

油田企业HSE培训系列教材(试用)

硫化氢防护 培训教材

王秋建 林波 周德才 杨延美 强永和 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

《危险化学品安全管理条例》

硫化氢防护 培训教材

中国石化集团公司安全环保处 编

中国石化出版社

油田企业 HSE 培训系列教材(试用)

硫化氢防护培训教材

王秋建 林波 周德才 杨延美 强永和 编著

中国石化出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

硫化氢防护培训教材 / 王秋建等编著. —北京: 中国石化出版社, 2009

(油田企业 HSE 培训系列教材) 试用

ISBN 978 - 7 - 80229 - 912 - 2

I. 硫… II. 王… III. 油气钻井 - 硫化氢 - 防护 - 技术培训 - 教材 IV. TE28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 059269 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京密云红光制版公司排版

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 7 印张 167 千字
2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷
定价: 20.00 元

前 言

油田企业的安全生产工作是一项系统工程，涉及油气勘探开发的全过程。随着石油天然气勘探开发力度的加大，由此带来的安全生产风险也在不断增加。以往全国相继发生过多起重特大井喷(失控)、硫化氢中毒事故，不但给社会带来了严重的不良后果，同时也影响石油天然气的生产安全。

油田企业硫化氢防护涉及钻井、测井、录井、试油(气)、修井、采油(气)、油气集输等作业环节。为使从业人员熟练掌握硫化氢危害特性、监测技术、人身安全防护设备使用等基本知识，提升从业人员事故预防和应急处置能力，我们结合油田企业近年来硫化氢防护培训的实际与需求，经过对胜利油田、中原油田、西南石油分公司等单位的广泛调研，编写了《硫化氢防护培训教材》。

本书主要包括硫化氢基础知识、硫化氢监测与防护设备、硫化氢事故应急管理、硫化氢中毒现场急救、钻井和井下作业及其他涉硫作业硫化氢防护、硫化氢典型事故案例剖析等内容，具有较强的针对性、实用性和可操作性，是油田企业对硫化氢作业环境从业人员进行硫化氢防护培训的专业教材，也可作为生产、技术、管理人员的重要参考书籍。

本书主要依据《含硫化氢油气生产和天然气处理装置作业的推荐作法》(SY/T 6137—2005)、《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)、《含硫油气田硫化氢监测与人身安全防护规程》(SY/T 6277—2005)等几个行业标准而编写的。本书成稿后，国家安全生产监督管理总局等近期又颁布了《含硫化氢天然气井失控井口点火时间规定》(AQ 2016—2008)、《含硫化氢天然气井公众危害程度分级方法》(AQ 2017—2008)、《含硫化氢天然气井公众安全防护距离》(AQ 2018—2008)等相关专业标准，希望石油石化各企业在培训实施及业务学习过程中，要充分结合本企业的实际情况对新标准进行把握和使用。

本书由王秋建、林波、周德才、杨延美、强永和编著，王秋建、张娜执笔编写第一、二章；林波、周德才执笔编写第三章；梁玉琳、牛青执笔编写第四章；周德才、黄根山执笔编写第五章；强永和、陈向文执笔编写第六、七章；杨延美、林波执笔编写第八章、附录。一、二稿由陈向文、王秋建、周德才、杨延美、林波、王海燕、潘积鹏分篇章进行了修改，最后由刘钰教授统审，在此表示衷心的感谢！

