

Intelligent centralized control strategy and implementation of industrial surplus power generation system

Zhijun Sheng Yongsong Li Ziyu Zhang Zhizheng Sheng Chang Xu

Baowu Group Echeng Iron and Steel Co., Ltd., Ezhou, Hubei, 436002, China

Abstract

With the continuous growth of energy demand and the rapid development of the power industry, the scale and complexity of power plants continue to increase, and the operation and management of power plants are facing unprecedented challenges. In order to meet these challenges, the application of informatization and intelligent technology has become the key to enhance the competitiveness of power plants. At present, driven by strategies such as "Industry 4.0", "Smart Factory 4.0" and "Made in China 2025", intelligent transformation has become an irreversible trend in the industrial field, and the power generation industry is no exception. In the context of energy transformation and scientific and technological development, the intelligent construction of the thermoelectric workshop (hereinafter referred to as the thermoelectric workshop) of Baowu Group Esteel Company has become the key to promoting the high-quality development of the workshop. By integrating cutting-edge technologies, starting a new journey of intelligence, and achieving efficient and intelligent production and operation, it is the only way for thermoelectric workshops to meet future challenges and enhance competitiveness.

Keywords

Industry; surplus power generation; system; intelligent centralized control

工业余能发电系统的智能化集控策略与实施

盛志钧 李永嵩 张子煜 盛志铮 徐畅

宝武集团鄂城钢铁有限公司, 中国·湖北 鄂州 436002

摘要

随着能源需求的持续增长和电力行业的快速发展, 电厂的规模和复杂性不断提升, 电厂的运营管理面临着前所未有的挑战。为了应对这些挑战, 信息化、智能化技术的应用已成为提升电厂竞争力的关键。当前, 在“工业4.0”“智能工厂4.0”以及“中国制造2025”等战略推动下, 智慧化转型已成为工业领域不可逆转的趋势, 发电行业自然也不例外。在这种能源转型与科技发展的大背景下, 宝武集团鄂钢公司发电中心(以下简称发电中心)智慧化建设成为推动发电系统高质量发展的关键。通过融合前沿技术, 开启智慧化新征程, 实现高效、智能的生产运营, 是车间应对未来挑战、提升竞争力的必由之路。

关键词

工业; 余能发电; 系统; 智慧集控

1 引言

传统运营管理模式在日益复杂的行业环境下渐显疲态, 效率瓶颈、成本居高不下以及安全隐患等问题层出不穷。而如今, 智慧化浪潮为车间带来了破局之机, 借助前沿科技重塑生产与管理流程, 开启全新的高质量发展篇章。

2 智慧电厂建设概述

在当今科技飞速进步与能源格局深度调整的时代背景下, 智慧电厂作为电力行业转型升级的前沿方向, 正引发广泛关注。它超越了传统电厂的运行模式, 依托一系列先进

技术, 致力于打造智能化、高效化、可持续发展的电力生产体系。

在运营管理层面, 人工智能发挥关键作用。基于机器学习算法构建的智能模型, 能够依据不同工况迅速给出科学的调度指令, 无论是负荷调配、设备启停还是故障诊断与预警, 都能实现智能化处理, 极大减少人工干预的不确定性与滞后性, 保障电力供应稳定、高效。云计算技术则为数据处理与存储提供强大支撑, 其分布式、模块化架构可按需扩展, 确保系统具备高可用性与可维护性, 满足智慧电厂复杂的数据运算需求。

3 智慧电厂主要建设方向

3.1 构建智能发电管控平台

智能发电管控平台作为发电行业的创新技术解决方案,

【作者简介】盛志钧(1972-), 男, 中国江苏无锡人, 从事冶金企业余能发电系统管理研究。

其核心在于深度数据分析，旨在优化发电生产过程，确保生产的安全、高效、清洁与低碳。这一平台通过高度集成的技术手段，实现了与发电设施内各关键系统的无缝对接，包括主机 DCS（分布式控制系统）、辅控系统、电气系统等，从而构建起一个全面的数据收集与处理网络。

在具体实现上，智能发电管控平台利用工业安全隔离网闸和 OPC 接口机作为数据交互的桥梁，确保了数据的安全传输与高效获取。从 DCS/PLC 控制系统中提取的“生产型数据”，经过平台的处理，被转化为对管理层更具价值的“管理型数据”。这一过程不仅提升了数据的可用性，还为后续的决策支持提供了坚实的基础。

从架构层面来看，智能发电管控平台遵循“智慧电厂”的规划要求，并采纳了最新的工业互联网架构。在现场终端级，工业通信网闸负责现场数据的实时采集，确保了数据的全面性和准确性。在边缘级，通过关系数据库、视频监控服务器和实时数据库的协同工作，实现了区域工业大数据的深入分析、数据汇聚、监控、缓存、中转、存储和管控等功能，为数据的进一步利用提供了强大的支持。

