

西北江三角洲网河径流分配的时间变化分析^{*}

侯卫东¹, 陈晓宏², 江涛², 涂新军²

(1. 珠海市水务管理局, 广东 珠海 519000;

2. 中山大学水资源与环境系, 广东 广州 510275)

摘要: 分析了西北江三角洲径流特征, 研究了西北江网河主要河口分流比的变化, 重点分析了西北江三角洲控制站三水和马口站的径流分配及其变化, 给出了北江三角洲控制节点汉河年平均分流比。近 10 多年来西江向北江三角洲分流增加显著, 这种增加导致三角洲腹地洪水威胁加大, 但对腹地水质改善和水资源利用有利。

关键词: 西北江三角洲; 网河; 径流分配; 变化

中图分类号: P332.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) S1-0204-04

西北江三角洲(图1)是世界上水系最复杂的三角洲之一, 河网密度 $0.68 \sim 1.07 \text{ km/km}^2$ 。该地区经济社会的高速发展, 导致自然环境条件显著变化。发达国家经历了百多年的历史演变过程在该地区二三十年内集中爆发。已有研究表明^[1-3], 珠江三角洲网河区水文特征在 1992 年前后发生了变异。这种变化主要出现在 1993 年以后, 西江向北江三角洲分流加大是三角洲腹地水量增加的直接原因。这种增加导致西北江腹地洪水威胁加大, 但对腹地水系水质改善和水资源利用有利。本文试图通过历史实测资料, 分析西北江三角洲网河主要河道特别是三水和马口站的径流分配变化, 为三角洲防洪及水资源利用提供依据。

1 西北江三角洲径流特征

1.1 径流年内、年际变化

西北江三角洲径流的年内变化主要受上游西、北江流域降水支配, 汛期雨量集中, 径流量占全年的 75%~85%。根据系列 1959—1998 年的 4—9 月径流量统计, 西江马口站占全年的 77.0%, 北江三水站占全年的 84.9%。

根据实测资料统计^①, 西江高要站 1968 年为丰水年, 北江石角站 1973 年为丰水年, 枯水年同为 1963 年。两江经思贤洩沟通调节后, 三水与马口站丰水年分别为 1968 年和 1973 年, 枯水年均为

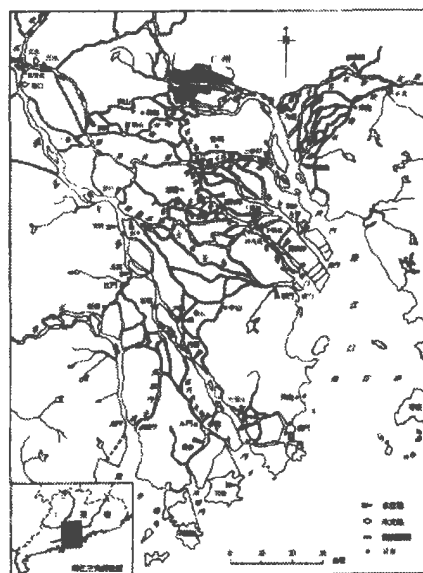


图1 西北江三角洲水系图

Fig 1 Sketch map of river network in the Pearl River Delta

1963 年。西江马口站 1973 年年平均径流量 $10\,000 \text{ m}^3/\text{s}$, 1963 年平均流量 $3\,840 \text{ m}^3/\text{s}$, 丰枯比 2.60; 北江三水站 1968 年平均流量 $1\,960 \text{ m}^3/\text{s}$, 1963 年平均流量 $300 \text{ m}^3/\text{s}$, 丰枯比 6.53。径流的年际变化北江大, 西江小。

1.2 八大口门径流分配

20 世纪 70—90 年代口门分流比较^{②,③,④}见表 1。

^{*} 收稿日期: 2004—02—19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49971019)

作者简介: 侯卫东 (1968 年生), 男, 工程师; 通讯联系人: 陈晓宏; E-mail: eescxh@zsu.edu.cn

① 广东省水利厅. 广东省水资源, 1998.

② 广东省水利水电科学研究所. 珠江河口区河道特性初步分析, 1976.

③ 陈晓宏, 涂新军. 珠江三角洲水道水文泥沙同步观测研究, 交通部“九五”科技攻关项目研究报告, 2000.

