

YOUQITIAN SHENGCHAN GANGWEI
WEIHAI SHIBIE YU PINGJIA SHOUC

油气田生产岗位 危害识别与评价手册

穆 剑◎主编

◇ 油气生产过程危害因素分析

◇ 油气田生产岗位危害因素识别

◇ 常用危害识别与评价方法及实例

◇ 原油生产岗位危害识别

◇ 天然气生产岗位危害识别

YOUQITIAN SHENGCHAN GANGWEI
WEIHAI SHIBIE YU PINGJIA SHOUC

石油工业出版社

内 容 提 要

本手册介绍了油气生产过程中危害辨识与评价的方法和内容,阐述了原油生产岗位和天然气生产岗位主要的危害因素,并介绍了相应的控制措施。

本手册可供油气田企业的管理者、安全技术人员和从事安全生产管理工作的人员阅读、使用。

图书在版编目(CIP)数据

油气田生产岗位危害识别与评价手册/穆剑主编.

北京:石油工业出版社,2012.4

ISBN 978-7-5021-8960-0

I. 油…

II. 穆…

III. ①油气田-职业危害-识别-手册

②油气田-职业危害-评价-手册

IV. TE48-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 037527 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523553 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2012 年 4 月第 1 版 2012 年 4 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:10.75

字数:251 千字

定价:40.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《油气田生产岗位危害识别与评价手册》

编 委 会

主 编：穆 剑

副主编：魏云峰

编 委：黄山红 李新疆 苗文成 王增志 刘 洋
李志铭 李旭光 李 青 万 涛 张景山
陈利琼 张 伟 李模刚

前 言

安全生产是石油、天然气生产企业赖以生存和发展的基础和保障,是企业的生命线和永恒主题。石油天然气生产涉及的行业和职业范围广,生产条件严格,生产布点分散,过程连续性强,原料及产品多为易燃易爆、有毒有害或有腐蚀性的物质,生产技术复杂,设备种类繁多,稍有不慎,易发生安全事故,造成人员伤亡和国家财产损失。因此,作为高风险行业,安全生产始终是石油天然气生产企业的核心问题之一。

中国石油勘探与生产分公司为更好地促进各油田进一步加强安全生产保障,有效规避和控制生产风险,努力实现“零事故、零伤害、零损失”的目标,组织编制了《油气田生产岗位危害识别与评价手册》。该手册可指导各基层单位通过运用科学方法,全面识别出每个生产环节和生产操作的风险,并据此制定有针对性的防范措施,将安全生产提高到新的水平。

本手册针对我国油气田危害识别的现状,从系统安全工程角度出发,分析了油气生产过程各环节和不同生产岗位中的危害因素;并结合油气田生产实例介绍了常用危害识别方法;针对各种危害,给出了控制手段及紧急应对措施。本手册理论性和操作性较强,对油气田生产岗位危害识别、危险等级判定及消减措施制定等具有指导和借鉴作用。本手册只适用于油气田公司固定场所油气生产岗位的危害辨识,不适用于常规和非常规作业活动。同时,由于各油气生产单位的生产工艺和岗位设置存在差异,本手册可能存在岗位不全面的情况。本手册不包括对第三方影响的危害因素分析。在调研过程中,得到了中国石油塔里木油田公司开发事业部、天然气事业部安全管理人员、技术人员的大力支持和帮助,在此致以衷心的感谢。

限于各种原因,书中疏漏、欠妥之处在所难免,希望广大读者批评指正。

编 者

2011 年 12 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 我国油气田生产危害识别概况	(1)
第二节 系统安全工程	(1)
第二章 油气生产过程危害因素分析	(4)
第一节 油气生产过程危害因素分类	(4)
第二节 不同生产过程危害因素	(6)
第三章 油气田生产岗位危害因素识别	(25)
第一节 油气田生产岗位危害识别基本要求	(25)
第二节 油气田生产岗位危害识别及控制程序	(26)
第三节 岗位危害识别方法	(28)
第四节 设备设施固有危害因素识别	(29)
第五节 生产岗位常见操作或故障危害因素识别	(31)
第六节 管理及环境危害因素识别	(36)
第七节 其他危害因素识别	(42)
第四章 常用危害识别与评价方法及实例	(45)
第一节 安全检查表法	(45)
第二节 预先危险性分析	(46)
第三节 作业条件危险性分析	(49)
第四节 危险和可操作性研究	(52)
第五节 工作安全分析	(61)
第六节 事故树分析	(63)
第七节 道化学火灾、爆炸指数法	(66)
第五章 原油生产岗位危害识别	(72)
第一节 原油生产运行管理模式	(72)
第二节 原油生产岗位危害识别内容	(72)
第三节 采油队生产岗位危害识别	(73)
第四节 转油站生产岗位危害识别	(84)

