文章编号: 1672-3031(2007)01-0008-07

滇池水污染治理及防治对策研究

马巍[1], 李锦秀[2], 田向荣[3], 廖文根[1]
(1. 中国水利水电科学研究院 水环境研究所, 北京　100038; 2. 中国水利水电科学研究院 标准化中心, 北京 100044;
3. 水利部 国际经济技术合作交流中心, 北京　100053)

摘要: 在总结滇池水污染问题及其成因的基础上, 归纳得出湖泊老龄化、污染物超量排放、流域水资源匮乏、水流及物质交换不畅等是滇池水污染严重的主要原因, 并针对性地提出了增加区域水资源量、入湖污染物总量控制、水污染综合治理、改变滇池运行方式等水污染防治策略及若干关键控制技术, 提出了滇池环湖入湖污染物排放总量控制定额, 并结合滇中调水规划, 模拟预测引水济滇的水环境改善效果及改变滇池运行方式的水环境影响, 可为滇池水污染治理及防治提供参考依据。

关键词: 滇池; 水污染治理; 总量控制; 引水济滇; 运行方式
中图分类号: X524　　文献标识码: A

滇池是我国著名的高原淡水湖泊, 属金沙江水系, 位于昆明市南端, 湖体略呈弓形, 弓背向东, 南北长约 40km, 东西最宽处 12.5km, 平均水深 4.4m, 水面积 300km^2, 库容 12.9 亿 m^3。滇池具有城市供水、工农业用水、调蓄、防洪、旅游、水产养殖等多种功能。随着经济社会持续发展, 滇池水污染日益严重, 水质急剧恶化, 基本上 10 年下降一个等级(从 20 世纪 60 年代 II 类下降到 90 年代劣 V 类), 水体富营养化异常严重。近年来, 随着"三湖三河"的重点治理, 加之各级政府高度重视, 滇池水污染恶化的趋势得到了一定程度的遏制。

尽管工业点源得到集中治理和控制, 但从 1988 年到 2002 年滇池流域的污染物产生量却持续增加, COD_{Mn}、TN、TP 产生量比 1988 年分别增长了 134%、199%、215%[1]。首先是由于城市人口增加及城镇生活水平提高致使生活污染源产生量不断上升, 成为流域污染物增长的主要来源; 其次面源污染负荷贡献较大, 主要受降雨和流域生态的影响, 同时面源控制和治理难度较大且治理周期长。由此可见, 滇池流域污染源的治理难度是相当大的, 加之该区域属资源型缺水地区[2], 因此, 滇池水污染的治理形势十分严峻。

1　滇池水污染问题及成因

1.1　滇池水污染问题　滇池于 20 世纪 80 年代初期开始污染日趋严重, 随着流域经济社会的快速发展, 排入水体的污染负荷也逐年显著增加, 90 年代水质迅速恶化。自 90 年代以来, 滇池整体水质一直劣于 V 类[2](如图 1、图 2), 水污染极其严重。而且水质指标 COD_{Mn}、TP、TN 和 Chla 浓度呈上升趋势, 表明滇池富营养化和有机污染日益加重。

1.2　滇池水污染成因　导致滇池流域水环境污染严重的原因, 主要有以下 4 个方面。

(1) 滇池已进入老龄化阶段。滇池至今约有 340 万年的漫长演变历史, 在现代演变过程中, 水面不断缩小, 湖盆变浅, 滇池目前的水面积仅为古滇池的 25%, 蓄水量仅为古滇池的 1.9%, 滇池已演变为半封闭性湖泊, 年平均流出水量约 1.49 亿 m^3, 仅占蓄水量的 11%[3], 从而导致湖水置换时间长、湖流流速

收稿日期: 2005-11-07
作者简介: 马巍(1976-), 男, 四川平昌人, 博士生, 工程师, 主要从事水环境研究。E_mail: mawei@ iwhr. com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

