

站场放空火炬系统优化及改造

陈玉梅¹ 任建红² 薛文奇¹ 李尹建¹ 李 唯¹

1. 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610041;

2. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083

摘 要: 通过对某站场放空火炬系统的现状分析, 指出高含硫天然气放空应引入火炬系统燃烧后排放, 放空系统应具有可靠的全自动电点火设施。提出了为确保放空火炬系统安全可靠运行涉及的相关问题; 结合相关标准规范就放空火炬系统功能设置、阻火设施、点火设施、系统安全运行等方面进行了探讨。同时针对具体工程实例, 提出利用放空天然气作为点火气源, 增设全自动高空电点火系统的优化实施方案, 确保站场含硫放空天然气的安全排放。

关键词: 放空火炬; 阻火设施; 点火设施; 安全运行; 高含硫

DOI: 10.3969/j.issn.1006-5539.2014.02.022

0 前言

站场放空火炬系统是天然气站场的重要部分之一, 其完善与否关系到输气管道和场站装置的平稳运行及人民生命财产的安全。站场放空火炬系统由放空立管和放空点火设施组成, 主要功能是在站场检修、系统超压或发生事故时进行天然气放空, 要求在正常生产或事故状态时的放空天然气能够及时、安全、可靠地通过放空火炬排放燃烧, 保证生产装置的系统稳定和安全, 保护周边环境, 其燃烧废气各项指标符合国家及当地环保排放标准。

随着各类大型气田的开发建设, 在处理量大、压力高、酸性介质含量高及系统复杂的天然气工程设计中, 泄放系统设置问题愈加突出, 而国内相关标准规范对集输、长输管道工程泄放系统均未作详细要求, 造成放空火炬系统设置不统一。目前国家安全要求日益严格, 使放空系统的配置也越来越完善。本文结合土库曼斯坦某工程站场放空火炬系统设置实例, 分析运行的可靠性、安全性, 并对其进行优化设计和实施改造。

1 国内站场放空火炬系统配置

1.1 功能设置

放空火炬系统一般用于设备检修和紧急状态下的天

然气放空, 是保障工艺装置安全生产的辅助设施, 以减少放空天然气对环境的污染, 主要由放空管线、放空分液罐和放空火炬或放空立管组成。气田集输站场工程放空火炬系统一般设有火炬筒体、火炬头、阻火设施(分子封/速度封/水封/阻火器)、点火设施(长明灯、点火系统)^[1]。

1.2 火炬筒体

放空火炬筒体的尺寸根据放空量计算确定, 为保证放空天然气的充分燃烧, 泄放时马赫数 M_{ach} 一般不超过 0.5。在处理量大、压力高的工况下, 可采用高压音速火炬, 以减小放空火炬筒体直径, 但背压增高, 放空管线压力等级将会增加, 因此需根据工程具体的放空量, 从经济、操作上进行综合确定。

1.3 阻火设施

站场放空火炬阻火设施一般可选择设置阻火器或分子封(或速度封), 后者需要的配套系统较多。采用阻火器时, 应选用阻爆轰型阻火器, 若放空天然气中杂质较多, 应设带有爆破片的旁通放空管线, 以防止阻火器堵塞后放空系统憋压^[2]。

1.4 点火设施

点火设施一般为自动电点火和手动点火; 长明灯主

收编日期: 2013-12-15

基金项目: 中国石油天然气集团公司重点工程资助项目(S2010-14E)

作者简介: 陈玉梅(1965-), 女(土家族), 四川泸州人, 高级工程师, 学士, 主要从事暖通空调与动力工程设计工作。

要用于点火装置的辅助点火。自动电点火有高空电点火系统、外传火电点火系统、地面爆燃式内传火电点火系统三种方式,视工程具体情况可设置一种或两种点火方式;SH 3009-2013《石油化工企业燃料气系统和可燃气体排放系统设计规范》^[3]规定,火炬头点火燃烧器的数量与火炬筒体直径有关,筒体直径越大,所需点火燃烧器数量就越多,不宜少于 2 个,应根据火炬筒体的直径配置点火燃烧器数量。

实际工程中,对于放空量较小、人烟稀少的地区,也可能存在气体不经过燃烧直接放空,但前提条件是不造成环境污染和人身危害。

对于高含硫天然气放空系统一般均设可靠、全自动的电点火设施、长明灯、火焰监测及熄火报警,保证放空天然气的安全排放。

2 改造实例

2.1 工程概况

土库曼斯坦某工程气井均为高含硫气井, H_2S 含量 4.5% (x), 站场设计规模 $200 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 设计压力 12 MPa。单井工艺流程从井口采气树接出原料天然气, 经井口节流阀, 节流至 10.5 MPa 进入站内工艺管道, 通过气、油、水混输至天然气预处理厂。单井双翼均设有安全阀自动泄放功能, 自井口节流阀后接出, 安全阀前有一级球阀控制, 再进入单井放空火炬。

