

文章编号: 1001-6791 (2000) 01-0038-05

密云水库水环境保护与库区社会经济可持续发展研究

林道辉, 杨志峰

(北京师范大学环境科学研究所, 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100875)

摘要: 通过对密云水库水环境现状及其与库区社会经济发展协调度的分析, 得出密云水库部分水质指标出现超标且呈恶化倾向, 水库水环境保护与库区社会经济可持续发展间存在着较大的矛盾。为缓和该矛盾促使水库水环境与库区社会经济可持续发展, 提出了一些针对性措施。

关键词: 水环境; 协调度; 可持续发展; 密云水库

中图分类号: X22 **文献标识码:** A

密云水库位于北京市密云县中部潮、白河两大水系的交汇处, 距北京市区 80 km 左右, 是华北地区最大的水库。水库最大水面面积 188 km^2 , 总库容 $43.75 \times 10^8 \text{ m}^3$, 是以防洪、发电和城市供水为主要功能的综合性大型水利工程。80 年代以后, 随着北京市地下水资源的减少, 密云水库的饮用水源功能日益加强。现在, 密云水库日取水量已达 $1.17 \times 10^6 \text{ m}^3$, 约占北京市区总供水量的一半以上, 已成为北京市重要的饮用水源地。为了满足北京市用水需要, 水库为增加蓄水已进入高水位运行状态, 同时受上游潮河和白河来水水质变化和水域经济活动的影响, 各种污染因素正直接威胁着水库水环境及其供水能力。另一方面, 受水质保护的制约, 水库上游地区特别是库区的社会经济发展水平远远落后于其它地区, 保水与社会经济发展之间的矛盾日益加深。本文试图通过对密云水库水环境现状及其与库区社会经济发展协调度的分析, 找出水库水资源保护与利用中存在的问题及其与库区社会经济可持续发展间的关系, 从而有针对性地提出一些协调和持续发展的对策。

1 库区概况

本文所指库区是指水库的一级、二级保护区, 包括密云县位于水库上游的 9 个乡镇。库区山体陡峭, 坡陡流急, 为防止水土流失及生态环境破坏, 只宜封山育林, 不宜垦山造田及大规模破坏地形地貌的采矿活动。

库区尤其是水库周边地区, 由于受水库移民后靠的影响, 人口相对过剩, 不利于水库水环

收稿日期: 1999-01-11; 修订日期: 1999-05-19

基金项目: 教育部博士点基金和北京市重点科研项目资助项目 (97002708)。

作者简介: 林道辉 (1973-), 男, 浙江省瑞安市人, 现任浙江大学环境科学系助教, 主要从事可持续发展方面研究。

境的保护。另外, 为保护水环境, 库区的工农业发展受到较大限制。从平均水平看, 库区仍是以农业为主导的经济结构, 其经济发展水平远远落后于北京市的平均水平, 大多年份人均 GDP 不到北京市平均水平的一半, 见图 1。加上水库主要向北京市区供水, 库区人们对北京市的意见较大, 可见库区的社会经济发展与水库保水之间的矛盾已很大。

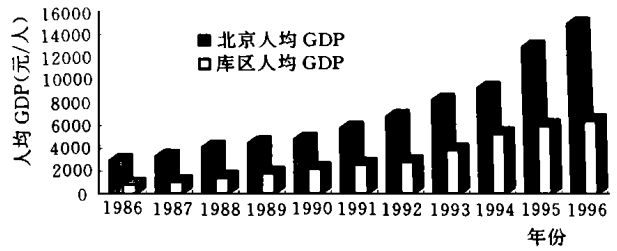


图 1 库区人均 GDP 与北京市平均人均 GDP 比较

Fig. 1. Comparison of the average GDP per person between reservoir area and Beijing

2 密云水库水环境现状分析

密云水库以降水补给为主, 汛期降水量的大小决定着密云水库蓄水量的多少^[1]。80 年代后, 密云水库来水量呈现下降趋势, 年均来水量为 $6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 仅为六七十年代年均来水量的 1/2 左右。这不仅与降水量的减少有关, 还与水库上游地区对地表水资源的拦蓄利用有关。由于水库上游地区的水资源总量有限, 如果对地表水和地下水资源的开发使用不进行全面的规划, 势必影响到入库水源的水量、水质。

