

江西五大水系水环境容量测算及污染控制分析

贾俊松¹, 谢东明^{2,3}, 田野⁴, 郑博福⁵, 邓红兵¹

(1. 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085; 2. 中国科学院城市环境研究所, 福建 厦门 361003; 3. 江西省山江湖开发治理委员会办公室, 江西 南昌 330046; 4. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 5. 南昌大学 环境科学与工程学院 江西 南昌 330031)

摘要: 水环境容量的确定是实行区域水环境管理的基础及水污染物总量控制的依据。本文以氨氮和 COD 为指标, 测算了江西五大水系的水环境容量, 并根据定额法预测的指标排放量比较, 分析了其水污染总量控制情况。结果为: ①总体上目前五大水系的水质良好, 大部分河段存在剩余水环境容量; ②个别河段水污染严重, 氨氮容量值为 0, 需加强该区段的污染控制力度; ③随着人口增长及社会经济的发展, 将来在总量上需要实行严格的污染物(尤其对 COD)削减计划。

关键词: 水系; 水环境容量; 水质污染控制

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2009)02-0001-04

Computation of Water Environmental Capacity and Pollution Control on the Five Water Systems in Jiangxi

JIA Jun-song¹, XIE Dong-ming^{2,3}, TIAN Ye⁴, ZHENG Bo-fu⁵, DENG Hong-bing¹

(1. State Key Laboratory of Urban & Regional Ecology, RCEES, CAS, Beijing 100085, China; 2. Institute of Urban Environment, CAS, Xiamen, Fujian 361003, China; 3. Office of MRL Development in Jiangxi Province, Nanchang, Jiangxi 330046, China; 4. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi, Xinjiang 830011, China; 5. School of Environmental Science and Engineering, Nanchang University, Nanchang, Jiangxi 330031, China)

Abstract: It is the foundation to identify regional Water Environmental Capacity (WEC) for implementing regional water environmental management and the basis of total water pollution control. So, the WEC of the five water systems in Jiangxi was computed by using the two indicators of $\text{NH}_3\text{-N}$ and COD. Then, we compared it with the acceptable prediction indicators and analyzed its total control situation of water pollution. The results are: firstly, the current water quality of the five water systems was good in general, most of the rivers' sections have residual WEC, secondly, only individual river's sections have the serious water pollution and its capacity of $\text{NH}_3\text{-N}$ is 0, so it is necessary to strengthen the pollution control of this section and lastly, with the population growth and socio-economic development, it is necessary for the five water systems to carry out strict total pollution reduction plans (especially for COD) in future.

Key words: water systems; water environmental capacity; water pollution control

0 引言

近年来,江西工业经济增长较快。工业经济的增长一般会对当地带来生态环境的破坏(如水环境的污染等)。鄱阳湖是江西的代名词,广义的鄱阳湖是指(环)鄱阳湖区及其周边五大水系(赣江、抚河、信江、饶河和修河)。五大水系和鄱阳湖区在江西省境内形成了一种闭合水系,五大水系是源头,同时也是

江西社会经济发展的大动脉,即为人们生产生活提供供水资源、水产品、物资运输以及污染物消纳等服务。因此,如何维护、改善和合理利用五大水系的生态功能,进而保护好鄱阳湖的生态环境,是当前人们面临的一个非常现实而又紧迫的课题。

20 世纪 70 年代后期,我国环境界引入环境容量的概念,并开始了对水环境容量的研究^[1]。鄢帮有等^[2]曾对鄱阳湖区的水环境容量进行过测算,但时

收稿日期: 2009-01-15

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(70325002, 4084100); 鄱阳湖生态经济区重大招标课题(08ZD501)

作者简介: 贾俊松(1981-),男,江西高安人,博士研究生,助理研究员,专业: 给水排水、市政工程,主要从事区域生态模型与评价及可持续发展研究。

至今日,对于江西省五大水系的水环境容量测算还较少见。因此,本文在广泛调查五大水系容量计算相关数据资料的基础上,根据《全国水环境容量核定技术指南》^[3]要求,尝试对该问题进行较深入的研究,为保护好五大水系的生态功能及鄱阳湖的生态环境提供科学合理的依据。

