福成寨、石河站脱水装置运行存在问题对比及改进对策

曾维英

(重庆气矿渝北天然气运销部, 重庆 401147)

摘 要: 天然气脱水和增压工艺已经在重庆气矿广泛使用。对两座处理能力和压力等级相同, 但上流工艺不同的脱水装置的脱水效果进行对比分析。主要从运行参数、工艺设备、脱水效果方面入手, 列出了原料气入塔温度、含水量、干气露点等对比参数, 对脱水设计、运行中存在的问题进行探讨, 并提出了相应的建议措施。重点对增压+脱水这一复合新工艺所出现的新设备——空冷器, 在设计和运行中出现的问题进行了深入分析, 提出了相应的改进建议。

关键词: 脱水; 干气露点; 含水量; 脱水效果; 空冷器; 建议措施

文章编号: **1006-5093(2006)04-0047-04** 文献标识码: B

0 前言

为了提高采输效率, 避免管线内腐蚀, 延长管线使用寿命, 两线脱水重点工程之一——达卧线脱水工程沿线建成了 5 座脱水站 6 套装置, 对气田采气进行深度脱水, 实现了干气输送。沿线的石河、福成寨站的脱水装置主体是从加拿大 Propak 公司引进的撬装脱水装置, 设计处理能力均为 $80\times 10^4 m^3/d$。福成寨脱水站处理气源来自福成寨气田, 该气田已进入增压开采阶段, 经过增压处理后的天然气温度较高, 在炎热的夏季可达 60~70 ℃。石河脱水站处理的天然气来自蒲西、铁山等气田, 未采用增压工艺, 原料气温度相对较低。重庆气矿是西南油气田分公司的主要产区, 目前很多气田已经进入增压开采阶段, 增压+脱水这一复合新工艺是今后采输生产的发展趋势。本文着重对两座处理能力和压力等级相同、但上流工艺不同的脱水装置的脱水效果进行对比分析, 对运行中存在的问题进行探讨, 提出了相应的建议改进措施。

1 脱水工艺流程及设计运行参数

三甘醇(TEG)脱水装置主要由四个部分组成: 天然气脱水系统、TEG 再生系统、燃料气分配系统、仪表风系统, 实现对天然气脱水, 从而减少对输气管线的腐蚀, 增加管线的使用寿命。

1.1 两站脱水流程对比

两站天然气脱水流程对比, 见图 1~2。

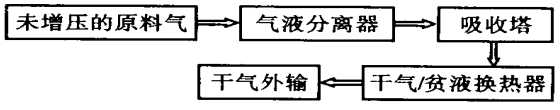

图 1 石河站天然气脱水流程示意图

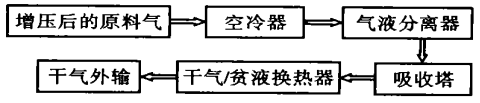

图 2 福成寨站天然气脱水流程示意图

从两站脱水流程对比来看, 主要存在以下区别:

a. 处理的气源状况不同, 石河脱水站处理的湿原料气直接来自上游集气站(或单井站), 未经过增压机组增压, 而福成寨脱水站处理的湿原料气经过增压机组增压, 增压后的天然气温度相对较高, 夏季最高可达 60~70 ℃。

收稿日期: 2005-11-03

作者简介: 曾维英(1969-), 女, 重庆长寿人, 工程师, 学士, 主要从事天然气生产技术管理工作。电话: (023) 67314813。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

b. 为了降低增压后高温天然气的入塔温度，福成寨脱水流程中设置了空冷器装置，而石河脱水站的脱水流程无此装置。

1.2 甘醇(TEG)再生流程(二者相同)

