大型流域梯级电站应急管理的探索与实践

李 光 华

(国电大渡河流域水电开发有限公司,四川 成都 610041)

摘 要:为提高水电企业地质灾害防控及应急救援能力,加强应急管理信息化建设,通过建立一套感知体系实现对气象水情、库坝、地灾实时监控和预测系统,结合水电企业的应急处置经验形成的预案体系,实现风险的自动感知、自动预警和智能应急决策。系统借助人工智能、大数据等技术实现不断地自我迭代演进;同时,利用GIS技术实现空间与时间的四维感知,全面统筹灾情应急处置和模拟推演,向决策者们提供丰富的具有现场感的实景感知和决策依据,最终形成以自我感知、自我预判和智能决策为核心的流域梯级电站应急管理系统。

关键词:地质灾害;应急管理;现状;体系的构建;实践

中图分类号:[TM622];X507;C931.6 **文献标识码**: B **文章编号**:1001-2184(2019)05-0148-05

Exploration and Practice of Emergency Management of Cascade Hydropower Stations on Large River Basins

LI Guanghua

(Dadu River Hydropower Development Co., LTD, China Guodian, Chengdu, Sichuan, 610041)

Abstract: In order to improve the geological disaster prevention and emergency rescue ability, and strengthen the information construction of emergency management of hydropower enterprises, a set of perception system is established to realize the real-time monitoring and prediction of meteorology, water regimen, reservoir dams and geological disasters, and a emergency plan system is formed by combining the emergency response experience of hydropower enterprises to realize the automatic perception, automatic pre-warning and intelligent emergency decision-making of risks. With the help of artificial intelligence, big data and other technologies, the system can realize continuous self iterative evolution; at the same time, GIS technology is used to realize four-dimensional perception of space and time, which can comprehensively coordinate emergency response and simulation of disaster, provide decision makers with rich scene perception and decision-making basis, and finally, the emergency management system of cascade hydropower stations on the basin is formed on the focus of self perception, self prediction and intelligent decision-making.

Key words: geological disaster; emergency management; current situation; establish of a system; practice

0 引 言

我国是世界上水能资源最丰富的国家之一,但资源分布很不均匀,大部分集中在西南和中南地区,多处于深山老林或大型地震断裂带区域,呈现整体开发难度大,地质灾害易发、多发的特点,给应急管理工作带来了诸多挑战。

随着水电开发的深入推进,流域梯级开发日渐加快和完善,流域梯级电站群管理也日趋完善成熟,但流域整体应急资源的整合、应急物资统筹调配以及应急处置与救援的能力水平仍需进一步加强和提高。本文以某大型流域梯级电站群应急管理实践为例,着眼流域梯级开发电站的整体,聚焦关键区域和关键部位,全面阐述流域梯级开发的电站群应急事件预防预控,应急感知、应对和处置等全过程管理方法的探索与实践。

收稿日期:2019-07-23

1 应急管理现状

近些年,随着科技的不断进步和先进信息技术应用,国外的应急管理系统已基本建立了功能完善、协同高效的信息网络系统,可充分利用先进的监测预警技术,实时跟踪监测天气、地质等变化,记录、分析和预测重大灾害的发生概率及可能发生的时间、地点、频率,并不断研究制定和优化预防灾害的计划。相较于国外应急管理,国内的

应急管理信息化水平也有了较大发展,不少水电站构建了各类业务应用子系统,有效提升了应急管理的信息化水平和应急响应效能。但由于水电企业条块式的专业管理机制,以及各子业务系统建设采用了不同的技术平台、接口标准、规范,难以实现系统之间的数据交换和共享,导致信息化建设注定产生系统壁垒,造成了一个个信息孤岛、碎片数据。这种信息碎片化和数据信息孤岛阻碍了更高层次的数据处理、应急处置模型构建和复杂业务目标的实现。同时应急管理模式、方式也比较粗放,缺乏系统性和前瞻性,往往是当事故发生以后才被动发现和应对,缺乏事前防范和预控。应急处置中一步处置失当甚至将造成多人死伤、经济损失以亿计的特别重大事故等严重后果,如天津港事件、福建滑坡事件等。纵观这些事件原因,大都存在缺乏高效的沟通协同机制和信息采集渠道,应急事件发生时的现场情况不明、信息沟通不畅、应急处置不力、应急物资不足,导致应急管理工作效率低下,甚至应急处置乱指挥、瞎指挥,导致事故进一步扩大。

