

自控系统在天然气场站智能化改造中的关键技术与实践

贾岳儒（国家管网集团中原天然气有限责任公司，河南 濮阳 457001）

摘要：本研究探讨了天然气场站智能化改革过程中自控系统的关键技术以及实施案例。通过深度研究和分析数据采集与传输的技术、智能化控制与调度策略以及安全监测与紧急响应技巧，阐述了这些方法在提高生产效率、合理利用资源并强化安全管理上的实际应用及其优越性。此外，文章还深入探讨了进行智能化升级的过程中可能遇到的问题及其对策，并对智能化升级如何影响天然气场站的未来成长进行了前瞻性分析。

关键词：自控系统；天然气场站；智能化改造；数据采集；智能控制

1 研究背景及意义

全球对能源的需求持续增加，加上环保标准的逐渐提升，导致天然气这种清洁能源在使用量和需求方面都在逐步膨胀。天然气场站的工作效率和安全级别直接决定了整个天然气供应链的稳固与信赖程度。传统的天然气场站主要依靠人力和机械进行控制，但这种方式存在工作效率不高、反应速度缓慢、风险增加等问题。通过融合现代信息技术、自动控制以及智慧控制手段，智能化改造在提高生产效益和增强安全方面取得了显著效果，并已逐渐成为天然气行业增长的核心趋势和方向。

2 自控系统关键技术概述

2.1 自控系统的基本概念和主要组成部分

自控系统在现代工业自动化系统中占据了至关重要的地位。其核心思想涵盖了通过应用最前沿的控制理论和技术，对于复杂生产过程进行自动的监控、评估和控制功能。该装置的关键部件由传感器、控制单元、执行设备以及人机交互界面组成。传感器负有实时收集生产过程中各种物理和状态数据的职责，这包括但不限于温度、压力和流量等各项。控制器依据传感器收集的数据以及预先设定的控制方法，实施算法运算以生成控制指令。执行器按照特定的控制指令调整其操作设备的工作状况，达到生产流程的自动化管理。人机界面为操作者和系统之间的互动提供了直观的界面，允许操作者对生产状况、调整参数和执行操作进行实时观察。

自控系统最核心的优势是它的闭环控制功能，这意味着它可以持续捕获并分析反馈信息，从而实时地调整和优化系统，确保生产过程的平稳和高效。自动化与智能化的这一特质导致自控系统能有效地增强生产流程的准确性、工作效率以及可靠性，从而降低人

为失误和资源的不必要消耗，为工业生产的现代化与持续发展提供了关键性的支持。

2.2 自控系统在天然气场站中的应用需求与优势

自动控制系统在天然气场站的使用需求和其潜在优势，都展示了它在提高运营效益与安全上的不可或缺的角色。首先，天然气场站需依赖于自动化控制技术来实现对各种生产流程的精细监控和调整，以适应各种不断变化的工作场合和流程需求。该系统涵盖了对管道压力、气体流速及气温等核心指标进行实时监测，从而确保整个生产流程的稳健性与信赖性。采用自控系统能够大幅度降低因人为操作失误带来的危险性，从而有效降低劳动力开支，同时也提升了整体的生产效能与运营管理质量。

这个系统的显著优点是它拥有高度稳定和实时的数据监测能力，同时也有着精细的自动控制功能，可以迅速地面对并调整生产过程中可能出现的变动。自动控制系统通过实时数据收集和深度分析，让管理层可以依据数据推动的策略做出决策，最优化地利用资源，增加能源使用效率，从而有效减少运营的费用。此外，全面的自动化管理系统不仅可以加强工作环境的安全标准，降低事故和损害发生的可能性，还能提高场地对突发状况的应对度，确保生产及运营的连续性和稳健性。

3 关键技术天然气场站智能化改造中的应用

3.1 数据采集与传输技术的实际应用

天然气场站的数据采集与传输技巧的应用显得尤为关键，其实际效果会直接对生产过程的实时观测及管理效率产生决定性影响。首先，通过在设备上部署多种传感器，如压力传感器、温度传感器和流量计等，确保对关键数据进行实时的监控和采集。这批传感器具备精准监测生产设备操作状况与周围环境条件的

