



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
教育部高等学校环境类专业
教学指导委员会推荐教材

高等专科学校
高等职业技术学院

环境类专业新编系列教材

环境工程基础

(第2版)

李倦生 陈湘筑 主编

武汉理工大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等专科学校
高等职业技术学院 环境类专业新编系列教材

环境工程基础

(第2版)

主编 李倦生 陈湘筑

武汉理工大学出版社

内容简介

本书深入浅出地介绍了水污染治理、大气污染防治、噪声与其他公害防治技术;固体废物的处理与处置的基本原理、工艺流程、设备结构及重要常用设备的简明设计。重视并采纳了国内外最新的实用治理技术。对环境工程发展的趋势也作了较全面的介绍。

本书可作为高等专科学校、高等职业技术学院环境工程、环境管理及环境类相关专业的教材,也可作为在职环境保护人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程基础/李倦生,陈湘筑主编. —2版. —武汉:武汉理工大学出版社, 2009. 8

ISBN 978-7-5629-2950-5

I. 环…

II. ①李…②陈…

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(2009)第 123647 号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市:武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

<http://cbs.whut.edu.cn>

E-mail:wutp@public.wh.hb.cn

印刷者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

发行者:各地新华书店

开 本:787×960 1/16

印 张:21

字 数:412 千字

版 次:2009 年 8 月第 2 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

定 价:29.00 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

高等专科学校
环境类专业新编系列教材
高等职业技术学院

编审委员会

(第2版)

名誉主任:张晓健

主任:胡亨魁 高红武

副主任:李倦生 吕小明 周国强 李连山

蔡德明 梁红 张明顺

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

王红云 吕小明 冯雁 刘晓冰

刘永坚 李连山 陈剑虹 林锦基

张晓健 张明顺 陈湘筑 吴国旭

邱梅 赵建国 周国强 胡亨魁

徐扬 高红武 梁红 蔡德明

总责任编辑:刘永坚

秘书长:徐扬

出版说明

(第2版)

2002年我社组织了全国十多所院校参加编写了本套教材,时任教育部高等学校环境工程专业教学指导委员会秘书长、清华大学教授张晓健担任系列教材编审委员会名誉主任,时任教学指导委员会大专组组长胡亨魁教授担任编审委员会主任。全套教材各门课程的教学大纲、具体内容均由教学指导委员会审订,并将此系列教材确定为教学指导委员会向全国推荐的重点教材。

本套系列教材(11种)正式出版后,已被众多学校选用,同时也得到了广大师生的好评。其中有6种教材被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。它们是:《大气污染控制工程》、《环境工程微生物学》、《环境工程基础》、《噪声控制工程》、《环境监测》、《水污染控制工程》;其中多种教材荣获教育部全国高等学校优秀教材奖或优秀畅销书奖。这充分说明了教材编审委员会关于教材的定位、内容、结构、特色和编写宗旨符合专业教学需要和专业建设的需要,但它仍然存在缺点和不足。随着科技的进步和教学发展的改变,教材编审委员会于2008年及时对本套教材进行了第二次修订。

本次修订更加强了人才规格的培养要求,依据培养目标,培养第一线从事生产、服务和管理的应用型、技能型人才,依据教学模式和教学方法的内在规律,本套教材在原来基础之上,更加强调应用,更加强调实践,更加把握理论够用为度的原则,更加精减,同时吸收近年来国内外环境治理工程的新技术、新方法。

我们诚挚地期望使用教材的师生在教学实践中对教材提出批评和建议,以便我们不断修订、完善、精益求精!

武汉理工大学出版社
2009年4月

第2版前言

自2003年7月本书第一次出版以来,有幸受到了我国各高等专科学校、高等职业技术学院师生们的普遍欢迎,成为了环境类专业使用最广泛的教材之一。并被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

如今,新的环境问题和国家提出“两型”社会及生态文明建设已经对《环境工程基础》一书提出了新形势下的更高要求,因此,对本书进行修改和完善,补充新的内容,体现环境工程新的发展动向,便成了读者与编者们的共同期望。于是,本书的再版也应运而生了!

