

# 生态系统研究与管理简报

立足科学 服务决策 促进人与自然和谐发展

---

2006 年第 2 期（总第 2 期）

10 月 18 日印发

## 生态系统观测与研究应关注的 25 个科学问题

(中国生态系统研究网络领导小组办公室)

**【编者按】**根据《中国科学院中国生态系统研究网络章程》，中国生态系统研究网络（CERN）领导小组办公室于 2006 年 3~7 月组织有关专家，对 CERN 的 36 个野外台站和 6 个中心近 5 年的工作进行了综合评估。在中国科学院 CERN 第十四次工作会议上，冯仁国副局长就该评估的情况做了主题报告，并就《中国生态系统研究网络（CERN）2001~2005 年综合评估报告》征求意见。该报告是在上述《综合评估报告》的基础上完成的。

本报告的内容包括生态系统观测与研究需要关注的6个核心领域和25个主要科学问题。本报告吸收了众多评估专家的观点与认识，由于贵瑞、牛栋等执笔，并经院资环局冯仁国副局长等修改、定稿。

## 引言

根据《中国科学院中国生态系统研究网络章程》，中国生态系统研究网络（CERN）领导小组办公室于2006年3~7月组织有关专家（名单附后），对CERN的36个野外台站和6个中心近5年的工作进行了综合评估。

本次评估的意义和作用在于：（1）系统总结了CERN综合能力建设、监测、研究和示范工作所取得的重大进展及其社会贡献；（2）诊断性地研讨了CERN成功发展的经验、新的机遇和挑战以及在发展中出现出来的新问题；（3）研讨了CERN改革发展的思路、学科发展方向以及今后应加强和关注的主要科学问题；（4）系统性地总结了各生态站和中心在监测、研究和示范工作中的成绩、经验和存在的问题、充分讨论了各生态站/中心的发展方向和重点领域。

近年来，CERN在三个关键领域取得了许多重要进展，一是联网观测与试验，重要进展有（1）中国陆地生态系统碳收支的观测研究，（2）中国主要农田生态系统氮磷钾的迁移、转化规律与优化管理；二是基于台站长期观测和试验的专题研究领域，重要进展有（1）温带草原生态系统多样性与稳定性的关系及其补偿效应，（2）中国红壤退化机制与防治效果，（3）杉木林连作导致土壤衰退积毒的机理及防治技术，（4）黄土高原丘陵沟壑区干土层形成的生物学成因，（5）太

湖水体富营养化主要来自人畜排泄和生物废料，(6) 富营养型浅水湖泊藻类水华爆发及产毒机制；三是生态系统长期定位试验研究领域，重要进展有(1) 土壤肥力与肥料利用效率的定位研究，(2) 水分利用效率与节水农业技术研究，(3) 干旱和半干旱区域生态系统耗水特征的研究，(4) 作物连作与树木连栽的机制，(5) 干旱区植被恢复的适宜植被类型研究。

通过评估与研讨，形成了 CERN 未来生态系统观测与研究应关注的六个核心领域和 25 个科学问题。六个核心领域分别是生态系统结构与功能变化、全球变化生态学、生态信息技术与集成、生态系统评估与优化管理、典型地区生态系统退化与治理。

需要说明的是，这里所列的核心领域和科学问题并未覆盖 CERN 或生态系统观测与研究的全部，领域和科学问题排序并不反映其相对重要性。本报告的观点与认识仍存在很多问题，欢迎有关人员提出修改意见和建议。

## **核心领域一：生态系统结构与功能变化**

认识生态系统过程需要进行综合、长期的试验和观测。以台站为基础开展长期的、原始创新性的基础科学研究，实现科学知识、观测数据积累，发展新学科、开发新技术，形成新思想是 CERN 的首要任务。当前生态系统过程研究新趋势是综合应用各种技术手段进行多过程、多尺度和网络化的观测和试验。世界主要国家相继建立网络化的生态试验观测网络，利用各种新型技术，开展从生物个体到生态系统，从小时到年代不同时空进行高强度的试验观测，并通过高速网络与超级计算机系统连接，建立数据信息处理和机理模型模拟，进行跨站点的生态系统比较研究。长期生态网络试验观测已经成为生态研究的主

