

“十二五” 中国环境学科 发展报告

中国环境科学学会 主编

China Report on Advances
in Environmental Science



化学工业出版社

“十二五” 中国环境学科 发展报告

中国环境科学学会 主编

China Report on Advances
in Environmental Science



化学工业出版社

· 北京 ·

《“十二五”中国环境学科发展报告》包括综合报告和24个专题报告,基于我国学者“十二五”期间公开发表的学术文献,从环境要素(如水环境、大气环境、土壤环境等)、环境综合管理(如环境法学、环境经济学、环境规划学等)、环境基础学科(如环境化学、环境生物学、环境地学)等不同视角系统梳理和评述了环境学科研究进展,提出了学科发展中的问题和需求,并展望了学科未来5~10年的发展趋势。

《“十二五”中国环境学科发展报告》可为环境及相关领域科技工作者、科技管理者 and 高校师生等了解环境学科发展现状和趋势提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

“十二五”中国环境学科发展报告/中国环境科学学会主编. —北京:化学工业出版社,2017.3

ISBN 978-7-122-29045-8

I. ①十… II. ①中… III. ①环境科学-研究报告-中国-2011-2015 IV. ①X-12

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第026989号

责任编辑:宋湘玲

装帧设计:王晓宇

责任校对:宋 夏

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市航远印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张56 字数1369千字 2017年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:298.00元

版权所有 违者必究

编制委员会名单

名誉主任：王玉庆

主任：任官平 王志华

科学顾问：王文兴 魏复盛 郝吉明 孟 伟 曲久辉 江桂斌

副主任：易 斌 张远航 胡洪营 金相灿 柴发合 周 琪

常务编委：(按姓氏笔画排序)

王灿发	王金南	王慧敏	邓启红	叶代启	田 静	乔寿锁
刘 平	许振成	李 军	李广贺	李维林	杨志峰	杨景玲
吴忠标	吴振斌	吴舜泽	余 刚	汪太明	张志刚	张俊丽
张爱茜	张寅平	邵 敏	武雪芳	金相灿	胡华龙	姜 霞
夏 光	柴立元	高吉喜	高会旺	高增祥	郭新彪	梁学功
舒俭民	曾庆轩	谢一淞	鲍晓峰			

编委：(按姓氏笔画排序)

丁 晖	卜元卿	于志刚	于 勇	于 淼	万 军	马绍赛
马 剑	王广才	王之晖	王少霞	王书航	王玉珏	王圣瑞
王邦芬	王亚韡	王 光	王 伟	王红梅	王红旗	王体健
王灿发	王社坤	王 旺	王 鸣	王金枝	王金南	王宗灵
王宗爽	王树东	王夏晖	王晓辉	王 倩	王海燕	王 旒
王 琼	王 智	王 斌	王 婷	王 媚	王 腾	王新红
王新柯	王新锋	王 睿	王慧杰	王 毅	牛 远	牛 勇
毛东兴	仇荣亮	方庆川	户文成	邓启红	邓述波	龙 凤
卢 力	卢少勇	叶代启	叶芳凝	申士富	田 云	田 永
田光进	田贺忠	田超阳	田德祥	史 伟	冉丽君	白郁华
白 璐	包存宽	冯振涛	冯 涛	冯银厂	冯朝阳	成 钢