本书在编写过程中，参考了大量的文献书籍，汲取了诸多专家的研究成果。

对此，编者在该书的参考文献中尽可能地作了列举。在此，谨向有关作者、编者表示深深的谢意，并向出版这些书刊、读物的出版社致敬。

限于编者水平，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正，以便今后修订完善。

目 录

第一章 硫化氢基础知识	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 硫化氢气体的理化性质和危害	(1)
第三节 硫化氢防护常用名词	(6)
第二章 硫化氢监测与防护设备	(9)
第一节 呼吸保护设备	(9)
第二节 硫化氢监测系统	(12)
第三节 硫化氢易泄漏危险部位的监测	(15)
第三章 含硫化氢地区作业应急管理	(18)
第四章 硫化氢中毒现场急救	(22)
第一节 现场救护程序	(22)
第二节 心肺复苏术	(25)
第五章 钻井作业硫化氢防护	(30)
第一节 地质及工程设计要求	(30)
第二节 井场及设备布置	(31)
第三节 设备材质及井控设备	(32)
第四节 硫化氢监测及个人防护	(34)
第五节 应急预案演练	(35)
第六节 含硫油气井钻井作业程序	(36)
第六章 井下作业硫化氢防护	(40)
第一节 上修前技术交底与井史、井场调查	(40)
第二节 施工方案与应急预案	(41)
第三节 上修后开工前的井控及有毒有害气体的防护准备	(42)
第四节 施工中的井控及硫化氢气体的防护要求	(43)
第五节 后勤辅助人员及其他非生产人员的安全防护	(44)
第七章 其他涉硫作业硫化氢防护	(45)
第一节 进入受限空间作业硫化氢防护	(45)
第二节 进入下水道(井)、地沟、深池等场所作业硫化氢防护	(46)
第三节 管线解堵作业安全管理及硫化氢防护	(46)
第四节 酸化压裂作业安全管理及硫化氢防护	(48)
第八章 硫化氢事故案例剖析	(50)
案例一 “12·23”重庆开县硫化氢中毒事故	(50)
案例二 “10·27”某油田分包商人身伤亡事故	(51)
案例三 “7·12”某石化公司承包商硫化氢中毒死亡事故	(53)
案例四 “10·12”某油田井下作业公司硫化氢中毒事故	(54)

案例五	“3·22”温泉4井硫化氢串层中毒事故	(55)
案例六	“3·24”山东某石油化工分公司硫化氢泄漏事故	(57)
案例七	“1·1”山西省太原某化工有限公司硫化氢中毒事故	(57)
案例八	“9·28”赵县硫化氢中毒事故	(58)
附录一	相关行业标准	(62)
一、SY/T 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》		(62)
二、SY/T 5087—2005《含硫化氢油气井安全钻井推荐作法》		(69)
三、SY/T 6610—2005《含硫化氢油气井井下作业推荐作法》		(72)
四、SY/T 6277—2005《含硫油气田硫化氢监测与人身安全防护规程》		(78)
附录二	企业相关规章制度	(84)
一、中国石化硫化氢防护安全管理规定		(84)
二、中海油硫化氢安全程序		(93)
三、中国石化防止硫化氢中毒十条规定		(97)
附录三	国家安全生产监督管理总局有关文件	(98)
一、国家安全生产监管总局关于加强高压油气田井控管理和防硫化氢中毒工作的意见		(98)
二、国家安全监管总局关于今年以来发生的硫化氢中毒因盲目施救造成伤亡扩大事故情况的通报		(100)

第一章 硫化氢基础知识

第一节 概 述

我国现已开发的油气田不同程度地含有硫化氢气体，甚至有的含量极高。四川石油管理局含硫化氢气田约占已开发气田的 78.6%，其中卧龙河气田硫化氢含量最高达 10%（体积分数），华北油田晋县赵兰庄气田硫化氢含量高达 92%。

硫化氢是易致人死亡的有毒气体，其毒性仅次于氰化氢气体。一旦高含硫化氢气井发生井喷失控，将导致灾难性的后果。1993 年 9 月 28 日华北油田的赵 48 井，在试油作业起电缆时，诱发井喷，高浓度硫化氢气体大量喷出，致使 7 人死亡，数百人中毒，造成 22.6 万人疏散。

四川的垫 25 井井喷失控，喷出的硫化氢气体迫使方圆数公里百姓弃家逃难。

四川局威远 23 井，富含硫化氢气体，下入 7in*（N—80）的技术套管，因对丝扣连接强度不放心，擅自在连接处用电焊加固，因井口压力大，很快就将焊口憋破，井口被抬起，引起爆炸着火，火焰高达 100m，3min 后井架被烧倒，大火烧了 44 天，经济损失 1 亿元。

