

全国重点湖泊水库生态安全调查与评估

DIAN
CHI 滇池

生态安全调查与评估

SHENGTAI ANQUAN DIAOCHA YU PINGGU

戴丽 等 编著

云南出版集团公司
云南科技出版社

全国重点湖泊水库生态安全调查与评估

滇池生态安全调查与评估

戴丽 等 编著

云南出版集团公司

云南科技出版社

· 昆 明 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

滇池生态安全调查与评估 / 戴丽等编著 . — 昆明 :
云南科技出版社, 2011. 6

ISBN 978 - 7 - 5416 - 4746 - 8

I. ①滇… II. ①戴… III. ①滇池—生态安全—调查研
究②滇池—生态安全—环境生态评价 IV. ①X321. 274

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 125987 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)

昆明理工大学印务包装有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1 / 16 印张: 11 插页: 72 字数: 270 千字

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

定价: 128.00 元

项目组织部门: 环境保护部污染防治司

国家发展和改革委员会地区司

水利部水资源司

项目总负责: 中国环境科学研究院

滇池项目负责人: 贺 彬 郝玉昆 郭怀成

主要编著人员: 戴 丽 李跃青 胡小贞 徐晓梅 陈 静

其他编著人员:

云南省环境科学研究院: 夏 峰 孔德平 范亦农 陈异晖

张淑霞 周宏霞 董云仙 刘耀聪

储博程 柴钰翔

北京大学: 詹歆晔 刘 慧 盛 虎 何成杰 周 丰

昆明市环境科学研究院: 李跃勋 何 佳 丁宏伟 陈云波

李宗逊 李中杰

中国环境科学研究院: 卢少勇 郑朔方 刘娉婷 李 梁 蔡珉敏

魏 徵 刘 震 包裕尉 王丙涛 许 达

司 静

中国科学院水生生物研究所: 刘永定 李根保 常锋毅 沈银武

汪英才 汪 贞 吴卫菊 胡明明

昆明市环境监测中心: 李晓铭 杨树平 李发荣 房晟忠 张 宇

邱令冰 赵世民 何 苗 陈 燕 李亚萍

黄 晓 张丽萍

南京大学: 毕 军 杨柳燕 黄 蕾 王晓琳 揣小明 李凤玲

段百灵

同济大学: 李风亭 徐 冉 张冰如 乔俊莲 徐 锰 王海峰

弯昭锋 何 艳 魏诗辉 吴胜举 王 梓 杨 茜

上海交通大学: 吴德意 孔海南 岳文洁 隋艳明 施烨锋

翟 钥

北京林业大学：张 征 罗柳红 解明曙 刘淑春 李 坚

李温雯 王璐璐 李 晶 牟向玉 彭张兴

环境保护部环境规划院：李云生 梁 涛 刘伟江 陈 岩

周广金

中国科学院南京地理与湖泊研究所：高俊峰 刘聚涛

环境保护部南京环境科学研究所：张永春 张毅敏 刘 庄

高月香 蔡金榜 张龙江

曾 远 胡孟春 唐晓燕

王文林 张后虎 孔祥吉

注：由于本研究报告部分数据不便公开发表，本书作者已做相应处理，特此说明。

前 言

滇池流域是云南省的政治、经济、文化中心和交通枢纽，是云南省经济最发达、人口最集中、城市化水平最高的区域。滇池流域面积 2920km^2 ，汇水区域包括昆明市五华、盘龙、官渡、西山、晋宁、呈贡、嵩明 7 个县区的 30 个街道办事处、25 个乡镇。在 1887.4m 高水位运行时，水域面积为 309.5km^2 （分为草海、外海两部分），位于昆明市主城区的下游。《云南省地表水功能区划（复审）》（2001 年）将外海定为饮用水源二级保护区、一般鱼类用水区、工农业用水区、景观娱乐用水区；将草海功能定为工农业用水区、景观娱乐用水区。滇池流域经济以旅游、商贸和工业为主，第二、第三产业约占流域 GDP 总量的 96.6%。

