

曲江水资源补给杞麓湖的影响分析

尹 骄

玉溪市三湖生态环境保护研究与工程管理中心 云南玉溪 653100

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13250

〔摘 要〕云南省玉溪市杞麓湖是云南省九大高原湖泊中尚未脱劣的两个湖泊之一，近年来，受全球气候变化的影响，流域气温持续升高，蒸发量增大，降雨量总体偏少，流域水资源量持续减少，造成湖泊半封闭运行、有机质不断累积、藻类不断爆发，两次被中央环保督查列为典型案例通报，为实现湖泊水质脱劣目标，相关部门提出从南盘江一级支流曲江建设泵站引水补充杞麓湖，改善杞麓湖水动力条件和水环境状况。然而引调水工程投资较大，补水后对湖泊水环境改善等方面是否有效需要系统进行评估，笔者通过对曲江、杞麓湖水资源、水环境状况进行系统分析，认为曲江补水是否对湖泊水环境改善起到积极作用关键在于补水入湖出湖路径的选择，在补水路径选择正确的情况下，预期能改善水动力，对湖泊 COD 等指标有所改善。

〔关键词〕曲江；水资源；补给；杞麓湖；水环境；影响

一、基本情况

杞麓湖流域位于云南省中部，隶属玉溪市通海县。流域为新月形断拗盆地，位于东经 102° 33′ 48″ ~102° 52′ 36″，北纬 24° 4′ 36″ ~24° 14′ 2″ 之间，北枕江川星云湖，南望曲江干流，西依玉溪大河（曲江上游段），东邻华宁龙洞河。杞麓湖属珠江流域西江水系，是断层陷落湖泊，全湖自西向东逐渐加深，湖盆呈现一定程度的悬湖状态，湖体东西较长、约 10.4 公里，南北较窄、约 3.5 公里，湖岸线全长约 42 公里；最大水深 6.8 米，平均水深 4 米；流域面积 354 平方公里、水域面积为 37.26 平方公里，流域面积是水域面积的 9.5 倍；最高蓄水位 1796.62 米、最低蓄水位 1793.92 米(1985 国家高程基准)，正常蓄水量 1.4 亿立方米，最高蓄水位时蓄水量为 1.8 亿立方米，最低蓄水位时蓄水量为 8440 万立方米，蓄水位每下降一厘米蓄水量减少 37.26 万立方米。

根据云南省水文水资源局玉溪分局 1961—2024 年共 64 年的各站点降雨、蒸发资料分析，计算出流域多年平均降雨量为 873 毫米，流域多年平均天然入湖水量为 8687 万立方米（含陆地入湖水量 5432 万立方米、湖面降水量 3255 万立方米），扣除多年平均湖面蒸发水量 4052 万立方米，杞麓湖多年平均水资源量 4635 万立方米。然而 2019 年—2024 年，杞麓湖流域进入第二轮枯水年组，近 6 年平均天然入湖水量为 6060.3 万立方米，比多年平均值减少 30.23%，近 6 年平均湖面蒸发水量 4428.2mm，比多年平均值增加 9.28%，扣除蒸发

后杞麓湖水资源量仅 1632.1 万立方米，比多年平均值减少 64.79%，近年来，杞麓湖流域生产生活用水量每年平均约 4948 万立方米，大部分靠周边水库、地下水供给，不足部分从杞麓湖抽提，近年来平均每年从杞麓湖取水 1909 万立方米。因此导致杞麓湖已经没有多余水量外排，湖泊封闭运行导致污染负荷长期累积，蓝藻水华频发，湖泊 COD、PH 指标时常超 V 类标准，为劣 V 类，为此，相关部门提出拟从曲江清水河段建设泵站，引水补充杞麓湖的建议，推进杞麓湖早日脱劣。

