

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第12期 Vol.31 No.12 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 12 期

2011 年 6 月 (半月刊)

目 次

基于植被遥感的西南喀斯特退耕还林工程效果评价——以贵州省毕节地区为例	李 昊, 蔡运龙, 陈睿山, 等 (3255)
扩散对破碎化景观上宿主-寄生种群动态的影响	苏 敏 (3265)
湿地功能评价的尺度效应——以盐城滨海湿地为例	欧维新, 叶丽芳, 孙小祥, 等 (3270)
模拟氮沉降对杉木幼苗养分平衡的影响	樊后保, 廖迎春, 刘文飞, 等 (3277)
中国东部森林样带典型森林水源涵养功能	贺淑霞, 李叙勇, 莫 菲, 等 (3285)
山西太岳山油松群落对采伐干扰的生态响应	郭东罡, 上官铁梁, 白中科, 等 (3296)
长期施用有机无机肥对潮土微生物群落的影响	张焕军, 郁红艳, 丁维新 (3308)
云南元江干热河谷五种优势植物的内生真菌多样性	何彩梅, 魏大巧, 李海燕, 等 (3315)
塔里木河中游洪水漫溢区荒漠河岸林实生苗更新	赵振勇, 张 科, 卢 磊, 等 (3322)
基于 8hm 样地的天山云杉林蒸腾耗水从单株到林分的转换	张毓涛, 梁凤超, 常顺利, 等 (3330)
古尔班通古特沙漠土壤酶活性和微生物量氮对模拟氮沉降的响应	周晓兵, 张元明, 陶 冶, 等 (3340)
Pb 污染对马蔺生长、体内重金属元素积累以及叶绿体超微结构的影响	原海燕, 郭 智, 黄苏珍 (3350)
春、秋季节树干温度和液流速度对东北 3 树种树干表面 CO ₂ 释放通量的影响	王秀伟, 毛子军, 孙 涛, 等 (3358)
云南南部和中部地区公路旁紫茎泽兰土壤种子库分布格局	唐樱殷, 沈有信 (3368)
利用半球图像法提取植被冠层结构特征参数	彭焕华, 赵传燕, 冯兆东, 等 (3376)
黑河上游蝗虫与植被关系的 CCA 分析	赵成章, 周 伟, 王科明, 等 (3384)
额尔古纳河流域秋季浮游植物群落结构特征	庞 科, 姚锦仙, 王 昊, 等 (3391)
九龙江河口浮游植物的时空变动及主要影响因素	王 雨, 林 茂, 陈兴群, 等 (3399)
东苕溪中下游河岸类型对鱼类多样性的影响	黄亮亮, 李建华, 邹丽敏, 等 (3415)
基于 RS/GIS 公路路域水土流失动态变化的研究——以榆靖高速公路为例	陈爱侠, 李 敏, 苏智先, 等 (3424)
流域景观结构的城市化影响与生态风险评价	胡和兵, 刘红玉, 郝敬锋, 等 (3432)
基于景观格局的锦州湾沿海经济开发区生态风险分析	高 宾, 李小玉, 李志刚, 等 (3441)
若尔盖高原土地利用变化对生态系统服务价值的影响	李晋昌, 王文丽, 胡光印, 等 (3451)
施用鸡粪对土壤与小白菜中 Cu 和 Zn 累积的影响	张 妍, 罗 维, 崔晓勇, 等 (3460)
基于 GIS 的宁夏灌区农田污染源结构特征解析	曹艳春, 冯永忠, 杨引禄, 等 (3468)
底墒和种植方式对夏大豆光合特性及产量的影响	刘 岩, 周勋波, 陈雨海, 等 (3478)
不同施肥模式调控沿湖农田无机氮流失的原位研究——以南四湖过水区粮田为例	谭德水, 江丽华, 张 骞, 等 (3488)
丛枝菌根真菌对低温下黄瓜幼苗光合生理和抗氧化酶活性的影响	刘爱荣, 陈双臣, 刘燕英, 等 (3497)
外源半胱氨酸对铜胁迫下小麦幼苗生长、铜积累量及抗氧化系统的影响	彭向永, 宋 敏 (3504)
专论与综述	
水平扫描技术及其在生态学中的应用前景	胡自民, 李晶晶, 李 伟, 等 (3512)
研究简报	
昆仑山北坡 4 种优势灌木的气体交换特征	朱军涛, 李向义, 张希明, 等 (3522)
不同比例尺 DEM 数据对森林生态类型划分精度的影响	唐立娜, 黄聚聪, 代力民 (3531)
苏南丘陵区毛竹林冠截留降雨分布格局	贾永正, 胡海波, 张家洋 (3537)
外来种湿地松凋落物对土壤微生物群落结构和功能的影响	陈法霖, 郑 华, 阳柏苏, 等 (3543)
深圳地铁碳排放量	谢鸿宇, 王习祥, 杨木壮, 等 (3551)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-06



封面图说: 自然奇观红海滩·辽宁省盘锦市——在辽河入海口生长着大片的潮间带植物碱蓬草, 举目望去, 如霞似火, 蔚为壮观, 人们习惯地称之为红海滩。粗壮的根系加快着海滩土壤的脱盐过程, 掉下的茎叶腐质后肥化了土壤, 它是大海的生态屏障。

彩图提供: 段文科先生 中国鸟网 <http://www.birdnet.cn> E-mail: dwk9911@126.com

水平扫描技术及其在生态学中的应用前景

胡自民¹, 李晶晶^{1,2}, 李伟^{1,2}, 段德麟^{1,*}

(1. 中国科学院海洋研究所实验海洋生物学重点实验室, 青岛 266071; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 水平扫描是一项在计算科学、工程和医学等领域被广泛应用的技术, 其原理即是对潜在的新兴事物、威胁、机遇和技术体系进行系统检查。该技术自 2008 年被引入生态学领域以来, 迅速在生物多样性和生态安全监管研究中展现出广阔的应用潜力。水平扫描技术不仅有助于政府决策层与管理机构积极面对各种在未来难以预测的生态环境风险, 进而在制定和实施与生态环境检测和保护等相关的政策措施时更加谨慎、全面和有据可依, 而且能够提升政府和环保部门应对与生态环境变化密切相关的重大突发性事件的能力。目前, 我国在利用水平扫描进行生态环境风险评估、生物多样性保护和生物安全检测等领域的应用研究或报道还处于空白。在全球化导致重大生态环境事件突发风险日益增加的背景下, 国内的生态学研究机构和团队可优先在外来物种入侵监管、重大地质灾害、环境生态安全和生物多样性丧失这四个领域进行水平扫描研究, 以应对当前日益严峻的生态环境保护形势。

关键词: 水平扫描; 生态安全; 生物多样性保护

The horizon scanning technology and its application prospect in Ecology

HU Zimin¹, LI Jingjing^{1,2}, LI Wei^{1,2}, DUAN Delin^{1,*}

1 Key Laboratory of Experimental Marine Biology, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: There is a long tradition of practitioners and researchers considering what might happen in the future. However, in most areas, including biodiversity conservation and environmental ecology, this has usually been done unsystematically. One reason for this is that issues appear unexpectedly, many of which were foreseeable with the benefit of hindsight. The failure to identify and respond appropriately to potential forthcoming issues will result in policymakers making unwise decisions. As an emerging and future-oriented technology, horizon scanning is such a powerful tool that can be used to inform the strategic decisions of companies, non-governmental and governmental organizations. It not only provides a view of key future issues and the actors involved along with their potential interactions, but also help to identify the major (scientific and political) questions that require answers in order to make strategies more robust and resilient.

