

南京钟山风景区水环境状况调查与评价

夏 红¹ ,朱风松² ,张林生³ ,曾长磊¹ ,何新华¹ ,赵 燕¹

(1.玄武区环境保护监测站 ,江苏 南京 210018 ; 2.江西省环境保护局 ,江西 南昌 330077 ;
3.东南大学环境工程系 ,江苏 南京 210018)

摘要 通过对中山陵风景区内水环境状况的调查 ,结合水体的监测数据 ,描述各水体的水环境状况 ,确定主要影响污染物 ,了解水体富营养化状况 ,对各水体进行污染评价 ,计算水体的污染负荷 ,评估水体环境容量 ,提出污染控制方案及保护该区域水体的对策。

关键词 :中山陵 ,水质 ,富营养化 ,环境容量 ,南京市

中图分类号 :X36 **文献标识码** :B **文章编号** :1004-693X(2007)S1-0023-05

1 钟山风景区水体概况

1.1 地理概况

紫金山是南京市最高山 ,总面积 2 970.33 hm² ,其中森林面积约 2 133.33 hm² ,是省级森林自然保护区。紫金山属于北亚热带气候 ,每年日照 2 213 h ,年均温 15.4 ℃ ,年平均降水量 1 013 mm ,全年寒暑及降水变化明显 ,多年平均蒸发量为 1 558.9 mm。

2004 年 3 月 1 日南京紫金山正式成为国家级森林公园 ,近几年当地政府累计投入约 1 亿元资金用于紫金山生态建设 ,并引入世界先进的森林景观监测体系 ,精确高效地保护和优化森林资源。

1.2 水体状况

紫金山风景区共分布大小水体 14 处 ,山南麓有紫霞湖、前湖、水榭(流徽榭)、琵琶湖、竹海湖、西北水库、东北水库、五棵松水库及白马湖等 ,山北麓有上、下黄马水库、军民友谊水库、天文水库和王家湾水库等 ,由于天文水库和王家湾水库均在驻区部队内 ,白马湖因全国十运会项目建设施工 ,本文未对上述水体进行调查分析 ,图 1。

1.3 中山陵景区水污染设施概况

中山陵地区现建有 3 处污水处理站。中山陵商业街东、西两侧各一处 ,建于 2002 年 8 月。东侧污水处理站污水来自嘉陵楼、中山陵大酒店等 ,日处理能力 300 t ,污水经处理后部分回用浇树。西侧污水处理站污水主要来自快佳乐餐饮公司 ,污水处理设施日处理能力 100 t ,污水经处理后排入西侧山沟。

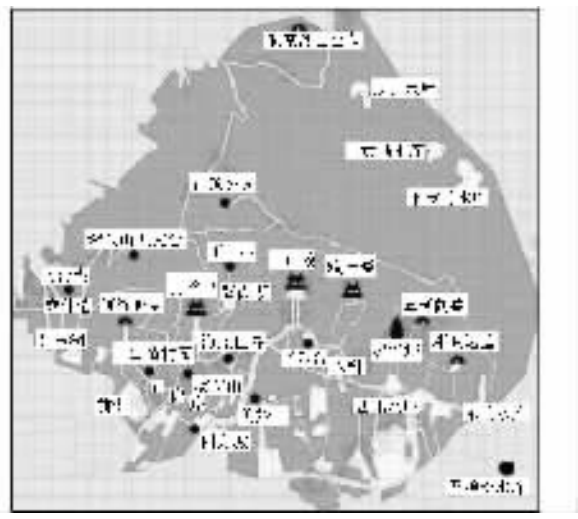


图 1 紫山水体分布

2003 年灵谷寺建成一套有动力装置的生化污水处理设施 ,日处理能力 200 ~ 300 t ,污水主要来自松风阁素菜馆、沿线厕所、灵谷寺大雄宝殿 ,经处理后的污水部分回用灌溉 ,其余排入灵谷寺山沟。

为减轻园区内各单位排放的废水对景观的影响 ,中山陵管理局于 2004 年沿霹雳沟建成一条排污管渠。该排污管渠沿途对中山陵 5 号(东郊宾馆)、中山陵 8 号、海底世界、国陵会议大酒店、中山陵 11 号钟山干部疗养院的污水集中收集 ,实行雨污分流 ,采用封闭管道将污水排入月牙湖。

