

# 一体化集气装置在苏里格气田的应用

刘俊 黄国荣 谢远飞 陈增辉 杨冬雪 韩兆鹏

中国石油长庆油田公司第四采气厂, 陕西 西安 710018

**摘要:** 随着苏里格气田持续开发, 集气站的数量日益增加, 该气田采用单井来气汇入集气站处理的常规集气方式, 集气站地面建设中存在工艺流程复杂、施工周期长、占地面积大等问题。为了提高生产效率、管理效率并快速建产, 在气田地面建设中使用了一种新型的一体化集气装置。该装置能有效地缩短施工周期, 提升管理效率。根据一体化集气装置的新功能及特点, 介绍了该装置在采气工艺流程优化与简化改造中的应用效果。结合长庆油田苏 36-1 集气站内实际应用效果, 分析该装置在生产中存在的问题, 指出了今后的改进方向。

**关键词:** 苏里格气田; 一体化; 集气装置; 效果

DOI: 10.3969/j.issn.1006-5539.2014.05.004

## 0 前言

随着气田的持续开发, 相应的配套设备也不断增加, 气田的管理压力也随之不断地提升。一方面, 原地面设备与工艺流程高频次的改造对气田的生产效率带来较大影响; 另一方面, 复杂的工艺流程所带来的运行维护成本越来越高。简化工艺流程、降低改造风险、控制投资成本, 提高生产和管理效率, 是当前采气厂持续发展的客观要求<sup>[1]</sup>。

为了安全快速地开发与管理气田, 进一步优化老气田的工艺流程, 满足气田地面集气站快速建设的要求, 长庆油田第四采气厂引进了数字化橇装集气装置。该装置集成了常规集气站的主要设备设施, 有效地减少了设备占地面积, 缩短了建设施工周期, 降低了维护费用, 提升了管理效率<sup>[2]</sup>。由于气田生产的复杂性, 该设备在实际运行过程中也存在少量不足, 为更好地开展数字化橇装集气装置的推广和应用, 有必要研究现状, 分析存在的问题, 为采气厂地面建设提供经验。

## 1 一体化集气装置简介

一体化集气装置又称集气橇, 该装置将标准集气站

内的核心设备橇装化, 集中在占地 48 m<sup>2</sup> 的底座上。装置集成了进站阀组、汇管、分离器、闪蒸罐、流量计、自用气分离器、疏水阀、放空系统、电仪系统、管线阀门及橇底座等主要设备, 见图 1。



图 1 集气橇模块示意图

该集气橇设备型号为 SJQ-50-4.0-II, 装置参数见表 1。装置集成了进站远程截断、干管远程紧急放空、天然气气液分离、流程远程切换、外输计量、清管、自用气供气、采出水闪蒸、放空分液九大功能, 实现了“独立运行、远程关断、自动排液、安全放空、动态监测、智能报警”的目的。

装置具备不动火装配和成橇工厂化制造的特点, 与

收稿日期: 2014-05-21

基金项目: 中国石油科研项目“低渗透(小断块)油气田地面工程低成本开发新技术集成示范工程”分课题研究内容(07 B 41301)

作者简介: 刘俊(1988-), 男, 湖北武汉人, 助理工程师, 硕士, 从事天然气开采及储运研究工作。

传统集气站设备相比在选型规格、流程安装、自动化及智能控制水平等方面有了很大提升。该装置优化了天然气集输流程,降低了设备占地面积与施工周期,有效地降低了现场员工巡检工作量,节约了人力和物力,提高了工作效率。

表 1 一体化集气装置参数

| 设备属性                                    | 参数值                        |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| 处理介质                                    | 非酸性原料天然气                   |
| 处理规模/( $\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ) | $50\times 10^4$            |
| 设计压力/MPa                                | 4.0                        |
| 运行压力/MPa                                | 1.0~3.5                    |
| 液气比                                     | 0.3~1                      |
| 外形尺寸(长×宽×高)/m                           | $2.6\times 18.5\times 4.2$ |
| 装置重量/t                                  | 24.3                       |

## 2 一体化集气装置的关键技术

与常规设计相比,一体化集气装置在设备体积上有较大优势,为减少设备元件数量,缩小装置尺寸,需要研发新型高效的设备以达到降低投资、方便拉运、减小占地面积的目的。根据苏里格气田天然气低压集输工艺,设计了电动三通球阀、组合式分离闪蒸罐与新型电仪接线箱等主要设备。

### 2.1 电动三通球阀

常规集气站中进站流程包括生产、放空及截断三套流程,流程的切换通过 3 个阀门控制来实现,装置占地面积较大。而集气橇设备采用了电动三通球阀,集成进站区多个控制阀门,减小了设备占地面积。