As a matter of fact, horizon scanning was initially utilized in engineering, computational science and medical industry. But over the past decade, together with other future-oriented methods such as foresight and technology assessment, horizon scanning has been increasingly recognized as part of forward-looking government processes in addressing the diversity of societal and environmental challenges of the future and potential emerging issues in science and technology, particularly across Europe. Horizon scanning is essentially the systematic search for incipient trends, opportunities and risks that may affect the probability of achieving management goals and objectives to inform the strategic decisions of companies, non-governmental and governmental organizations. Since horizon scanning was introduced into ecological and related research areas in the last two years, the technology has shown tremendous application prospects in monitoring biodiversity and ecological security assessment. When performed and evaluated objectively, horizon scanning can identify the potential benefits, threats and opportunities about forthcoming issues and technological developments based on contemporary research

基金项目: 国家自然科学基金项目(31000103); 中国科学院知识创新工程重要方向性项目(KSCX2-YW-Z-1024)

收稿日期: 2010-05-29; **修订日期:** 2010-10-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dlduan@ms.qdio.ac.cn

and available evidence, thereby allowing policymakers and practitioners to establish more prudent, robust and resilient programs and strategies correlated with the dynamics of ecological environments. This consequently can help the government and organizations to make more positive responses to various ecological problems in the future, and promote their capability to respond to key emerging issues closely associated with the changes of ecological circumstances. However, in China there is a lack of relevant research or report on the application of horizon scanning technology to risk assessment of the ecological environment, biodiversity conservation and bio-security management. Through horizon scanning, researchers can then decide which issues might be of utmost importance for study, and practitioners can also use horizon scanning to ensure timely policy development and proactive research areas. In the face of increasing ecological and environmental threats at a global scale, we think that it is indispensable for Chinese ecological and research organizations to initiate horizon scanning research in four key areas: invasive species management, momentous geological disasters, environmental and ecological security and biodiversity loss, in order to mitigate serious situations and pressure on ecological environment.

Key Words: horizon scanning; ecological security; biodiversity conservation

对潜在发生事物的误判和反应迟钝会导致决策层作出错误的决定,进而造成重大的经济与环境损失。2001 年当手足口病爆发时,英国政府起初准备不足且反应迟钝,这导致后来约 1000 万头绵羊和奶牛被杀掉,预估损失高达 80 亿英镑^[1]。2006 年,布什总统在年度国情咨文中宣布提升生物能源应用的范围,欧盟随后也作出类似的承诺^[1]。然而,大量关于使用此类生物能源潜在影响的必要研究都是在政策制定后才得以实施。后期研究表明生物能源的扩散对生态、社会 and 气候变化产生了显著的负面影响^[2-3]。近年来,这一论点也逐渐得到学术界的认证^[4-5]。反思这两件事,有一点非常明确,即科学研究和环境决策机构没有给予手足口病和生物能源这类突发事物以足够的重视,以至于他们难以参与政府的相关政策制定。当前,在科学研究和政策规划方面经历一系列的认知失败后,水平扫描技术已逐渐进入到许多欧美国家政府和机构的决策范畴。

至此,何谓水平扫描技术?水平扫描不是一个崭新的术语,它在医学及相关领域的应用已超过 10a。早在 2007 年,基于在战略规划、风险管理和政策制定方面的重大贡献,水平扫描的重要性已得到英国政府及众多商业机构的认可^[6]。经过近 3a 的发展和实践,水平扫描技术逐步在欧盟内部企业和政府间得到广泛的运用,极大的提高了他们对潜在的快速发展的高新技术进行预测并作出相应反应的能力。

水平扫描进入生态学研究领域始于英国剑桥大学动物系教授 William J. Sutherland 2008 年在《Journal of Applied Ecology》上发表的《用水平扫描确定英国的生物多样性在未来可能面临的新威胁与机遇》一文。Sutherland 等利用水平扫描技术对未来极有可能影响英国生物多样性的 25 个最为紧迫的新兴问题进行了概述,分析了与每个问题相关的威胁、机遇和研究需求等,强调了前期研究在未来生物多样性监管和风险评估中的重要作用^[7]。从近两年的学科发展和政策导向看,这篇文章对生物多样性评估和生态风险监控研究产生了深远的影响。在英国乃至整个欧盟内部,政府决策层和研究机构在制定和实施与生物多样性及环境保护监测等相关的政策与措施时纷纷引入了水平扫描这一技术,以积极应对在未来可能面临的生物多样性监管风险,提升政府对重大突发性生态事件的应对能力。目前在中国国内,有关水平扫描在生物多样性保护、生态环境风险评估和生物安全等领域的应用还处于空白。针对该现状,本文将围绕水平扫描技术的概念发展、技术组成、必要性和应用前景等进行综述,以期对相关研究提供参考。

1 水平扫描技术介绍

1.1 水平扫描定义的发展

同许多面向未来的高新技术一样,水平扫描是一项有助于公司、政府和非政府组织制定政策的强有力工具。它不仅可让决策层全面审视正在或将要发生的重大事件并作出积极反应,而且有助于确定哪些是急需解决的关键问题,这样决策者制定的规划蓝图将更加全面和富有弹性^[8]。尽管如此,水平扫描定义的研究历史

可追溯至 8a 前。早在 2002 年,英国环境、食品及农村事务部(UK DEFRA)对水平扫描作出如下表述:对潜在的、危险、机遇和目前正处在构想与规划中且将来会有所发展的事物的系统性检查。这项技术能够检测到一些新兴的和意想不到的事物、持续的问题及发展趋势等^[9]。但是,直到 2003 年英国环境研究基金论坛(UK ERFF)的举办,与会者们对水平扫描的定义仍未达成共识。他们认为水平扫描是一个相对新颖的术语,主要用来替代先前提及的环境扫描一词,它是英国政府为提高自身对突发危机的前瞻性、降低相关影响而作出的必然反应^[10]。其后,Douw 等^[11]从医学观点出发,认为水平扫描是一项能在卫生保健领域为政策制定者提供及时信息、能对保健技术产生影响的技术。因此,水平扫描需针对某一特定的时间框架。Brown 等^[12]通过分解水平扫描中的核心要素并结合其在医学中的应用,对该技术定义如下:水平扫描是一项基于当前的研究和证据,对可预测的技术发展状况和潜在效能进行客观评估的系统性过程。

