文章编号: 1006-5539(2004)04-0028-04

达卧线 Propak 公司橇装脱水装置试运分析

梁 平[1], 梁 玲[2], 王大勋[1], 唐 柯[3]

(1. 重庆石油高等专科学校, 重庆 400042; 2. 重庆气矿人劳部, 重庆 400021;
3. 中国航空油料重庆分公司, 重庆 401120)

摘 要: 为了改善达卧线输气现状, 在沿线安装了从加拿大 Propak 公司部分引进的天然气橇装脱水装置。以石河脱水站的橇装脱水装置为例, 简明介绍了其工艺流程, 设计参数和技术要求, 并根据试运行情况, 详细分析了主要工艺参数、装置操作要点及试运行中的合理性, 并从现场操作的角度做出了评价和建议。

关键词: 天然气管线; 橇装脱水装置; 工艺流程; 设计参数; 试运行
中图分类号: TE974.9 文献标识码: A

达卧线(达县站—卧龙河集气总站)全长 148.086 km, 管线规格为 Φ429×10(9)。自 1986 年建线以来一直输送仅通过集气站分离器初级分离的高含硫湿气, 致使管线严重腐蚀, 已发生了 33 次爆管事故; 同时管内积水严重, 管输效率低下, 为了改变达卧线输送现状, 自 2000 年 9 月起在沿线的 5 个集气站内安装了 6 套脱水装置, 其中 1 套由国内设计制造, 另外 5 套是从加拿大 Propak 公司部分引进的天然气橇装脱水装置。

1 脱水方法及工艺流程

1.1 脱水方法

天然气工业脱水的方法主要有溶剂吸收法、固体吸附法, 直接冷却法和化学反应方法等, 各种方法均有其适用范围。达卧线均采用溶剂吸收法来对所输天然气深度脱水, 所选溶剂为三甘醇(TEG)。

1.2 工艺流程

现以石河脱水站 Propak 公司 80×10^4 m^3/d 橇装脱水装置为例, 介绍其主要工艺流程(见图 1)。

1.2.1 天然气流程

原料气在集气站分离计量后进入脱水装置。在脱水装置内首先进入过滤分离器, 除去液态水和固态杂质后, 进入三甘醇(TEG)吸收塔底部, 与从塔顶进入的 TEG 贫液在泡帽塔板上逆流接触, 脱除原料气中的水分后干气从吸收塔顶部的捕雾网排出, 经干气/贫甘醇冷却器, 换热后作为产品气外输。

1.2.2 三甘醇流程

TEG 贫液自吸收塔的顶部进入, 与原料气经泡帽塔板逆流接触后成为 TEG 富液, 富液自吸收塔底部排出后进入精馏塔顶部, 与高温 TEG 贫液换热后

[3] 王胜杰, 韩小辉, 郝妙莉, 等. 冰点以下天然气水合物的生成动力学研究[J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(1): 99-102.
[4] 梅东海, 廖 健, 王璐琨, 等. 气体水合物平衡生成条件的测定和预测[J]. 高校化学工程学报, 1997, 11(3): 225-230.
[5] 孙志高, 樊栓狮, 郭开华, 等. 天然气水合物形成条件的实验研究与理论预测[J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(1): 16-19.
[6] 郑艳红, 雷怀彦, 王 峰, 等. 甲烷水合物在溶液中的相平衡条件[J]. 沉积学报, 2002, 20(3): 519-523.
[7] 孙志高, 石 磊, 樊栓狮, 等. 气体水合物相平衡测定方法研究[J]. 石油与天然气化工, 2001, 30(4): 164-166.
[8] 樊栓狮, 石 磊, 郭彦坤, 等. 甲烷气体水合物相平衡测试新装置及新方法[J]. 天然气工业, 2001, 21(3): 71-73.

