

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.04.006

以地理工程为主体的滇池多元化治污思路探索

刘连中¹,刘洪江²

(1.重庆师范大学初等教育学院,重庆 400700;2.云南财贸大学城市管理与资源环境学院,云南 昆明 650223)

摘要 针对长期以来滇池治污效果不明显的情况,分析滇池污染的主要原因。根据滇池具有倒流的自然地理条件,结合现有治污成果,提出以地理工程为主体,将滇池的污染治理纳入到有机统一的整体系统,进行多元化治湖,通过改变滇池的出口位置,使昆明城区污水不再污染滇池,从而达到有效治理滇池污染的效果。

关键词 滇池 地理工程 多元化治理 水污染防治

中图分类号 X321 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2010)04-0020-03

Multiple pollution treatments for Dianchi Lake by means of geographical engineering

LIU Lian-zhong¹, LIU Hong-jiang²

(1. Chongqing Normal University, Chongqing 400700, China; 2. School of Urban Management and Resources Environment, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650223, China)

Abstract : In order to understand why there have been no obvious effects of pollution treatment of Dianchi Lake for a long time, and to analyze the main causes of Dianchi Lake pollution, multiple pollution treatments for Dianchi Lake were explored. According to the natural geographical condition of reverse flow and the current results of treatments in Dianchi Lake, an integrated system consisting of geographical engineering as the main component, along with other treatment methods, was established. The pollution problem could be solved effectively by changing the exit location of Dianchi Lake and preventing the lake from being polluted by wastewater from the Kunming urban area.

Key words : Dianchi Lake ; geographical engineering ; multiple treatments ; water pollution control

滇池形成于距今 300 万年前的新石器时期,是云贵高原水面最大的内陆淡水湖泊,北临昆明市城区,南北长度 39.5 km,东西宽 12.5 km,面积 306 km²,总容量 15 亿 m³,从总体上看,滇池为一个南北走向,弓背向东的弓形,弓背东面是呈贡县,昆明市和晋宁县城分别位于弓北端和南端。有 20 余条河流呈向心状注入,构成了滇池水系。滇池北部修有一个人工闸,将水域分隔为内湖(草海)、外湖(外海,面积占全湖的 97%),分别由西北端的西园隧道(分流草海出水)和西南端的海口中滩闸(分流外海出水)流出,经螳螂川、普渡河汇入金沙江^[1]。滇池流域面积 2 920 km²,全流域均在昆明市辖区内,是昆明市人口

最密集、人类活动最活跃、经济最发达的地区,也是昆明市的主要水源和经济发展命脉,其主要功能是旅游观光、气候调节、高原湖泊生物多样性保护区^[2]。

由于人为和自然因素,滇池水位逐年下降,湖水由深变浅,在过去的 200 年内,水面面积由 500 km²缩小为 306 km²^[3]。滇池曾是昆明市的主要饮用水源,从 1960 年至 1994 年短短 34 年的时间内,滇池水质从Ⅰ类变为劣Ⅴ类,从 1998 年至今,滇池水质已经连续 5 年为劣Ⅴ类^[4]。中国环境监测总站 2000 年 1 月至 10 月监测结果表明,滇池 13 个监测断面均为劣Ⅴ类水质,水质污染已十分严重。滇池水质主要表现为严重的富营养化和有机污染。

作者简介 刘连中(1970—),男,重庆长寿人,高级讲师,主要从事自然地理研究。E-mail :cqllz991027@163.com

对治理滇池的研究,以往多集中在控制污染源,恢复滇池湿地生态系统,提高人们的环保意识等方面^[5],较少涉及滇池水环境的治理。近年来开始有人对滇池水环境的治理提出了一些举措,如匡耀求^[6]提出从抚仙湖调清水给滇池换水,黄海涛等^[7]建议“引牛济滇”加速置换滇池水体等。笔者从滇池污染原因剖析入手,分析了以往治污很难从根本上解决滇池污染问题,提出了以地理工程为主体,考虑将整个滇池的污染治理纳入到统一的整体系统中的滇池多元化治污新思路。

