

# “小卫士”自带天眼 哪座山“不老实”马上知道

本报记者 盛利

“春厂坝5号区域可能即将垮塌,请确保受威胁群众完全撤离!”在一个寂静的深夜,四川阿坝州小金县春厂坝滑坡点附近相关人员的电话和微信突然响起,小金县当地政府部门立即组织群众疏散避险。第二天凌晨,春厂坝区域滑坡点滑坡垮塌果然发生,由于系统提前预警,本次垮塌未造成人员和车辆损伤。

此次滑坡灾害的成功预警,得益于“北斗智慧云公共监测平台”的“未卜先知”。在灾害发生前,该平台先后向当地发出橙色预警和红色预警,有效避免灾害发生地人员伤亡,大幅减轻直接经济损失。该平台怎样实现此次精准预警?其运行工作原理是什么?日前科技日报记者进行了采访。

## 卫星定位技术成功预警滑坡

“北斗智慧云公共监测平台”由中科院川联合中国科学院、成都理工大学研制开发,是产学研协同创新的典型成果。该平台主要通过北斗或GNSS(全球导航卫星系统)高精度卫星定位技术对监测体位移进行毫米级监测,结合一体化气象站、视频监控终端、裂缝测量计、应力应变传感器采集的多元数据,通过云平台大数据智能综合分析,实现全天候全自动在线监测预警。用户可随时随地通过客户端(电脑、平板电脑、手机等)进行监测管理和查询。

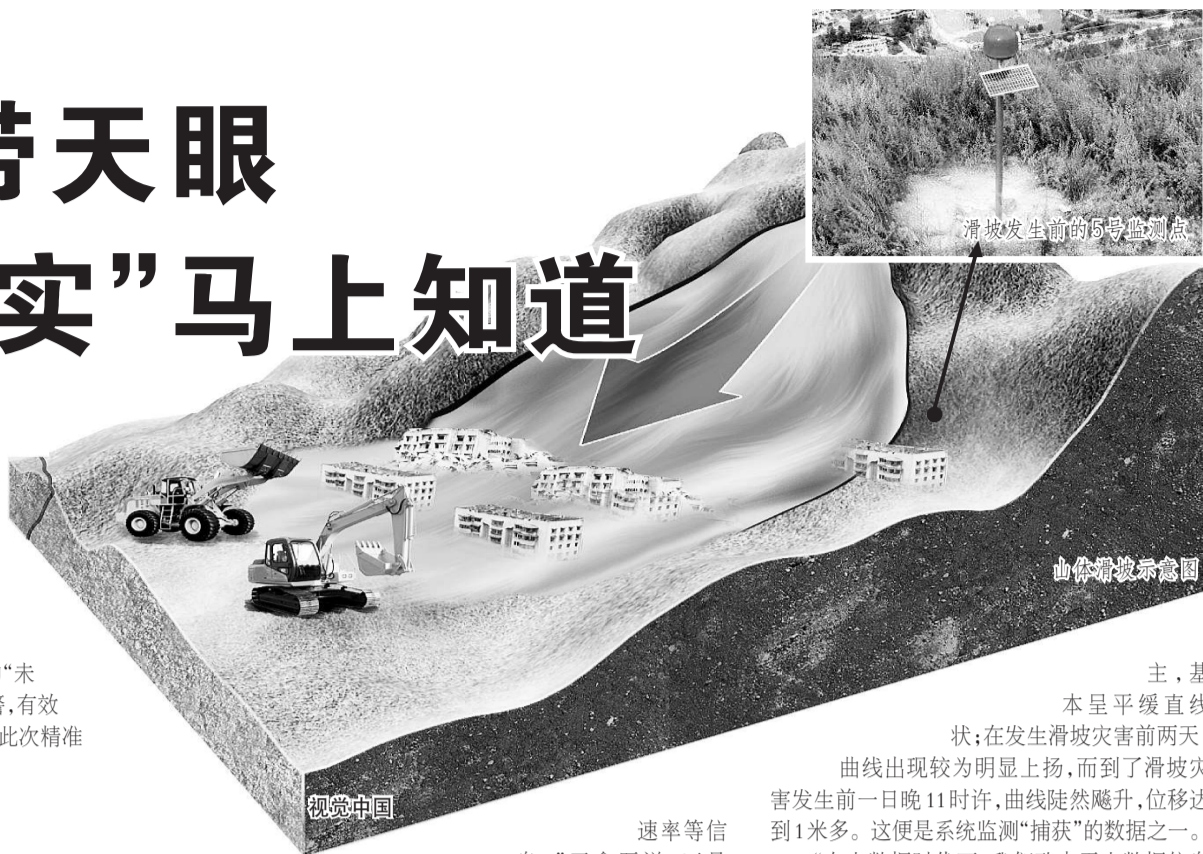
“近日,北斗智慧云公共监测平台”四川阿坝州小金县春厂坝滑坡点发出预警,小金县当地政府部门接收到预警信息后,立即组织滑坡点民众撤

