



中国生态系统研究网络20年

生态系统综合研究

主编

孙鸿烈



科学出版社
www.sciencep.com

中国生态系统研究网络20年

生态系统综合研究

主编 孙鸿烈

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书总结了中国科学院中国生态系统研究网络(CERN)成立20年来的主要科学研究进展和成果,包括农田、森林、草地、荒漠、水体等各类生态系统的长期观测研究与试验示范,陆地生态系统水循环、碳循环、养分循环、生物多样性、水域生态功能、大气环境等联网和综合研究。另外,本书还总结了CERN成立20年来的发展历程,并阐述了未来的发展思路和布局。

本书内容丰富,资料翔实,可供从事地学、生命科学、环境科学及相关学科研究的科研和管理人员以及大专院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生态系统综合研究 / 孙鸿烈主编. —北京: 科学出版社, 2009

(中国生态系统研究网络20年)

ISBN 978-7-03-024462-8

I. 生… II. 孙… III. 生态学—研究—中国 IV. Q14

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第061356号

责任编辑: 李 敏 张月鸿 / 责任校对: 张 琪

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年5月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2009年5月第一次印刷 印张: 25

印数: 1—1 500 字数: 554 000

定价: 89.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈科印〉)

前 言

为了研究并解决人类面临的资源和环境问题,建立生态系统研究网络,开展在气候变化和人类活动的影响下生态系统长期动态监测和综合研究是国际生态学发展的主流趋势。20 世纪 70 年代末以来,美国长期生态研究网络 (LTER network)、英国环境变化网络 (ECN)、加拿大生态监测分析网络 (EMAN) 和德国陆地生态学研究网络 (TERN) 等国家网络先后建立。同时,还建立了美洲的泛美研究所 (IAI)、亚太地区的亚洲-太平洋地区全球变化研究网络 (APN) 和欧洲全球变化研究网络 (ENRICH) 等区域性研究网络,以及全球生态监测系统 (CEMS)、全球海洋观测系统 (GOOS)、全球气候观测系统 (GCOS)、全球陆地观测系统 (GTOS) 和全球变化分析研究和培训系统 (START) 等全球性观测研究网络。

1998 年开始筹建的中国生态系统研究网络 (Chinese Ecosystem Research Network, CERN) 是与美国长期生态研究网络、英国环境变化网络齐名的 3 大国家网络之一。它肩负着对中国生态系统长期监测、科学研究和试验示范的重大使命。在中国科学院和国家有关部门的领导和支持下,经过 20 年的努力和持续发展,CERN 现在已经成为拥有 40 个生态站、5 个分中心和 1 个综合中心,在国内外有着广泛影响的生态系统研究网络。CERN 的生态站覆盖了中国主要自然地带,涵盖了农田、森林、草地、荒漠、湿地、湖泊、海洋和城市等主要生态系统类型,为我国开展生态系统变化与过程机理研究、生态系统综合管理、生态建设以及推广示范提供了重要的野外科技平台。

回顾 CERN 的发展,她经历了以下 3 个重要阶段。

(1) 规划与设计阶段 (1988 ~ 1992 年)。CERN 的总体设计包括构架设计 (生态站-分中心-综合中心 3 个层次结构、生态站数量和分布、研究方向和主要研究领域等),技术系统设计 (观测指标体系、观测与分析方法标准化、技术质量监控、仪器配置等),信息系统设计 (生态站数据库、信息中心、历史数据整编、数据管理和信息传输、计算机配置等),建设工程方案 (工程项目汇总和投资估算、专用工程项目,如渗滤池、大型蒸发器的标准设计等) 4 部分。与国际上其他网络相比较,CERN 的设计有如下主要特征:①就整个网络而言,注重网络的整体性和总体目标,强调直接服务于解决资源、环境方面的问题;②在观测方面,采用统一的观测仪器、设备和观测方法;③在数据方面,强调数据格式统一、数据质量控制和数据共享及其综合分析;④在科学研究方法上,强调包括社会科学在内的多学科参与的综合研究,并按照统一的目标

