

天然气长输管道输差的分析与控制措施探讨

许悦明 (江西省天然气管道有限公司, 江西 南昌 330096)

摘要: 当前, 大规模长输天然气管道的建设进展迅速, 并且我国天然气管网正朝向网络化布局迈进。随着天然气消费量的大幅增加, 对天然气计量工作的重视程度也日益提高。输差作为评价计量管理水平的关键指标, 对贸易结算和管道运行状态具有重要影响, 同时也直接关系到企业的经济效益。因此, 企业必须加强输差管控工作, 做好输差分析, 及时发现异常情况, 并提出有效的管控措施, 将输差控制在可接受的范围内, 从而提高企业的经济效益。

关键词: 天然气长输管道; 输差; 控制措施

1 天然气长输管道输差的概述

1.1 天然气长输管道的定义与特点

天然气长输管道是指用于将天然气从产地输送到消费地的管道系统。它是天然气输送的重要组成部分, 承担着将天然气从供应地输送到需求地的任务。天然气长输管道具有以下几个特点。首先, 天然气长输管道具有大规模、长距离的输送能力。由于天然气产地与消费地之间的距离通常较远, 因此长输管道需要具备较大的输送能力, 能够满足大量天然气的输送需求。同时, 长输管道的输送距离通常较长, 需要具备较高的输送效率和稳定性。其次, 天然气长输管道具有高压输送能力。为了保证天然气在输送过程中的稳定性和安全性, 长输管道通常采用高压输送方式。高压输送能够提高天然气的输送效率, 减少能量损失, 并且能够降低管道的直径和成本。此外, 天然气长输管道具有复杂的地理环境和工程条件。长输管道通常需要穿越各种地理环境, 如山区、河流、湖泊等, 同时还需要克服地质条件的限制, 如地震、地下水位等。因此, 在设计和施工过程中, 需要考虑到各种地理和工程条件的影响, 采取相应的措施来保证管道的安全和稳定运行。最后, 天然气长输管道具有较长的使用寿命和维护周期。由于长输管道的建设和维护成本较高, 一般情况下, 长输管道的使用寿命较长, 通常为几十年甚至更长。因此, 在管道的设计和施工过程中, 需要考虑到长期使用的要求, 采用耐腐蚀、耐压力和耐磨损等材料和技术, 同时还需要制定科学的维护计划, 定期对管道进行检修和维护, 确保其安全和可靠运行。

1.2 天然气输差的形成原因

天然气输差的形成原因主要包括以下几个方面:

1.2.1 气源质量差异

天然气的组成和性质会因地质条件、开采方式等

因素而有所不同, 导致不同气源之间存在质量差异。例如, 含硫量高的天然气会导致硫化物的生成, 增加管道内壁的腐蚀风险; 含水量高的天然气会导致水合物的生成, 增加管道内部的堵塞风险。

1.2.2 管道设计与施工不当

管道的设计和施工质量直接影响输差的大小。例如, 管道的直径、壁厚、材料选择等因素会影响管道的输差损失。如果管道设计不合理或施工质量不过关, 会导致管道内部存在过多的摩擦阻力, 增加输差。

1.2.3 运行管理不善

管道的运行管理对输差的控制至关重要。例如, 管道的起停操作、调压控制、清管等运行管理措施的不当会导致管道内部的压力波动、流量不稳定等问题, 进而增加输差。

1.2.4 管道老化和损伤

长时间的运行会导致管道的老化和损伤, 进而增加输差。例如, 管道内壁的腐蚀、磨损、裂纹等问题会导致管道内部的摩擦阻力增加, 从而增加输差。

1.2.5 天然气水合物和凝析油的生成

在长输管道中, 由于温度和压力的变化, 天然气中的水合物和凝析油有可能生成。水合物和凝析油的生成会导致管道内部的堵塞和流动阻力增加, 从而增加输差。

2 天然气长输管道输差的分析

2.1 输差的计算方法与评价指标

输差是指天然气在长输管道输送过程中由于各种因素引起的能量损失和质量变化。为了准确评估输差的大小和影响因素, 需要采用科学的计算方法和合理的评价指标。

2.1.1 输差的计算方法

热力学方法是通过分析天然气在输送过程中的热

力学性质变化来计算输差。主要包括以下几个步骤：

①确定天然气的初始状态和终止状态，包括温度、压力、流量等参数；②根据天然气的热力学性质，计算初始状态和终止状态下的焓值；③根据能量守恒定律，计算输差的能量损失。

流体力学方法是通过分析天然气在输送过程中的流体动力学特性来计算输差。主要包括以下几个步骤：

①建立天然气在管道中的流体力学模型，包括流速、流量、压力等参数；②根据流体力学方程，计算天然气在管道中的流动特性；③根据流体动力学原理，计算输差的能量损失。

统计方法是通过大量实测数据进行统计分析来计算输差。主要包括以下几个步骤：①收集天然气输送过程中的实测数据，包括温度、压力、流量等参数；②对实测数据进行统计分析，得出输差的平均值、标准差等统计指标；③根据统计结果，计算输差的能量损失。

