

典型 DIANXING

高原湖泊流域生态安全评价 与可持续发展战略研究

GAOYUAN HUPOLIUYU SHENGTAI ANQUAN PINGJIA
YU KECHIXUFAZHANZHANLUEYANJIU

戴丽 卢云涛 吴刚 栾兆坤 于德永 著 ©

云南出版集团公司
云南科技出版社

典型高原湖泊流域

生态安全评价与可持续发展战略研究

戴 丽 卢云涛 吴 刚 栾兆坤 于德永 著

云南出版集团公司
云南科技出版社

· 昆 明 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

典型高原湖泊流域生态安全评价与可持续发展战略研究/戴丽等著. —昆明: 云南科技出版社, 2008. 8
ISBN 978 - 7 - 5416 - 2951 - 8

I. 典… II. 戴… III. 高原—湖泊—生态系统—可持续发展—研究 IV. X832

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 086966 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

云南省地矿测绘院印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 9.75 插页: 12 字数: 230 千字

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 1000 册 定价: 60.00 元

著书人员名单

戴 丽 卢云涛 吴 刚 栾兆坤 于德永 著

其他主要著书人员：

刘 阳 张秀敏 王志芸 刘传庚 邓红兵

汪 峰 范 彬

前 言

生态安全,是指一个国家(或区域)生存和发展所需的生态环境处于不受或少受破坏与威胁的状态。越来越多的事实表明,生态破坏将使人们丧失大量适于生存的空间,并由此产生大量生态灾民而冲击周边社会的稳定。生态安全问题广泛涉及到国家或区域性的生态环境保护和综合整治,以及可持续发展战略的制定等多方面。因此,它是国家或区域社会经济可持续发展的最基本保障,是国家或区域其他安全的载体和基础,是国家(或区域)安全和社会稳定的一个重要组成部分,是生态保护的首要任务。

生态安全评价是阐明一个国家或地区生态安全的状态、程度和水平,为国家或地区社会经济发展进行宏观规划、政府决策提供科学依据。因此,国家或地区性生态安全评价已倍受关注,并成为当前生态学领域研究的热点和前沿。

国家环保部会同国家发改委、国家水利部为贯彻落实2007年6月10日温家宝总理关于“对我国几大湖泊的生态安全问题,要逐一进行评价,并提出综合治理措施”的重要批示精神,制定了《全国重点湖泊水库生态安全综合评估与综合治理方案》,确定将三峡库区、太湖、巢湖、滇池、黄河小浪底水库、丹江口水库、洞庭湖、鄱阳湖、洪泽湖等9个湖库列为全国重点湖库生态安全评估的范围,目前滇池项目已经全面启动,并成为2008年云南省省长重点督办的项目之一。

云南高原湖泊流域生态资源丰富,人口分布较为密集,在云南省经济社会可持续发展战略中占有举足轻重的地位。近年来,随着湖区经济快速发展,人口持续增加,城市化规模不断扩大,加之在经济发展过程中环境保护重视不够,资源利用和开发不合理等诸多因素,已导致九大湖泊不同程度地出现水质污染,流域生态环境遭到破坏,生态系统退化,水体富营养化日趋加剧等一系列环境问题。这些环境问题已严重影响到流域生态系统安全。因此,在这种背景下,项目组在全面分析云南九大高原湖泊流域的基本情况的基础上,选择了同属滇南湖群、地理位置较近、自然条件相似,但湖泊的水质状况差异较大的抚仙湖和杞麓湖作为典型研究对象,开展高原湖泊典型流域生态安全评价研究,具有十分重要的必要性、现实意义和示范推广价值。该项目研究成果为全面开展九大高原湖泊生态安全评价和流域综合整治奠定了研究基础,提供了可供借鉴的高原湖泊流域生态安全评价体系,为云南省

