

芦苞涌、西南涌分洪对下游三角洲水环境影响及对策研究*

林晓纯

(广东省水利电力勘测设计研究院, 广州 510170)

摘 要: 主要讨论在现阶段环境条件下, 北江大堤加固达标及芦苞涌、西南涌整治后, 将可按设计分洪流量共 $2\,300\text{ m}^3/\text{s}$ 分洪, 对下游三角洲网河区的洪水过程及水质过程等水环境影响进行了分析, 并提出分洪期水污染防治对策。

关键词: 北江大堤; 西南涌; 芦苞涌; 分洪; 水环境影响; 对策研究

中图分类号: X522 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2001) S2-0039-04

1 概 况

北江大堤位于广东省北江下游左岸, 广州市的西北面, 是构成广州市和珠江三角洲地区防洪体系的核心建筑物。大堤北起清远石角镇的骑背岭, 经清远市石角镇、三水市大塘、芦苞、黄塘、河口、西南镇至南海市小塘镇的狮山止, 全长 63.34 km 。

西南涌、芦苞涌是位于北江下游大堤左岸的两条分洪河道, 首部分别建有西南水闸和芦苞水闸与北江沟通, 两涌是北江大堤防洪体系的重要组成部分, 历史上曾多次分洪。

北江大堤是全国重点确保的 7 大堤防之一, 是保护广州市及南海、佛山、三水等珠江三角洲地区的直接防洪屏障, 现正按防御百年一遇的洪水标准进行加固。为了减轻对北江大堤的压力, 两涌担负重要分洪任务, 当北江发生百年一遇洪水, 芦苞水闸闸前水位达 13.2 m 时, 设计分洪流量为 $1\,200\text{ m}^3/\text{s}$; 西南涌水闸闸前水位达 11.13 m 时, 设计分洪流量为 $1\,100\text{ m}^3/\text{s}$ 。两涌分洪对减缓北江大堤的压力起到了十分重要的作用, 北江大堤是北江下游防洪体系的基础, 两涌分洪是确保北江大堤防洪安全的重要措施。

两涌分洪由来以久, 本文主要讨论在现阶段环境条件下, 北江大堤加固达标及两涌整治后, 将可能按设计流量分洪, 对下游三角洲网河区的主要水环境影响。

2 环境状况

2.1 水系特征

涉及的水系主要有北江干流(石角—狮山段)、西南涌、芦苞涌、白坭水道和珠江西航道。北江是珠江流域第二大水系, 两大支流浈水和武水在韶关市汇合后称北江, 至三水市的思贤滘与西江汇流后进入珠江三角洲网河区, 从源头至思贤滘全长 468 km , 集水面积 $46\,710\text{ km}^2$, 平均坡降 0.26‰ 。石角站多年平均流量为 $1\,359.6\text{ m}^3/\text{s}$, 北江发洪时间为 4~9 月。据三水市水利志记载, 北江潮流界可达马房, 平水期潮区界可达南边镇的黄塘墟, 枯水期可达芦苞镇区。

西南涌是北江左岸由西往东的一大河汉, 从西南镇起到官窑镇和芦苞涌汇合, 经里水、和顺等镇, 在鸦岗附近与芦苞涌、流溪河汇合后注入珠江, 全长 41.6 km 。西南涌属感潮河段, 枯水期潮区界可达西南镇下游高丰附近。

芦苞涌西起芦苞水闸, 流经三水县的乌石岗, 经长岐管理区的鱿鱼岗分为南北两支。北支前段为九曲水河, 后段为白坭水; 南支流经三水县的虎爪围、花都市的炭步镇、大涡、文岗, 于南海县的官窑附近注入西南涌, 全长 33.4 km 。芦苞涌也属感潮河段, 枯水期潮区界可达范湖大桥附近。

白坭河上游国泰水发源于广东清远石角镇扶基头, 与芦苞涌的北支流九曲水于白坭墟附近汇合后, 始称白坭河。白坭河自西北向东南流, 沿程左汇大官坑水、新街水、流溪河, 右汇西南涌至鸦岗注入珠江, 全长 46.8 km 。河道常年有水, 下游与三角洲河网相连, 枯水期潮区界在上游长

