

# Research on Natural Gas Measurement Management and Instrument Maintenance Methods

Yongfeng Zhang Xiaoyun Wan Ting Liu Keming Zhang Jianfa Song

Shaanxi Natural Gas Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710016, China

## Abstract

The optimization of natural gas metering management and instrument maintenance technology is an important foundation for promoting efficient operation and energy fair trade in the natural gas industry. This study focuses on the importance and current situation of natural gas metering management, explores the maintenance and repair methods of instruments, especially the key technologies of regular inspection, fault diagnosis, and calibration accuracy, and proposes the application strategies of information technology in metering and maintenance. By analyzing the current technological bottlenecks and management deficiencies in the industry, specific measures such as improving the measurement management system and enhancing the level of instrument maintenance technology are proposed to provide strong support for the industry to achieve intelligent and refined development.

## Keywords

natural gas metering; instrument maintenance; fault diagnosis; information management

## 天然气计量管理与仪表维修方法研究

张永锋 万小芸 刘亭 张珂铭 宋建法

陕西省天然气股份有限公司, 中国·陕西 西安 710016

## 摘要

天然气计量管理和仪表维修技术的优化是推动天然气行业高效运行与能源公平交易的重要基础。本研究聚焦天然气计量管理的重要性与现状, 探讨仪表的维护与检修方法, 特别是定期检查、故障诊断及校准精度的关键技术, 同时提出信息化技术在计量与维修中的应用策略。通过分析当前行业的技术瓶颈与管理不足, 提出完善计量管理制度、提升仪表维护技术水平等具体措施, 为行业实现智能化、精细化发展提供有力支撑。

## 关键词

天然气计量; 仪表维修; 故障诊断; 信息化管理

## 1 引言

天然气作为一种清洁能源, 其使用规模正在全球范围内持续扩大。计量管理作为天然气输配和交易的关键环节, 直接关系到资源配置的合理性与行业运行的公平性。然而, 当前行业中依然存在仪表精度不足、维护体系不完善、管理效率偏低等问题, 导致计量数据的准确性与稳定性难以满足实际需求。此外, 随着输配规模的增长与工艺复杂度的提高, 对计量设备的维护和管理提出了更高的要求。

## 2 天然气计量管理的重要性与现状

天然气计量管理在天然气行业中具有核心地位, 其重要性体现在能源利用效率、经济效益及环境保护等多个方面, 作为能源输送和贸易中的关键环节, 准确计量直接关系到

到供需双方的利益平衡。然而, 现阶段中国天然气计量管理还面临诸多问题, 主要表现在技术水平、管理机制和人员素质等方面。当前大部分计量设备虽然具备一定的自动化能力, 但在高精度计量需求下, 传统设备的稳定性和可靠性仍有明显不足<sup>[1]</sup>。此外, 数据采集与处理技术的滞后也制约了实时监控和智能化分析的推广应用, 这不仅降低了计量工作的效率, 还导致数据的不准确性增加, 影响了上下游企业的协同合作。在实际管理过程中, 部分企业对计量管理的重视程度不够, 缺乏系统的标准和监管措施, 导致设备的维护和校准难以得到有效落实。同时计量管理现状的复杂性还体现在设备运行环境的多样化以及气体性质的变化对计量精度的影响, 在复杂的地质条件和管网布局中, 不同压力和温度条件下的计量设备, 常因适应性不足而无法保证数据的长期稳定性。而且由于天然气成分的波动, 现有技术准确测量不同组分气体时存在一定的困难, 尤其在跨区域输送中, 各地管道之间的计量标准差异性进一步增加了误差风险。

【作者简介】张永锋(1979-), 男, 中国陕西西安人, 本科, 从事仪器仪表维修研究。

### 3 天然气计量仪表的维护与检修方法

#### 3.1 天然气计量仪表的常见类型与选择

在天然气计量领域，不同仪表类型的选择直接决定了计量的精度、稳定性以及经济性，因此其合理性显得尤为重要，常见的天然气计量仪表包括涡轮流量计、超声波流量计和差压式流量计，它们各自的工作原理和适用场景有显著差异。涡轮流量计以其精度高、线性好而被广泛应用，尤其适用于稳定流量的天然气输送场景。但是其机械部件较多，长期运行中容易受到磨损影响，因而更适合较为清洁的气体环境。相比之下，超声波流量计凭借其无机运动部件的特性，具有更高的耐用性和较低的维护需求，同时在大口径管道中能保持优异的测量性能。