三通球阀阀体有 3 个接口,其中水平方向为两出口,底部垂直方向为天然气进口,通过调整阀芯位置,实现截断或者连通的流程切换,见图 2。通过在三通球阀阀体上加装电动执行机构,在替代原进站机关设备的同时,实现了远程紧急截断和放空的功能。

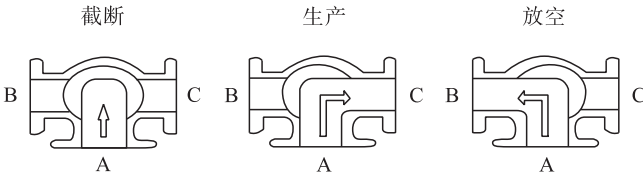


图 2 三通阀三种流程状态

### 2.2 组合式分离闪蒸罐

为满足集气橇设备集成化的需求,将原集气站的分离器及闪蒸罐流程进行优化组合,形成了组合式分离闪蒸罐。该设备通过隔板将一个腔体分解为分离及闪蒸两个腔体,见图 3。

分离腔体综合重力分离、旋流分离、过滤分离三种

分离功能,分离精度完全满足气田集气管线的输送要求。闪蒸分液腔体综合了放空分液、采出水闪蒸和放空水封的功能,整体上减少了设备数量和占地面积,缩短了装置长度 2.7 m。

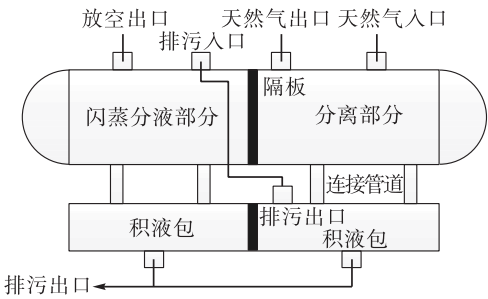


图 3 组合式闪蒸分液罐示意图

### 2.3 新型电仪接线箱

根据装置内的用电点、数据采集点、控制点的数量和分布特点,定制了多功能配电箱和仪表接线箱,装置接入电缆 6 路,配出 38 路,减少电缆铺设 32 路,数量减少了 85%,不仅减少了电缆长度和铺设的工作量,而且增强了装置的集成度及美观性。

## 3 一体化集气装置的应用效果

一体化集气装置相比于传统的集气站设备,在设备选型规格、质量、自动化及智能控制水平等方面有很大提升。通过标准化设计与模块化建设,不仅降低建设投资,同时有效地降低了人员作业风险<sup>[3]</sup>。通过工艺流程的优化与简化,减少了土地占用面积、提高了建设效率,降低了维护成本,为苏里格气田的有效开发提供了极大便利。

### 3.1 优化工艺流程

原集气站工艺流程较复杂,流程切换及正常生产过程中操作较繁琐,浪费较多人力物力,一体化集气装置通过关键设备的研发,优化了场站内部天然气处理的工艺流程,见图 4。

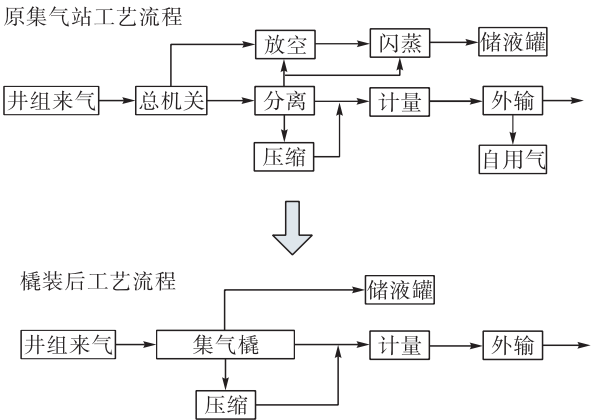


图 4 一体化集气装置应用前后地面工艺流程对比

一体化集气装置的应用不仅明显简化了场站流程,而且优化了气液分离工艺。分离器的传统排液方式为疏水阀自动排液,在日常生产过程中会出现气井产液大、疏水阀阀芯堵等情况导致设备排液不及时,需要人员进站手动排液。

与原始排液方式相比,一体化集气装置在分离器疏水阀旁通管线上加装了两处电动球阀,将其执行机构控制点接入平台实现远程控制。同时,通过对平台添加智能控制程序,实现球阀“高液位自动开启,低液位自动关闭”的智能控制效果,保证了无人值守站中设备的正常排液。

### 3.2 减少设备占地面积

与常规设计相比,一体化集气装置在不影响天然气处理效果的条件下,通过减小设备体积,缩短设备间距、简化工艺流程、优化安装方式等方法达到设备一体化的目的<sup>[4]</sup>。通过对比苏 36-1 集气站原始流程与橇装流程占地面积表明:在天然气处理量相同的前提下,通过使用一体化集气装置,能够减少占地面积 60%,见表 2。

