

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

## Acta Ecologica Sinica



第33卷 第1期 Vol.33 No.1 **2013**

中国生态学会  
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 33 卷 第 1 期 2013 年 1 月 (半月刊)

## 目 次

### 前沿理论与学科综述

- 生态整合与文明发展..... 王如松 ( 1 )  
干旱半干旱区坡面覆被格局的水土流失效应研究进展 ..... 高光耀,傅伯杰,吕一河,等 ( 12 )  
城市林木树冠覆盖研究进展 ..... 贾宝全,王 成,邱尔发,等 ( 23 )  
环境质量评价中的生物指示与生物监测 ..... Bernd Markert,王美娥,Simone Wünschmann,等 ( 33 )  
水溶性有机物电子转移能力及其生态效应 ..... 毕 冉,周顺桂,袁 田,等 ( 45 )

### 个体与基础生态

- 凋落物和增温联合作用对峨眉冷杉幼苗抗氧化特征的影响 ..... 杨 阳,杨 燕,王根绪,等 ( 53 )  
不同浓度 5-氨基乙酰丙酸(ALA)浸种对 NaCl 胁迫下番茄种子发芽率及芽苗生长的影响 .....  
..... 赵艳艳,胡晓辉,邹志荣,等 ( 62 )  
缺镁胁迫对纽荷尔脐橙叶绿素荧光特性的影响 ..... 凌丽俐,彭良志,王男麒,等 ( 71 )  
松嫩草地 66 种草本植物叶片性状特征..... 宋彦涛,周道玮,王 平,等 ( 79 )  
花蜜中酚类物质对群落中同花期植物传粉的影响..... 赵广印,李建军,高 洁 ( 89 )  
桉树枝瘿姬小蜂连续世代种群生命表..... 朱方丽,邱宝利,任顺祥 ( 97 )

### 种群、群落和生态系统

- 蒙古栎地理分布的主导气候因子及其阈值 ..... 殷晓洁,周广胜,隋兴华,等 ( 103 )  
河静黑叶猴果实性食物组成、选择及其对种子的扩散作用..... 阮海河,白 冰,李 宁,等 ( 110 )  
2010 秋季东海今生颗石藻的空间分布 ..... 靳少非,孙 军,刘志亮 ( 120 )  
OPRK1 基因 SNP 与梅花鹿日间行为性状的相关性 ..... 吕慎金,杨 燕,魏万红 ( 132 )  
鄱阳湖流域非繁殖期鸟类多样性 ..... 邵明勤,曾宾宾,徐贤柱,等 ( 140 )  
人工巢箱条件下两种山雀鸟类的同域共存机制 ..... 李 乐,张 雷,殷江霞,等 ( 150 )  
桉-栎不同混合比例凋落物分解过程中土壤动物群落动态 ..... 李艳红,杨万勤,罗承德,等 ( 159 )  
三峡库区生态系统服务功能重要性评价 ..... 李月臣,刘春霞,闵 婕,等 ( 168 )

### 景观、区域和全球生态

- 黄土高原小流域不同地形下土壤有机碳分布特征 ..... 李林海,郜二虎,梦 梦,等 ( 179 )  
海岸带地理特征对沉水植被丰度的影响..... 吴明丽,李叙勇,陈年来 ( 188 )  
玛纳斯河流域扇缘带不同植被类型下土壤物理性质 ..... 曹国栋,陈接华,夏 军,等 ( 195 )

### 资源与产业生态

- 农田开垦对三江平原湿地土壤种子库影响及湿地恢复潜力 ..... 王国栋,Beth A Middleton,吕宪国,等 ( 205 )  
漫溢干扰过程中微地形对幼苗定居的影响 ..... 安红燕,徐海量,叶 茂,等 ( 214 )  
黑龙江流域夏玉米产量提升限制因素 ..... 徐丽娜,陶洪斌,黄收兵,等 ( 222 )  
黑龙江省药用植物根际土壤真菌多样性 ..... 慕东艳,吕国忠,孙晓东,等 ( 229 )

桑沟湾养殖生态系统健康综合评价 ..... 傅明珠,蒲新明,王宗灵,等 (238)

### 城乡与社会生态

基于“OOAO 原则”的罗源湾生态质量状况综合评价 ..... 吴海燕,吴耀建,陈克亮,等 (249)

四十里湾营养状况与浮游植物生态特征 ..... 李 斌,白艳艳,邢红艳,等 (260)

生态足迹深度和广度:构建三维模型的新指标 ..... 方 恺 (267)

中国东西部中小城市景观格局及其驱动力 ..... 齐 杨,邬建国,李建龙,等 (275)

### 研究简报

南海陆坡沉积物细菌丰度预测 ..... 李 涛,王 鹏 (286)

浑善达克沙地榆树疏林幼苗更新空间格局 ..... 刘 振,董 智,李红丽,等 (294)

光和不同打破种子休眠方法对紫茎泽兰种子萌发及幼苗状态的影响 ..... 姜 勇,李艳红,王文杰,等 (302)

### 学术争鸣

关于植物群丛划分的探讨 ..... 邢韶华,于梦凡,杨立娟,等 (310)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 316 \* zh \* P \* ¥90.00 \* 1510 \* 35 \* 2013-01



**封面图说:** 外来入侵物种紫茎泽兰——紫茎泽兰约于 20 世纪 40 年代由缅甸传入中国云南南部后迅速蔓延,现已在云南、贵州、四川、广西、重庆、湖北、西藏等省区广泛分布和危害,并仍以每年大约 30 km 的速度扩散。紫茎泽兰为多年生草本或亚灌木,号称“植物界杀手”。其对环境的适应性极强,疯长蔓延,能极大耗损土壤肥力。它的植株能释放多种化感物质,排挤其他植物生长而形成单优种群,它破坏生物多样性,威胁到农作物、畜牧草甚至林木,且花粉能引起人类过敏性疾病等,目前尚无有效治理对策。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201301050024

王如松. 生态整合与文明发展. 生态学报, 2013, 33(1): 0001-0011.

Wang R S. Integrating ecological civilization into social-economic development. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(1): 0001-0011.

# 生态整合与文明发展

王如松\*

(城市与区域生态国家重点实验室, 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

**摘要:**探讨了快速发展中“不平衡、不协调、不可持续”问题的生态学成因,总结了社会-经济-自然复合生态系统概念提出 30 年来理论和方法的研究进展,阐述了生态整合的内涵、方法和将生态文明融入经济、政治、文化和社会建设的各方面和全过程的科学基础、系统方法和整合技术,指出新时期生态学的研究对象正从组分到关系、从物质到信息、从结构到功能、从学苑到社会转型;生态学的研究方法正从测量向测序、寻优向寻适的方向演化。提出社会小康、生态中和、科学大智是生态文明新时代美丽中国的新形象。

**关键词:**生态整合; 生态文明; 社会-经济-自然复合生态系统

## Integrating ecological civilization into social-economic development

WANG Rusong\*

Research Center for Eco-Environmental Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

**Abstract:** This paper investigated the ecological reason of unbalanced, inharmonious and unsustainable problems existed in China's fast social-economic development, and summarized the theoretical and methodological progress in Social-Economic-Natural Complex Ecosystem Study after its emergence 30 years ago. The paper explained the concept and approach of ecological integrity, and the scientific foundation, system approach and integrative technology for incorporating ecological civilization into all aspects and the whole process of advancing economic, political, cultural, and social progress. The study also pointed out that the target of ecological research is transformed from components to contexts, from material to information, from structure to function and from academic interests to social wellbeing; and the approach is transformed from quantity measurement to functional order measurement, from optimization to adaptation. Moderately prosperous society, ecological harmonization, and great scientific wisdom are the objectives of China's ecological civilization by 2020.

