

## 国家能源局日前组织发布《新型电力系统发展蓝皮书》——

# 供电方式悄然变化 新型电力智慧清洁

本报记者 李贞

电力是每家每户都不可或缺的能源，是推动经济社会发展的重要支柱。但人们或许没有发觉，我们每天所使用的电，供给方式正悄然发生变化。如今，电网建设更加智能化、数字化，电力系统运行更加绿色低碳、智慧高效。

今年6月，国家能源局组织发布《新型电力系统发展蓝皮书》（以下简称《蓝皮书》），标志着新型电力系统建设进入全面启动和加速推进的重要阶段。新型电力系统有哪些特点？人工智能、大数据等技术可以为新型电力系统建设提供怎样的助力？本报记者就此进行了采访。

### 绿色电力 低碳清洁

2021年3月15日，中央财经委员会第九次会议召开。会议指出，要深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统。

今年6月发布的《蓝皮书》全面阐述了新型电力系统的发展理念、内涵特征，并提出构建新型电力系统的总体架构和重点任务。其中提到，绿色低碳是构建新型电力系统的核心目标。

在推动绿色电力发展方面，中国已取得亮眼成绩。“绿色电力一般指风电、太阳能发电、水电、生物质发电、地热能发电、海洋能发电等可再生能源电力。”国家能源局新能源和可再生能源司司长李创军介绍，可再生能源发电过程中不产生或很少产生对环境有害的排放物，如二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等，且不需要消耗化石燃料，相较常规的化石能源发电更有利于环境保护和可持续发展。

今年7月，全球首台16兆瓦超大容量海上风电机组在福建海上风电场成功并网发电。这台巨型海上风电机组的轮毂中心高度达152米，相当于一座52层大楼的高度；叶轮扫风面积约5万平方米，相当于7个标准足球场的大小。根据该海域多年测风数据计算，单台机组每年可输出超过6600万千瓦时的清洁电能，能够满足3.6万户三口之家一年的生活用电，可节约标准煤约2.2万吨，减排二氧化碳约5.4万吨。

在内蒙古自治区库布其沙漠，光伏发电与增绿治沙结合的模式日益完善。在沙漠中建设的光伏板，可以有效稳固浮沙，避免沙丘被风吹走；光伏板的遮挡，可以减少土壤水分蒸发，在其下方空间，可以栽种绿植，进一步改善沙漠生态环境。

目前正在建设中的库布其沙漠鄂尔多斯中北部新能源基地项目，是在沙漠、戈壁、荒漠地区开发建设的全球最大规模风电光伏基地项目，也是中国首个开工建设的千万千瓦级新能源大基地项目。该项目规划总投资约900亿元，总装机规模1600万千瓦，包括光伏800万千瓦和风电400万千瓦，配套改扩建先进高效煤电装机400万千瓦。项目全部建成后，每年可向京津冀地区送电约400亿千瓦时，其中清洁能源占比50%以上，相当于节约标准煤约600万吨，减排二氧化碳约1600万吨。

国家能源局数据显示，截至今年6月，全国可再生能源装机达13.22亿千瓦，历史性超过煤电，占总装机的48.8%，超过全球可再生能源装机

的三分之一，水电、风电、太阳能发电装机分别连续18年、13年、8年稳居世界第一。2022年，全国可再生能源发电量达2.7万亿千瓦时，占全社会用电量的31.6%，较2012年增长约11个百分点。其中，风电、光伏发电量首次突破1万亿千瓦时，与城乡居民生活用电量相当。同年，可再生能源新增装机和发电量分别占全国新增发电装机和发电量的76.2%和81%，已成为电力新增装机和发电量的主体。

今年8月，国家发展改革委、财政部、国家能源局联合印发《关于做好可再生能源绿色电力证书全覆盖工作促进可再生能源电力消费的通知》，将进一步扩大绿电供给、促进绿电消费奠定基础，推动能源绿色低碳转型。

在新技术的引领下，电力系统还能实现精准调度，促进碳排放总量逐步下降。

国家电投上海电力股份有限公司建设的综合智慧零碳电厂，是一个基于大数据建成的“虚拟电厂”。它是集源、网、荷、储、充元素为一体的智慧能源管理平台，实现了与电网需求侧响应平台和电网调度平台的实时对接，具备自动调频和调峰的功能，通过实施精准调度，加强了电网的稳定性和安全系数。