## 挪动1毫米也“看”得见

由于山体表面位移和滑面位移的不一致性,仅凭常规仪器难以提前精准捕获信息。此次成功预警小金县春厂坝山体滑坡的“北斗智慧云公共监测平台”系统,借助我国自主研发的29颗北斗卫星天眼,将监测点的山体位移、沉降、沉降等信息的精准度提升至毫米级。“该系统全天24小时监测,即使山体‘挪动’1毫米,都会被系统监测到。”王鑫磊说。

离,并对附近国道350线暂时封闭,疏导交通。 “从现场勘察情况看,滑坡体下缘就是国道350线,旁边紧挨小金县客运中心、加油站及10余户居民房,如果没有高科技手段监测,后果难以预计。”推出“北斗智慧云公共监测平台”并成功实现此次预警的中科院信项目总监王鑫磊说。 “北斗智慧云公共监测平台”包含了软硬件在内的六套系统,即监测体管理系统、监测系统、大数据分析预警系统、应急指挥系统、通讯系统、预警科学研究平台。其中的软件部分为数据集成端,硬件部分则为分布于灾害易发区域的一线监测端,具有技术先进、信息丰富、数据精准、稳定可靠、应用领域广泛等特点。

此次平台如何预测小金县春厂坝山体发生位移?王鑫磊表示,北斗卫星、地面滑坡点基站、监测点均有一个初始定位坐标,三者之间通过卫星信号和无线电信号实时相互通信,24小时不间断传递自己的坐标信息以及距离等地理数据。 “这些数据会实时传至平台的云服务器,通过复杂且迅速的计算分析后,便可得出监测点山体是否有位移、于何时发生位移以及位移



速率等信息。”王鑫磊说,正是通过这些数据,平台“解读”到了春厂坝滑坡点在发生垮塌前的一系列“预兆”,并最终发出预警。

科技日报记者在平台系统后台的位移曲线图看到,在发生滑坡灾害之前的3个月时间里,小金县春厂坝5号点每天的位移距离以毫米级为

## 可留下灾害后期珍贵数据

在系统后台春厂坝附近的监测点中,有8个监测点分别闪烁着绿、或黄、或红的信号,表示其在正常工作,但唯独不见5号监测点发出信息。“滑坡点正好就位于5号监测点。”王鑫磊表示,在滑坡发生过程中,5号监测点仍然坚守岗位在向系统发送自己的坐标,直至完全被山体掩埋。

这些一线监测“小卫士”拥有电子位移传感器,它们包括拉线式和拉杆式两种,具有量程大、精度高、性能稳定、防尘防水和功耗低等特点,可用于工业自动控制及水利大坝、构筑物、地质灾害等变形和裂缝监测等。“在灾害科学研究中,获取后期滑坡位移数据是地质灾害监测的一大技术难题,5号监测点随滑坡体一起埋入山下的过程中,留下珍贵的后期滑坡位移数据。这些数据积累到一定量时,便可为未来后期滑坡位移研究提供参考。”王鑫磊说。

“北斗智慧云公共监测平台”目前已在四川

主,基本呈平缓直线状;在发生滑坡灾害前两天,曲线出现较为明显上扬,而到了滑坡灾害发生前一日晚11时许,曲线陡然陡升,位移达到1米多。这便是系统监测“捕获”的数据之一。

