

智能水利调度平台技术架构的研究

雷彬彬*

南水北调中线干线工程建设管理局渠首分局 河南 南阳 473000

摘要: 现有的水资源调度系统是根据运行数据和设备,每天的供水计划,确定泵站在每个周期内运行的泵的数量和频率,这种方式很容易造成不同部位的管网压力不平衡,导致供水管网压力不稳定、资源浪费和供水不足不能满足要求。为了避免这一问题,实现水资源的合理利用,构建了基于智能调度的水资源调度平台。采用物联网技术,集成智能传感、软件分析、数据应用等技术,实现智能、安全、稳定的水资源调度。

关键词: 智能水利; 调度平台; 技术架构

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5251-0307-2>

引言

为了实现智能调水,设计了智能调水平台的技术框架。该平台基于恒压供水自动控制技术和全球安全网络系统的设计,实现水资源的统一规划与利用,实现过程控制自动化与调度信息化的深度融合,为智能调度奠定基础。通过集成数据平台的设计,将控制层采集的数据进行集成,实现控制系统与管理信息系统之间的数据共享,为智能调度提供全面的数据支持。基于水利态势感知,构建了智能辅助决策、分析判断等数学模型,为智能调度提供决策支持。

1 总体目标

水利调度平台主要完成对压力、液位、流量、环境、设备等数据的采集、监控和集中管理,对被控站的数据进行存储、分析和处理,并向各站发送控制/调度指令。同时实现在线仿真、故障检测定位、测量管理、运行优化、决策等功能,为智能调度提供支持。智能调度主要包括自动控制、辅助决策、风险预警、感知预测和调度后评估。^[1]自动控制在现有机电设备控制、异常控制等闭环控制手段的基础上,结合运行指标和控制目标,加强多维协调控制,优化调度控制,实现控制系统的自适应控制;辅助决策提供故障诊断信息、恢复策略、高危操作建议和调度决策;风险预警实现风险故障集的自动生成、风险分析,并为自动控制和调度决策提供风险预警信息;感知预测实现水网运行态势的感知和预测,为辅助决策提供信息源;调度后评估通过对调度模块进行评估,进行滚动式改进,提升调度整体性能^[2]。

2 总体架构

平台从操控逻辑上主要分为站控中心和调度中心。调度中心信息系统实时显示相关机电设备工作状态,实现对供水沿线重要节点压力、流量等参量的监测,完成水情信息实时掌握,并把采集的信息进行挖掘和分析,分析出设备利用率、水源的追踪及节能降耗的目标;站控中心实时采集相关机电设备工作状态,实现对泵站节点压力、流量等参量的监测,快速对现场设备进行调控,实现现场水情实时掌握,并把信息及时传递给中心调度。系统架构如图1所示^[3]。

系统从功能逻辑上被分为现场层、控制层、监控层和管理层:现场层包括流量计、压力表、液位计等传感设备及传动设备,主要实现现场环境状态、工艺过程参数的采集,并将其传输至控制层;控制层为PLC,实现现场数据采集、处理、运算及设备的就地控制,并将数据上传至监控层;监控层主要包括SCADA系统,实现对现场设备的监测、控制;管理层主要包括实时、历史服务器和应用服务器,通过信息系统实现实时监控、数据分析处理及智能调度。