收稿日期: 2003-08-19; 修回日期: 2003-10-13
作者简介: 梁 平(1972-), 女, 重庆人, 在读博士, 讲师, 现于重庆石油高等专科学校从事教学、科研工作。电话: (023)89092047

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进入闪蒸罐,闪蒸罐中 TEG 富液在 0.4~0.5 MPa(表压)下闪蒸,除去溶液中的烃类组分和携带的气体后,TEG 富液从闪蒸罐底部排出,再先后经机械过滤器和活性炭过滤器,分别除去携带的固体杂质及降解产物再经缓冲罐加热后进入精馏柱,TEG 富液在重沸器中提浓(再生)后成为 TEG 贫液,生成的贫液经缓冲罐换热通过大气冷却器冷却后进入 TEG 循环泵升压,再经干气/贫液换热后冷却至 30~50 ℃进入吸收塔顶部开始新一轮循环。

从闪蒸罐和重沸器富液精馏柱顶部排出的烃类

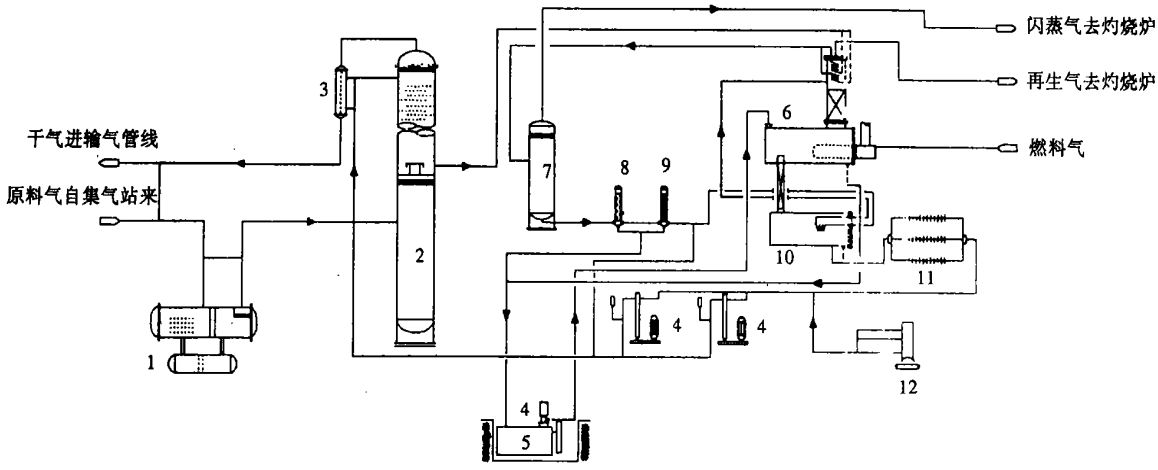

图 1　脱水装置简易工艺流程图

1. 过滤分离器;2. 吸收塔;3. 干气/贫液热交换器;4. 甘醇泵;5. 甘醇补充罐;6. 重沸器;7. 闪蒸罐;8. 机械过滤器;9. 活性炭过滤器;10. 缓冲罐;11. 大气冷却器;12. 三剂注入泵

气体,硫化氢及水蒸气等进入灼烧炉灼烧,使烃类燃烧成 CO_2 和水,H_2S 转化成 SO_2 排入大气。

2　橇装脱水装置

2.1　工艺参数的选取

2.1.1　原料气进塔温度

在一定压力下,天然气温度越高,其饱和含水量和在该操作条件下处理的气体体积量都会增大,这必然会增大脱水装置的脱水负荷且增加 TEG 蒸发损耗,同时考虑到 TEG 溶液循环的最低温度应不低于 10 ℃(10 ℃下甘醇会变稠),因此应将原料气进塔温度控制在 26~43 ℃。

2.1.2　贫液入塔温度

较低的温度有利于天然气水分的吸收,但温度过低会导致烃液冷凝并使甘醇发泡,即贫液入塔温度较原料气入塔温度高 5~15 ℃,且低于 60 ℃。

2.1.3　TEG 浓度

提高 TEG 浓度是提高出塔干气露点降最有效的方法,在条件许可时,尽可能提高 TEG 浓度。

2.1.4　再生温度

在常压再生条件下,TEG 浓度取决于重沸器的再生温度,温度升高浓度随之增大。但由于 TEG 的热分解温度为 206.67 ℃,因此一般再生温度都控制在 204 ℃以内,在此条件下,TEG 浓度可达到 98.7%(w_{TEG})。如需进一步提高浓度必须采取其它措施,如采用汽提气。

