

全球变化 研究评论

Review of Global
Change Research

(第二辑)

全球变化与生物多样性

Global Change and Biodiversity

主编 官鹏

副主编 林光辉 应清

全球变化研究评论

Review of Global Change Research

QUANQIU BIANHUA YANJIU PINGLUN

(第二辑)

全球变化与生物多样性

Global Change and Biodiversity

QUANQIU BIANHUA YU SHENGWU DUOYANGXING

主编 宫 鹏

副主编 林光辉 应 清



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

保护生物多样性对人类的生存至关重要,是国际科学界高度重视的问题。而生物多样性如何受到全球环境变化的影响更是近年来研究的热点。本专辑以生物多样性为主,收录了关于全球变化的15篇论文。论文内容包括中国地学发展的策略分析;生物多样性与国家经济指标的关系;全球鸟类体型大小、物种地理分布范围大小、物种丰富度、不同分类层次上进化起源、物种更替率等的空间分布以及它们与环境要素、土地利用和气候变化的关系;鸟类生态学变量与鸟类分化过程的关系;地方特有鸟类随气候变化的预测方法及保护意义;生物特征与环境要素和系统发育信息之间的关系;土地利用变化科学;人为生态群系分类和生态系统预测。

本辑对从事地学、生态学、地学统计学、生物多样性、土地变化科学、气候变化科学和地球系统模拟研究的学者有一定参考价值。

关键词:全球变化 生物多样性 土地利用变化 地球系统科学

图书在版编目(CIP)数据

全球变化研究评论.第2辑,全球变化与生物多样性

/宫鹏主编.——北京:高等教育出版社,2011.4

ISBN 978-7-04-032358-0

I. ①全… II. ①宫… III. ①全球环境-文集②生物

多样性-文集 IV. ①X21-53 ②Q16-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第058825号

策划编辑 柳丽丽 李冰祥
插图绘制 尹莉

责任编辑 柳丽丽
责任校对 胡晓琪

封面设计 张志奇
责任印制 朱学忠

版式设计 范晓红

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 涿州市星河印刷有限公司
开本 787×1092 1/16
印张 17.25
字数 350 000
插页 7
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版次 2011年4月第1版
印次 2011年4月第1次印刷
定价 49.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 32358-00
审图号 GS(2011)318号

编译者简介

(按姓氏拼音字母排序)

程渠 浙江大学地球科学系地理信息系统专业 2007 级本科生。研究兴趣包括生态环境、城市发展以及物联网等。

付薇 中国科学院遥感应用研究所在读博士。研究兴趣包括遥感图像处理、信息提取、土地覆盖分类,发表 EI 论文 2 篇。

宫鹏 美国加利福尼亚大学伯克利分校环境科学、政策与管理系教授,清华大学地球系统科学研究中心教授。研究兴趣包括全球土地变化、环境与健康和社会可持续发展等。发表各类论文 400 余篇(含 150 余篇 SCI 论文)。现担任 *International Journal of Remote Sensing* 编辑和 *Computers, Environment and Urban Systems, GIScience and Remote Sensing* 等刊物编委。

李雪艳 北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院在读博士。研究方向为生物多样性,环境与健康。

李展 中国科学院遥感应用研究所在读硕士。研究兴趣包括激光雷达在城市和森林地区的应用。发表各类论文 6 篇。

梁菲菲 清华大学地球系统科学研究中心在读博士。研究兴趣为环境遥感及应用。

梁璐 中国科学院遥感应用研究所硕士,现为清华大学地球系统科学研究中心科研助理。研究兴趣包括环境与健康、全球生物多样性评价、全球土地变化等。发表论文 8 篇,其中 SCI 论文 5 篇。

林光辉 清华大学地球系统科学研究中心教授。2001 年国家自然科学基金委杰出青年科学基金(B 类)获得者;2003 年入选中国科学院“百人计划”。曾作为唯一的华人科学家参与美国“生物圈 2 号(Biosphere 2)”的 1994—2003 年期间的运营与管理。研究兴趣:湿地生态学、全球变化生态学、稳定同位素生态学。

