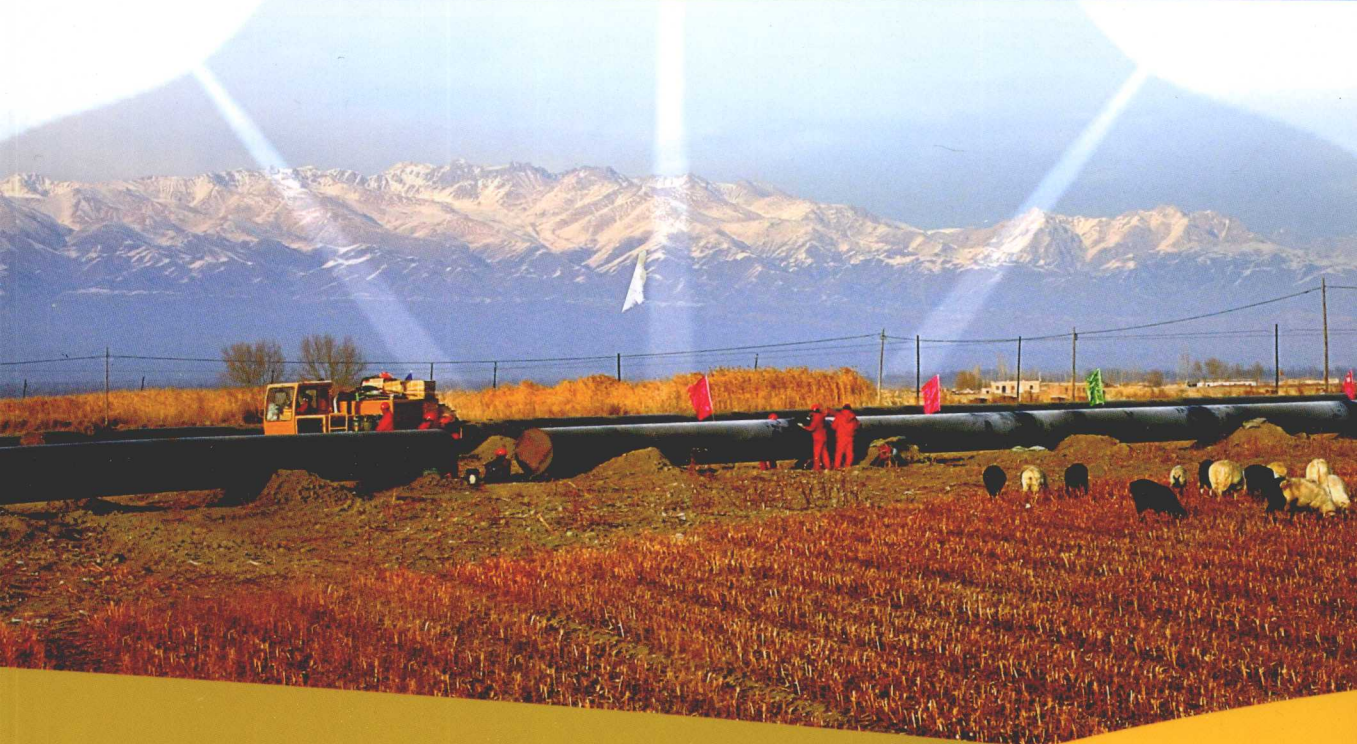




中国石油天然气集团公司 2008 年 HSE 优秀论文集

中国 石 油 天 然 气 集 团 公 司 安 全 环 保 部 编



石油工业出版社

中国石油天然气集团公司 2008 年 HSE 优秀论文集

中国石油天然气集团公司安全环保部 编

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国石油天然气集团公司 2008 年 HSE 优秀论文集 / 中国石油天然气集团公司安全环保部编. —北京: 石油工业出版社, 2009. 8
ISBN 978-7-5021-7230-5

I. 中…

II. 中…

III. 石油工业 - 工业企业管理 - 中国 - 文集

IV. F426.22-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 098166 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523582 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 廊坊市飞腾彩印制版有限公司

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 21

字数: 530 千字

定价: 66.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

前 言

中国石油天然气集团公司（以下简称集团公司）HSE 论文征集评选活动自开展以来，深受众多从事安全管理和安全技术研究人员的欢迎，为深入贯彻集团公司《关于进一步加强 HSE 管理体系建设的意见》，推广交流各企业 HSE 管理的成功经验和技术成果，进一步推进 HSE 管理体系建设，检验体系运行的效果和存在的问题，根据《集团公司 HSE 管理体系建设推进计划》的工作安排，集团公司安全环保部继 2007 年后第二次在全系统范围内开展 HSE 论文征集评选活动。

