

杰氏风暴潮剖面预报方法在我国的应用*

傅子琅

(中国科学院海洋研究所)

王喜年

(国家海洋局预报总台)

近年来,在美国风暴潮数值预报中,Jelesnianski 提出了一个剖面预报模式(以下简称杰氏模式),在作业上是很独特的。这一模式在某种合理规定的限度内,充分显示出预报基本风暴潮的技巧,并已成功地对美国东海岸及墨西哥湾沿岸的风暴潮进行了预报。因此,目前已被美国国家天气服务局确定为风暴潮的业务预报工具。

杰氏模式源于风暴潮的流体动力学方程组的数值解。与其他研究者不同的是:它在业务预报实践中,只要利用事先算好的一个在“标准海域”中、由“标准风暴”引起的内边界增水剖面,然后,通过预报海域的风场订正因子和深度订正因子进行修正,使其与实际海域和实际风暴相一致,就可作出预报。由于用这种方法所给出的结果是一条沿海域内边界的风暴潮剖面图,故称为风暴潮剖面预报方法。应用这种方法所需的基本资料是:风暴移行速度、风暴相对于海岸线的移动方向、最大风速半径、风暴中心气压及风暴登陆点附近的海域水深。因此,只要深度剖面订正值已知,台风强度及登陆点预报得准确,利用杰氏模式就可以很快作出离风暴登陆点不同距离的沿岸增水高度及最大增水出现位置的预报。为此,我们进行了杰氏风暴潮剖面预报方法在我国的应用试验和研究。应该指出,这种方法不仅对台风风暴潮的预报有用,而且对确定港工建筑,防潮工程等极值水位的设计也有其重要的应用价值。

杰氏模式能否应用到我国台风风暴潮预报业务中的问题,关键在于如何确定最大风速半径以及我国沿岸的深度订正因子。实践表明:当我们确定了这两个参数后,应用杰氏方法对我国东南沿海登陆型台风进行后报,获得满意的结果。本文中,我们将着重讨论如何确定最大风速半径和给出深度订正因子问题。并简单介绍其他参数的选取方法及怎样预报台风风暴潮剖面,对杰氏模式^[1-3]则不拟过多涉及。

一、标准台风风暴潮剖面预报

利用标准风暴作用于标准海域所引起的台风风暴潮模式,可以预报标准台风风暴潮剖面,但需确定下列几种参数:

(一) 台风最大风速半径

最大风速半径即指从台风中心到海面风最大处的距离。如果最大风速呈带状分布,

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第449号

本文承毛汉礼教授殷切指导,刘风树、甘子钧等同志审阅全文并提出宝贵意见,刘秉玉同志绘图,国家海洋局预报总台海况组的同志提供资料并协助计算,特此致谢。

而没有一个明显的峰值,则取台风中心到台风外缘的距离为其半径。这个参数控制着沿海增水的水平范围,可以从天气图中量取,但由于在我国沿海登陆的台风近中心风速资料往往缺测,因此,目前要从天气图中直接量取最大风速半径,实际上是难以实现的。

关于台风最大风速半径如何确定,一直是气象学界感兴趣,但还没有真正解决的问题。目前,主要是根据台风气压场模式来确定。例如,美国气象局所采用的台风气压场模式:

$$P_r = P_0 + (P_\infty - P_0) e^{-\frac{R}{r}}$$

日本所采用的藤田公式:

$$P_r = P_\infty - \frac{P_\infty - P_0}{\sqrt{1 + 2\left(\frac{r}{R}\right)^2}}$$

在上述两式中, R 为台风的最大风速半径,而 P_r , P_0 , P_∞ 则分别表示观测气象台站气压,台风中心气压及台风外缘气压; r 为观测台站到台风中心的距离。显然,在已知 P_r , P_0 及 P_∞ 的情况下,原则上可以从上述任一模式中求得最大风速半径。可是,从不同观测站所算出的最大风速半径相差是很大的。例如,采用美国气压场模式,根据不同地点气象台站的资料,计算6903号台风,在7月28日14时的 R 值,结果如下:使用汕头资料 $R = 30$ 海里,厦门资料 $R = 60$ 海里,东山资料 $R = 42$ 海里。由此看来,采用这种方法确定最大风速半径,免不了有某些主观性,本文也未采用。

现在,根据Matano的研究^[4,5],台风区域中气压和风的分布具有兰京复合涡的模式。即:气压呈圆形分布,风速对称于气压分布中心,并沿等压线吹送。在这种假定下,台风的风速分布为:

$$V = \omega_0 r \quad 0 \leq r \leq R$$

$$V = \frac{\omega_0 R^2}{r} \quad r \geq R$$

这里, r 、 R 的意义同上, V 为离台风中心 r 处的风速, ω_0 为旋转角速度。若把风的分布视为旋衡风,并略去科氏力的影响,则有:

$$\frac{1}{\rho} \frac{dP}{dr} = \frac{V^2}{r}$$

利用风速分布关系,对上式进行积分得:

$$P = \frac{\rho \omega_0^2 r^2}{2} + P_0 \quad 0 \leq r \leq R$$

及

$$P = -\frac{\rho \omega_0^2 R^4}{2r^2} + P_\infty \quad r \geq R$$

若取 $r = R$ 时,消去 P 而得出最大风速半径与台风中心示度的关系:

$$P_\infty - P_0 = \rho \omega_0^2 R$$

其中: ρ 为空气密度,其值为 10^{-3} 克/厘米³

ω_0 为旋转角速度,其值可以从实测资料得出

现依据日本气象厅和宇野木早苗等对伊势湾台风模式的研究,台风中心与其外沿气

压差取为 70 毫巴, 最大风速半径为 53 公里, 代入上式得:

$$\omega_0^2 = 2.5 \times 10^{-6} / \text{秒}^2$$

故

$$P_\infty - P_0 = 2.5 \times 10^{-2} R^2$$

这里, 气压差 $P_\infty - P_0$ 以毫巴为单位, R 以公里为单位表示。为查算方便, 现列表如下:

表 1 由台风中心示度 $\Delta P = P_\infty - P_0$ (毫巴) 查算最大风速半径 (海里) 表

最大风速 半径 R 十位 $\bar{P}$	个位 $\bar{P}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		10.8	11.3	11.9	12.4	12.7	13.2	13.8	14.0	14.6	14.9
2		15.1	15.7	15.9	16.5	16.7	17.0	17.3	17.8	18.1	18.4
3		18.6	18.9	19.2	19.7	20.0	20.3	20.5	20.8	21.1	21.3
4		21.6	21.9	22.1	22.4	22.7	23.0	23.2	23.5	23.8	24.0
5		24.1	24.5	24.7	24.8	25.1	25.4	25.7	25.7	25.9	26.2
6		26.4	26.7	26.7	27.0	27.3	27.5	27.8	28.1	28.3	28.4
7		28.6	28.9	29.2	29.4	29.4	29.7	30.0	30.2	30.2	30.5
8		30.5	30.8	31.1	31.1	31.3	31.3	31.6	31.6	31.9	32.4

应该指出, 如有更多的台风最大风速半径观测资料, 用回归方法求出 ω_0 的值, 会更合理些。为了验证表 1, 现根据美国空军关于 7415 号台风的报告: 实测台风海平面最低气压为 974 毫巴, 台风眼直径为 35 海里 (半径为 17.5 海里)。若取气压差 $\Delta P = 1008 - 974 = 34$ (毫巴) 时, 由表 1 中可以查出最大风速半径为 20 海里。一般情况, 最大风速半径出现在台风眼外, 且接近台风眼壁。所以, 推算值与实测值是颇为接近的。

(二) 其他参数

1. 台风登陆点

台风中心移动轨迹与海岸的交点在实际应用时, 应取台风中心轨迹与平行于海岸内边界的交点, 内边界一定要取得与海岸线平行, 但不必处处要求满足 15 英尺水深的苛刻条件。台风的“登陆时间”应为台风到达预报海区内边界的时刻, 这与气象上所说的登陆时间有一定差异。同样地, 在杰氏模式中, 各潮位站至台风登陆距离, 应取台风在内边界的登陆点与各站在内边界上正交投影的距离。

2. 台风中心示度 ($P_\infty - P_0$)

从台风中心到其外缘的气压差 (毫巴), 这是台风重要的参数。它控制着海岸的增水峰值。在有天气图的情况下, 这一参数是不难选取的, 使用效果也应该是好的。除此以外, 我们还考虑采用登陆地点多年月平均气压作为台风边缘气压。这次预报试验, 均取 1008 毫巴为台风边缘气压 (即台风季节的平均气压), 虽然有些粗糙, 但却较为方便。至于台风到达内边界时, 中心气压如何取值, 将与台风移动速度的取值方法一并加以介绍。

3. 台风中心移动速度

如果其他参数不变, 则需考虑一个决定海岸最大增水峰值的临界速度。取法如下: a. 如果台风登陆时间正好是 4 次正点气象发报时间之一 (02, 08, 14, 20), 或近于正点发

报时间前后,那么,台风的移动速度则取前6小时的平均值,相应的台风中心气压也应取前6小时两次正点记录的平均值。杰氏模式要求取台风中心到达内边界时的中心气压值,由于台风登陆前后中心气压往往有所升高,我们认为取台风登陆前一定时间的平均中心气压更有代表性;b.若台风登陆时,基本上是两次正点发报的中间时刻(05,11,17,23时),则台风移动速度取9小时的平均值。此时,台风中心气压只要适当选取登陆前一次正点记录,即可作为台风到达内边界时的中心气压值。

