

河口的定义及其分类

顾伟浩

(上海航道局)

河口在地理上分布得很广，淡水和咸水的交会和相互作用为河口区域的共同特征。为了比较不同类型的河口，以便建立有可能预测河口特性的普遍原则，对河口进行分类是很有必要的。

河口的分类法有多种，全取决于分类所遵循的准则。地形、径流和潮的作用无疑是影响咸、淡水混合速度和混合尺度的重要因素。而在局部地区和在短时间内，风也是一个重要的因素。显然，所有这些因素是互相制约、内在联系的，所以无论哪一种分类法都无法面面俱到地把所有这些因素都考虑进去。事实上即便是同一个河口，也会随着径流、潮幅、季节而变化，此时呈现这一类型，彼时却呈现那一类型，现就目前采用的四种分类法作一综述。

一、地形分类法

普里查得在1952年提出把河口分为沿海平原河口（沉溺河谷）、峡湾、有拦门沙河口和其它。

沿岸平原河口是在 Flandrian 海侵期间由于海水涌进原先深切河谷而形成的。它的显著特征是过水断面面积向口门方向以指数增加，河口外形轮廓线和过水断面往往呈三角形，宽度与深度之比总是很大，径流量比进潮量小。

峡湾是在更新期冰盖所覆盖区域形成的。冰盖的巨大压力对原先河谷猛然压深和展宽，但在有些地方，尤其在峡湾口和峡湾的分界处仍留下了岩坝或岩床。峡湾的宽度与深度之比小，岸壁陡峭，过水断面基本上呈长方形。

有拦门沙河口经受过冰期的深切和其后的洪水冲刷。近来的淤积胜过洪水的冲刷，在口门处形成横贯的沙坝——拦门沙。拦门沙一般由尖端破碎的沙坝组成，波浪在其边滩上破

碎，使得拦门沙得以充分的发育，而潮差却受到了限制，这样有利于大量泥沙的淤积，有拦门沙河口总是与沉积河岸相连，河口普通只有几米深，且常常伴有广阔的泻湖。由于过水断面面积较小，口门处流速较大，深入腹地的较宽广部分流速很快减小到零。

凡是不适合于上述三种类型的河口都归入其它类中，主要包括因大地构造——断层、山崩以及火山爆发所形成的河口。

二、盐度结构分类法

普里查得和卡麦隆于1963年提出了按河口的密度分层和盐度分布的特征来对河口进行分类的方法。他们把河口划分为：

1. 高度分层河口·盐水楔型（图1a）

它只出现在弱潮河口，盐水楔是由一层淡水和一层比淡水重因而潜伏在其下面的咸水所组成，而淡水在以楔形入侵的咸水上面流向海洋。这种河口的径流量远远大于进潮量，宽度与深度之比较小。咸、淡水之间有明显的界面，当径流量超过某个临界值时，界面产生不稳定的波动，波破碎后下层的咸水随势混入到上层的淡水中，但咸、淡水更换量是很少的，

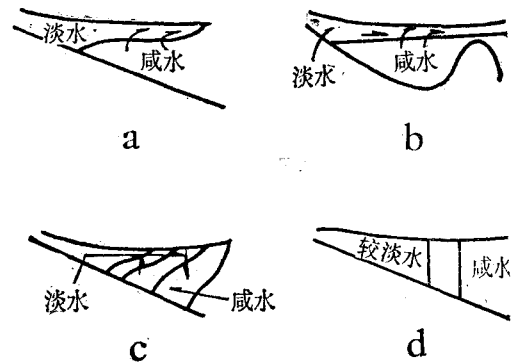


图 1

因此，盐水楔的形状便保存下来。这种河口的流状是：楔端上游，整个水深的水流向海洋方向流动；楔端下游，上层淡水在全潮周期内流向海洋，而底层的咸水则是上溯的。

2. 高度分层河口·峡湾型 (图1b)

