



国家出版基金项目

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

中国战略性新兴产业——新材料

环境工程材料

中国材料研究学会组织编写

丛书主编◎黄伯云

丛书副主编◎韩雅芳

编 著◎张增志

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



国家出版基金项目

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

中国战略性新兴产业——新材料

环境工程材料

中国材料研究学会组织编写

丛书主编 黄伯云

丛书副主编 韩雅芳

编 著 张增志



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

“中国战略性新兴产业——新材料”丛书是中国材料研究学会组织编写的,被新闻出版广电总局批准为“十二五”国家重点出版物出版规划项目,并获2016年度国家出版基金资助。丛书共16分册,涵盖了新型功能材料、高性能结构材料、高性能纤维复合材料等重点发展材料。本分册为《环境工程材料》。

针对人类所面临的物质型环境污染中固态环境(土壤污染退化、固体废弃物)问题、空气环境(车辆尾气、工业废气、气候变化)问题、水环境(水污染、水体退化、饮水安全)问题和能量型环境污染(光、电、热、波、辐射、噪声、振动等问题)以及人居健康舒适问题,本书全面系统地论述了人类为解决这些环境问题所采取的物理、化学和生物技术中所使用的新材料的概念、原理、制备、应用和发展趋势。

本书在编写过程中着重阐明材料的基本概念、原理和方法,并力求反映国内外在该领域中的新动向、新经验和新趋势,可供环境研究院所、高等院校、政府相关部门、厂矿企业等领域的人员参考,也可作为高校环境类专业本科高年级教材或研究生教材。

图书在版编目(CIP)数据

中国战略性新兴产业.新材料.环境工程材料/张增志
等编著. —北京:中国铁道出版社,2018.11
ISBN 978-7-113-25125-3

I. ①中… II. ①张… III. ①新兴产业-产业发展-研究-
中国 ②环境工程-工程材料-产业发展-研究-中国 IV. ①F269.24
②TB39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 255812 号

书 名: 中国战略性新兴产业——新材料
环境工程材料
作 者: 张增志 编著

策 划: 李小军
责任编辑: 李小军 曾露平 彭立辉
封面设计: **MX** DESIGN
责任校对: 张玉华
责任印制: 郭向伟

读者热线: (010) 63550836

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址: <http://www.tdpress.com/51eds/>
印 刷: 中煤(北京)印务有限公司
版 次: 2018年11月第1版 2018年11月第1次印刷
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 34.75 字数: 784 千
书 号: ISBN 978-7-113-25125-3
定 价: 148.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836
打击盗版举报电话:(010) 51873659

“中国战略性新兴产业——新材料”丛书

编委会

主任：黄伯云（中国工程院院士、中国材料研究学会名誉理事长）

副主任：韩雅芳（教授、中国材料研究学会副理事长兼秘书长）

田京芬（中国铁道出版社社长、全国新闻出版行业领军人才）

编委：李元元（中国工程院院士、中国材料研究学会理事长）

魏炳波（中国科学院院士、中国材料研究学会副理事长）

周玉（中国工程院院士、中国材料研究学会副理事长）

谢建新（中国工程院院士、中国材料研究学会常务副理事长）

郑有炘（中国科学院院士、南京大学教授）

李卫（中国工程院院士、北京钢铁研究总院教授级高级工程师）

潘复生（中国工程院院士、中国材料研究学会副理事长）

姚燕（教授、中国材料研究学会副理事长）

罗宏杰（教授、中国材料研究学会副理事长）

韩高荣（教授、中国材料研究学会副理事长）

唐见茂（教授、中国材料研究学会常务理事、咨询专家）

张新明（教授、俄罗斯工程院院士、俄罗斯宇航科学院院士）

朱美芳（教授、中国材料研究学会常务理事）

张增志（教授、中国材料研究学会常务理事兼副秘书长）

武英（教授、中国材料研究学会常务理事兼副秘书长）

赵永庆（教授、中国材料研究学会理事）

李贺军（教授、中国材料研究学会理事）

杨桂生（教授、中国材料研究学会理事）

吴晓东（清华大学材料学院副研究员）

吴 玲(教授、国家新材料行业生产力中心主任)

