

李绍英 曾述柏 于令弟 编著

环境污染与监测

HUANJING WURAN YU JIANCE HUANJING WURAN YU JIANCE HUANJING WURAN YU JIANCE



哈尔滨船舶工程学院出版社

环境污染与监测

李绍英 曾述柏 于令第 编著

哈尔滨船舶工程学院出版社

(黑)新登字第9号

内 容 提 要

本书阐述了环境污染及污染物监测的具体方法、基本原理、基础技术等。全书共分六章，分别叙述环境保护标准、大气污染及监测、水质污染及监测、土壤污染及监测、噪声污染及监测、环境监测过程的可靠性控制等。

本书可供环境工程专业、环境监测专业作为教学用书，也可供从事环境监测专业及有关环境科学的其它专业的科学工作者参考使用。

环境污染与监测

李绍英 曾述柏 于令第 编著
责任编辑 李玉琴

哈尔滨船舶工程学院出版社出版
新华书店首都发行所发行
哈尔滨毕升电脑排版有限公司排版
哈尔滨工业大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 12.375 字数 315 千字
1993 年 12 月 第 1 版 1993 年 12 月 第 1 次印刷
印数：1—3000 册

ISBN 7-81007-331-1
X·1 定价：6.80 元

前 言

环境污染所造成的危害已作为一个突出的问题引起人们广泛的关注。环境保护工作已取得很大进展，环境监测的标准不断完善，环境监测方法也不断更新，为了反映我国环境监测的现状及其发展趋势，我们从环境污染及监测的特点，即布点、采样、测试方法及监测数据的可靠性控制等内容，作了较为详细的叙述。在监测方法上侧重于监测的基本原理和基本技能，还对我国环境监测技术规范规定的标准、监测方法也做了较为详细的介绍。

本书共分六章，其中第一、四、五章由曾述柏编写，第二、三章由李绍英编写，第六章由于令第编写。最后由李绍英审阅定稿。

由于编者水平所限，加之时间仓促，疏漏和错误在所难免，望读者批评指正。

1992 年 6 月

目 录

第一章 环境监测概述	(1)
§ 1-1 环境监测	(1)
§ 1-2 环境污染的特点	(14)
§ 1-3 环境保护标准	(22)
第二章 大气污染与监测	(68)
§ 2-1 大气	(68)
§ 2-2 大气污染	(73)
§ 2-3 大气环境污染的监测	(84)
§ 2-4 大气中粒状物质的采样与监测	(123)
§ 2-5 固定污染源烟尘测试方法	(130)
§ 2-6 标准气体的配制方法	(151)
第三章 水质污染及监测	(166)
§ 3-1 水污染	(166)
§ 3-2 水污染源、污染物及影响	(168)
§ 3-3 地表水监测断面的布设	(193)
§ 3-4 采样	(197)
§ 3-5 监测项目及分析方法	(209)
§ 3-6 底质	(247)
第四章 土壤污染监测	(255)
§ 4-1 土壤污染	(255)
§ 4-2 农药的毒性与食品卫生标准	(267)
§ 4-3 土壤污染监测	(277)
第五章 噪声污染与监测	(285)
§ 5-1 噪声的物理性质与量度	(285)

§ 5-2 噪声污染概述	(289)
§ 5-3 噪声监测	(296)
第六章 监测过程的可靠性控制	(306)
§ 6-1 误差及表示方法	(306)
§ 6-2 实验结果的统计检验	(314)
§ 6-3 显著性检验	(322)
§ 6-4 监测质量控制	(331)
附表 1、有害物质的 mg/m^3 与 ppm 换算系数	(356)
附表 2 不同温度下气体的摩尔体积	(369)
附表 3 附图 1 使用说明	(370)
附表 3-1 烟气流速 V_s 计算表	(372)
附表 3-2 等速采样流量读数 Q_s' 计算表 (流量计前装有干燥装置, 采样嘴直径 $d=6\text{mm}$)	(374)
附表 3-3 等速采样流量读数 Q_s' 计算表 (流量计前装有干燥装置, 采样嘴直径 $d=8\text{mm}$)	(378)
附表 3-4 等速采样流量读数 Q_s' 计算表 (流量计前装有干燥装置, 采样嘴直径 $d=10\text{mm}$)	(380)
附表 4 在 101.3kPa 压力下空气饱和时 水蒸气压力和含湿量	(385)

