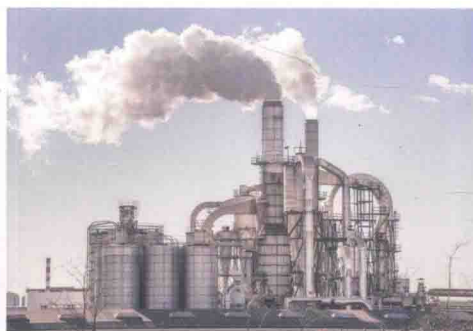


GONGYE WURAN FANGZHI JISHU
GUANLI YU ZHENGCE FENXI



工业污染防治技术 管理与政策分析

温宗国 等著

中国环境出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

工业污染防治技术管理与政策分析

温宗国 等 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

工业污染防治技术管理与政策分析/温宗国等著. —北京: 中国环境出版社, 2016.12

(环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书)

ISBN 978-7-5111-3006-8

I. ①工… II. ①温… III. ①煤化工—工业污染防治 IV. ①X784

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第306553号

出版人 王新程
策划编辑 丁莞歆
责任编辑 黄颖
责任校对 尹芳
封面设计 宋瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街16号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2016年12月第1版
印 次 2016年12月第1次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 14.75
字 数 312千字
定 价 52.00元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书》

编委会

顾问 黄润秋

组长 邹首民

副组长 刘志全

成员 禹军 陈胜 刘海波

“十一五”环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

序 言

目前，全球性和区域性环境问题不断加剧，已经成为限制各国经济社会发展的主要因素，解决环境问题的需求十分迫切。环境问题也是我国经济社会发展面临的困难之一，特别是在我国快速工业化、城镇化进程中，这个问题变得更加突出。党中央、国务院高度重视环境保护工作，积极推动我国生态文明建设进程。党的十八大以来，按照“五位一体”总体布局、“四个全面”战略布局以及“五大发展”理念，党中央、国务院把生态文明建设和环境保护摆在更加重要的战略地位，先后出台了《环境保护法》《关于加快推进生态文明建设的意见》《生态文明体制改革总体方案》《大气污染防治行动计划》《水污染防治行动计划》《土壤污染防治行动计划》等一批法律法规和政策文件，我国环境治理力度前所未有，环境保护工作和生态文明建设的进程明显加快，环境质量有所改善。

在党中央、国务院的坚强领导下，环境问题全社会共治的局面正在逐步形成，环境管理正在走向系统化、科学化、法治化、精细化和信息化。科技是解决环境问题的利器，科技创新和科技进步是提升环境管理系统化、科学化、法治化、精细化和信息化的基础，必须加快建立持续改善环境质量的科技支撑体系，加快建立科学有效防控人群健康和环境风险的科技基础体系，建立开拓进取、充满活力的环保科技创新体系。

“十一五”以来，中央财政加大对环保科技的投入，先后启动实施水体污染控制与治理科技重大专项、清洁空气研究计划、蓝天科技工程专项等专项，同时设立了环保公益性行业科研专项。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020

年)》《国家创新驱动发展战略纲要》《国家科技创新规划》和《国家环境保护科技发展规划》，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”以来，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目 479 项，涉及大气、水、生态、土壤、固废、化学品、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项取得了重要研究成果，已验收的项目中，共提交各类标准、技术规范 997 项，各类政策建议与咨询报告 535 项，授权专利 519 项，出版专著 300 余部，专项研究成果在各级环保部门中得到较好的应用，为解决我国环境问题和提升环境管理水平提供了重要的科技支撑。

为广泛共享环保公益性行业科研专项项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版环保公益性行业科研专项经费系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，是环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，不断提高环境治理现代化水平，为持续改善我国环境质量提供强有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长
黄润秋

