

人工挖沙对东江水系水动力及环境影响分析

韩龙喜¹ 李 伟¹ 陆永军² 莫诗平²

(1. 河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 水利部南京水利科学研究院河港所, 江苏 南京 210024)

摘要 根据东江水系的水文、水动力特征, 建立了感潮水系水动力数学模型, 分别在丰、枯水期相应的水文设计条件下, 重点模拟、分析了人工挖沙可能对水文情势产生的影响. 结果表明, 人工挖沙必然引起河势的变化, 进一步引起水位的降低及其他水文情势的改变, 并可能破坏地表水与地下水补给平衡, 潮汐地区咸、淡水平衡, 对河道的航运功能、取水功能、水利功能、生态环境功能等产生影响.

关键词 感潮水系; 人工挖沙; 水动力特征; 环境影响

中图分类号: X820.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-1980(2005)02-0123-04

东江是珠江水系的三大河流之一, 发源于江西省的寻鄞县, 向南流入广东省境内, 自石龙以下进入位于南支流和北干流两大水道之间的三角洲河网区, 后经大盛、麻涌、漳澎、泗甚等多个口门汇入狮子洋, 最终经虎门入海. 东江水系属典型潮汐水网水系, 见图 1.

近年来, 由于人类活动和自然因素等的综合作用(如人工挖沙、航道整治工程及连续大洪水的影响), 东江水道水位出现明显下降, 因此应研究因人工挖沙等人为因素而导致的河势变化对水文情势的影响, 并分析主要水道的水位变化趋势, 为进一步分析人工挖沙对航运、取水、水利、生态环境的影响提供依据. 文献[1]定性分析了由于珠江三角洲河网地区河道整治、人工挖沙以及口门区围垦等对径流、洪水及潮汐的影响, 但缺少定量的预测计算. 为此, 本文建立东江水系一维水动力数学模型, 重点分析一定挖沙强度下河道水动力特性的变化, 并对由此可能对航运、供水、水利、生态环境等产生的影响进行初步分析, 为相关水务管理提供依据.

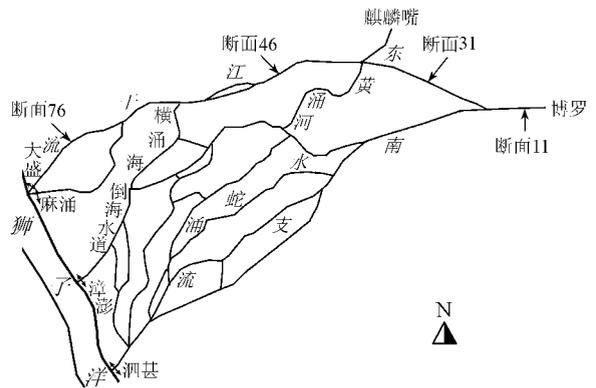


图 1 东江水系示意图

Fig. 1 Dongjiang River network

1 东江水系水动力数学模型

1.1 三级联合解法数学模型简介

东江水系属平原河网水系, 因为数学模型具有经济、快捷、实用等优点, 加之水网地区河道密布等客观条件的限制, 现阶段只能采用数值方法模拟水网地区的水流运动规律. 而 Saint-Venant 方程组数值解法可以精确计算每一条河道的水流状况, 所以成为目前河网水力模拟的主流方法, 其中又以三级联合解法最为常用^{[2][10]}. 三级联合解法求解平原河网水力特性的基本思路可概括为“单一河道—连接节点—单一河道”, 即先对各单一河道 Saint-Venant 方程组进行有限差分运算, 得单一河道以各断面水位及流量为自变量的差分方程组, 然后根据节点连接条件辅以边界条件, 形成封闭的各节点水位方程组. 求解该方程组得各节点水位, 再将各节点水位回代至单一河道方程, 最终求得各单一河道各断面水位及流量.

收稿日期: 2004-06-16

基金项目: 江苏省自然科学基金资助项目(BK2001017)

作者简介: 韩龙喜(1964—), 男, 江苏扬州人, 教授, 博士, 主要从事水资源保护研究.

① SCHULZE K W. Finite element analysis of long waves in open channel system finite element method in flow problems. 1974.

1.2 东江水系概化、定解条件

东江水系经概化后得出计算河网由 34 个节点、46 个子河段、388 个断面组成. 各个相邻断面间的间距从 200 ~ 2000 m 不等. 各个河段水下地形通过起点距与相应河底标高间的关系进行定义. 在东江麒麟嘴、博罗入流边界断面采用流量边界条件, 在麻涌、漳澎、泗基、大虎等断面采用水位边界条件, 共有 2 个流量边界条件、4 个水位边界条件.

