

《中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测规范》丛书



**SOIL**

# 陆地生态系统土壤 观测规范

Protocols for Standard Soil  
Observation and Measurement  
in Terrestrial Ecosystems

中国生态系统研究网络科学委员会

中国环境科学出版社

《中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测规范》丛书



**SOIL**

# 陆地生态系统土壤 观测规范

中国生态系统研究网络科学委员会

中国环境科学出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

陆地生态系统土壤观测规范/中国生态系统研究网络科学委员会. —北京: 中国环境科学出版社, 2007.6

中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测规范丛书

ISBN 978-7-80209-368-3

I. 陆… II. 中… III. 土壤-生态系统-观测-规范  
IV. S154.1-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 073085 号

责任编辑 李力 张维平 马琦杰  
责任校对 扣志红  
封面设计 龙文视觉

---

出版发行 中国环境科学出版社  
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.cn>  
联系电话: 010-67112765 (总编室)  
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京中科印刷有限公司  
经 销 各地新华书店  
版 次 2007 年 6 月第一版  
印 次 2007 年 6 月第一次印刷  
开 本 787×960 1/16  
印 张 23  
字 数 434 千字  
定 价 240.00 元 (全套五册)

---

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】  
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

## 序 一

近几十年来，人口、资源、环境和经济社会的协调发展成为全球关注的热点问题。伴随全球化进程，人类活动对地球生态系统的影响在时间和空间尺度上均急剧扩展。人们在认识生态系统变化特征和过程时必须依靠大尺度—长期的联网试验、观测与过程研究，以求在不同时间和空间尺度上揭示陆地和水域生态系统的演变规律、全球变化对生态系统的影响与反馈，并在此基础上制定科学的生态系统管理策略与措施。为此，20世纪80年代以来，世界上开始建立国家和全球尺度的生态系统研究和观测网络，以加强区域和全球生态系统变化的观测和综合研究。

为了全面、深入认识我国生态系统的动态变化规律，研究生态系统建设与保护的重大科学问题，中国科学院于1988年开始筹建中国生态系统研究网络（Chinese Ecological Research Network, CERN）。以代来我国重要生态系统类型的野外试验站为基地，开展生态系统长期试验观测和联网综合研究，建立生态系统优化管理的示范模式，为国家生态环境建设决策提供科学咨询。为了实现这一目标，其基础工作是要长期获取规范的、可比较的观测数据。因此，必须制定统一的观测指标体系和观测规范。1996年CERN制定了《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》，为CERN的建设和研究提供了科学指导。2002年起又进一步修订了新的观测指标体系和观测规范。

《中国生态系统研究网络（CERN）长期观测规范》丛书（以下简

称《丛书》)是在《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》的基础上修订完成的,包括陆地生态系统和水域生态系统的观测指标及其规范。陆地生态系统主要包括农田、森林、草地、荒漠、沼泽等生态系统类型,以水、土、气、生等关键要素的观测规范为主要内容,包括:长期观测的意义和目标;不同生态系统的观测指标体系;观测场地的定义和设置方法;样品采集、处理和保存方法;野外观测方法和室内分析方法;数据管理和质量控制。水域生态系统观测规范包括:观测的基本原则和采样方法;水域自然地理与周边社会经济调查;湖泊和海湾生态系统基本要素的监测方法;数据管理和质量控制。

《丛书》所收编各项规范的修订以保证长期观测的连续性和观测数据的可靠性、可比性为目标,以 ISO 和国家、部门标准,以及相关学科通用的常规方法为主要依据,同时考虑了目前生态系统研究中关注的科学问题。本次修订加强了长期观测样地的设置方法和规范、野外采样方法和规范以及观测数据管理、质量控制方法和规范等方面的内容。《丛书》的编写和出版是 CERN 联网观测经验的总结和集体研究的成果,相信它不仅是 CERN 长期观测的指导性文件,同时将为我国生态与环境领域长期观测和联网研究提供重要的参考依据。