此次修改并未对原书编写的主导思想及整体结构做原则性的改动。本书的读者对象仍然为大专院校环境类专业学生及相关教师。

本书的特点是理论联系实际,注意基本概念、基本理论、基本知识和技能,强调实用性。同时,注意吸收国内外环境工程方面的新技术、新方法,突出“宽、浅、新、实”,并力求浅显易懂,突出重点,削枝强干。为便于学习,每章后都附有复习思考题;为了提高学生的综合职业能力,重点章节还安排了实验内容,以供参考;为拓宽学生的知识面,部分章节还附有阅读材料。

此次再版,参加修订工作的有:李倦生(前言,绪论,水污染治理篇第1、4章),黄忠良(水污染治理篇第5、6、7章),马照民、肖人太(水污染治理篇第2、3、8章及固体废物的处理与处置篇),何咏梅、曾桂华(大气污染防治篇),罗爱武、赵甘林(噪声及其他公害防治技术篇)。由李倦生教授统稿。

此外,书稿在编写过程中参考借鉴了大量国内高校教材及专业科技文献资料。在此谨向各位专家及参考文献资料的原作者表示衷心的感谢。

由于本书内容涉及领域广泛,发展迅速,加之编者水平有限,书中缺点错误之处在所难免,敬请读者批评指正,以便进一步修改,使其日臻完善。

李倦生

2009年2月于长沙

目 录

0 绪论	(1)
0.1 环境工程的基本内容	(1)
0.2 环境工程的发展趋势	(5)

水污染防治篇

1 概述	(11)
1.1 水资源与水体污染	(11)
1.2 水体污染物与水质指标	(12)
1.3 地面、海洋水质标准	(16)
1.4 水体自净	(22)
1.5 废水治理原则及处理方法的选择	(23)
2 废水的预处理	(27)
2.1 格栅与筛网	(27)
2.2 调节池	(30)
3 废水的物理处理	(33)
3.1 沉降原理	(33)
3.2 平流式沉淀池	(37)
3.3 竖流式沉淀池	(42)
3.4 辐射式沉淀池	(44)
3.5 斜板沉淀池	(45)
3.6 隔油池	(46)
3.7 气浮	(48)
3.8 快滤池	(51)
4 废水的化学及物理化学处理	(56)
4.1 中和法	(56)

4.2	混 凝 法	(59)
4.3	氧化还原法	(67)
4.4	电解法	(70)
4.5	离子交换法	(72)
4.6	吸附法	(75)
4.7	膜分离法	(77)
5	废水的好氧生物处理	(82)
5.1	概述	(82)
5.2	活性污泥法	(84)
5.3	氧化沟活性污泥法	(88)
5.4	间歇式活性污泥法(SBR)	(91)
5.5	生物膜法	(95)
6	废水的厌氧生物处理	(103)
6.1	厌氧生物处理机理及常用设备	(103)
6.2	升流式厌氧污泥床法(UASB)	(106)
6.3	厌氧生物滤池	(110)
6.4	污泥脱水与利用	(111)
7	自然条件下的生物处理	(115)
7.1	生物稳定塘	(115)
7.2	废水的土地处理	(119)
8	废水深度处理与利用	(141)
8.1	废水深度处理方法	(141)
8.2	废水深度处理实例	(143)

大气污染防治篇

9	概述	(147)
9.1	大气与大气组成	(147)
9.2	大气污染与污染物	(150)
9.3	大气环境质量标准及大气污染物排放标准	(154)
9.4	大气污染与气象	(163)
9.5	大气污染综合防治措施	(168)
10	颗粒污染物的净化技术	(170)
10.1	除尘技术基础	(170)
10.2	初级除尘装置	(178)
10.3	旋风除尘器	(183)