**Key Words:** ecological integration; ecological civilization; social-economic-natural complex ecosystem

### 1 快速发展中“不平衡、不协调、不可持续”问题的生态学成因

改革开放 30 多年来,中国社会政通人和、百废俱兴。中华民族正从农业经济走向工业经济,田园社会走向城市社会,神本文化走向人本文化,人民的物质生活水平大大提高,但是目前这种经济、社会和文化还不是可持续的经济、社会和文化。2011 年中国的经济总量(GDP)已排世界第二,城市化率已超过 50%,而碳排放总量却也跃居世界第一,中国的人类发展指数(HDI)只排世界第 101 位,中国 2010 年发表的 SCI 论文总量排世界第 2,但被引用率只及世界平均值的 58%。市场经济提高了效率、推动了发展,但也蹂躏了自然、分割了社会,悲喜交加。中共十八大报告指出的各类不平衡、不协调、不可持续问题,都是有关人与自然、局部与整

基金项目:国家自然科学基金重点项目(71033005)

收稿日期:2012-12-10; 修订日期:2013-01-01

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangrs@rcees.ac.cn

体、人与人之间的经济生态、政治生态、人文生态和社会生态关系失衡、失序和失调的问题。其问题的生态根源就在于环境与经济脱节、生产与消费分离、体制条块分割、认知肢离破碎、科学还原论主导、决策就事论事,导致资源代谢在时间、空间尺度上的滞留和耗竭,系统耦合在结构、功能关系上的破碎和板结,社会行为在局部、整体关系上的短见和反馈机制的缺损。

为此,党的十八大提出把生态文明建设放在突出地位,号召全党全民把生态文明建设融入经济建设、政治建设、文化建设和社会建设的各方面和全过程。报告将生态的内涵从生态环境保护上升到生产关系、消费行为、体制机制、思想意识和上层建筑高度,上升到为经济、政治、文化、社会穿针引线、合纵连横的高度,标志着中华民族生态振兴的转折点。工业化初级阶段的中国与后工业化国家的最大差距就在处理这些生态关系的物态文明、心态文明、认知文明和体制文明的差距。要真正实现把生态文明深深融入到四大建设的各方面和全过程,还需要科学的精神、科学的方法、科学的技术和科学的管理。

表 1 人类文明的生态进化历程

Table 1 Human ecological evolution of different civilization

文明类型 Civilization type	原始文明 Primitive civilization	农耕文明 Agricultural civilization	工业文明 Industrial civilization	社会主义 Socialism civilization	生态文明 Ecological civilization
调控机制 Regulation mechanism	适应自生	循环再生	开拓竞生	协同共生	四生合一
经济形态 Economic form	采集狩猎攫取型 自然经济	种植与养殖分散 型农牧经济	工矿与金融集约 型市场经济	产业与社会合作 型计划经济	环境与文化进化型 生态经济
核心生产力 Productivity	水与火金属工具	育种、栽培与灌溉	化石能源矿产与 机电	伦理道德行政 管理	信息与智慧
生活方式 Life style	游牧、群居分散、 融于自然	村社定居自给自 足、依托自然	高的流动性大规 模集聚征服自然	组织严密等级管 理挑战自然	高信息流通低人流 物流顺应自然
进化特征 Evolution characteristics	猎获更多食物的 能力与动物分离	更稳定的息作环 境,绿色革命	高效高耗解放体 力工业革命	精明管治阶级斗 争社会革命	解放时空整合智力 生态革命
主要矛盾 Principal contradiction	低生态足迹高生 存风险	高稳定性低生产 效率	高效率高足迹高 贫富差异	社会公平高生产 效率低	自由与必然的矛盾
系统关系 Systematic relationship	种群耦合离散 的点	环状耦合四季 循环	链状耦合供需 关联	树状耦合社会 关联	系统耦合生态关联

原始文明以采摘狩猎为特征,以发明用火和金属工具为标志,是一种适应自生式的社会形态;农业文明以种植养殖为特征,以发明灌溉和施肥育种为标志,是一种循环再生式的社会形态;工业文明以市场经济为特征,以大规模使用化石能源和机械化工产品为标志,是一种掠夺竞生式的社会形态;社会主义以社会公平与生态和谐为理想,以社会公德和行政管理为手段,是一种协同共生式的社会形态。但是,以上任何一种单一的机制都是不可持续的。生态文明以可持续发展为特征,以知识经济和生态技术为标志,集自生、共生、再生、竞生功能为一体,通过时、空、量、构、序的系统耦合与智力整合,以期达到必然规律约束下的自由发展,即自然演化(表 1)<sup>[1]</sup>。

当今世界面临以气候变化、经济振荡和社会冲突为标志的全球生态安全问题;以资源耗竭、环境污染和生态胁迫为特征的区域生态服务问题;以及以环境病加剧、适应力降低、人类基因退化为诱因的人群生态健康问题三大生态危机<sup>[2]</sup>,只有把四生机制融入和贯穿到社会经济和政治文化建设的各方面和全过程,将还原论与整体论相结合,合纵连横,开拓适应、反馈整合,才有望解决这些矛盾。马世骏等 30 年前提出的社会-经济-自然复合生态系统理论,正是要通过社会、经济、自然的生态整合,系统解决这些问题。

## 2 生态文明建设的复合生态系统方法

### 2.1 复合生态系统概念的提出

1982 年春天,在一次讨论我博士论文研究方向的时候,马世骏先生提出首先要明确科学目的和科学方法。一是生物学和数学,科学和哲学,自然科学和社会科学的交叉,学习如何从简单到复杂、再从复杂到科学

的简单,从定性到定量、再从定量到高级的定性或序的科学方法;二是科学问题的辨识,博士论文研究的目的是不是发表文章赚取功名,而是在推动科学发展和解决社会问题上建功立业,敢于挑战和解决硬骨头的理论和应用问题,让我从硕士期间的昆虫数学生态转向城市系统生态,主攻由此及彼、由表及里、古为今用、洋为中用的系统整合方法和城市生态调控技术。最后选定了城市生态系统作为研究对象,研究城市生物和环境演化的自然生态、城市生产和消费代谢的经济生态、城市社会和文化行为的人类生态,以及城市结构与功能调控的系统生态之间的生态耦合关系。当时马先生正与许涤新先生合作筹备成立中国生态经济学会,就把城市称为生态经济系统。后来由于城市不光有“市(即经济)”,还有“城(即人文)”,而且社会的人是矛盾的主导方面,就改叫“社会经济生态系统”。又考虑到生态是耦合关系,与社会、经济词义上不匹配,改为社会-经济-自然系统,并加上了复合生态四个字,强调时、空、量、序的生态整合方法,还将其从城市拓展到农业、区域、病虫害防治等系统中,于1983年春天在中科院“京津地区城市生态系统和污染综合防治”研讨会上正式提出了社会-经济-自然复合生态系统框架,并整理成文提交《生态学报》,最后于1984年第1期正式发表<sup>[3]</sup>。

也就在这一年,马先生代表中国参加了以挪威前首相布伦特兰夫人为首的世界环境与发展委员会,历时三年共同起草了著名的 Brundtland 宣言《我们共同的未来》,提出了可持续发展的概念。Brundtland 首相在马世骏逝世后发来的唁电中对他的工作给予了高度的评价:“从马世骏教授在世界发展委员会的合作,使我了解到他最可爱的人格而尊敬这位亲密的朋友,他对我们的工作做出了极其重要的贡献”<sup>[4]</sup>。这里“极其重要的贡献”指的就是马世骏先生基于中国古代天人合一的思想为发展中国家据理力争的社会-经济-自然协调发展的理念<sup>[3]</sup>。先生每次从国外讨论《我们共同的未来》文稿回来都催我一定要在方法论上有所突破,为发展中国家争光,还特别聘请了著名运筹学家许国志先生和经济学泰斗许涤新先生共同指导我的博士论文,最终导致了复合生态系统理论和方法在城市生态建设中的应用。

