

摘 要

滇池是昆明市赖以生存和发展的重要水源地，具有城市供水、工农业用水、旅游、航运、水产养殖和气候调节等功能。由于滇池位于昆明市下游汇水区的海拔最低处，从而成为昆明市的纳污水体；随着流域经济发展和人口增加，入湖污染负荷逐年增加，加上滇池内部水体交换十分缓慢等自然因素，滇池生态环境受到严重破坏，水体呈现严重富营养化。虽然迄今为止已投入 40 多亿元治理经费，控制了部分污染点源，但滇池的污染问题并没有得到根治。为进一步加强滇池湖滨湿地的生态环境恢复和改善滇池水质，编制了本规划，本规划包括湖滨生态湿地和生态村规划两部分，规划范围从滇池北岸湖滨带至新界桩外延 400m，东起官渡镇海东村西至前卫镇海埂公园。

本规划以区内环境生态、社会经济、产业布局和植物区系等要素为依据，以环湖湖滨生态系统的恢复与重建为核心，以保持系统的生物多样性与稳定性为重点，结合遥感和 GIS 技术，规划建设以自然生态为主、结构完整、生态功能完备的湿地生态系统和生态村镇体系，实现生态建设、景观设计和社区发展的协调与统一，促进湖泊生态系统的良性循环。

结合规划区的实际情况和存在的主要环境问题，规划时尽量选择运行负荷高的高效复合湿地工艺，利用湿地生态系统中物理、化学、生物的重重协调作用，完成过滤、吸附、沉淀、植物吸收和微生物降解，消纳来自河流的污染负荷，处理规划区内村镇的生活污水和村镇企业排放的工业废水。同时通过天然湿地的恢复和重建，增强水体的自净能力，恢复湖滨湿地生态系统和生物多样性。根据湿地设计的其他各种控制条件下的综合平衡计算，本规划优选出两套经济投入低、污染控制效果佳的湖滨生态湿地建设。方案一和方案二占地面积分别为 430.36 ha 和 308.65 ha，配套的生态防护林建设面积分别为 581 亩和 441 亩，并针对滇池北岸湖滨带不同地段防浪堤的实际情况提出了各自的处置方案。方案一和方案二的湿地工程建设投资分别为 14968.04 万元和 11117.15 万元；征地补偿投资分别为 2214.15 万元/a 和 1247.30 万元/a；湿地建成后的维护费用分别为 162.26 万元/a 和 105.18 万元/a。两方案年污染负荷削减量：方案一 COD、TN 和 TP 的年负荷削减量分别为 6040.23、1238.90 和 76.54 t/a；方案二 COD、TN 和 TP 的年负荷削减量分别为 4414.86、901.55 和 52.36 t/a。综合考虑到本规划区内土地利用率高，房屋密集，征地和拆迁费用较高等各种因素，把方案二作为本规划

湿地恢复与重建的推荐方案，并制定两阶段实施计划，确定各阶段的工程施工进度安排和工程投资资金分配，并计算了不同实施阶段污染物的削减量。根据主城片区污染负荷和工程规模情况，确定大清河—海河入湖河口复合湿地工程为重点实施工程，建设面积共 823.20 亩，工程建成后 COD、TN 和 TP 的年负荷削减量分别为 2181.32、450.50 和 23.95t/a，占方案二总污染物削减负荷的 49.41、49.97 和 45.74%。

生态村规划以环湖村庄环境整治为主题，以解决村民的现实问题为目的，通过一系列的规划整治措施彻底改善脏乱的村容村貌居住环境和农民落后的生活方式，按照整体化、生态化、特色化的要求来调整农业产业结构，实施农业生态化措施，推进农业重点领域向着生态化的方向发展，并与滇池环湖生态湿地的建设相配套，共同改善滇池水质和生态环境质量。根据当地地域特征、社会经济产业状况，参考国内外生态村建设经验，本规划将环滇池村庄分为两个大的类型，即高度开发型城郊村庄和典型农业型村庄。在此基础上根据不同的要求，在每个大类下又分高标准和一般标准两种建设标准。根据轻重缓急和不同地区的不同具体情况，提出生态村建设的主要项目及其投资估算。生态村建设采用政府刺激，居民自主投资和企业投资为主的方式，也可以采用集资的方式建设公共设施，总投资 4335 万元。

为保证本规划的实施，提出了相应的支撑保障体系，包括规划的政策法规、组织机构与管理体系、经济政策、补偿政策、技术政策、宣传教育以及公众参与等方面的内容。

关键词：滇池；生态湿地；生态村；规划

ABSTRACT

As one of the most important water resource of Kunming city, Dianchi Lake has a lot of functions such as city water supply, industrial and agricultural water using, tour, ship, aquiculture, climate control and so on. Unfortunately, Dianchi Lake also is the receiving waterbody due to it is located at the lowest altitude of Kunming city. With a rapid increase in the population, as well as the development of industry and agriculture in Dianchi Lake region, pollution loading of the lake increases gradually year after year. Dianchi Lake has confronted with the problem of heavy eutrophication and its ecological environment has been destroyed severely. Although the point pollution sources around the Dianchi Lake catchments are controlled effectively during the past decade with using more than 4 billion RMB, the water quality of Dianchi Lake doesn't become better. In order to enhance lakeside zone environment recovery and improve the water quality in Dianchi Lake, this programming is conducted. The programming includes ecological wetland of lakeside and ecological village programming. And the programming area start from Haidong village in the east to the Haigeng park in the west, including the 500m zone of lakeside.

This programming was conducted on the basis of the environ-ecological, social, economical, industrial and agricultural factors, and was focused on the recovery and reconstruction of eco-system, and the maintenance of biodiversity and biostability in Dianchi lakeside. The programming was made combined with Remote Sense and GIS technique. Natural and ecological wetland ecosystem and ecological village system with integrated functions and structures were planned to achieve the harmony and unification of ecoconstruction, scenery planning and community development, and to promote the beneficial cycle of Lake Ecosystem in Dianchi Lake.

Constructed wetlands with high pollutants' treatment efficiency were strongly recommended according to the primary environmental problems in local area. The physical, chemical and biological function of wetland system were exerted and the

pollutants in the contaminated rivers flowing to Dianchi Lake, in the sewage discharged from local villages located in the lakeside, and in the industrial wastewater from local companies, were removed and degraded by filtration, absorption, deposition, plant assimilation and biological degradation. Meanwhile, the recovery and reconstruction of natural wetlands in Dianchi lakeside were also benefit to increase the autopurification capacity of Dianchi Lake and resume the biodiversity and biostability of wetland ecosystem. Two programming plans with low costing and high pollution controlling effects were proposed after calculating and comprehensive assessment in every controlling condition. The land occupation of plan1 and plan2 were 430.36ha and 308.65ha respectively with the ecoprotecting forest land area at 38.73ha and 29.4ha, and the treatment scheme for breakwater banks were also proposed for plan1 and plan2. For plan1, the total wetland construction investment was 149,680,400RMB, the expropriation compensation cost was 22,141,500RMB, and the maintenance cost for wetlands after construction was 1,622,600RMB per year. For plan2, the total wetland construction investment was 111,171,500RMB, the expropriation compensation cost was 12,473,000RMB, and the maintenance cost for wetlands after construction was 1,051,800RMB per year. The decrease of COD, TN and TP pollution load were 6040.23t/a 1238.90t/a and 76.54t/a for plan1, and 4414.86t/a, 901.55t/a and 52.36t/a for plan2, respectively. Considering of the high expropriation compensation cost and local land situation and other investment reasons, plan2 was recommended as the suggested design for wetlands resuming and reconstruction. On this basis, the executive plan of plan2 for near and future was constituted, and the construction progress and construction investment distribution were made, and the decreasing of pollution load in every executive period were calculated. Based on the pollution load and project scope, Daqinghe Project was considered to be the key project in this programming, which contained the land area of 54.88ha. The decreasing of COD, TN and TP pollution load for Daqinghe Project were 2181.32t/a, 450.50t/a and 23.95t/a, which account for the whole decreasing of plan2 as 49.41%, 49.97% and 45.74%, respectively.

Ecological village programming gives priority to village environment renovating, aiming at resolving some practical problems. By executing a series of renovating measures, the previously worse living environment was improved and the previously backward living style in village was changed drastically. Agricultural and industrial structure was adjusted according to the strict integrative, ecological and distinctive request for ecological village. The executing of eco-agricultural measures, along with the construction of ecological wetlands in Dianchi lakeside, would hugely improve the water quality and the eco-environmental quality in Dianchi Lake. Consulting of some successful ecological village construction experience both home and abroad, and on the basis of local and economical situation, two major types of ecological village were presented in this programming, which was highly developed suburban village and classical agricultural village. According to different construction requests, two construction criteria (strict criteria and common criteria) were proposed for every major type. The main projects and their investment estimate in ecological village construction were made according to different situation in every area. The overall investment was 43.35 million RMB, which was mainly collected by autonomous investment from local residents, and also collected partly by local government.

To guarantee the programming could be put in practice, corresponding support security system including regulations, organizing institutions and management system, economic policy, Compensation Policy, technology supports, the publicity and education, Public Participation and so on was also proposed.

Key words: Dianchi Lake ecological wetland ecological village programming

1 总论

1.1 项目背景

昆明市是云南省省会，有两千四百多年的历史，是云南省政治、经济、文化、科技和交通中心。昆明地处云贵高原中部，市中心海拔 1891 m，南濒滇池，三面环山。气候温和，四季如春，气候宜人，是极负盛名的“春城”。

滇池是云南省第一大淡水湖泊，是昆明市赖以生存和发展的重要水源地。其中水域面积 297.9km²，径流量 5.7 亿 m³，库容 12.9 亿 m³，分北部草海和南部外海两部分；流域总面积 2920km²，覆盖了五华、盘龙两城区和西山、官渡、呈贡、晋宁和嵩明五个区县的 38 个乡镇。

滇池历史上山清水秀，素有“高原明珠”的美誉。但由于滇池位于昆明市下游汇水区的海拔最低处，从而成为昆明市沿湖地区唯一的纳污水体，随着流域人口增加、城市化进程的加快、经济生产和生活方式的改变，入湖污染负荷逐年增加，滇池生态环境，特别是湖滨湿地和森林植被严重破坏，水体环境受到极大污染。滇池的污染历程虽短但污染程度重：20 世纪 50 年代，滇池水清澈见底，水生植物丰富，是许多鱼和鸟类的良好栖息地，水质达到地表水 II 级标准；70 年代，草海和外海的水质均为 III 类；滇池湖水大规模地污染是从 80 年代初开始的，此后，滇池水质迅速恶化；到 90 年代末，出现全湖水水质劣 V 类的严重状况，水体已重度富营养化；如今滇池水质已为异常富营养化的超 V 类，蓝藻水华严重。这极大地制约了昆明市的国民经济和社会发展，成为昆明市可持续发展的重大制约因素。

迄今为止，政府已投入 40 多亿元的治理经费，一大批重点工程和项目也相继实施，如昆明城市污水处理工程（4 座，日污水处理量为 36.5 万 m³）、滇池草海污染底泥疏浚工程、滇池北岸截污工程和西苑隧洞工程等，以上工程使造成滇池污染的生活和工业点源得到了较为有效的控制，初步遏制住了滇池水质迅速恶化的势头。

然而滇池的污染问题并没有得到根治，治理任务依然十分艰巨。为进一步加强滇池湖滨湿地的生态环境恢复和进一步改善滇池的水质，昆明市滇池管理局组织

清华大学和同济大学等单位共同编制《环滇池生态湿地建设详细规划》，以推动即将围绕滇池实施的环湖截污、环湖交通、环湖生态和环湖新区的“四环”工程。

1.2 规划目的和意义

滇池湖滨生态湿地和生态村建设详细规划以规划区内环境生态、社会经济、产业布局和植物区系等要素为依据，以环湖湖滨生态系统的恢复与重建为核心，以保持系统的生物多样性与稳定性为重点，结合遥感和 GIS 技术，规划建设以自然生态为主、结构完整、生态功能完备的湿地生态系统和生态村镇体系，实现生态建设、景观设计和社区发展的协调与统一，促进湖泊生态系统的良性循环，为滇池流域全面实现小康社会提供必备的生态环境基础。

1.3 规划依据

- ◇ 《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月）
- ◇ 《中华人民共和国水污染防治法》（1996年）
- ◇ 《中华人民共和国水污染防治法实施细则》（2000年）
- ◇ 《中华人民共和国水法》（1988年）
- ◇ 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）
- ◇ 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）
- ◇ 《污水综合排放标准》（GB8978—96）
- ◇ 《中华人民共和国水土保持法》（1991年6月）
- ◇ 《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38号）
- ◇ 《中华人民共和国野生动物保护法》（1988）
- ◇ 《滇池保护条例》（1988年3月颁布实施，2002年2月修改）
- ◇ 《滇池流域水污染防治“十·五”计划（2001~2005）》（2001年12月）
- ◇ 《环滇池生态保护规划—环湖截污和环湖生态规划》（2003）
- ◇ 《昆明市国民经济和社会发展“十·五”规划与2010远景规划》
- ◇ 《昆明市城市总体规划》（2002年修编）
- ◇ 《滇池呈贡片区截污治污工程项目建议书（修改版）》（2004年）
- ◇ 《一湖四环，一湖四片概念性规划》（2003）

- ◇ 《滇池（东岸、西岸、北岸重点入湖河口）湖滨生态带建设工程可行性研究报告》编制任务书（昆明市滇池管理局，2004）
- ◇ 《滇池东岸湖滨生态带建设工程项目建议书》专家论证意见（昆明市滇池管理局，2004）

1.4 指导思想 and 规划原则

以滇池水环境质量改善为核心，通过“水体污染物排放控制体系”的工程建设，解决经济发展和生态保护、短期利益和长远利益之间的矛盾冲突，通过构建结构合理、功能协调的局域生态系统，在发展中增强生态保护的能力，使滇池流域生态系统环境得到改善，改变整个昆明的城市和区域竞争力，提高流域的金融投资能力，改善投资环境，通过经济发展与环境保护同时发展的运行模式，实现地区的可持续发展。

为实现环滇池湖滨带湿地建设在环境、社会和经济效益上的统一，本规划将遵循以下原则：

- 与本区已制定的其他发展规划相协调的原则：在《昆明市城市总体规划》（2002年修编）、《环滇池生态保护规划—环湖截污和环湖生态规划》（2003）和《昆明市国民经济和社会发展“十·五”规划与2010远景规划》等规划的指导下完成本规划。

- 以生态系统恢复为重点，合理削减本区污染负荷的原则：依据滇池湖滨带所容纳的污染负荷及其空间分布特征，确定相应的湿地类型、规模、结构和功能，同时考虑滇池流域植物分布规律和原有生态结构特点，通过建设以自然生态为主、高效复合湿地为辅的湿地系统，恢复滇池湖滨带的生物多样性，完善湖滨生态带的结构，从而保障生态系统功能的稳定性。同时，要兼顾湖滨带的经济和景观价值，使湿地规划达到生态功能、景观功能和经济功能的协调统一。

- 可操作性原则：充分尊重当地的文化传统和生活习俗，选用投资省、运行费用低、土地利用效率高、工艺技术先进、技术含量高的工艺流程和工程建设方案，尽量避免和减少大规模移民搬迁和土地征用，提高规划的可实施性和民众参与的积极性。同时，考虑局部与整体的结合，远期与近期的协调，分轻重缓急、先易后难，分期、分批建设实施规划方案。

1.5 规划范围与期限

本规划以行政乡为规划和实施单元。本规划主要区域位于滇池北岸昆明市主城区南郊官渡区的两个乡镇（官渡镇和六甲乡）和海埂公园。东起官渡镇海东村，宝丰村、龙马村，经中部六甲乡小河咀村和福保村，西至前卫镇海埂公园为止。本规划将对滇池主城区段滇池最低运行水位 1885.5m 至湖滨带新界桩（和正常高水位 1887.4m 外延 100m 线基本一致）外延 400m 之间的区域进行总体研究，详细规划重点范围为滇池湖滨带新界桩（大致在正常高水位 1887.4m 至外延 100m）的生态湿地规划区。

本规划期限为 2005~2010 年，划分为两个阶段：2005 年 5~12 月是规划的重点建设期，2006~2010 年是规划的深化建设期。

1.6 规划目标

本规划的总体目标是通过恢复湖滨原有的天然湿地和适当构建高效复合湿地等工程手段，形成从陆生到水生逐步过渡的完整的湖滨生态带，有效控制规划区内保留的自然村落与农村面源污染，确保重点河口入湖污染负荷大幅度削减，并与本区已规划的截污和污染处理设施共同构成完整的水污染防治体系，以保护滇池湖水水质和恢复湖泊生态系统。同时建成以自然生态为主、结构完整、生态功能完善，并在治污、生态、景观、经济等方面具有较强可持续发展潜力的湖滨生态保护区；发展湿地经济，弘扬滇池文化，使流域内森林生态系统、盆地生态系统和湖泊生态系统步入良性循环，为滇池流域全面实现小康社会建立良好的生态环境基础。

1.7 规划内容和思路

参考《环滇池生态保护规划》，深入调查规划范围内社会经济情况、自然环境状况及湖滨生态湿地现状，结合相关区域规划及专业规划的要求，充分考虑与截污及污水处理工程、河道整治工程、水利、防洪工程等项目的有机结合，在主要污染源和污染物得到控制的基础上，提出初步规划方案，并对初步规划方案作相

应的环境和经济分析，制定滇池湖滨生态区建设分区时空上的分期实施计划，最终提交规划成果。具体路线框架见图 1.1:

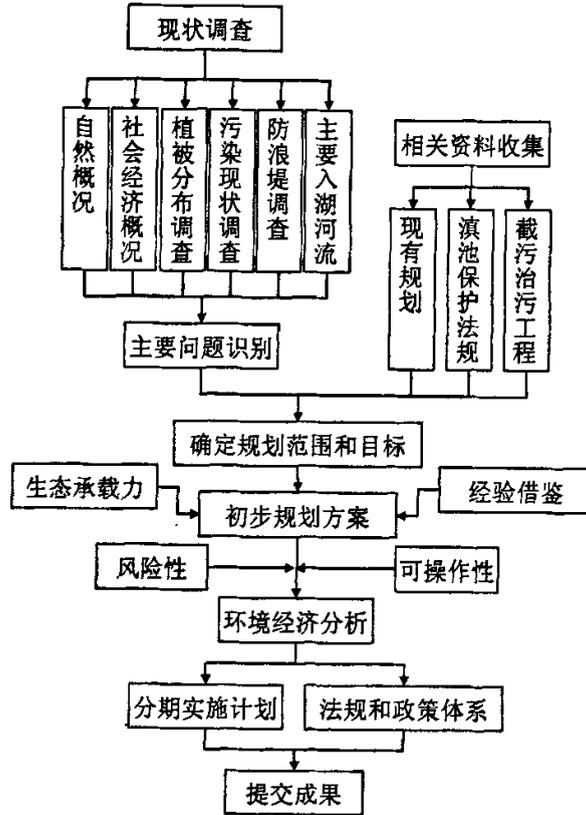


图 1.1 规划技术路线图

(1) 对整个滇池流域进行背景分析，为规划区详细规划提供规划数据依据。滇池湖滨带的恢复和重建的生态效益是受整个滇池流域影响的，例如环湖湿地污染负荷量是整个流域产生并流入，因此对湖滨规划区的详细规划必须从整个流域的整体背景寻求总体思路。

(2) 在总结研究区背景资料的基础上，分析本区存在的主要问题，同时参考其他相关资料（如已有的规划，关于滇池保护的法规和本区正在建设和已经建成的截污治污工程等），确定本规划的范围和目标。

(3) 对整个规划区进行总体研究，根据相关参数把规划区划分成不同类别的功能段（或片），以进一步分段详细规划。整个规划区由于范围较大，参数差异也较大，如地形高亢或低洼、小流域的大小、地貌的缓滩或陡岸差异、产业结构和

规模差异、污染物排放性质和负荷、湖区风浪情况、放浪堤现状、社区分布情况等，采取单一模式不仅不可行，而且不现实。

(4) 对整个规划区进行总体研究，确定规划区内居民社区（村落）的搬迁、合并和生态化改造方案。规划区内原社区居民的安排关系到整个规划的可持续发展问题，因为这不仅涉及他们的生存和利益，因此规划工作还涉及相关的法规和政策保障体系建设，这关系到本规划任务能否顺利实施以及建成后的可持续管理问题。国际生态保护和重建近百年的教训就是自然和生态保护与重建项目从开始就必须照顾好当地人的利益，否则项目不可能持久。

2 规划区现状与问题识别

2.1 规划区自然、社会现状

通过对本规划范围内所辖乡镇村庄的详细现场调查和各种现状资料的收集,研究与分析该区的经济、社会和环境现状。

2.1.1 自然概况

2.1.1.1 地理位置

本规划区大部分处于滇池北岸湖滨带内(见图 2.1),包括官渡镇的海东村、宝丰村、龙马村和六甲乡的福保村、星海村和小河咀村,以及前卫镇的海埂公园,为昆明市主城区边缘,地理位置优越,交通便捷。规划区处于昆明市排水的下游,也是滇池流域众多河流和排污沟的最终汇水区域,和滇池水体有直接的物质交换和水体联通,对于滇池的水质有着直接的影响。

2.1.1.2 地形地貌

滇池位于滇池流域的最低点,流域内因构造部位、岩性、地质营力及地貌类型特征不同而发生地貌差异,形成多种溶蚀、侵蚀剥蚀及堆积地貌类型。地貌格局主要是以滇池为中心,南、北、东三面宽西面窄的不对称阶梯状地貌格局。第一级主要以三角洲平原、湖积、冲积平原、洪积平原及湖滨围垦地组成的内环平原,海拔在 2000 m 以内,相对高度一般小于 20 m;第二级以台地、岗地、湖成阶地及丘陵为主组成的中环台地丘陵,海拔一般在 1900~2100 m 之间,相对高度一般在 50~200 m 间;再向外为中山、低山第三级外环山地,海拔在 2100 m 以上,相对高度一般大于 100 m。

滇池湖滨平原以水稻土、冲击土、沼泽土为主,土壤肥力高,有机质和氮磷含量高,适合于湿生植物生长。

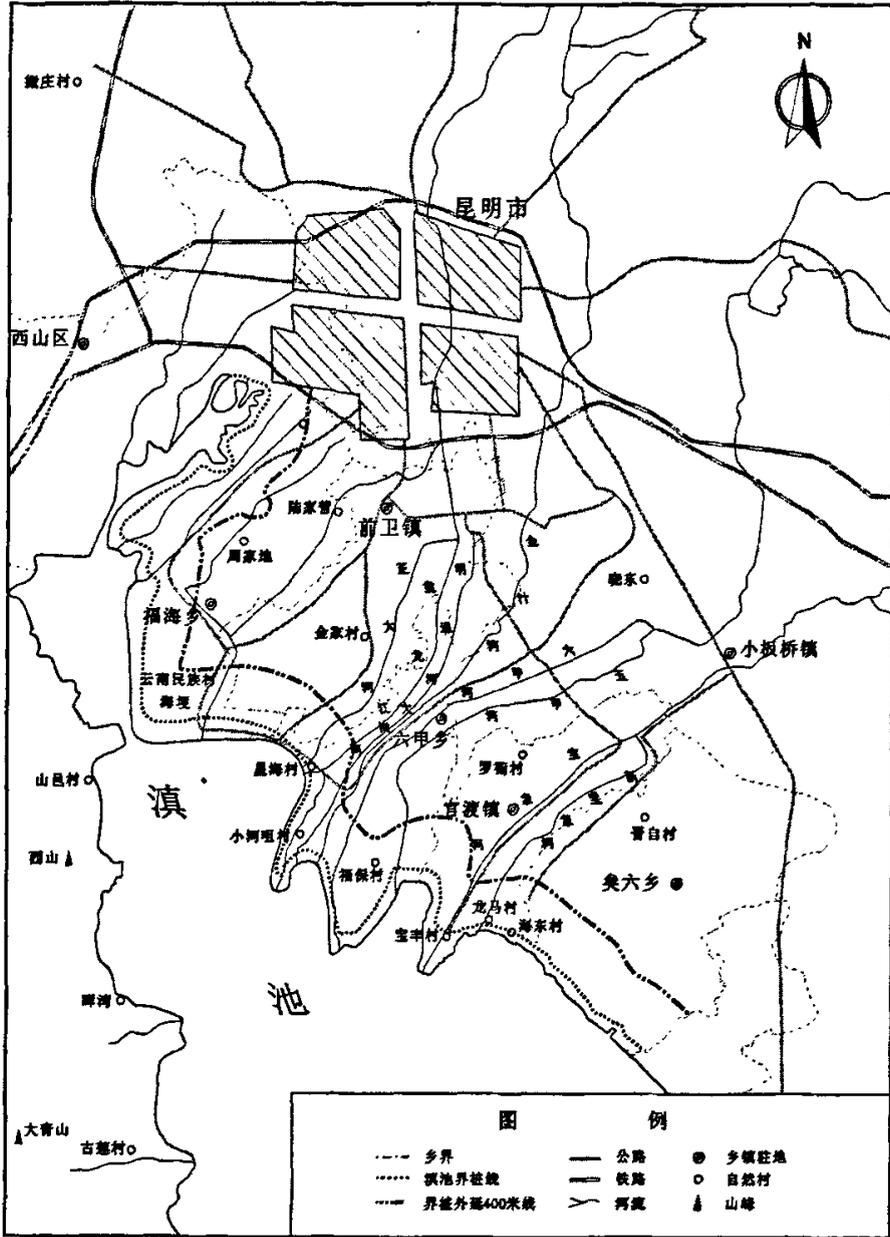


图 2.1 规划区地理位置图

2.1.1.3 气象

规划区地处低纬高原，属中亚热带半湿润季风气候，气候的变化主要受西南季风和热带大陆气团交替控制。年平均气温 14.7℃，多年平均雨量 797~1007 mm，蒸发量 1870~2120 mm，日照时数 2081~2470 小时，年日照率 47~56%，相对湿度

73~74%，主导风向为西南风，平均风速 2.2~3.0 m/s，全年无霜期 227 天，有低纬山原季风气候特征。冬春季主要受热带大陆气团控制，晴朗少云，日照充足，总辐射强，降雨少，蒸发大，气候温暖干燥；夏秋受西南季风影响进入雨季，普遍降雨，温差较大，日照较冬春少。形成冬暖夏凉，气温四季变化平缓的特点，素有春城的美称，年较差小，在 11.7℃~13.3℃，日较差大，平均在 11℃ 以上。主要的气候性灾害有干旱、低温冷害和洪涝、冰雹、倒春寒等。

2.1.1.4 入湖河流调查

进入滇池的主要河流有 20 多条，9 条在本规划区，有大清河、海河、六甲宝象河、小清河、五甲宝象河、大口子河、虾坝河、老宝象河、新宝象河，此外还包括海埂片区的海埂中泵站、海埂东泵站、金太塘泵站、海埂训练基地泵站（简称基地泵站），这些河流和泵站的日流量和水质情况见图 2.2 和表 2.1。

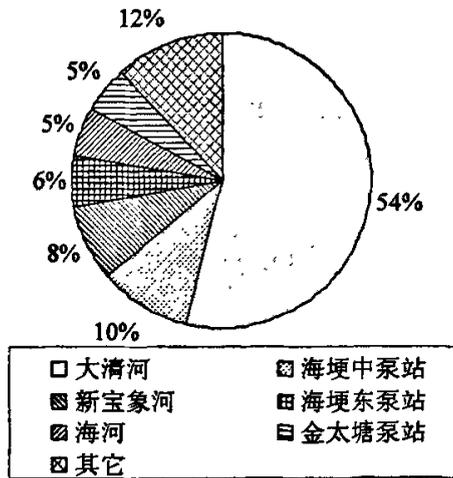


图 2.2 研究区内河流日流量分布图（泵站除外）

由表 2.1 可知，昆明主城区入滇池主要河流中流量最大的是大清河，流量达 $22.33 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，2004 年 2~5 月月均排放量达 $690 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，占本区内全部河流和泵站入滇池流量总数的 54%。其次为海埂中泵站，每天排污量达 $4.06 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。老宝象河、虾坝河、大口子河、五甲宝象河、六甲宝象河的流量较小，兼具有排灌和倒灌作用，为间歇性河流。

表 2.1 规划区主要入湖河流基本情况和水质表*

序号	河流名称	平均流量 (万 m ³ /d)	SS		BOD ₅		COD _{Cr}		TP		TN		氨氮		污染 负荷 总量
			浓度	污染 负荷	浓度	污染 负荷	浓度	污染 负荷	浓度	污染 负荷	浓度	污染 负荷	浓度	污染 负荷	
1	大清河	22.33	83	18.53	70.2	15.68	168	37.51	2.23	0.50	30	6.70	18.8	4.20	83.12
2	海河	2.17	60	1.30	64.2	1.39	147	3.19	4.53	0.10	28.6	0.62	18.8	0.41	7.01
3	海埂中泵站	4.06	42	1.71	16	0.65	59	2.40	0.977	0.04	11.6	0.47	5.96	0.24	5.50
4	金太塘泵站	2.08	53	1.10	34.1	0.71	91.5	1.90	2.06	0.04	19.6	0.41	10.9	0.23	4.39
5	新宝象河	3.43	36	1.23	16.2	0.56	54	1.85	0.802	0.03	6.45	0.22	2.54	0.09	3.98
6	海埂东泵站	2.37	44	1.04	20.3	0.48	74.6	1.77	1.38	0.03	15.1	0.36	8.62	0.20	3.89
7	大口子河	1.36	56	0.76	14.8	0.20	81.7	1.11	0.462	0.01	5.15	0.07	2.47	0.03	2.18
8	小清河	1.09	42	0.46	17.6	0.19	78	0.85	1.34	0.01	11.5	0.13	6.2	0.07	1.71
9	六甲宝象河	0.67	53	0.36	21.1	0.14	78	0.52	1.13	0.01	8.6	0.06	4.36	0.03	1.11
10	虾坝河	0.71	43	0.31	9.5	0.07	74	0.53	0.282	0.00	5.76	0.04	1.63	0.01	0.95
11	老宝象河	0.75	47	0.35	7.7	0.06	57.1	0.43	0.375	0.00	3.35	0.03	1.32	0.01	0.88
12	五甲宝象河	0.27	50	0.14	13.3	0.04	89	0.24	0.676	0.00	5.93	0.02	2.86	0.01	0.44
13	基地泵站	0.057	41	0.02	28.4	0.02	92.2	0.05	1.55	0.00	16.4	0.01	10.2	0.01	0.11

浓度: mg/L
污染负荷: t/d

*资料来源: 昆明城市排水监测站, 《入滇池主要河道水质水量监测报告》, 2004年6月

监测数据表明,主城区入滇池主要河流监测断面水质均处于严重污染状态。按国标《地面水环境质量标准》(GB3838-2002)V类标准衡量,所监测的主城区入滇池所有河流中SS、COD_{Cr}、BOD₅、TN、TP、氨氮六个项目均超标,综合水质类别均为劣V类。其中海河、大清河COD_{Cr}超标率均为100%,最大超标倍数分别为:COD_{Cr}13.5倍、总磷50.5倍、总氮50.1倍。

在本规划区的入湖河流中,大清河的污染负荷最高,SS、BOD₅、COD_{Cr}、TP、TN和氨氮的污染负荷分别达18.53,15.68,37.51,0.50,6.70和4.20t/d,总污染负荷高达83.12t/d。其次为海河,海河的日流量虽然不如海埂中泵站、新宝象河、海埂东泵站等河流大,但因为海河的污染物浓度高于其他河流,所以产生较大的污染负荷,SS、BOD₅、COD_{Cr}、TP、TN和氨氮的污染负荷分别达1.30,1.39,3.19,0.10,0.62和0.41t/d,总污染负荷高达7.01t/d。

根据昆明城市排水监测站提供的资料,在2004年2月至5月期间,昆明主城区入湖河道总共向滇池排入了5282.76t悬浮物、9746.67tCOD_{Cr}、4061.40tBOD₅、总氮1977.93t、总磷165.10t,其中大清河、船房河、老运粮河、乌龙河、海河、西坝河五条河流排入滇池的污染物最多,污水量占监测河道总排放量的80%以上。可见入滇池河流的污染极其严重,是造成滇池水体富营养化的重要原因,因此主城区河流污染负荷必须削减或控制。

