

# 长江下游潮汐河口段水位流量关系分析

夏明嫣

(扬州大学水利及能源动力工程学院, 江苏 扬州 225009)

**摘要:** 长江下游潮汐河段受上游径流和下游潮汐共同影响, 水位流量关系复杂, 以长江河口徐六径水文站为例, 分析徐六径站高低潮位和流量的关系, 反应了潮位流量过程非单值对应特性, 以及潮汐对水位流量关系的影响, 通过对徐六径断面单值流量对应潮位分析, 反应了流量对应水位频率分布的特征, 为河道整治设计中确定水位流量对应关系提供参考。

**关键词:** 水文站; 水位流量关系; 频率分布

**中图分类号:** TV131.65      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2018) 05-0027-04

## Analysis on the stage-discharge relation in the tidal estuary of the lower reaches of the Yangtze River

XIA Mingyan

(School of Hydraulic, Energy and Power Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu)

**Abstract:** The lower reaches tidal river of the Yangtze River was affected by upstream runoff and downstream tide, which had a complicated stage-discharge relation. Taking Xuliujing hydrological station in Yangtze estuary as an example, the relationship between high and low tide level and discharge was analyzed, which reflected the characteristics of non-single value of tidal flow and the influence of tide on the stage-discharge relation. According to the analysis of the tidal level of Xuliujing cross-section single value flow, the characteristics of the water level frequency distribution of the flow were reflected, which could provide a reference for the corresponding stage-discharge relation in river regulation design.

**Key words:** hydrologic station; stage-discharge relation; frequency distribution

## 0 引言

长江下游自大通以下受长江口潮汐影响, 每天两涨两落, 潮位和河道断面流量随时间变化而变化, 受上游来水和长江口潮汐共同作用, 水位流量关系复杂。而长江大通以上宽浅稳定的单一优良河段水位流量关系相对稳定, 单值性较好, 局部河段受洪水涨退过程、河床冲淤以及回水等因素影响, 水位流量关系呈现绳套曲线, 水文分析计算方法提出了单值化的校正因素法等方法进行修

正, 可获得良好水位流量关系。本文针对长江潮汐河口段, 以徐六径水文站为例, 收集实测资料, 分析测量断面涨落潮期瞬时水位流量关系, 以及上游径流大通来流流量和徐六径站水位关系, 近似反应了徐六径断面净泄流量和潮位的关系特征。通过分析可认识潮汐河口段水位流量关系特性, 以及受潮汐影响的单值流量对应水位分布特征。水位流量关系曲线反应河道行洪特性, 为河道治理和航道整治中水力计算和设计参数的确定, 提供水位和流量的对应关系。

收稿日期: 2018-03-01

作者简介: 夏明嫣 (1996-), 女, 专业方向为水利工程。

## 1 徐六径水文站潮汐特征

徐六径水文站设立于1953年12月27日,一等潮位站,1961年3月停测。1981年9月11日,由长江委长江口水文实验站恢复为潮位站,1984年1月2日,改为水文站,观测迄今。徐六径站位于长江河口段单一缩窄段,上接澄通河段的通州沙河段,下连南支河段的白茆沙河段,江面宽约4.5 km,平均水深约15 m。徐六径站冻结基面为吴淞基面,与85基面的换算关系为:吴淞基面-1.938 m=85基面。

徐六径水文站潮汐特征(国家85基准):最高潮位4.83 m,最低潮位-1.56 m,平均高潮位2.05 m,平均低潮位-0.37 m,平均潮差2.01 m,最大潮差4.01 m。

## 2 徐六径断面潮位流量过程分析

徐六径河段位于长江口的潮流段,水流呈往复流运动。根据徐六径断面2011年洪季(8月1日)和枯季(1月1日)实测水位和流量过程线(见图1)可知,潮位两涨两落,落潮历时大于涨潮历时,