据介绍，今年以来，国家电力投资集团大力推进综合智慧零碳电厂开发建设，实现对各类分布式能源、储能和负荷的整合调控。截至今年上半年，该集团已开工41个零碳电厂，建成投产48个项目，形成装机规模62.2万千瓦，聚合可调负荷10.3万千瓦，顶峰能力21.9万千瓦，调峰能力30.1万千瓦。

### 智能巡检 安全高效

新型电力系统还应是安全高效的。如今，有越来越多的新技术与电力业务深度融合，为电网安全稳定运行保驾护航。

国网智能电网研究院研发的输变电巡视图像智能识别系统，助力电网巡检从人工向智能转变。

“过去，电网的输电线路出现问题，都要依靠人工巡检。首先工人的工作很辛苦，经历‘严寒酷暑、风餐露宿’是常态；另外有些问题，靠肉眼观察也不容易发现，可能会导致出现安全隐患。”国网智能电网研究院计算及应用研究所工程师刘思言向记者举例道，在输电铁塔上面安装着很多设备，用螺栓固定这些设备后，还要在连接处插入一个小小的销钉来防止螺栓松动。这样的销钉长度大概



8月10日拍摄的重庆市黔江区五福岭风电场。

杨敏摄（人民图片）

在10厘米左右，露在外面的部分不超过3厘米。如果销钉掉了，只靠人工巡检是很难发现的。“即使工人拿着望远镜去看，因为设备的遮挡、角度问题等，也很难看得清楚。如果有一些缺失的销钉没有被及时发现，慢慢地，螺栓就可能在风吹日晒下变得松动，导致绝缘子串掉落，出现断线等非常严重的问题。”

随着利用直升机、无人机进行电网巡检的普及，通过高空拍摄的照片，类似于销钉脱落一类的问题更容易被发现了。但同时，另一个问题随之产生：无人机拍摄产生的海量图片，靠人工一一识别效率很低。可能无人机进行一次飞行巡检，在一条线路上就能拍摄几千张图片，如果没有相配套的智能图像识别模块，巡检效果将大打折扣。因此，设计一套能自动识别图片中所存在问题的智能系统十分必要。这正是输变电巡视图像智能识别系统的研发目的。

随着人工智能技术的发展，图像智能识别技术已应用在很多领域。但具体针对输变电巡视图像的智能识别，仍存在许多特殊的挑战。“一般的图像识别基本是识别人物、车辆、车牌号码等，而我们设计的系统要识别电力设备存在的问题，这就需要人工智能先认识这些设备，并且知道哪些情况是出问题了。”刘思言说。

为了让人工智能进行学习，前期需要大量图像采集以及输入。“比如铁塔、绝缘子串、防震锤、绝缘环等部分，正常情况是怎样的，出现缺陷又是怎样的，都要采集拍摄。拍摄图片后再由研发人员一一进行标注。”刘思言介绍，研发过程中，团队成员分辨、标注了上百万张来自全国各地的输变电线路图片。输入系统后供人工智能学习。现在，这一输变电巡视图像智能识别系统已能识别66千伏及以上等级输电线路杆塔共67类典型缺陷、输电通道6类典型隐患、16类变电设备24种缺陷，缺陷平均发现率达到85%以上，为保障电网安全

提供了更高效的解决方案。

巡检出电网存在的隐患和问题后，还需要有专业人员及时进行维修。国网智能电网研究院研发的电力设备知识计算及服务引擎，就是一个专为电网检修人员提供的知识库。

过去，检修工人在检查设备前，要提前把设备的图纸信息、产品说明书、标准规范操作要求等都准备齐，带着这些资料到现场检查。如果遇到不熟悉的问题，翻找资料找到操作方法可能要花几个小时。但现在，他们有了新工具。

国网智能电网研究院计算及应用研究所工程师张强讲解说：“电网中设备众多、线路复杂，可能出现的问题也非常多。我们普通人遇到问题，可能都会直接上网在搜索引擎上找答案。那么电力设备知识计算及服务引擎，就相当于一个专为电网检修人员设计的搜索引擎，所有操作问题都能在上面快速地检索到解决办法，极大提高了检修工作的效率。”