中国科学院院士

孙鸿烈

2007年2月

## 序 二

中国生态系统研究网络 (CERN) 从 1988 年开始到现在已经进行了 20 年的建设和发展, 经过几代人的努力, 应该说已经建设成为能够承担国家生态系统监测、科研和示范任务的一个重要网络。CERN 的定位是: 在不同生态类型、不同区域生态系统基础上开展结构、功能的比较研究, 开展生态系统的优化管理研究, 发展生态系统管理学。CERN 的建设从一开始就非常注重顶层设计, 强调在野外站开展长期观测和联网研究的重要性, 希望通过联网对生态系统的结构、功能开展比较研究, 形成一批新的学术思想和概念, 同时达到优化生态系统管理, 提高生态系统功能, 服务国家和地方经济建设的目的。

我们国家人口众多, 资源相对匮乏。到目前为止, 尽管某些局部的环境得到改善, 但整体上还在恶化, 加强生态环境建设是我国社会和经济发展的任务之一。要解决国家在生态环境建设方面的问题, 必须在长期持续研究的基础上, 深刻揭示问题的本质, 提出明确的科学指导思想, 提供有力的科学和技术支撑。同时, 中国的生态系统具有非常强的区域特色, 围绕国家战略需求开展生态过程、结构、功能和生态系统优化管理的联网研究, 也完全可以做出世界水平的工作, 取得大量原始性的创新成果。

CERN 要成为具有特色的生态系统研究网络, 最重要的是坚持以站为基本单元, 监测、研究、示范并重; 以网为纲, 加强相互的比较研究、综合与集成。长期数据采集和数据共享是实现比较研究以及综合与集成

的最重要环节，但是没有一个是标准化的监测体系，是无法进行长期的监测和研究的，也无从进行动态变化的比较，更不可能在不同区域开展比较研究。CERN 从 1991 年开始就着手研究制定第一、二、三套监测指标体系。这是 CERN 早期最重要的工作，凝聚了一批一线科学家的心血，也凝聚了一批原来设计 CERN 的高层次科学家的思想。监测指标的建立为 CERN 的科学观测、数据积累和研究发挥了重要的作用。随着科学技术的发展和生态建设需要的变化，长时间序列的数据积累不能完全按照一种模式进行长期观测。为此，在原来研究制定的监测指标和观测规范的基础上，组织了相关科学家对一些监测指标体系、规范进行了必要的修订，目的是保证监测数据的长期性、稳定性和服务于国家和科学研究不断发展的需要。修订后的规范注意到了修订前后观测数据的连续性，充分考虑了哪些数据是最根本的，哪些数据是必须连续长期观测的，同时也考虑了现代化的自动观测方法、手段和人工观测手段相结合。在本次修订中特别研究和制定了农田、森林、草地、荒漠、水域等不同生态系统 50 年以上长期监测样地的标准和采样规范。这是一个很大的进步，是保证长期稳定监测的基础。

修订后的规范是我国长期生态研究的重要成果，不仅适用于 CERN 野外试验站的长期监测和研究，相信对于国家生态系统研究网络的建设也会发挥重要作用，对其他研究部门和单位的生态试验站建设，以及从事生态学试验研究和教育的学者、学生也是一部较好的参考书。

国家自然科学基金委员会主任

中国科学院院士

陈宜瑜

2007 年 2 月

## 前 言

土壤是在 5 个因素（气候、母质、生物、地形、时间）相互作用下形成的能生长植物的疏松陆地表层，覆盖着大陆以及海、湖浅水区的陆地，土壤具有肥力、环境和健康 3 个方面的功能，土壤圈与其他圈层之间不断地进行着物质和能量的交换。在人类的时间尺度上，土壤资源是一种具有脆弱性的非再生资源，在粮食增产和环境的可持续发展中起到重要的作用。因此随着人口—资源—环境之间矛盾的日趋尖锐，土壤演变及其调控问题日益受到世界范围的关注。

