

李春初. 珠江河口咸潮问题之我见[J]. 热带地理, 2013, 33(4): 496-499.

# 珠江河口咸潮问题之我见

李春初

(中山大学 河口海岸研究所, 广州, 510275)

**摘 要:** 咸潮只是河口偏于向陆一侧盐度较低(0.5~10)的那一部分盐淡混合或冲淡水体,不宜将河口“咸水”和海洋“盐水”等同或混为一谈;视“咸潮上溯”为“盐水入侵”欠当。咸潮上溯为河口自身物质的随潮运动,基本上是一种被动的行为。咸潮上溯之动力机理,与河口水、盐物质于一年、一月和一天中随潮在河口的进出、“排”“蓄”循环运动过程有关。小潮向中潮变化时期(一月中)及其初落时段(一天中),河口正处于由“蓄”(进)转“排”(出)阶段,其时表“排”(淡水)底“蓄”(咸水),水体高度呈层,受异重流的影响,底部咸潮进一步上溯“冲刺”达盐度最大值。大潮向中潮变化时的压咸效果最佳。

**关键词:** 咸潮上溯;动力机理;偷淡拒咸;调水压咸;珠江河口

中图分类号:P343.5

文献标识码:A

文章编号:1001-5221(2013)04-0496-04

近年来,我多次参加有关珠江河口咸潮问题的项目评审或讨论会,发现不少研究者对咸潮问题的若干概念认识较为混乱或不够明确,对咸潮上溯的动力机理认识亦过于简单,对调水压咸的时机未充分说出道理来等。在这些会议上,我谈到过若干自己的观点,但不全面或不容易被人理解。有鉴于此,决定系统地把自己的想法写出来,发出一点声音。我自1964年起参加磨刀门河口的水文测验,此后1965、1966、1977、1986、2003和2005年也到现场测过流,因此对珠江河口咸潮活动特点与规律及其变化有若干观察和思考。现不嫌浅陋谈几点看法供交流讨论。

## 1 概念

“咸潮”一词乃珠江三角洲地区群众对含氯度大于250 mg/L的河口盐淡混合水体的称呼,意指有咸味的潮水,有经验的老农能亲尝区分出“一分味”、“二分味”、“三分味”等。咸潮既然是一种“潮水”,就有潮汐运动的进退涨落变化与活动,此被称为“咸潮活动”,枯季咸潮大举向里深入时称“咸潮上溯”,因其影响供水安全被视为“咸害”。多年来,南方的群众、学界和媒体,皆用这样的称呼来讨论、研究和报导河口咸潮问题。最早研究珠江河口咸潮问题的成果是前广东省水文总站珠江河口实验站黄兆栋

和林振勋合写的《珠江河口咸潮活动规律》一文。该文曾于1962年在青岛召开的首届全国海洋湖沼学术年会上宣读,影响甚大。

可是,我国有的河口却将“咸潮”称为“盐水”,而“咸潮上溯”被认为是“盐水入侵”。两相比较,哪种说法妥当?我以为前一种提法可能比较好。因为河口区一般由3种不同性质的水体构成(图1):向陆一侧的水体为河流淡水(rivers freshwater),盐度<0.1或0.5,属水团性质;向海一侧的水体为海洋盐水(sea water或salt water),盐度>30或31,亦属水团性质;中间盐度变化介于0.1(或0.5)~30(或31)之间的水体为河口水,属冲淡水(dilute water)或混合水(mixing water)性质,它是河水稀释海水亦即海洋盐水和河流淡水相互作用和混合的产物,欠稳定,不具水团特性。可见,我们所研究的“咸潮”,其实只不过是河口混合水中偏于向陆一侧盐度较低(0.5~10)的那一部分冲淡水体。它的名称叫“咸水”——有盐味或稍咸的水(brackish water),故不宜将河口“咸水”(brackish water)与海洋“盐水”(salt water)等同或混为一谈。视“咸潮上溯”(upstream brackish tide)为“盐水入侵”(intrusion of salt water)自然也不够妥当。因“入侵”是一种主动的行为,非外来者的进入不宜叫“入侵”,而咸潮为河口自家之产物,它的上溯运动总体来看

收稿日期:2013-05-20;修回日期:2013-07-06

作者简介:李春初(1940-),男,湖南澧县人,教授,主要从事河口海岸研究,(E-mail)eeslyp@mail.sysu.edu.cn.

