

国家能源局综合司关于印发《电力行业防灾减灾救灾典型案例汇编（2024年）》的通知

各省（自治区、直辖市）能源局，有关省（自治区、直辖市）及新疆生产建设兵团发展改革委、工业和信息化主管部门，北京市城市管理委，各派出机构，全国电力安委会各企业成员单位：

为深入贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾重要论述，根据《国家能源局综合司关于印发〈2024年电力安全监管重点任务〉的通知》（国能综通安全〔2024〕9号）有关安排，我局组织征集梳理了电力行业防灾减灾救灾工作中的成功经验和典型做法，形成《电力行业防灾减灾救灾典型案例汇编（2024年）》。现印发给你们，请认真学习借鉴推广先进经验，广泛宣传防灾减灾救灾工作成效，推动电力行业防灾减灾救灾能力建设迈向更高水平。

联系电话：010—81929631

国家能源局综合司

2025年1月10日

电力行业防灾减灾救灾典型案例
汇 编
(2024 年)

前言

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高度重视应急管理工作，习近平总书记就应急管理工作发表一系列重要讲话、作出一系列重要指示批示，为做好新时代电力行业防灾减灾救灾工作提供了根本遵循。为深入贯彻落实习近平总书记重要论述，总结推广电力行业防灾减灾救灾典型经验，以案促备、以案促建、以案促治，根据 2024 年电力安全监管重点任务安排，国家能源局组织开展了电力行业防灾减灾救灾典型案例汇编工作。

汇编工作于 2024 年 5 月正式启动，通过各省（自治区、直辖市）电力行业主管部门、国家能源局派出机构、电力企业广泛征集了案例。经过形式审查、初评、复评、专家会评等环节评审，以及“一案例一专家”跟踪完善，从 77 份案例中遴选出了 20 份具有代表性的优秀案例，涵盖了气象水文灾害、地质地震灾害、海洋灾害、火灾等多种类型灾害，展示了近年来电力行业监测预警、灾害防范、抢险救灾、资源调配、协调协同等方面的机制创新、管理创新、技术创新成果。

希望通过汇编案例分享，能够为电力行业应急管理提供借鉴参考，激发更多创新思维和实践探索，进一步促进应急理念传播和实践经验交流，为加快推进电力应急管理体系和能力现代化贡献力量。

编委会

2024 年 12 月

目 录

气象水文灾害

国网湖北电力低温雨雪冰冻灾害应急处置案例	4
中国能建广东火电超强台风“摩羯”抢险复电案例	17
南网广东电网韶关强降雨电力抢修案例	26
国网福建电力台风“杜苏芮”抗灾抢险保供电案例	31
中广核新能源防台应急实践案例	40
国能粤电防台防汛清单备案制与小区域气象预警推广案例	51
华能澜沧江全流域协同防洪减灾应用实践案例	61
华能涪江山区水电站地下厂房全封闭防洪防地灾体系建设案例	72

地质地震灾害

国网新疆电力地震灾害紧急抢险处置典型案例	78
国网甘肃电力和中国能建西北院积石山地震输电线路抢修案例	86
华电云南梨园水电站堰塞湖漂浮物应急处置案例	90
华能太平驿公司基于数据驱动的偏远山区水电站防灾减灾管理案例 ..	97

火灾

国网甘肃电力融合智慧消防物联网的“4+1”消防管理体系在电网企业消	
-----------------------------------	--

防管理中的实践应用案例	104
国网吉林电力输配电线路森林火灾防护管控体系构建与实践案例 ...	115
中核三门核电厂火灾与应急处置体系构建与实施案例	122

海洋灾害

中核海南核电厂取水明渠改造成功抵御致灾海生物入侵实践案例 ...	132
----------------------------------	-----

事故灾难

中国安能四川关州水电站透水事故抢险案例	142
浙能海上人员落水应急救援系统应用案例	150

国际（跨境）合作

国家电投胡努特鲁电厂土耳其 7.8 级地震应对案例	157
---------------------------------	-----

其他

南网广东电网综合应急基地应急特勤队建设实践案例	163
-------------------------------	-----

气象水文灾害

国网湖北电力低温雨雪冰冻灾害应急处置 案例

推荐单位： 国家电网有限公司
案例单位： 国网湖北省电力有限公司
团队成员： 王 罡 王学军 李 涛 王天宇 鲍玉川
季 斌 宋晓兵 李建明 卢国伟 熊凌彦
付昕镜 田 威 黄 翔 梅良杰 安高翔
朱 涛 蔡 超 韩祥斌 高 雄 耿 耿

、
基

基本情况

（一）公司基本情况

国网湖北省电力有限公司（以下简称“国网湖北电力”）是国家电网有限公司的全资子公司，以建设、管理、运营电网和服务湖北经济社会发展为主营业务。湖北电网全面承接特高压输送电能、以 1000 千伏电网为核心、以 500 千伏电网为骨干、以 220 千伏电网为主体、110 千伏及以下电网覆盖全省城乡的现代化大电网，是三峡外送的起点、西电东送的通道、南北互供的枢纽、全国联网的中心。截至 2023 年底，湖北省发电总装机容量 11114.6 万千瓦，湖北电网 220 千伏及以上变电站 266 座、变电容量 14473 万千伏安，220 千伏及以上输电线路 888 条、长度 34722 公里。

（二）案例背景

1.灾害天气极端性强历年罕见

2024 年春节前后，全省各地相继遭受两轮低温雨雪冰冻灾害天气。2024 年 2 月 1 日至 9 日，全省遭受第一轮极端灾害天气，出现有记录以来最强冻雨，冻雨量为 1969 年以来历史第一、持续时长历史第二，部分地区达到 30—50 毫米。2024 年 2 月 19 日至 27 日，第二轮极端灾害天气接踵而至，我省出现有史以来最强寒潮，与第一轮相比，影响范围更广、持续时间更长、冷暖变幅更大，全省近 90% 市县达到寒潮标准，寒潮过程综合强度居历史冬季首位。两轮雨雪冰冻天气相态极其复杂。全省各地呈现 7 种降水形态，雨、雨夹雪、冻雨、冰粒、雪、霰和冰雹交织出现，同时伴随 7-10 级大风、雷暴等强对流天气。

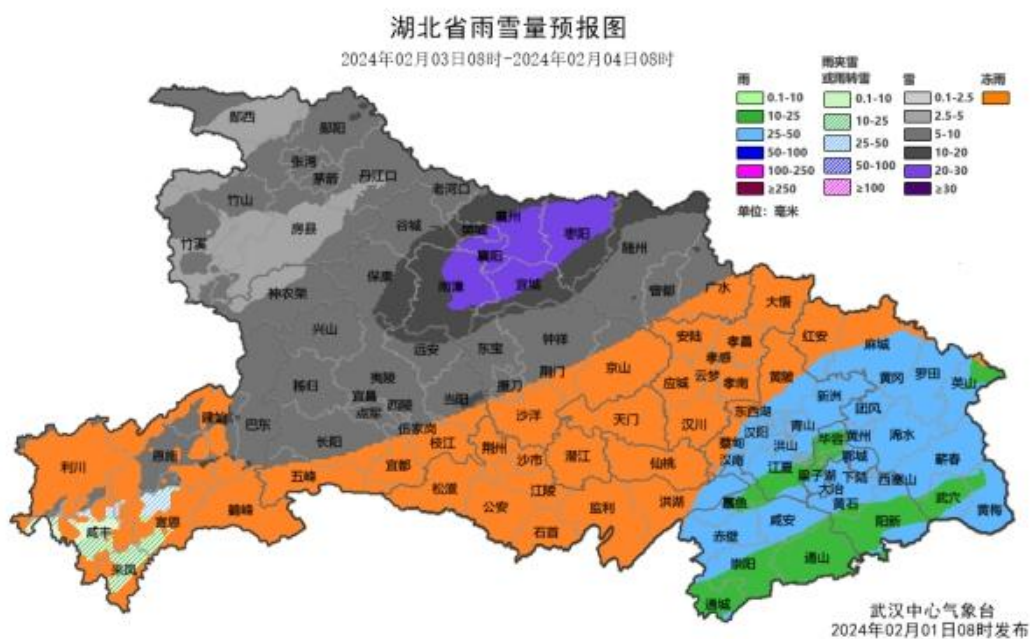


图 1 2024 年第一轮雨雪冰冻灾害天气情况

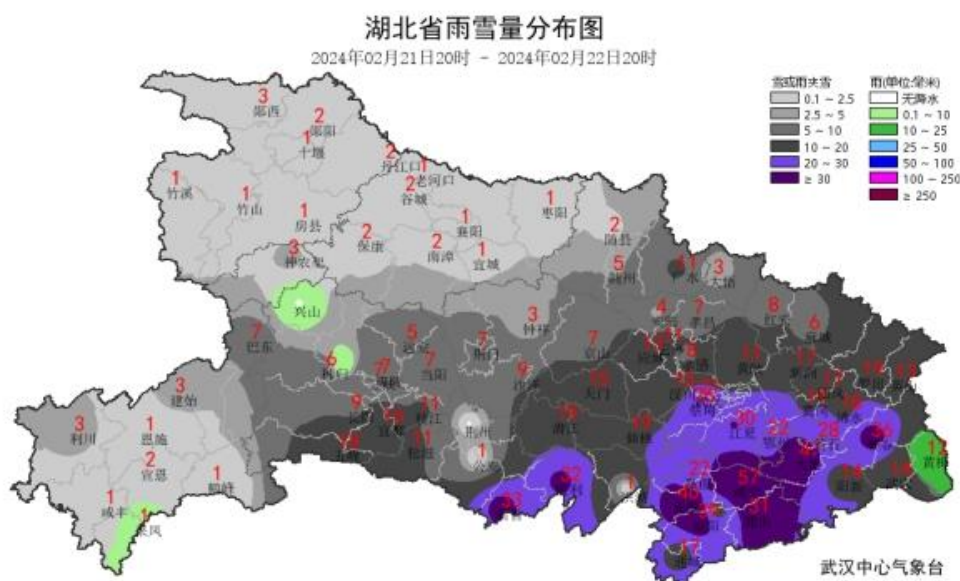


图 2 2024 年第二轮雨雪冰冻灾害天气情况

2. 电力设施受影响之大超乎寻常

公司输变配电设备先后经历覆冰、舞动、覆冰与脱冰灾情反复等多项高风险因素考验。输电方面，累计造成湖北境内 1000 千伏荆武线、荆潇线、±800 千伏复奉线、锦苏线等 128 条线路 169 个区段发生舞动、323 条线路 433 个区段出现最

多达 50 毫米覆冰，最大幅值超过 5 米舞动。变电方面，400 余座变电站遭受覆冰影响，其中特高压武汉站、500 千伏仙桃、咸宁站、220 千伏蕲昌、亮城站等受影响较大，支柱瓷瓶等部位覆冰覆雪严重，单站最长覆冰时间达 168 小时。配电方面，全省 68 个县区 2347 条配电线路覆冰，其中 637 条线路覆冰超设计值，1179 条线路发生舞动，累计造成 1956 条配电线路倒杆、断线，对电力供应和恢复带来严峻挑战。

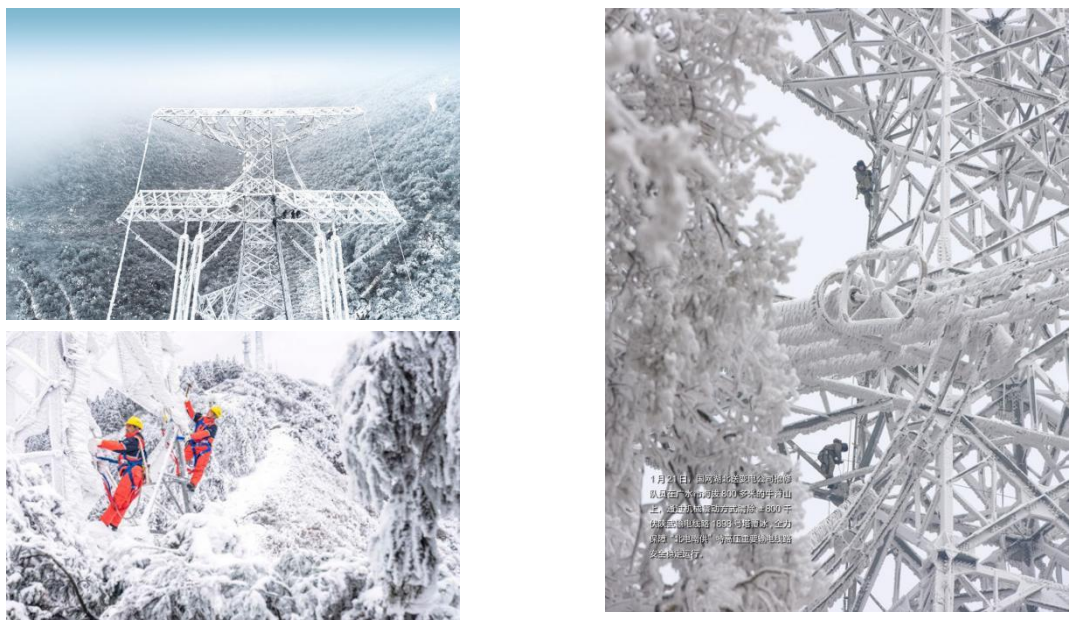


图 3 2024 年两轮雨雪冰冻灾害主网现场情况

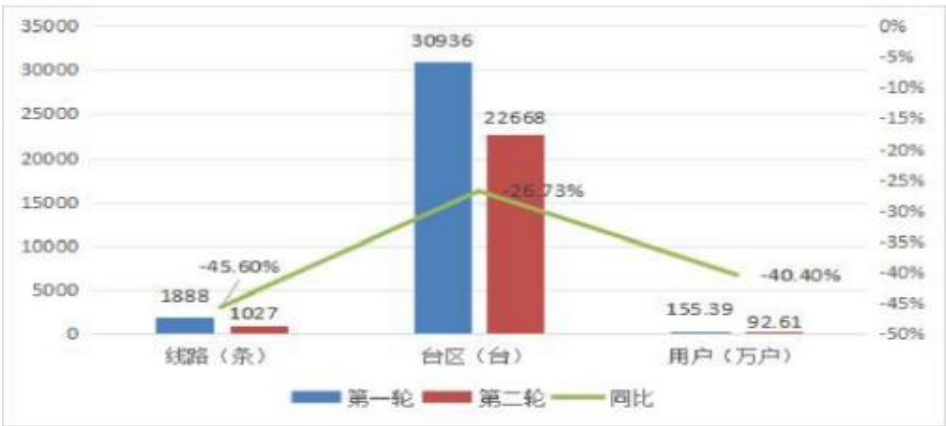


图 4 2024 年两轮雨雪冰冻灾害配网故障情况



图 5 2024 年两轮雨雪冰冻灾害配网设备受损情况

3. 电力保供的压力之大非同一般

一方面，社会各界极为关注，两轮雨雪冰冻灾害正值春节前后，湖北灾情引起全国高度关注，基础服务行业面临较大舆论压力，人民群众对电力可靠供应的要求比其他时候更加迫切。另一方面，抢修条件极其困难，灾害期间雨雪持续不断，全省道路长时间严重结冰，高速公路交通管制，公司抢修力量和资源虽然已提前就近部署，但仍难以迅速到达部分具体停电区域，同时受灾山区林区多，抢修现场条件异常复杂。另外，负荷增长挑战严峻，持续超长时间低温天气推动采暖负荷超量释放，最大用电负荷达 4418 万千瓦，较 2023 年同期增长 23%，较历史极值增长 11.2%，保供压力前所未有。



图 6 时任湖北省长王忠林主持召开全省应对雨雪冰冻灾害工作部署会

（三）案例概要

面对两轮近 60 多年以来最强寒潮、春节前后全省电力保供非常之势，国网湖北电力坚决贯彻习近平总书记关于防灾减灾和低温雨雪冰冻灾害防范应对工作的重要指示精神，在国家电网公司党组和省委省政府的坚强领导下，在国家能源局华中监管局和省能源局的指导下，经过艰苦卓绝的战冰斗雪，保持了电网安全稳定运行和电力安全可靠供应，首次实现了“六个不发生”工作目标，成功以“有大灾、无大损”的显著成效，夺取了“抗冰雪、保供电”的全面胜利。

二、主要做法与实践

大战大考面前，国网湖北电力与时间赛跑、同冰雪角力，以“五个主动”筑牢抗冰救灾“光明防线”。

（一）主动防范，关口前移

灾前及时发布预警。根据中央气象台、国网防灾减灾中心气象灾害专报、总部新一代应急指挥系统气象监测等多方雨雪冰冻天气监测、预警信息，公司提前部署 1050 余台覆冰舞动监测、2.5 万余台可视化装置，开展线路 24 小时不间断监测。紧急调拨 2.1 亿元应急物资，提前调配 3271 台发电机、73 辆发电车、15 辆 UPS 电源车、1322 辆应急车辆等应急装备。迅速集结 1045 支应急队伍进驻预判灾损地，主动进入应急状态。**提前备足供电裕度。**调出省内 700 万千瓦备用火电，全省火电最大发电能力达 3320 万千瓦，电煤库存保持在 550 万吨高位，水电保持 880 万千瓦顶峰水平，提前向国调取得极端情况下三峡 100 万千瓦应急顶峰支持。**提前备好应对预案。**灾前开展应急预案体系提升专项行动，优化完善预案措施 781 项，编制应对雨雪冰冻电网专项预案 66 份、N-1、N-2 事故处置预案 669 份，确保事前有预案、处置有规范。提前开展迎峰度冬、大面积停电等应急演练 25 场次，

完成融除冰实战演练和“一线一案”。



图7 组织开展湖北省鄂西北战区迎峰度冬联合应急演练

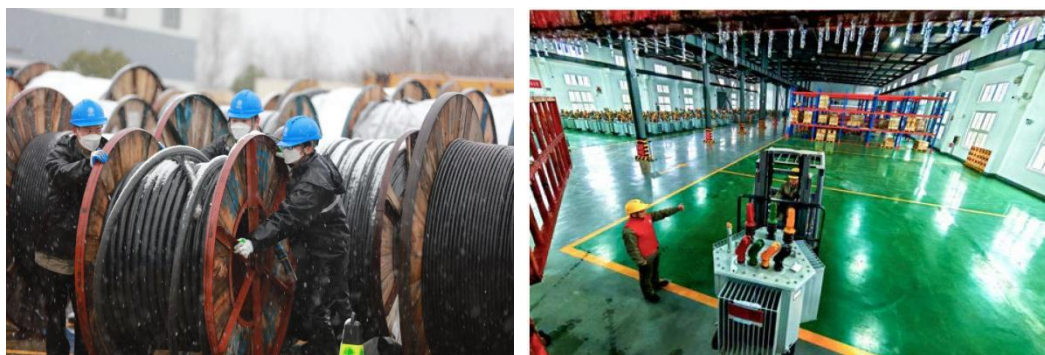


图8 灾害来临前提前部署应急物资、装备进入应急状态

（二）主动靠前，提高效率

以军事化管理、集团化路线、战时化状态，公司党委靠前指挥，主要负责同志挂帅“总指挥”，主持建立“一日两会”调度机制，“四不两直”一线督导，统揽全局全过程，先后2次召开专题会议系统部署、10次“四不两直”一线督导；班子成员分为4个组赴灾情严重地区担任“前委”，分区包保、驻点督战，各部门联合开展24小时应急会商，关键时刻信息更新频次缩短至2小时，实现了精准决策、高效执行，极大地激

励了公司上下众志成城、勇夺胜利的信心和决心，有力保障了抗冰保电工作高效开展。



图9 公司主要负责同志组织召开应对雨雪冰冻灾害保供再部署会议



图10 公司主要负责同志督导现场抗冰抢险工作

（三）主动防御，减小影响

主动运维奠定基础。寒潮前完成两轮 110 千伏及以上变电(换流)站带电检测、2307 座变电站红外普测、165 座变电站 GIS 局放检测，开展室外端子箱、汇控柜防冻防潮检查，及时处置站内设备严重缺陷 31 起。提前开展输电杆塔精细化巡检 4.8 万基，消除脱销、导地线散股断股、金具锈蚀等缺陷 3362 处，清理输电通道树（竹）障超 2 万亩，完成 43 条

输电线路、307 基杆塔防风偏治理，紧固覆冰舞动区段杆塔螺栓 4841 基、拉线 758 处，重点风险区段每天开展 2 次以上特巡，并派专人驻守防控重点杆塔。集中开展配电线路无人机通道巡检 6361 公里、线路精益化巡检 937 公里，增设杆塔拉线 2794 处，更换加固电杆 1537 基，消除裸露接点等缺陷隐患 1348 处，清理配电通道树（竹）障 80 万余棵，为灾害期间电网安全稳定运行打下了坚实基础，实现了“有大灾、无大损”目标。



图 11 主动开展输、变、配现场特巡特维



图 12 及时消除输电通道树（竹）障和各类设备缺陷

（四）主动处置，快速复电

建立“夜间集中会商、日间专注抢修”运转机制，制定“一户一策、永临结合”抢修策略，确保“灯先亮起来”。针对受灾最

严重的武汉、荆州、黄冈、咸宁等地区，组织 8 家地市公司对口支援、集中会战，努力实现“先复电、后抢修”战略目标。强化雨雪冰冻灾害主动处置，创新开展无人机敲冰、激光炮除冰、直流融冰等作业 95 条次。主动申请±800 千伏线路降压运行 8 条次，安排 220 千伏及以上线路主动停运 42 条次，制定单线变电站转供方案、预案 66 项。保障重要用户用电安全，督促高铁、机场等 955 户重要用户恢复有人值守，逐户走访医院、商场等 1498 户敏感民生用户，协助处置隐患 378 处。



图 13 公司积极组织开展受灾设备的抢修恢复工作

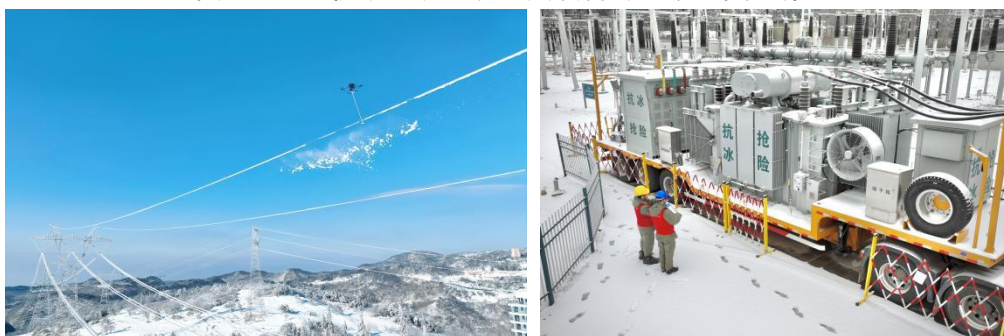


图 14 创新开展无人机敲冰、激光炮除冰、直流融冰等作业

（五）主动引领，鼓舞斗志

强化党建引领，245 支党员服务队、9000 余名党员冲锋在前，坚守保电一线。强化舆情处置、舆论引导，坚持打好舆论引导的主动仗，将宣传、舆情应对纳入公司应急会商，调派各

要用户停电、不发生大面积停电、不发生整县停电、不发生负面舆情），成功以“**有大灾、无大损**”的显著成效，夺取了“抗冰雪、保供电”的全面胜利。

（一）主网设备灾损程度明显减轻

两轮雨雪冰冻灾害期间，220 千伏及以上线路累计跳闸 27 条次，其中因冰害、舞动和风害原因导致跳闸的共 21 条次（500 千伏线路 4 条次）、跳闸率 2.3%。相比 2008 年、2014 年、2018 年雨雪冰冻灾害，因冰害、舞动和风害导致的跳闸次数明显降低（**2008 年** 220 千伏及以上线路跳闸率 14%，500 千伏线路跳闸 38 条次；**2014 年** 220 千伏及以上线路跳闸率 3.7%，500 千伏线路跳闸 8 条次；**2018 年** 220 千伏及以上线路跳闸率 3.5%，500 千伏线路跳闸 19 条次。2018 年 500 千伏线路跳闸数量上升主要因为湖北先后遭受大范围雨雪冰冻天气和 72 小时南北向大风，江汉平原大量东西走向的 500 千伏线路由于档距大、先覆冰，发生大面积舞动，舞动幅值和舞动时间创下历年新高）。首次在罕见冰灾中实现主网“零倒塔”，仅一回 220 千伏线路因舞动跳闸，远低于湖北历史舞动跳闸数量和同期其他各省舞动跳闸数量。

（二）配网复电抢修速度明显加快

一是两轮灾害 24 小时内复电速度相比较，第二轮复电速度明显加快，其中 2 小时、4 小时、8 小时和 24 小时复电比例同比第一轮分别提升 27%、36.4%、30.1%和 23.4%。二是与

往年所有用户复电速度相比较，两轮灾害均在终止响应当天恢复所有用户供电，较 2008 年、2014 年、2018 年分别提前 5 天、1 天和 1 天；两轮灾害故障平均复电时间 391 分钟，较 2008 年、2014 年、2018 年分别减少 96 分钟、64 分钟和 45 分钟。

（三）电网负荷裕度明显提高

两轮雨雪冰冻灾害期间，在省外陕武直流、省内蒲圻电厂等受阻情况下，全省依然保留 500 万千瓦左右供应裕度，供需平衡有余。与 2008 年、2014 年、2018 年相比，灾害期间电网负荷裕度分别提升 800 万千瓦、570 万千瓦和 500 千瓦，没有启用有序用电和拉闸措施。

四、总结与建议

公司主动作为、科学应对，打好打赢抗冰保电战役，为今后抗灾保电工作划出了标线，其中有许多经验做法和宝贵启示值得深刻总结、感悟思考。

一是超前谋划、主动备战是从容应对的必要条件。坚持早谋划早部署，以饱和式准备打好前哨战、下好先手棋，保证在灾害来临时的从容应对。**二是坚强电网、完整网架是抗冰保电的物质基础。**没有坚强电网和完整网架作为基础，主动停运避险、防范县域全停、保障重要用户等工作难以施为。**三是主动运维、主动避险是减小灾损的关键一招。**此轮冰灾主网灾损大幅降低，关键就是抢在灾前完成设备消缺和运行方式安排，灾后根据设备运行情况采取主动避险措施，将各类风险降到最低。**四是把握关键、紧盯用户是电力保供的重中之重。**公司针对重要敏感用户保电做了大量工作，保障电气化铁路等重要用户供电、主动服务客户侧用电安全、精准做好负荷管理实施准备，取得了明显成效。**五是快速复电、精准抢修是应急处置的核心策略。**公司在“抢修复电不过夜”上

做了许多突破性工作，极大地提升了复电效率，形成了“快速复电、精准抢修”的应急特色实践模式。六是技术引领、数智赋能是防灾减灾的有力支撑。公司积极应用先进技术开展防灾减灾，以更加高效可靠的方式赋能电力保供，工作效率明显提升。七是集团运作、集中会战是攻坚决胜的重要方法。充分发挥集团化运作的组织优势，建立贯穿省、市、县的三级指挥体系，上下“一股绳”紧密协同，全网“一盘棋”支援会战。八是政企协同、舆论引导是凝聚合力的关键手段。以有力有效措施将“政企社”力量拧成一股绳，形成同心抗灾合力，打赢抗冰抢险攻坚战。舆论引导汇聚了正能量，开展不间断舆情监测，未发生负面舆情。

中国能建广东火电超强台风“摩羯”

抢险复电案例

基 本 情 况	推荐单位：	中国能源建设集团有限公司				
	案例单位：	中国能源建设集团有限公司广东火电工程有限公司				
	团队成员：	丁毅	林楚标	曾志伟	邱建锋	聂金鸿
		黄海	姚文楷	梁晓明	胡友钊	卢政华
		刘振浩	王益斌	钟沛华	黄伟健	陈泽勇
		饶少宏	许健忠	陈耿飞	倪万鑫	王彪

（一）单位简介

中国能源建设集团广东火电工程有限公司（以下简称“中国能建广东火电”）是世界 500 强中国能源建设集团有限公司的骨干企业，是集“投融资、设计、建设、运营”为一体的综合性大型企业，具有电力工程施工总承包特级资质，建筑、市政、机电工程总承包一级资质，环保、输变电、核工程专业承包资质，电力工程设计甲级资质。中国能建广东火电所属送变电工程公司（以下简称“中国能建广东火电送变电”）拥有超 3000 人组成的专业输、变电团队以及 5000 余台（套）应急抢修设备，是广东省首批省级电力应急救援队伍。

（二）案例背景

超强台风“摩羯”于 2024 年 9 月 6 日 16 时 20 分、22 时 20 分先后在海南文昌市、广东徐闻县登陆，登陆时中心附近最大风力 17 级，是新中国成立以来登陆我国大陆地区的最强秋台风。台风过境时间长，对海南等地造成灾难性破坏，部分地区降雨陡增、海水漫灌、城市内涝，交通、电力、通讯、饮水、燃气、油料中断，农田被毁、房屋倒塌，大量树木倒伏，到处一片狼藉。

习近平总书记对海南、广东等地台风灾害作出重要指示，要求抓紧组织力量救灾，切实保障人民群众生命财产安全。李强总理作出批示，尽快恢复受损电力等基础设施，积

积极开展灾后重建，早日恢复正常生产生活秩序。要妥善做好各项救灾救助工作，迫在眉睫、时不我待。

（三）案例概要

中国能建认真贯彻落实习近平总书记重要指示精神、李强总理批示要求，全面落实“十二个到位”的安全生产要求，闻令而动、迅速行动，主动对接、积极开展抢险救灾工作。截至9月20日，组织广东火电、广东院、葛洲坝一公司、葛洲坝二公司、葛洲坝三公司、装配式产业公司、东电三公司、中能建建筑集团、湖南火电、广东线路器材厂等单位在海南、广东、广西等地累计投入1661人和410台（套）设备参与道路抢通和电力抢修等任务。在保证安全的前提下，与时间赛跑，全力打赢防御台风“摩羯”抢险救灾攻坚战。

其中，中国能建广东火电作为支援海南电力应急抢修的主力军，主动担当，承担了此次台风首个登陆点、受灾受损最严重的海南文昌地区的抢修任务。应急抢修团队靠前指挥、精心部署，克服通信不畅、交通受阻、物资短缺等不利因素，分秒必争、昼夜奋战，确保实现多个线路抢险任务超前计划节点完成。9月13日，顺利完成广东湛江2回线路抢险任务；20日，顺利完成海南文昌、海口等地24条输电线路和25个变电站抢险任务，为整个海南地区在国庆节前实现全面复电作出重要贡献。

二、主要做法与实践

（一）未雨绸缪，提前部署

提前研判部署，迅速进入防御状态。9月2日，在台风“摩

羯”逼近之际，中国能建广东火电召开台风应急专题会议，提前进行周密部署，全面统筹盘点抢修人员、设备、物资、交通等前期准备工作，提前抽调 1595 人组成抢修复电应急队进行应急待命，提前与当地联动备战，为提高勘灾和复电速度提供坚强保障；同时密切关注气象预报和台风动态，根据预测路径和强度，制定详细预案，为后续应急工作打下良好基础。



图 1 台风来临前应急专题会议

（二）高效组织，快速响应

接到紧急驰援海南、广东抢修复电任务后，中国能建广东火电按照预案迅速响应，整装上阵，以战斗姿态和半军事化行动标准快速集结，第一时间调集应急待命队伍中的 32 支抢修队伍共 795 名党员领导干部、一线核心骨干组成应急抢修团队、党员突击队，义无反顾、逆风而行，火速奔赴广东湛江、海南文昌受灾抢险一线。同时成立抢修复电指挥部，下设包括工程施工组、物资机具组、质安监督组、技术设计

组、计划经营组、新闻宣传组、后勤保障组等 7 个工作小组。其中，工程施工组根据具体工作任务由经验丰富的项目经理担任，实行“每项抢修任务责任制”，严格落实“抢修日报告”和“抢修日盘点会议”机制，及时分析总结、解决困难，确保目标完成。



图 2 抢修复电指挥部组织架构图



图 3 每日抗风抢险工作部署会议

(三) 科学施工，规范管理

1.“高效率”全覆盖勘察——争分夺秒，打通主动脉

抢修复电指挥部采用电缆故障定位仪、无人机等先进信息科技高效勘察装备，有序开展任务线路现场勘察，对受损线路开展全覆盖初步勘察，获取全面受损缺陷信息，抢修小组深入每基线路现场，进行精细化勘察和记录，为抢修恢复工作提供精准技术支撑。组织抢修人员 100 人，完成 1981 基线路杆塔、476 千米线路和 25 座变电站的勘察工作。在抢修结束后，对全线线路进行隐患二次排除及消缺确认，确保全线路无故障，保证实现送电一次成功。

2.“黑科技”保通讯畅通——不畏艰难，建立通讯桥

在抢修作业前夕，抢修复电指挥部精心策划，在各作业点部署卫星电话共计 30 台，在应急指挥部、仓库物资调配中心以及关键抢修点等核心区域布设 KA、KU 频段卫星便携站，运用卫星通讯“黑科技”手段构建起应急指挥部、物资调配中心与各作业点之间坚固的通讯桥梁，将各方力量紧密相连，攻克因台风造成电信通讯设施损坏而无法采用日常通讯设备进行指挥部署的核心壁垒，实现了信息即时共享与资源有效互补，突破了应急抢险首要难点问题，打开了应急抢险工作的突破口。

3.“强配置”保安全可控——一级备战，严格“零”隐患

抢修复电指挥部严格落实“十二个到位”，建立健全“抢修指挥部安全督察组—抢修项目小组安全员—班组长负责人”安全管理网络，配置专职安全管理人员 26 人，确保每支抢修队伍安全管理人员不少于 2 人、每个作业点兼职安全监护人不少于 2 人，在安全组织、交底、监护、督查、专项行动等

工作上下功夫，确保各抢修队伍严格执行各项安全规定工作和“保命”措施，消除“感应电”和“反送电”风险，确保抢修过程中人身、机械、交通等各环节安全无“死角”，实现零事故、零伤害的安全目标。



图 4 安全、高效、规范化的抢修现场

4.“暖人心”显人文关怀——特别活动，一线送温暖

中国能建广东火电始终坚持“人民至上、生命至上”的社会责任使命，建立健全抢险救灾职业健康风险管控和医疗保障应急机制，在指挥部和抢修队伍驻扎点分别设立“战区”卫生服务队，开展体检、健康巡诊等服务，为抢修队员提供坚实健康保障。抢修期间恰逢中秋佳节，组织开展“我抢修 我

安全——琼粤情深 平安中秋”特别活动，为奋战在抗台风“摩羯”抢修复电应急一线的工作人员送去温暖和关怀。



图 5 一线送温暖活动现场

三、成效与创新

（一）国之央企，社会责任勇担当

作为国之央企，中国能建广东火电深知肩负的社会责任和使命担当。在抢修复电工作中，始终坚持“民生保障优先、关键设施优先”原则，始终将保障民众生活需求、保障社会正常运行、国家重要战略设施放在首位。9月8日，完成了航天发射场电力设施抢修复电工作，为航天发射场的正常运作筑起了坚实的屏障；同日，仅用1小时快速完成了海口市龙塘水源厂供电专线抢修复电工作，为海口东部地区人民群众生活供水提供电力保障，最大限度减少电力中断对居民生活的影响。9月20日，全部完成广东湛江、海南文昌、海口等

地抢险任务，顺利交出“大战大考”优秀答卷。

（二）“1+N”模式，打赢应急“攻坚战”

中国能建广东火电以快速复电为第一目标，与时间赛跑，与困难博弈。按照以“快速复电方案”为统领+“前期勘查、人员配置、机械配备、材料准备”等多方统筹的“1+N”（1：方案；N：多方统筹）工作模式：一是仅用 30 小时就完成了较常规需 4 至 5 天完成的 14 基抢修塔组立工作；二是运用灌注桩浇筑一次成型技术，省去破桩头和二次浇筑时间，比传统模式提速 3 天，总工期比传统模式提速约 1 周；三是以设计为本，按照新建线路标准开展受损线路全面故障排查与消缺工作，确保线路复电与光缆通信畅通“两同步”。

（三）夜间施工，“灯光球场”巧布置

为了快速复电，抢修工作昼夜不停。为保障夜间施工安全，中国能建广东火电采用无人机照明、小型机动照明、个人照明组合方式，打造“灯光球场”一体全方位照明体系，确保夜间照明无死角，在规避传统照明不足的同时，提高了夜间施工安全性和工作效率，形成了可复制、可推广的夜间施工典型经验。

四、总结与建议

（一）强化应急管理体系建设

一是加强数字信息技术与应急指挥平台业务的深度融合，逐步建立并完善应急指挥平台，积极探索建立专业化应急救援队伍，实现“集团、区域、项目”三级统一指令联动，

建立“上下贯通、协调高效”的应急指挥体制机制，深度融入中国能建区域应急指挥中心建设；**二是**注重科技能力助力应急救援能力的提升，推广使用先进技术和装备，进一步提高应急救援工作的效力；**三是**从组织机构、施工管理、物资机具、质安监管、技术保障、后勤保障等多方面着手，进一步完善应急抢险标准化运行机制，不断提升应急处突和抢险救灾能力。

（二）持续加强物资信息化管理

健全完善统一的应急物资保障体系，把抢修复电应急物资保障作为中国能建广东火电应急管理体系建设的重要内容，按照集中管理、平时掌握、灾时应急、采储结合、节约高效的原则，健全相关工作机制并完善物资台账信息系统，做到关键时刻找得到、调得出、用得上，确保应急物资保障有序有力。

南网广东电网韶关强降雨电力抢修案例

推荐单位： 广东省能源局
案例单位： 广东电网有限责任公司韶关供电局
团队成员： 罗向东 曾 智 刘奕琛 潘炜坊 刘建光
 邹 挺 王 娴 周 丹 刘晓林 张 进
 陈文文 张荣海 卢 欣 刘金深 杨 斌
 刘银环 李武松 黄桂涛 胡 毅

