

采砂引起的增江干流下游河床近期演变及水文变异研究

谭超, 邱静, 黄本胜

(广东省水利水电科学研究院; 广东省水动力学应用研究重点实验室, 广州, 510610)

摘要: 通过河床形态特征及冲淤变化计算, 定量分析了近年来增江干流下游河床演变过程, 结果表明: 增江干流下游近期演变直接受人类采砂活动的影响, 其中派潭河口至荔城水位台河道因为长期高强度采砂导致河床严重下切, 其余河段除荔城水位台至初溪坝上河段略有淤积外, 其他河段亦呈下切的状态; 河床地形的剧烈变化引起了河道水动力的变化, 如水位流量关系的变化、同级流量的水位下降及河道的最枯水位逐年下降而使潮汐动力不断上溯等。大规模无序挖沙是引起增江干流下游河道演变及水文变异的主要原因。

关键词: 增江干流下游; 河床演变; 水文变异; 采砂活动

1 前言

增江是东江的主要支流之一, 发源于广东省新丰县七星岭, 从永汉河口以下进入增城市境, 在增城市经大楼山又与派潭河、二龙河两条支流汇合, 从此增江进入了平川, 流经增城市区后, 出石滩, 在增城市的观海口处汇入东江北干流。增江干流自东北向西南流, 河道总落差为 484m, 河道平均比降为 0.07%。增江上游河道落差较大, 水流湍急, 水力资源丰富, 河床以沙、卵石为主, 河道迂回于山岭之间, 峡谷较多。进入增城沙塘以下的珠江三角洲河网区后, 河道变宽, 流速减慢, 中下游河道水面宽为 200~400m, 河道比降较小, 且受东江河水和下游潮水影响^[2]。增江干流下游河道示意图见图 1。

20 世纪 90 年代中后期以来, 增江干流下游河道兴起了大规模的采砂活动, 引起河道河床演变发生剧烈变化^[1]。本文收集了近期增江干流下游河床地形资料, 定量分析了河道河床形态变化及冲淤演变特征, 并探讨了河道地形剧变影响下的河道水文变异, 以期加深对人类活动影响下的河道演变规律的认识, 为流域规划、河道整治等工作提供参考。



图 1 增江干流下游河道示意

2 近年来增江下游采砂概况

增江干流下游河道采砂始于 20 世纪 90 年代初, 到本世纪初达到高峰, 2006 年后, 增江中下游河段已全面禁采。据调查, 派潭河口至荔城水位台河段河砂存量、砂质好, 又靠近增城市区, 是近年来采砂活动较集中的河段。根据相关资料, 仅 2005 年一年, 增江干流中下游河道经采砂许可的采砂场共有 10 处, 主要位于荔城棠夏村河段、荔城水边村河道、增江小楼河段、正果圭头潭至黄塘河段、正果大桥下游河道以及正果拦河坝上游河段。10 处采砂点日均采砂量之和为 1700m³, 由此推算 2005 年一年增江干流中下游河道采砂量达 62 万 m³^[3]。

3 采砂活动影响下的河床演变分析

增江干流河道长期以来以缓慢淤积为主并基本保持冲淤平衡,但近 20 多年来的大规模挖掘河床泥沙,在很大程度上改变了河道河床演变的性质,对河道的边界条件产生了多方面的影响,引起了河道动力条件的迅速改变,以下从近年来河床形态变化及河床冲淤变化来探讨采砂活动对河床演变的影响。

3.1 河床形态变化

(1) 河床深泓线变化

根据 2001 年和 2008 年增江干流中下游河道地形资料,套绘出两个年份深泓高程沿程变化图(见图 2a),从图中可以看出,深泓高程除派潭河口至荔城水位台段显著下切外,其余河段深泓高程冲淤交替。永汉河口至正果坝上河段在玲丁洲附近河段深泓高程有淤积的趋势,该河段位于河道卡口下游的展宽区,泥沙淤积较为严重,而在一些特殊地形河段深泓高程下切较大,如地形卡口和弯道凹岸等,其他河道深泓高程冲淤交替,该河段深泓高程平均下切 0.13m;正果坝下至派潭河口河段处在正果水位台下河道深泓高程有明显下切外,其余河道深泓高程有冲有淤,整体变化不大,该河段深泓高程平均下切 0.61m;派潭河口至荔城水位台河段深泓高程普遍冲刷,下切严重,特别是小楼镇至下扶罗上河段下切尤为剧烈,深泓高程平均下切 3.9m,最大下切幅度达 7m;荔城水位台至初溪坝上河段深泓高程升降交替,总体变化不大,该河段深泓高程平均下切 0.43m;初溪坝下至河口河段总体呈轻微下切的趋势,该河段深泓高程平均下切 0.59m。

