

含硫油气田污水收集风险及对策研究

吴超¹ 杨洋² 孟波¹ 赵琼² 宋跃海¹ 刘静²

1. 中国石油塔里木油田公司, 新疆 库尔勒 841000;

2. 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:含硫油气田产生的污水属高污染物浓度废水,危害程度高,近年来,石油化工行业的含硫污水收集系统、含硫污水罐等均发生过安全生产事故。通过调查含硫油气田污水排放和污水收集的现状,对含硫污水收集系统中污水罐、污水泵、水封井、排气阀存在的风险进行分析,并分别在设计、防护、操作等方面提出相应防控对策,保证含硫污水收集系统平稳运行,在生产过程中减少人员伤亡和环境污染,对含硫油气田污水收集风险控制有借鉴作用。

关键词:含硫油气田;污水;风险;对策

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2016.05.018

0 前言

H₂S存在于含硫油气田的多个生产工艺流程中,产生的含硫污水有毒、污染物浓度高,危害程度大,腐蚀性强,有必要对含硫污水进行单独收集和处理^[1-3]。目前,含硫污水大都采用重力流密闭排入污水处理系统,这种收集方式的地下污水罐埋深较深,容易聚集H₂S,并且由于设备或人员因素,在日常维护运行或检修时,有可能带来一定的安全隐患。近年来,石油化工行业的含硫污水收集系统、含硫污水罐也发生了一些安全生产事故^[4-5]。鉴于此,有必要探讨含硫油气田污水收集风险并提出相应对策,确保含硫污水的安全收集,减少人员伤亡和环境污染。

1 含硫油气田污水收集现状

含硫油气田厂内污水特点主要为排污点多、水质波动大,既有有机物的污染,也有无机物的污染。污水中含硫化物、烃类和悬浮物等,属难降解有机污水。

1.1 污水种类

根据污水水质的区别,应清污分流,分别处置。厂内污水种类主要包括^[6-7]:

1)正常生产污水:脱硫、脱水脱烃、硫黄回收、凝析油处理、油罐区等工艺装置排出的生产污水和设备、场地冲洗水等,其次是火炬及放空、分析化验室等辅助生产装置排出的生产污水。污染物主要是机械杂质、盐类、硫化物及烃类等。

2)检修污水:脱硫、脱水脱烃装置等检修时排出的含甲基二乙醇胺、乙二醇、硫化物和烃类等的污水。

3)气田水:集气装置、凝析油稳定装置分离出原料气/油的带压污水。

4)生产废水:工艺锅炉系统、燃气电站余热锅炉、循环水冷却系统排出的含盐废水。

5)生活污水:厂区中控室、分析化验室及维修车间等处卫生间排出的污水。

1.2 污水排放情况

含硫油气田典型工艺装置区的污水排放情况见表1。

1.3 污水收集方式

根据表1可知,目前含硫油气田典型处理工艺排放的污水大多为重力流形式,此类污水要根据地形、区域及收集面积等情况分片区进行收集,每个片区设置1座

收稿日期:2016-03-21

基金项目:塔里木油田含硫油气场站风险与对策研究(JCF-2014-100-19)