## 2.2 社会-经济-自然复合生态系统的结构与功能

荀子曰:“金石有形而无气,水火有气而无生,草木有生而无知,禽兽有知而无义,人有形、有气、有生、有知、且有义,故最为天下贵也!”当然,人是不是“最为天下贵”值得商榷,但作为最有创造性和破坏性的高级动物,人类是地球上最文明、最聪明、也最野蛮、最自私的生灵。荀子在这里把整个人类生态系统从环境到人都描述出来了:金、石、水、火、草、木、禽、兽、天、地构成绚丽多彩的生态景观,再加上人气、人生、人知、人义、人文,就构成了生机盎然的生态社会。人类社会正是一类以人类行为为主导,自然生态系统为倚托,经济活动为命脉,能量、资金、权力和精神所驱动的社会-经济-自然复合生态系统,它包括以下几个子系统(图1):

### 2.2.1 自然生态子系统

纵观人的生存环境,可以用水、土、气、生、矿或者用中国传统的五行元素水、土、火、木、金及其间的相互关系来描述人类赖以生存、繁衍的自然生态子系统。首先是水,包括水资源,水环境,水景观,水生境和水灾害;第二是气,气包括气候资源、空气以及能源在使用过程中的热耗散导致的气候变化、大气运动等。气来源于火,火就是能源,太阳能以及由太阳能转化成的各种可再生能源和化石能源,由于能的耗散导致一系列大气组成的物理化学变化和动态的气候现象,提供了生命生存的物候条件,也导致了各种气象灾害、环境灾害;第三是土,我们依靠土壤、土地、地形、地景、区位等提供食物、纤维,支持社会经济活动,土是人类生存之本;第四是生物,即植物、动物、微生物,特别是我们赖以生存的农作物,还有灾害性生物,比如病虫害甚至流行病毒,与我们的生产和生活都戚戚相关;最后是矿,即生物地球化学

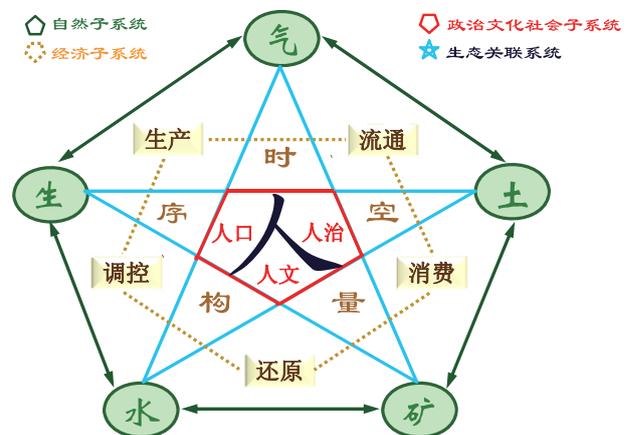


图1 五位一体的复合生态系统

Fig. 1 Social-Economic-Natural Complex ecosystem incorporating ecological civilization with economic, political, cultural and social development

循环,人类活动从地下、山区、海洋开采大量的建材、冶金、化工和生物质原料,还有很多对生命活动至关重要的微量元素。但开采、加工、使用过程中人类只用了其中很少一部分,大多数以难降解的废弃物形式被扔到大气、水体、土地上造成污染。根据生态学中的耐性定律,这些生态因子数量的过多或过少,都会发生问题,比如水多、水少、水浑、水脏就会发生水旱灾害和环境事故。一个可持续生态系统的生存和发展,取决于其水、土、气、生、矿生态因子之间复杂的时、空、量、构、序的生态耦合关系。

### 2.2.2 经济生态子系统

人不只是一种高级动物,他还有主观能动性和超级智慧,有生产、消费、流通、还原、调控能力,善于把地球上资源和环境利用起来为自己的生存和发展服务。人类能主动为自身的生存和发展组织有目的生产、流通、消费、还原和调控活动,将自然界的物质和能量变成人类所需要的产品,满足眼前和长远发展的需要,就形成了生产系统;生产规模大了,就会出现交换和流通,包括金融流通、商贸物质流通、以及信息和人员流通,形成流通系统;第三是消费系统,包括物质的消费,精神的享受,以及固定资产的耗费;第四是还原系统,城市和人类社会的物质总是不断地从有用的东西变成没用的东西,再还原到我们的自然生态系统中为生态循环所用;第五是调控系统,调控有几种途径,一是政府的行政调控,二是市场的经济调控,三是自然的响应和灾害,自然能通过各种正负反馈来进行强制性调控,四是人的行为和精神调控。

### 2.2.3 社会生态子系统

社会的核心是人,人口、人治和人文,构成社会生态子系统。首先是人口,由人的人力、智力、人知和人气,构成社会发展的基本动力;第二是人治,由社会组织、法规、制度、政策等构成政治管理系统;第三是人文,是人在长期进化过程中形成的观念、伦理、信仰和文脉等构成文化的纲常系统。人类社会通过长期人与环境磨合的文化演变,积累经验和智慧,从中获取资源,改变环境,调节生态,由低级走向高级,由必然走向自然。自由的发展加必然的约束成为生态文明的“自然”。

自然支撑、经济代谢和社会调控这三个子系统内部以及各子系统之间在时间、空间、数量、结构、序理方面的相生相克、相反相成关系,就组成了社会-经济-自然复合生态系统,它是由图1中连接各个组分的线条,而不只是各个组分耦合而成的,我们称其“生态为纲”。复合生态研究的核心内容就是这些关系,其中时间关系包括地质演化、地理变迁、生物进化、文化传承、城市建设和经济发展等不同尺度;空间关系包括大的区域、流域、政域、直至街区等不同尺度空间的生态关系;数量关系包括规模、速度、密度、容量、足迹、承载力等量化关系;结构关系包括人口结构、产业结构、景观结构、资源结构、社会结构等;还有很重要的序,每个子系统都有它自己的序,包括竞争序,共生序,自生序,再生序和进化序等<sup>[5]</sup>。

## 2.3 复合生态动力学机制、控制论原理和研究框架

复合生态系统的演替受多种生态因子所影响,其中主要有两类因子在起作用:一类是利导因子,一类是限制因子。当利导因子起主要作用时,各物种竞相占用有利生态位,系统近乎指数式增长;但随着生态位的迅速被占用,一些短缺性生态因子逐渐成长为限制因子。优势种的发展受到抑制,系统趋于平稳,呈S型增长。但生态系统有其能动的适应环境、改造环境、突破限制因子束缚的趋向。通过改变优势种、调整内部结构或改善环境条件等措施拓展生态位,系统旧的利导因子和限制因子逐渐让给新的利导因子和限制因子,出现新一轮的S型增长。复合生态系统就是在这种组合S型的交替增长中不断演替进化,不断打破旧的平衡,出现新的平衡(图2)。从稳定性的传统定义看,这种过程是发散、不稳定的。但从长期演替趋势看,它却可以视为一种发展过程的定向稳定性,它是对生态系统跟踪环境、适应环境、改造环境的发展过程的平稳程度的测度。它包括发展进化的速度和波动程度两方面的含义。图2中logistic增长型系统只有平衡而无发展,是一种没有生命力的发展过程,迟早会被新的过程所取代;指数增长型系统只有发展而无平衡机制,是一种不能持久的过程,迟早也会由于限制因子的作用受阻或崩溃。这两种系统都是可持续性较差的系统。组合logistic增长型系统具有持续的螺旋式发展能力,又具备一定的自我调节功能,能自动跟踪其不断演变的生态环境,实现组合S型增长,因而其过程稳定性较好。其二维动力学方程可用下式表述:

$$dP/dt_i = r_i(P - K_{i-1})(k_i - P)/k_i, K_i = \sum_{j=1}^i k_j$$

健康的生态系统是一类能保育生物多样性的环境、功能相对稳定、受外部干扰后能迅速恢复的系统。它有四个主要特征:内禀生命活力、资源承载力、环境应变力与自组织协和力。

内禀生命力  $r$ :包括生产竞争力、消费购买力、科技推动力、政策激励力、优势度,以及开发新的利导因子,拓宽老的限制因子,培育新兴优势组分的能力。其功效是拉动系统快速增长,在环境约束很小的状态下呈指数增长,主要作用在图2中 logistic 曲线中段。