人类活动影响了全球性和区域性的生态和环境的变化过程，而生态系统中土壤与其他组成部分之间的相互作用及其演变过程存在时间和空间效应。在大空间尺度上，对土壤生态和环境过程及其影响因素的研究可以借助于国家、区域和全球尺度的监测和研究网络。而在长时间尺度上的研究土壤生态过程的长期演变趋势及其对人为干扰和环境变化的反馈效应，就需要依靠长期的定位观测和试验。

为了保证区域尺度土壤长期联网观测和研究的可靠性和可比性，需要采用规范化的样地设置、样品采集、观测、分析和数据处理方法，保证数据质量。国际上国家尺度的生态学观测和研究网络，如美国长期生态学研究网络（LTER）、英国环境变化观测网络（ECN）已经建立了相关生态系统土壤要素的观测标准。2004 年欧阳华等主编《野外试验站（台）观测方法丛书》，主要针对我国主要类型生态系统建立了不同生态组分的观测方法。

由于生态系统不同要素的观测涉及不同的学科，需要考虑不同学科之间的特点，制定标准的观测方法。目前国内缺乏针对土壤进行长期生态研究和观测的规范，本书通过分析国内外学土壤长期观测和研究的进展，针对我国主要的生态系统类型（农田、森林、草地、荒漠、沼泽），根据土壤长期（百年尺度）观测的要求建立土壤观测规范，为我国土壤长期联网观测的规范化及可靠性打下基础；同时为联网对比观测研究，发现土壤资源的时空演变规律，为土壤资源的可持续利用提供科学依据。

《陆地生态系统土壤观测规范》主要内容包括观测场地的设置、样品采集、样品处理和保存、样品测定、数据管理和质量控制。规范编写以已有的 ISO 标



准与国家(GB)及部门标准为依据,参考《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》(孙鸿烈 刘光崧主编,标准出版社,1996)以及相关领域研究中的通用方法和同类观测网络的推荐方法。

本书是在中国科学院知识创新工程重要方向性项目“CERN 生态环境数据管理共性关键技术研究”(KZCX3-SW-420)的资助下完成的,本书在撰写过程中得到中国科学院地理与资源科学研究所、寒区旱区环境与工程研究所、北京植物研究所、华南植物园、东北地理与资源研究所的支持。

本书由孙波、施建平、杨林章主编,全书共分十五章。第一章和第二章由孙波、杨林章编写,第三章由鲁如坤、施建平、孙波编写,第四章由李志安、汪思龙、施建平编写,第五章由白永飞编写,第六章由赵哈林、段争虎编写,第七章由宋长春、白永飞编写,第八章由梁音、施建平编写,第九章由施建平编写,第十章由张连第、施建平编写,第十一章由张连第、鲁如坤、章钢娅、宋歌编写(黄钺审阅),第十二章由邓西海、郑春荣、施建平、章钢娅编写(郑春荣审阅)、第十三章由鲁如坤、杨金玲、安琼编写,第十四章和第十五章由施建平编写(刘光崧审阅)。本书由孙波、杨林章负责审稿和定稿,孙波、施建平负责编辑和统稿。由于该书编写时间和编者水平所限,错误和疏漏之处,恳请读者指正。

《陆地生态系统土壤观测规范》编写组

2005年10月

## 《中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测规范》丛书指导委员会

孙鸿烈 陈宜瑜 傅伯杰 陈泮勤 赵士洞 欧阳华 彭少麟

## 《中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测规范》丛书编委会

主 编 欧阳竹 孙 波 刘 健

编 委 (按姓氏笔画为序)

于贵瑞 牛 栋 刘广仁 吴冬秀 杨林章 施建平  
袁国富 黄铁青 蔡庆华

## 《陆地生态系统土壤观测规范》编委会

主 编 孙 波 施建平 杨林章

编写人员 (按姓氏笔画为序)

