

《中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测规范》丛书



AQUATIC

水域生态系统 观测规范

Protocols for Standard Observation
and Measurement
in Aquatic 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



水域

AQUATIC

水域生态系统 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

水域生态系统观测规范 / 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. 水… II. 中… III. 水域-生态系统-观测-规范
IV. X820.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 073087 号

责任编辑 李 力 张维平 马琦杰
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 16
字 数 275 千字
定 价 240.00 (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

《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 (CERW) 长期观测规范》丛书编委会

主 编 欧阳竹 孙 波 刘 健

编 委 (以姓氏笔画为序)

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

水域生态系统观测规范编委会

主 编 蔡庆华

编写人员 (以姓氏拼音为序)

蔡庆华 曹 明 陈伟民 黄祥飞 刘广仁 卢继武
倪乐意 沈志良 施建平 孙 波 王庚辰 王肇鼎
叶 麟

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一个重要任务之一。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国家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

水是人类社会启蒙及发展的动力和源泉。进入 21 世纪以来，人们越来越意识到水的重要性：水不但制约着社会进步的步伐，更维系着人类自身的生存与发展。在我国的资源环境问题中，水问题尤其突出，水资源短缺已成为中国本世纪社会经济发展的主要瓶颈之一。

近 30 年来，中国与许多国家一样经历了快速的经济的发展，这种快速发展对人们赖以生存的环境造成了极大的影响，特别是水域环境。由于水域生态系统的脆弱性及复杂性，巨大而强烈的人类活动在全球变化的背景下，对全世界的湖泊、河流、水库、湿地、海湾等生态系统造成了严重的损害。以水体富营养化为标志的水域生态系统退化问题，成为制约人类社会经济可持续发展的关键因子。

中国政府历来高度重视对环境问题的研究和解决。中国的科学家与国际同行们一道，针对不同类型的水域生态系统（河流、湖泊、水库、湿地、海湾……）所面临的问题，从水体本身到水系，到汇水区域，到更大尺度的流域/区域等等角度，开展了生态格局分析、生态过程辨识、生态系统管理等诸多研究。

作为社会经济可持续发展的重要目标之一，维持健康的生态系统已成为生态学家的共识。以生态系统健康来描述一个环境的状况是科学发展和社会价值观进步的必然结果，维持和恢复健康的生态系统已成为近年来环境管理的重要目标。对水域生态系统而言，开展长期监测与联网研究，有助于人们对水域生态系统结构、功能的深入研究与分析，进一步探索其演变规律，从而实现应用生态学原理

与方法对水域生态系统进行科学管理，使之健康运转，并满足可持续发展需要的最终目标。

目前中国生态系统研究网络（CERN）水域生态系统长期观测台站包括 3 个海湾生态站和 2 个湖泊站。自从 CERN 于上世纪 90 年代初正式开展生态系统的野外长期定位观测以来，水域生态系统各台站在长期监测和研究方面积累了大量的经验和知识。在此基础上，我们完成了这本观测规范，用以总结 CERN 水域生态系统监测工作的成就，并作为目前正在兴起的长期生态学研究和国家相关野外台站建设的参考。

本规范的编写系由中国生态系统研究网络（CERN）科学委员会主持，CERN 水域生态系统分中心负责，大气分中心以及综合研究中心共同研究制定，工作中得到 CERN 土壤分中心、生物分中心和水分分中心的大力支持和协助。本书得到中国科学院知识创新工程重要方向项目“CERN 环境数据开发与共性关键技术项目（KZCX3-SW-420）”支持。

水域生态系统结构、功能极其复杂多样，涉及到生物与环境的诸多方面，监测方法也千差万别。本规范的编写尽量采用比较成熟的测定方法，同时考虑到学科的发展、知识的更新，对当前国内外常用的方法进行了比较与选择。同时本书也希望能够通过总结中国生态系统研究网络（CERN）多年的监测经验，探讨水域生态系统的长期监测和联网研究的规范化，为我国水域生态系统野外长期监测提供经验和指导；并通过进行数据质量监控及信息服务，开展水域生态系统结构、功能等方面的大中尺度的比较研究，建立健康水体评价体系及相应的评价方法，为实现水资源可持续利用提供科学依据。

本书分为 5 个部分，第一部分为总则，包括水域生态系统监测的目标与任务以及基本原则与采样方法；第二部分为水域自然地理与周边社会经济调查；第三、第四部分分别为湖泊和海湾生态系统基本要素的监测方法；第五部分为数据管理和质量控制。本书作为推荐性规程由 CERN 各水域生态台站遵照执行，各站还可根据本书编制适应各站更详细的技术标准或实施细则。

本书中监测方法的选定以保证先进性和可操作性为前提，以已有的国家标准

(GB) 和《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) 为首要依据; 参考国际标准 (ISO) 和国内外相关领域的研究中公认方法或同类研究网络的推荐方法。涉及到的湖泊和海湾生态调查方法, 主要采用黄祥飞、陈伟民、蔡启铭等编著的《湖泊生态调查观测与分析》和沈寿彭、卢继武、沈志良等编著的《海湾生态调查观测和分析》。按 CERN 科学委员会和领导小组办公室的总体安排, CERN 水域生态系统分中心于 2003 年数度邀请有关专家召开编写会议, 确定了本书的写作提纲和编写人员。本书主要编写人员有 (以姓氏拼音为序): 蔡庆华、曹明、陈伟民、黄祥飞、刘广仁、卢继武、倪乐意、沈志良、施建平、孙波、王庚辰、王肇鼎、叶麟等。另在成书过程中, CERN 科学委员会、综合中心、各专业分中心的专家, 以及相关野外台站许多专家都参与了交流, 并提出许多宝贵意见。

