

# 电网设备如何走好现代管理变革之路

■ 黄琳

从1900座到2600座,从4万公里到8万公里……短短10年,浙江电网的变电站数量和输电线路呈现连年增长趋势,而运检人数却与10年前基本一致。

这一不对称等式背后,是国网浙江电力在设备现代化管理之路上的变革和探索。

## ■ 传统电网设备管理模式遭遇挑战

第一次工业革命后,大量设备投入到生产生活中,世界各国设备管理理念逐步萌芽。随着社会进步和经济发展,设备管理得到不断深化,呈现出多个阶段的演进特征:1950年以前的事后维修阶段,1970年以前的定期维修阶段和1970年以后的综合管理阶段,管理重点从单一关注维修设备到设备一生的管理和综合效益最优化。

在数字化浪潮和新型电力系统建设的推动下,传统设备管理模式正在不断遭遇新挑战。

以浙江电网为例,随着新能源大规模集中并网和分布式电源带来的电源结构性变化,特高压快速发展和配电网“有源化”延伸带来的电网结构性变化,电网“双高、双峰”特征日益凸显,给电网设备安全运行和可靠供电带来新的考验。

电网的高质量管理需要以高可靠性设备作为基础。当前,国网浙江电力系统设备新老并存,新设备尚处于不稳定期,老旧设备基数大、隐患多,许多设备处于典型故障“浴盆曲线”两端,设备运维保障压力持续加大。

此外,“人少设备多”也是当前国网浙江电力面临的一个挑战。目前,国网浙江电力管辖35千伏及以上输电线路8.24万公里,近10年增幅达87%;管辖变电站2661座,近10年增长33.4%;变电容量76.24万兆伏安,近10年增长131.3%。“电网及设备规模均保持快速增长,而一线运检人员数量近10年基本持平,人员承载量增长一倍左右。”国网浙江电力设备部副主任邹晖表示。

浙江电网是典型的受端电网,外来电占全社会电力消费的1/3。特高压换流站是浙江电网外来电的核心枢纽。2025年迎峰度夏关键期,三大特高压直流工程同时满功率运行,合计输送功率约占全省用电负荷的21%,一旦关键设备故障导致功率损失,将直接威胁全省电力平衡,这对特高压设备管理精度、技术研究深度、应急响应速度都提出了更高要求。

这些挑战不仅存在于浙江电网,也是国家电网公司系统面临的共同难题,该如何破解?

2021年,国家电网公司提出现代设备管理体系构想,发布《国家电网有限公司关于落实国企改革三年行动建设现代设备管理体系的通知》,并在浙江召开现代设备管理体系建设现场会,全力建设现代设备管

理体系。

## ■ 现代设备管理体系的浙江实践

2025年是国网浙江电力构建本质安全、智能高效的现代设备管理体系关键之年。

近5年来,国网浙江电力坚持先行先试,持续革新设备管理理念,稳步推进组织模式和业务模式优化,健全完善工作机制,积极建设应用一系列新设备、新技术,实现了设备管理的智能化、精益化跨越,“浙江特色、国网领先、精益高效”的现代设备管理体系省域实践示范正在浙江逐步落地实践。

国网浙江电力深度挖掘人工智能技术在专业领域的应用,推动传统人工巡视模式向“立体巡检+集中监控”的新一代输电设备运维模式转变,构建“主动感知、主动预警、主动处置”主动防御型输电智慧运检模式,实现输电设备的“可观、可测、可控”。

近日,国网湖州供电公司运检人员操控无人机将X光检测机器人投放到1000千伏安塘Ⅱ线上,机器人通过自身电机驱动滚轮“行走”,到达耐张线夹附近,在地面人员的控制下进行X光检测,并基于AI图像识别完成智能缺陷分析。

目前,国网浙江电力已实现220千伏及以上线路“无人机自主巡检+可视化智能识别+分布式精确诊断”三个100%,110千伏线路无人机自主巡检和重点区段可视化全覆盖。在全省构建地市级集中监控班,将最小工作单元由专业班组向巡检站延伸,打造“30分钟应急响应圈”。

在变电领域,国网浙江电力积极优化变电运维中心组织架构,构建“运检监”一体化集控站,推动专业管理和技术管理体系下沉至集控站,让运维人员从信号的被动接收者,转变为设备状态的主动监测者。