4. 台风中心移动方向

如果其他参数不变,则有一个与海岸线有关的临界方向,决定着海岸最大增水峰值。假定观察者总是位于海上,面对海岸,这时在其右方的海岸被定为相对北方,而其左方的海岸被定为相对南方,如台风路径图所示(图1—5),向西北方向移动的台风,在福建沿海的穿越角在 90° 左右,在浙江沿岸的穿越角大于 90° ,在广东沿岸却小于 90° 。

根据上述参数,通过杰氏所制作的诺模图(见附图1—9),即可预报标准台风暴潮剖面。图中台风相对于海岸的交角用射线表示;台风移动速度用半径表示;诺模图中的注明(a)用于最大风速半径为15海里,(b)用于最大风速半径为30海里,对于15海里到30海里之间的台风,可以用内插法求得。

二、实际台风暴潮剖面预报

针对实际风暴和实际海域来订正标准风暴增水高度,由下列方程确定:

$$h_c = h_s \left(\frac{V_R^2}{87} \right) F_D$$

h_c 表示实际风暴增水峰值高度; h_s 表示由杰氏诺模图预报的标准增水峰值高度; V_R 为风场订正因子, F_D 为实践海域的深度剖面订正因子,订正方法如下:

(一) 实际风场订正

标准风暴是指中心位于北纬 30° ,具有一个87节的风场订正因子 V_R ,但实际风暴与标准风暴有差距,当实际风暴比标准风暴强时,其风场订正因子 V_R ,应大于87节,反之则小于87节。当给出台风气压下降量 P 和最大风速半径 R 时,可从附图10查算风场订正因子 V_R 的值。

(二) 实际海域订正——深度剖面订正因子

用于订正标准海域由标准风暴所引起的增水剖面方程,使之适合实际海域。由于标准海域是具有一条深为15英尺,且平行于海岸的内边界,外边界水深为195英尺,长为520海里,距内边界为52海里。在这种标准海域中,深度剖面就是一条海底坡度线,它沿着垂直于内边界向海上方向以每海里3.45英尺的速率增加。适应于这一坡面其深度订正因子 F_D 为1。由于台风增水与水深成反比,当实际海域的坡度比标准坡度小时,其深

度订正因子大于 1.0,而那些比标准坡度陡,深度订正因子则小于 1.0。在给定位置上, F_D 主要取决于深度剖面,但也在较少的程度上依赖于纬度。即: $F_D = F_x[1.0 + 0.003 \cdot (\phi - 30)]$, 式中 F_x 是未经纬度订正的深度剖面订正因子, ϕ 是地理纬度。

现在根据测深资料按杰氏模式对深度剖面的要求,绘制了我国沿海部分港口的深度剖面图。由于深度剖面 F_D 值是通过一系列模式风暴模拟的,即通过各种类型风暴试算推导出来的。试算表示 F_D 有偏向于较浅深度的偏向,其大多数的 F_D 值主要是受标准海域内边界 20 海里以内坡度的影响。因此,不能用简单的方法直接由海域坡度计算出来。在文献[3]中给出 27 条通过计算所得到的深度剖面因子,我们将已经绘制出的我国深度剖面与其进行比较,获得了我国沿海部分港口深度剖面的订正因子,但其中金山嘴由于坡度过于平缓,而榆林则太陡未能查出(见附图 11, 11-A, 11-B, 11-C, 11-D 11-E)。为计算方便,列表如下:

表 2 我国沿海部分站的 F_D 值

序 号	站 名	F_D	序 号	站 名	F_D
1	乳 山 口	0.97	12	三沙或沙堤	0.80
2	青 岛	0.95	13	平 潭	0.80
3	连 云 港	1.20	14	厦 门	0.95
4	吕 泗	0.90	15	东 山	0.75
5	长 涂	0.80	16	汕 头	0.70
6	海 门	1.10	17	汕 尾	0.80
7	金 山 嘴	—	18	三 灶	0.90
8	三 门	0.95	19	闸 坡	0.85
9	坎 门	1.10	20	北 津	1.05
10	温 州	1.10	21	湛 江	1.00
11	瑞 安	1.05	22	榆 林	—

三、杰氏预报法在我国台风暴雨预报中的应用

杰氏预报法适用范围较广,此次实验仅限于登陆型台风。为了便于实际预报,现以 6903 号台风为例进行说明。

(一) 登陆型台风暴雨剖面后报实例

登陆型台风暴雨剖面预报程序

6903 号台风

1969 年 7 月 28 日

(1) 根据天气图填写如下参数:

(i) 预报台风中心位置和登陆点的最低气压

纬度: 22.9°N , 经度: 160°E , 923 毫巴;

(ii) 预报风暴移动速度 V , 为 12 节;

- (iii) 预报台风路径与登陆点的穿越角为 70 度;
- (iv) 预报最大风速半径为 31.1 海里(按 30 海里计算);
- (v) 预报平均海面气压下降量为 85 毫巴;
- (vi) 预报台风中心到达海岸的时间为 11 时。
- (2) 把上述参数填入附图 1—9, 编制标准风暴增水剖面预报图:
 - (i) 由附图 1 确定从登陆点到增水峰值的距离为 27 海里;
 - (ii) 由附图 2 确定标准风暴的增水高度为 14 英尺;
 - (iii) 由附图 3 确定最小增水高度为 -4.2 英尺;
 - (iv) 由附图 4 确定增水峰值至右侧一半增水高度处的距离为 39 海里;
 - (v) 由附图 5 确定增水峰值至左侧一半增水高度处的距离为 23 海里;
 - (vi) 由附图 6 确定增水峰值至右侧 1/4 增水高度处的距离为 80 海里;
 - (vii) 由附图 7 确定增水峰值至左侧零值增水点处的距离为 42 海里;
 - (viii) 由附图 8 确定增水峰值至右侧最小增水点处的距离为 72 海里;
 - (ix) 由附图 9 确定风暴增水峰值在风暴登陆后到达的时间为 -27 分(负数表示增水峰值发生在登陆前);
- (3) 针对实际情况订正预报的风暴增水:
 - (i) 由平均海平面气压下降量和最大风速半径查附图 10, 得出实际风场订正因子 $\bar{V}_R$ 值为 93 节;
 - (ii) 根据登陆位置确定剖面因子 F_D 。此例汕头 F_D 为 0.70, 东山为 0.75, 厦门为 0.95;
 - (iii) 按实际风暴增水方程:

$$h'_c = h_s \left(\frac{V_R}{87} \right)^2$$

算出峰值 $h'_c = 16$ 英尺(4.88 米)

- (iv) 由测站位置取相应的 h'_c 值, 进行实际海域订正;
- (v) 作出风暴增水剖面实况预报图(见图 1)。

(二) 登陆型台风暴潮剖面后报分析

这次实验预报, 我们选取 15 个在我国东南或华南沿海登陆的台风进行了后报。结果表明: 凡是满足杰氏模式要求, 其吻合程度是好的(见图 1、2)。图 1 为 6903 号台风最大增水时刻剖面图, 其中经实际风场订正的剖面用虚线表示, 经沿海各站深度剖面因子订正后的剖面用实线表示, 实测值用 ▲ 表示。由此可见, 实测增水剖面与预报增水剖面是相当一致的。图 2 为 7209 号台风, 1972 年 8 月 17 日 16 时的剖面图, 图中可看出预报值略高于沿岸的实测值。这种差异可能是由于尚未考虑一些局部影响所致, 但总的说来, 预报增水剖面和实测增水剖面的变化趋势仍然是相当一致的。

对于特强台风, 例如 6508 号台风(见图 3), 由于增水沿海岸伸展的范围较广, 因此在这种情况下, 按杰氏模式预报的结果, 仅能符合增水峰值附近的实况(如图 3 中的湛江

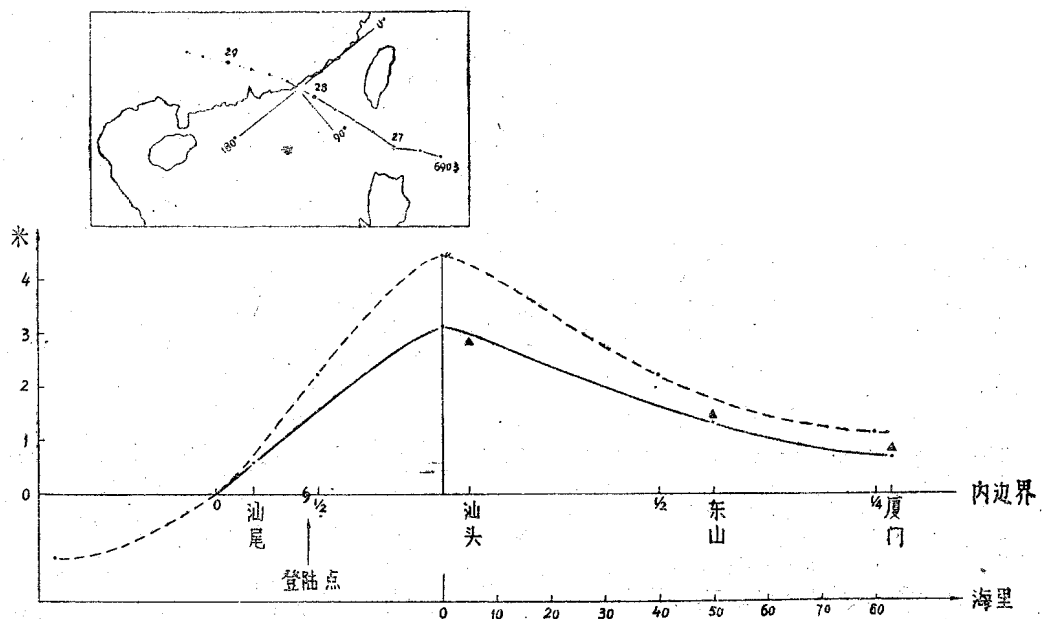


图1 6903号台风最大增水时刻瞬时剖面图(7月28日11时)