刘爽 中国科学院遥感应用研究所在读硕士,研究兴趣包括高分辨率遥感图像提取城市居住地、中国地表植被典型色彩提取、青藏高原湿地现状及影响因素等。

王芳 北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院在读硕士。研究兴趣为极地环境遥感。

王晓昶 中国科学院遥感应用研究所在读硕士,研究兴趣为全球土地变化。

徐玥 北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院在读硕士。研究兴趣

为环境与健康。

杨长虹 四川省疾病预防控制中心副研究员,中国科学院遥感应用研究所
在读博士。研究兴趣包括流行病学、环境与健康等,发表各类论文 20 余篇(含 8
篇 SCI 论文)。

姚文博 北京大学地理信息系统、经济学双学士,清华大学地球系统科学
研究中心在读硕士。研究兴趣包括与经济相关的环境问题,如环境变换、碳交
易等。

应清 中国科学院遥感应用研究所硕士,现为遥感科学国家重点实验室研
究员。研究兴趣包括生物多样性与全球变化、生物地球化学、遥感生态测量学
等。发表 SCI 论文 3 篇。

张海英 中国科学院遥感应用研究所在读博士。研究兴趣包括湿地景观分
类、信息提取,湿地景观模拟与预测等。

赵圆圆 清华大学地球系统科学研究中心在读博士,研究兴趣为全球土地
覆盖变化以及遥感和地理信息系统在公共健康领域的应用。

前 言

一、背景

全球变化的一个严重后果是生物种类的迅速减少。在过去几十年,土地利用和气候变化已经导致大量生物种类的分布区收缩和物种灭绝。而人类的土地利用活动也造成土壤类型的大量减少。就连目前世界上仅有的 6 000 多种语言也在以每个月灭绝一种的速度消失。这标志着文化多样性的不断损失。在区域封闭状态下人类发展起来的独特性正伴随着全球化进程而逐渐泯灭。自然界有这样一种现象:以前我们认为深海里没有生命。事实上,恰恰在 3 000 米以下的深海里,如果有热源,例如有岩浆源源不断流出的海底,只要周围温度适宜,就能出现生命。生命的数量多到一定程度才会发展和持续。可见自然界生命持续是需要多样性的。既然自然界生物持续发展的基本条件是生物多样性,而人类赖以生存和发展的基本条件是生态系统所提供的多种服务,生物多样性对人类社会的可持续发展至关重要。

2010 年 12 月 21 日,联合国大会批准设立生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台 (IPBES)。旨在通过组织全球研究机构,针对生物多样性和生态系统服务进行高质量同行评估,为政府提供报告。该平台在很多方面会仿效政府间气候变化专门委员会 (IPCC)。IPCC 在促进全球变暖的全球性共识以及政府间行动方面取得的巨大成就举世瞩目。设立 IPBES 的目的是解决现在人类面临的一个严峻挑战:即虽然有丰富的科学知识和足够的记录显示自然界正在加速恶化,但是用来扭转这一趋势的政府行动却非常少。新机构的成立会为科学研究和政府行动架起桥梁。通过人类不懈努力,达到人类和自然的和谐发展。

其实,科学界应对生物多样性减少的挑战已经持续了至少 50 年。如今,人类积累了大量覆盖全球、各区域和国家的、与生物多样性和生态系统服务相关的评估报告。这些报告包括《千年生态系统评估》、《国际农业科技发展评估》、《联合国环境署全球环境展望》、《全球生物多样性展望》、《全球森林资源评估》,以及《全球食品及农业的动物基因资源现状》、《生态系统及生物多样性经济学》和《世界自然保护联盟濒危灭绝物种危急清单》。然而,这些报告中的很多有用发现和观点没有被很好地转化成及时有效的政府和公众的行动。

量化衡量生物多样性,评估其变化的自然和人类活动原因,进一步发现各种生命形式在生态系统中扮演的确切角色,不仅是 IPBES 的重要职责,也是全球变化研究的重要内容。而鸟类多样性是生物多样性的一个重要指针。因此,本辑

