

高原湖滨城市土地 集约利用模式与管理

◎ 张洪 等 / 著



科学出版社

高原湖滨城市土地 集约利用模式与管理

张 洪 等 著

国家自然科学基金资助项目（70863014）资助

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书针对云南高原湖滨城市(镇)发展及用地扩展与湖泊生态保护日益尖锐的矛盾,运用生态学及生态城市理论和土地集约利用理论,采用遥感、GIS、元胞自动机、计量分析模型等技术方法,系统研究云南九大高原湖泊流域,尤其是滇池流域土地利用及其城市(镇)用地扩展与湖泊生态变化的机理关系,从理论分析和实验实证两方面首次系统论证云南高原湖滨地区城市(镇)发展的最佳土地利用模式是生态约束的城市(镇)土地集约利用模式,创新性地提出该模式的目标、原则、条件和类型以及各类型的城市(镇)土地利用方向,探索实施这个模式的土地利用管理机制及政策措施,为重塑高原湖滨城市(镇)发展与湖泊生态保护和谐关系、形成高原湖泊流域生态经济良性循环的土地利用管理新格局提供科学依据。

本书适合作为国土资源管理、环境管理和城市管理的政府部门工作人员,高等院校土地资源管理、城市规划、资源环境与城乡规划管理、区域与城市经济、资源环境经济等专业领域的研究人员、教师以及研究生、本科生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

高原湖滨城市土地集约利用模式与管理 / 张洪等著. —北京: 科学出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-03-040986-7

I. 高… II. 张… III. 城市土地-土地利用-研究-中国 IV. F299.232

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 123687 号

责任编辑: 朱海燕 李秋艳 / 责任校对: 刘晓梅

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 铭轩堂

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 6 月第一次印刷 印张: 11 1/2

字数: 270 000

定价: 99.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前言

城市扩展是人类社会发展的必然结果，是一个国家发展的阶段性标志。但是，城市快速扩展必然带来一系列环境问题。对于湖滨城市来说，城市快速扩展所产生的水环境污染问题，近几年已成为我国重大生态环境问题，受到国家、地方政府、广大民众和国际社会的广泛关注。

我国云贵高原、青藏高原湖泊众多，它们不仅起到调节高原气候、支撑高原生态系统的特殊作用，湖滨区域也是高原人类文明的摇篮和社会经济发展的主要地区之一。高原湖泊与我国中部、东部平原湖泊相比，由于没有大江大河流经，集水面小，湖泊水循环周期长，其生态系统更脆弱，抵抗人类干扰的能力更弱。随着我国西部大开发深入推进，高原湖滨区域社会经济和人口数量迅速增长，湖泊污染问题日益严重。2011年一季度云南九大湖泊水质状况公告数据显示：滇池草海水质综合评价为劣Ⅴ类，水域功能为Ⅳ，属重度污染；滇池外海水质综合评价为劣Ⅴ类，水域功能为Ⅲ，属重度污染；星云湖水水质综合评价为劣Ⅴ类，水域功能为Ⅲ，属重度污染；杞麓湖水水质综合评价为劣Ⅴ类，水域功能为Ⅲ，属重度污染；异龙湖水质综合评价为劣Ⅴ类，水域功能为Ⅲ，属重度污染；阳宗海水水质综合评价为Ⅳ类，水域功能为Ⅱ，属重度污染；洱海水水质综合评价为Ⅱ类，水域功能为Ⅱ，污染；程海水水质综合评价为Ⅲ类，水域功能为Ⅲ，污染；只有抚仙湖和泸沽湖水水质与水功能仍保持Ⅰ类，污染，湖泊基本没有受到污染。高原湖泊污染已成为国家和云南省重大国家生态问题，滇池被国务院列为全国重点整治的三大湖泊之一，受到国家的高度重视。

导致高原湖泊污染加剧的原因是多方面的，其中不合理的城市扩展与土地利用方式是重要原因之一。主要表现在：城市及其近郊建设用地无序蔓延，导致人类生产、生活污水难以回收利用，大量污水直接进入湖泊，加重湖泊污染和富营养化；城市和城郊建设用地以及房地产开发项目向湖滨生态湿地与农田延伸，流域面山林地被砍伐，破坏原有湖滨生态系统，大大削弱湖泊对污水的自净能力，加速湖泊污染。因此，必须从生态视角，重新审视高原湖滨城市扩展与土地利用模式，按照生态学原理构建可持续的城市土地集约利用模式与管理机制，重塑城市发展与湖泊保护的和谐关系。这是我国西部高原地区社会发展的现实要求，也是城市与土地资源管理学科需要解决的学术前沿课题。

从生态学角度研究城市扩展与空间形态的思想，源于17世纪斯卡莫齐（Scamozzi）提出的“理想城市”方案，19世纪末霍华德（Ebenezer Howard）吸收“理想城市”概念中的积极因素，创造了“田园城市”的城市发展模式，1918年芬兰建筑师沙里宁（Eliel Saarinen）又提出“有机疏散理论”，这些早期生态思想对生态城市空间结构与土地利用模式产生了重要影响。20世纪80年代，基于对美国城市低密度蔓延与市中心衰落的反思，兴起了“新城市主义”思潮，强调尊重自然、构建完整城市生态系统和紧凑且功能多元的土地利用模式与精明增长（smart growth）。随后，在美国生态学家雷吉

