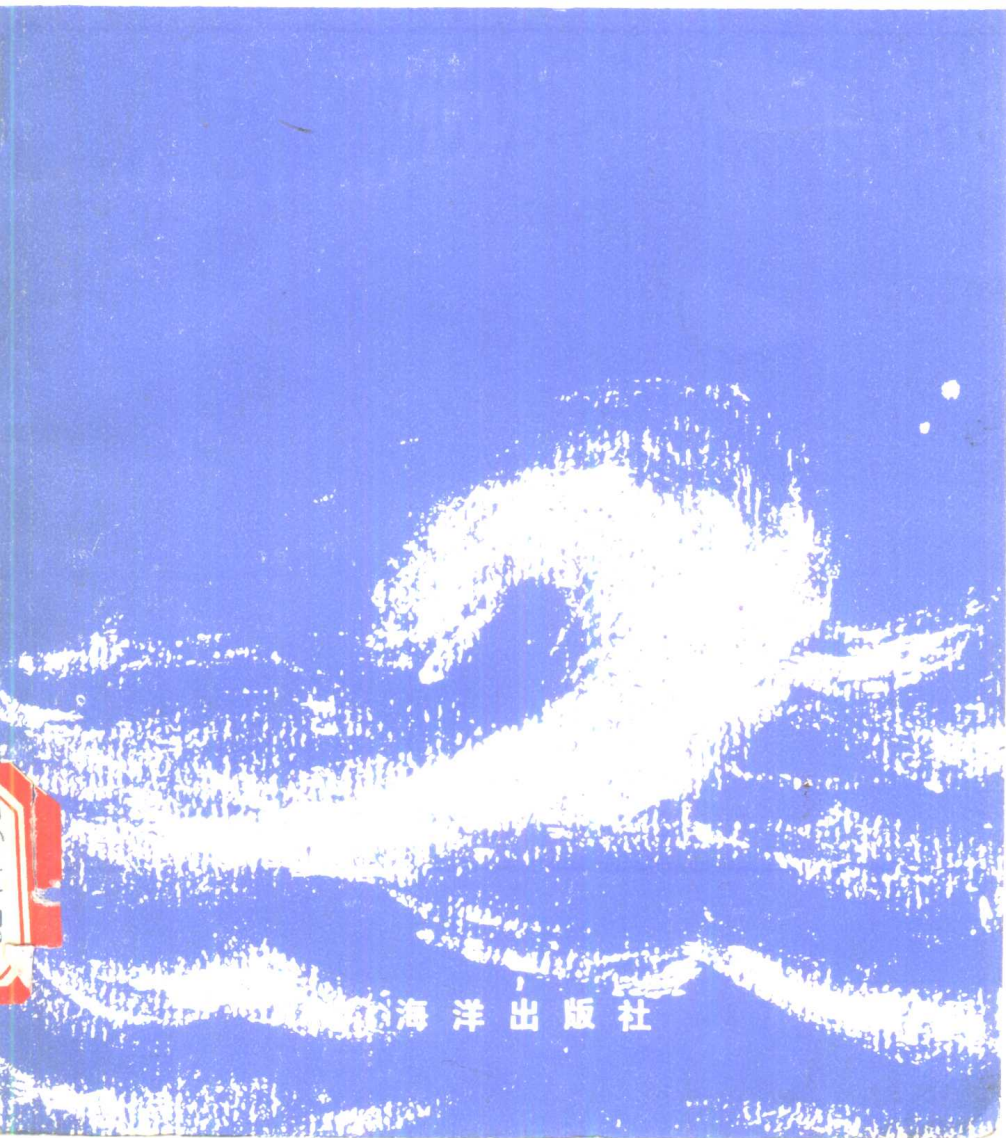


台风风暴潮预报技术手册



海洋出版社

台风风暴潮预报技术手册

[印]达 斯 P·K

[日]宫 崎 正 卫 编著

[美]杰列斯尼扬斯基C·P

王喜年 译 丁良模 校

海 洋 出 版 社

1982年·北京

内 容 提 要

本书是印度、日本、美国的三位专家,应世界气象组织的要求而写的,用以帮助世界上多风暴潮的国家改进预报技术。本书共七章,分别论述了风暴潮的特征,预报中心所应掌握的资料,风暴潮预报的方法,风暴潮危险率的计算及风暴潮灾害的现场调查等问题。我国海岸线长,是个多风暴潮的国家,本书将有助于我国风暴潮预报技术的改进。