各级人民政府制定湖泊流域可持续发展战略、规划和流域生态安全管理提供科学依据和借鉴。

该项目为云南省科技厅省院省校科技合作项目，由云南省环境科学研究院和中国科学院生态环境研究中心共同承担。该项目在全国范围内首次以云南省典型高原湖泊为生态安全研究的对象，围绕抚仙湖、杞麓湖流域系统结构与生态系统服务功能研究；杞麓湖及抚仙湖流域社会、经济、自然生态系统耦合机制的研究；杞麓湖及抚仙湖流域主要生态安全问题识别及生态安全评价，以及杞麓湖及抚仙湖流域生态系统健康管理体系和可持续发展战略研究等方面开展“生态安全评价与可持续发展战略研究”，主要研究成果包括对抚仙湖、杞麓湖流域生态服务功能价值进行了量化，阐明了2001~2004年期间两湖流域生态服务功能的变化趋势及抚仙湖、杞麓湖流域现阶段社会、经济发展阶段特征，研究得出了抚仙湖、杞麓湖流域现阶段社会、经济与环境耦合模式；确定了云南省典型高原湖泊流域生态安全评价体系，并进行了抚仙湖、杞麓湖流域生态安全评价分析；针对流域生态系统健康管理和可持续发展战略提出了一系列涉及宏观和微观层次的对策建议。项目研究内容综合性较强，项目研究成果具有明显的创新性和突破性[云南省科技查新中心(2007)53b2001472号查新报告]。

项目在研究过程中得到了云南省环保局、玉溪地区各级环保部门、抚仙湖管理局、杞麓湖管理局等单位 and 部门领导和专家的大力支持，在此表示衷心感谢！

项目组

2008年2月

目 录

第一章 典型高原湖泊（抚仙湖和杞麓湖）流域概况	(1)
1 杞麓湖流域概况	(1)
1.1 自然概况	(1)
1.2 社会经济概况	(3)
1.3 环境概况	(4)
2 抚仙湖流域概况	(6)
2.1 自然环境概况	(6)
2.2 社会经济概况	(8)
2.3 环境概况	(9)
第二章 抚仙湖、杞麓湖流域生态系统结构与功能研究	(17)
1 抚仙湖、杞麓湖流域土地利用格局研究	(17)
1.1 土地利用/土地覆盖（LUCC）研究指标的确定及数据来源	(18)
1.2 流域土地利用/覆盖类型间相互转化的流量、流向分析研究	(20)
1.3 流域土地利用/覆盖类型变化特征研究	(31)
1.4 结果分析	(34)
2 杞麓湖及抚仙湖流域生态系统景观格局研究	(36)
2.1 景观空间格局指数选择	(36)
2.2 杞麓湖流域景观格局动态特征研究	(37)
2.3 抚仙湖流域景观格局动态特征研究	(40)
3 杞麓湖及抚仙湖流域生态系统服务功能研究	(43)
3.1 生态系统服务价值遥感测量	(43)
3.2 区域生态服务功能估算的数学模型与方法	(49)
3.3 实验区选择及数据准备	(53)
3.4 杞麓湖流域及抚仙湖流域生态服务功能价值核算	(75)
3.5 结果分析	(83)
第三章 杞麓湖及抚仙湖流域社会、经济、自然生态系统耦合机制研究	(85)
1 杞麓湖、抚仙湖流域系统社会、经济、环境发展特征研究	(85)
1.1 杞麓湖及抚仙湖流域国民生产总值构成及变化分析研究	(85)
1.2 杞麓湖流域社会、经济、环境系统发展阶段特征研究	(89)

1.3	抚仙湖流域社会、经济、环境系统发展阶段特征研究	(92)
2	杞麓湖流域及抚仙湖流域社会、经济与环境耦合机制研究	(93)
2.1	社会、经济与环境发展耦合机制的理论基础	(93)
2.2	杞麓湖流域及抚仙湖流域社会、经济与环境耦合机制指标体系选择	(94)
2.3	结果分析	(97)
第四章 杞麓湖及抚仙湖流域主要生态安全问题识别及生态安全评价		(99)
1	杞麓湖及抚仙湖流域主要生态安全问题识别	(99)
1.1	杞麓湖流域主要生态安全问题识别	(99)
1.2	抚仙湖流域主要生态安全问题识别	(106)
2	杞麓湖及抚仙湖流域生态安全评价	(112)
2.1	生态安全评价指标体系的确定	(112)
2.2	评价的方法及过程	(116)
2.3	流域生态安全评价结果分析	(121)
第五章 抚仙湖及杞麓湖生态系统健康管理体系与可持续发展战略 ...		(123)
1	流域生态系统健康管理体系概述	(123)
1.1	生态系统健康协调控制体系建立的指导原则	(123)
1.2	生态系统健康管理的主要目标	(124)
2	流域生态安全健康管理体系构建	(124)
2.1	生态安全健康管理体系结构	(124)
2.2	生态安全健康管理体系构成	(125)
3	两湖生态安全健康协调控制与可持续发展模式分析	(126)
3.1	流域协调控制模式	(126)
3.2	两湖流域协调控制与可持续发展模式选择分析	(128)
4	两湖生态安全健康管理与可持续发展战略的主要内容	(129)
4.1	构建资源节约型社会	(129)
4.2	构建环境友好型社会	(130)
4.3	保护湖泊流域生物多样化和生态系统多样性	(131)
4.4	强化让湖泊修养生息的理念和行动	(132)
4.5	逐渐诱导人们的价值取向和消费行为的转型	(132)
4.6	构建流域生态系统安全与可持续发展的保障体制	(132)
4.7	法律、法规和政策保障	(134)
4.8	流域生态安全健康体系建设的保障措施和对策	(135)