旨在为读者重点介绍全球鸟类多样性研究的一些重要进展。

二、本辑的内容

我们首先收录了徐冠华先生等 2010 年 8 月在《科技日报》上发表题为“21 世纪中国地球科学发展: 立足中国, 走向世界”的文章。作者在分析了知识经济时代世界发展格局的全球化趋势以及可持续发展理念的深入人心, 对我国 21 世纪发展面临的资源短缺、气候变化、生态与环境以及海洋开发等难题, 对新世纪地学学者提出殷切期望, 鼓励大家努力拓展研究视野到全球, 实现多学科交叉与渗透, 加强定量化研究, 加大基础设施建设, 努力实现数据共享。

本辑收入 6 篇利用世界上首个全球鸟类分布数据库的研究论文。Olson 等采用整个鸟纲的全球体型分布图, 首次对“Bergmann 法则”进行了集群水平 (assemblage-level) 的全球性检验, 结果表明高纬度地区的鸟类具有更大的体型, 这与 Bergmann 法则相吻合。但是鸟类体型也与物种丰富度、地理环境温度, 以及资源可利用性具有一定相关性, 并且还存在着很强的随着物种丰富度 (species richness) 上升而体型减小的趋势。他们的研究不但证实了 Bergmann 的基于生理学尺度的推断, 还新发现了鸟类体型全球格局与资源的可利用性、物种丰富度及谱系间的类群更替等多因素的相互关系。

Thomas 等利用这一鸟类物种分布的全球数据库, 探索当代鸟类多样性在种 - 属 - 科 - 目从低到高不同分类层次上进化起源的空间变化。他们运用广义最小二乘法、检验模型和残差分析方法测试海拔高度和温度对相邻分类层次中物种丰富度的影响。结果发现, 物种丰富度的当代格局与较高级分类单元物种丰富度之间的关系存在着区域差异; 进而推测, 造成这些差异的主因是扩散限制和生理耐受极限的系统发育限制促进了生物多样性。

Orme 等利用这一数据库研究全球鸟类物种地理分布范围大小的空间变化和大尺度格局。发现 Rapoport 简单地认为物种分布范围大小随纬度降低而减小的理论是有缺陷的。结果表明, 物种分布范围最小值主要位于南半球的岛屿和山地, 而鸟类物种丰富度峰值分布于赤道周围和更高纬地区。他们认为在物种组合、物种形成率、灭亡率和扩散率的地域分异等生物多样性的诸多方面, 分布范围大小的全球格局能否得以最好的阐释有待于进一步探讨。

Storch 等利用这一数据库研究鸟类物种丰富度的空间分布格局。他们分别基于真实蒸散量和分布范围动态模型对鸟类物种分布范围做出预测。比较发现前一模型全球预测效果较好而后一模型在独立的生态地理分区中表现更佳。如果将两种模型结合预测效果最佳。

Jetz 等使用千年生态评估的情景来评价气候和土地利用变化对所有 8 750 种鸟类的影响。他们假设物种的地理分布是固定的。结果发现即使在对环境友好情景下, 到 2100 年有 900 种鸟预计会丧失多于 50% 的分布区。物种分布区丧

失的原因、程度和地理分布模式随各地社会经济情景的不同而不同。不仅气候变化会严重影响生物多样性,而且在不久的将来,热带地区的土地利用变化甚至可能导致更多的物种灭亡。因此建议在热带地区广泛扩大自然保护区网络,从而把全球化的物种灭绝降到最低。这篇论文的一个缺点是没有考虑物种随气候变化的适宜性变化,即它的栖息地会相应地迁移。这是他人可以进一步做工作的方向之一。

Gaston 等研究了全球鸟类物种空间更替的变化。此前全球鸟类空间更替模式主要根据理论推测。他们检测了生态位理论对鸟类空间更替形式的四种预测。以往的理论认为更替会随着物种丰富度和环境梯度的增加而增加,并随离低纬度地区距离的缩短而增加,更替速度的变化主要由稀有物种决定。他们研究结果与这些理论预期相反,发现更替在物种丰富度极低和极高的地区均很高,不随与热带距离的减小而增加,并且与平均环境条件和这些条件的空间变异都有关系。这些结果与一个更加重要的新发现紧密相关,即全球鸟类空间更替的格局主要是由分布广的物种决定,而不是稀有物种。