10.4	湿式除尘器	(188)
10.5	过滤式除尘器	(191)
10.6	电除尘器	(196)
11	气态污染物的净化	(201)
11.1	吸收净化	(201)
11.2	吸附法	(210)
11.3	催化转化法	(216)
11.4	燃烧法	(219)
11.5	生物净化法	(221)
11.6	烟囱高度计算及厂址选择	(224)

噪声及其他公害防治技术篇

12	噪声基础知识	(234)
12.1	概述	(234)
12.2	噪声的量度及标准	(236)
12.3	噪声的测量	(242)
13	噪声控制技术	(245)
13.1	噪声控制的原则	(245)
13.2	隔声	(247)
13.3	吸声	(253)
13.4	消声	(258)
13.5	隔振	(264)
13.6	噪声综合治理实例	(267)
14	其他公害防治技术	(270)
14.1	电磁辐射污染及其防治	(270)
14.2	放射性污染及其防治	(272)
14.3	热污染及其防治	(275)
14.4	光污染及其防治	(276)

固体废物的处理与处置篇

15	概述	(280)
15.1	固体废物的来源及危害	(280)
15.2	固体废物的管理	(283)
16	固体废物处理技术	(286)
16.1	固体废物的预处理	(286)

16.2	工业、农业固体废物的资源化	(298)
16.3	城市垃圾的综合利用	(305)
17	固体废物的最终处置	(313)
17.1	概述	(313)
17.2	卫生土地填埋	(314)
17.3	安全土地填埋	(320)
17.4	浅地层埋藏	(320)
参考文献	(324)

0 绪 论

本章提要

本章介绍了环境工程学的基本内容及我们面临的主要环境问题和主要治理措施,对环境工程的发展趋势也作了较全面的介绍。

0.1 环境工程的基本内容

环境工程是一门研究环境污染防治技术原理和方法的学科,其内容广泛而复杂,涉及化学、物理学、生物学、医学、给排水工程、土木工程、机械工程、化学工程等原理和手段。该学科以环境污染综合防治作为基本指导思想,研究防治环境污染和公害的技术措施,自然资源的保护和合理利用,各种废物的资源化,以及对局部的规划等,以获取最优的环境效益、社会效益和经济效益。

环境工程学的基本内容有下列几个方面:

0.1.1 水污染防治工程

在对一个区域的水环境污染进行治理时,首先必须考虑当地的社会条件(工厂布局、人口密度、交通、农业生产等)、自然条件(气象、地质、水文、植被等)及污染源的性质(生产工艺、排放量、污染物等),研究当地水体、土壤自然净化能力,分析有无对废水进行自然净化的可能。在确定治理工艺后,还必须对处理后废水的排放及回用作出妥善的安排。

对废水的处理,一般是根据当地纳污水体的功能,与当地总量控制下允许的

排放量及浓度,来确定处理程度的。处理的程度大致可分为三级:

废水的一级处理:该方法主要采取的是物理处理,如格栅、沉降、网滤、砂滤、隔油、气浮等。主要去除废水中的漂浮物及部分悬浮状污染物,以减轻水质的腐化程度和后续处理工艺负荷。经过一级处理的废水,一般达不到排放标准。

废水的二级处理:该方法以生物处理为主要手段,如活性污泥法、生物膜法、生物稳定塘、土地处理系统等。主要去除废水中呈可溶态、胶态的有机污染物及部分氮、磷元素,其出水一般能达到排放标准。

废水的三级处理(又称深度处理):采用该法的目的在于废水的回用。因此,应根据用户对水质的要求,建立不同的处理工艺组合。一般主要去除氮、磷、重金属、病原微生物及其他有毒物质。经常采用的方法主要有化学处理方法,如中和、化学沉淀、微滤、吸附、电渗析、离子交换、氧化还原等。