台风风暴潮预报技术手册

[印] 达 斯 P·K

[日] 宫 崎 正 卫 编 著

[美] 杰列斯尼扬斯基 C·P

王喜年 译 丁良模 校

海 洋 出 版 社 出 版

(北京复兴门外海贸大楼)

河北省保定新生印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1982年10月第1版 1982年10月第1次印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 3¹³/₁₆

字数: 60,000 印数 1—3000册

统一书号: 13193·0154 定价: 0.80元

序 言

极大多数因热带气旋引起的特大自然灾害是由风暴潮造成的。当一个热带气旋移近海岸时，风的效应及气压效应会促使海水发生堆积，从而导致沿海一带生命财产的重大损失，这种严重的危害为任何其它气象危害所不及。1970年11月发生在孟加拉湾的一次特大风暴潮，使20多万人丧失了生命。难怪人们把风暴潮喻为“来自海洋的杀人魔王”。

为了帮助世界上那些多风暴潮国家改进预报技术，世界气象组织的热带气旋分组一直想写一本关于风暴潮预报方法的手册，也一直在作不懈的努力，这种心情和努力是可以理解的。但风暴潮复杂的物理本质使得准确预报风暴潮成为一项困难的使命。

近年来，各国在风暴潮的经验预报技术方面以及数值预报技术方面均已做了大量的工作，因而有可能编写这本手册向读者介绍风暴预报技术的最新进展。在这本手册中，从所需的观测资料入手谈起，阐述了风暴潮的特征、数值预报的原理以及实用的预报方法，最后给出了风暴潮危险率的计算方法，以及如何开展风暴潮灾害的现场调查，使风暴潮预报得既准又快，以满足风暴潮预报工作者和防灾工作者的迫切需要。

本手册由三位专家集体编写，这三位专家是：印度的达斯（P.K.Das）博士、日本的宫崎正卫（M.Miyazaki）博士和美国的杰列斯尼扬斯基（C.P.Jelesnianski）博士。书中汇集了当代最新的风暴潮预报技术，这对于所有的风暴潮预

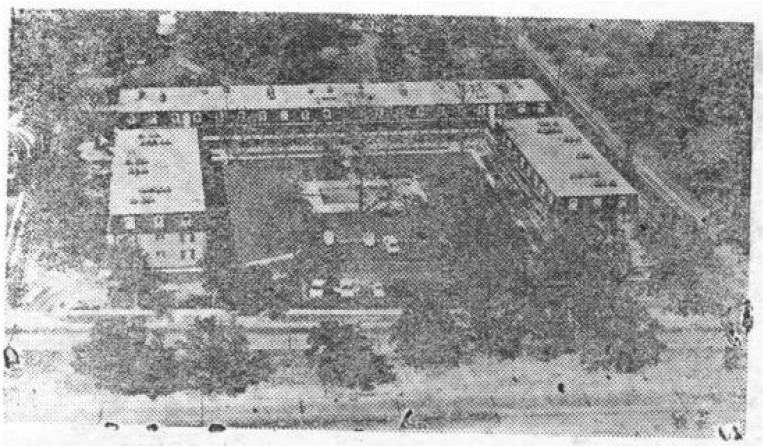
报工作者，无疑是很有价值的。借此机会，我向三位专家表示衷心的感谢，因为他们为世界气象组织的热带气旋分组做了一件有意义的工作，为实现该组织的人道主义目标作出了贡献。