随着集团公司 HSE 管理体系的层层推进，各项安全管理激励机制日臻完善，HSE 论文从征集到评审各个环节都受益于体系推进工作的正面引导，得到了集团公司从机关到基层各行各业人员的广泛参与和热切关注。论文投稿数量逐年增多，内容也越来越丰富，由此可以把握各地区公司在推进 HSE 管理体系方面与集团公司的联系是否紧密，步调能否一致，可以及时发现问题，持续改进，为以后顺利开展工作打好基础。

集团公司 HSE 论文征集评审作为一项长期、固化性的工作，每年都如期进行，将为众多从事安全管理和安全技术研究的人员带来福音。从 2008 年年初下发论文征集通知到年终进行论文评审，都倾注了众多组织者和参与者的热情和期盼。论文作者能够充分结合工作实际，从 HSE 管理体系，HSE 风险管理、安全文化、安全环保、安全监督、安全评价、事故管理、应急管理等方面畅谈安全管理经验和感悟，体现了从管理层到基层现场各个层面都自然而然地重视 HSE 管理体系的推进和深化工作，并已经将这一先进的安全生产管理模式细化到具体的工作过程中，使 HSE 管理体系推进工作实现了务实性和可操作。

滴水藏海，一篇基层单位的小小论文往往反映出企业整体对 HSE 管理体系理论与实践结合的重要性的深刻认识。有的作者将集团公司和壳牌公司在安全管理方面的做法进行对比，寻找差距，提出改进措施和建议，以自身实践的感受和认识来探讨如何博采众家之长，令人心悦诚服。

HSE 论文征集和评审不仅为热衷于安全管理工作的有识之士提供探讨交流经验和做法的机会和平台，还可作为企业推进 HSE 管理体系的指挥棒。如果能够结合集团公司不同时期对安全管理工作的不同要求和导向，进行主题论述，将更有利于查找新问题，引导工作深入推进，了解各项工作进展如何。如 2008 年的“反违章六大禁令”活动开展得很广泛，但征文中只有一篇谈到对禁令的认识，写得还不够深入。希望广大员工以后通过论文评选这个平台，积极进行 HSE 工作总结、技术方面的分析及今后发展的探讨，自觉总结身边好的做法，关注清洁生产、节能减排、职业健康、危险化学品隐患、交通安全方面的总结和提炼，促进 HSE 管理成果的涌现，提高 HSE 管理整体水平。

编者

2009 年 2 月

目 录

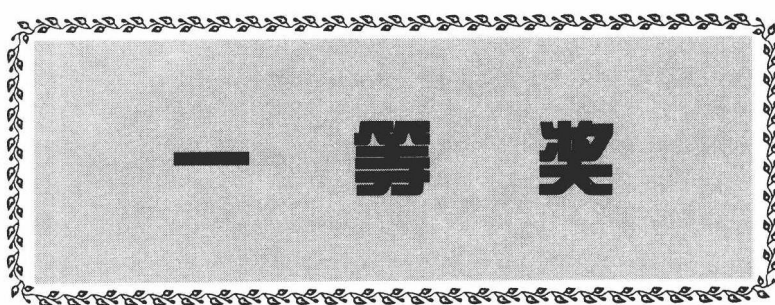
一 号 类

辽河油田稠油油井硫化氢产生机理及防治措施研究·····	王 潜 张国华 许孟权 (3)
“六靠·六到位”管理方式在采油单位的实践与应用 ·····	于 明 罗 青 易双林 (12)
油田含油污泥处理工艺技术探讨·····	牟按永 胡 琦 严国民 (18)
推行 HSE 自主管理 筑牢气田发展根基 ·····	刘占良 焦小莉 冯 伟 (27)
试论石油企业安全监督机制的建立与实施·····	刘进忠 王宏宁 时 蕾 (33)
增设原油储罐工程爆破地震安全监测与控制·····	贾 利 王连波 (39)
氢气赶油管线振动问题的分析与解决·····	程 驰 蒋和连 刘晓强 (49)
应用 LEC 法对加油站顾客不安全行为的评价与控制 ·····	王 昕 (55)
增强组织安全意识 促进企业安全发展·····	胡启月 (61)
石化企业集散控制系统 (DCS) 与仪器仪表控制系统雷电成因分析与 防护措施·····	姜仁杰 何明俊 (65)
含油废水处理一体化装置的优化研究·····	谢水祥 王蓉沙 许 毓 (71)
含油污泥热解处理技术研究·····	王万福 刘 鹏 刘 颖 (76)

