



中国大唐集团有限公司

跨流域综合能源大数据智慧运营服务平台 ——面向生产经营全业务全流程的数字化 解决方案

引言：

跨流域综合能源利用在高速发展过程中面临诸多挑战。弃水弃风事件造成了大量优质可再生能源损失。传统信息化平台存在大量“信息孤岛”，系统各自孤立、独立运行，无法实现统一的数据交互。数据处理方面，大规模厂站接入后海量实时数据无法进行高效处理。越来越多的能源电力企业面临着不同流域、不同地区、不同种类的电力生产厂站统一集中管理问题。建设跨流域多能源大数据智慧型集控，已成为当前能源电力企业实现数字化、网络化、智能化的必然选择。

一、项目概况

本案例研究建立了“互联网+”水火风智慧一体化关键技术及运营平台，构建了基于工业互联网的水火风电源智能多系统联动、智能化应急指挥等智能系统模块，首创了跨流域多能源海量数据交互方法等新技术和跨流域短/中/长期水文水情测报新方法，

研制了跨流域多能源联合优化调度系统，实现了国内外最大规模跨流域多能源大数据智慧集控。

1. 项目背景

水电和风电分别是当今世界最主要的和增速最快的可再生能源，我国水电和风电总装机均居世界第一，近年出现的弃水弃风事件造成了大量优质可再生能源的损失，不符合我国节能环保的要求，随着电力改革的推进以及发电技术的发展，越来越多的能源电力企业面临着不同流域、不同地区、不同种类的电力生产厂站统一集中管理问题。

2. 项目简介

本案例的实施，一是为了提高能源利用率，避免水火风电厂单独建立远控中心，节约电力生产成本，创造更大的经济效益；二是为了减少 CO₂、SO₂、NO_x 排放，实现流域防洪、节能（减弃）、供水、航运、压咸补淡等综合效益；三是为了解决跨流域多能源企业自动化系统和信息化系统各自孤立、管控困难、智能决策水平差等问题，实现生产经营数据的汇聚共享和挖掘应用、实现电厂生产管理和智慧运营模式的创新。

3. 项目目标

- （1）通过研究水火风智慧一体化关键技术，实现工程化应用；
- （2）解决跨流域多能源企业自动化系统和信息化系统各自孤立、管控困难、智能决策水平差等问题；
- （3）实现 I、II、III 区数据的汇聚和实时共享，实现大数据的充分挖掘和应用；
- （4）实现流域雨情、水情精准预测预报和水能资源的充分利用；
- （5）实现跨流域多能源的智能化应用；
- （6）实现电厂生产管理和智慧运营模式的创新；
- （7）实现资源的优化配置，创造经济和社会综合效益。

二、项目实施概况

本案例的关键技术，已在大唐集团广西区域近 1200 万千瓦装机的 9 个流域 17 条河流的 41 座水电厂、1 座火电厂和 9 座风电场进行了推广应用，也已应用于其他区域公司中。

1. 项目总体架构及主要内容

(1) 总体框架

以实现人工智能与人脑智慧的有机融合互补，达到企业资产、数据、人的最优组合，使企业具备自适应、自学习、自趋优、自恢复、自组织、自演进能力为目的，基于智慧化最优化理念，依据上述智慧企业理论设计思路，在满足电力二次系统安全防护要求的基础上，构建以一体化管控平台为总体框架的多能源、跨区域、综合性智慧企业生态系统。

(2) 主要内容及功能

本案例设备系统采用分区的体系结构，基于一体化管控平台，在满足电力监控系统安全防护规定的前提下，开发部署相关应用组件（功能模块），完成厂站主要生产经营数据的汇聚共享和挖掘应用，实现发电管理、水情水调、生产调度、应急指挥、安全监管、工业电视、设备分析诊断和联合优化调度等功能。

1) 智慧安全应急管控

智慧安全应急管控中心负责安全生产管控、安全监督管理、应急救援指挥、网络信息安全等，实现：人员行为、作业过程安全管控，全面接入智慧厂站的智能两票、电子围栏、智能防误触等系统信息，实现厂站人员行为及安全状况的全面掌握和实时监控。

2) 智慧发电运行控制

智慧发电运行控制中心负责运行状况监视、工况调整、设备状态改变、巡回检查、应急处置、安全生产管理、技术培训支撑等，实现：智能监盘，基于现有集控和厂站

计算机监控系统，进行必要的升级完善，整合厂站监控数据，制定符合智能集中监视和控制的逻辑判断，开发部署高级功能组件（模块），实现智能报警、智能诊断、智能处置、智能保护、智能控制、智能操作等，满足“集控运行、无人值班（少人值守）”要求。

3) 智慧设备设施诊断决策

智慧设备设施诊断决策中心负责设备设施状态监测、趋势分析和诊断、状态检修、大坝管理、气象及地质灾害管理等，围绕厂站设备设施与水库大坝的状态分析、健康诊断、趋势预测、寿命评估等内容，通过对各设备设施的部件分解、深入剖析、理论分析等，构建精确仿真模型，利用健康状态诊断算法和寿命趋势评估算法，判断机组和库坝的整体和部件的劣化程度，开展设备设施诊断评估工作。

4) 智慧资源经济管理

智慧资源经济管理中心负责水资源、风资源、光资源、化石能源等资源的优化利用、经济运行、电量交易和营销支持等，实现：资源精准预测，通过水文水情测报、燃煤价格、风资源预测、光资源预测等，实现一次发电资源精准预测，更好指导发电调度计划。

