

集电示范线(一期)GMS/GDS系统网络架构的优化改造与实践

周洪伟

上海顺帮智能科技有限公司

DOI:10.32629/acair.v4i1.19363

[摘要] 本文针对集电示范线(一期)GMS/GDS气体监控系统,因侦测器点位扩容、原有硬件及传输架构缺陷,导致网络通讯中断、数据传输延时、设备轮询超时等问题开展研究。通过分析系统网络架构、交换机与PLC通信方式及现场运行工况,明确核心交换机超负荷、DMC设备传输瓶颈等问题根源。提出采用三层交换机重构网络架构、新增PLC优化信号采集链路的在线改善方案,并完成硬件配置与实施流程设计。现场实施后,系统性能显著提升,通讯故障彻底解决,实现3200余颗侦测器点位稳定通信,验证了方案可行实用。同时指出不停产改造的局限性及后续优化方向。

[关键词] 三层交换机; 系统架构; 在线处理; PLC

中图分类号: TN916.41 **文献标识码:** A

Optimization and Practice of GMS/GDS System Network Architecture for the Power Collection Demonstration Line (Phase I)

Hongwei Zhou

Shanghai Shunbang Intelligent Technology Co., Ltd

[Abstract] This article focuses on the GMS/GDS gas monitoring system of the first phase of the power collection demonstration line. Due to the expansion of detector points, defects in the original hardware and transmission architecture, network communication interruption, data transmission delay, and device polling timeout issues have been studied. By analyzing the system network architecture, communication methods between switches and PLCs, and on-site operating conditions, identify the root causes of issues such as core switch overload and DMC equipment transmission bottlenecks. Propose an online improvement plan to reconstruct the network architecture using three-layer switches, add PLC to optimize the signal acquisition link, and complete the hardware configuration and implementation process design. After on-site implementation, the system performance significantly improved, communication failures were completely resolved, and stable communication between over 3200 detector points was achieved, verifying the feasibility and practicality of the solution. At the same time, it points out the limitations of non-stop renovation and the direction for future optimization.

[Key words] Layer 3 switch; System architecture; Online processing; PLC

引言

集成电路产业中,GMS/GDS气体监控系统是生产安全防护的核心。集电示范线(一期)因二次配装工程,侦测器点位从600个扩容至3200余个,原有架构引发交换机超负荷、DMC传输瓶颈等问题,造成通讯中断、数据延时。本文据此分析问题根源,提出三层交换机重构网络、新增PLC优化采集链路的方案,阐述实施流程并验证改造效果,为同类系统扩容优化提供实践参考。

1 集电示范线(一期)GMS/GDS系统概述

集电示范线(一期)的气体控制系统主要依赖气体侦测器对气体供应设备进行实时监控,以预防气体泄漏可能引发的人员

伤害及环境污染。该系统监控范围包括但不限于以下区域:FAB、SIH4、CW、HPM、天然气调压站、FAB及CUB纯废水区;FAB化学品区;FAB内的所有特种气体室、有机溶剂室、实验室、锅炉房,以及其他潜在风险区域。此外,监控系统亦覆盖地震仪、LAU、EMO、PT、风速计、风向仪等设备。系统核心功能是对供气设备、尾气处理装置、大宗气体供应系统及其附属设备仪器仪表,以及其他各类仪器仪表(如EMO/LAU、地震仪、风速计、风向仪)进行全面的监控与保障。

2 集电示范线GMS/GDS系统现状及问题分析

2.1 工艺设备及系统概述

(1)GDS系统利用气体侦测器监测气体浓度,其数据通过TCP/IP协议,借助以太网供电(POE)与数据管理单元(DMC)通信。DMC负责收集数据并上传至SCADA系统。PLC根据收集到的数据计算出气体浓度值。PLC内部通过针对不同气体种类的精确科学计算方法,生成Alarm1和Alarm2两种报警信号,并触发相应的联动操作。

(2)GC/VMB等设备资料收集系统:每台GC/VMB设备配备一个网络接口,连接至交换机端口。数据管理单元(DMC)电脑快速收集数据,以便迅速识别设备异常。GMS系统为GC/VMB提供侦测器联锁控制功能。当GC/VMB发生气体泄漏时,通过联锁控制功能,每台GC/VMB提供一个继电器接点。PLC可通过GC/VMB提供的继电器接点远程关闭GC/VMB设备。

