



天然气管网中粉尘的组成和来源

宋民君, 高欣

(肇庆新奥燃气有限公司, 广东 肇庆 526000)

摘要: 以某燃气公司的次高压管道为研究对象,对管道中粉尘进行气质联用分析和能谱分析,得出粉尘试样各检出元素的质量分数。分析管材中元素的质量分数及焊条药皮中 TiO_2 的质量分数,对比得出粉尘来源于带气作业、新钢质管道接入管网过程的焊接操作及吸附四氢噻吩,每 1 kg 的粉尘可吸附约 5.8 g 四氢噻吩。

关键词: 天然气; 粉尘组成; 粉尘吸附; 加臭剂衰减

中图分类号: TE832 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-4416(2016)11-0B26-02



作者简介: 宋民君,男,助理工程师,学士,从事城市燃气技术管理工作。

1 概述

天然气因其资源丰富、可大幅度提高效率和单位碳排放低的特点,成为世界各国向低碳能源过渡时期重要的一次能源^[1]。2014年我国的城市燃气销售量达 $936.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[2],与2000年城市燃气销售量相比,年均增速为 18.65%,超过全国天然气消费年均 15.9% 的增速^[3]。

天然气管道输配过程中,粉尘的存在会冲刷调压器、流量计,吸附加臭剂等。其中粉尘对加臭剂的影响很大。对于硫醇类加臭剂,如叔丁基硫醇,会和

粉尘发生氧化反应,导致自身的臭味消失;四氢噻吩等硫化物加臭剂,虽然对粉尘具有一定的抗氧化性,但仍然会被粉尘吸附。粉尘与不同类型加臭剂发生的物理和化学作用都会导致天然气的加臭剂质量浓度降低^[4]。相关学者针对天然气中粉尘来源、性质及腐蚀特性和对管网磨损等进行了研究^[5-8]。

本文以某燃气公司的次高压管道为研究对象,采集管道中的粉尘,采用化学手段分析粉尘的具体组成,探寻产生粉尘的原因。

2 天然气管网中粉尘组成分析

为了了解粉尘的组成,探寻其产生原因,本文对粉尘进行了气质联用分析和能谱分析。燃气中 H_2S 的含量未检出。该燃气公司采用的加臭剂为四氢噻吩。现场拍摄的粉尘样品见图 1(圆孔附近及周边细小的颗粒状物体为粉尘)。

2.1 粉尘气质联用分析

以乙醇浸取粉尘中的有机物作为试样进行气质联用分析。样品首先通过气相色谱分析仪,得出试样中主要含有五种物质,保留时间分别为 1.786 min、2.352 min、3.523 min、4.009 min、4.673 min。根据气相色谱分析仪的试剂库可以确定保留时间为 4.099 min 的物质相对分子质量为 88。

试样随后进入质谱分析仪,得出试样及备选物



图1 现场拍摄的粉尘样品

质的质谱分析结果。通过气质联用数据库相似度搜索,发现相对分子质量为88的含硫物质有四氢噻吩、2-甲硫基丁环和乙烯基乙基硫化。进一步比对发现四氢噻吩的谱图与目标谱图相似度最高,因此可以确定保留时间为4.099 min的物质为四氢噻吩。由此,可以证明粉尘中确实含有四氢噻吩。

2.2 粉尘能谱分析

以 CaCO_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeS_2 、Mn、Fe、Ti为标准样对粉尘试样进行能谱分析,以确定试样中碳元素和金属元素的含量。粉尘试样的电子图像见图2。

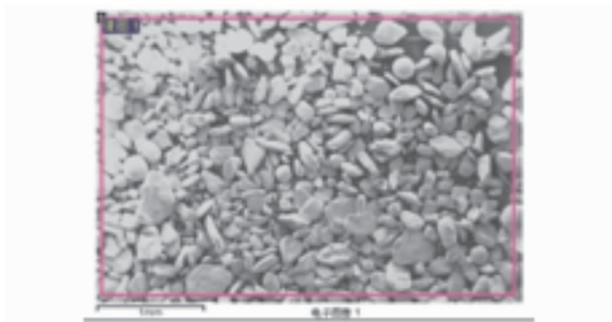


图2 粉尘试样的电子图像

可以看出,粉尘多为片状、球形和不规则形状的颗粒。当这些颗粒堆积在一起时,比表面积较大,具有良好的吸附性能。对粉尘试样进行能谱分析,得出粉尘试样中各检出元素的质量分数,见表1。

可以看出,粉尘试样中硫的质量分数为0.21%,即含硫量为2.1 g/kg。钢管本身的硫元素含量非常低, H_2S 腐蚀钢管产生 FeS 的可能性极低,因此硫元素大部分来自四氢噻吩,由此估计每1 kg的粉尘吸附了约5.8 g的四氢噻吩。

该燃气公司的次高压管道采用的材质为钢L290MB和钢L290M,焊接所用焊条为E6010。管材中元素质量分数见表2。

表1 粉尘试样中各检出元素的质量分数

检出元素	质量分数/%
C	12.670
O	33.105
Al	0.365
Si	1.725
S	0.210
Mn	0.875
Fe	50.750
Ti	0.295

表2 管材中元素质量分数

元素	材质:钢 L290MB	材质:钢 L290M
C	0.16	0.22
Si	0.45	0.45
Mn	1.50	1.30
S	0.020	0.015
Ti	0.04	0.04
Al	0.015~0.060	0.015~0.060

对比表1、2中各元素的质量分数可知,粉尘中O、C、Al、Ti元素的含量均远高于次高压管道管材的含量。通过查阅文献[9],纤维素焊条E6010的硫元素质量分数为0.014%,其药皮中 TiO_2 质量分数约为10%~25%。由此推断粉尘中的Ti元素来源于焊条,即带气作业或新钢质管道接入管网过程的焊接操作带来了粉尘。

3 结论

① 通过对比粉尘试样中各检出元素的质量分数与管材中元素质量分数及焊条药皮中 TiO_2 的质量分数,得出粉尘来源于带气作业或新钢质管道接入管网过程的焊接操作,每1 kg的粉尘可吸附约5.8 g的四氢噻吩。

② 带气作业或新钢质管道接入管网过程的焊接操作带来粉尘是无法避免的,只能通过更细致的操作,减少粉尘的带入;同时燃气公司带气作业后应及时清洁和更换过滤器滤芯。

参考文献:

- [1] 华贲. 天然气在中国向低碳能源过渡时期的关键作用[J]. 天然气工业,2011(12): 94-98,131-132.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中国城市建设统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2014:370.

(下转第B31页)