

火电厂输煤系统 PLC 改造 为 DCS 的设计研究

史本天¹ 马东森¹ 郑志华¹ 江波¹ 李剑²

(1. 华能威海发电有限责任公司 威海 264200)

(2. 四川能为环保科技有限公司 成都 610074)

摘要: 基于燃煤电厂智能化发展的必然趋势以及输煤系统中各设备的远程控制、自动化运行和状态监控的发展目标,网络通信连续稳定、I/O 模块故障恢复成为整个系统安全生产的关键。本文通过综合分析 PLC 系统的应用现状以及现有输煤系统对程控系统的需求,提出在线升级改造 PLC 系统为 DCS 系统,以实现输煤系统的远程控制,进而保证生产过程的安全稳定。

关键词: 输煤系统 PLC DCS

Design and Research of Transforming PLC into DCS for Coal Transport System in Thermal Power Plant

Shi Bentian¹ Ma Dongsen¹ Zheng Zhihua¹ Jiang Bo¹ Li Jian²

(1. Huaneng Weihai Power Generation Co., Ltd. Weihai 264200)

(2. Sichuan Nonvia Environmental Protection Technology Co. Ltd Chengdu 610074)

Abstract Based on the inevitable trend of intelligent development of coal-fired power plants and the development goals of remote control, automatic operation and state monitoring of each equipment in the coal transport system, the network communication continuity and stability, I/O module fault recovery has become the key to the safety of the whole system production. In this paper, through the comprehensive analysis of the application status of PLC system and the demand of the existing coal transport system for program control system, put forward the online upgrade and transformation of PLC system for DCS system, in order to realize the remote control of coal transport system, and then ensure the safety and stability of the production process.

Keywords Coal transport system PLC DCS

中图分类号: TB497

文献标志码: B

文章编号: 2095-2465(2023)06-0053-04

DOI: 10.19919/j.issn.2095-2465.2023.06.015

火电厂主要依托燃煤燃烧实现发电需求,其燃料成本占总发电成本的 70% 以上,因此合理优化控制燃料成本是电厂应对电力市场开放、灵活性电源要求的关键,而燃煤因分布不均,形成了西煤东运、北煤南运的运输方式,该运输方式导致厂内来煤煤价受运输市场制约,煤价不稳定,且可能出现部分优质煤种或部分经济煤种供不应求的问题。因此,电厂需结合就

近煤矿的多种来煤煤质、煤价、发电负荷、设备运行、环保要求等多方条件完成不同特性燃煤的掺配比例的确定,同时利用执行机构按照燃煤掺配比例数据完成燃煤的均匀混合,以保证发电满足安全、环保、经济的目标要求。

鉴于电厂经济发电的市场要求和信息科技的发展趋势,燃煤电厂的智能化发展成为必然,其智能化实现主要体现于厂内运行工况的实时采集传输、生产设备的自动化运行、燃料信息的全流程全周期管理以及运行决策的智慧化制定,上述功能的实现可保证燃煤掺配方案制定时具备充分的约束条件,同时可为掺配

作者简介: 史本天 (1971 ~), 男, 硕士, 高级工程师, 从事自动控制技术相关工作。

通讯作者: 李剑, E-mail: 1248392294@qq.com。

(收稿日期: 2022-12-15)



ENGINEERING CONSULTANTS 202



1. 用微信扫一扫上方公众号二维码或在微信中搜索公众号“舜业之声”关注神州热电、天下热力设计圈、神州热电业数据公众号。
2. 进入微信公众号“舜业之声”系统后下方“会员中心”,点击注册会员,您将获得会员权益及最新资讯,专业资源及行业信息第一时间推送给您,同时您还可以享受更多会员专属服务。神州热电产业数据公众号地址:舜业之声。
3. 未加入神州热电、天下热力、设计圈、神州热电产业数据的朋友中增加群聊联系人张翰18325411666

设备——斗轮机的精确运行提供数据保障，进而推动入炉燃煤均一稳定、锅炉运行安全可靠、发电成本经济可控的生产目标的实现。而该功能的实现需依托具有输入/输出信号支持、可下达集成指令、能显示工作状态参数、可实现现场控制等功能的程控系统。

针对上述程控系统，因电厂初期建设对厂内的自动化要求低，电厂多选用 PLC（可编程逻辑控制器）^[1-2] 作为控制应用装置，该 PLC 装置仅可实现本单元的控制功能，且因单网传输形式和信号反馈电缆问题常出现输煤系统的信号误发现象，导致系统内设备运行动作联锁滞后以及突然制动的问题。因此，为改善输煤系统控制信号反馈问题，适应输煤系统全流程、全自动管控现状，将厂内原有 PLC 系统在线改造为更为安全可靠的 DCS（分布式控制）^[3-5] 系统，以保证厂内生产安全稳定，进而实现降本增效的发电目标。

