

科氏力对河口分汊的影响

金元欢¹⁾ 沈焕庭²⁾

(¹⁾浙江省海洋中心,杭州 310007)

(²⁾华东师范大学河口海岸研究所,上海 200062)

收稿日期 1990年12月10日

关键词 科氏力,河口分汊,涨落潮流,水面横比降

提要 以长江口、黄河口、珠江口、闽江口等几个分汊河口为例,分析了科氏力在河口分汊中的作用。结果表明,涨落潮流路分歧主要通过形成涨落潮冲刷槽和中央缓流区浅滩而逐渐使河口产生分汊;水面横比降则以横向环流和横向切滩两种形式,或堆积或冲刷,导致河口分汊。

科氏力可以导致河口河道中两岸水面横比降的产生。当河宽为 B ,两岸产生的水位差为 ΔH ,水面倾斜为 α 时,横比降则为:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta H}{B} = \frac{F_i}{P} = \frac{mc}{mg} = \frac{c}{g}$$

式中 F_i 为科氏力, P 为水重, m 为水质量, c 为科氏加速度, g 为重力加速度。其中, $c = 2\omega v \sin \varphi$, 式中 φ 为地理纬度, v 为水流速, ω 为地球自转角速度, 将 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, $\omega =$

$0.000\ 072\ 72 \text{ s}^{-1}$ 代入, 可得水面横比降为:

$$\operatorname{tg} \alpha = 0.000\ 014\ 84 v \sin \varphi$$

显然, 这种横比降在中高纬度、流速较大的大河口内是十分显著的。横比降的产生不仅可

以形成滩间横向流冲刷切割滩面, 形成横向小汊道, 而且在涨潮初期, 落潮流仍在右岸, 而涨潮流已出现在左岸, 左右两岸一落一涨, 流路分歧, 为河口沙岛的发育提供了有利条件。

因此, 科氏力在河口分汊过程中, 主要作用表现两个方面: 一是使河口涨落潮流产生偏向, 流路发生分歧; 二是使河口水面产生横向水位差, 即横比降。这两方面均对河口的分汊起着重要的作用。

1 涨落潮流路分歧

涨落潮流路分歧的产生可以是多种原因造成的: 有的由于河口河槽中局部地形的影响, 如

一岸有单个凸出的节点或矶时,就有可能对涨落潮起到相应的挑流作用,使流路产生分歧;有的是由于一些基岩岛屿的存在,也会导致涨落潮流路产生强制性分歧,如闽江口的壶江岛等;有的则是由于受到基底地形或新构造不平衡掀斜运动等影响,造成涨落潮流路的分歧。但对涨落潮流路产生最为直接且普遍的作用力乃是科氏力。

当涨落潮流的动力作用较为强烈时,则可形成涨落潮冲刷槽地貌。即涨潮冲刷槽和落潮冲刷槽。由于涨落潮流路的分歧,涨、落冲刷槽之间相对成为浅滩,涨落潮流的相互消能作用,使泥沙沉积在浅滩之上,这种浅滩往往随着涨、落潮冲刷槽之间的距离、水流冲刷力和携沙力等不同而有变化,在某种有利的情况下,这种浅滩亦可能进一步发育成雏形的心滩,进而成为江心洲使河口分汊(图1)。

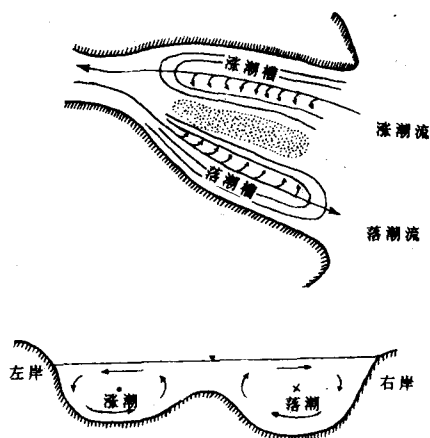


图1 涨落潮流路分歧与河口分汊

Fig. 1 The different routines of flood flow and ebb flow and the flood erosion channel

在长江口,由于涨潮流偏向北岸,落潮流偏向南岸,涨落潮流路明显分歧,其结果使得南北河槽逐渐分化,南支仍为落潮冲刷槽,北支则渐成为涨潮冲刷槽,其间为中央缓流区,大量泥沙淤落堆积形成浅滩,进一步出露乃成为长江河口沙岛——崇明岛。由于长江口以落潮流为优势,平均涨潮流量与落潮平均流量之比均为0.9:1.0,所以形成了落潮冲刷槽渐趋发展延

海洋科学,1993年7月,第4期

伸,而涨潮冲刷槽渐趋衰亡北并的特性。涨、落潮冲刷槽的分布不仅可在一个河口河槽之中,而且可在一个汉道之中,如长江口落潮槽的南支进一步分异出新桥水道及长兴岛南北涨潮槽等,这种出现在落潮槽的涨潮槽,使得本来的落潮河槽进一步产生分异,如新桥水道与南支落潮流主槽之间有扁担沙嘴的发育等。