(3)PLC控制系统设计:本系统选用SIEMENS S7-400H系列PLC,具备冗余功能,确保系统稳定性。上位机与PLC处理器间通过交换机进行通信,而Remote I/O模块则通过冗余的ET200M PROFIBUS接口与控制器框架相连。鉴于厂内GC、VMB、Detector的分布密度,系统配置了一台冗余CPU控制器和多台RIO模块。该系统具备极高的可靠性,完全满足SUNVIM气体侦测系统对PLC控制部分长期稳定运行的需求。

(4)SCADA监控系统概述:本系统配置了3台图控服务器和4台客户端设备。现场采集的数据通过SCADA图控软件进行展示与操控,该系统具备直观的人机交互界面和全面的功能支持。SCADA系统采用本地报警机制,通过监控画面变色、闪烁以及声音警报来触发报警。一旦报警发生,用户可通过三次点击任意页面迅速定位至警报点。监控系统以地理方位为基础进行警报区域划分,当警报产生时,相关区域将同步变色闪烁,以便值班人员迅速识别并处理。此外,系统还提供系统或设备分类作为辅助警报分类,使用户能够快速了解警报点在系统流程中的位置及其相关设备的状态变化。

2.2 系统网络运行现存问题

(1)在GMS/GDS系统的规划初期,基于集电示范线(一期)的主系统,设计并规划了600个侦测器点位。随着集电示范线(一期)的二次配装机工程,包括4K、20K、30K等项目,侦测器数量增至3200余个。这一变化导致部分侦测器网络通讯距离过长,或出现网络中断的情况。

(2)GMS/GDS系统采用以太网通讯模式(侦测器→DMC→PLC→服务器)。由于DMC的稳定性和传输速度不佳,导致系统内部分侦测器轮询超时,出现闪报通讯故障。同时,侦测器通讯数据的读取也存在延迟现象。

2.3 GMS/GDS系统网络架构改善的必要性

2.3.1 核心设备增设改善必要性

随着工业网络技术的发展,分布式控制、集中信息管理的系统架构成为主流,其开放性与可维护性更适配工艺控制需求。集电示范线(一期)GMS/GDS系统因二次配装机工程,侦测器点位从600个增至3200余个。经排查无网络通讯缺陷,核心问题为原单台核心交换机仅支持3000个点位,已超负荷运行,且原环网串联

的交换机架构无法匹配扩容后通信需求,引发部分侦测器通讯距离过长、断讯问题。三层交换机网络架构可搭建完整开放的工业控制网络,支持多厂家设备互联与标准化数据传输,实现设备层、控制层、信息层分层组网,是解决当前问题、保障系统长期稳定运行的关键,因此亟需增设核心设备。

2.3.2 信号采集架构优化的必要性

GMS/GDS系统原采用侦测器→DMC→PLC→Server的以太网通讯方式完成信号采集,但DMC设备稳定性与传输速度存在明显短板,成为信号采集传输的核心瓶颈,直接导致部分侦测器频繁轮询超时、闪报通讯故障,且侦测器数据读取存在显著延时,无法保障气体浓度数据实时采集传输,进而影响PLC对报警信号的及时计算及联动动作的快速触发。长鑫项目A1侦测器采用的侦测器→网关PLC→PLC→Server通讯方式,在传输稳定性与速度上远优于DMC,为架构优化提供成熟参考。GMS/GDS作为气体安全监控核心系统,实时性是现场安全防护的关键,故亟需优化原有信号采集架构。

