

314-324

5697(15)

第16卷第3期  
1996年6月生态学报  
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 16, No. 3  
Jun., 1996

## 西方生态学近况

董全

*(Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science University of  
MIAMI 4600 Rickenbacker Causeway MIAMI, FL 33149, U. S. A.)*

Q14

A

**摘要** 本文对美英等西方英语国家的近期生态学研究的研究趋向、流行概念、研究方式、前沿领域及新方法、新技术进行了综述分析。近期，西方英语国家的生态学理论研究中最受重视的问题是：在一定时空尺度上生物物种组成和各物种种群丰盛度的动态规律和特征，以及决定这种规律和特征的内在机制。这些机制包括：个体发育、生理、行为和遗传过程对生物与非生物环境的反应及这些过程对自身所在的种群、群落和栖息地的影响；种内种间相似或相异个体之间的相互关系和这些关系对个体存活、繁殖、生长、迁移的影响；种群、群落的遗传构成和形态、生理、行为类型的组合和空间结构；群落、生态系统和景观的物质能量流通渠道及其动态；群落中各个组分在能量和养分流动过程中所起的作用和群落营养结构对各组分的制约作用；环境因子的胁迫和扰动的的影响；以及环境的空间异质性的影响等等。在应用生态学研究，近来越发得到重视的问题是：生物生态过程带来的大气、土壤、水体的化学成分和化学特性的变化以及这些变化产生的生态效应；土地和水的开发利用所造成的生态后果，污染和其他环境胁迫的指示特征，生物资源数据库，濒危物种的保护，生物多样性的保护，人口增长的生态后果，疾病传播的生态过程，外来物种的引进和入侵，干扰破坏后的恢复，人类经济和社会过程同生态过程的相互作用和相互影响，自然资源的可持续利用于相应的管理策略以及应用生态学本身的理论体系的建设。

生态学

**关键词：**西方生态学，研究领域，流行概念，研究对象，前沿课题，方法技术，研究进展CURRENT STATE AND TREND OF ECOLOGICAL  
STUDIES IN WESTERN COUNTRIES

Dong Quan

*(Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science University of MIAMI  
4600 Rickenbacker Causeway MIAMI, FL 33149 U. S. A.)*

**Abstract** This paper reviews the current state and trend of ecological studies in western countries, including activities in research fields, the popularity of concepts, methodology, objects of study, intellectual frontiers, and key research topics. The current studies focus on identifying the organizing principles and key mechanisms, which determine the dynamic patterns of

- 致谢：本文得益于邬建国，齐晔，陈吉泉的建议。本项工作根据与 The National Oceanic and Atmospheric Administration 的 NA37RJ0290 协定，得到了 University of Miami 的 Cooperative Institute for marine and Atmospheric Studies 的支持，在此一并致谢。

收稿日期：1995 12 10。

the assembly of communities, the abundance of populations, and abiotic and biotic components of the environment at various spatial and temporal scales. The mechanisms include: responses of ontogenetic physiological, behavioral, and genetic processes to the abiotic and biotic environmental variables and variability, and the overall consequences of these responses from individual organisms on the population, community and habitat that they belong to; intra- or inter-specific interactions among individuals that are quite different or similar, and the effects of these interactions on survival, fertility, growth and dispersal; the age-, size-, physiological-, genetic- or spatial-structure of populations; dynamics and pathway of the flux of energy and nutrients in and among communities, ecosystems and landscapes; the effect of each community component on the flux of energy and nutrients, and the feedback of trophic structure on each component; effects of environmental stresses and disturbances; effects of environmental heterogeneity. In applied studies, great attention goes to; ecological causes and consequences of changes in atmospheric, soil, freshwater, or marine chemistry; ecological consequences of land conversion and water diversion; pollution, stresses and indicators of them; biological diversity and conservation; ecological consequences of human population growth; introduction and invasion of exotic species, outbreaks and spread of pests and disease organisms; restoration; inter-relationship among ecological, economic, social, and (human) demographic processes; management and policy; and theoretical framework of applied ecology.

**Key words:** ecology, activities in research fields, popularity of concepts, methodology, objects, intellectual frontiers, and key research topics.

世界上有许多生态学家都十分关心生态学整体发展的现状与趋势。例如, 美国生态学会和英国生态学会曾就此对会员进行了一系列的问卷调查, 还有人定期对期刊上发表的文章进行了考查分析<sup>[1~7]</sup>。美国生态学会和英国生态学会当属世界上最大的生态学会。美国生态学会拥有会员 7000 人左右。其会员分布于 80 个国家和地区, 主要集中在北美。其中美国的会员约占 90%, 加拿大的会员占 4%~5%。英国生态学会拥有 5000 人左右的会员。其中本国会员占 70%~80%。其他会员亦分布于几十个国家。可以说这两个学会会员的研究大体代表和左右着西方英语国家的生态学界的动向, 他们的研究进展对世界生态学界亦有重大影响。