④ 珠江水利委员会水文局, 广东省水文局等. 西、北江下游及其三角洲网河河道同步水文测验技术与水质监测评价报告, 2000.

八大口门的分流比在近几十年来产生了重大变化。东四门分流比由 20 世纪 60—70 年代的 61.4% 减至 80 年代的 53.4%，其中以洪奇门变化最为显著，分流比从 15.9% 锐减至 6.4%，虎门则增加较多；相应西四门的分流比都有所增加，从 38.6% 增至 46.6%，以磨刀门增加较多。实测资料研究表明，洪奇门水道因不合理围垦和乱抛挑流坝造成排洪不畅，减少了其分流比；同时，造成北江下泄洪水在磨碟头分汊处减少了进入李家沙水道的水量，加大了入沙湾水道的流量，使虎门分流比增加。此外，磨碟头水闸关闸限流减少了榄核涌的分流，增加了入沙湾水道的水量。至 90 年代东四门分流比又大幅度上升，其最根本的原因是^④挖沙导致北江下游三水河段河床下切，且幅度超过了西江马口段的河床，从而使流向北江三角洲的水量增加，造成东四门分流比增大，而虎门则因同一原因造成由磨碟头至沙湾水道向虎门的分流比增大，同时由于东海水道的分流比增大，李家沙水道过流能力的限制，导致东海水道向黄埔水道、鸡鸦水道的分流量增加，而沙湾水道、李家沙水道向蕉门的分流量减少。

1.3 潮量

上边界为多年平均流量，下边界为中潮情形下，各口门涨、落潮量及净泄量的分配比^⑤，见表 2。虎门仍是主要的纳潮河口，涨潮量占了八大口门的 35%；而净泄量则以虎门和磨刀门为主，两者占了八大口门的 50%，且虎门净泄量在中潮时与磨刀门接近，与以往虎门净泄量明显小于磨刀门比较，表明了虎门径流在增大，这主要受 90 年代以来上游三水分流比增大的影响。上述各种数据均表明，北江三角洲水系径流量呈增加趋势，与 1993 年前相比，增加幅度约 10%。

2 马口、三水站径流分配变化

2.1 时段设计径流

采用马口、三水站 1959—1998 年系列资料，计算得此二站 30 天最枯径流如表 3。

三水站枯水径流量近 10 年来增大趋势明显。同时，通过统计 1959—1990 年、1990—1998 年系列的枯水径流与 1959—1998 年对比如表 4。

表 4 中可见，随着东平水道河床的下降，枯水期三水分流 1990—1998 明显增大。在“马口+三

表 1 八大口门径流分配比的变化

Tah 1 Comparison of flow distribution at the 8 river mouths in 3 decades %

年代	东四门					西四门				
	虎门	蕉门	洪奇门	横门	小计	磨刀门	鸡啼门	虎跳门	崖门	小计
60—70	16.0	17.1	15.9*	12.4	61.4	24.7	4.7	3.6	5.6	38.6
80	18.5	17.3	6.4	11.2	53.4	28.6	6.1	6.2	6.0	46.6
90 ¹⁾	25.1	12.6	11.3	14.5	63.5	24.9	2.8	3.9	4.7	36.5

1) 省水电设计院计算的径流分配比

表 2 中潮情形下八大口门典型水文条件潮量分配¹⁾

Tah 2 Distribution of tidal discharge at 8 river mouths in middle tide

项目	虎门	蕉门	洪奇门	横门	磨刀门	鸡啼门	虎跳门	崖门	合计
涨潮量	1678(35.1)	523(10.9)	395(8.3)	501(10.5)	937(19.6)	132(2.7)	170(3.5)	447(9.3)	4822(100)
落潮量	855(56.9)	110(7.3)	23(1.6)	24(1.6)	120(8.0)	39(2.6)	41(2.7)	290(19.3)	1505(100)
净泄量	823(25.1)	413(12.5)	372(11.3)	477(14.5)	817(4.9)	93(2.8)	129(3.9)	157(4.8)	3317(100)

