

文章编号: 1001-8166(2005)05-0578-06

美国国家生态观测站网络(NEON) ——概念、设计和进展

赵士洞

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要 美国国家生态观测站网络(NEON)是一个以研究区域至大陆尺度重要环境问题的国家网络,它是由美国国家科学基金会(NSF)于2000年提出建立的。NEON的目标是通过网络式的观测、试验、研究和综合分析,阐明环境变化的成因和后果,预测环境变化的趋势并提出相应的对策。它是一个由17个区域网络组成的国家生态学研究 and 环境教育平台。该网络的建成,将为促进生态学的发展、人才培养以及保障美国的生物和生态安全发挥重要作用。由美国国家科学院国家研究委员会的地球与生命研究部任命的专家委员会于2003—2004年对NEON的原设计和建设方案进行了评估,充分肯定了建立NEON的必要性,但同时对原设计和建设方案提出了一些重大修改意见。新的方案建议NEON应重点关注生物多样性、物种组成与生态系统功能、生物地球化学循环的生态学影响、气候变化的生态学内涵、传染病的生态学 and 演化、入侵种以及土地利用和栖息地的丧失这6个美国国家层次当前所面临的最严峻的环境挑战。未来的NEON将由研究这些问题所设置的6个国家网络组成。深入研究NEON的概念、设计方案 and 实施计划,对于我国国家生态观测和研究网络的建设具有重要的参考意义。

关键词 NEON(国家生态观测站网络);生态网络;生态学;美国

中图分类号: Q14 文献标识码: A

1 背景

经过近数十年的努力,美国政府和广大民众已经认识到“如果不考虑环境问题,不仅经济不能发展,社会也不可能存在”。因此,美国政府已经在环境观测和研究、环境教育、制定正确的环境政策,以及采取相应的环境治理措施等方面投入了巨大的人力、财力和物力,并已在各个方面都取得了明显的成效。

环境变化本身是一个非常复杂的过程,包括物理变化、化学变化和生物变化,以及这些变化之间相互作用所引起的更为复杂的种种变化。同时,环境变化是发生在多个时间和空间尺度上的,而且各种尺度的变化之间又是相互关联和相互影响的。如果对上述任何一个方面或尺度上的问题不进行深入研究

的话,都不可能深入了解环境变化的实质,更不可能制定出解决环境问题的正确对策。

但是由于受科学发展水平、研究手段和经费投入等方面的限制,美国生态学至今研究的重点仍然是环境变化的物理过程和化学过程,研究的尺度仍然主要是在某一个定位研究站上开展的、在生态系统及其以下各个生物层次上的短期研究,研究工作多是单学科的,缺乏多学科的综合研究,通常缺乏最先进的仪器设备。

为了深入了解美国环境变化的现状,预测其变化趋势并提出应对环境变化的正确对策,必须在国家尺度上建立一个具备开展相应研究、观测、试验 and 综合分析条件的平台。为此,在广泛征求学术界意见的基础上,美国国家基金委员会(NSF)于2000年提出了建立“国家生态观测站网络(National Ecologi-

* 收稿日期: 2004-12-14 修回日期: 2005-03-01.

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

cal Observatory Network, NEON) ” 的设想。此后, NSF 先后召开了 6 次研讨会, 提出了 NEON 的初步框架设计、实施计划和经费预算。为了使 NEON 的发展建立在更科学的基础之上, 美国国家科学院国家研究委员会(National Research Council) 地球与生命研究部生命科学理事会于 2003 年任命了一个以明尼苏达大学 G. David Tilman 教授为主席, 由 11 名著名学者为成员的专门委员会, 来评议美国应当在区域或大陆尺度上研究哪些主要的生态和环境问题, NEON 的原概念框架是否能够完成对上述问题进行深入研究的任务, 以及 NEON 计划实施后会对科学和社会带来什么样的影响这些原则问题。该委员会成立后, 通过召开会议和调研, 形成了对这些问题意见, 提出了对 NEON 的原设计方案的修改意见。这些意见已经于 2004 年在美国国家科学院出版社以 NEON—Addressing the National Environmental Challenges 的书名正式出版^[1]。

