



ATMOSPHERE

生态系统大气环境 观测规范

Protocols for Standard Atmosphere
Environmental Observation and
Measurement in Terrestrial Ecosystems

中国生态系统研究网络科学委员会

ATMOSPHERE

生态系统大气环境 观测规范

中国生态系统研究网络科学委员会

图书在版编目 (CIP) 数据

生态系统大气环境观测规范/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. 生… II. 中… III. 大气环境-空气污染监测-规范
IV. X831-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 073086 号

责任编辑 李 力 张维平 马绮杰

责任校对 刘凤霞

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 11

字 数 185 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）。以代表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5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重视顶层设计，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重点任务之一。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可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 5 月

前 言

中国生态系统研究网络（以下简称 CERN）的科学目标是开展长期的、小区域和大尺度的生态环境要素观测和研究，从而认识中国、东亚区域和全球范围内人类活动对生态结构、生态过程和生态系统变迁的影响，并进一步认识全球气候变化对生态环境的影响及生态环境的改变对气候变化的反馈作用。CERN 自 1998 年开始实施联网观测就不断注意到有关长期观测方法和规范，出版了相关的观测规范系列丛书，制定了农田、草地、森林和海洋（水域）生态实验站观测方法和标准，指导 CERN 实验站的观测工作。在中国科学院知识创新工程推动下，2002 年以来 CERN 获得了飞速发展，野外实验站从原来的 29 个增加到 36 个，并且增加或更新了大量观测设备。CERN 组织专家重新修订观测指标、观测规范和分析方法，修订了《长期生态研究观测指标体系》，规定了各实验站基本的生态大气环境观测任务，同时制定了《生态系统大气环境观测规范》。CERN 强调仪器、设备和方法的标准化和规范化，强调观测数据的真实性和可靠性，要求数据格式统一，从而使观测数据具有可比性，以获得最大程度的共享。《生态系统大气环境观测规范》依据 CERN《长期生态研究观测指标体系》制定，总结 CERN 数年生态大气环境观测的经验，“规范”充分考虑了野外实验站的艰苦性和长期观测工作的可操作性，根据需求对观测仪器的管理和对人工气象要素的观测做了最简化的操作规范，最大限度地提供自动化的规范管理方法和手段。小气候观测站的选取条件以生态研究基本需要和操作方便可靠为初始条件，以利于野外站长期观测。

本规范遵从气象行业准则，采用的方法取自世界气象组织《气象仪器和观测方法指南》（WMO, No.8, 1992）、中国气象局《地面气象观测规范》（2004 年版）、环境空气质量标准分析方法等标准文献，结合 CERN 的实践对相关的观测方法进行了具体的观测规范制定，地面气象要素人工观测部分直接取自《地面气象观测规范》，并根据最新文献和实际需要操作方法对操作方法和观测要求进行了必要的修改和简化。

按照本规范设置的观测指标和观测分析方法，一般野外实验站都可以顺利完

成生态大气环境长期观测任务。

本规范共分 9 章，并有 9 个附录。

中国科学院创新项目“CERN 环境数据开发与共性关键技术”（编号 KZCX3-SW-420-1）给予资金支持。

本规范由 CERN 大气科学分中心组织专家进行编写，主要编写人员有：刘广仁、王跃思、王迎红、王庚辰、王炳忠、胡波、张宏、温天雪、刘立超、孙扬等。

编著者

2007 年 5 月

目 录

1 总 纲.....	1
1.1 规范适用范围.....	1
1.2 规范性引用文件.....	1
1.3 观测目标和任务.....	1
1.4 生态大气环境观测.....	5
1.5 气象观测的时制、日界和对时.....	7
1.6 观测员岗位要求.....	8
1.7 气象观测场.....	8
1.8 地面气象观测仪器技术要求.....	11
2 人工观测气象要素.....	14
2.1 气压.....	14
2.2 空气温度和湿度.....	15
2.3 通风干湿表.....	26
2.4 风.....	27
2.5 降水.....	30
2.6 雪.....	32
2.7 蒸发.....	33
2.8 日照.....	36
2.9 地温.....	38
2.10 冻土.....	41
2.11 天气现象观测.....	43
3 生态站辐射观测.....	47
3.1 概述.....	47
3.2 太阳辐射.....	47

3.3 地球辐射	49
3.4 全辐射	49
3.5 净辐射	49
3.6 太阳常数 S_0	50
3.7 气象辐射测量仪器	50
3.8 辐射测量单位	56
3.9 辐射观测	57
3.10 辐射仪器的安装、使用和维护	58
3.11 辐射仪器维护	63
3.12 辐射作用层状态的观测	64
3.13 特殊情况下的观测记录	64
4 自动气象观测	65
4.1 自动气象站	65
4.2 自动气象站工作原理	65
4.3 自动气象站系统	65
4.4 自动气象站主要功能	66
4.5 自动气象站数据采集器	66
4.6 系统电源	67
4.7 自动气象站软件	68
4.8 采样和算法	68
4.9 时制和日界	71
4.10 电缆的安装与连接	72
4.11 避雷装置	72
4.12 日常工作	72
4.13 维护	73
5 Milos 520 自动气象站	74
5.1 自动气象站观测系统	74
5.2 Milos 520 数据采集器配置	75
5.3 测量传感器	75
5.4 支撑系统	78
5.5 自动气象站安装	79
5.6 Milos 520 数据文件	83