表 2 站内设备占地面积

| 流程   | 设备     | 面积/m <sup>2</sup> | 总面积/m <sup>2</sup> |
|------|--------|-------------------|--------------------|
| 原始流程 | 进站总机关  | 20.16             | 131.4              |
|      | 分离器    | 32.4 × 2          |                    |
|      | 闪蒸罐    | 23.76             |                    |
|      | 外输自用气  | 22.68             |                    |
| 橇装流程 | 一体化集气橇 | 48.1              | 48.1               |

### 3.3 缩短施工周期

以苏 36-1 集气站为例,该站于 2013 年 5 月 20 日扩建,新增一体化集气橇 2 台,同年 7 月 20 日完成扩建。扩建总耗时 60 个工作日,新增天然气处理量  $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,相比于同样规模的常规集气站建设用时缩短了 50% 以上。

一体化集气装置的制造全部在施工前期完成,现场安装过程中,只需将设备接入相应的管网即可完成流程连接,苏 36-1 集气站 1# 集气橇橇体与管网连接共有进、出口 17 处,相对常规设计中 100 余处连接点,减少了 80% 以上的现场安装工作量。

### 3.4 集气站增产不增员

一体化集气橇的设计注重简化工艺流程,更注重智能化,是数字化建设的有力支撑。该装置集机械技术、电工技术、自控技术及信息技术于一体,具有智能化的特点,能够实现生产过程自动控制和自我保护,生产数据自动上传并接受上级指令,达到无人值守,促进信息化管理的目的<sup>[5]</sup>。

一体化集气橇装置中含各类控制阀门共 52 个,其中重点控制部位安装远程可控电动球阀 14 个,占总控制阀

门 27%。这些远程可控电动球阀安装在进站机关、放空、排污等关键部位上,可通过二级监控平台直接控制。通过安装各类变送器共 11 台,保证调控中心可以通过平台直接监控装置上各部位的压力、温度等实时数据,达到独立运行、远程关断、自动排液、动态监测、智能报警等目的。

苏 36-1 集气站扩建前,站内处理量  $50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,站内维护人员 2 人;扩建后站内处理量达到  $150 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,站内维护人员 2 人。通过应用一体化集气装置,实现地面集输系统优化调整后,现场管理点大幅下降,由原来 32 个点减少为 12 个点,在提升集气站处理量的同时保持用工总数不变,达到了增产不增员的目的。

## 4 生产中存在的问题

在生产过程中,通过对场站内集气橇装置的构成、功能、应用效果等方面分析,发现该装置存在以下不足。

### 4.1 排液优化不足

集气橇所采用的分离器为卧式双筒分离器,属于重力分离。该工艺流程对橇体自带集液包体积有一定要求,充足的体积能保证游离水流出分离器前在积液区有足够的停留时间,以便气泡有足够的时间上升至液面并进入气相<sup>[6]</sup>。

在生产过程中由于单井产液量大,疏水阀排液不及时,分离器经常出现液位高的情况,多数时候需要通过电动球阀辅助排液,疏水阀使用效率较低<sup>[7]</sup>。设备排液后液位最低值保持在 50~60 cm,这部分存液无法通过疏水阀排出,而积液包顶部对应的液位值为 67 cm,这种设计导致了积液包的有效利用容积大幅减小,影响了分离效果,见图 5。

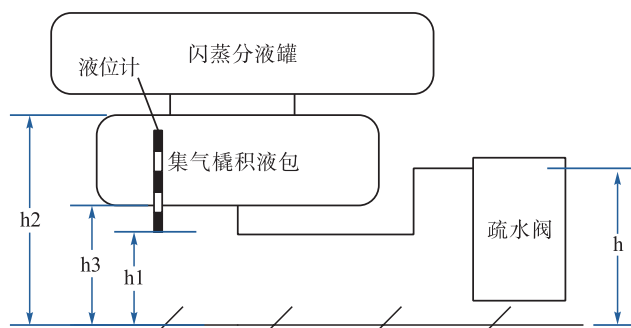


图 5 集气橇排液设备示意图

积液包容积:

$$V = \pi R^2 \times L = 2\,826\,L(\text{cm}^3) \quad (1)$$

实际利用空间:

$$V_1 = \{2 \arccos[(R-r)/R] / 360 \times \pi R^2 - (R-r) \times \sqrt{R^2 - (R-r)^2}\} \times L = 658.7\,L(\text{cm}^3) \quad (2)$$

集气橇积液包容积利用率:

$$I = V_1/V = 658.7/2\,826 = 23\% \quad (3)$$



通过计算,设备积液包有效利用空间仅为 23%,对高产液气井来气处理缓冲能力不足,容易因疏水阀排液不及时造成液位快速上升。虽然电动球阀智能控制能够在一定程度上辅助排液,但未能从根本上优化设备自动排液问题。

