

文章编号 1001-8166(2004)05-0840-05

美国长期生态研究计划 :背景、进展和前景

赵士洞

(中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101)

摘要 :由美国国家科学基金会支持的长期生态研究计划于 1980 年启动,至今在理论研究、开发技术和服务社会方面都取得了举世瞩目的成就。该计划的发展分为 3 个阶段,每一阶段大约为 10 年。在其发展的第一个阶段,是以研究站所代表的生态系统为研究对象,主要开展了生态系统的过程与格局方面的研究并系统采集和存贮了有关数据;在 1990—2000 年的第二个发展阶段中,其研究工作的重点是开展跨站的网络研究和人类活动对生态系统的影响,以揭示生态系统的过程与格局在较大空间尺度上的特征。按照规划,美国长期生态研究计划的发展进入到第三个阶段后,其工作的重点是开展综合研究、进行生态预测和更好地为社会发展服务,同时加强生物多样性的研究和信息学的发展。

关键词 :长期生态研究;生态网络;生态系统;美国
中图分类号 :Q14 **文献标识码** :B

20 世纪 70 年代,当国际生物学计划(IBP)结束以后,美国生态学界面临着再启动什么样的大型研究计划? 以及美国生态学应当向什么方向发展的的问题。为了回答这些问题,在美国国家科学基金会(NSF)的支持下,组建了一个由 Jerry Franklin 等著名生态学家组成的专家小组。该小组在进行了为期数年的调研和研讨工作以后,向 NSF 提出了启动美国长期生态研究计划(Long-Term Ecological Research Program, LTER)的动议。随后,该动议得到了 NSF 的批准,长期生态研究计划于 1980 年正式启动。如果说 1843 年在英国洛桑(Rothamsted)实验站开始的长期观测和研究计划是世界上最早的一项,以一个站为基础的长期观测和研究计划的话,那么,美国长期生态研究计划的实施则是在国家,乃至更大尺度上进行长时间、大尺度生态观测和研究工作的新起点。

在 1980 年 LTER 计划启动的初期,只在安德鲁斯(Andrews)等 5 个野外站上实施,当年的研究经费只有 1 100 万美元。当时该计划核心任务是记录、分析和认识长时间、大空间尺度上不同的生态过

程、格局和现象。其研究工作集中在以下 5 个领域 :
生态系统初级生产力的格局和调控。
营养级中各种群的时空分布。
土壤表层和河湖沉积物中有机的分解与调控。
土壤、地表水和地下水无机物和养分的输入和流动。
干扰出现的格局和频率。

经过近 10 年的努力,所有参加美国长期生态研究计划的各个站在上述 5 个研究领域中都积累了系统的观测数据,取得了一系列研究成果,同时为解决美国一系列资源环境问题提供了服务。因此,该项目得到了科学界和全社会的高度赞赏。同时,实施该项目的各个野外站也真正发展壮大成为一个研究水平高、设施先进、组织管理系统较完善的研究网络,即“美国长期生态研究网络”(US Long-Term Ecological Research Network)。这是世界上第一个国家尺度的长期生态研究网络。它的建成和完善,不仅是美国生态学的一件大事,而且对推动世界范围内生态学的发展都具有十分重要的意义。

* 收稿日期:2003-10-29,修回日期:2004-03-19。

作者简介:赵士洞(1941-)男,研究员,主要从事生态系统研究。E-mail:zhaosd@igsnrr.ac.cn

为了总结 LTER 启动以来第一个 10 年期间的成果,找出存在的问题,寻求正确的发展方向,美国 NSF 于 1993 年组织了以 Paul Risser 和 Jane Lubchenco 为首的专家组对 LTER 进行了评估。作为评估结果,他们正式向 NSF 提供了《美国长期生态研究计划十年评估报告》。该报告对 LTER 启动以来所取得的成绩给予了充分的肯定,其成果主要表现在五个核心领域内系统采集了观测数据并对这些数据进行了系统的分析。在谈到以后的发展方向时,该报告指出,应当努力开展有多个研究站参与的跨站研究,并加强人类活动对生态系统影响的研究。