第一章 环境监测概述

§ 1-1 环境监测

一、什么是环境监测

(一) 什么是环境

环境是人类赖以生存的环境。人与环境，中心是人，而所有外界的影响和力量的总和叫做环境。按照中华人民共和国环境保护法（试行）划定的环境是指大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区。包括未被人类改造和已被人类改造的自然环境。

环境可分为四类，根据人类与环境的密切关系和人类对自然环境改造加工的程度，由近到远、由小到大，将环境分为聚落环境、地理环境、地质环境、星际环境。

1. 聚落环境

聚落环境是与人类的生产、生活关系最密切、最直接的环境。可分为三部分，一是院落环境，这是基本环境单元；二是村落环境，是农业人口聚居的地方；三是城市环境，是非农业人口聚居的地方。

2. 地理环境

地理环境是在地质环境的基础之上，在宇宙因素的影响下发生和发展起来的，是人类活动的舞台和基地，它由四部分组成，即

大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈组成的生物圈。其上界是大气圈对流层顶部，下界是岩石圈的表层，包括了全部的土壤圈和水圈。大气圈的厚度为1000~14000km，超过14000km以上就是宇宙空间了。大气圈中空气密度分布是不均匀的，近地球的表面密度最大，随高度的增加而减小，海平面大气最稠密。大气的温度随离地面高度而变化，这构成了大气分层的基础，大气按高度分成对流层、平流层（同温层）、中间层（过渡层）、热层（也叫热成层、电离层）。

3. 地质环境

地质环境主要指地下坚硬的地壳层，可以延伸到地核的内部。

4. 星际环境（或称宇宙环境）

包括整个地球直到大气圈以外的宇宙空间。

生物圈的范围从深度不到11km的海洋和高度不到9km的大陆表面和海湾及高出海平面12km内的大气层，这对于庞大的地球而言，仅仅是接近地壳的表面的基层而已，其中除了大气、水、土壤、岩石、阳光等非生物因素之外，还有动物、植物等生物因素。

（二）什么是环境监测

环境监测是指测定各种标志环境质量数据的过程。环境监测是一门综合性的实用技术和应用科学，它不仅限于得到一批环境监测的数据，更重要的是应用数据来描述和表征环境质量的现状，并预测环境质量的发展趋势。

环境监测的特点

1. 环境背景值的测定往往要求低至 $10^{-6} \sim 10^{-12} \text{g}$ 数量级，而且要准确、快速。

2. 分析样品成分复杂，干扰因素多，要求方法选择性好。

3. 环境样品变化大、不稳定，采集的样品是环境中的一部分，是动态平衡的一部分，它随气温、风向、气压、温度变化较大。

4. 采样断面及采样点多, 采样频率大, 需做的样品数量多。
5. 具有特殊的采样方法及技术。

除此之外, 环境监测还应研究污染物的存在状态。如汞, 可以以金属汞、汞蒸气、无机汞、有机汞等状态存在, 一般吞服少量金属汞没有什么严重危害, 但吸入少量汞蒸气却可致死, 无机汞一般不蓄积于体内, 但有机汞, 如甲基汞却可致死, 并在摄入体内后很难排出, 可引起水俣病。另外如致癌的亚硝基化合物, 其中二甲基亚硝胺是强致癌物, 但二苯基亚硝胺却没有致癌性, 随着两个烷基链的增长, 亚硝基致癌活性减弱, 更有趣的是分子结构对称的亚硝胺引起肝癌, 而结构不对称的亚硝胺却引起食管癌。

