

· 水环境 ·

阶梯小水电站开发对永定河水质影响及防治对策

赖继荣¹, 李红莲²

(1. 永定县环境监测站, 福建 永定 364100; 2. 闽西职业技术学院化工系, 福建 龙岩 364021)

摘要:随着近年工业的发展, 工业对电需求量急剧增加。永定县小水电站无节制开发, 已对永定河水体造成一定的污染。监测结果表明, 小水电站所在的河段水质比永定河其它断面污染严重, 已经满足不了永定水环境功能区划的要求。

关 键 词:水质; 小水电站; 污染; 防治

中图分类号 X824

文献标识码 A

文章编号 :1001-3644(2006)04-0087-04

Impact of Cascade Power Stations on Water Quality of Yongding River and Its Countermeasures

LAI Ji-rong¹, LI Hong-lian²

(1. Yongding Environmental Monitoring Station, Yongding, Fujian Province 364100, China;

2. Chemical Engineering Department, Minxi Professional Institute of Technology, Longyan, Fujian 364021, China)

Abstract: With the development of industry in recent years, electricity demand of industry increases sharply. But the construction of small power stations along Yongding River without limitation has already caused certain pollution to the waterbody of the river. Water quality of the river segment of small power station has not meet the requirement of environmental function due to more severe pollution than other segments.

Keywords: Water quality; small power station; pollution; prevention and control

随着工业的发展, 工业对电的需求量剧增, 人们把投资目光转移到投资成本小、回报率高的小水电站上。近几年永定县小水电站发展迅猛, 几乎可以利用的河床都建起小水电站, 据水电部门统计, 到 2004 年 10 月底, 该县共有小水电 176 家, 总装机容量为 7.92 万千瓦, 主要分布在永定河、金丰溪流域。水电站的建设, 一方面缓解了工业用电紧张状况, 促进社会、经济稳定发展; 另一方面也加重了河流水质污染, 对水环境质量及生态方面带来影响。

1 永定河水电站建设基本情况

永定河集水面积 1075 km², 主河道 95.1km, 平均坡降 3.77‰, 县境内集水面积 1034km², 流域

水能资源理论蕴藏量 6.51 万 kw (含灌洋水库引水资源), 可开发资源 5.7 万 kw。主河道上规划建 28 座电站, 其中已建成小水电站 20 座, 在建 2 座, 拟建 6 座, 总装机 4.423 万 kw; 已建成的 20 座, 总装机为 3.812 万 kw。主河道上, 除有灌洋水库有效库容 1668 万 m³ 的源头调节径流能力外, 还有 11 座水电站有调节库容, 总容量为 195.9 万 m³, 其中有一座扇弧形闸门的闸坝, 5 座橡胶坝, 其余 9 座的调节是靠重力坝或拱坝适当加高, 以进水闸或自动调节渠道进行调节的。主河道上水电站主要集中在坎市清溪至芦下坝, 已建水电站 18 座, 具体情况见表 1。

2 永定河流域水质现状监测

2.1 监测点位布设

本次水质调查, 县环境监测站在永定河布设了 8 个监测断面, 分别对沿途各乡镇河段水质和汇入

收稿日期 2006-03-03

作者简介 赖继荣(1972-), 男, 福建永定人, 2005 年毕业于福州大学环境工程专业, 学士, 工程师。
万方数据

表 1 坎市清溪至芦下坝小水电建设情况
(截止 2005 年 7 月底)

序号	电站名称	装机容量(kwh)	设计年发电量(万 kwh)	坝址之间距离(km)
1	清溪水电站	3×400	580	3.2
2	湖雷水电站	960	346	6.4
3	锦溪水电站	560	249.5	5.8
4	罗陂水电站	3×250	363	5.4
5	园潭角水电站	3×250	375	1.9
6	养龙泉水电站	3×320	450	5.7
7	罗潭水电站	2×320 + 2×250	520	3.4
8	龙潭头水电站	1500	686	2.8
9	箭滩水电站	3×250	330	2.3
10	湖角里水电站	3×320	450	6.4
11	城区水电站	960	450	2.8
12	古镇水电站	2×100	80	3.2
13	龙安寨水电站	2×400	390	4.7
14	大坪水电站	4×320	620	3.0
15	车前坝水电站	3×200	300	5.2
16	金城水电站	4×200	345	1.7
17	圳头平水电站	3×160	230	1.6
18	芦下坝水电站	17500	8330	2.2
	合计		15094.5	