1 水环境容量测算

1.1 调查分析

所谓水环境容量是指在给定水域范围和水文条件,规定排污方式和水质目标的前提下,单位时间内该水域最大允许纳污量^[3]。水环境容量的确定是实行区域水环境管理的基础及水污染物总量控制的依据^[4]。河流的水量、水质状况及排污方式对其容量计算的结果有着重要的影响。

江西属中亚热带暖湿季风气候,降水量充沛。通过对五大水系多年(1956~2006)水量数据分析表明:五大水系年均降水量和人均水资源量均比全国水平高出很多。多年平均入湖水量赣江最大,饶河为最小;年份以 1998 年最大,达 $2\ 080 \times 10^8 \text{ m}^3$,1963 年最小,只有 $461 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。水质状况:总体上是良好的,具体表现为常年稳定、局部污染、有所起伏的特征。污染物主要以氨氮为主,个别河流 COD、挥发酚、石油类和总磷等也偶尔会造成一定影响。另外,本研究涉及河流众多,且排污方式复杂,研究区域范围广袤,为简单起见,假定所有河段均满足以下条件:①均属于宽浅河段;②污染物排放口均设在各计算断面,且污染物在较短的时间内能混合均匀;③污染物在横向和垂向的浓度梯度可以忽略,可采用一维水质模型。

1.2 水域概化

按文献^[3]要求,进行水环境容量测算前,需先对研究河流进行水域概化。图 1 为水域概化后示意图,其中,饶河是由两条江(乐安江和昌江)在波阳花园处汇合而成。

1.3 水功能区划分与目标水质确定

选择氨氮和 COD 作为本文水环境容量计算的污染因子,再根据《江西省地表水(环境)功能区划登记表》*选择具有代表性的控制断面。最后根据各控制断面的水功能区划目标,按照国家《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)^[5]要求确定各自的具体目标浓度值(表 1)。

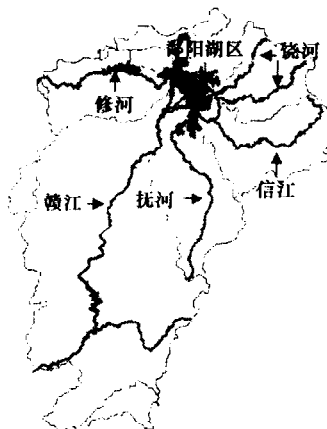


图 1 五大水系水域概化示意图

表 1 五大水系计算断面、河段及目标水质 mg/L

河流	断面名称	河段名称及代号	目标要求	C	
				氨氮	COD
赣江	瑞金大桥	赣江该断面以上 1A	I	1	6
	新庙前	上断面至新庙前 1B	I	1	6
	新干大洋洲	新庙前至大洋洲 1C	I	1	6
	丰城拖船埠	大洋洲至拖船埠 1D	I	1	6
	吴城赣江	拖船埠至该断面 1E	I	0.5	4
抚河	广昌水厂	抚河该断面以上 2A	I	0.5	5
	李渡	上断面至李渡 2B	I	1	6
信江	七一水库	信江该断面以上 3A	I	0.5	5
	弋阳	七一水库至弋阳 3B	I	1	6
	双凤街	弋阳至双凤街 3C	IV	1.5	10
	梅港	双凤街至梅港 3D	IV	1.5	10
饶河	梅口	乐安江梅口以上 41A	I	0.5	5
	戴村	梅口至戴村 41B	I	1	6
	镇桥	戴村至镇桥 41C	I	1	6
	波阳花园	昌江该断面以上 42A	I	1	6
	赵家湾	两江上断面至其 4E	IV	1.5	10
修河	潦河河口	修河潦河口以上 5A	I	1	6
	吴城修水	潦河口至该断面 5B	I	0.5	4

注:河段名称后的数字和字母为其代号,1 表示赣江、其余类推,饶河 4 后的 1 表示乐安江,2 表示昌江;A 表示第一段,其余类推。

1.4 数学模型

采用一维模型,其计算公式^[2]如下:

$$W = 31.54(C \cdot e^{Kx/86.4u} - C_i)(Q_i + Q_j) \quad (1)$$

式中:W 为水环境容量, t/a; C_i , Q_i 为水环境功能区段入口浓度 mg/L 和流量 m^3/s ; Q_j 为排污口污水浓度 mg/L 和流量 m^3/s ; $Q_i + Q_j$ 为水功能区段出口浓度(目标浓度)mg/L 和流量 m^3/s ; x 为水功能区段

