第10卷 第3期 1998年9月 | 湖 泊 科 学 JOURNAL OF LAKE SCIENCES | Vol. 10, No. 3 Sep., 1998

55-60

滇池流域非点源污染控制区划研究*

X524

杨文龙[1] 杨树华[2]
(1:云南省环境科学研究所,昆明 650034;2:云南大学生态学与地植物学研究所,昆明 650041)

提 要 湖泊的恢复是一个复杂的系统工程,非点源污染的控制则是其中最重要的内容. 介绍了滇池非点源污染物的来源,根据其污染特征和流域的生态特征,划分出六片污染控制区,并提出了相宜的治理措施.

关键词 非点源污染 控制区划 滇池
分类号 P343.3 X524

治理措施

在对滇池污染及其治理措施的研究过程中,非点源污染的问题愈来愈引起人们的重视. 由于非点源污染是在整个流域内缓慢发生,而且随区域的自然环境特征和人为活动强度不同而异,要有效地治理非点源污染,必须根据不同区域的实际情况因地制宜. 非点源污染控制区划研究,希望能对这一问题的解决提供一些理论依据和途径.

1 滇池流域非点源污染特征

1.1 非点源污染物的来源

滇池流域的非点源污染物主要由氮、磷、COD和BOD_5等组成. 它主要来自五个方面:

1.1.1 水土流失 依遥感调查资料[1],滇池流域土壤年平均侵蚀深度达0.68mm,由河道进入滇池的多年平均土壤流失量达39.89×10^4t/a. 据调查,入湖河流悬沙中所携带的氮、磷相当可观,氮素入湖量达701t/a,磷素入湖量达564t/a.

1.1.2 湖面 从湖面直接进入的污染物包括湖面降水、降尘和旅游带来的污染. 据云南省环科所调查,从湖面直接进入的污染物为895.63×10^4t. 其中,以降水中的污染物量最大,占73.9%;降尘污染量次之,占18.1%;旅游污染量最小,仅占8.0%.

1.1.3 地表径流 来自地表径流的污染物分城区地表径流的污染物和非城区地表径流的污染物. 据云南省环境科学研究所1988年调查,城区地表径流产生的污染物总量为511.9t,非城区地表径流产生的污染物总量为2603.5t.

1.1.4 农田施肥 滇池流域共有农田1036.8km²,占流域总面积的35.5%,多分布于自然条件较好的湖滨及台地上. 随着城市的发展和流域人口的增加,土地利用强度增大,特别是湖滨区,复种指数由原来的150%增加到175%左右. 土地利用强度的增加,使单位面积土地上的肥料、劳力等投入量增加,增大了非点源的输出强度.

1.1.5 农村生活废弃物和乡镇企业 滇池流域有农业人口70余万人,分散在全流域的大小村落. 绝大部分农村无排水系统,污水都积蓄在庄前屋后的地表及下渗在土壤中,在暴雨期随径流向下游输送,成为非点源污染物的重要组成部分. 除农村生活废弃物外,流域内有乡镇企

* 收稿日期:1996-10-03;收到修改稿日期:1998-03-14. 杨文龙,男,1943年生,高级工程师.

业三万个，这些企业的环保技术、设备相对落后，并大都与农业区交混一起，排放的污染物都积蓄在农业环境中，成为非点源污染物的来源之一。

1.2 非点源污染的区域分布

滇池流域的非点源污染因区域自然特征和社会经济状况的不同有较大的差异。

在山地区，由于环湖水库的修建和农田较少[2]，暴雨产生的径流和面源污染大都为水库接纳而不直接进入滇池，对滇池污染的影响较小。台地区产生的非点源污染物数量最多，主要是水土流失带来的大量泥沙和氮、磷。台地区地处主要入湖河流的中游地段，相对高差较小，农田面积较大，特别是顺坡耕种的坡旱地和耕作强度较大的果园面积大，水土流失严重。据有关资料分析，进入滇池的氮、磷中有85%～90%是由这个区域产生的。湖滨区农业以水稻和蔬菜为主，同时乡镇企业和村庄分布集中，因此，产生的非点源污染物量大，而且来源较多，并大都以散流的方式弥漫进入滇池。由于流程短，对滇池的污染影响严重（表1）。

表1 滇池流域各区域的非点源污染物产生及输送特征

Tab. 1 The characteristics of the sources and transports of non-point pollutants in different regions in Dianchi Lake Watersthed