(2) 河床平均高程变化

增江干流中下游河段河床平均高程沿程变化与深泓线沿程变化有相似的变化规律(增江干流中下游河段河床平均高程变化见图 2-b)。永汉河口至正果坝上河段冲淤交替,河床高程平均下切 0.82m;正果坝下至派潭河口河床平均高程变化较小,平均下降 0.61m;派潭河口至荔城水位台河段河床下切严重,河床平均高程最大下切达 4m,平均下切 2.8m;荔城水位台至初溪坝上河段属坝上回水区,河床呈轻微淤积状态,河床高程平均淤高 0.33m;初溪坝下至河口河段属坝下冲刷区,河床总体呈下切状态,河床高程平均下切 0.9m。

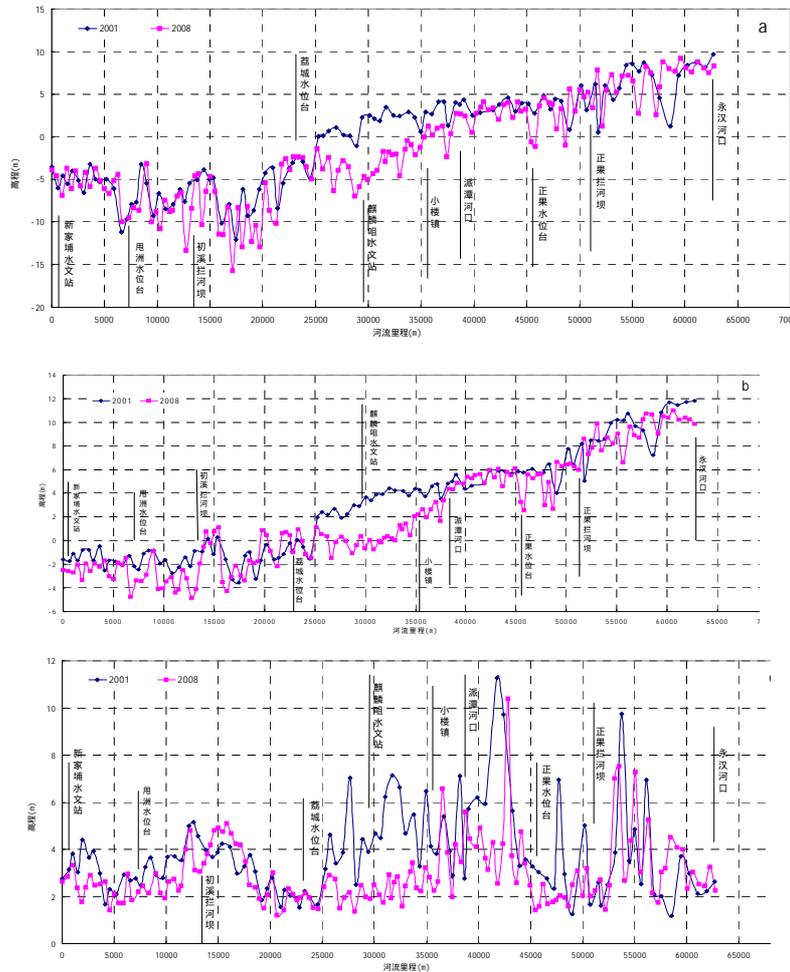


图 2 近年来增江干流下游河床形态变化
(a.深泓高程; b.平均高程; c.宽深比)

(3) 河床宽深比变化

河床宽深比是指河床宽度和平均深度之比，习惯用 \sqrt{B}/h 表示河床宽深比^[4]。本文以多年平均水位作为计算宽深比的平均宽度。增江干流中下游河道 2001 年与 2008 年宽深比变化见图 2-c。