2.1.1.5 防浪堤调查

规划区内防浪堤总长度达16.66km,其中官渡镇内长6.62km,六甲乡内长10.04km,防浪堤的结构类型以混凝土、砌石等为主,宽度约1~2m左右,因本区位于昆明主城区的下游,担负防洪涝灾害的重任,因此区内防浪堤坚固完好,几乎无破损,各乡镇防浪堤调查结果见表2.2。官渡镇防浪堤总长6.62km,其中海东村长1.10km,宝丰村长5.34km,龙马村长0.18km。堤顶高程1887.5~1889.0m,为砌石混凝土结构,防浪堤顶宽0.6~1.8m,调查范围内防浪堤完好,破损情况极少。六甲乡防浪堤总长10.04km,其中福保村占3.93km,星海村占5.16km,小河咀村0.96km。堤顶高程1887.6~1888.8m,迎水面为毛石混凝土结构,防浪堤顶宽0.5~0.6m,除盘龙江小河口西岸外,防浪堤大部分完好。

表 2.2 防浪堤调查结果统计表

乡镇名称	村庄名称	结构类型	长度/m	宽度/m	高差/m	破损程度
官渡镇	海东村一组	砌石	144	1.8	0.6	无破损
	海东村二组	混凝土	450	1.2	0.6	无破损
	海东村三组	混凝土	509	1.5	0.6	无破损
	宝丰村一组	混凝土、砌石	1545	1.5~2	2	无破损
	宝丰村二组	混凝土、砌石	624	0.6	1.3	无破损
	宝丰村三组	混凝土、砌石	712	0.6	0.5	无破损
	宝丰村四组	混凝土、砌石	900	0.6	1.5	无破损
	宝丰村五组	砌石	1558	0.6	1.5	无破损
	龙马村四组	土石	63.3	0.7	3.5	无破损
	龙马村五组	土石	116	0.7	3.5	无破损
	小计		6621			
六甲乡	福保村	砌石	3925	0.6	2	无破损
	星海村	混凝土	5155	0.6	1.2	无破损
	小河咀村	混凝土	962	0.5	0.6	无破损
	小计		10042			
总计			16663			

2.1.1.6 湖滨湿地现状及湿地植物调查

由于滇池湖滨区的工农业生产、生活、旅游等人为活动，造成土地开垦过度，以前的湖滨天然湿地有被改作耕地、鱼塘、旅游和建筑用地的，也有因防浪堤的修筑切断与滇池的水体交换而自然萎缩的。湖滨带现存的天然湿地几乎消失殆尽，生态环境极度脆弱。滇池失去了天然屏障，上游的山、城镇及农业区带来的水土流失、生活污水、生活垃圾、流失肥分等污染物直接进入滇池。防浪堤的建设，加剧了湖滩、沼泽的消失，仅剩少量河岔，生态环境遭到严重破坏。从70年代到现在，能被开垦为耕地或鱼塘的湖滨带均已被利用，部分湖滨带已成为永久性不可恢复的旅游设施或建筑用地。本规划区内基本不存在大规模的湖滨天然湿地，只有在少数地方零星分布小块湿地。从盘龙江口到盘龙江故道（小河口）西岸，该范围内土地开发利用不高，多为荒地，荒地上生长许多杂草，其中以狗牙根等禾本科植物为主，间隙分布着簇生的木贼和紫茎泽兰，并存在不少废弃的鱼塘，塘内芦苇、茭草等植物长势茂盛，已初具规模。福保村西北侧中科院南京湖泊与地理研究所/市环境科学研究所防浪堤外人工恢复了100亩湿地，湿地外有650m的防护桩，湿地内人工恢复种植了柳树、芦苇、茭草、香蒲、水葱等湿地植物，堤内地势亦较低洼。

规划区属于典型的高原湖泊水生生态系统，该地区植物种类繁多，分布广泛，为湖滨带生态湿地建设提供了良好的气候条件和植物生态条件。历史上，滇池湖滨区曾以芦苇、田字草为优势，辅以莲、满江红。这种生态结构在 20 世纪 50~60 年代是滇池湖滨区的典型分布。但如今已萎缩，仅湖滨小河岔中有极少量的芦苇、茭草群落或孤丛存在。水生植物群落的优势种以耐污性较强的植物为主。在河道入湖口处，有大片水葫芦、水花生分布，沿岸带分布有红线草、金鱼藻、紫背萍等较耐污植物。通过比较 60 年代、70 年代和 2001 年的水生植物分布资料，发现滇池植物群落发生了明显的变化：植物种类越来越少，大量水生植物灭绝；植物分布区域越来越小，植物生长深度越来越浅；植物分布零散，很难成片；耐污性植物已逐渐成为优势种，比如茭草、红线草等；外来物种如紫荆泽兰的入侵使得植物多样性遭到极大破坏。从上述这些变化可以看出，滇池污染已经愈演愈烈，生态系统的退化已十分严重，治理滇池迫在眉睫。据最新湖滨湿地调查表明，据不完全统计，滇池湖滨现有典型水生植物 21 科，36 种，其中沉水植物 6 种，浮叶植物 3 种，漂浮植物 5 种，挺水植物 6 种，湿生植物 9 科，16 种，见表 2.3。

2.1.1.7 滇池历年水位调查

滇池水位是根据周边工农业用水和昆明市及滇池防洪的需要由人工控制的，1998 年西园隧道建成前，泄洪由海口闸控制，西园隧道的贯通，增强了泄洪能力，同时也提高了滇池的运行水位和储水量。滇池 1961~2002 年特征水情见图 2.3，从图中可以看出，自 1998 年防浪堤加固以来，滇池蓄水能力增加，年平均水位已提高到 1887.0 m 以上。

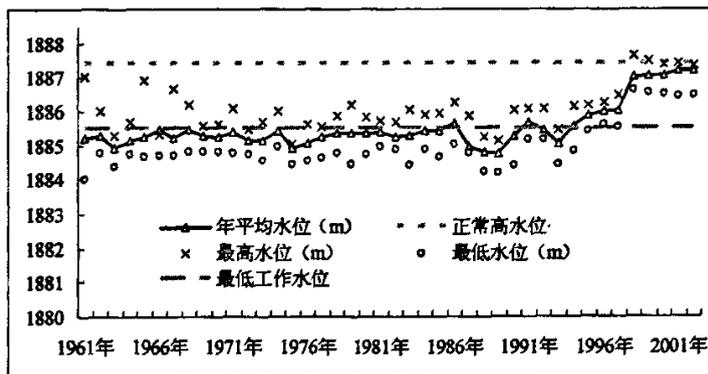


图 2.3 滇池近四十年来年平均运行水位变化趋势

表 2.3 滇池流域主要湿地植物类型与特性

生态类型	中文名	栽培方式	管理难易	观赏价值	经济价值
湿生植物	双穗雀稗	播种	易	一般	低
	早熟禾	播种	易	一般	低
	芦竹	分株	易	一般	低
	莎草	播种	易	一般	低
	芋	块茎	易	中	中
	马蹄莲	块茎	易	高	高
	水凤仙	分株	易	高	低
	辣蓼	播种	易	中	低
	沼柳叶菜	播种	易	中	中
	喜旱莲子草	分株	易	一般	低
	慈菇	球茎	易	中	中
	泽泻	播种	易	中	低
挺水植物	茭草	分株	易	一般	低
	芦葦	分株	易	一般	低
	水葱	分株	易	中	低
	菖蒲	分株	易	中	中
	水芹	分株	易	一般	低
漂浮植物	凤眼莲	分株	易	中	低
	浮萍		易	一般	低
	紫叶萍		易	一般	低
	槐叶萍		易	一般	低
	满江红		易	一般	低
浮叶植物	莲	根茎	易	高	高
	野菱	分株	易	中	低
沉水植物	金鱼藻		易	一般	低
	菹草		易	一般	低
	马来眼子菜		易	一般	低
	红线草		易	一般	低
	苦草		易	一般	低
	狐尾藻		易	一般	低

2.1.2 经济和社会概况

2.1.2.1 人口分布

此次调查包括官渡镇的海东村(含一~三组)、宝丰村(含一~五组)和龙马村(含四、五组),以及六甲乡的福保村、星海村和小河咀村。调查范围内共有 4552

户居民，总共有户籍人口 12877 人，各村组的具体人口情况见表 2.4。

从表 2.4 可以看出，规划区内人口情况存在以下特点：从人口分布看，除星海村，其他村庄新界桩内无人居住；本区人口密度大，人口自然增长率高，将近 7%；从人口来源看，绝大多数为本地人，部分村庄外来人口比例较高，如小河咀村，主要是昆明职业艺术学院建在该村内；常住在外人口也比较少，总共只有 214 人；从就业结构看，农业人口占绝对多数；从知识水平看，村民的知识水平均较低，大专以上学历人口低于 0.8%，高中毕业人口仅占户籍人口的 3.6%，低于 4%；从年龄结构看，少儿、青壮年以及老年人口比例分别占 18.6%、54.7%与 26.7%，与 2000 年的全国平均水平 22.9%、70.14%、6.96%相比，人口老龄化压力较大。

2.1.2.2 经济状况

2.1.2.2.1 经济总体情况

官渡镇和六甲乡的经济调查结果列于表 2.5 中，各村历年的人均收入和经济产值统计见表 2.6。从两表中可以看出：

(1) 各村的经济发展水平差距较大，同一个乡镇内不同自然村的经济水平都有明显的差别。2004 年官渡镇海东村三组人均收入为 9242 元/a/人，而同镇的宝丰村五组人均收入才 3500 元/a/人；六甲乡福保村人均收入高达 9881 元/a/人，而星海村人均收入仅为 3000 元/a/人。官渡镇全镇经济总产值为 3186.79 万元/a，而六甲乡仅福保村经济总产值就高达 111790 万元/a，远远超过官渡镇总产值，六甲乡全乡经济总产值为 113282.91 万元/a。

(2) 规划区内各村庄除福保村外，都是以农业作为主导和支柱产业，在总体经济结构中占有相当大的比重，比值高达 80~90%。农业结构中，大多数村以种植蔬菜、花卉为主，是昆明市乃至国内重要的蔬菜、花卉生产基地，兼有一些畜禽和水产养殖业。由于规划范围内人口较稠密，没有大量可以开发的荒地，土地资源贫乏，导致了严重的人多地少现象，人均耕地不足 1 亩，因此自然村所属土地经济价值较高。该地区以大棚种植花卉和高经济价值蔬菜为主要经济来源，因此单位面积农业用地的产值很高，据调研高达 2 万元/亩以上。

(3) 福保村是规划区中经济最发达一个村。2004 年全村的居民人均达到 9881 元/a/人，经济产值达到 111790 万元，占规划区中三个乡镇的经济总产值的 95%，

是规划区中最富裕的村庄。同其他自然村以农业为主要产业不同，福保村的产业结构中，第二产业即工业为本村主导产业，2003年工业产值占总产值的61.40%，在整个规划区中其工业是最发达的，但是其中的造纸，铸管等工业对环境的污染也是非常大的，因此其经济发展模式并未得到其它自然村的效仿。近年来，富有文化内涵的旅游业逐渐成为福保新的经济支柱之一（见图2.4），旅游业带来的经济收入持续增长，旅游服务业所占经济产值的比例从2001年的21.09%增加到2002年的35.37%和2003年的37.91%，经济产值从15372.50万元/a，增加到2002年的29913.12万元/a和2003年的36543.34万元/a。

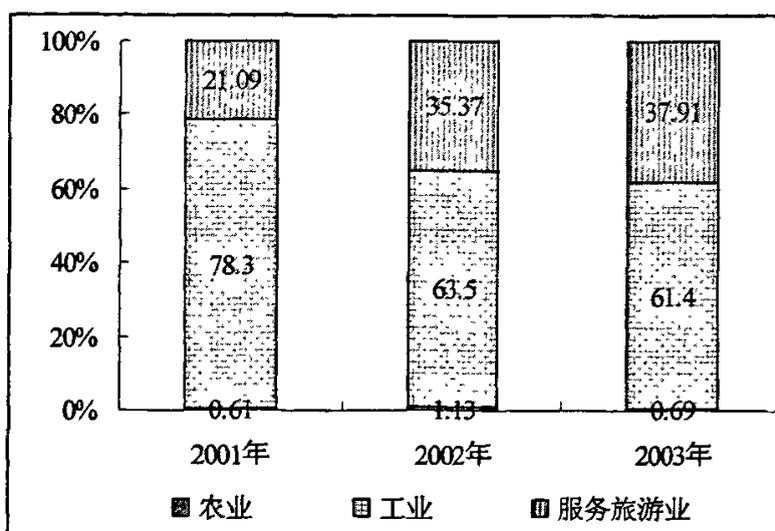


图 2.4 福保村 2001~2003 年各产业经济产值比例图

(4) 规划区的工业（福保村除外）在整个产业结构中居第二位，约占 10~15%，且基本上是乡镇企业，主要从事农副产品加工，园艺以及与农业相关的配套产品生产。从生产方式上来看，属于手工与简单机械的初级产品加工，工业产品附加值较低。

(5) 规划区的第三产业（福保村除外）以交通运输和商品零售业为主，所占比例较小，为 5~10%。

表 2.4 规划区各村人口情况统计表

乡镇名称	村名	调查范围内户数	调查范围内户籍人口/人	界桩范围内人口/人	界桩外延400m人口/人	人口自然增长率/%	人口密度/(人/km ²)	外来人口/人	常住在外人口/人	就业结构		知识水平		年龄结构			
										农业人口/人	非农业人口/人	大学专科以上/人	高中毕业/人	1~16周岁/人	17~55周岁/人	55岁以上/人	
官渡镇	海东村一组	236	672	0	0	7	0	2	8	672	0	2	11	125	335	212	
	海东村二组	200	646	0	131	7	359	10	5	646	0	0	30	130	321	195	
	海东村三组	194	570	0	570	7	1619	2	5	570	0	0	16	93	320	157	
	宝丰村一组	188	579	0	454	5	1997	40	8	579	0	2	16	89	309	181	
	宝丰村二组	137	346	0	346	5	1559	30	10	346	0	3	8	59	175	112	
	宝丰村三组	136	364	0	364	5	1560	15	7	364	0	0	18	52	201	111	
	宝丰村四组	220	604	0	604	3	1199	30	15	604	0	3	20	105	296	203	
	宝丰村五组	260	744	0	744	5	1577	6	6	744	0	0	18	132	384	228	
	龙马村四组	232	756	0	0	4	0	60	12	756	0	5	35	144	484	128	
	龙马村五组	205	640	0	0	6	0	80	10	640	0	2	15	128	416	96	
	官渡镇合计	2008	5921	0	3213			275	86	5921	0	17	187	1057	3241	1623	
	六甲乡	福保村	890	2597	0	1894	6	0	0	108	2597	0	60	228	488	1730	379
		星海村	1358	3466	327	3139	5	0	0	0	3466	0	15	30	693	1560	1213
		小河咀村	296	893	0	405	10.1	1761	1761	20	893	0	8	25	156	516	221
	六甲乡合计	2544	6956	327	5438			1761	128	6956	0	83	283	1337	3806	1813	
总计	4552	12877	327	8651			2036	214	12877	0	100	470	2394	7047	3436		

注：人口密度按 500 米范围内的人口和土地面积计算

表 2.5 各村经济产业情况统计表 (2004 年)

乡镇名称	村组名称	人均收入 元/a	经济总产值 万元/a		农业		工业		旅游服务业	
			比例,%	年产值,万元/a	比例,%	年产值,万元/a	比例,%	年产值,万元/a	比例,%	年产值,万元/a
官渡镇	海东村一组	3641	80	195.74	15	36.70	5	12.23		
	海东村二组	3641	80	188.17	15	35.28	5	11.76		
	海东村三组	9242	85	447.78	12	63.22	3	15.80		
	宝丰村一组	5000	80	320.80	10	40.10	10	40.10		
	宝丰村二组	6000	90	186.84	2	4.15	8	16.61		
	宝丰村三组	5800	80	148.00	10	18.50	10	18.50		
	宝丰村四组	4345	85	340.63	10	40.07	5	20.04		
	宝丰村五组	3500	85	297.50	5	17.50	10	35.00		
	龙马村四组	4600	80	347.76	15	52.16	5	17.39		
	龙马村五组	4500	80	230.40	10	28.80	10	28.80		
六甲乡	官渡镇年总产值合计			3186.79		336.48		216.23		
	福保村	9881	0.69	771.35	61.40	68639.06	37.91	42379.59		
	星海村	3000	85	883.83	5	51.99	10	103.98		
	小河咀村	5074	85	385.14	5	22.66	10	45.31		
	六甲乡年总产值合计			113282.91		68713.71		42528.88		
总计			116469.69		4674.39		69050.19		42745.11	

表 2.6 各村历年经济状况统计表

村庄名称	年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
福保村	人均收入 (元/a)	1767	2297	3659	4609	5768	5825	6451	5335	4846	4586	9617	9761	9881	
	经济产值 (万元)											76015	84572	96395	111790
海东村	人均收入 (元/a)												5274	5385	5508
	经济产值 (万元)												318.39	328.13	335.56
宝丰村	人均收入 (元/a)												4278	4537	4929
	经济产值 (万元)												267.46	288.64	308.87
龙马村	人均收入 (元/a)												4500	4500	4550
	经济产值 (万元)												305.78	309.38	317.88

2.1.2.2.2 企事业单位调查

规划区的工业企业基本上是乡镇企业，主要从事农副产品加工、酿酒、造纸以及与农业相关的配套产品生产。从生产方式上来看，属于手工与简单机械的初级产品加工，工业产品附加值较低。除此之外，还有一些经营实体投资的经营矿泉水、建材的厂家。总体来说，规划区的工业化水平相对较低，工业产品中技术含量较低，规模较小，没有大型工矿企业，但是工业生产总值在总的经济产值中的比重很大。企事业单位的具体分布情况见表 2.7。在上述各企事业单位中，湖滨带内规模较大或污染较重的企业有 13 家，详细情况见表 2.8。

表 2.7 北岸湖滨带保护区企事业单位分布

县区	乡镇	事业单位 (个)	企业单位 (个)	主要行业
官渡镇	海东村一组	—	—	
	海东村二组	—	—	
	海东村三组	—	—	
	宝丰村一组	—	2	铸造、纸制品
	宝丰村二组	—	2	陶瓷制造、饮料
	宝丰村三组	—	—	
	宝丰村四组	—	1	服装加工
	宝丰村五组	—	—	
	龙马村四组	—	—	
	龙马村五组	—	—	
六甲乡	福保村	—	6	旅游服务、造纸及纸制品、金属制品、花卉生产
	星海村	—	2	木材加工、印刷品
	小河咀村	—	4	教育、塑料制品、花卉、旅游服务
总计		0	17	

表 2.8 湖滨带保护区主要企业

序号	企业名称	产品	生产规模	年产值, 万元/a	用水量, t/a	排污状况
1	陈明铸造厂	钢铸件、铁铸件	300t/a	810	1500	无
2	连琦纸箱厂	纸箱	200000 只/a			
3	宝丰宜盛陶瓷有限公司	陶瓷	5000 箱×70 片	1300	2400	排入农田, 最后入宝象河
4	再卉饮料厂	饮料	中小型	30	1700	
5	服装加工厂	服装	中小型	220	1200	无
6	福保造纸厂	瓦楞纸, 牛皮封面纸	年产 6000 吨	1000	5700	经处理后排放, 无污染物排放
7	福保铸管厂	铸铁管	年产 1865 吨	373	7150	
8	福保纸卷管厂	纸管, 包装纸	374335 米纸管、240 吨包装纸	230	900	
9	昆明福盛工贸公司	胶带, 乳胶	胶带 189339 平米、乳胶 415 吨	155	650	
10	福保文化城	饮食, 服务业		812	280000	
11	蓝色庄园	饮食, 服务业		599	49000	
12	昆明永千工贸公司	塑料手提袋		450	1800	
13	昆欣塑料制品厂	塑料吸管		28.1	12	排入大口子河

2.1.2.3 基础设施情况

2.1.2.3.1 房屋

北岸各村之间房屋结构与层数差别很大, 总体上房屋结构以砖石为多, 房屋层数以单层房屋为多。北岸有 60% 的村庄在规划区内有房屋, 其中 40% 的村庄在界桩内有房屋。界桩内 75% 的房屋为砖石结构, 界桩外延 400 米范围内 55% 的房屋为砖石结构。表 2.9 总结了规划区各村的房屋情况。

规划区内房屋结构砖石结构大大超过土石结构, 砖石结构房屋约为 70%, 内 30% 房屋为土石结构, 而且绝大部分的房屋都是 2 层或者 2 层以上结构。各个乡镇之间的差距并不明显。

2.1.2.3.2 道路

规划区内整体道路结构中机耕路与柏油路数量基本相当,还有少量的土路和水泥公路,路宽 5~8m,路面交通便利,而且路边均有绿化树木(表 2.10)。由于北岸经济比较发达,因此道路情况总体良好。

表 2.10 规划区各村道路情况一览表

乡镇名称	村庄名称	道路结构形式	路宽(m)	路边护坡及构筑物	路边绿化
官渡镇	海东村一组	机耕路	5	无	树木
	海东村二组	机耕路	5	无	树木
	海东村三组	机耕路	5	无	树木
	宝丰村一组	水泥路、柏油路、碎石路	8	无	柏树
	宝丰村二组	柏油公路	7	护坡 1 米	树木
	宝丰村三组	土路	5	土	无
	宝丰村四组	柏油公路,机耕路	7	公路西边 4 米为私人住宅,东边为排水沟	树木、草
	宝丰村五组	柏油公路	7	无	柏树
	龙马村四组	柏油马路	7	无	树木
	龙马村五组	柏油马路	7	无	树木
六甲乡	福保村	柏油马路	7	两侧有排水明渠,毛石护坡	香樟及干头柏
	星海村	洪海柏油公路	7	有排水沟	树木
		洪新公路	8	有排水沟	树木
小河咀村	柏油公路	7	无	树木	

2.1.2.3.3 水利设施

在滇池沿岸的主要入湖河流和较大的水渠沿线上都设有泵房和河道闸门等水利设施,其主要功能是抽取滇池水进行农田灌溉,同时兼有排涝功能。北岸的规划区中大约有 10 座泵站和各种不同型号的水泵 30 余台,水利设施比较齐全,规划区内只有 1 座河道闸门(见表 2.11)。

表 2.11 入湖河流、河口调查及湖滨水利工程调查

乡镇名称	村庄名称	入湖河口形式	河口滩涂地	漂浮污染状况	河口岸边土地使用状况	湖岸及河道抽水泵站	河道闸口
官渡镇	海东村一组	无	无	无	耕地, 种花和蔬菜	无	无
	海东村二组	无	无	无	耕地, 种花和蔬菜	无	无
	海东村三组	无	无	无	耕地, 种花和蔬菜	无	无
	宝丰村一组	无	有草地	无	无	2 台 50kwh 水泵	无
	宝丰村二组	喇叭口	无	无	耕地, 种农作物	2 台 11kwh 水泵	无
	宝丰村三组	无	无	无	无	4 台 45kwh 的水泵	无
	宝丰村四组	无	无	无	无	东边 1 台 12kwh, 西边 1 台 9kwh	无
	宝丰村五组	喇叭口	无	海藻	耕地, 种农作物	1 台 12kwh 水泵, 2 台 4.5kwh 水泵	1 个
	龙马村四组	无	无	无	耕地, 种花及农作物	无	无
	龙马村五组	无	无	无	耕地, 种花及农作物	无	无
六甲乡	福保村	小喇叭口	无	无	部分地段种植农作物	5 台 5.5kwh 水泵, 1 台 34kwh 水泵	无
	星海村	大青河入湖口 30 m	无	水葫芦	民房及休闲场地	6 台 5.5kwh 水泵	无
		盘龙江入湖口 18 m	无	水葫芦	民房及休闲场地	35 和 31kwh 水泵各一台	无
		金太塘河入湖口 20 m	无	水葫芦	民房及休闲场地	11 和 55kwh 水泵各一台	无
	小河咀村	喇叭口	无	水葫芦	民房及耕地, 种非菜及水稻	有	无

2.1.2.4 教育福利设施调查

规划区的文物古迹以及各种教育福利设施均位于滇池保护新界桩线以外。其中文物古迹以寺庙为主；约 41%的村在规划区中设有教育设施，以小学为主；福利设施以老年活动场所为主；宗教信仰方面，绝大部分村庄存在佛教信仰，少数村庄还有基督教（见表 2.12）。

表 2.12 规划区各村文物古迹及教育福利设施一览表

乡镇名称	村庄名称	文物古迹	教育设施	文化娱乐福利设施	宗教信仰
官渡镇	海东村一组	无	小学，学生人数 68 人， 本村村委会管辖	无	基督教
	海东村二组	无		有	基督教
	海东村三组	无	无	无	基督教
	宝丰村一组	无	无	小组有剧场唱花灯	佛教
	宝丰村二组	无	宝丰小学（196 人，外来 15 人），村委会管		
	宝丰村三组	无	宝丰小学（196 人，外来 15 人），村委会管	老年人活动中心	佛教 70%， 其它 30%
	宝丰村四组	宝象庵	无	无	佛教
	宝丰村五组	镇海阁，二 级	宝丰小学（196 人，外来 15 人），村委会管	无	佛教 80%， 基督教 18%
	龙马村四组	无	无	老年人活动中心	无
	龙马村五组	无	无	老年人活动中心	无
六甲乡	福保村	九甲战士墓	福保小学，学生 168 人， 教师 13 人；云大附属中 学福保校区，680 人；云 南艺术学院福保校区， 350 人	福保卫生所，医务人员 6 人，其中医师 2 人；福保老年活动 中心；福保娱乐中心； 福保文化城；蓝色庄 园	佛教和基督 教
	星海村	无	星海小学 300 人	野炊营地，星海卫生 所	无
	小河咀村	无	小河咀小学，学生 87 人， 教师 7 人	卫生所	

2.1.2.5 规划区内各村镇的畜禽、水产养殖情况

从整体上看，规划区内 70%的自然村有畜禽养殖，但普遍规模较小，大多养在村庄农家内，无大规模的畜禽养殖，现有的养殖大都只是作为种植业的补充，畜禽的粪便等主要用于农田施肥；80%的自然村有水产养殖，养殖种类以鲤鱼、草鱼和鲢鱼为主。水产养殖过去是规划区的特色产业，但调查发现，随着蔬菜花卉种植收益率的提高，鱼塘逐步被转换成农田的趋势非常突出（见表 2.13）。

表 2.13 规划区内各村镇的畜禽、水产养殖情况统计表

乡镇名称	村名	畜禽养殖种类	畜禽养殖数量	畜禽养殖场位置	畜禽养殖废物数量、去向及利用状况	水产养殖面积 (亩)	水产养殖种类	水产养殖产量 (kg/亩/a)	
官渡镇	海东一组	无	无	无	无	3	四大家鱼	500	
	海东二组	兔	200	村子边打场	36t/a, 农田利用				
	海东三组	鸡	5000	大口子村	60t/a, 农田利用				
	宝丰一组	牛; 马; 鸡; 猪	牛 6 只; 马 1 匹; 鸡 15000 只; 猪 5 头	村庄中	50t/a; 作农肥	7	草鱼	500	
	宝丰二组	猪	10 头	村庄中	1t/a; 作农肥	5	草鱼, 鲤鱼	1000	
	宝丰三组	牛	2 头	村庄中	0.3t/a; 作农肥	10	草鱼	500	
	宝丰四组	鸡; 奶牛; 猪	鸡 1500 只; 奶牛 32 头; 猪 200 头	村庄中	80t/a; 作农肥	11	草鱼, 鲤鱼	1000	
	宝丰五组	鸡; 猪	鸡 3000 只; 猪 80 头	村庄中	70t/a; 作农肥	30	草鱼, 鲢鱼, 鲤鱼	400	
	龙马四组	鸡; 猪	鸡 21530 只; 猪 360 头	村庄中	共 200t/a; 由环卫站集中处理		鱼	200	
	龙马五组	无	无	无	无	9	草鱼	1200	
	六甲乡	福保村	鸡; 猪; 鸽	鸡 2500 只; 猪 2000 头; 鸽 1000 只	文化城及福保围海造田内	共 200t/a; 用于农肥	20	草鲤鲢鳙鲫	1000
		星海村	猪	70 头	三组 200 平米	5t/a; 作农肥	250	鲤草鲢鱼	700
		小河咀村	鸡	1700 只	二组	6t/a; 作农肥	73	草鲤鲢鳙鱼	500

2.1.2.6 土地利用调查

根据现场实地调研和遥感图像识别,滇池北岸 1887.4m 至新界桩外延 400m 范围的湖滨带面积总共 14359.1 亩,其中新界桩内 4639.4 亩,新界桩外延 400m 为 9719.7 亩,详见表 2.14 和表 2.15。

表 2.14 湖滨带土地利用现状

单位: 亩

土地类型 范围	耕地	林地	居民点及工矿用地	水域	鱼塘	未利用地	小计
新界桩内	824.6	12.1	136.7	237.4	496.5	2932.1	4639.4
新界桩外延 400m	4203.4	132	2040.3	343.7	623.4	2376.9	9719.7
总计	5028	144.1	2177	581.1	1119.9	5309	14359.1

新界桩外延 400m 范围(缓冲区)的面积为 9719.7 亩,其中:(1) 农业种植用地 4203.4 亩,占总面积的 43.25%,其中大棚为 4002.4 亩,占农业种植用地面积的 95.22%,种植蔬菜品种包括甜椒、西芹、韭黄等,花卉种植品种以康乃馨、百合、玫瑰为主;裸田为 201 亩,占 4.78%。(2) 居民点及工矿用地 2040.3 亩,仅占总面积的 20.99%;其中居民建设用地为 960.1 亩,占 47.06%,在湖滨建设区内主要有福保村等;企业用地为 824.9 亩,占 36.97%;学校占地 320.9 亩,占 15.73%;文物古迹为 5.1 亩,占 0.25%。(3) 水域面积 343.7 亩,占总面积的 3.54%,以水渠为主,基本上没有天然湿地。(4) 鱼塘面积 623.4 亩,占总面积的 6.41%,呈逐步减少趋势;2003 年中旬,区内大面积鱼塘开始改造成为种植康乃馨的大棚,有些村庄防浪堤内侧的鱼塘已被改造,有些湖滨鱼塘已改造成大棚,种植康乃馨等花卉和蔬菜。(5) 未利用土地 2376.9 亩,占总面积的 24.45%;其中荒地占地 769.7 亩,占未利用土地面积的 32.38%。

2.2 关键问题识别

在调查和分析本规划区区域特点和环境污染现状的基础上,通过分析,发现本规划区存在以下几个主要问题,需要在规划中予以妥善解决。

2.2.1 经济产业结构和人口问题

规划区内各村庄除福保村外,都以农业作为主导和支柱产业,花卉和蔬菜种植是农民经济收入的主要来源,土地开发利用强度大,居民人均收入高,土地的区位价值高,征用成本较高。规划区内的自然村人口稠密,人口增长率高于全国平均水平,教育水平较为落后,并存在严重人口老龄化压力。人口稠密、教育相对落后以及人口老龄化严重制约着该地区的经济发展和滇池的生态环境保护。

2.2.2 防浪堤和湖滨污染、生态环境问题

流经本区的河流数目众多,流量巨大,接受大量的生活污水和工业废水,导致入滇池河水水质超标严重,特别是氮磷含量高,河水流入滇池后引起和加剧了水体富营养化程度;此外,滇池周围有许多的鱼塘和农田,水产养殖过程中过量投放的饲料和农业种植中过度使用的化肥农药也是滇池污染的一个重要面源;在滇池湖滨带内居住的居民其生活生产活动也是滇池生态环境恶化的一个因素。由于人工防浪堤的修建和湖滨带的过渡开发,原有的环湖天然湿地绝大部分已被填土造田,造成湖滨区水生与湿生植物由深水区、浅水区向湿地、陆地逐步消亡。湖泊自身的天然净化功能已不复存在,对来自河流的污染无能为力。因此湖滨天然湿地的恢复是滇池流域生态环境恢复的一个重点。考虑到本规划区处于过去围湖造田的主要区域,地势较低,滇池核心保护区界桩线基本位于平均水位 1887.4 以内,恢复湿地与土地淹没的矛盾突出,因此在拆除防浪堤恢复天然湿地时必须结合地形特点,考虑淹没风险,特别是那些位于滇池高风险区的防浪堤的拆除要谨慎,在条件不许可的地方可通过适当构建高效复合人工湿地来达到削减污染的目的,保证达到规划所设定的环境目标。

