

文章编号:1001-8166(2005)08-0895-08

中国生态系统研究网络(CERN)概况、成就和展望

黄铁青,牛栋

(中国科学院资源环境科学与技术局,北京 100864)

摘要:在中国科学院的支持下,中国生态系统研究网络(CERN)于1988年建立,现由代表不同生态系统的36个生态站、5个分中心和1个综合中心组成。经过10多年的努力,CERN各站和中心已按照规定的监测指标体系和操作规范系统地开展了生态监测以及有关的研究和生态系统优化管理模式示范等方面的工作,且已取得了一系列重大成果。CERN目前已经成为我国生态学研究 and 人才培养的重要基地及国际生态监测与研究网络的重要组成部分。随着中国科学院知识创新工程第三期计划的启动,CERN又将进入到一个重要的发展阶段。可以预期,CERN在促进科学发展和服务社会方面都将取得更重大的成就。

关键词:生态系统研究网络;组织结构;目标成就

中图分类号:Q14 文献标识码:A

0 引言

野外科学观测研究台站(简称野外台站)是科技基础设施的重要组成部分,对于学科发展和国家建设都具有十分重要和不可替代的作用。野外台站以长期定位监测、试验和研究为最核心的任务,是获取第一手科学数据的基本平台,是开展科学试验和研究的重要基地,同时,野外台站还是高级人才培养的重要基地,先进科技成果的示范园,传播科学和文明的窗口。

英国、美国等发达国家较早就认识到野外台站的重要作用,一直十分重视野外台站的建设和发展,建有一批设施先进的野外台站。英国的洛桑试验站(Rothamsted Experimental Station,现名为Rothamsted Research)和美国的Manua Loa监测站是国际上开展长期定位监测、试验与研究并取得成功的典范。建于1843年的洛桑试验站,长期开展土壤肥力与作物生长关系的监测、试验和研究,为土壤学和农学的发展作出了巨大贡献,为英国和世界农业的发展作出了重要贡献。Manua Loa监测站长期连续监测大气成分,发现自1958年以来全球大气中CO₂浓度逐年

升高的事实,为全球变化研究提供了基本数据并引发了人类对于全球变化的广泛关注。

中国科学院历来重视野外台站工作。经过50余年的发展壮大,如今已经形成学科比较齐全、基本覆盖全国各典型区域,设施较为先进的野外台站网络体系。在生态、环境、资源和农业领域,中国科学院拥有近百个野外长期定位观测试验研究台站,分别开展农田、森林、草地、荒漠、沼泽、湖泊、海湾等类生态系统的监测、试验、研究和示范工作,沙漠、冰川、积雪、冻土、盐湖、滑坡、泥石流等特殊环境与灾害的监测与研究,以及地磁、电离层、宇宙射线等地球环境和日地空间环境的监测与研究。这些野外台站多具有较长的监测、试验和研究历史,具有比较齐备和先进的仪器设备、较好的生活设施和较高水平的人才队伍,为学科发展和国家建设作出了许多重大贡献。

生态和环境领域中的各种现象和过程,往往具有空间尺度的依赖性,或在不同的空间尺度上具有不同的表现,因此要阐明其变化的机理,寻求调控的途径也必须在多个尺度上同时开展工作。单站的长期定位监测、试验和研究固然是必不可少的,但具有

* 收稿日期:2004-03-12 修回日期:2005-06-29.

作者简介:黄铁青(1966-),男,湖南益阳人,副研究员,主要从事地理、遥感、生态、环境等方面的研究。E-mail:qhuang@cashq.ac.cn

明显的局限性,而多站按照统一规范开展的联网监测、试验和研究,可以揭示出更具普遍性的规律,解决地学和生物学等领域中更具复杂性的问题。因此自 20 世纪 70 年代末以来,研究的网络化、全球化逐步成为生态学发展的一个重要趋势。美国于 1980 年率先启动了长期生态研究计划(Long Term Ecological Research Program, LTER),在此计划的实施过程中,美国长期生态研究网络(US Long Term Ecological Research Network)随之发展和完善^[1-2]。

深刻认识到生态学研究的长期性和网络化发展的重要性,中国科学院于 1988 年决定,在众多的生态系统长期定位观测研究站(简称生态站)的基础上建设中国生态系统研究网络(Chinese Ecosystem Research Network, CERN)^[3-5]。CERN 现由中国科学院所属的,分布于全国各主要生态类型区、代表性较强且具有较好工作基础的 36 个生态站、5 个分中心和 1 个综合中心组成。