2　应急体系的构建

应用物联网、大数据及人工智能技术构建主动感知、智能预判、自动预警,实现应急管理的智能协同和智慧处置。在第一时间监测到风险事件的发展趋势,有效的评估事件概率及影响范围和程度,并在应急预案的指导下精准、快速地进行应急资源整合、应急指挥与调度[1]。

2.1　建立完善的感知体系

水电企业应急管理的主要内容包括预防洪涝灾害造成的山体滑坡、泥石流甚至由此导致的漫坝溃坝以及人身伤亡和设备损坏等严重事件。虽然流域开发的水电站对此都给予了高度的重视,但对于水情流量及自然灾害的预测预报技术创新运用没有给予应有的重视,对于洪涝、滑坡泥石流无法实现精准判断和灵敏感知。为了提高预测预报技术的精准度,需要庞大的数据支撑,而数据来源要依靠复杂的、庞大的感知体系。

以某大型流域水电公司为例,在水情流量预测方面以水情气象预测预报为核心,借助国内外国家气象局、国家气候中心等世界权威机构数据支撑的同时,流域开发水电企业自建各类覆盖全流域的遥测站和水情自动测报系统,形成高精度的水情气象数据采集系统,最终通过自主开发的流域信息共享平台,实现对全流域水情数据的在线采集与数据共享功能。同时该单位充分利用大数据分析挖掘技术、各类径流预报模型、全方案印证、本地数据混合同化及气象、水情自动耦合等先进技术,实现了日内小时降雨预报及 1～7 天滚动气象预报,主要干流各控制性断面的水情预报精度达到 90%以上,显著提升了流域梯级电站群经济运行水平,同时增强防御暴雨洪涝、地质灾害的能力,最终实现定点、定时、定量的预报功能。

通过流域地灾预警中心对地质灾害中的边坡变形体实时监测、科学设置预警阈值,并将监测结果实时接入电站库坝中心,通过构建完善的风险预警算法模型评估和推演风险发生概率及趋势,为及时科学决策提供可靠科学的数据支撑。该系统由一体化智能监测站、智能监测站控制系统、大坝变形监测数据采集系统、大坝变形监测数据处理系统和大坝变形监测分析系统构成。由于各电站的坝型结构、地形地质条件、规模指标、技术难度、复杂程度等方面差异较大,难以采用统一的风险预警指标体系和数学模式予以评价,故对不同的坝型单独构建其模型,所需要的主要指标分为三类:

表 1　坝型分类

第一类	坝体、坝基、边坡等
第二类	稳定、渗流、变形等
第三类	抗滑稳定、不同方向的位移、不均匀沉降、绕坝渗流、扬压力、渗流量等

将指标结合制定好的数学模型,结合 GNSS、一体化智能测量机器人、微芯桩、InSAR、三维激光扫描等最新技术,通过在变形体周围建设 GNSS 自动化变形观测系统,依靠外侧设置基准站利用 4G 及卫星等无线传输通道,通过电站管理中心计算机与互联网连接到观测系统进行远程操作、查看下载数据和数据分析等功能,解决了人工测量频率过长、测量精度差以及测量安全风险大等难题,实现 24 小时不间断的对滑坡体进行监测。

在设备健康状态管理方面,该公司为确保水电站生产和管理更加安全可靠、经济高效。积极引进移动式巡检机器人、红外热成像、超高频局部放电监控等最前沿技术和科技成果来建立各类设备的数据“大感知”,并根据设备健康状态分为 12