第五节	联合站生产岗位危害识别	(96)
第六章	天然气生产岗位危害识别	(123)
第一节	天然气生产运行管理模式	(123)
第二节	天然气生产岗位危害识别内容	(123)
第三节	采气队生产岗位危害识别	(124)
第四节	油气处理厂生产岗位危害识别	(137)
第五节	油气转运站生产岗位危害识别	(153)
参考文献		(163)

第一章 概 述

第一节 我国油气田生产危害识别概况

石油天然气行业作为关系国民经济发展和国家战略安全的基础性产业，涉及工业、农业、国防、科技等各个领域，由于产品的特殊性质，从其诞生之日起，其安全生产就得到相关部门的高度重视，成为管理的重点与难点。

石油、天然气生产具有高温高压、易燃易爆、有毒有害等特点，属高风险行业。特别是进入 20 世纪 80 年代末期，随着石油企业生产规模的不断扩大，安全生产所面临的问题也愈加突出，泄漏、污染、中毒及火灾、爆炸等事故时有发生，造成了严重的直接经济损失、人员伤亡和环境破坏。

在石油天然气行业，小的危害即可酿成重大事故。因此，相关企业应高度重视事故的预防工作，提前对生产过程中各岗位和相关设备进行危害辨识，并据此有的放矢地采取有效防范措施，防患于未然，将事故扼杀在萌芽状态。

目前，我国陆上有规模大小不等的油（气）田生产企业 20 多个，油气田生产的危害识别与控制已成为安全生产管理的重要工作之一。1997 年，中国石油天然气集团公司大力推行 HSE 管理体系，建立了危险、危害因素辨识制度，将危险、危害因素辨识工作纳入企业基层安全生产管理工作之中。经过十余年的系统发展，油气田生产的危险、危害因素识别工作取得显著成效，但也暴露出一些问题，如个别油气生产基层单位的现场管理人员对危险、危害因素辨识方法并没有完全掌握和理解，制定的危害识别及控制的方法笼统、粗糙、片面等，因此危险、危害因素识别工作还需进一步细化和提高。

第二节 系统安全工程

20 世纪 60 年代，逐步形成了一门新的学科——系统安全工程，该学科是系统理论思想和风险管理理论在安全工作中应用实践的总结，已在世界各国得到广泛的推广和应用。

系统安全工程运用科学理论和工程技术手段辨识、消除或控制系统中的危险源。系统安全工程理论强调危险源辨识、危险性评价、危险源控制。它既是一个有机的整体，也是一个循环发展的过程，强调通过全员、全过程、全方位的不断努力，实现系统安全水平的不断提高。其基本内容包括：

(1) 危险源辨识，即发现、识别系统中的危险源。系统安全分析是危险源辨识的主要方法。

(2) 危险性评价，即评价危险源导致事故、造成人员伤害或财产损失的危险程度。危

险源的危险性评价包括对危险源自身危险性的评价和对危险源控制措施效果的评价两方面。

(3) 危险源控制,即利用工程技术和管理手段消除、控制危险源,防止危险源导致事故、造成人员伤害和财物损失。危险源控制技术包括防止事故发生的安全技术和避免或减少事故损失的安全技术。

油气田生产岗位危害识别与控制属于系统安全工程范畴,其目的是结合目前我国各油气生产单位的生产现状,总结先进安全管理经验,进一步提高和完善油气田生产岗位危害识别与控制的管理水平。

系统安全工程的基本概念如下:

(1) 安全:在人类生产过程中,将系统的运行状态对人类的生命、财产、环境可能产生的损害控制在人类能接受水平以下的状态。

(2) 安全隐患:生产经营单位违反安全生产法律、法规、规章、标准、规程、安全生产管理制度的规定,或者其他因素在生产经营活动中存在的可能导致不安全事件或事故发生的不安全状态、人的不安全行为和管理上的缺陷。从性质上分为一般安全隐患和重大安全隐患。

