

# DCS 系统国产化改造的关键节点管控与全过程策略

孙文燕

福建华电可门发电有限公司, 福建省福州市, 350000;

**摘要:** 随着我国电力行业的发展, DCS (分散控制系统) 逐渐成为电力生产过程中不可或缺的部分。随着国际化技术的逐步引入, 现有的 DCS 系统在自主可控性方面存在一定的依赖性。DCS 系统的国产化改造成为提高自主控制能力、优化系统性能、降低生产成本的必要手段。本文主要探讨了 DCS 系统国产化改造中的关键节点管控与全过程策略, 重点分析了设计、施工、调试、验收等关键阶段的管理策略, 并提出了相应的优化对策。

**关键词:** DCS 系统; 国产化改造; 关键节点; 项目管理

DOI: 10.64216/3080-1508.25.12.046

## 引言

分散控制系统 (DCS) 是现代工业自动化中的重要组成部分, 广泛应用于电力、化工、石油、钢铁等领域。DCS 系统通过将控制功能分散到多个控制单元中, 有效提高了系统的灵活性和可靠性。长期以来, 国内许多工业领域的 DCS 系统依赖于国外技术, 导致技术安全性、维护困难、系统升级受限等问题。随着国内自主研发能力的不断提升, DCS 的国产化改造已成为工业发展的必然趋势。

国产化改造不仅能够减少对国外技术的依赖, 降低对外部供应链的风险, 还能促进国内技术的创新与发展。通过自主研发的 DCS 系统, 可以更好地适应国内市场的需求, 提升系统的可维护性与稳定性, 并实现更加灵活的定制化服务。国产 DCS 系统的应用可以显著降低企业的运营成本, 提高生产效率, 推动产业的可持续发展。

## 1 DCS 系统国产化改造的整体框架与目标

### 1.1 DCS 系统国产化改造的背景

随着我国电力行业的快速发展, 传统的 DCS 系统逐渐暴露出对国外技术的高度依赖, 特别是在系统升级、故障处理和技术支持等方面, 往往存在技术壁垒。特别是在机组检修和设备老化过程中, 许多设备无法得到及时的技术支持, 导致生产效率低下、故障频繁<sup>[1]</sup>。为了提升电厂自主控制能力, 确保设备的长期稳定运行, 推动 DCS 系统的国产化改造成为了一项紧迫任务。通过国产化改造, 不仅能保障系统的自主可控, 还能提升我国电力设备的技术水平。

### 1.2 改造目标

DCS 系统的国产化改造目标主要是确保改造后的系

统在功能上能够继承原有系统的优势, 同时通过引入国产化的控制系统, 提高整体系统的稳定性、安全性以及经济效益。改造的核心目标之一是实现硬件的全面国产化, 包括采用本地生产的控制器、输入输出模块、操作面板等硬件设备, 以减少对国外供应商的依赖, 确保系统的自主可控。软件的本地化是改造的重要内容, 软件系统需根据国内的使用环境和操作习惯进行优化, 提升系统的易用性和适应性。

改造还要求优化数据交换接口, 确保系统之间的高效通信和数据传输, 增强系统的协同工作能力。冗余设计的加强也至关重要, 能够在关键设备发生故障时迅速切换, 保证系统的高可用性。系统的可维护性也是改造的重要目标之一, 通过改造提高设备的故障诊断能力和维修便捷性, 降低维护成本。改造过程中还需确保设备更新不影响电厂的正常运行, 保证电厂的生产任务和安全稳定运行, 从而达到改造的整体目标。

### 1.3 项目范围与关键技术要求

项目的范围包括了主机 DCS 系统、辅助控制系统、除灰系统、吹灰系统等多个子系统的改造与优化。改造后所有的 DCS 系统均采用国产华电睿蓝 (maxCHD) DCS 系统, 并通过硬接线方式实现不同系统间的数据交互。具体的技术要求包括: 硬件与软件兼容性, 冗余配置的高可用性, 系统性能的持续优化等<sup>[2]</sup>。

表 1 某电厂 DCS 改造前设备统计表

序号	类型	数量	备注
1	控制器	29 对	主要控制器数量
2	I/O 卡件	957	各类输入输出模块数量
3	机柜	47	控制柜和电源柜等
4	工作站	6	包括操作员站等
5	服务器	1	包括历史站服务器

## 2 DCS 系统国产化改造中的关键节点管控

### 2.1 设计阶段的关键节点

设计阶段是 DCS 系统国产化改造的起始阶段，关键在于系统架构的规划与硬件选型的决策。本阶段的目标是确保新系统能兼容原有系统，并解决可能存在的技术难题。设计过程中，特别需要关注的节点包括控制器和 I/O 卡件的选型，网络配置与接口设计，以及冗余系统的配置。这些决策直接影响系统的性能与可扩展性，必须在设计初期就做出明确的规划，以便为后续的施工和调试提供可靠的技术保障<sup>[3]</sup>。

