

国产 PLC 在油气管道泵站自动化改造中的应用

李 鹏（国家石油天然气管网集团有限公司西北分公司生产技术服务中心，陕西 西安 710016）

张 棚（国家石油天然气管网集团有限公司西北分公司长庆输油气分公司，宁夏 银川 750001）

摘 要：本文深入探讨了国产 PLC（可编程逻辑控制器）在油气管道泵站自动化改造中的应用及其背后的战略意义，随着国家信息化创新（信创）工作的加速推进，国产软硬件在国防安全与关键基础设施领域的应用日益广泛。然而，PLC 作为工业自动化领域的核心设备，其国产化进程相对滞后。本文首先阐述了加快发展国产 PLC 的重要性，随后分析了油气管道泵站自动化改造的现状，进而详细论述了国产 PLC 在泵站自动化系统中的具体应用，最后总结了国产 PLC 推广应用的战略意义与未来展望。

关键词：国产 PLC；油气管道泵站；自动化改造；应用

0 引言

随着全球能源需求的不断增长和油气管道网络的日益复杂化，油气管道泵站的运行效率和安全性成为保障能源供应稳定的关键，传统泵站控制系统多依赖于进口 PLC，这不仅增加了系统维护成本，还可能带来信息安全隐患。因此，推进油气管道泵站自动化改造，实现 PLC 的自主可控与国产化替代，对于提升我国能源安全保障能力、促进产业升级具有重要意义。

1 加快发展国产 PLC 的重要意义

1.1 保障国防安全与国家安全

在国防安全与国家安全的广阔背景下，加快发展国产 PLC 具有不可估量的价值，PLC 作为工业自动化领域的核心控制设备，其应用范围涵盖了国防军工、能源、交通等多个关键领域。这些领域的稳定运行直接关系到国家安全和战略利益。

长期以来，高端 PLC 市场被国际巨头所垄断，这不仅限制了我国工业自动化的发展步伐，更在关键时刻可能危及国家安全。因此，加快发展国产 PLC，实现核心技术的自主可控，是保障国防安全与国家安全的重要基石，通过自主研发和技术创新，我们能够有效打破国外技术封锁，提升我国在这些关键领域的自主保障能力，确保在面临外部压力时能够稳住阵脚，保障国家的整体安全稳定。

1.2 解决“卡脖子”问题与信息安全

在全球化日益加深的今天，技术领域的竞争愈发激烈，“卡脖子”问题成为制约我国多个行业发展的瓶颈，PLC 作为工业自动化控制系统中的关键组件，其技术水平和供应稳定性直接影响到整个生产线的运行效率。然而，长期以来，我国在高端 PLC 领域一直

面临着技术壁垒和供应限制，这严重制约了我国工业自动化水平的提升。

因此，加快发展国产 PLC，解决“卡脖子”问题，是提升我国工业竞争力的关键一步。同时，国产 PLC 在信息安全方面具有更高的可控性，能够有效降低外部攻击的风险，保障国家信息基础设施的安全稳定，随着信息化时代的到来，信息安全问题日益凸显，加快发展国产 PLC 对于维护国家信息安全具有重要意义。

1.3 促进产业升级与经济发展

产业升级与经济发展是国家繁荣富强的重要支撑。PLC 作为工业自动化领域的核心设备，其发展水平直接影响到整个制造业的转型升级，通过加快发展国产 PLC，我们可以推动工业自动化技术的不断进步和创新，提高生产效率和产品质量，降低生产成本和资源消耗，这将为制造业的转型升级提供有力支持，促进传统产业的改造升级和新兴产业的快速发展。

同时，国产 PLC 的广泛应用还将带动上下游产业链的发展壮大，创造更多的就业机会和经济效益。随着国产 PLC 市场的不断扩大和技术的不断提升，我们有理由相信，国产 PLC 将成为推动我国产业升级和经济发展的重要力量。它不仅将提升我国工业自动化水平的整体竞争力，更将为我国经济的持续健康发展注入新的活力和动力。

2 油气管道泵站自动化改造现状

2.1 传统泵站控制系统老化与现代化管理需求

油气管道泵站作为油气能源输送网络中的关键一环，其运行状态直接影响到整个管道系统的安全性和效率。然而，目前我国许多油气管道泵站仍采用传统

的控制系统，这些系统往往存在设备老化、技术落后等问题，难以适应现代化、智能化管理的要求，传统泵站控制系统在数据采集、处理、传输等方面存在明显不足，导致运行效率低下，且难以实现远程监控和故障预警。因此，对传统泵站进行自动化改造，提升其控制系统的智能化水平，已成为当前油气行业发展的重要任务。