2008 年,Victor^[8]根据英国和荷兰两国间启动的多个水平扫描计划,对该术语定义如下:水平扫描是对潜在的问题、威胁、机遇及可能在未来得以发展的事物的系统检查,包括那些与当前预期和规划相关的事物。水平扫描能够发掘某些新兴的、未曾预料的发展趋势及将来发展尚不明朗的重要事物等。总之,水平扫描的目的在于提高政策的执行效力,减少认知规划中的纰漏。时至今日,这一定义已逐步得到诸多国家和地区的认可^[13-15]。由此可见,水平扫描是一项通过整合当前的研究数据和可用信息,对当前呈现出某种发展趋势、并且在将来对人类和社会产生重大影响的诸多潜在事物的系统性评估过程。

1.2 水平扫描技术的主要组成与实施过程

根据欧盟成员国内部对环境水平扫描的评议,欧盟第六框架计划中的 SKEP ERA-Net 方案对水平扫描的一般框架流程进行了详细阐述^[13],其核心要素包括图 1。

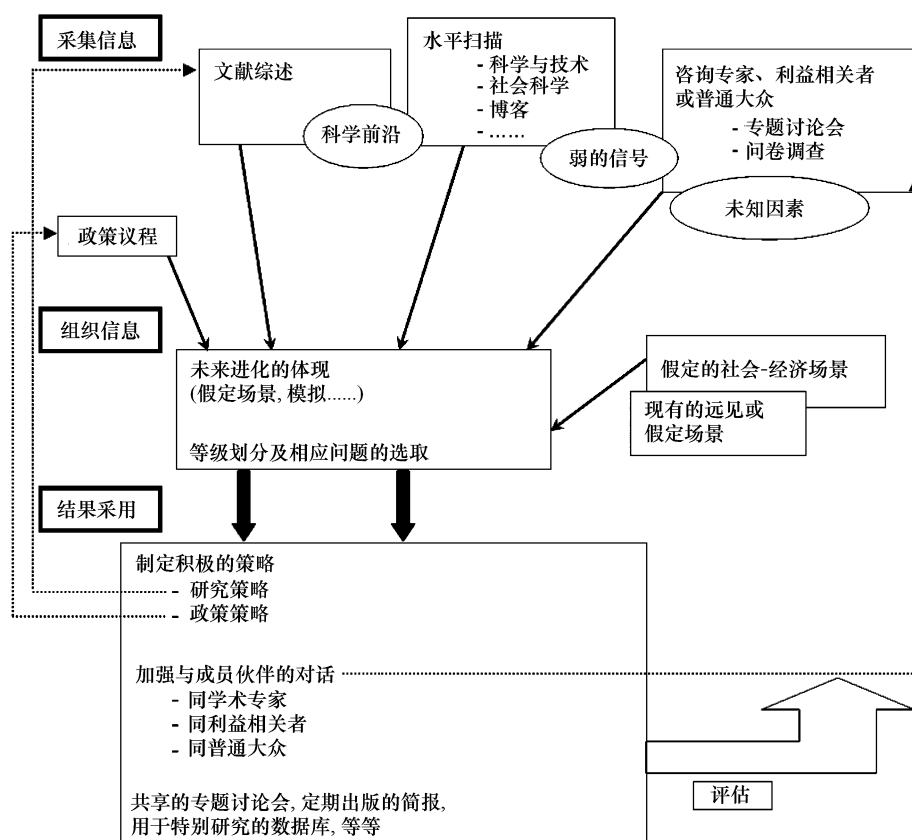


图 1 水平扫描可行性步骤的大致框架结构^[13]

Fig. 1 An overall framework for possible approaches of horizon scanning

(1) 采集信息 即从大量的第一手资料(如科学与技术刊物、会议论文、专利摘要、媒体资源、政策和政府

发展报告以及来自专家、活跃人士、评论人员、政治家、商业领导人和普通民众的个人言论)中获取大量有关未来事物和发展趋势的信息。这些信息可从广泛的文献科普作品和网络评论中采集,也可通过与利益相关者见面并签订协议和举办专题讨论会的形式获取。

(2)组织信息 进行预定情景模拟,根据其潜在的重要性和优先处理等级将其进行归类以用于进一步检测。在这过程中涉及到标准的规范与统一,即等级问题的潜在重要性,这可向利益相关各方进行咨询。

(3)结果采用 譬如获悉相应的研究策略、制定方针政策以及启动与利益相关各方的对话等。

水平扫描技术面临的挑战包括获取相关的可靠证据并据此按优先顺序作出反应。按照 Sutherland 和 Woodroof 的描述^[1],水平扫描技术的实施可分为 6 个步骤(表 1):①按范围对事物进行归类;②采集信息;③识别信号;④观察趋势;⑤预测未来;⑥评估反应的适合度。水平扫描技术只有在明确了这个项目要解决的关键问题,并且参与各方对如何使用采集到的信息已有清晰认识的基础上,才可以启动。这一步对于制定严格的方案和计划的顺利推进至关重要,而正规咨询在此期间对于确定重要事项也很有益处。如果水平扫描意在为未来的策略制定提供帮助,那么下一步即为开展专家工作组会议(表 1)以确定导致这种变更出现的主要驱动力,它们涵盖社会、科学、技术、政治、经济和环境等各个层面。两个驱动力可以形成一个轴心,它可被定义为 4 个模拟场景(表 1)。而未被选取作为轴心的有关大量驱动力信息将作为模拟场景的辅助说明。最后,反向推演(backcasting)可以确定达到模拟场景中任何述及的有关未来发展动向所需的步骤。

2 水平扫描技术应用领域的发展

2.1 水平扫描技术在医学中的应用

尽管已有许多国家和地区组织应用水平扫描技术,但早期它更多的是被用于医学研究领域。通过整合水平扫描技术,2004 年澳大利亚医疗服务咨询委员会(AU MSAC)建议政府发展安全、有效、成本合理的新型医学技术;随后从 2004—2007 年,新西兰健康技术评估小组(NZHTA)也根据与澳大利亚医疗服务咨询委员会签订的协议,先后发布了自己的健康技术评估报告^[16]。在英国,水平扫描被政府机构和组织广泛使用^[12],他们包括:

(1)由英国卫生部资助的国家水平扫描中心(National Horizon Scanning Centre)([http://www. publichealth. bham. ac. uk/horizon/](http://www.publichealth.bham.ac.uk/horizon/));

(2)英国环境、食品及农村事务部([http://defra. gov. uk/](http://defra.gov.uk/));