资源承载力  $K$ :包括自然生态的资源承载能力、环境接纳容量、经济生态的资产存量、技术水平、融资能力、市场消纳能力;社会生态的人力资源、文化素质、社会关系、政策空间、体制包容性等;其功效是稳定系统,使其尽量避开风险,主要作用在图2中 logistic 曲线的前后两段,在发展启动期以利导因子为主导,正向拉动系统发展,在后发展期以限制因子为主,逆向抑制系统过度发展。环境支持能力从  $K_{i-1}$  向  $K_i$  的扩展取决于新的利导因子的开发,老的限制因子的拓展,系统结构及其耦合关系的转型。其核心是系统协同进化能力  $I$  的强化。

系统协调力  $I$ :包括体制整合力、科技整合力、产业整合力、景观整合力、文化整合力。解决环境污染及其造成的生态破坏问题,需要技术、体制、行为和景观层次上的生态整合,包括循环疏浚的闭合能力、外引内联的整合能力,以及时空协同的调和能力。 $r$ 、 $K$ 、 $I$  的辨识、模拟和优化是三赢战略实施的关键。

环境应变力  $R$ :是对外部干扰或胁迫的抵抗能力,包括适应力、多样性、抗变力、恢复力、生态位宽度等。环境应变力越强,抵抗胁迫能力强,不易受损,受损后也恢复得快。

生态学有很多规律,将其用于社会经济和政治文化发展,其最基本的控制论原理可以用拓、适、馈、整四个字来概括:

一是“拓”,开拓的拓,每一种生物,每一个生命有机体都有其内秉生长率,都能千方百计拓展生态位,获取更多的资源和更适宜的环境,为其生存、发展、繁衍和安全服务;

二是“适”,适应的适,具有强的顺应环境变化的生存发展机制和应变能力,既能不失时机地抓住一切发展机会,高效利用一切可以利用的资源,又能根据环境变化,通过多样化和灵活的结构调整和功能转型调整自己的生态位,创造有利其发展的生存环境;

三是“馈”,反馈的馈,包括物质循环和信息反馈,物质通过生产者、消费者和分解者最后回到大自然中去,保持相对稳定的资源承载力,使世间一切资源都能物尽其用;任何生物的行为通过生态链网形成信息链,层级传递,最后反馈到它本身,进一步促进或者抑制其行为,实现一种螺旋式的系统进化;

四是“整”,整合的整,生命-环境系统遵循特有的整合机制和进化规律,具有自组织、自适应、自调节的协同进化功能,能扭转传统发展中条块分割、学科分离、技术单干、行为割据的还原论趋势,实现景观整合性、代谢闭合性、反馈灵敏性、技术交叉性、体制综合性和时空连续性;营建一种多样性高、适应性强、生命力活、能自我调节的生态关系。

表2从一维基本原理,二维共轭关系,三维系统构架,四维动力学与控制论,五维耦合过程与能力建设的层次,构建了复合生态系统的整合框架,阐释了复合生态系统的科学内涵与社会内涵,学术目标和应用目标。

$$dr_i/dt = r_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

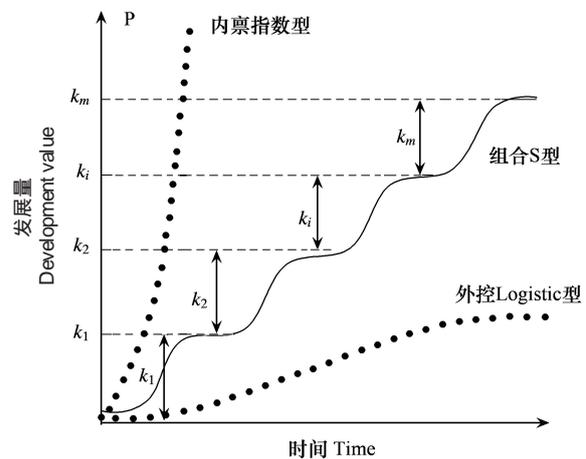


图2 复合生态系统演替的不同方式比较

Fig.2 A comparison of different evolution patterns of complex ecosystem

表 2 复合生态系统的科学与社会整合框架

Table 2 Scientific and applied research framework of social-economic-natural complex ecosystem

	科学整合与学术目标 Scientific integration and academic aim	社会整合与应用目标 Social integration and applied aim
发展生态学 Ecological targets	复杂性的辨识、模拟和调控	可持续能力的规划、建设和管理
基本任务 Basic tasks	主体与客体的共轭生态博弈;局部与整体眼前与长远	人与环境关系的共轭生态管理;环境与经济社会与自然
基础构架 Basic framework	关系辨识-过程模拟-功能调控物(硬件)-事(软件)-人(心件)社会-经济-自然复合生态	生态规划-生态工程-生态管理观念更新-体制革新-技术创新生产高效-生活适宜-生态和谐
动力学与控制论 Dynamics and Cybernation	资源-资金-权法-精神竞生-共生-再生-自生胁迫-服务-响应-建设开拓-适应-反馈-整合	自然环境-经济环境-社会环境-系统环境(环境)身心健康-人居健康-产业健康-区域健康(社会)横向耦合-纵向闭合-区域整合-社会融合(产业)认知文明-体制文明-物态文明-心态文明(文化)
耦合方法与能力建设 Contexts coupling & capacity building	元-链-环-网-场水-土-气-生-矿生产-流通-消费-还原-调控物质-能量-信息-人口-资金时间-空间-数量-结构-功序	净化-绿化-活化-美化-进化功能完善的生态景观肺-肾-皮-口-脉结构完整的生态基础设施污染防治-清洁生产-生态产业-生态政区-生态文明温饱境界-功利境界-道德境界-信仰境界-天地境界经济建设-政治建设-文化建设-社会建设-环境建设

### 3 生态整合:社会-经济-自然-政治-文化五位一体的科学方法

虽然生态学自 Haeckel 1866 年给出其定义以来作为一门科学才一个多世纪,但生态学的系统思维、系统方法和系统技术却源远流长。早在 3000 多年前,中华民族就形成了一套“观乎天文以察时变,观乎人文以化成天下”的人类生态理论体系,包括道理(即自然规律,如天文、地理、物理、生物等),事理(即对人类活动的合理规划管理,如政事、农事、军事、家事等)和情理(即人的信仰及行为准则,如心理、伦理、道德、宗教等)。中国封建社会正是靠着这些天时、地利及人和关系的正确认识,靠着物质循环再生,社会协调共生和修身养性自我调节的生态观,维持着其 3000 年稳定的生态关系和社会结构,养活了近四分之一的世界人口,形成了独特的华夏文明<sup>[6]</sup>。

工业革命以来的几个世纪,可以说是自然科学的世纪,以物理学为主导的自然科学从自然哲学中分了出来。数学物理化学对物质世界的动力学过程及结构规律“分科别类”的还原论研究,以及生物科学对生命形态、过程和机理的揭示,为人类认识和改造世界提供了强有力的方法与手段,大大推进了工业革命和人类物质生活的改善。而对于生命与环境、人与自然间复杂的系统关系研究的方法论却一直没有跳出机械论和还原论的框架,传统中华文化的系统论方法也没有得到很好地继承与拓展。

面对还原论与整体论,物理学与生物学,经济学与环境学,工程学与社会学的矛盾,现代生态学正从传统生物生态学向可持续发展生态学,从经验生态学向管理决策生态学,从自然生态学向社会生态学,从恢复生态学向工程生态学扩展、升华和转型,逐渐从古代整体论、近代还原论回归到未来的还原-整体融合论进化,并逐渐成为一门独立于生物学、自然科学的继自然哲学和数学之后的一门新兴方法论学科,成为人类社会、经济、政治和文化协同交叉的可持续发展科学,也为贯彻落实十八大社会-经济-自然-政治-文化“五位一体”的中国特色社会主义建设总布局准备了科学方法。