主干道水质进行监测分析。同时选择有代表性水电站三个，监测其库区坝头的水质情况（简称电站中游）及河流进入库区蓄水区（电站上游）和经过水轮机以后 100 米左右（电站下游）的水质情况。各监测断面的布设及具体位置详见表 2 及图 1。

表 2 监测断面的布设

断面类别	编号	断面名称	执行功能区类别
永定河	1	高陂桥	IV 类
	2	坎市铁路桥下	IV 类
	3	抚市甲桥	IV 类
	4	青溪桥	IV 类
	5	前坊桥	III 类
	6	东溪桥	II 类
	7	凤城书院铁路桥下	III 类
	8	桂竹桥	III 类
电站	I	青溪电站	IV 类
	II	罗滩电站	III 类
万所数据		城区电站	III 类

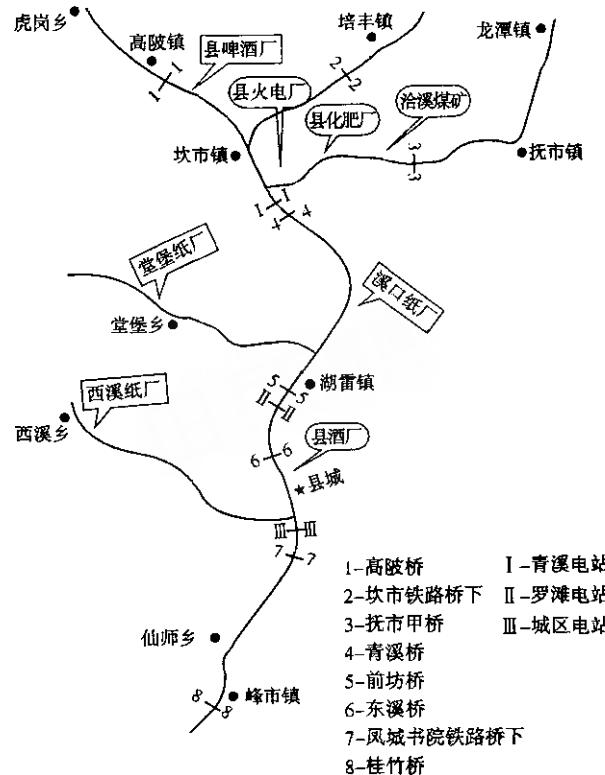


图 1 永定河监测点位示意图

2000 年以前永定河有 6 家小水电，从上游至下游分别为龙潭头水电站、湖雷水电站、锦溪水电站、古镇水电站、龙安寨水电站、芦下坝水电站。同时用 2000 年永定河八个监测断面数据（见表 3），与这次监测数据对比以说明五年来永定河水质变化情况。

2.2 监测项目

本次监测项目共 18 项，根据历年监测数据，永定河水质是有机污染型，因此把溶解氧、五日生化需氧量、氨氮、高锰酸盐指数、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、总磷、化学耗氧量作为主要评价指标。

2.3 评价标准

用有机污染综合指数（A 值）进行评价，A 值法评价分级标准为：0~1 为良好；1~2 为一般；2~3 为开始污染；3~4 为中等污染；大于 4 为严重污染，评价统一采用《地面水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类水质标准。

$$A = \frac{BOD_{5i}}{BOD_{50}} + \frac{NH_3-N_i}{NH_3-N_o} + \frac{COD_{Mn_i}}{COD_{Mn_o}} - \frac{DO_i}{DO_o}$$

式中：BOD_{5i} 为 BOD₅ 的实测值；BOD₅₀ 为 BOD₅ 的评价标准；NH₃-N_i 为 NH₃-N 的实测值；NH₃-N_o 为 NH₃-N 的评价标准；COD_{Mn_i} 为 COD_{Mn} 的实测值；COD_{Mn_o} 为 COD_{Mn} 的评价标准；DO_i 为 DO 的实测值；DO_o 为 DO 的评价标准。所有指标单位为 mg/L。

表3 2000年永定河各断面监测结果表

(mg/L)