由于近 30 年来流域经济发展和城市化进程加快，人口快速增长，加之防治工作相对滞后，主要污染物的排放量已经超过了水环境的承载能力，水质严重恶化，生态系统功能退化，富营养化问题十分突出，目前已成为我国湖泊水污染与富营养化的重灾区。更要引起注意的是，滇池是内陆高原湖泊，位于昆明市的下游，接纳了大量周边和上游的污染，水资源匮乏和频发的水华已经严重影响了滇池的生态服务功能，严重影响了湖库区人民的生产、生活及饮用水安全，并制约着流域的可持续发展。因而，科学评估和保障湖库的生态安全问题已刻不容缓。

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，环境保护部会同国家发改委、水利部制定了《全国重点湖泊水库生态安全综合评估与综合治理方案》，对三峡库区、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 个湖库进行生态安全评估。滇池生态安全调查及评估项目（以下简称“滇池项目”）属于 2008 年启动项目之一。滇

池项目共有 13 家单位参与，中国环境科学研究院为项目技术总负责单位，同时负责项目的组织、协调和管理。项目组长单位为云南省环境科学研究院，副组长单位为北京大学、昆明市环境科学院。项目承担单位还包括昆明市环境监测站、中国科学院水生生物研究所、南京大学、同济大学、北京林业大学、上海交通大学、中国科学院南京地理与湖泊研究所、环境保护部环境规划院、环境保护部南京环境科学研究所等单位。

滇池生态安全评估的主要目的是回答湖库生态系统是否安全和如何保障安全的问题，滇池项目包括三大主要任务：滇池生态安全调查；滇池生态安全评估（4+1）；制定综合治理方案。具体分解为生态安全调查、水生态健康评估、社会经济发展影响评估、湖库生态系统服务功能评估、生态灾变评估、综合评估及滇池生态安全管理与综合治理方案等研究内容。目前，项目已经顺利通过国家有关部门组织的验收，并获得好评。

调研工作得到了云南省环保厅、云南省气象局、云南省水利厅、昆明市环保局、昆明市统计局，以及滇池流域各区、县政府及有关部门的大力支持和积极配合，在此一并表示感谢。

滇池生态安全调查与评估项目组

2011 年 5 月

目 录

第一章 总 论	(1)
1.1 研究目的和意义	(1)
1.2 总体研究思路与主要研究内容	(2)
第二章 滇池生态安全基本状况调查分析	(4)
2.1 滇池流域社会经济现状与历史趋势调查分析	(4)
2.1.1 滇池流域人口现状与历史趋势分析	(4)
2.1.2 城镇化进程状况与变化趋势分析	(4)
2.1.3 滇池流域产业结构现状与历史趋势分析	(4)
2.1.4 滇池流域土地利用现状与历史趋势分析	(5)
2.1.5 滇池水资源状况与历史趋势分析	(10)
2.1.6 滇池流域社会经济发展对生态安全的驱动分析	(11)
2.1.7 结论	(12)
2.2 滇池流域污染状况与历史趋势调查分析	(13)
2.2.1 滇池流域点污染源现状与历史趋势分析	(13)
2.2.2 滇池流域农业、农村面污染源现状与历史趋势分析	(14)
2.2.3 滇池流域污染物入湖状况分析	(15)
2.2.4 滇池内源污染状况与历史趋势分析	(16)
2.2.5 入湖河流污染状况与历史变化调查分析	(21)
2.2.6 滇池水质与富营养化状况与历史变化调查分析	(26)
2.3 滇池流域生态系统状况调查分析	(28)
2.3.1 滇池流域陆地生态系统现状与变化分析	(28)
2.3.2 滇池湖滨带及入湖河流生态系统状况分析	(33)
2.3.3 滇池水生态现状与变化分析	(43)
2.4 滇池生态服务功能调查分析	(56)
2.4.1 滇池饮用水源地服务功能分析	(56)
2.4.2 滇池水产品供给服务功能分析	(56)