2.1.5　甘醇循环量

当 TEG 浓度一定时,循环量越大则露点降越大,但当循环量升到一定程度后,露点降的增加量明显减少,而且循环量过大会导致重沸器超负荷,因此循环量最高不应超过 60 L/kg 水。

2.1.6　TEG 溶液的发泡控制

当 TEG 溶液被污染而发泡时,塔顶大量雾沫夹带,单靠捕沫网难以回收大量的 TEG,势必增加 TEG 的损失量。为尽可能减小 TEG 的损失,采取以下措施:

2.1.6.1　对原料气过滤

原料气中往往夹带有各种固相或液相杂质,尤其是来自井场的原料气。这些杂质一旦进入 TEG 溶液,不仅增加 TEG 溶液的发泡倾向,而且会影响换热设备的传热效果。因此在原料气进入吸收塔之前必须加强过滤。

2.1.6.2　对 TEG 溶液过滤

TEG 溶液在循环过程中,不仅会产生降解产

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

物，而且会夹带一些原料气中的固体杂质，这些都会增加 TEG 溶液的发泡倾向，同时影响重沸器的传热效果，加大重沸器的负荷，影响装置的平衡操作。

2.1.6.3 TEG 溶液的 pH 值控制

当脱水装置为高含硫天然气脱水时，TEG 装置的腐蚀与溶液的 pH 值密切相关，pH 值降低则腐蚀加剧，因而需要保持溶液 pH 值在 7.3～8.5 之间；pH 值不宜过高，否则会增加溶液发泡倾向。

2.1.6.4 加注阻泡剂

2.2 橇装脱水装置设计参数

橇装脱水装置设计参数，见表 1。

表 1 80×10^4 m^3/d 脱水装置设计参数和技术要求

名 称	数 值
处理流量范围/10^4 $m^3\cdot d^{-1}$	60～100
进塔原料气压力/MPa	6.9～8.8
出塔干气压力/MPa	4.5～8.0
进塔原料气温度/℃	10～30
环境温度/℃	－5～65
干气露点/℃	＜－5
甘醇系统	
再生温度/℃	204
贫液入塔温度/℃	30～50
循环量/$m^3\cdot h^{-1}$	0.34～1.82
TEG 浓度/(%)	贫液＞98，富液 95～97
TEG pH 值	7.3～8.5
闪蒸罐压力/MPa	0.4～0.5
仪表风压力/MPa	0.7
闪蒸罐液位/(%)	40～60
机械过滤器压差/MPa	＜0.1
活性炭过滤器压差/MPa	＜0.1
精馏柱顶部至灼烧炉间管路的电伴热温度/℃	104～107
缓冲罐液位/(%)	＞50