虚线: $h_s (V_R/87)^2$ 剖面 实线: 预报剖面 黑三角: 实测增水值
 $R = 31.3$ 海里 $V_R = 93$ 节 $V = 12$ 海里 $\theta = 70^\circ$ $\bar{P} = 923$ 毫巴 $\Delta P = 85$ 毫巴

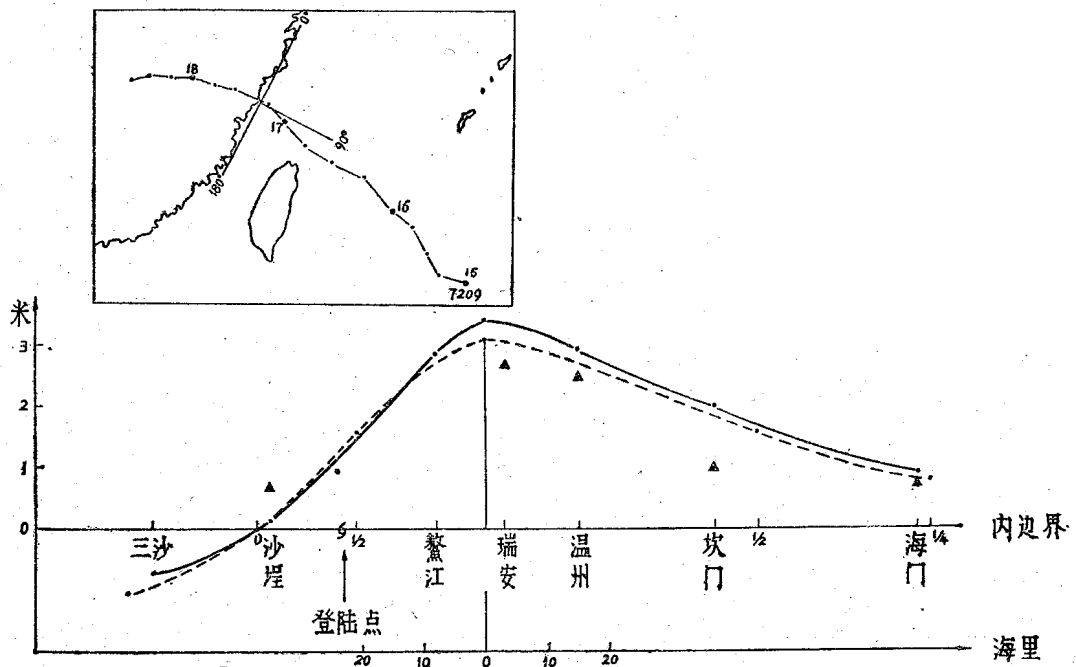


图2 7209号台风8月17日16时增水剖面(最大增水时刻)

虚线: 风场订正的剖面 实线: 预报剖面 黑三角: 增水实测资料
 $R = 25.9$ 海里 $V_R = 78$ 节 $V = 8.5$ 节 $\theta = 100^\circ$ $\bar{P} = 950$ 毫巴 $\Delta P = 58$ 毫巴

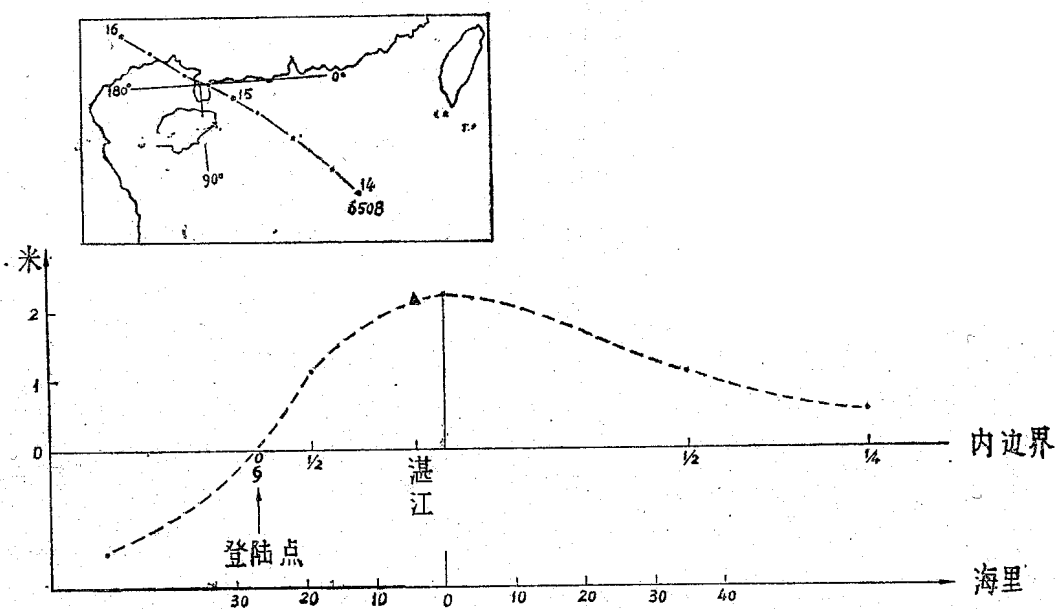


图3 6508号台风最大增水时刻瞬时剖面图(7月15日15时)

预报曲线与风场订正曲线重合 黑三角: 实测增水值
 $R = 21.9$ 海里 $V_R = 68$ 节 $V = 11$ 节 $\theta = 30^\circ$ $\bar{P} = 967$ 毫巴 $\Delta P = 41$ 毫巴

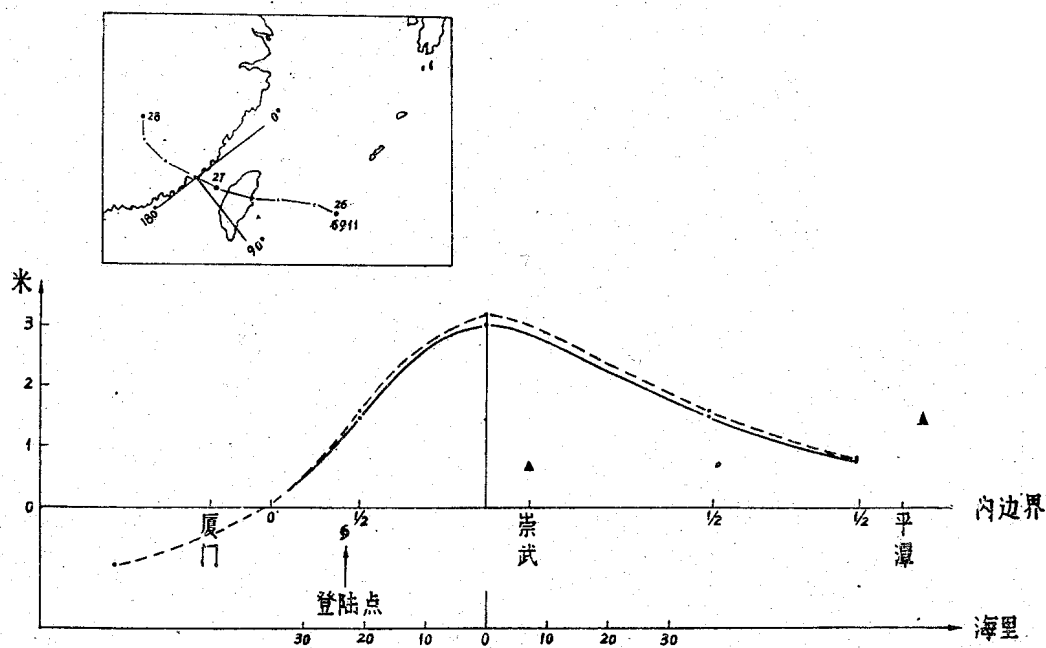


图4 6911号台风最大增水时刻瞬时剖面图(9月27日14时)

虚线: $h_z(V_R/87)^2$ 剖面 实线: 预报剖面 黑三角: 实测资料
 $R = 25.4$ 海里 $V_R = 78$ 节 $V = 11.5$ 节 $\theta = 66^\circ$ $\bar{P} = 953$ 毫巴 $\Delta P = 55$ 毫巴