3.2 部署智慧电厂可视化系统

视觉是人们最为直接且本能地接收信息的方式。在当今数字化浪潮席卷电力行业之际，智慧电厂可视化成为变革的关键驱动力。它远不止是简单的数据呈现，而是将电厂复杂的生产流程、海量的运行数据以及设备的全寿命周期信息，通过先进的可视化技术转化为直观、易懂的图像、图表与虚拟模型，让电厂的每一个细微之处都清晰可见，仿佛为管理者打开了一扇洞悉电厂全方位运营的“上帝之眼”，进而赋能精准决策与高效管理。

二维可视化展示。运用丰富多样的图表、图形工具，将复杂的数据关系以直观易懂的方式呈现。例如用折线图展示设备性能随时间的变化趋势，用饼图呈现能源消耗的结构分布，让管理人员快速把握关键信息，精准洞察运营态势^[1]。

三维仿真与虚拟现实。借助先进的三维仿真技术（数字孪生），构建电厂的虚拟模型，实现设备内部结构、运行原理的可视化展示。管理人员可通过虚拟现实设备沉浸式地巡检电厂，实时查看设备运行细节，提前发现潜在隐患，仿佛置身真实电厂，极大提升管理效率与决策科学性。

3.3 打造智慧电厂智能设备体系

在发电行业智慧化蓬勃发展的进程中，构建智能设备体系是实现全方位智慧化升级的关键支撑。以提升电厂生产效率、保障运行可靠性、降低运维成本以及满足日益严苛的环保要求为核心目标，依托先进的传感、通信、控制与人工智能技术，为电厂打造一个具备自感知、自决策、自执行能力的智能设备生态，让电厂运营跃升至全新高度。

4 智慧电厂实施步骤与预期效果

4.1 OT 与 IT 融合，建设安全可靠的工业信息网

OT 与 IT 的融合能够打破传统技术与业务之间的壁垒，

实现数据、信息和知识的共享与交互。在智慧电厂中，这种融合有助于提升生产效率、降低运营成本、增强工业网络安全性和可靠性。通过整合 OT 和 IT 技术，电厂可以实现对设备状态的实时监控、故障预警、智能调度和优化运行等功能，从而提高整体运营效率。

4.1.1 网络架构设计

①采用分层、分区的网络架构，将生产控制大区与管理信息大区进行隔离，确保各区域之间的数据安全。

②在生产控制大区内部，进一步划分为实时控制区和非实时控制区，根据业务需求和安全等级进行访问控制。

4.1.2 边界安全防护

①在各安全区域边界部署防火墙、入侵检测系统、安全网关等安全设备，防止非法访问和攻击。

②对跨安全区域的访问进行严格的认证和授权，确保数据的合法性和完整性。

4.1.3 流量安全监测

①部署工业网络安全监测审计系统，对生产控制大区内的网络流量进行实时监测和分析。

②通过白名单策略、协议解析和深度包检测等技术手段，及时发现并处置异常流量和潜在威胁。

4.1.4 工业主机安全防护

①对生产控制大区内的操作员站、服务器等工业主机进行恶意代码防护、USB 接口管控等安全措施。

②采用白名单管控机制，限制非授权软件的运行，防止病毒、木马等恶意软件的入侵。

4.1.5 身份鉴别及安全运维

①建立完善的登录账户及密码管理机制，对工业主机、工业服务器、工业应用系统等进行认证管理。

②通过工业堡垒机进行账号管理、权限管理、操作审计等操作，确保运维过程的安全性和合规性

4.2 依托智能发电管控平台，开发生产管理模块

以中国宝武工业互联网平台（XIn3Plat）为基础，打造先进的智能发电管控平台。定制化开发一系列功能模块，旨在全面满足车间生产经营的多样化需求。这些核心功能模块不仅提升运营效率，还优化了资源配置，增强了决策的科学性。

4.3 全方位搭建可视化系统

4.3.1 生产流程可视化：实时掌控全局动态

①实时监控画面。

借助高清监控摄像头与智能传感网络，对发电中心的发电、供气、水处理等各个核心生产环节进行 24 小时不间断的图像采集与数据监测。在中控室的大屏幕上，以多画面分屏形式实时展示各区域的现场实景，操作人员可随时查看设备的实际运行状态，如锅炉内火焰燃烧情况、汽轮机转子转动速度等，一旦出现异常，能第一时间察觉并采取应对措施^[2]。

②动态工艺流程展示。

运用动画技术构建电厂完整的工艺流程模型，将抽象

的发电原理以生动形象的动画呈现出来。从煤气进入锅炉燃烧产生热能，到热能转化为机械能驱动汽轮机发电，再到电力的升压、输送，整个流程随着实际生产的推进而动态更新，管理人员无需深入现场，就能全面了解生产节奏，优化调度安排。

4.3.2 运行数据可视化：洞察隐藏信息密码

①数据图表集成。

将从电厂各系统采集而来的海量运行数据，如设备温度、压力、能耗、发电量等，通过专业的数据可视化软件进行处理。以折线图展现关键指标随时间的变化趋势，帮助分析设备性能的稳定性；用柱状图对比不同机组或时段的能耗差异，为节能降耗提供依据；以散点图探索多个变量之间的关联关系，挖掘潜在的优化方向，让数据背后的规律一目了然。

