

海洋渔业与航海专业用

《海洋与气象》补充讲义

邓广坤 编

大连水产学院

一九八五.十

第一章 船舶条件下测算台风的方法

§ 1、台风中心距离的判定

台风是热带气旋。中心气压最低。同时，台风是不断地运动的。因此，当台风接近时，当地气压是逐渐降低的；而离开时气压是逐渐升高。只是在台风的各部分气压的变化不同罢了。

判定船舶和台风中心的距离，要应用下面三个根据大量历史资料统计所得结果，如表6-2（气象学116页）和表1-1。

表1-1 台风中心与每小时气压降低量的关系

每小时气压降低量 (mb)	台风中心与当地距离 (海里)
0.6~2.0	250~150
2.0~2.6	150~100
2.6~4.0	100~80
4.0~5.2	80~50

例如船在上海港 ($31^{\circ}12'N$, $121^{\circ}26'E$)。根据气象台予报和海天征象，已知船舶受到台风的影响。0400时船舶气压观测值（经过订正的）为995.2mb，1600时为986.8mb。试求船舶距离台风中心若干海里？

解：先应用气压日变化改正表6-2，进行气压日变化改正，得：

$$0400 \quad 995.2 + 1.1 = 996.3 \text{ mb}$$

$$1600 \quad 986.8 + 1.1 = 987.9 \text{ mb}$$

平均每小时气压降低值为：

$$(996.3 - 987.9) \div (1600 - 0400) = 0.7 \text{ mb}$$

然后，应用台风中心与每小时气压降低量的关系表1-1，求得

船舶距离台风中心约为250海里。

上面方法是粗略的，此外，还要应用下面根据大量历史资料统计得到的各种表等。

表1-2 气压平均值与观测值之差和台风中心距离的关系

气压平均值与观测值之差 (mb)	台风中心与当地的距离 (海里)
小于5.3	500~120
5.3~10.7	120~60
10.7~20.0	60~30
大于20.0	小于30

气压观测值由船舶气象观测查算获得，至于当时当地的气压平均值可以从世界航路、航路指南、航海手册或其他航海资料中查得。判定时，除应用气压日变化改正表外，还要应用各地各月气压平均值，求出观测值和平均值的差，然后再应用这个差值在气压平均值和观测值之差与台风中心距离的关系表1-2中查得船舶与台风中心的距离。

表1-3 我国沿海各地各月气压平均值 (mb)

地区 \ 月份	5	6	7	8	9	10
北部湾	1007	1003	1002	1003	1008	1014
香港	1009	1006	1005	1005	1009	1014
基隆	1011	1007	1006	1005	1009	1015
长江口	1012	1006	1005	1006	1013	1019

表 1-4

远离陆地的海洋面气压平均值 (mb)

纬度	北 半 球				南 半 球		
	60°N	30°N	10°N	0°	10°S	30°S	60°S
压力(mb)	1012	1019	1012	1010	1012	1018	989

例如：某轮 1958 年 8 月 13 日 0400 时在长江口抛锚抗台，测得海平面气压为 993.1mb，估计该轮距离台风中心是若干海里？

解：先应用气压日变化表，消除气压日变化的影响，得到因台风移动而气压下降到：

$$0400 \quad 993.1 + 1.1 = 994.2 \text{ mb}$$

从各地各月气压平均表中查得，长江口当月平均气压为 1006mb，观测值与平均值的差：

$$1006 - 994.2 = 11.8 \text{ mb}$$

应用观测值与平均值之差和台风中心距离的关系表，查得船舶距台风中心距离是在 60~30 海里之间。

先用内插法，求出距离的改正量为：

$$\Delta s = (60 - 30) \times (11.8 - 10.7) \div (20.0 - 10.7) \approx 4 \text{ 海里}$$

$$\text{距离 } S = 60 - 4 = 56 \text{ 海里。}$$

上面的两种方法，虽然都是较粗略的，但具有一定的参考价值。

§ 2、台风移动方向的判定

台风的大小、强弱、移向、移速、风力范围等受许多条件的影响而变化很大。

根据真风向判定台风中心的方位。应用平均每小时气压降低量或气压观测值与当时当地平均气压值的差查算与中心的距离。从而确定中心位置。如经过两次这样的测算。就可以求得先后的两个中心位置。从第一个位置到第二个位置的联线就是台风中心的移动的路线。其所指的方向就是台风移动的方向。