监测点位	项目 监测 结果											
		溶解氧	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	亚硝酸氮	硝酸氮	总磷	化学需氧量	有机污染综合指数 A	有机污染情况	水体类别
高陂桥		7.90	0.48	1.26	0.205	0.008	0.03	0.052	6.76	0.24	良好	Ⅱ类
坎市铁路桥下		7.02	1.92	3.86	0.571	0.056	0.03	0.023	18.69	1.19	一般	Ⅲ类
抚市甲桥		8.01	0.88	1.34	0.25	0.016	0.03	0.041	10.99	0.43	良好	Ⅲ类
青溪桥		8.00	1.16	1.26	1.56	0.033	0.03	0.113	11.84	1.80	一般	Ⅳ类
前坊桥		8.16	1.22	1.89	0.50	0.114	0.03	0.089	7.20	0.90	良好	Ⅲ类
东溪桥		7.94	0.75	1.73	0.27	0.026	0.09	0.075	5.90	0.47	良好	Ⅱ类
凤城书院铁路桥		8.06	1.44	2.92	0.32	0.023	0.07	0.106	9.00	0.92	良好	Ⅲ类
桂竹桥		7.31	0.96	1.24	0.46	0.096	0.05	0.125	8.36	0.48	良好	Ⅲ类

2.4 监测结果

对永定河8个断面和三个有代表性电站的水质监测，具体监测结果详见表4、表5。

2.5 结果分析

2.5.1 永定河的主要污染指标为溶解氧、氨氮、亚硝酸盐氮、化学耗氧量、高锰酸盐指数、总磷。

2.5.2 从2000年永定河各断面监测数据看永定河各断面水质均符合永定县水功能区划标准。从表4看坎市铁路桥下、青溪桥、前坊桥三个监测断面水质不能满足水功能区要求，永定河水质呈恶化趋势。

2.5.3 按永定县水功能区划，城区电站、罗滩水

表4 永定河各断面监测结果表

(mg/L)

监测点位	项目 监测 结果											
		溶解氧	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	亚硝酸氮	硝酸氮	总磷	化学需氧量	有机污染综合指数 A	有机污染情况	水体类别
高陂桥		7.65	2.15	2.32	0.27	0.064	0.050	0.069	9.76	0.84	良好	Ⅱ类
坎市铁路桥下		6.77	1.40	3.96	0.75	0.120	0.063	0.014	48.62	1.19	一般	劣Ⅴ类
抚市甲桥		5.62	1.03	2.74	0.66	0.096	0.056	0.084	12.80	0.52	良好	Ⅲ类
青溪桥		3.98	2.80	3.05	2.24	0.110	0.058	0.125	16.32	2.70	开始污染	劣Ⅴ类
前坊桥		7.38	1.92	5.50	0.34	0.138	0.078	0.100	8.98	1.14	一般	Ⅳ类
东溪桥		7.20	0.70	2.66	0.34	0.178	0.069	0.142	10.57	0.50	良好	Ⅱ类
凤城书院铁路桥		6.03	0.85	3.34	0.37	0.056	0.076	0.141	14.40	0.39	良好	Ⅲ类
桂竹桥		7.58	0.69	3.30	0.16	0.030	0.065	0.183	12.80	0.51	良好	Ⅲ类

表5 三个代表性电站监测断面情况

(mg/L)

监测点位	项目 监测 结果											
		溶解氧	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	亚硝酸氮	硝酸氮	总磷	化学需氧量	有机污染综合指数 A	有机污染情况	水体类别
青溪电站	上游	4.05	1.40	6.36	16.2	0.140	0.111	0.214	19.49	15.09	严重污染	劣Ⅴ类
	中游	6.00	1.45	7.79	35.8	0.710	0.104	0.091	28.56	37.61	严重污染	劣Ⅴ类
	下游	2.75	1.15	8.23	22.2	0.430	0.170	0.199	14.78	18.80	严重污染	劣Ⅴ类
罗滩电站	上游	5.10	0.70	3.57	1.68	0.330	0.074	0.191	7.39	1.47	一般	Ⅴ类
	中游	5.65	0.75	3.47	2.50	0.360	0.088	0.180	25.54	2.42	开始污染	Ⅳ类
	下游	5.70	1.10	3.37	1.48	0.360	0.088	0.195	11.76	1.34	一般	Ⅳ类
城区电站	上游	4.00	0.70	3.02	1.64	0.069	0.084	0.312	4.37	1.52	一般	Ⅴ类
	中游	4.95	1.15	2.54	3.54	0.054	0.066	0.259	48.05	3.16	中等污染	劣Ⅴ类
	下游	5.45	1.05	5.50	2.44	0.062	0.086	0.282	5.71	2.63	开始污染	Ⅳ类

