

# 智慧 大脑引领新未来

——国家能源集团向煤电机组“无人值守”迈出关键步伐

特约记者 吴威威  
通讯员 李立朋

在浩瀚的能源版图上，一场由智慧引领的变革正在悄然发生。在国家能源集团河北公司定州电厂1号机组主控室，运行部副主任霍少勇紧盯硕大的红色数字大屏，核查着每一组数据。这里，火电厂自主运行技术体系正在书写新的历史——燃煤机组首次实现全程自主运行，不仅代表着技术飞跃，更是对传统能源运维模式的创新性变革，标志着国家能源集团在清洁能源稳定供应和能源智能化转型道路上迈出了坚实的一步。

从构建新型电力系统需求出发，煤电是目前技术最成熟、规模最大、经济最可行的支撑性调节性电源。国家能源集团坚持以煤电保电力稳定，不断提升煤电产业高质量发展水平。截至11月底，火电装机规模达2.1亿千瓦，承担着能源保供和支撑新型电力系统安全的重任。国家能源集团坚持“创新是企业的发展理念，在传统煤电产业高端化、智能化发展上发力，不断创新，朝着“无人值守”全新发电时代迈进，为我国能源行业智能化转型树立了国能标杆、提供了国能智慧。



定州电厂运行人员在主控室监盘。通讯员 李永杰 摄

## 集思广益 探索“无人值守”新天地

在新型电力系统环境下，煤电要向基础保障性和系统调节性电源并重转型，机组面临着外部环境多变、运行工况复杂、精细化管理等严峻挑战。为了给新型电力系统提供支撑保障，煤电机组需要快速调峰调频，深度变负荷，运行调控精细化要求高，干预操作频繁，成为运行人员新的痛点。

回想2018年5月，时任定州电厂生产副总的胡增旗携同吴志刚参加华北电力大学主办的首届智慧电厂论坛，当听到刘吉臻院士提出的“智慧发电”概念时，心头一颤，犹如被一束光照亮了拔除痛点的路。说者有心，听者有意，一幅智能化转型高质量发展的蓝图在胡增旗的脑海里徐徐展开。

此后，《电力发展“十四五”规划》提出要提升电力生产信息化、数字化、智能化水平，特别指出要推动开展燃煤电厂智能控制技术研究，提高发电安

全运行水平。这一规划，为传统煤电机组如何适应新一轮科技革命和产业变革指明了方向。国家能源集团胸怀“国之大事”，积极探索煤电智能化转型。河北公司定州电厂承担起“面向无人值守的智能发电关键技术研发及应用”课题，将信息技术与能源工业深度融合，推动传统电厂向更高质量、更有效率、更可持续的方向迈进。

定州电厂经过多次研讨，统筹考虑智慧电厂所需各类应用资源、数据资源以及基础设施资源，成立智慧企业建设领导小组和工作小组，仅两个月时间就出台智慧企业建设初步方案，为今后工作奠定了坚实基础。

2022年1月，定州电厂与科环集团智深公司、国能新能源院正式签署《火力发电厂智能管控平台深化应用联合创新实践基地合作协议》，“无人值守”项目开始启动，燃煤机组“智慧大脑”完成了胚胎



▲定州电厂“无人值守”项目小组正在修改逻辑。通讯员 李永杰 摄

孕育。“以‘科技驱动’取代‘人海战术’，不仅是朝着‘无人值守、少人巡检’的方向努力，而且安全系数和生产效率也大幅提升。”这是定州电厂科技信息主管吴志刚亲历火电智能化过程的深切感悟。

## 破茧成蝶 突破“无人值守”新领域

从“0”到“1”，谈何容易。国内各发电集团已有二十余家燃煤电站进行智能化探索，但面对频繁的负荷调整、机组启停、实时优化控制等方面，仍需运行人员大量人工干预进行故障判断和调整，存在适应性不够、协同运行能力不足等问题，无法替代运行人员进行优化决策和操作干预。

频繁的自动解除、手动干预，仿佛一道道难以逾越的鸿沟，挡在技术人员面前。然而，正是在挑战与机遇并存的时刻，应运而生的攻关小组、策划小组与实施小组如同三把利剑，直指“无人值守”的核心难题——智能发电平台。

攻关小组成员们日复一日地沉浸在操作记录中。他们的眼神专注而坚定，逐条分析每一个数字、每一条记录，不放过任何一个细节，每一次数据的波动都是他们寻找突破路径的宝贵线索。策划小组精心整理日报，将项目进展的点点滴滴都记录在内，无论是技术突破还是遇到的问题，都一丝不苟地呈现在团队面前。实施小组如同纽带，与各个值的值长和运行人员紧密配合，将每一项任务都落到实处。每当遇到问题时，他们

