

环境 工程 监测

蒋展鹏

祝万鹏

编著

清华大学出版社

环境工程监测

蒋展鹏 祝万鹏 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书为清华大学新编教材,内容包括:环境工程监测的目的和任务;环境工程监测中的分析化学基础;水质监测与分析;大气污染监测与其它环境监测;现代监测技术、数据处理和环境质量评价等。并介绍了有关课堂实验。各章还配有一定数量的例题、习题和思考题。

本书可供环境工程专业作教材,也可供环境监测、环境管理、给水排水等专业使用和其他有关工程技术人员参考。

环 境 工 程 监 测

蒋展鹏 祝万鹏 编著

责任编辑 郭学书

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 33.75 字数: 800 千字

1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷

印数: 0001—4000

ISBN 7-302-00615-6/X·9

定价: 6.95 元

前 言

《环境工程监测》是高等工科院校环境工程专业学生必修的专业基础课。它的基本任务是使学生掌握环境监测的基本概念和分析化学的理论基础；了解水、大气和土壤等环境要素的性质、成分，环境质量标准，并了解各项常用环境质量指标的意义及其在环境工程实践中的应用；同时还要求学生掌握常用的分析化学和一般仪器分析手段，学会对水和大气、土壤等进行污染调查、采样、布点和物理化学检测，掌握分析监测的数据处理和质量控制，进一步训练学生的基本操作技能和实验动手能力，培养良好的科学作风。

本书强调理论联系实际，注重在环境工程，特别在水处理和水污染控制工程、大气污染控制工程中的应用。为了帮助读者牢固掌握基本内容，书中编有教学实验指示书，每章均附有习题和思考题。

本书除可供环境工程专业使用外还可供环境管理、环境监测、给水排水、水资源管理等专业学生使用，也可供有关专业技术人员参考。

全书由蒋展鹏、祝万鹏主编，参加编写的有蒋展鹏（绪论，第九章至第二十七章，第三十章，第三十一章），祝万鹏（第一章至第八章，第二十八章，第二十九章），师绍琪（课堂实验），王玉英（第二十二章至第二十五章部分内容）。在编写过程中，得到清华大学环境工程系老师们的支持和关心，提出了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中难免出现缺点和错误，热诚欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

绪论 环境工程监测的目的和任务

§ 0-1 环境和环境污染	1
§ 0-2 污染物质的来源和性质	3
§ 0-3 环境监测的基本概念	9
§ 0-4 本课程——环境工程监测的特点与学习目的	10

第一篇 环境工程监测中的分析化学基础

第一章 分析化学概论

§ 1-1 分析化学的任务和方法	12
§ 1-2 定性分析简介	13
§ 1-3 滴定分析概述	17
§ 1-4 滴定分析中的计算	22

第二章 酸碱滴定法

§ 2-1 酸碱理论和酸碱强度	28
§ 2-2 酸碱平衡中有关浓度的计算	31
§ 2-3 酸碱缓冲溶液	40
§ 2-4 酸碱指示剂	43
§ 2-5 酸碱滴定曲线和指示剂的选择	47
§ 2-6 酸碱滴定的终点误差	56

第三章 络合滴定法

§ 3-1 配位化学与络合平衡	61
§ 3-2 乙二胺四乙酸及其分析特性	68
§ 3-3 络合滴定法的原理	69
§ 3-4 金属指示剂	74
§ 3-5 提高络合滴定选择性的方法	78
§ 3-6 络合滴定的方法	84

第四章 沉淀滴定法

§ 4-1 摩尔法	88
§ 4-2 佛尔哈德法	90
§ 4-3 法扬司法	92

第五章 氧化还原滴定法

§ 5-1 氧化还原反应的方向	94
§ 5-2 氧化还原反应进行的程度	97
§ 5-3 氧化还原反应的速度	99
§ 5-4 氧化还原滴定曲线	101

• II •

§ 5-5 氧化还原指示剂·····	105
§ 5-6 常用的氧化还原滴定法·····	107
第六章 比色分析和分光光度法	
§ 6-1 物质对光的选择性吸收·····	111
§ 6-2 光吸收基本定律·····	113
§ 6-3 显色反应及其影响因素·····	117
§ 6-4 比色分析法和分光光度法·····	119
第七章 电位分析法	
§ 7-1 电位分析法的基本原理·····	128
§ 7-2 参比电极和指示电极·····	129
§ 7-3 直接电位法·····	133
§ 7-4 电位滴定法·····	136
第八章 环境工程监测中常用的几种仪器分析法	
§ 8-1 原子吸收分光光度法·····	138
§ 8-2 气相色谱法·····	141
§ 8-3 高压液相色谱法·····	151