和方法组织多个站参与联网观测和试验研究。这些先进的设计理念为实现 CERN 的总体目标以及健康发展奠定了坚实的基础。

(2) 一期工程建设与运行阶段 (1993 ~ 1999 年)。在国家“八五”大中型基建项目“中国科学院生态网络系统工程”和世界银行贷款“中国环境技术援助项目”(World Bank Environment Technical Assistance Project) 的共同支持下,实施了生态站基础设施建设(以下简称一期建设)工程,重点建设了 29 个生态站、5 个分中心和 1 个综合中心,主要完成了计算机网络及各种仪器、设备的采购、安装、调试和试运行,并确立了 CERN 的生态系统监测、研究和示范 3 大核心任务。1993 年初成立了由中国科学院著名生态学家和管理专家组成的 CERN 科学委员会,设立了秘书处和基建办公室;随后又成立了由 15 名国内外著名生态学家组成的科学顾问委员会和由国内外著名数据管理专家组成的数据管理委员会。在人才培养方面,CERN 还利用世界银行贷款安排了 92 个培训和技术援助项目,对网络的千余名科技人员和管理人员进行了技术培训。100 多名青年学者到发达国家的知名大学和研究所参加培训,他们回国后在 CERN 的建设、研究和监测工作中发挥了重要作用。在国际交流方面,CERN 积极开展多边和双边合作,于 1993 年与美国长期生态研究网络和英国环境变化网络共同发起建立了国际长期生态学研究网络(ILTER),并成为 ILTER 的重要成员。

(3) 二期工程建设与创新跨越阶段(1999 年至今)。1999 年中国科学院成立了 CERN 领导小组、科学指导委员会和科学委员会等管理与学术机构;组织制定了网络章程、数据管理与共享条例、成员单位的年度考核和综合评估办法,组织修订了各类观测指标体系和观测技术规范,使 CERN 的业务运行步入制度化、规范化、标准化的历史阶段。2000 年启动 CERN 的二期建设,进一步加强了基础设施建设和仪器设备更新,并新遴选了 7 个生态站加入 CERN,进一步推动了 CERN 的建设和科技活动向联网观测和联网实验研究方向发展。在此期间,以 CERN 为基础平台新建了中国陆地生态系统通量观测研究网络(ChinaFLUX)和大气本底观测网络(CAS-GAW),发展和完善了农田养分循环与 N、P、K 平衡实验体系,以及生物多样性大样方监测体系,极大地提高了 CERN 服务国家和经济建设的综合能力。2005 年,科学技术部启动了生态与环境领域的国家野外科学观测研究站建设工作,在 CERN 的 36 个生态站中有 33 个成为国家野外科学观测研究站,此外,还有 3 个中国科学院所级生态站被遴选为国家野外科学观测研究站,CERN 的综合中心被确定为国家生态系统观测研究网(CNERN)综合研究中心。2007 年以来,经过 CERN 科学委员会的论证,遴选为国家野外科学观测研究站的 3 个所级生态站和北京城市生态站正式加入 CERN。目前 CERN 的生态站已发展到了 40 个,其区域代表性进一步提高。

在 20 年的发展历程中,CERN 在生态系统动态观测、科学研究和试验示范等方面

都取得了重要进展,也为我国的可持续发展和科技进步作出了贡献。

根据国家经济社会发展的需求和国际科技发展的趋势,CERN于2008年制定了《中国生态系统研究网络发展战略规划(2008~2020年)》。该规划更加明确地提出了以国家和地方发展需求、学科发展前沿为导向,以解决重大科学问题为目标,整合CERN的优势资源,开展前瞻性布局的发展思路;提出了以地面网络式观测和实验为主,结合遥感、地理信息系统和数学模型等现代技术手段,实现对中国生态环境进行长期、全面监测和研究的长期目标;制订了6大核心研究领域、18个重点科学问题、14项重大研究计划、6类生态系统优化管理示范任务的科技布局规划;确定了2008~2010年、2011~2015年、2016~2020年3个阶段的发展目标。

经过20年的发展,CERN已经成为我国开展生态系统生态学的重要野外平台、农业生产和生态建设的科技示范基地、生态学科领域人才培养的摇篮、国内外生态科学学术交流的窗口、中国生态与环境信息交流和数据服务中心。在过去20年的艰难发展历史和所取得的辉煌成就中,凝聚着中国科学院几代科技人员的心血、汗水和智慧。为了配合CERN 20周年纪念活动,总结过去、展望未来,我们组织一批中青年学者编写了本书;其主要内容包括CERN发展历程的回顾(第一章)、生态系统长期定位研究(第二~八章)、生态系统联网综合研究(第九~十四章)和CERN的发展战略布局(第十五章)。

在本书的编写过程中,得到了CERN领导小组和科学委员会的指导和支持,得到了CERN各成员单位的积极配合和帮助。谨在本书出版面世之际,对在本书编写过程中予以关怀和支持的单位和同志表示衷心的感谢。

