

文章编号:1672-3031(2021)01-0183-06

新能源集控中心一体化平台关键技术的探究

何婷, 邓子夜, 李亦凡, 龚传利

(中国水利水电科学研究院 北京中水科水电科技开发有限公司, 北京 100038)

摘要: 为了加快新能源开发的步伐, 解决风电场、光伏电站工作环境恶劣、巡视困难等客观问题, 我国急需建设和发展新能源集控中心, 达到“远程监控, 现场无人、少人值守”的目的。本文通过总结新能源集控中心的需求和特点, 探究了新能源海量数据处理、基于海量数据的智能报警、多协议统一接口等关键技术, 解决了新能源集控数据传输、设备接入、特色监控应用等实际问题, 提出了构建新能源集控中心一体化平台的解决方案。

关键词: 新能源; 集控; 海量数据处理; 一体化平台

中图分类号: TP29

文献标识码: A

doi: 10.13244/j.cnki.jiwhr.20200139

1 研究背景

随着全球能源问题的日益严峻, 低碳经济蓬勃发展, 我国将风电、光伏等新能源发电产业作为远期能源发展的重要战略产业, 新能源产业目前发展十分迅速^[1-2]。由于客观原因, 新能源电站大多地处偏远山区及高海拔地区, 生活条件艰苦, 工作环境恶劣, 电站的运行管理需要消耗大量的人力物力财力, 给电网的集中调度和电网的安全运行带来诸多问题。建立远程新能源集控中心, 建设科学合理的一体化监控平台, 打造“无人值班、少人值守”的新能源电站, 进行集中运行、检修、经营及后勤管理, 实现减员增效, 是新能源发电发展重要的趋势, 也保障了新能源发电综合效益的最大化。

水电站的计算机监控系统经过多年发展, 在我国的应用已经成熟完善。本文基于水电站监控系统研究的理论及实践基础^[3], 对风电、光伏电站的数据采集及运行特点进行针对性调研, 构建了新能源集控中心一体化平台。该项研究主要面临两方面挑战: 一方面, 在实际生产环境中, 每个风电场的风机数量、光伏电站的逆变器数量都较多^[4], 它们在不同工况下的工作过程中会产生大量的元数据; 另一方面, 由于新能源电站的设备制造商的差异化及多样化, 导致新能源电站各类设备提供的通信规约和数据格式不兼容^[5]。打造新能源集控中心, 需要对这些元数据进行统一整合处理, 将对平台在采集和处理海量数据、统一各风场/光伏电站的通信协议接口、采用智能分析手段提高运维能力等方面提出更高的要求。

本文在海量数据处理与智能报警、子系统统一接口、新能源集控特色技术等方面进行了深入探讨, 解决关键性问题, 并根据风电、光伏监控的特殊要求扩展新能源特色功能及技术, 为新能源集控打造了合理、稳定、高效的运维环境, 促进了新能源监控技术的发展。

2 一体化平台的技术要点

为了满足新能源集控中心对水电站、风电场、光伏电站等各种类型电站的实时监控、状态监

收稿日期: 2020-07-21; 网络首发时间: 2021-01-18

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5020.TV.20210115.1646.002.html>

基金项目: 中国水利水电科学研究院“五大人才”计划(AU0145B852017)

作者简介: 何婷(1987-), 硕士, 工程师, 主要从事电站计算机监控系统的开发和研制设计等工作。E-mail: jkhet@iwhr.com

测等多业务的需求，一体化平台采用面向服务的架构(Service-Oriented Architecture, 缩写SOA), 以分布式总线为基础, 各服务之间以统一和通用的方式交互, 系统层次分明, 功能齐全、应用多样化^[6-7]。一体化平台技术架构由低到高分为元数据层、消息通信层、技术服务平台和数据组件平台4个层次, 遵循一体化、标准化、开发性、一致性、智能化的基本原则, 如图1所示。