台风区的等气线分布基本上是呈园形的。因此船舶在同一个台风区中。其经过订正与改正后的气压观测值和当时当地平均气压值的差数。可以定性地判定船舶距离台风中心的远近；差数大。距中心近，差数小距中心远。所以差数和距离成反比：

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{S_2}{S_1} \dots\dots\dots(1)$$

(1)式中： ΔP_1 是当时当地正常平均气压 P 与船舶第一次观测值 P_1 的差； ΔP_2 是当时当地正常平均气压 P 与船舶第二次观测值 P_2 的差；

S_1 是船舶第一次观测时刻与台风中心的假定距离； S_2 是船舶第二次观测时刻与台风中心的假定距离。

显然。如果从气象台发布的台风警报中掌握了 S_1 时。则可根据两次测得的 ΔP_1 和 ΔP_2 值。由(1)式可以算出 S_2 值：

$$S_2 = S_1 \times \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} \dots\dots\dots(2)$$

假设 S_1 为 100 个距离单位。则(2)式有：

$$S_2 = 100 \times \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} \dots\dots\dots(3)$$

如果在台风区中的船舶是停泊的。则应用船舶先后两次对真风向和气压距平均气压差数的测算结果。利用作图法很容易判定台风中心的移动方向的。

其作图的步骤如下：

1、在相应的海图或专用的空白地图上画出船位，然后根据每次测算的真风向和气压距平均气压差数的大小，从船位向台风中心画出二条方位线。

第一次所测得的台风中心方位线，叫第一方位线；第二次所测的，叫第二方位线。

2、计算第二次观测时刻船舶与台风中心之间的距离单位 S_2 。

3、从图上船位开始，在第一方位线上截任意长度作为100个距离单位，作为 S_1 。然后应用所算出的 S_2 值，从船位开始在第二方位线截取相应长度。联接两截点，从第一点到第二点的方向，就是台风中心移动的方向。

例如：9月5日船在北部湾海面，遇到猛烈的台风，两次观测的记录为：

1400 改正后的气压值为993 m b，真风向90°；

1600 改正后的气压值为988 m b，真风向135°。

求台风中心的移动方向？

解：(1) 查表1-3得当时当地正常平均气压值为1008 m b，两次观测时刻的气压值与平均值差数：

$$1400 \quad 1008 - 993 = 15 \text{ m b}$$

$$1600 \quad 1008 - 998 = 20 \text{ m b}$$

(2) 应用台风区中两次观测时刻求得的气压差数与台风中心距离成反比的规律：即公式(3)：

$$\text{得出：} S_2 = 100 \times \frac{15}{20} = 75 \text{ 个距离单位}$$

(3) 根据1400时气压差数值是15 m b和真风向90°，估

计台风中心的方位是 190° ；1600时气压差数值是 20mb 和真风向 135° 。估计台风中心的方位是 225° 。

从船位 O 点画第一方位线和第二方位线，并分别在两条方位线上各以 100 和 75 单位长度截取 A B 两点，然后联接 A B，它指的方向就是台风中心移动的方向，量得为 322° 。见图 1-1。