#### 3.1 可持续发展的方法论革命

半个多世纪以来,数学方法在生态学研究得到了广泛的运用,如统计学方法、动力学方法和数学规划方法等。它们对于推动生态关系(时空分布关系、代谢关系及结构关系)的定量研究,验证生态学的一些理论、假设起了重要的作用。但是,人们逐渐感到“过分数学化”、“过分模型化”的危机。面对复杂的生态系统,现有的数学方法要么因所需假设太多不可用;要么用现有的数学方法难以描述和处理,不够用;要么参数多、方法复杂,难以掌握且缺乏普遍性,不敢用。有人甚至抱怨说:人们往往不是让模型去适应问题,而是让问题去适应模型,其实质不是解决问题,而是在做数学游戏。这种指责也许过于尖刻,但也确实反映了数学在生态关

系研究中存在的问题。

其实,现代数学方法基本上是 17 世纪以来从伽利略、牛顿的经典力学中发展起来的。其研究对象是物理系统,其组分间存在着一定的因果链关系和数量变动规律(显的或隐的、确定的或有一定随机分布规律的,线性的或非线性的)。传统物理学方法认为只要知道了系统关系  $f$  和初始条件,就能知道系统的现在和未来状态。其中无论  $x$  和  $y$  怎样变化,因果关系  $f$  和常数  $c$  总是不变的。与机械系统不同,生态系统是一个自组织、自调节的主动系统、一个与环境协同进化的开放系统。研究者不可能获得足够的微观信息来完全确定它未来的状态,已有对因果关系链的数学描述,不管其怎样复杂和精致,都不足以解释发生在生态系统中复杂的相互作用。但这并不表明生态学除了还原论别无他路可走。

E. C. Lindeman 指出“生态学是物理学和生物学遗留下来的并在社会科学中开始成长的中间地带”。只是到了 1980 年代以后,其方法论才呈现出一些新的革命性进展。E. P. Odum (1983) 在基础生态学一书中称生态学是一门独立于生物学甚至自然科学之外的,联结生命、环境和人类社会的有关可持续发展的系统科学<sup>[7]</sup>。Odum 兄弟的系统生态学<sup>[8]</sup>与马世骏等的社会-经济-自然复合生态系统将生态学带回整体论框架,成为回归人与自然整合发展的先声<sup>[3]</sup>。

不同的研究对象需要不同的调理方法。伴随地球生态问题的日益尖锐,生态学研究对象正从二元关系链转向多维关系网。其组分之间已不是泾渭分明的因果关系,而是多因多果,联锁反馈的网状关系。生态科学的方法论正在经历一场从物态到生态、从技术到智慧、从还原论、整体论到二者融合的系统论的革命:研究对象从物理实体的格“物”走向生态关系的格“无”,辨识方法从物理属性的数量测度走向系统属性的功序测度;调节过程从控制性优化走向适应性进化,分析方法从微分到整合,通过测度复合生态系统的属性、过程、结构与功能去辨识、模拟和调控系统的时、空、量、构、序间的生态耦合关系,化生态复杂性为社会经济的可持续性。人类从认识自然、改造自然、役使自然到保护自然、顺应自然、品味自然,从悦目到怡神、从感知到感悟,其方法论也在逐渐从单学科跨到多学科的额融合。

生态学研究 and 物理学研究的区别如同西医与中医一样,中医不象西医那样把人体看成一个被动的因果实体,头痛医头,脚痛医脚,利用维生素、抗菌素等药物及各种外科手术来消极治病,而是把人体看作一个功能实体,其五脏六腑相互滋生、相互制约,气血、津液、经络、筋骨浑然一体,身体的病变是由于六因七情的变化而引起的功能失调,通过望、闻、问、切等手段,运用八纲、脏腑、六因、六经及卫气营血等“辨证”方法辨识清楚人体的功能状况及主要矛盾,并根据审因论治、正治反治、标本缓急等原则,对病体进行系统的调理即施治,扶助人体内部的“正气”来压倒“邪气”,使系统恢复正常功能。中医对人体的组织结构及病变细节不一定如西医利用现代化手段掌握得那样清楚,但在许多场合却比西医更能解决实际问题。

当前,生态学研究方法正从追求数学推理的解析性、严谨性和完美性转向生态辨识、模拟和调控的灵活性、模糊性和系统性,从经院研究格物致知的二元关系的分析走向可持续发展的规划、建设与管理的系统生态整合。通过人机对话不断去观察、解释、诊断系统,探索、评价和选择对策,并在不断的执行跟踪中调整方案,增进对系统过程的学习,了解和探索合理发展的途径。

如何使生态学方法从单尺度、描述性发展为多尺度、前瞻性、机理性和信息化的智能集成,化复杂性为可持续性,需要观念整合、学科整合、景观整合、产业整合、文化整合,需要综合利用各种时间、空间、数量、格局和序理的、定量和定性的、自然科学和社会科学的分析方法,需要建立一系列相关的机理学习、过程模拟和关系调控模型。近年来,我们正在研制和开发一套复合生态系统辨识、模拟和调控的组合模型平台。包括学习型机理模型:竞争、共生、再生、自生的动力学机制与开拓-反馈-适应-整合的生态控制论方法;SWOT 诊断模型:结构诊断(主因子分析,多样性分析),功能诊断(主导问题辨识,发展趋势分析),环境诊断(生态位势分析,机会风险分析);动力学模拟模型:理化过程(能源)、生物过程(多样性)、景观过程(风水)、经济过程(资金)、政治过程(权法)、文化过程(精神)的耦合关系;适应性规划与管理模型:关键、限制、利导、缓冲因子和主导组分、主导回路的辨识模型,问题诊断、过程跟踪、政策试验的情景模拟模型,泛目标生态规划与共轭生态

管理模型<sup>[4]</sup>;以及参与性可持续能力建设模型:开放式生态产业孵化模型,适应型生态政区管理模型,诱导型生态文化建设模型,自主型生态社会参与模型,以及走向财富、健康、文明的美丽未来推进模型。其中财富是对货币资产、自然资产(矿物、水、土、气、生物)和人文资产(劳力、智力与科技)的测度;健康是对人群身心健康,人居环境健康、生态系统健康,产业代谢健康和社会关系健康功能状态的测度;文明则是对社会秩序、文化传统、人类行为、价值观念、生产方式、消费方式、社会伦理、精神信仰等的测度<sup>[9]</sup>。

当代生态学的功用早已超越了纯科学去伪存真的范畴,不只是反映自然、社会、思维等领域的客观规律的博物学知识体系,而且是一门睿智的自然哲学,敛财的自然经济学、善事的系统工程学、怡神的环境美学。可以预测,象 17 世纪数学从物理学研究和工业革命的需求中发展和分离出来一样,21 世纪植根于生物学、地学和环境科学研究以及基于可持续发展需要而异军突起的生态学也必将从传统分科别类的实验科学中分离出来,成为研究人与自然全面、协调、持续发展的机理、方法、技术、体制的方法论科学。

