

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2015.04.012

珠江流域省界缓冲区水质超标影响评价方法

欧阳昊¹, 刘 晨¹, 林 娴²

(1. 珠江流域水资源保护局, 广东 广州 510611; 2. 广东省水利厅, 广东 广州 510635)

摘要:为科学判定省界缓冲区水质超标影响范围及程度,保证珠江流域水功能区限制纳污红线管理的公正、公平性,根据珠江流域主要跨省河流水资源特征及水功能区监督管理工作基础,拟定了珠江流域省界缓冲区水质超标影响评价方法并进行了实例验证。结果表明,所提计算方法科学,结果合理,在珠江流域水功能区水质达标评价中具有实用性,能为珠江流域最严格水资源管理制度考核提供有力支撑。

关键词:珠江流域;省界缓冲区;水质超标影响;评价方法

中图分类号:X824 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2015)04-0067-03

Assessment method for water pollution impact in provincial buffer zone of Pearl River Basin

OUYANG Hao¹, LIU Chen¹, LIN Xian²

(1. Pearl River Basin Water Resources Protection Bureau, Guangzhou 510611, China;
2. Water Resources Department of Guangdong Province, Guangzhou 510635, China)

Abstract: To judge the range and level of water pollution impact in provincial buffer zone and ensure the management of polluting red line for water function zone in Pearl River basin to be fair and justice, we drew up the water pollution impact evaluating method for provincial buffer zone in Pearl river basin and testified it with real examples, based on the character of water resources in provincial buffer zone of Pearl River basin and the water function zone supervision and monitoring work. The result shows that our evaluating method is scientific and its results are reasonable. The method is practical for water quality evaluation of water function zone in Pearl River basin, can provide strong support for the assessment under the strictest water resource management standard for Pearl River basin.

Key words: Pearl River Basin; provincial buffer zone; water pollution impact; assessment method

2011 年《中共中央、国务院关于加快水利改革发展的决定》和 2012 年《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》提出了加快水利改革发展的指导思想、目标任务和基本原则,部署了实行最严格水资源管理制度,确立水资源开发利用控制、用水效率控制、水功能区限制纳污“三条红线”的工作任务,对流域水资源保护工作做出了全新的定位,提出了更高的要求。“三条红线”中,水功能区限制纳污红线与流域水资源保护工作关系最为直接,其实施效果也直接关系到人民群众的饮用水水质安全和流

域水生态安全,作用尤为重要。

为全面实施好重要江河湖泊水功能区限制纳污红线管理,2013 年国务院办公厅发布的《实行最严格水资源管理制度考核办法》及 2014 年水利部办公厅印发的《全国重要江河湖泊水功能区水质达标评价技术方案》(以下简称《技术方案》)对水功能区水质达标考核程序、考核指标及监测和评价规范做出了明确要求。但由于我国目前执行的 SL395—2007《地表水资源质量评价技术规程》、SL219—2013《水环境监测规范》等技术规范未明确水功能区水质超

标影响程度评价方法,在开展行政区水功能区水质达标计算工作时,无法科学、合理扣除上游行政区入境水质影响^[1-3],从而导致省界上下游水功能区污染责任划分不清,治理责任界定不明,直接影响国家实行最严格水资源管理制度考核的公正、公平性。为健全珠江流域水功能区水质达标评价体系,亟须根据珠江流域主要河流水资源特征及实际情况,开展省界缓冲区水质超标影响范围评价方法研究,确定适用于珠江流域水质超标影响范围确定及修正的方法,为流域实施最严格水资源管理制度考核提供有力支撑。