2.3 试运情况

2.3.1 总体概况

以石河脱水站为例，其试运行主要工艺参数见表 2。再根据石河脱水站试运行中每 8 h 的平均数据作为基础数据绘制曲线图，见图 2。

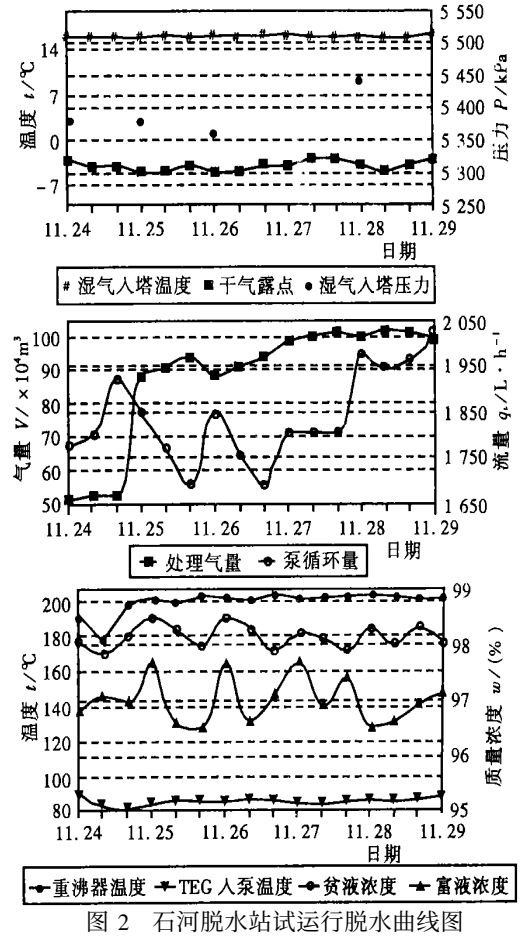

图 2 石河脱水站试运行脱水曲线图

表 2 石河脱水站 80×10^4 m^3/d 装置试运行主要工艺参数

日 期	日处理量/10^4 $m^3\cdot d^{-1}$	湿气入塔温度/℃	湿气入塔压力/kPa	干气露点/℃	贫液浓度/(%)	富液浓度/(%)	再生温度/℃	循环量/$L\cdot h^{-1}$	TEG 入泵温度/℃
2000-11-24	52.0	16	5 373	－4	98.1	97.1	196.5	1 833	84
2000-11-25	90.7	16	5 368	－5	98.4	97.2	201.5	1 768	86
2000-11-26	99.7	16	5 352	－4	98.1	97.3	201.2	1 800	84
2000-11-27	101.0	15.9	5 474	－4	98.3	96.5	201.1	1 955	86
2000-11-28	101.6	16	5 449	－3	98.2	97.0	202.2	2 100	87

从表 2 和图 2 可看出，引进 Propak 公司的橇装脱水装置运行状况正常，其湿气入塔温度、干气露点、甘醇浓度及再生温度等主要工艺参数基本达到了设计要求。

2.3.2 存在问题及解决办法

2.3.2.1 TEG 循环量过大

由于甘醇循环泵无流量控制阀，无法根据实际需要手动控制流量，从图 2 中可看出当处理 80×10^4 m^3/d 的气量时，甘醇循环量大约在 1.86 m^3/h 左右，远远高于 0.34～1.82 m^3/h 的设计参数，同时此 TEG 富液的浓度为 97.5%左右，超过了 93%～97%的设计参数，而 TEG 贫液的浓度为 98.6%左

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

右，显然使甘醇泵磨损加重，也加重了重沸器的热负荷，增大了生产成本。

2.3.2.2　大气冷却器散热效果不佳

从图 2 可看出，TEG 的入泵温度一般在 85 ℃左右，由于试运行期间是在冬季，随着大气温度的上升，TEG 入泵温度必然也随之升高。正常的入泵温度大致应低于 65 ℃，泵入口温度过高，长久会造成泵的损坏。造成泵入口温度高的原因，主要是大气冷却器散热效果不佳造成的。

大气冷却器散热效果不佳的主要原因是由于 TEG 管路中不可避免的存在气体，以及在一定的温差下 TEG 的粘度也会不同等因素，使得上下两层设计（每层由三条管路并联而成）的大气冷却器在运行中常常发生只有一层有 TEG 在流动而造成的。经对石河站进行整改，即在大气冷却器上层管路上面加装截止阀进行排空散热，改善情况明显。另一方法可将其改为采用循环水冷却的方式。

2.3.2.3　重沸器温度控制存在缺陷

重沸器温度控制阀在进行温度控制时，由于开度在 0～100％内变化，动作频繁，在全关时只有引导火燃烧，若引导火熄灭，则会造成熄火。并且由于未引进微分调节，重沸器温度波动范围较大，控制阀调节频繁，不但对再生温度控制这一关键环节的操作带来极大的不便，而且对该阀的磨损很大，若要根本解决问题，应该加入微分调节。