作者简介:吴超(1979-),男,四川成都人,工程师,学士,主要研究方向为工艺安全。

污水罐坑,内设 1 个转输罐及 2 台转输泵。各片区的污水自流进入污水转输罐,通过转输泵将污水提升至污水

收集罐中,最终进入污水处理系统进行处理。典型污水收集流程图见图 1,典型污水罐坑见图 2。

表 1 污水排放情况

序号	装置名称	污水类别	排放形式	排放去处	排放点
1	原料气增压站	检修污水	重力流	污水处理装置	原料气旋流过滤分离器
2	脱硫装置	检修污水	重力流	污水处理装置	原料气旋流分离器、原料气过滤器、湿净化气分离器、吸收塔、MDEA(甲基二乙醇胺)闪蒸罐、溶液过滤器、MDEA 贫/富液换热器、胺液再生塔重沸器、胺液再生塔、酸水分离器、MDEA 储罐
3	脱水脱烃装置	检修污水	重力流	污水处理装置	一级湿净化气预冷器、预冷分离器、低温分离器、醇烃液三相分离器、溶液过滤器、MEG 缓冲罐
4	凝析油处理装置	检修污水	重力流	污水处理装置	凝析油缓冲罐、凝析油预冷器、凝析油三相分离器、凝析油气提塔、凝析油外输罐、凝析油外输泵、气田水气提塔、闪蒸气重力分离器、中压闪蒸气旋流分离器、高压闪蒸气旋流分离器
5	硫黄回收装置	生产污水	压力流	污水处理装置	气田水气提塔
		生产污水	压力流	排污罐	余热锅炉、热段硫黄冷凝器、克劳斯硫黄冷凝器、CPS 硫黄冷凝器
		生产污水	重力流	污水处理装置	排污罐
		检修污水	重力流	污水处理装置	余热锅炉、热段硫黄冷凝器、克劳斯硫黄冷凝器、CPS 硫黄冷凝器
6	空氮站	检修污水	重力流	污水处理装置	空压机橇块
		检修污水	重力流	就地	净化空气储罐、工厂风储罐、制氮橇块、N ₂ 储罐
7	分析化验室	检修污水	重力流	污水处理装置	分析化验
8	火炬及放空	检修污水	重力流	污水处理装置	天然气放空分离器、酸气放空分离器
9	燃料气系统	检修污水	重力流	污水处理装置	燃料气橇高压部分、燃料气橇低压部分

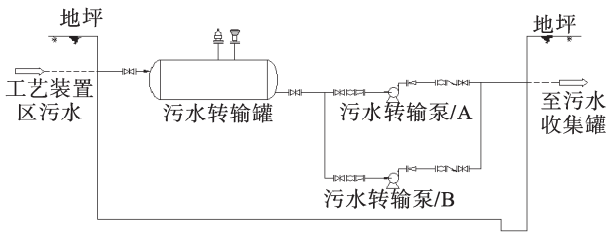


图 1 典型污水收集流程图



图 2 典型污水罐坑

压力流污水则直接进入污水处理系统进行处理。

由于生产污水,检修污水和气田水含硫化物、烃类和悬浮物等,污水收集系统存在易燃易爆风险。因此,

此类污水收集采用密闭式排污设计,利用生产污水检查口进行清通^[8-9]。检查口采用钢制管道制作,管径 DN 300。管式检查口与地下排水管道相接,检查口上设置排气阀。检查口伸出地面 200 ~ 300 mm,采用法兰盖进行封堵,需清通时可拆卸。

2 风险及对策

2.1 污水罐

大部分检修排放污水为重力流,无法避免设置地下污水罐。随着装置长期运行,地下污水罐内会沉积污泥、污水及机械杂质,设备检修、清洗排污和清掏污泥时存在安全隐患。地下污水罐坑内虽设置设备通风、排风装置,但由于埋深较大,容易造成 H₂S 聚集,操作人员操作时安全风险大。如采用直埋式地下污水罐,罐底没有排污口,罐底污泥、污油等不能清洗干净,操作人员检修时存在安全风险,只能通过现场观察。对存储有腐蚀介质的储罐,不能进行罐壁检测,如果罐发生腐蚀穿孔造成泄漏,不易被发现,存在安全隐患^[10-11]。

含硫油气田厂内污水罐应尽量设置在地上,避免地下罐坑内有害气体聚集。工艺装置区内排污尽可能采

用带压排污,直接排至地上污水罐。重力流排放污水,应分片区进行密闭收集,避免埋深过大,并尽量少设污水罐坑。地上污水罐避免设置在主要车行和人行道附近,而应设置在开阔地带,利于有害气体扩散。

地下污水罐坑的设置须采取以下安全防护措施^[12]:

1) 罐坑内操作区域就近设置安全斜梯及安全逃生设施,不宜采用直梯。

2) 罐坑内应采用强制通风装置。

3) 罐坑内设置 H_2S 检测设备及声光报警系统。

4) 罐坑内设工厂风吹扫线,下坑时先进行吹扫,确认坑内安全后再进行下坑作业。

5) 操作柱设在地面上或操作主控室完成,尽量减少坑内作业。

6) 罐上呼吸阀、安全阀应设收集和引至安全地点的措施。

7) 罐坑尽量设置为敞开式,四周加围栏,锁签。

8) 强化操作规程,操作人员进入地坑操作检修时,需遵循如下安全操作措施:

- 进坑前先进行坑池内的强制通风,确认现场 H_2S 检测仪是否报警;

- 使用便携式检测设备再次确认 H_2S 含量,确认无报警后,操作人员携带正压式呼吸器进入地坑,下坑作业必须 2 人同时进入。

2.2 污水泵

污水罐顶设置的提升泵常采用液下泵形式,运行过程中由于泵轴较长容易移位,中轴发生摆动致使轴瓦破碎,轴套和轴瓦研磨产生高温,有可能点燃泵轴防护罩内的残油,进而引爆罐内污油或污水池内的油气;泵支撑轴承摩擦发热,有可能闪燃污油或含凝析油污水池内的可燃气体^[13-14]。

