

水利工程设备安全风险管控平台的建设思路

蔡 平¹, 许泽雅², 刘 敏², 袁志波¹, 竺小芹¹

(1. 江苏省江都水利工程管理处, 江苏 扬州 225200; 2. 南瑞集团(国网电力科学研究院)有限公司, 江苏 南京 211100)

摘要:以水利工程设备安全风险管控平台为研究对象,分析设备安全风险管控的内容和需求,从平台架构和功能两个角度,探讨平台的架构设计以及危险源辨识、风险评价、风险管控和安全预测预警等功能模块内容,推动设备安全风险管控的数字化、信息化进程。通过对水利工程设备安全风险管控平台的建设,可以有效提升设备的安全管理水平,保障水利工程安全高效运行。

关键词:水利工程; 设备安全; 风险管控; 建设思路

中图分类号:TV317.1

文献标识码:A

文章编号:1007-7839(2022)Sup1-0045-05

Construction ideas of hydraulic engineering equipment safety risk management and control platform

CAI Ping¹, XU Zeya², LIU Min², YUAN Zhibo¹, ZHU Xiaoqin¹

(1. Jiangdu Water Management Office of Jiangsu Province, Yangzhou 252000, China;

2. NARI Group Corporation/State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 211100, China)

Abstract: Taking the hydraulic engineering equipment safety risk management and control platform as the research object, the process and function requirements of equipment safety risk management and control are analyzed. From the perspective of platform architecture and function, the architecture design, hazard identification, risk assessment, risk management and control, equipment safety prediction and early warning are discussed, the digital and standardized online operation of equipment hazard identification, risk assessment, safety prediction and early warning analysis are realized. Through the research and thinking on the safety risk management and control of hydraulic engineering equipment, we can effectively improve the safety management level of equipment and ensure the safe and stable operation of hydraulic engineering.

Key words: hydraulic engineering; equipment safety; risk management and control; construction ideas

机电设备是泵站、水闸等水利工程的重要组成部分,也是水利工程安全管控的重点、难点。由于水利工程设备种类多、数量大、运行时间长、运行环境复杂,易出现老化、损耗、故障等,导致工程运行效率下降,无法正常运行甚至发生安全事故。设备安全风险管控主要是对工程设备进行运行生命周

期内的安全分析评价与风险管控,从而保证设备安全稳定运行、效益充分发挥^[1-3]。

近年来,随着信息技术在水利行业应用的快速发展,水利工程及设备安全管理信息化越发受到重视,纳入了工程管理业务平台建设重点内容。但目前涉及水利工程设备安全风险管控的功能设置较

收稿日期: 2022-06-02

收稿日期: 江苏省水利科技项目(2020026);南京南瑞水利水电科技项目(SLSD22005N)

作者简介: 蔡平(1967—),男,教授级高级工程师,本科,主要研究方向为水利工程建设与管理。E-mail:1875185255@qq.com

为单一,分析处理能力不强,实用性不足,危险源辨识和风险评价无法通过计算机动态识别,也无法根据结果进行自动预测预警,更多停留在电子台帐资料上,与实现精细化、智能化管理还存在明显差距。因此,开展设备安全风险管控平台的研发,通过信息化手段提高设备安全风险管控水平,是保障水利工程安全高效运行的有效手段。

1 设备安全风险管控平台需求分析

水利工程设备安全风险管控应符合《企业安全生产标准化基本规范》,平台研发紧密切合危险源辨识、风险评价、风险管控、预测预警等方面的需求。

危险源辨识:能够对工程设备进行危险源信息建档,按规定辨识并录入每个设备的危险源类型、级别等信息;平台应协助查找存在的危险源及在一定的触发因素作用下可转化为事故的部位、区域、场所、空间、岗位、设备及其位置,生成危险源清单,并按重大和一般两个级别对危险源进行分级,根据常见设备类型自动建档。

风险评价:能够定期对录入的设备危险源进行风险等级评价,能够提供计算公式及评判标准,辅助相关人员对设备相关危险源的风险情况进行评价。

风险管控:能够根据设备危险源级别及定期进行的风险评价结果,匹配相应的风险管控措施,包含对经常检查、定期检查、应急演练、安全培训等任务制定的技术和管理措施。

预测预警:能够将工程设备的运行情况、重要程度及隐患、故障等方面的信息进行量化,并纳入设备安全运行预警模型的计算范围。对计算规则进行自定义设置,将平台内已有数据接入,计算结果实时更新及存档。可根据技术和管理措施的执行情况和结果,综合设备隐患、事故发生情况等数据分析,定期对设备安全预测预警指数进行计算、分析。

2 设备安全风险管控平台架构与功能

2.1 平台架构

设备安全风险管控平台主要围绕设备危险源辨识、风险评价、风险管控、安全预测预警、风险管理驾驶舱这5个功能模块展开。以江都水利枢纽工程为研究对象,构建设备安全风险管控平台架构如图1。