是一种被动的行为，主要是随潮运动而已。长江河口由北支进入的咸潮，有人称为“盐水入侵”，但当它随涨潮流上溯超越崇明岛头汇入南支后却随落潮流下泄，这是典型的咸潮随潮运动现象，我们总不能把它在南支的“倒灌”(下泄)也视为“盐水入侵”吧？

种不同尺度的河口水、沙、盐的循环运动，在给研究生上课时进行讲解，即一年之中，河口在洪季排水、排沙、排盐，枯季蓄水、蓄沙、蓄盐，是为“大循环”；一月之中，河口在大潮汛时排水、排沙、排盐，小潮汛时蓄水、蓄沙、蓄盐，是为“中循环”；一天之中，河口在落潮时排水、排沙、排盐，涨潮时蓄水、蓄沙、蓄盐，是为“小循环”。按此理解，就河口盐分的蓄聚来讲，当以枯季(一年中)、小潮汛(一月中)和涨平或涨憩(一天中)时居多。可是，一月之中实际上的河口盐度最大值，并不真正发生在小潮时，而是滞后出现在由小潮向中潮变化的时期，该时期一天之中的盐度最高值，也非真正发生在涨憩时，而是滞后出现在初落时段即由涨憩至落急前的阶段。

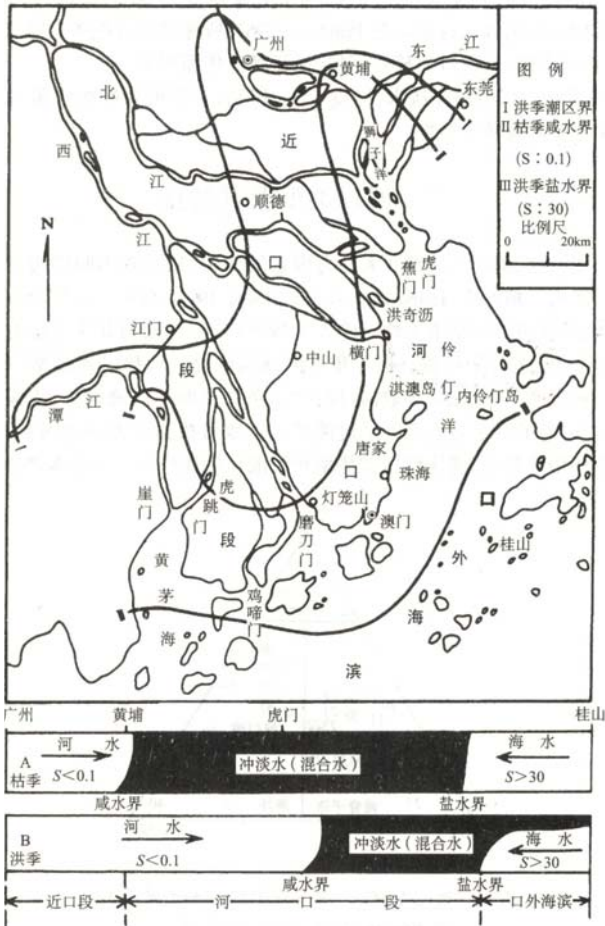


图 1 珠江河口水体与河口区  
Fig.1 Pearl River estuary zone

## 2 机理

河口咸潮活动的规律及其上溯的动力机理，是河口咸潮研究的核心内容和关键科学问题，值得花力气、下功夫进行琢磨和探索。以下所谈只是个人的认识过程和一点体会。

1974 年，我赴上海参加由上海航道局召开的一次有关长江河口航道问题的研讨会，会上南京水利科学研究所的河口学家黄胜先生说了一句这样的话：由小潮汛向大潮汛变化时，河口是排水排沙的；由大潮汛向小潮汛变化，河口蓄水蓄沙。我当时听了很感兴趣，并细细品味。以后我就将之扩大为 3