1) 单位为亿 m³；括号内的数字为占八大口门的百分比/%

表 3 马口、三水 30 天最枯径流设计成果表

Tah 3 Designed runoff for the 30-day lowest flow at Sanshui and Makou m³/s

站名	系列	均值	C _v	C _s /C _v	5%	10%	30%	50%	70%	90%	95%	97%
马口	1959—1998	1662	0.23	2	2326	2159	1837	1634	1446	1202	1095	1030
三水	1959—1998	145.2	0.65	2	321.4	267.0	173.6	123.5	84.1	44.0	30.9	23.9

⑤ 广东省水利电力勘测设计研究院. 珠江河口整治近期实施工程可行性研究报告, 2002.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 4 各系列枯水径流均值比较表

Tah 4 Comparison of the mean of low flow in 3 time periods

m³/s

系 列	11—3 月枯水径流均值			30 天最枯径流均值		
	马口+三水	马口	三水	马口+三水	马口	三水
1959—1990	3326	3036	290.5	1793	1690	102.2
1990—1998	3477	2871	606.0	1810	1512	298.3
1959—1998	3364	3012	352.1	1807	1662	145.2

水”枯水径流相近的情况下, 1990—1998 年系列 11—翌年 3 月平均径流比 1959—1990 年增大了 1 倍, 枯水期三水径流的增加对北江三角洲的水环境和水资源利用是有利的。但因此改变了河道原有的冲淤特性, 影响了三角洲河道、出海口门以及伶仃洋的稳

定。

2.2 马口、三水径流分配比的变化

统计各个年代马口、三水年平均流量占“马口+三水”流量比例的变化情况, 如表 5。

表 5 马口、三水平年平均流量占“马十三”的比例¹⁾

Tah 5 Proportions of mean discharge between Sanshui and Makou

年 份	1959—1981	1972	1982—1989	1990—1992	1993—1995	1996—1997	1998
马口站	7539 (85.8)	5920 (88.3)	7044 (85.8)	6167 (83.3)	8020 (78.0)	7900 (74.6)	8056 (77.0)
三水站	1251 (14.2)	783 (11.7)	1170 (14.2)	1233 (16.7)	2263 (22.0)	2689 (25.4)	2407 (23.0)

1) 流量的单位为 m³/s; 括号里的数字为占的百分比/%

从统计结果看, 1959—1992 年, 除 1972 年受北江联围筑闸影响, 北江比重下降至 11.7% 外, 其它年份三水分流比基本维持在 14% 左右, 两站分流比变化不大。至 1993 年, 三水分流比开始加大, 1993—1995 年达 22%, 1996—1997 年进一步增大至 25.4%。三水站的绝对流量, 从 1981 年以前的 1 251 m³/s (相应“马口+三水”流量 8 790 m³/s) 增加至 1996—1997 的 2 689 m³/s (相应“马口+三水”流量 10 589 m³/s), 增大了 1.15 倍, 对北江网河区而言增大水沙动力约 1 倍, 变化显著。

马口、三水的分流比变化与 90 年代西、北江来水量偏丰有一定关系, 然而更主要的原因是受到西、北江主干水道河床演变的影响。1993 年后, 两站的分流比发生了明显的变化, 三水分流比大幅度上升, 一直保持在 20% 以上, 引起这一变化的主要原因是北江主干水道河床下切, 导致三水站水位明显下降, 且其下降幅度超过了西江马口站, 从而使更多水量流向三水。据分析, 1997—1998 年与 1982 年相比, 在同级流量下, 三水站水位下降了 1.9~2.3 m, 马口站下降 1.0~1.2 m; 马口和三水附近河段是西江和北江水位下降幅度最大的河段。分流比发生明显变化的时间是 1993—1994 年间, 原因有二: 一是与三角洲网河区的采沙有关, 三角洲河床下切的普遍性说明了大规模采沙是导致这种变化的主要原因; 二是与东平水道 90 年代以来进

行了较大规模的整治有关, 但从目前该河段的宽度和深度远大于整治工程设计尺寸来看, 与河道整治相关的河道冲刷也是导致分流比变化的原因之一。

2.3 各年代马口、三水洪水分流比的变化

1988 年以前三水分流比随“马口+三水”流量的增大而增大, 且各年的分流比变化基本上集中在一条曲线上。1989 年后, 三水分流比开始增大, 主要是“马口+三水”发生常遇洪水以下时三水分流比增幅较大, 对 5 年一遇以上洪水, 三水分流比基本不变; 而后至 1997 年, 三水分流比仍沿 1993 年来的同一趋势增大, 到 1998 年开始有所回落; 但 5 年一遇以上洪水, 三水分流比还是维持在 1997 年水平, 且变化很小, 大体均占 27% 左右。