缓慢,造成物质循环不畅,出入湖物质不平衡,大量污染物沉积于湖底,底泥淤积严重,水体自净能力差,滇池已进入湖泊演变过程中的老龄化阶段。

(2)污染物排放超过了滇池水环境承载能力,导致水污染和富营养化。滇池水环境承载能力指在满足滇池水功能区水质保护目标条件下所能容纳污染物的能力。自80年代以来,滇池污染物排放持续超过了自身的水环境承载能力,造成了水体污染,且污染程度不断加剧,富营养化也随之发生,从而改变了滇池生态系统中生物生理代谢所需的物质条件,生产能力过剩,导致了滇池生态结构的失调、水质进一步恶化。

据统计,2000年入湖的主要污染物:TP为1319t、TN为10765t、COD_{Cr}为46146t,其中,城镇生活污染源排放TP为730t、TN为7466t、COD_{Cr}为25848t;工业污染源排放TP为24t、TN为468t、COD_{Cr}为4902t;面源排放TP为565t、TN为2831t、COD_{Cr}为15396t。而在枯水年枯水期设计水文条件下,COD_{cr}、TP、TN 3项指标的纳污能力分别为19266t/a、295t/a、3805t/a,只占3种污染物实际入湖量的42%、35%、23%。由此可见,入湖负荷较大地超过滇池自净功能,水质严重超标。

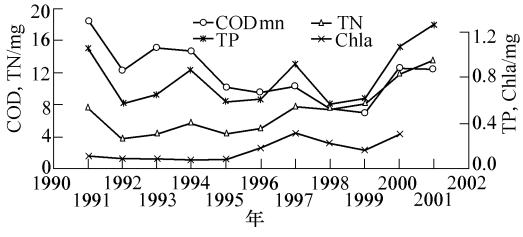

图1　近10多年来草海水质变化过程

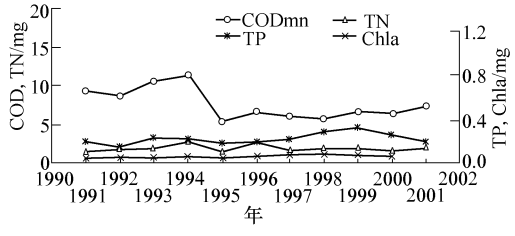

图2　近10多年来外海水质变化过程

(3)流域水资源匮乏,生态环境用水难以保证。水资源承载能力就是在当地水资源保证生态用水和环境用水,维系良好生态系统的前提下,能够持续支撑国民经济健康发展的能力。滇池水污染和生态环境恶化结果表明,滇池环湖城市的(尤其是昆明)发展已超过滇池流域水资源承载能力,难以维系良好的生态系统。

2000年,滇池流域人口203.1万,耕地4.33万hm^2,人均占有水资源量不足300m^3。该区域年供水超过5.1亿m^3,正常年份缺水1亿m^3,若遇上枯水年份,水资源缺口将超过2亿m^3,缺水情势十分严峻。为充分利用有限的水资源来满足人类活动的需要,滇池流域实施了大量水资源开发利用措施,供水能力大为提高,但用水缺口还得由水库、滇池调节后重复利用弥补。由此可见,滇池流域用水量超过了自身的水资源承载能力,已无生态环境用水,致使昆明周边入滇池的多数河流长期断流、干涸或成排污沟,天然河道功能基本丧失,滇池的水污染和生态破坏也成为必然。

(4)水体及物质交换不畅,加速了水污染进程。环湖主要河流20余条,呈向心状注入湖区(见图3)。海口河为滇池的唯一天然出口,西园隧洞是专门为污染异常严重的草海水向外排泄而开通的。由于流域水资源匮乏,滇池弃水量小,湖水置换周期长,湖流缓慢,滇池已演变成半封闭湖泊。如在近45年系列中,滇池有16年没有弃水,占总年数的36%;有469个月没有弃水,占总月数的86.9%;弃水均主要集中在主汛期7~9月;45年平均弃水量只有1.49亿m^3,仅为滇池蓄水量的11%[1]。

