

天然气管道输送计量输差的原因及控制

王怡丹（成都市双流区兴能天然气有限责任公司，四川 成都 610200）

摘要：天然气管道输送过程中，计量输差是一个重要问题，其主要由管道泄漏、计量设备误差、操作管理不当和自然因素引起。为有效控制输差，需采取一系列措施，包括加强管道的维护和检查、提高计量设备的准确性、加强操作管理以及采取措施应对自然因素。这些措施有助于确保天然气输送的准确性和效率，对保障能源供应和减少资源浪费具有重要意义。

关键词：天然气管道；计量输差；管道泄漏

1 引言

在天然气输送过程中，确保计量的准确性至关重要，因为它直接关系到能源交易的公平性和管道运营的效率。然而，实际操作中，由于多种因素的影响，常常会出现计量输差的问题。管道泄漏可能导致天然气的物理损失；计量设备的误差会影响测量结果的准确性；操作管理不当可能造成人为失误；自然因素如温度和压力变化也会对计量产生影响。因此，研究和实施有效的控制措施对于减少输差、提高输送效率具有重要的实际意义。

2 天然气管道输送计量输差的原因

2.1 管道泄漏

天然气管道经过长时间的运行后，有可能受到很多因素的影响而发生泄漏，导致计量输差的产生。一方面管道本身材质会有瑕疵。若是管道生产制造时质量把控不严，则会造成管道强度，密封性等无法满足标准要求。在天然气运输高压环境中，这些缺陷位置极易泄漏。比如有些焊缝处如果焊接工艺较差，经过长时间压力、温度变化后，就有可能产生裂纹，从而造成天然气泄漏。另一方面，外部环境的影响也不可忽视。如果土壤发生腐蚀作用时，各区域土壤酸碱度和湿度情况不一样，就有可能发生管道化学腐蚀或者电化学腐蚀。长时间腐蚀将导致管道壁减薄并最终产生泄漏点。另外，地震和洪水等自然灾害会损坏管道并诱发泄漏。管道敷设及养护期间，若施工不到位，还可能加大泄漏风险。例如在管道的铺设过程中，未按规范填埋、夯实就会造成管道后续运行过程中由于地面沉降等原因造成管道损坏漏失等。管道一旦出现泄漏不仅可能导致计量输差而且可能带来安全隐患以及环境污染等问题。漏出的天然气会引起爆炸，火灾等危险事故的发生，还会污染周边空气，土壤及水源。为降低管道泄漏造成计量输差问题，必须加强管

道质量检测与维修管理。管道建设阶段应严格控制管道材质及施工质量以保证管道密封性及强度。日常作业中要经常巡视管道，采用先进检测技术发现泄漏点并维修。

2.2 计量设备误差

计量设备对天然气输送过程中的测量起到了关键作用，但是由于受到各方面因素的制约，计量设备也会产生误差。计量设备是否准确是造成误差的主要因素。不同种类的计量设备其精度等级不一样，甚至高精度计量设备由于磨损和老化，长时间运行后精度还会下降。比如流量计的传感器由于受天然气中杂质和水分的影响，可能导致测量不准。计量设备安装调试不到位也可能造成错误。若安装地点不合理，如安装地点存在强烈震动或者电磁干扰等情况时，就可能影响计量设备正常运行。另外，在调试期间若参数设置不准，还可能导致计量结果的偏差。再者，环境因素对计量设备的影响也是不容忽视的。温度，压力等因素的改变，都将影响计量设备测量结果。如温度变化可引起天然气密度改变而影响流量计测量精度。同时计量设备校准与维修不及时是造成误差原因之一。计量设备若长期不标定，测量结果就有可能逐步偏离真值。为降低因计量设备误差而造成的计量输差必须采取系列措施。在计量设备的选型上，应结合实际需要选用精度更高，稳定性更好的计量设备。安装调试时，应严格按规范操作，以保证设备安装位置的合理性及参数的准确性。与此同时，还应加强计量设备日常保养与管理工作，定期开展校准与检测工作，及时发现与解决设备中出现的各种问题。

