

李冰倩：用科技之翼守护三晋银线

■ 科学导报记者 刘娜 文 / 图

在三晋大地连绵群山中，一座座铁塔巍然屹立，条条银线交错延伸。常有一个年轻的身影，手提无人机箱，穿行在这幅壮阔的图景里——她就是李冰倩，国网山西超高压输电公司无人机巡检中心的技术骨干，是一名用创新与实干诠释新时代电力人担当的“追光者”。

这位“90 后”女孩，如今已是国网山西超高压输电公司智能调度监控中心的技术骨干。短短几年时间，她从一名普通巡线工成长为山西电力系统无人机领域的“领头雁”，牵头成立“李冰倩劳模创新工作室”，先后荣获山西省劳动模范、山西省“三晋技术能手”、国网山西省电力公司劳动模范等荣誉，当选山西省第十六次团代会代表。

“记得第一次跟着师傅去巡线，爬了整整一天山，才巡视了 5 基铁塔。”李冰倩回忆道，“回到驻地，双腿止不住地发抖。”正是这样的经历，让她深刻意识到输电运维模式转型的紧迫性。

2018 年，国网山西电力开始大规模推广无人机巡检技术，李冰倩主动请缨，成为公司首批考取无人机驾驶执照的女员工，为了熟练掌握操作技能，她白天在训练场反复练习，晚上研究飞行原理和设备维护知识，短短一个月就磨破了 3 双手套。“那段时间，她就像着了魔一样。”同事王师傅说，“有时候半夜醒来，还看见她在宿舍楼下对着无人机比划操作动作。”

在运城千伏巡检作业路线上，李冰倩向《科学导报》记者展示了无人



李冰倩改良创新无人机装置

机巡检的全过程。只见她熟练地操控无人机起飞，通过实时传回的高清画面，仔细检查着每一基铁塔、每一段导线。“看，这里有个销钉缺损。”她指着放大的画面介绍道，“这种隐患在地面巡视时很难发现，但在无人机的高清镜头下无所遁形。”

几年来，李冰倩累计利用无人机巡检线路近 168 条次、飞行里程 953 公里，巡检杆塔近 1465 基，发现各类隐患百余处。由她带领团队建立的超特高压输电线路自主巡检航线库，实现了无人机巡检全流程线上化管理，巡检效率提升了 5 倍以上。

2020 年，在山西省电力系统职工技能大赛无人机巡检作业项目中，李冰倩一举夺魁，但在她看来，这只

是一个新的起点。

“无人机在电力巡检中的应用，不能仅停留在拍照记录层面。”李冰倩说。随着技术的不断成熟，她开始深入研究如何将无人机技术与输电运维更深层次结合。带领团队开展激光点云数据采集，帮助搭建输电线路三维可视化平台。这个平台可以实现距离量测、带电作业间隙校核等功能，为线路验收和运维提供了精准的数据支持。

“以前需要人工冒险登塔测量数据，现在通过三维模型就能精准获取，不仅提高了效率，更大大降低了作业风险。”李冰倩介绍说。

在太原地区近 500 千伏作业线上，李冰倩和团队正在进行无人机搭

载 X 光设备进行金属探伤检测的试验。“这就像给输电线路做‘CT 检查’，可以发现杆塔内部结构的缺陷。”她解释道。除此之外，她和团队在省内别的作业路线上利用激励锤敲击杆塔，声纹检测器显示着螺栓松动数值，这项技术可以在 20 分钟内完成塔上万颗螺栓的松动数值检测，与传统检测方式相比，效率整整提高了 6 倍。

除此之外，李冰倩还推广开展了三维航测、应急震汤除冰、运载无人机辅助检修等创新作业方式，基本实现了输电线路运维、检修、验收、检测等环节的无人机应用全覆盖。“目前，我们正在研究如何利用无人机实现采空区杆塔的实时监测。”她指着办公室墙上的山西电网地图说，“这些区域地质条件复杂，传统监测手段存在盲区，无人机技术可以很好地弥补这一短板。”

