

## 沿岸泥沙运动冲淤量计算的一种方法

中国科学院海洋研究所

林国军

为适应我国海运事业发展的需要,在我国绵延万里的海岸线上,正进行着各种类型的海港工程建设。在建设中,除对沿岸地质地貌、海洋水文动力因素等进行综合调查研究外,对沿岸泥沙运动强度的研究引起了人们的特别重视,人们不仅要求给予定性研究结果,而且还要求给予数量的概念。

沿岸泥沙运动冲淤量的计算方法有多种,如海浪输沙算法、海潮流输沙算法和地形对比算法等。其中地形对比算法,是利用地形重复测量的结果,对测图区域内某些地段进行冲刷或淤积变化的计算;此法常用的有水深断面法、平均水深法和极点求积法等。

近几年来,我们在海港工程的调查研究工作中,深感已有的几种地形对比计算方法,或因计算精度不够,或因计算方法繁琐,特别是不能满足局部地段或特殊施工地区冲淤量计算精度要求。根据我们工作的实践,利用地形重复测量的资料,提出计算沿岸泥沙运动冲淤量的一种方法——水体积增减网格计算方法。

### 一、计算原理和公式

众所周知,同一地区在不同的季节或时期施测的水下地形图或海图,其水深(或水体积)是变化的;有的地方加深,有的地方变浅,有的地方基本没变。水深的这种变化,反映了水下地形发生了冲刷或淤积。因此,我们利用在两次水深测量工作期间,用相同范围内的水体积增加或减少来说明该面积内发生冲刷或淤积的变化。而冲刷或淤积的数量,是以两次测图等面积内的水体积增减变化之差来表示。从两次测量计算结果中,若第二次测量计

算所得水体积较第一次测量水体积数增多,就说明第一次测图后到第二次测图的这段时间,发生冲刷,反之则发生淤积。

从上述原理出发,水体积用下式计算:

$$Q = \sum_{i=1}^n h_i \cdot \Delta S$$

式中:  $Q$ ——水体积。两次测量结果之差,增(冲)减(淤)数值即为冲淤量 ( $m^3$ );

$n$ ——划分的计算网值数;

$h_i$ ——计算网格内的水深数据值 ( $m$ );

$\Delta S$ ——划分的计算网格的面积 ( $m^2$ )。

### 二、计算网格的划分

各种水深图和海图是海港工程设计的基本资料之一。不同的设计施工阶段,对水深测量图件的精度要求亦不相同。在进行冲淤量计算时,选用计算用图是很重要的一项工作。一般情况下,测图比例尺越大,冲淤量计算结果的精度就越高;反之,则越低。因此,在海港工程建设中,应选用大比例尺的图件来计算沿岸泥沙运动冲淤量。

根据建设工程的要求,确定计算范围。在该范围内,计算网格的划分,应考虑以下几个因素:

1. 计算网格的形状,要依据水深图或海图上水深数据点分布情况而定。一般应是:若水深数据点分布的点、线间距近于相等,则应划分为正方形网格;若水深数据点分布不均匀,就应划分为长方形。

2. 计算网格的大小(面积),要根据水

数据点分布的疏密状况，尽可能做到以每个网格内有一个水深数据点为宜。总的原则是网格面积越小越好。

为保证冲淤量计算的精度，一般在大比例尺测图上，既要基本保证每个计算网格内有水深数据点，计算网格的面积又要稍大；小比例尺的图件，计算网格的面积则要小。

3. 利用两次测绘的图件进行沿岸泥沙运冲淤量计算时，最好选用相同比例尺图件进行。划分的计算网格数目也要相同。在局部或特殊地段进行计算时，不仅计算网格数目要相同，而且计算网格面积也要相等，以便于进行对比。