1 省界缓冲区水质超标影响评价工作基础

根据国务院批复实施的《全国重要江河湖泊水功能区划(2011—2030年)》(以下简称《区划》),珠江流域片共有45个重要江河湖泊省界缓冲区,涉及云南、贵州、广西、广东、湖南、江西、福建7个省(自治区)。根据现有监测结果,部分省界缓冲区存在水质连续超标现象,并对下游水功能区水质产生一定影响,降低了下游水功能区水质达标率。为科学界定省界缓冲区水质超标影响程度,珠江流域水资源保护局会同流域内相关省(自治区)水行政主管部门对全部省界缓冲区进行了现场查勘,根据省界上下游、左右岸及水利设施、排污口情况确定了48个水质监测代表断面,并征求所在省(自治区)人民政府意见。在此基础上,珠江流域水资源保护局选择水质超标较严重的省界缓冲区开展了入河排污口监测及水质水量专题调查,根据《技术方案》^[4]制定的省界缓冲区入境水质影响扣除原则和基础方法,进行了水质变化模拟以及影响修正方法比对分析,拟定了珠江流域省界缓冲区水质超标影响评价方法。

2 省界缓冲区水质超标影响评价方法

2.1 影响范围确定

为科学评价省界缓冲区水质超标影响,首先应界定超标水体的污染影响范围。根据SL348—2006《水域纳污能力计算规程》^[5],结合污染物扩散特性及珠江流域跨省河流具体情况,可将珠江流域跨省河流省界缓冲区所在河段划为以下两种类型:①多年平均流量大于等于150 m³/s的大型河段;②多年平均流量小于150 m³/s的中小型河段。

在省界缓冲区为中小型河段,影响省界缓冲区水质的主要污染物超标倍数在1倍以内的情况下,入境水质影响范围原则界定为省界下游与省界缓冲区相接的第1个水功能区;主要污染物超标1倍以上则应按式(1)计算影响范围。若省界缓冲区为大

型河段,水质超标影响范围均应按式(1)计算^[6-7]。

$$S = \frac{u}{k} \ln \left(\frac{\rho_{\text{省界}}^{\text{实测}}}{\rho_{\text{省界}}^{\text{标准}}} \right) \quad (1)$$

式中: S 为影响范围; u 为省界断面平均流速,m/s,省界缓冲区内设有水量监测站的,采用测站监测数据,没有水量监测站的,依据水文巡测、水文调查结果确定,当上述资料均缺乏时,可用每月采样监测时省界缓冲区断面瞬时流速的平均值计算; $\rho_{\text{省界}}^{\text{实测}}$ 为省界断面污染指标质量浓度实测值,mg/L; $\rho_{\text{省界}}^{\text{标准}}$ 为省界断面污染指标水质目标所对应的质量浓度限值,mg/L; k 为河流综合衰减系数,可根据SL348—2006《水域纳污能力计算规程》规定的方法,选取省界至下游水功能区中顺直、水流稳定、无支流汇入、无入河排污口的河段,参照式(2)计算。

$$k = \frac{u_{\text{平均}} \ln \frac{\rho_{\text{省界}}^{\text{实测}}}{\rho_{\text{下}}}}{\Delta x} \quad (2)$$

式中: $u_{\text{平均}}$ 为选取河段的平均流速,m/s; Δx 为省界至选取的下游断面之间距离,m; $\rho_{\text{下}}$ 为选取的下游断面污染指标质量浓度实测值,mg/L。

2.2 浓度衰减修正

为科学界定省界上下游水功能区水质超标责任主体,在评估省界下游行政区水功能区水质保护工作成效时,应扣除省界入境水质影响。省界缓冲区水质超标浓度衰减修正方法主要根据物料平衡原理从目标断面实测污染物的通量中扣除超出部分的通量,再按目标断面的流量折算成浓度值进行考核^[8]。当影响范围不超过与省界缓冲区相接的第1个水功能区时,修正计算可不考虑河流综合衰减系数,采用式(3)计算^[9-10]:

$$\rho_{\text{调整}} = \rho_{\text{实测}} - \frac{\sum_{i=1}^n (\rho_i - \rho_i^{\text{标准}}) Q_i}{Q_{\text{实测}}} \quad (3)$$

$$\text{当 } \rho_i - \rho_i^{\text{标准}} \leq 0 \text{ 时, } \rho_{\text{调整}} = \rho_{\text{实测}}$$

