



生产安全事故应急救援培训教材

受限空间作业 应急救援

中海油安全技术服务有限公司◎组织编写

孙燕清 郑力 赵海京◎编著

非
外
借



生产安全事故应急救援培训教材

受限空间作业 应急救援

中海油安全技术服务有限公司 组织编写

孙燕清 郑 力 赵海京 编著

 **气象出版社**
China Meteorological Press

内容简介

本书是《生产安全事故应急救援培训教材》丛书之一,首先介绍了受限空间作业与应急救援的基础知识,然后针对作业准备、现场作业、作业完成和现场恢复等流程展开,详述受限空间作业的安全技术,接下来重点介绍应急救援的方法与要点及其技能培训,以及现场急救如心肺复苏术、搬运伤员等方面的实际操作,最后附上典型的受限空间事故案例。本书可供安全生产管理、应急管理、应急救援人员及有限空间作业人员培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

受限空间作业应急救援/孙燕清,郑力,赵海京编

著. —北京:气象出版社,2017.6

生产安全事故应急救援培训教材

ISBN 978-7-5029-6583-9

I. ①受… II. ①孙… ②郑… ③赵… III. ①突发事件-救援-安全培训-教材 IV. ①X928.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 142068 号

Shouxian Kongjian Zuoye Yingji Jiuyuan

受限空间作业应急救援

出版发行:气象出版社

地址:北京市海淀区中关村南大街46号 邮政编码:100081

电话:010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网址:<http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

策划:彭淑凡 张树军

责任编辑:徐秋彤 彭淑凡

终审:张斌

责任校对:王丽梅

责任技编:赵相宁

封面设计:楠竹文化

印刷:三河市百盛印装有限公司

开本:889 mm×1194 mm 1/32

印张:4

字数:111千字

版次:2017年6月第1版

印次:2017年6月第1次印刷

定价:20.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

《生产安全事故应急救援培训教材》

编审委员会

顾问:相桂生

编写委员会

主任:李翔

副主任:赵兰祥 王伟 章焱 杨东棹 陈戎
郑珂 刘怀增 钱立峰 王勇 王明阶

委员(按姓氏笔画排序):

王旭旭	王国弘	王洪亮	吕长龙	朱荣东
任登涛	关欣	杨立军	宋杰	宋超
张春阳	张树军	陈红新	孟于	高立伟
栗驰	焦权声	谭志强	熊亮	薛立勇

审定委员会

主任:王伟

副主任:任登涛

委员(按姓氏笔画排序):

马林	马海峰	王琛	王超	王辉
王大勇	王建文	王新军	王熙龙	付军
刘杰	刘亮	刘伟帅	刘莉峰	衣勇磊
许朝旭	苏长春	杨轶	杨德兴	何四海
余红丽	张绍广	陈强	苗玉超	依朗
赵明杰	侯宝刚	耿铁兵	徐瑞祥	黄远磊

丛书主编:赵正宏

本册编著:孙燕清 郑力 赵海京

序

在党中央、国务院的高度重视下,在各地区、各部门和各单位共同努力下,全国安全生产形势持续稳定好转,全国生产安全事故起数和死亡人数已连续 14 年实现“双下降”。但安全生产形势依然严峻复杂,事故总量仍然很大,重特大事故时有发生。在做好事故预防、防范事故发生的同时,必须开展及时、有效的应急救援,避免事故蔓延扩大,减少人员伤亡和财产损失。

近年来,我国安全生产应急救援体系建设成效显著,国家成立了国家安全生产应急救援的专门工作机构,全国 32 个省级、304 个市级、1133 个县级政府和单位建立了应急管理工作机构,54 家中央企业建立了应急管理组织,建立了覆盖各行业、领域的五级安全生产应急预案体系;国家、地方、企业专兼职安全生产应急救援队伍体系基本建成,安全生产应急救援能力显著提升。

