

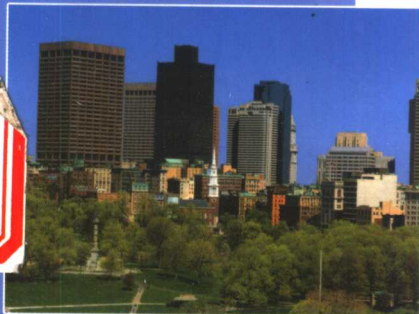


高等教材

高等院校环境工程专业教材

环境工程

薛建军 田子华 谢慧芳 编著



中国林业出版社

高等院校环境工程专业教材

环境工程

薛建军 田子华 谢慧芳 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境工程/薛建军等编著. —北京:中国林业出版社,
2002.11
高等院校环境工程专业教材
ISBN 7-5038-3362-2

I. 环… II. 薛建军… III. 环境工程—高等学校—教材 IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 084378 号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

电话:66170109 传真:66170109

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)
E-mail:cfphz@public.bta.net.cn 电话:66184477
发行 新华书店北京发行所
印刷 北京地质印刷厂
版次 2002 年 12 月第 1 版
印次 2002 年 12 月第 1 次
开本 850mm×1168mm 1/16
印张 15.5
字数 334 千字
定价 22.00 元

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题,请向出版社发行部调换。
版权所有 侵权必究

前言

环境保护是我国的一项基本国策，也是当前人们最为关心的话题之一。由于环境问题已经涉及到人类的生产和健康的各个方面，它与资源、人口问题构成了影响 21 世纪可持续发展的三大关键问题。每年的 6 月 5 日为“世界环境日”，全世界在当天都举行各种各样的“保护环境、关爱人类母亲——地球”的活动；2002 年 9 月在约翰内斯堡召开的“地球峰会”上，约 200 个国家近于达成一项联合国全面计划——“在减轻贫困的同时挽救环境”。环境保护已成为一个国家和民族具有高度文明的重要标志。

随着我国加入 WTO，对环境质量将会提出越来越高的要求，作为生产一线的专业工程技术人员，必须具有一定环境保护的知识，更应具备较高的环境质量变化的识别能力及分析和解决环境问题的技能，去担负社会经济发展和环境保护的职责。

本书是在为讲授“三废处理技术”课程而编写的《环境保护技术》的基础上，并参阅蒋展鹏编写的《环境工程》等有关书籍编写而成。其主要内容是介绍水质净化与水污染控制、大气污染控制、噪声控制和毒害性有机污染物控制。使读者了解有关污染的控制原理和方法。

本书可作为高等院校环境工程（少学时）及环境监测专业的教学用书、工科院校各专业高年级有关环境保护技术公共选修课程的教学用书，也可供有关专业人员、设计人员、科研技术人员参考。

本书共分 4 篇 14 章。其中第一篇由谢慧芳、薛建军编写；第二篇、第三篇由薛建军编写；第四篇由田子华编写。全书由薛建军统稿。王玲为本书的校对花费了大量的心血，在此表示感谢。

由于编者水平有限，错误和缺点在所难免，热诚欢迎批评指正。

编 者

2002 年 8 月

前 言

第一篇 水污染控制

第一章 水质与水污染..... (1)

第一节 水的循环及性质 (1)

 一、地球上水的分布 (1)

 二、水的循环 (2)

 三、水的性质 (3)

第二节 水体与水体污染 (3)

 一、水体 (3)

 二、水体污染 (3)

 三、中国水体污染概况 (4)

 四、废水的来源和性质 (4)

 五、水体污染的分类和影响 (5)

第三节 废水水质指标 (7)

 一、有毒物质 (8)

 二、有机物 (8)

 三、溶解氧..... (10)

 四、pH 值 (11)

 五、悬浮物..... (11)

 六、色度..... (11)

 七、浊度..... (11)

第四节 水质标准 (12)

 一、饮用水水质标准..... (13)

 二、地面水环境质量标准..... (13)

 三、污水综合排放标准..... (14)

 四、工业用水水质要求..... (14)

第五节 水体自净作用与水环境容量 (14)

 一、废水在水体中的稀释和扩散..... (15)