斯特 (Richard Register) 的推动下, 全球范围内掀起了“生态城市”运动, 1990 年在美国伯克利召开第一届国际生态城市会议, 至今已召开六届。生态城市理论与实践迅速发展, 成为指导今天城市建设与土地利用的重要思想。雷吉斯特提出生态城市设计十原则, 如优先开发紧凑、多样、绿色的混合土地利用社区, 优先发展步行、自行车、公共交通出行方式置于小轿车方式的优先位置, 修复被损坏的城市自然环境, 建设体面、安全、多民族的混合居住区, 培育社会公正性, 支持地方化农业和城乡一体化, 资源循环利用, 减少城市污染等, 已成为各国生态城市建设的指导性原则。

我国早在春秋战国时期, 管子就提出“因天材, 就地利, 故城郭不必中规矩, 道路不必中准绳”的自然至上的朴素生态城市思想。但我国现代生态城市研究始于著名生态学家马世骏和王如松提出的“社会-经济-自然复合生态系统”理论, 该理论将城市定义为典型的社会-经济-自然复合生态系统。在此基础上, 王如松等提出建设天城合一的中国生态城市思想, 以及生态城市建设所应依据的生态控制论原理, 生态城市管理与规划方法。黄光宇等在总结山地城市规划与生态城市规划实践的基础上, 较系统地提出生态城市规划理论与设计方法。2004 年, 杨志峰等出版了《城市生态可持续发展规划》, 将遥感与 GIS 及信息集成技术应用于生态城市规划研究。

生态城市理论与规划方法为我们进行高原湖滨城市土地集约利用研究提供了生态视角和理论框架。但是, 目前生态城市有关城市空间形态与土地利用的研究仍停留在概念模式和城市综合生态效应分析方面, 就城市用地扩展的生态效应和具体土地集约利用模式与管理机制及其效益来说, 缺乏系统的实证研究, 更没有针对高原湖滨城市的相关研究。

城市 (镇) 土地集约利用实质上是通过增加对单位面积土地的其他要素投入、优化存量土地利用结构、改善土地管理制度等, 提高土地利用的产出效率和经济效益。土地集约利用是一个动态过程, 随着社会经济的发展, 土地集约利用程度将不断提高。但是, 对城市生态环境的保护限制了土地集约利用程度的无限提高, 即存在一个合理的土地集约度问题。因此, 城市土地是否集约利用与城市空间发展形态密切相关, 国际上一直存在城市空间集中紧凑发展与分散发展的争论。我国是资源短缺的大国, 不仅农业土地资源十分紧缺, 能源也很短缺, 作为土地使用和能源消耗重要载体的城市, 如何在城市 (镇) 增长中以最少的土地利用容纳最多的城市 (镇) 人口, 提高城市 (镇) 资源的开发效益, 引导城市 (镇) 合理地向集约化用地模式发展, 是我国快速城市化过程中面临的重要课题, 也是我国学术界长期关注的热点问题。我国城市土地集约利用研究, 主要集中在集约利用理论和集约利用潜力评价两个方面。前者有马克伟、周诚、毕宝德、曲福田、冯长春、叶剑平、何芳、江曼棋、吴群、吴郁玲等学者, 后者有林坚、章其祥、乔伟丰、郑新奇、马钢、蔡文等学者。研究方法上, 一些学者大量使用遥感与 GIS 等计算机信息技术, 并与城市扩展动态模拟、城市土地资源优化配置和可持续利用结合研究, 如何春阳、袁丽丽、郑新奇、张新长。2004 年国土资源部土地利用司开展城市土地集约利用潜力评价试点, 制定颁布《建设用地节约集约利用评价规程》。2008 年 1 月, 国务院颁发《关于促进节约集约用地的通知》, 将城市土地集约利用提高到土地管理基本方针的重要位置。这些都为我们开展本书项目研究提供了重要参考。但是, 这些研究侧重在城市土地利用现状评价与土地集约利用的一般

性机理研究,没有深入研究按照生态城市空间结构模式思想,如何实现土地的集约利用与管理问题。更缺乏研究生态脆弱的高原湖滨城市应该采取什么样的土地集约利用模式和管理机制。这些研究不能满足当前我国高原湖滨城市(镇)可持续发展与土地管理的客观需要。所以,本书对我国城市土地管理理论与技术创新以及学科发展,有一定的学术理论价值。同时,对现阶段我国倡导节约型社会,转变土地利用方式,提高高原湖滨城市(镇)土地管理水平和可持续发展能力,亦有重要的现实意义和广阔的应用前景。

