

国产 PLC 与进口 PLC 在典型控制场景下的性能对比分析

孙晓凯

南水北调中线信息科技有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19233

[摘要] 可编程逻辑控制器(PLC)是现代工业自动化核心,在水利行业应用广泛,该行业对控制设备要求严苛。长期以来,我国大型水利枢纽等多依赖进口PLC品牌。近年来,在国家信创战略等推动下,和利时等国产PLC厂商产品性能与解决方案能力显著提升。本文聚焦水利行业大型水库综合自动化系统等三大核心场景,构建涵盖硬件鲁棒性等多维度的评估体系,对主流国产与进口PLC深入对比分析。研究表明,国产PLC凭借行业积累、性价比和本地化服务能力,已在水利行业中低端及大部分高端场景全面替代进口产品;但在超大规模系统集成等方面,与顶尖进口品牌尚有细微差距。本研究为水利信息化设备选型与国产化替代提供决策依据。

[关键词] 国产PLC; 进口PLC; 水利自动化; 水库调度; 水厂处理; 性能对比

中图分类号: TM571.6 **文献标识码:** A

Performance Comparison Analysis Between Domestic and Imported PLCs in Typical Control Scenarios

Xiaokai Sun

South-to-North Water Diversion Middle Route Information Technology Co., Ltd.

[Abstract] Programmable Logic Controller (PLC) is the core of modern industrial automation and is widely used in the water conservancy industry, which has stringent requirements for control equipment. For a long time, large-scale water conservancy projects in China have largely relied on imported PLC brands. In recent years, driven by the national information technology innovation strategy, domestic PLC manufacturers such as Hollysys have significantly improved their product performance and solution capabilities. This paper focuses on three core scenarios in the water conservancy industry, including large-scale reservoir comprehensive automation systems, and constructs a multi-dimensional evaluation system covering hardware robustness, conducting in-depth comparative analysis between mainstream domestic and imported PLCs. Research shows that domestic PLCs, leveraging industry experience, cost-effectiveness, and localized service capabilities, have achieved comprehensive substitution of imported products in low-end and most high-end scenarios in the water conservancy industry. However, in areas such as ultra-large-scale system integration, there remains a slight gap compared to top-tier imported brands. This study provides decision-making basis for equipment selection and domestic substitution in water conservancy information technology.

[Key words] domestic PLC; imported PLC; water conservancy automation; reservoir dispatching; water treatment plant; performance comparison

引言

水是生存根基,水利事业作为国民经济和社会发展重要基础,其现代化水平关乎国家多方面安全。“智慧水利”等国家战略推进下,以PLC为核心的自控系统成为现代水利治理体系的关键。从重大水利工程到城乡水厂、排涝泵站,PLC承担着数据采集等关键任务。但该领域核心控制设备曾长期被国外品牌垄断,带来高成本与供应链、技术风险。近年来,在相关政策驱动下,

水利行业成为国产工控设备替代前沿,国产PLC厂商推出诸多针对性产品与方案。然而,在水利现场7x24小时不间断运行且环境恶劣的条件下,国产PLC能否胜任?与进口PLC相比优势和短板在哪?本文将深入具体业务场景,通过对比,为这些问题给出清晰答案。

1 对比分析框架构建

针对水利行业的特殊性,本文构建了以下五大核心评估维

度: (1) 硬件鲁棒性与环境适应性: 重点考察PLC在高温高湿、强电磁干扰(如雷击)、粉尘盐雾等恶劣野外环境下的工作稳定性; 模块的防护等级(IP)、工作温度范围、抗振动冲击能力及平均无故障时间(MTBF)。(2) 软件工程化与行业适配性: 评估编程软件对IEC61131-3标准的支持度、调试诊断工具的完备性、历史数据存储与报表生成功能, 并特别关注是否内置水利行业专用功能库(如水文模型、泵组优化算法、水质预警逻辑)。(3) 通信协议兼容性与开放性: 水利现场设备繁杂, 需与水位计、流量计、水质分析仪、闸门启闭机、变频器等多种第三方设备通信。因此, 对ModbusRTU/TCP、ProfibusDP/PA、IEC60870-5-101/104、DNP3.0等水利常用协议的支持广度与深度至关重要。(4) 系统可靠性与冗余能力: 对于核心枢纽, 双机热备、电源冗余、网络冗余是标配。需对比不同品牌在冗余切换时间、故障自诊断精度、安全功能(如区域入侵报警联动)等方面的表现^[1]。(5) 全生命周期成本(TCO): 综合考量设备采购成本、工程实施成本(因行业适配性差异巨大)、后期运维成本(备件价格、能耗、技术人员培训成本)以及技术支持响应速度与成本。

