

川渝地区高含硫气田开发的 HSE 保障体系建设探讨

涂强 周大为 银小兵 刘盛兵 翁帮华

中国石油西南油气田公司安全环保与技术监督研究院

涂强等.川渝地区高含硫气田开发的 HSE 保障体系建设探讨.天然气工业,2010,30(11):102-105.

摘要 高含硫气田的大规模开发在国内尚处于起步阶段,为了有效降低开发过程中的安全风险,建立相应的 HSE 保障体系很有必要。针对川渝地区高含硫化氢气田特点,结合中国石油西南油气田公司 LG 气田 HSE 示范工程建设成果、中国石油与美国雪佛龙石油公司在川东北高含硫化氢气田合作开发经验以及中国石化普光气田开发实践,系统分析了高含硫化氢气田开发 HSE 标准体系建设需求,提出了从定量风险评价、安全防护距离确定、应急处置程序、环保管理、职业健康管理等方面完善 HSE 标准体系的建议;另外,根据定量风险评价、三维扩散事故后果模拟技术制订安全规划,设置安全距离与应急计划区,从应急机构与装备、应急预案与企地联合应急演练等方面,提出了应急保障体系建设要求。该研究成果对高含硫气田安全、清洁、高效开发具有借鉴意义。

关键词 高含硫化氢 气田开发 HSE 标准体系 应急保障体系 安全规划 应急预案 企地联合应急演练

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2010.11.026

川渝油气区分布含硫化氢气田(构造)100 余个,含硫化氢气井 1 000 余口,包括中国石油的 LG 气田,中国石油与优尼科东海有限公司拟合作开发的罗家寨、滚子坪、铁山坡、渡口河、七里北等气田,中国石化普光气田等,高含硫气田的大规模开发在国内尚处于起步阶段,笔者多年来对其安全环保问题进行了大量的基础研究工作。

笔者针对川渝地区高含硫化氢气田的特点,结合中国石油西南油气田公司 LG 气田 HSE 示范工程建设成果、中国石油与美国雪佛龙石油公司在川东北高含硫化氢气田合作开发经验以及中国石化普光气田开发实践,从 HSE 技术标准与规范、安全规划(安全距离与应急计划区设置、安全规划关键技术)、应急机构与装备、应急预案与企地联合应急演练等方面,系统分析了高含硫化氢气田开发 HSE 标准与应急保障体系建设内容并提出了建议。

1 HSE 技术标准与规范保障

“12·23”事故调查结果表明,当时我国高含硫化

氢气田 HSE 标准规范严重缺乏。为了确保生产安全,国家安全生产监督管理总局、全国安全生产标准化技术委员会和石油工业标准化技术委员会对硫化氢防护的规定和标准的制定更加重视,在总结“12·23”事故教训的同时,借鉴国外防硫化氢的经验制(修)定我国一批防硫化氢标准,如 SY 5087—2005《含硫化氢油气井安全钻井推荐作法》、SY 6137—2005《含硫化氢的油气生产和天然气处理装置作业的推荐作法》、AQ 2016—2008《含硫化氢天然气井井喷失控点火时间规定》以及国家能源局发布并于 2010 年 10 月 1 日实施的 SY/T 6781—2010《高含硫化氢的天然气净化厂公众安全防护距离》等。

虽然高含硫气田开发相关的 HSE 标准体系处于不断的完善中,但随着我国对环境保护、安全保障、节能减排和温室气体排放与控制的要求愈加严格,高含硫化氢气田开采 SO₂ 排放增加与国家减排要求相矛盾。当前高含硫化氢天然气井井喷失控毒物扩散事故定量风险分析,公众安全评价程序、方法、内容及可接受风险水平,高含硫化氢气田集输井站及集输管道的

作者简介:涂强,1963 年生,高级工程师,博士;毕业于西南石油大学;曾从事气田开发、天然气输送等技术管理工作,目前主要从事油气田 HSE 技术研究与管理,现任中国石油西南油气田公司安全环保与技术监督研究院副院长。地址:(610213)四川省成都市华阳输气大厦六楼。电话:13558855330。E-mail:tq@petrochina.com.cn

公众安全距离、大气环境保护距离、应急计划区的确定,高含硫化氢气井重大危险源辨识与危险分级,高含硫化氢气井生产事故现场处置程序编制规则,高含硫天然气或酸气放空管理,高含硫化氢气田关井及暂停井、完井测试^[1]、固体废物处理和高含硫化氢气田开发职业健康管理等问题仍无标准可依。