2022 年，“李冰倩劳模创新工作室”正式成立，这个以她名字命名的工作室，聚集了公司最年轻的业务骨干，聚焦一线工作中的痛点难点，开展了一系列技术创新攻关，在应对 2023 年冬季的雨雪冰冻天气时，工作室研发的无人机除冰装置发挥了重要作用，避免了多条线路因覆冰导致的停电事故。截至 2025 年，工作室团队成员已在各级竞赛中取得 20 余项优异成绩。

“目前无人机巡检已经积累了海量数据，如何让这些数据发挥更大价值，是我们下一步的重点方向。”李冰倩说。如今，在她和团队的推动下，山西超高压输电公司已实现无人机巡检全覆盖，累计完成巡检里程超过数万公里。这支年轻的无人机飞行队伍，正用科技之翼守护着山西境内超特高压输电线路的安全运行。

山野间，铁塔巍然屹立，银线纵横延伸。李冰倩操控的无人机又一次在山间“翱翔”，在夕阳的余晖中划出优美的弧线，这个“90 后”姑娘的青春，正因为科技创新而更加闪亮。



李冰倩参加技能比赛



一线工作中的李冰倩



全国无人机大赛

海洋油气开发走向深蓝

全球超过 70% 的油气资源蕴藏在海洋之中，其中 40% 来自深水。如何掌握开启海洋能源宝藏的钥匙？这是全球能源领域的前沿课题，也是世界大国科技角逐的战场。

今年 6 月 25 日，我国自主建设的水深最深、勘探开发难度最大、地层温压最高的深水气田“深海一号”二期项目全面投产，成为我国迄今产量最大的海上气田，标志着我国迈出了以深水气田群建设实现深海油气规模化开发的关键一步，对提升我国海洋资源开发能力、支撑海洋强国战略具有重要意义。

迈向深水领域

国际上一般将水深超过 300 米海域的油气资源定义为深水油气，1500 米水深以上称为超深水。

作为海洋大国，我国海洋油气资源丰富。仅南海石油资源量约 248 亿吨，天然气约 42 万亿立方米，约一半蕴藏在深海海域。由于总体勘探程度相对较低，海洋油气资源开发特别是南海油气资源开发是我国长期、大幅增产的重要方向。

“深海一号”大气田位于距海南省三亚市 150 公里的陵水海域。2014 年，我国首座自主设计、建造的第六代深水半潜式钻井平台“海洋石油 981”在该海域深水区块探获高产油气流，“深海一号”大气田诞生。据测算，这是我国海域自营深水勘探的第一个重大油气发现，探明地质储量超千亿立方米，也是“海洋石油 981”深水钻井平台投用以来首次在深水领域获得的重要发现，证明了南海琼东南盆地巨大的天然气资源潜力。

但深水领域的这一重大发现，意味着作业难度倍增。海面下水深每增加 1 米，压力、温度、涌流等情况就会完全不同，开发难度呈几何倍数增加。

中国工程院院士周守为表示，从深水油气开发的层面看，深水是未来能源的重要接替区。“深海一号”大气田所在海域水深在 1200~1500 米左右，属于超深水。该气田的勘探开发，攻克了一系列深水技术难题，

代表我国已跻身世界深水油气开发阵营，能够自主开发、建设深水油气田。

攻克技术难题

从浅水走向深水，需要采用完全不同的作业装备及开发技术，目前国际上只有少数几家大型石油公司具备深水开发技术能力。在该项目之前，我国从未开展过 1500 米级全海式深水油气处理装置的研发和使用工作。

“深海一号”大气田的核心生产装置，是我国自主研发建造的全球首座 10 万吨级深水半潜式生产储油平台——“深海一号”能源站。这一最新海洋工程重大装备，实现了 3 项世界级创新，运用了 13 项国内首创技术，被誉为迄今我国相关领域技术集大成之作。

据介绍，“深海一号”能源站尺寸巨大，总重量超 5 万吨，最大投影面积有两个标准足球场大小；总高度达 120 米，相当于 40 层楼高；最大排水量达 11 万吨，相当于 3 艘中型航母。

“深海一号”探明天然气地质储量超 1500 亿立方米，最大作业水深超 1500 米，最大井深在 5000 米以上。二期项目开发建设面临极端地质条件，地层最高温度达 138 摄氏度，地层最大压力超 69 兆帕，相当于家用高压锅工作压力的 1000 倍，海上建井和水下生产系统搭建都面临技术挑战。

