



炼油工业技术知识丛书



◇ 赵培录 吕亮功 主编

◇ 王绍民 杨 旻 执行主编

安全技术与管理

中国石化出版社

炼油工业技术知识丛书

安全技术与管理

赵培录 吕亮功 主编
王绍民 杨 旻 执行主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书介绍了炼油企业安全管理基础、防火防爆、机械与设备安全、锅炉安全技术、电气安全、危险化学品安全、生产装置的安全运行、检修施工作业安全、储运安全、化验分析安全、消防安全、气防管理、防灾抗灾、危害识别与风险评价、职业卫生、常用个体劳动保护设施、工伤保险等知识；内容系统全面，突出实用性和针对性，是炼油企业进行安全教育、安全培训以及开展安全管理的一本很好的教材，适于炼油企业相关专业的安全管理、工程技术及现场施工作业人员阅读，同时也适用于大专院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

安全技术与管理/赵培录,吕亮功主编.
—北京:中国石化出版社,2005
(炼油工业技术知识丛书)
ISBN 7-80164-874-9

I. 炼… II. ①赵… ②吕… III. ①炼油厂—
安全技术 ② 炼油厂—安全管理 IV. TE687

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 090603 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

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

850×1168 毫米 32 开本 17.125 印张 453 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

《炼油工业技术知识丛书》

编委会

主 任：凌逸群

副 主 任：王子康

技术顾问：龙 军 方向晨 李 平

王 强 王治卿

编 委：(按姓氏笔画排序)

仇性启 华 炜 吕亮功 吕家欢

孙肇林 宋天民 陈保东 郑世桂

赵培录 高步良 梁凤印 梁文杰

梁朝林 赖光愚 廖士刚

《安全技术与管理》编委会

主 编：赵培录 吕亮功

执行主编：王绍民 杨 旸

编写人员：(按姓氏笔画排序)

王一海 王 力 王连国 王绍民

孔繁华 左传海 刘太德 祁 宇

祁 毅 李化泽 李 杰 张全友

张兆宽 张连生 张洪民 赵一平

郑开林 杨 旸 高国平 曹文东

韩祥峰 康秀安



随着我国石油化学工业的不断发展，炼油技术也在不断进步，炼油企业管理水平不断提高。与之相应，炼油行业十分迫切需要既掌握炼油理论知识、又拥有丰富生产经验和较高技术管理水平技术人员与管理队伍。近些年来，在石化企业中，由于很多老职工和老技术人员相继退休，离开了工作岗位，取而代之的是一大批年轻职工和许多参加工作不久的技术和管理人员。他们走上炼油行业关键技术和管理岗位后，迫切需要补充炼油技术知识。

为了确保装置安稳长满优运转，提高炼油企业的国际竞争能力，提高职工队伍的整体素质，造就一大批懂管理、懂技术的人才，非常有必要在广大炼化企业职工中大力传播专业技术知识，推广科学技术，营造比学赶帮超的良好学习氛围。为了适应这一需要，中国石化股份公司炼油事业部和中国石化出版社及时组织编写了《炼油工业技术知识丛书》。

参加该丛书编写的作者来自于各炼化企业、科研院所和大专院校，他们都是石油化工领域的专家和长期工作在生产一线的技术骨干。在编写过程中，他们将自己的丰富学识与多年的生产实践经验相结合，并查阅大量文献资料，精心编写。可以说，这套丛书的每一分册都

是作者的智慧结晶。丛书按装置和专业设分册编写、出版，既考虑炼油厂装置的实际情况，也考虑炼油企业岗位不同工种的学习需要。在介绍基本理论、基本知识的基础上，紧密结合炼油企业生产和技术管理的实际，注重理论与实践相结合。在文字表述方面，力求通俗易懂，深入浅出。

纵观丛书，最大的特色是理论与实际相结合，且系统性强，基本上涵盖了炼油工业技术的基础知识。该丛书的出版发行，有利于普及炼油工业技术知识，有利于提高炼油企业职工素质，有利于总结生产经验，能更好地为炼油装置的安稳长满优运行服务。我相信，《炼油工业技术知识丛书》的出版，将为行业内人员提供一套比较完整的炼油技术知识参考书，在加强技术传播、促进技术交流、推广技术应用、指导生产实践等方面会起到积极的作用，得到广大炼油行业从业人员的热烈欢迎。