2.3.2.4　富液测量结果容易失真

Propak 橇装脱水装置在吸收塔液位控制阀至闪蒸罐之间无富液取样口，现只能在机械过滤器处取样，造成测量结果失真。可在吸收塔液位控制阀至闪蒸罐之间加装一截止阀。

另外在运行中还出现了 TEG 磁式流量计质量较差；吸收塔差压显示仪表设计不合理；流量不能计量，报表无法生成；专用工具不齐全等问题，并且都基本得到解决。

3　结论及建议

a）该套系统可以大致解决达卧线由于输送湿气而造成的积水而影响输送能力和内壁腐蚀的状况，同时也对改善气质、延长管线寿命、减少环境污染等产生积极的效果。

b）从试运行的情况分析可得出该脱水装置的运行基本达到了设计要求，但同时也暴露出存在一定的缺陷和不足，需加以完善。

c）本套脱水装置大量采用了自控设备，提高了生产效率，降低了劳动强度，为生产管理的现代化提供了条件。

d）随着达卧线输送干气后，管内将会存在大量的硫化铁粉尘，由于硫化铁遇空气，将与空气中的氧气发生氧化-还原反应，同时产生大量的热能，引起硫化铁自燃，后果将不堪设想。因此应在生产操作中加强管理，如必须坚持周期性的清管作业，周期清洗除尘器和汇管，在管线和设备放空过程中缓慢排放，不宜猛放等以防止硫化铁的储备及自燃发生。

含醇柴油研制成功

河南省天冠集团公司研制的环保效益显著的“含醇柴油”已告成功。专家认为此项成果将会对国内能源结构调整带来新的思路。

“含醇柴油”就是在柴油内添加乙醇（脱水酒精），是天冠集团继研制成功“燃料乙醇”后又一重大的科研课题，也是该集团向以生物能源为主导发展战略迈出的坚实一步。资料显示，目前国内的柴油用量远大于汽油，而柴油车挥发的尾气对环境污染更大。

天冠集团作为全国生产推广乙醇汽油的试点企业之一，近来在不断完善乙醇汽油的生产工艺的同时，也加大对“含醇柴油”项目的研发力度，前期共投入 300 多万元，先后进行混配试验，台架试验，行车试验，尾气排放测试和理化性能测试。近期突破了柴油和乙醇的混配技术，不需要额外的添加剂，乙醇柴油配比度就能达 5％～10％。目前，该集团内部车队已进行行车试验 20×10^4 km 以上，机车行驶性能良好，尾气排放污染大大减少。

中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司　万嘉田

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

NATURAL GAS AND OIL
(QUARTERLY)
Vol. 22 No. 4(Total No. 198)Dec. 2004

SELECTED ABSTRACTS

OIL & GAS TREATING AND PROCESSING

Comparison Between the Experimental Units for Natural Gas Hydrate

Zhou Yue, Chen Baodong, Zhang Bin(College of Mechanical Engineering, Liaoning University of Petroleum & Chemical Technology, Fushun, Liaoning, 113001, China) **NGO**, 2004, 22(4): 25-27

ABSTRACT: Natural gas hydrate is a kind of analogous ice "cage" crystal hydrate. The early research on the hydrate is mostly to resolve the jam problems in the pipelines and equipments in the oil and gas industry production. Following large numbers of finds in the sea and frozen earth zone, natural gas hydrate, as a new kind of potential energy sources, has won wide attentions. Its practical applications have spread from the initial oil and matural gas industry to some domains such as the chemical industry, energy resources and environmental protection and so on. The experimental units are the bases to investigate hydrate and provide basic data for application of natural gas hydrate. Hydrate's experimental units can be divided into dynamic method's experimental unit and static method's experimental unit according to the experimental means. Through comparing and studying of the two kinds of experimental units structures, performance index, efficacy and so on, the respective application characteristic can be concluded and the various functions of the experimental units can be exploited adequately. In the future study, the appropriate experimental units may be chosen according to the requests to develop more thorough research.