吕锡武	朱昌雄	朱法华	朱 源	乔寿锁	任 宁	刘大钧
刘世梁	刘 永	刘伟京	刘奇琛	刘国瑞	刘炜炜	刘研萍
刘砚华	刘 倩	刘倩倩	刘 越	刘静玲	关 睿	江文胜
江毓武	汤 洁	许伟城	许 华	阮 挺	孙 宁	孙西勃
孙笑非	孙 涛	严小东	严重玲	苏美蓉	苏洁琼	杜明普
李广贺	李玉国	李正炎	李正强	李发生	李红祥	李志远
李秀金	李国刚	李咏春	李 佳	李金惠	李适宇	李秋芬
李 飒	李 娜	李晓东	李 晔	李爱峰	李 悦	李淑君
李婕旦	李维新	李景广	李 淼	李 斌	李道季	杨 旭
杨 军	杨志峰	杨丽丽	杨林生	杨素娟	杨益春	肖海麟
吴吉春	吴光学	吴军良	吴忠标	吴振斌	吴悦颖	吴乾元
吴 琼	吴舜泽	邱小军	何连生	何梦林	余 刚	余 辉
谷庆宝	邹长新	辛宝平	闵庆文	汪群慧	宋 云	宋洪军
宋瑞金	张力小	张天祝	张巧娥	张西华	张 旭	张庆竹
张志刚	张 芳	张 妍	张国宁	张 昕	张 迪	张南南
张 凌	张涌新	张 乾	张淑贞	张寅平	张 慧	陆思华
陈小方	陈义珍	陈世宝	陈扬达	陈克安	陈建东	陈建民
邵 敏	邵 斌	武建勇	武俊梅	武雪芳	范绍佳	尚洪磊
岳玎利	周 丰	周巧红	周 全	周羽化	周 强	周颖君
於 方	郑丙辉	郑明辉	郑炳辉	郎印海	郎建奎	赵文星
赵由才	赵 多	赵秀勇	赵妤希	赵卓慧	赵勇胜	赵晓宏
郝春旭	胡华龙	胡林林	胡 敏	胡维平	胡 静	柳 欣
钟流举	段赟婷	姜文锦	姜 林	姜根山	姜 霞	宣 昊
姚建华	骆永明	秦昌波	袁彩凤	耿晓音	聂志强	莫金汉
贾永刚	贾后磊	柴立元	柴发合	柴西龙	晏乃强	钱 华
钱宏林	钱 昶	钱 新	徐 军	徐晓鑫	徐海云	徐琳瑜
高吉喜	高会旺	高丽荣	高坤山	高晶蕾	高 翔	高 强
郭 森	郭新彪	席海燕	涂 勇	黄小平	黄邦钦	黄旭光
黄良民	黄启飞	黄 俊	黄 晟	黄 婧	黄 薇	曹 爽
康晓风	阎振元	梁小明	梁 鹏	逯元堂	隋富生	彭本荣
彭剑飞	彭健新	葛芳杰	葛剑敏	葛察忠	董战峰	蒋进元
蒋洪强	韩永伟	韩佳慧	辜小安	程水源	程 龙	程永前
程晓斌	傅国伟	焦风雷	焦聪颖	储昭升	舒俭民	曾广庆
曾庆轩	曾维华	谢一淞	谢 刚	谢 旻	雷 宇	雷 坤
蔡 俊	翟国庆	熊善高	樊 赟	颜 文	薛丽坤	薛利红
璩爱玉						

报告编制人员

综合报告编制组（按姓氏笔画排序）

王少霞 王亚韩 王 睿 乔寿锁 刘世梁 刘 平 李广贺
吴光学 吴乾元 张 昕 张涌新 武俊梅 易 斌 郝春旭
胡华龙 胡洪营 胡 静 高 翔 高 强 黄 薇 董战峰
韩佳慧

专题报告编制组

《环境化学学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境化学分会

负 责 人：郑明辉

编写人员：王亚韩 张淑贞 高丽荣 刘国瑞 刘 倩 阮 挺 田 永
郑明辉

《环境生物学学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境生物学会

负 责 人：吴振斌

编写人员：武俊梅 周巧红 葛芳杰 田 云 王 媚 杜明普 程 龙
吴振斌

《环境地学学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境地学分会

负 责 人：杨志峰

编写人员：杨志峰 刘静玲 刘世梁 徐琳瑜 张力小 孙 涛 田光进
张 妍 苏美蓉

《环境遥感学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境信息系统与遥感专业委员会

负 责 人：李正强

编写人员：谢一淞 许 华 王树东 李正强

《环境医学与健康学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境医学与健康分会

负 责 人：郭新彪

编写人员：黄 婧 刘奇琛 郭新彪

《室内环境与健康学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会室内环境与健康分会

负责人：邓启红 张寅平

编写人员：田德祥 白郁华 杨旭 宋瑞金 李玉国 莫金汉 赵卓慧
钱华 王新柯 李景广 邓启红 张寅平

《环境经济学学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境经济学分会

负责人：王金南 葛察忠

编写人员：董战峰 郝春旭 李红祥 周全 严小东 田超阳 高晶蕾
李婕旦 龙凤 李娜 吴琼 段赟婷 王慧杰 刘倩倩
叶芳凝 璩爱玉 王婷 王金南 葛察忠

《环境规划学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境规划专业委员会

负责人：吴舜泽

编写人员：万军 秦昌波 刘永 蒋洪强 包存宽 阎振元 曾维华
成钢 逯元堂 周丰 雷宇 吴悦颖 王夏晖 於方
王倩 姜文锦 张南南 苏洁琼 王晓辉 袁彩凤 赵多
汤洁 谢刚 曾广庆 熊善高 吴舜泽