世界气象组织秘书长

D.A.戴维斯

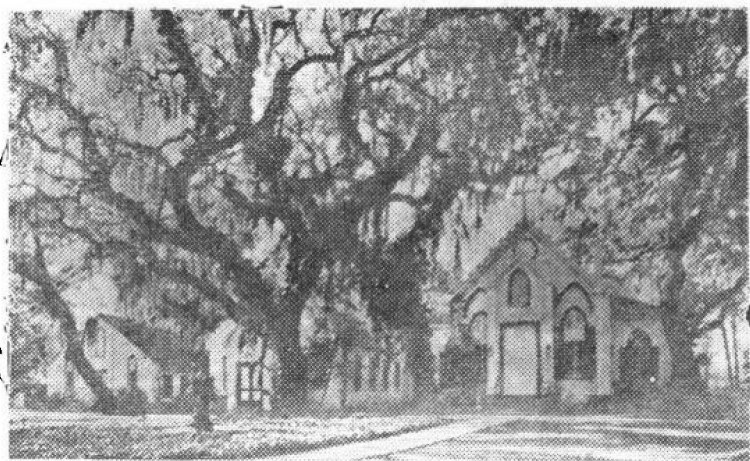
照片 1 说明：

1969年美国墨西哥湾沿岸“卡米耳”飓风掠过里切里厄居民点前后的照片对比，风暴潮时25英尺高的高水位扫过了帕斯克里斯提安的密西西比沿岸一带。



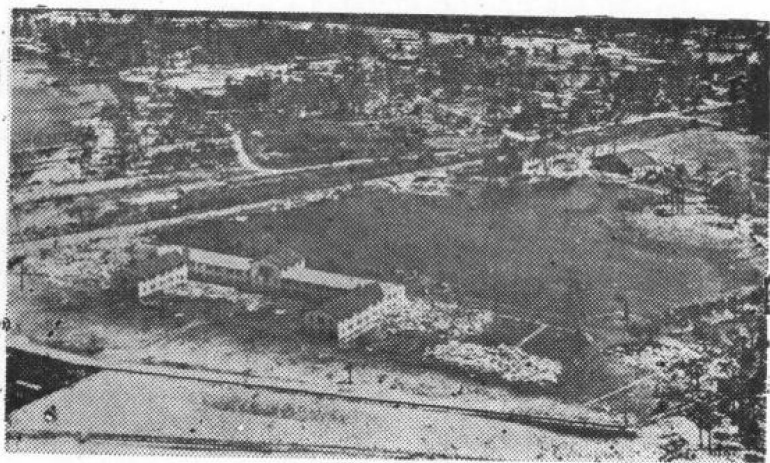
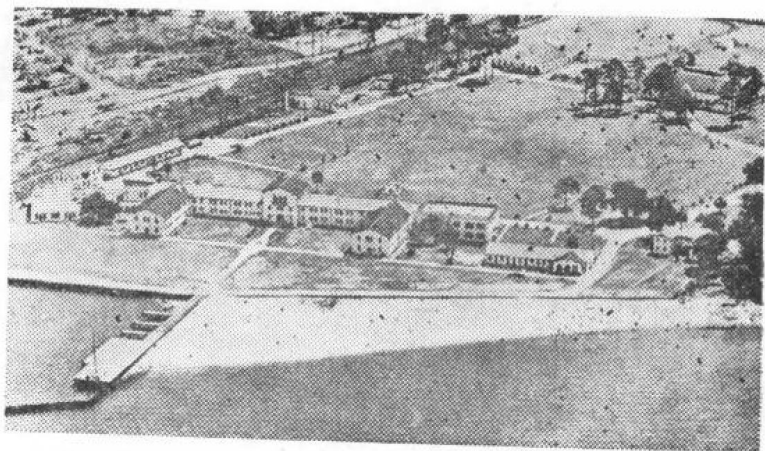
照片 2 说明：

“卡米耳”飓风过境前后的圣爱皮斯科波教堂的照片对比，该教堂座落在一条街口之东侧，比里切里厄居民点还要远离海边。



照片 3 说明:

亨德森角: “卡米耳” 飓风过境前后的海湾基督教堂的照片对比。



目 录

序言.....	(I)
第一章 风暴潮.....	(1)
第 1 节 概要.....	(1)
第 2 节 有关风暴潮的历史记载.....	(1)
第二章 风暴潮的特征.....	(7)
第 1 节 导言.....	(7)
第 2 节 风暴潮的成长及其变化.....	(7)
第 3 节 热带气旋引起的风暴潮的依时变化.....	(14)
第 4 节 风暴潮的能谱.....	(20)
第 5 节 风暴潮主振的特征.....	(23)
第三章 预报中心所需的资料.....	(30)
第 1 节 导言.....	(30)
第 2 节 资料的获取.....	(30)
第 3 节 统计资料.....	(38)
第四章 风暴潮预报的经验方法.....	(45)
第 1 节 导言.....	(45)
第 2 节 风暴潮预报的经验方法.....	(45)