1 美国长期生态研究网络的长远目标、任务和科学目标

经过 20 年的发展,美国长期生态研究网络目前已经发展成为由代表美国重要的森林、草地、荒漠、湿地、极地、农田和城市等生态系统类型的 24 个生态系统定位研究站组成的研究网络,大约 1 100 名学者和研究生参与工作。该网络 2002 年的研究经费是 6 180 万美元(其中 1 780 万美元由美国 NSF 的长期生态研究计划提供)。根据当前生态学发展的动向和美国国家利益的需求,美国长期生态研究网络的长远目标、任务和科学目标都进行了如下调整:

长远目标: 为建立一个能使科学为促进全球环境的健康、高生产力和利益而做出贡献的社会,同时为促进美国的健康、繁荣、福利和安全而努力。

任务: 为科学界、决策人和整个社会提供保存、保护和管理美国的生态系统、生物多样性,以及生态系统所提供的各种服务功能所需要的知识预见。

科学目标:

认知: 了解和认识各种生态系统类型在不同时空尺度下的长期生态过程及其格局;

综合: 利用由各个研究站组成的网络,通过从长期理论研究中获得的综合信息,构建系统的生态知识体系;

信息共享: 精心设计,建立一个分类存档的数据库,供广大科学界使用;

历史遗产: 为后人留下一笔宝贵的历史遗产,其中包括一整套精心设计、长期记录的观测、实验数据以及相应的样品和标本;

培训: 培养一批具备从事长期合作研究,能解决复杂生态问题能力的学者;

宣传: 通过提供决策支持、信息、建议、知识以及提供解决复杂环境问题的能力,尽可能地与有关科

学团体、自然资源管理人员、决策者和广大公众接触。

美国长期生态研究网络目标和任务的修订,反映出他们今后的研究工作将更多地关注生态系统与人类社会之间的相互关系,这反映了当代生态学发展的新趋势。

2 美国长期生态研究计划 20 年评估报告的重要内容

2001 年,美国 NSF 又组成了以 Frank Harris 和 Leonard Kristalka 博士为主席,另外 16 名有关专家为成员的评估委员会。在以后半年多的时间里,该委员会通过向研究人员发放问卷、面谈、召开会议和实地考察等形式,对美国长期生态研究计划自实施以来的工作进行了全面、深入的评估。问卷的问题是: LTER 是否推动了生态科学的发展? 是否促进了突发科学的发展? 是否采纳了新科学和新技术? 是否具有面向知识创新的信息基础设施? 研究工作的适应性、优先领域及进度怎样? 对科学界和全社会的影响怎样? 网络化研究与合作开展的怎样? 是否将人文系统纳入研究范畴?

该评估委员会在完成了评估工作以后,于 2002 年 4 月向美国 NSF 正式提交了《美国长期生态研究计划 20 年评估报告》(以下简称《评估报告》)。该报告对 LTER 启动以来的各方面工作进行了总结,对于存在的不足进行了认真的分析,尤其是对其后 10 年的发展方向和措施提出了 20 多项建议。

在总结美国长期生态研究计划过去 20 年的成就时,《评估报告》认为,通过 20 年的研究,该计划是在实验和观测数据的采集、分析和建立文档、创立生态理论、发展生态研究的综合技术方面,以及在提供有关环境问题的解决方案,服务于全社会都取得了巨大成就。同时还培育了整个一代的生态学者,在对成千上万的中小學生开展生态知识教育方面也做出了杰出贡献。

作为结语,评估委员会认为,认识美国生态系统的复杂性,以便对其进行持续利用和保护,这是 21 世纪美国科学界面临的一个巨大挑战。在迎接这个巨大的挑战中,美国长期生态研究计划起着不可或缺的作用。它对科学界和全社会在管理和保护美国的自然资源、发展美国经济、改善人民健康、提高人们的生活水平等方面都起着至关重要的作用。过去 20 年间,美国国家科学基金会将对长期生态研究计划科研、人员和基础建设的投资均获得了丰厚的回报,提高了人们对生态系统现象的认知程度。美国国家

