



孙新祚

(中国科学院海洋研究所)

在浅海海洋调查中,为了调查海底构造,要求调查船从海底地层中钻取样品。目前做这项工作多半采用钻井平台或是具有动力定位装置的船舶。但是在没有这些技术装备的情况下,采用普通船舶也是可以完成这种任务的。这叫“停荡锚泊”。“停荡锚泊”这个名词在海洋事业中没有听说过,它要求船舶在浅海锚泊后,前后、左右都不能移动。

1966年6月,中国科学院海洋研究所“金星”号调查船在执行海上作业时,有关部门要求在海上锚泊后只允许随潮升降,水平移动范围不得超过20厘米。“金星”号排水量1,180吨,平均吃水最浅十三英尺,最深吃水十五英尺,其锚泊设备和甲板起重设备与一般船舶一样。工作海区在水深25—30米的渤海中部,潮流是1—2节(海里/时),海况不超过五级风浪,工作区域四周没有物标。采用“停荡锚泊”方法在28天时间内,工作25次,仅返工一次,有效率为96%。实践证明,浅海停荡锚泊是可行的。现将浅海停荡锚泊的方法介绍如下:

一、基本考虑与要素选择

“停荡锚泊”要求调查船在水平方向上基本无移动,就需要对四周不同水平方向进行抛锚。“金星”号采用四锚停荡,在船的前后各抛一组八字锚的方案是最为简便易行的,而且只需单船自行操作就可进行。此方案中艏抛出八字锚,两艏锚的锚链与艏联线成 40° 左右。艏抛出串联锚组,两组组成八字形,锚缆与艏联线亦成 40° 左右。艏八字锚与一般船舶抛八字锚方法相同。艏八字锚组较为特殊。在艏锚组,主要选定锚抓力、锚缆的拉力(圆周)和长度。此外在整个锚泊过程中艏的纵向方位很重要,这是必须加以选定的因素。

1. 艏方向的选定:“停荡”时的艏方向一定要选择平衡于最大潮流的方向,从而降低调查船横移的可能性。我国浅海潮流一般是顺时针方向旋转的(个别海区也有反时针方向旋转的),有急流和缓流时间,有其一定规则。大多数海区急涨和急落潮时形成了相似的往复流。为了减低潮流对船的压力,选定“停荡”时的艏方位就很重要,这就要求在“停荡锚泊”方案中,事先计算好海区潮流情况,制定“停荡锚泊”的操作计划。例如:在北纬 $38^\circ30'$ 、东经 $119^\circ50'$

海区,水深27米海底地质泥沙,该日计算潮流情况如表1所示。

表1

时 间 (时)	流 向	流 速 (海里/时)
00	337°	1.2
02	060°	0.7
04	109°	1.5
06	128°	1.5
08	180°	0.7
10	263°	1.0
12	283°	1.2
14	293°	0.3
16	117°	0.6
18	128°	0.2
20	283°	1.2
22	309°	1.5

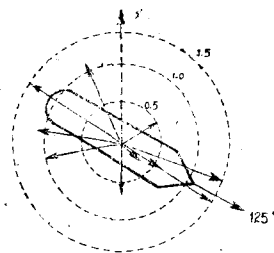


图 1

从上述潮流示图中选定“停荡锚泊”艏方位 125° 或 305° 是合适的。从计算中求得这个海区是顺时针方向旋转的一日二回潮。在 309° 和 128° 左右方位潮流最大有1.5节(海里/时),形成了很明显的往复流。同时,抛锚开始时间可以选择起潮迎潮时间,这样有五个多小时迎流,就有足够的时间从容操作。

2. 锚的抓力:常用的锚为一般动力锚,这种锚如果不产生垂直提升力,其抓力应随水平拉力增加而增加。为了防止产生垂直提升力,就需要放长锚链(索),使在锚前一段锚索与海底相切。从经验中体会到锚在海底的夹角为 $6-7^\circ$ 。

时其抓力感到略有影响；夹角大于7°时常有发生拖锚现象；夹角大于12—15°时，明显感到抓力失效，此时已不能起到锚的作用，而只能起到重锤作用。一般锚抓角在砂或粘土里约为30°和软泥里为50°时其抓力为最好，估计抓力为锚重的12—17倍。除选定适当重量的锚以外，在抛锚时增补一只较小的串联锚作辅助是很必要的。因为串联锚抓力能起到随水平拉力增加而增加的作用。

