

天然气处理厂零位罐设置方法研究

吴 超¹ 韩淑怡² 艾国生¹ 肖秋涛² 高洁玉¹ 刘 棋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:目前国内现有含硫凝析气田天然气处理厂均设置了一定数量的零位罐,如污油回收罐、生产污水收集罐等。针对零位罐地下收集污油及污水方法存在的安全隐患,提出了两种用于处理厂污油及污水地上收集的方案:一种方案是将处理厂中的污油回收罐、生产污水收集罐等零位罐均改为地面设置,对于进入以上地面设置罐体的污油、污水等介质采用带压操作方式压入罐体;另一种方案是将处理厂中的上述零位罐统一设置在地势较低处,在不改变处理厂污油、污水收集工艺的前提下,采用重力流方式确保含硫污油及污水的安全收集。通过对比地下收集方法及地上收集方法的优缺点,提出了上述方案的适用范围:重力流收集方法适用于新建处理厂、有地形优势可以利用的情况,带压收集方法适用于改建处理厂。

关键词:含硫凝析气田;天然气处理厂;污油及污水收集;污油罐;污水罐

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2017.04.008

Overview of Underground Drums for Natural Gas Processing Plant

Wu Chao¹, Han Shuyi², Ai Guosheng¹, Xiao Qiutao², Gao Jieyu¹, Liu Qi²

1. PetroChina Tarim Oilfield Company, Korla, Xinjiang, 841000, China;
2. China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610041, China

Abstract: Underground drums are used to gather oil sludge and sewage of sulfur-containing natural gas processing plant at present. Two schemes for gathering oil sludge and sewage of sulfur-containing natural gas processing plant overground are proposed in view of underground drums'potential safety hazard. One scheme is transferring amine preparation drum, MEG make-up drum, condensate sump drum, oil sludge collection drum, sewage collection drum from underground to ground under pressure. Alternatively, the above underground drums of sulfur-containing natural gas processing plant are all settled in the low-lying region, which implements the safety gathering of oil sludge and sewage with gravity flow and does not change the processing method. In addition, advantages and disadvantages of these gathering methods are analyzed and the scope of application is proposed. Gathering with gravity flow is applicable to newly-built processing plant and the conditions with terrain advantages to rely on, while gathering under pressure is applicable to reconstructed processing plant.

收稿日期:2016-02-22

基金项目:中国石油集团公司重大科技专项(2009 E-1901)

作者简介:吴 超(1979-),男,四川资中人,工程师,学士,现从事石油天然气生产工艺安全相关工作。

Keywords: Sulfur-containing gas condensate field; Natural gas processing plant; Collection of oil sludge and sewage; Oil sludge drum; Sewage drum

0 前言

目前国内大部分含硫凝析气田天然气处理厂(以下简称“处理厂”),如塔里木油田的塔中、和田和哈拉哈塘天然气处理厂,其污油及污水的收集均采用重力流密闭排入污水处理系统的方式。重力流密闭排放收集有零位罐坑收集和零位罐直埋收集两种方式:零位罐坑收集是将污水、污油罐设置在地坑中,用坑内设置的泵将污水及污油提升至污水处理装置进行处理;零位罐直埋收集是将零位罐直接埋设于地面以下并覆土,用罐上或罐旁设置的泵将污水及污油提升至污水处理装置进行处理。相比带压操作,采用重力流密闭排放具有简单、经济的特点,但在实际运行过程中,这种采用地下罐收集的方式存在一定安全隐患。

目前国内对含硫污油及污水的收集方式均是在重力流密闭排放的基础上对零位罐的改进。项海艳等人^[1]发明了一种地下污水罐气举排污装置,地下污水罐

通过污水出管连接地上卧式罐,地下污水罐连接有一个污水排出动力装置,该动力装置主要为内充有压缩天然气的压缩天然气管,采用此方式将污水移入地上卧式罐。该方法虽能提高污水排放效率,减少地下操作的次数,但是无法有效解决地下维护及检修存在的安全隐患。