2.4.3	滇池鱼类栖息地服务功能分析	(58)
2.4.4	旅游及休闲娱乐服务功能分析	(61)
2.4.5	滇池湖滨带水质净化服务功能分析	(62)
2.5	滇池主要生态安全问题	(64)
2.5.1	水环境现状总体为劣 V 类和全湖富营养化,水质污染严重,严重影响饮用水源地 安全与功能	(64)
2.5.2	人口与经济快速发展,人为活动与污染物增加,导致水环境压力过大,高原湖泊 生态系统严重受损	(65)
2.5.3	水生生态系统严重受损,蓝藻水华持续周年性暴发,严重影响生态系统服务功能	(66)
2.5.4	生态系统服务功能缺失:饮用水源功能丧失、鱼类栖息地与水产品服务功能几乎丧 失、旅游与休闲娱乐功能严重下降	(68)
2.5.5	形成滇池蓝藻水华灾害:周年性暴发、全湖性、高生物量、高内负荷堆积	(69)
2.6	滇池生态安全成因识别	(69)
2.6.1	流域人口增加与社会经济发展是滇池生态不安全的首要驱动力	(69)
2.6.2	城镇化发展与污染物大量入湖是滇池生态不安全的直接驱动力	(70)
2.6.3	流域陆地生态系统破坏,湖泊湖滨带生态系统破坏,水生生态系统自我修复能力极大 丧失,是滇池生态不安全的重要影响因素	(70)
2.6.4	外源污染物累积造成底质高污染物蓄积和强释放潜力,水华藻类残体造成高内负荷 污染,加速滇池生态不安全	(72)
第三章	滇池水生态健康评估	(73)
3.1	滇池水生态健康评估指标体系与评价方法	(73)
3.1.1	指标体系的选取	(73)
3.1.2	熵值分析法理论及方法	(73)
3.1.3	生态系统健康综合指数	(74)
3.2	滇池水生态健康评估结果	(75)
3.2.1	滇池水生态系统健康评价指标体系的选取	(75)
3.2.2	指标权重的确定	(75)
3.2.3	滇池水生态系统综合健康评估	(76)
3.3	结果分析	(77)
第四章	滇池流域社会经济影响评估	(78)
4.1	滇池流域社会经济影响评估指标体系与评价方法	(78)
4.1.1	评价指标体系	(78)
4.1.2	评价指标说明和测算方法	(78)
4.1.3	评价标准	(80)
4.1.4	评价方法	(80)

4.2 滇池流域社会经济影响评估结果与历史演变	(83)
4.2.1 社会经济影响评价的计算过程	(83)
4.2.2 社会经济影响评价权重赋值比较	(84)
4.2.3 社会经济影响评价结果与历史演变	(87)
4.3 结果分析	(91)
4.3.1 结论	(91)
4.3.2 分析	(91)
第五章 滇池生态服务功能及价值损失评估	(92)
5.1 滇池生态服务功能及价值损失评估方法	(92)
5.1.1 湖库生态服务功能评估方法	(92)
5.1.2 湖库生态服务功能状态评估指标体系	(93)
5.1.3 湖库生态服务功能经济价值评估指标体系	(96)
5.1.4 湖库生态服务功能状态评估标准	(97)
5.1.5 湖库生态服务功能经济价值损失评估标准	(99)
5.1.6 湖库生态系统服务功能评估模型与评价方法	(99)
5.2 湖库生态系统服务功能评估与历史演变	(101)
5.2.1 滇池饮用水源地服务功能评估结果与历史演变	(101)
5.2.2 滇池水产品服务功能评估结果与历史演变	(103)
5.2.3 滇池鱼类栖息地服务功能评估结果与历史演变	(104)
5.2.4 滇池游泳、休闲娱乐及景观服务功能评估结果与历史演变	(104)
5.2.5 滇池湖滨带对面源污染物的截流与净化服务功能的评估结果与历史演变	(104)
5.2.6 结果分析	(105)
5.3 滇池生态系统服务功能价值损失评估	(106)
5.3.1 湖库物质生产服务功能价值与损失	(106)
5.3.2 湖库环境调节服务功能价值与损失	(107)
5.3.3 湖库生命支持服务功能价值与损失	(109)
5.3.4 湖库社会文化服务功能价值与损失	(112)
5.3.5 生态服务功能经济价值和损失价值评估总值	(113)
5.3.6 结果分析	(114)
第六章 滇池生态灾变评估	(115)
6.1 滇池生态灾变评估指标体系与评价方法	(115)
6.1.1 生态灾变评价的方法与模型	(115)
6.1.2 滇池生态灾变评估指标体系	(117)
6.2 滇池 2007 ~ 2008 年典型水华事件生态灾变评估	(119)
6.3 蓝藻水华分布趋势分析	(120)

