

适用于高/低压放空的新型火炬点火系统

任松 王海波 李尹建 陈玉梅 秦兴述

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

摘要:针对现有火炬点火系统在高/低压放空工况下点火成功率较低的问题进行分析研究,结合现场运行经验,通过在取气管路上增加一路设有限流孔板的点火管线,在火炬筒体与火炬头连接位置下1 m处增加一路点火取气管线,提出了一种适用于瞬时放空量较大(高压)及瞬时放空量较小(低压)两种极端工况的自动点火系统。该点火系统保证了采气站场放空的安全性、可靠性且能满足环保要求,已在一些新建气田集输工程中推广应用,应用前景广泛。

关键词:放空火炬;无燃料气;高/低压放空;可靠性

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2016.01.005

0 前言

目前站场放空天然气的主要处理方式有放空燃烧及回收利用^[1-2]。采用放空燃烧方式时,火炬是采气单井站场、集气站场安全放空及环境保护的重要设施,其作用是燃烧生产过程中排放的天然气,避免造成大气污染^[3-6],影响生态环境^[7]。放空火炬主要由放空立管、放空火炬点火系统等组成^[8]。放空火炬点火系统根据点火气源可分为有点火用燃料气的点火系统和无点火用燃料气的点火系统;根据点火方式可分为高空电点火系统、外传火点火系统和内传火点火系统^[9]。气田集输站场工程放空火炬系统一般包括火炬筒体、火炬头、阻火设施(分子封、速度封、水封、阻火器)^[10-12]、点火设施等^[13]。

一些对放空要求较高且有条件的站场,为了提高火炬点火的成功率,通常设有长明灯^[14-16]。但有些站场没有经处理过的燃料气,这种站场传统的点火方式主要有以下两种:

1)采用液化石油气瓶组进行点火。该种点火方式需在火炬附近放置液化石油气瓶组,用液化石油气作为点火用燃料气。这种点火方式需要定期更换液化石油气瓶组,运行维护成本较高。

2)采用放空气作为点火用燃料气,并采用高空电点

火的方式点火^[9]。这种点火方式节约了运行维护成本,但是根据站场工艺的特点及运行经验,每次放空量具有不确定性,当瞬时放空量过小或者瞬时放空量过大时,这种高空电点火方式点火成功率较低。

目前,低压火炬的点火方式还有手动地面爆燃^[17]等,这种点火方式危险系数较高。本文针对高/低压放空点火系统存在的问题,提出了适用于高/低压放空的新型火炬点火系统,可大大提高点火成功率,满足站场安全放空及环境保护的要求。

1 新型火炬点火系统

1.1 系统组成

新型火炬点火系统主要针对站场无点火用燃料气,采用放空气作为点火燃料气的站场。该点火系统主要由以下部分组成:取气装置、高能点火器、高空电点火引火燃烧器^[18]、流量开关、紫外线火线检测器、现场防爆控制箱、过滤阀组、限流孔板、电磁阀组等。新型火炬点火系统流程图见图1。

1.2 主要创新点

对现有放空火炬点火系统^[9]进行分析研究,结合现场运行经验,研发了新型火炬点火系统:在取气管路上增

收稿日期:2015-12-30

基金项目:中国石油天然气集团公司安岳气田磨溪区块龙王庙组气藏 $60 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 开发地面工程(S 2013-015 E)

