

# 井下作业有毒气体的防范与应急措施

麻 凯

(大庆油田有限责任公司井下作业分公司,黑龙江 大庆 163000)

**摘 要:**井下作业环境中存在的有毒气体对工作人员的安全构成严重威胁。这些气体主要来源于井下爆破、矿石氧化与自燃、坑木腐烂、井下无轨设备排出的尾气、井下火灾等活动。国内每年都有很多起石油井下作业有害气体中毒的安全事故发生,给企业和社会带来了严重的损失。做好井下作业有害有毒气体的防范与应急措施,可以有效减少事故的发生。该文简述了井下作业有害气体的防范与应急措施,并提出了建议和措施。

**关键词:**井下作业;有毒气体;防范;应急措施

## 0 引言

近年来,随着矿山和工业领域的不断发展,井下作业成为许多行业中不可或缺的一环。然而,井下作业环境中常常存在着各种有害气体,例如甲烷( $\text{CH}_4$ )、硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ )等,给工作人员的安全与健康带来了巨大威胁。为了有效应对井下作业气体风险,保护工作人员的安全与健康,需要采取一系列高效的解决方案。科学合理地制订井下有害气体的防范与应急措施,可以大大减少井下作业事故的发生,给生产单位带来更高的效益。安全第一始终是企业生产中最重要内容,相关部门还应该根据实际情况,制定安全性能更好的防范和应急措施。

## 1 井下作业有毒气体的产生

### 1.1 地质因素

含硫矿石的存在,如黄铁矿等,在开采过程中可能会释放出  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{SO}_2$ 。煤层中瓦斯的主要成分是  $\text{CH}_4$ ,同时可能伴有少量的  $\text{CO}$ 。

### 1.2 作业过程

爆破作业中使用炸药进行爆破时,可能会产生  $\text{CO}$ 、氮氧化物等有毒气体。在设备运行时井下使用的内燃机、发电机等设备,如果燃烧不完全,也会排放出  $\text{CO}$  等有害气体。

### 1.3 微生物活动

在井下潮湿、温暖的环境中,有机物的腐烂分解可能产生氨气( $\text{NH}_3$ )和  $\text{CH}_4$  等气体。

### 1.4 火灾事故

井下发生火灾时,会产生大量的  $\text{CO}$ 、 $\text{SO}_2$  等有毒有害气体。

### 1.5 化学反应

某些矿物质与水或其他化学物质发生反应,可能生成有毒气体。例如,含硫矿物与水反应可能产生  $\text{H}_2\text{S}$ 。

## 2 井下作业有毒气体的种类及危害

### 2.1 一氧化碳( $\text{CO}$ )

$\text{CO}$  是井下作业中常见且危险的有毒气体之一。 $\text{CO}$  是一种无色、无味、无刺激性的气体,这使得人们难以通过感官直接察觉其存在。它具有很强的毒性,主要危害在于能与血红蛋白结合,形成碳氧血红蛋白,使血红蛋白失去携带氧气的能力,从而导致人体组织缺氧。在井下作业环境中, $\text{CO}$  可能产生于燃料的不完全燃烧、爆破作业、火灾等情况。为了保障井下作业人员的安全,通常需要配备  $\text{CO}$  检测仪器,以便及时发现其浓度超标,并采取通风、撤离等相应的安全措施。如果人员不慎吸入过量  $\text{CO}$ ,可能会出现头痛、头晕、恶心、呕吐、乏力等症状,严重时会导致昏迷甚至死亡。

### 2.2 硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ )

$\text{H}_2\text{S}$  是井下作业中一种极其危险的有毒气体,具有臭鸡蛋气味,剧毒,对呼吸系统和神经系统有强烈的毒害作用。短时间内吸入高浓度  $\text{H}_2\text{S}$ ,可能会导致呼吸急促、头痛、头晕等,严重时会引起昏迷、呼吸麻痹甚至死

作者简介:麻凯(1988—),男,本科,工程师,研究方向为油田井下作业、工程管理。

亡。长期接触较低浓度的  $H_2S$ , 可能会引起眼睛发炎、呼吸道炎症等慢性健康问题。在井下作业中,  $H_2S$  可能来自于含硫矿物的分解、有机物的腐烂等过程。为了预防  $H_2S$  中毒, 必须进行严格的气体检测, 配备有效的通风设备, 并确保作业人员佩戴合适的防护装备。

### 2.3 甲烷( $CH_4$ )

$CH_4$  在井下作业中是一种常见的气体, 它本身无毒, 但存在一些潜在的危险。 $CH_4$  是一种可燃性气体, 当它在井下空气中的浓度达到一定范围(通常在 5% ~ 15% 之间)时, 遇到火源会发生爆炸, 可能造成严重的人员伤亡和设备损坏。 $CH_4$  浓度过高时会降低空气中  $O_2$  的含量, 导致井下作业人员缺氧窒息。为了确保井下作业的安全, 需要对  $CH_4$  浓度进行持续监测, 并采取有效的通风措施, 将  $CH_4$  浓度控制在安全范围内。

