

水利运维一体化管理系统的设计及应用

徐晓莉¹, 刘 哲², 钮月磊¹, 李书明¹

(1. 国电南京自动化股份有限公司, 南京 210061; 2. 厦门水务原水投资运营有限公司, 厦门 361000)

摘要:本研究设计研发了一套水利运维一体化管理系统,将信息集成共享、智能运维与自动化生产管理相结合,建立一个综合信息化管理平台。为解决复杂水利系统小样本下特征提取和故障分类的难点,提出基于深度置信网络的故障诊断方法。根据故障诊断结果,提出运维预案,自动进行人员调配。此系统在长泰枋洋水利枢纽实施应用,达到了对枢纽工程整体安全运行状况的掌控及快速定位,实现了内部生产的规范与高效。

关键词:水利枢纽;智能运维;信息化;生产管理

中图分类号:X552

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2022)02-0069-04

Design and application of water conservancy operation and maintenance integrated management system

XU Xiaoli¹, LIU Zhe², NIU Yuelei¹, LI Shuming¹

(1. Guodian Nanjing Automation Co., Ltd., Nanjing 210061, China;

2. Xiamen Water Resources Investment and Operation Co., Ltd., Xiamen 361000, China)

Abstract: This study designed and developed a set of water conservancy operation and maintenance integrated management system, which combined information integration and sharing, intelligent operation and maintenance with automatic production management, and established a scientific decision support comprehensive information management platform. In order to solve the difficulty of feature extraction and fault classification for complex water conservancy systems with small samples, a fault diagnosis method based on deep confidence network was proposed. According to the result of fault diagnosis, operation and maintenance plan were proposed, and automatically deploy personnel. The application of this system in Changtai Fangyang Water Conservancy Project has achieved the control and rapid positioning of the overall safe operation of the project, and realized the standardized and efficient management of internal production.

Key words: water conservancy project; intelligent operation and maintenance; informatization; production management

随着新兴技术的快速发展和“智慧水利”的提出,水利运维作为水利工作最重要的一部分,实现其智能化管理是建设智慧水利的必然要求^[1]。传统的水利运维系统解决了多个自动化系统间的数据传输、集成和共享的问题,并提供了一定的辅助决策支持^[2]。但是大多利用运维人员和专家积累

的经验等浅层知识指导故障诊断和运维工作开展,这类方法在复杂水利系统高维故障特征、小样本的情况下效果还不够理想^[3]。另外,传统的水利运维系统与生产管理系统之间各自独立运行,故障诊断完成后,仍需再次登录生产管理系统进行流程的提交与处理,故障处理结果也无法及时向运维系统反

收稿日期:2021-10-09

作者简介:徐晓莉(1990—),女,工程师,本科,主要研究方向为水利水电自动化及信息化系统、水电站仿真系统等。E-mail: xuxiaoliwz@163.com

馈,造成资源浪费的同时,也大大降低了整体运维工作的效率。

长泰枋洋水利枢纽工程是厦漳 2 市共同依托九龙江流域,实现跨区域、跨流域水资源配置的重要工程,是水利部全国 172 个重大节水供水水利项目之一。工程位于长泰县枋洋镇,由上存水库、尚吉电站、溪口闸坝及溪口-许庄引水隧洞组成。针对当前水利运维和管理所面临的问题,设计开发一套科学决策支持的综合信息化管理系统,以满足枋洋水利枢纽日常运维和管理的各项工作需求。系统借助先进的计算机技术、信息技术和管理技术,统筹和推进枢纽各项工作的有序开展,实现数据资源的全面共享、工程全要素信息的可视化管理、设备的高效运维及生产的流程化管理,促进管理决策科学化^[4]。

1 一体化设计

系统建设的根本目的是实现运维的一体化管理,因而设计将水利运维所有的工作集中在一个平台上处理。从数据采集、征兆获取、故障诊断、运维预案、人员调配到运维过程记录,全部由一个平台统一完成,以此加强运维工作的协调性,保证运维工作的高效进行。设计将系统从功能上分为工程信息管理、生产数据集成监测、故障诊断与预警、生产综合管理 4 个模块。一体化运维流程及各模块关系如图 1。

