

开江作业区三甘醇冷却系统运行分析

刘 勤¹, 贺文广¹, 陈 刚²

(1. 中国石油西南油气田分公司重庆气矿开江采输气作业区, 四川 开江 636250)

2 中国石油西南油气田分公司重庆气矿开发科, 重庆 400021)

摘 要: 三甘醇循环系统中, 再生后的三甘醇, 经缓冲罐换热后在入泵前需进行冷却, 使甘醇达到入泵温度要求, 以增长甘醇泵的使用寿命。通过结合开江作业区现场工艺流程、工艺设备以及查阅相关资料等, 对三甘醇入泵前几种冷却方式的冷却效果作比较分析, 总结存在的问题, 结合现场的实际情况提出建议。

关键词: 三甘醇脱水; 冷却系统; 运行分析; 存在问题; 建议

文章编号: 1006-5539(2009)02-0034-04

文献标识码: D

1 概述

开江作业区共管辖 6 座脱水站 9 套脱水装置, 设计处理能力 $920 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 日均处理天然气 $830 \times 10^4 \text{ m}^3$ 左右。9 套脱水装置均采用溶剂吸收法对天然气进行脱水, 采用的脱水溶剂为三甘醇。三甘醇的再生方法为汽提再生法^[1], 该方法可以使贫甘醇浓度达到 99.9%, 满足甘醇浓度要求。但甘醇在重沸器内再生后的温度一般在 200°C 左右, 再生后的贫甘醇出缓冲罐的温度在 110°C 左右, 在甘醇进入下一次循环时, 需采取措施对贫甘醇进行冷却后再入泵, 使之达到入泵温度要求, 以延长甘醇泵的使用寿命^[2~5]。

目前, 开江作业区各脱水装置再生系统采用的冷却方式主要有换热盘管式水冷、强制水冷、风冷等三种冷却方式。

2 流程、参数简介

2.1 贫三甘醇系统流程

出缓冲罐贫甘醇 → 进行冷却 → TEG 循环泵 → 干气/贫液换热器 → 进吸收塔脱除湿天然气中的水

分 → TEG 富液出吸收塔。

2.2 甘醇和循环水设计参数

甘醇和循环水设计参数见表 1^[2~5]。

表 1 甘醇和循环水参数

参数名称	参数值
甘醇再生温度/ $^\circ\text{C}$	190~204
贫液浓度/(%)	98~99.5
富液浓度/(%)	93~97
贫液入泵温度/ $^\circ\text{C}$	< 65
贫液入塔温度/ $^\circ\text{C}$	30~50
冷却循环水温度/ $^\circ\text{C}$	< 60

2.3 开江作业区脱水装置运行参数

开江作业区脱水装置运行参数见表 2

3 不同三甘醇冷却系统运行情况比较分析

根据甘醇再生系统和甘醇冷却系统的运行情况, 开江作业区 9 套脱水装置主要采用了换热盘管式水冷、强制水冷、风冷等三种冷却方式, 以下根据不同装置和不同的冷却系统的运行情况进行对比分析。

收稿日期: 2008-09-24

作者简介: 刘 勤 (1981-), 女, 四川仁寿人, 助理工程师, 学士, 2004 年毕业于西南石油大学油气储运专业, 主要从事天然气生产技术管理工作。电话: (0818) 8296300

表 2 脱水装置运行参数表

序号	脱水装置 / $10^4\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$	处理量 / $10^4\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$	甘醇循环量 / $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$	甘醇入泵 温度 / $^{\circ}\text{C}$	三甘醇 冷却方式	备 注
1	罐 6 井 /50	55	277	50	换热盘管	
2	金山站 /100	70	470	50	强制水冷	
3	金山站 /150	102	520	55	换热盘管	
4	讲治站 A 套 /200	180	1 000	75	换热盘管	夏季最高达到 90°C
5	讲治站 B 套 /200	180	1 000	75	换热盘管式	夏季最高达到 90°C
6	檀木站 /20	20	87	60	风冷式	后增加一套换热盘管式
7	天东 12 井 /50	55	270	54	换热盘管式	
8	天东 9 井 /50	60	270	55	换热盘管式	
9	天东 9 井 /100	115	520	60	换热盘管式	夏季不能满足要求

3 1 换热盘管式水冷系统运行情况

3 1. 1 换热盘管式水冷系 统流程

换热盘管式水浴冷却系统的换热形式为出缓冲罐的贫三甘醇管线以盘管形式装在一换热水箱内, 与换热水箱内的循环冷却水相接触, 从而降低盘管内流动的三甘醇温度, 换热水箱内的水换热后流入低位水池并进行自然冷却, 冷却后由低位水池内循环水的液位控制, 通过循环水泵将水泵入一个高位水箱, 高位水箱内的水以自流方式进入换热水箱再次与贫三甘醇换热盘管进行换热, 换热后的循环水继续下一次循环。换热盘管式水冷系统的流程如图 1。