式中: $\rho_{\text{调整}}$ 为省界下游目标水功能区污染指标扣除省界超标影响后的质量浓度值,mg/L; $\rho_{\text{实测}}$ 为省界下游目标水功能区污染指标质量浓度实测值,mg/L; ρ_i 为目标水功能区上游第*i*条河流入境断面污染指标质量浓度实测值,mg/L; $\rho_i^{\text{标准}}$ 为目标水功能区上游第*i*条河流入境断面污染指标水质目标所对应的质量浓度限值,mg/L; Q_i 为目标水功能区上游第*i*条河流入境断面流量,m³/s; $Q_{\text{实测}}$ 为目标水功能区断面实测流量,m³/s。

省界缓冲区水质超标影响范围超过与省界缓冲区相接的第1个水功能区时,修正计算应考虑河流综合衰减系数,采用式(4)计算:

$$\rho_{\text{调整}} = \rho_{\text{实测}} - \frac{Q_{\text{省界}}}{Q_{\text{实测}}} \left[(\rho_{\text{省界}} - \rho_{\text{省界}}^{\text{标准}}) \exp\left(\frac{-K\Delta x}{86.4u_{\text{平均}}}\right) \right] \quad (4)$$

当 $\rho_{\text{省界}} - \rho_{\text{省界}}^{\text{标准}} \leq 0$ 时, $\rho_{\text{调整}} = \rho_{\text{实测}}$

式中: $Q_{\text{省界}}$ 为省界断面平均流量, m^3/s ; 其余符号意义同前。

3 实例验证

为科学确定省界缓冲区的水质超标影响, 需要长期的水质动态监测数据以及翔实的上下游支流汇入、排污口布设、面源污染调查、水下地形等水文资料, 以精确模拟省界入境水质变化及污染物浓度衰减情况。受相关数据资料缺乏的条件限制以及考虑到可操作性的因素, 对上述方法中部分参数进行了简化, 为验证计算方法的合理性, 现选取珠江流域的跨省河流之一——贺江进行实例验证。

3.1 验证区概况

贺江为西江一级支流, 发源于广西贺州市富川县蚤子岭, 自北向南经贺州八步区铺门镇进入广东省境内, 在广东肇庆封开县江口镇注入西江, 集水面积 $11\,599\text{ km}^2$, 河长 357 km , 平均比降 0.47% , 多年平均径流量 113.3 亿 m^3 , 是珠江流域境内较大的跨省河流。根据《区划》, 贺江跨省水功能区为贺江桂粤缓冲区, 长度 20 km , 水质目标为Ⅲ类, 下游水功能区为贺江封开保留区, 长度 103.4 km , 水质目标为Ⅱ类。

3.2 数据来源

2013年7月, 贺江省界上游发生重金属镉、铊污染, 造成省界水质超标, 并对下游水质造成一定影响。为及时应对此次水污染事件, 水利部珠江水利委员会迅速派出工作组和水质监测组赶赴现场, 在省界上下游共布设25处监测断面, 实施每小时1次的高频率监测, 为事件及时处置提供了坚实支撑。由于此次事件后期贺江下游河段水功能区主要污染物为铊, 因此验证计算时以铊为污染指标, 相关数据均来源于此次事件应急处置过程。

3.3 结果分析

2013年7月10日, 贺江桂粤缓冲区省界监测断面铊质量浓度为 $0.000\,31\text{ mg/L}$, 实测流速为 0.30 m/s , 实测流量为 $178\text{ m}^3/\text{s}$ 。省界下游贺江封开保留区水质监测断面距离省界 9.8 km , 铊质量浓度为 $0.000\,22\text{ mg/L}$, 实测流速为 0.16 m/s , 实测流量为 $188\text{ m}^3/\text{s}$ 。根据计算, 贺江桂粤省界缓冲区水质超标影响范围为 50.1 km , 不超过省界下游水功能区长度。不考虑河流综合衰减, 采用式(3)扣除省界入境超标水体水质影响进行修正计算, 下游水功能

