

# 云南①平方千米以上 天然湖泊的初步调查

孔德平 赵 磊◎编著



云南大学出版社  
YUNNAN UNIVERSITY PRESS

# 云南①平方千米以上 天然湖泊的初步调查

---

编 著：孔德平 赵 磊

其他编著人员：赵海光 范亦农 赵琳娜 白晓华  
董云仙 张淑霞 宋 迪 王俊松  
谭志卫 聂菊芬 陈毅良 舒树森  
秦 涛 张恒明 张军莉 王志芸  
张晓旭 余艳红 李跃青 陈 静  
戴 丽 李 杰 马 杏 张石文

---



云南大学出版社  
YUNNAN UNIVERSITY PRESS

· 昆 明 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

云南省1平方千米以上天然湖泊的初步调查 / 孔德平, 赵磊编著. -- 昆明 : 云南大学出版社, 2019  
ISBN 978-7-5482-3798-3

I. ①云… II. ①孔… ②赵… III. ①湖泊—调查报告—云南 IV. ①K928.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第223806号

策划编辑: 张丽华  
责任编辑: 张丽华  
封面设计: 任 微

# 云南①平方千米以上 天然湖泊的初步调查

孔德平 赵 磊◎编著

出版发行: 云南大学出版社  
印 装: 昆明理焯印务有限公司  
开 本: 787mm×1092mm 1/16  
彩色插页: 4  
印 张: 8  
字 数: 180千  
版 次: 2019年10月第1版  
印 次: 2019年10月第1次印刷  
书 号: ISBN 978-7-5482-3798-3  
定 价: 100.00元

地 址: 昆明市一二一大街182号(云南大学东陆校区英华园内)  
邮 编: 650091  
发行电话: 0871-65033244 65031071  
网 址: <http://www.ynup.com>  
E-mail: [market@ynup.com](mailto:market@ynup.com)

若发现本书有印装质量问题, 请与印厂联系调换, 联系电话: 0871-64167045。

# 前 言

湖泊作为陆地水圈的重要组成部分，参与自然界的水分循环！物质循环和能量循环，在区域气候！生物等条件作用下形成特有的生物地球化学特征，每一个湖泊都既具有区域特征，同时也具有鲜明的个体特征，是一个完整生命系统"从生态学的角度而言，湖泊由水体中的生物（包括生产者！消费者和分解者等各类生物）和以水为主体的环境（非生物）两大亚系统所组成，同时流域作为湖泊主要的物质和能量来源，与湖泊组成不可分割！相互有机联系和作用的共同体"因而，湖泊具有多种功能"从生态系统的角度而言，湖泊具有重要的保存特有物种！为各类物种提供生存空间的功能"从人为利用的角度而言，湖泊能调节河川径流！减轻洪涝灾害和改善湖区生态环境，具有灌溉农田！发电！提供生产生活用水的作用，同时兼有旅游观光之利"湖泊是宝贵的天然资源，是国土资源的重要组成部分"

我国幅员辽阔，湖泊众多"自!"世纪#"年代至\$"年代我国陆续开展了全国范围的湖泊资源调查"结果显示，我国共有面积大于%&' '的湖泊!(!"\$个，总面积(%""%)#&' '"按照地理区位，我国的湖泊可分为五大湖区，分别为青藏高原湖区！蒙新湖区！云贵高原湖区！东北平原与山地湖区！东部平原湖区"受区位地貌特征及其诱导的东亚季风和南亚季风气候影响，我国各个湖区的湖泊呈现出鲜明的区域特色"如青藏高原湖区以闭流咸水湖和盐湖为主；东部平原湖区的湖泊多为洪泛沉积湖泊，湖泊！河流关系密切，多为淡水湖，且受人为干扰严重"云南省的高原湖泊数量上约占云贵高原湖区的\*" +，面积上约占(" +，区域内的湖泊得到西南季风带来降水的补给，均为外流淡水湖（程海除外），均位于大的断裂带，是典型的断陷构造湖泊，在大河水系的分水岭地带，具有出流很小的半闭流特点；同时，云南省高原湖泊在不同层面呈现出较为丰富的多样性和独特性，主要表现为湖泊群中深水湖与浅水湖的差异！营养化进程间的差异！水质本底的差异！流域内物质输入过程的差异！生态系统结构的差异！气候条件的差异等，这些差异与各湖泊流域的社会文化和经济发展水平等方面的差异叠加，使得各湖泊及其流域在生态环境方面的个性特征得到不同程度的显现"

