

技术理论

火电厂顺序控制系统（SCS）的智能化改造

冀丰强

（天津大唐国际盘山发电有限责任公司 天津 301900）

摘要：火电厂顺序控制系统（SCS）是电厂自动化控制的核心，SCS 规定了所控设备的启动、停止条件，以及成组设备启停的先后顺序，可以实现辅机的顺序控制和联锁保护功能。该系统是通过预设的控制逻辑，协调各辅机设备按预定顺序运行，以此来确保火电厂电力生产的连续性和稳定性。然而，面对能源需求增长与环保压力，SCS 智能化改造势在必行。文章主要概述 SCS 的构成与功能，分析了智能化改造必要性，在此基础上提出了智能化改造策略。

关键字：火电厂；顺序控制系统（SCS）；智能化改造

引言

火电厂作为电力供应的核心，其运行效率与安全性对能源供应至关重要。随着能源需求增加和环保标准提升，传统火电厂顺序控制系统（SCS）面临巨大挑战。为应对这些挑战，探索 SCS 的智能化改造，融合物联网、人工智能、大数据、云计算等前沿技术，以提升系统性能、优化资源调度、增强故障预测与维护能力，成为火电行业转型升级的迫切需求。

一、火电厂顺序控制系统（SCS）概述

（一）火电厂顺序控制系统（SCS）构成

火电厂顺序控制系统（SCS）是由设备操作级、单元控制级、系统控制级及（在大型火电厂中常见的）机组控制级构成，各层级间紧密协作，共同确保火电厂的高效稳定运行。设备操作级是 SCS 的基础，直接面对生产现场的各类设备，负责执行开关阀门、调整电机转速等具体的控制指令。这一层级是通过传感器和执行机构来执行控制指令，是火电厂自动化控制的最小单元。单元控制级则是对设备操作级的进一步集成与协调。这一层级主要负责封装多个相关设备的控制逻辑，最终形成对某一生产单元或系统的整体控制。单元控制级是根据生产需求和设备状态自动调整控制策略，通过复杂的逻辑判断与运算来优化单元内部系统运行。系统控制级位于更高层次，负责将多个单元或系统的控制逻辑进行全局整合，形成对整个火电厂生产过程的综合控制^[1]。这一层级不仅关注各单元的运行状态，还通过协调各单元之间的配合，实现全厂范围内的资源优化配置和负荷调度，确保火电厂的整体运行效率与安全性。机组控制级通常会在大型火电厂中设置，主要专门负责多机组之间的协调控制。这一层级通过跨机组的数据共享与策略优化，实现全厂范围内的高效协同作业，进一步提升火电厂的整体性能。

（二）火电厂顺序控制系统（SCS）功能

SCS 系统能够自动化地管理设备的启停与切换流程，从而提高生产效率，减少人工干预。SCS 系统通过精密的联锁保护机制，还能够在异常情况下安全隔离设备，防止事故扩大，同时该系统还可以持续监测设备状态，及时预警潜在故障，为预防性维护提供依据。此外，SCS 能根据实时生产需求与设备状态，灵活调整控制策略，实现资源的优化配置，从而提升火电厂的整体运行经济性。

二、火电厂顺序控制系统（SCS）智能化改造的必要性

火电厂顺序控制系统（SCS）的智能化改造，是当前电力行业转型升级的必然需求，其必要性体现在多个方面。随着能源结构的优化调整和环保标准的日益严格，火电厂面临着提高发电效率、降低排放的双重压力。传统 SCS 系统虽能基本满足自动化控制需求，但在处理复杂工况、优化运行策略方面显得力不从心。智能化改造能够显著提升系统的自适应能力和决策水平，通过数据分析与算法优化，实现更精准的控制和调节，从而提升发电效率，减少污染物排放。智能化改造有助于提升火电厂的安全性与稳定性，在电力生产中任何细微的故障都可能引发连锁反应，影响电网稳定。智能化 SCS 系统能够实时监测设备运行状态，提前预警潜在故障，并通过智能决策支持系统迅速制定应对措施，有效避免事故发生，保障电力供应的连续性和安全性^[2]。

三、火电厂顺序控制系统的智能化改造措施分析

（一）物联网技术深度融合与实时监测优化

在火电厂顺序控制系统（SCS）的智能化改造中，物联网技术的深度融合与实时监测优化是智能化改造的核心环节。技术人员应深入分析传感器网络布局中每台设备的运行特性与历史故障数据，并精准定位监测点，确