第六章 主要研究结论	(139)
1 两湖流域对湖泊水质安全起主要作用的土地利用类型为农田和建筑用地，这两种土地利用类型在湖滨区特别是湖滨距离水体 200m 范围内变化规律，是多年来危害湖泊水质安全的主要原因之一	(139)
2 对抚仙湖、杞麓湖流域生态服务功能价值进行了量化，并对 2001 ~ 2004 年期间两湖流域生态服务功能的变化趋势进行了分析研究	(139)
3 对抚仙湖、杞麓湖流域现阶段社会、经济发展阶段特征进行了研究，研究得出了抚仙湖、杞麓湖流域现阶段社会、经济与环境耦合模式	(140)
4 确定了云南省典型高原湖泊流域生态安全评价体系，并进行了抚仙湖、杞麓湖流域生态安全评价	(140)
5 本研究项目在上述研究成果的基础上，对流域生态系统健康管理和可持续发展战略提出了一系列涉及宏观和微观层次的对策建议	(141)
参考文献	(142)

第一章 典型高原湖泊（抚仙湖和杞麓湖） 流域概况

1 杞麓湖流域概况

1.1 自然概况

1.1.1 地理位置

杞麓湖流域位于云南省中部，隶属玉溪市通海县。流域为一向南突出的新月形断拗盆地，位于东经 $102^{\circ}33'48'' \sim 102^{\circ}52'36''$ ，北纬 $24^{\circ}4'36'' \sim 24^{\circ}14'2''$ 之间，北枕江川星云湖，南望曲江干流，西依玉溪大河（曲江上游段），东邻华宁龙洞河。流域面积 354.2km^2 ，占通海县总面积的 47.8%。

1.1.2 地质地貌

杞麓湖流域呈封闭形的西东向平行四边形，四周高、中部低，湖盆内地形平坦、地貌类型单一。在地质构造上，流域处于云南“山”字形前弧内缘，受曲江断裂带和小江断裂带的影响，地震灾害频繁。湖盆区土壤主要有山地红壤红棕壤、棕壤，其次为紫色土、水稻土等。一般土层深厚，有机质为 1.5% ~ 2.5%。

在地质构造上，流域处于云南“山”字形前弧内缘，受曲江断裂带和小江断裂带的影响，地震灾害较频繁，从 1560 ~ 1995 年的 435 年间，6 级以上地震发生 6 次，震中均在通海。其中，1970 年最严重，达 7.7 级。

1.1.3 气候气象

杞麓湖流域处于北回归线附近的低纬度高原地区，属于中亚热带半湿润凉冬高原季风气候，年温差小而昼夜温差相对较大。夏秋季主要受印度洋西南暖湿气流和太平洋东南暖湿气流控制，全年气候温和，雨量充沛。

杞麓湖流域年平均气温 15.6°C ，每年略有波动，多在 $13.4 \sim 16.6^{\circ}\text{C}$ 之间。最热月份在 6 ~ 7 月，平均气温 20°C ，最低气温在 1 月，平均气温 9°C 。流域内年平均降水量 882.9mm 。降水量的年际变化一般在 $700 \sim 1000\text{mm}$ 之间，全年 53.3% 的雨量集中在 6 ~ 8 月；流域每年霜期一般为 11 月 11 日至翌年 3 月 12 日。平均霜降期为 103 天；流域主导风向为正南风，平均风速 2.7m/s ，最大风速为 21.0m/s ，风向为西南风。

