

施安全喊话，着力点不足区域禁用喷壶以防坠落。

### 3 过程信息的合规化管控

过程信息管理作为故障溯源的关键环节，其法定性要求源于国际国内双重规范：国外政府安全管理部门强制企业申报危险化学品清单，并编制详细技术说明书；我国《安全生产法》《危险化学品管理条例》同样规定企业必须完善过程信息及化学品技术说明书。这种法定框架使装置过程信息成为故障管理的强制性基础，其完善程度直接影响事故溯源的规范性与有效性。

过程信息涵盖化学标识、危害特性、组分构成、急救措施、消防处置、泄漏控制、储运规范、个体防护、理化参数、毒理生态数据及废弃处理规程等要素，构成工艺管理人员的法定知识体系。实施中需执行双重机制：及时跟踪信息变更并更新档案库；在装置工艺变更时同步校准过程信息，确保文件体系持续合规。最终通过分级培训（操作层至管理层）

将信息内化为安全实践，保障装置全生命周期受控状态。

### 4 结语

MTBE 装置作为重要的炼油化工装置，其故障管理具有一定的特殊性，特别是平面布置相对复杂，在管理上我们坚持运用先进的方法和手段，特别是在管线内外腐蚀上摸索出自己的经验，在提升员工的积极性上更是严格执行，使员工收益与装置运行的优良相挂钩，使装置保持了稳定和优质运行。但随着现代 AI 技术的发展，我们的现代化工厂的建设相对手段不足，建议在装置系统设置二维码，对重要运行参数进行上传，形成自己独特的身份系统，便于进行追溯性的管理及系统数据的闭环管理，使各级人员按权限实现数据共享。这都需要在设施硬件与软件上进行投入，目前装置人员年龄逐渐增大，装置新度系数也逐渐下降，只有不断自动化手段，提升管理的效率与效能，才能让装置安全性与稳定性再次提升，让装置发挥出更大潜能。

## 5 附录（对比不同阶段 LDAR 数据）

表 1 2023 年 1 月 LDAR 数据检测

日期	设备	部位	PPM 读数	维修后 PPM 读数
2023 年 1 月 9 日	P301	P301B 北 0.5 米 1 层 1.5 米 P301B 出口阀	2018.9	11.3
2023 年 1 月 9 日	P307	P307B 下方 0.2 米 1 层 0.5 米 P307B 进口导淋	3403.5	15.6
2023 年 1 月 9 日	P302	P302B 南 0.5 米 1 层 0.5 米 P302B 进口过滤器	3506.2	12.1
2023 年 1 月 9 日	R202	V304B 北 2 米 2 层 1 米 FV205 导淋	3202.7	18.9
2023 年 1 月 9 日	P302	P302A 上方 0.5 米 1 层 1.5 米 P302A 出口止回阀	2694.5	56.7
2023 年 1 月 9 日	R203	V204 北 2 米 2 层 1 米 FV206 导淋	2723.4	17.6

表 2 2024 年 1 月 LDAR 数据检测

日期	设备	部位	PPM 读数	维修后 PPM 读数
2024 年 1 月 10 日	E203	E203 下方 0.2 米 2 层 0.5 米 E203 壳程出口阀	3033.4	15.3
2024 年 1 月 10 日	R205A	R205A 南 0.2 米 2 层 0.2 米 R205A 进口法兰	7839.9	15.7
2024 年 1 月 10 日	P206	V209 南 2 米 2 层 0.2 米 FV212 前手阀	2373	41.5
2024 年 1 月 10 日	R203	R203 东 0.5 米 2 层 0.2 米 R203 出口阀	2198.9	26.1
2024 年 1 月 10 日	P209	P209A 北 1.5 米 1 层 1.5 米 LV211A 后手阀	6901.2	21.6
2024 年 1 月 13 日	T302	T302 西 2 米 3 层 0.5 米 FV304 本体	2901.2	64.3

表 3 2025 年 1 月 LDAR 数据检测

日期	设备	部位	PPM 读数	维修后 PPM 读数
2025 年 1 月 13 日	V303	V303 上方 1.5 米 2.5 层 1.5 米 V303 进口支路阀	12524.7	17
2025 年 1 月 13 日	R205A	R205A 北 0.2 米 2 层 2 米 R205A 封头	3544.1	54.5
2025 年 1 月 13 日	V304	V304A 顶部 0.2 米 2.5 层 0.2 米 V304A 顶部进口阀	25096.8	1
2025 年 1 月 13 日	V304	V304A 顶部 0.5 米 2.5 层 0.5 米 V304A 顶部安全阀前手阀	4215.9	28.3
2025 年 1 月 13 日	P213	P213 北 0.5 米 1 层 0.5 米 P213 进口导淋	2149.7	0
2025 年 1 月 13 日	R203	R203 顶部 1 米 6 层 1 米 R203 顶部安全阀本体	13094.8	0
2025 年 1 月 13 日	R202	V304B 北 2 米 2 层 1 米 FV205 出口阀	3358.7	83.1

### 参考文献

[1] 《8万吨/年MTBE装置操作规程》  
[2] 《化工过程安全管理导则》

[3] 谢运新.MTBE装置基于风险的安全管理[J].石油和化工设备,2015(4):80-81.

