

现代实验室技术  管理丛书

实验室 污染与防治

◎ 祝优珍 王志国 赵由才 主编



化学工业出版社



现代实验室技术  管理丛书

实验室 污染与防治

◎ 祝优珍 王志国 赵由才 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

实验室污染与防治/祝优珍, 王志国, 赵由才主编. —北京: 化学工业出版社, 2005.9

(现代实验室技术与管理丛书)

ISBN 7-5025-7700-9

I. 实… II. ①祝…②王…③赵… III. 实验室-污染防治 IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 114265 号

现代实验室技术与管理丛书

实验室污染与防治

祝优珍 王志国 赵由才 主编

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 刘莉璐

责任校对: 陈 静

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 310 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7700-9

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版者的话

现代实验室应是在建筑设计、质量控制、安全管理、环境保护、装备水平、信息系统等方面符合国际或国家相关规范或通过相关标准认可评审的实验与检测/校准机构。面对快速发展变化的 21 世纪，各类实验室人员渴望全面的规范化、信息化管理。为搭建实验室运行管理新的平台，根据实验室规范管理要求，结合各类实验室管理人员及广大实验室科技人员的工作需求，化学工业出版社特组织专家学者编写《现代实验室技术与管理丛书》，其中包括《标准物质及其应用》、《实验室安全管理》、《实验室信息管理系统》、《实验室质量管理》、《实验室污染与防治》等。这套丛书力图反映现代实验室的新技术与新规范，希望能给实验室管理人员和实验室科技人员提供较完整的学习参考资料。

化学工业出版社

2006 年 1 月

前 言

人类的文明，社会的进步离不开实验性研究。广大科学技术人员在实验室内反复多次进行试验，为推广先进的科学技术寻找科学依据。大量的中学生、大专院校学生和研究生在实验室内做实验和做研究，进行着科学结论的验证，寻找着新的发现。各类企业的实验室承担了科技攻关、生产过程质量监控、产品质量分析等重任。

人们在实验室进行实验性工作，要使用各种设备、仪器、原料、试剂等，也会在实验过程中产生各种废气、废水和固体废物。实验室既是新工艺、新技术、新产品的发源地，又可能成为污染物的源头。因此实验室污染的防治不仅需要实验室人员的身体力行，也需要全社会的重视和支持。

实验室污染的特点是污染物种类繁多，污染物的组分、浓度、排放时间和排放量的不确定度高。不仅有化学性污染，也有生物性污染和物理性污染。实验室污染的程度与所进行的试验有关。长期以来，人们对实验室的污染重视不够，实验室所排放的废气、废水和固体废物不进行任何预处理就排入环境中去，不仅影响了实验人员的健康，而且严重污染环境。

从 20 世纪初到 20 世纪 60 年代，人类经历了一系列重大的公害事件，人类开始反思和总结经济发展与环境污染之间的冲突，努力寻求新的生态平衡。联合国在 1972 年召开了人类环境会议，这是第一个就环境问题召开的世界性会议。1983 年受联合国第 38 届大会委托，布伦特兰夫人领导组成了“世界环境与发展委员会（WCED）”。该会于 1987 年提出了《我们共同的未来》的研究报告，提出了“可持续发展”的战略思想。1992 年 6 月在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会（简称：世界环发大会）上，世界各国对可持续发展、促进经济与环境协调发展达成了共识。世界环发大会之后，我国及时制定了“中国环境与发展十大对策”，实行可持续发展战略。

多年来，我国各届政府制定了一系列的保护环境、防治污染的法律法规和国家标准。实验室的污染与防治也引起了极大的重视。国家环保总局在《关于加强实验室类污染环境监管的通知》中规定，自 2005 年 1 月 1 日起，科研、监测（检测）、试验等单位实验室、化验室、试验场将按照污染源进行管理，实验室、化验室、试验场的污染将纳入环境监管范围。同时规定，对于新建、改建、扩建或使用性质调整、改编的实验室、化验室、试验场，

必须严格执行建设项目环境保护审批制度，未经批准不得建设或使用。通知要求实验室、化验室、试验场还需建立污染事故预防和应急体系及上报机制。

实验室的污染与防治应采取源头控制，以防为主，防治结合的策略。实验室污染物控制原则是尽可能不用有毒有害物质，降低化学和生物制剂的使用量。对于已经产生的实验室污染物，在目前还没有实验室污染物控制标准的情况下，根据排放口环境质量要求，就地预处理使之达到有关排放标准。对于固体废物，必须根据其性质，按照一般固体废物、危险废物等的处理方法就地无害化处理或分类收集后送至专业部门单独处置。

