

滚动区块油气归集与环境污染防控

李 勇 朱树淦 刘新岭 赵 华 侯冬冬

(中国石化中原油田濮东采油厂)

摘 要 部分边远区块、零散井远离主力区块,距离计量站、输油管网较远,采用原油进井场储罐生产方式,罐车运输,生产过程中天然气对空排放造成环境污染,罐车拉油造成原油拉运成本增加,降低油田开发效益。边远气井由于无天然气外输管线,天然气被火炬烧掉,造成资源浪费和环境污染。通过油气井归集、撬装式 CNG (压缩天然气) 技术应用,解决了零散井生产过程中的环保问题,实现了清洁生产,同时降低了生产成本,实现了油井的效益开发。

关键词 归集; 滚动区块; 环境污染; 防控

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2019.05.017

文章编号:1005-3158(2019)05-0062-03

0 引 言

油田滚动开发过程中,部分区块、零散井远离主力区块,距离计量站、输油管网较远,建设正规计量站投入大,一般采取原油进井场储罐生产,加温后通过罐车运输到中转站,再通过集输管网进入油气集输系统^[1],在这个过程中的环境污染风险主要有:一是由于生产过程为非密闭的,多余的天然气对空排放造成环境污染;二是装车过程中部分原油落地造成环境污染;三是储罐老化穿孔,原油泄漏造成环境污染;四是罐车拉运过程中原油泄漏造成的环境污染。同时,罐车拉油造成原油拉运成本增加,降低油田开发效益。

1 滚动区块油气归集过程的环境污染风险

1.1 庆 92 块单拉井油气归集存在的环境污染风险

一是庆 92 块所辖 7 口油井平均单井日产液量约 20 m³,含水 90% 左右,距离最近的计量站达 3 km,如进站生产回压会很高^[2]。以目前管线最长的油井为参考,该井产液量、含水与庆 92 块油井相当,进站管线长度为 500 m,计量站干压在 0.4 MPa 时,井口回压在 0.8 MPa,温度降低 10℃。如果庆 92 块油井进站,回压将会达到 2 MPa 以上,且由于温度降低,原油凝固会大幅度增加回压,长期的高回压会造成油井管线的频繁穿孔、油井泵效降低,严重时将因为凝管造成油井停产。庆 92 块所辖 7 口油井投产初期采用单拉的生产方式,罐车运输属于非密闭式生产,每天有至少 400 m³ 天然气被放空,对环境造成一定的污染^[3]。

二是庆 92 块 7 口油井日产液量 130 m³,罐车拉油发生的运费、人工费较高,原油装车、运输过程中会造成部分原油泄漏,造成环境污染。

三是随着区块的后期注水开发,油井液量增加,加大了成本。

1.2 Q49 等 5 口零散井油气归集存在问题

Q49 等 5 口零散井由于投产初期地面集输流程不完善,采取单拉生产,均在农田包围之中生产,产生的工农纠纷较多,特别是原油装车、运输过程中存在的环境污染风险较大,每年产生的工农赔偿费用在 5 万元以上,成本压力大。

1.3 方里气井集输存在问题

方 2 及方 3 井距离庆祖油田主力油区 40 km,其中方 2 井投产初期日产油 10 t,日产天然气 9.9 万 m³,由于无天然气外输管线,天然气被火炬烧掉,造成大量的浪费和环境污染,后期投产的方 3 井距离方 2 井 1.2 km,投产初期日产天然气 2 万 m³。

2 解决滚动区块油气归集过程的环境污染风险的途径

近年来数字化改造及新工艺技术的引进降低了滚动井开发造成的环境污染风险。

2.1 智能监控系统使油井日常生产管理摆脱了对人工的依赖

建立了全覆盖的盖智能监控系统,实现了数字智能全覆盖,对油水井实现了 24 h 监控,并建成了视频监控、数据采集、数据传输、自动报警、监控指挥和巡检

维护六大功能,使油井的日常生产管理摆脱了对人工的依赖^[4]。

2.2 功图法量油技术为计量站工艺流程的简化提供技术支撑

应用了功图法量油技术。功图计量装置可以依托数字化系统对油井的产量实现自动计量,不再需要人工计量,为计量站工艺流程的简化提供了技术支撑。

2.3 质量流量计为集输管网的简化提供条件

高精度的质量流量计可随时采集管网流量,实现实时计量、输差报警,为集输管网的简化提供了条件。

2.4 撬装式 CNG 技术使边远气井天然气收集成为可能

撬装式 CNG(压缩天然气)技术可以将边远零散气井的天然气现场压缩装车,天然气由气井井口直接接到用户,省去了中间集输环节,减少了气量流失。

3 滚动区块油气归集工作

结合油井生产实际对滚动区块油井进行归集,合理利用现有的工艺流程和新技术手段,实现从单拉向管输的转变,消除原油泄漏造成的损失;同时天然气被有效利用,消除了放空生产对环境的污染;减少了罐车使用费用,提高了经济效益。

