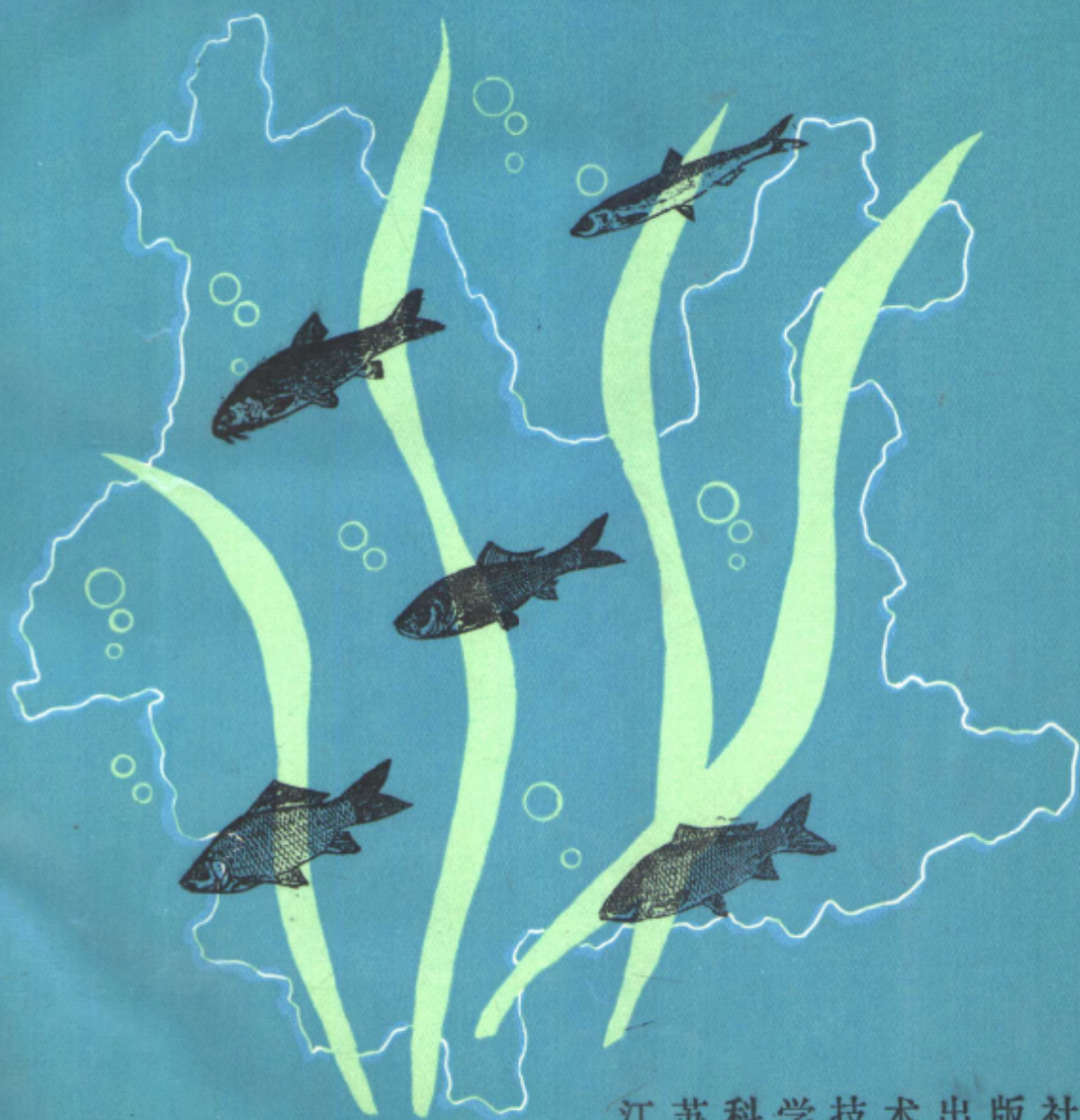


● 高礼存 等著

云南湖泊鱼类资源



江苏科学技术出版社

责任编辑：陆宝珠
封面设计：丁大锐

ISBN 7-5345-1014-7

S·133

定价：3.20元

11228

云南高原湖泊鱼类资源

高礼存 庄大栋 编著
郭起治 王幼槐

江苏科学技术出版社

内 容 提 要

本书是云南高原湖泊鱼类的研究成果。全书共分五章，第一章概述了云南湖泊的分布特点、形态特征、成因类型、形成时代、气候特点、湖水理化特性、水生生物区系组成等。二至三章论述了鱼类的分布、区系特点、起源、分化及其与环境因素的相互关系；主要经济鱼类的繁殖、生长、食性等。四至五章对主要湖泊中渔业资源变动情况、供饵能力、利用与保护作了综合性的评价，提出了增、养殖渔业资源的建议。