2 污染物输入输出情况

2.1 降水输入

南京市年平均降雨量 1 013 mm ,降水中 COD、磷、

氮平均质量浓度分别为 5 mg/L、0.034 mg/L 和 2.25 mg/L 相应的水体表面降水污染负荷情况见表 1。

表 1 降水中污染物年输入量

水体名称	水体面积/万 m ²	COD/kg	TP/kg	TN/kg
琵琶湖	2.66	134.73	0.92	60.63
前湖	10.00	506.50	3.44	227.93
紫霞湖	4.47	226.41	1.54	101.88
西北水库	0.73	36.97	0.25	16.64
东北水库	0.67	33.94	0.23	15.27
水榭	1.53	77.49	0.53	34.87
竹海湖	0.87	44.07	0.30	19.83
上黄马水库	1.60	81.04	0.55	36.47
下黄马	8.07	408.75	2.78	183.94
友谊水库	2.13	107.88	0.73	48.55
五棵松水库	2.87	145.37	0.99	65.41

2.2 径流输入

根据中山陵地区地质和植被情况 ,径流总量计算采用公式^[1]：

$$W = 1000RF \tag{1}$$

式中 : W 为径流总量 ,m³ ; R 为径流深度 ,mm ; F 为流域面积 ,km²。

另外 ,径流系数为某时段内的径流深度与同一时段内降水量之比 ,其计算公式为：

$$\alpha = R/P \tag{2}$$

式中 : α 为径流系数 ; P 为同一时段内的降水量 ,mm。

式(1)可转换为

$$W = 1000\alpha PF$$

因中山陵地区多为植被单一覆盖 ,根据绿地和草地单一覆盖这一特点 ,径流系数 α 取 0.15。西北水库在灵谷寺南 ,灵谷寺路为青砖路面 ,其径流系数 α 取 0.35^[2]。

根据 2005 年南京市玄武区环境保护监测站的监测数据 ,降雨径流中 COD、磷、氮平均浓度分别为 25 mg/L、0.05 mg/L、7.35 mg/L 见表 2。

表 2 地表径流中污染物年输入量

水体名称	流域面积/km ²	径流总量/m ³	COD/kg	TP/kg	TN/kg
琵琶湖	1.15	174 742.5	4 368.56	8.74	1 284.36
前湖	1.82	276 549.0	6 913.73	13.83	2 032.64
紫霞湖	1.40	212 730.0	5 318.25	10.64	1 563.57
西北水库	2.00	709 100.0	17 727.50	35.46	5 211.89
东北水库	0.75	113 962.5	2 849.06	5.70	837.62
水榭	1.52	230 964.0	5 774.10	11.55	1 697.59
竹海湖	0.50	75 975.0	1 899.38	3.80	558.42
上黄马水库	0.76	114 722.3	2 868.06	5.74	843.21
下黄马	1.69	256 491.6	6 412.29	12.82	1 885.21
友谊水库	2.06	313 017.0	7 825.43	15.65	2 300.67
五棵松水库	0.50	75 975.0	1 899.38	3.80	558.42

2.3 生活污水排放

中山陵风景区有 13 个自然村 9 个居民片区内有(居(农)民共 3 700 多户 ,约 14 000 人。其中前湖周围 987 户 ,约 4 000 人 ,琵琶湖周围 211 户 ,约 800 人 ,五棵松水库周边 82 户 ,约 340 人。上述水体周围居民生活污水大部分排至生活区周围的地表 ,少量污水直接排入周围水体 ,排放量约占总污水量的 20%。其余水体周围无居民 ,无生活污水排入。以生活用水量 150 L/d·人、排污系数为 0.8 ,每人每日排放 120 L 废水及 10 g 氮、1 g 磷和 70.0 g COD 计算 ,前湖周围入湖生活污水年排放量为 35 040 t ,污染物总量分别为总氮 2.92 t/a、总磷 0.29 t/a、COD 20.4 t/a。琵琶湖周围入湖生活污水年排放 7 008 t ,污染物总量分别为总氮 0.58 t/a、总磷 0.058 t/a、COD 4.09 t/a。五棵松水库周围入湖生活污水年排放 2 978 t ,污染物总量分别为总氮 0.25 t/a、总磷 0.025 t/a、COD 1.74 t/a。