大类指标：

(1)漏水、漏油、漏气；

(2)温度、振动、环境气体；

(3)表计读数、状态指示、开关位置、阀门状态；

(4)声音监测、异物监测。

将采集到的设备指标数据结合构建的设备特征及缺陷特征库，对设备状态进行最终感知识别的计算模型构建。其主要以深度网络计算为核心，学习数据的深度特征，并辅以图片、视频、音频等不同预处理算法，通过支持向量机、随机森林、梯度提升树等增强的分类模型全面感知、分析和预控各类风险事件，确保风险事件事前可预知、可预防，事中可预控，应急有保障。

2.2　搭建应急管理综合平台

前端的应急感知可优先帮助解决信息不对称，但仍无法形成高效的应急处置和应急决策能力，仍需搭建一个实现信息互通共享的协同平台，该企业在全面感知的基础上搭建了应急管理综合平台。该应急管理综合平台能够融通各类基础信息，强化流域水电开发运行协调，建立起全流域全过程综合监测体系，加强和创新流域水电管理，促进流域水电持续健康发展。应急管理综合平台既提供丰富的监测、预警、分析等传统功能，同时还引入大数据和人工智能技术，为流域各电站未来整个智慧身体提供聪明的大脑。同时将 GIS 的最新技术成果应用到系统建设中，构建基于地理信息系统的应急事件风险评估与应急管理平台。通过智能感知体系和大数据服务平台实现三大主要功能：风险管控，应急指挥，业务监控。

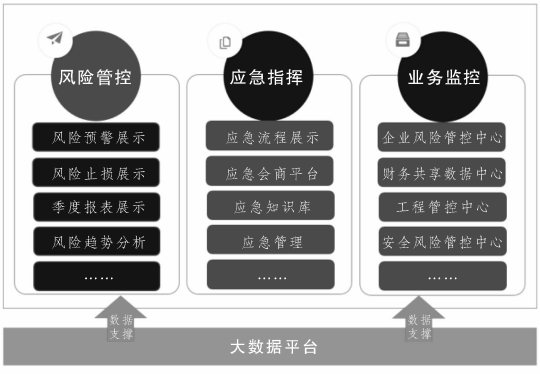

图 1　应急管理系统业务架构

2.3　构建完善的应急体系

流域各水电站所处的环境大多水文地质条件复杂、工程位置艰险，不可预见性因素众多，突发事件时有发生，主要分为五大类：

(1)地质灾害；

(2)洪水；

(3)极端气候条件；

(4)工程事故；

(5)其他相关危机。

该公司按照要求为各级各类可能发生的事件和所有危险源制订专项应急预案和现场应急处置方案，并明确事前、事中、事后的相关部门和有关人员的职责。在对突发事件的应急响应和处置期间，应按照既定的应急预案要求对突发事件进行响应和处置，构建了完善的应急管理体系。

应急管理体系在应急事件发生前要形成对应的预案及相关准备活动，包括资金准备、物资准备、人力资源等。基于对历史风险的分析来评估应急事件潜在的影响及程度，结合计算机系统对预案进行数字化建模，实现对应急事件的处理计划及工作列表，并可覆盖应急事件影响范围及复杂度；利用 GIS 系统的空间和地理信息来识别关键地理对象、应急资源、救援队伍等，实现预案模拟仿真。在处理过程中基于预案体系协调多部门的参与及快速响应，按照流程规范实行应对措施，及时评估关键的应对处理能力和影响力。在应急事件处理后，由系统采集事件处理过程中的数据信息，并借助高科技手段开展应急分析与总结，通过不断形成和优化特定场景下的应急方案来不断充实预案体系，以及进一步改进预案来指导下一次应急指挥。

3　应急管理的实践

结合目前的云计算、大数据、物联网、移动互联网和人工智能等先进技术，现代化的应急管理应能够在应急事件发生前对整个过程进行综合评估、推演，包括应急保障、能力评估、影响范围等。在应急事件发生过程中可基于综合信息网络及数字化预案系统来支持应急指挥，快速对应急事件进行反应，并协同各部门对应急启动、筹备指挥、抢修队伍等进行协调工作和组织。在应急事件发生后结合处理结果信息和可量化的相关指标，借助高新科学技术来完善和优化已有的知识体系库和数据模型，实现应急处置方案迭代与演进。利用大数据服务来打破数据信息孤岛和部门壁垒，