(3)英国农业与环境生物技术委员会(Agriculture and Environment Biotechnology Commission)([http://aebc. gov. uk/](http://aebc.gov.uk/));

(4)由英国政府资助的人类遗传学委员会(Human Genetics Commission)([http://www. hgc. gov. uk/](http://www.hgc.gov.uk/));

(5)英国医学物理学和工程学会(Institute of Physics and Engineering in Medicine)([http://www. ipem. org. uk/](http://www.ipem.org.uk/))。

由此可见,水平扫描技术在健康卫生领域的应用极为广泛,这主要基于该技术对健康服务领域的 3 个重要全局性影响:不断变化的人口结构、公众对健康的预期及新的保健技术^[11]。其中,水平扫描对第 3 点最难作出准确的判定,因为并不是所有的新技术都对患者有益。在某些情况下,不安全的和无效的技术普遍存在于医疗系统内部,有些技术甚至被过度使用。因此,公众需要一种高质量的客观的健康技术信息,而水平扫描极有可能是这样一种能满足公众愿望的技术体系^[12]。

2.2 水平扫描技术应用范围的拓展

在近 10 年间,许多工业化国家将水平扫描视为政府有远见作为的一个重要内容。它不仅可提高政策制定者对来自未来社会和环境多样性挑战的应变能力,而且有助于从容面对来自科学和技术等新兴领域的潜在变革。1994 年,英国的前瞻计划启动,这标志着全球范围内未来特色技术计划的开始。进入 1999 年,前瞻计划已将其涵盖的领域拓展到市场和社会事务层面。到 2002 年,前瞻计划涵盖的领域进一步扩大,并开始与前瞻水平扫描中心合作。2004 年,基于英国、加拿大、日本、荷兰和英国等国在水平扫描技术方面的经验,英国、

表 1 用于确定并优先处理未来潜在重要事项的水平扫描技术的步骤分解^[1]

Table 1 Structuring of horizon-scanning methods used in identifying and prioritizing future possible issues					
扫描阶段 Scanning stage	方法 Method	步骤 Approach	优势 Strengths	劣势 Weaknesses	案例 Examples
按范围归类 Scoping	咨询 Interviews	一对一提问(通常高级专家或利益相关者)确定重要事物, 探讨重要驱动力与不确定领域等	技术易于理解且被普遍接受; 易于获得关键人员对于将来的看法	在有兴趣或有经验的人员间不能形成互动	环境研究基金论坛水平扫描研究
	事项分解 Issue tree	将主要问题分解为相互独立且完整无遗漏的次级问题	可确定所需解决关键问题的必备信息	不适用于普通的或范围不严密的事物	脑科学、毒品与药物前瞻计划
	文献查找及科学水平评论 Literature searches and state-of-science reviews	搜寻已予公开的威胁与机遇	充分利用刚刚公开的证据(可能刚被同行审阅)	除非有意为之否则不能产生对未来的展望	文献查找: 英国政府科学前瞻水平扫描中心委托的 Sigma Scan (http://www.sigmascan.org) 科学水平评论: 总揽前瞻计划(any Foresight project)
采集信息 Gathering information	专家工作组 Expert workshops	召集专家组, 基于个人经验和知识预测可能的事物	提供可信度; 工作组的互动性利于酝酿深层次想法并提升高度	决定取决于参与人; 也取决于他们获取知识的过程	英国保护行动水平扫描。英国政府科学前瞻水平扫描中心委托的“全球保护中最优先考虑的 100 个生态学问题的评估”(Horizon Scan of Conservation Issues in UK)
识别信号 Spotting signals	公开论坛 Open fora	任何源于在线论坛(如维基百科)的贡献	充分利用所有人的智慧, 潜在的最广泛的贡献	缺乏一个确保在线论坛入口质量的严格系统	未来维基 Future Wikia (http://future.wikia.com/wiki/Main_Page) http://signific.org/
	Delphi 问卷调查 Delphi questionnaire	通过问卷调查进行专家咨询	利于在科学范畴内提供对正在发生事物的看法	没有互动性	全球能源前景的千年计划
	趋势分析 Trend analysis	研究历史上确定未来趋势的行动	利于确定并理解驱动因素	过去的行动对于指导未来不是必需的	国家生态系统 2008 声明
作出预测 Make sense	场景模拟 Scenarios	考虑广泛的有关未来的可能状况, 探究每种状况的可能后果	有助于相关组织对变化作出准备并检测当前策略的稳健性	需要充足的资源(如时间和专家的意见)	国际野生生物保护学会启动的野外生物未来计划
适用度评估 Agree the response	绘制系统架构图 Systems maps	显示影响中心事物的所有因素间的关系, 积极或消极的影响	提供一个关于影响到中心事物的外围事物的全面认识	需要先前已经存在的知识	对付肥胖的前瞻计划: 未来的选择
	反向推演 Backcasting	展望在未来作出首选的景象, 明确达成这一目的所需主要步骤	可作为一次演习独立完成	需要仔细组织以确定所有相关因素	英国运输政策的前景与反思

丹麦和荷兰三国启动了联合水平扫描计划。该计划通过互换成员国间的信息使用权,共享不同国家水平扫描的目的和方法以及主要扫描数据库等方式,旨在国家层面对水平扫描过程提出建议,推动面向未来的协同政策和新的联合研究计划^[1]。截至目前,联合水平扫描计划已成为推进高端计划和欧盟机构间深入合作的引擎^[8]。同样,这种发展趋势对亚洲国家也产生了重大影响。例如,新加坡的风险评估和水平扫描计划(<http://rahs.org.sg>)起初只注重于国家安全,但现在已将水平扫描技术延伸到其它政策领域。

3 水平扫描技术的最新应用

水平扫描技术的应用范围包括策略制定、政策规划、风险管理、确定风险并制定优先研究方案等^[1]。目前,尽管这项技术仅在政府和商业领域刚开始被应用^[6,17],但在生物多样性保护与生态安全监管等领域亦已展示出巨大潜力。水平扫描的目的不是预测未来,而是在充裕的时间内确定某些新兴事物,进而启动研究计划和制定相关政策等实效反应^[15]。

3.1 生物多样性保护

在过去 50a 间,人类活动对生物多样性组成和变更的影响比人类历史上任何时期都要严重^[18]。相关预测和场景模拟显示这些促使全球生物多样性改变的重要驱动因素(如人口增长、土地使用压力、气候变化和城市化进程等)将会持续加剧^[19],这使得生物多样性保护机构在预测未来与生物多样性相关的进化模式和趋势、评估生物多样性丧失的潜在影响以及制定反应策略等方面面临空前的挑战。与此同时,信息的愈加开放和技术变革的快速更新(如生物技术和基因组学等)给生物多样性保护也带来了新的机遇。水平扫描技术可鉴定生物多样性面临的新的潜在威胁(依据结构、组成和功能)并确定实施相应保护的最佳时机^[1]。