1977 年枯季，我在磨刀门观测到初落阶段河口底层出现盐度最大值时的情景。当时上游方向已整体有径流下泄，但测点垂线上只有表层下泄淡水，中、底层却由咸水和上溯流控制。这意味着底部还有盐量从外向里补充，中、底层受到上、下游相反方向水流的压逼作用，密度梯度增大，水体愈来愈咸，底部盐度陡升达最大值，至落潮之中潮位或中潮位稍后，上游方向的大量径流到达，底部咸水立即掉头向海退去(考虑到陆海相互作用，也可这样表述：一旦咸潮回头归海，大量径流即至)。一月之中由小潮向中潮变化时的情景与此有相似之处：小潮汛时，河口蓄足了咸水，一旦向大潮汛方向变化，河口开始排水，至中潮时正好有适量的淡水径流经河口表层向海排泄，受此之牵动，底层存蓄之咸水进一步向陆上溯聚积于咸潮前锋地带出现一月中盐度的最高值，中潮之后河口大量排水，咸潮尽退。类似的现象也见于天气过程中：长江流域中、下游地区一年中最热的一、二天并非一定都发生在夏季，而常常出现在夏秋转换季节——当北方开始有冷空气南下下压，但所在地仍由暖空气控制并不断有热量补充聚积的时候，这就是著名的“秋老虎”现象，一旦冷空气到达，酷暑顿消，天气立即由热转凉。可见这是两种相互作用力量优势转换过程中特有的自然现象。

枯季小潮向中潮变化时期(一月中)及其初落时段(一天中)，河口正处由“蓄”转“排”的阶段，其时表层淡水径流向海“排”泄，河口纵、垂向密度梯度加大，正、斜压力俱增，促使中、底层所“蓄”咸水上溯运动。此即珠委科研院陈荣力等最近强调的高度呈层型河口盐水楔异重流的影响。但这只是

咸潮上溯运动的最后“坚守”与“冲刺”，此前还有若干动作，如“聚积能量”、上溯“起动”和上溯“前奔”等过程。所以，河口咸潮活动及其上溯动力机理的研究，须全面考虑径、潮流相互作用，特别是应重视河口物质在一年、一月和一天中的循环运动过程及其与咸潮生消变化的关系，这是认识的基础，有助于掌控全局。而上述特定时间——由小潮向中潮变化时期（一月中）的初落时段（一天中），河口由“蓄”转“排”的时机与条件，也十分重要，没有这样的交接转换过程，异重流现象不可能这样清晰和明显，则底层咸水亦难有上溯“冲刺”之作为而使盐度达最大值。冬季北风减水强化表层淡水径流的向海排泄，更加“调动”底部咸水向陆运动，加重了咸潮的危害及影响，谚语“北风调咸潮”意即在此。

### 3 上溯加剧的原因

过去枯季磨刀门的咸潮前锋一般仅及灯笼山附近，到达联石湾水闸进口处已不多见，但现在已远及神湾、大涌口、竹银，甚至过了大鳌头。一方面，磨刀门因大规模围垦，口门在大幅度向海延伸；另一方面，咸潮不仅没有随之向海退缩，反而更加向陆深入，且其上溯深入的程度较之河口向海延伸的距离，有过之而无不及。这到底是为什么呢？

这都是上世纪后期磨刀门两大人为干涉活动造成的恶果：一是河道大量采沙挖深河床，使口内河床逆坡趋陡、纳潮蓄咸容积扩大、潮差变大和潮汐作用增强，以致咸潮进一步向里深入而不利于口内底层所蓄咸水的外排；二是大规模围垦滩涂消灭湿地，使口门迅速向海延伸，改变了河口的边界条件，过去磨刀门枯季天然的“蓄淡抑咸”功能严重受损。前一方面情况已有不少研究进行过讨论，这里不再赘述，而后者鲜有提及，于此补充做一点分析。

图2是本人依据过去实测水文资料绘制的上世纪60年代磨刀门地区大潮期间半潮周期内的水体结构与水流运动状态示意图。当时口门位置尚在挂定角附近，口外以西的灯笼沙和白藤—三灶间的区域为一片水下浅滩。从该图可以看出，大潮期间落平或落憩时（图2a），河口出水几乎可将口外以西的整个浅滩区淡化，但涨潮时由龙屎窟进入的咸潮逐渐控制该区域，并将原落潮时排出的江水（淡水）全部顶托折返回磨刀门（图2b、c）。涨潮时，磨刀门正是由于有这一大片原入海淡水径流折返回来“聚积”和“重压”在口门地区（图2c），其自身门外进入的咸潮才没有那么强势有力。所以过去枯季

