暴风波浪的危害与防御对策

房文鸾　章家琳　谭常波　董如洲
（国家海洋局第二海洋研究所）

1　引言

暴风波浪是由热带气旋①引起的，海上 60% 的海难事故是由它造成的。强烈的暴风波浪具有巨大的能量和频繁的冲击力，它给海上建筑、交通运输、海上油气开发、沿岸海洋工程及海上军事活动等带来巨大威胁。

据统计，从 1949～1989 年的 41 年间，影响东海的热带气旋达 240 个，平均每年 5.9 个，其中在东海沿岸登陆 104 个，登陆浙江的 22 个，占登陆的 21.2%[1]。登陆的热带气旋往往给沿海一带带来比其他形式更严重的灾害。

狂风、暴雨、暴潮、巨波，是热带气旋成灾的四要素。特别当气旋登陆时又逢天文大潮，这时造成的灾害更为惊人。在我国东海曾测到 4 米高的最大台风增水，17.8 米高的台风狂涛[2]，50～60 米／秒的飓风。有的台风登陆时风速还在 30～40 米／秒。热带气旋诱发的灾害在陆上主要是由狂风、暴雨引起的，在海上则是狂风、巨浪，而在海陆交界处的沿岸地区则是狂风、暴雨、暴潮、巨浪四害并作，使得这段地区灾害最为复杂和严重。

由于风与潮位的观测相对于波浪讲容易实施、资料较多，而暴风波浪特别是台风浪的观测相当困难，人们往往对暴风巨浪的可能尺度及危害程度估计不足。一般情况下，人们往往比较重视风暴潮的作用，而忽视台风巨浪带来的危害。事实上，风暴潮是强风和气压骤变引起的水位异常上涨即台风增水，而形成在风暴高潮位上的台风巨浪才是产生惊人破坏力的动力因素。在广阔的洋面上，暴风巨浪可达十几米甚至二十几米，这种浪通常可以传播很远，就是台风行经在沿岸浅水区域时，也可形成相当规模的大浪。由于暴风巨浪的作用而使海上石油平台倾覆，船只翻沉，港口建筑及海洋工程设施遭受破坏的事例不胜枚举。

2　暴风波浪与石油开发

随着海洋开发日益兴起，海上石油勘探不断发展，海上石油钻井平台日益俱增。而暴风波浪是海上油气开发的最大障碍，它直接威胁着海上石油开采装置的安全，影响着石油普查、勘探、施工等开发项目的进行。

据报道，一座在水深 180 米处的石油平台必须要经受住波高达 30 米怒涛的冲击，否则就有被冲毁的危险。据 1990 年世界海上平台事故数据库资料，1970～1989 年内，海上平台事故中共丧生达 1150 人，在同一时期平台全损 125 座，严重受损的有 533 座。死亡 10 人以上的重大海上平台事故有 15 起，其中被巨浪打翻而沉没的有 9 起，占 60%。如 1980 年 3 月“亚历山大基兰德”号半潜式浮动钻井船在挪威海恶劣的海况中发生事故，123 人遇难。1982 年 2 月 15 日，加拿大的一艘半潜式钻井装置“海洋徘徊者号”，在芬兰近海被掀起的 15 米的巨浪打翻，84 人丧生。1983 年 10 月 26 日，在我国南海施工的美国钻井浮船“格洛玛，爪哇海号”在 8316 号台风中沉没，82 人葬身海底，造成 1000 多万美元的经济损失。我国类似海难事故也有发生，70 年代末 80 年代初，有 2 台石油钻井平台分别沉没于渤海和南海，丧生百余人，经济损失惨重[3]。