安全生产应急救援法制建设持续推进。2007 年颁布的《突发事件应对法》对包括生产安全事故在内的各种突发事件的预防与应急准备、监测与预警、应急处置与救援、事后恢复与重建等应对活动作出了规定。2014 年新修订的《安全生产法》对事故应急救援作出了专门的规定。经过多年的努力,《生产安全事故应急条例》也将颁布实施。依据有关法规,生产经营单位应当制定本单位生产安全事故应急救援预案,并定期组织演练,保证从业人员接受安全生产教育和培训,熟悉应急职责、应急程序和岗位应急处置方案。

为满足中央企业加强应急救援队伍建设的要求,提升生产经营单位应急响应水平,增强应急救援人员综合能力和高危行业员工应急行动能力与自救互救能力,中海油安全技术服务有限公司(原“海洋石油培训中心”)在中央国有资本经营预算安全生产保障能力建设专项资金的支持下,建成了功能完善、技术先进的应急救援培训演练基地,成为

首批 12 个国家级安全生产应急救援培训与演练示范基地之一。

为更好地发挥应急救援培训演练基地的培训功能,提高应急救援培训演练的效果,中海油安全技术服务有限公司在总结多年培训经验的基础上,组织行业内的专家编写了这套《生产安全事故应急救援培训教材》,包括《应急救援通用基础知识》《应急预案编制与演练》《事故灾难应急救援指挥》《应急救援个体防护装备》《人员应急逃生与急救》《化工火灾应急救援技术》《危险化学品生产事故应急救援》《危险化学品储存与运输事故应急救援》《工业带压堵漏应急技术》《高处作业安全技术与应急救援》《电气作业安全应急技术》《受限空间作业应急救援》《水上应急自救与搜救》《能量隔离与应急救援》14 个分册。

本套书将应急理论与教学实践相结合,设计了具有针对性的典型事故模拟场景训练,并将模拟仿真和实战训练相结合、实际演练和应急指挥相结合,有利于全面提升应急救援培训的效果。本套书的宗旨在于根据石油石化行业的事故特点,训练有关人员掌握在高风险作业、易燃易爆、有毒有害气体等恶劣的作业环境下,对于石油石化行业典型事故的快速应急响应能力、准确得当的现场处置能力、事故控制和现场恢复等能力。

本套书涉及预案编写、应急指挥、火灾扑救、事故救援等方面,可广泛应用于海洋石油勘探开发、工程建设、油气生产、危化品储存与运输、炼油、石油化工等领域,尤其适合海洋石油钻井、油气生产、海洋工程、危化品运输及炼化、石油化工等领域应急救援队员、危险作业场所安全管理人员和从业人员进行专业知识与技能培训。

生命至上,安全无小事。希望本套书的推广和应用,能使有关生产经营单位提高应急救援能力,起到减少事故损失、保护人民生命财产安全、促进社会和谐稳定的积极作用。

国家安全生产监督管理总局政策法规司司长

罗音宇

2017 年 6 月

目 录

序

第一章 受限空间作业与救援基础知识	001
第一节 受限空间作业基本概念	001
一、受限空间作业的定义	001
二、受限空间的范围	002
三、受限空间危险特征	003
四、特殊受限空间	003
五、受限空间作业	003
第二节 受限空间作业人员职责	004
一、主管人员的职责	004
二、负责人的职责	005
三、监护人的职责	005
四、进入人员的职责	005
第三节 进入受限空间作业危险因素分析	005
一、人的因素	006
二、物的因素	007
三、管理因素	007
第四节 受限空间救援	008
一、受限空间救援重要性	008
二、受限空间救援概念和成功因素	008
第二章 受限空间作业安全技术	009
第一节 受限空间作业安全基本知识	009
一、工业领域受限空间类型与危险	009
二、受限空间作业事故类型	011
三、造成受限空间作业事故的主要原因	012