2.4 入湖水及污染物年输入总量

入湖水输入总量由地表径流、生活污水及降水组成 ,入湖水中污染物年输入总量见表 3。

表 3 入湖水及污染物年输入总量

水体名称	径流总量/m ³	生活污水/m ³	降水/m ³	输入总量/m ³	COD 输入总量/kg	TP 输入总量/kg	TN 输入总量/kg
琵琶湖	174 742.5	7 008	26 945.8	208 696.3	8 593.29	67.65	1 924.99
前湖	276 549.0	35 040	101 300.0	412 889.0	27 820.23	307.27	5 180.56
紫霞湖	212 730.0		45 281.1	258 011.1	5 544.66	12.18	1 665.45
西北水库	709 100.0		7 394.9	716 494.9	17 764.47	35.71	5 228.52
东北水库	113 962.5		6 787.1	120 749.6	2 883.00	5.93	852.90
水榭	230 964.0		15 498.9	246 462.9	5 851.59	12.08	1 732.46
竹海湖	75 975.0		8 813.1	84 788.1	1 943.44	4.10	578.25
上黄马水库	114 722.3		16 208.0	130 930.25	2 949.10	6.29	879.68
下黄马	256 491.6		81 749.1	338 240.7	6 821.04	15.60	2 069.15
友谊水库	313 017.0		21 576.9	334 593.9	7 933.31	16.38	2 349.22
五棵松水库	75 975.0	2 978	29 073.1	108 026.1	3 784.74	29.79	873.83

2.5 污染物输出

按照输入输出平衡公式计算得出表 4。

$$W_{\text{排出}} + W_{\text{蒸发}} = W_{\text{降水}} + W_{\text{径流}} + W_{\text{生活}} \tag{3}$$

式中 : $W_{\text{排出}}$ 、 $W_{\text{蒸发}}$ 、 $W_{\text{降水}}$ 、 $W_{\text{径流}}$ 、 $W_{\text{生活}}$ 分别为年溢流出水及功能取水量、年蒸发水量、年降水量、年径流量、生活污水入湖量。

表 4 年排出水量及污染物年输出总量

水体名称	年排出水量/m ³	COD/kg	TP/kg	TN/kg
琵琶湖	167 229.56	13 668.31	53.51	796.01
前湖	256 999.00	10 127.55	41.12	655.35
紫霞湖	188 328.27	2 071.61	18.83	909.63
西北水库	705 114.93	16 570.20	35.26	1 706.38
东北水库	110 304.97	3 198.84	3.31	198.55
水榭	222 611.73	4 897.46	17.81	841.47
竹海湖	71 225.67	1 566.96	1.42	131.77
上黄马水库	105 987.85	7 737.11	21.20	385.80
下黄马	212 437.47	12 958.69	33.99	550.21
友谊水库	301 389.33	10 397.93	12.06	696.21
五棵松水库	63 285.67	6 918.37	18.35	46.20

南京市的年蒸发量为 1 558.9 mm ,在不考虑蒸发过程中污染物减少的情况下 ,各水体污染物年输出总量见表 4。

3 各水体的水质特征和污染负荷

3.1 水质特征

3.1.1 pH 值

依据南京市玄武区环境保护监测站 2003 ~ 2005 年的监测数据 ,各水体 pH 值在 6.01 ~ 9.50 的范围之中 ,除琵琶湖外均达到Ⅳ类水体标准。紫霞湖最低范围在 6.01 ~ 6.94 ,琵琶湖最高 ,全年在 8.82 ~ 9.50 范围之间。琵琶湖的 pH 值呈弱碱性 ,且丰水期高于平水期 ,丰水期的湖西北角 pH 值达到 9.50。而弱碱性水质是富营养藻型湖泊的必要条件。在湖泊富营养化发展过程中 ,湖水 pH 值呈现随藻类生长而显著增高的趋势。