本书是张洪主持的国家自然科学基金项目“生态视角下云南高原湖滨城市土地集约利用模式与管理机制研究”(批准号70863014)的研究成果。该研究借鉴生态学原理及生态城市规划设计思想,通过对样本区(滇池流域和昆明主城区)进行基于遥感和GIS的大量土地利用、环境监测、城市建设以及社会经济等时空数据分析,研究高原湖滨城市用地扩展与湖泊水环境变化的关系;运用元胞自动机和GIS技术实证分析生态视角下不同土地集约利用模式设计方案的经济效益与生态效益,探索高原湖滨城市实现可持续土地集约利用的理论模式及新型土地管理机制,重塑高原湖滨城市发展与湖泊保护和谐关系的土地利用管理新格局。

本书主要分为以下几部分:

第一,高原湖滨地区土地利用与湖泊生态的关系研究。这部分是本书研究的基础,通过这部分实证性历史回顾研究,探寻高原湖泊流域土地利用是否与高原湖泊生态恶化存在相互关系,存在什么样的关系,为后续研究提供科学依据。

第二,昆明城市用地扩展对滇池水环境的影响研究。这部分是前面研究的拓展。它以昆明主城区近30年来建设用地扩展与滇池湖泊水环境的生态变化为视角,系统分析评价20世纪80年代至今昆明主城建设用地扩展与滇池湖泊生态变化的相互关系,为生态视角下的高原湖滨城市土地集约利用模式设计提供科学依据。

第三,生态约束下滇池流域城市化地区城镇村土地集约利用模式研究。这部分是本书研究的核心内容,通过这部分的理论和实证研究,探索高原湖滨城市构建经济高效、生态合理、能尽量减少城市发展对湖泊生态负面影响的土地集约利用模式及其理论与方法。

第四,生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用模式研究。这部分是在前面实证研究的基础上,从理论上升华提炼生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用理论模式框架、模式类型和土地集约利用方向。

第五,高原湖滨城市土地集约利用的管理机制和政策体系研究。这部分以我国现行土地管理法规体系为依据,探索高原湖滨城市土地集约利用的新型土地管理机制和政策体系。

参加本书研究的主要人员是我与金杰、黎海林和陈震;另外,赵耀龙、李彦、雷冬梅、袁磊、孟春林等老师也参加了研究,本书是大家共同研究的成果。具体写作分工如下:第一章,张洪;第二章,张洪、雷冬梅、黎海林、陈震;第三章,张洪、黎海林;第四章,张洪、金杰;第五章,张洪、袁磊;第六章,李彦、张洪;结论:张洪,附录,张洪、孟春林、张静。

本书得以出版,首先感谢国家自然科学基金项目编号:70863014的资助。其次,

感谢作者所在学校——云南财经大学的大力支持，为本书研究和写作提供时间、设备和经费支持。还要感谢参加本书研究的同事们和研究生，没有他们的辛勤劳动，不可能取得本书研究的成果。最后，衷心感谢我的家人，没有她们的理解和默默奉献，我将一事无成。

本书只是一个初步探索，一些机理还需要更深入的实验研究，一些理论模型还有待于完善，一些参数还需要更多的工作积累进行修正。本书的疏漏和不足之处，需要在未来的研究工作中予以解决和完善，也欢迎读者给予斧正。

张 洪

2013年9月于昆明云南财经大学康园

目 录

前言

第 1 章 概述	(1)
1.1 研究背景	(1)
1.2 滇池湖泊水质污染变化简况	(9)
参考文献	(17)
第 2 章 高原湖滨地区土地利用与湖泊生态的关系研究	(19)
2.1 湖滨地区土地利用与湖泊生态关系研究综述	(19)
2.2 滇池流域土地利用动态变化及其对流域水环境的影响研究	(24)
2.3 云南九大高原湖泊流域土地利用类型结构与湖泊水质变化的关系研究	(31)
参考文献	(38)
第 3 章 昆明城市用地扩展对滇池水环境的影响研究	(41)
3.1 昆明城市化进程	(41)
3.2 昆明主城区的城市用地扩展时空变化特征分析	(46)
3.3 昆明主城区建设用地扩展与滇池水环境的相互耦合关系研究	(61)
参考文献	(68)
第 4 章 生态约束下滇池流域城市化地区城镇村土地集约利用模式研究	(70)
4.1 高原湖滨城市化地区城镇村土地集约利用模式的理论研究	(70)
4.2 滇池流域生态约束下城镇村集约用地模式比选方案的实验研究	(82)
参考文献	(100)
第 5 章 生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用模式研究	(104)
5.1 高原湖滨城市(镇)土地集约利用模式的理论研究	(104)
5.2 生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用模式框架构建	(114)
5.3 云南九大高原湖泊流域各类生态约束下城市(镇)土地集约利用模式 设计	(122)
参考文献	(128)
第 6 章 生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用管理机制研究	(129)
6.1 生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用管理机制构建的背景	(129)
6.2 生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用管理机制构建的理论研究	(132)
6.3 生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用管理机制框架构建	(139)
6.4 生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用管理机制	(141)

6.5 生态约束下高原湖滨城市(镇)土地集约利用管理政策要点·····	(148)
6.6 促进机制有效实施的配套措施和建议·····	(151)
参考文献·····	(153)
第7章 结论·····	(155)
附录 生态约束下滇池湖滨城市化地区城镇村土地集约利用模式实验模拟数据库 研究·····	(157)

