

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2025.03.006

SCADA在燃气生产运行系统领域应用与优化方法

尹航

山东国研自动化有限公司

摘 要: 燃气生产运行系统对数据的精准性与安全性要求高。本文引入 SCADA 系统在燃气领域的应用, 基于燃气高效安全运行目标, 深入分析了其数据采集与监控在确保数据准确及时方面的作用、功能拓展与优化对提升运行效率的意义、安全防护策略保障系统安全稳定的关键以及性能评估与提升增强系统可靠性的价值。研究表明, SCADA 系统可显著提高燃气生产运行的可靠性与安全性, 为燃气行业的稳定发展提供有力依据。

关键词: SCADA系统; 燃气生产运行; 数据安全; 系统优化

1 引言

SCADA系统, 即数据采集与监视控制系统, 是一种广泛应用于工业领域的先进技术。其通过对生产过程中的数据进行实时采集、监控和分析, 实现对设备的远程控制和管理, 为企业的高效生产和科学决策提供了有力保障^[1]。SCADA系统具有高度的自动化和智能化水平, 能够快速准确地响应各种生产状况, 提高生产效率和质量^[2]。

在燃气生产运行系统中, 确保数据的精准性与安全性至关重要。引入SCADA系统, 能够对燃气生产过程进行全面监控和管理, 及时发现和解决问题, 有效提升燃气生产运行的可靠性和稳定性, 为燃气行业的持续发展提供有力支持^[3]。

2 SCADA 数据采集与监控

数据采集作为SCADA系统的基础环节, 通过安装

在燃气装置各关键位置的传感器, 如高精度的压力传感器、温度传感器等, 实时获取压力、温度、流量等重要参数。以压力数据采集为例, 可采用压阻式压力传感器, 其原理基于公式

$$P = \frac{F}{A}$$

其中 P 为压力, F 为作用力, A 为受力面积。通过测量电阻变化来准确测量燃气管道内的压力值, 为系统的安全运行提供数据支持。

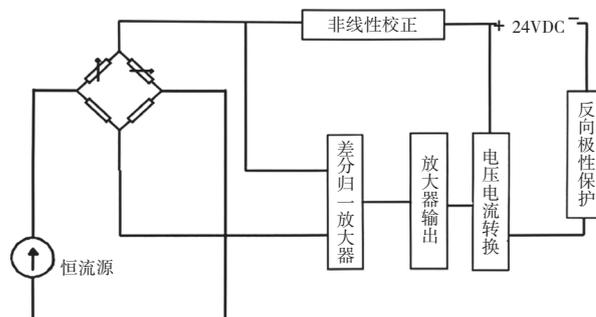


图1 压阻式压力传感器原理

[第一作者简介] 尹航, 副总经理, 中级工程师, 从事工业信息技术研究与应用工作。

数据传输采用先进的通信技术，确保数据的及时性和准确性。常见的通信方式有有线和无线两种，其中无线通信如GPRS技术，具有部署灵活、成本低等优点。在数据传输过程中，为确保数据的完整性，可以采用循环冗余校验(CRC)算法。设发送的数据为 $M(x)$ ，生成多项式为 $G(x)$ ，则计算 $M(x) \times x^{n-k}$ 除以 $G(x)$ 得到的余数 $R(x)$ 与 $M(x) \times x^{n-k} + R(x)$ 一起发送，接收方用相同方法计算并验证余数是否为零，若为零则数据传输正确。

监控部分对采集到的数据进行实时分析和处理。通过设定阈值，当数据超出正常范围时，系统会立即发出警报。当管道压力过高时，监控系统会触发报警装置，通知相关人员进行处理。

同时，SCADA系统结合数据分析算法，对历史数据进行挖掘和分析，预测可能出现的问题。可利用时间序列分析算法(TSAA)，可以根据过去的压力数据预测未来的压力变化趋势，提前做好应对措施^[4]。并采用冗余设计。即设置多个数据采集点和监控终端，当某一设备出现故障时，其他设备可以继续工作，确保系统的稳定运行。

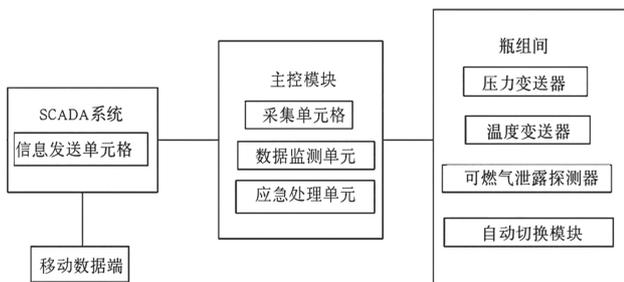


图2 数据采集与监控模式

3 SCADA 功能拓展与优化

强化自动化控制水平。引入先进的模糊逻辑控制(FLC)。依据实时采集的压力、温度等参数，自动调整燃气生产设备运行状态。通过不断优化FLC的参数设置和规则库，使其能更精准地适应各种复杂工况，极大提高控制的准确性和稳定性。同时结合人工智能技术，不断提升算法的自适应性和学习能力，从而更好地实现燃气生产设备的自动化控制。