波浪大小还直接影响着石油钻井浮船的作业进

① 这里指热带风暴，强热带风暴和台风。

程。我国的"勘探一号"钻井浮船在海上作业时，多次因恶劣海况而影响生产，一般风力超过5级海上掀起的波浪就会使船身摇摆无法钻井，一次施工遭遇7～8级东北风，在波浪与1.8节西南流的共同作用下，锚缆断裂，钻井被迫停止，整口井报废。还有一次原计划钻井深2 000米，当钻到1 500米时，海上出现了台风，为安全起见不得不停工返港，使工程半途而废耗资1700万元。"勘探一号"打黄海三井时，因对海况没有足够估计，结果整口井报废，损失几百万元。打黄海四井时也因预报不准，防喷器未能先脱开，结果在大风浪中倒塌，影响施工20天，经济损失几十万元[4]。据南海西部石油公司估计，平台每停钻一天就要损失10万美元，1984年西部石油公司作业的外国船，一次防台撤离费就高达900多万美元。

综上所述，海上波浪状况对海上油气开发有着重大影响，及时做好暴风波浪的预报，加强对暴风波浪防患是致关重要的。

3 暴风波浪与沿岸工程

暴风波浪对沿岸工程，水工建筑的冲击力是巨大的，设计沿岸建筑物时海浪的作用必须首先要考虑的，否则会造成不堪设想的后果。为了确保海滨设施及近岸建筑的安全，近岸工程要采用大浪统计的重现期波高，周期等波浪参数来进行设计，这些参数是考虑建筑物的强度和使用年限的重要指标，决定这些参数台风波浪是决不可少的。海洋二所曾经先后为金山卫第一、二期工程，台州电厂灰库工程，镇海油码头，大陈码头，外磕脚海洋站等工程提供了多年暴风波浪统计得到的设计波参数。对一些较小的港口，渔船码头，甚至养殖区，围垦海堤，拦海堤坝等工程，也都必须考虑暴风波浪的影响。另外，航道的疏通，码头水深的保持，大浪对泥沙的输送，都与暴风波浪密切相关。在进行港口、航道开挖、围海造田等工程时波浪冲击作用造成的泥沙回淤问题也应特别加以重视。

如果近岸工程对海洋环境参数重视不够，将会使某些工程容易遭受到暴风波浪袭击而被摧毁，这就会给国家造成严重经济损失，给近岸工程区人民群众生命财产造成重大威胁。

70年代初，大连港被暴风波浪摧损，造成相当严重的损失。1974年在浙江三门登陆的7413号台风，适逢天文大潮汛，暴潮与巨浪一起袭来，摧损了沿岸堤塘2163处，长422公里。1989年23号台风在浙江温岭登陆，巧与旧历八月十六大潮汛吻合，造成三门至温岭一带沿海出现历史上最高潮位，暴潮与暴风波浪两害并作，摧毁了台州地区51%的海塘堤坝，共2000余处，长440公里[5]。

以上实例一方面说明风暴能量大，破坏力强，也说明我国沿岸海洋工程防灾能力太差。据报道，浙江省海塘70%左右只有5年一遇的校核水位[6]。可见，一遇灾害性风暴天气就很容易发生溃决，酿成灾害。

4 暴风波浪与沿岸人民生活

热带气旋到来时，伴随而来的狂风，恶浪暴雨、暴潮往往会给沿岸人民生命财产造成巨大威胁。

据统计，全球每年发生80～100个热带气旋造成平均每年2万人死亡，60～70亿美元的经济损失。这些热带气旋来自西北太平洋的约占总数的63%，在西北太平洋沿岸国家中，我国是受台风袭击最多的国家，每年约有20个热带气旋严重影响我国近海，酿成灾害，其中直接登陆我国大陆的每年约有7～8个，占登陆西北太平洋沿岸国家台风总数的34%[7]。

中外历史上沿海国家遭受热带气旋袭击而酿成大灾的实例不胜枚举。震惊世界的是1970年11月13日发生在孟加拉湾沿岸的风暴灾害。我国，特别浙江省地处东南沿海，是热带风暴活动的频繁地带，是我国受热带气旋危害严重的省份之一。从1884年起至1990年，百余年间先后有70个热带气旋在浙江登陆，平均每年0.66个，其中台风甚多[6]。这些登陆热带气旋对浙江沿海造成灾害的实例频频皆是。