由于涨、落潮流路分歧产生了涨、落潮槽,形成了中央缓流区以致发育成沙岛,使河口分汊。这样的例子是很多的,如鸭绿江口之西水道,以前曾是鸭绿江的主航道,现在则衰变成为一个涨潮槽支汊;瓯江口南支河段及闽江口南支之梅花水道等,亦均由于涨落潮流的分歧产生。

涨落潮流路在相当程度上主要受科氏力的影响,而科氏力的作用还对河口分汊的发育演变产生深刻的影响。科氏力天长日久的作用,使得长江口的分汊规律为南汊发展、北汊萎缩。导致整个河口渐渐偏向东南方向,这种分汊规律不仅在目前长江口,而且在古代(6 000a. B. C以来)的长江口演变过程中一直体现出来。科氏力对珠江口的影响亦不容低估。西江、东江干流的向右偏移,西江干流上水流的右偏以及整个珠江三角洲向右偏移发展,均与科氏力有相当的关联。

黄河口的分汊亦受到科氏力的影响,历代黄河的12次大决堤分汊,其迁徙规律基本是从北向南依次更叠演变的,即从右岸决堤出汊。历代黄河南岸的决堤出汊次数远远超过北岸,据初步统计南岸为12次,北岸为26次。

2 水面横比降

河口水面横比降的形成,产生了横向环流和漫滩流,前者的堆积作用与后者的侵蚀作用,对河口分汊的形成及其进一步复杂化有着重要的影响。

产生河口水面横比降之原因,主要有以下几个方面:

(1)科氏力影响。

(2)河口涨落潮两岸的相位差产生水面横

比降,由于涨落潮流路分歧或者潮波传播方向的影响,河口两岸往往会出现一岸先涨先落,一岸则迟落,导致水面横比降的产生。

(3)弯道水流的特性。在弯曲分汊河口,由于水流弯曲,离心力的作用使得弯曲汊道一侧的水位比顺直汊道一侧的水位要高,产生水面横比降,形成离心环流。

(4)汊道阻力不同。分汊河口汊道体系内,有主、支汊之分,一般主汊水深而阻力小,支汊则水浅而阻力大。结果导致支汊进口段水流受阻而壅水,水位高于主汊,产生水面横比降。

(5)滩槽阻力不同。落潮时,水流受滩面阻力的影响比河槽内为大,河槽退水快,而滩面退水慢,滩槽之间出现水头差,产生水面槽比降,形成落潮滩面流。涨潮时则相反。

(6)心滩扩大产生水面槽比降。当出现河口心滩时,分隔心滩的两汊往往性质不一致,一为涨潮槽,另一为落潮槽,两槽之间本来就存在潮位相位差,随着心滩的淤积扩大,位差愈大,水面比降亦越来越大。

(7)其他如风、波浪、污水、灌溉和港工建筑物等等,均可产生河口水面的横比降。

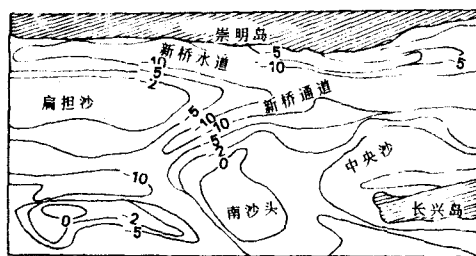


图2 长江口新桥通道形势(1982年落潮横向通道)

Fig. 2 Xinqiao channel in Changjiang River Estuary
(Lateral channels formed by ebbtidal current)

在上述几类成因中,由科氏力产生水面横比降是最为普遍的现象,横比降一旦形成,即会产生两种结果:一是形成横向环流,二是产生横向切滩流。

横向环流有单向、双向之分。单向横向环流往往促进边滩的淤积,双向横向环流更有利于心滩的淤积扩展(图1),这种结果又导致横比

降的进一步增加。

横向切滩流对河口分汊起更为直接的作用,横向切滩流对河口分汊有两个作用:

(1)当河口存在心滩或沙岛分汊的情况下,由于上述诸多因素的影响,各汊道之间出现水位差产生水面横比降,形成横向切滩流。这种切滩流发生在以落潮槽为主汊的情况时,其流向是从落潮槽主汊流向涨潮槽支汊的,横向切滩流与落潮流方向一致,与涨潮流方向相反。落潮切滩流的强度与上游径流量和涨潮量成正比,成当洪水大潮时,可产生相当高速的落潮切滩流。如图2所示的新桥水道即是一例,它介于南支主槽(落潮槽)与新桥水道(涨潮槽)之间,通道水流流向下游。由于落潮横向切滩流的长期作用,使新桥通道得以存在,扁担沙与中央沙亦没有汇合至一处。