1 CERN 的目标与任务

CERN 遵循中国科学院的办院方针,以满足国家需求和服务学科发展为宗旨,具有明确的目标和任务。

CERN 的基本目标是:以地面网络式观测、试验为主,结合遥感、地理信息系统和数学模型等研究手段,实现对我国各主要类型生态系统和环境状况的长期、全面监测和研究,为改善我国生态系统的状况和人类生存环境,保证自然资源的可持续利用及发展生态学作贡献。

CERN 的主要任务为生态系统监测、研究和优化管理模式示范,具体任务包括:

(1)按统一规范对我国主要农田、森林、草地、荒漠、沼泽、湖泊和海湾生态系统的主要环境因子和生物群落及其基本生态过程进行长期监测,定期提供全国主要类型生态系统的动态信息。

(2)全面、深入研究主要生态系统的结构、功能和动态特征及管理途径、方法。

(3)为各站所在地区提供生态系统优化管理的示范样板。

(4)为地区和国家关于生态、环境和资源方面的重大决策提供科学依据。

(5)积极参与国际合作研究,为认识并解决全球性重大生态、环境和资源问题作贡献。

2 CERN 的建设与发展

CERN 在中国科学院众多野外台站的良好基础

上组建,经历了筹备、建设阶段,在运行中逐步完善和壮大。

1984 年,中国科学院召开了第一次野外台站工作会议,野外台站工作得到全院上下的高度重视,组建台站网络的设想也逐步明确;1987 年,在时任副院长孙鸿烈院士的直接领导下,沈善敏研究员、赵剑平副局长等一批科技和管理专家就如何组织生态环境网络研究项目进行了广泛调研;1988 年,中国科学院正式筹建 CERN,开始规划、设计和争取世界银行与国家计委的支持,开始遴选进入 CERN 的生态站;“八五”期间,CERN 作为新的组织体系,开始组织和承担基于多个生态站的对比研究和综合研究,实施了中国科学院“八五”重大基础研究项目“我国主要类型生态系统结构、功能与提高生产力途径的研究”和一批重点研究项目。

CERN 于 1993 年成立了专门的组织管理机构,全面负责建设等方面的有关问题。1993 年 3 月,以孙鸿烈院士为主任、兼有组织管理和学术领导职能的 CERN 科学委员会成立(委员会下设秘书处承担具体工作);1993 年 6 月,CERN 综合中心和水分、土壤、大气、生物等 4 个分中心成立,与通过遴选确定的 29 个生态站一并成为 CERN 的基本组成部分;1997 年,水域生态系统分中心成立,CERN 分中心总数增至 5 个。

从 1993 年开始,CERN 按照经过精心设计和充分论证的建设规划,实施国家“八五”大中型基建项目和世界银行贷款支持项目,于 1998 年基本完成相关建设任务。国家大中型基建项目“生态网络系统工程”(总投资 4741 万元,其中 241 万为自筹经费)于 1993 年启动,至 1997 年全部竣工。世界银行贷款支持的“中国环境技术援助项目 A-1 部分”——“CERN 建设项目”(贷款额在 1993 年中相当于 1 550 万美元)自 1993 年 10 月开始实施,至 1998 年基本完成。国家项目主要是建设生态站的野外观测设施、工作与生活用房以及道路等基础设施,世行项目主要是购置仪器设备(包括信息系统)、交通工具和开展人员培训(包括派研究和技术人员到国外培训)。这两个项目的圆满完成,极大地提高了 CERN 各站和中心开展联网监测、试验、研究和示范的能力,使 CERN 很快成为我国开展生态学研究的重要平台。

1998 年前后,CERN 从建设为主阶段进入运行为主阶段,CERN 的基本任务进一步明确为监测、研究和示范。为适应新形势发展的要求,中国科学院

于1999年底对CERN的组织管理体系进行了相应调整,成立CERN领导小组和科学指导委员会,调整了科学委员会的职能(不再承担组织管理任务)和组成。从2000年开始,CERN章程、考核与评估办法、数据管理与共享条例等一系列规章制度相继实施,CERN逐渐进入规范、高效的运行轨道。

在中国科学院实施知识创新工程试点过程中,CERN又得到进一步支持。2001年,中国科学院启动知识创新工程科技基础设施建设项目,将CERN作为科技基础设施的重要组成部分,从建设和运行两方面进一步予以支持。2002年,7个所级的生态站通过考核,增补进入CERN,从而使CERN的布局更为全面和合理。

3 CERN的组成

CERN的基本组成单元为生态站、分中心 and 综合中心,其领导机构为CERN领导小组,其学术指导和学术领导机构为CERN科学指导委员会和CERN科学委员会。

CERN领导小组,由中国科学院主管院领导任组长,主管局领导任副组长,成员由相关局领导组成,负责领导CERN的运作,负责重大问题的决策,下设办公室处理具体事务;科学指导委员会是CERN的学术指导机构,对CERN的科学方向、重大