滇池为典型的高原浅水型湖泊,风成为湖流运动的主要动力,在主导风向(SW)下滇池平均流速约为2cm/s[2],水流十分缓慢,加之受水资源匮乏、用水及大量蒸发损失等多因素影响,滇池外排水量较少,水体滞留时间长(换水周期约3~5年),水流交换及排水不畅(如图4),从而导致从北部湖区入湖的大量污染物不能便捷地排出湖外,污染物质进出不平衡,大量溶解并沉积在湖体中,加剧了滇池水污染和污染物在湖内的积淀,而沉积在湖底的污染物最终成为随时可能污染湖水的底泥内源。有关研究表明,滇池草海底泥中已沉积氮磷营养物质1万余t,外海高达10多万t[1]。同时由于水流缓慢及水体交换不畅,滇池在空间上形成了自北向南、自东向西的明显浓度梯度,即北部浓度高、南边浓度低,西边水质好于东边的空间分布[2]。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

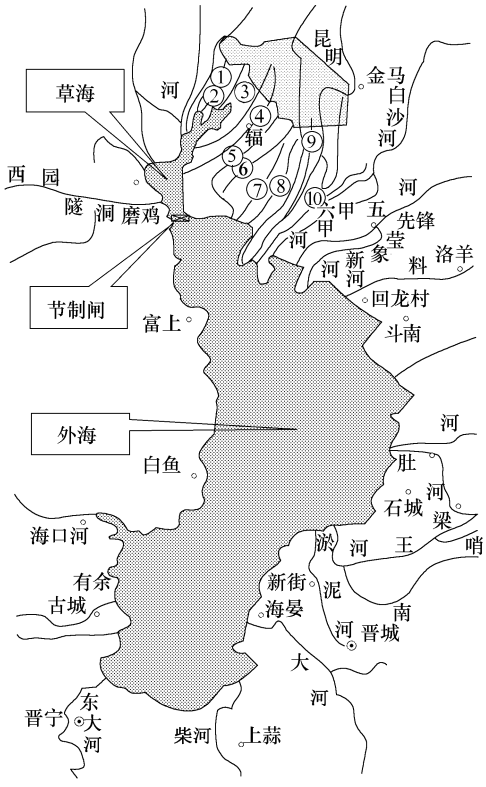

图3　滇池水系特征

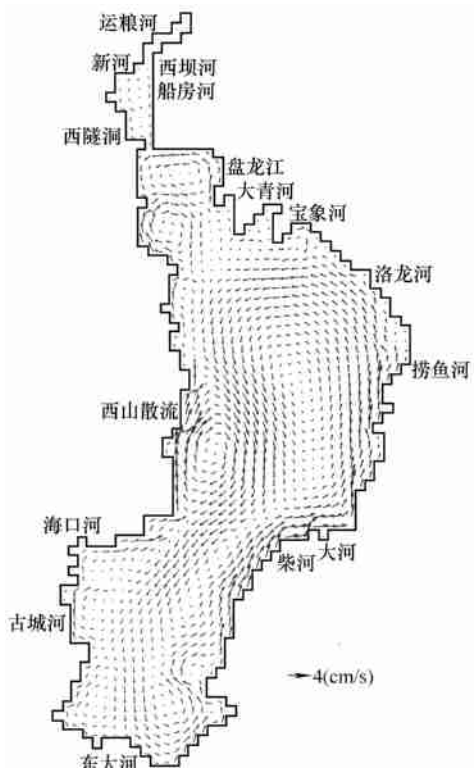

图4　主导风向(SW)下滇池流场

2　滇池水污染防治策略

针对滇池严重的水污染问题及其成因分析,可根据不同的成因,对症下药,采取相应的防治策略进行滇池水污染综合治理。

2.1　增加区域水资源总量,提高滇池的水环境容量并保证其生态环境用水　滇池流域匮乏的水资源,不仅严重制约了当地经济社会的可持续发展,同时也严重挤占了水域的生态环境用水,致使河湖均在不同程度上丧失了原有的生态服务功能,这也是滇池水污染异常严重并难于治理的重要原因。因此,增加区域水资源量是解决这一问题的有效途径。