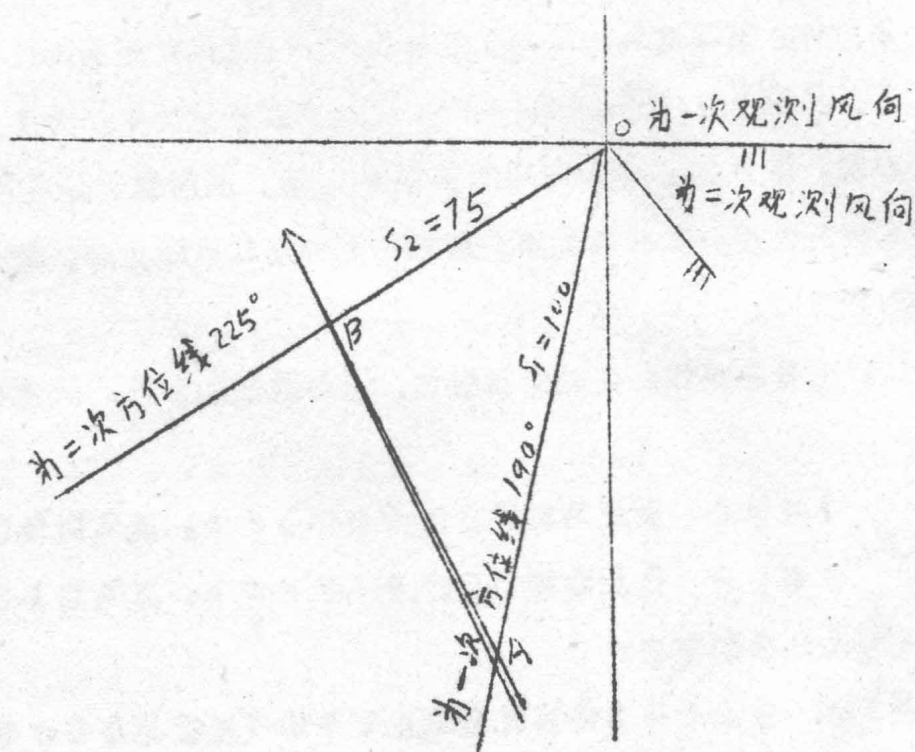


图 1-1 二次观测风向和气压判断台风中心移向

如果落入台风区中的船舶有连续三次的真风向和气压差数的测算，就不必求 S_1 或 S_2 ，也可以应用作图法判断台风中心的移动方向。

例如停泊的某船舶，在北部湾遇到强台风，当时连续三次测算的真风向与气压差数如下：

0600	真风向 45°	气压差数 9 m b
0900	真风向 67.5°	气压差数 10 m b
1100	真风向 90°	气压差数 11 m b

求：台风中心的移动方向

解：(1) 三次观测时刻的气压距平均气压差数都在 10 m b 左右，故背真风而立，热带气旋中心方位依上例方法，都可采取在左前方 67.5° 处。见图 1-2。

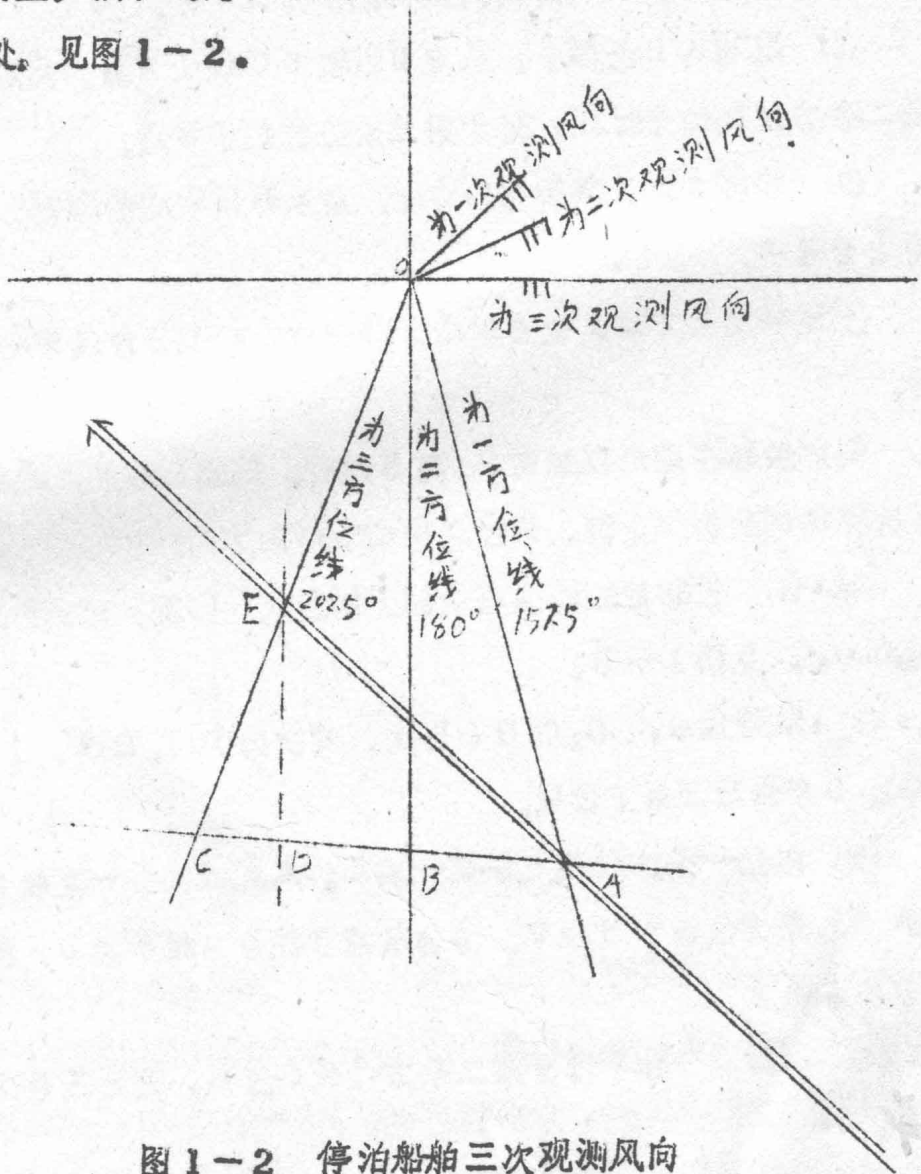


图 1-2 停泊船舶三次观测风向
和气压判断台风中心移向

(2) 从图上船位O出发依次按照真风向画出三条台风中心的方位线，它们分别指向 157.5° 、 180° 和 202.5° 。

(3) 在第一条方位线上任取A点，然后从A点任作一条直线交于第二条方位线B点，交于第三条方位线于C点。

(4) 第一次观测时刻和第二次观测时刻相隔3小时，第二次和第三次相隔2小时，两次时间间隔的比例为3:2。

(5) 取出AB长的 $\frac{2}{3}$ ，从点B截取BC线于D点。然后经D点作第二条方位线的平行线，交于第三条方位线于E点。

(6) 联接AE，其所指的方向，就是台风中心的移动方向，量得为 294° 。

上述举例的方法，也可以用于船舶航行时判定台风中心移动的方向。

例如船舶在南海以航向 247.5 航行，航速8海里，遇到台风。三次观测的数据如上例，求台风中心移动的方向？

解：(1) 在相应的海图或地图上画出航线和观测时刻的船位 O_1 、 O_2 和 O_3 ，见图1-3。

(2) 从船位 O_1 、 O_2 和 O_3 出发，依次向 157.5° 、 180° 和 202.5° 画出三条方位线。

(3) 在第一条方位线上任取一点A，从此点任作一直线分别交第二和第三条方位线于B和C。然后从点B截BC线于点D，使 $BD = \frac{2}{3} AB$ 。

