

A Research of Urban Environmental Planning Status and Issue Improvements

Jingxuan Zhou¹, Yejing Zhou^{1*}, Meng Xia²

¹School of Environmental Science & Engineering, Huazhong University of Science and Technology (HUST), Wuhan Hubei

²School of Urban Design of Wuhan University, Wuhan Hubei

Email: zjxlypyj@163.com, *476402115@qq.com, summer.hxia@qq.com

Received: Apr. 8th, 2017; accepted: Apr. 25th, 2017; published: Apr. 30th, 2017

Abstract

This paper evaluates the current status of urban environmental planning at home and abroad. It summarizes 6 domestic types of existing issues when coordinating the relationships between economy, environment and social development, which lack of scientificity, feasibility and authority. And the solutions of the issues could be separated into the management aspect and the technical aspect. In the aspect of management, much more attention should be focused on the administrative controls. Meanwhile, as for the technical aspect, it is necessary to build the systematic multi-objective planning model, which could be helpful to collaboratively measure regional environmental capacity and environmental carrying capacity thresholds. In addition, the ecological service function value assessment should be executed. Furthermore, the requirement of improving the quantitative calculation method of the ecological compensation standard is necessitated. At last, the "Integrated discussion hall" agency is looked forward to the effective and scientific implementation in urban environmental planning.

Keywords

Urban Environmental Planning, Domestic and Foreign Status, Multi-Objective Planning Model, System Dynamics, Equivalent Factor

城镇环境类规划现状与问题改进研究

周敬宣¹, 周业晶^{1*}, 夏 梦²

¹华中科技大学环境科学与工程学院, 湖北 武汉

²武汉大学城市设计学院, 湖北 武汉

Email: zjxlypyj@163.com, *476402115@qq.com, summer.hxia@qq.com

*通讯作者。

收稿日期：2017年4月8日；录用日期：2017年4月25日；发布日期：2017年4月30日

摘要

本文对国内外城镇环境类规划编制现状进行了评价。其中，国内环境类规划在协调环境、经济、社会发展存在6类问题，使得规划文本的科学性、可行性与权威性不足。在这些问题中有管理和技术两方面的问题。对管理方面的问题，需加大行政管控力度；对于技术方面的问题，需要建立系统多目标规划模型，协同测算地区环境容量和环境承载力阈值，并且重视各地生态服务功能价值的评估，完善生态补偿标准定量化计算方法。最后，对成立“综合集成研讨厅”机构，科学、高效地实施环境规划予以期待。

关键词

城镇环境类规划，国内外规划现状，多目标规划模型，系统动力学，当量因子法

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

何为“环境类”规划？环境类规划包括区域环境规划(按郭怀成等人的定义，“区域”是指省以上的大范围地区[1])、城镇环境规划，水、气、土、固废、噪声等物理性污染环境要素规划、生态修复规划，还有生态文明示范区建设规划(具有“多规合一”的特点)等。

这些不同类型的规划其内容与重点虽各有不同，但都要协调环境与经济的平衡发展，对人类活动做出合理的时空安排和制约，其核心是确定污染排放底线，完善环境保护、生态修复的目标与计划，环境规划是编制其他规划的重要基础与核心内容。当前中国城镇化率不断提高，必须尽快改善水、气、土的质量，环境容量不能突破，各类指标需要逐步达标。编制好城镇环境规划对该地区的综合性环境规划具有引领作用。

环境类规划若编制到位，不仅能对生态环境状态做出客观评估，成为从源头抑制污染、合理调控排放过程、有效实施末端治理的有效工具，还是约束和指导政府行政行为的纲领性文件。它有利于发挥各级政府集权办事效率高的优势，体现系统性与权威性，促进政府积极履行环境职责，加快治理环境，协调各类矛盾的步伐。否则环境类规划就容易沦为“套话”或“空话”，失去其意义。

2. 国内外环境规划差异的评述

(1) 美国

美国是一个法制十分健全的国家，早已形成了完善的环境保护法律制度，法律地位突出，公民尊法、守法意识强，规划实施有保障。国民上下高度重视相关法律法规，环境保护都在法律框架下执行，法律条文多且密集，法律网覆盖全面，触犯法律后果严重[2]。