通过从外流域调水(如"滇中调水")进入滇池,不仅可增加滇池流域的水资源总量,解决目前区域水资源总量不足的问题,从而可适当提供湖泊与河流的生态环境用水,促使其水生态系统逐步恢复原有的生态服务功能成为可能,同时由于滇池水资源总量的增加,可改善现有的水流条件,增加出湖水量,恢复滇池作为吞吐性湖泊的水流特征,提高滇池的水环境容量,有利于改善滇池污染物质进出不平衡的现状,有利于滇池水质朝逐步改善的方向发展。

2.2　以水环境容量为目标,对滇池入湖河流实施总量控制　自20世纪80年代以来,由于经济社会的发展,排入滇池的污染物量超过了滇池水环境承载能力,这是滇池水污染最主要的原因。加之湖泊水流不畅,入湖污染物大量溶解并沉积于底泥,进出湖物质量不平衡,从而加剧了水质恶化和富营养化的发生。因此,减少入湖污染物量是治理滇池水污染问题的关键。

根据全国水资源保护规划中的滇池水功能分区及2030年滇池水体总体达到Ⅲ类水质保护目标的要求,以2030年滇池水质保护目标作为控制目标,模拟计算滇池的水环境容量及滇池各入湖河流的纳污能力,实施对滇池各入湖河流输入污染物的总量控制,其中将内源作为入湖污染负荷部分进行总量控制。

2.3　加强水污染治理,阻止污水入湖　水污染治理,其污染源头控制是根本,入湖湖滨带建设减少污水

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

入湖等末端治理是补充, 并以水环境容量作为其水污染治理后入湖污染物的总量控制目标。如前所述, 2000 年滇池入湖污染物量超过滇池纳污能力好几倍, 因此必须加强滇池流域的水污染治理, 合理规划区域发展模式, 推广清洁生产技术, 减少污染物排放, 有效阻止污水直接入湖。对于污染源治理, 点源可根据流域点源排放量增加趋势和区域分布规律, 按片区以相对集中的方式扩大流域内污水处理厂规模, 力争使流域内点源污水经污水处理厂后排入滇池; 非点源污染, 可通过水土流失治理、农村生活污水收集处理、生态农业建设等措施, 并结合非点源末端的湖滨带湿地加以综合治理; 内源可通过滇池外海沉积物疏浚规划进行分阶段的底泥疏浚。

2.4　缩短入湖污染物的滞湖时间, 改善物质出入湖不平衡状况　对于滇池外海而言, 绝大部分污染物来自于北部的盘龙江、宝象河、大清河, 三河的入湖污染物量约占外海总入湖量的 80% 以上, 而外海唯一出口– 海口河位于滇池的西南侧, 污染物出湖输移路线较长(如图 4), 加之水流运动缓慢, 不仅使入湖污染物滞留湖区的时间很长, 而且它们将在随水流的迁移扩散过程中大量沉积到湖底, 从而形成目前北高南低的浓度梯度, 加之滇池弃水较少, 随弃水出湖的污染物远小于入湖污染物量, 物质进出不平衡。因此, 缩短入湖污染物 (主要是外海北部入湖) 在湖体的滞留时间, 提高出入湖物质的比例, 对改善滇池水环境是十分有益的。