本文根据美英等国的生态学者的调查、综述和分析, 简要介绍和分析西方英语国家生态学界近年的研究趋向, 流行概念, 研究方式和选题重点, 希望这些信息可为国内同行提供参考。囿于作者的眼界和知识, 本文难免以偏盖全。特别是本文资料的选取, 对美国有所偏重。

### 1 领域的兴衰

在一个分支学科领域中从事研究人员的多寡, 在一个领域中申请研究项目的多寡和在一个领域中正在进行的科研项目是多寡是反映一个领域的科研兴旺与否的重要指标。利用这些指标可以对生态学中各分支领域的兴旺程度做大体排序。近年来, 美国生态学会曾几次向会员发卷, 调查统计其会员的所长专业领域和正在申请、正在进行的研究项目所处的领域。根据美国生态学会最近对会员进行的调查<sup>[8]</sup>, 在美国生态学界, 群落生态学最为兴旺。其次是种群生物学, 水生生态学、植物生态学和森林生态学(表 1)。看来, 北美生态学家倾向于选用生物组织水平来说明自己的研究领域。个体(生理)生态学、种群生物学、群落生态学和生态系统生态学都列在最兴旺的前 10 名分支学科中。单从生物组织层次的角度看, 研究群

落、种群的人数和项目数似均高于研究个体(第5名)、生态系统(第8名)及更高水平(生物圈等)的人数和项目数。在美国生态学会1981年<sup>[2]</sup>和1988年<sup>[6]</sup>调查中,群落生态学和种群生物学也是排在前两名,生态系统排在其次。这个排序同McIntosh<sup>[5]</sup>利用文献引用频率所发现的结果相一致。在McIntosh<sup>[5]</sup>选出的最常引用的生态学经典文献中,19篇关于群落生态学的研究,12是关于种群生态学的研究,9篇属于生态系统的研究。但是如果把依各种不同标准划分的学科都算在内,生态系统研究从1988年的第3位降到了1992年的第8位,而1988年排第4位的环境影响评价在1992年跌出了前15名。

表1 最活跃的研究领域排序

Table 1 Activity rank of ecological fields

|  | 科 研 Research         |                    | 科研项目               |        | 专长 Expertise              |                             |
|--|----------------------|--------------------|--------------------|--------|---------------------------|-----------------------------|
|  | 综合排序<br>Overall rank | 从事人数<br>Ecologists | Grant applications |        | 第一选择人数<br>Primary<br>area | 第二选择人数<br>Secondary<br>area |
|  |                      |                    | 申请总数               | 获准立项数  |                           |                             |
|  |                      |                    | Filed              | Funded |                           |                             |
| 群落生态学 Community ecology                      | 1                    | 2                  | 2                  | 2      | 3                         | 1                           |
| 种群生物学 Population biology                     | 2                    | 3                  | 1                  | 1      | 4                         | 3                           |
| 水生生态学 Aquatic ecology                        | 2                    | 1                  | 3                  | 3      | 1                         | 4                           |
| 植物生态学 Plant ecology                          | 4                    | 4                  | 9                  | 8      | 2                         | 1                           |
| 森林生态学 Forest ecology                         | 5                    | 6                  | 6                  | 7      | 6                         | 5                           |
| 自然保护生物学 Conservation biology                 | 6                    | 5                  | 5                  | 4      | 13                        | 6                           |
| 生理生态学 Physiological ecology                  | 7                    | 7                  | 4                  | 9      | 5                         | 10                          |
| 海洋生态学 Marine ecology                         | 8                    | 10                 | 6                  | 5      | 7                         | 13                          |
| 生态系统研究 Ecosystem studies                     | 8                    | 9                  | 8                  | 6      | 11                        | 7                           |
| 行为生态学 Behavioral ecology                     | 10                   | 8                  | 10                 | 13     | 8                         | 8                           |
| 湿地生态学 Wetland ecology                        | 11                   | 11                 | 11                 | 11     | 9                         | 11                          |
| 野生动物生物学 Wildlife biology                     | 12                   | 14                 | 14                 | 10     | 10                        | 16                          |
| 环境与资源管理<br>Environmental/resource management | 13                   | 13                 | 16                 | 14     | 14                        | 9                           |
| 渔业生物学 Fisheries biology                      | 14                   | 15                 | 13                 | 12     | 12                        | 20                          |
| 生态学模型 Ecological modeling                    | 15                   | 12                 | 20                 | 19     | 17                        | 12                          |

本表根据在一领域中从事科研的人员数量,申请科研项目的数量和生态学工作者认定自己专业的数量,对各分支学科的兴旺程度进行排序。综合排序值根据其他5项排序值的总和计算。资料来自美国生态学会对会员的调查<sup>[6]</sup>。

The value corresponds to each field is the rank of the numbers of researchers and grant applications in that field, and the number of ecologists who list the field as their area of expertise. Data source: Holland *et al.* 1992 [8].