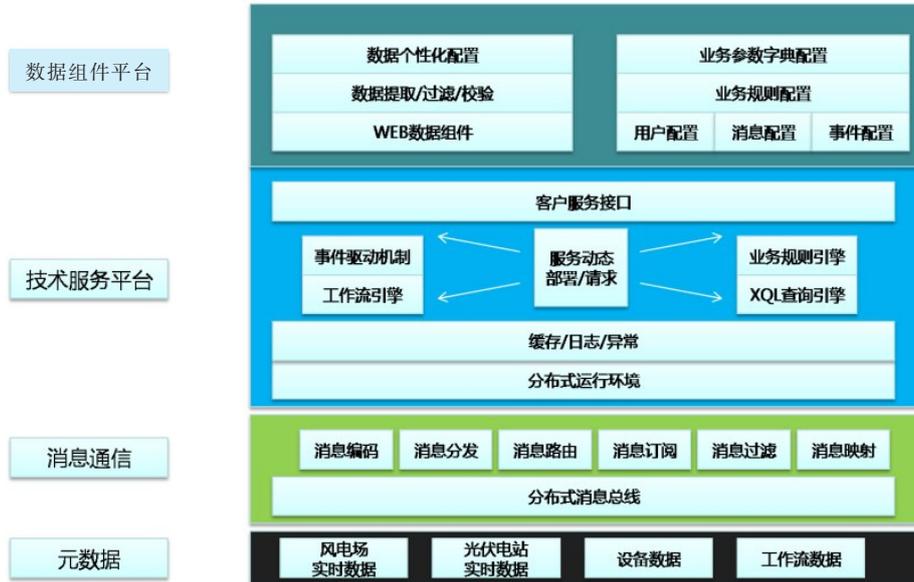


图1 iP9000一体化平台的技术架构

由于风电场、光伏电站各二级子站系统众多, 前置机需要先对海量监控数据进行汇总, 再通过数据采集通道接入新能源集控中心, 如图2所示。一体化平台集成了辖区各场站的数据采集及控制、电能量采集及汇总运算、保护主站、功率预测、在线监测分析、风机对标、风水光互补分析系统等功能。结合视频监控、调度电话, 信息管理等系统, 对分散各地的子站进行统一集中的监控和管理, 极大地减轻了运维压力、节省成本, 提高了经济运营水平。



图2 各电站接入集控中心示意图

3 新能源集控应用中的关键问题及解决方案

3.1 海量数据处理与智能报警 与普通水电站不同, 风力发电场设备多且分布广泛, 光伏发电设备数量众多, 这些设备送达集控中心的采集数据是海量数据, 一座大型新能源电站数据点往往多

达数十万点。在特定的时间段，比如光伏电站早晨逆变器启动时，在短时间内会产生数万点变化的数据。如何保证采集数据的及时上送、不丢数、不卡数，并且保证集控中心系统能够流畅地处理并及时存储变化的海量数据及变位告警数据，对平台的海量数据处理能力提出了很高的要求。只有在完成快速有效的数据处理和存储后，才能够提供大量真实的数据基础进行设备的智能诊断分析。

为了保证新能源集控中心系统稳定、安全、可靠的采集数据和保存数据，一体化平台针对数据特征设计了特有的数据处理流程：平台通信接入各电站的数据信号，经过基础功能模块的预数据处理，将数据流写入实时库，并依据不同电站的数据存储需求将实时数据存入历史库，如图3所示。

针对海量数据，一体化平台给出了下列解决方案：

(1)实时库采用分布式客户/服务器架构，在实时数据库服务器上开辟独立内存，专门用来提供高效的实时数据存取。支持实时数据的关系描述、快速存储和访问，提供基于地址指针的高速本地访问接口、远方服务访问接口和友好的人机界面，实时库的访问具有问答方式和发布订阅方式，可获取和存储时间序列的实时数据，具备满足生产管理要求的实时性。

(2)历史数据库支持 Oracle、MySQL、MongoDB、达梦数据库等主流商用数据库，提供了统一抽象的数据库接口，实现对应用透明的增、删、改、查等数据历史数据服务接口。海量的模拟数据存储，实行分钟表自动按月建表，并自动按天分区，方便数据的存储、查询和删除工作。对于保存时间较长及数据量较大的历史事项表，通过建立表空间和索引表，对数据进行分区，提高了查询和存储效率。历史库数据持久化方案的设计及优化，大大提高了历史数据的访问效率，减轻了新能源集控中心短时间大量数据存储及处理的压力。