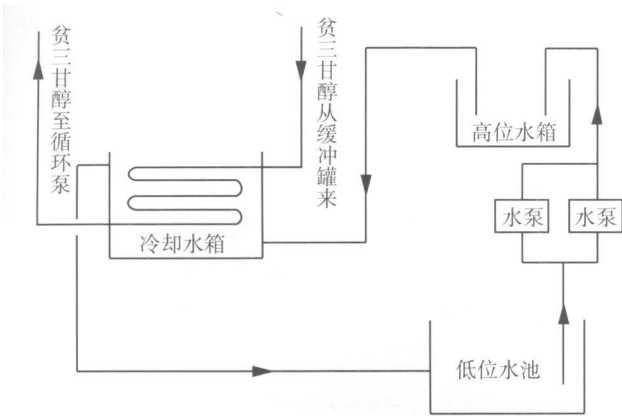


图 1 换热盘管式水冷系统示意图

3 1. 2 换热盘管式水冷系 统运行情况

目前开江作业区所辖 9 套脱水装置, 有 7 套使用换热盘管式水冷系统对贫甘醇进行冷却, 主要有罐 6 井、天东 12 井、金山站 $150\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 天东 9 井 $50\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ $100\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 讲治站 A B 套脱水装置, 各套脱水装置的入泵温度见表 2。

以上 7 套脱水装置中, 除天东 9 井 $100\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 装置和讲治站 2 套装置不能满足甘醇入泵温度要求外, 其他 4 套装置均能满足要求。天东 12 井、天东 9 井 $50\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ $100\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 套脱水装置为引进加拿大马龙尼撬装装置, 所使用的换热水箱体积相同, 且均采用圆柱体形全密封形式, 缓冲罐表面裹有保温层, 而其他装置换热盘管为长方体开口水箱, 缓冲罐未加保温层。由于天东 12 井、天东 9 井 $50\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 装置的循环量只有 270 L/h 左右, 使用圆柱体形全密封形式换热水箱对甘醇进行换热, 能够满足甘醇的入泵温度要求。而天东 9 井 $100\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 装置的甘醇循环量有 520 L/h 左右, 在夏季大气温度较高时, 由于密闭水箱散热效果不好, 使得夏季甘醇的入泵温度达到 70°C 左右, 但在冬季大气温度较低时, 天东 9 井 2 套脱水装置甘醇经冷却后的入泵温度有时低至 20°C , 为保证甘醇的入塔温度, 避免冬季甘醇粘度过大, 引起流动不畅造成跑醇问题, 于是将换热盘管旁通开启, 甘醇分两路, 一部分进换热盘管冷却, 一部分直接走旁通, 使甘醇温度得以综合后再入泵, 满足甘醇的入泵和入塔温度要求^[6-7]。

而讲治站 A B 2 套处理量为 $200\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 的脱水装置采用的换热盘管式水浴冷却方式使用效果不佳, 在夏季, A B 2 套脱水装置经冷却后的甘醇入泵温度在 80°C 以上, 最高高达 90°C , 即使在冬季大气温度较低的情况下, 2 套装置经换热后的甘醇温度也在 70°C 以上, 均超过甘醇的正常入泵温度要求。经查找分析, 可能有以下原因:

①循环水的自身温度较高, 该 2 套装置共用循环水的低位水池, 该低位水池为一露天水池, 该水池

体积约 100 m^3 , 该低位水池内的循环水温度夏季一般在 50°C 左右, 冬季也在 30°C 以上, 自身温度较高, 与甘醇换热时, 不能达到良好的换热效果;

b 循环水的水质不佳, 讲治站使用的循环水中含有大量的钙、镁离子, 并随着冷却水系统继续循环, 压力和温度长期处在变化中致使部分离子的浓度不断升高, 从而导致水垢形成, 并附着在换热盘管的壁面, 使换热盘管的热阻增大, 影响换热盘管的传热能力, 降低换热效率^[5];

c 讲治站 2 套装置甘醇的循环量较大, 均在 $1\,000 \text{ L/h}$ 左右, 而换热水箱的尺寸为 $3\,000 \times 916 \times 365 \text{ mm}$ 计算可出换热水箱内共能盛装 1 m^3 水, 而换热水箱内进水管线为 DN25 甘醇管线为 DN40 出缓冲罐贫甘醇自身的温度在 110°C 左右, 循环水换热量不足以将甘醇管线内的甘醇进行冷却;

d 低位水池的进出水管线位置不合理, 低位水池内, 循环水管线靠得太近, 距离相隔不足 1 m 使刚进入低位水池的水还未得到冷却时, 就有可能被循环水泵再次泵到高位水箱, 增加了循环水自身的温度, 从而影响换热效果。