据历史文献记载，云南省%&' '以上的天然湖泊共计\*"余个"但受多种因素，特别是!"世纪\*"年代到，"年代的大规模围湖造田等影响，由于忽视对湖泊的有效保护和管理，

致使湖泊面积持续萎缩，湖泊资源被过度利用，湖泊功能大大削弱，湖泊不断消失" 在国家层面，!"%" 年开展了 \$中国湖泊水质! 水量与生物资源调查%科技基础工作专项调查，但由于该专项调查涉及面极广，难以针对每个湖泊进行详细调查" 为了摸清云南省 %&' ' 以上天然湖泊现状，为云南省湖泊资源的合理利用! 环境保护与生态修复提供基础数据支撑，在云南省九湖专项 \$云南省 %&' ' 以上天然湖泊调查%的支持下，云南省生态环境科学研究所的科研人员对云南省 %&' ' 以上天然湖泊的分布! 数量! 水质及水生态进行了全面调查" 专项调查工作得到了云南省生态环境厅! 昆明市! 红河州! 文山州! 玉溪市! 大理州! 丽江市! 迪庆州等相关州市环保局的大力支持，在此深表感谢"

编著者

!"%( 年 \$ 月



启航采样·拉市海



巡航·碧塔海



底栖动物分拣·碧塔海



抬船入湖·碧塔海



水下地形测量·纳帕海



撑桨前行·纳帕海



读取数据·大屯海



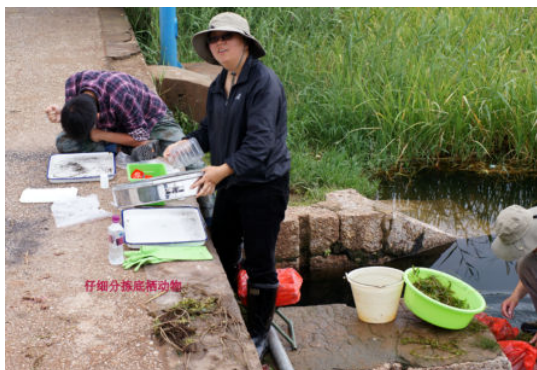
采样前准备·大屯海



安装采样船·大屯海



苦中作乐·大屯海



底栖动物分拣·鹤庆草海



准备采样·海西海



准备启航·云龙天池



沉水植物采样·云龙天池



鱼探仪安装·云龙天池



考察队员们·云龙天池



雨中作业·云龙天池



记录数据·属都湖



设备调试·长桥海



水中作业·长桥海



考察队员们



雨中作业·剑湖



采样开始了·三角海



浮游生物采样·茈碧湖

# 目 录

1 总 论 .....	(1)
1.1 调查目标与方法 .....	(1)
1.2 云南高原湖泊分布 .....	(8)
2 滇中湖群 .....	(11)
2.1 清水海 .....	(11)
2.2 月 湖 .....	(15)
2.3 海峰湿地 .....	(19)
3 滇西湖群 .....	(23)
3.1 茈碧湖 .....	(23)
3.2 西 湖 .....	(27)
3.3 海西海 .....	(32)
3.4 天 池 .....	(36)
3.5 剑 湖 .....	(39)
3.6 青海湖 .....	(43)
3.7 莲花池 .....	(47)
3.8 拉市海 .....	(49)
3.9 文 海 .....	(54)
3.10 纳帕海 .....	(56)
3.11 碧塔海 .....	(59)
3.12 属都湖 .....	(62)
4 滇南湖群 .....	(66)
4.1 长桥海 .....	(66)
4.2 大屯海 .....	(69)

