

百米高空练就带电作业绝招

■本报记者 王林 苏南 董梓童



暮春的齐鲁大地,地表温度已超30摄氏度。在百米高空,一人身穿银色屏蔽服,灵活穿梭于输电导线间。安全帽檐下,汗珠接连滚落。国网山东超高压公司输电运维三班班长李敏正开展带电作业。

从一名巡线新手到主导无人机集群巡检系统的技术领军人,“85后”电网“尖兵”李敏以创新为刃,引领特高压线路运维实现从“人巡”到“智巡”的历史性跨越。“铁塔立在哪儿,责任就在哪儿!”李敏说。他身后延伸的银色导线,如同大地之上跳动的能源脉搏,见证着这位电网工匠守护万家灯火的初心。

■攀登——

爬塔高度堪比30座珠峰

带电作业人员被誉为“在刀锋上起舞”的人,他们或驻守重大活动电力保障现场,或攀爬于百米之上的电网工程建设高空,或忙碌在特高压带电作业检修一线……在不同现场,他们用实际行动勾勒出电网人的美丽身影。李敏,正是他们中的一员。

2011年,成为一名电网新人的李敏,将大部分时间投入训练,反复操练爬塔、走线等基本操作,只为提升身体素质和技术水平。也是在这一年,他的师父王进完成世界首次±660千伏银东直流线路带电作业,保障山东省近1/10总负荷的平稳输送,这深深震撼了初入职场的李敏。

他意识到,带电作业这份工作不仅光荣,还是沉甸甸的责任,电网人的使命正是在高空守护万家灯火。每一次开展带电作业,他都会爬上至少30米高的铁塔,以最快的速度进入电场,并在高压电包围下开展精细化操作,每一分每一秒都是对技能、体能和心理素质的考验。

“在超高压带电作业团队工作期间,师傅对我的帮助和影响很大。”李敏说,

“在他身上,我不仅学到精湛的技术,更学到精益求精、爱岗敬业的职业精神。”

随着山东经济社会发展不断提速,坚强可靠的大电网支撑愈发重要。为减少停电时间,李敏和同事们带电作业的频次从一年十几次增长到一个月十几次,他对自己的要求也越来越高。参加工作以来,他累计爬塔3000余基,相当于30座珠峰高度;走线2000余千米,超过北京到广州的直线距离;零失误完成超特高压线路检修任务120余次,作业时间超过500小时,避免损失电量近2亿千瓦时;创新成果获省级以上奖项26项……

■突破——

山东特高压带电作业第一人

穿上重达8公斤的带电作业屏蔽服,冬季寒风刺骨如坠冰窟,夏天闷热不透气,最考验人的还有技术要求。

2012年,国网山东电力举办带电检修技能竞赛,入职半年的李敏参加了集训。几十米的铁塔,他比队友们多爬七八趟,晚上还主动加学两三个小时。凭借苦练劲头,他荣获全国电力行业职业技能竞赛个人奖第二名,成为国网山东电力最年轻的“全国技术能手”。此后,他用7年时间接连实现从国网山东电力到全国五级技术能手的“大满贯”,练就带电作业“快、准、细、稳”的绝招。

李敏不仅积极学习各类带电作业尖端技能,还主动承担急难险重任务。2017年12月19日,在1000千伏泉乐线83号铁塔上,一处间隔棒的子导线线夹损坏,若不及时替换,极有可能造成严重故障。李敏主动请缨担任等电位电工,并最终采用“吊篮法”进入等电位,完成山东省首次特高压线路带电消除缺陷作业,标志着国网山东电力在电网运维检修领域达到世界领先水平,他也由此成为山东省

特高压带电作业第一人。

全国五一劳动奖章、山东省富民兴鲁劳动奖章、齐鲁大工匠、国网劳动模范、入选全国首批“大国工匠”人才培养工程……越来越多的荣誉让李敏感觉到,身上的担子越来越重,责任也越来越大。