前 言

环境技术管理的核心内容是通过制定清洁生产和污染防治技术政策、污染防治技术指南和工程技术规范等方法 and 手段，对行业发展方向、生产工艺及技术路线进行引导，对污染防治技术的工程应用进行规范，为污染物排放标准制修订、建设项目环境影响评价、排放总量控制及排污许可证等环境管理方法提供系统性的技术支持。污染防治技术管理与政策分析的难点是对污染防治技术先进性、经济性和可达性等开展系统评价，建立以污染防治最佳可行技术（Best Available Technology, BAT）指南为基础的管理方法及政策措施，用先进适用的科学技术与有效合理的管理政策破解经济发展和环境污染之间的矛盾，协调技术、经济与环境保护的关系，保障环境质量的持续改善。

在过去 30 多年的时间里，我国集中出现了发达国家上百年工业化进程中发生的环境问题，环境污染呈现出结构型、复合型、压缩型的特点，形势依然十分严峻，经济发展的资源环境代价过大。解决当前环境保护的困境，迫切需要从原来主要用行政办法转变为综合运用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环境问题，特别要强化污染防治技术的突破和环境管理工具的创新。国家为了加强环境保护力度和促进生态文明建设，已在“十三五”规划纲要中提出了具体的环保目标：到 2020 年，主要污染物排放总量显著减少，空气和水环境质量总体改善；到 2030 年，全国城市环境空气质量基本达标，水环境质量达到功能区标准，土壤环境质量得到好转，生态环境质量全面改善。为实现上述环保目标，应当“坚持优化产业结构、推动技术进步、强化工程措施、加强管理引导相结合”。构建工业污染防治技术管理与政策体系，既可以在短期内带动环境管理方式的改变，又可以在长期促进产业结构的升级。

20 世纪 70 年代以来，以美国、欧盟为代表的发达国家相继开展了污染防治最佳可行技术（BAT）的基础研究、体系构建和管理应用。目前，欧美国家在工业技术结构、成本效益分析的基础上，构建了基于 BAT 的排污许可、总量控制、排放标准、技术政策等一体化的环境技术管理体系。借鉴欧美行业环境技术管理体系建设的经验，2007 年环保部颁布了《国家环境技术管理体系建设规划》（环发[2007]150 号），提出了污染防治最佳可行技术。该规划确立了污染防治最佳可行技术在我国环境技术管理体系中的重要定位，作为支撑工业污染控制技术政策等环境管理方法的技术依据。

本书针对国内外工业污染防治技术管理与政策分析的关键性难题，介绍了课题组开发的适合于 BAT 筛选评估的多指标决策、多属性综合评估、成本效益分析等定量化分析方法，并以煤制甲醇行业为应用案例，探索了工业污染防治最佳可行技术指标体系的构建，

建立了技术参数调研和数据处理的规范化流程和方法,应用所开发的技术评估方法筛选出了煤制甲醇行业污染防治最佳可行技术。与此同时,以煤制甲醇污染防治的最佳可行技术为基础,完成了基于 BAT 的指南编制、排放总量控制、排放标准制修订、技术政策制定等环境管理方法的实证分析。第 1 章绪论介绍了国内外污染防治技术管理与技术评估方法的发展现状和趋势。第 2 章介绍了煤化工行业发展趋势、技术发展现状,分析了行业污染排放和治理现状,识别了生产全过程的资源消耗与环境问题。第 3 章详细介绍了污染防治技术调研和技术评估指标体系的建立,并在第 4 章以煤气化、硫回收为例介绍了污染防治最佳可行技术的筛选方法和流程,从而提出最佳可行技术清单支撑《煤制甲醇行业污染防治可行技术指南》的编制。第 5 章基于自底向上模型(bottom-up model, BUM)研究了有关及时指南制定、排放总量控制、技术政策制定、排放标准制修订等政策分析及应用方法。为了便于方法学的推广和管理者的应用,第 6 章介绍了面向环境管理部门的污染防治技术管理决策支持系统,以及适用于煤制甲醇的企业采纳 BAT 解决新建项目和老厂改造升级所需的虚拟生态工厂系统。本书最后介绍了多指标技术选择的新方法和应用实例,并对未来污染防治技术管理与政策分析的研究进行了展望。