区 域	污染物的主要来源	污染物的输入方式	占总量百分比
山地区	水土流失	大部分被水库拦蓄，少量从灌溉回归水和水库水中下渗滇池	2%－4%
台地区	水土流失	由散流进入支流，再进入河流干流，集中向滇池输入	80%－90%
湖滨区	农田施肥、农村生活废弃物及乡镇企业排放物等	在暴雨期以散流方式弥漫性进入滇池	15%－20%

滇池流域非点源污染物的区域分布和组成也因小流域的不同而异。北部的盘龙江流域、宝象河流域等以BOD_5、COD及氮的污染较为严重；南部的大河流域、柴河流域以及西山散流区以泥沙和磷的流失较为严重；东部的捞鱼河流域、洛龙河流域及梁王河流域除水土流失量大外，COD和氮、磷的污染也较为严重。

1.3 非点源污染物入湖量

滇池非点源污染物输入量的大小与流域降水量密切相关，并随水文年型的不同差异很大。从表2可见，随着水文年型的不同，滇池非点源污染物的入湖量年际间差异很大，特枯的1992年与丰水的1994年相比，1994年的入湖量是1992年的2.5倍。

表2 各年型非点源污染物入湖量

Tab. 2 Import quantities of non-point pollutants in different water years

年 份	水 量 ($\times 10^4 m^3$)	SS (t)	BOD_5 (t)	COD (t)	总 氮 (t)	总 磷 (t)	水文年型
1988	28100	159600	909	2439	1468	204	$P=80\%$（枯）
1992	25480	12940	916	2051	1363	194	$P=90\%$（特枯）
1993	43130	181725	1412	2911	2249	312	$P=50\%$（偏枯）
1994	70894	319370	2172	4677	3785	525	$P<80\%$（丰水）

2　非点源污染控制区划

2.1　流域非点源污染控制区划的目的和原则

滇池流域非点源污染控制区划(图 1)的目的是在研究非点源污染物的发生规律及区域特点的基础上，根据流域中不同区域的生态特征、非点污染源等现状及主要影响因素等特征，划分不同控制区[2]，并结合流域社会经济发展规划及滇池污染控制的总体要求，从易于控制和管理的角度，提出不同区域非点源污染控制的对策和规划。区划的原则是。

2.1.1　生态结构的相似性　滇池流域的非点源污染物中，由水土流失带来的污染物占很大的比例。水土流失的发生除与不可控制的气象、地质地理条件有关外，其强弱程度与土地利用程度和生态类型结构密切相关[4]。而在气象、地质地理条件和生态类型结构三者的关系中，人类唯一可控制的是生态类型结构。有相同生态类型结构的区域，其非点源污染物的产生途径基本相似。

2.1.2　控制目标的相同性　对来自不同途径的污染物，其控制目标、治理方法均有不同[6]。在划分控制区时，诊断不同区域非点源污染物的主要来源，根据控制目标和治理方法的差异加以综合和概括，并以此为依据进行划分。

2.1.3　治理措施的可行性　污染治理措施的实施，与治理方法的实用性和经济性紧密相关。在区划工作中，必须在上述两个原则的基础上，分析各区域的社会经济状况，因地制宜地进行划分，以使治理措施实用可行。