### 2.2 施工与安装阶段的关键节点

施工与安装阶段是将设计方案付诸实践的关键阶段。在此过程中，首先需要确保所有硬件设备能够按时到位并完成预装。施工过程中对机柜、控制系统与 I/O 卡件的布置、设备接线等细节问题进行严格把控。施工单位的选择至关重要，应选择有经验的团队来保证安装

质量。施工过程中要时刻关注安装进度和质量，定期召开工程进度协调会议，及时解决出现的问题，确保工期的顺利推进。

表 2 某电厂 DCS 系统施工与安装阶段工作进度表

阶段	时间安排	完成内容
设备到场	2025 年 6 月 30 日	所有设备到场并验收
机柜安装	2025 年 7 月 10 日	完成机柜布置与接线
系统集成与调试	2025 年 7 月 30 日	完成系统集成调试

### 2.3 调试与验收阶段的关键节点

调试与验收阶段是确保改造后 DCS 系统能够正常运行的关键环节。此阶段主要包括系统上电、功能测试与性能验证，关键节点包括电源冗余切换测试、通信冗余测试、操作员站与工程师站的冗余验证等。通过对系统各项功能的综合测试，确保改造后的 DCS 系统满足安全性、可靠性、稳定性等方面的要求。验收过程中，业主单位应积极参与，通过现场调试和测试，确认系统性能达到预期目标，并完成最终验收。

表 3 某电厂 DCS 系统调试与验收阶段任务列表

阶段	任务	时间安排	完成标准
系统上电与复原	设备启动测试	2025 年 8 月 10 日	系统稳定上电
冗余功能测试	电源切换与交换机冗余	2025 年 8 月 15 日	功能切换无故障
完整性能验收	测试与调试结束	2025 年 8 月 20 日	满足设计要求

## 3 全过程策略

### 3.1 项目管理策略

项目管理是 DCS 系统国产化改造成功实行的核心，整个改造过程里，合理的项目管理能保证项目按时、按质、按预算完成，详细的项目计划是保证各阶段目标顺利达成的基础，项目初期要把改造分成设计、施工、调试、验收等多个阶段，每个阶段都要定好目标跟时间。按实际需要安排人力、设备、材料等资源，保证任务按时完成，执行中要随时查看进度，发现风险及时处理，防止意外问题造成延期，项目实行期间，各方沟通格外重要，要定期开项目协调会，让设计团队、施工队伍和技术支持人员信息互通，问题及时处理。供应商与承包商的管理同样核心，应挑选经验丰富、信誉好的单位，严控交付质量，保证设备以及材料按时到位，质量是项目成功的保障，建立严格的质量控制计划，每个项目阶段都要设定明确的质量检查点，定期开展质量审核。使用标准化的验收流程，保证每一个环节的质量符合设计要求，避免低质量的设计或施工带来后续问题，保证整个 DCS 系统的稳定性和性能达到预期。

### 3.2 技术支持与培训

技术支持包含整个改造过程，从系统设计、设备调试到后期的运行维护，都要有持续的服务。系统安装后，技术团队需迅速应接并解决运行中可能出现的问题，工程师以及操作员的技术能力关系到系统的运行能力，培训专门的技术人员，让他们能熟练操作新系统，并具备及时排查故障的能力，十分核心，改造时，培训计划要分阶段开展。设计阶段的培训重点是系统架构与硬件需求，施工阶段侧重接线跟安装技能；调试阶段包含系统测试跟性能优化等内容，理论培训配合实际操作，让工作人员学会具体操作方法跟应急处置技能，系统出问题时能迅速找到并解决故障。伴随 DCS 系统逐步启用，技术支持除现场协助外，还需建立远程支持平台，凭借建立精进的技术资料库，操作人员可以随时查阅系统手册、故障排查实例等信息，远程诊断技术可帮助技术人员快速识别跟解决现场出现的系统故障，减少系统停机时间。

### 3.3 持续优化与系统维护

DCS 系统的国产化改造不是一次性的任务，长期改良和定期维护是保障其长时间稳定运行的重点，持续优

化与监控是保证 DCS 系统长期高效运行的必要措施, 建立实时性能监控机制, 定期收集以及分析系统运行数据, 找出性能瓶颈跟潜在的稳定性问题。借助实时掌握系统状态, 能发现早期异常并发出预警, 尽快处理故障, 防止问题恶化, 数据分析技术有益于预判系统潜在故障, 增加系统稳定性, DCS 系统的硬件与软件需按时维护, 保证运行状态优良, 控制器、I/O 卡件、交换机等硬件设备要周期性检查和除尘, 避免因积尘等问题引发异常。软件部分须及时更新版本并管理补丁, 确保安全防护处于最新水平, 灾难恢复计划是维护方案的一部分, 系统出现重大故障时, 能迅速恢复数据和功能, 降低生产停机时间。