中国工程院院士

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 石油炼制生产的特点	(1)
第二节 安全与事故	(9)
第三节 安全技术 in 石油炼制生产中的重要性	(14)
第二章 安全管理基础	(18)
第一节 安全管理的基本方针及原则	(18)
第二节 职业安全卫生管理体制与机构	(19)
第三节 企业安全生产管理制度	(22)
第四节 我国职业安全卫生的法律法规体系	(30)
第五节 职业安全卫生管理体系简介	(33)
第三章 防火防爆	(44)
第一节 燃烧	(44)
第二节 爆炸	(57)
第三节 防火防爆基本措施	(63)
第四节 事故案例	(72)
第四章 设备与机械安全	(76)
第一节 压力容器安全管理	(76)
第二节 压力管道的安全管理	(96)
第三节 气瓶的安全管理	(104)
第四节 起重机械的安全管理	(111)
第五节 罐车与槽车的安全管理	(118)

第六节	事故案例	(124)
第五章	锅炉安全技术	(131)
第一节	锅炉基本知识	(131)
第二节	锅炉主要安全附件和仪表	(139)
第三节	锅炉水质处理	(148)
第四节	锅炉的安全运行	(152)
第五节	锅炉的安全监督和检查	(158)
第六节	事故案例	(162)
第六章	电气安全	(165)
第一节	电气事故概述	(165)
第二节	触电事故及防护	(166)
第三节	静电的危害与消除	(177)
第四节	雷电的危害及防护	(189)
第五节	电气防火防爆	(195)
第六节	事故案例	(204)
第七章	危险化学品安全	(207)
第一节	危险化学品的分类、标志及特性	(207)
第二节	化学品的危害	(211)
第三节	化学品危害预防及控制	(218)
第四节	危险化学品登记与化学事故的应急救援	(226)
第五节	炼油企业常见危险化学品及防护措施	(231)
第六节	事故案例	(247)
第八章	生产装置的安全运行	(249)
第一节	开工安全	(249)
第二节	装置正常运行安全	(254)
第三节	装置停工的安全处理	(265)

第四节	安全控制系统·····	(272)
第五节	事故案例·····	(284)
第九章	检修施工作业安全 ·····	(287)
第一节	检修施的准备工作·····	(287)
第二节	用火作业·····	(289)
第三节	进入受限空间作业·····	(299)
第四节	高处作业·····	(303)
第五节	临时用电作业·····	(309)
第六节	破土作业·····	(310)
第七节	起重作业·····	(313)
第八节	其他特殊作业·····	(317)
第九节	一般检修作业·····	(323)
第十节	事故案例·····	(328)
第十章	储运安全 ·····	(332)
第一节	干式气柜安全技术·····	(332)
第二节	液化气体储存安全技术·····	(338)
第三节	油品储存安全技术·····	(345)
第四节	装卸与运输安全·····	(358)
第五节	事故案例·····	(365)
第十一章	化验分析安全 ·····	(368)
第一节	防毒·····	(368)
第二节	用电安全·····	(375)
第三节	气瓶的安全使用·····	(378)
第四节	防火防爆·····	(379)
第五节	化验分析过程的注意事项·····	(380)
第六节	事故案例·····	(384)

第十二章	消防安全	(386)
第一节	常用灭火剂	(386)
第二节	炼油企业的消防设施及消防器材	(395)
第三节	常见火灾的扑救	(409)
第四节	消防安全检查	(414)
第十三章	气防管理	(417)
第一节	常用气防器具介绍	(417)
第二节	常见气防器材、救生器材及装备的使用	(423)
第三节	有毒有害气体泄漏救护规则	(432)
第十四章	防灾抗灾	(434)
第一节	地震与抗震	(434)
第二节	防洪防汛	(446)
第三节	台风的预防	(452)
第四节	防灾抗灾组织机构与预案	(455)
第五节	事故案例	(461)
第十五章	危害识别与风险评价	(462)
第一节	危害识别	(462)
第二节	常用风险评价方法介绍	(469)
第三节	重大危险源管理	(477)
第十六章	职业卫生	(481)
第一节	职业危害因素及可能发生的职业病简介	(482)
第二节	职业危害因素的控制与防治	(489)
第三节	女工劳动保护	(500)
第四节	事故案例	(505)