1997 年，中原油田采油三厂在管道清洗中产生硫化氢气体，造成 3 人中毒死亡。

1997 年 11 月，新疆局采油一厂稀油作业 3 号站，在进行管线酸洗清水顶替过程中，由于管线破裂而泄漏，在露天情况下，3 名现场巡线职工在距破口 15m 处中毒死亡，其他人员乘车前去查看，5 人相继中毒，到次日 0 时 30 分，7 人死亡，1 人深度中毒。

1998 年 3 月，四川局温泉 -4 井，在川东开江县钻至 1700m 时发生溢流后关井，因表层套管下得浅，井内的硫化氢气体窜入煤矿，造成煤矿职工 11 人死亡，34 人受伤，25 口煤井停产。

2003 年 12 月 23 日，重庆开县川东罗家 16H 井发生井喷，造成 243 人硫化氢中毒死亡，数千人中毒，9 万多群众连夜紧急疏散。

石油、天然气中硫化氢气体是客观存在的。硫化氢气体不仅严重威胁着人们的生命安全，而且还会造成严重的经济财产损失，影响企业的生产安全和安全发展。因此，为确保人身安全，杜绝硫化氢中毒事故的发生，就必须了解硫化氢气体的性质、来源和危害，编制、实施硫化氢事故应急预案，掌握预防硫化氢中毒的基本方法及现场急救知识。

第二节 硫化氢气体的理化性质和危害

一、什么是硫化氢

硫化氢(H_2S)分子是由两个氢原子和一个硫原子组成。硫化氢是一种剧毒、无色(透明)，比空气重的气体。它的相对分子质量为 34.08。低含量硫化氢具有一种类似臭鸡蛋的

* 1in=0.0254m

气味。因为硫化氢能麻痹人的嗅觉神经，高含量时反而闻不到似臭鸡蛋的气味，因此绝对不能靠嗅觉来检测硫化氢的存在与否。

硫化氢是动物、有机物或植物等由于细菌作用而生成，所以它可在原油和天然气及下水道和污水中发现，通常也可在沼泽中发现以及在各种工业和生物生产过程中产生。

二、硫化氢的物理化学性质

硫化氢几乎与氰化氢同样剧毒，较一氧化碳的毒性大5~6倍。全世界每年都有人因硫化氢中毒而死亡，硫化氢中毒已成为职业中毒杀手，在我国硫化氢中毒死亡率仅次于一氧化碳，占到第二位。为了预防硫化氢中毒事故的发生，首先要了解这种气体的物理化学性质。只有了解了硫化氢的物理化学性质，才能避免因直接与这种气体接触而受到伤害。

硫化氢主要由有机物腐败而产生，估计全世界每年进入大气的量约为1亿吨，其中人为产生的硫化氢每年约为300万吨。

所有的气体的物理化学性质通常都是从以下七个主要方面描述的：颜色、气味、密度、燃爆极限、燃点、溶解度(在水中)和沸点。硫化氢也不例外，通过下述几方面内容的学习，我们可以全面准确地了解硫化氢。

(1) 颜色 硫化氢是无色、剧毒、酸性气体，人的肉眼看不见，这就意味着用眼睛无法判断其是否存在。因此，这种气体就变得更加危险。

(2) 气味 硫化氢有一种特殊的臭鸡蛋味，即使是低浓度的硫化氢，也会损伤人的嗅觉。因此，用鼻子作为检测这种气体的手段是会致命的。

(3) 密度 硫化氢是一种比空气重的气体，其相对密度为1.189(15℃, 0.10133MPa)。因此它存在于地势低的地方，如地坑、地下室里。如果发现处在被告知有硫化氢存在的地方，那么就应立刻采取自我保护措施。只要有可能，都要在上风向、地势较高的地方工作。

(4) 爆炸极限 当硫化氢气体以适当的比例(4.3%~46%)与空气或氧气混合，就会爆炸，造成另一种令人恐惧的危险。因此含有硫化氢气体存在的作业现场应配备硫化氢监测仪。

(5) 可燃性 硫化氢气体稳定性很高，在1700℃时才能分解。完全干燥的硫化氢在室温下不与空气中的氧气发生反应，但点火时能在空气中燃烧，钻井、井下作业放喷时燃烧，燃烧率仅为86%左右。硫化氢燃烧时产生蓝色火焰，并产生有毒的二氧化硫气体，二氧化硫气体会损伤人的眼睛和肺。在空气充足时，生成SO₂和H₂O。