拓展报警与预警功能。在常规阈值报警基础上，增加趋势分析报警。运用动态时间规整算法(DTW)

分析历史数据，及时识别异常趋势并提前发出预警信号。进一步拓展数据采集渠道，纳入更多与燃气生产相关的参数信息，增强DTW算法分析的全面性和准确性。持续改进DTW的算法性能和预警机制，使其能够更加敏锐地捕捉到潜在的风险因素，有效降低事故发生的可能性。

提升兼容性与可扩展性。采用开放式架构设计，支持多种通信协议和设备接口。如常见的Modbus、Profibus等通信协议，方便与新的燃气生产设备和系统集成。不断更新和完善系统的接口规范，加强对新兴技术和设备的兼容性研究，确保SCADA系统始终能适应不断发展变化的燃气生产需求，保持技术的先进性和竞争力。并加强与其相关系统的互联互通，实现信息共享和协同工作，提高整个燃气生产系统的效率和可靠性。

优化能源管理功能。结合能源管理系统(EMS)，对燃气生产过程中的能源消耗进行实时监测。深入分析设备能耗数据，利用智能优化算法制定合理节能策略，降低能源成本^[5]。持续探索新的能源管理方法和技术，如需求响应技术(DR)等，提高能源利用效率。建立能源消耗模型，对不同生产环节的能源消耗进行精确分析和预测，为制定节能策略提供更科学的依据。

4 SCADA安全防护策略

物理安全防护。对SCADA系统在燃气生产运行中的设备和设施进行严格管控，安装监控摄像头、门禁系统等，防止未经授权的人员进入燃气生产控制中心和现场设备区域。同时，确保设备所处环境安全，严格控制温度、湿度，做好防火、防水等措施，为燃气生产设备的正常运行提供可靠的物理保障。

网络安全防护。采用防火墙(Firewall)、入侵检测系统(IDS)和入侵防御系统(IPS)等技术，构建多层次的网络安全防护体系，保障燃气生产运行中数据传输的安全。对网络通信进行加密，防止数据在传输过程中被窃取或篡改。实施访问控制策略，严格限制对SCADA系统的访问权限，只有经过授权的用户才能访问燃气生产相关系统。

数据安全防护。对SCADA系统中的燃气生产数据

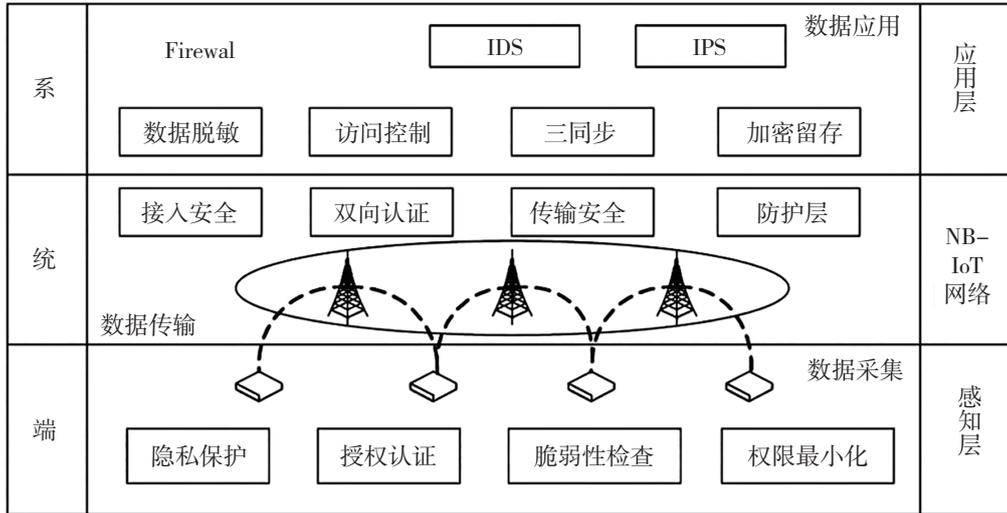


图3 网络安全防护框架

进行加密存储，确保数据的保密性。可采用高级加密标准（AES）算法，其加密公式为

$$ciphertext = AES-encrypt(piainertext, key)$$

其中 $piainertext$ 为明文数据， key 为加密密钥， $ciphertext$ 为密文数据。定期进行数据备份，以防止燃气生产数据丢失。同时，建立数据完整性校验机制，确保数据在存储和传输过程中的完整性。

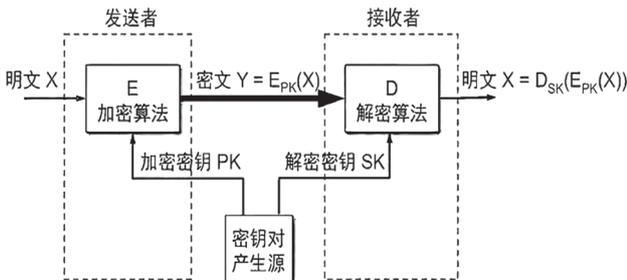


图4 数据加密模式

应急响应机制。制定完善的应急预案，当SCADA系统在燃气生产运行中遭受安全攻击或出现故障时，迅速启动应急响应机制。通过预先制定的流程和规范，确保在最短时间内精准定位问题、高效协调资源，并采取有效措施进行处理，最大限度减少损失，保障燃气生产运行的连续性和稳定性。