基于目前研究现状^[2-10],本文分析了国内现有处理厂含硫污油及污水地下收集方法,并针对零位罐地下收集方法存在的不足提出了两种用于处理厂污油及污水地上收集的方案:一种方案将处理厂中的污油回收罐、生产污水收集罐等零位罐均改为地面设置,对于进入以上地面设置罐体的污油、污水等介质采用带压操作的方式压入罐体;另一种方案将处理厂中的上述零位罐统一设置在地势较低处,在不改变处理厂污油污水收集工艺的前提下,仍然采用重力流的方式确保含硫污油及污水的安全收集。本文对比了地下收集方法及地上收集方法的优缺点并提出了上述方案的适用范围。

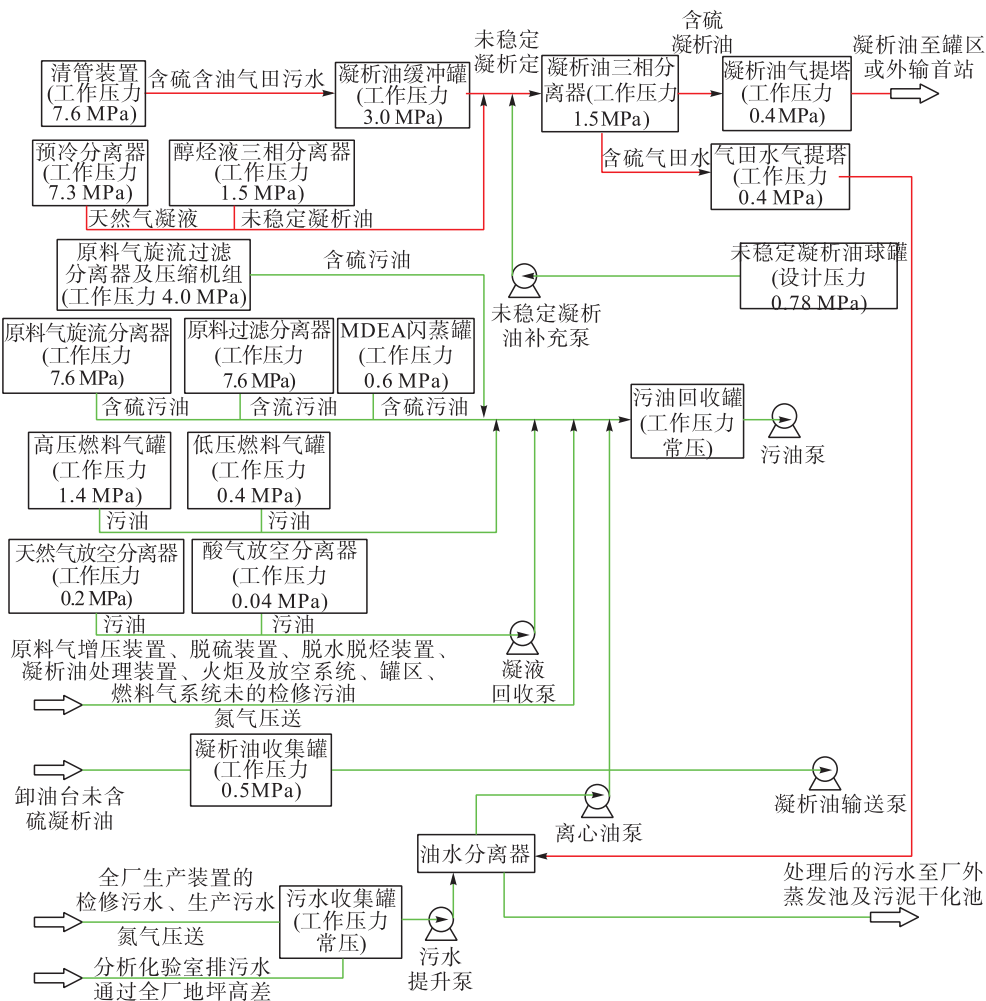


图1 典型处理厂污油、污水排放工艺流程

1 零位罐地下收集污油及污水的方法

1.1 方法概述

为达到国家标准《天然气》技术指标控制,通常需对原料天然气进行脱硫、脱碳及脱水、脱烃处理。为满足国家环保标准 GB 16297-1996《大气污染物综合排放标准》及环函[1999]48号《关于天然气净化厂脱硫尾气排放执行标准有关问题的复函》的要求,提高产品附加值,需对脱硫、脱碳工艺产生的酸气进行处理。虽然不同含硫凝析气田处理厂采取的主要处理工艺存在一定差异,但厂内均设置有不同数量的零位罐用以收集含硫污水和污水^[11-20]。目前国内外含硫凝析气田处理厂污水、污油排放工艺流程典型处理厂污水、污油排放工艺流程见图1。主要包括以下四个方面:

1)集气系统清管装置排出的含硫含油气田水,带压密闭进入凝析油缓冲罐,然后与脱水脱烃装置预冷分离器及醇烃液三相分离器来的凝液、未稳定凝析油,罐区未稳定凝析油球罐来的污油汇合后,进入凝析油三相分离器,分离后的油相经凝析油气提塔处理后至罐区或外输首站,分离后的水相经气田水汽提塔处理后至污水处理装置油水分离器。

2)污油均通过地下埋地管网重力输送至污油收集罐中。污油主要包括原料气增压装置的旋流过滤器分离器及压缩机组来的含硫污油,脱硫装置原料气旋流分离器,原料气过滤分离器,MDEA闪蒸罐来的含硫污油,燃料气系统高、低压燃料气罐来的污油,火炬及放空系统放空分离器来的污油,污水处理装置油水分离器分离出的污油及全厂各装置的检修污油。典型的污油回收罐采用地下收集方式的工艺仪表流程见图2。

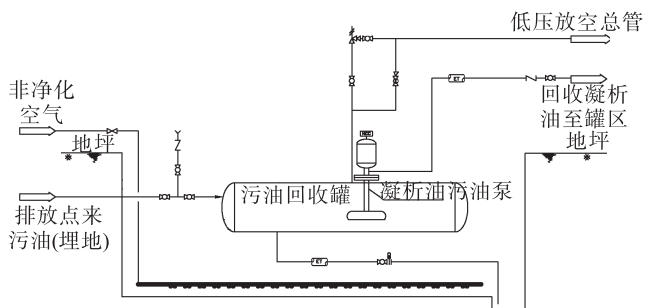


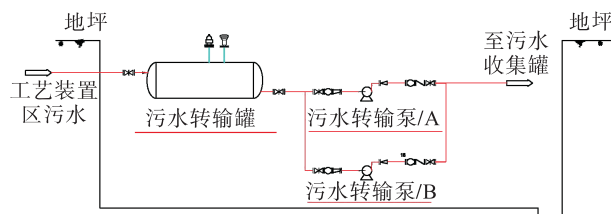
图2 污油采用地下收集方式的工艺流程

3)卸油台来的含硫凝析油,先进入凝析油收集罐,然后通过凝析油输送泵输送至罐区的未稳定凝析油球罐,再通过泵输送至凝析油三相分离器中。

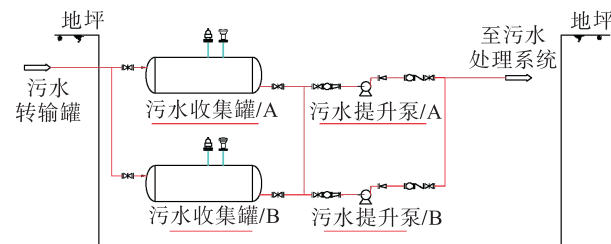
4)全厂生产装置的检修污水、空氮站的排污水及分析化验室的排污水,通过地下埋地管网以重力流的方式流至污水处理装置卧式零位罐,然后经污水提升泵提升至油水分离器分离,分离后的污水经过进一步处理后至

