

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书
环境污染事故应急处置实用技术丛书

危险化学品环境污染事故 应急处置实用技术

WEIXIAN HUAXUEPIN HUANJING WURAN
SHIGU YINGJI CHUZHISHIYONG JISHU

张立秋 伧沛崧 时圣刚 梁贤伟 编著

中国环境出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书
环境污染事故应急处置实用技术丛书

危险化学品环境污染事故 应急处置实用技术

张立秋 佘沛崧 时圣刚 梁贤伟 编著

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

危险化学品环境污染事故应急处置实用技术/张立秋等
编著. —北京: 中国环境出版社, 2014.12

(环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书. 环境
污染事故应急处置实用技术丛书)

ISBN 978-7-5111-2149-3

I. ①危… II. ①张… III. ①化工产品—危险物品
管理—事故处理—研究 IV. ①TQ086.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 285284 号

出版人 王新程
责任编辑 连 斌
责任校对 尹 芳
封面设计 宋 瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67110763 生态(水利)图书出版中心
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2015 年 12 月第 1 版
印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 13
字 数 277 千字
定 价 39.00 元

【版权所有。未经许可，请勿翻印、转载，违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

《环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书》

编委会

顾 问：吴晓青

组 长：刘志全

成 员：禹 军 陈 胜 刘海波

《环境污染事故应急处置实用技术丛书》

编委会

主 编：王 鹏

编 委（按汉语拼音排序）：

蔡 凌 郭 亮 伧沛崧 罗 宏

孟宪林 庞志华 王 鹏 张立秋

郑洪波 郑 彤

总 序

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略；2012年，环境保护部召开第二次全国环保科技大会，出台了《关于加快完善环保科技标准体系的意见》，全面实施科技兴环保战略，建设满足环境优化经济发展需要、符合我国基本国情和世界环保事业发展趋势的环境科技创新体系、环保标准体系、环境技术管理体系、环保产业培育体系和科技支撑保障体系。几年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项实施顺利，科技投入持续增加，科技创新能力显著

增强；现行国家标准达 1 300 余项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了 100 余项环保技术文件的制修订工作，确立了技术指导、评估和示范为主要内容的管理框架。环境科技为全面完成环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构，支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动，“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护科技发展规划》确定的重点领域和优先主题，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”以来，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目 439 项，涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项取得了重要研究成果，提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案，形成一批环境监测预警和监督管理技术体系，研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术，提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议，为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”以来环保公益性行业科研专项项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版环保公益性行业科研专项经费系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

Handwritten signature of Wu Xiaoqing in black ink, consisting of three characters: 吴晓青.

2011 年 10 月

序 言

国家环保公益项目“环境污染应急处置技术筛选和评估研究”，是在我国环境总体形势依然十分严峻，特别是突发性环境污染事故频频发生的特殊时刻，针对其应急及管理方面急需一系列技术支持的背景下设立的。2012年，在环保部科技司和应急中心组织领导和大力支持下，哈尔滨工业大学联合了五家在该领域具有较大影响力和研究特色的科研单位，开始了环境污染应急处置技术筛选与评估研究。该项目设立了包括溢油污染应急处置技术筛选与评估研究、重金属与尾矿库金属泄漏污染应急处置技术筛选与评估研究、典型化学品污染应急处置技术筛选与评估研究、城市饮用水源地污染应急处置技术筛选与评估研究、环境应急管理政策体系框架研究、环境污染应急处置技术筛选与评估体系数字化平台研究六个子课题。

在近三年的时间里，由哈尔滨工业大学负责，环境保护部华南环境科学研究所、中国环境科学研究院、北京林业大学、大连理工大学、国环危险废物处置工程技术（天津）公司等单位参加组成的课题组，开展了国内外相关文献资料的检索收集、案例分析、实地调研、案例库和技术库构建等研究工作，召开了10余次项目组研讨会或外聘专家咨询会，完成了上述六个子课题研究和项目计划书设定的总体目标和任务，提出了针对溢油、重金属与尾矿库金属泄漏、典型危险化学品、城市饮用水水源地突发污染事故的应急处置技术筛选与评估方法与程序，通过对国内外应急管理政策对比分析提出了环境应急管理政策体系框架建议，建立了环境应急信息管理系统和应急处置技术筛选与评估体系数字化平台。本项目研究成果将有助于提升我国环境应急管理的技术水平，为国家环境应急管理提供了有力的科学技术支撑。