(3) 危险:某一系统、设备、产品或操作的内部或外部的一种潜在的、可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏等不良后果的条件或状态。危险的后果是事故,即危险受到某种因素的刺激就会转化为事故。事故是指生产经营单位在生产经营活动(包括与生产经营有关的活动)中突然发生的、伤害人身安全和健康,或者损坏设备设施造成经济损失的,导致原生产经营活动(包括与生产经营活动有关的活动)暂时中止或永远终止的意外事件。

(4) 风险:人们在生产建设和日常生活的某项活动中,在一定时间内可能带来的人身伤亡、财产受损及其他经济损失等危害,这种危害不仅取决于事件发生的频率,而且与事件发生后造成的后果大小有关,是事故发生频率和事故后果的函数。国内外一些安全标准中,把风险定义为“用危险可能性和危险严重性表示的发生事故的可能程度”。风险是针对危险而言的,表明了危险、危害因素存在的可能,所以也称“安全风险”。

(5) 危害:可能带来人员伤害、职业病、财产损失或作业环境破坏的根源或状态。从本质上讲,危害可以理解为危险源或事故隐患,包括存在能量、有害物质和能量、有害物质失去控制而导致的意外释放或有害物质的泄漏、散发这两方面因素。危害不仅存在,而且形式多样,很多危害不是很容易就被人们发现,人们要采取一些特定的方法对其进行识别,并判定其可能导致事故的种类和导致事故发生的直接因素,这一识别过程就是危害识别。危害识别是控制事故的第一步,只有识别出危害的存在,找出导致事故的根源,才能有效地控制事故的发生。

危害、危险和风险都是系统安全工程的常用术语,这是几个容易混淆的概念。它们之间有如下区别与联系:

危害是物体或系统的本质属性,只要物体或系统存在,某些危害就存在,与物体或系统所处的阶段无关,即危害无关时间,本质存在。

危险是物体或系统在某时刻的一种特定条件或状态,即危险与时刻相关,可能随时间的

变化而出现或消失。

风险度量的是某段时间内事故发生的概率和后果大小，风险大小与系统属性和状态都有关系，由于属性无法改变，因此不管系统处于什么样的状态，风险都永远存在，只是风险大小会随系统所处阶段变化而变化。可见，风险与危害和危险相关，但风险永远无法消失，且与时间段相关。因此，风险控制属于过程控制。

第二章 油气生产过程危害因素分析

油气生产过程分布在油田各个区域，比较分散，在安全管理上难度较大。油气生产设备比较集中，生产介质易燃易爆，工艺技术复杂，生产连续性强及火灾危险性大等特点，使其构成了一个庞大、复杂而危险的系统，这个系统中任一环节出现故障或发生事故，都可能影响整个油田的生产。因此，应充分分析油气生产过程中每一环节的危害因素，并采取措施，保证生产中系统的正常状态，以保持系统生产的连续性。

第一节 油气生产过程危害因素分类

油气生产系统危害因素分类总体上包括两部分内容，即系统内在风险和外部环境对系统的影响。系统内在风险主要取决于生产物料和生产设施两个方面，人的不安全行为是这种危险发展为事故的诱导因素；外部环境对系统的影响是指系统所处区域的自然环境、社会环境对系统安全的影响，反过来，系统安全风险又对外部环境发生作用。对危害因素进行分类，是为了便于进行危害因素辨识和分析。

危害因素的分类方法有许多种，这里简单介绍按导致事故和职业危害的直接原因进行分类的方法以及参照事故类别、职业病类别进行分类的方法。

一、按导致事故和职业危害直接原因（物的不安全状态）分类

根据 GB/T 13861《生产过程危险和有害因素分类与代码》的规定，将生产过程中的危险和有害因素分为四类。此种分类方法所列危险和有害因素具体、详细、科学合理，适用于各企业在规划、设计和组织生产时对危害因素的辨识和分析。在危害辨识过程中可以依据表 2.1.1 所列项目逐项进行检查核对。