二、水体的生化自净·····	(17)
三、水体中细菌的死亡·····	(18)
四、水环境容量·····	(18)
第六节 水处理的基本原则和方法 ·····	(19)
一、解决废水问题的主要原则·····	(19)
二、废水处理程度的确定·····	(20)
三、废水处理的基本方法·····	(21)
第二章 水的物理化学处理方法 ·····	(23)
第一节 过滤 ·····	(23)
一、格栅·····	(23)
二、筛网·····	(24)
三、微滤机·····	(24)
第二节 沉淀法 ·····	(24)
一、基本原理·····	(25)
二、沉淀池的结构及设计·····	(29)
第三节 混凝法 ·····	(34)
一、胶体的特性·····	(34)
二、胶体的结构·····	(35)
三、胶体的脱稳及水的混凝机理·····	(35)
四、常用的混凝剂、助凝剂及其作用·····	(38)
五、主要设备·····	(39)
六、影响因素·····	(40)
第四节 气浮法 ·····	(41)
一、气浮理论基础·····	(41)
二、气浮工艺·····	(43)
三、优缺点·····	(45)
第五节 化学法 ·····	(45)
一、中和法·····	(46)
二、氧化还原法·····	(46)
第三章 废水的生物处理法 ·····	(49)
第一节 微生物学基础 ·····	(49)
一、生物处理中常见的微生物·····	(49)
二、微生物的新陈代谢·····	(50)
第二节 活性污泥法 ·····	(53)
一、基本流程与作用原理·····	(53)
二、曝气池工作参数及曝气方法·····	(56)
三、活性污泥法的运行方式·····	(58)
四、设计·····	(60)
第三节 生物膜法 ·····	(61)
一、净化机理·····	(62)
二、生物滤池·····	(62)
三、生物转盘·····	(64)

四、生物接触氧化法·····	(68)
五、生物氧化塘·····	(70)
第四节 厌氧生物处理技术 ·····	(71)
一、厌氧生物处理的机理·····	(72)
二、影响厌氧生物处理的主要因素·····	(72)
三、污泥的厌氧消化·····	(73)
四、有机废水的厌氧生物处理·····	(75)
第四章 水处理厂污泥处理技术 ·····	(80)
第一节 水处理厂污泥的性质 ·····	(80)
一、污泥的分类与特征·····	(80)
二、表征污泥性质的指标·····	(81)
第二节 污泥浓缩处理 ·····	(82)
一、重力浓缩法·····	(82)
二、气浮浓缩法·····	(83)
三、其他浓缩法·····	(84)
第三节 污泥脱水 ·····	(84)
一、污泥干化场·····	(84)
二、污泥的机械脱水·····	(85)

第二篇 大气污染控制

第五章 大气污染概论 ·····	(88)
第一节 大气污染 ·····	(88)
一、大气的组成·····	(88)
二、大气污染·····	(89)
第二节 大气污染物 ·····	(89)
一、大气污染物来源·····	(89)
二、主要大气污染物·····	(90)
第三节 我国大气污染现状 ·····	(93)
一、全国废气排放、处理情况·····	(93)
二、酸雨及其分布·····	(94)
三、城市大气环境现状·····	(95)
四、对人体健康的影响及大气污染事故·····	(95)
第四节 大气质量控制标准 ·····	(96)
一、环境空气质量标准·····	(96)
二、空气污染物排放标准·····	(96)
第五节 大气污染的综合防治基本方法 ·····	(98)
一、总体规划,合理布局·····	(98)
二、加强大气环境质量管理·····	(98)
三、控制大气污染的技术措施·····	(99)
四、选择有利污染物扩散的排放方式·····	(99)
五、绿化造林·····	(99)
六、废气排放控制装置·····	(100)