本书涉及CERN的众多综合研究进展,书中的不妥之处,敬请读者批评指正。

中国科学院中国生态系统研究网络科学指导委员会 主任

孙鸿烈

2009年4月于北京

目 录

前言

第一章 中国生态系统研究网络的设计及建设的历史回顾	1
引言	1
第一节 CERN 的设计及建设	2
第二节 CERN 的基本任务、建设工程的设计特点及主要任务	4
第三节 CERN 在知识创新工程过程中的发展	9
第四节 CERN 联网研究与科技创新能力的提升	18
主要参考文献	22
第二章 农田生态系统	23
引言	23
第一节 集约化农田生态系统土壤质量演变、生产力及环境效应	25
第二节 集约化农田生态系统养分循环规律	33
第三节 集约化农田生态系统水分循环规律	41
第四节 农田生态系统结构功能与生产力	51
第五节 国家粮食核心生产区建设	54
第六节 循环农业与农田生态环境建设	56
主要参考文献	60
第三章 森林生态系统	62
引言	62
第一节 森林生态系统结构与生物多样性研究	63
第二节 森林生态系统功能及其对全球变化的响应	67
第三节 退化生态系统恢复与生态系统优化管理	76
主要参考文献	80
第四章 草地生态系统	83
引言	83
第一节 草地生态系统生产力及其稳定性	84
第二节 生物多样性与生产力间的关系	87
第三节 草地生态系统养分循环	88
第四节 草地生态系统对全球变化的响应与适应	90
第五节 放牧生态及草地生态系统合理利用	93
第六节 草地虫害、鼠害及其防治	97
第七节 未来研究展望	99
主要参考文献	100

第五章 荒漠生态系统	104
引言	104
第一节 荒漠植物适应性	105
第二节 沙漠化及其治理	110
第三节 草原化荒漠带沙地生态恢复与重建	115
第四节 荒漠绿洲建设与管理	118
第五节 重大工程的沙害治理技术及其应用	122
主要参考文献	124
第六章 湿地生态系统	127
引言	127
第一节 湿地水文过程与生态效应	128
第二节 湿地生态系统碳、氮生物地球化学循环及驱动机制	131
第三节 湿地生态系统退化表征与评价指标	142
主要参考文献	149
第七章 淡水湖泊水体生态系统	152
引言	152
第一节 主要生源要素与初级生产者之间的相互作用机制	153
第二节 N/P 与蓝藻水华发生结构演替的关系	158
第三节 牧食者对初级生产者的下行效应	163
第四节 湖泊环境条件对生态系统的影响	167
主要参考文献	179
第八章 海湾生态系统	184
引言	184
第一节 海水养殖生态学	184
第二节 海湾生态系统的结构和功能	186
第三节 海湾生态系统长期变化与演变机制	193
主要参考文献	198
第九章 中国陆地生态系统水循环	201
引言	201
第一节 CERN 陆地生态系统水循环联网观测研究概述	202
第二节 北方农田生态系统作物耗水特性及其区域差异	206
第三节 我国不同类型森林植被的水文过程及其差异	211
第四节 北方沙漠化带植被-水分关系及其空间分异规律	215
第五节 我国大气降水稳定同位素特征与水汽来源判断	218
第六节 不同区域陆地生态系统水质状况比较	220
主要参考文献	222
第十章 中国陆地生态系统碳循环	225
引言	225
第一节 陆地生态系统碳循环研究概述	226

第二节 陆地生态系统碳储量、空间格局及其环境控制因素	227
第三节 陆地生态系统的碳汇/源功能的时空变化与控制机制	236
第四节 生态系统管理对碳循环的影响和碳汇效应	243
主要参考文献	248
第十一章 中国陆地生态系统养分循环	255
引言	255
第一节 陆地生态系统养分循环联网研究的进展	257
第二节 生态系统养分循环与生产力	261
第三节 生态系统养分循环与土壤质量演变	267
第四节 生态系统养分循环与环境效应	272
第五节 生态系统养分循环与平衡的驱动机制	277
主要参考文献	279
第十二章 中国陆地生态系统生物多样性	282
引言	282
第一节 CERN 陆地生态系统的生物监测	282
第二节 陆地生态系统的生物多样性研究进展	289
主要参考文献	306
第十三章 中国陆地水域生态系统生态功能	310
引言	310
第一节 中国水体环境质量	311
第二节 水域生态系统服务价值	315
第三节 水域生态系统健康评价	321
主要参考文献	328
第十四章 中国陆地生态系统大气环境	331
引言	331
第一节 CERN 大气环境变化联网观测研究概述	331
第二节 陆地生态系统辐射环境变化	334
第三节 陆地生态系统气溶胶光学厚度变化	343
第四节 陆地区域大气臭氧浓度变化	349
主要参考文献	352
第十五章 CERN 的发展及其战略布局的思考	354
引言	354
第一节 现代人类活动与生态系统关系的特征及其生态系统研究的科技任务	355
第二节 21 世纪生态系统研究发展的新趋势	361
第三节 国家的科技需求及 CERN 发展的机遇	371
第四节 CERN 发展的思路与优先科技领域	374
主要参考文献	387