第五章 风暴潮预报的实用方法	(48)
第 1 节 导言.....	(48)
第 2 节 预报技术.....	(48)
第 3 节 小结.....	(79)
第六章 风暴潮危险率的计算	(82)
第 1 节 导言.....	(82)
第 2 节 问题的提法.....	(82)
第 3 节 热带气旋的分类.....	(83)
第 4 节 风暴潮廓线.....	(85)
第七章 风暴潮灾害的现场调查	(92)
第 1 节 导言.....	(92)
第 2 节 高水位标记.....	(92)
第 3 节 其它的资料.....	(95)
第 4 节 现场调查报告的内容.....	(95)
附录 I 潮汐和潮汐预报	(98)
附录 II 符号索引	(109)

第一章 风暴潮

第 1 节 概要

风暴潮是沿海一带超过预报的天文潮暂时性的水位升高（关于天文潮预报、参见附录 1），它是由强风的向岸分量引起的。风暴潮这一术语通常被理解为仅在海岸的现象，尽管它也出现在不被人们注意到的开阔海面上。气压变化对水位变动也起重要作用。在海岸地带，水位有时会异常地下降到预报的潮位之下，我们称此为“负风暴潮”，这个名字不太理想，但还没有一个较好的叫法。这种水位下降，可以由风暴潮到来之前的海水回流引起的，但也有可能是离岸风的强风效应，把海水刮向海去。一般所说的风暴潮，往往是指“正风暴潮”。世界上发生风暴潮的地方很多，风暴潮高度及其历经时间也各不相同。不过，破坏性大的风暴潮常常是由热带生成的强烈气象扰动所引起的，这些气象扰动因所在地不同，叫法也不一样，例如被称作热带气旋、风暴、飓风或台风等。在发生风暴潮的同时，往往还掺入了风、风浪和降水的多重效应。这种风暴潮是本书主要的论及对象。至于离岸风引起海退性质的负风暴潮，其破坏性虽不那么大，但它对停泊在海面的大型船只（例如油船），却是十分危险的。

第 2 节 有关风暴潮的历史记载

许多国家，都曾对热带气旋作了大量记载，其中包括风

暴潮灾害史实。鲁德兰 (Ludlam, 1963) 曾提到过一次较早的气旋, 即1686年9月4—5日的气旋登陆事件。当时, 西班牙侵略者试图向北美的卡罗来纳低洼地带进军, 他们把两条战舰停靠在北爱底斯托岛附近。9月4日, 正当侵略者扑向波弗特附近的斯托特城镇时, 突然狂风大作, 把两条战舰都送上岸滩, 侵略者惊恐万分, 不得不收兵归营仓惶溃逃。

奈耳逊 (Nelson, 1975) 列出了1880—1970年90年间30个主要的热带气旋。这些气旋使澳大利亚北部沿海地带出现了0.5米高度以上的风暴潮。其中, 1899年3月5日的那次气旋横扫了巴瑟斯特湾, 并席卷了昆士兰东北的巴罗角。据估计, 当时气旋的中心气压为914毫巴, 该气旋所产生的特大风暴潮, 使海水上岸伸及陆地达5公里之远, 毁灭了一个采珍珠的船队, 大约有300人丧生 (whittingham, 1958)。这个地方还曾记录到最低的中心气压, 为887毫巴。

在印度, 1876年有一个热带气旋移到梅格纳河的河口附近, 位于加尔各答和吉大港*两城市之间, 这就是众所周知的巴赫尔贡格气旋。因这次气旋而产生的风暴潮, 淹没了沿海的几个岛屿和沿岸一带土地, 使十几万人丧失性命。仅这次灾害就足够促使执政当局设置气象部门, 以便竭力减少因风暴潮而带来的损失。

近年来, 澳大利亚有两起强气旋引起的风暴潮造成了大的灾害。第一起是由1971年12月24日上午10时 (东部标准时间) 的“阿尔西”*气旋引起的风暴潮, 该气旋袭击了昆士兰