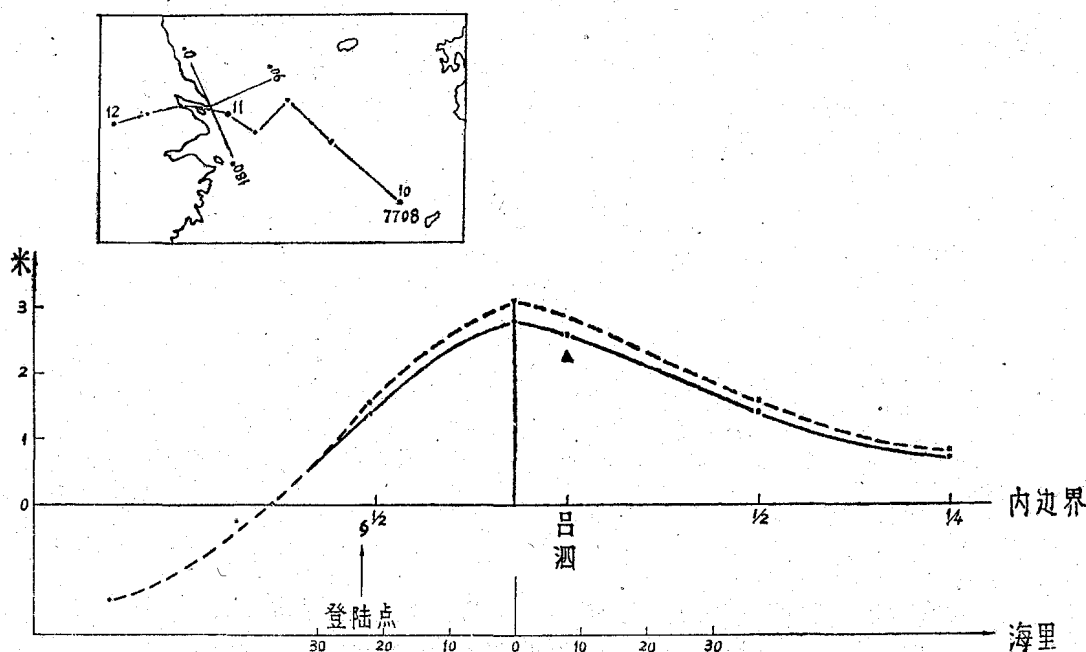


图5 7708号台风最大增水时刻瞬时剖面图(9月11日06时)

虚线: $h_s(V_R/87)^2$ 剖面 实线: 预报剖面 黑三角: 实测增水值
 $R = 27.5$ 海里 $V_R = 83$ 节 $V = 9$ 节 $\theta = 135^\circ$ $\bar{P} = 943$ 毫巴 $\Delta\bar{P} = 65$ 毫巴

港),而对于离登陆点较远的地点(如闸坡、黄埔等地),预报效果较差。特别应该指出:在面向海的喇叭形河口或海湾(如杭州湾),由于向岸风的作用和水量辐合,将引起较高的增水水位。此外,台风如果越过台湾后再在福建沿岸登陆,由于台湾海峡的影响,增水峰值有时出现在登陆点左侧,有时出现在登陆点右侧很远的地方,甚至有时出现双峰型的增水剖面。显然,在上述情况下,按杰氏模式算出的增水剖面与实际情况相差较大(见图4)。

最后,还应着重指出,因为台风风暴潮剖面的峰值位置,一般都出现在登陆点的右侧(从海上面对海岸观察),这正是预报的重点区域所在。因此,在地形较为特殊,而杰氏预报模式对内边界各项要求难以全面满足时,应着重考虑登陆地点右侧的内边界,使之适合杰氏模式的要求,而对登陆点的左侧内边界,则不必苛求。我们在后报7708号台风对吕泗的影响时,就是这样做的(见图5)。

四、结 束 语

应用杰氏模式进行台风风暴潮剖面预报,几乎完全排除浩繁的数学运算,而预报所需的诺模图和基本数据都是现成的。因此,便于应用和推广。正如分析资料时所指出:这种方法对我国沿海海岸线,如果能适合杰氏模式的要求,其预报精度是令人满意的,因此,这是可取的。可是杰氏模式本身并未考虑一些局部影响,如海面异常、风应力、拥水及海域内边界线的沿岸在台风中心到达前的降雨等因素。事实表明,这些因素对台风风暴潮的发展过程也是不可忽略的,这就要求预报员必须主观地给予考虑。

杰氏模式本身的适用范围是比较广泛的,不但适用于登陆型风暴,也适用于非登陆型的风暴;它既适用于基本符合杰氏内边界规定的海岸,而且也适用于岛链、低凹海岸、河口三角洲。但本文只对登陆型台风引起台风暴潮进行试算,其它问题有待今后进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] Jelesnianski, C. P., 1966. Numerical Computations of storm surges without Bottom stress. *Monthly weather Review*. 94(6): 379—394.
- [2] Jelesnianski, C. P., 1967. Numerical Computations of storm surges with Bottom stress. *Ibid.* 95 (1): 740—756.
- [3] Nickerson, J. W., 1971. Storm surge Forecasting. *Navweaschfac Technical paper*. 10: 1—50.
[中译本见国家海洋局科技情报研究所《海洋科技资料》1976 增刊(一)]
- [4] Matano S., 1956. On the Role of the Lateral Mixing in the Cyclotrophic Flow pattern in the Atmosphere. *Journ. Met. Soc. Japan* 34 (3): 1—12.
- [5] Matano S., 1956. A Note on the vertical structure of Typhoon. *Ibid.* 34 (5): 54—58.

APPLICATIONS OF THE JELESNIANSKI'S PROFILE FORECASTING METHOD FOR STORM SURGE ALONG THE COAST OF CHINA*

Fu Zilang

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Wang Xinian

(General Prediction Observatory National Oceanographical Bureau)

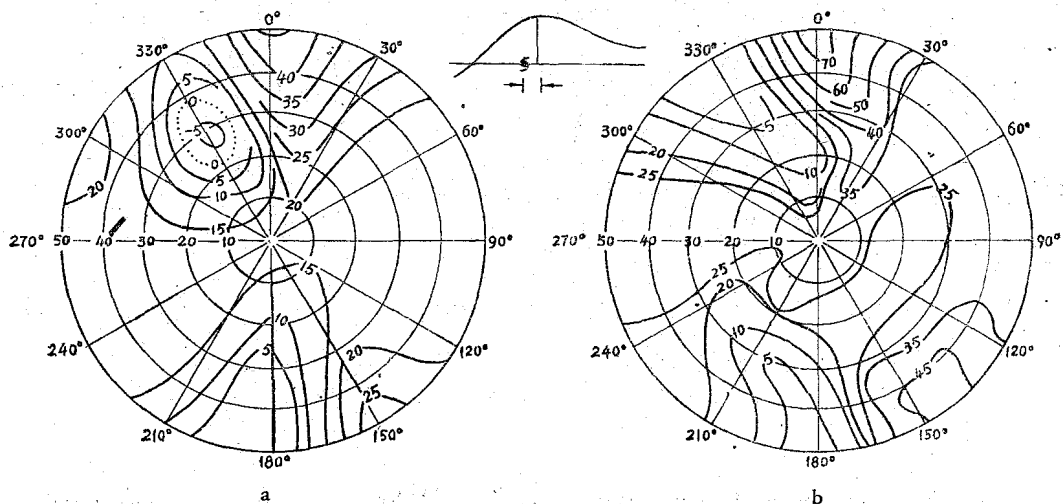
ABSTRACT

The Storm surge modele proposed by Jelesnianski as a means for forecasting and adopted by the U. S. National Weather Service has drawn much attention internationally in recent years.

We tried to determine the relationship between the maximum velocity values and its barometric fluctuations of centre of typhoon under the cyclostrophic wind condition, to obtain the depth profile correction factor in some Chinese ports by similarity method, and to forecast experimentally the continental-bound typhoon off the Chinese southeast coasts with the nomograph as proposed by Jelesnianski. The accuracy of this method as shown by our experiments is fairly good as long as all the requirements of this modele are satisfied.

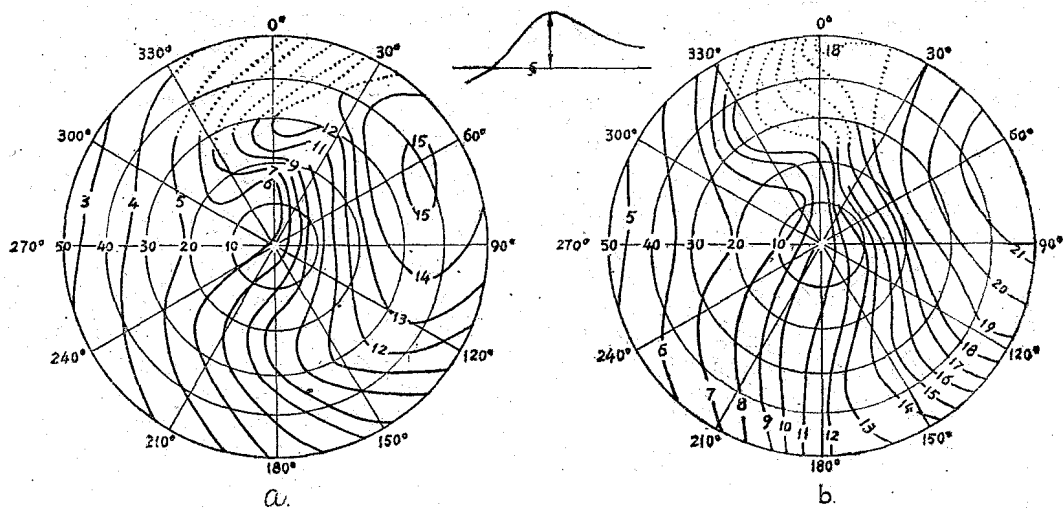
However, this modele has not taken into consideration the wind stress, abnormality of the sea surface, wave set-up and rainfalls. The forecaster is required to pay attentions to such factors as their effects cannot be neglected.