本书由温宗国主持的环保公益性行业科研专项“工业减排潜力分析及技术选择研究”课题(200809062)和国家自然科学基金优秀青年科学基金(71522011)项目的学术成果为基础编撰而成,试图为读者提供一个完整、系统的工业污染防治技术管理与政策分析的研究案例,便于给其他相关行业污染防治的技术管理及研究工作提供技术参考。本书在出版过程中得到了许多领导、专家的倾力支持,谨致以诚挚的谢意。尽管在编著过程中作者力求完善,但由于作者的知识有限,书中难免存在疏漏与不足之处,恳请广大读者批评指正。

温宗国

2016 年 11 月 20 日于清华园

目 录

第 1 章	绪论	1
1.1	污染防治技术管理	1
1.2	污染防治技术评估方法	7
1.3	本书主要内容与结构	12
第 2 章	煤化工污染防治技术体系	15
2.1	煤化工行业发展趋势	15
2.2	煤化工行业技术发展现状	22
2.3	煤化工生产消耗与环境问题	29
第 3 章	污染防治技术调研与评估指标体系	39
3.1	技术调研方案	39
3.2	技术评估指标体系	42
3.3	技术参数及企业调研	46
第 4 章	污染防治可行技术评估	58
4.1	技术评估框架	58
4.2	最佳可行技术筛选方法	60
4.3	煤气化技术筛选应用实例	63
4.4	煤化工硫回收技术筛选的应用实例	74
第 5 章	基于污染防治可行技术的政策分析	84
5.1	污染防治技术指南的制定	84
5.2	污染排放总量控制方法	90
5.3	污染防治技术政策	106
5.4	基于 BAT 的污染物排放标准修订	110
第 6 章	污染防治技术管理决策支持系统	113
6.1	系统设计	113

6.2	系统功能	115
6.3	虚拟生态工厂系统	119
第 7 章	多指标技术选择新方法及其案例应用研究	122
7.1	数据包络分析方法综述	122
7.2	燃煤电厂污染防治技术评估指标	123
7.3	燃煤电厂污染防治技术评估模型	125
7.4	燃煤电厂污染防治单项技术评估结果	131
7.5	技术组合评估模型的建立	141
7.6	燃煤电厂污染防治技术组合评估	142
7.7	多指标技术选择方法应用的新发现	147
第 8 章	展望	148
附录		151
附录 I:	企业技术调研简表	151
附录 II:	企业技术调研详表	157
附录 III:	技术指标统计调研表	175
附录 IV:	煤制甲醇、二甲醚技术专家定性评估表	176
附录 V:	煤制甲醇工业污染防治最佳可行技术指南 (征求意见稿)	180

第1章 绪论

1.1 污染防治技术管理

污染防治技术（包括清洁生产技术、污染控制技术和综合利用技术）是环境法规重要的组成部分和技术支持，是污染物排放限值标准制定的技术依据，是环境管理和监督执法的重要手段和措施。环境技术管理的核心内容是通过制定行业清洁生产技术政策、污染防治技术政策、污染防治技术指南和工程技术规范等方法 and 手段，对行业发展方向、技术路线、生产工艺进行引导，对污染防治技术进行规范，为环境管理提供系统的技术支持和管理保障。其中，最为关键的工作是通过开展技术评估，对污染防治技术的先进性、经济性和可达性等进行系统评价，为制定污染排放的总量控制目标、排放标准、技术政策等环境管理方法提供支撑，以协调技术、经济与环境保护的关系，保障环境质量不断得到改善。环境技术管理是国家环境管理体系的重要组成部分，是国家通过环境法规、技术标准实施环境管理的基础性技术支撑。