、
基

本情况

（一）基本情况

韶关供电局是广东电网有限责任公司直属企业，供电面积 1.84 万平方公里，供电人口约 330 万人，供电客户 161.41 万户。局本部设有 29 个部门，管理 9 个县区供电局，管辖 76 个供电所，全局现有在册员工 3601 人。35 千伏及以上变电站 139 座、变压器 272 台，容量 14449 兆伏安，辖区共有 35 千伏及以上输电线路 389 回，总长 5886.12 千米，配网线路 1381 回，总长 22419.89 千米。

韶关地处广东省北部，南岭山脉南麓，属中亚热带湿润性季风气候。每年春季（3~4 月）雷雨大风、冰雹、暴雨等强对流天气易发多发；夏季（5~9 月）气温高降水多且集中，强度大，雨热丰富，洪涝灾害较多；秋季（10~11 月）秋高气爽，昼夜温差大；冬季（12~次年 2 月）是一年中最冷的季节，每年均有霜冻出现，气温异常偏低年份有降雪、雨凇出现。

江湾镇，隶属于广东省韶关市武江区，位于武江区西部，东接曲江区罗坑镇，西、南邻乳源

瑶族自治县，北接龙归镇，行政区划面积为 213 平方公里，常住人口 3774 人，全镇与外部仅有一条 318 县道连通。江湾镇由 35 千伏江畔变电站供电，由 2 台 35 千伏主变及 7 条 10 千伏配电线路供电，全镇供电线路全长 133.4 千米，10 千伏变压器共 123 台，全镇共有用户 2552 户，江湾供电所现有员工 6 人。

（二）案例背景

2024 年 4 月 20 日，广东韶关遭遇持续强降雨，超 11 万用户供电受到影响。其中，武江区江湾镇出现 379.8 毫米的降水，全镇受灾严重。泥石流、山体滑坡使通往江湾镇的唯一一条公路（318 县道）中断，多处发生大面积山体坍塌、道路塌陷、护栏被塌方体冲断。沿途的江湾河中，河段河水凶猛，河段表面被树枝等杂物阻隔，坍塌的山体也有部分堵塞了河道。受洪灾影响最严重的江湾街，路面基本被淤泥覆盖。道路损毁严重使得救援设备及抢修车辆无法进入，电力、通信全部中断，对当地居民生产生活造成严重影响。此次灾害共造成江湾镇 7 条 10 千伏线路跳闸停运，受影响用户 2552 户，10 千伏电杆受损 32 基，10 千伏导线受损 2.95 千米，0.4 千伏电杆受损 319 基，0.4 千伏导线受损 41.4 千米。



图 1 江湾山体千疮百孔



图 2 江湾镇各街道悉数受灾



图 3 水退后留下一片狼藉

（三）案例概要

面对灾情，韶关供电局立即建立现场指挥部，加强政企联动的管理措施，按照“路通到哪里，电复到哪里”“先复电、后抢修”的原则，积极开展抢修工作，最终实现江湾镇的全面复电。

4 月 21 日，成立了韶关供电局现场指挥部和韶关江湾抢修复电现场指挥部两级指挥部，建立了上下协调以及与政府协调联动的快速机制，确保应急处置快速有序，并提前空运专业技术人员及发电机至灾区；4 月 22 日，利用发电机迅速恢复 4 个安置点及 2 个临时指挥所供

电；4月23日，前往江湾镇的道路疏通后，供电局立即组织抢修队伍及装备赶赴灾区开展电力抢修，通过科学合理制定灾后抢修计划，统筹施工力量，至28日恢复全镇6个行政村、2552户停电用户及37座通信基站供电，用实际行动践行“人民电业为人民”的企业宗旨。

二、主要做法与实践

（一）迅速建立现场指挥部，确保应急指挥畅通

韶关供电局依托便利的办公、住宿条件，向韶关市委市政府提供江湾供电所作为政府救援现场指挥场部，为政府提供较为便利的现场指挥条件，也为抢修复电现场指挥部与政府汇报沟通抢修复电相关事宜提供了便利。

（二）主动参与会商研判，争取政府空运资源

韶关供电局现场指挥部及江湾抢修复电现场指挥部积极主动沟通韶关市应急指挥中心、武江区委区政府，及时获取受灾情况、道路通信情况等相关信息；成功争取政府空运资源，于4月21日下午运送2名专业技术人员提前进驻江湾供电所，并空运发电机至灾区；同时携带大量应急照明装备支援政府清淤和抢通道路，提升抢险效率；第一时间恢复4个安置点及2个临时指挥所供电，为后续通信恢复、现场指挥部的组织指挥提供有力保障，得到政府高度肯定。

（三）主动提供优势资源，促进抗灾立体式推进

江湾抢修复电现场指挥部在靠前指挥的同时与政府部门密切对接，统筹各自优势资源，加快抢修进度。专业领导干部带队携应急通信、照明等装备及时赶赴灾区，组建抢修工作小组，出动195名电力抢修人员、40台发电机开展电力勘察、线路修复及保供电工作，配合政府部门优先恢复6个行政村的供电，通过抢修复电、提供发电机资源等方式全力支持37座通信基站复电，保障灾区通信及时恢复，为政府组织救援提供了强有力支持。在抗灾最关键时刻，广东电网公司和韶关供电局派出24台应急卫星电话、1台卫星通信指挥车、2套KU高通量卫星便携站、8套宽带自组网（包括2套无人机载自组网）、1台中继无人机、2台应急餐车、1台淋浴车支援江湾镇抢修复电工作，同时也为政府救援指挥提供通信保障。



图4 抢修复电现场指挥部研究抢修方案



图5 解放军战士协助搬运发电机

（四）主动服务，为各大运营商提供高可靠通信路由

韶关供电局通信技术人员与各大运营商沟通协商，研究制定了江湾供电所、35千伏变电站、110千伏变电站、龙归供电所的应急光缆路由方案。4月23日夜，紧急抢通变电站至供电所

的电力通信光缆，提供 6 对 12 芯光纤通道支援运营商恢复通信，正式将复测可靠运行的应急通信光缆链路资源交接给电信、移动、联通、广电网络使用，为各大运营商提供高可靠的应急通信路由。由于运营商自有通信路由被救援抢修车辆多次压断，无法稳定通信，韶关供电局提供的通信路由发挥了重要支援作用，保证了运营商通信稳定。同时在江湾供电所增加 6 台固定电话，并部署临时视频会议终端，以便政府、灾区抢修队伍与外界联系。

（五）搭建信息互通平台，实现政企抢险步调一致

韶关供电局负责同志带队每日在市应急指挥中心值班，随时协商处理应急事宜，定期报告电力抢修队伍、装备信息以及抢修复电最新进展，指定专人与政府联络人保持定期的信息互通，让政企双方及时了解彼此工作动向，实现政企抢险步调一致。并向韶关市委市政府、市三防指挥部专题汇报韶关供电局抢修复电完成情况。



图 6 韶关供电局负责同志在市应急指挥中心值班

三、成效与创新

一是机制的高效运转确保抢修任务完成。按照“路通到哪里，电复到哪里”“先复电、后抢修”的原则开展抢修复电。使用发电机优先恢复安置点、政府临时指挥部、通信基站及自来水厂等重要负荷供电，采用无人机开展受损线路设备勘察，组建抢修工作小组制定灾后抢修计划，有序开展抢修复电。

二是积极争取政府资源提高复电效率。在道路不通极端条件下，第一时间争取政府直升机空运资源提前运送专业技术人员及发电机，携带大量应急照明装备支援政府清淤夜间抢通道路，大大提高抢修复电效率。依托便利办公、住宿条件，向市委市政府提供供电所作为政府救援现场指挥部，为政府提供便利的现场指挥条件。专人与政府联络人保持信息互通，实现政企抢险步调一致。

三是提供通信光缆支援运营商恢复通信。首次利用电力通信网光缆资源帮助通信运营商恢复公网通信网络，为各大运营商提供可靠的应急通信路由，积累了应急情况下和通信运营商资源共享互助的工作经验，提高应急情况下电力通信网和公网的通信可靠性。

四、总结与建议

在本轮江湾强降雨灾害电力抢修中，韶关供电局坚持“水退到哪里，电就复到哪里”“路通到哪里，电力就抢修哪里”的应急处置思路，快速建立了应急指挥协调机制，迅速开展了应急资源协调调配，加强政企联动，与政府部门密切对接，参与政府应急值班，与政府保持信息互通，统筹提供应急发电、应急照明、光纤通道等优势资源，协助政府加快道路抢修进度，安全快速完成了江湾镇的全面复电任务，得到了政府和上级的肯定。

针对电力抢修中公网通信全部中断、无人机应用受限情况下，应急通信存在较大影响的问题。有以下几点建议：一是利用供电局冗余的通信通道恢复部分灾区公网信号，以恢复灾区的无人机和通信信号。二是直接利用卫星信号同步发送遥控信号，以恢复灾区的无人机应用。三是在无 4G 信号的情况下，搭建以无人机为基站，通过自组网方式，恢复线路无人机自主巡航以及灾区通信联系。

国网福建电力台风“杜苏芮”

抗灾抢险保供电案例

推荐单位：国家能源局福建监管办公室

案例单位：国网福建省电力有限公司

团队成员：徐福聪 郑宗安 王连辉 熊益红 陈 灵
李清良 沈桂城 许 鑫 方 毅

基本情况

（一）单位基本情况

国网福建省电力有限公司是国家电网公司的全资子公司，经营区域覆盖全省 9 个设区市及平潭综合实验区，管辖 9 个市供电公司、1 个水电企业、19 个直属单位、62 个县供电企业、2 个配售电公司。

（二）案例背景

福建位于我国东南沿海，具有典型的亚热带季风气候特征，是自然灾害多发的典型省份，特别是每年台风、暴雨、洪涝等灾害频发，时常带来严重影响。2023 年第 5 号强台风“杜苏芮”正面袭击福建，为有记录以来登陆福建最强台风之一（登陆时中心附近最大风力 15 级，强台风级），在所有登陆福建的台风中综合风雨危险性指数排名第一，台风过境造成多地单日降水量创历史纪录，其中福州、莆田城区发生严重内涝。

（三）案例概要

“杜苏芮”台风正面登陆福建，强台风叠加大暴雨，造成大量线路倒杆断线、树木压覆导线，影响波及福建省全境，持续近 12 小时，重创了福建电网尤其是配网。

主网方面，累计停运 97 条 35 千伏及以上输电线路，累计停运 6 座 35 千伏及以上变电站。配网方面，累计停运 1847 条线路、45298 台配变。停电用户 219.25 万户，其中台风影响 196.47 万户、暴雨影响 22.78 万户。

国网福建电力坚决贯彻省委省政府防台部署，坚持见事早、行动快、措施实，勇于直面战台风、抗暴雨“双线作战”，仅用三天三夜就全面完成抢修复电任务，创造了防汛抗台新的“福

建速度”。

二、主要做法与实践

国网福建电力认真总结抗灾抢险经验，形成了“137”防汛抗台保供电应急模式“福建样板”，即依托应急指挥平台 ECS 一体化指挥作战，梯次推进灾前预警准备、灾中处置救援、灾后抢修复电三个阶段应急工作，统筹落实政企协同、严密设防、人员预置、精准踏勘、挂图作战、分片包干、资源倾斜七项关键举措，实现少停电、快复电。

（一）高度重视，全面落实防台措施

国网福建电力高度重视防御台风“杜苏芮”工作，多次召开全省防御台风应急工作动员部署视频会，提出防御措施要求。公司上下全面进入临战应急状态。

一是建立防台应急指挥体系。成立抢险保供电领导小组和应急指挥部、现场指挥部。台风登陆前公司负责人带队对厦门、泉州和漳州地区各单位防御“杜苏芮”台风应急准备工作开展督导。

二是科学安排电网运行方式。优化调整电网检修计划安排，厦泉漳地区保持全接线、全保护运行。加强北电南送断面管控和水库调度，完善停电应急处置方案，全面做好集群化调度准备。

三是全面开展设备特巡和隐患治理。完成 1434 座变电站、141 条重要输电线路的特巡。通过政企协同机制，集中治理变电站周边漂浮物隐患，落实线路走廊超高树竹清障。开展全省 967 座地下配电站房特巡，并安排人员驻点与小区物业实行联合值守，防范站房进水受淹。电网建设工程推迟或暂停，撤出工地人员 7000 余人，加固临时工棚 113 处、脚手架 68 处，对深基坑进行围挡防护。



图 1 变电站特巡



图 2 线路走廊超高树木清障

四是细心做好客户供电服务。对 621 户重要电力用户、1624 户民生用户开展特殊天气用电安全提醒，协助用户开展用电安全排查。建立跨地市服务指挥互备机制。



图 3 重要用户用电安全排查

五是周密准备应急抢修力量。公司集结 1187 支输变配抢修队伍共 16369 人。在台风登陆前安排 43 支 806 人的支援队伍预置到厦门、泉州和漳州地区。受灾单位根据风险提前预置抢修力量，安排人员到易涝配电站房值守。



图 4 电力应急救援队伍及装备集结预置

六是精细落实物资和后勤保障。做好应急物资实物储备和协议库存摸排，落实交通运力，建立省市县三级应急配送网络。做

好以抢修点、住宿点为中心，实施住宿“就近保障”、餐饮“配送到点”、车辆“送检上门”、医疗“送诊上门”的全过程伴随保障准备。

七是精心策划抗灾主题宣传。提前走访宣传主管部门和重要主流媒体，取得理解支持并策划宣传联动，通过各类媒体平台，广泛提醒公众增强台风期间安全用电意识和避险意识。

（二）凝心聚力，全力开展抢修复电工作

台风登陆后，国网福建电力集全公司之力支援泉州、莆田地区开展抢修复电工作。

一是各级指挥部紧密协同指挥。借助 ECS 进行线上指挥，实现设备、灾损、任务、资源等各类要素“挂图作战”，紧密围绕抢修复电目标，评估抢修进展，统筹安排抢修力量、调配物资、保障后勤，提高抢修效率。

二是快速精准获取灾损。应用 ECS 实时监测用户和电网受灾停电信息。台风登陆时，预先开展“纸上勘察”。台风登陆后，勘察人员按预设任务出动，应用无人机等技术结合人工巡视的方式，快速摸排设备现场灾损信息，并在 ECS 随时随地反馈灾损现场信息和物资需求，为快速复电做好准备。



图 5 结合应用无人机勘察灾损

三是启用应急调度模式。启用调监同场所应急值班模式，处置效率较日常提升 68.1%。运用“三级两层”配网调度应急模式（即省市县三级配调应急支援、配调调度台与区域联络站两层支撑机构），抢修期间启用“分片区调度+最大化安措”模式，故障处置和抢修单办理效率提升明显。

四是集公司之力开展抢修复电。累计跨区调派抢修队伍 183 支、3435 人，按照“分片包干”方式全面支援灾区抢修。累计出动抢修人员 5.7 万人次、车辆 1.4 万台次，各类资源倾斜投入抗灾抢险工作。



图 6 电力杆塔上抢修作业

五是强化抢修现场安全管控。成立防抗台风三级安全监督网，强化现场安全督查和抢修安全教育，对抢修现场做到了全覆盖、零盲区，实现了抢修复电“零伤亡”。

六是做细做实客户服务。制定客户安抚策略，做好停电用户点对点安抚。监测配变未停电但低压停电的用户信息，防范高低压复电脱节，确保“不留一户、全面送电”。

七是落实物资和后勤协同保障。按照“先近后远、先利库后采购”的原则有力保障应急抢修物资需求。24 小时全天候提供保障，完成 6473 名跨区支援人员的住宿安排和 13.9 万份的餐饮供应，为抢修复电胜利提供了坚强保障。

八是强化新闻宣传和舆情防控。开展防抗台风“杜苏芮”主题传播，中央广播电视总台、新华社聚焦报道 21 次，中央省市县行业媒体传播累计超 1600 次。监测推送涉电舆情信息，编发抢修复电现场舆情风险防范 5 项措施，确保舆情平稳。

九是筑牢坚强红色堡垒。集结 449 支共产党员服务队、突击队，设置 489 个党员责任区、568 个党员示范岗，让党旗高高飘扬在抗灾保电第一线，形成“党员带头上、先模站排头、群众跟着干”良好氛围。

三、成效与创新

（一）完善的应急指挥机构，是快速抢修复电的组织保障

灾情发生后，国网福建电力前后方应急指挥部密切联动，公司负责人多次深入泉州、莆田等地区的抢修一线，指导抢修工作，管理人员靠前指挥，及时组织制定和动态优化抗灾策略，提升应急资源的协调力度。

（二）未雨绸缪超前防范，是快速抢修复电的先决条件
公司 3 月份就提前部署各单位落实防台防汛应急准备工作。在台风预警期间，集中力量开展树竹清障，预置站房专人值守，既减少了停电量，也减小了抢修工作量。跨区支援抢修队伍提前到位，确保台风登陆后能够第一时间应对。

（三）完善的应急预案体系，是快速抢修复电的基础
在总结公司历年来防汛抗台经验基础上，优化应急预案，编制抗灾应急策略和应急处置卡，把各项应急工作细化到部门、班组和岗位，确保了防抗台风各个阶段工作的有序推进。

（四）多专业协调联动作战，是快速抢修复电的关键
各专业部门协同联动，统筹各类资源共享共用，充分发挥公司应对灾害的集团化作战经验和优势。应用《配电安规应急抢修补充条款》，执行《关于进一步加强配电网防灾应急抢修工作的意见》，有效提升应急抢修能力。调度专业通过“集群化”调度实现跨县域调度支援，显著提高调度台作业许可效率。

（五）数字化应急指挥，为快速抢修复电提供了坚实的技术保障

公司创新建设应用应急指挥平台 ECS，实现设备、用户受灾停电信息快速在线感知，应急队伍、物资、装备等应急资源数字化管理和指挥，疏通了大规模抢修复电过程中信息获取、业务互动、指令上传下达的堵点。

（六）强化政企联动，为快速抢修复电创造良好的外部条件

促成省政府有关厅局出台支持线路走廊树竹应急清障、电力设施周边的易飘浮物加固拆除、电力抢修绿色通道开辟、受淹地下配电站优先排水、公共场所用电安全提示等 5 项措施，为快速抢修复电打下坚实基础。

四、总结与建议

（一）加强政企应急联动工作机制建设

以防抗“杜苏芮”台风为契机，积极主动向省委省政府争取电网改造重建的政策支持和有利环境，推动政府相关部门出台规范性制度，固化线路走廊树竹应急清障、电力设施周边的易漂浮物加固拆除、电力抢修绿色通道开辟、受淹地下配电站优先排水、公共场所用电安全提示等 5 项举措，解决公司在应急救援中树木及漂浮物清障、站房抽水排涝、交通运输等方面短板问题，进一步提升应急救援能力。

（二）推动典型经验制度化

在全面总结防抗“杜苏芮”台风应急工作的基础上，将“137”防汛抗台保供电应急模式“福建样板”制度化，进一步优化完善应急预案和协同机制。编制现场指挥部运作规范，编制完善各专业部门抗灾应急工作手册，将典型经验流程化。

中广核新能源防台应急实践案例

推荐单位： 广东省能源局
案例单位： 中广核（广东）新能源投资有限公司
团队成员： 王耀明 潘天国 行九晖 包秀鹏 吴 鹏
 郭子生 鲁俊勇 陈艳生 潘欣全 兰洪涛
 孙文博 李东起 李嘉成 曾繁斌 穆允子
 覃丹峰 王 坤 王 江 陈建伟 安 迪

、

基 本情况

（一）公司简介

中广核（广东）新能源投资有限公司（以下简称“广东公司”）前身是 2007 年成立的中广核新能源投资（深圳）有限公司华南分公司，2024 年 7 月正式改名为广东公司，经过 17 年的发展，广东公司实现了从陆上到海上、从风电到风光并举的跨越式发展，陆续在江门、高州、茂名、云浮、肇庆市等地建成投产 9 个陆上风电场，在深圳、中山、佛山、东莞、云浮、汕尾、江门市等地建成投产 8 个光伏电站，在阳江、汕尾、惠州市建成 4 个海上风电场，累计投运容量 380 万千瓦，居广东省同行前列。

（二）案例背景

我国位于西北太平洋，是受台风影响最为严重的国家之一，1979 至 2018 年间 303 个登陆台风活动长周期变化如图 2 所示，根据统计数据显示，每年都会有 7 个左右（7.6 个）的台风登陆我国，而每年 6 月至 10 月是南海台风高发季节，广东公司所在区域是每年台风登陆最多的地区，2022 年影响到我国南海的台风 8 个、2023 年 4 个、2024 年 6 个，平均每年 6 个左右的台风影响到我国南海海域。

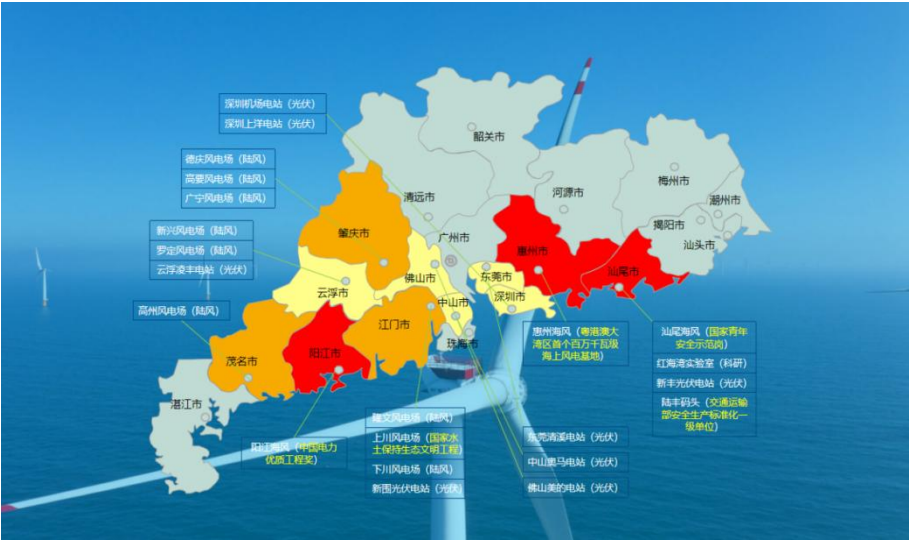


图 1 广东公司场站分布图

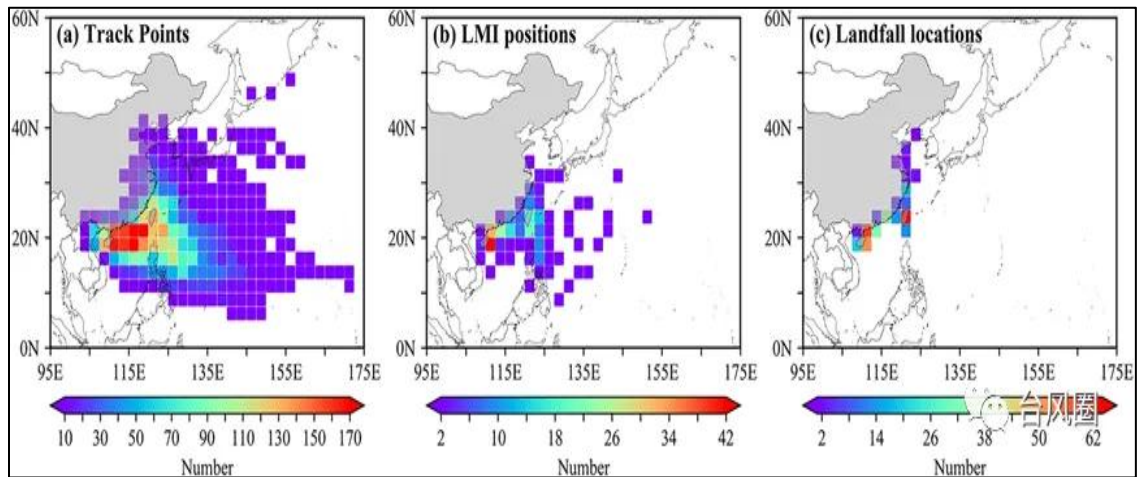


图2 中国气象局 1979—2018 年数据集绘制 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 格点上(a)6 小时隔台风路径点(b)台风生命史最大强度(LMI)位置(c)登陆位置的空间分布

(三) 案例概要

2018 年 10 月随着广东公司第一个海风项目——阳江南鹏岛海风项目启动建设，海上防台应急工作成为广东公司安全生产工作的重中之重，广东公司积极学习和借鉴行业内外成功防台经验，用于海风项目防台工作，并在历年防台工作中总结和提升。2022 年 7 月 2 日广东阳江“福景 001”因台风走锚发生沉船事故，造成 25 人死亡、1 人失踪。海风项目防台应急工作再次被提高到前所未有的高度。



图3 福景 001 沉船事故

为深入贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾重要论述，践行“人民至上、生命至上”的理念，广东公司围绕“生命至上，保守决策”的防台指导思想，以“绝对安全，万无一失”为目标，按照“统筹指挥、分级响应”的原则，总结 2022 年以前历次成功防台的基础上，形成了“统一认识、统一组织、统一标准、统一行动”的防台应急模式，受到政府正式发文表

彰，多次受邀到阳江、汕尾、惠州等地市的政府部门作经验分享，并在同行业中大力推广。

2022 年至今，在广东公司防台模式的指导下，成功完成 19 次台风的防台应急，成功撤离船舶 877 艘次，成功撤离人员 14142 人次，印证了本套防台应急模式的可行性。



图 4 2022 年和 2023 年防台撤离数据

二、主要做法与实践

为做好台风应对，确保公司员工生命和财产安全，广东公司制定了防台专项应急预案，并在此基础上形成了防台标准响应清单，固化防台各项动作。同时，针对海风项目制定了符合海上作业实际情况的防台撤离策略，用以指导海上施工作业防台应急工作。

广东公司的台风应对工作是从西北太平洋面上有热带扰动生成时就开始启动，安排专人跟踪台风动态，每天发布台风动态监测报告，当台风距离我方海风场 1400 公里左右，启动海上撤离工作，停止海上施工作业，按照防台撤离策略开始撤离海上船舶和人员，每天定时召开防台沟通会。

在台风到达前 48 小时或政府发布白色台风预警信息时，海上所有船舶到达港口或者锚地，各单位开始防台检查；在台风到达前 36 小时或政府发布蓝色台风预警信息时，海上所有人员全部上岸，各单位完成防台检查和设备设施的加固工

作；在台风到达前 24 小时或政府发布黄色、橙色、红色台风预警信息时，各单位根据现场实际情况禁止户外活动或转移人员至安全地带。

当台风下降为热带低压，已离开涉海区域 500 公里以上或现场平均风速<10.7 米每秒、浪高<2 米时，解除防台应急，各单位组织清理现场，做好生产恢复工作，台风造成损失的上报损失情况。最后组织召开防台总结会，做好本次防台工作总结和经验反馈。至此，防台应急工作结束。

广东公司海风防台部署与响应策略表										
应急指挥体系	应急指令	台风预警	安全时间裕度（t）	现场风浪趋势（撤离方式及能力）	非船员	自航船舶			非自航船舶	
						小型船舶（500 总吨以下）	中小型船舶（500-3000 总吨）	大中型船舶（3000 总吨及以上）	坐底船/驳船等	自升式平台
海风项目公司 应急指挥部	T0	—	≥72 小时	≤6 级风、≤2.0 米浪，出海船舶满足出海条件、满足风机、升压站、船舶登乘条件	非必要人员撤离	防台准备	防台准备	防台准备	防台准备，制定船舶避台及人员撤离方案，报请单位领导批准，向业主及海事备案。	
	T1	白色预警	≥48 小时		全部撤离	撤离	撤离	撤离	撤离	撤离
	T2	蓝色预警	≥36 小时		—	—	—	—	—	自升式平台拖至避风锚地抬升避风，接受海事统一指挥。
	T3	黄色预警	≥24 小时		—	—	—	—	—	
	T4	橙色预警	≥24 小时		—	—	—	—	—	
	T5	红色预警	≥24 小时		—	—	—	—	—	
	T6	台风解除	/	风速<10.7m/s、浪高<2m	(1) 台风下降为热带低压且已离开涉海区域 500km 以上； (2) 现场平均风速<10.7m/s、浪高<2m。					
撤离时间计算： $S_{撤}=t\times V$ $S_{撤}$ ：7 级风圈前沿距离场址最低安全距离； t：安全时间裕度，涉海项目公司根据不同人员、船舶撤离时机确定； V：台风风速按照平均 20km/h 取值； 当 7 级风圈前沿与现场距离小于等于 $S_{撤}$ 时，必须启动撤离。 当海上有施工作业时，安全时间裕度需要再增加 24 小时的工作断面时间。										

图 5 广东公司防台撤离策略

三、成效与创新

自执行该标准防台应急程序后，广东公司历次防台工作均做到了提前预警、提前撤离、人员 100%上岸，提前完成省防总“六个百分百”¹撤离要求。为确保人员 100%真实上岸，防台工作小组到码头现场逐一点名、签到、拍照、录视频，再

¹广东省防总“六个百分百”：出海作业渔船 100%回港；渔排人员 100%上岸；在港（含避风锚地）船只 100%落实防御措施；暴雨巨浪高危区、中小河流洪水高危区、山洪灾害高危区、地质灾害高风险区和滨海旅游度假区人员 100%转移到安全地带；危破房、低洼地简易房、户外施工作业人员 100%转移到安全地带；海上风电施工平台人员 100%安全撤离。

到酒店逐一核实检查人员安置情况，采取多种途径和方法来确保人员 100%上岸。



图 6 人员上岸检查

历次防台工作结束后，广东公司都会召开防台总结会，对本次防台工作进行复盘，查找防台工作中的不足，不断总结提升广东公司防台应急工作。

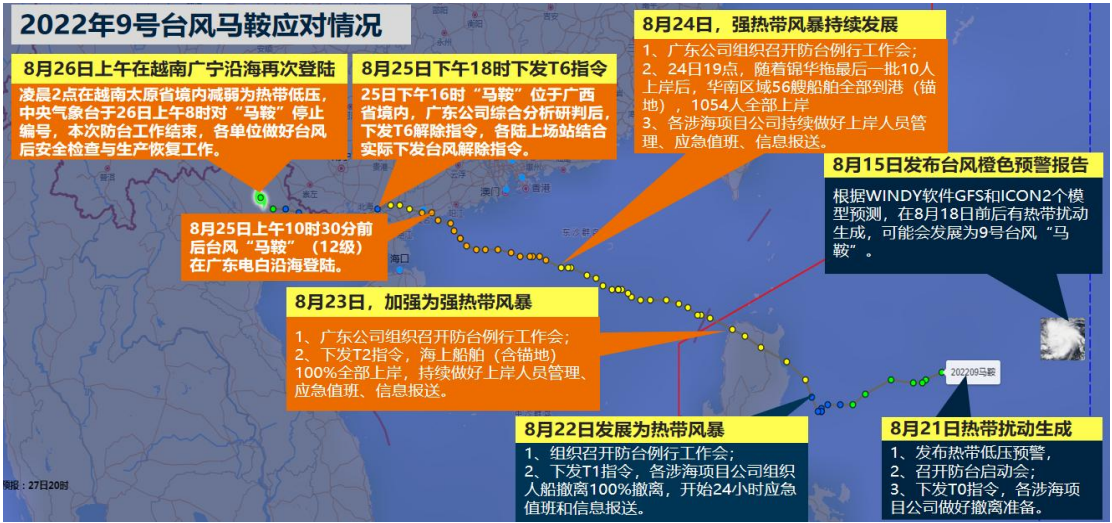


图 7 防台复盘示意图

为做好与属地政府的应急联动，防台期间广东公司各涉海项目公司积极与属地海事、发改、应急、三防等政府部门对接，根据属地政府防台要求，成立现场联合指挥部，开展联合应急值守和联合督导检查等系列工作，严格执行属地政府防台指令要求。



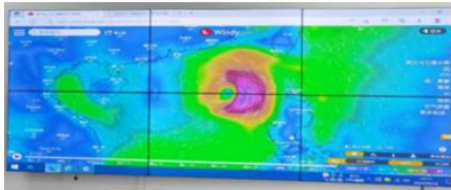
图 8 与属地政府防台应急联动

2022 年广东公司成功撤离船舶 464 艘次和相关人员 7415 人次，2023 年成功撤离船舶 241 艘次和相关人员 4704 人次，实现了防台撤离人船零伤害，工作成效总结为以下四个方面：

（一）提前预警，提升台风信息监测的前瞻性

为提前预测台风信息，广东公司通过气象软件实时监测南海和其它海域气象条件，一旦发现有热带扰动生成，根据 ECMWF 欧洲气象中心、GFS 美国国家海洋和大气管理局、ICON 德国气象局 3 家主流气象软件判断预警级别，当 3 种气象软件都预测有台风生成，预警级别达到最高级别——红色预警。然后，将红色预警信息发给专业气象机构做出分析预报，每 12 小时发布台风预警信息，提醒各单位做好防台准备。通过气象软件可以提前 7—15 天预测到台风生成的信息，从而给海上施工作业单位争取到足够长的时间做好防台

准备工作。

示例：南海热带扰动监测报告（33周）					
时间	8月11日	监测人	王江	预警级别	黄色
信息来源	WINDY，网络媒体暂无信息预警	WINDY预测模型	ECMWF	GFS	ICON
情况描述	WINDY平台按照GFS模型预测，8月19日在南海与菲律宾交界海域形成一较大规模气旋，存在发展为台风的可能性。目前WINDY三种预测模型仅有一种预测模式表明该气旋的存在，同时网络媒体暂未有任何预警，需持续观察，密切跟踪。				
影响分析	1、如果生成台风，我方粤东汕尾、惠州海风项目将面临正面袭击可能，同时整个南海可能伴随巨浪，不具备施工条件。2、生成时间预计未8月19日，考虑到人员撤离时间裕度，需最晚于8月15日启动防台应急。				
					
预警级别为黄、橙、红三种，以符合WINDY三种预测模型数量（1、2、3）判定。					

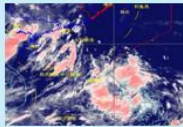
示例：广东公司台风预警报告					
时间	8月5日	监测人	王江	预警级别	红色
信息来源	WINDY，玟天台风专报，网络媒体提示发展为7号台风可能性较大	WINDY预测模型	ECMWF	GFS	ICON
情况描述	8月4日凌晨，登陆广东的08W准台风已经被撤编，目前仅留残余在南海周边，而从今天上午的云图看，菲律宾上空的97W规模还比较大，它在未来几天很有可能重走08W的路线，进入南海，登陆或者擦边广东沿海。				
影响分析	1、如生成台风，目前预测路径大概率为粤西地区。2、生成时间预计未8月9日，考虑到人员撤离时间裕度，需最晚于8月5日启动防台应急。				
气旋形态与路径预测					
					
预警报告发出后，需每12小时监测一次，并在防台工作群内通报动态发展信息。					

图 9 台风预警监测报告

（二）精准研判，构建防台撤离策略的科学性

为做好海上施工单位人员和船舶的有序撤离工作，广东公司在考虑施工船舶撤离所需时间、台风移动速度、海上工作断面等重要因素后，针对性地制定了海风防台撤离策略。防台撤离策略根据台风到达现场所需要的时间，明确了台风到达前 72、48、36、24 小时自航船舶和非自航船舶撤离的标准要求，确保了在台风到达前，海上船舶全部到港，人员全部上岸，从而实现了台风应对工作的“绝对安全、万无一失”。

防台预警机制指令内容简表						
广东公司防台指令标志	政府防台预警色标	标准				防台行动
		政府			广东公司	
		时间	平均风速等级	瞬时风速等级	时间裕度	
T0	—	—	—	—	72小时	预警，确定工作断面
T1	白色预警	48小时	—	—	48小时	撤离，船到港，开展防台检查
T2	蓝色预警	24小时	6	8	36小时	人上岸，完成防台检查，加固
T3	黄色预警	24小时	8	10	24小时	禁止户外非必要活动
T4	橙色预警	12小时	10	12	24小时	禁止户外活动
T5	红色预警	6小时	12	14	24小时	转移至安全地带
T6	台风解除	/				解除防台应急

图 10 广东公司防预警机制指令内容简表

（三）固化标准，形成统一行动响应的标准性

台风应对工作是自上而下、庞大、复杂、繁琐的系统性工作，需要考虑到内外部的协调、上下级的沟通、指令的下达、撤离要求的执行等众多因素。为了将复杂的防台应急工作简单化、清晰化，广东公司将整套防台应急工作划分成了 9 个步骤，将每个步骤需要完成任务条理化、简明化，形成了一套防台标准响应行动清单，更具有可操作性，适合用于指导一线防台工作。