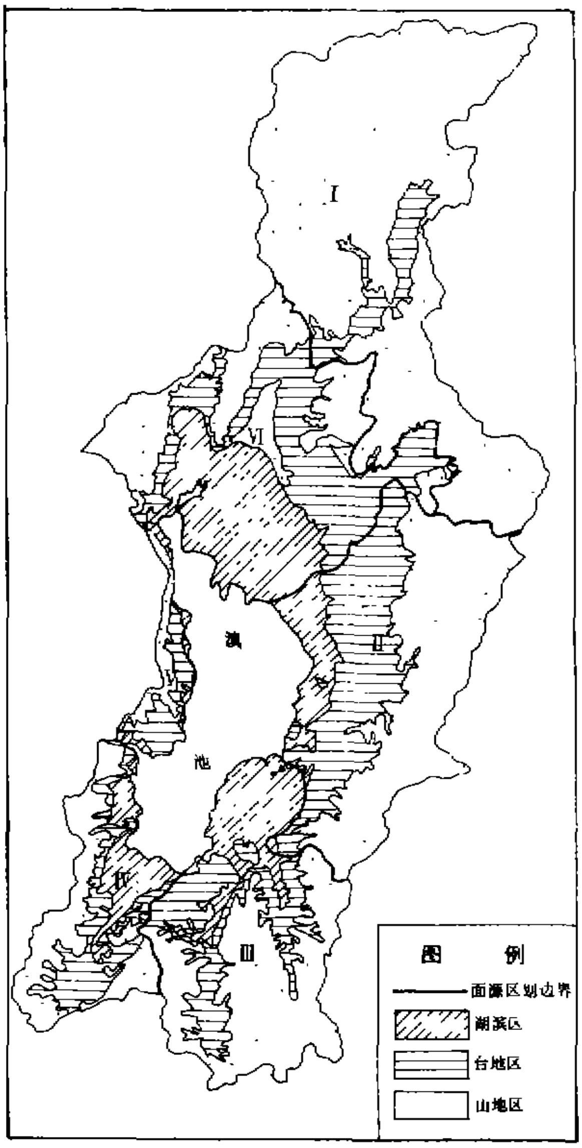

图 1　滇池流域非点源污染控制区划

Fig. 1　Division to control non-point pollution in Dianchi Lake watershed

2.2　滇池流域非点源污染控制的重点

非点源污染控制，主要是要设法将对滇池水体会造成危害的污染物滞留在原地，或将其从径流水中去除，以达到保护水质的目的。因此，滇池非点源污染控制的重点是：

2.2.1 调整生态结构,控制水土流失 水土流失是滇池非点源污染的主要来源.水土流失与区域的生态结构密切相关,调整生态结构,是减少滇池非点源污染的主要途径.台地是整个流域的重点控制区域.

2.2.2 改善耕作措施 耕作措施不当,如顺坡耕种、复种套种率太高和不合理施肥,是产生非点源污染的另一个主要方面.由前述带来的污染,主要产生于滇池流域的湖滨区和台地区.必须通过等高耕种、修筑梯田、最低限度耕作和合理施肥等措施来进行控制.

2.2.3 去除径流中的污染物 污染物随径流进入滇池,对滇池水体的影响是最直接的.采取工程措施去除径流中的污染物,使其不流入滇池,是滇池非点源污染控制的重要内容之一.

2.3 滇池流域非点源污染控制分区

根据滇池流域的生态特征,非点源污染现状、区域分布规律和污染控制的目的,按非点源污染控制区划的原则和控制重点,将流域划分为六个非点源污染控制区:Ⅰ:水源林恢复区;Ⅱ:生态农业综合整治区;Ⅲ:水土流失控制区;Ⅳ:磷工业污染治理区;Ⅴ:风景旅游管理区;Ⅵ:城市及工业污染整治区.各区的分布范围、面积、生态特征、社会经济发展及非点源污染的主要问题见图1和表3.

表3 滇池流域非点源污染控制分区概述

Tab.3 The outline of districts to control non-point pollution

区 域	面积(km^2)	区域范围	生态特征	社会经济现状分析	主要面源污染问题
水源林恢复区(Ⅰ)	774.43	松华坝水库流域和宝象河流域的山地区	以山地为主,多样性指数和丰富度指数较高	单一的农业区	由森林破坏产生的水土流失造成松华坝水库泥沙淤积量增加,并逐渐出现水体富营养化
生态农业综合整治区(Ⅱ)	484.3973	马料河流域、洛龙河流域、捞鱼河流域、梁王河流域、以及白云水库等小型水库流域区	阶梯状结构明显,山地、台地、湖滨平地各占三分之一,土地垦殖率大,多样性指数和丰富度指数较低	城郊型农业区	山地区植被破坏严重,水库泥沙大量淤积;台地区土地垦殖率过大,水土流失严重;湖滨区村落分布集中,面源污染物量大
水土流失控制区(Ⅲ)	435.7275	大河水库流域和柴河水库流域	以山地和沟谷地为主,坡度较大,多样性指数和丰富度指数中等	磷矿开采业较为发达,农业以种植业为主	由于坡度较大和基岩结构松软,水土流失严重
磷工业污染治理区(Ⅳ)	297.2642	东大河流域和古城河流域	以山地为主,生态结构简单	磷化工生产的主要区域	磷矿开采和磷化工生产带来的非点源污染
风景旅游管理区(Ⅴ)	372.7515	西山散流区及滇池水体	滇池西岸生态结构简单,多样性指数和丰富度指数居中	流域的主要风景旅游区	滇池西岸水土流失严重;滇池湖面旅游业发展带来面源污染物的直接输入
城市及工业污染治理区(Ⅵ)	565.2295	盘龙江流域的松华坝以下区域、宝象河流域下游、新河流域以及船房河、运粮河等排污河流的流域区	以湖滨平地和昆明城区为主,生态结构简单,农田生态系统的优势度指数较高	流域主要的工业区	农田的不合理耕作和农村生活废弃物造成大量的面源污染物;城市地表径流造成的污染

3 各区非点源污染控制对策

3.1 水源林恢复区

本区控制的主要对策是:

(1) 改造疏林,促使森林生态系统向顶极系统演替.疏林生态系统是水土流失产生最大的生态系统类型,该区的疏林面积占整个区域面积的近16%,对疏林的治理以采用封山育林为主,以增加地被层的覆盖率.在治理疏林的同时,要加强对现有森林类型的保护,促使现有森林类型向顶极类型——半湿润常绿阔叶林演替,以增加森林的水源保护效应.

