

大理州湖泊营养化及对策研究

杜宝汉 杨解昌 孙 明 董云仙

(云南省大理州环境监测站)

一、引 言

云南省大理白族自治州境内原有 11 个湖泊,由于近数十年人为活动的影响,已消亡 3 个,现剩下 8 个。其中祥县的青海湖,合庆县的草海也已经处于衰老、消亡的前期。其余的洱海、茈碧湖、剑湖、西湖、海西海、天池 6 个湖泊,是大理州宝贵的自然资源,它们对大理、洱源、剑川、云龙等县市的经济的发展起着举足轻重的作用。

为使大理州境内湖泊延缓老化、消亡,更好地为经济建设服务,研究其营养化现状并提出防治对策具有十分重要的意义。本文就 1985 年对洱海、茈碧湖、西湖、海西海、天池 5 个湖泊枯、丰两期的水质及生物进行调查和分析,从营养化的角度进行了初步研究,找

出问题并提出防治对策。

二、大理州湖泊分布及成因

大理州现存湖泊集中分布在云岭山脉以东的洱海、大理两县市。茈碧湖、海西海、西海皆为洱海的水源湖。天池在云龙县境内,草海在合庆县境内,青海湖在祥云县境内,剑湖在剑川县境内,其余为人工水库,见图 1。

大理州湖泊类型属于高原上的石灰岩砂岩地区的构造湖。湖泊成因,以侵蚀冲积和陷落冲积为主,是喜马拉雅山构造运动期经过发展变化逐步形成的^[2]。

三、湖 泊 形 态

大理州湖泊形态见表 1。

由表 1 可以看出,大理州境内湖泊除洱

• 环境信息 • 填料塔/活性炭吸附二级脱硝工艺

武汉市红星铝制品厂酸洗铝制品车间生产时,从酸槽中排放大量氮氧化物及酸雾。原来只靠排风扇通风效果差,车间内黄烟滚滚,酸雾呛人,严重污染环境损害工人健康。目前该厂已采用由中国科学院生态环境研究中心(原环化所)和北京市劳动保护科学研究所研制、湖北省红安县环保设备厂制造的治理装置,消除了黄烟,减少了酸雾。按排气筒高度,氮氧化物排放量达到了排放标准。治理工艺流程如图所示。

设备运转一个多月结果表明:处理气量 5000 Nm^3/h ,空塔速度 0.7 m/s ,液气比 5 (L/m^3),碱液浓度 10%,治理前氮氧化物浓度 1500—2500 mg/Nm^3 ,治理后氮氧化物浓度降至 150—200 mg/Nm^3 ,去除率为 80% 以上。该装置经武汉市汉阳区环保局和工厂联合验收通过,正式投产使用。

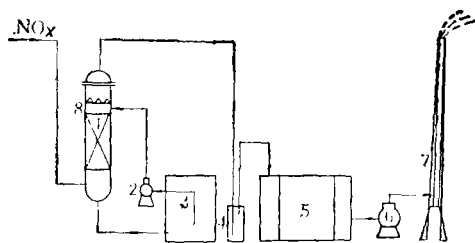


图 1 二级脱硝工艺流程图

1.碱吸收塔(∅1.6m 聚氯乙烯制,内装多面球塑料填料) 2.碱液循环泵 3.贮液槽 4.分离器
5.活性炭吸附器(内装 300 公斤活性炭) 6.引风机 7.排气筒 8.旋流板

