

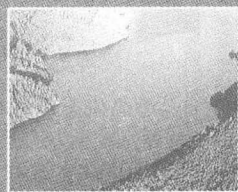
赵光洲 贺 彬 等 著



云南高原湖泊流域 可持续发展条件与对策研究



科学出版社



云南高原湖泊流域 可持续发展条件与对策研究

赵光洲 贺 彬 等 著

科学出版社

北 京

X32/274
230P

内 容 简 介

云南高原湖泊具有高生态价值和高脆弱性并存的特点,流域人口相对集中,经济发展相对落后,且流域经济发展对资源有较强的依赖性。20世纪90年代以来,湖泊污染和生态退化问题日益突出,打破了高原湖泊生态经济系统的平衡。本书提出了以市场化为主构建可持续发展的平衡机制,从根本上调控导致生态经济问题出现的障碍因素。依据生态经济理论,本书提出了高原湖泊流域生态系统良性运转的各种条件,探索了流域生态、经济、社会的可持续发展模式,形成了一个自适应控制机制。最后,本书从经济发展目标、经济增长方式、产业转换、区域行政体制、法制建设、环境保护模式等几个方面研究了高原湖泊生态系统良性运转的对策。

本书可供水资源保护、生态经济等领域相关科研单位、管理部门及决策部门的科技、管理人员参考,也可作为高等院校经济管理类、资源环境类等相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

云南高原湖泊流域可持续发展条件与对策研究/赵光洲等著. —北京:科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-030750-7

I. 云… II. 赵… III. 高原-湖泊-可持续发展-研究-云南省
IV. X321.274

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第064944号

责任编辑:李 敏 张 菊 孙 青 / 责任校对:包志虹

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏主印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年5月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2011年5月第一次印刷 印张:10 1/2

印数:1—1 500 字数:200 000

定价:45.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

云南省高原湖泊众多，是我国湖泊最多的省份之一，这些湖泊多位于崇山峻岭之中，或高山之巅，似颗颗高原明珠，像块块山间碧玉。它们景色秀美，风光如画，是云南省壮丽的自然景观的重要组成部分，其中最著名的湖泊包括滇池、洱海、抚仙湖、泸沽湖、阳宗海等。这些湖泊流域具有以下特点：①湖泊水深岸陡，入湖支流水系较多，而出流水系普遍较少，湖泊换水周期长，水体容量大，流动性差，抗污染能力差，具有高度的生态脆弱性；②年内干湿季节转换明显，湖泊水位随降水量的季节变化而变化，湖水清澈，冬季亦无冰情出现，流域景色秀丽，均是较为闻名的旅游景区，并具有较高的生态价值；③流域人口相对集中，经济发展相对落后，现有经济发展对湖泊资源有着较强的依赖性；④流域存在着季节性缺水和水安全问题，水质性缺水突出，存在着对湖泊的高依赖性及低维护、低补偿能力之间的矛盾，直接影响流域经济社会的可持续发展，生态安全问题与经济发展的矛盾日益尖锐。

近十几年来，治理保护湖泊的研究成果层出不穷，相关部门制定了治理保护高原湖泊的相关法律法规，采取了一系列的治理和保护措施。但从目前检索到的大部分文献资料和所采取的治理措施来看，现有研究缺乏对环境问题的整体性考虑。大多数研究成果都是针对湖泊自身水体的治理，单纯研究流域环境保护，未能从流域社会经济发展客观需要与资源环境保护双重矛盾的现实出发，研究二者的统一性问题以及流域保护与发展的良性机制问题，很少考虑流域经济社会发展与湖泊开发利用有机结合的问题。同时在水资源管理方面缺乏综合决策机制，未能从流域格局观出发研究湖泊的治理和流域的发展。流域是湖泊之源，湖泊是流域之汇，湖泊与流域是一个自然与社会密切相关的互为反馈的动态变化系统。研究治理和保护湖泊必须联系其所在的流域。例如，抚仙湖周边入湖河流污染相当严重，并且主要是受氮、磷的污染。入湖河流中，水质劣于Ⅲ类标准的河流有33条，而符合Ⅱ类标准的河流仅有1条。研究湖泊的保护，仅仅研究湖泊本身的保护是不够的。传统的以行政区为单元、人为割裂湖泊与流域或流域各区段之