因此,高含硫化氢 HSE 标准与规范保障方面应根据当前我国对安全保障、节能减排的相关要求,参考国外的成功经验,继续完善适合我国高含硫化氢气田开发特定的健康、安全和环境标准。

2 安全规划保障

2.1 安全规划主要任务

安全规划的主要任务,就是要研究开发项目潜在风险的发生规律,并对其进行预防和控制,从而降低风险发生的频率,减小其危害程度,使具有一定风险的项目能够满足开发和安全生产的要求。其主要内容包括:对人员(开发人员及其周边相关人员,如居民等)活动提出约束要求,确定可接受风险指标,制订长远安全开发目标^[2]。

对于高含硫化氢气田开发而言,由于硫化氢气体的特殊性质,含硫气井的开发是具有高度危险性的作业,通常采用的安全规划方式主要包括以下两个方面:

2.1.1 设置安全距离

设置公众安全防护距离,目的是在危险源与公众之间提供一定的缓冲区域,在此区域内允许人员的通行、耕作等正常活动。其主要是解决工业生产和居住两个互有冲突活动之间的问题,当两种活动之间不匹配时,应当设置适当的隔离距离。

2.1.2 设置应急计划区

应急计划区(EPZ)是指为了在事故发生时能够及时、有效地采取保护公众的防护行动,事先在危险设施的周围划出制定有应急预案并做好适当准备的区域,应急准备工作通常包括预警、人员疏散、避难、个人防护手段、点火、公众培训等。其目的是在应急干预的情况下便于迅速组织有效的应急响应行动,最大限度地降低事故对环境和公众可能产生的影响。

在设置安全距离与应急计划区之前,首先需要对接含硫气井进行分级^[3]。其目的是根据含硫气井对公众危害程度的不同以及应急管理需求的差异,对接含硫气井依据其井喷风险对公众的危害程度进行区分,对不同等级的含硫气井,分析其应急管理需求,进一步提出相

应的安全规划要求,以加强安全监管、保障公众安全。

2.2 安全规划关键技术

目前国内外有害气体扩散中毒定量风险评价技术主要考虑平坦地形条件,没有考虑三维复杂地形对有害气体扩散的影响。

要做好川渝地区高含硫化氢气田开发的安全规划,设置合理的安全距离和应急计划区,必须在严格执行国家、行业、企业 HSE 标准规范的基础上,运用定量风险评价技术。同时,由于川渝地区的高含硫化氢气田处于地形复杂的中低山区,污染物扩散受三维复杂地形和局部风场影响大,因此还必须考虑复杂地形的影响,还需运用“三维复杂地形含硫化氢天然气泄漏扩散中毒定量风险评价技术”作为技术支持。

“三维复杂地形含硫化氢天然气泄漏扩散中毒定量风险评价技术”是中国石油西南油气田公司 2009 年科研项目“川渝地区含硫天然气勘探开发定量风险分析技术研究”的重要研究成果。该技术是运用 CFD(计算流体力学)方法,通过复杂地形 DEM(数字高程)数据,借助计算机工作站强大的计算功能进行地形几何建模和网格划分,优化相关边界条件和参数,来实现三维复杂地形对有害气体扩散的定量影响分析,并运用定量风险评价原理,形成的一套适合三维复杂地形条件下含硫天然气泄漏扩散中毒定量风险评价技术。

3 应急机构与装备保障

笔者从消气防中心、抢维修中心、应急监测中心、应急物品和安防器材、安全庇护所、三维地理信息应急系统、应急警报系统建设等方面系统分析了高含硫化氢气田开发所应建立的应急机构与装备技术体系,为高含硫化氢气田安全、环境友好和清洁开采提供技术保障。

3.1 消气防中心

根据《中华人民共和国消防法》、《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183—2004)、《油气田消防站建设规范》(SY/T 6670—2006)、《气体防护站设计规范》(SY/T 6772—2009)等相关标准的规定,并考虑天然气生产能力、邻近消气防协作条件和所处地理环境,高含硫化氢气田应建设消防站和气防站(可以合并建设),消防站建设可分为一级消防站、二级消防站、三级消防站、特勤消防站。

结合川渝地区的各高含硫化氢气田开发规模,至少应设置一级消防站,甚至特勤消防站。考虑到气田

开发一般是滚动开发,分期建设。因此川渝地区高含硫化氢气田的消气防站可以采取总体规划、分期实施的原则,分期组建消气防力量,配备消防装备与器材。

当前 LG 气田和普光气田均已建成消气防中心,其中组建于 2006 年 6 月的中国石化普光气田应急中心作为国家安全生产应急指挥中心命名的“国家油气田救援川东北基地”,既是我国 4 大油气田救援基地之一,也是我国唯一一个国家级油气田救援示范基地,具备处置重(特)大规模的井喷失控、化学品泄漏、火灾、爆炸、环境灾害、自然灾害和内部交通事故的能力^[4]。