要手段。

### **科学问题 1. 生态系统长期定位试验研究**

CERN 的一些试验站布设了一批长期试验，对一些农业生产有关的重要基础性科学问题和生产实践问题已经给出了具有重要价值的研究结果，例如封丘站的土壤肥力与肥料利用效率的定位研究，栾城站的水分利用效率与节水农业技术研究，长武站的干旱和半干旱区域生态系统耗水特征、长武站和海伦站的作物轮作和连作的试验研究，安塞站的干旱区植被恢复的适宜植被类型研究等。以上各站及开展相关试验的台站应在原有的试验设计的基础上，调整和完善、开展多台站的对比，以及区域尺度的调查补充，必将为国家作出重要贡献。

### **科学问题 2. 生物多样性与生态系统功能研究**

试验研究生物多样性在生态系统功能维持中的作用，生物多样性的维持机制与生态系统格局的关系。选择 9 个森林站，2 个草地站和 1 个沼泽站，扩大生物多样性长期观测与实验研究样地规模，与国际生物多样性和生态系统功能监测网络接轨；建立不同程度的水分，养分以及光照、温湿度控制条件下的生物功能、生物多样性与生态系统结构变化的动态观测与控制实验系统、配备相关的实验研究和观测仪器设备；建立若干基于野外台站的重点区域生物种质资源野外保育基地，建设若干重要生物物种的生理生态控制实验温室群和基础实验设施。

### **科学问题 3. 生态系统多样性与复杂性研究**

分析生物种群组成和结构多样性与生态系统生产力和可持续性的关系；认识生物多样性和复杂性和群落结构对生态系统功能的影响和控制机理。

#### **科学问题 4. 生态系统过程的跨尺度集成与模拟**

认识种群、群落和区域不同尺度上的关键生态过程及其相互作用，建立模拟生态系统过程跨尺度相互作用机理模型。

### **核心领域二：全球变化生态学的联网观测与试验**

通过对全球环化及其区域响应的联网观测与试验，认识全球及我国环境变化的时空规律，揭示我国对全球环境变化的响应与适应机制，为国际全球环境变化科学做出原创性理论贡献，为我国在国际全球环境变化研究和环境外交活动中争取更多的话语权，为国家可持续发展提供科技支撑。

#### **科学问题 5. 生态系统对全球变化的响应和适应性研究**

在站点的区域尺度上研究生态系统对全球变化的响应和适应性，生态系统变化对全球变化的反馈机制，探讨生态系统管理在缓解全球变化中的作用与技术途径。

#### **科学问题 6. 生态系统能量转换与水碳氮循环机制**

揭示生态系统的能量转换与平衡特征，阐明生态系统水碳氮循环的环境和生物控制机制，探讨全球变化和人类活动影响下的生态系统能量转换与水碳氮循环的变化规律。

#### **科学问题 7. 生态系统的碳收支和水平衡的区域分异特征**

研究生态系统碳收支和水平衡的时空变化特征与评价方法，分析区域生态系统碳汇功能和水源涵养功能的时空变化。

#### **科学问题 8. 生态系统水、碳与养分的耦合循环机理**

整合以 CERN 为基础的通量观测研究网络 (ChinaFLUX) 已有的观测站，增补部分通量观测站点，提高 ChinaFLUX 的区域和生态系统类型的代表性，提升通量观测站的仪器装备水平；构建生态系统形

成水-碳-氮-能量循环和通量观测、与小气候观测、生态过程观测、遥感观测与同位素观测研究有机结合的一体化的全球变化与生态系统综合研究的观测研究系统。揭示生态系统水循环、碳循环与氮磷等养分循环的耦合关系与过程机理，阐述水碳氮过程偶联和解偶联的条件、生态系统的生物化学计量平衡与资源平衡利用的生物机制。

### **科学问题 9. 服务于国际环境公约的科学基础研究**

我国作为多个国际公约的缔约国，既要履行响应的国际义务，积极利用国际公约的约束力来推动我国的生态建设和保护，又要充分利用国际公约的弹性为我国争取经济发展的空间。因此如《国际生物多样性保护公约》，《国际气候变化框架公约》，《国际湿地公约》、《国际荒漠化公约》等的履约的许多基础性科学问题需要 CERN 开展研究工作，为国家途径数据、知识和数据支撑。

### **核心领域三：生态信息技术与集成**

建立 CERN 的动态监测数据自动采集与远程传输系统，建立动态监测-卫星遥感观测-GIS 空间数据-生态系统模拟模型融合系统，实现 CERN 个成员单位以及相关研究所的远程数据共享和系统模拟分析的在线服务。