间自然联系的研究思路与方法,已越来越难适应当今地学研究强调自然与人文综合集成、强调定量微观机制的发展趋势。

水资源的持续利用是高原湖泊流域可持续发展的基础。生态安全问题的恶化,直接制约着高原湖泊流域的可持续发展。传统的以水治水模式和先发展再治理的模式已被实践证明是不可取的;各级政府采取了多种措施、投入了大量资金,试图缓解水质持续下降的问题,但效果甚微;人与自然关系的失调势必会导致人与人之间关系的失调并影响社会和谐。大量的矛盾性因素交织在一起。如何在科学发展观指导下,协调高原湖泊流域生态环境与社会经济发展的关系,研究西南边疆高原湖泊生态系统良性运转的条件,有针对性地制定相应的管理对策,已成为流域人民所面临的一大难题。

云南高原湖泊流域存在着以下几个方面的问题:①经济社会快速发展需求已超过湖泊的承载力;②治理速度赶不上污染速度;③不合理的开发依然存在;④水环境压力越来越大。高原湖泊流域可持续发展中的主要矛盾包括:①流域保护与经济发展目标之间的矛盾;②流域保护与现实经济增长方式之间的矛盾;③经济发展、产业转换的要求与城市发展、社会事业滞后之间的矛盾;④保护治理结构要求的统一性与区域内行政体系分散、各自为政之间的矛盾;⑤流域保护的紧迫性与法制建设滞后之间的矛盾;⑥现行环境保护模式与水质持续下降之间的矛盾。为解决上述问题和矛盾,需要进行理论创新及积极探索新的发展模式。

湖泊水质的持续下降与恶化,实质上是因为打破了高原湖泊生态经济系统的平衡。这种生态系统平衡的破坏,进一步导致社会经济系统失衡。而这些问题的解决,需要协调不同时空流域经济、社会、生态三者之间的物质、能量的有效转化和供需均衡。可持续发展并不是指经济社会保持长期稳定增长态势的发展,而是指人类赖以生存的自然生态系统的可持续性得以保障前提下的“发展”。而追求可持续发展,在现实发展中很难做到经济-社会-生态共赢局面,更切实的情形是经济-社会-生态的平衡;高原湖泊生态系统良性运转、流域可持续发展的最终目标是在维持区域生态资源的供给和社会经济(包括生产、生活消费)对生态资源的需求平衡前提下实现生态经济协调发展。为促使生态经济系统持续发展,有必要采取措施,以市场化为主构建可持续发展的平衡机制,从根本上调控导致生态经济问题出现的障碍因素。一种方式是提高生态供给,通过发展新技术,提高生态资源的更新力;寻求某种适当的替代资源,满足经济需求;利用国



内外“两个市场”和“两种资源”，提高生态供给力，满足经济需求。另一种方式是降低生态需求，建立一个适度、协调、持续稳定的经济社会发展机制，消除盲目高速增长和大起大落的失调性波动，减少生态资源的浪费，提高资源的使用效率。这一平衡理论的提出以及平衡系统的构建，具有较高的理论价值和现实意义：①平衡理论的提出，考虑了区域内的社会、经济、生态系统的相互关系及其内部结构间的均衡，改变了以往单纯从水资源治理角度来研究的视角，形成了系统化的理论体系；②平衡理论的提出，改变了传统的发展观，摒弃以GDP为主导的发展思想，注重在生态承载力阈值内的发展，有利于建立人与社会的和谐关系；③平衡系统中，以市场化手段为主的管理系统的构建，改变了传统的管理模式，建立了多手段的新型管理体系；④同时，改变了传统被动的管理机制，积极创造能维护各方利益的环境，建立主动的、自我调节、自我适应的管理机制。

