

中国生态系统研究网络观测与分析标准方法

湖泊生态调查 观测与分析

中国标准出版社



Standard Methods for Observation and Analysis
in Chinese Ecosystem Research Network

SURVEY, OBSERVATION AND ANALYSIS OF LAKE ECOLOGY

Standards Press of China



ISBN 7-5066-2139-8



9 787506 621397 >



责任编辑: 张 宁

封面设计: 张晓平

ISBN 7-5066-2139-8/X-040

定价: 56.00 元

湖泊生态调查观测与分析

Survey, Observation and Analysis of Lake Ecology

主 编 黄祥飞

副主编 陈伟民 蔡启铭

中国标准出版社

1999. 9

内 容 简 介

本书系《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》的湖泊分册,由十余名经验丰富的专家根据国家标准方法的要求编写而成,并经同行知名专家的审阅。书中编选的方法成熟可靠,可操作性强,能与国际接轨,有较大的应用价值。

全书分为九篇 49 章,主要包括:湖泊环境调查;气象与辐射观测;水的理化性质测定;沉积物(底质)分析;主要水生生物现存量的测定;生物生产力的测定;浮游物成分分析及沉降速率的测定;有毒藻类毒素的测定和湖泊营养状态测试。

本书可供水环境科学、水产科技工作者及有关大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

湖泊生态系统调查观测与分析=SURVEY, OBSERVATION
AND ANALYSIS OF LAKE ECOLOGY/黄祥飞主编. —北京:
中国标准出版社, 2000

(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)

ISBN 7-5066-2139-8

I. 湖… II. 黄… III. 湖泊-生态系统-研究
N. P343.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 13982 号

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 字数 496 千字

2000 年 7 月第一版 2000 年 7 月第一次印刷

*

印数 1—1 500 定价 56.00 元

《湖泊生态调查观测与分析》

编 审 人 员

主 编 黄祥飞

副 主 编 陈伟民 蔡启铭

主 审 章宗涉

编写人员 (以姓氏笔画为序)

王 建	王立军	王庚辰	刘元波	刘学君
阮景荣	何家菀	何振荣	陈伟民	陈德辉
林婉莲	倪乐意	高锡芸	黄祥飞	曹 明
谢 平	蔡启铭			

评审专家委员会成员

主 任 章宗涉

委 员 (以姓氏笔画为序)

于 丹	卢继武	刘光崧	沈志良	沈寿彭
陈洪达	金伯欣	金启增	章宗涉	惠嘉玉
谢贤群	熊邦喜			

序

由于日益严重的全球资源和环境问题所造成的压力,自本世纪 80 年代以来,开展大地域尺度生态系统的长期监测及其结构、功能与提高生产力的联网研究受到了世界各国的关注,并成为当前国际研究的前沿领域。然而,开展联网研究面临的突出问题之一,是数据以及观测和分析方法的规范化和标准化。

在信息社会迅速发展的今天,强调开展科学数据规范化、标准化的意义是显而易见的,尤其是各种信息系统、数据库的普遍建立,对科学数据提出了更多、更新的要求。近年来,我国的标准化工作取得了很大进展,明确提出了我国的标准化工作要与国际标准接轨。但是在自然科学的许多领域,由于专业性强,学科内容广泛,标准化工作尚存在不少问题,必须组织有关的学者、专家反复讨论、论证,才能取得共识。另外,也有一些科技人员对现代的数据管理还不熟悉,特别是一些常规的观测与分析工作还缺少完整的、统一的标准方法。所有这些都给数据信息的综合研究、应用和国内、外交流带来了很大的困难。

为了深入地解决我国在资源、环境方面存在的问题,以适应社会经济持续发展和生态学进展的需要,自 1988 年开始,中国科学院着手筹建中国生态系统研究网络(英文名称为 Chinese Ecosystem Research Network,缩写为 CERN)。在开展生态系统网络研究中,CERN 特别强调数据以及试验、观测与分析方法的规范化和标准化,并强调网络信息系统的建立与数据共享。为此,1990 年以来,在中国科学院“八五”重大科研项目“中国主要类型生态系统结构功能和提高生产力途径研究”中设立了“试验、观测与分析数据规范化与标准化”专题,根据编制国家标准的要求,组织十余个学科的八十多位有经验的学者和专家系统地开展了试验、观测与分析方法标准的