* Contribution No. 449 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

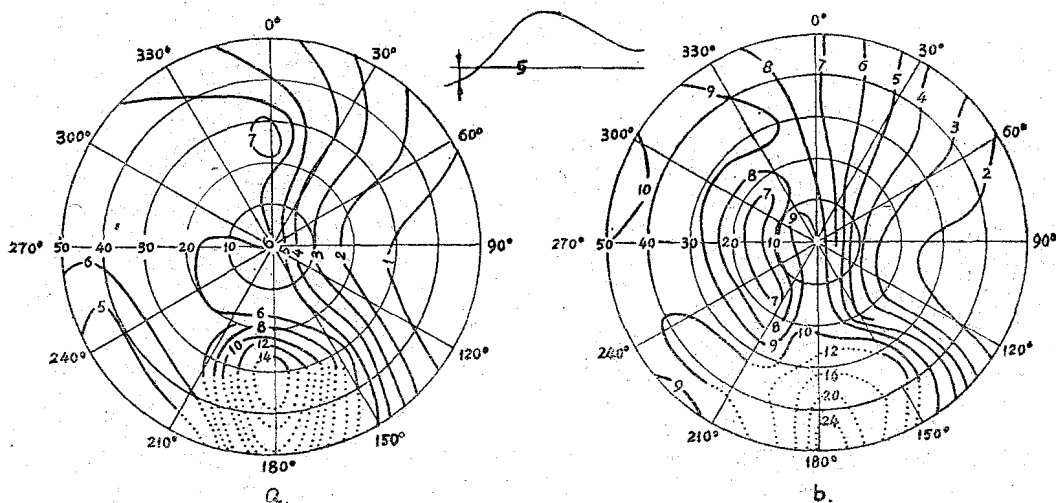


附图 1 从登陆位置到沿海岸向右增水峰值之间的距离等值线(用海里表示)

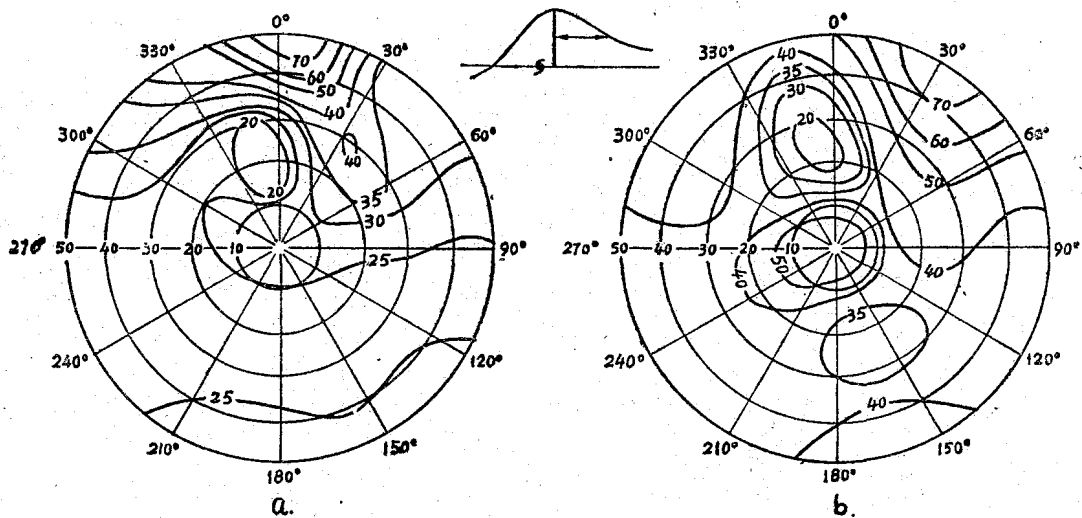
a. 用于最大风半径为 15 海里的风暴 b. 用于最大风半径为 30 海里的风暴



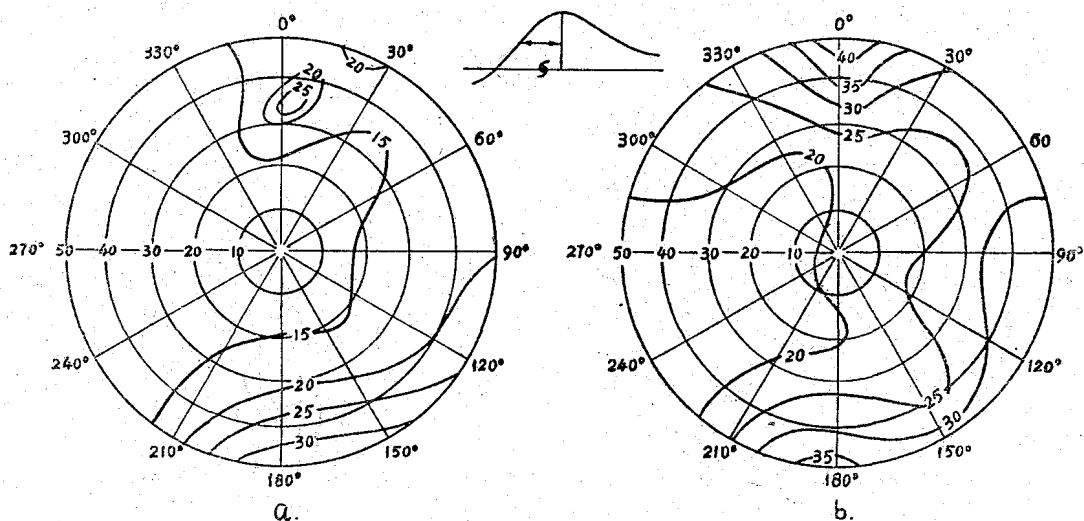
附图 2 标准风暴增水峰值的等高线(用英尺表示)



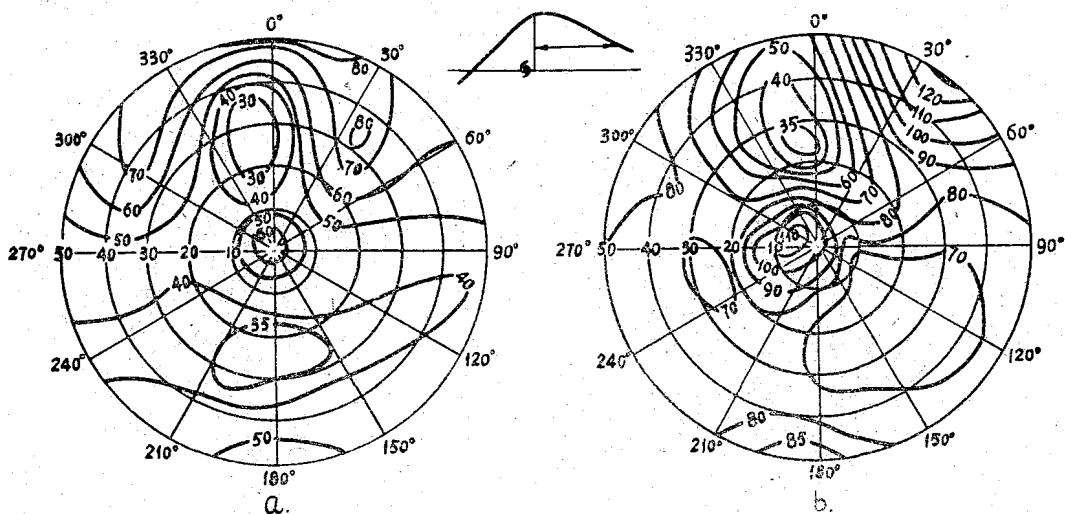
附图 3 增水峰值时刻的最小增水等值线(用英尺表示)

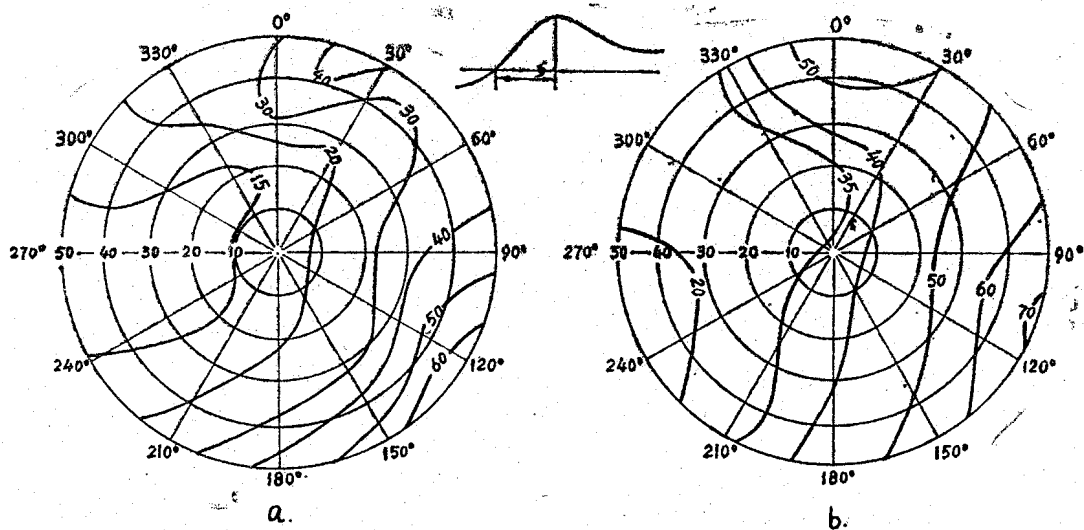


附图4 从风暴增水峰值点到登陆点右方 $1/2$ 的增水峰值高度点的距离等值线 (用海里表示)