5.7 自动气象站与外设电脑 (PC、笔记本) 的连接	85
5.8 Milos 520 数据采集器通道的设置	85
5.9 Milos 520 自动气象站软件	85
5.10 Milos 520 自动气象站特殊约定	86
5.11 自动气象站运行维护	86
5.12 自动气象站系统校准	87
5.13 传感器的校准	87
6 小气候观测	89
6.1 概述	89
6.2 小气候观测指标	90
6.3 小气候观测设计	90
6.4 小气候观测仪器	92
6.5 小气候主观测场	93
6.6 小气候辅助观测点	94
6.7 小气候观测塔	94
6.8 小气候观测仪器的架设和安装	96
6.9 小气候观测时制	96
6.10 小气候观测操作	97
6.11 小气候观测的辅助记录	98
6.12 CERN 定制小气候自动站	100
6.13 小气候系统的校准	100
7 大气化学成分观测	101
7.1 概述	101
7.2 干沉降	102
7.3 湿沉降	106
7.4 干、湿沉降数据的记录与上报	109
7.5 CO ₂ 观测	111
7.6 CH ₄ 观测	111
7.7 N ₂ O 观测	111
7.8 CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 的联机观测	111
7.9 CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 观测数据的处理与上报	120
7.10 数据记录要求	124

8 记录和数据报表	125
8.1 记录文件规定	125
8.2 气象数据月报表	125
8.3 大气化学成分观测报表	126
8.4 观测报表格式规定	126
8.5 生态气象、辐射数据的质量控制	130
8.6 自动站数据记录处理的相关规定	136
8.7 人工观测气象要素记录处理的相关规定	137
8.8 观测日志记录	137
8.9 数据信息表的填写	138
8.10 数据报送	138
8.11 生态气象工作站	139
9 观测质量管理体系	141
9.1 质量管理的目标	141
9.2 质量管理体系	141
9.3 生态实验站的职责	141
9.4 分中心的职责	142
9.5 质量控制的措施	142
附录 1 降水量等级表	144
附录 2 沙尘暴观测相关知识	145
附录 3 风力等级表	146
附录 4 环境空气质量标准	148
附录 5 环境空气质量分级（空气污染指数（API））	153
附录 6 标准大气、标准等压面和标准大气压力	154
附录 7 保护农作物的大气污染物最高允许浓度	156
附录 8 观测报表	159
附录 9 CERN 生态站地理信息	160

1 总 纲

1.1 规范适用范围

本规范规定了生态系统研究站按照《长期生态研究观测指标体系》进行生态大气环境长期观测的方法及各项规定。

本规范适用于中国生态系统研究网络（简称 CERN）各野外生态实验站。

各野外生态实验站的生态大气环境要素的观测，除执行本规范的规定外，还应符合现行国家和部委有关标准的规定。

1.2 规范性引用文件

《地面气象观测规范》中国气象局（2003，气象出版社）；

《气象仪器和观测方法指南》世界气象组织（WMO，No.8，1992，气象出版社）；

《中国环境保护标准汇编·大气质量分析方法》（2000，中国标准出版社）；

《全球大气监测观测指南》（WMO，2003，气象出版社）；

《气象和大气环境要素观测与分析》（2000，中国标准出版社）。

1.3 观测目标和任务

1.3.1 观测目标

CERN 的观测目标是按照《长期生态研究观测指标体系》，对生态系统的气象、辐射以及大气环境化学成分等要素进行长期规范的观测，实现观测数据的可靠性、可比性和数据格式的统一性，在 CERN 范围内实现对所有观测工作及观测结果的规范和量化管理，为提高生态环境科学的研究水平，为促进我国自然资

源的可持续利用以及为国家关于资源、环境方面的重大决策提供科学数据。

1.3.2 观测任务

根据《长期生态研究观测指标体系》对生态大气环境要素观测的要求，CERN 各生态站的观测任务包括：

- (1) 常规气象要素的人工观测；
- (2) 常规气象要素的自动化观测；
- (3) 辐射量的自动化观测；
- (4) 小气候自动观测；
- (5) 大气化学成分观测；
- (6) 观测数据的质量保证和质量控制。

1.3.3 观测指标设置方针

CERN 的生态大气环境观测的指标设计，既要满足生态系统研究的需要，又要具有良好的可操作性，符合当前世界相关专业观测技术和研究要求，野外实验站能够顺利长期观测，按照这个设计思想，CERN 制定了生态大气环境观测的指标。