水平扫描可看作是某些前瞻性方法的第一步,它确定的新兴事物和变革趋势可通过多种未来技术进行详尽的检测。这种方法在商业部门进行未来市场分析、战略规划和风险管理时得到了很好的发展。目前,水平扫描技术越来越多的被用来确定并作为优先级别、同时在未来的生物多样性保护规划中极为重要等一系列事项。环境退化对未来发展、安全和经济的显著影响已证实,生态环境(包括生物多样性)研究在实践中已烙下水平扫描技术的印迹^[15]。

3.2 生物安全评估

2005 年,针对英国国内日益增加的外来物种入侵现状(包括陆地无脊椎动物、脊椎动物、植物疾病、动物疾病、陆地植物及水生物种),伦敦帝国理工学院的研究人员通过整合生态-经济模型和水平扫描技术,系统的报告了外来生物的入侵与散布模式,并对英国未来的生物安全进行了全面评估,包括利用新方法来防止、检测、围堵、根除和管理外来入侵物种等^[19]。2005 年 9 月,英国生物安全计划委员会正式成立,该组织由来自包括英格兰、苏格兰和威尔士政府官员的高级代表组成,他们每人都代表着生物安全领域的不同关注层面^[20]。英国生物安全计划委员会是该组织的核心,其它分支机构和行动包括外来入侵物种秘书处、生物安全工作组、利益相关者论坛和风险分析平台等(图 2)。其中,风险分析平台主要负责风险评估和水平扫描功能,协助该委员会在行动和资源配置方面作出更富战略性和更具操作性的决定。而水平扫描则同现存物种核查、新的检测实施一起构成生物安全监管的三大核心。

3.3 其它应用

水平扫描技术在其它领域的应用包括:通过水平扫描手段进一步修订潜在的最有害的物种名录^[20];环境

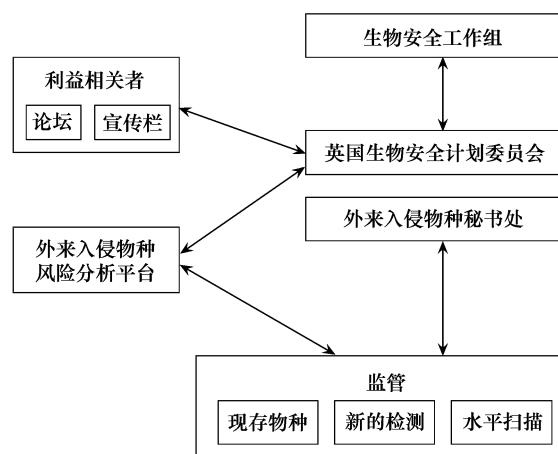


图 2 英国生物安全计划委员会成员组成及协作关系^[20]

Fig. 2 Key components and cooperative relationships in GB mechanism of Programme Board

水平扫描^[1];自然遗产保护^[21];与生物多样性和生态系统服务相关的政策的早期预警^[22],这项功能对那些目前尚未建立水平扫描或早期预警办公室的国家尤为重要^[23]。

4 全球生态环境领域重点事项 2010 年水平扫描

2009 年, Sutherland 教授同来自英国、新西兰、加拿大、美国、澳大利亚、荷兰及欧盟内部的 22 位学者、专职水平扫描人员、拥有广泛保护学兴趣的政府代表及保护学领域专家等进行合作,对 2010 年全球环境保护领域的事项进行水平扫描并获得了重要结果^[15]。每位参与者通过向其同事咨询或独自提出 1—4 个他们认为在全球范围内极为重要或对物种、生态系统、区域全球性利益会产生影响的紧急事项。随后,所有参与者对最终入围的 61 个事项进行评议,并基于认知程度和重要性水平进行打分(1 分:认知清楚或认知浅显但相对不重要;10 分:认知浅显同时潜在的重要性极高)。2009 年 9 月,合作者们按此标准对得到的 41 个事项进行讨论并打分。最终,15 个具有最高平均分的事项被确定下来。本文选取与海洋或水生生物生态密切相关的 6 个事项进行介绍。

(1) 微型塑料污染 在过去 40a 间,全球范围内塑料树脂产品的使用增加了 25 倍,但这些材料的重新利用率不足 5%。在 1970—2003 年间,塑料成为城市废物流中增长最快的成分,增速高达 9 倍。塑料废物摩擦与分解后形成微小的碎片,它们能广泛的散布到沉积物和土壤中^[24]。这类微型塑料对野生动植物的毒性影响,特别是激素干扰不仅来自于塑料制品自身,而且也来自水体中吸附到塑料上的防水性海洋污染物^[25-26]。这些污染物极有可能被泥食性和滤食性生物吞食^[27],并且有研究证实这类微型塑料可通过食物链进行传递^[28]。

(2) 废水中的纳米银 在可供普通消费者选择的 800 多种纳米技术产品中,至少有 20% 使用纳米银(银或氧化银或银离子的纳米粒子)作为活性成分^[27]。纳米银主要用作抗菌剂而被广泛使用,包括电冰箱、筷子、空调、空气净化剂、婴儿玩具、食品烹饪器具、吸尘器和医学器材^[29],它也被用来消除衣服异味和处理植物病菌^[30]。清洗经纳米石膏处理的伤口、清洗由纳米银加工而成的器械以及清洗经纳米银处理的布料,这些途径都会导致纳米银渗入到水体中^[31],并在沉积物中积累。研究表明斑马鱼胚胎暴露在这种环境中其变畸残与死亡的几率会增加^[32]。

(3) 海洋的脱氧化 在过去 50a 间,深度在 300—700 m 的热带地区海水中的溶氧浓度一直呈现下降趋势。自 1960 年以来,中、东部热带大西洋和赤道太平洋地区的中间水层与低氧层(最小含氧层)范围不断扩大,氧气含量也变得更为缺乏^[33],其典型后果是导致生物多样性的丧失^[34]。随着气候持续变暖,气候模拟显示这些海区的溶氧浓度在将来会进一步降低。海洋的脱氧化可能会持续的影响到海洋生态系统结构和生产力。相关研究表明低氧条件(每升海水中氧气含量不足 2—3 mg)会影响稚成鱼、甲壳类、棘皮动物和双壳类的生长与摄食,而在氧气浓度为 1—2 mg/L 时大多数鱼类会死亡^[35]。

