

黄河口邻近海域无潮点的确定

刘爱菊 李坤平 黄易畅

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

早在30年代小仓申吉便发现渤海存在两个半日潮 (M_2) 无潮点, 并用等高线法作出了同潮图。50多年来, 秦皇岛附近的无潮点位置基本确定, 而黄河口邻近海域的无潮点位置不大确定, 自1980年以来, 许多学者^[1-5]先后对渤海潮波进行数值计算, 在得出各自的潮波图中, 反映了作者们对无潮点位置的判断, 当时由于黄河口邻近海域的实测水位资料少, 无法判断哪种图更符合实际情况, 而只是一种推测。近年来, 国家海洋局北海分局在黄河口五号桩海港码头轴线上, 放置几台水位计进行水位观测, 获取了一个月的同步观测资料, 经分析确定 M_2 无潮点的位置在03号站的东南方约 2 km 处^[6]。

1986—1989年, 我们在小沉船 ($38^{\circ}06'09''N$, $118^{\circ}58'22''E$) 附近, 采用安德拉水位计观测, 获得了连续三年的水位资料, 并结合周围测站的资料 (图1, 其中含北海分局的资料) 进行了分析, 在分析中发现02、03站及周围测站的 M_2 分潮振幅和迟角的变化是不合理的, 因此我们又对这些站的原始资料作了考证, 发现02、03站的水位计有下沉现象, 造成水位观测记录的起算面不一致 (图2), 这一现象, 必然影响 M_2 分潮无潮点的确定, 为此

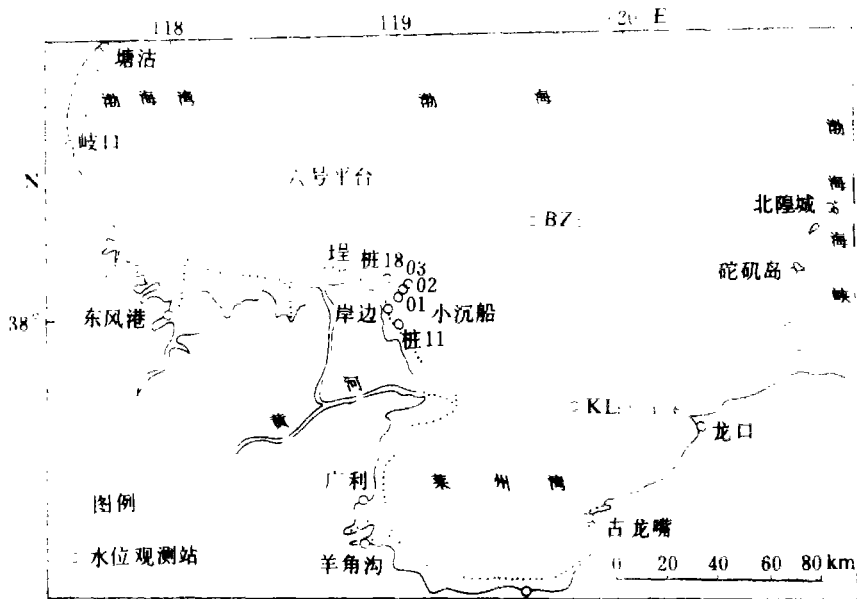


图1 水位观测站位图

我们对资料作了订正,再结合周围现场观测资料做全面系统分析,较准确地确定了 M_2 分潮无潮点的位置($38^{\circ}09'40''N, 119^{\circ}01'00''E$),与文献〔6〕的无潮点位置相比较有差异。

另外,近几年有关学者〔3, 4〕,对渤海1/4日分潮波作了数值计算,但所得1/4日分潮四个无潮点的位置却相差很大,旋转方向也不一致,基于这种情况,我们在分析半日潮无潮点的同时,对渤海南部两个1/4日分潮无潮点位置和旋转方向也作了分析,确定了 M_4 分潮无潮点的位置(见图4)。

一、资料概况和处理方法

近年来随着黄河三角洲的开发,黄河口附近不断设站进行潮位观测,获得不少的潮位资料,资料序列长短不一,长者一年以上,短则几天,春、夏、秋、冬各季均有,但以春、夏季较多;资料测站分布范围广,并位于无潮点周围(图1),既有沿岸站,也有海上测站,其中02、03、龙口、东风港、小沉船、岸边站等均为同步资料。分析前对原始资料作了精心的考证,资料质量是可以信赖的。重新将各站水位值作了调和分