2.2.3 人工湿地构建所产生的搬迁问题

规划区内房屋密集, 拆迁困难: 在平坦的湖滨地带和围湖造田时期形成的平原上密集分布着数量众多的自然村落, 加之“故土难离”的传统思想和长期对居住地的适应性问题, 要对如此众多的人员以及家畜资产进行搬迁安置, 是一项极为复杂的大工程。在这种情况下, 必须从安置区域的人口和资源环境容量出发, 通过生态村建设改变现有的村镇发展模式, 减少和控制污染排放, 降低生态压力, 改变生产方式和生活条件, 积极发展生态经济, 确保需要安置的农业移民有可靠的生产资源可供使用, 能满足移民长期生息繁衍。要完成好这项工作, 必须多角度全方位的考虑和科学论证, 合理规划, 避免移民返迁和其他移民后遗症的出现。

2.2.4 问题汇总

环滇池湖滨生态湿地建设中最关键的问题就是如何协调房屋拆迁和人口搬迁、征地补偿、防浪堤处置和生态环境之间的关系。要改善滇池的生态环境, 提高滇池水体水质, 就要降低污染, 提高污染处理能力, 生态湿地建设必不可少; 因此就要占用部分土地, 搬迁一些村庄和人口, 拆掉部分防浪堤以形成完整的与滇池相通的湿地生态系统。生态湿地的建设需要进行工程投资, 但湿地建设中更重要的是拆迁补偿和征地的成本, 在维持污染负荷削减能力不变的情况下, 如何才能使成本最小化。

在生态湿地工艺选择方面, 尽可能采用处理效果好和占地面积少的高效复合湿地, 以减少湿地建设面积; 在土地占用方面, 首先占用低成本的土地, 然后征用高成本土地, 降低征地成本。另外, 还可以通过生态村建设, 降低规划区内的污染负荷, 减少污染削减压力; 通过湿地产业建设, 获得部分收益, 提高规划区的生态环境质量, 实现人与自然的和谐统一。

湖滨湿地的建设对削减上游污染和改善入滇池水质有明显的作用, 同时也可以提高规划区内人民的生活环境质量, 对滇池北部乃至整个滇池的综合整治有重大影响。

3 湿地规划概述

3.1 湿地概述

从字面上解释,湿地(Wetlands)是经常有水的陆地,可被视为一个内部过程长期为水所控制的生态系统(Ralph W Tiner)。由于湿地分布广泛,种类繁多,彼此差别极大,给湿地下一个确切的定义很难。目前最广为接受的是《拉姆萨尔(Ramsar)公约》中的规定:“湿地系指不问其为天然或人工、长久或暂时性之沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带,带有静止或流动,淡水、半咸水、或咸水水体者,包括低潮时水深不超过6m的海域”(陈宜喻,刘红玉,陈建伟)。大多数湿地中的水力条件在生长季节是饱和的,水流通常很慢,同时处于水浅或侵溶状态。低的流速和浅的水深使得沉淀物有效沉淀,低流速也延长了水和填料表面接触的时间,复杂的有机物、无机物质以及各种形式的水气交换刺激微生物群体的生长,微生物反过来降解或转化各种物质(陈宜喻,杨永兴, Gopal B.)。因此在环境领域,湿地处理污水的研究和应用越来越广泛,它利用湿地自然生态系统中的物理、化学和生物的重重协同作用,通过过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收和微生物分解来实现对污水的高效净化(J. Vymazal, Andrew Wood)。湿地用于处理污水还具有投资低,出水水质好,抗冲击力强,增加绿地面积,操作简单,维护和运行费用低廉等优点(张毅敏,沈耀良, Bob Brocksen, 白晓慧, 吴晓磊, 王庆安)。

在滇池流域,由于人类不合理的土地开发和利用,湖滨原有天然湿地面积急剧下降,由于农业结构转变所引发的面源污染也逐年加重(卢升良、蒋晓辉、郭慧光、吴为梁、孟裕芳、刘忠翰)。基于滇池流域湖滨带生态、水体环境、污染构成、土地利用状况,以恢复湖滨带湿地生态功能为宗旨,以改善水体环境为重心,规划湖滨带湿地生态系统的布局与建设方案。为了对自然生态系统进行适度的补充,对其退化功能进行恢复性建设和环境的需要,通过构建高效复合湿地系统补充天然湿地规模的缩小和功能的退化。高效复合湿地是一种由人工建造和监督控制的,与沼泽地类似的地面。复合湿地生态系统可以对天然湿地生态系统进行适度补充,对其退化功能进行恢复性建设,同时用于污水处理。

3.1.1 湿地类型与功能

湿地的主要类型如图 3.1 所示。

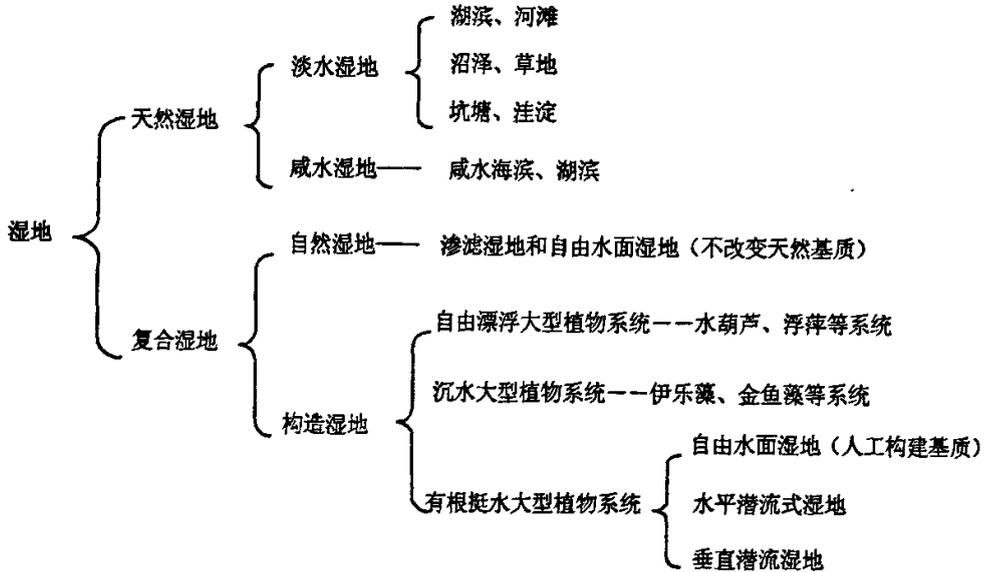


图 3.1 湿地类型图

在湿地生态系统中，湿生、沼生和水生动植物、微生物等生命因子以及与其紧密相关的阳光、水分、土壤等非生命因子之间相互联系相互制约，维持一种动态平衡（陈宜喻，陆健健，郑相灿），并显示出一系列的功能：

(1) 湿地具有调蓄功能。湿地一般处于低凹处，同时包含有大量的、持水性良好的泥炭土和植物，这使它能在短时间内蓄积洪水，然后，用较长的时间将水排出。我国最大的淡水湖—鄱阳湖，被大片湿地所环绕，每年可蓄积江西省洪水总量的 1/3，1954 年 6 月的洪峰经过该处湿地的滞洪后，减少了 50%（王飞）。

(2) 湿地具有调节气候的功能。由于湿地积水、土壤和植被持水的蒸发和蒸腾，使得局部气温和降水量等气候条件得到改善。大片湿地往往对局部性气候施加影响，尽管这种影响与开阔水体对气候的影响之间的区别还不清楚（M. J. Bardecki, Craig S.）。湖北省洪湖县境内有大片的洪湖湖滨湿地，而该县临近的监利、石首两县境内没有，尽管这三个县气象站的纬度和地势相近，但是测得的气象参数却并不相同，说明：距离大片湿地近的地域，由于湿地的调节，其气候的大陆性程度要小于离大片湿地远的地域（王飞）。

(3) 湿地具有控制水质的作用。湿地土壤所具有的理化特征, 为厌氧和好氧微生物、湿生、沼生和水生植物提供了良好的生存环境。当含有各类病原体、悬浮物、毒性物质和营养物质的污水输入湿地时, 经过湿地土壤颗粒吸附、植物吸收、微生物的分解等作用后, 从湿地出流的水, 水质得到很好的改善(王飞)。湿地用于污水处理具有广阔的前景, 目前, 世界上已有不少的湿地污水处理系统。美国威斯康星州(Wisconsin)的一处湿地, 从1923年开始就用于家庭生活污水的处理(Maltby, E.); 佛罗里达州(Florida) Walt Disney 综合企业附近的一处天然湿地, 是美国目前最大的湿地污水处理系统, 从1978年至今, 污水的平均处理量为 $6050\sim 14760\text{ m}^3/\text{d}$ (Knight R. L.)。国内对湿地污水处理的研究起步较晚, 但是也取得了一定的进展。天津大港石油管理局城区的污水湿地处理工程, 处理能力 1000 t/d , 工程占地 $3.35\times 10^4\text{ m}^2$, 水力负荷 4.87 cm/d , 进水水质 BOD_5 约 180 mg/L 、 SS 约 150 mg/L , 出水水质 $\text{BOD}_5\leq 20\text{ mg/L}$ 、 $\text{SS}\leq 20\text{ mg/L}$ (李万庆)。

(4) 湿地为野生动物提供了栖息地。湿地的生态环境复杂, 适于多种生物的生长, 是天然的基因库; 同时, 也为鸟类等野生动物提供了良好的栖息条件(张路红)。在洪湖的大片由湿地构成的湖滨带上, 已经发现有167种鸟类动物, 其中黑鹳、白鹳、大天鹅, 小天鹅等均属于国家规定重点保护的珍稀鸟类(王飞)。

(5) 湿地可为人类提供丰富的生物量。湿地生态系统是一个物质循环和能量流动的系统, 由于其结构和功能独特, 使之成为地球上生产力最高的生态系统。据美国湿地生态学家 E. Maltby 报道: 每平方米湿地每年平均生产9克蛋白质, 是陆地生态系统平均值的3.5倍; 一些湿地的植物生产量比小麦地的平均产量还高8倍; 世界上最著名的湄公河湿地, 仅1981年就为该地区创造了 9.0×10^7 美元的产值, 同时, 为 2×10^7 的人口提供了所需蛋白质的50~70%(Maltby, E.)。

(6) 湿地具有研究和教育价值。从教育和研究的角度来看, 所有类型的湿地都具有很高的价值, 因为它们为大量的各种各样的生命提供了生存场所, 而且, 在湿地、动物和植物群落之间还存在着复杂的联系, 这些都为教育和研究提供了重要的条件, 对科学家们探索湿地各要素之间的关系尤为重要(Bardecki, M. J.)。在加拿大的安大略省(Ontario), 近半数的中等学校每年至少组织学生到湿地考察一次, 作为自然课的一部分。我国的太湖、鄱阳湖、洪湖等大型内陆湖泊每年都有大量的专家、学者到来从事研究, 取得了可喜的成绩(王飞)。

3.1.2 湿地构成

通过对滇池周边的详细调查研究,结合国际上通用并适合湖泊生态恢复的湿地类型,本规划将在滇池周边重点建设五种类型的湿地,即:湖内天然湿地、湖滨天然湿地、基底再造湿地、表面流湿地和高效复合湿地。本规划将通过对人工湿地和天然湿地的总体设计、组合方式以及运行管理模式的优化,最大程度恢复湖滨生态功能,充分发挥湿地系统的净化能力,实现人工湿地和天然湿地的协调统一。本规划只在重点污染区和河口区域考虑高效复合湿地,其余部分重点考虑表面流湿地和天然湿地,这种布局便于建造、运行、管理和维护,同时具有较好的景观效果。

3.1.2.1 天然湿地系统

天然湿地以恢复生态湿地的生态功能和生物多样性为目的,以生态恢复与重建为核心,以生物多样性与生态系统稳定性为重点。与人工复合湿地的有机搭配,实现污染水体的深度处理。天然湿地的规划主要包括:天然湿地空间位置和恢复面积的确定,天然湿地植被的恢复,天然湿地布局及规划控制线的确定,以及湿地建群种、旗舰种和伞护种的确定,明确湿地生态结构与功能恢复的具体指标及标准,提出湿地的进出水水质控制目标和滇池生态湿地分区分期建设详细规划方案;将通过系统的研究与规划,提出详细的湿地运行、维护和管理的机制和措施,保障滇池湖滨生态带的长期稳定运行;提出滇池生态湿地建设的阶段任务、投资,并进行费用—效益分析;进行相关的法规和政策保障体系建设等内容。

3.1.2.2 人工复合湿地系统

复合湿地系统规划主要内容包括:湿地类型的选择,湿地植物的选育、组合模式的构建,湿地结构的设计,湿地面积的确定,湿地布局及规划控制线的确定,对湿地植物的产生量及处置途径进行分析、预测,提出进出滇池湖滨湿地的进出水水质控制目标和滇池生态湿地分区分期建设详细规划方案。将通过系统的研究与规划,提出详细的湿地运行、维护和管理的机制和措施,保障生态带的长期稳

定运行；提出滇池生态湿地建设的阶段任务和投资，并进行费用—效益分析；进行相关的风险分析等内容。

(1) 自由表面流人工湿地

自由表面流人工湿地和自然湿地相类似，废水从湿地表面流过，一般有一个或几个填料床组成，床底填有基质，并有防漏层来阻止废水渗入地下而污染地下水，在系统中种植一些水生植物如水葫芦、芦苇、菹草等。这种类型的人工湿地具有投资少、操作简单、运行费用低等优点。缺点是占地面积大，水力负荷低，去污能力有限，受气候影响较大，夏季会孳生蚊蝇、散发臭味。

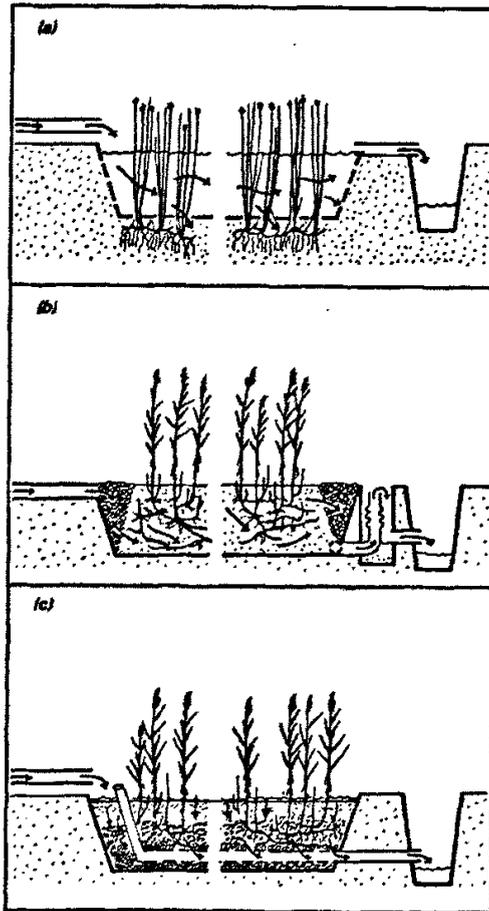
(2) 潜流型湿地系统

潜流型湿地系统中，污水在湿地床的表面下流动，利用填料表面生长的生物膜、植物根系及表层土和填料的截留作用净化污水。潜流型人工湿地主要由3部分组成：基质、植物和布水系统。基质主要有土壤、碎石、砾石、煤块、细沙、粗砂、煤渣、多孔介质(LECA)、硅灰石和工业废弃物中的一种或几种组合的混合物。基质一方面为植物和微生物生长提供介质，另一方面通过沉积、过滤和吸附等作用直接去除污染物。植物主要有香蒲、芦苇、灯心草等，这些植物可增加湿地基质的遇水性，此外还能与周围环境的原生动、微生物等形成各种小环境，将氧气传输至根区，形成特殊的根际微生态环境、这一微生态环境具有很强的净化废水的能力。布水系统主要是将进水按一定方式均匀地分布在处理系统中，并且保证不发生短流和堵塞，在潜流型人工湿地处理系统中多采用穿孔管布水系统。

潜流人工湿地可分为水平潜流湿地和垂直潜流湿地：①水平潜流湿地系统。水平潜流人工湿地因污水从一端水平流过填料床而得名。它由一个或几个填料床组成，床体充填基质。与自由表面流人工湿地相比，水平潜流人工湿地的水力负荷和污染负荷大，对BOD，COD，SS，重金属等污染指标的去除效果好，且很少有恶臭和孳生蚊蝇现象，是日前国际上较多研究和应用的一种湿地处理系统。它的缺点是控制相对复杂，脱氮、除磷的效果不如垂直流人工湿地。水平潜流湿地中的氮通过硝化/反硝化、挥发、吸附和植物摄取去除，主要去除机理是硝化/反硝化。氮在好氧区域被硝化细菌氧化为硝酸根，而硝酸根在缺氧区域被反硝化细菌转化为气态氮。实地测量表明，水平潜流式复合湿地中根围区的充氧不足，因此硝化不完全是氮去除率有限的主要原因。挥发、植物摄取和吸附对氮的去除作用

不大。②垂直潜流湿地系统。在垂直潜流人工湿地中污水从湿地表面纵向流向填料床的底部，床体处于不饱和状态，氧可通过大气扩散和植物传输进入人工湿地系统。该系统的硝化能力高于水平潜流湿地，可用于处理氨氮含量较高的污水。其缺点是对有机物的去除能力不如水平潜流人工湿地系统。落于 / 淹水时间较长，控制相对复杂。

以上几种类型的湿地结构见图 3.2。



注：a) 自由表面流，所示植物为大灯心草；b) 水平潜流式，所示植物为普通芦苇；
c) 垂直潜流式（渗滤），所示植物为芦苇

图 3.2 人工湿地废水处理系统

3.2 湿地规划原则

为合理地进行生态湿地规划，保证规划方案的可操作性，经过现场考察，综合防浪堤、土地利用形式、人口搬迁、地形地貌、区域污染等因素，制定本生态湿地规划的控制性原则。

3.2.1 湿地规划范围确定总原则：

- 湿地规划范围要服从滇池及其周边地区相关规划的发展要求，并尽量保留已有的部分湿地建设规划。
- 根据规划区的经济、社会和环境状况，结合规划区的地形、地貌条件在 1885.5 到 1887.4 之间建设天然湿地。
- 根据经济、社会和环境状况，在 1887.4 到规划红线之间建立复合湿地。湿地建设尽可能安排在界桩内。
- 在经济和周边环境（征地和移民搬迁等因素）允许的条件下最大限度的建设湿地，以此来修复滇池周边的自然生态系统，提高滇池的自然净化能力。
- 湿地建设在空间上应该保持连通性、系统性和完整性。
- 湿地的总面积实施总量控制。

3.2.2 天然湿地规划控制性原则：

- 天然湿地建设的主要目的是恢复生态湿地的生态功能和生物多样性，以生态恢复与重建为核心，生物多样性与生态系统稳定性为重点。天然湿地基本范围为 1885.5~1887.4 范围内。
- 没有防浪堤的地方，地面标高低于 1887.4 的界桩以内的生态湿地规划为天然湿地。
- 有防浪堤的地方，地面标高低于 1887.4 的区域，根据区域内的产业结构、人口、居住条件、村庄分布、耕地面积确定湿地建设的面积和范围。
- 如果防浪堤拆除导致淹没农田大于行政村土地拥有量的 5% 或者淹没居民点超过 10 户则不拆除防浪堤，不建设天然湿地。
- 在规划区内防浪堤未拆除的地区，不再建设天然湿地。

- 本着先易后难的原则安排湿地工程建设进度。

3.2.3 复合湿地规划控制性原则：

- 从 1887.4 或者防浪堤到规划红线的地区建设复合湿地。
- 根据规划区域及其周边地区的产业结构、人口分布、耕地面积、污染负荷等因素确定复合湿地规划的可行面积和范围。
- 从 1887.4 或者防浪堤到规划红线的区域内现有的弃地、鱼塘和低洼地优先建设成复合湿地。
- 复合湿地的总面积实行总量控制。
- 原则上 2005 年需要完成 15km² 的湿地建设任务尽可能安排在新界桩内。
- 在规划区内防浪堤未拆除的地区，如果其他土地不能满足负荷要求则建设复合湿地。
- 在纳污河道两侧、入湖河口区和重点村庄周边优先规划复合湿地。
- 为了尽可能的减少土地征用和移民搬迁，在必要地区建立高效复合湿地。

3.3 湿地规划影响因素分析

3.3.1 区域污染控制

据调查，滇池的入湖污染物中约有 80% 是通过河道最终进入滇池的，是滇池的主要污染源，这也从一个侧面反映了昆明主城区入湖河流污染极其严重，是造成滇池水体富营养化的重要原因，因此主城区污水处理力度需要加大，应控制污染物排放量。湖滨生态湿地规划和建设应重点考虑目前污染最为严重的大清河—海河。此外，规划区内的村镇生活污水和企事业单位排放的废水也是本区污染的来源之一。

3.3.2 防浪堤处置

防浪堤的修筑目的是预防水患。滇池防浪堤的建设完善，无论是过去还是现在对保护滇池沿岸人民生命财产安全都具有十分重要的意义，然而防浪堤的存在导

致了水体与湖滨天然湿地的隔断，严重阻碍了堤内外物质和能量的交换，破坏了湖滨动植物生境，大大影响了湖滨生态系统功能的发挥。在进行天然湿地恢复时，要充分考虑到不同地段的实际情况和土地利用类型，对防浪堤进行不同的拆除处置方案，分以下几种实际情况：

- 对于防浪堤内土地开发利用率低，多为荒地和废弃渔塘的地段，可作为天然湿地的恢复重点地段。可将防浪堤大部分拆除，进行相应地块平整，再引种相关植物，将之逐渐恢复为湖滨天然湿地。

- 在土地开发利用率高的地段进行天然湿地恢复时，要做好经济补偿等工作，在技术处理上需对滇池保护界桩至防浪堤范围内的基底进行抬高，以防止湖水对其的淹没，并引种陆生树种和挺水湿生植物，防浪堤先不拆除或只在一定距离上开口以利于湿地的恢复，待湿地景观初步形成后，再对防浪堤进行大规模拆除。

- 对于防浪堤内人口集中、经济发达的地段，天然湿地的恢复涉及的搬迁工作大，社会经济损失惨重，因此不提倡该在地段内恢复天然湿地。这些地段涉及的防浪堤也不予以拆除，拆除其周边防浪堤时需考虑对上述地段的保护。

3.3.3 地形地貌

本规划区处于过去围湖造田的主要区域，地势较低，滇池核心保护区界桩线基本位于平均水位 1887.4 以内，恢复湿地与土地淹没的矛盾突出。防浪堤撤出也应考虑到滇池地形的影响，必要条件下设置防洪堤。为降低工程投入，湿地恢复工程尽量结合地形特点、控制的原则和尺度。

3.3.4 移民搬迁

为了在湖滨带新界桩线内腾出生态湿地建设空间，减少湖滨区生活污染，位于湖滨区的村庄根据实际情况进行搬迁，原则上全部搬出。

3.3.5 土地利用

该区域位于主城区的边缘，土地开发利用强度大。土地利用类型以 A 类土地

为主，特别在一些河口地带，建筑密集给生态湿地建设的土地实用提出很大挑战。

3.4 湿地植物选择与配置

一个人工湿地系统的建立，植物的选择和配置是很重要的考虑因素。湿地植物的栽种配置要根据具体的应用环境和系统工艺来确定，对于一些应用工艺范围较广的植物类型，要充分考虑其在该工艺中的优势，在系统建立和植物栽种配置时要将系统的主要功能与植物的植物学特性充分结合起来考虑。只有这样，才能充分发挥不同植物各自的优势，达到更好的处理净化效果。

3.4.1 湿地植物选择原则

按照植物选择原则和生态学原理，选择耐污去污能力强、生长速度较快的植物，在植物群落学理论上，遵循宏观仿生学原理，充分考虑植物物种多样性与生态系统稳定性的相互关系，以群落的模式构建湿地植物系统，建设完整的湿地生态系统结构，从而保证湿地能够发挥良好的净化、缓冲、栖息地建设等功能。依据滇池湖滨自然环境现状和生态湿地建设目标，确定本规划植物选择的原则如下：

✧ 植物在具有良好的生态适应能力和生态营建功能；

管理简单、方便是人工湿地生态污水处理工程的主要特点之一。若能筛选出净化能力强、抗逆性相仿，而生长量较小的植物，将会减少管理上尤其是对植物体后处理上的许多麻烦。一般应选用当地或本地区天然湿地中存在的植物。

✧ 植物具有很强的生命力和旺盛的生长势；

抗冻、抗热能力：由于污水处理系统是全年连续运行的，故要求水生植物即使在恶劣的环境下也能基本正常生长，而那些对自然条件适应性较差或不能适应的植物都将直接影响净化效果。抗病虫害能力：污水生态处理系统中的植物易滋生病虫害，抗病虫害能力直接关系到植物自身的生长与生存，也直接影响其在处理系统中的净化效果。对周围环境的适应能力：由于人工湿地中的植物根系要长期浸泡在水中和接触浓度较高且变化较大的污染物，因此所选用的水生植物除了耐污能力要强外，对当地的气候条件、土壤条件和周围的动植物环境都要有很好的适应能力。

✧ 所引种的植物必须具有较强的耐污染能力；

水生植物对污水中的 BOD₅、COD、TN、TP 主要是靠附着生长在根区表面及

附近的微生物去除的,因此应选择根系比较发达,对污水承受能力强水生植物。

☼ 植物的年生长长期长,最好是冬季半枯萎或常绿植物;

人工湿地处理系统中常会出现因冬季植物枯萎死亡或生长休眠而导致功能下降的现象,因此,应着重选用常绿冬季生长旺盛的水生植物类型。

☼ 所选择的植物将不对当地的生态环境构成隐患或威胁,具有生态安全性;

☼ 具有一定的经济效益、文化价值、景观效益和综合利用价值。

若所处理的污水不含有毒、有害成分,其综合利用可从以下几个方面考虑:①作饲料,一般选择粗蛋白的含量>20%(干重)的水生植物;②作肥料,应考虑植物体含肥料有效成分较高,易分解;③生产沼气,应考虑发酵、产气植物的碳氮比,一般选用植物体的碳氮比为 25~30.5/1;④工业或手工业原料,如芦苇可以用来造纸,水葱、灯心草、香蒲、莞草等都是编制草席的原料。由于城镇污水的处理系统一般都靠近城郊,同时面积较大,故美化景观也是必须考虑的。然而在实际工作中,很多人工湿地的工艺设计者和建设者考虑得最多的是植物的独有性和观赏价值等表在因素,没有考虑到栽种该植物后的植株生长效果、湿地的运行效果、生长表现以及对生态的安全性等,导致人工湿地在运行一段时间后功能骤降或运行费用剧增,最后导致系统瘫痪或闲置。

3.4.2 湿地植物配置

根据植物原生环境分析:根据植物的原生环境分析,原生于实土环境的一些植物如美人蕉、芦苇等,它们的根系大都垂直向下生长,因此配置于表面流湿地系统中的净化处理效果不及应用于潜流式湿地中;对于一些原生于沼泽、腐殖层、草炭湿地、湖泊水面的植物如水葱、野茭等,适宜配置于潜流式人工湿地;而对于一些块根块茎类的水生植物如荷花、睡莲、慈姑、芋头等则只能配置于表面流湿地中。根据植物对养分的需求类型分析:由于潜流式人工湿地湿地系统填料之间的空隙大,植物根系与水体养分接触的面积要较表流式人工湿地湿地广,因此对于营养生长旺盛、植株生长迅速、植株生物量大、一年有数个萌发高峰的植物如香蒲、水葱、苔草、水莎草等植物适宜栽种于潜流湿地;而对于营养生长与生殖生长并存,生长相对缓慢,一年只有一个萌发高峰期的一些植物如芦苇、茭草、薏米等则配置于表面流湿地系统。根据植物对污水的适应能力分析:一般高浓度

污水主要集中在湿地工艺的前端部分。因此，在人工湿地建设时，前端工艺部分如自由表面流湿地、潜流湿地等工艺一般选择耐污染能力强的植物品种。末端工艺如稳定塘、景观塘等处理段，由于污水浓度降低，因此可以更多考虑植物的景观效果。针对不同类型的植物，配置时需要考虑的具体要求为：

(1) 漂浮植物

漂浮植物中常用作人工湿地系统处理的有水葫芦、大藻、水芹菜、李氏禾、浮萍、水蕹菜、豆瓣菜等。根据它们的植物学特性，作相应的配置：①优先考虑生命力强，对环境适应性好，根系发达的地方优势品种；②尽量选择生物量大、生长迅速、根系发达、年生育周期多和对 N 吸收能力好的植物，以充分利用植物的吸收作用，提高系统对 N 的去除效果；③此类植物一般具有季节性休眠的特性，如冬季休眠或死亡的水葫芦、大藻、水蕹菜，夏季休眠的水芹菜、豆瓣菜等，因此要给予正确的植物搭配，如冬季低温时配置水芹菜而夏季高温时则配置水葫芦、大藻等适宜高温生长的植物，以避免因植物品种选择搭配单一而出现季节性的功能失调现象。

(2) 根茎、球茎及种子植物

这类植物主要包括睡莲、荷花、马蹄莲、慈姑、荸荠、芋、泽泻、菱角、薏米、芡实等，它们或具有发达的地下根茎或块根，或能产生大量的种子果实，多为季节性休眠植物类型，一般是冬季枯萎春季萌发，生长季节主要集中在 4~9 月。配置时要考虑：①此类植物具有较好耐淤能力，生长离不开土壤，适宜生长环境的水深一般为 40~100 cm 左右，因此一般用于表面流人工湿地系统和湿地的稳定系统；②具有发达的地下块根或块茎，其根茎的形成对 P 元素的需求较多，利用这些植物的生长（主要是块根、球茎和果实的生长）需要大量的 P、K 元素的特性，将其作为 P 去除的优势植物应用，以提高系统对 P 的去除效果。

(3) 挺水草本植物类型

这类植物包括芦苇、茭草、香蒲、旱伞竹、皇竹草、蔗草、水葱、水莎草、纸莎草等，为人工湿地系统主要的植物选配品种。这些植物的共同特性在于：①适应能力强，或为本土优势品种；②根系发达，生长量大，营养生长与生殖生长并存，对 N、P 和 K 的吸收都比较丰富；③能于无土环境生长。根据这类植物的生长特性，它们可以搭配种植于潜流人工湿地，也可以种植于表面流人工湿地系统

中。根据植物的根系分布深浅及分布范围，可以将这类植物分成四种生长类型，即深根丛生型、深根散生型、浅根丛生型和浅根散生型。

(4) 沉水植物类型

沉水植物一般原生于水质清洁的环境，其生长对水质要求比较高，因此，沉水植物只能用作人工湿地系统中最后的强化稳定植物加以应用，以提高出水水质。

(5) 其它类型的植物

一些如水生景观植物之类的，由于长时间的人工选择，使其对污染环境的适应能力比较弱，因此也只能作为最后的强化稳定植物或湿地系统的景观植物而应用。

4 湖滨生态湿地详细规划

4.1 湿地建设和运行参数

湿地对水污染总量的控制差异很大,根据国际和国内文献总结(IWA Specialist Group, Christoph Platzer, D.A.Mashauri, Magmedov V.G, 丁疆华, 王薇, 诸惠昌, 朱彤),几种湿地的污染物消纳值范围如表 4.1 所示。

表 4.1 湿地和防护林对污染物的消纳能力

污染物类型	人工强化湿地	天然湿地	防护林
COD(g/m ² /d)	1.28~24.70	0.029~0.760	0
TN(g/m ² /d)	0.255~41.68	0.001~0.189	0.003
TP(g/m ² /d)	0.051~0.450	0.001~0.050	0.0005