可持续发展过程，实质上就是系统动态、平衡的过程。平衡带来有序，否则系统无序，而系统无序导致系统紊乱、恶变。因此，临界点和系统运行的平衡条件是系统可持续运行的界定条件。依据生态经济理论，本书提出了高原湖泊流域生态系统良性运转的各种条件，其中自然条件——水生态阈值的确定是流域生态系统良性运转的基础。离开了这一基础，流域的可持续发展和良性运转将不复存在。在经济社会的发展中必须要注重湖泊水质的保护和生态平衡的维护，为此，流域可按“限量、强体、增流、平衡”要求提高生态承载力。而随着流域生态阈值的确定，水污染排放总量被限定在认可的生态阈值内，以前免费的自然资源必然会变成稀缺的经济商品，排放污水的权利就可进行市场交易了；通过引入市场机制，以市场的价格竞争手段来实现排污权的交易，有利于调动企业治理污染的积极性，促进环境-生态效益外部性内在化。流域生态系统良性运转的经济条件具体包括以下几个方面：①在生态承载力限度内，适度发展。②在国家相关法律法规条件下，资源使用者的预期收益不低于由于在流域从事生产经营活动而承担的包括补偿治理成本在内的全部预期综合成本。③对于流域当地政府而言，当地政府的环保收益应能确保流域生态治理的要求。但由于市场失灵的存在，需要进行相应的政府监管和控制，管理监控条件是湖泊生态系统良性运作的保障。在利用流域现有生态功能的同时，应积极加强流域生态环境的建设，但从短期看来，进行生态环境建设其经济效益较低，可通过政府的长期利益补偿机制，使多方利益主体看到保护高原湖泊流域、进行生态建设和发展生态产业的巨大商机，提高多方投资和保护流域的积极性。而只有流域人民群众都加入到环境保护、生



态建设的队伍中,湖泊生态系统才能真正实现良性运转,这是高原湖泊生态系统良性运转的必要条件。这些条件紧密相连,构成一个较为完整的体系。

在界定高原湖泊生态系统良性运转条件的基础上,本书从生态系统的供给与需求两个方面入手进行了研究。供给方面,在研究现有的水资源保护制度的基础上,遵循“综合治理、循环经济”的原则,提出一方面应积极治理保护高原湖泊,另一方面,可引入市场机制,建立以总量控制制度为核心的环境管理体系。在需求和水资源利用方面,提出积极促进流域产业结构的调整。流域的重点产业领域是:①产业化经营的生态农业;②新型工业,包括被改造了的磷、电、建材等传统工业,农产品加工业,引进来的某些新型工业;③以旅游业为龙头的现代服务业。流域生态产业体系大致要经过三步才能形成:第一步,把一般的产业改造为清洁生产的产业;第二步,从传统的产业结构逐步过渡到高位开发,过渡到以高投入、高效益、人才密集、知识密集、消耗低、无污染或低污染型的产业为主,即以生态农业、新型工业和现代服务业为主的结构;第三步,生态与产业互为条件,互动互促,实现可持续发展。同时,应积极建立节约型社会,从制度、信用、社会事业、人口等多个方面,加快流域社会重建,为经济发展创造良好的社会环境条件。

本书还探索了流域生态、经济、社会的可持续发展模式:在自适应控制思想的基础上,把整个流域的生态经济社会系统作为被控制对象;流域生态、经济、社会活动的主要参与者包括流域居民、企事业单位、政府和其他机构等;将对流域生态系统的破坏作用看做系统的外部影响因素。政府和其他决策团体构成自适应控制中的决策机构;相关政策法规、科技手段等组成调节机制,形成一个自适应控制机制。该机制通过对流域生态、经济、社会系统的输出值中的相关指标进行测定,与事前设定的规定指标进行比对评价,及时发现不协调因素,由决策机构根据具体情况调用调节机制中的政策或科技等措施,尽可能调节输入,从而形成一个能调节流域生态经济社会协调发展的自适应控制机制。

最后,本书从经济发展目标、经济增长方式、产业转换、区域行政体制、法制建设、环境保护模式等几个方面研究制定高原湖泊生态系统良性运转的对策,以实现平衡条件,包括经济社会的发展和流域生态承载力之间的动态平衡,生态资源的供给与需求的平衡,资源使用者的成本-收益平衡,地方政府、企业、居民等各方利益的平衡。

本书是在云南哲学社会科学基地项目——云南高原湖泊生态系统良性运转的



自然、经济、社会条件与治理对策研究（KKKP200739009）的研究基础上撰写完成的。为顺利完成研究任务，昆明理工大学、云南省环境科学研究院、云南省情报研究院的相关专家和学者组成了课题组，汇集经济管理学科、水资源管理学科、情报研究学科等多专业知识内容进行了交叉研究。本书具体分工如下：第1章张秀敏、贺彬；第2章陈志芳；第3章胡元林、赵光洲；第4章赵光洲、马敏象、孙静、凤羽辉、陈妍竹；第5章、第6章胡元林；第7章唐泳；第8章宋振华。全书结构由赵光洲、贺彬总体设计。