1.3 水动力学模型率定与验证

采用 1998 年 7 月 16 日 0:00 ~ 7 月 24 日 0:00 水位、流量同步监测资料(监测频次 1 次/h)率定河道糙率, 得到各子河段糙率, 取值范围为 0.020 ~ 0.035. 模型率定时, 主要监测断面流量监测值与计算值对比见图 2.

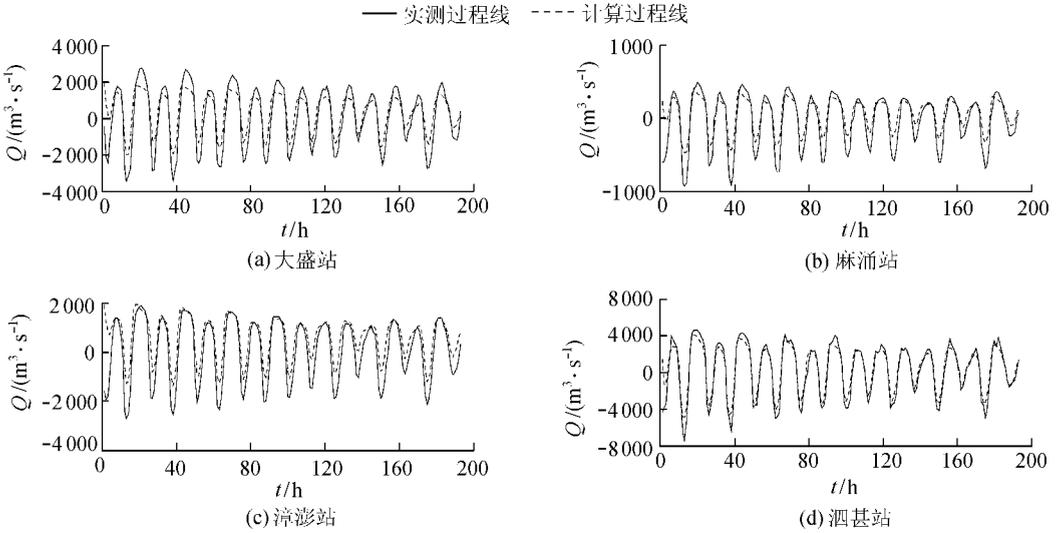


图 2 1998 年 7 月 16 ~ 24 日模型率定东江监测断面流量监测值与计算值对比

Fig.2 Comparison of flow rate between observed data and calculated results for 16—24 July, 1998 with model calibrated in the same period of time

运用 2001 年 2 月 7 日 14:00 ~ 2 月 16 日 10:00 水位、流量同步监测资料, 对模型进行验证. 模型验证时, 主要监测断面流量监测值与计算值对比见图 3. 验证结果显示, 流量最大相对误差为 19.6%, 模拟精度较高. 该模型可用来预测不同水动力边界条件下的水流变化情况.