目前该站场已建放空火炬系统设有放空分液罐、放空立管(高 20 m、DN 700/DN 400)、阻火器、爆破片等设施, 未设置自动电点火系统。 H_2S 含量 4.5% (x) 的高含硫原料气, 若在紧急情况下安全阀起跳后未进行点火燃烧, 经放空立管泄放直接排入大气中, 将造成环

境污染和人畜中毒事故, 风险极大。

另外, 因原放空立管未设置点火设施, 各站场未另设低压净化天然气作为点火燃料气气源。

2.2 站场放空火炬系统现状分析

该工程现有放空火炬系统中放空火炬筒体、放空分液罐等工艺设备的设置均满足相关标准规范要求, 但未设置点火设施, 放空天然气未经燃烧直接排入大气, 存在极大的安全隐患。对于高含硫气田, 为保证安全及保护环境, 必须将排放气中的 H_2S 和可燃气体引入火炬燃烧, 排放的燃烧物中 SO_2 浓度应达到国家允许排放要求。

现有的放空管线上设置的阻火器及爆破片基本满足阻火要求, 能保护站场工艺装置。根据 SY/T 0612-2008《高含硫化氢气田地面集输系统设计规范》^[4] 第 5.5.3 及 5.3.4 条和 GB 50183-2004《石油天然气工程防火规范》^[5] 第 6.8.7 条规定该类放空天然气应引入火炬系统燃烧后排放, 且应有可靠的点火设施。

为消除安全隐患, 有效规避风险, 保证生产运行安全可靠, 需对该站场放空火炬系统进行改造, 增设自动电点火系统。

2.3 站场放空火炬系统改造

2.3.1 实施方案

站场放空火炬系统的改造, 既要避免另外敷设低压净化燃料气管线增加工程投资和施工周期, 又要保证自动电点火系统的安全可靠, 其实施方案关键点如下:

- 利用放空天然气直接作为点火气源, 设置取气装置, 保证点火气源的可靠性。
- 放空管线上设置放空天然气检测元件, 作为自动电点火系统的启动信号。
- 针对高含硫天然气及特殊的点火气源, 设置 2 个

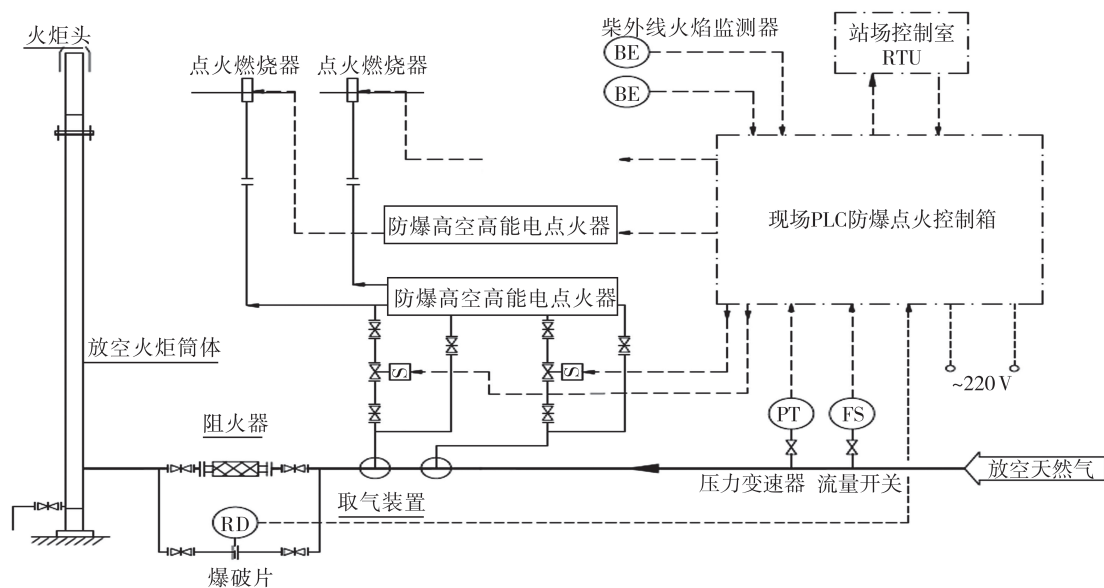


图 1 改造后放空火炬电点火系统流程

高空点火燃烧器及火炬头,以保证点火可靠及完全燃烧。

改造内容包括:增设火炬头、全自动高空电点火系统、火焰检测以及检修维护设施。改造后的单井站放空火炬电点火系统流程见图 1。

因放空火炬筒体已建成,改造增加了火炬头及电点火系统部分元件,需要在原放空火炬筒体上焊接垫板、设置支撑,以便安装操作平台、爬梯等检修维护设施。按现有火炬筒体条件及当地环境条件核算,现有火炬筒体适应改造后的工况。

