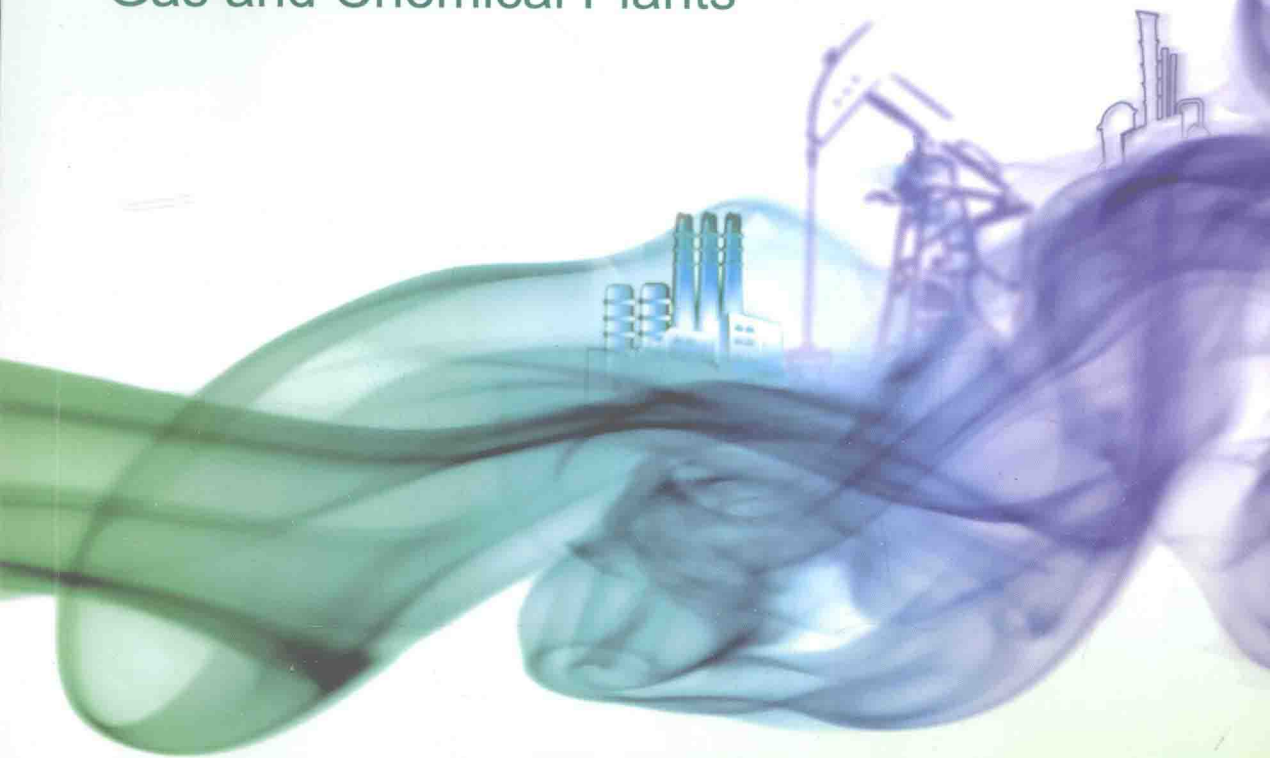


石油、天然气和化工厂污染控制

Pollution Control in Oil,
Gas and Chemical Plants



- ◇ [澳] Alireza Bahadori 著
- ◇ 天津开发区(南港工业区)管委会 译

中国石化出版社

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

石油、天然气和化工厂污染控制

Pollution Control in Oil, Gas and Chemical Plants

[澳]Alireza Bahadori 著

天津开发区(南港工业区)管委会 译

中国石化出版社

著作权合同登记 图字: 01-2016-9750

Translation from the English language edition:

Pollution Control in Oil, Gas and Chemical Plants

by Alireza Bahadori

Copyright © Springer International Publishing Switzerland 2014

This Springer imprint is published by Springer Nature

The registered company is Springer International Publishing AG

All Rights Reserved

中文版权为中国石化出版社所有。版权所有, 不得翻印。

图书在版编目(CIP)数据

石油、天然气和化工厂污染控制 / (澳)阿尔里扎·巴哈多里
(Alireza Bahadori) 著; 天津开发区(南港工业区)管委会译.