## 2 概念的流行

英国生态学会给会员发出问卷,就什么是生态学中最重要的概念征求会员的意见。Cherrett<sup>[7]</sup>对寄回的问卷进行了整理分析。他发现英国生态学会会员认为,生态系统是最重要的概念。其次是演替、能流、自然资源保护和竞争(表2)。Stuing<sup>[7]</sup>计算了各个生态学概念在三大英文综合性生态学期刊(*Ecology*, *Oecologia*, *Oikos*)的文章中出现的频率,并根据出现频率对概念的流行性进行排序。他发现在这些文章中,最多出现的概念是生物对环境的适应。其次是生活史对策,植物与植食性动物的关系,竞争与共存和生境选择与生境的空间配置(表2)。

若把上述两项调查的结果放在一起,对概念的流行程度进行评价,最流行的10个生态学概念是:(1)竞争,(2)生活史对策,(3)生物对环境的适应性,(4)能流,(5)养分(物质)循环,(6)演替,(7)种群调节,(8)植物与植食性动物的关系,(9)捕食者与猎物的关系,(10)自然保护。

表 2 最受重视的生态学概念

Table 2 Popularity of concepts

| 期刊中最受重视的生态概念<br>Popularity of concepts on journal analysis        | 调查中最受重视的生态概念<br>Popularity of concepts on membership survey |
|---|---|
| 1 生物对环境的适应<br>Ecological adaptation, abiotic factors              | 生态系统 Ecosystem  |
| 2 生活史对策 Life history strategies                                   | 演替 Succession   |
| 3 植物与植食性动物的关系 Plant-herbivore                                     | 能流 Energy flow  |
| 4 竞争与共存 Competition and coexistence                               | 自然资源的保护 Conservation of resources                           |
| 5 生境的空间配置与选择<br>Habitat selection, spatial pattern                | 竞争 Competition  |
| 6 捕食者与获得物的关系 Predator-prey  | 生态位 Niche   |
| 7 养分循环 Nutrient cycling   | 物质循环 Materials cycling                                      |
| 8 种群动态, 种群调节与密度制约过程<br>Population regulation                      | 群落 Community  |
| 9 最优觅食理论与领域性<br>Optimal foraging, territoriality for food         | 生活史对策 Life history strategies                               |
| 10 能流和生产力 Energy flow, production                                 | 生态系统脆弱性 Ecosystem fragility                                 |
| 11 稳定性与扰动 Stability, disturbance                                  | 食物网 Food webs   |
| 12 迁移 Dispersal, migration  | 生物对环境的适应 Ecological adaptation                              |
| 13 进化生态学 Evolutionary ecology                                     | 环境异质性 Environmental heterogeneity                           |
| 14 动物行为 Other behavior  | 物种多样性 Species diversity                                     |
| 15 寄生者与宿主的关系 Parasite-host  | 种群密度制约性调节 Density dependent regulation                      |
| 16 互利 Mutualism   | 限制因子 Limiting factors                                       |
| 17 交配行为 Mating behavior   | 环境容纳量 Carrying capacity                                     |
| 18 物种多样性 Species diversity  | 最大可持续生产量 Maximum sustainable yield                          |
| 19 演替 Succession, assembly rules                                  | 种群循环和种群波动 Population cycles                                 |
| 20 间接作用, 3 个营养层之间关系<br>Indirect effects, tri-trophic interactions | 捕食者与猎物的关系<br>Predator-prey interactions                     |
| 21 污染和污染指示生物 Pollution, indicator organisms                       | 植物与植食动物的关系 Plant herbivore interactions                     |
| 22 食物网 Food webs  | 岛屿生物地理学 Island biogeography                                 |
| 23 自然保护 Conservation  | 食物链中的生物积累过程 Bioaccumulation in food chains                  |
| 24 岛屿生物地理学 Island biogeography                                    | 协同进化 Coevolution  |
| 25 外来物种 Exotic species, invasions, introduction                   | 随机过程 Stochastic processes                                   |
| 26 灭绝过程 Extinction  | 自然扰动 Natural disturbance                                    |
| 27 最大可持续生产量 Maximum sustainable yield                             | 生境恢复 Habitat restoration                                    |
| 28 有害生物的控制 Pest control   | 自然保护区 Nature reserve  |
| 29 恢复 Restoration   | 指示生物 Indicator organisms                                    |

本表根据三大生态学期刊: *Evology*, *Oecologia*, *Oikos* 在 1987~1991 年期间发表的文章中概念出现的频率和英国生态学会对会员的调查, 对生态学概念受重视的程度排序, 资料来自 Stiling 1994<sup>[7]</sup>, Cherrett 1989<sup>[5]</sup>.

Data sources, journal analysis (*Evology*, *Oecologia*, and *Oikos*), Stiling 1994<sup>[7]</sup>, membership survey (British Ecological Society), Cherrett 1989<sup>[5]</sup>.