二、总体思路

以生态补水增强湖泊自净能力，改善水质保护杞麓湖为目标，结合杞麓湖水位与水质指标关系及防汛调度要求，以云南省水利厅下达的杞麓湖年汛限水位 1796.22 米为生态补水控制水位，暂定年取水量 3679 万立方米，设计流量 1.25 立方米/秒，拟在红塔、通海、峨山三县交界处曲江上设取水坝和泵站，提水管线沿水田箐现有道路铺设至天红水库后山高位水池，沿大普路变农田内埋设 7.8 公里管道自流到红旗河补水口，往杞麓湖方向延伸 1.5 公里，搭接到滇中引水纳古灌区分干线，利用滇中引水纳古 13.5 公里的灌溉管道从者湾河、十纳小河两条线补水至杞麓湖。清水河线泵站扬程 460 米，泵站装机 0.84 兆瓦，调水线路总长 27.1 公里（提水管 5.8 公里、输水管 9.3 公里、利用滇中引水管 13.5 公里），管道采用直径 1.0 米的钢管，工程匡算投资 22700 万元，施工工期 1 年，运行水价 1.51 元/方。

表 1 清水河线调水过程线分析

项目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计	备注
多年平均总量	2242	1883	1049	1351	2370	5218	3923	5151	3729	4270	4618	3464	39269	
P=90%总量	1020	857	477	615	1078	2374	1785	2343	1696	1943	2101	1576	17865	
可利用量	734	589	191	337	791	2096	1498	2057	1419	1656	1824	1290	14482	扣生态
1.25 流量泵站取水量	335	294	176	273	294	320	335	335	324	335	324	335	3679	
取水占比（%）	35	38	87	67	30	12	17	13	18	16	14	20	20	35

三、影响分析

（一）水量影响分析

根据云南省水文水资源局玉溪分局相关资料分析，曲江通海段多年平均天然径流量 5.74~6.72 亿立方米，其中清水河拟建泵站位置多年平均径流量 39269 万立方米，P=90%保证率下年径流量 17865 万立方米，扣除生态流量后可用水量 14482 万立方米，因此，在该点位取水 3679 万立方米仅占总水量的 20%，水量有保障，不会对曲江生态安全和下游生产、生活用水造成大的影响，但曲江属于珠江流域源头支流，建议取水行为需报请珠江水利委员会审批。

（二）水质影响分析

根据省生态环境厅驻玉溪市生态环境监测站 2025 年 1、2 月对清水河泵站水质检测的结果来看，曲江清水河泵站位置水质为河道Ⅲ类水质，COD 为 18mg/L，TP 为 0.19mg/L，TN 为 5.29mg/L。相对于杞麓湖湖体来说，曲江水质部分指标优于湖体水质，部分指标差于湖体水质，其中 COD 为 18mg/L，远低于湖体 38.8mg/L，补水后预期能够通过稀释作用使 COD 降低，通过长时间系列数据统计分析，杞麓湖化学需氧量与水量呈显著的正相关关系，水量 1.2 亿立方米以上，月度水质达Ⅴ类标准的保证率 63.6%；水量 1.4 亿立方米方以上，月度水质达Ⅴ类标准的保证率 74.4%；水量 1.5 亿立方米以上，月度水质达Ⅴ类标准的保证率 81.5%，水量控制在 1.4 亿方以上，基本可实现化学需氧量年均值达Ⅴ类标准。但从 TP、TN 两项指标来看，两项指标明显比湖体水质差，其中 TP0.19mg/L，远高于湖体 0.075mg/L，是湖体的 2.53 倍，TN5.29mg/L，高于湖体 2.53mg/L，是湖体的 2.09 倍，如果按年取水量 3679 万立方米计算，每年可输入 TP6.99 吨，TN194.62 吨，预期会增加湖泊 TP、TN 的赋存量。

相对于杞麓湖河道来说，曲江水质优于杞麓湖流域内现有 7 条河道，其中 COD18mg/L 优于河道 35.98mg/L；TP0.19mg/L，优于河道 0.368mg/L；TN5.29mg/L，优于河道 20.48mg/L，详见下表：

表 2 杞麓湖湖心、主要入湖河道、曲江水质对比情况表

时间	点位	COD (mg/L)	TP (mg/L)	TN
2024 年	杞麓湖湖心	38.8	0.075	2.53
2024 年	杞麓湖 7 条 河道平均水质	35.98	0.368	20.48
2025 年 2 月	曲江清水河泵站	18	0.19	5.29