能力，并且它们能够迅速识别并对不正常状况给予反应，这有助于提升生产流程的控制精度和响应迅速。

数据传输技术的责任在于确保将收集到的海量数据以安全和高效的方式，送至控制中心进行深入的处理和分析工作。在天然气处理站，经常利用的数据传输手段涵盖了有线通信，例如工业的以太网，以及无线通信，如 WiFi 和 LoRa 等手段。根据场站的实际需求和外部环境，选择合适的传输模式会变得关键，如需要远距离的数据传输或在恶劣的工业场景中确保连接的稳定性。借助数据传输技巧，场站可以实现设备之间和设备与控制中心之间的即时信息互动，并具备实时观察、远程控制和远程维护的能力，这无疑大大提高了其运维流程和反应速度。

某天然气在中国的站点的数据收集和传输技术的实际使用，充分展示了它在提高生产效益和增强安全措施上的突出成果。该技术场站利用尖端的产业物联网技术与高速的信息通讯网络，成功地进行了关键参数，例如管道压力、流速和温度的实时监测及精准管理。借助这些先进技术的加持，站点能够迅疾地应对生产中可能出现的变动与不正常的状况，如实时地改变阀门与泵站的操作规范，从而确保整个生产流程的平稳和高效性。

3.2 智能控制与调度技术的具体实施

智能控制与调度技术在工业环境中起到了非常关键的作用，尤其是在天然气场站的实际执行和应用中，它的效果和价值尤为突出。首先，智能控制技术利用先进算法与模型预测控制（MPC），可以对场地的核心设备进行精准的调节。以一个具体的例子为例，某个天然气站点采用 MPC 技术，并依赖实时数据的深入分析，对压缩机的工作方式及功率输出进行了优化，以应对常态的波动和季节性的需求变动，从而显著提升其能量效率和生产性能。

智能调度技术会全面权衡生产方案、设备状况以及能源消耗等多重因素，以便动态地优化生产任务和资源分配。譬如，在高峰时段，该系统能够依据市场需求，自主调节设备的工作节律及其能源消耗；在低谷时期，系统的运行将减少能量消耗和运营维护费用，实现对资源最佳分配。这个智能化的调度方式不但增加了生产的灵活性和反应速率，同时也显著降低了运营的开销，进一步提升了场站的市场竞争力和可持续性。

智能控制与调度技术的一个成功实践是针对中国

某特定天然气场站的智能改造工程。该场站采用了尖端的 MPC（模型预测控制）技术，并特别针对主流压缩机进行了高效调度优化。通过对实时状态进行监控和数据解析，该系统能够灵活改变压缩机的操作参数，以便针对各种不同的天然气需求和供应状况，实现能源效率和运行表现的最佳状态。在那些季节性气候波动大的区域，这一系统能够进行快速的响应，既确保供应的稳定，又优化了能源的利用，从而大幅减少了能源使用费用，同时增强了总体的产量和经济回报。

3.3 安全监控与应急响应技术的案例分析

以某特定的天然气站点为研究对象，它的安全监视系统融合了高度精确的传感器网络技术，这确保了对管道内压力、流速和温度等关键参数的持续和实时的监测。通过高效的数据收集和传送技术，这些信息能够被实时地传达到中央控制中心，并利用智能计算方法对其进行即时的解析，这样可以迅速侦测到任何不正常的状况，例如管线泄漏或压力不正常，之后立即启动紧急反应机制，例如自动封闭阀门或启用紧急排放设备，目的是为了降低可能的风险和损害。

安全监测和紧急响应的技术应用不仅增强了现场对于突然事件的警告和反应机制，而且通过实时的观测与智能管理，大大降低了事故发生风险。从场站案例可以看出，智能化技术在生产安全管理上的运用，不仅增强了生产的效率和防护措施，而且也为整个行业的可持续进步提供了坚实的技术支撑。

表 1 展示安全监控系统可能记录的关键参数及其实时监测情况，运营人员可以通过表 1 数据快速了解生产状态，并及时采取必要的措施以保障安全和稳定的运行环境。

表 1 安全监控系统关键参数实时监测表

参数	监测数值（单位）	状态
管道压力	10MPa	正常
气体流量	5000m ³ /h	正常
温度	40℃	正常
阀门状态	关闭	正常
紧急排放系统	启动	异常