污染防治技术的发展与应用不能仅仅依靠市场的原动力——因为污染防治技术的自发应用并不能直接为企业带来经济效益，相反会增加成本，降低企业的市场竞争力，这就是所谓的环境保护内部不经济性。污染防治技术的发展动力必须来自政府的法规要求。同时，政府法规、环保标准的制订与实施又需要环保技术作为强有力的支撑。环境保护要实现从主要用行政办法转变为综合运用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环境问题，关键是要强化环境技术手段及管理工具的创新。牢固确立“科技兴环保”的战略，建立先进、科学的环境技术管理体系，用科学技术破解经济发展和环境污染的矛盾，真正做到经济发展和环境保护的同步推进，实现以保护环境优化经济增长的目标。

1.1.1 国外环境技术管理的发展现状

欧美大多数国家基于污染防治最佳可行技术（Best Available Technology, BAT）构建了一套排污许可、总量控制、排放标准以及有关技术政策的环境技术管理体系。例如，欧盟的环境技术管理工作主要是根据欧盟综合污染防治指令。1996年欧盟执行委员会发布了污染综合防治指令（Integrated Pollution Prevention and Control Directive, IPPC 指令），规定预防或减少污染物排放的技术措施应基于最佳可行技术，并要求欧盟各成员国为若

干工业和特定污染物建立包括制定排放限值、推广最佳可行技术的许可制度。迄今为止,欧盟在污染防治最佳可行技术评估工作上已经建立起了规范的评估文件和筛选评价方法,并建立了完善的 BAT 组织管理体系。该环境技术管理体系涉及 32 个行业 BAT 技术指南(或政策),建立了最佳可行技术测试平台和示范推广机制,依托 BAT 制定了环境技术法规 150 余项,排放限值及质量标准 20 余条。可见,最佳可行技术已经成为欧洲国家环境技术管理体系的核心内容,是达到对整个环境进行高水平保护的重要工具,是确保污染防治工作有效开展的重要基础。欧盟 BAT 技术评估方法主要是依据当地情况对拟采用的技术进行费用效益分析,还需要依据环境设施的技术特征、地理位置、当地的具体环境条件以及多方收益率等因素进行调整,从而确定最佳可行技术方案。

美国目前已开始从技术导向型的 BAT 管理体系向环境导向型的技术管理模式转变。美国对成熟的、经济可行并经过示范验证的环境技术,以环境技术政策的形式公布,用以指导企业污染治理的技术应用。同时,对新技术进行评估、筛选和示范验证。通过示范验证,经济性及效果良好的技术,则进入环境技术政策名录,从而形成良性循环,促进环境技术进步。美国的环境技术管理目前已在大气污染防治和大气污染防治等领域得以全面应用。例如,在水污染防治问题上,美国基本上形成了主要内容包括以技术为基础的排放标准限制和以水质为基础的排放总量限制的水污染防治机制。《清洁水法》技术政策将水污染防治技术分为两类:一类是常规污染物,分别执行最佳实用控制技术(Best Practicable Control Technology, BPT)和最佳常规污染物控制技术(Best Conventional Pollutant Control Technology, BCT);另一类针对毒性污染物,分别执行最佳经济可行技术(Best Available Technology Economically Achievable, BAT)和现有最佳示范技术(Best Demonstrated Control Technology, BADT)。

美国根据污染物的性质对污染物进行分类,并且为了更有针对性地实现不同行业污染物排放的有效控制,以行业标准为主体,以《美国联邦法规》(Code of Federal Regulation, CFR)中规定的有关产品性能、过程、加工方法等方面的技术法规为基础,针对每一类型的污染源和污染物都制定了详细的技术标准。与此同时,以此为基础颁布了各工业部门的排放限值指令,使排放标准具有可操作性、规范性和科学性,为污染源的控制和管理、国家环境质量和排放标准的制定、实施工作提供了有力的技术依据。此外,为促进环境技术的创新发展,美国、加拿大和日本等国的环境部门先后建立实施了污染防治技术评估制度(Environmental Technology Verification, ETV)。在美国,ETV 针对某一类特定的环境技术,制定其技术规范 and 测试规范,依据技术的社会效益、环境效益、市场潜力、涉及环境问题的广泛性等原则对创新性技术进行评价。该制度大大加快了环境新技术进入国内和国际市场的速度,能够引导企业采用先进、高效、经济的新技术。