### 2.4 氨气( $NH_3$ )

$NH_3$  在井下作业中属于有毒气体, 具有强烈的刺激性气味, 对眼睛、呼吸道黏膜有强烈的刺激和腐蚀作用。可引起咳嗽、呼吸困难、胸痛等症状, 严重时会导致肺水肿、呼吸窘迫。能刺激眼睛, 引起流泪、疼痛、视力模糊等。在井下作业中,  $NH_3$  可能来自某些化学物质的分解或反应。为保障井下作业人员的安全, 应加强通风, 配备  $NH_3$  检测设备, 作业人员需佩戴合适的防护用具。若不慎接触到高浓度  $NH_3$ , 应立即转移至新鲜空气处, 并及时就医。

### 2.5 二氧化硫( $SO_2$ )

$SO_2$  是井下作业中可能存在的有毒气体之一, 具有强烈的刺激性气味, 长期接触可能损害心血管系统、神经系统等。在井下,  $SO_2$  可能源于含硫矿石的氧化、爆破作业或使用含硫物质等。为了防范  $SO_2$  的危害, 井下作业时需要做好通风换气, 配备有效的气体检测设备, 作业人员要使用适当的呼吸防护装备。一旦发生中毒, 应迅速将患者转移至通风良好处, 并及时送医治疗。

## 3 井下作业有毒气体的防范

### 3.1 增强员工防范意识

在井下作业过程中, 工作人员应增强有毒气体的防范意识。对工作人员进行有毒气体的教育学习, 提升工作人员应对有毒气体的技能。在作业中每个工作人员应配备相应的防毒面具, 作业现场中配置有毒气体检测仪器, 按照井下作业有毒气体的操作规程进行操作, 防止有毒气体对工作人员人身安全造成危害。

### 3.2 认真排查有毒气体

认真检查作业现场的有毒气体是保障人员安全和作业顺利进行的重要环节。①选择合适的检测设备。根据可能存在的有毒气体种类, 选用灵敏度高、准确性好的检测仪器, 如便携式气体检测仪、多气体检测仪等。确保检测设备经过校准, 并在有效期内使用。②确定检测点。基于作业现场的布局、工艺流程以及可能产生有毒气体的区域, 合理确定检测点。重点检测通风不良的角落、密闭空间、设备附近、物料储存区域等。③确定检测时间和频率。在井下作业前、作业过程中以及作业结束后都要进行检测。对于高风险区域或气体浓度容易变化的区域, 增加检测频率。④规范检测操作。检测人员应熟悉检测设备的操作方法, 按照操作规程进行检测。在检测时, 保持检测设备的稳定, 确保检测结果的准确性。将每次检测的时间、地点、气体种类、浓度等信息准确记录下来。

### 3.3 采取不同应对措施

在井下作业过程中, 安全专业人员应佩戴正压式空气呼吸器对井口进行随时监测, 检查反出有毒气体的浓度。在起钻作业中如果遇到大量有毒气体排出则应立即对井控进行控制, 停止起钻作业施工。将施工人员带到安全场地, 对人员进行紧急疏散, 并布置实施压井置换措施。井下作业井口喷放时应撤离现场工作人员, 撤离距离 > 30m。随时对井口周边的有毒气体浓度进行监测, 发现有有毒气体的浓度严重超标, 影响周围居民的生命安全时, 对周边居民进行紧急疏散。井场周围 50m 范围内要求无明火。用清水或现场配制 2% ~ 3% 的碳酸钠溶液(根据井筒容积计算用量,  $\geq 2.5$  倍井筒容积, 将井内含  $H_2S$  液体替入大罐循环中和, 进行无害化处理。压井置换作业时必须保持油套连通, 应连续进行, 中途不得停泵, 注入排量  $\geq 500L/min$ 。压井作业完成后, 井口有毒有害气体浓度 <  $10mL/m^3$  时, 方可进行下步施工。施工作业中, 进入井场施工车辆必须佩戴好防火帽。

## 4 井下作业有毒气体的应急措施

### 4.1 加强毒气体监测与预警

在对井下作业有毒气体的检测时, 选用高精度、高灵敏度的气体检测仪器, 准确检测多种常见的有毒气体, 同时考虑设备的稳定性、耐用性和适应井下恶劣环境的能力。在井下各个关键位置设置监测点, 如采掘工作面、回风巷、通风死角、可能产生有毒气体的设备附近等, 合理布置监测点, 确保监测点能够覆盖可能出