科学问题、发展战略及科学委员会的其它工作提出指导性建议。科学委员会是CERN的学术领导机构,负责确定CERN的研究方向、重大研究内容,制定CERN的发展战略、规划和计划,监督计划的执行。CERN领导小组第一任组长为副院长陈宜瑜院士,现任组长为副院长李家洋院士;CERN科学指导委员会主任、科学委员会主任分别由孙鸿烈院士、陈宜瑜院士担任。

CERN现有36个生态站(隶属20个研究所),分布在全国各主要生态类型区,具有较好的类型代表性和区域代表性,其地理分布如图1所示。

CERN有农田生态站13个:海伦农业生态试验站、沈阳农业生态试验站、栾城农业生态系统试验站、禹城农业综合试验站、封丘农业生态试验站和常熟农业生态试验站(以上6个站地处平原),长武黄土高原农业生态试验站和拉萨高原生态试验站(这2个站地处高原),安塞水土保持综合试验站、红壤生态试验站(鹰潭站)、桃源农业生态系统综合观测试验站、千烟洲红壤丘陵综合开发试验站和盐亭紫色土农业生态试验站(这5个站地处丘陵,研究对象已扩展到农林复合生态系统)。

CERN的森林生态站有9个:长白山森林生态系统定位研究站、北京森林生态系统定位研究站、会同森林生态系统定位试验站、鹤山丘陵综合试验站、

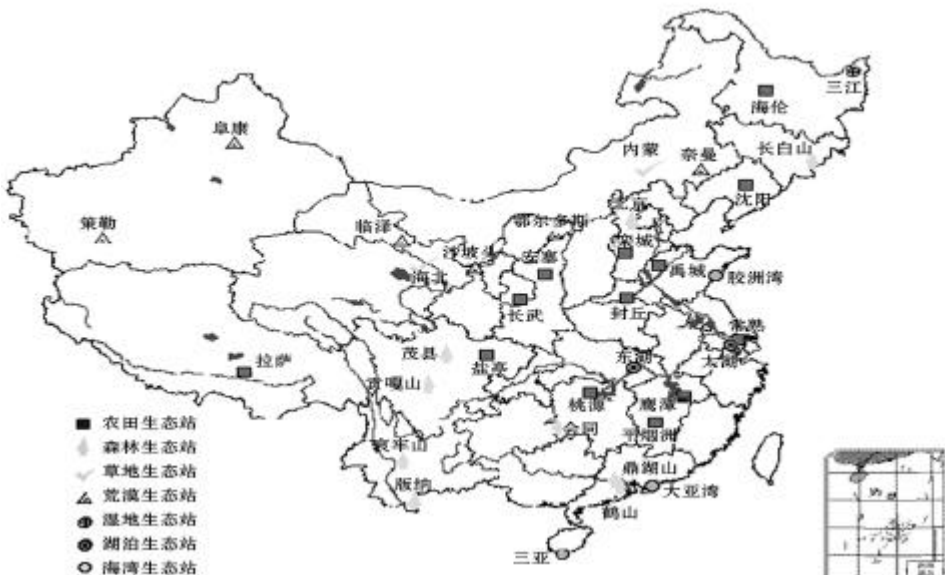


图1 CERN生态站分布图

Fig.1 Spatial display of the CERN

鼎湖山森林生态系统定位研究站、贡嘎山高山生态系统观测试验站、茂县山地生态系统定位研究站、西双版纳热带森林生态定位研究站和哀牢山森林生态研究站。

CERN 的 2 个草地生态站是内蒙古草原生态系统定位研究站和海北高寒草甸生态系统定位研究站。

CERN 的 6 个荒漠生态站是奈曼沙漠化研究站、鄂尔多斯沙地草地生态研究站、沙坡头沙漠研究试验站、临泽内陆河流域综合试验站、阜康荒漠生态观测试验站和策勒沙漠研究站。

沼泽生态站 1 个:三江平原沼泽湿地生态试验站。

湖泊生态站 2 个:东湖湖泊生态系统试验站和太湖湖泊生态系统试验站。

海湾生态站 3 个:胶州湾海洋生态系统定位研究站、大亚湾海洋生物综合试验站和海南热带海洋生物实验站。

生态站作为 CERN 的基本单元,承担环境要素、生态过程的监测及生态系统结构与功能的研究以及优化模式的构建与示范等方面任务。

CERN 的 5 个学科分中心——水分分中心、土壤分中心、大气分中心、生物分中心和水域生态系统分中心,分别设在中国科学院地理科学与资源研究所、南京土壤研究所、大气物理研究所、植物研究所和水生生物研究所。各分中心负责制定相关专业领域的观测指标体系、分析规范和标准,负责专业技术人员培训,指导各站相关专业要素的监测和数据采集工作,承担仪器校检、数据质量控制、专业数据库建设、区域和全国尺度上的专业性研究等任务。