(4) 反硝化细菌的变化 在过去几十年间,受人类大量排放废物、人口快速增长、城市化扩张大面积圈地、大规模地下排污系统建设及合成肥料广泛使用的影响,海洋中的氮负荷急剧增加。这些源于人类活动的大部分氮,可在河口与沿海陆架的沉积物中通过微生物介导的反硝化作用转化成无活性的分子态氮气。然而,来自美国 Narragansett Bay 的研究显示,这些沉积物近来已从氮的净汇区转变成氮的净源区^[36-37]。沉积物中无机物的减少可能会促进脱氮向固氮的转变。然而,过量的氮并没有在海湾中积累或促使藻华的形成,当地海水甚至看上去更加缺乏营养。这意味着某些河口可能不再具备固定和移除氮气的功能。如果真是这样,人类活动排放的氮到达开放海域后必将导致海洋酸化或一氧化二氮(亦称氧化亚氮)的积累^[38]。

(5) 印度洋-太平洋地区蓑鲉的入侵 1992 年,美国东部东海岸首次报道发现了少量的肉食性印度洋-太平洋蓑鲉(*Pterois volitans*)。最初,这种蓑鲉的扩张速度很慢,但在 2004 年入侵到巴哈马珊瑚礁地区后则显著加快^[39]。目前,蓑鲉已遍及加勒比海北部大部分地区,其最北端已达罗得岛和哥伦比亚南部^[40]。研究发现在那些已成功入侵的地区,蓑鲉的密度远远高于其原产区(在巴哈马每公顷海域有超过 390 条蓑鲉,而在红海地区只有约 80 条左右)^[41]。蓑鲉的最大体长可达 45 cm,广泛摄食各种鱼类和无脊椎动物。在巴哈马珊瑚礁

地区的相关研究表明,年幼的蓑鲉导致当地 80% 珊瑚礁鱼类的修复减缓^[42]。

(6) 跨北极扩散与移居 在上新世中期,北极海水的冰冻成为太平洋与大西洋海洋生物间交换的主要屏障,进而导致独特的生物地理区系的形成^[43]。伴随着海水温度上升、两极冰盖融化和季风模式的转变,北部的温带生物开始延伸至北冰洋,并在大西洋和太平洋之间移动^[44-45]。最近,这一模式已在北大西洋地区太平洋硅藻的研究中得到证实^[44]。时空尺度上海冰覆盖范围的缩减本质上会导致北极地区初级生产力的增加。因此,可以预见两大洋之间生物的移居和自然迁移过程^[45]。同时,在夏季西北航道和东北航道之间的海运开始快速增加^[46],这将推动太平洋与大西洋之间的物种传输。目前还不清楚这种扩散和移居会对生态系统、休闲渔业和商业钓捕或单个物种产生何种程度的影响。

5 结语

目前,水平扫描技术在生态学领域的应用还处在起步与摸索阶段,但其潜在价值已引起众多国家和地区政府与环保组织的重视。2010 年 4 月 20 日,英国石油公司和越洋公司共有的位于墨西哥湾的“深水地平线”钻井平台发生爆炸,大量的原油泄漏造成了大面积的严重海洋生态污染。尽管英国石油公司启用了包括“喷洒除油剂”、“毛发吸油”、“控油罩”和“灭顶法”等多种技术与手段,但结果收效甚微。面临如此巨大的生态灾难,美国民众对美国政府和英国石油公司封堵泄漏原油采取的缓慢行动表示了强烈不满。这一突发事件进一步印证了在生态环境保护领域开展水平扫描研究的重要性与必要性。如果美国政府和英国石油公司等机构先前能够获取石油污染方面的广泛资料信息,组织专家进行针对性研究,制定有效可行的应对突发性生态污染事件的政策与措施,他们今天就不会陷入如此被动的局面。从这一层面看,水平扫描技术在生态学领域的应用远未充分挖掘。据此类推,水平扫描技术在全球人口控制、生物多样性监管、食品与能源安全、疾病控制和自然地理灾害等领域的应用前景同样广阔。

中国作为一个人口众多、气候条件复杂的发展中国家,其脆弱的生态环境极易受到人为因素的影响。据环保部门统计,2010 年上半年中国每月至少发生 10 起重大的生态污染事故。面对如此严峻的生态保护形势,科研与环保部门有责任在宏观的政策规划和管理措施落实方面进行协作,制定出符合中国当前国情的研究策略方案。在生态环境领域可优先对外来物种入侵监管(如巴西龟和互花米草)、重大地质灾害(如地震、洪水和泥石流)、环境生态安全(如紫金矿业污染、大连输油管道爆炸和浒苔绿潮爆发)和生物多样性丧失(如白鳍豚和华南虎)这 4 个方面进行水平扫描。这些研究一旦能顺利开展,不仅可以缓解目前国内生态环境恶化的趋势,而且必将对生态环境领域其它方向的水平扫描研究起到良好的示范作用。

致谢:感谢中国海洋大学 Nwafili Sylvanus Anene 博士对英文摘要的润色。

References:

- [1] Sutherland W J, Woodroof H J. The need for environmental horizon scanning. *Trends in Ecology and Evolution*, 2009, 24(10): 523-527.
- [2] Fitzherbert E B, Strubbig M J, Morel A, Danielsen F, Brühl C A, Donald P F, Phalan B. How will oil plan expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution*, 2008, 23(10): 538-545.
- [3] Koh L P, Wilcove D S. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conservation Letters*, 2008, 1(2): 60-64.
- [4] Eggers J, Tröltzsch K, Falcucci A, Maiorano L, Verburg P H, Framstad E, Louette G, Maes D, Nagy S, Ozinga W, Delbaere B. Is biofuel policy harming biodiversity in Europe? *GCB Bioenergy*, 2009, 1(1): 18-34.
- [5] Altieri M A. The ecological impacts of large-scale agrofuel monoculture production systems in the Americas. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 2009, 29(3): 236-244.
- [6] King D A, Thomas S M. Taking sciences out of the box-foresight recast. *Science*, 2007, 316(5832): 1701-1702.
- [7] Sutherland W J, Bailey M J, Bainbridge I P, Brereton T, Dick J T A, Drewitt J, Dulvy N K, Dusic N R, Freckleton R P, Gaston K J, Gilder P M, Green R E, Heathwaite A L, Johnson S M, Macdonald D W, Mitchell R, Osborn D, Owen R P, Pretty J, Prior S V, Prosser H, Pullin A S, Rose P, Stott A, Tew T, Thomas C D, Thompson D B A, Vickery J A, Walker M, Walmsley C, Warrington S, Watkinson A R, Williams R J, Woodroffe R, Woodroof H J. Future novel threats and opportunities facing UK biodiversity identified by horizon scanning. *Journal of Applied Ecology*, 2008, 45(3): 821-833.