第十七章 常用个体劳动保护设施	(507)
第一节 安全帽.....	(508)
第二节 防护眼镜.....	(510)
第三节 防护工作服.....	(512)
第四节 防护手套.....	(515)
第五节 防护工作鞋.....	(517)
第六节 安全带.....	(522)
第十八章 工伤保险	(526)
第一节 工伤保险基础知识.....	(526)
第二节 工伤的界定.....	(529)
第三节 工伤保险业务.....	(531)
第四节 工伤保险待遇.....	(533)
参考文献	(536)

第一章 绪 论

第一节 石油炼制生产的特点

石油炼制工业是我国国民经济重要的能源和原材料工业，是国民经济发展的支柱产业，由于石油炼制生产具有易燃易爆、有毒有害、高温高压、易腐蚀、连续作业等特点，危险性和危害性很大，因此对从事石油炼制工作员工的安全技术素质的要求越来越高。实现安全生产，促进石油炼制工业的发展，是现代石油炼制工业管理的一个十分重要的内容。

一、石油炼制原料及产品的危险性

石油炼制企业生产用的原料和产品以液体原料为主，而液体原料又以石油及其产品为代表，它们具有以下特性。

(一) 容易燃烧

石油炼制原料和产品的燃烧特性主要用闪点、燃点和自燃点来衡量。对于易燃液体，由于燃点和闪点很接近，因此在评定这类液体的火灾危险性时，闪点就已经包含了燃点的因素。闪点越低，着火的危险性就越大。但是，当闪点较高的产品被加热(或储存容器附近有火源)时，其受热着火的危险性仍然是存在的。

(二) 容易爆炸

当石油炼制原料域产品的蒸气和空气混合达到一定浓度范围时，遇火即能爆炸。爆炸的危险性取决于该物质的爆炸下限和爆炸上限范围。物质的爆炸下限越低或爆炸范围越宽，爆炸危险性就越大。

汽油的爆炸极限大致在 1.58% ~ 6.48%(体积)之间，空气中汽油蒸气浓度达到 3% 时，所产生的爆炸压力最高。

在石油炼制产品的着火过程中，容器内气体空间的油蒸气浓度是随着燃烧状况不断变化的。因此，燃烧和爆炸也往往相互转变，交替进行。

(三) 容易蒸发

石油炼制产品，尤其是轻质产品，具有易蒸发的特性。汽油即使在较低的气温下都能蒸发，1kg 汽油大约可以蒸发出 0.4m^3 的汽油蒸气。煤油、柴油在常温常压下蒸发得慢一些，润滑油的蒸发量则更小。凡是密度小的产品，其蒸发速度相对就快些，闪点也比较低，因此，火灾危险性就大。

石油炼制产品有两种蒸发状况，即静止蒸发和流动蒸发。

静止蒸发是指储存在比较严密的容器中的油，在空气不太流通的情况下，液面发生的蒸发现象。流动蒸发是指油品在输送或灌装时，油品或周围的空气处在流动情况下，或两者都处在流动情况下所发生的蒸发现象。这些蒸发出来的油气，因相对密度较大(对空气而言)，一般都在 $1.59 \sim 4$ 之间，所以不易扩散，在储存处所或作业场地的低洼处，如地沟、阴井、电缆沟等处积聚，这就大大增加了火灾危险因素。

石油产品的蒸发速度与下列因素有关系：

- (1) 温度。温度越高蒸发越快，温度越低蒸发越慢。
- (2) 蒸发面积。液体面积大，蒸发量大；反之，蒸发量就小。
- (3) 蒸发表面空气流动速度。速度越大，蒸发就越快；反之，蒸发就减慢。
- (4) 液面承受的压力。压力大，蒸发慢；压力小，蒸发快。
- (5) 密度。液体密度小，蒸发快；密度大，蒸发慢。