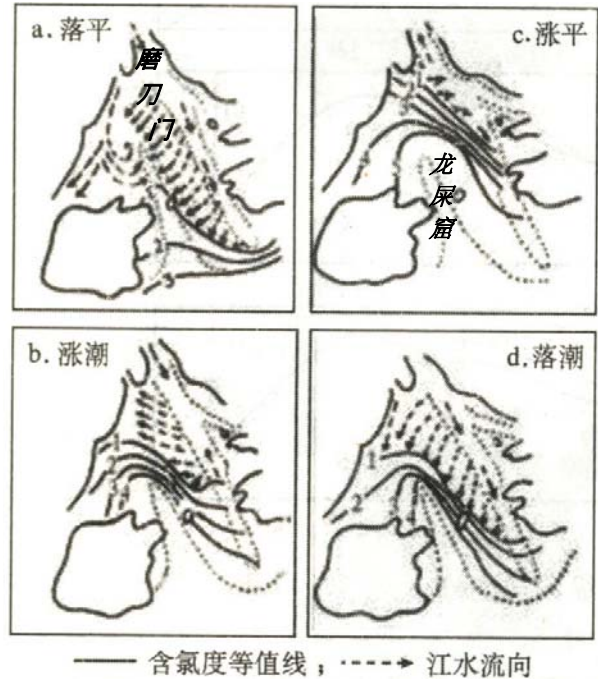


图2 磨刀门大潮期间半潮周期内的水体结构及水流状态  
Fig.2 Water mass structure and water current in half-tide period of spring tide in the Abdomen

磨刀门咸潮的影响并不严重。现在情况全都变了：围垦工程将原口外西侧大片滩涂湿地铲除消灭，使河口原依靠这片湿地调节而具备的“蓄淡抑咸”功能丧失殆尽；围垦的双导堤工程使口门一下子向海延伸十多公里直面南海，从此磨刀门入海径流一经排出，便被沿岸海流带走，涨潮时回溯入口内的径流量有限。枯季涨潮时河口缺少了足够淡水的“聚积”和“重压”，咸潮乘虚深入，咸害肆虐。

### 4 “偷淡”拒咸与调水压咸

“偷淡拒咸”，是珠江三角洲沙田区的劳动群众为了潮灌潮排农田，巧妙地掌控时机，利用围堤上的涵闸（称“榦”），适时开榦引淡（引堤外河道的淡水）又相机关榦拒咸潮于闸门外的水利操作行为。不要小视这“偷淡”的科学涵义及价值。它是珠江三角洲劳动人民的一项创举：在涨潮淡水回溯和水位上升达一定高度（约在中潮位）时开榦引淡，又于涨平或涨憩略后水位趋降和底层咸潮上溯来临前关榦拒咸，以取其利而避其害。这一开一关之间的时间并不长，必须机敏地掌握好时间分寸，形似于“偷”。这个“偷”字既生动又形象，显现了人民群众的创造精神，闪耀着智慧的光芒。1979年，我陪同接待前美国地理学会主席、海岸地貌学家沃克（Walker）教授并到新会县礼乐公社参观那里的农田

水利工程,当介绍到这一带的群众如何利用潮汐河口水流运动规律,控制堤上的闸榘“偷淡拒咸”时,他兴奋和惊奇不已,不仅请求翻译再译一遍,还要求对“偷淡”二字的汉语发音进行录音,回国后在对路易斯安娜州立大学的学生作访问中国报告时也宣讲此事,听者印象深刻<sup>①</sup>,可见“偷淡”之魅力!

