

# 智能化水泵控制在水利工程中的应用

查竹刚

中水三立数据技术股份有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12427

**[摘要]** 在数字技术不断发展、广泛应用的今天,人类已经步入数字时代。智能化是数字时代的重要特点,水泵控制方式也向着智能化的方向发展。文章基于此,首先从提高水资源利用效率、降低水利工程运行成本、增强水利工程的可靠性、提升水利工程管理水平四个方面,阐释了智能化水泵控制在水利工程中的应用意义,继而探讨了智能化水泵控制在水利工程中的应用策略。

**[关键词]** 水利工程; 智能化水泵控制; 应用

**中图分类号:** TV5 **文献标识码:** A

## Application of intelligent pump control in hydraulic engineering

Zhugang Zha

Zhongshui Sanli Data Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** With the continuous development and widespread application of digital technology, humanity has entered the digital age. Intelligence is an important characteristic of the digital age, and the control methods of water pumps are also developing towards intelligence. Based on this, the article first explains the application significance of intelligent water pump control in water conservancy projects from four aspects: improving water resource utilization efficiency, reducing operating costs of water conservancy projects, enhancing the reliability of water conservancy projects, and improving engineering management level. Then, it explores the application strategies of intelligent water pump control in water conservancy projects.

**[Key words]** water conservancy engineering; Intelligent water pump control; application

水利工程作为国家基础设施的组成部分,在灌溉、防洪、通航、发电乃至生态环境保护等多个领域发挥着不可或缺的作用<sup>[1]</sup>。近年来,国家高度重视水利工程建设,根据水利部发布的数据,仅2024年,我国实施的水利工程项目便达46967个,完成水利建设投资13529亿元<sup>[2]</sup>。水泵是水利工程的关键设备之一,包括离心泵、轴流泵、混合泵等多种类型,能使液体增压并输送液体,具有调节水位、增加水压、排水等功能。水泵控制方式是影响水泵运行效能的重要因素,早期的水泵控制以机械控制为主,存在着很大的局限性。随着科学技术,特别是数字技术的不断发展,水泵控制逐渐从机械控制向自动化控制乃至智能化控制演化。智能化控制以水泵运行状态的实时监测为基础,具有灵活性强、精准度高的优势。因此,应推进智能化水泵在水利工程中的应用,更好地发挥水泵的作用。

### 1 智能化水泵控制在水利工程中的应用意义

#### 1.1 提高水资源利用效率

水资源利用是水利工程的主要功能之一,智能化水泵控制在提高水资源利用效率中有着突出的作用。从城市供水的角度而言,不同区域、不同时间段的用水需求有很大的差异,如早、晚

高峰期,用水需求较大,其余时期,特别是夜晚,用水需求较小。智能化水泵控制能够根据历史数据,并精确调整水泵的流量、压力等,如在用水高峰期,增加水泵转速以提高供水量,而在用水低谷期,降低水泵转速,避免水资源的浪费。从农业灌溉的角度而言,我国为水资源匮乏国,但存在着严重水资源浪费现象,农业灌溉领域的水资源浪费尤为严重。精准灌溉是减少水资源浪费的必由之路。智能化水泵控制能够根据传感器反馈而来的数据,自动调整水泵参数,如土壤湿度低于设定阈值时,自动启动水泵进行精准灌溉,如此,既能减少水资源的浪费,也能满足农作物的生长需求,提高农作物产量。

#### 1.2 降低水利工程运行成本

智能化水泵控制在水利工程中的应用,有助于降低水利工程的运行成本。首先,节能降耗。传统的控制方式,难以克服水泵频繁启停及低效运行的问题,而水泵的频繁启停及低效运行,则会导致能耗增加,拉高水利工程的运行成本。智能化水泵控制的应用能够有效减少此类问题,并且,研究显示,合理调节水泵的转速,能够大幅降低水泵能耗<sup>[3]</sup>。智能化水泵控制能够根据实际情况,调节水泵转速,降低水泵能耗,节约成本。其次,减少维

护费用。水泵等关键设备的维护成本,在水利工程成本支出中占据了很大的比重。智能化水泵控制能够实时监测水泵运行状态,并提前进行故障预警,有助于检修维护人员有针对性地进行设备维护和保养,提高了维护工作的针对性,减少了不必要的维护工作。此外,智能化水泵控制也能有效延长水泵各零部件,特别是易损部件的使用寿命,进一步降低水利工程的运行成本。