Buckley 和 Jetz 从全球角度,以空间显式研究方法研究物种空间更替和环境的关系,比较了空间环境梯度对两栖脊椎动物、鸟类的作用。结果表明,即使在环境更替较低的情况下,依然可能出现较高的物种更替,但物种更替量不会低于环境更替量。两栖动物更替率是鸟类的四倍。环境对于物种更替的影响会受到物种分布范围尺度以及地域历史的调控。同时他们发现不同于物种丰富度地理模式,一种类别(两栖动物)更替量比环境本身更有助于另一类别(鸟类)更替量的预测。说明两栖动物具有替代指标的价值。他们认为空间显式的环境更替量分析方法能够为物种保护规划提供新知识。

与运用这一全球鸟类分布数据库有关的另一篇重要论文是 Ormes 等在 *Nature* 上发表的关于鸟类生物多样性的热点地区分布的研究。他们验证了物种丰富的热点、濒危物种和特有物种三种不同类型的热点之间的一致性。结果发现三种热点之间并没有同样的地理分布。全球只有 2.5% 的热点区域拥有三个多样性指标,80% 的热点区域只有一种多样性指标。即使同一分类类别,不同生物多样性的起源和维持也依赖于不同的机制。因此,不同类型的热点区域对鸟类保护的意义需要不同的分析评价。由于版权原因,本辑没有收入这篇论文,但是我们已经把它翻译出来,有兴趣的读者可以从下列网站查阅此文: http://www.tsinghua.edu.cn/publish/cess/5500/2011/20110331114440177394931/20110331114440177394931_.html。

以上几篇论文无一例外地证明,由于有了可以支持实证研究的全球数据库,对有关全球范围的生态学理论的研究,在方法论上出现了飞跃,它不再需要单纯依靠零星个案进行推测演绎,而是能够基于较完整的观测数据进行探索、挖掘和归纳。上述所有论文采用的是 10 格网的全球鸟类繁殖地分布数据库,而栖息环境参考的是 1km 分辨率的全球地表覆盖数据。根据最近一系列对全球地表覆盖

数据库的评估, 这些地表覆盖数据的准确度比较低。因此, 上述研究的基础还是存在较大的不确定性。也就是说, 上述研究的缺憾是数据不够准确。因此, 有必要根据更高精度的全球覆盖数据库重新建设全球鸟类分布数据库。这样, 上述研究的结果有进一步检验的必要。

Phillimore 等利用系统发生的方法验证, 在鸟类种群中, 生态学变量是否能够解释鸟类系统发生树的不平衡现象。他们的研究表明, 多样性的分化速率在科之间起到系统发生的中间信号作用。通过建立多预测因子统计模型可以解释进化枝之间 50% 以上的分化速率的变异。对物种高分化速率有较强预测能力的生态变量是年际扩散速度和食谱广度。鸟类多样性的宏观格局可以用生物体本质特性的变化来解释。

Coetsee 等使用集成模型 (Ensemble Model) 的方法, 对南非 50 种特有鸟类分布随气候变化可能发生的变化进行了预测, 并评价了该区域重要鸟类保护区的潜在保护效果。尽管作者立意研究气候变化对非洲特有鸟类的影响, 并认为对全球生态保护有意义, 我觉得这篇文章的特色是方法论。第一, 集成模型作为生态位模型是一类生态预测的新方法。第二, 着眼于未来气候变化的保护区优先设置评价的定量化方法也很有新意。第三, 对气候变化模式的适用性也做了不少分析, 不是简单套用模式模拟的结果。这也是值得借鉴的地方。文章没有解决的问题是, 到底集成模型好还是单个模型好, 在末尾讨论时还没有说清楚。这个需要进一步比较。