在仪表选择过程中，对于长期运营项目，选择高精度仪表能够有效降低计量误差带来的经济损失，但初始投资与运行成本较高。因此，在大多数天然气输送管网中，高精度仪表与中等精度仪表的合理搭配显得尤为重要。此外，仪表选择还需充分考虑天然气的成分复杂性以及环境工况。例如，在湿气含量较高的场景中，应优先选择对液滴和杂质不敏感的仪表以保证计量的连续性与可靠性。而对于管网末端用户，基于经济性原则，可以采用结构简单、维护便利的涡轮流量计，满足用量监控需求的同时降低运营成本。

#### 3.2 仪表的定期检查与维护

天然气计量仪表的定期检查与维护，是保障计量准确性与设备运行稳定性的核心环节，由于天然气流量、压力和温度等参数的复杂变化，仪表在长期运行中不可避免地会受到环境条件、工作负载以及介质成分的影响而出现性能下降甚至故障问题。因此，在计量过程中，定期检查与维护应当以预防性措施为主，通过主动监测和及时干预，防止小问题演变为影响系统整体性能的大隐患<sup>[1]</sup>。在检查中，重点应放在关键部件的磨损、仪表读数的偏移以及信号传输的完整性上。例如，流量计的传感器灵敏度和信号采集器的校准状况，需要通过比对法或基准仪器验证其偏差值是否在允许范围内。

维护工作的核心在于对设备潜在问题的预测与修复，实践中，设备的密封性与耐腐蚀性是维护的两个关键点，特别是在输送高含硫天然气的场景下，仪表的内部管壁极易受到介质的化学侵蚀，进而影响读数的稳定性。维护时，需对易损件（如密封圈、传感探头）进行详细检查，并根据运行时间和使用环境，确定其更换周期。此外，信号传输部分的电气连接也是高故障率区域，应重点排查线路老化、接触不良等隐患。在实际操作中，利用先进的诊断技术（如红外热像仪和超声波检测仪）能显著提升维护效率，通过无损检测手段发现设备内部的潜在问题，从而避免停机维修带来的生产损失。

#### 3.3 仪表故障诊断与修复技术

有效的故障诊断与修复技术，是维持仪表性能和提高

管理效率的关键，仪表故障通常来源于机械部件的磨损、电气组件的老化或外部环境的干扰，而针对这些问题的诊断过程，不仅是对表面现象的观察，更需要依托数据分析与智能化手段的结合。例如，在涡轮流量计中，常见的叶轮磨损会引起流量测量的波动，而这一现象的准确判断，往往需要通过历史数据进行趋势分析，观察流量曲线是否存在异常波动。与此同时，先进的诊断工具（如频谱分析仪）可以捕捉到机械振动的频率变化，从而快速定位问题部位。修复技术的关键在于实现故障根源的彻底消除，以超声波流量计为例，其信号接收模块的性能直接关系到测量的稳定性，而外部环境中的湿度和温度波动，可能导致信号衰减或干扰。在修复过程中，需要对信号线路进行细致排查，并针对外界条件的影响采取防护措施，例如通过添加防潮层或优化设备的外壳密封性来提升抗干扰能力。而在差压式流量计中，传感器堵塞是常见问题，其修复重点在于清除内部堵塞物并恢复其灵敏度。值得注意的是，传统的清洗手段可能对传感器造成二次损害，因此，采用非接触式清洗技术（如超声波清洗）逐渐成为主流。

#### 3.4 仪表校准与精度验证方法

天然气计量仪表的校准与精度验证是确保计量数据准确性和系统运行可靠性的核心环节。校准过程不仅关乎设备本身的性能，还直接影响天然气交易的公平性与行业规范化。现代校准技术在逐步发展的过程中，已经从传统的单点校准模式扩展至多维度、多变量的综合验证体系。对于涡轮流量计等动态响应设备，校准工作需要同时考虑流量、压力与温度等参数之间的交互关系<sup>[1]</sup>。为此，基于流量标准装置的动态标定方法得到了广泛应用，这种方法利用标准气体模拟实际运行条件，通过对比计量仪表的实时输出与标准值，分析其误差范围和线性偏差。在高精度需求下，采用高频采样技术和自动化数据处理算法，可以有效提升校准结果的可信度。

精度验证是校准工作的延续，更是对仪表实际应用状态的一种深度考察，通过高精度参考仪表与在线仪表的同步比对，能够评估仪表在长时间运行中的精度保持能力以及漂移趋势。例如，在超声波流量计的精度验证中，重点关注流速测量的稳定性和信号噪声的变化情况。为了提高验证结果的可靠性，可以结合多通道信号叠加技术，消除局部流场干扰对测量精度的影响。此外，定期开展仪表的长期稳定性测试，通过记录数据漂移规律，可以预判仪表潜在的性能退化问题，从而为维护计划提供科学依据。天然气计量仪表的校准与精度验证方法见表1。