《环境法学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境法学分会

负责人：王灿发

编写人员：胡静 王社坤 杨素娟 王灿发

《水环境学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会水环境分会

负责人：郑丙辉 姜霞

编写人员：王之晖 王书航 王圣瑞 王金枝 牛远 牛勇 卢少勇
白璐 吕锡武 朱昌雄 刘伟京 何连生 余辉 郑丙辉
胡维平 姜霞 钱昶 徐军 席海燕 涂勇 蒋进元
程永前 储昭升 薛利红

《大气环境学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会大气环境分会

负 责 人：柴发合

编写人员：王体健 王新锋 冯银厂 朱法华 刘 越 吴忠标 张庆竹
陈义珍 陈建民 范绍佳 岳玎利 郎建奎 赵秀勇 赵妤希
胡 敏 钟流举 柴发合 曹 爽 彭剑飞 程水源 谢 旻
薛丽坤

《土壤与地下水环境学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会土壤与地下水环境专业委员会

负 责 人：李广贺 骆永明 张 芳

编写人员：李广贺 骆永明 张 芳 李 淼 吴吉春 张 旭 王红旗
赵勇胜 姜 林 王广才 李发生 宋 云 谷庆宝

《海洋环境学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会海洋环境保护专业委员会

负 责 人：于志刚 高会旺

编写人员：于志刚 马绍赛 马 剑 王宗灵 王 腾 王新红 刘炜炜
江文胜 江毓武 严重玲 李正炎 李适宇 李秋芬 李爱峰
李道季 宋洪军 张 凌 郑炳辉 郎印海 柳 欣 贾永刚
贾后磊 钱宏林 钱 新 高会旺 高坤山 黄小平 黄邦钦
黄旭光 黄良民 彭本荣 雷 坤 颜 文

《固体废物处理处置学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会固体废物分会

负 责 人：胡华龙

编写人员：于 淼 王 伟 王 琼 王 旺 申士富 刘研萍 孙 宁
孙笑非 李秀金 李金惠 李 晔 汪群慧 周 强 周颖君
张西华 胡华龙 赵由才 徐海云 聂志强 黄启飞 黄 晟

《环境物理学学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境物理学分会

负 责 人：杨 军

编写人员：李晓东 户文成 蔡 俊 隋富生 辜小安 葛剑敏 李志远
翟国庆 卢 力 陈克安 毛东兴 彭健新 邱小军 隋富生
邵 斌 姜根山 耿晓音 方庆川 程晓斌 杨 军 杨益春
冯 涛 李志远 张国宁 刘砚华 王 毅 焦风雷

《生态与自然保护学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会生态与自然保护分会

负责人：高吉喜

编写人员：高吉喜 李维新 丁 晖 王 智 武建勇 张 慧 邹长新
丁程成

《持久性有机污染防治领域发展报告》

编写机构：中国环境科学学会持久性有机污染物专业委员会

负责人：王 斌 余 刚

编写人员：赵文星 王 斌 黄 俊 邓述波 王玉珏 余 刚

《挥发性有机物污染防治学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会挥发性有机物污染防治专业委员会

负责人：邵 敏 叶代启

编写人员：邵 敏 叶代启 吴军良 史 伟 陆思华 王 鸣 李 悦
徐晓鑫 许伟城 冯振涛 王邦芬 陈扬达 何梦林 梁小明
孙西勃 王 旒 陈建东 陈小方 肖海麟 李淑君