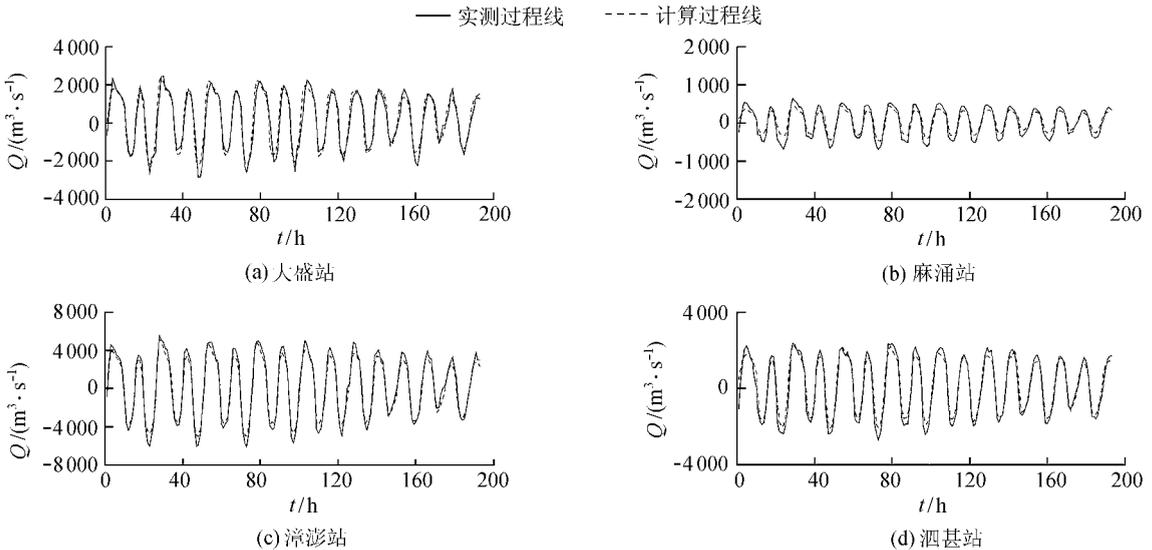


图 3 模型验证东江监测断面流量监测值与计算值对比

Fig.3 Comparison of flow rate between observed data and calculated results with calibrated model

2 人工挖沙对东江水系水动力学特性影响

珠江三角洲主要水道人工挖沙调查报告采用灰色模糊理论,根据东江水系河势历史变化情况,以 1999 年为基准年,对东江主要河道预测水平年 2007 年挖沙量进行了预测^[3],预测结果见表 1。

表 1 2007 年东江河道主要干流挖沙引起的断面面积增加量

Table 1 Section area variation caused by sand excavation in main river channel

河 段	增加断面面积/基准年断面面积			
	珠基 0 m	珠基 2 m	珠基 4 m	珠基 6 m
东莞水道(断面 131~140)	24.10	18.95	15.06	12.42
东莞水道(断面 140~146)	-18.48	-15.97	-14.51	-13.45
东江干流(断面 1~40)	174.49	115.55	82.05	61.33
东江干流(断面 41~48)	63.74	45.83	34.25	26.41
东江干流(断面 49~82)	-2.54	-3.89	-3.41	-2.59

河道水动力条件改变,除了与河势变化、代表潮位过程等有关外,还与径流量有关。东江水系主要为博罗、麒麟嘴两入流断面。本研究根据其历史观测资料、入流流量的大小/组合情况设计了 16 种预测工况。16 种工况对应的流量博罗断面为 200~5000 m³/s,麒麟嘴断面为 40~800 m³/s。鉴于篇幅限制,各种工况不一列出。本文预测内容为人工挖沙对水系水动力特征的影响。预测的河床输入边界条件为:现状河床边界、2007 年河床边界,水动力边界条件为设计工况相应的入流流量。经模拟计算,得到各种工况所有计算断面水动力条件的改变情况。限于篇幅,仅给出代表工况、代表断面水位变化,见图 4。