“在大数据时代下,我们致力于大数据信息的采集和分析。每个项目根据监测体自身特征为主,即地质构造、建筑结构、几何数据等,以及多元监测数据即位移形变、应力应变、气象环境、外界影响等数据,再结合地质、结构、测量、气象、计算机信息等多学科知识,采用大数据理论和方法进行综合分析预警。”王鑫磊说。

省布设200余个监测点。该系统除了可以24小时监测地质灾害外,还可运用到桥梁监测、工程勘探设计施工、智慧生态农业等多个领域,并已获得5项软件著作权和多项发明专利。同时,其研发团队还推出了基于平板电脑、手机的客户端,方便用户随时随地进行监测管理和查询。

在谈到平台的技术优势时,王鑫磊说,平台利用了GNSS多星联合定位的技术原理,尤其倚重北斗系统,精度和性能远优于传统的GPS。此外,该平台从硬件生产到软件开发全部由企业自主研发,集合了管理、监测、大数据分析预警、应急指挥、通讯、科研等六大系统,利用云平台提供高效便捷的网络数据服务,具有统一的传输接口,产品高度集成化,能实现多种监测方式。

“目前,国内研发同类技术的不过10家,西南地区仅有中科院信1家。”王鑫磊说,作为产学研协同创新的典型成果,目前该领域前景广阔。

## ■聚焦

# 建设智慧企业 引领创新发展

## ——国家能源集团大渡河公司智慧企业建设纪实

本报记者 马爱平

顺应新时代的科技发展浪潮,乘着国家创新驱动发展的战略东风,国家能源集团所属的国电大渡河流域水电开发有限公司全面推进智慧企业建设,推动传统产业转型升级,经过三年多的探索和实践,取得了丰硕成果,打造了国有企业落实国家创新驱动战略、深化提质增效的新引擎,成为党的十九大提出的加快建设创新型国家,建设数字中国、智慧社会的一张闪亮名片,为中央经济工作会议提出的高质量发展阶段坚持改革创新写下了最生动的实践注解。

### 探索新路径:以战略引领推动转型升级

国家能源集团大渡河公司智慧企业建设始于2014年,正值我国经济持续下行、需求增长乏力、产能过剩加剧的复杂环境,发电市场全面进入了降电价、降利用小时、低电量增长率、低负荷率的“双降双低”通道。一方面是传统能源产业面临着前所未有的困境,另一方面科技产业发展迎来了新的发展机遇,以云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能为代表的先进技术,深刻影响着科技发展的新格局。国家能源集团坚持创新驱动发展战略,制定了智慧企业建设指导意见,全面推进智慧矿山、智慧电厂、智慧工程、智慧调度等建设,形成了全面推进智慧企业建设的蓬勃态势。

抓创新就是抓发展,谋创新就是谋未来。大渡河公司新一届领导班子上任后,深刻认识到创新发展的重要性,根据集团公司的战略部署,坚持用创新破解企

业发展难题,推动企业转型升级,明确提出从基建生产型企业向经营型企业转变、从行政管理模式向智慧企业管理转变的执企理念,更新升级传统技术手段,大力转变传统生产运营模式,积极培育新的利润增长点,推动企业更有质量更有效地可持续发展。

大渡河公司组建了以原中国工程集团常务副院长潘云鹤院士为总顾问,一批国内知名院士与专家组成的顾问团队,开展智慧企业战略规划研究,经过历时1年时间的研究论证,形成了《智慧大渡河战略研究与总体规划报告》3.0版本,确定了业务量化、集成集中、平台、智能协同的建设路径,大力推动企业标准化建设、数字化改造、信息化建设、网络化构建、智能化运用,不断提升企业自动预判、自主决策、自我演进能力。