CERN 的综合中心,设在地理科学与资源研究所,承担 CERN 监测数据的集成、管理和共享工作,开展区域和全国尺度上的资源、生态、环境演变趋势预测和重大科学问题的综合研究,出版 CERN 系列研究成果,定期发表全国重点地区和主要类型生态系统状况报告,为国民经济建设中的相关重大问题的决策与规划提供资料和咨询。

4 主要成就

(1) 基本建成较为齐备和先进的科学基础设施和生活设施,可基本满足长期联网监测、研究和示范工作的需要,具备良好的开放共享条件。在 CERN 成立之前,各生态站已具备基本的科学基础设施和生活设施。CERN 成立之后,在国家“八五”基建项

目、世行贷款项目和中国科学院知识创新工程科技基础设施建设项目的支持下,CERN 各生态站开展水、土、气/太阳辐射、生等方面监测的野外设施,开展水、肥调控等试验的野外设施,开展理、化、生、地等类分析与测量的仪器设备,数据存储、处理、分析设备和通讯设施,各分中心的仪器标定与质量控制系统,数据存储、处理、分析与传输系统,综合中心的数据存储、处理、分析与共享系统等,都配置得较为齐备和先进,在国内处于领先水平,部分仪器设备和设施达到国际先进水平。各生态站已经具备对大气、土壤和水分等环境因子和生态系统结构、能量流动、物质循环等进行野外监测和试验的能力,具备较快速的数据传输能力。各生态站的工作与生活用房、交通工具、道路等也进一步改善,可为本站和客座人员提供较为充足和便利的工作和生活条件。

基于 CERN 的良好基础,中国陆地生态系统通量观测研究网络(ChinaFLUX)和区域大气本底观测研究网络于 2002 年成立。ChinaFLUX 现有 16 个站(全部为 CERN 的站),拥有世界先进水平的仪器设备,并于 2003 年成为国际通量网络(FLUXNET)的基本成员。区域大气本底观测研究网络,拥有分别位于东北、华北、西北、华南、西南 5 个地区的长白山站、兴隆站、阜康站、鼎湖山站和贡嘎山站 5 个站(其中仅兴隆站不属于 CERN),也都具备先进水平的仪器设备。

(2) 培养锻炼出一批高水平学术带头人和业务骨干。CERN 通过向国外派出培训人员、举办国内培训班以及积极承担各类科研任务等方式,培养锻炼出了一批高水平的学术带头人和业务骨干,同时,吸引了一批高水平人才到 CERN 生态站和中心工作。目前 CERN 以“国家自然科学基金杰出青年基金”获得者和“百人计划”入选者为代表的许多中青年学术骨干已在国内外生态学研究领域崭露头角。

(3) 指标体系、标准规范与规章制度体系已经建立。CERN 在设计之初,就十分强调观测、试验与分析方法的规范化和标准化,强调质量控制和数据格式的统一。CERN 已制定农田、森林、草地、湿地、水域、荒漠生态系统的观测与分析指标体系以及相应的观测与分析方法。《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》全书包括 6 个分册,即《土壤理化分析与剖面描述》、《水环境要素观测与分析》、《气象和大气环境要素观测与分析》、《陆地生物群落调查观测与分析》、《湖泊生态调查观测与分析》、《海湾生态调查观测与分析》,其中前 4 册已由中国

标准出版社出版发行。

CERN 从建设为主阶段进入运行为主阶段之后,为确保 CERN 按预定目标规范化运行 提高管理效率和业务运行效率,《CERN 章程》、《CERN 考核与评估办法》和《CERN 数据共享与管理条例》等一系列规章制度相继颁布实行。各生态站、中心也都制定了各自的规章制度。现在,CERN 的制度体系已基本建立。

(4) 获取、整理了大量科学数据。1997 年底,CERN 首批统一采购的仪器和设备在各生态站安装调试完毕,各站的联网监测工作逐步走向正轨。从 1998 年开始,CERN 的每个生态站严格按照 CERN 监测指标体系和操作规范,针对其代表性生态系统,按规定的时间频度和监测范围,监测和分析水分、土壤、大气、生物等 4 个学科大类的近 300 个监测项目,每年每站积累约 10 万个数据,同时,各站还要开展大量的长期试验和根据课题需要开展许多中短期试验,积累大量科学试验数据。