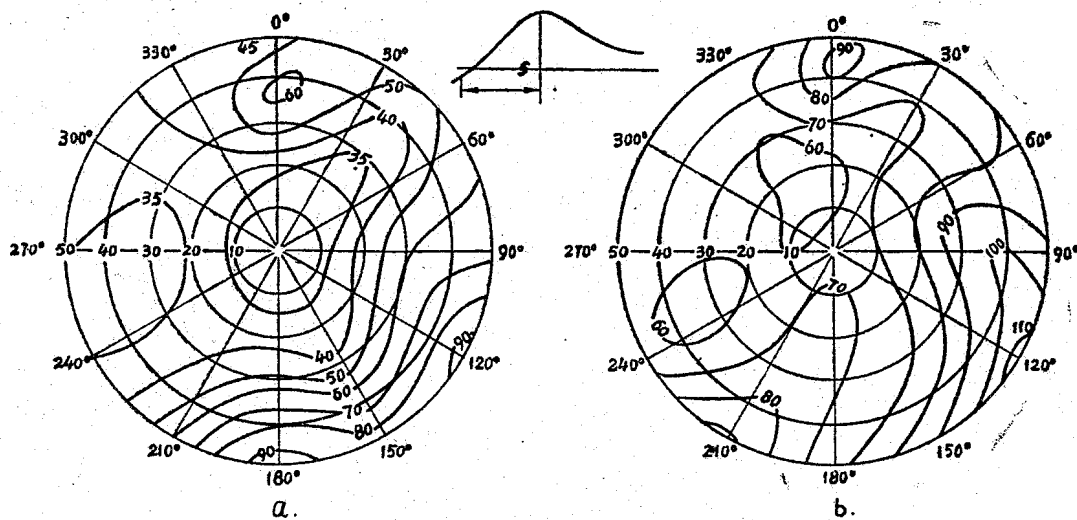


附图5 从风暴增水峰值点到登陆点左方 $1/2$ 增水峰值高度点的距离等值线 (用海里表示)

