

星云湖流域综合治理规划方案研究^{*}

张秀敏 刘丽萍 马生伟

(云南省环境科学研究所,昆明 650034)

提 要 富营养化加重、水土流失严重、水资源缺乏是星云湖流域面临的主要环境问题,针对于此,本文提出了以控制氮磷为重点、分阶段、分区域实行综合治理的工程规划方案,共计有工业点源治理、城镇生活污水处理、农业非点源治理、流域生态系统恢复等11项工程方案,总投资为4.64亿元。

关键词 综合治理 方案 星云湖流域

分类号 P343.3

星云湖位于云南省玉溪市江川县境内,为滇中高原断陷浅水湖泊,湖面面积 34.71km^2 ,最大水深 9.5m ,平均水深 7m ,相应湖泊容积 $1.84 \times 10^8\text{m}^3$,湖泊多年平均入湖径流量 $8250 \times 10^4\text{m}^3$,湖水经隔河人抚仙湖,多年平均出流量 $2500 \times 10^4\text{m}^3$ 。

星云湖流域面积 378km^2 ,11.09万人以湖水为饮用水源,日供水 $1 \times 10^4\text{t}$,同时还具有水产养殖、工农业用水等多种功能。星云湖是江川县繁荣和发展的命脉和所在。但是,星云湖已进入湖沼发育的中晚期,是全流域点源污染物的受纳地,生态平衡相当脆弱。为了保护星云湖的生态环境,必须对星云湖流域进行综合治理,星云湖已被纳入云南省“十五”期间环境保护重点整治的湖泊之一。

1 星云湖流域主要环境问题

1.1 湖泊水污染加重,富营养化进程加快,水体功能受到损害

星云湖担负着饮用水源等多种功能,但由于位于城镇下游,目前,每年入星云湖的工业废水、生活污水 $668.41 \times 10^4\text{m}^3$,每年接纳的污染负荷(含地表径流面污染源)TP55t、TN266t、BOD656t、COD2387t、SS6329t。大量营养物质流入,加速了湖内浮游生物繁殖,由80年代初期的中营养状态上升到90年代中期的中—富营养型状态,水质类别为IV类水,只适合一般工业用水要求,饮用水源功能被破坏,已危及到江川县城城镇居民饮用水的卫生与健康。湖区社会经济面临一个高速发展时期,如果不采取有力的环保措施,星云湖水质将进一步恶化,发展到富营养型,进而危及抚仙湖。星云湖每年流入抚仙湖 $2500 \times 10^4\text{m}^3$ 水,加之抚仙湖湖水滞流时间长达167年,一旦污染,要想恢复是极其困难的,后果堪忧。

1.2 森林植被涵养能力差、水土流失严重

目前流域森林覆盖率为27.7%,但多为疏林和幼林,空间分布不均,树种单一,人为活动频繁,森林植被质量差,不能发挥涵养水源,保持水土,调节气候的作用。流域内水土流失面积

^{*} 云南省环境保护局项目(星云湖流域环境规划)。

收稿日期:1999-12-18;收到修改稿日期:2000-04-18。张秀敏,女,1951年生,高级工程师。

12077hm²,占流域面积的35.7%。平均侵蚀模数为1900t/km²·a,年平均侵蚀量64.28×10⁴t,侵蚀指数为8.47%,高于玉溪市5.86%的水平。水土流失量33.1×10⁴t/a,年入湖泥沙量13.24×10⁴m³。泥沙淤积湖中,降低了调蓄水能力,缩短了湖泊寿命,加快了湖泊老化。

1.3 水资源贫乏,供需矛盾突出

星云湖流域无过境河流,水资源主要靠本流域降水径流的补给^[1]。虽然,星云湖蓄水量正常水位达1.84×10⁸m³,但是,陆地多年平均产水量仅8190.6m³。在P=50%保证率下,水资源量仅为7223×10⁴m³,人均水量464m³,低于全国、全省水平,为全国人均水量的42%,全省的19.7%,是一个水资源相对贫乏的地区。目前,流域水资源的供需平衡主要靠星云湖的多年调节重复利用回归水来维持。据预测,在枯水年和连续枯水年出现的情况下,星云湖水入不敷出,在枯水年共需出口水量736.9×10⁴m³。水资源供需矛盾突出。近年来湖泊富营养化和水污染造成水体功能的损害,使水资源供需矛盾更加突出。

2 湖泊污染综合治理规划方案总体设计

与滇池^[2,3]流域综合治理相类似,星云湖及其流域是一个完整的水陆生态系统,治理星云湖水污染是一个多目标,多层次的系统工程。因此,星云湖污染综合整治坚持以控制污染源为重点,内源和外源同步治理,污染控制与生态建设工程相结合,拟订具有针对性的分阶段投资行动方案。星云湖综合治理的指导思想可概括为:因地制宜,全面规划,目标导向,总量控制,综合治理,分步实施,协调发展。