对于该设备的优化不足,可通过降低疏水阀进液口高度,增大集气橇积液包有效利用空间,提高分离效果。

#### 4.2 排液系统相互干扰

当分离器腔体通过旁通电动球阀排液时,产出液会通过闪蒸罐疏水阀阀嘴反窜至腔体中,导致闪蒸罐疏水阀腔体中的浮球剧烈碰撞,影响闪蒸罐排液<sup>[8]</sup>。

通过分析设备流程发现:分离器腔体的排污系统与闪蒸罐排污系统共用 1 根排污管线,且接入节点间距较小(2 m),采用的排污干管管径较小。由于设备间距小,管径小,排液时缓冲作用较弱,加上闪蒸罐在日常生产中无压力,导致排污过程中相互干扰。

对于该设计不足,可以在分离器与闪蒸罐排污管线之间加装单向阀,在保证闪蒸罐正常排液的同时,消除分离器腔体排液造成的影响。

#### 4.3 空间分布密集

由于集气橇装置一体化集成度高,为了减小装置的整体尺寸和占地面积,设计时将各部件之间的距离缩减,一体化集气装置设备空间分布,见图 6。集气橇上疏水阀腔体与积液包的距离不足 30 cm,在日常设备检修过程中拆卸十分困难,对日常生产检修工作造成一定的影响。在套上保温棉后,各设备间的空间更小,甚至有部分控制球阀被保温套阻挡无法正常操作,建议在装置设计时考虑保温棉所占空间,合理安排各设备间距离,为设备检修保留合理的操作空间。



图 6 一体化集气装置设备空间分布

## 5 结论

一体化集气装置优化了气田地面生产中的工艺流程、减少了设备占地面积、缩短建设施工周期、降低了维护费用及生产定员,促进了管理效率的提升。通过对排污系统中电动球阀添加智能控制程序,一定程度上保证了设备的正常排液,有效避免了因设备液位高导致的异

常生产状况。集气橇积液包的利用空间不足、排污系统相互干扰、日常检修困难是该设备在生产中依然存在的问题,需要在以后的设计中从气田生产实际出发,结合生产规模、功能需求继续改进,确保其在气田地面建设中发挥更大的作用。

#### 参考文献:

- [1] 李 庆,孙铁民. 一体化集成装置在油气田地面工程优化中的应用及发展方向[J]. 石油规划设计,2011,22(5):12-14.  
Li Qing, Sun Tiemin. Application of Integrated Installation to the Optimization of Oil and Gas Field Surface Facilities [J]. Petroleum Planning & Engineering, 2011, 22(5): 12-14.
- [2] 张乃骞. 橇装装置的发展及橇装特点[J]. 天然气与石油, 1996, 14(3): 16-19.  
Zhang Naiqian. Development and Features of Skid-mounted Unit[J]. Natural Gas and Oil, 1996, 14(3): 16-19.
- [3] 李 庆,李秋忙,云 庆. 油气田一体化集成装置的进展及认识[J]. 油气田地面工程,2012,31(10):91.  
Li Qing, Li Qiumang, Yun Qing. Progress and Understanding on Integrated Device[J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2012, 31(10): 91.
- [4] 张朝阳,李时宣. 一体化集成装置在长庆油田地面建设中的应用[J]. 油气田地面工程,2012,31(8):36-37.  
Zhang Chaoyang, Li Shixuan. Application of Integration Devices in Changqing Oilfield Surface Construction[J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2012, 31(8): 36-37.
- [5] 夏 政,齐园园,罗 斌,等. 长庆油田建立一体化集成装置运维服务体系探索[J]. 石油工程建设,2012,38(6):81-83.  
Xia Zheng, Qi Yuanyuan, Luo Bin, et al. Exploration of Establishing Operation and Maintenance Service System of Integrated Equipment in Changqing Oilfield [J]. Petroleum Engineering Construction, 2012, 38(6): 81-83.
- [6] 韩强辉,李小辉,李 鹏,等. 双筒卧式重力分离器强制旋流吸收吸附分离器对比分析[J]. 石油化工应用,2009,28(4): 78-81.  
Hang Qianghui, Li Xiaohui, Li Peng, et al. Double-cylinder Horizontal Force of Gravity Separator Cyclone Absorption Contrast Analysis of Absorption and Separation Apparatus [J]. Petrochemical Industry Application, 2009, 28(4): 78-81.
- [7] 杨川东. 采气工程[M]. 北京:石油工业出版社,2001. 8-34.  
Yang Chuandong. Gas Production Engineering [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001. 8-34.
- [8] 蔡春知. 油气集输[M]. 北京:石油工业出版社,1990. 163-179.  
Cai Chunzhi. Oil and Gas Gathering and Transportation [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1990. 163-179.