经过连续开发建设，最终形成“深海一号”能源站、“四星连珠”海上平台、水下生产系统和长距离海底输气管线等装置的超大规模油气生产设施集群，主要设施地理跨度超 170 公里。

中国海油海南分公司“深海一号”二期项目平台部副经理喻发令先后参与“深海一号”大气田二期项目建设。他介绍，“深海一号”二期项目在业内首创“水下生产系统+浅水导管架平台+深水半潜式平台远程操控系统”的开发模式，构建起作业水深跨度超 1500 米的超大规模油气生产设施集群。

在各方共同努力下，“深海一号”完成遥控生产改造，建成我国首个超深水智能气田，获评首批卓越级智能工厂，同时形成具有中国特色的超深水气田生产运维技术体系。

经济高效开发

中国海油海南分公司陵水—崖城作业公司总经理李劲松表示，“深浅结合”“新老结合”是“深海一号”二期建设的基本思路，也是该项目经济高效开发的关键所在。该项目建成了我国南部海域首个“四星连珠”油气生产平台。

平台目前搭载的设备设施，既能加工产出高品质天然气，实施浅水天然气井钻深作业，又能应对深水流动性保障等深海油气开发特有技术难题，还能依托与平台相连的海底管网实现跨区域、多方向的天然气输送和调配。“深海一号”二期项目的全面投产，让建成近 30 年的浅水气田生产装置，摇身一变成为了新建“深水大气区”的油气传输枢纽。

目前，“深海一号”两期项目 23 口深水井全部投产，最高日产能达 1500 万立方米，已达到最高产能设计状态，预计年产能超过 45 亿立方米。“深海一号”成为我国产量最大的海上气田和华南地区“由海向陆”保供的主力气田，截至目前累计产量已超 120 亿立方米。气田所产的深水天然气能够通过香港、海南三亚、广东珠海等多地的陆岸终端流向粤港澳大湾区和海南自由贸易的工业和民生用户，并接入全国天然气管网。

有关专家表示，“深海一号”大气田二期项目建设搭建起的生产设施集群和深水气田开发建设完整技术体系，未来有望带动宝岛 21—1 等深水复杂油气藏开发，进一步提高海洋油气对国内能源供给的支持力度。

周守为表示，从长远看，南海还有更宽的海域、更多超深水的领域等待勘探开发，“深海一号”大气田开发所建立起来的技术、装备体系，为我们今后走向深蓝、走向深海奠定了坚实基础。 黄晓芳

紧缺的 AI 人才从何处来

■ 连俊华

党的二十届四中全会明确提出，推动科技创新和产业创新深度融合，一体推进教育科技人才发展，深入推进数字中国建设。近来，随着以 DeepSeek 为代表的生成式人工智能技术持续迭代升级，“AI+”正在加速渗透各行各业，由此催生出对于 AI 人才的巨大需求。

当前，AI 领域的顶尖科学家仍然多集中在欧美国家和地区。《全球人工智能科研态势报告(2015—2024)》显示，中美两国汇聚全球近六成的 AI 研究人员，形成“双强并立”格局。美国以超 6.3 万的研究人员数量居全球首位；中国研究人员数量则从 2015 年的不足万人跃升至 2024 年的 5.2 万人，年复合增长率高达 28.7%，展现出强劲发展势头。

但我国 AI 人才短缺也正在成为制约产业高质量发展的主要障碍。脉脉高聘人才智库《2024 年度人才迁徙报告》显示，AI 相关岗位人才最为稀缺，供需比不足 1.0，其中云计算、深度学习等技术岗位供需比甚至低至 0.27，“一人难求”的局面凸显。多家平台数据也表明，今年以来 AI 人才持续供不应求，除了当前市场急需的算法工程师、大模型工程师、机器学习工程师之外，全产业链均存在显著人才缺口，这些人才也成为企业竞相争夺的对象。

接下来的一段时间，会是我国新一代 AI 科技跃迁的关键窗口期。我们要抢抓这一重大战略机遇期，努力打造全球 AI 人才高地，既通过国际视野吸收全球智慧，也以政策创新激发内生动力；既推动教育领域改革培养新生力量，也要以开放姿态汇聚全球精英。为实现这一目标，应从多方面着力