二 号 类

浅谈“合规性评价”·····	王 旭 苟晓峰 (87)
“两书一表”在施工现场应用的实效性探索 ·····	王景义 (91)
山区设备行驶、停放事故隐患与安全对策·····	韩 亮 张永刚 (96)
辽河油田应急管理实践·····	金铁文 (100)
兴隆台采油厂违章建筑占压管线现状及对策·····	张世友 (104)
不停输管道更换动火作业危险因素识别·····	潘国政 李运华 (107)
关于提高一线员工安全意识的思考·····	李惠卿 高建忠 赵成忠 (111)
加强滩海油田海油陆采安全环保管理的探讨·····	李新福 郭焯民 (125)
对天然气管道环境风险评价的几点体会·····	罗小兰 向启贵 银小兵 (133)
程序化管理在天然气净化厂的应用 ·····	杨成贺 夏 勇 江伟平 (137)
“一人一岗一手册”安全文化建设的探索与实践 ·····	吕雪峰 李中和 董晓灵 (144)
加强安塞油田道路交通安全管理的实践·····	杜洪冰 罗 军 (149)
浅谈事故控制 (ACT) 卡在基层班组的运行·····	王进军 张 亮 (155)
加强测井作业承包商 HSE 管理实践 ·····	刘德叶 姜宏伟 (160)
不置换动火安全技术的应用·····	郭培勇 (165)
AES 生产“硫磺熔燃”过程火灾爆炸事故分析与预防 ···	郑有林 施树滨 王桂英 (172)

油品储运过程安全事故产生原因及防范对策·····	唐宝华	(177)
TN-C-S 与石油化工装置运行安全 ·····	盖 生 高 鑫	(184)
高压聚乙烯装置料仓隐患分析及对策·····	张学智	(191)
推行持卡作业的实践与探索·····	董 琦	(194)
尿素气提塔工艺安全分析·····	王力强	(199)
化工污水工艺运行的优化探讨·····	杨清华 高 秦	宋冬梅 (209)
大连石化公司含盐含油污水处理技术探讨·····	白 云	(217)
基层实施 HSE “两书一表”的实践 ·····	司治雷	闫加彪 (224)
建立环境监测实验室 HSE 管理体系 ·····	夏 芳	(230)
利用污水预处理装置处理炼油污水的效果分析·····	姜 利	(233)
检维修施工作业的安全管理·····	张 梅 徐卫忠	张 伟 (238)
MTBE 废催化剂处理技术探讨 ·····	吴 斐 张传均	牛燕红 (243)
按照 HSE 管理体系思想和运行原理完善“四有”工作法 ·····	张云峰	(249)
中油 BP 公司 HSE 管理对销售企业 HSE 管理工作的启示 ·····	董金国	何疆燕 (257)
加油站危险、有害因素分析与辨识·····	李 勇	齐芙蓉 (262)
浅谈如何加强加油站消防安全管理·····	杨京美	(267)
润滑油调合生产系统安全动火程序·····	张伟东	(270)
与壳牌合作中的 HSE 体会 ·····	杨永杰 牛步能	李 鹏 (276)
打造独山子石化公司建设项目精品工程 树立 HSE 管理标杆 ·····	韦宁宁	阮大同 (281)
统计理论在安全生产管理中的应用·····	曹丽娟 申伟平	曲振河 (287)
重大工程建设区环境管理的公众参与研究·····	田慧颖 陈利顶	张心昱 (295)
海洋平台结构损伤检测方法研究·····	赵永涛 孙文勇	王成良 (303)
长北项目推行安全文化建设促进本质安全的探索·····	陈 杰	(308)
大型交叉作业 HSE 管理的探讨 ·····	余 炜 陈 杰	(315)
赵东海上油田健康安全环保实践·····	宫长利 赵万优	江宏伟 (322)



辽河油田稠油油井硫化氢产生机理及防治措施研究

王 潜 张国华 许孟权

(中国石油辽河油田公司 辽宁省盘锦市 124010)

摘 要 本文对辽河油田稠油油井含硫化氢(H_2S)状况进行了排查,并通过理论研究,进一步认清了稠油油井硫化氢的生成机理。针对小洼油田实际情况,开展了硫化氢产生及影响因素方面的研究。实验研究表明:(1)热力开采温度是稠油产生硫化氢的主要外在因素,100℃以上条件下,温度每增加20℃,硫化氢含量平均增加450mg/m³左右;温度在160~180℃硫化氢含量增加幅度最大;温度在180℃以上,硫化氢含量增加幅度明显减小。(2)加入具有表面活性的化学剂,能够抑制硫化氢的释放。(3)酸类化学剂的加入会促使硫化氢含量增加。在实验研究的同时也进行了硫化氢防治措施研究。