第六章 大气污染物的扩散	(101)
第一节 大气结构	(101)
一、对流层	(101)
二、平流层	(102)
三、中间层	(102)
四、暖层	(102)
五、散逸层	(102)
第二节 大气污染物的扩散与气象因子的关系	(103)
一、风与湍流	(103)
二、大气的温度层结和逆温	(103)
三、大气稳定度与污染物的扩散	(105)
四、大气污染物扩散与下垫面的关系	(106)
第三节 烟囱的设计	(108)
一、烟囱的有效高度	(108)
二、最大落地浓度和距离	(109)
三、等效烟囱计算	(109)
第七章 颗粒污染物控制	(111)
第一节 除尘基本知识	(111)
一、微粒的粒径及粒径分布	(111)
二、粒径分布	(112)
第二节 除尘机制	(114)
一、微粒与载气的分离条件	(114)
二、微粒分离方法和装置	(114)
三、除尘器的主要性能	(115)
第三节 除尘装置	(117)
一、重力沉降室	(117)
二、惯性力除尘装置	(118)
三、离心力除尘装置	(119)
四、洗涤式除尘装置	(120)
五、过滤除尘装置	(121)
六、静电除尘器	(123)
第八章 气态污染物的控制	(124)
第一节 气态污染物处理的基本方法	(124)
一、吸收净化处理	(124)
二、吸附净化处理	(126)
三、燃烧净化处理	(127)
四、冷凝法和化学反应法净化处理	(130)
五、生物法和膜分离法净化技术	(131)
第二节 二氧化硫污染净化处理	(133)
一、燃料脱硫	(133)

二、烟气脱硫	(134)
第三节 氮氧化物污染净化处理	(137)
一、改进燃烧条件, 减少氮氧化物的排放	(138)
二、含氮氧化物废气的净化处理	(138)
第四节 其他废气的净化处理	(140)
一、汽车排气的净化	(141)
二、含氟废气的净化处理	(142)
 第三篇 噪声控制	
第九章 噪声的基本知识	(144)
第一节 声音的物理量度	(144)
一、声压、声强和声功率	(144)
二、声强级、声压级和声功率级	(145)
三、分贝的计算	(146)
四、声音的频谱与频谱分析	(147)
五、等响曲线	(149)
第二节 噪声的主观评价	(150)
一、计权声级	(150)
二、等效连续声级	(151)
三、噪声评价数	(151)
第十章 噪声标准与测量	(152)
第一节 噪声标准	(152)
一、环境噪声的国际标准	(152)
二、国内噪声标准	(152)
第二节 噪声的测量	(153)
一、噪声测量仪器	(153)
二、噪声测量方法	(153)
三、噪声控制原则和措施	(154)
第十一章 噪声控制技术	(155)
第一节 吸声降噪	(155)
一、吸声系数	(155)
二、吸声材料	(155)
三、共振吸声结构	(156)
第二节 消音技术	(157)
第三节 隔音技术	(159)
第四节 隔振与阻尼	(159)
一、隔振	(159)
二、阻尼	(160)

第四篇 毒害性有机污染物及控制

第十二章 毒害性有机污染物概论	(161)
第一节 毒害性有机污染物的概念	(161)
一、毒害性有机污染物的概念	(162)
二、毒害性有机污染物的毒性	(163)
三、毒害性有机污染物的毒性分级	(163)
第二节 环境中主要毒害性有机污染物	(164)
一、国内外概况	(164)
二、国内外重点控制的有毒有机物种类	(165)
第三节 毒害性有机污染物的环境行为	(168)
一、有机化合物在环境中的分配	(168)
二、毒害性有机化合物的吸附反应	(170)
三、毒害性有机污染物的生物富集作用	(172)
四、毒害性有机污染物的光解作用	(174)
五、有机污染物的水解作用	(176)
六、毒害性有机污染物的生物降解	(178)
第十三章 毒害性有机污染物的污染	(180)
第一节 有机金属化合物	(180)
一、有机金属及污染	(180)
二、有机金属污染及危害	(182)
三、有机金属污染的生物治理	(182)
第二节 有机农药	(184)
一、农药与环境	(184)
二、农药对生态环境的影响	(186)
第三节 多环芳香烃	(189)
一、多环芳香烃环境分布	(190)
二、多环芳香烃在环境中的转化	(191)
第四节 多氯联苯	(193)
一、多氯联苯的性质特征	(193)
二、多氯联苯的环境行为	(195)
三、多氯联苯在环境中的转化	(196)
第五节 二噁英	(197)
一、二噁英的来源	(197)
二、二噁英的制毒机理	(199)
三、二噁英的环境污染	(201)
四、二噁英污染的控制	(202)
第十四章 毒害性有机污染物的控制	(204)
第一节 生物降解	(204)
一、生物降解的一般知识	(204)