1956年8月，登陆浙江象山的12号大台风，登陆时气压923百帕，近中心风力普遍12级以

上，杭州机场的实测风速达到 40 米／秒，又适逢天文大潮汛，巨浪高达 7 米多，暴潮伴随巨浪使象山县海塘溃决，纵深 10 公里以内一片汪洋，灾害遍及 75 个县，伤亡共达 2 万余人，其中死亡 4 925 人，冲毁水利工程 2.7 万余处，农田受灾 40 多万公顷，损毁房屋 71.5 万多间[9]，是建国以来因台风影响，伤亡人数最多的一次。1974 年 8 月，东海西行的 7413 号台风正面登陆浙江三门，强度强，风力大，又逢天文大潮汛，使沿海台风增水普遍超过 1 米，部分地区 1.5～2.0 米，暴潮、暴雨、巨浪使全省受淹农田 21 万多公顷，毁堤塘 422 公里，死亡 136 人，下落不明 53 人，经济损失 3 亿元以上。1988 年 8 月，在浙江象山登陆的 8807 号台风，来势猛、速度快、风力大、全省 7 个市，41 个县受灾，受淹农田近 22 万公顷。这次台风死亡 160 人，伤 1 232 人，下落不明 34 人，直接经济损失 11 亿元[8]。1989 年 9 月 15 日，在浙江温岭登陆的 8923 号台风，使我省 7 个地市 37 个县受灾，适逢天文大潮，台风增水峰值达 1.7 米，属建国以来罕见，使近 35 万公顷农田受灾，房屋倒塌 4.6 万多间，沉没船只 2 094 只，受灾人口约 681.29 万，丧生 175 人，重伤 696 人，下落不明 28 人，这次台风总经济损失达 13.23 亿元[9]。

据浙江省民政局提供信息，1990 年浙江省因热带气旋灾害一项经济损失就高达 41 亿元以上。

从以上实例可见，热带气旋与人民生活息息相关，它直接威胁着沿岸人民的生命财产安危，关系着沿岸地区经济的发展。因此，必须加强对热带气旋，暴风波浪的防患，最大限度地减少其损失。

5 对暴风波浪的防御对策

对自然灾害的防御能力既要一个国家经济实力作基础又体现一个国家的科学技术水平，它直接关系着人民生命财产的安危，关系着国民经济的发展和社会的稳定，具有深远的政治意义和经济意义，是涉及国计民生的大事，它又是一个多部门，多学科，多领域的综合课题，在现有财力，物力和科学技术水平的条件下，各地区必须提高对海洋灾害的认识，制定一套符合当地实际情况的行之有效的防灾减灾措施。

5.1 各级领导要高度重视，充分认识暴风波浪的危害，增强全民防灾、减灾意识

我国东南沿海地区是我国重要的经济开发区之一，是对外开放的前沿阵地，对这一地区海洋灾害的防患能力直接关系着我国对外开放方针的实现。我国东南沿海近岸地区蕴藏着极丰富的油气资源亟待开发，为确保海上动力资源开发顺利进行，确保平台安全，加强东海暴风波浪灾害的防患，势在必行。因此，为确保东海近岸水产资源的开发，确保沿岸工程和人民生命财产安全，必须加强这一地区暴风波浪的防患工作。

各级领导首先要重视防灾工作，然而采用多种形式大力宣传防灾工作的重要性，努力提高全民防灾意识，充分做好防灾减灾的各项准备工作。

5.2 加强对暴风波浪的研究，监测和预报工作

科学技术是第一生产力，虽然暴风波浪具有强大威力，会产生巨大破坏力，但只要我们加强对暴风波浪的研究，模清热带气旋的活动规律及其产生暴风波浪的特点，就能掌握自然，只要我们严格按科学规律办事，就能克服盲目性，增强自觉性，要做到对暴风波浪进行很好的防患，必须加强对暴风波浪的监测和预报。

国家海洋局已经在我国沿岸近海和岛屿建立了 50 多个海洋观测站，近海船舶，远洋船舶为主的海浪监测网。近年来，在我国南海、东海、黄海投放了 10 多个水文气象浮标监测灾害性海浪，这些浮标除观测技术尚需不断改进外，也因人为干扰而不能顺利工作，使资料观测的完整性受到一定影响。迫切要求各级领导及海上作业的群众充分重视这一工作，极力保护国家这些观测设施，加强这方面投资，给沿岸各海洋观测站配备先进的测波仪器，以进一步提高灾害性海浪的监测能力和预报研究水平。