“每次攀上几十米、几百米的高空,心中总有特殊的自豪感。无论城市还是乡村,每一度电、每一盏灯,都有电网人默默守护。不断满足经济社会发展和人民群众美好生活的用电需求,是我们电网人始终如一的奋斗目标。”李敏说。

■智变——

引领智护特高压的电网“机长”

“无人机应用能提高输电线路智能巡检水平,还能实现对带电作业点的精准定位”“特高压拥有独步全球的领先技术,我愿做一颗螺丝钉,用创新迎接挑战,用心守护特高压电网安全”。李敏说。

从电力新人到山东省特高压带电作业专家,李敏见证了山东省超、特高压线路巡检由“人巡”到“机巡”再到“智巡”的创新转变和技术变革。2014年,他牵头组建无人机巡检团队,钻研无人机操控技术。2017年,国网举办首届无人机巡检技能竞赛,李敏带队一举斩获团体第二和第三人第三。

一次操控中型无人机巡检时,无人机GPS信号突然中断导致航向偏移,径直向村庄方向飞去。李敏迅速操作,将油门降到最低,无人机滑翔十几米后安全降落在村庄附近的麦田。“那次让我明白,智能化才是出路。”李敏坦言,之后他便开启无人机智能化巡检的技术攻关之路,2018年在500千伏聊长线率先开展国网首次无人机自主巡检现场测试,实现无人机一键放飞、自动定位和自主拍照。

创新脚步永不停歇。2020年,李敏带队率先实现超、特高压输电线路的无人机自主巡检山东省全覆盖,全程参与国网设备部“输电线路无人机巡检图像智能识别技术”攻关,无人机机巡图像智能识别率达85%,提升线路综合巡检效率6倍。2021年,他和团队探索无人机机巢巡检,在特高压变电站和密集通道部署机巢。这是国网首次开展输、配、变电站无人机自主巡视网格化覆盖应用。2024年,他加入“进·新”创新团队,和同事共同开展技术研发工作,“无人机+导线挂架+电动升降装置”的带电作业新模式实现作业人员爬塔“一键升降、地面直达”。

伴随螺旋桨的轰鸣,银色“铁鸟”掠过巍峨铁塔,在特高压导线上投下灵动的光影。从身体力行守护电网,到用智慧保障线路安全,李敏的创新征途始终向着光明的方向延伸。正如他所说:“当创新成为本能,守护就有了更深层次的意义。”



■杨兵

特高压直流输电作为运用于超长距离输电的先进技术,被称为“电力高速路”,是一张闪亮的国家名片。

南方电网超高压公司昆明局高级工程师黄剑湘,就是守护“电力高速路”“智慧大脑”的技术专家。今年35岁的他,从事特高压直流输电保护系统运维12年,勇闯技术“无人区”,为我国特高压直流输电技术从“卡脖子”困境迈向全球领跑作出突出贡献。

在我国直流输电迈入特高压时代之际,黄剑湘参与运维了云南—广东特高压直流工程直流输电保护系统。当时,该工程的直流控制保护系统设备尚未国产,维修技术依赖外方专家。黄剑湘向外方专家虚心请教设备内部原理,对方却用几百页的英文使用说明应付解答。

“这种被‘卡脖子’的滋味让人难受,就像给你一台组装好的电视,只会按遥控器,不懂内部构造。”黄剑湘决心解码直流控制保护技术“黑匣子”。为此,刚工作的几年,他大部分时间驻守在离昆明10小时车程的普洱换流站现场,40多天回一次城,每天从早干到晚,一遍遍查阅技术资料,一点点吃透技术原理。

设备24小时运行,黄剑湘24小时待命。2017年,该工程排查出一个隐蔽数年的重大安全隐患。当时他婚期将至,但还是选择坚守在控保室加班,想出消除隐患的技术路径后,匆匆用1天时间举办婚礼,又赶回到实验室验证技术路径,彻底解决隐患。