保这些点覆盖设备的关键部件与易损区域。随后技术人员可在确定的监测定位上安装传感器，应选择具有高精度、高稳定性的传感器，同时应确保传感器固定牢固，信号传输无阻，有效抵御外界干扰，为数据的准确性奠定坚实基础。技术人员对于 SCS 系统的实时监测数据处理与分析方面的改造，应利用先进的物联网技术，实时采集传感器数据，并通过高效的数据传输机制迅速送达数据中心。接着由数据中心进行清洗无效数据、去除噪声干扰及数据压缩等一系列数据预处理操作，以保证后续分析的质量与效率。数据预处理后，技术人员可开发用户友好的实时监测界面，该监测界面可以图表、曲线等形式直观展现设备运行状态，并支持多维度查看、数据对比与历史回溯，为运维人员提供全面、及时的设备信息。此外，技术人员还应优化 SCS 系统的联动控制策略，技术人员应深入梳理火电厂内设备间的运行逻辑与控制需求，明确各设备的启停与切换条件。基于此，技术人员开发出智能联动控制策略，并将其无缝集成至 SCS 系统中^[3]。该策略应兼顾自动判断与手动干预，确保在自动化高效运行的同时，也能灵活应对突发情况，实现人机协同的最优控制效果。

（二）人工智能与大数据分析驱动的智能预测与维护

在火电厂顺序控制系统的智能化改造中，人工智能与大数据分析的应用能够为预测性维护带来革命性的突破。针对 SCS 系统，技术人员应构建数据仓库，深度挖掘火电厂大量运行数据中的价值，通过精细规划与设计，确保数据的高效存储与快速访问。技术人员还应注重构建预测性维护模型，可利用深度学习算法，对设备运行数据进行深度分析，精准提取故障预警的关键特征。这一过程不仅要求对数据特性的深刻理解，还需不断调优模型参数，通过交叉验证等手段，提升模型的预测精度与鲁棒性，使之能够准确预测设备未来可能出现的故障。技术人员基于这一强大的预测模型，可进一步开发智能预警系统，实时监测设备状态，一旦发现潜在故障风险，立即触发预警机制，通过多样化的报警方式及时通知运维人员。同时，系统应结合设备历史维护记录，智能生成维护计划，详细规划维护任务、时间、人员及所需资源，确保维护工作的高效执行，有效预防设备故障的发生，保障火电厂的安全稳定运行。

（三）云计算与边缘计算协同提升系统性能

在火电厂顺序控制系统的智能化改造中，云计算与边缘计算的协同作用可以提升系统性能。技术人员在智

能化改造时应先搭建云计算平台，搭建云计算平台时应选择合适的云平台，并完成数据的无缝迁移与备份，确保数据的安全性与完整性。针对火电厂的特定需求，技术人员应部署高效的边缘计算节点，这些节点直接嵌入关键设备和区域，实现数据的即时采集与处理，能够有效减轻云端的处理压力。在数据流与计算任务的优化分配上，技术人员应深入分析火电厂内部的数据流特性，制定科学的任务分配策略。该策略通过将实时性要求高的任务分配给边缘计算节点，确保数据处理的低延迟。而将复杂的历史数据分析任务交由云计算平台处理，利用其强大的计算能力进行深度挖掘。同时，应建立动态调整机制，利用 AI 算法持续优化数据处理流程，进一步提升系统效率。为实现跨平台的协同管理，技术人员还应开发统一的管理平台，该平台集成了设备状态查看、任务调度、日志管理等功能，可以实现云计算平台与边缘计算节点的集中监控与管理。此外，通过数据同步与共享机制，可以确保数据在云端与边缘之间的实时流动，为系统的智能化决策提供了坚实的数据基础。

此外，技术人员可在管理平台中集成故障预警与应急响应模块，通过实时监控与智能分析，及时发现并应对潜在问题，确保火电厂顺序控制系统的稳定运行与高效性能。

结语

火电厂顺序控制系统（SCS）的智能化改造不仅是技术进步的体现，更标志着火电厂在运营效能与安全保障上实现了质的提升。SCS 系统利用物联网技术可以实现设备精准管理，通过人工智能与大数据分析能够助力预测性维护，集成云计算与边缘计算协同作用可以提升系统性能。SCS 系统通过智能化改造实现了对生产流程的精准控制与动态优化，大幅提升了发电效率与设备可靠性。未来随着技术的不断进步与应用的深化，火电厂顺序控制系统将更加智能化、自适应，为电力行业的数字化转型与能源互联网构建贡献更大力量，共同推动全球能源结构的优化与升级。

参考文献：

- [1]黄勇,何伯阳,郭伟.核电站顺序控制技术设计原则与基本要求[J].仪器仪表用户,2019,26(03):44-47.
- [2]武艳.基于无线传感器的输煤顺序控制系统设计[J].煤炭技术,2018,37(08):267-269.
- [3]王元雷.对火力发电厂汽机辅机优化的探讨[J].科技资讯,2012,(29):113.