第1章 概述

1.1 研究背景

1.1.1 国外湖泊污染治理简介

城市扩展是人类社会发展的必然结果,是一个国家阶段性发展的标志。城市的快速发展,一方面为居民提供优越的物质和文化生活条件;另一方面使得人口激增、工厂林立、交通繁忙、资源短缺,造成严重的环境污染问题,给社会生产和居民生活带来诸多不便,进而又影响到城市可持续发展,带来一系列的城市环境问题。在众多城市环境问题中,水环境问题是较为突出的一个。水环境污染又称为水体污染,是指人类活动排放的污染物进入河流、湖泊、海洋和地下水等水体,使得水体及其水生态系统的物理、化学、生化性质发生改变,降低水体原有的功能(陈德超,2003)。城市中每天产生大量的工业废水和生活污水,城市河流以及大江大河的城市段自然成为这些污水的主要受纳水体,并注入与之相连的湖泊。因此,城市河流及湖泊问题又成为城市水环境研究的主要方面。

湖泊是连接水圈、生物圈、岩石圈的重要纽带,又是现代城市发展的载体。水是城市的活力所在,以湖泊为淡水资源是人类生存与社会发展不可或缺的物资条件。随着城市人口总量和密度的增加以及经济的发展,城市生活与生产的污水排放量呈现几何倍数的增长,向水中排放的污染物远远超过城市水体的自净能力,城市水环境质量明显下降。现在全国90%以上的城市水体污染严重,50%的重点城镇集中饮水水源已不符合取水标准,如北京的通惠河和凉水河、郑州的金水河、南京的秦淮河、济南的小清河等的水质为V类或劣V类;城市内部河流污染则更加严重,如深圳市内8条河流水质均为劣V类(张学勤和曹光杰,2005),城市湖泊水质急剧下降。全国政协人口资源环境委员会主任陈邦柱指出,中国目前江河湖泊有70%被污染,75%的湖泊出现不同程度的富营养化。同时,蓝藻水华频繁暴发,水质性缺水日益严重,引发淡水资源短缺、洪涝干旱灾害增多,严重制约着湖滨区域发展并影响人们的生活。据相关报道:昆明的滇池、南京的玄武湖和莫愁湖、杭州的西湖、武汉东湖都已严重富营养化,水质为V类或劣V类;太湖已经连续发生湖泊萎缩、功能退化、水质污染等现象。

从世界范围看,城市水环境恶化是一个比较普遍的突出问题。20世纪六七十年代,日本的水环境污染问题发展到十分严重的地步,连续发生多起水体污染引起的社会公害。美国及欧洲等国家也大都经历过一个城市河流先污染后治理的过程。随着水环境污染的日益加重以及对水资源危机认识的深化,水环境保护和整治对策研究在世界各地蓬勃开展,尤以欧美国家和日本研究较早,并在实践中取得成功,使许多城市河流恢复了清澈,鱼类重新畅游其中。现在,发达国家都十分重视对城市河流的治理和保护。纵观国外研究,可以看出以下趋势:①污染源和污染物的研究作为水环境研究的基础,其重点

正从点源转向非点源;②污染过程与污染机理研究正从有机污染转向污染物在水-土界面之间的迁移转化;③在水质模型与水环境模拟评价方面,从单一模型向多技术集成方向发展,其中将水质水量模型与GIS耦合研究已经成为一个新的动向。

从湖泊治理看,北美和日本的湖泊富营养化治理和湖泊生态系统修复具有一定的代表性。

1. 日本——琵琶湖

琵琶湖位于日本滋贺县的中部,面积 674km^2 ,是一个平均水深达40m的深水湖,它具有丰富的自然资源及旅游资源,发挥着供水、防洪、水产养殖、学术研究、旅游观光、生物多样性宝库和地域象征等多种功能。随着日本工业化与城市化的发展,高强度的土地开发利用使农地面积不断减少,住宅、商业、工业等建设用地增加。土地利用与土地覆被变化导致琵琶湖集水区域的自然下垫面减少,加上森林质量下降,琵琶湖集水区域的蓄水、保水能力降低,整个流域的正常水循环被改变,对水量和水质都产生不利影响。日本的琵琶湖在经历日本高度经济增长期片面的水资源开发利用阶段后,已转向开发利用与保护相结合的阶段。通过琵琶湖的长期性战略规划实施,实现对琵琶湖的综合开发利用,形成以琵琶湖流域为单元、政府主导与全民参与的湖泊保护管理模式(张兴奇等,2006)。

琵琶湖的治理也涉及流域的土地利用。在流域内以维持正常水文循环为出发点,强调在水文循环的各个环节进行一体化管理。这包括与琵琶湖相连的众多河流的上下游、左右岸、干支流、地表水与地下水、水量与水质、琵琶湖周围的土地利用与琵琶湖的综合管理。