四、受限空间作业主要危险物及影响	013
五、受限空间作业安全条件	017
六、受限空间安全作业流程	023
七、减少受限空间作业事故的措施	024
第二节 进入受限空间作业准备	026
一、受限空间作业准备工作内容	026
二、工艺准备	027
三、气体检测与风险辨识	030
四、制定作业方案和应急救援计划	039
五、申请作业许可	042
六、准备作业工具与防护设施	043
七、安全教育与技术交底	045
八、检验通信设备	046
九、清点人员准备作业	046
十、模拟实训	046
第三节 进入受限空间作业	047
一、安全要求	047
二、人员选择	048
三、使用安全防护装备	048
四、人员安全进入受限空间	054
五、作业过程中安全措施	057
六、危险情况判断与撤离	061
第四节 作业完成与现场恢复	062
一、作业完成	062
二、现场恢复	063
第三章 受限空间作业应急救援	064
第一节 应急培训教育	064
一、应急培训的目标	064
二、应急培训的对象	065
三、应急培训的内容	065
四、抓好专业救援队伍的应急培训教育	066

五、应急培训方法	066
第二节 受限空间应急救援装备	067
一、应急救援装备配备	067
二、空气呼吸器的正确使用与维护保养	067
第三节 应急救援方式与要点	074
一、应急救援的特点	074
二、应急救援的方式	075
三、应急救援的原则	076
四、应急救援的基本任务	077
五、受限作业空间应急救援的要点	078
第四节 发现险情与应急行动	080
一、险情判断与报警	080
二、现场应急行动与要求	080
第四章 受限空间应急救援技能培训	082
第一节 受限空间应急救援方法	082
一、受限空间救援原则	082
二、救援技术	083
三、进入式救援	087
第二节 应急救援实训	092
课程一 进入受限空间常用设备操作	092
课程二 垂直+侧向复杂救援	095
第五章 受限空间事故现场急救	098
第一节 心肺复苏术	098
一、心肺复苏(CPR)的意义	098
二、心肺复苏(CPR)要点	099
三、心肺复苏(CPR)步骤	0100
四、心肺复苏有效、终止的指标	0103
五、早期心脏除颤	0104
第二节 搬运伤员	105
第三节 现场急救实训	108

第六章 受限空间事故应急救援案例	110
第一节 救援成功案例	110
案例一 2人清洗沥青被熏倒,及时报警求救脱险	110
案例二 引水管道施工刷油漆熏倒3名工人	110
案例三 燃气井内换油管,燃气泄漏熏倒人	111
第二节 救援失败案例	111
案例一 乙醛储罐清罐堵漏,监护不力造成死亡	111
案例二 1名管道工作业昏倒,4工友前仆后继落难	112
案例三 检修热风管道出意外,施救不当4死6伤	113
案例四 阀门未关喷毒泥,冒险施救4人亡	113
案例五 燃气井突发泄漏,作业人员2死1伤	113
案例六 下井检查一人倒,同班再救也身亡	114
案例七 违规进罐检查,3名高级技术人员身亡	114

第一章 受限空间作业与救援基础知识

工业生产过程中,人员进入罐体、舱室、管线、反应釜等受限空间内进行作业时,由于受限空间内存在缺氧、有毒气体、可燃气体等化学性危险因素,同时还存在空间狭小、物体流动与脱落、残液、物体打击等物理性危险因素,可能会造成窒息、中毒、燃烧爆炸、物体碰撞、坠落、坍塌、吞噬、溺水等事故。由于危险空间出入口受限,并且空间内易导致危险因素聚集,存在不便于逃生和开展救援行动等问题,同时事故危害波及速度快,如果不能迅速采取有效措施,对人员进行施救和控制事故,会导致人员伤亡、事故失控及蔓延等更加严重的事故发生。中国海洋石油总公司将受限空间作业列为十大高风险作业之一。为此,提高生产管理和生产作业人员对受限空间作业风险的认识,了解受限空间安全作业方法与规程,掌握发生险情后进行紧急救援的程序与技能,对确保作业人员生命安全,降低企业事故损失,提高安全管理绩效,具有十分重要的意义。