本规划位于昆明市土地资源最敏感的地带,因此规划时尽量选择运行负荷高的湿地工艺,以减少湿地占地面积。根据课题组近年来连续多年在滇池湖滨的湿地研究成果,结合该规划区内的实际情况,本规划主要以提高湿地运行负荷为目标。目前,国际上用于污水处理的湿地类型主要有自由水面系统、水平潜流系统及自然湿地系统等(Kadlec R.H, Jos T.A., Ralph W Tiner.)。其中自由水面系统盛行于美洲,水平潜流系统则在欧洲、澳洲和南非等地流行,不同类型湿地系统的运行参数及处理目标见表 4.2。

表 4.2 湿地类型与运转参数

湿地类型	处理目标	设计要求				出水水质(mg/L)		
		气候条件	停留时间(d)	深度(m)	水力负荷(m ³ /ha·d)	BOD ₅	SS	TN
天然湿地	二级出水的深度处理或三级	温暖	10	0.2~1	100	5~10	5~15	5~10
自由水面人工湿地	二级,或三级	无	7	0.1~0.3	200	5~10	5~15	5~10
潜流人工湿地	二级,或三级	无	3	0.5~1	600	5~40	5~20	5~20

4.1.1 自然湿地系统

利用自然湿地系统处理城市污水,受到水力负荷、污染负荷、停留时间、流程

长短、温度等多种工艺参数的制约。

温度：渗滤湿地采用地表布水，地下集水的运行方式，受温度的影响较小。在寒冷的冬季，只要连续布水，控制水土截面不冻结，形成“冰盖”，采用冰下运行的方法，完全可以安全运行。自由水面湿地采用地表布水、地表集水的运行方式，因此受温度影响明显。在寒冷的冬季，必须提高水力负荷、缩短停留时间、加大地表水深才能运行。

污染负荷：渗滤湿地与自由水面湿地的有机污染负荷与 BOD_5 的去除率呈负相关，但变化趋势有所不同。在渗滤湿地中，但有机污染负荷 BOD_5 低于 64kg/ha/d 时， BOD_5 的去除率可达 95% 以上，当污染负荷增加到 128kg/ha/d 时， BOD_5 去除率降为 85%，而当污染负荷高达 150kg/ha/d 时， BOD_5 的去除率仅为 80%。自由水面湿地在同一温度下，污染负荷与 BOD_5 去除率呈负相关。在不同温度下，若达到相同的 BOD_5 去除率，则污染负荷随温度的降低需大幅度下降。若设计要求 BOD_5 的去除率达到 80%，在出水水温大于 15°C 时，污染负荷 BOD_5 可高达 100kg/ha/d ，在出水水温在 $10\sim 15^\circ\text{C}$ 之间，污染负荷 BOD_5 为 70kg/ha/d ，在出水水温低于 10°C 而大于 0.5°C 时，污染负荷 BOD_5 仅为 40kg/ha/d 。

水力负荷：渗滤湿地在水力负荷小于 4cm/d 时， BOD_5 去除率可达 95%，当水力负荷提高到 8cm/d 时，去除率降低至 85%，当水力负荷达到 10.5cm/d 时， BOD_5 去除率仅为 80%。渗滤湿地 K-N 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的去除率随水力负荷的增加而降低，当水力负荷低于 5cm/d 时，去除率可达 80%，当水力负荷提高到 6cm/d 时，去除率下降至 75%，当水力负荷为 7cm/d 时，去除率仅为 70%。在自由水面湿地中 SS 的去除随水力负荷的增加呈下降趋势。当水力负荷小于 2.5cm/d 时，SS 的去除率可达 90%，当水力负荷达到 5.8cm/d 时，SS 的去除率尚可保持在 80% 左右。当水力负荷小于 2.75cm/d 时，自由水面湿地对磷的去除可达 90%，当水力负荷大于 2.75cm/d 时，去除率明显降低，当水力负荷为 3.5cm/d 时，磷的去除率仅为 80%。

4.1.2 高效复合湿地系统

高效复合湿地是经过人工设计施工的，具有围堤和防渗层的沟状、塘状或床形的污水处理湿地（丁疆华、彭超英、梁威、王薇）。高效复合湿地系统是由多个湿地所组成的独立的污水处理系统。高效复合湿地模拟天然湿地，由水、处于饱和

状态下的基质层以及水生植物、野生动物和微生物所组成。

高效复合湿地污水处理系统属于生物处理设施，不依赖于动力的强化，而是有效地充分发挥天然生物的净化功能。高效复合湿地的去污机理和自然湿地基本相同，即污水从生长有植物的介质中流过，从而产生过滤、沉淀、吸附等物理、物理化学作用和污染物与基质多种形式的生化反应。微生物在处理过程中起着重要的作用。能否维持适宜于微生物的环境条件将决定其处理效能，其净化全过程包括厌氧、兼性和好氧三种净化机理。表面流湿地由反应池或渠、土或其它介质（填料）、生长在基质上的挺水植物、有自由水面的细水流等要素组成。该湿地的特点是反应池或渠一般较细长，以保证近似的推流状态。高效复合潜流湿地包括一个装有基质的池和长在基质上的挺水植物。潜流湿地的基质可以是碎石、卵石以及各种土壤和砂，也可以是它们的组合。由于水流路径和集水方式不同，因而其污水处理机制也不同，该湿地的特点是较表面流湿地具有更高的负荷率，占地面积小，效果可靠，耐冲击负荷和不易滋生蚊蝇等。

参考文献研究成果（高拯民、李万庆、J. Vymazal、王薇、丁疆华），对不同类型的湿地选取的设计参数如下：

自由水面系统的设计标准和建议可总结如下：

- 预处理：至少是一级水平；
- 有机负荷： $<112 \text{ kg BOD}_5/\text{ha}/\text{d}$ ；
- 水力负荷： $1.2\sim 4.7 \text{ cm}/\text{d}$ ；
- 停留时间： $5\sim 15\text{d}$ ；
- 长宽比（L:W） $>10:1$ ；
- 水深： $0.2\sim 0.4 \text{ m}$ ；
- 底部坡度： 0.5% ；
- 土壤：厚 $20\sim 30 \text{ cm}$ 以支撑挺水植物的生长，对高水力传导没有特殊要求；
- 植物：常用的种属。

高效复合潜流湿地的标准和建议总结如下：

- 预处理：至少到一级水平；
- 有机负荷： $<150 \text{ kg BOD}_5/\text{ha}/\text{d}$ （常常 $<80 \text{ kg BOD}_5/\text{ha}/\text{d}$ ）；
- 水力负荷： $<5\sim 20\text{cm}/\text{d}$ ；

- 比面积：大约 $5 \text{ m}^2/\text{人口当量}$ ；
- 停留时间：1, 3, 5 d, 最好 $>3 \text{ d}$ ；
- 长宽比：3:1, 可以 $<3:1$ ；
- 介质：清洗的砾石、碎石 (3~16 mm)；
- 介质的水力传导率： $10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ ；
- 介质深度：0.6~0.8 m (平均)；
- 介质孔隙率：0.3~0.45；
- 床底坡度：1.0%；
- 衬底：高密度聚乙烯，低密度聚乙烯，聚氯乙烯 (土壤层厚度为 0.5~1.0 mm)；
- 植物：常用的种属。

4.2 湿地工艺结构与空间分布

4.2.1 工艺流程和典型剖面

滇池流域位于云贵高原中部，多年平均气温 14.7°C ，多年平均相对湿度 74%，夏无酷暑，冬无严寒，四季之分不显著，从气候上来讲非常适于污水的生物处理技术应用，上述各湿地类型均可采用。自由表面流系统和渗滤湿地虽造价低但占地面积相对较大，滇池流域主城区片是云南省经济、文化、商贸活动中心，人口密集，寸土寸金，因而不能象北美国家那样大量使用，只适合在那些土地可利用面积尚可的地方选用。本规划经过研究和现场考察，选择四种适合滇池流域建设应用的湿地类型，分别为湖内天然湿地、湖滨天然湿地、表面流复合湿地和高效复合湿地。对于湖滨土地紧张，湖岸地形和水文条件恶劣，且湖滨生态恢复又比较迫切的局部岸段，可以采用适度工程措施，强化湿地生物生存的基础载体。目前，通常采用的基底强化措施有基底再造和建造人工浮岛等。

湖滨天然湿地根据滇池水下地形图、滇池运行水位以及岸边底泥特性确定，滇池最高水位为 1887.4m，最低水位为 1885.5m，日常运行水位在 1886~1887 之间，考虑水生植物的适应性，拟在湖底标高大于 1885.5m 至湖岸边的区域内建设湖内天然湿地，湖内天然湿地不承担入水污染量的去除，仅仅作为湖泊自净功能的恢

复措施,通过人工种植水生植物,改善湖泊基底条件,促进湖泊底泥中微生物和水生动物的生长,从而达到恢复湖泊自净功能的效果。湖滨天然湿地的建设主要与防浪堤的处理处置有关,同时受到复合湿地面积调整的影响,其主要建设范围是防浪堤拆除后的淹没区域,依靠滇池水位的波动维持运行,主要目的是促进滇池自净能力的恢复,同时承担少量污染物的去除,其植物种植主要采用以土壤种子库自行恢复为主,人工栽种为辅的种植模式,湖滨天然湿地的恢复对植物物种的保护和生态系统的稳定性具有重要的意义。人工湿地包括自由表面流湿地和高效复合湿地两种类型,主要负责承担规划区内河流入滇池污染负荷、规划区内村庄的生活污水、主城区污水处理厂出水的深度处理和部分初期暴雨径流的控制,减少入湖污染负荷。其建设面积和规模比例主要通过入水水量、水质以及净化目标控制,植物选择以净化能力强、景观效果好的挺水植物为主,通过合理的结构和流程设计,达到污染净化的目的。水平潜流湿地虽造价较高,但占地较少且污染负荷较高,适宜在污染严重的河流、沟渠入湖河口处采用。各湿地前端的沉淀、储存部分可采用自由漂浮大型植物系统兼沉淀池。垂直潜流湿地由于其建设、运行和管理方面相对复杂,因此不建议采用。由于不同类型人工湿地混合使用,可以优势互补,强化湿地的污染物去除能力和效果,所以在人工湿地的规划中,将适当考虑自由表面流湿地、水平潜流湿地及自由漂浮大型植物系统的混合使用。完整的滇池湖滨生态湿地系统工艺流程图见图 4.1。

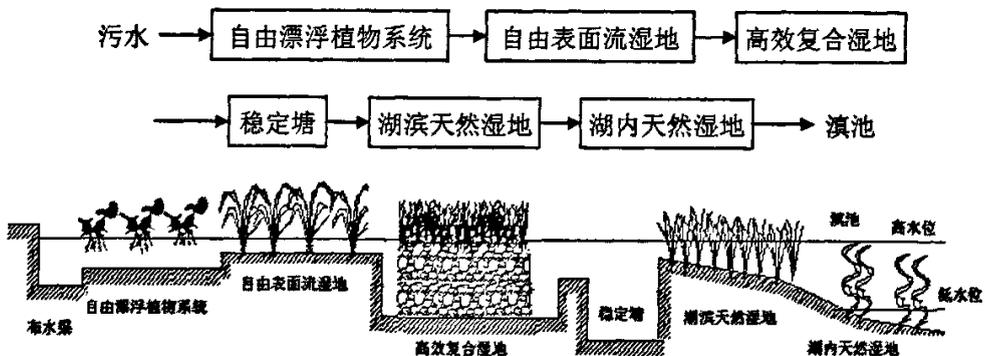


图 4.1 滇池湖滨生态湿地系统工艺流程图与剖面图

以上工艺流程和剖面基本涵盖了规划湿地的所有类型,广泛分布在整个北岸湖滨生态带内,具体流程应参考方案划线和具体位置而定。结合场地信息调查结果和卫星影像图,针对不同的污染负荷和实际土地利用、防浪堤和地形等特征,对

北岸不同区段设计不同的湿地处理工艺流程。

(1) 自由漂浮大型植物系统兼沉淀池

自由漂浮大型植物系统兼沉淀池用于污水的一级处理，一方面它起到了初沉池的作用，使污水中粒径比较小的无机和有机颗粒沉降下来；另一方面，可起调节水量和布水的作用，以利于后续系统的深化处理，水深 1.5~2.0m。该系统应用在每块高效复合湿地的最前端，可以起到沉淀作用，并对后续复合湿地起保护作用。

(2) 自由表面流湿地系统

自由表面流湿地虽不如复合潜流湿地效率高且占地面积较大，但易于建设且投资不大，运行管理起来也异常方便，在滇池流域主城片区那些土地面积允许，污染负荷不大的地方则可以优先采用，水深 0.1~0.4m，可全年运行。表面流湿地的出水进入湖滨天然湿地或直接进入湖内天然湿地，主要取决于该段内的防浪堤拆除与否。表面流湿地系统用在污染程度较轻、土地面积尚可的河流、沟渠入湖口处，如官渡镇海东村入湖沟渠（2 个）、宝象河河口、官渡镇宝丰村南、北沟渠，五甲宝象河河口，小清河支流及小清河一六甲宝象河河口入湖口处。具体的工艺流程及剖面图见图 4.2。

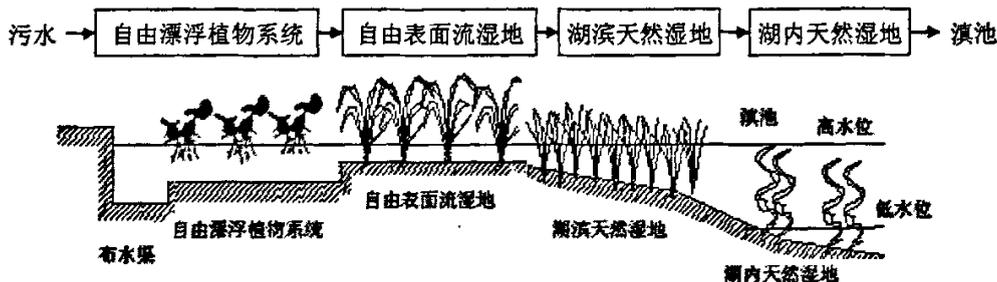


图 4.2 自由表面湿地系统及对应剖面图（防浪堤拆除）

(3) 自由表面流和高效复合湿地

自由表面流湿地在水流方向上一般位于水平潜流湿地的前面，这样不仅利于污水的处理，还可以对入水中携带的飘浮物进行植物拦截，减少了进入复合潜流湿地中的悬浮物量，防止堵塞潜流湿地并延长其使用寿命。水深采用 0.2~0.5m，滇池流域气候温暖（年平均温度为 14.7℃），自由表面流湿地不用考虑冬季水流冰冻情况。复合潜流湿地则接在自由表面流湿地的后面，用于对污水的二级、三级处理，是处理高负荷污水的核心部分。介质深度采用 0.7~0.8m，就地取材，可选用碎石、

炉渣等便宜易得的材料。此外，在复合潜流湿地后部可因地制宜地选择湖滨带内的废弃渔塘做为稳定塘，对湿地出水进行调整和再净化，利于湿地处理系统与滇池的自然结合，并且为鱼、虾等水生动物提供生存环境。复合潜流湿地出水进入湖滨或湖内天然湿地，取决于防浪堤拆除与否。该混合湿地系统用在污染较严重的河流、沟渠入湖口处，如：大清河—海河入湖河口，金家河入湖河口，新宝象河入湖河口以及大口子河—虾坝河入湖河口处。

(4) 人工浮岛

在某些污染程度大、水体富营养化严重的河口和滇池湖内地段，建设一些人工浮岛来削减已经入湖的氮、磷等营养元素，进一步改善水质和美化景观。

4.2.2 进出水系统

湿地的布水系统对湿地的设计和运行至关重要，其布水的均匀性和结构的合理性直接影响湿地系统的处理效果。湿地的进水可采用明渠和管道两种形式，主要取决于规划区的地形条件。湿地的进水尽量采用重力流方式。对于湿地单元布水，由于其长度较小，坡度变化要求不大，故采用明渠配水方式，并在设计中尽量利用地形坡度，减少高架。管道输水系统则尽量利用污水厂出水的压力，溢流雨水和部分河道污水采用泵站提升的方式进行，管道压力布水直接输送到湿地单元的配水明渠。生态湿地出水系统主要由滇池运行水位和湿地工艺流程控制。工艺流程主要影响湿地出水的结构形式，根据湿地流程的设计，有两种主要出水形式，一是复合湿地系统出水直接排入滇池进入湖内天然湿地；二是复合湿地系统出水进入湖滨天然湿地，然后进入湖内天然湿地。对于第一种流程，其出水系统拟采用出水堰的方式，为节省投资，同时体现生态思想，采用简易土堰结构，土堰顶宽 1.5m，底宽 3m，高 0.75m，每间距 2m 均匀布设宽 0.4m、高 0.35m 的出水口。为了持久耐用和便于行走，顶部铺 0.2m 厚的碎石。对于第二种工艺形式，复合湿地出水拟采用塘系统或沟渠出水的方式，复合湿地出水经塘或沟渠汇总后采用泵抽提排放或直接散流进入天然湿地。

为保证湿地系统的运行和正常出水，必须考虑滇池水位变化，必要时设定排水泵站。旱季时滇池水位升高，将导致湿地旱季排水困难。为了节省电耗，减少湿地运行费用，泵站设计自控系统，根据水位变化水泵可自动启停。另外，在湿地

出水端设置闸门，保证滇池水位低时，出水可自流排入滇池。

4.2.3 湿地规划范围与面积

通过复合湿地建设，利用湿地生态系统中物理、化学、生物的重重协调作用，完成过滤、吸附、沉淀、植物吸收、微生物降解，实现对污染物的高效分解与净化。同时通过天然湿地的恢复建设，增强水体的自净能力，恢复湖滨湿地生态系统和生物多样性。本规划范围内建设的湿地接纳三方面的污染负荷，一是来自河流的污染负荷，二是来自附近村镇的农村生活污水，三是村镇企业排放的工业废水。污染负荷分配按照降雨期和非降雨期两个时间段进行分配，根据多年降雨天数平均计算，昆明地区多年平均降雨天数为 132d，非降雨期为 233d。非降雨期只承担 233d 的点源污染负荷，降雨期承担 132d 的点源污染和全部的面源污染，湿地规划将按照不同的运行期进行设计规划。根据湿地设计的其他各种控制条件下的综合平衡计算，本规划优选出两套经济投入最低、污染控制效果最佳的湖滨生态湿地建设方案一和方案二。方案规划原则和主要区别列于表 4.3 中，其中方案一和方案二占地具体情况见表 4.4~4.9。

表 4.3 滇池湿地规划方案原则

湿地类型	原则	方案 1	方案 2
方案	特点	污染负荷核算	仅在界桩内规划湿地
基本原则	天然湿地基本原则	1885.5~1887.4 淹没区范围	1885.5~1887.4 淹没区范围
	复合湿地基本范围	1887.4~规划红线内根据污染负荷确定复合湿地量，优先使用 B 类土地	1887.4~界桩线，优先使用 B 类土地，如不满足负荷，改造天然湿地为复合湿地
	地形因素	坡度 8% 以上不建设湿地	坡度 8% 以上不建设湿地

表 4.4 方案 1 湿地空间分布汇总表

单位：亩

湿地类型 \ 乡镇	官渡	六甲	海埂	总计
湖内天然湿地	565.05	1413.45	208.95	2187.45
湖滨天然湿地	759.3	1236.75	10.8	2006.85
基底再造湿地	0	157.2	43.95	201.15
自由表面湿地	206.55	441.6	0	648.15
高效复合湿地	536.7	875.1	0	1411.8
人工浮岛	8.4	16.2	0	24.6
总计	2076	4140.3	263.7	6480

表 4.5 方案 1 主城区生态湿地土地利用情况统计 (单位: ha)

村名	大棚	荒地	民建	林地	裸田	企事业用地	其他	湿地	水渠	古迹	学校	鱼塘	道路	小计
海东村一组	5.51	1.88					1.06	2.27	0.58			0.29		11.59
海东村二组	4.14						1.53	4.82	0.44					10.93
海东村三组	4.78						4.58		0.42					9.77
宝丰村一组	5.45	0.89					1.58		0.35			0.98		9.25
宝丰村二组	7.98	1.78					3.05	0.01	0.42			5.63		18.88
宝丰村三组	2.18					0.16	4.61		0.15			2.37		9.47
宝丰村四组	11.31	3.40					9.70		0.21			2.25	0.27	27.14
宝丰村五组	4.52	1.86	0.01			0.09	19.23		0.15			3.16	0.06	29.08
龙马村四组	0.64				0.01		1.29					0.02		1.96
龙马村五组	8.14				0.33		0.93		0.19			0.15		9.75
小计	54.65	9.81	0.01	0	0.34	0.25	47.56	7.1	2.91	0	0	14.85	0.33	137.81
海埂		2.64		0.14			14.77	0.04						17.58
金家村	0.59											2.59		3.18
小计	0.59	2.64	0	0.14	0	0	14.77	0.04	0	0	0	2.59	0	20.77
福保村	21.58	0.18			4.53	1.85	38.06		1.06			7.04	0.92	75.21
星海村	50.39	17.70	0.61		1.66	0.12	75.97	4.79	1.64			10.54	1.03	164.46
小河咀村	7.56						6.93		0.38		0.01	1.22		16.10
新二村鱼塘	0.10	0.99			0.39		2.67		0.56			3.58		8.29
其他	0.02					0.01	6.24	1.39				0.03	0.03	7.73
小计	79.65	18.87	0.61	0	6.58	1.98	129.87	6.18	3.64	0	0.01	22.41	1.98	271.78
合计	134.89	31.32	0.62	0.14	6.92	2.23	192.2	13.32	6.55	0	0.01	39.85	2.31	430.36

表 4.6 方案 1 主城区分类湿地面积统计表 (单位: ha)

村名	湿地类型					小计
	湖内天然湿地	湖滨天然湿地	基底再造湿地	自由表面湿地	高效复合湿地	
海东一组	2.13	1.13		1.58	6.76	11.6
海东二组	6.11	4.33		0.57		11.01
海东三组	4.53	3.83		1.32		9.68
宝丰一组	1.49	2.03		0.01	4.62	8.15
宝丰二组	2.8	7.92		3.62	7.76	22.1
宝丰三组	3.01	5.54		5.67		14.22
宝丰四组	8.16	8.85		0	10.13	27.14
宝丰五组	7.3	15.2		0.94		23.44
龙马四组	1.28	0.62		0	0.06	1.96
龙马五组	0.86	1.17		0.06	6.45	8.54
小计	37.67	50.62	0	13.77	35.78	137.84
福保村	25.3	31.18		16.9	1.83	75.21
星海村	58.6	40.73	4.83	5.03	55.27	164.46
小河咀村	6.06	4.49	0	4.33	1.22	16.1
新二村	2.3	5.98	0	0	0	8.28
其他	1.97	0.07	5.65	0	0.02	7.71
小计	94.23	82.45	10.48	26.26	58.34	271.76
海埂	13.93	0.72	2.93			17.58
金家村				3.18		3.18
小计	13.93	0.72	2.93	3.18	0	20.76
合计	145.83	133.79	13.41	43.21	94.12	430.36

表 4.7 方案 2 主城区生态湿地土地利用情况统计 (单位: ha)

村名	大棚	荒地	民建	林地	裸田	企事业用地	其他	湿地	水渠	古迹	学校	鱼塘	道路	小计
海东一组	0.66						1.02	1.14	0.15			0.29		3.26
海东二组	3.75						1.52	4.82	0.35					10.44
海东三组	3.61						4.57		0.18					8.36
宝丰一组	1.31						1.52					0.57		3.4
宝丰二组	2.32						2.96	0.01	0.01			0.27		5.57
宝丰三组	1.78					0.16	4.13		0.15			2.33		8.55
宝丰四组	2.46	2.38					9.65		0.03			2.22	0.07	16.81
宝丰五组	4.52	1.86	0.01			0.09	12.66		0.15			3.16	0.06	22.51
龙马四组	0.59				0.01		1.29					0.02		1.91
龙马五组	2.06				0.33		0.91		0.05			0.15		3.5
小计	23.06	4.24	0.01	0	0.34	0.25	40.23	5.97	1.07	0	0	9.01	0.13	84.31
海埂		1.2		0.14			14.77	0.04						16.15
小计	0	1.2	0	0.14	0	0	14.77	0.04	0	0	0	0	0	16.15
福保村	7.92	0.18			4.51	1.85	38.01		0.73			7.01	0.19	60.4
星海村	14.16	17.36	0.61		1.66	0.11	71.93	4.79	0.63			9.65	0.1	121
小河咀村	2.4						6.88		0.28		0.01	1.22		10.79
新二村	0.1	0.99			0.39		2.67		0.56			3.58		8.29
其他						0.01	6.24	1.4				0.03	0.03	7.71
小计	24.58	18.53	0.61	0	6.56	1.97	125.73	6.19	2.2	0	0.01	21.49	0.32	208.19
合计	47.64	23.97	0.62	0.14	6.9	2.22	180.73	12.2	3.27	0	0.01	30.5	0.45	308.65

表 4.8 方案 2 主城区分类湿地面积统计表 (单位: ha)

村名	湿地类型					小计
	湖内天然湿地	湖滨天然湿地	基底再造湿地	自由表面湿地	高效复合湿地	
海东一组	2.13			0.15	1.13	3.41
海东二组	6.11	2.09		0.72	2.09	11.01
海东三组	4.53	3.12		0.43		8.08
宝丰一组	1.41	1.57		0.83		3.81
宝丰二组	2.79			0.58	1.86	5.23
宝丰三组	3.01	4.96		0.3		8.27
宝丰四组	7.97	4.16		3.42	3.68	19.23
宝丰五组	7.3	3.92		0.27	7.78	19.27
龙马四组	1.28			0	0.36	1.64
龙马五组	0.86			0.87	2.65	4.38
小计	37.39	19.82	0	7.57	19.55	84.33
海埂	13.93	0.72	1.49	0	0	16.14
小计	13.93	0.72	1.49	0	0	16.14
福保村	25.3	21.56	0	7.13	6.41	60.4
星海村	58.6	0.58	4.83	12.75	44.24	121
小河咀村	6.06	3.14	0	1.07	0.52	10.79
新二村	2.3	5.98	0	0	0	8.28
其他	1.97	0.07	5.67	0	0	7.71
小计	94.23	31.33	10.5	20.95	51.17	208.18
合计	145.55	51.87	11.99	28.52	70.72	308.65

表 4.9 主城区方案 2 湿地空间分布汇总表

单位：亩

湿地类型 \ 乡镇	官渡	六甲	海埂	总计
湖内天然湿地	560.85	1413.45	208.95	2183.25
湖滨天然湿地	297.3	469.95	10.8	778.05
基底再造湿地	0	157.5	22.35	179.85
自由表面湿地	113.55	314.25	0	427.8
高效复合湿地	293.25	767.55	0	1060.8
人工浮岛	8.4	16.2	0	24.6
总计	1273.35	3138.9	242.1	4654.35

4.3 湿地植物与配置

4.3.1 湿地植物

(1) 漂浮型植物

漂浮型植物使用于自由漂浮大型植物系统内，主要有：水葫芦、水芹、水花生、空心菜和浮萍等。采用分株繁殖方式进行栽培。可以单一漂浮，也可 2~3 种间种。

(2) 挺水、湿生型植物

挺水植物用于湖滨天然湿地、自由表面流湿地、高效复合潜流湿地和人工浮岛等系统内。滇池流域内可供选择的挺水植物较多，在工程应用方面主要选择：茭草、芦苇、菖蒲、香蒲、慈菇和水花生等植物。这些植物可采用分株或种子繁殖方法进行栽培，在实施时应尽量利用场地内的原有植物。面积较大的人工湿地内以多种植物搭配种植为佳，防止景观上过于单一。

(3) 沉水型植物

沉水植物主要用于湖内天然湿地系统内，滇池流域可工程应用的主要沉水植物类型有菹草、马来眼子菜、狐尾藻、红线草等，一般采用分株方法进行繁殖。

(4) 陆生植物

陆生植物主要用于湖滨天然湿地的恢复和生态林带的建设，本规划选用的陆生植物主要有：滇朴、水杉、落羽杉、冬樱花、红叶李及碧桃等，均采用苗木移栽方式栽培。

4.3.2 植物栽培方式

天然湿地恢复的首要条件是恢复湿地物种的生存环境，只要有适宜的生境，则湿地植物会很快得到恢复。因此，天然湿地中一般无须人工种植水生、湿生植物，只需进行人工引种。引种种源应坚持本地物种优先的原则，同时兼顾湿生乔木的经济价值。上述各种类型植物特点及栽培方式见表 4.10。

表 4.10 选用的植物及栽培方式

序号	名称	适宜环境	规格	种植密度	栽培方式
1	滇朴	陆生	D _{5cm} H _{3m} P _{2m}	株距 5m	苗木移栽
2	水杉	陆生	D _{4-6cm} H _{3m} P _{1m}	株距 5m	苗木移栽
3	落羽杉	陆生	D _{2cm} H _{2m} P _{0.6m}	株距 5m	苗木移栽
4	冬樱花	陆生	D _{3cm} H _{3m} P _{2m}	株距 5m	苗木移栽
5	红叶李	陆生	D _{3cm} H _{3m} P _{1m}	株距 5m	苗木移栽
6	碧桃	陆生	D _{3cm} H _{3m} P _{1m}	株距 5m	苗木移栽
7	水葫芦	浮水	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
8	皇竹草	湿生	1~2 株/丛	0.5×0.5m	营养繁殖
9	水竹	湿生	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
10	马蹄莲	湿生	2~3 株/丛	0.5×0.5m	球茎繁殖
11	慈姑	湿生	2~3 株/丛	0.5×0.5m	球茎繁殖
12	旱伞草	湿生	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
13	水芹	浮水	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
14	水葱	浮水	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
15	茭草	挺水	1~2 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
16	香蒲	挺水	1~2 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
17	芦苇	挺水	1~2 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
18	菖蒲	挺水	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
19	鸢尾	湿生	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
20	菱	浮水	1~2 株/丛	0.5×0.5m	菱种繁殖
21	莲藕	挺水	1~3 节/丛	1×1m	地下茎繁殖
22	菹草	沉水	3~5 株/丛	1×1m	分株繁殖
23	浮萍	浮水	—	0.5×0.5m	引种繁殖
24	美人蕉	湿生	1~2 株/丛	1×1m	分株繁殖
25	马来眼子菜	沉水	1~2 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
26	狐尾藻	沉水	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖
27	红线草	沉水	2~3 株/丛	0.5×0.5m	分株繁殖

4.3.3 湿地植物配置

(1) 复合湿地植物的配置

自由漂浮植物系统内的植物条带间种，高效复合湿地内植物的种植密度约为6~8株或(丛)/平方米，几块主要规划的湿地植物具体配置见表4.11。

自由漂浮植物系统配置编号说明：①：单一水葫芦；②：单一浮萍；③：水葫芦—浮萍—水芹间种；④：水葫芦—浮萍—水花生间种；⑤：水葫芦—浮萍—空心菜间种。

自由表面流湿地系统植物配置编号说明：[1]：以美人蕉为主，搭配水竹；[2]：以莲藕为主，搭配茭草、水葱、慈菇；[3]：以马蹄莲为主，搭配水芹、慈菇；[4]：以慈菇为主，搭配水葱、鸢尾；[5]：以水花生为主，搭配皇竹草。

高效复合湿地植物配置编号说明：I：以芦苇为主，搭配茭草、美人蕉；II：以菖蒲为主，搭配香蒲、茭草、鸢尾；III：以茭草为主，搭配香蒲、美人蕉、旱伞草。

表 4.11 非天然湿地植物配置表

湿地名称	自由漂浮植物系统	自由表面流湿地	高效复合湿地
海东村东沟渠湿地	①	[1]	
海东村西沟渠湿地	②	[2]	
新宝象河河口湿地 1	③	[2]	I
新宝象河河口湿地 2	④	[4]	II
宝象河河口湿地	⑤	[5]	
宝丰村南沟渠湿地	②	[3]	
宝丰村北沟渠湿地	①	[2]	
大口子河—虾坝河口湿地	⑤	[4]	II
五甲宝象河河口湿地	③	[1]	
小清河支流河口湿地	④	[2]	
小清河—六甲宝象河河口湿地	③	[3]	
大清河—海河河口湿地 1	④	[4]	III
大清河—海河河口湿地 2	⑤	[3]	III
大清河—海河河口湿地 3	③	[4]	I
金家河河口湿地	④	[3]	III
富善村湿地	③	[2]	

