

SCIENCE
TECHNOLOGY
AND ENVIRONMENTAL HEALTH



科学技术 与环境健康

赵和平 高超超 ■ 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

SCIENCE
TECHNOLOGY
AND ENVIRONMENTAL HEALTH

科学技术 与环境健康



赵和平 高超超 ■ 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学技术与环境健康 / 赵和平, 高超超编著. — 杭州:
浙江大学出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-308-14657-9

I. ①科… II. ①赵… ②高… III. ①科学技术—关
系—环境影响—健康—研究 IV. ①G301②X503.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 092141 号

科学技术与环境健康

赵和平 高超超 编著

责任编辑 蔡圆圆

责任校对 金佩雯

封面设计 续设计

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 15.75

字 数 283 千

版 印 次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-14657-9

定 价 39.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

前 言

通识教育是大学教育中的重要一环,以“通过学习基本知识培养健全的人格,使受教育者成为健全的人”为理念,激励大学生掌握基础性、综合性、多样化的基础知识与技能,强调培养知识面宽、适应性强、视野开阔的通才。但综观全国高校,普遍缺乏通识课教材,因此编写面向本科生的通识课教材非常有必要。

在浙江大学大力发展本科生通识教育的背景下,《科学技术与环境健康》获得了“浙江大学本科生特色教材计划”的资助。本书以通识课的教育理念为指导,通过全面介绍当今世界所面临的多种污染等问题和环境健康危机,以及新概念、新技术等在环境污染治理及修复中的应用,辅以世界发展史中典型的环境污染及修复案例,通过阐述科学技术与环境污染及环境健康之间的辩证关系,以达到传授环境学领域基础核心知识的目标,并鼓励学生以辩证的眼光看待事物的发展。

本书由赵和平博士主笔(第一、二、四、五、六、七章),高超超博士参与编写(第三、八、九章),赵和平博士负责统稿。浙江大学教务部和浙江大学出版社对本教材的出版给予了热心的支持,在此深表感谢。由于编者的水平及时间有限,教材中仍难免有错误及不妥之处,恳请广大读者、有关专家、老师和同学批评指正。因阐述需要,部分图片来源于网络,如牵涉版权问题,请及时与作者联系(E-mail:hopechoil@hotmail.com)。

编著者

2016年1月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 环境现状	2
第二节 环境健康危机	6
第三节 科学技术与环境健康	14
参考文献	19
第二章 大气污染及其对环境健康的危害	20
第一节 大气污染类型及成因	20
第二节 全球性大气污染问题与其生态影响	31
第三节 典型大气污染物对环境健康的影响	41
第四节 雾霾的形成与危害	44
第五节 全球主要大气污染事件及后续发展	46
参考文献	50
第三章 大气污染修复技术	52
第一节 电站、工业锅炉烟气排放控制关键技术	53
第二节 典型有毒有害工业废气净化关键技术	68
第三节 居室及公共场所典型空气污染物净化关键技术	73
第四节 城市机动车尾气控制	75
第五节 大气复合污染监测与决策支持关键技术	79
第六节 清洁生产关键技术	85
参考文献	87

第四章 水污染及其对环境健康的危害	89
第一节 水体污染类型及成因	89
第二节 水体主要重金属污染及其对环境健康的危害	98
第三节 水体有机污染及其对环境健康的危害	102
第四节 水体典型无机污染及其对环境健康的危害	107
第五节 全球重大水体污染事件	109
参考文献	114
第五章 水体污染修复技术	116
第一节 水体自净作用	116
第二节 物理修复技术	116
第三节 化学修复技术	119
第四节 生物技术	128
参考文献	139
第六章 土壤污染及其对环境健康的危害	141
第一节 土壤污染类型及成因	141
第二节 土壤重金属污染及其对环境健康的危害	147
第三节 土壤有机污染及其对环境健康的危害	152
第四节 土壤生物污染及其对环境的危害	157
第五节 土壤放射性污染及其对环境的危害	158
第六节 固体废物污染及其对环境健康的危害	160
第七节 全球重大土壤污染事件及影响	162
参考文献	164
第七章 土壤污染修复技术	166
第一节 物理修复	166
第二节 化学修复	173
第三节 植物修复	178
第四节 微生物修复	182
第五节 固体废弃物处理与处置	188
参考文献	195