2.2 进口 PLC 依赖与自主可控能力提升

在油气管道泵站自动化改造过程中，PLC（可编程逻辑控制器）作为核心控制设备发挥着至关重要的作用。然而，长期以来，我国油气行业对进口 PLC 的依赖程度较高，这不仅增加了设备采购成本，还带来了维护成本高、技术壁垒等问题。此外，随着国际形势的复杂多变，进口 PLC 的供应稳定性也面临一定风险。

因此，加快国产 PLC 的研发与应用，提升油气管道泵站控制系统的自主可控能力，成为当前亟待解决的问题，通过自主研发和技术创新，我国已逐步在 PLC 领域取得突破，为油气管道泵站自动化改造提供了有力支持。

2.3 信息安全挑战与自主可控解决方案

随着信息化时代的到来，油气管道泵站自动化改造也面临着严峻的信息安全挑战。油气管道作为国家重要的能源基础设施，其运行数据的安全性和保密性至关重要。然而，传统泵站控制系统在信息安全防护方面存在明显短板，容易受到外部攻击和干扰。此外，进口 PLC 的广泛应用也增加了信息安全风险。

因此，在油气管道泵站自动化改造过程中，必须高度重视信息安全问题，加强自主可控解决方案的研发与应用。通过采用国产安全芯片、加密技术等手段，提升泵站控制系统的安全防护能力，确保油气管道运行数据的安全性和保密性。同时，建立健全的信息安全管理制度和应急响应机制，为油气管道泵站的安全稳定运行提供有力保障。

3 国产 PLC 在油气管道泵站自动化改造中的应用

3.1 系统架构设计

在油气管道泵站的自动化改造中，国产 PLC（可编程逻辑控制器）的应用极大地提升了系统的智能化和自动化水平，如某国产 PLC 在我国内蒙古自治区内某条长距离原油输送管道自控系统国产化升级改造中的应用，可将 BPCS 与 SIS 系统 PLC 进行融合在满足 SIL 等级要求的前提下，进而简化系统架构。系统架

构设计是整个改造项目的基石，它决定了系统的稳定性、可扩展性和维护性，它通常采用分层结构，包括现场层、控制层和监控层。

现场层主要由各类传感器、执行机构等组成，负责采集泵站运行过程中的各种参数（如压力、流量、温度、液位等）和执行控制指令。这些设备通过标准的通信协议（如 Modbus、Profibus 等）与 PLC 进行数据传输。控制层是系统的核心，主要由国产 PLC 及其扩展模块组成。PLC 作为中央处理器，负责接收现场层设备的数据，并根据预设的控制逻辑和算法进行处理，生成相应的控制指令。这些指令再通过通信接口发送给执行机构，实现对泵站设备的精准控制。同时，PLC 还具备强大的数据处理和计算能力，能够实时计算泵站的运行效率、能耗等关键指标，为优化运行提供数据支持。

监控层则负责人机交互和远程监控。通过组态软件或 SCADA（监控与数据采集）系统，可以直观地展示泵站的运行状态、参数变化、报警信息等，操作人员可以在监控中心远程监控泵站的运行情况，并根据需要进行参数调整、故障诊断等操作。此外，监控层还具备数据存储和报表生成功能，为泵站的运行管理和决策分析提供有力支持。

3.2 功能实现

①数据采集与处理：PLC 通过接入各类传感器，实时采集泵站运行过程中的各种参数，包括压力、流量、温度、液位等。同时，PLC 还具备强大的数据处理能力，能够对这些参数进行滤波、变换、计算等操作，提取出对控制决策有用的信息。

②自动控制与调节：根据采集到的数据和预设的控制逻辑，PLC 能够自动计算出泵组的投切台数、变频调速等控制指令，实现对泵站设备的精准控制。在泵站运行过程中，PLC 还能够根据进出水流量、水位等反馈参数进行动态调节，确保泵站始终在节能高效区运行。

③故障诊断与报警：PLC 系统内置了丰富的故障诊断算法和报警机制。当泵站设备出现故障或运行参数超出正常范围时，PLC 能够迅速识别并发出报警信号。同时，PLC 还能够记录故障发生前后的运行数据，为故障分析和处理提供有力支持。