(2) 湖滨天然湿地植物配置

按照湖滨湿地的完全演化模式，由防浪堤向陆地植物布设单元依次为：芦苇、

茭草单元——柳树、芦苇单元——落羽杉、阔叶植物单元。在后面三个单元内混种冬樱花、红叶李、滇朴等物种。

(3) 湖内天然湿地植物配置

主要种植菹草、马来眼子菜、狐尾藻、红线草

(4) 人工浮岛植物配置

美人蕉、马蹄莲、水竹，种植密度：10~20 株/m²。

4.4 湿地配套设施建设

4.4.1 防浪堤处置

根据当地现场民意调查，部分当地人已经认识到防浪堤对滇池水体保护造成的威胁，部分村民建议拆除防浪堤。但是目前防浪堤对保护滇池周边的生产生活依然发挥着很大的作用，其主要作用是防止滇池防浪堤内低洼地的淹没，拆除后将导致大面积的淹没。但是调查同时发现，很多区段防浪堤的拆除并不影响湖滨居民的生产生活，淹没范围很小。因此要结合湿地建设类型和具体位点特征分析，采用灵活的方式进行放浪的处置。

- 官渡镇滇池保护界桩内以及外延 100 m 范围内大部分土地已被人为开发利用。地区均被开发为农业用地，主要为藜蒿地、蔬菜或花卉大棚，并有较多鱼塘，一些废弃鱼塘内生长有水凤仙、满江红及成片的芦苇。堤内大多数地区地势低于湖面，但也有高低变化，高差在 0.6~1.4 m 范围。这种地段在进行湖滨天然湿地建设与恢复时，需对滇池保护界桩至防浪堤范围内的基底进行抬高，以防止湖水对其的淹没，并引种陆生树种和挺水湿生植物，防浪堤先不拆除或只在一定距离上开口以利于湿地的恢复，待湿地景观初步形成后，再对防浪堤进行大规模拆除。

- 六甲乡滇池保护界桩内以及外延 100 m 范围内除盘龙江小河半岛外，多被旅游度假村、韭菜地与部分藜蒿地（主要分布于小河咀下村）占据。

- 从盘龙江口到盘龙江故道（小河口）西岸的防浪堤有多处人为或天然因素的破损。目前，该范围内土地开发利用不高，多为荒地，荒地上生长许多杂草，其中以狗牙根等禾本科植物为主，间隙分布着簇生的木贼和紫茎泽兰，并存在不少废弃的鱼塘，塘内芦苇、茭草等植物长势茂盛，已初具规模；还有部分韭菜地、

藕塘、及少量蔬菜大棚。该地区防浪堤有一些已毁损，湖水顺势进入堤内，防浪堤的去除对该地区影响不大。可将防浪堤大部分拆除，进行相应地块平整，再引种相关植物，将之渐渐恢复为湖滨天然湿地。

- 福保区域地势低洼，较滇池水位低大约 2.4~3m，防浪堤完好，堤内种植着成片的花卉大棚。由于福保塘地势过于低洼，不能将防浪堤拆除。

- 位于六甲乡区域内的好望角度假村、蓝色庄园以及昆明艺术职业学院（原为夏之春公园）等单位由于其建设规模大，经济、社会效益好，搬迁起来得不偿失，因而在些次生态湿地规划中将其“隔离”于生态湿地内，但同时限制了其发展空间，这些单位涉及的防浪堤也不予以拆除，在拆除其周边防浪堤时需考虑对上述单位的保护问题。

4.4.2 生态防护林建设

湿地是介于陆地和水体的过渡带，这种生态交错带具有脆弱和不稳定的特征，因此需在湖滨带和高效复合湿地外围建设缓冲带和隔离带即生态林带，以防止或减缓陆地和水体对它的过度影响，并增加其景观价值。防护林带宽约 20 m，因地制宜设在湿地外围，在空间上连成片。物种注意选择土著乔木、灌木。本案选择水杉、落羽杉、滇朴等陆生树为主要树种，株距 4~5m，外围两侧可混栽冬樱花、红枫及碧桃，以增加群落的外观效果及季节性物候变化时的景观价值。各乡镇防护林带建设规模见表 4.12~4.13。

表 4.12 主城片区各乡镇防护林带建设规模（方案一）

乡镇	防护林长度 (km)	林带平均宽度 (m)	面积 (亩)	备注
官渡镇	8.18	20	245	
六甲乡	11.20	20	336	
合计	19.38	20	581	

表 4.13 主城片区各乡镇防护林带规模（方案二：推荐方案）

乡镇	防护林长度 (km)	林带平均宽度 (m)	面积 (亩)	备注
官渡镇	5.6	20	168	
六甲乡	9.1	20	273	
合计	14.7	20	441	

4.5 湿地建设投资概算

生态湿地建设需要相当多的资金支持，主要资金需求可以分为三部分：建设前期投入、工程建设投资和维持运行费用。前期投入中最主要的是土地占用、住房搬迁和企事业单位搬迁等的征地补偿费用，这部分的投入在整个生态湿地投入中的比重会非常大；工程建设投资按不同湿地类型的面积大小、长度和工程量进行投资估算；工程维护主要是人员费用、设备维护费用和植物养护的费用。

4.5.1 征地补偿投资

4.5.1.1 征地补偿标准

针对不同的土地利用类型应该有不同的政策措施和补偿标准，农田占用根据产值估算或者参考当地的土地补偿标准，住房搬迁按照房屋面积进行补助，企事业单位按照产值和构筑物价值估算。

(1) 农田补偿

根据《中华人民共和国土地管理法》和国土资源部发布的《关于完善征地补偿安置制度的指导意见》，对湿地建设征用的耕地实施土地补偿费和安置补助费。对于湖滨生态保护区退（塘）田还湖、湿地生态恢复也可以按完全补偿方法实施生态补偿，对于农田以农户的直接经济价值净损失作为补偿的下限（生产经营损失、搬迁损失），以其生产转换所产生的生态服务功能价值作为补偿上限，可以得到湖滨生态保护核心区补偿参考标准，可以参考昆明市人民政府《关于调整征地补偿价格的说明》（1999年）以及《滇池环湖生态战略规划》研究报告（清华大学，2003年）。如果采用租地的方式，补偿费用按年核算。

(2) 住房补偿

一般有两种方式，一种是房屋产权置换+搬迁补助费，另一种是免费宅基地+一次性补偿，搬迁进入城市的一般采用第一种方式，搬迁到农村的一般采用第二种方式，具体办法可以根据当地的实际情况选择，也可以参考《昆明市城镇房屋拆迁安置管理办法》。产权置换的方法即在新的居住地区提供相当于原居住条件的一套住房，原则上小于等于原居住面积的部分不另外收取差价，超过原居住面积

部分的差价由物价部门核算收取，搬迁补助费按照每户 1000 元左右的标准实施。对不能进行房屋产权置换的地区，每户将从新的居住地免费得到一个与原房屋面积和条件接近的宅基地和一次性补偿，一次性补偿的标准按照原有房屋结构和面积核算，可以参考如下标准：砖混结构 300~500 元/m²，砖木结构 200~400 元/m²，土结构 180~300 元/m²。

(3) 企事业补偿

对于企事业单位，按照企业搬迁涉及的搬迁损失、搬运费及水、电设施迁改费用等，由征地单位按该企业建（构）筑物补偿总额的 10~15% 补偿，另外要提供相当于原来面积大小的生产经营场所和相应的水电等配套基础设施。事业单位的补偿费用一般和砖混结构的住宅相当，或者高一点，可以按照 400~600 元/m² 的标准执行。企业单位的构筑物价格和企业的资产、产值都有很大关系，加上补偿相应的土地面积，最终可以按照 30~60 万元/亩的价格补偿。

将补偿标准总结如图 4.3。

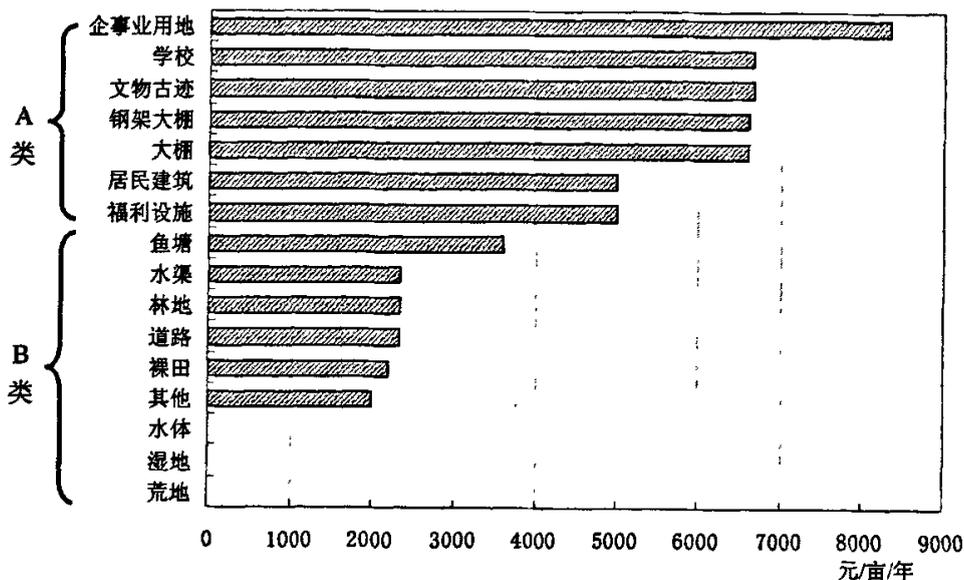


图 4.3 生态湿地征地补偿标准

从补偿标准来看，建设相同面积的生态湿地，应该优先占用无主荒地、裸田等成本最小的土地，其他搬迁类新的优先顺序如下：农田 B 类，土结构和陈旧的砖木结构的住房，农田 A 类，砖混结构住房，事业单位，企业单位。

4.5.1.2 征地补偿资金

方案一和方案二的征地补偿投资见表 4.14 和表 4.15。

表 4.14 方案一征地补偿投资需求估算

土地类型	数量/亩	补偿标准/(元/亩/a)	补偿资金/(万元/a)
大棚	2023.35	6600	1335.41
荒地	469.80	0	0
民建	9.30	5000	4.65
林地	2.10	2333	0.49
裸田	103.80	2200	22.84
企事业用地	33.45	8333	27.87
其他	2883.00	2000	576.60
湿地	199.80	0	0
水渠	98.25	2333	22.92
古迹	0.00	6700	0
学校	0.15	6700	0.10
鱼塘	597.75	3600	215.19
道路	34.65	2333	8.08
小计	6455.40		2214.15

表 4.15 方案二征地补偿投资需求估算

土地类型	数量/亩	补偿标准/(元/亩/a)	补偿资金/(万元/a)
大棚	714.60	6600	471.64
荒地	359.55	0	0
民建	9.30	5000	4.65
林地	2.10	2333	0.49
裸田	103.50	2200	22.77
企事业用地	33.30	8333	27.75
其他	2710.95	2000	542.19
湿地	183.00	0	0
水渠	49.05	2333	11.44
古迹	0.00	6700	0
学校	0.15	6700	0.10
鱼塘	457.50	3600	164.70
道路	6.75	2333	1.57
小计	4629.75		1247.30

在方案一中，占大棚 2023.35 亩，按 6600 元/亩/a 的补偿标准计算，补偿资金需 1335.41 万元/a。经计算，方案一总征地面积 6455.40 亩，征地补偿投资 2214.15

万元/a, 按 30 年补偿时间估算, 总共需要的投资约 6.64 亿元。在方案二中, 征地面积为 4629.75 亩, 补偿投资为 1247.30 万元/a, 按 30 年补偿时间估算, 总共需要的投资约 3.74 亿元, 比方案一少 2.9 亿元。这些投资给当地财政和各阶层都带来一定的负担, 但是对滇池的生态环境会带来很大的改善, 同时也是当地产业转型, 实现和谐社会的一个机遇。

4.5.2 湿地建设工程量和投资估算

4.5.2.1 投资估算依据

本估算根据设计提出的设计工程量和施工组织设计方案, 参照现行有关规范、规定及有关工程资料。根据不同的湿地类型、面积、布局等特征, 对不同湿地的土建、植物配置、进出水系统、泵站等基本数据进行汇总核算, 估算出湿地建设投资的总金额, 湿地工程量与投资的估算主要依据类似工程经济指标和相关设计规范进行计算。

- 《全国市政工程投资估算指标》;
- 《全国统一建筑工程基础定额云南省基价》;
- 建设部建标[1996]628 号“关于发布《市政工程可行性研究报告投资估算编制办法》(试行)的通知”;
- 云南省建设厅云建标(2003)第 668 号关于发布实施云南省 2003 版建设工程造价计价依据的通知;
- 《建设项目经济评价方法与参数》(第二版)
- 本规划图纸及设计工程量;
- 其它费用、无形资产及递延资产按现行有关规定和要求进行估算, 施工监理费依国家物价局和建设部《关于发布工程建设监理费有关规定的通知》中的规定计算。建设单位管理费用按第一部分费用的 1%计。
- 工程招标代理费按照第一部分工程费国家计委价格[2002]1980 号文, 国家计委关于印发《招标代理服务收费管理暂行办法》的通知执行;
- 勘察设计费按照国家计委、建设部计价格[2002]10 号文发布的《工程勘察设计收费管理规定》计算;

- 设备及形成固定资产的物品以目前市场售价、产品生产厂家的报价作为估算依据。
- 预备费按第一部分工程费和第二部分其他费用之和的 8% 计取；涨价预备费根据国家计委投资[1999]1340 号文规定暂不计列；
- 其他有关在建工程资料。

4.5.2.2 工程量及投资估算结果

湿地工程量与投资的估算主要依据类似工程经济指标和相关设计规范进行计算，结果列于表 4.16~4.17 中。其中：湖内天然湿地植物配置面积按总面积的 25% 计算；基底再造湿地估算纳入湖滨天然湿地部分，湖滨天然湿地植物配置面积按总面积的 80% 计算，土建工程量按 0.5m 估算；自由表面湿地分成自由漂浮大型植物系统兼沉淀池和表面流湿地两部分，面积各占 20% 和 80%，植物配置面积按各自面积的 90% 计算，沉淀池的水深按 1.5m 计算，表面流施工深度按 1m 计算；高效复合湿地按 0.8m 设计，植物配置面积按总面积的 90% 计算；单位投资是在参考当地物价基础上给定的数值。

表 4.16 方案一工程量与建设投资估算表

湿地类型	投资项目	数量		单位投资	投资 万元	备注
		单位	数值			
湖内天然湿地	土建工程	万方	0		0	
	植物配置	亩	546.86	2400 元/亩	131.25	
湖滨天然湿地	土建工程	万方	58.91	13.24 元/方	779.96	
	植物配置	亩	1766.40	2000 元/亩	353.28	
自由漂浮大型 植物系统兼沉 淀池	土建工程	万方	11.67	20.45 元/方	238.70	
	植物配置	亩	116.67	850 元/亩	9.92	
	引水渠	m	1493	122 元/m	18.22	
表面流湿地	土建工程	万方	31.13	31 元/方	964.93	
	植物配置	亩	466.67	1500 元/亩	70.00	
	进出水系统	m	8446.69	198 元/m	167.24	
	泵站	千瓦	886.00		1314.46	33 万 m ³ /d
高效复合湿地	土建工程	万方	67.80	150 元/方	10170.04	
	植物配置	亩	1270.62	1500 元/亩	190.59	
	进出水系统	m	17789	198 元/m	352.22	
	泵站	千瓦	0		0.00	
生态防护林带	林带建设与 恢复	亩	581	3300 元/亩	191.73	
人工浮岛	植物	亩	24.6	6300 元/亩	15.50	
总计	—	—	—	—	14968.04	

表 4.17 方案二工程量与建设投资估算表

湿地类型	投资项目	数量		单位投资	投资 万元	备注
		单位	数值			
湖内天然湿地	土建工程	万方	0		0	
	植物配置	亩	545.81	2400 元/亩	131.00	
湖滨天然湿地	土建工程	万方	25.56	13.2 元/方	338.37	
	植物配置	亩	766.32	2000 元/亩	153.26	
自由漂浮大型植物系统兼沉淀池	土建工程	万方	7.70	20.45 元/方	157.55	
	植物配置	亩	77.00	850 元/亩	6.55	
	引水渠	m	986	122 元/m	12.02	
表面流湿地	土建工程	万方	20.54	31 元/方	636.88	
	植物配置	亩	308.02	1500 元/亩	46.20	
	进出水系统	m	5575	198 元/m	110.39	
	泵站	千瓦	886		1314.46	33 万 m ³ /d
高效复合湿地	土建工程	万方	50.94	150 元/方	7641.58	
	植物配置	亩	954.72	1500 元/亩	143.21	
	进出水系统	m	13366	198 元/m	264.65	
	泵站	千瓦	0		0	
生态防护林带	林带建设与恢复	亩	441.00	3300 元/亩	145.53	
浮岛	植物	亩	24.60	6300	15.50	
总计	—	—	—	—	11117.15	

(1) 方案一工程量及投资估算

按上面的工程量计算方式与单位报价,经计算,方案一湖内天然湿地植物配置面积 546.86 亩,工程投资 131.25 万元;湖滨天然湿地植物配置面积 1766.40 亩,土建工程 58.91 万方,工程投资 1133.24 万元;自由漂浮大型植物系统兼沉淀池总投资 266.84 万元,主要为土建工程投资;表面流湿地总投资 2516.63 万元,包括 886 千瓦泵站的 建设费用 1314.46 万元,日抽水量达 33 万 m³/d;高效复合湿地的总投资为 10712.85 万元,大部分为土建施工费用;生态防护林带和人工浮岛的建设费用分别为 191.73 和 15.50 万元。方案一的工程总投资为 14968.04 万元。

(2) 方案二工程量及投资估算

经计算,方案二湖内天然湿地植物配置面积 545.81 亩,工程投资 131.00 万元;湖滨天然湿地植物配置面积 766.32 亩,土建工程 25.56 万方,工程投资 491.63 万元;自由漂浮大型植物系统兼沉淀池总投资 176.12 万元,主要为土建工程投资,占 157.55 万元;表面流湿地总投资 2107.93 万元,包括 886 千瓦泵站的 建设费用 1314.46 万元,日抽水量达 33 万 m³/d;高效复合湿地的总投资为 8049.44 万元,土

建施工费用占 94.93%；生态防护林带和人工浮岛的建设费用分别为 145.53 和 15.50 万元。方案二的工程总投资为 11117.15 万元，比方案一少 3850.89 万元。

4.5.3 维护投资

湿地维护是生态湿地建设中至关重要的部分，湿地的正常运转是湿地发挥其生态功能，实现污染净化和生态恢复的保证。湿地的维护费用本着自给自足的原则，不足部分由地方政府筹措。湿地的维护包括了每年对湿地植物的收获、补充种植等，以及湿地基础设施的修补，还有湿地运行效果的监测、人员费用等，见表 4.18。

表 4.18 方案一和方案二维护资金估算

方案	名称	面积/亩	维护标准/(元/亩/a)	资金/(万元/a)
方案一	湖内天然湿地	2187.45	0	0
	湖滨天然湿地	2006.85	200	40.14
	基底再造湿地	201.15	200	4.02
	自由表面湿地	648.15	500	32.41
	高效复合湿地	1411.8	600	84.71
	人工浮岛	24.6	400	0.98
	合计	6480		162.26
方案二	湖内天然湿地	2183.25	0	0
	湖滨天然湿地	778.05	200	15.56
	基底再造湿地	179.85	200	3.60
	自由表面湿地	427.8	500	21.39
	高效复合湿地	1060.8	600	63.65
	人工浮岛	24.6	400	0.98
	合计	4654.35		105.18

方案一的年维护费用为 162.26 万元/a，其中湖滨天然湿地的年维护费用为 40.14 万元/a，高效复合湿地为 84.71 万元/a，自由表面湿地为 32.41 万元/a；方案二的年维护总费用为 105.18 万元/a，主要为高效复合湿地和自由表面湿地和湖滨天然湿地的维护费用，分别为 63.65，21.39 和 15.56 万元/a。

4.6 湿地效益分析

生态湿地恢复与建设，会给滇池周围带来各种效益，下面从生态环境、经济、社会等几个方面进行分析。

4.6.1 两方案年污染负荷削减量

表 4.19 为两个生态湿地规划方案每年可削减的主要污染物负荷量统计表。

表 4.19 两方案年污染负荷削减量计算表

方案	湿地类型	湿地面积/亩	COD 年负荷 削减量/(t/a)	TN 年负荷 削减量/(t/a)	TP 年负荷 削减量/(t/a)
方案一	湖内天然湿地	2187.45	15.97	0.52	0.52
	湖滨天然湿地	2208.00	211.97	46.37	13.47
	自由表面湿地	648.15	660.46	161.39	11.02
	高效复合湿地	1411.80	5151.66	1030.61	51.53
	人工浮岛	24.60	0.17	0	0
	合计	6480.00	6040.23	1238.90	76.54
方案二	湖内天然湿地	2183.25	15.94	0.52	0.52
	湖滨天然湿地	957.90	91.96	20.12	5.84
	自由表面湿地	427.80	435.93	106.52	7.27
	高效复合湿地	1060.80	3870.86	774.38	38.72
	人工浮岛	24.60	0.17	0	0
	合计	4654.35	4414.86	901.55	52.36

注：其中基底再造部分污染削减量暂按湖滨天然湿地污染物消纳量进行计算。

(1) 方案一污染物削减

根据相关试验资料和文献报道，计算几种不同类型的湿地对污染物的削减量。如湖滨带天然湿地对湖水中污染物的去除能力，化学需氧量、总氮、总磷分别为 0.096 t/亩/a、0.021 t/a/亩、0.0061 t/a/亩，由此计算出项目方案一实施区内恢复的 2208 亩天然湿地每年去除湖水中的化学需氧量、总氮、总磷分别为 211.97、46.37 和 13.47 t。复合湿地每年可削减入湖污染物化学需氧量、TN 和 TP 分别为 5151.66、1030.61 和 51.53 t，对研究区内入湖的河流和农村生活污水的截污治理具有重大意义。本项目湿地建设环境总效益为每年最少去除化学需氧量、TN 和 TP 分别为 6040.23、1238.90 和 76.54 t。此外，方案一在湿地的建设过程中清退部分鱼塘，也可削减了部分污染负荷。根据有关资料，鱼塘投饵引发的污染物化学需氧量、TN 和 TP 分别为 0.06、0.0019 和 0.0008 t/亩，项目实施后，清退鱼塘 598 亩 (39.85 ha)，减少鱼塘投饵等对滇池造成的污染，每年可削减入湖污染物化学需氧量、TN 和 TP 分别为 35.88、1.14 和 0.48 t。

(2) 方案二污染物削减

复合潜流湿地每年可削减入湖污染物化学需氧量、TN 和 TP 分别为 3870.86、774.38 和 38.72 t。本项目湿地建设环境总效益为每年最少去除化学需氧量、TN 和 TP 分别为 4414.86、901.55 和 53.36 t。项目实施后，清退鱼塘 458 亩 (30.5 ha)，减少鱼塘投饵等对滇池造成的污染，每年可削减入湖污染物化学需氧量、TN 和 TP 分别为 27.48、0.87 和 0.37 t。

4.6.2 生态效益分析

生态环境效益包括了生态环境质量水平、人居环境的舒适性和适宜性、防御自然灾害的能力，以及资源的可持续利用等方面。项目建设与运行，不仅在控污减污方面发挥作用，同时在生态效益方面也是十分显著。

环滇池生态湿地建设有利于降低滇池周边的污染物排放，减少环境污染和生态环境破坏。重建与恢复后的湖滨湿地，作为多种水生动植物的栖息地，改变湖滨植物群落类型简单，组成单一，生态脆弱的状况，为生物生长提供适宜生境，在增加生物多样性、生态系统的复杂和稳定性，维持自然平衡中起着非常重要的作用。随着湖滨湿地的退化及面积的减少，滇池鱼虾失去了正常的产卵场所，各种水禽也失去了藏身的栖息地，而湖滨湿地不仅可以为水禽提供丰富的食物来源，繁茂的植物群丛也可以为水禽提供栖息繁殖所必需的安全空间。随着栖息地的恢复，一些濒临灭绝的鱼类将获得增殖，并恢复其种群，原有的一些曾被认为灭绝的滇池土著鱼类将再次出现。建立和完善生态安全保障体系，保护生物多样性，不断改善环滇池人居环境和城乡生态环境面貌和质量，从而促进经济、社会和环境的协调发展，提高可持续发展能力。

另一方面，环滇池生态湿地建设对于改善滇池水体的质量有非常重要的作用，可以全面提高滇池的水体功能和滇池水生、湿地生态系统的功能，提高滇池水生和湿地生态系统的生物多样性，提高滇池周围的人居环境，提高整个昆明市的城市生态和城市环境质量，对于提高城市品味具有非常重要的意义。

4.6.3 社会效益分析

湖滨湿地生态系统的完善和水生生态系统的恢复不但有直接的环境效益，还能促进环湖人民群众的生活品质，促进城乡结构、村镇布局更加合理，提高社会保

障系统，改善贫富差距，提高当地的科学文化和教育水平，提高全社会的生态意识。

湖滨生态带的建设将可以直接对周边农村面源的污染进行了治理，减少流入滇池的污染负荷，增加环湖滨生态系统的稳定性，是实现滇池水环境最终修复的关键举措。湖滨生态带是控制污染物进入滇池的最后屏障，高效稳定的湖滨生态带的建设将直接关系到滇池水环境质量的大幅改善，渔业资源的恢复，更将为区内经济活动创造了良好的环境条件。湖滨生态带的建设将为区域经济活动创造良好的环境条件，并具有拉动区域经济增长的潜力，增强滇池湖内外的景观效应。

生态湿地建设还可以促进整个社会体系的全面进步和协调发展，不仅有利于提高经济、环境效益，也有利于改善社会结构和促进社会进步。本规划方案的一个基本原则就是尽可能减少移民搬迁数量，并且专门提出了生态村庄的建设，不仅仅是从经济和环境角度考虑，更是从社会角度出发，减少移民搬迁带来的负面影响，改善居民的舒适度和生存环境，促进社会安定、稳步的发展，有利于整个社会向着更加公平文明繁荣的方向发展。

综上所述，通过生态湿地重点建设项目的实施，可以实现环滇池地区经济的持续、快速、健康增长，使得当地的产业结构向着更合理、更完善、更协调的方向发展，整体经济形势呈现出可持续的发展态势。可以增强人们的生态意识，提高人民群众的环境保护观念，减少对环境的污染和对资源的消耗，湖滨生态带的建设必将具有深远的社会意义。

4.6.4 经济效益分析

生态湿地建设项目的实施，可以有效地促进当地生态环境质量改善，促进经济增长方式的转型，增强招商引资、吸引外来投资的能力，可以有力地促进环滇池地区经济的持续、快速、健康发展。生态湿地建设项目中有一部分可以获得直接的经济效益，给当地居民带来一定程度的收入，比如复合湿地中的芦苇、莲藕等的种植收入等，还有因为土地置换带来的低密度开发的收入，比如景观节点或者生态村示范项目的市场化运作可能带来的收入。从收益低向收益高的土地利用类型转换会带来土地收益的提高，土地收益提高的估算可以根据当地土地利用实际情况与补偿标准的差进行简单估算。

湖滨生态带经济效益主要体现在：伴随湖滨生态工程建设，实施必要的产业结构调整，实现高附加值、低污染的农业经济与种植模式。推动有机和生态农业的发展，开发相应的品牌产品，提高农业生产效率。生态功能恢复与生态系统重建的建设与运行，改善湖滨生态与景观，为招商引资提供必要的外部环境条件，促进农业经济的外向型发展。其直接经济效益主要来自于湖滨生态带的经济作物的种植，旅游收入的增加等。滇池的治理和水环境修复将会直接提高滇池周围土地开发利用价值，同时工程区作为环滇池重要的景观带，吸引更多的游客观光旅游，有利于增加建设区的经济收入；此外，生态湿地建设会带来当地产业结构的升级，环滇池的低密度开发也会给当地带来很大的收益，这些都会随着生态湿地建设、经济社会的发展而逐步实现。

4.7 湿地建设阶段实施计划

规划区位于昆明市区南郊，历来受市区的直接辐射，目前该片区已经成为昆明市城市建设的重要组成部分。土地非常紧张，湿地建设和恢复将受到土地征用的极大限制。方案一比方案二占地面积大，且占据更多的大棚（见表 4.20）。

表 4.20 方案一和方案二土地利用比较

单位：ha

方案	大棚	荒地	民建	林地	裸田	企事业用地	其他	湿地	水渠	古迹	学校	鱼塘	道路	小计
方案一	134.89	31.32	0.62	0.14	6.92	2.23	192.2	13.32	6.55	0	0.01	39.85	2.31	430.36
方案二	47.64	23.97	0.62	0.14	6.9	2.22	180.73	12.2	3.27	0	0.01	30.5	0.45	308.65

通过前面两节的比较分析，综合考虑到本规划区内的各种因素，土地利用率高，房屋密集，征地和拆迁费用较高，把方案二作为本规划湿地恢复与重建的推荐方案（空间分布见图 4.4），并对其进行阶段实施计划制定。

由于整个工程建设投资大，需对工程进行分期施工建设，通过对工程的分期建设，可以在一定程度上缓解投资压力。施工应因地制宜，采用适合当地实际情况的施工技术，选择配套施工机械，提高施工机械化程度，在施工程序合理，施工条件可能的前提下，尽量提高施工速度，保证工程尽早完工，使投资效益达到最大。施工内容包括湖内天然湿地、湖滨天然湿地、高效复合湿地、自由表面流湿地、基底再造、人工浮岛、防浪堤拆除及生态林带建设等内容，其中生态湿地建

设和恢复工程共有 50 项，将分两个阶段实施，第一阶段为 2005~2006 年，第二阶段为 2006~2010 年。各项工程建设时间进度安排及相关资料见表 4.21~4.26，工程分阶段施工如图 4.5 所示。两阶段实施后所削减的污染物情况见表 4.27。

4.7.1 第一阶段实施计划

推荐方案第一阶段建设的湿地主要为水量大污染负荷高的湿地，总共实施 15 块湿地的建设，其中 5 块为湖滨天然湿地（面积 204.39 亩），1 块为基底再造湿地（面积 15.75 亩），6 块为自然表面流湿地（面积 176.98 亩），2 块为高效复合湿地（面积 183.17 亩），1 块人工浮岛（面积 10.69 亩），总施工面积为 590.98 亩，占推荐方案总施工面积的 12.70%，并建成 88 亩生态防护林带，工程投资总计 2254.25 万元，占推荐方案工程总投资的 20.28%。第一阶段工程实施后，预计可削减 COD、TN 和 TP 负荷分别为 869.94、182.41 和 11.04t，分别为总削减负荷的 19.70，20.23 和 21.08%。

4.7.2 第二阶段实施计划

第二实施阶段总共建造的湿地有 35 块，其中 4 块湖内天然湿地（面积 2183.25 亩），6 块湖滨天然湿地（面积 573.66 亩），3 块基底再造湿地（面积 164.1 亩），10 块自由表面湿地（面积 250.82 亩），9 块高效复合湿地（面积 877.63 亩），以及 3 块人工浮岛（面积 13.91 亩），第二阶段总实施面积 4063.37 亩，占推荐方案总施工面积的 87.30%，此外还包括 353 亩生态防护林带建设。阶段二的工程投资为 8862.90 万元，占工程总投资的 79.72%。第二阶段工程实施后，预计可削减 COD、TN 和 TP 负荷分别为 3544.92、719.14 和 41.32t，分别为总削减负荷的 80.30，79.77 和 78.92%。

表 4.21 推荐方案第一阶段工程施工编号对照表

湿地分类	乡镇	官渡	六甲	海埂
湖内天然湿地				
湖滨天然湿地		31, 49	57, 58	4
基底再造湿地				3
自由表面流湿地		29, 43, 44	12, 22, 32	
高效复合湿地			20, 59	
人工浮岛			64	

表 4.22 推荐方案第一阶段工程实施面积及分布

单位: 亩

湿地分类	乡镇	官渡	六甲	海埂	小计
湖内天然湿地		0	0	0	0
湖滨天然湿地		77.06	116.53	10.8	204.39
基底再造		0	0	15.75	15.75
自由表面流湿地		36.93	140.05	0	176.98
高效复合湿地		0	183.17	0	183.17
人工浮岛		0	10.69	0	10.69
总计		113.99	450.44	26.55	590.98