3. 锚缆拉力的估算：锚缆的拉力确定于调查船承受流压和风压的状况，足够的锚缆拉力可以抗衡风流的压力，保证调查船停荡的稳定性，计算流压采用船舶设计流体力学的公式：

$$\text{纵向：} FH = 0.058 \text{ } BTV^2$$

$$\text{横向：} FL = 0.098 \text{ } LTV^2$$

式中：B为船宽(m)；L为船长(m)；T为吃水(m)；V为流速(m/sec)

计算风压依受风压面积，采用“船舶防台须知”附表7中公式。

$$\text{单位面积压强：} PW = 0.118 \omega^2 \text{ kg/m}^2$$

式中： ω 为风速(m/sec)

锚缆拉力按各压强之和的最大值估计。并由此选定锚缆的粗细(圆周)。采用计算公式：

$$\text{破断力} = C^2 \times 2 \text{ 吨}$$

$$\text{安全负荷} = C^2 \times 2 \div 6 \text{ 吨}$$

式中：C为钢缆圆周。

4. 锚缆长度选定：锚缆长度主要决定于水深。锚缆与海底间的夹角主要决定于水深和锚缆长度。当水深确定时，锚缆长度应大于水深的8倍，这时夹角不超过7.5度。加锚缆、锚头链重量，其夹角将小于7.5度。在某些特殊情况下，如海底地形不平整，即使串联锚大锚夹角大于7.5°，这时串联的小锚能

保证不产生垂直提升力，其抓力随水平拉力增加而增加。因此锚缆伸出舷外长度不少于水深8倍是合适的。

二、停荡锚泊的实施

停荡锚泊的实施过程，一般是指编制串联锚组、抛串联锚、停荡抛锚、起锚以及锚位距离测离。

1. 串联锚组编制：“金星”号当时的串联锚组是选用50公斤左右小锚，接上30米左右长3英寸粗(圆周)的钢缆，一端接在大锚的锚冠上(大锚选用200公斤左右海军锚)，大锚环接锚链一节(长25米)，锚链一端接锚缆，锚缆一端接引缆；引缆用2英寸钢绳，一端接浮标。串联锚组编制妥后即做好抛前的准备工作：把大小锚运出舷外，用制动链(绳)挂绑妥于舷外，并把大小锚缆钢索收紧绕在带缆桩上，防止滑落海中；锚头链也顺着舷外用制动绳绑住；锚缆大部分可不用拉出，放在钢绳车上。做好抛放的准备工作，以保证安全作业。

2. 抛串联锚：调查船抵工作海区的钻探地点，迎流抛出单锚，放出锚链7—8节，船停妥后开始抛串联锚。首先抛右舷锚组，先把小锚缆绕在带缆桩上徐徐松放，使小锚躺在海底，锚索松劲时解去缆桩，接于大锚的锚冠上。收锚链时，使船徐徐向前，以便锚缆受力拉直。收锚停妥后开始抛大锚，先把大锚标钢绳(定位标)接妥于锚冠拉紧，绕在缆桩上；也像抛小锚一样，使大锚徐徐下水松放到海底。锚头链随着受力情况把舷外的制动绳一段一段解去，随大锚缓缓下水。当锚标钢索不受力时，解去缆桩，接妥锚标(定位标)，抛入海面(钢索接于定位标不宜过长，一般比水深长5—8米即可。避免定位标随着流压偏离锚位过大，影

响定位)。调查船再次收锚前进，使大锚索受力把海底的锚头链拉直，随着船向前进，徐徐轻放。将要放尽大索时停稳船，使制动链制住大缆索，并解去缆桩，顺理清楚，接上引缆钢索和浮标放入海面，这就完成了一组串联锚的抛放工作。另一组串联锚用同样方法抛放。

在抛放过程中始终要注意使小锚、大锚、锚头链、锚索在海底拉紧，成一直线，尤其在近锚部位没有扭结和卷压情况，以做到在收紧锚索时，二锚同时能起到锚的抓力作用。另外，在抛放过程中，始终注意“徐徐松放”，防止锚索自由落体的情况发生。自由落体不但不能

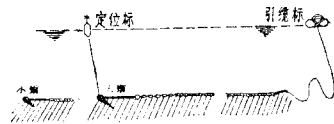


图 2

能保证安全，而且不能保证技术要求。锚掖到海底后的技术要求如图2所示。

3. 距离测量：停荡抛锚中必须按事先计算好的方位距离抛下每个锚。因此，测定各锚之间或锚与船之间的距离是十分重要的。使用六分仪视矩法测量距离的方法很多，下面仅介绍我们在实践中采用的两种方法。