关键词 油井 硫化氢 机理 防治

引言

蒸汽吞吐和蒸汽驱是稠油热采的主要手段。在高温蒸汽作用下,油藏中的硫化物极易发生化合作用生成硫化氢,且硫化氢会伴随着原油从井底流到地面,并从原油中释放出来。2005年8月,辽河油田首次在小洼油田油井中发现了硫化氢气体,随后在全油田开展了油气水井硫化氢气体排查,结果表明稠油热采区域油井都不同程度含有硫化氢气体,个别油井最高浓度已超过10000mg/m³,远远超过了安全浓度10mg/m³。众所周知,辽河油田是低含硫油田,突然发现个别油井硫化氢浓度超标,给安全管理增大了难度。为避免井口放套压、装嘴子、取样、更换阀门、大罐量油等作业发生硫化氢中毒事故,必须对硫化氢的生成机理进行研究,查清硫化氢的来源,以便采取有效的防治措施。

1 硫化氢含量调查

从2005年8月开始,辽河油田组织对12个采油单位的油气水井进行了硫化氢含量普查,在7个采油单位稠油开采区块的油井发现含有硫化氢气体。从2006年开始,对7个采油单位稠油区块的生产井每月检测一次,共计检测41021井次。其中,发现含硫化氢的生产井达到3169口,硫化氢含量超标2056口,单井硫化氢含量最高达到10000mg/m³(见表1)。

2 硫化氢的无机生成机理和有机生成机理

2.1 无机生成机理

自然界中,硫容易以元素形式得到,如火山喷发、沉积等,它有时直接与其他元素结合,如 FeS_2 (黄铁矿)、 Cu_2S (黄铜矿)、 PbS (方铅矿)、 ZnS (闪锌石)等;此外还有大量的金属硫酸盐,如 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (石膏,最普遍存在的硫酸盐)、 BaSO_4 (重晶石)、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (泻盐)和 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (芒硝)等。

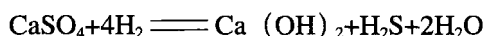
表 1 2006 年辽河油田稠油区块生产井含 H₂S 普查情况统计表

单位	检测井数, 口	含 H ₂ S 井数, 口	含 H ₂ S 超标井数, 口	单井含 H ₂ S 最高值 mg/m ³	超标井数占生产井数的百分比, %	超标井占检测井数的百分比, %
欢采	1151	587	561	1500.0	32.02	48.74
锦采	1481	391	315	302.0	18.83	21.27
曙采	1653	917	677	264.0	40.96	40.96
高采	499	147	55	1500.0	4.05	11.02
金马	427	78	51	10000	11.94	11.94
特油	741	444	247	250.5	24.50	33.33
冷家	683	605	150	> 200	21.96	21.96
合计	6635	3169	2056	—	—	—

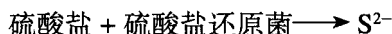
无机盐类最常见硫化氢的生成是硫酸盐还原的结果, 即:



或



或

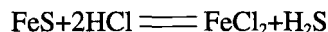
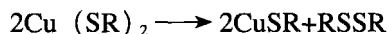


2.2 有机生成机理

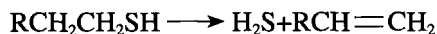
2.2.1 通过硫醇的生成

硫醇是跟醇类相似的化合物, 可以把它看作是 H₂S 中的一个氢原子被烃基取代的衍生物, 也可以看作是烃分子中的氢原子被一个巯基 (—SH) 取代的衍生物, 其通式为 RSH, 其中 R 可以是烷基、环烷基或芳基。

硫醇与其他物质或在外部条件下容易生成硫化氢, 即:



硫醇由于 C—S 键的键能较低 (327kJ/mol), 因而, 具有一定能量的粒子撞击含硫化合物时 C—S 键首先断裂。伯硫醇、仲硫醇很容易发生热分解, 叔硫醇在较低温度下也能分解为硫化氢和相应的烯烃:



硫醇在氢和催化剂 (如 Co—Mo—Al₂O₃) 存在情况下, 几乎可以定量地反应, 生成烷烃和硫化氢。

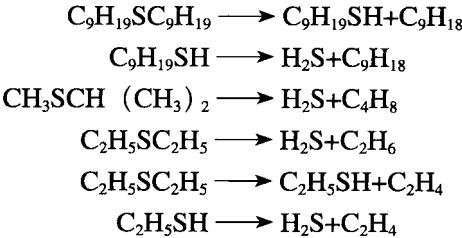
2.2.2 通过硫醚的生成

醚分子中的氧原子被硫原子所代替形成的化合物叫硫醚, 一般结构式为 R—S—R'。石油中存在的硫醚有以下几种: 烷基硫醚 (R—S—R')、芳基硫醚 (Ar—S—Ar)、烷基—芳基硫醚 (R—S—Ar) 和杂环硫醚。还有其他含各种烃基结构的混合硫醚。在无硫醇的石油中链状硫醚极少, 其含量最多为总硫醚的 3%, 在含硫的石油中, 硫醚的主要类型是开链的