科学基金会已将长期生态研究计划置于生态学研究的的前沿领域,拓展了生态学研究的时空尺度和复杂性。未来 10 年,美国长期生态研究的地位不可替代,其前途将非常光明。

21 世纪是生物科学蓬勃发展的时期,其鲜明的特点是多学科、多方向、可进行尺度转换、受信息驱动、可预测、建立在模型基础上、以教育为导向、虚拟的以及全球性等。同时,决策人士、出资机构以及公众越来越多地要求科学界提供有关环境问题的解决方案,并且要求科学界对科研方面的公共投资承担更大的责任。因此,未来 10 年将是综合科学发展的 10 年。在这一背景下,美国长期研究计划在未来 10 年的主要目标应当是将过去 20 年里所获得的数据、信息和研究成果进行综合,把我们对长期生态格局和过程的认识提高到一个新的水平,最终达到进行生态预测的目的,从而更好地为社会服务。可将其归纳为综合、预测和服务。为了实现这一宏大的目标,长期生态研究计划必须打造一个新的综合科学 (Syntheses Science) 发展的 10 年,提高我们对复杂环境问题的认知程度,构筑一个服务于科学界和全社会的知识体系。

为此,《评估报告》为美国长期生态研究计划今后 10 年的发展提出了 27 条建议。现选择其中对于我国生态系统研究网络的建设和生态学发展具有重要参考意义的内容加以综合,列举如下:

(1) 今后 10 年将是综合科学发展的时代。综合学科的发展,将提高人们对复杂环境问题的认识,并形成科学界和广大社会服务的新的知识体系。基于这一基本认识,ITER 应当创建一个全新的、综合科学发展的 10 年,同时必须认真规划,确定综合科学发展的优先方向以及科学研究的重点领域。

(2) 长期生态研究计划应成为一个多学科、多方向、可转换尺度的网络,同时它应成为面向教育、受信息驱动、可预测、以模型为基础,并且越来越依赖于虚拟网络的全球性网络。

(3) 美国长期生态研究网络的学者在进行多学科、多维和多尺度的生态研究时,应首先开展假说和理论方面的研究,然后应再利用预测模型将研究结果在各种条件下进行测试。这对于促使生态学形成自身统一的理论体系,使之成为可以对一般生态现象和特殊生态现象进行预测的学科具有重要的作用。

(4) 鉴于生物多样性在维持生态系统的功能和保证人类福利方面不可替代的作用,应将生物多样

性作为美国长期生态研究计划中的一个新的核心研究领域。其研究内容应当包括生物多样性的组成、空间分布、生态格局、生态过程、生态功能以及人文方向等方面的研究。

(5) 美国长期生态研究计划应成为一个“合作研究实验室”,即发展成为一个连接从单个研究站到多个研究站的生态研究,再到网络以及系统层次的生态研究的无缝综合连接体 (seamless and integrated continuum),以加强计划内部和与其他领域学者间的交流与合作。定期召开“全体学者大会”(All Scientists Meeting)是实现这一目标的有效途径。

(6) 鼓励跨研究站、多学科和系统层次的合作研究,特别应加强基础研究方面的合作,以揭示大尺度生态现象的奥秘,影响政府的环境政策。

(7) 通过构筑系统的信息基础设施,将所获取的数据和开发工具与相关学科的数据和开发工具融为一体,使信息学 (informatics) 在研究工作中发挥核心作用。这是因为信息学在数据整合、数据分析、可视化和建立模型方面发挥着重要作用,支撑着整个数据密集型研究网络的发展。功能强大、随处可用且使用方便的信息基础设施,是实现“21 世纪生物学”和长期生态研究项目各项目标的基本保证。