### 4 天然气计量管理与仪表维修的优化策略

#### 4.1 建立完善的计量管理制度

建立完善的计量管理制度是推动天然气行业规范化与高效化发展的重要基础，科学合理的计量管理制度关乎企业的运营效益，还直接影响上下游供需关系的公平性与稳定

性。首先，计量管理制度需要针对不同计量环节的特点制定精细化的操作规范。这包括设备的选型、安装、使用以及后期的维护与校准等全过程的管控。通过标准化管理，可以确保计量工作从源头到终端都处于可追溯的可控状态。例如，在设备运行阶段，管理制度应明确记录与数据采集的具体要

求，确保每一个关键数据点都具备真实性和完整性。在完善计量管理制度的过程中，还需引入动态调整与评估机制，以适应行业技术和需求的不断变化，这一机制的核心在于将动态管理与智能化手段相结合，通过实时监控与大数据分析，动态优化计量策略。

表 1 天然气计量仪表的校准与精度验证方法

校准与验证方法	操作步骤	适用仪表类型	校准周期	精度要求
比对法	将待校准仪表与已知精度的标准仪表进行对比，检测误差并调整	流量计、压力表等	半年至一年	±0.5%以内
标准气源法	使用标准气源设备生成已知流量的气体流量，与计量仪表的测量结果对比	流量计	每年一次	±0.5%以内
质量法	使用气体的质量与体积流量关系校准流量计，确保测量精度	高精度流量计	每年一次	±0.3%以内
精度验证	选择标准气源，验证仪表在不同流量点的准确性，分析误差	所有天然气计量仪表	每次校准后	±0.5%以内

#### 4.2 提升仪表维护的技术水平

在天然气计量领域，提升仪表维护的技术水平已成为保障系统稳定性与数据准确性的关键举措，这一提升要求对传统维护流程的优化，还需引入先进的诊断技术与智能化手段，以更高效、更精准地识别并解决问题。当前，智能检测与预防性维护技术正在逐步取代传统的定期维护模式，这种转变使维护工作从被动响应升级为主动干预。此外，提升仪表维护技术水平还需着眼于人员专业素养的提高与维护流程的标准化。这一过程中，技术培训与实践经验的结合是必不可少的，一方面，通过定期开展针对性技术培训，让维护人员掌握最新的检测技术与维修工具，能够更加高效地应对复杂工况下的仪表故障。另一方面，通过建立标准化维护流程，将复杂的技术操作固化为明确的操作规范，既降低了维护的难度，也确保了操作的一致性与高效性。例如，对于超声波流量计的维护，标准流程应包括定期清理传感器表面污垢、校准信号发射与接收模块的灵敏度以及测试流体声速的一致性步骤。

#### 4.3 信息化管理在计量与维修中的应用

在天然气计量与维修管理中，信息化技术的广泛应用已成为提升管理效率和维护精度的关键动力，信息化管理通过集成数据采集、存储、分析与传输功能，实现了对计量仪表状态的实时监控与动态管理。这一过程的核心在于搭建智能化的计量管理平台，将现场采集的数据传输至云端，通过大数据分析可视化展示，为决策提供科学依据。

借助数字孪生技术，维护人员可以在虚拟环境中模拟仪表运行状态，从而提前制定维修方案并优化资源分配。例如，通过故障预测算法，能够基于仪表的历史数据和实时运行状态，识别高风险部件并制定针对性的预防性维护计划。同时，信息化系统可以自动生成维护记录与分析报告，帮助企业动态掌握设备的健康状态和维护效果。此外，维修流程的数字化管理还实现了操作标准化，将复杂的维修任务分解为可执行的步骤，通过手持设备或移动端为现场操作人员提供即时指导。

### 5 结语

综上所述，天然气计量管理与仪表维修是保障能源流通精准高效的核心环节。通过建立科学完善的管理制度，不仅能实现计量工作的精细化，还可为行业规范化发展提供制度保障。而维护技术水平的提升与信息化管理的深入应用，则进一步增强了仪表的可靠性与运行效率。本研究表明，针对计量仪表的故障诊断、精度校准及维护方法的技术优化，可以显著提高系统的整体性能和稳定性。

#### 参考文献

- [1] 姚宁.基于力控的天然气计量管理系统建设与应用[J].工业控制计算机,2024,37(6):47-49+51.
- [2] 王恒.天然气计量管理与输差控制方法分析[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(10):50-52.
- [3] 杨宇星.天然气计量管理计量仪表与输差控制[J].石化技术,2022,29(4):198-200.