若空气不足或温度较低时，则生成游离态的S和H₂O。



这表明H₂S气体在高温下显示有一定的还原性。

(6) 可溶性 硫化氢气体能溶于水、乙醇及甘油中，化学性质不稳定，在200℃时1体积水能溶解2.6体积的硫化氢，生成的水溶液称为氢硫酸，浓度为0.1mol/L。氢硫酸比硫化氢气体具有更强的还原性，易被空气氧化而析出硫，使溶液变混浊。在酸性溶液中，硫化氢能使Fe³⁺还原为Fe²⁺，Br₂还原为Br⁻，I₂还原为I⁻，MnO₄⁻还原为Mn²⁺，Cr₂O₇²⁻还原为Cr³⁺，HNO₃还原为NO₂，而它本身通常被氧化为单质硫，当氧化剂过量很多时，H₂S还能被氧化为SO₄²⁻，有微量水存在的H₂S能使SO₂还原为S。



硫化氢能在液体中溶解，这就意味着它能存在于某些存放液体(包括水、油、乳液和污水)的容器中。硫化氢的溶解度与温度、气压有关。只要条件适当，轻轻地振动含有硫化氢的液体，可使硫化氢气体挥发到大气中。

(7)沸点 液态硫化氢的沸点很低，因此我们通常接触到的是气态的硫化氢，其沸点为 -60.2°C ，熔点为 -82.9°C 。

三、硫化氢的暴露极限

1. 硫化氢浓度的描述

硫化氢浓度的描述一般有两种方式：一是体积浓度，也就是硫化氢在气体中的体积分数，用 ppm 表示， $1\text{ppm} = 1/1000000$ ；二是质量浓度，即硫化氢在 1m^3 气体中的质量，用 mg/m^3 表示。硫化氢气体在标准状况下 1ppm 约等于 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2. 硫化氢的暴露极限

硫化氢是一种剧毒气体，与它接触可以使人从极微弱的不舒适到死亡。我国石油勘探开发过程中对硫化氢的暴露限制作了相应的规定，这些规定对保护工作人员的生命安全是十分重要的。

(1) $15\text{mg}/\text{m}^3$ (10ppm) 几乎所有工作人员长期暴露在此浓度以下工作都不会产生不利影响的上限值，即阈限值。二氧化硫的阈限值为 $5.4\text{mg}/\text{m}^3$ (2ppm)。

(2) $30\text{mg}/\text{m}^3$ (20ppm) 工作人员暴露安全工作 8h 可接受的硫化氢最高浓度，即安全临界浓度。

(3) $150\text{mg}/\text{m}^3$ (100ppm) 硫化氢达到此浓度时，对生命和健康会产生不可逆转的或延迟性的影响，即危险临界浓度。

(4) $450\text{mg}/\text{m}^3$ (300ppm) 硫化氢达到此浓度会立即对生命造成威胁，或对健康造成不可逆转的或滞后的不良影响，或将影响人员撤离危险环境的能力，即对生命或健康有即时危险的浓度。

四、硫化氢对人体影响的浓度等级

下列是不同浓度的硫化氢气体及其对人体的影响：

(1) $0.195\text{mg}/\text{m}^3$ (0.13ppm) 可以闻到有明显难闻的气味，达到 $6.9\text{mg}/\text{m}^3$ (4.6ppm) 时就非常明显，随浓度的增加，嗅觉就会疲劳，气体不再能通过气味来辨别。

(2) $15\text{mg}/\text{m}^3$ (10ppm) 有令人讨厌的气味，眼睛可能受到刺激，为标准中的阈限值。

(3) $22.5\text{mg}/\text{m}^3$ (15ppm) 美国政府工业卫生专家公会推荐的 15min 短期暴露范围平均值。

(4) $30\text{mg}/\text{m}^3$ (20ppm) 在暴露 1h 或更长长时间后，眼睛有灼烧感，呼吸道受到刺激，暴露安全工作 8h 可接受的上限值。