本系列丛书把在项目研究中汇集的大量有价值信息和相对成熟的部分研究成果加以系统整理奉献给读者，该系列丛书由如下6本书构成：

1. 溢油环境污染事故应急处置实用技术（郑洪波、张树深）

2. 危险化学品环境污染事故应急处置实用技术 (张立秋、仇沛崧、时圣刚、梁贤伟)
3. 重金属环境污染事故应急处置实用技术 (上册) (庞志华、许振成、郑彤、王振兴)
4. 重金属环境污染事故应急处置实用技术 (下册) (郑彤、王鹏、赵坤荣)
5. 城市饮用水水源地环境污染事故应急处置实用技术 (孟宪林、王鹏、崔崇威、侯炳江、曲建华)
6. 水环境突发污染应急决策支持系统 (郭亮、王鹏、姜继平)

本系列丛书主要介绍突发环境事故应急处置的实用技术,包括应急监测技术、应急处理处置技术、应急物资储备等,该系列丛书在整体上具有如下3个特点:①实用性:密切结合各类环境污染事故的特点,充分考虑应急现场的实际需求,分析污染事故处理处置工作中可能遇到的技术问题,为应急预案编制提供可操作的技术支持;②全面性:针对常见各类污染事故给出应急处理处置技术方案,适用于国家、省、市等各级环保部门制定应急处置预案,也适用于化工、石化、矿业、焦化、煤炭、电子、造纸、油库等行业企业制定应急响应预案,并对典型案例的应急监测和处置进行了描述介绍;③科学性:以大量相关文献调研为基础,对部分技术进行了实验验证,结合作者的实践经验分析了环境污染事故处理工作中的各种管理、技术问题,论证提出科学的应急处置解决措施和技术方案。

本系列丛书内容丰富、翔实可信,作者从大量案例分析着手,详细介绍了常见溢油、危险化学品、重金属、饮用水水源地等污染事故的应急监测和处理处置技术。本书可供环保、石化、化工、交通、卫生部门的管理及技术人员使用,尤其对广大环境保护工作者而言,可为其在进行环境污染事故处理工作中提供参考和借鉴。

借此丛书出版的机会,我们再一次对项目研究期间给予了我们巨大帮助和支持的环境保护部科技标准司、环境应急与事故调查中心,以及全国许多相关单位的领导、同行和专家表示衷心的感谢;项目组要特别感谢环境保护部科技标准司刘志全巡视员兼副司长、科技发展处禹军处长、陈胜副处长,环境应急与事故调查中心田为勇主任、冯晓波副主任、隋筱婵副巡视员、预警处刘相梅处长、应急调查一处侯世健副处长等

对本项目的肯定、鼓励、指导和支持；感谢陈尚芹、樊元生、虞统、许振成、陈求稳、杨晓松、李维新、孙德智、王业耀、汪群慧、李政禹、陈超、杨敏、张晓健等各位教授和专家，他们花费了宝贵时间对项目研究成果进行审阅，提出宝贵意见，对提高项目研究成果质量起到了重要作用；特别感谢项目参加单位——哈尔滨工业大学、中国环境科学研究院、环保部华南环境研究所、北京林业大学、大连理工大学、国环危险废物处置工程技术（天津）公司等单位的领导对本项目开展和本丛书撰写给予的大力支持！

由于我们水平有限，加之成书仓促，书中可能存在许多不足，恳请广大读者批评指正！

作者

2014年5月于哈尔滨

前 言

近年来,国内外频繁发生的危险化学品污染事故给社会和人民生命财产造成了重大损失,也引起了国家和社会的高度关注。危险化学品,是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质,对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。危险化学品在人们生产与生活中发挥着不可替代的作用,同时其固有的危险性也会对人类的生命、物质财产以及生态环境造成极大的威胁。因此,针对危险化学品环境污染事故必须采取有效措施,进行妥善的处理处置,以满足我国环境污染综合治理的总体要求。