3 GMS/GDS系统网络架构在线改善技术方案

3.1 核心设备增设改善方案

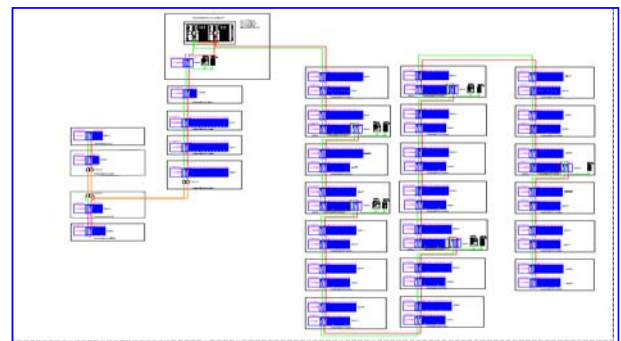


图3-1 原交换机网络结构形式图

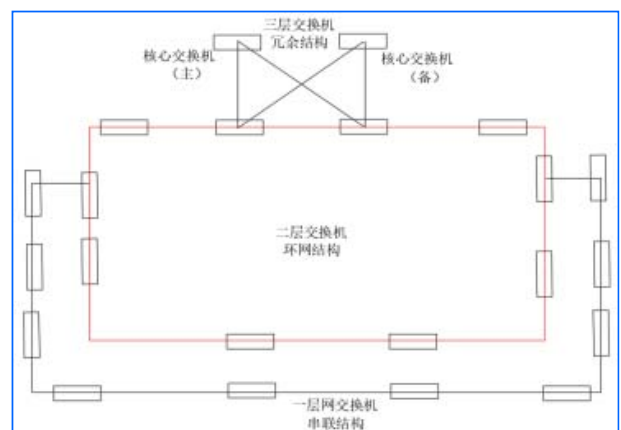


图3-2 三层交换机网络结构简示图

鉴于系统当前状况及工业控制网络技术规范,本次核心设备升级采纳了三层交换机网络结构,以此对原有的环网串联架构进行优化重构。该架构能够构建一个开放且完整的工业控制网络系统,支持不同厂商控制设备的互联互通,并实现标准工业

网络数据的传输,进而实现设备层、控制层和信息层的分层组网传输。具体实施步骤包括:在原有交换机网络架构中在线增加一台核心交换机,配置主备冗余的核心交换机系统,并配套新增必要的光纤。通过将这些光纤连接新增的核心交换机与现场部分交换机,实现了三层交换机网络架构的物理构建与调试。此举形成了能够满足3200余颗侦测器点位通信需求的改进交换机网络架构,从根本上解决了原架构容量有限和通信不稳定的问题,确保了系统满足长期稳定运行的技术需求。



图3-3 改善后交换机网络架构图

3.2 硬件配置方案及信号采集架构优化

3.2.1 硬件配置方案

(1) 在FAB1-125房间,新增了一对S7-400H可编程逻辑控制器(PLC),旨在收集和汇总所有侦测器的通信数据,并将这些数据传输至现有的S7-400H主PLC系统。该新增PLC被安装于现有主PLC柜内,并配备了独立的电源供应、空气开关和直流电源等全套辅助设备。

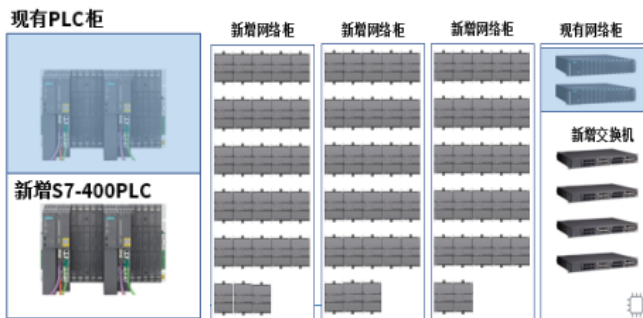


图3-4 主PLC与网关PLC结构图

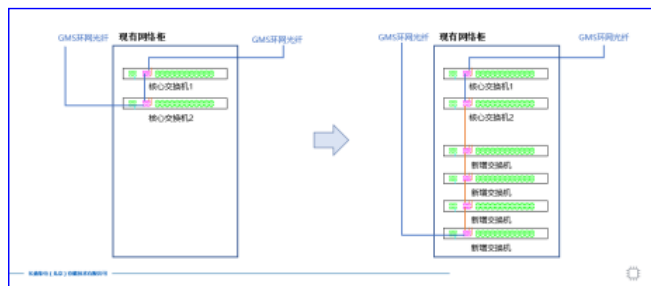


图3-5 改善后交换机结构图

(2) 本次项目计划采用83台S7-1200PLC来接收所有侦测器的数据。此外,将配置3台网络柜,其安装地点为FMCS机房。汇聚

层配置了12台S7-1200PLC,这些PLC负责收集71台接入PLC的数据,并将数据传输至S7-400H主PLC。接入层则配备了71台S7-1200PLC,其中60台PLC负责采集50颗电化学侦测器的信号,另有11台PLC负责收集5台傅里叶变换红外光谱(FTIR)设备和6台差分光氧分析仪(DOD)设备的数据。

