

从珠江三角洲的发育过程看 综合整治的几个问题

黄镇国 李平日 张仲英 李孔宏

(广州地理研究所)

几年来,我们在珠江三角洲66个地点进行钻探,取得第四系样品489个。对51个样品测定了 C^{14} 年代,280个样品作了粒度分析,246个样品作了微量元素含量测定,20多个样品作了硅藻、孢粉、重矿物等鉴定。根据实验分析结果,对17个重点钻孔剖面进行了沉积相的综合分析,并与106个典型剖面进行了地层对比。这样,我们对于珠江三角洲的形成、发育过程有了一些新的认识。本文试从三角洲的发展速度、沉积速率、口门变迁、水系发育等特征,谈谈有关珠江三角洲综合整治的几个问题。

一、三角洲的发展速度与蓄泄兼施的治水方针

我们从平原的垂向沉积速率和横向的伸展速率初步计算了珠江三角洲的发展速度。

根据1,226个钻孔和104个电测深点的资料,编制了珠江三角洲第四系厚度图,算出第四系松散层的平均厚度为25.1米,其中西、北江三角洲为25.6米,东江三角洲为18.8米。最大厚度为63.6米(灯笼沙)。据测定,珠江三角洲的 C^{14} 年代,最老的是37,000 $\pm$ 1,480年。如果按松散层平均厚度及最老的 C^{14} 年代来计算沉积速率,当然是过于粗略。

根据沉积相综合分析,得知珠江三角洲经历过三次海相为主、三次河相为主的沉积发育阶段。按六个阶段的平均沉积厚度及时间间隔,求算平均沉积速率,就比较接近实际。每个阶段所统计的钻孔剖面,最少的有127个,最多的有280个,故较有代表性。而且,平均沉积厚度还消除了自然压缩率,恢复其初始厚度,再计算沉积速率,使其更接近实际。

计算结果表明,沉积速率随时间而明显加快。(1)后三个阶段的沉积速率(25.2毫米/年)比前三个阶段的(0.67毫米/年)大3.76倍。(2)六个阶段中,沉积速率最大的是最后阶段,为2.71毫米/年,其中西、北江三角洲为2.75毫米/年,东江三角洲为2.8毫米/年,分别比沉积速率最小的阶段(第3阶段)大9.4倍和8.0倍。(3)就后两个阶段(5,000年来)沉积速率比较,近2,500年(2.71毫米/年)比前2,500年(2.18毫米/年)加快19.5%,其中,西、北江三角洲加快24.2%,东江三角洲加快39%。

沉积速率随时间而加快的现象,说明珠江三角洲主要是大西洋期海侵之后沉积起来的。近2,500年以来沉积速率的显著加快,反映了由于人类活动频繁,上游来沙量增多,后期更因围垦而加速了沉积。东江三角洲沉积较快,与上游水土流失严重有关。

从历史时期平原的伸展速度来看,也是越来越快。按历史时期滨线的位置推算,

西、北江三角州在唐代以前的平均伸展速率为16.5米/年，宋、明期间为35.2米/年，明清以后为39.7米/年；东江三角州分别为9.7米/年、15.9米/年、10.2米/年。总的来说，宋代以后的平均伸展速度比宋代以前大2.26倍（西、北江三角州）和1.4倍（东江三角州），这显然是受宋代以后岭南加速开发的影响。据有关资料，广东的人口，从隋朝的13万户增至北宋的58万户，即增加了4.5倍。宋代人口的密度中心，也逐渐转移到珠江三角州地区。中、上游地区加速垦殖，使珠江的输沙量增多，加速了三角州的堆积。下游地区竞相围垦，也加快了平原的发展。