1 滇池污染原因剖析及治污现状

1.1 滇池污染剖析

1.1.1 区位因素

高原地区的湖泊特征一般只有一个出水口,湖泊若在城市的下游方,城市人口越多,污染越重。滇池在昆明市下游方,昆明城区所有污水全部流入滇池,而且全流域的污水都汇入滇池,这正是滇池污染的区位因素。

1.1.2 风向因素

滇池湖面多西南风,湖流以西南向的风生流为主,它源源不断地把全流域带入滇池的湖面污染物吹送到北部堆积,使北部污染日趋严重^[8]。

1.1.3 社会经济因素

人口和经济的快速增长是滇池污染的首要原因。唐朝时,流域内人口数量很少,虽然从唐朝到清朝出现过多次开挖出口,让湖水大量泄流出去的情况,然而,滇池从形成到现在的任何地质历史时期都没有承受过 20 世纪 60 年代到 90 年代这短短 30 多年间所出现的人口和经济爆炸式的增长,昆明城区每天有大量未经处理的污水直接排入滇池,这是滇池污染形成的重要因素。据统计,滇池北部的大量污水是滇池的主要污染源,约占其污染绝对总量的 80% 以上。

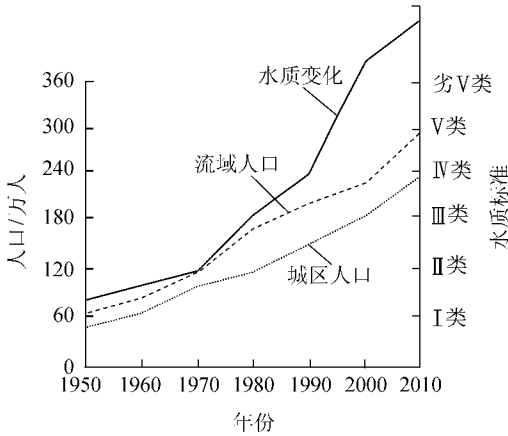


图1 滇池污染与人口增加关系

从图 1 可以很明显的看出滇池污染和人口数量增加之间的关系,利用 SPSS 软件,计算出滇池水质变化与昆明市城区人口和流域人口之间的相关系数,水质恶化与流域人口增加相关系数为 0.97,与昆明城区人口增加的相关系数为 0.93。

1.2 以污治污思路难以彻底解决滇池污染问题

目前滇池污染治理已投入 40.78 亿元资金,但目前滇池水质距原来预定目标(2010 年外海达到 III 类水质,草海达 IV 类水质)的距离相差很远,相反滇池污染比原来更为加剧,从 1998 年到现在连续 5 年为劣 V 类水质,根据 2000 年的水质检测结果:氮、磷污染物浓度比警戒线水平高出 10 倍^[9]。

出现这种情况的主要原因在于:以前滇池治理的思路大都为“以污治污”为主,没有将污染治理纳入到一个整体的系统中去考虑,偏重于单个项目的建设,花巨资建立大型污水处理厂,不能解决好污染滇池的 3 股主要污染源:①雨季洪水到来时,雨水把城区积累半年多的污物在短时间内全部冲入滇池,其污染占滇池污染总量的 60% 左右,污水处理厂很难处理被稀释后的污水;②滇池湖面污染物由西南风吹送到北部堆积,随水南流又被风生流送往北部,反复污染滇池;③由湖底底泥释放出来的污染物^[10]。

目前,昆明市计划再投资 30 亿元用于滇池清污分流,建立生活污水与大型污水处理厂的城区管道,这虽然可暂时缓解当前城市发展对于滇池污染的紧张关系,但如果从可持续性角度来看,一旦城市人口增加或城市功能结构发生变化,很难及时调整城区管道以适应新的变化。国际上一些发达国家的治湖经验可借鉴:日本琵琶湖面积为 600 多 km²,资金投入 185 亿美元,时间耗费 25 年;另一个霞浦湖需要投入 160 亿美元,而这 2 个湖泊的人口总量远远比不上污染滇池的人口数量,若以此推算,治理滇池污染费用恐怕要投入上千亿元的资金,这迫使人们换一种思路来考虑滇池的治污问题。