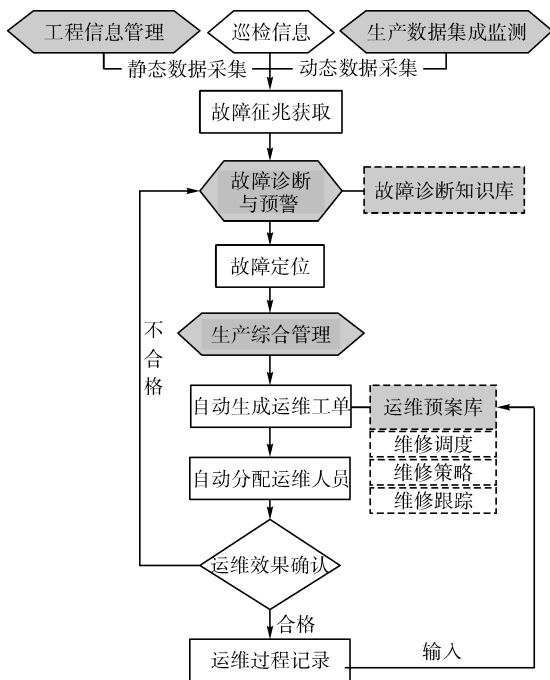


图 1 一体化运维流程

由工程信息管理模块完成水利工程各类基础信息的采集,如生产运行指标、工程技术资料等,为故障诊断和预警提供信息化支持。生产数据集成监测模块提供实时自动化系统运行关键数据,实现故障的快速响应,便于及时掌握风险和隐患。巡检发现的缺陷及异常也是故障征兆获取的重要数据来源。故障诊断与预警模块通过数据分析定位故障源,由生产综合管理模块推送运维工单,派发给相应运维人员。运维人员处理完成后,管理人员对运维实施效果进行评价。最后将故障诊断结果、运维过程及处理结果等历史数据反馈到整个系统,使系统迭代学习,从而变得更加准确和有效。

2 功能设计

系统功能结构采用“横排功能、纵排内容”的设计思想,结合长泰枋洋水利枢纽的生产运行实际,主要功能设计见图 2。

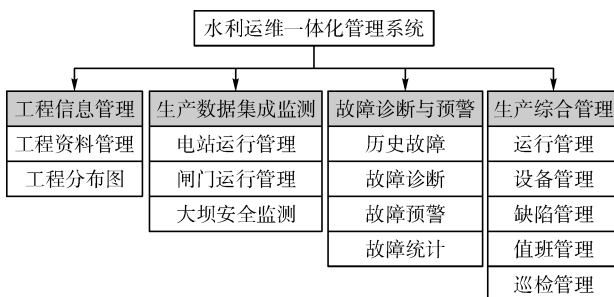


图 2 系统功能结构

2.1 工程信息管理

工程信息管理模块提供枋洋水利枢纽工程基础信息查询,信息包括整个工程各个建筑物基本信息、设计图纸、技术资料、安全规程、生产运行指标等。本模块旨在提供全方位的信息管理和信息服务,可根据用户需求对查询方式和查询内容进行自定义,提供信息的上传、查询、预览、下载及打印功能。根据查询类型的不同,采用图形、视频、表格、曲线等多种形式显示结果。不同的用户角色具有不同的查询权限。

2.2 生产数据集成监测

集成枋洋水利枢纽尚吉电站计算机监控系统、闸门监控系统、大坝安全监测系统等实时数据(后期可根据实际需求进行扩充),构建水利物联网,由运维一体化管理系统进行统一调用和展示,并对收集的原始数据进行分类和分析,统计分析结果以统计报表、柱状图、过程线、饼状图等方式进行展示。