2.1 设计原则

2.1.1 全面恢复湖泊生态系统的良性循环的原则 以恢复湖泊生态环境良性循环为目标,经济可持续发展为主导,进行入湖污染物总量控制,主要控制指标为TP, TN, COD。通过湖泊生态系统结构与功能的修复,逐步达到其环境目标。

2.1.2 点源治理和生态修复并重的原则 星云湖径流区综合整治是一个多目标,多层次的系统工程,综合治理的方针,以控制入湖径流中点面源污染负荷为主。点源控制以集中与分散处理相结合,必须具有除磷脱氮功能。湖泊生态修复以陆地生态建设工程为主,内源和外源同治。主要包括森林绿化建设工程,生态农业建设工程,小流域治理工程、底泥疏浚工程等。

2.1.3 分阶段、分区域,重点项目重点投入,分期实施的原则。

2.1.4 强化依法治湖,强化管理的原则。

3 星云湖流域综合治理规划方案

3.1 环境保护目标

3.1.1 总目标 采取有效工程防治措施,分阶段实施湖泊综合治理工程,使全流域生态系统逐步走向良性循环,实现流域社会经济可持续发展。

3.1.2 分目标

(1)水质保护目标:近期(2000年)控制流域内工业污染企业(含规模养殖场、宾馆、饭店)废水排放要求全部达到国家规定的标准;流域内禁止经销和使用含磷洗涤剂;减缓湖泊水质恶化趋势,使湖水水质保持Ⅳ类。

中期(2001-2005年)进一步强化流域内“山,水,田,林”综合整治和建设,使星云湖流域

环境得以改善,使星云湖水质接近Ⅲ类。

远期(2006-2010年)经过湖泊面源污染的全面治理,星云湖流域水环境得到明显改善,水质达到Ⅲ类。

(2)流域水土流失控制目标:森林覆盖率,中期森林覆盖率将从现在的27. %增加到38.3%,远期森林覆盖率达45.3%,改善林分质量,提高森林的综合防护效益;

水土流失控制,流域土地利用状况趋于合理,全流域水土流失总量将减少 $48.21 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。

(3)流域水资源开发利用保护目标:湖泊提供 1933 hm^2 农田用水,农业保证率达75%,提供 $426 \times 10^4 \text{ m}^3$ 工业用水,工业保证率达95%。防洪保护标准达20年一遇。

3.2 星云湖入湖污染物总量控制

根据星云湖水环境现状及水质预测,对入湖TP, TN, COD, 实施总量控制。

3.2.1 水质保护目标 主要污染物最大允许浓度为 $\text{COD} < 6.0 \text{ mg/L}$, $\text{TP} < 0.035 \text{ mg/L}$, $\text{TN} < 0.80 \text{ mg/L}$, 水文年以20%, 50%, 95%保证率计算, 采用20年水文资料分析。

根据星云湖自然形态特点及水质分布特征, 选用稳态完全混合-一维衰减模式^[4], 根据湖泊水质标准和湖泊设计水情反推出星云湖的水环境容量:

$$M_{I_{\max}} = KVC_{g_{\max}} + Q_{\text{outf}}C_{g_{\max}} + M_{\text{out}}$$

式中, $M_{I_{\max}}$ 为星云湖水体中某污染物的水环境容量(kg/a); $C_{g_{\max}}$ 为水质标准确定的星云湖水体中的相应污染物的最大允许浓度 kg/m^3 ; K 为某污染物在星云湖水体中的综合自净系数($1/\text{a}$); Q_{outf} 年出流量与抽水量之和(m^3/a); M_{out} 为水产养殖带出/消耗的相应污染物的量(kg/a); V 为湖泊水量(m^3)。

采用上述模式, 分20%, 50%, 90%三种水文保证率分别计算了在星云湖水质不超过地面水Ⅲ类水的前提下, 星云湖主要污染物的水环境容量及入湖污染物削减量, 2010年星云湖总量控制方案, 计算结果见表1, 2。

表1 星云湖水体的水环境容量及2010年入湖污染物削减负荷 单位: t/a

Tab. 1 The environmental capacity of Xinyun Lake and load being cut down in 2010

年型 (%)	BOD ₅		TP		TN	
	容量	入湖量/削减量	容量	入湖量/削减量	容量	入湖量/削减量
P=20	3600	4828/1228	59	97/38	235	521/286
P=50	3013	4470/1475	56	87/31	210	465/255
P=90	2475	4212/1737	52	77/25	189	421/232

由表1、2可看出:星云湖主要污染物的水环境容量与水文年型有密切关系, 总的来说丰水年的水环境容量高于平水年, 枯水年最小。非点源与水文年型关系密切, 不同水文年型主要污染物排放量与削减量不同, 以丰水年20%的水文保证年的削减量最大。

4 星云湖污染综合治理工程规划方案

星云湖综合治理工程规划方案包括工业点源治理方案、城镇生活污水治理方案、农业非点源治理方案、流域生态系统恢复方案、湖泊内源治理方案、城镇固体废弃物处置方案计11项工

程,总投资 4.64×10^8 元(表 3).