2. 北美——五大湖区

北美五大湖位于美国和加拿大的交界处,按大小分别为苏必利尔湖(Superior)、休伦湖(Huron)、密歇根湖(Michigan)、伊利湖(Erie)和安大略湖(Ontario)。其中,除密歇根湖为美国独有外,其他4湖为美国和加拿大两国共有。五大湖流域的传统制造业造成的工业污染破坏了五大湖的水资源环境。

20世纪60年代末,五大湖水环境恶化问题逐渐引起社会各界的重视,美国和加拿大两国政府开始联手,共同治理五大湖水环境污染。1972年,美国和加拿大两国签订五大湖水质协议,美国政府开始增加在污染治理方面的投资,并制定污染物排放标准,建立城市污水处理厂。1978年,对五大湖水质协议进行第二次修改和补充,着重强调有毒污染物对生态环境的影响,减少非点源污染,恢复和维护湖区生态环境。总体来看,在过去的数十年里,五大湖水环境在被严重破坏后,又通过积极的治理取得令人瞩目的成功。但是,要保证五大湖的水质清洁和生态系统健康,仍有许多工作要做,如阻止湿地的减少、保护和维持生物栖息地、防止外来物种的侵入等(窦明等,2007)。

针对五大湖区污染问题,美国成立国际联合委员会,下设20个专业委员会,旨在加强湖区水污染研究;并设立五大湖渔业委员会,专门指导渔业资源的开发工作;设立五大湖州长理事会,促进五大湖地区的环境保护工作。这些管理机构分工细致、责任明确,使得湖泊管理井井有条,各负其责。其次,美国政府制定了一系列重要的政策措施,主要包括日最大负荷总量限制、水质管理规划、非点源控制计划等。

西方发达国家湖泊治理的理论研究和实践经验表明,湖泊污染是多因素造成的。因此,湖泊污染治理必须多渠道、多学科综合治理,其中流域土地利用调整是湖泊污染治理的重要措施之一。只要做好规划,长期治理,是能够实现湖滨区域社会经济与湖泊生态保护的协调发展。

1.1.2 云南高原湖泊基本特征与湖泊污染治理概况

1. 云南高原湖泊基本特征

云南高原湖泊众多,是我国湖泊最多的省份之一。面积在 1km^2 以上的湖泊共 37 个,湖泊总面积 1066km^2 ,集水面积 900km^2 ,总蓄水量约 300 亿 m^3 。云南滇东主要湖泊有滇池、抚仙湖、阳宗海、杞麓湖、星云湖等;滇西主要有洱海、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。按湖泊容水量分,超过 20 亿 m^3 的湖泊有抚仙湖、洱海、程海、泸沽湖;按平均水深分,超过 20m 的湖泊有抚仙湖、泸沽湖、程海、阳宗海;按湖面面积分,超过 200km^2 的湖泊有滇池、洱海、抚仙湖。滇池是云南省湖面最大的湖泊,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。它们山环水映,景色秀美,风光如画,是云南省壮丽自然旅游景观的重要组成部分。云南省有许多湖泊驰名中外,其中最著名的高原湖泊按照湖泊面积排序为滇池、洱海、抚仙湖、程海、泸沽湖、杞麓湖、星云湖、阳宗海、异龙湖 9 个湖泊。九大高原湖泊中,滇池、抚仙湖、星云湖、杞麓湖、阳宗海 5 个湖泊位于滇东地区,洱海、泸沽湖、程海 3 个湖泊位于滇西地区,异龙湖位于滇南地区。按照行政区划,滇池为昆明市管辖;抚仙湖、星云湖、杞麓湖为玉溪市管辖;阳宗海为昆明市(54% 的流域面积)、玉溪市(46% 的流域面积)管辖;洱海为大理州管辖;程海为丽江市管辖;泸沽湖为丽江市(43% 的流域面积)、四川省(57% 的流域面积)管辖;异龙湖为红河州管辖。

九大高原湖泊具有以下基本特征:

(1) 处于高海拔地区。九大湖泊分布在海拔 $1414 \sim 2690\text{m}$ 。水面高度由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。九大湖泊同处低纬度、高海拔、亚热带地区,湖泊坝区多年平均气温为 $13 \sim 20^\circ\text{C}$,早晚温差大,日照时间长。按流域平均气温由高到低依次为程海、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。九大湖泊均为构造断陷型湖泊,形状均为南北向长、东西向窄。

(4) 深水湖与浅水湖并存。按照平均水深小于 10m 为浅水湖泊,平均水深大于 10m 小于 30m 为较深水湖泊,平均水深大于 30m 为深水湖泊进行划分。九大高原湖泊中,抚仙湖和泸沽湖为深水湖,阳宗海、程海和洱海为较深水湖,滇池、星云湖、杞麓湖、异龙湖为浅水湖。

(5) 湖泊生态系统敏感脆弱。九大高原湖泊流域海拔落差大,是垂直气候明显的流域。生态系统敏感脆弱是大多数高原湖泊共有的自然特征。

(6) 水资源普遍缺乏。由于流域面积小,降雨形成的径流量十分有限;湖泊多为群山环抱,呈封闭或半封闭状态,如程海是封闭湖泊,其他八大湖泊均为半封闭湖泊;湖面蒸发量高于湖面降水量等原因,九大高原湖泊水资源普遍短缺。