《重金属污染防治领域发展报告》

编写机构：中国环境科学学会重金属污染防治专业委员会

负责人：曾庆轩

编写人员：柴立元 陈世宝 傅国伟 仇荣亮 孙 宁 田贺忠 王红梅
辛宝平 晏乃强 杨林生 姚建华 李咏春 曾庆轩

《环境监测学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境监测专业委员会

负责人：李国刚

编写人员：王 光 康晓风 于 勇 李国刚 张 迪 焦聪颖

《环境影响评价学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境影响评价专业委员会

负责人：梁 鹏

编写人员：朱 源 赵晓宏 李 飒 柴西龙 关 睿 郭 森 冉丽君
宣 昊 张 乾 刘大钧 李 佳 梁 鹏

《环境标准与基准学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会环境基准与标准专业委员会

负 责 人：武雪芳

编写人员：周羽化 胡林林 王宗爽 王海燕 张国宁 任 宁 武雪芳

《农业生态环境学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会生态农业专业委员会

负 责 人：舒俭民

编写人员：舒俭民 闵庆文 尚洪磊 冯朝阳 卜元卿 韩永伟

《核安全与辐射环境安全学科发展报告》

编写机构：中国环境科学学会核安全与辐射环境安全专业委员会

负 责 人：张志刚 张天祝

编写人员：李 斌 张巧娥 樊 赟 杨丽丽 张志刚 张天祝

近一百余年是人类知识爆炸的时代,科学技术知识以史无前例的速度增长,人类创造物质财富的能力获得了前所未有的提升。这一方面得益于科学技术各学科研究不断分化深入,新的领域不断涌现,物质生产上专业化程度和效能日益增强;另一方面,人们在对学科分化深入研究的同时,也逐渐通过多学科综合交叉研究,提升了对各类现象的系统性和整体性认知,产生的重大科学发现和技术突破不胜枚举。经验表明,不断研究总结学科自身演变规律、研究成果及发展趋势,理清学科发展脉络,不断了解和引入外部知识,做到知己知彼和多学科交流融合,是促进学科发展的重要途径。

环境学科是伴随着 20 世纪中叶以来,世界各国的重大环境污染事件以及全球和区域性生态危机不断爆发,在几代科技人员的努力下逐渐确立起来的。学科发展中蕴含着自然科学、社会科学和工程技术等多重背景,不论在学科知识体系上或是环境科研工作中,都体现了高度复杂交叉的特点。在我国,改革开放以来,经济社会快速但不节制、不全面地发展,导致资源危机、环境污染、生态退化等问题在短时期内集中显现出来。“十二五”以来,我国进入改革的攻坚期和深水区,社会经济发展进入“新常态”,实施绿色增长转型已成为各方共同而迫切的意愿。衍生自不同学科背景的理论和方法交汇于环境学科,努力探求解决我国环境问题的道路,但缺乏综合的、系统的、相互融合的研究,导致学科发展中存在碎片化现象,而这与环境保护所需的系统性和整体性思维存在矛盾。

为梳理和总结学科最新研究进展,提出学科发展趋势和发展策略,通过整合学术资源引导学科结构调整优化,推动完善学科布局,有效促进跨学科交流和融合发展,2003 年以来,中国环境科学学会多次组织编写了学科发展报告。包括与国家环保总局科技标准司共同编写的《中国环境科学与技术发展年报(2003)》,在中国科协学科发展研究项目支持下编写的《2006—2007 环境科学技术学科发展报告》、《2008—2009 环境科学技术学科发展报告》、《2011—2012 环境科学技术学科发展报告》和《2014—2015 环境科学技术学科发展报告(大气环境)》,以及学会自主编制的《“十一五”中国环境学科发展报告》和《中国环境学科发展报告(2012 年)》。

值“十三五”开局之年,我会再次举全学会之力,调动各方资源,组织编写了《“十二五”中国环境学科发展报告》。进一步梳理环境学科知识体系,总结“十二五”环境学科各专业领域进展,展望“十三五”发展趋势。这一研究报告包括环境学科发展综合报告和 24 个专题报告,约 100 余万字。报告以总结 5 年(2011—2015 年)来环境学科领域取得的主要研究进展为重点,在客观评价各专业领域发展现状、水平、取得的突破性成果的基础上,结合环境保护事业发展的重大需求,提出了环境学科未来 5~10 年的研究重点与