• 吉大港现为孟加拉国的一个城市——译者

• 阿尔西是文中所提的气旋的名字, 有些国家习惯于用人名作为气旋、台风或飓风的顺序编号, 例如美国、澳大利亚等国。用人名的第1个字母表示该气旋的顺序。在日本, 对于特大台风还采用登陆点来命名, 如下文提到的伊势湾台风。我国则用数字表示, 不另起名——译者

北部的汤斯维尔港。当时，该港的最低气压读数是971.5毫巴，并伴有196公里/小时（106节）的最大阵风。汤斯维尔港验潮站在12月24日上午9时记录到的最大风暴潮高度为2.7米，即是说，在气旋登陆前1个小时就出现了最大风暴潮高度。更有甚者，这次最大风暴潮高度的出现时刻正值涨潮期间。第二起风暴潮是由“塔拉希”气旋引起的，这个气旋于1974年圣诞节凌晨（4时15分）袭击了达尔文港。该气旋的最低气压是955毫巴，据估计最大风速为175公里/小时（94节），最大阵风达200公里/小时（108节）。这个气旋虽很强，但其所产生的最大风暴潮高度只有1.6米。

墨西哥湾沿岸和美国东海岸，地形低洼而且水深较浅。这些地区对风暴潮甚是敏感。在墨西哥湾（美国部分）沿岸，破坏性最大的是1969年的“卡米耳”飓风，（参见照片1—3）。由该飓风而产生的风暴潮在密西西比州帕斯克里斯提安附近有7.4米高！这是美国记录到的最高风暴潮高度。另一个强气旋是“卡拉”飓风，它于1961年9月11日下午袭击了墨西哥湾附近的康瑙港与拉瓦卡港一带地方。估计在拉瓦卡湾的湾顶处最高水位达4.8—6.7米之间。

日本沿岸及其附近岛屿也有许多风暴潮高度大于2米的实例。1959年9月26日掠过伊势湾的一次台风，使名古屋附近出现了最大风暴潮，高度为3.6米。另一个气旋于1961年9月16日在大阪湾附近登陆，风暴潮高度为2.5米。表1.1列出了本世纪以来日本的一些主要风暴潮。表中最后一列是最大风暴潮高度值的出现地点。最高水位是天文潮潮位与最大风暴潮高度值之叠加。

表1.1 日本的主要风暴潮
(宫崎正卫, 1957*)

日 期	影响地区	最大风暴潮 高度(米)	最高水位 (米)	气压 (毫巴)	最大风速 (米/秒)	袭击地点
1917.10.1	东京湾	2.3	3.1	950.4	SSE 40.0	东京
1930.7.18	有明湾	2.5	—	954.6	ENE 30.6	富枝
1934.9.21	大阪湾	3.1	3.2	954.3	S 48.4	大阪
1938.9.1	东京湾	2.2	—	978.6	S 31.0	东京
1950.9.3	大阪湾	2.1	2.5	964.3	NE 33.4	神户
1956.8.17	有明湾	2.4	4.2	968.4	SE 27.0	佐贺
1959.9.26	伊势湾	3.6	3.9	958.5	SSE 37.0	名古屋
1961.9.16	大阪湾	2.5	2.9	937.3	SSE 33.3	大阪
1964.9.25	大阪湾	2.1	2.6	983.5	S 27.1	洲本
1965.9.10	大阪湾	2.2	—	966.0	SSE 38.8	洲本
1970.8.21	土佐湾	2.4	3.4	962.3	SW 35.8	足摺岬

• 此表截止年限为1970年，发表时间1957年显然有误——译者

在香港几乎每年都要出现 3—4 次风暴潮。程（音译，Cheng, 1967）搜集的资料揭示：在1954—1964年的十年间，0.2—1.8米的风暴潮就有35次。1962年9月一个名叫“旺达”的台风，引起的风暴潮高度达1.8米，而在深入陆地的太浦口（音译，Tai pu kau）验潮站，记录到的风暴潮高度竟有3.2米之高。这个实例告诉我们：在狭窄的海峡和离岸的海岛中，水位有时会骤然抬高。