这里须指出,对于工业废水的处理,由于其成分复杂,处理难度较大,必须采取综合防治措施。工业生产应尽可能采用无污染或少污染的先进工艺和设备。加强生产管理,减少或消除原材料及制成品的流失量。采取清污分流制,减少废水的处理量。对于相对较清洁的生产废水如冷却水、清洗尾水,可进行简单处理后循环使用,以节约水资源。

在确定治理方案时,应特别考虑废水的利用问题。如对于饲养场的有机高浓度废水,是采用各种方法处理废水,使出水达标排放,还是将废水视作肥料及能源加以利用,这是两种截然不同的结果。许多实例告诉我们,不重视这个问题,将付出惨重的代价。

0.1.2 大气污染防治工程

0.1.2.1 大气污染源

大气污染问题主要为人类活动所造成,主要的污染源有三种,即生活污染源、工业及农业生产污染源和交通污染源。

生活污染源是指人们做饭、取暖及服务行业燃烧燃料等所形成的污染源。特点是:点多、面广、排放高度低、排放总量大。

工业、农业生产污染源是指工业、农业生产过程中排放烟气、粉尘及各种废气的工厂、车间或设备。其特点是:排放源集中、污染气体排放量大、污染物的种类较多、对当地大气环境质量影响较大。

交通污染源,又称移动污染源,主要指汽车、飞机、火车、摩托车和船舶等,在交通线上移动,且排放废气的装置。其特点是:排放源沿交通线移动,数量多;排放的氮氧化物、一氧化碳和烃类,是形成光化学烟雾的物质基础;对城市的大气环境质量影响较大。

对大气污染防治,在宏观上应采取综合防治的策略。对于主要污染物可

采取下列措施进行治理。

0.1.2.2 颗粒污染物净化技术

该法是将颗粒物从废气中分离出来的技术。常用的高效除尘器(除尘率在99%以上)有四种,即冲击式除尘器、文丘里除尘器、过滤式除尘器和电除尘器。

0.1.2.3 气态污染物净化技术

气态污染物种类较多,性质各异。排放量较大的有二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、含氟气体、汽车尾气、碳氢化合物、碳氧化物等。排放量较少的有化工及各种生产过程中排放出的废气等。

常用的净化方法有吸收法、吸附法、催化转化法、燃烧法等。其中吸收法是最常用的基本方法。该法是用适当的吸收剂,从废气中吸收除去气态污染物以消除污染。其特点是:处理量大、处理效果好。目前,发达国家普遍采用的烟气脱除SO₂的技术(石灰/石膏法),就是吸收原理的应用成果。多数情况下,吸收过程是将污染物由气相转入液相,因此,还需对吸收液作进一步的处理,以免产生二次污染。吸附法适合于低浓度的废气净化,能回收有用成分,设备简单。可使用吸附法净化的气态污染物有低浓度的有机物废气,少量的SO₂烟气,含氟废气,含铅及含汞废气、恶臭,沥青烟及餐饮业油烟等。从目前发展的趋势看,吸附法的应用面正在逐步扩大。催化转化法目前应用较多的是汽车尾气的净化及用催化剂将SO₂与H₂O转化成硫酸的湿法脱硫技术。燃烧法能去除散发难闻气味,或有毒的气体有机物或气溶胶。燃烧法工艺简单,操作方便,已广泛应用于石油化工、化工、食品加工、喷漆及绝缘材料加工行业废气的净化,也可用于CO、恶臭、沥青烟等可燃有害组分的净化。

大气污染物经过处理净化后达到了排放标准,但是,排放高度不够,仍然会造成严重污染,因此采用高烟囱排放技术。我们必须建立高度合适的烟囱,使经过净化达标的烟气,向更远的地方稀释扩散,充分利用大气的自净作用,进一步降低地面空气中污染物的浓度。