尚成嘉(北京科技大学教授、中国材料研究学会理事)

徐志康(浙江大学教授)

杨 辉(浙江大学教授)

姜希猛(深圳清华大学研究院研究员)

赵 静(中国铁道出版社总编办主任)

责 任 编 委: 唐见茂

丛 书 主 编: 黄伯云

丛书副主编: 韩雅芳

序

新材料是高技术和现代产业的基础和先导，对培育和发展战略性新兴产业、国家重大工程项目的建设以及可持续发展都具有重要的支撑和保证作用。在我国政府大力支持下，我国新材料在产业规模、技术进步、创新能力、应用水平等方面均取得了重大进展，自主的产业体系初步形成，具备了良好的发展基础。同时，从全球高新技术和新兴产业的发展前景看，新材料的基础地位和先导作用也越来越重要。

“中国战略性新兴产业——新材料”丛书是为贯彻落实国务院 2010 年颁布的《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》（国发〔2010〕32 号）而组织编著出版的。在国发〔2010〕32 号文中，新材料被列为我国七种重点发展的产业之一，其总体目标定位是：“大力发展稀土功能材料、高性能膜材料、特种玻璃、功能陶瓷、半导体照明材料等新型功能材料。积极发展高品质特殊钢、新型合金材料、工程塑料等先进结构材料。提升碳纤维、芳纶、超高分子量聚乙烯纤维等高性能纤维及其复合材料发展水平。开展纳米、超导、智能等共性基础材料研究。”本丛书由中国材料研究学会负责组织编著、中国铁道出版社出版，并成功入选“‘十二五’国家重点出版物出版规划项目”，获得 2016 年度国家出版基金资助。这是论述我国新材料发展战略的第一部系统性科技系列著作，代表了当代新材料发展的主流，对推动我国战略性新兴产业和可持续发展都具有重要的现实意义和深远的指导意义。

本丛书从发展国家战略性新兴产业的高度出发，重点选择了国发〔2013〕32 号文件鼓励的高性能结构材料、特种功能材料和高性能纤维及其复合材料，全面系统阐述了发展这些重点新材料的产业背景及战略意义，系统地论述了这些新材料的理论基础和应用技术、我国取得的最新研究成果、应用方向及发展前景，针对性地提出了我国发展这些新材料的主要方向和任务，分析了存在的主要问题，提出了相应的对策和建议，是我国近年来在新材料领域内具有领先水平的科技著

作丛书。丛书最大的特点是体现了一个“新”字：介绍和论述了我国材料领域取得的最新研究成果、开发的最先进材料品种和最新制造技术，所著内容代表当代全球新材料发展方向和主流。丛书既具有较高的学术性和技术先进性，同时对我国新材料产业发展也具有重要的参考价值。

中国材料研究学会是全国一级学术团体，具有资源、信息和人才的综合优势，多年来在促进材料科学进步、开展国内外学术交流、承接政府职能转移、提供新材料产业发展决策咨询、开展社会化服务等方面做了大量的、卓有成效的工作，为推动我国新材料发展发挥了重要作用。参加本丛书编著的作者都是我国从事相关材料研究和开发的一流的科研单位和院校、一流的专家学者，拥有数十年的科研、教学和产业开发经验，并取得了国内领先的科研成果，创作态度严谨，从而保障了本套丛书的内容质量。

本丛书的编著和出版是近年来我国材料研究领域具有足够影响的一件大事。我们希望，本丛书的出版能对我国新材料技术和产业发展产生较大的助推作用，也热切希望广大材料科技人员、产业精英、决策机构积极投身到发展我国新材料研发的行列中来，为推动我国新材料产业又好又快的发展做出更大贡献！

