

轻烃回收计量泵与系统工艺的优化对企业经济效益的提高分析

赵兴国¹ 许鹏飞² 李建国³ 陈健⁴ 杨松¹

(1. 西南油气田分公司川中油气矿轻烃厂, 四川 遂宁 629000)

(2. 西南油气田分公司川中油气矿磨溪项目部, 四川 遂宁 629000)

(3. 西南油气田分公司川中油气矿仪陇净化厂, 四川 遂宁 629000)

(4. 西南油气田分公司川中油气矿潼南项目部合川轻烃站, 四川 遂宁 629000)

摘要:在天然气处理厂中有各种机泵与整个工艺系统间存在着密切的关系, 经常因为各种介质与泵是否相适应, 而损坏机泵, 至使整个工艺系统无法正常运行。首先从介质分析, 天然气主要是以各种碳氢化合物为主的气体混合物, 主要成分是气态烃类, 除甲烷外。含有一定量的 C_2^+ 、 C_3^+ 、 C_4^+ 、 C_5^+ 及更重烃类。为了满足商品气或管输对烃露点的要求, 轻烃产品是一种附加值极高的化工原料, 有着及高市场经济价值, 使企业得到较大的经济效益。因此, 需要将天然气中除甲烷外一些分子质量较小的烃类物质予以分离与回收。我们将天然气中回收的液烃混合物称为天然气凝液回收 (NGL), 习惯上称为轻烃回收。

关键词: 天然气轻烃; 凝液回收; 计量泵; 经济效益

1 背景介绍

遂宁轻烃装置脱丙烷塔计量泵 (柱塞泵) 生产厂家宁波合力机械有限公司, 该泵流量 2000L/h, 排出压力 2.5MPa, 柱塞直径 56mm, 最大行程 800mm, 介质温度 $\leq 80^\circ\text{C}$, 电机功率 5.5kW。

2 工艺现状问题分析

该泵在夏季温度较高时经常出现不上量的情况, 其他季节较少出现这种现象, 而且通过计量泵不上量的六点故障判断方法都处理过, 仍然无法解决, 以前出现这种情况时只能通过对泵的进出口进行汽蚀余量的排放, 能暂时缓解问题, 但在环境温度较高时该问题出现频繁, 既影响安全生产又影响产品质量及经济效益, 直接影响处理量, 导至可控成本增加。

该装置在 2012 年以来就出现这种情况, 但次数相对较少, 直至延续到 2015 年大修后, 因上游原料气不足待开产, 到 2017 年 6 月份开产后一直到今年大修前就出现该情况愈发严重, 导至当班员工上班时时间不停的回到现场处理, 与承包商维修公司商议多次维修, 没有解决根本性问题。

追根溯源。原料气通过分离、脱水多次预处理后, 再次进行多段低温分离, 为达到所需要的制冷温度段

位, 脱出 C_3^+ 等丙、丁物质, 其中含有少量的 C_2^+ 、 C_5^+ 烃类物质。我们回收的这种天然气凝液产品在特定温度下得到一种高附加值的液化石油气、稳定轻烃等产品, 而这些产品是优质化工原料和民用及工业燃料, 具有较高的经济价值, 目前市场前景看好。原理通常采用低温分离回收天然气凝液组分, 再回收丙烷以上重组分时, 有效制冷温度需要达到 $-70^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$, 因此在装置开停产及运行期间有严格的参数要求, 必须对压力管道试压、材质、各部分工艺所采用的管径大小、压力、所能承受冷热温度有严格的要求。我们回收这种 C_3^+ 烃内物质的同时, 必须要保证它的冷凝液的适宜温度及压力。

3 精馏工艺及介质原料多角度因素分析

通过介质分析, 在严格的冷保温度下才能输送这种液烃介质, 再次确保通过计量泵时保证进出口温度适宜。二是必须定期检查更换该泵的易损件与日常保养等措施, 不至使泵本身发生机械故障套至发热或异响而温度升高汽化产生负压而不上量。

由于在生产中由于受上游原料气气质、气量波动频繁的情况下, 在输送过程中不能均匀稳定, 受压力与温度控制的情况下, 很容易在短时间内产生汽化,

至使上游来的原料受阻,生产无法正常运行,经常存在的问题,当这种情况下发生汽蚀时,一是调整该泵出口排量大小,二是从泵出口接入了一根 $\phi 20\text{mm}$ 管线至脱乙烷塔中下部将汽蚀的液烃返回进行回炼使温度达到界定温度,增加一个调节阀控制,这样当产生汽蚀余量时不上量可通过该处旁通调节开度大小进入脱乙烷塔再次回炼处理。