2.3 操作管理因素

在天然气管道输送过程中，操作管理的水平直接影响着计量的准确性。一方面，人员操作不规范是产生计量输差的常见原因。操作人员在进行计量设备的

安装、调试、维护等工作时，如果不严格按照操作规程进行，就可能导致计量误差。例如，在安装流量计等计量设备时，未正确连接管道，或者未对设备进行充分的预热和调试，都可能影响设备的测量精度。此外，操作人员在读取计量数据时，如果不认真仔细，出现误读、漏读等情况，也会导致计量结果不准确。另一方面，管理不到位也会造成计量输差。如果企业缺乏完善的计量管理制度，对计量设备的管理、校准、维护等工作没有明确的规定和流程，就容易出现管理混乱的情况。例如，没有定期对计量设备进行校准和维护，或者对校准和维护工作的记录不完整，都可能导致设备的精度下降，从而产生计量输差。同时，对操作人员的培训和考核不足也是一个问题。如果操作人员对计量设备的原理、操作方法等不熟悉，或者缺乏责任心，就难以保证计量工作的准确性。为了减少操作管理因素带来的计量输差，企业应加强对操作人员的培训和管理。制定严格的操作规程，要求操作人员严格按照规程进行操作。建立完善的计量管理制度，明确各部门和人员的职责，加强对计量设备的管理和维护。定期对操作人员进行考核，提高其业务水平和责任心。

2.4 自然因素

自然因素同样影响着天然气管道输送的计量，进而造成计量输差。温度的变化是影响计量的重要因素之一。天然气体积随温度变化，夏、冬两季气温差异大，管道输送时不同区段温度也会有差别。当温度上升时天然气的体积膨胀会使计量结果偏高；气温下降时天然气的体积会缩小，计量结果可能偏低。压力的变化对计量亦有影响。管道中天然气压力受输送距离和地形起伏诸多因素影响。压力变化将使天然气密度发生变化，从而影响计量设备测量精度。另外大气压力变化会给计量带来一些影响。再者自然灾害又是一个不容忽视的自然因素。地震，洪水和山体滑坡等自然灾害都有可能使天然气管道受损，从而引起管道的泄漏或计量设备的损坏。如地震会导致管道破裂、洪水会淹没计量设备等都将影响到计量精度。为降低因自然因素而造成的计量输差必须采取系列措施。计量设备在设计选型时应综合考虑温度、压力及其他自然因素，选用能适应各种环境条件的设备。同时，实现计量设备的温度、压力补偿，可提高计量精度。对自然灾害应加强管道保护与监控、编制应急预案、及时抢修损坏管道及计量设备等。另外，可采用先进监测技术对

管道中天然气温度和压力进行实时监控，从而对计量结果进行适时调整。

3 天然气管道输送计量输差的控制措施

3.1 管道维护和检查

首先，建立定期的巡检制度是基础。安排专业的巡检人员，按照既定的路线和时间周期对天然气管道进行全面巡查。在巡检过程中，要仔细观察管道周围的环境变化，检查是否有施工活动、地质灾害等可能对管道造成影响的情况。对于管道经过的山区、河流等特殊地段，要加大巡检力度，确保管道的安全稳定。同时，利用先进的检测技术，如超声波检测、漏磁检测等，对管道的壁厚、焊缝等关键部位进行检测，及时发现潜在的泄漏点和安全隐患。其次，做好管道的防腐工作。根据不同地区的土壤条件和气候特点，选择合适的防腐涂料和防腐方法。定期对管道的防腐层进行检测和维护，及时修复破损的防腐层，防止土壤中的腐蚀性物质对管道造成侵蚀。此外，对于老旧管道，要进行有针对性的评估和改造。对运行时间较长、存在较多问题的管道，进行全面的检测和评估，根据评估结果制定合理的改造方案。可以采用更换部分管段、加强管道支撑等措施，提高管道的安全性和可靠性。在管道维护和检查过程中，还应建立完善的档案管理系统。记录管道的建设情况、维护历史、检测结果等信息，为后续的维护和管理提供依据。同时，加强与相关部门的沟通协作，如与当地政府、消防部门等建立联动机制，共同应对可能出现的管道安全问题。

3.2 提高计量设备的准确性

一方面，要严格选择合适的计量设备。在选择计量设备时，应充分考虑天然气的流量范围、压力等级、温度变化等因素，选择精度高、稳定性好、适应性强的设备。例如，对于大流量的天然气输送管道，可以选择超声波流量计或涡轮流量计等高精度的计量设备；对于小流量的用户端，可以选择膜式燃气表等较为经济实用的计量设备。同时，要选择具有良好口碑和质量保证的品牌产品，确保设备的可靠性。另一方面，加强计量设备的安装和调试。严格按照设备的安装说明书进行安装，确保安装位置正确、管道连接牢固、电气接线准确。在调试过程中，要对设备的各项参数进行仔细调整和校准，使其能够准确地测量天然气的流量、压力、温度等参数。同时，要进行多次测试和对比，确保计量设备的准确性和稳定性。此外，定期对计量设备进行维护和校准。制定科学合理的维