第一节 受限空间作业基本概念

一、受限空间作业的定义

受到限制的空间习称受限空间,也称有限空间或限制空间。根据中国海洋石油总公司企业标准《限制空间作业安全管理规定》(Q/HS 40132002)的定义,受限空间是指同时符合以下条件的作业空间:

- (1) 足够大且具有一定的形状,工作人员能够进入并执行指定的工作,如图 1-1 所示;
- (2) 进入或作业时受到局限和限制;
- (3) 不是用于人员连续占用的空间。

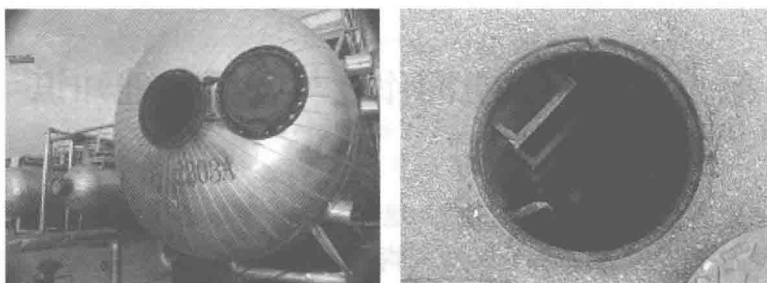


图 1-1 受限空间示意图

二、受限空间的范围

(1)符合下列条件之一的围堤,可视为受限空间:

- ① 高于 1.2 m 的垂直墙壁围堤,且围堤内外没有到顶部的台阶;
- ② 在围堤区域内,作业者身体暴露于物理或化学危害之中;
- ③ 围堤内可能存在比空气重的有毒有害气体。

(2)符合下列条件之一的动土或开渠,可视为受限空间:

- ① 动土或开渠深度大于 1.2 m,或作业时人员的头部在地面以下的,如图 1-2 所示;



图 1-2 可视为受限空间

- ② 在动土或开渠区域内,身体处于物理或化学危害之中;
- ③ 在动土或开渠区域内,可能存在比空气重的有毒有害气体;
- ④ 在动土或开渠区域内,没有撤离通道的。

三、受限空间危险特征

- (1) 存在或可能产生窒息或有毒有害气体;
- (2) 存在或可能产生掩埋作业人员的物料;
- (3) 内部结构可能将作业人员困在其中(如内有固定设备或四壁向内倾斜收拢)。

注:受限空间可为生产区域内的炉、塔、釜、罐、仓、槽车、管道、烟道、隧道、下水道、沟、坑、井、池、涵洞等封闭和半封闭的空间或场所。

四、特殊受限空间

下列情况均属于特殊受限空间:

- (1) 受限空间内无法通过工艺吹扫、蒸煮、置换处理达到合格;
- (2) 与受限空间相连的管线、阀门无法断开或加盲板;
- (3) 受限空间作业过程中无法保证作业空间内部的氧气浓度合格;
- (4) 受限空间内的有毒有害物质浓度高于 GBZ 2—2007《工作场所有害因素职业接触限值》中的最高容许浓度。

五、受限空间作业

在工业生产过程中,人员进入舱室、设备、罐体、反应釜、管道、沟槽进行维修、检测、清洗、操作等作业,都属于受限空间作业。受限空间作业的标志是:当身体任何部位越过受限空间的口径,并足以让整个身体能够进入受限空间的开口平面时的一个起始动作,如图 1-3 所示。