编写和制定工作,这套《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》专集反映了该项研究的部分成果。全书包括六个分册,分别是:一、土壤理化分析与剖面描述;二、水环境要素观测与分析;三、气象与大气环境要素观测与分析;四、陆地生物群落调查观测与分析;五、湖泊生态调查观测与分析;六、海湾生态调查观测与分析。全书采用的标准和方法主要是选自相关学科通用的常规方法,目的是使获取的数据具有可靠性、可比性和国内、外的交流性。在全书编写过程中,在计量单位的选用以及计算公式的表述上,均力求符合国家标准《量和单位》的要求。因此,专集提供的方法可以广泛适用于生态、环境和资源领域的研究和开发。

本专集的编写和标准的制定工作曾得到国内许多院校和研究单位的专家教授的鼎力合作与帮助,对他们的支持表示真诚的感谢。

中国科学院院士
中国科学院生态系统研究网络科学委员会主任



1996.4.19

前 言

我国湖泊众多,遍布全国,面积大于 1km^2 的就有 2 300 余个,总面积达 $70\,988\text{km}^2$ 。湖泊淡水是人类赖以生存的重要水资源,同时湖泊在调节气候、灌溉、航运、水产、旅游等方面具有多种功能。可是,由于人们对湖泊生态系统的脆弱性估计不足,大量未经处理的工业废水、生活污水倾注入湖,以及不合理的渔业模式等,使系统受到严重的干扰,水体污染、富营养化日趋严重,因此人们期待通过对湖泊生态系统结构、功能的长期调查观测与分析,探索其演变规律,以期用生态学原理管理湖泊,使之健康运转,持续利用。为此,中国生态系统研究网络(CERN)水域生态系统分中心特地组织了相关学科的专家编写此书。本书依据湖泊生态系统结构、功能的基本理论,抓住主要环节,较全面和系统地介绍成熟的研究方法,并在编写过程中力求全面使用法定计量单位来规范全书量与单位的使用,从而为数据的可比性、可交流性和可溯源性提供了保证。全书内容包括:一、湖泊环境调查;二、气象与辐射观测;三、水的理化性质测定;四、沉积物(底质)分析;五、主要水生生物现存量的测定;六、生物生产力的测定;七、浮游物成分分析及沉降速率的测定;八、有毒藻类毒素的测定;九、湖泊营养状态测试等九部分。本书的编写工作始于 1992 年,来自中国科学院水生生物研究所、中国科学院南京地理与湖泊研究所、中国科学院海洋研究所、中国科学院南海海洋研究所、中国科学院地理研究所、中国科学院大气研究所的编写人员本着科学性、实用性和权威性于一体的原则,对入编的调查、观测与分析方法进行了仔细的比较和选择。来自全国各地的湖泊生态不同分支学科十多位专家、教授对该书进行了评审,提出了许多宝贵意见和建议,在此谨表示深切的谢意。

湖泊生态系统结构、功能极其复杂多样,既有生物又有非生物,涉及到诸多领域,因此测定方法千差万别。这就增加了我们比较、选择方法的范围和编写难度。本书的编写原则是尽量采用现有的比较成熟的测定方法,同时考虑到学科的发展,知识的创新,

优选一些当今国内外常用的方法,目的是让其在实践中检验,以便再版时得以修改、补充、完善。在“水的理化性质测定”一篇中,尽量选用现有的国家标准;若国家标准已不适于当前学科发展的需要而更新,则重新编写;如现有的国家标准方法仅需稍作修改,则在其之后作适当的补充。有关湖泊环境调查、水域生态系统生物结构与功能等测定方法几乎无国家标准可依,仅水生生物现存量的表示方法就有多种多样,浮游植物一般有单细胞和群体细胞组成,故其单位常用 $\text{cells} \cdot \text{mL}^{-1}$ 表示;浮游动物除原生动物为单细胞外,其他种类均属多细胞后生动物,故其单位常用 $\text{ind} \cdot \text{L}^{-1}$ (ind . 为个体 individual 的缩写);在实验室用平板法计算细菌菌落时,其单位一般为 $\text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 表示(cfu . 为菌落数的缩写)。在水的理化性质和主要水生生物现存量测定结果计算中,普遍给出了绝对偏差和相对偏差。

为便于读者查询,结合本书的应用编写了较详细的法定计量单位与废弃单位的换算表。

本书是为实现生态科学实验与观测数据的可靠性、可比性、溯源性和交流性所作的一次尝试,尤其是对所选方法的合理性和标准化程度,以及针对每一次观测和分析方法提供的允许偏差等方面都还需要更深入的研究、探讨。本书所阐述的内容难免有疏漏、谬误之虞,诚望广大读者不吝提出宝贵意见,以便使湖泊生态系统的调查、观测和分析方法臻于完善。

