

煤层气集输管网输差问题分析

王亮亮（山西蓝焰煤层气集团有限责任公司，山西 晋城 048200）

摘要：针对煤层气输输管道存在的问题，根据该区域的实际情况，从计量输差和漏输差两个角度，对输差、气体含水等因素进行了分析。最后，通过对集输系统的计量误差、集输系统的泄漏、气体的压缩性、气体含水等因素的影响，进行了初步的定量分析，得到了一些客观的结论，为集输系统的运行管理和降低输差提供了一些参考意见。

关键词：煤层气；集输系统；输差

0 引言

集输系统的输差是指在一个集输系统中，由上、下两个测的累计流量值的差异。输差可以是正负，代表着下游的计量盈亏；输差问题是气田集输过程中不可回避的一个重要问题。输差问题是一个不容忽视的问题，不仅会造成上下游计量的诸多不便与麻烦，而且极易造成计量纠纷；输差值直接影响到计量装置、集输系统的工作状态，乃至企业的运营效率；煤气泄漏、爆炸等事故的发生，会使泄漏损失、环境污染和爆炸事故发生。随着我国能源需求的日益紧迫，企业追求安全生产，输配控制成为企业提高计量管理和运营效率的重要手段，并对其进行全面的监测，为其安全、稳定的运行提供了可靠的基础。文章以某区块煤层气集输系统为例，对其成因进行了分析，并提出了相应的降低方法。对输差进行科学有效的降低，能够保证整个系统的安全，稳定运行，对于企业的发展来说是至关重要的。

1 煤层气集输系统的类型

煤层气集输体系的作用有两个，一是将煤层气从井口直接送至中央加压站，二是对生产废水进行处理，使其达到环境保护要求。煤层气的集输方式是当前较为普遍的三大类：

①为了尽量减少煤层气体井的井口压力，应尽量选用尺寸适当的集输管道，将煤层气从井口直接送至中央加压站；②采用小口径、中等压力管道将煤层气输送至中央加压站；③将井群内的煤层气集中起来，经低压集输管道送入卫星增压站，经预处理、压缩后，送入中央供油增压站。

2 煤层气集输技术

目前，我国煤层气在电力、化工、染料等行业中的应用最为广泛。根据我国现有的煤炭资源开发和利用状况，煤炭资源的长距离运输是煤炭资源最重要的

问题。本文对目前煤层气的主要输送途径作了简要的分析。

2.1 煤层气液化技术

针对当前煤层气运输存在的问题，提出了用煤层气液化运输的方法，可以提高煤炭资源的利用率。并且可以列出以下的优势：

①煤层气液化后，煤层气的储藏效率提高，占地面积更小，节约了成本。同时，煤层气的液化还可以对城市的负荷进行均衡调整；②煤层气在液化时，会产生大量的冷量，这些冷量可以再利用，如冷藏食品、低温粉碎等。液化技术为长距离输送煤层气创造了有利条件，液化煤层气在形态上有很大的弹性，可以通过简易的气化设备将其转化为气体。因此，煤层气液化能有效地解决长距离铺设管线的人力、物力等的投入，同时也能解决区域范围受限的问题。因此，煤层气是一种非常有前途的天然气；③煤层气液化后，可以进行长途运输，比传统的管道运输更加方便可靠，可以有效的减少煤层气的爆炸危险，也能更好的适应环境。

2.2 煤层气高压管线的输送

目前国内天然气长距离运输的主要方式为高压管线，煤层气的压力和距离都比较小，煤层气的爆炸极限区域对其输气压力有一定的影响。因此，采用高压管线输送煤层气时，必须考虑到煤层气的存在，而且在加压的同时，还会产生较高的温度，从而导致煤层气的爆炸。因此，在煤层气的加压过程中，要确保其安全运输，必须对其进行爆破极限的研究，从而为其安全运输提供依据。

2.3 煤层气固态运输

在煤炭开采、运输过程中，采用管道运输、液化运输等方法都是不经济的，而采用水合物的形式进行回收，更能体现出操作灵活、经济、安全的优点。而

且技术上操作简单,工业化应用的可能性更大。不过,这一技术目前还处于实验阶段,要将其用于大规模生产,还有很多问题要解决,所以相关人员要对各种技术进行深入的研究和探讨。

3 煤矿输差问题的现状与成因分析——以某煤矿为实例

某区块的煤层气集输体系是“单井—计量阀、轮式计量撬、枝环式管网—集气站—用户首站”,采取低压集气、低温脱水等技术。在井场使用阀门或计量撬进行生产,在集气站使用标准差压孔板流量对经脱水、增压后的煤层气进行计量并对外输出。根据上述的集输体系的结构,对集气输差进行了如下的分析:

$$\Delta Q = \sum_{i=1}^m Q_{\text{井场}i} - \sum_{i=1}^n Q_{\text{集气站}i} \quad (1)$$