5 SCADA性能评估与提升

可从数据准确性、响应时间、系统稳定性等多个

方面进行考量。数据准确性可以通过计算均方根误差（RMSE）来评估，公式为

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

其中 y_i 为实际值， \hat{y}_i 为预测值， n 为样本数量。响应时间则是衡量系统对指令的反应速度，越短越好。系统稳定性可通过长时间运行监测其故障发生频率来判断。

建立科学的评估方法。采用定期测试与实时监测相结合的方式，确保对SCADA系统性能的全面把控。定期测试包括模拟各种复杂工况，对数据采集、监控及功能执行等进行细致检查，可模拟燃气生产过程中的压力骤升、温度突变等情况，以检验SCADA系统的应对能力。实时监测则时刻关注系统运行状态，以便及时发现潜在问题。具体评估结果如表1所示。

表1 SCADA系统性能评估数据表

评估指标	标准值	实际值	评估分值 (1~10)
数据准确性	± 0.5%	± 0.42%	9
响应时间	≤ 1s	0.75s	9.5
系统稳定性	故障频率 < 1次/月	0.4次/月	9
数据传输效率	≥ 100Mbps	120Mbps	9.5
突发情况应对	10min内响应处理	8min响应处理	9.2

根据上述评估结果，对SCADA系统进行针对性性能提升，对于数据准确性，可持续优化数据处理算法和定期校准传感器，以确保数据偏差始终控制在较小范围内。在响应时间方面，不断探索更高效的硬件设备升级方案和通信协议优化策略，进一步缩短响应时间。对于系统稳定性，加强日常巡检和维护力度，降低故障频率，并完善备份和恢复机制以应对突发故障。对于数据传输效率，持续关注先进通信技术的发展并适时引入，优化网络布局以提升传输速度和稳定性。在突发情况应对能力上，制定更加完善的应急预案，加强演练以提高处理成功率和资源调配效率，确保在面对各种突发情况时，SCADA系统都能稳定、高效地运行，为燃气生产运行提供坚实保障。

6 结语

本文针对燃气生产运行系统，深入剖析SCADA系统的多方面应用。在数据采集与监控上，利用先进技术精准获取燃气生产关键参数，实时监测设备状态，确保运行稳定。在功能拓展与优化方面，不断探索新

的应用场景与功能模块，提升系统适应性与效率。安全防护上，构建多重防护机制，保障燃气生产安全。以推动燃气生产高效、稳定、安全运行为目标，借助科学评估体系，全面考量SCADA系统性能。通过多维度分析，该系统在数据准确性、响应时间、稳定性及安全防护等方面表现优异，为燃气生产运行提供了可靠保障。

参考文献

- [1]李裕.调度SCADA系统在城镇燃气监控方面的应用研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(17):124-126.
- [2]彭超龙.层次分析法在燃气SCADA控制系统报警分级中的应用[J].石油化工自动化,2023,59(02):27-31+74.
- [3]张进彦.燃气智能化与燃气SCADA系统在燃气安全管理中的应用[J].电子技术与软件工程,2021,(06):174-175.
- [4]郭东,许明,张丽.燃气行业SCADA系统安全防护研究[J].化工设计通讯,2020,46(08):154+168.
- [5]武耀宗.SCADA系统在燃气生产调度自动化上的应用[J].居业,2019,(07):85-86.

其它消息

倒计时100天，第29届世界燃气大会即将在北京举行

全球燃气行业的奥林匹克盛会——第29届世界燃气大会（WGC2025），由国际燃气联盟主办、北京燃气集团承办、首都会展集团独家运营，将于2025年5月19日至23日在中国北京·国家会议中心隆重举行！如今，盛会已进入倒计时100天！

WGC2025以“赋能可持续未来”为主题，将围绕全球能源格局、能源转型、能源与金融、数字化与科技创新、区域燃气发展和全球LNG展望6大主题展开近百场论坛，探讨燃气在实现未来可持续发展目标和应对全球能源挑战中的关键作用。聆听全球TOP油气企业领导人、国际组织领导人及行业

大咖的最新洞见，共享前沿趋势和创新动态。

本次大会规模将创历届之最，预计将有来自70多个国家的300余家顶尖展商、400余位演讲嘉宾和3 500余名行业精英齐聚一堂，共同见证这场全球瞩目的行业盛宴。展示覆盖全产业链的创新产品与服务，为参展商提供前所未有的社交体验及招商引资机会。与来自全球的行业领袖、重磅大咖和专业人士建立联系，共同推动能源领域的创新和增长。

倒计时100天的钟声已然敲响，让我们共同期待这场全球燃气行业的顶级盛会！

（本刊通讯员供稿）