### **科学问题 10. 生态系统动态观测与联网试验研究方法研究**

研究生态系统的长期动态观测和联网实验研究的基础理论、观测技术规范、观测网络运行和管理模式，重点研究生态信息的综合集成与数据管理系统建设的方法与技术。

### **科学问题 11. 多手段、多时空尺度生态系统变化的综合观测技术研究**

研究多手段和多时空尺度一体化观测的理论与技术，研发生态系

统观测的关键技术、关键仪器和数据远程传输技术，改进综合生态信息的提取、多手段和多时空尺度综合观测数据的融合方法。

### **科学问题 12. 生态系统数据 - 模型的融合系统的研发**

综合应用不同时空尺度的试验和观测数据，建立生态系统数据与模型的融合系统 (data-model fusion system)，以及生态系统格局和过程、结构和功能变化的机理解释和预测分析模拟系统，研究生态系统管理和分析的新技术和新工具，生态系统模拟的新模型。

## **核心领域四：生态系统恢复的机理与技术**

生态脆弱区生态系统恢复是生态过程研究的重要内容，由于受自然地带性和非地带性的影响，不同生态区生态系统恢复的机理与关键技术存在着明显差异。例如，在植树造林和植被恢复中强调“因地制宜”和“适地适树”，关键就是要研究生态系统恢复的机理与关键技术。

### **科学问题 13. 生态恢复过程中植物群落演替规律**

基于实验生态学手段，通过研究植被恢复过程中主要植物种类的更替关系和群落变化趋势，阐明生态恢复的种群机制，揭示地带性植物区系在改善生态系统结构和功能中的应用价值。根据植物生长与个体扩散机理探索群落修复的技术体系。

### **科学问题 14. 生态系统结构及服务功能的关系**

基于样地和小流域实验研究，揭示植被结构变化及其在水源涵养、养分循环等方面的作用。探索生态系统管理的技术途径。

### **科学问题 15. 森林群落生长及其同环境因子的关系**

通过研究不同演替阶段的群落建群种的生长规律及其同环境因子之间的关系，阐明群落生产力的形成机制，为群落结构调整优化提

供依据。

#### **科学问题 16. 不同生态区生态系统恢复的关键技术与集成**

通过对生态系统恢复过程中关键技术的研究，建立不同生态区生态系统恢复的技术体系。

### **核心领域五：生态系统评估与优化管理**

联合国千年生态系统评估（MA）显示人类活动和全球环境变化导致了全球生态系统服务功能的衰退，并预测在未来 50 年将出现进一步下降的趋势，威胁社会经济持续发展。

评估生态系统的状态及其变化趋势，为管理决策提供生态信息，促进生态学与决策管理的结合，以满足人类需求同时维持地球生命系统的活力，是生态学未来的发展方向。生态系统评估的目的就是为了全面认识生态系统的现状与变化趋势，以一种可用的方式向决策者和公众提供生态信息，以消除或减少生态系统管理的不确定性。

#### **科学问题 17. 生态系统对环境变化和人类活动的响应与适应**

分析自然和社会经济因素对生态系统变化的驱动机制及其贡献，评价生态系统对全球气候变化的适应特征与规律。

#### **科学问题 18. 生态系统适应性管理的途径与策略**

研究服务于自然资源利用与生态环境建设的生态系统管理模式，探索资源高效利用和环境友好的生态系统管理技术和策略。

#### **科学问题 19. 国家或区域尺度生态系统变化的综合评估**

探讨国家与区域尺度的生态系统变化评估的方法体系，例如指标体系、定量化方法、数据库与模型模拟、尺度转换与区域综合、以及驱动力分析和情景分析方法等。综合评价国家或区域尺度生态系统及其服务变化，包括生态系统的供给服务、调节服务、文化服务与支持

服务等。针对我国自然保护、生态建设的需要，提出具有针对性的政策建议。的食物、纤维和能量等物质生产功能、生态系统的环境服务功能，研究区域或流域尺度的生态系统环境效应、生态区划与规划的理论与技术。