(5) $75\text{mg}/\text{m}^3$ (50ppm) 暴露 15min 或 15min 以上的长时间后嗅觉就会丧失。如果时间超过 1h，可能导致头痛、头晕和(或)摇晃。超过 $75\text{mg}/\text{m}^3$ (50ppm) 将会出现肺水肿，也会对人的眼睛产生严重刺激或伤害。

(6) $150\text{mg}/\text{m}^3$ (100ppm) 3 ~ 15min 就会出现咳嗽、眼睛受刺激和失去嗅觉。在 5 ~ 20min 过后，呼吸就会变样、眼睛就会疼痛并昏昏欲睡，在 1h 后就会刺激喉道。如果不撤

离危险区就会面临失去生命的危险。

(7) $450\text{mg}/\text{m}^3$ (300ppm) 有明显的结膜炎和呼吸道刺激, 立即危害生命和健康。

(8) $750\text{mg}/\text{m}^3$ (500ppm) 短期暴露后就会不省人事, 如果不迅速处理就会停止呼吸。头晕、失去理智和平衡感。需要迅速进行人工呼吸和(或)心肺复苏。

(9) $1050\text{mg}/\text{m}^3$ (700ppm) 意识快速丧失, 如果不迅速营救, 呼吸就会停止并导致死亡。必须立即采取人工呼吸和(或)心肺复苏。

(10) $1500\text{mg}/\text{m}^3$ (1000ppm)以上 知觉立刻丧失, 将会产生永久性的脑伤害或脑死亡。必须迅速进行营救, 应用人工呼吸和(或)心肺复苏。

五、硫化氢对人体的影响

硫化氢是一种神经毒气, 亦为窒息性和刺激性气体。其毒作用的主要靶器是中枢神经系统和呼吸系统, 亦可伴有心脏等多器官损害, 对中毒作用最敏感的组织是脑和黏膜接触部位。一个人对硫化氢的敏感性随其与硫化氢接触次数的增加而减弱, 第二次接触就比第一次危险, 依次类推。硫化氢被吸入人体, 首先刺激呼吸道, 使嗅觉钝化、咳嗽, 严重时将其灼伤; 其次, 刺激神经系统, 导致头晕, 丧失平衡, 呼吸困难, 心跳加速, 严重时心脏缺氧而死亡。硫化氢进入人体, 将与血液中的溶解氧产生化学反应。当硫化氢浓度极低时, 将被氧化, 对人体威胁不大, 而浓度较高时, 将夺去血液中的氧, 使人体器官缺氧而中毒, 甚至死亡。如果吸入高浓度(一般 300ppm 以上)硫化氢, 中毒者会迅速倒地, 失去知觉, 伴剧烈抽搐, 瞬间呼吸停止, 继而心跳停止, 这被称为“闪电型”死亡。此外, 硫化氢中毒还可引起流泪、畏光、结膜充血、水肿、咳嗽等症状。中毒者也可表现为支气管炎或肺炎, 严重者可出现肺水肿、喉头水肿、急性呼吸综合症, 少数患者可有心肌及肝脏损害。吸入低浓度硫化氢也会导致以下症状: 疲劳、眼痛、头痛、头晕、兴奋、恶心和肠胃反应、咳嗽、昏睡。

1. 硫化氢进入人体的途径

硫化氢中毒主要为口腔吸入。硫化氢经黏膜吸收快, 经呼吸道吸入而引起中毒。

2. 硫化氢对人体造成的主要损害

(1) 中枢神经系统损害(最为常见)

① 接触较高浓度硫化氢后可出现头痛、头晕、乏力、供给失调, 可发生轻度意识障碍。常先出现眼和上呼吸道刺激症状。

② 接触高浓度硫化氢后以脑病表现显著, 出现头痛、头晕、易激动、步态蹒跚、烦躁、意识模糊、谵妄、癫痫样抽搐可呈全身性强直痉挛等, 可突然发生昏迷, 也可发生呼吸困难或呼吸停止后心跳停止。