美国区域规划，尤其是总体规划，普遍得到环境基本法和行政法的支持。如《国家环境政策法》是美国环境领域的基本法，联邦政府所有机构都负有环保责任，任何决策、行动不得违背环境政策，否则即违法。而且不少环境保护目标、要求、措施乃至环境保护规划编制本身就是法律法规条文要求确定的。

不少环境规划本身就是法律法规，明确规定了阶段环境保护目标、措施、任务和资金，提高了环境保护规划的执行力。这些规划的法制化提高了环境规划的约束性。《国家环境政策法》规定国家设立美国国家环保局(EPA)管理环境事务，有明确独立的执法权：①环境法立法和执法权，②使用联邦环境预算的权利。《政府绩效法》规定，在制定规划过程中，编制机构需要和国会协商，并且向受到规划潜在影响的群体以及对战略规划感兴趣的群体征求意见，公众参与保证规划编制更加顾及群众利益，更有效[1]。

美国规划体系具有自下而上的衔接特点。以要素规划为主导，是要素规划推动总体规划，并对总体规划的编制产生显著影响。要素规划种类繁多，针对性很强，比如针对一块被污染土地的修复、道路调整、用地改变或搬迁等等，都在严格的法律管制下，保障国家生态环境健康。各级政府每年有专门拨款与专项资金支持环境保护与生态修复，相关地区之间多有相应的生态补偿协议。

规划内容涉及广泛。第一，采用模型预测的方法，预测经济增长、人口变化、城市规模变化对环境的影响，预测环境质量的动态变化。根据区域环境多目标，探讨环境污染控制费用，评估工程项目内容和资金，及各种污染控制措施方案，并筛选最优方案[3]。第二，重视研究能源与环境的关系，并以能源研究作为环境规划的研究基础[4]。第三，积极开展环境规划方法的研究，不断完善对人口-资源-环境模拟模型，提出全新的方法来应对模拟和预测的需要。此外，环境规划委员会在制定环境规划时，一定要有政府官员参加，同行进行评议，并设有听证会，公众可发表不同意见。第四，重视生态平衡发展问题，对环境政策、环境系统、环境价值进行分析，保护生态系统及自然资源不受破坏[5][6]。

(2) 日本

日本环境厅在1977年制定出《日本环境保护长远规划》，其任务是：①确定与环境标准相适应的污染负荷量，即环境容量，明确达到环境标准必须采取的政策；②明确国家和地方政府应实行的措施，从环境保护的角度提出经济发展、产业结构、地区构成、交通体系的发展方向，特别强调环境与经济的协调发展[7]；③预测为达到环境目标需要的防治污染的费用及经济走势，确保有充足的资金用于污染的防治和自然环境的保护；④制定各项环保措施和综合性调整方案。

日本的环境政策特点：第一，以人为本，保护人体健康重于经济发展；第二，大力发展环保产业，防治重点突出；第三，重视直接的行政管理，环境治理贯穿社会发展的各个环境和全过程[8]；第四，发挥地方政府和公共团体的作用，有助于环保工作的深入，调动多方面的积极性。第五，“标准”作为基本的政策目标和政策手段。一个是环境标准，一个是排放要求，即环境质量和排放总量双约束[9]。第六，重视对自然生态环境保护，环境保护教育与科学研究并重。第七，资源十分有限，对生态环境价值、资源有效利用进行评估，对高消耗、高能耗、高排放的经济活动要进行严格的控制。

日本的环境管理十分精细，国家级别的环境基本计划，制定了10个重点领域的政策计划，规定了应尽可能采用定量目标和指标的管理办法[10]。日本环境省为保证环境基本计划的付诸实施，根据《环境基本法》设置了环境关怀方针、环境保护经费、环境基本计划调查、基本计划点检制度、环境管理系统、地域环境行政支援情报系统、环境影响、环境教育等一系列保障措施[11]。

(3) 欧洲

英国环境规划从60年代末开始考虑“烟气控制问题”“废弃土地问题”等[5]，提出五项具体指标：①降低大气污染程度；②减少水体污染；③最低限度的噪声污染；④废弃物的回收和处理；⑤废弃土地的恢复。