3.2 抢维修中心

根据气田和净化厂现场的生产实际情况,组建维修抢险机构,负责气田和净化厂生产设施(含自控设施及系统)、仪器仪表的维护检修工作;负责事故应急状态下抢险工作,参与事故后的恢复重建工作。

LG 气田抢维修中心定员 43 人,设在 LG 净化厂,为 LG 净化厂和 LG 作业区提供服务。除配备了管工、铆工、钳工、焊工等多工种的抢、维修人员外,还设置有气田内部医务室,可进行现场简单急救。

3.3 应急监测中心

按照《环境保护法》、《安全生产法》等法律和相关法律的规定,需要开展事故情况下应急监测工作,组建突发环境事件应急监测中心,配备应急环境监测仪器。

应急环境监测仪器的配备可参考《全国环境监测站建设标准》(环发[2007]56号),此标准规定了监测站人员编制及人员结构、监测经费、监测用房、基本仪器配置、应急环境监测仪器配置、专项监测仪器配置的具体要求。若气田有可依托的企业或地方环境监测资源,可配置企业或地方环境监测站没有的应急监测仪器,如多点无线式 SO₂、H₂S 监测系统、自动气象站等。

LG 气田、普光气田已参照西部地区三级站建设标准,并结合气田可依托的应急监测资源配置了突发环境事件应急监测人员、仪器设备等。

3.4 应急物品和安防器材配备

高酸性气田既含有毒有害气体,又含有易燃易爆、腐蚀性物质,且勘探开发过程易发生井喷、腐蚀泄漏导致 H₂S 中毒等事故的发生。因此,加强应急物品和安防器材的配置对于应急抢险工作具有重要意义。

气田开发生产作业场所急救应急物品和安全防护器具的配备,应根据作业性质、工作场所、作业环境、地理条件等因素,按照 Q/SY 136—2007《生产作业现场应急物品配备规范》、SY/T 5087—2005《含硫化氢气

井安全钻井推荐作法》、SY/T 6137—2005《含硫化氢的油气生产和天然气处理装置作业推荐作法》、SY/T 6610—2005《含硫化氢油气井井下作业推荐作法》、SY 6277—2005《含硫油气田硫化氢监测与人身安全防护规程》等标准、规范的要求进行配备。

3.5 安全庇护所

当含硫化氢天然气发生连续大量泄漏时,防止生产现场人员中毒是安全开发含硫化氢气田首先面临的重要现实问题。目前常用的应急点火法和应急撤离法都具有现场操作的不确定性。经验表明,在含硫化氢开发生产现场设置事故状态下供人体呼吸用的稳定可靠的合格气体及气源,是控制事故规模及后果的最佳方式。中国石油西南油气田公司首次从挪威 UNITE-AM 公司引进了 2 台安全庇护所^[5]。安全庇护所的紧急空调系统可提供新鲜空气并保持内部 50 Pa 的正压,能为 10 个人提供不少于 2 h 的安全庇护时间。

安全庇护所以对油气田发生突发事件时保障人员安全具有十分重要的作用,建议有条件的高含硫化氢气田配置一定数量的安全庇护所。

3.6 三维地理信息应急系统^[6]

三维地理应急系统是一个集地景地貌、矢量地图、区划信息、人居信息、敏感目标、道路信息以及企业生产区域、设施、设备等为一体的三维可视化信息平台。该平台既有地理信息又包含全息三维企业场景,是整个应急系统的基础和支撑。可实现全息化安全管理、应急响应与辅助决策、数字化预案与培训演练等功能。目前 LG 气田数字化应急预案系统已建成并投入使用。

3.7 应急报警系统

川渝地区高含硫化氢气田所在区域属于典型的丘陵地带,地理环境非常复杂,有效的通讯保障在该地区较为脆弱。在事故状态下要保证事故信息能及时、准确地通知到应急区域内的群众,就必须建设一套可靠的应急报警系统。

LG 气田应急报警系统采用按村组行政区划分区设置,以利于村干部发挥作用,做到居民有效撤退。报警方式上主要采用了移动短信群呼、固定电话机群呼,以及在人口活动较为密集的地区安装高音喇叭及无线调频音柱等发声设备,基本保证了应急区域内的全覆盖。