(3) 针对新增设备网络接入的需求,增加了4台接入交换机。

3.2.2 信号采集架构

系统改善方案简略示意图如下:

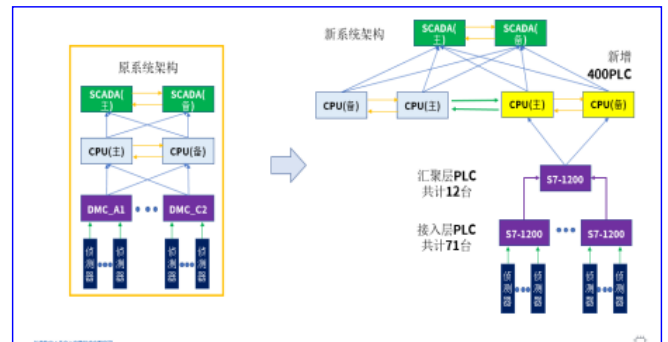


图3-6 系统架构结构简图

4 GMS/GDS系统网络架构改善实施流程与效果

4.1 核心交换机新增现场实施流程

核心交换机新增现场实施先备份原三层交换机配置文件、规范新交换机标识标签,再由两人核查新旧交换机配置,按需调整VLAN接口、端口参数并保存新配置。随后检查单模光纤跳线等辅材规格质量,获作业许可后将新交换机装于R17网络柜并接双路电源,开机后双人核验设备运行与配置参数。接着按工业标准完成光纤跳线连接,遇网络异常先查环网状态、及时纠正端口错误;接入新交换机后验证环网运行、核查OSPF网关学习结果,异常时切回原配置恢复通信。最后在系统管理文档中完整记录改造设备信息,保存并更新文档版本,实现设备信息规范化管理。

4.2 GMS/GDS系统网络架构改善效果分析

经过对GMS/GDS系统网络架构的优化,成效显著,核心性能指标得到显著提升。主PLC CPU的负荷从优化前的25%-80%降至17%-20%,设备运行负载显著降低,系统稳定性显著增强;网络传输速度由原来的50-60秒缩短至1-3秒,ping传输速度从80毫秒优化至1-2毫秒,数据交互的延时问题得到彻底解决(如表4-1所示)。此外,系统成功解决了侦测器通信延迟、断线及轮询超时的闪报故障,实现了3200余个侦测器点位稳定通信,确保了气体监控数据的实时采集与传输,大幅提升了联动控制的响应效率,满足了工业生产对气体安全监控系统长期无故障运行的需求。

表4-1网络架构改善后效果对比

序号	分项目名称	改善前	改善后	结论
1	主PLC CPU 负荷状态	显示: 25%-80%	显示: 17%-20%	负荷下降明显
2	网络传输速度	50S-60S	1S-3S	速度很快

5 结束语

通过对集电示范线(一期)GMS/GDS网络通讯延迟或断连问题的原因进行分析,并针对网络架构的优化、新增PLC与交换机连接方式的改造等进行了综合措施,技术改造完成后,委托专业网络健康检测机构进行现场运行状态检测。现场检测结果显示,技术改造效果良好。

该在线GMS/GDS网络架构优化方案经现场验证,方法有效、成效显著。然而,由于集电示范线(一期)的现场环境具有特殊性,在不停产的情况下存在众多不利因素,导致在线GMS/GDS网络架构优化技术的应用存在局限性。部分问题源自原材料设备本身的缺陷,在无法更换或改变设备原材料的前提下,暂时从技术层面寻找解决方案,但这将导致改造成本的增加。

[参考文献]

[1]蒋艳,郭伟,刘伟.一种基于SIP的升空平台通信系统的优

化切换[J].计算机应用,2008(02).

[2]樊昌信.一种发展中的新移动通信方式——平流层通信研发概况[J].现代电子技术,2005(19).

[3]杨博,刘大有,杨鲲,等.移动Agent系统通信效率的分析与优化[J].计算机研究与发展,2004(04).

[4]吴薇,王晟.第四代移动通信系统[J].电信工程技术与标准化,2002(06).

[5]梁磊,刁晓环,王成,等.基于B/S架构的激光雷达电力巡线可视化管理与分析系统.中国科学院大学学报,2022(02).

作者简介:

周洪伟(1969--),男,汉族,湖南益阳人,本科,中级-机电工程师,研究方向:机械电气及半导体工程技术。