总是第一时间赶到现场，与技术人员进行寻找解决方案。

在探索智能发电平台的构建之路上，每一步都凝聚着团队的心血与智慧，尤其网络架构设计与应用承载环境的革新，成为项目推进中的两大核心挑战。

“网络架构是我们的生命线。任何一丝疏忽都可能引发连锁反应，直接威胁DCS系统稳定运行。”吴志刚在一次深夜讨论会上强调，灯光下的每一张面孔都显得格外凝重。为确保万无一失，团队决定搭建一个高度仿真的测试环境，模拟各种极端情况下的网络表现。“我们一遍遍地测试，方案改了又改，每次以接近完美了，但总能发现新的潜在风险。”国能智深平台开发负责人王鹏飞揉着熬红的双眼，回忆起那段与时间赛跑的日子。

在应用承载环境设计上，团队进行了更为大胆的尝试——将专有云技术首次融入智能发电领域。“这不仅是一次技术升级，更是对传统框架的一次勇敢跨越。”负责云计算集成的崔工激动地说道，“我们打破了芯片架构界

限，实现了异构资源的无缝对接与高效管理。云平台的弹性扩展、高可用性以及灵活部署的特性，让我们的智能化应用能够像插件一样，根据需要快速部署、轻松扩展，为我们开辟了一条全新的探索路径。”这番话激起了团队成员的共鸣。他们深知，这些看似不可能的创新尝试，正一步步夯实着智能发电平台的根基，为未来的算法应用铺就坚实道路。

经历过无数次失败与挫折，他们从未放弃对成功的追求。每当夜幕降临，团队的办公室总是灯火通明，那是他们用智慧和汗水点亮的希望之光。2023年10月，行业内首个面向无人值守的智能发电平台被成功搭建。该平台采用专有云技术，部署适用于工业生产数据特点的实时数据中台，确立以知识规则转化的“无人值守”关键技术研发方向，将运行人员的宝贵操作经验与人工智能、数据挖掘、自然语言处理等先进技术紧密结合，使火电机组能够更灵活地调节参数，提高运行的经济性，推动火电机组数字化转型，为项目后续168小时成功试运铺平了道路。

## 智慧赋能 描绘“无人值守”新未来

今年以来，河北公司深入贯彻落实集团公司“1331”科技创新战略，坚持“抓科技就是抓发展、谋创新就是谋未来”理念，联合集团内外科研力量，从理论方法、关键技术、工程示范应用等方面对发电过程智能控制发起总攻。

时间轴推进至2024年7月，持续高温天气给1号机组带来前所未有的考验。在控制室内，工程师们紧盯屏幕上跳动的数据，眉头紧锁。日均操作次数，这个曾一度被稳定在1000次以下的指标，却在月末时出现了意外反弹。

吴志刚站在数据板前沉思道：“我注意到，最近负荷变化特别频繁，磨煤机的启停几乎成了家常便饭，自主模块经常力不从心，我们不得不手动介入。”

负责算法优化的员工接过话茬：“确实，我们需要对算法进行升级，让它能更智能地预测和处理这些突发情况。”

讨论逐渐深入。团队成员开始聚焦负荷快速变化下的磨煤机启停逻辑和高温环境下磨煤机的温度控制两大问题。

国能智深智能技术团队负责人张东明认为：“我们需要优化出口温度的控制策略，让磨煤机能在最短时间内达到启动条件。”

经过数日头脑风暴与模拟测试，团队决定通过先进预测控制算法，结合机器学习技术，对磨煤机的启停过程进行精细化管理。同时，设计一套无扰切换机制，确保在启动与停止之间平滑过渡，减少人工干预。

新策略下，磨煤机的响应速度明显提升，即使在负荷急剧变化情况下也能实现快速而准确的启停。更重要的是，无扰切换设计大大减轻了职工的操作负担。

随着时间的推移，改进后的制粉系统自主启停模块逐渐展现出强大的适应性和稳定性，为接下来的“冲刺168”打下了坚实基础。

在2024年9月9日，美梦照进了现实——面向“无人值守”的智能发电关键技术研发项目，历经168小时不间断连续运行测试，以日均249次操作的卓越成绩，远低于行业6114次平均水平，优

雅地跨越了少人操作值守的门槛。

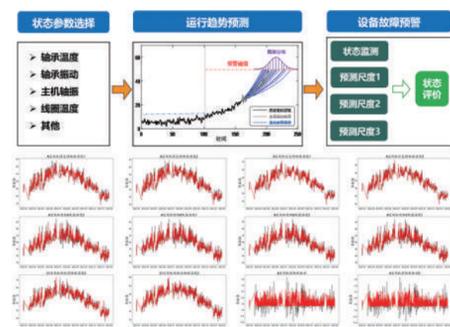
在这场智慧与汗水的较量中，定州电厂瞄准国家能源战略需求，以DCS系统国产化为契机，2号机组先行先试，1号机组成果巩固，从理论到实践，从仿真到示范，相继完成制粉系统自主启停、全过程自主控制、自主决策等多项重点关键技术“零”的突破，申请软件著作权4项，取得国家知识产权局受理发明专利10项，树立了火电机组运行的全国标杆，一步步解锁智能燃煤电站的关键技术密码，为我国火电机组智能化开辟了一条全新的道路。