3.2 强制水冷系统运行情况

3.2.1 强制水冷系统流程

强制水冷系统的换热形式为出缓冲罐的贫三甘醇管线与循环水相接触的方式为套管形式, 吸收热量后的循环水要先经冷却塔冷却后再进入到下一次循环, 即从缓冲罐换热出来的 DN50 的贫甘醇管线与 DN100 的水管线以套管的方式相接触, 甘醇管线在里层流动, 水在套管内流动, 里层和套管内的水形成一定温差进行相互换热。换热后的循环水进入到低位水箱上方的冷却塔内进行冷却, 即被泵入冷却塔的水以雾状形式在风机底部散开, 通过风扇转动对水进行散热, 以加强水的冷却, 经过风冷后的循环水流入一斗型容器, 经斗型容器底部管线流入泵房的低位水箱, 由泵将水泵入与甘醇相接触的水管线与甘醇进行换热, 换热后的水又流入冷却塔, 继续开始下一次循环。强制水冷系统流程如图 2。

3.2.2 强制水冷系统运行情况

目前, 开江作业区只有金山站 $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 脱水装置采用强制水冷系统, 该套装置贫三甘醇经缓冲罐换热后的温度一般在 100°C (即冷却前温度)

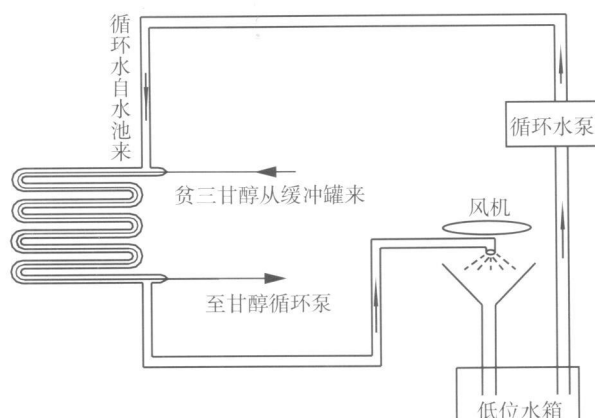


图 2 强制水冷系统示意图

左右, 根据大气温度的不同, 在进行换热时, 可通过调节进入套管内循环水量的大小, 来调节冷却后的三甘醇温度, 在目前甘醇循环量为 470 L/h 左右的情况下, 一般冷却后的三甘醇温度在 50°C 左右, 冷却效果较好, 满足甘醇的入泵温度要求。在金山站 $150 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 脱水装置投产前, 该装置处理 $110 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的天然气, 甘醇循环量在 710 L/h 时, 通过调节循环水量的大小, 甘醇入泵温度也在 50°C 左右, 冷却效果仍然较好, 满足入泵温度要求。在进入冬季以后, 由于大气温度较低, 可适当采用停用风机或调节循环水量的方式来调节甘醇的入泵温度。且由于该冷却方式对循环水采用风机强行冷却, 使循环水自身的温度较低, 因此循环水系统中在循环水量不大的情况下, 使用该冷却方式的仍能达到良好的冷却效果。

3.3 风冷系统运行情况

3.3.1 风冷系统流程

风冷系统的冷却形式为从缓冲罐出来的贫三甘醇, 在入甘醇循环泵前, 经过风冷管线, 即在甘醇管线上加有一排矩形肋片, 以增强管线的散热能力。风冷系统示意图如图 3。

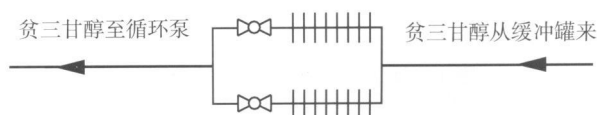


图 3 风冷系统示意图

3.3.2 风冷系统运行情况

开江作业区檀木站采用风冷方式对入泵前的三甘醇进行冷却, 在大气温度适中的情况下, 贫三甘醇从缓冲罐出来后经风冷后的温度在 60°C 左右, 基本能够满足入泵的温度要求。但在夏季大气温度较高