鉴于高原湖泊流域可持续发展是一个崭新的研究课题，涉及多个学科的知识，我们采用了边研究、边实践、边探索、边深化的方法。对于书中存在的不足之处，敬请读者指教。

赵光洲 贺彬

2010年12月

目 录

前言

1 云南高原湖泊流域发展现状	1
1.1 云南九大高原湖泊的基本特征	1
1.2 云南高原湖泊资源及价值分析	8
1.3 云南高原湖泊流域经济发展特点	11
1.4 九湖流域水环境现状	16
1.5 九湖流域存在的主要问题	19
1.6 九湖流域形势分析	23
2 云南高原湖泊流域环境承载力测评——以抚仙湖为例	26
2.1 水资源承载能力分析	26
2.2 土地资源承载能力分析	33
2.3 旅游资源承载能力分析	35
3 云南高原湖泊生态系统良性运转的总体框架及界定条件	42
3.1 高原湖泊流域可持续发展中的主要矛盾	42
3.2 高原湖泊流域现有的研究与实践	44
3.3 可持续发展的界定、本质及构建	46
3.4 云南高原湖泊生态系统良性运转的界定条件	56
4 云南高原湖泊流域水资源保护制度及生态补偿机制	64
4.1 流域水资源保护政策	64
4.2 高原湖泊流域生态补偿机制的建立	75
5 高原湖泊流域产业转换机制	90
5.1 高原湖泊流域产业发展现状	90
5.2 抚仙湖流域产业发展的制约因素	96
5.3 高原湖泊流域产业转换机制	100
5.4 高原湖泊流域产业转换的选择	104



6 云南高原湖泊流域社会发展模式创新	111
6.1 高原湖泊流域社会发展现状及问题	111
6.2 流域社会发展模式	115
6.3 流域社会发展模式探索	118
7 高原湖泊流域自适应控制可持续发展模式创新	124
7.1 影响流域可持续发展模式的因素	124
7.2 流域可持续发展模式的设计基础和原则	126
7.3 基于自适应控制的高原湖泊流域生态、经济、社会可持续发展模式的设计	128
8 云南高原湖泊生态系统良性运转的对策	134
8.1 调整经济发展目标以实现利于流域环境保护的社会经济活动	134
8.2 实现生态安全下的经济增长方式	136
8.3 适时进行产业转换	138
8.4 调整行政规划区域体制	139
8.5 加强法律法规和制度建设	140
8.6 改善环境保护模式	142
8.7 调整政府政策支持力度	144
8.8 建立切实可行的管理体制	145
8.9 公众参与前提下的各负其责	146
8.10 以抚仙湖为例,高原湖泊采取的对策措施	147
参考文献	153

1 云南高原湖泊流域发展现状

云南高原湖泊众多，是我国湖泊最多的省份之一。面积在 1 km^2 以上的湖泊共 37 个，湖泊总面积为 1066 km^2 ，集水面积 900 km^2 ，总蓄水量约 300 亿 m^3 。滇东、滇中主要的湖泊有滇池、抚仙湖、阳宗海、杞麓湖及星云湖等；滇西北主要有洱海、程海、泸沽湖、剑湖、茈碧湖、纳帕海、碧塔海等；滇南主要有异龙湖、长桥海、大屯海等。以容水量计，超过 20 亿 m^3 的湖泊有抚仙湖、洱海、程海、泸沽湖；以平均水深计，超过 20m 的湖泊有抚仙湖、泸沽湖、程海、阳宗海；以湖面面积计，超过 200 km^2 的湖泊有滇池、洱海、抚仙湖。滇池是云南湖面最大的湖泊，在全国名列第六。抚仙湖的容水量和平均水深均名列云南全省湖泊之冠。它也是中国第二深的淡水湖泊。云南湖泊多位于崇山峻岭之中，或高山之巅，似颗颗高原明珠，像块块山间碧玉。它们景色秀美，风光如画，是云南壮丽的自然景观的重要组成部分。云南有许多湖泊驰名中外，其中最著名的九大湖泊按照面积排序为：滇池、洱海、抚仙湖、程海、泸沽湖、杞麓湖、星云湖、阳宗海、异龙湖。

1.1 云南九大高原湖泊的基本特征

1.1.1 九湖流域地理位置

九大高原湖泊中，滇池、抚仙湖、星云湖、杞麓湖、阳宗海 5 个湖泊位于云南东部、中部地区，洱海、泸沽湖、程海 3 个湖泊位于滇西北地区，异龙湖位于滇南地区。按行政区划，滇池为昆明市管辖；抚仙湖、星云湖、杞麓湖为玉溪市管辖；阳宗海（玉溪市 46%、昆明市 54% 流域面积）为昆明市、玉溪市管辖；洱海为大理白族自治州管辖；程海为丽江市管辖；泸沽湖（丽江市 43%、四川省 57% 的流域面积）为丽江市、四川省管辖；异龙湖为红河哈尼族彝族自治州