二、环境监测的意义和作用

(一) 环境问题

环境问题是指出于人类活动作用于人们周围的环境而引起的环境质量变化, 以及这些变化反过来对人类生产、生活和健康的影响问题。在这方面, 不仅要高度注意人类活动的消极影响, 以防止公害, 保护环境, 而且要重视人类活动的积极影响, 以改善现有的和创造美好的环境。

人类历史的发展, 标志着改造自然、战胜自然为已所用的重大胜利, 但作用与反作用这一真理是永恒的。例如

1. 煤和石油的开采利用, 获得了能源, 而燃烧后的硫及氮的氧化物, 随风飘洒, 却污染了大气。

2. 农药的长期使用, 既增加了农作物的产量, 也使害虫增加了抗药性, 喷洒浓度越来越高, 反而使食用害虫的鸟类减少, 害虫更加猖獗, 而食用污染的食物也使生物受到了巨大的威胁, 据统计到 1976 年为止, 世界上有 36 种哺乳类动物已经消失, 还有 120 种已处于消失的危险之中, 约有 94 种鸟类已经消失, 至少有 187 种趋于消失。此外, 这种生态平衡的破坏也使工农业生产受到破坏。酸雨使土壤肥力变低、作物减产、鸟类死亡, 破坏了水产

资源，使建筑物腐蚀。

3. 随着现代工业、农业、交通运输业的发展，资源的开发和利用的规模越来越大，全世界每年人工合成的有毒化合物约 50 万种、400 多万吨，几乎有一半滞留在大气和江河湖海内，每年有 18 万吨铅和磷、3000 万吨的汞及各种重金属流进了水体，每年有 200 万吨石油流进海洋，现在人类正处在一个被各种污染物质毒化了的环境之中，通过大气、饮水和食物，有毒物质可随时侵入人体，任何人都无法避免污染了的环境对人类的报复。

人类发展到现阶段，确实创造了相当高度的物质文明。每一桩文明业迹的创造都意味着人与自然界斗争的一次胜利。可是，我们不要过于得意我们对自然界的胜利，对于每一次胜利自然界都报复了我们。因此人们在改造环境的同时，由于认识上的原因，也会对环境产生一些相应的消极作用，污染和破坏了自然环境，而自然环境又反作用于人类。

（二）公害事件

1. 世界著名的八大公害事件及产生的原因

公害事件是因环境污染造成的在短期内人群大量发病和死亡的事件。

（1）发生的大气污染公害事件如英国伦敦烟雾事件，据调查仅英国在 1873~1962 年就发生过 6 次；英国格拉斯哥烟雾事件；比利时马斯河谷事件，一周内就有 60 多人死亡；美国多诺拉烟雾事件；日本横滨哮喘病事件；日本四日市哮喘病事件；洛杉矶光化学烟雾事件等，日本、加拿大、澳大利亚、荷兰等国均多次发生过。

（2）水体污染公害事件，是由于工业废水、废渣排入土壤造成的。如 1953~1956 年发生在日本熊本县水俣市的水俣病事件，是含甲基汞的工业废水污染了水体，使鱼类中毒后，人食含甲基汞的鱼虾，造成中毒者达 283 人，其中 60 人死亡。美国 1961~

1976 年曾发生过 130 起水污染事件。

(3) 土壤污染公害事件, 是由于工业废水、废渣排入土壤造成的, 如 1955~1972 年发生在日本富山县神通川流域的骨痛病事件, 是由于锌、铅等金属冶炼排放的含镉废水污染了神通川水体, 两岸农民利用河水灌溉农田, 使稻米含镉, 居民食用含镉稻米, 饮用含镉水而中毒, 开始关节痛、神经痛和全身骨痛, 然后骨骼萎缩, 自然骨折, 在疼痛中死去, 患者约 130 人, 其中死亡 81 人。

(4) 食品污染公害事件, 是由于有毒的化学物质 (如食品添加剂) 和致病生物等进入食品造成的。如日本的米糠油事件, 1968 年 3 月, 日本北九州市、爱知县一带, 生产米糠油时用多氯联苯作脱臭工艺中的热载体, 由于生产管理不善, 致使多氯联苯混入米糠油中, 食用后中毒, 实际受害者 13000 人, 其中 16 人死亡。用米糠油中的黑油作家禽饲料, 引起几十万只鸡死亡。