2 多元化治湖新思路——“滇池倒流”

2.1 滇池倒流的主要思路

如何以最小代价解决滇池污染这个世界性难题,还其一个山清水秀的本来面目?一个最基本的思路应该是“结合现有治污工程,多管齐下,多学科综合”的多元化治理,其中“倒流”是一个关键。“滇池倒流”的主要思路是在其北部打开一条出口,让重污水从北流出,改变滇池的上下游关系,以彻底解决滇池的污染问题。具体步骤是在北部草海的入水口处开挖一条约 5 km 长的人工河流,由于受到地形的限制,在大塘子处人工明渠改为地下隧道至天生桥,

水处理子系统、湖泊水动态循环子系统、南部湖泊自净子系统。倒流治污整体系统示意图见图 2。

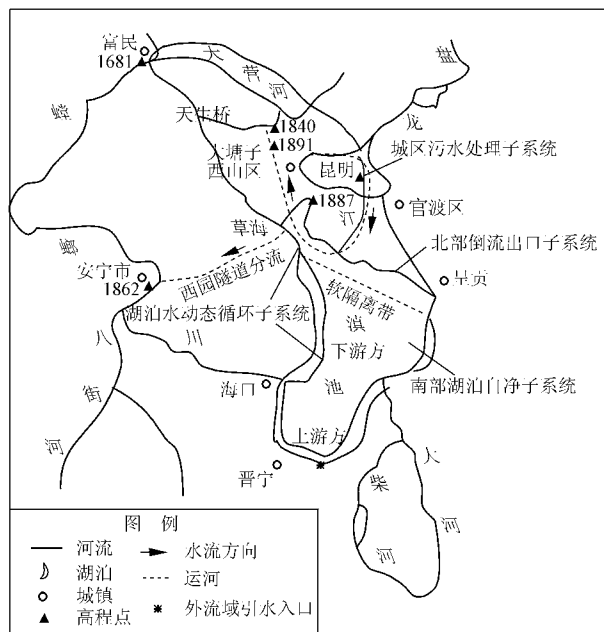


图2 滇池倒流多元化治理的系统工程示意图

2.2 倒流的条件与解决污染的可能性

滇池具有倒流的自然条件 北部倒流出口(海拔 1 887 m)到天生桥(海拔 1 840 m)在水平 24 km 的距离内有 47 m 的落差,具有水体自然流动的天然优势。世界上其他难治理的湖泊大都缺少这种地形条件。滇池倒流后彻底改变了昆明城区和滇池的上下游关系,这样昆明城区占整个滇池 85% 的城区污染负荷物经过处理后,就不再流入流速缓慢的主湖区,直接从新河道排走,滇池的污染可减少一半^[11],水流置换周期由原来的 1 427 d 变为 40 d 左右,污水经过处理后重入盘龙江再进入滇池,引起滇池水体的循环,从而减缓蓝藻的繁殖速度。

外流域引水入滇工程可以作为辅助手段以加快主湖区水体动态循环,目前昆明市已计划从寻甸县的清水河引水和牛栏江引水入滇池,如果实施的话,入口可选择在南部,这样可以使清水从南到北彻底清洗滇池,同时加快了主体湖区的水体循环。此外,滇池主体湖区具有很强的自净能力,在这几个因素的共同作用下,滇池主体湖区水质有望在短时间内得到很好改善。

