Propak 公司橇装脱水装置在达—卧线试运分析

梁 平[1]　梁 玲[2]　唐 柯[3]

（1.重庆科技学院　2.中国石油西南油气田分公司重庆气矿　3.中国航空油料重庆分公司）

梁平等.Propak 公司橇装脱水装置在达—卧线试运分析.天然气工业,2005;25(2):161～164

摘　要　达—卧输气管线(达县站—卧龙河集气总站)全长 148.086 km,管线规格为∅429×10(9) mm,沿线共有石河、大竹、福成寨、张家场和卧龙河等5个集气站。该管线是川东地区连接南、北的天然气集输枢纽干线,对四川、重庆地区的工农业生产及经济发展都具有重要的作用。为了改善达—卧线输气现状,在其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。文章以石河脱水站装置为例,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对其做出了评价和建议。

主题词　天然气　输气管线　橇装　脱水装置　工艺流程　设计　参数　试运行

达—卧输气管线自 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,导致管输效率低下。为了改变达卧—线输气现状,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(包括再生橇、吸收塔及自控设备)。

一、脱水方法及工艺流程

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。

(1)溶剂吸收法

溶剂吸收法是指天然气与作为脱水剂的溶剂在吸收塔内逆向接触而使天然气脱水的方法。此方法主要适用于较大程度脱出大批量天然气中水分的情况。该方法常采用乙二醇的聚合衍生物(通称为甘醇类)作为脱水剂,此类脱水剂的优点是:对天然气有着较高的脱水深度、对化学反应和热作用稳定、容易再生、且对天然气具有较低的溶解度、产品价廉。

(2)固体吸附法

固体吸附法是指天然气在吸附塔内与多孔固体粒子相接触,其中的水分被固体内孔径表面所吸附的方法(分为物理吸附和化学吸附,多用前者)。此法主要适用于对一定量天然气的深度脱水,使用分子筛、硅胶、活性氧化铝等作为吸附剂,可再生。

(3)直接冷却法

直接冷却法是根据天然气压力升高,温度降低,天然气中饱和水气含量降低的性质,将被水气所饱和的天然气直接冷却至低温来达到脱水的方法。该方法也可兼脱凝析油。

(4)化学反应法

化学反应法是指将某些化学试剂和天然气中的水分发生化学反应生成低沸点的物质从而达到脱水目的的方法。因该方法难以再生,一般不用于工业生产中。

达—卧线均采用溶剂吸收法来对所输天然气脱水,所选溶剂为三甘醇(TEG)。

2.工艺流程

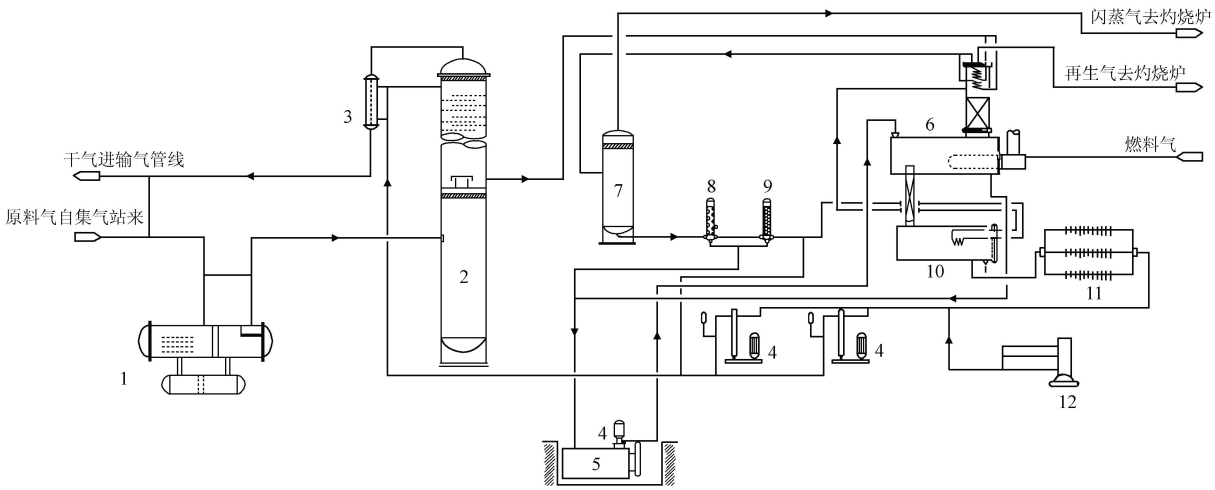
现以 Propak 公司 80×10^4 m^3/d 橇装脱水装置(石河脱水站)为例,介绍其主要工艺流程(见图1)。

(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。

(2)三甘醇流程

作者简介:梁平,女,1972 年生,在读博士研究生,副教授;目前在重庆科技学院从事教学、科研工作。地址:(400042)重庆市大坪石油路1号。电话:(023)66784953。E-mail:xih9@ sina.com



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

图 1　橇装脱水装置简易工艺流程图

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后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。