濮培民、毛锐、胡传林、黄根田等专家在本书的编写过程中,尤其在最后的定稿阶段应邀审阅和校阅了部分书稿。郑英先生描绘了本书的所有插图,特此致谢。

编 者

1999年7月

目 次

第一篇 湖泊环境调查

1 湖泊流域与湖泊形态特征调查	1
1.1 引言	1
1.2 流域面积和湖泊补给系数	1
1.3 湖泊水面面积	1
1.4 湖泊长度	1
1.5 湖泊宽度	1
1.6 湖泊岸线长度	1
1.7 湖泊岸线发育系数	1
1.8 湖泊形态系数	2
1.9 湖泊岛屿率	2
1.10 湖泊容积、深度、底坡形态特征	2
2 湖泊水文要素观测	3
2.1 引言	3
2.2 湖泊水位	3
2.3 湖泊水深	3
2.4 湖流	4
参考文献	5

第二篇 气象与辐射观测

3 气象观测	6
3.1 引言	6
3.2 云	6
3.3 气压	6
3.4 风	7
3.5 空气温度(气温)	8
3.6 空气湿度	10
3.7 降水量	10
3.8 积雪	12
3.9 霜期	13
3.10 蒸发量	13
3.11 水面蒸发	15
3.12 日照时数	15
4 辐射观测	16
4.1 引言	16
4.2 总辐射	16
4.3 散射辐射	17
4.4 反射辐射	18

4.5 直接辐射	19
4.6 净辐射	21
4.7 分光辐射	22
4.8 可见光辐射	23
4.9 紫外辐射	24
4.10 长波辐射	24
4.11 大气浑浊度	25
参考文献	26

第三篇 水的理化性质的测定

5 水样的采集和保存	27
5.1 引言	27
5.2 采样点的布设	27
5.3 水样的保存	27
6 水温的测定	29
6.1 引言	29
6.2 水温计法或颠倒温度计法	29
7 浊度的测定	29
7.1 引言	29
7.2 分光光度法或目视比浊法	29
8 水色的测定	29
8.1 引言	29
8.2 铂钴标准比色法或稀释倍数法	29
9 透明度的测定	29
9.1 引言	29
9.2 塞氏盘法	29
10 电导率的测定	30
10.1 引言	30
10.2 电导率测定法	30
11 水下辐射的测定	32
11.1 引言	32
11.2 辐射仪测定法	32
12 pH值的测定	32
12.1 引言	32
12.2 玻璃电极法	32
13 溶解氧的测定	33
13.1 引言	33
13.2 碘量法	33
13.3 电化学探头法	33
14 碱度(总碱度、重碳酸盐和碳酸盐)的测定	33
14.1 引言	33
14.2 酸碱指示剂滴定法	33
14.3 电位滴定法	36
15 钾、钠的测定	37
15.1 引言	37

15.2	火焰原子吸收分光光度法	38
15.3	火焰发射光度法	38
16	钙、镁的测定	39
16.1	引言	39
16.2	EDTA 滴定法	39
16.3	原子吸收法	40
17	氧化还原电位的测定	40
17.1	引言	40
17.2	氧化还原电位计测定法	40
18	氯化物的测定	40
18.1	引言	40
18.2	硝酸银滴定法(莫尔法)	40
18.3	离子色谱法	41
19	硫酸盐的测定	42
19.1	引言	42
19.2	重量法	42
19.3	铬酸钡光度法	42
19.4	EDTA 滴定法	43
19.5	离子色谱法	45
20	总磷的测定	45
20.1	引言	45
20.2	钼酸铵分光光度法	45
20.3	磷钼蓝自动比色法	45
21	磷酸盐的测定	47
21.1	引言	47
21.2	磷钼蓝比色法	47
21.3	磷钼蓝自动比色法	47
22	总氮的测定	48
22.1	引言	48
22.2	紫外分光光度法	48
22.3	过硫酸钾氧化自动比色法	48
23	硝酸盐氮的测定	49
23.1	引言	49
23.2	酚二磺酸分光光度法	49
23.3	离子色谱法	49
23.4	铜镉还原自动比色法	49
24	亚硝酸盐氮的测定	50
24.1	引言	50
24.2	分光光度法	50
24.3	重氮-偶氮自动比色法	50
25	氨态氮的测定	51
25.1	引言	51
25.2	纳氏试剂分光光度法	51
25.3	水杨酸-次氯酸盐光度法	53
25.4	自动比色法	54