本文采用内梅罗指数公式^[2]计算水质综合指数:

$$I_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_{\text{最大}}^2 + (C_i/L_{ij})_{\text{平均}}^2}{2}} \quad (1)$$

式中 I_j 为水体第 j 类用途的水质综合指数; C_i 为第 i 类水质指标的实测值; L_{ij} 为第 i 类水质指标的第 j 类用途的最大值; C_i/L_{ij} 为第 i 类水质指标的等标指数。

表 1 给出了 1986~1996 年间密云水库主要水质指标监测结果和水质综合指数值。对照国家地面水环境质量标准, 可以看出密云水库大部分水质指标都符合或好于国家地面水环境质量 II 类标准, 且水质综合指数都小于 1。因此从总体上看, 密云水库水质满足饮用水源的水环境质量标准。但是, 水库潜在的富营养化现象较为严重, 总氮、总磷的含量, 表明库区已处于中营养化状态, 且有进一步恶化的倾向。从水库水质综合指数的发展趋势可看出, 水库水质有下降倾向, 应引起足够重视。

密云水库水质变化与库区及水域的经济活动所造成的点源污染和农业活动及植被破坏所造成的面源污染有关^[3]。随着经济建设的迅速发展, 库区厂矿企业建设也得到了较大发展, 但由于技术落后、管理不善, 不仅对水环境造成了直接的影响, 而且破坏植被导致水土流失。水库水域屡禁不止的网箱养鱼也是影响水库水质的因素之一, 它在一定程度上增加了水库总磷和总氮的含量^[4]。农业施用的化肥和农药及水库上游乡镇的生活污水和生活垃圾对都将水体造成一定程度的污染。

表 1 密云水库主要水质指标统计 (单位: 除 pH 值和水质综合指数外, mg/L)

Table 1. Parameters of the main water pollutants in Miyun reservoir

年	pH	DO	COD _{Mn}	BOD ₅	氨氮	硝态氮	亚硝态氮	氟化物	总磷	总氮	水质综合指数
1986	8.3	10.19	2.39	1.00	0.07	0.55	0.011	0.46	0.010	0.68	0.682
1987	8.3	9.84	2.90	1.10	0.05	0.48	0.008	0.45	0.019	0.83	0.702
1988	8.3	9.50	2.80	0.81	0.08	0.35	0.007	0.41	0.019	0.66	0.693
1989	8.5	8.74	2.57	1.49	0.13	0.30	0.007	0.39	0.012	1.23	0.947
1990	8.3	9.53	2.80	1.25	0.10	0.28	0.008	0.47	0.020	0.72	0.705
1991	8.3	9.90	2.50	0.90	0.07	0.49	0.011	0.46	0.013	0.81	0.690
1992	8.4	9.90	2.40	1.20	0.09	0.52	0.010	0.43	0.017	0.90	0.745
1993	8.3	9.80	2.40	1.20	0.03	0.49	0.005	0.48	0.018	0.71	0.692
1994	8.3	9.60	2.40	1.50	0.09	0.48	0.009	0.43	0.024	0.63	0.763
1995	8.5	9.90	2.90	1.80	0.14	0.63	0.012	0.42	0.015	1.10	0.870
1996	8.2	9.60	2.50	0.95	0.06	0.76	0.008	0.46	0.024	1.30	0.994

注: 表中 1986~1995 年的数据来自 1986~1990 年与 1990~1995 年的《北京市环境质量报告书》, 1996 年数据为白河主坝与潮河主坝两监测点监测数据的平均值。