第二篇 水质监测与分析

第九章 水质和水污染

§ 9-1 水的物理化学特性·····	155
§ 9-2 水的分布和循环·····	159
§ 9-3 水的污染·····	165
§ 9-4 水质和水质指标·····	168
§ 9-5 天然水的成分与性质·····	168
§ 9-6 废水的成分和性质·····	177
§ 9-7 水质标准·····	184

第十章 水质分析概论

§ 10-1 水质分析·····	206
§ 10-2 污染调查·····	207
§ 10-3 水样的采集、保存和预处理·····	214
§ 10-4 水质分析的基本方法·····	226
§ 10-5 水质分析结果的表示方法·····	232

第十一章 水的感官物理性状

§ 11-1 温度·····	235
§ 11-2 嗅和味·····	236
§ 11-3 颜色·····	238
§ 11-4 浑浊度·····	240

第十二章 水中的固体物质

§ 12-1 水中的固体·····	244
§ 12-2 污泥中的固体·····	246

§ 12-3	水的电导率	247
第十三章 水的酸碱性质		
§ 13-1	酸碱质子理论	251
§ 13-2	水的 pH 值	252
§ 13-3	水的酸度	255
§ 13-4	水的碱度	259
第十四章 水的硬度		
§ 14-1	水的硬度及其分类	270
§ 14-2	硬度的测定	272
§ 14-3	硬度的计算	273
第十五章 水中的氯离子		
§ 15-1	水中的氯离子及其测定意义	277
§ 15-2	氯离子的测定方法	278
第十六章 水的余氯和需氯量		
§ 16-1	水的氯化与消毒	280
§ 16-2	余氯	281
§ 16-3	需氯量	285
第十七章 水中的溶解气体和溶解氧		
§ 17-1	水中的溶解气体	287
§ 17-2	水中的溶解氧及其测定的环境意义	290
§ 17-3	溶解氧的测定	293
第十八章 水中的有机物质		
§ 18-1	概述	298
§ 18-2	化学需氧量和耗氧量	299
§ 18-3	生物化学需氧量	302
§ 18-4	生化需氧量、化学需氧量和耗氧量的比较	315
§ 18-5	水中有机物质的其它几种测定项目	316
第十九章 水中的氮磷硫		
§ 19-1	水中的氮素化合物	322
§ 19-2	水中的含磷化合物	327
§ 19-3	水中的含硫化合物	329
第二十章 水中的有毒有害物质		
§ 20-1	汞	332
§ 20-2	铬	334
§ 20-3	酚	335
§ 20-4	氰化物	336
第二十一章 水质分析结果的校核		
§ 21-1	较清洁水样分析结果的校核	338
§ 21-2	废水水样分析结果的校核	342

第三篇 大气污染监测与其他环境监测

第二十二章 大气污染物质的种类及污染源

§ 22-1 大气的组成与结构	343
§ 22-2 大气污染的发生源	346
§ 22-3 空气中有毒物质的存在状态	349
§ 22-4 大气质量标准和工业废气排放标准	354