第八章 新型污染物及其对环境健康的危害	196
第一节 光污染及其对环境健康的影响	196
第二节 噪声污染及其对环境健康的影响	201
第三节 核污染及其对环境健康的影响	206
第四节 其他新型污染物及其对环境健康的影响	212
参考文献	221
第九章 新型污染的防控及治理技术	224
第一节 光污染防治技术进展	224
第二节 噪声污染控制和综合控制技术进展	229
第三节 核污染修复技术进展	239
第四节 其他污染修复技术进展	242
参考文献	245

第一章 绪 论

随着工业、农业、经济,特别是科学技术的高速发展,人类所处的环境受到前所未有的干扰和挑战,气候变暖、臭氧层破坏、酸雨蔓延、生物多样性减少、森林锐减、土地荒漠化、资源短缺、环境污染等成为严重危害人类生存与发展的重大威胁。人们开始意识到保护环境对于人类社会可持续发展的重要性,并为此制定了相应的法律法规。

改革开放三十多年以来,我国经济迅速发展,成为世界工厂的同时,环境问题也变得十分严峻。世界卫生组织 2006 年的报告中显示,世界上污染最严重的 20 个城市中,有 16 个来自中国(WHO,2006)^①。我国中东部地区,特别是珠三角、长三角、京津冀及东北地区成为我国环境污染重灾区。能源结构不合理,环境保护执法不严、监管不力及近年来私人交通工具发展迅猛,是我国环境恶化的主要原因。

严重的环境问题带来了许多次生的健康及社会问题,如秋冬季节全国大面积严重的雾霾天气直接导致了各地的呼吸道疾病发病率日益升高;土壤污染和水污染则直接影响着食品安全。环境问题不仅关系国家发展和安全,也成为迫切的民生问题。如何在经济快速健康发展的同时,优化产业发展结构,转变经济发展方式,通过直接治理、间接防治,不断改善环境质量,创造优美舒适的生活、工作环境,成为所有公民需要面对的课题。了解当前的环境污染现状、生态环境健康与环境污染的相互关系和科学技术在治理环境中的作用,将有助于我们加快环境改善的步伐。

^① 注:因 2013 年 WHO 数据显示前 20 名中无中国城市,故用 2006 年数据。

第一节 环境现状

一、环境学研究对象

(一) 环境定义

狭义的环境是指生物物理环境,即围绕在生物体周边的有生命的和无生命的所有介质,包括影响生物体生存、发展和进化的不同影响因素。简单来说,环境就是围绕人类的客观事物,是自然因素和社会因素的综合,人类生存和发展的基础。根据立法,每个国家对环境的定义略有不同。《中华人民共和国环境保护法》中,将环境定义为“影响人类生存和发展的各种天然的经过人工改造的自然因素的总体,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等”(环保部,1989)。

广义的环境,则包括整个社会经济文化体系,如生产力、生产关系、社会制度、社会意识和社会文化。在自然环境的基础上,人类通过长期有意识的社会劳动,加工和改造了自然物质,创造了物质生产体系,积累了物质文化,进而形成了与自然环境相对的环境体系概念(图 1-1)。社会环境一方面是人类精神文

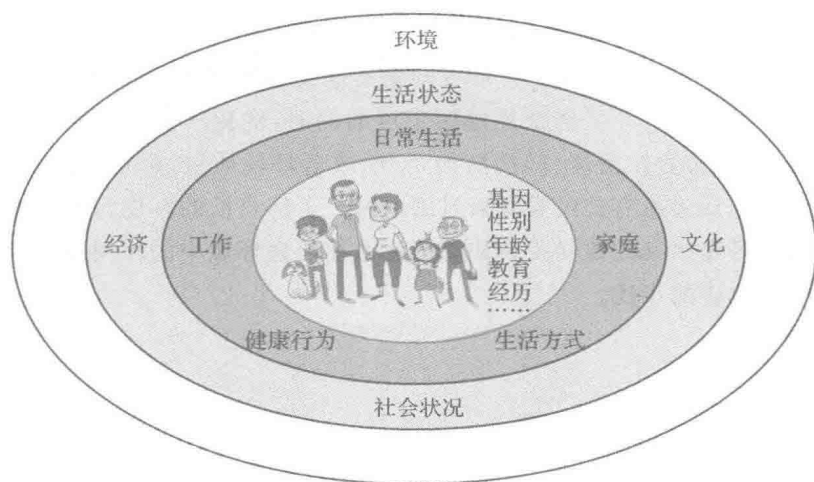


图 1-1 广义的环境系统(IASC, 2010)

