

基于大数据的智慧电厂监控信息系统SIS分析

刘宇翰

安徽淮河能源谢桥发电有限公司 安徽 淮南 232000

摘要: 本文聚焦智慧电厂SIS系统,分析大数据驱动下面临的核心技术挑战,包括多源数据异构性整合难度、实时分析与存储成本平衡难题及数据安全与隐私保护风险。针对这些挑战,提出构建统一数据标准规范、优化存储与计算资源调度、完善数据安全防护体系的优化策略,并阐述系统运维与升级保障机制,通过定期巡检、动态性能评估与兼容性测试,确保SIS系统稳定运行且适配智慧电厂发展需求。

关键词: 智慧电厂; SIS系统; 大数据; 技术挑战; 优化策略

引言: 智慧电厂建设中, SIS系统作为生产监控与数据中枢,其稳定高效运行对电厂整体效能至关重要。随着大数据技术融入, SIS系统在数据处理、分析与应用上迎来新机遇,但也面临多源数据整合、成本平衡、安全防护等技术挑战。这些问题若不解决,将制约SIS系统功能发挥,影响智慧电厂智能化升级进程。因此,深入剖析SIS系统现存技术挑战,探索针对性优化策略与运维保障方法,具有重要现实意义。

1 智慧电厂 SIS 与大数据技术的基础关联

1.1 智慧电厂SIS的核心定位与功能边界

SIS在智慧电厂生产运营中承担着核心监测与数据枢纽的角色,专注于机组实时运行状态的动态把控,通过持续采集各生产环节的关键参数,实现对发电设备运行工况的全面监控。其核心功能涵盖运行数据整合与生产状态反馈,能够将分散在不同设备、不同系统的实时数据进行汇总梳理,形成统一的数据视图,为工作人员呈现清晰的生产运行全貌。在系统协同层面, SIS与DCS、MIS形成紧密配合的工作逻辑^[1]。DCS主要负责现场设备的直接控制与操作指令执行,专注于实时控制层面的精准响应; SIS则承接DCS传输的实时数据,进行深度整合与分析,同时向MIS提供经过筛选的生产运行数据; MIS侧重企业管理层面的信息处理,如生产计划制定、成本核算等。三者电厂数据流转与生产管理中有明确职责分工, SIS作为中间衔接环节,确保数据在控制层与管理层之间高效传递,避免功能重叠或数据断层。

1.2 大数据技术对SIS的赋能价值

大数据技术在数据采集、存储、处理、分析等方面的特性,与SIS的运行需求高度适配。传统SIS受限于数据处理能力,难以应对大规模、多类型数据的实时处理需求,在数据价值挖掘方面也存在局限,往往只能实现基础的参数监测与报警功能。大数据技术的引入有效突破

这些局限。在数据处理规模上,大数据平台能够容纳海量生产数据,无论是设备传感器产生的高频实时数据,还是环境监测的长期历史数据,都能实现高效存储与管理;在实时分析能力上,大数据实时计算框架可快速处理动态数据流,及时识别数据异常,大幅提升SIS对生产异常的响应速度;在数据价值挖掘方面,大数据分析技术能够从海量数据中挖掘隐藏的运行规律,为机组优化运行、故障预判提供数据支撑,进而提升SIS监控精度、优化决策效率,为智慧电厂智能化运营提供核心技术保障。

1.3 SIS与大数据技术的协同适配条件

SIS与大数据技术的顺畅融合需要满足一系列前提条件。硬件接口兼容性是基础, SIS系统需支持多类型传感器接入,能够适配不同厂家、不同规格的温度、压力、流量等传感器,确保各类生产数据能够顺利采集并传输至大数据平台,避免因接口不兼容导致的数据采集遗漏。软件平台可扩展性同样关键, SIS软件需具备灵活的架构设计,能够适配大数据处理框架的部署需求,如支持分布式计算节点的新增与扩展,确保随着数据量增长与分析需求升级,系统仍能保持稳定运行。数据格式标准化是数据有效利用的前提, SIS需对采集的各类数据进行格式统一处理,制定规范的数据编码与存储格式,为大数据分析过程中的数据整合、关联分析奠定基础,避免因数据格式混乱增加分析难度,确保二者协同运作的高效性与顺畅性。

2 智慧电厂 SIS 的大数据采集与存储架构

2.1 多源数据采集体系设计

SIS需构建覆盖电厂全生产流程的多源数据采集体系,采集的核心数据类型涵盖机组运行、设备状态、环境及生产调度等多个维度。机组运行参数包括温度、压力、流量、转速等关键指标,这些数据直接反映机组实