# Application of intelligent venting technology in sub-zhou gas field station pipeline

Zhedong Zhou Sheng Chang Hongyuan Yang Wenxian Liu ChenSun\*

China Changqing Oilfield Branch Second Gas Production Plant, Yulin, Shaanxi, 719000, China

## Abstract

Zizhou gas field has been developed for 18 years. At present, it is in the stage of adjusting and stabilizing production. The formation pressure decreases, the wellhead pressure decreases, and the terrain fluctuates greatly. As a result, the gas well inlet pipeline is prone to freezing and blocking during winter supply, which affects the production of gas wells. In order to solve the above problems, the application of intelligent venting technology of inlet pipeline is carried out in gas gathering station. The application results show that: In 4 wells using this technology, the production time rate difference between summer and winter supply period is 0.14 ~ 0.07, and the average production time rate of gas wells during winter supply period is 0.81. During the winter supply period, the average daily gas production of the well is  $1.25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , which is  $48.45 \times 10^4 \text{ m}^3$  higher than that in summer. The production time rate of gas well is obviously improved, and the effect of increasing production is remarkable. The plugging removal time of single well is reduced to 0.5 hours, and the production time of gas well is increased by 1680 hours during the winter supply period of the whole gas field, which directly increases the economic income by 103.95 million yuan, saves the cost of plugging removal artificial + fuel by 28.80 million yuan, and increases the comprehensive annual economic income by 132.75 million yuan. According to the input speed of 2 sets per year, the technology can recover the cost in the current year, and the application prospect is good.

## Keywords

zizhou gas field; intelligent venting; Winter supply; freeze up; inlet pipeline

## 子洲气田进站管线智能放空技术应用

周哲冬 常胜 杨鸿远 柳文贤 孙晨\*

中国石油长庆油田分公司第二采气厂, 中国·陕西 榆林 719000

## 摘要

子洲气田已开发18年, 目前处于调整稳产阶段, 地层压力下降, 井口压力降低, 加之地形起伏较大, 导致气井进站管线冬供期间容易发生冻堵, 影响气井产量。为解决以上问题, 在集气站开展进站管线智能放空技术应用, 应用结果显示: 应用该技术的4口井, 夏季与冬供期间生产时率差在-0.14~0.07, 气井冬供期间平均生产时率0.81; 冬供期间井均日产气  $1.25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 相比夏季累计增产气量  $48.45 \times 10^4 \text{ m}^3$ ; 气井生产时率明显提升, 增产效果显著。单井解堵时间降低至0.5小时, 全气田冬供期间增加气井生产时间1680h, 直接增加经济收入103.95万元, 节省解堵人工+燃油成本28.80万元, 综合年增加经济收入达132.75万元。按照每年2套的投入速度, 该技术可当年收回成本, 应用前景较好。

## 关键词

子洲气田; 智能放空; 冬供; 冻堵; 进站管线

## 1 引言

近年来, 中国石油始终承担着保障国家能源安全的重大使命, 强调科技创新是油气田勘探开发的第一生产力<sup>[1]</sup>。子洲气田位于鄂尔多斯盆地东部, 属于典型的低压气藏, 现处于调整稳产阶段<sup>[2-3]</sup>。由于地形限制, 单个井场平均建井不到3口, 气井较为分散。地层压力下降与地形起伏引起的压降损失导致部分气井井口压力无法满足进站管线正常运行, 管线液堵时有发生, 严重影响气井产量。特别是在冬季,

注醇效果较差时, 冻堵频次增加, 经常需要放空提产带液<sup>[4]</sup>。目前, 该气田主要依靠人工方式进行放空解堵, 虽然能有效解决问题, 但存在劳动强度大、安全风险高、解堵时效性差的问题。因此, 开展进站管线智能放空技术应用, 期待为气田高质量建设积累经验。

## 2 管线解堵技术现状

管线液堵是低压气井生产常见问题, 表现为受地层压力下降与地形起伏引起的, 湿天然气集输易在沿程起伏及低洼处形成积液, 易导致进站管线液堵, 冬天时表现为冰堵, 严重影响气井产量。常见解决管线液堵的方法有: 井口放空、压缩机井口增压与集气站集中增压<sup>[5-6]</sup>。前者优势是

【作者简介】周哲冬(1981-), 男, 中国陕西榆林人, 工程师, 从事气田开发工作及研究。

投资少、作业有效率高,但长期作业劳动强度极大;后两种劳动强度小、天然气利用率高,但投资成本高,且解堵效果受到压缩机功率与气井井口压力影响较大<sup>[7-8]</sup>。