④远程监控与管理：通过组态软件或 SCADA 系统，操作人员可以在监控中心远程监控泵站的运行情况。系统支持实时数据展示、历史数据查询、报表生成等

功能，为泵站的运行管理和决策分析提供全面支持。

3.3 信息集成与可视化

在油气管道泵站自动化改造的进程中，信息集成与可视化技术扮演着至关重要的角色，这一环节不仅实现了泵站运行数据的全面整合，还通过直观、动态的图形界面，将复杂的运行状况清晰地展现在操作人员面前。信息集成技术通过构建统一的数据平台，将泵站现场层、控制层以及监控层产生的海量数据进行有效整合，这些数据涵盖了泵站运行过程中的各种参数、状态信息、报警记录等，为后续的数据分析和决策支持提供了坚实的基础，通过标准化的数据接口和协议，不同系统间的数据壁垒被打破，实现了数据的无缝流通和共享。在可视化方面，采用先进的图形化展示技术，将泵站运行数据转化为直观易懂的图表、动画等形式，监控中心的大屏幕上，泵站的工艺流程、设备状态、参数变化等一目了然，操作人员可以迅速捕捉到关键信息，如泵组的运行效率、管网的流量分布、压力变化等，从而做出准确的判断和决策。此外，系统还支持多种报警和提示方式，如颜色变化、闪烁、声音报警等，确保在异常情况发生时能够立即引起操作人员的注意。信息集成与可视化的结合，不仅提升了泵站运行管理的效率和准确性，还增强了系统的安全性和可靠性，通过实时监控和数据分析，可以及时发现潜在的运行风险，并采取相应的措施进行预防和应对。

4 国产 PLC 推广应用的战略意义

4.1 提升能源安全保障能力

在能源领域，PLC 作为工业控制系统的核心部件，其自主可控性直接关系到国家能源安全。随着全球能源结构的转型和数字化进程的加速，能源系统的复杂性和依赖性日益增强，对 PLC 等关键设备的自主可控要求也越来越高，国产 PLC 的推广应用，能够显著提升我国能源系统的安全保障能力。一方面，通过自主研发和生产 PLC，可以避免在关键领域被国外技术“卡脖子”，确保在紧急情况下能源系统的稳定运行。另一方面，国产 PLC 在设计和生产过程中，可以充分考虑国内能源系统的特点和需求，进行定制化开发，提高系统的兼容性和适应性，从而进一步提升能源系统的整体安全性和可靠性。

4.2 推动工业自动化产业升级

工业自动化是现代制造业的核心竞争力之一，而 PLC 作为工业自动化控制系统的关键组成部分，其性能和质量直接影响到整个生产线的效率和稳定性，国

产 PLC 的推广应用，对于推动我国工业自动化产业升级具有重要意义。首先，国产 PLC 在技术创新和产品研发方面不断取得突破，逐步缩小了与国际先进水平的差距，甚至在某些领域实现了超越，这为我国工业自动化领域提供了更多高质量、高性能的选择，有助于提升整个行业的竞争力。其次，国产 PLC 的广泛应用能够带动相关产业链的发展，包括传感器、执行器、工业软件等配套产品的需求增长，形成良性循环，推动工业自动化产业的整体升级。此外，国产 PLC 的自主可控性还有助于降低企业的生产成本和运营风险，提高生产效率和产品质量，进一步推动我国制造业向智能化、高端化方向发展。

4.3 增强国家信息安全防护能力

在信息化时代，信息安全已成为国家安全的重要组成部分，PLC 作为工业控制系统的核心部件，其安全性直接关系到国家关键基础设施的安全稳定运行。然而，长期以来，我国工业控制系统中的 PLC 等关键设备大多依赖进口，存在较大的信息安全隐患，一旦这些设备被恶意攻击或控制，将可能引发严重的安全事故和经济损失。因此，国产 PLC 的推广应用对于增强国家信息安全防护能力具有重要意义。通过自主研发和生产 PLC，可以掌握核心技术和知识产权，避免在信息安全方面受制于人。同时，国产 PLC 在设计 and 生产过程中可以充分考虑信息安全需求，采用先进的安全技术和防护措施，提高系统的抗攻击能力和应急响应能力。此外，国产 PLC 的广泛应用还能促进信息安全产业的发展 and 壮大，形成更加完善的信息安全防护体系，为国家的信息化建设和数字化转型提供有力保障。

5 结语

综上所述，国产 PLC 在油气管道泵站自动化改造中的应用不仅具有显著的技术和经济优势，更具有重要的战略意义。未来，随着国产化进程的加速推进和技术的不断创新完善，国产 PLC 将在更多领域发挥重要作用，为我国工业自动化和信息化事业的发展贡献力量。同时，我们也应清醒认识到，国产化之路任重道远，需要政府、企业和科研机构等多方共同努力和协作，共同推动我国工业自动化事业的蓬勃发展。

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] 张强. 油气管道管理探索 [J]. 安全、健康和环境, 2011, 11(02): 46-48.