2 NEON 的目标和任务

关于 NEON 的目标和任务, 尚没有一个统一、明确的提法。作者现根据所掌握的材料, 将 NEON 的目标和任务叙述如下:

NEON 的目标是针对美国国家层面所面临的重大环境问题, 利用最先进的仪器和装备, 在区域至大陆尺度上全面、综合地针对生态系统变化的节奏和本质等基础科学问题, 开展观测、研究、试验和综合分析, 为深入认识环境变化的实质、预测环境变化的趋势、制定有充分科学依据的环境政策以及对学生和公众进行环境教育做贡献, 最终目标是发展生态学及保证美国的生物和生态安全。

NEON 的任务有以下 3 项:

(1) 为科学技术专家提供可以开展从分子遗传学到整个生态系统以及更高的各个生物组织层次, 从秒到地质年代的各个时间尺度, 以及从微米到公里的跨尺度研究所需要的完善的研究和观测设施。

(2) 建立一个大容量、超高速的最现代化计算机系统, 将分布在各地的研究观测设施和单位联结成一个虚拟系统, 使用户从所在的任一地点都可以进行远程登录, 获取所需的数据和资料, 并开展有关的研究工作。

(3) 使学者们可以通过数据共享和综合分析, 来从事预测不同的政策和活动对生态系统行为和环境所造成的影响的模型研究。在评估报告的各个部分, 还有以下一些与 NEON 的目标和任务有关的阐

述。这些阐述对于我们进一步了解 NEON 的特征非常有帮助。

NEON 是一个由隶属于美国各级政府、各个部门、各所大学以及其他有关机构涉及环境领域的研究单位、实验室和野外观测试验站整合后组成的国家网络。

NEON 所关注的是对国家生物安全和生态安全等国家层面的重大环境问题, 而不是一般的局地性环境问题。

由于人类活动已经成为环境变化的主要驱动力, 因此在选定 NEON 应研究的环境问题时, 特别关注由人类活动所导致的一些环境问题。

NEON 将集中研究环境问题中像生态过程这样一些最广泛、最基础和最普遍的科学问题。

NEON 将投入巨资, 利用当代最现代化的仪器和装置开展工作。

NEON 将围绕特定的科学问题, 在各个时空尺度上开展观测、试验、研究和综合分析等方面的工作。

强调开展跨自然科学和人文科学的多个学科的综合研究, 只有通过这一途径, 才能深入了解和阐明环境变化的实质、了解造成环境变化的驱动力, 并较准确地预测其变化趋势。

将预测生态系统和环境变化作为一项重要目标, 为使生态学成为一门可以预测的学科作出贡献。

将环境教育列为一项重要目标。为此, 将充分利用 NEON 的设施, 向大学生和中小學生及广大公众普及生态学知识, 将 NEON 建成一个开展环境教育的平台。

NEON 有明确科学目标, 即揭示环境变化的实质, 尤其是揭示作为环境变化的成因和后果的各种生态过程的实质, 这将会引起环境生物学等学科的一场变革; 同时, NEON 也有非常明确的应用方面的国家目标, 即保障美国的生物安全和生态安全。

3 NEON 的原框架设计

3.1 网络结构

按照原来的设计, NEON 的构成有 2 个层次: 它的第一个层次是由分布在依据美国农业部林业总署提出的植被分区图的一级区内的一些研究机构、实验室和野外观测站组成的 17 个区域网络(图 1); 它的第二个层次是由上述区域网络组成的国家网络(图 2)。