本书可供从事湖泊学、鱼类学和水产科研工作者，以及有关行政管理部門的同志阅读和制定规划用，也可供高等院校的鱼类、水产及生物等有关专业师生参考。

云南高原湖泊鱼类资源

高礼存 庄大栋 编著
郭起治 王幼槐

出版、发行：江苏科学技术出版社
印 刷：南京天文印刷厂

开本787×1092毫米 印张5.25 插页5 字数122,000
1990年8月第1版 1990年8月第1次印刷
印数1—3,000册

ISBN 7—5345—1014—7

S·133

定价：3.20元

责任编辑：陆宝珠

江苏科技版图书如有印装质量问题，可随时向承印厂调换。

前 言

云南境内现有大小天然湖泊30余个,由于这些湖泊所处地理位置不同,类型又较复杂,湖中鱼类区系组成特殊,为国内外学者所注视。前人曾多次对云南湖泊中的鱼类进行过调查研究,但多数是从形态特征和区系特点加以描述。为了深入研究云南湖泊中鱼类区系组成特点,湖泊形成演变与鱼类区系的演替及其分化,主要经济鱼类的生物学特性,鱼类资源数量及其变动情况,水生生物组成特点与鱼类的供饵能力,1978年由中国科学院南京地理研究所与云南省水产研究所协作,开展了滇池、洱海、抚仙湖、程海、泸沽湖等11个湖泊渔业资源的调查;1979年至1983年结合云南高原湖泊资源综合考察和中国科学院青藏高原考察队组织的横断山考察,对云南30个天然湖泊进行了综合调查。在工作过程中得到了中国水产科学院东海水产研究所王幼槐同志的热情指导,并承担了鱼类标本的鉴定工作。前后野外工作历时六年,终于完成了调查任务。在此工作的基础上我们撰写了《云南高原湖泊鱼类资源》一书。

本书共记述了云南高原湖泊鱼类138种,其中土著鱼类122种,有17种经鉴定为新种。并对鱼类的区系特点、起源与演化,主要经济鱼类的生活习性、繁殖、生长、食性,以及资源变动情况作了较系统的分析与评价,提出了不同类型湖泊中的供饵能力及渔业资源增、养殖的有效途径。

本项研究由高礼存、庄大栋、郭起治负责。全书第一章由杨留法、胡文英、高礼存执笔,第二章、第三章由高礼存执笔,第四章、第五章由庄大栋执笔。最后由高礼存、庄大栋、郭起治、王幼槐负责全书定稿工作。

参加野外调查工作的,中国科学院南京地理与湖泊研究所高礼存、庄大栋、张开翔、金长义同志,季江、张文华、戴全裕、胡文英、陈伟民协助部分野外调查;云南省水产研究所郭起治、晏琼仙和欧和章同志,昆明市水产公司有钱志炜同志。南京地理与湖泊研究所周万平、郭晓鸣、张立、颜京松、戴全裕、隋桂荣、季江、王银珠、袁静秀、张文华、徐爱珍、潘红玺、孙顺才、冯敏、郑长苏、董本凤等同志提供了有关湖盆形态特征、成因、演变、湖水理化特性及水生生物资料。绘图由南京地理与湖泊研究所周维功、董本凤承担。

在野外调查工作中,得到了中国科学院昆明分院计划处,云南省农业局水产处,昆明市水产公司及有关市、县政府办公室、科委和水产等部门的关怀与支持,各渔业社队的领导和群众及水产收购部门,提供了大量宝贵经验和历史鱼产资料,在此一并致谢。

编 者

一九八九年十一月

目 录

第一章 云南高原湖泊概况

第一节 湖泊的分布特点·····	1
第二节 湖泊的形态特征·····	2
第三节 湖泊的成因类型·····	3
第四节 湖盆形成的时代·····	3
第五节 湖区气候特点·····	4
第六节 湖泊水文特征·····	5
第七节 湖泊水质条件·····	7
第八节 水生生物种类及其数量·····	8

第二章 鱼类种类组成及其区系特点

第一节 鱼类研究简史·····	11
第二节 种类组成·····	11
第三节 区系特点·····	16
第四节 鱼类的起源·····	23
第五节 鱼类的分化·····	24

第三章 主要经济鱼类的生物学特性

第一节 鱼类对环境的适应·····	35
第二节 鱼类繁殖习性·····	36
第三节 鱼类的年龄与生长情况·····	42
第四节 食性·····	54

第四章 渔业资源的变动及其增殖措施

第一节 渔业资源变动情况·····	57
第二节 主要增殖措施·····	62

第五章 渔业资源评价及利用与保护

第一节 渔业资源综合评价·····	64
第二节 渔业资源的利用与保护·····	69

FISHERY RESOURCES OF LAKES IN YUNNAN PLATEAU ·····	76
--	----

第一章 云南高原湖泊概况

云南省地处我国西南边疆，界于北纬 $21^{\circ}09'$ ~ $29^{\circ}15'$ 和东经 $97^{\circ}39'$ ~ $106^{\circ}12'$ 之间，面积394000平方公里。滇西为横断山地，滇东为云南高原。整个地势由西北向东南倾斜。在这辽阔的高原面上分布有滇池、洱海、抚仙湖、程海、泸沽湖、杞麓湖、异龙湖、星云湖、阳宗海、大屯海、长桥海、青水海和碧塔海等30余个天然湖泊，象晶莹烂灿的明珠镶嵌于广大高原群山之中。据统计，全省湖泊现有水面约1100平方公里，占全省总面积的0.28%，集水面积9000多平方公里，占全省总面积的2.13%，总蓄水量达290多亿立方米，为云南省发展水产、工农业用水及水力发电等提供了十分有利的自然条件。

第一节 湖泊的分布特点

云南省现有大小天然湖泊大多分布在各大水系支流源头的高原面上，主要集中于滇中和滇西地区，其次为滇西北、滇东和滇南地区。按照湖泊的分布特点、地理位置及其与鱼类的区系特点，可将云南湖泊分为滇中、滇西、滇西北、滇东和滇南五大湖群（见图1）。