CERN 成立之前,各生态站和中心在长期研究和监测中积累了大量科学数据。为了有效保存和利用这些数据,CERN 于 1994 启动了按统一要求整编历史数据的课题,于 1996 年基本完成对各生态站已有数据的规范化整理和入库工作。

(5) 研究能力大为提高,理论创新成果不断涌现。通过硬件建设和人才队伍建设,CERN 的研究能力大为提高,承担重大科研任务的能力大为提高,不断产出具有重要意义的理论成果。

据初步统计,“九五”期间 CERN 各站、分中心 and 综合中心共承担各类项目/课题 579 个,得到科研资助经费逾 2 亿元,“十五”期间,CERN 承担的任务和得到的资助较前期又有大幅度的增加。“九五”以来,CERN 有关站和中心在国家自然科学基金重大项目“中国东部陆地农业生态系统与全球变化相互作用机理研究”、“我国北方地区农业生态系统水分运行及其区域分异规律研究”,国家重点基础研究发展计划项目(“973”项目)“土壤质量演变规律与持续利用”、“中国西部干旱区生态环境演变与调控研究”、“长江流域生物多样性变化、可持续利用与区域生态安全”、“中国北方沙漠化过程及其防治研究”、“我国近海有害赤潮发生的生态学、海洋学机制及预测防治”、“长江、珠江三角洲地区土壤和大气环境质量变化规律与调控原理”、“湖泊富营养化过程与蓝藻水华暴发机理研究”、“中国陆地生态系统碳循环及其驱动机制研究”、“东北老工业基地

环境污染形成机理与生态修复研究”等中承担着重要任务,在国家攻关计划项目和中国科学院重大项目中也承担着重要任务,如中国科学院“九五”重大项目“生态系统生产力形成机制与可持续性研究”、“十五”重大项目“中国陆地和近海生态系统碳收支研究”、“长江中下游地区湖泊富营养化的发生机制与控制对策研究”以及西部行动计划项目“黄土高原水土保持与生态环境建设试验示范研究”、“塔里木河下游荒漠化防治与绿洲生态系统管理试验示范”、“黑河流域水—生态—经济系统综合管理试验示范”、“岷江上游典型退化生态系统恢复与重建示范研究”、“浑善达克沙地与京北农牧交错区生态环境综合治理试验示范研究”。

CERN 各生态站通过长期的野外监测与试验并结合室内模拟试验、计算机模拟和遥感等多种手段,在生态过程研究等方面取得了重要研究成果,如沙坡头沙漠试验研究站长期坚持对沙漠和荒漠生态系统进行系统的监测、试验和研究,在干旱沙漠地区风沙物理及风沙环境、水分平衡规律、植被演替规律、生物多样性等方面均有重要研究成果。该站系统地研究了腾格里沙漠的成因与环境—气候的变迁,通过野外风洞实验研究了不同形状沙丘的稳定性、形态动力学及其土壤风蚀,丰富发展了气固两相流风沙地貌理论,奠定了中国风沙物理的理论基础。在揭示干旱沙漠地区“土壤—植被—大气”连续体(SPAC)水循环规律、植物对生境胁迫的生理适应机理、植被演替规律、生物多样性形成与发展过程、微生物结皮过程等方面也有重要发现,探明了干旱沙漠地区植被对水循环的调控机理、植被稳定性维持的生态学机理,提出了荒漠化逆转的概念模型,解决了降水小于 200 mm 的干旱沙漠地区植被建设的关键技术。

会同森林生态站着眼于我国森林后备资源的培育,围绕我国特有的速生用材树种杉木,率先在国内开展人工林定位监测和长期试验研究。通过长期定位监测和试验研究,创立了人工林生态学,在国内最早提出杉木人工林地类型划分原则,揭示了杉木人工林生产力在不同时空尺度上的演变规律,特别是在国内首次发现了杉木纯林连栽导致立地质量退化的现象,并阐明了立地质量衰退的营养机理、毒性机理,即不合理的经营措施(炼山和全垦整地等)导致营养元素净消耗,杉木的化感自毒作用导致生理活性下降以及养分有效性降低,率先在国内开展杉阔混交林长期定位对比研究,提出了克服杉木人工

纯林立地衰退问题的混交途径,并筛选出杉木与火力楠以 $8:2$ 混交的优良经营模式;首次在国内采用 ^{14}C 技术揭示了杉木人工林土壤有机碳大多为现代碳,即杉木人工林土壤古老碳消失后现代碳迅速积累。