区调整质量浓度为 $0.000\,01\text{ mg/L}$, 低于标准限值。若考虑河流综合衰减, 采用式(4)进行修正计算, 下游水功能区调整浓度为 $0.000\,02\text{ mg/L}$, 低于标准限值。实例验证结果表明, 贺江水污染事件发生期间, 下游水功能区水质超标原因为省界入境污染水体, 但影响范围未超过该水功能区河长, 扣除入境水质影响后, 下游水功能区水质符合水质管理要求。采用以上计算方法能较好地去除省界水质超标对下游的影响, 科学判定省界水质超标的污染责任范围。

由于珠江流域主要跨省河流省界河段均地处偏僻, 现状开发利用程度较低, 新入河污染源较少, 根据流域水资源保护规划和经济社会发展要求, 省界下游河段第1个水功能区全部划为保留区, 为简化省界水质超标影响计算提供了有利条件。贺江作为珠江流域主要跨省河流, 其水资源特征、经济发展现状和水功能区划情况在全流域具备较好的代表性, 以贺江为实例的验证结果表明, 以上计算方法适用于流域内其他省界缓冲区的水质超标影响判定工作。

4 结 语

科学判定省界缓冲区水质超标影响, 客观公正开展珠江流域重要江河湖泊水功能区水质达标评价是践行流域最严格水资源管理制度的基础, 也是“建设绿色珠江、维护河流健康”的重要支撑。受水功能区监测断面不足、水下地形及水文资料不全、入河污染物系数选取及面源污染计算等不确定性因素影响, 在现有条件下要精确判定省界水质超标责任及影响范围存在较大难度。本文根据物料平衡原则所提的计算方法考虑了珠江流域主要跨省河流的水资源特征、河流综合衰减及纳污能力, 在保证计算结果科学、合理的前提下, 具有简单直观、操作性强、数据依赖程度较低等优点, 在珠江流域水功能区水质达标评价中具有一定推广价值和实用性。

参考文献:

- [1] 彭文启. 水功能区限制纳污红线指标体系[J]. 中国水利, 2012(7): 19-22. (PENG Wenqi. Index system for limiting pollution load red line of water function zone[J]. China Water Resources, 2012(7): 19-22. (in Chinese))
- [2] 王秀兰. 水功能区水资源质量综合评价方法探讨[D]. 南京: 河海大学, 2007.
- [3] 彭文启, 张祥伟. 现代水环境质量评价理论与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [4] 水利部. 全国重要江河湖泊水功能区水质达标评价技术方案[R]. 北京: 水利部办公厅, 2014.
- [5] SL348—2006 水域纳污能力计算规程[S].

(下转第86页)

