

煤层气田集输管线积液分析与清管规律研究

白宸瑞

中国石油工程建设有限公司华北分公司 河北任丘 062550

摘 要: 我国煤层气田多处于山地和丘陵地区, 集输管道沿线起伏高差大, 煤层气含有饱和水蒸气、煤粉、乳化油、游离水和少量杂质, 有的煤层气田还含有 H_2S 。在集输过程中, 随地形变化造成管线压力降低, 温度降低, 析出凝结水, 水在管道低点处形成积液。水和杂质的积多影响正常的集输系统; 积液量的增多会增加管道阻力和压力脉动, 压降增大, 严重威胁气田的安全平稳生产。研究集输管网内积液的影响, 对于提高管线的输送效率、降低运行成本和保障安全具有重要意义。

关键词: 起伏高差; 积液分析; 清管规律;

Analysis of Fluid Accumulation and Research on Pigging Rules in Gathering and Transportation Pipelines of Clean Coal Seam Gas Fields

Bai.Chen rui

North China Branch of China Petroleum engineering Construction Co., Ltd

Abstract: Coalbed gas fields in China are mostly located in mountainous and hilly areas, with large elevation differences along gathering pipelines. Coalbed gas contains saturated water vapor, coal powder, emulsified oil, free water, and a small amount of impurities. Some coalbed gas fields also contain H_2S . During the gathering and transportation process, changes in terrain cause a decrease in pipeline pressure and temperature, resulting in the precipitation of condensed water and the formation of liquid accumulation at the low points of the pipeline. The accumulation of water and impurities affects the normal gathering and transportation system; The increase in liquid accumulation will increase pipeline resistance and pressure pulsation, increase pressure drop, and seriously threaten the safety and stable production of the gas field. Studying the impact of liquid accumulation in the gathering and transportation pipeline network is of great significance for improving pipeline transportation efficiency, reducing operating costs, and ensuring safety.

Key words: fluctuation height difference; Fluid accumulation analysis; Pigging rules;

1. 管道积液分析

1.1 煤层气田集输积液理论

煤层气采用排水采气工艺, 在井场计量后直接外输, 煤层气井携带的游离水和输送析出的凝液在管道中形成积液。积液量受煤层气出井携液量和携液能力的影响。因此, 煤层气田集输在积液形成机理方面, 需要分析管道内流体的受力及流动情况。

1.2 积液的影响因素

煤层气在湿气输送中, 管道中积液的产生受管输量、管道沿线路由、沿线环境、流体组分、压力温度以及气体流速等因素的多重影响[1]。

随着流量的增加, 管道积液量随之逐渐减小。

随着气体组分中轻组分含量的增加, 管线中的积液量减少, 影响水分子的析出。随着重组分的增多, 积液量也随之增多。

随着压力的升高管内积液量逐渐增多, 高压下, 气体中的水蒸气会逐渐析出。

随温度的升高管内积液量随之减少, 增加了液相的蒸发, 水滴难以保存。

随气体流速的增大, 积液量也会随之增大, 携液能力增强, 导致压降增大。

1.3 积液预测过程

煤层气集输管线积液的形成及分布可以通过持液率去预测。通过运用 Aspen Hysys 里面的 Hydraulics 建立复杂管道模型, 在运行结果中查看持液率的查看, 可模拟确定当前管路条件下的管道沿线持液率分布即积液分布。通过对不同工况下集输管道内持液率分布情况的分析, 用来预测管线内经常积液的管段, 针对经常积液的管道, 在平时运行时应注意积液含量以及清管设置, 采取应对措施, 防止管道腐蚀或者形成水合物堵塞管道。

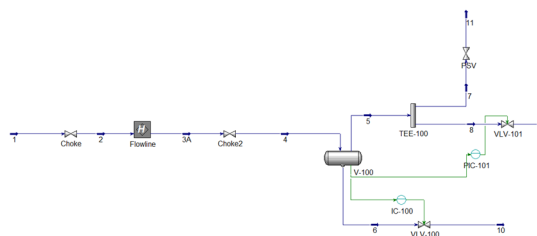


图 1.1 集气管道清管模型

1.4 积液影响分析

集气站 A 与集气站 B 集输管道长度 6km, 直径 493.8mm, 壁厚 7.1mm, 管道的入口压力 1.2MPa, 出口压力 1.185MPa, 管道入口温

度 35℃, 管道入口流量 $50 \times 104 \text{ m}^3/\text{d}$, 气液比 $2000 \text{ m}^3/\text{m}^3$ 。管道入口煤层气组分如表 2 所示, 管道地形和管段划分见图 1。