二、主要毒害性有机污染物的生物降解	(208)
第二节 生物修复	(215)
一、生物修复的概念和原理	(215)
二、生物修复的主要方法	(217)
三、生物修复的应用	(218)
四、生物修复中的生物固定技术	(222)
第三节 清洁生产	(223)
一、清洁生产的概念	(223)
二、清洁生产的内容	(227)
三、清洁生产应用	(228)
参考文献	(235)

第一章 水质与水污染

水是自然界中最普遍存在的一种物质，是生命赖以存在的物质基础，是人类环境的一个重要组成部分。

第一节 水的循环及性质

一、地球上水的分布

水在自然界中总量是很多的，总水量约为 $1.35 \times 10^9 \text{km}^3$ ，但这其中海水 $1.32 \times 10^9 \text{km}^3$ ，占 97.8%，淡水 $0.3 \times 10^8 \text{km}^3$ ，仅占 2.2%，而且淡水中又有大部分存在于两极的冰山、冰河和深度在 750m 以下的地下水中，目前还极少被利用。真正人类进行生活和生产活动的用水只是河流、湖泊和少部分地下水，储量约为 $4 \times 10^6 \text{km}^3$ ，仅占地球总水量的 0.3%，且时空分布不均匀。在世界范围内水已成为一种紧缺的资源，根据《1992 年世界发展报告》的资料统计，全世界有 22 个国家严重缺水。在一些地区，清洁水已成为商品。例如，德国从瑞士买水、美国从加拿大买水、科威特则依靠海水淡化。

我国的水资源总量排名世界第六，但人均占有量仅为世界人均量的 1/4，从这个角度上讲，我国的水资源并不丰富。另外，我国的水资源时空分布十分不平衡。在空间分布上，总体来讲是东南多而西北少，南方流域和珠江流域水量丰富，而北方则少雨干旱。在时间分布上，由于我国大部分地区受季风气候的影响，降水量在汛期 4 个月较集中，南方占全年降水量的一半，北方及西南则占到 70%~80%。这就导致了年内分配不均，年际变化很大，总体来讲是冬春少雨、夏季多雨，有时还会出现连续的枯水年份和丰水年份，给水资源的合理利用增加了困难。近年来，水资源还受到环境污染的威胁，据 2000 年中国环境状况公报，中国七大重点流域地表水有机污染普遍，各流域干流有 57.7% 的断面为 IV 类水质，6.9% 的断面属 V 类水质，13.8% 的断面属劣 V 类水质。主要湖泊富营养化

问题突出。

总之，为了发展生产、搞好建设、改善人民生活水平，节约淡水、减少污染、保护淡水资源，已成为一项迫在眉睫的问题。

二、水的循环

水的循环分为自然循环和社会循环。

(一) 自然循环

地球上的水在太阳能的作用下，通过海洋、湖泊、河流等广大水面以及土壤表面、植物茎叶的蒸发和蒸腾形成水汽，上升到空中凝结为云，在大气环流——风的推动下到达地球各处。在适当条件下以雨、雪、雹等形式降落到地面上。这部分降水中一部分在地面上汇集成江河湖泊，即地面径流；另一部分渗入地下，成为地下水，即地下渗流。地面径流和地下渗流有时相互交流转换，最后都注入海洋。与此同时，一部分水又在进行蒸发和蒸腾作用，进入大气圈中。这种循环往复的过程叫做水的自然循环（图 1-1）。

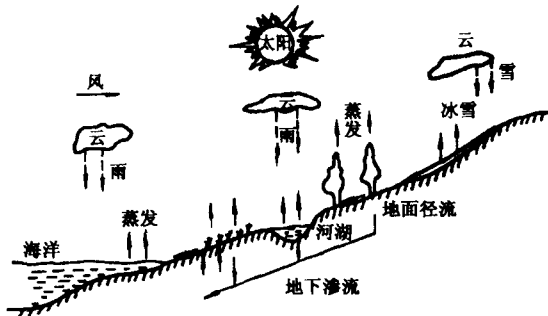


图 1-1 水的自然循环

(二) 社会循环

人类为满足生活和生产的需要，从可利用的天然水体中取用部分水，这部分水经过使用以后成为生活污水和工业废水。它们被排放到自然界中，进入天然水体。这样水在人类社会中也构成了一个局部的循环体系。这种循环叫做水的社会循环。