* 收稿日期: 2001-07-30; 作者简介: 林晓纯 (1974-), 女, 助理工程师。

歧附近;潮流界可达白坭,枯水期甚至可达九区围。

西航道是珠江广州河段的上游,位于广州市区的西北面。西南涌、白坭河及流溪河在老鸦岗北部附近汇合后,从老鸦岗开始,南流至白鹅潭称西航道,长16.24 km。西航道受潮汐影响显著,潮汐性质属不规则半日潮。枯水期潮流界可上溯至西南涌、芦苞涌和白坭河的上游,汛期退至老鸦岗附近。

2.2 水环境现状

根据常规监测资料和现场监测数据,各水体水质特征如下:

2.2.1 北江干流 北江干流(石角—狮山段)的主要功能为饮用、航运和灌溉,由于两岸有大堤保护,直接入河的污染源很少,水质总体来说是良好的,绝大部分指标符合国家《地表水环境质量标准(CHZB1-1999)》II类标准,仅个别测次的氨氮、BOD₅和石油类超标,尤其以氨氮的超标现象较为明显。

2.2.2 西南涌 西南涌的主要功能是分洪、灌溉和排污,由于接纳了西南镇、河口镇、南边镇以及南海市小塘镇、狮山区、官窑镇、和顺镇等地区的污水,有机污染和营养物污染十分严重,氨氮、溶解氧、COD_{Mn}等指标已超过《CHZB1-1999》V类标准,其它有机污染指标也已普遍超过IV类标准,上游江段在枯水季节发黑发臭,严重影响景观;但重金属污染轻微,可以达到I类标准。

西南涌水质近年来的变化不大,但超标最严重的氨氮指标有逐年好转趋势。从空间变化看,西南涌水质污染从上游往下游逐渐减轻。

2.2.3 芦苞涌 芦苞涌的主要功能是分洪、灌溉和排污,排入该涌的主要污染源是三水市芦苞、范湖、乐平三镇的污水,由于与西南涌相通,涨潮水质主要受西南涌水质的影响。芦苞涌的污染也相当严重,许多指标难于达到所要求的《CHZB1-1999》IV类标准,其中氨氮、DO、磷酸盐已超过V类标准,BOD₅、COD_{Mn}已超过IV类标准,除此之外,其它所测项目可以达到IV类标准,重金属指标可以达到I类标准。

2.2.4 白坭水道 白坭水道的主要功能是饮用、灌溉、航运和分洪,排入该水道的主要污染源是花都区新华、白坭、赤坭、炭步四镇以及清远石角镇和三水市大塘镇的污水。白坭水道以营养物

污染和有机污染为主,其中氨氮已超过《CHZB1-1999》V类标准,石油类、BOD₅、磷酸盐、阴离子洗涤剂指标均已超过III类标准;但重金属污染不明显,可以达到I类标准。资料显示,白坭河水质近年来有逐步好转的趋势。

2.2.5 西航道 西航道是珠江广州河段的上段,主要功能为饮用、灌溉、航运、纳潮和排洪。西航道的氨氮、石油类、总磷、溶解氧、挥发酚、BOD₅等指标均已超过所要求的III类标准,其中以氨氮的超标情况最为严重,已超过V类标准。

由上分析结论可见,西南涌、芦苞涌的水质最差,白坭水道、西航道次之,北江干流的水质最好。

3 两涌分洪对下游网河区的水环境影响分析评价

3.1 预测方法及主要参数

两涌分洪道属于典型的潮汐河网区,在理论上讲,只有以非恒定流模型为核心的计算方法才能真正反映径流和潮波的共同影响,从而取得较好的计算精度。

3.1.1 模型的控制方程 非恒定流模型是根据已知的初始、边界条件通过求解非恒定流方程组而预测出计算域内任意时空点上的潮位、潮流和水质浓度。潮汐河网区潮流运动和污染物迁移扩散的控制方程通常采取断面平均的一维形式:

$$\begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} &= q \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(uQ)}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\epsilon \frac{\partial Q}{\partial x} \right) + \\ gA \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gn^2 Q |Q|}{AR^{4/3}} &= 0 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial(uC)}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(M_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + K(C - C_s) = S_{LB}$$

3.1.2 模型的求解方法 非恒定流方程组的求解普遍采用数值离散法。珠江三角洲河网区曾经是国家“七五”重点科技攻关项目《珠江三角洲水环境容量与水质规划研究》^[3]选定的研究对象,在该项攻关研究中,采用控制容积离散法和乘方律插值分布公式成功地开发出适用于珠江三角洲这类复杂潮汐河网区的非恒定流实时数学模型。在过去的近十年里,该模型在珠江三角洲数十个项目的应用过程中得到不断改进和完善,积累了较成熟的运行经验。