目前，美国、英国、日本、德国、荷兰、挪威等国，都非常重视海浪预报工作，都采取各种不同的方法研制波浪预报模式，发布海浪预报对减少灾害性海浪的危害起着重大作用。我国近年来，海浪

预报技术和理论研究水平有很大提高，海洋局预报中心已建立了一套海浪预报模式，下属各区台也先后开展所辖海区的海浪预报工作，有的已在电视、广播里进行播放，目前国家海洋预报台，海洋局一所、二所，青岛海洋大学，科学院南海所都在积极进行海浪研究工作，提出了各种预报模式，但这些模式尚待众多可靠实测资料的验证，特别是暴风波浪资料的验证。因此，进一步加强暴风波浪的观测与研究，提高预报模式的精确率，是减轻暴风波浪灾害所不可缺少的重要环节。

5.3 对沿岸海洋工程及海塘堤坝必须科学设计，严格施工提高抗台、抗潮、抗浪能力

各项海洋工程施工前应对所需海洋环境参数进行科学论证，委托有技术实力的科研单位进行精确计算，提供可靠的设计数据，对工程项目必须严格按设备条件、技术水平、节约经费的原则投标，确保工程质量。现有的一些沿海海堤、海塘，虽在抗台防灾中起到一定作用，但普遍存在堤顶高程偏低，堤身单薄，工程质量差，维修保养不及时等问题[10]，存在不少隐患。当台风到来时往往经不住风、潮、浪的冲击，而使灾情加剧。因此，为最大限度地减轻沿海人民生命财产的损失，必须切实加强海洋工程诸方面的工作，提高其防灾抗灾能力。

5.4 加强各方面配合，各部门齐心协力才能做好防灾工作

浙江是一个海洋面积为陆地4倍的海洋省，海岸线长，岛屿众多，受热带气旋威胁严重，对海洋灾害的防患工作尤为重要。必须调动气象、水文、水利等各方面力量协同作战，这就要求领导部门做好权威性的组织、协调、规划工作，使各部门协调一致地做好防灾抗灾工作。

另外，热带气旋及暴风波浪的生成、发展、消衰、运动规律的研究工作及预报模式的研制主要集中在科研单位和高等院校，而具体实施预报则由气象台和海洋预报台承担，而防灾抗灾工作都是由政府部门组织，过去这三方面配合做的不够，甚至有时互相封锁成果和资料，或索取高价，影响防灾抗灾工作的进行。事实上，科研单位与高等院校的研究成果多重于理论方面，实际应用不够，可以与气象台海洋预报台合作，把研究成果拿到预报部门试用，进行改进。由于研究单位与预报部门之间联系不够，必然会使研究成果的推广应用周期拉长，预报部门也不能对预报模式，方法及时更新换代，提高预报准确度，增加时效。今后两个部门应在政府部门的领导下互相配合，取长补短协同做好工作。

5.5 必须建立一个现代化的防御自然灾害的预警系统

(1) 气象部门和水利部门建立省—地—县三级高频通讯网络。

(2) 建立区乡天气警报网络，建议派专人负责收集反馈灾害情报，组成"地级灾害性天气跟踪监测网"。

(3) 建立包括台风路径、暴潮、暴风波浪在内的数据库，方法库检索系统及其预报专家系统和信息管理系统。

(4) 建议建立移动式热带气旋防灾研究站[11]。

移动式防灾研究站实际上是一座可以快速移动的观测、预报台，防灾服务所，它备有较齐备的风浪水位流等灾害参数观测仪器和小型电子计算机，其主要任务是跟踪捕捉热带气旋登陆点，在热带气旋登陆前及早赶到登陆点投放海上探测仪器，与当地政府配合做好防灾工作，移动式防灾研究站可以随着台风的移近，越来越准确地发布台风登陆点附近地区的大风，水位，海浪等预报值，供当地群众和防灾指挥部门参考。