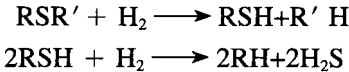
R-S-R' 结构，且硫醚占总硫化化合物的 1/4。

在热的作用下，硫醚的 S-C 键将产生分裂，其反应机理在很多情况下是自由基反应。由于 S-C 键异裂生成离子的速度比均裂生成自由基的速度慢很多，因此分子分解生成离子的机会比生成自由基机会要小得多。反应产物组成主要决定于自由基的各种反应途径；硫醚的热稳定性比沸点相近的烃要小，因此在石油中常常有硫醚分解转化为硫化氢。

研究证明，硫醚热分解产物主要是硫醇、硫化氢、烯烃，即：



单环硫醚催化转化几乎没有硫醇生成，全为硫化氢；硫醚在有氢及 Al-Co-Mo 催化剂的环境下一般发生氢解，最初的产物是硫醇，硫醇的浓度可达最大，然后浓度下降，反应是连续不断发生的，即：



以上为硫化氢在地层下石油中产生的主要原因。

3 油井产生硫化氢及其影响因素

将首先发现硫化氢的小洼油田部分油井作为研究对象进行实验室研究，小洼油田部分油井硫化氢含量见表 2。

表 2 2006 年金马公司小洼油田生产井 H₂S 含量

区 块	生产总井数，口	含 H ₂ S 超标井数，口	单井含 H ₂ S 最高值，mg/m ³	含 H ₂ S 超标井占生产井数的百分比，%
洼 38 块	265	51	11894	19.24

利用小洼油田 4 口取得岩心油井的岩样、原油和地层水进行生成硫化氢实验研究，其实验方法：在容量瓶中加入 10.00g 原油样品及其他参与反应的物质（10g 岩心、10g 地层水）后，放入装有 50.00mL 氢氧化镉悬浮液的密闭容器中，再将密闭容器放入高压罐中，在高压罐中加入 50.00mL 纯水以吸收从密闭容器中逸出的少量的硫化氢，盖上高压罐，充氮气至 3MPa，放入恒温箱中恒温反应 4h。此时，释放出来的硫化氢气体被密闭容器中的碱性氢氧化镉悬浮液吸收，将密闭容器内外的两液体加在一起以形成硫化镉沉淀。吸收液中加入聚乙烯醇磷酸铵可以减低硫化镉的光分解作用。然后，在酸性溶液中，硫化氢与对氨基二甲基苯胺溶液和三氯化铁溶液作用，生成亚甲基蓝，比色定量。研究结果见表 3。

从表 3 中可以看出，在上述实验条件下，测出原油、地层水和岩心体系中的硫化氢的含量很高。其原因可能是：在高温条件下，原油、岩心、水参与了反应，生成了更多的硫化氢释放出来。下面将对产生硫化氢的影响因素进行实验研究。

表 3 高温条件下原油、地层水和岩心体系中硫化氢的含量

油 井 号	实验温度, ℃	实验压力, MPa	硫化氢含量, mg/m ³
38-34-27	180	3.0	4534
38-29-49			4674
38-38-37			4639
38-k032			4690

3.1 温度对原油中硫化氢含量的影响

按照上述实验方法, 利用原油, 在一定条件下进行实验, 结果见表 4。

表 4 不同温度下原油中硫化氢的含量

油 井 号	实验温度, ℃	实验压力, MPa	硫化氢含量, mg/m ³
38-k032	100	3.0	1714
	120		2426
	140		1967
	160		2951
	180		4269
	200		4374
	220		4434

从表 4 数据可以看出: 在其他条件相同的情况下, 温度从 100℃ 升到 220℃ 时, 硫化氢含量从 1714mg/m³ 上升到了 4434mg/m³。出现以上情况的机理是: 温度越高, 原油中生成硫化氢的含量越多。

3.2 温度对原油、地层水混合体系中硫化氢含量的影响

按照上述实验方法, 利用原油、地层水混合体系, 在一定条件下进行实验, 结果见表 5。

表 5 不同温度下原油和地层水混合体系中硫化氢的含量

油 井 号	实验温度, ℃	实验压力, MPa	硫化氢含量, mg/m ³
38-k032	100	3.0	1972
	120		2662
	140		3224
	160		3792
	180		4424
	200		4522

从表 5 数据可以看出：在其他条件相同的情况下，温度从 100℃ 升到 200℃ 时，原油、地层水混合体系中的硫化氢的含量从 1972mg/m³ 升到了 4522mg/m³。出现上述情况的机理是：在油水混合体系中，硫化氢要比纯油体系中释放得彻底，因为在高温下水变成气泡在下层冲击和携带更多的硫化氢进入气相。此外，在长期的油水混合过程中，油水达到一种混合平衡状态，原油中的部分硫化氢溶解在地层水中，而随着温度的升高，水中的硫化氢容易释放出来，导致硫化氢含量升高。