2005 年平均气温为 16.1°C ，极端最高气温为 29.9°C （4 月、7 月），极端最低气温为零下 0.6°C （12 月）；全年降水量为 $1\,082.7\text{mm}$ ，全年有霜期为 24 天；年均日照总时数为 $2\,223.5$ 小时，日照率 55%。

1.1.4 水文水系

杞麓湖流域属珠江流域西江水系，杞麓湖为主要水体，入湖的主要河流为红旗河、中河、密冲河（也称姚春沟河）及大新河等 4 条。此外，还有十里沙沟、二街姚沟、姜家冲沟、大桥沟及窑沟等十余条季节性小河分别由湖泊四周入湖。其中，红旗河发源

于夹雄山西北麓，全长 22km；大新河发源于五埡山，全长 11.6km；中河发源于秀山，途径李家营和县城后入湖，全长 2.0km，河道宽约 3.0m，多年平均流量 $0.09\text{m}^3/\text{s}$ ，并接纳县城污水处理厂的出水。

杞麓湖位于流域中部稍偏东北，为流域内地表径流汇集的中心地，湖面海拔 1796m 下的湖泊面积为 37.26km^2 ，湖容积为 1.676 亿 m^3 。依据《云南省杞麓湖管理条例》，杞麓湖最高蓄水位为 1797.65mm（黄海高程），最低运行水位为 1794.25m。湖泊略呈北东南西向的矩形状，东西长约 10.4km，南北平均宽约 3.5km，湖岸线全长约 32km，最大水深 6.8m，平均水深 4m，全湖自西向东逐渐加深。

杞麓湖无明显出口，为一封闭型高原湖泊。湖泊泄水唯一通道为天然溶洞。1970 年以来受通海大地震及泥沙的淤堵，天然泻流量由 $6.7\text{m}^3/\text{s}$ 下降至 $2.48\text{m}^3/\text{s}$ 。流域内径流主要来源于降水和少部分地下水，多年平均产水量 1900 万 m^3 ，包括陆面产水量 8570 万 m^3 ，湖面降水直接转化为径流 3330 万 m^3 。多年平均入湖径流量为 10800 万 m^3 。

1.1.5 陆地生态

流域内沟壑纵横，地形复杂，地域间高差、气温、降雨、湿度、土质等差异较大，因而植被类型多种多样，不同地带有不同的动植物群落，但以云南松林和华山松林占绝对优势。杞麓湖流域内植被类型和面积见表 1-1。

截至到 2005 年，流域内宜林荒山面积在减少，新增林地 1.1 万亩，封山育林 20 万亩，退耕还林 1.8 万亩，流域森林覆盖率达 31.8%。

表 1-1 杞麓湖流域植被类型和面积

植被类型	面积 (hm^2)	百分比 (%)
半湿润常绿阔叶灌丛	737.56	2.04
半湿润常绿阔叶林	1321.03	3.65
灌草丛	1222.62	3.38
旱地栽培植被	12096.07	33.42
华山松林	2314.84	6.40
经济林	19.7	0.05
居民地	1726.45	4.77
水体	4128.4	11.41
水田栽培植被	10425.93	28.80
云南松林	2202.67	6.09
合计	36195.28	100

1.1.6 自然资源

河西镇已发现矿产资源有石灰岩、石英砂岩、黏土大理岩、含钾页岩、铁、锰、铅、锌、铜等。其中，石灰岩、石英砂岩是本镇的优势矿种，资源量大，质量好，水泥用石

灰岩，含矿层位多，分布范围广，矿石品位高，含氧化钙 50% ~ 60%。石英砂岩含二氧化硅 98% 左右。流域内的风景旅游资源丰富，其中，秀山有“秀甲南滇”的美誉。

1.2 社会经济概况

1.2.1 行政区划与人口

杞麓湖流域辖秀山镇、河西镇、四街镇、九街镇、杨广镇、纳古镇及兴蒙乡等 6 镇 1 乡，流域面积 354.2 km²，占通海县土地面积的 47.8%。2005 年耕地面积 14.5 万亩，占全县总耕地面积的 86.6%；流域内总人口 25.12 万人，其中非农业人口 34 752 人。流域人口密度 709 人/km²，流域人口占全县总人口的 92.9%。