表 2.1.1 生产过程危害因素分类

序号	危害因素	说 明
1	人的因素	
1.1	心理、生理性危险和有害因素	负荷超限（体力、听力、视力、其他负荷超限）、健康状况异常、从事禁忌作业、心理异常（情绪异常、冒险心理、过度紧张、其他）、辨识功能缺陷（感知延时、辨识错误、其他）、其他
1.2	行为性危险和有害因素	指挥错误（指挥失误、违章指挥、其他）、操作错误（误操作、违章作业、其他）、监护失误、其他
2	物的因素	
2.1	物理性危险和有害因素	设备、设施、工具附件缺陷（强度或刚度不够、稳定性差、密封不良、耐腐蚀性差、应力集中、外形缺陷、外露运动件、操纵器缺陷、制动器缺陷、控制器缺陷、保险装置缺陷、其他）、防护缺陷（无防护、防护装置设施缺陷、防护不当、支撑不当、安全防护距离不够、其他）、电伤害（带电部位裸露、漏电、静电和杂散电流、电火花、其他）、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射、运动物伤害（抛射物、飞溅物、坠落物、反弹物、岩土滑动、料堆滑动、气流卷动等）、明火、高温物质、低温物质、报警等信号缺陷、安全标志缺陷、有害光照、其他

续表

序号	危害因素	说 明
2.2	化学性危险和有害因素	爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、有毒品、放射性物品、腐蚀品、粉尘和气溶胶、其他
2.3	生物性危险和有害因素	致病微生物、传染病媒介物、致害动物、致害植物、其他
3	环境因素	室内作业场所环境不良、室内作业场地环境不良、地下作业环境不良、其他
4	管理因素	职业安全卫生组织结构不健全、职业安全卫生责任制未落实、职业安全卫生管理规章制度不完善、职业安全卫生投入不足、职业健康管理不完善、其他管理缺陷

二、按事故类别（人的不安全行为）、职业病类别进行分类

（1）参照 GB 6441 《企业职工伤亡事故分类》，综合考虑起因物、引起事故的先发的诱导性原因、致害物、伤害方式等，将危害因素分为 20 类。结合油气田生产岗位的危害因素特点识别出可能存在的 16 种事故类型（表 2.1.2），此种分类方法所列危害因素全面，针对性强，适用于各企业在作业分析、事故分析时对危害因素的辨识。

表 2.1.2 事故原因危害因素分类

序号	危害因素	说 明
1	物体打击	物体在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故，不包括因机械设备、车辆、起重机械、坍塌等引发的物体打击
2	车辆伤害	企业机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、飞落、挤压伤亡事故，不包括起重设备提升、牵引车辆和车辆停驶时发生的事故
3	机械伤害	机械设备运动（静止）部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等伤害，不包括车辆、起重机械引起的机械伤害
4	起重伤害	各种起重作业（包括起重机安装、检修、试验）中发生的挤压、坠落、（吊具、吊重）物体打击和触电
5	触电	人体触及带电体，电流会对人体造成各种不同程度的伤害，其中包括雷击伤亡事故
6	淹溺	包括高处坠落淹溺，不包括矿山、井下透水淹溺
7	灼烫	指火焰烧伤、高温物体烫伤、化学灼伤（酸、碱、盐、有机物引起的体内外灼伤）、物理灼伤（光、放射性物质引起的体内外灼伤），不包括电灼伤和火灾引起的烧伤
8	火灾	失去控制并对财物和人身造成损害的燃烧现象
9	高处坠落	在高空作业中发生坠落造成的伤亡事故，不包括触电坠落事故
10	坍塌	物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性被破坏而造成的事故，如挖沟时的土石塌方、脚手架坍塌、堆置物倒塌等，不适用于车辆、起重机械、爆破引起的坍塌
11	放炮	爆破作业中发生的伤亡事故
12	火药爆炸	火药、炸药及其制品在生产、加工、运输、贮存中发生的爆炸事故

续表

序号	危害因素	说 明
13	化学性爆炸	可燃性气体、粉尘等与空气混合形成爆炸性混合物，在接触引爆能源时发生的爆炸事故（包括气体分解、喷雾爆炸）
14	物理性爆炸	包括锅炉爆炸、容器超压爆炸、轮胎爆炸等
15	中毒和窒息	包括中毒、缺氧窒息、中毒性窒息
16	其他伤害	除上述以外的危害因素，如摔、扭、挫、擦、刺、割伤和非机动车碰撞、轧伤等

（2）参照国家卫生部颁发的《职业病危害因素分类目录》，将危害因素分为 10 类，包括粉尘类、放射性物质类（电离辐射）、化学物质类、物理因素（高温、高气压、低气压、局部振动）、生物因素、导致职业性皮肤病的危害因素、导致职业性眼病的危害因素、导致职业性耳鼻喉口腔疾病的危害因素、导致职业性肿瘤的职业病危害因素、其他危害因素等。

