

# 基于智能化技术的水利水电泵站运行管理优化

任浩源

神木市水务集团引黄供水有限公司 陕西 榆林 719300

**摘要：**文章聚焦于基于智能化技术的水利水电泵站运行管理优化。随着科技进步，智能化技术为泵站管理带来新机遇。通过对物联网、大数据、人工智能等技术的运用，实现设备全生命周期的精准监控与维护，有效提升了能效管理水平，降低能耗。智能化安全与应急管理系统增强泵站应对突发事件的能力，人机协同与决策支持系统则极大提高管理决策的科学性与效率。本文旨在探讨这些智能化技术如何协同作用，共同推动水利水电泵站运行管理的全面优化，为行业可持续发展提供新思路。

**关键词：**水利水电泵站；智能化技术；运行管理；优化策略

## 1 水利水电泵站运行管理现状

### 1.1 泵站设备类型与功能

在水利水电泵站中，设备类型多样，功能各异，共同保障着泵站的高效稳定运行。主要设备包括水泵机组、电气设备、辅助设备以及自动化控制系统。水泵机组作为泵站的核心，负责将水从低处提升至高处，以满足灌溉、供水、防洪等需求。根据应用场景的不同，水泵类型多样，如离心泵、轴流泵、混流泵等，每种类型都有其特定的适用范围和性能特点<sup>[1]</sup>。电气设备则包括电动机、变压器、开关柜等，为水泵机组提供动力支持，并确保电力供应的安全可靠。辅助设备如起重设备、通风设备、消防设备等，为泵站的日常运行和维护提供必要保障。近年来，随着自动化技术的飞速发展，越来越多的泵站开始引入自动化控制系统，实现对泵站设备的远程监控、智能调度和故障预警，大大提高了泵站的运行效率和安全性。

### 1.2 传统运行管理模式

尽管现代泵站已逐步向智能化、自动化方向发展，但传统运行管理模式仍在部分泵站中占据主导地位。传统模式主要依赖人工巡检和定期维护，运行人员需定时对泵站设备进行巡视检查，记录设备运行参数，并根据经验判断设备状态。这种管理模式虽然直观，但存在诸多弊端。一方面，人工巡检效率低下，难以实现对泵站设备的全面、实时监控；另一方面，运行人员的经验和技能水平参差不齐，容易导致误判和漏判，影响泵站的安全运行。此外，传统模式下的维护工作往往缺乏计划性和针对性，容易造成过度维护或维护不足的问题，增加运维成本。随着泵站规模的不断扩大和运行要求的不断提高，传统运行管理模式已难以满足现代泵站的发展需求，亟需向智能化、精细化管理转型。

## 2 水利水电泵站运行管理现存问题

### 2.1 设备老化、能耗高

当前，许多水利水电泵站面临设备老化严重的问题。部分泵站由于建设年代久远，设备长期运行，缺乏及时有效的更新和维护，导致设备性能下降，故障频发。老化的设备不仅影响泵站的运行效率，还增加了能耗和维修成本。例如，一些老旧的水泵机组效率低下，能耗远高于新型节能设备，长期运行下来，不仅浪费了大量能源，还加剧了泵站的运营压力。设备老化还可能引发安全隐患，对泵站工作人员的生命安全构成威胁。因此如何有效解决设备老化问题，降低能耗，提高泵站运行效率，成为当前水利水电泵站运行管理亟待解决的重要问题。除了设备本身的老化问题，泵站运行中的能耗管理也面临挑战。部分泵站缺乏科学的能耗监测和分析手段，难以准确掌握能耗分布和变化规律，导致节能措施难以精准实施。一些泵站对节能技术的应用不够广泛，如变频调速技术、智能控制技术等，这些技术能够有效降低设备能耗，提高泵站运行效率，但在实际应用中却受到诸多限制。

### 2.2 人工决策效率低

在水利水电泵站运行管理中，人工决策仍然是主流方式。然而，随着泵站规模的不断扩大和运行环境的日益复杂，人工决策的局限性日益凸显，人工决策依赖于运行人员的经验和判断，容易受到主观因素的影响，导致决策结果不够准确和科学<sup>[2]</sup>。人工决策过程繁琐，需要耗费大量时间和精力，难以应对突发情况和紧急事件。例如，在遭遇极端天气或设备故障时，人工决策可能无法及时做出反应，导致泵站运行受到影响。人工决策还缺乏系统性和前瞻性。运行人员往往只关注当前问题，而忽视了泵站长期运行的需求和规划。这可能导致泵站