中国材料研究学会名誉理事长

中国工程院院士



2016年6月

前 言

环境工程材料是环境科学发展到一定阶段受役于环境工程技术而发展起来的新型功能性材料。长期以来,人们投入了大量的时间和精力研究了人类的环境问题,环境科学的发展使我们更加清晰地认识和了解了环境问题的本质对象。对于短期内依靠环境自身的修复、净化等自调节功能无法解决的问题,工程技术成为必然要选择的有效手段。环境工程技术是将物质、能量和信息有效或科学地输入到环境系统之中,使其与环境中原有的物质流、能量流和信息流发生融合、作用和整合,最终使环境问题得以解决的工程手段。环境工程材料作为该物质或物质、能量、信息的载体越来越发挥着不可或缺的作用,并且已成为当今环境科学领域研究的热点。

环境工程材料在解决环境问题的过程中作为环境“施加物”也带来了一系列新的环境科学命题,环境友好性、功能特性、物质流协调性、能量流协调性、界面效率、复杂结构传质、再生循环、智能化等物理、化学或生物问题都会呈现在科技工作者面前,需要科技工作者开展由环境工程材料而引发的新一轮环境科学的研究。环境工程材料的作用方式往往体现在分子水平上,作用机制属于微观过程,且这一过程又是在复杂体系的多元因素条件下发生的,这就对环境工程材料的科学性提出了更高的要求。经过近几十年的发展,环境工程材料已逐步发展成一个相对独立的学科门类,许多领域,如多孔材料、膜材、微生物材料、催化材料、抗菌材料等,由于研究的不断深入,已逐渐成为环境工程材料中一个个较为完善的分支学科体系。尽管环境工程材料的研究仍然有大量的科学问题和工程技术问题亟待解决,但是,这似乎更加需要我们对该材料门类从基本概念、原理上进行总结、整理和归纳。

环境工程材料机制可以宏观地看作两个界面间的作用:一个是材料界面;另一个是环境界面。本书试图一方面从材料的角度出发论述环境工程材料的基本原理和发展趋势;另一方面,从环境的角度出发论述环境工程材料作用机理和发展趋势。全书从结构上可分为五部分,分别为环境工程材料的概念,物理、化学和生物作用的环境工程材料,固、液、气三相环境中物质污染治理的环境工程材料,能量型污染治理的环境工程材料和健康舒适新材料。按此结构,第1章阐述了环境工程材料的基本概念和发展过程;第2~4章系

统地论述了具有物理作用、化学作用和生物作用的环境工程材料,包括这些材料的基本概念、基本原理、制备方法、功能特性和发展趋势;第5~7章分别涉及了应用于水、固态、大气环境中物质污染治理的环境工程材料,从材料的应用角度论述了这些材料的基本概念、基本原理、应用特点和发展趋势;第8章涉及能量污染治理材料,系统论述了专门用于光、电、热、波、辐射、噪声、振动等能量污染的治理材料和发展趋势;第9章论述了与人的生活质量和健康水准相关的健康舒适性材料及发展趋势。本书涉及的知识结构繁杂,覆盖面极广,科技成果量大,前沿研究分布广阔,因此,在著述过程中力图做到内容新、全,努力为读者提供一本基本概念和基本原理较为清楚、作用机理较为透彻、发展趋势和方向比较明确的环境工程材料类著作。

本书在编写过程中参考了本书作者作为主编的“2013—2015年国家辞书编纂出版规划”项目《材料大辞典》(第二版2016.7)中245条环境工程材料词条。

本书由张增志编著,武斌、彭艳阳、孙娜、吴广、苗棋凯、谷娜、张超杰、杜红梅、董珊珊为本书的资料检索、搜集、整理做出了突出贡献。本书在撰写过程中,国际材联主席韩雅芳教授、清华大学翁端教授、北京工业大学聂作仁院士、北京航空航天大学王天民教授、北京钢铁研究总院吴伯群教授、有色金属研究院石力开教授对本书中的概念修改和完善提出了许多宝贵意见,并对本书的撰写工作给予了大力支持,在此向以上专家学者和支持本书撰写的同志表示诚挚的感谢。