英国的环境规划特点：第一，环境规划是社会经济规划的一个有机组成部分，在新城镇规划中，也要包括环境规划的内容[10]。第二，鼓励公众参与环境管理是其重要的政策导向之一[12]。第三，关注生态、环境前沿问题：七大科学研究主题是气候系统、生物多样性、自然资源的可持续利用、自然灾害、

环境污染和人类健康、地球系统科学、技术。规划发展五大实施目标是：知识、人才、研究设施与设备、合作、制定战略[13]。

荷兰的规划模式有以下特点：第一，总体规划和要素规划定位明确，角色有严格区分，总体规划主要站在战略高度引导国家环境工作的方向，要素规划是开展环境工作的具体实施计划。第二，在定量指标的选择和确定过程中，要素规划先于总体规划，强调可达性。第三，要素规划和总体规划的编制年限不严格对应，要素规划有独立的指标体系和灵活的编制实施时间。第四，不同部门在环境事务的衔接上，制定了各自的环境管理计划，保持与环境政策计划目标一致，至少不低于该目标。荷兰作为一个君主立宪国家，在环境规划纵向协调关系上表现出自上而下的方式。

荷兰政府对环境政策计划的执行上，提供政策和立法支持，比如：①与目标群谈判签订协议、盟约，具有法律效力；②实施监管，包括行动监控、环境监控；③公众参与，所有级别的环境规划都要公布，非政府组织在其中有举足轻重的作用[1]。

(4) 中国

中国是社会主义国家，党政一体、实行一元化领导。早年学习苏联体制，实行计划经济，社会发展、资源分配都是按照国家要求和计划进行。1978年改革开放以后，虽然由“计划经济”过渡到“市场经济”，但国家经济、社会整体发展依然由中央政府确定发展目标和发展方向，依然有强烈的国家计划特性。这一点与美国等西方国家不同。西方国家属于“小政府”，是自下而上的规划思路，由要素规划推动战略规划编制，战略规划再进行宏观梳理，制定国家或州县的环境发展整体方针。

中国各级政府均属于“大政府”，职能多、权利大，中央政府高度把控全国经济、环境等整体走向和目标；各级地方政府对各地的经济、民生、环境等各负其责，层层落实中央或上级文件，由上级政府组织对下级政府的考核。当处于社会主义初级发展阶段时，人均GDP偏低，发展国家经济、提高人民生活水平始终是各级政府关心的头等大事。改革开放30年来对环境规划的内容、方法的研究不断，体系较为完备，一直强调经济发展中的污染排放不能超越当地环境底线，要协调环境与经济的关系。但实际上各级政府近二十年中是经济发展优先，环境保护滞后，口号很多，落实不够，环境类规划编制中存在科学性、严谨性不足的问题。政府不愿将自己的执政被严格地限制在法律的“笼子”里，环境法律法规不健全、不完备，执行不到位，没有约束力[14][15]，导致污染排放总量大大超过环境容量。

近五年来生态文明建设热潮逐步兴起，环境规划与管理也被重视起来。政府希望通过全面、有效的环境规划，既能发展经济，也能保护、提升环境质量，这涉及水、气、土、声、生态、固废等多要素，横跨管理、政策、资金、措施等各方面。国家发改委、国土部、环保部和住建部四部委2014年联合下发《关于开展市县“多规合一”试点工作的通知》，提出在全国28个市县开展“多规合一”试点，旨在加强不同部门之间规划的衔接和融合，真正把规划做好，并能落实到位。

中国城市面积大、人口众多，经济、社会、环境问题众多，这不同于西方城市。鉴于中国的国情，城镇环境类规划在今后很长时间内不会被削弱，而只会被加强，环境法制也在不断健全和完备中。“大政府”具有集权、办事效率高的优势，在今后长期生态文明建设的大潮中，该类规划的编制应坚持环境、经济、社会系统的协调与有序的原则，以其为抓手，划出环境底线，发挥出协调各类矛盾、治理环境的重要作用。

3. 我国环境类规划中存在的问题

我国环境类规划的编制从理论上、实践上都已成熟，形成了完备的编制环节与程序，反映了当时的环保及相关要求。对大量环境类规划文本进行分析与总结，结合国外规划特点，特别是从环境、经济、社会发展相协调的角度来看，有6类问题值得注意(见图1)，必须改进。