4 应急预案体系与企地联合应急演练保障

为使高含硫化氢气田建设的消气防中心、抢维修

中心、应急监测中心、应急物品和安防器材配备、安全庇护所、三维地理应急信息系统、应急报警系统等形成协调的、统一的有机体,在事故情况发生时能发挥有效作用,必须编制有针对性的基于三维地理应急信息系统平台的应急预案体系,并加强企地联合应急演练。

高含硫化氢气田应急预案的制订除应符合《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》(AQ/T 9002—2006)、《石油天然气安全规程》(AQ 2012—2007)等一般性规定外,还应符合《含硫化氢油气井安全钻井推荐作法》(SY/T 5087—2005)、《含硫化氢油气井井下作业推荐作法》(SY/T 6610—2005)、《含硫化氢的油气生产和天然气处理装置作业的推荐作法》(SY/T 6137—2005)等标准、规范要求。

LG 气田应急预案有 1 个总预案和 18 个分预案,并在此基础上编制了 LG 作业区、LG 净化厂处置预案和各单井、净化工段的 24 类应急处置程序,全面覆盖了 LG 气田试采工程的各个环节。预案编制过程中,完成了对 LG 气田试采工程周边 4 个地级市 8 个县 59 个乡镇的应急救援资源的详细调查,共调查医院 135 所,公安队伍 56 个,交警队伍 16 个,消防队伍 11 个,完成了 2 万余户应急计划区居民的详细信息(包括户主姓名、位置、电话、家庭人口数量等)调查,这些信息已集成在 LG 数字化应急预案平台中。LG 气田投产前开展了包括净化厂、场站有毒气体泄漏后中毒人员救援、应急广播、三维地理应急系统快速决策、周边群众疏散安置、消气防力量展示、现场抢修等大型企地联合应急演练。

5 结论与建议

“12·23”事故以后,我国围绕高含硫化氢气田的安全、高效、清洁和环境友好开发进一步开展了大量的科技攻关并进行了实践。在研究成果的支撑下,近年来我国先后发布实施了多项 HSE 行业标准和企业标准,极大地完善了含硫化氢气田的 HSE 标准规范。但当前在高含硫化氢天然气井井喷失控毒物扩散事故定量风险分析和公众安全评价的程序、方法、内容及可接受风险水平,高含硫化氢气田集输井站、集输管道的

公众安全距离、大气环境保护距离、应急计划区的确定等方面仍无标准可依,仍需继续完善适合我国高含硫化氢气田开发特定的健康、安全和环境标准,其中 7 项标准已立项并在制定中,8 项标准还待立项。

中国石油西南油气田公司 LG 气田 HSE 示范工程建设成果、中国石油与美国雪佛龙石油公司在川东北高含硫化氢气田合作开发经验以及中国石化普光气田开发实践表明:川渝地区高含硫化氢气田开发应急保障体系建设要针对气田硫化氢含量高,以及气田所在区域地形复杂、人口密度大、交通条件差、可依托的外部救援力量薄弱的特点,在严格执行国家、行业、企业 HSE 标准规范的基础上,运用三维复杂地形含硫化氢天然气泄漏扩散中毒定量风险评估技术做好安全距离与应急计划区的安全规划工作;落实气田消气防中心、抢维修中心、应急监测中心、三维地理信息应急系统、应急警报系统等的建设,有条件的可以考虑配备固定式或移动式安全庇护所;编制有针对性的基于三维地理应急信息系统平台的应急预案体系,加强企地联合应急演练。

参 考 文 献

- [1] 罗瑞振,韩建红,李国平,等.高含硫气田试气作业的安全措施与管理——以普光气田为例[J].天然气工业,2009,29(7):112-115.
- [2] 王建光,邓云峰,郭再富.基于公众安全防护的含硫气井分级监管建议[J].中国安全生产科学技术,2009,5(3):124-128.
- [3] 国家安全生产监督管理总局.AQ 2017—2008 含硫化氢天然气井公众危害程度分级方法[S].北京:煤炭工业出版社,2008.
- [4] 杨永钦.建设油气田救援基地[J].劳动保护,2009,12(7):106-107.
- [5] 蒋毅,黄湛.防毒庇护所在高含硫气田中的应用[J].天然气工业,2009,29(6):117-119.
- [6] 龚建华,朱进,王以朗,等.LG 气田三维应急地理信息系统的建设[J].天然气工业,2010,30(3):116-119.

(收稿日期 2010-06-20 编辑 赵 勤)