- [8] van Rij V. Joint horizon scanning: identifying common strategic choices and questions for knowledge // Third International Seville Seminar on Future-Oriented Technology Analysis. Seville: Netherlands Horizonscanning Team, 2008: 1-26.
- [9] Department of Environment, Food and Rural Affairs Defra's Horizon Scanning Strategy for Science, December 2002. [2010-05-01]. <http://www.defra.gov.uk/HorizonScanning/>.
- [10] Environmental Research Funders Forum, Developing a Shared Understanding of Horizon Scanning for ERFF, June 2003. [2010-05-01]. <http://www.erff.org.uk/documents/definitionshorizonscanning.pdf>.
- [11] Douw K, Vondeling H, Eskidsen D, Simpson S. Use of the internet in scanning the horizon for new and emerging health technologies: a survey of agencies involved in horizon scanning. *Journal of Medical Internet Research*, 2003, 5(1): e6.
- [12] Brown I T, Smale A, Verma A, Momandwall S. Medical technology horizon scanning. *Australian Physical and Engineering Sciences in Medicine*, 2005, 28(3): 200-203.
- [13] SKEP ERA-net. How to Identify Emerging Long Term Strategic Issues for Environmental Research and Policies: A Diversity of Possible Approaches. Report of Scientific Knowledge for Environmental Protection. Paris: Sixth Framework Programme, 2006.
- [14] Netherwood A. Futures, Trends and Horizon Scanning for Welsh Local Government. Report of WLGA Offered Various High Quality Consultancy and Research. Netherwood: the WLGA's Sustainable Development Framework, 2008.
- [15] Sutherland W J, Clout M, Côté IM, Daszak P, Depledge M H, Fellman L, Fleishman E, Garthwaite R, Gibbons D W, De Lurio J, Impey A J, Lickorish F, Lindenmayer D, Madgwick J, Margerison C, Maynard T, Peck L S, Pretty J, Prior S, Redford K H, Scharlemann J P W, Spalding M, Watkinson A R. A horizon scan of global conservation issues for 2010. *Trends in Ecology and Evolution*, 2010, 25(1): 1-7.
- [16] University of Otago. Australia and New Zealand Horizon Scanning Network. Horizon Scanning Report: the Provision of Free Nicotine Patches Within Smoking Cessation Programmes. Christchurch: University of Otago, 2007.
- [17] Saffo P. Six rules for effective forecasting. *Harvard Business Review*, 2007, 85: 122-131.
- [18] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human-Well Being. Biodiversity Synthesis. Washington: World Resources Institute, 2005.
- [19] UNEP World Conservation Monitoring Centre. Preliminary gap analysis for the purpose of facilitating the discussions on how to strengthen the science-policy interface // Twenty-fifth Session of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum. Nairobi: UNEP/IPBES, 2009.
- [20] Waage J K, Fraser R W, Mumford J D, Cook D C, Wilby A. A new agenda for biosecurity: Report of Imperial College London. London: Imperial College London, 2005.
- [21] Summary of Stakeholder Recommendations. Invasive Species Ireland — The Way Forward. [2010-05-01]. <http://www.invasivespeciesireland.com/>.
- [22] Anon. Natural Heritage Research and Development Strategy 2004 — 2009. Environment and Heritage Service Research and Development Series. No 06/28. Belfast: Environment and Heritage Service, 2006.
- [23] Perrings C. IPBES: Critical Questions. Washington DC: Regional Office for North America (RONA) Scientific Consultation on an Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), 2010.
- [24] Thompson R C, Olsen Y, Mitchell R P, Davis A, Rowland S J, John A W G, McGonigle D, Russel A E. Lost at sea: where is all the plastic?. *Science*, 2004, 304(5672): 838-838.
- [25] Gregory M R. Environmental implication of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biology*, 2009, 364(1526): 2013-2025.
- [26] Teuten E L, Saquing J M, Knappe D R U, Barlaz M A, Jonsson S, Björn A, Rowland S J, Thompson R C, Galloway T S, Yamashita R, Ochi D, Watanuki Y, Moore C, Viet P H, Tana T S, Prudente M, Boonyatumanond R, Zakaria M P, Akkhavong K, Ogata Y, Hirai H, Iwasa S, Mizukawa K, Hagino Y, Imamura A, Saha M, Takada H. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B (Biology Sciences)*, 2009, 364(1516): 2027-2045.
- [27] Teuten E L, Rowland S J, Galloway T S, Thompson R C. Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. *Environmental Science Technology*, 2007, 41(22): 7759-7764.
- [28] Moore C J. Synthetic polymers in the marine environment: a rapid increasing, long-term threat. *Environmental Research*, 2008, 108(2): 131-139.
- [29] Pen. New Nanotechnology Products Hitting the Market at the Rate of 3 — 4 Per Week. 2008. [2010-05-01]. <http://www.nanotechproject.org/news/archive/6697/>.
- [30] Kim S W, Kim K S, Lamsal K, Kim Y J, Kim S B, Jung M, Sim S J, Kim H S, Chang S J, Kim J K, Lee Y S. An in vitro study of the antifungal effect of silver nanoparticles on oak wilt pathogen *Raffaelea* sp. *Journal of Microbiological Biotechnology*, 2009, 19(8): 760-764.
- [31] Benn T M, Westerhoff P. Nanoparticle silver released into water from commercially available sock fabrics. *Environmental Science Technology*, 2008, 42(11): 4133-4139.