发展方向。

科学技术是第一生产力，也是解决环境问题的利器。在深刻的环境危机面前，环境科学技术的研发担负着重要的历史使命，这支队伍也充满着朝气蓬勃的力量。作为团结和引导这支队伍的社会组织，中国环境科学学会及各分支机构应深入开展学科发展研究，持续推动学科健康发展。当前高度信息化的时代，为做好这项工作提供了更多的机遇和助力。我希望，学会能够通过坚持不懈的努力和多样实用的创新，将环境学科发展研究打造成为社会各界了解中国环境学科前沿动态的权威报告，成为环境科技工作者研究开发成果传播的重要平台，成为促进学科融合和创新的重要推手。我相信，这也是环境科技工作者共同的期盼，为此，以作序感谢“学科发展报告”的研究者及执笔人。报告中会有不足之处，也望读者指出，以利今后工作中改进。

王玉庆

2016年11月

学科发展研究和报告编制是中国环境科学学会的一项长期和基础性工作。自 2003 年起我会已陆续开展多次学科发展报告编制工作，本次编写在延续传统工作的基础上，在组织机制和编写内容上也有所创新。

环境学科（领域）综合交叉，面向不同环境要素和环境问题，可分为水环境、大气环境、土壤环境、生态环境、噪声与辐射环境、固体废物等多个以科学研究和技术研发为基础的领域；与国家环境保护管理结合，有环境法学、环境监测学、环境规划学、环境经济学等服务于社会治理的领域；同时，环境科学技术不断借鉴化学、生物学、地学、物理学、医学等传统学科的理论、方法和工具来促进自身发展，并逐渐形成以认识和解决环境问题为主要导向的环境化学、环境生物学、环境地学、环境物理学、环境医学等基础学科。“十二五”期间，生态文明理念逐渐深入人心，国家和社会对环保方面投入显著增加，环境学科各个分支领域都取得了大量研究成果。

本书包括综合报告和 24 个专题报告，从以上基于环境要素的学科领域、环境保护管理相关学科领域以及环境基础学科等不同视角，对 2011—2015 年间取得的主要研究进展进行了梳理和评述。报告基于学术文献编写，文献来源于实施年度范围内公开发表的国内外该学科（或领域）的重点学术期刊文章，该学科（或领域）的重要国际、国内学术会议文章及专利等，力求遵循“严格引证”的原则。由于学术文献量较大，本次编写中部分报告还专门引入了文献计量分析工具进行文献量化研究，为文献资料归纳整理起到了很好的辅助作用，以清晰地向读者呈现学科发展现状。

为保证本报告在同行中的认可程度，规范编制工作，我会成立了《环境学科发展报告》编制委员会，并通过广泛研讨形成了《中国环境学科发展报告编制指南》。全书编制历时两年，300 余位专家、学者参与了编写工作。在此，我会诚挚地向参与学科报告研究工作的专家、学者表示深深的谢意！同时，也向为本书出版付出辛勤劳动的工作人员表示感谢！

由于时间有限，疏漏与不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者
2016 年 11 月

综合报告 / 001

- 一、引言 / 001
- 二、环境学科基础理论和方法研究进展 / 002
- 三、环境科学与技术研究进展 / 015
- 四、学科能力建设进展 / 024
- 五、学科发展趋势展望 / 026
- 参考文献 / 030

第一篇 环境化学学科发展报告 / 056

- 一、引言 / 056
- 二、有机环境分析化学研究进展 / 057
- 三、污染控制化学——削减控制多氯萘的新源识别研究进展 / 071
- 四、新型有机物的环境界面化学研究 / 072
- 五、结论 / 074
- 参考文献 / 075

第二篇 环境生物学学科发展报告 / 084

- 一、引言 / 085
- 二、学科基础理论和方法研究进展 / 087
- 三、环境领域应用研究进展 / 092
- 四、重大科学研究项目进展 / 105
- 五、国内外研究进展比较 / 111
- 六、学科发展趋势展望 / 114
- 七、结论 / 117
- 参考文献 / 117

第三篇 环境地学学科发展报告 / 126

- 一、引言 / 127
- 二、研究方法和高新应用技术进展 / 129
- 三、环境地学学科研究进展 / 131
- 四、学科发展趋势展望 / 148
- 五、结论 / 152