此模块用于实现自动化系统重要数据的实时

监视,但不能对其进行任何操作。既满足了管理人员的工作需要,也避免误操作导致的安全事故,充分保证生产的安全高效。

2.3 故障诊断与预警

故障诊断与预警模块是确保枢纽健康运行的关键所在,为水利运维工作提供重要的辅助决策支持。模块功能为(1)历史故障:以友好的界面展示历史故障信息及故障参数运行情况;(2)故障诊断:实现故障的快速定位和诊断分析,提供相应的运维预案;(3)故障预警:预估各个子系统故障发生情况并计算发生概率;(4)故障统计:按故障等级、故障发生时间、故障设备类型等属性对故障进行查询统计。

2.4 生产综合管理

生产综合管理模块涵盖了枢纽日常生产运行中的全部工作,旨在建立完善的业务处理系统,采用基于 Activiti 的智能工作流管理,实现无纸化、流程化的高效办公^[5]。

基于枋洋水利枢纽的业务特点和管理特点,生产综合管理模块功能设计见图 3。

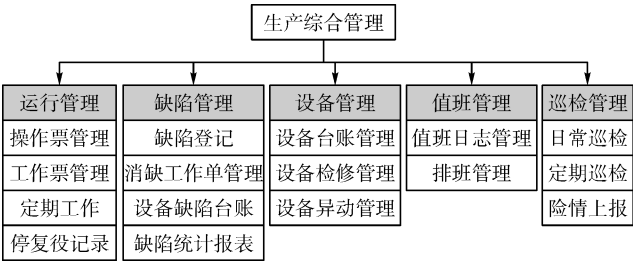


图 3 生产综合管理子模块功能结构

3 系统实现

3.1 工程信息管理

长泰枋洋水利运维一体化管理系统采用 Elasticsearch 作为系统信息检索引擎,实现海量数据搜索的实时性能支持,稳定可靠。系统存储的所有字段都可以建立索引进行搜索操作,较短时间就可以存储和搜索海量数据。信息查询采用属性查询和空间查询相结合的方式。

(1)属性查询:页面选择查询的信息属性,输入内容关键字,完成对枋洋水利工程相关信息资源的检索。

(2)电子地图查询:点击电子地图相应的工程链接位置,显示当前位置的工程属性信息,包括工程特性、工程图纸、工程照片和实时视频等。

3.2 生产数据集成监测

长泰枋洋水利运维一体化管理系统与生产实时监测系统同步建设,对数据实行统一规划和设计,提前考虑好与本系统的连接方式并预留了接口,对数据格式和信息编码进行了统一。

由于本系统需要将尚吉电站计算机监控系统等安全性要求很高的生产实时系统接入到网络中来,这就容易对实时系统的安全性产生影响。因此需要对接入的系统安全分区。长泰枋洋水利工程系统安全防护体系划分成 3 个区:安全Ⅰ区(实时监控区),安全Ⅱ区(在线监测区),安全Ⅲ区(管理信息区)。尚吉电站监控系统及闸门运行监控系统布置在安全Ⅰ区,经物理隔离装置,单向将数据上送至数据中心。大坝安全监测系统布置在安全Ⅱ区。运维一体化管理系统与视频系统部署于安全Ⅲ区,在Ⅲ区交换机划分 VLAN,保证同区内各系统网络独立运行。Ⅲ区与外部网络间部署硬件防火墙,用于入侵监测和安全访问策略的控制。

3.3 故障诊断与预警

3.3.1 诊断方法

长泰枋洋水利枢纽设备数量繁多,构成部件相互耦合。这导致了产生的故障种类多,故障原因复杂,诊断难度大。针对这种复杂系统的故障诊断,本系统采用了基于深度置信网络(Deep Belief Networks, DBN)的故障诊断方法进行特征的提取和分类。

DBN 是由多个受限玻尔兹曼机(Restricted Boltzmann Machine, RBM)叠加构建的深度学习算法。它通过计算机仿真人类大脑的运行机制,实现学习、分析和解读输入数据并形成诊断知识。DBN 的基本结构是由底层堆叠 RBM 和顶层的分类器组成,底层堆叠 RBM 完成复杂数据的学习和特征提取,顶层的分类器实现网络参数有监督的微调 and 数据的分类。基于 DBN 的强大的特征提取能力主要取决于底层堆叠 RBM 的学习过程,在数据降维重构后仍能保持数据原本的特征,能够在样本有限的情况下,快速高效地完成特征的识别、提取和表达。