(1) 六分仪俯角求距法：见图3。

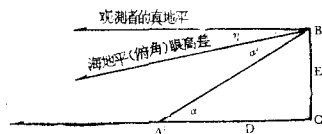


图 3

$$\tan \alpha = \frac{E}{D} \quad (1)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{E}{D} \quad (2)$$

式中: E为眼高(m); D为物标距离(m)。

测量时以六分仪的地平镜对着定位标, 镜反射的海平面与定位标相切, 这样得到的夹角(α'), 并不是定位标相切于该处真地平面的俯角, 而是与海平面间的夹角。由于地球曲率的影响, 海平面与观测者真地平面间存在着一个小的角差(η)就是:

$$\alpha = \alpha' + \eta \quad (3)$$

$$\therefore \alpha' = \tan^{-1} E/D - \eta \quad (4)$$

其中 $\eta = \sin^{-1} E/L$, L为海上目标可见距(m)¹⁾

(2) 近距求距法: 当定位标距离较近时, 只要观测者的位置条件允许, 利用六分仪或亚罗经直接测量定位标与船边水线的夹角, 更

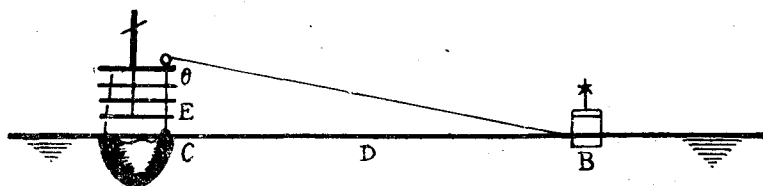


图 4

为省事。如图 4 所示。

$$\tan \theta = D/E$$

$$\text{测 } \theta = \tan^{-1} D/E$$

据方法一、二式可求出下列参用表, 如高(E) 11.5 米得 η 值为 $0^{\circ}03'$ 。

距离俯角表见表 2:

4. 停荡抛锚: 进行停荡抛锚先制作锚位布置操作计划。例如, 当地海区水深 25 米, 计划锚索伸出舷外为水深的 8 倍即 200 米。急涨

急落潮流向, 南北最大, 选定艏方位为 360° , 操作程序先后设 A、B、C、D、E, 按计划进行抛锚。调查船在钻探地, 任意选一点为“A”点, 抛一单锚用“抛串联锚”方法抛妥串联锚。起锚到“B”点。B 点定位用六分仪测“A”组串联锚的定位标, 与水平线相切, “视距俯角” α 是 $2^{\circ}00'$, 罗经测得定位计算方位是 127° 。这时距离“A”定位标 320 米, 抛单锚松链后退至“C”

表 2

θ DM E		150	160	170	180	200	210	220	250	260	270
11.5	方法一	$4^{\circ}20'$	$4^{\circ}04'$	$3^{\circ}49'$	$3^{\circ}30'$	$3^{\circ}15'$	$3^{\circ}05'$	$2^{\circ}51'$	$2^{\circ}35'$	$2^{\circ}29'$	$2^{\circ}23'$
	方法二	$85^{\circ}37'$	$85^{\circ}53'$	$86^{\circ}08'$	$86^{\circ}21'$	$86^{\circ}42'$	$86^{\circ}52'$	$87^{\circ}01'$	$87^{\circ}22'$	$87^{\circ}28'$	$87^{\circ}34'$
θ DM E		280	290	300	310	320	330	340	350	360	
11.5	方法一	$2^{\circ}18'$	$2^{\circ}13'$	$2^{\circ}09'$	$2^{\circ}04'$	$2^{\circ}00'$	$1^{\circ}57'$	$1^{\circ}53'$	$1^{\circ}50'$	$1^{\circ}47'$	
	方法二	$87^{\circ}39'$	$87^{\circ}44'$	$87^{\circ}48'$	$87^{\circ}53'$	$87^{\circ}57'$	$88^{\circ}00'$	$88^{\circ}04'$	$88^{\circ}07'$	$88^{\circ}105'$	

