

移动检测系统 在油田伴生气计量交接中的应用

□ 汤年勇 郑开银 宋波 刘莉 王丽梅 廖德云

相对密度是天然气流量计算最为关键的技术指标,在天然气流量计量过程中,谁准确掌握天然气的相对密度,谁就拥有计量主动权,避免不必要的经济损失。我厂与客户达成协议,伴生气气质交接实行每月检测1次,采用不定时间、不事先通知、随机抽样的方法,检测结果作为当月气质交接的依据。2007年6月,我厂引进Agilent 3000A便携式气相色谱分析系统,用于计量点分散、气质波动大的伴生气计量交接。该分析系统采用双通道双TCD检测器,内置载气钢瓶和24V直流可充电电池电源,配置专用数据采集、处理软件,分析速度快,自动化程度高,是实现移动检测天然气的理想装备。

油田伴生气 C_5H_{12} 以上的重烃组分含量较高,样品代表性难以保证,特别在冬季表现更为突出。如何使新的检测系统在伴生气计量工作中发挥最大的作用成为我们深入研究的课题。

一、天然气相对密度和气量计量输差的关系

天然气相对密度和气量之间存在着这样的关系:

$$Q_n = K \varepsilon F_Z F_T F_C \sqrt{P \Delta P}$$

$$F_C = \sqrt{1/G_r}$$

式中: Q_n ——气量; K ——积算常数; ε ——可膨胀系数; F_Z ——超压缩因子; F_T ——流动温度系数; P ——气体压力,MPa; ΔP ——差压,kPa; F_C ——相对密度系数; G_r ——相对密度。

气量与相对密度倒数的方根成正比,即气体的相对密度越大,气量越小;气体相对密度越小,气量越大。根据经验,一般相对密度值每相差1%就会影响0.5%气量输差。相对密度变化与气量输差计算公式如下:

$$\Delta Q_n = Q_0 \times (\sqrt{G_0/G_m} - 1)$$

式中: ΔQ_n ——相对密度改变引起的气量输差; Q_0 ——输气量; G_0 ——气体的检测相对密度; G_m ——气体的实际相对密度。

由此可见,当气体的检测相对密度值 G_0 大于气体

的实际相对密度值 G_m ,即 $G_0 > G_m$ 时, ΔQ_n 为正数,产生正输差;当 $G_0 < G_m$, ΔQ_n 为负数时,产生负输差。因此,在应用Agilent 3000A现场检测伴生气时,如何提高相对密度检测的准确度是气量准确计量的关键。

二、实施有效措施,提高相对密度检测的准确度

在遵守法规和确保仪器安全的条件下,我们通过实施改装车辆、加热样品进样系统、优化技术参数等措施,实现了伴生气气质快速、准确地可移动检测。

1. 改装车载车辆,对进样系统加热保温

采油厂集输到我厂的伴生气含有大量的油和水。集输过程中,部分油水会因集输条件的变化而凝析出游离的油和水,直接导致了气量计量输差。在采集样品的过程中,检测仪器与管道阀门之间存在一段距离,需要用采样导管连接。实际上,当样品气流经导管时,受环境温度变化影响,气体状态已经发生改变。也就是说,在这种情况下采集的样品已经不具有代表性,不能反映当前管道中天然气的真实气质,相对密度检测结果偏低。在冬季开展检测时,这种变化对检测结果的影响更为突出,解决问题的最好办法是对样品气进行加热、保温,确保采集的样品气温度不低于管道内气体的温度。技术人员对仪器车载车辆进行了改造,在车上安装了车载电源和仪器保护箱,为样品加热系统提供稳定的电能。在改进系统时,我们对进样系统进行了革新,安装了样品加热处理装置,对样品连接管段进行保温处理,确保样品温度不低于管道天然气温度。从表1中可以看出,伴生气加热后相对密度均有不同程度的提升。

应用结果表明,对伴生气样品而言,加热比不加热的气体相对密度检测结果平均高0.5%左右,冬季变化更大。

2. 优化分析参数,提高检测结果的准确度

气相色谱分析是利用色谱柱固定相对天然气中各组分的吸附能力不同,各组分通过色谱柱的时间存在差异而实现有效分离。每个组分通过色谱柱的时间与载

表1 伴生气加热与不加热两种方法检测的相对密度对比表

月份	不加热相对密度	加热后相对密度	相对密度变化, %
2008.2	0.6854	0.6904	0.73
2008.3	0.6958	0.7004	0.66
2008.4	0.6999	0.7035	0.51
2008.5	0.6994	0.7027	0.47
2008.6	0.6988	0.7018	0.43
2008.7	0.6957	0.6985	0.40
2008.8	0.7113	0.7138	0.35
2008.9	0.7020	0.7043	0.34