——北京: 中国石化出版社, 2016.12

ISBN 978-7-5114-4378-6

I. ①石… II. ①阿… ②天… III. ①石油工业—污染控制
②天然气工业—污染控制 ③化工厂—污染控制 IV. ①X74

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第309163号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或
任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市朝阳区吉市口路9号

邮编: 100020 电话: (010)59964500

发行部电话: (010)59964526

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

E-mail: press@sinopec.com

北京富泰印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

*

710×1000毫米 16开本 16.5印张 288千字

2016年12月第1版 2016年12月第1次印刷

定价: 65.00元



译者序

目前,在我们国家,作为区域经济发展新焦点的工业园区,如雨后春笋般在全国各地兴建起来。今后我国工业园区建设还将继续呈现良好的发展势头。由于起步较晚,我国在工业园区的建设和管理方面经验不足。以美国为代表的发达国家在这方面已积累了十分丰富的经验和教训,他山之石可以攻玉,这些对于我国正处于高速发展中的化工园区建设和管理,具有重要的借鉴作用。通过学习和借鉴这些方法和经验,提高我们的认识,优化我们的管理水平,有助于把我们的化工园区建设成加工体系匹配、产业联系紧密、原料直供、物流成熟完善、公用工程专用、管控可靠、安全环境污染统一治理、管理统一规范、资源高效利用的产业聚集地。

为进一步拓宽国内化工园区的视野,加深对国外化工园区先进管理理念、经验和方法的理解,提高国内化工园区在产业集群维度上的安全、环保管理水平,我们已先后翻译、出版了《地方经济发展与环境:寻找共同点》、《商业竞争环境下的安全管理》、《石油和化工企业危险区域分类:降低风险指南》三部国外著作,并得到业界读者的好评。2016年,针对国内化工园区建设和发展的实际需要,我们再次精选并翻译了《石油、天然气和化工厂污染控制》《化学和制造业多工厂安全管理》两部著作,作为国内化工园区安全管理的参考资料。

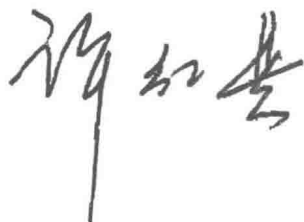
《石油、天然气和化工厂污染控制》一书介绍了化工园区内石油化工厂、天然气加工厂、油码头等区域内的空气、土壤和水污染控制技术与治理方法,以及废水处理装置、固体废弃物处理装置等相关配套设施的设计要求和关键指标,有助于解决部分化工园区在发展过程中暴露出的布局不合理、环保基础设施建设滞后、环境风险隐患等突出问题。

《化学和制造业多工厂安全管理》一书提出了包括中国在内的世界各国

化工企业集群(化工园区)所面临的新挑战——多工厂、跨企业的安全管理体系,介绍了“外部多米诺骨牌效应”的评价和管理方法,着重探讨了多工厂、跨企业风险预防措施,以及化学风险管理、安全风险管理的指导原则、程序、框架和技术。

参与书稿翻译、审阅工作的还有王喜明、李捷、马爱华、张英、刘鸿洲、刘春生等同志,中国石化出版社对著作的出版给予了大力支持,在此一并致谢。

鉴于水平有限,书中难免存在谬误和不足,敬请读者批评指正。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '许', '红', and '生' (Xu Hongsheng). The signature is written in a cursive, flowing style.