第一章 中国生态系统研究网络的设计 及建设的历史回顾*

引言

生态环境和资源科学的研究活动以及科技的发展需要野外第一手的观测、试验科学数据,野外观测试验站是开展野外观测、试验、研究和示范的工作平台,是野外科学研究的基地。中国科学院历来重视野外科学工作和野外观测试验站的建设。经过长期的努力,一个涉及地学、生物学、地球物理学、大气科学等多个领域的野外科学观测、试验、研究和试验示范的野外台站网络体系得到不断发展,已经形成了由中国生态系统研究网络(Chinese Ecosystem Research Network, CERN)、特殊环境与灾害监测网络、区域大气本底观测网络、地磁台链构成的野外观测研究体系,为我国的大气、海洋、固体地球、地理、环境、生态、宏观生物等多个学科的发展提供了强有力的科技支撑,在国内外产生了广泛影响。生态系统观测研究站是中国科学院资源环境科学领域野外台站体系中的主体,大部分野外站是为了解决当时国家和区域发展所面临的紧迫的生态、环境和资源等问题而建立的,这些台站在长期的发展过程中,为减灾防灾、沙漠化防治、水土保持、生态恢复、中低产田改造等作出了重大贡献。

CERN自1988年开始筹建,于1990年被正式纳入中国科学院“八五”重大基础设施建设计划,并遴选了29个生态站,成立了5个分中心和1个综合中心,2002年增补了7个生态站,2007年增补4个生态站。现在已经形成由40个台站构成的野外观测研究网络,其中的36个台站已被遴选为国家生态系统野外科学观测研究站。目前CERN的生态站基本全面覆盖了我国主要区域和重要生态类型,为我国的生态学研究、全球变化研究积累并提供了长期、系统的科学数据,为我国生态与环境保护、资源合理利用和可持续发展提供了科学知识、数据和技术等方面的支撑。

CERN是在国际上具有重要影响的国家级生态网络,与美国长期生态研究网络(USLTER Network)和英国环境变化网络(ECN)并称为世界3大国家级生态网络,是国际长期生态研究网络(ILTER Network)的发起成员。与其他的国家生态网络相比,CERN在设计理念、技术规范以及管理模式等方面都具有其独到的先进性和前瞻性。CERN的建设和发展是中国科学院几代领导人的英明决策、前瞻科学布局的硕果,也是几代科学家长期坚持、不懈努力的结果,是广大科技工作者集体智慧的结晶。

* 作者:于贵瑞、沈善敏、赵士洞、田二垒、朱成大、黄铁青、牛栋。

第一节 CERN 的设计及建设

一、中国科学的早期野外生态站建设

新中国成立以来,我国的生态学家结合国家建设任务,以中国科学院自然资源综合考察委员会为主体,组织了各类综合考察,系统收集和整理了我国的自然、社会和资源利用及区域开发方面的资料,开展了大量野外科学考察与观测研究。这些综合科学考察主要包括热带橡胶林地及农垦地的调查,在西藏、黄河中上游、黑龙江、新疆、青海、甘肃、内蒙古、西南以及南方亚热带山地的科学考察等。这些考察成果不仅为我国地学、生物学和生态学的发展奠定了基础,也在我国开创了多学科综合研究的先河。

我国的生态学者早在 20 世纪 50 年代末至 60 年代初就开始进行各类自然、人工生态系统的结构和功能定位观测研究。50 年代中期,中国科学院就建立了几个定位试验站,并开展了小规模的生态系统定位研究。之后,在国家建设和科学发展的带动下,一批重要的生态站陆续建立,逐步形成了由寒带至热带、从高山到滨海,代表天然森林、草原、荒漠、农田、草地、绿洲、海湾以及一些复合经营的人工生态系统的长期定位观测研究台站体系。这些生态站的建设和发展为 CERN 的组建奠定了基础,而科学家们长期的科学实践和技术攻关,以及其不畏艰苦、勇于奉献的科学精神,也为 CERN 建立观测、研究和科技示范体系积累了丰富的科学智慧,并为 CERN 形成团结合作、网络管理的体系奠定了厚重的文化基础。