4.3	三角海	(73)
4.4	普者黑	(77)
4.5	差黑海	(81)
4.6	摆龙湖	(84)
5	结 论	(87)
5.1	水质特征	(87)
5.2	浮游植物特征	(89)
5.3	浮游动物特征	(101)
5.4	大型水生植物特征	(103)
5.5	底栖动物特征	(104)
	附 录	(111)

# 总 论

## 1.1 调查目标与方法

### 1.1.1 调查目标

湖泊流域构成了一个完整的物质流、信息流和能量流系统，流域本身固有的地理生态属性与人类行为叠加构成了湖泊流域动态变化的复杂图景，构成湖泊的数据涵盖了社会经济、水质水量、水文气象、水生态等极为广泛的内容。但深入了解掌握湖泊的数据全景非一朝一夕之功，需要进行全面的调查。

鉴于此，为填补空白并满足基本的管理需求，本次调查的目标和内容集中于准确、真实地摸清云南省大于 1 km<sup>2</sup> 的湖泊数量、分布、水域面积、流域面积、基础社会经济、水质和水生态等基础数据，其中水生态以藻类、浮游动物、底栖动物、大型水生植物四个基本生态组分为主；基础社会经济数据来源于各小湖泊所在地 1990 年、1995 年、2000 年的国民经济与社会发展相关规划。调查结果拟为今后的湖泊管理提供统一、确切的数据口径。

### 1.1.2 湖泊空间分布、面积及流域边界

#### (1) 数据源

使用的数据主要是卫星遥感影像和地形图，同时参考了历史文献资料，其中卫星遥感影像主要用于湖泊边界的提取、湖泊存在及其数量的核对等，地形图主要用于流域边界的划定、卫星遥感影像的矫正等，其他资料主要用于湖泊存在与否的判断与核实。卫星遥感影像的选取满足以下原则：① 单景影像的平均云量小于 10%，湖泊上空无云覆盖；② 以空间分辨率 30 m 左右的卫星影像 (TM 影像) 为主，其他高分辨率的卫星影像为辅；③ 由于云南自 1993 年后连续 9 年干旱，因此影像以 1993 年为主，参考 1990 年、1995 年影像。

#### (2) 湖泊边界确定原则

① 有堤防控制（包括人工堤和自然堤）或已经明确堤线的湖泊，以堤防的内边界作为

湖泊边界" " 以丰水期的影像为基准确定湖泊边界线，各年影像水体面积大小不一致时，选面积较大者；若影像出现干涸，则选择有水年份划定边界；多数湖库边界以！""\$ 年为基准，若！""\$ 年影像水体较小，则选择水体较大年份划定" 若！""\$ 年影像没有水体，则选择其他有水年份划定，最早时间为 %(((" 年" # 重点湖泊的边界确定，采用已有的相关研究成果" \$ 湖泊边界内的所有面积均算做湖泊面积，包括水面面积！ 岛屿面积！ 围垦面积和滩地面积"

(.) 流域边界确定

采用地形图生成并根据相关水利资料进行边界调整，对于重点湖泊的流域边界确定，采用已有的相关研究成果"

%)%) . 湖泊样品采集与水质分析方法

%)%) .) % 采样点位

由于九大高原湖泊在基础数据！ 水质！ 水生态等方面已有良好的数据基础，本次调查的实地采样以其他 %&' ' 以上湖泊为主，九大高原湖泊以资料收集为主"

根据湖泊形状，在湖泊长轴线上布设三个采样点，采集表层水样，具体湖泊采样点坐标见表 % : %"