### 1.3 增强水利工程的可靠性

智能化水泵控制能够从两个方面,增强水利工程的可靠性。首先,故障预警。水泵运行中,不可避免会出现各种类型的故障。水泵故障的发生,不仅会影响水泵自身的运行,也会干扰水利工程的运行。智能化水泵控制能够借助各类传感器,监测水泵运行状态,并在检测到异常时,迅速分析判断故障类型,发出预警信息。二是快速修复。基于数据分析、智能算法的智能化水泵控制,不仅能够对故障的类型、成因进行判断,且具备快速修复的性能,能够快速定位故障点,提供故障信息,为技术人员制定维护方案、采取维护措施提供参考,提高故障修复效率,保障水利工程平稳运行。

### 1.4 提升水利工程管理水平

智能化水泵控制在水利工程中的应用,有助于系统性提升水利工程的管理水平。首先,基于数据驱动的决策支持。数字时代,水利工程运行中,每时每刻均会产生大量的数据,这些数据蕴藏着巨大的价值,是水利工程管理的宝贵资源。数字技术,特别是大数据技术、人工智能技术等的发展,为海量数据的采集、处理与应用提供了条件。智能化水泵控制能通过历史用水数据、水泵运行数据的分析,为水利工程的规划、运行和管理提供有力的决策支持。其次,推进水利工程的协同管理。我国为水利工程大国,各种类型、规模的水利工程,广泛分布于各个流域。智能化水泵控制的应用,打破了水利工程管理的时间、空间限制,有助于区域内水利工程的协同管理,比如,在现代化的监控中心,管理人员能够同时监控多个水利工程,实现了水利工程的集中管理和统一调度,提高了管理效率和决策科学性。

## 2 智能化水泵控制在水利工程中的应用策略

### 2.1 构建水泵监测体系

智能化水泵控制是基于数据分析的控制,对水泵相关数据的全面把握与精准分析,是智能化水泵控制的先决条件。因此,要构建水泵监测体系,提升水泵的态势感知能力。一是布设传感器。温度传感器、压力传感器、流量传感器等,在水泵监测中有着重要的应用。以温度传感器为例,关键部位过热是导致水泵运行效率下降以及损坏的常见因素,温度传感器能感受温度,并输出信号,在关键部位的温度监测中具有良好作用。又如,压力传感器能监测水泵内部压力的变化,有助于智能化水泵控制系统根据压力变化调整水泵工作状态。应做好传感器的布设工作,系统发挥好各类传感器在水泵数据采集中的作用<sup>[4]</sup>。二是打造数据中台。经由无线网络,将传感器采集到的数据,传输至数据中台,对数据进行预处理,如检查采集到的数据是否存在缺失值、异常值,将流量、压力等不同量级的数据进行标准化变换,

为后续的数据挖掘与利用提供条件。构建基于多源数据的人工智能模型,从多个维度对采集而来的数据进行评估,精准反馈水泵的运行情况。

### 2.2 创新水泵控制方式

智能化水泵控制的实现途径有二:一是基于实时数据的反馈控制。依托传感器、无线网络、数据中台构成的数据系统,动态把握水泵的运行状态,以采集到的数据为基础,采用比例、积分、微分控制算法(Proportion Integral Differential)对水泵进行反馈控制。举例而言,当水泵及管道的压力,超出临界值时,智能化水泵控制系统会降低水泵转速,以免水泵因压力过高出现密封泄漏、水泵损坏等问题。又如,当流量低于设定值时,智能化水泵控制系统会根据实际情况,调整水泵增速,使水泵的运行状态维持在最佳工作点附近,从而提高能源利用效率。二是智能预测控制。传统的水泵控制以事后控制为主,缺乏前瞻性。智能化技术的发展及其在水泵控制中的应用,使预测控制成为可能。智能化水泵控制系统以历史数据以及实时监测数据为基础,采用多种数据挖掘技术,如关联分析、聚类分析等,对水泵未来一段时间内的运行状态进行预测,提前调整水泵的运行参数。基于实时数据的反馈控制、智能预测控制,均能提高水泵控制水平,更好地发挥水泵在水利工程中的作用。应从智能化的角度出发,创新水泵控制方式。