子洲气田气井分散、集气站规模小、集气站数量多。该站经过无人值守改造后已全面实现了无人值守运行模式。站内实现了进出站自动截断、自动气紧急截断、加热炉气源紧急截断、分离器自动排液、站内照明自动开关;同时,发电机、注醇泵、空压机等设备均已实现远程控制,生产过程安全受控,满足了集气站无人值守模式下生产、安全要求。但仍存在以下问题:一是站内倒单量仍需人工现场操作倒换流程,以实现针对不同气井的定期计量,劳动强度大、效率低;二是冬季地面管线易积液冻堵,人工站内、井口放空解堵频次高,而且冻堵主要发生在夜间,存在出车风险,劳动强度大,解堵时效性差。如采取压缩机集气站集中增压解堵,投入成本与产出不匹配;单井井口增压解堵人工维护成本高。为解决以上问题,目前在X站开展进站管线智能放空技术应用,该技术可在气井液堵时,及时通过积液诊断放空排液,提高气井的生产时率,为该气田冬季保供期间安全、高效生产提供了技术支撑。

### 3 进站管线智能放空技术

#### 3.1 设备组成

该技术主要包括自动倒单量系统、积液诊断系统、和智能放空系统。涉及的主要设备包括:T型三通气动球阀、阀门控制机构、压力变送器、气动调节阀。

#### 3.2 技术流程及功能

将T型三通气动球阀安装在节流总机关三通位置处一进两出,正常生产实现一进一出,保证天然气只进生产分离器或者计量分离器,原有闸阀保留,正常生产时间阀常开,通过控制该三通阀切换流程,实现远程自动倒计量。

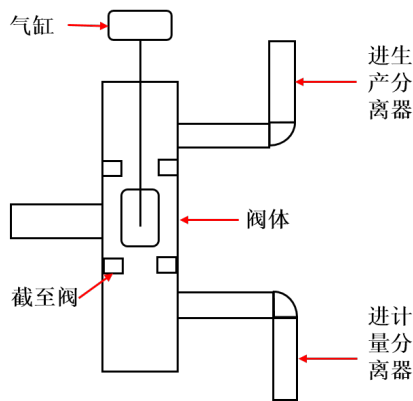


图1 T型三通气动球阀结构示意图

在节流汇管和分离器放空管之间加装联络线与控制阀门,加装压力变送器并将压力监测信号与阀门控制联动,实现积液及时诊断。在计量分离器入口管线上加装气动球阀,将分离器入口放空管线上的手动旋塞阀更换为气动调节阀,

在调节阀后增加压力变送器,在垂直立管上加装气动球阀。

当该井在计量过程中带液较多,可能发生冻堵时,压力变送器输送压力监测信号,积液诊断系统进行判别,若发生冻堵,阀门控制机构启动,首先远程关闭分离器入口气动调节阀,其次打开放空管线气动调节阀,设定压力,由气动调节阀根据设定压力,实现定压放空,确保放空作业安全,实现放空带液提产。

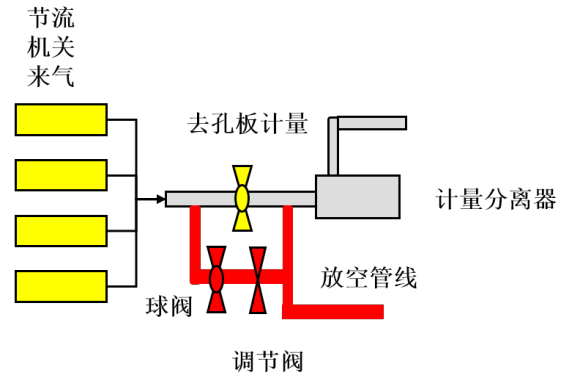


图2 智能放空系统示意图

#### 3.3 主要设备参数

实现该技术功能的主要设备为T型三通气动球阀和气动调节阀。前者驱动方式为气动,配套气动执行机构和气源电磁阀,具体参数见表1;后者配套气动执行机构、气源电磁阀和智能定位器,具体参数见表2。

表1 T型三通气动球阀参数表

入口直径 (mm)	出口直径 (mm)		压力等级 (MPa)	温度范围 (°C)	防爆等级
	计量	生产			
50	60	60	10	-29-120	EXDII BT4

表2 气动调节阀参数表

直径 (mm)	压力等级 (MPa)	温度范围 (°C)	防爆等级
50	10	-29-120	EXDII BT4

### 4 技术应用效果

X站生产带液较多,管线长度长、起伏大,液堵频次高,所处位置比较偏远,人工放空成本极大。因此,选择此站4口典型井X-1、X-2、X-3和X-4进行进站管线智能放空技术应用试验,可即时缓解该问题对于气井产量的影响。受到属地环保压力的影响,夏季生产时一般不进行放空作业,夏季生产数据与冬供期间的生产数据可以作为同井对比数据;对比井选择与措施井同层位、生产制度相似的井。

如表3所示,措施井夏季与冬供期间的生产时率差在-0.14~0.07,对比井生产时率差在0.17-0.43,可以看出,技术应用后冬供期间气井生产时率明显提升。这与措施井解堵时效的提升有关,该气田平均井口解堵单次用时在4小时以上,气井冻堵频率在80次/月,技术应用后,进行