表 % : % 湖泊采样坐标

湖泊	点位编号	经度	纬度
清水海	%	%".)%"\$*#(	!*)#%!\$"#!
	!	%".)%"\$%"\$.	!*)#"!#!
	.	%".)%"",#\$	!*)*\$("(",
月湖	%	%".)999#%	!9)\$9%,*
	!	%".)99,...	!9)\$9!###,
	.	%".)9#"*,	!9)\$%. \$\$(\$
海峰湿地	%	%".)#!%,*	!*)9((!!!
	!	%".)#!,"\$. .	!*)*,*9%#%
	.	%".)#!(*	!*)#,#!,, \$
纳帕海	%	(()#.9. \$\$\$(\$	!,\$) \$\$\$,!!!!
	!	(()#9%"\$. . .	!,\$) \$,*\$. . .
	.	(()#9\$. ""*#	!,\$) \$*#. #%%%

续 表

湖泊	点位编号	经度	纬度
碧塔海	%	(() (. . \$\$\$\$ (	!) \$! *\$. . . .
	!	(() (\$#%#%#%#	!) \$! # (9999
	.	(() ((*	!) \$! %###, ,
属都湖	%	(() (9!% . \$\$ (	!) ( " , \$\$\$\$ (
	!	(() (*!	!) (" \$# (999
	.	(() (*999999	!) ( %9*\$. . .
拉市海	%	%"" )% . *###, ,	!#) \$\$. \$\$\$ (
	!	%"" )% . , 9%# ,	!#) \$, \$! *
	.	%"" )% . *# . \$ (	!#) \$, ! ""**#
文海;	%	%"" )% . . .	!#) (*""
茈碧湖	%	(() (. . ""**#	!#) % , (! *
	!	(() (9""*\$. . .	!#) %###%#%#%
	.	(() (* . #%%#%	!#) %99%###, ,
海西海	%	(() (*\$ (9999	!#) ! , "%%%%
	!	(() (#! \$""**#	!#) ! %\$\$\$\$ (
	.	(() (#\$ (9999	!#) ! \$ (# (999
西湖	%	%"" )" . #%(99	!#) "%(###, ,
	!	%"" )" 9. ! *	!#) "%\$. . . .
	.	%"" )" 9\$. ""**#	!#) "%.
剑湖	%	(() (!% . \$\$\$ (	!#) 9\$#. \$\$\$ (
	!	(() (. #####, ,	!#) 9\$*! , , , \$
	.	(() (. \$*! , , \$	!#) 9(, \$. . . .
青海湖	%	%"" )* (, ! , , \$	!*) 999*
	!	%"" )#" . %###, ,	!*) 99*\$""**#
	.	%"" )#" (9, !!	!*) 9. ("! , , \$
莲花池;	%	%"" )# . . .	!*) *""
天池	%	(() ! , % (##, ,	!*) ##*""**#
	!	(() ! , # \$#%#%	!*) \$#(\$\$\$\$ (
	.	(() ! \$!!!!!!	!*) \$, %*""**#

续 表

湖泊	点位编号	经度	纬度
大屯海	%	%".). "#!!!!	!) 9%9#. \$\$ (
	!	%".). "( (%#,	!) 9. ""\$. . .
	.	%".). .% (999	!) 99. ""**#
长桥海	%	%".). 9#!! , ,	!) 99. %, " , ,
	!	%".). #, %"\$	!) 9. . !# (#
	.	%".). . (! "%!	!) 9. "!" , "#
三角海	%	%".). "#, !!!	!) * (\$
	!	%".)! (, !!!!	!) * \$ (99999
	.	%".)! (( (, !!	!) * , 9
普者黑	%	%"9) "\$ "% (99	!9) %, *\$. . . .
	!	%"9) "\$ \$\$\$. . .	!9) %*#%###,
	.	%"9) %%. \$. . .	!9) %9%#. \$\$ (
差黑海;	%	%".) \$, , \$	!) # \$" (
摆龙湖	%	%".) (, , *	!9) %. % (9999
	!	%".) (\$*#. \$ (	!9) %. , ###,
	.	%".) ((9***#	!9) %9" #%%%