②实时数据交互面板。

在操作终端上设置交互式的数据面板，管理人员可自由选择关注的指标，实时查询具体设备或生产环节的数据详情。并且能够通过缩放、平移、筛选等操作，对数据进行深度剖析，比如查看某台设备过去一周内的详细运行参数，快速定位异常波动时段，及时发现潜在故障隐患。

4.3.3 设备全生命周期可视化：护航资产长效运行

①三维设备模型展示。

利用三维建模技术为电厂的每一台大型设备，如锅炉、汽轮机、发电机等创建高精度的虚拟模型。这些模型不仅能展示设备的外观结构，还可通过拆解、透视等功能，呈现内部的零部件组成、装配关系以及工作原理。在设备全生命周期内，从选型采购、安装调试、运行维护到报废更新，模型随着设备状态实时更新，方便管理人员全方位了解设备情况。

②维护保养计划可视化。

结合设备的运行数据、历史维护记录以及预设的维护策略，生成可视化的维护保养计划。以日历形式标注出每台设备的定期巡检、保养、检修时间节点，并用不同颜色区分紧急维修、常规维护等任务类型。当临近维护时间时，系统自动发出预警提示，确保设备维护工作按时、有序开展，延长设备使用寿命。

4.4 打造智能发电设备体系，提升电力生产效率

智能汽轮机：集成了诸如高精度的转速、温度、振动等多元传感器，宛如为汽轮机安上了“千里眼”与“顺风耳”，对设备运行状态进行实时、精准监测。内置的智能算法犹如一位专业的“操控大师”，依据实时的负荷需求、蒸汽参数波动等情况，闪电般地调整叶片角度、进汽量，确保发电效率时刻向峰值冲刺。与此同时，其强大的故障自诊断功能，仿若一位经验丰富的维修专家，一旦捕捉到异常振动或是温度飙升等异常信号，便能在瞬间精准锁定故障点，并迅速给出切实可行的维修建议，如同为电厂运行系上了一道“安全带”，极大降低非计划停机风险。

4.5 部署智能运维设备，实现运维资源的精准投放

智能巡检机器人：按照生产区域的设备特点，有针对性地部署各类巡检机器人。譬如轨道式巡检机器人、轮式巡检机器人、炉膛爬壁机器人、巡检无人机等^[1]。巡检机器人宛如一位不知疲倦的“电厂卫士”，搭载高清摄像头、红外热像仪、超声探伤仪等多种高精度检测“神器”，按照预设巡检路线，定时穿梭于电厂设备之间，对各类设备展开全方位“深度体检”。通过先进的图像识别、数据分析技术，实时甄别设备外观是否存在破损、部件是否松动、温度是否逾越正常区间等隐患，并将巡检结果以光速传输回中控室，为运维人员呈上一份详实的“体检报告”，辅助他们做出精准决策，及时排除潜在故障。

智能故障诊断系统：恰似一位智慧超群的“医疗神探”，与电厂各设备的数据接口紧密相连，海量吸纳运行数据。运用机器学习算法这一强大“思维引擎”，对历史数据与实时数据进行深度剖析，精心构建设备故障模型。一旦设备出现异常征兆，便能迅速比对模型，精准判断故障类型、评估严重程度，为抢修工作争分夺秒，大幅缩短停机时长，保障电厂生产连续性。

智能听诊系统：充分考虑现场设备的分布、运行工况以及关键故障频发部位，在给水泵、循环水泵、送风机、引风机等核心设备的轴承、叶轮、联轴器等重点区域，科学合理地安装高精度声学传感器。这些传感器凭借其卓越的灵敏度，精准捕捉设备运行时产生的细微振动与声音信号，涵盖从低频的稳定机械运转声到高频的异常摩擦、撞击声等全频段声波，为后续精确诊断提供坚实的数据基础，彻底改变传统“听音棒”单点、粗略感知的局限。

智能穿戴设备：为切实提升运维人员的本质安全，为其配备先进的智能穿戴设备。这些设备功能多样且贴合发电中心运维场景需求。同时，智能穿戴设备还能与电厂的整体安全管控系统互联互通，接收各类安全预警信息推送，如设备故障周边危险区域警示等，全方位保障运维人员人身安全，助力智慧电厂稳定运行。

5 总结与展望

智慧电厂建设是一场意义深远的变革，通过上述一系列精心规划与扎实推进的举措，我们逐步将传统电厂转变为智能化、高效能的现代能源生产基地。在这个过程中，技术创新是核心驱动力，从前沿科技的深度融合到智能设备的广泛应用，每一步都凝聚着行业智慧与进取精神。

参考文献

- [1] 基于工业互联网的智慧电厂安全管控创新应用[J]. 李胜;邓资华.企业管理,2023(S2)
- [2] 小型超算中心基础设施电气设计要点. 谢寅庆.现代建筑电气,2024(11)
- [3] “双碳”目标下关于电气设计的一些思考——以产业园区的建设为例. 张家富;江绍冬.建筑电气,2024(11)