

# 广东省飞来峡水利枢纽库区污染源及水库水质趋势分析

庄佳<sup>1</sup>, 林文婧<sup>2</sup>, 吴娱<sup>1</sup>, 高胜杰<sup>1</sup>, 乔康<sup>1</sup>

(1. 广东省水利水电科学研究院; 广东省水动力学应用研究重点实验室, 广州, 510610;

2. 广东省水利电力规划勘测设计研究院, 广州, 510635)

**摘要:** 通过研究广东省飞来峡水利枢纽库区点、面污染源数据库, 分析该水库现状污染物主要构成、来源; 统计库区排污口性质、入库方式、地域分布、所在水功能区情况; 计算库区流域面源污染物各项指标; 统计库区上游流域污染物入库情况; 并通过附近水文站实测资料分析预测水库未来水质发展趋势。

**关键词:** 飞来峡水利枢纽; 库区污染源; 水质趋势; 统计分析。

## 1 前言

广东省飞来峡水利枢纽控制流域面积 34097 km<sup>2</sup>, 占北江流域面积的 73%, 水库总库容 19.04 亿 m<sup>3</sup>, 常年库容 4 亿 m<sup>3</sup>。枢纽为一等工程, 挡水建筑物为 I 级, 洪水标准按 500 年一遇洪水标准设计, 5000 年一遇洪水标准校核, 土坝和副坝按 10000 年一遇洪水标准校核。

正常蓄水位时库区水面面积约 70.3km<sup>2</sup>, 库区污染来源主要涵盖上游来水和库区周边城镇的生活污水、工业废水和农业废水。库区上游有韶关市、阳山县和连州县; 库区周边有英德市下属多个镇及清城区飞来峡镇。

统计资料显示, 飞来峡水库蓄水初期, 库区 6 个人工监测断面有 5 个断面为 II 类水质。2002 年到 2004 年, 未开展专门的水环境评价项目。2005 年有关科研机构监测结果, 库区水质为接近 II 类水质, 水库的水质处于中营养化的水平。从 2007 年有关部门公布的北江流域水资源质量监测结果来看, 未直接反映水库水质的情况, 但枢纽水库上游有三个监测点水质未达标, 超标项目为氨氮、高锰酸盐指数和溶解氧。并且水库是河道型水库, 水域流经清远市辖属的两个县级行政管理区。库区内常住人口多, 水事活动较为频繁, 库区水面面窄湾多, 库湾分散, 水资源保护和管理难度很大。再加上部分地区对省委省政府“双转移”政策的过度 and 错误理解, 引入珠三角高能耗、重污染企业进入库区, 导致库区水资源保护与沿江地区经济发展之间的矛盾日益尖锐。

## 2 入库排污口情况分析

飞来峡库区流域横跨清城区以及英德市 2 个县级区域共 10 个行政区, 经统计分析, 流域内主要有 40 个入库排污口, 年均总氮入库量约 471 吨, 总磷约 28 吨, COD2136 吨, BOD869 吨, 各乡镇分布情况统计见表 1。

各主要污染物中, 除了总氮以外, COD、BOD5、总磷以及油脂基本都呈现以下趋势: 西牛镇 (34% ~ 40%) > 黎溪镇 (约 21%) > 连江口镇 (19% ~ 25%) > 大站镇 (约 11%) > 石灰铺镇 (约 5%) > 英城镇 (0% ~ 7%) > 英红区 (2.3% ~ 2.4%) > 望埠镇 (约 0.3%) > 飞来峡镇 (0% ~ 0.4%) > 水边镇 (0%)。比较特别的是, 英城镇对于总氮的入库量贡献最大, 约 31%; 对总磷的贡献很小, 只略大于 1%。可见, 英城镇的排污量虽然很大 (占 62%), 但经由污水处理厂净化处理, 产生的污染物的量不算太多, 以致于对部分主要污染物的贡献还不及大部分镇区。

此外, 西牛、黎溪、连江口镇的市政设施比较完善, 大量的生活污水产生的污染物通过市政排污口直接排放, 因而污染物总量较大。望埠镇、飞来峡镇、英城镇以及水边镇没有任何市政排污口, 只有少量轻污染的工业企业以及第三产业产生的污染物排入库区, 因而污染物的产

生量不大。

表 1 库区流域内排污口污染物年入库量 1

序号	行政区划	污染物入库量 (吨/年)					
		COD	BOD <sub>5</sub>	总氮	总磷	氨氮	油脂
1	飞来峡镇	8.98	0.00	0.16	0.03	0.08	0.00
2	黎溪镇	448.18	176.80	71.20	5.90	49.61	7.68
3	连江口镇	408.50	170.63	65.32	6.88	46.32	7.09
4	大站镇	226.67	95.27	38.11	3.12	26.61	4.14
5	望埠镇	6.25	2.38	0.96	0.08	0.66	0.10
6	英红区	47.85	20.11	8.04	0.66	5.62	0.87
7	英城镇	160.12	55.19	147.71	0.38	—	0.00
8	石灰铺镇	100.79	42.34	16.94	1.38	11.82	1.84
9	西牛镇	729.09	306.42	122.57	10.04	85.59	13.32
10	水边镇	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计		2136.43	869.14	471.01	28.47	—	35.04

与不同性质排污口污废水入库量相对大小相似，市政排污口的污染物排放量占了绝大部分，基本超过 95%。其中，企业排污口排放的污染物中，总磷要相对多一些，约占 5.4%；其他排污口排放的 COD 相对较多，占总数的 1.8%；油脂（主要指动物油）则 100%由市政排污口排放入库。