3.3.2 功能实现

建立枋洋水利枢纽故障诊断标准库、运维预案库和实例库,为故障诊断和故障预警提供有力支撑。

(1)故障诊断:根据报警信息或故障征兆,点击诊断按钮,实现故障的快速定位和诊断分析。诊断页面同时显示故障关联参数,点击趋势按钮可查看

参数在故障发生前后的波形曲线。根据故障诊断结果,通过大数据分析,推出运维预案,查看并点击确认后,系统自动推送给相应运维人员处理。

(2)故障预警:将当前状态下的设备各参数运行情况与历史故障状态下的参数进行逐一对比分析,采用深度学习方法预估各个子系统故障情况并计算发生概率。同时结合离散分析,给出故障关联参数的越限情况与波形曲线。

3.4 生产综合管理

长泰枋洋水利枢纽日常的生产管理中,涉及许多复杂的申请、签发、审批流程,例如两票管理、停复役管理、缺陷管理等。为适应生产管理流程灵活多变的特点,选用开源架构的 Activiti 作为系统工作流引擎。在 Activiti 原有功能的基础上进行二次开发封装,设计和实现能够快速响应流程变更需求的流程设计器和表单设计器,使其能够使用友好的操作界面,轻松便捷地进行流程和表单的新建与修改。同时开发实现了任一节点的回退及会签功能,以满足枋洋水利运维一体化管理系统工作流应用的特殊需求。

4 系统应用

长泰枋洋水利运维一体化管理系统在总结国内已有系统的经验和不足的基础上,充分借鉴吸收现代生产管理的理念和先进的运维技术,并结合生产业务实际需求,进行了系统的设计开发。页面展示了生产实时关键数据、枢纽内外部重要信息,同时对业务流程进行提醒和跟踪,并提供信息快捷查询通道。点击页面右上方警铃图标,还可查看枢纽当前报警信息,查看后可对其进行相应诊断。

通过枋洋水利枢纽的系统建设,取得了一系列应用成果:

(1)建设了覆盖全枢纽的信息综合查询模块,

构建企业知识库,方便信息查询调用。为枋洋各级各部门的人员提供了及时、准确的有关生产运行方面的综合信息;

(2)汇接枋洋多个实时自动化系统,集成上存水库、尚吉电站、溪口闸坝等水利数据,进行综合展示和统计分析,实现了对现场情况的全局掌握,加强了管理人员对枋洋整体安全隐患的控制能力;

(3)建立了枋洋故障诊断知识库,使得运维决策科学化、智能化,既降低了对运维人员的依赖,减少了人力成本,而且使得运维过程更加规范、准确;

(4)完成了枋洋水利枢纽 100 多项生产业务流程和业务表单的梳理细化,规范和固化了生产业务流程,建立了企业标准化管理体系,实现了枋洋各项业务的闭环管理。

5 结 语

水利运维一体化管理系统将智能运维与先进信息技术、管理技术充分融合,最大程度实现人员和资源的优化配置和统筹管理。系统在长泰枋洋水利枢纽工程中的成功应用,为该系统的推广做出了积极尝试,为提高水利枢纽信息化管理水平提供了有力科学支撑。

参考文献:

- [1] 赵志博. 新时期智慧水利建设的思考[J]. 河南水利与南水北调, 2020(5): 87-88.
- [2] 赵亚永, 崔航飞, 郑秋灵. 水利工程运维管理系统的应用[J]. 河南科技, 2020(19): 79-81.
- [3] 李卫兵. 基于深度学习的大型水电机组智能运维框架研究[J]. 研究与设计, 2018, 34(12): 79-82.
- [4] 张保才. 吉音水利枢纽智能一体化管控系统的研究[J]. 水利信息化, 2016(4): 79-82.
- [5] 徐亦楠. 基于 Activiti5 的工作流管理系统设计与实现[D]. 南宁: 广西大学, 2014.