3.1.2 DO 浓度

丰水期下黄马水库溶解氧质量浓度最低 ,只有 3.70 mg/L ,琵琶湖和上黄马水库溶解氧质量浓度呈过饱和状态。由于下黄马水库放水 ,水位较低 ,大量白鲢死亡发臭 ,水质发黑 ,尸体腐烂 ,分解有机物消耗大量溶解氧 ,致使溶解氧降低。夏季琵琶湖表层溶解氧质量浓度呈过饱和 ,而底层溶解氧呈缺氧状态 ,只有 5.40 mg/L。可以看到琵琶湖水质呈绿色 ,藻类大量繁殖。水体表层因水生植物光合作用造成溶解氧质量浓度过饱和 ,深层因大量耗氧而缺氧。前湖表层溶解氧质量浓度为 6.87 mg/L ,而底层溶解氧质量浓度只有 2.20 mg/L ,呈严重缺氧。在中国的富营养化湖泊中 ,也表现出湖泊和水库表层水的溶解氧质量浓度饱和或过饱和而深层缺氧的现象。

紫霞湖表层和底层的溶解氧质量浓度相差不多 ,表层为 7.15 mg/L ,底层为 6.90 mg/L。其他水体都大于 6 mg/L。

在平水期 ,仍是琵琶湖溶解氧质量浓度最高 ,呈现过饱和状态 ,同时其感观指标显示湖中藻类较多 ;竹海湖最低 ,为 7.22 mg/L ;而五棵松水库由于蒸发量大 ,在平水期就已干涸无水。从溶解氧指标看 ,冬季普遍高于夏季。

琵琶湖、前湖表层溶解氧过饱和 ,深层缺氧 ,是水体富营养化的前兆。

3.1.3 透明度

丰水期透明度在 0.5 m 以上的湖泊依次是水榭、竹海湖、东北水库、西北水库、友谊水库、紫霞湖和前湖 ,最好的是水榭 ,达 1.10 m ;竹海湖、东北水库、西北水库、友谊水库也都在 0.75 m 以上 ;最差的

是琵琶湖 ,只有 0.15 m ;五棵松水库也只有 0.20 m。上黄马水库为 0.3 m ,下黄马水库为 0.35 m。

平水期透明度均高于丰水期 ,三个湖泊(紫霞湖、水榭、竹海湖)的透明度高于 2 m。透明度较差的是上、下黄马水库和琵琶湖 ,均低于 0.5 m。

而国际上通常认为透明度小于 0.5 m 是富营养化湖泊的重要特征^[3]。大部分湖泊的透明度呈现随藻类繁殖而明显下降的变化趋势。琵琶湖从感观上可以看到湖面大部呈绿色 ,湖中生长着大量藻类 ,降低了湖泊的透明度。

3.1.4 高锰酸盐指数

丰水期除琵琶湖外 ,各水体 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 均小于 10 mg/L ,达到Ⅳ类水体标准。其中前湖、紫霞湖、西北水库、东北水库、水榭、竹海湖和友谊水库 7 个水体小于 6 mg/L ,达到Ⅲ类水体标准。而琵琶湖夏季 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 为 31.2 mg/L ,属劣Ⅴ类水质 ,而平水期 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 只有 7.4 mg/L。其高锰酸盐指数变化趋势 ,与藻类的生长相呼应 ,夏季达峰值 ,说明水体夏季受有机污染严重。

平水期 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 均低于丰水期。前湖、紫霞湖、西北水库、水榭、竹海湖 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 均小于 4 mg/L ;东北水库和友谊水库的 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 小于 6 mg/L ,水质较差的琵琶湖、上下黄马水库的 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 也都小于 10 mg/L。

3.1.5 COD 浓度

在丰水期 ,COD 质量浓度表现出较大的差异 ,最高的上黄马水库达 106 mg/L ;琵琶湖也达到 100 mg/L ;五棵松水库达到 92 mg/L ;下黄马水库达 85 mg/L。而紫霞湖只有 12 mg/L ,浓度最低 ;前湖 $\rho(\text{COD})$ 为 18 mg/L ;其余水体西北水库、东北水库、水榭、竹海湖的 $\rho(\text{COD})$ 均低于 30 mg/L ;友谊水库也只有 32 mg/L。

平水期 $\rho(\text{COD})$ 值则相差不大 ,浓度最高的琵琶湖和上黄马水库都是 40 mg/L ,与最低的紫霞湖 10 mg/L 相差只有 30 mg/L。其余各水体 $\rho(\text{COD})$ 均在 20 ~ 40 mg/L 之间。

