

洱海生态环境恶化及综合治理对策研究*

杜宝汉

(大理州环境科学研究所, 云南 671000)

提要 由于70年代中期西洱河电站建成发电引起洱海水位下降, 加之流域植被破坏、水土流失及酷渔滥捕、不合理引种等原因, 使洱海生态环境发生了变迁。湖泊面积缩小5%左右, 容积减少14%左右; 浮游动植物、底栖动物的种群结构、数量发生明显变化; 土著鱼种类和数量急剧减少; 水生维管束植物覆盖面积达27%, 生物总量达56.3万t。为此提出保持水位, 植树造林, 控制点、面源污染, 适度捕捞及加强管理等综合治理对策。

关键词 洱海 生态环境 水生植被

洱海位于云南省大理白族自治州中心地带, 面积250km², 流域面积2565km², 是云南省第二大淡水湖泊。70年代以前, 洱海水量充沛, 水质优良, 水生生态系统处于良性循环状态。近10多年来, 由于自然与人类活动的影响, 洱海生态环境发生了较大的变迁。本文论述洱海生态环境变迁的情况, 揭示变迁的原因, 提出综合治理对策。

1 洱海生态环境的变迁

1.1 湖泊面积、容积减少 1976年以前, 洱海水位处在1973.53—1974.30m(海防高程)之间, 多年平均在1974m以上(图1), 湖泊面积255km²左右, 容积29亿m³以上。1977年以后, 西洱河电站建成, 深挖河道, 过度放水发电, 使洱海水位下降到1971.10—

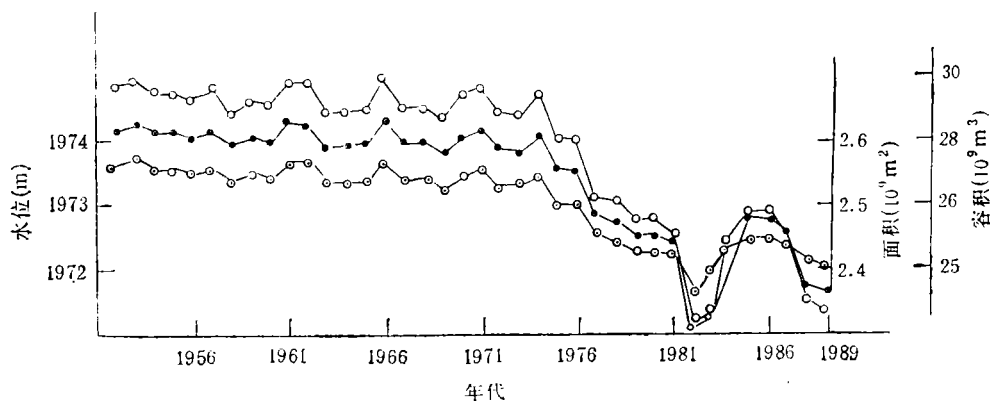


图1 洱海水位、面积、容积变化图

Fig. 1 Water level, capacity, area of Erhai Lake

* 自选课题。

收稿日期: 1991年10月3日, 接受日期: 1993年11月4日。

1 197.83m 之间, 平均水位降至 1 972.3m; 面积缩小到 236—246km², 平均 242km²; 容积减少到 24.9 亿 m³, 面积、容积分别比 1977 年减少 5% 和 14.1%。

1.2 水质变差 1957 年 7—10 月, 黎尚豪等曾对洱海生态进行过调查, 水质指标与 1988 年调查对比见表 1。

表 1 洱海水质对比表

Tab. 1 Comparison of water quality of Erhai Lake in 1988 with that in 1977

项 目	1957 年	1988 年
水温(℃)	18.4—19.6	22.2—23.6
色度	12—16	13.7—16.5
透明度(m)	0.8—1.9	2.6—3.0
pH	7.9—8.5	8.0—9.9
DO(mg/L)	6.05—7.95	6.64—8.38
COD(mg/L)	0.74—4.87	1.95—4.77
NO ₃ -N(mg/L)	0.0054—0.055	0.022—0.043
NO ₂ -N(mg/L)	0	0.003—0.004
PO ₄ -P(mg/L)	0.026—0.217	0.019—0.138
T-N(mg/L)		0.213—0.425
Cl ⁻ (mg/L)	3.81—5.71	3.21—3.78