(2) 改变农田耕作方式.本区有一定数量的坡旱地,多采用顺坡耕作的方式,水土流失量较大,应退耕还林,实在不能退耕还林的,要采用等高耕作或台地的方式耕种.

3.2 生态农业综合整治区

结构明显,人为干扰强度大,现行生态状况较差,对该区非点源污染的控制应采用山地、台地、湖滨统一规划、综合治理的方针进行.主要控制措施是:

(1) 增加山地森林生态系统的优势度和均匀性.

(2) 调整台地的生态结构.本区的台地面积大,但生态结构简单,优势度指数大,而丰富度和多样性指数小.优势生态系统类型以水田、旱地和园地为主,由于耕作粗放,造成暴雨季节大量表土随径流进入滇池.一般而言,本区台地的多样性指数应达到4左右,丰富度指数应达到0.35以上.在调整生态结构的同时,要加强对区内旱地和果园的管理,果园应减小套种、复种指数,旱地则应变顺坡耕作为等高耕作或梯田耕作.

(3) 加强对湖滨区农田及农村生活废弃物的管理,该区废弃物的控制,主要应采取合理施肥和建设人工湿地、前置库(塘)等工程来实现.

3.3 水土流失控制区

本区占流域总面积的15%,是主要的磷矿开采区,通过本区注入滇池的土壤占注入土壤总量的20%—30%,该区的主要控制对策是:

(1) 在大河水库和柴河水库以上区域严格实行封山育林,水库以下的台地区调整生态类型结构.

(2) 切实做好露天磷矿开采的复土造林工作.

(3) 在大河、柴河的滇池入水口附近设置前置沉沙池、人工湿地、草林复合等工程处理径流中的泥沙和污染物.

3.4 磷工业污染控制区

该区是流域主要的磷化工生产基池,其主要控制对策是:

(1) 做好露天磷矿开采的复土造林工作.

(2) 在开采量大的露天磷矿区修建沉沙地,严禁乱开乱采磷矿石.

(3) 搞好磷化工生产的三废治理工作,防止未经处理的含磷废水径流入滇池.

3.5 风景旅游管理区

本区的主要控制措施是:

(1) 加强对西部面山裸岩裸地的植树造林工作,提高森林覆盖率,减少水土流失.

(2) 严格控制旅游航运对滇池水体的污染.

(3) 加强西山、白鱼口等旅游景点的管理,特别是对垃圾的处置.

3.6 城市及工业污染治理区

该区是滇池流域社会、经济、文化的中心和主要的工业区,对环境污染的问题主要是点源污染问题.非点源污染的问题主要是城市地表径流、乡镇企业的无组织排放和湖滨农田的不合理施肥和耕作.应采用的主要措施是:

(1) 修建前置塘,处理城市地表径流和湖滨农田径流中的污染物.

(2) 加强对乡镇企业的管理.

(3) 改善对湖滨农田的耕作和管理,增加农家肥的施用量,减少化肥的施用量,特别是对蔬菜地和旱地.

参 考 文 献

1 冯必灯等.滇池流域环境适宜研究.昆明:云南科技出版社,1988

2 杨树华.滇池流域土地利用结构及其生态评价的初步研究.云南大学学报(自然科学版),1992,14(2):202-212

3 珠江水资源保护办公室编译 面源污染管理控制手册.北京:科学普及出版社,1987

4 Eding J M and Eding M A. Ecology and environment planning. London: Chapman and Hall, 1997

5 Dowm P W. How intergrated river basin management. *J Environ Management*, 1991, 15(3): 299-309

Study on the Divisions of Non-Point Pollution Sources in Dianchi Lake Basin

Yang Wenlong[1] Yang Shuhua[2]

(1: *Yunnan Institute of Environmental Science*, *Kunming* 650034

2: *Institute of Ecology and Geobotany*, *Yunnan University*, *Kunming* 650091)

Abstract

Lake restoration is a complicated systematic engineering in which non-point pollution control is a very important aspect. This article deals with the sources of non point pollutants in Dianchi Lake. According to its pollution features and the catchmeent's ecological characteristics, the catchment is devided into six pollution control zones with corresponding treatment measures.

Key Words Non-point pollution, control zone, Dianchi Lake