中国科学院生态环境研究中心

沈迪新供稿

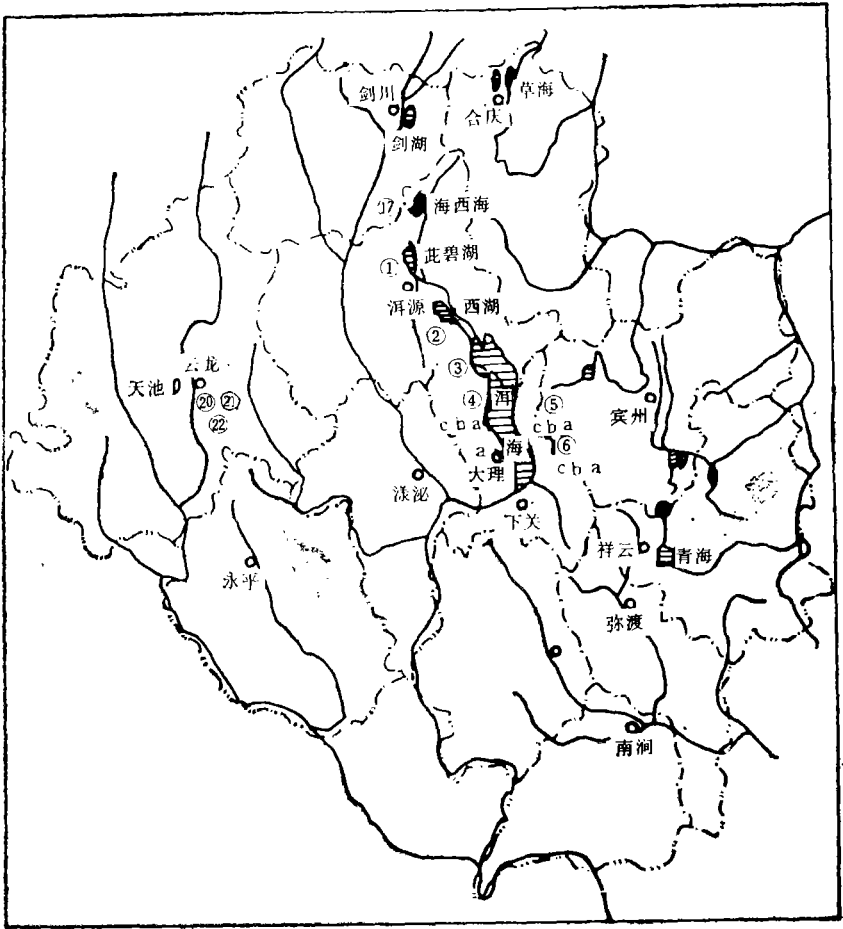


图 1 大理州湖泊分布及布点图

① 洱海观测点 ② 西湖观测点 ③、④ c、b、a ⑤ c、b、a ⑥ c、b、a 洱海观测点
⑦ 海西海观测点 ⑧、⑨、⑩ 天池观测点

表 1 大理州湖泊形态

湖泊名称 测值	洱 海	洱海湖	西 湖	海西海	天 池	剑 湖
面积 (km ²)	250.00	8.00	4.66	2.00	1.00	6.20
最大水深 (m)	21.5	32.0	5.0	9.0	13.0	7.6
平均水深 (m)	10.5	3.0	2.5	4.5	5.0	4.5
容积(亿 m ³)	30.0×10 ⁸	88.65×10 ⁶	10×10 ⁶	13.5×10 ⁶	6.88×10 ⁶	24.4×10 ⁶

海属于中型湖泊外，其余都是小型湖泊。洱海对大理市具有供水、灌溉、养殖、航运、调节气候、旅游等多种功能，是大理风景名胜区的核心。其它湖泊在当地同样具有供水、灌溉、养殖、调节气候的功能。洱海湖、西湖、海西

海还与洱海的兴亡息息相关。

四、湖泊营养化评级研究

1. 研究内容

湖泊富营养化，实质上是自养型生物(主

要指浮游藻类)在水体中建立优势的过程.我们从与富营养化有关的湖泊生态环境各要素中选择有代表性的参数:总氮、总磷、生物耗氧量、化学耗氧量、透明度、优势浮游植物、生物量、叶绿素、微生物共十个项目作为评价参数,综合评价大理州5个主要湖泊的营养化程度.

2. 研究方法

(1) 观测点设置如图1所示.

(2) 样品采集

枯水季节(4月份)采样两次,丰水季节(9月份)采样两次,每次除叶绿素、藻类、细菌采表层0.5m以下水外,其余分析项目皆采表底二层水作分析.

(3) 分析方法

总氮、总磷、BOD₅、COD按常规方法分析;透明度在现场用透明度盘测定;藻类在现场采取定性、定量标本液,实验室用显微镜

鉴别、计数框计数、统计;叶绿素采用分光光度法.水样通过0.45μ—0.6μ醋酸纤维滤膜,冰箱冷冻干燥,丙酮萃取,分光光度计上分别在750、664、647、630波长下测定光密度值,按下式进行计算:

$$C_d = \frac{10}{V} [11.85(D_{664} - D_{750}) - 1.54(D_{647} - D_{750}) - 0.08(D_{630} - D_{750})];$$

细菌总数用培养法,大肠菌群用发酵法.