危险源辨识模块中,通过对设备基本信息及危险源辨识信息的数据录入,在设备安全风险管控平台中对设备危险源信息建档;在此基础上,设备危险源辨识信息会关联至风险评价模块,匹配相应

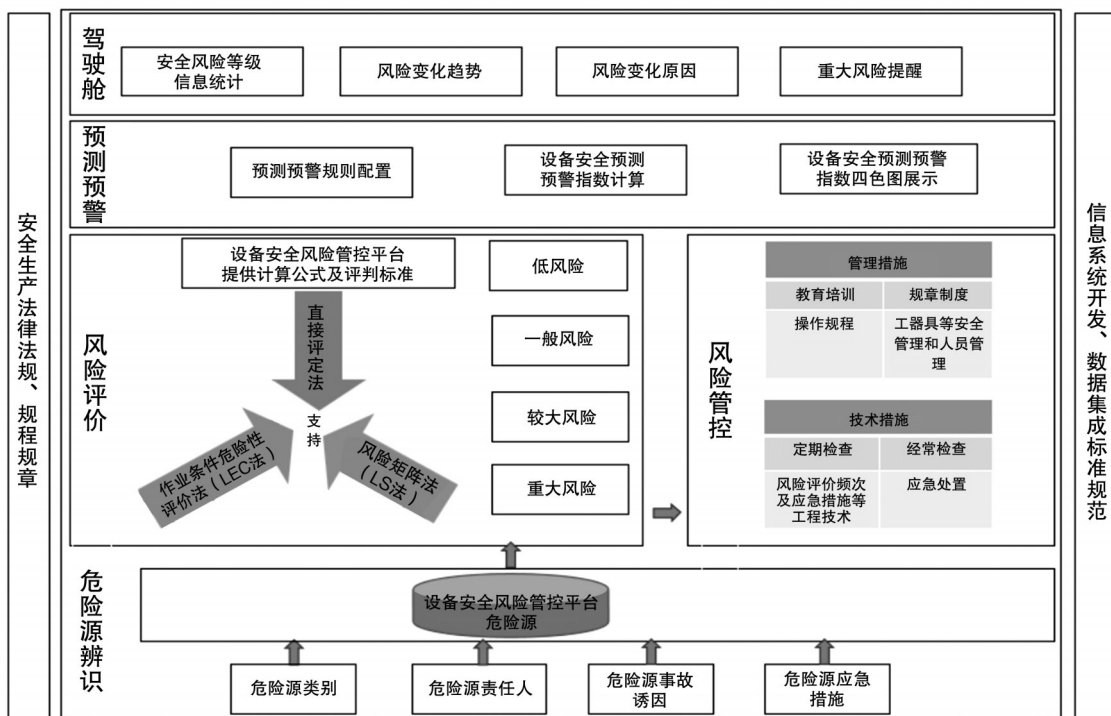


图1 江都水利枢纽设备安全风险管控平台架构

的评价方法,结合录入的影响范围、发生概率、事故严重性等信息,自动计算生成风险等级,并记录在设备档案中;风险评价计算完成后,风险等级信息会自动接入风险管控模块中,并在已录入的管控措施库中进行匹配;通过设备安全风险预测预警指数的计算,实现以列表、图表两种可视化成果展示,驾驶舱模块主要是以地图基础的设备安全管控信息展示。

2.2 危险源辨识功能模块

为有效识别、管控设备运行管理过程中的危险源及风险,避免发生生产安全事故,应全面辨识水利工程运行管理过程中所有设备的危险源情况,优先采用直接判定法判定危险源级别,并录入危险源类别、责任人、事故诱因、应急措施等相关信息^[4]。

可在设备安全风险管控平台中对水利工程运行涉及的所有设备危险源进行手动或自动的建档登记。依据《水利水电工程(水电站、泵站)运行危险源辨识与风险评价导则(试行)》和《水利水电工程(水库、水闸)运行危险源辨识与风险评价导则(试行)》,将设备危险源辨识分为重大危险源和一般危险源两个级别,并进行事故诱因及可能导致后果的情况分析录入^[1](表1)。

2.3 风险评价功能模块

针对已建档的设备危险源,逐项评价其风险值,并根据风险值划分为低、一般、较大、重大的风险等级。

设备风险评价采用直接评定法、风险矩阵法(LS法)进行风险赋分评价,同时将风险评价结果记录存档,生成风险变化记录以便日后查询。根据《水利水电工程施工危险源辨识与风险评价导则(试行)》和《一般危险源风险评价方法——风险