无论丰水期还是平水期 ,各水体 COD 的污染程度都表现了大致相同的结果 :COD 污染最严重的是琵琶湖、上、下黄马水库和五棵松水库 ,水体 COD 浓度最低的是紫霞湖 ,可达Ⅰ类水体标准 ;西北水库、水榭、竹海湖、也达到Ⅳ类水体标准。

3.1.6 BOD₅ 浓度

BOD₅ 浓度是反映湖泊有机污染的重要指标。各水体的变化趋势与 COD 基本相同 ,夏季浓度最高的是琵琶湖 ,达 28.4 mg/L ,上、下黄马水库和五棵松水库也都超过了 20 mg/L。前湖、紫霞湖、水榭和竹

海湖均小于 6 mg/L ,达到Ⅳ类水体标准。

平水期 BOD₅ 质量浓度较高的是琵琶湖、东北水库、上黄马水库、下黄马水库和友谊水库 ,均大于 10 mg/L。前湖、紫霞湖、西北水库、水榭和竹海湖 ,均小于 10 mg/L。

在夏季气温较高 ,且藻类现存量较多时 ,多数水体出现 BOD₅ 浓度大于 COD_{Mn} 浓度。

3.1.7 氨氮浓度

夏季氨氮浓度最高的是下黄马水库、琵琶湖 ,都高于 1.5 mg/L ,超过Ⅳ类水体标准 ,甚至紫霞湖也达到了 1.0 mg/L ,应引起足够的重视 ,浓度最低的是东北水库 ,只有 0.159 mg/L。

而冬季 ,氨氮质量浓度最高的是上黄马水库、东北水库、西北水库和下黄马水库 ,都高于 1.0 mg/L ,其中上黄马水库高于 1.5 mg/L ,最低的则是紫霞湖 ,只有 0.22 mg/L。紫霞湖在夏、冬两季表现出明显的差异 ,与夏季紫霞湖的游人增多 ,入湖游泳有关。

3.1.8 总氮和总磷浓度

总磷质量浓度较高的是琵琶湖和五棵松水库 ,夏季均超过 0.3 mg/L ,超过Ⅳ类水体标准。而其余水体总磷质量浓度并不很高 ,均低于 0.3 mg/L ,达到Ⅳ类水体标准。

多数水体总氮质量浓度较高 ,除五棵松水库为 0.73 mg/L 外 ,其余均超过 1.5 mg/L ,东北水库和竹海湖属Ⅴ类水质 ,琵琶湖、前湖、紫霞湖、西北水库、水榭、上、下黄马水库和友谊水库超过 2.0 mg/L ,属劣Ⅴ类水质。

湖水中的氮和磷 ,是水生植物生长所需要的主要营养盐。总氮和总磷是湖泊富营养化的指标之一。国际上一般认为 $\rho(\text{TP})$ 为 0.02 mg/L , $\rho(\text{TN})$ 为 0.2 mg/L 是富营养化的发生浓度。也就是说 ,只有高于上述浓度 ,富营养化过程才有可能发生。1982 年 OECD 调查的世界 71 个湖泊的几何均值 ,其总氮质量浓度均值为 1.875 mg/L ,总磷质量浓度均值为 0.084 mg/L ,依此中山陵水体的总磷和总氮均处较高浓度状态。

3.1.9 石油类指标

多数水体石油类质量浓度在丰水期和平水期差别不大 ,但前湖夏季只有 0.04 mg/L ,而平水期达 0.2 mg/L ,水榭在夏季丰水期石油类浓度大大高于平水期 ,夏季为 0.14 mg/L ,秋冬季为 0.04 mg/L。各水体石油类质量浓度均小于 0.5 mg/L ,达到Ⅳ类水质。

3.1.10 挥发性酚

挥发性酚在琵琶湖有检出 ,并且检出率为 100% ,应当引起重视 ,而在其他水体均未有检出。

3.2 污染负荷

由于中山陵地区的水体功能主要为景观游览 ,是人体非直接接触的娱乐用水 ,因此 ,用 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》的Ⅳ类水质标准作为中山陵水体的水质现状评价标准。从污染因子看 ,在严重污染的水体中 ,BOD₅ 已成为第一污染因子。而在中度污染和较重污染的水体中 ,总氮的贡献最大。如果排除总氮的贡献 ,前湖、紫霞湖、水榭都可达到Ⅳ类地表水环境标准。