风电场、光伏电站的海量数据源使得新能源集控中心产生海量的告警信号。一体化平台提供基于海量报警来源的智能报警技术，设计多项报警筛选机制，确保值班人员在海量告警信号面前不遗漏重要数据告警，通过智能分析报告更全面了解设备的健康状况，如图3所示。

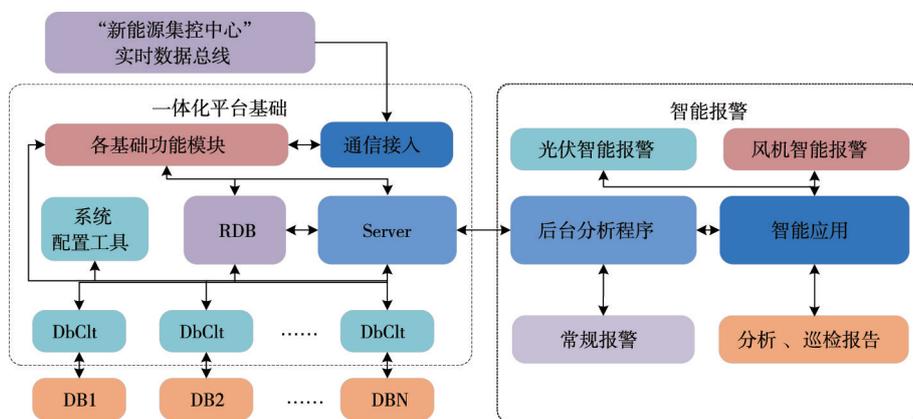


图3 一体化平台数据处理流程

智能报警后台分析技术的应用降低了值班员人工监视和处理海量告警事项的难度，实现了量化到点的开关量、模拟量、分模式、分等级处理；实现了新事项和人工干预后事项、信号复归事项的区别显示，确保全网事项状态一致，确认后的事项可以从界面删除或保留；实现了事项分等级、分页面显示与处理，重要信号优先处理并重点显示。

在新能源电站的报警信息展示中，由于设备运行工况复杂、各关联参数间的报警策略比传统电站要复杂得多。以光伏电站的零电流报警策略和风电场的风机故障智能报警解析为例。

光伏电站的零电流报警策略：当逆变器正常发电时，表示电流数字信息的颜色正常显示；当汇流箱支路发生故障时电流为零，相应的报警信息字体变成红色，并产生事件报警；当逆变器脱网，

此时支路电流全部为零，电流颜色则需要恢复正常显示，不产生报警。

风电场的风机故障智能报警解析：报警系统需要预先将风机故障码遥测值实时转换为相应的故障报警，并将故障信息事实推送到相关操作员的报警监测窗口，源故障信息经过智能告警解析计算，进行报警过滤、报警等级智能评定、按需要对报警进行自动确认、分类存储等。

一体化平台通过对海量数据的智能诊断分析计算，最终形成具有统计意义的数据分析报告、设备巡检报告，使得运维人员对电站设备的运行状况能够进行全面的监视，达成设备部件故障预警的目的。

3.2 集控中心多协议统一接口技术 新能源集控中心通常需要同时接入多个风电场和光伏电站，不同电站的设备不同、生产厂家众多、各厂家各类设备的数据通信协议各不相同。一体化平台通过调研不同厂家的风光 SCADA 系统接口、风机控制单元接口、振动数据采集系统接口、光伏逆变器控制单元接口、风光功率预测系统接口、无功补偿装置接口、风光电能量系统接口、故障信息子站接口等，开发了不同的规约，包括 IEC104、IEC102、IEC103、OPC、MODBUS 等，统一由场站前置采集机进行配置和采集，再通过 IEC104 规约转发到集控中心。

传统监控系统中，针对不同的通信规约通常需要开发不同的通信程序来接入数据，这对于场站、设备众多新能源集控中心来说容易导致系统管理混乱，通信进程将耗费大量的系统运行资源。一体化平台开发了兼容性、标准性、灵活性较强的前置数据采集架构，提供了统一接口的协议，通过动态加载配置的方式，各规约以动态库的形式嵌入到一体化平台架构中，大大增强了系统通信的可靠性和灵活性。