欧盟及美国现有环境技术管理体系由于政治、地域及管理理念的差别,在环境技术管理体系中存在着许多相似和不同,因而各具特色。欧盟、美国环境技术政策体系均表现出:①技术政策(BAT 体系)是环境法规的组成部分,具有相对完备的环境技术管理

和评估机制；②BAT 文件均反映了全过程控制和清洁生产的管理理念；③BAT 为最佳污染防治技术，但还同时推广成熟可行的环境技术；④在 BAT 执行过程中，根据情况排放标准分级（美国）可以适当提高或降低（欧盟）。但欧盟、美国的环境技术管理体系也存在差别，致使其在环境技术政策上各具优势和不足。例如，欧盟环境技术政策涉及领域范围宽、灵活；美国的环境技术政策涉及领域窄，但体系完善且划分精细，不同情况区别对待，在鼓励技术创新方面更有成效。其技术政策的区别具体表现在以下三个方面：

（1）在污染防治技术的应用领域上，欧盟 BAT 技术已经渗透到了污染防治的主要领域，而美国目前只限于水污染防治，但根据受控对象进一步分为 BPT、BCT、BAT 和 BDT。

（2）在污染防治技术的效果上，欧盟的 BAT 指导文件明确了各类污染物的治理技术路线和主要方法，同时指出应用规定的技术可以达到的排放值和去除效率。美国 BAT 体系与欧盟有相似性，但更加强调规定技术的经济指标与环境效益的综合效果，包括技术的成熟性、可靠性和经济易得性。

（3）在污染防治的科技创新上，欧盟在 BAT 相关文件中指定的污染治理技术最主要考虑使用成熟可行的技术，不盲目推荐未得到工程示范性验证并证明可靠的技术，这样会阻碍环境创新技术的发展（已经有证据表明，BAT 参考文件可能成为技术创新的障碍）。

1.1.2 我国环境技术管理的发展现状

与发达国家已进入经济发展与污染防治协调发展阶段不同，我国环境形势仍然十分严峻。发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境问题，在我国 30 多年里集中出现，呈现结构型、复合型、压缩型特点。为了有效快速地控制环境污染，国家提出要落实科学发展观，加强环境保护工作，并提出了具体的环保目标——到 2010 年，重点地区和城市的环境质量得到改善，生态环境恶化趋势基本遏制，到 2020 年，环境质量和生态状况明显改善。“十一五”期间，我国在国内生产总值整体水平继续保持在 7.5% 的同时，COD（化学需氧量）和 SO_2 （二氧化硫）主要污染物的排放总量比“十五”期间的排污总量减少 10%，而“十二五”期间在经济依然保持较高增长速度的情况下，还新增了对氨氮和氮氧化物排放量的总量控制目标。环境保护目标的实现迫切需要科学、合理、先进的综合性控制策略。当前，我国已经建立起相对完善的环境管理政策、法规体系、标准体系，实施了一系列环境管理制度。尤其是 2007 年以来，在环境技术管理体系构建上已经开展了相关工作：最佳实用技术的筛选和发布、污染控制工程管理运营资质认证、环境保护工程示范、环保产品认证及少量技术政策、技术规范的编制等工作。

1. 产业技术政策

产业技术政策是国家加强和改善宏观调控、有效调整和优化产业结构的重要手段，主要包括各种鼓励、限制、淘汰类技术目录、行业产业政策和准入条件等。例如，为有效推广各种污染防治技术的应用，加大环保技术的普及力度，环保部发布了《国家先进