管辖。九湖流域地理位置基本特征见表 1-1。

表 1-1 云南九湖流域地理位置基本特征

州市	湖泊名称	地理位置	湖面海拔/m	流域面积/km ²	所属水系	所属行政区域
昆明市	滇池	东经 102°30' ~ 103°00' 北纬 24°28' ~ 25°28'	1887.4	2920	金沙江水系	昆明市五华区、盘龙区、官渡区、呈贡县、晋宁县以及西山区的部分区域
玉溪市	抚仙湖	东经 102°39' ~ 103°00' 北纬 25°13' ~ 25°46'	1722	674.7	珠江水系	澄江县的凤麓、龙街、右所、海口四个乡镇, 江川县的路居、翠峰两个乡镇, 华宁县青龙镇的海关、海镜两个村委会
	星云湖	东经 102°45' ~ 102°48' 北纬 24°17' ~ 24°23'	1722	373	珠江水系	江川县(江城镇、大街镇、前卫镇、路居镇及雄关乡)
	杞麓湖	东经 102°33' ~ 102°52' 北纬 24°04' ~ 24°14'	1796	254.2	珠江水系	通海县(秀山镇、河西镇、四街镇、九街镇、杨广镇、纳古镇及兴蒙乡)
大理白族自治州	洱海	东经 99°32' ~ 100°27' 北纬 25°25' ~ 26°16'	1974	2565	澜沧江水系	大理市、洱源县(下关镇、大理镇、凤仪镇、喜洲镇、上关镇、银桥镇、湾桥镇、挖色镇、海东镇、玉湖镇、双廊镇、邓川镇、右所镇、三营镇、牛街乡、凤羽镇)
丽江市 四川省	泸沽湖	东经 100°45' ~ 100°51' 北纬 27°41' ~ 27°45'	2690	247.6	金沙江水系	云南省宁蒗县永宁乡落水行政村、四川盐源县泸沽湖镇
丽江市	程海	东经 100°38' ~ 104°01' 北纬 26°27' ~ 26°28'	1501	318.3	金沙江水系	永胜县(程海镇)
昆明市 玉溪市	阳宗海	东经 102°55' ~ 103°03' 北纬 24°27' ~ 24°54'	1770	192	珠江水系	宜良县、呈贡县、嵩明县、澄江县。包括宜良县汤池镇、呈贡县七甸乡、嵩明县杨林镇; 澄江县阳宗镇部分区域



续表

州市	湖泊名称	地理位置	湖面海拔/m	流域面积/km ²	所属水系	所属行政区县
红河哈尼族彝族自治州	异龙湖	东经 102°28' ~ 102°38' 北纬 23°28' ~ 23°42'	1414	360.4	珠江水系	石屏县（异龙镇、宝秀镇、坝心镇）
合计	—	—	—	7905.2	—	—

1.1.2 九湖流域的基本特征

1) 处于高海拔地区

云南九大高原湖泊海拔为 1414 ~ 2690m, 按水面高度从高到低排序, 依次为: 泸沽湖、洱海、滇池、杞麓湖、阳宗海、抚仙湖、星云湖、程海、异龙湖。

2) 气候温和

九大高原湖泊同处于低纬度、高海拔、亚热带地区, 大多数湖泊流域内雨量相对充沛。湖泊盆地区气候温和, 多年平均气温为 13 ~ 20℃, 早晚温差大, 日照时间长。按流域平均气温从高到低排序, 依次为程海、异龙湖、阳宗海、星云湖、杞麓湖、抚仙湖、洱海、滇池、泸沽湖。

3) 湖泊形状狭长

云南九大高原湖泊具有南北向宽, 东西向窄的共有特征。九大高原湖泊均为构造断陷型湖泊, 以南北向伸展。其中以洱海最为狭长, 南北向湖长是东西向平均湖宽的 6.7 倍, 滇池、阳宗海、异龙湖的南北向长与东西向宽的比均在 5 以上, 其余几个湖泊的长宽比为 2 ~ 4。