(7) 湖泊换水周期普遍较长。由于九大湖泊都是封闭和半封闭湖泊,普遍换水周期较长,一般都在一年以上。所以,高原湖泊一旦被污染,想要恢复是一个长期而艰难的过程。

(8) 湖泊流域大多有城镇存在,流域呈现城镇发展与农业发展并存。九大湖泊流域都有村庄存在,大多数湖泊流域都有县级以上行政中心设置。

云南九大高原湖泊基本概况如表 1.1 ~ 表 1.4 所示。

表 1.1 云南九大高原湖泊自然状况

湖泊类型	湖泊名称	流域面积/km ²	所属水系	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
深水湖泊	抚仙湖	674.7	珠江水系	872	1275	216.6	31.8	6.8	158.9	95.2
	泸沽湖	247.6	金沙江水系	910	1170	57.7	9.5	6.1	105.3	38.4
较深水湖泊	阳宗海	192	珠江水系	939	2026	31.9	12.7	2.5	29.7	18.9
	程海	318.3	金沙江水系	734	2169	74.6	17.3	4.3	35	26.5
	洱海	2565	澜沧江水系	1048	1209	251.3	42.5	5.9	21.3	11.4
浅水湖泊	星云湖	373	珠江水系	872	1996	34.3	9.1	3.8	10.8	6.1
	滇池	2920	金沙江水系	953	1409	309.5	41.2	7.56	9.3	5.3
	杞麓湖	254.2	珠江水系	883	1063	37.3	10.4	3.6	6.8	4.5
	异龙湖	360.4	珠江水系	920	1909	29.6	13.8	2.1	5.7	3.9
湖泊类型	湖泊名称	流域面积/km ²	所属水系	湖岸线长/km	入湖水量/亿 m ³	出水量/亿 m ³	蓄水量/亿 m ³	换水周期/年	最大落差/m	森林覆盖率/%
深水湖泊	抚仙湖	674.7	珠江水系	100.8	1.67	0.96	206.2	166.9	1.5	27.2
	泸沽湖	247.6	金沙江水系	44	1.26	0.27	22.2	83.4	1	45
较深水湖泊	阳宗海	192	珠江水系	32.3	0.56	0.48	6.04	12.6	3.75	22.8
	程海	318.3	金沙江水系	45.1	1.27	1.31	19.8	94.3	1.8	17
	洱海	2565	澜沧江水系	127.8	8.25	8.63	28.8	3.3	1.7	35.6
浅水湖泊	星云湖	373	珠江水系	38.8	0.49	0.24	2.1	8.8	1	31.4
	滇池	2920	金沙江水系	163	6.7	4.17	15.6	3	2	50.6
	杞麓湖	254.2	珠江水系	32	1.08	0.77	1.68	2.2	3.4	21.6
	异龙湖	360.4	珠江水系	62.9	0.48	0.16	1.15	7.2	2.12	34.2

表 1.2 云南九大高原湖泊流域的城镇状况

湖泊	流域面积/km ²	地位	所属水系	所属地州
滇池	2920	西南第一大,全国第六大淡水湖	长江水系	昆明市
阳宗海	192		珠江水系	昆明市、玉溪市

续表

湖泊	流域面积/km ²	地位	所属水系	所属地州
洱海	2565	云南省第二大湖	澜沧江水系	大理州
抚仙湖	674.7	中国第二深水湖	珠江水系	玉溪市
星云湖	373		珠江水系	玉溪市
杞麓湖	254.2		珠江水系	玉溪市
程海	318.3		长江水系	丽江
泸沽湖	247.6	中国第三深水湖	长江水系	丽江
异龙湖	360.4		珠江水系	红河州
湖泊	位于其周边的城镇			
	州市	县城	乡镇	
滇池	昆明市(省会城市)	五华区、官渡区、盘龙区、西山区、呈贡区、晋宁县	官渡镇、矣六、斗南镇、大渔、新街、古城镇、海口镇、碧鸡镇	
阳宗海	—	宜良县、晋宁县、嵩明县、澄江县	汤池镇、阳宗镇	
洱海	大理市(州府城市)	大理市(县级)、洱源县	七里桥镇、大理镇、银桥镇、弯桥镇、喜州镇、上关镇、双廊镇、挖色镇、海东镇	
抚仙湖	—	澄江县、江川县、华宁县	龙街镇、右所镇、海口镇、路居镇、江城镇	
星云湖	—	江川县	前卫镇	
杞麓湖	—	通海县	四街镇、纳古镇、雄关镇、杨广镇	
程海	—	永胜县	程海镇	
泸沽湖	—	宁蒗县、四川省盐源县	泸沽湖镇	
异龙湖	—	石屏县	坝心镇	