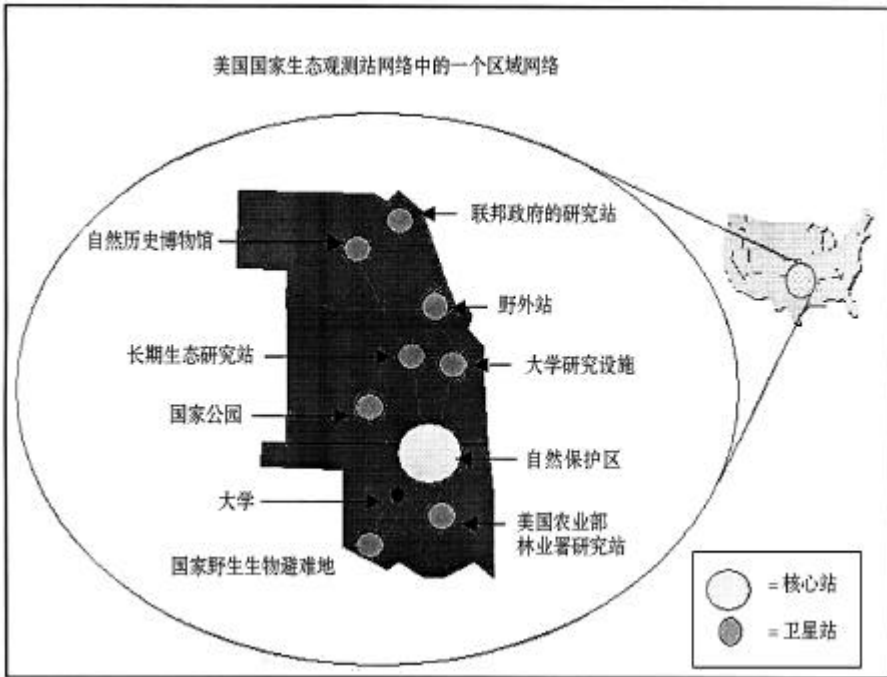


Fig 1 A sketch map of an observatory network in the original design of NEON

图中大圆圈表示“核心站”小圆圈表示隶属于不同机构的各个“卫星站”

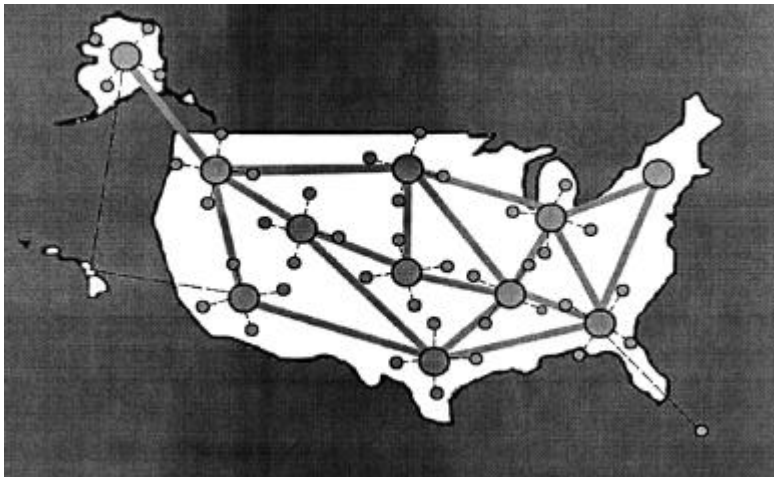


Fig 2 A Sketch map of the original design of NEON

3.2 “核心站”和“卫星站”

组成 NEON 的每一个区域网络的单位被分为“核心站”和“卫星站”，它们一起共同构成了一个覆

盖所在区域内不同生态类型的网络。在每一个区域网络中只有一个“核心”站，它将具有全面、深入开展生态学领域的研究工作所需的野外设施、研究装

置和综合研究能力。“卫星站”的数目很多,通常只具备对某些生态过程或现象观测的野外装置。不管是“核心站”还是“卫星站”,都可以从现有的长期生态研究网络(LTER)的站、海洋实验室、各个大学的研究观测设施,以及联邦政府、州政府和地方政府的各种研究设施中选定。