第二十三章 大气污染监测的布点和采样

§ 23-1 大气监测的布点原则	363
§ 23-2 大气污染物样品的采集	368
§ 23-3 标准参考物质和标准气体的配制	375

第二十四章 颗粒状污染物质的测定

§ 24-1 颗粒物概述	382
§ 24-2 颗粒状污染物质的测定方法	384

第二十五章 气态状污染物质的测定

§ 25-1 二氧化硫	389
§ 25-2 氮氧化物	392
§ 25-3 一氧化碳	395

第二十六章 土壤污染监测

§ 26-1 土壤污染和污染物质的来源	397
§ 26-2 土壤样品的采集	400
§ 26-3 土壤污染物质的分析方法	402

第二十七章 噪声污染监测

§ 27-1 噪声的物理特性和量度	404
§ 27-2 噪声的影响和危害及环境噪声标准	408
§ 27-3 噪声的测量	409

第二十八章 放射性污染监测

§ 28-1 放射性的基本概念	411
§ 28-2 放射性量测简介	413
§ 28-3 中子活化分析在环境监测中的应用	415

第二十九章 现代监测技术介绍

§ 29-1 自动监测系统	418
§ 29-2 遥感遥测技术	421

第三十章 环境监测的数据处理和分析质量控制

§ 30-1 分析误差	422
§ 30-2 准确度、精密度和灵敏度	425
§ 30-3 监测数据的处理	427
§ 30-4 环境监测的分析质量控制	434

第三十一章 环境质量评价

§ 31-1 环境质量评价的概念	443
§ 31-2 水环境质量评价	445

§ 31-3 大气环境质量评价和土壤环境质量评价	453
§ 31-4 整体环境质量综合评价	456

第四篇 课堂实验

实验一 分析天平的称量练习	460
实验二 滴定分析基本操作	461
实验三 各种不同强度酸碱之间的滴定	463
实验四 合金中铋和铅的连续滴定	465
实验五 水中氯化物含量的测定——摩尔法	466
实验六 碘量法测定废水中的硫化物	469
实验七 邻二氮菲分光光度法测定铁条件的研究及 Li_2CO_3 中微量铁的测定	472
实验八 水的物理性质的检验	475
实验九 水中固体的测定	478
实验十 水的碱度测定	480
实验十一 水的氢离子浓度 (pH) 测定	481
实验十二 水的硬度测定	482
实验十三 水中余氯的测定	484
实验十四 水中溶解氧的测定	488
实验十五 废水耗氧量的测定	492
实验十六 废水化学需氧量的测定	495
实验十七 废水生化需氧量的测定	497
实验十八 废水中氨氮的测定	500
实验十九 原子吸收分光光度法测定水中的铬	502
实验二十 气相色谱法测定污泥消化池气体的主要成分	504
实验二十一 大气中氮氧化物的测定	506
实验二十二 土壤中镉、铜、铅、锌的测定 (原子吸收分光光度法)	509
附录	512
主要参考书目	529

绪论 环境工程监测的目的和任务

§ 0-1 环境和环境污染

随着人口、工农业生产和科学技术的发展, 环境和环境问题引起了人们普遍的重视。从本世纪七十年代以来, 逐渐兴起和形成了一门新的综合性学科——环境科学。

环境科学是研究在人类活动的影响下, 环境质量变化的规律及其保护和改善的科学。

人类的环境就是大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈共同组成的物质世界——自然界。早在地球上的人类出现之前, 自然界就已经慢慢形成了, 并且在不断地发生着变迁, 不过其速度是非常缓慢的。从地球的开始形成到这几个圈层的逐一出现, 经历了极其漫长的历史岁月。自从出现了人类, 情况就发生了根本的变化。“环境”这个词也是相对于人类的存在而言的。所谓环境就是指环绕于人类周围的所有物理因素、化学因素、生物因素和社会因素的总和。

人是万物之灵。他有能思维的大脑和会劳动的双手。这就使人类有别于其它动物而成为改造自然的主人。人类从自然环境中摄取为生存所必需的物资, 但是“人的生存条件, 并不是他一从狭义的动物中分化出来就现成具有的; 这些条件只是通过以后的历史的发展才能造成”。(恩格斯: 《自然辩证法》, 人民出版社, 1971年北京版, 第174页) 这个历史, 也就是人类改造自然环境的历史。人类不仅对自然环境有一定的适应能力, 而且还力求为自己创造一个新的更美好的生存环境, 因而进行着各种创造性的劳动, 开始了改造大自然的斗争。与此同时, 这种劳动和斗争, 也加快了自然环境的不断变化。整个自然界进入了人类与环境相互作用、相互影响、相互依存的对立统一的新阶段。

应该看到: 人类与环境所构成的体系是一个错综复杂的多元结构的平衡体系。人类改造自然的活动打乱了原有的平衡, 必然会引起一定的后果。虽然环境对一定的刺激有着调节作用和缓冲能力, 可以经过一系列的连锁反应, 建立起新的动态平衡, 但若超过了环境本身的缓冲能力, 就会由量变而引起质变, 从而改变了环境的性质和质量, 使环境受到污染和破坏。人类对自然环境的改造越大, 自然环境的反作用也会增加。

最近二、三十年来, 由于科学技术的突飞猛进, 工业发展的速度大大超过了以往任何历史时期。人力所及的范围, 上至太空, 下及海底。在这种庞大的人力的作用下, 对自然界的影响空前强化, 环境污染和破坏也随之加剧。环境问题已成为国际公认的人类面临的重大问题之一。

一般来说, 所谓环境问题可以分为两大类: 一类是由于工业生产、交通运输和生活所排放的有毒有害物质超过了环境的自净能力而引起的环境污染。这类污染通过大气和江河由城镇的局部地区扩散到广阔的自然界, 对人体健康和农林牧渔各业造成很大的损