据 1998 年 7 月 18—19 日对三角洲各控制断面的水沙同步测验结果^③, 马口、三水两断面的日平均流量比为 77% : 23%, 这基本反映了目前中、小洪水下马口、三水的分流比情况。总体上, 1992 年以后, 经三水站向北江三角洲分流增加约 10%。

3 西北江三角洲径流分配

根据 1998 和 1999 年 2 年丰枯水期在西北江网河区同步测流结果推算, 西北江三角洲控制节点浛河年平均分流比如表 6。

三水、南华等主要分流点的分流比明显大于 70 年代以前 (天河、南华站分流比在 70 年代以前

约为 56.5/43.5^②)。

表 6 西北江三角洲控制节点汉河平均分流比
Tab 6 Mean partition ratio at river bifurcation points of the Pearl River Delta

控制节点	思贤		南华		莺歌咀		紫洞		登洲头		火烧头		板沙尾		邓沙	
	三水	马口	南华	天河	左汊	右汊	左汊	右汊	左汊	右汊	左汊	右汊	左汊	右汊	甘竹溪	
平均分流比/%	25	75	47	53	80	20	27	73	66	34	80	20	88	12	8	

4 结 论

西北江三角洲网河区径流年际年内变化剧烈，且北江变化大于西江。西北江网河区大部分河道在 20 世纪 80 年代以前基本冲淤平衡或略有淤积；而 80 年代中后期以后，三角洲上部河床剧烈下切，汇流速度加快；河口海平面上升，潮流顶托阻水，口门淤积、延伸加剧。联围筑闸导致水流向主河道集中，部分河段冲淤特征倒转，汉河分水分沙比发生变化。东四口门分流比由 20 世纪 60—70 年代的 61.4%减至 80 年代的 53.4%，而至 90 年代又大幅度上升至 63.5%；三角洲顶端的西北江分流点马口、三水站中三水站分流量呈明显增加趋势；中部分流点天河、南华站分流比由 70 年代以前的约 56.5/43.5 变化为 90 年代中期以后的约 53/47，南

华站分流量呈增加趋势。近 10 多年来，西北江三角洲网河区主要汊道流量分配比例发生了显著变异。

参考文献:

[1] 徐海亮. 河口环境变异与水文模拟计算初探——以珠江河口网河区为例[J]. 热带地理, 1998, 18(2): 162—167.
[2] 陈晓宏. 洪水特征的时间变异性识别[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2000, 39(): 96—100.
[3] 何以昭, 韩天槐. 西江干流高要洪峰水位预报方案修正的探讨[J]. 人民珠江, 1998, (5): 8—10.
[4] 李天坚. 水文要素与河道变化的分析[J]. 广东水利水电, 2001(增刊), 32—33.
[5] 陈晓宏, 陈永勤. 珠江三角洲网河区水文与地貌特征变异及其成因[J]. 地理学报, 2002, 57(4): 429—436.

Temporal Change of Flow Distribution in River Network
of the Delta of West River and North River

HOU Wei dong¹, CHEN Xiao hong², JIANG Tao², TU Xin jun²

(1. Bureau of Water Management, Zhuhai 519000, China;
2. Department of of Water Resources and Environment, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: In this paper, runoff behavior in river network of the Delta of West River and North River (DWN) was analyzed. Temporal change of flow distribution in river network of the DWN was studied with emphasis on stations of Sanshui and Makou, the two control stations in entrance of the DWN. It was found that the yearly variation of runoff in North River is larger than that in West River. The ratio of flow partition at several river bifurcation points in river network of the DWN has continuously changed over the past decade. Flow partition ratio of the east four river mouths decreased from 61.4% (take up the total runoff of eight mouths of the Pearl River) in the 1970s to 53.4% in the 1980s, but increased to 63.5% in the 1990s. The significant increase of flow distribution from West River to North River in the past 10 years caused the inner part of the DWN more and more vulnerable to flood but improved the water quality and water supply.

Key words: the Delta of West River and North River; river network; partition of runoff; change