### 三、计算网格水深数据的赋值

不同比例尺的水下地形图或海图，其水深数据点的分布，一般是较为均匀的。但在测量工作中，由于水文因素（流、浪、潮）、气象变化及船舶航行等因素的影响，实际上图内的水深数据点分布是不均匀的。因此，各计算网格内的水深数据点分布亦不均匀，有的网格内水深数据点多，有的网格内水深数据点少，甚至有的计算网格内无水深数据点。这就要求对计算网格水深数据赋值时，必需依照一定原则进行，使其数据值更近于实际水深，以确保冲淤量计算的精度。

根据我们工作中的初步实践，计算网格的水深数据赋值时，一般遇到以下几种情况：

1. 计算网格内只有一个水深数据点，此点居网格中心（图1），则该计算网格的水深数据值，就是赋予此水深数据值。

若在计算网格内有一水深数据点（图2），

3 <sub>4</sub>	3 <sub>4</sub>	3 <sub>5</sub>
3 <sub>4</sub>	3 <sub>5</sub>	3 <sub>5</sub>
3 <sub>4</sub>	3 <sub>5</sub>	3 <sub>5</sub>

图1

8 <sub>4</sub>	8 <sub>5</sub>	8 <sub>5</sub>
8 <sub>4</sub>	8 <sub>6</sub>	8 <sub>7</sub>
8 <sub>5</sub>	8 <sub>5</sub>	8 <sub>8</sub>

图2

1 <sub>5</sub>	1 <sub>5</sub>	1 <sub>7</sub>
1 <sub>5</sub>		1 <sub>6</sub>
1 <sub>4</sub>		
1 <sub>3</sub>	1 <sub>4</sub>	1 <sub>5</sub>

图5

1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	1 <sub>0</sub>
1 <sub>0</sub>	1 <sub>1</sub>	
1 <sub>1</sub>		1 <sub>1</sub>
1 <sub>2</sub>	1 <sub>3</sub>	1 <sub>3</sub>

图6

但其位置不在网格中心，该网格的水深赋值时，应参考周围计算网格内水深数据点的数值。如周围计算网格水深数据值与该计算网格内水深数据值相近，就以此计算网格内的水深数据值为该计算网格的水深数据值。

2. 计算网格内有两个或两个以上水深数据点（如图3、图4、）。对这类计算网格的水深数据赋值时，将计算网格内水深数据值相加，求其算术平均值，以所得平均水深数据值，赋予该计算网格即可。

	9 <sub>7</sub>	9 <sub>9</sub>
9 <sub>6</sub>	9 <sub>7</sub>	9 <sub>9</sub>
9 <sub>4</sub>		9 <sub>9</sub>
9 <sub>5</sub>	9 <sub>6</sub>	9 <sub>9</sub>
9 <sub>5</sub>		9 <sub>8</sub>
9 <sub>3</sub>	9 <sub>6</sub>	9 <sub>8</sub>

图3

	6 <sub>3</sub>	6 <sub>5</sub>	6 <sub>0</sub>
6 <sub>5</sub>	6 <sub>4</sub>		
	6 <sub>5</sub>	6 <sub>6</sub>	6 <sub>3</sub>
6 <sub>6</sub>	6 <sub>6</sub>	6 <sub>7</sub>	6 <sub>4</sub>
	6 <sub>6</sub>	6 <sub>7</sub>	
7 <sub>0</sub>	6 <sub>6</sub>	7 <sub>0</sub>	6 <sub>6</sub>

图4

3. 计算网格内无水深数据点，在计算网格赋值时，应先要将其周围的计算网格赋值，然后参考其周围的计算网格水深数据点分布情况和各水深数据值的变化，根据不同情况，进行赋值：

(1) 在计算网格的左、右或上、下（如图5、图6）的计算网格内水深数据点分布是有规律变化的。无水深数据网格，其网格内无水深数据点是由于左、右或上、下水深数据间距过大所致；在对该计算网格赋值时，要把此计算网格左、右或上、下计算网格水深数据值相加，求出其算术平均值，所得到水深数据值，再赋予无水深数据点的计算网格。如图5的无水深数据点计算网格，其水深数据值，即