步骤序号	响应阶段或触发条件	流程步骤名称	流程工作内容及标准	责任部门/岗位	输出
1	信息监测				
1-1	日常监测	信息监测	应急值班助理每周根据WINDY软件监测南海区域热带扰动情况。	安质环部	监测报告
1-2	南海热带扰动形成或其它海域台风生成	风险研判	收集整理WINDY、天气气象施工窗口专报，网络信息，持续跟踪热带扰动动态。	安质环部	预警报告
2	预警阶段:T0				
2-1	南海热带低压生成或其它海域影响华南区域（满足直线距离≤2000公里）生成后6小时内。	防台准备	1.广东公司安质环部组建防台沟通群，召开防台启动会议，相关信息在群内通报，发布T0指令； 2.制定人员、船舶撤离方案，做好防台撤离准备，向业主及海事备案； 3.开展海上和陆上设备设施物资检查、加固工作。	安质环部、涉海项目公司、在建项目的工程公司	预警报告、纪要、T0指令
3	应急启动阶段: T1				
3-1	南海热带低压有进一步加强的趋势	防台撤离	1.广东公司发布T1指令。 2.督促施工单位和施工船舶在热带风暴或台风7级风圈影响前48小时完成船舶和人员撤离，自航施工船上保持最低配备、非自航船舶上所有人员完成撤离。 3.统计撤离人员和船舶数据，并向属地海事报备。 4.各涉海项目公司落实24小时应急值班并形成简报，按照“1200公里每12小时报告1次，800公里每6小时报告1次，600公里每3小时报告1次，200公里每1小时报告1次”进行信息报送，发现异常情况立即上报。 5.各涉海项目公司加强到港船舶和上岸人员管理。 6.涉海项目公司海上风机视情况启动防台模式或停机保护。 7.每日17时召开防台例行工作会。 8.各项目公司和场站恢复24小时应急值班，白班由当周应急值班人员值守，晚上10点以后夜班由集控中心员工值守。	安质环部、涉海项目公司、在建项目的工程公司	发布T1指令、纪要、撤离人船统计表、防台简报
3-2	台风中心直线距离≤1200公里				
4	应急响应阶段: T2				
4-1	热带风暴在南海活动或台风距离≤800公里、7级风圈到达受影响单位区域≤36小时	防台撤离 (锚地自航船舶船员撤离)	1.根据政府指令、广东公司防台指令以及实际情况研判，发布T2指令。 2.锚地避风自航船上所有人员全部上岸。 3.其它行动参照T1执行。	安质环部、涉海项目公司、在建项目的工程公司	发布T2指令、纪要、撤离人船统计表、防台简报
5	应急响应阶段: T3				
5-1	台风中心直线距离≤600公里、7级风圈到达受影响单位区域≤36小时	持续响应	各涉海项目公司根据广东公司防台指令和当地气象部门发布的黄色台风预警信号对应发布T3指令，按照项目公司防台专项应急预案执行相应行动。	安质环部、涉海项目公司、在建项目的工程公司	发布T3指令，纪要，防台简报
	应急响应阶段: T4				
6-1	台风中心直线距离≤200公里、7级风圈到达受影响单位区域≤24小时	持续响应	各涉海项目公司根据广东公司防台指令和当地气象部门发布的橙色台风预警信号对应发布T4指令，按照项目公司防台专项应急预案执行相应行动。	安质环部、涉海项目公司、在建项目的工程公司	发布T4指令，纪要，防台简报
	应急响应阶段: T5				
7-1	台风中心直线距离≤200公里、7级风圈到达受影响单位区域≤24小时	持续响应	各涉海项目公司根据广东公司防台指令和当地气象部门发布的橙色台风预警信号对应发布T5指令，按照项目公司防台专项应急预案执行相应行动。	安质环部、涉海项目公司、在建项目的工程公司	发布T5指令，纪要，防台简报
8	应急解除阶段: T6				
8-1	台风未造成事故事件的前提下，台风下降成为热带低压且已离开华南区域各涉海单位500公里以上，现场平均风速<10.7m/s、浪高<2m后终止台风应急处置。	应急解除	1.广东公司发布T6指令，防台工作群停止信息报送； 2.形成防台整体工作简报报新能源公司。	安质环部、涉海项目公司、在建项目的工程公司	发布T6指令、防台简报
9	善后恢复阶段	生产恢复	1.上报《台风影响损失情况统计表》，并及时组织清理现场，做好生产建设活动恢复工作； 2.组织召开防台应急总结会，组织有关单位做好防台应急处置工作总结。	安质环部、涉海项目公司	纪要、损失统计表、防台总结报告、经验反馈

图 11 广东公司防台标准响应行动清单

（四）闻令而动，落实防台指令动作的规范性

在防台应急工作中，尤其是在海上撤离时，将上级防台工作

要求准确、及时传达到现场是防台成功的首要条件。为了实现这一目标，广东公司在广东省白色、蓝色、黄色、橙色、红色台风预警的基础上，制定了相对应的 T0 到 T6 的防台指令，并通过书面形式下发到现场，使现场准确、清楚地知道防台指令，并精准执行指令内容，确保了历次防台的成功。

T0 到 T6 指令内容：T0 是台风到达现场前 72 小时，海上施工作业要形成工作断面，各单位发布台风预警；T1 是台风到达前 48 小时或政府发布白色台风预警，海上船舶到达港口或锚地，各单位开始防台检查；T2 是台风到达前 36 小时或政府发布蓝色台风预警，海上人员全部上岸，各单位完成防台检查和设备设施的加固工作；T3 是台风到达前 24 小时或政府发布黄色台风预警，禁止非必要的户外活动；T4 是台风到达前 24 小时或政府发布橙色台风预警，禁止户外活动；T5 是台风到达前 24 小时或政府发布红色台风预警，人员转移至安全地带；T6 达到条件解除防台应急。

防台应急指令集						
海上风电防台应急指令，从T0到T6每个防台的不同阶段，由广东公司安全总监和涉海项目公司负责人共同会商决策，请示广东公司总经理同意后，按照既定标准要求书面发令，所有船舶和人员皆依令而动，并严格执行，确保了六个百分百要求的执行落地。						
T0台风预警 1、召开防台启动会，区域应急组织机构到位，恢复24小时值班。 2、各项目公司密切跟踪台风动态，分公司每12小时统一发布预警信息。 3、各项目公司组织召开防台启动会，制定船舶和人员撤离方案，做好撤离准备。 4、各项目公司开展海上和陆上设施设备物资检查、加固工作。	T1白色预警 1、各涉海项目公司，海上船舶和人员全部撤离。 2、船舶撤离锚地后按海事等政府部门统一要求执行。 3、各涉海项目公司落实24小时应急值班，按照1200KM/12H/1次，800KM/6H/1次，600KM/3H/1次，200KM/1H/1次”进行信息报送。 4、各涉海项目公司加强到港船舶和上岸人员管理。 5、各涉海项目公司海上风机视情况启动防台模式或停机保护。	T2蓝色预警 1、锚地避风自航船上所有人员全部撤离。 2、各涉海项目公司加强到港船舶和上岸人员管理。 3、各涉海项目公司落实24小时应急值班，按照“1200公里每12小时报告1次，800公里每6小时报告1次，600公里每3小时报告1次，200公里每1小时报告1次”进行信息报送，发现异常情况立即上报。 4、各涉海项目公司海上风机视情况启动防台模式或停机保护。	T3	T4	T5	T6台风预警解除 各涉海单位根据现场平均风速 < 10.7m/s、浪高 < 2m的条件解除防台应急，请各单位做好台风后安全检查与生产恢复工作。

图 12 广东公司防台指令单

四、总结与建议

广东公司总结提炼防台工作经验，编制了《中广核（广东）新能源投资有限公司防台应急操作实务指南》，涵盖了防台的标准行动清单、气象监测途径、防台指令、防台撤离策略、政府相关文件等内容，让防台应急工作有了可参考的样本和动作模板，让防台应急工作变得有迹可循，在应对台风灾害不再束手无策。



图 13 广东公司防台应急操作实务指南

国能粤电防台防汛清单备案制 与小区气象预警推广案例

推荐单位： 国家能源投资集团有限责任公司
案例单位： 国能粤电台山发电有限公司
、 团队成员： 王忠宝 韩敦伟 冯 刚 李世涛 万 云
基 陈立春 杨铁强 解奎元 祁 镭 孟立军
本 黄大昕 刘长瑞 马连洪 施 梁 吴万键
高小春 徐宁翔 管慧博 庄才银
情况

（一）单位基本情况

国能粤电台山发电有限公司（以下简称“公司”）成立于 2001 年 3 月 28 日，目前在运火电装机容量 515 万千瓦，光伏装机容量 1.97 万千瓦，正筹建江门 40 万千瓦海上风电、黄茅岗 120 万千瓦抽水蓄能和三期两台百万千瓦超超临界煤电机组，是装机容量世界第十、全国第四、广东第一的大型燃煤电厂。

（二）案例背景

公司地处亚热带海洋性气候区，雨量丰沛、夏秋两季台风、暴雨、风暴潮等自然灾害频繁，厂址三面环山，南面临海，属广东省台风登陆 4 个基本集中区之一，每年经历 3—5 次台风袭击和多次暴雨考验。公司自建厂以来，先后经历 21 次强台风、7 次特大暴雨自然灾害，其中 2008 年 9 月 24 日“黑格比”台风期间，最高风速 65 米每秒（17 级）；2019 年 5 月 27 日，日最大降雨量 517.5 毫米；雷暴天气年平均 58.6 天，年平均降雨量 2162.62 毫米。

（三）案例概要

公司在成功抵御超强台风以及其它各种自然灾害过程中，逐渐形成一套成熟、完善的管理体系和运作模式，有效提升了

防台防汛工作的整体水平和处理突发事件防控能力。2023 年 9 月 2 日，第 9 号台风“苏拉”中心附近最大风力 14 级，风速 45 米每秒，距离公司约 60 公里，达到强台风级，最大日降雨量 155.5 毫米，公司依照《防台防汛防强对流天气应急预案》启动一级应急响应应对。



图 1 “苏拉”威力使得海浪冲上防波堤顶部

8 月 30 日台风生成后，根据路径预测，公司第一时间召开防台启动会启动防台预警行动，对照防台防汛工作任务清单，逐项布置各项防台准备工作；累计执行防台操作票 92 张、措施 2526 项，重点落实台风期间保障机组安全停运措施，7 台机组、7 台柴油发电机、7 台事故交流润滑油泵试运正常并备用；提前调度码头所有船舶离港避风；厂内 6 台卸船机、4 台斗轮机等户外大型设备锚定落实防风措施；做好水库调度安全管理，提前开启大坑水库溢洪道闸阀 1 米开度，保持最低水位 46.4 米，大坑水库应急物资检查正常，水库柴油发电机 1 台试运正常；试运现场 200 台固定排污泵、31 台临时潜水泵正常可用，现场 940 处雨水井装配防堵护笼；组织对室外重要电机、控制箱等按照清单开展检查和防雨防风加固措施落实；核查各项应急物资充足，测试 6 部卫星电话、2 部海事高频对讲机及 108 部对讲机通讯正常；检查 1 台救护车、2 台工程机械抢险车等应急车辆正常可用，随时待命。9 月 1 日台风预警信号升级为红色，公司启动防台一级应急响应及防雨防汛三级应急响应，全体干部员工分两组进行 24 小时值守，现场设置 5 处值班点分别由公司主要负责同志带班值守，集控室、升压站等 10 处重点部位值守点人员 392 人。台风过程中，防台指挥部密切跟踪台风去向，实时发布现场风力、雨量等数据，每小时发布 1 条保人身、保电网、保设备安全信息。台风期间，除锅炉区域保温外护、厂区树木部分损坏外，公司 7 台机组安全稳定运行，水库、大坝、码头等重要设施状态正常，未发生人身事件，有力保障了电网的安全供电。



图 2 维护人员检查 GIS 排水井情况

二、主要做法与实践

（一）抓好防汛系统设计，实现防灾减灾本质安全

按照预防为主、预防与应急相结合的原则，结合本地气象特点，公司在建设之初便对防风防汛进行系统设计，并相应提高预防标准。

1. 厂区总体防汛设计

厂区防汛按 50 年一遇设计。在设计上充分利用厂区上游的大坑水库、鹅尾尖水库，起到截洪和缓冲作用。厂区设立了防洪坝、防浪墙、防浪堤（采用 50 年一遇设计，可防 7 米浪高），山体侧设置排洪渠、厂内铺设地下雨排水管网，分区分流排水，保证厂区安全。



图 3 国能台山电厂厂区防洪设施示意图

2. 厂区外围防汛设计

公司拥有两个水库，兼有防洪和蓄水功能。其中大坑水库，库容 975 万立方米，集雨面积 12.16 平方公里，正常水位 48.5 米，设计洪水位 50.31 米，校核洪水水位 51.13 米，设计泄流量 342 立方米每秒，排洪通道分别向铜鼓河和港池排洪，防止厂区内涝。



图 4 国能台山电厂外围防洪设施示意图

3.生产区域防台防汛设计

所有建筑物均按照防御 37.5 米每秒最大风速、3657.7 毫米年最大降水量、设防烈度为 VII（7）度进行设计；机组主变压器、桥式抓斗卸船机、圆形煤罐、厂内光伏等关键设备设计防风能力均达到 58 米每秒（17 级）以上。



图 5 国能台山电厂圆形煤场和防风抑尘网

（二）健全应急体系建设，提升防灾减灾管理能力

1.持续健全应急组织体系建设

公司成立以董事长为主任，各分管负责人、主要职能部门及承包商的负责人组成的应急管理专项委员会，下设生产执行、保障支持应急指挥组（共有 11 个小组向生产执行组提供专业保障支持），同时设立应急管理办公室作为日常应急管理常设机构和 24 小时在岗的应急值守办公室。每年 3 月份定期召开公司年度防台防汛工作启动会，确保“思想、组织、措施、物资”四个落实和“人员、责任、工作”三个到位。



图 6 国能台山电厂 2024 年防台防汛启动会议现场

2.持续健全应急预案体系建设

公司构建了由 1 个综合预案、29 个专项预案、86 个现场处置方案组成的应急预案体系。针对区域气象特点，本地化制定“1+1”防台防汛管理制度、手册，专项应急预案 2 个、现场处置方案 9 个；全厂防台防汛定期工作 371 项，操作票合计 92 张，各项措施共 2526 项，覆盖全厂区域；执行中细化到 54 个班组，有相应执行操作签证和管理核查签证，确保每一项操作落实到位。每年结合实际及演练情况进行动态修编，以定期工作及操作票为载体，推动防台防汛工作落实，实现措施日常化、定期化。

3.持续健全应急响应机制建设

公司严格执行全厂人员四分之一 24 小时值班和主要负责人双值班制度，配置有 108 套应急对讲机和 6 套卫星电话、2 套海事对讲机等应急通信系统，着力于预警报警和应急体系全面响应机制建设，每天 8 时组织生产体系和保障体系进行值班应急呼叫和应急对讲系统测试，确保体系运作正常，应急信息传递快速有效，可实现 15 分钟内快速响应、到位的应急机制。应急响应期间，公司主要负责人在应急指挥部及分区域 24 小时值守，指挥部内部大屏幕动态监测，及时发布各项指令，统一指挥、统一行动，整体规范有序。

4.持续健全应急响应联防、联动机制

持续健全联防、联动机制，多方面、多途径保证台风及汛期区域安全，先后与地方海事局、气象台、市医院、台山核电、珠海港等单位企业签订联防联动协议，定期开展应急演练，形成区域合力。针对船舶防台每年定期召开地方海事局、船舶方参加的三方港区船舶码头防台会议，协调防台事宜。



图 7 “江门市海上搜救综合应急演练”在台山电厂举行

（三）强化日常培训演练，提高防灾减灾应对能力

公司每年 3 月份组织防台防汛预案专项培训，要求各级员工熟悉自身责任和任务；规范公司、部门和班组三级应急演练，要求各级组织每年均要组织一次防台防汛相关实战演练，包括防台、防强对流天气、防垮坝、防水淹厂房等各种场景，过程中设置触电、机械伤害等人身伤害事故场景，要求实操心肺复苏、急救包扎等应急处置措施，有效提高人员应对台风等极端天气事件的实战能力。



图 8 演练过程实操中心肺复苏

三、成效与创新

（一）建立防台防汛工作备案机制

公司自 2021 年建立防台防汛工作备案清单机制，逐步优化形成 7 个方面 47 个固定项目，其中动员部署 6 项，制度标准 5 项，演练培训 4 项，设施清单 9 项，应急通讯与物资 7 项，专项检查 16 项。通过定期工作清单化管理，不仅提高预防工作的系统性和规范性，而且通过不断优化，能够迅速、有序地采取有效应对措施，最大限度地减少灾害带来的损失。

此电脑 > DATA1 (D:) > ShareCache (2) > 17 部门交流文件夹 (动态清理) > 074.国能台山电厂2024年度防台防汛工作任务清单

名称	修改日期	类型	大小
1、动员部署、闭环	2024/6/4 14:57	文件夹	
2、制度标准	2024/10/8 9:03	文件夹	
3、专项培训、演练	2024/6/4 15:05	文件夹	
4、应急通讯	2024/6/4 15:15	文件夹	
5、应急物资	2024/10/8 17:04	文件夹	
6、防台防汛设施清单	2024/10/8 17:04	文件夹	
7、防台防汛专项隐患排查、治理	2024/8/6 13:51	文件夹	

图 9 防台防汛工作任务清单（7 个方面）

32.开展燃料防台防汛专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
33.开展水库、灰场、二通道等边坡汛前专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
34.开展氢站、氨区（尿素站）、油库、储能系统防台防汛防雷专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
35.开展全厂污油池、废油池、收油机、机组事故油池的防雨防汛检查，建立问题清单，落实整改闭环。
36.开展全厂危险废物存储设施的防台防汛专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
37.开展全厂排洪渠、沟道、雨水井专项检查及清理，建立问题清单并落实整改闭环。
38.开展全厂建筑物设施防雨防汛专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
39.开展穿墙管防台防汛专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
40.开展GIL管廊及GIS区域防台防汛专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
41.开展全厂电缆沟防台防汛专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
42.开展保温外护防台防汛专项检查，建立现场外护保温治理清单并落实整改闭环。
43.开展应急电源防台防汛专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
44.开展户外脚手架、高处作业防台专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
45.开展厂内光伏系统防台防汛专项检查
46.开展防台防汛监测系统专项检查，建立问题清单并落实整改闭环。
47.对各部门问题隐患进行汇总，定期盘点整改进度。

图 10 防台防汛工作任务清单（16 项专项检查）

（二）实现小区域气象预警

公司联合江门气象台在厂内建有两套 WP3103 型自动气象站，并对码头、水库等重点部位加设 7 套风速仪，3 套雨量监测仪，实现对区域内风速、风向、雨量等主要气象信息的实时监测；通过建立气象信息企业专属微信号、应急群等手段，可将各类日常预报、短临预报、预警提醒、趋势分析等气象信息直接推送至公司全体员工手机端，为实现“人人讲安全、个个会应急”创造必要条件。

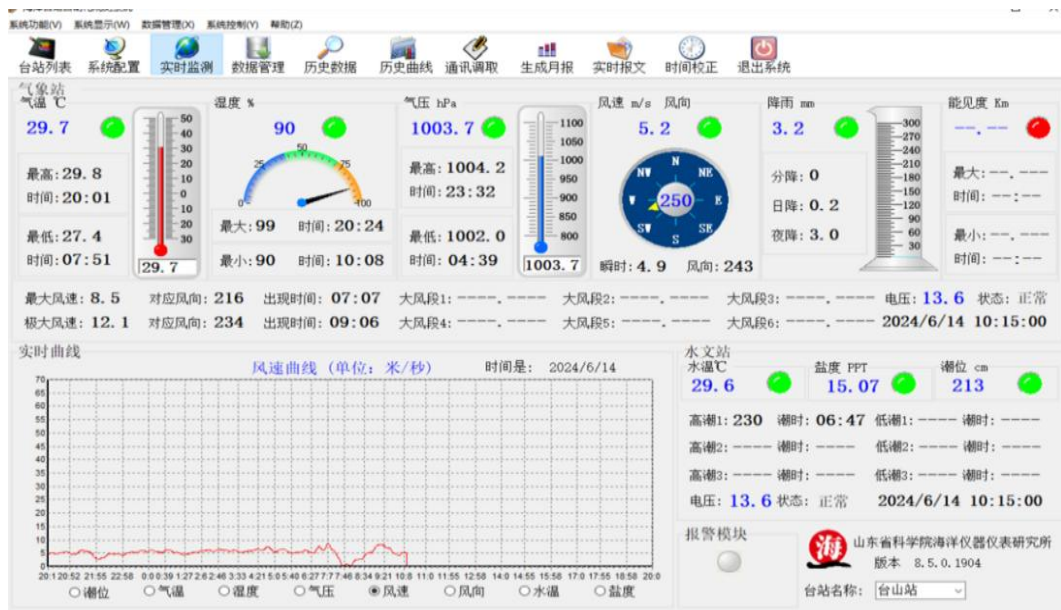


图 11 实时气象监测系统画面

(三) 创新性研究应用各类防灾减灾装置

1.可拆卸防洪挡板

针对雨汛频繁，研究创新设计出可拆卸防汛铝合金挡板代替防鼠板和防汛沙包，不仅挡水效果良好，而且解决了频繁搬运沙袋工作量大的问题，获得实用新型专利。



图 12 可拆卸防洪挡板

2.雨水井防堵护笼

为解决雨汛期间雨水井盖堵塞问题，创造性设计出防堵雨水井盖改进方案，有效防止雨汛期落叶堵塞雨水井口，提高厂区排水能力。



图 13 雨水井防堵护笼

3.防台门闩

为确保在台风来临时，能够最大限度地保护室内人员和设备安全，针对输煤系统转运站大门沉重、受风面积大、难以完全关闭的实际情况，设计可内外操作防台门闩，具有较强的抗风性能、易操作性、适应于各类户外门，获得实用新型专利。



图 14 防台门闩

四、总结与建议

国能台山电厂认真贯彻落实国家能源集团公司发展战略，秉承“长期坚持高大远深、长期坚持艰苦奋斗，守住底线，打出高度”总体工作理念，始终坚持“基于风险、事前预防”的原则，通过不断总结历次防台防汛经验教训、精准有效的组织管理、坚持防台防汛工作备案清单机制体系化运作、科学的预警机制、高效的应急响应以及全面的物资准备，逐渐形成一

套完善的管理体系和运作模式，有效提升防台防汛工作的整体水平和处理突发事件防控能力，有效保障了安全生产和能源保供的平稳有序。后续将重点提升人员安全意识及防灾减灾技能培训，持续开展防灾减灾隐患排查治理等重点工作。

华能澜沧江全流域协同防洪减灾应用实践

案例

推荐单位：中国华能集团有限公司
案例单位：华能澜沧江水电股份有限公司
团队成员：尹述红 陈江 王健 赵晓东 李辉
、李红刚 艾显仁 李阳毅诚 彭杰 管镇
周毅 木永军 赵鸿昌 李宏飞 冯志鹏
基王昱倩 杨庆 张攀全 王军 张超胜
本
情况

（一）单位基本情况

华能澜沧江水电股份有限公司（以下简称“公司”）是由中国华能集团有限公司控股和管理的大型流域水电企业，主要从事澜沧江流域及周边地区水电、新能源资源的开发与运营，在大型水电工程建设、大规模水电站集群运营和新能源建设运营等方面积累了丰富的管理经验。

（二）案例背景

1.澜沧江流域气象水文特征

澜沧江发源于唐古拉山，流经青海、西藏、云南三省区，于云南流出国境后称湄公河。流域自北向南跨越高寒、干冷、湿热等多个气候带，整个流域几乎都受到季风影响，自下游向上游总体显现出降水和温度的递减规律，但局部地区受地形影响非常大。流域枯汛期分明，每年3月以后气温升高，上游高原融雪产流增加，至5月底西南季风爆发进入雨季，流域进入汛期；10月以后西南季风减弱衰退而进入枯水期。流域径流主要集中在6~10月，占年径流量70%以上。

2.澜沧江流域梯级电站开发建设情况

澜沧江干流规划开发23级水电站，总装机容量超过3300万千瓦。其中，上游西藏段规划开发9个梯级电站，上游云南段规划开发6个梯级电站，中下游段规划开发8个梯级电站。2017年本案例洪水发生时，上游西藏段电站均未建设；上游云南段乌弄龙、里底、黄登、大华桥四座电站正同步建设，苗尾电站即将投产；中下游段功果桥至景洪六级电站已建成发电。

3.流域防洪度汛面临的严峻形势

一是澜沧江上游流域地处青藏高原，下垫面表层以草毡层为主，且常年有积雪覆盖及融雪补给，叠加流域地形坡度整体

较陡，其产流系数及壤中流、地下水出流系数大，易形成尖瘦型洪峰。同时案例中在建工程均位于三江并流的深切峡谷河段，流域面积收窄、地形地质复杂，洪水容易引发滑坡、泥石流等地质灾害。

二是各在建工程及运行电站均位于云南省境内，公司在西藏自治区内的自有水文测报站点建设尚不完备，站点密度无法满足来水预测精度要求，叠加两省区水情数据共享机制不畅，全流域防洪度汛面临较大挑战。

三是案例中澜沧江上游云南段正处于电站群建设高峰期，乌弄龙、里底、黄登、大华桥四座电站同步建设，点多面广且建设期防洪标准低，苗尾电站尚未全部建成投产，防洪调节能力未达到设计标准，上游西藏段无调节性水库分担防洪压力，全流域防洪度汛任务艰巨。

4.梯级水电群防洪度汛安全机制

针对流域防洪度汛面临的严峻形势，公司依托流域水资源电站群建设优势，实行“多能互补、统一调控、一体运营、无人值守”的生产运行管理模式，建立了一套以气象水文一体化为支撑的全链条防洪度汛安全机制，其主要内容为“三化一协同”，使预报、预警²、应急响应全链条高效协同管理，实现了对澜沧江梯级电站群的远程集控，统筹兼顾生态、防洪、发电、航运等综合利用效益，构建起澜沧江全流域自然灾害

²公司根据流域梯级电站防洪度汛工作需要建立降水及洪水预警机制，仅用于内部管理，不对社会公开。

联防联控总体格局。

（三）案例概要

2017 年 7 月，受西南季风异常活跃影响，澜沧江流域持续发生大范围强降雨过程，上游来水迅猛增加。7 月 9 日 22 时 30 分，澜沧江上游云南段最上一级在建电站乌弄龙电站来水流量峰值³超过 5000 立方米每秒，洪水重现期接近 20 年一遇⁴。

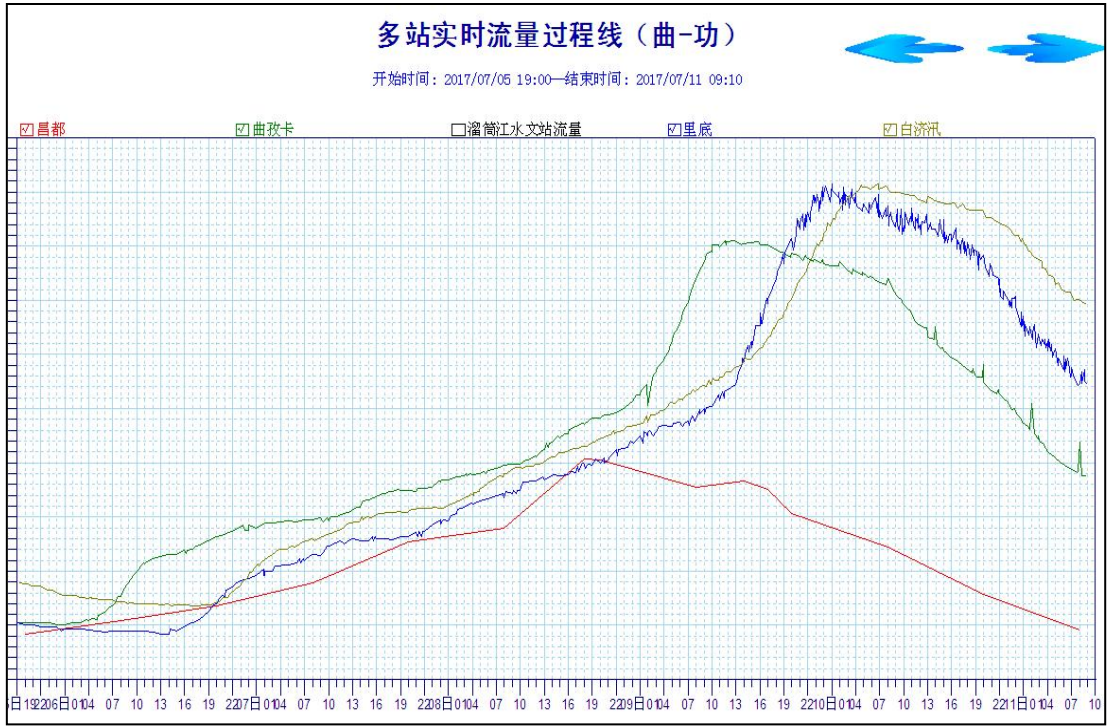


图 1 多站监测洪水过程线

为积极应对本次汛情，公司加强 24 小时值班值守工作，严密关注、监视全流域气象变化，加密开展流域来水预测，强化预警措施，严格执行预警“叫应”机制，及时发布内部洪水预警，并向地方政府报告水情信息。公司系统周密部署，上下联动，及时加固在建工程防洪设施，撤离行洪影响区域的人员及机械设备，精细化开展投运电站防洪调度，确保了洪水过境时各在建工程及运行电站安全，未造成人员伤亡，并最大程度降低了经济损失。

二、主要做法与实践

³澜沧江作为国际河流，其开发规划、水文等数据属于涉密数据，本案例中未完整、精确提供。

⁴2017 年汛期，四个在建工程的基坑围堰设计防洪标准均为 20 年一遇，本次洪水已接近其防洪标准。

（一）深化技术支撑，持续提升预报精度

公司始终坚持自主技术创新服务于生产，深入开展气象水文预报应用实践，实现了气象水文一体化的洪水预报技术，持续提升洪水预报精度。本案例中，公司依据气象水文一体化预测数据，结合气象部门水情会商结果，发布的各断面最大一次洪水预报准确率均达到 **98%** 以上，为各在建工程制定有效防灾减灾措施、各运行电站开展防洪调度提供了技术支撑。

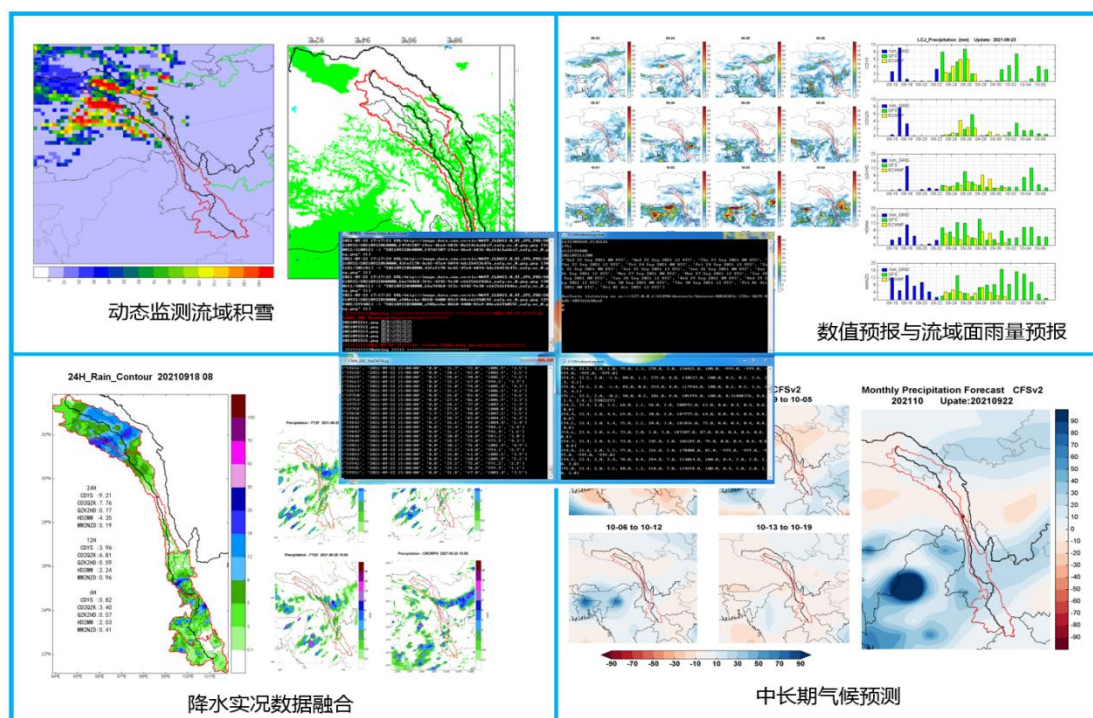


图 2 公司自主开展气象水文一体化预报工作

（二）强化预警措施，超前发布灾害预警

公司始终强化防灾减灾救灾监测预警管理，落细落实临灾预警“叫应”机制，建立并持续完善水情、雨情监测预警机制。本案例中，公司在洪峰到达乌弄龙电站前 **55** 小时发布首条内部洪水预警，并动态升级预警累计 **12** 条次，为各在建工

程及时升级应急响应，各运行电站优化防洪调度提供了信息保障。



图3 某在建工程紧急加固基坑围堰

（三）优化联合调度，有效消除行洪危害

本案例中，公司精准预测洪峰过境时间及洪峰流量，结合苗尾电站首台机组投产对水库水位的控制要求，滚动测算防洪调度方案，充分利用其有限的调节库容，提前腾库、蓄滞洪水，**削减洪峰流量近 400 立方米每秒**，为其自身及下游功果桥电站安全度汛争取了最大裕度。同时利用小湾电站年调节能力，**进一步削减洪峰流量超 5000 立方米每秒**，有效消除了下游，尤其是漫湾电站水库淹没范围内的行洪风险⁵。

⁵小湾电站投运后，漫湾电站水库淹没范围高水位区已常年未淹没，居民活动频繁，行洪安全风险较高。



图 4 某在建工程底孔与坝体缺口联合泄洪

（四）全面协同联动，有效防范灾害风险

公司始终立足“防大汛、抗大险、救大灾”，牢固树立底线思维、极限思维，强化责任落实、强化监测预警、强化应急抢险，坚持防减救全链条协同发力，确保安全度汛。

本案例中，公司系统及时预警、迅速响应，各项预警及应急指令上通下达、高效运转，各单位严格执行应急预案，及时撤离行洪影响区域人员及机械设备，紧急加固基坑围堰、厂房交通洞及低线公路等重点部位的防洪措施，有效防范了重大灾害风险。落实企地联动机制，同步向各工程所在地方政府报告洪水警情、共享水情信息，全力配合地方政府开展抢险救灾工作。



图 5 地方政府紧急召开地企联合防洪度汛减灾工作会议

三、成效与创新

（一）直接成效

本案例通过严格实施预警应急响应，及时安全撤离 **14** 个施工作业面施工人员 **350** 余人次、机械设备 **110** 余台次，保障了人员安全，减少了现场财产直接损失。及时加固加高各在建工程的基坑围堰，避免了水淹基坑重大事故。通过及时有效防洪调度及应急处置，苗尾电站、功果桥电站避免了水淹厂房、洪水漫坝、泄水安全等各类灾害事故，确保了苗尾电站按期投产达效、功果桥及以下六级电站安全运行。

（二）实践创新

1.监测预警机制持续完善

公司经过多年探索及实践，逐步建立了一套规范完善的水情、雨情监测预警机制，以“一套规范”为基础，“两大支撑”

为架构，建立了“三维流程”。“一套规范”是指防洪度汛安全标准体系，对防洪度汛预警分级、预警流程、应急响应程序等作出了明确的规定。“两大支撑”是指技术支撑与系统支撑，设立了水库调度技术中心，建立了水情测报、水情、雨情预警、水库调度各环节联通的决策系统。“三维流程”是指针对流域在建工程、已投运电厂以及公司所属其他水电站三类对象的不同特点，分别设置适应现场实际的规范预警流程。

2.预测预报系统创新发展

一是全面加强西藏自治区气象、水文相关单位的沟通合作，逐步实现气象水文数据共享，进一步夯实流域来水预测精度的信息基础。二是统筹公司在澜沧江西藏段清洁能源基地化开发规划，同步推进澜沧江西藏段自有水文测报站点建设，并积极探索清洁能源基地化开发条件下的全流域水情测报系统建设管理模式，相关成果获得华能集团公司软科学研究项目二等奖。三是自主评估国内外主流卫星气象及降水产品在澜沧江流域的适用性，构建各类产品澜沧江流域数值天气预报模式，整合各类实用及分布式水文模型、融雪径流模型，构建澜沧江流域中短期径流预报模型，实现气象模式与水文模型的无缝集成，建立并逐步完善澜沧江全流域气象水文一体化预报系统。



图 6 公司建立并逐步完善的流域气象水文一体化预报系统

3.安全协同管理更加融合

公司创新提出“安全大协同”的安全生产管理理念。公司各部门、各基层单位彻底打破空间、信息壁垒，实现“横向到边、纵向到底”，全方位、多专业安全管理高效协同，各项安全生产及应急处置工作科学高效、落地落实。各基层单位全面加强属地化管理，强化与属地政府在防洪度汛、生态环保、库岸边坡监测等方面的信息共享、监督执法、联防联控，不断夯实安全生产基础。

4.机制运行取得新成效

2024 年 7 月，澜沧江流域自北向南持续发生强降雨过程，上游来水快速上涨，叠加区间产流影响，29 日 5 时西藏昌都水文站来水达到峰值接近 4000 立方米每秒，为 1953 年建站以来历史第二大洪峰流量。

本次洪水应对过程中，气象水文一体化预报系统精准预测上游流域气象及降水情势变化，7月28日12时公司**提前44小时**向上游西藏段各在建工程、省内各梯级电站发布第一条内部洪水预警，并根据滚动预测来水情况，及时升级洪水预警。

公司及时启动应急响应，各单位全面践行“安全大协同”理念，提前部署工（厂）区各项应对措施，同步向属地政府报告水情，联合联动开展河道应急抢险，企地合力共同保障了本次洪水安全平稳过渡，各在建工程、运行电站安全稳定。

四、总结与建议

（一）进一步夯实防灾减灾的基础

本案例中，气象水文一体化预报技术对防洪减灾工作起到了关键支撑作用。**建议**在全球气候变化、极端天气频发的复杂形势下，进一步强化气象水文灾害监测预警顶层设计，着力提升预报精度、延长预报预见期，夯实防灾减灾工作的基础。

（二）组建行业国家级应急救援队伍

当前，多数水电站（厂）建立了兼职应急救援队伍，但受制于人力、物力调配能力，仅能承担较为简单的突发事件应急救援和处置工作。水电站大多地处偏远，交通不便，地方政府专业救援力量难以及时到达，应急救援和处置不及时可能导致灾害损失扩大。**建议**从满足重大突发事件应急处置工作需要出发，在大型水电站较多的省份，组建行业国家级应急救援队伍，配置应对重大突发事件的专业设备设施和应急救援物资，实施专业化管理。

（三）进一步健全应急救援和应急处置联动机制

建议依托国家级应急救援队伍，对现有应急救援力量整合不

够、平台联通不畅、专业力量滞后等问题进行整合，加强与地方政府、专家技术团队、社会救援力量等的交流和合作，完善流域、政企、地企现场处置联动、指挥协调，优化应急管理救援流程，整合、统筹应急资源。建立统一领导，集中指挥的区域信息共享、监测预警、联合调度、应急决策和协调联动等工作机制，提高应急指挥和处置效能。