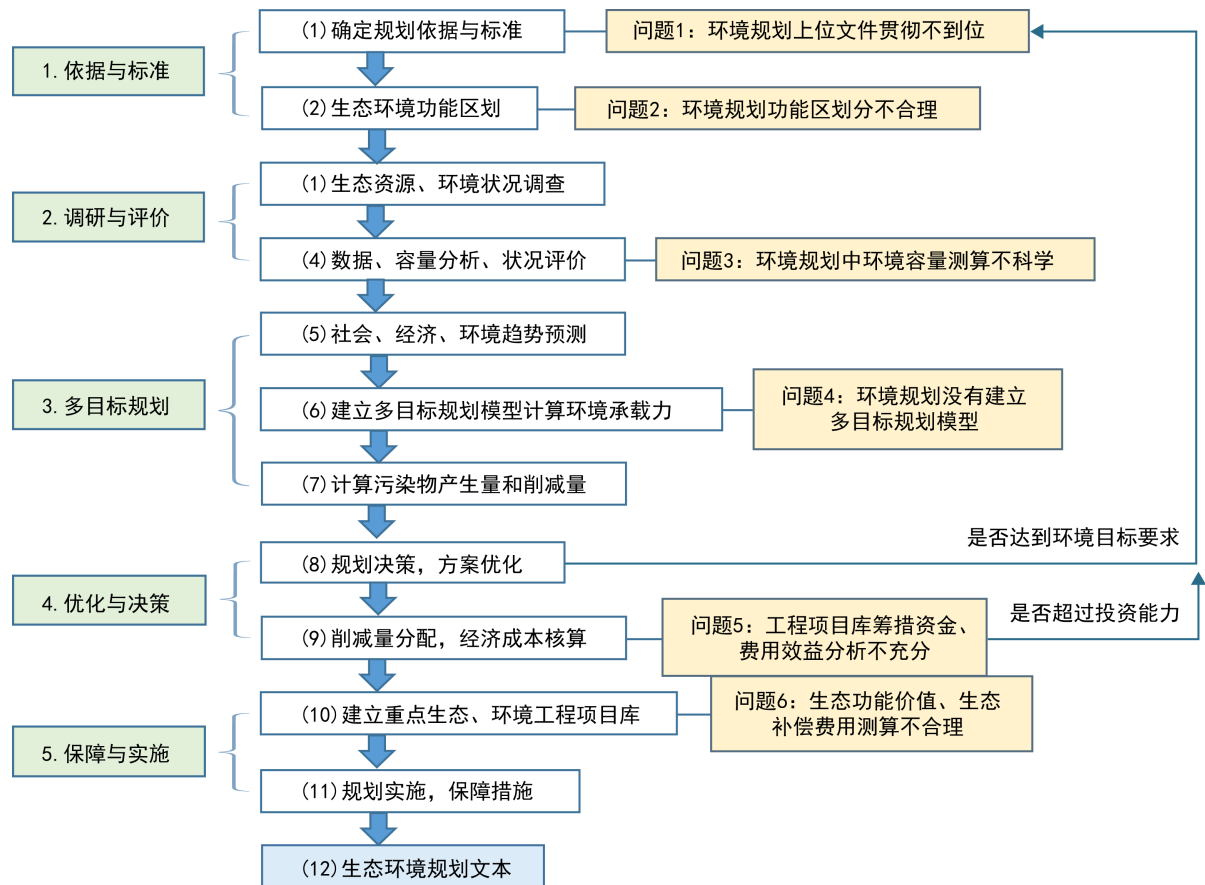


Figure 1. The compiling procedure and problems of environmental planning

图 1. 环境规划编制程序与问题

问题 1: 环境规划上位文件贯彻不到位

《“十三五”生态环境保护规划》、“大气十条”、“水十条”、“土十条”等已发布，这些是编制生态环境规划的重要依据，而且要认真执行这些文件要求，才能保证规划地区的环境质量达标。要将上述文件提出的具体定量指标充实到规划地区的环境、生态指标体系中，作为要达到的目标，而不是模糊目标要求。例如，新的《环境空气质量标准》(GB3095-2012)早已公布， $PM_{2.5}$ 是重点考察对象，但依然很多生态环境规划在编制过程中没有进行其分析和预测，这必须纳入各地空气质量指标体系统计之中。