* 相关定额指标参考了《江西省国民经济和社会发展“十一五”规划纲要》、《鄱阳湖生态经济区规划纲要(初稿)》、《全国水环境容量核算技术指南》、《生态县、生态市、生态省建设指标(2007 修订稿)》确定。

长度, m ; u 为水功能区段河流流速, m/s ; K 为污染物降解系数, $1/d$ 。

水功能区段长度数据直接从 GIS9.1 中获得, 水功能区段河流流速根据《指南》要求选定, 污染物降解系数则参照了《赣江流域环境遥感与数字化环境管理》的研究成果选定。水量及污染物浓度数据则来自于江西省水利部门和环保部门: 流量数据丰富, 分析了从 1956~2006 年数据, 选取其统计均值的 90% 作为设计流量; 浓度方面由于只有 2000 年、2004 年及 2007 年三年数据, 又通过分析该三年流量与多年均值流量发现 2004 年流量变化与多年均值流量变化基本一致, 故选定 2004 年浓度为其设计浓度。

1.5 水环境容量结果

五大水系各河段的水环境容量测算结果见表 2。从表中可以看出, 总体上各河段氨氮和 COD 均存在较大水环境容量, 只有赣江瑞金大桥至新庙前段氨氮容量值为 0, 这是由于该区段水污染较严重, 不能再接纳污染负荷所致。

表 2 五大水系各河段水环境容量 t/a

河流	河段 代号	水环境容量	
		氨氮	COD
赣江	1A	12149	31472
	1B	0	65821
	1C	28591	156026
	1D	36034	153819
	1E	20550	46808
抚河	2A	1544	10208
	2B	11563	66632
信江	3A	403	1109
	3B	1586	23699
	3C	13057	73660
	3D	13992	70653
饶河	41A	2749	1748
	41B	9903	46027
	41C	9393	33313
	42A	1778	12302
	4E	20488	115041
修河	5A	453	2047
	5B	11855	68853

将各河段容量值进行加总后得到五大水系各自的总水环境容量, 将其与 2006 年氨氮和 COD 的实际排放量对比可知(表 3), 五大水系均存在较大的剩余水环境容量, 均不需要对它们进行总量削减。

因此, 就氨氮和 COD 两个评价因子而言, 总体上目前江西省五大水系的水质良好, 不需要进行较大规模的污染物总量削减控制规划, 这与计算前分析调查的结果吻合, 也说明本文计算的五大水系水环境容量值较合理。但是, 对于个别河段(如河段 1B), 则需要特别对待, 建议详细分析的相关污染源、排污口及当地社会、经济等状况再做出具体污染控制规划。

2 水污染总量控制分析

由于测算五大水系水环境容量时采用的是多年平均水量及具有代表性的浓度数据, 又考虑到水环境容量作为水体的一种自然属性^[6], 故本研究认为五大水系的总水环境容量不随年份增长而增加。但是, 随着社会、经济的快速发展以及人口的稳步增长, 氨氮和 COD 的排放量也必将同步的增加, 故对其在 2012 及 2020 年的污染物排放量进行预测, 并与其水环境容量值进行比较, 进而分析在未来年份氨氮和 COD 的剩余水环境容量(或削减量)及总量控制规划情况具有一定的现实指导意义。

采用定额预测法^①预测的结果及比较后 2012 与 2020 年的剩余水环境容量或污染物削减量情况见表 3, 污染物的削减量用其排放量与总水环境容量的差值表示^[7,8]。从表 3 可知, 对于氨氮, 2012 及 2020 年仅抚河水系需要在总量上进行污染物削减控制; 而其余水系则均存在剩余水环境容量, 不需要总量控制, 只需对个别污染较集中的区域进行集中处理和处置。但是, 对于 COD, 其在未来年份的污染情况则比较严重, 2012 年 COD 不仅抚河水系, 而且赣江水系也需要在总量上进行大规模的污染物削减控制; 而到了 2020 年, 又增加了信江和修河水系需要大规模污染物控制, 仅饶河水系存在剩余水环境容量(需局部控制)。