3 水库水环境与库区社会经济发展协调度分析

水环境与社会经济发展协调度是表征研究区域内人口数量、经济发展和水环境保护三者之间关系的一个指标, 反映的是水环境与社会经济发展的协调程度。水环境与社会经济协调发展应是从当地的实际条件出发, 在水环境质量不断改善的前提下, 社会经济指标的合理增长。近年来, 一些学者开始对区域内环境与社会经济协调发展的定量方法进行研究^[5,7], 也有学者从水环境承载力的角度研究城市水环境与社会经济可持续发展的对策^[8]。但较少有人对饮用水源地的水环境与社会经济协调发展进行定量研究。其中一些学者^[6,7]用下面或类似于下面的公式来研究区域内环境与社会经济发展协调度。

$$C = \frac{G/N}{e^{I-1}} \quad (2)$$

式中 C 为区域内环境与社会经济发展协调度; G/N 为区域内人均 GDP; I 为区域环境质量综合指数。

饮用水源地是个特殊的区域, 为了保护水环境, 库区的社会经济发展必然受到限制, 与其它地区相比, 将存在一定的差距, 该差距过大时将不利于水环境的可持续发展。只有缩小该差距, 改善水环境质量, 才能提高水环境与社会经济发展的协调程度, 促进水环境的可持续发展。因此, 在计算水环境与社会经济发展协调度时要考虑地区间的社会经济发展水平的差距。本文采用地区间的人均 GDP 比来反映这种差距, 并以此对公式 (2) 进行修正, 构造公式 (3) 来计算饮用水源地水环境与社会经济发展的协调度。

$$C = \frac{(G/N)_{研} / (G/N)_{参}}{e^{I-1}} \quad (3)$$

式中 C 为水环境与社会经济发展协调度; $(G/N)_{研}$ 为研究区域的人均 GDP; $(G/N)_{参}$ 为参照区域的人均 GDP; I 为水环境质量综合指数。

依照公式 (3), 可根据水环境质量综合指数 I 和研究地区与参照地区的人均 GDP 比及协调度值 C 对水环境与社会经济发展的协调程度进行判定。作为饮用水, 水质是至关重要的, 当水

质超过标准即 $I > 1$ 时, 水环境与社会经济发展是不协调的; 当水质符合饮用水标准即 $I \leq 1$ 时, 两者协调程度取决于两地的人均 GDP 比。这时要视具体情况而定, 由于库区经济发展水平落后于北京市的平均水平, 再加上发展受水源保护的限制, 经济水平就更低。据此, 对水环境与社会经济发展的协调程度进行了试探性的划分, 结果见表 2。

表 2 水环境与社会经济发展协调度的判据

Table 2. Judgement of the coordinate degree between water environment and socio-economy

协调度值	$C < 0.25$	$0.25 \leq C < 0.5$	$0.5 \leq C < 0.75$	$0.75 \leq C < 1$	$C \geq 1$
协调程度	极不协调	不协调	弱协调	协调	强协调

由于密云水库保水、用水矛盾主要体现在保水地区(库区)与用水地区(北京市)的利益冲突, 因此可选用水库库区为评价区域, 北京市为参照区域。利用公式(3)求得密云水库 1986~1996 年间的水环境与库区社会经济发展协调度 C , 其结果见表 3。从中可看出, 水库水环境与库区社会经济发展协调度都小于 0.75, 处于不协调或弱协调状态。图 2 反映的是协调度的历年变化趋势, 从中可看出, 1994 年以前, 协调度虽然较低, 但呈上升趋势, 而 1994 年后, 协调度呈下降倾向。这主要是由于 1994 年以前, 虽然库区的人均 GDP 大大低于北京市的人均 GDP, 大多年份不到北京市的一半, 但两者之比却呈上升趋势, 而这些年水库水环境质量变化不大, 因此协调度是上升的; 1994 年后, 库区人均 GDP 与北京市平均水平比下降较大, 加上水环境质量下降, 导致协调度下降。

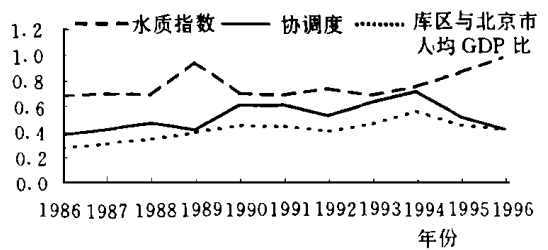


图 2 密云水库水环境与库区社会经济发展协调度变化趋势

Fig. 2. The coordinate degree between water environment and socio-economy in Miyun reservoir area