根据《中国石油天然气股份有限公司炼油与化工分公司文件(油炼化[2012]53号)》规定,对存在安全隐患、易发生闪爆的轻污油污水系统长轴液下泵全部停用。

污水泵可采用卧式离心泵或自吸泵,其叶轮与污水池保持一定的距离,可避免转动设备和电器设备与可燃气体直接接触。

2.3 水封井

水封井属于密闭受限空间,也属于低位坑,容易聚集 H_2S 和烃类挥发性气体,存在 H_2S 泄漏、易燃易爆的风险。现场出现水封井水封高度不够情况时,密封效果将受到影响,增加风险。

根据 GB 50160-2008《石油化工企业设计防火规范》要求,各生产装置区出水应单独设置水封井。一旦废水中产生的气体发生爆炸或火灾,水封井则是防止灾害通过管道蔓延的重要安全装置。对进入下游污水收

集系统或下游污水收集系统的有毒、有害气体反窜回装置区内或室内也有一定作用^[15]。

生产污水及检修污水管道的下列部位应设水封,水封高度不得小于 0.25 m,并采取防冻措施^[16-17]:

1) 工艺装置区的塔、加热炉、泵、冷换设备等区围堰的排水出口。

2) 工艺装置区、罐组或其他设施及建(构)筑物和管沟等的排水出口。

3) 工业污水隔油池的入口。

4) 加药间、化验室建筑物的排出口。

5) 全厂性支干管与干管交汇处的支干管上。

6) 全厂性支干管、干管的管段长度超过 300 m 的上游管道上。

7) 全厂总排水口。

含可燃液体污水管道的水封井井盖与盖座接缝处应密封,且采用密封式井盖。含硫油气田污水收集系统中的水封井设置形式可采用 SH 3034《石油化工给水排水管道设计规范》的乙型水封井。

2.4 排气阀

闭式污水收集系统中排气阀用于平衡管道内气压,污水中含 H_2S 等危险气体,检查口的排气阀仅伸出地面 200~300 mm,存在安全风险,对操作人员有一定的安全隐患。所以,排气阀的设置应注意:

1) 应有足够的高度,使有害气体能充分扩散。

2) 不应设置在车行道和行人活动区域内。

3) 避开锅炉房或其他明火装置。

4) 应设气体收集和引至安全地点的措施。

5) 排气阀处设立标志,避免人员靠近。

3 结论

为更好地排查含硫油气田的生产不安全隐患,有必要从设计源头进行风险研究,采取相应措施降低风险。

1) 尽量少设或不设置地下污水罐坑,如不可避免则应该在通风吹扫、报警、防护、操作规程上制定相应措施。

2) 在易发生闪爆的轻污油污水系统中禁止使用长轴液下泵。

3) 含可燃液体的污水管道水封井井盖与盖座接缝处应密封,且采用密封式井盖。并保证一定的水封高度,确保水封井的隔离效果。

4) 排气阀的位置、高度和气体收集都需妥善设置。

参考文献:

- [1] 党争光,马楠,杨磊. 石油化工企业含硫污水处理技术[J]. 环境保护与循环经济,2014,34(7):40-41.