0.1.3 噪声及其他公害防治技术

我们接触的自然环境中除了大气、水、植被等环境要素以外,在我们的生存空间里还充满着各种声波、电磁波、光辐射等。核能技术及放射性元素的广泛应用,天然石材制品进入室内装饰领域,放射性污染也在走近我们。电磁、放射性、噪声、热、光污染的防治已成为众所瞩目的环境保护课题。

据有关部门统计,北京、上海居民向环保部门反映的噪声污染问题占有所有污染事件的40%以上,说明我国的噪声污染也很严重。

构成声音有三个要素,即声源、介质、接受者。因此噪声的控制也必须从这三个环节入手,即从声源上降低噪声,在噪声传播途径上加以控制,在接受点上

进行防护。一般来说,从声源到接受体之间可采用隔振、消声、吸声、隔声的措施来治理噪声污染。城市绿化对控制噪声有一定的作用,通过测试表明,40m 宽的树林可降低噪声 10~15dB,10m 宽的草坪可降低 0.7dB。虽然绿化对降低噪声的强度是有限的,但对人心里感觉来说,绿色要显得安静一些。另外,做好城市规划,将声源布置在远离人口密集区的地方,利用噪声在距离上的衰减达到减噪的目的,也是必不可少的。

产生电磁污染的污染源有各种微波通信、电台、电视台、工业用及家用电器等产生的电磁辐射,使人们生活在电磁波的海洋里,对人类的危害不可小视。防护的主要方法是采用金属材料作屏蔽体,将电磁辐射能量传入大地。

很多天然石材具有放射性,但程度不一,不符合建筑标准的产品流入装修市场,使放射性污染在我们周围有可能存在。因此,必须加强建材市场的监管,杜绝放射性超标的产品进入市场。

核废物造成的放射性污染的治理方法基本同水、气、渣的治理方法。总的原理是将放射性元素浓缩后,回收或固化,再作最终处理。

热污染所造成的危害,最典型的是“温室效应”,直接关系到人类自身的生存。减少 CO₂ 与热能的排放,是有效的控制方法。

各种可见光源与反光材料安置不当,均会影响人的工作与生活。强光还会直接伤害人的眼睛。另外,都市中杂乱的建筑,不和谐的色彩与广告均会令人烦恼,影响身心健康及工作效率,对光污染的治理已刻不容缓。

0.1.4 固体废物的处理与处置

随着生产的发展和人们生活水平的提高,固体废物的排放量在不断增加,成分复杂。一般按其来源分为工业及农业固体废物、城市垃圾、危险固体废物等。由于固体废物来源面广、量大,若管理不当,必将对水体、大气和土壤带来污染。其中的有毒、有害废物和病原体,还会通过生物和环境介质的传播,危害人体健康。因此,对固体废物的处理和处置,是一个十分重要的问题。

对固体废物的处理方法,从观念上讲,首先应将固体废物视作资源。固体废物中的每一种物质都是具有再利用价值的。对固体废物的处理首先应考虑综合利用,尽可能实现固体废物的资源化。从中回收金属、玻璃、塑料、纸张、能源、肥料等,也可将量大的固体废物用来生产建筑材料。大城市采用清洁的垃圾发电是今后的发展方向。小城市及县城采用垃圾的资源化是较可行的。生活垃圾最好不要采用填埋的处理方式,因为这些垃圾迟早要污染地下水和周围的大气。美国每年都要拿出百亿美元来清理以往的垃圾填埋场,从环境中铲除这些毒瘤。填埋一般作为固体废物的最终处理方式,这有两层意义:一种是无害固体废物,如垃圾发电后的残渣、建筑垃圾、少量的炉渣等,这是一种回归性的填埋,没有什

么潜在危害；另一种是危险固体废物的最终填埋。我们目前的技术水平还不能及时、有效地回收利用这些废物，填埋的目的是安全地将其封存起来，等科技水平提高后，有了合适的利用方法，再将其挖出来，变废为宝。