## 4 DCS 系统国产化改造优化对策

### 4.1 提升软硬件兼容性与系统稳定性

在 DCS 系统国产化改造中, 软硬件兼容性与系统稳定性关系项目成败。必须采取一系列优化对策来保证改造后的系统可以跟现有设备无缝对接, 保证系统长期稳定运行, 软硬件兼容性分析是改造的前提, 项目团队需详细分析现有 DCS 系统中的硬件(如控制器、I/O 卡件)以及软件(囊括操作系统、控制软件等)的兼容情况, 保证国产硬件能顺利接入现有系统, 防止因不兼容造成系统功能异常或性能减少。冗余配置与容错设计十分核心, 为了保证系统高度可靠, 特别是在核心控制器和通信系统里, 需使用冗余设计, 一旦出现单点故障, 系统可自动转到备用设备, 防止生产中断, 涉及安全控制的模块要有强容错性, 避免因个别故障影响整条生产线。软硬件长期可靠性测试必须重视, 系统需长时间运行测试, 模拟实际工况, 检验稳定性跟可靠性, 尽早发现潜在问题并解决。

### 4.2 优化系统冗余配置与容错能力

冗余设计跟容错能力保障 DCS 系统安全稳定, 尤其在电力系统中, 这类设计关乎生产安全跟持续运行。第一, 冗余设计的全面包含是保障系统高可用性的基础, DCS 系统的重点设备, 如控制器、I/O 卡件、电源、通信链路等, 都应配置备用部分, 凭借双机热备、电源跟网络重复设置, 在关键部件出问题时, 系统可自动转到备用设备, 保证任何状况下都能稳定工作。第二, 实时容错机制十分核心, 系统运行时, 实时查看系统状态能有效保障稳定, 若出现故障, 容错机制会自动启动备用设备或通道, 完成故障切换, 减少人工加入, 维持系统正常运转, 同样的, 数据备份与恢复机制可防止因数据

丢失或严重故障造成生产停滞。借助定期备份系统数据, 制定详尽的数据恢复预案, 能在发生系统故障时快速恢复数据, 保障生产的连续性与数据安全。

### 4.3 加强系统测试与调试过程中的质量管控

系统测试与调试是保证改造后的 DCS 系统正常运行、高效稳定的关键环节。为使系统各项指标达到设计要求, 需实行严格的质量管控方针, 严格的测试标准跟流程是测试过程中必须遵循的基本要求, 改造后系统的测试阶段, 需依照系统的详细功能和性能要求, 制定详细的测试标准以及流程, 包含功能测试、性能测试、冗余测试、通信测试等多个方面, 每一项测试都要有明确的验收标准, 保证系统的每项功能都能达到设计预期。分阶段调试跟验收是让系统逐步完善的有效办法, 系统调试要分成多个步骤, 比如上电测试、单体设备调试、系统联调以及整体验收, 每个步骤都得做好详细记录并跟踪问题, 保证问题能尽早发现跟处理, 最后, 使用自动化测试工具可明显增强测试能力跟准确度。借助自动化测试工具开展压力与性能检测, 模拟系统在高负载情形下的表现, 能提早找出可能的瓶颈和问题点, 及时优化, 保障系统正式启用后可长期稳定运转。

## 5 总结

DCS 系统国产化改造是一项复杂且长期的任务, 涉及设计、施工、调试、验收等多个环节。通过科学的项目管理、完善的技术支持和持续的系统优化, 可以有效保证 DCS 系统改造的顺利实施, 并提升系统的自主可控性与可靠性。在具体实施过程中, 应注重每个阶段的关键节点管控, 加强软硬件兼容性、冗余配置及系统稳定性, 以确保系统在长期运行中的高效和安全。通过不断积累经验与总结, 可以为未来更多的 DCS 改造项目提供宝贵实践经验。

## 参考文献

- [1] 黄启东. 大型火电厂 DCS 国产化改造全过程管理及问题探讨[J]. 仪器仪表用户, 2022, 29(5):5.
- [2] 岳彩立, 宋硕, 王屾. 机组 DCS 国产化改造全流程管控简析[J]. 今日制造与升级, 2024(9):121-123.
- [3] 祁磊, 王进军, 刘耀宗, et al. DCS 控制辅助优质生物质 PDI 精细化工业生产[J]. Hans Journal of Chemical Engineering and Technology, 2024, 14.
- [4] 王五妹, 季诚. 福清核电 DCS 关键部件国产化技术综述[J]. 电子技术应用, 2023, 49(S01):126-130.