本书由祝优珍、王志国、赵由才主编，郭国才、徐瑞云、俞根发任副主编。参加本书编写的有：祝优珍（第一章、第二章、第四章、第五章和第八章），郭国才（第三章、第六章和第七章），徐瑞云（第九章），俞根发（第十章）。全书由祝优珍统编修改定稿。金博艳、方丽敏、李凯参与了部分编写工作。

限于作者的知识水平和资料的局限性，书中难免有不妥及错漏之处，恳请读者批评指正，以便再版时进一步修改和完善。

编 者
2005 年 6 月

内 容 提 要

本书属《现代实验室技术与管理丛书》中的一本。从实验室环境污染的来源和种类入手,描述了污染对人体健康的危害,具体介绍了实验室环境监测的项目,探讨了实验室环境质量的评价,阐述了实验室空气、废水和固体废物污染的防治,以及实验室噪声、电磁辐射污染的防护,结合绿色化学原理,提出了绿色化学实验室的评价内容。

本书可作为实验室管理人员的学习参考书,也可供各企事业单位,大、中专院校的实验室管理人员、科研人员参考。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 实验室污染物的主要种类	3
一、化学性污染	3
二、物理性污染	5
三、生物性污染	6
第二节 实验室环境与人体健康	7
一、健康危害评估	8
二、实验中各类污染物对人体的危害	9
第三节 加强实验室污染控制与防治	13
一、实验室污染防治的现状	13
二、重视并加强实验室的污染防治	13
第二章 实验室污染的主要来源	15
第一节 实验室空气污染及来源	17
一、一般的室内空气污染物的类别和来源	17
二、专业活动产生的空气污染物	19
三、室内空气污染的季节特征	21
第二节 实验室固体废物和废水污染及来源	21
一、实验室固体废物的主要来源	21
二、实验室废水污染的主要来源	22
第三节 噪声污染及来源	24
一、噪声的定量描述	24
二、实验室噪声污染的主要来源	26
三、噪声污染的特点	27
第四节 电磁辐射污染的来源	27
一、电磁辐射	27
二、实验室中电磁辐射污染的主要来源	28
三、电磁辐射污染的影响因素	28
第五节 放射性辐射污染的来源	28
一、放射性辐射污染的来源	28
二、放射性污染的特点	30

第三章 实验室污染对人体健康的危害性	31
第一节 污染物侵入人体的途径	33
第二节 污染物对人体健康的危害	34
一、空气中的颗粒物	34
二、无机污染物质	35
三、重金属污染物	37
四、有机污染物	39
五、电磁辐射与放射性辐射	41
六、致病微生物	41
第四章 实验室环境质量的监测	43
第一节 实验室环境样品的采集和保存	46
一、样品的采集和保存的一般原理	46
二、固体废物样品的采集与保存	48
三、污染水样品的采集与保存	52
四、空气样品的采集与保存	57
第二节 实验室空气中污染物的分析与监测方法	60
一、总悬浮颗粒物 (TSP) 的测定 (GB/T 15432—1995)	60
二、可吸入颗粒物 (PM ₁₀) 的测定 (GB 6921—86)	62
三、二氧化硫的测定	63
四、二氧化氮测定	64
五、臭氧的测定	66
六、一氧化碳的测定	69
七、二氧化碳的测定	72
八、氨气的测定	74
九、甲醛的测定	77
十、苯并 [a] 芘的测定 (GB/T 15439—1995)	79
十一、总挥发性有机物的测定	81
十二、苯系物的测定 (GB/T 14677—83)	81
十三、细菌总数的测定	82
十四、氡气的测定 (GB/T 14582—93)	83
十五、Hg 污染的即时检测	84
十六、新风量的测定	84
第三节 实验室废水中有害物质的分析与监测	85
一、pH 值的测定 (GB/T 6920—86)	90
二、悬浮物的测定	91