本辑还收入了一篇基于国家经济分析预测生物多样性的论文。Holland 等应用包含经济不平等性的社会经济模型, 预测 50 个国家和地区内植物和脊椎动物中濒危物种生物多样性减少程度。结果发现, 包含经济足迹和经济不平等性两个指标的模型预测濒危物种效果在很大程度上优于单一人口密度模型和环境治理模型。他们认为社会经济不平等性是预测人为因素导致生物多样性减少的重要影响因素。

本辑还收入一篇在生物特征与环境要素和系统发育信息之间建立统计模型, 消除空间自相关的方法论方面的文章。Kühn 等使用多元回归分析的方法研究开花物候这一物种性状特征的空间分布与环境之间的关系。结果发现把空间信息和系统发育学信息结合起来, 通过特征向量的计算和滤波器选择, 可以剔除多元回归残差自相关性。传统生态学统计分析中较少考虑空间自相关的影响, 因此容易忽视一些有意义的生态信息, 而这种方法可以弥补这一生态统计方面的缺陷。

本来计划收录本辑的一篇发表在 *Global Environmental Change* 上题为“新的气候论辩: 是杞人忧天还是令人惊恐”的论文。由于版权原因, 本辑也没有收入这篇论文, 我们已经把它翻译出来, 有兴趣的读者可以从下列网站查阅此文: <http://www.tsinghua.edu.cn/publish/cess/5500/2011/20110331114440177394931/20110>

331114440177394931_.html。这篇文章在界定科学界和新闻界对气候变化措辞方面有一定贡献,是值得中国学者学习英文修辞和成为“雄辩滔滔”的外交家的有益材料。同样对于做学问的人大有助益。科学是探求真理的,科学工作者要准确描述研究过程和结果。因此,在修辞上应力求准确无歧义。当科学家对一个问题还没有形成完整认识时,或其结论有多种可能时,他(她)们应该清楚阐述答案的不确定性。科学研究的进步就是不断降低对世界自然规律认识过程中的不确定性。科学论文和媒体报道的一个不同就是科学论文不会(应)故意夸大其词或隐藏事实真相。而现在有些新闻报道,不一定有耐心全面了解事实真相,犹如盲人摸象,以点盖面,以偏概全。

此外,本辑还收入了一篇呼吁建立陆地变化科学新学科的论文。Turner 等认为陆地变化科学已经成为全球环境变化和可持续发展研究的重要组成部分。建立这一新学科的宗旨是把土地覆盖和利用的动态过程理解为人类-环境的耦合系统,以研究环境、社会和两者交叉问题相关的理论、概念、模型和应用。陆地变化的主要命题包括:观测和监测,理解该耦合系统的原因、影响和结果,建模,分析和综合等问题。把驱动反映地表自然过程的土地覆盖变化和驱动反映地表人类活动过程的土地利用变化综合起来研究,实际上是地理学的核心任务。Turner 等提出的陆地变化科学的新概念,是科学界应对当下全球变化和可持续发展问题对地理学这一传统的自然和社会科学综合交叉学科的重新认识和弘扬。由于PNAS 刊物的版面所限,Turner 等没有展开论述,所以不论是英文还是译文都给读者阅读带来一定困难。感兴趣的读者需要认真研读后列的参考文献以便更透彻地理解本文。Turner 作为一名社会地理学家,谈论了许多概念,采用了大量例证,但是都点到即止,没有深入展开。在读到土地变化科学的综合与评价时,我感到有一个问题十分有趣,值得研究。对于一个流域或区域,假设都要经历 30 年才能发展到同样的土地利用程度,那么在哪个地方,先开发会是更加可持续的呢?

人们习惯上把人类和自然过程分开来研究。例如对地表的生态分类,往往仅把人类直接开垦的地表类型如居住区、农业区划分出来。但是他们忽略了人类与生态系统之间存在着持续的、直接的相互影响。人类已经从根本上改变了生物多样性和生态系统过程的全球格局。Ellis 等首次把人类活动较全面地包括到对陆地生物群区的分类当中,通过对全球的人口、土地利用、土地覆盖的经验性分析,确定了 18 种“人为生物群系”。地球上 75% 无冰区都有因人类居住和土地利用而改变了生态系统的证据,只有不到四分之一的无冰区仍然是野地,并且它们只生产陆地净生产力的 11%。这种分类提供一种新的方式,有助于更好地模拟和研究集成了人类和生态系统的陆地生物圈。读完此文使我想到人类到底是何时离开森林走向草原?如果没有经历农业社会,人类会对环境产生何种不同的影响?在中国、印度或非洲的一些国家,土地利用经历了不同的过程,他们的主要不同是什么?他们对地球系统变化的贡献有什么不同?