内蒙草原生态系统定位研究站,针对多年来国际生态学研究争论的热点问题,即多样性—稳定性的关系,在分析该站连续 25 年(1980—2004)生物量监测资料的基础上,从植物种、功能群和群落³个组织水平上研究了多样性与稳定性的关系及其机制。主要结论如下:引起群落生物量波动主要气候因子是 $1\sim 7$ 月的总降水量,以每年生物量变异为主要测度的生态系统稳定性随草地生态系统等级结构尺度的提高(从物种、功能群到群落)而逐渐增加;群落尺度稳定性主要来自物种之间和功能群之间的补偿作用。这一发现和新观点不仅是对生态学理论的重要学术贡献,也必将有助于已日趋严重的退化草地生态系统恢复重建与科学管理的实践。该项成果已于 2004 年 9 月发表在《自然》杂志^[6]上。

禹城综合试验站以水、土、气、生物等自然资源的合理利用和可持续发展为目标,深入开展以农田水平衡和水循环为核心的地球表层能量物质输送和转换机制研究,应用⁸种方法进行多学科、多途径、多层次的联合试验观测,在我国率先实现涡度相关测定方法,自主研制成功亚洲第一的大型称重式蒸渗仪,建立了植物剩余阻抗模型,解决了国外广范采用的 Rosenberg 公式系统偏高的问题;建立了作物光合作用—蒸腾—气孔导度的耦合模型,首次系统地分析了光合作用日变化中引起光合“午睡”的气孔因素和非气孔因素。

东湖湖泊生态系统试验站在对武汉东湖长期生态学基础研究的基础上,整合实验生态学和现代化学分析手段,在湖泊富营养化与蓝藻水华形成机理、生物调控技术和藻毒素的生态毒理研究方面取得了一系列重要成果。在国际上首次提出了利用滤食性鱼类控制蓝藻水华的非经典生物操纵法,首次报道了蓝藻水华爆发直接导致沉积物中磷的大量释放的现象及机制,发现较低的 $N:P$ 比是蓝藻水华爆发的结果,而不是其发生的原因,对国际上流行的用于解释蓝藻水华爆发的氮磷比理论提出了挑战,首次发现蓝藻的次生代谢产物—微囊藻毒素在无脊椎动物性腺中的大量累积、性腺是仅次于肝脏(肝胰腺)的第 2 个靶器官以及藻毒素可传递到后代(卵中有大量存在)等重要现象。

近年来,随着台站网络的日益完善,基于多站联网监测、试验基础上的综合、对比研究成果逐步涌现。如:

基于对东部陆地主要森林和农田生态系统多尺度的观测、实验和理论模型的研究,定量预测了气温升高将导致生态系统的变化,如温度升高 1°C 时,植被生产力的变化强度从南到北逐渐增大,即北热带季节雨林和南亚热带季风常绿阔叶林的生产力增加约 1% ,而温带针阔叶混交林和寒温带针叶林的生产力增加约 $5\%\sim 6\%$,各地带性植被的生活型谱发生变化,暖温带阔叶落叶林的高位芽植物比例上升约 10% ,而地面芽植物和地下芽植物比例下降约 1% ,大致相当于纬度北移 $2\sim 4^\circ$ 。开展该研究的中国东部南北样带在被列为 IGBP 的第 15 条国际标准样带后,项目研究进展被评为 2000 年度中国基础研究十大新闻之一。

正在进行的生态系统碳循环研究取得阶段性成果。通过对 16 个典型生态站的碳通量及相关要素的测定,取得了大量第一手数据,为发展具有自主知识产权的碳循环模型和准确估计陆地生态系统的源汇功能发挥了重要作用。研究发现,中国主要森林和草地生态系统均具有较强的碳汇功能,且存在较大的时空变化和生态类型间的差异。初步结果表明,森林生态系统是一个较大的汇,幼龄林和成熟林均具有很强的固碳能力,因此我国大面积推广的植树造林活动具有很大的固碳潜力。这些结果不仅具有重要的理论意义,而且将为我国政府在后“京都时代”开展碳减排环境外交谈判提供重要的科学依据。

基于各生态站的观测数据,并结合遥感资料,“中国陆地生态系统评价研究”项目组,完善了我国生态系统服务功能评价指标,并进行了系统评价,构建了森林、草地、农田和湿地生态系统健康的评价指标体系,并进行了中国典型生态系统健康诊断,分析了我国主要生态环境问题的现状和动态变化,分析了驱动机制。提出了生态功能区划方法并在全中国实施。