面对传统信息化建设过程中的分类建设、重复建设和条块分割、数据孤岛等现象,注重信息平台网络化、互通化构建,着力推动大数据集成集中管理,确保各类数据在统一平台上统一存储、统一共享、统一分析、统一应用。建成了现代化的大数据与云计算中心,构建了大计算、大存储、大分析、大运维的网络构架,全面整合了全流域信息系统资源,实现数据计算、存储和网络资源集中部署、动态分配、统一管理,为智慧企业建设夯实了基础架构。

### 重塑新架构:以全面创新深化管理变革

创新,要从痛点上发力。机构臃肿、层级冗余、流程复杂、效率低下……这是不少大型企业存在的大企业病,也是智慧企业在推动管理模式创新上的着力点。智慧企业自上而下设计了决策指挥中心、专业数据中心以及业务单元为主的“三合一”的管理模型,着力打造无层级的、以数据驱动的管理模式,将生产、运维、检修、营销、财务、合同管理等业务,由专业化的中心制管理运作,以数据作为各中心间运转纽带,推动层级化管理逐渐取消。

大渡河公司积极推进决策指挥中心建设,构建先进的数据决策“大脑”,为企业领导层提供科学、可靠的服务支撑。作为智慧企业的管理中枢,决策指挥中心具备了风险分级管控和预警、“三重一大”过程管控、紧急情况下的指挥决策、基层业务的监管和追溯查询等职能,为企业决策管理层提供及时、准确的管理决策支持。

从分散到集中,大渡河公司推动机关多个专业数据中心建设,加强专业化、集约化管理和关键领域、关键环节的集中管控。按照分批、分类推进的原则,将机关与基层专业技术和管理人员进行整合,根据专业化

集中程度,优先开展财务经营、安全监测、发电调度、经济运行以及计算机网络等专业化整合,建成了库坝安全管理中心、财务数据共享中心、工程管控数据中心、招标与采购数据中心、售电服务中心、云计算与大数据中心等,基层电厂不再设置检修、调度、水工观测、网络信息等部门及班组,完全交由专业化的各类中心管理,有效提升了工作效率与管理水平。

大渡河公司全面推进了以智慧工程、智慧电厂、智慧调度、智慧检修为主的基层四大业务单元建设,在瀑布沟、大岗山、枕头坝一、猴子岩等电站中,运用了智能巡检机器人,实现视频、音频、红外、振动等12大类350种数据智能采集,取代人工完成日常巡回作业。研发了智能安全帽,具有静电报警、行走定位、小组通话、安全防护等功能,提升运维人员安全防护和故障处理能力。研发了智能钥匙,采用一匙授权的方式,有效防止作业人员擅自扩大工作范围、误入带电间隔等安全隐患。采用空中无人机、水下机器人以及智能无人船等技术手段,开展库区泥沙淤积以及高边坡稳定监测,提升了安全风险防控能力。

在水电工程施工现场,运用了碾压无人车、压实度智能监测、工程动态设计等多项新技术,实现了工程建设安全风险管控、质量实时监控、进度仿真分析、投资预警决策、环保在线监测,有效提升工程建设管控水平。在特高堆石坝心墙料施工过程中,运用了土料质量智能精准控制技术,在施工前确保土料与砾石进量动态优化匹配,在施工过程中结合气温、风速等因素,实现土料与掺和料的含水量多点实时感知与智能调控。经过优化,掺拌计量误差由约11%减小至2%,节约备料占地约80%,大大提高了大坝心墙施工的质量与稳定性。

通过运用大量智能化设备,在线监测系统等先进技术手段,逐步减少如设备日常巡回、定期安全监测、人工汇总数据等重复性大、风险性高、技术含量低的工作。涉及经济运行方案制定、发电负荷调整、机组健康状态监测等需要依靠大数据精准计算的工作,交由智能化系统进行管理决策,逐步使干部职工从艰苦、重复、繁重的工作环境中解放出来,加快升级“无人值班、少人值守”运行管理新模式。

### 培育新动能:以数据驱动提升发展质量

从以往定性描述、经验管理,到业务量化、数据说话,大渡河公司全面启动了企业数字化改造,坚持以数据为核心,增强企业经营管理的科学化水平。大渡河流域深处大峡谷、高边坡、地质灾害频发地