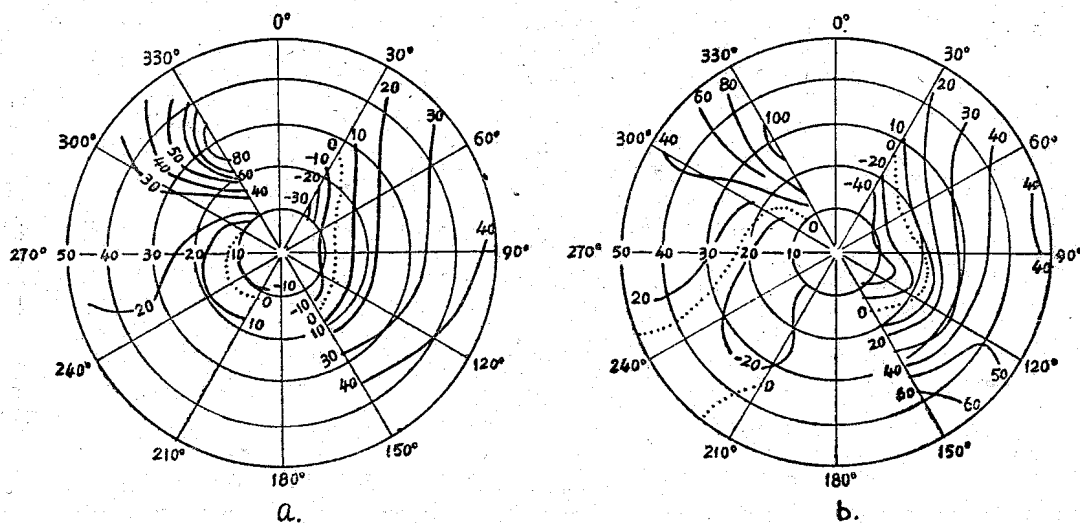




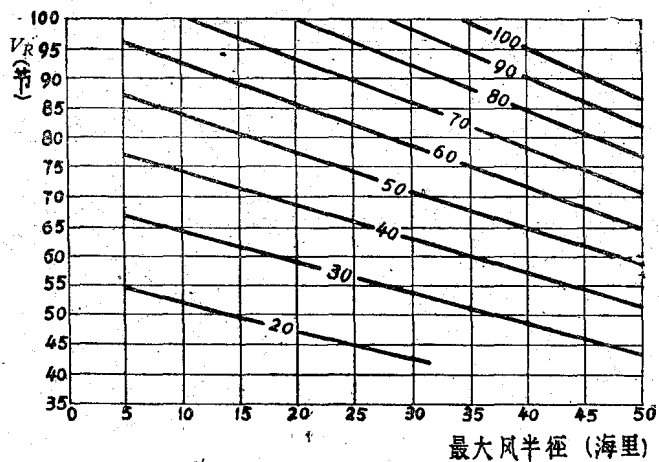
附图7 增水峰值到增水零点之间的距离



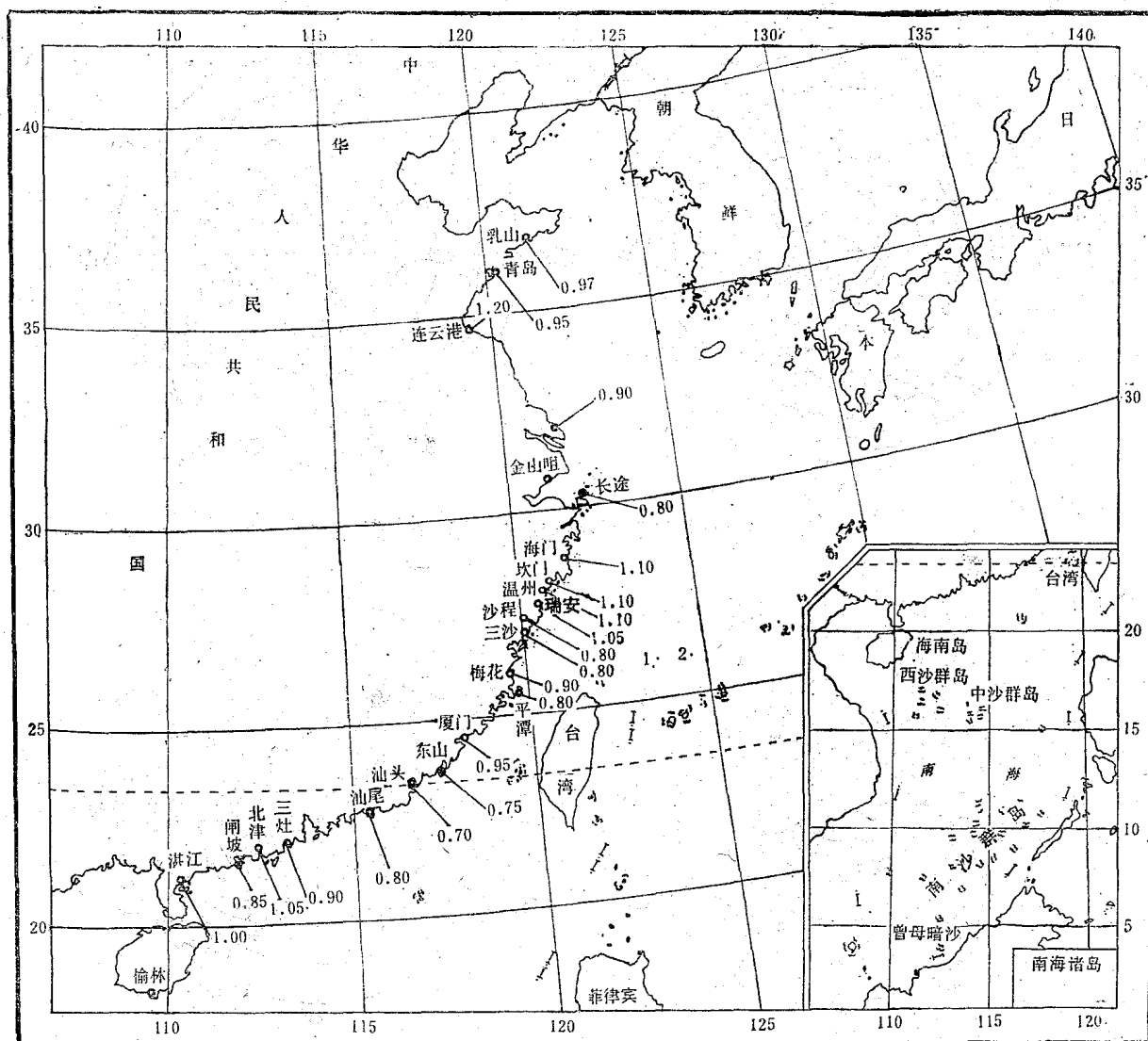
附图8 增水峰值到最小增水点之间的距离



附图9 风暴登陆之后,在标准海域内边界增水峰值到达的时间(用分表示),
负值表示风暴登陆之前增水峰值到达的时间。

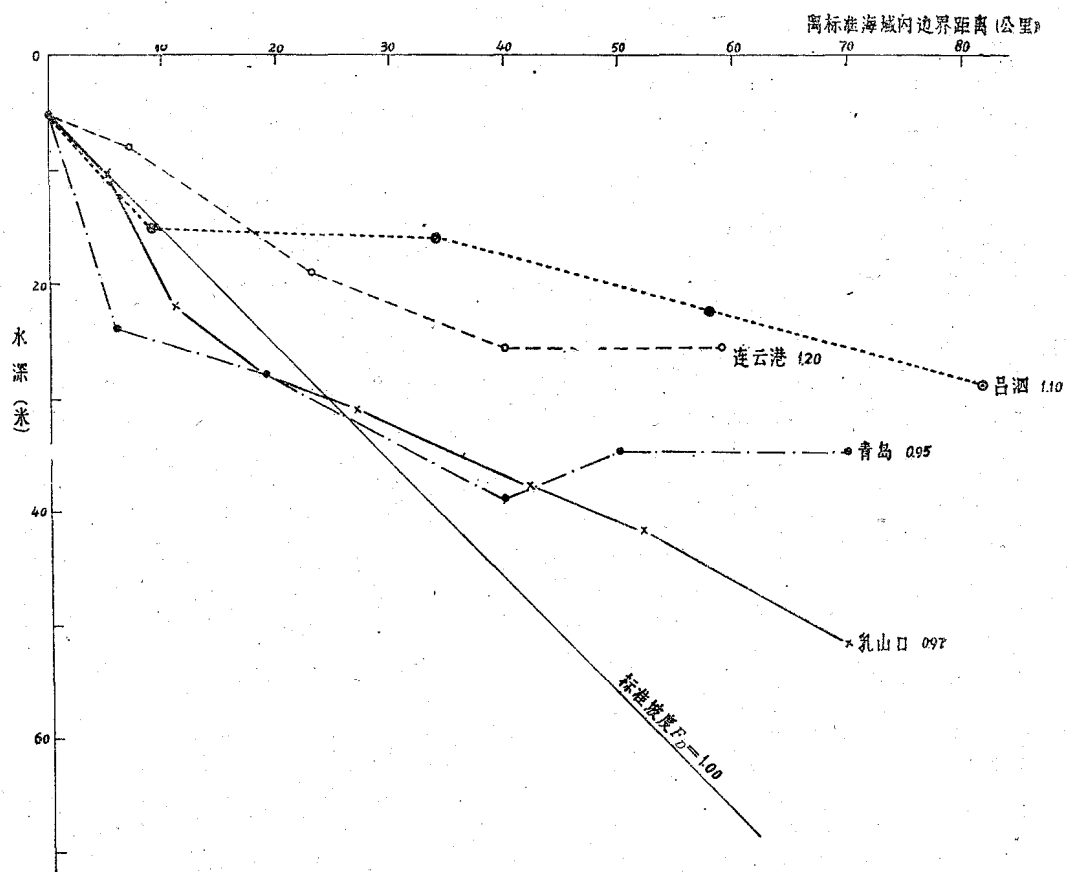


附图 10 最大风速半径和气压下降 $P_{\infty} - P_0$ 确定风场订正因子 V_R