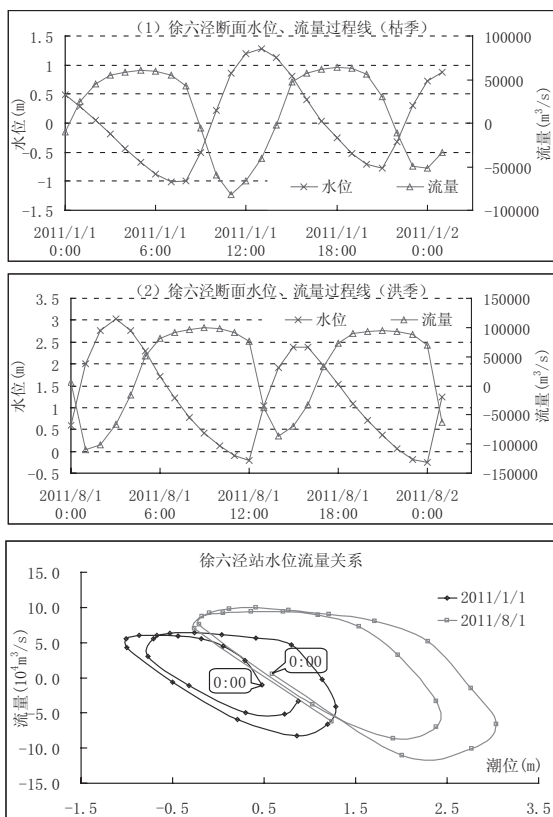


图1 徐六径站洪枯季实测全潮水位流量过程(85基面)及其水位流量绳套曲线图

落潮流量大于涨潮流量。瞬时水位流量呈涨落往复特性,非稳定单值对应关系,点绘瞬时水位流量关系见图1。反应了洪枯季两个全潮期水位流量关系呈明显的绳套曲线,且同流量对应的水位洪季要高于枯季,高潮位3~4 h后出现落潮稳定期,落潮流量变化不大,受落潮影响潮位持续下降。从校正因素法来说,对于长江河口段徐六径河段为宽浅单一基本稳定的河槽,河道流量( $\text{m}^3/\text{s}$ ) $Q=VA$ , $V$ 为断面平均流速( $\text{m}/\text{s}$ ), $A$ 为断面面积( $\text{m}^2$ ), $A=Bh$ , $h$ 为断面平均水深( $\text{m}$ )。

根据谢才公式:

$$V = \frac{1}{n} h^{2/3} J^{1/2} \quad (1)$$

式中:

$J$ —河道比降;

$n$ —曼宁糙率系数。

考虑涨落潮的影响,当实测点呈现绳套关系时,水位流量关系受水位涨落的影响,不稳定流量:

$$Q = Q_0 \sqrt{1 + \frac{1}{uJ_0} \frac{\Delta h}{\Delta t}} \quad (2)$$

式中:

$Q_0$ —稳定流量;

$u$ —水位涨落传播波速;

$J_0$ —稳定比降;

$\Delta J$ —附加比降;

$\Delta h/\Delta t$ —涨落率。

可知:(1)涨潮时, $\Delta J$ 为正数,即 $Q$ 比 $Q_0$ 大;落潮时, $\Delta J$ 为负数,即 $Q$ 比 $Q_0$ 小。因此,对于一次涨落过程的水位流量关系,呈现逆时针绳套曲线,一个全潮期两涨两落反应在水位流量曲线上,呈两个循环的绳套曲线。(2)由于涨落潮的影响,潮差越大, $\Delta h/\Delta t$ 变化率越大, $Q$ 偏离 $Q_0$ 差值越大,图1反应了洪季潮差大,绳套变幅大,枯季潮差小, $\Delta h/\Delta t$ 越小, $Q$ 和 $Q_0$ 差值越小。

## 3 水位流量关系分析

本文通过收集徐六径站潮位资料和对应的大通站上游径流来流流量资料,进行高、低潮位流量相关性分析,日高潮位和大通流量相关性较弱, $R^2=0.37$ ,水位流量点群呈宽带上升分布,水位方向带宽可达2 m;日低潮位和大通流量相关性较好, $R^2=0.72$ ,明显好于高潮位和上游流量相关

性, 水位流量点群分布水位方向带宽不到 1 m。考虑到潮汐周期性变化影响, 全潮期水位流量关系呈明显的绳套曲线形态, 且  $\Delta J$  附加比降洪枯季, 大小潮期间变化明显, 难以进行单值化, 获得较好的水位流量关系。通过对潮位流量进行日、月时间平均, 并构建相应的水位流量关系(见图 2), 表明日平均水位和上游大通流量相关性  $R^2=0.67$ , 月平均条件下, 月平均潮位和上游来流流量相关性最好,  $R^2=0.86$ , 反应了时间平均的平滑作用<sup>[1-2]</sup>。

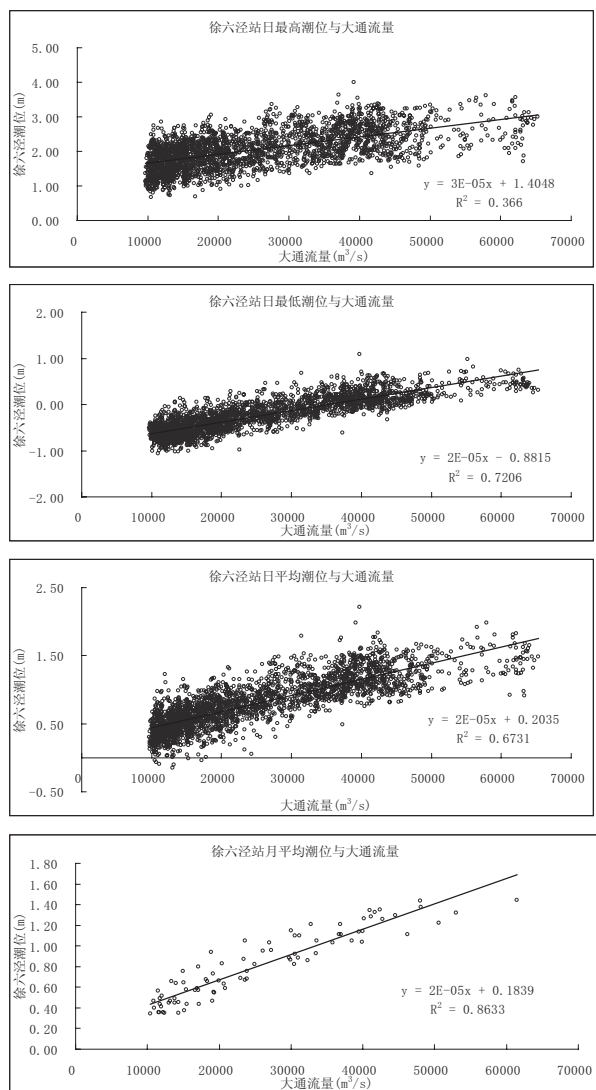


图2 徐六泾站潮位与大通流量相关关系(85 基面)