2.安全及可靠性

(1) 构建完善的网络安全防护体系

遵循“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的总体原则及等保要求，将网络资产分区部署，并在所有分区边界上设立电子安全防线，实现对核心网络资产的隔离和保护。

(2) 增强数据传输安全可靠

一是通过租用专用电力、公网通信通道和自建光缆等，拓展完善现有数据网（监控、生产、管理数据网，分别用于传输安全 I、II、III区业务），建立覆盖广西公司所有企业的通信网络。

二是建设智能厂站通信网络，厂站根据实际，采用 5G 和无线传输技术等，建设覆盖厂内办公区、重点设备设施和主要生产工作区域的有线、无线网络，支撑智能安防、智能信息、设备智慧维护、移动办公等智慧（智能）业务建设。

3. 其他亮点

(1) 实现了“互联网+”跨流域多能源大数据集控智慧集控中心的首次应用，研制了智能一体化平台关键技术，解决了多能源多平台间信息交互、协同调度难题。

(2) 发明了基于海量数据时空组合关联特性的水电站生产数据预清洗过滤方法，首创了一种基于协议流检测和混合特征识别技术的混合流通信模式，建立了基于受控厂站全维度监控海量数据（全采全送、全监全控）的水火风电五遥优化控制系统，突破了多能源海量数据实时信息交互难题。

(3) 研制了跨流域短/中/长期水文水情测报及优化调度系统，解决了无资料流域降雨量和少测点径流来水预测不准确、山谷与山脊地貌情况下水文水情预测出现与真实情况严重不符的难题，实现了最大降雨量、洪峰状态、水文水情的精准预测。

三、下一步实施计划

1. 多能源智慧气象服务平台研究与应用

利用 5G 通信与气象部门建立高质量数据通道，通过大数据分析、WebGIS 技术、AI 技术、结合当前智慧气象预报技术，建立面向全公司系统的智慧气象服务平台，为公司的电力生产、设备检修、市场营销等提供精细化气象服务需求。

2. 流域电站群智能发电调度研究与应用

基于传统优化调度理论，结合现代大数据处理、人工智能技术，研究集控 10 个水电站水库优化调度方法，形成负荷厂间、厂内优化分配方案，编制水库调度和发电计划；研发部署智能发电调度模型。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

创新点一：“互联网+”跨流域多能源大数据一体化平台关键技术研究及智慧集控中心示范

研制了智能一体化平台及关键技术，首次实现了多能源企业水、电调、应急指挥等多系统的整合；集中监视、控制和管理 9 个流域 17 条河流总装机近 1200 万 kW 的 51 座水、火、风电厂，实现了国内外最大规模跨流域水火风多能源智慧集控中心的建设与示范。

支撑成果为授权实用新型专利 1 项、软件著作权 2 项、编制国家标准 2 项（已报批）。

创新点二：基于“互联网+”的多能源智能系统模块创新研发与应用

实现了 I、II、III 区数据贯穿和实时共享；完成了智能安全监管、状态监测与诊断等系统建设，实现最大规模多系统智能联动控制；首创了跨流域多能源应急指挥平台；实现并建立了跨流域集控多层次协同的调度与控制模式。

支撑成果为授权实用新型专利 2 项、编制国家标准 3 项（已报批）、发表核心期刊论文 3 篇。

创新点三：混合通信规约及数据模型融合的多能源海量数据交互方法创新与实践

发明了基于海量数据时空组合关联特性的水电站生产数据预清洗过滤方法并首次应用；首创了一种基于协议流检测和混合特征识别技术的混合流通信模式并首次应用；建立了最大规模的基于受控厂站全维度监控海量数据（全采全送、全监全控）的水火风电五遥优化控制系统。

支撑成果为授权发明专利 1 项、实用新型专利 1 项、发表核心期刊论文 2 篇。

创新点四：跨流域短/中/长期水文水情测报方法创新与实践

发明一种大落差岩溶地貌下基于八点法的高精度等值线自动提取方法；首创了一

种基于洪峰流量达标频次的无资料流域最大降雨量预测方法；研制了短/中/长期跨流域水文水情测报及优化调度系统。

支撑成果为授权发明专利 1 项、实用新型专利 1 项。

创新点五：跨流域水火风联合优化调度创新与实践。

研制开发跨流域经济调度控制模块（EDC），建设并实现了跨流域多能源智能经济调度与控制等高级应用功能；开发了水火风互济及发电权交易模糊智能决策模块并首次成功应用。

支撑成果为授权软件著作权 1 项，基于研究成果，公司精准预测、精确调度，2018 年完成水火交易电量约 13 亿 kWh，公司火电企业市场化电量区域第一，交易电量预控偏差小于 5%，实现了最大交易电量和“零违约”，取得了显著成效。

2. 实施效果

（1）经济效益：年均新增电量约 10 亿千瓦时；同时，该技术的应用，公司在水电、火电、风电方面节省了建设独立集控中心的费用，节约电力生产成本数千万元。

（2）社会效益：近 5 年节省标准煤约 179 万吨，减少二氧化碳排放约 445 万吨，减少二氧化硫排放约 17 万吨，多减少氮氧化物排放约 8.5 万吨，提高了节能减排和生态环境效益；同时，该技术发挥库群调节，减少梯级水库群沿岸因洪水给人民生命财产造成损失。