另外，分析珠江三角州现代河道的冲淤特性，得出如下的概念：（1）河道淤积总量，西、北江平均每年为 $1,341 \times 10^4$ 立米，占西、北江多年平均悬移质来沙量的21.7%；东江的年平均淤积量为 53.51×10^4 立米，相当于博罗站悬移质来沙量的23%。（2）河道的纵向冲淤表现为长期淤积，而且近期的淤积速度加快。1915年至1961年间，西江干流的淤积量，后期（1952—1961年）比前期（1915—1952年）增大一倍。（3）河道纵向淤积自上游向下游沿程增大。据37个河段统计，淤积河道的长度占统计河道总长度的72.6%。若将三角州分为上、中、下三段，上段（河流段，西、北江三角州思贤滘以上，东江三角州石龙以上）淤积河道长度占49.6%，中段（过渡段，西、北江三角州江门—容奇—市桥以北，东江三角州麻涌—道滘以东）淤积河道长度占64.6%，下段（潮流段）淤积河道长度占81.6%。可见，河道沿程淤积增大的趋势是明显的。（4）冲淤的季节变化表现为“洪淤枯冲”。据19个河段统计，属于“洪淤枯冲”的占74%。不论干流或汊道，口门附近或上游河段，主要都表现为“洪淤枯冲”。总之，从河道冲淤来看，不论沿程变化或是长年变化、季节变化，河道淤积是个严重问题，越向下游，淤积越甚。

根据以上对珠江三角州垂向沿积速率、横向伸展速度、河道现代冲淤的分析，可见珠江三角洲的整治规划必须与珠江水系中、上游的综合治理密切结合。按照蓄泄兼施、堤库结合的治水方针，上、中游建库蓄洪，中、下游靠堤围防洪，才能为三角洲的联围筑闸、口门治理等措施创造有利条件。不控制珠江上、中游的来水东沙，三角洲的治理也不是长远之计。如果将来龙滩水库控制梧州以上30%的集雨面积，大藤峡水库控制西江3/5的集雨面积，飞来峡水库控制北江73%的集雨面积，加上新丰江水库和枫树坝水库已控制了东江1/3的集雨面积；还有西枝江、天堂山等水库。这样，就可大大削减了三角洲网河区的洪水威胁。但按照“洪淤枯冲”的特点，枯季时需适当调节上游来水量，使河道保持一定的冲刷，减少淤积，再配合其他措施，才能更有效地治理三角洲的洪、涝灾害。

二、口门变迁与口门整治问题

珠江三角洲“三江汇合，八口分流”，是一大特色。多干道，多口门，优点是易于排水，也易于采取措施控制水沙。出海水道和口门比较稳定，水流的互相串通漫溢现象不象别的三角洲那么显著。缺点是口门向海延伸较快，淤积严重，口门下移和缩窄，使洪水位抬高，航道淤浅，不利于水流畅通。

口门的整治，究竟应该保留多口门，还是减少口门？保留口门现状，让其自然发

展, 还是加以控制? 我们认为应该保留多口门并加以控制。

(一) 从珠江三角洲的发育过程来看, 口门的形成与沉积基础(基底地貌)及受它所影响的海侵路径有密切关系。平行岭谷的基底地貌, 使得三次海侵都呈溺谷湾的形势深入内地, 口门的个数和位置有过重大的历史变迁。但是总的发展规律是口门位置逐渐下移, 口门个数逐渐增多。第一次海侵时, 形成4条溺谷、4个口门。第二次最大海侵时, 形成真正的珠江漏斗湾, 口门位置不易区分。随后的局部海退, 形成5条溺谷、5个口门。第三次海侵后, 在5条溺谷的基础上, 随着三角洲平原向海推进, 演变成现在的8个口门。南部4个口门的位置, 受基底平行岭谷的控制是很清楚的; 东部4个口门, 从第四系厚度分析, 其位置也是受基底平行岭谷所制约。在三角洲的发育过程中, 主要河道一般都适应“五指分叉”的地形, 分流入海, 口门渐次增多, 这是自然的规律; 如果在整治上减少口门, 就未必顺应这一规律。

(二) 口门向海延伸, 这是必然的发展趋势, 但是在治理上不应维持口门现状, 任其自然发展。我们认为, 参照各个口门的历史展发情况, 分别加以控制的设想是正确的。例如, 南部四个口门, 选择磨刀门、崖门作为排洪为主的口门, 虎跳门、鸡啼门作为排涝为主的口门; 东部四个口门, 选取虎门为排洪口门, 横门、洪奇沥、蕉门为排涝口门, 这样是比较符合口门的历史发展过程的。