华能涪江山区水电站地下厂房全封闭 防洪防地灾体系建设案例

基 本 情 况	推荐单位：	中国华能集团有限公司				
		国家能源局四川监管办公室				
	案例单位：	四川华能涪江水电有限责任公司				
	团队成员：	朱勇强	罗宗恒	朱 平	张晓洪	梁 猛
		谢江红	陈 健	郎曼江	周其彬	左仁文
		李云辉	李 超	汪 龙	胡汉民	周武林
		廖 川	朱元东	袁 野	雷双舟	

（一）案例单位基本情况

四川华能涪江水电有限责任公司（以下简称华能涪江公司）是中国华能集团有限公司的三级子公司，隶属中国华能区域子公司华能四川能源开发有限公司。主要负责四川绵阳市境内涪江一级支流火溪河及干流中上游 7 座水电站的建设和运营管理，投产总装机容量 569 兆瓦，共有员工 162 人。

（二）案例背景

近年来，受厄尔尼诺现象的影响，极端天气频发，地震、单点暴雨、洪水、泥石流等自然灾害造成水电站地下厂房进水事件时有发生，财产损失巨大。公司管理的涪江火溪河流域梯级电站地处文县构造带、虎牙断裂带和龙门山断裂带，流域河谷深切呈“V”型，两岸山高坡陡，河床狭窄陡峻，流域内小型断裂带、构造带丰富。受 2017 年九寨沟“8·8”地震的影响，流域内山体稳定性差，暴雨、洪水形成的泥石流，壅高河道，损毁挡墙，造成流域内交通、通信、电力中断，对电站安全生产带来极大的影响，存在水淹厂房的风险。为贯彻党中央、行业主管部门关于“坚持人民至上、生命至上，坚持以防为主、防胜于救”的精神，根据国家能源局《水电站防水淹厂房安全检查技术规程》的要求，公司开展了山区水电站地下厂房全封闭防洪防地灾设施与应急管理体系建设。

（三）案例概要

为科学应对流域洪水，最大限度减少极端天气下地质灾害对水电站造成的损失，华能涪江公司从气候预警、雨情水情测报、应急能力建设、应急响应等方面进行了创新和探索，着力构建山区水电站防灾减灾体系。具体而言，公司升级完善了水情测报，为电站应急提供更为精确的预测预警；完善了应急通信、应急电源，为电站应急提供通信、电力支撑；构建了电站厂房防范洪水侵入体系，提升了地下厂房应对超设计、超常规洪水、泥石流等地质灾害的防范能力。

二、主要做法与实践

为有效应对自然灾害造成的安全和发展危机，公司组建了由主要领导挂帅的创新团队，将电站防洪防地灾能力提升到企业发展的战略高度，大力推进防洪防地灾设施创新研究和应急管理规范化制度化工作。公司以防范水淹厂房为突破点，严格落实华能四川公司防洪防地灾十二项专项措施，开展了三期防洪能力提升工程，实施了各站地下厂房进厂通道的防洪设施建设。管理措施上从完善防洪防地灾管理措施和应急管理制度体系入手，制定或修订完善了防洪设施运行规程、防汛应急预案和突发地灾灾害应急预案、防洪物资管理制度，形成了一整套地下厂房全封闭防洪防地灾设施和应急管理体系。

（一）厂房交通洞、尾水洞防范设施建设

在进厂交通洞设置电动单梁防洪钢闸门，防止洪水从交通洞进入厂房；尾调室交通联系洞设置密闭防洪门，防止尾水壅高后倒灌进入地下厂房；在电站通风、排风口设置防洪密闭窗，防止壅水后浸入厂房等常规防洪设施。



图 1 阴坪电站进厂交通洞防洪设施



图 2 木座电站进厂交通洞防洪设施



图 3 水牛家电站进厂交通洞防洪设施



图 4 自一里电站进厂交通洞防洪设施

（二）厂房出线洞防范设施建设

创造性采取了在出线洞内新建全封闭防洪墙，安装防洪门、电动防洪窗；共箱母线箱体内部采取穿墙导管加不锈钢板永久封堵，共箱母线箱体外部采取钢板贴墙永久封堵。穿墙电缆采用防水封堵模块对每根电缆穿墙位置永久封堵。有效避免洪水从出线洞、电缆桥架、共箱母线进入厂房。

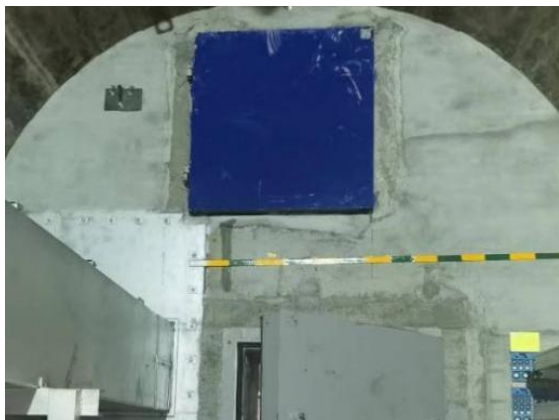


图 5 出线洞防洪墙及防洪门窗



图 6 电缆模块封堵



图 7 出线洞内加强型防洪门



图 8 共箱母线箱体内外封堵

（三）渗漏排水管路提升措施

地下厂房渗漏水大都通过水泵排至电站尾水后汇入河流。为防止河道壅塞导致尾水水位异常升高，渗漏排水管路逆止阀卡塞时尾水倒灌入厂房，采取加高排水管、增加渗漏排水管电动排水阀措施，实现与水泵同步启闭，防止水体倒灌情况发生。

（四）提高应急电源保障能力

为提高柴油发电机在应急情形下渗漏排水、通讯、黑启动等的电源保障能力，一是将柴油发电机安装平台抬升至交通洞顶部高处；二是加大柴油储量，保证发电机不间断运行 7 天以上；三是实现柴油发电机在外部安保电源中断后自动启动，为厂房重要负荷提供电源保障。

（五）提高水情测报能力

公司在流域内布设遥测站点 54 个，接入政府气象水文站点 80 余个，实时监控全流域水雨情状况；接入气象 24 小时格点、3 小时雷达回波、7 日滚动降雨预报等信息，使水情雨情测报更为精准。优化系统算法，提升系统功能深度；增设洪水预报、中长期预报、发电优化调度模块，定量洪水预报，为公司防洪度汛提供了预测预警。

（六）增设电站视频雷达报警系统

开展山区流域梯级水电群多灾种链式灾害智慧管控平台的研究和建设，通过视频、毫米波雷达实现“精准监测—识别研判—动态报警—智慧管控”，确保灾害发生后第一时间报警，及时开展应急响应和应急处置。

（七）完善应急通信保障

建设天地一体的应急通信保障系统，包括 7 个 VSAT 卫星地面站、7 座短波电台、11 个超短波基地台、33 台超短波对讲机，实现地下厂房、电站周边区域短波信号全覆盖。配置 20 台移动卫星电话，保证在常规通信中断时，能够使用卫星 IP 电话实现与应急指挥中心的通信。

（八）完善防洪防地灾管理措施和应急管理制度体系

制定并发布电站防洪设施运行规程和管理制度，明确各电站地下厂房防洪防地灾设施在枯水期以及汛期常规状态、紧急情况的运行方式、巡检维护、培训演练等内容，对防洪防地灾设施进行规范化运行管理。修订防汛应急预案和突发地灾灾害应急预案，对应急响应和指挥、应急处置进行了规定，保证地下厂房防洪设施可靠性；每年汛前定期与属地政府、行业部门联合开展全流域防洪防地灾应急演练，联防联控；建立地下厂房无人值班值守工作机制，建立应急抢险队，保障应急体系中的队伍管理；规范防汛装备和物资、应急食品管理，保障应急状态下防汛装备物资随时处于可应急使用状态。

三、成效与创新

（一）成功抵御洪水灾害

1.成功应对 2022 年“7·12”暴雨泥石流灾害

“7·12”洪灾中黑水沟泥石流壅高河道水位，导致木座电站尾水平台淹没 2 米（尾水防洪门淹没 1 米），厂前区淤高 0.5 米的情况下，防洪门系统发挥作用，地下厂房未发生进水事件。阴坪电站 GIS 楼一楼淹没达 3 米，母线洞防洪门整体被淹，厂前区漫水达 0.3 米的情况下，防洪门系统发挥作用，地下厂房未发生进水事件。



图 9 阴坪母线洞防洪门



图 10 木座尾调室防洪门

2.经济效果评价

公司建设的地下厂房全封闭防洪防地灾系统发挥了有效作用，将洪水泥石流挡在了地下厂房进厂通道、出线洞及排风洞、尾水洞之外，保障了地下厂房机组设备安全，未造成水淹地下厂房重大损失，避免直接经济损失近亿元（木座和阴坪电站各安装 2 台 50 兆瓦混流式发电机组）和长期停电的间接经济损失约 5000 万元（按电站停运半年计，木座和阴坪电站年发电利用小时数各为 4514 小时、4133 小时）。

（二）项目专利产出丰富

本项目已取得 **4 项实用新型专利授权**，防洪系统安全检测装置、防洪系统水压密封检测平台、电站发电机共箱母线防水结构、一种铝合金防洪墙挡板的通用型下压锁紧装置及设计方法、一种高压加固式防水门、一种紧迫式防洪门窗、基于水情测报系统的海量外部数据交换及解析系统、一种基于动态修正边界条件的水电站弃水对应电量算法、基于北斗通讯设备的数据传输方法、基于北斗卫星的图像传输方法等 **11 项发明专利**均得到国家知识产权局受理。

（三）项目多项成果为国内首创

地下厂房全封闭防洪防地灾体系属国内首创，体系中的出线洞封堵技术为国内首创，率先实现共箱母线防水封堵。该体系对防范水淹厂房事件作出了积极的研究探索，填补了地下厂房防洪防灾领域空白。

四、总结与建议

一是地下厂房全封闭防洪防地灾体系可大大提高极端天气、地质灾害导致厂房区域河道壅塞等情况下地下厂房的应急防洪能力，避免水体从各大洞室、排水管路侵入地下厂房。体系中水情自动测报系统、应急通信系统、地灾监测系统、工业电视系统，为应急调度、响应、处置、反馈等提供有效保障。

二是全封闭式地下厂房防洪防地灾设施和配套应急管理体系具有极高的安全性，并具有投资省、操作简便等特点，能有效提高地下厂房防洪标准，提升电站防洪防地灾能力，保障电站设备和人员安全，避免水淹厂房带来的巨大经济损失，在山区峡谷水电站具有较好的应用价值。

地质地震灾害

国网新疆电力地震灾害紧急抢险处置典型 案例

推荐单位：新疆维吾尔自治区发展和改革委员会
国家能源局新疆监管办公室
案例单位：国网新疆电力有限公司
团队成员：司为国 开赛江 季斌炜 李 渝 孟 岩
、 刘 兵 闫建平 王峰强 王海宾 孙谊嫔
基 张 颖 杜 平 索 涛 章新涛 赵普志
本 蒋 琪 张小刚 王晓飞 王小军 于 龙
情况

（一）案例单位基本情况

国网新疆电力有限公司（以下简称“公司”）是国家电网公司在新疆注册的全资子公司，公司成立于1990年5月，经营区域覆盖疆内14个地（州、市），供电营业区域面积约160万平方公里，营业户数1288.61万户，共有员工3万余人，资产总额1201亿元。

（二）案例背景

2024年1月23日2时9分，新疆阿克苏地区乌什县（北纬41.26度，东经78.63度）发生7.1级地震，震源深度22千米，震中10千米范围内平均海拔3319米，属于高山区域。地震造成3人遇难，5人受伤，经自治区综合评估，各项直接经济损失54.37亿元。电力方面，中国华能集团所属阿合奇县亚曼苏水电站、别迭里水电站停电，公司所属2条220千伏、23条10千伏线路和1座110千伏变电站、5座35千伏变电站受累停运，损失负荷6.9万千瓦，影响供电5.7万余户。

（三）案例概要

地震发生后，公司立即启动地震灾害Ⅱ级应急响应，公司时任董事长、总经理、相关分管领导和部门负责人等带队第一时间赶赴应急指挥中心指挥处置。自治区主席视频连线了解地震保供电情况，国家能源局电力安全监管司、国家能源局新疆监管办有关领导同志亲赴现场指导。国家电网公司时任董事长、时任总经理电话指挥抢险保供电，安排人员赶赴灾区指导救灾处置；国家电网公司副总经理在总部应急指挥中心视频指挥应急抢修工作。

公司始终践行“人民至上、生命至上”理念，千方百计减少灾害对民生用电的影响，按照“先复电、后抢修”原则，指导灾损摸排、队伍集结、现场勘察、装备调拨、物资清点、方案制定、舆情监测等工作紧张有序同步开展，1个小时完成灾损初步排查，2个小时约90%的停电用户复电，5个小时所有停电用户100%恢复供电，得到自治区党委政府高度肯定和社会各界一致好评。1月27日，公司研判后解除了地震灾害Ⅱ级应急响应。

二、主要做法与实践

（一）未雨绸缪，强化抗震减灾工作部署

认真落实“从被动抢修向主动预防转变”要求，对 8 度及以上高烈度设防区、地震重点监视防御区的 750 千伏、220 千伏枢纽变电站，采取高一度的抗震设防烈度措施。针对阿合奇至皮山、新和至乌苏、天山西段至西昆仑地区 10 地 24 县地震重点危险区域，制定了《关于做好重点危险区地震灾害防范应对工作的方案》，抓实隐患排查整治、应急物资力量调配、联合救援机制建立、灾害预测预警等工作。

（二）防微杜渐，强化抗震救灾能力建设

树立主动应急理念，结合重大事故隐患专项排查整治行动，完成 602 座 110 千伏及以上变电站抗震能力评估，排查治理非生产性房屋问题隐患 175 项。加强应急演练，2023—2024 年初，公司针对地震重点风险区域逐县市开展地震实战演练，内容包括人员疏散逃生、通信保障、设备设施抢修恢复、重要用户紧急供电、人员搜救等；其中“1·11 克州阿图什”6.9 级地震灾害无脚本演练与“1·23”地震灾害地点、震级相近，为灾害快速处置奠定了坚实的基础。

（三）持续优化，动态完善应急预案修订

持续健全应急预案体系，2023 年完成一轮应急预案修编工作，进一步量化响应启动条件，优化地震灾害处置分工，完善应对措施流程，形成上下联动、横向协同、齐抓共管的工作合力，提升预案适用性、针对性和可操作性，确保实用管用。

（四）多措并举，迅速开展电网抢修恢复

应急指挥部高效联动，指导灾损摸排、队伍集结、现场勘察、装备调拨、物资清点、方案制定、舆情监测等工作紧张有序同步开展。1 个小时完成灾损初步排查，2 个小时约 90% 的停电用户复电，5 个小时所有停电用户 100% 恢复供电，地震发生后迅速调配 17 辆应急电源车支援灾区，同步完成低压线路架设，做好政府指挥部、128 个安置点、5000 余顶应急帐篷等用电保障，夜间 2 个小时恢复所有配网主干线路供电。由于亚曼苏水电站设备损坏，造成阿克苏 220 千伏曼白线、别曼线跳闸，别跌里水电站机组事故分闸，损失出力约 5 万千瓦，严重限制下游 110 千伏雪屯变供电负荷，针对该情况公司果断采取将 220 千伏别曼线、曼白线在亚曼苏水电站外第一基塔短接的措施，6 小时内完成施工，实现白水变-别迭里-雪屯变的供电。

（五）优质服务，全面做好用户供电保障

第一时间联系走访重要敏感用户，及时掌握受灾用户停电范围和支援需求，累计排查走访大型小区 26 个（9422 户居民）、煤改电用户 29269 户、水热气暖等民生用户 10 家，安排专人协助阿合奇县美佳热力有限公司、乌什县人民医院等处置用户内部故障。组织天山雪莲共产党服务队按照“一顶帐篷、一个开关、一盏电灯、一个插板”的标准，及时完成 463 顶应急帐篷接电服务，通过“疆电助手”网格服务智能机器人，向客户发送停电信息 2 万余条。

（六）主动回应，加强舆情信息监测引导

在国网总部统筹指导下，联动中央、自治区、行业等近 80 余家媒体开展正面宣传，多渠道滚动发布抢修进展，充分展现全力做好灾区抢险保供的有力行动。安排工作专班 7×24 小时双岗值班，实时监控和引导涉电舆情，保证了舆情总体平稳。

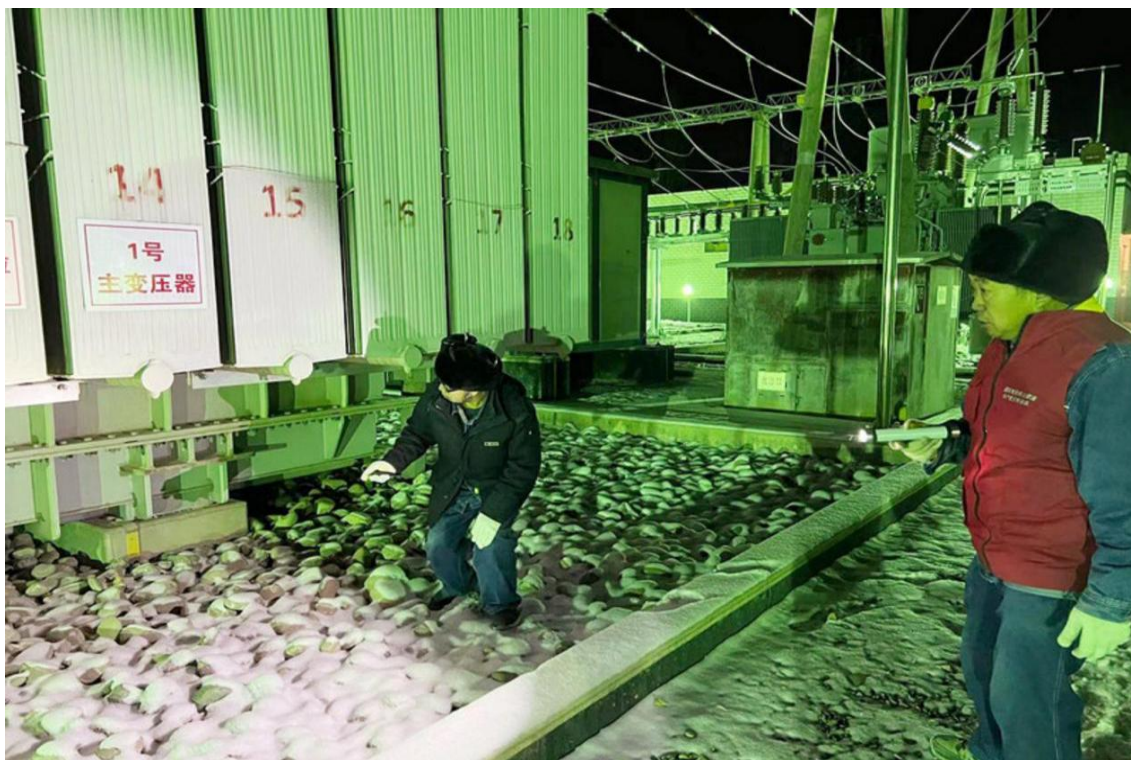


图 1 国网新疆电力有限公司员工开展变电站震后检查



图 2 国网新疆电力有限公司员工开展变电站震后特巡



图 3 国网新疆电力有限公司对 220 千伏曼白线开展抢修工作



图 4 国网新疆电力有限公司开展输电线路震后抢修恢复



图 5 国网新疆电力有限公司应急保障中心组织开展应急救援培训



图 6 国网新疆电力有限公司对居民安置点进行安全用电常识宣传

三、成效与创新

（一）风险防范和应急准备工作充分

坚持“安全第一、预防为主、综合治理”方针，着眼最严峻局面和最不利后果，“早谋划、早

准备、早部署”，常态开展隐患排查治理和地震灾害实战演练，健全应急机制，提升无人机勘灾、设备设施抢修恢复、用户供电保障、建筑物坍塌破拆等抢修救援能力。

（二）应急响应启动标准量化明确

组织专业团队对地震等预案进行了修订完善，全面落实国家、自治区及国网公司相关应急预案管理办法及规定，结合实际将I~IV级地震灾害应急响应启动条件与震级、设备设施受损情况等进行明确关联，提高预案的可操作性，是此次灾害发生后省、地两级能够第一时间准确启动响应的前提。

（三）电网抢修恢复工作及时高效

地震发生后，省、地两级应急指挥中心迅速决策，调整电网运行方式，以最短时间恢复主网运行。配网专业迅速开展故障检查和抢修工作，高效恢复供电。有序组织人力、物力投入抢险救援，调配应急发电车辆装备，与安置点布设同步完成用电保障，确保了帐篷搭到哪里、电就供到哪里、电暖气就热到哪里。

四、总结与建议

（一）案例总结

一是构建专业应急队伍，加强水平能力建设。 公司在 2023 年成立

应急保障中心，专业负责应对各类突发事件的处置，在地震前已完成阿克苏、克州公司等 7 家重点区域单位的应急基干队伍实训及检验工作，系统提升基干队员无人机灾勘、指挥部搭建、安置点通电、建筑物坍塌破拆等救援能力，为本次地震处置打下坚实基础。在地震发生后，公司省市县三级按照预案流程迅速启动应急响应、启用应急指挥中心，地震灾害应急指挥机构人员快速到位，及时组织灾损排查分析，有序开展抗震救灾和供电保障。**二是坚持应急演练不放松，以演代练。** 严格制定计划，深入开展应急预案、应急响应规则等应急管理知识培训，提高各级应急人员综合能力强化应急指挥中心操练检查，规范预警响应、应急响应措施，全面做好应急准备和处置应对工作，按要求组织重点部门、地市公司、省管产业等

单位开展相关应急演练的方案实施，以演代练，平战结合。

三是打造省地县三级应急协同、联动救援机制。建立“县县互援”“地市跨区互援”联动救援机制，地震发生后，公司应急保障中心、电网服务公司，国网乌鲁木齐、喀什供电公司等单位积极响应，第一时间派出救援抢修力量增援震区，团结协作、共同抗灾，切实提升应急处置实战能力。

（二）改进措施及建议

一是加强应急响应组织协同。落实《国家电网有限公司电力突发事件应急响应工作规则》及各专项预案工作要求，认真履行指挥部成员部门职责，应急指挥部做好横向、纵向的组织协调，确保相关部门、单位全力投入应急响应工作，切实提升应急处置的组织力、执行力和战斗力。进一步完善地震灾害应急预案人身伤亡、电网运行、重要用户等针对性保障措施，确保突发事件后能够快速、高效开展处置和准确及时反馈信息。**二是推进快速应急电源配置。**针对应急电源快速接口配置不完善的，组织梳理排查重要用户应急电源接入点位、接带重要负荷情况，确定应急发电装备停放、接入位置，制定应急电源接入手册，确保“一户一册”，快速实现重要负荷第一时间通过应急电源接带，特别要加强未配置配套电力设施的应急避难场所的配置，确保其具备应急电源接入条件。**三是强化应急物资准备。**通过建立后勤应急物资储备仓、与食材供应商签订协议等方式，满足至少持续 3 天的食品储

备量和其他物资准备。

国网甘肃电力和中国能建西北院

积石山地震输电线路抢修案例

基 本 情 况	推荐单位：	中国能源建设集团有限公司 国家能源局甘肃监管办公室				
	案例单位：	中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 国网甘肃省电力公司				
	团队成员：	中国能建西北院团队				
		李志刚	杨 林	谭海龙	张小力	王学明
		鄢志华	管顺清	杨 磊	吴 彤	郭 瑞
		赵 丹	文 凡	刘 军	谭浩文	戴玉权
一		杨 婷				
		国网甘肃电力团队				
		张祥全	王利平	贺洲强	杨 武	张晓刚
		王 跃	胡强棚	沈军云	吕 浩	崔旭光

胡 平 张学荣 杜志维 慕 涛

一）案例单位基本情况

国网甘肃省电力公司（以下简称“国网甘肃电力”）是国家电网有限公司的全资子公司，承担着建设、运营、发展甘肃电网的任务，为甘肃地方经济社会发展提供安全持续可靠的电力保障。甘肃电网位于西北电网中心，是西电东送的重要通道、西北电力交换的枢纽。新能源装机占比超 61%，排全国第二，属于高比例新能源大规模外送型电网。

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司（以下简称“中国能建西北院”），隶属于中国能源建设集团有限公司，具有工程设计、工程勘察 2 项综合甲级资质，同时具有电力工程施工总承包一级资质，在能源规划研究、发电、电网、新能源、勘测、市政、环境等工程领域保持全面的行业技术领先优势。

（二）案例背景

2023 年 12 月 18 日，甘肃省临夏州积石山发生 6.2 级地震，震源深度 10 公里，最大烈度 8 度。地震诱发民和县中川乡发生特大泥石流次生灾害，导致 750 千伏官熙二线 11#杆塔倾倒，750 千伏熙州变 75522 刀闸气室放电，2 座 35 千伏变电站失压，2 台 35 千伏主变、2 条 35 千伏线路、15 条 10 千伏线路跳闸，停电影响台区 1300 个、用户 36620 户。

（三）案例概要

地震发生后，习近平总书记、李强总理先后作出重要指示和批示，要求全力抢修受损的电力、通讯、交通、供暖等基础设施，妥善安置受灾群众，保障群众基本生活。

国网甘肃电力和中国能建西北院迅速落实甘肃省委省政府、国家电网有限公司、中国能源建设集团有限公司抗震抢险指示精神，主要负责同志靠前指挥，广大党员干部冲锋在前，震后 18 个小时实现灾区全面恢复供电，10 天完成 750 千伏官熙二线抢修复电工作。

二、主要做法与实践

（一）快速响应，集结抢险力量。

地震发生后，国网甘肃电力立即启动地震灾害应急响应，第一时间掌握受灾信息，有序开展抢险工作。震后3小时内，调集22支抢修队伍进入灾区，开展抢修复电工作，2台发电车先后到达震中医院和群众安置点，接入现场照明并保障救援用电，点亮了灾区的第一盏灯。抢险人员有序开展震区设备特巡排查，组织设备运维人员1140人，应用航空巡视、卫星遥感成像等技术装备，完成对距离震中100公里范围内142座变电站、316条输电线路和1300个配电台区的受灾情况普查。

中国能建主动对接国家部委和地方政府，充分发挥电力和能源建设技术优势，严格落实“十二个到位”，开展抢险救灾及调拨救援物资工作，选派经验丰富的员工驰援灾区，为震后电力恢复提供有力保障。中国能建西北区域总部、葛洲坝集团及所属电力公司和路桥公司、西北院、甘肃院、甘肃公司、天津电建等单位积极响应，共投入救援力量141人、31余台（套）装备，完成394套活动板房的安装及电源调试工作，为震后复电工作提供全面支撑，用实际行动践行中国能建人的责任和担当。



图1 国网甘肃电力和中国能建驰援甘肃地震灾区

（二）攻坚克难，勇于技术创新

地震造成750千伏官熙二线停运，青海—甘肃联网主通道受损，严重影响西北电网的安全运行，电力通道恢复迫在眉睫。

中国能建西北院抢险人员研判震后现场条件，采用“工字钢挤密+块石垫层”的地基处理方案，有效解决泥石流灾害后地基承载力不足的难题；创新应用金属装配式基础方案，现场“零”混凝

土施工，基础施工时间由1个月缩短至48小时，有效节省抢修时间，成为本次快速完成电力恢复的关键。经过9天半连续奋战，750千伏官熙二线顺利完成抢修，创造国内750千伏线路抢修最快纪录。



图2 750千伏官熙二线电力抢修

（三）细化保障，全力高效复电

抢险现场成立了由465人组成的8个光明服务站，在服务点设置“一键通”服务电话，按照“搭好一个、接入一个”原则，完成1.2万顶帐篷、1.6万间板房接电工作。安排人员每日开展用电检查及隐患处置，在帐篷、活动板房张贴安全用电告知书，指导入住人员正确使用电源，体现了电力企业关键时期“顾大局”“有温度”。

国网甘肃电力和中国能建抢险人员众志成城，克服灾区交通困难、严寒天气等不利因素，以最快速度、最短时间点亮了3.6万余户灾区群众的希望之光。3小时内两座35千伏变电站恢复供电。经过18小时连续作战，受地震影响的1300个台区、36620个用户全部恢复正常供电，充分彰显了央企强烈的社会责任担当，极大鼓舞了灾区群众抗震救灾、重建家园的信心决心。



图3 全力抢修电力基础设施

三、成效与创新

（一）加强应急管理体系建设，强化“平战结合”能力

不断健全电力企业应急管理体系，持续完善应急预案，加强应急抢修队伍拉练，定期开展大面积停电综合应急演练，加大应急资金投入，补充更新并定期检查应急装备，做到组织、管理、制度、预案、物资、队伍“六到位”。充分发挥指挥中心“平时业务中心、战时指挥中心”

的职能定位，健全信息共享渠道，严格执行信息报告制度，保证了本次应急响应的速度和突发事件处置水平，有效检验了各级应急队伍能够“拉得出、用得上、打得赢”。

（二）提升抢险单位联动效应，强化“重点攻坚”能力

国网甘肃电力和中国能建抢险人员同“甘”共苦、并肩作战，加强应急联动，充分发挥各自优势，提升灾后复杂环境下的应急抢险能力，强化现场攻坚克难。国网甘肃电力充分利用公司资源，协调抢险物资，施工力量。中国能建西北院充分发挥设计单位龙头效应，勇于技术创新，创造性提出金属装配式基础方案和“工字钢挤密+块石垫层”的地基处理方案，做到“方案最优、现场可行”。本次抢险过程中各单位的配合机制和技术创新方案，为后续电力抢险工作提供了重要参考。

（三）细化供电服务保障，前移“优质服务”阵地

地震发生后，国网甘肃电力和中国能建第一时间赴震区参与抢险救灾工作，为群众点亮了第一盏灯，创下了18个小时全面复电、10天完成750千伏输电线路抢修复电的“国网记录”和“能建速度”。在灾区构建“光明驿站+帐篷供电所+便民服务点”，设置“一键通”便民服务平台和故障抢修“直通车”二维码，确保群众“入住一户、通电一户”。搭建数据监测平台，实时监测安置点用电波动，预判故障点和风险点，提升隐患处理效率，形成了可复制、可推广的应急服务典型经验。

四、总结与建议

（一）响应要突出“快”、措施要做到“实”

国网甘肃电力作为服务全省用电客户的前沿阵地和形象窗口，各级领导高度重视、各级组织响应有力是保障全省广大用电客户可靠用电、追求美好生活的前提和基础，尤其是在大灾大难面前更要体现国网担当。中国能建严格落实国务院国资委、应急管理部以及国家能源局等有关安排，组织所属各单位积极开展抢险救灾，做到人员到位、措施有效、处置得力，为本次抗震抢险提供了有力保障。

在本次抗震救灾中，国网甘肃电力和中国能建西北院以最短时间、最高效率、最强力量保障了灾区安置点用电。第一时间派员深入灾区抢险，通过设立光明服务站、流动供电所的形式细化服务举措，展示国网元素，贡献能建力量，体现了电力企业品牌形象和人民电业为人民的责任担当。

（二）手段要突出“新”、方案要做到“优”

本次抗震抢险，中国能建西北院首次提出“金属装配式基础方案”和“工字钢挤密+块石垫层”地基处理方案，为快速复电提供了强有力的技术支撑，为后续电力抢修工作提供借鉴。建议继续推广金属装配式基础在电网救灾工作中的应用，同时加强设计优化，针对不同电压等级开展抢修基础的标准化设计工作，形成技术储备，建立应急抢险数据库，以应对突发的电力灾害。

（三）举措要突出“全”、服务要做到“暖”

本次抗震抢险，国网甘肃电力在应急响应、抢修复电、灾后重建三个阶段系统部署、超前谋划，各阶段均明确了相关举措和工作机制，发布了“24项举措”、建立了“一周一调研”“一周一例会”保障机制，亮出了流动光明服务站、应急充电站、便民服务电话“一键通”等新名片，在统筹抗震抢险、复电接电、灾后重建等工作上打出了一套有力的“组合拳”，让灾区群众切身感受到了新时代电力人的服务精神和温暖真情。

华电云南梨园水电站堰塞湖漂浮物

应急处置案例

推荐单位： 国家能源局云南监管办公室

案例单位： 云南华电金沙江中游水电开发有限公司梨园发电分公司

团队成员： 吴 华 杨秀方 赖德志 李现启 高修荣
、 王栋才 黎海波 田 鹏 杨志虎 熊 静

基本情况

（一）梨园水电站工程概况

梨园水电站位于云南省丽江市玉龙县（右岸）与迪庆州香格里拉县（左岸）交界的金沙江中游河段，是以发电为主、兼顾防洪，并具有库区航运和旅游等综合效益的大体积水电水利工程。正常蓄水位 1618.00 米，相应库容 7.27 亿立方米；校核洪水位 1623.21 米，相应库容 8.05 亿立方米；死水位为 1605 米，相应死库容为 5.54 亿立方米；消落深度 13 米，调节库容为 1.73 亿立方米，具有周调节性能。

（二）案例背景

2018 年 10 月和 11 月，金沙江上游先后发生 2 次山体滑坡，堵塞金沙江形成堰塞湖。据研究分析，白格堰塞湖若无人工干预库容可达 7.70 亿立方米以上。11 月 13 日堰塞湖经人工干预后堰体开始溃口，溃口处洪峰达 33900 立方米每秒。11 月 15 日洪峰到达梨园。11 月 19 日漂浮物抵达梨园水电站近坝库区。

为防止漂浮物顺流而下威胁下游电站安全及人民群众生命

财产安全，梨园水电站主动承担社会责任，将漂浮物全部拦截在梨园库区。经初步统计，江面漂浮物面积超 43 万平方米，体积超 5 万立方米，主要包括树木、杂草、生活垃圾、动物尸体等。

（三）漂浮物的影响分析

漂浮物长期遮盖江面，腐烂变质影响水质；漂浮物堆积在坝前，影响泄洪能力，易引发洪水灾害；大量动物尸体的腐烂发酵发臭，会造成河道污染滋生细菌诱发疫情，同时影响周边居民正常生活；大体积漂浮物可能封堵拦污栅导致发电能力受限，更有可能损坏拦污栅，导致漂浮物沿流道进入水轮机内部，可能损坏水轮发电机。



图 1 库区漂浮物

（四）漂浮物打捞处置面临的困难与挑战

一是电站地处高原干热河谷地带，每日下午随着温度的改变，江面上风大浪涌高，对作业人员的人身安全带来极大威胁，每日工作时长得不到保证。二是电站地理位置偏远，交通不便，漂浮物体量大，处置所需人力、物力和财力极大。

三是漂浮物中夹杂大量尸体，长时间浸泡腐烂发酵，对作业人员的身体和心理，视觉与嗅觉带来极大考验。同时腐烂尸体易引发疫情，打捞过程需做好防疫工作。四是漂浮物成分复杂，树木、杂草、垃圾、尸体，部分可利用部分不可利用，分类分拣及处理难度大。

二、主要做法与实践

1. 应急管理

- (1)成立应急机构
成立以企业主要负责人为组长，分管负责人为副组长的漂浮物打捞处置应急领导小组，负责明确处置期限，确定处置方案，筹措专项资金等。下设应急处置办公室，负责协调解决工作中的突发问题。
- (2)向政府备案和请示
编制《云南华电梨园公司应对金沙江堰塞湖行洪期间大体积漂浮物应急预案》，并在丽江市、迪庆州相关部门备案。
向丽江市、迪庆州提交《华电云南发电有限公司关于紧急处置金沙江“11·3”白格堰塞湖造成梨园水电站坝前库区大面积漂浮的请示》并获批。
- (3)开展论证和检测工作
委托中政国评（北京）科技有限公司进行库区漂浮物处置的环境评估论证，并出具评估报告。
委托云南环绿环境检测技术有限公司进行水质送样检测，并出具检测报告。
- (4)紧急采购招标
根据上级公司党委会的批复，采取公开询价的方式开展紧急采购，确定漂浮物打捞与处置的承担单位。
- (5)人员及应急物资配置

表 1 人员配置表

工种	人数（人）	备注
应急管理组	10	决策重要事项
应急办公室	8	协调解决突发事件
项目管理组	3	现场安全技术管理
船只驾驶员	6	船只驾驶
机械操作手	14	机械操作
驾驶员	20	车辆驾驶
普工	40	辅助工

表 2 应急物资配置表

序号	设备名称	型号规格	数量	用于施工部位	备注
----	------	------	----	--------	----

序号	设备名称	型号规格	数量	用于施工部位	备注
1	栅格斗式挖掘机	220	1 台	清漂现场	清漂
2	抓斗式挖掘机	313	1 台	清漂现场	清漂
3	反铲挖掘机	卡特 320	1 台	弃渣场	填埋
4	装载机	3m ³	1 台	清漂现场	装车
5	装载机	3m ³	1 台	弃渣场	渣场平整
6	自卸汽车	15t	10 辆	清漂现场	清运漂浮物
7	卷扬机	20t	12 台	清漂现场	牵引浮渣
8	柴油发电机组	100kW	1 台	清漂现场	供电(备用)
9	油锯		10 台	清漂现场	切割
10	钢丝绳	φ28	4000m	清漂现场	牵引浮渣
11	钢丝网	4*1.5m	200 张	清漂现场	牵引浮渣
12	救生衣		50 套	清漂现场	安全防护
13	救生圈		10 个	清漂现场	安全防护
14	口罩		100 只	清漂现场	安全防护
15	防毒面具		10 只	清漂现场	安全防护
16	安全绳		200m	清漂现场	安全防护
17	手套		200 双	清漂现场	安全防护
18	对讲机		10 台	清漂现场	通讯
19	喷雾器	15L	6 个	弃渣场	消毒
20	土工布		6 卷	弃渣场	填埋
21	生石灰		10t	弃渣场	消毒
22	次氯酸钠溶液		600L	弃渣场	消毒