时运行工况；设备状态数据涉及振动、温度、能耗、绝缘性能，用于评估设备健康程度；环境数据包含烟气排放指标、气象条件、水质参数，契合环保监测与生产适配需求；生产调度数据涵盖负荷指令、启停计划，为生产统筹提供依据。不同类型数据的采集频率需根据实际需求设定，机组运行参数与设备状态数据需高频采集以捕捉实时变化，环境数据与生产调度数据可按固定周期采集。传输协议选择需适配数据特性，高频实时数据采用高效传输协议确保低延迟，周期采集数据可选用通用协议保障稳定性。采集节点布局需遵循就近原则，在机组设备、环保监测点、调度中心等关键位置设置采集节点，形成全域覆盖、精准高效的数据采集网络。

2.2 数据预处理与清洗机制

大数据采集后需经过系统的预处理流程，确保进入存储系统的数据质量。数据异常值剔除环节依托统计方法，通过分析数据分布范围、波动规律识别无效数据，如超出合理区间的极端值、与整体趋势相悖的异常点，避免这类数据干扰后续分析^[2]。数据格式转换环节针对不同设备输出的异构数据，将各类数据统一转换为标准格式，消除设备差异导致的数据格式壁垒，确保数据能够被存储系统与分析平台兼容识别。数据降噪处理环节聚焦环境干扰导致的波动数据，通过平滑算法过滤高频噪声，保留数据真实变化趋势，如消除电磁干扰对传感器数据造成的瞬时波动。经过预处理与清洗的数据流，能够为后续的存储与分析工作提供可靠基础，提升数据应用价值。

2.3 大数据存储策略构建

SIS的大数据存储架构需结合数据特性选择适配方案，分布式存储凭借高扩展性、高容错性的优势，适用于海量数据的长期存储；混合存储则通过结合不同存储介质的特性，兼顾实时数据的快速访问与历史数据的低成本存储需求。数据分层存储逻辑清晰划分不同数据的存储层级，实时数据缓存层采用高速存储介质，保障高频实时数据的快速读写与访问；短期数据处理层用于存储近期需频繁分析的数据，平衡访问效率与存储成本；历史数据归档层采用大容量、低成本存储介质，对长期历史数据进行归档保存。同时，需建立完善的数据压缩、去重、加密及容灾备份机制，数据压缩与去重可减少存储占用空间，数据加密保障数据传输与存储过程中的安全性，容灾备份机制则防范数据丢失风险，全面保障数据存储的安全性、完整性与访问效率。

3 大数据驱动下 SIS 的核心功能模块

3.1 实时监控与异常预警模块

该模块依托大数据实时分析技术构建高效监控机制，动态阈值设定环节充分结合电厂机组历史运行数据与不同工况特征，摒弃固定阈值的局限性，根据机组负荷变化、环境条件调整自动优化阈值范围，使阈值更贴合实际运行需求。多维度数据关联分析深度挖掘参数耦合关系与时空关联规律，例如将温度、压力参数与机组转速、负荷数据联动分析，捕捉参数间隐性关联，避免单一参数监测导致的异常遗漏。异常信号快速识别环节通过实时计算框架处理高频数据流，一旦检测到数据超出动态阈值或关联参数出现异常联动，立即触发分级预警逻辑。预警等级根据异常严重程度与影响范围划分，轻微异常仅推送提示信息至监控终端，严重异常则同步启动声光报警并推送至相关负责人，实现机组运行风险的提前预判与及时干预，减少故障发生概率与影响范围。

3.2 运行优化与能效管理模块

大数据分析为机组运行优化提供科学路径，能耗数据趋势分析环节整合长期历史能耗数据，通过趋势模型识别能耗波动规律，区分正常波动与异常高耗情况，为能耗管控提供方向。工况参数寻优环节聚焦负荷分配与燃烧优化，基于大数据分析不同负荷下设备最优运行参数组合，以及不同煤种、风量条件下的最佳燃烧配比，指导运行人员调整操作参数，提升机组运行经济性。能效影响因素挖掘环节综合关联设备参数、运行策略与环境条件，分析各因素对能效的影响程度，例如识别设备老化导致的能效下降、不合理运行策略造成的能耗浪费，为针对性优化提供依据。通过这些功能应用，模块能够有效支撑电厂降低能耗、提升发电效率与经济效益，契合智慧电厂节能降耗目标。

3.3 设备健康管理模块

大数据技术贯穿设备全生命周期管理，设备状态数据整合环节汇集设备运行过程中的振动、温度、绝缘性能等多维度数据，形成完整的设备状态数据库，打破数据孤岛，为全面评估设备健康状况奠定基础。故障特征提取环节通过算法分析振动频谱变化、温度异常趋势等数据，提炼不同故障类型的典型特征，建立故障特征库，实现故障类型的精准匹配。健康状态分级评估环节对设备健康度进行量化处理，结合故障风险等级划分标准，将设备状态划分为健康、亚健康、预警、故障四个等级，直观呈现设备健康状况^[3]。基于这些分析结果，模块能够辅助制定设备预防性维护计划，避免过度维护或维护不足，通过历史数据与故障特征的关联分析，实现设备剩余寿命预测，为设备更换与检修规划提供科学参考，保障设备稳定运行。