(4) 通过点D作平行于第二条方位线的直线，交第三条方位线于点E。

(5) 联接AE线，其所指的方向就是台风中心的移动方向，量得

A 正的方向约 289° 。

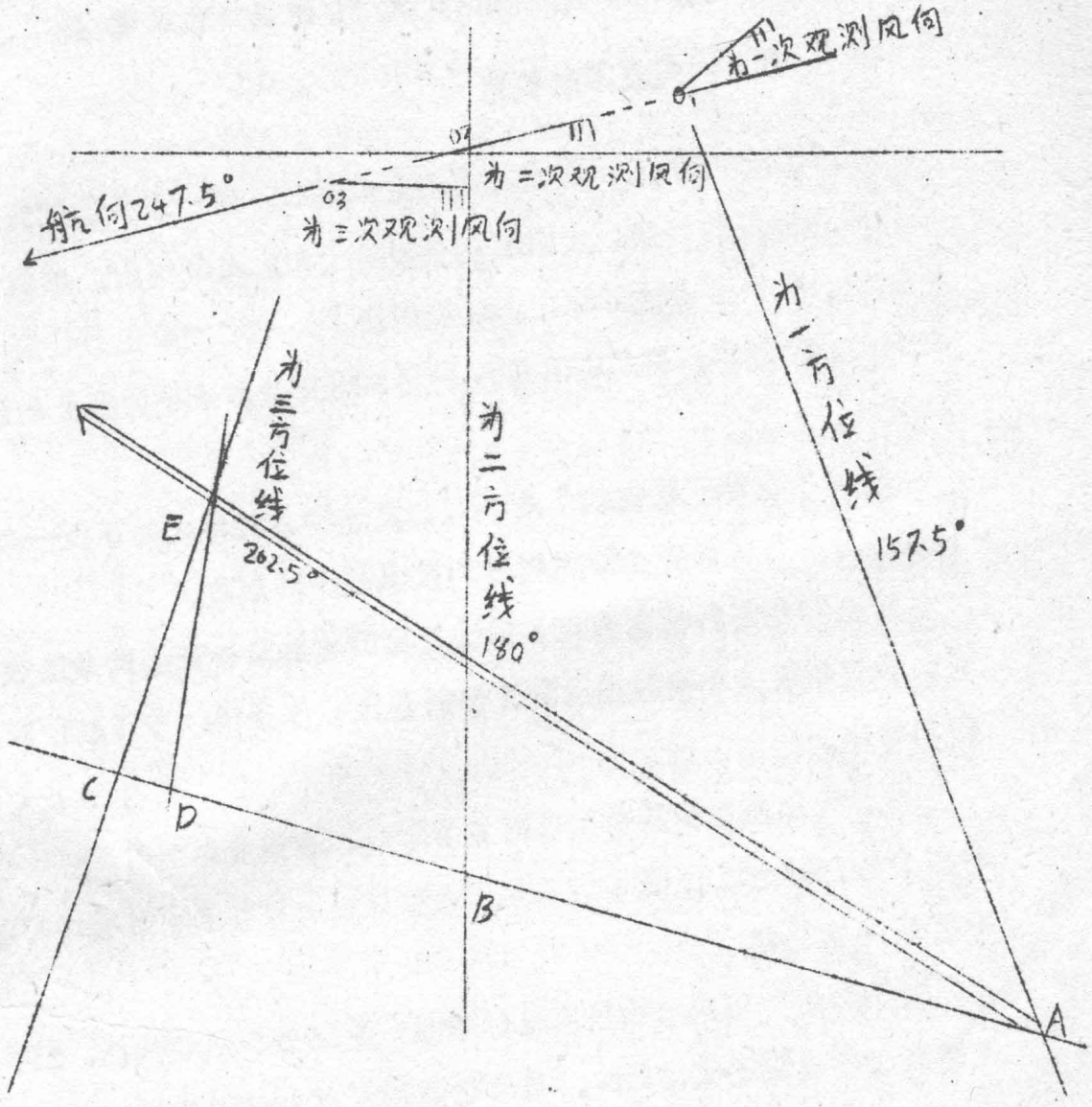


图 1-3 航行船舶三次观测风向和
气压判断台风中心移动方向

上面两例说明：①观测数据相同，但所得的台风中心的移动方向不同；因为第一例是停泊船舶，第二例是航行船舶，条件不同，其结果自然不同。②两个例子中的台风，并不是同一个台风。

第二章 船舶天气图与气象导航

§ 1. 气象导航概述

在我们的地球上，两点之间的最短航线，是一条大圆航线。但是因为风与海浪的影响，大圆航线在时间上很少是最短的，或很少是最安全的，或很少是最舒适的。这就提出了要确定一条能够较快的运输，较少的消耗燃料，把风暴和海浪引起的损失减到最小的程度的最佳气象航线。

所谓“最佳气象航线”是指在出发港和目的地之间寻找一条即能保证船舶尽可能地安全而航行时间又最经济的航线。

安全和经济的概念包括：保证旅客舒适和货物安全的最佳航行条件；保证甲板上和机舱里顺利工作的最佳操作条件；节省航行时间和燃料等等。

设计气象航线涉及到一系列复杂问题，这是较多气象工作者在各种假设的基础上进行研究的问题。船舶航线设计的基本原理是简单的与复杂的相结合。

对个别地区的风速和风向进行预报；要配备等风速线图，并将等风速线转译成描述波高的图。应用这些图，结合航海原则，船舶机构和海流等因素，可以算出任何类型船舶或船队可能达到的最大速度与安全速度。采用这种服务的船舶，与提供船舶航线设计的服务机构保持联系，并接受逐日航线进行航行的，叫岸上气象导航；利用传真接收机接收岸上台站发布的天气预报和波浪预报图，通过分析这些图，从中确定最佳航线的，叫船舶自行导航。例如北半球的低压的风向是呈反时针旋转的，所以东行的船舶应在低压的南端通过为好，而西行的船舶则是应在低压的北端通过为好，这样就基本保持顺风顺流航行。

南半球则相反。

南半球则相反。

§ 2、船舶自行导航

§ 2、船舶自行导航

具有一定的气象与海洋知识和应用各种海洋水文气象图表的能力和一定的气象知识，船长，利用传真机不断地获得岸台上发布的天气予报图和波浪予报图，利用传真机在船上自行导航，不但可能的，而且比岸上导航还好些。