而这种工艺变更以前在泵的入口,现在改在泵的出口,这样受环境温度影响液烃通过上量泵后温度升高而汽化,所以通过技术批准改变工艺管线路径而达到目的。

4 首先从计量泵不上量泵体本身综合分析



图1 变更后的上量泵进出口管线图

结构原理分析,我们站采用的计量泵是一种可以满足各种严格的工艺介质流程需要,流量可以在0~100%范围内无极调节,用来输送液体,是一种特殊的柱塞泵、也有隔膜泵,也称计量泵也称定量泵或比例泵,属于往复式容积泵中的一种,用于精确计量,随着工业自动化操作普及、远距离自动控制这一技术的不断发展,大大减轻了人劳动力,提高了工作效率,收率增加,达到经济效益最大化。计量泵的配套性强、适应介质液体规范的优势尤为明显的突出。

平时在生产中通过逐一查找,根据计量泵不上量的原因很多,我们首先要知道,计量泵只是整个计量系统里的一部分,不上量主要有两大块组成,因此大多数情况后者——系统原因造成。所以在不上量时,首先检查该装置的系统是否正常。再找泵内的原因。总之,排除系统原因再在泵上找原因。

有空气进入:①必要时出口需要设计排气管,打料中可通过排气解决;②膜片液压油不够,加油的时候要开启泵的小冲程运转,直到加油缸不再冒泡;③不定期按动隔膜油腔的排气阀定期排气,因柱塞在运行中不断吸入和排出,空气会从填料漏入,使用常规

检查更换填料的方法试试,或是检修后没有充分放尽内部积存在的气体所致。

检查隔膜油箱油位隔膜油进油补偿法是否工作在最佳状态,油箱中的油位只要保证高过补偿法进油口即可。

检查补偿阀旁边的油压安全阀是否关闭不严,存在过早压力释放问题,隔膜泵如果没有油压,反应到介质侧就是不上量。

对于隔膜泵,假设隔膜破裂,可观察液压油箱的液压油是否变质,则可断定隔膜已破裂,必须及时更换新的隔膜。

5 计量泵的流量调节后,产品收率大大提高

计量泵的流量调节是靠旋转调节转盘、带动小螺旋齿轮、大螺旋齿轮、调节螺杆转动,靠惯性拖动调节螺母和N轴上下移动,改变偏心距,从而达到调节流量的目的。

调量表一般设置在调节转盘内。当旋转调节转盘时,调量表上的“长”、“短”二针借助于重锤式差压轮系转动。由于计量泵的柱塞行程与流量变化成直线关系,行程变化与流量变化的百分数也相对应。

6 负荷运转

①根据工艺的需要,参考厂商提供的操作说明书中的流量标定曲线或查对实际工况复试流量标定曲线,得出相对应的行程百分数值,把调量表指针转到指定刻度。调节完毕后,将调节转盘锁紧,以防松动;②泵的行程调节可以在停车或运转中进行。行程调节后,泵的流量需在1~2min内稳定,行程长度变化越大,流量稳定所需的时间越长;③检查柱塞填料密封处的漏损和运动副温升;④漏损量应为15~20滴/min,大于此值时,应适当旋紧填料螺母;⑤当温度迅速升高时,应停车,松动填料压盖并检查原因,消除后再投入运行;⑥检查传动箱及其他运动部件的温度,不应超过所规定的温度;⑦泵起动后,如有特殊噪音,应停泵检查原因,消除噪音后,再投入运行。

7 正常操作及维护

①泵传动箱和泵支架等处油池内,应定期观察指定的油位量,润滑油应干净无杂质,并注意适时检查粘度更换标定机油,换油周期按设备操作说明书进行;②填料密封处的漏损量应为15~20滴/min,若漏损量超过此值时,应适当旋转填料螺母,要避免使填料处温升温过高,导致抱轴或烧坏柱塞和密封填料;③泵在长期停运时,应将泵体内介质排放干净,并把内表