### **科学问题 20. 生态系统优化管理模式与适应性管理策略**

针对我国不同生态区的特点与问题，经过在生态站多年的观测与试验研究，筛选出生态系统管理优化模式，制定中国生态系统利用与治理的合理区划和规划方案，研究区域或流域尺度的生态系统环境效应、生态区划的理论与技术，进而指导区域乃至全国的生态治理规划、重大生态建设布局。探索资源高效利用和环境友好的生态系统适应性管理技术和策略，提高我国生态建设工程的生态效益。

## **重点领域六：典型地区生态系统退化与治理**

国务院 2006 年 1 月发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要》(2006~2020 年)，把生态脆弱区域生态系统功能的恢复重建列为全国 62 个优先主题之一，重点开发岩溶地区、青藏高原、长江黄河中上游、黄土高原、荒漠及荒漠化地区、农牧交错带和矿产开采区等典型生态脆弱区生态系统的动态监测技术，草原退化与鼠害防治技术，退化生态系统恢复与重建技术。

### **科学问题 21. 华北平原水资源供需关系与优化利用**

华北平原水资源供需矛盾一直是制约该区域农业可持续发展的主要问题，为此建议，禹城站，封丘站，栾城站联合起来，开展“华北平原灌溉需水量与适应性农业水管理研究”。典型地区、典型农田水分有效性的机理研究，包括典型地区在不同水分条件下（河北太行山前平原，黄河下游引黄灌区）的地下水蒸发、补给机制研究、典型

植被（林地、牧草、作物）的水分利用规律、蒸腾耗水量和蒸腾系数，雨养农业水分利用过程与机理，区域农业水资源配置的理论和方法研究，包括区域降水-地表水-土壤水-地下水联合运用理论、方法、模型，区域农业水资源优化配置的应用基础理论、方法、模型，区域农业水资源管理和农业用水经济管理政策模式，区域农田灌溉需水量图集与使用指南等，农业水资源管理、政策与示范等。

### **科学问题 22. 黄土高原旱作雨养农业的可持续发展**

陕北黄土高原半干旱丘陵沟壑区，以旱作雨养农业为主，近年来高产农业和林果业的发展，形成了深度达 5 米以上的土壤干土层，在大规模的退耕还林运动中，水土保持近期已初见到一些成效，但是在降水量仅为 500 毫米左右的半干旱地区，大范围的植树造林，其生态稳定性如何？土壤干层是否会继续发展？是一个必须要深入研究的大问题，此外，旱作农业的作物用水有效性及生物节水与作物需水、耗水和水分利用效率的过程、机理及应用研究也是需要关注和深入研究的问题。多年来，一些站通过长期观测、试验和研究，产出一些颇具新意并值得引起关注的科学成果。这些成果有的尚未引起足够重视，有的还尚欠成熟，需要进一步深入研究并加工凝练、论证或发表。

### **科学问题 23. 北方退化草地格局与机制研究**

草地退化是我国生态与环境面临的重大问题之一。不同程度退化草地已占我国草地总面积的 90% 以上。开展我国北方退化草地格局与机制的研究，对于我国退化草地的治理，草地畜牧业的可持续发展、北方生态与环境的维护，具有重要意义。这一研究，下述两方面的内容，值得重视和关注。我国不同类型、不同程度退化草地类型、分布、格局的特点与规律，使治理我国草地退化的基本资料。可选择面积较

大的、具有代表性的区域，利用遥感与地面观测的方法，对该区域对不同退化程度的草地类型、面积、分步进行典型研究，并进而估算全国的状况，也可在特定项目支持下，对全国退化草地的状况进行直接估算。不同类型、不同程度退化草地机制，即本质的揭示，则是治理退化草地的理论基础。可选择有代表性的不同程度的退化草地，组织土壤物理学、土壤化学、土壤矿物学、植物学、土壤微生物学、土壤动物学等不同领域的科学家，用现代的技术与方法，研究不同程度退化草地的特点，揭示草地退化的本质特征。这一研究结果，有可能为我国退化草地治理的决策与综合技术措施的制定，提供宏观与微观的理论支撑。