现在很多船长能根据传真收到的天气系统的中期予报和短期风浪予报图，根据分析选出船舶的最佳航线。

船舶驾驶员常用的确定最佳航线的方法，是一种求最短航线的方法。把航程的起点和终点标在一张空白底图上，画出两点之间代表大圆航线某一段的直线。如有两条可用来实现该航次的航线，就把两者中相应的最短的线段都画出来。然后，根据最近一次观测绘成的实况天气图和波浪图以及地面气压予报图（连续5天的每日予报图）和波浪予报图（24、48、72小时），把气旋、反气旋中心、锋和风浪区的实际位置和予报位置都画在空白底图上。根据画出的等波高线并利用列线图，可以找出各特定情况下的波高与船速降低的关系，所画出的最小波高，一般也能使船舶的正常航速损失15%。如运货要求波高不超过某一数值，则应在图中标出与所运物相应的波高范围。

底图上还需画出低压中心的移动方向。为了绘制这种表示天气发展过程和风浪海区的形成的简易天气图，需要确定：低压系统和风浪区的移动方向和移动速度；达到暴风规模的海区；有涌浪传播的海区；能见度不良的海区；可能形成海冰的海区。所有这些情况都应标在简易天气图上，然后分析最短航线上将呈现的水文气象条件。如发现两条航线上的天气和海况都很好，那末就选择其中距离较短的一条。倘若发现一条

航线上的水文气象条件不佳而另一些则好些。那末就选择后者。若两条航线都要跨过大风区或恶劣天气的海区，那就要另选一条能避开危险海区的航线。

过24小时之后，当获得新的天气资料和预报时，就可以把新的情况与前一阶段预报的天气进行对比。若发现两者有很大的差别，则应修改只反映天气过程的简易天气图。根据需要，每天都应进行新旧预报的对比，并据此修正航线。

例如图2-1为横渡大西洋的船舶航线设计。A航线是从纽约到莫格兰南安普敦的大圆航线。B航线是气象导航机构提供的航线。

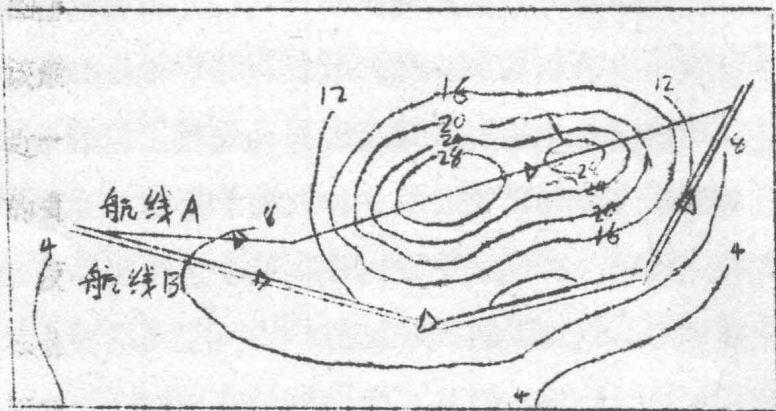


图2-1 横渡大西洋的船舶航线设计

图中的等值线为以英尺计的预报波高。封闭曲线表示波高超过16英尺的区域。比较A和B两条航线，A航线虽然距离最短，但如船舶按照此线航行，必然要遇到28英尺高的波浪，必然会使船舶的前进速度有相当大的减小，必然会延长它们到达目的港的时间，还可能遭到风暴对船舶，或对货物的毁损。在推荐航线B上，最大波高必然只有12英尺。船舶航行时间必将缩短，同时没有暴风引起毁损。