据介绍，电力设备知识计算及服务引擎构建了电力专业知识精准检索、认知推理和决策辅助等知识计算体系，实现设备知识检索、缺陷定级、故障溯源等问题定位准确率92%，目前已面向多个省级电力公司提供服务，累计服务1300余万次。

### 智慧融合 共享便捷

智慧融合是新型电力系统的基本特征之一。云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能等先进数字信息技术在电力系统各环节得到广泛应用。

在智能设备的帮助下，百姓的用电体验更好了。

在福建省福州市，国网福州供电公司推行“一键通”智慧办电新模式，推动办电环节“从减到简到零”。依托政务平台，当地供电营业厅实现了客户一键下单、缺件现场

补录、方案现场确认、装表当场办结的“一键式服务”。居民无需提供身份证等，只要在手机上“刷脸”即可“零证”办电。

近年来，重庆市北碚区推进配网能源互联网示范区建设。示范区在十余个配电台区安装了智能融合终端。这些智能终端连接到户，管理人员可实时监测用户用电量及变压器电流、电压等数据，准确掌握变压器电压不稳、负荷异常等情况。如果用户用电出现异常，智能终端能自动报警，并通知抢修人员开展精准抢修，提升供电服务水平。

电力大数据的共享，则可以为更多行业和领域提供服务。

在江苏省常州市，国网常州供电公司与中国生态环保局等部门合作，于8月15日上线了农村污水处理设施数字监管平台。

据悉，常州目前有300多个自然村建有农村生活污水处理设施，类型有集中式、分散式、泵站等，日处理污水规模约达6.6万吨。这些农污设施数量多、分布广，采用传统人工巡查的运维管理模式，效率很低，不利于监管。但利用电力大数据进行辅助监管，则十分便捷。

国网常州供电公司针对全市的农污设施，逐步开展独立电表安装工作，实时掌握设备的电量负荷情况，对一周内用电量低于10度的农污设备设置预警，并将相关数据接入污水处理设施数字监管平台，从而实现农污设施异常运行的大数据智能预警。今年内，常州市3287套农污设施将全部接入平台，有效提升当地农污设施运行监管水平。

国网嘉峪关供电公司依托电力大数据价值密度高、采集范围广、实时性强、准确性高等特点，对甘肃省嘉峪关市供电辖区内5000多家小微企业、1万余户小微企业用电用户进行数据分析，形成了能够直观反映小微企业生产经营相关分析专报。该专报通过对用电量增长、用电结构、业扩运

行等数据进行持续监测分析，实时反映小微企业的经济状况和发展态势，为政府制定相关经济政策提供科学依据，辅助政府部门跟踪掌握小微企业运行状况；同时，还能助力企业制定更加科学合理的用电计划，降低用电成本，提高企业效益。

国网福建省电力有限公司与相关政府部门开展“电力大数据+”政企合作，服务数字政府建设和数字经济发展。例如基于电力大数据，构建乡村振兴评价体系，研发革命老区乡村振兴电力指数，从产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕等方面，辅助农业农村部门综合评价乡村振兴战略的实施效果。

“在新发展格局下，电网企业加快电力大数据创新应用，不仅有助于电网企业自身数字化转型，也有助于拓展公共数据与社会数据融合共享，促进数据要素市场建设。”国网福建省电力有限公司大数据中心主任邓勇认为，电力数据与政务、运营商等数据深度融合，将产生更多“电力+”大数据应用场景，必然对提升社会能效水平、助力数字政府建设、促进数字经济发展发挥积极作用。“下一阶段，我们也期待与更多的能源行业上下游企业、其他行业大数据中心深入交流、多元合作，进一步扩大电力大数据应用领域，不断丰富应用成果。”邓勇说。



王威制图（新华社发）



在河北省张家口市张北柔直工程中都换流站，工作人员在操控无人机对换流站内核心设备进行巡检（8月19日摄）。截至目前，张北柔直工程已累计实现对北京、河北地区输送超210亿千瓦时的清洁电力。

新华社记者 李贺摄



近年来，地处毛乌素沙漠腹地的内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克前旗，充分利用沙漠腹地富集的光能和风力资源优势，大力发展绿色能源产业。图为8月27日，打桩机在鄂托克前旗一处光伏电站项目建设工地施工。

王正摄（人民图片）