③ 接触极高浓度硫化氢后可发生电击样死亡, 即在接触后数秒或数分钟内呼吸骤停, 数分钟后可发生心跳停止; 也可立即或数分钟内昏迷, 并呼吸骤停而死亡。死亡可在无警觉的情况下发生, 当察觉到硫化氢气味时嗅觉立即丧失, 少数病例在昏迷前瞬间可嗅到令人作呕的甜味。死亡前一般无先兆症状, 出现呼吸深而快, 随之呼吸骤停。

(2) 呼吸系统损害

可出现化学性支气管炎、肺炎、肺水肿、急性呼吸窘迫综合征等。少数中毒病例以肺水肿的临床表现为主, 而神经系统症状较轻。可伴有眼结膜炎和角膜炎。

(3) 心肌损害

在中毒病例中，部分病例可发生心悸、气急、胸闷或心绞痛样症状，少数病例在昏迷恢复、中毒症状好转1周后发生心肌梗塞一样的表现。心电图呈急性心肌死一样的图形，但可很快消失。其病情较轻，病程较短，治愈后良好，诊疗方法与冠状动脉粥样硬化性心脏病所致的心肌梗塞不同，故考虑为弥漫性中毒性心肌损害。心肌酶谱检查可有不同程度异常。

3. 硫化氢环境下对人体健康的影响

通常，在大气中的硫化氢含量达到0.13ppm时，有明显的臭蛋味。随浓度的增加臭蛋味增加，但当浓度超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ (20ppm)时，由于嗅觉神经麻痹，臭味反而不易嗅到。急性中毒时多在事故现场发生昏迷，其程度因接触硫化氢的浓度和时间而异，偶可伴有呼吸衰竭。部分病例在脱离事故现场或转送医院途中即可复苏。到达医院时仍维持生命特征的患者，如无缺氧性脑病，多数恢复较快。昏迷时间较长者在复苏后可有头痛、头晕、视力或听力减退、定向障碍、共济失调或癫痫样抽搐等，绝大部分病人可完全恢复。曾有报道2例发生迟发性脑病，均在深昏迷2天后复苏，分别于1.5天和3天后再次昏迷，又分别于2周和1个月后复苏。

六、硫化氢对金属、非金属材料的腐蚀

硫化氢溶于水形成弱酸，对金属的腐蚀形式有电化学失重腐蚀、氢脆和氢损伤，以后两者为主，一般统称为氢脆破坏。氢脆破坏往往造成井下管柱的突然断落，地面管汇和仪表的爆破，井口装置的破坏，甚至发生严重的井喷失控或着火事故。

在地面设备、井口装置、井下工具中，都有橡胶、浸油石墨、石棉绳等非金属材料制作的密封件。它们在硫化氢环境中使用一定时间后，橡胶会产生鼓泡胀大，失去弹性；浸油石墨及石棉绳上的油被溶解而导致密封件的失效。

减少硫化氢对金属、非金属材料的破坏主要应从选择材料和控制金属、非金属材料的作业环境入手。

七、石油作业中硫化氢气体的来源

石油天然气勘探开发中许多特殊场所硫化氢气体存在，能遇到硫化氢气体的作业场所主要有：钻井、井下、采油采气和酸洗等。

1. 钻井作业时硫化氢气体的来源

对于油气井中硫化氢的来源可归结于以下几个方面：

- (1) 热作用于油层时，石油中的有机硫化物分解，产生出硫化氢；
- (2) 石油中的烃类和有机质通过储集层水中的硫酸盐的高温还原作用而产生硫化氢；
- (3) 通过裂缝等通道，下部地层中硫酸盐层的硫化氢上窜而来；
- (4) 某些钻井液处理剂在高温热分解作用下，产生硫化氢。

2. 井下作业时硫化氢气体的来源

对于含硫化氢油气井，井下作业时循环洗井、循环压井、抽吸排液、放喷排液都会释放出硫化氢气体，所以循环罐、油罐和储液罐周围有可能存在硫化氢气体超标。这是由于液体的循环、自喷或抽吸井内的液体进入罐中造成的。