护计划，定期对计量设备进行清洁、检查和保养，及时更换损坏的零部件。同时按照规定的周期对计量设备进行校准，使用标准计量器具对其进行比对和调整，确保计量设备的测量结果始终保持在准确范围内。还可以采用先进的计量技术和方法，如在线校准、远程监测等，提高计量设备的准确性和智能化水平。

3.3 加强操作管理

一是建立并完善操作流程与标准。明确了从天然气进气到输送至计量点各环节操作标准，保证操作人员有章可循。以天然气进气环节为例，需要对进气的质量以及压力进行严格的检测，以保证满足管道输送的需求；输送过程中要对管道的压力和流量进行严密的监测，并对其运行状况进行适时的调节；计量环节中，计量数据应按正确方式读出并记录，以免人为错误。同时加强操作人员培训与评估。定期组织操作人员参加专业技能培训以增强他们对天然气管道输送系统及其运行水平的了解。培训内容包括计量设备使用，故障排除和安全操作规程。并通过考核机制检验操作人员学习成果及实际操作能力，对于考核不合格者进行再培训或者重新定位，确保操作人员有较好的专业素养。

二是加强数据管理与监测。建立一套完整的数据采集与管理系统，实现对天然气流量，压力，温度等计量数据的实时记录。分析这些资料可及时发现计量输差中存在的异常并采取适当措施加以调节。例如，当发现某一时间段内计量输差突然增大时，可以通过对比分析历史数据、检查计量设备运行状态、排查管道是否存在泄漏等方式，找出问题的根源并加以解决。另外，还应该建立起一套行之有效的监督机制。设置专门监督岗位，监督检查操作人员工作情况，保证操作流程及规范严格实施。对于违反操作规定的行为，应及时整改，进行相应惩罚，增强操作人员责任心与执行力。通过强化操作管理能够有效降低人为因素在天然气管道输送计量过程中的作用，减小计量输差并提高天然气输送效率与安全。

3.4 应对自然因素的措施

应对自然因素的措施对于控制天然气管道输送计量输差至关重要。

首先，针对温度变化的影响，可以采取温度补偿措施。在计量设备中安装温度传感器，实时监测天然气的温度，并根据温度变化对计量结果进行修正。例如，当温度升高时，考虑到天然气体积膨胀的因素，对计量数据进行相应的调整，以确保计量的准确性。

同时，对管道进行保温处理，减少外界温度对管道内天然气温度的影响。可以采用保温材料对管道进行包裹，降低热量的传递，保持天然气在较为稳定的温度范围内。其次，对于压力变化的影响，安装压力传感器进行实时监测，并通过压力补偿装置对计量结果进行修正。根据不同的压力情况，调整计量设备的参数，使其能够准确地测量天然气的流量。此外，在管道设计和建设阶段，要充分考虑地形起伏等因素对压力的影响，合理设置泵站和调压装置，确保管道内的压力保持在稳定的范围内。再者，应对自然灾害的影响，要加强管道的防护和监测。对于地震、洪水等自然灾害频发的地区，采取加固管道、设置防护堤等措施，提高管道的抗灾能力。同时，安装先进的监测设备，如地震监测仪、水位监测仪等，及时掌握自然灾害的发生情况，并采取相应的应急措施。例如，在地震发生后，立即对管道进行全面检查，排查是否有管道破裂等情况；在洪水来临前，提前做好管道的防护工作，避免洪水对管道造成破坏。另外，还可以建立自然灾害预警系统，与气象、地质等部门保持密切联系，及时获取自然灾害的预警信息，提前做好防范准备。

4 结语

综上所述，天然气管道输送中的计量输差问题需要通过综合性的管理措施来解决。通过定期的管道维护和检查，可以及时发现并修复泄漏点；通过采用高精度的计量设备和持续的技术改进，可以减少设备误差；通过加强操作人员的培训和管理，可以降低人为操作失误；同时，对自然因素的预测和应对措施的制定，可以减少其对计量准确性的影响。这些措施的实施，将有助于提高整个天然气输送系统的效率和可靠性，确保能源供应的稳定性和经济性。

参考文献：

- [1] 杜志波. 天然气管道输送计量输差的控制探讨 [J]. 科技风 ,2021(01):97-98.
- [2] 刘玉杰, 马雨廷, 王伟, 段腾龙. 天然气长输管道输差分析及控制 [J]. 当代石油石化 ,2019,27(12):35-38.
- [3] 赵业林. 对天然气输送计量与输差的控制 [J]. 当代化工研究 ,2017(10):25-26.
- [4] 王鹏. 天然气管道输送计量输差的控制 [J]. 化工管理 ,2016(09):133.

作者简介：

王怡丹（1990-），女，汉族，四川南充人，本科，工程师，研究方向：计量管理。