以火电立身，创新不止。今年以来，该厂综合运用大数据、5G等科技手段，强化数字技术应用赋能，推动传统火电设备更新升级。智慧巡检终端不断优化、“千里眼”对作业现场进行实时监控、四足巡检机器人首次在升压站区域成功投运、生产管理流程审批实现移动端全覆盖、翻车机摘钩机器人实现98.5%以上准确率……一个个新技术、新装备入驻生产现场，该厂正用科技创新书写着企业高质量发展的新篇章。

### 看 国能科普

## 算力控制下的神奇煤电

李立朋 冯子昂



“最强大脑”控制示意图。

“无人值守”充分利用自动化、物联网、大数据、AI等一众高科技“神器”，让机器设备仿佛拥有了智慧，能够自己管好自己，井井有条地完成各项任务。在“无人值守”模式下，电厂由高效智控系统控制，运行值班岗位不再需要设置，极大降低了人力成本和运行风险，实现电厂运行监测省心又省力。

### “无人值守”有哪些神通

#### ·智能监盘

以智能程序和智能算法代替人工进行监测工作，运行参数、设备到整个系统都处在实时“体检”中，让异常状态无处遁形。

#### ·自主控制、自主决策、安全容错

建立大数据预测模型，是行业内首次用主动预测的控制方式替代传统滞后反馈调节，通过主动“预判”替代过去的“滞后补救”，让机组变得更加“聪明”，实现“自我管理”。

通过数据挖掘与专家建模，在行业内首次实现对机组升降负荷过程的无人自主决策，能自主测算怎么烧煤、怎么调磨、怎么设参数、怎么控排放，从而实现安全环保经济运行。

#### ·全程技术闭环

以智能控制理论与方法为支撑，通过全程自主决策实现机组调峰状态下的设备自主启停、系统自主决策。

另配有“超级指挥官”APS系统，通过智能控制让机组全程自动运行，无需人工介入。

#### ·工业数据状态监测与故障诊断平台

建立“故障预警-诊断-根因分析”三层智能状态监测体系，开发智能监控与故障诊断平台，为燃煤电站无人干预的自主运行提供安全保障。

### 自主运行的全方位“雷达”

#### ·打造一个“最强大脑”

打造燃煤发电智能控制系统，充分分析与挖掘数据，实现智能监控，并将设备和操作经验转化为智能管理，实时优化发电策略，相当于为电厂配备“全知管家”，让运行更加高效智能。

#### ·推出一套“机组智控神器”

通过强化学习算法，让系统像“智能助手”一样自主优化，机组好像有了“自适应调节器”，在突发状况下进行自我修复，让电厂更智能、更高效。

#### ·打造“设备护卫三重奏”

机组实现智能化故障预警、诊断和根源分析，系统像“设备侦探”一样预测设备状态。通过多模型诊断机理，AI融合准确判断以及知识图谱用于根源分析，为设备维护提供可靠依据、精准决策。

#### ·培养一批“机组智控专家”

通过音视频识别、智能机器人等技术，让机组监控像“全方位雷达”一样精准。值班员从手动操作转型为性能分析，轻松监控机组表现，安全高效实现“无人干预”的智能发电管理模式。

此前，职工需要在盘前“盯梢”，一干就是一天。现在，盘前监盘不超过两人，职工从“操作手”变身“指挥官”，大幅降低监盘压力与操作强度，职工可转型承担更高层次的监控、分析和创新工作。

这一路调试就像给电厂换上了一颗“智慧心脏”，各类自动化系统的应用让操作更加精确、反应更加迅速，有效提高发电效率、降低煤耗和能耗、促进能源资源合理利用，同时推动企业由传统劳动密集型向技术密集型转变，对能源产业链上下游产生连锁反应，实现相关产业技术创新和产业升级。

经过项目组人员几年来的艰苦工作，解决了燃煤发电机组复杂流程控制难、操作多的问题，在河北公司定州电厂初步实现了少人值守模式的火电机组智能自主运行工业验证，成为国内正式投用的第一台实现少人值守目标的机组，取得了良好的机组综合运行效益。第三方测试表明，该机组168小时连续考核运行期间，与同类型机组相比，总操作量降低91.8%，实现日均操作量从3700次降低到249次的革命性突破，远低于国内火电机组平均日操作量，大幅减少运行人员操作强度。

未来，国家能源集团将继续深入推进智能发电技术应用，努力实现从“少人值守”到真正的“无人值守”，开启全新的发电时代，通过高效、环保、智能化等方式，为全球能源转型和可持续发展提供有益探索和经验。