作者简介:任松(1986-),男,四川苍溪人,助理工程师,硕士,主要从事动力工程及暖通空调设计工作。

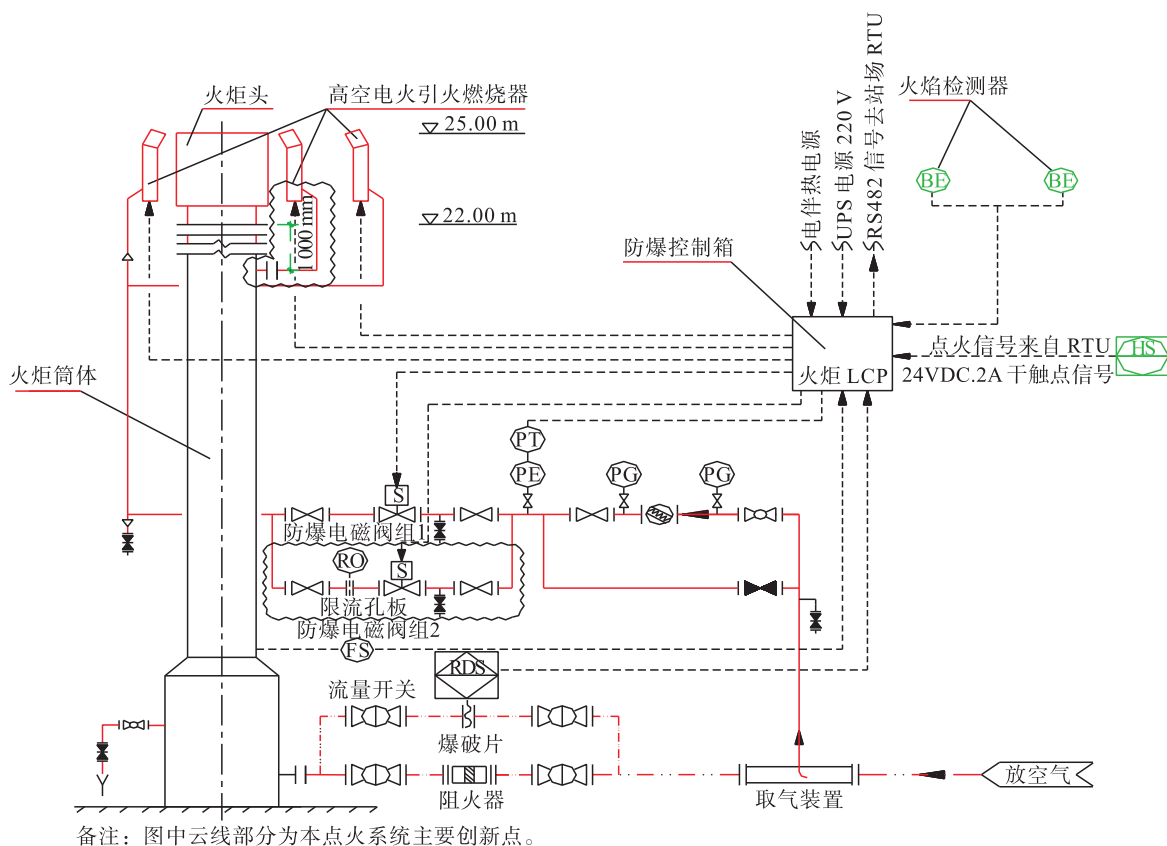


图 1 新型火炬点火系统流程图

加了一路设有限流孔板的点火管线,高压放空时增加点火气管线上的阻力^[19];在火炬筒体与火炬头连接位置下 1 m 处增加一路点火取气管线,低压放空时减小点火气管线上的阻力^[19],由此较大地提高了高/低压放空时的点火成功率。图 1 中云线部分为新型火炬点火系统主要创新点。

1.2.1 高压放空工况

在高压放空工况,即瞬时放空量较大时,取气管路内压力较高,高空电点火引火燃烧器的燃气流速较高^[19],点火困难,导致点火失败。新型火炬点火系统在点火管线上增加了一路管线,并在该管路上设置一个限流孔板,当瞬时放空量较大时可起到节流减压的作用,降低了高空电点火引火燃烧器处的燃气流速,提高了高压放空时点火的成功率。

1.2.2 低压放空工况

在低压放空工况,即瞬时放空量较小时,管线内阻力较大,导致高空电点火引火燃烧器的燃气流速较低^[19],点火困难,导致点火失败。新型火炬点火系统在火炬筒体与火炬头连接位置下 1 m 处增加一路点火取气管线,至高空电点火引火燃烧器,提高了低压放空时点火的成功率。

1.3 点火流程

本点火系统主要适用于无点火用燃料气,直接采用

放空气点火的站场。

1.3.1 高压放空工况

需要放空点火时,首先由“流量开关”提供点火触发信号^[20](表明此时有天然气放空),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:当检测到来气压力高于 0.3 MPa(可现场设定)时,开启防爆电磁阀组 2,而防爆电磁阀组 1 处于关闭状态,同时通过高空电点火装置进行点火,当火焰检测单元监测并发出“着火”信号后,则表明主火炬已被点燃,点火成功。关闭点火系统相应管线上的防爆电磁阀组。

1.3.2 低压放空工况

需要放空点火时,首先由“流量开关”提供点火触发信号^[20](表明此时有天然气放空),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:当检测到来气压力低于 0.3 MPa(可现场设定)时,开启防爆电磁阀组 1,而防爆电磁阀组 2 处于关闭状态,同时通过高空电点火装置进行点火,当火焰检测单元监测并发出“着火”信号后,则表明主火炬已被点燃,点火成功。关闭点火系统相应管线上的防爆电磁阀组。

当有不测因素导致火炬熄灭时,火焰检测单元监测并发出“无火”信号,系统自动进入点火程序。

若经过 3 次(可现场设定)点火,火炬仍未被点燃,则向站场装置控制室 RTU 发出点火系统故障报警。

2 工程应用

该新型火炬点火系统根据放空气来气压力的大小开启不同的点火取气管线,保证了高空电点火燃烧器的燃料气流速始终在容易着火的范围内,保证了点火成功率,很好地解决了现有火炬点火系统在高/低压放空工况下点火成功率较低的问题。