; 因湖泊大部分干涸，仅采集一个样品

### %) %). ! 水质指标分析方法

本次调查的水质指标为 &地表水环境质量标准! ( <=. \$. \$ : !""!) 中的 !9 项基本项目，水质检测采用 &地表水环境质量标准! ( <=. \$. \$ : !""!) 规定的标准方法"

此外，为了了解各个湖泊的富营养化状况，调查增加了透明度和叶绿素! 两项指标; 其中，透明度采用黑白盘法现场测定，叶绿素! 采用丙酮萃取分光光度法测定"

### %) %). . 藻类采集与分析方法

#### (%) 样点设置

定性样品采样点设置: 定性样品的采样原则是尽可能采到该湖的藻类标本，因此，采样点设置有典型样点和随机样点两类，典型样点与定量样品采样点和水质分析采样点同，随机样点依据入湖河流情况! 污染物入湖情况! 水草分布情况等小生境确定" 采集定性样品时，注重采集附着生活的类群，包括附着于水草! 木头! 石块上的种类"

定量样品采样点设置: 定量样品的采样原则是采集到该湖沿岸带和敞水带的典型样点, 为便于与水体中营养元素含量水平进行相关分析, 样点的设置与水化学分析样点的设置一致"

(!) 采样时间

与水质分析采样和其余生物类群采样时间同"

(.) 野外采样方法

定性样品用!\*号浮游生物网捞取, 附着生活的类群清洗于桶中, 样品经!\*号浮游生物网过滤, 将留存于生物网中的样品转移入样品瓶, 现场加鲁哥氏液进行固定, 如需长期保存, 添加甲醛溶液"

定量样品用有机玻璃采水器采集湖面下")\*'处表层水%/ , 装入事先准备好的样品瓶中, 现场加固定剂进行固定"

(9) 室内研究方法

带回实验室后的定性样品作藻类的鉴定用" 藻类依据 &中国淡水藻类"""" 系统! 分类及生态! ( 科学出版社, !""# 年) # \$中国淡水藻类! ( 上海科学技术出版社, %(\$ " 年) # &中国淡水藻类志' 第一至第十六卷 ( 科学出版社, %(\$\$ -!"%! 年) # \$藻类学! ( 上海科学出版社, %(\$ " 年) # \$硅藻彩色图集! ( 海洋出版社, %((# 年) 和 &西藏藻类! ( 科学出版社, %(! 年) 等进行鉴定"

带回实验室后的定量样品, 静置沉降!9>, 轻轻滗去上清液, 再沉降, 再滗去上清液, 如此重复, 直至浓缩至适宜浓度, 依据藻类含量多少定量至." - %""' / , 做好处理过程和定容体积记录, 作为定量样品的试样, 依据定量样品种类鉴定, 如群体种类较多, 需加入一道超声波处理程序, 先用细胞破碎仪破碎群体胶被, 待藻类群体破碎为单个细胞后, 再充分摇匀样品, 立即用")%' / 移液管枪取")%' / 试样转移入计数框中, 封盖后置于9""倍显微镜下进行种类的鉴定和计数, 计数结果最后换算成%/ 样品中的藻类细胞数量"

%) .) 9 大型水生植物采集与分析方法

根据大型水生植物形态特征和生态习性的不同, 可将其分为四种生活型 ( ?@B ACD' ): 挺水! 漂浮! 浮叶根生和沉水植物" 在本项目中, 根据云南省实际情况和湖泊生物多样性保护的需, 所调查的大型水生植物也仅仅涉及这四类水生植物, 不包括湿生! 沼生植物, 其中以沉水植物的调查为主, 并且水生植物生物量! 优势种的调查等也仅涉及沉水植物"