明和物质文明发展的标志,另一方面又随着人类文明的演进而不断地丰富和发展,所以也有人把社会环境称为文化—社会环境。广义的环境是人类生存及活动范围内的社会物质、精神条件的总和。

(二)环境的资源属性

环境作为一种资源,包含两种资源属性。一是指环境的单个要素(如土地、水、空气、动植物、矿产等)以及它们的组合方式(环境状态),是人类形成的必要条件,为人类的生存和发展提供了各种资源条件,如水、空气、土地、矿产等,具有自然资源属性;二是指与环境污染相对应的环境纳污能力,即“环境自净能力”,具有环境资源属性。环境资源作为人类赖以生存和发展的物质基础,它除了具有区域性、整体性、稀缺性、多用途性等特点外,还具有价值性、无阶级性、非排他、非竞争的公共商品性。

(三)环境的组成

环境包括自然环境和社会环境两部分。

自然环境指地球上一切生命与非生命的自然条件和自然资源的总和。一是完整的生态单位,即没有受到人为大规模干扰下自我运作的自然系统,包括所有植物、动物、微生物、土壤、岩石、大气,以及在其范围内发生的自然现象;二是不受人类活动影响的普遍的自然资源和物理现象,如空气、水和气候,以及能源、辐射、电荷和磁性等。自然环境又可分为原生自然环境和次生自然环境。

原生自然环境是指未受人类活动影响的地域。如人迹罕至的高山、荒漠、原始森林、极地、大洋中心区等,又称天然环境或原始自然环境。随着人类活动范围的不断扩大,原生自然环境区域日益缩小。

次生自然环境是指自然环境中受人类活动影响较多而发生了景观和功能变化的地域,如耕地、种植园、鱼塘、人工湖、牧场、工业区、城市、集镇等,是原生环境演变成的一种人工生态环境。次生自然环境形成过程中引起的人为环境问题,叫作次生环境问题。环境科学的研究对象即次生环境问题。

社会环境是与自然环境相对的概念,是人类在自然环境的基础上,为了满足生存和发展的需要,通过长期的经济和社会活动逐步创造和建立起来的人工环境。社会环境包括:物理社会环境,如建筑物、道路、工厂等;生物社会环境,如驯化、驯养的植物和动物;心理社会环境,如人的行为、风俗习惯、法律和语言等。人们有时将这些社会环境按功能分为村落环境、城市环境、工业环境、农业环境等。

(四)环境的分类

环境是一个复杂的开放系统,可以按不同分类原则进行多种分类。如按功

能,可分为生活环境和生态环境;按组成要素,可分为大气环境、水环境、土壤环境等;按范围大小,可分为居室环境、院落环境、村落环境、城市环境、区域环境等;按人类影响程度,可分为自然环境和人工环境。

二、环境问题

环境问题,是指因为人类活动而引起的环境质量变化,以及这种变化对人类的生产和生活造成的影响。人类与环境不断地相互影响和作用,产生环境问题。环境问题多种多样,归纳起来有两大类:一类是自然演变和自然灾害引起的原生环境问题,如地震、洪涝、干旱、台风、崩塌、滑坡、泥石流等。一类是人类活动引起的次生环境问题。次生环境问题一般又分为环境污染和环境破坏两大类。如乱砍滥伐引起的森林植被的破坏、过度放牧引起的草原退化、大面积开垦草原引起的沙漠化和土地沙化、工业生产造成大气与水环境恶化等。

(一)原生环境问题

原生环境问题是自然界本身运动引起的、无法避免的客观事实,通常指自然灾害。原生环境问题包括:地质灾害,如地震、泥石流、地面塌陷、火山爆发等;灾害性天气,如台风、飓风、龙卷风、冰雹、旱灾等;水文灾害,如洪涝灾害等;生物灾害,如病、虫、草、鼠害等。原生的环境自然灾害按表现形式,可分为骤发性自然灾害,如地震、火山爆发、飓风等,以及长期性自然灾害,如沙漠化、水土流失等。

尽管原生环境问题有其自发性,不以人的意志为转移。但是人为的作用可以加速或延缓灾害的发生,加大或减轻灾害的影响和损失。如因人类活动愈加频繁,我国北方荒漠化面积在过去四十年间增加了近50%,沙尘暴现象加剧。