4 天然气场站智能化改造的实施与挑战

4.1 智能化改造实施过程中的关键问题与挑战

天然气场站在智能化改造实施时，遭遇了众多核心的问题和考验。首先要明确，技术整合构成了一个

重大的挑战，这包括需要把新的各种技术元素如物联网和人工智能等融合到现存的设备和系统内，以保证其在稳定性和兼容性方面都是可靠的。这需要软件和硬件的密切合作，以及探索如何高效地管理各种技术交互及其依赖关系。进一步地，数据安全与隐私维护始终是我们高度重视的议题，特别是在数据的传送、储存及处置环节。为了避免数据外泄和未经授权的数据访问，我们需要实施高效的加密手段和权限监管策略。此外，人力资源培训和适应是一个巨大挑战，因为引进智能技术会要求操作者拥有创新的技术能力和操作技巧，因此，如何有策略地开展培训和进行转型变得尤为关键。

另一项至关重要的议题涉及到如何实现成本和回报之间的均衡。虽然智能改造能够产生长期利益和降低成本，但初始投资相对较高，其中涉及到设备升级、技术应用及培训等方面的开销。为了确立最适合的投资策略及时间表，有必要进行深入的成本与效益分析与风险评定。同样地，场站面临的经营中断风险也需被给予充分的重视，尤其是在执行中可能遭遇的设备停摆、由于系统更新而引发的生产中断等挑战。

4.2 解决方案与应对策略

在技术整合层面，关键是要使用标准化的接口和通讯协议，这样可以确保各种系统与设备间的通信互通性以及整个数据流转的流畅性。而且，采纳逐渐执行、分步推动的策略，能够降低它们对当前运作的干扰，并允许适时的调整与调整。

为了更好地处理数据安全性和隐私保护问题，应当执行多级别的安全预防措施，这包含数据端到端的加密程序、权限的有序管理，以及访问控制策略的制订和执行。构建和维护一个完备的数据管理和监测体系，定期进行安全风险的扫描和评价，再加上持续性的员工培训以及意识的提升，有助于降低与数据安全相关的风险。

在人力资源这个领域，通过一套完整的培训方案和知识共享平台，协助现存的工作人员更好地适应新技术和工作方式。同时，为了快速推进技术转型和提高团队能力，吸纳适当的外部人才和咨询团队来为我们提供专业的帮助和建议。

对于如何在成本与回报之间找到平衡，建议使用长时间的规划和全面的评估手段，确保资本的持续投入，并使其效益达到最高水平。在执行阶段，需要规划具体的项目方案与预算管理，定时评估效益，风险

控制，根据需要适时调整投资方向，确保场地的智能化改造能够长期增强其运营价值以及提高其长期竞争力。

4.3 智能化改造对天然气场站未来发展的影响与展望

在未来，天然气场站将会在多个领域受到智能化改进带来的长远而深刻的影响。首先要明确，引入智能化技术将极大地优化场站的运行效率及生产能力。借助实时数据分析以及智能控制方法，场站能够更为准确地对生产过程进行监控和调整，从而更合理地配置资源、降低能源消耗、提高生产效率，最终增强市场的竞争优势和经济回报。

智能技术的改革将促进天然气场站向数字化和网络化方向发展。利用物联网科技以及大数据分析方法，场站具备了设备间信息交流和协作的能力，进而达到生产过程的自动化及智能化管理目标。这种方法不但加强了场站对突发事件的反应能力和灵活度，还为智能能源系统的建立和扩展奠定了坚实的技术基石。

在确保安全与环境友好的领域内，采纳智能化技术将显著增强场站的安全管理效能。利用预测型的维护和智能化的监控体系，可以提前识别和评估可能的安全隐患和不正常情况，进而采取迅速且有力的紧急应对策略，从而有效降低事故的发生率，并保障生态环境与公众安全。

5 结束语

对于天然气场站而言，智能改造产生的影响不仅仅局限于提高生产效率与安全标准，更核心的是它为该行业将来可持续发展打下了稳固的基础。随着技术持续创新和应用范围的不断扩大，场站将有能力以更加灵活和智能的形式面对挑战和不断的变动，从而对全球能源供应链的稳定和可靠产生正面影响。

参考文献：

- [1] 王昭智,李文君. 自控技术在城市集中供热中的应用[J]. 装饰装修天地,2017(6):102.
- [2] 聂红培. 庆齐管道数字化建设与智能化创新设计与实践[J]. 中国设备工程,2022(15):259-260.
- [3] 马倩倩,董常龙,李光让. 数字化无人值守天然气场站建设探讨及实践[J]. 油气田地面工程,2024,43(4): 63-67.

作者简介：

贾岳儒(1986—)，男，汉族，宁夏回族自治区青铜峡人，大学本科，工程师，生产运行科科长，研究方向：天然气长输管道运行管理。