- [32] Lee K J, Nallathamby P D, Browning L M, Osgood C J, Xu X H. *In vivo* imaging of transport and biocompatibility of single silver nanoparticles in early development of zebrafish embryos. *ACS Nano*, 2007, 1(2): 133-143.
- [33] Stramma L, Johnson G C, Sprintall J, Mohrholz V. Expanding oxygen-minimum zones in the tropical oceans. *Science*, 2008, 320(5876): 655-658.
- [34] Rogers A D. The role of the oceanic oxygen minima in generating biodiversity in the deep sea. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2000, 47(1/2): 119-148.
- [35] Gray J S, Wu R S, Ying Y O. Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 2002, 238: 249-279.
- [36] Fulweiler R W, Nixon S W, Buckley B A, Granger S L. Reversal of the net dinitrogen gas flux in coastal marine sediments. *Nature*, 2007, 448(7150): 180-182.
- [37] Nixon S W, Fulweiler B A, Granger S L, Nowicki B L, Henry K M. The impact of changing climate on phenology, productivity, and benthic-pelagic coupling in Narragansett Bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2009, 82(1): 1-18.
- [38] Lane N. Climate change: what's in the rising tide? *Nature*, 2007, 449: 778-780.
- [39] Whitfield P E, Gardner T, Vives S P, Gilligan M R, Courtenay W R Jr, Ray G C, Hare J A. Biological invasion of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* along the Atlantic coast of North America. *Marine Ecology Progress Series*, 2002, 235: 289-297.
- [40] Schofield P J. Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 2009, 4(3): 473-479.
- [41] Green S J, Côté I M. Record densities of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Coral Reefs*, 2009, 28(1): 107-107.
- [42] Albins M A, Hixon M A. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 2008, 367: 233-238.
- [43] Briggs J C. *Global Biogeography*. Amsterdam: Elsevier Press, 1995.
- [44] Reid P C, Edwards M, Johns D G. Trans-Arctic invasion in modern times. *Science*, 2008, 322(5901): 538-538.
- [45] Vermeij G J, Roonpnarine P D. The coming Arctic invasion. *Science*, 2008, 321(5890): 780-781.
- [46] van Loon A J. Explorers' challenge sunk by Arctic warming. *Nature*, 2007, 450(7167): 161-161.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 12 June, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Effect assessment of the project of grain for green in the karst region in Southwestern China: a case study of Bijie Prefecture	LI Hao, CAI Yunlong, CHEN Ruishan, et al (3255)
The effect of dispersal on the population dynamics of a host-parasite system in fragmented landscape	SU Min (3265)
The effect of spatial scales on wetland functions evaluation: a case study for coastal wetlands in Yancheng, Jiangsu Province	OU Weixin, YE Lifang, SUN Xiaoxiang, et al (3270)
Effects of simulated nitrogen deposition on nutrient balance of Chinese fir (<i>Cunninghamia lanceolata</i>) seedlings	FAN Houbao, LIAO Yingchun, LIU Wenfei, et al (3277)
The water conservation study of typical forest ecosystems in the forest transect of eastern China	HE Shuxia, LI Xuyong, MO Fei, et al (3285)
The ecological responses of <i>Pinus tabulaeformis</i> forests in Taiyue Mountains of Shanxi to artificial Harvesting	GUO Donggang, SHANGGUAN Tielang, BAI Zhongke, et al (3296)
The influence of the long-term application of organic manure and mineral fertilizer on microbial community in calcareous fluvo-aquic soil	ZHANG Huanjun, YU Hongyan, DING Weixin (3308)
Endophytic fungal diversity of five dominant plant species in the dry-hot valley of Yuanjiang, Yunnan Province, China	HE Caimei, WEI Daqiao, LI Haiyan, et al (3315)
Seedling recruitment in desert riparian forest following river flooding in the middle reaches of the Tarim River	ZHAO Zhenyong, ZHANG Ke, LU Lei, et al (3322)
Scaling up for transpiration of <i>Pinaceae schrenkiana</i> stands based on 8hm permanent plots in Tianshan Mountains	ZHANG Yutao, LIANG Fengchao, CHANG Shunli, et al (3330)
Responses of soil enzyme activities and microbial biomass N to simulated N deposition in Gurbantunggut Desert	ZHOU Xiaobing, ZHANG Yuanming, TAO Ye, et al (3340)
Effects of Pb on growth, heavy metals accumulation and chloroplast ultrastructure of <i>Iris lactea</i> var. <i>Chinensis</i>	YUAN Haiyan, GUO Zhi, HUANG Suzhen (3350)
Effects of temperature and sap flow velocity on CO ₂ efflux from stems of three tree species in spring and autumn in Northeast China	WANG Xiuwei, MAO Zijun, SUN Tao, et al (3358)
The soil seed bank of <i>Eupatorium adenophorum</i> along roadsides in the south and middle area of Yunnan, China	TANG Yingyin, SHEN Youxin (3368)
Extracting the canopy structure parameters using hemispherical photography method	PENG Huanhua, ZHAO Chuanyan, FENG Zhaodong, et al (3376)
The CCA analysis between grasshopper and plant community in upper reaches of Heihe River	ZHAO Chengzhang, ZHOU Wei, WANG Keming, et al (3384)
Community structure characteristics of phytoplankton in argun River Drainage Area in autumn	PANG Ke, YAO Jinxian, WANG Hao, et al (3391)
Spatial and temporal variation of phytoplankton and impacting factors in Jiulongjiang Estuary of Xiamen, China	WANG Yu, LIN Mao, CHEN Xingqun, et al (3399)
Effect of bank type on fish biodiversity in the middle-lower reaches of East Tiaoqi River, China	HUANG Liangliang, LI Jianhua, ZOU Limin, et al (3415)
Study on dynamic changes of soil and water loss along highway based on RS/GIS: an example of Yujing expressway	CHEN Aixia, LI Min, SU Zhixian, et al (3424)
The urbanization effects on watershed landscape structure and their ecological risk assessment	HU Hebing, LIU Hongyu, HAO Jingfeng, et al (3432)
Assessment of ecological risk of coastal economic developing zone in Jinzhou Bay based on landscape pattern	GAO Bin, LI Xiaoyu, LI Zhigang, et al (3441)
Impacts of land use and cover changes on ecosystem service value in Zoige Plateau	LI Jinchang, WANG Wenli, HU Guangyin, et al (3451)
Effect of chicken manure application on Cu and Zn accumulation in soil and <i>Brassica sinensis</i> L.	ZHANG Yan, LUO Wei, CUI Xiaoyong, et al (3460)
GIS analysis of structural characteristics of pollution sources in irrigable farmland in Ningxia China	CAO Yanchun, FENG Yongzhong, YANG Yinlu, et al (3468)
Effects of pre-sowing soil moisture and planting patterns on photosynthetic characteristics and yield of summer soybean	LIU Yan, ZHOU Xunbo, CHEN Yuhai, et al (3478)
<i>In situ</i> study on influences of different fertilization patterns on inorganic nitrogen losses through leaching and runoff: a case of field in Nansi Lake Basin	TAN Deshui, JIANG Lihua, ZHANG Qian, et al (3488)
Effects of AM fungi on leaf photosynthetic physiological parameters and antioxidant enzyme activities under low temperature	LIU Airong, CHEN Shuangchen, LIU Yanying, et al (3497)
Effects of exogenous cysteine on growth, copper accumulation and antioxidative systems in wheat seedlings under Cu stress	PENG Xiangyong, SONG Min (3504)
Review and Monograph	
The horizon scanning technology and its application prospect in Ecology	HU Zimin, LI Jingjing, LI Wei, et al (3512)
Scientific Note	
The gas exchange characteristics of four shrubs on the northern slope of Kunlun Mountain	ZHU Juntao, LI Xiangyi, ZHANG Ximing, et al (3522)
Effect of DEM data at different scales on the accuracy of forest Ecological Classification system	TANG Lina, HUANG Jucong, DAI Limin (3531)
Canopy interception of rainfall by Bamboo plantations growing in the Hill Areas of Southern Jiangsu Province	JIA Yongzheng, HU Haibo, ZHANG Jiayang (3537)
Effects of exotic species slash pine (<i>Pinus elliottii</i>) litter on the structure and function of the soil microbial community	CHEN Falin, ZHENG Hua, YANG Bosu, et al (3543)
The carbon emission analysis of Shenzhen Metro	XIE Hongyu, WANG Xixiang, YANG Muzhuang, et al (3551)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 12 期 (2011 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 12 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元