3 多元化治理分析

实施滇池倒流后,把整个滇池的污染治理全部纳入到统一的系统中考虑,可将整个倒流治污系统分为4个子系统,即:北部倒流出口子系统、城区污

如图 2 所示,其范围主要包括从软隔离带至草海至大营河直至螳螂川入口,滇池水面海拔为 1 887 m,水从位于西南端的海口入螳螂川,经安宁向北流入富民(海拔 1 681 m),落差 206 m,流程 130 km。而滇池坝子与富民之间只有一山之隔,若从滇池草海往北经大营河至富民只有 30 多 km,这是滇池水流入螳螂川的近道捷径,这一线路为南流路程的 1/4,流经时间缩短了 300 倍至 50 倍。

北部倒流子系统是整个治污系统关键,承担着占整个滇池污染负荷 85% 以上的生活污水和工业污水处理任务,其成功与否涉及整个治污系统的成败。目前初步设计出口流量为 $80 \sim 120 \text{ m}^3/\text{s}$,如果考虑从外流域引水,则应加上外流域引水的设计流量。主要涉及的工程有 ① 开挖 1 条从草海到大塘子约 5 km 长的人工明渠,以及从大塘子到天生桥约 8 km 的隧道。② 堵住西园隧道出口,只在洪水期泄放部分洪水。此子系统需与污水处理子系统进行配合,尽量让污水经过处理后再入滇池倒流,同时它也可间接作用于湖泊水动态循环子系统。

3.2 城区污水处理子系统

城区污水处理子系统的范围主要包括昆明、呈贡城区的生活污水处理及流域内工农业污水处理。从资金的投入来看,前期治理的大部分资金投入到了污水治理中;从市政府对资金的调配来看,今后计划使用的大部分资金也可能要投入到对污水的管道建设及处理上。鉴于此,已建和未建的污水处理工程也应纳入到污水处理这一子系统中。由于污水处理厂难以处理雨季时短时间内的地表径流污水问题,因此这一子系统还须进行完善,内容包括 ①在大塘子附近建一大型污水处理厂,用于处理在倒流区内已经充分混合的污水。②污水处理后,一部分由倒流出口经大营河入螳螂川,另一部分沿人工明渠循环排入盘龙江,加快滇池水体循环,减少污水滞留时间,减缓蓝藻的繁殖速度。这一子系统可直接作用于北部倒流出口子系统和湖泊水体动态循环子系统,在这个环节中,应充分利用现有国内外的各种生物、物理及化学治污技术。

3.3 湖泊水动态循环子系统

此子系统范围包括现有滇池湖泊、外流域引水工程及处理污水重入盘龙江工程,在这个子系统中有 2 种水动态循环方式:①滇池水的自循环。研究表明,滇池水体具有多个自循环系统,这些自循环系统使得滇池水体具有较强的自净能力;(下转第 38 页)

条件调整现有经济结构(包括产业结构和种植业结构),优化配置水资源。如根据流域农业气候区划,海拔 800 m 以上的是牧区,800 ~ 400 m 为半牧半农区,400 m 以下为农业区。建议海拔 800 m 以上地区缩小农业规模,以发展畜牧业为主导产业。

e. 建立生态保护和建设协调机构。完善艾比湖流域规划,对艾比湖流域水资源统一管理,合理配置经济用水和生态用水,协调各河流入湖水量比例,各流域之间科学分水,进行有效监督,对全流域的上中下游进行规范化开发,使局部利益和整体相结合。尤其作为一个环境承载力有限的封闭流域,退化具有某种程度的不可逆性,一旦破坏很难恢复。

参考文献：

[1] 王志杰.新疆地表水资源概评[M].北京:中国水利水电

出版社,2008.

[2] 王遵亲.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993:132.
[3] 新疆维吾尔自治区水文水资源局.西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究:新疆水资源评价[R].乌鲁木齐:新疆维吾尔自治区水文水资源局,1998.
[4] 新疆水利水电规划设计管理中心.西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究:新疆水资源开发利用现状评价[R].乌鲁木齐:新疆水利水电规划设计管理中心,1999.
[5] 中国科学院新疆生态与地理研究所.博河、精河流域生态环境保护与治理研究专题报告[R].乌鲁木齐:中国科学院新疆生态与地理研究所,2001:31-32.
[6] 周聿超.新疆河流水文水资源[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1997:76-78.
[7] 中国水利水电科学研究院.艾比湖流域水资源合理配置[R].北京:中国水利水电科学研究院,2002:12-44.