2. 漂浮物打捞与处置

(1)打捞。采用“围三缺一+挖掘机岸边坡机械打捞”方式。

(2)处置。采用“外运+现场处置”方式，与第三方签订漂浮物处置合同。

3. 经验总结与提升

(1)在人民长江杂志上发表《堰塞湖洪水影响下游水电站应急处置实践与思考》的论文。

(2)编制作业指导书、制作专用计量工作清单簿。

(3)开展 QC 项目创建，做好案例的总结和推广。

三、成效与创新

（一）打捞方式成效与创新

按照传统的清漂船处理方式，主要存在以下问题：一是清漂船无法打捞大体积漂浮物。二是作业效率无法满足工期的要求。三是作业人员长时间与腐烂的动物尸体接触有感染疾病的风险。

鉴于上述问题，经实地研究考察，并结合现场地理环境，提出了“围三缺一+挖掘机岸边坡机械打捞”方式，即在漂浮物周围布设钢丝绳，在钢丝绳上栓挂特制钢挂钩、钢丝网和特制浮筒使其浮于水面，在库岸边布置 2 台 20 吨卷扬机将漂浮物圈至岸边，最后用挖掘机将漂浮物清理上岸。

成效：平均每天漂浮物打捞量从原来的 50 立方米每天提升至 300 立方米每天，工期缩短为原来的六分之一。从而节约成本约 60%，有效杜绝感染疾病和瘟疫的发生，减少漂浮物对水质的危害。



图 2 漂浮物打捞

（二）现场处置成效与创新

统一填埋和统一外运处理方法主要存在以下问题：一是梨园水电站处于高山峡谷地带，没有填埋大体量漂浮物的合适位置。二是填埋后的降解时间长，需要源源不断地投入人力、物力和财力，同时还可能带来二次环境污染。三是梨园电站至市区为 180 多公里的盘山公路，统一外运需要消耗极大的财力。四是外运途经多个村庄和玉龙雪山景区，尸体腐败发酵的气味可能引起负面社会舆论和存在诱发疫情的风险。

为解决上述问题，经研究决定采用分层次分类别差异化处置漂浮物，即可回收利用的木材生物制炭处置。不可回收利用的生活垃圾外运处置。动物尸体按照《玉龙县畜牧兽医局关

于金沙江干流白格堰塞湖下游灾后畜禽死尸无害化处理和圈舍消毒技术方案》就地无害化环保处置。

成效：一是分层次、分类别、差异化处置有利于环境保护，避免了集中处置带来的二次环境污染问题。二是与传统填埋处理方式相比采用生物制炭加工处理使用的是电动力，无污染，尽最大可能降低了对环境的影响。同时让废弃物再次得到利用，属节能环保项目，节省了社会资源，得到政府大力支持。三是制炭产物可销售，能有效弥补处置成本。



图3 生物制炭加工厂

四、总结与建议

1.“围三缺一+挖掘机岸边坡机械打捞”工作法已在梨园水电站全面使用，可应用到全国同行业其他水电站漂浮物打捞工作中；清漂作业指导书、清漂作业人员管理办法及清漂工作量记录清单簿等已在日常打捞工作中得到有效应用，此工作法减少了水库漂浮物打捞时间，提高了工作效率，节约了成本，有效解决了漂浮物长时间浸泡带来的污染水质问题，为梨园生态环保、防洪度汛、发电效益及机组安全稳定运行提供了有力保障。

2.就地建设生物制炭加工厂房，一是将可回收利用漂浮物制成木炭，使得物尽其用，从而减少社会资源浪费，为环境保护事业尽一份力；二是可以节约运输成本，售卖后的收入可弥补处置费用；三是缩短了处置时间，进一步节约了处置成

本。

华能太平驿公司基于数据驱动的 偏远山区水电站防灾减灾管理案例

推荐单位：中国华能集团有限公司

案例单位：四川华能太平驿水电有限责任公司

团队成员：陈 嵩 黄国华 唐振宇 杜仁举 赵栋栋
张 玺 唐小焰 罗方宇 黄 众 邱振涵
柳 钢 靳太和 钟永高

基

本情况

（一）公司简介

四川华能太平驿水电有限责任公司（以下简称华能太平驿公司）隶属华能四川能源开发有限公司，是中国华能集团有限公司在地方设立的基层企业。华能太平驿公司管理一座水电站——华能太平驿水电站，电站地处阿坝州汶川县映秀镇（“5·12”汶川大地震震中），装机 4×70 兆瓦，设计水头 111.5 米，为径流引水式水电站。

（二）案例背景

随着近年来国内极端天气频发，多地频繁出现不同规模、不同类型的自然灾害，给通常处于深山峡谷之中的水电站安全管理带来了严峻的挑战。华能太平驿电站自投产以来，先后经历“5·12”汶川大地震、“7·10”特大泥石流、“8·20”特大泥石流等地质地震灾害，造成电站多名职工伤亡。由于目前对径流引水式电站大坝的管理基本仍为常规的人员驻守值班管理模式，一旦大坝周边区域发生泥石流等地质灾害，势必会威胁到值班人员生命安全。经统计，华能太平驿水电站大坝在“5·12”地震前，闸门动作次数一年在 2000 次左右，震后由于库区内山体垮塌及泥石流等次生灾害影响，调节库容进一步减小，调节次数急剧增加到约 4000 次/年。受限于闸门启闭、测控、通讯、供电等设备设施可靠性、控制技术和控制精度，华能太平驿水电站开关站运行中心无法实时可靠远控大坝现场设备，大坝仍然不得不采用现场值班方式，而大坝周边山洪泥石流、地震等自然灾害的频发，给大坝值班人员的人身安全带来了巨大威胁，同时也给电站的安全生产和高质量发展带来了严峻挑战。华能太平驿公司认真总结近年来防灾减灾经验教训，通过一系列措施的实施，成功实现了基于数字驱动的大坝智慧

管理。



图1 华能太平驿水电站“8·20”泥石流灾害情况

二、主要做法与实践

（一）基于无人机及遥感卫星实现对电站周边气候、地质数据的收集

利用无人机对电站周边冲沟内的堆积物料、冲沟两侧山体情况进行航拍。通过国家地球系统科学数据共享平台、文献查阅及野外调研等途径，获取泥石流灾害数据、气候分区图、构造分区图、地貌分区图、岩性与断裂分布图、高程数据、土壤质地数据等。获取准实时遥测降雨产品、由中国气象局国家气象信息中心研发的东亚区域大气驱动场再分析数据集以及地面站的日降水数据。

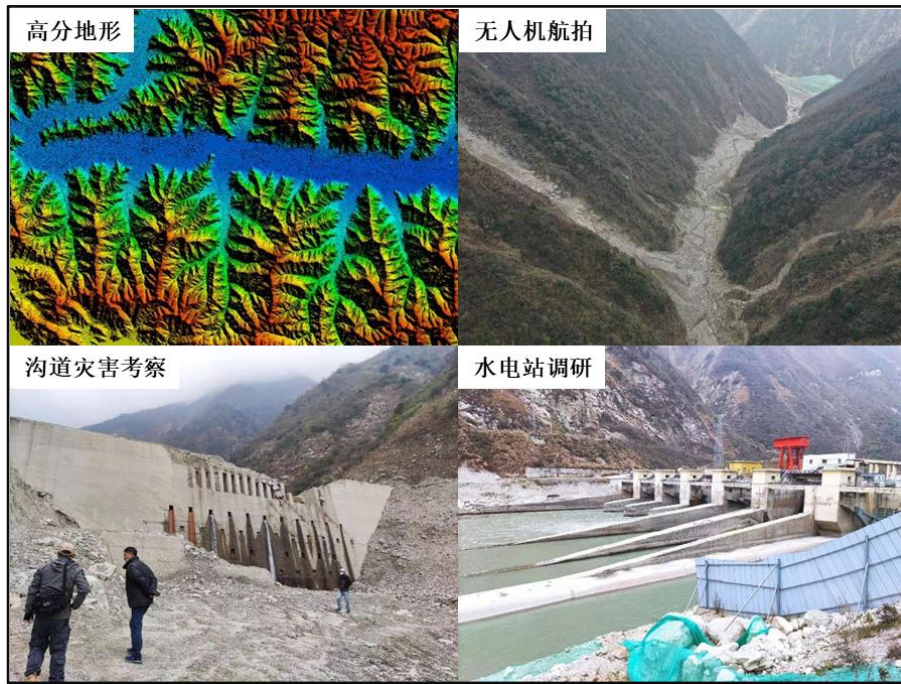


图 2 数据采集

通过对大坝上游泥石流沟内物料分析及无人机监测，发现其内部堆积了大量砂石，有形成泥石流的潜在风险。2023 年，大坝上游先后经历暴晒、暴雨极端天气，该泥石流沟于深夜发生小型泥石流，大量泥沙冲入岷江河道，导致水质变差。华能太平驿公司根据以往监测情况，提前谋划，制定应急预案，在发生泥石流的当夜果断停机、提门，恢复天然河道，避免大坝水工建筑物、厂房水轮机等受损，成功应对泥石流。

（二）基于高分辨率摄像头的水位数据收集

为保证数据的准确可靠性，避免因水位传感器故障影响水位测量数据，华能太平驿公司管理创新项目团队提出了利用摄像头自动识别大坝水位的构想，通过大坝不同角度摄像头收集了大量的水位数据，将这些数据进行人工标注，得到基于机器学习的水位图像识别功能的初始数据。将该水位数据与水位传感器数据进行比对，采用“三选二”逻辑进行判断，得到大坝真实水位信息，保证控制可靠性。2024 年 3 月，受强降雨影响，华能太平驿电站大坝与控制中心光纤通讯异常中断，运行人员失去监控系统水位数据，而此时的基于图像识别的大坝水位系统依然在线，保证运行人员可以实时掌握水位，有效避免了非计划停运事件发生，保障了上下游人民群众用电安全和生命财产安全。

（三）大坝周边孕灾地区数据处理及泥石流预警算法设计

计

华能太平驿公司通过提取孕灾区域的地貌形态和边界特征，筛选泥石流单元，计算坡度、相对高差、地形指数、植被覆盖度、土壤质地及降水空间分布等特征，利用条件概率统计、层次分析法、主成分分析法等手段，分析并筛选容易形成冰川泥石流的主要环境特征。统计分析震后泥石流流域内崩滑体补给方量的关键影响因子，对崩滑体的稳定性进行判识，通过遥感解译结果，选取崩滑体的坡度、几何中心点到沟道距离、补给面积、总面积四个因子，确定影响崩滑体补给泥石流方量大小的关键因素，进而采取地形地貌特征与动力学理论，建立崩滑体补给方量计算公式。针对泥石流预警方法，设计基于雨量、地声、泥位和雷达监测数据的分析方法，构建与监测参数相关联的阈值模型。利用野外踏勘、无人机以及遥感数据分

析的方法，搜索与泥石流沟的地形、地质条件和物源条件类似的泥石流沟，并搜集历年的泥石流灾情数据以及降雨数据，采用统计分析的方法反演触发彻底关沟泥石流的雨量阈值；采用信号处理原理中的小波降噪、频谱分析、谱功率分析和信号相关性分析等方法，对泥石流在沟道内运动产生地声信号进行自动化分析，构建以频率、短时过零率等参数为核心的泥石流地声阈值，实现基于地声的泥石流预警方法；在水力学的基础上，计算不同降雨重现期作用下沟道内泥石流的泥深、流速和流量等特征参数的数值，再结合监测断面的地形条件以及实时监测的泥位数据，实现基于泥位的泥石流预警模型；通过对高频雷达关键数据的采集分析技术，以及自学习数据库模型技术，采用“遗传算法”和“模糊匹配法”，形成自主研发的秒钟时间尺度智能预警算法，实现三帧图像序列准确确认泥石流事件，实现基于雷达探测的泥石流预警技术。通过雨量阈值发出的预警信号触发位于流通区的地声和泥水位加密监测，并将异常泥石流监测信号作为触发因素传递给位于沟口附近的多普勒雷达监测系统，实现泥石流流速的高频监测与识别，最后设定不同指标的联动方式（触发时间、预警等级等），形成智能化多指标协同的预警体系方法。

2024 年 4 月 29 日，受强降雨影响，电站大坝周边边坡发生变形，预警系统第一时间监测到变形信息并发出预警，值班人员及部分重要设备迅速撤离，当晚 23 时左右，大坝左岸高边坡发生小型垮塌，部分落石落入库区，砸断电缆、护栏等，由于预警及时，未造成人员伤亡及重要设备损坏，有力保障了电站安全生产。

三、成效与创新

（一）泥石流预警算法实现泥石流的提前预警

华能太平驿公司通过在泥石流流域内部署雨量监测站、泥位监测站、泥石流地声监测站、视频监控站、雷达监测站等专业监测设备，形成泥石流全过程监测网络，由监控中心和现场站点采用分布式架构搭建的系统监测预警平台。监控中心实现对各现场站点的管理、数据库存储、监测数据的分析、预警模型的管理、预警信息的发布等功能。结合应急疏散线路规划、水电站临灾管控对策，总结面向水电站的泥石流监测预警与应急响应模式。

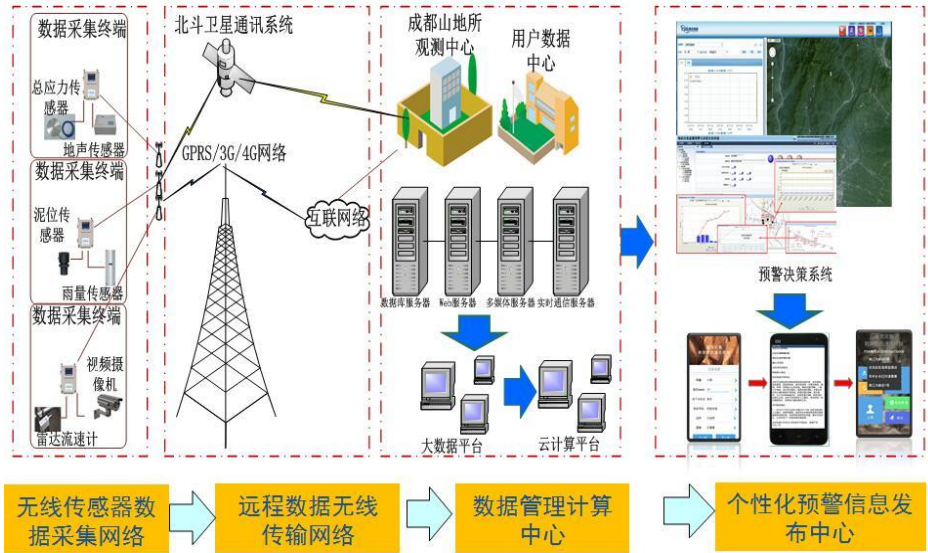


图 3 泥石流监测预警示范总体架构

同时，为及时掌握水情的第一手信息，华能太平驿公司建立了一套电站水情测报系统，通过收集汇总降雨等数据，提前预判地质灾害发生风险。自系统投入以来，先后发出 50 余条雨量预警、泥石流预警等信息，有力保障了电站的安全生产和防洪度汛管理，为公司落实各项防灾减灾措施提供了有力支撑。

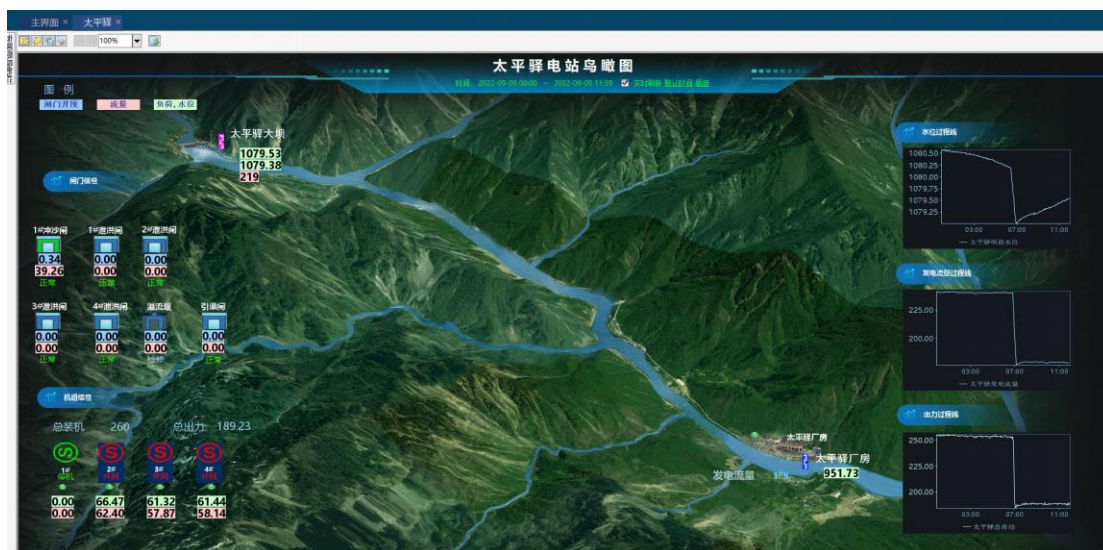


图 4 水情测报系统

（二）自主设计实现基于北斗通信的应急电源远方控制

随着无人化智慧大坝的正式实现，大坝现场大部分情况下无人，当两路市电全失时需要柴油发电机自动启动。当电源消失时系统自动启动柴油发电机并合上柴油发电机进线开关，保证正常供电。然而，当柴油发电机无法自动启停时，无法手动远方干预柴油发电机，存在较大安全隐患。为此，华能太平驿公司提出了通过北斗卫星通信实现柴油发电机的远方手动干预的思路，通过购置 PLC、北斗终端等设备，自主设计开发出一套柴油发电机远方控制小型上位机系统。在常规通讯如光纤通讯、4G/5G 网络通讯中断时，自动启动北斗通讯系统，远方可以通过自主开发的软件实现对柴油发电机的启停控制，保证供电可靠性。

（三）建立大坝数据智能管理中心，全面接入智能 AI

系统

依托华能太平驿水电站大坝现有工业电视监控系统、智能门禁系统、监控系统、泥石流监测系统、水情测报系统等，在大坝现场建立大坝数据智能管理中心，将大坝上下游水情数据、水位数据、各设备运行参数接入，并依托华能太平驿公司技术创新工作室，置入自主研发的水位图像识别算法、水位机器学习算法、闸门开度调节智能算法、灾害场景智能算法等，当开关站与大坝失联后，大坝数据智能管理中心自动接管大坝所有设备的控制权，根据上游来水情况、水位变动情况实时计算、调整闸门开度。大坝数据智能管理中心依据工业电视系统、泥石流灾害预警系统及内置的灾害场景智能算法实时分析大坝设备安全性，一旦判定泥石流灾害风险较大或水位上涨过快，其会立即启动一键启门功能开启全部闸门，恢复天然河道，防止因泥石流灾害导致闸门无法提起，形成堰塞湖，影响上下游人民群众生命财产安全。

四、总结与建议

通过技术革新、设备改造，大坝设备稳定性逐步提升，提高了大坝的抗风险能力，实现了大坝无人化智慧管理，减少了人员在自然灾害高发区域的暴露风险。泥石流监测系统的投

入使用，实现了对泥石流流的 24 小时不间断监测，监测准确率有了明显提升。柴油发电机远方启停技术的实现，显著提升大坝电源可靠性，保证大坝在两路市电全失的情况下有可靠的电源保障。闸门远方监视及操作，减小运行人员劳动强度，水库水位控制准确，电站经济运行水平得到有效提升。大坝数据中心的建设，保证了大坝在与开关站失联情况下，设备依然在可控状态，避免漫坝或隧洞进气等事故发生，保障大坝设备及水工建筑物的安全。太平驿电站大坝抗风险能力的提升，为大坝上下游周边地区人民群众的生命安全提供了坚实屏障。

同时，在引水式电站大坝的长期运行管理过程中，太平驿水电站大坝经历了地震灾害、泥石流灾害的发生、救援、恢复的全过程，为多泥石流灾害区域水电站大坝的运行积累了丰富的经验。一是在泥石流的监测预警方面，应加强对周边气候、水文等数据的收集，定期组织观察泥石流沟内物料堆积情况，定期清理，防止泥石流发生。同时针对经常发生泥石流的地区，应建立泥石流监测预警系统，可采用超声波雷达或北斗卫星监测方式，实现对周边山体、泥石流沟的变形监测。二是应急电源方面，应加强应急电源的远程控制，在常规市电中断后，应急电源应能自动投入，若无自动投入功能，也应有不依赖于常规通讯的控制方式，实现应急电源的远方投退。三是要大力推进北斗通讯技术在水电站防灾减灾方面的应用，充分发挥北斗系统优势，在形变监测、基于短报文的远程控制、应急通信等方面深入挖掘，开发功能更加丰富的应用系统。

火灾

国网甘肃电力融合智慧消防物联网的

“4+1”消防管理体系在电网企业

消防管理中的实践应用案例

推荐单位： 国家能源局甘肃监管办公室

案例单位： 国网甘肃省电力公司

团队成员： 张祥全 王利平 白兴东 王胜利 马之力
 王安民 聂江龙 李宁瑞 范祥智 姚 强
 张治平 王宗宝 付 娟 弥海峰 李义河
 马雪峰 张永新 权 博 牛晓丽 马 娜

、
基

本情况

（一）单位基本情况

国网甘肃省电力公司是国家电网有限公司的全资子公司，承担着建设、运营、发展甘肃电网的任务，为甘肃地方经济社会发展提供安全持续可靠的电力保障。现运维管理±800 千伏特高压换流站 1 座，35 千伏及以上变电站 1237 座，省、市、县三级电力调度大楼 101 幢。

（二）案例背景

2008 年至 2017 年，10 年期间，全国共发生 239.1 万起火灾事故，造成 14742 人死亡、9352 人受伤，直接财产损失 301.5 亿元（数据源引公开数据）。国家电网公司系统消防安全形势也较为严峻，特别是 2018 年“4·7”某换流站事故，教训极其深刻，亟需全面提升变电站、调度大楼等重要场所火灾预防及处置能力。

（三）案例概要

2018 年以来，国网甘肃省电力公司系统化构建“4+1”消防管理体系，自主研发消防物联网系统，创新设立省市两级消防管理中心，全面加强消防安全管理各项工作，有效解决了监测处置和常态管理手段不足、质效不高的问题。截至目前，防火检查、维保检测等六方面 13 项基础工作规范开展率均达 99%以上，有效降低了火灾风险。

特别是 2022 年 11 月 4 日 1 点 54 分，特高压祁连换流站极 1 低端 Y/D-A 相换流变突发故障，引发设备着火，消防物联网系统和换流站监控系统同步发出火警。国网总部第一时间远程指挥，国网甘肃省电力公司立即启动应急预案，主要负责同志第一时间坐镇指挥，驻站消防队 5 分钟内迅速到位扑救火灾，省市两级消防中心远程协助现场科学有序开展应急处置，3 小时后扑灭明火，有效防止了火势蔓延，确保了邻近在运设备安全。

二、主要做法与实践

（一）研究构建“4+1”消防管理体系

深入梳理研究消防安全相关法律法规、政策理论和实践案例，全面对照开展消防安全管理差

异化分析，研究构建了“4+1”消防安全管理体系（包括组织体系、责任体系、制度体系、工作体系+保障体系）。建立了以安委会为领导机构的消防工作组织体系；明确了各级单位主体责任、班子领导责任、部门专业责任、全员岗位责任，以及共管、共用、物业服务等责任；制定了消防管理、监督管理、值班监控等 16 项制度规范，对消防队伍管理、消防设施运维管理、消防设施器材设置、值班监控、用火用电管理、消防验收、基建施工等工作流程、工作执行、过程管控、安全措施落实等细节进行规范要求；建立了日常基础管理、设施设备管理、高层建筑管理、实时监控预警、火灾救援处置 5 大工作机制；在全省设立 16 个消防运维站，全面负责生产场所消防设施运维。

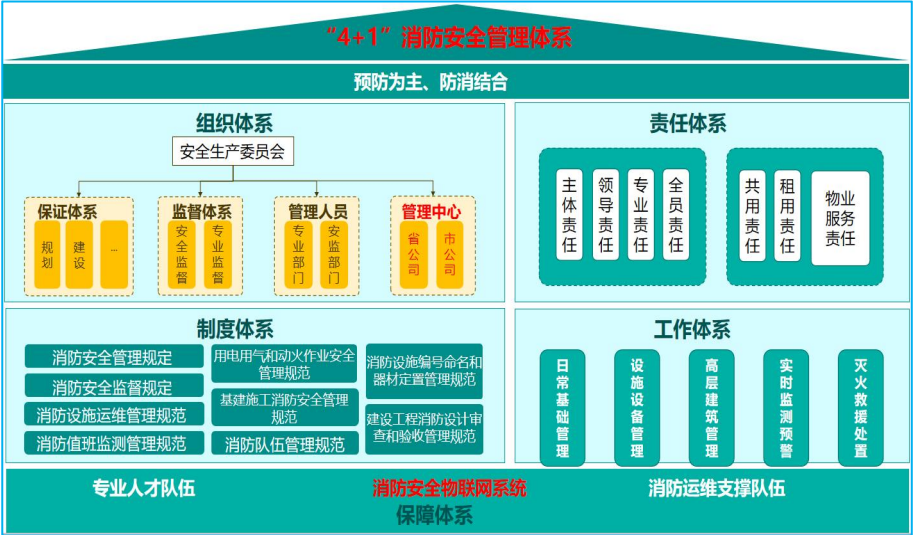


图 1 国网甘肃省电力公司“4+1”消防管理体系

（二）自主研发消防物联网系统

应用“大云物移”等先进技术，将“4+1”消防安全体系内容全面作为业务流，研发建设消防安全物联网系统，具备实时监测、远程可视、火灾防控、灭火救援等四方面 10 大功能，全覆盖接入各级单位变电站、办公楼等场所 1509 处。

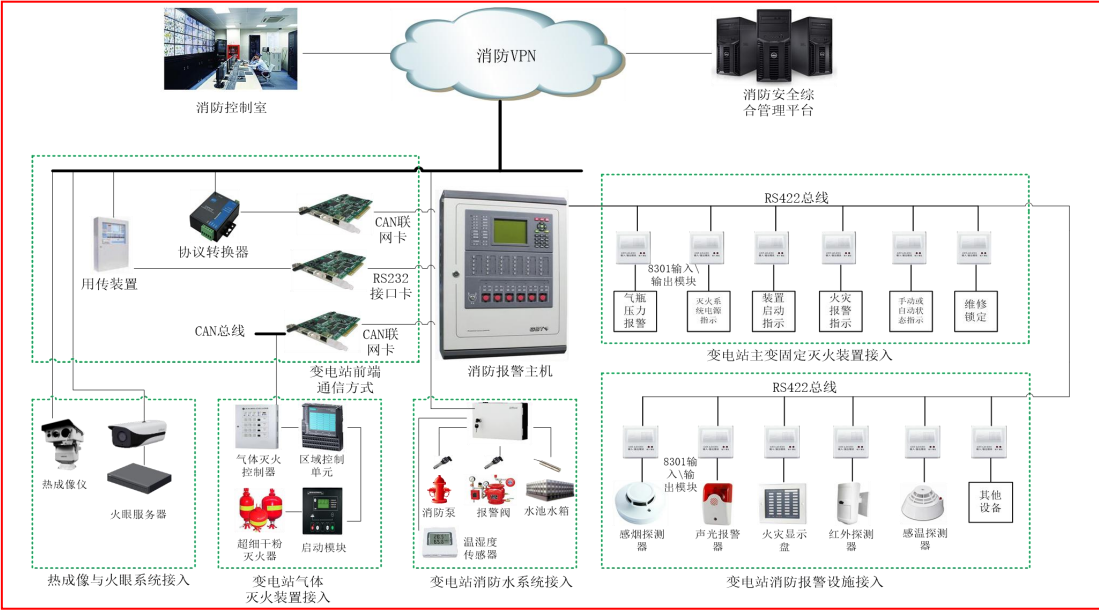


图 2 国网甘肃省电力公司消防物联网系统拓扑图



图 3 国网甘肃省电力公司消防物联网系统

（三）创新设立消防管理中心

集综合管理、运行监控、应急指挥、辅助决策于一体，在省、市两级设立 24 个消防管理中心，应用消防物联网系统开展 7×24 小时值班监测。按照“省公司—地市公司—重要场所”部署模式，分层级、分区域进行管理，形成“横向到边、纵向到底”的消防管控体系。



图 4 国网甘肃省电力公司消防管理中心

（四）有力加强消防专业队伍建设

聚焦重要场所，全面加强微型消防站、志愿消防队建设，常态开展消防培训演练。考虑祁连换流站距最近政府消防力量远大于规范要求的 15 千米，专门在祁连换流站建立专业驻站消防队，配置 18 人、3 台消防车辆，实行准军事化管理，同时积极响应属地消防部门调度，参与社会火灾扑救，被酒泉消防支队授牌“瓜州桥湾小型消防站”。



图 5 瓜州桥湾小型消防站揭牌仪式

（五）“11·4”祁连换流站火灾监测处置

“11·4”火灾发生后，各级岗位人员按照“4+1”消防管理体系运转要求，依据单位、领导、专业和全员责任划分，各司其职，严格落实值班监测规范、火情报告等制度，开展应急响应、灭火救援等工作，驻站消防队迅速开展灭火救援工作，保障火灾得到及时有效处置。

1.火警监测

2022 年 11 月 4 日 1 时 54 分，省市两级消防中心消防物联网系统发出祁连换流站火灾声光报警，值班人员即刻通知现场核查，并通过自动关联视频发现存在火情，现场立即向“119”报警。

2.火灾处置

（1）初期火灾扑救。现场迅速操作隔离有关设备，快速核查启动消防系统，驻站消防队采取快速控火、立体压制、泡沫阻截等措施，全力开展初期火灾扑救，将火势始终控制在故障设备区域，全力防止向其它区域、设备蔓延。省级消防中心同步梳理全省可用资源，连夜组织联系就近消防部门和公司内部单位向祁连换流站运送消防水、泡沫液等灭火资源。

（2）全面开展扑救。2时58分起，酒泉消防支队抵达现场，与驻站消防队迅速会商制定“封堵油箱宽大撕裂口并注水淹没内部器件”的后续灭火方案，消企协同投入90余名消防队员全面压制火势。5时5分，明火扑灭，现场持续对换流变进行降温。



图6 现场灭火救援图

三、成效与创新

统筹消防管理工作全业务内容，自主研发消防安全物联网系统，线上开展消防值班监测、基础管理、巡视检查、问题整治、维保检测、教育培训、应急管理等工作，推动“4+1”消防管

理体系持续完善。

(一) 火灾防范更加有力

1.火警核查更加迅速

综合判断异常变化，实时联动现场视频，报警信息核查从 2 分钟缩短为 30 秒以内。一键发送火情信息至相关人员，有效提升火情先期处置效率。

表 1 国网甘肃消防管理中心历年消防值班监测数量统计表

序号	类别	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
1	报警数量	8278 条	6533 条	3906 条	4051 条	5106 条
2	火警平均核查时长	2 分钟	1 分钟	35 秒	25 秒	15 秒
3	真实火情数量-办公楼	2 起	7 起	1 起	6 起	0 起
4	真实火情数量-变电站	6 起	14 起	11 起	17 起	9 起

2.设备故障消除及时

实现消防设备运行状态远程实时监控，及时向运维人员提醒设备故障，并监督故障修复。系统运行以来，累计发现消除故障 17539 条，消防设备可靠性提高至 98%。

3.警情识别快速精准

在传统火灾报警系统的基础上，在室外重点设备设置部位采用“火眼”和“热成像”图像探测技术进行快速预警，填补室外火灾监测的空白。



图 7 火眼及热成像预警图

4.火灾预警远程可视

对变电站、办公楼等各类场所进行三维建模，嵌入消防设施设备点位和视频点位，远程展示现场情况，实现消防重点部位可视化监管、火灾警情远程可视。



图 8 远程可视展示图

(二) 消防管理提质增效

1.防火检查高效快捷

利用防火巡查微应用扫码开展防火日巡、月检，巡检记录自动上传至消防物联网系统，切实杜绝巡查死角、盲区。

8:49

4G

搜索

×

国网甘肃电力智慧消防

登录中...

通道建立成功。

巡查任务管理

详细信息 巡查设备结果 点位巡查时间 巡查任务_安全问题添加

高级查询 Search... 查询

No.	巡查点名称	开始时间	结束时间	巡查人	完成情况
1	28升压变排油充氮系统	2024-07-01 09:45:12	2024-07-01 09:48:34	陈星愿	已完成
2	极2低油消防系统	2024-07-01 09:45:12	2024-07-01 09:48:36	陈星愿	已完成
3	消防栓及消防管网	2024-07-01 09:45:12	2024-07-01 09:48:18	陈星愿	已完成
4	综合水泵房水消防系统	2024-07-01 09:45:12	2024-07-01 09:48:21	陈星愿	已完成
5	配油罐雨淋阀	2024-07-01 09:45:12	2024-07-01 09:48:23	陈星愿	已完成
6	极2高压侧厅火灾报警系统	2024-07-01 09:45:12	2024-07-01 09:46:57	陈星愿	已完成
7	火灾报警系统控制柜FAP	2024-07-01 09:45:12	2024-07-01 09:46:47	陈星愿	已完成

图 9 日巡点位及巡查记录

2.问题隐患闭环管控

对防火检查、实时监测、专项督查等发现的问题隐患，全面纳入线上集中管控，确保整改计划及时制定、整改结果按时反馈。

问题录入

问题分类: 设备缺陷

所属单位: ±800kV特高压祁连山换流站

场所/建筑物/重点部位: ±800kV祁连山换流站

编号: 祁连山换流站20240130001

专业分类:

☐ 安监 (含 变电)

☒ 配网 (含 输电)

☐ 后勤

☐ 营销

☐ 信息

☐ 通信

☐ 自动化

☐ 物资

☐ 产业 单位

☐ 建设

☐ 行政管理 (档案)

☐ 其他

问题层级: 市公司

发现部门: ±800kV特高压祁连山换流站

发现途径: 2024年消防安全集中除患攻坚

发现人: *****

发现时间: 2024-01-30

是否涉及具体设备 (器材): 否

问题描述: 主控楼一层4号手提式二氧化碳筒体掉漆。

附件: [+ 新上传](#) [全部下载](#) [清空](#)

计划制定

整改措施: 对灭火器进行更换

计划完成时间: 2024-02-13

整改责任人: *****

计划实施单位: ±800kV特高压祁连山换流站

实施负责人 (姓名): *****

结果上报

整改情况: 完成主控楼一层4号手提式二氧化碳筒体更换

整改完成时间: 2024-03-13

整改责任单位: ±800kV特高压祁连山换流站

整改负责人 (姓名): *****

整改负责人 (电话): *****

佐证材料: [+ 新上传](#) [全部下载](#) [清空](#)

fffea7e74...