(二)次生环境问题

次生环境问题又称第二环境问题,包括环境破坏与环境污染两大类(图1-2)。环境破坏,即生态破坏,是人类不合理开发自然资源等造成的水土流失、土地荒漠化等生态系统失衡及功能退化。而环境污染指自然地或人为地向环境中排放某种物质或物理介质,因超过环境的自净能力而产生危害行为及结果。环境污染包括水污染、大气污染、土壤污染、噪声污染等。目前常见的环境污染来源有如下几个方面:(1)工业生产形成的“三废”,造成空气、水、土壤、食物等的污染;(2)农业生产中使用农药等造成农作物、畜产品的农药残留;(3)生

活垃圾、污水、粪尿等生活废弃物造成的空气、土壤、水、食物及致病微生物污染；(4)交通运输过程中产生噪音、振动和各种废气；(5)电磁波通信设备所产生的微波和其他电磁波；(6)原子能和同位素机构所排放的放射性废弃物和飘尘等。

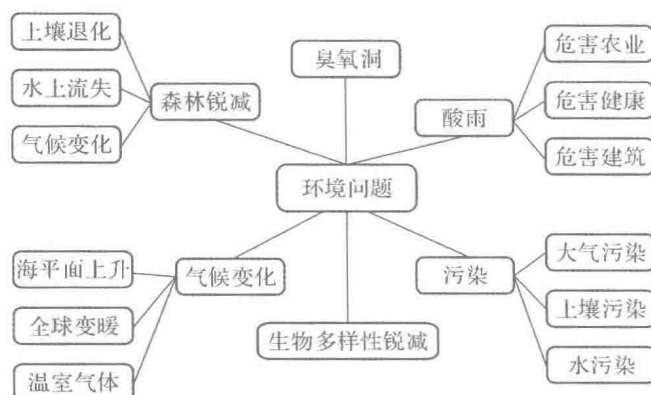


图 1-2 主要环境问题

(三)环境问题的产生和发展

环境问题的产生原因在发展中国家与发达国家不尽相同。在发展中国家，人口基数大、增长快是对其资源和环境造成压力的重要原因。发达国家的过度消费则是造成环境负担的主要根源。工业革命以来，发达国家一直走的是“先污染，后治理”的道路，给区域和全球环境造成了巨大的伤害，近几十年来的大力治理，资源的无害化利用使单位资源对环境的危害减小；而很多发展中国家目前正处在工业化进程中，由于人口的压力及技术、资金等因素的制约，单位资源的利用给环境造成的危害普遍比发达国家严重。

就全球而言，环境问题的产生有以下几个主要原因。(1)人口迅速增长的压力：庞大的人口基数和较高的人口增长率，对全球特别是一些发展中国家，形成了较大的人口压力。因为人口持续增长，对物质资料的需求和消耗随之增多，人们为了生存而滥垦滥伐、滥采滥捕、破坏生态平衡，进而出现种种资源和环境问题，反过来影响社会经济发展和生活质量的提高。(2)资源的不合理利用：几乎全部发展中国家及部分发达国家对非可再生资源的需求巨大，非可再生资源正迅速耗竭。(3)追求片面的经济增长，忽视可持续发展：传统的发展模式关注的只是经济领域的活动，其目标是产值和利润的增长、物质财富的增加。在这种发展观的支配下，为了追求最大的经济利益，人们认识不到环境本身所具有的价值，采取了以损害环境为代价来换取经济增长的发展模式。

环境问题是随着人类社会和经济的发展而发展的，到如今已发展到十分尖

锐的地步。环境问题的历史发展大致可以分为以下三个阶段。

生态环境的早期破坏:该阶段从人类出现开始直到产业革命结束,是一个相当漫长的时期。在该阶段,随着种植、养殖和渔业的发展,人类的种群开始迅速扩大,需要更多的资源来扩大物质生产规模,便开始出现烧荒、垦荒、兴修水利工程等改造活动,引起严重的水土流失、土壤盐渍化或沼泽化等生态退化问题。这一阶段的人类活动对环境的影响还是局部的,没有达到影响整个生物圈的程度。如中国的黄河流域,曾经森林广布,土地肥沃,是文明的发源地,而西汉和东汉时期的两次大规模开垦,虽然促进了当时的农业发展,可是由于森林骤减,水源得不到涵养,造成水旱灾害频繁,水土流失严重,沟壑纵横,土地日益贫瘠,给后代造成了不可弥补的损失。