3.3 温度、土酸对原油中硫化氢含量的影响

按照上述实验方法，利用 1g 土酸、10g 原油，在一定条件下进行实验，结果见表 6。

表 6 不同温度下原油和土酸体系中硫化氢的含量

油 井 号	实验温度, ℃	实验压力, MPa	硫化氢含量, mg/m ³
38-k032	100	3.0	2793
	120		3072
	140		3586
	160		3838
	180		4240
	200		4611

从表 6 数据可以看出，在其他条件相同的情况下，温度从 100℃ 升到 200℃ 时，原油、土酸混合物体系中硫化氢的含量将从 2793mg/m³ 上升 4611mg/m³。出现上述情况的机理是：土酸与硫化氢同为酸性物质，有促使原油中硫化氢释放的作用，主要是硫化氢气体在原油中的溶解量相对减小，从而使硫化氢进入气相。与表 4 数据对比，表 6 中硫化氢含量大于表 4 中同等温度条件下的硫化氢含量，说明土酸的存在增加了硫化氢的释放。

3.4 温度、助排剂对原油、地层水混合体系中硫化氢含量的影响

按照上述实验方法，利用 0.1g 助排剂、10g 原油、10g 地层水，在一定条件下进行实验，结果见表 7。

表 7 不同温度原油、地层水和助排剂混合体系中硫化氢的含量

油 井 号	实验温度, ℃	实验压力, MPa	硫化氢含量, mg/m ³
38-k032	100	3.0	172
	120		212
	140		261
	160		203
	180		304
	200		369

从表 7 数据可以看出，在其他条件相同的情况下，温度从 100℃ 升到 200℃ 时，原油、水、助排剂混合体系中硫化氢的含量将从 172mg/m³ 上升到 369mg/m³。出现上述情况的机

理是：由于助排剂起到油水乳化作用，使硫化氢、原油和地层水乳化成均匀的相态，使硫化氢很难释放出来。与表 5 数据对比，表 7 中硫化氢数据小于表 5 中同等温度条件下的硫化氢数据。该实验说明：助排剂的存在降低了硫化氢的释放，即助排剂对硫化氢的释放有抑制作用。

通过上述实验可得出如下几点认识：

(1) 温度是产生硫化氢的主要外在因素，温度在 100℃ 以上，每增加 20℃，硫化氢含量平均增加 450mg/m³ 左右；温度在 160 ~ 180℃ 硫化氢含量增加幅度最大；温度在 180℃ 以上硫化氢含量增加幅度明显减小。

(2) 加入具有表面活性的化学剂，能够抑制硫化氢的释放，降低硫化氢的含量。

(3) 酸类化学剂的加入会促使硫化氢含量增加。

4 硫化氢防护措施和治理措施研究

4.1 防护措施

(1) 制定相应的管理制度和应急预案，对人员进行相关培训，开展演练；

(2) 配备便携式硫化氢检测仪；

(3) 重要岗位设置简易救护设施；

(4) 含硫化氢井，要有明确标志（按油井含硫化氢的浓度分为红、黄、蓝三种颜色）；

(5) 进入含硫化氢现场的人员，要配备相应的防护用具；

(6) 井场划出危险警戒线，设置风向标；

(7) 硫化氢含量较高的生产井，作业前需要进行处理，使硫化氢含量符合环境标准要求。

4.2 治理措施

4.2.1 硫化氢消除剂研究与应用

通过实验，开发出一种应用效果较好的硫化氢消除剂，即 LH-XCJ-1。实验表明：当 LH-XCJ-1 消除剂加量为 0.10mL 时，测出原油、地层水、岩心、混合添加剂体系中硫化氢的含量为 81 μg/g；当 LH-XCJ-1 消除剂加量为 0.25mL 时，硫化氢的含量为 45 μg/g；当 LH-XCJ-1 消除剂加量为 0.5mL 时，硫化氢的含量为 0。表 8 给出了消除剂浓度，消除前、后浓度，消除率方面的数据统计。

表 8 消除剂浓度，消除前、后浓度，消除率数据统计表

消除剂浓度，%	消除前 H ₂ S 浓度，mg/m ³	消除后 H ₂ S 浓度，mg/m ³	消除率，%
0.050	3000	80	97.3
0.125	3000	45	98.5
0.200	3000	10	99.7
0.250	3000	0	100