1. 滇中湖群

滇中湖群分布于滇中的高原面上。自北而南有寻甸县的清水海，嵩明县的杨林海（现已排干垦殖），宜良县的阳宗海，昆明市的滇池，澄江、江川、华宁三县的抚仙湖，江川县的星云湖，通海县的杞麓湖。

2. 滇西湖群

滇西湖群主要集中在横断山区东部的边缘地带。自北而南有丽江县的文毕海、拉石海，鹤庆县的草海，永胜县的程海，剑川县的剑湖，洱源县的茈碧湖、海西海，大理县的洱海，祥云县的青海，云龙县的天池，以及腾冲县的青海，大龙潭等。

3. 滇西北湖群

滇西北湖群主要集中在横断山区的腹地和东部地带。自西北向东南有中甸县的碧塔海、属都海和纳帕海，宁蒗县的泸沽湖。

4. 滇东湖群

滇东湖群分布在南盘江流域。原来南盘江流域荒海较多，近年来已大部分排干垦殖，现存的仅有会泽县的者海，宣威县的迤谷海、鹰窝海、响宗海，泸西县的无浪海，路南县的长湖、月湖等。在路南县还有一些时令海子和龙潭。它们通过地下河互相串通。

5. 滇南湖群

滇南湖群主要分布在北回归线附近。有蒙自县的长桥海、大屯海和南湖，文山县的老乌海，石屏县的异龙湖，勐海县的曼勐养等。

第二节 湖泊的形态特征

云南湖泊现在处于不同时期的发育阶段，具有多种多样的湖盆形态，既有水很深、湖底坡度较大的抚仙湖和泸沽湖，又有水很浅，湖底坡度平缓的长桥海、大屯海；既有湖岸线平直的阳宗海、清水海，又有湖岸线较弯曲的异龙湖、杞麓湖和滇池，现按照湖泊的发育阶段将云南湖泊划分为幼年期、壮年期和老年期三种类型，现分别介绍它们的形态特征。

1. 幼年期湖泊

湖泊近期断陷下沉或虽成湖较早，但近期湖盆仍有明显的下沉作用。湖泊处于幼年期的发育阶段，其湖盆形态特征是湖岸线平直，湖水深，湖底坡度和湖盆起伏大，湖底沉积物薄而粗，局部地方基岩裸露。如抚仙湖、阳宗海和清水海。

2. 壮年期湖泊

湖泊已发育到壮年阶段。湖盆形态是岸线较平直，湖水较深，湖底坡度较大，湖盆起伏地形尚未完全填平，湖底沉积物较厚。如洱海、星云湖和杞麓湖等。

3. 老年期湖泊

湖泊已发育到老年阶段。湖盆形态是岸线弯曲，湖水很浅，湖底坡度非常平缓，沉积物深厚。如滇池、大屯海等。主要湖泊形态特征值见表1。

表1 云南主要湖泊水文和湖盆形态特征值*

项目 湖名	所属水系	集水面积 (平方公里)	年来水量 (亿立方米)	湖 长 (公里)	湖宽(公里)			湖岸线长 (公里)	最大水深 (米)	平均水深 (米)	平均水位 (米)	湖面面积 (平方公里)	湖泊容积 (亿立方米)
					最宽	最窄	平均						
滇 池	金沙江	2855.0	7.00	32.0	1.29	3.6	10.5	150.0	5.7	3.9	1885.0	297.5	11.6
洱 海	澜沧江	2470.0	9.30	42.6	9.2	3.4	5.90	128.0	20.7	10.2	1974.0	249.76	25.4
抚仙湖	南盘江	1044.6	4.44	31.5	11.5	3.2	6.7	88.2	155	89.6	1721.0	211.0	189.0
程 海	金沙江	318.3	1.12	20.0	5.0	3.0	4.0	45.1	35.1	25.7	1503.0	77.22	19.87
泸沽湖	金沙江	171.4	1.10	9.4	6.3	1.1	5.2	44.0	93.56	40.3	2690.7	48.45	19.53
杞麓湖	南盘江	363.0	0.64	15.5	5.6	0.8	3.1	63.9	15.0	4.0	1731.5	42.3	1.94
异龙湖	南盘江	326.0	0.44	13.8	6.0	1.4	3.0	86.0	7.0	3.5	1411.0	42.0	1.2
星云湖	南盘江	325.0	0.68	10.5	5.8	2.3	3.8	31.3	12.0	9.0	1723.0	39.0	2.3
阳宗海	南盘江	192.0	0.36	12.7	5.6	1.9	2.5	32.3	30.0	20.0	1770.0	31.0	6.02
大屯海	南盘江	284.5	0.27	7.8	3.2	1.1	2.9	19.1	2.7	1.3	1280.7	12.0	0.34
长桥海	南盘江	167.0	0.28	9.5	2.9	0.2	0.8	20.0	22.5	1.3	1281.0	10.7	0.13
清水海	金沙江	地表34.5 地下200.0	0.68	4.9	1.6	0.35	0.98	13.0	30.0	20.0	2188.0	7.0	1.4