运行管理缺乏战略眼光,难以实现可持续发展。

### 2.3 数据孤岛现象严重

在水利水电泵站运行管理中,数据孤岛现象是一个普遍存在的问题。由于泵站内部各部门之间缺乏有效的数据共享机制,导致数据分散、孤立,难以形成完整的数据链条。这不仅影响了数据的利用效率,还增加了数据管理的难度和成本。例如,泵站运行数据、设备维护数据、能耗数据等分别由不同部门负责收集和管理,但这些数据之间缺乏关联和整合,难以形成对泵站运行状态的全面认识。数据孤岛现象还制约了泵站智能化管理的发展,由于数据无法有效共享和利用,泵站难以实现智能化监控、预警和决策支持。这导致泵站运行管理仍然停留在传统的人工巡检和定期维护阶段,难以适应现代泵站的发展需求。如何打破数据孤岛,实现数据的整合和共享,成为当前水利水电泵站运行管理亟待解决的关键问题。

## 3 智能化技术在泵站运行管理中的应用

随着信息技术的飞速发展,智能化技术正逐步渗透到水利水电泵站运行管理的各个环节,为泵站的高效、安全、稳定运行提供了有力支持。

### 3.1 物联网(IoT)技术

物联网技术通过在泵站各类设备上安装传感器,实现了对设备运行状态的实时监测和数据采集。这些传感器能够收集包括温度、压力、流量、振动等在内的多种参数,并通过无线或有线方式将数据传输至监控中心。在泵站运行管理中,物联网技术的应用带来了诸多变革。(1)实时监控与预警,物联网技术使得泵站管理人员能够实时掌握设备运行状态,及时发现异常情况并发出预警,有效预防了设备故障的发生。例如,当水泵电机温度过高时,系统可自动触发报警机制,通知管理人员及时采取措施。(2)远程控制与调度,借助物联网技术,泵站管理人员可以远程控制设备的启停、调节运行参数等,实现了泵站的智能化调度。这不仅提高泵站运行效率,还降低人工操作的风险和成本。(3)资产管理与维护,物联网技术能够记录设备的运行历史数据,为设备的维护保养提供科学依据。通过分析设备运行数据,可以预测设备寿命,提前制定维护计划,减少设备停机时间,延长设备使用寿命。

### 3.2 大数据与云计算

大数据与云计算技术的结合,为泵站运行管理提供了强大的数据处理和分析能力。在泵站运行过程中,会产生海量的运行数据,这些数据蕴含着泵站运行状态的丰富信息。通过大数据技术,可以对这些数据进行深度

挖掘和分析,发现潜在的运行规律和问题。云计算平台能够整合泵站内外部的多源数据,包括设备运行数据、气象数据、水质数据等,通过高级分析算法,为泵站运行管理提供全面的数据支持。基于大数据分析的结果,云计算平台可以构建智能决策模型,为泵站管理人员提供科学的决策建议,如最优调度方案、设备维护计划等。通过对历史数据的分析,云计算平台可以预测设备可能出现的故障,提前制定维护计划,减少设备停机时间,提高泵站运行效率。

### 3.3 人工智能(AI)与机器学习

人工智能与机器学习技术在泵站运行管理中的应用,进一步提升了泵站的智能化水平。通过训练机器学习模型,可以实现对泵站运行状态的精准预测和故障诊断。机器学习模型能够学习泵站设备的正常运行模式,当设备出现异常时,模型能够迅速识别并诊断故障原因,为维修人员提供准确的维修指导<sup>[1]</sup>。结合AI技术,泵站可以实现智能优化调度,根据实时数据和预测结果,自动调整设备运行参数,实现能源的最优利用和泵站的高效运行。AI系统能够不断从新的数据中学习,优化自身的算法和模型,提高故障诊断和预测的准确性,实现泵站运行管理的持续改进。

### 3.4 自动化控制技术

自动化控制技术作为泵站智能化运行的核心基石,正深刻改变着传统泵站的管理模式与运行效率。通过高度集成先进的传感器网络、精密执行器以及智能控制器,泵站系统得以实现全方位、精细化的自动化控制。传感器实时捕捉设备运行状态的关键参数,如水位、流量、压力等,为控制系统提供精准的数据支持;执行器则根据控制指令迅速响应,实现设备的自动启停、精确调节运行参数,如动态调整水泵的转速以匹配实际需求,或微调阀门开度以优化水流分配,从而确保泵站始终运行在最佳状态。在故障处理方面,自动化控制系统展现出强大的智能诊断与自我保护能力。一旦检测到设备异常,系统能迅速定位故障根源,并自动执行隔离措施,防止故障扩散,保障整体系统的稳定运行。借助远程监控与操作平台,泵站管理人员无需亲临现场,即可实时掌握设备状态,进行远程调控与故障排查,极大地提升管理效率与响应速度,为泵站的安全、高效、智能化运行提供坚实保障。