*通讯作者: 雷彬彬, 1984.11.15, 男, 汉, 河南洛阳, 工程师, 本科。研究方向: 输水调度。

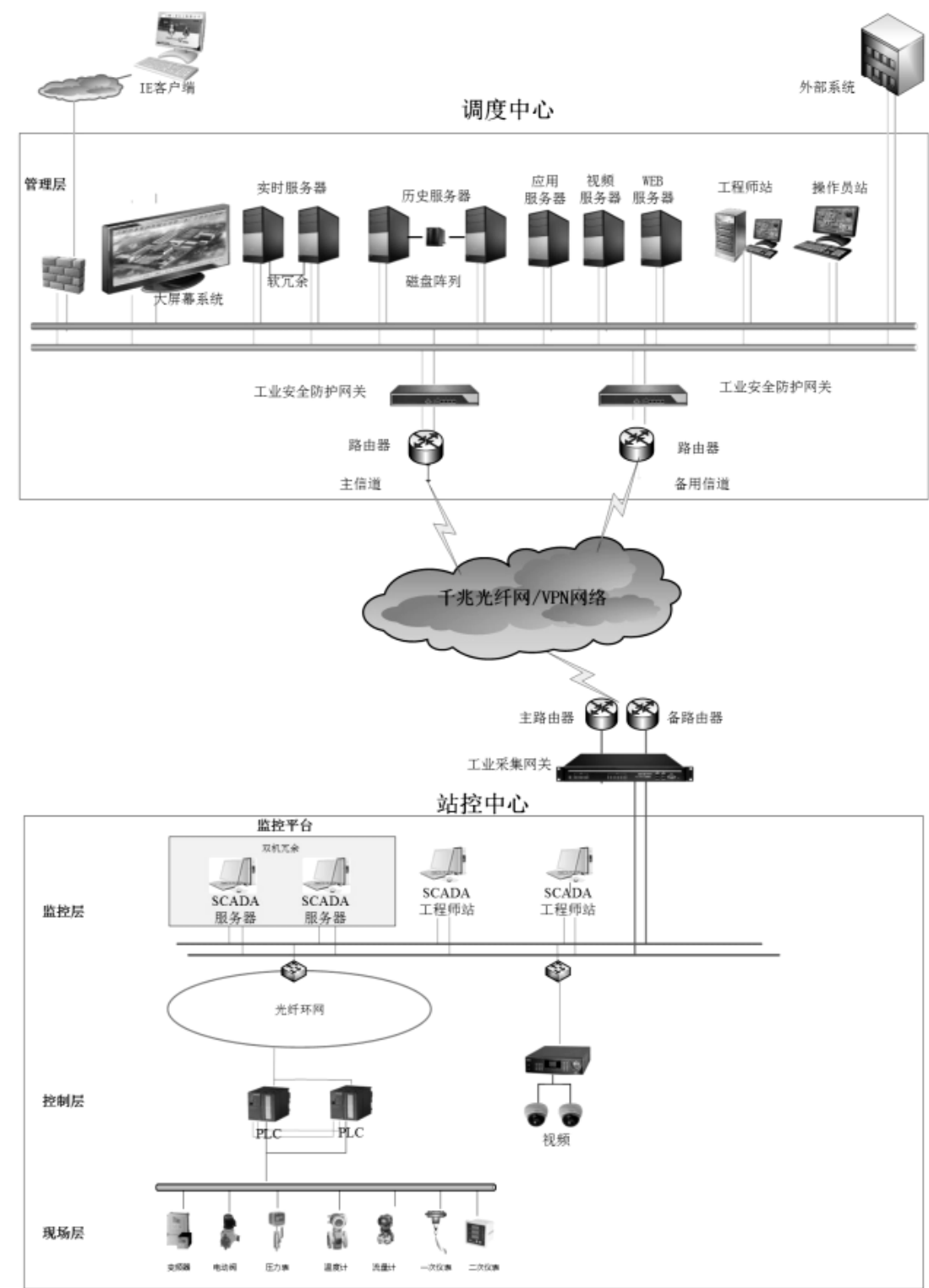


图1 系统总体架构图

3 智能调度框架

智能调度是对目前调度系统体系的继承和发展。主要包括感知预测、自动控制、风险分析、辅助决策四个主要环节和数据处理挖掘、运指标计算和人机交互三项支撑功能，框架体系如图2所示。