新能源集控中心的特点就是每个电站的数据量多，而从场站侧到集控侧采用 IEC104 规约的传输速度有限，因此一体化平台设计采用多通道、分组上送、分时总召的方式将各个厂家的数据上送集控中心。场站前置机整合不同系统的数据，需要建立大量的数据通道，比如风电场的每个箱变都是一条独立的通道，大型风电站一个电站的前置机能够达到数百个通道。为了保证数百条通道的正常运行，一体化平台对前置机的软件架构进行了正对性的优化，以满足大量数据的吞吐能力。

对传输场站端保护信号类遥信数据，场站前置机采用基于 dl476 的规约实现遥信变位直传集控的方式，解决此类动作后 1~2ms 内复归信号的极速传输，避免使用 IEC104 规约产生实时库扫描漏传的问题。

多协议的统一接口使得场站前置机可将各子系统的数据以便捷的方式汇总数据，优化的前置架构能够容纳大量的子系统通信通道，场站前置机与新能源集控中心多通道传输的设计方案极大地提高了集控中心对各场站海量数据的瞬时采集能力。

3.3 应用于新能源集控的特色技术 新能源集控中心对于风电场、光伏电站的运维有针对风机和光伏分析、控制的特殊需求，为了减少集控中心运维人员的监视和操作难度，一体化平台在高级应用中开发了实用的功能，对于提高管理能力、经济运维有着积极的意义。

(1) 风机对标分析：实现全场预测分析、全场对标分析、单机对标分析、单机弃风电量分析和机组功率对比等功能。

(2) 群控功能：对于风电场，需要对全场或者某一条集电线路的风机进行统一的启动和停止操作；对于光伏电站，需要对全场或某一部分平单轴进行统一的移动方位操作。因此一体化平台开发了群控功能，以满足一键多令的需求，为运行人员操作提供便捷。

(3) 手机移动监视功能：可通过手机 APP 查询集控中心实时数据、实时告警等，也可查询各子站的详细信息。

(4) 水风光互补优化调度计算：根据水电站的可参与补偿的调度裕量，可自动或手动划定参与互补优化调度新能源机组范围，将其视为虚拟电站。综合风光预测处理结果、集控中心调度计划曲线和实测风光出力数据，以风光发电效益最大化为目标，向风光水电厂机组下达优化后的 AGC 负荷指

令。

4 一体化平台在新能源集控中的应用

为解决新能源集控在实际运行中的二次系统互不联系、管控难度大、维护复杂度高、智能决策水平差以及重复投资等问题，北京中水科水电科技开发有限公司应用上述关键技术研制了 iP9000 一体化平台^[8]，建设了集控中心监控系统、保信主站系统、风/光功率预测、电能量系统、风水光互补分析功能、视频监控系统等各类自动化系统和管理信息系统。

iP9000 一体化平台今年来已成功应用于国内多个中大型新能源集控中心(如表 1)。各平台运行稳定，在应用中取得了良好的成效。其中，国家电投南昌生产运营中心统一调度管理了 7 个光伏电站与 5 个风电场，分别包含 2977 组光伏逆变器、449 台风电机组及其箱变和升压站设备。该项目被控设备多，分布范围广，平台实时数据多线程访问性能可达每秒百万次以上。

表 1 iP9000 平台在国内新能源集控中心的应用

项目名称	装机容量/MW	采集点数/W	响应时间/ms	新能源电站	技术特征
五凌电力新疆新能源集控中心	218	8	1~2	4 个风电场、1 个光伏电站	新疆第一个调度认可的新能源集控中心
华能布尔津风电分公司远程集控中心	148.5	7.7	1~2	3 个风电场	采用“无人值班”(少人值守)模式
国家电投南昌生产运营中心	970	70	1~2	7 个光伏电站、5 个风电场	全国首个集风电、火电、水电、光伏一体化的运营中心，实现多种能源统一调度

5 结论

新能源集控中心一体化平台采用了基于 SOA 架构的设计，通过对海量数据处理与智能报警、子系统统一接口、新能源特色技术等方面的研究，解决了新能源集控面临的集控数据量大而散，异构厂家设备多差异大，新能源运维高级应用功能不足的问题。