本辑最后收入一篇对生态系统预测的观点论文。显然,明了生态系统状态、获得生态系统服务和自然资本方面的可信预测一直是科学界的一个长期目标。因为,只有这样,人类在按计划行动和制定决策时,才会更加趋利避害。Clark 等对实现这一目标充满信心,他们认为,新数据集的形成以及计算和统计方面的不断进步,将大大增强我们在预测生态系统变化方面的能力。为了做好生态系统服务评估、提高生态系统服务认识、实现生态系统服务预测,他们认为科学家和决策者必须一起合作,而且各学科的学者和各部门决策者必须联合起来。这篇文章与本辑首篇文章形成生态学方面的呼应,鼓励大家坚持发展量化方法和多学科交叉融合。只有这样,我们才能更有效地解决今天人类面临的全球变化问题。

三、本辑编辑过程及认识

本辑所选论文多数是英文原著,经过一批年轻学者的辛勤翻译,召开三次统稿会,才得以完成。每篇论文有一名主要翻译人员,加至少一名交叉校阅人员,最终由本辑主编审校完成。我们翻译的原则有三:一是采取意译不是机械的直译,把外国人表达的意思按照中国人语言表达方式,清楚、通顺地表达出来;二是采用主动语态,尽量不用被动;三是要精练,尽量不重复,把复杂的从句结构打断,不像外国人那样,一句修饰另一句。翻译的目标是为了使读者容易看懂。我们要求翻译者心中装着读者,不光是自己。本辑的论文翻译过程中,我们感到有必要把读者不容易了解的概念摘录出来专门注释。此外还把直译难以理解的概念列出原文。这个过程教会了我们翻译是半点都马虎不得的。只有坚持“认真”二字才能做好翻译工作。

完美无缺的文章几乎是没有的。一篇科学论文的内容和结果不一定全对,甚至方法都可能有问题,这是很正常的现象。很多文章都会受到数据、方法等的限制,会有不严谨、不正确的结果或结论。这也是我们为什么需要“评论”的原因。但是,要评论他人的文章必须有较深的专业知识和对论文的透彻理解,这也是译者很难做到的。因此,我们在尝试做“评论”的过程中,还是没有能够做到每篇文章都来一个评论。

四、致谢

本辑的编译除了编辑委员会成员们的努力以外,还要感谢清华大学全球变化研究院王斌教授,毕业于加利福尼亚大学伯克利分校统计系机器学习专业、现在弗雷德哈钦森癌症研究中心工作的严东辉博士和约克大学气候统计博士温晗秋子。他们的气候模式、机器学习、统计学知识对我们翻译生物多样性研究中用到的相关理论与方法帮助很大。感谢清华大学地球系统科学研究中心、北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院和遥感科学国家重点实验室的大力支持。最后感谢高等教育出版社李冰祥编审的一贯鼓励与支持。由于我们专业知

识所限, 虽然做出诸多努力, 错误仍在所难免, 遇到疑难之处, 敬请读者以原文为准。

宫鹏

2011年1月1日

世界生物多样性新年代第一天

记于清华大学

目 录

21 世纪中国地球科学发展: 立足中国, 走向世界	1
全球生物地理学与鸟类体型生态学	8
应用多国社会经济不平等性预测生物多样性的减少程度	33
气候变化将降低集成预测模型对南非重要鸟区的特有鸟类的保护效力	47
全球鸟类物种丰富度的历史组成在区域上的差异	70
鸟类地理分布范围尺度的全球格局	89
能量、动态范围和全球物种丰富度格局: 协调鸟类多样性的中域效应和 环境决定因素	103
气候和土地利用变化对全球鸟类多样性的影响预测	125
生态因子决定大尺度格局下鸟类系统发生的多样性分化	144
全球鸟类的空间更替	159
空间与系统发育特征向量滤波在性状分析中的应用	173
全球物种更替与环境的关系	196
应对全球环境变化和可持续发展的陆地变化科学	210
将人类放到地图中: 人为生物群系	225
生态预测: 当务之急	249