由图 3 可知, 滇池北部的盘龙江、宝象河、大清河距离草海的西园隧洞出口较近, 可以考虑从西园隧洞排水, 再结合外流域调水时从滇池南部进入、开启海埂节制闸从西园隧洞排水, 可望大大缩短滇池入湖污染物的滞湖时间, 改善污染物质进出不平衡状态, 达到滇池水污染治理和水生态逐步恢复的目的。

3　水环境数学模型

滇池属大型宽浅型湖泊, 水流运动主要受湖面风场影响, 以风生流为主。其风生湖流运动及污染物质在水体中的运动可以分别用水深平均的二维水流运动基本方程和对流扩散的二维方程进行数学描述[2,4], 其中主要水质指标包括 COD_{Mn}、TP、TN。各污染物指标的生化反应项均作一级简化处理, COD_{Mn} 考虑自净衰减, 通过自净衰减系数反映; TP、TN 考虑各种因素引起的释放与沉降, 通过综合沉降和释放系数反映。该模型已成功应用于滇池、太湖、呼伦湖等大型浅水湖泊的水流水质模拟计算。

对滇池湖区划分计算网格, 采用变量交错布置的方式, 在正方形网格上对上述方程进行离散, 其中对流项采用迎风格式, 扩散项采用中心差分, 用迭代法求解离散方程组。

作者利用滇池湖区 1999 年和 2000 年 2 年共 10 个常规水质监测点每月 1 次的水质监测资料及其同期的污染源和水文气象监测资料, 对滇池水流水质模型进行了模型参数率定与验证计算。数学模型验证时, 进行了滇池水质 2 年动态演算, 并将计算动态浓度场分别与湖区 10 个监测点实测浓度进行对比验证。受篇幅限制, 本文只列出了模型计算得到滇池湖区平均浓度与滇池实测点平均浓度比较, 见图 5, 模型参数率定结果见表 1。验证结果表明, 滇池水流水质数学模型具有较高的模拟精度, 能够较好地反映滇池水流水质自然动态演变规律。

表 1　太湖水流水质模型参数率定结果

参数名称	数值	参数名称	数值
糙率 n	0.02~ 0.04	风应力系数 γ_a^2	1.63×10^{-3}
纵向和横向扩散系数/ (m^2/ s)	4.0	TN 沉降速率/ (1/ d)	0 01
COD_{Mn} 衰减系数/ (1/ d)	$0.002\times 1.047^{T-20}$	底泥释放 TP 速率/ (g/ (m^2• s))	0~ 1.1
底泥释放 TN 速率/ (g/ (m^2• s))	0~ 0 7	TP 沉降速率/ (1/ d)	0 01

4　滇池水污染防治若干关键技术

4.1　入湖污染物排放总量定额控制　利用数学模型计算得知, 滇池为达到水资源保护水功能区水质保

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

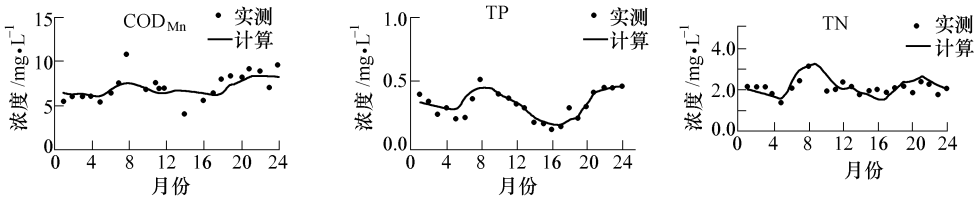

图 5　利用数学模型计算得到滇池平均浓度年变化过程与实测平均浓度值比较

护目标, 在枯水年枯水期设计水文条件下, COD$_{Cr}$①、TP、TN 三项指标的纳污能力分别为 19266t/a、295t/a、3805t/a; 而当设计水文条件为枯水年丰水期, 其他目标不变情景下, 预测得到 COD$_{Cr}$、TP、TN 三项指标的纳污能力分别为 39645t/a、352t/a、4859t/a[2,4]。根据李锦秀等[4] 提出的滇池入湖污染物总量控制定额确定方法, 得到滇池点源与面源总量控制定额分别为点源: COD$_{Cr}$为 19266t/a、TP 为 295t/a、TN 为 3805t/a; 面源: COD$_{Cr}$为 203795/a、TP 为 57t/a、TN 为 1054t/a。