参考文献

1 房文鸾等。热带气旋在东海的活动及其灾害分析，东海海洋.10,3.1992

2 矶崎一郎，齐藤胜也。东中国海的波浪特征，第3回国际海洋水产专门家会议东中国海学术讨论会，NO2～3，1990

3 许富祥，西北太平洋灾害性海浪的监测和预报，海洋预报，Vol.8，№.1，1991

4 雷宗友、高希兰。海洋预报在海洋开发中的作用，海洋预报服务，Vol，2,No、2，1985

5 林显钰。加强水利建设，保障农业丰收，政协

辽宁沿海地区海水入侵现状及减灾对策

祝振山

(辽宁省计划委员会)

摘　要　本文介绍辽宁的大连、锦州沿海地区海水入侵日趋严重，令人担忧。阐述了海水入侵形成原因、特点、入侵范围及规模、危害。并提出减灾对策和建议。

关键词　辽宁沿海　海水入侵　对策

海水入侵是沿海地区所特有的自然灾害。海侵形式有二种，一是风暴潮，二是海水从地下入侵。

辽宁沿海地区海水入侵日趋严重。

锦州地区地下水超采，导致地下水面下降，锦县地区海水北侵8公里，近几年地下水已形成6个大漏斗，其中心已下降3～9米，最大的漏斗在东北安屯，八千一带方圆约400平方公里，最危险的漏斗是在绥丰水源地，中心水面已低于海水平面0.5米，其南缘的新立屯一带，地下水面高出海面只有1米左右，一旦海水超过此线，将大量侵入漏斗区。

大连滨海地区的海水入侵始于60年代中期，以后愈演愈烈，令人忧虑。海水入侵范围不断扩大。开始，先在个别点上发生，然后慢慢扩大继而点点相连成片，最后沿岸呈面状入侵。60年代中期，仅在沿海平原及沙岸洼地有点状或线状分布。70年中期，逐渐从沿海向内陆延伸，并朝四周辐射扩散。80年代初，发展到一定规模，渐渐连接成片。目前，大连地区由于地下水过量开采，造成海水入侵严重，海水入侵已扩展连通成大小32块，面积共有400多平方公里，有38个乡镇，数十个大中型企业以及多处水源地，城市蔬菜和副食品基地均受到不同程度影响。南关岭至前后盐村海水入侵，年均扩展速率2.75平方公里，由于水位低于海平面，引起海水倒灌，水质变坏，水质咸化，如营城子牧城驿铁路以北，水质全部咸化。复州湾粘土矿海水入浸渗量1.3～7.2万吨／日，矿化度高达26克／升。大连地区4000多眼饮水井受到海水倒灌影响。大连沿海地区海水入侵递增速率增高。金州以南是经济发达、人口稠密地区，现在海侵面积达300多平方公里。据资料统计分析，这里年平均递增15.6平方公里。其中，1978年至1981年，年平均递增10多平方公里；1981年至1986年，年平均递增15.7平方公里，1986年至1991年，年平均递增18.5平方公里。

海水以不同方式向纵深侵入。基岩分布区，海水沿构造裂隙发育带呈线状入侵；松散盐类分布区，海水沿松散岩层呈面状入侵；碳酸盐分布区，海水沿岩溶孔隙，溶洞一类通道入侵。海水入侵正从渤海和黄海沿岸向辽东半岛内部扩展。大连沿海

浙江省六届三次会议大会发言，1990

6　羊天柱。浙江沿海风暴潮灾害及减灾对策，浙江省重大灾害分析与防御对策讨论会，1990

7　杨华庭，中国海洋灾害基本概念及其防御对策，中国自然灾害灾情分析与减灾对策讨论会报告，1990

8　浙江省人民政府防讯防旱指挥部办公室。浙江省水旱情与减灾对策，浙江省灾害防御协会成立大会材料汇编，1990，11

9　孙洪。沿海潮灾的危害及防御对策。海洋与海岸带开发，Vol.8，No1，1991

10　王喜年。减轻风暴潮灾害之我见，中国自然灾害灾情分析与减灾对策讨论会报告，1990，3