表 1.1 气质组分

组分	CH ₄	C ₂ H ₆	CO ₂	N ₂	合计
体积 (%)	98.18	0.04	0.43	1.35	100

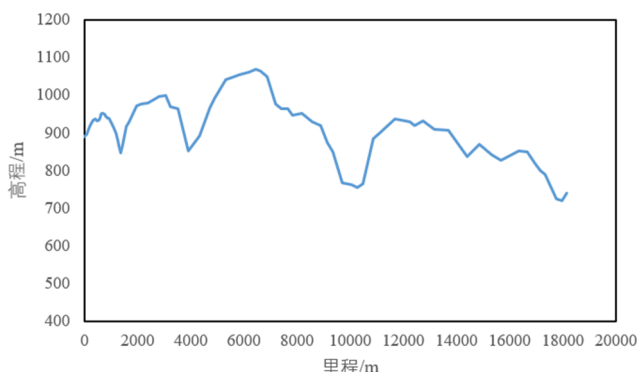


图 1.1 管道沿线高程图

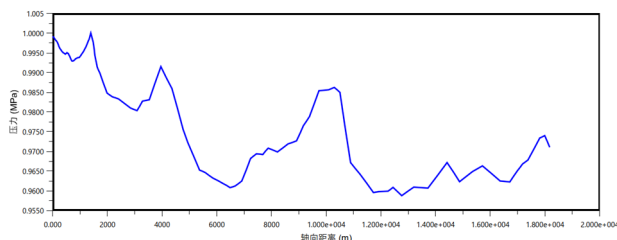


图 1.2 管道沿线压力变化趋势图

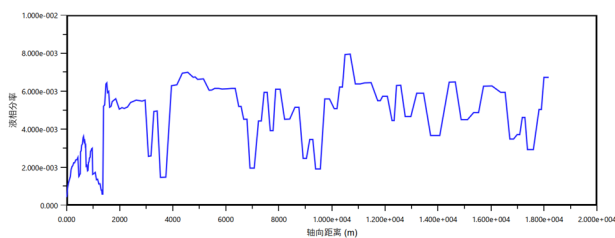


图 1.3 管道沿线持液率变化趋势图

煤层气集输管道持液率较高值均出现在上坡段, 并在此出现积液, 形成段塞流, 使得管道内压力骤降。煤层气集输管道排液点应设置在管段低洼处, 此时管道持液率最低, 且各管段均无段塞流出现, 管道压降最小。

2 清管工艺

2.1 清管的目的

- (1) 推出管内低洼处的积液和杂物 (煤粉), 减少沿程阻力降, 提高集输管道的输气效率;
- (2) 减少低洼处存蓄的积水, 降低电化学腐蚀, 减少机械冲刷造成管壁减薄及腐蚀破裂;
- (3) 清扫附着在管壁的沉积物、腐蚀产物, 防止存在腐蚀电极, 降低垢下腐蚀。

2.2 清管周期的影响

影响清管周期的主要影响因素包括管线积液量、压差、输气效率及气体流速等[2], SY/T 5922—2012《天然气管道运行规范》中

规定, 运行管道的清管周期应根据管道输送的气质组成、管道的输送效率和输送压差来确定, 当管道输送效率小于 95 % 时, 宜进行清管。当管道存在积液时, 管道摩阻系数变大, 上、下游压差增大, 将达到最大允许压差时, 需要进行清管操作。也可根据管线末端捕集器的处理量为最大允许积液量进行清管判断。

2.3 清管计算理论

煤层气进入外输管道后, 随着温度的下降, 外输管道内将有游离水析出。随着清管的进行, 水将越积越多。上坡段将形成水柱, 该部分水柱需提供清管的动力。下坡时, 可通过水柱重力输送。最终在管道末端进入气液分离器。

$$Q_{\text{液}} = Q_{\text{液}2} - Q_{\text{液}1};$$

$$T_{\text{清管}} = Q_{\text{分离器}} / Q_{\text{液}};$$

$Q_{\text{液}}$: 管内静态积液量;

$Q_{\text{液}1}$: 管线起点积液量;

$Q_{\text{液}2}$: 管线末端积液量;

$Q_{\text{分离器}}$: 管线末端气液分离器的最大处理液量;

$T_{\text{清管}}$: 清管周期。

2.4 清管设备

目前各站场实际应用的清管设备主要分为清管球、直板清管器和皮碗清管器。

(一) 清管球

清管球是橡胶材料制作而成的。将清洁球塞入管道中, 清除管道内的污垢和堵塞物, 保持管道畅通。集输管线清管球通常由高强度、耐磨损的材料制成, 具有良好的耐高压性能和耐化学腐蚀性能, 可根据管道大小和清洁需求选择不同尺寸和型号的清管球。

(二) 直板清管器

通常由金属或塑料板制成, 板的形状类似于刮板。使用时, 将直板清管器塞入管道中, 然后使用推进力将其推进管道, 板上的尖锐边缘可以清除管道内的污垢和堵塞物。直板清管器通常适用于管道内壁比较平整、硬度较高的管道清洁。它具有清洁效率高、操作简单、可以清除大块的污垢和堵塞物等优点。但是, 使用时需要注意不要损坏管道内壁, 否则可能会引起管道泄漏等问题。

(三) 皮碗清管器

皮碗清管器利用其气体前后的压差推动前进。具有密封性能良好的优点, 既能推出管道积液, 又能将固体杂质推出。

2.5 清管操作

清管操作能完成下列任务:

- (1) 施工投产阶段, 排除管线中的杂物。
- (2) 为管内壁做缓蚀剂涂层。
- (3) 输送运行期间, 定期清除管线中的杂物、锈蚀物、积水等。
- (4) 在管线充水或排水时控制水龙头以及湿天然气管道的干燥作业。
- (5) 检查管线的凹陷、扭曲等几何尺寸, 以及检测管道的腐蚀。

3 参考文献

- [1] 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): 6.
- [2] 陈斌, 贾浩民, 李柏鹏等. 集输管线积液量计算及清管周期优化[C]/中国油气田地面工程技术交流大会. 2013.