将计算得到的滇池污染源总量控制定额与 2000 年现状污染负荷比较, 得到不同指标污染负荷削减量为 COD$_{Cr}$, 点源需削减 11484t/a, 面源满足控制定额; TP 指标削减量: 点源 495t/a、面源 508t/a; TN 指标削减量: 点源 4129t/a、面源 1777t/a。由此可见, 为了实现达到 III 类水质保护目标, 现状 TP 点源与面源削减率分别高达 66%、89%, 现状 TN 点源与面源削减率分别为 52% 和 63%, 污染源削减比例较大, 污染源治理任务繁重。因此, 应结合其它措施, 如外流域调水、改善滇池出入湖物质不平衡等, 改善滇池水流及物质循环条件, 提高滇池水体自净能力, 以提高滇池水污染治理及水环境保护的效率。

4.2　引水济滇改善滇池水环境　滇池流域水资源匮乏, 严重制约了经济社会的发展, 加速了滇池水环境的恶化和富营养化的加重。根据国内外同类工程调水经验, 实施引水济滇工程, 不仅可增加滇池的水资源量, 以改善滇池出入湖水量的不平衡状况, 同时将加快滇池水体的循环与交换, 改善湖泊的水动力条件, 提高水体的自净能力。为模拟预测引水济滇改善滇池的水环境效果, 本文在 2000 年(水文年型为平水年) 现状入湖水流及污染负荷条件下, 根据滇中调水可能的引水线路及滇池目前的水流条件, 设计了从滇池北部的盘龙江引水入滇池, 并从南部的海口河排出的补水线路(海埂节制闸关闭), 年设计引水规模为 5 亿 m^3(年内各月平均分配水量), 引水水源为金沙江, 其水质类别为 II 类(COD$_{Mn}$ = 2.0mg/l, TP = 0.02mg/l, TN = 0.2mg/l)。

2000 年滇池外海模拟年均水质现状为 COD$_{Mn}$ = 6.86mg/l、TP = 0.286mg/l、TN = 2.04mg/l, 引水入湖后滇池外海各指标年均浓度分别降低为 COD$_{Mn}$ = 6.02mg/l、TP = 0.26mg/l、TN = 1.82mg/l, COD$_{Mn}$、TP、TN 三项指标浓度分别改善了 12.3%、10.5%、10.7%, 引水水质改善效果较好, 但综合水质仍为劣 V 类。年内水质(以 TP 为例) 浓度变化过程如图 6 所示。

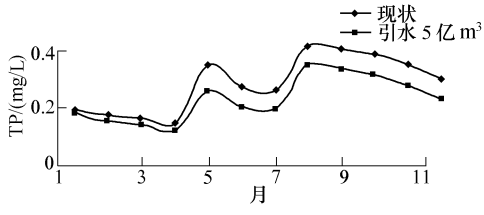

图 6　引水济滇实施前后滇池年内水质变化

4.3　改变滇池运行方式, 缩短入湖污染物的滞留时间　根据云南省地理所彭永岸的治滇新思路, 认为解决滇池污染的根本办法是倒置滇池与昆明市上下游的角色, 让滇池水自南向北流, 从而使昆明市处于滇池的下游。经过初步论证, 这在地理条件上是允许的; 同时随着西园隧洞的开通, 改变滇池目前的运行调度方式即可实现滇池水自南向北流, 可有效缩短滇池北部大量入湖污染物的滞湖时间, 改善污染物质出入湖不平衡的现状。同时结合规划中的滇中调水工程, 让来水从滇池南部入湖, 并根据西园隧洞出