实现资源的统筹规划、合理分布,结合实时的数据信息服务,如天气地理信息、救援状态等信息,运用智能化的规则算法来实现自动触发和事件反应计划、推荐预案措施,再结合标准化处理程序来保证事件处理的规范化和高效性。高效的应急管理应能协调各个相关机构进行统一会商、协同工作、整体作战,利用强大的 GIS 可视化技术监控关键场所和应急资源调度,并对重要场景实现数字化推演和追溯能力。同时建立专门的业务知识库,运用知识库知识可智能化的向决策者推荐处置方案,提高事件处理的时效性和准确性。

3.1　体系架构

图 2　应急管理系统体系架构

为确保应急决策的科学性和应急处置的实时性,应急管理体系建设应扁平化,让决策者能听得见应急前线的“炮火”,通过各级的可视化设备、音/视频会议等直接与各分级指挥中心、救援应急一线等实时交流、信息共享,实时洞悉现场,利用空间地理信息技术和各类预测推演模型算法,为决策层提供可行的、可推演的以及可视化的决策方案查询和分析,提高流域各电站的指挥决策、快速反应等方面的综合能力,最终构建一套精干高效、运转协调、规范统一的扁平化应急管理体系[2]。

3.2　风险预控

通过信息系统收集各种动、静态数据,包括环境气象数据、危险源数据、地理信息、人力物资等数据,利用地理信息系统 GIS、信息技术、风险预测分析模型来进行综合分析,识别风险可能性和等级,达到提前预知预警风险信息的功能,实现对突发风险事件的监视监控、预测预警,并结合决策知识库快速、精准的提供应急对策以及指挥调度等各种功能,最大限度较少人员伤亡和财产损失[3]。

3.2.1　风险态势评估

汇集各类、各级风险和危险源数据,建立企业风险关系立方体,形成企业风险感知神经网络。综合分析各个危险源与风险的直接关系,各危险源、风险的间接关联性,分析挖掘各类影响因素、关联因子来丰富和完善企业风险管理模型[4]。

以电站及其部门为单位综合评估风险态势,从局部凸显企业整体的风险情况,并将各类危险源按照一定原则进行量化分析,分类分级管理危险源。重点监测关键危险源,通过对关键危险源的实时监测评估企业的整体风险态势。

3.2.2　风险预案知识库

探索对风险应急事件从经验化转变为可量化的模型方法,形成基于风险预案知识库的事前评估、事中指导、事后优化的一系列管理。结合各种数据模型对应急评估作支持,在事前对整个过程综合评估,包括应急准备、应急响应以及应急保障能力评估等。并结合事后的处理结果,融合各种量化指标,引入机器学习对风险预案知识库及相应数据模型进一步优化,提高统计与预测的准确性,并探索模型自我演进的方法。

3.2.3　风险应对管理

结合风险态势评估和预案知识库,对每一类风险预案进行有效管理。当风险一旦出现预警,系统会立刻择优生成风险预案,借助 GIS 系统提供的三维地理空间信息和地理实时信息支持,对各类隐患的监测、危险源监控、风险隐患分析、重大危险源、关键基础设施、重要防护目标空间分布和运行状况进行虚拟仿真管理,并将查询、预警预测结果以图文并茂的方式展示。

3.3　应急处置

利用 GIS 地理空间信息服务系统提供全天候、全要素、全过程、多时空的服务,为应急处置管理提供实时、可靠、丰富的数据信息支撑,确保空间数据的真实性、可信性和可用性,实现实时的现场感知。

3.3.1　灾情评估、模拟推演

通过 GIS 系统在空间上对风险区域信息管理,结合当地实时的天气、水情等环境信息,对各种可能发生的突发事件带来的直接和间接影响

(如洪水淹没等)进行综合分析评估。将综合评估结果和应急预案以虚拟仿真的形式通过空间进行模拟推演,协助决策者快速确定应急资源情况,对事件处理进行规划,并制定相应的应对措施。