第二节 不同生产过程危害因素

一、油气生产过程中的危险性物质

油气生产过程所涉及的危险物质主要是原油和天然气。

（一）原油

原油是多种碳氢化合物混合组成的可燃性液体，化学组成一般为碳 83% ~ 87%，氢 10% ~ 14%，其他硫、氧、氮三种元素约 1% ~ 4%。原油颜色多是黑色或深棕色，少数为暗绿色、赤色和黄色，并有一些特殊气味。原油中所含的胶质和沥青质越多，颜色越深，其油品特有的气味越浓；含的硫化物、氮化物越多，则气味越臭。不同油田生产的原油所含轻质成分和重质成分的比例不同，其性质差别也较大。原油的相对密度和凝固点与原油的组分有关，重组分多的原油相对密度大，轻组分多的原油相对密度小；原油中含蜡量越多，凝固点越高。我国原油按其关键组分分为凝析油、石蜡基油、混合基油和环烷基油四类。密度小于 0.82g/cm³ 的原油为凝析油类，其他三类各按其密度大小再分为两个等级。

原油火灾危险性为甲 B 类，燃烧热为 41 410kJ/kg。原油理化性质、危害特性及防护措施见表 2.2.1。

表 2.2.1 原油理化性质、危害特性及防护措施

理化 常数	危险货物编号	32003	CAS 号	8030 - 30 - 6
	中文名称	原油	英文名称	petroleum
	沸点	常温 ~ 500℃	闪点	- 6.6 ~ 32.2℃
	凝固点	—	溶解性	不溶于水，溶于苯、乙醚、三氯甲烷、四氯化碳等有机溶剂
	相对密度	0.78 ~ 0.97（水 = 1）	稳定性	稳定
	爆炸极限	1.1% ~ 8.7%（体积分数）	自燃温度	280 ~ 380℃
	外观与性状	一种从地下深处开采出来的黄色、褐色乃至黑色的可燃性黏稠液体。胶质、沥青质含量越高，颜色越深。性质因产地而异		

续表

主要用途	主要用于生产汽油、航空煤油、柴油等发动机燃料以及液化气、石脑油、润滑油、石蜡、沥青、石油焦等，通过其馏分的高温热解，还用于生产乙烯、丙烯、丁烯等基本有机化工原料
危险性特性	危险性类别：第 3.2 类（易燃液体）。 易燃，蒸气与空气能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与硝酸、浓硫酸、高锰酸钾、重铬酸盐等强氧化剂接触会剧烈反应，甚至发生燃烧爆炸
健康危害	毒性：IV（轻度危害），属低毒类。 侵入途径：吸入、食入、经皮肤吸收。 健康危害：未见原油引起急慢性中毒的报道。原油在分馏、裂解和深加工过程中的产品和中间产品表现出不同的毒性。长期接触可引起皮肤损害
泄漏应急处理	根据液体流动和蒸气扩散的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。消除所有点火源。应急人员应戴全面罩防毒面具，穿防火服。使用防爆等级达到要求的通信工具。采取关闭阀门或堵漏等措施切断泄漏源。如果槽车或储罐发生泄漏，可通过倒罐转移尚未泄漏的液体。构筑围堤或挖坑收容泄漏物，要防止流入河流、下水道、排洪沟等地方。收容的泄漏液用防爆泵转移至槽车或专用收集器内。用砂土吸收残液。如果海上或水域发生溢油事故，可布放围油栏引导或遏制溢油，防止溢油扩散，使用撇油器、吸油棉或消油剂清除溢油
防护措施	工程控制：生产过程密闭，全面通风。 呼吸系统防护：空气中浓度超标时，佩戴自给正压呼吸器。 眼睛防护：必要时，戴化学安全防护眼镜。 身体防护：穿防护服。 手防护：戴橡胶手套。 其他：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触
急救措施	皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗。 眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水冲洗。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。注意保暖，呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。 食入：误服者给充分漱口、饮水。就医
灭火方法	消防人员须穿全身防火防毒服，佩戴自给正压呼吸器，在上风向灭火。喷水冷却燃烧罐和临近罐，直至灭火结束。处在火场中的储罐若发生异常变化或发出异常声音，须马上撤离。着火油罐出现沸溢、喷溅前兆时，应立即撤离。 灭火剂：泡沫、干粉、砂土、二氧化碳
储存注意事项	禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料