这类河口在许多方面与盐水楔河口相似。咸、淡水之间有明显的界面，界面下面等盐层的厚度很厚，界面以上为一层浅薄的淡水层，其厚度从峡湾的源头到口门几乎保持不变。当径流流速达到一定值时，也会发生咸、淡水交换。径流量大时，表层几乎是均匀的，最大盐度梯度发生在表层下面；径流量小时，表层欠均匀，最大盐度梯度发生在表层。

3. 缓混合型 (图1c)

这种类型河口潮的作用增强，潮能主要消耗在克服底部摩擦力所做的功上，产生了湍流，湍流使上溯的咸水和下泄的淡水相互混合。因此，表层盐度显著增加，且上层的下泄流量远远多于腹地排出的淡水流量，这引起向内陆方向流的补偿流流量的增加。于是，一个明显的二层流系得到了发展。咸、淡水的涡动混合，使得这类河口的盐度结构与盐水楔河口大相径庭。表层盐度向河口口门方向增加得很快，低盐度的淡水只出现在靠近河口源头的地方，底层的咸水有纵向的盐度梯度。这类河口的中间河段的盐度梯度几乎呈线性变化。垂直盐度剖面线形状沿河口变化不大。在中层有一条盐度梯度最大的带，而表层和底层几乎是均匀的。

4. 垂直均匀型 (图1d)

这类河口为强潮河口，当河口的过水断面小，底部的速度切变大，足以使整个水层进行混合，达到垂直均匀。它又可以细分为侧向不均匀和侧向均匀两种。侧向不均匀型河口的宽度较大，科氏力把水流平分开。在北半球，河口右侧的整个水层内，净径流一致向海方向流动，而向腹地的补偿流局限在河口的左侧。所以，河口环流发生在水平面上，而不象其它类型河口的环流发生在垂直方向上。河口两侧盐度向口门方向有规律地增加。而侧向均匀型河

口宽度不大，侧向切变强，足以使河口侧向充分混合而达到均匀，盐度向河口稳步增加，主涨穿过断面流向外海。这类河口实际上是很难找到的。

三、分层参数法

1961年依本和哈利曼提出分层参数法。他俩把沿河口高潮的相对时间 σ_{tH} 、潮幅和位相变化 kx (波数 $k = \frac{L\pi}{\lambda}$, λ 为潮波波长), 以及阻力系数 μ (用它来说明潮幅受摩擦而引起的随 x 的变化) 联系起来。

河口中任何一点的高潮相对于河口源头的高潮时间 σ_{tH} 由下式给出:

$$\text{tg}\sigma_{tH} = \text{tan} kx \text{ tanh}\mu x$$

在过水断面和糙度为均匀的水渠中, k 和 μ 可视为常数, 且

$$\mu = \frac{\varphi}{2\pi} k$$

式中, φ 为消散常数。任意一个河口的 φ 和 k 值可用高潮时角的实测值和距河口源头 x 处几个点上测得的相对潮幅这二个值查诺模图 (图2) 获得。

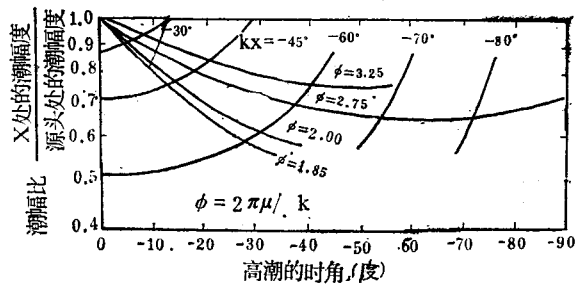


图2 从潮幅比和高潮时间确定 μ 和 k 的诺模图

穿过任何断面的潮能输送率 P_x 为:

$$P_x = C b g \rho A_0^2 \sinh 2\mu x$$

式中, 波速 $C = \frac{2\pi}{Tk}$, T 是潮周期, b 为宽度, ρ 为水的密度, A_0 为河口源头的潮幅。对无前进波成分的纯驻波, $\mu=0$, 即潮能通量为零。