凡是蒸发速度较快的产品，其油气在空气中的浓度容易达到爆炸下限，形成爆炸混合物。

(四) 容易产生静电

石油炼制产品中杂质是自然存在的，含量只要在 $10^{-6} \sim 10^{-8}$ 就可以使液体介质带电(单位)。另外，电阻率和介电常数大

小也是能否产生静电的另一个主要条件。醚类、酯类、芳香烃、汽油、煤油、柴油、甲苯等，电阻率变动于 $10^{10} \sim 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 范围内。当它们沿着管道流动与管道壁摩擦，或者运输过程中因受到震荡与车、船罐壁冲击时，都会产生静电，由于电阻率高，导电性能差，所产生的静电极不易散失。

静电电荷量与下列因素有关：

(1) 静电电荷量与输油管内壁粗糙程度成正比，油管内壁越粗糙则产生静电电荷越多；

(2) 空气的相对湿度越大，产生静电电荷越少；

(3) 在管内流速越快，流动时间越长，产生的静电电荷越多；

(4) 介质温度越高，产生的静电电荷越多(柴油的特性相反，温度越低，产生的静电电荷越多)；

(5) 介质中含有杂质，或油与水混合输送，或不同油品相混合时，静电电荷显著增加；

(6) 油品所通过的过滤网越密，产生的静电电荷越多；

(7) 油品流经的闸阀、弯头等越多，产生静电电荷越多；

(8) 用绝缘性材料制成的容器或管道，比用导电的金属制成的容器或管道产生的静电电荷多；

(9) 电阻率高的油品比电阻率低的油品产生的静电电荷多。

(五) 容易受热膨胀

石油炼制产品受热后体积膨胀，同时蒸气压增高，若储存于密闭容器，就会造成容器受压，甚至爆裂。当容器内注入热的石油炼制产品，冷却后又因体积收缩而使其成负压，使容器被大气压瘪。

这种热胀冷缩现象，往往使容器损坏，从而增加火灾的危险性。

(六) 容易流动扩散

液体都有流动扩散的特性。易燃和可燃液体流动扩散的强弱取决于产品本身的黏度。黏度低的产品，流动扩散性强，如果有渗漏，会很快向四周流散，成为火灾危险因素。

重质产品的黏度虽然很高，但随着温度的升高，流动扩散性增强，同样可以造成火灾。

(七) 容易突沸

1. 发生突沸的原因

(1) 辐射热的作用。油罐发生火灾时，辐射热向四周扩散，加热了油品液面。随着加热时间的延长，被加热的液层越来越厚，温度不断升高，当油品被加热到沸点时，燃着的油品就沸腾溢出罐外。

(2) 热波的作用。石油及其产品是多种碳氢化合物的混合物。因此，油品在燃烧时，首先烧掉表面的轻馏分，而剩余的重馏分则逐步下沉，并把热量带到下面，使油品逐层向深部加热，这种现象称为热波，热油与冷油的分界面称为热波面。在热波面处，油温可达 $149 \sim 316^{\circ}\text{C}$ 。辐射热和热波往往是同时作用的，因而能使油品很快达到沸点而发生沸腾外溢。

(3) 水蒸气的作用。如果油品不纯，油中含水或油层中包裹游离状态水分，当热波面与油中悬浮水滴相遇或达水垫层高度时，水被突然加热汽化，体积增大 1700 倍，以很大的压力急剧冲击液面，把油品带上高空，形成巨大液柱。

2. 发生突沸的条件

并不是所有油品都会产生沸腾突溢，只有在下列条件下同时存在时才会发生。

(1) 油品具有热波的性质。通常沸点范围宽的油品，如原油、重油等重质油品，存在明显的热波。而汽油，由于它的沸点范围比较窄，各组分间密度相差不大，只能在距液面约 $6 \sim 9\text{cm}$ 处存在一个固定的热波界面，即热波界面的推移速度与燃烧的直线速度相等，故不会产生沸腾突溢。

(2) 油品中含有乳化或悬浮状态的水或者在油层下有水垫层。

(3) 油品具有足够的黏度，能被水蒸气包围形成油品薄膜。

油罐着火后突沸的时间取决于罐内储存油品的数量、含水量

及着火燃烧时间的长短，也可根据罐中油位高度、水垫层高度以及热波传播速度和燃烧直线速度进行估算，以便采取有效的防范措施。一般在发生突沸前数分钟，油罐出现剧烈振动并发出强烈嘶哑声音时，即是突沸的预兆。