Contents

A perspective on the development of China's earth sciences	1
Global biogeography and ecology of body size in birds	8
A cross-national analysis of how economic inequality predicts biodiversity loss	33
Ensemble models predict important bird areas in southern Africa will become less effective for conserving endemic birds under climate change	47
Regional variation in the historical components of global avian species richness	70
Global patterns of geographic range size in birds	89
Energy, range dynamics and global species richness patterns : reconciling mid-domain effects and environmental determinants of avian diversity	103
Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds	125
Ecology predicts large-scale patterns of phylogenetic diversification in birds	144
Spatial turnover in the global avifauna	159
Combining spatial and phylogenetic eigenvector filtering in trait analysis	173
Linking global turnover of species and environments	196
The emergence of land change science for global environmental change and sustainability	210
Putting people in the map : anthropogenic biomes of the world	225
Ecological forecasts : an emerging imperative	249

21 世纪中国地球科学发展： 立足中国，走向世界^①

徐冠华^② 鞠洪波^③ 何 斌^④ 程 晓^⑤ 徐 冰^⑥

科学技术是当代人类社会发展的第一推动力。进入 21 世纪，世界各国都在思考和部署新的经济和社会发展战略，在新的形势下，我国科学技术事业的发展正面临着新的挑战和机遇，地球科学也不例外。

新中国成立以来，中国地球科学得到长足发展，取得许多重大成就。李四光等人提出的“陆相生油”理论打破了西方的“中国贫油论”，甩掉了中国贫油帽子；中国科学家对珠穆朗玛峰地区和青藏高原的综合科学考察，成为人类科学了解“地球第三极”地质环境的基础；确立了黄土风成学说，使中国黄土与海洋沉积、冰芯一起，成为全球环境变化国际对比的三大标准；提出了大气长波频散理论，对动力气象学发展作出了重要贡献，“夏季高原为热源”和“大气环流有季节性变化”的理论已成为大气科学方面的经典。我国科学家在云南澄江发现大批动物群化石，揭示了生物进化的突发性，并将动物起源时间向前推进了 5 000 万年。经过半个世纪的努力，中国地球科学不仅在地理学、地质学、气象学等传统地球科学分支学科研究中不断深入，在一些交叉学科如地球物理、地球化学、海洋学等领域也都取得了重要突破。

回顾 20 世纪历史，我们为我国地球科学立足于中国这片广阔的土地，在发展科学和服务国家建设两方面所取得的成就感到自豪。进入新世纪，面对人类社会发展的新格局和中国经济社会发展的新需求，中国地球科学必须做出积极回应。

①来源：科技日报，2010 年 08 月 01 日。

②徐冠华，全国政协常委，教科文卫体委员会主任，中国科学院院士。

③鞠洪波，中国林业科学研究院资源信息所所长，研究员。

④何斌，北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院，博士，讲师。

⑤程晓，北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院副院长，教授。

⑥徐冰，清华大学环境科学与工程系，博士，教授。

1. 21 世纪人类社会发展的新特点

过去一个世纪,人类社会发生了翻天覆地的变化,这个变化比过去人类一两千年的变化还要广泛、深刻。它不仅影响到人类自身生活,也影响到人类生存环境的剧烈改变。在快速发展的 21 世纪,这种影响会变得更加明显。21 世纪人类社会的发展将呈现出以下显著的特点:

1.1 知识经济的发展

纵观历史,人类社会发展史就是一部生存斗争史。在封建社会,土地是最重要的资源,也是主要的生产要素。争夺土地的战争,是民族、国家之间斗争最基本的内容。随着工业经济的兴起和发展,人类进入资本主义社会,对资源和市场的追求成为最重要的内容,资本积累、资源和市场争夺是各国竞争的主要形式,这在 19 世纪表现尤为明显。在 20 世纪后半叶,随着科学技术的高速发展,知识经济逐渐居于主导地位,科学技术进步在国家和民族竞争中扮演着越来越重要的角色,并最终发挥决定性的作用。因此,对知识的创造、获取、积累和传播,是当前人类社会发展的基础。