(1) 从基底地形对口门位置的控制来看, 崖门、磨刀门、虎门是尤其明显的。也就是说, 这三大口门的位置和延伸方向较为稳定。其余口门, 随着平原的淤高, 基底地形的控制作用逐渐减小, 水道和口门的位置有较大变动。因此, 选取较稳定的口门作为主要排洪口(尤其是中、小洪水时期)就比较通畅。

(2) 从口门的形成历史来看, 虽然很难将每个口门加以对比, 但总的来说, 南部口门的形成要比东部口门(除虎门以外)早。第一次海侵时, 磨刀门实际上已呈口门状态。东部口门, 除虎门以外, 其余三者尚在较广的海侵范围内。第二次最大海侵时, 三角洲几乎全境受海侵, 口门推至三角洲的边缘。此后的局部海退期, 也是南部口门及虎门较早发展成口门形势, 而横门、洪奇沥、蕉门仍处于广阔的海域中。最近一次海侵, 也是东部较迟形成口门形势。因此, 在总体上, 把主要排洪方向放在南部口门及虎门, 而不放在发育历史较短、较不成熟的横门、洪奇沥、蕉门, 是顺应口门的历史发展过程的。

(3) 从历史时期口门向海推移的速度来看, 从来是南部口门快于东部口门。这种现象是多种因素所造成的。例如, 西江干流沿程受山丘的限制, 平原呈长条形伸展, 直线距离较长, 按单位时间计算平原的伸展速度, 数值就较大; 相反, 东部平原比较宽阔, 单位时间内的伸展速度就显得较小。但是, 平原及口门伸展速度的差异也反映了水、沙分配的变化。选择宣泄较多水、沙的口门作为排洪口, 就自然发展过程而言, 是比较有利的。

我们根据新石器、秦汉、唐、宋、明、清各个时代的滨线位置, 推算出平原的伸展速度。西、北江三角洲, 按北江方向(紫洞—万顷沙)和西、北方向(紫洞—东凤—横门)作为向东部口门即朝伶仃洋方向的伸展速度; 按西江干流方向(甘竹—磨刀门)作为朝南部口门即磨刀门方向的伸展速度。计算结果, 唐代以来的伸展速度, 往东是29.9

米/年，往南是52.5米/年，宋代以来，往东是32.5米/年，往南是47.2米/年；清代以来，往东是37.8米/年，往南是50.5米/年。可见，历史上平原及口门的推进速度，从来是磨刀门方向的比伶仃洋方向的快，这反映了历史上水、沙输送方向的变化。西、北江三角洲的中、南部平原，主要是宋代以来逐渐淤出水面的。唐代以前，这里还是广阔的水域，水、沙输送方向的差异不明显，平原伸展速度的差异也很小（北江方向为10.2米/年，西、江方向为9.6米/年）。唐代以后，西江干流出甘竹口之后，随着平原的发育，其水、沙主要往磨刀门方向宣泄，西江流入北江系统的水、沙渐少，故口门及平原往东伸展的速度减慢，而往南的伸展速度则加快。

将近百余年来万顷沙与灯笼沙的伸展速度作一比较，也是南部口门的推进速度快。万顷沙出现于1830年之后，灯笼沙出现于1883年之后。按照万顷沙地区5个时期的历史海图及地形图（1830、1883、1936、1950、1956年）推算，其平均伸展速度为63.6米/年。按照灯笼沙地区5个时期的历史海图及地形图（1883、1913、1936、1946、1962年）推算，其平均伸展速度为121.7米/年。这些数值当然包括人工围垦的重大影响在内，所以比历史上的统计值大得多。但是，南部口门与东部口门伸展速度的比值，历史上的和近百余年的却比较接近。百余年来，灯笼沙的推进速度约比万顷沙的大一倍，按唐代以来计算，往南的（52.5米/年）比往东的（29.9米/年）推进速度大0.75倍。