从以上介绍可以看出,无论是基于 CERN 单站的研究还是多站联网,都已经取得了一系列研究成果,其中一些重要成果已发表在《自然》和《科学》等国际著名学术刊物上,得到了国际同行的高度评价。从 CERN 各站和中心长期积累和已呈现的创新苗头来看,预计近期将会有更多的高水平成果产出。

(6) 为国家建设和发展提供了重要科技支撑。

CERN 为我国沙漠化防治、生态恢复、水土保持、中低产田改造、湖泊富营养化治理等提供了大量的关键技术、优化模式和决策依据。如：

沙坡头沙漠试验研究站基于大量监测和试验,开创了在年降水不足 200 mm 高大沙丘建设植被的先河,研究提出的“以固为主,固阻结合”的沙区铁路防护体系模式的应用,确保了穿越流动沙丘的包兰铁路自 1958 年通车以来 40 余年的畅通无阻,直接经济效益逾百亿元。这一模式不断完善并得到广泛推广,如在塔克拉玛干石油公路、甘武线、京通线、南疆和乌吉线建设中得到广泛应用,在马里共和国绿色屏障体系建设中的也得到成功应用。这一模式对于西北地区今后的生态建设也具有特别重要的意义。

位于黄淮海平原的多个农田生态站(包括封丘站、禹城站等)在黄淮海平原旱涝碱综合治理、中低产田改造方面作出了重大贡献。以这些站的监测、试验和研究为基础提出的井灌井排旱涝碱治理技术,“井、沟、平、肥、林、改”治理旱涝碱综合技术,重盐碱地、渍涝洼地和风沙地综合配套治理技术,治理区生态稳定性和农区畜牧业发展技术,使黄淮海平原大面积的中低产田得到治理,粮食产量从过去的亩产 194 kg 上升到现在的 500 kg,农村经济也快速发展。

位于黄土高原的安塞站和长武站经过几十年的观测、试验与研究,取得了一批既可防治水土流失又可发展地方经济的重要成果,为黄土高原的综合治理和经济发展作出了重要贡献。根据“围粮寓田”的战略思路,提出了高效设施、农果、农牧型和水资源高效等不同类型生态农业建设模式,提出了针对黄土高原不同区域和地貌单元的水土保持与生态建设模式、实施途径与配套技术措施,大大促进了黄土高原生态建设进程。陕西省、水利部和中科院于 2002 年开始,联合共建面积达 8 万 km² 的“陕北水土保持生态建设示范区”,推广安塞站的研究成果。

内蒙草原站针对沙地、退化草地、天然草地和人工草地的各自存在的生态问题,制定相应对策,采取相应管理措施,进行沙地综合治理、退化草地恢复、天然草场合理利用和人工草地建植的试验示范工作。对于严重退化沙化草地,研究出了“三分模式”,即对该类型草地采取“三分之一治理,三分之二封育恢复”的技术集成方案。有关研究成果取得了显著的示范效果,得到了国家领导人的高度赞扬。

(7)成为国际生态网络的骨干,引领了其它台

站网络的发展。CERN 于 1993 年同美国长期生态研究网络(US Network)、英国环境变化监测网络(Environmental Change Network, ECN)^[7]等共同发起成立了国际长期生态研究网络(International Long Term Ecological Research Network, ILTER)^[8],又从 1993 年开始积极参与了全球陆地观测系统(Global Terrestrial Observing System, GTOS)的筹建工作,并当 GTOS 于 1997 年正式成立后,加入了其所属的全球陆地观测网络的生态学子网络(Global Terrestrial Networks-Ecology, GTN-E)和陆地生态系统监测站网络(Terrestrial Ecosystem Monitoring Sites, TEMS),成为这两个国际生态网络的骨干。

CERN 是亚洲最大的国家级生态网络,同美国的 LTER Network 和英国的环境变化网络 ECN 并列为世界三大国家级生态网络。美国的网络注重开展联网研究和综合研究,但不要求按统一规范进行系统的观测,而英国的网络则注重按统一规范进行观测,但不组织联网研究。CERN 与它们不同,是在联网监测的基础上开展联网研究,所以在设计思想上更完善和先进,因而得到国际学术界的高度评价。

CERN 科学委员会副主任赵士洞教授于 2003 年当选为 ILTER 东亚和太平洋区域网络(East Asia and Pacific Regional Network of ILTER)主席,这将促进本区域各网络间相互学习,推动长期和网络生态研究工作的开展,发挥 CERN 在这一地区的引领地位的重要作用。

中国科学院于 2001 年决定在 CERN 和其它野外台站的基础上,建设区域大气本底观测研究网络、特殊环境与灾害观测研究网络和地磁台链。在这一过程中,CERN 的建设经验为其它网络的建立和发展起到示范作用。