* 滇池、洱海、抚仙湖、程海、泸沽湖是我所实测资料，其他湖泊资料引用云南农业地理。

第三节 湖泊的成因类型

云南高原湖泊的分布与滇东山字型构造（云南弧型构造）密切相关。这些湖泊的成因深受断裂构造的控制。异龙湖、杞麓湖位于滇东山字型构造的弧顶，受南盘江断裂带和弥勒—师宗断裂带的影响，湖盆长轴方向与构造走向一致，沿东西方向延伸。滇西和滇西北湖群处于滇东山字型构造的西翼和横断山脉的东缘，深受中甸—弥渡断裂带和程海断裂带的控制，湖盆的长轴方向与构造走向一致，主要作北西南东方向延伸，呈北西南东向雁形排列。例如洱海、西湖、茈碧湖、海西海、剑湖、拉石海、文毕海和纳帕海。少数湖泊近南北方向延伸。例如程海、泸沽湖。滇东湖群处于滇东山字型构造的东翼，受一系列北东南西向羽状断裂的影响，湖盆长轴方向与构造走向一致，大体也作北东南西方向排列。例如陆良海和沾曲坝等。滇中湖群位于滇东山字型构造的脊柱部分，受小江断裂带和普渡河断裂带的控制，湖盆长轴方向与构造走向一致，沿南北方向伸展，呈南北向长条形串珠状排列。如清水海、阳宗海、抚仙湖、星云湖和滇池等。

湖泊的形成虽然受断裂构造因素的控制，但溶蚀作用、侵蚀作用和冲积作用在某些湖泊形成过程中也起着重要的影响。因此，按照湖泊形成的主要因素可分为：

1. 断裂陷落型湖泊

湖盆由断裂作用陷落而成。湖盆形态取决于断裂构造的形态，主要呈矩形和三角形，一般湖岸较平直。例如抚仙湖、阳宗海和清水海呈矩形，泸沽湖呈三角形。

2. 断裂侵蚀型湖泊

湖盆主要受断裂构造控制，但后期又受到河流的长期侵蚀。湖盆形态呈长条形。例如洱海和程海。

3. 断裂溶蚀型湖泊

该湖泊分布在石灰岩地区。湖盆受断裂构造控制，但溶蚀作用也起着重要的影响。因此，湖盆形态呈长条形，但湖岸较曲折。例如异龙湖和杞麓湖。

4. 断裂冲积型湖泊

湖盆受断裂构造和河流的冲积共同作用而成。湖盆形态呈多种形状。例如滇池呈弓形。

5. 火山口湖泊

由于火山的爆发，在火山口积水而形成的湖泊。湖盆形态呈圆形或椭圆形，面积很小。如腾冲大顺江的大、小龙潭。

第四节 湖盆形成的时代

根据目前已有的零星地层露头 and 钻孔资料分析，云南湖泊形成的时代自全新世至上新世

早期。大部分湖泊形成后都逐渐淤浅、缩小和分化。但也有少数湖泊形成后由于湖底的下沉速率大于沉积速率，湖泊逐渐加深和扩大。归纳起来大致分为三种类型：

1. 古代残留的浅水湖泊

由于地壳运动，使古代大湖逐渐分化、缩小而成。例如蒙自盆地中，上新世中期的湖泊泥灰岩广泛分布，推测当时蒙自、大屯海、草坝、鸡街、大庄等地是连成一片的大湖面，其湖面积可达 400 多平方公里。以后由于地壳运动，才使大湖逐渐分化、缩小，形成今天的长桥海和大屯海等残留浅水湖泊。异龙湖、滇池和杞麓湖等可能也是属于这一类型的湖泊。

2. 近代新形成或加深的深水湖泊

由近代新构造运动断裂陷落而成或古代湖泊的湖底近代逐渐下沉所致。属于这一类型的湖泊有泸沽湖、清水海、抚仙湖和阳宗海。

3. 处于中年发育阶段的半深水湖泊

湖泊形成较迟，处于中年发育阶段，具有较大的水深。属于这种类型的有洱海和程海等。

云南主要湖泊形成的时代大体上是南部湖泊形成时代较早，中部湖泊形成时代稍晚，北部湖泊形成时代最新，从南而北有逐渐由老变新的变化趋势（见表 2）。

表 2 云南省主要湖泊形成的时代

时 代 \ 湖 名		大屯海	长桥海	异龙湖	杞麓湖	星云湖	抚仙湖	滇池	阳宗海	清水海	洱海	程海	泸沽湖
全新世	全新世												
	晚中期												
更新世	晚中期												
	早中期												
上新世	晚中期												
	早中期												

第五节 湖区气候特点

云南省气候类型复杂，地区差异极大。尤其是西部横断山区，气候差别较大，有“十里不同天”的说法。

1. 滇池、洱海、抚仙湖、阳宗海、程海、杞麓湖、星云湖等

这些湖泊分布于滇中、滇西区海拔 1500 ~ 2000 米的高原面上，属北亚热带和中亚热带气候。冬半年（11月~翌年 4 月）受热带大陆气团所构成的西南暖流控制，天气晴朗干燥、

日照充足,气温高,降水量少,湿度小,风速大,构成了冬春气温比同纬度、同高度地区高。夏半年(5~10月)受赤道西南季风和热带海洋东南季风的影响,形成了雨季,由于海拔高,降水多,夏季气温又比同纬度、同高度地区低。其主要特点:

(1)日照时间长。日照时数为2200~2600小时,尤其是冬春季日照多,辐射强。

(2)气候温和,气温年较差小,日较差大。多年平均气温为14~17℃,最热月均温为20℃左右,最冷月均温为8℃左右,极端最低气温多年均值为-1~-4℃。

(3)无霜期较长,为220~250天。

(4)气候较湿润,降雨量丰沛。年降水量在1000毫米左右,时间集中,从5月至10月约占全年总降水量的80%以上。

2. 异龙湖、大屯海、长桥海

这些湖分布在滇南区海拔1200~1500米的高原面上,属南亚热带气候。气候是冬暖夏热。其特点是:

(1)无霜期长,在320天以上;常年气温较高,年均温在18~20℃,最热月均温22~25℃,最冷月均温12~13℃,活动积温6000~7000℃。

(2)蒸发旺盛,气候燥热,雨量受来自太平洋的暖湿气流控制,降水较多,为800~900毫米;日照强度大,蒸发量达到2400毫米,干燥度在1°左右。

3. 泸沽湖、属都海、碧塔海、纳帕海等湖泊

这些湖泊位于滇西北区海拔2500~4000米的高原面上,纬度和地势均高于其他湖泊,属温带。气候是冬季严寒,夏季凉爽,“长冬无夏”。主要特点是:①终年气候寒冷,气温低,年均温5.4℃,最热月均温13.2℃,最冷月均温-3.7℃,极端最低气温多年平均值为-20.2℃。②日照时数短,在2200小时内,日照强度小,无霜期短,仅128天。

第六节 湖泊水文特征

1. 湖泊水系

云南湖泊主要分布于金沙江、南盘江、澜沧江水系上游支流的源头地区。属于金沙江水系的有滇池、清水海、程海、碧塔海、属都海、泸沽湖、纳帕海等湖泊。属于南盘江水系的有抚仙湖、星云湖、杞麓湖、异龙湖、阳宗海、大屯海和长桥海等。属于澜沧江水系的有洱海、剑湖、西湖、茈碧湖、海西海等湖泊。

2. 湖泊水位

湖泊水位的变化取决于水量平衡各要素间的变化。云南主要湖泊水位变化大体上有以下三种类型:

(1)湖水位年变化幅度小,变幅在1米以下。如抚仙湖多年平均水位变幅在0.7米左右,泸沽湖年变幅在0.92米左右,碧塔海年变幅在0.6米左右。

(2)湖水位处于明显下降趋势。属于这类湖泊主要是由于人类活动因素影响,如洱海水资源被用来发电后,湖水位平均每年下降0.25米;清水海水资源被用来灌溉农田,湖水

位平均每年下降1.1米。程海则由于湖水收支不平衡,使湖水位平均每年下降0.14米,自1690年至1965年湖水位下降了37米,由一个外流湖变为内陆湖。

(3) 湖水位涨落幅度大。属于这一类型的主要是一些溶蚀洼地,地表无河流与外界相通,它通过落水洞向外泄水。如丽江的拉石海,雨季来临后湖水位可升高4~5米,雨季结束后,湖水则通过落水洞将整个湖水排干。路南尾的一些溶蚀洼地则与地下河相连。

3. 湖水温度

水温是影响水生生物生长、繁殖的重要条件。云南湖泊由于形态特征、所处地理位置不同,湖水温度的水平分布和垂直分布具有明显的差异性。从表3中可以明显地看出,表层年平均水温以抚仙湖最高,其次为洱海,以程海为最低;最高月平均水温以滇池最高,以抚仙湖为最低;最低月平均水温以程海最低,其次为洱海,抚仙湖则最高。滇池表层水温1~8月为增温期,9~12月为降温期,最高月平均水温出现在8月,为23.2℃,最低在1月,为10.6℃,多年平均水温为16.4℃。洱海表层水温1~8月为增温期,9~12月为降温期。最高日平均水温出现在8月,为22.6℃,最低在1月,为10.2℃,多年平均水温为16.9℃。抚仙湖3~8月为增温期,9月到次年2月为降温期,最高月平均水温出现在8月,为22.4℃,最低在2月,为12.1℃,多年平均水温为17.3℃。程海表层水温1~8月为增温期,9~12月为降温期,最高月平均水温出现在8月,为22.7℃,最低为1月,仅8.8℃。

表3 不同湖泊逐月平均水温比较

湖 名	水 温 ℃	月 份												平 均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
滇 池		10.6	11.5	13.9	16.9	19.3	21.3	22.7	23.2	21.9	18.6	15.1	12.0	16.4
洱 海		10.2	10.7	12.4	14.9	17.9	20.8	22.5	22.6	22.1	19.9	16.0	12.4	16.9
抚 仙 湖		12.5	12.1	13.0	15.0	17.9	20.4	21.3	22.4	21.6	19.5	16.9	14.1	17.3
程 海		8.8	9.1	11.0	14.1	17.0	20.3	22.2	22.7	21.7	18.8	14.4	10.6	15.9

这些湖泊水温的垂直分布基本上呈正温层分布,即使在水温最低的1~2月份也没有测到逆温分布。

分布在不同气候带的湖水温度相差较大,1981年12月6日在大屯海测得的湖水表层水温为14.2℃,星云湖12月16日测得的表层水温为13.5℃,同期内滇池的表层水温为13.5℃。这时地处滇西北的碧塔海和属都海已全湖结冰。从滇西和滇西北夏季测得的湖水温度看,5月28日在程海测得的湖水表层日平均水温为21.4℃,6月20日在泸沽湖测得的水温为20.1℃,7月23日在碧塔海测得的水温为18.4℃,7月25日在属都海测得的水温为17.5℃。