由表 1 可知, 1988 年与 1957 年水质可比几个项目中除 PO₄-P, Cl⁻ 二项含量降低外, 其他各项都有较大幅度升高。1988 年有机污染指数评价结果, 全湖综合污染指数为 2.23, 属中污染; 用 SD, T-N, T-P, Chla、藻类优势种、藻量等 8 个指标评价湖泊富营养状况, 洱海目前为中营养。

1.3 水生生物群落结构演替

1.3.1 浮游植物 1957 年 7—10 月, 洱海优势种为单凸板星藻 (*Pediastrum simplex*)、水华束丝藻 (*Aphanijomenon flosaquae*)、云南飞燕角甲藻 (*Ceratium hirundinella v. yunnanesis*)、圆盘藻 (*Cyclotella rhamboideo-estiptica*)。在湖中央最深处, 垂直分层很明显, 下午 5—6 时, 0—5m 为 132 万个/L, 5m 为 115 万个/L, 10m 为 48 万个/L, 15m 为 22 万个/L, 19m 为 43 万个/L (黎尚豪等, 1963)。

1988 年, 洱海共有藻类 192 种, 隶属 8 门, 10 纲, 21 目, 42 科, 89 属。其中, 绿藻门 89 种, 占总种数的 46.4%; 硅藻门 57 种, 占 29.3%; 蓝藻门 26 种, 占 13.4%; 金藻门 5 种, 占 2.6%; 裸藻门 5 种, 占 2.6%; 甲藻门 4 种, 占 2.1%; 隐藻门、黄藻门各 3 种, 各占 1.6%。优势种为尖尾蓝隐藻 (*Chroomonas acuta*)、扭曲小环藻 (*Cyclotella comta*)、梅尼小环藻 (*C. meneghiniana*) 等。7, 8, 9 月在湖中央最深部的垂直分布: 0—0.5 m 分别为 179.3 万个/L, 359 万个/L, 104.5 万个/L; 6m 分别为 168.5, 539.1, 113.3 万个/L; 12m 分别为 125.7, 461.7, 171.6 万个/L; 18m 分别为 133.1, 447.3, 162.8 万个/L。可见 1988 年与 1957 年相比, 种类变化, 数量增多; 从浮游植物群落组成对水质的指示作用来看, 1957 年洱海处于微污水生物带, 贫中营养; 1988 年处于乙型中污水生物带, 中营养。

1.3.2 浮游动物 1957 年, 轮虫主要有曲腿龟甲轮虫 (*Keratella valga*) 螺旋龟甲轮虫 (*K. cochleaar*)、对棘同尾轮虫 (*Diurella stylata*) 等, 数量 30—50 个/L。枝角

类有象鼻属 (*Bosmina*)、蚤属 (*Daphnia*)、秀体蚤属 (*Diaphanosoma*) 等, 数量在 10 个/L 以上。桡足类主要有剑水蚤 (*Cyclozoidea*)、镖水蚤 (*Calanoida*) 等, 数量在 120—135 个/L。数量垂直分布: 原生动物表层>底层>中层; 中型浮游动物 5m > 0.5m > 10m > 15m (黎尚豪等, 1963)。

1988 年, 轮虫有 50 种, 隶属 8 科 22 属, 主要有曲腿龟甲轮虫, 真翅多肢轮虫 (*Polyarthra euryptera*)、月形腔轮虫 (*Lecane luna*)、尖角单趾轮虫 (*Moostyla hamala*) 等, 数量在 10—140 个/L。枝角类 13 属, 隶属 5 科 8 属, 主要有柯氏象鼻蚤 (*Eosmina coregoni*)、长刺蚤 (*Daphnia longispina*) 等, 数量在 7—51 个/L。桡足类 4 种, 隶属 2 科 4 属, 主要有长江新镖水蚤 (*Neodiaphomus yangtseriangensis*)、近新拟剑水蚤 (*Paraedydops affinis*), 数量在 17—99 个/L。

1.3.3 底栖动物 1949 年, 洱海有 8 种腹足类和 1 种瓣鳃类。腹足类有绘环棱螺 (*Bellamya limnophila*)、瓶圆田螺 (*Cipangopaludina lecythoides*) 等。瓣鳃类有刻纹蚬 (*Corbicula largillierii*) (张玺等, 1949)。

1986 年, 何纪昌¹⁾记载有腹足类 16 种, 隶属 3 科 9 属; 瓣鳃类 3 种, 隶属 2 科 2 属。腹足类较 1949 年增加了方形环棱螺 (*B. quadrata*)、中国圆田螺 (*Cipangopaludina chinensis*) 等。50 年代鲜螺年产 1 500—2 500 t, 60 年代 1 750—2 700 t, 70 年代 750—2 500t, 80 年代 150—500t。