1 现场概况

华能威海发电有限责任公司的二期、三期输煤程控采用的是 2 套 PLC 控制系统，分别于 2002 年和 2010 年投运使用，其共计包含 37 条皮带、1 台自卸煤斗、4 台斗轮机、4 座中间圆筒仓和 8 个条形煤场，输煤系统原煤仓进煤方式均采用双路犁煤器卸煤，且皮带运行信号、挡板运行信号、皮带秤煤量脉冲信号等均已接入相应的二期、三期输煤程控系统中，该控制系统主要由 PLC 系统、上位机监控管理系统、控制台柜及系统软件、控制电缆、传感器、现场控制箱等设备组成，其通过上位机实现了皮带机、碎煤机、除铁器、滚轴筛、三通挡板、叶轮给煤机等主设备及附属设备的程控操作，为厂内承担起厂外燃煤输送、厂内燃煤翻卸、煤场燃煤储存、原煤破碎筛分、煤料掺配上煤等任务。但因二期、三期输煤程控装置运行使用多年，部分 I/O 模块卡件、工作站以及控制器均存在老化损坏问题，且缺少备品备件，维护检修难，同时部分电缆出现老化、绝缘能力降低、长度不足的问题，导致输煤系统通讯中断或误发等问题，因此，为适应斗轮机全自动控制和输煤系统的智能化管控要求，需对现有 PLC 系统进行升级改造。

2 技术对比

PLC 和 DCS 虽均可实现对现场各装置的控制驱

动，但 PLC 是一种仅可实现本单元功能的装置，主要通过数字量或模拟量的输入与输出来控制现场内各机械设备或生产过程的自动化运行，该技术由继电器回路发展而来，开发也旨在应用于工业环境中，更侧重于逻辑控制；而 DCS 是一种以数据通信网络为纽带，由底层的过程控制级和上层的生产监控级组成的多级计算机系统，其可完成工业连续控制和回路仪表控制，集计算机、通讯、显示和控制技术于一体，该技术由仪表盘监控系统发展而来，更侧重于过程控制。

鉴于两项技术的传统发展基础和功能侧重点不同，对比两技术情况如下。

2.1 PLC 系统

PLC 是一种可编程逻辑控制器，其针对工业应用环境在内部电路利用了抗干扰技术，且通过增设屏蔽、滤波、隔离、联锁、故障自诊断等硬件与软件防护措施，保证了 PLC 在粉尘大、电磁干扰多的恶劣环境中长时间连续无故障运行，大大提高了 PLC 的可靠性；且随着设备的升级和功能的发展扩充，其具备了开关量的逻辑控制、模拟量控制、运动控制、过程控制、通讯、自检、人机界面等完备的功能，同时 PLC 采用梯形图或逻辑图完成编程，其编程方法简便，也更易被电气人员理解接受。

但 PLC 系统的根本是一种装置，其仅可实现本单元的功能，最初的开发也是针对设备控制而进行的，其具备较小的扩展和兼容性，进而针对 2 个及以上的系统，资源共享较难实现，且 PLC 采用的是专用网络，当 PLC 完成整个系统的连接后，基本无法随意进行操作员站的增减，现场若想增加自动化运行任务或增设监测设备数据采集与信息共享等功能则必须配套升级相应的控制系统，但该新增功能任务的实现却需面对新增操作员站实施较难和成本较高的问题。且 PLC 系统的连接没有冗余，模块也只是简单的电气转化，未设置智能芯片，当模块故障后则对应的整个单元瘫痪，而系统内的某一单元发生故障时，需将整个系统停运进行检修维护，极大地降低了生产效率。

同时，PLC 系统执行的任务工单较为简单，传输的数据量少，其多用于设备控制和模拟量较少的控制与联锁现场，电厂也多用于化学水处理系统、输煤系统、锅炉吹灰和除渣等辅机系统，并根据系统功能相应使用带有上位机的 PLC 系统和小型 PLC 控制系统，