生态学概念的使用同生物组织层次有着对应关系, 利用这种对应关系, 可以了解哪些生物组织水平上的概念最受生态学者的重视。Stiling<sup>[7]</sup>在对期刊文章进行了调查后指出, 对种群水平的概念所进行的研究占文章总数的一半以上, 其次是个体水平, 其研究约占 1/4 强。而群落和生态系统水平上的研究在三大期刊上发表的文章中各只占 1/10 左右。Cherrett<sup>[5]</sup>对英国生态学会的问卷调查进行了概念的聚类计算分析。他把生态学家大体分为 2 类: (1) 倾心于生态系统研究的人, 这些人约占 2/3。(2) 倾心于种群研究的

人,他们约占1/3。在生态系统研究者中,倾向于基础研究和应用研究的各约占50%。而在种群研究者中,3/4的人是“生物决定论者”;他们重视种内或种间的相互作用和相互关系,或重视生物适应性。另1/4的是“环境决定论者”;他们专注于环境的异质性,随机现象,干扰等等。显然,Cherrett的结论同Stiling的结论不同。看来,从不同角度取用不同资料来分析生态学现状可以得出不同结论。

### 3 生物种类、生态系统和研究手段的选择

从生物分类系统的角度看,西方生态学者较多地选用动物作为研究对象。在纲的水平上,昆虫、鸟类、兽类最受重视。若扣除在各纲中物种数量的因素,兽类和鸟类的生态学研究所占比例远高于其他纲类。在植物之中,陆生高等植物较受重视。微生物的生态学研究远较动植物为少,仅占总数的1%~2%(表3)。不过近来微生物生态学呈崛起的趋势。在1995年美国生态学会年会上,以微生物生态学为专题的报告会有2个。而在以往,以微生物生态学为专题的报告会很少。近来,美国大学招聘微生物生态学教师的数量也在增加。这从不同侧面反映着这个领域的兴旺和发展。微生物在碎屑食物网链中,在土壤生态过程中都起着决定性的作用。过去碎屑食物网链和分解过程受到某种程度的忽视。在许多食物网中,人们对碎屑食物网链和分解者的理解存在很大的空白。这种情况影响和妨碍了人们对整个食物网的正确

表3 对各生物分类单元做生态学研究的频率(%)

Table 3 Frequency of taxa studied by ecologists

| 分类单元<br>Taxa                              | 期刊分析(1)<br>Journal analysis | 美国生态学会<br>1988年调查(2)<br>ESA survey 1988 | 美国生态学会<br>1981年调查(3)<br>ESA survey 1982 |
|---|-----------------------------|---|---|
| 动物(总和) Animals                            | 50.4                        | 48                                      | 46.3                                    |
| 无脊椎动物(总和) Invertebrates                   | 27.7                        | 19                                      | —                                       |
| 昆虫 Insects                                | 18.3                        | —                                       | —                                       |
| 其他节肢动物 Arthropods other than insects      | 3.7                         | —                                       | —                                       |
| 非节肢动物 Invertebrates other than arthropods | 5.7                         | —                                       | —                                       |
| 海洋无脊椎动物 Marine invertebrates              | —                           | 5                                       | —                                       |
| 淡水无脊椎动物 Freshwater invertebrates          | —                           | 7                                       | —                                       |
| 陆地节肢动物 Terrestrial invertebrates          | —                           | 7                                       | —                                       |
| 脊椎动物(总和) Vertebrates                      | 22.7                        | 25                                      | —                                       |
| 兽 Mammals                                 | 8.1                         | —                                       | —                                       |
| 鸟 Birds                                   | 7.0                         | —                                       | —                                       |
| 鱼 Fish                                    | 3.2                         | —                                       | —                                       |
| 爬行 Reptiles                               | 2.3                         | —                                       | —                                       |
| 两栖 Amphibians                             | 2.1                         | —                                       | —                                       |
| 海洋脊椎动物 Marine vertebrates                 | —                           | 2                                       | —                                       |
| 淡水脊椎动物 Freshwater vertebrates             | —                           | 6                                       | —                                       |
| 陆生脊椎动物 Terrestrial vertebrates            | —                           | 17                                      | —                                       |
| 植物(总和) Plants                             | 34.3                        | 37                                      | 31.7                                    |
| 陆地维管系植物 Terrestrial vascular plants       | —                           | 29                                      | —                                       |
| 淡水浮游植物 Freshwater                         | —                           | 2                                       | —                                       |
| 海洋植物 Marine plants                        | —                           | 2                                       | —                                       |
| 微生物(总和) Microbes                          | 1.1                         | 2                                       | 1.5                                     |
| 混合 Mixture                                | 8.4                         | —                                       | 20.0                                    |
| 理论 Theoretical                            | 5.5                         | 3                                       | —                                       |

数据来源 Data sources: (1) Stiling (1994)<sup>[7]</sup>, (2) Travis(1989)<sup>[8]</sup>, (3) Coleman等(1982)<sup>[2]</sup>。