基于此框架, 本文选取水利行业的三个典型场景进行剖析。

2 典型场景一: 大型水库综合自动化系统

2.1 场景特点与控制需求

大型水库是流域防洪、供水、发电与生态保护的核心, 其综合自动化系统复杂, 需集成大坝安全监测、水雨情遥测、闸门群控、电站监控、视频安防等多个子系统。其控制需求具有水利特色: 监测点分布广, 通信多依赖无线公网或微波, 要求PLC具备数据压缩、断点续传及低带宽适应能力; 中央控制室需采用三重冗余架构, 确保调度指令下达不中断; 系统要原生支持IEC60870-5-104协议, 实现与省市级防汛抗旱指挥中心无缝数据上报; 需具备长期海量数据存储与快速检索能力, 为决策提供数据支撑。

2.2 对比分析

进口PLC如施耐德M580系列, 基于通用以太网架构, 冗余切换时间小于50毫秒, 理论可靠性高, 硬件模块设计坚固, 能满足野外环境要求。但其通用性带来短板: 原生不支持水利行业强制要求的IEC60870-5-104协议, 需额外配置通信网关或加载特定固件, 增加系统复杂性和故障点, 推高项目成本; 配套软件缺乏水利专业逻辑内置支持, 复杂功能需用户从零开发, 工程周期长且依赖工程师能力; 偏远地区服务响应滞后, 后期运维成本高。相比之下, 国产PLC如南瑞继保PCS-9000系列或和利时LK系列, 展现出明显优势。这些厂商是电力与水利自动化领域领军者, 对行业痛点理解深刻。其PLC系统原生支持水利主流通信规约, 省去网关环节, 简化系统并提升可靠性; 软件平台深度融合水利业务知识, 内置水库调度、洪水预报、大坝安全评估等专业算法模块; 配套SCADA监控软件专为水利操作员设计, 界面直观, 历史数据管理和报表功能强大, 可直接生成符合水利部门规范的上报格式。这种“开箱即用”的行业解决方案, 缩短项目交付周期, 降低工程实施风险。加之整体造价低40%以上, 且地市级服务网

点遍布全国, 能快速抵达现场, 形成综合优势。

2.3 场景结论

在大型水库综合自动化场景中, 对行业标准符合性、数据处理专业性和本地化服务要求极高, 国产PLC凭借深厚行业积淀和高度集成解决方案, 已实现对进口品牌的全面超越^[2]。尽管进口PLC在硬件冗余理论指标上或有微弱优势, 但高昂成本、复杂二次开发需求及滞后服务响应, 使其在新建和改造项目中竞争力减弱, 国产化已成为不可逆转的趋势。

3 典型场景二: 现代化自来水厂深度处理工艺

3.1 场景特点与控制需求

《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022)全面实施, 城市自来水厂引入臭氧-活性炭吸附、超滤/纳滤膜过滤等深度处理工艺, 应对水源污染挑战。其自动化控制需求精细化、复杂化: 要对多种药剂投加量进行高精度闭环PID调节, 要求PLC模拟量输入/输出模块测量精度高、温漂特性小; 膜处理单元反冲洗、CIP等过程涉及多设备严格时序联锁和安全互锁, 逻辑复杂、容错率低; 作为民生工程, 系统要满足网络安全等级保护要求, 具备完善用户权限分级管理等功能; 水厂内不同品牌高精度在线水质分析仪众多, PLC需与异构设备稳定可靠通信集成。

3.2 对比分析

进口PLC如西门子S7-1500系列, 硬件有传统优势。其模拟量I/O模块精度高、稳定性强, 为加药控制提供硬件基础; TIAPortal平台先进PIDTuner和变量Trace功能, 助力回路整定和故障诊断; 信息安全方面, 内置一整套安全机制, 能满足等保2.0三级合规要求。但通用性平台局限明显: 对水处理行业特有的复杂顺序控制逻辑, 如膜CIP程序, TIAPortal无现成模板或功能块, 工程师编写调试耗时费力, 拉长项目周期, 增加出错风险。国产PLC如中控技术GCS系列或杰控FameView系列, 核心竞争力在于将水务行业经验深度融入产品。厂商深耕国内水处理市场, 理解工艺控制逻辑。其PLC编程软件预置完整水处理工艺模板库, 涵盖各种加药控制策略、膜系统程序、泵阀安全联锁逻辑等^[3]。工程师项目实施时, 只需“填空”式配置即可完成大部分控制逻辑开发, 提升工程效率和系统可靠性。设备兼容性上, 针对国内主流水质仪表品牌, 国产PLC厂商已完成驱动适配和通信测试。成本方面, 满足同等要求下, 国产系统硬件采购和软件授权总成本显著低于进口品牌, 对预算敏感的水务公司吸引力巨大。

3.3 场景结论

在现代化自来水厂深度处理场景中, 国产PLC以行业适配性和工程化软件平台, 弥补了绝对硬件精度上的理论微小差距。其高效交付、稳定运行和低成本运维, 使其成为水务公司新建和升级改造项目的理性首选。进口PLC单项技术指标虽有亮点, 但通用性导致工程效率低下, 整体价值主张在市场竞争中逐渐失色。