2.1.2 输差的评价指标

①能量损失率是评价输差大小的重要指标，表示输差所占的能量损失比例。通常用百分比表示，计算公式为：能量损失率 = (输差能量损失 / 输送能量) × 100%；②质量变化率是评价输差影响的指标，表示输差引起的天然气质量变化比例。通常用百分比表示，计算公式为：质量变化率 = (输差质量变化 / 输送质量) × 100%；③经济损失是评价输差影响的重要指标，表示输差所引起的经济损失。主要包括天然气能量损失导致的经济损失和质量变化导致的经济损失；④安全风险是评价输差影响的指标，表示输差可能引发的安全问题和风险。主要包括天然气泄漏、爆炸、火灾等安全风险；⑤环境影响是评价输差影响的指标，表示输差对环境的影响程度。主要包括大气污染、水体污染、土壤污染等环境问题。

2.2 输差的影响因素分析

天然气长输管道输差是指在天然气从生产地到终端用户过程中，由于各种因素的影响导致输送的天然气体量与实际消耗的天然气体量之间存在差异。输差的大小直接影响着管道运营的经济效益和安全性。因此，对输差的影响因素进行分析，有助于找出并采取相应的控制措施，提高管道运营的效率 and 安全性。首先，输差的影响因素可以从天然气本身的特性来分析。天然气的组成和性质会对输差产生影响。例如，天然气中的杂质含量、水分含量、硫化氢含量等都会影响管

道输送的效果。杂质的存在会导致管道内壁的腐蚀和堵塞，从而增加输差。此外，天然气的压力和温度也会对输差产生影响。压力和温度的变化会导致天然气的密度和体积发生变化，进而影响输差的大小。其次，输差的影响因素还包括管道本身的特性。管道的直径、长度、材质等都会对输差产生影响。管道的直径越大，输差越小，因为直径大的管道可以减小流体的阻力。而管道的长度越长，输差越大，因为长距离的输送会增加摩擦损失。此外，管道的材质也会对输差产生影响。不同材质的管道具有不同的摩擦系数，从而影响输差的大小。最后，输差的影响因素还包括外部环境因素。外部环境因素包括天气条件、地质条件等。例如，恶劣的天气条件会导致管道的冻结和结冰，从而影响天然气的输送效果。地质条件的不同也会对输差产生影响。例如，地质条件复杂的地区，如山区和沼泽地区，会增加管道的施工和维护难度，从而增加输差。

2.3 输差的风险评估

输差是天然气长输管道运输过程中不可避免的现象，但过高的输差会导致能源浪费和经济损失。因此，对输差进行风险评估是非常重要的。输差的风险评估可以帮助管道运营商了解输差的潜在风险，并采取相应的控制措施来降低风险。首先，输差的风险评估需要对输差的计算方法和评价指标进行研究。常用的输差计算方法包括物质平衡法、能量平衡法和动态模拟法等。评价指标主要包括输差率、输差量和输差系数等。通过对这些计算方法和评价指标的研究，可以准确地评估输差的大小和变化趋势。其次，输差的风险评估需要分析输差的影响因素。输差的影响因素包括管道的设计参数、管道材料、输送介质的性质、运行条件等。通过对这些影响因素的分析，可以确定哪些因素对输差的影响最大，从而有针对性地采取控制措施。最后，输差的风险评估需要考虑环境因素的影响。管道运输过程中可能会产生一些环境污染，如气体泄漏、土壤污染等。因此，对输差的风险评估还需要考虑环境因素的影响，并采取相应的环境保护措施。

3 天然气长输管道输差的控制措施

3.1 管道设计与施工控制

在管道设计阶段，需要考虑以下几个方面的控制措施。首先，需要进行合理的管道布局设计。合理的管道布局可以减少管道的弯曲和转弯，减小管道的阻力，降低输差。在设计过程中，需要考虑地形地貌、土壤条件、交通道路等因素，选择最佳的管道走向和