4 富营养化现状

4.1 水环境富营养化评价

为了评价中山陵各水体的富营养化程度 ,经筛选 ,富营养化的评价指标主要为叶绿素 a、TP、TN、SD 和 COD_{Mn}。叶绿素 a 在富营养化指标中最具代表性 ,磷和氮是藻类生长必需的营养元素 ,对藻类增殖往往有限制作用 ,透明度和化学耗氧量与藻类现存量有关。根据富营养化综合评价公式(TSLC)^[3] ,TSLC 评价结果 :琵琶湖为 75 ,前湖为 64 ,紫霞湖为 62 ,西北水库为 61 ,东北水库为 59 ,水榭为 55 ,竹海湖为 58 ,上黄马为 69 ,下黄马为 66 ,友谊水库为 54 ,五棵松为 67。

根据 TSLC 指数进行评价 ,友谊水库、水榭、竹海湖、东北水库属中营养化 ,西北水库、紫霞湖、前湖、下黄马水库、上黄马水库和五棵松水库达富营养化 ,琵琶湖达重富营养化。

4.2 生物因子富营养化评价

按捷尔吉森(1980)提出的湖泊富营养化程度的判定标准^[3]评价 ,中山陵的各水体叶绿素均属贫营养水平 ,叶绿素最高的琵琶湖也只有 0.046 mg/L。

4.3 富营养化综合评价

综合 TSLC 指数及叶绿素 a 的生物因子的评价 ,中山陵各湖泊水体中氮、磷虽然较高 ,尤其是总氮超标严重 ,但初级生产力 Chla 却并不高。

当大量的氮、磷等生物营养元素流入湖泊时 ,就能引起水质富营养化 ,导致浮游藻类的大量生长 ,形成水华 ,危及湖泊生态环境。这些营养元素同样为大型水生植物生长所必须。由于水生植物的吸收净化 ,可降低湖泊中 Chla 含量。

中山陵各水体周围多生长大量水生植物 ,对氮、磷起到吸收净化作用。这说明人类活动对中山陵水体所施加的影响被其自然调节作用所缓解 ,不能简单地以富营养化定义。但也应看到 ,各水体已呈现了富营养化的趋势 ,应当引起重视。

4.4 湖泊富营养化的原因

湖泊富营养化的根本原因是过量的营养物质进入湖泊水体 ,从而引起藻类迅速繁殖所致。合田健

曾指出,湖水中总氮与总磷浓度比为 12:1~13:1 时最适宜于藻类生长^[3]。湖水的平均深度与水力停留时间的比值小、自然形成的地表径流中营养盐的本底含量较高、水域的封闭度大以及对湖泊资源的利用不当和对环境的管理不妥(如网箱养鱼)都是湖泊发生富营养化的重要原因。

中山陵的湖泊水体以浅水湖为主,9 个水体平均水深小于 4.0m 的有 8 个,湖底水生植物多,多数湖泊湖水滞留时间长,水体更新较差,并且与适合藻类生长的气候条件叠加,则加速了富营养化进程。而前湖、上下黄马水库都存在人工养殖的情况。玄武区环境监测站 2004 年至 2005 年的监测数据表明,琵琶湖氮、磷比为 14.9:1,前湖氮、磷比为 15.9:1,上黄马水库氮、磷比为 18.2:1,下黄马水库氮磷比为 16.2:1。以上原因导致了琵琶湖、前湖等水体呈现富营养化趋势。

5 有机污染

从反映湖泊有机污染现状的三氧指标(DO 、 COD_{Mn} 、 BOD_5)来看,琵琶湖有机污染严重,并且从富营养化的指标看,已呈现富营养化特征。西北角琵琶山庄排放的餐饮废水中大量营养盐(氮、磷)进入湖泊水体,引起藻类大量繁殖,是引起湖泊富营养化的直接原因。周围居民的生活废水、降雨降尘和地表径流对营养盐也有贡献,但从各指标严重超标的情况看,餐饮污水的排入是最主要原因。

上、下黄马水库有机污染也相对较重。虽然 COD_{Mn} 并不超标,但 COD 却超过Ⅳ类标准。因为这两处水库都承包给个人从事水产养殖,饵料的投放使得有机物输入较多,同时夏季出现的大面积死鱼,也是水质进一步恶化的反映。