船舶自行导航，要制备船舶运动性能曲线图，如图2-2。

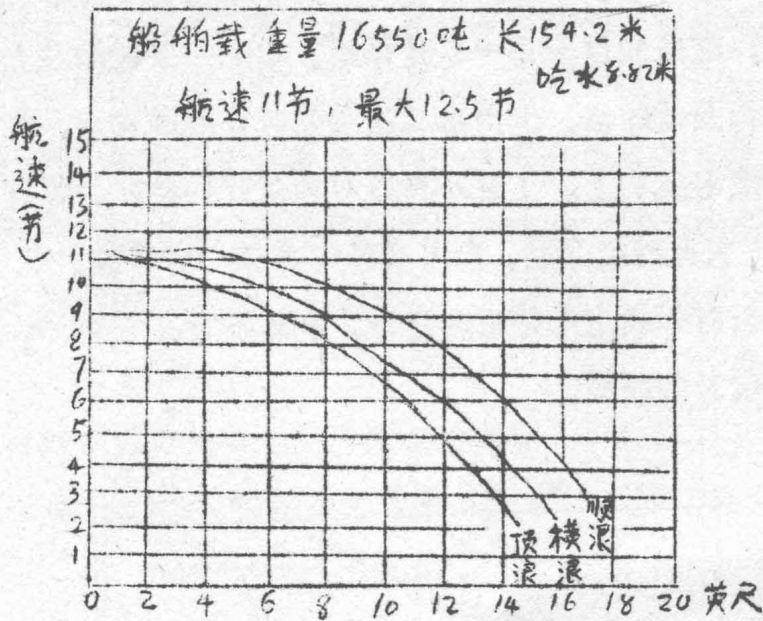


图 2-2 船舶运动性能曲线图

影响船舶航行速度的主要因素有波浪、海水流动与风，其中以海浪最为突出。海浪不仅会使船舶产生纵摇、横摇和升降运动，而且当波长接近船长时，还会产生共振现象。出现共振现象时，会引起船舶大幅度的纵摇，造成空车，降低舵效。

根据每条船在不同波高、波向的海浪中，作顺浪、横浪和顶浪航行，其对船速的影响，绘制成曲线。这种图叫做船舶运动性能曲线图，也叫波浪高度——船速曲线图。不论船舶自行导航或岸上气象导航，都必须使用这种图。

船舶自行导航，还要绘制时锋图与最少航时航线。如图 2-3。由收到的波浪预报传真图，视波场为不变。选接近船位的一点，作为起始点。用船舶运动性能曲线确定船在未来 12 小时，在顺浪、横浪和顶浪各航向上可能航行的距离，点出终点。把这些点用圆滑的曲线

连接起来，叫做时锋线。可见，时锋线即未来12小时，在波场中的可能位置线。这条线作为第一条时锋线。在第一条时锋线上选取一点与目的港距离最近的点，作为第二次绘制时锋线的起点，计算出顺浪、横浪和顶浪各航向上，12小时船可能航行的距离的终点，即得第二条时锋线。依此继续下去，即可获得许多条时锋线。

船位与各条时锋线上起始点的连线，就是不计其它海洋水文气象因素时的最少航时的航线。

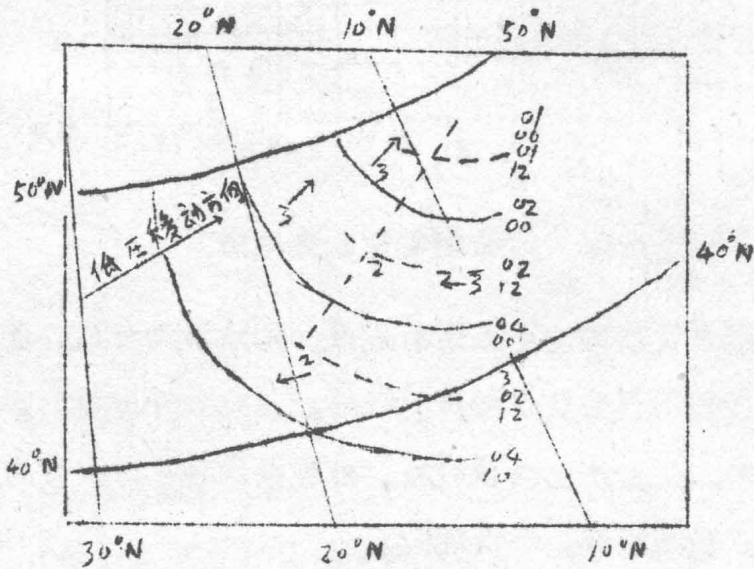


图2-3 时锋线与最少航时航线(1975、1、5 格林平时0000的资料; 一02, 2日, 00格林平时00时锋)

由于影响船舶航行速度的海洋水文气象因素不仅是波高与波向，因此对由时锋线所给出的最少航时航线理应予以修正。

海流对船速的影响，一般以其平行于船舶首尾线的流速分量为准。若此分量大于0.5节时，就应当考虑海流对船速的影响。各海区海流的流速与流向数据，可以从有关的引航资料中查得，但须考虑风海流