CERN 现有 14 个生态站入选了国家重点野外科学观测试验站(试点站),是国家重点站(目前总数为 35 个)的重要组成部分,CERN 综合中心于 2005 年成为国家生态环境观测研究网络综合中心。CERN 的成功经验和模式,为国家网络的建立奠定了基础,得到了国家科技部和其它等部门的高度评价。

5 发展展望

CERN 在建设、监测、研究、示范、人才培养等方面,都已经取得重要进展,为今后的进一步发展奠定了坚实的基础。在全国上下认真贯彻落实科学发展观、社会各界高度重视科学和技术发展、国家有关部门高度重视包括野外台站网络在内的科技基础设施

和科技条件平台建设的新的发展阶段, CERN 面临新的发展机遇。中国科学院正在规划 CERN 新的发展蓝图。路甬祥院长等领导已明确表示要进一步发展完善包括 CERN 在内的野外台站网络。

预计在“十一五”期间, CERN 的规模将适度扩展, 布局将更加完善, 能力将进一步提升, 各生态站将向多功能、综合化方向发展, 城市生态与区域环境观测研究站将得到重视。CERN 的基础设施、仪器设备以及交通与通讯方面的建设将得到进一步加强, 工作和生活条件将更为完善。同时, 中国科学院已计划充分利用 CERN 这一平台, 在未来几年将按照国家在资源环境方面所面临的挑战和生态学发展的趋势, 启动几个重大研究计划和一批针对不同生态系统的研究项目, 为科学发展和社会经济的可持续发展作出更大的贡献。

可以预计, 在各方面的大力支持下, 在 CERN 各成员的共同努力下, CERN 不久必将成为仪器设备先进、生活设施齐备、通讯与交通便利、规范和制度完善、高水平人才汇聚、成果丰硕, 可引领国内外生态网络发展的生态系统监测、试验、研究基地, 先进科技成果的示范基地, 优秀科技人才的培养基地和高度开放的学术交流基地。

致谢 本文承 CERN 科学委员会副主任、中国科学院地理科学与资源研究所研究员赵士洞教授和 CERN 科学指导委员会成员、中国科学院沈阳应用

生态研究所研究员沈善敏等提出修改意见, 特此致谢。

参考文献(References):

- [1] Waide B W. The US 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.
- [2] Zhao Shidong. Long-term ecological research program [J]. Advances in Earth Science, 2004, 19(5): 840-844. [赵士洞. 美国长期生态研究计划——背景、进展和前景[J]. 地球科学进展, 2004, 19(5): 840-844.]
- [3] [中国科学院中国生态系统研究网络科学委员会秘书处, 中国科学院中国生态系统研究网络工程办公室. 中国科学院中国生态系统研究网络简介[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.]
- [4] Zhao SD. Chinese Ecosystem Research Network, CERN [A]. In: The International Long Term Ecological Research Network [C]. USA Albuquerque of New Mexico. Academy Printers, 2000. 14-15.
- [5] Huang Tieqing, et al. Chinese Ecosystem Research Network [J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2002, 16(13): 172-176.
- [6] Bai Yongjie, et al. Ecosystem stability and compensatory effects in the Inner Mongolian grassland [J]. Nature, 2004, 431(9): 181-184.
- [7] Parr T W, Lane A M. United Kingdom Environmental Change Network [A]. In: The International Long Term Ecological Research Network [C]. USA Albuquerque of New Mexico, Academy Printers, 2000. 60-63.
- [8] 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.

CHINESE ECOSYSTEM RESEARCH NETWORK (CERN)

—Basic Information, Achievements and Perspectives

HUANG Tie-Qing, NIU Dong

(Bureau of Science and Technology for Resources and Environment, CAS, Beijing 100864, China)

Abstract: Supported by the Chinese Academy of Sciences, The Chinese Ecosystem Research Network (CERN) was established in 1988. It consists of 36 field research stations, five disciplinary centers and a synthesis center at present. In line with basic regulations, unified monitoring variables and standard operation protocols, all of the CERN stations engage in monitoring, research, experiment and demonstration of sustainable ecosystems, while the disciplinary centers are responsible for the calibration of instruments and data quality control, and the Synthesis Center carries on data management at network level and inter-disciplinary research at national and regional levels. Since it was established, serious achievements have been made by CERN, dealing with capacity building, data collection, management and sharing, research and ecosystem management. CERN has become a very important base for ecological research and a responsible component of global ecological observation and research networks.

Key words: Ecological network; Ecology; CERN; Global observation network; Ecosystem.