3.1.3 模型的主要参数 鸦岗以下河段引用

《珠江三角洲水环境容量与水质规划研究》^[3]中的研究成果。鸦岗以上河段（即两涌一河分洪道）引用《广东省北江大堤加固达标工程可行性研究报告》^[2]中的有关设计资料，确定有关参数。

3.2 边界条件

3.2.1 两涌分洪区间潮流计算的边界条件

表1 两涌分洪设计洪水成果表

控制断面	西南水闸	芦苞水闸	国泰河口	新街河	流溪河	河涌排水
两涌分洪	1100	1200	318	270	493	207
两涌不分洪	0	0	318	270	493	207

表2 珠江三角洲上游三大江设计洪水成果表

控制断面	北江（三水）	西江（马口）	东江（博罗）	增江（麒麟咀）
两涌分洪	13700	48900	11200	3304
两涌不分洪	16000	48900	11200	3304

（3）八大口门。考虑到大洪水多发生在每年的6月，8大口门选用1998年6月大潮期7天潮位过程作为预测计算的边界条件。

3.2.2 两涌分洪区间水质计算的边界条件 主要考虑分洪和不分洪两种情况的对比分析，为了有较好的可比性，假定洪水期所有流入边界均为3类水质，即 $BOD_5 = 4 \text{ mg/L}$ 。

3.3 预测计算的范围

计算范围为西江马口、北江三水、东江博罗以及两涌一河至8大口门出海口的河网区域。

3.4 两涌分洪对下游三角洲洪水过程的影响

在西南涌分洪 $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ 、芦苞涌分洪 $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ 的情况下，西航鸦岗断面的洪峰水位约增加 0.455 m ，广州市中心区的洪峰水位仅增加约 $0.111 \sim 0.209 \text{ m}$ ，广州下游的黄埔江段的洪峰水位增加不足 0.03 m ；而北江片西南镇、佛山市区、顺德、南海等地区的洪峰水位普遍下降 $0.4 \sim 0.68 \text{ m}$ 。因此，实施本加固达标工程后两涌分洪 $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ 不仅显著地减轻了北江大堤的防洪压力，对接受分洪的广州市区等下游地区的影响也是可以接受的，总体上利大于弊。

3.5 两涌分洪对下游三角洲水质过程的影响

北江水本身比较清洁，本来对下游水质有一定的稀释作用；但因西南涌等河涌污染比较严重，当分洪的洪水流经分洪道时，不可避免地将残存在河道中的污染物冲入下游，从而可能对下游三角洲水质产生不利影响。

如果本地区无法按期实施碧水工程计划，则

（1）两涌一河。根据《广东省北江大堤加固达标工程可行性研究报告》^[2]，两涌分洪期各边界控制站的设计洪水见表1。

（2）东江、西江、北江干流。西江、北江按百年一遇洪水考虑，东江按20年一遇设计频率考虑，各控制站的设计洪水流量见表2^[4,5]。

两涌分洪对下游水质的峰值浓度有明显的不良影响，但对水质均值浓度的影响很小；从分洪期间的水质时间变化过程来看，分洪初期 $5 \sim 15 \text{ h}$ 内对鸦岗以下河段的污染最突出，石门、西村水厂的水质可能从不分洪时的Ⅲ类变为Ⅴ类，广州市区河段水质可能从不分洪时的Ⅳ类变为Ⅴ类；但随着北江较清洁洪水的不断涌入，在分洪的中、后期，对石门、西村等水厂将没有明显的不良影响，对广州市区下游水质反而有一定的稀释和改善作用。

本地区按期实施碧水工程计划后，两涌分洪初期对下游水质的峰值浓度仍有明显的不良影响，但影响程度已比未实施碧水工程计划时有所减缓，例如石门、西村水厂的水质可能从不分洪时的Ⅲ类变为Ⅳ类，广州市区河段的水质则基本维持不分洪时的Ⅳ类不变；分洪中、后期，对石门、西村水厂吸水口的水质影响非常轻微，对广州市区以下河段的水质则有较明显的改善作用。

