

海南福山油田天然气脱汞技术

夏静森¹ 王遇冬² 王立超³

(1.福山油田油气处理中心 2.长庆科技工程有限公司 3.海燃高新能源有限公司)

夏静森等.海南福山油田天然气脱汞技术.天然气工业,2007,27(7):127-128.

摘 要 大多数天然气的主要成分是气体烃类,此外也含少量非烃类气体,个别天然气中还含有微量的惰性气体(如氮、氩),甚至含有极微量的元素汞等,我国海南福山油田个别天然气中就含有元素汞。尽管其含量极微,但它仍有可能引起天然气凝液回收等装置中板翅式换热器的腐蚀泄漏,危害极大,故必须脱除。为此,介绍了该油田的天然气脱汞技术:在预处理系统中增加了脱汞塔,采用浸渍硫的活性炭脱除其中的汞,经分子筛干燥器脱水后的气体进入脱汞塔顶部脱汞。2007 年 3 月脱汞装置投入运行后效果良好,脱汞后的气体中检测不出汞含量。

主题词 海南福山油田 天然气 元素汞 分离 脱除 技术

元素汞虽然仅存在于个别天然气中且含量甚微,但其对这类天然气进行凝液回收、液化以及脱氮过程中的危害性却很大,因而必须在进行上述过程之前将其脱除^[1,2]。

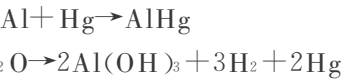
一、天然气中汞的危害及脱除方法

天然气中的汞含量一般为 1~200 μg/m³。国外一些地区天然气及凝析油中的汞含量^[3]见表 1。

表 1 国外天然气及凝析油中汞含量情况表

国家和地区	欧洲	南美	暹罗湾	非洲	美国墨西哥湾	美国逆掩断层带	北非
天然气(μg/m ³)	100~150	50~120	100~400	80~100	0.02~0.40	5~15	50~80
凝析油(μg/kg)	—	50~100	400~1200	500~1000	—	1~5	20~50

在天然气凝液回收、液化以及脱氮装置的低温系统中,低温换热器往往采用铝合金制造的板翅式换热器。如果天然气中含有汞,尽管其含量极微,但却会与铝反应在其表面生成附着力很小的汞齐,并在生成过程中使表面上致密的氧化铝膜脱落。日积月累,最终引起铝合金制成的板翅式换热器腐蚀泄漏,故而危害极大。如果物流中含水,则水就会与汞齐发生化学反应从而加快腐蚀,即:



因此,在采用板翅式换热器的天然气进入凝液回收、液化以及脱氮装置前必须提前脱汞。

某些固体吸附剂可将气体中汞脱除至 0.001~

0.01 μg/m³。一般采用浸渍硫的活性炭(例如,4×10 目的 Calgon HGR 或 4 mm 直径的 HGR-P)和 Hg SIV 吸附剂脱汞,浸渍的硫与汞反应生成硫化汞而附着在活性炭微孔中^[2],从而达到脱汞的目的。该方法既可以脱除无机汞也可以脱除有机汞,如果先将气体干燥则可提高其脱汞率。

国外自 20 世纪 70 年代以来即陆续有天然气脱汞工艺技术的报道。例如,埃及 Khalda 石油公司 Salam 天然气处理厂的原料气中汞含量为 75~175 μg/m³,为防止铝合金板翅式换热器腐蚀以及汞在外输管道中冷凝,原料气进入处理厂后先经入口分离器进行气液分离,分出的气体再经吸附剂脱汞、三甘醇脱水,然后去透平膨胀机制冷、干气再压缩及膜分

作者简介:夏静森,1962 年生,高级工程师;1981 年毕业于原重庆石油专科学校天然气集输专业,1990 年毕业于原石油大学石油加工专业,现在海南福山油田勘探开发有限责任公司从事生产和地面工程建设管理工作,任福山油田油气处理中心经理。地址:(570102)海南省海口市大同路 38 号国际商业大厦 1229 室。电话:(0898)66502382,13876021191。E-mail:xjs1711@sohu.com

离系统。脱汞器采用 Hg SIV 吸附剂,将气体中的汞脱除至低于 $20\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ [3]。

二、福山油田天然气脱汞工艺技术

我国海南海然高新能源有限公司所属 LNG 装置原料气为福山油田 NGL 回收装置的干气。2006 年 8 月 7 日第一次因发现预处理系统主冷箱至气液分离器的铝合金直管段漏气而停产 9 天,停产后将直管段换掉。由于汞未在直管段聚积,因而当时并未发现天然气中含汞。2007 年 1 月 7 日第二次主冷箱漏气,漏气位置在主冷箱封头与铝合金管段接口处(见图 1)。停产后将其割开,发现管段和主冷箱封头内有液汞存在。经检测,原料天然气汞含量在 $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右,经分子筛脱水后汞含量为 $20\sim 40\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

该装置主冷箱各物流工艺参数见表2。出现泄

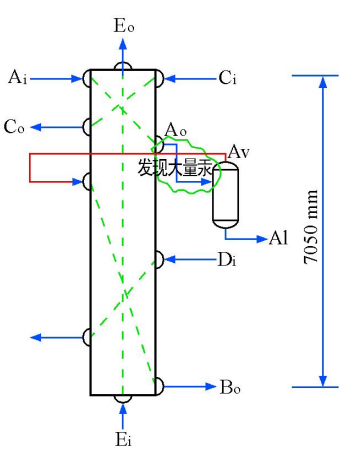


图 1 主冷箱示意图

漏位置为主冷箱 A 股流道出口,该流道物流来自分子筛干燥脱水系统,A 股出口至下游气液分离器间

表 2 主冷箱工艺参数表

流道	Ei	Eo	Ci	Co	Di	Do	Ai	Ao	Al	Bi (Av)	Bo
气化率	1	1	1	1	1	1	1	0.9306	0	1	0
温度(℃)	-148.40	14.71	37.80	8.30	-67.30	-103.80	26.80	-24.40	-24.40	-24.40	-146.00
压力(kPa)	483.00	448.00	5241.00	5224.00	1551.00	1538.00	5600.00	5571.00	5571.00	5571.00	5550.00
摩尔流量(kmol/h)	2281.00	2281.00	2281.00	2281.00	2281.00	2281.00	440.60	440.60	30.58	410.00	410.00

管线材质为铝合金。

经反复论证,在预处理系统中增加了如图 2 所示的脱汞塔,采用浸渍硫的活性炭脱除其中的汞。脱汞塔塔高14m、直径1.3m,内部填装浸渍硫的活

性碳 6 m^3 ,预计可使用 6 mon 以上。经分子筛干燥器脱水后的气体进入脱汞塔顶部脱汞。

2007 年 3 月脱汞塔投入运行后效果良好,脱汞后的气体中检测不出汞含量。



图 2 天然气脱汞塔外形图

参 考 文 献

[1] 王遇冬.天然气处理与加工工艺[M].北京:石油工业出版社,1999.

[2] GPSA . Engineering data book [C]. 11th Edution ,Tulsa , Ok ,1998 .

[3] MAHMOUD ABU EL ELA .Egyptian gas plant employs absorbents for hg removal[J]. Oil & Gas Journal ,2006 , 104 (50) ;52-57 .

(收稿日期 2007-04-29 编辑 居维清)