原油的危险性主要表现在以下几个方面：

（1）易燃性。原油具有闪点、燃点和自燃点比较低的特性。原油在一定温度条件下可以燃烧。通常，原油遇热后会蒸发产生易燃性油蒸气，这种油蒸气与空气混合后会形成燃烧性混合物。当这种混合物达到一定浓度时，遇火源便可燃烧，原油的这种燃烧称作蒸发燃烧。蒸发燃烧不同于一般可燃气体的燃烧，它有着独特的燃烧方式。蒸发燃烧时液体本身并没有燃烧，它所燃烧的只是由液体蒸发后产生的可燃蒸气。它的燃烧过程是，当可燃蒸气着火后，液体的温度会不断升高，这便进一步加热了可燃液体的表面，从而加速了液体中油蒸气的再次蒸发，促使燃烧继续保持或蔓延扩大。

(2) 易爆炸性。原油及其产品的油蒸气和空气混合达到爆炸极限浓度时，遇火即能爆炸。下限越低，爆炸危险性越大。着火过程中，燃烧和爆炸往往交替进行。空气中原油蒸气浓度达到爆炸极限时，遇到火源就会发生爆炸，然后转为燃烧。超过爆炸上限时，遇火源先燃烧，待浓度下降到爆炸极限时，随即会发生爆炸。若容器或管道中已经形成了爆炸性混合气体，那么此时遇火源发生的燃烧或爆炸危险性更大。

(3) 易蒸发或泄漏。原油未经稳定处置前，特别是采取油气混输技术时，其油气（伴生气）量较大。若输送设施密封不好、管道堵塞（积蜡）憋压引起泄漏或容器、管线破裂，将有大量油蒸气析出。蒸发出的油蒸气，由于密度比较大，不易扩散，往往在储存处或作业场地空间地面弥漫飘荡，在低洼处积聚不散，这就大大增加了火灾、爆炸危险程度。

(4) 易产生静电。原油电阻率一般在 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 左右，积累电荷的能力很强。因此，在泵输、灌装、装卸、运输等作业中，流动摩擦、喷射、冲击、过滤都会产生静电。当能量达到或大于油品蒸气最小引燃能量时，就可能点燃可燃性混合气，引起爆炸或燃烧。

(5) 易受热膨胀、沸溢。原油及其产品的体积随温度上升而膨胀。盛装油品的容器，若靠近高温或受日光曝晒，会因油品受热膨胀破裂，增大火灾危险程度。火场及其附近的容器受到火焰辐射热的作用，如不及时冷却，也会因膨胀爆裂增大火势，扩大灾害范围。原油在长时间着火燃烧时会产生沸溢、爆喷现象，尤其是储存在储罐里的油品，着火后甚至会从储罐中猛烈地喷出，形成巨大火柱，这种现象是受“热波”的影响造成的。另外由于原油温度的升高，还会使油品体积急剧膨胀，使燃烧的油品大量外溢，造成大面积的火灾。

(6) 毒性危害。中国未制定接触限值，原油本身无明显毒性，其不同的产品和中间产品表现出不同的毒性。原油中的芳香烃是具有苯环结构的烃类，它的化学稳定性良好，毒性较大，遇热分解释放出有毒的烟雾。原油大量泄漏会造成严重的环境污染。

(二) 伴生气

油田伴生气主要成分为 C_1 , C_2 , C_3 , C_4 ，少量的 C_5 和 C_6 ，烃总含量为 98.08%，含有少量的二氧化碳和氮气，危险性兼有天然气和液化石油气的特性。

(1) 易燃易爆特性。

伴生气中含有大量的低分子烷烃混合物，属甲类易燃易爆气体，其与空气混合形成爆炸性混合物，遇明火极易燃烧爆炸。其密度比空气小，如果出现泄漏则能无限制地扩散，易与空气形成爆炸性混合物，而且能顺风飘动，形成着火爆炸和蔓延扩散的重要条件，遇明火回燃。

由于伴生气中含有一定量的易液化组分，相对密度为 1.061（空气 = 1），当伴生气泄漏时，一些较重的组分将沉积在低洼的地方，形成爆炸性混合气体并沿地面扩散，遇到点火源发生火灾、爆炸事故。伴生气作为燃料气使用时，因含有一定量的 C_5 和 C_6 组分，会有凝液产生，使加热炉带液而发生加热炉事故。