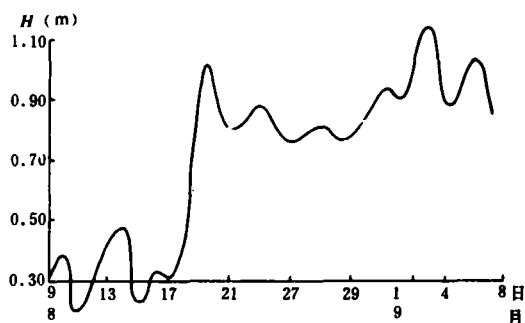


图2 02站潮位过程曲线起算面不一致情况

析。重新将各站水位值作了调和分

二、无潮点的确定

1. 由分潮调和常数推断无潮点的位置。据分析结果,03站的 M_2 分潮振幅最小,仅为0.8cm,而离开03站向外,振幅则逐渐增大,由此可以断定, M_2 分潮无潮点就在03站附近;从相角变化可看出,龙口港 M_2 分潮迟角和03站的迟角相近,说明03站和龙口在无潮点的同一侧,东风港 M_2 分潮迟角与03站迟角之差约 180° ,恰好半个周期,说明无潮点在东风港和03站之间,从而断定, M_2 分潮无潮点在03站的西侧,也就是在油码头中央轴线的西北侧。

为了进一步确定 M_2 分潮无潮点的精确位置,我们作了如下分析。在海区平均天文条件下,对于 M_2 分潮有下列公式:

$$\zeta = H \cos [\sigma t + (V_0 + u) - g]. \quad (1)$$

设 t' 以分潮假想天体上中天时刻起算,式(1)改写为:

$$\zeta = H \cos (\sigma t' g). \quad (2)$$

为书写方便以下略去“'”号,以东8时为标准时,式(2)展成下式:

$$\zeta = \zeta_1 \cos \sigma t + \zeta_2 \sin \sigma t,$$

其中

$$\zeta_1 = H \cos g, \quad \zeta_2 = H \sin g.$$

可见 ζ_1 和 ζ_2 分别代表 $t=0$ 和 $t=T/4$ (T 为分潮周期)时的潮位置。

将围绕03站的测站,计算 $t=0$ 和 $t=T/4$ 时的潮位置,绘制 $t=0$ 时和 $t=T/4$ 时的潮位场,零线的交点即是 M_2 分潮无潮点的位置($38^{\circ}09'40''N, 119^{\circ}10'00''E$),即在03站的西侧,与03站大约相距2.5km,离岸边约10km(图3)。

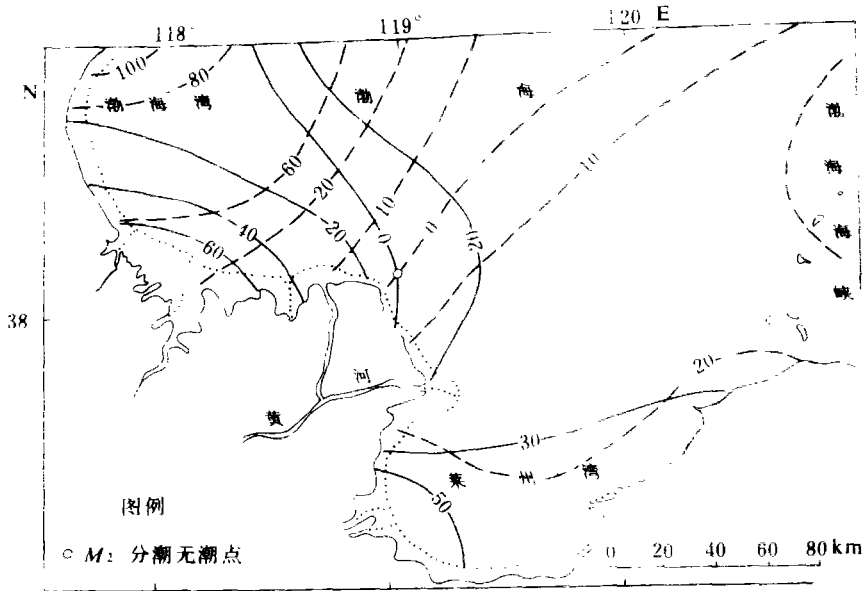


图3 M_2 分潮潮位场 ($t=0, t=T/4$)