2016年9月

前言

过去几十年中,能源需求的增加导致石油、天然气加工及其他化工行业的增长和扩张。炼油厂和化工厂的快速增长,以及对其排放物日益严格的质量要求,对完善现有污染控制技术和开发先进污染减排方法的需求日益迫切。

随着科技的发展,石油和天然气的勘探、生产在世界范围内迅速增长,对以前不能开采的非常规资源,如页岩气,已经能够开发并取得经济效益。由于石油、天然气贸易扩展到了本行业从未活跃的地区,造成了空气污染物的排放,导致潜在的环境和公共健康问题,因而受到越来越多的关注。

目前废物排放的一大部分来自于工业和市政,工业排放的物质种类繁多,其中包括大量的废物和毒性很大的污染物。环境保护是一门非常复杂的科学,其发展趋势是避免排放,而不是控制污染。

这将给工业增加巨大的预算成本。公众一直在容忍污染,直到最近情况已经变得更加严重,特别是发展中国家,许多人遭受到伤害甚至死亡。

本书将讨论废水治理的检测、设备和工程技术。本书的内容旨在涵盖石油、天然气和化工企业的水污染控制在安全和环境控制方面的基本要求。

内容包含以下方面:(1)炼油厂、天然气加工企业、石油化工厂和石油码头水污染控制;(2)化学工业、水污染源和控制;(3)有机化学品制造;(4)监测。

清理来自于石油和化学工业上游的管道、石油生产装置、泵站、油库以及钻井作业释放的烃类液体炼油产品,和来自于下游的炼油厂、石化厂和地面/地下存储罐的其他污染物,通常需要使用一些控制措施和策略。对于短期紧急情况,可能要采取紧急措施来控制急性的安全与健康危害,如爆炸和中毒事故。在紧急危险被排除后,需采取长期的补救措施,包括清理已进入地表和地下环境的污染物。

本书将讨论有关土壤污染控制问题,包括:(1)提供有关评估非饱和带和石

油产品释放发生地的现场条件的方法，在非饱和带定位石油产品位置所需的信息，在给定地点从非饱和带去除石油产品的方法。(2)对专门用于清理饱和带的技术进行评估。(3)提供一种用于评估管道泄漏潜在后果的方法。该方法旨在协助管道运营商评估安装管道泄漏检测设施的需要，并对可用的管道泄漏检测技术进行概述。

地下的原油，在不饱和带可能被滞留在土壤颗粒之间，在饱和带也可能漂浮在地下水位或溶解在地下水中。本书的重点是关于清理不饱和带或饱和带石油产品的长期对策。当泄漏发生后，通常需要进行某些类型的土壤治理。

空气污染来自于许多方面，如产品的生产、烃类和石油化学品的生产过程、运输燃料的使用以及热能和光能产生的废物。造成空气污染的主要原因是燃烧。当燃烧完全时，燃料中的氢和碳与空气中的氧结合产生热、光、二氧化碳和水蒸气。而实际上，燃料中的杂质、不合适的燃料/空气比或太高、太低的燃烧温度，会导致一氧化碳、硫氧化物、氮氧化物、粉煤灰和未完全燃烧的烃类等副产物的形成。本书将讨论降低空气污染的方法和减少环境污染的手段。

本书将介绍空气污染控制的基本要求，包括以下内容：污染来源；排放类型；空气污染的检测；选择污染控制设备方面的考虑；过程控制；阈限值(TLV)。

空气污染会对人类健康、植物和动物产生影响。为确保顾及到所有重要的减排方法，本书将提供与空气污染检测有关和涉及将工业过程排放降到最低程度的所有重要信息。提供多种普遍使用的检测方法，能够对所有结果进行全面的比较。

由于噪声对人类和环境的各种不利影响，应对其加以控制。选择何种噪声控制技术或技术组合，取决于噪声需要降低的程度、所使用设备的性质、可用技术的成本。本书提供了有关减少噪声接触时间或隔离噪声源方面的新认识和信息。它涵盖了所有噪声污染控制技术，但不包括个人的耳朵保护、噪声源的工程控制和声波轨迹的转变。

最后，我要衷心感谢施普林格(Springer)的编辑团队，特别是Michael Luby和Merry Stuber在本书编写过程中给予的帮助、建议和支持。

作者简介

Alireza Bahadori博士是澳大利亚南十字星大学(Southern Cross University)环境科学与工程学院的研究人员。他在西澳大利亚科廷大学(Curtin University)获得博士学位。在20年的大部分时间内, Bahadori博士曾担任过多种与工艺工程有关的职位, 并参与过伊朗国家石油公司(NIOC)、阿曼石油开发公司(PDO)和克拉夫AMEC PTY LTD的许多大型项目。