改造增加的放空火炬电点火系统由火炬头、点火燃烧器、防爆高空高能电点火器、取气装置、流量开关、压力变送器、紫外线火焰监测器、现场 PLC 防爆点火控制箱等组成,另外对原有的爆破片进行优化,增加检测元件及报警信号输出。改造后的放空火炬系统可实现远程点火,也可在火炬区就地点火。火焰监测信号远传至站场控制室 RTU,以便远程监视火炬燃烧状态。

自动点火系统投用后,需要放空点火时,首先由设在放空主管线上压力变送器或流量开关提供点火触发信号(表明此时有放空天然气),当控制单元检测到点火触发信号后,系统自动启动点火程序:开启燃料气管道上防爆电磁阀组,同时接通防爆高空高能电点火器进行点火,在火炬单元监测并发出“着火”信号后,表明主火炬已被点燃,点火成功,关闭相应点火系统管线上的防爆电磁阀组。

当有不测因素导致火炬熄灭时,紫外线火焰监测器发出“无火”信号,系统自动进入点火程序。当经过 3 次(可现场设定)点火后,火炬仍未被点燃,则向站场控制室 RTU 发出点火系统故障报警,进行人为干预解除故障。

2.3.2 点火系统可靠性

a) 在放空主管线出地面后与阻火器之间设置 2 路独立的天然气取气管线,向 2 台点火燃烧器供气,提高取气的可靠性。

b) 火炬头设置了破风栅栏,破风栅栏可破除小流量排放及较大水平侧风作用时在背风处形成的卡门涡流,避免火焰被侧风压制烧毁火炬头,解决低流量排放时易烧损火炬头背风侧的问题;同时大流量排放时又起空气导流栅作用,有助于燃烧。该类火炬充分利用放空天然气压力高的优势,提升放空天然气出口流速,增强放空天然气与周围空气的相互扰动和掺混,卷吸周围空气提高完全燃烧的程度,形成一个较短的、刚性非常好的超稳定火焰。

火炬头采用耐热合金 310 SS。优质的耐高温材料延

长了高排放流速火炬头的使用寿命。

c) 点火燃烧器安装在火炬头上,点火电极置于其下部,避开火炬头部的高温区域,提高了高空点火装置的可靠性。

d) 以 PLC 构成的自动点火系统,可进行火炬排放气体的在线检测、自动电点火程序控制、火炬火焰检测、熄火报警及自动投运。

3 结论

站场高含硫天然气的安全放空很重要,应得到设计、建设及管理相关部门的足够重视,其紧急和检修置换放空天然气应引入火炬系统燃烧后排放,放空火炬系统的设置除应符合 GB 50183-2004《石油天然气工程防火规范》和环保要求外,还应有可靠的点火设施,主要包括火炬头、电点火装置、火焰检测、自动控制系统。优化改造后的放空火炬系统运行安全可靠,为新建或改扩建同类工程提供了参考,具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 余 洋,黄 静,陈 杰,等.天然气站场放空系统有关标准的解读及应用[J].天然气与石油,2011,29(5): 11-14.
Yu Yang, Huang Jing, Chen Jie, et al. Interpretation and Application of Standards Relative to Flare Systems in Natural Gas Stations [J]. Natural Gas and Oil, 2011, 29(5): 11-14.
- [2] 胡 玲,关昌凯,唐大威,等.天然气净化厂火炬放空阻火设施的设置[J].天然气与石油,2011,29(5): 28-30.
Hu Ling, Guan Changkai, Tang Dawei, et al. Setup of Fire Arresting Device in Flare System of Gas Treatment Plant [J]. Natural Gas and Oil, 2011, 29(5): 28-30.
- [3] SH 3009-2001, 石油化工企业燃料气系统和可燃气体排放系统设计规范[S].
SH 3009-2001, Specification for Design of Fuel Gas System and Combustible Gas Emission System in Petrochemical Enterprises [S].
- [4] SY/T 0612-2008, 高含硫化氢气田地面集输系统设计规范[S].
SY/T 0612-2008, Code for Design of Gathering and Transmission System in Highly Hydrogen Sulfide Gas Field [S].
- [5] GB 50183-2004, 石油天然气工程防火规范[S].
GB 50183-2004, Code for Fire Protection Design of Petroleum and Natural Gas Engineering [S].