2. 70 年代世界发生的主要公害事件

表 1-1 70 年代世界发生的主要公害事件表

名 称	发生地点	发生时间	发生原因	主要后果
有机汞污染食物中毒事件	伊拉克	1971 年	误食含有机汞小麦种子制成的面包	使 6 530 人中毒, 其中 459 人死亡
二噁英中毒事件	意大利舍物索镇	1976 年 6 月	一家化工厂爆炸, 使几十公斤二噁英喷出	使大量家禽、家畜死亡, 成千上万的人逃走; 几年后当地畸形儿出生率及流产率大大增加
历史上最大的一次海洋污染公害事件	法国布列塔尼海岸	1978 年 3 月 16 日夜 间	美国标准石油公司超级油轮海岸搁浅溢出 6800 万加仑原油	法国政府花费了 9500 万美元, 补偿溢油造成的损失, 当地居民损失 3000 万美元

名 称	发生地点	发生时间	发生原因	主要后果
一次罕见的液氯公害事件	加拿大密西索戈市	1979年11月10日夜 间	车祸使装有70吨液氯的槽车炸裂,液氯外泄	氯气扩散约51平方公里范围。近24万居民被迫逃难
美国腊美运河污染事件	美国纽约州尼加拉市郊	1978年	40年前丢弃的工业垃圾氯苯、三氯苯酚等分解后污染水体	该地居民染色体异常,畸形儿增多等

3. 80年代以来世界发生的主要公害事件

表 1-2 80年代以来世界发生的主要公害事件表

名 称	发生时间	发生地点	发生原因	主要后果
前苏联斯提伯涅克化肥厂浓盐废水公害事件	1983年 9月	前苏联德罗戈奇城近郊	该化肥厂储存盐水的土坝坍塌,盐水外泄,污染水体	污染河流500余公里,是一起严重的生态灾难
英国饮用水公害事件	1984年 4月	英国北威尔和西北英格兰地区	一家化工厂将酚排入河内	该地区250万居民饮用水受到污染
墨西哥气体爆炸公害事件	1984年 11月19日	墨西哥圣胡安伊克华泰佩墨西哥城郊	油库爆炸引起液化气体油罐等爆炸	大约400人死亡,4200人受伤,10万人被临时疏散
印度博帕尔毒气公害事件	1984年 12月2日	印度博帕尔市郊	一家农药厂异氰酸甲酯剧毒物外泄	有20多万人受害,2289人死亡,2万多人住院治疗

名 称	发生时间	发生地点	发生原因	主要后果
巴西氨气中毒公害事件	1985 年 1 月 26 日	巴西库巴坦市	一家化肥厂泄漏氨气 15 吨	使 30 多人中毒住院治疗, 5 000 人被撤离危险区
美国核污染公害事件	1986 年 1 月 4 日	美国俄克拉荷马州核原料工厂	铀罐发生破裂泄漏出放射性气体	周围地区受到污染 1 人死亡, 90 多人住院治疗
前苏联切尔诺贝利核电站公害事件	1986 年 4 月 26 日	前苏联切尔诺贝利核电站	核电站爆炸失火, 造成放射性物质泄漏(因违反规程所致)	使 31 人死亡, 300 人住院; 放射性污染影响到丹麦、芬兰、挪威、瑞典等国
莱茵河污染公害事件	1986 年 11 月 1 日	瑞士巴塞尔	赞多兹化工公司仓库失火, 有毒物质流入莱茵河	给莱茵河两岸人民带来巨大灾难; 可能使该河的污染连续 10~20 年
西班牙特大食物中毒公害事件	1981 年 5~6 月	西班牙马德里市	在食油中加入了有毒物质	造成 584 人死亡, 25000 人终身残废
巴西石油爆炸公害事件	1984 年 2 月 25 日	巴西库巴坦市	因工人操作失误使 70 万升石油外泄引起城市地下管道系统爆炸	摧毁了该市索科镇贫民窟, 死伤了 500 人
巴西核污染事件	1987 年 9 月 30 日	巴西戈亚斯州首府戈亚尼亚	放射性同位素铯-137 密封容器丢弃泄漏	造成 30 多人受到超剂量辐射, 有生命危险, 有 3 人死亡