Bahadori博士发表过200多篇论文, 并著有10本专著。他的著作被世界知名出版商(如John Wiley & Sons、Springer、Taylor & Francis和Elsevier)出版。由于他在油气领域的研究成果, Bahadori博士曾获得竞争激烈的高声誉的澳大利亚政府国际研究生奋进研究奖学金(Australian Government's Endeavour International Postgraduate Research)。他还在2009年获得西澳大利亚州政府通过西澳大利亚能源研究联盟(WA:ERA)颁发的最高奖。

目 录

第1章 空气污染控制	(1)
1.1 空气污染的定義	(2)
1.2 清洁空气	(2)
1.3 污染源	(3)
1.4 石油工业排放种类	(3)
1.4.1 炼油厂	(3)
1.4.2 炼油厂内空气污染	(3)
1.4.3 减压蒸馏排放源	(7)
1.4.4 催化裂化排放源	(7)
1.4.5 热裂化排放源	(8)
1.4.6 卸放系统排放源	(8)
1.4.7 工艺加热炉排放源	(8)
1.4.8 压缩机排放源	(9)
1.4.9 脱硫醇工艺排放源	(9)
1.4.10 沥青氧化工艺排放源	(9)
1.4.11 无组织排放及控制	(9)
1.4.12 阀、法兰、封口和排水口的排放源	(9)
1.4.13 废水处理厂排放源	(10)
1.4.14 凉水塔排放源	(10)
1.4.15 炼油厂臭味排放	(10)
1.4.16 石油化工厂	(10)
1.5 空气质量标准	(11)
1.5.1 环境空气质量标准	(11)
1.5.2 排放标准	(13)

1.6 大气排放物的工艺控制	(13)
1.6.1 炼油厂的大气排放源	(13)
1.6.2 炼油厂的恶臭治理	(16)
1.6.3 石油化工工艺的大气排放	(18)
1.6.4 丙烯腈	(18)
1.6.5 炭黑	(19)
1.6.6 炉法工艺	(20)
1.6.7 二氯乙烷	(21)
1.6.8 环氧乙烷	(23)
1.6.9 乙烯氧化	(23)
1.6.10 空气污染排放及控制	(24)
1.6.11 甲醛	(25)
1.6.12 邻苯二甲酸酐	(26)
1.6.13 化肥工业	(27)
1.6.14 原油终端(crude oil terminal)空气污染	(27)
1.6.15 烃类	(27)
1.7 化学工业常见气体的种类	(28)
1.7.1 阈限值(Threshold Limit Values, TLV)	(28)
1.7.2 甲烷(CH_4)	(30)
1.7.3 二氧化碳(CO_2)	(30)
1.7.4 一氧化碳(CO)	(32)
1.7.5 二氧化硫(SO_2)	(33)
1.7.6 氮氧化物(NO_x)	(36)
1.7.7 硫化氢(H_2S)	(38)
1.7.8 氢气(H_2)	(38)
1.7.9 氦气(Rn)	(39)
1.8 气体混合物	(39)
1.8.1 气体混合物的阈限值(TLV)	(39)

1.8.2 超限倍数	(42)
1.8.3 “皮”标识	(43)
1.8.4 单纯窒息剂——“惰性”气体或蒸气	(45)
1.8.5 生物接触指数(BEI)	(45)
1.8.6 物理因素	(45)
1.8.7 未列出的物质	(45)
1.8.8 未分类颗粒物	(45)
1.9 空气中一般污染物的监测	(46)
1.10 空气污染物的现场和过程监测	(46)
1.10.1 固定式监测	(46)
1.10.2 移动式监测	(47)
1.10.3 烃类气体监测	(48)
1.10.4 CO ₂ 、CO和O ₂ 监测	(48)
1.11 气体污染物的采样和标定	(49)
1.12 吸附采样	(50)
1.13 吸收管和采集器	(50)
1.14 低温采样	(50)
1.15 烃类和二氧化碳	(52)
1.16 气相色谱	(53)
1.17 含硫化合物	(54)
1.18 颗粒物的取样	(54)
1.19 电感耦合氩等离子体发射光谱	(54)
1.20 颗粒物的脱除	(55)
1.20.1 机械式除尘器	(55)
1.20.2 构造	(55)
1.21 循环挡板除尘器	(56)
1.22 高效旋风除尘器	(57)
1.23 袋式除尘器	(57)