二、生产过程危险性

由于石油炼制生产过程中，使用的这些原材料、半成品、成品以及各种辅助材料等，大多是易燃易爆和有毒有腐蚀性的物质，如果管理不当、操作失误、使用不合理时，极易引起着火和爆炸。因此，生产中具有的潜在危险会发展成为灾害性事故。

石油炼制生产中的许多原料及其产品，诸如原油、石脑油、汽油、柴油、煤及其粉尘、焦炭、天然气、炼厂气、焦炉气等，都具有易燃易爆的性质。天然气、煤气、烃类以及各种石油气都具有闪点低、燃点低、爆炸下限低、点火的能量低的特点。汽油的闪点仅为 $-58 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ，氢气的爆炸极限范围宽达 $4\% \sim 75.6\%$ ，而其在空气中的点火能量仅为 0.2mJ 。所以，一旦发生外泄或空气(或氧气)混入系统中时，发生燃烧爆炸的可能性相当大。

在石油炼制生产过程中，会有各种不同的有毒有害物质生成，如一氧化碳、硫化氢、氨、氮氧化物、油蒸气、氰化钠、苯、苯胺、烃类等等。它们多数是主要原料成分或中间产物，并以气态或尘雾状态存在。在设备密封不好或因设备管道腐蚀、设备检修、操作失误、发生事故等情况下，这些有毒有害物质便迅速外泄并污染作业环境，如果防护不当或处理不及时，很容易发生中毒事故，对人体造成不同程度的伤害。有些气态物质无色无味，比如高浓度的硫化氢气体反而变得让我们闻不到其特有的臭鸡蛋味道，泄漏后不易被人们察觉，往往造成更大的危害。氮气、二氧化碳、氢气等可造成窒息。

三、石油炼制生产要求工艺条件苛刻

有些生产过程在高温、高压下进行，有的要在低温、高真空度下进行。

(一) 高温操作带来的危险性

石油炼制生产中操作温度高，如：常减压装置的常压炉、减压炉、催化裂化装置 CO 余热焚烧炉、重整装置反应炉等温度高达 700℃ 以上，是引发着火爆炸的一个重要因素。这是因为：

(1) 高温设备和管道表面易引起与之接触的可燃物着火；

(2) 高温下的可燃气体混合物，一旦空气进入系统与之混合并达到爆炸极限时，极易在设备和管道内爆炸；

(3) 温度达到或超过自燃点的可燃气体，一旦泄漏即能引起燃烧爆炸；

(4) 高温可加速运转机械中的润滑油的挥发和分解，使油气在管道中积炭、结焦，导致积炭燃烧和爆炸；

(5) 高温使金属材料因发生蠕变而改变金相组织，增强腐蚀性介质的腐蚀性；高温还能增强氢气对金属的氢蚀作用，上述作用的结果，可降低设备的机械强度，导致物料泄漏，甚至造成着火爆炸；

(6) 高温能使可燃气的爆炸极限扩大，如煤气在常温下的爆炸下限为 6.0%，而在 400℃ 时降低为 4.0%，又如氨在常温下的爆炸极限为 15.5% ~ 27%，而在 100℃ 时则变为 14.4% ~ 29.5%，由于爆炸下限的降低和爆炸极限范围的加宽，使其危险性增大。

(二) 高压运行带来的危险性

高压操作对石化生产有许多优点，如能提高化学反应速度，增加效率，提高设备生产能力等。但是从安全生产角度来看，则带来一系列不安全因素。例如操作压力高也能使可燃气的爆炸范围加宽，尤其是对爆炸上限影响较大。如在常压下甲烷的爆炸上限为 15%，而在压力达 12.5MPa 时，则扩大到 45.7%，使爆炸危险性增加。处在高压下的可燃气体一旦泄漏，高压气体体积迅速膨胀，与空气形成可燃性混合气，高压下喷出的可燃气体在喷口处磨擦产生静电火花，还会导致着火爆炸事故的发生。

另外，高压操作对设备选材、制造都带来一定难度，给平时的维护也增加了困难；同时容易使设备发生疲劳腐蚀，造成泄