生态大气环境观测指标由气象观测指标、辐射观测指标、小气候观测指标和大气化学观测指标四大部分组成。气象观测设计有常规气象人工观测和自动气象站观测，自动观测是生态研究观测的主要手段，对气象观测中的某些不能完全由自动观测替代的观测要素和目前自动观测长期可靠性和准确性较差的要素，采用人工观测。CERN 强调气象人工观测和观测日记的重要性并对此规范了观测的具体要求。大气化学观测设计符合当前较先进的分析方法和技术手段，这些方法和技术使用普遍，所涉及分析仪器种类较少，比较容易实现。

辐射观测中的某些要素 [直接辐射、散射和紫外 (UVB)] 观测以及小气候观测和大气化学观测根据野外实验站的条件按需要进行。

1.3.4 观测指标

- (1) 常规气象要素人工观测指标 (表 1-1)；
- (2) 常规气象要素自动观测指标 (表 1-2)；
- (3) 小气候自动观测指标 (表 1-3)；
- (4) 大气化学成分观测指标 (表 1-4)。

表 1-1 常规气象要素人工观测指标

指标	观测项目	频度和位置	备注
天气现象 天气状况	总云量	3 次/d (8, 14, 20 时)	目测 观测日记
	下垫面状况	3 次/d (8, 14, 20 时)	
	太阳面状况	3 次/d (8, 14, 20 时)	
气压	气压	3 次/d (8, 14, 20 时)	气压表
风	风向	3 次/d (8, 14, 20 时)	10 m 风杆, 电接风向 风速计
	风速	3 次/d (8, 14, 20 时)	
空气温度	定时温度	3 次/d (8, 14, 20 时)	百叶箱内测量 最高温度表 最低温度表
	最高温度	1 次/d (20 时)	
	最低温度	1 次/d (20 时)	
空气湿度	相对湿度	3 次/d (8, 14, 20 时)	百叶箱内测量 干湿球温度表 毛发湿度表 (结冰期)
降雨	总量	降雨时测, 2 次/d (8, 20 时)	雨量筒
雪	初雪	1 次/a	北方站测
	终雪	1 次/a	
	雪深	有降雪测, 1 次/d (8 时)	
霜	初霜	1 次/a	北方站测
	终霜	1 次/a	
蒸发	蒸发	1 次/d (20 时)	大型蒸发皿
地表温度	定时地表温度	3 次/d (8, 14, 20 时)	水银地温表 最高温度表 最低温度表
	最高地表温度	1 次/d (20 时)	
	最低地表温度	1 次/d (20 时)	
日照	日照时数	1 次/d (日落)	日照计
冻土	冻土	1 次/d (8 时)	冻土区测

表 1-2 常规气象要素自动观测指标

指标	测定项目	频度和位置
气压	气压	1 次/h 距地面小于 1 m
风	风向	1 次/2 min, 1 次/10 min 1 次/h, 10 m 风杆
	风速	
空气温度	定时温度	1 次/h 距地面 1.5 m
	最高温度	
	最低温度	
空气湿度	相对湿度	1 次/h 距地面 1.5 m
降雨 微弱雨	总量	1 次/h 记录连续时间 距地面 0.5 m 距地面 1.5 m
	强度 感雨计	
地表温度	定时地表温度	1 次/h 地表面 0 cm 处
	最高地表温度	
	最低地表温度	

指标	测定项目	频度和位置
地温	土壤温度	1次/h 地表面以下(5、10、15、20、40、60、100 cm处)
辐射	总辐射 反射辐射 净辐射 紫外辐射(UV) 光合有效辐射 * 直接辐射 * 散射辐射 * 紫外辐射(UVB)	1次/h 距地面1.5 m
土壤热通量	土壤热通量	1次/h 地表面以下3 cm处
日照	日日照时数	1次/min 距地面1.5 m

注: * 选择项, 条件具备时观测。

表 1-3 小气候自动观测指标

项目	频度和位置
温度	1次/min 植冠层上方0.5、1.0、2.0、4.0 m高度处
湿度	
风速	
* 风向	
* 总辐射	1次/min 小气候观测塔顶部
* 光合有效辐射	
* 紫外辐射(UV)	
反射辐射	
净辐射	
** 植株间光合有效辐射	1次/min 植株间近地面
土壤热通量	1次/min 地面以下3 cm处
地表温度	1次/min 地面0 cm处
土壤温度	1次/min 地面以下(5、10、15、20、40、60、100 cm处)
土壤水分	1次/min, 10~300 cm(任10 cm间距可调)
* 降雨	植冠层上方0.5 m
** 超声风速仪	植冠层上方适当高度
** CO ₂ /H ₂ O 测试仪	

注: (1) 小气候观测在作物生育期内进行, 测试频度1次/min。

(2) * 项表示如果小气候观测点与常规气象观测场设在同一地块, 可以不进行此项要素的重复观测。

(3) ** 选择项, 条件具备时执行。

(4) 若设立小气候辅助观测点, 其观测设置、方法与主观测点相同。