1.23.1 袋式除尘分离器	(57)
1.24 湿式除尘器	(57)
1.24.1 泡沫洗涤器或填料床除尘器	(58)
1.25 喷雾洗涤器	(59)
1.25.1 水循环	(59)
1.26 限流洗涤器	(59)
1.27 电除尘器	(59)
1.28 气体废物处理设备	(60)
1.28.1 用烟囱分散	(60)
1.28.2 吸收法	(60)
1.28.3 填料塔	(61)
1.28.4 板式塔	(61)
1.29 气固吸收法	(62)
1.30 冷凝法	(63)
1.31 燃烧法	(63)
1.31.1 直接燃烧	(63)
1.31.2 热焚化法	(63)
1.31.3 催化焚化法	(63)
1.32 卸放系统的选择	(64)
1.32.1 蒸气泄放流的卸放系统	(65)
1.32.2 蒸气排放至空气	(65)
1.32.3 蒸气排放至低压工艺罐或系统	(65)
1.32.4 蒸气排放至密闭卸压系统和火炬	(66)
1.33 酸性气火炬	(66)
1.34 处理系统构件的设计	(66)
1.34.1 管道	(67)
1.34.2 排水系统	(67)
1.34.3 详细说明	(67)

1.35 急冷罐	(69)
1.35.1 详细说明	(69)
1.36 分液罐的尺寸选择	(70)
1.37 火炬	(73)
1.37.1 尺寸的确定	(73)
1.37.2 设计细节	(74)
1.38 火炬设计计算实例	(76)
1.38.1 火炬头直径	(76)
1.39 有机物排放	(79)
1.40 工艺无组织排放	(80)
1.41 VOC总排放量	(81)
1.41.1 VOC总排放量测算方法	(81)
1.41.2 测算VOC排放量所需的数据	(81)
1.42 相关方程法	(81)
1.43 泄漏/无泄漏方法	(83)
1.44 平均排放因子	(84)
1.44.1 计算实例	(85)
1.45 VOC成分组成的测算	(86)
1.45.1 基于工艺物流组成的成分测算	(87)
1.45.2 用质量分数数据进行成分组成测算	(87)
1.46 工艺无组织排放的控制	(88)
1.46.1 设备改进	(88)

第2章 水污染控制 (91)

2.1 废水的特点和分类	(91)
2.1.1 不含油和有机物的水	(92)
2.1.2 意外被油污染的水	(92)
2.1.3 连续油污染但含可溶性有机物的水	(93)

2.1.4 工艺用水	(93)
2.1.5 清洁和生活用水	(93)
2.2 水污染的终端	(93)
2.2.1 废水污染源——原油码头	(93)
2.2.2 产品终端	(93)
2.3 水污染控制方案和措施	(94)
2.4 泄漏预防和控制	(94)
2.4.1 防泄漏技术	(94)
2.4.2 大容量存储	(95)
2.4.3 排水设施	(95)
2.5 地下水污染控制	(95)
2.5.1 预防措施	(95)
2.5.2 设备类型	(96)
2.6 原油码头的废水污染控制	(96)
2.6.1 简单的重力分离	(97)
2.6.2 简单重力分离系统的组合	(97)
2.6.3 残留的悬浮物	(98)
2.6.4 物理和化学净化	(98)
2.6.5 生物处理	(98)
2.6.6 泄漏	(98)
2.7 选址和设计	(99)
2.7.1 水生生态系统	(99)
2.7.2 陆地生态系统	(99)
2.7.3 湿地生态系统	(99)
2.7.4 土地利用	(100)
2.7.5 水污染控制	(100)
2.8 石化工业废水的来源	(100)
2.8.1 水污染	(100)