本书能够顺利出版,得益于国家出版基金资助,以及中国铁道出版社的大力支持和帮助,在此一并致谢。

由于新材料产业不断发展,书中难免存在一些不够完善或不妥之处,恳请各位同仁提出宝贵建议和意见。

编著者

2018年7月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 环 境	1
1.2 环境工程	2
1.3 环境工程材料	3
1.4 生态环境材料与环境工程材料	3
1.5 环境工程材料已发展成为一门独立的学科门类	4
第 2 章 环境物理材料	5
2.1 环境吸附材料	5
2.1.1 活 性 炭	8
2.1.2 硅胶吸附剂	13
2.1.3 大孔吸附树脂	16
2.1.4 黏土类吸附剂	18
2.1.5 天然改性材料吸附剂	29
2.2 环境分离材料	38
2.2.1 颗粒滤料	38
2.2.2 纤维过滤材料	41
2.2.3 织物滤料	43
2.2.4 多孔过滤材料	47
2.2.5 分 离 膜	50
第 3 章 环境化学材料	82
3.1 环境化学转化材料	82
3.1.1 臭 氧	82
3.1.2 高铁氧化剂	83
3.1.3 芬顿试剂	84
3.2 环境化学分离材料	88
3.2.1 单质液体吸收剂	88

3.2.2 单质固体吸收剂	92
3.2.3 离子液体吸收剂	104
3.2.4 环境离子交换剂	107
3.2.5 环境螯合剂	115
3.2.6 环境絮凝剂	118
3.3 环境催化材料	146
3.3.1 环境催化剂	146
3.3.2 常见的环境催化剂	148
3.3.3 环境能量辅助催化剂	159
第4章 环境生物材料	179
4.1 环境修复微生物	179
4.1.1 环境修复微生物类型	179
4.1.2 微生物催化酶	181
4.1.3 微生物载体材料	184
4.1.4 微生物对污染物的降解与转化	185
4.2 环境修复植物	186
4.2.1 萃取型植物	189
4.2.2 根际过滤型植物	189
4.2.3 固化型植物	190
4.2.4 根际圈生物	192
4.2.5 转化型植物	192
4.2.6 重金属修复植物	193
4.2.7 有机物污染修复植物	197
4.3 环境修复动物	200
4.3.1 原生动​​物	200
4.3.2 蚯 蚓	201
4.3.3 其他动物	202
第5章 水处理材料	204
5.1 废水处理剂	204
5.1.1 化学处理剂	204
5.1.2 生物处理剂	217
5.1.3 物理处理剂	234
5.2 水体原位修复材料	237

5.2.1 水体吸油材料	237
5.2.2 水体富营养化修复材料	238
第 6 章 固态环境污染物治理材料	241
6.1 土壤污染治理材料	241
6.1.1 土壤生物降解催化材料	241
6.1.2 土壤化学淋洗剂	243
6.1.3 土壤重金属污染治理材料	244
6.1.4 吸氟植物	250
6.1.5 土壤有机污染治理材料	250
6.1.6 土壤农药残留治理材料	258
6.2 土地退化修复材料	261
6.2.1 土壤改良剂	261
6.2.2 荒漠化治理材料	263
6.2.3 缓控释材料	268
6.3 固体废物处理材料	270
6.3.1 有机固体废物修复生物	271
6.3.2 固体废物浮选剂	274
6.3.3 垃圾处理材料	276
6.3.4 污泥调理剂	284
第 7 章 大气环境治理材料	286
7.1 除尘过滤材料	286
7.1.1 除尘过滤有机纤维材料	287
7.1.2 除尘过滤玻璃纤维	287
7.1.3 除尘多孔陶瓷材料	287
7.1.4 除尘过滤金属材料	288
7.2 汽车尾气净化材料	288
7.2.1 三效催化剂	288
7.2.2 柴油车尾气净化四效催化剂	294
7.2.3 尾气颗粒物过滤材料	299
7.3 工业废气治理材料	302
7.3.1 二氧化碳吸收材料	303
7.3.2 氮氧化物净化材料	309
7.3.3 二氧化硫净化材料	332