两个过水断面 x_1 和 x_2 之间的水渠段中的能量消散率为 $P_{x_1} - P_{x_2}$ ，则单位（水）质量的潮能消散率为：

$$G = \frac{(P_{x_1} - P_{x_2})}{\rho b h (x_1 - x_2)}$$

当水质点沿河口流向外海过程中，因密度增加，故获得位能，全长为 L 河口中单位质量的水获得的位能率为：

$$J = g \frac{\Delta \rho}{\rho} h u_f / L$$

式中， $\Delta \rho$ 为咸、淡水的密度差， u_f 为 L 流程上淡水的平均流速。因此，对给定的河口， J 仅受河川径流的影响。 G 表示要么消耗于水体混合，要么作为热能放出的那部分的潮能量。比值 G/J 称为分层参数，表示单位质量的水耗在水柱混合所支出的能量与其所获得的位能之比值。这个比值同理查得逊数的倒数颇为相似。分层参数增大表示充分混合的条件较好；分层参数减小表示分层的条件较好（图3）。如果其它因素不变，增加径流量则意味着分层参数减小，有利于分层。由于分层参数也取决于河口的宽度和深度，所以即便在径流量和进潮量相当时，只要河口的尺度不同，也会产生不同的分层参数。这就表示流量不宜作为定量地比较河口分层的一个指数。

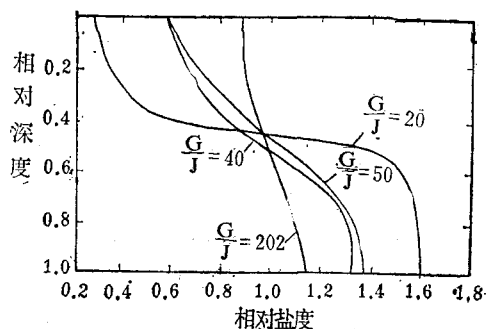


图3 从模型试验推导出来的垂直盐度梯度与分层参数的关系

四、分层-环流图法

迄今最好的分类法可能要算分层-环流图法（见图4）。

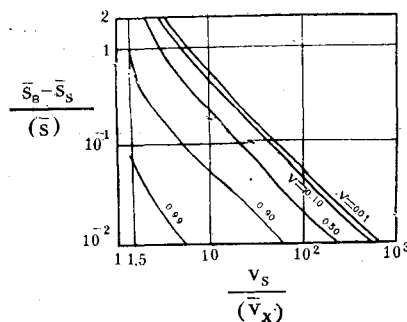


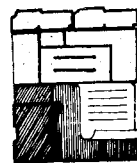
图4 分层-环流图

图4中，纵座标是河口中某一定点的底层与表层的平均盐度差 $\bar{S}_b - \bar{S}_s$ 同全潮周期深度平均盐度值 (\bar{S}) 之比值；横座标是全潮周期净表层环流平均流速 \bar{V}_s 与径流的过水断面面积平均流速 (\bar{V}_x) 之比值。

这个分类法是汉生和拉特赖在1966年提出来的。这种分类法是从理论上推导出来的。它用的是简单的观测值而不是用推导值；它描述的是一个连续区域。因而这种方法用来研究河口是很合适的。

（参考文献略）

水文气象学术年 会在昆明召开



中国海洋湖沼学会水文气象学会于1982年6月16日—22日在昆明市召开第三届学术年会。来自全国88个科研单位、大专院校和水文气象台站的158名代表出席了会议。

会议共收到论文180多篇。论文的内容可概括为四个方面：水-气相关及气象预报；环流、污染及测量技术；水文特征及理化性质；潮汐及波浪。各方面的论文采用大会报告和分组报告的形式充分进行了学术交流。代表们还围绕各个专题进行了热烈的讨论，并展望了我国水文气象学科的发展方向。

遵照科学研究要为国民经济建设服务的方针，会议组织了有关科技人员实地考察了云南最大的湖泊——滇池，并进行了座谈；为今后合理利用和开发滇池向当地有关部门提出了有益的建议。

（蔡浩然）