随着世界人口的增长和工农业的发展，用水量也在日益增加，相应的废水量也在增加。未经妥善处理的废水排入水体会造成严重的污染，使本来已经并不充裕的水资源更加紧张。这就是在水的社会循环中表现出来的人与自然在水量和水质方面存在着的巨大矛盾。人类排入自然水体的生活污水和工业废水是水体最大的污染源，也是目前水体环境保护和水治理工程技术所要解决的主要问题。

以造纸行业为例，从备料到成纸、黑液和红液的回收、纸张的加工都要以大量的新鲜水为介质，用于输送、洗涤、分散物料和冷却设备等。虽然经过中间回收，处理再用，但总排水量仍然很高，与化工工业和钢铁工业一起成为用水和排水大户。

所以,当前紧迫的任务就是研究和解决由此造成的环境污染问题,解决人与自然的矛盾,在合理开发利用水资源的同时,有效地控制水体污染。中国在此方面已进行了大量的工作,例如在2000年先后开展了“三河三湖”流域水污染防治,加强在黄河干流用水管理工作,合理调配水资源,使多年出现断流的情况下,在2000年全年未出现断流。

三、水的性质

自然界没有纯水。因为水是一种良好的溶剂,又无时不与外界接触,故在自然循环中,水与大气、土壤和岩石表面接触的每一个环节都会有更多的杂质混入和溶入。地面环境不同,水质也不完全相同,但在某一地区水会具有相对稳定组成和物化性质。

另外,水在社会循环中,受到人类生活和生产活动的影响,会接纳有大量的工业、农业和生活废弃物,水质进一步恶化。

天然水中的杂质按照颗粒大小,可分为:

- (1) 悬浮物 指直径大于 $1\mu\text{m}$ 的颗粒,它们靠浮力和黏滞力悬浮在水中。
- (2) 溶解物 由分子或离子组成,直径小于 $10^{-3}\mu\text{m}$ 。
- (3) 胶体 指介于悬浮物和溶解物之间的物质,直径在 $10^{-3}\sim 1\mu\text{m}$ 的物质。

仅仅根据水中杂质的颗粒尺寸不能全面反映水的物理学、化学和生物学的性质,为全面反映水的质量,还必须建立水质和水质指标的概念。

根据污染杂质的不同,可分为化学性污染、物理性污染和生物性污染。

第二节 水体与水体污染

一、水 体

水体是指河流、湖泊、沼泽、水库、地下水、冰川、海洋等地表被水覆盖地段的自然综合体。这是从地理角度对水体所下的定义,根据这个定义,水体包括有水、悬浮物、底泥和水生生物。环境保护中说水体受到污染是指整个水体而言,不能把污染物的转移称为自净。例如重金属离子在水体中经过沉淀,吸附或者螯合作用转移到底泥中,这个时候就水而言,它的含量很低,没有受到污染,但是就整个水体而言已经受到了严重的污染。

水体可分为海洋水体和陆地水体,其中陆地水体又可分为地表水体和地下水体。还可以按照某一具体的被水覆盖的地段来划分,例如太湖、洞庭湖和鄱阳湖可分为三个不同的水体。

二、水体污染

水体作为一个生态系统,对其中各种物质的变化具有一定的自动调节能力,经过一系列的连锁反应和相互作用,会建立新的平衡。这种在一定程度下能自身

调节和降低污染的能力,叫做水体自净。但是任何生态系统的这种自动调节的能力是有一定限度的,当外来物质进入水体的数量达到了破坏水体原有用途的水平,对人类环境和水的利用产生不良影响,就造成了水体污染。

根据 1984 年颁布的《中华人民共和国水污染防治法》,所谓水污染,是指因某种物质的介入而导致其化学、物理、生物或者放射性等方面特性的改变,从而影响水的有效利用,危害人体健康或者破坏生态环境,造成水质恶化的现象。