三、高锰酸盐指数的测定 (GB 11892—89)	92
四、五日生化需氧量 (BOD ₅) 的测定 (GB 11894—89)	92
五、化学需氧量 (COD) 的测定	93
六、邻苯二甲酸二甲 (二丁、二辛) 酯的测定 (HJ/T 72—2001) ...	94
七、石油类和动植物油油的测定 (GB/T 16488—1996)	96
八、挥发酚的测定 (GB 7491—89)	97
九、挥发性和半挥发性有机物分析方法	98
十、无机阴离子的测定 (HJ/T 84—2001)	98
第四节 实验室固体废物中有害物质的分析与监测	100
一、固体废物腐蚀性测定-玻璃电极法 (GB/T 15555.12—1995) ...	102
二、氰化物的测定	102
三、固体废物中铜、锌、铅、镉的测定——原子吸收分光光度法 (GB/T 15555.2—1995)	103
四、固体废物中镍的测定——丁二酮肟分光光度法 (GB/T 15555.10—1995)	106
五、固体废物中总汞的测定——冷原子吸收分光光度法 (GB/T 15555.1—1995)	106
六、有机汞和无机汞的测定	107
七、多氯联苯 (PCB) 的测定 (GB 13015—91)	108
第五节 噪声的监测	110
一、噪声测量仪器	110
二、噪声测点布设和采样方式	110
三、测量记录与数据处理	110
第六节 电磁辐射及放射性污染的监测	111
一、水样中总 β 放射性活度的测定	111
二、水样中氚的测定	112
三、放射性同位素的测定	112
第五章 实验室环境质量评价	115
第一节 环境质量评价概述	117
一、实验室环境质量概念	117
二、环境质量评价的类型	117
三、室内环境质量评价标准	118
第二节 环境现状评价	119
一、环境现状评价的内容及步骤	119
二、评价参数的选择	119

三、实验室内空气质量的评价·····	119
四、实验室废水污染的评价·····	123
五、实验室固体废物污染的评价·····	129
六、其他影响的评价·····	130
第三节 环境质量影响评价·····	132
一、环境影响和环境影响评价·····	132
二、环境影响评价的作用·····	132
三、环境影响评价的主要工作·····	133
四、环境影响评价的技术工作程序·····	134
第六章 实验室空气的净化·····	137
第一节 通风技术与设备·····	139
一、通风形式·····	139
二、通风设备·····	140
第二节 颗粒物捕集技术·····	141
一、颗粒物捕集技术分类·····	141
二、颗粒物捕集设备的性能指标·····	148
第三节 吸附技术·····	150
一、吸附原理·····	150
二、吸附剂·····	151
三、吸附设备·····	153
四、应用实例·····	154
第四节 非平衡等离子体技术·····	155
一、相关概念·····	155
二、低温等离子体的产生方法·····	155
三、非平衡等离子体技术的应用·····	156
第五节 光催化净化方法·····	157
一、光催化净化的基本原理·····	157
二、光催化净化的优缺点和应用·····	157
第六节 负离子净化方法·····	158
一、空气负离子与环境保护·····	158
二、空气负离子的作用·····	159
三、空气负离子净化机理·····	159
四、负离子产生技术·····	160
五、负离子发生器选用的原则·····	160
第七节 臭氧净化方法·····	161