问题 2: 环境规划功能区划分不合理

功能区划分不够精准、合理，不便于环境管理与考核。对规划地区的国土空间开发格局、功能区的划定需要充分论证，这是后续规划内容展开的平台。开发格局、功能区的划定须兼顾自然地理环境形势、经济发展格局与行政区划现状。若自然地理形势、经济发展载体能够统一在一个行政区内，将有利于对排污总量的控制与管理；若分属于几个行政区，则必须考虑环境生态有效管理的问题。

问题 3: 环境规划中环境容量测算不科学

环境容量的测算是一个复杂、繁琐的过程，需要借助于大量、连续的环境监测数据与科学、合理的测算模型，才能初步确定不同条件下的环境容量值。允许排污量确定后，要合理且坚定地将污染削减量逐次分配下去，分配到位。环境容量底线的测算虽然复杂，但不能回避，这是后续减排工作的基础[16] [17]。

例如湖北省很多县市灰霾较重，但各地编制的规划对控霾着墨不多。传统 A-P 值法通常用于计算燃

煤燃烧排放的单一污染物容量,不适合计算以 $\text{PM}_{2.5}$ 为特征的复合型空气污染的大气环境容量。而第三代空气质量模型在测算 $\text{PM}_{2.5}$ 为约束的大气容量时,需要海量数据,工作成本很高[18][19]。通常在面对一个普通县市规划时,相关数据欠缺,研究技术滞后,资金预算不足,使得第三代空气质量模型也难以发挥其应有的作用。

问题 4: 环境规划没有建立多目标规划模型

环境规划的本质是协调环境与经济的发展,研究对象具有复杂、多目标、非线性的特点,故建立合理的环境-经济多目标规划模型,对各种发展模式展开讨论,协调、优化环境-经济关系非常必要。但通常非线性规划模型建模与求解过程均较为复杂[20],为了回避这一难题,一些规划,如生态文明建设示范区规划,形成了用指标体系代替多目标模型分析的“套路”。这样操作是不够的,社会、经济、环境之间的关系与彼此相互的作用需要经过系统的估算,否则这种规划缺乏科学性、系统性与可行性。只有兼顾经济发展与环境保护,才能确定合理的规划目标及允许排污量,由此制定最有效的环境-生态建设项目库,这对提高减排、治污能力,节约资金,意义重大。

问题 5: 工程项目库筹措资金、费用效益分析不充分

工程项目定得太多,项目库过于庞大,缺乏论证,缺乏成本核算、费用效益分析。区域排污总量测算出来后如何向下级单位切割、分摊,往往迟迟难以明确与解决。政府基金、生态补偿资金有限,要加强对重大项目的可行性论证。这些均与当地政府对环境与经济关系的认识水平不足、执行能力偏低、各方利益难以摆平有关。通过提升认识水平,加大环保责任追究与对环保的投入力度,保持与中央政府环保部一致,是可以逐步解决的。

问题 6: 生态功能价值、生态补偿费用测算不合理

按照《十三五生态环境保护规划》,强调要加快建立多元化生态保护补偿机制。加大对重点生态功能区的转移支付力度,合理提高补偿标准,向生态敏感和脆弱地区、流域倾斜。但生态系统复杂,不同学者对生态问题认识的不一致,测算方法、口径不统一,导致生态价值测算结果差异很大。同时,生态补偿标准也不统一。理论上,生态补偿标准的确定有两条参照线:保护生态的机会成本是下限,根据生态系统服务功能计算出的生态补偿额度为上限,生态补偿金额应在这个区间内执行[21]。下限根据补偿与被补偿地区自身情况,如财政状况与预算、支付意愿、支付方式、机会成本等因素综合决定,主观性较强;而上限又缺乏科学的分析方法[22]。

4. 问题分析与解决思路

以上 6 类问题,1 是执行问题,2 和 5 属于行政管理问题,这些可以通过提高认识水平,加强管理,加大责任追究与投入力度,可逐步解决。问题 3、4 和 6 属于规划技术问题,是本文重点讨论的内容。其中问题 3 和 4 作为“研究点 1”,利用系统动力学法建立“社会-环境-经济”多目标模型,同步测算环境容量和承载力问题;问题 6 作为“研究点 2”,利用改进的当量因子法测算生态系统服务功能价值,并在此基础上,确定区域间生态服务功能流动规律,确定生态补偿计算方法。