甘醇再生流程，见图 3。

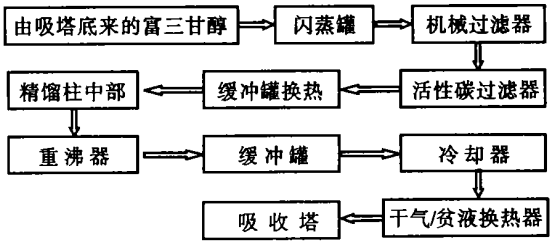

图 3 甘醇再生流程

1.3 脱水装置运行参数与设计参数对比

脱水装置设计参数及两站运行参数，见表 1。

表 1 80× $10^4 m^3/d$ 脱水装置设计参数及两站运行参数

名 称	设计参数	福成寨脱水装置运行参数	石河脱水装置运行参数
处理流量 / $10^4 m^3 \cdot d^{-1}$	60～100	60～80	60～80
原料气压力 /MPa	4.5～8.0	5.0 左右	4.6～5.3
原料气温度 / ℃	10～30	20～44	10～30
吸收塔压差 /MPa	＜0.1	＜0.1	＜0.1
过滤元件差压/ MPa	＜0.1	＜0.1	＜0.1
甘醇再生温度/ ℃	200～204	196～202	197～204
甘醇循环量 / $m^3 \cdot h^{-1}$	0.34～1.82 (电泵)	1.1～1.8	0.7～1.6
干气露点 / ℃	＜－5	－3～－4	＜－5
贫液浓度 /(%)	98～99.5	＞98.5	＞98.5
富液浓度 /(%)	93～98	97.8～98.9	96.7～98.6
贫液入塔温度/ ℃	高于原料气温度 5 ℃	45.0～59.0	18.0～43.0
贫液入泵温度/ ℃	＜65(最佳)	80～103	80～103
仪表风压力 /MPa	0.4～0.7	0.4～0.7	0.4～0.7
闪蒸罐压力 /MPa	0.4～0.5	0.41～0.46	0.42～0.45
精馏柱温度 / ℃	＜107	＜107	＜107

2 脱水装置运行情况对比分析

在两座脱水站录取了 1 个月的天然气脱水处理系统的对比数据，见表 2。

表 2 两座脱水装置运行参数表

站场	日期	天然气脱水处理系统			
		入塔压力 /MPa	入塔温度 / ℃	干气含水量 / $mg \cdot m^{-3}$	干气露点 / ℃
石河脱水站	1 月 1 日	5.03	13.0	96.3	－6.0
	1 月 4 日	5.04	13.0	104.6	－5.0
	1 月 7 日	4.96	13.0	102.7	－5.0
	1 月 11 日	4.96	13.0	101.8	－8.0
	1 月 14 日	4.96	13.0	101.5	－5.0
	1 月 17 日	4.96	13.0	102.1	－5.0
	1 月 21 日	4.96	12.0	103.8	－4.0
	平均	4.98	12.9	101.8	－5.4
福成寨脱水站	1 月 1 日	5.04	21.1	123.9	－3.0
	1 月 4 日	5.05	21.1	137.3	－1.0
	1 月 7 日	4.91	20.2	112.4	－4.0
	1 月 11 日	5.06	22.0	113.3	－5.0
	1 月 14 日	4.83	24.1	111.7	－4.0
	1 月 17 日	4.98	24.5	116.4	－4.0
	1 月 21 日	4.99	23.3	119.4	－3.0
	平均	4.98	22.3	119.2	－3.4

2.1 原料气入塔温度对比

原料气入塔温度对比：从表 2 可知，在原料气入塔平均压力均为 4.98 MPa 的情况下，福成寨脱水站原料气入塔温度均比石河脱水站高，平均偏高 9.4 ℃，福成寨脱水站平均入塔温度达 22.3 ℃，而石河脱水站只有 12.9 ℃。

2.2 原料气含水量(脱水负荷)对比

原料气含水量对比，见表 3。

表 3 原料气含水量[1]

站 场	原料气入塔平均压力/ MPa	原料气入塔平均温度/ ℃	原料气含水量 / $mg \cdot m^{-3}$
福成寨脱水站	4.98	22.3	598
石河脱水站	4.98	12.9	320
脱水负荷比	598/320＝1.87		

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

我们知道，在相同的压力条件下，天然气温度越高，其饱和含水量越大[1]。从表 3 可以看出，福成寨脱水站原料气的含水量为 598 mg/m^3，而石河脱水站原料气含水量仅为 320mg/m^3，福成寨脱水站的脱水负荷为石河脱水站的 1.87 倍，说明采用增压工艺的脱水负荷远远大于未采用增压工艺的脱水负荷。