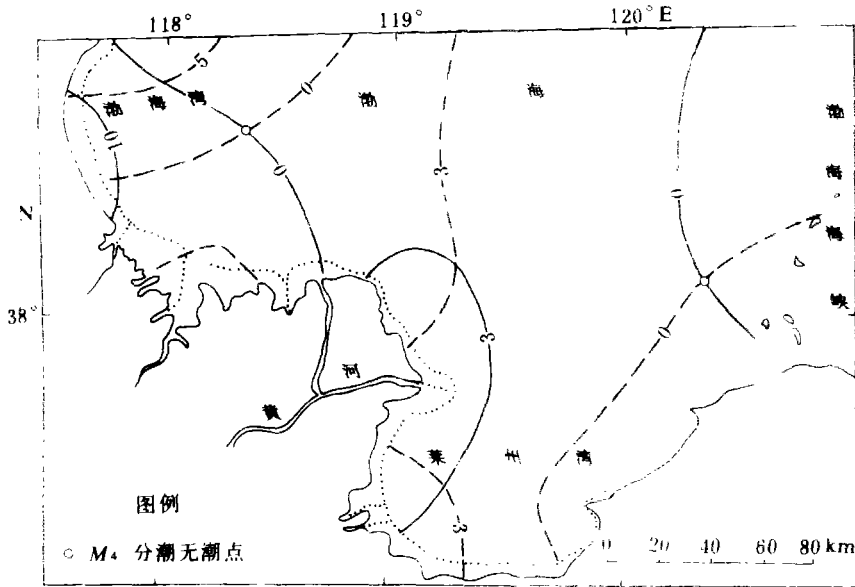


图4 M_4 分潮潮位场 ($t=0, t=T/4$)

用同样的方法,分析了 M_4 分潮潮波系统,得出 M_4 分潮在渤海南部有两个无潮点,一个在莱州湾口的左侧($38^{\circ}07'00''N, 120^{\circ}20'10''E$),另一个在渤海湾中部($38^{\circ}38'30''N, 118^{\circ}20'00''E$) (图4),由迟角的变化可知,两个 M_4 分潮潮波系统都是逆时针方向旋转。

应指出的是, 上述分析所用调和常数, 多数测站是用夏季资料分析的结果, 各站资料基本同步, 文中无潮点的位置, 基本代表夏季无潮点的位置。

2. 波谱分析方法, 为了进一步说明上述问题, 我们选用与03站构成扇形的东风港、岸边站和龙口港的同期资料, 作了谱分析计算, 结果表明03站的半日潮波峰值最小, 02站次之, 向外逐渐增大。从频域相关函数来看, 扇形面上各站之间存在着良好的相关性, 相关值在0.7—0.9之间, 而相距很近的03站与02站之间, 相关值仅0.25, 这也说明, 半日潮无潮点在03站附近。

各站与03站之间的位相谱, 进一步证实了半日潮无潮点的位置, 在半日潮频段上, 东风港和03站之间的相角变化约 170° , 说明半日潮无潮点几乎在东风港和03站之间的连线上。岸边站与03站之间相角变化约 41° , 龙口站和03站相角变化为 356° , 说明两站几乎同时变化, 由此还看出, 半日潮波绕无潮点逆时针旋转。

运用相同的分析方法, 得到渤海南部两个 $1/4$ 日分潮潮波系统, 一个无潮点位于莱州湾口, 偏向海峡一侧, 另一个在渤海湾中部。由位相谱的变化看出, 这两个 $1/4$ 日分潮波系统都是逆时针方向旋转, 与调和分析结果一致。

三、 M_2 分潮无潮点的变化

表1 月平均海平面距平值 (m)

| 月 份 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年较差 |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| 塘 沽 | -0.32 | -0.21 | -0.15 | -0.03 | 0.07 | 0.20 | 0.29 | 0.31 | 0.29 | 0.05 | 0.11 | 0.28 | 0.63 |
| 黄河海港 | -0.20 | -0.28 | -0.16 | -0.09 | 0.03 | 0.16 | 0.23 | 0.33 | 0.25 | 0.12 | -0.02 | -0.35 | 0.68 |
| 龙 口 | -0.22 | -0.22 | -0.17 | -0.06 | 0.03 | 0.14 | 0.23 | 0.26 | 0.19 | 0.07 | -0.07 | -0.17 | 0.48 |