4. 水色和透明度

水色和透明度是表明湖水对光的吸收和散射的程度。云南湖泊中水色和透明度随着湖泊类型的不同而相差较大。在深水湖泊中水色号为7~9号,呈蓝绿色,透明度变幅在490~1200厘米之间。其中抚仙湖水色号在7~8号之间,最高达5号;湖水透明度在490~1100厘米之间,最大可达1250厘米。泸沽湖水色号为8~9号,湖水透明度变幅在600~1200厘米之间。在半深水湖泊中,水色号为8~14号,水呈绿色,透明度变幅在180~660厘米之间。其中洱海水色号为8~14号,湖水透明度变幅在180~660厘米之间;程海水色号为11~12

号，湖水透明度变幅在300~350厘米之间。在浅水湖泊中，水色号为11~17号，呈黄绿色，透明度在40~300厘米。其中滇池水色号为12~17号，透明度变幅在40~90厘米；星云湖水色为13~14号，透明度变幅在130~200厘米之间；大屯海水色号为11~13号，透明度150~300厘米。

第七节 湖泊水质条件

1. 矿化度

湖水矿化度一般变动在200~300毫克/升之间，最低的大屯海为119.88毫克/升，最高的程海达1004毫克/升（见表4）。至目前为止，绝大多数湖泊均为淡水湖，只有程海为咸水湖。

表4 云南主要湖泊湖水矿化度

湖 名	滇 池	洱 海	抚 仙 湖	程 海	泸 沽 湖
矿化度(毫克/升)	236.02	192.24	242.33	1004.54	214.58

2. 水型

云南湖泊湖水中主要阴离子以重碳酸根、碳酸根为主，约占阴离子毫克当量总数的90%左右。氯根、硫酸根离子含量仅占阴离子毫克当量总数的10%左右。阳离子中以钙、镁离子为主，约占阳离子总数的80~90%，而钾，钠离子仅占阳离子毫克当量总数的10%。

水型主要依据八大离子在湖水中相对含量的高低而定。云南主要湖泊中阴离子均以重碳酸根、碳酸根离子为主，所以均属于重碳酸盐型。阳离子受各湖泊周围岩性及补给水影响而不完全相同。如洱海、滇池、泸沽湖以钙离子为主，属钙组；抚仙湖、阳宗海以镁离子为主，属镁组；程海以钠离子为主，属钠组（见表5）。

表5 云南主要湖泊的水型

湖 名	滇 池	洱 海	抚 仙 湖	程 海	泸 沽 湖
水 型	C_{I}^{Ca}	C_{I}^{Ca}	C_{I}^{Mg}	C_{I}^{Na}	C_{I}^{Ca}

3. pH值

云南湖泊的湖水pH值都较高，普遍在8.3以上，高者可达9.0。一些深水湖泊的底层水pH值略低，也在7.8以上。水质属微碱、弱碱性。主要湖泊中如洱海、泸沽湖、抚仙湖的水呈微碱性，表层水pH值变化在8.2~8.75之间，深层水变化在7.8~8.4之间。程海湖水属弱碱性，pH值终年在9.0左右，有时达到9.1。随着湖水中离子组成的变化，湖水pH值还有增高的趋势。滇池的水受人类活动影响及生物作用比较明显，pH值变幅大，在7.0~

9.3之间,呈中性、微碱性和弱碱性。

4. 溶解性气体

(1) 溶解氧。云南湖泊表层湖水中溶解氧的含量一般为6~7毫克/升,饱和度在90%左右,从绝对含量和相对含量看,是较丰沛的,适宜于水生生物的生存。深水湖泊由于温跃层的阻隔,上下水层交换微弱,底层水中溶解氧含量较低,一般在4毫克/升左右,有时仅1~2毫克/升。如抚仙湖1980年10月实测值仅1.39毫克/升。由于人类活动的影响,使一些湖泊局部水域中氧含量也较低,如滇池的草海,1975年的溶解氧含量有25%的水样中检出率低于国家规定的最低标准(4毫克/升),1980年6月初实测的溶解氧含量低至2.44毫克/升。

(2) 游离二氧化碳。云南多数湖泊湖水中缺乏游离二氧化碳,只有在深水湖的底层才有极少量的游离二氧化碳存在。如抚仙湖水深50米以下水层的二氧化碳随着水深的增加,含量逐渐增高。但因深层水中生物作用不太明显,底质中有机质也不够丰富等原因,实测最高值仅5.09毫克/升。

第八节 水生生物种类及其数量

1. 浮游生物

云南湖泊浮游生物的种类和数量大致分三种情况:在深水贫营养型湖泊中,浮游生物的种类和数量都较为贫乏。如抚仙湖的浮游植物有45种,计127810个/升(细胞个数);浮游动物有30种,12.5个/升。泸沽湖浮游植物有17种,计493000个/升;浮游动物有15种,25.3个/升。在富营养型浅水湖中,浮游生物的种类和数量都极为丰富,如滇池浮游植物有137种,123500000个/升;浮游动物有109种,3900个/升。星云湖浮游植物有68种,计2131400个/升;浮游动物有59种,805个/升。在中营养型湖泊中,浮游生物的种类和数量略低于富营养型湖泊,高于贫营养型湖泊,如洱海的浮游植物有107种,计2400000个/升;浮游动物有88种,966个/升。