4) 高原深水湖与浅水湖并存

湖泊深度以抚仙湖最深, 最大水深达 158.9m, 平均水深 95.2m; 第二深水湖是泸沽湖, 最大水深 91.0m, 平均水深 45.0m; 第三深水湖是程海, 最大水深 35.0m, 平均水深 25.7m。按湖水深度进行湖泊分类, 云南九大高原湖泊中, 抚仙湖、泸沽湖属于深水湖泊; 阳宗海、程海、洱海属较深水湖泊; 星云湖、滇池、杞麓湖、异龙湖属于浅水湖泊。



5) 湖泊生态系统敏感脆弱

九湖流域内干湿季节分明, 降水分布极不均匀, 降水量为 700~1100mm, 多年平均降水量为 930mm, 是全省多年平均降水量的 19%。流域气候温和、光热资源丰富、生态系统敏感脆弱是大多数高原湖泊共有的自然特征。洱海流域最高点海拔 4122m, 最低点海拔 1971m, 流域内海拔高差为 2151m, 是垂直气候最明显的流域, 也是生物多样性最为丰富的流域。

6) 水资源普遍缺乏

九大高原湖泊面积均在 30km² 以上, 占云南全省湖泊面积的 89.7%。九湖的总水量为 303 亿 m³, 大约是全省水资源总量的 16%。按蓄水量从大到小排序, 依次为: 抚仙湖、洱海、泸沽湖、程海、滇池、阳宗海、星云湖、杞麓湖、异龙湖。蓄水量最大的抚仙湖与蓄水量最小的异龙湖水量相差 179 倍。云南水文水资源部门的研究表明, 滇池流域水资源缺乏, 如果以滇池为标准来衡量其他湖泊, 则多数湖泊的水资源就更为缺乏。除洱海流域水资源丰富外, 其他 8 个湖流域的水资源普遍缺乏。导致水资源缺乏的原因主要有以下几个。一是流域面积小。除滇池、洱海流域面积在 2500km² 以上外, 其他 7 个湖泊的流域面积均为几百平方千米。由于流域面积小, 使得降水形成的径流量十分有限。二是湖泊四周群山环抱, 呈封闭或半封闭状, 流域内无过境水, 九大高原湖泊中的程海属封闭型湖泊, 抚仙湖、洱海、滇池、泸沽湖、星云湖、阳宗海、异龙湖、杞麓湖属半封闭型湖泊。三是 9 个湖泊的湖面蒸发量远远高于湖面降水量。云南九大高原湖泊基本特征见表 1-2。

表 1-2 云南省九大高原湖泊基本特征

湖泊类型	湖泊名称	降水量/ mm	蒸发量/ mm	湖泊面积/ km ²	平均长度/ km	平均宽度/ km	最大水深/ m	平均水深/ m	湖岸线长/ km	岸线发育系数	入湖水量/ 亿 m ³	出水量/ 亿 m ³	蓄水量/ 亿 m ³	换水周期/ a	运行水位/ m	最大落差/ m	森林覆盖率/%
深水湖泊	抚仙湖	872	1275	216.6	31.8	6.8	158.9	95.2	100.8	1.93	1.67	0.96	206.2	166.9	1720.50 ~ 1722.00	1.5	27.2
	泸沽湖	910	1170	50.1	9.5	5.2	91.0	45.0	44.0	1.75	0.79	0.529	22.52	42.6	2689.80 ~ 2691.80	1.8	45.0
较深水湖泊	阳宗海	939	2026	31.9	12.7	2.5	29.7	18.9	32.3	1.61	0.56	0.48	6.04	12.6	1767.00 ~ 1770.75	3.75	22.8
	程海	734	2169	74.6	17.3	4.3	35.0	25.7	45.1	1.47	—	—	19.8	—	1499.20 ~ 1501.00	1.8	17.0
	洱海	1048	1209	251.3	42.5	5.9	21.3	11.4	127.8	2.28	8.25	8.63	28.8	3.3	1972.61 ~ 1974.31	1.7	35.6