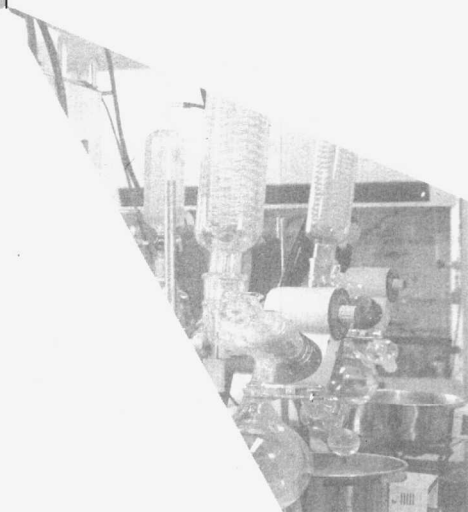
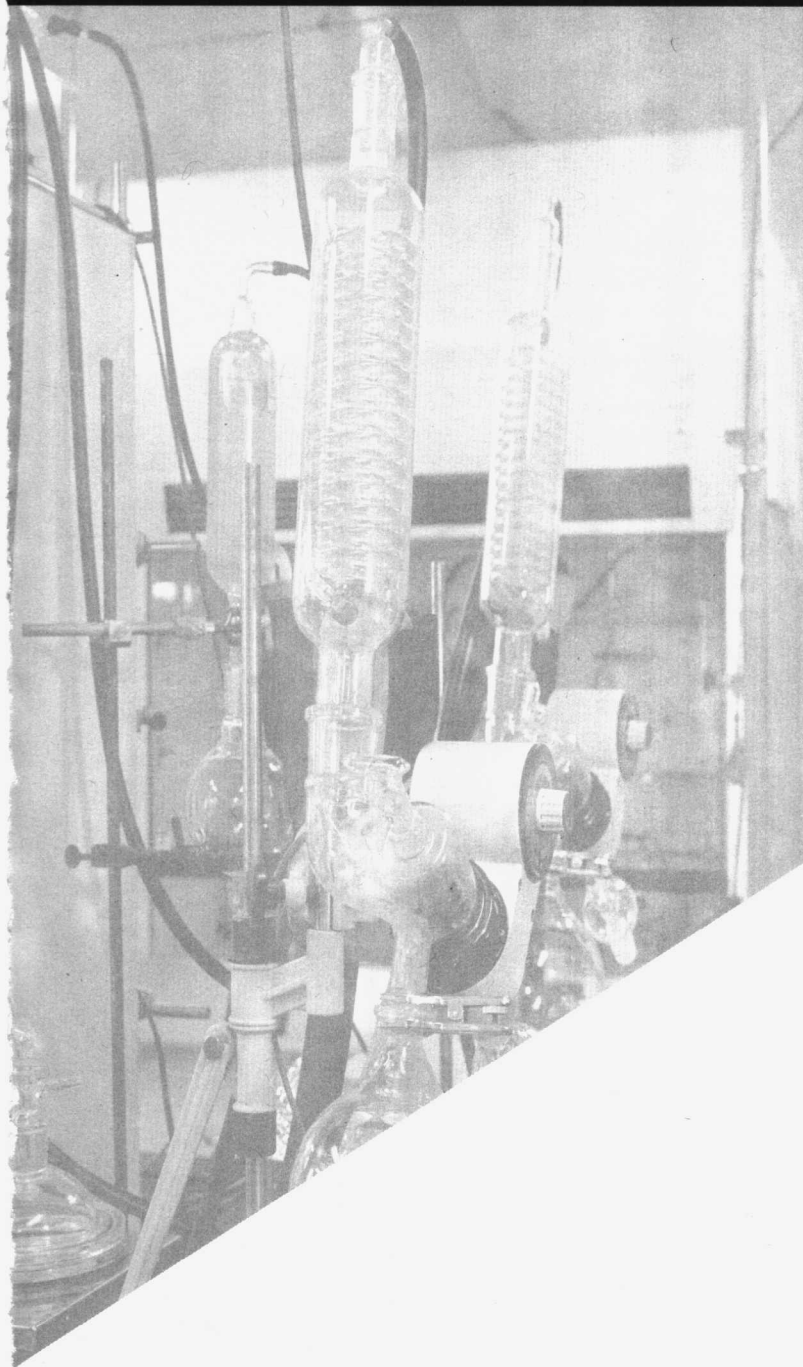
一、臭氧的物理性质和化学性质·····	161
二、臭氧净化的机理·····	161
三、臭氧的制取·····	162
第八节 其他净化方法·····	162
一、紫外氧化技术·····	162
二、生物净化技术·····	163
三、植物净化·····	164
第七章 实验室废水的处理·····	167
第一节 概述·····	169
一、防止水污染的标准·····	169
二、废水的处理和治理方法·····	170
第二节 物理方法处理废水·····	171
一、沉淀法·····	171
二、气浮法·····	174
三、过滤法·····	175
四、吸附法·····	175
五、离子交换法·····	176
六、膜处理技术·····	177
第三节 化学方法处理废水·····	179
一、中和法·····	179
二、化学沉淀法·····	180
三、氧化还原法·····	182
四、混凝法·····	183
第四节 生物方法处理废水·····	185
一、好氧生物处理法·····	185
二、厌氧生物处理法·····	187
三、酶制剂处理废水·····	188
第八章 实验室固体废物的处理与资源化·····	189
第一节 实验室固体废物的分类与鉴别·····	191
一、固体废物的分类·····	191
二、危险废物及其鉴别·····	192
三、已颁布的固体废物的相关国家标准·····	202
第二节 危险化学品的收集与处理·····	203
一、危险化学品的分类·····	203
二、危险化学品的危害类型和等级·····	205