1.2.2 国民经济状况

杞麓湖流域地处滇南北上滇中，再入巴蜀的交通要冲，人口密集，工业集中，是通海县政治经济和文化中心，流域经济是通海县的经济主体。

湖区工业已经成为通海县社会经济发展的主体，以轻工业发达著名，种植业、养殖业兴旺发达，基本上形成了以粮食为主导，以烟为支柱，生猪、蔬菜及乡镇企业为优势产业的格局。杞麓湖流域是滇中“三湖一山一市”旅游区的重要组成部分。众多的民族传统文化，远近闻名的土特产品，“礼乐民邦”的民俗民风，形成了湖区旅游业发展的基础和条件。经济开发了秀山风景区、杞麓湖湖滨旅游区、里山先人洞等一批旅游景点。

1.2.3 产业结构分析

1.2.3.1 农业发展分析

农业是流域的基础产业。根据以往资料和实地调查结果，杞麓湖流域耕地总面积为 14.5 万亩，占通海县耕地总面积的 86.6%，人均耕地 0.58 亩；耕地中水田所占比例较大，为 10.3 万亩，达流域总耕地面积的 70.2%。此外，2005 年全年流域内的总播种面积为 30.2 万亩，复耕指数为 2.07，可见复耕指数较低，流域内耕地利用率不高。

流域农作物的主要类型有粮食作物（包括小春与大春粮食）、经济作物（蔬菜、花卉等）。

根据《2005 年通海县统计年鉴》，杞麓湖流域蔬菜总产量为 443 033.7t，是流域的主要作物，对流域内农业经济的发展有着重要的影响。

杞麓湖流域的农业目前处于持续稳定增长状态，2005 年，通海县农、林、牧、渔业总产值较上年增长 8.9%，农林牧渔结构分布日趋合理；流域内农民家庭人均纯收入也稳步增长，2005 年比上年增长 11.0%。

1.2.3.2 工业及旅游业现状分析

杞麓湖流域内工业企业多，但规模一般较小，主要分布在杞麓湖南岸的秀山镇、杨广镇和北岸的纳古镇。2005 年，通海县现价工业总产值为 4 801 229 万元，相当于 2000 年的 1.46 倍。杞麓湖流域内的主要产业主要为食品加工业、印刷业、化工业和器材制造业，主导产业产值达 166 204.3 万元，占总产值的 35%。通海县工业经济发展迅猛，按现价，2005 年工业产值比 2003 年增长约 17%，按可比价产值计，比 2003 年增产约 35%。

流域旅游资源丰富,具有较大发展潜力。杞麓湖流域是滇中“三湖一山一市”旅游区的重要组成部分。众多的民族传统文化,远近闻名的土特产品,“礼乐民邦”的民俗民风,形成了湖区旅游业发展的基础和条件。已经开发了秀山风景区、杞麓湖湖滨旅游区等一批旅游景点,2005年接待国内外旅游者达44.3万人次,其中秀山公园接待旅游者6.7万人次,公园收入达122.11万元,旅游总收入10343.81万元。

1.3 环境概况

1.3.1 杞麓湖水质状况分析

根据《玉溪市地表水功能区划分类复审报告》(2001),杞麓湖水域被区划为Ⅲ类地表水功能区,但2005年的水质综合评价为劣于Ⅴ类,主要污染物为TN、COD_{Cr}、高锰酸盐指数、TP、BOD₅、石油类。详细监测数据见表1-2、表1-3。

表1-2 2005年杞麓湖水质监测年度统计表(全湖平均)

指标	水温 (℃)	气压 (kpa)	pH	DO (mg/L)	溶解 氧饱 和率 (%)	COD _{Mn} (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	氨氮 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	氰化物 (mg/L)	砷 (mg/L)
样本数	36	36	36	36	36	36	24	24	24	24	24	24
最小值	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略
最大值	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略
平均值	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略
超标率 (%)	-	0.0	41.7	2.8	-	97.2	100.0	50.0	4.2	0.0	0.0	0.0
指标	汞 (mg/L)	六价铬 (mg/L)	铅 (mg/L)	镉 (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	氟化物 (mg/L)	电导率 (ms/m)	LAS (mg/L)	叶绿素a (mg/m ³)	石油类 (mg/L)	SD (m)
样本数	24	24	24	24	36	36	24	24	24	36	24	36
最小值	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略
最大值	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略
平均值	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略	略
超标率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	97.2	0.0	-	20.8	-	12.5	-
综合评价	劣Ⅴ类											