表 4.23 推荐方案第一阶段实施工程量及建设投资估算表

湿地类型	投资项目	数量		单位投资	投资 万元	备注
		单位	数值			
湖内天然 湿地	土建工程	万方	0		0	
	植物配置	亩	0	2400 元/亩	0	
湖滨天然 湿地	土建工程	万方	5.87	13.24 元/方	77.76	
	植物配置	亩	176.11	2000 元/亩	35.22	
自由漂浮 大型植物 系统	土建工程	万方	3.19	20.45 元/方	65.19	
	植物配置	亩	31.86	850 元/亩	2.71	
	引水渠	M	408	122 元/m	4.98	
表面流湿 地	土建工程	万方	8.50	31 元/m ²	263.47	
	植物配置	亩	127.42	1500 元/亩	19.11	
	进出水系统	M	2306	198 元/m	45.67	
	泵站	千瓦	125		314.46	10 万 m ³ /d
高效复合 湿地	土建工程	万方	8.80	150 元/方	1319.48	
	植物配置	亩	164.85	1500 元/亩	24.73	
	进出水系统	M	2308	198 元/m	45.70	
	泵站	千瓦	0		0	
生态防护 林带	林带建设与 恢复	亩	88	3300 元/亩	29.04	
浮岛	植物	亩	10.69	6300 元/亩	6.73	
总计	—	—	—	—	2254.25	

表 4.24 推荐方案第二阶段工程施工编号对照表

湿地分类	乡镇	官渡	六甲	海埂
湖内天然湿地		27	7, 30	2
湖滨天然湿地		35, 39, 42	23, 34, 56	
基底再造湿地			13, 14	5
自由表面湿地		36, 38, 45, 47, 48	16, 18, 21, 37, 40	
高效复合湿地		24, 41, 46, 54, 55	6, 15, 17, 26	
人工浮岛		61, 62	63	

表 4.25 推荐方案第二阶段工程实施面积及分布

单位：亩

湿地类型	乡镇	A 官渡	B 六甲	C 海埂	小计
湖内天然湿地		560.85	1413.45	208.95	2183.25
湖滨天然湿地		220.24	353.42	0	573.66
基底再造湿地		0	157.5	6.6	164.1
自由表面湿地		76.62	174.2	0	250.82
高效复合湿地		293.25	584.38	0	877.63
人工浮岛		8.4	5.51	0	13.91
总计		1159.36	2688.46	215.55	4063.37

表 4.26 第二阶段实施工程投资估算表

湿地类型	投资项目	数量		单位投资	投资 万元	备注
		单位	数值			
湖内天然 湿地	土建工程	万 m ³	0		0	
	植物配置	亩	545.81	2400 元/亩	131.00	
湖滨天然 湿地	土建工程	万 m ³	19.68	13.24 元/方	260.61	
	植物配置	亩	590.21	2000 元/亩	118.04	
自由漂浮 大型植物 系统	土建工程	万 m ³	4.52	20.45 元/方	92.37	
	植物配置	亩	45.14	850 元/亩	3.84	
	引水渠	M	578	122 元/m	7.05	
表面流 湿地	土建工程	万 m ³	12.05	31 元/m ³	373.41	
	植物配置	亩	180.59	1500 元/亩	27.09	
	进出水系统	M	3269	198 元/m	64.72	
	泵站	千瓦	761.00		1000	25 万 m ³ /d
高效复合 湿地	土建工程	万 m ³	42.15	150 元/方	6322.10	
	植物配置	亩	789.87	1500 元/亩	118.48	
	进出水系统	M	11058	198 元/m	218.95	
	泵站	千瓦	0		0	
生态防护 林带	林带建设与 恢复	亩	353.00	3300 元/亩	116.49	
人工浮岛	植物	亩	13.91	6300 元/亩	8.76	
总计	—	—		—	8862.90	

表 4.27 两阶段实施工程污染物削减量

方案	湿地类型	COD 年负荷 削减量/t	TN 年负荷 削减量/t	TP 年负荷 削减量/t	施工面积/亩
第一阶段	湖内天然湿地	0	0	0	0
	湖滨天然湿地	21.13	4.62	1.34	220.14
	自由表面湿地	180.34	44.07	3.01	176.98
	高效复合湿地	668.39	133.71	6.69	183.17
	人工浮岛	0.07	0	0	10.69
	合计	869.94	182.41	11.04	590.98
第二阶段	湖内天然湿地	15.94	0.52	0.52	2183.25
	湖滨天然湿地	70.82	15.49	4.50	737.76
	自由表面湿地	255.59	62.45	4.26	250.82
	高效复合湿地	3202.47	640.67	32.03	877.63
	人工浮岛	0.10	0	0	13.91
	合计	3544.92	719.14	41.32	4063.37
两阶段总共削减污染物量		4414.86	901.55	52.36	4654.35

注：其中基底再造部分污染物削减量暂按湖滨天然湿地污染物消纳量进行计算。

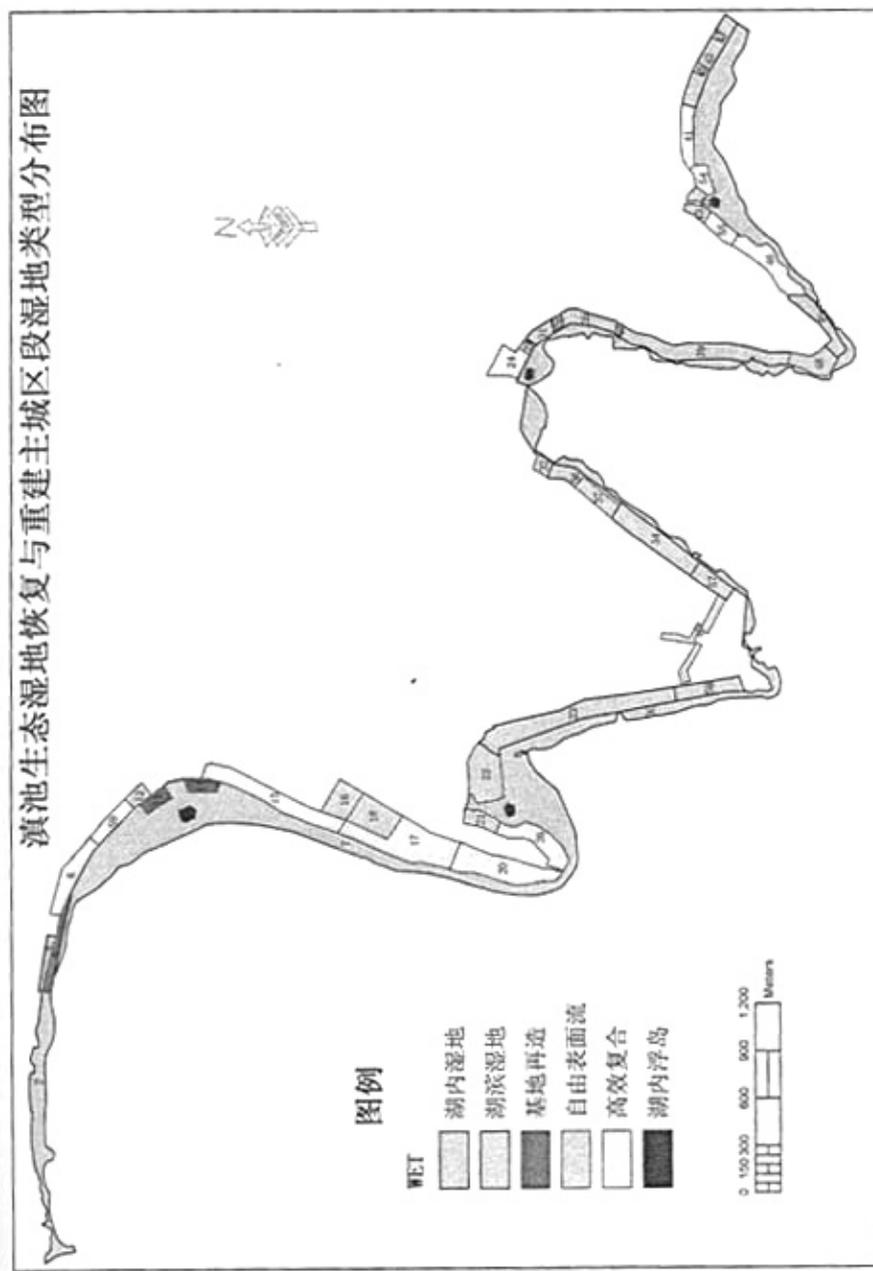


图 4.4 主城区段湿地规划类型的空间分布图

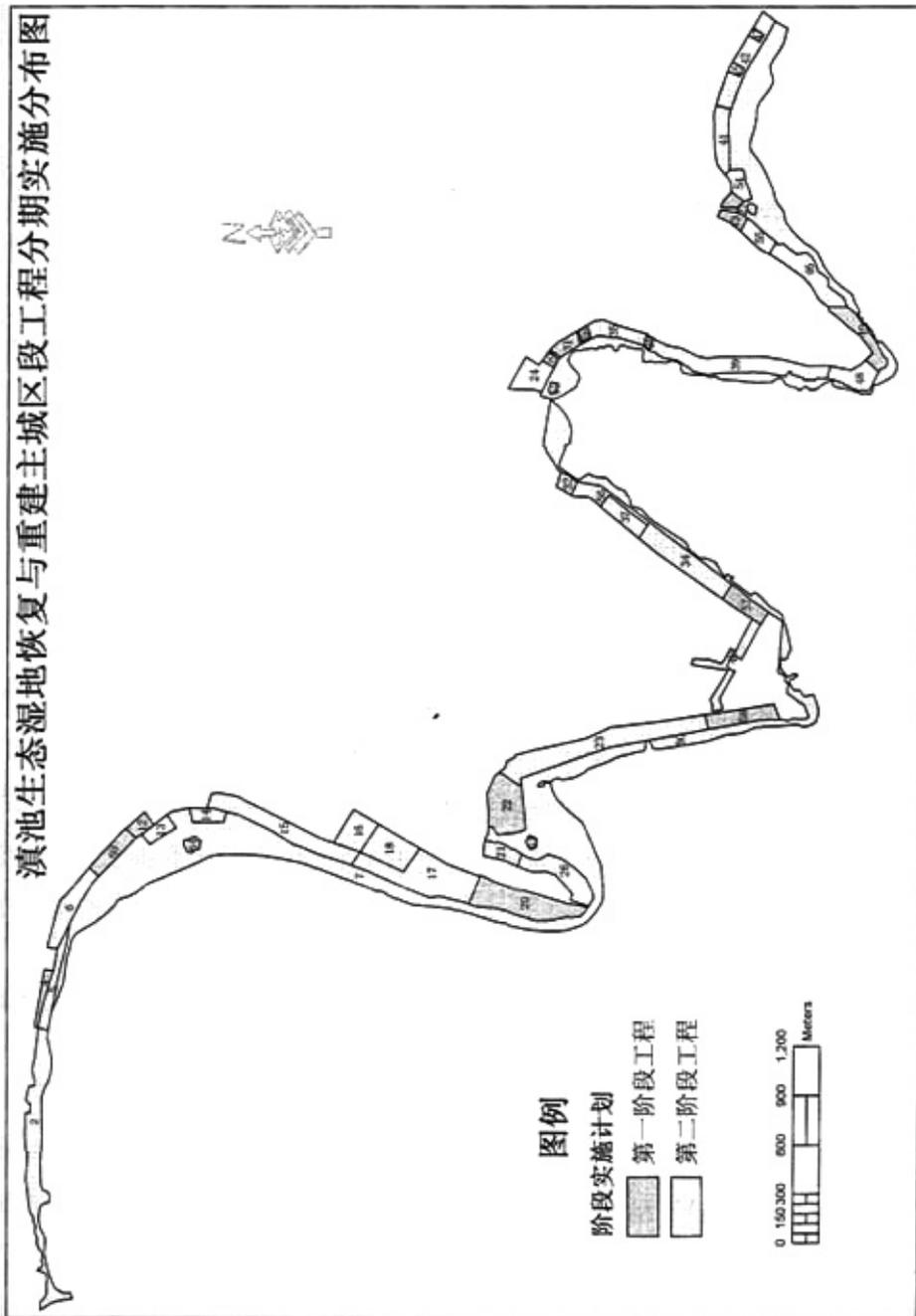


图 4.5 滇池生态湿地恢复与重建主城区段工程分期实施分布图

4.8 湿地的运行和管理

在湖滨带的湿地恢复过程中,对湿地的管理也是非常重要的组成部分。国内外大量湖滨带湿地恢复的实践工程在这方面积累了丰富的经验,综合来看,主要包括设备管理、设施管理、植物管理和水质水量监控等方面。其中设备运转、设施维护与其他污水处理厂的运行管理基本相同。植物管理则是生态湿地中重要且具有特色的一环。

4.8.1 湿地前期管理

在植物体系建立过程中,一般要注意种植技巧、种植季节、水深控制、植物生存能力等几个方面。在水平潜流湿地中一般需要重新建立植物系统,多采用播种或移栽的方法。采用种子播种需要时间长,加上微生物驯化时间,将使工程推迟使用。快而可靠的方法是将天然湿地或苗圃培养的植物根、茎移植到处理池中。一般选用带芽的根茎效果比较好,长度约10cm。不同植物种植密度不同,如芦苇叶面较稀,种植间距相对要小,一般为50cm。种植时间一般在春、秋季。植物在春天和夏天主要是地上部分生长,秋天根茎开始生长。在潜流湿地系统中,只有植物根茎完全深入床底后,系统方可达到最优状态。植物栽种后,应对水位进行控制,注意避免水位太低植物干死和水位过高,植物幼枝淹死或被水流冲起,保证植物存活,促进根茎向深层生长。

4.8.2 湿地运行过程中的监测与管理

在湿地系统中,为保持稠密的水生植物,并使之健康生长,植物的管理对处理系统的成功运行非常重要。植物系统建立后必须由污水连续供应养分和水,保证植物多年的生长和繁殖。植物在高浓度毒性物质的作用下易受损害,如植物发生死亡,必须及时补种以恢复所需的处理能力。夏季气温高时,湿地前部积累的污泥因分解快和供氧不足产生恶臭。如进水有机物浓度较高,可采取出水回流提高流速,冲刷前部积泥,增大前部水深,减轻恶臭问题。夏、秋季发生暴雨时,注意调节进水量和保持湿地中水流流速在最大设计流速范围内,防止因过度冲刷破

坏湿地内的土层。

自由表面流湿地和湖滨天然湿地为很多昆虫提供了良好的繁殖环境,因此应考虑处理系统对周围环境造成的影响。例如蚊蝇的滋生和蝗虫泛滥。对于蚊蝇的控制主要利用天敌。鸟类和鱼类在系统中的繁殖可以有效的控制蚊蝇的数量。因此,在系统内放养食纹鱼和构筑一些鸟巢吸引鸟类来此栖息可以有效的控制病虫害,同时也有利于系统的生态平衡维持。

4.8.3 湿地建成后的保护

湖滨带湿地由于处于水陆交错带,特殊的水文条件使其极易受人为活动的干扰,因此对恢复后的湿地需要采取一定的措施进行保护。除了从法律上对保护区进行保障外,保护区的正常运转还需要很大的资金投入。除此之外,湿地保护的还有一项重要的内容,就是对民众进行宣传教育,使民众了解湿地的生态价值,意识到保护湿地的意义,最后参与到湿地保护的活动中。在许多保护区建有宣教中心,向民众特别是青少年介绍湿地的生态价值,湿地保护的意义。

4.8.4 湿地资源的开发利用

恢复后的湖滨带湿地除了能够发挥截留污染物、调蓄洪水等各种生态功能外,也是一种具有巨大娱乐价值的旅游资源。如何对湖滨湿地的旅游资源进行可持续的开发利用也是湿地管理的重要内容。由于湿地内多种自然生境和丰富的动植物资源对生态旅游者具有强大的吸引力,因此开展生态旅游是许多湖滨湿地的旅游资源开发模式。生态旅游的方式根据不同的湿地拥有的资源不同具有多种形式。但由于湿地生态系统的脆弱性,传统或不当的观光旅游方式容易对湿地资源和生态环境造成破坏,湿地资源开发之前应当对开发项目进行充分的环境影响评价,在评价的基础上制定合理的旅游开发规划,避免旅游开发对湿地生态环境不利影响。

4.8.5 植物收割与处置

每年秋季,植物地上部分将逐渐枯死,此时也是地下根茎和根芽的重要生长期,

芦苇在这时期将形成来年生长苇芽。因此，秋后若不收割，它将分解并释放出有机物和营养物质，导致来年春天氮、磷的高峰。在潜流湿地中，地表的枯枝败叶并不影响地下污水的流动，并能提供一定程度的隔热层，为冬季运行提供条件。而在表面流湿地中，需要定期清除系统表面的枯枝败叶，因此，设计时应留出人行通道。天然杂草在系统中的出现一般不至于影响处理效果。但当杂草竞争危及植物系统或发生其它例外情况时，需要人工清除。植物在收割前应停止进水使地面干燥，还要及时清理落下的残枝败叶，并平整土地，铲除凸起部分，填平沟道。收割后的植物需想办法进一步进行处理，以免造成二次污染。

4.9 重点实施工程

根据主城片区污染负荷和工程规模情况，确定大清河—海河入湖河口复合湿地工程为重点实施工程。

4.9.1 基本情况介绍

大清河是昆明主城区入滇池外海主要河流中流量最大的一条，枯水期日平均流量达 22.33 万 m^3 ，水质均处于严重污染状态。按国标《地面水环境质量标准》(GB3838-2002)V类标准标准衡量，河水中 COD_{Cr} 、 BOD_5 、总氮、总磷、氨氮五个项目均超标，且总氮、总磷超标严重，最大超V类标准达 17.2 和 10.3 倍，综合水质类别为劣V类。海河水质与大清河的水质相近，只是日平均流量小些，为 2.2 万 m^3 ，具体情况见表 4.28 和表 4.29。

表 4.28 大清河河水水质监测结果表

河道	项目 内容	pH	溶解氧	BOD_5	SS	COD_{Cr}	总磷	总氮	氨氮
	GB3838—2002 (III类)	6~9	≥ 5 mg/L	≤ 4 mg/L		≤ 20 mg/L	≤ 0.2 mg/L	≤ 1.0 mg/L	≤ 1.0 mg/L
大 清 河	样品数	20	20	20	20	20	20	20	20
	最大值/(mg/L)	7.94	1.01	104	168	263	3.03	37.1	29.8
	最小值/(mg/L)	5.26	0.12	26.6	12	90	1.15	17.1	5.80
	平均值/(mg/L)	7.30	0.59	70.2	83	168	2.23	30.0	18.8
	超标率/%	5	100	100		100	100	100	100
	最大超标倍数	0	1.0	25.0		12.2	14.2	36.1	28.8
	水质类别	I	>V	>V		>V	>V	>V	>V

表 4.29 海河河水水质监测结果表

河道	项目 内容	pH	溶解氧	BOD ₅	SS	COD _{Cr}	总磷	总氮	氨氮
	GB3838—2002 (III类)	6~9	≥5 mg/L	≤4mg/L		≤20 mg/L	≤0.2 mg/L	≤1.0 mg/L	≤1.0 mg/L
海河	样品数	20	20	20	20	20	20	20	20
	最大值/(mg/L)	8.02	1.10	138	112	239	10.3	51.1	36.6
	最小值/(mg/L)	7.14	0.31	13.9	16	74	1.92	17.3	5.00
	平均值/(mg/L)	7.49	0.73	64.2	60	147	4.53	28.6	18.8
	超标率/%	0	100	100		100	100	100	100
	最大超标倍数	0	0.9	33.5		11.0	50.5	50.1	35.6
	水质类别	I	>V	>V		>V	>V	>V	>V

4.9.2 工艺流程

大清河—海河入湖河口复合湿地工程，位于六甲乡星海村内，主要用来处理大清河、海河带来的污染负荷，经过湿地工艺计算，该工程规划占地总面积为 54.88 ha（方案二）。

由于本工程要处理的水量和污染负荷均比较大，在选择湿地类型时，需尽量选择处理能力强、占地面积较小的湿地种类，最终确定的工艺流程如图 4.6 所示。河水从大清河和海河通过引水渠引入湿地工程，必要时建设抽水泵站，河水进入湿地后以自流方式进行处理，最后排入滇池。

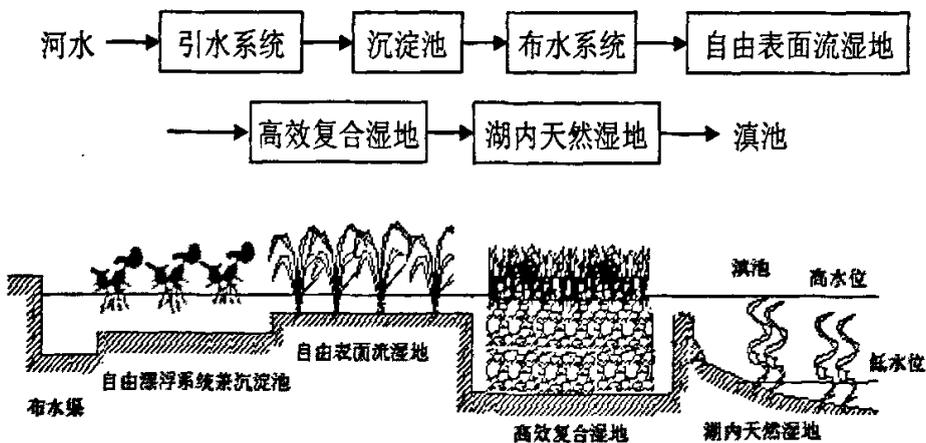


图 4.6 大清河—海河高效复合湿地工程工艺流程及剖面图

在植物搭配方面，沉淀池选择水葫芦、浮萍、水芹、水花生等进行条带间种；

自由表面流湿地系统以马蹄莲、慈菇为主要植物种类，配以水葱、皇竹草等进行混种；高效复合湿地内则主要种植茭草、芦苇、菖蒲，可以混种一些美人蕉、香蒲等。

4.9.3 阶段实施计划

工程分三个阶段实施：近期（2005~2008），中期（2008~2015），远期（2015以后），各个阶段的建设内容和面积见表 4.30。近期将建设自由表面湿地和高效复合湿地分别为 9.42 和 6.96ha；中期建设自由表面湿地和高效复合湿地分别为 5.48 和 12.11ha；远期建设自由表面湿地和高效复合湿地分别为 5.95 和 14.96ha；总占地面积 54.87ha。

表 4.30 大清河—海口工程分期实施内容和面积统计表 (ha)

	自由表面湿地	高效复合湿地
近期	9.42	6.96
中期	5.48	12.11
远期	5.95	14.96
合计	20.85	34.02

大清河—海河湿地工程各实施阶段的污染物削减量见表 4.31。

表 4.31 大清河—海河工程分期污染物削减量统计表

方案	湿地类型	COD 年负荷 削减量/t	TN 年负荷 削减量/t	TP 年负荷 削减量/t	面积/亩
近期	自由表面湿地	143.98	35.18	2.40	141.30
	高效复合湿地	380.96	76.21	3.81	104.40
	合计	524.94	111.40	6.21	245.70
中期	自由表面湿地	83.76	20.47	1.40	82.20
	高效复合湿地	662.84	132.60	6.63	181.65
	合计	746.60	153.07	8.03	263.85
远期	自由表面湿地	90.95	22.22	1.52	89.25
	高效复合湿地	818.84	163.81	8.19	224.40
	合计	909.78	186.04	9.71	313.65
总计		2181.32	450.50	23.95	823.20

从表 4.31 中可以看出，近期施工完成后，可削减的 COD、TN 和 TP 污染负荷

分别为 524.94, 111.40 和 6.21t; 中期施工完成后, 可削减的 COD、TN 和 TP 污染负荷分别为 746.60, 153.07 和 8.03t; 远期施工完成后, 可削减的 COD、TN 和 TP 污染负荷分别为 909.78, 186.04 和 9.17t。工程全部建成后, 总计可削减 COD、TN 和 TP 污染负荷分别为 2181.32, 450.50 和 23.95t, 占方案 2 总污染物削减负荷的 49.41, 49.97 和 45.74%。

5 生态村庄建设规划

在本规划区内, 村镇分布靠近滇池, 甚至有小部分居民散住在滇池保护新界桩内及新界桩外延 400 m 范围内, 居民生产生活直接威胁滇池的生态恢复和环境保护; 另一方面, 环湖土地的极度开发和利用, 传统种植业和农业所引发的面源污染也成为滇池水环境恶化的一个主要原因之一。本生态村规划以环湖村庄环境整治为主题, 以解决村民的现实问题为目的, 通过一系列的规划整治措施彻底改善脏乱的村容村貌居住环境和农民落后的生活方式, 并与滇池环湖生态湿地的建设相配套, 共同改善滇池水质和生态环境质量。

5.1 生态村庄建设概述

5.1.2 生态村庄建设的必要性

从以上的村庄现状分析可以看出, 环湖村庄的存在是对滇池水环境质量的潜在威胁, 但现阶段还不可能对规划区内的多数村庄和企业实行搬迁达到割断和控制污染的目的, 因此只有改变传统的生产和生活方式, 通过村庄发展的生态化来减少环湖周边村庄对滇池水体的污染压力, 必然成为规划区未来的重要发展模式。

(1) 滇池水体的保护和水质改善要求其周边村庄必须生态化

随着点源污染的控制和治理, 农村面源污染成为滇池水环境污染的一个重要来源(姜志德)。为改善滇池水质, 必须有效控制分散在环湖周边各个村庄的点源和面源污染, 由于这些村庄靠近水体, 又没有污水处理设施, 排放的污水直接或间接流入滇池, 又因为径流和污染物排放路径短, 截留和降解能力低, 因此对滇池水环境的危害极其巨大, 因此必须通过适宜措施给以有效控制。

(2) 规划区天然湿地的重建和复合湿地的良好运营要求环湖村庄必须生态化

天然湿地的重建和维护在很大程度上依赖于有效地限制人类的生产和生活活动的干扰, 复合湿地的良好运行也需要与村庄的排水和排灌设施相配套。因此, 在空间用地控制和布置以及水流的调控上, 生态村庄的建设都是环湖生态湿地规划的重要内容之一。

5.1.3 生态村庄建设的目的和意义

通过村庄改造和建设，有效地解决滇池环湖周边地区农村现代化进程中的环境保护问题，提高农民的生活质量和环境质量，促进农村持续、快速、健康和稳定的发展；同时，通过生态农业的建设，减轻由此引发的面源污染对滇池的污染。

文明生态村建设是一项系统工程，必须用创新思维搞好规划，不只是一要搞好环境建设，更重要的是要把产业发展、环境保护纳入其中，因地制宜谋划，以解决“三农”问题为落脚点，让农民得到最大的实惠（任玉江）。因此要结合当地实际和自身特点，因地制宜、集中精力抓住关键部位，采取切实有效的措施，重点解决环湖村庄生产生活面临的各项实际问题，通过规划推动当地各项事业的发展，解决农村基层存在的突出问题和实际困难，促进农村的经济发展和社会的全面进步。规划方案特色：结合生态湿地建设工程，发挥生态村示范作用，在规划方案的制定中处处体现生态的特色。

通过环湖生态村庄的建设，达到：

- 改善村容村貌，提高居住环境质量，人居环境明显改观，实现改水、改厕、改路、改灶、改造住房；有垃圾填埋场、有生态小公园、有禽畜饲养栏、有娱乐设施；实现人畜分离、改厕入户、疏通沟渠、污水处理、垃圾填埋、清洁引水、村道硬底、整洁美化，使“有新房无新村”的杂乱局面得到有效控制；
- 提倡文明新风，提升农民整体素质，丰富农村群众的精神文化生活，促进农村社会和谐；
- 加强基层组织建设，提高村班子、党员、团员的整体素质和工作积极性，培养一支班子团结、战斗力强、带头作用好，致富思路宽、关心群众、能办实事的党员干部队伍。

5.1.4 生态村建设原则

按照建设生态文明村的有关技术要求，注重从客观实际出发，以解决实际问题为重点，规划的制定充分体现可示范性、可操作性与指导性。真正改善环湖农民的生活环境、生态环境、精神面貌，改善和提高农民生活水平，促进生产生活全面发展（陶犁）。生态村建设应遵循以下原则：

- 滇池湖滨 500 m 范围内不允许畜禽养殖；
- 每个村庄要有完善的污水处理设施；
- 规划建设公共厕所、新建住宅配置无害化厕所、卫生厕所（配三级化粪池），与污水处理设施相配套建设；
- 每个村庄要有完善的垃圾收集系统和农田废弃物收集系统；
- 广义绿化，整体控制：村庄绿化覆盖率要达到 30%，村庄周边要有绿化隔离带；
- 推广清洁能源应用和节能技术：如节柴灶、太阳能、以电代柴等替代能源，使用太阳能，减少柴草用量，保护绿化，建设节约型生态文明村；设置畜禽养殖场，实行废弃物集中处理；人畜粪便集中一起作为原料发展沼气；
- 促进农村经济社会协调发展，大力提倡循环经济、引进生态技术，增加村民收入；每个村根据自己的产业结构建立特色产业，逐步实施无公害农业和绿色有机农业。

5.1.5 生态村建设范围和目标

生态文明村规划要务实，要有针对性，要有很强的实际可操作性。它结合当地经济条件，不搞大拆大建，根据资金到位情况整体控制，逐步实施。规划建设的具体思路是根据现状实际、整治要求迫切性以及整治条件的差异性，采取整体整治、局部完善、修缮等不同的技术路线。在不具备大规模推进全面改造的情况下，采取从示范（样板工程）建设—局部改善—全面改善的渐进式推进与逐步完善的建设思路（邵法焕）。

规划区内的生态村建设总体上将分两批进行，第一批将重点建设被规划中的湿地包围或者部分直接相邻的自然村落，这部分村庄紧邻滇池和周边湿地，它们对滇池的水体保护、自然湿地的修复和复合湿地的运营有着直接的重要影响；第二批是指除去第一批以外，滇池海岸线外延 500 m 内包围或者直接相邻的自然村落，这部分村落虽然没有直接和滇池或者湿地相连接，但是由于近邻滇池，其人类活动特别是污染排放负荷对滇池也造成比较直接的影响，因此从长远来看这些村落也必须实现生态化。

分期目标：规划区第一批重点建设的生态村应该在 2006 年 30% 达到生态村建

设标准，2010年90%达到生态村建设标准。第二批建设的生态村应该在2010年40%达到生态村标准（以自然村为单位）。

5.2 生态村分类及其建设标准

5.2.1 生态村分类依据及区内村庄类型规划

考虑到环滇池地区地形地貌复杂、经济发展程度差异较大以及环境质量状况等因素，环滇池生态村庄的建设需根据不同情况分成几种类型加以建设。根据当地地域特征、社会经济产业状况，参考国内外生态村建设经验，本规划将环滇池村庄分为两个大的类型，即高度开发型城郊村庄和典型农业型村庄。在此基础上根据不同的要求，在每个大类下又分高标准和一般标准两种建设标准。村庄的具体分类以自然村为建设单元，综合考虑地缘特征、环境质量现状、村庄经济现状、土地开发利用和村落规模等因素，分类依据如下：

（1）地缘特征

靠近滇池、地处平坝、紧靠主要入湖河流沿岸、紧邻城镇近郊、地处交通要道或处于旅游度假区及景点等环境敏感区域的村庄采用高标准，其余采用一般标准。

（2）环境质量现状

产生污水及垃圾量大、污染负荷重，且通过附近河流汇入滇池的村庄，以及污水垃圾乱排乱倒现象严重，造成村庄环境质量现状差，且尚未考虑采取相应减污及改善环境质量的措施的村庄采用高标准。污水产生量小，基本能够通过蒸发、渗漏、农灌等自行消纳，几乎不排或仅有极少量排入滇池的村庄，以及已经建成完善的垃圾收集及清运系统，环境及卫生状况得以改善的村庄采用一般标准。