(1) 研究点 1 解决思路

系统动力学(System Dynamics, SD)是一门分析研究信息反馈系统的学科,也是一门认识和解决系统问题的交叉综合学科。实践证明,系统动力学对于处理高阶次、非线性、多重反馈的复杂时变系统具有显著优势,是处理复杂社会、经济、环境大系统的有力工具[23]。

利用系统动力学构建城镇多目标规划模型,基于宏观统计数据,避免模拟复杂的物理化学过程,不仅能建立地区环境、经济、人口、能源等要素之间的数量关系,从宏观层面构建多目标之间的内在逻辑结构和联系,进行情景设置和预测;还能以环境质量、经济发展目标等为约束,通过预测环境质量达标

时点, 来评估环境容量(大气、水、土壤污染物的允许排放量)和环境承载力阈值(主要为经济、能源等发展规模), 实现情景趋势预测和容量、承载力阈值的同步测算。文献[24] [25]对“研究点 1”给出了比较简明、有效的解决方案。

(2) 研究点 2 解决思路

当量因子法是国内生态学者谢高地在国外著名生态学者 Daily G. C., Costanza R.等[26] [27]人对生态系统服务功能价值研究的基础上, 对中国 700 位具有生态学背景的专业人员进行问卷调查, 得出了新的适合中国的生态系统服务评估体系。制订出的“中国陆地生态系统服务价值当量因子表”(简称当量因子法)具有方法统一、标准一致, 直观易用, 评估全面, 视野宏观, 数据需求少, 推广性强, 结果便于比较的特点, 可以作为当前生态系统服务价值评估的快速核算工具[28]。目前该法影响力较大, 具有普适性, 被国内学者广泛采用。可以说, 当量因子法是对传统生态服务功能价值测算方法的提升和高度总结的成果, 有很强的实用性。

运用谢高地最新的 2015 版当量因子法测算各区域的生态服务功能价值, 可统一口径, 简化测算; 还可根据自然、生态状况和环境质量等因素, 对当量因子表相应数值做进一步合理修订, 来评估不同地区的生态系统价值。另外, 当量因子表里 14 类土地具有 11 种生态服务功能, 其中 4 种具有明显流动特性, 可运用熵增理论[29]描述其在区域间流动的基本规律, 推导区域间生态补偿计算方法, 由此测算各区域的生态输出价值和生态补偿标准, 确定各区间生态补偿权重与分配补偿金额。该方法对“研究点 2”提供了解决思路, 并已运用于湖北鄂州市三区间补偿分析, 其结果得到有关部门认可。

5. 展望

环境类规划编制是一种系统性、综合性的研究过程, 涉及“环境-经济-社会”复杂巨系统, 单靠纯粹的理化模型或单独的定性描述是难以做出科学规划的。要严格执行中央或上级环保部门的颁发的重要的有关环境、经济、能源的政策、法规、标准与要求, 根据各地的实际环境、经济、社会状况, 依靠群体(尤其是环境、经济、社会等各方专家)的经验、智慧和判断, 按规划编制程序, 将资料数据、图件融入数学模型或统计模型, 利用相关计算机软件在计算机上才能做出多种有效分析与预测, 使环境类规划得到真正的优化。

既要广泛征求意见, 展开充分的讨论, 兼顾环境与经济等多方面的需求, 又要避免传统编制方式耗时长、不客观等缺点, 这就需要建立快捷高效的工作平台, 称之为“综合集成研讨厅”(综合集成研讨厅的实质是将专家体系、统计数据和信息资料、计算机技术这三者结合起来, 构成一个高度智能化的人机结合系统)。依靠现在传统的规划编制方式是不够的, 对成立“综合集成研讨厅”机构实施环境规划编制予以期待。

参考文献 (References)