① 滇池 COD$_{Cr}$与 COD$_{Mn}$的比例关系约为: COD$_{Cr}$ = 3.0× COD$_{Mn}$

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

流能力尽量从该出口排水,则引水和滇池倒流均能达到最佳的水环境改善效果。

(1)改变滇池现行的运行方式,滇池出水以西园隧洞为主。通过对2000年滇池逐月出湖流量的统计,滇池单月最大出湖流量约50m^3/s,而西园隧洞最大设计出流为40m^3/s,在考虑海口河适当出流的条件下,开启海埂节制闸,尽量从西园隧洞排水,以改变现行的以海口河出流为主的排水方式是可行的。

在无引水条件下改变滇池现行的排水方式后,COD_{Mn}、TP、TN三项指标浓度分别由现状的6.86mg/l、0.286mg/l、2.04mg/l下降到5.40mg/l、0.22mg/l、1.43mg/l,三指标分别改善了21.4%、22.6%、29.8%,比现行运行方式下从盘龙江-海口河引排水5亿m^{3}的效果还好,其年变化过程如图7所示。由此可见,改变滇池现行的排水方式对滇池水质改善是比较有利的。由图7可知,由于滇池排水方式的改变,致使汛期从滇池东北部入湖的大量点面源负荷能较快地从西园隧洞排出湖外,不仅有效改善了滇池污染负荷出入不平衡的现状,避免北部重污染入湖污染负荷长期滞留的现象,同时也缩短了入湖污染物的滞湖时间,从而可减轻滇池的水污染状况。

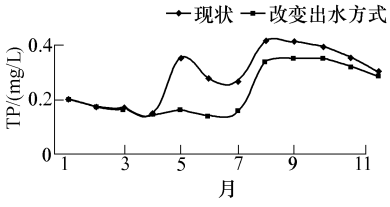

图7　改变滇池现行的排水调度方式对滇池年内水质变化的影响

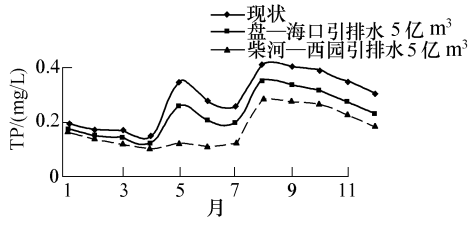

图8　引水及排水调度方式改变对滇池年内水质变化的影响

(2)引水并改变滇池现行的运行方式,滇池出水以西园隧洞为主。在2000年现状出入湖流量基础上,年引水5亿m^{3}后滇池月均最大出湖流量增加到65m^3/s左右,在考虑海口河(出流能力为100m^3/s)联合出流的条件下,尽量从西园隧洞出水的排水方式也是可以实现的。

根据滇中调水规划,年设计引水约5亿m^3,从滇池南部的柴河附近引水入滇池,出水方式以草海西园隧洞排水为主(约40m^3/s),滇池剩余水量由海口河排出。在此引排水路线及排水方式下,引水入湖可使外海COD_{Mn}、TP、TN三项指标浓度分别由现状的6.86mg/l、0.286mg/l、2.04mg/l下降到4.83mg/l、0.20mg/l、1.31mg/l,三指标分别改善了29.7%、29.0%、35.8%,水质改善效果较为显著(其年内水质变化过程见图8),其综合水质类别上升一个等级(由劣Ⅴ类上升到Ⅴ类)。

对比2种引排水线路及滇池相应的运行方式对滇池水环境的改善效果,从滇池南部引水入湖、北部西园隧洞出湖为主的引排水线路对滇池水质改善效果比从盘龙江至海口河引排水线路高出约20%,由此可见引排水线路及运行调度方式所带来的水质改善效果差异是显著的。2种引水调度方式对滇池水质年内变化影响如图8所示。由图8可知,从南部入湖、北部出湖的引排水线路可有效削减汛期(5~8月)从滇池北部入湖的面源负荷引起滇池浓度显著升高的现象,同时在年内各月的水质均比从北部入湖、南部出湖的引排水线路要好得多。