（3）村庄经济现状

村庄经济状况较好，人均收入水平较高，生活水平相对较高，村民环境意识高且具有改善村庄环境及卫生状况愿望，甚至愿意为改善村庄面貌及生存条件投工投劳或适当出部分资金的，则采用高标准。村庄经济状况较差，人均收入水平较低，生活水平相对低，则采用一般标准。

（4）土地开发利用

村民拥有的人均土地或耕地面积等资源较多，收入来源渠道较多，适当调整产

业结构、更改耕作方式或改变施肥种类造成的减产不会严重影响村民的经济收入及生活质量，或通过政府的适当补贴能够让村民可以接受的村庄，建议采用高标准。村民拥有的人均土地较少，且收入来源渠道单一，主要依靠农业种植或养殖的村庄，原则上采用一般标准。

(5) 村落规模

村庄占地面积较大，户数及人口较多，污水及垃圾产生量较大，对环境造成的污染及危害相对集中，且采取相应的污水及垃圾处理工程、能源结构调整工程、供水管网建设工程等的单位工程造价相对低，建议采用高标准。反之则采用一般标准。

按照以上分类依据，综合考虑各村的具体情况，对规划区内各生态村庄的建设类型进行了规划，结果列于表 5.1。

表 5.1 规划区内村庄建设类型分类表

生态村建设分类 乡镇和行政村		高度开发型城郊村庄		典型农业型村庄	
		高标准	一般标准	高标准	一般标准
官渡镇	海东村				✓
	宝丰村			✓	
	龙马村				✓
六甲乡	福保村	✓			
	星海村		✓		
	小河咀村				✓

5.2.2 生态村建设指标体系

根据滇池生态保护的要求、环滇池地区的村庄现状和国家生态乡镇建设的相关标准和参考国外资料的基础上（王玉），我们对上述划分的 2 类村庄和 4 种标准设定了相应的环境、社会进步与生态意识和管理的三大类共 14 项指标，指标的重点以保护滇池生态环境为主，兼顾人民的生活和村庄的发展（详见表 5.2）。

在环境指标中，首先需要严格控制重点污染源的排放，如畜禽养殖和企业污染的排放，因此指标中全面禁止了规模化畜禽养殖活动，但考虑到农民生活的实际需要，在部分地区允许从事分散的畜禽养殖活动；对于企业的污水排放要求达到一级排放标准，并实施总量控制；其它环境指标主要参考国家环保总局的生态县指标体系制定。

表 5.2 环滇池生态村建设指标体系

指标类别	指标名称 (单位)	高度开发型城郊村庄		典型农业型村庄	
		高标准	一般标准	高标准	一般标准
环境指标	畜禽养殖规模	无	散户家禽养殖	无	散户家禽养殖
	企业污染控制	污水排放符合一级排放标准, 并实施总量控制			
	秸秆利用率	90%	85%	90%	85%
	生活污水处理率	90%	80%	80%	70%
	固体废弃物集中处置率	100%	100%	95%	90%
	清洁能源使用率	60%	40%	40%	30%
	人均绿地面积	大于 9m ²	大于 8m ²	大于 10m ²	大于 9m ²
	村镇饮用水卫生合格率	100%			
	农村卫生厕所普及率	100%	100%	90%	80%
	产业结构调整	生态旅游		绿色有机农业	特色生态农业
社会进步 和生态意识 指标	人口规模控制	人口增长率符合国家或者当地政策, 无移民迁入			
	九年义务教育普及率	99%	95%	90%	80%
	贫困人口比例	0.2%	0.2%	1%	2%
管理指标	环境管理	湿地管理机构			
	环境保护宣传教育普及率	90%	85%	87%	84%

在社会进步与生态意识指标中, 包括人口规模控制、九年义务教育普及率、贫困人口比例三项指标。环滇池周围经过数百年的发展, 人口已经较为稠密, 而且人类生产生活对滇池环境质量的破坏极其恶劣, 因此在这项指标中特别强调环滇池周围村庄一定要控制人口的规模, 人口增长率符合国家或当地政策, 无移民迁入。为了保护滇池, 严格控制环滇池地区的人口规模是势在必行。

环境管理指标的设立以保护滇池为主要目的, 滇池的保护必须依靠公众的支持和参与, 尤其是环湖居民的配合和自发行动, 只有具有良好的环境意识、环境教育和将湿地管理落实在基层的机构保障, 才能有效地开展和实施生态村建设。

5.3 村庄现状与生态村建设差距

5.3.1 村庄现状分析

(1) 人口和社会现状分析

本环滇池湿地生态规划涉及到 3 个乡镇, 13 个村委会, 2004 年户籍人口 12877 人。环滇池地区村庄人口的年龄分布主要集中在 18 岁到 60 岁, 他们占总人口比

率的 60% 以上。受教育程度以初中文化程度为主，总体社会发展水平略低于昆明市的发展水平，大部分地区属于高度开发型城郊村庄。

(2) 经济发展现状分析

环滇池地区村庄的产业主要有农业种植、畜禽养殖、水产养殖、食品加工、交通运输、批发零售、餐饮服务、休闲度假等，其中农业种植为主导产业（福保村除外），农业收入约占农村经济总收入的 80%，土地开发利用率高。但农业种植发展水平差距较大，平均每亩的产值从不足 2000 元的裸田到数万元的花卉和特种蔬菜种植不等。

(3) 环境现状分析

村庄生活用水来源及用水量：规划区内村村通有自来水，自来水的使用量约 $1\text{m}^3/\text{人}/\text{月}$ ，此外还使用自打井水，用量约 $3\text{m}^3/\text{人}/\text{月}$ ；在排水及污水处理方面，各村庄均无完善的排水管网及污水处理设施，污水未经处理随意排放，或直接或间接流入滇池；在环境卫生设施方面，生活垃圾和农业生产垃圾的产生量约为 $8000\text{t}/\text{a}$ ，虽然每村都建有垃圾收集坑，但有些农户并没有自觉地将垃圾送往垃圾收集点，实地调查发现大量垃圾散落于房前屋后、道路两旁及田间地头，甚至直接丢弃于入湖河道，在雨季，这些垃圾中的污染物被雨水冲刷后流入滇池，给滇池水环境质量带来负面影响；农村厕所以传统独立型农村户外半截式分散旱厕为主，座落于村内及农田附近。

(4) 生活能源结构及用量

在能源结构方面，生活燃料结构大致为蜂窝煤 70%、柴草及秸秆 10%、液化气 10%、电 10%，只有非常少量的村民使用太阳能。

5.3.2 生态村建设差距分析

(1) 环境现状差距分析

目前环滇池周边村庄的生活污水以通过明渠直接排入滇池或者渗入土地为主，村庄生活污水的随意排放不仅增加了入湖污染负荷，还严重影响了村庄的公共卫生状况，因此，村庄排水设施的建设必须与村庄改造同步进行。

村庄固体废弃物主要包括生活垃圾、养殖垃圾和农业废弃物，生活垃圾的处理以简单堆放和简单填埋为主，雨季由于冲刷和渗滤液的流失，产生大量污染负荷，

因此必须建立统一的垃圾收集和转运工作。虽然养殖垃圾如牲畜粪便等基本上已经实现了回田，但是仍需加强统一管理。农业废弃物如破旧的大棚基本实现了回收，但部分废气零碎塑料制品随意丢弃比较严重，必须加强整治；同时部分丢弃的蔬菜和花卉堆砌在沟渠旁边也对沟渠造成了一定的污染，必须统一处置。

环滇池地区村庄的能源使用形式以煤为主，使用自制的炉子直接以煤为燃料污染较重，燃烧效率不高，因此有必要逐步转变该地区的能源使用形式，包括使用燃烧效率较高的炉子，使用液化石油气、沼气等清洁能源代替煤作燃料，开发其它清洁能源，大力发展使用太阳能等。

(2) 社会进步差距分析

环滇池周边不同地区的社会进步差距较大，滇池规划区内各村人均实际收入从3000元到9000元不等，教育程度从以小学文化程度为主到以初中文化程度为主不等，可以看出教育水平相对落后。这导致其社会进步的各个方面差距都比较大，因此因地制宜进行生态村的建设显得尤为必要。

(3) 生态管理差距分析

环滇池地区村庄的村民祖辈居住在滇池旁边，对滇池的变迁过程比较了解，对生态保护和滇池治理的必要性体会比较深刻，但是在具体的生态措施和滇池水体综合整治上还缺乏有效的指导和引导，表现为有主观积极性但行为盲目性，不知道采取何种手段去保护滇池。这表明必须建立生态管理和教育体系，特别是生态湿地和一些生态村基础设施如沟渠和分散处理设施建设以后，村民参与生态湿地的维护，参与环境保护设施的管理就显得尤为重要。

(4) 产业结构差距分析

环滇池地区村庄居民主要以农业种植为主，种植的农产品主要包括花卉、蔬菜等，这些产业的大量使用农药和化肥，产生大量的面源污染，因此适当的引导农民向绿色农业以及绿色旅游等产业转变是十分必要的。

5.4 生态村庄建设

5.4.1 生态村周边生态布局

建立生态友好的村镇布局对保护滇池也很重要，其布局就是要很好地处理滇池

水体、生态湿地、村庄、人类活动之间的空间关系。

在湿地生态村庄的外围和湿地之间设置防护林带，以此保护湿地的良好运转，同时有效隔离一部分村庄带来的污染。在村庄周边则规划建设不规则环状或块状的绿化带，物种选择以高大、生长茂密、覆盖率强的乔木和经济果木为主，种植间距 $2.0 \times 2.0\text{m}$ ，采用胸径 2.5cm 高 1.5m 的大型苗木，丛植、簇植或造景种植，推荐物种：滇朴、滇楸、槐树、滇合欢、缅桂、海棠、木瓜、蔷薇、迎春、竹类、山茶、一串红、叶子花等。

构建与湿地相连接的排水渠道，保证生活污水经过湿地的深度处理后排入滇池。根据湿地布局与村庄之间的关系，将可以自流进入复合湿地的村庄生活污水收集起来，建立合理的排水渠道进入复合湿地。在村庄下游没有复合湿地，但是污水仍然进入滇池的地区，在排入滇池前必须建立分散式污水处理系统，如潜流带等。

村庄周边非湿地区提倡发展生态农业，来形成滇池—湿地—防护林—生态农业区—居民区的友好的生态格局。环滇池周围规划的湿地是非常有限的，而且跟自然原貌的湿地有所不同，因为湿地与农业用地和房屋用地相连后就嘎然而止了，没有一个良好的缓冲地区。因此在湿地的外围构建一定的生态农业区来作为湿地和其它发展用地之间的缓冲地带是非常必要的。这样才能形成滇池水体与天然湿地相连接，湿地与防护林、生态农业区相连接，然后才是居民区良好的较为自然的生态格局。

5.4.2 生态村基础设施建设

环滇池地区的生态村建设应该遵循下列原则：正视生态困境，提高生态意识的原则；基础设施建设与滇池保护良性互动的原则；发展科学技术，以人为本，关心广大人民群众，重视社会发展整体利益的原则；科学追求与艺术创造相结合的原则。

5.4.2.1 生态型基础设施建设

(1) 供水和水资源利用

规划区内村民饮用水取自自来水，每村由村委统一组织打井抽水，再铺设管道接入农户家中；另外村民在自家小院内还有潜水井，供日常生活洗涤之用。生态村的建设必须保证人民生活用水符合饮用水卫生标准，达标率达到 100%。在保障饮水安全的同时，还要注意对水资源的充分利用，例如适当改造屋檐以利于收集雨水，用于冲洗厕所、猪舍，保持村镇、院落整洁。

(2) 交通建设

农村道路交通建设是制约农村发展的重要问题之一，只有保证农村的对外交通畅通，农村经济才能发展，农村人民群众的生活品质才能得到提高。调整路网，保证村落之间便于联系，同时减少土地占用，特别是湿地占用以保障湿地的连通性，在不得不建立的道路两旁和湿地之间设置绿色隔离带。改善路面，加强管理，提高道路的通行能力，保证路面在雨季的排水通畅。加强对道路的管理工作，特别是道路产生的附属污染问题的管理。原则上不硬化路面，仅对塌方、断裂、凹陷等路面进行修复，对过窄路面适当加宽，提高道路的通行能力，并确保排水通畅。

(3) 能源系统建设

在环滇池湿地生态村内应该逐步发展清洁能源，避免环境污染，根据村庄不同的分类达到生态村指标体系中要求的标准，在环滇池地区由于天然气资源不充足，因此清洁能源主要考虑使用液化气和沼气，另外滇池地区日照充分，应该大力发展使用太阳能（谢邦勇）。为保证清洁能源广泛使用政府应该给予一定的鼓励政策。开发沼气池：集中设置畜禽养殖场，实行废弃物集中处理；人畜粪便集中一起作为原料发展沼气（施玉书）。

(4) 生态村绿化和防护林建设

在生态村庄的房前屋后、道路及沟渠两侧种植乔、灌、草等植物，形成多树种、多层次的立体生态型结构，确保达到本规划既定的高标准村庄人均绿化面积大于 $10\text{m}^2/\text{人}$ ，一般标准村庄达到 $9\text{m}^2/\text{人}$ 的指标，从而改善村庄人居环境，提高村民生活的舒适程度。同时，在每个自然村周边建设生态防护林网，将村庄与周围的农田、湿地等隔离开来，一方面可以隔离一部分来自村庄的垃圾、污水等污染物质，并防止村民及畜禽等对农田、湿地的破坏，确保农田及湿地正常运转；另一方面，针对沿湖风大的特点，可以起到防风固沙的作用，此外，修整林木枝杈

可用作生活燃料，树叶可用作饲料和沤制有机料肥。

- 建立防护林带，形成湿地——防护林带——居住区的良好格局；
- 做好村庄绿化，达到生态村指标要求的村庄绿化水平。

5.4.2.2 环境污染治理项目

(1) 排水和污水处理

规划区内村庄总人口 12877 人（2004 年），根据目前的调查资料，用水量大概为 $4 \text{ m}^3/\text{人}/\text{月}$ ，每天的污水排放量将近 $2000 \text{ m}^3/\text{d}$ ，而目前这些污水是没有经过任何处理直接或间接流入滇池。在生态村建设过程中，污水处理率要达到一定的标准，因此每个村庄要建立完善的排水和污水处理设施，尽量少污染或不污染环境，在污水处理方面进行先进科技尝试，建设生态型的污水处理工艺；要根据农村实际情况，建设生物/生态污水处理设施；村庄生活污水经三级化粪池预处理后再进入人工构建复合湿地，处理后可用于灌溉农田，进一步得以处理和净化；同时引导村内企业废水走向集中控制，降低投资和运行成本，同时还便于加强管理。结合湿地建设完成相关生态村的沟渠改造，排水管网改造、道路改造，修建垃圾转运站、生态型厕所都是生态型基础设施建设急需完成的任务。

- 铺设管道：杜绝生活污水直接排入河渠，集中处置后统一进入污水处理设施进行处理；
- 构建化粪池，与污水处理设施相配套建设；
- 构建污水管网系统：恢复填埋的沟渠，清理河道垃圾，保障其与湿地等污水处理设施的通道；
- 生态处理：引入村边沟渠或稳定塘后，就近引入周围湿地进行处理后达标排放；或排入村边的土地渗滤系统，经处理后排入沟渠或湿地系统；
- 稳定塘建设：原则上选择村庄附近的洼地、废河滩、鱼塘等围堤修筑，污水停留时间取 5 天，池深 2.5~4m 之间。

(2) 环境卫生设施

随着生活水平的提高，村庄生活垃圾堆存和污染日益严重，生活垃圾成为农村环境急需解决的问题。提高垃圾收集率、清运率和无害化处理率，加强对村庄固体废物的管理，是改善农村环境，提高农村生活品质的重要途径。固体废弃物要

做到全面集中，分类收集，转移处置的原则。即农村产生的固体废弃物要尽可能的全部分类收集，然后通过中转站运离村庄至垃圾处理厂集中处置，不能在规划区内进行最终处置；固体废弃物收集点要做好污染防治工作，要有特殊防渗、防流失措施；考虑农业固体废弃物中约有 30%作为牲畜饲料过腹利用，10%作为沼气的产沼原料，10%作为气化节柴环保灶的燃料，其余 50%运送至拟建的堆肥厂堆肥发酵后形成有机肥。在生态村大力发展环保公厕，达到指标体系要求的标准。按照每 100 人一个公厕均匀分布在村庄内部少影响环境的位置建设。公厕要做好管理和粪便收集工作。新建住宅配置无害化厕所、卫生厕所（配三级化粪池）。

- 建立垃圾中转站。在自然村集中的地区距离湿地 500 米以上范围建立垃圾中转站。
- 建立和完善垃圾收集及清运系统。近期考虑在尚未建设垃圾坑的村庄建造垃圾坑，每 200 户一个垃圾收集坑，收集坑应该距离湿地 300 米以上。
- 普及生态卫生旱厕。高标准村庄达到 90%的普及率，一般标准村庄达到 80%的普及率。
- 实现多能互补及生物质能的综合循环利用，提高农村生活用能的优质化水平，改善农村家庭环境卫生及村容村貌。

5.4.2.3 生态产业建设

- 对农民做相关农业科技知识的培训，带领农民进行灌溉系统改造，施肥体系改造，种植模式改造。
- 应该采用政府和农民联合建立生态农业示范区，逐步推广的方法建设。
- 鼓励无农药、无化肥纯生态稻田、蔬菜和鱼类种养区的建立，树立纯生态农产品品牌，建立纯生态农产品加工、外销一条龙产业。
- 发展可持续服务业。生态旅游业的发展是未来服务业发展的重要内容，通过生态旅游业的建设和生态旅游文化的发展，可以推进全社会的文化和观念的改变，有利于形成可持续的社会。生态旅游项目的建设，有助于旅游业本身的发展，还可以带动相关餐饮住宿和商品零售业的发展，对整个社会生态观念的普及具有重要作用。
- 绿色的物流系统对于提高全社会物质流动的效率，减少物质消耗和浪费，

从源头上控制物质的投入量有重要意义。绿色物流系统的建立可以加快物质流动的速度,优化物质在产业和地区之间的配置,配合其他商贸产业的建设,从整体上推动整个第三产业的可持续发展。

5.4.2.4 生态文化建设

- 生态文化活动方面开展“绿色家庭”评比活动。考核指标主要是各个村庄的组织能力、活动频率、行为规范、环境整治等方面,指标全面、可操作性较强。

- 根据各地特色民俗风情进行特色社区生态文化的培养。将社区生态文化教育同学校的生态文化教育结合起来,同时增大宣传力度。

5.4.2.5 环境教育

进行环境教育也是生态村建设的一个重要内容,在村里设置一个由村民管理的环境教育中心,主要为本村村民和其他镇和村子的居民组织各种交流会、学术会和发放传单和组织外出互访,使整个村更具有有一种广泛的环境文化,每个村民有充分的生态环境方面的知识。通过学习与交流,使村民更深入地了解自己的某些生产生活行为如何影响滇池生态环境,倡导他们努力改变自己的行为还滇池一湖清水,提倡互相监督和学习,提高自然和环境质量。

5.4.3 生态村产业模式

传统经济是一种单向流动的线性经济,从物质流动的方向看,是“资源→产品→废物”。这种模式下的经济增长,依靠的是高强度地开采和消耗资源,同时高强度地破坏生态环境,其特征是“高开采、低利用、高排放”。循环经济是对物质闭环流动型经济的简称,循环经济的经济增长模式是“资源→产品→再生资源”,其特征是“低开采、高利用、低排放”。

(1) 特色生态农业和绿色有机农业

要对原有的农田体系做彻底的改造,使之更为节约用水,更少的造成面源污染。改造旧的农田灌溉系统,使用更为节水的灌溉系统;改造旧的农田施肥方法,切实保证农田科学的施肥,特别注意避免过量的施肥,提倡使用有机肥料。生态村

可以在湿地的外围大力发展绿色有机农业，建立特色农业基地与景观区相连形成绿色农业和旅游区联营的产业链。绿色农业类型包括建造有品牌的绿色蔬菜基地、绿色稻田—鱼类共养区、滇池近岸湖区食藻型鱼类养殖区、湿地产业和农作物种植区。

- 绿色蔬菜基地：适当推广有品牌有特色绿色蔬菜基地，做好特色蔬菜、大棚技术等推广活动。

- 绿色稻田—鱼类共养区：滇池管理局已有相关项目进行了研究，证明稻田和鲫鱼的共养在环滇池地区在经济上和技术上是完全可行的。

- 滇池近岸湖区食藻型鱼类养殖区：滇池湖内藻类繁殖严重，引领农民在湖内围网养殖食藻鱼类，既可以成为农民的重要经济来源，又可以净化滇池水质。

- 湿地产业和农作物种植区：环滇池地区建立大量天然和复合湿地以后，需要成立专门的队伍来管理和维护湿地，这部分管理和维护应该交给环滇池湿地生态村的村民来完成，由此得到的部分政府补贴和湿地产生的经济价值。湿地作为非常富饶的生态系统，如果管理恰当，也可以产生较大的经济价值。环滇池地区湿地植物的配置应该充分考虑其经济价值，如莲藕的种植和水沟养鱼等可以作为生态村村民的重要产业。

(2) 特色生态旅游业

环滇池地区旅游资源丰富，民俗风情富有特色，可以考虑建设集旅游、民俗风情、生态宣传、绿色消费为一体的生态文化宣传基地，组建特设生态旅游度假区。生态旅游有利于自然保护，还能使游客从中接受到环境教育。应将具有浓厚地方特色的饮食文化、体育文化、艺术文化、人文历史、地方风情融合其中。重点是抓好环境保护建设和生态旅游文化建设，加强生态旅游景区网点建设，积极开发农家乡村游、森林生态游、动植物观赏游、休闲度假等具有生态特色的旅游项目。除此之外还要调整旅游产品结构，加大旅游文化内涵，改变产品单一的状况。进一步加强基础设施建设和生态环境建设，提高环境质量。具体措施包括：

第一，挖掘主要景区的文化内涵，通过各种形式加以传播，培育和吸引客源市场；第二，研究制定优惠政策招商引资，促进景点的挖掘开发和保护，加强基础设施和生态环境建设；第三，发展重点景区建设，分期展开，以点带面，使旅游、宣教、消费等领域综合发展；第四，深入发展环滇池旅游文化，扩大影响范围，

推出旅游品牌。

在确定总体思路和规划的前提下,将生态文化旅游城市建设相关的若干子系统工程,分解到计划、建设、文化、旅游、环保、林业和城管等有关职能部门,并编制出各部门切实可行的专项规划,经批准后,对部门领导实行分年度和任期目标考核,以保证规划的实施。

(3) 以高科技为核心的新型产业

随着环滨湿地的建成,湖滨带的耕地面积有所下降,单靠发展农业来促进农民的收入有一定的难度,因此要发展其它产业,但环滇池的产业发展必须慎之又慎,一定要以滇池保护为第一,那些会带来污染的项目要坚决制止,以高科技产业为代表的无污染产业,可以增加土地的附加值,解决农民的就业,给农民带来增收,因此也可以作为今后的产业发展方向。但这种新型产业的发展需要依赖政府的扶持和科技支持,仅靠自然村的力量还难以完成。

5.4.4 生态村政策保障体系

为了保障生态村规划建设的顺利开展,必须全面确定生态村建设规划的法律地位,加快政策法规体系建设;同时将其纳入国民经济和社会发展规划指标,并且与环境管理制度相结合。

- 政府方面必须加强领导,协调工作,在明确湿地生态村建设的目标和重要意义的前提下,逐级落实行政责任,保证生态村建设的顺利进行;
- 制度建设上,要针对生态村建设的管理体制,提供体制保障和部分鼓励政策如教育补偿政策等;
- 融资结构上,在加大政府投入力度的同时建立多元投资机制。
- 生态村建设所涉及的各个行政、事业和企业主体要给予生态村有力的技术支持和信息支持。

5.4.5 生态村项目投资估算

生态村建设对于保证生态湿地建设效果,提高当地居民的生活质量和改善当地的生态环境具有重要作用,根据轻重缓急和不同地区的不同具体情况,提出生态村建设的主要项目及其投资估算,见表 5.3。

生态村建设要以生态农业发展战略为指导，按照整体化、生态化、特色化的要求来调整农业产业结构，实施农业生态化措施，推进农业重点领域向着生态化的方向发展，为农业发展提供战略方向。生态村建设是一个长期的过程，在近期主要是进行一些基础设施和公共设施的建设，逐步调整产业结构，在远期要实现整个村庄的生态化转型。生态村建设采用政府刺激，居民自主投资和企业投资为主的方式，也可以采用集资的方式建设公共设施，总投资 4335 万元。

表 5.3 规划区内生态村建设项目

项目名称	建设目的	内容及规模	投资 (万元)	建设 期限	资金 来源
基础设施 建设	供水和水资源利用	使得生态村饮用水达标达到 100% 提高村民的生活水平	180	2005~2010	财政/自筹
	交通建设	提高路面的通行能力, 保证农村之间交通畅通	200	2005~2010	财政/自筹
	能源系统建设	实现生物质能的综合循环利用, 提高农村生活用能的优质化水平, 改善农村家庭环境卫生	800	2005~2010	财政/自筹
环境污染 治理	生态村绿化及防护林建设	改善村庄人居环境 提高村民生活的舒适程度	30	2005~2010	财政/自筹
	排水和污水处理	所有沟渠实现三面光 保障其与湿地的通道	300	2005~2010	财政/自筹
	环境卫生设施	提高垃圾收集率、清运率和无害化处理率 改善农村环境, 提高农村生活品质	825	2005~2010	财政/自筹
产业结构 调整	生态农业	在湿地和居民区之间形成缓冲带	1000	2005~2010	自筹
	生态旅游	促进环滇池地区的经济增长	900	2005~2010	财政/自筹
生态文 化	提高村民保护滇池的意识 提高生态知识	普及生态教育和绿色家庭评选	100	2005~2010	财政
总投资			4335		

6 法规和政策保障体系建设

为保证本规划的实施，既要有一定的操作性和可实施性，还要充分考虑湿地的建设成本，找到经济效益和环境效益的平衡点，把农民的经济损失降到最低。

滇池湖滨生态湿地建设规划要和滇池管理局的各种污染防治、生态恢复的制度、计划和技术措施结合起来，在滇池管理局的指导下实现规划的落实。规划的支撑保障体系包括规划的政策法规、组织机构与管理体系、经济政策、补偿政策、技术政策、宣传教育以及公众参与等方面的内容。

6.1 政策法规

明确的法律地位是规划实施的前提，也是规划实施必要的外部条件。将生态湿地建设规划纳入现有政策法规和管理体系是规划实施的重要方式，同时，生态湿地规划的实施要与现行的政策法规、管理制度和规划计划相协调。

6.1.1 加快政策法规体系的建设

要贯彻落实国家、省、市各层面已有的相关法律法规和规定，加快相关法规和规章的制订和完善，以改善滇池流域生态环境、促进当地经济的可持续发展和人民生活水平的提高。进一步完善《滇池保护条例》，突出生态湿地在滇池保护中的重要作用，对于生态湿地的建设和维护提出详细的要求，将有关自然生态湿地、复合生态湿地、湿地生态系统及主要水生植物、生态景观以及生态村庄的原则、标准、规章等制度化的条款纳入《滇池保护条例》中，可以制定出《环滇池湖滨生态湿地建设实施细则》作为湿地建设的准则，为生态湿地建设提供法律和制度上的依据。滇池流域也应该逐步打破行政边界，制定整个流域内的《化肥、农药施用管理条例》、《绿色农产品认证管理条例》、《农业生产废物综合利用管理条例》、《农业最佳管理实践推广与应用管理条例》等专门条例、实施办法和管理办法，同时加强现有法律法规的执法力度，完善生态湿地和农业面源污染控制的法规体系，减少污染，促进环滇池流域可持续发展。

6.1.2 落实规划，统筹管理

尽快将生态湿地规划中的一些目标和指标纳入昆明市和滇池管理局现有管理体系中；将生态湿地建设与污染控制和环境管理制度相结合，扩大生态环境管理的目标和范围。一方面要扩大滇池保护和管理影响的范围，延伸到整个流域的环境管理和污染治理；另一方面又将重点放在湿地规划的工程实施上，在生态湿地建设和维护的管理规定上，提出防浪堤处理处置、生态村建设管理、生态景观建设维护的原则和具体规章制度。

要建立促进规划实施的综合决策与管理机制，实施生态湿地建设规划工作的目标责任制，将规划总目标按年度计划、按区域和行业分解到承担单位，并以签订责任书的形式将规划阶段目标落实到主要领导身上，实行生态湿地建设“一把手”负责制和目标责任制，由各级党政“一把手”亲自抓、总负责，从而达到目标管理的目的。

6.1.3 改革其他政策与管理体制

改革该地区的环境管理政策，将生态湿地建设作为一项基本制度纳入环境管理体制中，通过生态湿地建设改善城市的环境质量，促进昆明市的可持续发展。

改革农业土地制度和政策，明确集体产权主体，界定土地所有权主体和使用权主体的权利与义务，并强化集体在农村土地管理、监督方面的作用。明确集体对农村生态保护、环境污染治理的责任，促进环滇池乡村社会的发展。

6.1.4 加强公众监督

要利用信息手段公开流域内各种行为主体的污染排放、资源消耗、环境治理等情况和政府的管理行为，加强公众对资源利用效率、污染物排放和治理情况以及造成的环境损失情况的了解、监督和评价，对政府管理行为进行有效监督，从而促进企业提高资源利用效率、加强环境管理、提高公众形象和市场竞争能力；促使政府提高管理效率和效力，改善决策，公正执法；促进公众参与，起到规制手段和经济手段所无法起到的作用。特别是要建立重点企业污染物排放在线监测（监控）系统，实行政府管理部门对重点企业的远程实时监控。同时定期公开环境质

量状况。

6.2 组织和管理

滇池管理局是滇池流域综合治理的组织领导机构，在滇池保护委员会领导下，负责滇池保护、治理重大问题的研究和决策。各级政府、各个部门在滇池管理局的统一协调、指导和监督下，按照确定的滇池综合治理目标责任，负责本行政辖区内滇池的保护、管理和行政执法工作。环滇池生态湿地建设规划由滇池管理局负责组织领导实施，各部门各司其职，明确各机构的职能，避免部门之间因分工不明确产生的职能冲突和利益冲突。

要进一步明确以滇池管理局为核心的管理机构在环滇池生态湿地建设中的职权范围，确立统一的生态湿地管理机构，特别是在今后地方制定和实施有关生态湿地的法规条例和规划方案时，要明确相应的执行主体和监督主体。水利、农业、林业、国土、交通、建设、计划、财政、环保等部门分工负责、各尽其责、协同配合，完成规划所确定的任务。

同时，充分调动村民积极性，在各乡镇滇保所的指导下，在各村镇建立相应的环境管理机构，负责滇池环境保护宣传教育，使更多的村民自觉地加入到滇池保护的队伍中来，对整个滇池流域的污染防治和生态建设提供新的管理模式。

建立专家咨询委员会和决策管理信息中心，在制定涉及整个流域生态建设的重大政策和规划、确定重大项目等方面，充分发挥专家咨询委员会的作用。设立生态湿地建设和维护管理的决策信息和国内外发展动态，为各级政府和管理部门提供必要的信息服务。

6.3 建设经费来源

生态湿地建设需要相当多的资金支持，主要资金需求可以分为三部分：建设前期投入、工程建设投资和维持运行费用，前期投入中最主要的是土地占用、居民搬迁和企事业单位搬迁的补偿费用，这部分投入在整个生态湿地投入中的比重会非常大，而且对于生态湿地建设规划的实施有着非常重要的意义，也是整个项目实施最关键的环节。

6.3.1 政府投入

政府是污染控制设施建设的供给和投资主体。环滇池生态湿地建设是环境污染控制基本设施建设投资的一个组成部分，是实施可持续发展，贯彻科学发展观的重要举措，也是昆明市政府改善环境质量，提高当地形象的重要工程。因此当地政府应该为生态湿地建设提供主要的资金支持，财政资金是政府最主要的投资方式，要加大财政投入力度，把生态湿地建设项目及重点环保项目列入财政预算，另外还可通过以下方式来获得部分湿地建设资金：