注:玉溪市环境监测站。

因涉及资料保密,表中部分数据略,下同。

表 1-3 1989~2005 年杞麓湖水质评价结果

参评项目	TN	COD _{Mn}	TP	BOD ₅	DO	水质综合类别
1989 年	略	略	略	略	略	V
1990 年	略	略	略	略	略	V
1991 年	略	略	略	略	略	劣 V
1992 年	略	略	略	略	略	劣 V
1993 年	略	略	略	略	略	劣 V
1994 年	略	略	略	略	略	V
1995 年	略	略	略	略	略	劣 V
1996 年	略	略	略	略	略	劣 V
1997 年	略	略	略	略	略	劣 V
1998 年	略	略	略	略	略	劣 V
1999 年	略	略	略	略	略	劣 V
2000 年	略	略	略	略	略	劣 V
2001 年	略	略	略	略	略	劣 V
2002 年	略	略	略	略	略	劣 V
2003 年	略	略	略	略	略	劣 V
2005 年	略	略	略	略	略	劣 V
2005 年	略	略	略	略	略	劣 V

评价结果：杞麓湖水质始终为劣 V 类，多年来没有质的变化。

1.3.2 陆地生态系统评价

1.3.2.1 森林植被现状与评价

杞麓湖流域属低纬度中亚热带常绿针、阔混交林带，主要植被类型有云南松林、湿性常绿阔叶林、半湿性常绿阔叶林、季风常绿阔叶林、苔藓常绿林、苔藓矮林、干热河谷稀树灌木草丛、暖性稀树灌木草丛、华山松林、思茅松林和人工植被系统，山地植被垂直分布不明显，总计有乔灌木 296 种，药材 2 126 种，花卉 400 多种，其中国家级保护植物 6 种，乔木有云南松、华山松、滇油松、栎类、旱冬瓜，灌木主要有云南山茶、青杨梅、杜鹃、青藤等，以及蕨类、白茅、黑蒿。

据调查，流域内林业用地面积 17 453hm²，其中有林地 11 059hm²，灌木林地 2 054.9hm²，宜林荒山荒地 2 989.9hm²，疏林地、无林地和未造林地共计 1 349.2hm²，森林覆盖率仅为 33.2%，人均有林地 0.68 亩，低于云南省平均水平（5.4 亩/人）与玉溪市平均水平（3.5 亩/人）。经实地调查发现，流域内原生森林主要分布在秀山公园，生物多样性指数高，是流域内植物种类最高的区域，种类约 70 余科 200 余种，并有滇中地区罕见的茶茱萸科茅假柴龙树等珍稀树种。次生森林主要分布在湖盆区周边坡度较

大的山体上部,主要是单一的云南松林及灌木林。

1.3.2.2 土地利用现状及其评价

根据通海县土地管理局调查,结合 GIS 空间分析和统计年鉴核准,杞麓湖流域总面积 354km^2 ,其中耕地 $9\,737.8\text{hm}^2$,园地 530.2hm^2 ,林地 $17\,453\text{hm}^2$,水域 $3\,896\text{hm}^2$,居民工矿用地 $2\,317\text{hm}^2$,交通用地 777.6hm^2 ,其他未利用土地 688.4hm^2 。

1.3.2.3 水土流失现状与评价

流域内水土流失面积达 115.41km^2 ,占流域面积的 32.6% ,年平均侵蚀总量 38.63万 m^3 ,平均侵蚀模数为 $1\,218.6\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,每年约 11.2万 t 泥沙进入杞麓湖。水土流失较为严重的区域集中在杞麓湖西岸的大沙河、者湾河、琉璃河、五街冲、窑冲河、长沙河等小流域,水土流失面积为 79.65km^2 ,占总水土流失面积的 69.1% ,其中轻度流失面积 19.32km^2 ,中度流失面积 20.92km^2 ,强度以上流失面积 39.41km^2 ,平均侵蚀模数为 $1\,070\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。南岸和北岸水土流失程度较轻,多为轻度与中度。流域内水土流失的特征主要是面蚀,集中于坝子区和山区坡面田地,同时山区沟谷中也存在沟蚀现象。