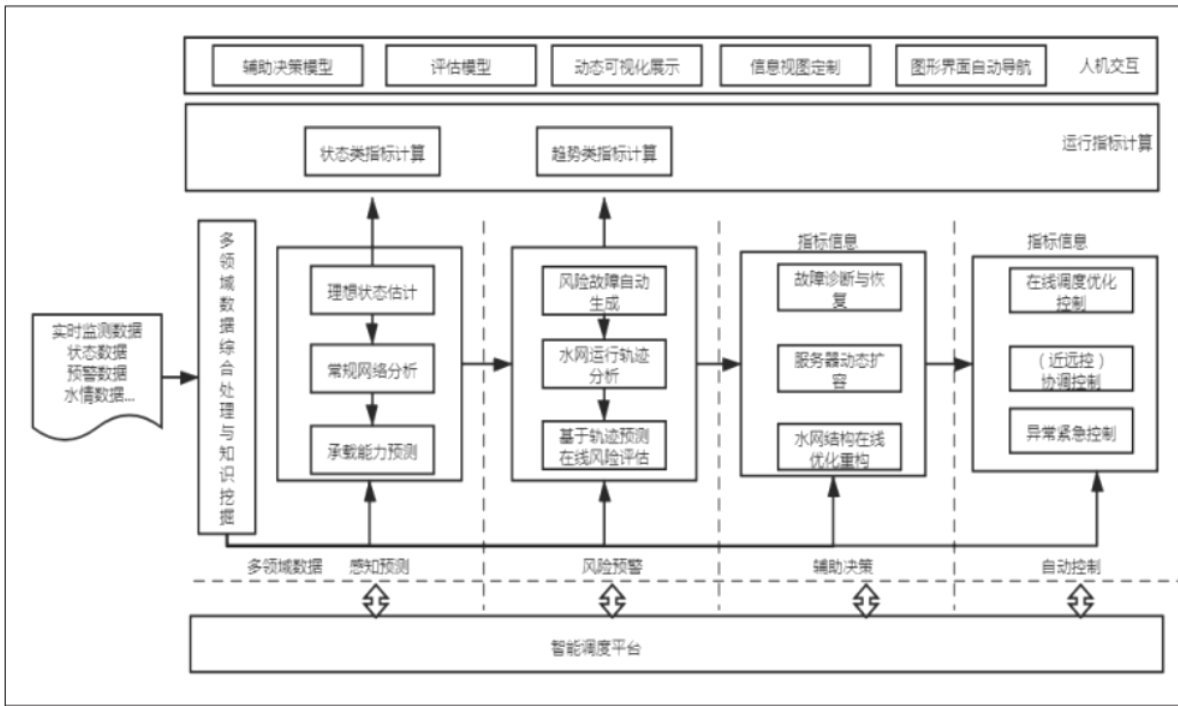


图2 智能调度框架体系

4 关键技术研究

4.1 全局化安全网络体系

为保障系统的稳定性,可靠性和可用性,构建双重冗余网络,同时配备工业隔离安全网关,所有子系统数据均通过安全隔离装置进入到调度中心平台,安全网关在具有多个RS485/422/232全隔离串口、多重安全防护及容错机制的基础上提供多种工业通信协议驱动接口选择,可简化系统中异种协议的转换和系统联网过程,使得异种协议容易接入并可转换为标准协议并与其它系统联网^[4]。

计算机系统按B/S结构设置,操作员站、工程师站等均作为局域网上的一个节点,共享服务器的资源。服务器采用分布式结构,按功能将它们分开设置,以降低单台服务器的负荷,提高系统的处理能力和可靠性,便于管理。^[5]平台将所有现场的控制和仪器仪表系统都高度融合在自动化网络上,从自动化控制和生态管理到全方位管理的信息数据全部集成,实现水利监控系统、信息系统和调度系统的有机融合。

4.2 一体化数据平台

选用一体化数据平台进行深入数据挖掘,将分布式实时历史数据库和关系数据库一起构成调度系统的数据支撑平台,实现多元数据融合。实时/历史数据存放在实时历史数据库中,它具备强大的在线计算引擎,提供工厂模型,生产运营管理、设备运行管理、历史追忆、报表等多种调度管理模块。

4.3 恒压供水的自主调度

控制系统采用基于PID^[3]控制的恒压供水方式,并通过及时调整系统中水泵的运行台数保持供水量和排水量之间的平衡。PID控制表示比例、积分、微分(Proportion、Integral、Differential)控制。

为保持供水量和排水量之间的平衡,系统通过压力传感器检测管网输入口压力,由过程量与给定值比较,通过控制运算,设定中各水泵的启停指令值,以调整系统中水泵的运行台数,稳定水压,使水泵始终高效节能运行^[6]。