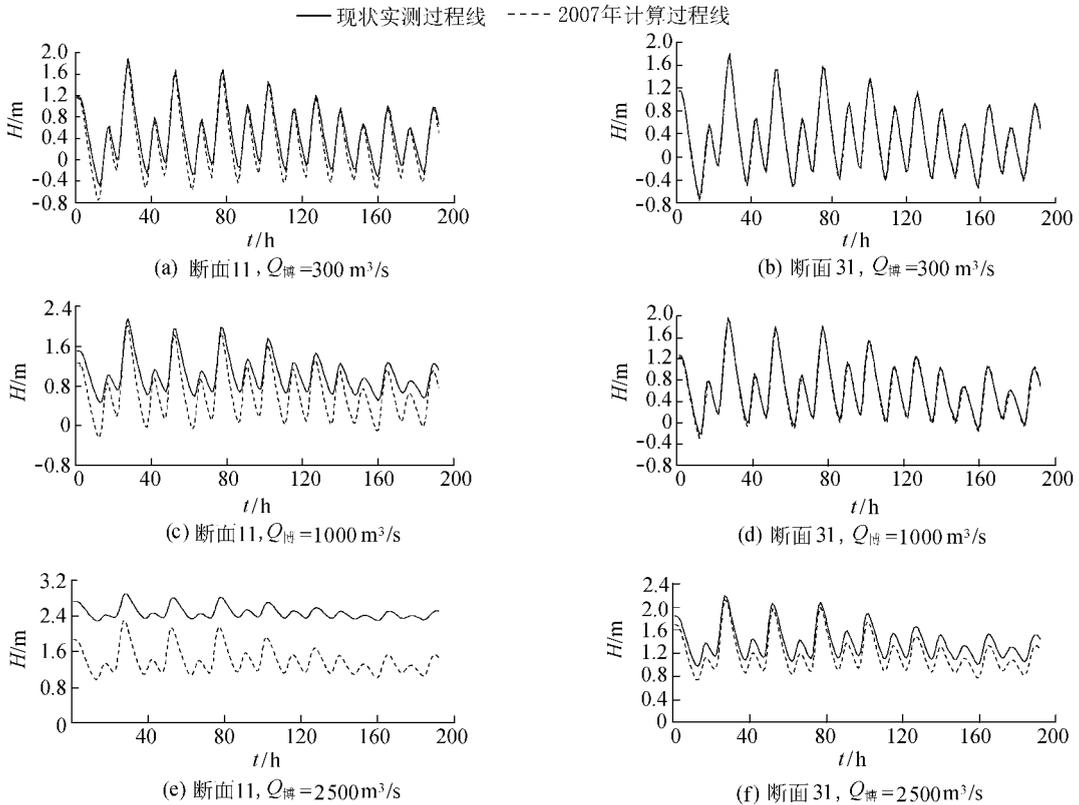


图 4 代表工况、代表断面水位变化

Fig.4 Water level variation for representative sections under different hydrological conditions

根据河势变化预测结果可知,在预测水平年 2007 年,如果对人工挖沙不加控制,东江干流上游河道断面面积将有较大增幅,下游河道相对变化不大。由图 4 可知,由于河道挖深,引起过水断面面积增加,必然引起水动力条件的改变。预测水平年东江水系主要干流水位有不同程度的降低,但水位降低值随着上游来流量大小、河道断面位置的不同而改变。总之:(a)同一来流量情况下,不同断面水位降低值差异较大——越靠近上游,水位降低值越大,越邻近入海口,水位降低值越小(如上游来流流量 2500 m³/s 时,断面 11 水位下降最大

值为 1.4 m,而位于下游的断面 31 水位下降最大值仅为 0.35 m)。(b)同一断面,水位降低值随着来流流量大小呈显著变化——来流流量越大,水位降低值越大;反之越小(上游来流流量 300 m³/s 时,断面 11 水位下降最大值为 0.3 m,上游来流流量 2500 m³/s 时,断面 11 水位下降最大值达到 1.4 m)。

3 人工挖沙对东江环境影响初步分析

人工挖沙导致水位降低,并可能引起一系列的环境问题,具体表现在以下几个方面:

- a. 水位降低.大部分河槽由于河底同时下切,水深不会出现减小的状况,但有些河段由于水位降低较大、河槽下切较小甚至不下切,从而导致水深减小,必然影响具有水上运输功能河道的航运功能。
- b. 沿河通常分布有若干取水口,水位下降可能使得取水口头部高于水面,影响取水设施的正常运行。
- c. 河道水位下降可能影响地表水、地下水的相互补给关系.在近海地区(如东江水系),可能破坏咸、淡水的回荡平衡,使得咸水上溯距离增加,影响上游河水的使用功能。
- d. 河道水位下降,可能引起水面宽度减小,并可能引起湿地面积减小,对生态环境产生一定影响。

4 结 论

人工挖沙,必然引起河势的变化,进一步引起水位的降低及其他水文情势的改变,并可能破坏地表水与地下水的补给平衡,潮汐地区咸、淡水的平衡,对河道的航运功能、取水功能、水利功能、生态环境功能等产生影响。

参考文献:

- [1] 成忠理.珠江三角洲网河区及八大口门水文情势年代变化分析[J].中山大学学报(自然科学版),2000,40(2):29—31.
- [2] 韩龙喜,金忠青.三级联解法水力水质模型的糙率反演及面污染源计算[J].水利学报,1998(7):30—34.
- [3] 韩龙喜,姚琪.南通水系片水环境容量研究[J].河海大学学报,1998,26(1):114—118.

Impact of artificial sand excavation on hydrodynamics and water environment of Dongjiang River network

HAN Long-xi¹, LI Wei¹, LU Yong-jun², MO Shi-ping²

(1. College of Environmental Science and Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;

2. River and Harbor Engineering Department, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210024, China)

Abstract: Based on the hydrological and hydrodynamic characteristics of the Dongjiang River network, a hydrodynamic numerical model was developed for tidal river networks. The present study focused on the impact of artificial sand excavation on hydrological regime under different hydrological conditions during high and low water level periods. The results show that artificial sand excavation will result in some variations of river regime, such as lowering water level and breaking the balance of surface water and groundwater recharge and the balance of salt and fresh water in tidal regions. Besides, it will bring some influences on the functions of the river channel in navigation, water intake, water conservancy, and ecological environment.

Key words: tidal river network; artificial sand excavation; hydrodynamic characteristics; environmental impact