

## 附件 2

### 电力智能巡检创新技术应用案例

序号	创新技术案例	案例简介
1	基于无人机规模化应用的全业务数字化支撑体系构建	目前基于国家电网数字化转型战略与全方位立体智能巡检体系建设要求, 扎根电网运检一线战地, 泰州兴化供电公司紧密围绕数字化转型战略, 聚焦“赋能、创新、减负、提效”, 立足兴化地区从特高压 1000 kV 至低压 400 V 全电压等级全覆盖实际, 以打造无人机县域全覆盖自主巡检为突破口, 构建基于无人机规模化应用的全业务数字化支撑体系, 利用数字新技术, 提升无人机电力巡检质效, 实现无人机网格化自主巡检的规模化应用。
2	基于前端识别与自主避障的配网无人机自主巡检	本项目通过研究前端识别技术和自主避障技术, 研发基于中型多旋翼无人机和国产机载模块的配网无人机自主巡检产品, 实

		<p>现配网全流程自适应巡检,大幅度降低运维成本,实现巡检作业模式少人化、无人化转变,切实实现科技减人的目标。全面提升配网无人机巡视远程化自动化水平。项目研究成果对于日常运维检修及配电线路工程作业现场安全管控具有重大意义。</p>
3	<p>无人机挂载防坠落装置技术</p>	<p>本案例无需人员登塔预安装及不改变作业人员登塔习惯的前提下,通过无人机搭载登塔保护固定支架和安保绳飞至铁塔顶端,利用设计的重力自锁紧机械机构,在实时视频图传辅助下,实现固定支架在塔顶端快速安装与拆除,安保绳一端固定在登塔保护固定架,另一端固定于塔顶,登塔人员通过防坠器与安保绳连接后,形成完成的保护措施,有效保障登塔人员的安全,实现登高防坠全程“可视化+自动化”,解决作业人员登塔过程中的安全防护问题。</p>
4	<p>高性能一体小型智能输电巡检</p>	<p>本案例致力于解决输电线路巡</p>

	<p>无人机</p>	<p>检中遇到的缺乏针对输电专业的工业级别无人机、复杂环境下自动巡检严重依赖定位信号、单架次巡检数据单一、数据处理时效性差等业务痛点,重点攻关了小型智能输电无人机、多传感器深度融合导航定位、前端智能感知等关键技术,深度整合了激光雷达、影像系统、惯导系统和无人机平台,研制出一套针对输电智能化巡检的一体化多传感器载荷和小型便携式无人机系统,支撑复杂条件下输电线路自主巡检。</p>
<p>5</p>	<p>“无人机+自动化后台”协同巡检技术</p>	<p>基于高科技快速发展趋势,响应国家高质量发展号召,落实公司《生产组织模式优化专项行动方案》,提高变电站巡视效率,减少变电站巡视人力成本。河源供电局通过搭建无人机自动化巡视平台,实现对户外高压设备进行无人机全户外一次设备自动巡视,室内巡视采用人巡+自动化后台巡检模式实现对室内</p>

		<p>一、二次设备自动化巡视，形成“无人机 + 运维人”机人协同巡检新技术模式，对变电设备表计、外观、温度等异常信号实现全方位立体巡检。</p>
6	<p>狭小空间关键屏柜可移动测温系统应用</p>	<p>随着电力行业的快速发展, 狭小空间内设备稳定性的要求越来越高, 而由于狭小空间关键屏柜内的设备运行时会产生大量热量, 其温度非常容易升高, 过高的温度可能导致设备损坏、甚至停机, 而此类关键屏柜如换流变冷却器控制柜、换流阀冷却系统动力屏安全稳定运行直接关系到直流系统的可持续运行, 因此狭小空间关键屏柜温度的监测和控制变得越来越重要。传统的测温方法需要人工操作手持红外热成像系统打开柜门进行测量, 操作繁琐且容易受到环境干扰, 不利于精准的温度监测, 固定式系统存在监控角度不全面等问题。基于上述情况, 针对狭小空间关键屏柜的状态检测, 通</p>