当这种切滩流发生在涨潮槽中,出现与上述相反的情形。切滩流的冲刷作用涨槽形成了指向上游的涨潮横向通道或串沟。如长江口横沙东滩之串沟(图3)。

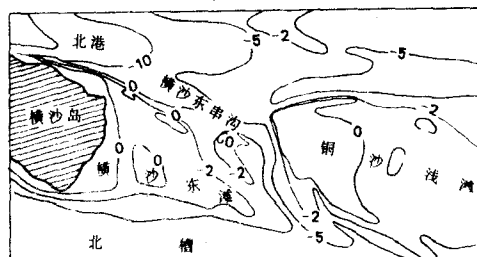


图3 长江口横沙东串沟(1978年涨潮横向通道)

Fig. 3 Hengsha channel in Changjiang River Estuary
(Lateral channels formed by flood tidal current)

涨、落潮滩面流的作用主要由于滩槽阻力不同而产生。落潮滩面流,从滩面流向河槽,在滩面上冲刷出小支汊,最终形成横向支汊。涨潮滩面流也有类似的现象发生,如在珠江口,复杂的网状分汊口体系内,其大汊道是由径流潮流形成,而小支汊往往由滩面流造成。据分析,磨刀门口内灯笼山附近的沙洲上小河涌的发育与落潮滩面流有很大关系。

除长江口、珠江口等大河口外,其他如闽江口、甌江口等,横比降亦对河口分汊起着一定的

作用。

闽江口以川石水道为主汊,其水深、涨落潮流量大,流速亦大,而梅花水道则为支汊,汊道宽浅,浅滩密布,一到落潮时刻,川石水道落潮快,梅花水道相对要慢得多,加上梅花水道出口处有鳊鱼沙的阻插,使得水位进一步壅高,结果势必形成梅花水道水位比川石水道高的情况(表略)。

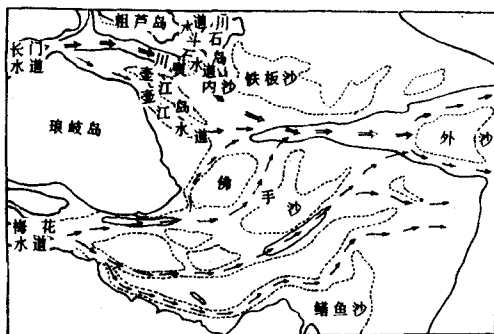


图4 闽江口佛手沙横向通道及流态分布

Fig. 4 Lateral channels and current distribution in Fuoshou, Minjiang River Estuary

涨潮时有 3h 是芭蕉尾水道高于梅花水道,

平均高出 5cm,而有 9h 是梅花高于芭蕉尾,平均高出 10.3cm,说明在川石、梅花水道会合口门附近的水位,涨潮时,北高南低,落潮时南高北低,这一横比降的产生,随即产生涨潮时向南,落潮时向北的横向切滩水流。从梅花道指向川石水或者从川石水道流向梅花水道的横向流,唯有切割佛手河浅滩上,切割出数条横向通道,沟通了梅花水道与川石水道(图 4)。

如果考虑到川石与梅花水道的水下地形,由于梅花水道与支汊,水深浅,河床相对比川石水道为高,所以亦能产生水面横比降,导致佛手沙的横向切滩。

参考文献

- [1] 乔彭年,1981。人民珠江 2:32。
- [2] 金元欢,1990。地理学报 1:56-67。
- [3] 叶 汇,1981。再论科氏对河汊发育的影响——以珠江三角洲河网区为例,中国地理学会 1977 年地貌学术讨论会论文集,科学出版社。

EFFECTS OF CRIOLIS' FORCE ON ESTUARINE BRANCH FIORD

Jin Yuanhuan and Shen Huanting¹⁾

(Marine Development Center of Zhejiang, Hongzhou 310007)

(¹⁾ Inst. for Estuarine and Coastal Res., ECNU, Shanghai 200062)

Received: Dec. 10, 1990

Key Words: Criolis' force, Pranching estuary, Transverse circulation.

Abstract

The effects of Criolis' force on the estuarine branch fiord process are measurable, especially in those estuaries located in the middle or high latitudes.

The effects of Criolis' force represent two major sides: the different routines of flood flow and ebb flow and the flood erosion channel and ebb erosion channel while a submarine bar is being sformed between these two channels, gradually, the estuarine island, which can make an estuary branch fiord. The latter can

produce the transverse circulation and transverse erosion flow ,through the contineous accumulation and erosion of these two transverse flows ,a branching estuary is formed gradually.

Some examples of lateral channels formed by flood tidal current or ebb tidal current in Changjiang River Estuary ,Zhujiang Estuary, the Pearl River and Minjiang River Estuary are analysed. The Criolis' force plays a very important role in the process of estuauine branchified.