浮游生物在深水湖泊中的分层现象十分明显,并随着季节的变化相差较大。如从抚仙湖4月份浮游植物数量的垂直分布看,表层0.5米为109835个/升,5米为98885个/升,20米为47086个/升,50米为19125个/升,100米为11006个/升,135米为5887个/升。在浮游动物中,轮虫主要分布于10~20米的水层中,30~60米的水层中亦有一定的数量。枝角类主要分布于0.5~20米的水层中,30~60米的水层中亦有一定的数量。桡足类主要分布于0.5~50米的水层中,在150米的湖底层亦有分布。泸沽湖浮游动物垂直分布亦很明显。枝角类主要分布于5~20米的水层中,5米为5个/升,10米为11个/升,20米为9个/升,其他水层中未见到。桡足类主要分布于5~40米的水层中,5米为30个/升,10米为114个/升,20米为23个/升,40米为4个/升,底层和表层未见有浮游动物。

在半深水湖中,浮游生物随着深度的增加而逐渐递减。如洱海的浮游植物表层为1317950个/升,5米为1154550个/升,10米为479450个/升,15米为216050个/升,19米为430000个/升。浮游动物的垂直分层现象亦很明显。

在浅水湖泊中,浮游植物和浮游动物的分层现象不明显。

2. 底栖生物

在不同类型湖泊中,底栖生物的种类组成和数量都不一样,从表6中可以看出,以滇池的种类最多,有58种,其次为洱海,有31种,抚仙湖有28种。有些种类都是鱼类的直接饵料,但由于各湖的底质不同,其底栖生物的优势种则有很大的差别(见表7)。在大型湖泊中,摇蚊幼虫、水蚯蚓以滇池的密度大,生物量高,其次为抚仙湖,洱海最少。螺、蚬以洱海的密度大,生物量高,其次为滇池。抚仙湖虽然单位面积的生物量高,但由于分布范围狭窄,总生物量并不高。三个湖底栖生物的总生物量以洱海最高,达43600.3吨,其次为滇池,达6930.6吨,抚仙湖仅有1275.5吨。从总的趋势看,在水生植物生长茂盛的湖泊中,一般以螺类为主,而在深水或水生植物较少的湖泊中,则以水蚯蚓或摇蚊幼虫为优势种。

表6 几个湖泊底栖生物种类组成统计

湖名	类别	摇蚊类	寡毛类	腹足类	瓣鳃类	甲壳类	主要种类
滇池		2	9	30	12	5	苏氏尾鳃蚓、螺蛳、中国圆田螺、羽摇蚊
洱海		4	5	13	7	2	异腹鳃摇蚊、尾鳃蚓、方形环棱螺、圆田螺、螺蛳、黄蚬、米虾
抚仙湖		8	3	12	2	3	尾鳃蚓、颤蚓、仿雕石螺、短沟蜷、库蚊型前突摇蚊。

表7 不同湖泊底栖生物数量统计

单位: 吨

湖名	采样 点数	摇蚊类			寡毛类			腹足类		
		只/米 ²	克/米 ²	总生物量	只/米 ²	克/米 ²	总生物量	只/米 ²	克/米 ²	总生物量
滇池	49	283	9.15	2.726	597	10.16	3025.2	1.5	17.7	1179.4
洱海	55	18.3	0.25	17.4	44.4	0.74	37.3	38.4	173	43545.6
抚仙湖	38	139	0.38	80.1	436.1	5.28	1114.7	34.6	3.02	80.7
泸沽湖	28	37.2	0.58	15.6	55.7	2.53	70.5	467	225.9	180.5
程海	22	700	8.72	672.7	88	0.15	11.2			
杞麓湖	6	6.6	2.0	56	280	13.5	378.2	5	27	756.4
星云湖	17	4.2	0.45	17.5	11.8	0.14	5.5	2.3	30.6	1193.4
大屯海	6	86.7	0.2	3.6	16.6	0.77	14	10	0.17	3.1
海西海	6	86.7	1.3	2.6	60	2.7	5.4	80.3	68.6	137.1
拉石海	5	20	0.73	4.8	26.7	2.0	13.1	26.7	8.1	52.9
碧塔海	5	44	0.08	0.1	48	0.4	0.7			

3. 水生植物

云南湖泊水生植物种类最多的是滇池,为45种,其次为洱海和泸沽湖分别为32种,其他湖泊中的种类都较单纯。总生物量最高的是洱海,达到7996000吨,抚仙湖最少,仅有400吨(见表8)。单位面积的生物量以洱海最高,每平方米达到17574克,其次为泸沽湖,达到16750克;海西海为10000克;大屯海为6747克;滇池4000克;碧塔海3500克;抚仙湖仅1990克。

水生植物是湖泊生态系统的重要组成部分,它通过吸收营养元素,在净化各种污水方面

起着重要的作用；有些水生植物的茎叶是草食性鱼类的直接饵料，如苦草（*Vallisneria spiralis*, L.）小茨藻（*Nojas minor* All）、小眼子菜（*Potamogeton Pusilus* L）、黑藻（*Hydrilla veyticillata* Royle）、菹草（*Potamogeton crispus* L）等；有些种类是草上产卵鱼类的良好附着物，如狐尾藻（*Myriophyllum spicatum* L.）和篦齿眼子菜（*Potamogeton Pectinatus* L.）。在水草丛生的浅水湖湾，聚居着丰富的底层性鱼类的主要饵料对象，如小型的硅藻、原生动物、轮虫和大型的螺类。一些有机碎屑也是鱼类的直接饵料。因此，在有水生植物分布的沿岸带都是鱼类的主要肥育场所。据不同类型湖泊水生植物分布的特点看，在大中型深水湖泊中，水生植物分布的面积占4~5%；在半深水湖泊中占10~15%；在浅水湖泊中占15~20%。在中小型湖泊中，水生植物分布的面积约占20~30%，有的湖泊则全湖长满水生植物。

