



开启风电产业 智能化服务新时代

文 / 李思秀

随着工业 4.0 时代的到来，风电行业迎来了数字化浪潮。上海电气风电集团研发打造服务于风电全生命周期的智能化平台——风云，开启了风电行业智能化服务的新时代。

风电作为应用广和发展快的新能源发电技术，已经从补充能源进入到替代能源的发展阶段。国家能源局《风电发展“十三五”规划》要求，2020年国家风电平均年可利用小时数要从2015年的1827小时提高到1950小时。这意味着在“十三五”期间，风电年可利用小时数需提高6.7%，新建风电场提高14%以上。然而，现有风电产业链模式距离这一要求仍有较大差距，因此整个风电行业面临产业升级、改造的迫切需求。

寻求数字化转型

发展风电是我国深入推进能源生产和消费革命、促进大气污染防治的重要手段之一。虽然经过一段时间的应用，国内风电产业得到长足发展，但与国际水平相比，我国风电产业发展仍存在诸多不足。

设备研发能力不足，欠缺个性化服务。我国的风电企业，在根据本土资源条件进行新机型自主设计研发能力方面存在不足，关键部件的设计优化能力同国外先进水平相比尚有差距。风电产业的模块化、标准化制造手段不够丰富，生产成本偏高，且生产制造过程无法满足客户个性化需求。

风电场选址困难，建设成本高。随着优良风资源区域的减少，新建风电场大多地形复杂，尤其是海上风电场选址，技术难度较大，现有宏观选址、微观选址的精度和技术实现都难以满足应用需求。与此同时，风电场建设还未形成具备行业特点的安装管理体系，建设成本居高不下。

风电场运维能力不足，风机运行效率低。风电场往往存在风机分布广、数量多、工作环境恶劣等管理难题，而风机在运行时不够智能，因此无法适应复杂的环境风况，导致载荷增加，进而发电量缺失等情况。多数现有的组状态监控方式无法有效处理风电机组故障，且对于风机健康评估能力不足，导致风电企业无法实现精细化管理。同时，由于信息孤岛的存在，对现有资源缺乏有效的调度管理能力，风电场运营维护困难重重。

从上世纪八十年代的单兵作战系统，到部门级、企业级系统整合，上海电气风电集团有限公司（以下简称“上海电气风电集团”）一直在寻找服务于风电行业发展的理想解决方案。在多年的信息化建设过程中，上海电气风电集团认为基于云平台的风电智能服务是产业升级的重要手段，经过不断的实践，拥有了集团级平台建设能力。

创新技术应用

在国家《中国制造2025》战略的指导下，上海电气风电集团深入研究风电智能服务的关键技术和应用，在此基础上研发了服务于风电全生命周期的智能化在线平台——风云系统，全面提升上海电气风电集团在风电装备制造、风电场建立、风电场运营维护等领域的核心竞争力。

风云系统共涵盖“观、汇、智、象、流”五大平台体系。“风云·观”是基于分布式处理系统和AI技术的监控

平台，包括全新一代的数据处理系统和网络传输系统。“风云·汇”是基于Hadoop的大数据处理平台，通过分布式数据处理和数据仓库，为用户在海量数据中快速提取有价值的分析。“风云·智”利用先进的人工智能技术，结合海量的运行数据分析，通过机器学习，实现控制策略动态调整，使风机、风电场运行更具智能。“风云·象”结合了高性能计算及人工智能模型，引入快速气象预测技术、洋流分析技术，融入运维、监控等各个领域，该体系包括发电功率预测、洋流预测、台风预警等与风电运行密切相关的模块，实现精准预测和快速运维。“风云·流”是服务风电全生命周期的流程管理平台，让决策更高效，制造更智能。

作为行业领先的智慧风电场物联网平台，风云系统实现了多种技术的创新应用。基于风电异构数据处理平台，将各专业不同的数据形成统一的结构化数据源；基于分布式数据处理技术，将海量数据通过列式数据库集群、并发的分布式算法的模型、分布式非结构化时序处理技术应用于工业数据处理领域，通过数据驱动创新。结合中尺度和小尺度嵌套技术的风力发电微观选址和发电功率预测等技术，风云系统让风电场选址、建设更加高效。

应用基于风云平台的SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition，数据采集与监视控制系统）、CMS（Content Management System，内容管理系统）、视频、箱变监控、风功率预测和故障处理产品为一体的六合一技术，风云系统将风机周边产品进行充分整合融合，高效应用深度学习和半监督算法的风机故障诊断和预测性维护技术，创新风电运维体系，实现了风电场精细化管理。

树立行业标杆

风云系统为用户提供从风资源评估、风电场选址、整体方案设计到生产物流管理、运维监控、后评估的一体化服务，满足了风电用户全方位的应用场景，有效地解决了风电行业快速发展面临的各类问题。

在风电场建设阶段，用户依据智能化的核心数学模型，



快速计算出机位选址信息，依据风资源情况自动选择最合适的机型，同时完成经济预估。风电场进行施工安装时，用户及相关管理人员可以通过系统实时监控项目进度，并进行全部项目成员考核。

在预测性维护方面，传统的风电场管理方式多采用事后维护、被动检修的方式。风云系统则通过基于大数据背景的智能预警系统，对风电机组故障进行计算机智能预警，通过对风机故障的提前预判，指导检修和运维，以避免风机更大的故障损失。主动维护、预测性检修将成为今后维护的方向。

在风电场智能化监控方面，风云系统将智能SCADA系统、智能视频监控、能量管理平台、变流器监控、CMS系统、视频监控、箱变监控、风功率预测系统、故障诊断系

统完美集成，形成了all in one的监控体系，一站式解决风电场所需的监控内容。风云系统打通了风机运行、后台监控、运营维护等单元节点，实现了风电场自我“思考”和“管理”。

智能化服务是先进制造的重要一环，是风电行业对智能制造的积极探索。风云系统的规模化应用，使上海电气风电集团建立了数据中心，提高了风电运维效率和全生命周期的服务质量，为上海电气风电集团争取风电后运维市场提供了平台支撑。

未来，上海电气风电集团将不断提高自主创新能力，以振兴民族装备工业为己任，加强风电产业服务体系建设，树立在风能智能化服务及智能制造领域的行业标杆地位，制订和引导风电智能服务行业新标准。 