污染防治示范技术名录》以及《国家鼓励发展的环境保护技术目录》，分别列出了具有创新性、先进性的新技术、成熟技术以及新工艺等；商务部和国家税务总局于 2006 年联合发布了《中国鼓励引进技术目录》，以鼓励企业引进国外先进适用技术；国家发展改革委发布的《产业结构调整指导目录》（替代原国家计委、原国家经贸委发布的《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》和原国家经贸委发布的《淘汰落后生产能力、工艺和产品的目录（第一批、第二批、第三批）》）。行业类出台了印染、焦化、电石等行业的准入条件。这些产业技术政策的制定与发布，较为有效地调整和优化了国家产业结构，促进了先进实用技术的推广应用，推动了国民经济持续健康的发展。

2. 污染排放标准

以水污染防治为例，水污染排放标准是国家环境法规的重要组成部分，它直接或间接地影响着我国水环境质量以及水资源可持续利用战略的实现。截至 2013 年，我国已制定（含修订）了包括《合成氨工业水污染排放标准》（GB 13458—2013）、《纺织染整工业水污染物排放标准》（GB 4287—2012）、《淀粉工业水污染物排放标准》（GB 25461—2010）在内的 60 余项行业水污染物排放标准，并定期进行修订完善，已形成了较为全面的水污染物排放标准体系。相比于各行业通用的《污水综合排放标准》，分行业的水污染物排放标准的制订更多地考虑了各行业生产工艺、处理技术的差异和污染物的特点，对于我国开展工业领域的环境管理、依法行政，推行清洁生产和总量控制的环境管理要求，更具有可行性和指导性。

3. 环境技术管理

“十一五”期间，我国明确提出建设环境技术管理体系，并于 2007 年 9 月 30 日发布了《国家环境技术管理体系建设规划》。该《规划》提出，在“十一五”期间通过编制或修订重点污染行业的污染防治技术政策、污染防治可行技术导则及相关工程技术规范等技术管理指导文件制定工作，同时广泛开展技术推广和示范工作，建立包括技术的筛选、评价、验证制度等环境技术评价体系，定期编制发布《国家先进污染防治示范技术名录》《国家环境技术发展报告书》《国家鼓励发展的环境保护技术目录》等，初步建立起与我国环境管理体系相适应的国家环境技术管理体系框架（图 1-1）。

其中，《污染防治 BAT 指南》可以对全社会污染控制给予技术指导，完善污染防治技术政策。它是企业选择清洁生产工艺、污染物达标排放技术路线和工艺方法的主要依据，也是环保管理、技术部门开展环境影响评价、项目可行性研究、环境监督执法的技术依据。污染防治技术评估体系能够客观地反映技术的有效性、可靠性、经济性、环境效益，为最佳可行技术指南、环境标准的制（修）订提供技术支持，是开展环境影响评价、实施“三同时”制度的技术依据，对环境科技创新进行方向性引导。环境技术示范推广系统可以促进技术进步与成果转化，有利于发布国家鼓励发展的环境技术和产品目

录，建立环境技术信息平台。

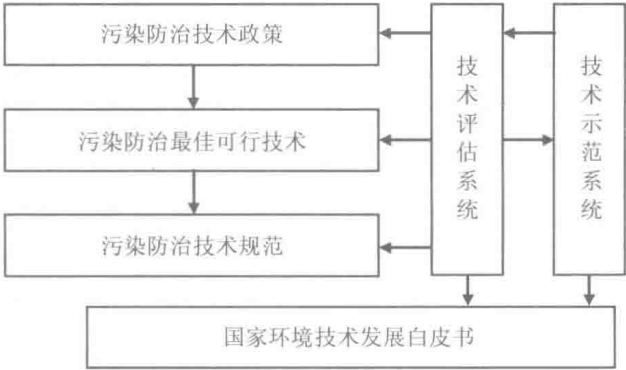


图 1-1 中国环境技术管理体系

上述环境技术管理体系如果能得以推行，将能够增强环保技术管理的科学性、系统性和规范性，为环境管理提供可靠的技术支撑，是实现我国环境保护历史性转变、开创环境保护新局面的重要举措。自 2007 年运行以来，有关工作已经为我国相关部门技术、经济政策的制定，环境管理和行业污染物排放标准的修制订和具体实施提供了技术基础与依据，促进了技术进步与成果转化，有效引导了环境技术和产业的发展。“十二五”、“十三五”期间，我国继续通过环境技术管理体系的逐步完善，提高我国总量控制、排污许可、标准制修订等环境管理制度的可行性和科学性。