(8) 应当大量采纳地理信息系统、遥感技术、计算和通讯系统、生态信息学 (ecological informatics) 和测试手段等方面功能强大的新的科研方法、技术、分析和实验工具,使项目研究的范围和尺度扩大至生态研究的系统层次。

(9) 应与人类学者、社会学者、历史学家和技术市场预测学家等人文领域的学者进行合作,提高人们对自然生态系统与人类社会间相互关系及相互影响的认识,以便更好地为影响政府的环境决策和促进社会经济的可持续发展服务。

(10) 综合科学主要着眼于未来,以假设和理论为基础,而突发科学 (serendipitous science) 则以突发事件为依据。突发科学不仅可以解释一些已经出现的突发事件,还可以通过对多个数据库进行检索和比较,从而确定出未曾预料到的、新出现的生态格局和趋势。为此,美国长期生态研究计划应向全球的研究人员提供一个进入其历史数据库的“虚拟入口”(virtual portal),以便为突发科学的发展创造提供更有利的条件。

(11) 应当利用从综合科学和突发科学中获取的知识,美国长期生态研究计划应当在提供国际、国内和当地层次的环境解决方案和公众决策信息服务

方面发挥更大的作用。为此,有关人员应加强与公共决策部门官员的定期交流,尤其要加强与国家公共决策部门官员的交流。

(12) 美国长期生态研究计划应设立一个专门的大众传播办公室(Public Communications Office),协助学者们向公众和决策者们介绍长期生态研究科学对于解决全国、地区和当地环境问题的重要性,以通俗大众化的语言编写和出版综合报告,在一些科普杂志上撰写文章,激发公众参与对全球变化、生物多样性和生态系统管理等重要科学问题的讨论。

(13) 培养新一代生态学家是长期生态研究计划的一项重要任务。因此应通过跨学科研究、合作和按照21世纪生物学的特点,扩大大学生和研究生参与野外生态研究的范围。同时应大力推广“校园长期生态研究计划”来增加中小学生对钻研生态问题的兴趣。

(14) 增加对长期生态研究计划的投入。特别应当支持跨研究站、跨系统、跨学科的合作研究,采纳新科学和新技术,发展信息学,生物多样性以及与社会科学合作等方面的研究工作。

(15) 在长期生态研究战略规划尚未制定的情况下,长期生态研究网络不应考虑新增研究站。

(16) 发展综合科学是一项错综复杂、耗资巨大的工程,涉及众多的目标、行动方案和步骤,需要进行精心选定。保持长期生态研究的创新性、适应性和灵活性,建立起有利于开展21世纪生物学研究的管理组织机构和管理程序是实现其目标的重要途径。为此,长期生态研究计划必须建立完善的强有力的管理和学术指导机构。

回顾美国长期生态研究计划过去20余年的发展历程,可以明显地看出分为3个阶段,每个阶段大体历时10年。1980—1990年为其发展的第一个阶段,研究工作的重点是各个研究站都围绕其所代表的生态系统的过程与格局进行全面、深入的研究,系统地采集和存贮有关数据,1990—2000年前后为其发展的第二个阶段,研究工作的重点是发挥长期生态研究网络的优势,开展多个站参与的网络研究和人类活动对生态系统的影响方面的研究,目的在于揭示在较大空间尺度上生态系统过程与格局变化的规律,最近,美国长期研究计划进入到其发展的第3个阶段,其工作的重点是开展综合研究、进行生态预测和利用研究成果更好地为社会发展服务,同时将加强对生物多样性和功能的研究,加强信息学的发展。从以上的总结可以看出,美国长期生态研究计

划发展的3个阶段的每一个阶段都具有不同的研究重点,前一阶段为后一阶段的发展奠定了基础,而后一个阶段的工作又是其前一个阶段工作的延伸和发展。这3个阶段的任务各有特色,它们之间又互相关联,勾勒出了当今长期生态研究发展轨迹和方向。在长期生态研究计划实施过程中,美国长期生态研究网络随之也不断发展和完善。显然,美国长期生态研究网络的发展是一个由长期生态研究计划带动的,自下而上的过程。