参考文献 / 153

第四篇 环境遥感学科发展报告 / 157

一、引言 / 157

二、环境遥感学科发展概述 / 158

三、环境遥感学科发展现状 / 159

四、学科发展总结与展望 / 184

五、结论 / 189

参考文献 / 190

第五篇 环境医学与健康学科发展报告 / 197

一、引言 / 197

二、环境医学与健康研究方法学进展 / 198

三、环境问题的健康效应研究进展 / 201

四、环境医学与健康科学研究展望 / 210

五、结论 / 212

参考文献 / 212

第六篇 室内环境与健康学科发展报告 / 216

一、引言 / 216

二、我国室内环境与健康的基础理论研究进展 / 218

三、我国室内空气污染防治技术研究进展 / 228

四、我国室内空气污染控制管理体系建设进展 / 230

五、国际室内环境与健康领域研究进展和发展趋势 / 237

参考文献 / 240

第七篇 环境经济学学科发展报告 / 247

一、引言 / 248

二、环境经济学学科基础理论和方法研究进展 / 248

三、环境经济学成果应用进展 / 266

四、学科发展趋势展望 / 278

五、结论 / 279

参考文献 / 279

第八篇 环境规划学科发展报告 / 288

一、引言 / 289

二、环境规划思想理论与制度、模式进展 / 290

三、环境评估、预测与模拟技术进展 / 294

四、环境空间规划理论、技术与实践 / 297

五、环境政策与工程规划进展 / 307

六、环境规划评估与管理进展 / 312

七、重点领域环境规划研究与技术新进展 / 316

八、环境规划专业学科发展情况 / 324

九、环境规划科学技术发展趋势及展望 / 325

参考文献 / 326

第九篇 环境法学科发展报告 / 331

一、引言 / 332

二、环境法学基础理论研究进展 / 332

三、环境法律制度研究进展 / 342

四、国内外研究进展比较 / 352

五、环境法学学科发展的问题与展望 / 354

参考文献 / 355

第十篇 水环境学科发展报告 / 363

一、引言 / 363

二、水环境问题和成因理论研究进展 / 367

三、水环境污染防治工程技术研究进展 / 381

四、水环境污染防治预警管理技术和体系建设进展 / 411

五、水环境治理与保护典型案例 / 427

六、结论与展望 / 441

参考文献 / 445

第十一篇 大气环境学科发展报告 / 462

一、引言 / 462

二、大气环境学科基础理论研究进展 / 463

三、大气环境科学研究技术与方法进展 / 468

四、大气环境管理科技支撑研究进展 / 474

五、大气污染防治技术和集成应用 / 476

六、国内外研究进展比较 / 491

七、大气环境学科发展展望 / 493

八、结论 / 494

参考文献 / 495

第十二篇 土壤与地下水环境学科发展报告 / 505

一、引言 / 505

二、土壤与地下水环境学科研究体系进展概述 / 506

三、土壤与地下水环境学科基础理论重要方向研究进展 / 507

四、土壤与地下水污染防治技术与应用进展 / 509

五、土壤与地下水环境管理支撑技术研究进展 / 513

六、国内外研究进展比较 / 516

七、学科发展趋势展望 / 517

八、结论及建议 / 520

参考文献 / 521

第十三篇 海洋环境学科发展报告 / 524

一、引言 / 525

二、我国主要海洋环境问题及其研究进展 / 526

三、我国海洋环境技术进展 / 539

四、我国海洋环境管理体系建设进展 / 547

五、国外研究进展分析 / 550

六、发展趋势展望 / 555

七、结论 / 556

参考文献 / 557

第十四篇 固体废物处理处置学科发展报告 / 566

一、引言 / 566

二、固体废物利用与处置技术研发进展 / 567

三、固体废物利用处置管理技术研究进展 / 600

四、国内外固体废物利用与处置新兴热点问题及趋势分析 / 601

五、发展趋势展望 / 614

六、结论 / 619

参考文献 / 619

第十五篇 环境物理学学科发展报告 / 628

一、引言 / 628

二、环境物理学基础研究进展 / 629

三、环境物理学科学技术研究进展 / 639

四、环境管理科技支撑研究 / 644

五、环境物理学技术在国民经济和环境保护中的重大应用成果 / 647

六、环境声学科学技术发展趋势及展望 / 650

参考文献 / 651

第十六篇 生态与自然保护学科发展报告 / 655

一、引言 / 655

二、生态与自然保护基础理论研究进展 / 656

三、生态与自然保护技术研发进展 / 662

四、生态与自然保护国内外研究进展比较 / 667

五、生态与自然保护发展趋势展望 / 674

参考文献 / 678

第十七篇 持久性有机污染物防治领域发展报告 / 681

一、引言 / 681