段,加强流域梯级库坝群安全风险实时预警与联动响应的重要性尤为凸显。大渡河公司建立了流域梯级电站群实时风险分级管控技术,设置了含地震等环境影响因素在内的9大类19614个运行风险指标,创建了集环境关联、时空模拟、反馈校验于一体的数据异常智能识别成套技术,密切加强库坝边坡稳定性大数据监测,实现了对各类位移、变形、沉降数据高精度、高置信度的智能获取,误报率和漏报率降低95%以上,确保风险动态识别、自动分级和实时预警。多年来,成功预报并治理了流域重大地质灾害危险点10处,3次有效预警流域沿线滑坡体大规模垮塌,避免了3次重大安全事故的发生。大渡河流域梯级电站群连续安全生产天数超过4500天,创造了国内在运千万千瓦装机规模流域梯级电站群的纪录。

“靠天吃饭”曾经是行业内水电企业贴上的“负面”标签。大渡河公司加强大数据分析技术应用,着力破解水资源对水电经营管理制约。加强流域来水预报精准度研究,运用了多源数据混合同化流域产汇流预报技术,动态获取美国国家环境预报中心、欧洲中期天气预报中心和日本气象大数据,每天开展10G容量的气象大数据计算和分析,以细分网格量化全流域降雨情况,准确掌握相隔1.5公里范围内的区域来水与降雨分布,周预报精度达92.3%,高于行业先进水平90%,为流域梯级电站群调度提供了基础。

如何用好每一方水,是考验水电企业水库调度水平的关键。大渡河公司建成了基于大数据的梯级电站联合调度决策支持系统,根据上下游多个电站的水头、发电耗水、市场电价以及机组工况等要素,自动计算各个电站、各机组、在各个时点的最优负荷分配方式,实现了经济效益最大化。建成覆盖电力生产全过程的大型流域梯级电站调度一体化平台,在国内首创应用多项智能调度决策支持技术,研发了瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级梯级电站经济调度控制(EDC)技术,改变了以往省网调度对单一电站、单一机组下达负荷

指标,为向多个电站群下达负荷总指标的模式,实现从传统的单机直调向多电站一键调转变,一年减少负荷调节工作量约3万次。通过定量降水预报、洪水资源化利用、智能调度决策支持、经济调度控制等先进研究成果的应用,累计增发发电量35亿千瓦时,产生经济效益7亿元,减少电煤消耗110余万吨,减排二氧化碳290万吨,并成功应对了2017年大渡河流域百年一遇大洪水,累计减灾减灾达40亿元。

数据运用的成效还体现在设备检修管理上。大渡河公司建立了设备在线状态检测平台,采用机组设备健康状态感知模型,搭建超球建模专利技术的机器学习引擎,全面掌握7000余种机电设备和金属结构流式数据,深入开展设备运行大数据分析,对机组设备进行在线监控与实时诊断,实现设备健康度和发展趋势的数字化评价,提前预判设备健康状态与运行趋势,及时部署检修方案与策略,设备等效可用系数提高约10%,促使检修管理模式由计划性检修、事后检修逐步向状态检修、改进型检修转变。

国家能源集团大渡河公司智慧企业建设成果得到了社会广泛认可。近年来,公司累计获得知识产权授权154项,其中发明专利26项,实用新型专利111项,外观设计专利1项,软件著作权16项。清华大学和四川省企业联合会分别授予大渡河公司“管理创新实践基地”和“智慧企业示范基地”称号。建设成果经中企联组织的院士专家鉴定,被评为国际领先水平,获得全国企业管理创新成果一等奖等10余个省部级奖项,4项成果获国家科技进步奖提名。

新时代、新机遇、新作为。国家能源集团大渡河公司将以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面落实创新驱动发展战略,加快建设创新型国家的系列要求,按照建设数字中国、智慧社会的有关部署,在国家能源集团的指导下,深入推进智慧企业建设,实现企业高质量发展,坚定不移推进幸福大渡河、智慧大渡河建设,朝着国际一流水电企业的目标不断前行。

(本版图片除标注外来源于网络)

扫一扫 欢迎关注 核心技术 微信公众号