3.3 NEON 的协调

NEON 将成立一个常设的协调机构,负责完成协调各项研究工作以及工作方法和数据的标准化这些关系到 NEON 成功的关键任务,以及制定购置主要设备的计划、核心数据的管理、数据质量控制和标准化、制定并实施信息管理标准和数据管理政策等任务。同时,该机构还负责协调 NEON 各个网络之间,以及这些网络与其他有关机构之间的关系。

(1) 经费。NEON 的建设和运行经费将由 NSF 向美国国会申请。按照原来的预算,每个区域网络的建设费为 2 000 万美元,建成后的年运行经费为 300 万美元。NEON 的研究经费将通过正常渠道向 NSF 申请。除此而外,NSF 将向国会申请一笔为 NEON 购置重要设备和设施的专用经费(Major Research Equipment and Facilities Construction Funding, MRFES),以满足开展网络式观测、试验和研究工作的需要。但是应当说明的是,由于认为 NEON 的原计划尚不够明确等原因,美国国会至今尚未批准该计划,也没有开始向 NEON 拨款。

(2) 竞争机制。NEON 建设过程中“核心站”的位置和主持单位以及随后研究项目的申请,将引入竞争机制。申请过程包括召开专题研讨会、由来自不同单位的专家组成的综合研究队伍递交申请书,以及由有关专家对申请书进行独立的评议几个步骤。

(3) 进度。按照原计划,NEON 将从 2003 年开始建设,用 10 年左右的时间完成 NEON 的建设任务。

4 NEON 的新进展

由美国国家研究委员会任命的专门委员会从 2003 年成立以来,经过半年多的调研和磋商,对 NEON 的原设计方案和实施计划进行了全面、深入的研究,在肯定其一些正确方面的同时,同时也提出了一系列重大的调整意见。这些意见集中在以下几点:

(1) 为了深入了解美国所面临的一些重大环境问题的实质、预测环境变化的变化趋势、发展生态学,并保证美国的生物安全和生态安全,NSF 提出建立 NEON 的设想是正确的,应当优先予以支持。

(2) 原设计所提出的 NEON 的方向和任务是正确的、可行的。

(3) NEON 当前主要应当针对美国在区域至国家尺度上所面临的 6 个重大环境挑战展开工作。这 6 个环境挑战(按英文单词首写字母的顺序排列)及研究工作应涉及的主要方面如下:

生物多样性、物种组成与生态系统功能。生物多样性的减少和物种组成方面的变化主要是由人类利用生物圈造成的。生物多样性的丧失可以影响生态系统的功能和生态系统为社会所提供的服务功能。生物多样性的丧失以及生态系统组成方面的变化在局地到全球尺度都会发生,因此应当依据这些变化发生的时空尺度来开展相应的研究工作。

生物地球化学循环的生态学影响。人类作为基本生命元素(碳、氮、磷和硫)的主要供应者,左右着一些自然过程。这些化学元素的重新分配和人类活动所产生的各种有毒物质,能够在区域和大陆尺度上对人类健康、生态系统功能和化学物质产生重大影响。这些化学物质通过食物链可以对生物多样性、有毒有害物质的积累和富集造成重要影响。

气候变化的生态学内涵。人类活动导致的气候变暖和变化,强烈地影响着单个物种、群落结构和生态系统的功能。同时,植被的变化反过来通过对地表辐射和降水方面的改变,也会对气候变化造成影响。由气候变化所驱动的生物学影响只有在区域和大陆尺度上才能鉴别,生态过程的区域变化也会对全球尺度的水循环和碳循环造成影响,因此有必要确立深入研究气候变化的生物学响应的国家途径。

传染病的生态学 and 演化。为要了解一些严重传染病的动态、传播和控制途径,以及它们对人类、作物、家畜和野生动物的影响,就要求我们把对这些传染病的认识提高到一个新的水平。大多数人类传染病是通过蚊子、金鸡菊或野生动物等动植物进行传播的。只有了解了这些疾病传播者空间分布的变异状况、种群动态、病原体对个体行为的影响、寄主与病原体之间相互作用的分子基础,以及寄主与其他病原体和环境因子之间的相互关系方面的知识,才能深入理解传染病的生态学 and 演化。