强化战略牵引与顶层设计。政府应该加强政策协同与战略研究，破解“顶层设计碎片化”问题，制定全产业链人才图谱，建立跨部门协同平台。聚焦大模型、具身智能、智能芯片等国家重大战略需求领域，动态推进紧缺 AI 人才培养专项计划。依托国家级机构，联合顶尖高校、头部企业，构建“战略引领+前沿科技+产业实践+政策洞察”四位一体的 AI 专业能力提升项目。建立国家主导、行业认可的 AI 核心岗位能力标准与认证体系，为人才培养与评价提供科学“标尺”。

深化教育培训体系改革。我国高等教育及人才培养模式亟需变革，需要主动推动 AI 教育革新，深度融合技术实践与理论教学，培养兼具深厚理论基础、强大实践能力和跨学科素养的复合型人才。紧跟最新技术趋势，开设人工智能通识课，推进跨学科培养，设置“AI+X”专业，注重学生实践能力和创新思维培养。持续打通产教融合堵点，重构合作模式，建立算力资源共享机制和动态课程体系，并推行分层分类的创新评价与激励机制。

建立灵活的全球引才机制。鉴于 AI 人才培养的周期性滞后性，要以更加开放的姿态建立灵活高效的全球引才机制。吸引和培养人才的关键在于搭建事业发展平台。着力打造世界级 AI 创新研发平台，开放算力与数据资源，为全球 AI 人才提供施展才华的舞台。除积极引进外，需以灵活、多元、柔性的方式与国际顶尖人才开展合作。设立“青年引才专项计划”，大力引进海归领军人才及青年才俊，提供具有竞争力的经费与生活保障。支持青年科学家开展开放性与探索性研究，勇闯人工智能科技前沿“无人区”，提升原始创新策源能力。

北京出台政策支持青年人才创新创业

近日，北京发布《关于进一步支持青年人才创新创业的若干措施(试行)》，从生活保障、创业支持、人才培养、政务服务、环境营造等多方面给予政策支持。

为破解居住、办公场所成本高等问题，政策提出筹集约 3 万套青年人才公寓，定向给予租金减免。青年人才租赁住房可按实际租金提取公积金，不受缴存额限制，部分可享“直付房租”服务。政策还将盘活闲置资源，提供 300 万平方米免费或低价办公空间。

在资金支持方面，政策明确鼓励各区设立总规模 300 亿元左右的青年人才发展基金，引导金融机构创新发展“人才投”“人才贷”“人才保”“人才险”等金融产品，构建覆盖企业初创发展的金融服务链。

为进一步做优政务服务，政策提出为青年人才初创企业配备 3000 名专属服务管家，采取“一对一”“直通车”方式，提供政策咨询、业务办理、政府事务对接等服务，实现“精准滴灌”，破解政策“找不到、不会用”等痛点。

为活跃青年人才的生活氛围，北京市将在高校、科研院所、产业园区等青年人才聚集地，打造 20 个左右青年人才创新创业街区，融合人才公寓、孵化空间、创业投资、商务配套、体育健身、娱乐消费等多重功能。此外，还将依托潮流文化新地标和新场景等，精心设计“City Walk”线路，组织山地徒步、河道泛舟及“青年人才周”等活动，营造宜居宜业的城市氛围。 王洲

第三届海南自贸港国际科技创新合作论坛在三亚开幕

10 月 29 日，以“聚创深海 共绘新篇”为主题的第三届海南自贸港国际科技创新合作论坛暨深海技术创新大会在三亚市开幕。来自 25 个国家 250 多家机构 400 余名中外代表聚焦深海科技创新，共话全球蓝色经济发展。

开幕式上，《聚力深海大科学研究，推进全球深渊探索共识》发布，水下机器人产业联盟正式成立，还举行了深海科技创投基金签约仪式和第七届中国海洋工程设计大赛颁奖仪式。

据悉，本届论坛将举办深海生物资源系统开发与价值创造、深水油气工程技术装备与海洋工程学科发展、热带海洋工程材料及评价等八场分论坛和深海先进技术与装备成果展、科技企业综合金融服务沙龙等配套活动。 索迪