4 典型场景三: 城市排涝泵站群控系统

4.1 场景特点与控制需求

城市排涝泵站是抵御内涝的生命线工程, 现代城市多构建由数十至上百个低洼区域泵站组成的群控系统, 核心目标是实

现全局最优排水。这要求系统实时采集全域降雨量、河道水位、排水管网关键节点液位等信息,基于智能调度策略,动态决策各泵站启停、运行台数及变频频率。控制系统需满足:采用分布式架构,本地PLC通过高可靠工业光纤环网与中心调度PLC实时通信,通信协议实时性和容错能力强;暴雨紧急时,数据采集、策略计算到指令下发闭环须数秒内完成,考验PLC程序扫描周期和网络通信吞吐量;绝大多数泵站无人值守,PLC需有强大自诊断能力,通过4G/5G公网主动推送设备状态、故障报警至运维人员移动终端,实现远程运维;泵站数量多但单站规模有限,PLC要体积小、价格经济,控制整体投资成本。

4.2 对比分析

进口PLC如罗克韦尔CompactLogix5380系列,处理性能强劲,原生支持EtherNet/IP协议,能满足高速通信和复杂群控逻辑计算需求。Studio5000软件支持面向对象编程,利于构建结构清晰、易维护的群控应用程序。但它定位中高端,单台价格对批量部署的排涝泵站而言过于昂贵。其远程运维和移动告警解决方案依赖FactoryTalk等云服务平台,需持续支付订阅费用,全生命周期成本高。国产小型PLC如汇川技术H3U系列或信捷电气AX系列,精准契合城市排涝泵站核心诉求。在保证处理性能应对本地逻辑控制和高速通信基础上,成本控制出色,单台价格竞争力强。许多型号将4G通信模块和简易Web服务器功能集成到CPU本体,无需额外硬件即可实现手机短信/APP告警、远程网页监控等运维功能,做到“小而美、精而省”。部分领先厂商将智能群控算法封装成标准功能块,简化中心调度程序开发难度。其小巧体积便于在空间受限的泵房安装。本土厂商还能提供覆盖全市的快速、低成本技术服务,国产PLC在该场景几乎占据完全市场主导地位。

4.3 场景结论

在城市排涝泵站群控系统这一对成本敏感、强调规模化部署和远程运维能力的场景中,国产PLC以高集成度、经济性和便捷智能化功能,完美解决用户痛点。进口PLC因单价高和服务成本附加,基本丧失市场竞争力,国产方案已成为行业事实标准。

5 综合讨论与展望

剖析水利三大核心场景可知,国产PLC在水利行业强势崛起,

是其把握行业痛点、持续创新、深耕本土市场的必然。其核心优势在于将行业知识深度融入软硬件,提供“交钥匙”式方案,提升工程效率与系统可用性。同时,性价比高,依托本土化网络构建的快速低成本服务体系,形成难以复制的竞争壁垒。不过,挑战依然存在。国家级超级工程核心控制系统的冗余架构和极端可靠性,需更多实际运行数据验证,以消除用户顾虑。产业链上游,部分高端PLC依赖的核心处理器芯片和实时操作系统(RTOS)尚未完全自主可控,在复杂国际形势下,是潜在供应链风险点^[4]。展望未来,“数字孪生流域”建设深入推进,PLC角色将深刻变革,从执行逻辑指令的控制器演进为具备边缘智能的计算节点。国产PLC厂商应抓住机遇,加速向“PLC+边缘计算+AI”融合方向演进。比如,在PLC本地实现水质异常智能诊断、泵组运行能效实时优化、设备潜在故障预测性维护等功能。赋予PLC更多边缘侧智能,既能减轻中心系统负担,又能实现更快地本地响应,助力国产PLC在智慧水利新赛道巩固扩大领先优势。

6 结语

本文聚焦水利行业,通过水库、水厂、泵站三大典型场景的实证分析,系统论证了国产PLC与进口PLC的性能格局。研究结论明确:在当今的水利自动化领域,国产PLC已不再是“备选项”,而是基于其深厚的行业理解、卓越的工程化能力和突出的性价比,成为了大多数应用场景下的“首选项”。对于水利主管部门和工程设计单位而言,应坚定推进核心工控设备的国产化替代,这不仅是降本增效的经济选择,更是保障国家水安全的战略举措。同时,国产PLC厂商也需戒骄戒躁,持续攻坚核心技术,以期在未来能够全面守护国家每一滴水的安全与智慧流动。

[参考文献]

- [1]林浩,杨政厚,霍玉鲜.国产PLC发展现状及展望[J].电子技术应用,2023,49(04):21-27.
- [2]张庆宇,徐非骏.基于国产PLC控制器的机电自动架控系统实现[J].雷达与对抗,2024,44(03):61-65.
- [3]张伟明,张超,刘晨旭,等.基于国产PLC和进口PLC的模拟加注系统设计[J].自动化应用,2025,66(05):1-5.
- [4]邢正锋.PLC控制系统在鸳鸯池电站进口闸门中的应用[J].甘肃水利水电技术,2019,55(04):62-65.