矩阵法(LS法)》中的赋分评价指导,将风险矩阵法(LS法)中的参考评估因素数值化,并融入风险评价中。

以江都四站为例,可将重大危险源按照规范直接定性为重大风险。对于一般危险源,平台优先推荐采用风险矩阵法(LS法)进行风险评价,将危险发生可能性和工程项目规模归纳为对应数值的选择项供评估人员进行选择,并自动计算将所得结果对应风险等级标准进行分级。表2以LS法为例,显示了江都四站部分一般危险源辨识和风险等级的计算、评价结果。

2.4 风险管控功能模块

按照安全风险等级实行分级管理,落实四级管控责任,是设备安全生产标准化体系建立与持续运行的关键环节。

以江都四站危险源管控措施为例,平台会根据危险源辨识和风险评价结果自动匹配对应的管理和技术措施,并且风险评价频次与信息提醒系统相关联,会对相关评估人员进行设备危险源风险评价的事前提醒。同时,设备危险源管控与巡检系统相关联,将存在不同风险等级的设备危险源定期检查纳入巡检的检查项内。此外,在设备危险源管控措施方面,对存在重大风险等级的设备危险源,平台提供相应的管理方案及应急预案,其中管理方案包括技术措施、管理措施、责任人、完成时间和费用等。

2.5 安全预测预警功能模块

从设备安全运行相关的人、物、环境、管理等几大方面入手,通过把设备相关的参数状态、危险源分析状态、应急预案以及生产安全事故等多项可实现数据量化分析的指标作为分析依据。通过定期

表1 江都四站重大危险源清单

序号	区域	危险源	风险等级	事故诱因	可能导致的后果
1	主变室	主变压器	重大	设备失效	触电、爆炸、火灾、灼伤
2	站变室	站用变压器	重大	设备失效	触电、爆炸、火灾、灼伤
3	高压开关室	高压开关柜	重大	设备失效	触电、爆炸、火灾、灼伤
4	低压开关室	低压开关柜	重大	设备失效	触电、爆炸、火灾、灼伤
5	GIS室	GIS设备	重大	设备失效	触电、爆炸、火灾、灼伤
6	主机层	桥式起重机	重大	未经常性维护保养、自行检查和定期检查	起重伤害、触电、坠物伤人、高处坠落
7	工作桥	门式起重机	重大	未经常性维护保养、自行检查和定期检查	起重伤害、触电、坠物伤人、高处坠落

表2 江都四站设备一般危险源辨识和风险等级的平台计算评价结果(部分)

类别	项目	一般危险源	可能导致的后果	风险评价方法	L值	S值	管控平台计算R值	管控平台识别风险等级范围
设备设施类	电气设备	励磁变压器	触电、爆炸、火灾、灼伤	LS法	5	15	75	一般风险
	主机组设备	主电机	触电、爆炸、高处坠落、碰撞、火灾、机械伤害	LS法	5	15	75	一般风险
		叶片调节机构	影响设备运行	LS法	5	15	75	一般风险
	特种设备	储气罐	影响设备运行	LS法	5	15	75	一般风险
	管理设施	消防设施	不能及时预警、不能正常发挥灭火功能	LS法	5	15	75	一般风险

进行量化数据采集和分析,对工程项目的设备安全风险管控各方面的状态及其变化进行预警分析,并以此作为提升设备安全风险管控措施的依据,具体实现功能如下。

2.5.1 预测预警参数配置

可在预测预警参数配置模块中对设备安全预测预警指数所涉及的计算规则进行定义,包括其中的变量参数、常量参数、中间变量、指标体系和预测预警模型。变量参数可通过选择关联到平台内的具体数据接口,若在平台内无相关数据,也可进行数值的自定义。在后期中间变量、指数体系、预测预警模型内如有需要用到安全指数或常量参数的地方,可以直接选择。在预测预警模型配置中,除了对计算公式的定义,也可对计算频次、危险阈值、警告阈值、注意阈值、坐标最大阈值等进行设置。

2.5.2 预测预警指数计算

根据设定的计算规则对整个工程及各站所的设备安全指数进行计算,并将结果对应标准说明,进行低风险、一般风险、较高风险、重大风险的等级划分。此外,会根据区域内每个设备的安全风险等级计算出该区域的综合设备安全风险情况,并以图表的形式展示各站所设备安全风险的计算结果、趋势、扣分详情等信息。在设备运行期,进行设备安全预测预警指数的实时计算。

2.5.3 预测预警指数四色图展示

以设备安全预测预警指数为数据底座,以各工程为单位,根据实际建筑物布置图,通过代表不同风险等级的4种颜色,绘制房间、区域、工程等各部位的设备安全风险空间分布图。四色图中使用的颜色为红、橙、黄、蓝,分别代表重大风险、较大风险、一般风险、低风险4种风险等级。当设备出现异