5　结语

(1)通过对滇池水污染问题及其成因分析得知,导致滇池水污染严重的首要因素是由于处于老龄化阶段的滇池自净能力差,且入湖污染物量超过了湖泊水体自净能力,其次滇池流域水资源短缺、湖体水流交换不畅、出入湖物质量长期失衡加剧了滇池水质恶化及湖泊富营养化的进一步发展。

(2)针对滇池水污染成因,作者提出:削减滇池环湖入湖污染物量是滇池水污染防治的根本措施,应以滇池水环境容量为目标,对环湖入湖污染负荷实施总量控制,并从流域的角度,采取以源头控制为根本,末端治理及大水体修复并重的策略加强水污染的综合治理;同时实施引水济滇工程,增加滇池水资源量,提高湖泊的水环境容量;改变目前的湖泊排水方式,以缩短入湖污染物的滞湖时间,改善目前出入

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

湖污染物不平衡的状况,以有效减缓滇池的水污染状况,延缓滇池的衰老步伐。

(3)通过对滇池不同引排水线路及自身运行调度方式的数值模拟分析表明,在无引水条件下,改变现状以海口河出水为主的排水方式可较好地改善现状水质,平均水质改善率约为24%;在考虑从滇池南部年引水5亿m^3入湖,并从西园隧洞出时对滇池水质改善效果显著,平均水质改善率约为31%,其综合水质类别由劣Ⅴ类升高到Ⅴ类,且改善率高于盘龙江引水、海口河排水线路约20%。

(4)在对滇池环湖入湖污染负荷逐步实施总量控制的过程中,通过实施引水济滇工程并优化引排水线路、改变滇池现行的出流方式,以提高滇池湖体的水体自净能力,改善进出湖物质不平衡的现状,缩短入湖污染负荷的滞湖时间,可提高滇池水污染治理及水环境保护的效果。

参　考　文　献:

[1] 张秀川,黄波.滇池水资源保护战略[J].云南环境科学,2004,23:94-96.
[2] 中国水利水电科学研究院.引水济滇方案模拟研究报告[R].北京:中国水利水电科学研究院,2005.
[3] 肖青.滇池水环境的现状、成因及对策[J].水利科技与经济,2005,11(1):26-28.
[4] 李锦秀,马巍.污染物排放总量控制定额确定方法[J].水利学报,2005,36(7):812-817.

Investigation on countermeasures for water environment management and water pollution prevention in Dianchi Lake

MA Wei[1], LI Jin_xiu[2], TIAN Xiang_rong[3], LIAO Wen_gen[1]
(1. *Department of Water Environment, IWHR, Beijing* 100038;
2. *Standard Research Center, IWHR, Beijing* 100044;
3. *International Economic and Electric Cooperation and Exchange Center, MWR, Beijing* 100053)

Abstract: After analyzing the water pollution situation in the Dianchi Lake, this paper points out some causes of water pollution, such as lake aging, contamination over-releasing, water resource shortage, and slow flowing of water and substance in and out, etc. The authors propose some strategies and key techniques for pollution control. It is suggested to enlarge the amount of regional water resources, to control the total amount of incoming pollutants, to treat water pollution comprehensively, and to improve the operation mode of the Dianchi Lake, etc. A total amount of the incoming pollutants from the surrounding area of this lake is specified. A simulation is conducted to predict the improvement of aquatic environment by diverting foreign water into the lake and by changing the operation mode of the lake. This investigation would provide some scientific bases for water pollution treatment of the Dianchi Lake.

Key words: Dianchi Lake; water pollution treatment; total amount control; diverting foreign water to Dianchi Lake; operation mode

(责任编辑:吕斌秀)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net