二、CERN 建设项目的立项过程

CERN 的组建是从一个研究项目开始的。1986 年秋,中国科学院正酝酿关于体制和学科发展改革,当时的林业土壤研究所(1987 年更名为沈阳应用生态研究所)开始讨论,并草拟了关于中国科学院应大力加强我国资源、生态和环境科学研究建议,1987 年 2 月的院工作会议上正式提出了《对建立中国科学院生态农业研究网络的几点建议》(后简称《建议》)的提案,其中提到了建立研究网络、研究监测方法的标准化和信息处理网络化的设想,得到了院领导的重视。1987 年 9 月,中国科学院资源环境科学局(简称资环局)组织专家对林业土壤研究所沈善敏研究员提出的《建议》开展讨论,后来由资环局赵剑平副局长写了《生态环境野外观测试验站网络体系建设》的报告。1988 年 2 月,在北京召开了第一次台站网络会议,1988 年 5 月 31 日至 6 月 2 日在沈阳召开了第二次台站网络会议,孙鸿烈和叶笃正两位副院长到会参加讨论。孙鸿烈副院长在会上全面阐述了中国科学院建立台站网络和开展网络研究的总体构思和设想,指出许多野外站在资源环境领域曾作出突出贡献,但存在两种倾向:一种是不重视系统观测和长期科学积累,缺少规律性的研究;另一

种是偏重于数据积累,观测就是一切,缺少与生产实际问题的联系。因此,他认为要扭转这两种倾向,使两者紧密结合起来,必须用现代化的观测手段,选择共同观测项目,采用统一观测方法,形成网络体系,他本人非常支持将网络研究项目列为中国科学院工作的重中之重项目。

沈阳会议将申请中国科学院重中之重项目的名称确定为“我国主要类型地区生态环境资源综合开发治理的试验观测和示范研究”。经讨论修改,拟定了立项报告,该报告于1988年9月16日获得中国科学院计划局批复,9月19日,中国科学院发文至院属各单位及院机关各部门,并决定成立“资源生态环境网络研究”领导小组和领导小组办公室。1989年1月16日,中国科学院计划局和资环局在院部组织召开了中国科学院重中之重项目“我国主要类型地区可更新资源开发和生态环境综合治理的试验观测和示范研究”可行性论证会议,正式拉开了CERN设计的序幕。

1988年,中国科学院领导就下定决心将院内一批野外站组织起来形成网络,1989年中国科学院计划局在编制“八五”基建计划和世界银行贷款计划时,已将野外台站的建设考虑在内,并在1989年10月在香山植物园的“八五”基建计划会议上,明确提出将野外台站建设列入“八五”重大基建项目。1990年2月,以孙鸿烈副院长为首的11名科学家联名向中国科学院递交了关于建立CERN的建议报告。1990年3月,报告很快得到了院部的批准,同意将CERN列入“八五”重大基本建设项目,这标志着CERN的建设工程的正式启动。

三、CERN 建设规划的形成

为了科学设计和建设CERN,资环局从中国科学院机关及各所借调了很多工作人员,组成了CERN设计工作班子(简称CERN总体组),在中关村应用数学所内开始了CERN建设方案的总体设计。设计内容包括CERN的构架设计、建设工程设计和世界银行贷款使用计划。

1990年上半年,CERN建设计划及各专项设计陆续完成初步方案,确定了CERN的构架和规模,完成了CERN首批29个野外站的遴选工作,确定了水分、土壤、大气、生物4个分中心的挂靠单位分别是原中国科学院地理研究所、中国科学院南京土壤研究所、中国科学院大气物理研究所和中国科学院植物研究所,确定了中国科学院自然资源综合考察委员会(以下简称综考会)为CERN信息中心挂靠单位。1990年5月12~19日,在北京回龙观饭店召开了CERN基建会议,讨论CERN基建的可行性报告。这是CERN组建以来的第一次盛大会议,29个站的站长及所属研究所的领导共80余人到会。会议要求各站、分中心、中心按计划分配的经费额度编制基建计划,汇总到总体组。随后由总体组编制CERN基建计划,并上报中国科学院基建局,又经过反复多次的论证、修改,1992年8月CERN的基建计划方案得到批准,交由组建的基建项目经理班子组织实施。

第二节 CERN 的基本任务、建设工程的设计特点及主要任务

一、CERN 的基本任务

CERN 的长期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、全面的监测和研究,为改善我国的生存环境,保证自然资源的可持续利用及发展生态学作贡献。在 CERN 的顶层设计中,提出的各台站长期稳定的科学研究领域包括区域代表类型生态系统优化管理和示范,重要生态过程和人类生产活动影响长期实验和调控技术,环境变迁和生态系统演替长期观测。提出的整个网络的具体任务包括:

- (1) 按统一的规程对我国主要类型农田、森林、草原、湖泊和海洋生态系统的重要生态学过程和水、土壤、大气、生物等生态系统的组分进行长期监测;
- (2) 全面、深入地研究我国主要类型生态系统的结构、功能、动态和持续利用的途径和方法;
- (3) 为各站所在的地区提供自然资源持续利用和改善生存环境的生态系统优化经营样板;
- (4) 为地区和国家关于资源、环境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资源、环境问题作贡献。