害；另一类是由于对自然资源不适当的开发活动引起的生态环境的破坏。这类环境问题突出表现在植被破坏、水土流失、土壤退化、沙漠化、气候变异诸方面，造成生物生产量的急剧下降。这两类环境问题又常常是相互交融、相互影响的。

这里只着重分析一下与环境工程学和环境监测更为直接有关的环境污染问题。

就世界范围来说，工业“三废”（废水、废气、废渣）、农药和汽车排气是造成现在环境污染的主要原因。据估计现在全世界每年生产的人工合成的有毒化合物约五十余万种共四百多万吨，这些物质几乎近一半滞留在大气和江河湖海内。另外，每年还有数十万吨的铅、汞、铬、镉等有毒的重金属也流进各种水体里，还有一千万吨石油流进海洋。由于燃料消耗量的激增，使燃烧后排放到大气中的尘埃、二氧化硫、氮氧化物等污染物质的含量也迅速加大。此外，噪音、振动、各种破坏性辐射线等等也都会造成一定的环境污染。

当环境中积聚起来的污染物质损害了人体的正常机能时，就会造成所谓的“公害”。近些年来，资本主义世界和工业发达国家不断发生重大的环境污染事件，如 1946 年美国洛杉矶光化学烟雾事件，1952 年 12 月英国伦敦烟雾事件，五十年代日本水俣甲基汞中毒事件，六十年代日本富士山神通川流域的镉中毒事件以及美国的多氯联苯（PCB）污染和日本的“米糠油”事件^①；直至最近，还陆续出现如 1984 年印度博帕尔市农药厂毒气泄漏事件和 1986 年苏联切尔诺贝利核电站事故以及 1987 年莱茵河屡遭化学污染等新的恶性公害事件，这些都大大地震惊了国际舆论。人民大众日益觉醒，愈来愈多的人参加到反公害的行列中去，形成了声势浩大的政治性运动。资本家集团和各国政府不得不采取一些措施和对策来防治污染和解决环境问题。各国的科学工作者也集中精力进行研究，从而促成了环境科学的兴起与发展。

我国是一个发展中的社会主义国家。由于对环境保护认识晚，起步迟，历史上遗留的问题多，再加上经济力量有限，技术水平较低，因此目前也还存在着比较严重的环境问题。

我国在环境污染方面，有两个普遍问题：

一是大气普遍受到污染。在我国的能源构成中，煤炭占 70% 以上。这对环境保护极为不利。由于燃煤，造成了大量烟尘、二氧化硫等的污染。特别是北方城市在冬季采暖期间更为严重。其中辽沈地区、京津唐地区、沪宁地区以及重庆、贵阳一带为重污染区。而在产煤区（尤其高硫煤区）污染更甚。北京已被认为是世界上空气污染最为严重的首都之一。据对北京市大气的监测，总悬浮微粒年平均浓度比伦敦高 30 倍，比东京高 18 倍，比巴黎高 9 倍。另据统计 1984 年全国能源消耗量已超过 7 亿吨标准煤。每年废气排放量为 8.8 万亿标准立方米，其中烟尘（包括工业粉尘）2300 万吨，燃煤排尘占 73%。二氧化硫 1460 万吨，燃煤占 90%。此外还有氮氧化物 400 万吨等。各种有害物质总量达 4500 多万吨。这是造成大气污染的主要原因。此外，兰州的光化学烟雾污染，长江以南各省相继出现的酸雨以及包头、白银等地大气中的氟污染也已引起了极大的关注。

① 在米糠油生产过程中混入了多氯联苯而引起的中毒事件。

二是城市附近的水体普遍受到污染。虽然我国大江大河的干流水质基本上是好的,但在城市沿岸排污口附近有明显的污染带。城市周围的地面水和地下水则普遍污染严重。在调查的 42 个城市 44 条河流中,有 93% 的城市河流受到不同程度的污染,不少城市周围的小河基本上都成了排污沟,甚至出现了几十里河段无大型生物的状况。又根据对 47 个城市地下水的调查,有 43 个受到污染,许多有害物质的含量超过了饮用水标准。目前,全国排放废水总量达 350 亿吨/年,其中工业废水为 280 亿吨/年,约占 80%。每年随废水排出的汞、镉、铅、铬等重金属以及砷等约 5000 吨,酚和氰化物 2 万余吨,石油类 10 万吨。由于工业废水的大量排放而造成的水质污染进一步缩小了可用水的资源,从而加剧了我国水资源不足的矛盾。不少地区由于缺水,农业就用未加处理的污水进行灌溉,污水中的有害物质造成了对农作物的污染。目前最为严重的是镉、汞污染。据 11 个省、市的统计,有 20 万亩农田出产的大米(每年 1 亿多斤)含镉量超过食用标准。被汞污染的耕地达 48 万亩,涉及 15 个省、市,每年生产“汞米”近 4 亿斤。松花江的汞污染已早为人们瞩目。工业废水任意排放对水环境的污染不仅造成对农业、渔业和人民健康的严重危害,而且也给工业生产本身带来不良的后果。