入侵种。入侵种显然已经影响到美国所有的生态系统,从而也对美国的经济领域和生物方面造成了影响。然而,鉴别潜在的有害入侵种,尽早发现新的入侵种和防止入侵种传播的知识,都需要完善的监测和实验网络,以及关于入侵种、生态系统特征,以及与入侵种传播有关的气候、土地利用等因子

方面的知识 因此必须对上述方面进行深入的研究。

土地利用和栖息地的丧失。毁林、城市化、筑路、农业发展和其他人类的土地利用活动 造成了生态系统的变化。这些变化改变了水、能等物质和能量的平衡 以及生物群落对各种压力及干扰的响应和恢复能力。在一个地方(如美国中西部)采取的行动 其影响会扩展到³⁰⁴ 8 km,甚至更远的地方。因为这些地方实际上是由河流中的水和养分流,以及农业化学物的大气传播途径联系在一起了。

(4) 按照原来的设计,NEON 的国家网络实际上是由 17 个覆盖全国植被区的区域网络组成的。由于它们是区域网络 因此不能完成对国家层次的环境问题进行观测、研究、试验和综合分析,因而也不能完成 NEON 预定的目标和任务。所以,建议 NEON 按照上述美国在国家尺度当前所面临的 6 个重大环境挑战分别建立国家网络,然后再将这 6 个网络组成国家网络。

(5) 为深刻认识这 6 个环境问题的成因和后果,就必须评估生态系统对环境变化的响应,并提出有效的环境对策。为实现这一目标,必须依托 NEON 所构筑的网络开展各种大尺度的试验、长期观测和综合分析。

(6) NEON 的每一个网络,都应当是一个有多名来自不同学科的学者组成的队伍,由针对前述 6 个环境问题中的一个开展工作的一系列机构和设施组成的一个国家网络。这些网络都应当既有试验,又有观测,而且应当由遍布各地,代表不同陆地、淡水和海洋生态系统,针对该站的核心任务开展工作的许多野外站组成。因为 6 个网络的建设和研究任务可能有一些重复,因此应当加强彼此之间的协调,以避免重复建设。

(7) NEON 应当与国家生态学分析和综合中心(National Center for Ecological Analysis and Synthesis)以及国家生物信息中心和基因库(National Biological Information Infrastructure and GenBank)等现有的一些信息中心建立合作关系,或者以这些机构为模式来进行建设。

(8) NEON 的每一个网络都应当与相应的联邦政府、州政府以及各种地方机构和组织建立合作关系,以协调数据采集和共享方面的工作。与这些机构签订备忘录可以更好地确立这种合作关系。

(9) 仅仅由一些研究人员是不能够完成对下一代青年学者、教师和学生以及公众进行环境科学及环境问题方面的教育任务的。NEON 则可以很好完

成这方面的任务。因此,NEON 应当将完成环境教育和人才培养作为其核心任务之一,而且在安排经费时应当充分考虑这方面的需求。

(10) 应当建立一个协调机构来监管 NEON 的实施和运行工作,该委员会应当是由几个大学共同组成的一个中立机构。

5 后 记

NEON 是美国在生态学领域极为重要的一项能力建设计划。可以预期,随着它的建成和一批研究计划的实施,不仅仅会对美国,而且将会对整个生态学的发展作出重要的贡献。NEON 的产生和发展,是美国科学和经济高度发展的产物,以下一些条件发挥了尤为重要的作用:

(1) 建成了对生态系统各个要素的国家观测网络。在过去的 1 个多世纪中,美国的各级政府、各个部门、大学和一些私营机构已经按照各自的工作职责,建立了对于大气、水域、土壤、生物多样性和社会经济条件等生态要素的国家观测和统计网络。这些网络的成功运行,为 NEON 的研究和分析工作提供了高质量的数据。这些网络中的各个站多将成为 NEON 的“卫星站”。