(%) 大型水生植物种类调查

根据湖泊形态! 水文情况! 植物的分布等设置断面" 断面最好是平行排列, 或以\$-%字形沿湖岸调查" 断面与断面的距离一般为\*" - %""' , 断面上的定点距离一般为%"" - !""' ( 可根据实际情况而定) %断面上定点数目最好为奇数, 断面中间应设一个点,

没有大型水生植物的地区可不必设点"

主要采集水深在 . ' 以内的种类, 用以带回实验室进行分类鉴定, 准确地定出新采得的大型水生植物的种! 属名称" 浮叶植物可连根拔起, 选择 % - . 片带叶柄的浮叶! 花! 果实; 漂浮植物可用带柄手网 ( % " 目) 采集, 沉水植物可用拖草器或徒手采集; 对植被分布和群落结构的观察同时进行; 将新采到的不同种类做成压制标本, 每号标本至少制成两份, 经鉴定后保存" 每采集一种植物, 必须立即做好采集记录, 贴上采集标签"

#### (!) 沉水植物的定量采集和生物量统计

沉水植物的生物量, 用水草定量夹 ( 完全开口时网的各边长 \* " ' E ' , 面积共计为 " ) ! \* ' ' ! " 尼龙网长 ( " ' E ' 左右, 网孔大小为 . ) . E ' F . ) . E ' ) 采集, 将采集的 " ) ! \* ' ' ! 样方内的全部植物连根拔起, 每点采两次, 将网内植物洗净, 装入已编号的样品袋内" 在室内取出袋内植物, 去除根! 枯枝! 败叶及其他杂质, 去除植物体表多余的水分, 分种类称重 ( 湿重) % 最后换算成每平方米面积内各种大型水生植物的重量 ( 湿重) %

#### (%) % . ) \* 浮游动物样品采集与分析方法

#### (%) 定性标本的采集

分别用 % . 号和 ! \* 号筛绢制成的浮游生物网捞取" % . 号网主要用来采集枝角类! 桡足类和大型轮虫, ! \* 号网主要用来采集轮虫和原生动物" 收集的标本加入甲醛溶液固定, 终浓度为 9 + , 带回实验室进行种类鉴定"

#### (!) 定量标本的采集

原生动物和轮虫的定量标本采集, 取 % / 水样加入鲁哥氏液固定, 终浓度为 % ) \* + , 然后倒入有刻度的沉淀器定容, 静置 ! 9 > 后, 用虹吸管吸取上层清液, 并把沉淀物倒入已标定容积 ( \* " ' / ) 的小塑料瓶中" 桡足类和枝角类的定量标本采取, 取 % " / 水样经 ! \* 号筛绢制成的浮游生物网滤缩后注入标本瓶中, 加甲醛溶液固定, 终浓度为 9 + , 带回实验室进行种类定量统计"

#### (.) 种类鉴定和计数

所有标本尽量鉴定到种, 不能完全确定的种类, 鉴定到属" 鉴定依据的主要文献为: 原生动物主要依据 & 原生动物学! # 轮虫主要依据 & 中国淡水轮虫志! # 枝角类主要依据 & 中国动物志# 淡水枝角类! # 桡足类主要依据 & 中国动物志# 淡水桡足类! %

计数按 & 淡水浮游生物调查研究方法' 中的方法进行, 即轮虫取上述沉淀水样 % ' / 全片计数; 原生动物取上述沉淀水样 " ) % ' / 全片计数, 一般计数两片并取平均值; 浮游甲壳动物是将经网滤缩后样品全部计数" 然后将所得数值换算成每升水中的个数"

#### (%) % . ) # 底栖动物样品采集与分析方法

生物标本的采集及处理依据 & 内陆水域渔业自然资源调查手册! ( 张觉敏! 何志辉等