我国每年还排放各种工业废渣 5 亿多吨,其中煤矸石 1 亿多吨,金属尾矿 1 亿多吨,锅炉渣 7 千多万吨,粉煤灰 3800 万吨,冶金渣 3800 万吨,化工渣 1700 万吨。1985 年,全国 300 多个城市年产垃圾 5000 余万吨,且以平均年百分之十的速度增长着。这些废渣被综合利用的仅占约四分之一,其余废渣都堆弃城郊或排入江河湖海。据估计历年废渣堆积总量已达 60 多亿吨。如此大量的废渣堆弃,不仅占去了大量的土地,也不能不是对土壤、水体和大气的一项潜在的严重环境危害。

总之,我国的环境污染已经相当严重。

此外,由于滥伐森林、毁坏草原、盲目垦殖而使水土流失、土壤沙化、气候变异等农业生态和自然环境破坏的现象也是相当严重的。

环境问题已成为我国社会主义现代化建设中所面临的一个重大问题。

现在,党和政府已把保护环境列为我国的一项基本国策,放到了重要的战略位置。我国的宪法中也明文规定了:“国家保护和改善生活环境和生态环境,防治污染和其他公害。”我国的社会主义制度为搞好环境保护提供了巨大的优势。我们发展生产的根本目的是为了不断满足人民日益增长的物质和文化的需要,因此完全有可能做到经济建设和环境保护的同步发展。我们的责任是“防治污染,改善生态,促进四化,造福人民”。在党的十三大所制定的路线、方针和政策的指导下,依靠全国各条战线广大干部、群众和环境科学工作者的努力,一定能尽快实现我国环境状况的根本好转,使我们伟大的祖国成为一个物质丰富、精神文明、环境优美的现代化的社会主义国家。

§ 0-2 污染物质的来源和性质

一、污染物质的来源

广义的“污染物质”一词是指改变环境自然组成的任何一种物质。这种污染物质的来源有两个方面,即自然的和人工的。

来自自然界的污染物质，即自然源污染物质，主要是由于自然现象的结果引起的，如地球天然资源的释放、火山爆发、海洋有机体的分解和氧化、森林火灾等会造成大气中甲烷、一氧化碳、臭氧、二氧化硫、二氧化氮等成分含量的增加；一些地下水流经矿藏或断裂岩层时会含有较多量的金属盐类、放射性同位素和气体；天然存在的放射性元素和宇宙线会造成一定的环境辐射等等。自然源污染物质往往具有对全球规模污染的重要性。

由于环境自古以来一直是处在变化之中的。这种自然源污染物质的产生是不以人的意志为转移的，也是难于鉴定的。因此在环境科学中“污染物质”一词通常指的是那些主要是由于人类活动的结果而引进环境的物质，即人工源污染物质。而将自然源污染物质视为自然环境的本底值（背景水平）。

人工源污染物质又可区分为农业源污染物质、工业源污染物质、生活源污染物质和交通源污染物质四类。

1. 农业源污染物质

由农业源产生的污染物质主要有家畜、家禽等动物废料，植物残留物，化学肥料，化学杀虫剂，农药等。

农家动物废料虽然有很好的肥效，但能产生气味，受雨水冲淋流入河道又能污染水体。表 0-1 列出了一些家畜废料排放量的人口当量数。

近年来，为了增加肉蛋类消费、降低饲养成本，不少国家相继建立了大饲养场。一个饲养 3 万头牲畜的饲养场在雨季时流出的污水中，其 BOD_5 的数量相当于一个 20 万人口的城市所排泄的量。北京市养鸡业已向集约化饲养发展。到 1990 年仅肉鸡的存栏数将达到 7000 万只，每年鸡粪排放量达 400 万吨，相当于目前全市垃圾的两倍多。因此，动物废料的污染问题已变得严重起来，需要寻求合适的处理方法。