黄剑湘不放过任何一个学习实践的机会。2018年,他请缨加入世界首条±800千伏特高压多端柔性直流输电工程——昆柳龙直流工程筹备建设工作。

作为世界上电压等级最高、输送容量最大的多端混合直流工程,该工程为多端柔性直流输电,就像为电路装上智能开关,精准控制进出、方向和流量,国际上无先例,多端协同技术难度巨大。

从2017年工程生产准备启动,到2020年全面建成投产,黄剑湘全程坚守在工程设计、研发、建设一线。驻扎设备生产厂家300多天,他从源头参与研发和设备运行实验;带领团队深入施工现场,平均每天解决1.7项技术难题;完成8大类、共12万多字的专业报告编写,实现特高压柔性直流领域首套技术资料的系统储备。

昆柳龙直流工程提前半年投产,乌东德水电站发出的电能经昆北换流站变压器和换流阀升压,以每秒30万公里的光速送往粤港澳大湾区,标志着中国特高压技术在国际上真正实现从跟跑到领跑的飞跃。

经过“大战”与“大考”的磨砺,黄剑湘成为特高压直流控制保护系统的权威技术专家,任何疑难杂症都能“手到病除”。仅去年一年,他就牵头组织开展74次高压直流输电工程不停电抢修,实现迎峰度夏期间直流“零闭锁”。他还带领团队牵头开展50余项科技攻关,研制出特高压直流保护检验检测装置数十套,获得授权专利252项,配合国家相关部门编写该领域国际、国家、行业等标准30余个。他领衔的创新工作室培养出10名行业级、省部级技术状元和技术能手。

作为黄剑湘徒弟的王加磊这样说:“出现任何一个故障,师傅都不满足于解决眼前麻烦,而是全链路分析,最终形成系统的解决思路,这个工作习惯是我最敬佩的。”

守护西电东送「高速路」

——全国劳动模范黄剑湘的故事

能源工匠



智能掘进有“尖兵”

■本报记者 杨沐岩

“趁着年轻就多干,在一线,不实干没有未来。”作为中煤陕西公司大海则煤矿第一智能掘进中心党支部书记,王学峰经常这样给同样年轻的队员们加油鼓劲。入职10年来,他从煤矿司机做起,一步步成长为青年职工中的佼佼者。

活跃的思维加上丰富的一线经验,王学峰带领煤矿第一智能掘进中心紧跟智能化转型契机,持续改进和优化技术,不断提升掘进作业“含智率”,实现减人、增安、提效目标。他也和团队积极总结经验,增进行业交流,培养出更多“一专多能”型人才。

■掘锚战线一柄“尖刀”

掘锚队是煤矿的“开路先锋”,掘进机械就像地下的坦克,在煤层中向前推进,挖掘出新的巷道,而锚杆、金属网、喷射混凝土等紧跟其后,加固巷道顶部和两侧防止塌落。自2015年入职以来,王学峰从掘锚一线最苦、最累的岗位干起,逐渐与团队一起成为掘锚战线上的一柄“尖刀”。

初入煤矿,王学峰就在煤矿司机岗位锻炼,近百吨的“大家伙”,动辄几吨重的零件需要反复拆装,检修起来哪个动作都不是轻而易举。抡大锤、扛油脂,在幽深的巷道中锤炼,他掌握了全套检修操作技能,各种疑难杂症、故障问题也都能熟练解决。他先后担任班长、副队长、党支部书记,实现了一名基层工人职业生涯的跨越。2024年,在他带领下,第一智能掘进中心安全掘进超11000米,多次打破大海则煤矿单月掘进记录,有效保障全年回采接续。

面对难题,王学峰总能挺身而出。2024年11月,在大海则煤矿南翼泄水巷掘进期间,为满足设计高度,需破除部分顶板岩层,最大破顶3.5米,且持续破顶长度达314.8米,给正常掘进带来挑战,稍