4. 七八十年代我国发生的主要公害事件

表 1-3 70 年代我国发生的主要公害事件表

事件名称	发生时间	发生地点	发生原因	主要后果
河北黄骅县石油污染事件	1974 年 9 月	黄骅县南排河	近岸油田事故性井喷	约 300 吨原油入海, 污染鱼虾 64.2 万斤, 直接经济损失达 32.5 万元
河北黄骅县石油污染事件	1979 年 3 月	黄骅县大河口至唐巨河一带	近海油田采油平台漏油	约 35 万吨原油入海污染虾 22 万斤, 其中 18 万斤报废。部分冲洗后供居民食用, 发生呕吐、腹泻等中毒现象
苏州氰化钠污染水体事件	1979 年 9 月 12 日	苏州市郊和吴县部分水域	苏州人民化工厂职工张×玩忽职守, 使 28 吨氰化钠溶液泄漏	不仅使该厂经济损失 3.4 万元, 而且对部分水域造成严重污染, 使水产养殖业遭到严重损失
开封市东支河公害事件	1979 年 12 月 17 日	东支河汴京桥处水面	河水因污染发生着火, 引起附近下水道爆炸	部分下水管道和路面遭到破坏, 经济损失约 3.5 万元; 有 3 人被炸伤
四川邛崃县砷污染公害事件	1975 年 7~8 月	邛崃县邮电局	17 年前该县一个农药厂在邮电局附近填埋下大量砷化物和含砷原料引起水源被污染	使该县邮电局职工和家属中不少人发生了“砷霜中毒症”
江苏泰县三氯乙醛污染公害事件	1978 年	该县部分公社	因施用的磷肥中含有大量的三氯乙醛	使 6000 亩小麦受害, 引起了厂群纠纷

表 1-4' 80 年代以来我国发生的主要公害事件表

事件名称	发生时间	发生地点	发生原因	主要后果
珠 州 市 煮 麻 废 水 污 染 事 件	1980 年 3 月 14 日	珠 州 市 鹅 颈 州 鱼 场	该 市 麻 纺 厂 排 入 鱼 港 5000 吨 煮 麻 废 水	使 大 量 鱼 因 缺 氧 窒 息 而 死, 经 济 损 失 达 11 万 余 元
河 北 黄 骅 县 石 油 污 染 事 件	1980 年 5 月	黄 骅 县 唐 巨 河 至 前 徐 一 带	海 上 油 田 采 油 平 台 贮 罐 溢 油 入 海	污 染 渔 类 等 27.4 万 斤, 直 接 经 济 损 失 13.2 万 元, 石 油 部 门 赔 款 6 万 元
河 北 黄 骅 县 石 油 污 染 事 件	1981 年 1 月	黄 骅 县 大 港 油 田	输 油 管 线 漏 油	石 油 部 门 被 罚 款 1 万 元
河 北 黄 骅 县 石 油 污 染 事 件	1981 年 9 月	黄 骅 县 大 港 油 田	输 油 管 线 漏 油	石 油 部 门 被 罚 款 3.95 万 元
沈 阳 市 镉 污 染 公 害 事 件	1980 ~ 1983 年	该 市 于 洪 区 张 士、杨 士、沙 岭 公 社 几 个 生 产 大 队	张 士 灌 区 污 水 中 含 镉 量 超 标	使 897 万 斤 被 镉 污 染 的 稻 谷, 既 不 敢 食 用, 也 不 敢 处 理
湖 北 陵 江 县 农 药 厂 含 砷 废 水 污 染 事 件	1983 年 4 月	该 县 观 桥 河	该 县 农 药 厂 向 水 源 排 放 含 砷 废 水	致 使 104 人 中 毒
福 建 青 州 造 纸 厂 废 水 污 染 闽 江 事 件	1983 年 11 月 3 日	闽 江 长 达 一 百 多 公 里 水 域	造 纸 液 与 废 水 排 入 闽 江	造 成 死 鱼 约 15 万 斤, 使 鱼 类 资 源 遭 到 严 重 破 坏; 被 罚 款 15 万 元, 对 有 关 人 员 给 予 处 罚