1.3.4 鱼类 50 年代, 洱海鱼类有 9 种(黎尚豪等, 1963), 以大理裂腹鱼 (*Schizothorax*

daliensis)、大理鲤 (*Cyprinus daliensis*)、杞麓鲤 (*Carpio chilia*)、大眼鲤 (*C. megalophthalmus*) 等为主。至 70 年代末, 鱼类优势种群变成虾虎鱼 (*Ctenogobius cliffordpopei*)、麦穗鱼 (*Pseudorasbora parva*)、史氏黄魮 (*Hyseleotris swinhonis*) 和兴凯利鲌 (*Acanthorhodeus chankaensis*)。80 年代, 优势种变成鲫鱼 (*Carassius auratus*), 产量占总渔获量组成的 70% 左右。鱼类共 31 种, 隶属 7 科 9 属, 其中土著鱼类 20 种, 引入 11 种。洱海鱼类产量变化见图 2。从图 2 可以看出, 洱海渔产量逐年上升, 但土著鱼类产量却逐年下降。大眼鲤 1969 年产量达最高峰 (1 382t), 以后逐年下降到只有几公斤。虾虎鱼到 1970 年达 1 250t, 以后又逐年下降。鲫鱼产量逐年上升。由于过度捕捞, 洱海鱼类趋于小型化。

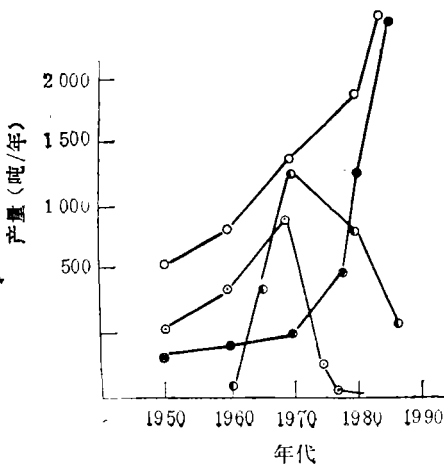


图 2 洱海鱼类产量变化

Fig. 2 The variation of fish production in Erhai Lake

○-○ 渔产量; ○-○ 大眼鲤; ●-● 鲫鱼; ●-● 虾虎鱼。

1.3.5 水生植被 近 10 多年, 洱海水生植被覆盖度增加, 水草生长深度从 1957 年的 3m

1) 何纪昌, 1987, 洱海鱼类资源增殖、保护和利用, 洱海开发与环境之七。

达到目前 10m 水深处;70 年代前,沉水植物群落的覆盖度在 50% 左右,产草 4—5kg/m²;1977 年以后覆盖度达 80% 以上,产草 10kg/m² 以上;1983 年黑藻 (*Hydrilla verticillata*)、微齿眼子菜 (*potamogeton maackianus*) 群落的盖度到 100%,产草 12.4kg/m²;区系成分关系改变,狸藻 (*Utricularia aurea*)、石龙尾 (*Limnophila sessiliflora*)、红线草 (*potamogeton pectinatus*)、大茨藻 (*Najas marina*)、海菜花 (*Ottelia acuminata*) 逐渐消亡,耐污喜肥的微齿眼子菜 (*Potamogeton maackianus*)、黑藻、金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*)、苦草 (*Vallisneria spiralis*) 成为优势种。1988 年,全湖总生物量达 56.3 万 t,覆盖面积达 27%。

2 生态环境变迁的原因

2.1 洱海从自然状态湖泊变成为人工控制湖泊 自 1977 年西洱河电站建成后,洱海从自然状态湖泊变成人为控制湖泊。当年水位就急剧下降到 1 972.8m,面积、容积比放水发电前分别减少 5—10km² 和 2—3 亿 m³。近 10 多年,除大量放水发电外,工农业及生活用水量逐年增加,洱海水资源年年处于入不敷出的状态。如 1981 年入流 4.11 亿 m³,出流 7.88 亿 m³;1982 年入流仅 1.84 亿 m³,出流 4.15 亿 m³;1989 年入流 3 亿 m³,出流 5.31 亿 m³。1977—1989 年 13 年间,平均水位 1 972.26m,面积 243km²,容积 25 亿 m³ (图 3)。由于长期处于低水位、少水量状态,致使洱海生态环境变迁。