三、中国水体污染概况

中国在水体污染方面是有过惨痛教训的,以淮河为例,在“三河三湖”(三河:淮河、辽河、海河;三湖:太湖、巢湖、滇池)流域水污染防治之前,由于忽视环境保护,在 191 条支流中,80% 的支流水呈黑绿色,超过 50% 丧失了使用价值。在 1994 年 7 月发生了特大污染事故, 2×10^8 t 废水注入干流,形成 70km 长的污染带,造成苏、皖 150 万人饮水困难,安徽省蚌埠市自来水必须深加工,成本增加 7 倍;江苏省盱眙县 30 万人近 2 个月无水喝,依靠政府、部队运输供应。3.1 万人患肠胃和皮肤病,洪泽湖渔业遭受“灭顶之灾”。

严重的水污染引起党和国家的高度重视。20 世纪 90 年代以来,我国把防治水污染作为关系到经济和社会全局的大事来抓。“三河三湖”流域的水污染防治,被放在全国环境重点防治工程“3211”工程的首要位置,国务院提出了在 2000 年实现工业污染物排放总量控制和工业企业主要污染物达标排放的环保目标。据国家环保总局提供的数据,“九五”期间我国用于环保治理的资金达到国民生产总值(GDP)的 0.93%,其中有相当部分用于水污染治理。在人均的 GDP 不足 800 美元的情况下,即开始实行流域区域大规模环境污染治理,这在世界上是少见的。

但是,尽管经过了这些年的努力,我国水污染防治效果却依然不尽如人意。“三河”流域水质没有明显好转,污染事故时有发生;“三湖”仍呈富营养化状态,蓝藻不时爆发;在全国各城市,人们见到的河流多数还是呈现出黑色、酱色,散发着难闻的气味。2000 年,全国工业和城市生活废水排放总量为 4.15×10^{10} t,其中工业废水排放量为 1.94×10^{10} t,城市生活污水排放量 2.21×10^{10} t。废水中化学需氧量(COD)排放总量 1.445×10^7 t,其中工业废水中 COD 排放量 7.05×10^6 t,生活污水中 COD 排放量 740×10^4 t。

四、废水的来源和性质

水体中的污染有两类:一类是自然污染;另一类是人为污染。

自然污染主要是自然原因造成的。例如特殊的地质条件使某些地区有某种化学元素的大量富集,天然植物的腐烂过程中产生某种有害物质,以及降雨淋洗大气和地面后挟带各种物质流入水体等,都会影响当地水质。通常把由于自然原因造成的水中杂质含量称为自然本底值或背景水平。如一般天然水中,氟的本底值为 0.15~0.41 mg/L,镉的本底值为 0.007~0.013 mg/L 等。

人为污染是人类生产和生产活动中产生的废物对水的污染，一般根据来源分为生活污水、工业废水和农业废水。

生活污水是指居民日常生活中所产生的废水，包括厨房洗涤、沐浴、衣物洗涤等废水及冲洗厕所的污水等。其中所含有的成分及其变化取决于居民的生活水平和生活习惯。

生活污水浑浊、色度高，且具有恶臭，呈微碱性。对特定地区，水质较稳定，一般不含有毒物质。但由于其中富含各种营养物质，适宜于各种微生物的繁殖，因此常含有大量的细菌，特别应注意的是其中的病原菌，此外还会有病毒和寄生虫卵。

目前，城市一般均建有污水处理厂，将居民所排放污水集中起来，采用物理化学和生物化学等方法加以处理。

工业废水是指工业生产过程中所排放的废水。工业废水的成分取决于工业类型、生产过程中所采用的原料、化学品及生产工艺、工厂管理水平等，各个行业、工厂排放的污水往往具有行业特点，相差悬殊，成分复杂，有的含有大量有机物质，有的含有有毒有害物质，有的物理性状十分恶劣。正是由于这种成分和性质的复杂性，所以必须采取不同的处理和处置方法。我国采取的是“谁污染，谁负责”的环境管理政策，要求各个工厂要针对该厂的实际情况，做好环境保护工作，确保排放的污水达到国家所制定的排放标准。