表 4 生境或生态系统类型在生态学研究中的选用频率(%)<sup>\*</sup>

Table 4 Habitat types used in ecological researches

| 生境或生态系统类型<br>Types of habitats and ecosystems            | 频率<br>Frequency |
|--|-----------------|
| 温带森林 Temperate forest                                    | 17.0            |
| 温带草地 Temperate grassland                                 | 9.7             |
| 热带森林 Tropical forest                                     | 5.4             |
| 热带草地 Tropical grassland                                  | 2.0             |
| 荒漠 Deserts   | 4.7             |
| 苔原 Tundra  | 2.6             |
| 湿地 Wetlands  | 1.9             |
| 海洋 Marine  | 7.7             |
| 淡水水域 Freshwater  | 10.3            |
| 人类干扰下的(农田、城市等)<br>Disturbed, e. g. urban or agricultural | 3.7             |
| 试验室或温室 Laboratory or green house                         | 16.4            |
| 博物馆 Museums  | 0.2             |
| 计算机-理论上的 Desktop-theoretical                             | 0.9             |
| 其他: 洞穴、崖壁、土壤<br>Others, e. g. caves, cliffs, soil        | 8.4             |

\* From Stiling (1994)<sup>[2]</sup>.

在近代科学, 比较抽象的理论发展是学科成熟的一种标志。生态学经过几十年的蓬勃发展, 理论分析已成为必不可少的手段, 模型分析越来越成为极其重要的研究环节。遗憾的是, 西方生态学中存在着分科过细和理论研究同经验研究脱节甚至对立的问题<sup>[1]</sup>。因此, 一些生态学家呼吁, 野外观察, 实验和模型研究只有结合在一起才能取长补短, 有效地发挥各自的科研功能和促进生态学理论的发展<sup>[2]</sup>。目前的美国研究生教育强调, 研究生要了解并且在一定程度上掌握以上全部 4 种方法。

表 5 各营养层次在野外生态学研究中出现的频率(%)

Table 5 Trophic level at which field studies was conducted

| 营养层次<br>Trophic level | 频率<br>Frequency |
|-----------------------|-----------------|
| 1                     | 32.2            |
| 2                     | 31.3            |
| 3                     | 22.1            |
| 4                     | 0.7             |
| 5                     | 0.2             |
| 混合 Mixture            | 6.5             |

\* From Stiling (1994)<sup>[2]</sup>.

认识。近年来, 人们对此有了认识。微生物生态学兴旺起来并成为近期生态学的热点之一。

若从生境和生态系统的角度看, 西方生态学者多在森林、草地、淡水水体和试验室中从事研究(表 4), 这使得森林生态学和水生生态学列入最兴旺的领域(表 1)。以气候带分, 在温带的研究远多于其它地带。另外, 研究陆地生物的工作亦远多于水生生物的研究。美国生态学会的调查没有把陆地生态学和草地生态学单独列项。虽然在草地上进行的生态学研究很多, 从事这些研究的生态学家似乎不把自己的研究列为草地生态学。

若从营养层次和生物物种数的角度看, 生态学研究的频率同营养层次的高低与所研究的物种数目成反比(表 5、表 6)。多数研究集中于 1 个种或 2 个种组成的生态系统。研究 5 个以上物种所组成的系统的工作只有 20%。

从研究手段上分, 生态学研究大体可以分为两大类。一是经验研究, 其方法有野外观察和实验研究这两类。另一大类为理论研究, 其方法又可分为综合比较分析和模型分析 2 类。在传统上生态学是经验科学, 到目前仍以采用野外观察和实验的手段为主流(表 7)。

表 6 生态学研究中的物种数<sup>\*</sup>

Table 6 The number of species studied

| 物种数<br>Number of species | 出现频率<br>Frequency |
|--------------------------|-------------------|
| 1                        | 39.3              |
| 2                        | 17.2              |
| 3                        | 7.4               |
| 4                        | 4.0               |
| 5~10                     | 5.9               |
| 11~20                    | 4.9               |
| >20                      | 8.5               |
| 理论假设 Theoretical         | 9.3               |
| 综述 Review                | 3.5               |

\* From Stiling (1994)<sup>[2]</sup>.

表 7 生态学研究使用的方法\*

Table 7 Methods used in ecological studies

| 方 法 Methods                        | 频 率 Frequency |
|------------------------------------|---------------|
| 实验 Experiment                      | 40.5          |
| 模型 Model                           | 6.1           |
| 野外观察和实验 Observation and experiment | 16.8          |
| 实验和模型 Experiment and model         | 2.1           |
| 野外观察和综述 Observation and review     | 1.0           |
| 其他组合 Other combination             | 0.4           |

\* From Stiling(1994):<sup>[7]</sup>.