“调水压咸”,是另一具有开创意义和与珠江河口咸潮问题有关的水利操作行为。此起因于进入新世纪后珠江枯季径流偏少,河口咸害问题突出,水利部门从流域中、上游水库调水至河口济淡压咸的决策。经几年运作,现已积累经验,取得了良好的效果,社会效益尤为明显。只是压咸时机问题尚待进一步探索。

应当认为,有大、中、小3个层面的压咸时机问题值得研究和讨论。大层面者指一年中枯季需压咸之最小径流量阈值的确定,即只有当西、北江(思贤滘)流量小于某一量级或指标后,才能根据需求和可能考虑调水压咸。小层面者指一天中究竟是落潮时压咸的好,还是涨潮时压咸更有效?个人认为,应当是后者更重要。因现在磨刀门河口咸潮上溯加剧,较大程度上是由于河口原“蓄淡抑咸”功能受损,涨潮时回潮入口内的淡水量太少和“聚积”、“重压”在河口的径流量不足所造成的,这一点前已论及。不过,涨或落的时间短,加之一天中有两涨两落的起伏变化,实际应对操作起来难度大。真正需要重视的是应认真选择好中层面即一月中最佳的压咸时间。

一月中有两次大潮、两次小潮,也就是说分别有两次由大潮汛向小潮汛和由小潮汛向大潮汛变化的

过程,咸潮随之有序地在河口两次大进大出。在半月时间内由大潮→中潮 a→小潮→中潮 b→大潮的变化过程中,咸潮进退状态及其发生的时间或时刻次序大致如下:“准备前进”(大潮至中潮 a)→“上溯起动”(中潮 a)→“上溯前奔”(中潮 a 至小潮)→“冲刺”(小潮至中潮 b)→“转身后退”(中潮 b)→“速退”(中潮 b 至大潮)。不同潮汛时段和不同运动状态的咸潮,对压咸的反应是不同的。例如,小潮为河口蓄盐最多和咸势强盛之时,如果此时或其稍后(“冲刺”阶段)加大径流量压咸,就有可能“硬碰硬”,更加激起底部咸潮的“反弹”,上溯深入得更远,这不是我们所期待的。又如,大潮为河口排淡量最大和咸势弱衰之际,如果此时或其稍前(“速退”阶段)加大径流量压咸,虽然这会把咸潮向海推得远一点,但其径流量流失大,且是出去的多回来的少,不利于其后在咸潮的“准备前进”阶段蓄淡压咸。如果在咸潮的“上溯前奔”阶段压咸,或有益,但未必一定十分有效,因为此时咸潮已经上路,其势难以阻挡。剩下来,似只有“准备前进”和“上溯起动”两个时段或时刻可供我们选择了。这是咸潮初生未稳和似动未动的阶段,对其打压效果最好,此时压咸能使它出师未捷身先衰,缺乏后劲;而且此阶段河口已经开始向“蓄”的方向变化,淡水出去(流失)的少,回来(聚蓄)的多,对压咸是很有利的。所以,本人倾向于认为:最好在大潮向中潮变化时调水压咸。这是一家之言,是否合适,仅供参考。

## My Opinion on Salt Tide in the Pearl River Estuary

LI Chunchu

(Institute of Estuarine and Coastal, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** Salt tide is designated as the low salinity (0.5-10) water body mixing salty and fresh water on landward side of the estuary. The estuary “salt water” and oceans “brine” should not be equivalent or confused. It is inappropriate to take “salt tide tracing” as “saltwater intrusion”. The salt tide tracing upstream is that the estuarine material moves with the tide movement, that is essentially a passive act. The dynamic mechanism of salt tide tracing is relevant to the circular motion process that estuarine water and salt substance move in and out with the tide, or drain and retain in a month or a day. During the period from neap tide to moderate tide (in a month) and that at the beginning of tide ebb (in a day), estuary is in the phase from retaining (moving in) to draining (moving out). Freshwater drains at surface layer, while salt water at bottom layer, forming an obvious stratification structure. Affected by the density current, salt tide at the bottom further traces upstream rapidly, and its salinity reaches the maximum. Best result can be achieved for lowering the salinity when spring tide is transforming into moderate.

**Key words:** salt tide traces upstream; dynamic mechanism; fend against salt water with fresh at an opportune moment; transferring fresh water to lower the salinity; Pearl River Estuary

<sup>①</sup>1987年,一位听讲者来中国广州参访时,通过学校外事办找到我,特地提及此事。