- Dang Zhengguang, Ma Nan, Yang Lei. Refineries Sour Water Treatment Technology [J]. Liaoning Urban and Rural Environmental Science & Technology, 2014, 34 (7): 40-41.
- [2] 郭顺清, 夏勇, 赵欣, 等. 油田采出水硫化物的来源及对腐蚀的影响分析[J]. 石油化工应用, 2010, 29(10): 19-21.
- Guo Shunqing, Xia Yong, Zhao Xin, et al. Produced Water Sulfide Analysis of the Impact of Corrosion Oilfield [J]. Petrochemical Industry Application, 2010, 29 (10): 19-21.
- [3] 高少华, 邹兵, 严龙, 等. 含硫天然气净化厂硫化氢泄露分析及对策[J]. 中国安全生产科学技术, 2012, 8(2): 175-176.
- Gao Shaohua, Zou Bing, Yan Long, et al. Study of Hydrogen Sulfide Leakage and Dispersion in Sour Gas Purification Plants and Countermeasures [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2012, 8 (2): 175-176.
- [4] 冯明, 胡洋. 炼油污水系统的安全运行管理[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2010, 27(2): 48-50.
- Feng Ming, Hu Yang. Safe Running of Refinery Waste Water System [J]. Corrosion & Protection in Petrochemical Industry, 2010, 27 (2): 48-50.
- [5] 何玉帮. 含硫污水罐防爆技术探讨[J]. 安全、健康和环境, 2015, 15(2): 17-19.
- He Yubang. Discussions into Anti-Explosion Technology for Sulfur Containing Sewage Tank [J]. Safety Health & Environment, 2015, 15 (2): 17-19.
- [6] 国家发展和改革委员会. 油气厂、站、库给水排水设计规范: SY/T 0089-2006[S]. 北京: 石油工业出版社, 2006: 19.
- National Development and Reform Commission. Code for Design of Water and Wastewater for Oil/Gas Plant Station and Depot: SY/T 0089-2006 [S]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2006: 19.
- [7] 国家发展和改革委员会. 天然气净化厂设计规范: SY/T 0011-2007[S]. 北京: 石油工业出版社, 2007: 17.
- National Development and Reform Commission. Code for Design of Natural Gas Conditioning Plant: SY/T 0011-2007 [S]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2007: 17.
- [8] 李静, 赵琼, 韩国强, 等. 天然气厂站污水密闭收集系统设计思路[J]. 天然气与石油, 2012, 30(6): 85-88.
- Li Jing, Zhao Qiong, Han Guoqiang, et al. Design of Closed Waste Water Drainage System in Natural Gas Treatment Plant [J]. Natural Gas and Oil, 2012, 30 (6): 85-88.
- [9] 郑立军. 普光天然气净化厂硫化氢防护技术措施综述[J]. 石油化工安全环保技术, 2011, 27(3): 44-45.
- Zheng Lijun. An Introduction to Hydrogen Sulfide Protection Technology in the Puguang Natural Gas Purification Plant [J]. Petrochemical Safety and Environmental Protection Technology, 2011, 27 (3): 44-45.
- [10] 孙丽丽. 污水罐腐蚀原因分析及防腐建议[J]. 石油化工设备技术, 2014, 35(5): 37-39.
- Sun Lili. Reason Analysis and Suggestions for Wastewater Tank Corrosion [J]. Petrochemical Equipment Technology, 2014, 35 (5): 37-39.
- [11] 孙银娟, 张志浩, 成杰, 等. 长庆油田污水罐防腐技术[J]. 油气储运, 2010, 29(8): 613-614.
- Sun Yinjuan, Zhang Zhihao, Cheng Jie, et al. Corrosion Control Technology of Wastewater Tank in Changqing Oilfield [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2010, 29 (8): 613-614.
- [12] 国家能源局. 高含硫化氢气田集气站场安全规程: SY/T 6779-2010[S]. 北京: 石油工业出版社, 2010: 3.
- National Energy Administration. Safety Regulations for Gas Gathering Station in High Hydrogen Sulfide Gas Field: SY/T 6779-2010 [S]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2010: 3.
- [13] 王彦明, 丁磊, 杨冰. 长轴液下化工泵常见故障及解决方法[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2011, 31(2): 210.
- Wang Yanming, Ding Lei, Yang Bing. Common Problems and Solutions for Long Shaft Submerged Chemical Pump [J]. China Petroleum and Chemical Standard and Quality, 2011, 31 (2): 210.
- [14] 刘成浩, 李博颖, 于勇, 等. 立式长轴液下泵应用浅析[J]. 石油和化工设备, 2014, 11(17): 54-56.
- Liu Chenghao, Li Boying, Yu Yong, et al. Application of Vertical Long Shaft Submerged Pump [J]. Petro & Chemical Equipment, 2014, 11 (17): 54-56.
- [15] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 室外排水设计规范 (2014年版): GB 50014-2006[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014: 126.
- Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for Design of Outdoor Wastewater Engineering (2014 Edition): GB 50014-2006 [S]. Beijing: China Planning Press, 2014: 126.
- [16] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 石油化工企业设计防火规范: GB 50160-2008[S]. 北京: 中国计划出版社, 2008: 44-45.
- Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Fire Prevention Code of Petrochemical Enterprise Design: GB 50160-2008 [S]. Beijing: China Planning Press, 2008: 44-45.
- [17] 中华人民共和国工业和信息化部. 石油化工给水排水管道设计规范: SH 3034-2012[S]. 北京: 中国石化出版社, 2012: 7-8.
- Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. Specification for Design of Water Supply and Wastewater Piping in Petrochemical Industry: GB 50160-2008 [S]. Beijing: China Petrochemical Press, 2012: 7-8.