目前,国网浙江电力拥有运检双资质人员比例由2022年26.1%提升至71.2%,维护、检测、消缺类工作已全部由运维人员承担。运监双资质人员比例由2022年36.5%提升至81.6%。

杭州城北集控站,绍兴渡东集控站是国网浙江电力率先建设完成的示范集控站。集控站落地建成后,设备管理精细度增加50%以上,变电设备缺陷数下降70%以上,实现重要缺陷动态清零。

此外,数据显示,浙江共有特高压换流站3座、特高压变电站3座、超高压变电站53座,共同构成了浙江省以“两交三直”特高压为骨干、500千伏“东西互供、南北贯通”、各电压等级协调发展的坚强电网。

国网浙江电力打造纵深推进特高压设备主人制建设。在这一模式下,特高压站的每台设备都有明确的“主人”,他们如同设备的“全科医生”,全面负责设备的日常巡检、维护、缺陷消除和隐患排查等工作,确保设备始终处于健康状态。



1000千伏安塘线路航拍图。吴米佳/摄

国网浙江电力还构建“站长—设备管理工程师—设备主人团队”换流站技术管理体系,做强站级“大脑”,提高指挥决策和应急响应效率。今年以来累计处置各类设备异常178项,实现了直流“零闭锁”、调相机“零跳机”、主设备“零故障”跳闸,灵绍特高压利用率常年保持全国领先。

## ■ 现代设备管理体系的“未来式”

根据规划,国网浙江电力到2026年实现现代设备管理体系建设全域覆盖,这意味着现代设备管理体系建设将从“建成”走向“更好”。如何让这个体系持续焕发活力?需要一些新的思考。

当电网设备规模和设备管理承载力矛盾不断凸显,原有的生产业务模式与新型电力系统省级示范区建设愈发不匹配。国网浙江电力以深度优化生产组织模式为抓手,严格规范核心业务管理,推动技术管理向班组延伸,提高设备管理质效。

在持续总结超特高压属地化成效的基础上,国网浙江电力实施“运维先下放、检修后下放”两步走,推动县域输电设备属地化,逐步实现县域110千伏及以下输电设备全部属地化运检。分层分级推进全省深化设备主人制建设工作,打造“运检监”一体集控站,作为设备主人制落地执行最优单元。

设备全过程管理涉及多个部门和专业,当前在前端制造和投运后期皆缺乏监督。国网浙江电力探索打造新型技术监督体系,通过全过程监督、全过程管控、全专业协同、全要素保障,把好设备“入口关”,保障设备本质安全。

在国网浙江电科院,国网浙江电力设立技术监督

秘书处,成立技术监督部,各专业均落实监督负责人。在11家地市公司,实体化建设技术监督中心,推进技术监督责任基层落地。同时安排专业人员从设备可研、制造、安装调试、验收等环节开展技术监督。

设备高标准发展需要以高素质技能人才为本,国网浙江电力加强核心队伍建设,打造“能干会管”的设备管理队伍。一方面积极开辟员工多元化学习成长通道,围绕设备全过程管理,加快培养一批“懂设计、懂设备、懂施工、懂运检、懂创新”的“五懂”人才。

另一方面,国网浙江电力构建体系化、标准化、实战化的培训模式,通过集中自培、驻厂专培、跟班实习等形式,从能力上解决“不会干”的问题。探索优化考核激励模式,按季度或月度兑现评价结果,从思想上解决“不肯干”的问题。

科技是第一生产力,创新是第一驱动力。国网浙江电力将持续深化应用人工智能技术,让电网设备更精准可靠。试点开展智能仓建设,通过智能仓储系统,实现库存自动盘点,24小时库存无人化出入仓。一旦遭遇抗台抢险等应急作业,可快速精准匹配抢修所需资源包。

国网浙江电力还探索打造基于智慧电缆隧道的智能巡检示范区。以杭州、宁波和温州作为试点,开展四足机器人自主隧道巡检建设,部署可视化检测工作,运用AI视频分析技术,实现电缆隧道智能监控、异常精准识别,进一步提高电缆隧道运维效率。