#### 4 生态学的前沿

生态学在发展。旧的生态学理论不断地被修正甚至被推翻,新的理论假说不断产生,新的工具和方法不断涌现。生态学的前沿不断拓展。对于什么是生态学的前沿领域,生态学家常常各持己见莫衷一是<sup>[13]</sup>。美国生态学会组织了一批专家对此进行了分析。就其规模和深度来说,这次分析是史无前例的。这个分析的结论<sup>[14]</sup>在美国生态学界和世界生态学界产生了巨大影响<sup>[15]</sup>。这次分析列出了 12 项生态学基础研究的前沿领域(表 8)。这些前沿领域一方面保持着生态学的传统,仍着眼于种群、群落、生态系统和景观的结构及其动态规律。另一方面,这些前沿领域更强调对机制的理解,特别是对不同时空尺度上和不同生物组织水平上现象之间的相互作用和相互联系。(时空)尺度及尺度推绎的概念,进化遗传的思考,结构单元和内部过程的内在异质性和复杂性的理解,构成了这些基础研究前沿领域的标志。

对生态学系统的基本理解为应用生态学原理解决实际问题奠定了基础。生态学者作为群体负有很重的社会责任;生态学研究要能有助于改善人类生存状况。环境问题牵涉到政治和管理,因此生态学研究的资金也同政治有关。基于这种情况和对这种情况的考虑,面对现代人口、环境和资源问题的巨大挑战,根据前述对基础学科前沿领域的分析,Lubchenco 等<sup>[14]</sup>提出了生态学中 10 大重要科研题目(表 9)。这些题目力求兼顾基础研究和应用研究的需要。基于这 10 大课题,Lubchenco 等<sup>[14]</sup>提出了组织研究全球变化,生物多样性和可持续生物圈的建议。这个建议得到了美国国会的支持,从而使这 3 方面的研究广泛展开,并在世界范围内对近期生态学发展产生了广泛影响。

表 8 生态学基础研究的前沿课题<sup>[14]</sup>Table 8 Interlectual frontiers in ecology (Lubchenco *et al.* 1991)<sup>[14]</sup>

|  |
|--|
| 1. 自然界中各时空尺度上生物多样性的类型与格局;决定多样性的进化与生态因素和进化与生态过程<br>What are the patterns of diversity in nature, and what are their critical ecological and evolutionary determinants                               |
| 2. 生物有机体的形态、生理和得为特性之间的相互作用和影响<br>How do morphological, physiological, and behavioral traits of organismis interact   |
| 3. 有机体形态、生理和行为在自然或人为造成的环境胁迫下的遗传类型可塑性及其限度<br>How plastic are the morphology, physiology, and behavior of organisms in the face of environmental stresses. What are organismis' proximal limitations |
| 4. 决定散布与休眠的生态条件;散布与休眠在种群和群落水平上的效应<br>What are the determinants and consequences of dispersal and dormancy  |
| 5. 解释有机体生活史适应对策的因素;个体生活史对策怎样影响种群对环境干扰变化的反应方式<br>What factors explain the life history adaptations of organisms. What are the population-level consequences of these adaptations                    |

6. 决定种群量的因素, 个体的生态学过程与种群动态的关系  
What factors control the sizes of populations. How are changes in population size related to processes mediated at the level of the individual
7. 种群的年龄、体形、遗传和空间结构怎样影响种群对环境扰动变化的反应  
How does the internal structure of a population affect its response to various stresses
8. 景观破碎对种群散布、种群灭绝和生态系统对胁迫的反应和决定这种组成结构和反应方式的生物与非生物因素  
How does fragmentation of the landscape affect the spread and persistence of populations
9. 群落与生态系统的结构和组成、群落和生态系统对胁迫的反应和决定这种组成结构和反应方式的生物与非生物因素  
What factors govern the assembly of communities and ecosystems and the ways those systems respond to various stresses. What patterns emerge from cross-system comparisons
10. 在生态系统和景观生物非生物成分的相互作用, 能量流动与物质交换的调控、气候、人类影响和生物过程怎样影响调节生物地球化学过程  
What are the feedbacks between the biotic and abiotic portions of ecosystems and landscapes. How do climatic, anthropogenic, and biotic processes regulate biogeochemical processes
11. 在一个时空尺度上的过程和格局怎样影响另一个时空尺度上的过程与格局  
How do patterns and processes at one spatial or temporal scale affect those at other scales
12. 包含人类影响和自然扰动在内的环境异质性对个体、种群、群落的生态过程和格局的影响  
What are the consequences of environmental variability, including natural and anthropogenic disturbance, for individuals, populations, or communities

表 9 Lubchenco 等(1991)提出的十大生态学课题<sup>[14]</sup>Table 9 Key research topics suggested by Lubchenco *et al.* (1991)<sup>[14]</sup>

1. 定量确定生物圈与全球气候变化的总体联系, 建立这方面的分析模型, 这包括研究生态学过程带来的全球气候变化和全球气候变化给生物圈、大气圈、水圈和生态气候带的结构和功能带来的变化  
Determine the ecological causes and consequences of global climate change by quantifying and modeling the links between biospheric and global change
2. 测量生物生态过程带来的大气、土壤和水体的化学成分和化学特性的变化和这些变化产生的生态效应, 建立描述、解释和预测这些过程的模型  
Determine the ecological causes and consequences of changes in atmospheric, soil, freshwater, or marine chemistry, using fundamental models of how ecological systems regulate the chemistry of the biosphere and models for the ecological consequences of changes in these processes
3. 测定土地和水的开发利用所造成的生态后果, 包括水体陆地间的化学物质流动的改变和这些改变对群落物种组成间的化学物质流动的改变和这些改变对群落物种组成、生物多样性和生物地球化学过程的影响  
Determine the ecological consequences of land-and water-use change through a functional understanding of how land conversion and water diversion affect ecological processes