7.3.4	硫化氢吸收材料	345
7.3.5	羰基硫水解催化剂	354
7.3.6	氯(气)吸附材料	354
7.3.7	含氟废气吸收剂	358
7.3.8	汞吸收材料	359
7.3.9	恶臭气体吸附剂	363
7.3.10	铅烟吸收剂	368
7.3.11	有机蒸气净化材料	372
7.3.12	卤素化合物分解催化剂	375

第 8 章 能量污染治理材料 380

8.1	光辐射治理材料	380
8.1.1	紫外线反射剂	380
8.1.2	防 晒 剂	382
8.2	抗静电材料	386
8.2.1	表面活性剂类抗静电剂	391
8.2.2	高分子永久型抗静电剂	393
8.2.3	无机填充抗静电材料	394
8.2.4	结构型导电高分子材料	398
8.2.5	抗静电塑料	400
8.2.6	抗静电织物	402
8.2.7	防静电涂料	404
8.3	抗热辐射材料	405
8.3.1	隔热材料	405
8.3.2	低辐射玻璃镀膜	409
8.3.3	隔热玻璃涂料	411
8.3.4	热岛效应缓解材料	411
8.4	噪声治理材料	416
8.4.1	吸声材料	416
8.4.2	隔声材料	437
8.4.3	阻性消声器	451
8.5	抗振动材料	454
8.5.1	隔振材料	454
8.5.2	减振阻尼材料	455
8.6	抗电磁波材料	472

8.6.1 电磁波屏蔽材料	473
8.6.2 电磁波吸收材料	484
8.7 放射性污染防治材料	487
8.7.1 X射线、 γ 射线与物质的相互作用	488
8.7.2 中子与物质的相互作用	490
8.7.3 X射线屏蔽材料	491
8.7.4 γ 射线屏蔽材料	492
8.7.5 中子射线屏蔽材料	492
第9章 健康舒适材料	495
9.1 抗菌材料	495
9.1.1 天然抗菌剂	495
9.1.2 有机抗菌剂	497
9.1.3 无机抗菌剂	500
9.1.4 消毒剂	516
9.2 饮水净化材料	518
9.2.1 饮水净化活性炭	518
9.2.2 饮水净化光催化材料	520
9.2.3 饮水净化分离膜	521
9.2.4 饮水净化微孔陶瓷	523
9.2.5 饮水净化臭氧氧化剂	525
9.3 智能舒适玻璃	528
9.3.1 光致变色玻璃	528
9.3.2 热致变色玻璃	531
9.3.3 电致变色玻璃	532
9.4 调湿调温材料	533
9.4.1 导湿舒适纤维	533
9.4.2 室内调湿材料	534
9.4.3 相变调温纤维	536
9.5 室内空气净化材料	537
9.5.1 室内空气物理净化材料	537
9.5.2 室内空气化学净化材料	538
9.5.3 室内空气生物净化材料	539
9.5.4 室内空气微生物污染光催化净化材料	540
参考文献	542

第1章 绪论

1.1 环境

人与环境的关系自人类出现在地球上就基本上确立了,其本质是物质、能量、信息的占有与交换的关系。人具有“人之为人”的优势,从第一次工业革命机器代替人的部分劳动后,人类利用和改善自然的能力大幅提升,科学技术的应用更是推动着社会经济高速发展。恩格斯早在一百年前提出警告:“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,自然界都对我们进行报复。”在我们获得前所未有的物质财富的同时,环境恶化、能源紧张、资源枯竭、疾病蔓延……相继而来。

人类发展史告诉我们,人类并不是也永远不可能成为地球的主宰,只不过是地球生态系统中的一个组成;人与环境共同构成一个相互关联的整体,人类的一切活动必须遵守该整体的法则。

1992年6月,由100多个国家参加的里约热内卢联合国“环境与发展大会”,通过了地球宣言(又称“地球宪章”),这是人类首次就“经济发展必须与环境保护相协调”达成广泛共识。