厂外蒸发池及污泥干化池。典型的污水回收罐采用地下收集方式的工艺仪表流程见图3。

结合图1分析得知,目前处理厂设置的零位罐主要包含污油回收罐、污水收集罐、凝析油收集罐。气田水、生产污水、污水通常为带压排放,可不用设置地下罐进行收集;但其余大部分为检修时排放的常压污水、污水,以及回收的常压溶液及溶液冲洗水。因此,即使尽可能将带压污水、污水单独收集到地上罐内,如不采取其他措施,仍需设置地下罐。



a) 采用低位罐法收集污水检修罐内检修污水的工艺流程



b) 采用低位罐法收集污水收集罐内检修污水的工艺流程

图3 污水采用低位罐收集工艺流程

1.2 优缺点分析及解决方法

零位罐一般采用坑内或直埋两种方式设置。

采用零位罐坑收集污水存在的主要缺点是随着装置的长期运行,地下罐会沉积污泥、污水及机械杂质,当设备需要检修、清洗排污、清掏污泥时存在安全隐患;零位罐坑深度较大,若房内设备通风、排风装置出现故障,容易造成硫化氢在地坑内聚集,人员在地坑内操作存在很大的安全隐患。

采用零位罐直埋的方式收集的主要缺点是:罐底没有排污口,罐底污泥、污油等无法清洗干净,人员进行检修时只能通过现场观察,存在较大安全问题;对存储有腐蚀介质的压力罐,无法进行罐壁检测,如果罐壁发生腐蚀穿孔造成泄漏,不易被发现,也存在安全隐患;进行每3年一次的压力容器审查时,还需要将罐体挖出,增加了检修的繁琐程度。

针对上述情况,从设计角度考虑可采取以下安全防护措施:

- 1)坑内设置斜梯及安全逃生设施,不宜采用直梯。
- 2)所有地下罐联合布置,尽量减少全厂地坑数量。
- 3)坑池内应设有工厂风吹扫线,在下坑前,应进行

吹扫。根据现场实际工况,控制工厂风吹扫的速度,防止对仪表用风造成影响。

4) 地坑内设置轴流风机,风机数量不少于2台,且排风口应设置到离地坑较远的安全地带或高处。

5) 尽量减少坑内作业和活动,将操作柱、泵的启停按钮从坑内移至室外或操作主控室完成;同时将泵的进出口阀门设置为自动开关阀,减少人员下坑工作的几率。

6) 可对现有工程进行局部改造,设置氮气压送口,取消罐上泵或地坑内的泵,当地下罐收集满时,关闭进料入口阀门,打开出口阀门和氮气管线阀门,利用氮气压力将地下罐内的污水和污泥压送至后续装置。

7) 在坑池内设置硫化氢检测声光报警。

8) 设置紧急撤离设施,如利用斜梯制作带滑轮的担架。

2 地上带压收集污油及污水方法

2.1 方法概述

处理厂污油及污水地上带压收集的方法,是指污油及污水利用自带压差或采用氮气压送的方式收集,从而使污油回收罐移至地面上,实现污油及污水的地上收集。

1) 污油回收罐主要用于收集脱硫装置产生的含油污水,燃料气系统高、低压燃料气罐产生的凝液,放空分离器产生的凝液和各装置检修产生的污油。脱硫装置产生的含油污水和燃料气系统高、低压燃料气罐产生的凝液均具有一定的压力,可直接排入地上污油回收罐;放空分离器产生的凝液,需通过凝液泵加压后才能正常排入污油回收罐;各装置检修产生的污油通过氮气压送至污油回收罐,该方法将原污油回收罐上的液下泵取消,在回收罐一端设置氮气压送口,当污油回收罐内收集满污油时,关闭进料入口阀门,打开出口阀门和氮气管线阀门,利用氮气压力将污油回收罐内的污水和污泥压送至后续装置。同时将需要操作的阀门等移至地面,不仅减少了操作人员进入地坑的频率,同时避免了使用液下泵造成闪爆的风险,见图4。