环境管理政策、法规和制度的有效实施均需要环境技术作为支撑。然而，相对行政管理制度，我国环境技术管理体系的建设整体上仍然比较薄弱。当前的环境技术管理体系仍处于分散、无序和相对落后的状态，与环境管理制度脱节的问题突出，远不能满足不断提高的环境管理、科技进步和产业发展的要求。主要问题表现在以下三个方面：

(1) 排放标准等环境管理手段缺乏可行技术支撑

污染物的排放控制标准、总量控制以及排污许可证制度等，是我国重要的环境管理手段，也是环保部门执法监督的依据和改善环境质量的重要措施与管理手段。例如，长期以来，我国污染物排放标准的制定工作由于时间紧，标准编制的经费和人员有限，难以对污染控制技术做全面和深入的论证，标准制定缺乏前期对控制技术系统的科学评估，大多凭借标准编制组少数专业人员的主观判断，科学性和技术可行性参差不齐，难以保证所编制的排放标准达到污染控制要求和技术可行的统一，影响了对污染源控制的有效性和排放标准的权威性。另外，标准的制定重末端污染控制，轻污染预防；重技术法规标准，轻可适用的技术导则、指南和手册，缺乏“分区、分类、分级和分期”的指导原则，适用性不强。制定行业总量控制目标时，大多基于统计数据分析和专家主观外推的方法，缺乏对行业结构（规模、工艺）及技术成因进行系统分析，未能开展成本效益评估，致使总量控制目标实现的基本路径不清楚，难以制定有效的污染防治路线图，使得行业环境管理目标不达标的风险较大。

(2) 尚未建立科学的环境技术指标体系及定量化评估方法

目前,我国缺少科学的环境技术指标体系及评估方法,针对污染物减排的技术评估指标和技术评估方法存在较大局限性,环境技术管理尚未完全形成基于定量化分析的政策制定理念。现有技术评估往往采用单一的、主观性较强的“层次分析法”或“头脑风暴法”,仍然以依赖专家主观判断为主要模式,易造成评估结果与实际脱节,科学性差,使用效果不理想。不同组成的评估专家往往得出的评价结果都是不同的,使得技术政策的制定存在较大的不确定性。已有定量化评估方法大多考虑单一因子,与环境管理目标的关联缺乏,在具体实践应用上存在较大困难。与欧美国家基于技术成本效益、跨介质环境影响的等量化的系统分析方法相比,我国现有的技术选择方法已远远不能适应当前环境管理的新要求。

(3) 环境技术基础数据及其质量缺乏有效保障

我国环境技术基础数据建设十分薄弱,清洁生产工艺、节能减排技术、污染治理技术的大数据系统及科学评估体系都还没有开始形成。此外,由于我国中小型企业数量众多、工艺技术及管理水平千差万别,对有关环境技术参数的调研方法不够规范和样本数量不够充分,不同来源(监测、函调、文献等)的技术数据质量参差不齐,这为确定工业污染防治最佳可行技术评估以及分析技术的环境经济效益带来了很大的不确定性。另外,我国环境技术管理的信息化建设刚刚起步,还没有建立客观、公正、透明、公开的技术评估、审核、验证等长效机制,造成了技术的供应方和需求方信息不对称,管理部门很多时候难以及时把握污染防治新技术的发展动态,制定污染防治技术政策的基础性支撑相对薄弱。