注意：油罐的顶盖、计量孔盖和封闭油罐的通风管，都是硫化氢向外释放的途径。在井

口、压井液、放喷管、循环泵、管线中也可能有硫化氢气体。

另外，通过修井与修井时流入的液体，硫酸盐产生的细菌可能会进入以前未被污染的地层。这些地层中的细菌的增长作为它们生命循环的一部分，将从硫酸盐中产生硫化氢，这个事实已经在那些未曾有过硫化氢的气田中被发现。

3. 采油采气作业时硫化氢气体的来源

在采油采气作业中，以下场所或装置可能有硫化氢气体的泄漏：

- (1) 水、油或乳化剂的储藏罐；
- (2) 用来分离油和水，乳化剂和水的分离器；
- (3) 空气干燥器；
- (4) 输送装置、集油罐及其管道系统；
- (5) 用来燃烧酸性气体的放空池和放空管汇；
- (6) 提高石油回收率也可能产生硫化氢气体；
- (7) 装载场所。油罐车一连数小时的装油，装卸管线时管理不严，司机没有经过专门培训，而引起硫化氢气体泄漏；
- (8) 计量站调整或维修仪表；
- (9) 气体输入管线系统之前，用来提高空气压力的空气压缩机。

4. 酸洗作业时硫化氢的来源

酸洗输油输气管道时也可产生硫化氢气体。酸洗一个高 30.48m、直径 1.83m 的容器时，约 0.45kg 的硫化铁将产生含量大约为 $2250\text{mg}/\text{m}^3$ (1500ppm) 的硫化氢。在对地层的酸化或酸压时，地层中的某些含硫的矿石如硫化亚铁与酸液接触也会产生硫化氢。

注水作业时，注入作业液中的硫酸盐被细菌及微生物分解后，造成对地层的污染，在地层中产生硫化氢气体，使硫化氢的含量增加。

第三节 硫化氢防护常用名词

1. 阈限值

几乎所有工作人员长期暴露都不会产生不利影响的某种有毒物质在空气中的最大浓度。硫化氢的阈限值为 10ppm； SO_2 的阈限值为 2ppm。

此浓度也是硫化氢监测的一级报警值。

2. 安全临界浓度

工作人员在露天安全工作可接受的硫化氢最高浓度为 20ppm，达到此浓度，现场作业人员必须佩戴正压式空气呼吸器。

此浓度也是硫化氢监测的二级报警值。

3. 危险临界浓度

对生命和健康会产生不可逆转的或延迟性的影响的浓度。硫化氢的危险临界浓度为 100ppm。

达到此浓度，现场作业人员应按预案立即撤离现场。

此浓度也是硫化氢监测的三级报警值。

4. 含硫化氢天然气

指天然气的总压等于或大于 0.4MPa，而且该气体中硫化氢分压等于或高于 0.0003MPa；

或硫化氢含量大于 50ppm 的天然气。

5. 呼吸区

肩部正前方直径在 15.24 ~ 22.86cm 的半球形区域。

6. 硫化氢连续监测设备

能连续测量并显示大气中硫化氢浓度的设备。图 1-1 为硫化氢连续监测设备及数据接收装置。

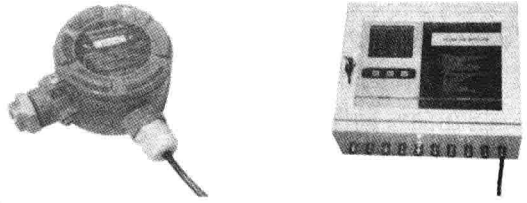


图 1-1 硫化氢连续监测设备及数据接收装置

7. 封闭设施

一个至少有 2/3 的投影平面被密闭的三维空间，并留有足够尺寸保证人员进入。对于典型建筑物，要求 2/3 以上的区域有墙、天花板和地板。

8. 基本人员

进行正确的、谨慎的安全操作所需要的人员以及对硫化氢和 SO_2 状况进行有效控制所需的人员。

9. 不良通风

通风(自然或人工)无法有效地防止大量有毒或惰性气体聚集，从而形成危险。

10. 现场避难所

指通过让居民呆在室内直至紧急疏散人员到来或紧急情况结束，避免暴露于有毒气体或蒸气环境中的公众保护措施。图 1-2、图 1-3 分别为中国及加拿大现场避难所标志。



图 1-2 国内的现场避难所标志



图 1-3 加拿大使用的现场避难所标志

11. 危险性告知(员工知情权)