2.8.2 冷却水·····	(101)
2.8.3 洗涤水和工艺用水·····	(101)
2.8.4 石油化工厂的典型污染物·····	(101)
2.8.5 石化废水处理·····	(102)
2.8.6 化肥·····	(102)
2.8.7 氮肥·····	(103)
2.8.8 磷肥·····	(103)
2.8.9 NPK(氮/磷/钾)复合肥料·····	(103)
2.8.10 污染的影响·····	(104)
2.8.11 氮·····	(104)
2.8.12 氨态氮和尿素·····	(104)
2.8.13 硝酸盐·····	(104)
2.8.14 磷酸盐·····	(104)
2.8.15 次要成分·····	(104)
2.8.16 烯烃厂·····	(105)
2.8.17 聚合物厂·····	(105)
2.8.18 聚氯乙烯厂·····	(106)
2.8.19 芳烃厂·····	(106)
2.9 工业废物的环保处理·····	(107)
2.10 水质监测·····	(110)
2.10.1 水质监控系统的设计考虑因素·····	(110)
2.11 现场便携式水污染监控仪器·····	(111)
2.11.1 交流比色计·····	(111)
2.11.2 校准和检查·····	(112)
2.12 在线固定测量或连续监测·····	(112)
2.12.1 连续的水质采样和监测系统·····	(113)
2.12.2 校准和检查·····	(113)
2.13 实验室仪器·····	(114)

2.13.1 样品的收集和保存·····	(114)
2.13.2 土壤水取样·····	(114)
2.13.3 地下水取样·····	(115)
2.14 性质检测·····	(115)
2.14.1 颜色·····	(115)
2.14.2 电导率·····	(115)
2.15 浊度·····	(117)
2.16 金属含量的测定·····	(117)
2.16.1 原子吸收光谱法·····	(117)
2.17 极谱法·····	(117)
2.18 氯离子·····	(118)
2.19 氯(残留)·····	(118)
2.20 氰化物、氟化物和碘·····	(119)
2.21 氮(氨、硝酸盐、有机氮)·····	(119)
2.22 臭氧·····	(119)
2.23 pH值·····	(119)
2.24 磷酸盐·····	(119)
2.25 硅·····	(119)
2.26 硫酸盐·····	(119)
2.27 硫化物·····	(119)
2.28 有机成分的测定(油脂和油)·····	(119)
2.29 可燃气体指示仪·····	(120)
2.30 有机碳(总)·····	(120)
2.31 需氧量(生化)·····	(120)
2.32 需氧量(化学)·····	(120)
2.33 供水和废水的放射性检验·····	(121)
2.33.1 计数室·····	(121)
2.33.2 α 粒子计数器·····	(121)

2.33.3 β 粒子放射性检测仪	(122)
2.33.4 γ 射线监测	(122)
2.34 监测水和废水的自动化实验室设备	(122)
2.35 装载损失	(122)
2.35.1 总挥发性有机化合物(VOC)的估算	(122)
2.36 水中排放物	(123)
2.36.1 点源排放	(123)

第3章 土壤污染控制 (125)

3.1 不饱和区	(125)
3.2 现场评估	(126)
3.3 收集释放信息	(126)
3.4 收集污染物的具体信息	(128)
3.5 评估污染物的迁移性	(130)
3.6 技术选择	(131)
3.6.1 土壤气相抽提	(131)
3.6.2 生物恢复	(131)
3.6.3 土壤冲洗	(131)
3.6.4 阻水屏障法	(132)
3.6.5 挖掘	(132)
3.7 饱和区	(133)
3.8 现场评估	(133)
3.8.1 收集特定污染物信息	(133)
3.8.2 评估饱和区污染物相态	(133)
3.9 评估污染物的移动性	(135)
3.9.1 地下水中溶解和吸附的污染物质	(135)
3.9.2 污染物扩散区	(135)
3.9.3 饱和区污染物的移动性	(136)