### 2.3 推进水泵远程监控

远程监控是数字时代智能化水泵控制的重要一环。应从以下两个方面,推进水泵远程监控:一是建设监控中心。从高性能服务器、大屏幕显示设备、专业监控软件等多个方面,做好监控中心建设,在监控软件的界面上,实时呈现水利工程内各水泵的运行参数、状态信息。将智能化水泵控制与远程控制结合起来,如根据水泵监测结果,进行远程启停水泵、调整水泵转速乃至突发故障处理等操作,提高水泵控制的时效性<sup>[5]</sup>。二是开发移动终端。在移动网络全面覆盖、智能终端高度普及的今天,APP已经成为社会大众信息获取的主要载体。应开发适合各类智能终端的APP,将监控中心的信息,如水泵的运行参数、状态信息实时共享至APP上,使运维人员、管理人员能够随时随地通过APP查看水泵的情况。APP也具有故障预警、报警功能,智能化水泵控制系统检测到水泵问题后,通过APP向维护人员发出报警信息。

### 2.4 优化水泵维修管理

水泵的运行状态,直接关系到水利工程的效率与安全性。受外部因素以及长时期运转的影响,水泵易出现各种各样的故障,如电源问题、电机故障、轴承磨损、叶轮磨损或腐蚀等。智能化水泵控制不仅能够提高水泵控制水平,在水泵的故障监测以及检查维护中也有着良好的应用价值。应多维发挥好智能化水泵控制在水泵维修管理中的作用,一是智能生成检修计划。依据水泵的类型、工作环境、运行时间、历史故障信息等,智能生成检修计划,发送至检修人员,同时,利用智能化水泵控制系统做好检修计划跟踪、落实。二是智能分析故障类型。将基于大数据分析的故障诊断模型,嵌入到智能化水泵控制系统中,做好水

泵监测数据的实时分析,并根据分析结果,研判水泵是否存在故障以及故障的类型,发出预警信息,提醒检查维修。三是构建水泵的数字孪生模型。数字孪生是当前的热点,指在数据采集与模型构架的基础上,在虚拟空间中完成映射,生成实体装备的仿真模型<sup>[6]</sup>。应以智能化水泵控制为基础,构建水泵的数字孪生模型,直观、动态把握水泵的运行状态及各部件的健康状况,为水泵的检查维护提供支持。

#### 2.5 做好系统集成应用

智能化是数字时代水利工程发展的重要趋势,智能化水泵控制是水电工程智能化的重要方面,并且,与水电工程其他方面的智能化有着很强的耦合性。要做好智能化水泵控制系统与其他系统的集成,整体性提升水利工程的智能化程度。一是与水资源管理系统的集成。水资源管理是水利工程的核心职能,而智能化水泵控制系统与水资源管理系统的集成,则是实现水资源统一调配和集中利用的有效手段。应打破智能化水泵控制系统、水资源系统的壁垒,使智能化水泵控制系统能够根据水资源总量、用水需求预测等信息,合理控制水泵的取水和供水。二是与水环境监测系统的集成。水环境是生态环境的重要组成部分,党的二十大报告指出“中国式现代化是人与自然和谐共生的现代化”<sup>[7]</sup>,为新时期生态环境保护指引了方向。不少水利工程已配置了水环境监测系统,应做好智能化水泵控制系统与水环境监测系统的集成,将水环境作为智能化水泵控制的重要因素。比如,水环境监测系统监测到水污染,或发现水位变化对环境有影响时,将数据共享给智能化水泵控制系统,智能化水泵系统自动调整水泵运行方式,以免对水环境造成进一步的破坏。

### 3 结语

水泵是水利工程的关键设备,水泵控制方式,则对水泵作用的实现以及水利工程的运行有着重要的影响。智能化水泵控制是数字时代水泵控制的新方式,在水利工程中有着广阔的应用空间。对此,应从构建水泵监测体系、创新水泵控制方式、推进水泵远程监控、优化水泵维修管理、做好系统集成应用五个方面,做好智能化水泵控制的应用。

#### [参考文献]

- [1]侯福康.水利工程技术管理的现状与发展趋势探讨[J].安家,2024(02):226-228.
- [2]王浩.2024年我国水利建设投资创新高——1.35万亿元,细算水利投资账[N].人民日报,2025-02-11(08).
- [3]闫科.自来水供水厂水泵智能控制研究[J].现代工程科技,2024,3(06):105-108.
- [4]龚殿斌.扬水泵站大型水泵机组在线监测和故障分析诊断技术[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(1):192-195.
- [5]胡静文,陈会娟.水厂二级泵房泵组智能化控制系统设计与应用[J].自动化仪表,2022,43(8):16-20,30.
- [6]郎启庄,郎启香,高宽.数字孪生技术赋能水利工程建设管理路径探索[J].水利建设与管理,2025(01):68-73.
- [7]习近平.高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[N].人民日报,2022-10-26(01).

#### 作者简介:

查竹刚(1989--),男,汉族,安徽省安庆市人,本科,机电中级工程师,主要从事水利工程建设方向。