三、危险化学品的安全管理·····	205
四、危险化学品的收集和处理·····	206
五、危险废物的处置技术·····	207
第三节 有毒有害废物的焚烧处理·····	208
一、有毒有害废物的焚烧技术·····	208
二、国内几种焚烧炉·····	209
三、废物焚烧过程中污染的防治·····	210
四、垃圾焚烧飞灰的资源化·····	211
第四节 危险废物的安全填埋·····	211
一、危险废物的安全填埋技术·····	211
二、进入填埋区的危险废物条件·····	212
三、填埋场运行管理要求·····	213
四、填埋场污染控制和监测要求·····	213
五、危险废物安全填埋前的处理·····	214
六、一般工业固体废物贮存与处置·····	216
第五节 固体废物的污染控制与资源化·····	217
一、固体废物的预处理和“三化”原则·····	217
二、固体废物污染控制与资源化需要相关的法律、技术标准和 管理·····	218
三、清洁生产·····	219
四、几种实验室废物的回收利用方法·····	220
第九章 实验室其他污染的防治·····	225
第一节 噪声防治技术·····	227
一、降低噪声源的噪声·····	227
二、减弱在传播过程中的噪声·····	227
三、个人防护·····	228
第二节 电磁污染防治技术·····	228
一、实验室外电磁波直接照射的防护·····	228
二、实验室仪器电磁辐射污染的防护·····	228
第三节 放射性污染防治技术·····	230
一、几种屏蔽防护·····	231
二、重视个体防护·····	231
第四节 室内装饰污染的防治·····	232
一、装饰材料中的有害物质及其危害性·····	232
二、装潢材料污染的防治·····	234

三、家具污染的防治	234
四、加强实验室通风	234
五、用绿色植物净化室内空气	235
第五节 生物性污染与防治	235
一、生物性污染的来源及对人体的危害	235
二、生物性污染的防治方法	236
第十章 建立绿色化学实验室	241
第一节 实验室污染防治的一般原则	243
一、实验室的布局设计要考虑防污治污	244
二、实验室的管理要体现污染防治的重点	245
三、实验室的全部活动要落实污染防治的措施	247
四、实验室的评估要包含防污治污的内容	248
第二节 绿色化学基本原理和应用	248
一、绿色化学的起源和发展	248
二、绿色化学的定义和意义	249
三、绿色化学的基本原理	250
四、应用绿色化学原理, 倡导绿色化学反应	251
五、应用绿色化学原理, 推广绿色教学实验	258
第三节 绿色化学实验室的评价	264
一、试验项目评价	264
二、环境现状评价	264
三、能量使用评价	265
四、管理手段评价	265
参考文献	266

第一章

绪 论



第一节 实验室污染物的主要种类

实验室是科研、常规试验和教学的场所。实验室内进行的试验内容多、范围广，实验室又是仪器设备相对集中的场所。因此实验室产生的污染物的种类与所进行的实验活动有关，其特点是品种多、范围广、组分复杂、不利于集中处理。根据污染的性质可分为化学性污染和物理性污染两大类。

一、化学性污染

化学性污染是指由于化学反应或化学物质所产生的污染。化学性污染可能是局部性的、也可能是全球性的。当环境中的污染源撤销后，化学性污染物的残余还会存在，并且可能在较长的时间内继续存在。根据污染物的化学性质又可分为无机污染和有机污染。

1. 无机污染物

实验室排出的无机污染物主要是一些毒性较大的金属和无机化合物。

(1) 有毒金属 有毒金属是具有潜在危害的污染物，它与其他污染物的不同之处是不但不能被微生物等分解，而且还可被生物体不断富集，甚至被转化为毒性更强的金属有机化合物。

有毒金属元素大都为过渡性元素，它们中的一部分有着不同的价态。在不同的环境条件下，往往可以不同的价态出现，其活性和毒性效应也因价态的不同而不同，例如金属铬，六价铬的毒性比三价铬大得多。

有毒重金属在环境中可水解为氢氧化物，如 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Hg}(\text{OH})_2$ 等，也可与一些无机酸生成一些溶度积较小的难溶盐（如硫化物、碳酸盐等），这些难溶盐的生成可暂时性地减少污染，但由于大量沉积在底泥中，将可能成为长期的次生污染源。

(2) 有毒无机化合物 有毒无机化合物的危害主要来自于它们的反应活性、腐蚀性或毒性。废弃物中一些常见的有害无机化合物及性质见表 1-1。

表 1-1 常见的有害无机化合物及性质

有害化合物	性质和作用	有害化合物	性质和作用
二硫化碳	易燃易爆物，中枢神经毒剂	溴酸钾	氧化性，有毒物质
氢氰酸及其盐	剧毒物质，在酸性环境中逸出剧毒的氢氰酸气体，易燃	二氧化硫	有毒气体
二氧化钼	氧化性，有毒物质	硫化氢	剧毒气体，易燃
磷化氢	有刺激性的有毒物质，易燃，燃烧时产生腐蚀性烟雾	氯化汞	易致死毒物
重铬酸钠	氧化性，有毒，腐蚀性物质	一氧化氮	有毒气体
		二氧化氮	有毒气体
		磷化锌	剧毒物

2. 有机污染物

(1) 多氯联苯 多氯联苯（PCBs）是一组具有广泛应用价值的氯代芳

