库。通过数据分析和挖掘，精准掌握水库运行的各项关键指标，为管理决策提供科学依据。建立信息共享机制，促进各部门之间的协同合作，提高管理效率。

全天候：建立全天候动态监控体系，利用现代信息技术对大坝主体工程、取水口等关键部位进行实时监控。确保通讯联络畅通无阻，及时传递监控信息和应急指令，提高应急响应速度。设置预警和报警系统，一旦发现异常情况，能够立即触发报警并采取相应的应对措施。

全周期：构建全周期档案管理模式，对水库建设、运行、维修等各个阶段的资料进行分类、归档和保存。确保资料的完整性和可追溯性，为水库的维修养护、升级改造等提供历史依据。根据档案管理资料和实际情况，科学制定水库的维修养护计划，确保水库设施的良好状态和长期运行。

1.2.2 “四制（治）”体系

“四制（治）”体系是精细化管理的重要支撑，旨在通过完善体制、健全机制、强化法治和落实责任制，构建一套科学、规范、高效的水库运行管理体系。以下是“四制（治）”体系的具体丰富内容：（1）完善体制：根据水库管理的实际需要，合理设置管理机构，明确各级管理部门的职责和权限，形成层次清晰、职责明确的管理体系。细化各部门和岗位的职责分工，确保每项工作都有人负责，避免出现职责不清、推诿扯皮的现象。加强各部门之间的沟通和协作，建立高效协调的工作机制，确保水库管理各项工作的顺利开展。（2）健全机制：建立日常巡查制度，定期对水库大坝、溢洪道、放水设施等进行巡查，及时发现并处理安全隐患。加强水库安全监测体系建设，利用现代监测技术和设备，对水库运行状态进行实时监测和预警。制定完善的应急预案和响应机制，确保在紧急情况下能够迅速、有效地应对，最大限度地减少损失。（3）强化法治：根据国家法律法规和水利行业规范，结合水库实际情况，制定和完善相关法规制度，为水库管理提供法制保障。加大水行政执法力度，严厉打击违法违规行为，维护水库管理的正常秩序。加强法制宣传和教育，提高水库管理人员和周边群众的法制意识，营造良好的法制环境。（4）落实责任制：明确水库大坝安全管理、防汛抗旱等各级责任人，确保每项工作都有人负责。建立责任追究机制，对因失职、渎职等原因造成水库安全事故的责任人进行严肃处理，确保责任制的落实^[2]。将责任制落实情况纳入绩效考核体系，对表现突出的个人和部门进行表彰和奖励，激发工作积极性和创造力。

1.3 信息化技术的应用

1.3.1 数字孪生技术

数字孪生技术是一种通过构建物理实体的高保真度虚拟模型，实现对其全生命周期的模拟、监控、预测和优化的技术。在水库管理中，数字孪生技术能够创建水库及其周边环境的虚拟模型，包括地形、水文、气象、建筑物等多种因素，实现对水库运行状态的全面模拟。具体应用包括：（1）洪水模拟与预警：基于高精度的地形数据和气象预测模型，数字孪生技术能够模拟不同降雨强度下的洪水演进过程，预测洪水峰值、到达时间以及淹没范围，为防洪调度提供科学依据。同时，通过实时更新气象和水文数据，可以动态调整模拟结果，提高预警的准确性和时效性。（2）大坝安全评估：利用结构力学和有限元分析方法，数字孪生技术可以对水库大坝进行结构分析和安全评估。通过模拟大坝在不同工况下

的应力、变形等状态，及时发现潜在的安全隐患，为大坝的维修加固提供决策支持。（3）运行策略优化：结合历史运行数据和实时监测数据，数字孪生技术可以对水库的调度和运行策略进行优化。通过模拟不同调度方案下的水库水位、蓄水量、发电量等指标，评估其经济效益和社会效益，选择最优方案实施。

1.3.2 物联网技术

物联网技术通过各类传感器、无线传输网络和数据处理平台，实现对物理世界的全面感知、互联互通和智能处理。在水库管理中，物联网技术能够实现水库运行状态的实时监测和数据采集。具体应用包括：（1）实时监测：在水库及周边区域部署各类传感器，如水位计、流量计、水质监测仪、气象站等，实时采集水位、流量、水质、气温、湿度、风速等多种数据。这些数据通过无线传输网络实时上传到数据中心，供管理人员进行分析和处理。（2）智能预警：基于实时监测数据，结合预设的阈值和规则，物联网技术能够实现智能预警功能。当监测数据超出正常范围或达到预设条件时，系统自动触发预警机制，通过短信、邮件、APP推送等方式通知管理人员，确保及时发现并处理异常情况。（3）远程监控：物联网技术还支持远程监控功能。管理人员可以通过电脑、手机等终端设备远程访问数据中心，查看水库的实时运行状态和历史数据，实现对水库的全面掌控。