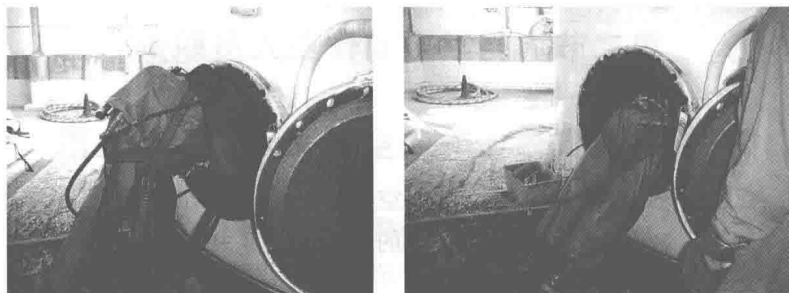


图 1-3 受限空间作业



由于受限空间内作业条件复杂、有毒有害物质清理和置换困难等特点,人员出入及撤离时受限,所以在作业过程中,特别是检维修作业,由于空间小,设备内或管道内,井、沟等内部残存有毒有害、易爆易燃介质,可能会产生下列危害:

- (1)有毒、有害介质残存,通风不畅,人进入可能造成中毒、窒息;
- (2)有易燃介质存在,一遇明火可能发生火灾;
- (3)残存余热超过人体耐受程度,造成人员伤害;
- (4)空间小,人的作业姿态受到限制,易受伤害;
- (5)壕沟或坑道内由于支撑、保护不当造成塌方,搬运的物体或上面的杂物掉入沟内砸伤人;
- (6)在设备内电器漏电伤人,或保护不当引起明火等。

基于以上危险因素的存在,我国每年发生多起受限空间作业伤害事故,这些事故暴露出受限空间作业安全管理方面存在严重问题:一是部分企业安全生产主体责任不落实,对受限空间作业安全管理工作不重视、不到位。二是企业安全教育培训工作不扎实,作业人员缺乏受限空间作业基本安全知识和自救互救能力。三是企业隐患排查治理工作不到位,在未对作业现场进行通风,未对有毒有害气体进行检测,没有防护人员监护的情况下组织作业。四是防护用品配备不足,作业人员缺乏必要的自救器、防毒面具等防护装备和气体检测监控仪器。五是企业没有制定切实有效的应急预案,在发生事故后,往往因盲目施救导致伤亡人数扩大。六是部分地区对受限空间作业的安全监管工作重视不够,存在薄弱环节和漏洞等。

第二节 受限空间作业人员职责

一、主管人员的职责

- (1)应负责检查所有进入受限空间前的准备工作程序。
- (2)应检测要进入的受限空间的环境空气条件。
- (3)应决定什么时间可以进入受限空间。
- (4)应向设施负责人报告,由设施负责人签发许可证。

二、负责人的职责

- (1)应负责决定进入受限空间作业的人员和后备人员的名单。
- (2)应列出所需采取的安全措施,确保所有相关人员熟悉和遵守这些措施。
- (3)应完成和张贴进入受限空间的许可证。
- (4)当认为有异常情况时应下令停止作业并撤离。
- (5)应对进入人员采取保护措施和适当的营救方式。

三、监护人的职责

- (1)当有人员进入受限空间时应自始至终在受限空间入口处守护和监视内部情况。
- (2)应负责明确与进入受限空间人员的联络信号。
- (3)应检查进入受限空间设备的准备情况和可靠性,负责清点进入受限空间的人员、设备和工具等的数目。
- (4)在发现有未预料的危险情况出现时应立即向负责人报告。
- (5)人员从受限空间出来后负责清点人员、设备和工具。

四、进入人员的职责

- (1)应遵守受限空间作业许可证的要求。
- (2)应负责辨别受限空间内的潜在危险。
- (3)应正确使用个人防护用品。
- (4)观察可能出现的危害,一旦发生险情,立刻撤离现场。
- (5)熟悉撤离程序。