应以该计算网格的上、下两计算网格水深数据值的算术平均值赋值。图 6 应以无水深数据点计算网格的左、右侧计算网格水深数据值相加的算术平均值赋值。

(2) 无水深数据点计算网格的左、右和上、下各计算网格内水深数据点分布不均匀(如图 7)。对该计算网格赋值时, 首先要看

周围计算网格内水深数据变化趋势。各计算网格内水深数据值无悬殊差异, 则将无水深数据点计算

6 <sub>6</sub>	6 <sub>7</sub>		6 <sub>7</sub>	7 <sub>1</sub>
6 <sub>7</sub>		6 <sub>7</sub>		7 <sub>0</sub>
7 <sub>0</sub>	7 <sub>0</sub>	7 <sub>1</sub>	6 <sub>8</sub>	6 <sub>7</sub>
7 <sub>1</sub>	7 <sub>3</sub>		7 <sub>0</sub>	7 <sub>1</sub>
7 <sub>1</sub>			7 <sub>1</sub>	7 <sub>1</sub>
7 <sub>3</sub>	7 <sub>3</sub>	7 <sub>4</sub>	7 <sub>3</sub>	7 <sub>3</sub>
7 <sub>3</sub>	7 <sub>3</sub>		7 <sub>3</sub>	7 <sub>3</sub>
7 <sub>5</sub>	7 <sub>5</sub>	7 <sub>4</sub>	7 <sub>4</sub>	7 <sub>5</sub>

图 7

网格周围的各计算网格内水深数据值相加, 求其算术平均值, 赋予无水深数据点计算网格。

由于测线间距偏移过大, 水深数据点间距过大; 当出现无水深数据点计算网格周围的各计算网格内水深数据值变化较大时, 对无水深数据点计算网格赋值时, 除参考该计算网格周围水深数据值外, 还要参考更大范围内的各计算网格水深数据值。一般在确定计算网格形状时, 已考虑到各计算网格内都有水深数据点而划分的计算网格, 且各计算网格所代表的面积不宜过大; 所以, 在较大范围内, 如果各计算网格内水深数据值无特殊变化, 那么该无水深数据计算网格的赋值, 则是将该计算网格周围的四个计算网格内的水深数据值相加, 然后以其算术平均值赋予该无水深数据值计算网格。

总之, 计算网格水深数据的赋值, 是直接关系所计算面积内泥沙运动冲淤量计算的精度, 所以在计算网格赋值前, 应先要对所要进行计算范围的水深数据点的分布情况有所了解, 对各种类型的赋值计算网格确定合理原则。局部地段或特殊要求的地区, 要结合图件的精度, 在综合分析的基础上, 尽量提高计算

网格的赋值精度。

#### 四、计算步骤

以我们工作过的某港部分地区泥沙运动冲淤量计算为例, 介绍该方法的计算步骤。

1. 确定计算面积。根据设计施工单位的要求和研究工作的需要, 选用的图件比例尺为 1/5,000, 并确定冲淤量计算的面积为 222,500m<sup>2</sup> (图 8 I—I' 线以上范围)。

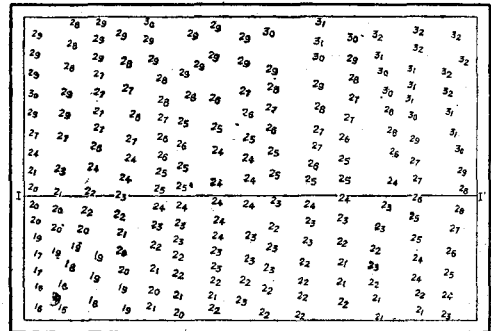


图 8 计算范围

2. 计算网格的划分。从图 8 可看出, 圈定的计算范围内, 水深的数值分布较均匀, 计算网格的形状以正方形为宜。每个计算网格面积为 2,500m<sup>2</sup>; 共 90 个计算网格。

3. 取一张透明计算纸, 将其蒙在已圈定的计算面积 (图 8 I—I' 线以上) 上, 按划分的计算网格, 根据赋值原则, 对每平方公分的计算网格进行赋值 (如图 9)。

