

防毒庇护所在高含硫气田中的应用

蒋毅¹ 黄湛²

1. 中国石油西南油气田公司川东北气矿 2. 中国石油西南油气田公司地面建设部

蒋毅等. 防毒庇护所在高含硫气田中的应用. 天然气工业, 2009, 29(6): 117-119.

摘 要 当高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, 是目前和今后一段时期内安全开发高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, 经验表明在高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川东北气矿首次从挪威 UNITEAM 公司引进了 2 台初次设计制造的防毒庇护所。防毒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, 能满足为 10 个人提供不少于 2 h 的安全庇护时间。为此, 介绍了防毒庇护的理念、防毒庇护所的工作原理、结构组成和使用方法, 并通过分析, 对防毒庇护所的内部空间利用、噪声控制及安装运输等提出了改进意见, 指出经改进后的防毒庇护所, 在不久的将来将会成为高含硫天然气生产现场的重要安全设施, 在高含硫气田开发中具有广阔的应用前景。

关键词 防毒庇护所 高含硫化氢 气田 现场应用 分析 改进意见 川东北气矿

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2009.06.035

目前, 在国内西南地区存在多个高含硫化氢天然气气田, 当发生长时间大量高含硫化氢天然气泄漏事故时, 如何保障泄漏点附近区域人员的生命安全, 确保事故现场操作、抢险人员能够在相对安全的环境中等待救援、或者进行应急抢险准备, 已经成为摆在从事高含硫化氢天然气气田安全生产管理工作人员面前的重要课题。

1 防毒庇护的理念

结合近年来与国内外多家石油公司的技术交流和现场实际经验, 可知在发生上述泄漏事故时, 要对事故进行有效的控制^[1], 目前所采取的安全应急措施仅有如下 3 种: ①立即实施点火, 将硫化氢转化为二氧化硫, 降低有毒气体的毒性^[2]; ②实施应急撤离, 将人员及时撤离到硫化氢扩散后的致死浓度范围以外; ③提供人体呼吸所必需的合格气体, 避免吸入事故现场的硫化氢气体^[3]。从多起事故可以看出, 实施应急点火和应急撤离, 都具有现场操作的不确定性, 无论是在点火的最佳有效时间上, 还是在撤离路线、方向及距离上, 都存在现场操作的难度和准确性难以保证的问题。因此, 在高含硫化氢天然气气田开发生产现场, 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。目前在国外一些高含硫化氢天然气处理厂, 已经设置了供呼吸用的空气管路系统, 确保各工段发生泄漏事故时, 现场操作人员能够及时就近取用呼吸装置。但是, 随着产能建设步伐的整体推进, 针对西南地区的自然环境和生产特点, 在借鉴国外上述经验的同时, 如何在高含硫化氢天然气井站的钻井、生产作业以及天然气处理中发生高含硫化氢天然气泄漏事故状态下, 确保生产作业人员的安全, 特别是确保现场应急抢险人员的安全, 是亟待解决的问题^[4-5]。

中国石油西南油气田公司川东北气矿针对川东北地区罗家寨气田的勘探开发现场实际情况, 于 2005 年从挪威 UNITEAM 公司引进了 2 台防毒庇护所(由于罗家寨气田开发建设暂缓, 该 2 台防毒庇护所未投入现场使用)。通过研究分析, 对如何正确使用防毒庇护所进行安全庇护、对该庇护所性能如何进行改进, 提出了初步的意见。

2 防毒庇护所的原理

防毒庇护所是一个 5.69 m × 2.13 m × 2.18 m 的标准集装箱。该箱体包括主房间、气锁区、高压空

作者简介 蒋毅, 1972 年生, 工程师; 主要从事天然气开发安全管理工作。地址: (635000) 四川省达州市南外镇西环路工商银行 12 楼质量安全环保科。电话: (0818) 2699675, 13882818588。E-mail: jiangy@petrochina.com.cn

气瓶仓、简易卫生间和设备箱。并在庇护所内外安装设置了高灵敏度的 CH_4 和 H_2S 气体检测仪,当设定浓度的有毒有害气体被检测到时,报警系统启动,然后空气系统启动,高压气瓶开始向庇护所充气,使庇护所始终保持正压,为庇护所内提供新鲜空气。

3 防毒庇护所的结构组成

整个防毒庇护系统分为气体探测系统、报警系统、空气系统、控制系统、动力系统和防火系统6个部分,各系统配合联动,以达到防毒庇护的功能。

3.1 气体探测系统

防毒庇护所的气体探测系统主要由固定式气体检测仪、无线气体检测仪和便携式 H_2S 检测仪构成。在庇护所外部和内部,分别设置了 CH_4 、 H_2S 、 CO_2 和 O_2 气体检测仪,用于对庇护所外部环境、主房间和气锁区的气体浓度进行检测。防毒庇护所还有1套无线气体检测设备,在距离防毒庇护所3 km范围内放置 H_2S 和 CH_4 检测仪的无线发送器,在主房间就能通过无线接收器接收现场气体浓度信号,并实时反馈到 PLC 控制系统,进行远程报警。另外,防毒庇护所还为进入庇护所的人员配备了10台便携式 H_2S 检测仪,用做现场工作人员的随身防毒设备。

3.2 报警系统

在庇护所顶部安装有声光报警器,气锁区设置有警示灯,在 PLC 面板上安装有故障报警灯和警笛。这些报警设备都会根据 PLC 采集到的现场信号和庇护所内信号,按照不同的报警等级进行报警。