6.3.1	历年各月蓝藻水华暴发天数对比及其趋势分析	(120)
6.3.2	历年各月蓝藻水华暴发面积对比及其趋势分析	(120)
6.4	结果分析	(120)
6.4.1	生态灾变程度时空分析	(120)
6.4.2	生态灾变与食物链关系	(121)
6.4.3	滇池蓝藻水华发生因素分析	(121)
6.4.4	滇池蓝藻水华生态灾变发展趋势	(122)
第七章	滇池生态安全综合评估	(123)
7.1	滇池生态安全评估指标体系与评价方法	(123)
7.1.1	滇池生态安全评估理论与方法基础	(123)
7.1.2	指标优选方法	(123)
7.1.3	指标优选结果与指标体系建立	(124)
7.1.4	用于 SESI 计算的指标体系	(129)
7.1.5	滇池生态安全评估计算方法	(130)
7.2	滇池生态安全评估结果与历史演变	(131)
7.2.1	总体趋势分析	(131)
7.2.2	各方案层分析	(132)
7.2.3	各方案层重要指标分析	(133)
7.3	滇池生态安全评级及结果解读	(134)
7.4	滇池生态安全综合评估与专项评估综合分析	(135)
7.4.1	滇池生态安全综合评估与专项评估综合结果	(135)
7.4.2	生态安全主要问题表现与发展趋势分析	(135)
7.5	结果分析	(137)
第八章	滇池生态安全管理与综合治理方案	(138)
8.1	滇池生态安全管理与综合治理方案设计思路	(138)
8.1.1	滇池生态安全管理与综合治理方案设计原则	(138)
8.1.2	滇池生态安全管理与综合治理方案设计	(138)
8.2	生态安全保障式流域社会经济发展优化方案	(140)
8.2.1	流域城市人口规模控制方案	(140)
8.2.2	流域产业结构与布局优化方案	(140)
8.2.3	流域土地利用优化配置方案	(142)
8.3	流域污染源治理方案	(143)
8.3.1	流域点污染源治理方案	(143)
8.3.2	流域农业面源治理方案	(145)
8.4	滇池流域生态修复与功能恢复方案	(146)

8.4.1	滇池水生态系统完整性修复与功能恢复方案	(146)
8.4.2	滇池湖滨带生态修复与功能恢复方案	(147)
8.4.3	流域河道综合整治(重点生态修复)方案	(149)
8.4.4	流域水土流失治理方案	(150)
8.4.5	流域水源涵养林和生态林业建设方案	(151)
8.5	基于生态安全的滇池监控与预警方案	(152)
8.5.1	监控与预警的目的	(152)
8.5.2	设立滇池环境动态监控体系	(153)
8.5.3	滇池环境预警方案	(155)
8.5.4	滇池风险防范及应急体系	(156)
8.6	滇池生态安全综合管理与可持续发展(战略)方案	(157)
8.6.1	流域生态安全综合管理策略	(157)
8.6.2	流域生态安全综合管理机制	(160)
第九章	主要结论	(163)
9.1	滇池流域社会经济影响评论	(163)
9.2	滇池水生态安全评估总结	(163)
9.3	滇池生态服务功能及价值损失评估	(164)
9.4	滇池生态灾变估计	(164)
9.5	滇池生态安全综合评估	(164)

第一章 总 论

1.1 研究目的和意义

湖库生态安全定义为“在人类活动影响下维持湖库生态系统的完整性和生态健康, 为人类稳定提供生态服务功能和免于生态灾变的持续状态”。这个定义包含 4 层含义: ①安全的基础是湖库生态系统是否健康和完整; ②安全变化的原因是人类活动影响; ③安全变化的结果是生态服务功能的削弱、中断以至于发生生态灾变; ④生态安全是一个动态的概念, 应从动态和历史的角评价。

在湖库生态系统中, 湖库是主体, 其水生态健康状况是系统安全的基础。围绕这个基础, 有 3 个联系过程揭示了生态安全变化 (如图 1.1-1, 见书末彩图, 下同)。