(1)式中, $Q_{\text{井场}i}$ 是第 i 个井场的天然气产量,是从井场的全部井口产气中扣除该井场的自用气消耗量得到的数值, m^3/d ; $Q_{\text{站}i}$ 是第一个供气站的供气容量,以 m^3/d 。

3.1 各区块的输差与输差的变动

根据公式(1),对该区块的煤层气集气量进行了计算,发现其日输差约为 40000m^3 。图1显示了从2018年1月到2019年10月的每月的数据。由图1的变化趋势可知,输运过程中的输运过程是客观存在的,并且随着时间的推移而变动。

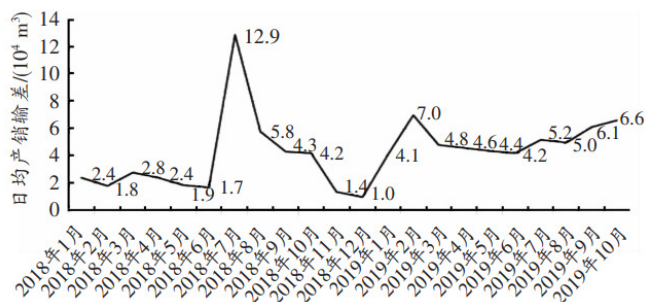


图1 某区块一段时间内的产销输差变化情况

3.2 输差产生原因分析

通过对两种类型的分析,得出了漏输和测量输差的两种类型。所谓的漏失输差,就是在上下游计量设备的集输体系中,将天然气直接从集输系统中排出或者泄漏至整个集输体系,而不需要再由下游进行测量,这就是一个真实的漏失输差,它包括临时放空、排污、管线泄漏等。计量输差是由上下游计量偏差引起的输差,包括计量精度、气体成分变化等。本文从漏失输差、计量输差两个角度对此区块的集气输差进行了分析。

3.2.1 集输系统泄漏导致的输差

集输系统的泄漏有三种类型:偶然泄漏、长期性泄漏、操作泄漏。由于管道被第三方损坏或管道腐蚀而造成的漏气,属于偶然泄露。由于小区内大多数的集气管道采用PE,所以目前尚未找到由腐蚀穿孔引起的泄漏问题,但由于热熔接头开裂而引起的管网渗漏,需引起重视。还有一种是管道泄漏,即阀门的泄漏,比如阀门关闭的不严,或者阀门内部的渗漏,如果没有及时的发现和纠正,都是一种持久的泄漏。另外,在集气站生产过程中,如果排放不正确,也会导致分离装置中的气体泄露,这是一种操作上的泄露。由于系统泄漏引起的输差又属于漏失输差,加强场站、线路完整性管理可以彻底消除,因而不会造成连续变动的原因。

3.2.2 生产波动导致的输差

生产过程中出现的异常状况会使生产不稳定,进而产生输差波动。图2显示了本地区一段时期的生产和销售的变动。由于井场网电停电,集气站停电,清管作业等原因,导致输差发生了很大的变化。

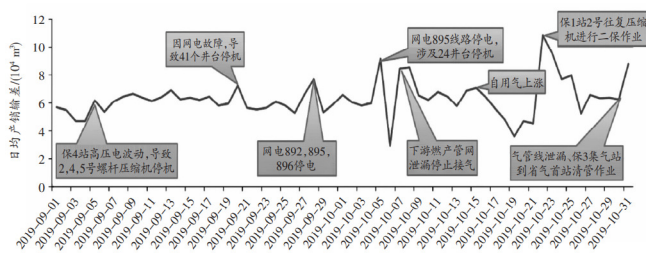


图2 生产波动导致的输差变化分析图

经分析,指出由于管道中气体的可压缩性,造成了生产操作的波动。生产过程中的波动会使管网中的气压和速度发生波动,同时,由于燃气的可压缩性以及管网的复杂程度,使得上游和下游的波动不能实现同步,从而产生测量偏差。以一次生产波动为例:1号油气田由于压缩机维护而停用了58h,其余各工位都能正常工作,在这段时间里,井场的回压没有明显的增加,但是,在短期内,各采气站的进站压力增加了 0.039MPa ,而且井场的天然气还是流入了管网;在第一站启动后,集气站的压力开始变得平稳,并且逐步降低。在这个过程中,管网上下共产生了 95000m^3 的正输差,也就是说,每个小时的平均流量比还在运行的集气站出站孔板流量计多出 1638m^3 的气体,这些气体并不是真正的气体流失,而是由于气体的存在,造成了管道内的压力上升。