表 8 不同类型湖泊水生植物的分布及生物量

湖 名	面 积 (亩)	水生植物分布面积		分布最大 水深(米)	总生物量 (吨)	优 势 种 类
		面 积	百分比			
滇 池	446850	5000	1.1	1.5	13320	苦草、狐尾藻、荇菜、篦齿眼子菜
洱 海	378000	115950	30.94	8—9	7996000	苦草、狐尾藻、茨藻、黑藻、小眼子菜
抚 仙 湖	316500	300	0.09	5	400	苦草、狐尾藻、篦齿眼子菜、黑藻
泸 沽 湖	72675	4000	5.5	11	11066	海菜花、大叶眼子菜、篦齿眼子菜
程 海	115830	500	0.43	3.2	1592	苦草、狐尾藻、篦齿眼子菜
杞 麓 湖	63450	15000	23	2.5	40500	狐尾藻、荇菜、篦齿眼子菜
星 云 湖	58500	5000	8.5	2.5	12265	苦草、小茨藻、狐尾藻
大 屯 海	18000	18000	100		81000	马来眼子菜、狐尾藻
海 西 海	3000	450	15	3.2	2997	黑藻、狐尾藻、苦草、眼子菜
拉 石 海	9800	9800	100		22843	菹草、篦齿眼子菜
碧 塔 海	2700	550	20.4	1.7	1282	狐尾藻、眼子菜

第二章 鱼类种类组成及其区系特点

第一节 鱼类研究简史

云南高原湖泊鱼类的研究史,迄今已有70余年的历史。最早首推英国人里根(Regan, C.T. 1908),他在1904~1914年先后报道过滇池、抚仙湖、星云湖、洱海等湖泊中的鱼类共24种。其后有B.L. Chauduri(1912)、J.T. Nichols(1925)、张春霖(1933、1935)、方炳文(1936)、张玺(1943、1948)、高长征(1957)、成庆泰(1958)、张春霖(1960)、伍献文等(1963、1964)、黎尚豪等(1963)、乐佩琦等(1964)、杨干荣等(1964)、褚新洛等(1964、1978、1980)、杨青等(1966)、王幼槐(1979)、何纪昌等(1980)、李树深(1982),先后在各种书刊杂志上记载了鱻白鱼 *Anabarilius grahami*、山白鱼 *Anabarilius andersoni*、银白鱼 *Anabarilius alburnops*、云南鲃 *Xenocypris yunnanensis*、昆明裂腹鱼 *Schizothorax grahami*、光唇裂腹鱼 *Schizothorax lissolabiat*、大理裂尻鱼 *Schizopyge taliensis*、颌突四须鲃 *Puntius coggini*、油四须鲃 *Puntius exigua*、洱海四须鲃 *Puntius daliensis*、格氏金线鱼 *Sinocyclocheilus*、抚仙金线鱼 *Sinocyclocheilus tingsi*、阳宗金线鱼 *Sinocyclocheilus yangzongensis*、花鲈鲤 *Percocypris regani*、似鲢 *Fustis vivus*、长须盘鮡 *Discogobio longibarbat*、抚仙鲤 *Cyprinus fuxianensis*、大头鲤 *Cyprinus pellegrini*、杞麓鲤 *Cyprinus chilia*、厚唇鲤 *Cyprinus crassilabris*、春鲤 *Cyprinus longipectoralis*、云南鲤 *Cyprinus yunnanensis*、翘嘴鲤 *Cyprinus ilishaestomus*、蒙图鲢 *Silurus mento* Regan、蛇鮡 *Saurogobio dabryi* 等60余种。

第二节 种类组成

经1977~1983年对云南湖泊鱼类的调查和标本的采集,包括前人记载的鱼类资料,得知湖泊中共有鱼类138种,其中土著鱼类122种,内有17种经鉴定为新种,即湖鲃 *Zacco lacustris*、灰波罗鱼 *Sinocyclocheilus cinereus*、寻甸波罗鱼 *Sinocyclocheilus xundianensis*、异龙大头鲤 *Cyprinus sipingensis*、抚仙大头鲤 *Cyprinus notabilis*、洱海裂尻鱼 *Schizopyge erhaiensis*、鲃形裂尻鱼 *Schizopyge clupeioides*、海西裂尻鱼 *Schizopyge haisihaiensis*、落水裂尻鱼 *Schizopyge luoshuiensis*、澄江裂尻鱼 *Schizopyge chengjiangensis*、抚仙裂腹鱼 *Schizothorax fuxianhuensis*、盖祖裂腹鱼 *Schizothorax gaizhuensis*、丽江裂腹鱼 *Schizothorax lijiangensis*、海西副鲃 *Paracobitis haisihaiensis*、大眼云南鲃 *Yunnanilus macrops*、剑湖高原鲃 *Triplophysa jianhuensis*、黑鲃 *Pareuchiloglanis atratus*。在这些土著鱼类中,以鲤科鱼类占绝对优势,计有26属91种,占总种数的74.6%;其次为鲃科,有9属15种,占总种数的12.3%;鲢科2属4种,占3.3%;鳊科1属3种,占2.5%;鲶科、鮡科各1属2种,分别占1.6%;鲃科2属2种,占1.6%;