布置方式。其次,需要进行管道材料的选择和控制。天然气长输管道通常采用高强度钢管作为主要材料,但在选择和控制过程中需要考虑管道的耐腐蚀性、耐压性、耐磨性等因素。同时,还需要对管道的焊接、防腐等工艺进行控制,确保管道的质量和安全性。此外,还需要进行管道的防腐和防护控制。天然气长输管道通常处于恶劣的环境中,容易受到腐蚀和外力破坏。因此,在设计和施工过程中,需要采取防腐措施,如涂层防腐、阴极保护等。同时,还需要进行管道的防护措施,如设置防护层、安装防护设施等,保护管道免受外力破坏。综上所述,管道设计与施工控制是天然气长输管道输差控制的重要环节。通过合理的管道布局设计、管道材料的选择和控制、管道施工的控制以及管道的防腐和防护措施,可以有效降低输差,提高管道的运行效率和安全性。

3.2 运行管理与维护控制

3.2.1 运行管理

①运行计划制定:制定合理的运行计划,包括管道的启停时间、运行速度、压力控制等,确保管道运行的稳定性和安全性;②运行监测:建立完善的运行监测系统,对管道的运行参数进行实时监测和记录,及时发现异常情况并采取相应措施;③运行调度:根据实际情况进行运行调度,合理安排管道的运行状态,确保管道的运行效率和安全性;④应急预案:制定完善的应急预案,包括应对突发事件和事故的处理措施,确保在紧急情况下能够及时有效地采取措施,保障人员和设备的安全。

3.2.2 维护控制

①定期检修:制定管道的定期检修计划,对管道进行定期检查和维修,及时发现和处理管道的问题,确保管道的正常运行;②设备维护:对管道的设备进行定期维护,包括阀门、泵站、压缩机等设备的检修和保养,确保设备的正常运行和安全性;③清洗保养:定期对管道进行清洗和保养,清除管道内的杂质和沉积物,保证管道的畅通和安全;④管道修复:对管道的损坏部分进行修复和更换,确保管道的完整性和安全性;⑤安全培训:对管道运维人员进行安全培训,提高其安全意识和应急处理能力,确保管道运维人员的安全和管道的安全运行。

3.3 技术监测与预警控制

3.3.1 技术监测

①监测设备的选择与布置:根据管道的特点和输

差的形成原因,选择合适的监测设备,如压力传感器、温度传感器、流量计等,并合理布置在管道的关键位置,以实时获取管道的运行数据;②数据采集与处理:通过监测设备采集到的数据,进行实时的数据处理和分析,包括数据的存储、传输、处理和展示,以便及时发现异常情况;③监测指标的确定:根据输差的评价指标,确定合适的监测指标,如压力、温度、流量等,以及相应的监测阈值,当监测数据超过阈值时,发出预警信号。

3.3.2 预警控制

①预警系统的建立:基于技术监测的数据,建立预警系统,包括预警模型的构建和预警规则的制定,以实现管道运行状态的实时监测和预警;②预警信号的传递与响应:当监测数据超过预警阈值时,预警系统应能及时发出预警信号,并将信号传递给相关人员,以便及时采取措施应对;③预警措施的制定与执行:根据预警信号,制定相应的预警措施,如调整管道运行参数、增加巡检频次等,并及时执行,以保障管道的安全运行。技术监测与预警控制是天然气长输管道输差控制的重要手段。通过建立完善的技术监测体系和预警系统,可以及时发现管道运行异常情况,并采取相应的措施,保障管道的安全运行。

4 结论

总而言之,随着国家对管道企业经济效益和环境保护监管政策要求,天然气管道输差会得到企业管理层更加重视。管道运行控制技术进步以及管道设计标准、计量仪表精度提高,天然气管道输差也会得到有效控制。可以预见,将管道输差控制在较低范围内成为行业普遍共识和国家硬性规定,也将成为管道核心竞争力的重要体现和发展目标。

参考文献:

- [1] 卢振永,赵凤龙,孙国强,等.天然气计量管理计量仪表与输差控制分析[J].化工管理,2020(10):2-2.
- [2] 张利华,邵天翔,冉莉,等.天然气商品率的影响因素与提高措施探讨[J].天然气技术与经济,2019,13(6):62-67.
- [3] 梁光川,袁光明,蒲爱华,等.天然气输差问题分析与研究[J].天然气工业,1999,19(9):70-75.
- [4] 常宏岗,段继芹.中国天然气计量技术及展望[J].天然气工业,2020,40(1):110-118.
- [5] 吕素芳,李晓明,李效彪,等.天然气计量输差诊断方法应用研究[J].石油化工自动化,2014(006):050.