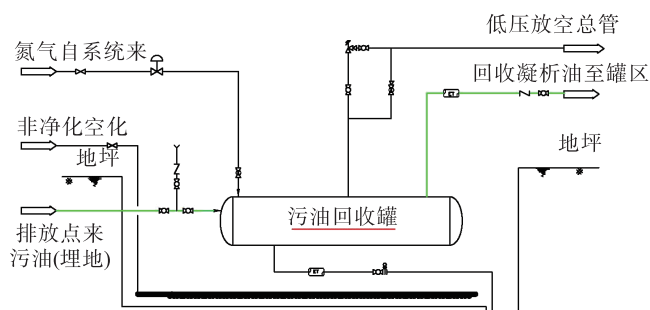
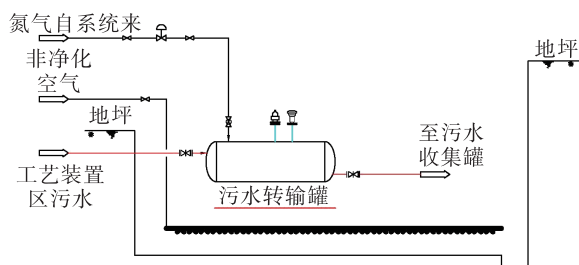
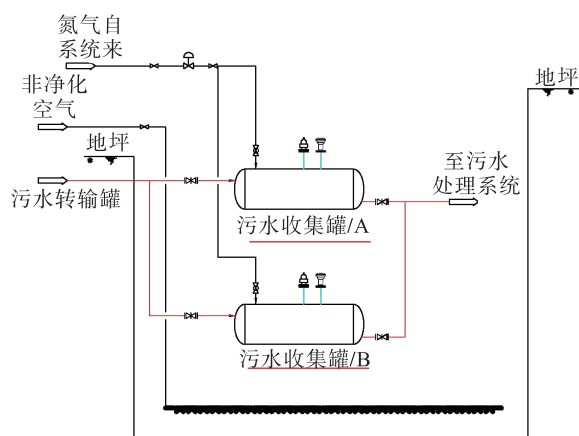


图4 污油回收罐采用氮气压送收集方式的工艺流程

2) 生产污水收集罐主要用于收集全厂检修污水、化验室污水及常压生产污水。对于全厂检修污水及常压生产污水,可在排污设备上设置氮气压送管线。采用此方案,将原污水转输罐、污水收集罐和泥水收集罐地坑内的泵取消,在罐的一段设置氮气压送口,当污水收集罐内污水、污泥收集满时,关闭进料入口阀门,打开出口阀门和氮气管线阀门,利用氮气压力将地下罐内的污水和污泥压送至后续装置,见图5。同时将需要操作的阀门等移至地面,减少操作人员进入地坑的频率,有效降低坑内硫化氢聚集导致人员中毒的风险。对于化验室污水,由于排放口通常与大气相通,不能承受压力,如全厂有地坪高差可用,可将污水排放至地上的生产污水收集罐。



a) 污水转输罐采用氮气压送检修污水的工艺流程



b) 污水收集罐采用氮气压送检修污水的工艺流程

图5 检修污水采用氮气压送收集方式工艺流程

2.2 优缺点分析

该工艺收集方式可确保含硫检修污水的安全收集、有效防止因硫化氢有毒气体在低位罐或坑内聚集而对维修人员造成的危害及对环境造成的污染。但是采用地面设置方式,也存在一系列问题:

1) 污油收集方面,将污油收集罐改为地面设置后,脱硫装置产生的含油污水主要来自原料气旋流分离器、原料气过滤分离器及MDEA闪蒸罐。原料气旋流分离器、原料气过滤分离器为高压设备,MDEA闪蒸罐操作压

力通常为 0.6 MPa, 均能正常排入污油收集罐; 对于燃料气系统高、低压燃料气罐产生的凝液, 压力 ≥ 0.4 MPa, 能正常排入污油收集罐; 对于放空分离器产生的凝液, 通过凝液泵加压后能正常排入污油收集罐; 对于各装置检修产生的污油, 需使用氮气压送的方式, 但仍无法保证将管道容器系统中的污油排放收集干净, 会增加检修污水中的含油、含硫量。