依托国家环保公益性行业科研专项“环境污染应急处置技术筛选和评估研究”中的子课题“典型化学品污染应急处置技术筛选与评估研究”的研究成果,北京林业大学环境科学与工程学院与国环危险废物处置工程技术(天津)有限公司共同组织编写了《危险化学品环境污染事故应急处置实用技术》,希望能为指导我国危险化学品环境污染事故的应急处理处置工作提供有益的参考和帮助。

本书在编写过程中参阅了大量的文献资料,并结合了国内外对危险化学品环境污染事故的处理处置实践经验,系统介绍了环境污染事故处理处置的过程、基本要求、技术特点、技术方案构建原则与方法、事故现场危险性分析、环境监测的基本方法,同时选取了六种典型化学品进行了详细的应急处理处置方案介绍与案例分析。本书语言通俗易懂,实用性强,可作为广大企事业单位事故预案编订、安全技术教育、安全管理人员以及事故救援人员的参考书。

本书由北京林业大学时圣刚博士编写第1章、第4章、第6章及第3章、第7章的部分内容,国环危险废物处置工程技术(天津)有限公司的梁贤伟博士编写第5章及第3章、第7章的部分内容,北京林业大学曹敬灿硕士编写第2章内容,最后由北京林业大学的张立秋教授与国环危险废物处置工程技术(天津)有限公司的仇沛崧

高级工程师对全书进行了修改和统稿，在编写过程中得到了北京林业大学孙德智、梁文艳、封莉等老师的大力帮助，在此深表感谢。

由于水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，望广大读者不吝指出，如果本书能给读者带来帮助，我们备感荣幸。

目 录

第 1 章 危险化学品概述.....	1
1.1 危险化学品的分类与识别.....	1
1.2 危险化学品事故.....	13
1.3 危险化学品救援体系.....	16
第 2 章 危险化学品突发污染事故分析.....	21
2.1 危险化学品突发污染事故调研方法.....	21
2.2 事故发生时间分析.....	23
2.3 事故发生地点分析.....	26
2.4 事故发生原因分析.....	28
2.5 事故发生类型分析.....	29
2.6 事故污染状况分析.....	33
2.7 事故危害状况分析.....	36
第 3 章 危险化学品环境污染应急监测方法.....	40
3.1 环境污染应急监测概述.....	40
3.2 环境污染应急监测体系.....	41
3.3 环境污染应急监测技术方案.....	47
3.4 环境污染应急监测技术简介.....	59
第 4 章 危险化学品环境污染事故应急处理处置技术.....	64
4.1 污染源控制技术.....	64
4.2 污染物防扩散技术.....	69
4.3 污染物消除技术.....	74
4.4 常用危险化学品环境污染应急物资.....	88
第 5 章 危险化学品环境污染事故应急废物处置技术.....	93
5.1 引言.....	93

X 危险化学品环境污染事故应急处置实用技术

5.2	非危险性应急废物处置技术	94
5.3	常用危险性应急废物非焚烧处置技术	95
5.4	危险应急废物焚烧处置技术	100
5.5	危险性应急废物安全填埋处置技术	108
5.6	危险性应急废物处置新技术	110
5.7	危险化学品突发环境污染事故应急废物处置单位信息库	113
第 6 章	危险化学品环境污染事故应急处理处置技术方案库	119
6.1	危险化学品环境污染事故树	119
6.2	环境污染事故应急处理处置技术方案库	121
第 7 章	典型危险化学品环境污染事故应急处理处置方法	153
7.1	典型危险化学品的选择	153
7.2	氯气环境污染应急处置	154
7.3	苯环境污染应急处置	160
7.4	甲醇环境污染应急处置	166
7.5	黄磷环境污染应急处置	171
7.6	氰化钠环境污染应急处置	176
7.7	氨水环境污染应急处置	182
参考文献	189