(2) 毒性。

伴生气中的甲烷和乙烷属单纯窒息性气体，对人体基本无毒。其他组分如丙烷、异丁烷、正丁烷、异戊烷、正戊烷等都为微毒或低毒物质。伴生气除气态烃外，还有少量二氧化碳、氢气、氮气等非烃类气体。

油田伴生气理化性质、危险危害特性及防护措施参见表 2.2.3。

(三) 天然气

天然气是一种可液化、无色无味的混合气体，一般气层气中甲烷含量约占天然气总体积的 90% 以上，其次是乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷、正戊烷、异戊烷等，还含有在常温下呈气态的非烃类组分如二氧化碳、氢气、氮气等，并可能有少量的硫化氢、硫醇、硫醚、二硫化碳等硫化物。

原料天然气为湿气，经过油田脱水、脱烃处理后的气层气通常称为干气。天然气属甲 B 类易燃易爆气体，天然气的密度一般是空气的 0.55 ~ 0.85 倍（空气密度 1.29kg/m³）。接触限值：300mg/m³。侵入途径：吸入。

天然气中各主要组分火灾、爆炸特性参数见表 2.2.2。

表 2.2.2 天然气主要组分火灾、爆炸特性参数

物料名称	分子式	自燃温度,℃	爆炸极限（体积分数）,%
甲烷	CH ₄	537	5.3 ~ 15
乙烷	C ₂ H ₆	515	3.0 ~ 12.5
丙烷	C ₃ H ₈	466	2.2 ~ 9.5
丁烷	C ₄ H ₁₀	405	1.9 ~ 8.5

天然气的危险性主要体现在以下几个方面：

(1) 天然气无色无味，扩散在大气中不易察觉，容易引起火灾和中毒；天然气成分除气态烃类，还有少量的硫化氢、二氧化碳、氢气、氮气等非烃类气体，因硫化氢是高度危害的窒息性气体，即使在天然气中的含量极少，也具有很大的危险性。

(2) 天然气非常容易燃烧，在高温、明火条件下就会燃烧或爆炸，并产生大量的热。

(3) 天然气在输送过程中易产生静电，放电时产生火花，极易引起火灾或爆炸。

(4) 天然气比重比空气小，一旦泄漏，能在空气中扩散，形成较大范围的爆炸性混合气体。

(5) 在天然气集输生产过程中，需要用电气设备，加大了火灾、爆炸的危险。

(6) 天然气中的硫化氢和二氧化碳等组分不仅腐蚀设备、降低设备耐压强度，严重时还可导致设备裂隙、漏气，遇火源引起燃烧爆炸事故。

天然气理化性质、危险危害特性及防护措施见表 2.2.3。

表 2.2.3 天然气理化性质、危险危害特性及防护措施

理化常数	危险货物编号	21007（压缩气体） 21008（液化气体）	中文名称	天然气
	分子式	主要成分为 CH ₄	外观与性状	无色无味气体
	相对分子质量	16.04	蒸气压	53.32kPa（-168.8℃）
	沸点	-161.5℃	闪点	< -158℃
	熔点	-182.5℃	溶解性	微溶于水，溶于醇、乙醚
	相对密度	0.42（水=1） 0.75 ~ 0.85（空气=1）	稳定性	稳定
	爆炸极限	5% ~ 15%（体积分数）	自燃温度	482 ~ 632℃

续表

危险特性	危险性类别：第 2.1 类（易燃气体）。 与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂接触剧烈反应。 燃烧（分解）产物：一氧化碳、二氧化碳
健康危害	侵入途径：吸入。 健康危害：甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%~30% 时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤
毒性	毒性：IV（轻度危害）， LD_{50} ：无资料， LC_{50} ：无资料
环境标准	职业接触限值： MAC ：无资料， TWA ：25mg/m ³ ， $STEL$ ：50mg/m ³
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员佩戴自给正压呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用
防护措施	呼吸系统防护：空气中浓度超标时，佩戴正压空气呼吸器。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器。 眼睛防护：一般不需要特别防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。 身体防护：穿防护服。 手防护：戴一般作业防护手套。 其他：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护
急救措施	皮肤接触：若有冻伤，就医治疗。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医
灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。 灭火剂通常可用雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉等
储存注意事项	禁止使用易产生火花的机械设备和工具。应备有泄漏应急处理设备