二、CERN 设计上的主要特点

CERN 的建设采用了顶层设计、系统组织、分期分项目实施的总体设计和管理模式,该网络与其他的国家网络相比较,在设计和管理等方面有如下 4 个特征。

- (1) 在整个网络的目的性方面,强调网络的整体性和总体目标,强调直接服务于解决社会、经济发展与资源、环境方面的问题。
- (2) 在观测方面,强调观测仪器、设备和观测方法的标准化,以便取得可以互比的数据。
- (3) 在数据方面,强调数据格式的统一和数据质量的控制、数据共享和数据的综合分析。
- (4) 在研究方法上,强调包括社会科学在内的多学科参与的综合研究,强调按统一的目标和方法进行的、由多个站参与的网络研究。

网络总体设计通过了国内外专家的多次评议,他们肯定了该设计的先进性和可行性,这为 CERN 的总体目标和各项任务的实现奠定了可靠的基础。

三、CERN 的建设过程

CERN 的建设过程是在 1993 ~ 2000 年完成的第一期建设, 该项目是以实施世界银行贷款项目及“中国科学院生态网络系统工程”为核心展开的。这个历程是艰辛的, 同时也饱含着许多野外工作者的汗水和泪水、领导者的决心和魄力以及许多业内外技术人才的奉献, 特别是 CERN 科学委员会秘书处为 CERN 的建设付出了辛勤的劳动和无数的心血。

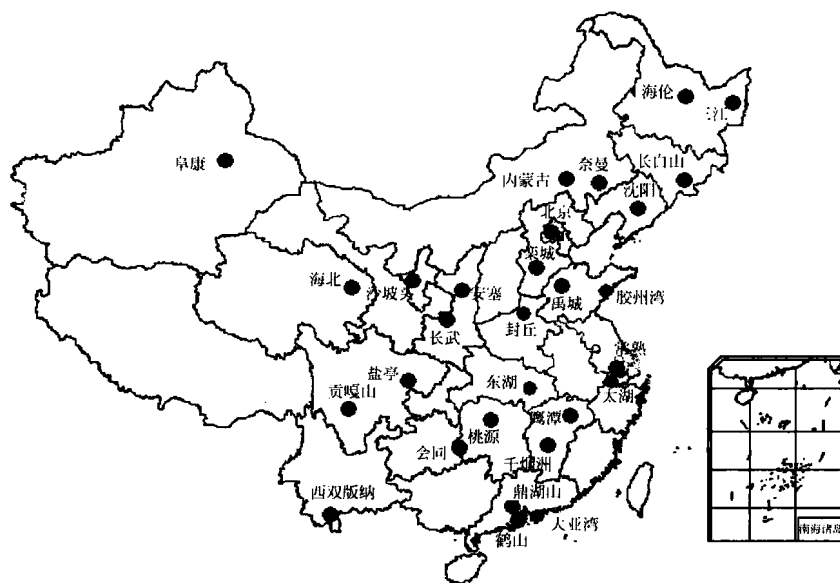
自从 1991 年 7 月国家计划委员会批复 CERN 建设的世界银行贷款项目之后, 项目总体设计组立即准备编写一批文件, 1992 年 1 月初完成了 CERN 世界银行贷款项目论证, 1992 年 1 月 15 日, 成立 CERN 世界银行贷款项目领导小组。1992 年 4 月 20 ~ 30 日, 世界银行代表团一行 3 人到达北京, 就 CERN 贷款项目与总体组进行了一系列的会谈, 提出了许多问题和对报告的补充修改建议, 商定 2002 年 11 月由世界银行组织专家进行预评估。

1993 年 5 月 8 ~ 9 日, 由财政部世界银行司领导, 中国科学院外资外贷办公室和 CERN 科学委员会秘书处, 以及国家环境保护总局组成的代表团与世界银行的有关人员在美国华盛顿世界银行总部就“中国环境技术援助项目”(China Environment Technical Assistance Project) 任务书的一些细节进行了充分的讨论, 并取得了一致意见。同年 5 月 10 日, 双方代表于 D-9001 会议室在贷款协议上签了字。随后, 世界银行执董会在 1993 年 7 月 16 日开会批准了“中国环境技术援助项目”。按照协议, 中国科学院执行的为 A 部分 (Chinese Academy of Science Sub-Project), 计 2000 万美元。CERN 为 A-1 部分, 约 1550 万美元; 生物多样性研究信息系统 (BRIM) 为 A-2, 金额为 450 万美元。国家环境保护总局执行的为 B 部分, 计 3000 万美元, 用于构建我国主要城市的环境监测网络。