第 1 章

危险化学品概述

化学类制品，现代文明社会的几乎所有领域都以某种方式与其相依存，人类的衣食住行方方面面都不同程度与其相联系。正因为如此，化学品的年产量以亿吨计，品种达千万以上，而且每年还在以相当大的速度递增。与此同时，化学品在生产、仓储、运输、销售、使用和废弃处置六大环节的安全问题也日益凸显。国内外频繁发生的化学品污染事故给社会和人民生命财产造成了重大损失，已引起了我国政府和社会的高度关注。

化学品中一些对生态环境与人体健康具有较高危险性的物品，被称为危险化学品。根据 2011 年 2 月 16 日国务院第 144 次常务会议修订通过的《危险化学品安全管理条例》（国务院第 591 号令）的定义，危险化学品是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。危险化学品往往会在生产、储存、使用、经营和运输过程中，造成人身伤亡和财产损毁，从而需要特别防护。需要说明的是，在不同领域内对危险化学品的称呼并不相同，例如在生产、经营、使用等场所常称其为化学工业产品；而在铁路运输、公路运输、水上运输、航空运输等运输过程中常称其为危险货物；在储存环节中常称其为危险物品或危险品。当然这些名称中除包括通常的危险化学品外，还包括一些其他产品、货物或物品。在国家的法律法规中对危险化学品的称呼也不统一，如在《中华人民共和国安全生产法》中称“危险物品”，在《危险化学品安全管理条例》（国务院第 591 号令）中称“危险化学品”。

1.1 危险化学品的分类与识别

现阶段关于危险化学品的分类与识别方法，是以联合国所定的分类方法为准。1992 年，联合国环境和发展会议在巴西里约热内卢举行，认为各国及相关组织缺少统一的危险化学品分类和标志，给各国之间危险化学品贸易及管理造成了技术壁垒，最终计划制定危险化学品分类和标记全球协调制度。1999 年 10 月，成立了危险货物运输和全球化学品统一分类和标签制度专家委员会；2002 年 12 月，在联合国危险货物运输和全球化学品统一分类和标签制度专家委员会第一届会议上核准了《化学品分类及标记全球协调制度》（Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS）文件（第一版），并于 2003 年由联合国正式出版，因其封面为紫色，被称为“紫皮书”。2004 年

12月,专家委员会第二届会议通过了对GHS文件的修改,形成了第一修订版。2002年9月,在约翰内斯堡召开的“联合国可持续发展世界首脑会议”上,联合国要求所有国家从2008年开始实施GHS,对此中国投了赞成票。随后联合国经济及社会理事会在2003年7月25日的决议中,请所有各国政府采取必要措施,通过适当的国家程序或立法,尽快并不迟于2008年实施GHS文件。在GHS文件中规定了27类危险化学品的鉴别指标和测定方法。目前,另一个国际通用的危险化学品分类标准是联合国《关于危险货物运输的建议书》(2007年第四修订版)中规定的九类危险化学品的鉴别指标。

2006年10月24日,国家质量监督检验检疫总局与中国国家标准化委员会在联合国《化学品分类及标记全球协调制度》(GHS)第二次修订版的基础上联合发布了《化学品分类和危险性公示通则》(GB 13690—2009),该标准将危险化学品依据其危害性,从理化危险、健康危害和环境危害三个方面划分为27类,包含着98个类别。另外,依据GHS有关的事项制定了强制性国家标准“化学品分类、警示性标签和警示性说明安全规范”,共26个标准。实施日期为2008年1月1日。

1.1.1 理化危险

1.1.1.1 爆炸物

爆炸物是指能通过化学反应在内部产生一定速度、温度和压力的气体,且对周围环境具有破坏作用的一种固体或液体物质(或其混合物)。烟火物质无论其是否产生气体都属于爆炸物。

根据爆炸物所具有的危险特性可以将其划分为以下六项:

(1) 具有整体爆炸危险的物质、混合物和制品(整体爆炸实际上是瞬间引燃几乎所有装填料的爆炸)。

(2) 具有喷射危险但无整体爆炸危险的物质、混合物和制品。

(3) 具有燃烧危险和较小的爆炸危险或较小的喷射危险或兼有两种危险,但无整体爆炸危险的物质、混合物和制品。

(4) 不存在显著爆炸危险的物质、混合物和制品。这些物质、混合物和制品,万一被点燃或引爆也只存在较小危险,并且要求最大限度地控制在包装内,同时保证无肉眼可见的碎片喷出,爆炸产生的外部火焰不会引发包装内的其他物质发生整体爆炸。

(5) 具有整体爆炸危险,但又不敏感的物质或混合物。这些物质、混合物虽然具有整体爆炸危险,但是极不敏感,以至于在正常条件下引爆或由燃烧转到爆炸的可能性非常小。

(6) 极不敏感,且无整体爆炸危险的制品。这些制品只含极不敏感爆炸物质或混合物和那些被证明意外引发的可能性几乎为零的制品。

1.1.1.2 易燃气体

通常气体是指在50℃蒸气压大于300 kPa,或在20℃和标准压力101.3 kPa下完全是

气态的物质。易燃气体是指在 20℃ 和标准大气压 101.3 kPa 时与空气混合有一定易燃范围的气体。易燃气体可以分为两类：

(1) 在 20℃ 和标准大气压 101.3 kPa 时的气体，在与空气的混合物中按体积占 13% 或更少时可点燃的气体；或不论易燃下限如何，与空气混合可燃范围至少为 12% 的气体。

(2) 在 20℃ 和标准大气压 101.3 kPa 时，除类别 (1) 中的气体之外，与空气混合时有易燃范围的气体。

1.1.1.3 易燃气溶胶

气溶胶是指喷射罐（系任何不可重新罐装的容器，该容器由金属、玻璃或塑料制成）内装强制压缩、液化或溶解的气体（包含或不包含液体、膏剂或粉末），并配有释放装置以使内装物喷射出来，在气体中形成悬浮的固态或液态微粒或形成泡沫、膏剂或粉末或者以液态或气态形式出现。

易燃气溶胶的分类原则：

(1) 如果气溶胶含有任何按 GHS 分类原则为易燃的成分时，该气溶胶应考虑分类为易燃的，即含易燃液体、易燃气体、易燃固体物质的气溶胶为易燃气溶胶。易燃成分不包括自燃、自热物质或遇水反应物质，因为这些成分不用作气溶胶内装物。

(2) 易燃气溶胶根据其成分的化学燃烧热分为两类，分别是泡沫气溶胶（根据其成分的泡沫试验来确定）和喷雾气溶胶（根据点燃距离试验和封闭空间试验来确定）。

1.1.1.4 氧化性气体

氧化性气体是指通过提供氧，可引起或比空气更能促进其他物质燃烧的任何气体。需要注意的是，通常含氧量体积分数高达 23.5% 的人造空气视为非氧化性气体。

1.1.1.5 压力下气体

压力下气体是指 20℃ 时压力不小于 280 kPa 的容器中的气体或成为冷冻液化的气体。压力下气体由压缩气体、液化气体、溶解气体、冷冻液化气体组成。

(1) 压缩气体：在压力下包装时，-50℃ 是完全气态的气体，包括所有具有临界温度不大于 -50℃ 的气体。

(2) 液化气体：在压力下包装时，温度高于 -50℃ 时部分是液体的气体。它区分为：

① 高压液化气：临界温度为 -50~65℃ 之间的气体；

② 低压液化气：临界温度高于 +65℃ 的气体；

③ 溶解气体：在压力下包装时溶解在液相溶剂中的气体；

④ 冷冻液化气体：包装时由于其低温而部分成为液体的气体。

其中，临界温度是指高于此温度无论压缩程度如何，纯气体都不能被液化的温度。

1.1.1.6 易燃液体

易燃液体是指闪点不大于 93℃ 的液体。可以分为四类：

(1) 闪点 < 23℃ 和初沸点 ≤ 35℃；

(2) 闪点 < 23℃ 和初沸点 > 35℃；