1.1.3 国际环境技术管理及应用的启示

国内外的实践表明,环境技术管理体系是实现环境保护目标的重要支撑,是联系经济-环境-社会发展的纽带。国外已有环境技术管理体系的成功运行为我国环境技术管理体系的建设提供了一定的启示和借鉴意义。

(1) 在污染防治技术政策制订方面应充分体现可行性。技术政策应与一定时期经济技术水平相适应,体现行业特点和分类指导;做到科学性和实用性、操作性和前瞻性的统一。宏观上应吸纳欧盟环境技术政策的优势,形成涵盖各技术领域的环境技术政策,配套制定覆盖各行业的 BAT 技术指南,指导环境技术的应用。而在制定环境技术政策的细节上,应吸收美国技术政策的特点,针对不同污染源及排放去向制定不同的技术指南和排放限值,充分体现技术、地域、经济情况等特殊性,使其更具指导性和社会性。

(2) 在污染防治技术评估制度建设方面应充分体现科学规范。评估方法应科学、有效。对环境技术进行筛选,通过示范和推广促进环境技术的转化和发展。我国污染防治技术评估体系的建设应吸取美国和加拿大污染防治技术评估制度建设的经验,制定污染防治技术评估规范或章程,规范评估行为;采用第三方评估制度,杜绝评估工作中的不

规范行为；建立评估、验证程序，使评估、验证结果科学、公正。同时，通过技术评估体系的建立形成鼓励技术创新的机制，并采用环境制约和经济激励措施提高环境技术市场渗透率和经济竞争力。

(3) 在污染防治技术管理体系架构上应充分体现中国国情。虽然美国环境技术政策目前只涵盖水污染防治技术方面，但从环境技术管理体系的系统性上看，美国环境技术管理体系相对更完整、更全面，包含环境技术管理核心的技术政策（BAT 体系）、技术评估体系、技术示范推广政策等方面，可作为我国建立环境技术管理体系的参照体系。通过了解和吸纳国外环境技术管理体系的有效管理手段，建立具有中国特色的全面、科学的管理体制，加速污染防治能力建设，促进环境技术的创新与发展，为我国的环境管理和环境保护提供技术支撑。

1.2 污染防治技术评估方法

1.2.1 污染防治技术评估方法研究现状

1966 年美国众议院科学研究开发委员会报告中最先使用技术评估（Technology Assessment）一词，率先开展技术评估活动。1970 年美国白宫科学技术局委托 MITRE 公司研究开发技术评估方法论，该公司对汽车排气、计算机网络、工业用酵素、养殖渔业、家庭废水污染五个案例开发了方法论。1972 年美国技术评估法案正式通过，并设立议会直属的技术评估局。

1969 年日本对美国技术评估进行考察后，大力推广技术评估；1973 年通产大臣咨询机构——工业技术审议会发表技术评估报告书，内容包括了技术评估的意义及其重要性、技术评估基本方法和实施对策等。该报告书成为日本推行技术评估的基本依据。OECD-CSTP 经合组织科学技术委员会建立 ISTA（国际技术评估学会），并于 1973 年 5 月在海牙召开第一届技术评估国际代表大会。

1.2.2 污染防治技术评估的常用方法

技术评估方法直接改变了以往采用专家头脑风暴法和经验性评判的主观做法，既是开展行业技术管理、制定技术政策的重要基石，也是构建节能减排预测分析模型的一项国际性基础工作。

按照技术评估的类型可分为技术导向型、问题导向型、项目导向型和目标导向型四类。常用的技术评估方法：①基本技术评估方法（各类技术评估中都可能采用到的基础方法），包括实验法、情景分析法、专家调查法、德尔菲法和检查表法；②相关分析和层次分析方法，包括相关树法、层次分析法和交叉影响矩阵法；③动态模拟与结构模拟方法，包括系统动力学模拟、解释结构模拟和因果模拟；④技术经济分析方法，主要是成