3.1 庆 92 块建设简易计量站进行集中管理

在采取数字化功图法计量产量,油气混输泵混输降压等措施后,对庆 92 块所辖 7 口油井建设简易计量站进行集中管理,通过外输管线至较近的庆 4[#] 计量站,实现集中输油^[5]。庆 7[#] 简易计量站见图 1。



图 1 庆 7[#] 简易计量站

3.2 零散井采取多种方法进集输系统

对产液量较高且距集输管网较近的 Q96C、Q49、Q11-20 等单拉井,直接上管线归集进集输管网,日常管理采取功图计产,远程监控压力变化;对 Q21-5 井、Q92-8 等液量较低的油井采取与其他液量较高的油井并线的方式解决无法进站的问题。

3.3 方 2 井井场建设了撬装式 CNG 设备

在方 2 井井场建设了撬装式 CNG 设备,采用 DF-2.9/10-250 天然气压缩机四级增压后通过加气柱装入槽车外销。该装置可通过 PLC 控制系统调节天然气进气压力及自动保护,提升天然气压缩机机组效率,降低电耗。方 2 井撬装式 CNG 设备见图 2。



图 2 方 2 井撬装式 CNG 设备

3.4 方 3 井自行铺设管线输气至方 2 井

方 3 井铺设 1 200 m 管线进入方 2,利用方 2 现有流程及 CNG 技术增压装车外销^[6]。解决方 3 井天然气回收问题,消除环境污染,增加经济效益。

4 滚动区块油气归集在污染治理方面的效果

4.1 减少天然气排放污染

庆 92 块及 Q49、Q96C 等井归集后,每天可回收天然气 300 m³,全年减少天然气排放 1.095×10^5 m³;同时也减少了交通、火灾、人身伤害等方面的安全隐患。

4.2 减少原油落地污染

由于油气直接进集输管网,避免了装车过程中的原油落地造成的污染,年减少原油损失 1.2 t,减少因此而带来的污染赔偿约 5 万元。

4.3 减少原油运输过程的污染

原油通过管道集输,避免了因原油拉运过程原油泄漏造成的污染,避免了因此引起的纠纷。

4.4 产生可观的经济效益

庆 92 块、Q49、Q96C 归集后,每天可减少单拉液量 130 m³,运费 0.34 万元,全年节约运费 124.1 万元;车辆每天可节约柴油 100 kg,年节约柴油 35 t。

方 2 和方 3 井生产的天然气经 CNG 增压设备装车外销,截至 2018 年 12 月 31 日累计产气 742.556 × 10⁴ m³,按 2.18 元/m³ 天然气市场价计算,累计创效 1 618.77 万元。

5 结 论

滚动井归集进集输系统可以减少环境污染风险,实现节能减排和清洁生产,同时可以减少用工、降低生产成本及现场管理难度。在偏远区块高油气比井可推广应用撬装式 CNG 设备增压装车外销,是一种投入少、效益高的措施,同时可最大限度地减少天然气的排放,减少环境污染。

参 考 文 献

- [1] 邹艳霞. 石油工人技术培训系列丛书 采油工艺技术[M]. 北京:石油工业出版社,2006:47.

- [2] 胡状. 庆祖极复杂断块油田开发“九五”科技成果文集[M]. 北京:石油工业出版社,2001:271.
- [3] 甄维胜. 复杂断块油田开发中后期实用采油工程技术[M]. 北京:石油工业出版社,2001:212.
- [4] 采油技术手册编写组. 采油技术手册[M]. 北京:石油工业出版社,2005:547.
- [5] 刘希圣. 石油技术辞典[M]. 北京:石油工业出版社,1996:402.
- [6] 蒋长春. 石油工人技术培训系列丛书 采气工艺技术[M]. 北京:石油工业出版社,2009:146.