但其多为个体工作，PLC 与 PLC 之间或 PLC 与上位机之间进行通讯时，采用的也是单网，网络协议不符合国际标准协议，增加了网络通信安全风险。现阶段，电厂输煤系统为实现智能化管控，需完成燃煤由入厂到入炉的全流程全周期信息管理、掺配方案与采购方案的在线决策和斗轮机于煤场的自动化燃煤掺配，以实现降本增效的目标，提升电厂的市场竞争力，而该功能的实现会增加信息在各安全大区之间的网络传输频次和设备接口数量，信息传输过程中则可能会因网络信息互通、网络病毒风险、软件系统与硬件设备的接口攻击等引发数据泄露、缺失、篡改等问题，该问题的发生轻则影响现场设备的自动化运行精度，重则会导致系统瘫痪，严重影响厂内生产效率，甚至可能造成人员伤亡，因此网络通信安全是必须得到保证的，而 PLC 的网络协议不符合国际标准的现实显然是制约智能煤场发展的重要因素。

2.2 DCS 系统

DCS 是一种集散式控制系统，其旨在实现分散控制、集中操作、分级管理、灵活配置与组态方便的功能以及装置间的协调。因 DCS 是一种系统，且依托于数据网络通信完成过程控制级和生产监控级间的信息传输，网络通信作为该系统的核心，通过采用符合国际标准协议工业以太网作为系统网，且进行了双冗余设置，为系统中信息的网络安全传输提供了保障。与此同时，DCS 控制单元也进行了双冗余设置，保证了系统中某一控制模块出现故障时，相对应冗余模块立即自动切换至工作状态，该切换过程实时无扰，为整个系统的稳定连续运行提供了基础，大大提高了生产运行效率。

DCS 系统组成灵活，其多由操作员站、工程师站、现场控制站、数据采集站等组成，该组成中的操作员站具备工程师站的功能，其站与站之间通过运行方案程序的下装实现了紧密结合，整个系统中的站、被控装置和功能间具备相互联锁和协调控制的作用，当现场被控设备出现运行故障或状态差异时，相应的站可实现报警并连锁完成设备自检，保证了生产过程中的安全性；且该系统还预留了可扩展接口，当系统增设新的任务或功能时，可通过系统外接或扩展来实现，无须进行整个系统的升级或改造。同时，该系统的全部 I/O 模块均携带 CPU，可针对采集和输出的信号完成错误判断和标量转换，且具备故障带电插拔的功能，

可在不影响生产作业的条件下随时完成更换。

DCS 系统除上述硬件冗余、各装置协调联锁与网络安全等优势外，其软件系统中运行控制方案可在不影响原方案执行的条件下完成变更，该变更过程仅需在工程师站上进行编译，而后执行下装命令即可。该功能在厂内发电负荷变化、存煤不足或取料不方便等特殊情况下需要临时更改燃煤掺配方案或替换燃煤掺配顺序指令时，可较为高效的完成，为电厂实现输煤系统的智能化管控提供了技术保障。

3 系统升级改造

输煤系统是承担火电厂内燃煤由入厂开始到锅炉原料斗为止的输送和监测任务的重要辅助系统，其中包括来煤计量、卸煤、储运、堆取、破碎、配仓等环节，具有设备种类多、流程组合繁杂、运行和控制方式独特的特点，该系统是电厂燃料供应的基础站，其一旦发生故障，就会影响厂内机组安全稳定经济运行。现阶段，随着输煤系统自动化程度的提高，输煤程控系统需满足整个运煤设备工艺流程及运煤设备程控的要求，且需要对运煤系统设备和皮带保护装置的信号进行采集，对设备的自动化运行进行监测和控制，对数据信息进行处理和存储，进而需要对程控系统升级升级改造。

3.1 系统改造的必要性

根据上述 PLC 和 DCS 的功能特点分析，电厂原有输煤系统可通过 PLC 与上位机组成的控制系统完成输煤过程的监测控制，但若满足智能煤场要求则需同时实现来煤煤质、来煤量、煤场储煤煤质、储煤量、煤价以及斗轮机与其他设备运行参数等数据信息的实时采集、斗轮机自动化运行控制以及燃煤决策方案的制定等一系列流程动作，而现有 PLC 无法承担数据资源共享、网络冗余传输、网络安全协议以及故障不停机检修的任务要求，且多年运行的 PLC 本身存在老化、损坏和缺少备件的根本问题，进而针对 PLC 系统的升级改造成了实现电厂智能化发展的必然。现有 DCS 系统可保证信息网络传输的安全性、控制单元故障的无扰切换、新增任务的无障碍扩展以及方案的便捷替换，该系统满足了智能化对输煤系统的设备自动化联锁运行和决策意见的精细化制定要求，是输煤系统的最优选择。