白永飞 邓西海 安 琼 宋长春 张连第 李志安  
汪思龙 宋 歌 杨金玲 郑春荣 段争虎 赵哈林  
梁 音 章钢娅 鲁如坤

# 目 录

## 第 1 篇 土壤长期观测概述

1 土壤长期观测的发展 .....	3
1.1 土壤长期观测目的和意义 .....	3
1.2 国际上土壤长期观测的发展 .....	5
1.2.1 长期定位土壤观测 .....	5
1.2.2 国家尺度土壤联网观测和土壤调查 .....	7
1.2.3 全球和区域尺度土壤调查 .....	10
1.2.4 全球和区域尺度土壤联网观测 .....	12
1.3 国内土壤长期监测与调查 .....	13
1.3.1 长期监测 .....	13
1.3.2 土壤调查 .....	15
2 土壤长期观测的设置 .....	22
2.1 土壤长期观测的目标 .....	22
2.2 土壤长期观测场地的布局 .....	22
2.2.1 典型生态系统分布区 .....	23
2.2.2 主观测场 .....	25
2.2.3 辅助观测场 .....	25
2.2.4 长期观测采样地 .....	26
2.2.5 典型生态系统分布区的定期普查 .....	26
2.3 土壤长期观测的指标体系概念模型 .....	26

## 第 2 篇 野外长期观测方法

3 农田生态系统土壤长期观测方法 .....	31
3.1 土壤长期观测的目标和任务 .....	31
3.2 土壤观测的长期采样地选择和设置 .....	32
3.2.1 长期采样地设置的基本原则 .....	32
3.2.2 主要长期采样地的设置 .....	34

3.2.3 辅助长期采样地的设置 .....	36
3.2.4 典型生态系统分布区调查点的设置 .....	37
3.2.5 长期采样地的管理 .....	37
3.3 农田生态系统土壤长期观测的指标和频度 .....	37
3.3.1 土壤速效养分 .....	37
3.3.2 表层土壤养分全量、交换性能和容重 .....	38
3.3.3 土壤剖面理化性质 .....	38
3.3.4 土壤污染 .....	39
3.3.5 表层土壤可溶性盐 .....	40
3.3.6 养分循环长期试验中土壤和作物养分状况 .....	40
3.3.7 排水采集器试验中养分迁移过程 .....	41
3.3.8 土壤侵蚀量和养分流失量 .....	42
3.4 采样点的布设 .....	42
3.4.1 采样的基本原则 .....	42
3.4.2 土壤样品采集类型 .....	44
3.4.3 土壤采样点的配置 .....	46
3.4.4 国内外土壤长期观测的采样点布设方法 .....	49
3.5 土壤采样的准备 .....	53
3.5.1 长期采样地的背景调查 .....	53
3.5.2 土壤采样设备的准备 .....	54
3.5.3 土壤采样工具介绍 .....	54
3.6 样品采集 .....	56
3.6.1 样品采集的三个阶段 .....	56
3.6.2 表层土壤样品的采集 .....	56
3.6.3 土壤剖面样品的采集 .....	57
3.7 特殊土壤样品采集 .....	59
3.7.1 微量元素和重金属分析土壤样品的采集 .....	59
3.7.2 水稻土样品的采集 .....	60
3.7.3 免(少)耕土壤样品的采集 .....	60
3.7.4 区域土壤调查采样 .....	61
3.7.5 土壤微生物样品的采集 .....	62
4 森林生态系统土壤长期观测方法 .....	64
4.1 森林生态系统土壤长期观测的目标和任务 .....	64