2) 污水收集方面, 污水收集罐的主要作用为收集全厂检修污水、生产污水、化验室污水。如采用地面设置方式, 对于全厂生产污水、检修污水, 涉及到每个生产装置, 若不采用零位罐的收集方式, 则需要每个需要进行检修排污的设备上设置氮气压送管线。另外, 由于存在压送不干净的盲端或死角, 会增加检修水的用量; 对于化验室的污水排放, 由于排放口通常与大气相通, 不能承受压力, 如果污水收集罐采用地面设置, 而全厂地坪无足够的高差可以利用时, 则无法排放。因此, 在不能采用压力排放, 且厂区没有可利用的地形高差时, 污水排放存在一定难度。

3 地上重力流收集污油及污水方法

3.1 方法概述

针对采用零位罐地下收集污油、污水及带压地上收集的不足提出了一种处理厂污油、污水地上收集的工艺布置方法, 见图 6。在不改变天然气处理厂污油、污水收集工艺的前提下, 采用地上收集工艺, 极大程度上防止了因硫化氢有毒气体在低位罐或坑内聚集而对维修人员造成危害及对环境造成污染。

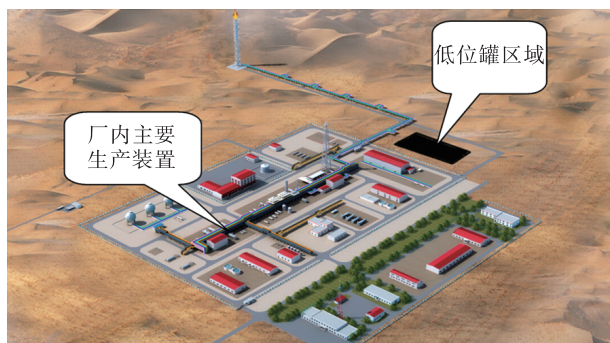


图 6 处理厂地上收集污油及污水平面布置示意图

该方法将处理厂中的污油收集罐、污油回收罐、生产污水收集罐等零位罐均改为地面集中设置, 在低位罐与装置区之间保持一定高度差, 不但可满足各种介质的重力排放, 还使得低位罐处于敞开环境中, 不会聚集有毒硫化氢气体, 从本质上提高了安全性。具体而言:

- 1) 将全厂低位罐统一设置在一个区域内;
- 2) 将低位罐区域布置在工艺装置区全年最小频率

风向的上风侧;

3) 为保证各个重力流的管道可顺利流入, 全厂统一设置坡度坡向低位罐区域。

以检修污水罐为例, 详见图 7~8, 检修污水利用地势高差, 通过重力流至检修污水罐。污水排放总管以 3‰ 坡度坡向检修污水罐。检修污水罐采用地面设置的卧式罐, 设置在全厂最低处; 污水提升泵选用离心泵或容积式泵, 设置在检修污水罐底部。

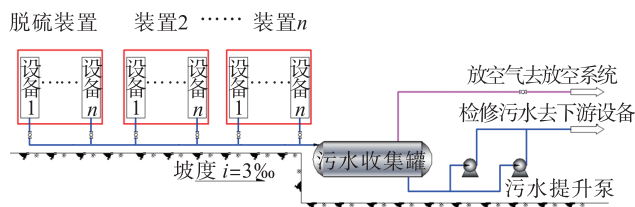


图 7 检修污水采用重力流排放方案工艺流程

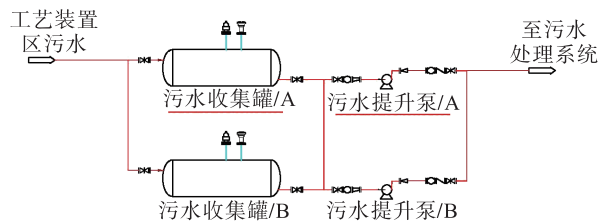


图 8 检修污水采用重力流方式收集工艺流程

3.2 优缺点分析

该方法在不改变天然气处理厂污油、污水收集工艺流程的情况下, 实现了处理厂污油及污水地上的收集, 有效防止因硫化氢有毒气体在低位罐或坑内聚集对维修人员造成危害及对环境造成污染。缺点在于由于统一布置低位罐, 增加了输送管线的长度、泵的扬程及场地的土石方量, 相比传统的地下罐布置, 增加了资金投入。该法主要适用于新建或有地势差可用的工程。