计算还表明，当西南、芦苞两水闸的分洪流量从目前的 $1293 \text{ m}^3/\text{s}$ 增加到两涌整治后的 $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ ，由于分洪流量明显增加（意味着较清洁的北江水的涌水量增加）和河道变得相对顺畅，与未实施工程前的分洪影响相比，高浓度污染水团将提早约3个小时到达珠江广州河段，但由于分洪河道里的污染负荷量是基本相同的，因此较大的分洪流量反而使下游水质浓度的峰值和平均值都有较明显的降低。这就是说，工程的实施对减缓分洪初期对下游的水质污染影响是有利

的。

必须指出的是,实施两涌整治及分洪本身无法解决西南涌和新街河等河涌严重污染的根源性问题,因而也无法彻底消除分洪初期对下游水质的不利影响。只有相关的三水、南海、花都等市按照广东省碧水工程计划和珠江三角洲水质保护条例的要求,切切实实做好辖区内的城镇污水处理和工业污水达标处理工作,大幅度削减排入环境的污染负荷,才能从根本上解决分洪初期对下游水质的污染问题。

长远来看,随着水污染控制力度的不断加大,西南涌、新街河等河流的污染状况会逐步好转,总体上两涌分洪对该地区水环境质量的改善是有利的。

4 两涌分洪期水污染防治对策

(1) 抓紧工业污染源治理,实现2000年达标排放:按照《国务院关于环境保护若干问题的决定》要求,到2000年所有工业污染源排放的污染物达到国家或地方规定的排放标准;各级政府必须采取坚决措施,把达标排放与产业、产品结构调整结合起来,对那些污染严重、没有治理价值或治理无望或布局不合理的企业要坚决实行“关、停、并、转、迁”,确保实现广东省到2000年工业污染源达标排放。

(2) 加快城市污水处理设施的建设:各级政府要坚决贯彻《广东省碧水工程计划(粤府办[1997]29号)》、《广东省人民政府关于加强水污染防治工作的通知(粤府[1999]74号)》以及《广东省珠江三角洲水质保护条例》,采取切实措施,加快城镇污水处理厂的建设。三水区西南镇、花都新华镇必须在2005年以前建成二级城市污水处理厂,确保该地区2005年以前城市污水处理率在40%以上;其它万人以上镇区也应按要求在2005年前后建设生活污水处理设施。

(3) 切实增加环境污染防治投入:各地、各部门要按照广东省人民政府的指示精神,将水污染防治的重大项目纳入国民经济和社会发展规划,并在基本建设、技术改造、城市建设、水利开发等方面优先保证水质保护资金需求。拓展环

境投资渠道,逐步提高环境污染防治投入占同期国内生产总值的比重。

(4) 落实各级政府的环境保护责任制:贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《广东省环境保护目标责任制试行办法》,区域内各级人民政府必须对本辖区的环境质量负责。各级政府要明确党政一把手和主管负责人任期内和年度内的环境保护目标和任务。不能按期完成的按有关法规追究行政责任人的责任,保证政令畅通和碧水计划的如期完成,确保实现环境目标。

5 结 论

西南、芦苞两涌分洪 $2\,300\text{ m}^3/\text{s}$ 可以显著地减缓对北江大堤的防洪压力,缓解对包括广州在内的珠江三角洲广大富饶地区的洪水威胁,而对接受分洪的珠江广州河段等下游地区的影响也是可以接受的,总体上利大于弊;尽管在目前西南涌等河流严重污染的情况下分洪初期将对下游水质产生明显的不利影响,但两涌整治后分洪流量的增加对减缓分洪初期的水质污染具有明显的作用。随着水污染控制力度的不断加大和西南涌、新街水等河流污染状况的逐步好转,总体上两涌分洪对该地区水环境质量的改善是有利的。

参考文献:

- [1] 国家环境保护总局华南环境科学研究所.广东省北江大堤加固达标工程环境影响报告书.2000年10月.
- [2] 广东省水利电力勘测设计研究院.广东省北江大堤加固达标工程可行性研究报告.2000年9月.
- [3] 许振成,陈锐成等.珠江三角洲水环境容量与水质规划研究.国家“七五”重点科技攻关研究报告.广州,1992.
- [4] ZENG F T, et al. A real Time Mathematical Model for Tidal River Networks and its application to the Pearl River Delta. Computational Methods in Water Resources. Vol.2, Computational Mechanics Publications, UK, 1991.
- [5] 吕忠华等.思贤滘水利枢纽工程项目建议书.水利部珠江水利委员会勘测设计研究院,1999年8月.
- [6] 国家环境保护总局监督管理司编.中国环境影响评价培训教材.北京:化学工业出版社,2000.