3.2.3 计量方式导致的计量误差

该区块煤层气井场的计量主要是由阀组和测量撬组成,其中,阀组计量完成了区块 62.6% 的日产量,其余井由计量车计量。两种测量方法的测量方法有所不同:阀组井口收集 24h 的累积流量计算出产量;该方法利用 60~90min 的瞬时流量和时间乘以时间,计算出单井的日产量。相比之下,测量撬的测量方法体系存在较大的误差,而且不能进行精确的估计。测量车是根据一口井内某一段时间内的瞬时量来计算的,但由于单井的瞬时量是在不断变化的,导致了一天的累积产量之间存在着一定的偏差,从而导致了系统误差。同时,由于电控阀的装置失效,以及个别油井的超量程,造成了计量误差。

3.2.4 因测量仪器精度而产生的测量误差

井场阀组和计量撬都是用旋转式流量计测量,测量误差为 $2.1\text{m}^3/\text{h}$,计算区块内的全部流量计,每日最大误差为 26600m^3 ;集气站的测量仪器是一种标准的孔板差压流量计。根据现场应用的 0.1% 精度和测量范围,4 个集气站日累计可产生最大测量偏差 $\pm 2205\text{m}^3$ 。仪表误差是计量误差的一种,它是测量过程中必然存在的一种错误,它是产生这种偏差的根源,而且很难消除。

4 结论及建议

表 1 输差产生原因及消除可能性分析表

序号	输差影响因素	产生根本原因	输差分类	对输差影响的大小	能否消除或减小	措施及建议
1	集输系统泄漏导致的输差	气体泄漏导致下游没有计量	漏失输差	较小	可以消除	加强场站及线路完整性管理,应杜绝泄漏
2	生产波动导致的输差	气体的压缩性导致扰动时上下游计量不同步	计量输差	影响输差局部波动大小	无法消除,可以减小	提前研判,保证平稳生产
3	计量方式导致的输差	以某一时段瞬时值估算全天流量累积值存在较大误差	计量输差	较大,42.7% 的井采用轮换计量方式	可以减小	更换为计量阀组,计算每口井的累积流量
4	计量器具精度导致的计量输差	计量器具自身的误差	计量输差	较大,井场 $\pm 26600\text{m}^3/\text{d}$;集气站 $\pm 2205\text{m}^3/\text{d}$	无法消除,可以减小	加强监测或更换为计量精度更高的计量器具

本文通过对影响输差的因素进行分析,推测其根源及影响的规模,并对其进行判定,并提出相应的对

策建议,见表 1。

通过对煤层气集输网络的分析,提出了在煤层气输运网络中应正确理解输差的问题。输差是客观存在的,也是不可避免的,但是它的输差可以被彻底地消除,而由于生产的变动而引起的输差、计量误差虽然不可避免,但是可以减少。

①加强站、管线的完整性管理。通过对现场和管线的整体管理,保证了集输系统不发生渗漏,防止漏气的发生;②改变测量方法和测量设备。由于测量雪撬引起的系统的客观误差以及设备的故障,采用单井或阀组的计量,可以在某种程度上改善测量的精度;③采用较高精度的测量仪器,能降低因测量误差而产生的偏差;④对天然气水分含量进行预测。通过对天然气含水量的监测和影响的判断,可以对输水变化的影响进行科学的预测,从而避免输水对管理的影响;⑤对输差进行持续追踪、监控,及时对造成输差增加的原因进行分析,并及时解决由泄漏引起的输差。虽然由于计量引起的输差不会造成煤层气的实际损耗,但仍应使其稳定生产。

5 结束语

由以上可知,本文对某区块煤层气集输差的成因进行了分析,找出了造成该问题的根源,并给出了相应的降低或消除的对策,为优化煤层气系统的运营管理、降低输差提供了依据。但是相关技术在具体应用过程中还存在着不足之处,仍然需要有关人员深入的进行研究和分析,相信未来这些技术会逐步成熟,并且能够促进行业的良好发展和进步,对于社会的发展来说也是至关重要的。

参考文献:

- [1] 杨明. 浅析煤层气集输技术 [J]. 中国化工贸易, 2018, 10(3):95.
- [2] 陈中良, 苟建升, 周杨飞, 等. 煤层气集输管网输差问题分析与认识 [J]. 能源与节能, 2021(7):165-168.
- [3] 付英娟, 刘和乐, 张甜莉. 煤层气集输管道内固体颗粒物研究 [J]. 能源与节能, 2021(8):77-79.
- [4] 马俊杰, 熊好羽, 马国光, 等. 煤层气集输管道持液率影响因素及排液点优选 [J]. 天然气化工 (C₁ 化学与化工), 2020, 45(1):66-71.
- [5] 张明. 煤层气集输安全分析及预防措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017, 37(2):13-14.
- [6] 檀国荣, 杜庆贵, 刘聪. 国内外煤层气集输工艺技术现状 [J]. 化学工程师, 2018(3):49-52.