1.3.3 大数据分析

大数据分析技术是指对海量数据进行存储、处理、分析和挖掘的技术。在水库管理中，大数据分析技术能够帮助管理人员从海量数据中提取有价值的信息和规律，为管理决策提供科学依据。具体应用包括：（1）数据整合与处理：首先需要来自不同传感器、监测站点的海量数据进行整合与处理。通过数据清洗、去重、转换等操作，确保数据的准确性和一致性。然后，利用数据库或数据仓库技术对数据进行存储和管理。（2）数据分析与挖掘：基于整合后的数据，运用统计学、机器学习等大数据分析技术对数据进行深度挖掘和分析。例如，可以分析水库水位与降雨量之间的关系，预测未来水位变化趋势；可以分析水库蓄水量与发电量的关系，优化发电调度方案；可以分析水库水质变化规律，制定针对性的保护措施等^[3]。（3）可视化呈现：为了方便管理人员理解和应用分析结果，需要将分析结果以可视化的形式呈现出来。例如，可以制作水库水位变化趋势图、洪水演进过程动画、大坝安全评估报告等图表和报告供管理人员参考和使用。

2 水库运行精细化管理模式实践路径

2.1 提升精细化管理意识

为实现水库运行的精细化管理，首要任务是提升管理人员对精细化管理的认知与理解。这需要通过一系列专业、系统的培训活动来实现。组织定期的培训课程，内容涵盖精细化管理的理论知识、实践案例以及先进的管理工具和方法。确保管理人员能够全面掌握精细化管理的核心理念，理解其在水库运行管理中的重要性。除了培训，还应加强宣传工作。通过制作宣传册、宣传视频等材料，生动形象地展示精细化管理的成果和优势，激发管理人员对精细化管理的兴趣和热情。同时，利用内部通讯、公告栏等渠道，定期发布精细化管理的相关信息和动态，保持管理人员对精细化管理的持续关注。在培训和宣传的过程中，应注重引导管理人员树立科学的管理理念。强调以数据为依据、以效益为目标的管理思路，鼓励管理人员运用科学的方法和工具进行决策和管理。

2.2 完善管理制度与标准

为实现水库运行的精细化管理，必须建立健全水库运行管理制度和标准体系。这一体系应涵盖水库管理的各个方面，包括但不限于水库大坝安全管理、防汛抗旱、水质监测、水资源调度等。针对每个管理领域，应制定详细的管理制度。这些制度应明确管理工作的目标、原则、职责分工以及具体的工作流程。例如，在水库大坝安全管理方面，应制定大坝安全巡查制度、大坝安全监测制度以及大坝维修养护制度等，确保大坝的安全运行。同时，应建立相应的管理标准。这些标准应明确各项管理工作的具体要求和操作规范，如巡查频次、监测指标、维修养护标准等。通过制定这些标准，可以确保管理人员在进行管理工作时有章可循、有据可依，提高管理工作的规范性和科学性。在建立健全管理制度和标准体系的过程中，应注重制度的可操作性和标准的合理性。制度应简洁明了，易于执行；标准应科学合理，既不过高也过低，能够真实反映管理工作的实际需求。

2.3 强化监督与考核

为确保水库运行精细化管理的有效实施，必须建立严格的监督考核机制。这一机制应涵盖精细化管理的各个环节，从制度执行、工作流程到管理效果，都要进行定期的检查和评估。首先，应设立专门的监督机构或指定监督人员，负责对精细化管理的执行情况进行日常监

督。这些监督人员应具备专业的知识和技能，能够准确判断管理工作的合规性和有效性。其次，应制定详细的考核标准和指标，对精细化管理的各个环节进行量化评估。这些标准和指标应具体、可衡量，能够真实反映管理工作的实际情况。通过定期考核，可以及时发现管理工作中存在的问题和不足，为改进管理提供依据。在监督和考核过程中，应注重问题的整改和反馈^[4]。一旦发现问题，应立即督促相关人员进行整改，并跟踪整改情况，确保问题得到彻底解决。

2.4 推动技术创新与应用

为持续提升水库运行管理的效能，必须鼓励和支持技术创新与应用。应积极关注国内外水库管理技术的最新发展动态，及时引进和消化吸收先进的管理技术和管理经验。在技术创新方面，应加大对水库管理相关科研项目的投入，支持科研人员开展水库管理新技术、新方法的研究和开发。同时，鼓励管理人员积极参与技术创新活动，将实践经验与科研成果相结合，推动技术创新的实际应用。在技术应用方面，应积极推动信息化、智能化技术在水库管理中的应用。例如，利用物联网技术实现水库运行状态的实时监测和数据采集，利用大数据技术和人工智能技术对数据进行深度挖掘和分析，为管理决策提供科学依据。

结语

水库运行精细化管理模式的构建与实践是一个长期而复杂的过程，需要政府、企业、科研机构等多方共同努力。通过转变管理理念、构建精细化管理体系、应用信息化技术等措施，可以有效提升水库运行效率和管理水平，为保障国家水安全、促进经济社会可持续发展提供有力支撑。未来，随着技术的不断进步和应用的不断深化，水库运行精细化管理模式将不断完善和发展，推动我国水利事业实现更高质量的发展。

参考文献

- [1]刘延安,桑亮,顾拓,等.密云水库构建现代化水库运行管理矩阵的实践[J/OL].北京水务,1-5[2024-09-18].
- [2]马宁.加强小型水库运行管理的思考与建议[J].海河水利,2024,(05):50-52+70.
- [3]付希义.水库建设与运行管理研究[J].水上安全,2024,(09):37-39.
- [4]李爽.全面提升水库运行管理高质量发展水平[N].中国水利报,2024-01-16(005).