“中国环境技术援助项目”于 1993 年 11 月 11 日正式实施, 原定 1998 年 6 月 30 日停止使用经费, 1998 年 12 月 31 日关闭账户。在执行期间, 每年 10 月 15 日实施单位向世界银行提交上半年的工作进度报告, 4 月 15 日递交上一年的进展报告, 每两年世界银行代表团来华检查一次。但是, 由于采购延误和汇率变化等原因, 贷款未能如期使用完毕, 致使账户未能按时关闭。鉴于这一情况, 经世界银行同意, 该项目延期一次至 2000 年 6 月 30 日, 随后又作为临时措施延期至 2000 年 9 月 30 日。根据财政部与世界银行达成的谅解, 该项目的余款将执行“中国西部生态系统与生物多样性管理能力建设”新的项目。2000 年 12 月, 该项目顺利通过了中国科学院的验收, 验收组的诸位领导和专家对于该项目的实施情况和所取得的成果给予了高度评价。2002 年 12 月, 世界银行代表团在北京听取了该项目各个部分的总结报告, 并就有关问题进行了咨询。2003 年 4 月 17 日, 世界银行东亚及太平洋地区环境与社会发展部主任 Maria Teresa Serra 女士正式向陈宜瑜副院长寄来了该项目的完成报告 (Implementation Completion Report, ICP), 报告中对于该项目的总体评价为“很满意”(highly satisfactory)。2006 年 6 月, 世界银行专家组又通过对中国科学院和国家环境保护总局的回访和对一些站的实地考察

根据 CERN 建设项目总体设计组的报告, 该项目的目标是“提高生态学研究的水
平和生态数据的质量, 并为决策者提供有用的生态信息”。为了达到这一目标, 中国
科学院将改善所属的生态站的条件, 培训研究和技术人员, 改进研究数据的管理作为主
要任务, 希望达到“进行一项系统的研究计划、建立一个基于计算机网络的信息和通
信系统、改善科研仪器及改进研究设施”的目标。在项目的实施过程中将这些任务落
实到生态站、分中心和综合研究中心 3 个层次上, 分层、分批完成。CERN 的具体建设
任务包括以下 4 个方面。

中国科学院从已有的定位研究站中选出条件较好的农田、森林、草原、湖泊和海洋生态系统定位研究站共 29 个, 并新建水分、土壤、大气和生物 4 个分中心以及 1 个综合中心, 29 个生态站的空间分布如图 1.1 所示。



技术系统建设的内容包括采购、安装和调试用于研究和监测生态系统结构、功能、动态和经营管理状况所需的实验室化学分析和光学仪器、自动气象站和一些野外观测设施等。确定采购仪器设备的程序是以自上而下和自下而上相结合，即由 CERN 科学委员会秘书处根据监测指标的需要向各单位提出所必需的仪器设备，再由各单位根据

上述要求并结合本单位已有的仪器设备状况,以及依据所分配到的贷款额度提出所需仪器设备的清单。

通过该项目的实施以及世界银行贷款和大中型基建项目“中国科学院生态网络系统工程”的支持,CERN的各台站具备了对水分、土壤、大气等环境因子,以及生态系统能量流动、水分循环、养分循环和经营管理状况进行监测和研究的基本条件,使各单位的研究能力提高了一大步。技术系统两次招标采购合同金额约870万美元,共采购仪器116个品目,计831台/套,以及汽车两种,共58辆(三峰面包车29辆,切诺基越野吉普车29辆)。该工程34个子项的隶属单位均根据国家的有关规定,通过招标、投标、议标的方式选定了施工单位,并在施工过程中进行了严格管理。基建项目实际完成投资4741万元人民币,其中生活和工作用房2290万元人民币,基础设施及配套工程904万元人民币,野外观测设施894万元人民币,其他投资653万元人民币。基建项目的建筑面积23 415 m²,改造面积5171 m²,建安工程共256个单项工程(生活与工作用房83项,基础设施及配套工程173项)。

2. 信息系统建设

在信息系统建设方面完成了原计划的计算机系统设备投资335万美元(实际两次招标共投入350万美元)。计算机系统设备系统是以当时最先进的标准规划,目标是形成一个完整的为生态系统研究网络服务的分布式计算机网络环境。第一次招标联想集团中标,进行系统集成;第二次招标东华成信公司中标。整个计算机系统的硬件设备是由Sun公司供应主服务器及工作站,惠普公司供应主要的外部设备,微机主要是AST型号及联想PC;软件系统包括Oracle数据库软件、SAS统计分析软件、ER Mapper图像处理软件及GenaMap地理信息系统软件。从总体上说,信息系统建设完成了以下任务:

(1) 历史数据整编。CERN所属的各生态站和中心在过去的研究和监测过程中都积累了大量宝贵的数据,这些数据真实地记录了资源、环境及社会的发展变化情况。CERN于1994年启动了按统一的要求整编历史数据的课题。经过几年的共同努力,于1996年对29个生态站现存的数据进行了规范化整理,并配备了相应的文档资料加以说明,产生了一整套历史整编数据,它共包含3000多个数据集,共140 MB的数据量。这些数据包括了生态站已经观测的水分、土壤、气候、生物方面的数据,以及生态学综合研究产生的生态学数据、社会经济数据、生态站基础图件数据等。

(2) 数据库建设和维护。综合中心对历史数据和CERN的监测数据进行了结构和编码设计,创建了数据字典,并据此在Oracle数据库系统中建立了CERN综合研究中心数据库结构,对收集到的数据进行质量控制后加载到Oracle数据库中去。同时,针对建立数据库工作的需要,开发了一个CERN数据库管理系统,用来进行数据库的数据加载、数据更新等维护工作。

(3) 数据库的开发。开发了基于万维网的数据共享信息系统,其功能包括数据集(主要是历史数据)的真实数据和说明文档的在线查询,用户可通过因特网访问CERN的数据。此外,针对不同数据的特点,开发了动态数据统计分析模型。

3. 培训和技术援助

培训和技术援助部分包括国外培训、国内培训、国外考察、出国参加会议、国内举办国际研讨会、技术援助及一些小型研究项目。在项目执行期间,共完成了以下任务:

(1) 国外培训。累计向国外派出培训人员 193 人,其中按时返回原单位服务的约占派出人数的 91%。这些青年学者回国后大都积极地参加了所在单位的各项工作,从而极大地促进了各台站的研究、建设与发展,已成为 CERN 各单位的业务骨干、学术带头人或行政领导。

(2) 国内培训。累计举办各类培训班 46 次,接受培训的学员达 1000 多人次。通过举办这些培训班,一些国外培训归来的学者和国内的一些专家介绍了生态学研究的现代理论、进展和发展趋势,以及从事长期生态研究和观测的技能方法,为 CERN 的建设提供了重要的人才保证。

(3) 国外考察。自 1994 年开始,CERN 利用世界银行贷款,累计向国外派出了由 30 多名学者参加的 6 个考察团,分别对德国、英国、美国、法国、澳大利亚等国的长期生态研究状况进行考察。这些考察活动对了解国际长期生态研究和生态网络建设状况,建立学者间交流和合作关系,扩大 CERN 的影响发挥了重要作用。

(4) 参加和举办国际会议。自 1994 年开始,先后有 6 人次出国参加了两次国际会议;由 CERN 秘书处于 1998 年举办了主题为“温带亚洲土地利用变化第二次国际学术研讨会”;由中国科学院水生生物研究所举办了“第九届国际河流与湖泊环境会议”,共有 150 余名中外学者出席。

(5) 技术援助。1995 年 8 月邀请 John Briggs 来华指导 CERN 分布式数据库的设计工作;John Townshend 来华指导遥感在生态系统研究中的应用;共召开了三次 CERN 科学咨询委员会会议,Dr. O. Heal (英国)、Dr. J. Gosz (美国) 和 Dr. F. Andersson (瑞典) 来华出席了会议,对 CERN 的工作起到了积极的推动作用。同时,在促进女性科技人员积极参加科技工作、维护女性学者的权益、保证男女平等方面 CERN 也做了许多工作。

4. 组织机构建设

从 1993 年开始,原则上每年召开一次 CERN 工作会议。参加该会议的人员有中国科学院的院、局领导,CERN 科学委员会主任、副主任,生态站、分中心和综合中心的负责人以及科学委员会秘书处的全体人员。CERN 工作会议主要内容是听取院、局领导和科学委员会主任对 CERN 工作的指示,由信息系统、技术系统、培训等部分的负责人和秘书长对 CERN 上一年度的工作进行汇报,征求到会人员的意见,解答工作中存在的各种疑点,并布置下一年的工作。CERN 工作会议确实在统一思想、统一认识、推动工作方面发挥了重要的作用。

1998 年底,世界银行贷款项目及其配套基建项目的各项任务绝大部分已经完成,按照统一的项目和相应规范实施的野外观测工作随之于 1998 年开始进行。在这种情况下,中国科学院为了加强对 CERN 工作的领导,先后成立了领导小组及其办公室、科