#### 4 单值流量潮位频率分布特征分析

通过分析 2005 ~ 2012 年徐六泾断面逐时潮位流量资料, 选择对应徐六泾测量断面涨落潮过程中每一时刻流量分别为小流量  $Q=20000 \text{ m}^3/\text{s}$  和大流量  $Q=75000 \text{ m}^3/\text{s}$  单值流量, 考虑到实测潮

位流量资料的过程数值离散偏离, 在进行潮位值统计时, 对应的单值流量允许偏差为 2%, 统计单值流量出现时刻的潮位资料, 并对潮位资料进行分级(每级 0.1 m), 对其潮位值出现次数的频率进行计算, 分析每级潮位出现的频率, 这样就给出了徐六泾断面对应单值流量出现时潮位的频次分布规律, 反映了单值流量对应潮位频率分布特征, 图 3 为徐六泾断面大、小不同单值流量所对应的涨潮期、落潮期以及全潮期潮位值频率分布。可见: (1) 大流量条件下, 相应涨、落潮期水位偏移明显, 同一大流量涨潮期水位明显大于落潮期水位, 且全超期统计的频率分布倾向于和落潮期一致, 说明大流量条件下, 涨潮时间短, 涨潮期频次少。单值流量对应的潮位分布呈单窄峰偏态分布, 单值流量对应瞬时潮位的稳定性好于枯季, 表明洪季径流的影响大。(2) 小流量条件下, 涨、落潮及全潮期潮位分布偏移不明显, 整体频率分布潮位带宽大于洪季, 且频率分布出现多峰型态, 水位流量关系单值稳定性更差。(3) 从河道治理及工程设计的角度, 如果需要选取单值流量对应的潮位, 大流量条件下, 取用单值流量对应的最大频率的水位值为宜<sup>[3-4]</sup>。

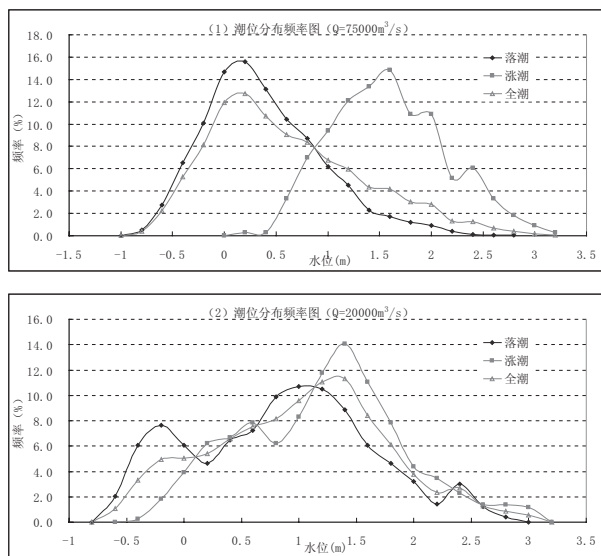


图3 徐六泾断面流量对应涨、落潮期和全潮过程水位频率分布图(85 基面)

#### 5 结论

本文通过对长江潮汐河段水文站徐六泾站潮位和大通流量, 以及徐六泾断面流量过程资料

进行统计,分析水位流量关系,结论如下:

(1) 长江潮汐河段受上游径流和下游潮汐共同影响,全潮期潮位流量关系呈复杂双循环周期往复的绳套曲线,受径流影响洪枯季相同流量对应潮位偏离明显,洪季大于枯季。

(2) 高、低潮位及日、月平均潮位和上游大通站来流量相关性分析表明,低潮位与大通流量相关性好于高潮位,月平均潮位与大通站月平均流量相关性最好。

(3) 通过对单值流量对应瞬时潮位频率分布表明,洪季涨潮潮位大于落潮潮位,频率分布呈偏态单峰型;枯季涨落潮潮位分布一致,带宽大,出

现多峰型态。

#### 参考文献:

- [1] 叶守泽.水文水利计算[M].武汉:武汉大学出版社,2013.
- [2] 胡建青.山区河流河口段水位流量关系[J].水运工程,1979.
- [3] 夏云峰,闻云呈,等.长江河口段水沙运动及河床演变[M].北京:人民交通出版社,2015.
- [4] 朱巧云,高健,等.长江河口段徐六径水文站潮流量整编代表线法研究[J].水文,2008,28(4).