(4) 分析结果

数据处理:枯、丰两期各点分析数据皆采取上下层平均,二次平均,计算出每个湖泊各观测点的总平均值,分析结果见表2.

(5) 评价标准

对于湖泊营养化的评价,国内外已经进行了大量的工作,但至今仍然没有一个统一的评价标准.目前国外较为通用的有:日

表2 大理州湖泊水质数据统计表

湖泊名称		洱 海	茈 碧 湖	西 湖	海 西 海	天 池
测定项目	测 值					
总 氮 (mg/l)	测值范围 平均值	0.228—1.032 0.490	0.465—0.575 0.520	0.437—0.568 0.503	0.222—0.414 0.318	0.420—0.951 0.620
总 磷 (mg/l)	测值范围 平均值	0.014—0.085 0.034	0.017—0.080 0.049	0.014—0.051 0.033	0.019—0.072 0.045	0.015—0.035 0.023
BOD ₅ (mg/l)	测值范围 平均值	0.35—3.60 1.88	1.10—2.60 1.85	1.54—1.55 1.33	1.00—1.39 1.20	0.33—2.45 1.59
COD (mg/l)	测值范围 平均值	1.59—3.27 2.11	1.59—2.51 2.05	3.26—4.14 3.70	0.96—1.59 1.28	3.12—4.89 4.05
透明度(m)	平均值	3.30	1.50	1.60	3.50	1.20
优势浮游植物		缸、隐藻纲	缸、隐藻纲	硅藻纲	硅藻纲	硅藻纲
藻 类 10 ⁴ 个/l	测值范围 平均值	5.73—157.13 22.35	7.92—9.87 8.90	3.96—12.06 8.01	6.58—8.05 7.32	14.63—89.47 51.63
叶绿素(mg/m ³)	平均值	1.83	0.95	2.72	2.26	3.60
细 菌	细菌总数 (个/ml)	1.6×10 ⁴	3.2×10 ²	1.3×10 ⁴	1.4×10 ⁴	2.5×10 ⁴
	大肠菌群 (个/l)	75880	66400	12650	61225	26883

表 3 大理州湖泊营养化程度评价标准

参 数 营养类型 评分		水 质					生 物				
		总氮 (mg/l)	总磷 (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	透明度 (m)	优势浮 游植物	藻量 (10 ⁴ 个 /l)	叶绿素 (mg/m ³)	细菌总数 (个/ml)	大肠菌群 (个/l)
极度贫营养	0	0.010	0.002	0.10	0.05	48.0	-	<5	0.10	≤10 ²	≤230
	10	0.020	0.005	0.50	0.12	27.0	-	5	0.26	≤2×10 ²	≤500
贫营养	20	0.040	0.010	1.00	0.24	15.0	-	10	0.66	≤3×10 ²	≤700
	30	0.080	0.020	2.00	0.48	8.0	金藻纲	20	1.50	≤5×10 ²	≤900
贫-中营养	40	0.160	0.030	3.00	0.96	4.4	隐藻纲	30	4.10	≤10 ³	≤2300
中营养	50	0.310	0.040	4.00	1.80	2.4	甲藻纲	50	1.00	≤10 ⁴	≤23000
中-富营养	60	0.550	0.050	5.00	3.60	1.3	硅藻纲	60	26.0	≤5×10 ⁴	≤23800
富营养	70	1.200	0.100	6.00	7.10	0.73	硅蓝藻纲	100	54.0	≤10×10 ⁴	≤238000
重富营养	80	2.300	0.200	7.00	14.00	0.40	蓝绿藻纲	300	150.0	≤20×10 ⁴	≤500000
严重富营养	90	4.500	0.500	8.00	27.00	0.22	绿裸藻纲	1000	400.0	≤10×10 ⁵	≤1000000
异常富营养	100	7.100	1.00	78.00	54.00	0.12	异样性 生物	2000	1000.0	≥10×10 ⁵	>1000000

本相奇守弘修正过的以百分数表示水质富营养程度的方法;美国 Snindler 根据磷是湖泊富营养化主要限制因子,提出划分湖泊营养类型的判定标准^[1]。国内太湖、武汉东湖、杭州西湖、南京玄武湖、大伙房水库、滇池等也都拟定了各自评价营养化程度标准。我们则参照以上标准,结合国家《地面水环境质量标准》(GB3838-83),根据大理州湖泊的实际情况,提出以水质及生物为参数的湖泊营养化评价标准(表 3)。