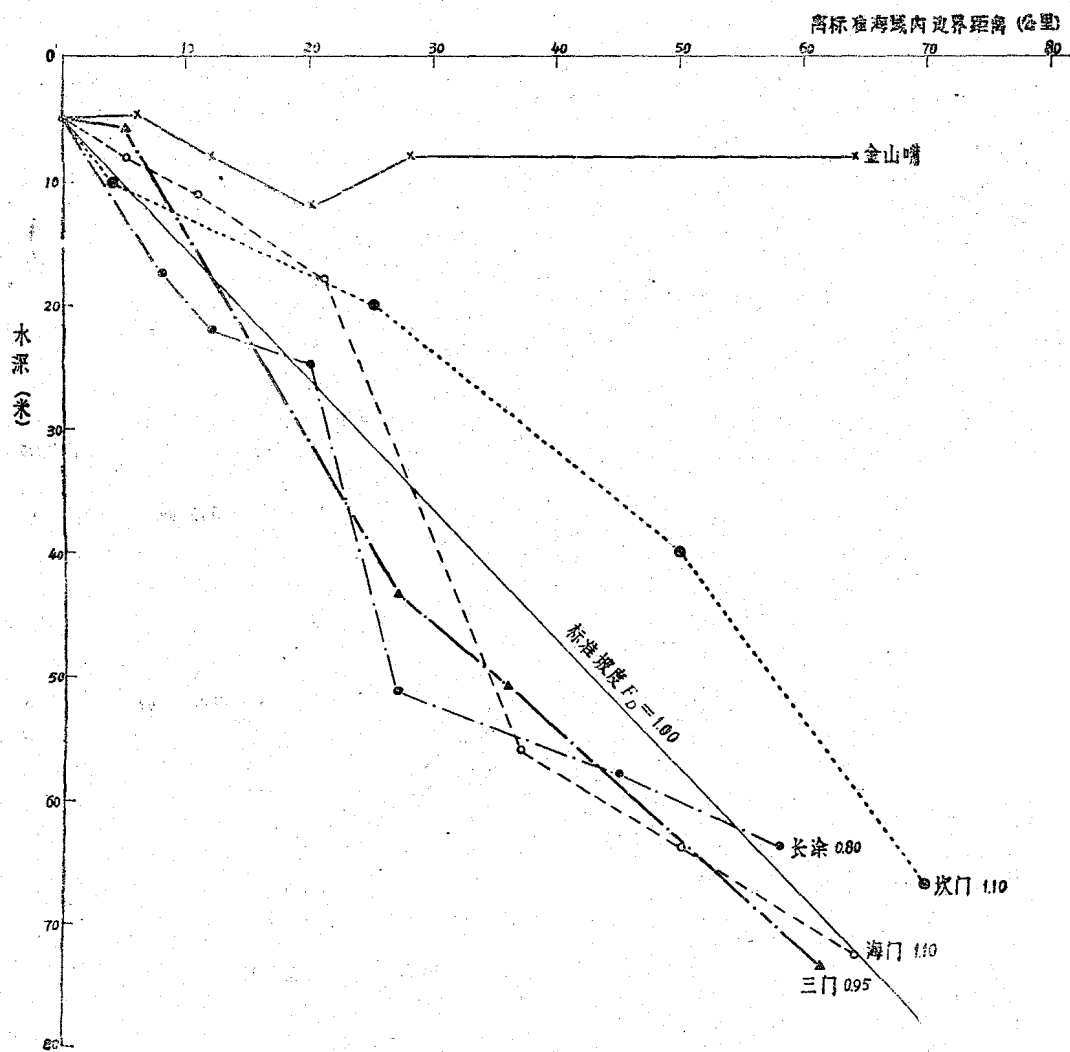


1. 钓鱼岛 2. 赤尾屿

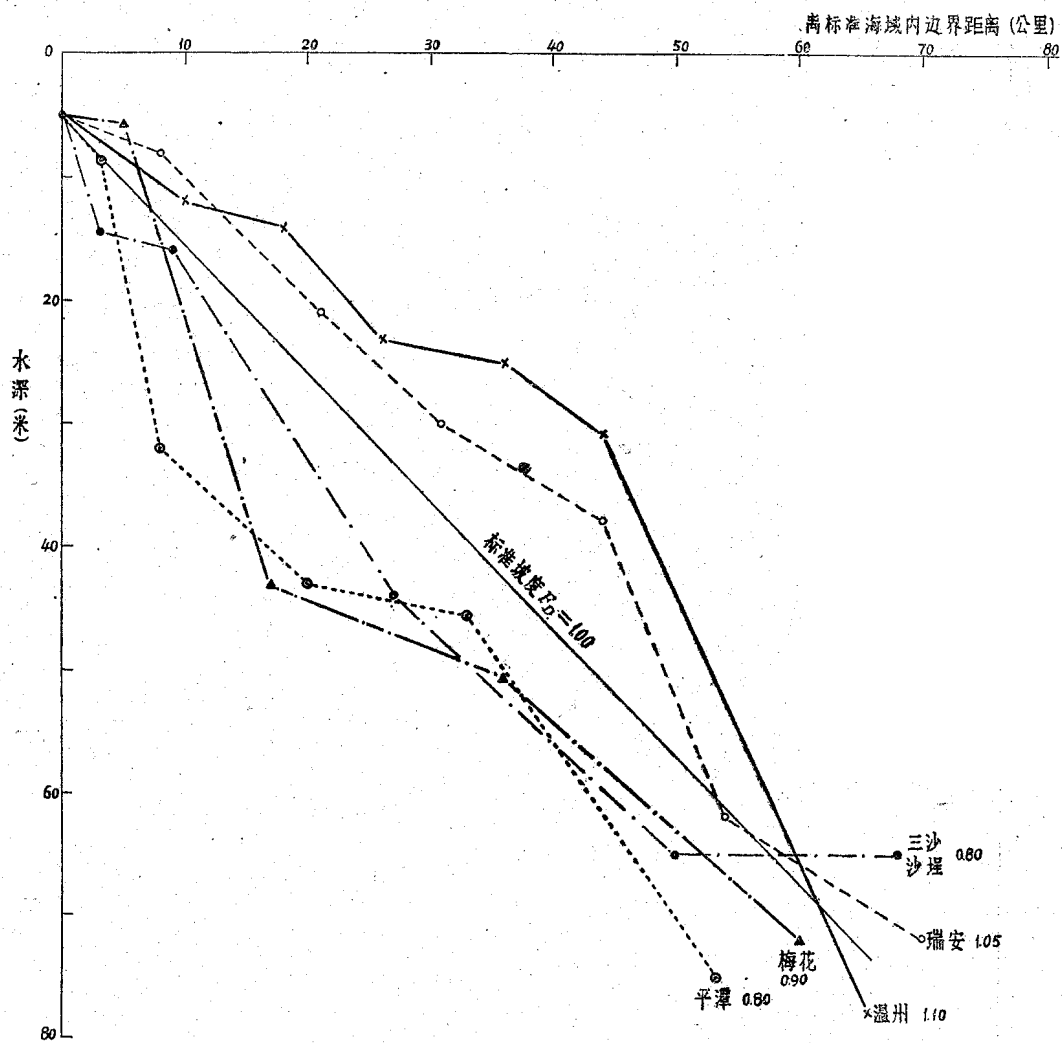
附图 11 我国沿海选定点的深度剖面订正因子



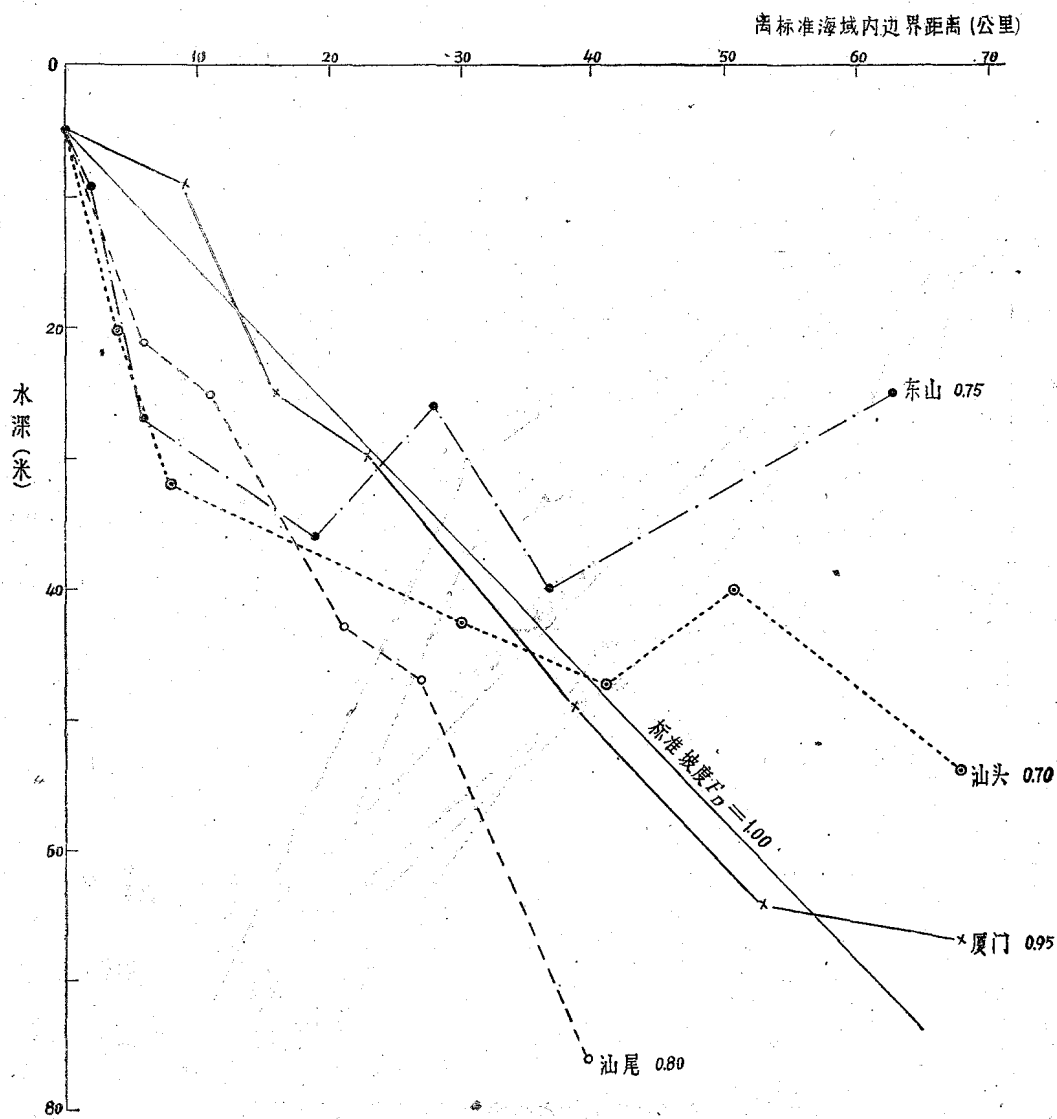
附图 11-A 我国沿海选定点的坡度剖面 (带有订正因子)



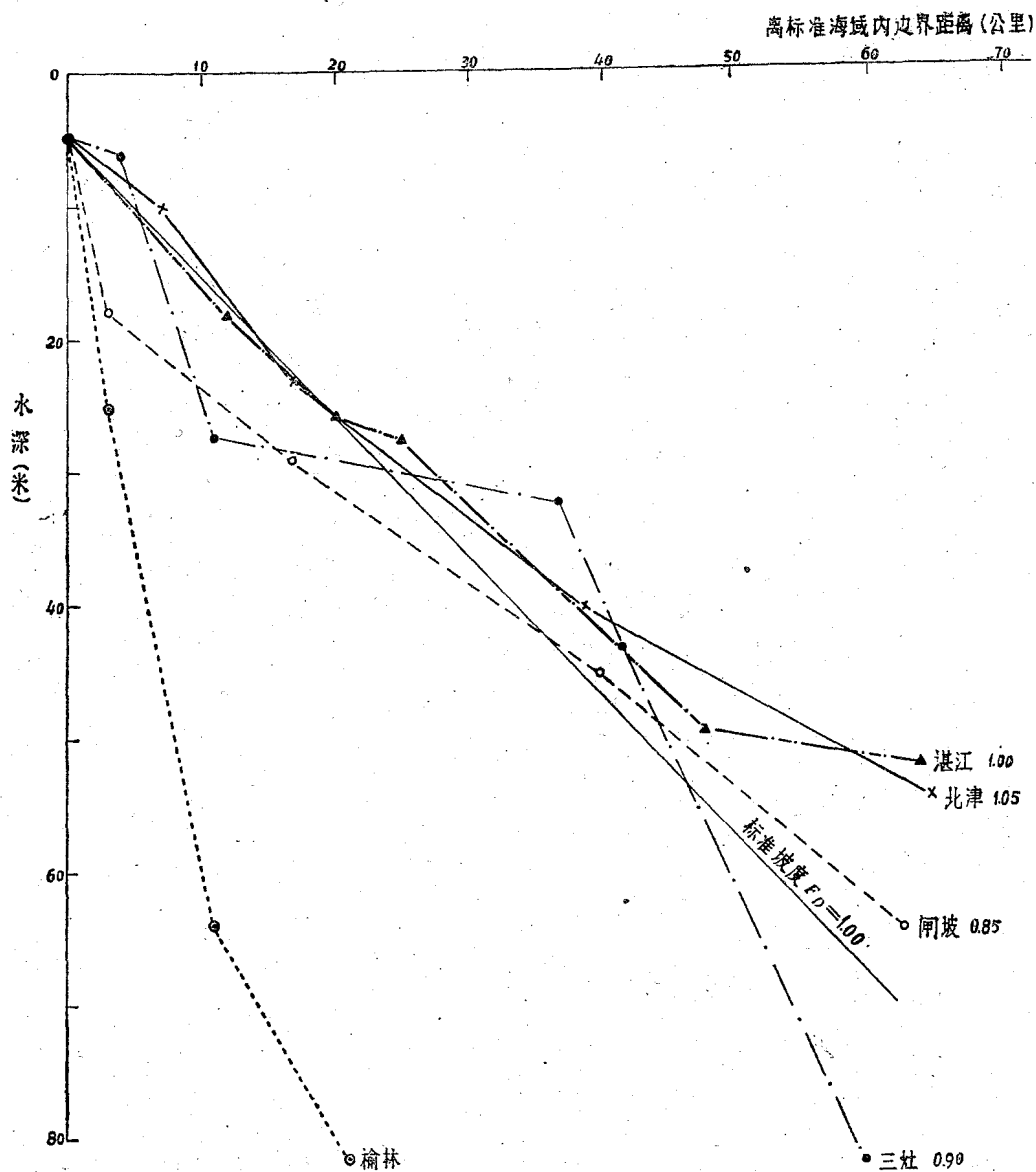
附图 11-B 我国沿海选定点的坡度剖面 (带有订正因子)



附图 11-C 我国沿海选定点的坡度剖面(带有订正因子)



附图 11-D 我国沿海选定点的坡度剖面 (带有订正因子)



附图 11-E 我国沿海选定点的坡度剖面(带有订正因子)