该新型火炬点火系统已在国内一些气田项目、集输项目推广应用,如磨溪区块龙王庙组气藏 $60 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 开发地面工程、克拉苏气田克深5区块试采地面工程等,根据现场运行情况反映点火成功率接近 100%,为以后类似项目提供了参考,应用前景广泛。

3 结论

针对现有站场点火燃料气的放空火炬点火系统在一定放空范围下点火成功率较高,而高/低压放空工况点火成功率较低的问题,提出在取气管路上增加一路设有限流孔板的点火管线,高压放空时增加点火气管线上的阻力;在火炬筒体与火炬头连接位置下 1 m 处增加一路点火取气管线,低压放空时减小点火气管线上的阻力。新型火炬点火系统较大地提高了点火系统的可靠性,保证了站场放空的安全,满足了环保要求,为同类新建及扩建工程提供了参考,具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 李俊,许多,郑杰. 油田放空天然气回收利用探讨[J]. 油气田地面工程, 2010, 29(3): 58-59.
Li Jun, Xu Duo, Zheng Jie. Discussion on Natural Gas Venting Recycle in the Oilfield [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2010, 29(3): 58-59.
- [2] 魏忠昕,马慧明,戴海林,等. 火炬放空气回收技术的研究与应用[J]. 现代化工, 2015, 35(2): 133-135.
Wei Zhongxin, Ma Huiming, Dai Hailin, et al. Research and Application of Torch Vent Gas Recovery Technology [J]. Modern Chemical Industry, 2015, 35(2): 133-135.
- [3] 杨发平,李时杰,万卫东. 普光气田集输火炬安全放空系统实用技术探讨[J]. 天然气工业, 2009, 29(6): 98-101.
Yang Faping, Li Shijie, Wan Weidong. Practical Techniques of Safety Venting of Flare Stack System at Puguang Gas Field [J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(6): 98-101.
- [4] 王艳玲,于凤叶,张凤波. 天然气净化厂火炬及放空系统设计的探讨[J]. 天然气与石油, 2008, 28(6): 43-45.
Wang Yanling, Yu Fengye, Zhang Fengbo. Discussion on Flare and Venting System Design in Natural Gas Purification Plant [J]. Natural Gas and Oil, 2008, 28(6): 43-45.

- [5] 晏伟. 输气站场放空系统设计思路[J]. 石油工程建设, 2012, 38(6): 39-43.
Yan Wei. Design Ideas for Venting System of Gas Transmission Station [J]. Petroleum Engineering Construction, 2012, 38(6): 39-43.
- [6] 杨振武,赵伟,赵崇镇. 轻烃站放空火炬自动点火系统[J]. 石油机械, 2006, 34(8): 71-72.
Yang Zhenwu, Zhao Wei, Zhao Chongzhen. Automatic Ignition System of Light Hydrocarbon Station Flare [J]. China Petroleum Machinery, 2006, 34(8): 71-72.
- [7] 付石. 火炬点火系统的改进[J]. 新疆石油科技, 2003, 13(3): 33-34.
Fu Shi. Improvement of Flare Ignition System [J]. Xinjiang Petroleum Science & Technology, 2003, 13(3): 33-34.
- [8] 赵淑珍,胡道华. 西气东输放空系统的设计与研究[J]. 天然气与石油, 2006, 24(5): 41-43.
Zhao Shuzhen, Hu Daohua. Design of Venting System in West-to-East Gas Pipeline Project [J]. Natural Gas and Oil, 2006, 24(5): 41-43.
- [9] 陈玉梅,任建红,薛文奇,等. 站场放空火炬系统优化及改造[J]. 天然气与石油, 2014, 32(2): 81-83.
Chen Yumei, Ren Jianhong, Xue Wenqi, et al. Optimization and Transformation of Natural Station Flare System [J]. Natural Gas and Oil, 2014, 32(2): 81-83.
- [10] 胡玲,关昌凯,唐大威,等. 天然气处理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 Indirect Fire Device in Flare System of Natural Gas Processing Plant [J]. Natural Gas and Oil, 2011, 29(5): 28-30.
- [11] 中华人民共和国建设部. 石油天然气工程设计防火规范: GB 50183-2004[S]. 北京: 中国计划出版社, 2005.
Ministry of Construction of the People's Republic of China. Code for Fire Protection Design of Petroleum and Natural Gas Engineering: GB 50183-2004 [S]. Beijing, China Planning Press, 2005.
- [12] 王银山. 油田火炬放空气回收利用研究与实施[J]. 中国设备工程, 2014, (5): 14-17.
Wang Yinshan. Research and Implementation for Recycling of Oilfield Flare Venting Gas [J]. China Plant Engineering, 2014, (5): 14-17.
- [13] 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 Relevant Standards about Natural Gas Station Venting System [J]. Natural Gas and Oil, 2011, 29(5): 11-14.