2 抚仙湖流域概况

2.1 自然环境概况

2.1.1 地理位置

抚仙湖位于云南省东部,滇中盆地中心,地处长江流域和珠江流域的分水岭地带,跨玉溪市的澄江、江川、华宁三县,属珠江流域西江水系,为半封闭湖泊。地理位置为:东经 $102^\circ 39' \sim 103^\circ 00'$,北纬 $24^\circ 13' \sim 24^\circ 46'$,抚仙湖径流区土地总面积 $70\,980.15\text{hm}^2$,其中澄江县占 63.5% ,江川县占 25.3% ,华宁县占 11.2% ;按山地类型划分:山区占总面积的 73.4% ,水面占 18.61% ,坝区占 7.9% ,形成“七山、二水、一平坝”的天然格局。

2.1.2 地质地貌

抚仙湖流域为第三纪后期喜马拉雅运动中形成的地堑式断陷盆地积水成湖,在湖盆北面有约 40km^2 由北向南倾斜,形成平均坡降为 64% 的盆地。湖盆东西两侧为断层崖或断块山地,相对高差达 $100 \sim 200\text{m}$,湖盆南面为冲积平原,面积约 5km^2 ,平均坡降 12% 。湖盆四周露出的地层按岩性分主要有石灰岩与白云岩,其次是砂页岩和砾岩;在砂页岩和石灰岩山地之间,有玄武岩分布。在湖岸东西两侧分布的均为石灰岩山地,山体陡峭,尖山、笔架山断层崖耸立湖边。流域内最高点为染王山主峰,海拔 2820m 。山脉经老虎山等由北向南延伸,形成金沙江水系(滇池)与珠江水系等过海口河后,再经子弹山等一直向北向南延伸至马鞍山,这一南北走向的山脉,与抚仙湖西岸的分水岭平行,它是抚仙湖东岸的天然屏障,是抚仙湖与南盘江的分水岭。

2.1.3 气象气候

抚仙湖流域属中亚热带低纬高原季风气候,气候特征:日照充足,冬暖夏凉,干湿季分明,雨热同季。抚仙湖湖区风向多为西南风。抚仙湖风光绚丽,景色宜人,湖水清

澈透明，是著名的风景旅游胜地。

2.1.4 水文水系

抚仙湖为我国第二深水湖泊，仅次于水深 204m 的长白山天池。抚仙湖总容量为 206.2 亿 m^3 ，仅次于江西的鄱阳湖和西藏的玛旁雍错湖，相当于滇池蓄水量的 12 倍，其蓄水量占云南省九大高原湖泊总蓄水量的 67.3%，为我国淡水湖泊蓄水量的第三位。该湖的平面形态呈南北向的葫芦形，两端大，中间窄，北部宽而深，南部窄而稍浅，东、南、西三面山岭逼近湖岸，仅北部地势平坦开阔，岸线发展系数为 1.72，流域径流面积 1 053 km^2 （含星云湖 378 km^2 ）。根据最新勘测结果，湖面高程为海拔 1722.5m 时，水域面积约 216.6 km^2 ，湖长约 31.4km，湖最宽处约 11.8km；湖岸线总长约 100.8km，最大水深约 158.9m，平均水深约 95.2m，相应湖容约 206.2 亿 m^3 ，换水周期 167 年。

抚仙湖湖岸线总长 90.6km，湖面蒸发量 1 274.8mm，多年平均蒸发损失量 8 800mm，地层水温常年保持在 13℃ 左右，表层温度可达 10℃ 以上较平原地区湖泊小。湖泊积水主要靠降雨补给，一年最高水位多出现在 9~12 月，最低水位出现在 5 月或者 6 月，年来水量 1.2 亿立方米，是一个半封闭的外流湖泊。

抚仙湖上游湖泊星云湖，位于江川县境内，被称为抚仙湖的“姊妹湖”。两湖经 2.2km 隔河河道相连，多年平均下泄量为 2 433 万 m^3 。抚仙湖唯一出口海口河多年平均出流量约 9 572 万 m^3 ，从海口村起向东流经 14.5km 后汇入南盘江。

星云出流改道工程完成后，抚仙湖最高运行水位 1 722.0m，最低水位 1 720.50m；每年 2~5 月抚仙湖向星云湖输水，其余时段两湖独立运行，遇较大洪水时向海口河排泄。