表 3 密云水库水环境与库区社会经济发展协调度

Table 3. Coordinate degree between water environment and socio-economy in Miyun reservoir area

年	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
库区与北京市人均 GDP 比	0.28	0.32	0.35	0.40	0.46	0.45	0.41	0.47	0.57	0.46	0.43
C	0.38	0.42	0.47	0.42	0.61	0.61	0.54	0.64	0.72	0.53	0.43
协调程度	不协调	不协调	不协调	不协调	弱协调	弱协调	弱协调	弱协调	弱协调	弱协调	不协调

4 水库水环境保护与库区社会经济可持续发展对策

通过上述分析可知, 密云水库水环境保护与库区的社会经济发展之间已存在较大的矛盾。为缓和该矛盾, 在保证密云水库满足北京市对其水量、水质要求的基础上, 必须促进库区社会经济的发展。

(1) 针对水库富营养化严重的现象, 建议禁止库区网箱养鱼作业, 并将库区土地收归国有; 加速实施流域内生态植被恢复和水土流失防治工程, 全面推广生物防治措施, 减少农药和化肥对水库水质的影响。

(2) 采取人口外迁政策, 尽快分流人口, 解决水库周边地区人口超载、劳动力过剩等问题, 建议在库南(水库下游)划出一定面积的河滩地给库区人们办企业, 以改善其生活水平, 并创造一些就业机会, 解决水库周边地区的劳动力过剩问题。

(3) 加强旅游基础设施建设, 适度发展密云生态环境观光游, 在改善生态环境质量的同时, 增加库区人民的收入, 使旅游业与生态环境质量相互促进。

(4) 加强管理, 统一规划协调流域内水资源开发利用与水环境保护工作; 适当提高水资源价格, 促进节约用水; 建立和实施切实有效的排污许可证制度, 对上游人口集中、排污集中区域就地实施严格的排污总量控制; 对潮河上游人口聚集区排出的生活污水进行处理以削减新增生活污染源对入库河水水质的影响; 多渠道筹建库区发展基金, 妥善安排移民的生产生活活动。

参考文献:

- [1] 张永山, 何素兰, 汤克靖 密云水库年及汛期径流量年际变化的分析[J] 气象, 1994, 20(8): 3~ 6
- [2] 杨贤智, 杨海真 环境评价[M] 北京: 中国环境科学出版社, 1995. 52~ 54
- [3] 鲍全盛, 曹利军, 王华东 密云水库非点源污染负荷评价研究[J] 水资源保护, 1997, 1: 8~ 12
- [4] 郝芳华, 王华东 北京市水库网箱养鱼与水环境保护[J] 北京师范大学学报(自然科学版), 1995, 31(2): 247 ~ 250
- [5] 冯玉广, 王华东 区域 PRED 系统协调发展的定量描述[J] 环境科学学报, 1997, 17(4): 487~ 491.
- [6] 林逢春, 王华东 区域 PERE 系统的通用自组织演化模型[J] 环境科学学报, 1995, 15(4): 488~ 496
- [7] 曹利军, 王华东 可持续发展评价指标体系建立原理与方法研究[J] 环境科学学报, 1998, 18(5): 526~ 532
- [8] 郭怀成, 唐剑武 城市水环境与社会经济可持续发展对策研究[J] 环境科学学报, 1995, 15(3): 363~ 369

Study on Water Environmental Protection and Sustainable Development of Socio-Economy in Miyun Reservoir Area^{*}

L N Dao-hui, YANG Zhi-feng

(Institute of Environmental Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The situation of water environment and the coordinate degree between water environment and socio-economy in Miyun reservoir area was analyzed. The study shows that the water quantity drifting into the reservoir is decreasing, the water quality in the reservoir is worsening, and there is an acute contradiction between water protection and the sustainable development of socio-economy in the reservoir area. Some suggestions for coordinating the water protection and the sustainable development of socio-economy in Miyun reservoir area were finally presented.

Key words: water environment; coordinate degree; sustainable development; Miyun reservoir

* The Project is Supported by Doctor Fund of China (No. 97002708).