近代城市化阶段:该阶段从工业革命开始到 20 世纪 80 年代(南极臭氧洞被发现)为止。工业革命大大提高了人类社会的生产力,能源和其他自然资源的开采和消耗达到空前的规模,欧美迅速进入工业化社会,并高度城市化。由于人口和工业密集,燃煤量和燃油量剧增,发达国家的城市饱受空气污染之苦,城市周围继而出现日益严重的水污染和固体废弃物污染。20 世纪中期,发达国家开始对这些城市环境问题进行大力治理,并把重污染工业转移到发展中国家,较好地解决了国内的环境污染问题。20 世纪末至 21 世纪初,部分发展中国家开始工业化和城市化,城市环境问题日益突出。

全球化阶段:从 1984 年英国科学家发现、1985 年美国科学家证实南极上空出现的“臭氧洞”开始,人类环境问题发展到全球化阶段。酸雨、臭氧层破坏和全球变暖三大全球性大气环境问题成为阻碍人类生存和发展的重大环境问题。与此同时,生态破坏、水资源短缺、资源耗竭等信号表明,生物圈这一生命保障系统对人类社会的支撑已接近它的极限。

第二节 环境健康危机

一、环境污染

自然环境本身有一定的自净功能。当污染物进入环境后,由于大气、水、土壤等的扩散、稀释、氧化还原、生物降解等作用,污染物质的浓度和毒性会自然降低,这种现象叫作环境自净。如果排放的物质超过了环境的自净能力,环境

质量就会发生不良变化,危害人类健康和生存,这时就造成了环境污染。

环境污染有多种分类方法。按环境要素可分为大气污染、水污染、土壤污染;按人类活动可分为工业污染、城市点源污染、农业面源污染;按污染物性质可分为化学污染、生物污染、物理污染(噪声污染、放射性污染、电磁波污染)、固体废物污染等。

(一)大气污染

大气污染是指由于人类活动和自然过程引起某些物质进入大气中,呈现出足够的浓度,达到了足够的时间,并因此危害了人体的舒适、健康和福利,或危害了环境。大气污染按所涉及的范围可分为:(1)局部地区污染,即由某个点污染源造成的较小范围的污染;(2)地区性污染,如工矿区或整个城市的大气污染;(3)广域污染,即超过行政区域的广大地域的大气污染,如近年来覆盖中国东部地区的雾霾;(4)全球性污染,如大气中硫氧化物等造成的酸雨和全球气候变暖等。

大气污染按污染物种类可分为以下四类:(1)煤烟型,即由煤炭燃烧放出的烟尘、氧硫化物等造成的污染,以及这些污染物基础上因化学反应而生成的硫酸等构成的气溶胶污染;(2)石油型,即在石油开采、冶炼及机动车发动机燃烧过程中排放的氮氧化合物、碳氢化合物(HC)等所造成的污染,以及这些污染物经过光化学反应形成的光化学烟雾二次污染;(3)混合型,即煤烟型和石油型混合污染;(4)特殊型,即由工厂排放的某些特定的污染物造成的局部污染或地区性污染,这种类型的污染特征由工厂所排放的污染物种类决定。

当前全球性的大气污染问题包括臭氧层破坏、气候变暖及酸雨加剧。臭氧层可吸收太阳光中高强度的紫外线而保护地球上人类和生物免遭紫外线伤害。一氧化二氮(N_2O)、甲烷(CH_4)、氟氯烷烃(CFC)等气体的大量排放导致了臭氧层面积的急剧缩小,进而严重影响了地球上人类的健康。

二氧化碳(CO_2)、 CH_4 、 N_2O 、CFC等温室气体严重加剧了全球气候变暖。实际上地球的大气本来就存在着温室效应,也正是因为温室效应,地球才孕育了生命,并发展成一个适合生命存在的星球。不过随着人类活动加剧,人类向大气中排放过量的温室气体,在全球范围内引发了严重的气候变暖及随之而来的海平面上升和粮食生产危机。有研究表明,近百年来全球地表温度平均增加了 $0.3\sim 0.6^{\circ}C$,如果不减少排放温室气体,全球平均气温到2050年将上升 $1^{\circ}C$ 。气候变暖同时引起了海平面的上升。在过去的一百年里,全球海平面平均上升了14.4cm,目前仍保持着每年6mm的上升速度,到2070年全球的海平面将平均升高65cm。气候变暖同时严重影响了世界粮食生产和分布,严重威