(1) 城市污水处理收费

由于滇池是昆明市最主要的污染受体，因此昆明市包括各个区县的城市污水处理费应该是滇池污染治理的重要资金来源。鉴于目前昆明市城市污水处理费较低，仅为 0.5 元/ m^3 ，自来水价格 1.3 元/ m^3 ，可以在居民接受的程度内适当提高。如果污水处理费提高 0.1 元/ m^3 （或者在现有污水处理费中按照 0.1 元/ m^3 的比例专门划分出一部分），按照 50%的征缴率估算，那么昆明市年污水处理费可以增加 1000 万元左右（昆明市 2003 年供水总量 26553 万 m^3 ，售水总量 20035 万 m^3 。），如果补偿 30 年，总计收入 3 亿元，可以为生态湿地建设提供重要的资金支持。

(2) 排污权交易

排污权交易是在对污染物排放总量控制的前提下，利用市场规律及环境资源的特有性质，在环境保护主管部门监督管理下，各个持有排污许可证的单位在政策、法规的约束下进行排污指标(排污权)的有偿转让或变更的活动。对于整个滇池流域的污染应该实施总量控制，任何新建项目要建设，都必须交纳一定数量污染增容费，以此来保证污染治理的力度和滇池流域水环境质量的好转。对每个建设项目，根据排放主要污染物的数量一次性征收污染增容费，标准参考排污收费标准，按照每年应收排污费的 1~3 倍收取。通过行政管理条例或者办法的形式将污染增容费制度化，推动该项制度的通过，即有利于提高污染治理资金，又可以限制一些地区的过度开发。

(3) 向国家申请“退耕还湖”补偿

国家退耕还林/湖政策规定：(1)向退耕户无偿提供粮食。目前实施的标准依流域划分，长江上游地区每亩地每年补助原粮 300 斤，黄河上游地区每亩地每年补助原粮 200 斤。每斤粮食按 0.7 元折算，由中央财政承担。(2)向退耕户提供现金补

贴。在补贴年限内，现金补贴标准按每亩退耕地每年补助 20 元安排，用于补贴农民的医疗、教育等方面的必要的开支等。退耕还湖/林属于国债投资计划的五个重点领域，可以使用国债来补偿一部分费用。作为国家环境保护“九五”计划的“33211 工程”中的一项重点工程，滇池污染治理是国家层面的一件大事，环滇池生态湿地建设中涉及的退耕还湖/湿地行动可以参照国家退耕还林/湖政策，争取纳入国家退耕还林/湖政策补偿体系中。昆明市可以争取到中央财政每年 230 元/亩的现金补贴，根据国家退耕还林/湖政策，由中央财政提供现金补偿的方式只实施到 2010 年，以后的政策方针尚未确定。

6.3.2 社会投入

在污染治理和生态建设开发资金方面，应该发挥政府和市场的不同作用，政府以财政投资、补助、贴息、贷款为手段，市场采用多渠道、多层次、多方位筹集资金的方式，为生态湿地规划服务。要充分发挥政府资金“四两拨千斤”的杠杆作用和对社会资金的导向作用，引导社会扩大对生态建设和环境保护的投入，采取政府投资、社会集资、走产业化道路的方式，鼓励不同经济成分和各类投资主体，以独资、合资、承包、租赁、拍卖、股份制、股份合作制、BOT 等各种不同形式参与生态建设。要建立多元投资机制，改善投资环境，实行优惠政策，增加外来投资。按照“谁投资、谁经营，谁经营、谁受益”的原则，出让生态环境项目的经营使用权。

6.4 产业调整保障政策

良好的产业政策，尤其是针对流域内各类工业、生态农业、旅游业建设的各种扶持和限制政策，是滇池流域产业发展的指南，有利于滇池生态湿地维护和建设。为保证湖滨带生态湿地建设的顺利实施，保证当地居民的生活，主要提出以下产业政策：

6.4.1 生态补偿政策

生态湿地建设所需投资主要用在土地占用补偿、住房搬迁补偿以及企事业单位

搬迁补偿上。针对不同的土地利用类型应该有不同的政策措施和补偿标准，农田占用根据产值估算或者参考当地的土地补偿标准，住房搬迁按照房屋面积进行补助，企事业单位按照产值和构筑物价值估算。

6.4.2 税收政策

由于农业特产税政策的实施对流域农业产业结构调整和农业面源污染防治具有一定的制约作用，因此，滇池流域应根据国家税务总局的通知要求，落实取消农业特产税。考虑到农业特产税对滇池流域县区的财政收入具有重要的意义，可以采取制定计划，逐步取消的方式。

保障目前国家制定的关于环保产业的税收优惠政策同样适用于农村环保产业，包括资源综合利用固定资产投资方向零调节税、减免资源综合利用收入的所得税、加速固定资产折旧等措施。

6.4.3 补贴和反补贴政策

通过政府直接或间接向生产者提供的现金贴补或财政上的优惠，从而提高受补贴商品在国内、国际市场上的竞争力。政府对农业的科研服务和结构调整，对农业技术改造进行补贴。政府应对与生态农业相关的农业服务，包括农业科研、病虫害控制、培训、推广和咨询服务、检验服务、农产品市场促销服务、农业基础设施建设，以及农业环境保护等提供补贴，以促进生态农业的实施和农业产业结构调整。同时，应该尽快出台政策取消对农药、化肥销售流通环节的补贴。取消农药化肥的补贴，使农业化学品价格能够接近反映社会全成本价格，一方面可以控制农民大量施用化肥和农药，同时将这部分补贴资金用于对农民农业生产直接补贴，可以增加农民的收入，激励农民采用可持续性农业生产技术的行为发生，二者都有利于农业面源污染防治和农业生态环境保护。最终使产业结构向着无污染、无害化的绿色农业转变。

6.4.4 依靠科技、建设新型产业结构

依靠科技进步，鼓励科技创新和技术引进，增加科技投入；对有利于滇池生态

环境保护、可持续发展和生态湿地建设维护的科学技术给予一定的支持。生态湿地建设需要有相应的技术支撑。湿地建设与维护的主要技术载体是以生物技术、建筑科技、水利科技和信息技术为主导的高新技术，控制手段尚不完善，河口治理技术主要依靠水力学、环境科学、环境工程以及生物技术等手段，减少污染排放，恢复水体水质，以科学合理的方式处理水体底泥、坡岸等。用科学技术来引导农村生产方式的转变和产业结构的调整。

通过相应政策制定和示范教育、经济、强制手段已有的生态问题加以重点整治。加强常规农业生产过程中的生态建设，对常规以资源环境为代价的农业生产加以生态技术改造。以产业化为龙头，强化农产品环境质量安全意识，进行农产品生命周期研究，利用产品周期理论指导区域农产品品质调整，提高农产品市场竞争力。

(1) 建立特色生态农业体系

为保证环滇池生态湿地建设，政府与农户签订农地利用管理协议，为农户提供补贴，引导和规范农户按照污染控制要求，实现农业结构合理化、技术生态化、过程清洁化和产品无害化。并提供科技支持，带动农民致富，通过建立良好的生态系统，发展有特色的湖滨农业生态体系。

改造旧的农田灌溉系统，减轻面源污染；科学施肥，逐步减少、停止化肥和农药的使用，提高农业产品中绿色产品比例，逐步提高农业生产的水平，从生产型的农业逐步向观光、示范型的都市绿色农业过渡；调整农业结构，改变种植计划与生产技术，提高该区农产品质量和市场竞争力，强化区域农业生产生态功能，大力发展无公害产品，建立环湖绿色农业产业圈，建立有特色的蔬菜和花卉种植基地，把规模做大做精；寻求新的农业种植养殖格局，发展新型种植养殖技术，如将农业产业结构调整、农村能源更新改造、生态村建设有机结合起来，形成以沼气工程为纽带的猪、沼、果立体农业生态经济系统，或发展食藻型鱼类养殖，引领农民在湖内围网养殖食藻鱼类等。

湿地农业是环滇池农业发展的新方向，充分利用已建成湿地和将建设湿地，种植既有生态功能，又具有一定的经济价值的各种湿地植物和水生植物，将环滇池生态湿地建成具有示范作用的典型代表，逐步实现湿地维护资金的自给自足，也给周围的农民带来收入。

(2) 建立以旅游和高科技为核心的新型产业

随着昆明市经济社会的发展，环滇池地区的土地将有更多的被用来作为建设、生产和旅游用地，规划区内未被建成湿地的土地有很大的部分将要变成附加值更高的用地类型，

实施生态湿地建设工程，规划区内的农业生产用地将大大缩减，如何使规划区内未被建成湿地的土地变成附加值更高的用地类型，是摆在该区内居民的一个重大问题。本区处于滇池的湖滨带，发展的产业不能对滇池造成污染和破坏，因此考虑到当地的地理特点，发展特色生态旅游业和以高科技为核心的新型产业不失为一条好路。

基于滇池水体和环滇池生态湿地发展滇池生态旅游产业，改变滇池现在的污染状况，将滇池及周边地区变成风景优美的旅游胜地，使滇池周围的居民在生活水平提高的同时，生活环境质量也得到改善。大力发展以高科技产业为代表的无污染产业，将环滇池地区建设成为昆明市新型产业基地，既有利于缓解昆明市区内的发展压力，又能促进当地的工业化和城市化，提高当地的经济水平，为解决环滇池地区失去土地农民的就业问题和社会稳定发展提供良好的解决途径。规划区内土地比较宽阔和平整，更有利于产业发展和建设用地，可以发展以居民建筑为主的房地产业和以信息咨询产业为核心的高科技产业。

6.5 宣传教育和公众参与

生态湿地建设不仅需要生态湿地建设的技术、资金和体制，更需要流域内全社会具有生态文明的思想观念。加强生态观念，要持之以恒地深入开展环境宣传教育，普及生态保护科学知识，建设可持续发展的生态文化，着力培养人们热爱和保护环境的自觉意识，使人人都成为生态环境的保护者和生态建设的参与者，推动生态建设不断发展。

公众参与具有广纳资讯和集思广益的功能，可以突破信息不畅以及决策人员的认识能力，帮助决策机关及早发现问题，弄清问题的广度与深度，提高决策的科学性与准确性。公众参与可以增加政府决策和管理的公开性，透明度，使政府的决策与管理更加符合民意和反映实际情况；另一方面公众也将能充分了解政府决策的理由和依据，从而增加对决策的认同感，减少公众与政府之间的冲突，使有

关决策得到顺利实施。

在生态湿地建设规划的编制、实施过程中，需要充分考虑当地社会的民众接受程度，采取听证会、实地调研、访谈、座谈会和媒体宣传等多种具体措施和方法，保证规划的顺利编制和实施，减少规划实施的阻力，为规划实施提供良好的社会条件。

7 结论和建议

7.1 结论

7.1.1 主要问题

滇池湖滨湿地建设是滇池生态保护与建设中的一重要组成部分,对于改善湖滨生态,逐步形成滇池湖泊生态系统的良性循环具有非常重要的战略意义。

在对滇池湖滨开展了广泛深入的湖滨自然生态特征、水文地质条件、入湖河流状况、湖滨湿生植物现状、防浪堤及滇池运行水位调查的基础上,调研了湖滨土地利用、村庄、企事业单位等社会经济现状,发现规划区内人口稠密、居民人均收入高,土地开发利用强度大,土地区位价值高,拆迁困难,土地征用成本较高;河流数目众多,流量大,河水水质超标严重,特别是氮磷和有机物含量高;防浪堤虽对保护沿岸人民生命财产安全具有十分重要的意义,但其严重阻碍了堤内外物质和能量的交换,对滇池水体保护造成较大威胁。

环滇池湖滨生态湿地建设中的关键问题就是如何协调房屋拆迁和人口搬迁、征地补偿、防浪堤处置和生态环境之间的关系。需在规划中予以妥善解决。

7.1.2 湿地规划

滇池湖滨湿地的规划范围在最低运行水位 1885.5m 至湖滨带新界桩外延 400m 间,其重点范围集中于滇池湖滨带新界桩以内的生态湿地建设区内。

本规划中采用的生态湿地类型主要分为四类:(1)湖内天然湿地:主要是用于防浪堤到滇池最低运行水位 1885.5m 的浅水区域,有选择地种植挺水、沉水和漂浮植物。(2)湖滨天然湿地:此类湿地规划范围主要是滇池沿岸湖滨带,主要种植挺水型植物。(3)表面流湿地:这部分湿地的主要规划于污染负荷一般,且可用土地面积允许的地方。(4)高效复合湿地:高效负荷湿地主要通过表流、潜流以及其它单元的优化搭配实现高效,主要规划于污染负荷高,可用土地面积相对紧张的地方,这种湿地最能减少土地的征用和移民搬迁问题。

防浪堤的处置在原则上尽量进行拆除,进行相应地块平整,并逐渐恢复为湖滨

天然湿地。这种情况约占防浪堤总长的 50%左右；对于堤内大多数地区地势略低于湖面的地段防浪堤先不拆除或只在一定距离上开口以利于湿地的恢复，待湿地景观初步形成后，再对防浪堤进行大规模拆除，这种情况约有 30%；对于区内一些建设规模大，经济、社会效益好，搬迁起来得不偿失的单位，此次规划中将其“隔离”于生态湿地内，但同时限制其发展空间，这些单位涉及的防浪堤，不予拆除；如果防浪堤拆除导致淹没农田大于行政村土地拥有量的 5%或者淹没居民点超过 10 户，也不予以拆除，此种情况约为 20%。

防护林的建设目的主要是为了隔断外界对湖滨湿地的干扰，增加生态带的景观价值。规划的防护林因地制宜设在湿地外围 10~20m，在空间上连成片。种植物种选择水杉、落羽杉、滇朴等陆生树为主要树种，株距 4~5m，外围两侧混栽冬樱花、红枫及碧桃，用来增加季节性物候变化时的景观价值。

根据湿地设计的其他各种控制条件下的综合平衡计算，本规划优选出两套经济投入低、污染控制效果佳的湖滨生态湿地建设方案。方案一和方案二占地面积分别为 430.36 ha 和 308.65 ha，配套的生态防护林建设面积分别为 581 亩和 441 亩。方案一和方案二的湿地工程建设投资分别为 14968.04 万元和 11117.15 万元；征地补偿投资分别为 2214.15 万元/a 和 1247.30 万元/a；湿地建成后的维护费用分别为 162.26 万元/a 和 105.18 万元/a。两方案年污染负荷削减量：方案一 COD、TN 和 TP 的年负荷削减量分别为 6040.23、1238.90 和 76.54 t/a；方案二 COD、TN 和 TP 的年负荷削减量分别为 4414.86、901.55 和 52.36 t/a。综合考虑本规划区内土地利用率高，房屋密集，征地和拆迁费用较高等各种因素，把方案二作为本规划湿地恢复与重建的推荐方案，

该“规划”的期限为 2005~2010 年，分为两个阶段。2005 年 5~12 月是重点建设期，2006~2010 年是深化建设期。

根据主城片区污染负荷和工程规模情况，确定大清河—海河入湖河口复合湿地工程为重点实施工程，建设面积共 823.20 亩，工程建成后 COD、TN 和 TP 的年负荷削减量分别为 2181.32、450.50 和 23.95t/a，约占规划区总污染物削减负荷的 49.41、49.97 和 45.74%。

7.1.3 生态村规划

环湖村庄的存在是对滇池水环境质量的潜在威胁，但现阶段还不可能对规划区内的多数村庄和企业实行搬迁达到割断和控制污染的目的，因此改变这些村庄传统的生产和生活方式，使之生态化十分必要。生态村规划以环湖村庄环境整治为主题，以解决村民的现实问题为目的，通过一系列的规划整治措施彻底改善脏乱的村容村貌居住环境和农民落后的生活方式，按照整体化、生态化、特色化的要求来调整农业产业结构，实施农业生态化措施，推进农业重点领域向着生态化的方向发展，并与滇池环湖生态湿地的建设相配套，共同改善滇池水质和生态环境质量。

根据当地地域特征、社会经济产业状况，参考国内外生态村建设经验，本规划将环滇池村庄分为两个大的类型，即高度开发型城郊村庄和典型农业型村庄。在此基础上根据不同的要求，在每个大类下又分高标准和一般标准两种建设标准。其中规划为高标准高度开发型城郊村庄是六甲乡福保村，规划为一般标准高度开发型城郊村庄的是六甲乡星海村，规划为高标准典型农业型村庄的是官渡镇宝丰村，规划为一般标准典型农业型村庄的是官渡镇海东村、龙马村、六甲乡小河咀村。

根据轻重缓急和不同地区的不同具体情况，本规划给出了生态村建设的主要项目及其投资估算。生态村建设采用政府刺激，居民自主投资和企业投资为主的方式，也可以采用集资的方式建设公共设施，总投资 4335 万元。

7.1.4 政策保证

为保证本规划的实施，提出了相应的支撑保障体系，包括规划的政策法规、组织机构与管理体系、经济政策、补偿政策、技术政策、宣传教育以及公众参与等方面的内容。

7.2 建议

治理好滇池是建设现代新昆明和实现昆明可持续发展的关键，而建设湖滨生态

湿地是滇池综合治理的一项重要措施。通过统筹建设和恢复环滇池天然和复合湿地，可以达到：恢复滇池湖滨带的遗传多样性、物种多样性和景观多样性，提高湖滨带的生态服务功能，形成滇池水体相对完整的生态结构；保护滇池水质、湖泊生态系统良性循环、社会经济和谐发展的目标。为了尽快实现规划内容的建设，建议：

(1) 昆明市政府、各县区密切配合，组织专门力量，明确机构，落实责任，在滇池湖滨生态湿地建设的详细规划指导下，确保湖滨湿地建设任务的顺利完成。

(2) 滇池水体严重富营养化、生态系统被破坏的状况难以在短期内根本扭转，考虑到恢复工作具有长期性、复杂性和艰巨性等特点，因此必需精心规划，逐步实施，谨慎发展。

(3) 在滇池湿地恢复和建设的同时，加大城市基础设施的建设（包括城市排水系统、治污系统的建设等）。湿地是滇池治理中重要的一环，也是最后一环，湿地虽然具有一定的净化水体、改善和恢复水生环境的作用，但其负荷毕竟有限，需要其它工程措施、生物措施的协调配合。

(4) 坚持把生态系统建设与产业发展结合起来，努力使生态建设产业化、产业建设生态化，使生态建设的生态效益和经济效益相统一，以生态建设促进经济效益的提高，以扩大经济效益促进生态建设的发展。同时调动农民积极性，通过农业生产方式和产业结构的调整，创建一种新的产业模式，推动滇池治理。

(5) 滇池的治理不仅要依靠政府治理经费的投入，还需要公众的积极参与。建议扩大宣传。

参考文献

- [1] Andrew Wood. Constructed wetlands in water pollution control: fundamentals to their understanding[J]. Wat.Sci.Tech.1995,32(3): 21~29
- [2] Bardecki, M. J. What value wetland?. [J] Journal of soil and water Conservation. 1984, 39(3): 289~294
- [3] Bob Brocksen. Using Constructed Wetlands for Wsatewater Treatment[J]. Water Quality Proessional.1998,1
- [4] Christoph Platzer, Design Recommendations for Subsurface Flow Constructed Wetlands for Nitrification and Denitrification[J], Wat.Sci. 1999,40(3): 257~263
- [5] Craig S. Campbell and Michael Ogden. Constructed wetlands in the sustainable landscape[M]. New York: John Wiley & Sons, Inc.1999
- [6] D.A.Mashauri, D.M.M. Mulungu and B.S. Abdulhussein. Constructed wetland at the university of Dar Es Salaam [J]. Wat. Res. 2000,34(4): 1135~1144
- [7] Gopal B. Werlands Ecology and Management. International Scientific Publications and National Institute of Ecology[M]. Lucknow publishing house, India. 1982
- [8] IWA Specialist Group on Use of Macrophyies in Water Pollution Control. Constructed wetlands for pollution control[M]. IWA publishing. 2000
- [9] J. Vymazal, H. Brix, P. F. Cooper, et al. Removal mechanisms and types of constructed wetlands[M]. Backhuys Publishers, Leiden, 1998
- [10] Jos T.A.Verhoeven,Arthur F.M.Meuleman. Wetlands for wastewater treatment: Opportunities and limitations[J]. Ecological Engineering.1999,12: 5~12
- [11] Kadlec R.H. Overview:surface flow constucted wetlands[J]. Wat. Sci. Tech. 1995,32(3): 1~12
- [12] Knight R. L. & T. W. Mikim, Performance of nature Wetland treatment system for wastewater management[J]. Jounral WPCF, 1987, 59(8): 641~648
- [13] Magmedov, V.G, Zakharchenko, M.A et al. The use of consturcted wetlands for

- the treatment of run-off and drainage waters: the UK and Ukraine experience[J].
Wat. Sci. Tech. 1996,33(4~5): 315~323
- [14] Maltby. E. Waterlogged wealth, why waste the world's wet place[M].
Earthscan, London, Paris and Washington D.C. 1986, 1~180
- [15] Ralph W Tiner. Jr. Wetlands of United States. Current status and recent
trend[M]. U. S. Government Printing office, Washington D.C. 1984
- [16] 白晓慧, 王宝贞, 余敏等. 人工湿地污水处理技术及其发展应用[J]. 哈尔
滨建筑大学学报, 1999, 32(6): 88~92
- [17] 陈建伟, 袁军. 中国湿地环境问题研究的现状及展望[J]. 林业资源管理,
1999, 4: 52~56
- [18] 陈宜瑜. 中国湿地研究[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995
- [19] 丁疆华, 舒强. 人工湿地在处理污水中的应用[J]. 农业环境保护, 2000,
19(5): 320~封三
- [20] 高拯民, 李宪法. 城市污水土地处理利用设计手册[M]. 北京: 中国标准出
版社, 1990
- [21] 郭慧光, 闫自申. 滇池富营养化及面源控制问题思考[J]. 环境科学研究,
1999, 12(5): 43~44
- [22] 姜志德, 唐学玉. 小康生态村建设问题的思考[J]. 乡镇经济, 2005, 7: 16~18
- [23] 蒋晓辉. 滇池面源污染及其综合治理[J]. 云南环境科学, 2000, 4: 33~34
- [24] 金相灿主编, 湖泊富营养化控制和管理技术[M], 北京: 化学工业出版. 2001
- [25] 李万庆, 乔玉清, 于秀玲等. 污水湿地处理工艺优化组合设计[J]. 城市环
境与城市生态, 2000, 13(6): 4~11
- [26] 梁威, 吴振斌. 人工湿地对污水中氮磷的去除机制研究进展[J]. 环境科学
动态, 2000, 3: 32~37
- [27] 刘红玉, 赵志春, 吕宪国. 中国湿地资源及其保护研究[J]. 资源科学, 1999,
21(6): 34~37
- [28] 刘忠翰, 彭江燕. 滇池流域农业区排水水质状况的初步调查[J]. 云南环境
科学, 1997, 16(2): 6~9
- [29] 卢升良. 滇池的污染及其控制对策[J]. 重庆环境科学, 1997, 19(3): 1~4

- [30] 陆健健. 中国湿地[M]. 上海: 华东师大出版社, 1989
- [31] 孟裕芳. 滇池外海氮、磷含量的发展趋势分析[J]. 云南环境科学, 1999, 18(4): 32~33
- [32] 彭超英, 朱国洪, 尹国等. 人工湿地处理污水的研究[J]. 重庆环境科学, 2000, 22(6): 43~45
- [33] 任玉江, 李会萍, 刘丽君. 文明生态村绿化规划应注重的几个问题[J]. 河北林业科技, 2005, 4: 217
- [34] 邵法焕. 全面建设农村小康社会的模式选择—富裕文明生态村建设探讨[J]. 广西农业生物科学, 2004, 23 (1): 76~80
- [35] 沈耀良, 杨铨大. 新型废水处理技术—人工湿地[J]. 污染防治技术, 1996, 9(1): 1~8
- [36] 施玉书, 马建萍, 赵国平等. 建设农村能源生态村的工作实践[J]. 能源工程, 2000, 5: 46~48
- [37] 陶犁. 论云南民族文化生态村建设[J]. 云南民族学院学报, 2002, 19 (3): 96~98
- [38] 王飞, 谢其明. 论湿地及其保护和利用—以洪湖湿地为例[J]. 自然科学学报, 1990, 10
- [39] 王庆安, 任勇, 钱骏等. 成都市活水公园人工湿地塘床系统的生物群落[J]. 重庆环境科学, 2001, 23(2): 52~55
- [40] 王薇, 俞燕, 王世和. 人工湿地污水处理工艺与设计[J]. 城市环境与城市生态, 2001, 14(1): 59~62
- [41] 王玉. 国外生态村的规划发展[J]. 城乡建设, 2005, 2: 66~68
- [42] 吴为梁. 滇池富营养化与藻类资源[J]. 云南环境科学, 2000, 1: 35~37
- [43] 吴晓磊. 人工湿地废水处理机理[J]. 环境科学, 1995, 16(3): 83~86
- [44] 谢邦勇. 建设沼气生态农业示范村[J]. 江西能源, 2001, 3: 39~41
- [45] 杨永兴. 三江平原沼泽区“稻—苇—鱼”复合生态系统生态效益研究[J]. 地理科学, 1993, 13(1): 41~48
- [46] 张路红. 以生态恢复为基础的湿地景观设计[J]. 工程建设与档案, 2005, 19 (3): 173~176

- [47] 张毅敏, 张永春. 利用人工湿地治理太湖流域小城镇生活污水可行性探讨[J]. 农业环境保护, 1998, 17(5): 232~234
- [48] 朱彤, 许振声. 人工湿地污水处理系统应用研究[J]. 环境科学研究, 1991, 4(5): 17~21
- [49] 诸惠昌. 新型废水处理工艺—人工湿地的设计方法[J]. 环境科学, 1993, 14(2): 33~37
- [50] 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)
- [51] 《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)
- [52] 《滇池(东岸、西岸、北岸重点入湖河口)湖滨生态带建设工程可行性研究报告》编制任务书(昆明市滇池管理局, 2004年)
- [53] 《滇池保护条例》(1988年3月颁布实施, 2002年2月修改)
- [54] 《滇池呈贡片区截污治污工程项目建议书(修改版)》(2004年)
- [55] 《滇池东岸湖滨生态带建设工程项目建议书》专家论证意见(昆明市滇池管理局, 2004年)
- [56] 《滇池环湖生态战略规划研究报告》(清华大学, 2003年)
- [57] 《滇池流域水污染防治“十·五”计划(2001~2005)》(2001年12月)
- [58] 《关于调整征地补偿价格的说明》(昆明市人民政府, 1999年)
- [59] 《环滇池生态保护规划—环湖截污和环湖生态规划》(2003年)
- [60] 《昆明市城市总体规划》(2002年修编)
- [61] 《昆明市国民经济和社会发展“十·五”规划与2010远景规划》
- [62] 《全国生态环境保护纲要》(国发[2000]38号)
- [63] 《污水综合排放标准》(GB8978—96)
- [64] 《一湖四环, 一湖四片概念性规划》(2003年)
- [65] 《中华人民共和国环境保护法》(1989年12月)
- [66] 《中华人民共和国水法》(1988年)
- [67] 《中华人民共和国水土保持法》(1991年6月)
- [68] 《中华人民共和国水污染防治法》(1996年)
- [69] 《中华人民共和国水污染防治法实施细则》(2000年)
- [70] 《中华人民共和国野生动物保护法》(1988年)

致 谢

本论文是在周琪教授和卢耀如院士的精心指导下完成的。周琪教授不但在科研上给予诸多指导，而且在生活上给予了我无微不至的关心和帮助，他专业知识渊博、工程经验丰富、科学作风严谨，这些都使我受益终生。卢耀如院士胸怀宽广、为学谦逊、治学严谨，勇于创新的学术风格永远是我科研路上的楷模。值此论文完成之际，向两位老师致以最衷心的感谢和最诚挚的敬意！

感谢课题组杨殿海教授、张超杰博士、谢丽博士、殷峻博士和唐利博士在工作中给予的指导、帮助和支持！

特别感谢我的爱人李旭东，感谢他一贯的支持和鼓励！

博士期间发表的学术论文、专著

1. 何小娟, 李旭东, 地下水中氟形态饱和指数与地氟病关系研究, 地学前缘, 2002, 9 (2): 364
2. 何小娟, 刘菲, 黄园英等, 利用零价铁去除挥发性氯代脂肪烃的试验, 环境科学, 2003, 24 (1): 139-142
3. 何小娟, 汤鸣皋, 李旭东等, 利用镍/铁和铜/铁双金属降解四氯乙烯的试验研究, 环境化学, 2003, 22(4): 334-339
4. 何小娟, 汤鸣皋, 沈照理等, Ni/Fe 双金属对 PCE 脱氯影响因素研究, 地球科学, 2003, 28 (3): 337-340
5. 何小娟, 李旭东, 沸石潜流湿地去除氨氮的运行模式研究, 化工环保, 2004, 24: 70-72
6. 何小娟, 杨再鹏, 党海燕等, 膜技术在水处理中的应用及膜材料研究进展, 化工环保, 2004, 24(3): 185-189

博士后期间发表的学术论文、专著

1. 何小娟, 李旭东, 包建平. 精对苯二甲酸废水处理技术优化. 化工环保, 2005, 25 (2): 112~115
2. 何小娟, 李旭东, 汤鸣皋, 刘菲, 周琪. Ni/Fe 双金属降解四氯化碳和四氯乙烯的对比试验. 环境污染与防治, 2006, 28 (3): 173~175
3. 何小娟, 李旭东, 周琪. PTA 生产废水的处理及综合利用. 给水排水, 2006, 32: 146~148
4. 何小娟, 李旭东, 周琪. 精对苯二甲酸残渣的处理现状及综合利用. 上海环境科学, 2006, 25 (5): 224~227
5. 何小娟, 李旭东, 汤明皋, 刘菲, 周琪. 零价铁、镍-铁和铜-铁双金属降解四氯乙烯. 化工环保, 2006, 26 (6): 452~455
6. 何小娟, 李旭东, 沈照理, 周琪. Ni/Fe 双金属降解四氯化碳、三氯甲烷和二氯甲烷的试验. 净水技术, 2007 年第 2 期
7. 李旭东, 何小娟, 周琪, 何少林. 高效藻类塘处理太湖地区农村生活污水试验研究. 同济大学学报 (自然科学版), 2006, 34 (11): 6~10
8. Qi Zhou, Shao-lin He, Xiao-juan He, Xiang-feng Huang, Bernadette Picot, Xu-dong Li and Guang Chen. Nutrients removal mechanisms in high rate algal pond treating rural domestic sewage in East China, 7th IWA Specialist Conference on Waste Stabilization Ponds, 25~27 Sep. 2006, Bangkok, Thailand
9. 刘菲, 黄园英, 何小娟, 与铁相关的几种渗透反应格栅材料性能的比较, 地学前缘, 2005, 12: 170~175

个人简历

何小娟，女，汉族，博士，浙江衢州人。1997年毕业于长春地质学院环境工程专业，获学士学位；2000年毕业于吉林大学环境工程专业，获硕士学位；2003年毕业于中国地质大学（北京），获水文学及水资源专业博士学位。2003.6~2004.8就职于北京化工研究院，任研发工程师。2004年12月至今，在同济大学环境科学与工程学院博士后流动站工作，主要研究方向为水污染控制、恢复与治理。先后主持和参加了中国博士后科学基金（2005037515），污染控制与资源化研究国家重点实验室开放基金（PCRRF06007），国家自然科学基金项目（40072080、40142009），973国家重点基础研究发展规划项目（G1999045706），北京化工研究院创新基金项目（2004年4月批准）、中石化科技开发部中试项目（2004年5月批准）、滇池湖滨带生态湿地建设详细规划（云南省昆明市政府项目：HJ-A-2004-003）以及国家863项目（2002AA601023，2002AA601012-1BA）近10项，发表论文10余篇。多次参与项目申请，包括国家级863项目（雨污联合调控及强化处理技术与工程示范），973项目（喀斯特地区水土流失及其石漠化过程、调控机理研究，2006CB403200），上海市环保局项目（长江口水源保护范围划定技术规范及相关研究）和十一五国家科技支撑计划课题（城市污水处理厂的节能降耗技术—A²/O工艺城市污水处理厂节能降耗关键技术）等。

永久性通信地址

通信地址：上海四平路 1239 号同济大学环境科学与工程学院（邮编：200092）

联系电话：021-28726873, 13524220205

E-mail: hxj5000@sina.com 或 hxj5000@mail.tongji.edu.cn