（三）水生态影响分析

根据 2024 年以来的监测资料分析，杞麓湖 2024 年均藻密度 9078 万 cell/L，较 2023 年升高 23.3%；叶绿素 a 0.143mg/L，较 2023 年升高 88.04%；藻种类型第一优势种以微囊藻属为主，12 个月以微囊藻属为第一优势种，占比 49.1%—95.6%；第二优势种藻主要在栅藻属、隐杆藻属、伪鱼腥藻属间切换，占比 1.1%—17.6%。据玉溪市气象局卫星遥感监测数据显示，2024 年杞麓湖未爆发大规模蓝藻水华，藻华爆

发面积在 0.04—2.5km² 之间，均属于轻度藻华。2025 年第一季度藻密度平均值为 10465 万个/升，与 2024 年相比，2025 年藻密度平均值增加了 4207 万个/升，上升了 67.23%；2025 年第一季度叶绿素 a 平均值为 0.083mg/L，与 2024 年同期相比，2025 年叶绿素 a 平均值增加了 0.02mg/L，上升了 35.87%。2025 年 1-2 月，杞麓湖藻类第一优势藻以微囊藻属为主，占比 45%左右，第二优势藻以鱼腥囊藻属为主，占比 28.5%，3 月份鱼腥囊藻属为主第一优势种，占比 39.3%，第二优势藻微囊藻属占比 28.8%。

通常藻的类型结构与水体 TP、TN 营养盐的含量及氮磷比有关，目前杞麓湖湖体氮磷比为 33.7：1，曲江水氮磷比为 27.8：1，补水后可能导致杞麓湖氮磷比发生改变，藻类结构及优势度也随之改变。

四、应关注的关键问题

1. 应考虑财政承受能力。该工程匡算固定资产投资 22700 万元，运行水价 1.51 元/方，如果按照每年抽提 3679 万立方米来计算，每年运行成本高达 5555，29 万元，应该充分考虑项目资金来源和财政承受能力。

2. 应考虑湖泊自净能力。按照简单的数学计算，如果按年取水量 3679 万立方米计算，每年可输入 TP6.99 吨，TN194.62 吨，预期会增加湖泊 TP、TN 的赋存量。但湖泊有一定的自净能力，氮磷进入湖体后部分被生物吸收利用、通过食物链带出湖体，部分化合沉淀进入沉积物、部分氮可通过反硝化作用进入大气，这些量目前还无法准确测算，建议在项目可行性研究阶段详细进行论证。

3. 应考虑生态安全总体格局。曲江属于珠江流域源头支流，保证率 P=90%的情况下取水 3679 万立方米仅占总水量的 20%，不会对流域水资源、生态安全造成较大影响，但仍需在可研阶段精准评估曲江在不同时段（如枯水期、丰水期）的水资源量，确保调水不会对河流下游的生态、工农业及居民用水造成严重负面影响。

4. 应科学选择入湖出湖路径。补水需根据湖泊风向科学选择入湖、出湖的路径，否则只能对局部湖区水环境、水生态有所改善，可研阶段可借助水动力模型进行比选分析。

五、结论

受全球气候变化的影响，杞麓湖流域水资源量持续减少，造成湖泊半封闭运行、有机质不断累积、藻类不断爆发，从南盘江一级支流曲江引水补充杞麓湖，预期能够改善杞麓湖水动力条件、缩短湖泊换水周期、通过稀释作用降低湖泊 COD 浓度。但项目实施一定要坚持系统谋划，在可研阶段对财政承受能力、湖泊自净能力、入湖出湖路径等方面进行详细论证，才能发挥项目最大效益，避免投资浪费。

【参考文献】

- [1]杜衡 文小平等 杞麓湖水资源调查报告
- [2]杨文春 通海杞麓湖曲江补水工程水文分析
- [3]普发贵、祁云宽等 杞麓湖曲江补水工程水质可行性初步分析