现有有毒气体积聚的区域。监测设备应能够实时连续地监测有毒气体浓度,并将数据及时传输到监控中心。采用有线或无线传输方式,保证数据传输的稳定性和可靠性。对监测到的数据进行记录和存储,建立数据库,以便后续分析和追溯。通过数据分析,了解有毒气体浓度的变化趋势,发现潜在的安全隐患。根据不同有毒气体的毒性和相关安全标准,设定合理的预警阈值。一般分为低、中、高不同级别,分别采取相应的预警措施。井下作业有毒气体的预警方式可以采用声光报警装置,在监测到气体浓度超过阈值时,现场发出明显的声光信号,提醒作业人员,同时将预警信息发送到监控中心和相关负责人的移动终端,确保及时响应。设立专门的监控中心,专业人员对监测数据进行实时监控和分析。

#### 4.2 现场及时采取撤退措施

监测到有毒有害气体超标时,所有正在进行的作业应立即停止,避免产生更多的危险,并按照事先制定并演练过的安全撤退路线撤离<sup>[1]</sup>。路线应标识清晰,且要避开有毒气体可能扩散的区域。在撤退过程中,作业人员应迅速佩戴好个人防护设备,如防毒面具、自给式呼吸器等。保持团队行动,帮助受伤或行动不便的同事一起撤离。避免恐慌和混乱,有序地进行撤退,防止拥挤和踩踏事故。使用井下通讯设备,与地面指挥中心保持联系,报告所在位置和人员情况。严格服从现场负责人或救援人员的指挥,确保撤退行动统一、高效。在到达地面后,立即接受医疗检查和救治,同时向相关管理人员报告井下情况。

#### 4.3 加强作业现场管制

在作业井口和通往井下的通道周围设立明显的警戒标识,划定警戒范围,阻止无关人员进入危险区域。通往井口的道路进行交通管制,限制车辆通行,确保救援车辆和设备能够顺畅到达<sup>[2]</sup>。严格控制进入现场的人员,只允许救援人员、专业技术人员和必要的指挥人员进入。对已撤离出的作业人员进行登记和管理,防止其未经许可再次进入危险区域。对现场的设备和物资进行管理,未经许可不得随意动用或搬离,确保救援所需的设备和物资能够及时调配使用。对现场的信息进行统一管理,指定专人负责对外发布信息,避免不实信息传播造成恐慌。安排专人负责维护现场秩序,防止出现混乱和冲突,保障救援工作的顺利进行。对救援人员和现场工作人员的操作进行安全监督,确保其遵守安全规定和操作规程,防止发生二次事故<sup>[3]</sup>。建

立现场应急指挥中心,统一指挥和协调各项管制工作,确保各项措施的有效实施。通过以上现场管制措施,可以最大程度地减少有毒气体泄漏事故造成的损失和影响,保障救援工作的安全、高效进行。

#### 4.4 加强有毒气体应急培训与演练

加强井下有毒气体应急培训和演练对于保障井下作业人员的生命安全至关重要。①加强理论学习。详细讲解井下常见有毒气体的种类、特性、危害程度及中毒症状。传授有毒气体的产生原因、传播途径和积聚区域。介绍相关的安全法规、标准和操作规程。②防护设备使用培训。对各类防毒面具、自给式呼吸器等防护设备的结构、功能和使用方法进行演示和实践操作。培训如何正确佩戴、调整和检查防护设备的密封性。③应急处置程序培训。明确有毒气体泄漏的报告流程、紧急撤离路线和集合地点。教授如何进行初步的急救处理,如心肺复苏、中毒人员搬运等。④制定详细的演练方案。确定合理的演练周期,例如每季度或半年进行一次大规模演练,并明确演练的目的、场景、参与人员和职责分工,规划演练的流程、时间安排和预期效果。利用模拟设备和道具,营造逼真的有毒气体泄漏环境,包括气味、烟雾等,并设置各种可能的障碍和突发情况,如通风设备故障、人员被困等。确保所有井下作业人员都参与演练,包括不同班次和岗位的人员。在演练结束后,组织相关人员对演练过程进行评估,分析存在的问题和不足,并及时进行改进,更新应急预案和培训内容。通过井下有毒气体应急培训和演练,有效提高作业人员的应急响应能力和自我保护意识,最大程度地减少事故损失。

## 5 结语

井下作业中会出现有毒气体,危害人员的生命安全。作业人员应加强井下有毒气体防范,增强防范意识。同时,企业应加强应急措施,如加强有毒气体监测与预警、加强作业现场管理及加强有毒气体应急培训与演练。只有这样,才能保障作业安全和企业稳定发展。

## 参考文献

- [1] 江福椿,朱昌平,林善明,等. 气体浓度检测技术的现状和应用[J]. 河海大学常州分校学报,2004(1):16-19.
- [2] 卜林虎. 浅谈井下作业有害气体的防范与应急措施[J]. 科技情报开发与经济,2011,21(12):221-223.
- [3] 袁瑞全,王伟,王涛. 浅谈井下作业有害气体的防范与应急措施[J]. 中国石油和化工标准与质量,2013,33(12):162.