		<p>过与专家学者的交流, 经过调研分析, 我们设计开发了一套可在屏柜内安装的移动轨道式测温系统。该系统基于红外线热成像技术, 可以在不接触目标物体的情况下实现快速、准确的测温。同时, 移动轨道设计可以保证系统在狭小空间关键屏柜内进行全面测温, 避免了漏测和误测的情况出现。</p>
7	<p>变电设备缺陷与隐患管理智能AI 机器人</p>	<p>电力系统安全稳定运行关系国计民生。变电环节在电力系统中处于枢纽地位, 变电设备数量多、分布广, 设备状态直接影响系统安全稳定运行。及时发现缺陷、消除隐患是保障设备安全及电网安全的前提。广东电科院项目团队依托“云大物移智”技术, 全面深入挖掘变电设备缺陷和隐患数据, 打破现有技术支持系统独立分散、业务效率后劲不足、变电缺陷管理人员承载力不足、管控信息自动化不足的局面, 探索缺陷和隐患准实时、无</p>

		<p>感、精准管控新模式，开发了集数据融合、智能分析、精准高效于一体的变电设备缺陷与隐患管理智能 A I 机器人 A P P 。高效利用现代化信息平台，通过多维度分析、多平台交互，实现设备状态评价与批次性缺陷诊断，节省约 9 0 % 工作量，提升缺陷分析质量和效率，实现了为群众办实事、为基层减负的目标。</p>
8	<p>基于激光点云和可视化监拍图像的机械外破隐患智能管控</p>	<p>为更好管控公司所辖超特高压线路沿线外破施工，通过在杆塔安装可视化监拍装置、后台部署监控系统，分析外破管控流程设计可智能识别机械隐患并计算其相对导线位置距离信息的机械外破隐患智能管控技术。本应用搭建可视化监拍系统并借助 A I 智能算法识别通道内各类机械外破隐患，随后通过融合隐患智能识别和激光点云数据精准测距优势实现机械外破隐患的精准测距，同时设定超特高压线路机械外破隐患三级风险预</p>

		警机制, 辅助运维人员准确把控作业现场机械安全施工距离。
9	配电网综合通信转换单元	针对当前站房直流电源信息上传困难、备自投通信调试效率低、配电自动化线上巡检系统信息上传困难等难点, 市北供电公司以数智赋能为导向, 以技术创新为手段, 研制了配电网综合通信转换单元, 该装置接收直流电源系统和备自投相关信息, 内部处理后以硬接点形式并利旧屏柜间二次电缆可靠传输至配电自动化终端 (D T U), 通过配电自动化信息传输路径上传配电自动化主站, 实现站房线上化巡视真正有效应用, 提升配电站房巡检质效。
10	B / S 架构下激光点云三维可视化体系在输电线路走廊可观可测关键技术研究与应用	基于M 3 0 0 R T K 搭载激光雷达采集激光点云数据, 在B / S 架构下检测输电线路通道走廊的植被、建筑物、交叉跨越等对线路的距离是否符合运行规范、线间距是否满足安全运行要求; 同时以树障隐患管控在数字

		<p>报表中全面可观、可测、可控为抓手, 深度挖掘数字报表在数据全流程管理中的应用, 为电网数字化转型提供可靠数据基础, 解决巡检缺员、成本高、效率低问题, 实现智能化的测距应用, 完成树障隐患状态感知和动态预警, 不断提升数据分析和处理的科技化水平。</p>
11	<p>基于无人机电载波相位差分技术的弧垂测量方法</p>	<p>本案例基于无人机电载波相位差分技术, 研发出一种无人机测量架空线路弧垂的装置, 实现了输电线路导线弧垂的高精度测量。传统方法使用经纬仪或全站仪等人工测量方法进行测量, 存在测量精度不足的问题且智能化水平低。本案例利用无人机定位准确度高、操作便捷等优势, 采集得到输电线路导线关键经纬度及高度信息, 根据数学模型计算得到导线弧垂, 极大地提高了测量效率和准确度。</p>
12	<p>开关室智能操作机器人在变电站开关室的巡检与操作应用</p>	<p>项目通过结合多传感器信息融合的自主精确导航、机械臂柔顺</p>