表 0-1 每一家畜废料排放量的人口当量数

家 畜	五日生化需氧量 (BOD_5)	总固体
牛	6.0	18.4
马	3.0	13.0
猪	1.8	4.4
羊	0.6	3.0
鸡	0.1	0.3

植物残留物，包括农作物的秆、茎、根，树木的残枝落叶，森林伐木后的残留木片、木段等能为病菌提供藏匿和繁殖的处所，能变质腐败而产生出不良气体污染大气，受雨水冲淋也会污染河流水体。

在农业上大量使用的化学肥料，如氨水、硝酸铵、硫酸铵、碳酸氢铵、尿素、过磷酸钙等会污染河流和地下水，造成地下水硝酸盐含量增加和水体的富营养化。

目前我国每年使用化肥 4000 多万吨，其中氮肥约占 3/4。长期使用的结果使水体中硝酸盐含量增加。在某些微生物的作用下，硝酸盐会还原成亚硝酸盐进而有可能转化为亚硝胺。这是一种致癌物质。据研究认为：这是造成我国消化系统癌症发病率高的一个重要原因。

化学农药和杀虫剂更是造成环境污染的重要来源。五十年代以来，化学杀虫剂的种类和使用量逐年增加。常见的化学杀虫剂有：无机化合物如氧化砷、亚砷酸钠等；有机化合物又可分为有机氯类，如 DDT、666、氯丹等；有机磷类，如敌敌畏、敌百虫、对硫磷、马拉硫磷等。这些农药化学性质稳定，不易分解，能通过食物链积累在动物和人体的脂肪组织中，威胁人类健康。

我国长期以使用高残毒有机氯农药为主，每年生产原粉 20 至 30 万吨，加工成商品药 100 多万吨，长期以来已使用上千万吨。目前我国土壤、水源、农畜产品普遍遭到农药污染。根据 1980 年对 26 个省市的调查测定，我国人体脂肪中的农药含量不但高于工业发达国家，甚至比印度还高。例如印度人体脂肪中 666 含量为 1.70 毫克/千克，美国和英国仅分别为 0.30 和 0.34 毫克/千克；而我国浙江省人体脂肪中的 666 含量为 29.35 毫克/千克，DDT 为 11.13 毫克/千克；上海人体脂肪中 666 含量为 19.66 毫克/千克，DDT 为 22.61 毫克/千克；其他一些城市如北京人体脂肪中 666 含量也在 5 毫克/千克以上，不能不引起高度重视。

2. 工业源污染物质

工业污染源是造成环境污染的主要来源。几乎所有工业都不同程度地排放污染物质。当前人类在生产中还不能将能源和原材料全部有效利用，而不得不使其中一部分成为未能利用的废料排出，既浪费了资源又造成了污染。

在各类工业中以能源工业（火力发电厂和核电厂等）、化学工业和石油化工工业、金属工业（冶金工业和金属加工工业）、采矿工业、轻纺工业（造纸、纺织、食品工业等）排放的污染物质居多。表 0-2 列举了某些工业与排放污染物质的情况。

3. 生活源污染物质

生活源污染物质主要是生活污水和垃圾。每人每日的生活污水量和污染物质的浓度随各地的生活水平和生活习惯不同而有很大差异。未经处理的生活污水用作灌溉或排入水体，会污染土壤和水体，导致寄生虫病和肠道传染病的传播，并使水体生化需氧量增加，溶解氧降低，水质恶化，破坏水生资源。

生活源污染物质中还要特别引起注意的是医院污水，未经处理的医院污水含有大量病原菌和有害物质。

城市垃圾亦为传播病菌、寄生虫的媒介，必须经无害化处理后才能作为肥料使用。我国农村一般把垃圾堆肥或经高温消化生产沼气，这些都是杀死病菌和寄生虫卵的有效方法。

4. 交通源污染物质

汽车排气和噪声是交通引起的主要污染物质。汽车尾气中含有一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、飘尘、烷烃、烯烃和四乙基铅等物质。这些物质在阳光作用下，进行光化学反应，会产生具有氧化性和刺激性的棕色烟雾——光化学烟雾，其主要成分是臭氧、酮类、醛类、过氧化乙酰（或丙酰）硝酸酯。五十年代的洛杉矶光化学烟雾事件就是由于汽车数量激增而引起的。后来在纽约、东京、大阪等汽车量多的大城市也都相继出现过光化学烟雾污染。