0.1.5 环境污染综合防治

环境工程学具有庞大而复杂的技术体系。所研究和要解决的问题，不仅限于防治环境污染的技术措施，而且包括保护和合理利用自然资源，探讨和开发废物的资源化技术，改革生产工艺，以及按区域环境质量的要求，合理地布局与管理，以求得社会、经济和环境三个效益的统一。以这种考虑为基础，即形成了环境污染综合防治的概念。总之，对一个污染项目的治理，我们应从资源、生态、经济、社会全方位来考虑，以获得最佳的治理效果，就可以避免产生一些不应该产生的问题。例如一个污水处理场的建立，给周围居民带来了废水气溶胶及噪声的污染；治理烟气污染时，却又产生了水污染；填埋垃圾又造成地下及地面水污染；对落后的、污染严重的生产工艺产生的污染物，进行艰难的治理等。

这些不合理现象的出现，说明环境工程设计者并未从综合防治的角度出发，而是就事论事地进行治理，结果还是留下了污染环境的后遗症。

0.2 环境工程的发展趋势

地球作为人类生存和社会发展的基础，为人类提供了适宜的生存空间和丰富的自然资源。而资源与环境是有限的。科学技术、经济的发展和社会的进步对资源与环境的需求在不断增长，这样，在环境污染控制与资源需求之间存在着矛盾的发展关系。资源、环境、经济三者发展的平衡关系决定着环境工程的发展趋势。资源的消耗促进了经济的发展，但很多资源以污染物的形式进入了环境，造成环境污染，又阻碍经济的发展。因此，环境工程的任务，就是将进入环境的污染物再资源化，在保护环境的同时，更快地促进经济的发展。

由于人们对环境保护日益重视，在环境工程领域，污染控制技术的研究与开发异常活跃。总的来看，那些投资少、运行费用低、处理效果好的方法最有生命力。有机废水的生物处理，从普通活性污泥法→氧化沟→间歇式活性污泥法(SBR)，投资及运行成本越来越低。如果采用生物稳定塘或土地处理系统进行处理，则投资及运行费用更低。因此，美国国家环保局在审批污染治理项目时，首推生物稳定塘和土地处理系统。我国山东威海市用少量的投资，利用海边的荒地，加以改造，种植芦苇，以湿地处理系统的方式处理城市污水，出水入海时，

完全达到排放标准,就是生动的一例。

在大量低成本治理污染的实用技术广泛应用的同时,高新科学技术也大量渗入环境工程学科领域,并更具吸引力与想象力,同时也缩短了环境污染治理技术的更新周期。

0.2.1 生物新技术的应用

(1)生化强化废水处理技术

该技术包括高浓度活性污泥法、粉末活性炭活性污泥法(PACT法)、间歇式活性污泥法(SBR法)、升流式厌氧污泥床法(UASB法)、生物-铁法、水解-好氧化物处理工艺(H/O法)、厌氧生物滤池等。

(2)空气净化生物技术

用生物学方法来处理废气和净化空气,是一项大气污染控制的新技术,代表空气净化技术的现代发展水平。其基本方式有生物过滤法、生物洗涤法和生物吸收法。与传统的吸收、吸附及焚烧法相比,生物法净化废气具有费用低、无二次污染等特点。早期主要用于脱臭,近年开始应用于化工等行业排放的挥发性有机废气的净化。在德国、荷兰、日本等已有近千套生物净化装置投入运行。

(3)有机废物快速堆肥和发酵技术

食品工业的许多废弃物,数量大、 BOD_5 值高,直接排放对环境将造成很大的危害。这些超排放标准的废弃物可作为微生物生长繁殖的营养源,可充分利用发酵技术,提高其菌体蛋白含量及其他有效成分,生产菌体蛋白饲料。