加消除剂的方法如下：

(1) 套管连续点滴加消除剂。

套管连续点滴加消除剂方法适用于硫化氢含量较少的生产油井，消除剂加入量根据油

井产出硫化氢的浓度具体确定。

套管连续点滴加消除剂示意图如图 1 所示。

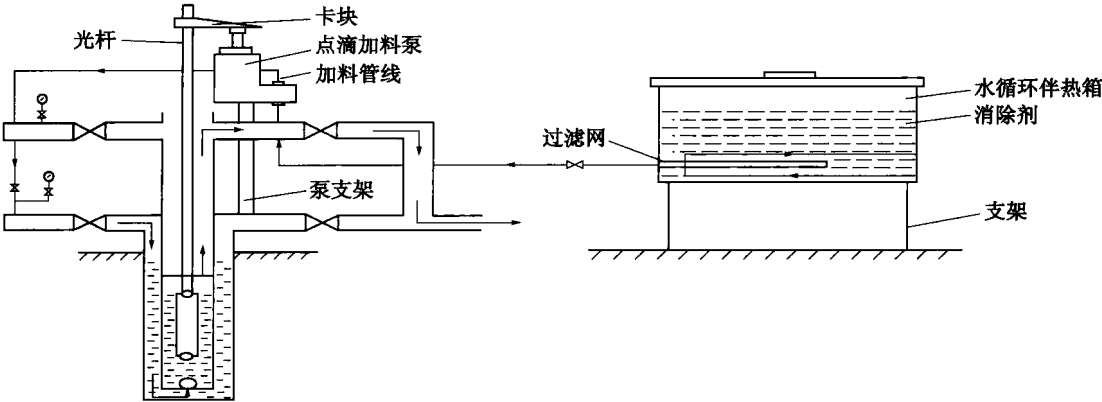


图 1 套管连续点滴加消除剂消除硫化氢影响示意图

(2) 消除剂从油管连续挤入地层。

消除剂从油管连续挤入地层方法适用含高浓度硫化氢油井作业前使用，一次性将硫化氢消除剂从油管挤入地层，消除剂用量根据油井硫化氢含量、油层厚度、处理半径、地层孔隙度等参数进行相关计算。