事件名称	发生时间	发生地点	发生原因	主要后果
齐齐哈尔市氧化塘决口污染事件	1984 年 3 月	附近嫩江地段	约 500 万吨污水排入嫩江	使部分工人中毒和工厂停产, 鱼虾大量死亡, 经济损失达 45 万元
乌鲁木齐市日用化工厂废水污染天鹅湖事故	1985 年 4 月	该市动物园天鹅湖	该厂含烷基苯废水排入天鹅湖	造成动物园一批珍禽死亡; 对该厂罚款 5 万元, 对有关责任者做出严肃处理。该厂赔偿动物园经济损失 2 万余元
“加翠”号油污染公害事件	1984 年 9 月 28 日	青岛港	该号油轮因触礁搁浅, 造成石油泄漏	使附近 60 公里的海岸线遭污染, 水产养殖业损失严重; 该号油轮被罚款 150 万元
江苏镇江油库油污污染事故	1985 年 1 月 3 日	镇江油库	违章失取, 使 199 吨汽油外泄	仅汽油经济损失达 10 万余元; 使周围 50 多亩农田遭受污染
桂林地区灵川钢铁厂含氟污水污染事故	1984 年 12 月 29 日	漓江上游的甘棠江十华里江面上	灵川钢铁厂含氟污水排入漓江上游的甘棠江	造成大量鱼类死亡; 被罚款 10 万元
抚顺城火车站氯气跑漏事故	1985 年 8 月 30 日	抚顺市抚顺城火车站	一辆装有氯气的槽车与车站的卸煤机相碰使氯气外泄	约一两米宽的氯气带, 波及 1 公里左右, 使 2218 名群众不同程度地中毒

事件名称	发生时间	发生地点	发生原因	主要后果
上海彭浦污水处理 厂硫化氢 中毒事故	1986 年 4 月 7 日	上海彭浦 污水处理 厂的志丹 路污水泵 站	污水中逸出的 硫化氢	造成 10 人中毒,其 中有 5 人死亡
山西太原 市物资回 收公司三 营盘购销 站氯气污 染事故	1986 年 7 月 14 日	该公司三 营盘购销 站	违章操作,动用 焊枪切割氯气 罐,造成氯气爆 喷	使邻近的太行仪表 厂 500 余人中毒,其 中 22 人住院治疗, 直接经济损失 10 万 余元;有关责任单位 赔偿该厂 5 万元
山西长治 市长子县 化肥厂酿 成的水污 染公害事 件	1987 年 1 月 2 日	长治市南 漳河	该市长子县化 肥厂擅自将 17 立方米母液外 排,流入南漳 河,严重污染了 水源	使近两万人喝了被 污染的水,引起了不 同程度的中毒症状; 给惠风机械厂和淮 海电厂造成直接经 济损失 58 万元、影 响产值 300 多万元 的严重后果;主要责 任者受到严肃处理
山东济南 试剂分厂 氯气污染 事故	1987 年 9 月 16 日	济南试剂 厂分厂氯 乙酸车间	该分厂氯乙酸 车间职工违章 操作,造成氯气 泄漏	工厂周围有约 2000 余名居民出现不同 程度的中毒症状,其 中有 126 人送医院 抢救
山西化学 厂氯气泄 漏污染事 故	1987 年 9 月 23 日	山西化学 厂	该厂领导的官 僚主义作风严 重,造成 89 公 斤氯气泄漏	严重污染了环境;该 厂被罚款 5000 元, 有关领导也被罚款