(收稿日期 2019-03-21)

(编辑 王蕊)

中国石油集团安全环保技术研究院有限公司为非常规油气开发保驾护航

国家油气开发科技重大专项《页岩气等非常规油气开发环境检测与保护关键技术》是经国家科技部和国家能源局论证立项,以页岩气等非常规油气开发环境影响、环境风险、污染防治为主要攻关内容,为我国非常规油气开发产业可持续绿色发展提供环保技术支撑的“十三五”重点项目之一,研究周期从2016—2020年跨越五年。中国石油集团安全环保技术研究院有限公司作为中国页岩气勘探开发先行者中国石油天然气集团公司的直属科研机构,为非常规油气的开采保驾护航,为污染防治倾注全力。

由中国石油集团安全环保技术研究院有限公司牵头,携手九家研究院所、企业和高等院校共同承担起该重大专项中的课题3《废弃物处理与利用技术》(2016ZX05040-003),充分利用产学研科技资源,实现紧密结合。课题以非常规油气开发产生的废钻井液、含油钻屑、返排液和高含盐水等污染物为对象,开展钻井液污染源控制、资源回收和无害化处理,以及返排液回用处理及影响评价、高含盐水分级脱盐处理技术攻关。以形成环保型钻井液体系、油基钻井液处理、压裂返排液回用处理和含盐水减量化处理等技术与装备,构建页岩气钻井全过程清洁生产和压裂返排液/采出水处理与回用集成工艺,形成页岩气开采压裂返排液回用处理技术规范等系列技术成果为目标,为非常规油气绿色可持续开发提供技术支撑与保障。该课题已历经四年技术攻关、装备研发和应用,在页岩气开发污染防治工艺技术及装备方面取得了重要进展,总体攻克5项技术难题,开发8套工业化成套装备,制订1项标准规范。

课题形成钻井液资源化及无害化处理成套工艺一套,开发了污染源控制技术,有效降低了作业过程的环境风险,同时开发了钻井液一体化处理、资源化利用系列技术及装备。污染源控制技术基于钻井液添加剂污染行为机理研究,解决了钻井液处理剂的抗温性与生物毒性、降解性相互制约的瓶颈问题,成功构建钻井液体系的环保评价指标和方法,开发了抗高温环保钻井液体系和环保压裂液体系,并进行了现场应用,实现钻井液废弃物源头控制。钻井液处理及装备形成油基钻屑热脱附/热解析技术和高效益资源化技术,包括油基钻屑电磁加热式热脱附技术、油基钻屑锤磨式热解析技术等。处理后油基岩屑含油率小于1%,设备处理能力达到2~4 t/h。通过中试和工业化装置的验证和应用,完成工艺技术的装备化地同时确实解决了钻井废弃物的高效处置和资源化利用问题,有效控制含油钻井废弃物造成的环境污染,实现页岩气钻井的清洁生产。

课题还形成一套压裂返排液等废弃物低成本高效处理工艺及装备,降低用、排水压力。压裂返排液处理技术实现污染物高效去除,满足回用需求,开发了以高价离子选择性去除、电化学-高级氧化耦合、抗腐蚀抗结垢蒸发结晶等技术为核心的压裂返排液/采出水处理与回用集成工艺,并开发4套成套装备,完成工业化试验验证,解决了返排液回注地层影响规律不明、回用配液成本偏高等问题,开发形成压裂返排液深度氧化处理技术序列,为外排处理完成了技术储备。实现了压裂返排液、采出水等污水低成本资源化处理,提高污水回用率,降低开发成本。结合长宁威远地区返排液水质特征和回用需求,开发形成页岩气压裂返排液“化学絮凝-磁分离-电解杀菌”联合处理工艺和集成装备,固体去除率90%,浊度降至10 NTU,微生物去除率80%。采出水深度处理实现污水高效减量,处理成本大幅降低,集成构建了“电渗析-纳滤-膜蒸馏”含盐采出水处理技术,解决了页岩气采出水浓缩减量化的技术难题,含盐采出水的综合回收率达到98%以上,减量化率达80%以上。

通过该课题的开展,满足了页岩气等非常规油气资源大规模开发的污染防治和环境保护需求,完成了针对页岩气开发过程中体系复杂、环境风险高、处理处置难度大的污染物从处理技术研发到工艺集成,到成套装备开发以及现场示范应用的全周期闭环攻关,解决了页岩气开发中所遇到的环境保护技术难题,有力推动了页岩气生产企业的环境保护工作,推广应用前景广阔。

(供稿:中国石油集团安全环保技术研究院有限公司 罗臻)