1. 水位变化引起无潮点的变化。由表1看出, 本海区水位季节变化明显, 8月份最高, 1月份最低, 年较差为0.60m左右, 根据无潮点与湾顶距离的简单计算公式 $x = \frac{T \sqrt{gh}}{4}$, 年较差引起无潮点前后摆动约2 km。

2. 摩擦等原因引起无潮点的变化, 潮波在传播过程中, 如果无能量耗散, 入射波和反射波强度相等, 它们在海湾的分布是对称的, 相反方向传播的波 (位相相反) 叠加形成驻波波节, 在地转偏向力的作用下, 形成左旋潮波系统, 无潮点位于中央轴线上, 但是潮波传入浅海, 由于摩擦等原因, 引起能量耗散, 无潮点离开海湾轴线, 而向左侧 (面向湾顶) 偏离。

考虑铅直湍摩擦的浅海潮波, 其无潮点位置用下式确定

$$x_0 = \frac{(2n+1)\pi c}{2\sigma} \sqrt{\frac{H\mu^2 + 1}{2}}$$

$$y_0 = \frac{(2n+1)\pi c}{2f} \left(\frac{\sqrt{1+\mu^2}+1}{2} \right) \sqrt{1+\mu^2}$$

其中, σ 为分潮角度速度, f 为科氏参量, c 为 (\sqrt{gh}) 波速, h 取海湾平均水深, μ 为摩擦系数。由上式可见, 无潮点的位置取决于海湾长度、地理位置、平均水深、摩擦系数和分潮角速度。对于渤海湾, 取水深18m, $\psi = 38.5^\circ$, $\mu = 0.4$, 经计算 M_2 分潮无潮点位置在 $38^\circ 09' N$, $119^\circ 10' E$, 由此看出, 对于特定海湾, 摩擦效应 (μ) 的大小, 对无潮点的左右摆动有较大影响。在夏季海水层化较强, 垂直方向动量交换较弱, 且夏季平均水深较大, 夏季摩擦效应最弱, 由夏季资料分析无潮点的位置, 离岸较远, 相反冬季无潮点离岸较近。如小沉船的资料分析结果可知, 夏季 (8月份) M_2 分潮振幅4.0cm, 冬季 (1月份) 振幅2.3 cm, 一年资料分析结果是3.4cm, 而分潮迟角变化不大, 这说明无潮点基本上在一直线上摆动, 摆动距离约为5 km。

除此之外, 大潮期间, 能量耗散大, 小潮期间能量耗散小, 故可以推断, 大潮时无潮点离岸最近, 小潮时离岸最远, 摆动周期为半个月, 摆动距离另作探讨。

四、结 语

通过对近年来在黄河口周围所观测的全部潮位资料的分析, 笔者认为无潮点的位置已基本清楚, 随着黄河口岸线进一步外移, 无潮点位置可能发生变化, 但该无潮点位置能代表近期一段时间的情况。它对于分析研究黄河口邻近海域的潮汐现象和水文状况的分布及变化规律是极其重要的, 对于今后潮波数值计算工作, 无疑是最有力的检验和标定的准则。

参 考 文 献

- [1] 沈育疆, 东中国海潮汐数值计算, 山东海洋学院学报, 10 (1980), 3: 26-35.
- [2] 山广林等, 渤海潮混合数值模拟 I, 海洋与湖沼, 14 (1983), 5: 419-431.
- [3] 方国洪等, 渤海潮运动的一个二维数值模拟, 海洋与湖沼, 16 (1985), 5: 337-346.
- [4] 孙文心等, 一种三维空间非线性潮波的数值模拟, 山东海洋学院学报, 11 (1981), 1: 23-31.
- [5] 刘爱菊等, 渤海潮汐数值计算, 中国海洋湖沼学会水文气象学会会议论文集, 科学出版社, 1980, 71-81.
- [6] 王淑雪等, 黄河口海域水位变化原因的初步探讨, 第一届潮汐与海平面学术讨论会论文集, 1986, 66-72.