面清洗干净，最好将柱塞从填料箱内取出，以免表面局部被腐蚀。

常见故障现象、原因及处理方法，如表 1：

表 1

序号	故障现象	原因	处理方法
1	完全不排液	①吸入管路堵塞；②吸入管路漏气；③吸入管路太高	①清洗疏通吸入管道；②检查法兰连接处；③降低安装高度
2	排量不够	①吸入管路局部阻塞；②吸入或排出阀内有杂质卡阻；③安全阀漏油；④泵阀磨损，关闭不严	①清理吸入管道；②清洗入口及出口阀；③更换安全阀；④修理更换阀门
3	排出压力不稳定	①吸入或排出阀内有杂质卡阻；②排出管连接处漏液；③安全阀动作失灵	①清洗入口及出口阀；②检查管路焊接处及法兰连接处；③按安全阀规定进行调整
4	计量精度不够	①充油腔内有残余气体；②安全阀动作失灵；③柱塞填料密封漏油；④吸入或排出阀磨损	①人工使安全阀跳开排气；②按安全阀规定进行调整；③修理或更换密封圈；④修理或更换
5	运转中有冲击声	①传动部件松动或严重磨损；②吸入高度过高；③吸入管道漏气；④介质中有空气	①紧固有关部件或更换；②降低安装高度；③检查法兰连接处；④排出空气

8 综上所述解决方案及过程

为了解决这一难题我把它作为 2022 年的疑难课题发布中油 e 学技能创新平台。

具体解决方法：首先我通过学过的创新方法，发现问题逐一排除法，由简单到复杂，采用发明重新中分割原理，其次通过厂家对泵的检查确认没有问题，再次考虑计量泵与该介质是否相匹配。再通过计量泵不上量的六点故障逐一排除，同时对计量泵出口单向阀仔细检查更换。因为容易产生汽蚀再对保温系统进行检查严格保温措施。

9 改造步骤的实施及经济效益

我作为大班长完成以上前期工作后，再通过相关技术人员及上级领导多次商议批准后，实施了工艺变更与创新。

由于我们站轻烃装置上游原料气的气质气量波动太大，在生产中经常无法满足正常工况，在 2006 年实施了大修期间改用了从计量泵出口设计一个旁通管线再接入泵的入口，再通过调节阀作为回流保证压力平衡，在改造后由于当时气质气量较好又平稳，这种不上量的情况较少。后期由于气质气量波动较大就出现上面描述的情况，在这种波动大的情况下，最后采取了工艺变更及创新：①通过计量泵的排量调节与泵

出口回流调节配合使用，根据压力、液位来控制，这样多余的汽蚀余量如果因温度升高而汽化后又可以通过调节阀进入脱乙烷塔重沸器再次回炼，通过再次对计量泵的移位和工艺变更创新后，开产试验一次性成功；②在夏季容易严重出现该问题的节点上进行开产试验，截止目前彻底解决了该疑难问题，保证了生产安全平稳运行，彻底解决了困扰十多年的疑难问题；③目前在满足装置气量工况的前提下，上游气质气量波动可控，可提高日处理量 3~5 万方 /d，收率达标，可提升产量液化气 1.5t/d 左右，稳定轻烃 0.5t/d 左右，可创年经济效益 200 万元左右，而且保证了合格的管输气，为油气矿提质增效做出了实质性的贡献。

10 实现达到目的

通过完全实施，目前脱丙烷塔计量泵稳定可靠，确保生产正常运行。通过彻底解决进出口汽化产生阻力现象，保证脱乙烷塔液位、压力、温度达到工艺要求、自动化操作运行安全可靠。

11 预期效果

首先对脱丙烷塔上量进出口管线进行保温改造及工艺变更，避免液烃受外界温度影响而汽蚀而大量排放，同时，节约了资金成本，大大提高了产品收率。其次能否对计量泵的进出口管线在装置系统中的工艺变更，通过技术研究讨论，逐级审批，实践论证确立，进行工艺技改，彻底解决因系统工艺存在问题而影响影响计量泵不上量的故障。

12 结束语

随着我国天然气能源的综合利用，不断开发，具有较高经济价值和市场前景，同时达到处理合格的管输气，还能保障天然气在储藏、运输过程中的安全性，减少大气污染，对提高天然气的整体经济效益具有主要意义，同时提高了产品质量和环保要求。当前世界已步入天然气深加工高科技的黄金时代，特别是当前二十大倡导碳达峰、碳中和、清洁能源、绿色环保科技的大形势下，发扬大国工匠精神，为加快我国天然气能源深加工创造更多的经济效益。

参考文献：

[1] 龚兵. 轻烃回收装置工艺模拟与优化 [D]. 成都：西南石油学院, 2005.

作者简介：

赵兴国（1970-），男，汉族，四川南部县人，大专，主任技师 / 三级技能专家，主要从事天然气净化（轻烃操作）工艺及设备研究。