续表

湖泊类型	湖泊名称	降水量/ mm	蒸发量/ mm	湖泊面积/ km ²	平均长度/ km	平均宽度/ km	最大水深/ m	平均水深/ m	湖岸线长/ km	岸线发育系数	入湖水量/ 亿 m ³	出水量/ 亿 m ³	蓄水量/ 亿 m ³	换水周期/ a	运行水位/ m	最大落差/ m	森林覆盖率/%
浅水湖泊	星云湖	872	1996	34.3	9.1	3.8	10.8	6.1	38.8	1.87	0.49	0.24	2.10	8.8	1721.50 ~ 1722.50	1.0	31.4
	滇池	953	1409	309.5	41.2	7.56	9.3	5.3	163	1.463	6.70	4.17	15.6	3.0	1887.4 ~ 1885.5	2.0	50.6
	杞麓湖	883	1063	37.3	10.4	3.6	6.8	4.5	32.0	1.48	1.08	0.77	1.68	2.2	1794.25 ~ 1797.65	3.4	21.6
	异龙湖	920	1909	29.6	13.8	2.1	5.7	3.9	62.9	3.26	0.48	0.16	1.15	7.2	1412.08 ~ 1414.20	2.12	34.2

注：①抚仙湖、星云湖入湖水量与出湖水量为出流改道工程实施前测定数据。

②程海是一个封闭型湖泊，没有出流，也没有长年性的固定地面水源补给，水量补给主要是地下水、湖面降水以及雨季地表径流及仙人河隧洞工程雨季补水，损耗主要是湖面蒸发和农田灌溉。

③“—”表示因数据收集原因未能有效统计，下同。

1.1.3 各湖泊的自然概况

虽然九湖流域表现出许多共同的自然特征，但各湖泊仍然具有不同的特点。

1) 深水湖泊

抚仙湖水量在九湖中位居第一，是滇池水量的 13 倍，但流域面积 674.7km²，仅为滇池流域面积的 23.1%，在九湖流域中是水资源最为缺乏的流域。尽管年降水量平均为 872mm，但由于流域面积小，多年平均入湖径流量十分有限，仅 1.67 亿 m³，湖水交换一次需要 166.9 年时间。抚仙湖流域植被以草丛、灌丛、针叶林等次生植被为主，森林覆盖率在九个湖泊中较低，仅为 27.2%（不含灌木林地）。流域内现有水土流失面积 208.8km²，占总面积的 30.94%，年流失入湖的泥沙量达 21.2 万 t。严重的水资源缺乏以及流域森林覆盖率低，使得抚仙湖成为九大高原湖泊中生态最为敏感脆弱的湖泊。

泸沽湖水量在九湖中位居第三，是滇池水量的 1.4 倍。流域面积在九湖中最小，仅为滇池流域的 8.5%，水资源量十分有限。流域平均降水量约 910mm，湖面平均蒸发量约 1170mm。正常高水位时的蓄水量为 22.52 亿 m³，是滇池蓄水量



的 1.4 倍,但多年平均入湖水量仅为 0.79 亿 m^3 ,是滇池多年入湖水量的 11.8%,湖水交换一次需要 42.6 年时间。泸沽湖由于人口稀少,开发强度低,流域的原生生态系统保存较为完好,森林覆盖率为 45.0%,生物多样性特征十分鲜明,以国家三类保护植物波叶海菜花为优势的水生植物群落的类型和结构,在九湖中独具特色,其纯净冷凉的特殊水体水质繁育了特有的三种珍稀裂腹鱼类。每年有国家一级保护动物黑颈鹤等 50 多种、数万只鸟类在此栖息越冬,湖周陆生动植物资源十分丰富。

2) 较深水湖泊

与深水湖泊不同的是,较深水湖泊的水资源量显示出明显的差异,阳宗海、程海水资源严重缺乏,但洱海则水资源丰富。

阳宗海水量在九湖中位居第五,流域面积接近泸沽湖,流域平均降水量约 939mm,多年平均入湖水量仅 0.48 亿 m^3 ,湖水交换一次需要 12.6 年时间。因水资源量极度缺乏,为维持阳宗海水量平衡,汛期实施人工调度,引摆衣河河水入湖,多年平均引水量 0.2 亿 m^3 。阳宗海流域内森林类型为半湿性常绿阔叶林、针叶林和针阔混交林,现有的森林植被多为人工纯林,结构单一,涵养水源及水土保持功能差,水土流失现象严重,生态功能脆弱,森林覆盖率为 22.8%。阳宗海西侧面山为高度发育的石灰溶岩区,北侧面山台地基本无天然植被覆盖,东侧面山森林植被破坏较严重,逆向演替明显,林地环境向贫瘠型退化。流域内石漠化现象严重,水土流失面积占流域面积的近 50%。