- 
4. 调查人类造成的和自然形成的环境变化带来的遗传演化后果  
Determine the evolutionary consequences of anthropogenic and other environmental changes
  5. 建立生物多样性数据库, 记录遗传多样性, 物种多样性, 生境多样性, 生态系统多样性的空间分布, 测定多样性变化速率和这种变化对群落结构的物种的研究  
Inventory the patterns of genetic, species, habitat, and ecosystem diversity. Determine the rates of change of biological diversity and the subsequent effects on community structure and ecosystem processes. Accelerate research on factors determining diversity at all levels
  6. 加快对稀有和濒临灭绝物种的研究  
Accelerate research on the biology of rare and declining species and develop the scientific information necessary to sustain populations of potentially valuable rare and declining species
  7. 确定反映环境胁迫的指示特征, 建立监测生态学系统健康状况和估价预测胁迫的方法手段  
Determine patterns and indicators of ecological responses to stress, leading to technologies necessary to assess the status of ecological systems, to forecast and assess stress, and to monitor the recovery of damaged ecological systems
  8. 加速恢复生态学的基础研究  
Accelerate the basic science of restoring damaged and degraded ecological systems, by developing, testing and applying principles of restoration ecology
  9. 建立和发展用于设计和管理可持续利用的生态学系统的生态学准则  
Advance, test, and apply ecological principles for the design and use of sustainable, managed ecological systems at appropriately large scales
  10. 加强关于有害生物、病原生物的入侵、扩散和爆发的基本规律的研究  
Determine the principles that govern outbreaks and patterns of spread of pest and disease organisms
- 

## 5 广泛应用的新方法和新技术

方法和技术的发展是学科发展的主要推动力之一。随着整个科学技术的发展, 生态学中的新方法和新技术也在日新月异层出不穷。近来发展较快, 对生态学发展贡献较大并且广泛应用的方法技术主要有如下几个方面: (1) 计算机辅助的方法和技术。当今计算机的迅猛发展使人的信息存储和信息处理能力大为提高。基于这种能力, 模拟模型, 数据库与数据分析软件得以迅速发展和广泛应用。模型已为各个分支学科的生态学家普遍使用。发展较快的计算机模型包括: 基于个体的, 空间明晰的, 多层次的, 大范围的和随机的模拟模型。最流行的数据库是地理信息系统。(2) 遥感技术。遥感能够采集大量空间位置信息和频谱信息。在计算机模型和地理信息系统的辅助下, 遥感成为观测许多生态学系统特别是宏观系统的状态和过程的有效手段。计算机和遥感技术的结合, 使生态学家对空间过程的认识, 特别是对不同时空尺度上的生态学空间过程的认识大为增加。(3) 分子生物学技术。分子生物学技术的飞速发展大大改进了基因的分选, 定位, 增殖和 DNA 定序的能力。这使生态学家能够测量遗传进化同生态学过程的相互关系, 使人们可以从总体上研究有机体在不同时空尺度上同环境的相互作用, 有力地促进了进化生态学的发展和提高了进化思想在生态学研究中的位置。(4) 物理和化学技术。最值得一提的是稳定性同位素技术。这种技术大大提高了人们监测化学物质在生态学系统中流动的能力, 因此对生态学贡献较大并且迅速得到广泛应用。(5) 统计学方法。生态学过程中, 不确定性无所不在。不确定性须由统计学方法来描述。在计算机的辅助下, 空间分析, 时间序列分析和样本重组等方法迅速发展。这使得生态学家可以对不

确定性较清晰地理解和描述。总之,正是上述这些为代表的新技术方法推动了以上所述的前沿发展。

## 6 结语

本文简要地介绍了美英等国的生态学者对生态学现状的一些调查、综述和分析结果。这些调查分析的目的主要在于回答这样两个问题:(1)什么是生态学?(2)生态学工作者研究什么?这两个问题是相互关联的。从逻辑上讲,生态学的内容,包括其内涵与外沿,规定了生态学者的研究对象;而从历史的角度看,像其他学科一样,生态学经历着一个动态发展的过程,其内容在变。这个发展变化的过程由生态学工作者来推动。因此生态学者在科学研究中的新发现新创造更新着生态学的内容;社会所承认的生态学家群体所从事的研究决定着生态学的含义。显然,对上述两个问题的动态答案是反映生态学发展状况与发展趋势的一面镜子。

