

How to integrate AI into power monitoring

Yueyun Li

Hongsheng Electric Heating Company, Power Supply and Communication Operation Area, Jiayuguan, Gansu, 735100, China

Abstract

This paper focuses on a design approach and methodology for the operation and maintenance of power supply and communication operations at Hongsheng Electric Heating Company. The solution leverages the Nanjing NARI Group's next-generation dispatching monitoring system, addressing hardware and software interface design specifications for various monitoring modules, localized deployment of AI big data benchmark models, and cloud computing applications. By integrating data collection, analysis, and big data modeling through the power dispatching automation monitoring platform, the study enhances energy management efficiency, transforms AI technology into practical productivity, and drives high-quality corporate development and technological innovation. The power monitoring system inherently aligns with AI applications, particularly in data scale, complexity, real-time processing requirements, and intelligent decision-making capabilities.

Keywords

next-generation dispatching monitoring system, power supply system, data acquisition, data analysis, AI, big data

AI 如何融入电力监控

李玥贇

宏晟电热公司供电通信作业区, 中国 · 甘肃 嘉峪关 735100

摘要

本文聚焦于宏晟电热公司供电通信作业区运维的基于南京南瑞集团公司新一代调度监控系统中, 各类监控模块硬件、软件接口设计规范与AI大数据基准模型本地化部署和互联网云算力应用的一种设计方案及思路。通过供电系统调度自动化监控平台的数据采集, 数据分析及大数据模型应用, 从而提升能源管控实际调度水平, 将AI技术转化为实际生产力, 促进企业高质量发展与科技创新进步。电力监控系统对AI有着天然的亲和力, 从数据分析的角度解释, 这种亲和力主要体现在数据规模、数据复杂性、实时性需求以及智能化决策需求方面。

关键词

新一代调度监控系统 供电系统 数据采集 数据分析 AI大数据

1 引言

AI 技术如机器学习、深度学习, 能够通过分布式计算框架和云计算资源, 高效处理 GB 级数据流, 远超传统人工或简单算法的处理能力; 电力监控系统需要同时进行电气自动化设备的运行工况检测, 电流、电压、温度、图像等数据采集, 并且通过多方面的判据实现高纬度工程技术和模型推算, 才能应用与电网内设备运行状态专家级评估, 结合实际人为干预, 进行电力设备的运维组织, 从而提高电力监控系统运行效率, 实现智能化电力监控。

2 海量数据的处理要求

海量数据的处理是 AI 与电力监控系统融合的核心要求, 通过现场电气设备的电流互感器、电压互感器、各类传

感器, 将电气设备实时状态模拟量信息进行数字化转换, 再增加固定常数K值和变量范围, 设定信息量的数学变化公式, 就可以准确的将其变换为一项 AI 判断条件, AI 系统可对每秒百万级的传感器数据进行实时分析, 快速识别异常, 如电流骤升或电压波动。利用以上原理, 通过分析历史运行数据的调取和对比分析, AI 可建立设备故障预测模型, 将故障识别准确率提升至 95% 以上。

在具备以上基本数据处理要求后, AI 系统还需具备或者能够实现多模态数据的融合分析, 例如电力监控数据不仅包含结构化数据, 如数值型传感器数据, 还涉及非结构化数据, 如设备图像、红外热成像视频, 数据类型复杂且维度更高。通过互联网公布的一些实验室数据, 我们可以确定计算机对图像处理的能力, 远超过人眼直接识别的准确性, 通过计算机视觉技术分析输电线路图像, 结合现场实际电气设备编号、名称、静态图库、动态视屏和检修工单信息, 能够实现设备的故障精准定位, 是 AI 与电力系统融合的第二个技