图 10 安全问题闭环管控举例

3.维保检测临期预警

消防物联网系统自动生成维保和检测计划，临期时发出预警提醒，实现了维保、检测报告线上管理。

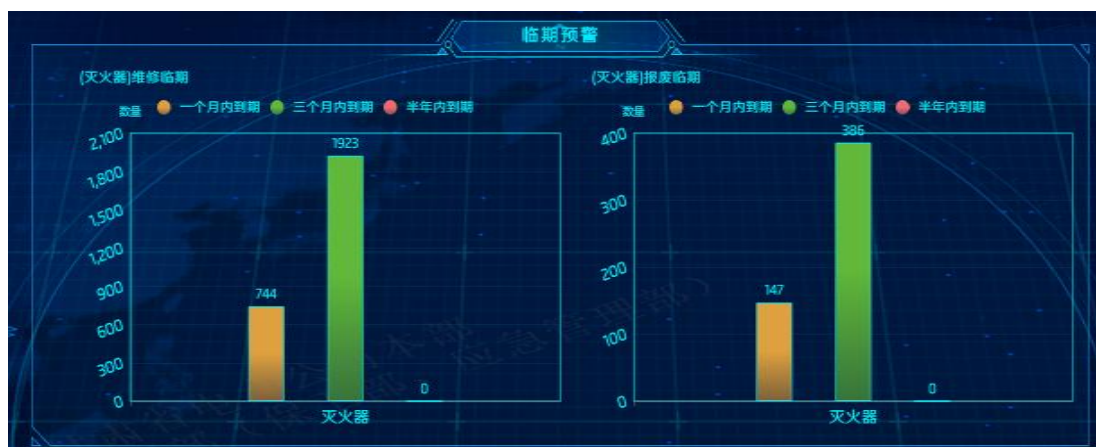


图 11 灭火器临期预警情况

4.培训演练全程记录

动态掌握各单位消防人员取证和消防教育培训开展情况，在线管理应急预案修订和演练情况。



演练结果

实际参演时间: 2024-06-21

实际参演人数: 42

演练评估:

[+ 新上传](#) [全部下载](#) [清空](#)

演练通知:

[+ 新上传](#) [全部下载](#) [清空](#)

现场照片:

[+ 新上传](#) [全部下载](#) [清空](#)

其他资料:

[+ 新上传](#) [全部下载](#) [清空](#)



图 12 ±800 千伏祁连换流站消防演练执行记录

5.档案管理规范清晰

分层级、分场所建立消防电子档案，统一消防档案内容，规范消防档案整理、归档，提升档案更新、调阅效率。

（三）央企担当有力彰显

通过有效防控变电站等重要场所火灾风险，有力强化了电网安全稳定运行的消防安全基础。同时，驻站消防队自驻站以来，参与驻地附近社会火灾事故扑救 22 起，抢救被困人员 12 人，为平安创建做出了电网贡献。

表 3 ±800 千伏祁连换流站驻站消防队历年处置社会火灾统计表

序号	年度	救灾次数	出动消防车台次	出动指战员人次
1	2019 年	2	2	13
2	2020 年	1	1	6
3	2021 年	2	2	13
4	2022 年	10	10	63
5	2023 年	4	4	27
6	2024 年	3	3	21
合计		22	22	143

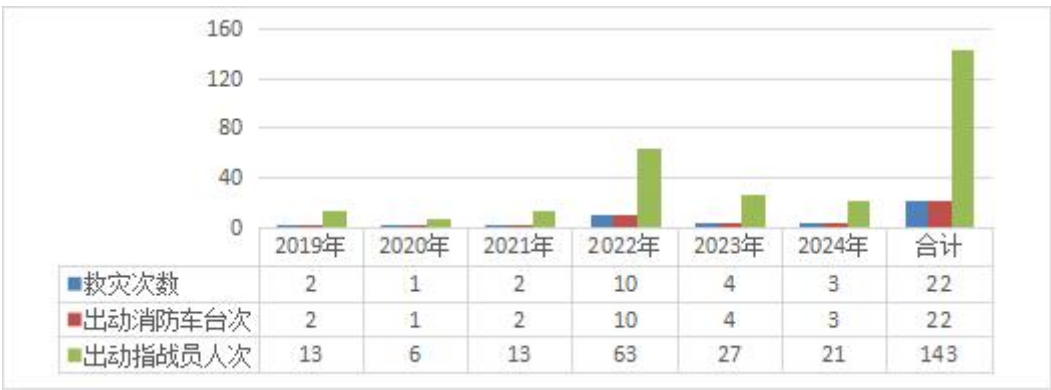


图 13 ±800 千伏祁连换流站驻站消防队历年处置社会火灾柱状图



图 14 ±800 千伏祁连换流站驻站消防队处置社会火灾图

四、总结与建议

“4+1”消防管理体系有效将消防安全管理与物联网技术贯通融合,形成“智能硬件+管理系统+运营服务”一体化解决方案,直击技术难点和管理痛点,满足火灾防控、管理赋能、互联共享等核心管理需求,为电力、石油等能源行业提供了消防安全管理新思路。

(一) 总结

- 1.智慧消防作用发挥明显。**消防物联网系统及时发出火灾报警信息,同时联动附近摄像头,实时上传火灾现场画面,为灭火救援提供强有力支撑。
- 2.灭火扑救能力不断加强。**各场所志愿消防队加强业务技能培训和体能训练,开展电气火灾救援专项培训,成功处置 73 起火情,确保了初期火灾得以有效控制。
- 3.消防隐患整治有力有效。**2020 年以来,深入开展消防安全三年专项整治、消防安全集中除患攻坚大整治、冬春火灾防控等专项行动,累计发现各类隐患 9235 项,已全部完成整改,高层建筑火灾风险整治工作成效得到国务院考核组肯定。
- 4.消企协作机制运转顺畅。**省、市、县三级分别与相应层级消防救援部门建立协作机制,积极开展火灾风险研判、消防

隐患治理、灭火救援联动等方面合作，着力防范化解消防安全和电气火灾重大风险。

5.社会经济效益显著提升。深化“4+1”消防管理体系运转，大幅提升了火灾监测防控能力，降低各类火灾突发事件带来的电网设施设备损失。有效保障变电站、电缆隧道等重要场所的消防安全和公共安全，为安全持续供电筑牢消防根基。

（二）建议

1.持续强化“4+1”消防安全管理。不断赋予“4+1”体系新思路、新内涵、新做法，不断完善层级分明、职责清晰、各负其责、协同高效的消防管理体系。

2.持续深化消防物联网系统应用。以法规为依据、以现场为根本、以专业为依托、以督查为抓手，健全体系、规范工作、强化督查，不断优化完善系统功能应用。

3.持续推进消防专家人才培养。推进注册消防工程师培养“百人计划”和消防设施操作员培养“千人计划”，扎实开展火灾防控和消防安评等，夯实消防安全管理基层基础。

4.持续加强消防应急队伍建设。以各场所志愿消防队和换流站驻站消防队为依托，扎实推进消防应急演练和培训。常态开展政企联动消防演练，不断提升防灾减灾救灾能力。

国网吉林电力输配电线路森林火灾防护管 控

体系构建与实践案例

推荐单位： 吉林省能源局
案例单位： 国网吉林省电力有限公司
团队成员： 李仕臣 吴鑫强 颜世平 杨 松 时浩博
 王春阳

基本情况

（一）案例单位基本情况

国网白山供电公司（以下简称“白山公司”）是国网吉林省电力有限公司所属分公司，承担着白山市 2 区、4 县（市）供电及朝鲜部分电力输送，管理维护 220 千伏输电线路 22 条、758.704 公里，66 千伏输电线路 51 条、1246.417 公里，10 千伏配电线路 205 条、2685.12 公里。

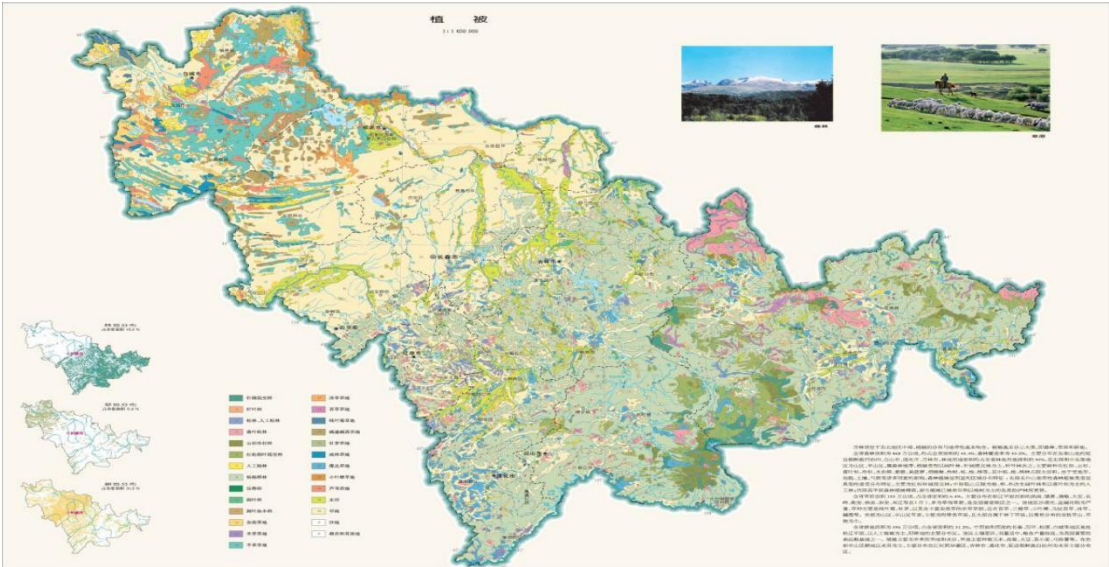


图 1 吉林省植被分布图

（二）案例背景

党中央、国务院高度重视森林草原防灭火工作，特别是党的十八大以来，习近平总书记对森林草原防灭火工作作出一系列重要指示批示，为新形势下森林草原防灭火工作指明了方向，提供了根本遵循。近年来，受全球气候变暖、极端天气增多等因素影响，我国森林草原防灭火工作面临自然因素和社会因素叠加的严峻挑战。白山市地处长白山腹地，幅员 1.75 万平方公里，森林覆盖率达 83%，是我国首家国家级全幅员森林旅游区。白山公司所维护管理的 278 条输配电线路中，有 117 条输配电线路穿越长白山林海和长白山自然保护区，树线矛

盾引起的线路故障时有发生，输配电线路长期承受着电气设备引发森林火灾和火灾影响电网安全运行的双重压力。

（三）案例概要

为切实做好输配电线路森林火灾防护工作，白山公司以“任务措施整改清单化、隐患排查治理图表化、工作内容执行手册化、提升管理效能数字化、森林火灾防治机制化”的“五化”管理为基础，管住“三个重点”、做好“三层防护”、做到“两个可控”、确保“两不发生”，构建输配电线路森林火灾防护管控“53322”工作体系，打造森林防火示范区，有效消除输配电线路森林火灾隐患，充分保障电网设备安全运行及电力可靠供应。

二、主要做法与实践

一是持续推行“五化管理”。将任务措施**清单化**，建立森林防火安全责任清单、设备台账清单、树线隐患清单、整改措施清单及联系人清单，做到“底数清晰”、设备状态及隐患可控、在控；将风险隐患**图表化**，建立林地等级、设备状态、线路路径叠加的风险隐患及差异设防分布图，有针对性开展隐患排查治理；将工作内容执行**手册化**，以手册形式固化预案执行、工作职责、宣传培训内容，确保落实到位、便于执行；提升管理效能**数字化**，利用数字化系统建立隐患、设备状态、治理过程数字化档案，实时更新、及时督办，形成全过程资料；森林火灾防治**机制化**，构建森林火灾防治五级联动机制、政企联防联治机制，实现总部、省级、市级、县级、班组动作划一、步调一致，确保第一时间与政府部门按预案分工开展应急处置工作，逐步形成森林火灾隐患长效管理机制。

推行“五化”管理 加强隐患治理

为更好地消除树线矛盾隐患，消除电力设施故障引发的森林火灾事件，以“清单化、图表化、手册化、数字化、机制化”管理为抓手，开展隐患排查治理工作。

清单化

责任清单。建立森林草原火灾防范安全责任清单，落实属地运维管理及设备主人责任；

台账清单。建立穿越森林草原输配电线路台账清单，详细统计输配电线路和森林草原相关信息；

隐患清单。建立隐患清单，落实“一患一档”，实现动态更新，做到“底数清晰”；

措施清单。针对隐患情况，制定有针对性的人防、物防和技防措施，确保隐患可控、在控；

联系人清单。收集输配电线路途经重要国有林场和国有森林防火任务重要林区联系人信息表，实现险情信息实时共享。



图表化

风险分布图表化。林区电力线路分布图中的林场信息中涵盖林地等级，与输电线路路径走向叠加后形成风险分布图层；

隐患分布图表化。结合输电线路交叉跨越情况、树木生长高度和设备本体缺陷情况，与森林草原覆盖情况叠加后确定隐患分布图层；

设防分布图表化。融合差异化运维和治理防范措施，图表化展示输电线路设防水平，统筹安排林区线路巡查运维，有针对性地开展隐患排查治理。



手册化

预案执行手册化。将各级森林草原火灾应急预案的核心内容精简为便于现场操作的实用性手册，确保通俗易懂，便于执行；

工作职责手册化。明确省、市、县、所四级防火责任体系中各层级人员的工作职责分工，分发到责任人手中，做到一册在手、责任在心；

宣传培训手册化。总结归纳森林草原火灾隐患排查治理流程、标准及隐患排查治理重点。



数字化

隐患档案数字化。按照“一患一档，动态更新、多维查询、图文并茂”原则建立隐患台账，在森林防火管控平台中实现隐患实时更新，跟踪督办、限时完成；

设备状态数字化。应用在线监测、分布式隐患诊断装置、无人机、线路巡检机器人动态监控林区火险情况，实时监测、记录设备运行状态；

治理痕迹数字化。针对每处穿越林区线路、每处隐患，电子版留存前期征询、补偿协议、隐患通知书、法院判决及治理措施计划等全过程资料。



机制化

隐患排查治理机制。通过自查、互查、监督等方式，提高排查质量，通过与林业部门开展双向排查，实现查漏补缺，发现隐患立即制定计划进行整改；

政企联防联控机制。与各级地方政府密切沟通，安全隐患定期报备，联合开展隐患排查治理工作；

快速应急响应机制。做好人员、物资和工具的应急准备，理顺电力线路停运避险处置程序，与林业消防队伍实现联防联控，建立高效沟通协调机制，实现应急快速响应。



图 2 五化工作法

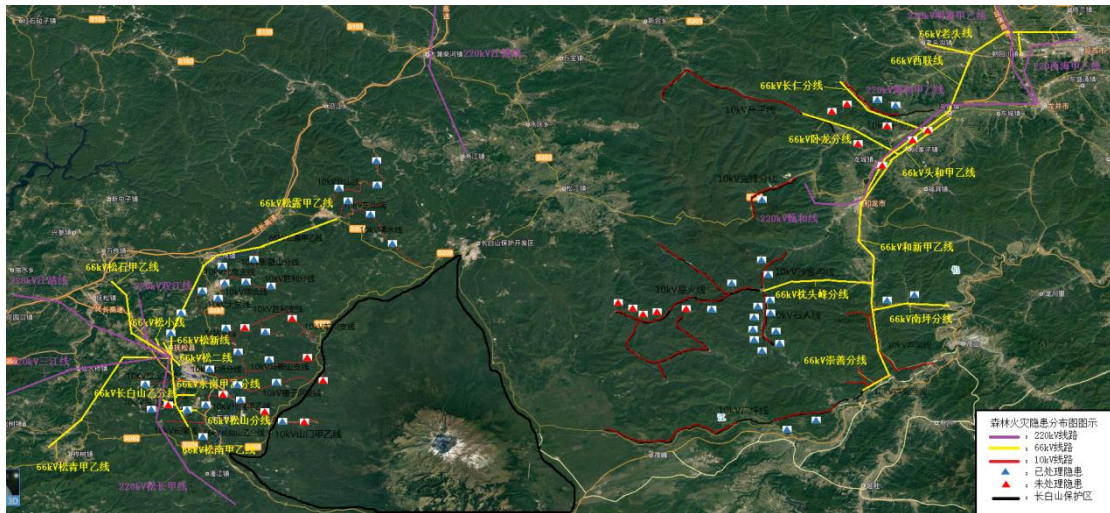


图 3 森林火灾隐患分布图

白山市林业局 国网白山供电公司 文件

白山林联字〔2021〕2号

签发人：辛泳光

刘明军

白山市林业局、国网白山供电公司关于开展森 林草原防火区输配电线路火灾隐患排查 治理工作的通知

各县（市、区）林业局、供电公司：

为全面做好白山地区森林草原输配电线路火灾防范工作，严
防电力设施隐患造成的森林火灾，确保林区群众生命财产安全和
森林资源安全。依据《吉林省林业和草原局关于开展森林草原防
火区输配电线路全面清查工作紧急通知》（吉林防〔2020〕651号）
以及《白山市人民政府办公室关于支持白山电网发展建设的实施

图4 与林业局联合下通知

二是管住“三个重点”。管住“重点部位”，通过穿林线路可视化建设、政企协调联动等方式，抓好长白山地区重要输、配电线路通道树线矛盾隐患治理，严防森林火灾事件发生。管住“重点时期”，在元旦、春节、清明节、国庆等森林草原防火重点时期，开展线路特巡强化线路运维。管住“重点环节”，强化施工过程野外火源管理，制定持续高温干旱、干燥大风等高火险天气线路运行应急预案；强化规划建设源头管控，抓好输配电线路基建、迁改、改造及农网工程穿林线路差异化设计施工。

三是落实“三层防护”。通过采取人防、物防、技防等手段，建立森林火灾隐患治理柔性团队，将线路巡视、缺陷登记、检修消缺、设备改造、验收评价全过程落实到人。运用无人机激光点云图模核对线路通道间距，按照树木生长周期进行修剪。利用无人机、在线监测装置等结合线路巡检机器人全时段监控重点部位。更换绝缘横担配合安装大通电容量避雷器，提升线路绝缘水平和抗雷能力。布置一、二次融合开关

配合线路小电流接地装置，确保线路故障快速隔离。做到输配电线路设备隐患和线路火源危险点全部知晓“两个可控”，实现不发生输配电线路引发森林火灾事件，不发生森林火灾引起的输配电线路故障“两不发生”。

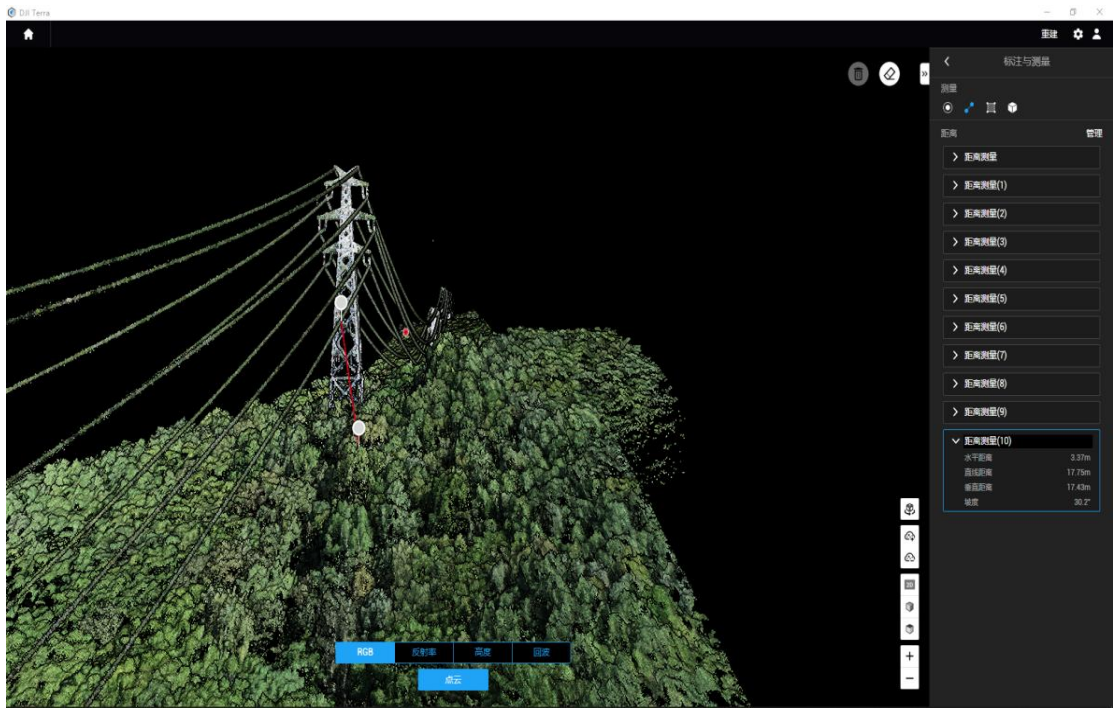


图 5 无人机激光点云数据

四是打造森林火灾防范示范区。制度方面，编制示范区线路标准化管理规范，实现巡视周期、隐患管控、装置配置标准化；建立运维单位领导包保责任制，监督管理示范区线路建设及隐患消除工作。技术方面，实现示范区线路全线可视化，利用输电监控中心实现线路重点区域全天候监控，及时掌握线路运行状况；实现示范区线路无人机点云建模全覆盖，精准核查树线间距，巩固通道隐患治理效果。运维方面，创新绘制输电线路一张图，厘清穿林线路明细，明确隐患防范重点地段，制定穿林线路季节性差异化巡视标准，实现问题、

隐患精准管控，闭环管理。以示范区线路为标杆引领，最终实现全域穿林线路森林火灾“零”隐患。

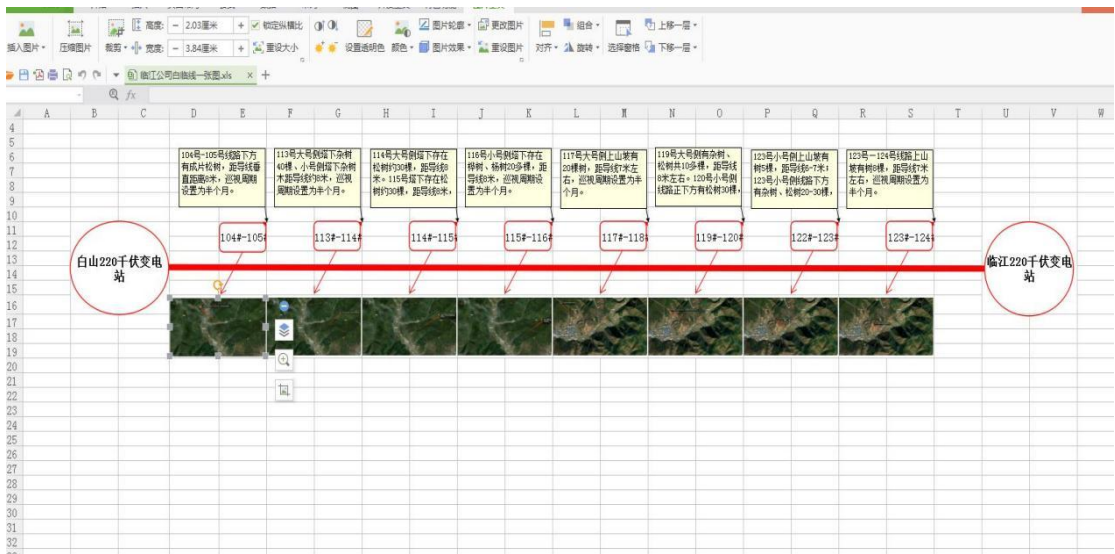


图 6 一张图管理

三、成效与创新

（一）成效

白山公司以国家“碳达峰、碳中和”战略目标为出发点，以防范当前火灾严峻形势为治理目标，全力以赴推进“一体四翼”高质量发展，通过输配电线路森林草原火灾防护管控体系构建与实施，连续多年未发生森林火灾事件，为吉林省连续 40 余年无火灾事件发生提供了安全保障；在保证电力线路安全稳定运行方面，大大提高了供电可靠性，年节约资金约 300 万元。输配电线路森林火灾防护管控体系构建与实践，不仅有效落实了人员责任，促使各单位积极开展隐患排查，而且对依法治企、合理合法消除森林火灾隐患具有积极作用。

（二）创新

- 1.创新管理模式。以森林火灾隐患管控制定的“清单化、图表化、手册化、数字化、机制化”等“五化”工作法为基础，建立“53322”工作体系，通过强化责任落实，强化政企联动，强化源头管控，强化排查治理，强化应急处置等多项措施，形成隐患排查治理“一账六案”，推进森林火灾隐患排查治理长效机制建立。
- 2.创新管理手段。一是建立输电“一张图”管理，摸清每条线路基础数据、运行状况、隐患区段、隐患类型，精准制定线路防范区段、巡视周期、防范措施等，提升工作效率。二是实现森林火灾隐患管控数字化转型。充分发挥森林火灾隐患防治管控平台作用，容纳全部林区信息、输电线路地理信息、线路信息，多角度展示林区电力线路分布情况，实现设备与隐患数字化展示、隐患统计和治理统计，提升隐患治理工作效率。

四、总结与建议

（一）建立“五化管理”是输配电线路森林火灾防护体系

建设的基础

积极推进“五化”管理（清单化、图表化、数字化、手册化、机制化）落地。实现了彻查电力线路周边危险树木，做到隐患台账清晰、治理措施明确，确保了可能引起火灾隐患的周围植被与线路保持足够安全距离。明晰了重点火灾风险防范区域，确保全部风险可控、能控、在控。

（二）构建“53322”体系实现了输配电线路森林火灾隐患

全过程闭环管控

实现差异化治理长白山地区重要输、配电线路通道树线矛盾隐患，提升了火灾易发时段线路运维水平，明晰了日常工作中防范森林火灾的具体措施，实现了人防、物防、技防齐发力，保证了不发生输配电线路引发森林火灾事件，不发生森林火灾引起的输配电线路故障。

（三）大力开展隐患排查是提升输配电线路本质安全的

重要保障

应从输配电线路通道、设备本体、站端故障隔离措施、外部环境四个方面，定期开展隐患排查、隐患风险分级、隐患管控、隐患治理，综合应用激光雷达扫描、倾斜摄影、测距仪等技术手段对林区树线距离进行测算并建模，采用“安全距离+安全裕度”的方法，考虑通道内主要树种自然生长速率排查是否存在隐患点，将森林火灾风险消除在萌芽状态，有效提升输配电线路本质安全水平。

中核三门核电厂火灾与应急处置 体系构建与实施案例

推荐单位：中国核工业集团有限公司

案例单位：三门核电有限公司

团队成员：杨志明 陆鹏飞 陈岑凯 陈志鹏 夏恩亮
赵泳俨 郭子阅 王振国 陈宏英

基本情况

（一）案例背景

1.构建核电厂火灾与应急处置体系是落实新时代国家综合性消防救援体系的重要举措

企业专职消防队既是企业消防救援的专业队伍和骨干力量，也是国家综合性消防救援队伍的重要协同力量。根据《中华人民共和国消防法》相关要求，“大型核设施单位、大型发电厂应当建立专职消防队”。作为国家综合性消防救援体系的重要组成部分，核电厂消防救援力量积极响应国家消防救援队伍改革转制的号召，实现职业化、专业化转型并进一步形成核电厂火灾与应急处置体系是构建新时代国家综合性消防救援体系的重要举措。

2.构建核电厂火灾与应急处置体系是核电行业持续安全发展的重要保障

火灾在一定条件下，特别是在严重事故事件下，可能会引起共模失效事故，导致机组安全停堆能力受损，最终导致放射性物质释放至外环境，从而对环境和公众造成危害，影响核电行业的发展。从快速处置核电厂发生的火灾事故、减轻火灾造成的损失、避免火灾影响核安全等方面出发，火灾与应急处置体系是核安全重要的保障力量。

3.构建核电厂火灾与应急处置体系是核电厂安全纵深防御的实际需要

核电厂建造、运行周期长，火灾风险、人身伤害风险、危险化学品泄漏风险和交通事故等多种固有风险以及临时引入风险并存。核电厂建造、运行遵守安全纵深防御的原则，层层设防，横向到边，纵向到底的全方位、多角度防御。面对多样化的风险类型，不论是火灾、救援甚至核事故的处置都离不开综合性消防救援队伍这一可靠力量的支撑，构建核电厂火灾与应急处置体系对于保障核电厂安全运行尤为重要。

（二）成果内涵

为实现向综合性消防救援队伍转型，三门核电通过深入分析核电厂灾害事故风险，明确火灾与应急处置体系，按照火灾、救援、核应急三个方向，立足于“基础建设”“强化提升”，从人员规划、装备器材、作风建设、教育培训、消防演习、面向实战六个方面构建综合性消防救援体系。核电厂火灾与应急处置体系的构建与实施，提升了核电厂应对各类灾害事故的能力，更好地保障核电厂安全稳定运行。

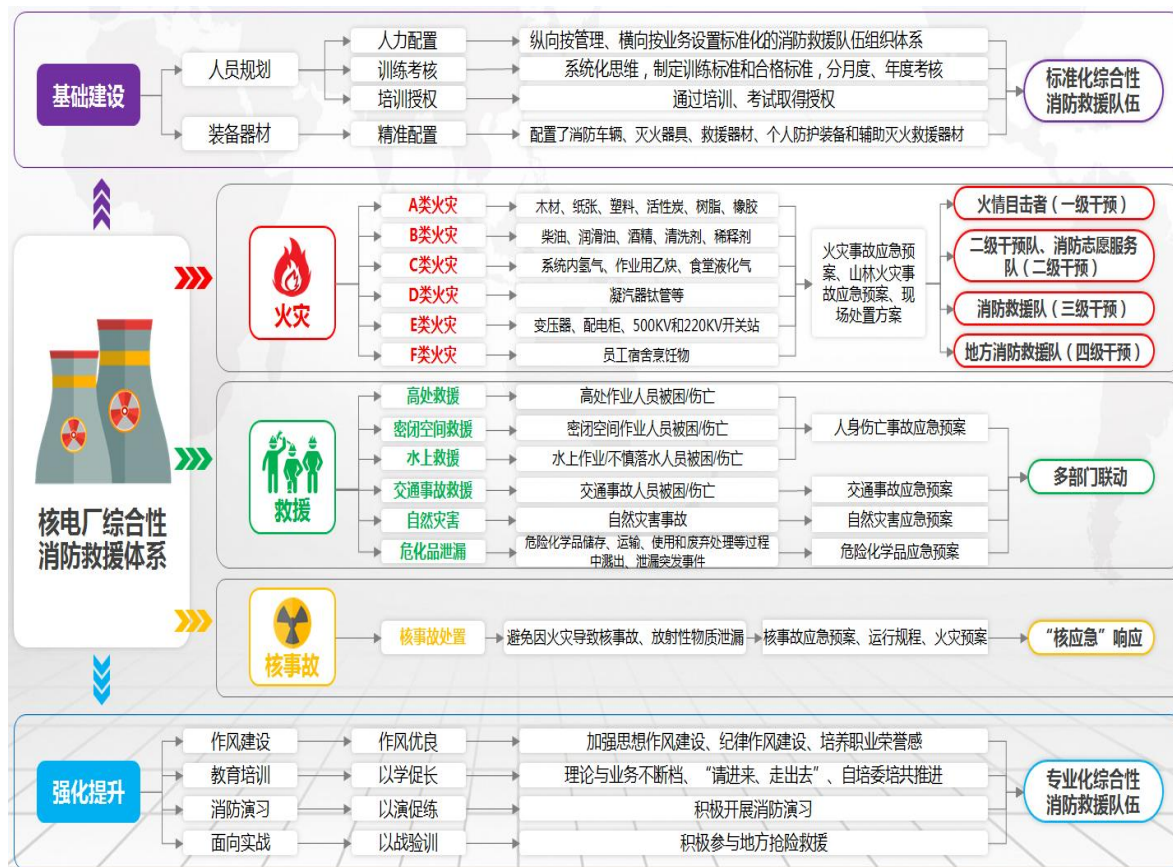


图 1 核电厂火灾与应急处置体系架构

二、主要做法与实践

（一）统筹规划，以“七化”策略构建核电厂火灾与应急处置体系

三门核电以“七化”——人力配置标准化、装备器材精准化、以学促长组织化、预案开发实战化、训练考核系统化、以战促训常态化、应急响应无缝化构建核电厂火灾与应急处置体系。



图 2 “七化”的组成

1.人力配置标准化

三门核电设置包含指挥序列、战斗序列、通信保障序列和后勤保障序列在内的标准化消防救援队伍组织体系。指挥序列由队长、副队长组成，统筹调配战斗、通信保障和后勤保障 3 个序列；战斗序列按照出车顺序分 3 个纵队，每个纵队设班长、副班长岗位，下辖 5 名战斗员，开展火灾与应急处置；通信保障序列包括通讯员、火场侦查员和安全员，保障现场指令畅通；后勤保障序列包括装备技师、库房管理员，管理各类装备器材，同时做好器材的维护保养工作，确保队伍管理高效，运转有序。

2.装备器材精准化

三门核电针对各类灾害事故风险，参考相关国家、行业标准配置了 25 米高喷消防车、抢险救援消防车等消防车辆；针对灭火救援场景，配置了移动式泡沫车、脉冲水枪等 20 余种灭火装备器材；针对自然灾害救援，配置了浮艇泵、机动链锯等 10 余种救援器材；针对人身伤亡事故、高处救援、受限空间救援等救援事故场景，配置了船式担架、绳索救援装备等 60 余种救援器材；针对危险化学品突发事件救援场景，配置了重型防化服、有毒气体探测仪等 10 余种救援器材。满足多种灾害事故处置的需求，拥有和掌握精准的装备器材，是第一时间实施有效处置、克险制胜的重要保障。

3.以学促长组织化

三门核电专职消防救援队伍坚持以组织化学习方式，理论与业务不断档，全面发展综合素质。通过“走出去”，与现役消防队伍党建联建、定期业务指导、统一调度指挥、统一联动机制、定期轮值轮训，在地方抢险救援任务中积累经验；借助“请进来”，邀请消防和救援专业的专家进行技术指导，强化专职消防救援员的技能水平。

4.预案开发实战化

三门核电针对核电厂灾害事故风险，结合火灾、救援案例编制综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案三级应急预案。通过组织应急预案实战演练、预案培训以及实践操作等，反复检验预案针对性、操作性和实效性，对应急预案进行评估、修订和完善，让应急预案贴合实际灾害事故，科学合理，真正做到实战化，同时针对不同的消防重点部位一对一编制了百余份现场处置方案和火灾处置消防行动卡，形成了贴合核电厂实战化、标准化的预案体系。

5.训练考核系统化

三门核电结合灭火救援任务实际，科学施训，按岗位制定培训方案，按阶段制定训练计划，成立考核工作组，按月度开展考核，季度开展评比，年度开展定级的方式开展专职消防应急救援队伍考评工作。通过严格的训练考核机制，促使专职消防队员熟练掌握各种装备器材和救人救火及自救的技能，以应对危险复杂的灾害事故。

6.以战促训常态化

三门核电专职消防救援队伍秉承“战训合一”的理念，积极参与实战演练和地方消防救援，定期选育一批能力强的专职消防队员送到地方消防救援大队进行驻训，接受专业的灭火救援技能训练，同时随地方消防救援大队出警，在真实火灾、救援实战场景下锤炼本领，专职消防队员在实战中逐渐成长为具备国家综合性消防救援队伍专业能力的复合型人才。

7.应急响应无缝化

三门核电按照“上下贯通、部门联动、内外合作、协调有力”的原则，编制了综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案，建立火情目击者、消防志愿服务队/二级干预队、专职消防救援队伍、地方消防救援队伍四级灭火无缝化干预流程，逐级响应，确保在最有效时间内扑救火灾。建立多部门联动的无缝化救援响应体系，各司其职，协调配合，最大程度减少人员伤亡。

（二）以核为本，立足核电厂运作特点夯实核电厂火灾与应急处置体系

1.充分动员，组建应急处置力量体系

三门核电厂区面积 740 万平方米，内部组建有专职消防救援队伍、运行二级干预队及消防志愿服务队等灭火响应力量，并将灭火干预行动分成了四级，形成“纵深防御、层层设防”的消防响应体系。



图 3 “四级”消防响应体系

2.整体协同，构建组合化救援响应体系

针对潜在事故风险，三门核电编制了火灾事故应急预案、人身伤亡事故应急预案、辐射事件/事故应急预案、危险化学品突发事件应急预案、厂内核事故应急预案、自然灾害应急预案和突发事件应急预案等预案，预案中明确各部门职责，建立多部门联动、快速响应、协调配合的组合化救援响应体系，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失。

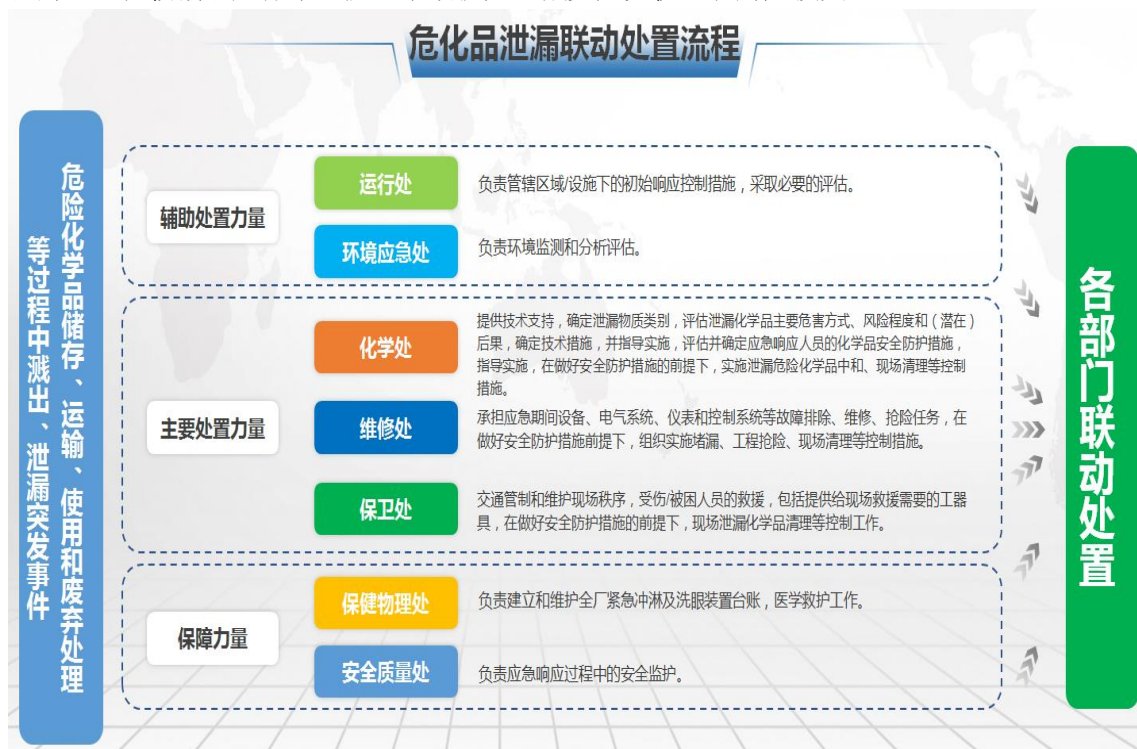


图 4 以危险化学品储存、运输、使用和废弃处理等过程中溅出、泄漏突发事件的救援为例

3.完善策略，明确“核应急”救援处置目标

在“核应急”响应行动中，明确在核安全相关区域火灾响应行动中对不同序列安全停堆相关设备的保护，最大限度地保障安全停堆功能的实现，同时明确在核应急下的灭火等各类响应行动辐射防护策略，确保在核应急下开展灭火响应行动时辐射防护的正当性和最优化。

4.面向实战，在地方火灾与抢险救援任务中持续提升综合救援能力

核电专职消防救援队伍作为核电基地消防救援的专业化力量，承担着核电基地及周边居民、企业的火灾扑救、抢险救援的协防责任。三门核电专职消防救援队伍与地方政府签订了消防灭火救援合作协议，建立起“政企合作、优势互补、出警迅速、扶危救急”的消防联动体系。自 2007 年建队至今，累计对外接处警并成功处置 800 余起，涵盖火灾扑救，交通事故、水上事故等救援，捕捉蛇、摘除马蜂窝等救助。在实战中提升专职消防救援员的“经验值”“应变值”“战力值”和“默契值”。