(6) 评价结果

用表 3 评价标准,衡量大理州主要的 5 个湖泊,以百分数表示湖泊营养化的程度,结果见表 4。

由表 4 评分结果可以看出,洱海、茈碧湖、西湖、海西海 4 个湖泊目前处于贫-中营养级,天池已接近中营养级。

五、问题及对策

1. 洱海水体中氮含量较高,达到中营养至中富营养水平。按全湖平均含量 0.49mg/l 计算,则全湖含氮量 1470t。这与洱海湖滨区

表 4 大理州湖泊营养化程度评级

项 目 评分数 湖泊名称		水 质					生 物					平均分	营养评级
		总氮	总磷	POD ₅	COD	透明度	优势浮 游植物	藻量	叶绿素	细菌 总数	大肠 菌群		
洱 海		55	45	27	52	45	50	50	32	42	52	45	贫中营养
茈 碧 湖		57	50	27	52	57	50	17	22	15	52	41	贫中营养
西 湖		57	45	22	52	57	60	17	35	52	45	45	贫中营养
海 西 海		50	55	22	42	42	60	15	32	50	52	42	贫中营养
天 池		57	32	27	55	62	60	52	37	55	50	49	贫中营养

农田大量施用氮素肥料及工业、生活废水直接或间接排入有关。大理、洱源二市县仅1984年一年就施用氮素化肥7901t;大理州氮肥厂每年向洱海排放含氮废水600多万 m^3 ,废水中含氮达300多t;加上沿湖城镇、农村生活污水、牲畜粪便、降雨、地表径流、地下水等流入洱海,使洱海的氮负荷量增高。水体中虽然藻类数量不多,但水生植被覆盖面扩大,郁闭度增加。洱海水生植物现存量约为79.96万t,鲜重达57kg/ m^2 ,它可与国外报道的凤眼莲生产量最高值64.5kg/ m^2 (鲜重)相比拟^{*}。水生植被的种群组成发生改变,原来的海菜花、轮藻、大茨藻等种类数量减少,而篦齿眼子菜、狐尾藻、菹草、苦草等大量繁殖。优势浮游植物中的硅藻属中富营养型藻类。由于苍山森林植被遭受严重破坏,水土流失十分严重,大量泥沙随地表径流进入洱海,使洱海湖底淤积严重,土壤中的氮、磷也随径流进入洱海。

对策

(1) 在湖滨区推广生态农业。农田施肥以有机肥料为主,辅以少量化肥,提倡洱海湖滨区捞海草、底泥作肥料的施肥习惯,可以控制大量氮肥流失进入洱海,并可防止水生植物的激烈增长。

(2) 入湖工业废水必须经过处理,严格控制入湖水标准,特别是对州氮肥厂富含氮的废水要严格控制。在目前还没有能力处理的情况下,必须进行截污,使废水不直接排入洱海。

(3) 在洱海的水源区及湖滨区大力植树造林,对水土流失严重的苍山十八溪进行生物和工程治理,减少水土及养分流入洱海。

(4) 发展淡水养鱼。1984年洱海捕鱼量为140万kg,平均亩产只3.8kg,鱼捕获量少,产量低。据推算洱海水体中对鱼的最大供氧能力可达800万kg/a,可供浮游生物食性的鱼类170万kg,可供草食性鱼类550万kg食用,亩产鱼可达20kg左右^{**}。适当发展

淡水养鱼,特别是草食性鱼类,可以消耗大量的水生植物,控制水生植被猛长,将湖水中营养盐份转换,减少水体中的氮、磷负荷量。但对鱼种的引进必须以不破坏洱海生态平衡为前提,对人工网箱养鱼必须适当控制,因人工投饵会引进过多的氮和磷。

2. 茈碧湖水体中的氮、磷含量都较高。1984年洱源县农田施用氮肥4092t,磷肥1838t,多年累积计算,数量十分可观;湖滨区还建有造纸厂、水泥厂等乡镇企业,每年向茈碧湖内排放4—5万t工业废水;另外,茈碧湖滨区又是血吸虫病流行区,每年施放100多t农药,100多t五氯酚钠等灭螺药,这些都是增加湖泊水体氮、磷等成份的因素。