【作者简介】李玥贇 (1987-), 男, 中国陕西武功人, 本科, 工程师, 从事调度自动化, 新能源, 企业电网运维研究。

术要求，图1为某电力监控自动化系统。



图1：某电力监控自动化系统

第三类信息处理要求是动态复杂系统的建模与预测，电力系统具有高非线性、强耦合和时变特性，传统数学模型难以准确描述其动态行为。AI的自适应学习能力可解决这一难题，针对风能、光伏的间歇性，AI可结合卫星气象数据与历史发电曲线，实施天气监测信息，实现风电场和光伏电站的功率预测，提升电网稳定性。通过电网负荷结构建模，生产工序模块化，流程化生产负荷数据监测，形成等时性时序模型，再结合气象和经济生产数据，分时段用电优惠政策，能够预测未来数小时至数日内的用电需求，误差可以控制在3%以内。

推断型和学习型AI还应具备实时决策与动态调度优化需求，电力监控系统需在毫秒级时间内完成故障诊断、调度决策和资源分配。AI的强化学习和优化算法能够实现动态决策，基于强化学习的AI系统可快速生成最优隔离方案，快速执行电网故障点隔离，在继电保护和自动化控制系统的稳定配合下，能够将停电时间缩短30%，甚至达到无人操作自动化技术要求。

通过以上最基本数据处理要求判定后，AI与电力监控系统的融合还需要安全与可靠性驱动的智能分析，结合生产行为判定，能够开展电力系统破坏性预警，能够在实时运行数据库基础上添加安全防误机制，能够进行入侵检测，能够对系统以外的网络攻击进行安全防御，能够最大限度的降低设备运维成本，能够基于振动声纹和机器学习，提前预警设备异常运行状态，如变压器异响或绕组异常温升，减少电网内输变电设备非计划停运损失。

3 设备硬件与通信接口要求

传统设备与AI的通信适配必须要统一组件结构的接口规范，实现协议兼容性和接口标准化，传统电力设备（如断路器、变压器）多采用RS-485、IEC 61850等协议，需通过边缘计算网关例如电力鸿蒙系统，转换为AI可处理的标准化数据格式，如MQTT、HTTP。遵循《电力人工智能RPA通用组件功能及接口规范》，定义统一的API接口，支持AI模型与SCADA、EMS等系统无缝对接。

新型AI硬件设备应具备边缘计算节点和智能传感器的特点，部署在变电站或输电线路侧，实时处理传感器数据（如振动、温度），减少云端依赖，响应延迟<100ms。集成AI芯片（如NPU）的智能电表，本地实现异常用电模式识别，降低数据传输带宽需求。

例如现国家电网已规模化应用的智能巡检设备有无人机+AI，巡检机器人，隧道巡检机器狗，在无源相控雷达或激光波雷达应用在此类巡检设备后，能够大幅提升智能巡检设备的工作效率。无人机搭载轻量化模型（如MobileNet），实时分析图像并触发返航采集高清照片，在仿线飞行技术支持下，通过激光雷达（LiDAR）与双目视觉定位，实现输电线路毫米级缺陷识别（如绝缘子破损、导线断股），准确率>85%。变电站内自动导航，结合红外热成像与声纹分析，检测设备过热或机械故障，替代人工巡检。机器人流程自动化，自动化处理工单、电费核算等业务流程，减少人工干预，效率提升50%以上。AI驱动的断路器能够在结合故障预测模型，提前触发保护动作，缩短停电时间至秒级。利用强化学习优化功率分配，提升新能源并网稳定性。整合SCADA、PMU、摄像头、无人机等多源数据，构建统一数据湖。

4 国内电网公司对AI系统应用的典型案例

现国内成熟的经典案例1：南方电网“大瓦特CV”模型，覆盖发、输、变、配、用全环节80余场景，例如输电线路缺陷识别效率提升10倍，秒级生成电网异常处置预案。“夸父”新能源预测系统，结合气象数据与AI算法，风电、光伏预测准确率分别超国家标准5%-7%，减少电网备用容量需求。