(下转第39页)

- 化学工程与装备, 2009, 38(4): 85-86, 97.
- Wang Xiaobo, Zhu Zhixiong. Plugging Operation Technology of High Pressure Natural Gas Pipeline with Pressure [J]. Journal of Chemical Engineering and Equipment, 2009, 38(4): 85-86, 97.
- [15] 张琼飞. 不停输带压封堵技术[J]. 油气田地面工程, 2007, 26(7): 56-57.
- Zhang Qiongfai. Technology of Plugging with Pressure under Transmission [J]. Oil and Gas Field Surface Engineering, 2007, 26(7): 56-57.
- [16] 江涛, 朱圣平, 李方圆. 天然气管道不停输带压封堵技术应用实践[J]. 石油工程建设, 2013, 39(6): 48-49, 55.
- Jiang Tao, Zhu Shengping, Li Fangyuan. Application Technology of Plugging with Pressure under Transmission of Natural Gas Pipeline [J]. Petroleum Engineering Construction, 2013, 39(6): 48-49, 55.
- [17] 苏欣, 章磊, 刘佳, 等. SPS与TGNET在天然气管网仿真中应用与认识[J]. 天然气与石油, 2009, 27(1): 1-3.
- Su Xin, Zhang Lei, Liu Jia, et al. Application of SPS and TGNET in Natural Gas Pipeline Network Simulation [J]. Natural Gas and Oil, 2009, 27(1): 1-3.
- [18] 赵小平, 万捷. 704泵站-独山子输气管道非稳态运行工况分析[J]. 油气田地面工程, 2009, 28(4): 10-12.
- Zhao Xiaoping, Wan Jie. Analysis on Unsteady Operation Conditions for Gas Transmission Pipeline of 704 Pump Station to Dushanzi [J]. Oil and Gas Field Surface Engineering, 2009, 28(4): 10-12.
- [19] 雷燃. 输气管网模拟计算及运行工况分析研究[D]. 西安: 西安石油大学, 2013.
- Lei Ran. Analysis and Study on Working Conditions in Simulation and Operation of Gas Transmission Pipeline Network [D]. Xi'an: Xi'an Shiyou University, 2013.
- [20] 崔茂林, 吴长春. 输气管道投产中氮气置换的原则及技巧[J]. 天然气工业, 2015, 35(2): 81-86.
- Cui Maolin, Wu Changchun. Principles Tips for Nitrogen Gas Displacement in Gas Pipeline Debugging Practices [J]. Natural Gas Industry, 2015, 35(2): 81-86.

(上接第25页)

- [14] 李常岭. 影响火炬自动点火的因素分析[J]. 化工自动化及仪表, 2004, 31(3): 75-76.
- Li Changling. Analysis of the Influence Factor of Flare Automatic Ignition [J]. Control and Instruments in Chemical Industry, 2004, 31(3): 75-76.
- [15] 张清军, 王刚, 周根来. 火炬自动点火系统改造[J]. 工业控制计算机, 2005, 18(3): 61-63.
- Zhang Qingjun, Wang Gang, Zhou Genlai. Transformation of Flare Automatic Ignition System [J]. Industrial Control Computer, 2005, 18(3): 61-63.
- [16] 史德平, 崔长虹, 石志敏, 等. 火炬点火系统的改造[J]. 油气田地面工程, 2011, 30(6): 56-57.
- Shi Deping, Cui Changhong, Shi Zhimin, et al. Transformation of Flare Ignition System [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2011, 30(6): 56-57.
- [17] 刘兰芝, 张三坤, 杨建林. 自动点火系统在低压火炬的应用[J]. 化工自动化及仪表, 2012, 39(4): 552-553.
- Liu Lanzhi, Zhang Sankun, Yang Jianlin. Application of Automatic Torch Igniting System [J]. Control and Instruments in Chemical Industry, 2012, 39(4): 552-553.
- [18] 中华人民共和国工业和信息化部. 石油化工可燃性气体排放系统设计规范: SH 3009-2013[S]. 北京: 中国石化出版社, 2014.
- Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. Design Specifications for Combustible Gas Discharge System in Petrochemical Industry: SH 3009-2013 [S]. Beijing: China Petrochemical Press, 2014.
- [19] 赵孝保, 周欣. 工程流体力学[M]. 南京: 东南大学出版社, 2004.
- Zhao Xiaobao, Zhou Xin. Engineering Fluid Mechanics [M]. Nanjing: Southeast University Press, 2004.
- [20] 孙立君. 放空火炬点火系统的优化设计[J]. 今日科苑, 2008, (22): 81.
- Sun Lijun. Optimal Design of Flare Ignition System [J]. Modern Science, 2008, (22): 81.