程海地处金沙江干热河谷地区,蓄水量 19.8 亿 m^3 ,是滇池的 1.3 倍,在九湖中位居第四。流域面积 318.3 km^2 ,仅为滇池流域面积的 10.9%。程海没有长年补给水源,也没有出流,是九湖中水资源最为缺乏的湖泊,湖面年平均降水量在 9 个湖泊中最少,仅为 734mm,湖面蒸发量 2169mm,干旱现象严重,湖面蒸发量大约是流域降水量的 3 倍,水量长期入不敷出,导致湖泊水位持续下降。因水资源严重不足,多年来,一直通过仙人河隧道向程海补水,年补水量为 1000 万~3000 万 m^3 。程海流域的水土流失在 9 个湖泊中最为严重,土壤侵蚀率高达 50%,远远高于云南全省土壤侵蚀率的平均水平。

洱海蓄水量 28.8 亿 m^3 ,流域面积 2565 km^2 ,无论水量还是流域面积均在九湖中位居第二。洱海多年平均入湖流量 8.25 亿 m^3 ,是九湖中水资源最为丰富的湖泊。流域内多年平均降水量 1048mm,境内有弥苴河、永安江、波罗江、罗时江、西洱河、凤羽河及苍山十八溪等大小河溪共 117 条,流域内有洱海、茈碧



湖、海西海、西湖等湖泊及水库。洱海湖滨区年平均地表径流量 15 亿 m^3 。洱海主要补给水为大气降水和入湖河流，北有茈碧湖、西湖和海西海，分别经弥苴河、罗时江、永安江等穿越洱源盆地、邓川盆地进入洱海。其中弥苴河为最大河流，汇水面积 1389 km^2 ，多年平均来水量为 5.1 亿 m^3 ，占洱海入湖总径流量的 61.8%。西部汇有苍山十八溪水，南纳波罗江，东有海潮河、凤尾阱、遇龙河等小溪水汇入。天然出湖河流仅有西洱河，该河全长 23 km ，总落差 610 m ，至漾濞县平坡乡汇入黑惠江，流向澜沧江，注入湄公河。洱海流域有林地覆盖率为 10.84%，灌木林地覆盖率为 24.79%，有林地和灌木林地的覆盖面积占全流域林业用地面积的 79.92%。流域内年平均土壤侵蚀模数为 1035 t/km^2 ，年土壤流失总量为 358.55 万 t 。

3) 浅水湖泊

星云湖蓄水量 2.1 亿 m^3 ，在九湖中倒数第三，是滇池蓄水量的 13.5%。流域面积 373 km^2 ，是滇池流域面积的 12.8%。与抚仙湖之间以 2.2 km 的隔河相连，是抚仙湖的姐妹湖。多年平均降水量为 872 mm ，多年平均蒸发量 1996 mm 。湖水主要靠地表径流和湖面降水补给，入湖河流主要有东西大河、螺蛳铺河、渔村河等 14 条季节性河流，多年平均入湖水量 0.49 亿 m^3 。流域内植被以草地、灌丛、针叶林等次生植被为主，森林覆盖率 31.4%。

滇池蓄水量 15.6 亿 m^3 ，在九湖中位居第五，流域面积 2920 km^2 ，是九湖流域面积最大的湖泊。滇池多年平均水资源量 9.7 亿 m^3 ，多年平均蒸发量 4.3 亿 m^3 ，滇池流域平均实有水资源量 5.4 亿 m^3 ，进入滇池的主要河流有 29 条，呈向心状进入流域。滇池上游河流均源近流短，分为水库下游河流及城市纳污河流两类。外海是滇池的主体部分，水面面积 289.5 km^2 ，在正常高水位时的水量为 12.7 亿 m^3 ，占滇池总水量的 98.4%；草海是昆明市主城区西部城市纳污河流的过流水域，水面面积 11 km^2 ，水量 0.2 亿 m^3 ，占滇池总水量的 1.6%。滇池流域地形可分为山地丘陵、淤积平原和滇池水域三个层次。山地丘陵居多，约占 69.5%；淤积平原占 20.2%；滇池水域占 10.3%。流域内自然植被以亚热带常绿阔叶林为主，次生植被以云南松及华山松为主，森林覆盖率 50.6%。

杞麓湖蓄水量 1.68 亿 m^3 ，在九湖中倒数第二，流域面积 254.2 km^2 ，多年平均降水量 883 mm ，多年平均蒸发量 1063 mm 。杞麓湖水源主要靠降水补给。流域内有 4 条河流及 10 余条季节性河沟，入湖径流主要来源于降水和少部分地下水，