表 2 2010 年星云湖总量控制方案

单位:t/a

Tab.2 Total amount of control program of Xinyun Lake in 2010

年型 (%)	污染源	COD		TP		TN	
		允许排放量	削减量	允许排放量	削减量	允许排放量	削减量
P=20	工业废水	312	237	2.3	0	15	18
	生活污水	2532	867	35	23	150	182
	非点源	656	224	22	54	70	86
	合计	3500	1238	59.3	38	235	286
P=50	工业废水	312	237	2.3	0	15	18
	生活污水	2341	1058	37	21	150	18
	非点源	359	162	16	10	45	55
	合计	3012	1457	55.3	31	210	255
P=90	工业废水	312	237	2.3	0	15	18
	生活污水	2007	1392	37	19	149	183
	非点源	155	108	12	6	25	31
	合计	2474	1737	51.3	25	189	232

表 3 星云湖综合治理方案实施计划

Tab.3 Schemes for compresive pollution treatment projects of Xinyun Lake

项目	方案概况	投资(万元)	削减量(t/a)	实施计划
工业污染源	流域内 12 家重点污染源达标治理	2938	COD237t/a、BOD87t/a、SS446t/a	2000 年以前完成
城镇生活污水治理	扩建县城污水处理厂 5000t/a、及管网改造	1000	COD220t/a、BOD120t/a、TN20t/a、TP3t/a	2000 年
城镇固体废物处理	新建生态垃圾处理场 336t/d	360		2000 年
城镇生活污水治理	新建江城污水处理 10000t/a	2250	COD437t/a、BOD245t/a、TN45t/a、TP5t/a	2005 年
农村固体废物	沿湖平坝建设 10 堆肥场(50t/a),山区和半山区推广沼气池 1000 口	6000		2005 年
农田污染控制	推广少废农田技术和农田水土保持技术 467hm ²	5000		2005 年
水生植被恢复	沉水植物的恢复及水生植物的综合利用 900hm ²	5025	TN1057t/a、TP152t/a	2005 年
湖滨带生态恢复	以树林、灌丛草坡、挺水沉水植物恢复为主,湖岸线湖滨带 30km	1500		2005 年
陆地生态系统恢复	建设水源涵养林 19113hm ²	1934	控制水土流失	2000 - 2010 年
内源治理	清除污染底泥 356 × 10 ⁴ m ³ 工程量	20000		2006 - 2010 年
底泥疏浚	616 × 10 ⁴ m ³			
河道整治工程	治理入湖河道 5 条,总长度 3000m	440		2005 年
合计		46447	46447 万元(其中 2000 年 4298 万元,2001 - 2005 年 21182 万元,2006 - 2010 年 20967 万元)	
项目数	11			

由上表可看出:要实现星云湖水质目标和恢复中营养状态,治理方案实施后,削减污染物负荷大于总量控制目标,即 TP 25-38t/a、TN 232-286t/a、COD 1228-1737t/a,湖泊水质与流域的生态环境将得到较好的恢复。

5 结论

(1)星云湖综合治理规划方案由 11 项工程组成,投资 4.645 亿元。项目实施期为 2000-2010 年,在投资中点源治理占总投资的 9.3%,面源治理占投资的 47.7%,内源治理占总投资的 43%。

(2)星云湖综合治理工程全部实施后,可使流域生态环境得到改善并逐步实现生态环境良性循环。星云湖水质保持在Ⅲ类,流域森林植被覆盖提高到 45.3%,每年减少水土流失总量 48.21×10^4 t。

(3)综合治理工程项目资金由企业、省、市、县三级政府,国家资助,国外贷款的多渠道集资。

(4)规划方案的实施必须有比较完善的保证手段。包括管理体制、法制体制、环保自身建设和环境监测、资金筹措、环境宣传教育与公众参与等方面工作。

参 考 文 献

- 1 南京地理与湖泊研究所等. 云南南昭湖泊环境与沉积. 北京:科学出版社,1989. 132
- 2 张秀敏,杨淑华. 滇池水生植被恢复计划. 湖泊科学,1998,10(增刊):129-133
- 3 余国营,刘永定,丘昌强等. 滇池水生植被演替及其与水环境变化的关系. 湖泊科学,2000,12(1):73-80
- 4 国家环境保护局,中国环境科学研究院. 总量控制技术手册. 北京:中国环境科学出版社,1990,163-265

Projects for Comprehensive Pollution Treatment for the Xinyun Lake Catchment

ZHANG Xiumin LIU Liping MA Shengwei
(Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming 650034)

Abstract

Based on lake's main environmental problems such as eutrophication, soil and water loss and the lack of water resource, series of projects for comprehensive pollution treatment for the whole Xinyun Lake catchments, Yunnan Province are put forward, which focuses on N, P and eutrophication control. There are 11 projects in total, including treatment of industrial pollution source, treatment of domestic sewage, treatment of agriculture non point pollution, and restoration of lake ecosystem, etc. Total investment for these project is expected to be about 464 million Yuan RMB.

Key Words Comprehensive pollution treatment, project, Xinyun Lake catchment