综上所述,大体上说,在近期西方英语国家的生态学理论研究中最受重视的问题是:在一定时空尺度上生物物种组成和各物种种群丰富度的动态规律和特征,以及决定这种规律和特征的内在机制。这些机制包括:个体的发育、生理、行为和遗传过程对生物与非生物环境的反应和这些过程对自身所在的种群、群落和栖息地的影响;种内种间的相似或相异的个体之间的相互关系和这些关系对个体存活、繁殖、生长、迁移的影响;种群、群落的遗传构成和形态、生理、行为类型的组合与空间结构;群落、生态系统和景观的物质能量流通渠道及其动态;群落中各个组分在能量及养分流动过程中所起的作用和群落营养结构对各组分的制约作用;环境因子的胁迫和扰动的影响;以及环境的空间异质性的影响等等。在应用生态学研究,近来越发得到重视的问题是:生物生态过程带来的大气、土壤、水体的化学成分和化学特性的变化,以及这些变化产生的生态效应;土地和水的开发利用所造成的生态后果,污染和其他环境胁迫的指示特征,生物资源数据库,濒危物种的保护,生物多样性的保护,人口增长的生态后果,疾病传播的生态过程,外来物种的引进和入侵,干扰破坏后的恢复,人类经济和社会过程同生态过程的相互作用和相互影响,自然资源的可持续利用与相应的管理策略,以及应用生态学本身的理论体系的建设。

总之,在本世纪生态学有了长足的进步,从本世纪初的一个描述性学科发展到了一个有系统野外观测记录,有定量逻辑推理,有实验检验假说的多层次多方位的科学体系。目前的生态学是一个多元化学科。人们对许多生态学系统和生态学过程有了比较清楚的描述和理解。然而,当前生态学家就许多重要问题无法取得一致意见。其中非常重要的一个是:生态学能否产生统一的基本理论。这种理论应适用于不同生物类别,不同的地带和不同的时间。历史上生态学没有产生比较令人满意的定律<sup>[3]</sup>,冠以定律名义的理论往往得不到自然界观察的普遍支持。这种情况发生于一些生态学上最著名的“定律”。比如李比锡(Liebig)的“最小因子定律”和高斯(Gause)的“竞争排除定律”等等。直到现在,生态学理论的预测力仍然很差,生态学仍不是一门预测科学<sup>[3]</sup>。因此,发展具有普遍意义的和具有预测力的生态学理论是对全世界当代生态学家的挑战。

对于中国生态学家来说,身上担负发展生态学和研究生态环境问题的重任。中国近年来经济急剧增长,工业化和城市化加速,人口持续增长并且人民物质生活迅速改善。这样的发展带来许多生态后果,造成许多环境和资源的问题。生态学工作者有责任为解决这些问题出谋献策。中国的生态学急待进一步快速发展。今天中国面对的许多生态问题将是全人类明天的问题。因此研究中国的生态学问题能为世界生态学的发展做出重要贡献。当然,为发展中国的生态学,外国的经验亦可借鉴。为此,希望这篇短文能向国内同行提供一些国外生态学的有用信息。

## 参 考 文 献

- 1 Brown K L and McCormick J F. Education and employment of ecologists in the United States. *ESA Bulletin* 1981. **62**: 193~196
- 2 Coleman D C, Cooper C F, Rosenzweig M L, et al. ESA Publication Committee, subcommittee on journal content; final report, 10 January 1982. *ESA Bulletin*, 1982. **63**: 26~41

- 3 May R M and Seger J. Ideas in ecology. *American Scientist*, 1986, 74: 256~267
- 4 Abrahamson W G, Whitham T G and Price P W. Fads in Ecology. *BioScience*, 1989, 39: 321~325
- 5 Cherrett J M. Key concepts, the results of a survey of our members' opinions. Cherrett J M, ed. *Ecological concepts: the contribution of ecology to an understanding of the natural world*. Blackwell Scientific, Oxford, England, 1989
- 6 Travis J. Results of the survey of the membership of the Ecological Society of America, 1987~1988. *ESA Bulletin*, 1989, 70: 75~88
- 7 Stiling P. What do ecologists do? *Bulletin of the Ecological Society of America*, 1994, 75(2): 116~121
- 8 Holland M M, Lawrence D M, Morrin D J, et al. Profiles of ecologists: results of a survey of the membership of the Ecological Society of America. *The Ecological Society of America*. Washington, D. C. 1992
- 9 McIntosh R P. Citation classics of Ecology. *Quarterly Review of Biology*, 1989, 64: 31~49
- 10 McIntosh R P. *The background of ecology: concepts and theory*. Cambridge University Press, Cambridge, 1985
- 11 Kareira P. Renewing the dialogue between theory and experiments in population ecology. Roughgarden, J, May R M, and Levin S A, eds. *Perspectives in Ecological Theory*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1989, 68~88
- 12 Tilman D. Discussion, population dynamics and species interactions. Roughgarden J, May R M and Levin S. A, eds. *Perspectives in Ecological Theory*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1989, 89~100
- 13 Edwards P J. *Ecological progress to meet the challenge of environmental change*. Congress Editorial. VII International Congress of Ecology, INTECOL, Manchester 1994, 7~11
- 14 Lubchenco J, Olson A M, Brubaker L B, et al. The sustainable biosphere initiative: and ecological research agenda. *Ecology*, 1991, 72(2): 371~412
- 15 Peters R H. *A critique for ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 1992