从图中可以看出，增江下游宽深比大多在 4 以下，在空间上，存在沿程宽窄相间现象。节点附近河道束窄变深明显，宽深比达 6 以上，江心洲分汊处河道宽浅，宽深比亦较小。荔城水位台以上河道，山地节点较多，河道曲折，沙洲纵横交错，故宽深比变化较大。而荔城水位台以下河道，河道相对顺直，沙洲较少，宽深比变化较为平缓。从时间变化来看，2008 年宽深比相对 2001 年有减小的趋势，其中永汉河口至派潭河口河段宽深比以震荡变化为主，减小不明显；正果水位台至荔城水位台河段宽深比减小显著，该河段宽深比从 2001 年的平均 5 左右下降到 2 左右；荔城水位台至初溪坝上河段宽深比变化较小，在部分河段略有增大；初溪坝下至河口段宽深比亦呈轻微下降的趋势。

4.2 河床冲淤变化

河床冲淤变化是反映河道演变的重要指标，河床的冲淤特征存在空间和时间的差异性，表 1 为 2001 年与 2008 年增江干流中下游河道冲淤量对比，从表中可以看出，从 2001 年至 2008 年增江干流中下游河道累计冲刷量（含采砂量，下同）达 1341 万 m^3 ，年均冲刷量为 167.6 万 m^3 。不同河段冲淤量差异较大，其中以派潭河口至荔城水位台河段冲刷量最多，累计冲刷量达 880 万 m^3 ，年均冲刷量为 110.0 万 m^3 ；其次为初溪坝下至新家铺河段，冲刷量约为派潭河口至荔城水位台河段的 25%，累计冲刷量为 220 万 m^3 ，年均冲刷量为 27.5 万 m^3 ；永汉河口至正果坝上河段及正果坝下河段至派潭河口河段冲刷量较小，累计冲刷量分别为 171 万 m^3 和 150 万 m^3 ，年均冲刷量分别为 21.4 万 m^3 和 18.8 万 m^3 。而荔城水位台至初溪坝上河段则表现为轻微淤积，累计淤积量为 81 万 m^3 ，年均淤积量为 10.1 万 m^3 。

近几年增江干流中下游河道不同河段冲淤变化特征与人类活动关系密切。增江历史采砂活动主要集中在派潭河口至荔城水位台河段，该河段河床下切最大；正果坝下至派潭河口采砂强度小，河床冲刷亦小，永汉河口至正果坝上河段交通不便，采砂强度较小，故河床冲刷量亦较小，新家铺至初溪坝下河段床沙较细，几乎无采砂活动，但是该河段位于初溪坝下冲刷区，河道冲刷主要是枢纽建成蓄水后清水冲刷造成的。而荔城水位台至初溪坝上河道位于增城中心城区，为禁采河道，且该河道位于初溪水电枢纽库区内，属泥沙淤积区，故该河道表现为河床轻微淤积。

表 1 增江干流中下游河道冲淤量比较（2001~2008 年）

河 段	冲淤量（万 m^3 ）	冲淤速率（万 m^3/a ）
新家铺—初溪坝下	220	27.5
初溪坝上—荔城水位台	-81	-10.1
荔城水位台—派潭河口	880	110.0
派潭河口—正果坝下	150	18.8
正果坝上—永汉河口	171	21.4
总计	1341	167.6

注：正为冲刷，负为淤积

4 采砂活动驱动下的水文变异

近年来，增江干流下游的采砂活动大幅度地改变了河床形态及河道冲淤平衡，河床地形的剧烈变化将引起河道水动力的变化。采砂活动引起的增江干流下游水文变异主要表现在以下几个方面：

4.1 水位流量关系的变化

收集 1959 年、1968 年、1980 年、1990 年及 2000 年的增江下游控制站麒麟咀站的水位流量资料，绘制了麒麟咀站的水位流量关系曲线（如图 3），从图中可以看出，1959 年、1968 年、1980 年及 1990 年 4 年份在流量小于 1500m³/s 时，水位流量曲线基本重合，而 2000 年水位流量曲线明显下移，相比前 4 个年份，同流量下水位平均下降 1m 以上。