2.3　甘醇消耗量对比

福成寨脱水站原料气入塔温度较高（即吸收塔内接触温度高），导致三甘醇随出塔干气携带损耗增加。从两站半年内甘醇实际消耗量对比看，福成寨脱水站比石河站多消耗了 532 kg。

2.4　两站干气露点、干气含水量对比（即脱水效果对比）

脱水上常用“干气露点”、“干气含水量”来表征天然气脱水效果，见图 4～5。

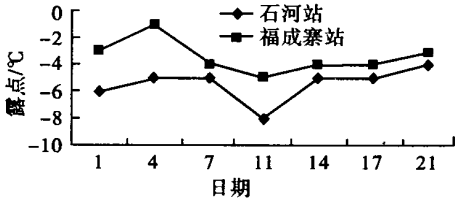

图 4　干气露点对比图

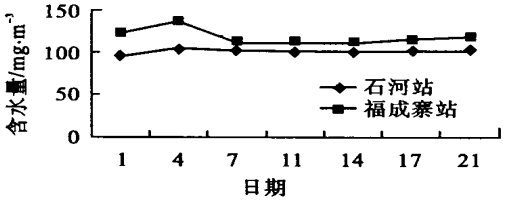

图 5　干气含水量对比图

2.4.1　干气露点对比分析

从表 2 干气露点及图 4 干气露点曲线可以看出，福成寨脱水站的干气露点均比石河脱水站高，福成寨脱水装置的干气露点平均为－3.4 ℃（高于干气露点设计值－5.0 ℃）、石河站为－5.4 ℃（低于设计值－5.0 ℃），说明福成寨脱水装置效果不如石河站好。

2.4.2　干气含水量对比分析

从表 2 干气含水量及图 5 干气含水量曲线可以看出，福成寨脱水站的干气含水量也比石河站高。福成寨脱水站干气含水量平均为 119.2mg/m^3（实际值），从表 4 中查出（线性内查法）－3.4 ℃的干气含水量的理论值为 119.4mg/m^3；石河脱水站干气含水量平均为 101.8mg/m^3（实际值），从表 4 中查出－5.4 ℃的干气含水量的理论值为 101.4mg/m^3，理论值和实际值较吻合。从干气含水量这一指标可知，福成寨脱水装置干气含水量大于石河站的干气含水量，说明福成寨装置脱水效果也不如石河站理想，主要是原料气入塔温度过高所致。

表 4　不同压力下天然气含水量和露点的关系

露点/℃	含水量/mg·m^{-3}						
	4.5 MPa	5 MPa	5.5 MPa	6 MPa	6.5 MPa	7 MPa	7.5 MPa
10	314	286	257	242	223	210	200
5	210	195	180	170	160	152	142
0	160	150	140	120	115	112	108
－5	114	105	96	88	82	80	75
－10	80	75	67	64	60	57	54

3　存在问题及改进建议和措施

3.1　存在问题

a. 从前面的对比分析数据可知，在相同压力条件下，处理增压后的高温天然气的脱水负荷远远高于处理未经增压的原料气的负荷。即在相同条件下，福成寨脱水站的脱水负荷是石河脱水站的 1.87 倍甚至更高。

b. 湿气入塔温度越高，脱水负荷越大，且吸收塔顶接触温度越高，吸收塔内三甘醇的携带损耗增加，福成寨脱水站半年内三甘醇消耗量比石河站多出了 532 kg，脱水成本随之增加。

c. 从两站干气露点、干气含水量对比分析可知，福成寨脱水站的脱水效果不如石河脱水站好。

d. 空冷器存在的问题：a）虽然福成寨脱水站安装了空冷器对增压后高温天然气进行冷却，但效果不是很理想。在炎热的夏季，对高达 60 ℃以上原料气的降温效果达不到设计所要求的 10～30 ℃，经常超过 30 ℃甚至更高；b）空冷器风机在工作时产生很大的噪音污染，给员工及周边群众的健康造成很大的伤害，且空冷器的风机皮带、轴承等配件易坏，一旦损坏，直接影响脱水效果。