3.3 空气系统

空气系统是防毒庇护所的核心,空气系统的气源为12个 0.05 m^3 的高压空气瓶,系统压力为30 MPa,高压空气瓶内的空气在外部环境清洁时由庇护所内的空气压缩机进行充灌。在庇护所防毒庇护功能启用后,高压空气经过降压系统降压后,向主房间输送新鲜空气,并在主房间保持50 Pa左右的微正压,气锁区内保持25 Pa左右微正压。由于庇护所内部的压力略大于环境压力,因此房内空气通过止回阀不断向外排出,而外部环境中的有毒有害气体无法进入庇护所内部。

3.4 控制系统

防毒庇护所采用可编程控制系统(PLC)对气体探测系统,报警系统,空气系统,动力系统和防火系统进行综合控制。根据 PLC 采集到的各种数据对外部环境进行判断,并控制防毒庇护所的运行和停止。

3.5 电力系统

防毒庇护所具有外部动力输入接口,可外接380 V 动力电源。同时在防毒庇护所内部设置了 UPS 系统,能在外部断电情况下为庇护所提供2.5 h的电能供应。

3.6 防火系统

整个防毒庇护所达到 A-60 防火等级,并在主房间内设置了烟雾报警器和灭火器。

4 如何正确使用防毒庇护所

防毒庇护所的运行模式分为预警模式和防毒庇护模式2种。当气体检测仪探测到环境中的 H_2S 气体浓度超过 $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ^[6]时,庇护所就自动进入预警模式,外部声光报警器报警灯闪亮报警,报警扬声器断续报警。此时,现场工作人员应该提高警惕,随时准备进入庇护所避险。

当外部有毒有害气体浓度继续上升,达到一定浓度(H_2S 浓度大于等于 $20 \text{ mg}/\text{m}^3$ 或 CH_4 浓度大于等于爆炸下限浓度的50%)^[7]时,庇护所进入防毒庇护模式。此时外部报警灯闪亮,扬声器连续报警。当庇护所进入防毒庇护模式时,现场工作人员应该迅速进入防毒庇护所,启动防毒庇护功能。

另外防毒庇护所还设置了撤离警示功能,当主房间内不再满足保证人员安全条件时(空气压力不足,有毒有害气体侵入等),庇护所会响起警报,此时,庇护所内工作人员,应该尽快关闭空气供给、关闭电源系统、切断动力供给,迅速撤离。

5 防毒庇护所的改进建议

防毒庇护所能基本满足为10个人提供不少于2 h的安全庇护时间。紧急空调系统可以为庇护所提供新鲜空气并保持内部50 Pa的正压;配备了所需配套设施,庇护所由一个防毒气箱体构成,包括密封的气锁区域,并作了防火绝热处理;控制系统的 PLC 处理器留有40%以上的处理余量,I/O 卡采用了冗余设计,逻辑控制系统具备可开放性和可扩展性。但由于该庇护所为初次设计制造,在应用过程中也发现有很多不足,需要进一步改进。

5.1 空间利用

该防毒庇护所在空间的利用上还需要进一步优化。庇护所为 $5.69 \text{ m} \times 2.13 \text{ m} \times 2.18 \text{ m}$ 的标准集装箱,除去高压空气瓶仓和气锁区后,主房间的空间已经较小,而主房间内部的设备安装布置未能优化利用空间,造成空间狭小,10人进入防毒庇护所后空

间十分拥挤。

在事故状态下,现场人员本身会较为紧张,如果空间狭小将更不利于现场工作人员的操作。因此在相对狭小的空间如何提高空间的利用率就显得十分重要。

5.2 噪声控制

防毒庇护所内使用的空气气源采用高压空气降压后输出,在出口处有很大的噪声,在加装了消音器后噪声有所减小,但整体效果仍然不够理想,在主房间内人员对话较为困难。

为了保证现场抢险作业人员能够较轻松地在庇护所内进行交流、指挥,需要一个适合交流的环境,可考虑采用吸顶式送风等方式,进一步减小噪声。

5.3 设备的安装

考虑到四川地区的道路运输条件,目前庇护所外部仪表在运输过程中必须拆卸,同时顶部的风向标和声光报警器均容易在运输过程中遭到外力碰撞而损坏。为了方便运输同时保证安装仪表的安全,建议外部仪表采用嵌入式安装,既美观又能保证运输途中仪表设备的安全。

6 结论

综上所述,对于在国内高含硫化氢天然气气田

开发初次使用的防毒庇护所,具有广阔的应用前景,但是还有许多需要改进和完善的地方。可以预见的是,经过改进后的防毒庇护所,在不久的将来将会成为高含硫天然气生产现场的重要安全设施。

参 考 文 献

- [1] 罗小兰,向启贵,银小兵,等.关于天然气管道环境风险评估的认识[J].石油与天然气化工,2008,37(6):532-534.
- [2] 丁康乐,李术元,岳长涛,等.天然气中 H₂S 的化学成因实验研究[J].石油与天然气化工,2008,37(2):141-144.
- [3] 胡文瑞,马新华,李景明,等.俄罗斯气田开发经验对我们的启示[J].天然气工业,2008,28(2):1-6.
- [4] 张良鹤.天然气集输工程[M].北京:石油工业出版社,2001:221-225.
- [5] 王福成,陈宝智.安全工程概论[M].北京:煤炭工业出版社,2002:118-134.
- [6] 郑维田.石油工业安全标准汇编第十一部分:硫化氢防护[G].2版.北京:石油工业出版社,2005.
- [7] 王志安.石油工业安全标准汇编第四部分:防火防爆[G].2版.北京:石油工业出版社,2005.
- [8] 乔蓓.作业条件危险性评价法在天然气净化厂辅助生产设施安全评价中的应用[J].石油与天然气化工,2007,36(5):432-434.

(修改回稿时间 2009-04-20 编辑 何 明)