其余水体有机污染情况则较轻。

6 纳污能力

根据南京市地表水功能划分,紫霞湖和友谊水库执行Ⅳ类水体标准,其余水体执行Ⅴ类水体标准。由 Dillon 模型^[4]可算出各水体全年的氮、磷负荷能力。

各水体磷的输入尚未达到极限,满足当前的水质目标情况下,尚有一定的纳磷空间。只有西北水库基本达到了负荷。其余水体尚有较大的纳磷空间。

各水体的氮的输入基本已达极限,只有五棵松水库、前湖距负荷极限还有较大空间。而东北水库和竹海湖尚有少量纳污空间,均不超过 30% 的纳氮量。

7 污染控制

7.1 水质目标

根据各水体的主要功能分别为游览、滞洪、蓄

水、水产或兼而有之的要求,中山陵各水体中紫霞湖、友谊水库执行 GB3838—2002 地表水Ⅳ类水质标准,其余水体执行Ⅴ类标准。

7.2 环境容量

目前,各水体总磷量的输入基本都未达到标准下限的允许负荷,尚有较大的纳磷空间。超过标准下限的水体只有西北水库,但尚未达到上限允许负荷,但纳磷空间已很小。

绝大多数水体的总氮量的输入都已超过允许负荷,琵琶湖、紫霞湖、西北水库、水榭、上黄马水库、下黄马水库和友谊水库都已超过上限所允许的负荷,已没有纳氮空间,必须要削减氮的输入量,才能维持其相应的水体功能。东北水库和竹海湖虽已超过下限允许负荷,但尚未达到最大值,尚有一定的纳氮空间。前湖、五棵松水库的总氮输入量尚有较大的纳氮空间,分别距下限允许的负荷还有 35% 和 62% 的输入空间。

7.3 污染控制方案

7.3.1 污染源治理

湖泊污染的主要类型是富营养化和有机污染。湖泊富营养化的主要控制因子为 TP、TN,在污染源治理中要考虑减少氮、磷的污染,特别是氮的输入。湖泊有机污染指由于各种排放面输入的有机物质在湖泊水体中形成的污染,主要污染物是以影响水体氧平衡为主要机制的耗氧性有机物。这类污染的主要控制因子为 BOD_5 、 COD 、SS。

中山陵地区现有的 3 处生化污水处理设施,分布在灵谷寺景区和中山陵商业街。排水达到 GB8978—1996《污水综合排放标准》的 2 级标准,部分中水加以回用灌溉花草树木。

7.3.2 生态恢复

一般湖泊,2 m 以内的浅水区有沉水植物和藻类分布,这些生物群落对湖泊水体有极强的净化能力,它们可以吸收 N、P,提高水体透明度,对防止湖泊污染,尤其是防止富营养化有重要作用。国外研究表明,沉水植物分布面积在 30% 左右的湖泊生态系统处于良好状态。水生植物必须移出湖泊才能最终实现湖内污染物负荷的减少,因而恢复浅水区的大型水生植物,优化植物群落结构及资源综合利用对于促进湖泊的良性生态循环是非常必要的。

中山植物园南园现已在前湖开工建设。未来的前湖,将成为拥有 1300 多种湿生、水生植物的湿生、水生植物园,而利用前湖周围的自然林,还将建成国内首个地背植物园,引进华东地区的 1600 多种地背植物。相信建成后的前湖,将会成为更加奇妙、多彩的植物世界。

(下转第 31 页)

流域 2 个 :太极村、腾龙桥。5 个河道站点 ,1 个水库站点(北庙水库)。采用长系列回归分析法 ,水质浓度回归分析法所反映的是长期水质变化情况。根据 1980~2000 年的水质监测数据进行分析 ,趋势分析结果见表 2。

表 2 水质趋势分析

站点	总硬度	DO	NH ₃ -N	COD _{Mn}	BOD ₅	FN	TP
道街坝	++	++	++	+	+	--	
柯街	++	--	+	-	++	-	
旧城	++	--	++	++	+	--	
太极村	++	++	-	+	+	+	
腾龙桥	++	--	++	++	++	--	
北庙水库	0	+	--	0	0	--	--