1.2 全球化进程

人类社会发展到今天,生产的发展、科学技术的进步,特别是现代信息技术、通信技术和交通运输技术的发展,使得国家之间经济、科技、文化等方面信息和物质交流越来越普遍,形成跨越国界的信息流和物流网络;组织生产也已经远远超过了国家、区域的范围,逐渐形成全球范围各种生产要素的优化组合。全球化进程对于科学技术的影响也非常深刻,伴随着经济全球化,科学技术全球化的进程也正在加速推进。网络技术的发展,拓展了学术交流的广度和深度;虚拟实验室这一新兴组织形式,越来越得到各国科学家的青睐,从而在世界范围内实现科技资源的优化配置。总体上看,世界已经成为一个地球村,中国科学技术的发展必须置于全球化的视角之下考虑。

1.3 可持续发展的理念和实践

科学技术是一把双刃剑。一方面,科技的发展给人类带来了巨大的便利,改善了人类的生活,延长了人类的寿命,创造了更好的生活;另一方面,科技成果在应用过程中也带了一系列的问题,如环境污染、全球气候变化与灾变、科学伦理等问题,这些都在人类社会引起了强烈关注和巨大反响。地球系统是个非线性系统,它的某些参数的微小变化,有可能引发整个系统巨大的、不可逆的改变。因此,人类的利益和命运与地球环境越来越紧密联系在一起,也促使人类更多地思

考自身发展问题,形成了可持续发展的理念。

21 世纪人类社会的这些新特点和科学技术的进步紧密相连。知识经济、全球化以及可持续发展理念都是科学技术进步的结果;反过来又对科学技术的发展产生深刻的影响。知识经济是全球化范畴下的经济形态,知识和其他物质财富的创造和流动必须在全球化的框架下布局;可持续发展的核心是资源和环境问题,包括全球气候变化问题,又对科学技术进步,特别是对地球科学的进步,提出了新的需求,为地球科学的大发展创造了重大机遇;全球化的格局使人类有可能也必须以全球视角来研究和解决面临的问题。所有这些都对地球科学的发展提出了新的要求,也为地球科学的发展指明了方向。

2. 中国经济、社会发展对地球科学发展的紧迫需求

21 世纪人类社会发展的新特点,为中国地球科学发展提供了新的机遇;面对 21 世纪中国经济、社会发展的新格局以及面临的新矛盾、新问题,中国地球科学必须准确把握。

2.1 资源短缺问题

中国石油储量不足,石油供应越来越依赖进口,石油对外依存度已经高达 51%。随着经济的发展,石油供应成为极为紧迫的问题。中国黑色金属、有色金属也越来越不能满足经济发展的需求,不得不付出巨大的代价,从外国进口矿石,带动一系列相关产品的价格大幅提升。水资源的国际分享和利用问题日益突出。在全球化背景下,资源和能源的全球供应合作和结构优化是世界各国都必须关注的重大问题。我国过去在资源问题上基本上以自给自足为主,随着我国经济和科技的发展,这种方式日益凸显出其局限性。全球化进程必然会导致全球范围内资源市场结构的进一步调整。中国在将自己的资源提供给全世界分享的同时,也面临着对世界资源的越来越严重的依赖。从中国自身的发展和促进全球共同发展的角度都要求对全球的能源、资源布局有全面、深入的了解,如何实现资源的优势互补是中国地球科学需要研究的重大问题之一。

2.2 气候变化问题

全球气候变化问题,是对中国的巨大挑战。中国以煤为主的能源结构在支撑经济发展中发挥了重要的作用,但是,燃煤所带来的碳排放已不仅仅是中国,同时也是全世界关心的问题。当前,中国二氧化碳排放已超越美国,成为世界第一排放国。碳排放问题已经影响到中国经济发展的全局。