4 结论

针对零位罐地下收集污油及污水方法的不足提出了两种用于处理厂污油及污水地上收集的方案: 重力流收集方法和带压收集方法。两种方法均能有效防止因硫化氢有毒气体在低位罐或坑内聚集而对维修人员造成危害及对环境造成污染。带压收集方法将污油、污水罐设置于地上, 适用于改建处理厂, 缺点在于该方案存在操作不连续的问题、需消耗大量氮气才能将盲端或死角压送干净。重力流收集方法适用于新建处理厂、有地形优势可以利用的情况, 缺点在于由于统一布置低位罐, 增加了输送管线的长度及能耗。

参考文献:

- [1] 辽宁天意实业股份有限公司. 天然气田污水及固体污染物综合处理工艺方法: 200910010121.3 [P]. 2009-01-19.
Liaoning Tianyi Industrial Co., Ltd.. Method of Comprehensive Treatment of Sewage and Solid Contaminant in Natural Gas Field: 200910010121.3 [P]. 2009-01-19.
- [2] 唐晓东, 张小川. 含硫气田水的综合治理技术[J]. 工业水处理, 1999, 19(4): 5-9.
Tang Xiaodong, Zhang Xiaochuan. Comprehensive Control Technique of Gas-field Sour Water [J]. Industrial Water Treatment, 1999, 19(4): 5-9.
- [3] 景元, 王德龙, 高好洁, 等. 气田污水处理系统优化运行效果评价[J]. 石油化工应用, 2015, 34(6): 121-127.
Jing Yuan, Wang Delong, Gao Haojie, et al. Result Evaluation of Gas-field Sewage Processing System Optimal Operation [J]. Petrochemical Industry Application, 2015, 34(6): 121-127.
- [4] 刘彬, 赵小朝, 陈超. 天然气处理厂污水处理系统运行浅析[J]. 石油化工应用, 2011, 30(5): 93-96.
Liu Bin, Zhao Xiaochao, Chen Chao. A Brief Analysis on Sewage Processing System Operation for Natural Gas Processing Plant [J]. Petrochemical Industry Application, 2011, 30(5): 93-96.
- [5] 屈撑国, 沈哲, 杨帆. 油气田含硫污水处理技术研究进展[J]. 油田化学, 2009, 26(4): 453-458.
Qu Chengtun, Shen Zhe, Yang Fan. Progress of Advanced Treatments and Technologies for Sulfide-Containing Oil/Gas Field Produced Waters [J]. Oilfield Chemistry, 2009, 26(4): 453-458.
- [6] 倪钟利, 熊勇, 周军, 等. 高含硫天然气净化厂污水源头控制及处理方法[J]. 石油与天然气化工, 2005, 34(5): 429-431.
Ni Zhongli, Xiong Yong, Zhou Jun, et al. Study on the Wastewater Control from the Source and Treatment Method in the High Sulfur-containing Natural Gas Purification Plant [J]. Chemical Engineering of Oil & Gas, 2005, 34(5): 429-431.
- [7] 牟秋红, 李明松, 李爱民, 等. 浅析高酸性污水处理方法在川西北净化厂的应用[J]. 工业安全与环保, 2014, (12): 25-27.
Mou QiuHong, Li Mingsong, Li Aiming, et al. Brief Discussion on the Application of Acidic Wastewater Treatment Methods in Northwestern Sichuan Purification Plant [J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2014, (12): 25-27.
- [8] 潘法康, 欧阳峰, 熊勇, 等. 某天然气净化厂污水处理装置改造可行性研究[J]. 工业安全与环保, 2006, 32(11): 10-11.
Pan Fakang, Ouyang Feng, Xiong Yong, et al. Feasibility Study on the Renovation of Sewage Treatment Equipment of One Natural Gas Purification Plant [J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2006, 32(11): 10-11.
- [9] 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.
- [10] 赵彦女. 试论我国天然气净化厂的废水处理设计及其运行[J]. 山东工业技术, 2015, (8): 76.
Zhao Yanny. Discussion on Sewage Processing Design and Operation of Natural Gas Processing Plant in China [J]. Shandong Industrial Technology, 2015, (8): 76.
- [11] 王新强, 吕乃欣, 高燕, 等. 陕北气田采气污水处理方法及工艺研究[J]. 石油与天然气化工, 2011, 40(4): 406-409.
Wang Xinqiang, Lv Naixin, Gao Yan, et al. Research on the Sewage Processing Method and Technique of Gas Production in Shanbei Gas-field [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2011, 40(4): 406-409.
- [12] 刘帮华, 何顺安, 何彦军, 等. 生物接触氧化法在生活污水处理中的应用[J]. 石油化工应用, 2009, 28(6): 69-72.
Liu Banghua, He Shun'an, He Yanjun, et al. Application in Life Sewage Deal with of Biology Catalytic Oxidation [J]. Petrochemical Industry Application, 2009, 28(6): 69-72.
- [13] 周丹, 向启贵, 唐春凌, 等. 关于石油化工企业事故污水池容积的探讨[J]. 石油与天然气化工, 2010, 39(2): 168-170.
Zhou Dan, Xiang Qigui, Tang Chunling, et al. Discussion on Emergency Pool Volume of Petrochemical Enterprises Accident [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2010, 39(2): 168-170.
- [14] 马连伟, 张晓飞, 景元, 等. 米脂天然气处理厂污水回注泵变频改造效果评价[J]. 石油化工应用, 2013, 32(8): 103-105.
Ma Lianwei, Zhang Xiaofei, Jing Yuan, et al. Evaluation of Sewage Reinjection Pump Frequency Conversion Transformation Effect Mizhi Gas Processing [J]. Petrochemical Industry Application, 2013, 32(8): 103-105.
- [15] 卢长博, 屈撑国, 王新强. 气田含醇含油污水混凝处理研究[J]. 石油与天然气化工, 2008, 37(4): 349-352.
Lu Changbo, Qu Chengtun, Wang Xinqiang. Study on