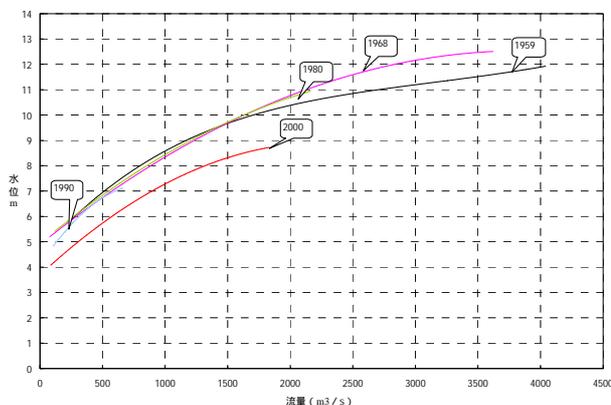


图 3 麒麟咀站历年水位~流量关系曲线

4.2 同级流量的水位下降，河道的最枯水位逐年下降

由于河床的下切，过水面积增大，使同级流量的水位下降，这在枯水时期表现得较为明显。以麒麟咀站为例，2001~2005 年最低水位连续 4 年创新低。2005 年最低水位已达 1.48m。水位的下降将对沿河取水口造成取水困难，并将对沿河生态环境及地下水等造成一定的影响。

4.3 潮汐动力有不断上溯的趋势

表 2 是近几十年来新家铺站潮汐特征值，由表 2 可知，近几十年来随着大规模人类活动，新家铺站多年平均高潮位和低潮位均不断下降，但潮差加大，这与珠江三角洲地区受人工采砂影响造成的水文变化规律基本一致^[5]。从表中可以看出，20 世纪 60 年代和 70 年代各潮汐特征要素变化不大，而 80 年代之后，特别是 90 年代之后，潮差增大的趋势相当明显。近 20 多年来高强度的人工采砂使得增江下游乃至整个珠江三角洲地区河床下切，河床容积增大，从而增加了河道的纳潮量，改变了径潮动力的格局，增强了珠江三角洲的潮汐动力。这也是近些年珠江三角洲潮区界、潮流界上移，咸潮灾害频繁的重要原因。

表 2 新家铺站潮汐特征值（珠基：m）

年份	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代	2000~2005 年
年平均高潮位	0.89	0.97	0.94	0.88	0.84
年平均低潮位	0.22	0.26	-0.25	-0.38	-0.42
年平均涨潮潮差	0.69	0.71	1.01	1.13	1.27
年平均落潮潮差	0.69	0.71	1.01	1.13	1.28

5 结语

(1) 增江干流下游河道采砂始于 20 世纪 90 年代初，到本世纪初达到高峰，2006 年后，增江中下游河段已全面禁采。其中派潭河口至荔城水位台河段是近年来采砂活动较集中的河段。

(2) 河演分析表明：河道近期演变趋势直接受人类活动影响。派潭河口至荔城水位台河道因为长期高强度采砂导致河床严重下切，深泓高程最大下切可达 7m，平均下切为 3.6m。其余河段除荔城水位台至初溪坝上河段略有淤积外，其他河段亦呈下切的状态；从 2001 年至 2008 年增江干流中下游河道累计冲刷量达 1341 万 m³。不同河段冲刷量差异较大，其中以派潭河口至荔城水

位台河段冲刷量最大。

(3) 近年来, 增江干流下游的采砂活动大幅度地改变了河床形态及河道冲淤平衡, 河床地形的剧烈变化将引起河道水动力的变化。采砂活动引起的增江干流下游水文变异主要表现在以下几个方面: 水位流量关系的变化; 同级流量的水位下降, 河道的最枯水位逐年下降; 增江河口受河床变化的影响, 潮汐动力有不断上溯的趋势。

参考文献:

- [1] 罗章仁, 罗宪林, 杨干然等. 人类活动对珠江三角洲水道河床演变的影响[J]. 热带地理, 1999, 20(2): 1-15.
- [2] 杨创鹏, 余树歆. 增江河道演变[J]. 中山大学学报论丛, 2002, 22(6): 253-256.
- [3] 陈其幸. 增江河道采砂论证[J]. 水利科技与经济, 2006, 12(7): 442-444.
- [4] 钱宁, 张仁, 周志德. 河床演变学[M]. 科学出版社, 1987.
- [5] 王质军. 增江流域水文特性及其近期变化规律分析[J]. 珠江水运, 2007, 6(3): 36-40.