抚仙湖湖泊积水主要靠降雨补给，其有大小入湖河流 104 条（含季节河、农田排灌沟），其中大的河道有梁王河、东大河、西河、尖山河、马料河、代村河等 52 条，间断性河流和农灌沟 52 条，多年平均入湖径流量 16 723 万 m^3 ，受断陷湖盆地质构造的控制，湖泊南北两端河流流程较长，汇水面积较大，而湖泊东西两侧的河流河道短促，坡降大。受气候和地形的控制，地表径流流速大，汇流时间短。此外，分布有不能集中成河流入湖泊的散流区 14 处，它们也是抚仙湖的重要水源。

2.1.5 土壤

抚仙湖流域自然土壤分为红壤、紫色土、棕壤 3 个土壤类型，红壤、黄红壤、棕红壤、酸性紫色土、棕壤等 6 个亚类，其中以红壤面积最大，约占土壤总面积的 61%（见表 1-4）。

表 1-4 抚仙湖径流区各类土壤面积一览表

单位: hm^2

土壤类型 地区	合计	红壤	棕壤	紫色土	水稻土	其他利用地及难 利用地面积
合 计	70 490.97	43 008.28	1 850.85	17 361.97	8 269.87	9 912.76
江川县	37 393.89	18 188.39	493.60	13 390.75	5 321.15	7 100.84
澄江县	27 927.01	19 965.02	1 357.25	3 971.22	2 633.52	2 026.99

续表 1-4

土壤类型 地区	合计	红壤	棕壤	紫色土	水稻土	其他利用地及难 利用地面积
华宁县	5 170.07	4 854.87			315.2	784.93
百分比 (%)	100	61.0	2.63	24.63	11.73	
说 明	其他用地包括城乡居民用地、工矿用地、交通用地、军营等。难利用地包括陡崖、石山、裸土、田埂、沙滩等,均未参与合计及计算百分比。另外,此表只宜作为了解土壤面积的一般状况用					

2.1.6 资源概况

2.1.6.1 水资源

抚仙湖蓄水量 206.2 亿 m^3 , 年可利用的动态水资源量 9 572 万 m^3 , 人均占有水资源量 655 m^3 , 低于全省、全市平均值, 湖泊多年平均水量平衡见表 1-5。

表 1-5 抚仙湖多年平均水量平衡表

单位: 万 m^3

水 量	收 入			支 出			结余
	陆地 入湖量	湖面降雨	地下 净入流	海口 出流量	湖面蒸发	工农业 耗水	蓄变量
	22 688.59	19 370.44	399.3683	9 572	28 609.4	3 853	+ 424
合 计	42 458.4			4 234.4			+ 424

2.1.6.2 植物资源

流域内地貌复杂, 气候类型多样, 植被呈现类型多、植物区系复杂, 物种多、数量少、分布零星等特点。根据有关方面著述和林业科技人员历次调查、采集、记录到的高等植物 226 科、1 081 属、2 394 种。其中, 苔藓植物 18 科 21 属 23 种; 蕨类植物 36 科 66 属 86 种; 裸子植物 7 科 16 属 25 种; 被子植物 1 科 1 属 1 种; 被子植物 187 科 1 004 属 2 252 种。其中包括一级保护植物 1 种、二级保护植物 9 种、三级保护植物 19 种。

2.1.6.3 旅游资源

抚仙湖水水质清澈, 风光秀丽, 景色迷人, 1988 年湖泊区域被列为省级风景名胜区, 近年来抚仙湖以休闲度假为主的旅游业发展较快, 年接待游客逾 200 万人次。抚仙湖区域的主要景点有新河口浴场、尖山、波息湾、禄充渔村、笔架山、明星鱼洞、牛魔鱼场、碧云寺、孤山、路居湾、老鹰地、海镜银滩、海口海关、西龙潭和冒天山无脊椎动物化石群等。众多的旅游景点中尤为著名的是冒天山无脊椎动物化石群, 在抚仙湖北 5km 处, 距离澄江磷化总公司大约 2km 左右, 通往生产区的道路从核心区边缘过。

2.2 社会经济概况

抚仙湖径流区主要分布在澄江县的凤麓、龙街、右所、海口四个乡镇, 江川县的路居、翠峰二乡镇及华宁县青龙镇的海关、海镜 2 个村委会合计 7 个乡镇, 土地面积为