电站所在的河段执行地表水Ⅲ类水质标准，青溪水电站所在的河段执行地表水Ⅳ类水质标准。从监测结果来看，三个小水电站所在的河段均为劣于Ⅳ类的水质，均不能达到水功能区划的标准。其中受上游化肥厂污染影响清溪库区的氨氮最大已经超过了标准22.8倍，水质相当差。

2.5.4 电站水质污染明显比其它断面严重，三个电站中游水质均为劣Ⅴ类水。另外水电站的库区中间污染明显高于其上游及水轮机进水口，如城区电站库区中游的化学需氧量值高于其上游值9倍以上，青溪电站库区中间的氨氮高于其上游区2倍左右。从监测结果来看，三个小水电站所在的河段水质比永定河其它断面污染严重，已经满足不了永定水环境功能区划的要求。

2.6 成因分析

2.6.1 库内蓄水期间，水流速度减缓，污染物质富集，加重了水质污染。监测结果分析表明，三个有代表性电站监测分析水质均污染严重，基本上为劣Ⅴ类水。各电站大坝建成后蓄水调峰发电，造成区间断流与排泄交替出现，库内蓄水期间，水流速度减缓，有利于水中污染物质富集，降低河水的自净能力，加上库内有机残留物腐烂，电站中游水质污染更加严重，使电站坝头水质DO降低，N、P元素浓度增长，在一定适宜条件下，水体产生富营养化，水葫芦暴长，监测数据中电站中游化学耗氧量浓度大于上、下游浓度充分说明了这一点。

2.6.2 小水电无序发展是造成水环境质量恶化的主要原因之一。从目前全世界范围内来看，因为小水电有许多优势，又属清洁能源，在能源紧缺的今天，许多国家都是鼓励发展的，此外，对整个生态环境影响也是较小的。可是在永定境内只要能建小水电的地方都已建或在建，造成境内的河流断流，水质明显恶化，沿河生态也遭到不同程度的破坏，如在湖雷到县城这一短短十几公里河段建有5座电站，平均不到3公里一座，河水还来不及净化，又到另一座电站蓄水区，污染物质又重新富集污染。从这点来看，永定的小水电发展缺乏统一的规划是造成小水电无序开发的主要原因。

2.6.3 沿河两岸养殖业的发展和生活垃圾倒入河道是造成河道污染的一个重要原因。养殖业点多面

广，治理难度较大，养殖业产生的污染物直排河流，加之密集小水电站造成河水断流及自净能力减弱等也加重了河流的污染。

2.6.4 没有用科学、可持续的发展观来对待境内水资源的利用及开发问题，没有重视经济与环境的可持续发展，忽视小水电开发带来的环境影响问题。目前永定境内的176家小水电站通过环保部门的评价审批的还不到10家，这个数字充分说明了各级领导、各个部门在经济与环境的可持续发展问题上的认知程度。

3 防治对策及建议

3.1 相关部门应当重新审视小水电发展的问题，对目前无序的开发要立即制止，重新评估境内河流的水资源可持续利用问题，做好境内水资源发展利用的规划。今后对永定境内的小水电建设应预先征求环保部门的意见，不能未批先建。

3.2 对已建的小水电站要进行统一的水资源管理，合理分配蓄水及放水时间。为确保下游两岸正常的生活、生产、生态用水需求，要定期放水，保证水不断流，确保河道必要水流量，降低河道营养元素富集，减轻水体污染程度。

3.3 加强沿河两岸工业污染源、养殖业污染源及垃圾处置的治理工作，确保沿河工业污染源稳定达标，建立垃圾卫生填埋场，提倡生态型的养殖模式。城管部门应加大对城区两岸的巡查力度，杜绝两岸居民往河道倾倒垃圾的现象发生。

3.4 由于小水电的建设已基本完成，水利局要对小水电加强其运行期的管理，要求业主加强河道的管理，如果由于工程原因造成河道堵塞的要及时清除，定期对库区浮游物进行打捞清除、做好回水区淤泥的清理、定期监测水质等。

参考文献：

- [1] 国家环保局.水和废水监测分析方法(第4版)[M].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [2] 奚旦立,孙裕生,刘秀英.环境监测(第3版)[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [3] 左东启.水利发电与环境生态[J].水利水电科技进展,2005,25(2):2-7.