表 1.3 云南九大高原湖泊流域人口状况

湖泊名称	流域面积/km ²	所辖行政区	流域面积占全省比例/%	人口/万人			占云南省人口总数比例/%	人口密度/(人/km ²)
				农业人口	非农业人口	总人口		
滇池	2920	7 个县区 30 个街道办事处, 25 个乡镇	0.32	181.11	277.16	458.27	9.96	1437
抚仙湖	674.7	3 个县区 8 个街道办事处, 253 个自然村	0.17	13.66	2.07	15.73	0.34	234
星云湖	373	1 个县区 5 个乡镇 45 个村委会	0.09	17.26	1.52	18.78	0.41	504
杞麓湖	254.2	1 个县区 7 个乡镇 66 个村委会	0.06	21.75	3.50	25.25	0.55	994
洱海	2565	2 个县区 16 个乡镇 167 个村委会 774 个自然村	0.65	64.59	23.61	88.20	1.92	344
泸沽湖	247.6	1 个县区 1 个乡镇 11 个自然村	0.06	1.31	0.06	1.37	0.03	56

续表

湖泊名称	流域面积/km ²	所辖行政区	流域面积 占全省比 例/%	人口/万人			占云南省 人口总数 比例/%	人口密度/ (人/km ²)
				农业人口	非农业人口	总人口		
程海	318.3	1 个县区 1 个乡镇 9 个村 委会 47 个自然村	0.08	3.90	0.16	4.06	0.09	128
阳宗海	192	3 个县区 3 个乡镇 22 个村 委会	0.05	3.92	0.46	4.38	0.09	228
异龙湖	360.4	1 个县区 3 个乡镇 33 个村 委会 231 个自然村	0.09	14.47	3.11	17.58	0.38	364
合计	7905.2	5 个州市 12 个县 44 个 乡镇		321.97	311.65	633.52		

表 1.4 2010 年云南九大高原湖泊流域经济状况

湖泊名称	2010 年流域 人口/万人	2010 年流域 GDP/亿元	2010 年人均 GDP/元	流域 GDP 占九湖 GDP 的比例/%	主导产业
滇池	458.27	1 436.93	31 355.84	81.65	产业结构以旅游、商贸和工业为主。企业以烟草及配套、制药、装备制造等为主,农业以种植、养殖业为主
洱海	88.20	154.64	17 533.00	8.78	种植业、畜牧业、烟草、工商业、旅游业
杞麓湖	25.26	36.10	14 291.96	2.05	粮食为主导,以烟为支柱,生猪、蔬菜及县乡工商企业为优势产业的格局
星云湖	18.78	25.55	13 599.71	1.45	种植业、磷化工为支柱的特色产业
抚仙湖	15.73	47.64	30 282.27	2.71	旅游、粮食、烤烟、生猪、蔬菜及乡镇企业
异龙湖	17.50	16.30	9 314.81	0.93	农林牧副渔业和以豆制品加工业为主的县乡工商企业
阳宗海	4.36	41.48	95 103.62	2.35	农业、旅游业、工业
泸沽湖	1.37	0.09	622.90	0.01	种植业、养殖业、旅游业
程海	4.06	1.18	2 902.61	0.07	种植业为主、林牧副渔业为辅
合计	633.53	1759.91		100%	

2. 云南九大高原湖泊污染类型分析

云南九大高原湖泊污染已比较严重。根据 2011 年一季度云南九大高原湖泊水质状况公告,属于重度污染的有 5 个湖泊,滇池、阳宗海、星云湖、杞麓湖、异龙湖;属于中度污染的有两个湖泊,洱海、程海;属于基本无污染的,有抚仙湖和泸沽湖两个湖泊(表 1.5)。

表 1.5 2011 年一季度云南九大高原湖泊水质状况

湖泊		水域功能	水质综合评价	透明度/m	营养状态指数	主要污染指标	污染程度
滇池	草海	Ⅳ	> V	1.42	67.4	BOD ₅ 、总氮、总磷	重度污染
	外海	Ⅲ	> V	0.37	70.57	总氮	重度污染
阳宗海		Ⅱ	Ⅳ	2.27	46.57	砷	重度污染
洱海		Ⅱ	Ⅱ	1.68	41.23	—	中度污染
抚仙湖		Ⅰ	Ⅰ	6.64	18.95	—	基本无污染
星云湖		Ⅲ	> V	1.44	60.47	总磷	重度污染
杞麓湖		Ⅲ	> V	0.53	66.82	总氮	重度污染
程海		Ⅲ	Ⅲ	2.5	44.7	—	中度污染
泸沽湖		Ⅰ	Ⅰ	9.2	14.6	—	基本无污染
异龙湖		Ⅲ	> V	0.28	74	高锰酸盐指数、氨氮、总氮	重度污染

注:1. 评价执行《地表水环境质量标准》(GB3838—2002);