KEY WORDS: Natural gas hydrate; Experimental unit; Comparison

Analysis on Test Run of Skid-mounted Dehydration Unit of Propak Company in Da-Wo Gas Pipeline

Liang Ping, Wang Daxun (Chongqing Oil Higher Junior College, Chongqing, 400042, China)
Liang ling (Chongqing Gas Well, Chongqing, 400000, China)
Tang Ke (China Airline Oil Material Chongqing Branch Co., 400011, China) **NGO**, 2004, 22(4): 28-31

ABSTRACT: In order to improve the current situation of Da-Wo gas pipeline, skid-mounted gas dehydration units were partially imported from Propak Company of Canada. Taking the unit at Shihe Dehydration Station for example, described are its process flow, design parameters and technical requirements. Based on test run, analyzed are main process parameters, operation process and reasonableness in operation, and evaluation and suggestions are made for the units from the angle of on-site operation.

KEY WORDS: Natural gas pipeline; Skid-mounted dehydration unit; Process flow; Design parameter; Test run

Application of MERICHEM Fiber Film Technology to Catalyst Gasoline Refinement

Luo Wanming, Li Da, Tian Jinguang, Ren Cailing, Han Lei, Liu Hongbo, Di Yanqin (Yan'an Refinement Industrial Group Co., Luochuan, Shaanxi, 727406, China) **NGO**, 2004, 22(4): 32-36

ABSTRACT: In order to reduce Mercaptan content to meet new national quality requirements of gasoline, MERICAT^{SM} fiber film technology is selected for catalyst gasoline refinement in Yan'an Refinery after comparison between Sweetening alkaliless-II and MERICAT^{SM} technique. This technology has been applied in 0.4Mt/a catalyst units of Yan'an Refinery. The results of application show that its technical process is simple, operation is easy, the effect of mercaptan removal is considerable, product quality is stable and capital investment and operation cost are low. It is especially suitable for update of original units.

KEY WORDS: Sweetening; Mercaptan; Alkaliless-II; Fiber film; Application

Review on Progress of Modeling Research on Hydramine Technique

Chen Gengliang(PetroChina Southwest Oil and Gas Filed Branch Natural Gas Technology Research Institute, Luzhou, Sichuan, 646002, China) **NGO**, 2004, 22(4): 44-48

ABSTRACT: Reviewed is the progress of modeling research on Hydramine Technique in last over 10 years and listed are some important development trends necessary to pay more attention.

KEY WORDS: Natural gas; Refinery gas; Hydramine; H_2S removal; CO_2 removal; Modeling

INSTRUMENTATION AND AUTOMATATION

Summary on Multiphase Fluid Measurement Technology

Lv Yuling, He limin (Oil University S&T and Constructional Engineering College, Dongying, Shandong, 257061, China) **NGO**, 2004, 22(4): 52-54

ABSTRACT: Reviewed are recent research development in multiphase fluid measurement technology and described are measurement methods and current situation of the technology, such as recognition of flow pattern, measurement of void fraction and flow rate. Briefly summarized is the developing trend of this technology, which is important for multiphase fluid measurement.

KEY WORDS: Multiphase fluid; Measurement; Flow pattern; Void fraction; Flow rate

MACHINERY AND EQUIPMENT

Study on Fault Diagnosis of Centrifugal Compressor Vibration Fault Based on Wavelet Analysis

Gao Songzhu, Pu Jianing (The People's Liberation Army Logistic Engineering College, Chongqing, 400016, China)
Zuo Songtao (PetroChina Southwest Oil & Gas Field Branch Gas Transportation Management Department, Chengdu, Sichuan, 610215, China) **NGO**, 2004, 22(4): 61-63

ABSTRACT: In order to diagnose the vibration fault of centrifugical compressor, introduced are the characteristics of wavelet analysis and the principle of wavelet transform. Making use of discrete orthogonal wavelet, analyzed are the vibrational signals of centrifugual compressor's rotor in normal and abnormal operating conditions, the signals are decomposed into many layers, its mutation and unsteady signals are separated from steady periodic ones and the final objective is carried out.

KEY WORDS: Wavelet analysis; Centrifugal compressor; Vibration; Fault diagnosis

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net