（四）油田化学助剂

油气生产过程中使用破乳剂、防蜡剂、清蜡剂、缓蚀阻垢剂、杀菌剂和絮凝剂等化学助剂，用量均很少。这些药剂均为多种化学单剂复配产品，其部分药剂的少量组分具有轻微毒性，但最终合成的药剂相对单剂来说，危险性较小。危险性相对较大的助剂有破乳剂、清蜡剂等，一般具有低毒性，可能给员工的身体健康带来不利影响。

1. 破乳剂

破乳剂在油水分离过程中起到表面活性作用、润湿吸附和聚结作用，属于甲类易燃液体，具有较大的火灾危险性。破乳剂为液态，产品种类繁多，在生产工艺和产品性能控制方面会因产品所应用的作业流体不同而有所区别，但大多数破乳剂的化学成分主要是嵌段高分子聚醚，破乳剂自身毒性较小，但配用一定浓度的有机溶剂，如水溶性破乳剂中一般加入

35%的甲醇作为溶剂，油溶性破乳剂中一般加入 50% 的二甲苯作为溶剂，因此该类药剂具有低毒性。同时，部分油田采用甲醇作为天然气防冻剂。

甲醇又称“木醇”或“木精”，无色有酒精味的易挥发的液体，能溶于水、醇和醚；易燃；有麻醉作用；有毒，对眼睛有影响，严重时可导致失明；空气中允许浓度为 50mg/m³，燃烧时无火焰，其蒸气与空气形成的爆炸性混合物遇明火、高温、氧化剂有燃烧爆炸危险；密度（20℃）：0.7913g/cm³；沸点：64.8℃；凝固点：-97.8℃；爆炸极限：6.7% ~ 36%（体积分数）；闪点：11.11℃；自燃点：385℃。

二甲苯又称混合二甲苯，无色透明液体，沸点：135 ~ 145℃，相对密度：0.84 ~ 0.87，易燃。化学性质活泼，可发生异构化、歧化、烷基转移、甲基氧化、脱氢、芳烃氯代、磺化反应等。

2. 防蜡剂和清蜡剂

两者均属于甲类易燃物质。防蜡剂通常投加到油井套管中，可有效地抑制油井井筒和油管壁上结蜡，延长油井热洗周期。常规防蜡剂主要成分为乙烯—醋酸乙烯酯共聚物及酯化物等，为低毒化学品。清蜡剂通常投加到油井套管中，可有效地溶解油井井筒和油管壁上的石蜡。清蜡剂大多用有毒溶剂如二硫化碳等，或含硫、氮、氧量比较高的有机溶剂，也有使用苯、互溶剂和协同剂为原料制备混合清蜡剂，共同特点是闪点低且具有一定毒性。

3. 缓蚀阻垢剂

缓蚀阻垢剂可以阻止水垢的形成、沉积，增加碳酸钙的溶解度，使其在水中不易沉积。缓蚀阻垢剂的作用是延缓管线、容器的腐蚀和结垢。使用时，通常将缓蚀阻垢剂投加到三合一放水或掺水系统中，一般为连续投加，其成分是以有机多元膦酸盐为主的一系列共聚物，一般为低毒，不燃、不爆。

4. 杀菌剂

杀菌剂的主要作用是杀死污水中的菌类（铁细菌、腐生菌、硫酸还原菌），主要以季铵盐、异噻唑啉酮和戊二醛为代表，保障油田注入水水质。该类药剂主要是对设备有一定的腐蚀性，同时对人体有一定的毒性。防范措施主要是应确保加药间有良好的机械通风设施，同时操作工人在化药和加药过程中必须严格遵守相关的规程规范。

5. 絮凝剂

絮凝剂的投加方式是在混凝沉降罐进口连续投加，其主要作用是通过电荷中和作用和吸附架桥作用使污水中的胶体颗粒产生凝聚，然后通过重力沉降和过滤作用去除。各油田应用的絮凝剂的主要成分不同，其危害性也相应不同，应根据其说明书进行防范。

部分化学助剂危险性详见表 2.2.4。

表 2.2.4 部分化学助剂危险性一览表

化学剂名称	主要成分	毒害作用	腐蚀危害	预防措施	火灾危险性
清蜡剂	混合芳香烃	低毒，对肝脏有毒害，对皮肤有脱脂作用	无	在常温或低温下使用，使用时应戴口罩和手套	甲
防蜡剂	聚醚、磺酸盐	低毒	无	在常温或低温下使用，使用时应戴口罩和手套	甲