4 智慧电厂 SIS 系统的技术挑战与优化方向

4.1 现存技术挑战

大数据驱动下的SIS系统面临多类核心问题，多源数据异构性整合难度最为突出。电厂内不同厂家、型号的设备输出数据格式差异明显，部分老旧设备依赖传统协议传输数据，新型设备则采用数字化协议，协议不统一使得数据采集后无法直接整合，需额外投入资源进行格式转换与协议适配，增加数据处理的复杂度与延迟。实时分析与存储成本的平衡构成另一大难题。SIS需处理高频实时数据以保障监控时效性，这要求计算资源具备高响应能力；同时海量历史数据需长期存储以支撑趋势分析与故障溯源，又需控制存储成本。过度侧重实时性能会造成计算资源闲置浪费，单纯压缩存储成本则可能影响数据访问效率与完整性，二者难以兼顾。数据安全与隐私保护风险同样需要重视。数据在传输过程中可能遭遇拦截或篡改，存储环节存在未授权访问风险，一旦发生数据泄露或恶意篡改，不仅会影响SIS监控准确性，还可能泄露电厂生产核心信息，如何实现数据传输加密、精准控制访问权限、有效防范数据泄露，成为SIS系统运行的关键安全挑战。

4.2 优化策略

针对上述挑战需制定针对性方案，构建统一数据标准规范是突破异构数据整合难题的核心。明确统一数据格式以规范设备数据输出，制定通用接口协议实现新老设备协议兼容，建立完善元数据管理体系记录数据来源、格式与含义，为数据整合与分析提供指引，从源头降低异构数据整合难度。优化存储与计算资源调度可平衡实时分析与存储成本。采用动态资源分配机制，根据数据处理需求实时调整计算节点数量与性能，数据高峰期增投资源保障实时性，低谷期减少资源占用降成本；通过负载均衡技术将任务均匀分配至各节点，避免单一节点过载，结合分层存储策略，将高频访问数据存入高速介质、低频数据转入低成本存储，实现性能与成本平衡。完善数据安全防护体系能应对安全风险。数据传输环节采用加密技术防止窃取或篡改，建立严格身份认证机制按用户角色分配访问权限，引入审计追踪功能记录所有数据访问与操作行为，安全事件发生时可快速追溯

源头，全方位保障数据安全，推动SIS持续适配智慧电厂发展需求。

4.3 系统运维与升级保障

SIS系统长期稳定运行需依托完善的运维机制，大数据平台的定期巡检必不可少。工作人员定期监测服务器、存储设备、网络组件等硬件状态，检查故障隐患并及时更换老化部件，同时对软件系统进行漏洞扫描与修复、更新安全补丁，有效防范漏洞引发的系统故障或安全风险。系统性能的动态评估是运维的重要环节。持续监测系统响应速度、数据处理能力、资源占用率等核心指标，判断性能是否满足需求并识别瓶颈，若出现响应延迟增加或处理效率下降，及时分析原因并采取调整资源配置、优化算法等措施，确保系统高效运行。技术升级的兼容性测试是系统持续迭代的基础。引入新算法、新功能模块或更新硬件前，进行全面的兼容性测试验证适配性，避免因兼容性问题导致系统崩溃或功能失效，测试通过后分阶段推进升级，同时做好数据备份与回滚预案，确保升级安全可控，使SIS系统随技术与电厂需求持续迭代优化。

结束语

智慧电厂SIS系统的技术挑战与优化方向紧密关联，多源数据整合、资源平衡与安全防护等问题需通过针对性策略逐一破解。统一数据标准、优化资源调度与完善安全体系的实施，能有效提升SIS系统运行效能，而科学的运维与升级保障机制则为系统长期稳定迭代提供支撑。未来，随着技术持续发展，需进一步细化优化措施，推动SIS系统更好适配智慧电厂需求，为电厂安全、高效、经济运行提供更强大的技术保障。

参考文献

- [1]袁野,韩佳安,魏琨雨,等.少人值守智慧电厂的电气二次设备智能监控系统设计[J].电气技术与经济,2025(7):223-225,229.
- [2]周立超.大数据在智慧电厂监控信息系统SIS的应用[J].优格,2024(15):179-181.
- [3]李瞳昊,黄双佑.基于5G技术的火电厂智慧视频监控研究[J].现代工程科技,2023,2(6):1-4.