注 :++ 为显著上升趋势 ;+ 为无显著上升趋势 ;-- 为显著下降趋势 ;- 为无显著下降趋势 0 为无趋势。

3.1 河道站

根据监测项目的趋势分析 ,太极村断面水质恶化趋势不明显 ,其余河道水质有进一步恶化的趋势。从流域来说 ,也就是除伊洛瓦底江大盈江段水质继续恶化的趋势不明显外 ,其余河段情况不容乐观。

3.2 北庙水库

北庙水库是保山市重要的城市集中供水水源地 ,总库容 7 350 万 m³。2002 年建成了保山城第三自来水厂 ,北庙水库为第三水厂供水水源 ,日供水量达 3 万 m³ ,主要供保山城区及近郊 8 万多人生活用水。水库水质总体变化趋势不明显 ,总硬度、高锰酸盐指数、五日生化需氧量都没有明显变化 ,溶解氧升高 ,氨氮下降 ,而 2003 年至 2005 年总氮监测结果 ,丰水期、枯水期、全年总氮均呈上升趋势 ,变化率为 0.35%、0.04%、0.03%。

4 结 语

- a. 加大宣传力度 ,提高环境保护意识。少污染就是最大的保护 ,要加强宣传 ,向全社会广泛宣传《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规 ,保护水质 ,人人有责 ,每一个公民都自觉地保护水环境 ,减少污染源。
- b. 完善水体监测体系。由于各方面的原因 ,除主要江河湖库站点布设常规水质监测点 ,支流水质监测点较少 ,现有的水质监测站点不能满足水功能区的水质评价要求。局部污染不能及时发现 ,一旦污染到干流 ,则已很难治理了。
- c. 加强水环境监督管理。在经济发展的同时 ,要努力保护和改善水环境质量 ,控制污染、加强防

治。采用先进技术 ,提高工业用水的重复利用率 ,削减工业排污量 ,做到污水只有处理达标后才能排放 ,尤其是纸厂废水 ,矿厂废水 ,应增加处理措施。并严格控制新的污染源 ,推广无污染的绿色技术 ,使经济发展与水环境保护同步进行。通过立法、政策、规划这 3 项水管理要素 ,以及实行计划用水、节约用水和取水许可等用水管理的基本制度 ,形成新的水资源管理机制。

d. 加大水环境治理力度。对已受到污染的河段 ,要进行综合治理 ,对污染物进行削减 ,控制染水排放 ,通过治理 ,达到功能区水质目标值。

参考文献 :

[1] 保山地区水利电力局 . 保山地区水利志 [M] . 德宏民族出版社 ,1994 .

(收稿日期 2007-03-03 编辑 :舒 建)

(上接第 27 页)

7.3.3 流域环境管理

2002 年 ,中山陵成为 1S014000 环境保护国家级示范区 ,近年又引入世界上先进的 3S(即卫星遥感 RS、全球定位系统 GPS、地理信息系统 GIS)技术建立了精确高效的森林生态景观监测体系 ,这些重要举措都有效地保护和优化了紫金山森林资源。

目前 ,南京市政府投入 20 亿巨资 ,实施拆建还林、退耕还林和荒地补绿 ;完善景区内道路、排水等基础配套设施 ,整治琵琶湖、前湖、紫霞湖等水环境 ;而前湖、琵琶湖周围的居民将全部搬迁 ,手表厂、澳宝饮品公司等企业也将搬出景区。建设王家湾公园、邵家山公园、下马坊遗址公园、明文化园、健康庄园等一批生态公园和旅游景点。使中山陵园风景区成为生态之园、文化之园、旅游之园、繁荣之园 ,成为南京城市“绿肺” ,都市发展区的核心地带和历史文化集中代表区。

参考文献 :

[1] 李广贺 ,刘兆昌 ,张旭 . 水资源利用工程与管理 [M] . 第 5 分册 . 北京 :清华大学出版社 ,1998 .
[2] 北京市市政设计院 . 给排水设计手册 [M] . 第 5 分册 . 北京 :中国建筑工业出版社 ,1986 .
[3] 金相灿 . 中国湖泊环境 [M] . 北京 :海洋出版社 ,1998 .
[4] 金相灿 . 湖泊富营养化控制和管理技术 [M] . 北京 :化学工业出版社 ,2001 .

(收稿日期 2006-12-19 编辑 :高渭文)