胁人类的生产和生活。

而很多发展中国家在饱受全球性大气污染困扰的同时,还面临着严重的区域性大气污染问题。如我国城市大气环境中总悬浮颗粒物浓度普遍超标;二氧化硫污染保持在较高水平;机动车尾气污染物排放总量迅速增加;氮氧化物(NO_x)污染呈加重趋势;雾霾天气愈发频繁。

(二)水污染

水体是河流、湖泊、沼泽、水库、地下水、冰川和海洋等贮水体的总称。全世界的总水量约为 $1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$, 其中 97.2% 在海洋, 淡水只占 2.8%, 这其中又多以两极的冰盖、冰川和深层地下水的形式存在, 可供人类利用的水资源不到 1%。而当前全世界每年多于 420 km^3 的污水排入江河湖海, 污染了约 5500 km^3 的淡水, 相当于全世界径流总量的 14% 以上。

水污染是指水体因某种物质的介入, 而导致其化学、物理、生物或放射性等方面特征的改变, 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。水污染加剧了全球的水资源短缺, 危及环境健康, 严重制约了人类社会、经济与环境的可持续发展。世界卫生组织统计表明, 世界上许多国家正面临着严重的水污染和资源危机。发展中国家约 10 亿人常饮用不清洁水, 约 1.7 亿人常饮用被有机物污染的水, 每年约 2500 万人死于饮用不清洁水源。

水污染按照污染物的性质可分为: (1) 物理污染, 主要指排入水中的泥沙、悬浮性固体颗粒物和有色物质等, 包括放射性污染和热污染; (2) 化学污染, 即向水中排放的酸、碱、有机和无机污染物等; (3) 生物污染, 即通过不同途径排入水体的病原微生物造成的水体污染。

水污染的主要来源包括制造工业、农畜业和生活废水。工业废水是指工业生产过程中产生的废水和废液, 包括工艺过程用水、机器设备冷却用水、烟气洗涤水和生产废液等。工业废水成分复杂, 且时间和空间差异性大, 所以工业污染源具有量大、毒性较大、难处理等特点, 对自然界中各类水体都易造成较大危害。农业污染源来源于农作物栽培、畜牧饲养、食品加工和生产过程中排出的污水和废液。农业过程中大量施用的农药、化肥等, 通过降雨、沉降和径流冲刷而进入地表水或地下水, 造成水体污染。农业污染源的特点是污水中有机质、氮磷及病原微生物含量较高, 水体污染面源广大而分散, 治理难度较大。生活污水是人们日常生活中产生的各种污水的混合液, 包括厨房和浴室排出的污水及卫生间排出的粪便污水, 除了家庭生活污水外, 还包括企事业单位日常生活中排出的废水。生活污水中悬浮固体颗粒物、好氧有机物、合成洗涤剂、氨氮和病原微生物含量非常高, 并含有一定浓度的有毒有机物。生活废水的水质

呈现规律性变化。

中国是一个水资源短缺、水灾害频繁的国家,水资源总量居世界第6位,人均占有量只有 2500m^3 ,约为世界人均水量的 $1/4$,居世界第110位,已被联合国列为13个贫水国家之一。多年来,中国水资源质量不断下降,水环境持续恶化,由于污染所导致的缺水 and 事故不断发生,严重地威胁了社会的可持续发展和国计民生安全。调查显示,我国辽河、海河、淮河、黄河、松花江、长江和珠江等七大水系均受到不同程度污染,符合《地面水环境质量标准》Ⅰ、Ⅱ类标准的只占32.2%(河段统计),符合Ⅲ类标准的占28.9%,属于Ⅳ、Ⅴ类标准的占38.9%,如果将Ⅲ类标准也作为污染统计,则中国河流长度有67.8%被污染,约占监测河流长度的 $2/3$ 。同时,我国地下水资源污染也不容乐观。中国北方五省区和海河流域地下水资源中,浅层水和深层水均遭到不同程度的污染,局部地区和部分城市的地下水污染比较严重,且污染呈上升趋势。

(三) 土壤污染

土壤是指陆地表面具有肥力、能够生长植物的疏松表层,是岩石经风化发育而成的历史自然体,其厚度一般在2m左右。土壤不但为植物生长提供机械支撑能力,并能为植物生长发育提供所需要的水、肥、气、热等肥力要素,是植物进行光合作用、交换能量的重要场所。土壤包括固相(矿物质、有机质)、液相(土壤水分或溶液)和气相(土壤空气)三相物质。按质量计,矿物质可占固相部分的90%以上,有机质占1%~10%,土壤物质大多是以矿物质为主的物质体系。