总之，西、北江三角洲的水、沙，设法让其主要向南部口门宣泄，是顺应三角洲的历史发育过程的。值得注意的是，虽然历史上平原向南发展的速度比向东的快，但是两者的差异程度逐渐变小，唐代以来，向南的发展速度比向东的快75%，宋代以来快14%，清代以来快34%。如果从口外浅滩的自然淤积速度来看，则与历史上的情况相反。按历史海图对比，伶仃洋西滩的平均伸展速度为71.5米/年（1907年与1974年对比），磨刀门为35.1米/年（1883年与1974年对比），崖门为22.4米/年（1865年与1974年对比）。上述现象表明，西、北江三角洲东部口门与南部口门的水、沙分配，历史上曾经以南部口门为主，逐渐有向东调整的趋势。直至今，西、北江有62.1%的水量、西江有47%的沙量（还有北江的沙量）输入伶仃洋，使得伶仃洋的浅滩发展速度比磨刀门和崖门的都快，因而横门、洪奇沥、蕉门更不利于作为排洪干道。

如前所述，平原及口门的伸展速度，既受水量、沙量的支配，又受地形的影响。历史上，南部口门的延伸速度快，反映水、沙来量较多，又受山丘约束，促使口门较快地外移。后来及至现代，水、沙有东调的趋势，而且南部口门已伸至较宽的海域，因而延伸速度减慢。据此，在口门的治理方针上，可参照历史的发展过程，人为地控制水、沙的调配，使水、沙重新向南部口门调整。这样，虽然磨刀门的延伸会因之加快，但是，当磨刀门伸至三灶岛一大横琴岛之外，进入更宽的海域，口门延伸速度就将减缓，磨刀门仍不失为一条较理想的排洪干道。

三、沉积速率与口门淤积问题

伶仃洋河口的淤积是不可避免的。关于它的淤积寿命，有的认为是74年（侯辉昌，1980）、150年（王文介，1982）、176年（胡嘉敏，1979）。这里，试从珠江三角洲历史上的沉积速率加以探讨。

伶仃洋(大虎山至内伶仃岛)水位-1.89米(珠江基面,相当于平均低潮面)以下的总容积为29.98亿方,水面平均面积793.9平方公里,得平均水深为4.3米。因此,问题就是按照历史的沉积速率,约需多少年会使4.3米的平均水深全面淤浅。

伶仃洋的沉积环境是以海相为主的河口湾。如果从历史的沉积速率来推算它的淤积速度,应该选择面积、容积、沉积环境都尽可能近似的条件;时间上应选择最近的时段;关于水、沙数量,历史上的数值无法追溯,但应考虑输沙量随时间而增多的近似比例。

这样,整个珠江三角洲六个沉积阶段的平均沉积速率(1.6毫米/年)是不能与伶仃洋相对比的。按六个阶段127个海相为主的沉积剖面计算的沉积速率(2.74毫米/年),在范围和时间上也不能与伶仃洋相对比。

因此,在范围上,选择毗连伶仃洋的西、北江三角洲的中部沉积区及万顷沙地区。时段取最后一个沉积阶段,即近2,500年来。西、北江三角洲中部沉积区的面积与伶仃洋相仿,其第四系厚度一般为40米,伶仃洋的第四系厚度,从基岩面至水面,有的也达36.6米,所以两者的容积也相仿。近2,500年的沉积环境,西、北江三角洲中部区正是从河口湾发展成为三角洲平原。历史上来沙量的变化,无从实测,但是,西、北江三角洲中部区后2,500年的沉积速率比前2,500年加快41.1%,这反映了输沙量的递增比例。

现在,统计西、北江三角洲中部区的时代属于亚大西洋期的44个沉积层的平均厚度为8.95米。亚大西洋期珠江三角洲淤泥层的自然压缩率为11.53%,消除压缩率,恢复沉积层的初始平均厚度为10.0米,得平均沉积速率为4.0毫米/年。接近2,500年沉积速率递增41.1%计,为5.64毫米/年。因此,按此速率推算,伶仃洋全面淤浅约需762年。

根据万顷沙6个剖面统计,平均厚度13.5米,消除压缩率,为15.05米,得平均沉积速率6.0毫米/年,按递增41.1%计,为8.46毫米/年。因此,按此速率推算,伶仃洋全面淤浅约需508年。