二、橇装脱水装置

1.工艺参数的选取

(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 ℃——因为 10℃下甘醇会变稠。因此应将原料气进塔温度控制在 26～43 ℃。

(2)贫液入塔温度

较低的温度有利于对天然气水分的吸收，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 ℃。

(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，在条件许可的情况下，应尽可能提高 TEG 浓度。

(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，温度越高浓度随之增大。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% (质量分数)，如需进一步提高浓度必须采取其他措施。

(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和能耗增加。因此循环量最高不应超过 60 L/kg(水)。

(6)TEG 溶液的发泡控制

当 TEG 溶液被污染而发泡时，塔顶有大量雾沫夹带，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 损失，可采取以下措施。

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，而且还会影

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)对 TEG 溶液过滤

TEG 溶液在循环过程中,不仅会产生降解产物,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。

3)TEG 溶液的 pH 值控制

当脱水装置为含硫天然气脱水时,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。

4)加注阻泡剂

2.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表

名　称		数 值
处理流量范围(10^4 m^3/d)		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/h)	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

3.试运情况

(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 2000 年 11 月份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)。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)存在问题及解决办法

1)TEG 循环量过大

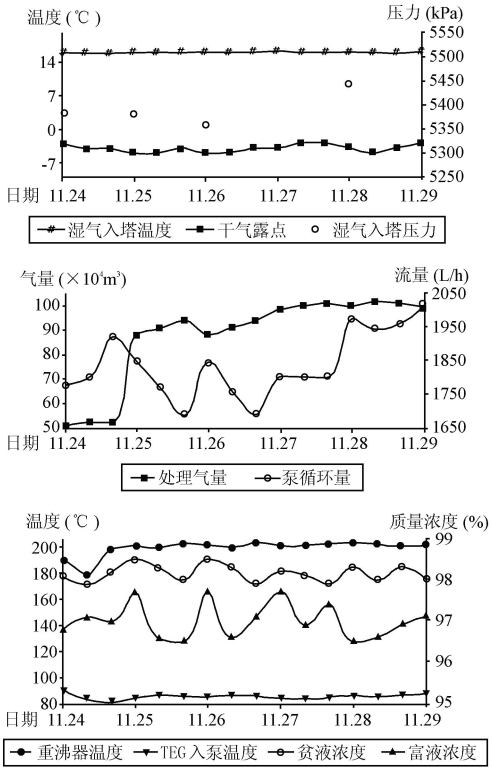


图 2　石河脱水站试运行脱水曲线图

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/d)	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/h)	TEG 入泵温度(℃)
20001124	52.0	16 ℃	5373	−4	98.1	97.1	196.5	1833	84
20001125	90.7	16 ℃	5368	−5	98.4	97.2	201.5	1768	86
20001126	99.7	16℃	5352	−4	98.1	97.3	201.2	1800	84
20001127	101.0	15.9 ℃	5474	−4	98.3	96.5	201.1	1955	86
20001128	101.6	16 ℃	5449	−3	98.2	97.0	202.2	2100	87

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,甘醇循环量在 1.86 L/h 左右,远远高于设计参数(0.34～1.82 L/h),同时此 TEG 富液

的浓度为 97.5% 左右，超过了设计参数（93% ～97%），而 TEG 贫液的浓度为 98.6% 左右，显然使甘醇泵负荷加重，也加重了重沸器的热负荷，增大了生产成本。

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，长期会造成泵的损坏。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着气体，以及在一定的温差下 TEG 的黏度也会有所变化等因素，使得上下 2 层设计（每层由 3 条管路并联而成）的大气冷却器在运行中常常发生只有 1 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加装截止阀进行排空散热，改善效果明显。

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会带来极大的不方便，而且对该阀的磨损还很大，若要根本解决问题，应该加入微分调节。

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个截止阀。

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，后来都基本得到了解决。

三、结论及建议

（1）该装置和其他脱水装置的正常运行，可基本解决达卧线由于输送湿气而造成的积水，影响输送能力和内壁腐蚀的状况，同时对改善气质、延长管线寿命、减少环境污染等也产生了积极效果。

（2）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，需继续加以完善。

（3）本套脱水装置采用了自控设备，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。

（4）随着达—卧线输送干气后，管内将会存在大量的硫化铁粉尘，由于硫化铁遇空气会发生氧化反应，产生大量的热能，可能引起硫化铁自燃。因此应在生产操作中加强管理，如定期清管、清洗除尘器和汇管，以防止硫化铁积存，在管线和设备放空过程中控制排放速度和增湿，防止硫化铁自燃而造成事故。

参 考 文 献

1　李德树，文绍牧．引进橇装天然气脱水装置试运分析．天然气工业，1999；19（2）：108～112

2　李娅．天东 9 井天然气橇装脱水装置简介．天然气工业，1999；19（4）：92～92

3　文绍牧，沈萍．天东 9 井引进天然气撬装脱水装置分析．天然气工业，2000；20（4）：91～94

（修改回稿日期　2004-12-07　编辑　**居维清**）