孟加拉湾北部沿岸易受风暴潮侵袭，一个特强的气旋于1970年11月12—13日席卷了孟加拉湾沿岸一带。这个气旋产生了特大的风暴潮，估计高度超过6米，使附近岛屿及沿岸地区居民伤亡重大。这个地区几次突出的风暴潮的详情，参见表1.2。

在其它一些国家，也有特大风暴潮的文献报告。例如，1965年7月29日袭击朝鲜西海岸的一次风暴，它引起了5.2米异常高的风暴潮。泰国沿海地区的居民每年都要遭受1—2次大风暴潮的侵袭。这一地区实测到的最大风暴潮高度为4米。在1907—1931年的25年间，菲律宾群岛曾出现43次较大的风暴潮。1912年10月15—16日，一个气旋在莱特和宿务一带沿海城镇登陆。据报导说，索戈德诺特的海浪高达9米。在南印度洋的留尼旺岛，气旋常常产生暴雨，在该岛的西洛斯地方，1952年3月15—16日的一次热带气旋在24个小时内竟倾注了187.0厘米的雨量（Linsley, et al., 1975）。这个岛曾记录到暴雨与风暴潮（风暴潮高度有4.6米）相结合的实例。本章提到的有些风暴，下面还要讲到。

表1.2 吉大港的风暴潮(孟加拉沿岸)

(Flierl and Robinson, 1972)

日 期	风暴移速 (千米/小时)	最大实测 风速(节)	天文潮潮 位(米)	实测水位 (米)	最大风暴潮 高度(米)
1960.10.11	20	87	1.5	6.0	4.5
1960.10.31	38	104	0.0	6.6	6.6
1961. 5.9	38	87	1.2	4.8	3.6
1961. 5.30	22	87	0.6	—	—
1963. 5.29	40	113	0.3	—	—
1965.11.5	42	87	1.2	—	—
1965.12.15	32	87	0.3	—	—
1970.11.13	20	87	1.8	6.0—9.0	4.2—7.2

本章参考文献

- Cheng, T. T. , 1967, Storm surges in Hong Kong. Royal Observatory, Hong Kong, Tech. Note No. 26, pp. 1—16.
- Flierl, G. and Robinson, A. R. , 1972: Deadly surges in the Bay of, Bengal. Nature, London, 239, pp. 213—214.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A. and Paulhus, J. L. H., 1975, Hydrology for engineers. McGraw Hill, 482 pp.
- Ludlam, David M. , 1963: Early American hurricanes 1492—1870. American Meteorological Society, Boston, Mass. , USA, 198 pp.
- Nelson, R. C. , 1975: Tropical cyclone storm surges in Australia 1880 to 1970 .Second Austr. Conf. Coastal and Ocean Engr., Queensland, pp. 193—167.
- Whittingham, H.E., 1958: The Bathurst Bay hurricane and associated storm surge. Austr. Met. Mag., 23, pp. 14—36.

第二章 风暴潮的特征

第1节 导言

因风暴潮而形成的海水运动，有时被当作正压运动来处理，而未把内波及流速廓线的斜压性计及进去。但为要评价这些效应的重要程度如何，需要有关流速廓线方面的资料。风暴潮的主振部分常被视为长重力波*。风暴潮的余振部分（参见第3节）就要复杂些，这是因为余振有时可视为长波，而在另一些风暴潮情况下，却可看作是弥散的。风浪和涌浪的周期都很短，它们在风暴潮中被滤掉了。风浪和涌浪是表面重力短波，当水深不是很小时，它们对水位稳定的升高没有什么作用，但当风浪破碎之后，在开阔海岸，海浪的堆积效应有时却是重要的。应当认识到穿过洋面的气象扰动（热带气旋）的重要性，它们与特大风暴潮的产生有关连。风暴潮的主体部分在大洋上的传播，具有产生风暴潮的气旋的矢量运动性质以及其它一些参数的性质，因此可以看作作为一种孤立波，对这种波的生消过程的研究是颇有意思的。

第2节 风暴潮的成长及其变化

通过分析产生风暴潮的各项作用力及随其出现的海水运动，便可清楚地揭示风暴潮成长过程的流体动力学原理。通过海面上的法向和切向风应力作用，大气向海洋输送能量，这

- 长重力波在海洋学上叫做“长波”，从这个意义上来说，长波是属于非弥散性波动，其波长比水深大得多。