环境问题是现代工业文明不健全的产物,是科学技术达到一定水平而又不完善带来的副产品。本质上讲,科学本身就是探索人类的生存环境,通过观察、实验、假设、命题的过程推导出支配人类环境的大自然的基本规律;技术是运用这些规律实施、控制人类环境,以此来有意识地掌握自己的命运,也由此通常把技术称为应用科学。然而,许多技术常常是建立在超出已证实的科学定律的范围以外的空白领域,其唯一的准则是经验和以往的成就,这些经验和成就的事实本身说明了“可行”。技术需要解决的是社会对它提出的问题,它不同于纯科学只需从定义上解决它能够找到答案的问题。技术作为目的化的自然物质的运动规律,具有跃迁性和积累性,即技术能够针对缺陷或不足进行改善和追加。因此,环境问题的出现不是科学出了问题,是技术出现了缺陷,值得庆幸的是技术具有追加改善的属性。

人们习惯于工业技术促进经济发展,在经济发展较慢的阶段,由于经济活动的水平较低,环境污染水平也较低;在经济起飞、制造业大发展阶段,资源的消耗超过资源的再生,生态环境开始恶化;在经济发展的更高阶段,不但经济结构开始向利好环境方向调整,而且经济发展带来的积累也需要用来改善和治理环境。经济学家也认为,环境与经济不可分割,环境保护和经济发展已成为对立统一的整体而长期存在下去。一方面,经济发展要以环境保护为条件。自然环境系统的物流、能流是经济系统物流、能流的来源,环境系统的生产力(物质和能量转化的效率)是社会劳动效率和价值增值的基础,只有环境系统源源不断地为经济系统提供物质和能量,才能使经济增长成为可能。另一方面,保护生态环境要依靠经济发展。良好的环境质量只

有在适宜的经济结构和经济秩序下才能达到,治理污染和保持良好的环境需要技术和资金,这必须依靠经济实力来支撑。然而,人类发展的实践告诉我们,在权衡与纠结经济发展与环境保护的矛盾过程中,我们更不愿意失去健康和环境友好的生存空间,环境保护必然随着人们认识的提高理所当然地建立在经济发展之上。也就是说,经济发展必须以环境保护为前提条件,在这一理念指导下的发展模式才是真正的可持续发展。科学技术不仅服务于经济发展,也要服务于环境保护,最终服务于可持续发展这一整体。因此,在未来,以环境保护为前提的科学技术的协调发展将引领着经济发展的主要模式。

当前解决环境问题的科学技术已经融入全人类的生产和生活之中,并将生态文明(人类改造客观世界过程中建立人与自然的和谐关系,解决负面效应,建设有序的生态运行机制所取得的物质、精神、制度方面的成果总和)科学地“规则化”为物质文明(人类物质生产方式和经济生活进步状态)和精神文明(人类改造主、客观世界过程中智慧与道德的进步状态)的前提条件。

1.2 环境工程

科学技术必须通过工程来实现。工程是利用科学技术有效地支配物质、能量、信息,针对要解决的问题创造出结构、系统、工艺及产品。工程作为一种职业,其目的是造福人类。1986年,欧洲工程技术审定委员会将工程定义为“将通过学习、经验和实践所获得的数学和自然科学知识应用于自然界物质和自然力的经济合理的利用之方法和途径的开发和评价,并以此造福于人类的一种职业”。该定义强调了科学技术支配物质、能量和信息,也强调技术实施过程中的不断评价和改进。

环境工程的提出最早是作为土木工程的一个分支。1977年,美国土木工程师协会环境工程分会,在第二次世界大战后工业国家工农业、交通、城市建设的迅速发展,废水、废气、废固大量排放,导致环境公害病的大背景下提出了环境工程的概念,其定义为“通过健全的工程理论与实践解决环境卫生问题,主要包括提供安全可口和充足的公共给水;适当处置与循环使用废水和固体废物;建立城市和农村符合卫生要求的排水系统;控制水、土壤和空气污染,并消除这些问题对社会和环境所造成的影响。而且,它涉及的是公共卫生领域里的工程问题,例如控制通过节肢动物传染的疾病,消除工业健康危害,为城市、农村和娱乐场所提供适合的卫生设施,评价技术进步对环境的影响等”,该定义的内涵是着眼于水、空气和食物这三种影响人类生存的最基本的物质能量条件,来实施对饮水系统、排水系统、土壤、固体废物、空气等位点或系统的污染治理工程,治理的对象主要是该位点或系统中的污染物质。