(2) 建成了一批生态学研究。主要依托于国家实验室和大学,美国已经在全国各地建立了一批生态学研究,其任务是针对生态学的一些基础问题开展深入的研究工作。它们已经为推动生态学的发展作出了杰出贡献。1980 年建成的美国长期生态研究网络(LTER)的各个站,是这些研究中心中的代表。这些中心为 NEON“核心站”的选定奠定了基础。

(3) 重视科学数据积累和开发。美国科学界具有科学地采集、存储、管理和开发科学数据的传统,所以许多历史数据、资料、文章和照片都不仅都较好地保存了下来,而且已经进行了很好的开发。特别应当指出的是,美国学术界比较好地解决了数据共享的问题,这为 NEON 开展比较研究提供了极好的条件。

(4) 重视跨学科的综合研究。近几十年来美国生态学界一直提倡研究机构和学者之间的合作,推进学科之间的交叉和融合,鼓励在不同生态层次工作的学者进行综合研究。这为 NEON 开展跨时空尺度的综合研究创造了十分有利的环境。

除此而外,美国基础研究的经费比较充足,有一支高水平的研究队伍和稳定、素质好的技术队伍,这

些条件也为 NEON 的建设和发展奠定了基础。

我国自 20 世纪 50 年代以来,中国科学院、国家林业局、农业部、国家环保总局,以及气象、水文和土地等部门,在我国的各个生态区域建立了数以万计的生态观测和研究站,为监测我国的环境动态和为国家决策部门提供生态系统管理方面决策的科学依据,以及为发展生态学都发挥了重要的作用。但是,由于各个部门之间在制定计划时缺乏沟通和资源不能共享等方面的原因,因此存在着严重的相互重复、资源浪费等方面的问题。为此,建立一个跨部门,全面、系统地观测和研究全国重要生态系统的现状和

动态并预测其变化趋势的国家网络,是我们面临的一项重大而紧迫的任务。为实现建立我国的生态系统观测和研究网络这一目标,目前有关方面应当加紧协作,在上述几个方面扎实推进,做出成绩,为今后进一步发展奠定坚实的基础。在这方面,NEON 的概念和设计值得我们借鉴。

参考文献(References):

- [1] Committee on the National Ecological Observatory Network. NEON—Addressing the Nation's Environmental Challenges [M]. Washington DC: The National Academy Press, 2004.

UNITED STATES NATIONAL ECOLOGICAL OBSERVATORY NETWORK — WITH SPECIAL REFERENCES TO ITS CONCEPTS, DESIGN AND PROGRESS

ZHAO Shi-dong

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

Abstract: National Ecological Observatory Network (NEON), proposed by National Science Foundation (NSF) in 2000, would be a nationwide network that focuses on the pressing environmental challenges at regional and continental scales in the United States. It aims at determining the causes and effects of environmental change, predicting the trends of environmental change and proposing the responses through network-based observation, experiment, research and synthesis analysis. It will also serve as a platform for national ecological study and public education, consisting of 17 regional networks. It will play a significant role in facilitating the ecological development, training ecologists of next generations and maintaining the biological and ecological security of the nation. In 2003–2004, the Committee on NEON nominated by the Board on Life Science of the Division on Earth and Life Studies under National Academy of Sciences, after reviewing the original concept of NEON, strongly endorsed the necessity to build NEON, but proposed some findings and recommendations. According to the new vision of the committee, NEON should be focused on the six critical environmental challenges that the nation faces, including biodiversity, species composition and ecosystem functioning, ecological aspects of biogeochemical cycle, ecological implications of climate change, ecology and evolution of infectious diseases, invasive species and land use and habitat alteration. NEON would be composed of six observatories that address these issues. It is, therefore, of great importance to explore the concept, design and implementation plans of NEON for the development of national ecological observation and research network in China.

Key words: NEON (National Ecological Observatory Network); Ecological networks; Ecology; United States.