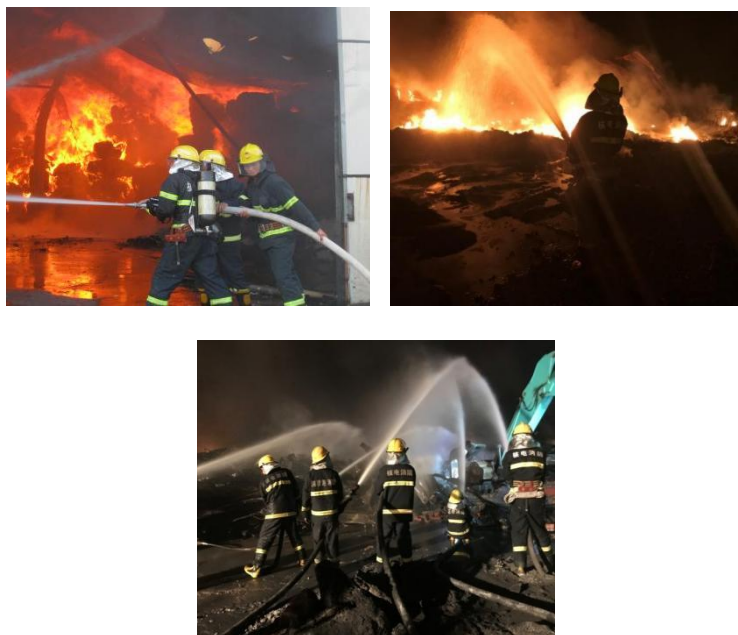


图 5 三门核电专职消防救援队伍参与地方火灾扑救照片

三、成效与创新

（一）建设完成一支专业化的综合性消防救援队伍

三门核电立足构建“全灾种”“大应急”综合性消防救援队伍，在“培训”“演习”和“实战”锻造下，建设完成了一支快速出动、准确应对、有效处置的专业化综合性消防救援队伍，并在各方面都取得了显著的成绩。自建队以来，三门核电专职消防救援队伍积极参加各类消防业务技能比武，获得多项省、市、县级荣誉。同时，认真贯彻实施《质量信得过班组建设准则》团体标准，有序推进核电厂消防安全管理体系和火灾应急处置体系建设，所在班组连续两年获得“全国质量信得过班组”荣誉。作为起草单位，三门核电牵头编制发布了中国核电《核电厂专职消防队建设指南》和《核电厂专职消防队培训与考核指南》导则，为同行电厂输出了专职消防队建设的三门方案。



图 6 三门核电专职消防救援队伍整装待发

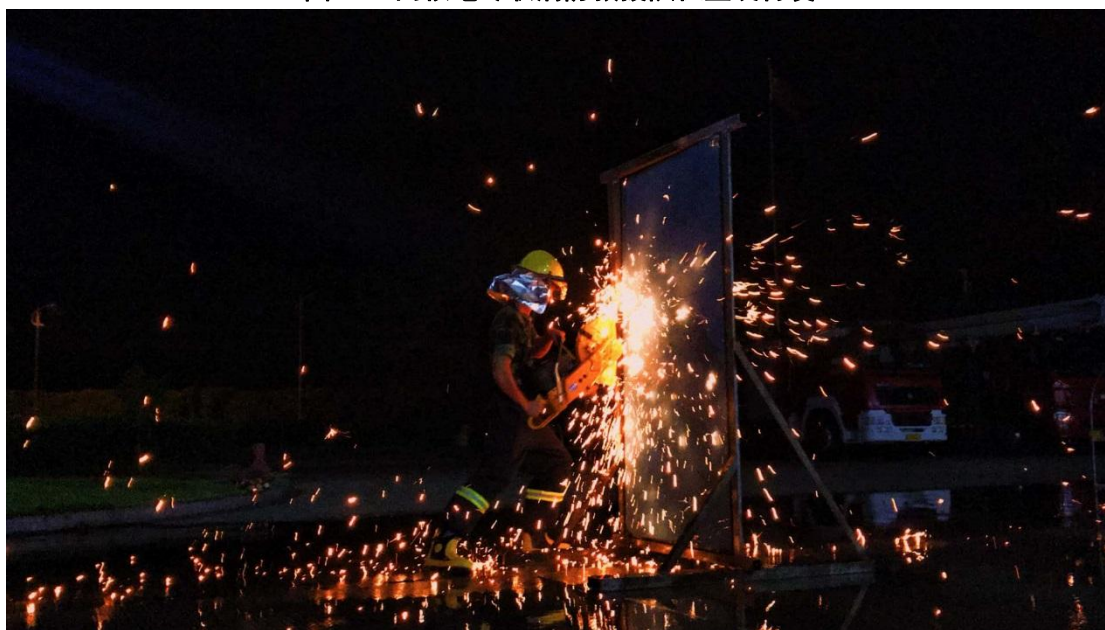


图 7 三门核电专职消防救援队伍夜训破拆技能



图 8 三门核电专职消防救援队伍开展纵深灭火救人操法训练

（二）践行了中央企业社会责任

三门核电专职消防救援队伍积极参与地方的消防灭火救援行动，用实际行动践行了作为央企的社会责任。2018 年以来在扑救火灾和抢险救援过程中，成功解救地方群众 100 余人。除此之外，队伍还应邀定期给周边学校的师生讲授消防知识，开展消防演习，受到核电周边人民群众的一致好评。



图 9 为六敖小学师生开展消防培训



图 10 地方某企业送来锦旗致谢三门核电专职消防救援队伍扑灭其厂房火灾

（四）产出了一套核电企业特色的“消”与“防”智慧化管理成果

三门核电以“秒复核、秒出警”为目标，建设落地全厂智慧消防指挥中心，实现“报警—接警—处警”一体化联防联控功能。通过火警视频复核，每次可减少火警复核时间 3—5 分钟、电话报警时间 1—2 分钟，消除了因复核周期长而造成的火灾重大损失，实现火警复核“秒视”，提升了火警响应效率。智能化接处警投用后，减少出现接警失误、漏接、错接的情况，真正做到了接警“零失误”。在智慧消防指挥建设过程中，产出了《消防战斗服空呼一体化衣架》《一种核电厂消防用安全防烟排烟装置》等 9 项发明专利，其中 2 项发明专利获得国家知识产权局授权。

四、案例总结与建议

在国家综合性消防救援队伍改革转制的大背景下，按照中核集团和中国核电相关要求部署，三门核电建设完成了一支组织机构健全、培训体系完整、装备设施完备、专业技术一流的核电厂专职消防应急救援队伍。后续，三门核电将继续深入学习贯彻习近平总书记重要指示批示精神，紧紧围绕构建“专常兼备、反应灵敏、作风过硬、本领高强”国家应急救援队伍建设总要求，聚焦电厂消防实际需求，按照多重屏障、纵深防御的理念持续完善核电厂消防保障体系，提升三门核电消防安全业绩，保障机组安全稳定运行。

海洋灾害

中核海南核电厂取水明渠改造

成功抵御致灾海生物入侵实践案例

推荐单位： 海南省发展和改革委员会经济运行调节局
案例单位： 海南核电有限公司
团队成员： 陈建新 张 煜 张世保 田雷雷 赵 龙
李 晗 康 乐 王学斌 王昊鲁 李建业
郑 彬 刘 聪 丁 斐 唐 锐 赵天翼
白 玮 代 丽 魏 华 张高明 林和山

基
本
情
况

（一）单位基本情况

海南核电有限公司位于海南省昌江县，濒临北部湾，现已建成两台 650 兆瓦核电机组，并正在建设两台“华龙一号”机组和一台“玲龙一号”全球首堆示范工程，均已于 2021 年正式开工建设，形成“双龙齐飞、三堆共建”的格局。作为海南一号能源工程，海南核电基地每年为海南省提供 90 亿—100 亿度电的清洁能源保障，约占海南全省用电总量的 30%，从根本上解决了电源性缺电问题，有效改善了海南省能源结构。同时，已建成双机组每年减排二氧化碳 804 万吨、二氧化硫 2.6 万吨、氮氧化物 2.2 万吨，减排效益相当于节约标准煤 307 万吨，助力海南的天更蓝、山更绿、海更清，为海南自贸港建设及“双碳”目标的实现注入了强劲动力。

海南核电有限公司是中核集团先期在琼落户企业，同时是海南省最大的清洁能源生产企业。在海南建设清洁能源岛背景下，大力发展和推进核电关联产业、清洁能源产业、核技术应用产业，其中在海南核电工业用海领域利用温排水培育优质白蝶贝已初步形成产业规模，是核电与生态环境共融共生的良好实践。结合海南自贸港建设实际，海南核电将持续充分发挥央企科技创新引领作用，深度融入海南自贸港建设，并打造生态环境保护与产业化发展的样板工程。

（二）案例背景

现阶段，我国核电厂均沿海布置并采用海水作为冷却介质，通过水泵抽吸输送至电厂生产系统，将电能生产过程中系统和设备产生的热量导出，然后返回大海，取用海水的设备设施构成了电厂冷源系统，由于海水供应状况直接影响到电厂安全生产，故冷源系统安全运行极为重要。

但近年来，国内核电厂发生了多起海生物以及漂浮垃圾等杂物入侵取水系统事件，使得过滤装置堵塞、水泵吸水困难等事件时常发生，严重时还造成了机组非计划停运，对电网安全形成极大隐患。对此情况，上级监管部门高度重视，从 2015 年起多次发文要求电厂重视冷源安全、提升堵塞物防控能力，尤其是 2023 年红沿河核电再次出现水母大规模暴发、堵塞取水流道并造成 4 台机组停运事件。为此，国家发展改革委、国家能源局和国家核安全局等五部委联合发文，要求各单位“科学精准改进取水安全相关工作……杜绝多机组同时停运事件

（三）案例概要

2016年10月19日，受台风“莎莉嘉”影响，冷源系统取水明渠进入大量生活垃圾、海生物等杂物，造成鼓网堵塞并最终导致汽轮机跳闸、反应堆停堆。



2018 年 4 月 7 日，取水海域海藻大面积暴发并涌入取水明渠及泵房，堵塞取水过滤设备设施，最终双机组停运。

二、主要做法与实践

(一) 工作思路

海南核电遵循事物发展规律开展工作，即先了解堵塞物，再研究防控方法：

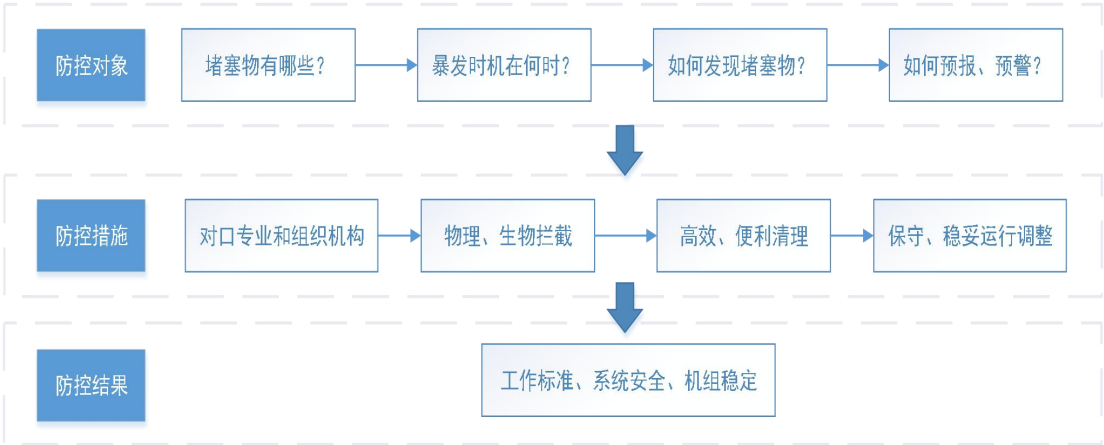


图 3 海南核电冷源管理提升工作思路

(二) 主要做法

1.组建冷源专班，健全工作机制

海南核电成立以公司总经理为组长、多专业人员参与的冷源工作专班，并首创冷源工程师负责模式，高效开展冷源防控工作。

2.探索堵塞物甄别和评价新方法

要做到防控有的放矢，就应首先了解防控对象。海南核电在实践中摸索出基于堵塞风险的新的堵塞物甄别和评价方法，并形成了指导防控措施的风险性海洋生物时序表和风险月历。

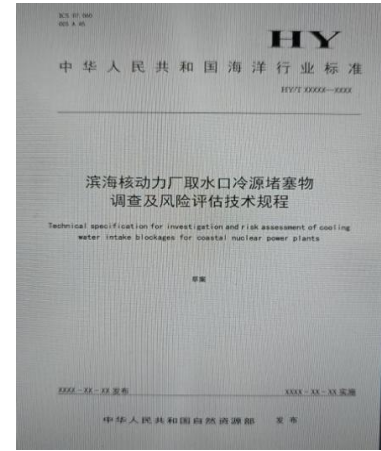
	项目	海洋生态调查	冷源堵塞物调查
	受众	环保部门、科研机构、评审专家	工程设计、安全管理、运营管理部门
	目标	海洋生物生态保护	堵塞物治理和防控
	专业性	专业、规范	通俗、易懂
	聚焦点	科学性	应用性
	范畴	普适性	针对性
	数据来源	现场、定量调查为主	定量、定性相结合 调查、调研、调访、文献资料相结合
	标准规范	海洋调查规范、海洋监测规范	暂无
	调查依据	生物分类学	堵塞物来源分布（溯源）
	调查维度	单一、平面化	多维度、立体式
	调查方法	生物分类法	堵塞物的形态特征及其迁移能力
	调查要素	微生物、叶绿素、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、污损生物、游泳动物	赤潮生物、大中型浮游动物、大型海藻、大型底栖动物、大型污损生物、集群性鱼类

图 4 新的堵塞物调查和评估方法（左：新方法；右：与原海洋生态调查的区别）

3.建立堵塞物监测预警系统

海南核电配置水面、水下监视设备，引入气象、水文和卫星等数据，创建了国内首个多源输入冷源堵塞物监测预警系统，实现了对堵塞物的早期发现、实时监控和预报预警。



图5 取水口堵塞物监测预警系统（左：监测预警首页；右：声呐扫描）

4.主动导避防控

海南核电通过分析确认了明渠直堤式布置和拦污网选型不当是冷源系统堵塞频发的主要原因，为此从2017年开展了包括导流堤和拦污网数模物模、泥沙冲淤及漂浮物轨迹模拟等专题在内的海工设计优化工程，并提出取水构筑物对堵塞物的主动导避防控理论。

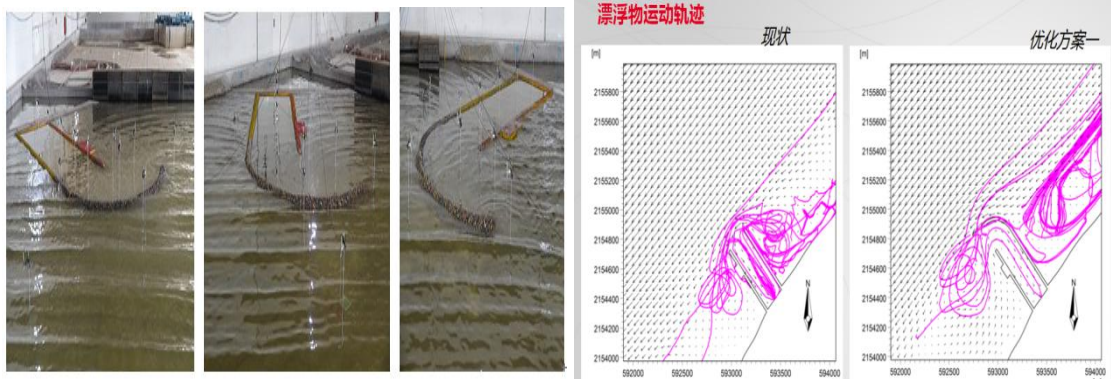


图6 海工优化工程专题研究（左：防波堤物模；右：漂浮物轨迹模拟）

5.取水参数一体化监视

为快速干预、精准控制，海南核电在取水流程中增加了除污机、鼓网等过滤设备的水位、差压等远传信号，并建立了一体化监视系统，有效提高了冷源应急干预能力。

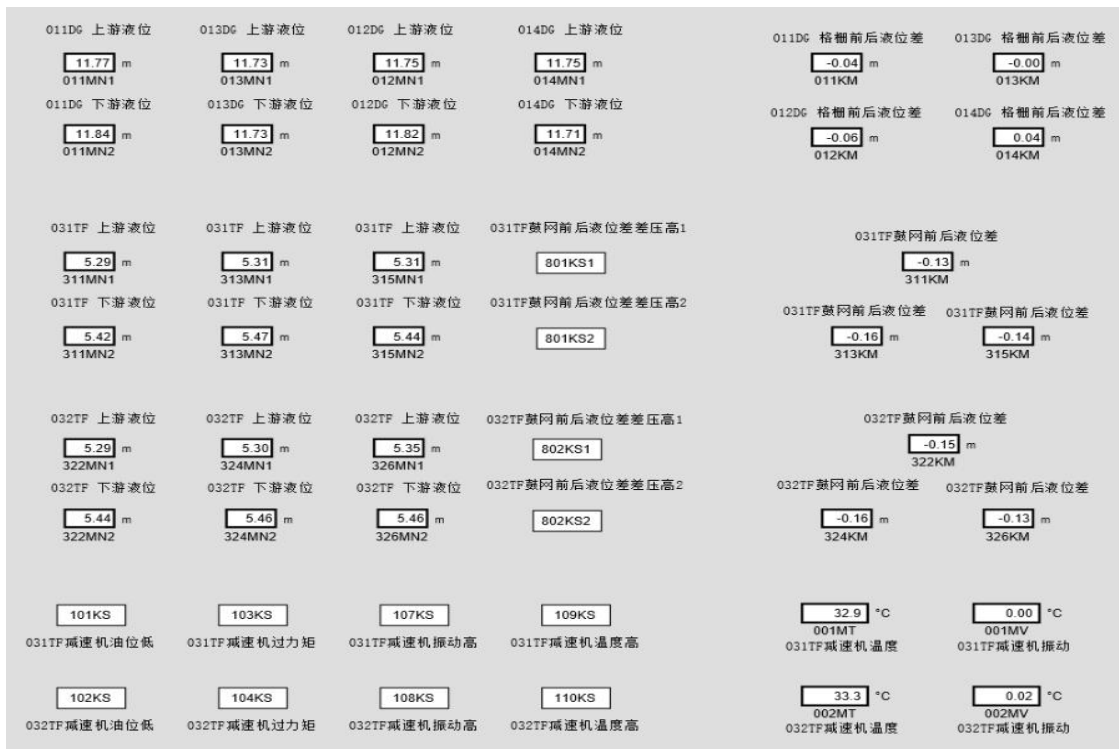


图 7 关键参数一体化监视画面

6.拦截体系提升

海南核电深入贯彻纵深防御理念，对拦污网科学选型、合理布置，同时研发泵房区自动清理装置，体系拦截能力大为提升。



图 8 拦截体系提升（左：网兜式拦污网；中：自动清理除污机；右：鼓网电机优化）

7.附着性海生物化学抑制

针对冷源系统中的海生物滋生、附着，海南核电积极采用化学抑制方法，并首度基于运行环境下开展台架试验，筛选出效果显著、对海域无害的附着性海生物生长抑制药剂。

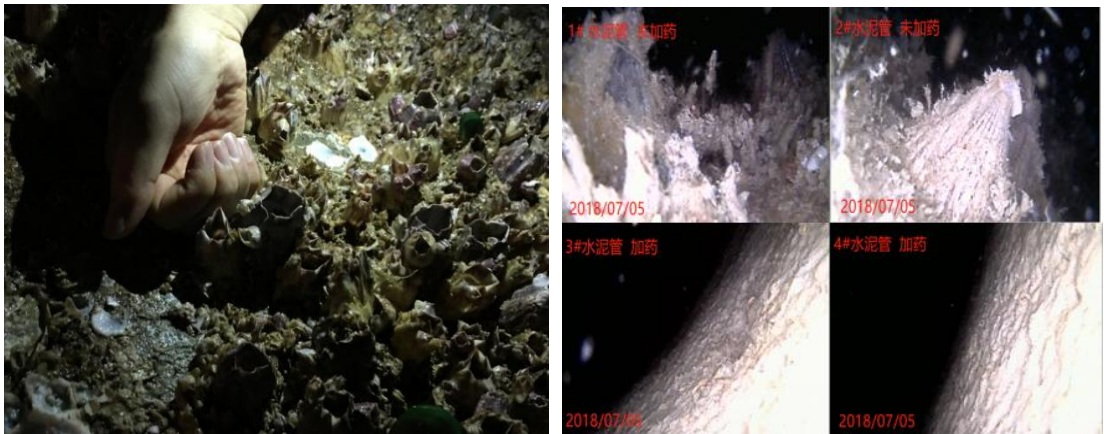


图 9 附着海生物化学抑制（左：构筑物附着的海生物；右：化学方法实施前后附着情况）

8. 核电厂冷源管理标准化研究

海南核电积极总结经验，进行冷源管理和技术的标准化研究，开发了国内首份冷源相关技术标准，填补了国内核电厂冷源防控领域标准的空白。



图 10 海南核电开发的冷源技术标准

三、成效与创新

（一）防控对象更加明确

海南核电在实践中摸索出新的堵塞物甄别和评价方法，明晰了取水口堵塞性海生物种类及其暴发期，使得防控更加及时和有效。



图 11 堵塞性海生物月历（左：堵塞物调查报告；右：风险月历）

（二）监视能力明显增强

冷源堵塞物在线监测预警系统的建立，使运维人员有了“千里眼”和“顺风耳”，可以实时了解取水区堵塞物情况。



图 12 堵塞物监测预警系统（左：拦污网受力监测；右：视频监控）

（三）入侵杂物显著减少

基于工程实践的取水构筑物主动导避技术，增强了对明渠内部的掩护，提升了拦污网抗风浪冲击能力。2020 年海工设计优化工程完工，后续机组运行显示，进入明渠的致堵性海生物及海漂杂物等堵塞物数量减少了 80%以上。



海堤改造后进入PX泵房垃圾量明显减少



由每月2000袋左右下降为每月270袋左右

图 13 导流堤疏导漂浮物远离取水口泵房区域堵塞物打捞量对比

(四) 拦截效果显著

拦截体系的优化和自动工器具研发应用使海南核电冷源堵塞物的拦截清理能力有效提升。



图 14 拦截设施优化（左：鼓网电机改造；右：除污机耙齿改造）

(五) 冷源管理标准化

海南核电通过建立相关技术标准，使冷源防控工作更加系统化、流程化，并编撰出版了国内首部《核电厂冷源风险管理》专著，在行业内推广，示范效果良好。



图 15 《核电厂冷源风险管理》出版物

四、总结与建议

海南核电冷源防控能力提升与工程实践行动，是一项集多个专题研究在内的综合性改造工程，首创并实现了对堵塞物主动导避理论，并运用纵深防御理念建立梯级拦截体系，拦大疏小，有效解决了冷源系统频繁堵塞的问题。另外，在实践过程中秉承早发现、早干预的理念

首创了冷源监测预警、取水一体化监视等系统，相关行动实施后，海南核电未再出现取水堵塞事件，公司年均增加发电收益约 1900 万元，节省运维成本约 900 万元，成为海南电网能源保供的压舱石，树立了核电冷源管理的标杆。

目前我国有大量滨海或近海厂址的火电机组，也直接或间接使用海水作为冷却介质，取水过程也经常面临被杂物堵塞的风险，如 2024 年 9 月 18 日，台风“贝碧嘉”过后，浙江浙能嘉华发电有限公司海蜇大规模暴发，对电厂正常生产造成了严重影响（据统计，在一周内拦截、清理海蜇超过 100 吨）。鉴于火电机组取用海水流程与核电相类似，故海南核电冷源工作成果对火电机组也完全具备适用性，相关防控技术及工程经验对火电领域冷源防控具有良好的推广价值。

受海洋环境变化和人类活动影响，堵塞物种类并非一成不变，冷源安全防控是一项持久工作，为持续提升冷源安全水平，在此建议：

（一）开展冷源暗取方式研究

相对明取海水形式，暗取取水凭借用海流程简化等优势后续会更广泛被采用，但其堵塞物防控经验还较少，需要深入研究，以适应电厂冷源取水多样化需求。

（二）开展高新工器具和技术研究

冷源设备设施多布置在水下，空间相对密闭，此条件下开展工作具有非常高的安全风险，需要研究和开发更多适用于特殊场景的高新工器具和技术，提高工作效率并降低安全风险。

（三）开展构筑物老化研究

滨海电厂冷源建构筑物多处于高温、高盐、高光照等恶劣环境，有关构筑物易在腐蚀、风化作用下发生老化现象，建议提早策划构筑物老化研究工作。

事故灾难

中国安能四川关州水电站透水事故抢险案例

推荐单位：中国安能建设集团有限公司
案例单位：中国安能集团第三工程局有限公司
团队成员：周刚 覃壮恩 曹智勇 钟汶均 宋洋
刘剑 吴欣 谢官桓

基本情况

（一）单位基本情况

中国安能集团第三工程局有限公司（简称“中国安能三局”），作为中国安能建设集团有限公司二级骨干企业，是国家高新技术企业，是应急管理部自然灾害工程救援中心直属成都基地，是国资委确定的唯一一家施工安全应急类企业，主要担负国家重大自然灾害工程救援和重点工程建设任务。

中国安能三局先后出色完成了 98 长江抗洪、西藏易贡山体滑坡堰塞湖排险、汶川抗震救灾、四川芦山抗震救灾、甘肃舟曲特大泥石流抢险、云南鲁甸抢险和京津冀抗洪抢险等 70 余次重大抢险救援任务，被表彰为“全国抗震救灾英雄集体”“国家级应急救援专业力量建设先进单位”。

中国安能三局先后参与了 180 余项国家大中型工程建设。建设了羊湖、直孔、藏木等 10 余座水电站，为西藏电力贡献了 75% 的装机容量，结束了西藏“点酥油灯照明”的历史；参建了金沙江、雅砻江、大渡河等多个梯级电站以及新疆最大的吉林台水电站；参加了三峡工程、西电东送、西气东输、南水北调等四大“跨世纪工程”，以及多项机场、输油供水管道等重点工程；建成的国内首座地下水封石油洞库，业内品牌信誉历久弥新。中国安能三局荣获“鲁班奖”“詹天佑奖”“大禹奖”、国家优质金奖、科技进步奖等多个奖项和国家专利，素有“世界屋脊铁军”“光明使者”等美誉。

（二）案例背景

甘孜州丹巴县关州水电站 3 号机组球阀密封环损坏漏水返厂维修期间，决定在 3 号机组引水压力钢管处安装闷头临时堵水。2022 年 1 月 12 日 13 时 43 分 16 秒，3 号机组闷头承压 36 小时 40 分钟左右，闷头体在水压力作用下发生爆裂，并迅速向开裂点两侧发展，爆裂部分闷头体完全脱离，上游水流高速涌入厂房，短时最大流量达 282 立方米每秒，约 200.5

秒后水位最高升至厂房尾水平平台高程上方 1.5 米，造成正在现场开展 3 号机组 A 级检修作业和修补尾水管脱落混凝土作业的 9 名人员死亡，直接经济损失约 4435.5 万元。

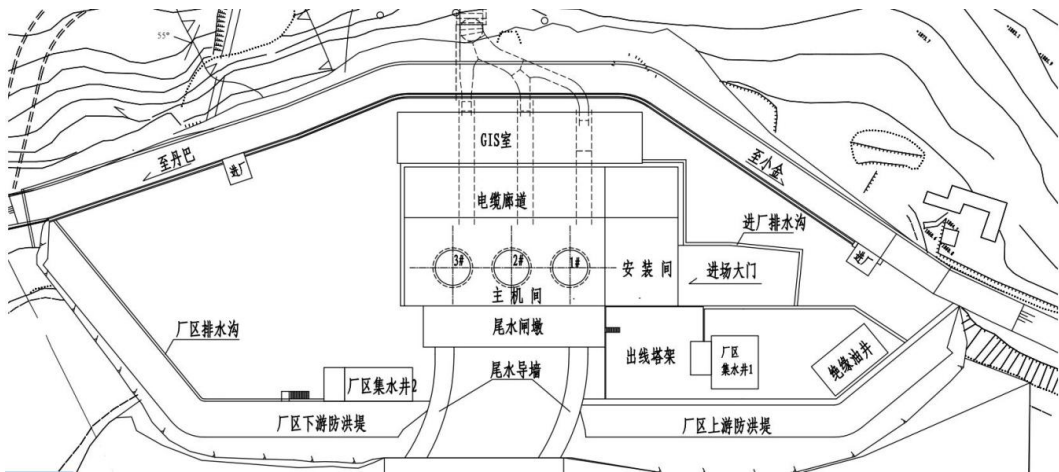


图 1 厂房枢纽布置示意图

电站主厂房为地面式，其中主机间从上至下依次为发电机层、夹层、水轮机层和球阀层，长 88.4 米，宽 49.7 米，高 14.6 米，体积约为 64144 立方米，呈梯形，上大下小。由于河面高程（1849 米）比水轮机高程（1841 米）高 8 米，三号机尾水闸门冲击变形，不能止水造成厂房基坑与尾水渠水位内外平衡，存在河水返渗问题。事故发生后，关州水电站中控室值班人员启动 2 号机组停机程序后撤离现场。关州水电站在 15 分钟内，于 2022 年 1 月 12 日 13 时 57 分左右关闭了引水隧洞进水口闸门，同时将大坝 6 孔闸门全开，逐步降低上游水位。

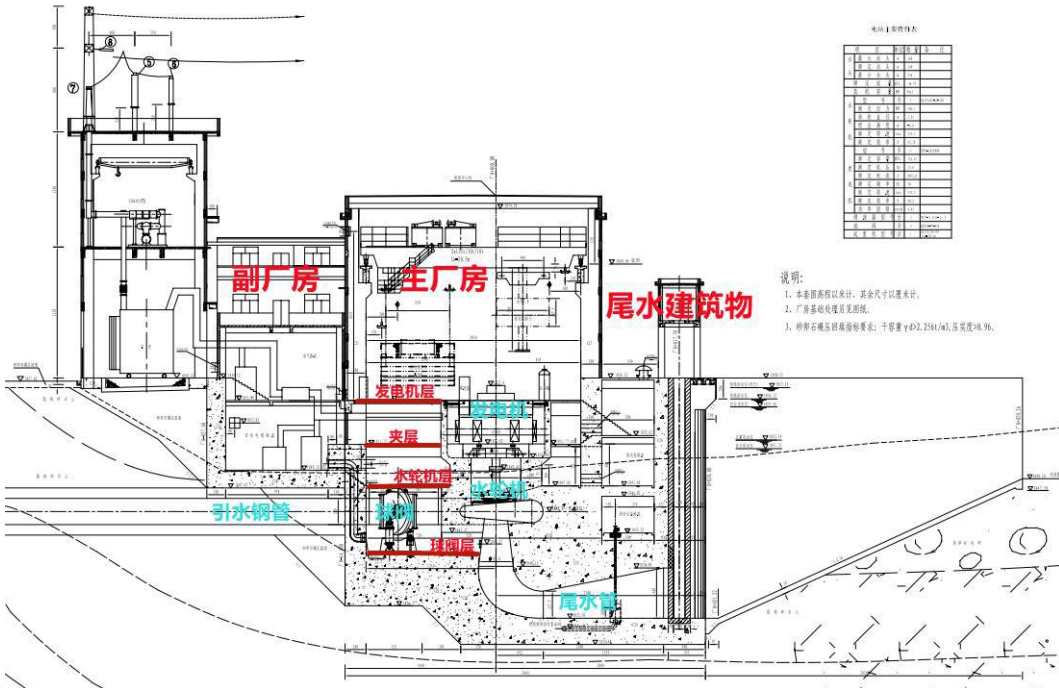


图 2 发电厂房剖面图

（三）案例概要

事故发生后，中国安能三局党委高度重视，第一时间启动应急响应。成都分公司总工程师带领先遣组 5 人火速赶到现场，第一时间与联合指挥部对接，主动申请受领任务，研究救援处置方案。

救援重点是，迅速搜寻被困人员。2022 年 1 月 12 日事发前，四川中源公司共 16 人在现场开展 3 号机组 A 级检修作业，其中 2 人在桥式起重机上作业，5 人在发电机层作业，4 人在 3 号机组下机架处作业（其中 2 人死亡），4 人分别在水轮机层 1 号机组和 3 号机组水车室作业（其中 3 人死亡），1 人在 1 号机组蜗壳内作业（死亡）。四川和源公司 3 名人员在 3 号机组开展修补尾水管脱落混凝土作业（3 人全部死亡）。四川小金河公司 3 人在发电机层和中控室工作。

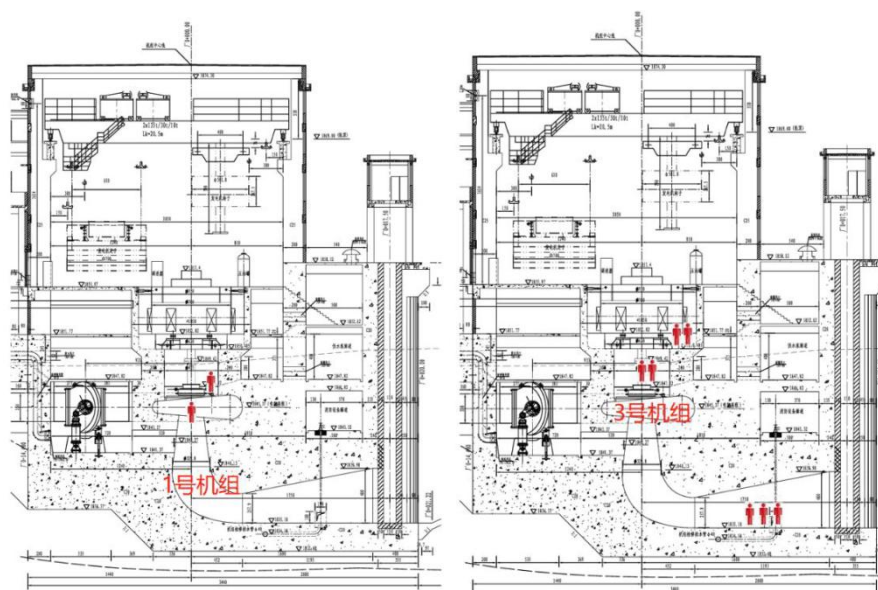


图 3 死亡人员事故前作业位置示意图

救援难点是，闷头爆裂的巨大破坏力造成整个厂区一片狼藉，高速的水流受厂房结构物阻挡快速向四周扩散，形成紊流；水位迅速上升，人员反应时间不足，卷入紊流，无法挣脱，不利于逃生，且事故发生在冬季的半高原气候区，寒冷与高原极端气候交织，水温较低且水中掺杂渗漏的油污，进一步减小了人员的生存可能，也给救援带来了较大的风险和难度。同时抢险救援人员还面临着二次涌水、高空坠物、墙体垮塌、高处坠落、无临边防护和随处可见的氧气、乙炔、氮气罐等风险。

经综合研判，抢险救援指挥部制定了“控制水源、抢筑围堰、修筑平台、快速排水、精准探测、全面搜救”的总体方案。中国安能三局专业救援发挥了关键作用，在参加救援的 35 小时中完成抢筑围堰、修筑平台、快速排水和全面搜救四大任务。

表 1 完成任务量统计表

序号	任务名称	单位	数量
一	抢筑围堰		
1.1	修筑便道	m	200
1.2	钢板路面	m ²	800
1.3	河道加深	m ³	2000
1.4	围堰堆砌	m ³	1000
二	修筑平台		

2.1	修筑龙吸水作业平台	m ²	100
2.2	救援平台	m ²	800
三	快速排水	m ³	85700
四	快速搜救		
4.1	协助解救被困人员	人	2
4.2	协助搜寻遗体	具	9

2022 年 1 月 14 日 14 时 48 分，最后 2 名失联人员遗体被发现，事故中 9 名失联人员遗体全部被找到。1 具遗体发现于消防大队门外水域，2 具遗体发现于尾水闸门口，6 具遗体发现于水轮机层。15 时 12 分，现场救援工作结束，各救援队伍累计排水量达 8.57 万立方米，整个救援历时 49 小时 32 分钟。

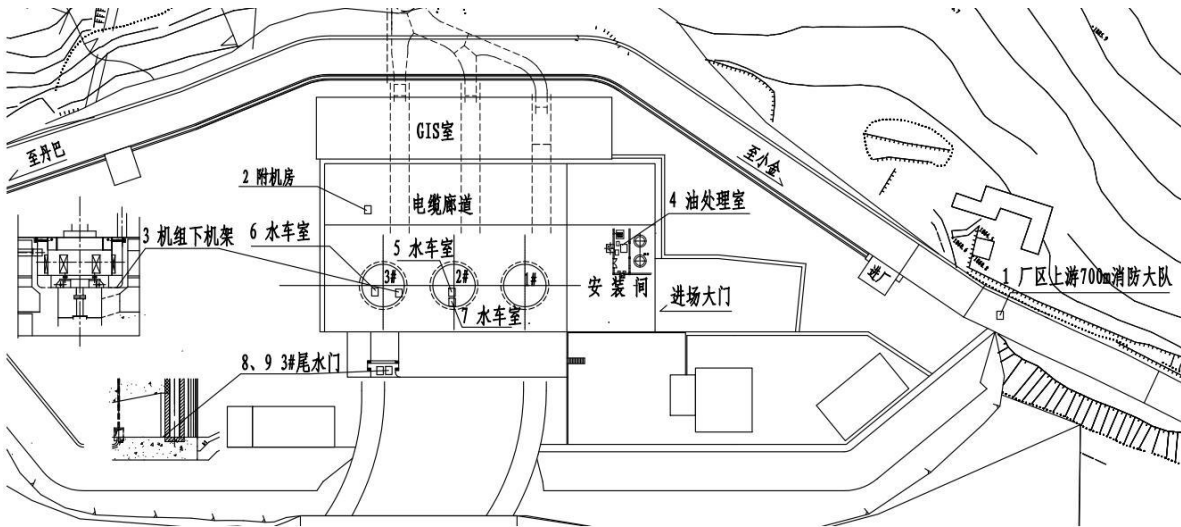


图 4 死亡人员发现位置示意图

二、主要做法与实践

（一）投入情况

在丹巴县关州水电站“1·12”透水事故应急处置前线指挥部统筹协调下，各方救援力量包括四川省消防救援总队、四川华荣能源公司华蓥山救护大队、中国安能三局成都分公司、四川蜀安嘉实业有限公司等 9 支救援队伍在内，共计 620 人分批赶赴事故现场参与救援工作。2022 年 1 月 12 日 17 时 25 分，中国安能三局先遣组（技术组）5 人、1 台指挥车从成都出发，当日 22 时 28 分到达抢险现场指挥部报到，受领了制定救援方案等任务。2022 年 1 月 12 日 19 时，第一梯队 22 人、10 台套装备从成都基地出发，2022 年 1 月 13 日 4 时 35 分到达抢险现场。

针对现场施救条件复杂、受损部位难以合闸止水、出水量大等情况，调集全省各类排水设备 20 台，生命探测仪、无人机、挖掘机、通信设备等 77 件（套）。中国安能三局携带的福建桥龙 3000 型龙吸水、迪沃 4000 型大功率抽排水车和 500 型一体化泵以及大型挖掘机发挥关键作用。

（二）制定方案

按照现场指挥部的部署要求，中国安能三局先遣组（技术组）现场踏勘、研判灾情，分析水电站结构和水情，2022 年 1 月 13 日 6 时 10 分完成《丹巴县关州电站“1·12”透水事故被困人员救援方案》上报联指审议决策，同时果断制定“围堰填筑（修筑平台）+排水+搜救”多点布

Figure 1 is a schematic diagram illustrating the layout of the water pump station and the typical cross-section of the dike. The plan view shows the arrangement of the tailwater gates (3#尾水闸门, 2#尾水闸门, 1#尾水闸门) and the submergence pump station (潜水泵布置区) with a capacity of 800 m³/h and a head of 20m or more. The submergence pump station has a capacity of 2300 m³/h. A tailwater channel (尾水渠) and a water intake pipe (抽水管线) are shown. A temporary road (临时道路) is located on the left. A water intake platform (龙吸水布置平台) is shown with a capacity of 8000 m³. A dike (围堰填筑) is shown with a height of 2m. A guide dike (丁坝) is shown. The left bank is a deep scour channel (左岸深淘河床导流). A typical cross-section of the dike is shown on the right with a top width of 4m, a height of 2m, and slopes of 1:1.5.