数智时代之下,没有永远的传统行业,只有永远的创新者。

电网设备的现代化,不仅是技术的升级,更是一场管理理念与体系的重塑,其深远意义,终将体现在每一度电的光明与温暖之中。

# 可燃冰是理想的未来新能源吗?

■ 本报记者 张胜杰

近日,在广州举办的第十五届全国运动会和全国第十二届残疾人运动会暨第九届特殊奥林匹克运动会火种采集仪式上,备受关注的“源火”来自南海北部海域水深1522米海底,其排放几乎为零,成为最“燃”的黑科技。这也是全球体育运动史上首次在深海海底原位获取运动会“源火”。

火炬作为运动会上重要的象征,往往承载着历史与荣耀。其中,燃料作为火炬燃烧的核心,不仅受到化学工业发展水平的影响,还需考虑节能、环保、燃烧安全等多重因素。业内人士表示,本次运动会上使用的可燃冰,作为一种新型的绿色能源,带来了许多遐想和希望。



“选择可燃冰作为‘源火’,寓意深远。”广州海洋地质调查局高级工程师王静丽介绍,可燃冰学名天然气水合物,是一种由天然气(主要是甲烷)和水在低温高压条件下形成的类冰状结晶物质,其燃烧产物为二氧化碳和水,是一种清洁高效的能源。引燃深海可燃冰获取“源火”的创意,完美契合了本次全运会“绿色”办赛的理念和宗旨。

据了解,这是全球体育史上首次在深海海底获取绿色“源火”。其中,关键的深海“源火”采集装置由广州海洋地质调查局牵头、东海实验室和浙江大学海洋学院团队联合研制。

可燃冰作为一种新型能源,具有丰富的储量和高密度优势,被认为是“21世纪理想的替代能源”。据测算,在标准状态下,一体积的可燃冰可分解出160至170体积的甲烷气体。为此,全球已有多个国家投入大量科研力量进行勘探与开发技术攻关。

南方海洋科学与工程广东省实验室(广州)主任、中国工程院院士张德胜此前曾表示,海洋里面有丰富的烃类资源,包括天然气、天然气水合物,特别是天然气水合物。地质科研机构已经发现了南海粤港澳大湾区连接海域有丰富的可燃冰资源,也锁定了许多远景区、2个千亿方级矿藏区。

谈及我国可燃冰的开发进程,中国(深圳)综合开发研究院前海分院副院长、可持续发展与海洋经济研究所胡振宇告诉记者:“近几年,我国已实现‘试验性试采’突破,目前正向‘生产性试采’稳步迈进。”

据胡振宇介绍,我国已在南海神狐海域实现两次标志性试采突破,技术指标居世界前列。其中,2017年首次试采,实现连续稳定产气60天,累计产

气超30万立方米,标志着我国成为全球首个在海域可燃冰试采中获得连续稳定产气的国家;2020年第二次试采,完成从“探索性试采”向“试验性试采”的跨越,攻克泥质粉砂型储层(全球主流难采储层类型)开采难题,产气效率、稳定性进一步提升。“如今,我国正准备第三次试采。”胡振宇向记者透露。

尽管此前我国已经取得两次试采成功,但业内人士普遍表示,要在2030年实现可燃冰商业化开采,还有很多科学问题待解。

“可燃冰首先面临的核心技术瓶颈是难采储层攻关与装备自主化不足。”胡振宇分析,我国可燃冰主要赋存于“泥质粉砂型储层”,具有特低孔隙度、特低渗透率的特点,现有开采技术,如降压法产气效率低、稳产周期短,水平井、群井开采等关键技术尚未成熟。同时,深海探测装备(如高精度地震系统、ROV潜水器)、钻采核心部件(如保温保压取心工具)部分依赖进口,自主化装备的可靠性、经济性待验证。

此外,不容忽视的是,可燃冰的开采成本远高于传统化石燃料。“当前,可燃冰开采成本约为传统天然气的3至5倍。”胡振宇说。

据了解,目前业内人士对可燃冰的发展前景持两种不同观点。“曾经,页岩气也被视为‘无前景’,如今已成为美国能源独立的核心支撑。可燃冰的突破同样需要时间、耐心与持续投入。”胡振宇举例说,“否定者忽视了能源技术的‘迭代规律’以及我国具体的能源国情;肯定者需正视短期难度,避免盲目乐观。”