4.4 基于水利态势感知的智能辅助决策态势感知

是指在一定的时空范围内,认知、理解环境因素,并对未来的发展趋势进行预测,通过水利态势感知可掌握泵站运行状态和供水状态。水利态势感知过程分为:态势要素采集、实时态势理解、态势预测三个阶段。态势要素采集是态势感知的第一步,通过物联网技术,态势要素采集范围不断扩展,主要包括设备信息、预警参数、环境信息、视

频信息、压力、流量、水温、水质等水情及工情信息；实时态势理解是将采集到的数据和信息进行整合和态势评估，通过判断和综合分析形成对系统运行状态的综合评价；态势预测是在对态势信息的感知及评价的结果的基础上，形成对站点现场设备运行态势及水网系统状态的发展变化规律进行的总结和推理，进而对未来态势的发展变化趋势进行预测，实现全域感知、风险分析和准确预测。态势预测的结果作为决策执行环节的输入，是决策执行机构进行闭环控制的依据^[7]。

基于态势感知预测结果，以数据服务器为核心，构建智能化辅助决策、分析判断等数学模型，运用机器学习、大数据等技术完成用决策分析等智慧化分析与可视化展现。通过每日数据汇总，能及时下达日、月、年调度指标，通过分析得出综合能耗指标。平台依据分析结果一方面生成控制策略的优化方案，基于优化后的控制策略对设备进行联动控制；另一方面生成智慧调度方案，辅助对区域的供水、水网运行优化调度、安全监控和预警分析，实现“监控、调度、管理”一体化。

5 基于综合信息知识挖掘的运行感知

水利智能调度要求及时准确地掌握系统水网的综合运行态势，而水网运行态势一方面与现场设备自身的运行状态相关，另一方面还受到外部各种环境因素的影响。所以，需充分利用所能采集到的各种信息，进行知识挖掘，进而提升调度平台对系统运行的全面感知能力。

5.1 外部因素建模

影响系统水网安全稳定运行的外部因素众多，主要为环境因素，例如水文、公共事件、气象、时空等。各类外部环境因素对水利平台的影响模式和程度不同，通过综合考虑地理位置、时间等属性，对数据进行抽象、归纳、建模，形成可供平台分析应用的规范化外部环境要素模型^[7]。

5.2 海量多维数据处理与知识挖掘

对实时采集数据、设备状态数据计划数据、告警数据、动态PMU数据等结构化数据和视频监控数据、外部环境数据、调度日志等非结构化数据进行统一和多维度地抓取和整合，全面而深入挖掘其内在隐含知识，实现对水利状态、需求变化、水网运行、拓扑变化、外部环境影响等态势的准确感知^[6]。

6 结束语

发展智能水利调度技术，肩负着优化能源配置、降低能源消耗、有效利用新能源、促进基础产业技术进步的使命。智能调度作为水利管理平台建设的重要组成部分，是实现智能水网的关键环节。基于该平台的总体目标和体系结构，本文提出了智能调度框架，并分析了技术研究的重点，为后续的研究和应用工作指明了方向。

参考文献：

- [1]罗军刚.水利业务信息化及综合集成应用模式研究.西安:西安理工大学,2009.
- [2]王婷,等.国内外智能调度研究现状、热点与发展趋势-基于CiteSpace的可视化对比研究[J].工业工程,2020,23(2):105-115.
- [3]叶政.PID控制器参数整定方法研究及其应用[D].北京:北京邮电大学,2015.
- [4]吴佳鑫,王健海.基于态势感知理论的可视化感知模型[J].现代图书情报技术,2010,(7):9-13.
- [5]罗伟祥.中小型水利工程泵站运行调度及现代化管理分析[J].内蒙古水利,2019,000(012):71-72.
- [6]邓运峰.中小型水利工程泵站运行调度及现代化管理分析[J].价值工程,2020,v.39;No.560(12):24-26.
- [7]吴艳,薛良厚.水利工程中中小型泵站运行管理之要点分析[J].科技信息,2010,000(025):264-264.