表 0-2 工业与污染

工业品 名 称	每吨产品排出的有害物数量及成分		
	废 气	废 水	废 渣
生 铁	高炉烟气中含有少量煤气, 烟尘 5~40 克/米 ³ 。CO 占高炉烟气量的 20~30%	高炉煤气洗涤水中含有氟化物、硫化物和酚。排出废水 10~15 米 ³ , 其中含铁矿石及异其他氧化物, 焦炭粉等, 另外, 还有无机盐及锌等金属。	300~1000 千克高炉渣 (视品位及冶炼方法而异)
钢 (氧气 转炉钢)	排出烟气 60 米 ³ , 其中: 粉尘 16~30 千克 (含铁重约 60~80%), CO ₂ 占 73.8%, CO 占 14.0%, N ₂ 占 11.0%, H ₂ S 0.1 ppm, HCN 0.1 ppm, SO ₂ 0.5 ppm	排出废水 1~3 米 ³ , 含氧化铁和粉尘 2~24 千克/米 ³ , 并有含热废水 150 米 ³	排出 300 多公斤钢渣及 100 克萤石渣 (CaF ₂ 氟化物污染)
电解铝	氟尘 6~8 千克, 氟化物 17~23 千克 (含 HF 及 CF ₄ 等) 硫 5 千克, CO 300 千克, CO ₂ 1000 千克	排出废水 200 米 ³ , 其中含氟量为 70 毫克/升, 并有一些含热废水	排渣 3 吨, 其中有氟化物
硫 酸	SO ₂ 9~32 千克, 硫酸雾 0.1~3.5 千克	排出酸性废水 2~5 吨, 一般浓度为 1~3%, 当采用水洗流程时, 污水量更大	排出 50 千克硫铁矿渣, 主要成分为: 氧化铁 (占 40~50%)、金属硫化物
合 成 氨	NH ₃ 3.2 千克, CO 90 千克	以天然气为原料时, 排出 1.36 米 ³ 废水, 其中含有 NH ₃ 0.045 千克/吨, 碳酸氢铵 0.045 千克/吨, 以煤、焦炭为原料时, 废水中还有微量的酚、氰、砷等成分	以煤、焦炭为原料时煤渣排出量为 500~750 千克
磷 肥	每吨 P ₂ O ₅ 排出 9~27 千克 HF	含酸性氟化物废水	排出 5 吨磷石膏, 其中含有硫酸钙及少量的 P ₂ O ₅ 及氟等。酸沉淀后产生铅和磷酸铁渣 10~50 千克

续表

工业品 名 称	每吨产品排出的有害物数量及成分		
	废 气	废 水	废 渣
纸 浆	(1) 硫酸盐纸浆排出废气 37500 米 ³ ，其中含粉尘 65 千克	纸浆生产排出醋酸苯汞 8 克，漂白纸浆排出废水 500 米 ³ ，未漂白纸浆排出废水 300 米 ³ ，其中 BOD ₅ 为 40 千克，悬浮固体 25 千克	废渣量很大
	(2) 亚硫酸盐纸浆	未漂白纸浆排出废水 250~570 米 ³ ，其中木质素 600 千克/吨，酯类 325 千克/吨，硫化物 200 千克/吨，树脂及其他 300 千克/吨	废渣量很大

我国现在的机动车辆数量虽然远不及工业发达国家多，但由交通引起的环境污染现象，特别是噪声污染却相当严重。据 25 个城市的调查，市区交通噪声在 70 分贝^①以上，全部超标。（国家规定城市区域环境噪声标准：昼间：居民文教区 50 分贝，一般商业与居民混合区 55 分贝；夜间：居民文教区 40 分贝，一般商业与居民混合区 45 分贝）。我国大中城市，一天 24 小时内，平均只有 4 个小时是不超标的。80% 的城市，交通干线噪声超标。（国家标准：交通干线道路两侧，昼间 70 分贝、夜间 55 分贝）。杭州高达 83 分贝，武汉为 82 分贝。只有 16 万辆机动车的北京也在 70 分贝以上，比拥有 200 万辆机动车的东京还高。此外，北京市交通路口氮氧化物和一氧化碳的污染有逐年增长的趋势。这些状况均已引起有关部门的注意。