4. 计算。将计算网格的水深数据值相加, 求计算面积上水深数据之和为 248.75M; 并按计算公式, 求计算面积内水体积 Q 值。

$$\Sigma H = 248.75M; \quad \Delta S = 2,500M^2$$

$$Q = 248.75M \times 2,500M^2 = 621,875M^3$$

至此, 一次测图的计算过程结束。

依上述步骤, 做另一次测图的计算工作。将两次测图的水体积 Q 值相减, 得正值, 表明在圈定的计算面积上, 水体积 Q 值减少。这说明在圈定的计算面积上, 两次测图期间发生淤积, 淤积数量为 13,125M<sup>3</sup> (见下表)。

如果计算结果为负值, 则说明发生冲刷。

2.90	2.80	2.90	2.90	2.95	2.90	2.90	2.90	3.00	3.10	3.00	3.20	3.20	3.20	3.20
2.90	2.80	2.80	2.80	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	3.00	2.90	3.05	3.15	3.15	3.20
3.00	2.90	2.70	2.70	2.80	2.80	2.60	2.70	2.80	2.85	2.80	2.90	3.05	3.15	3.20
2.80	2.80	2.70	2.75	2.70	2.50	2.50	2.65	2.65	2.75	2.65	2.80	2.95	3.05	3.15
2.40	2.50	2.50	2.55	2.60	2.45	2.40	2.45	2.50	2.65	2.55	2.55	2.60	2.85	3.00
2.05	2.20	2.30	2.35	2.50	2.50	2.40	2.40	2.40	2.50	2.50	2.45	2.40	2.75	2.85

图9 赋值的计算网格

冲淤量计算成果表

计算范围	图8 I—I'线以上面积			
计算面积	S = 225,000 M <sup>2</sup>	计算网格面积	$\Delta S = 2,500 M^2$	
测图时间	$\Sigma H(M)$	Q(M <sup>3</sup> )	冲淤变化 (M <sup>3</sup> )	冲淤厚度 (CM/M <sup>2</sup> )
1975.6	248.75	621,875	+13,125	+0.06
1975.9	243.50	608,750		

此水深数据值做其他研究工作。

3. 此计算方法计算结果, 与海浪输沙算法、海潮流输沙算法计算结果互相进行了验证, 结果基本一致。

4. 水体积增减网格算法, 仅是我们在研究工作中的初步赏试。为了进一步提高其计算精度, 尚须对计算网格的赋值加以研究, 使冲淤量计算结果更近于实际。

## 五、几点看法

1. 采用水体积增减网格算法, 使沿岸泥沙运动的冲淤量计算工作摆脱了绘制图件、重复测量面积等工作, 在一定程度上提高了工作效率和计算精度。

2. 由于此方法的计算工作是数字化, 所以对所需进行计算面积不受大小所限, 并可用

## 本刊更正

本刊一九七九年第二期《世界海洋渔业资源》第七版第五段中“营浮游生物食性的鱼类多数是上层鱼, 它的产量占的比例历来很低”应改为: 营浮游生物食性的鱼类多数是上层鱼, 我国海域上层鱼类产量占的比例历来很低。

(上接第10页)

- [4] 天津市水产研究所淡水养殖研究室, 1974. 淡水中梭鱼的人工繁殖试验简况. 天津水产 (创刊号): 40.
- [5] Abraham, M., 1975. The pituitary of *Mugil cephalus* during adaptation to biotopes of different salinities. *Aquaculture* 5 (2): 199-204.
- [6] Eckstein, B., 1975. Possible reasons for the infertility of grey mullets confined to fresh water. *Aquaculture*, 5 (1): 9-17.
- [7] Ling S. W., 1974. Keynote address. Proceedings of the fifth annual workshop world mariculture society, 19-25. Published by the Louisiana State University Division of Continuing Education.
- [8] Мейен, В. А. 1939. К вопросу о годовом цикле изменений яичников костистых рыб. Изв. АН СССР Биол. 3: 389-420.