2. 按云南省环境监测中心站提供数据为准。

各湖泊流域社会经济状况和土地利用不同,造成湖泊污染的类型有比较大的差异。根据各湖泊流域水污染综合防治十一五规划资料,九大湖泊大致可以分为4种类型。

1) 非点源污染与点源污染混合影响

滇池和洱海属于此类。

昆明市是滇中城市群的核心城市,承担着面向东南亚、南亚开放的“桥头堡”核心功能,城市发展以工业和第三产业为主。目前,滇池湖泊环境问题主要表现在流域社会经济快速增长,水环境压力越来越大,水资源过度开发和非点源污染难以有效控制,公众环境意识的提高与滇池水质短期内难以根本改善的矛盾日渐尖锐。滇池流域城市(镇)化程度高,城市(镇)污染成为滇池首要污染因素,2010年城镇生活污染源产生的化学需氧量(COD)、总氮(TN)、总磷(TP)分别占流域总污染物的67%、74%、52%。另外,滇池流域陆地生态系统被严重破坏,湖泊生态系统严重退化,环境监管能力不足。除了城市(镇)污染外,农业非点源污染和滇池南部磷矿开采所带来的污染,也是滇池湖泊污染的重要原因。

洱海周边的大理市,是滇西片区中心城市,规划2015年城市人口将达到50万人,2020年达到100万人。洱海主要水环境问题是富营养化,磷、氮是最主要的污染原因。城镇生活污水处理、湖滨带生态恢复建设以及入湖河流和农村非点源污染的治理,是洱海近几年控制湖泊水质下降的主要措施。尤其是严格控制大理市下关城区的生活污水和工业废水进入洱海,控制流域周边工业企业的点源污染和农村居民点污染,是洱海污染治理的重点。

2) 非点源污染为主

抚仙湖、星云湖、杞麓湖、异龙湖属于此类。

抚仙湖流域城镇化水平不高,污染物主要来自湖泊周边的非点源污染,湖泊基本还

具有自净能力。抚仙湖目前最大的水环境问题是湖泊补给水少,水资源供需平衡矛盾突出;随着抚仙湖周边旅游开发,湖泊生态环境开始恶化。

星云湖面临的主要水环境问题是,水资源贫乏,森林植被涵养能力差,水土流失严重,湖泊富营养化进程加快,水体功能受到损害。星云湖污染的主要污染源是非点源污染,占入湖污染物的 79.3%。

杞麓湖面临的主要水环境问题与星云湖类似,表现为水资源贫乏,供需矛盾突出,蓄、泄矛盾难以解决,河堤硬化不利于湖泊生态健康,沼泽化和湖泊老化程度非常严重。湖泊水体污染和富营养化都较严重,污染源类型多样,非点源污染是最主要的污染源。

异龙湖面临的主要水环境问题是,靠近石屏县城,流域经济增长和工业发展增加了湖泊环境负担,城镇主要污染源尚未得到有效控制;流域的农业发达,农业侵占湿地和水体现象普遍,农业非点源污染严重;由于长期人类垦殖,流域森林植被破坏严重,生物多样性低,湖泊生态系统功能弱。

3) 点源污染为主

阳宗海属于此类。阳宗海周边村镇较少,农业不发达,农村非点源污染不严重。但是,阳宗海流域的企业中,有一部分是严重污染企业,企业生产过程中排出大量砷,导致湖水砷含量严重超标,使阳宗海失去成为附近居民水源地的能力。

4) 其他

泸沽湖和程海流域只有零星村落,基本没有工商业和城镇,人类活动对湖泊的影响较轻。因此,泸沽湖是九大高原湖泊中水质最好的湖泊,常年水质为Ⅰ类。程海由于养殖螺旋藻,湖水氟化物含量严重超标;另外,程海流域年均蒸发量远高于降水量,又没有常年的出水口,导致盐在湖内沉积,整个湖泊有向咸水湖变化的趋势。

3. 云南高原湖泊治理概况

针对云南九大高原湖泊普遍出现的加速富营养化趋势,中国科学院南京地理与湖泊研究所科研人员提出,从入湖河流污染生态控制入手,切断非点源污染物进入湖泊的通道,遏制富营养化发展趋势的技术思路。2000年9月23日,云南省人民政府召开九大高原湖泊水污染综合防治现场办公会,专题研究和部署九大湖泊水污染防治,拉开九大湖泊水污染防治的序幕。10余年来,九大湖泊水污染防治工作已完成217个保护与治理项目,累计投入58亿余元。项目包括:城市污水处理厂、截污管道、垃圾处理场、底泥疏浚、工业污染源治理、河道整治、工程造林、封山育林、退耕还林、退田退塘退房还湖等项目,以及建设湖滨生态带、建沼气池、恢复湿地及水生植物、取缔非法采石采矿点、取缔养鱼网箱、完成科研课题等工作。

滇池新增绿地1717万 hm^2 ,城市绿地提高到36%,昆明主城区绿化覆盖率提高到39.68%。全面推进环湖生态建设和“四退三还”。截至目前,滇池湖滨共完成退田退塘2086 hm^2 ,建设与恢复湖滨生态湿地716 hm^2 、湖滨林带656 hm^2 ,环湖生态湿地建设前期工作基本完成。同时,城市污水处理厂和环湖截污管网工程已全面启动。

洱海是云南省湖泊综合防治做得最好的湖泊。洱海流域的大理市下关片区排水管