点, “C”点定位方法同“B”点。就是测得六分仪夹角 $2^{\circ}15.5'$, 罗经方位 90° , 距“A”定位标 285 米。抛第二组串联锚, 再航行至“D”点。方法如前。即六分仪测得“A”点定位标夹角 $\alpha = 2^{\circ}09'$, 距离 300 米, 罗经方位 171° , 抛右艏锚, 松链拖锚至“E”点, 如前法测定位置, 抛左艏锚, 松链后退到串联锚引缆标附近把船停妥, 放下工作艇捞上二

组串联锚引缆, 于艏收紧到计划长度 (200 米) 绕在带缆桩上, 再艏收八字锚, 并用主机进一或进二协

助收进艏艮八字锚, 使各锚受力, 调正计划艏方位, 检查各项方位如都接近于计划, 这就完成一次停荡锚泊。

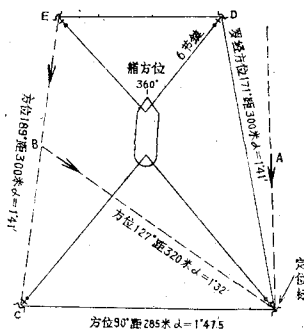


图 5

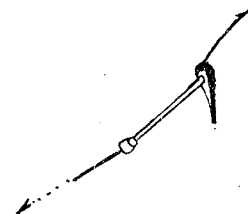


图 6

如果停荡锚泊的各个方位距离不够理想, 则不要马 (下转 45 页)

¹⁾ 参见航海表中“海上目标可见距离”或实用航海表总第九号第二部分 130 页。

参 考 文 献

- [1] 秦曾灏、冯士箴, 1975. 中国科学 1: 64—78.
- [2] 刘凤树, 1978. 风暴潮 I: 35—46.
- [3] 刘凤树、王喜年, 1976. 台风暴雨机制的初步探讨 (海洋局情报所刊印单行本)。第 23—38 页。
- [4] 佐藤久, 1961, 海と空 37 (3): 20—23.
- [5] 普劳德曼, 1952. 动力海洋学 (毛汉礼译)。科学出版社。第 314—315 页。
- [6] Munk 等, 1956. Science 123 (3187): 23—38.
- [7] Greenspan, 1956. Journal of Fluid Mechanics 1: 574—592.
- [8] Kajiura, K, 1958. Journal of Marine Research 16 (2): 145—157.
- [9] Reid, 1958. Journal of Marine Research 16 (2): 109—144.
- [10] Gjevik, B, 1976. Tellus 28 (2): 165—182.

(上接53页)上进行钻探工作。宁愿等一个潮时, 经过急流考验, 认为确已停止动荡再进行海上钻探工作, 以防止在钻探中途发生走锚, 损坏钻探机械。

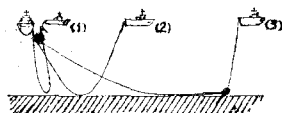


图 7

“金星”号一次停荡锚泊, 抛放时间一般需要两个半小时左右。在初抛时也花费过五个多小时, 最熟练时也近两个小时, 因抛锚时间选择在起潮迎潮时为佳, 这就有充分的时间, 以避免在抛放锚的中途

潮已回流, 调查船不能停在计划的迎流位置上, 否则对抛锚工作带来困难 (见图 5)。

5. 起锚: 首先松一节艏锚链, 使各锚松动, 然后缓缓松下流头串联锚, 将松尽时制动链制住缆索, 从缆桩上解去, 顺理清于舷外, 接上引缆和浮标, 放入海面, 再同前法解去第二条串联锚索, 收妥艏八字锚, 航行至主引缆标下流锚泊, 放工作艇捞上引缆, 收进串联锚, 钢索随收随冲洗净, 并随收在钢绳车上。务使现场有条不紊, 甲板清洁干净。收妥后随即做好抛前准备工作以备下次抛锚。

附 记

如果海区复杂, 急涨急落潮的

流向形成  形时, 可用四锚以上进行停荡。没有动力的平台驳船等钻探船, 可用他船代抛。但钻探船与抛锚船一定要密切配合, 于指定锚位抛锚, 抛锚时仍需徐徐下入海底, 保证锚的抓力不受影响, 见图 6、7。

(1) 松出一定锚索拖轮开始拖向锚。

(2) 在拖向锚位过程中锚索不宜自由落体, 随着拖进松放, 使锚索尽量减少在海底的磨擦, 以利拖轮顺利到达锚位。

(3) 拖轮抵锚位把大锚徐徐放入海底, 使锚的抓力能完全发挥作用。