再根据伶仃洋的14个剖面统计,这些剖面虽无实测的 C^{14} 年代数据,但通过与陆上剖面的地层对比,属于亚大西洋期的淤泥层平均厚度为8.19米。消除压缩率,为9.13米,得平均沉积速率3.65毫米/年,按递增41.1%计,为5.15毫米/年。因此,按此速率,伶仃洋全面淤浅约需834年。

另外,从历史时代滨线的推进速度来看,西、北江三角洲中部区的平原出露水面的年代主要是宋代以后。滨线的推进速度,按容奇至万顷沙一段计算,平均为35米/年,按小榄至横门一段计算,为30.1米/年。两者的水平距离都是30公里左右,滨线的推移费了约800年时间。现在的伶仃洋,万顷沙至内伶仃岛以及横门至伶仃洋东岸,距离也是30公里左右。按历史上平原的伸展速率推算,伶仃洋全面淤浅而成为平原,也不会少于800年。

我们从第四纪沉积的角度估算,伶仃洋全面淤浅约需508—834年,比有关的数据(74—176年)大5—7倍。现在不妨来反证一下。

根据珠江三角洲六个沉积阶段、六个沉积区计算,共得54个沉积速率值,最大值为4.13毫米/年。按最后沉积阶段(2500年来)计算,并且递增41.1%,最大值为8.46毫米/年。如果伶仃洋74—176后便会淤满,那么沉积速率应增大5—7倍,即达到28.9

—42.3毫米/年。可是，从世界上几个著名的三角洲的沉积速率来看，都远远达不到这么大的值。例如，密西西比河前三角洲的沉积速率为3.0毫米/年；罗纳河三角洲为5.2毫米/年；尼日尔河三角洲为5.6毫米/年；长江三角洲全新世以来的沉积速率为5.3毫米/年，中全新世以来各期的沉积速率，最大值只有16.6毫米/年。从上述数据的对比，可见珠江三角洲历史沉积速率的计算结果是符合一般规律的，不可能增大5—7倍之多。

从平原的伸展速度来看，历史上是30.1—35米/年。现代的要快一些，例如，万顷沙为63.3米/年（1883—1950年），伶仃洋西部浅滩为71.5米/年（1907—1974年）。即使按平原及浅滩的伸展速度比历史上的快一倍计算，伶仃洋全面淤满也需400年以上。如果仅需74—176年，那么平原的伸展速度要加快2.3—5.4倍，即达到154—361米/年。可是，世界上几个著名三角洲的伸展速度都远远达不到这么大的数值。例如，密西西比河三角洲为91米/年，罗纳河三角洲为30米/年，波河三角洲为26—61米/年，湄公河三角洲为61米/年，伊洛瓦底江三角洲为46—61米/年，长江三角洲为40米/年，黄河三角洲为300—400米/年。可见，如果伶仃洋在百余年内便会淤满，除非今后珠江三角洲的伸展速度达到黄河三角洲那样惊人的程度。但这种可能性是甚小的。

四、水系发育特征与扩大联围问题

联围是整治珠江三角洲洪涝灾害的全局性、战略性的措施。其主要内容是把连通西、北江的恩贤濠、甘竹滩、东海水道筑闸控制起来，并逐步扩大联围，通过控支强干简化河系的途径，主动调配水、沙，达到更有利于泄洪、排涝，改善航运，延缓伶仃洋的淤积等多方面的效益。“围”和“筑”，看来是“堵”，实质上是为了更好的“通”。

联围是对珠江三角洲的水系结构及水、沙输送方向进行全面的控制和改造。从水系发育的过程来看，以下四个方面是值得注意的。

（1）主要河道的发育具有构造的继承性，治理上不宜作过大的调整。从第四系厚度的分布，可知西、北江三角洲的基底地貌为北西向的五岭五谷，它们的形成受构造断裂带的控制，西江、北江的干道就是沿断裂谷地发育。在珠江三角洲发育过程的两次低海面期即两次全境为陆地的阶段，从砂砾层的分布看，这些谷地的位置，继承构造格局，没有大的改变；在海侵期，则成为海水入侵的溺谷，因此，从西、北江主要干道的继承性和稳定性考虑，如果在恩贤濠和东海水道筑闸之后，分别使汛期西江入北江的流量减少13%—23%，这对于北江系统的泄洪是十分有利的。但是水量的重大调整，会使北江主要河道的水动力条件发生怎样的变化，还需要深入研究。