### 3 面源污染情况分析

主要从各乡镇的生活污水、种植业、水产养殖、畜禽养殖等方面可能产生的面源污染进行计算，主要统计结果见表 2。

整个库区流域面源污染中，各主要污染物的年入库量约为：COD 共 12062 吨，BOD<sub>5</sub> 共 2127 吨，总氮共 1840 吨，总磷共 146 吨，油脂共 88 吨，铜共 0.8 吨，锌共 1.1 吨。

表 2 行政区划面源污染入库量汇总

序号	行政区划	污染物入库量 (吨/年)							
		COD	BOD <sub>5</sub>	总氮	总磷	氨氮	油脂	铜	锌
1	飞来峡镇	154.093	25.029	47.056	17.070	—	1.037	0.020	0.070
2	黎溪镇	982.815	178.270	134.791	16.993	—	7.390	0.117	0.132
3	连江口镇	694.120	193.270	102.238	9.419	—	8.010	0.035	0.045
4	大站镇	2419.266	334.890	341.168	27.718	—	13.870	0.227	0.289
5	望埠镇	1675.800	257.460	236.988	18.952	—	10.670	0.131	0.176
6	英红区	2025.410	323.370	305.289	18.065	—	13.400	0.100	0.163
7	英城镇	40.350	0.000	9.466	0.337	—	0.000	0.004	0.005
8	石灰铺镇	2596.050	380.210	398.084	22.948	—	15.750	0.137	0.220
9	西牛镇	669.850	209.650	120.293	9.625	—	8.690	0.035	0.040
10	水边镇	454.790	159.230	76.663	6.330	—	6.600	0.010	0.014
合计		11712.544	2061.379	1772.036	147.457	—	85.417	0.816	1.154

面源污染较大的行政区划为大站镇、石灰铺镇、望埠镇以及英红区。其中，大站镇面源对整个库区流域面源污染的贡献率多在 20%~25%之间，铜的入库量占流域面源污染的 28%；石灰铺镇面源贡献率多为 15%~22%，其对 COD 的贡献最大，占 22%；望埠镇面源贡献率多为 12%~16%，英红区则多在 14%~18%之间。

此外，飞来峡镇、西牛镇以及水边镇的面源污染贡献率较小，英城镇在库区的面积不大，种植业、水产养殖业以及畜禽养殖业的规模都较小，且全部的生活污水都以点源的方式进入库区，因而英城镇面源污染最少，主要面源污染物在全流域的比重均不超过 0.55%。此外，西牛、黎溪、连江口镇的市政设施比较完善，大量的生活污水产生的污染物通过市政排污口直接排放，因而污染物总量较大。望埠镇、飞来峡镇、英城镇以及水边镇没有任何市政排污口，只有少量轻污染的工业企业以及第三产业产生的污染物排入库区，因而污染物的产生量不大。

#### 4 上游流域污水入库情况

上游流域至飞来峡库区流域的入库点一共有三个：高道断面（连江上游入库点）、白石窑断面（北江干流上游入库点）以及长湖断面（滙江上游入库点）。根据平均入库流量以及污染物平均浓度，分析得到上游流域三个控制断面入库污染物总量：

表 3 上游入库控制断面年入库总量

污染物总量（吨/年）	高道	白石窑	长湖	总计
氯化物	25513.10	79188.16	21410.26	126111.52
硫酸盐	143044.14	390907.64	94144.42	628096.20
溶解氧	84438.74	127506.36	36847.92	248793.02
高锰酸盐指数	20282.38	36909.73	10123.06	67315.17
五日生化需氧量(BOD5)	10674.94	26172.36	8199.68	45046.97
氨氮(NH3-N)	1921.49	4865.37	1619.69	8406.55
硝酸盐氮	9927.69	19964.81	6934.29	36826.79
总氮	—	—	10983.52	—
挥发酚	0.00	0.00	0.00	0.00
氰化物	0.00	0.00	0.00	0.00
砷	36.40	164.75	5.77	206.92
铬(六价)	0.00	0.00	0.00	0.00
汞	0.00	0.00	0.00	0.00
污染物总量（吨/年）	高道	白石窑	长湖	总计
铜	112.09	206.36	52.13	370.58
锌	384.30	1493.17	511.21	2388.68
铅	41.63	28.52	7.59	77.74
镉	3.20	32.04	2.08	37.32
铁	2134.99	4043.29	566.89	6745.17
锰	352.27	687.86	273.32	1313.46
氟化物(以 F 计算)	2775.48	6543.09	1366.61	10685.18
硫化物	0.00	0.00	0.00	0.00
硒	2.67	7.72	1.06	11.45
污水总量（吨/年）	1.07E+10	1.68E+10	5.06E+09	3.25E+10

#### 5 库区污染物来源现状分析

上游流域至飞来峡库区流域的入库点一共有三个：高道断面（连江上游入库点）、白石窑断面（北江干流上游入库点）以及长湖断面（滙江上游入库点）。根据平均入库流量以及

由以上分析可知飞来峡库区接纳的污染物，主要有两大构成：上游流域进入库区流域的污染量以及库区流域内产生的污染量。75%以上的污染物来源于上游流域，库区流域内产生的污

染物量在总量中的比例并不大。具体到库区流域内产生的污染物，70%以上的污染物量由面源贡献，点源（即排污口）排入库区的污染物占库区流域污染物的30%不到。

## 6 水库水质趋势分析

飞来峡站位于飞来峡水利枢纽坝下，监测库区出库水流的水质情况。2007~2009年，飞来峡水库出库水质中，铜、锌、铁、锰呈下降趋势；BOD、氨氮以及总氮呈明显的上升趋势；总磷以及高锰酸钾指数，2008年浓度最低，2009年则略高于2007年，考虑到2009年的水质只有1月份即非汛期的监测数据，非汛期流量较少的时候可能浓度偏高，因而认为总磷和高锰酸钾指数也基本呈下降趋势。