■优化智能掘进技术

有不慎还可能发生顶板坍塌事故。他冷静应对,迅速组织骨干攻坚摸索,分析破顶原因,果断改变施工工艺,将锚杆排距由1.2米缩短至0.8米,及时补强支护,并亲自操作掘锚机,直至地质稳定段。

在煤矿普遍推行智能化设备的当下,智采智掘成为煤矿提升安全生产水平的重要抓手。王学峰带领的团队,正是依靠智掘成为回采的“开拓尖兵”。据他介绍,通过基于5G网络技术,配合成套快速智掘装备,在复杂的地质环境中让巷道开拓更安全、更高效、更少人。“智能自动截割能减少人为操作的延迟、重复、失误现象,增强连续作业能力。运输系统、电气设备远程启停,极大提高人工操作效率,实现自动化减人。而工作面设置电子围栏系统,可以实现接近危险区域自动报警、自动停机功能,保障作业安全。”

然而,掘进和锚护面临的情况瞬息万变,当前掘进面仍是煤矿智能化渗透率较低的部位,相关智能装备的运用仍处于尝试和探索阶段。王学峰以勇于创新的思维,不断进行技术改进和优化。“我们团队每年都会形成创新成果20项左右,不仅在技术层面实现突破,成本控制与经济效益提升成效也十分显著。”

王学峰介绍,通过完善人员接近预警系统,第一智能掘进中心在掘进工作面实现人员与设备之间

的精确测距、自动报警和停机,防止生产过程设备误动作造成人员伤亡,让掘进安全更有保障。他还带领技术人员加装联网语音通讯系统,让地面集控中心与井下实现通讯联动,缩短掘进指挥“距离”。通过“地上+地下”布置远程集控系统,实现掘进工作面皮带运输、自动截割协同控制,让掘进“含智率”显著提升。“锚护方面,我们创新使用智能自动打钻,作业人员只需定好支护眼位并按下启动按钮,钻机即可自动进行打钻作业,无需传统手柄式操作,相关操作人员可由4人减少为2人。”

■培育“一专多能”人才

“当前,掘进过程中的围岩识别、精确地质模型构建仍是难题。只有实现自动截割、自主动态调节掘进参数,智能掘进才能有质的提升。”王学峰表示,目前煤矿面临地质构造复杂,现有智能设备对地质构造的动态变化监测能力有限,在遇到未知岩层时无法自主调整参数。“智能化需要既懂掘进生产又懂智能化、信息化的技术人员,但现有人员以传统机械、掘进专业为主,智能化技能不足,工人难以快速适应新技术,导致设备使用效果、运维能力受限。”

“伴随智能化发展,需要更多掌握智能化设备操作与维护的技能人才,需要专业人员熟悉各类智能化采掘、运输、监控设备的操作原理和方法,对故障进行简单的诊断和排除,确保设备正常运行。”



王学峰坦言,这对工人技能提出跨学科、持续学习与团队协作的高要求。“需要通过系统化培训、激励机制、文化凝聚等多维度策略,实现人机协同与减员增效的平衡。”

为培养适应智能化转型的技能型工人,王学峰带领第一智能掘进中心推行“师带徒”“老带新”制度,鼓励跨专业轮岗,从检修到生产专业人员的身份互换,培养“一专多能”型人才。他指出,智能化转型需以“人”为核心,通过系统性培训、正向激励和文化凝聚,实现技术、人才与管理的协同升级。“我们也通过总结智能化掘进工作面的成功案例,如设备优化、工序创新、技术升级等,形成标准化操作流程,并参企业互访等活动,向同行分享经验。未来,随着5G、AI等技术的深入应用,煤矿人才培养将更注重数据分析和智能化管理能力,我们需要进一步深化与周边企业交流,推动行业整体智能化水平提升。”