第三节 进入受限空间作业危险因素分析

现代事故因果连锁论认为,导致事故主要原因是人的不安全行为或物的不安全状态。但是,它们只是一种表面现象,其背后的根本原因,是管理上的失误,如图 1-4 所示。

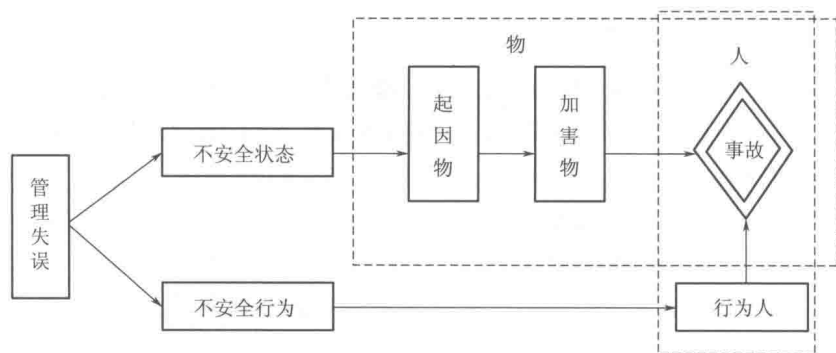


图 1-4 事故因果连锁模型

事故因果连锁中,人的不安全行为或物的不安全状态的发生是由于个人原因及工作条件方面原因造成的。在安全工作中只有找出这些间接原因,采取恰当措施消除它们,才能防止不安全行为或不安全状态的出现,才能有效地防止事故的发生。

管理失误是该事故因果连锁中最重要的原因因素。安全管理是企业管理的一部分。在计划、组织、指导、协调和控制等管理机能中,控制是安全管理的核心。它从对间接原因因素的控制入手,通过对人的不安全行为和物的不安全状态的控制,达到防止伤亡事故发生的目的。所谓管理失误,主要是指在控制机能方面的缺欠,使得最终能够导致事故的个人原因及工作条件方面原因得以存在。按此理论,加强企业管理和安全管理是防止伤亡事故的重要途径。

人们对管理失误的原因进行了深入研究,认为管理失误反映企业管理体系方面的问题。它涉及如何有组织地进行管理工作,确定怎样的管理目标,以及如何计划、实现确定目标等方面的问题。企业应该建立并不断完善反映现代安全观念的管理体系。

一、人的因素

在进入受限空间作业事故中,人的因素主要有以下方面:

(1)对进入受限空间作业危险因素认知不足,在未探明空间内危

险因素条件下,贸然进入,导致事故。

(2)作业人员及现场指挥人员违反操作规程,造成危险因素失控,从而引发事故。

(3)作业人员不能选择和正确使用个人防护用具,尤其是呼吸保护和防坠落保护用具,从而受到伤害。

(4)作业人员未正确使用作业工具,从而造成触电、火灾等事故。

二、物的因素

(1)空间内残存有毒介质,导致人员中毒。

(2)空间内残存可燃介质,导致火灾事故。

(3)空间未能良好通风,造成人员缺氧窒息。

(4)空间内残存积液、积水过多,导致作业人员溺水。

(5)空间内结构复杂,导致作业人员坠落,造成伤害。

(6)个人安全防护装备不符合要求,造成人员受到伤害。

(7)气体检测设备不合格或存在故障,不能准确检测空间内气体质量,从而造成事故。

(8)作业时,未能实施隔离措施,导致有毒、有害和可燃物质进入空间。

三、管理因素

(1)现场负责人未能在作业前组织进行风险辨识,缺乏有效风险控制措施,从而导致事故。

(2)作业过程缺乏有效监控,不能及时检测空间内气体状态和周边作业所形成的影响,形成危险源失控,从而导致事故。

(3)作业现场缺乏有效的安全管理措施,尤其是作业许可、现场隔离、作业设备隔离锁定等措施,从而导致事故发生。

(4)作业前,未能对人员防护装备、检测装备、救援设备进行检查,由于设备出现故障,不能正常作业,从而导致事故。

(5)缺乏对作业人员的安全与技能培训,人员缺乏安全意识和规范作业技能,从而导致事故发生。