(收稿日期:2009-12-02 编辑:高渭文)

(上接第 22 页)

②由外在系统作用产生的水体动态循环,包括两个内容:一是从污水处理厂处理后的水体引回盘龙江,一方面引起北部倒流出口子系统内的水体循环,另一方面可实现水量平衡。二是外流域引水从南部流入滇池,引起水体向北流动,加快主体湖区的水循环,增快北部污水的快速流出。这一子系统可直接作用于南部湖泊自净子系统,间接作用于北部倒流出口子系统和城区污水处理子系统。

3.4 南部湖泊自净子系统

在南部湖泊充分发挥湖泊的自净能力,由于滇池南部的水位比北部高出 0.5 m,南部主体湖区的水可以自然流向北部。这个子系统的内容包括:①建立软隔离带,让北部的重污水和南部的轻污水隔离。②堵住海口节制阀,只让其提供 1.0 亿 m³/a 的工业用水供昆明钢铁厂使用。

通过各个子系统间的相互作用,倒流治理滇池污染构成了一个浑然一体的系统。这些子系统间的相互作用与影响可以通过系统仿真来进行模拟和分析。如果实施倒流治理工程的话,应从系统角度全盘考虑各个细节,做到规划和实施的统一。

对于倒流区内从草海经大塘子至大营河到富民入螳螂川这一带的环境来说,是受倒流影响最重的地区。在前期阶段,流出的是从大塘子污水处理厂处理后的污水,会对下游的农业生产灌溉用水造成一定影响,在后期,随着滇池水质的不断改善,这种影响会逐渐减小;同时,由于水量的增加,对于该区内的生态环境会有好处。由于水体流动在人工明渠内,不会对沟岸的冲刷,侵蚀。

在堵住海口出水口后,这一区域内水量会减少,从海口到富民这一段,螳螂川在旱季时水位会下降,对农业生产灌溉用水会造成影响,在雨季时,对于其防洪有所帮助,对于本区域内的农业供水也有一定影响。

参考文献：

[1] 王玉朝,彭永岸,李益敏.滇池水体污染和治理的特点[J].地域研究与开发,2004,23(1):38-92.
[2] 苏成西,周跃.BOT 模式在滇池污染治理中的应用[J].水资源保护,2005,21(6):84-87.
[3] 李益敏,彭永岸,王玉朝,等.滇池污染特征及治理对策[J].云南地理环境研究,2003(10):32-38.
[4] 柘元蒙.滇池富营养化现状趋势及其综合防治对策[J].云南环境科学,2002,21(1):35-39.
[5] 邓晴.滇池流域生态环境现状及保护措施[J].云南环境科学,1998,17(3):32-34.
[6] 匡耀求.大地热流对滇池环境的影响与滇池污染治理的新思路[J].矿物岩石地球化学通报,2002,21(2):86-91.
[7] 黄海啸,李承志.“引牛济滇”加速滇池水体转换工程方案初步设想[J].云南水力发电,2002(S1):8-9.
[8] 彭永岸,朱彤.滇池污染的成因及其治理新方案[J].地球信息科学,2003(1):16-21.
[9] 李伯根.控制滇池生态环境的关键[J].水资源保护,2002(1):18-22.
[10] 彭永岸.置换滇池与昆明城区相对位置:探索滇池治理的新途径[J].经济地理,2000(S1):312-316.
[11] 胥勤勉,杨达源,董达,等.滇池水环境治理的“调水”“活水”工程[J].长江流域资源与环境,2006(1):116-119.

(收稿日期:2009-08-16 编辑:高渭文)