由于我国开展水域生态系统长期监测的时间还不够久远, 目前 CERN 水域生态系统监测台站仅包括湖泊、海湾部分, 相关研究还处于不断发展之中, 加之编者水平和编写时间的限制, 因而有不少问题尚需进一步的研究和探讨。由此产生的错误和疏漏之处恐难避免, 敬请读者不吝指正。

编著者

2007 年 5 月

目 录

第 1 篇 总 则

1 监测目标和任务	3
1.1 引言	3
1.2 监测目标	3
1.3 监测任务	4
1.4 监测的要求和注意事项	6
2 监测的原则与方法	7
2.1 一般原则	7
2.2 采样点的布设	7
2.3 采样时间与频率	8
2.4 采样层次	9
2.5 样品的采集与保存	9

第 2 篇 水域自然地理与周边社会经济调查

3 水域自然地理调查	13
3.1 水域形态特征	13
3.2 水文要素观测	16
3.3 交换率	21
3.4 生活污水、工业废水的流入量	21
3.5 地表径流	21
4 水域及周边社会经济调查	22
4.1 经济现状	22
4.2 渔业经济	23
4.3 土地利用	24
4.4 植被	25
4.5 人口	26

第3篇 湖泊生态监测方法

5 湖水物理要素监测	29
5.1 水样的采集与保存	29
5.2 水深	31
5.3 水温	32
5.4 电导率	32
5.5 透明度	34
5.6 水色	35
5.7 浊度	35
5.8 悬浮物	35
5.9 水下辐射	36
5.10 消光系数	37
6 湖水化学要素监测	38
6.1 水样的采集与保存	38
6.2 溶解氧	38
6.3 pH 值	38
6.4 总碱度	38
6.5 钾、钠	43
6.6 钙、镁	43
6.7 氯化物	44
6.8 硫酸盐	44
6.9 硅酸盐	45
6.10 磷酸盐	46
6.11 亚硝酸盐	48
6.12 硝酸盐	49
6.13 氨	51
6.14 总磷	53
6.15 总氮	55
6.16 化学需氧量	56
6.17 五日生化需氧量	57
6.18 总有机碳	57
7 底质要素分析	60
7.1 沉积物样品的采集与制备	60

7.2 pH 值	62
7.3 氧化还原电位	62
7.4 含水率	63
7.5 粒度	63
7.6 凯氏氮	66
7.7 总磷	70
7.8 有机质	73
8 生物要素监测	74
8.1 浮游植物的种类组成与现存量	74
8.2 大型水生植物的种类组成与现存量的测定	79
8.3 浮游动物的种类组成与现存量	82
8.4 底栖动物的种类组成与现存量	86
8.5 游泳动物	90
8.6 细菌总数	94
9 生物生产力测定	97
9.1 浮游植物初级生产力	97
9.2 叶绿素 a	101
9.3 主要水生生物种类 C、N、P、S 含量与热值	105

第 4 篇 海湾生态监测方法

10 海水物理要素监测	113
10.1 水样的采集与保存	113
10.2 水深	114
10.3 水温	117
10.4 盐度	121
10.5 透明度	123
10.6 水色	123
10.7 浊度	124
10.8 悬浮物	127
10.9 水下辐射	130
10.10 消光系数	130
11 海水化学要素监测	131
11.1 水样的采集与保存	131
11.2 溶解氧	134

11.3	pH 值	134
11.4	总碱度	134
11.5	硅酸盐	137
11.6	磷酸盐	139
11.7	亚硝酸盐	141
11.8	硝酸盐	143
11.9	铵氮	146
11.10	总磷	149
11.11	总氮	149
11.12	化学需氧量	150
11.13	五日生化需氧量	153
11.14	总有机碳	156
12	底质要素分析	157
12.1	沉积物样品的采集与制备	157
12.2	pH 值	160
12.3	氧化还原电位 (Eh 值)	162
12.4	含水率	164
12.5	粒度	165
12.6	凯氏氮	171
12.7	总磷	174
12.8	有机质	178
13	生物要素监测	181
13.1	浮游植物的种类组成与现存量	181
13.2	大型海洋植物的种类组成与现存量	186
13.3	浮游动物的种类组成与现存量	191
13.4	鱼卵和仔、稚鱼种类与数量的测定	194
13.5	底栖动物的种类与现存量的测定	196
13.6	游泳动物的种类与数量的测定	203
13.7	细菌总数的测定	209
13.8	大肠菌群的最可能数 (MPN) 测定法	212
14	生物生产力测定	215
14.1	浮游植物初级生产力测定	215
14.2	叶绿素 a	215
14.3	主要水生生物种类 C、N、P、S 含量与热值	221

第 5 篇 监测数据的质量保证及控制

15 质量保证体系.....	225
15.1 质量保证和质量控制的目标.....	225
15.2 质量控制工作的组织和管理.....	226
16 质量控制方法.....	228
16.1 数据的代表性.....	228
16.2 样品的代表性.....	229
16.3 统一的工作方法.....	230
16.4 实验室常规分析质量控制程序.....	230
16.5 实验室分析能力的对比和检验.....	232
16.6 数据质量控制.....	233
16.7 分析结果的表示和上报.....	236



第1篇

总则