(三) 险情处置

2.加深河道，填筑围堰。2022 年 1 月 13 日 7 时，开始围堰作业，为降低围堰外侧水位同步进行河道加深。中国安能三局两名经验丰富的指挥员（兼挖掘机操作手）到场指挥调度，从尾水上游导流墙出水口到下游导流墙出水口填筑围堰阻水。抽调 10 台大型挖掘机，其中，5 台进行河道加深，5 台进行围堰作业，多台挖掘机接力，连续作业，加快围堰填筑进度，2022 年 1 月 14 日 10 时，形成长 50 米、上宽 4 米、下宽 6 米、高 10 米，约 2500 立方米的挡水围堰。

第一个作战单元布点在尾水渠围堰平台上,由中国安能三局救援队、华蓥山救援队等 4 支专业救援队负责,主要任务是在救援初期,将尾水渠积水排至小金河,同时还要负责阻挡河水倒灌。此单元以低扬程、大排量的龙吸水和迪沃永磁水泵等排水装备为主,方便轻巧、安装快捷,对前期快速大量排水发挥了重要作用。

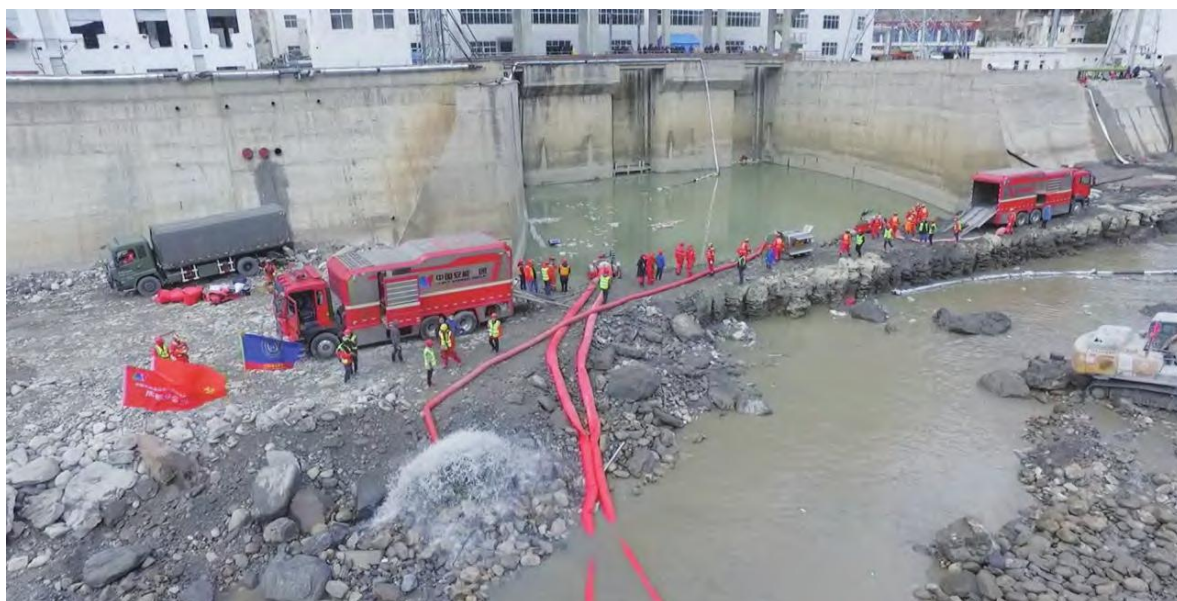


图 6 第一个救援单元（尾水渠大坝）作业图

第二个作战单元布点在电站内部发电机层 1 号、2 号机组位置，由四川省消防救援总队负责，主要任务是在设备扬程范围内将发电机层、夹层及水轮机层的水排至尾水渠。



图 7 第二个救援单元作业图

第三个作战单元布点在电站内部发电机层 3 号机组位置，由四川省应急救援总队负责。前期利用大功率高扬程水泵将夹层和水轮机层积水直接排至小金河；中期随着水位下降，替换中高扬程水泵，持续保持排水状态；末期因水中含大量泥浆，改用重载泥浆泵、砂浆泵以及永磁电机潜水泵把 3 号机组底部球阀层的泥浆全部排除。



图 8 第三个救援单元作业图

4.密切协调，精准搜救。2022 年 1 月 12 日 19 时，事故中 2 名被困人员已救出，1 具遗体发现在厂区上游 700 米消防大队门外水域。水位下降至机房负二层 2 米时，在抽排水的同时，搜寻人员以熟悉内部情况人员为向导，在做好危化防护的前提下，放皮划艇的入室搜寻。水位下降至负二层 50 厘米时，以熟悉内部情况人员为向导，相关专业人员在做好危化防护的前提下，徒步开展搜寻工作。水位降至负四层 40 厘米时，选派 8 名经验丰富的矿山救援队员从尾水渠挡水墙外出水口下水，进入球阀层开展地毯式搜索。2022 年 1 月 14 日 14 时 48 分，随着最后 2 名失联人员遗体被发现，事故中 9 名失联人员遗体全部被找到。

三、成效与创新

（一）反应迅速，处置得当。事故应急处置过程中，国家、省、州、县统筹协调，组织指挥有序。驻地政府及相关部门反应迅速，先期处置得当，疏散群众、信息上报、应急响应及时。现场处置科学快速高效，配合有力，无次生伤亡发生，舆情管控引导得当，未发生舆情事件。

（二）技术先进，方案科学。中国安能三局先遣组通过现场踏勘，经综合分析研判灾情，依据关州电站设计图纸，在最短时间提出以“控制水流、抢筑围堰、修筑平台、快速抽排、精准探测、全面搜救”为原则的应急处置方案，按流程上报联指审议决策后被采纳。

（三）方法灵活，注重协同。采取“多点布控、分列作业”的现场作业方法，边抽水边搜救、边评估边作业，迅速抽排厂房内积水，千方百计、不遗余力、争分夺秒开展抢险救援工作。充分发挥大功率抽排水装备效能，救援队伍和救援队员之间相互配合默契、作风过硬，以最快速度完成排水任务。

四、总结及建议

（一）建立应急资源库，前置应急救援力量。本次水电站透水事故属于典型的“黑天鹅”事件，事发突然、处置时间紧迫，危险系数较高、工作面难以打开、社会反响较大。政府应急管理部门应遴选一批施工经验丰富的企业，建立应急处置施工企业库。应急处置施工需要较多大型施工机械及熟练操作手配合作业，因此应建立应急处置多维立体专家库。同时，建立当地政府、企业、社会协同的应急救援物资信息库，就近统一调集抢险物资，实现快速、高效处置要求。

（二）建立信息共享机制，科学精准高效救援。“应”在平时，“急”在战时。针对目前

水电行业存在的突出问题，迫切需要主管部门对辖区内的所有水电站开展一次全面摸排，建立企业信息台账；地方救援队伍要主动为企业加强排危除险服务，与主管部门实现信息互通，按照“一企一策”思路针对性做好不同企业、不同事故类型的救援装备配置，预判性做好事故救援预案，实现精准高效救援。

（三）建立先进装备体系，提升新质救援能力。做好新时代“全灾种、大应急”抢险救援工作，“高、精、尖”装备是救援成功的关键。特别是近年来，各种极端天气、自然灾害高发频发，生产安全事故时有发生。人们对安全生产的期望越来越高，迫切需要建立一套符合新时代要求的救援装备体系，充分发挥科技引领作用，运用大数据物联网等信息化、智能化技术，完善装备配备标准，逐步改变“手摸眼看”“人盯死守”等传统救援方式，推动应急救援装备智能化、轻型化、模块化建设，实现新质救援能力快速提升。

（四）建立完善救援体系，突出组织指挥联动。建立完善的应急救援体系，是国家建立统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动的中国特色应急管理体制的需要，是应急救援工作顺利开展保障。本次救援让我们对进一步完善应急救援体系、克服队伍各自为战、形成应急救援“一盘棋”有了更深思考。各级政府、各部门应加强对安全生产专业救援队伍的统一管理建设，以及对社会救援力量的精心培育和统筹引导。

浙能海上人员落水应急救援系统应用案例

推荐单位： 浙江省能源集团有限公司
案例单位： 浙江省电力建设有限公司
团队成员： 陆盛斌 秦凯锋 张 森 朱 斌 林 镇
 邬丽峥 傅潇翟 王天钊 吴锡胜 徐毅伦
、 田 珂

基本情况

浙能台州 1 号海上风电项目位于浙江省台州市临海市海域，涉海面积约 23 平方公里。工程布置 40 台单机容量 7.5 兆瓦的风电机组，总装机容量 300 兆瓦，施工工期 12 个月，施工高峰期海上作业船舶近 20 艘，作业人员约 300 人。

习近平总书记指出：“保护人民生命安全和身体健康可以不惜一切代价”，为进一步提高海上作业人员生命安全技术保障能力，在项目实施过程中，开发应用了落水应急救援系统。该系统基于北斗卫星实现实时循环定位、通信操作，可通过卫星转发落水人员的准确坐标、时间等信息并实时告知救援中心，显著提高海上救援响应速度和搜救成功率。

二、主要做法与实践

（一）系统设计

1.落水报警系统

落水报警系统是一种依托北斗短报文通信的智能报警系统，主要用于保障水域活动者的安全。它由落水传感器、报警装置和监控中心三部分组成。当水域活动者不慎落水时，落水传感器能够感知到落水事件，水面触发落水触点产生报警信号。报警装置收到报警信号后，会立即触发警报，同时将落水者的位置信息通过北斗短报文发送给监控中心，极大提高救援效率，为落水者争取宝贵救援时间。



图 1 落水报警系统

2. 监控中心系统

监控中心系统包含监控中心建设、场外部分设备接入和系统平台搭建。平台运用物联网、大数据、云计算等现代信息技术，对接风电场监测管理系统、AIS、CCTV、VHF 等数据，加以算法分析，实现对风电场施工全周期全过程数字化安全管理，对海上风电项目海域内的人员、船只、施工作业实施在线监控和实时响应，实现区域集中管控和智能调度，确保海上风电项目的顺利进行和人员安全。



图 2 海上风电项目监控中心

3. 落水报警终端设备

出海人员除了穿戴专业救生衣外，还需佩戴落水报警终端设备，落水自动触发报警。在无信号的情况下，通过北斗卫星导航系统的定位与短报文功能进行空间及通信保障，确保施工人员生命安全。



图 3 落水报警终端设备

落水报警终端防护等级 IP67，磁吸充电，具备声音提示功能；人员落水后无需手动干预，3秒内自动终端开机，启动求助后有语音提示；北斗终端落水后会自动开机开始位置上报，每 30 秒上报一个位置，终端可连续追踪 15 小时以上。

4. 通讯方式

海上风电场区域存在网络覆盖空白区域，监控中心系统综合运用 AIS、雷达、VHF、CCTV、电子标签等多种设备，实现对工程区域内船舶和人员的动态信息实时采集，并对采集到的数

据进行分析、应用，对船舶的动静态信息实时跟踪与预警。当发生海上险情时，系统能够确保应急和救援的实时通讯。在海上落水人员搜救中采用 VHF 通信作为船舶之间以及船舶与海岸基站进行实时信息交流的主要手段，保持陆上搜救力量和海上通信的稳定传输。

(二) 系统应用

1.日常管理

为更好地应用海上人员落水应急救援系统，项目编制海上作业安全管理制度，组织开展教育培训与安全检查，具体如下。

- (1) 人员与船舶信息采集
- 人员及船舶进场前完成报验与审查，并对相关信息进行采集。人员信息包括姓名、单位、工种、身份信息和持证情况；船舶信息包括船舶类型、设备管理编号、检验证明和技术资料。这些信息都将被录入监控中心系统，以便于管理和追踪。
- (2) 落水报警终端的使用和信息核对
- 人员出海前进行安全交底，佩戴落水报警终端设备，开机确认设备电池电量，以确保设备正常。监控中心根据人员出海报备信息核对落水报警终端设备的远程信息显示情况，如信息有偏差将联系所在船舶进行确认后纠正，确保出海人员和落水报警终端设备信息一致。



图 4 海上作业安全交底

- (3) 实时监控
- 建立海上作业监控中心和值班值守制度，对海上作业船舶及人员进行 24 小时不间断实时监控。



图 5 海上作业人员实时监控

（4）定期巡逻

海上施工区域建立巡逻警戒机制，配备 4 艘警戒船在海上施工作业期间开展巡逻警戒。



图 6 警戒船巡逻警戒

（5）安全信息上报海事部门

与地方海事对接，双方共建海上风电智慧管控平台。项目方需每日统计船舶及在船人员信息并定时上报海事部门。

2.应急管理

（1）建立健全海上作业应急管理机制

成立海上应急救援组织机构，编制应急预案，各施工单位签订《海上突发事件应急救援互助协议》。

（2）建立政企医应急救援联动机制

海上风电建设单位、总承包单位、海事监管部门、地方医疗机构多方建立海上险情应急救援协同联动机制，共同构筑安全的海上施工环境，发挥集中协调管理优势，提高海上施工区域管理水平，实现区域集中管控和智能调度，提高安全管理水平。

（3）政企医联合应急演练

项目与浙江护航水上救援基金会及台州海事局联合开展海上风电作业人员落水应急救援演练。通过实战演练，检验突发事件应急预案和政企应急联动机制的有效性、适应性和完整性，加强政企医间的应急联动，提升应急协调和响应速度，确保落水人员搜救的高效率。

3.应用实效

演练复盘确认，落水报警终端设备能在入水瞬间触发报警，监控中心同步接收，准确显示落水者信息和位置。设备每 30 秒更新坐标，监控中心通过 VHF 与相关船只沟通，迅速组织救援。现场负责人依据坐标协调救援船只，无人机确认落水位置后，救援船只及时到达并完成打捞，全程用时不到 20 分钟。





图 7 联合应急演练

三、成效与创新

利用先进卫星定位技术，通过管理创新、组织优化和技术创新，实现政府、企业、医疗机构的联动，有效提升海上救援效率，确保作业人员生命安全。

创新点一：高精定位，自动发送信息

落水报警终端应用北斗卫星导航系统的高精度定位，水平误差与高程误差均在 10 米以内。人员落水后无需手动干预，会自动开机开始位置上报，并立即将个人信标的落水信息通过北斗卫星回传至陆地并展示在系统中。

由于风浪、海流、潮水等原因，落水人员搜寻是海上救援中最不可确定的因素，一般都会消耗大量的时间，导致错过救援的最佳时间。落水报警终端的研究与应用，解决了海上人员落水搜救的痛点问题，具有重大的意义。

创新点二：设立监控中心，24 小时在线监控

设置海上监控中心，安排人员 24 小时值班，在监控中心显示电子地图、现场信息、报警信息、弹图画面等，值班人员收到报警信息后立即通过救援管理平台调取报警源的定位信息。监控中心配置 VHF 通讯设备，能与通讯范围内的船舶进行高效通讯，第一时间联络救援船舶快速抵达现场对伤者进行紧急处置，加快响应速度，减轻人员损害风险，降低施救成本。海上监控中心的设立，解决了应急信息的高效汇总与报送、应急资源的统筹问题，大大提高了应急调度能力以及应急响应速度。

创新点三：应用无人机辅助救援

落水报警终端的定位精度在 10 米以内，但易受船舶自身定位漂移、风浪、能见度等因素影响。项目在作业船上配置搜救无人机辅助搜救，可具备扩大搜救范围、向落水者喊话、获取落水人员初步生命体征信息、实现与落水人员沟通、投掷救生圈等能力。

创新点四：多方协同，政企医联动机制

联合海上作业单位互助救援；与地方海事对接，双方共建海上风电智慧管控平台，信息共享，资源统筹，应急联动；与地方医院建立救援联动机制。多方协同联动机制有效提高海上人员落水救援效率，救援系统在施工实施过程中运行可靠，为工程提供良好的保障。

四、总结与建议

台州一号风电项目建立的海上落水应急救援系统，利用北斗卫星导航实现落水人员的实时定位和通信。该系统提高了海上救援效率，尽管初期投资约 400 万元加上每台终端 5000 元的成本较高，但对保障大规模海上作业安全具有重要意义。

系统的成功运行为海上作业安全管理区域集中管理和智能调度提供了实践经验,展示了卫星定位技术在海上搜救中的潜力。该系统的广泛应用将有助于实现快速、有效的区域性海上救援,带来显著的社会利益。

国际（跨境）合作

国家电投胡努特鲁电厂

土耳其 7.8 级地震应对案例

、 基 本 情 况	推荐单位：	国家电力投资集团有限公司				
	案例单位：	土耳其 EMBA 发电有限公司				
	团队成员：	张庆斌	杨轶文	王国庆	王 浩	叶勇健
		张 翼	杜 强	刘先进	洪德权	侯振超
		王 雷	李 群	罗 勇	王能强	雷 兵
		王明健	任晓龙	苗 毅	钟润辉	

情况

国家电投上海电力胡努特鲁电厂（以下简称“电厂”）位于土耳其阿达纳省尤穆尔塔勒克市，是中国“一带一路”倡议和土耳其“中间走廊”战略相对接的重点项目，是中土两国建交以来中资企业在土耳其最大的直接投资项目，总投资约 16 亿美元。电厂建设两台 660 兆瓦超超临界燃煤机组，配套建设光伏项目，是土耳其境内最先进、最绿色的“火光互补”电厂。

当地时间 2023 年 2 月 6 日凌晨 4 时 17 分，土耳其卡赫拉曼马拉什省发生 7.8 级地震，13 时 24 分再次发生 7.6 级地震，且伴随多次余震。地震造成土耳其 5 万余人遇难，经济损失超过 1 千亿美元。

地震震中距离电厂 110 公里左右，现场震感明显。电厂所在的阿达纳省周边三家电厂遭受严重损坏停机。此时正值冬季用电高峰期，地震灾区的电力供应雪上加霜，形势异常严峻。地震虽然造成电厂 1 号卸船机整体脱出轨道、2 号发电机氢冷器泄漏等问题，但作为该地区唯一未停机且保持高负荷运行的电厂，受到土耳其能源部高度关注。电厂全力以赴开展抢修保供，为震后救灾提供了稳定的能源供应。



图 1 土耳其 7.8 级地震震后灾情



图2 土耳其震后电厂保持运行状态

二、主要做法与实践

地震发生后，电厂立即启动地震灾害Ⅲ级应急响应，按照应急预案成立应急指挥机构，迅速组织开展应急处置。电厂与大使馆、当地政府、国内上级单位和境内外相关方建立高效的应急联动机制，及时报告各类信息，积极做好抢险抢修、物资保供、人员安置、保险理赔等各项应急工作。

（一）积极开展抢修保供

1. 迅速调整运行方式，保证电力供应。在保证人身安全的情况下，电厂组织人员全面排查厂内设备受灾情况。地震造成电厂1号卸船机整体脱出轨道，2号卸船机悬臂梁弯曲，2号发电机氢冷器泄漏，部分输煤系统设备和建构筑物地面、墙面受损等问题。



图3 土耳其7.8级地震震后电厂受损情况

由于电厂员工大多居住在伊斯肯德伦、尤穆尔塔勒克、杰伊汉及阿达纳地区，部分属地员工家中受灾无法到岗。电厂重新组织人员，将生产运行值班方式由四班三运转改为三班三运转。根据当地政府要求，保持1号机组满负荷运行，对漏氢加剧的2号机组采取临时隔离一台氢冷器等措施，保持负荷在560兆瓦，确保电力稳定供应。



图 4 震后电厂运行调整和氢冷器隔离操作

2. 加强事故预想和生产物资储运，防止机组非停。地震发生后当地余震不断，对安全生产带来较大风险。电厂密切关注当地气象部门灾害预警，对可能造成全厂停电的因素进行事故预想并开展演练，完善机组运行和电力保供措施。动态评估燃煤、燃油、液氨等物资储运情况，积极联系生产和运输单位全力保障生产物资，避免机组非停。

3. 第一时间争取中方技术支援，全力做好设备抢修。电厂积极争取国内各方技术力量支持，第一批中方 6 名设备技术人员于 2 月 9 日到达土耳其当地开展工作。电厂积极联系大型起重设备等设备机具，充分研究落实措施方案，两周内即完成 2 号发电机组励端 B 组氢冷器泄漏处理；检查并加固 2 号卸船机悬臂局部变形部位，对 150 米卸船机行走轨道进行临时处理，完成 2 号卸船机及 2 号皮带的试运转，确保燃料供应。受损较严重的 1 号卸船机仅用 54 天时间完成设备顶升、平移复位、切割替换等大量高难度工作，较德国专家预估时间提前近 10 个月。抢修期间 2 号卸船机单机运行，卸船 12 艘燃煤 94.11 万吨，保证两台机组 93.18% 高负荷率持续运行，每天向电网输送超过 3000 万千瓦时电量，直到灾区电力系统恢复，累计发电 31.49 亿千瓦时，为灾后救援、设施恢复及近 400 万居民用电提供了有力的保障。同时，电厂积极与保险公司协商、预赔付金额 287.26 万美元，切实减少地震造成的损失，保护国有资产利益。

（二）积极履行社会责任

1. 做好土方员工和家属安置。地震发生后，电厂迅速与所有土方员工联系，了解人员伤亡和家中房屋受损情况。整合厂内资源，在厂内安置了 11 个土耳其员工家庭和 73 名员工，共计安排员工及家属 108 人。

2. 积极捐款捐物，支援救灾。电厂主动联系大使馆、当地政府，为中国国家救援队提供救援方木 12 立方米、医疗夹板 100 套和救援车辆，并向灾区捐款 30 万里拉、捐赠 30 万里拉救灾物资，获得中国应急管理部及土耳其能源部的充分肯定与感谢。



图 5 震后电厂员工安置和捐款捐物



三、成效与创新

（一）牢固树立底线思维，有效提升灾害源头防御能力

土耳其地处安纳托利亚断层带，96%的国土位于地震带上，地质结构不稳，地震多发。电厂委托土耳其勘察公司进行了地震安全性评估，与华东电力设计院（主体设计）、土耳其当地设计院（海工结构）多次论证，决定按照9级地震烈度进行设计，确保建筑结构安全及热力管道抗震性能。

电厂主厂房、集控楼结构均采用钢结构，纵向、横向分别采用“支撑—框架”抗震结构体系，各层楼板采用现浇钢筋混凝土板，汽机房屋面承重结构采用钢屋架。在建设施工全过程严格落实管控措施，确保工程高质量投产。虽然增加了投入，但从源头提升了防灾抗灾能力，确保电厂安全抵御了土耳其“2·6”大地震，成为当地唯一一家未因地震造成停机并且保持高负荷运行的电厂，为救灾作出巨大贡献。

电厂在此次土耳其强震的优异表现获央视、新华社及国外主流媒体多次采访，相关报道阅读量总计超过7亿次，在国内外极大程度宣传了中资企业良好形象。



图6 2023年中央电视台“一带一路”·十年专题报道

（二）健全应急工作机制，持续提升应急能力

电厂认真学习贯彻国资委以及国家电投集团《关于全面加强高风险国家（地区）安全风险管控工作的指导意见》《境外公共安全管理体系》等相关文件要求，结合专业安全机构建议和其他单位的成功经验，针对性编制突发事件应急预案，涵盖1个综合应急预案和13个专项应急预案。结合境外项目特点，建立了突发境外事件应急组织体系，明确各级职责和应急措施；明确信息监测、预警及报告相关要求；规定了各类突发事件应急响应启动、处置及终止的程序、条件。电厂配备卫星电话、对讲机、应急救助包等物资，与当地专业医疗机构签订了医疗服务合同，在厂区内建立医务室，并配备救护车24小时待命。利用各种方式，加强防灾减灾救灾宣传教育培训，积极开展应急演练，提升各级人员应急能力。2023年10月国家电投集团、上海电力和电厂开展了“地中海行动”公共安全三级联动应急演练，央企及境外中资企业约50家单位参与观摩。在“2·6”大地震中，电厂紧急启动应急体系，在中国驻土耳其大使馆、国家电投集团及上海电力的领导下，积极开展各项应急工作，应急处置能力得到了检验。

（三）协同中国驻外单位，建立境外区域应急联动机制

在中国驻土耳其大使馆“一带一路”安全领导小组的领导下，成立了由各在土中资企业代表组成的安委会，负责联防联控机制工作体系的维护和方案的执行。电厂作为阿达纳安全区的组长单位，建设了紧急情况下撤离的集结点，常备各类应急物资，紧急情况下，可以迅速将人员撤离到使馆和总商会指定的机场或码头。同时与当地政府、事业单位构建良好的社会关系，必要时可以提供各种应急援助。

四、总结与建议

电厂坚持“预防为主”的应急工作方针，提高设备设施防震设计等级，严格全过程质量管控，从源头上提升防灾抗灾能力。结合境外项目特点，建立并持续健全应急工作机制，提升区域应急联动能力。在土耳其“2·6”地震中主动作为、处置高效，为当地抗震救灾提供了源源不断的电力供应，得到了土耳其能源部、当地政府、大使馆、中国应急管理部等境内外机构和组织的高度肯定，充分展示了能源央企的良好形象。

其他

南网广东电网综合应急基地

应急特勤队建设实践案例

推荐单位：中国南方电网有限责任公司

案例单位：广东电网有限责任公司应急及风险管理中心

团队成员：杨绍群 潘岐深 刘文松 蒋毅 郑松源
李维立 胡振维 张壮领 王隆 陈实
叶小川 付登辉 范智杰 李浩文 王子为
谭润添 周志远 唐海峰 朱永兴 申原

、
基

本情况

（一）背景

为深入贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾“两个坚持、三个转变”理念，加快落实南方电网公司“三体系、一机制”建设，广东电网公司提出《关于印发广东电网有限责任公司 2023 年创建“全国最好，服务国家”应急基地行动计划》，明确 2023 年 4 月前建设一支专常兼备、反应灵敏、作风过硬、本领高强的应急救援队伍。

（二）功能定位

南方电网综合应急基地应急特勤队（以下简称“特勤队”）聚焦定位为服务全过程抢险救灾，负责或协助提供电力突发事件现场先期处置、搭建现场指挥部、勘灾及通信保障、重点场所临时供电、清障及工程抢修、发电照明保障及后勤保障等，通过“一年两批、每批一年、平战结合、准军事化管理”的建设模式，逐步打造成一支拉得出、顶得上、打得赢的青年突击队。

（三）队伍情况

特勤队常备驻训队员 30 人，来自广东电网公司直属各单位，平均年龄约为 29 岁。特勤队实行严格全封闭式准军事化管理，日常围绕特勤队职责，开展涵盖各类应急救援知识技能的实训课程训练、各级应急演练及 24 小时备勤值守工作。在发生突发事件时，特勤队第一时间参加应急值班值守和应急处突工作。

二、主要做法与实践

（一）主要做法

1.创新驻训特勤队建设机制，磨砺电力应急尖刀

一是创新应用“平急结合”的特勤队准军事化驻训管理机制，按“一年两批，每批一年”的模式组建驻训应急特勤队，常备 30 名队员的应急力量，并建立特勤队急时快速征召机制，驻训特勤队员一年期满返岗后转为预备役，随时响应公司应急征召，确保应急响应期间具有充足的应急尖刀力量。二是严格推行《南方电网（广东）综合应急基地驻训应急特勤队管理细则》，明确队伍培训演练、内务标准、行为规范、战备值班及请假规范等要求，增强队伍管理规范

性。**三是**围绕特勤队职责，建立并完善课程体系。组织开展智能勘灾、通信保障、应急供电及照明、应急救援、医疗救护等五大类专业 14 个科目共 37 门驻地实训课程培训，并利用虚拟现实 VR 等高新技术及设施设备辅助训练，打造全能型队伍。**四是**常态化组织应急实战演练，定期开展大规模穿透性实战演练，队伍组建以来先后参加了“抗震 2023”应急演练、“御风 2023”防风防汛应急演练等 4 次大规模应急演练，针对性地提升了特勤队应用先进应急装备的实战能力。

2.坚持实战中练兵，在硝烟中成长

一是积极融入抢修现场各个应急环节，在实战中练兵、在磨砺中提升。特勤队始终坚持精锐尽出、深入参与一线应急处置，2024 年以来，助力公司成功应对 4 月韶关和清远、6 月梅州和桂林、7 月潮州等多轮特大暴雨洪涝灾害和历史最强秋台风“摩羯”，为保障高效、快速抢修复电，发挥了应急“尖刀”的重要作用。**二是**积极发挥先进应急装备优势，开展勘灾及通信保障、重点场所临时供电、清障及工程抢修、发电照明保障及后勤保障等专业前置工作，实现“前线”和“后方”高效联动，充分发挥了“现场参谋”和“抢险先锋”的作用，逐步成长为公司应急管理体系强有力的支撑力量。

3.强化党建引领，提升队伍凝聚力与战斗力

一是一对一结对帮扶，组织特勤队党员老队员与团员青年新队员“结成对子”，共建分组结对搭档，在应急装备使用与保养、应急技能提升训练等全方位进行指导，以此帮助队员快速提升技能，坚定理想信念。**二是**坚持党团队伍共建。以“以老带新、党团共建”理念，成立党员突击队及青年突击队，党员突击队同志担任青年突击队队长。“平”时同吃同住同训练，共享教授各类应急救援知识，做好“传帮带”；“急”时党员突击队带领青年突击队联合行动，共同奔赴一线完成任务。

（二）应急处置实践

9 月 6 日 16 时 20 分，第 11 号超强台风“摩羯”在海南省文昌市沿海地区一次登陆，22 时 20 分在广东省徐闻县沿海地区二次登陆，其中心附近最大风力达到 17 级以上，对海南、广东等地造成严重影响，出现房屋倒塌、树木倒伏、设施损毁、通信中断、电力中断等险情灾情，其中电力设施受损极其严重，电力供应形势严峻，电力抢修复电情况复杂，海南全省各市县用电受到不同程度影响，停电用户占全省用户三分之一，其中海口、文昌、临高、澄迈尤为严重；广东电网因灾累计停电超过 100 万户。

按照公司统一部署，综合应急基地主动对接湛江供电局、海口供电局、文昌供电局等单位，征召和组织特勤队共 40 人立即行动，全面出动勘灾无人机、照明无人机、钻孔立杆车、手机充电车、高通量卫星便携站、应急通信指挥车、数字集群对讲机、后勤保障车等先进装备 272 台套，支援湛江、海口、文昌、澄迈等重灾区，全力开展抢险救灾处置。

一是全力强化抢险救援通信保障。投入集群通信、宽带自组网、卫星通信、散射通信等多种先进通信装备 146 台套，搭建覆盖范围超 7 个镇区的可靠应急通信系统，率先实现断网情况下后方指挥中心、前线指挥部、抢险救灾现场之间的互联互通，构筑坚强的应急通信“生命线”，有效保障了超过 70 个各级前线指挥部、供电单位和大规模抢修作业现场的应急通信需求。

二是高效开展抢修复电。应用自主研发的新型智能勘灾装备，采用“前端智能识别+多机自动巡航”模式，以 2 倍于常规机巡的效率，开展大范围灾情勘察，累计完成超过 200 公里线路的勘灾作业，发现各类灾损 1000 余处，为抢修队伍快速提供抢修指引；应用钻孔立杆车和最新型的路履两用遥控多功能钻孔立杆机器人，高效开展拆接线和扶正立杆等工作，5 倍提升倒杆抢修作业效率，大幅降低作业安全风险，累计完成 73 基电杆的组立作业；应用系

留照明无人机协同应急照明灯塔提供大范围照明保障，为 **84** 个抢修作业现场解决夜间施工照明困难。

三是全力保障用户应急供电。向灾区属地供电局支援应急发电装备，为政府部门和人民群众提供应急供电保障，以最快速度点亮灾后“**第一盏灯**”，切实解决用电“最后一公里”的难题。累计提供应急发电车和发电机 30 余台次，有力保障了湛江市委、市政府等政府部门和超过 7000 名群众的用电用水需求，得到了广泛赞誉。

四是全方位提供后勤保障。应用先进的应急后勤装备，解决应急队伍后顾之忧。出动可满足 200 人用餐需求的应急餐车，解决大量抢修队伍进驻后供餐能力严重不足的重要问题；调派应急淋浴车为现场应急抢修人员提供淋浴服务，解决灾后断水洗澡难的问题；调派应急宿营车，保障特勤队员、现场发电车值班人员轮班休息。累计提供餐食、淋浴、住宿服务 **8420** 人次，有效提升了野外大规模持续抢修作业能力。



图 1 应急特勤队集结出发



图 2 国家能源局领导视察高通量卫星使用状况



图 3 应用“前端智能识别+多机协同勘灾”技术



图 4 应用 Mesh 自组网技术

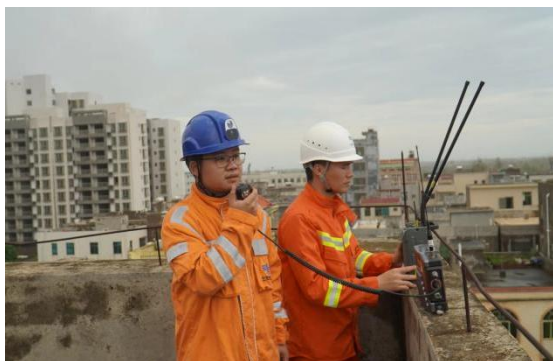


图 5 部署数字集群系统



图 6 开展灾区配网快速勘察



图 7 110kV 东旗线系留照明无人机提供夜间照明

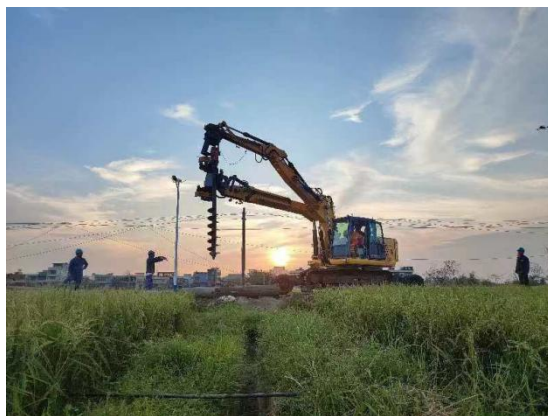


图 8 应用履带式钻孔立杆机器人



图 9 提供餐饮保障



图 10 保供电服务群众民生

三、成效与创新

（一）创新特勤队管理模式，应急处置能力得到显著增

强

创新应用“平急结合”的特勤队准军事化驻训管理机制，按“一年两批，每批一年”的模式组建驻训特勤队，常备 30 名队员的应急力量，平时开展应急实训、演练、拉练，提升自身应急技能水平，并以点促面带动公司应急队伍整体建设水平提升；急时作为应急“尖刀力量”，开展应急救援、灾情勘察、应急通信保障和现场保供电等先期处置工作。2023 年以来，特勤队已参与各类应急抢险救灾工作 10 余次，在广州、清远、阳江、湛江、潮州、茂名、梅州、

韶关、桂林等地留下足迹，为超过 200 万用户快速抢修复电。

（二）南征北战，队伍建设成效获多方赞誉

特勤队在应急演练、应急竞赛、应急处置中屡获殊荣、捷报频传。在南方电网公司 2023 年应急技能比武，分获团体和个人一等奖；获共青团中央授予“南方电网（广东）综合应急基地特勤青年突击队”荣誉称号（南网首个）；获抢险救灾表扬信 7 封。

（三）多方媒体报道，擦亮公司应急品牌

持续擦亮特勤队品牌形象。9 月摩羯台风抗击战中，特勤队的先进事迹被“一报一台一社”报道 4 篇次，省部级行业官方媒体报道 22 篇次（国资小新，中国电力报等），社会媒体报道 6 篇次（今日头条，澳门日报等）。其中，《中国电力报》以头版头条刊登《疾风知劲草 风雨见担当——南方电网国家级电力应急基地和研究中心抗击台风“摩羯”纪实》，全方位专题报道国家级电力应急基地和特勤队应急处置工作情况，全面彰显公司作为央企的担当。

四、总结与建议

在工作实践中，我们深刻领会到，国有企业专业应急救援队伍建设的关键是要以习近平总书记的应急方面重要论述为指导思想，一切以人民为中心，做到以下几方面。一是创新管理模式，探索符合电力企业的应急培训机制，做到有据可依，有条不紊，严守驻训及应急过程纪律。二是优化培训体系，强化演练实训，建立并完善多场景培训课程体系，不断巩固提升特勤队应急处置能力，做到功在平时，临战不惧。三是注重在实战中练兵、在磨砺中提升，在应急抢险的艰难环境下坚持磨炼队伍凝聚力和战斗力，打造“拉得出、顶得上、打得赢”应急强军。四是坚持党建引领，主动发挥党员突击队的先锋模范作用，坚持用党的科学理论武装头脑，凝聚队伍力量，打造“让党放心、让人民满意”的应急尖刀。