五、水体污染的分类和影响

水体污染可根据其中所含污染物的不同而主要分为化学性污染、物理性污染和生物性污染三大类。

（一）化学性污染

1. 无机污染物质

污染水体的无机污染物质有酸、碱和一些无机盐类。污染主要来自矿山排水和工业废水。矿山排水中的酸主要是含硫矿物经空气氧化与水作用而生成的。含酸多的工业废水有酸洗、粘胶纤维、染料及酸法造纸等。雨水淋洗二氧化硫较多的空气后，流入水体也能引起酸的污染。碱污染主要来自碱法造纸、炼油、制革、制碱等工业废水。酸碱污染使水体的 pH 值发生变化，抑制细菌和其他微生物的生长或杀灭这些细菌和微生物，妨碍水体自净作用，还会腐蚀船舶和水下建筑物，影响渔业，破坏生态平衡。一些工业废水中还常含有不少无机盐类，它们排入水体后将提高水的硬度和增加水的渗透压，降低水中的溶解氧，对淡水生物产生不良影响。

2. 无机有毒物质

污染水体的无机有毒物质主要是重金属等有潜在长期影响的物质，其中汞、镉、铅等危害较大，其他还有砷（特别是三价）、铬（六价）、硒（四价、六价）、钡、钒、氰化物、氟化物等。有毒重金属在自然界中一般不会自行消失，却可能通过食物链而积累、富集，以致会直接作用于人体而引起严重的疾病，或

者促使慢性病的发生。

3. 有机有毒物质

污染水体的有机有毒物质种类很多,主要是各种有机农药、多环芳烃、芳香胺等。这些物质来自农田排水或某些工业废水,如焦化、染料、农药、塑料等。它们之中很多是自然界中本来没有而经人工合成的物质,化学性质很稳定,很难被生物所分解。有些有机物还是致癌的。

4. 需氧污染物质

生活污水、牲畜污水和某些工业废水中所含的碳水化合物、蛋白质、脂肪和酚、醇等有机物质可在微生物的作用下进行分解。在分解过程中需要消耗氧气,故称为需氧污染物质。如果这类物质排入水体过多,将会大量消耗水中的溶解氧,造成水中溶解氧缺乏,从而影响水中鱼类和其他水生生物的生长。水中的溶解氧耗尽后,有机物质将进行厌氧分解而产生出大量硫化氢、氨、硫醇等恶臭气体,使水质变黑发臭,造成环境质量进一步恶化。需氧污染物质是目前水体中量最大、最经常和最普遍的一种污染物质。

5. 植物营养物质

生活污水和某些工业废水中经常含有一定数量的氮、磷等植物营养物质。施用氮肥和磷肥的农田排水中也会有残余的氮和磷。水体中氮、磷的含量较高时,对一般河流的影响可能还不大,但对湖泊、水库、港湾、内海等水流缓慢的水域就会因此而使藻类等浮游植物及水草大量繁殖。这种现象称为水体的“富营养化”。大量繁殖的藻类使鱼类的生活空间减少,有些藻类还含有毒性。藻类死亡腐败后又分解出大量营养物质,促使藻类进一步发展。如此恶性循环的结果,使水体外观呈红色或其他色泽,通气不良,溶解氧含量下降,引起水质恶化、鱼类死亡,严重的还可能导致水草丛生、湖泊退化。

6. 油类污染物质

随着石油事业的发展,油类物质对水体的污染已日益增多。炼油和石油化工工业、海底石油开采、油轮压舱洗舱以及大气中碳氢化合物的沉降等都可使水体遭到严重的油类污染,尤其是海洋采油和油轮事故污染最甚,影响水质、破坏海滩、危害水生生物。

(二) 物理性污染

1. 悬浮物质污染

悬浮物是指水中含有的不溶性物质,包括固体物质和泡沫等。它们是由生活污水、垃圾和采矿、采石、建筑、食品、造纸等产生的废物泄入水中和农田的水土流失所产生的。悬浮物质影响水体外观,妨碍水中植物的光合作用,减少氧气的溶入,对水生生物不利。如果在悬浮颗粒上吸附一些有毒有害的物质,则更是有害。

2. 热污染

来自热电厂、核电站及各种工业过程中的冷却水,如不采取措施,直接排入水体,可能引起水温升高、溶解氧含量降低、水中存在的某些有毒物质的毒性增