基于 GIS 系统和相应的事件模型在空间上模拟出风险事件的发生、发展、结束的状态,根据时间的推移推演事件发展趋势的变化,实现态势展现、态势推演及事件回放等功能,及时进行预防和干预,尽可能的降低次生灾害发生。对灾后人身、空间、经济等遭受损失情况进行直观全面的了解,基于这些相互关联的大数据分析辅助决策者制定灾后恢复重建的决策。

3.3.2　大集中、大集成

GIS 系统平台能够整合各个实时数据信息和数字成果来实现大集中、大集成,融合智慧工程、智慧电厂、智慧调度、智慧检修等。这不仅方便决策者清晰的了解事件的总体发展状况、资源的分布情况,还可快速的对各个应急支援队伍进行统一指挥和调度,帮助各种救援力量及时高效的完成应急救援工作。

3.3.3　应急会商平台

应急会商平台具备自动拨号、即时视频语音通讯、多人视频会商等功能。当应急处置过程中出现较为复杂的情形需多方专家会诊联合进行应急指挥决策时,领导人可通过会商平台能够联系到各个干系人,通过手机终端的视频软件进行视频通话,还可以共享应急指挥界面,了解各个方面的灾害现场及周边环境、天气情况、应急资源分布情况等。通过接入无人机、工业视频监控、工作人员安全帽视频等,会商平台提供多视角全方位途径掌控现场的实时状况。[5]

3.4　应急资源

GIS 系统在空间和时间维度的信息支持,以及最优/最近路由、周边情况分析、影响范围推演等功能给予决策者们以丰富的信息支撑,以便快速了解事故发生周围的应急资源情况,包括车辆、人员队伍、救援物资的地理空间信息、实时交通情况、天气地理等综合信息服务。在突发事件发生时,结合各种数据信息提供智能化的手段和方法,以最快速度将各种物资和救援力量送达救援一线。

4　结　语

应急管理综合系统平台建设结合流域各电站的客观现状和实际需求,目的是全面深化应用大数据、物联网、移动互联网和人工智能等最前沿先进的科技成果,进一步提高各流域电站的风险预知预警、应急处置评估等智能管理和决策指挥的能力。未来几年,随着大数据以及人工智能研究开发的进一步深入,融合构建更成熟的算法来实现更多、更复杂场景下的风险预测,应急管理可以实现多领域、多维度、多时间跨度的数据挖掘分析,并将作为流域各电站在应急管理与风险管控方面的典型应用代表,将为应急管理工作提供更为宽广的视野和更可预期的未来,在水电流域开发方面具有很大的实践意义和应用推广价值。

参考文献:

[1] 涂扬举,数据驱动智慧企业[J].企业管理,2018,02(02):100－103.

[2] 涂扬举,基于自主创新的智慧企业建设[J].企业管理,2018,05(05):21－22.

[3] 王勇飞,令狐克海.基于智慧企业框架下的安全风险管控数据中心建设探索与实践[J].水力发电,2018,44(05):82－85.

[4] 李淑玲.探索智慧企业 大渡河公司用科技破解行业困境[J].国资报告,2018,02(02):100－102.

[5] 王宏伟.现代应急管理理念下我国应急管理部的组建:意义、挑战与对策[J].安全,2018,05(05):01－06.

作者简介:

李光华(1985-),男,硕士,注册安全工程师,从事电力安全生产及安全风险防控相关工作.

(责任编辑:卓政昌)

四川省市场监督管理局拟将彭山县净皇乡水电站列入严重违法失信企业名单

从国家企业信用信息公示系统获悉,2019 年 10 月 1 日,四川省市场监督管理局发布了关于彭山县净皇乡水电站列入严重违法失信企业名单的公告(川市监工商信监列字[2019]第 008070 号)。经查,彭山县净皇乡水电站(统一社会信用码/注册号:511422000006659)因被列入经营异常名录届满 3 年仍未履行相关义务的,违反工商行政管理法律、行政法规且情节严重。依据《严重违法失信企业名单管理暂行办法》第五条第一款第(一)项的规定,四川省市场监督管理局作出决定:将上述企业列入严重违法失信企业名单。