4.1.1 观测目标.....	64
4.1.2 观测内容.....	65
4.2 长期采样地的选择和设置.....	65
4.2.1 长期采样地设置的基本原则.....	65
4.2.2 森林土壤的空间异质性.....	65
4.2.3 观测类型的确定.....	67
4.2.4 观测样地的重复.....	67
4.2.5 长期采样地的设置.....	68
4.2.6 长期采样地的定位和管理.....	71
4.3 森林生态系统土壤长期观测的指标和频度.....	71
4.3.1 土壤速效养分.....	71
4.3.2 表层土壤养分全量、交换量和速效微量元素.....	72
4.3.3 土壤剖面理化性质.....	73
4.4 样方划分.....	74
4.4.1 随机划分.....	74
4.4.2 分区随机划分.....	75
4.4.3 系统网格法划分.....	76
4.4.4 土壤理化观测样方与土壤生物观测样方的协调.....	76
4.4.5 样方重复数.....	77
4.5 野外采样方法.....	77
4.5.1 采样点的确定.....	77
4.5.2 表层土壤样品的标准化表集.....	78
4.5.3 剖面样的采集.....	79
4.5.4 剖面样与表土样的协调.....	80
4.5.5 采样时间与频度.....	80
4.6 采样注意事项.....	81
5 草地生态系统长期观测方法.....	83
5.1 土壤长期观测的目标和任务.....	83
5.1.1 观测目标.....	83
5.1.2 观测任务.....	84
5.2 长期采样地的设置.....	84
5.2.1 长期采样地设置的基本原则.....	84
5.2.2 主观测场长期采样地的设置.....	85

5.2.3 辅助观测场长期采样地的设置 .....	85
5.2.4 生态系统分布区观测点的设置 .....	86
5.2.5 长期采样地的管理 .....	86
5.3 草地生态系统观测项目与频次 .....	86
5.3.1 土壤速效养分 .....	86
5.3.2 表层土壤养分全量、交换量和速效微量元素 .....	87
5.3.3 土壤剖面理化性质 .....	87
5.3.4 土壤可溶性盐 .....	88
5.4 土壤采样方法 .....	89
5.4.1 土壤采样的基本原则 .....	89
5.4.2 土壤样品的采集类型 .....	90
5.4.3 采样点的布设 .....	90
5.4.4 采样前长期采样地背景调查与资料收集 .....	92
5.4.5 土壤采样 .....	93
6 荒漠生态系统土壤长期观测方法 .....	94
6.1 荒漠生态系统土壤观测目标和任务 .....	94
6.1.1 观测目标 .....	94
6.1.2 观测任务 .....	95
6.2 长期采样地的选择和设置 .....	95
6.2.1 观测类型 .....	95
6.2.2 长期采样地设置的基本原则 .....	96
6.2.3 主观测场的设置 .....	96
6.2.4 辅助观测场的设置 .....	97
6.2.5 区域调查点的设置 .....	98
6.2.6 长期采样地的管理 .....	98
6.3 荒漠生态系统土壤观测项目与频次 .....	99
6.3.1 土壤速效养分 .....	99
6.3.2 表层土壤养分全量、交换量和速效微量元素 .....	99
6.3.3 土壤剖面理化性质 .....	100
6.3.4 土壤可溶性盐 .....	101
6.4 采样方法 .....	101
6.4.1 土壤要素采样的基本原则 .....	101
6.4.2 土壤样品的采集类型 .....	102

6.4.3 采样点的布设.....	102
6.5 样品采集.....	105
6.5.1 采样前长期采样地背景调查与资料收集.....	105
6.5.2 土壤采样.....	105
7 沼泽湿地生态系统土壤长期观测方法.....	107
7.1 沼泽湿地生态系统土壤观测目标和任务.....	107
7.1.1 沼泽湿地生态系统土壤的基本特征.....	107
7.1.2 观测目标.....	107
7.1.3 观测任务.....	108
7.2 长期采样地的选择和设置.....	108
7.2.1 长期采样地设置的基本原则.....	108
7.2.2 主观测场长期采样地的设置.....	109
7.2.3 辅助观测场长期采样地的设置.....	109
7.2.4 区域观测点的设置.....	110
7.2.5 长期采样地的管理.....	110
7.3 沼泽湿地生态系统观测项目与频次.....	110
7.3.1 土壤速效养分.....	110
7.3.2 表层土壤养分全量、交换量和速效微量元素.....	110
7.3.3 土壤剖面理化性质.....	111
7.3.4 溶解有机碳和氧化还原电位.....	112
7.4 采样方法.....	113
7.4.1 土壤采样的基本原则.....	113
7.4.2 土壤样品的采集类型.....	114
7.4.3 采样点的布设.....	114
7.5 采样准备.....	114
7.5.1 采样前长期采样地背景调查与资料收集.....	114
7.5.2 工具的准备.....	115
7.5.3 采样工具.....	115
7.6 样品采集.....	116
7.6.1 沼泽土壤采样的特殊性.....	116
7.6.2 样品采集.....	117