胡振宇强调,可燃冰不是“短期救世主”,而是“长期战略储备”,应以“战略眼光”看待,以“稳步推进”突破。

本报讯 10月13日,国网信通中心联合国网四川信通公司与长飞光纤光缆股份有限公司在四川完成空芯光纤复合架空地线(OPGW)光缆的架设及接续工作,标志着空芯光纤在我国电网环境实现首次应用验证,为电力通信网络传输能力的进一步提升开辟了全新路径。

随着新型电力系统建设加快推进,特高压柔性直流、电力数据中心互联互通等应用场景对电力通信网络的传输时延、传输容量提出更高要求。当前,行业普遍使用的玻芯光纤受材料特性限制,存在传输时延高、非线性效应明显等技术瓶颈,此次应用空芯光纤具有理论传输损耗减少约50%、理论通道时延降低约30%的技术优势,应对上述场景中的高性能通信需求具备较强应用潜力。

光纤在电网中的主要载体是OPGW架空光缆,然而当前基于空芯光纤的OPGW光缆研究及应用尚处于空白,国网信通中心组织相关单位对该型光缆的相关典型结构及关键参数进行了研究及多轮试验,初步攻克了光芯纤芯密度、温度附加损耗等难题,成功实现了光缆的试制及本次试点应用。现场测试结果显示,通信传输时延3.38μs/km,光纤单芯损耗不高于0.11dB/km,成功完成相关测试。

这次由理论到实际的成功应用,为电力通信网络实现超低时延、超长跨距业务传输提供了宝贵经验。后续,国网信通中心将对空芯光纤长期运行过程中的各项指标进行持续监测,进一步验证电网环境中各因素对其影响,为后续的深入研究验证及优化改进奠定基础。

(李扬)

## 空芯光纤实现首次电网环境试验验证

能力和水平,共同推动澜湄区域电网互联互通。

目前,南方电网公司已连续举办三届澜湄区域电力技术及标准交流会,以电力合作为纽带开展了诸多开创性实践,成立了澜湄电力技术国际合作联合实验室,承担ISO机械储能技术标准委员会秘书处工作,发布73项国际标准;成立了中老电力标准合作委员会,作为促进会的机制化延伸,将进一步深化两国电力标准合作,推动互联互通项目落地。

2025年,是海南自贸港封关运作起始之年,也是澜湄合作机制领导人会议召开十周年。此次活动的成功举办,为澜湄区域电力领域搭建了一个高规格、高水平的交流合作平台,通过标准引领,各方将进一步加强合作,共同应对能源转型过程中的挑战,推动能源合作朝着更加高效、绿色、可持续的方向发展,构建澜湄命运共同体。(郭卫华 宋平平)

## 2025年澜湄区域电力技术及标准交流会暨海南世界标准日活动举办

# 共话澜湄区域电力合作新未来

本报讯 10月14日,2025年澜湄区域电力技术及标准交流会暨世界标准日活动在海口举办。来自柬埔寨、老挝、缅甸、泰国、越南等澜湄国家电力专家,中电联、中国南方电网公司、海南省市场监督管理局及驻琼电力企业代表100多人齐聚一堂,共商澜湄各方更高水平、更深层次的电力技术及标准化合作。

此次活动由中国南方电网公司主办,以“世界标准日”为契机,以“标准促进合作 助力澜湄区域能源

可持续发展转型”为主题,旨在进一步扩大国际影响力,拓展澜湄区域电力领域交流合作平台。在学术交流环节,老挝国家电力公司、缅甸电力部、泰国国家发电局、越南电力集团、越南北方电力总公司,以及南方电网公司相关单位代表围绕电力技术创新、标准制定与应用等核心议题开展研讨,分享最新的研究成果和实践经验,深入探讨如何通过标准合作促进澜湄区域能源可持续发展转型。

据了解,2023年1月10日,由中柬老泰四国企业共同发起的澜湄区域电力技术标准促进会正式成立,并于当年举办首届电力技术及标准交流会,为澜湄区域加强电力标准体系兼容、加快推进电力互联互通,提升电力技术和装备的标准化、国际化水平搭建了“国际桥梁”。近年来,澜湄区域电力技术标准促进会已扩员到六国,各方在产能合作、跨境经济、电力贸易等领域开展深度合作,全面提升区域标准化