### 3.2 生态整合

复合生态系统方法的核心是生态整合。生态整合的概念最先是 Aldo Leopold (1949)在他的生态伦理学名著《沙乡年鉴》中提出来的<sup>[10]</sup>。他认为土地作为开发商赚钱的工具,是一个包括其中土壤、水、植物和动物等在内的有生命有灵性的生态整合体,应予以理性和伦理的善待。James Lovelock 和 Lynn Margulis 于 20 世纪 60 年代提出的大地女神(GAIA)假说<sup>[11]</sup>,认为地球表面的温度、酸碱度、氧化还原电位势及气体构成等理化环境与生命体通过环境选择生物,生物改造环境实现动态平衡、协同进化的结果,形成一种生态整合力,使得地球环境维持在最适合现有生物生存的状态。E. P. Odum 提出生态学是生物、环境和人类社会整合关系的科学,需要从生态整合的视野去调节<sup>[7]</sup>。F. Vester 提出 8 条生态控制论定律<sup>[12]</sup>,解释了人类活动影响下的城市生态耦合关系与调控方法。马世骏提出生态学是研究有机体的生死过程、物质的生灭过程、事物的兴衰过程与环境关系的系统科学,提出生态整合的五大规律:物质循环再生和动态平衡规律、相互制约和依存的互生规律、相互补偿和协调的共生规律、相互适应和选择的协同进化规律、环境资源的有效极限规律<sup>[3]</sup>。G. Young<sup>[13]</sup>指出生态学是一门研究生命与环境系统局部和整体关系和整合方法的科学<sup>[13]</sup>。Laura Westra 认为生态整合力是将生态系统的结构、组成和功能及其和谐、稳定和美丽状态保持在自然和历史波动范围内的能力<sup>[14-15]</sup>。

生态整合的要旨是生物和非生物环境的相互适应,形成一定程度的生态多样性和对环境扰动下维持稳定生态关系的应变能力,有开放式的能流输入和一定的资源承载能力,存在于一种非平衡态的时间过程中,有定向、不可逆的演化过程。生态整合机制有两种,一是自然生态整合,即生物种群及其生境在世代生存选择的斗争中协同进化而来的聚合能力和耦合规则;二社会生态整合,指人类种群及其生境在世代适应自然、改造自然的生存发展过程中积累的文化和智慧。前者有近 40 亿年的历史,后者充其量不过几百万年。但人类不能等待亿万年的时日通过自然选择来实现生态整合。如何发挥人的主观能动性,在自然生态整合力的约束下推进和加速社会生态的智慧整合,是人类面临的严峻挑战。

生态整合的目标是达到生态中和的状态,指中正平和的生态关系。这里的“中”指中正与庸常,认为任何生态因子过多过少、任何生态过程过激过缓、任何生态结构过单过多、任何生态机制过强过弱都是对系统有害的,利导和限制关系要取中;“和”即整合与和谐,关系、结构、过程、功能要整合,合纵连横、纲举目张,变混沌为有序、浮躁为平和,正负反馈机制平衡、时空耦合关系谐调。生态中和的“生”是开拓竞生、整合共生、循环再生、适应自生的生命活力;“和”是物态谐和、事态祥和、心态平和、智态悟和的整合行为。

生态整合有观念行为整合、机制体制整合、科学技术整合;有结构整合、过程整合、功能整合;有社会整合、经济整合、自然整合、政治整合与文化整合;有生命周期代谢过程的纵向整合,跨部门、跨学科的横向整合,不同尺度系统间的层次整合,有区域层面的空间整合,也有演化过程的时间整合。

生态整合能力包括代谢过程的生命周期闭合度和循环再生能力、发展过程的开拓竞争和适应进化能力、运行机制的共生补偿潜力、组织结构的多样性与主导性、对外部系统的开放耦合程度和自组织能力、对环境干

扰的抵御能力和自我修复能力、景观格局与过程的连续性、完整性与和谐性、文化传统的延续性、标识性和一致性、竞争、共生、再生、自生机制的协调性;社会、经济、自然、政治、文化发展的和谐性。

生态整合方法不同于传统科学分析方法之处在于:将整体论与还原论、定量分析与定性分析、理性与悟性、客观评价与主观感受、纵向的链式调控与横向的网状协调、内禀的竞争潜力和系统的共生能力、硬方法与软方法相结合,强调物质、能量、信息、人口、资金的综合;科学、哲学与工程学方法的联姻。

常用的生态整合方法包括能值分析法、生命周期分析法;生态控制论分析法、生态服务功能、生态资产评估、生态足迹法、生态风险分析法、系统动力学、空间遥感分析及地理信息系统分析法;情景分析法;以及复合生态序分析法(通过测度复合生态系统的属性、过程、结构与功能去辨识系统的生态功能序和可持续能力)等。

理、制、脉、气、数、形、神是生态整合的核心内容和精髓;理,指生态整合的哲学和科学基础,包括道理、事理、情理;制,指生态整合的制度和组织保障,包括体制、机制、法制;气,指推动和平衡生态系统功能和谐与结构整合的生命活力,包括天气、地气、人气;脉,指生态系统代谢完整性和过程畅通性的自然、经济和社会通道,包括水脉、路脉、文脉;数,指物质、能量、信息、资金、人口等生态功能流在时空尺度的平衡规则,包括法则、定数、阈值等;形,指生态系统的元、链、环、网间的耦合关系,包括形态、结构和格局;神,指生态系统的竞争、共生、再生、自生秩序和隐含的关系<sup>[9]</sup>。

#### 4 将生态文明融入经济、政治、文化和社会建设的各方面和全过程

生态是生命生存、发展、繁衍、进化所依存的各种环境条件和生命主体间相互作用的耦合关系,而生态学则是人类认识环境、改造环境的一门世界观和方法论或自然哲学,是包括人在内的生物与环境之间关系的一门系统科学,塑造环境、模拟自然的一门工程技术和养心、悦目、怡神、品性的一门自然美学。“生态”还是“生态关系和谐”这一复合词的简称,表示人和环境在时空演替过程中形成的一种自然文脉、肌理、组织和秩序;“生态”还是一种自组织、自调节、自适应的定向进化过程,其演替目标是低的物质流通量、高的能值转换率、畅通的信息反馈、闭路的生命周期、发达的共生关系、强的自组织能力和生命力、高的应变力和多样性。生态演化,必须有生物主体、支撑环境、多样性的结构和遗传进化过程,必须具备开拓竞生、循环再生、适应自生和整合共生的动力学机制与正负反馈的自调节能力。这是区别社会上滥用生态口号的伪生态从真实生态以及区分开来的标尺。

生态文明的生态,实际上是人的生态,是人与环境间的耦合关系、整合学问、和谐状态与进化过程;是“绿韵”与“红脉”之间的关联。“绿韵”是光合作用赋予的生命力。植物大都是绿色的,自然的本色是绿,生命的活力表现在绿,人类活动的基础就是绿。还有“红”,人和高级动物的血液都是红的,人类社会能源开发利用的作功过程和热耗散表现出的是红色,它是生命的血脉,社会的基色。我们要发展绿色经济,建设绿色景观,运筹绿色社会,传承绿色文化,其实就是要协调绿韵与红脉的耦合关系。

生态文明的“文”,是指人(包括个体人与群体人)与环境(包括自然、经济与社会环境)关系的纹理、脉络或规律,是一种时间、空间的生态关联。日加月为“明”,是指从暗向亮,从愚昧向睿智的开化、教化和进化过程。

生态文明建设包括生态环境的物质基础建设和生态文化的上层建筑建设。

生态环境是人类生存发展的物质基础,包括物质代谢环境(水-空气-生物质-矿物质),生态服务环境(土壤-气候-水文-陆域-空域),生物共生环境(植物-动物-微生物),社会生态环境(经济-社会-政治-文化)以及区域发展环境(资源-市场-环境-政策-人才),表现在社会发展的形态、结构和服务效果上。

生态文化是社会持续发展的上层建筑,包括生态观念、生产关系、生活方式、生态制度、生态经济、生态哲学、生态美学等领域的物态、心态、体制和认知文明,涉及物质代谢、事权运筹、人情调理间的系统耦合关系、人文进化过程、环境融合机理及社会管理状态,表现在社会发展的机制、体制和进化功能上。