e. 脱水站和上流增压站的距离不够，为生产带

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

来很多不利因素。福成寨脱水站距离增压站不足100 m,一旦发生任何机械故障,会导致脱水站干气出站阀坐死或达不到要求的开度,仅需十几秒钟的时间就能导致原料气进站压力从正常的工作压力5.0 MPa左右迅速升至6.0 MPa,会将上流增压机组憋停,导致福成寨整个气田关井,直接影响天然气生产任务的完成,造成很大的经济损失和不可预料的生产事故。该站投产试运行后不久就出现过脱水站PLC掉电故障而将上游增压站机组憋停的事故。

f. 增压机组停机对脱水装置带来的影响。脱水装置会对增压机组造成影响,反过来增压机组也会影响脱水装置,二者相辅相成。我们知道,增压机组会因各种原因而突然停机,尤其是象福成寨脱水站离增压站非常近的情况,更会对脱水装置运行带来严重而迅速的影响。比如因气量的突然减少,就很可能使甘醇翻塔,同时闪蒸罐液位迅速上涨,使甘醇带入灼烧炉引起灼烧炉着火等。

g. 增压后的福成寨脱水装置只设置了国产气液分离器,天然气中夹杂的增压机润滑油等杂质进入气液分离器初分离后直接进入吸收塔。脱水检修时发现分离器和排污管线内有大量泡沫、油泥,不溶于水,堵塞管线,容易被带入下游造成甘醇污染。2003年福成寨脱水装置就出现过由于甘醇较脏出现重沸器温度不稳定,干气露点不合格,脱水效果不合格的情况[2]。

3.2 改进建议和措施

a. 在今后新建脱水装置时,要吸取现有设备存在的缺陷,将问题解决在设计中,避免犯重复性错误。设计时应该考虑空冷器的噪音控制,建议配置低噪音风机,以降低噪音污染。

b. 选用冷却效果好、材质好、制造质量好和冷却面积适当的空冷器,必要时可以会同相关方面的专家、生产厂家,根据现场生产实际设计制作实用的、效果好的空冷器,降低由温度过高引起的脱水成本,提高脱水效果。

c. 在场站位置许可的条件下,再串一台降温效果好的冷却装置,避免故障维修影响脱水正常生产。

d. 增加水的循环量,确保冷却效果。

e. 增加一套阻垢装置,因为循环冷却水系统中存在大量水垢和部分污泥会降低水的换热效果。

f. 在今后脱水设计中,应充分结合生产现场实际,将脱水装置上、下游(从井口、集气、增压以及到输气管道)各个环节统筹考虑。特别是在今后的新建脱水装置选址中,最好选择距离增压站一定距离和周围居民少的地方。

g. 一旦出现增压机组停机时,需及时切断重沸器与灼烧炉气源,控制好闪蒸罐液位,必要时同时开旁路,甚至打开回收阀。加强巡回检查,发现异常及时处理,避免事态扩大。

h. 在脱水装置检修时对过滤分离器滤芯改型,采用设计工作压差为0.015 MPa、5~10 μm级、带金属内衬、多层纤维和滤布的过滤管,增加其致密性和抗压差能力,将过滤芯端面密封改为单管密封,避免天然气短路[2],同时加强分离器排污,防止脱水装置内甘醇被污染,确保装置脱水效果。

4 结束语

在今后的采输生产中,增压+脱水工艺是发展的必然趋势。设计时应充分结合现场实际,将脱水装置上、下游(从井口、集气、增压以及到输气管道)各个环节统筹考虑(站场选址、气液分离器选择、空冷器改进、风机噪音控制等),确保增压后天然气脱水装置的脱水效果和正常运行。

参考文献:

[1] 袁宗明,康正明,吴 琳. 天然气脱水[M]. 南充:西南石油学院出版社,1998.34-36.

[2] 文绍牧,胡攀峰,沈 萍,等. 含硫天然气脱水装置技术改造及效果分析[J]. 天然气工业,2004,24(12):127-131.