8 长期定位试验和观测方法 .....	118
8.1 养分平衡长期定位试验方法 .....	118
8.1.1 试验设计 .....	118
8.1.2 长期试验地的布设 .....	118
8.1.3 测定项目 .....	120
8.1.4 土壤、植株和灌溉水、雨水采样方法 .....	121
8.2 长期试验中的植物养分分析方法 .....	123
8.2.1 植物全氮测定 .....	123
8.2.2 植物全磷的测定 .....	123
8.2.3 植物全钾的测定 .....	124
8.3 水样养分分析方法 .....	124
8.3.1 水样总氮的测定 .....	124
8.3.2 水样硝酸盐氮的测定 .....	124
8.3.3 水样铵态氮的测定(靛酚蓝比色法) .....	124
8.3.4 水样亚硝酸盐氮的测定 .....	125
8.3.5 水样总磷的测定 .....	125
8.3.6 水样钾的测定 .....	125
8.4 侵蚀区坡地土壤流失和氮磷迁移长期定位观测 .....	125
8.4.1 径流场的布设 .....	125
8.4.2 观测项目 .....	129
8.4.3 水样和泥沙中养分含量的分析 .....	130

### 第3篇 土壤样品分析方法

9 土壤样品的制备和保存 .....	135
9.1 土壤分析过程中土样的代表性 .....	135
9.2 土壤样品的常规处理 .....	135
9.2.1 土样干燥 .....	135
9.2.2 干燥对土壤成分的影响 .....	136
9.2.3 土样磨细与过筛 .....	137
9.3 特殊土样的处理 .....	138
9.3.1 新鲜土壤样品的处理 .....	138
9.3.2 用于土壤微生物生物量分析的样品处理 .....	139
9.4 土壤样品的长期保存 .....	140
9.4.1 土样长期保存的意义 .....	140



9.4.2 土壤样品保存的类型.....	140
9.4.3 土壤样品保存的数量.....	141
9.4.4 土壤样品保存的基本要求.....	141
9.4.5 土壤样品的长期保存方法.....	141
9.4.6 土壤样品保存的信息系统.....	143
10 土壤分析实验室和仪器设备.....	146
10.1 土壤常规理化分析实验室组成.....	146
10.2 土壤常规分析试验室的基本要求.....	147
10.3 试验器皿.....	148
10.3.1 玻璃器皿.....	148
10.3.2 石英器皿.....	148
10.3.3 瓷器皿.....	148
10.3.4 塑料器皿.....	148
10.3.5 金属器皿.....	149
10.3.6 器皿的洗涤.....	149
10.4 试验用水.....	150
10.4.1 试验用水要求.....	150
10.4.2 试验用水设备.....	151
10.5 化学试剂及保存.....	152
10.5.1 试剂的选用.....	152
10.5.2 试剂的保存.....	152
11 土壤化学性质及常量养分分析.....	154
11.1 土壤 pH 值和氧化还原电位的测定.....	154
11.1.1 测定意义.....	154
11.1.2 土壤 pH 值的测定.....	154
11.1.3 沼泽土壤氧化还原电位的测定.....	155
11.2 土壤交换性能分析.....	157
11.2.1 测定意义.....	157
11.2.2 阳离子交换量的测定.....	157
11.2.3 酸性土壤交换性钙和镁的测定.....	159
11.2.4 土壤交换性钾和钠的测定.....	159
11.2.5 碱化土壤交换性钠的测定.....	159