消除剂从油管连续挤入地层示意图如图 2 所示。

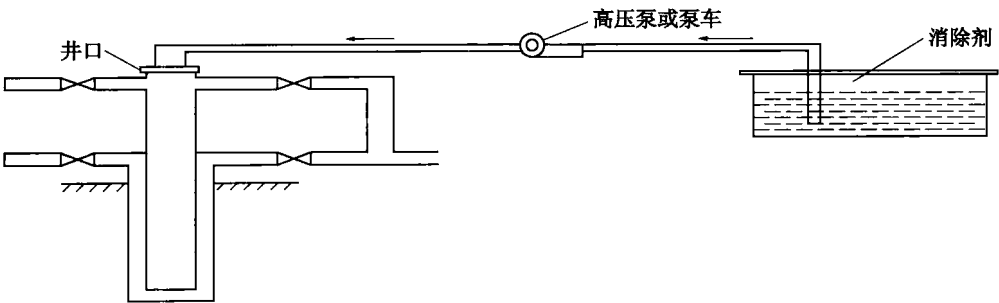


图 2 消除剂从油管连续挤入地层消除硫化氢影响示意图

4.2.2 负压抽吸－中和处理法

负压抽吸－中和处理法主要适用在油井作业前或者作业过程中，将套管气抽到硫化氢处理池中，对硫化氢进行中和处理。

负压抽吸－中和处理法示意图如图 3 所示。

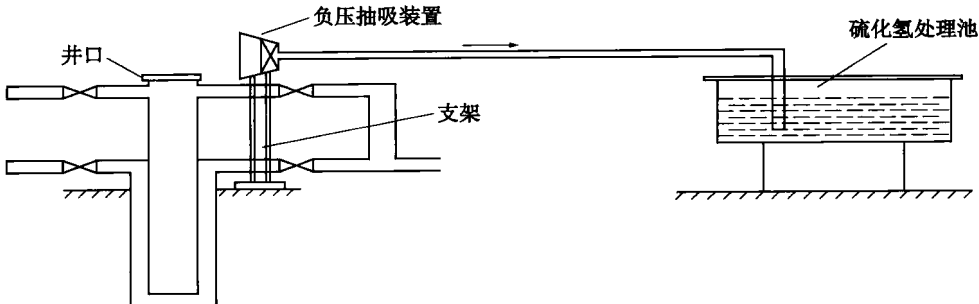


图 3 负压抽吸－中和处理法消除硫化氢影响示意图

4.2.3 井口消除硫化氢

井口消除硫化氢方法是用活性炭吸附剂做成除硫化氢装置，投资小，便于安装，适用于含硫化氢较少的生产井。图 4 给出了井口消除硫化氢处理装置流程示意图。

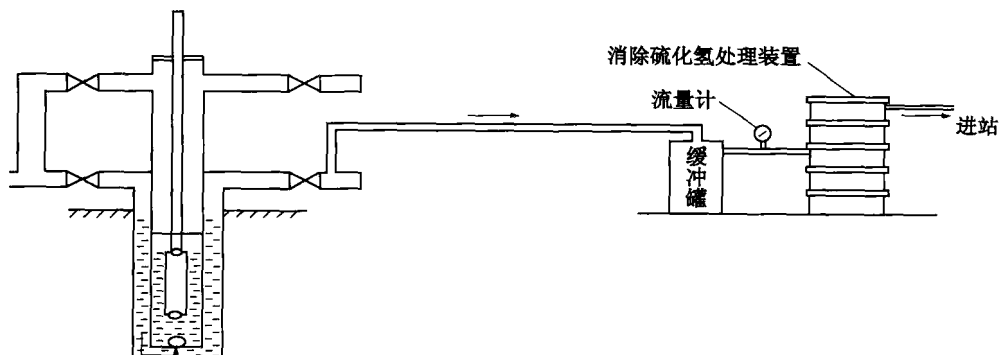


图 4 井口消除硫化氢处理装置流程示意图

4.2.4 套管气进站集中处理

套管气进站集中处理法虽然一次性投资大，但是避免了零星重复性投资，处理效果较好，便于处理方法的不断改进完善，适用于含硫化氢多的油井选用，见图 5。

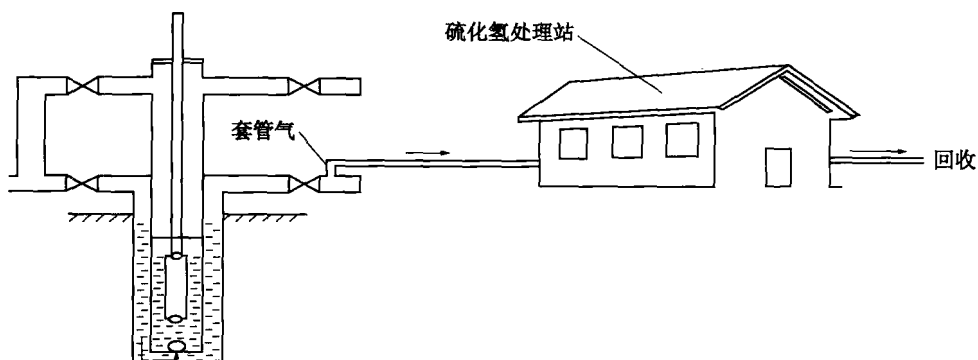


图 5 套管气进站集中处理示意图

5 结论及建议

5.1 产生硫化氢的主要原因和特点

- (1) 原油中硫醇、硫醚等有机硫化物在热力开采的高温下反应生成硫化氢。
- (2) 随着温度的增加，硫化氢的含量增加。
- (3) 酸液的加入，使释放出的硫化氢的量有所增加。
- (4) 具有表面活性物质的加入能够抑制硫化氢的释放。

5.2 硫化氢防护措施

- (1) 制定相应的管理制度和应急预案，对人员进行相关培训，开展演练。
- (2) 配备便携式硫化氢检测仪。
- (3) 重要岗位设置简易救护设施。
- (4) 含硫化氢井，要有明确标志（按油井含硫化氢的浓度分为红、黄、蓝三种颜色）。
- (5) 进入含硫化氢现场的人员，要配备相应的防护用具。

(6) 井场划出危险警戒线, 设置风向标。

(7) 硫化氢含量较高的生产井, 作业前需要进行处理, 使硫化氢含量符合环境标准要求。

5.3 硫化氢的治理措施

(1) 加药法: 点滴法和挤入法。

(2) 中和处理法。

(3) 井口用小型脱硫装置去除套管气中硫化氢。

(4) 套管气集中处理法。

参考文献

- [1] 戴金星. 中国含硫化氢的天然气分布特征. 分类及其成因探讨 [J]. 沉积学报, 1985, 3 (4).
- [2] 钟太贤, 等. 含硫天然气相态及渗流 [J]. 石油勘探与开发, 2004 (5).
- [3] 谷明星, 里群, 等. 固体硫在超临界 / 近临界酸性流体中的溶解度 (Ⅱ) 热力学模型 [J]. 化工学报, 1993 (6).
- [4] 李士伦, 等. 天然气工程 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.

作者简介

王潜 (1953 年 10 月出生于辽宁沈阳), 男, 2002 年毕业于中国地质大学石油工程专业, 工程硕士, 现为辽河油田公司钻采工艺研究院副院长兼总地质师, 高级工程师。

联系电话: 0427-7801021

专家点评: 本文在对辽河油田部分油井含硫化氢状况进行摸底分析的基础上, 对硫化氢的无机生成机理和有机生成机理及影响因素进行了研究, 提出了硫化氢防治措施。文章主题切中要害、基础数据充实、研究路线清晰、措施切实可行, 对油田企业硫化氢防治工作具有极高的借鉴价值。