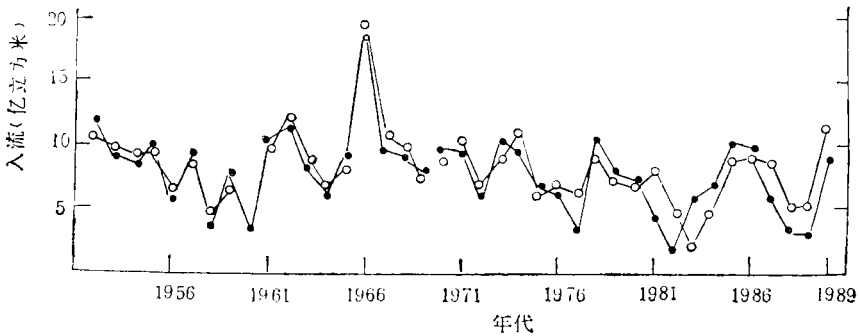


图 3 洱海入流、出流图

Fig. 3 The inflow and outflow amounts of Erhai Lake

2.2 流域森林植被破坏,水土流失严重 建国初期,流域森林植被较好,覆盖率 50% 以上,环湖百多条入湖河溪清水长流,水源丰沛。经过 1958—1976 年的大砍伐,流域植被破坏相当严重,覆盖率下降到 10.8%,而且成林少。灌木幼林、疏林多;常绿阔叶林少,针叶林多,水土保持作用较差。入湖河流枯季断流,雨季洪水暴涨,水土流失严重。据观测计算,每年流域泥沙流失达 211 万 t,其中固态氮和磷分别为 1.15 万 t 和 0.69 万 t,溶解态氮和磷分别为 589t 和 347t。流域 56.6 万亩农田,年流失氮 4 000—6 000t,磷肥 4 500t,农药 200—300t。山地和农田面源污染,增加了洱海的营养负荷。

2.3 酷渔滥捕,不合理引种 60 年代,洱海捕鱼船只只有 500 多只,捕捞人员 1 500 多人,捕捞手段落后,鱼虾年产量 300 多万公斤。80 年代,捕捞船发展到 3 000 多只,捕捞人员到 6 000 多人,捕捞网眼越来越小,机拖船的马力越来越大,捕捞强度大大提高,鱼虾年

产量比 60 年代增加了 200 多万公斤。近年捕捞船发展到 4 000 多只,对洱海渔业的发展十分不利。水产部门每年投放 300 多万尾鱼苗,引进草、鲢、鳙等外来鱼种,带进虾虎鱼、麦穗鱼等多种小杂鱼。它们占据了土著鱼的产卵场所,吞食鱼卵,使土著鱼类濒临灭绝。水草繁茂,适于草鱼、鲫鱼等鱼类的繁殖,限制了土著鱼类的增长。

3 综合治理对策

3.1 控制水位,合理开发利用洱海水资源 根据洱海多年水质、生物监测结果,流域降水规律,出、入流,发电,工农业及生活用水情况等综合分析,为获得生态、经济,社会三个效益,提出如表 2 的生态经济水位线。用生态经济水位线控制在 50%,95%保证率情况下的洱海水位,可避免洱海水资源过量开发、生态恶化,同时兼顾不同季节发电及农灌用水的需要。

表 2 洱海生态经济水位线
Tab. 2 Eco-economic waterlevel in Erhai Lake

月 份		1	2	3	4	5	6	7
50% 保证率	水位 (m) 供水 (亿 m ³)	1973.4 0.49	1973.2 0.49	1970.3 0.49	1972.5 1.20	1971.8 1.00	1971.5 0.46	1972.0 0.79
0.5% 保证率	水位 (m) 供水 (亿 m ³)	1973.0 0.25	1972.9 0.25	1972.8 0.25	1972.4 0.90	1971.7 0.90	1971.5 0.60	1971.8 0.05
月 份		8	9	10	11	12	平均	
50% 保证率	水位 (m) 供水 (亿 m ³)	1973.0 0.79	1973.5 0.78	1974.0 0.78	1973.8 0.50	1973.6 0.50	1972.9 8.27	
0.5% 保证率	水位 (m) 供水 (亿 m ³)	1972.8 0.05	1973.0 0.05	1973.5 0.06	1973.3 0.05	1973.1 0.05	1972.6 4.36	