#### **科学问题 24. 北方沙漠带生态特征与治理对策**

我国北方沙漠带东起科尔沁沙地，向西经浑善达克沙漠、乌兰布和沙漠、巴丹吉林沙漠、甘肃北部沙漠，直至新疆境内的阿克苏，形成东西绵延 3 千余公里，沙漠断续分布的沙漠带。这一沙漠带的热量条件大致相似，但湿度条件差异极大，自东至西穿过 4 个湿度区：半干旱-干旱-极干旱-极端干旱，因此，虽然都称之为沙漠，其生态学特征及治理对策选择，东西之间必定有着显著区别，研究、查明这些差别，方能对我国北方沙漠带在整体上有一个全面的认识，也有助于选择对应的有效治理对策。建议沿北纬 42-45 度纬线，约按降雨量每相差 50mm 设立 1 个流动沙丘样地，整个沙漠带约需 7-8 个样地；以这些样地为试验、观测基地，目前开展相关项目的实验和观测；通过对比实验、观测结果，寻求沙漠带某些生态学特征的地理分异规律和可供选择的治理对策。重点开展围封条件下植被重建能力的实验、观测，人工辅助条件下（如设置草方格）植被重建能力的实验、观测，有机

分解速率试验（分地面和地下两类试验），天然固定沙丘植被的地上、地下生物量调查、测定，沙地水分循环特征观测等工作。

### **科学问题 25. 常绿阔叶林生态过程与区域的生态安全**

中国常绿阔叶林分布范围很广，南北跨越 10 个纬度，东西延伸达 24 个经度，从东段海拔 200m 以下的平原丘陵，经过中段 1000~2000m 的山地，直到 3000m 以上的高原，横贯我国地貌的三级阶梯。常绿阔叶林是我国独特的植被类型，分布地区气候温暖湿润，自然资源丰富，适于人类生存发展，因而也是人口最密集、经济最发达的地区。长期的人类活动，促进了社会经济发展，同时也造成生态环境的退化，结果是水土流失加剧、自然灾害频发、生态环境质量下降，其所造成的生态破坏业已影响经济的可持续发展，威胁到群众的身体健康和生命财产安全。因此，在亚热带地区利用从东到西已经建立的野外站开展常绿阔叶林生态服务功能的研究，抑制退化，加快恢复，对于维护区域生态安全和实现地区可持续发展具有重要意义。重点研究中国东西常绿阔叶林的生态过程（物质生产、物质循环、水文学）及其影响因素，中国常绿阔叶林空间分布格局及其与区域地质、地理、气候的关系，中国东西常绿阔叶林生态系统生态服务功能的比较分析，中国东西常绿阔叶林生态系统动态特征与植被恢复，中国东西常绿阔叶林群落多样性和物种多样性的比较及其维持机制，历史时期中国东西部人类活动与常绿阔叶林变化的相互作用等科学问题。

### **致谢**

本报告的观点与认识，得益于中国生态系统研究网络的评估。孙鸿烈院士、李文华院士、张新时院士、蒋有绪院士、刘更另院士、尹

伟伦院士、沈善敏研究员、王庚辰研究员、宋永昌教授、刘巽浩教授、谢贤群研究等专家和傅伯杰局长、陈泮勤副局长、冯仁国副局长、黄铁青处长领导，不辞辛苦，到 CERN 的 36 个生态站和 6 个中心进行现场考察与评估，与生态站和中心的研究人员一起，讨论台站建设和科学发展等问题，对本报告的形成具有重要作用。部分评估专家还提交了评估报告，成为本报告的写作的重要参考与依据。于贵瑞研究员、牛栋同志等直接参与评估报告的起草工作，冯仁国副局长审阅评估报告。一并致谢！

报告整理：于贵瑞、牛栋

责任编辑：于秀波

审 阅：冯仁国

# 生态系统研究与管理简报

立足科学 服务决策 促进人与自然和谐发展

---

(2006年目录)

- 9月10日 第1期 国家生态环境科学观测试点站发展的回顾与展望  
国家生态环境科学观测研究站专家组
- 10月18日 第2期 生态系统观测与研究应关注的25个科学问题  
中国生态系统系统研究网络领导小组办公室

---

关注中国生态系统监测、研究、评估、管理与政策进展

---

主办单位:

国家生态系统观测研究网络综合研究中心  
中科院生态系统研究网络综合研究中心  
中科院生态网络观测与模拟重点实验室

编辑部:

于贵瑞、欧阳竹、于秀波(常务)

通信地址: 北京市朝阳区大屯路甲11号  
中科院地理科学与资源研究所  
CERN综合研究中心

邮政编码: 100101

传 真: 010-6486 8962

电子邮件: [yuxb@igsnr.ac.cn](mailto:yuxb@igsnr.ac.cn)

网 页: <http://www.cern.ac.cn>