COD 是水体有机污染物含量的反映, COD 含量越高, 则水体有机污染程度越严重, 河流水体的水质就越容易发生富营养化现象, 又叫水华^[9,10]。

因此, 在可预见的近十几年中, 尽管氨氮污染物的排放量增长缓慢, 不足以成为污染五大水系水质的主要威胁, 但 COD 因子却很有可能成为水体水污染的主要元凶。为预防五大水系水体发生富营养化现象, 必须尽早进行大规模的区域有机污染物(COD)控制规划并加大其治理力度。

表3 各水系总水环境容量及三年污染物排放量、削减量或剩余水环境容量

t/a

河 流	总水 环境 容量	氨氮						总水 环境 容量	COD					
		2006 年		2012 年		2020 年			2006 年		2012 年		2020 年	
		排放 量	剩余或 削减量	排放 量	剩余或 削减量	排放 量	剩余或 削减量		排放 量	剩余或 削减量	排放 量	剩余或 削减量	排放 量	剩余或 削减量
赣江	97324	45000	52324	75896	21428	91061	6263	453944	382300	71644	723246	-269302	929812	-475868
抚河	13107	8400	4707	16594	-3487	19026	-5919	76840	75300	1540	148756	-71916	182883	-106043
信江	29039	13300	15739	17271	11768	20652	8387	169120	91200	77920	168971	149	215567	-46447
饶河	44310	7100	37210	9304	35006	11608	32702	208430	46600	161830	90899	117531	121496	86934
修河	12308	4900	7408	7437	4871	8559	3749	70900	33800	37100	67117	3783	82710	-11810

* -表示污染物削减量, +表示剩余水环境容量, 其余类同。

3 结 语

选择氨氮和 COD 作为江西省五大水系水环境容量测算的污染因子, 计算结果表明: 就目前而言, 研究水体的水质总体上是良好的, 各水系的水环境容量在总量上均存在剩余, 但是在个别河段的水环境容量值为 0, 河段存在较严重的污染, 需要进一步分析该区域河段相关的污染源、排污口及当地社会、经济等状况并作出详细的污染物削减控制规划(如对该区段进行集中的污染物处理和处置等)。

尽管如此, 随着社会经济的快速发展以及人口的稳步增长, 氨氮和 COD 的排放量必将同步增加, 未来不久将快速利用、消耗掉五大水系的剩余水环境容量, 故将来需要对其进行较严格的水污染总量控制规划, 尤其应尽早加大区域的有机污染物(COD)治理力度。

参考文献:

- [1] 张永良, 洪继华, 夏青, 等. 我国水环境容量研究与展望[J]. 环境科学研究, 1988, 1(1): 73-81.
- [2] 鄢帮有, 谭晦如, 邢久生. 鄱阳湖水环境承载力分析[J].

江西农业大学学报, 2004, 26(6): 931-935.

- [3] 中国环境规划院. 全国水环境容量核定技术指南[R]. 北京: 中国环境规划院, 2003.
- [4] 张永良, 刘培哲. 水环境容量手册[M]. 北京: 清华大学出版社, 1991.
- [5] GB3838-2002. 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003.
- [6] 方国华, 于凤存, 曹永潇. 中国水环境容量研究概述[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(27): 8601-8602.
- [7] 陈丁江, 吕军, 金树权, 等. 非点源污染河流的水环境容量估算和分配[J]. 环境科学, 2007, 28(7): 1416-1424.
- [8] 范丽丽, 逢勇, 孙丽萍, 等. 徐州市水环境容量研究[J]. 水资源保护, 2007, 23(1): 57-83.
- [9] Wang Yan, Wang Hong Rui, Ning Da Tong. Three Industries and Wastewater and COD Discharge of Beijing[J]. Journal of Environmental Sciences, 2000, 12(4): 474-477.
- [10] Chen Fengqiu, Wu Sufang, Chen Jizhong, et al. COI Removal Efficiencies of Some Aromatic Compounds in Supercritical Water Oxidation[J]. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2001, 9(2): 137-140.