因素。最好作航海海流图求得合成流。如图2-4和图2-5。

在航海海流图中，把海流的观测资料分成8个方向点或16个方向点。除算出海流的速度和方向资料外，还按方向表示出它们的稳定性的特征来。海流的流花作法各有不同；一般都以箭头的特点、象形状、粗细和羽数表示流速，一定比例尺的箭头长度分别表示各个方向上的海流稳定性（百分数）。

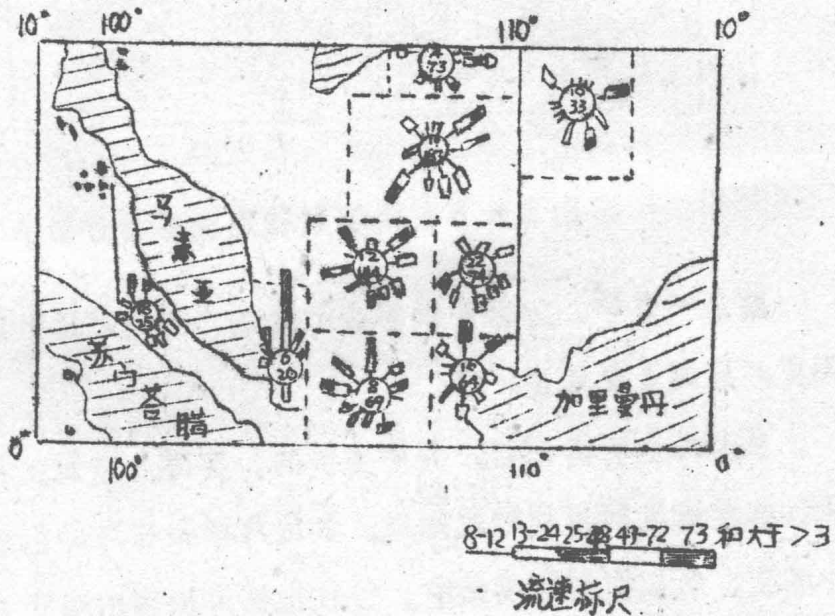


图2-4 流花图

图2-4中圆圈内上边的数字表示没有海流或者流速不超过指定范围时所占百分数情况，下边的数字表示构成流花的总观测次数。

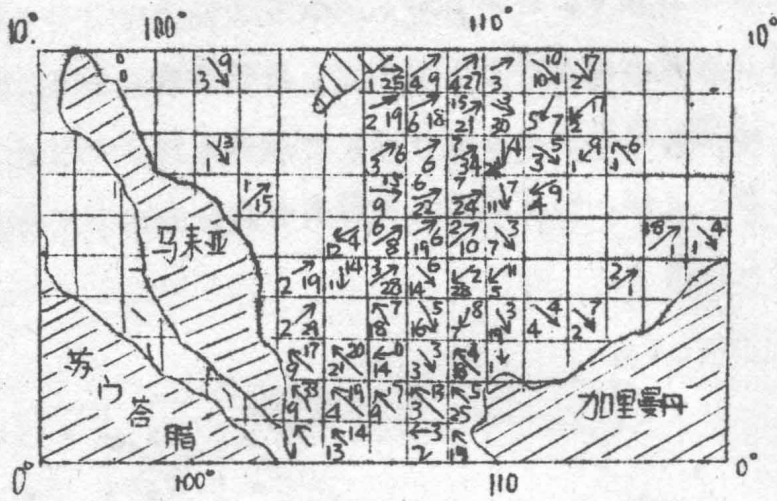


图 2-5 海流的稳定性(百分数)

图 2-5 中，方格中数字表示流速“海里/日”的范围，如从 2 海里/日到 19 海里/日。

因为海上有偶然流，其中主要的，实际上能计算出来的只有临时风和非连续风所造成的风海流，和因月球和日球的引潮力作用而发生的潮流，所以在航海实践中，往往把实际出现的海流（称为汇总流 V 当作是常定流 V_1 、潮流 V_2 和风海流 V_3 的和，这个和当然是可变的

$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3$$

当然，这种预先绘算与修正的航线和实际的航线是不完全一致的。因为预报的波高、波向与海流、风及航行途中所遇到的实际情况是很少完全相同的。

同时还要结合其他水文气象预报和海洋气候资料来修正与确定航线。

从收到的传真地面天气图，可以看出下层天气形势的特点。高压区常对应晴好天气；低压区常对应较坏天气。低压往往产生大范围降