(1) 灾变风险下的健康变化过程。以水华暴发为代表的灾变是湖库生态不健康的突变的和非稳态反映。当灾变发生时, 水质和水生态系统生物组成发生很大变化, 对湖库生态安全产生冲击; 但由于暴发时间短, 其影响在基于稳态建立的水生态健康评估中不显著。因此, 生态安全首先要结合水生态健康评估和灾变评估, 分析这两者之间的联系, 建立与灾变的生态和社会效应相适应的健康评估。

(2) 灾变风险下的人类活动对健康的胁迫过程。人类活动和自然条件作为湖库系统的环境, 对湖库的生态安全产生着重要影响。持续超出生态系统承载能力的人类活动损害湖库的水生态健康。这一状况下, 特定的自然气候条件将会引发湖库系统灾变。因此, 生态安全需要分析人类活动影响对水生态健康和灾变风险的胁迫关系。

(3) 灾变风险下的健康变化造成服务损益的过程。湖库的不健康和灾变的产生直接导致湖库输出的服务功能下降或中止, 提供资源质量降低和数量减少。面对资源不足, 人类社会或者降低自身发展需要, 或者掠夺湖库资源, 都将导致不可持续的发展, 即生态不安全。因此, 生态安全需要分析水生态健康变化和灾变风险对湖库生态系统服务输出的影响。

由于湖库流域社会经济快速发展, 污染治理设备滞后, 氮、磷污染负荷削减未能得到足够的重视, 致使我国众多湖库富营养化程度普遍较高, 水污染和藻类水华暴发事件频发, 严重影响了湖库区人民的生、生活及饮用水安全, 并制约着流域的可持续发展。因而, 评估和保障湖库的生态安全问题已刻不容缓。

国内对生态安全的研究始于 20 世纪 90 年代, 到 20 世纪 90 年代后期才逐渐为人们所重视。尤其是近年来已成为科学界和公众讨论的热点问题。研究内容主要集中在生态安全概念的界定, 区域、城市生态安全的评价, 而对于湖库生态安全评价的研究尚不多见。

湖库生态安全评价是进行湖库生态安全综合治理的基础。目前国内湖库生态安全的研究主要在于湖库生态健康评价及湖库生态服务功能研究, 没有将人类活动对湖库生态安全

的影响及湖库生态灾变的风险考虑在内，而这两部分内容却是湖库生态安全的重要方面。因此，在生态安全 DPSIR 概念模型的指导下，将湖库生态健康、服务功能、人类活动的影响及湖库灾变风险等指标体系纳入生态安全的研究框架中来，对于定性定量开展我国重点湖库的综合治理具有重要的理论意义与实践价值。

滇池自 1988 年以来开展了大量生态环境研究工作。但从生态安全角度出发，总结和梳理已有各方面研究，站在生态安全需求的高度进行综合研究，这一工作在滇池尚属首次。滇池生态安全研究将系统整理已有研究成果，紧密联系科学研究与流域管理的实际需要，对完善滇池治理理论基础、提供方法学指导具有显著意义。

滇池生态安全研究遵循“全国重点湖泊水库生态安全调查与生态安全评估”相关规范，采用现场调查与现有资料收集相结合，建立适宜滇池流域的生态安全调查与评估方法。针对滇池开展系统的生态调查工作，模拟测定藻类水华暴发潜力，并结合其他实验与野外研究数据评估藻类暴发趋势，提出滇池生态安全监控与预警方案。对滇池进行生态安全评估，并编制生态安全健康管理与综合治理方案，为改善和恢复滇池生态系统，维持滇池生态安全稳定和可持续发展提供科技支撑。

1.2 总体研究思路与主要内容

针对滇池水污染与水生态现状特征，借鉴太湖与巢湖生态安全的经验，采用现场调查与历史资料收集相结合的方法，开展滇池生态安全调查与监测。依照滇池的特点，对总课题建立的湖库生态安全评估 4 + 1 的方法进行修正，建立适宜滇池的评估指标体系与标准；开展滇池水生态系统健康评估、滇池生态系统服务功能损失评估、滇池流域社会经济影响影响评估、滇池生态灾变评估及滇池生态安全综合评估。在上述基础上，从战略高度提出滇池流域生态安全综合治理方案。主要思路如图 1.2 - 2 所示。