常时,该设备个体的安全风险指数会产生变化,从而影响到设备所在区域的综合安全情况,因而在地图中的设备点会根据异常情况发生颜色变化,且该区域也会根据该设备的异常影响程度出现颜色变化。此外,当安全风险空间分布图中的区域安全风险出现变化或设备安全风险变成重大风险时,系统会进行声光闪烁提醒,使运行人员及时了解当前具体的设备运行预测预警甚至告警情况,并生成系统消息通知区域及工程负责人安全风险的变化情况和变动原因。

2.6 风险管理驾驶舱功能模块

设备安全风险管理驾驶舱会以图表结合的形式在地图上展示水利工程内所有泵站、水闸的设备安全风险情况。可点击地图上具体的站所,显示预测预警指数四色图,展示工程内各区域的设备安全风险情况和区域设备安全风险情况,并在四色图的左右两边展示设备安全风险等级信息统计、风险变化趋势、变化原因、重大风险提醒等信息。在设备或区域出现重大安全风险时,地图上的设备点或工程点会变为红色并闪烁跳动,重大风险提醒模块也会出现相关的风险信息,以提示运行人员予以重视。

3 设备安全风险管控平台应用前景

设备安全风险管控平台建设是安全生产标准化、信息化的重要体现,是提高安全生产管理水平的有效措施。通过设备危险源辨识和风险评价功能,在设备投运前做好所有事故诱因、影响程度、影响范围的分析,从而提前做好应急措施。按照系统自动匹配的管控措施及制定的检查、培训、风险评价等计划执行,可在日常运行中避免安全事故发生或发生事故时减小事故造成的影响。通过设备安

全预测预警功能的四色图展示,能够实时直观地了解掌握各区域的设备安全风险,并以此为依据调整工程日常运行中的关注重心和人力分配。设备安全风险驾驶舱以图表结合的形式统计分析设备安全风险状况,设备安全风险管控平台实现了对设备从运行到报废的全生命周期安全风险闭环管控,可以降低事故发生的概率,并减轻事故发生后的影响程度,从而保证工程安全稳定运行,具有良好的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 赵齐. 水利施工设备安全管理存在的问题及对策[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(14):1878.
- [2] 景郁东. 浅谈水利枢纽机电设备安全运行与管理[J]. 建筑工程技术与设计, 2021(21):1859.
- [3] 姚忠. 水利工程机电设备的运行与管理探析[J]. 大科技, 2016(21):98-99.
- [4] 宋晓利. 班组安全管理应强化危险源辨识[J]. 工程技术, 2019(13):37-39.

(上接第39页)

水源的问题,可以通过制定税收制度进行整改,适当调节水费,起到调控灌溉水源的效果。我国各地区的水源情况存在较大差异,管理时首先要结合地区的气候变化情况,采取相应的防洪抗旱管理措施。一些常年干旱的地区,要制订有效的管理方案,提高抗旱效果,保证水利工程能够发挥最大的应用效益。

5 结语

现代社会中,信息化技术在各个行业中都有非常广泛且深入的应用,水利系统信息化已成为必然趋势。防汛抗旱工作一直是我国水利部门的重点工作内容,利用信息化技术建设防汛抗旱及水旱灾害防御系统,提高防汛抗旱工作的预警水平,提高相关部门在水旱灾害发生后的处理能力,对保护人民群众生命财产安全具有重要意义。

参考文献:

- [1] 冯海交. 农田水利管理与防洪抗旱问题分析[J]. 绿色

环保建材, 2016(12):171-172.

- [2] 鄂文利. 防汛抗旱与农田水利管理的实施策略[J]. 吉林农业, 2017(23):65.
- [3] 金虎国. 农田水利管理与防汛抗旱问题探讨[J]. 新农村(黑龙江), 2017(8):159.
- [4] 史建兵. 南京市高淳区智慧水务信息化系统建设初探[J]. 中国水利, 2014(9):52-53.
- [5] 翟浩辉. 紧紧围绕提高农业综合生产能力大力推进冬春农田水利基本建设[J]. 中国农村水利水电, 2004(11):1-6.
- [6] 王毅, 刘洪伟, 霍风霖. 新形势下北京市防汛抗旱及水旱灾害防御信息化建设思考[J]. 中国防汛抗旱, 2019, 29(3):12-15.
- [7] 胡余忠. 新型冠状病毒肺炎疫情防控背景下对我国水旱灾害防御工作的思考[J]. 中国防汛抗旱, 2020, 30(3):14-17.
- [8] 刘洪伟, 马丰斌, 霍风霖, 等. 2019年北京市水旱灾害防御工作实践与启示[J]. 中国防汛抗旱, 2019, 29(12):9-12.
- [9] 李小强. 江西省唱响做实总基调 全力做好新时期水旱灾害防御工作[J]. 中国防汛抗旱, 2019, 29(5):39-40.