		<p>运动控制、3 D 机器视觉定位、目标图像 A I 自动识别等巡检操作应用技术, 开发了开关室智能操作机器人。机器人可自主完成开关室(停役-复役)日常倒闸操作、远程紧急分闸、保护装置查看与复归、常规巡检等任务, 能够替代或辅助人工应急操作, 大大减少工作人员的工作负担, 缩短故障处理时间, 保障作业人员的人身安全及电网安全, 从而加速推进数字化运维。</p>
13	输电线路智能运检解决方案	<p>为进一步解决输电线路运维人员增加与电网规模增速不匹配、人工为主的运检模式和碎片化的管理模式无法快速发现本体缺陷、通道风险等问题, 宁波公司结合实际运检经验, 创新通道可视化设备、智能防外破装置、复合绝缘子非接触式机载探测装置、输电线路导线精灵、长航时无人机机巢、三维点云测距设备、输电线路通道拼图软件、人巡智能终端等新技术、新设备与</p>

		<p>输电传统运检业务的融合应用，建设以数据为核心的集感知、分析、管理、决策一体化的数字化智能运检场景，全面提升输电线路运维保障水平。</p>
14	<p>绝影 X 2 0 四足机器人智慧电力巡检案例</p>	<p>浙江某变电站采用云深处科技的绝影 X 2 0 四足机器人智慧电力巡检系统，作为集行走、跑步、跳跃和倒地爬起等运动能力于一身的智能化设备，在不改变原有环境的的前提下，经过长期实地验证测试，绝影 X 2 0 实现室外鹅卵石、草地、陡坡等非结构化地形的高适应性，还通过了交界处的各种台阶、楼梯等障碍物，结合数字化系统集成，实现从数据收集到后台接入、数据分析、报告生成、缺陷预警的四足机器人全流程巡检。</p>
15	<p>配网工程管控监理机器人在配网工程中的应用</p>	<p>配网工程管控监理机器人是一款基于“全景 + 细节”双摄技术，为辅助监理人员对配电网工程现场安全管控为目的应用型机器人，该款机器人基于监理旁站</p>

		<p>工作为核心, 使用图像识别、影像追踪、视频图像融合等新技术, 实现了对配电网施工作业现场作业流程管控, 并对施工作业安全、工器具使用安全等 1 1 类现场安全需求进行实时预警, 以及针对配电站房施工、架空线路工程等 2 4 类作业场景的标准作业流程和施工质量进行监督检查。</p>
16	全地域无人机智能巡检装置	<p>为了解决“全地域”自主飞行、数据处理以及数据回传等问题, 国网湖南省电力有限公司超高压输电公司联合湖南中电金骏科技集团有限公司共同研制了一套“全地域无人机智能巡检装置”。实现了无（弱）信号区域的“自主巡 + 实时传 + 智能判”, 推动巡检业务由“设备人工携带与维护 / 飞行手动操作 / 图像后端人工处理”的作业模式向“车载式仓储与自动充换电 / 飞行自动控制 / 图像前端 A I 处理”转变, 巡视效率提升了 3 ~</p>

		6 倍。
17	变电站二次设备智能化立体巡检	<p>本案例应用人工智能、同源比对等技术, 实现了多系统设备台账的精准匹配匹配, 建立了二次设备定值单和实时开关量基准值, 实现了定值、开关量以及模拟量的远程自动核对, 核对结果通过 5 G 电力专网实时推送至移动端, 现场巡检人员根据推送数据及时巡视异常设备, 根据设备实际情况在移动端录入相关缺陷并及时整改, 形成“远程校核—现场确认—缺陷录入—整改闭环”融合应用的立体巡检模式, 解决了传统巡视设备数量多、巡视耗时长、记录数据多的难题, 实现设备巡检自动化、智能化、高效化和移动化。</p>
18	全国首个海岛 (平潭) 无人机网格化自主巡检示范区建设	<p>海岛作为航运、海上风电传输的枢纽, 由于地形复杂导致人口及工业集中于部分区域, 天然形成了网格化布局。采用无人机替代人工进行输配电设备自主巡检, 可以在保障巡检质量的同时, 顺</p>