- [3] 房国良,高原,徐连军,等. 上海市降雨变化与灾害性降雨特征分析[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(10): 1270-1273. (FANG Guoliang, GAO Yuan, XU Lianjun, et al. Analysis of precipitation change and the characteristics of disaster rainfalls in Shanghai [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2012, 21(10): 1270-1273. (in Chinese))
- [4] 贺芳芳,赵宾科. 近30年上海地区暴雨的气候变化特征[J]. 地球科学进展, 2009, 24(11): 1260-1267. (HE Fangfang, ZHAO Bingke. The Characteristics of climate change of torrential rains in Shanghai region in recent 30 years[J]. Advances in Earth Science, 2009, 24(11): 1260-1267. (in Chinese))
- [5] 许月萍,童杨斌,富强,等. 几种 Copulas 模拟不同历时降雨量的影响分析[J]. 浙江大学学报:工学版, 2009, 43(6): 1107-1111. (XU Yueping, TONG Yangbin, FU Qiang, et al. Impact analysis for rainfall depth simulation of different durations through several Copulas[J]. Journal of Zhejiang University:Engineering Science, 2009, 43(6): 1107-1111. (in Chinese))
- [6] 张娜,郭生练,肖义,等. 基于联合分布的设计暴雨方法[J]. 水力发电, 2008, 34(1): 18-21. (ZHANG Na, GUO Shenglian, XIAO Yi, et al. Design storm method based on bivariate joint distribution[J]. Water Power, 2008, 34(1): 18-21. (in Chinese))
- [7] 陈子桑,刘曾美. 不同历时设计暴雨组合的风险率分析[J]. 水文, 2012, 31(4): 12-17. (CHEN Zishen, LIU Zengmei. Analysis of risk probability for design rainstorm combinations of different durations[J]. Journal of China Hydrology, 2012, 31(4): 12-17. (in Chinese))
- [8] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京:气象出版社,1999:43-47.
- [9] 李春,刘德义,黄鹤. 1958—2007年天津降水量和降水日数变化特征[J]. 气象与环境学报, 2010, 26(4): 8-11. (LI Chun, LIU Deyi, HUANG He. Characteristics of precipitation and precipitation days from 1958 to 2007 in Tianjin[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2010, 26(4): 8-11. (in Chinese))
- [10] 任锦亮,李琼芳,李鹏程,等. 上海市台风降雨和潮位遭遇组合概率研究[J]. 水电能源科学, 2013, 31(7): 1-4. (REN Jinliang, LI Qiongfang, LI Pengcheng, et al. Joint probability investigation of encounter typhoon rainfall and tide level in Shanghai City[J]. Water Resources and Power, 2013, 31(7): 1-4. (in Chinese))
- [11] NELSEN R B. An introduction to Copulas[M]. Beilin: Springer,1999.
- [12] JOE H. Multivariate models and dependence concepts [M]. London:Chapman & Hall, 1997.
- [13] 郭生练,闫宝伟,肖义,等. Copula 函数在多变量水文分析计算中的应用及研究进展[J]. 水文, 2008, 28(3): 1-7. (GUO Shenglian, YAN Baowei, XIAO Yi, et al. Multivariate hydrological analysis and estimation[J]. Journal of China Hydrology, 2008, 28(3): 1-7. (in Chinese))
- [14] 杜江,陈希镇,于波. Archimedean Copula 函数的参数估计[J]. 科学技术与工程, 2009, 9(3): 637-640. (DU Jiang, CHEN Xizhen, YU Bo. Parameter estimation of Archimedean Copula [J]. Science Technology and Engineering, 2009, 9(3): 637-640. (in Chinese))

(收稿日期:2014-02-15 编辑:高渭文)

(上接第 69 页)

- [6] 刘晓波,彭文启,何国建,等. 基于水质-污染源响应关系的抚仙湖水环境承载力计算研究[J]. 水动力学研究与进展,2011,26(6):652-659. (LIU Xiaobo, PENG Wenqi, HE Guojian, et al. Study on environmental carrying capacity of Fuxian Lake based on the response of water quality to pollution load [J]. Chinese Journal of Hydrodynamics, 2011,26(6):652-659. (in Chinese))
- [7] 杜霞,彭文启. 水质变化驱动机制及经济体排污量估算方法[J]. 人民黄河,2011,33(4):28-30. (DU Xia, PENG Wenqi. Driving mechanism of water quality variation and estimation method for pollutant discharge capacity of economic entities[J]. Yellow River, 2011,33(4):28-30. (in Chinese))
- [8] 尹海龙,徐祖信. 河流综合水质评价方法比较研究[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(5):729-733. (YIN Hailong, XU Zuxin. Comparative study on typical river comprehensive water quality assessment methods [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2008,17(5):729-733. (in Chinese))
- [9] 魏娜,游进军,解建仓,等. 基于水功能区的水量调控模型研究[J]. 水资源保护,2012,28(6):19-23. (WEI Na, YOU Jinjun, XIE Jiancang, et al. A water quantity regulation model based on water functional zone [J]. Water Resources Protection, 2012, 28(6): 19-23. (in Chinese))
- [10] 徐智廷,李河海. S-P 概化模型在临沂水功能区纳污能力分析中的应用[J]. 水资源保护,2007,23(3):27-29. (XU Zhiting, LI Hehai. Application of S-P generalized model to analysis of water environmental capacity in Linyi water function area [J]. Water Resources Protection,2007,23(3):27-29. (in Chinese))

(收稿日期:2014-09-28 编辑:徐娟)