经典案例2：南方电网电力鸿蒙系统，是国内首个电力物联操作系统，首次实现一套系统覆盖不同品牌、不同内存大小的电力设备（如传感器、摄像头、断路器等），通过统一协议和接口标准，打破设备间的通信壁垒，实现即插即用和数据互通。其架构分层设计支持灵活组装，可根据设备算力需求适配轻量级（PHM）、小型（PHS）、标准（PHR）等版本。电力鸿蒙OS采用“金字塔式”分层架构，覆盖终端层（PHM/PHS/PHR）、边缘层（PEE）、云端（PES），支持端到端协同，集成NFC、BLE、LoRa等通信技术，适应不同场景需求，实现分布式软总线通信模式，多协议融合，AI与数字孪生技术相结合。

经典案例3：国网新疆AI平台毫秒级响应平台，基于高性能智算服务器集群建立弹性算力资源池，通过模型压缩技术，采用知识蒸馏、量化等方法，使模型体积缩小80%，推理耗时降低至100ms以内。统一视频平台接入62,478台视频终端，日均处理60万张图片与3万条告警信息，通过流式计算框架（如Flink）实现秒级分析与告警推送。无人机巡检数据通过5G网络实时回传，AI平台在2小时内完

成 240 基杆塔的红外视频分析，效率较人工提升 150%。通过视频 AI 分析识别塔吊、挖掘机等外破风险，从监测到告警推送仅需 1 秒，日均处理有效告警 6,000 条，外破事件减少 40%，图 2 为远程智能巡检管理系统。



图 2：远程智能巡检管理系统

5 酒钢电力系统 AI 智能化发展趋势展望

现酒钢电力系统整体发展规模较小，但产业结构齐全，已建成多个以火力发电为主，风、光电同步协调发展的电力生产，连供联产保障体系。随着全国新能源产业的迅猛发展，酒钢集团积极响应国家能源战略，致力于推动能源结构转型，提高新能源消纳能力，降低碳排放，现阶段正在建设的“酒钢集团智慧电网及新能源就地消纳示范项目”智慧能源管控中心建设已进入平台调试期，其平台特点是与南京南瑞公司达成技术层面的战略合作，在 Open5000 安全自动控制信息管理系统基础上自主研发，根据酒钢电网用户复合特点

和甘肃电网新能源电网发展趋势，响应国家西电东送，一带一路产业化规模发展，创造性建设新一代调度自动化控制系统，能够同步管理火力发电、热能供应，偏向新能源源网荷储协调控制，能够对电网高压输电线路、主变配网系统实现高效一键顺控，通过视频联动实现智能点巡检轨道机器人部署，人机云终端无线联动等 AI 融合应用，规划 14 个高级应用模块，待酒钢电网智能管控中心高技术规格实现建设目标，将诚创省内超一流电力企业。

参考文献

- [1] 钱兴文,杨磊. 基于智能视频监控技术的电力系统检测策略 [J]. 灯与照明, 2025, 49 (05): 145-147.
- [2] 程霓,张昊. 基于人工智能的电力营销业务系统研运一体化技术 [J]. 电气技术与经济, 2025, (09): 141-144.
- [3] 蔡诣凡. 电力系统智能监控与故障诊断技术分析 [J]. 集成电路应用, 2025, 42 (08): 226-227. DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2025.08.097.
- [4] 王常平,程永,丁东勤. 基于AI的电力保护系统实时监控技术研究 [J]. 电工技术, 2025, (06): 81-83. DOI:10.19768/j.cnki.dgjs.2025.06.021.
- [5] 刘诗焱,马孟婷. AI智能分析技术在电力动环监控系统的应用 [J]. 无线互联科技, 2023, 20 (15): 52-54+61.
- [6] 郭晨璠,顾仕强,马显龙. 电力生产监控指挥中心电力智慧服务 AI 研究与应用 [J]. 电子世界, 2020, (24): 129-131. DOI:10.19353/j.cnki.dzsj.2020.24.055.