		<p>应网格化布局大幅提升工作效率。基于上述特点，构建了平潭海岛无人机机场网格化协同巡检方案，以变电站为网格中心覆盖周边输配电设备，实现7×24小时跨专业协同作业，实现由人工手动飞行向智能自主飞行的转变，由单线巡检到区域巡检的转变。</p>
19	<p>基于数字孪生技术的变电站设备状态评价及检修决策应用</p>	<p>目前设备状态评价主要依赖规程判据和专家经验，存在漏判、误判的风险，导致设备过修或欠修，缺少利用大数据进行综合研判和高效决策的手段，为此，基于数字孪生技术，实时评估设备状态并预测其异常发展趋势，给出差异化检修策略，分析结果推送至新一代变（配）电集控站，由监控班统一监控。通过该案例应用，可减少不必要的检修带来的检修成本和停电损失，还能够快速定性极早期缺陷、避免其演变为故障造成设备损失和用户停电。</p>

20	<p>无人驾驶技术在±800kV特高压换流站复杂电磁环境下自动巡检应用研究</p>	<p>本案例研究了多旋翼无人机和L4级无人驾驶的综合智能车在南方电网±800kV特高压换流站开展设备自动巡检的应用。基于占地面积大、高处设备多、电磁环境复杂的特点，目前存在人工巡检效率低、设备巡检难、数据快速分析的时效性较差等问题。通过研究无人机抗电磁干扰、三维航线规划、北斗，激光及图像识别融合导航算法、云边协同机制等技术，制定了“高空无人机+地面机器人+人工”的三维立体巡检方案和“2机+1人”的巡检技术体系。</p>
21	<p>兰州配电房智能监控系统项目</p>	<p>甘肃兰州配电房智能监控系统项目创新利用智能融合终端深化应用，开发多种APP实现配电房内安装的智能感知终端、开关柜监测传感器、摄像头、人证一致、机器人、动环类设备等多种类型监测数据的智能采集及上传。</p> <p>系统后台部署在云端主站，实时</p>

		接收监测数据,实现对配电设备状态及环境的安全隐患、异常告警、故障定位的实时监测;提高电力系统的安全性、可靠性、稳定性;保障配电网安全稳定运行和高质量发展,助力配电网精益化运维管理。
22	变电站远程智能巡检视觉感知关键技术应用	变电站远程智能巡视系统通过联动站内高清摄像头和巡检机器人,借助人工智能技术对拍摄的室内外一二次设备及辅控设备进行自动分析,形成单次任务巡视报告,供运维人员调阅查看。针对人工智能算法模型跨区域鲁棒性不高、部分点位因为图像信息不足存在误识别的问题,开展增量学习、多源图像融合等关键技术攻关,并将这些技术实践应用于甘肃白银区域型远程智能巡视系统,切实响应国网公司“两个替代”建设要求,推动人工智能技术的深化应用。
23	10千伏架空线路机载局部放电检测	本案例是一种新型的配网线路局放巡检手段,通过无人机搭载

		<p>声纹局放检测设备对配网线路进行局放巡检。由无人机飞手与地勤两人一组组建无人机飞巡小队，飞巡小队首先使用无人机高清摄像头拍摄两至三张杆塔的可见光图片，然后使用声纹局放检测设备对杆塔进行声纹局放检测，实时识别与定位缺陷位置，判断局放类型，最后结合可见光高清图片与声纹局放图片输出声纹局放检测报告。</p>
--	--	---