26 凯氏氮的测定	55
26.1 引言	55
26.2 凯氏定氮法	55
27 二氧化硅(可溶性)的测定	55
27.1 引言	55
27.2 硅钼黄分光光度法	56
27.3 硅钼蓝自动比色法	57
28 总有机碳的测定	58
28.1 引言	58
28.2 差减法	58
29 化学需氧量的测定	59
29.1 引言	59
29.2 高锰酸盐指数	60
30 五日生化需氧量的测定	62
30.1 引言	62
30.2 稀释接种法	62
参考文献	62

第四篇 沉积物(底质)分析

31 沉积物样品的采集与制备	63
31.1 样品的采集	63
31.2 样品的制备	64
32 沉积物含水量的测定	64
32.1 引言	64
32.2 烘干法	64
33 沉积物粒度的测定	65
33.1 引言	65
33.2 移液管法	65
34 沉积物中凯氏氮的测定	67
34.1 引言	67
34.2 重铬酸钾-硫酸消化法	67
35 沉积物中总磷的测定	69
35.1 引言	69
35.2 高氯酸-硫酸消化法	69
参考文献	71

第五篇 主要水生生物现存量的测定

36 浮游植物现存量的测定	72
36.1 引言	72
36.2 显微镜计数、测量法	72
36.3 叶绿素测定法	77
37 大型水生植物现存量的测定	80
37.1 引言	80
37.2 带网钵法	80
38 超微藻类现存量的测定及透射电镜观察	81

38.1 引言	81
38.2 表面荧光计数法	82
38.3 透射电镜观察	82
39 浮游动物现存量的测定	85
39.1 引言	85
39.2 显微镜计数、测量法	85
40 底栖动物现存量的测定	92
40.1 引言	92
40.2 采泥器法	92
41 鱼类调查	95
41.1 引言	95
41.2 鱼类样品的采集	95
41.3 鱼类生物学检测	96
42 细菌现存量的测定	103
42.1 引言	103
42.2 平板计数法	103
42.3 吡啶橙表面荧光直接计数法	104
参考文献	105

第六篇 生物生产力的测定

43 浮游植物初级生产量的测定	106
43.1 引言	106
43.2 黑白瓶测氧法	106
43.3 模拟法	108
43.4 放射性碳 ^{14}C 标记法	108
44 浮游动物次级生产量的测定	112
44.1 引言	112
44.2 累计增长法(increment-summation method)	112
44.3 线性法(linear method)	116
44.4 世代时间法(Generation time method)	117
参考文献	118

第七篇 浮游物成分分析及沉降速率的测定

45 浮游物及其有机碳、氮、磷的测定	119
45.1 引言	119
45.2 微量分析法	119
46 优势浮游生物碳、氮、磷含量的测定	120
46.1 引言	120
46.2 微量分析法	120
47 有机碎屑碳、氮、磷沉降速率的测定	122
47.1 引言	122
47.2 沉淀瓶悬挂法	122
参考文献	124

第八篇 有毒藻类毒素的测定

48 微囊藻毒素的监测	125
48.1 引言	125
48.2 小白鼠生物测定法	126
48.3 高效液相色谱法	126
48.4 酶联免疫吸附法	128
48.5 蛋白磷酸酶 1(PP1)抑制检测比色法	130
参考文献	131

第九篇 湖泊营养状态测试

49 生物测试	132
49.1 引言	132
49.2 藻类营养潜力测试	132
参考文献	136
附表 本书涉及的常用法定计量单位与废止计量单位	137

引用标准

GB 6920—86 水质 pH 值的测定 玻璃电极法	141
GB 7476—87 水质 钙的测定 EDTA 滴定法	146
GB 7477—87 水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法	150
GB 7480—87 水质 硝酸盐氮的测定 酚二磺酸分光光度法	154
GB 7488—87 水质 五日生化需氧量(BOD ₅)的测定 稀释与接种法	159
GB 7489—87 水质 溶解氧的测定 碘量法	164
GB 7493—87 水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法	170
GB/T 8538—1995 饮用天然矿泉水检验方法 附录 A 饮用天然矿泉水 参考指标检验方法(参考件)	175
GB 11891—89 水质 凯氏氮的测定	194
GB 11893—89 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法	198
GB 11894—89 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	202
GB 11896—89 水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法	206
GB 11899—89 水质 硫酸盐的测定 重量法	210
GB 11903—89 水质 色度的测定	214
GB 11904—89 水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法	217
GB 11905—89 水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法	220
GB 11913—89 水质 溶解氧的测定 电化学探头法	224
GB 11914—89 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	238
GB 13195—91 水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法	242
GB 13200—91 水质 浊度的测定	245