3.2 大力植树造林,控制水土流失 在湖西部苍山建立自然保护区。海拔 2 100m 以上退耕还林、还牧,封山育林;严格控制大理石开采,已开采完毕的矿床要复土植树。湖东部制止乱开采石灰石矿、破坏景观和生态的行为,封山育林,划定部分保护区。湖北部要保护好罗坪山林木,合理采伐;其他山脉要大力植树造林,恢复植被。整个流域的森林覆盖率应提高至 30%以上,湖泊汇水山脉覆盖率提高到 60%以上,才能有效地控制水土流失及山地面源负荷,同时可大大增加入流量。

3.3 应用生态学原理发展洱海渔业 目前,洱海有水生维管束植被 56.3 万 t,浮游植物 151 万个/L,浮游动物 308.4 个/L,腹足类总生物量 43 546 t,水蚯蚓 183.75 t,摇蚊幼虫 47.455t。按鱼类饵料生物计算,各种食性鱼类理论单产可达 24kg/亩,而现洱海鱼单产仅 13kg/亩左右。为使湖内饵料资源有效利用,实现湖泊生态系统良性循环,应用生态学原理发展洱海渔业。每年向湖内投放草、青、鲤鲫、鲢、鳙鱼种分别为 917,296,474,1 036,237 万尾,使湖内各种食性的鱼类配置逐渐趋于合理。另外,必须加强对洱海渔业的管理,严格控制捕捞强度,限制机拖船、鱼鹰船的盲目发展,取缔密眼拉网等;划定幼鱼保护区,在鱼类繁殖季节封湖禁渔等。

3.4 控制点源、面源污染 用 Dellon 模型计算,在 25%保证率下,洱海氮、磷允许负荷分别为 1 569.5t/a 和 69.1t/a;50%保证率下分别为 983.3t/a 和 40.5t/a;95%保证率

下分别为 752.6t/a 和 30.2t/a。目前,洱海的点、面源污染已大大超过允许负荷,应采取措施控制污染。

排入洱海的工业废水必须经过处理,达到排放标准后才能排放;城镇生活污水截污后排入西洱河下段;农村生活污水汇入农田作土地吸收处理。用生态经济学原理调整湖滨农、林、牧、副、渔业结构,使其达到最佳生态经济效益。推广生态农业,提倡秸秆归田,多施有机肥,少施化肥,改变农田漫灌习惯。在湖岸设置前置库,用生物净化入湖污水;种植芦苇固土护岸,净化水质。控制网箱养鱼数量,科学投饵,改变以水草投饵的粗放养鱼方式。

3.5 健全洱海管理机构,加强对洱海生态环境的全面管理 目前,洱海的管理机构,其主要职责是渔政管理。由于机构不健全,职责不明确,专业人员不足等,难以实现对洱海生态环境的全面科学的管理。应健全机构,明确职责,对洱海水资源、水质、生物资源以及流域生态环境实施全面、科学的管理。

参 考 文 献

- 张玺、齐钟彦,1949,云南淡水软体动物及其新种,北平研究所动物学研究丛刊,5(5): 215—220。
杜宝汉,1991,洱海流域水文特征及非点源污染负荷研究,云南环保,10(2): 25—35。
黎尚豪、俞敏娟、李光正等,1963,云南高原湖泊调查,海洋与湖沼,5(2): 87—114。

STUDY ON THE DETERIORATION OF ECO-ENVIRONMENT OF ERHAI LAKE AND COUNTERMEASURES FOR COMPREHENSIVE TREATMENT

Du Baohan

(Dali Prefectural Research Institute of Environmental Science, Yunnan 671000)

ABSTRACT

Erhai Lake situated at the west of Yunnan ($100^{\circ}05' - 100^{\circ}17'E$, $25^{\circ}36' - 25^{\circ}58'N$), has a catchment area of $2\,565\text{ km}^2$, surface area of 250 km^2 , mean depth of 10.5m and maximum depth of 20.5m . The main ecological environmental problems of Erhai Lake are: (1) decrease of water level and water resources, (2) increase of areal coverage and biomass of aquation vegetation, (3) aboriginal fish slowly depleted, (4) overfishing, (5) destruction of the washed forest, soil erosion, (6) loading of nitrogen and phosphorus due to the increase of agricultural production around Erhai Lake, (7) pollution of the waves.

This paper presents some countermeasures to solve the problems:

- (1) Control water level.
- (2) Afforestation in the watershed to prevent soil erosion.
- (3) Control overgrowth of aquatic plants in the lake.
- (4) Implement and perfect the administrative system and pass protective legislation for Erhai Lake.

Key words Erhai Lake Eco-environment Aquation vegetation