在关键技术中采用了基于分布式的客户端/服务器架构设计了实时库结构，借助于优化的历史存库方案、智能报警筛选机制解决了海量数据存取、分析报警问题；通过通讯接入多协议接口技术、统一底层通讯架构等手段解决了大量新能源异构厂家设备的数据通信及数据接入问题；集成了风机对标分析、群控、移动设备监视、水风光互补优化调度计算，这些应用功能针对性的解决了新能源集控中心运维管理中的具体需求。

随着平台功能的逐渐完善，iP9000 一体化平台近年来在五凌新疆、华能布尔津、国电投南昌等多个国内大型新能源集控项目的应用中取得了良好的效果，构建了合理、稳定、高效的新能源集控一体化平台。

参 考 文 献：

- [1] 秦海岩 . 2019 年风电发展保持稳中有进[J] . 风能, 2019(12): 1 .
- [2] 张博, 孙旭东, 刘颖, 等 . 能源新技术新兴产业发展动态与 2035 战略对策[J] . 中国工程科学, 2020, 22(2): 38-46 .
- [3] 戴 驱, 刀亚娟, 吴威 . 大数据时代智能水电站建设思路[J] . 水电站机电技术, 2018, 41(11):86-88
- [4] 王刚, 秦英炜 . 关于光伏电站数据采集方案设计分析[J] . 科技创新导报, 2019, 30: 33-34 .
- [5] 梁涛, 孙天一, 姜文, 等 . 区域性多方电场数据采集与远程集控系统的设计[J] . 高技术通讯, 2019, 29(4):

387-394.

- [6] 何飞跃, 王铮瀛. 基于SOA的智能水电厂一体化平台设计[J]. 水电站机电技术, 2014, 37(3): 4-6.
- [7] 林淮恭, 聂瑞华, 罗辉琼, 等. 基于SOA构架的服务集成技术的研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(7): 141-144.
- [8] 王德宽, 何飞跃, 张毅. iP9000智能平台及其应用[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2016, 14(5): 350-354.

Research on key technologies of integrated platform of new energy centralized control center

HE Ting, DENG Ziye, LI Yifan, GONG Chuanli

(China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China)

Abstract: As new energy generation technology has been developing rapidly in recent years, it is urgent to build and develop new energy centralized control center to resolve the objective problems such as the poor working environment of wind power plants and photovoltaic power stations and the difficulties in inspection, and achieve the goal of "remote monitoring, no one on site and few people on duty". In view of the characteristics of new energy centralized control center, this paper discusses the realization of key technologies such as mass data processing, intelligent alarm technology based on mass data and multi-protocol unified interface in the construction of integrated platform of new energy centralized control center. The solution of constructing the integrated platform of new energy centralized control center is put forward to resolve problems such as data transmission, equipment access and characteristic monitoring application.

Keywords: new energy; centralized control; mass data processing; integrated platform

(责任编辑: 王学风)

(上接第 182 页)

Construction and application of Cross-scale All-dimensional Environment Simulation (CAES) system

HUANG Hai, GUAN Jianzhao, ZHANG Lei, WANG Dayu

(China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China)

Abstract: Comparing with some of the world's developed countries, the systematism, integration, versatility, interface, development tools, platform, and database of the hydrodynamic software products in our country is still in the initial stage of exploration, which seriously restricts the transformation of research results into applications. In view of this, Anlan simulation system is constructed, which is a cross-scale all-dimensional environment simulation system and integrates four modules including database, pre-processing, solver and post-processing. Based on GIS platform, the system realizes the management of data and projects, the generation of grid and mesh, and virtual reality visualization of results. The system integrates 1/2/3-dimensional hydrodynamic, sediment, water quality and water ecology numerical models. Especially in the water-sediment numerical model, both the traditional water-sediment numerical model and the two-phase mixture model are provided. The workflow among the four modules is so strengthened that the simulation work can be standardized, streamlined, and systemized. Based on the Anlan simulation system, the standardized management of hydrological topographic data, models, and project plans in the Yangtze River-Dongting Lake region is conducted, and the calculation results are visually displayed. The calculated values are in good agreement with the measured data.

Keywords: environment simulation system; database based on 3D GIS; virtual reality of water conservancy

(责任编辑: 祁伟)