的情况下, 贫甘醇经风冷换热后的温度有所升高, 冷却效果不能满足甘醇的入泵温度要求, 站上员工有时人为通过在矩形肋片上浇水来降低甘醇管线的入泵温度。由于水的散热能力比空气高得多 (空气的传热系数为 $3 \sim 10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 水的传热系数为 $20 \sim 100 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)^[8], 在相同的外界环境温度下, 通过往管线上浇水可适当增强管线的散热能力, 使甘醇管线的温度能得到一定程度的降低, 但采用此方法, 大大增加了井站员工的工作量, 给操作带来诸多不便。在冬季, 出缓冲罐的甘醇经风冷管线时, 矩形散热片同样具有散热功能, 使甘醇温度下降较快, 造成甘醇的入泵和入塔温度都较低, 使得甘醇粘度增加流动不畅, 从而引起跑醇现象。于是 2004 年在檀木脱水装置大修中, 对该套脱水装置另外新增加一套换热盘管式冷却系统, 以备在风冷系统不能满足要求时, 通过换热盘管式冷却系统对贫甘醇进行冷却。由于该装置的甘醇循环量较小仅 87 L/h 在冬季尽管不用循环水, 但由于换热盘管较长, 甘醇的入泵温度偏低 (仅为 25°C 左右), 使得甘醇入塔温度只有 10°C 左右, 引起甘醇流动不畅使该装置出现吸收塔不下液现象, 从而造成跑醇严重, 因此在 2006 年该装置大修中, 将一侧风冷管线改为直管段, 并加保温层, 从而有效保证冬季甘醇的入泵和入塔温度要求, 在 2006 年冬季, 该装置的甘醇入泵温度一般在 45°C 左右, 未再出现过甘醇不下液现象。改造后檀木站冷却系统示意图如图 4

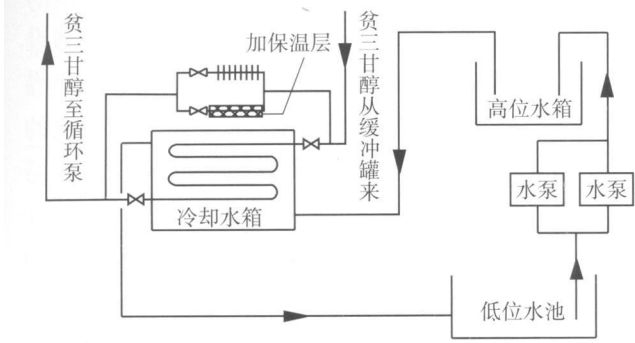


图 4 檀木站改造后冷却系统示意图

3 4 各冷却系统优、缺点对比

各种冷却系统的优点和缺点对比见表 3

4 结论及建议

经过对各种不同的三甘醇冷却系统进行比较分析, 总结得出以下结论和建议:

表 3 三种冷却方式优、缺点对比表

冷却方式	优点	缺点
换热盘管式	a 对甘醇循环量较小的装置, 冷却效果较好; b 由于循环水靠自流方式从高位水箱流入换热水箱; 循环水从低位水池进入高位水箱的泵也是通过水池内浮子感应水池内液位来控制泵的启停, 节约能耗。	a 不适合循环水硬度较高的场所; b 所需循环水量及循环水池的容量要足够大。
强制水冷式	a 冷却效果较好; b 所需循环水量不大就能满足冷却要求。	由于该循环系统采用泵来维持水循环, 且采用冷却塔对循环水进行冷却, 如将该系统用于循环量不大的装置, 使用成本不划算。
风冷式	该系统利用自然能量实现冷却, 不需要外界其他能量, 节省成本。	a 散热速度和散热能力都远低于其他两种冷却方式; b 存在夏季散热不够、冬季散热过大的缺点。

a 三种三甘醇冷却系统中, 使用效果最好的是强制水浴冷却系统, 该冷却系统可通过调节循环水量或是否采用风机来调节甘醇的入泵温度要求, 在使用中效果较好, 建议循环量较大的装置采用该冷却系统。

b 对于使用换热盘管式冷却系统的装置, 在使用中易结垢, 对水质的要求较高, 换热效果次于强制水浴冷却系统。建议在使用过程中经常加注除垢剂、经常更换循环水或先对循环水进行软化处理后再使用, 以减小循环水在换热盘管内结垢的可能, 增强换热效果。

c 风冷系统只适用于循环量低的装置, 但由于该系统存在夏季散热不够, 冬季散热过大的缺点, 建议在现场中不使用该冷却系统。

参考文献:

[1] SY/T0076—2003 天然气脱水设计规范[S].
[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.
[3] 曾自强, 张育芳. 天然气集输工程[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
[4] 孙祖岭. 采气工[M]. 北京: 中国石油天然气集团公司人事服务中心, 2005.
[5] 陈 刚. 脱水工操作教程[J]. 重庆: 西南油气田分公司重庆气矿, 2004.
[6] 文绍牧, 沈 萍, 冷一奎, 等. 引进天然气橇装脱水装置运行分析[J]. 天然气工业, 2000 20(2): 148-152.
[7] 文绍牧. 川东气田含硫天然气脱水技术应用分析[A]. 油气集输及处理工艺技术座谈会文集[C]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
[8] 戴炳生. 传热学(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.