（2）选择发育历史较长而且变迁较少的水道作为排洪干道是合理的。控支强干，首先是强干，加强排洪干道的泄洪作用，西江可选磨刀门水道为排洪干道。从珠江三角洲的发育阶段来看，西江在甘竹以下的水道是在早全新世以后发育起来的，在此以前，西江主要是向东流。大西洋期海侵，使河道的分布面目全非。亚北方期局部海退，在甘竹以下的地段表现较明显，及至亚大西洋期的海侵，这里也未被淹没，使西江干道得以继续发育。相比之下，北江干道及西江北干流，虽然早在晚更新世便已存在，但是历次海侵都受到深刻的影响，河道的变迁较复杂。东江三角洲以北干流作为排洪干道，这也

是一条发育历史较长的河道。在东江三角洲的发育过程中,北干流从来就依循基底地形而偏于北侧;并且曾经向西南汇入北江,从两期砂砾层的分布和海侵范围甚至亚北方期的海退范围,都可以看出东江北干流古谷地的存在。东江三角洲的南部水系,则是大西洋期海侵之后才发育起来,因此,选取年代老而变迁少的北干流作为排洪干道是合理的。

(3) 按照珠江三角洲的网河分汉规律,应当选择发达的右汉作为加强的干道。西、北、东江的网河,自上游至下游,都有较明显的五级分汉,这种逐级分汉,与平原的镶嵌发展过程有关,三角洲的基底地形,因受构造格局的控制,表现为既有平行岭谷,又有与岭谷交截的数列高地。河道穿过这些高地,进入开阔水域,作放射状分汉,堆积成冲缺三角洲。各个冲缺三角洲的复合,使平原呈镶嵌状向前推进。现在网河的分汉点,往往就是历史上各个冲缺三角洲的顶点。冲缺三角洲的归并表现出总体右偏的现象,又受科氏力的作用,往往使汉道的右汉发展,左汉萎缩。由此看来,西江干流的生命力胜于东平水道;西海水道胜于东海水道;荷塘—磨刀门水道胜于小榄—横门水道;劳劳溪—虎跳门水道胜于荷麻溪—鸡啼门水道。东江北干流亦属发达的右汉。但是,就北江水系而言,顺德水道—沙湾水道不仅发育历史不象蕉门水道和洪奇沥那么久远;而且顺德水道属于北江第三级分汉的左汉,沙湾水道也属于第四级分汉的左汉。所以取它们作为排洪干道,从水系发育特征来说,是不利的。

(4) 河道的主要分汉点和冲缺三角洲的位置可作为扩大联围范围的参考。简化河系,这是符合三角洲河汉由繁到简的发展过程的。西、北江三角洲第二级分汉区的河网密度为0.678公里/方公里,第三、第四级分汉区为0.879和0.896公里/方公里,第五级分汉区为1.07公里/方公里。可见,三角洲的年代越老,河汉越少。联围筑闸可起着加速河系简化的作用。

河道逐级分汉是冲缺三角洲形成过程的产物。根据第四级地层的划分,将珠江三角洲的发育分为三个时期。分析每个时期的古地形,得知由最初的19个冲缺珠江三角洲归并为后来的14个,再复合为9个,形成今日的珠江三角洲。9个冲缺三角洲各有其顶点或河道分汉点,思贤滘和南华正是三水冲缺三角洲和中山冲缺三角洲的顶点。

珠江三角洲从解放前的无数个小围,至1953年归并为273个,至1974年再联成100多个。今后是否越围越大以至变成二、三个联围呢?从三角洲的发育过程来看,西、北江三角洲发展为7—8个联围,东江三角洲发展为2—3个联围,比较符合地貌、水系的自然发展规律。甚至联围筑闸的范围,也可参照冲缺三角洲的地貌界限。

参 考 文 献

- [1] 廖远祺、范锦春:珠江三犯洲整治规划问题的研究,人民珠江,, 1, 1981。
- [2] 曾昭璇:从地貌学看珠江三角洲的整治问题,华南师范学院学报, 1, 1981。