- Coagulation Disposal of Gasfield-sewage Containing Oil and Methanol [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2008, 37 (4): 349-352.
- [16] 景元,高好洁,钱伟彬,等.天然气处理厂污水除油效果分析及改进措施[J].石油化工应用,2013,32(11):91-95.
Jing Yuan, Gao Haojie, Qian Weibin, et al. Gas Field Sewage Degreasing Effect Analysis and Improvement Measures [J]. Petrochemical Industry Application, 2013, 32 (11): 91-95.
- [17] 李晓娟,谭军,陈秀玲,等.一元化生活污水处理工艺在天然气处理厂的应用[J].石油化工应用,2012,31(2):99-102.
Li Xiaojuan, Tan Jun, Chen Xiuling, et al. The Application of Centralization of Sewage Treatment Process in Central Processing Facility [J]. Petrochemical Industry Application, 2012, 31 (2): 99-102.
- [18] 余志斌,李朋江,常超,等.长北处理厂污水处理系统存在问题分析及解决方法[J].石油化工应用,2013,32(6):114-122.
Yu Zhibin, Li Pengjiang, Chang Chao, et al. The Trouble-shooting of a Produced Water Processing System in Changbei Natural Gas Central Process Facility [J]. Petrochemical Industry Application, 2013, 32 (6): 114-122.
- [19] 周兰英.污水站污泥排除及处理工艺的优化[J].油气田地面工程,2012,31(2):34-36.
Zhou Lanying. Optimization of Sludge Removal and Treatment Processing in Sewage Station [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2012, 31 (2): 34-36.
- [20] 金彦雄,任彦中.大庆油田含油污水沉降罐排泥技术[J].油气田地面工程,2005,24(8):24-25.
Jin Yanxiong, Ren Yanzhong. Sewage Sludge Removal Technology of Daqing Oil Field [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2005, 24 (8): 24-25.