- [1] 郭怀成, 尚金城, 张天柱. 环境规划学[M]. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [2] 王曦. 美国环境法概论[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1992.
- [3] 詹歆晔, 刀谔, 郭怀成, 周丰, 刘慧. 中国与美国环境规划差异比较与成因分析[J]. 环境保护, 2009, 424(14): 59-61.
- [4] 杨士华, 李汝德. 美国的环境规划与管理[J]. 农业环境与发展, 1990(3): 1-5.
- [5] 张义生, 王华东. 国外环境规划研究现状与趋势[J]. 环境科学丛刊, 1986(2): 10-17.
- [6] 应竹青. 美国环境规划与管理高等教育考察报告[J]. 环境科学动态, 1988(12): 22-30.
- [7] 姜凤兰, 张义生, 候连有, 等. 国外环境规划情报调研综述与剖析[J]. 环境科学研究, 1989(6): 31-45.

- [8] 李永东, 路扬. 日本的环境经济政策及其对我国的借鉴作用[J]. 现代日本经济, 2007, 156(6): 12-16.
- [9] 孙世强, 廖红伟. 现代日本经济与环境保护之耦合分析[J]. 现代日本经济, 2005, 139(1): 57-60.
- [10] 郭怀成, 尚金城, 张天柱. 环境规划学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [11] 李钟. 日本环境保护政策与经济措施[J]. 全球科技经济瞭望, 2007(2): 23.
- [12] 候小伏. 英国环境管理的公众参与及其对中国的启示[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(5): 125-129.
- [13] 李延梅, 张志强. 英国自然环境研究委员会(NERC) 2007-2012 年战略规划解读[J]. 世界科技研究与发展, 2008(5): 662-666.
- [14] 吕忠梅. 《环境保护法》的前世今生[J]. 政法论丛, 2014(5): 51-61.
- [15] 曲格平. 中国环境管理 40 余载风雨兼程路[J]. 中国环境管理, 2016, 8(3): 14-17.
- [16] 董飞, 刘晓波, 彭文启, 等. 地表水水环境容量计算方法回顾与展望[J]. 水科学进展, 2014, 25(3): 451-463.
- [17] 周敬宣, 周业晶. 区域资源资产核算技术与环境容量及承载力阈值的研究[J]. 环境保护前沿, 2016, 6(2): 29-37.
- [18] Borge, R., Lopez, J., Lumbreras, J., *et al.* (2010) Influence of Boundary Conditions on CMAQ Simulations over the Iberian Peninsula. *Atmospheric Environment*, **44**, 2681-2695.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.04.044>
- [19] Han, K.M., Lee, C.K., Lee, J., *et al.* (2011) A Comparison Study between Model-Predicted and Omi-Retrieved Tropospheric NO₂ Columns over the Korean Peninsula. *Atmospheric Environment*, **45**, 2962-2971.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.10.016>
- [20] 周敬宣. 环境规划新编教程[M]. 武汉: 华中科技大学, 2010.
- [21] 李文华, 刘某承. 关于中国生态补偿机制建设的几点思考[J]. 资源科学, 2010(5): 791-796.
- [22] 李晓光, 苗鸿, 郑华, 欧阳志云. 生态补偿标准确定的主要方法及其应用[J]. 生态学报, 2009, 29(8): 4431-4440.
- [23] Vafa-Arani, H., Jahani, S., Dashti, H., *et al.* (2014) A System Dynamics Modeling for Urban Air Pollution: A Case Study of Tehran, Iran. *Transportation Research Part D*, **31**, 21-36.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.016>
- [24] 周业晶, 周敬宣, 肖人彬, 等. 以 GDP-PM_{2.5} 达标为约束的东莞大气环境容量及承载力研究[J]. 环境科学学报, 2016, 36(6): 2231-2241.
- [25] Zhou, Y.J. and Zhou, J.X. (2017) Urban Atmospheric Environmental Capacity and Atmospheric Environmental Carrying Capacity Constrained by GDP and PM_{2.5}. *Ecological Indicators*, **73**, 637-652.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.015>
- [26] Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R.S., *et al.* (1997) The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, **387**, 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- [27] Daily, G.C. (2000) The Value of Nature and the Nature of Value. *Science*, **289**, 395-396.
<https://doi.org/10.1126/science.289.5478.395>
- [28] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [29] 岳春源. 熵的物理本质[J]. 四川师范学院学报, 1989, 10(2): 176-180.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：aep@hanspub.org