(4)固定化微生物技术

固定化微生物技术是目前各国污水处理领域竞相研究开发的内容之一。该法在反应器中保持高生物浓度,反应启动快、处理效率高、操作稳定、污泥产量低、固液分离简单,具有广阔的应用前景。对难降解有机物还有其独特的性能,固定化细菌对有毒物质的承受能力和降解能力明显增加。许多国家已在高效菌的选育方面取得了成绩,已分离出一些能降解苯酚、五氯酚、联苯、聚乙烯醇等的高效菌和染料脱色菌。

(5)膜生物反应器

膜生物反应器是将膜技术和生物技术相结合的一种被十分重视的高新水处理和水回用技术。不少工业化规模的膜生物反应器,已在水处理工程中得到实际应用。日本现在每年约有25套粪便污水的处理系统建成投产。其中有半数使用了“活性污泥法超滤膜”的膜生物反应器技术。其规模一般在50~100t/d,混合液活性污泥浓度可达12~18g/L,高于普通活性污泥法3~8倍。 BOD_5 去除率接近100%,出水浓度小于1mg/L。氨氮、磷等水体营养物质的去除率,也基本达到100%。其他国家,如澳大利亚、德国、法国、加拿大等,在城市污水、工

业废水及给水等方面也对膜生物反应器进行了大量研究,其应用方兴未艾。

(6) 光合细菌法

光合细菌法(PSB法):光合细菌能在厌氧、光照条件下,进行不产氧的光合作用。它具有随生产条件的变化而灵活地改变代谢类型的特性,这使光合细菌能处理 BOD_5 浓度高达上万毫克每升的有机废水。PSB法工艺是微生物生态学演替净化原理的典型体现。该工艺第一步,高浓度高分子有机物在异养菌作用下,降解为低级脂肪酸等小分子有机物,即所谓“可溶化处理”过程;第二步,由光合细菌将小分子脂肪酸等进一步降解,有机物浓度大幅度降低;第三步,用藻类或活性污泥使废水达到净化标准。

0.2.2 核技术的应用

核能的开发与应用为工农业生产及人类生活带来了重大影响,核反应堆、核武器给人们造成恐惧。其实,放射性现象一直存在于自然界,人类也一直生活在天然辐射的环境之中。实践证明,对核能的正确利用,将给人类在许多方面创造巨大的收益。同时,人们也注意到核能的发展可在拯救地球、改善环境的过程中起积极作用。

(1) 辐射技术的应用

辐射技术是利用射线与物质间的作用,电离和激发产生活化原子与活化分子,使之与物质发生一系列物理、化学、生物化学变化,导致物质的降解、聚合、交联并发生改性,可除去某些常规方法难以去除的污染物。

(2) 用辐照法处理生活污水和工业废水

用辐照法照射偶氮染料和蒽醌染料废水,可完全脱色。TOC(总有机碳)的去除率可达 80%~90%,COD 去除率可达 65%~80%。辐照技术也可有效地处理洗涤剂、有机汞农药、增塑剂、亚硝胺类、氯酚类等有害有机物。将辐照技术与普通废水处理技术联用,具有协同作用,可提高处理效果。

(3) 用 γ 射线辐照处理固体废物

日本曾利用 γ 射线辐照与加热联用的方法,对难降解废塑料进行处理,机械破碎后,得到分子量不同的聚四氟乙烯蜡状粉末,可作为优良的润滑剂和添加剂。日本还用辐照法处理木屑、废纸、稻草等纤维素较多的物质,通过糖化与发酵得到酒精;美国则采用对这类纤维素加酸后,经辐照处理得到葡萄糖。另外,对污泥用 γ 射线或电子束辐照处理进行消毒,可作为优良的农田肥料和土壤改良剂。美国、德国已建成了每天处理量为 1500t 污泥的辐射处理设备。

(4) 用电子束处理废气

日本原子力研究所用电子加速器作照射源,在 80℃下,加氨照射,辅以静电除尘,去除生成的硫酸铵和硝酸铵,可同时除去 SO_2 和 NO_x ,该法已商业化。