企业所有员工应经常了解和掌握所在环境危险性的基本情况。

业主或生产经营单位应按照硫化氢的内容发布所发生的危险情况及危险程度和要求。

12. 公众知晓权

作业场所附近的居民对紧急情况下生产设施向环境释放有毒物质有知情权。业主或生产经营单位应按照有关的规定向政府有关部门报告。

13. 危险废弃物处理

油气作业中，对某些危险废弃物(如果有)的清除、处理、储存和丢弃应符合有关规范和政府法令的要求。

14. 人员培训

涉及潜在硫化氢或 SO_2 的油气开采区域的生产经营单位应警示所有人员(包括雇主、服

务公司和承包商)作业过程中可能出现硫化氢的大气浓度超过 10ppm、SO₂的大气浓度超过 2ppm 的情况。在硫化氢或 SO₂浓度可能会超过规定值的区域工作的所有人员在开始工作前都应接受培训。

15. 硫化氢作业

指在油气勘探开发作业和生产工艺过程中，存在或可能产生硫化氢的作业。

16. 硫化氢作业人员

指所有准备或已经进入含硫化氢区域施工或生产工艺的领导、专业技术人员、现场作业人员 and 现场监督等。

第二章 硫化氢监测与防护设备

在石油作业的工作场所，特别是在含硫地区作业时，一旦硫化氢气体浓度超标，将威胁施工作业人员的安全，引起人员中毒甚至死亡，因此硫化氢监测及防护设备的配备尤为重要。而硫化氢监测及防护设备的功能是否正常关系到作业者的生命安全，作业者应了解其结构、原理、性能、使用方法及注意事项。

第一节 呼吸保护设备

在石油勘探开发、石油炼制、清洗输油管道、疏通下水道等作业过程中，为防止吸入有毒、有害物质必须配备有效的呼吸保护设备。

呼吸保护设备分为过滤式和隔离式两大类。常用的硫化氢防护的呼吸保护设备有便携式正压空气呼吸器、固定式空气呼吸站和逃生瓶等。

一、便携式正压空气呼吸器

1. 组成

便携式正压空气呼吸器主要有五部分：面罩总成、供气阀总成、气瓶总成、减压阀总成和背托总成，如图 2-1 所示。

(1) 面罩总成：由面窗、口鼻罩、头罩组件、面窗密封圈、接口、吸气阀、扣环组件、头带、颈带和传声器组成。

(2) 供气阀总成：由节气开关、应急冲泄阀、插板、接口和密封垫圈组成。

(3) 气瓶总成：由瓶体、安全螺塞、安全膜片和手轮组成。

(4) 减压阀总成：由中压管、减压器手轮、安全阀、报警器和压力表组成。

(5) 背托总成：由瓶体固定带、肩带、腰带和背架组成。

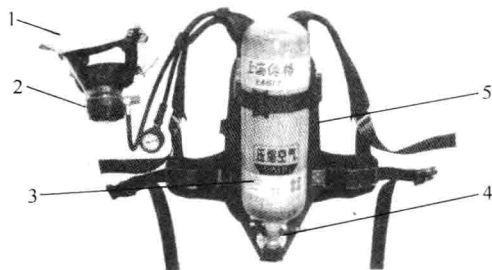


图 2-1 便携式正压空气呼吸器

1—面罩总成；2—供气阀总成；3—气瓶总成；
4—减压阀总成；5—背托总成

2. 工作原理

使用时打开气瓶阀，充装在气瓶内的高压空气经减压阀减压，输出 0.7MPa 的中压气体，经中压管送至供气阀。吸气时供气阀自动开启。呼气时，供气阀关闭，面罩呼气阀打开。在一个呼吸循环过程中，面罩上的呼气阀和口鼻罩上的单向阀都为单方向开启，整个气流是沿着一个方向，构成一个完整的呼吸循环过程。

3. 适用范围

(1) 储存环境：0~30℃；相对湿度：40%~80%；应远离热源。

(2) 使用环境：有毒有害物质超标、缺氧环境和抢险救灾。