对策

(1) 在湖滨区推广生态农业,实行秸秆归田,减少化肥施用量。

(2) 沿湖工业企业排入茈碧湖的废水必须进行处理或截污,污灌农田和草场,减少对此碧湖的危害。

(3) 在湖滨区及水源区大力植树造林,发挥森林植被的水土保持及对径流的截留作用。

(4) 研究对传播血吸虫病的钉螺及农田病虫害的生物防治措施,减少农药及灭螺药的施用量。这样可以更好地保护湖泊的生态系统,维护湖泊的生态平衡。

3. 西湖水体中氮含量较高,与湖滨区大量施用化肥有关;另外,西湖淤积严重,致使西湖成为浅水湖,如不采取措施,有重蹈东湖(位于西湖东部的湖泊)消亡的危险。

对策

(1) 在湖滨区推广生态农业。

(2) 对西湖淤积层实施挖深疏浚的措施,取出底质中富含氮、磷等营养盐份的淤泥,运至附近农田作肥料,即可以减少湖水中氮、磷含量,又可以利用底泥中丰富的营养物

* 戴全裕,洱海水生植被的初步研究,1983年。

** 大理州国土办公室:大理州国土资源简介,1985年。

质增加农田土壤的肥力,促进农业生产。

(3) 在西湖发展淡水养鱼,栽藕,即能将营养物质转化为农副产品,又能减轻氮、磷对水体的富营养化危害。

(4) 在湖滨区大力植树造林。

4. 海西海水体中磷含量较高,但周围农田不多,可能与当地的环境地质有关。

对策

(1) 摸清海西海的环境地质情况,探索磷元素的来源,作针对性治理。

(2) 湖周山林破坏严重,荒山面积很大,必须绿化荒山。

(3) 适当发展淡水养殖业。

5. 天池水体中含氮量在 5 湖中居首位。天池周围的五宝山森林覆盖面积很大,全区植被覆盖率为 80.4%。林地径流是天池入湖水的主要来源。据有关资料介绍,日本琵琶湖森林径流氮的负荷量一般为 $0.694 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{d}^{[1]}$ 。如果按此负荷量计算,天池 53.3 km^2 林地每日通过径流入湖的氮为 36.99 kg ,年入湖氮量为 13501.35 kg ,那么,天池水体中的氮负荷量就为 $1.96 \text{ g/m}^3 \cdot \text{a}$ 。这是比较高的一

个数值。通过地表径流进入水体中的树木叶片、碎屑很多,湖底腐殖层很厚。为分解大量的有机物和无机物,耗氧很高,居 5 湖之首。由于有机质多,含氮量又高,藻类增殖较快,数量比其它 4 湖都多,湖水透明度相应降低。天池已处于近中营养级。

对策

(1) 采取疏浚措施,取出淤积于湖底的植物碎屑及腐殖质层。

(2) 对随径流入湖的大量树叶及植物残体采取一定的拦截措施,减少湖底淤积。

(3) 适当放养浮游植物食性鱼类,消耗增长的藻类,转化水体中的营养物质。

致谢: 本站杨钟鹤、赵桂珍、俞丽华、曹锋同志参加部分项目分析工作,李时康绘图,谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 黎尚豪,海洋与湖泊,5(2),87—114(1963).
- [2] 裘 松,环境科学丛刊,2(5),8—17(1981).

游离性和化合性有效氯对氯仿形成的影响

黄君礼 寇广中 李玉华

(哈尔滨建筑工程学院)

目前,氯消毒已有八十多年的历史,开始它在降低伤寒发病率、防止肠道传染病和提高净水效果方面起了重要作用,我国解放初期使用漂白粉消毒,六十年代开始应用液态氯消毒。近年来,饮水氯消毒中由于氯与水体中有机物形成卤仿,已引起人们强烈关注。人们正在积极地寻找氯的代用品,如紫外线、过氧化氢、二氧化氯、臭氧和氯胺等^[1,2,3,4]。但

是,至今国内外,尤其是我国液态氯仍然是主要消毒剂。

二氧化氯消毒已有多年的历史,如美国 1977 年就有 84 个净水厂使用,灭菌效果也不亚于液态氯,且不生成氯仿。但是,由于它易发生爆炸以及它的毒性问题尚未解决,而影响了应用。

臭氧消毒历史悠久,自使用臭氧消毒剂