本项目内容分为 5 个步骤实施，具体如下：

(1) 开展调查与监测

开展滇池生态安全历史资料调查，补充入湖负荷通量、水质及水生态的现场监测，完成滇池流域生态安全数据库系统，解析且诊断滇池流域水环境与水生态状况。此外，研究滇池藻类水华暴发潜力。

(2) 开展生态安全评估

针对滇池特点，修正湖库生态安全评估方法，建立适宜的评估指标体系与标准。重点开展滇池水生态系统健康评估、滇池生态系统服务功能损失评估、滇池流域社会经济影响影响评估、滇池生态灾变评估及滇池生态安全综合评估。

(3) 制定生态安全监控与预警方案

采用地理信息系统 (GIS) 作为开发平台，建立多元数据传输体系，制定滇池生态安全监控与预警方案。

(4) 制定生态安全综合管理和治理方案

在滇池生态安全评估基础上，基于生态安全管理和流域综合管理的系统理念，从战略高度制定最优的滇池流域富营养化综合治理方案，提出相应的关键技术和流域生态系统管理策略。

综合治理方案包括 4 个具体方案：生态安全保障式流域社会经济发展优化方案、流域

污染源治理方案、流域生态修复与功能恢复方案、滇池生态安全综合管理和可持续发展（战略）方案。其中，前3项方案是治理实施的主体内容，综合管理和可持续发展（战略）方案是前3项方案的实施基础。

（5）完善评估与咨询报告

完成《2008年滇池生态安全调查与评估报告》。

综上所述，相关技术路线如图1.2-1。

第二章 滇池生态安全基本状况调查分析

2.1 滇池流域社会经济现状与历史趋势调查分析

2.1.1 滇池流域人口现状与历史趋势分析

滇池流域面积 2920km²，隶属昆明市五华、盘龙、官渡、西山、呈贡、晋宁和嵩明 7 个县区的 30 个街道办事处、25 个乡镇。2007 年，流域内人口 283.18 万人，占全市的 45.7%，城镇化率超过 80.5%。其中，主城区涉及五华、盘龙、官渡、西山 4 个区，人口 203.35 万人，占流域总人口的 71.81%。滇池流域平均人口密度为 969.79 人/km²。

1997~2007 年，滇池流域的人口总数呈现上升的趋势。1997 年，滇池流域的总人口数为 241.83 万人，而 2007 年滇池流域的总人口数变为 283.18 万人。各区县的人口数量大小为五华区>官渡区>盘龙区>西山区>晋宁县>呈贡县>嵩明县（如图 2.1.1-1）。

1997~2007 年间，滇池流域的总人口密度呈现上升的趋势。1997 年，滇池流域的总人口密度为 828.18 人/km²，而 2007 年滇池流域的总人口密度为 969.79 人/km²。2007 年，各区县的人口密度大小为五华区>盘龙区>官渡区>西山区>呈贡县>晋宁县>嵩明县（如图 2.1.1-2）。

滇池流域各区县人口自然增长率的变化规律。可以看出，2001~2007 年间，滇池流域各区县人口的自然增长率有下降的趋势（如图 2.1.1-3），2007 年，除了五华区和嵩明县人口的自然增长率为负值以外，其他地区人口的自然增长率均为正值。由此推测，尽管滇池流域的人口自然增长率有下降的趋势，但在相当的一段时间内，滇池流域的人口数依然会呈现上升的趋势（如图 2.1.1-4）。

2.1.2 城镇化进程状况与变化趋势分析

1994~2004 年，滇池流域城市的总面积维持不变。2005 年以后，滇池流域城市总面积有所增加。由于行政区划的调整，2004 年，五华区和盘龙区的面积明显增大，面积分别是 398km² 和 340km²；西山区和官渡区的面积明显下降，面积分别调整为 791km² 和 552km²；2007 年，呈贡县、晋宁县和嵩明县的面积都有所增加（如图 2.1.2-1）。

城市化进程的加快，城市面积的增加，人口的持续增长，这无疑给滇池带来了巨大的环境压力。一方面，人口的持续增长，增加了对滇池的用水需求，使得滇池的饮用水服务功能相对减少；另一方面，城市化进程的推进和人口的持续增长，无疑带来了越来越多的污染物排放，而与此同时，滇池流域的水处理系统不太完善，这在某种程度上加剧了污染物对环境的压力。