3.2 系统改造措施

输煤系统由 PLC 升级改造为 DCS 的过程需始终保持原 PLC 系统不离线，作为改造完成前的主控系统使用，其主要通过将 PLC 系统中的原单层螺钉端子替换为双层弹簧端子，使原有 PLC 端子接线于第一层，新增 DCS 端子接线于第二层。该端子完成替换后，可在 DCS 系统进行调试时，将现场信号由第一层抽出并插入第二层，使现场信号直接与新增 DCS 连接；当需要恢复至 PLC 控制时，再将现场信号由第二层更换回第一层即可，上述现场信号的切换操作需在相应的 PLC 和 DCS 系统断电的条件下完成。该转接过程可充分利用系统停运间隔，使设备一台 / 套、一批批的转接至 DCS 系统，进而保证改造过程对原 PLC 系统运行扰动最小，以致最终实现整个控制系统的无缝切换。

改造现场内部分远程站中的 PLC 系统的 DI 信号的电压为 24 V，而 DCS 系统的 DI 信号的电压为 48 V，两者不能共用，需采取并接和卡件互换的方法完成控制系统的切换。该类型远程站的 PLC 模块多带有航空插头模块，只需在设备停机时，将与 DI 有关的模块航空插头拔除，而后将外出的现场箱的状态点一一对应地并接到 DCS 的 DI 通道，进而保证 24 源无法进入设备状态点，所有 DI 信号电压均被切换至 48 V 电压，最终所有信号均在 DCS 上显示。而 DCS 和 PLC 上的 DO 信号是通过继电器输出无源节点，其无须更改，可直接并接到控制启停的线上即可完成控制，进而实现单体调试，而控制系统的转换也只需进行 DCS 卡件插入（拔出）和航空插头拔出（插入）实现，操作较为方便。当 DCS 完成调试后，则可将 PLC 控制转换

为 DCS 控制，即完成输煤系统中 PLC 的在线升级改造和系统的无缝切换。

4 结束语

随着火电厂输煤系统自动化程度和燃煤掺配精确度需求的不断提高，增加了对程控系统的模块化设计、网络安全、网络冗余、系统扩展以及模块带电插拔等功能要求，而电厂原有 PLC 系统因自身特性限制和老化、故障问题无法保证输煤系统新增斗轮机自动化运行、燃煤掺配和采购决策制定任务的扩充，进而对 PLC 系统进行在线升级改造为 DCS 系统成了发展的必然趋势，该改造过程通过将单层螺钉端子替换为双层弹簧端子、利用并接和卡件互换的方法实现了 DCS 的在线调试，并保证了 PLC 系统不离线，为实现输煤系统的智能化提供了保障。

参考文献

- [1] 石胜利 .PLC 在工业电气自动化中的应用研究 [J]. 电子元件与信息技术, 2022,6(04):198—201.
- [2] 金光辉 .PLC 在电力系统中的应用 [J]. 通讯世界, 2020,27(04):152—153.
- [3] 李磊 . 提高火电厂 DCS 系统安全性措施 [J]. 安全, 2018,39(11):64—65.
- [4] 孙云飞 . 工业自动化控制 DCS 系统维护技术分析 [J]. 新型工业化, 2022,12(08):84—87.
- [5] 杭州和利时自动化有限公司 . 国产自主可控智能 DCS 系统在大型燃煤电站的应用 [J]. 自动化博览, 2022,39(07):30—32.

书 讯

TSG 11—2020 锅炉安全技术规程	80.00 元
TSG 11—2020 《锅炉安全技术规程》释义	158.00 元
电梯检验工艺手册（第二版）	150.00 元
电梯政策法规文件汇编（第二版）（上册）	132.00 元
电梯政策法规文件汇编（第二版）（下册）	268.00 元
特种设备安全技术 机电类（上下册）	160.00 元
特种设备安全技术 承压类（上下册）	140.00 元
特种设备安全监督管理概论	80.00 元
机电设备安全检验与事故分析技术	128.00 元

特种设备安全与节能 2025 科技发展战略	110.00 元
特种设备典型事故案例集（2005—2013）	138.00 元
特种设备安全监察工作实用手册	98.00 元
特种设备应急处置技术指南	80.00 元
特种设备监察 ABC	85.00 元
电梯作业人员实务基础	138.00 元
电梯标准汇编（第三版）（上册）	298.00 元
电梯标准汇编（第三版）（下册）	282.00 元



微信搜一搜

舜业之声



联系人：孙海祥 王源 010-56777777