人类对可持续发展达成了广泛的共识之后,环境科学的发展促使人类更加关注生存和生活健康舒适的属性,当把环境看成人体之外的一个体系时,直接的环境问题包括通过水、空气、食物所发生的物质污染问题,以光、电、热、噪声、辐射等为特征的表现能量污染问题,以及与环境科学相悖的信息污染问题。治理环境污染不能只简单地治理物质污染和能量污染,还要整体系统地剔除或修正环境信息污染。因此,环境工程是指综合运用环境科学的基础理论和有关不断完善的工程技术的原理和方法,保护和合理利用自然资源,解决人类环境问

题,改善环境质量,促进生态与经济社会高度协调,使人类得以健康、舒适地生存与发展的一门学科。环境工程除研究污染防治技术外,还应包括环境系统工程、环境影响评价、环境工程经济和环境监测技术等方面的研究。

1.3 环境工程材料

环境工程材料广义上是指改善人类生存与发展环境的一切工程材料;狭义上是针对环境工程所需而开发应用的材料。一般来说,环境工程材料是指用于环境工程的材料,通过物理、化学或生物的方法对人类环境中涉及的水、空气、固态环境(土壤、设施、固废、物品等)以及声、光、电、热、辐射等表观能量型相关环境中生态学上的不协调因素的特定对象专门进行局域或系统净化、修复、替代、改进,使整体环境达到与人类生存和发展相适宜的卫生、健康、舒适的环境友好型材料。环境工程材料依据环境科学的基础理论和不断完善的工程技术,既可以直接以物质的形态,也可以物质能量、信息的载体形式施加于环境,并从整体上整合物质、能量和信息资源以工程技术的方式使环境不协调因素向环境友好方向发展。环境工程材料主要包括环境净化材料、环境修复材料、环境替代材料和健康舒适材料四类。

(1)环境净化材料是指当环境污染物超出环境负荷限度,环境自身的自净能力部分或全部失效时,按照环境中需要去除的污染物的量和性质,利用物理、化学或生物的方法将该污染物通过吸附、分离或转化的方式将污染物去除或转化为无毒无害物质而在环境系统中施加的环境友好型材料。

(2)环境修复材料是指当环境结构与功能发生局部受损与衰退而导致整体环境系统功能退化,且退化的环境系统的自我恢复受挫时,为了遏制该系统进一步恶化,在环境系统本身的自组织和自我恢复能力的基础之上,利用生态学原理,人为地通过物理、化学或生物方法对环境中受损的特定对象采取修复或重建,使环境功能部分或全部恢复成原始状态而在环境体系中施加的环境友好型材料。

(3)环境替代材料指用于代替人类已习惯使用,但在生产、应用和废弃过程中对资源和能源消耗高,对环境破坏的程度不易控制或不易修复,导致严重超出环境负荷的传统淘汰型材料,而引入和使用的新型环境友好型材料。环境替代材料一般非专属环境工程材料类,单独提出的目的是从人类生产和生活中所使用材料的源头上控制环境恶化。环境替代材料不但要求满足工程需要,还要求对环境不能造成超负荷,具有环境可协调性。本书不涉及该内容。

(4)健康舒适材料是指以人的身体和对环境的感受为中心,满足人的生理和心理的健康性、自然性、舒适性、亲和性为目标,提高人类生存空间的品质,使人生存在健康、舒适、卫生、安全和文明的环境中,最大限度地满足人类对环境的多元化需求的材料。健康舒适材料是在现有人们可接受的环境基础上,赋予环境在人的身心上更加协调性和舒适性的材料,也称为健康性材料、舒适性材料等。

1.4 生态环境材料与环境工程材料

生态环境材料是指具有满意的使用性能和优良的环境协调性,或者能够改善环境的材料。