2.1.3 滇池流域产业结构现状与历史趋势分析（如图 2.1.3-1 至图 2.1.3-5）

2007 年，滇池流域的国民生产总值为 11253173 万元，比 2006 年同期增长了 13.43%。第一产业、第二产业和第三产业产值分别为 377065 万元、4914844 万元和

5961264 万元, 分别比 2006 年同期增长了 6.62%、14.93% 和 16.61%, 三大产业在国民生产总值中分别占 3.35%、43.68% 和 52.97%。

2001~2007 年, 滇池流域第一产业产值的变化有如下的变化规律: 第一, 2001~2006 年, 五华区、盘龙区、官渡区和西山区 4 个区域的第一产业产值有下降的趋势, 2007 年第一产业产值有所回升; 第二, 呈贡县、晋宁县和嵩明县的第一产业产值有上升的趋势。

2002~2007 年, 滇池流域的第二产业和第三产业逐年递增。且 2004 年以后, 第二产业和第三产业增幅比较明显。

1997~2007 年, 滇池流域的国民生产总值呈现上升的趋势。如 1997 年滇池流域的国民生产总值为 1282747 万元, 而 2007 年, 滇池流域的国民生产总值为 11253173 万元。1997~2003 年, 滇池流域的国民生产总值增幅相对缓慢, 2004 年以后, 滇池流域的国民生产总值增幅比较明显。

2002~2007 年, 滇池流域第一产业在国民生产总值中所占比例有下降的趋势, 如 2002 年, 流域第一产业在国民生产总值中所占的比例为 12.69%, 而 2007 年, 第一产业在国民生产总值中所占的比例为 3.35%。2002~2007 年, 滇池流域第二产业在国民生产总值中所占比例逐年上升, 如 2002 年, 流域第二产业在国民生产总值中所占的比例为 33.21%, 而 2007 年, 第二产业在国民生产总值中所占的比例为 43.68%。2002~2007 年, 滇池流域第三产业在国民生产总值中所占的比例一直较大, 其数值大于 51.98%。

滇池流域所要面对的现实是资源环境约束的加剧。如产业结构还不优、产业增长方式粗放, 传统产业改造升级任务艰巨; 产业基础设施薄弱, 企业自我发展能力不强, 产业发展对能源、资源的需求增大, 资源和环境压力加剧等, 从产业发展的宏观组织和管理上也有一些突出的问题。

2.1.4 滇池流域土地利用现状与历史趋势分析

2.1.4.1 流域土地利用状况

滇池流域土地类型中以林地为主 (如图 2.1.4.1-1), 面积为 991.9 km², 占整个流域面积的 34.2%, 主要分布在松华坝水源保护区范围内, 其中, 大哨乡的林地面积占其土地总面积的 87%。耕地面积为 636.4 km², 占流域土地总面积的 21.9%, 主要分布在滇池盆地、嵩明县的白邑坝子内和海拔 2300m 以下的中山、丘陵地带。水田 347.4 km², 连片集中, 多分布于地势相对平缓的滇池盆地区和嵩明县白邑坝子内; 水浇地及菜地分布在城镇、村庄等居民点附近, 尤其是近年来, 种植蔬菜和花卉的大棚在官渡、呈贡和晋宁 3 个县区靠近滇池的地区发展迅速; 旱地 288.9 km², 分布较广, 平旱地主要分布在高海拔平坝区和平缓的山坡上, 坡旱地在广大山区呈小面积零星分布。草地占流域土地总面积的 18.9%, 主要分布在晋宁县和官渡区的大板桥镇。建设用地为 385.5 km², 占流域土地总面积的 13.3%。水域面积 341.2 km², 大部分河流流程短, 无天然补给水源, 并且沿途经受农村垃圾倾倒、接纳城市污水、面源污染物等, 水质严重超标。

2.1.4.2 流域土地利用的时空动态变化

土地利用/覆被变化可引起许多自然现象和生态过程及水资源环境的变化。土地利用是人类为了一定的社会经济目的, 对土地进行长期或周期性经营的一系列生物和技术活动, 土地利用/覆被变化反映了不同时期人类出于各种目的对土地利用方式的改变。由于