二、污染源的形式

大多数污染物质是以散逸至大气或排泄至水体的方式进入环境的。散逸或排泄的方式，即污染源的形式有：

1. 点污染源——浓稠集中的排放。如从工厂烟囱或污水排出口处排放。
2. 线污染源——如移动着的汽车在一定街道上排放尾气。
3. 面污染源——稀淡分散的排放。如农田迳流和灌溉排水就是水体污染的主要面源。此外，由于降水对大气的淋洗使污染物质进入水体，这也是一种面源。许多家庭炉灶或低矮烟囱集合起来也会构成一个区域性的面污染源。

污染源形式还有另外一些分类法，如按污染源存在的形式分，可分为固定污染源和移动污染源；按污染物质排放的时间分，可分为连续源，间断源和瞬时源等。

不同形式的污染源对污染物质的扩散、分布和迁移、转化有很大的影响。

三、污染物质的性质

① 分贝是一种评定声音强弱的单位。某个声源的声压与基准声压（其值为 2×10^{-5} 牛顿/米）之平方比的对数称为声压级，其单位是贝尔。通常用其 1/10，分贝，为实用单位。

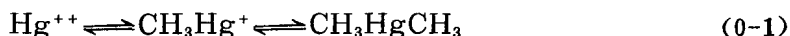
污染物质的种类繁多，性质各异。这里讨论的是污染物质的一般性质。

1. 自然性 人类长期生活在自然环境中，对于自然物质有较强的适应能力。有人分析了人体中六十多种常见元素的分布规律，发现其中绝大多数元素在人体血液中的百分含量与它们在地壳中的百分含量极为相似。但是，人类对人工合成的化学物质，其耐受力则要小得多。所以区别污染物质的自然或人工属性，有助于估计它们对人类的危害性。

2. 扩散性 扩散性强的污染物质，有可能造成大范围的污染。反之则只会引起局部污染。分子量小、溶解性好、不易被有机或无机颗粒吸附的污染物质，常能被扩散输送到较远的距离。例如根据北京市东南郊地面水的污染调查，汞的扩散能力较小，距工厂排放口 1 公里时，水中含汞量已降低了 90% 以上，底泥中的汞也降低了 75~85%；10 公里时水中的汞已不能检出。而铬、镉、砷等的扩散距离则远较汞为大。因此，在采样布点时就应考虑被测物质的扩散性。

3. 毒性 有些污染物质具有剧毒性，即使有痕量存在也会危及人类和生物的存在。环境污染物质中，氰化物、砷及其化合物、汞、铍、铊、有机磷、有机氯等的毒性都是很强的。污染物质是否有毒不仅取决于其数量多少，也取决于其存在的形态。例如简单氰化物（氰化钾、氰化钠等）的毒性就比络合氰化物（铁氰络离子等）要大；六价铬对人体和作物的毒性比三价铬的要大。污染物质的毒性还包括它们的致癌、致畸、致突变性质。

4. 活性和持久性 表明污染物质在环境中的稳定程度。活性高的物质，不能在环境中久存，但要注意它的反应产物，有无造成二次污染的可能性。排入环境中的污染物质，受其他环境因素的影响，发生化学反应生成比原来毒性更强的污染物质，危害人体及生物，这称为二次污染。水俣病甲基汞中毒就是二次污染的例子。含汞废水（含无机汞）与甲醛或乙醛废水反应，或者水中的无机汞被颗粒物吸着沉降在河底，与由甲烷细菌产生的甲烷作用，生成了可溶性的烷基汞：



这种烷基汞的毒性比无机汞更强，被生物积累，经食物链转移到人体，会严重损害人的脑组织，使人呆痴、精神失常，重则致人死亡。

与活性相反，持久性则表示有些污染物质能长期地保持其危害性，如重金属铅、镉、铍等。

5. 生物可分解性 有些污染物质能被生物所吸收、利用并分解，最后生成无害的稳定物质。大多数有机物质都有被生物分解的可能性。如苯酚虽有剧毒性，但经微生物作用后可以被分解无害化。废水的生物化学处理就是利用了这些污染物质的生物可分解性。

6. 生物积累性 有些污染物质会在某些生物体内逐渐积累、富集。以美国密西根湖中的 DDT 含量测定为例：湖水中痕量；湖底泥 0.014 毫克/千克；吃底泥的介壳动物 0.41 毫克/千克；各种鱼 3~6 毫克/千克；海鸥体内脂肪 72400 毫克/千克。如此积累，最后使水鸟体中的 DDT 含量高达湖水浓度的数千万倍。这样富集的直接后果是使鱼类、鸟类中毒死亡或繁殖衰退；间接影响是这些尸体经腐烂分解进一步污染水