土壤污染是指人类活动产生的污染物质,如有机废弃物或含毒废弃物通过各种途径进入土壤,并累积到一定程度,影响或超过了土壤的自净能力,引起土壤质量恶化和正常功能的退化,并进而影响植物的正常生长和发育的现象。土壤污染主要包括无机污染物和有机污染物两大类。无机污染物主要包括酸、碱、重金属、盐类、放射性元素、含砷、硒、氟的化合物等。有机污染物主要包括有机农药、酚类、氰化物、石油烃类、合成洗涤剂 and 由城市污水、污泥及厩肥带来的有害微生物等。

不同于水污染和大气污染比较直观的特点,土壤污染有较强的隐蔽性。土壤污染往往是通过农作物污染,再通过生物富集作用,经过较长时间才反映到对生物和人体健康的影响。土壤污染同时有较强的累积性。污染物质在土壤中并不像在大气和水体中很容易扩散和稀释,而是在土壤中不断累积,且会随着时间的推移而加剧污染,最终导致土壤不可逆地失去功能性。

我国环保部和国土资源部近期发布的数据显示(环保部,2014),我国土壤

污染形势严峻,全国土壤总超标率为 16.1%,其中重度污染点位比例为 1.1%。耕地土壤点位超标率为 19.4%,其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为 13.7%、2.8%、1.8%和 1.1%,主要污染物为镉、镍、铜、砷、汞、铅、滴滴涕(DDT)和多环芳烃(PAHs)。镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍 8 种无机污染物点位超标率分别为 7.0%、1.6%、2.7%、2.1%、1.5%、1.1%、0.9%、4.8%,其中镉重度污染点位比例为 0.5%。六氯化苯(又称“六六六”)、滴滴涕、多环芳烃 3 类有机污染物点位超标率分别为 0.5%、1.9%、1.4%。

(四)其他污染

现代科学技术是把双刃剑,在推动人类文明进步的同时,也带来了一些危及人类自身生存的潜在危害。特别是近年来愈发引起人们关注的物理污染,如噪声污染、光污染、热污染、放射性污染、电磁辐射污染等。

噪音污染指人类在工业生产、建筑施工、交通运输和社会生活等活动中,产生的噪声干扰周围人类和动物生活环境的现象。噪声最主要来源于交通,包括汽车、飞机和火车产生的噪声。除此之外,工业噪声、建筑施工机械、娱乐扩音设施、某些办公设备,也是噪声的主要污染源。噪声按声音的频率可分为:低于 400Hz 的低频噪声、400~1000Hz 的中频噪声及大于 1000Hz 的高频噪声。噪声污染具有主观性、不持久性、传播距离的有限性和无后效性等特点。

光污染即过量的光辐射对人类生活和生产环境造成不良影响的现象。包括可见光、红外线和紫外线。广义的光污染包括一些可能对人的视觉环境和身体健康产生不良影响的事物,包括生活中常见的书本纸张、墙面涂料的反光甚至是路边彩色广告。在日常生活中,人们常见的光污染多为镜面建筑的反射光。光污染问题最早于 20 世纪 30 年代由国际天文界提出,他们认为城市室外照明使天空发亮对天文观测造成负面影响。2009 年,澳大利亚《宇宙》杂志报道:据美国一份最新的调查研究显示,全球 70%的人生活在光污染中,夜晚的华灯造成的光污染已使世界上 20%的人无法用肉眼看到银河系美景。在远离城市的郊外夜空,人们可以看到两千多颗星星,而在大城市却只能看到几十颗。

热污染是指日益现代化的工农业生产和人类生活中排放出的废热所造成的环境污染。热污染多发生在城市、工厂、火电站、原子能电站等人口稠密和能源消耗较大的地区。常见的热污染形式包括大气热污染即热岛效应和水体热污染。热岛效应是指因工业生产、机动车行驶、空调排热等形成的城市气温高于郊区和农村的一种高温效应,它是城市气候的典型特征之一,在一定程度上影响植物景观生长、城市空气湿度、云量和降水。水体热污染则是因热电厂、核电站、炼钢厂等冷却水所造成的水体温度升高,导致水体中溶解氧减少、水生生