3 我国生态系统研究网络的现状和发展方向

由于人口迅速增长和经济快速发展带来的压力,以及长期以来在一些地方对资源掠夺式开发等原因,我国目前仍然面临一系列严峻的生态问题。为了研究和解决这些问题,建立生态研究和监测网络,并开展相应的监测和研究工作,是一条重要的途径。为此,自20世纪80年代以来,中国科学院和其他有关部门相继开始这类网络的建设工作,并且已经取得了显著成就。

由中国科学院支持和领导的中国生态系统研究网络(CERN)是于1988年开始建设的。通过1000余名科技和管理人员16年的努力,CERN目前已经具备了完善的组织领导机构、较强的研究和监测队伍和较好的设施,并且已经开始系统地采集观测数据,开展了一系列的研究工作。CERN现在已经成为我国生态学研究 and 人才培养的重要基地和全球生态研究和观测网络的一个重要组成部份。与此同时,由国家林业局领导的“中国森林生态系统网络”也已建成并投入运行。最近,国家环保总局、中国气象局和教育部也在筹划建立生态检测网络的问题。尤其重要的是,国家科技部已经决定建立一个跨部门的,可以基本覆盖我国重要生态系统类型的国家生态监测和研究网络,有关建立该网络的一些前期工作目前正在进行之中。

我国生态研究网络的发展历程则与美国不同。由于野外生态站的研究力量薄弱、基础条件差和资金匮乏等原因,我国生态网络走的是一条由上级部门筹集资金、组织力量进行建设的自上而下的建设道路。因此就形成了网络建成,但是长期研究和监测工作却没有很好开展,从而影响网络进一步发展的局面。由于国家的高度重视,目前我国生态网络建设工作目前已经进入到一个蓬勃发展的新阶段。为了使所建立的网络能够在生态研究、监测和示范

方面尽快发挥作用,研究美国长期生态研究计划和美国长期生态研究网络发展的历程,认真、科学地制定一个长远科学发展规划,以及与该规划相配套的一系列涉及政策、研究重点、观测规范、人力资源、经费保障和科学指导与组织管理机构等方面详尽的计划具有十分重要的意义。

参考文献(References):

- [1] Gosz J R. Toward a global understanding—An introduction to the international long term ecological research network[A]. In: The International Long Term Ecological Research Network[C]. Albuquerque of New Mexico, USA: Academy Printers, 2000.4-5.
- [2] Waide B W. The USA long term ecological research network[A].

In: The International Long Term Ecological Research Network[C]. Albuquerque of New Mexico, USA: Academy Printers, 2000.89-103.

- [3] Zhao Shidong. Chinese ecosystem research network[A]. In: The International Long Term Ecological Research Network[C]. Albuquerque of New Mexico: Academy Printers, 2000.14-25.
- [4] USA Long Term Ecological Research Network 20-Year Review Committee. Long-Term Ecological Research Program—Twenty Year Review: A Report to The National Science Foundation[C]. USLTER Network Office, 2002.
- [5] Hobbie J E. Scientific accomplishments of the long term ecological research program: An Introduction[J]. BioScience, 2003, 53(1): 17-20.

LONG-TERM ECOLOGICAL RESEARCH PROGRAM

ZHAO Shi-dong

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Supported by the National Science Foundation (NSF), the Long-Term Ecological Research Program was launched in 1980. Since then, it has achieved great success in creating theories, developing integrated technologies and providing services to society. Its process can be divided into three phases, each of which takes about 10 years. In the first phase, the first priorities were site-based studies of the five core areas dealing with process and pattern of ecosystems and data collection and archiving. The second phase started from 1990 and research focused on the cross-site studies and the impacts of human activities on ecosystems in larger scale. During the third phase starting from 21st century, research will be proposed to concentrate on synthesis, ecological prediction and better services to society. Meanwhile, biodiversity study and informatics development should be added to the core functions of the program.

Key words: Long-Term Ecological Research (LTER); Ecological network; Ecosystem; The USA.