气的流速和色谱柱的温度成比例关系。一般来说,适当升高色谱柱的温度更有利于天然气中重组分的馏出,减少重组分在色谱柱上的吸附损失,从而使检测的实际相对密度提高。为摸清色谱柱温度与密度大小的关系,我们创建了ANA1、ANA2、ANA3、ANA4等4种方法,使每种方法的色谱柱温度均不相同(ANA1为厂家推荐的方法),检测时将用于分离C₄H₁₀~C₉H₂₀重组分的OV-1色谱柱温度适当升高,用于分离CH₄、C₂H₆、CO₂和N₂的Plot U色谱柱温度适当降低。实验样品采用供气处理厂的原料气,分析参数变化及检测结果如表2所示。

表2 4种检测方法参数及检测的相对密度对比表

方法	ANA1	ANA2	ANA3	ANA4
OV-1柱温(°C)	95	110	120	130
Plot U柱温(°C)	70	65	65	65
运行时间(s)	320	300	270	230
实测相对密度(kg/m ³)	0.7430	0.7435	0.7480	0.7410
相对密度变化(%)	/	+0.07	+0.67	-0.27

通过表2所列数据可以看出,当OV-1色谱柱温度由ANA1的95℃升高到ANA2的110℃时,各组分分析的结果基本没有变化,相对密度值无明显变化(0.7435);当温度升高到ANA3的120℃时,C₃H₁₂以后的重组分含量明显升高,并检测出了C₉H₂₀,说明120℃的柱温有利于重组分脱吸,从而使相对密度值增加(0.7480),增加约有

(上接第63页)

达到1.5%,计量性能优于原孔板流量计,完全满足蒸汽流量测量的准确度要求。

四、研究结论

以上从理论、实验到现场实际应用等方面对弯管流量计性能作了综合阐述,由实流标定实验可以看出,弯

0.67%;当温度升高到ANA4的130℃时,也能看到有C₉H₂₀组分馏出,但C₃H₈、C₄H₁₀、C₅H₁₂组分含量反而减少了,相对密度值也变小(0.7410),这说明柱温升得太高,使得C₃H₈、C₄H₁₀、C₅H₁₂组分馏出太快,分离效果降低了。因此,色谱柱的温度并不能无限制地提高,120℃的柱温既能实现完全分离,又最大限度地提升了相对密度,是个比较合理的设定温度。而降低Plot U柱温,即由70℃降到65℃,可使得N₂与CH₄完全分离,避免N₂被误当作CH₄定量,使样品相对密度偏小,这对提高检测的重复性和定量的准确度起到了非常关键的作用。

3.快速分析样品,提高机动能力,减少输差损失

Agilent 3000A移动检测系统现场采样、现场分析,检测结果真实反映了管道集输天然气气质,相对密度的检测结果比同时用钢瓶取的样品带回室内分析的结果明显要高,尤其在冬季,最大可以相差3%。由于Agilent 3000A不需要长时间预热,检测一个样品只要5min左右,有效避免了个别用户利用检测过程期间进行流程调整作弊的行为。2008年9月,我们在某联合站检测伴生气气质时,该站技术人员得知检测人员到达后,立刻对交接的管道天然气进行降温并调减输气量,天然气相对密度在20min内从0.8440降到了0.8198,变化幅度达3%,反映在气量上就形成了1.5%的负输差。由于移动检测系统分析速度快、机动灵活,在管道气体密度异常降低前就完成了—组数据录取工作,当再次分析发现相对密度已经大幅变化时,工作人员很快得知有人正在作弊,从而避免了重大输差损失。

三、结束语

油田伴生气气质波动大,容易造成气量计量输差损失。通过采取有效措施,使伴生气检测方法更为科学,确保了数据准确。检测结果现场完成交接,避免了因交接一方曲解而产生计量纠纷,使计量工作始终在公平、合理的前提下进行,交接双方原存异议被彻底消除,有效化解了计量交接纠纷,避免了矛盾的升级,确保了企业和客户的利益,同时为油田计量管理工作树立了良好的形象。

作者单位【中原油田分公司天然气产销厂】

管流量计准确度高、性能稳定,完全满足工业应用条件;现场应用前后的对比数据则充分展示了无压力损失的节能效果,在当前能源日趋紧张的情况下具有重要意义,值得在热电等行业大力推广应用。

作者单位【肖晖 江苏省质量技术监督气体流量计检测中心、赵武 河北理工大学智能仪器厂】