## 4 智能化泵站运行管理优化策略

随着信息技术的飞速发展,智能化技术正深刻改变着水利水电泵站运行管理的模式与效率。为了进一步提升泵站的综合性能,实现高效、安全、可持续的运行目

标, 将从设备全生命周期管理、能效优化管理、安全与应急管理以及人机协同与决策支持四个方面, 探讨智能化泵站运行管理的优化策略。

#### 4.1 设备全生命周期管理

设备全生命周期管理(LCM)是智能化泵站运行管理的核心内容之一, 它涵盖了从设备选型、采购、安装、调试、运行、维护到报废的全过程。在智能化背景下, LCM的实施可以通过以下策略实现优化: (1) 数字化建模与仿真。利用BIM(建筑信息模型)技术, 对泵站设备进行三维建模, 模拟设备在不同工况下的运行状态, 提前发现潜在问题, 优化设备布局与选型; (2) 物联网与大数据分析。通过在设备上安装传感器, 实时收集设备运行数据, 利用大数据分析技术预测设备故障, 实现预防性维护, 减少非计划停机时间; (3) 智能化维护计划。基于设备运行数据与历史维护记录, 运用机器学习算法制定个性化的维护计划, 提高维护效率, 降低维护成本; (4) 绿色回收与再利用。建立设备报废评估体系, 对可回收部件进行绿色处理, 促进资源的循环利用, 符合可持续发展的要求。

#### 4.2 能效优化管理

能效优化是智能化泵站运行管理的关键目标之一, 旨在通过技术创新与管理优化, 降低泵站能耗, 提高能源利用效率。具体策略包括: 第一, 智能调度系统。结合气象预报、用水需求预测等信息, 运用优化算法制定最优调度方案, 动态调整泵站运行参数, 实现按需供水, 减少能源浪费。第二, 高效设备选型与应用。选用高效节能的水泵、电机等设备, 采用变频调速技术, 根据实际需求调节设备转速, 降低能耗。第三, 能源管理系统。建立能源管理系统, 实时监测泵站能耗, 分析能耗分布, 识别高耗能环节, 提出节能改进措施。第四, 可再生能源利用。探索在泵站区域安装太阳能板、风力发电机等可再生能源设施, 为泵站提供部分或全部电力, 减少对传统能源的依赖。

#### 4.3 安全与应急管理

安全是泵站运行管理的首要任务, 智能化技术的应用为提升泵站安全性提供了新的手段。利用视频监控、无人机巡检等技术, 对泵站周边环境、设备运行状态进行全天候监控, 通过AI算法识别异常行为或潜在风险, 及时发出预警。将应急预案转化为数字化流程, 明确各

环节的责任人与操作步骤, 通过模拟演练提高应急响应速度与准确性<sup>[4]</sup>。定期开展泵站安全风险评估, 识别潜在安全隐患, 制定针对性防控措施, 确保泵站安全稳定运行。建立应急物资管理系统, 实时监控物资库存, 预测物资需求, 确保在紧急情况下能够迅速调配所需物资。

#### 4.4 人机协同与决策支持

智能化泵站运行管理强调人机协同, 通过技术手段提升人的决策能力, 同时发挥人的主观能动性, 共同推动泵站高效运行。人机协同与决策支持优化策略包括: 智能辅助决策系统: 开发智能辅助决策系统, 集成泵站运行数据、历史案例、专家知识等, 为管理人员提供决策建议, 辅助制定最优方案。虚拟现实与增强现实技术: 利用VR/AR技术, 为管理人员提供沉浸式操作体验, 模拟泵站运行场景, 进行故障排查、应急演练等, 提高管理人员的实战能力。培训与教育: 定期开展智能化技术培训, 提升管理人员对新技术、新设备的掌握程度, 培养既懂技术又懂管理的复合型人才。协同工作平台: 建立协同工作平台, 实现泵站内部各部门之间的信息共享与协同作业, 提高工作效率, 减少沟通成本。

#### 结束语

智能化技术正深刻改变着水利水电泵站运行管理的面貌, 为行业带来了前所未有的发展机遇。通过实施设备全生命周期管理、能效优化管理、安全与应急管理以及人机协同与决策支持等一系列优化策略, 泵站运行效率显著提升, 安全性与可靠性得到增强。未来, 随着技术的不断进步与应用的深化, 智能化泵站运行管理将更加高效、智能、绿色。期待更多创新技术的涌现, 共同推动水利水电泵站行业迈向新的发展阶段, 为经济社会可持续发展贡献力量。

#### 参考文献

- [1]马汉旷.水利水电工程泵站机电设备故障诊断方法分析[J].电脑爱好者(校园版).2022(12):262-264.
- [2]王森森,孙序营.浅析AI技术在泵站自动化管理中的应用及前景[J].水电站机电技术.2023,46(8):78-80,84.
- [3]王连杰.水利水电工程基础处理施工技术方法应用[J].水电站机电技术,2020,43(11):125-126.
- [4]赵多明.水利水电工程基础处理施工技术方法应用[J].城市建设理论研究(电子版),2020(13):74-75.