生态文明建设包括经济建设中生产和消费的物态文明、政治建设中组织和管理的体制文明、文化建设中

知识和智慧的认知文明,以及社会建设中道德和精神的心态文明。

生态文明融入经济建设,就是要处理好经济建设中生产、流通、消费、还原、调控活动与资源、市场、环境、政策和科技的生态关系,将传统单目标的物态经济转为生态经济、利润经济转为福祉经济,促进生产方式和消费模式的根本转变,通过生命周期设计和生命周期管理将条块分割的传统产业,合纵连横为生产、服务、生态建设一体化的复合生态体系。

生态文明融入政治建设,就是要处理好制度建设中眼前和长远、局部和整体、效率与公平、分割与整合的生态关系,引入生态学的开拓竞生、适应自生、循环再生和整合共生机制,将环境与经济、计划与市场对立的二元论转变为五位一体的融合论,促进区域与区域、城市与乡村、社会与经济、绿韵与红脉的统筹,强化和完善生态物业管理、生态占用补偿、生态绩效问责、生态控制性详规和战略环境影响评价等法规政策。

生态文明融入文化建设,就是要处理好价值观念、思想境界、道德情操、精神信仰、行为规范、生活方式、风俗习惯、学术思想、文学艺术、科学技术等领域人与自然、人与人以及局部与整体的认知文明和心态文明问题,引导生态文化的传承与创新、人与自然关系的功利、道德、信仰和天地境界的健康发展。

生态文明融入社会建设,就是要处理好城乡建设中自然生态涵养、生态基础设施保障、人居生态建设和社会生态服务的系统关系,通过复合污染防治、清洁生产管理、产业生态建设、生态政区建设和生态文明品质提升一体化的规划、建设与管理,强化肾肺皮口脉生态基础设施建设、推进生态服务功能的完善和城乡环境的净化(干净、安静、卫生、安全)、绿化(景观、产业、行为、机制)、活化(水欢、风畅、土肥、生茂)和美化(文脉、肌理、物态、心灵),建设融形态美、神态美、机制美、体制美和心灵美于一体的美丽家园(表3)。

生态文明的这种“融”和“贯”,将自生、竞生、共生、再生的生态演化机制与开拓、适应、反馈、整合的人文创新精神根植于新型城市化、工业化、信息化和农业现代化的人类发展过程之中,努力建设美丽中国,推进生产高效循环、生活幸福低碳、生态绿色和谐的可持续发展。

表3 环境问题的复合生态调控对策与技术

Table 3 SENCE based integrative environmental regulation strategies and technology

	调控目标 Regulation aim	调控方式 Regulation pattern	核心生态技术 Core-ecological technology	发展趋势 Development tendency
环境污染治理 Pollution treatment	过程优化	节能减排	产品、工艺和环境的生态设计	从末端治理走向过程减排
清洁生产工艺 Cleaner production technology	产业共生	合纵连横	产业生态转型、整合与孵化	从链环、网络到园区
产业生态整合 Industrial ecology	区域统筹	系统优化	复合生态规划、工程与管理	从产业、社区到区域
生态政区建设 Ecopolis development	文明提升	规范与激励	观念更新-体制改革-文化创新	从物态、生态到心态
生态文明建设 Eco-civilization enhancement	观念行为文化	天人合一	行为规范与激励	从硬件、软件到心性

生态文明建设与社会、经济、政治和文化建设的地位不是平行的,经济建设为中心、社会发展为目标、政治协调为保障、文化传创为根本;生态文明的融贯是生命力、应变力、承载力和整合力的融入和开拓、适应、反馈、整合精神的贯穿,前者是纲,后者是常,前者是横,后者是纵。需要纲贯穿常、纵联合横,五位一体的潜移默化、融会贯通,才是有中国特色的社会主义。循环发展侧重物流代谢过程,强调资源的循环再生和可持续消费,核心是生物链和矿物链的高生态经济效率;低碳发展更强调能源耗散的碳生态效应,核心是化石能源的清洁利用、高效利用、生态利用,以及可再生能源的合理开发、有机替代和永续利用;绿色发展的绿色不只是一种颜色、一种形态,更是一种开拓、适应、反馈、整合的生态机制,一种自生、共生、再生、竞生的生命活力,一种高效、和谐、健康、持续的进化过程,一种功利、道德、信仰、天地合一的人文境界。绿色发展的实质是人类活动的红脉与自然生态的绿韵间的科学整合,是以人为本,按照生态学规律推进的全面、协调、可持续发展,即科学

发展。

生态文明新时代的新是观念更新、体制革新、技术创新;是新型工业化、区域城镇化、社会信息化和农业现代化,未来的美丽中国,其经济过程将从物流主导型转向信息主导型,空间格局将从集聚型转向适度分散型,生产潜力将从单项技术型转向智慧集成型、生活质量从资金导向的富裕型转向福祉导向的健康型;管理模式从树链型转向网络型;社会诉求从公平转向和谐。

《礼记·礼运篇》曾将中国社会的进化分为三个阶段,即“乱世—小康—大同”。经过一个多世纪动乱的中国正在从乱世进入小康。未来的“大同”社会,既不是传统的“小桥、流水、人家”的田园社会,也非高楼林立,道路密布的城市社会,而是一种顺应生态、合乎国情的永续发展社会。其基本特征是社会小康:机制体制健康、结构功能高效、供给需求平衡、生命周期闭合;生态中和;共生-再生-自生共济;社会-经济-政治-文化-自然一体;净化-绿化-活化-美化普育;污染防治-清洁生产-产业生态-生态基础设施-生态政区同步;与科学大智:政-产-研-学-民整合;农-工-科-贸-文一体;时-空-量-构-序协调;物质-能量-信息-人口-资金;温饱-功利-道德-信仰-天地同境,其中生态文明将发挥决定性的作用。社会小康、科学大智、生态中和,这就是生态文明新时代的美丽中国新形象。

#### References:

- [ 1 ] Wang R S. The bridge of natural and social science—Progress of human ecology research. Study on development strategy for ecology in China. Beijing: China Economy Press, 1991, 405-466.
- [ 2 ] Wang R S. The world eco-summit and global summit ecology. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2007, 22(4): 330-333.
- [ 3 ] Ma S J, Wang R S. Social-economic-natural complex ecosystems. Acta Ecologica. Sinica, 1984, 4 (1): 1-9.
- [ 4 ] Ma S J. Ma Shijun's proceedings [ Introduction ], Beijing: China Environmental Science Press, 1995.
- [ 5 ] Wang R S. High efficiency and harmony—Principles and approaches for urban eco-regulation. Changsha: Hunan Education Press, 1988.
- [ 6 ] Wang Rusong, eds., 1990, Human Ecology in China. Beijing: China Science and Technology Press, 251p.
- [ 7 ] Odum E P. Basic Ecology, Saunders College Publishing, 1983.
- [ 8 ] Odum H T. Systems Ecology: An introduction. New York: John Wiley & Sons, 1982.
- [ 9 ] Wang R S, Ouyang Z Y. 1996. Ecological integration — probing the scientific methodology of human sustainable development. Chinese Science Bulletin, 1996, 41 (special issue): 47-67.
- [ 10 ] Leopold A. A Sand County Almanac, and Sketches Here and There. New York: Oxford University Press, 1949.
- [ 11 ] Lovelock J. GAIA As Seen Through the Atmosphere, Atmospheric Environment, 1972, 6: 579-580.
- [ 12 ] Vester F, Von Hesler A. Sensitivitätsmodell, Regionale Planungsgemeinschaft Untermain, Frankfurt am Main, 1980.
- [ 13 ] Young G L. A Conceptual Framework for an Interdisciplinary Human Ecology. Acta Oecologiae Hominis—International Monographs in Human Ecology, 1989, 1: 1-136.
- [ 14 ] Westral L. Encyclopedia of Science, Technology, and Ethics. Ed. Carl Mitcham. Vol. 2: D-K. Detroit: Macmillan Reference USA, 2005. 574-578.
- [ 15 ] Pimentel D. L., Westra R F. Noss. Ecological Integrity: Integrating Environment, Conservation, and Health. Island Press, 2000, 448

#### 参考文献:

- [ 1 ] 王如松, 1991, 自然科学与社会科学的桥梁——人类生态学研究进展, 中国生态学发展战略研究, 中国经济出版社, 405-466.
- [ 2 ] 王如松. 世界生态高峰会与全球高峰生态学. 中国科学院院刊. 2007, 22(4): 330-333.
- [ 3 ] 马世骏 王如松, 1984, 社会-经济-自然复合生态系统, 生态学报, 4(1): 1-9.
- [ 4 ] 马世骏, 1995. 马世骏文集[序], 中国环境科学出版社, 北京.
- [ 5 ] 王如松, 1988, 高效、和谐——城市生态调控原则与方法, 湖南教育出版社, 长沙.

**ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 1 January, 2013 (Semimonthly)**  
**CONTENTS**

**Frontiers and Comprehensive Review**

- Integrating ecological civilization into social-economic development ..... WANG Rusong ( 1 )
- The effect of land cover pattern on hillslope soil and water loss in the arid and semi-arid region: a review .....  
..... GAO Guangyao, FU Bojie, LÜ Yihe, et al ( 12 )
- The status and trend on the urban tree canopy research ..... JIA Baoquan, WANG Cheng, QIU Erfa, et al ( 23 )
- Bioindicators and Biomonitoring in Environmental Quality Assessment .....  
..... Bernd Markert, WANG Mei'e, Simone Wünschmann, et al ( 33 )
- Electron transfer capacities of dissolved organic matter and its ecological effects ... BI Ran, ZHOU Shungui, YUAN Tian, et al ( 45 )

**Autecology & Fundamentals**

- Antioxidative responses of *Abies fabri* seedlings to litter addition and temperature elevation .....  
..... YANG Yang, YANG Yan, WANG Genxu, et al ( 53 )
- Effects of seed soaking with different concentrations of 5-aminolevulinic acid on the germination of tomato (*Solanum lycopersicum*)  
seeds under NaCl stress ..... ZHAO Yanyan, HU Xiaohui, ZOU Zhirong, et al ( 62 )
- Influence of magnesium deficiency on chlorophyll fluorescence characteristic in leaves of Newhall navel orange .....  
..... LING Lili, PENG Liangzhi, WANG Nanqi, et al ( 71 )
- Leaf traits of 66 herbaceous species in Songnen grassland in Northeast China .....  
..... SONG Yantao, ZHOU Daowei, WANG Ping, et al ( 79 )
- Effects of nectar secondary compounds on pollination of co-flowering species in a natural community .....  
..... ZHAO Guangyin, LI Jianjun, GAO Jie ( 89 )
- The continuous life-table of *Leptocybe invasa* ..... ZHU Fangli, QIU Baoli, REN Shunxiang ( 97 )

**Population, Community and Ecosystem**

- Dominant climatic factors of *Quercus mongolica* geographical distribution and their thresholds .....  
..... YIN Xiaojie, ZHOU Guangsheng, SUI Xinghua, et al ( 103 )
- Fruit diet, Selectivity and Seed dispersal of Hatinh langur (*Trachypitecus francoisi hatinhensis*) .....  
..... Nguyen Haiha, BAI Bing, LI Ning, et al ( 110 )
- The distribution of living coccolithophore in East China Sea in autumn, 2010 ..... JIN Shaofei, SUN Jun, LIU Zhiliang ( 120 )
- The association of OPRK1 gene SNP with sika deer (*Cervus nippon*) diurnal behavior traits .....  
..... LÜ Shenjin, YANG Yan, WEI Wanhong ( 132 )
- Preliminary study on bird composition and diversity in Poyang Lake watershed during non-breeding period .....  
..... SHAO Mingqin, ZENG Binbin, XU Xianzhu, et al ( 140 )
- Coexistence mechanism of two species passerines in man-made nest boxes ..... LI Le, ZHANG Lei, YIN Jiangxia, et al ( 150 )
- Dynamics on soil faunal community during the decomposition of mixed eucalypt and alder litters .....  
..... LI Yanhong, YANG Wanqin, LUO Chengde, et al ( 159 )
- RS/GIS-based integrated evaluation of the ecosystem services of the Three Gorges Reservoir area (Chongqing section) .....  
..... LI Yuechen, LIU Chunxia, MIN Jie, et al ( 168 )

**Landscape, Regional and Global Ecology**

- The distribution of soil organic carbon as affected by landforms in a small watershed of gully region of the Loess Plateau .....  
..... LI Linhai, GAO Erhu, MENG Meng, et al ( 179 )
- Effects of coastal geographical characteristics on the abundance of submerged aquatic vegetation .....  
..... WU Mingli, LI Xuyong, CHEN Nianlai ( 188 )
- Analysis of soil physical properties under different vegetation types in the alluvial fan area of Manas River watershed .....  
..... CAO Guodong, CHEN Jiehua, XIA Jun, et al ( 195 )

**Resource and Industrial Ecology**

- Effects of farming on wetland soil seed banks in the Sanjing Plain and wetland restoration potential .....  
..... WANG Guodong, Beth A Middleton, LÜ Xianguo, et al ( 205 )

- Effects of the microhabitats on the seedling emergence during the flooding disturbance ..... AN Hongyan, XU Hailiang, YE Mao, et al (214)
- Analysis on the limiting factors to further improve yield of summer maize in Heilonggang River Valley ..... XU Lina, TAO Hongbin, HUANG Shoubing, et al (222)
- Fungal diversity in rhizosphere soil of medicinal plants in Heilongjiang Province ..... MU Dongyan, LÜ Guozhong, SUN Xiaodong, et al (229)
- Integrated assessment of mariculture ecosystem health in Sanggou Bay ..... FU Mingzhu, PU Xinming, WANG Zongling, et al (238)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- The integrative assessment on ecological quality status of Luoyuan Bay based on ‘OOAO principle’ ..... WU Haiyan, WU Yaojian, CHEN Keliang, et al (249)
- Trophic state of seawater and ecological characteristics of phytoplankton in Sishili Bay ..... LI Bin, BAI Yanyan, XING Hongyan, et al (260)
- Ecological footprint depth and size: new indicators for a 3D model ..... FANG Kai (267)
- Landscape dynamics of medium- and small-sized cities in eastern and western China; a comparative study of pattern and driving forces ..... QI Yang, WU Jianguo, LI Jianlong, et al (275)
- Research Notes**
- Prediction of bacterial species richness in the South China Sea slope sediments ..... LI Tao, WANG Peng (286)
- Spatial pattern of seedling regeneration of *Ulmus pumila* woodland in the Otindag Sandland ..... LIU Zhen, DONG Zhi, LI Hongli, et al (294)
- Impacts on seed germination features of *Eupatorium adenophorum* from variable light stimulation and traditional dormancy-broken methods ..... JIANG Yong, LI Yanhong, WANG Wenjie, et al (302)
- Opinions**
- Discus for classification of plant association ..... XING Shaohua, YU Mengfan, YANG Lijuan, et al (310)

# 《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

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 33 卷 第 1 期 (2013 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 1 (January, 2013)

<b>编 辑</b>	《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	<b>Edited by</b>	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
<b>主 编</b>	王如松	<b>Editor-in-chief</b>	WANG Rusong
<b>主 管</b>	中国科学技术协会	<b>Supervised by</b>	China Association for Science and Technology
<b>主 办</b>	中国生态学学会 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	<b>Sponsored by</b>	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
<b>出 版</b>	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	<b>Published by</b>	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
<b>印 刷</b>	北京北林印刷厂	<b>Printed by</b>	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
<b>发 行</b>	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@espg.net	<b>Distributed by</b>	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@espg.net
<b>订 购</b>	全国各地邮局	<b>Domestic</b>	All Local Post Offices in China
<b>国外发行</b>	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	<b>Foreign</b>	China International Book Trading Corporation Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China
<b>广告经营 许 可 证</b>	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 90.00 元