



我国近海海洋综合调查与评价专项成果
“十二五”国家重点图书出版规划项目



ZHEJIANGSHENG HAIYANG
HUANJING ZIYUAN JIBEN
XIANZHUANG

浙江省海洋环境资源 基本现状

下册

张海生 主编



海洋出版社

我国近海海洋综合调查与评价专项 成果

浙江省海洋环境资源基本现状

(下册)

张海生 主编

海洋出版社

2013 年 · 北京

CONTENTS 目 录

浙江省海洋环境资源基本现状

上 册

第一章 浙江省区域概况	(1)
1.1 浙江省地理位置与行政区属	(1)
1.2 区域地质与水文特征	(3)
1.2.1 区域地质地貌特征	(3)
1.2.2 入海河流及其水文特征	(6)
1.3 浙江省气候	(10)
1.3.1 浙江省气候的一般特征	(10)
1.3.2 气象要素基本特征及其时空变化	(15)
第二章 浙江省海洋环境	(27)
2.1 浙江省海域地形地貌	(27)
2.1.1 概论	(27)
2.1.2 地形地貌的区域分布特征	(28)
2.1.3 典型地形地貌单元的发育与演变过程	(38)
2.1.4 区域地形地貌条件评述	(50)
2.2 浙江省海域海洋沉积物	(56)
2.2.1 潮间带沉积物类型及其分布特征	(56)
2.2.2 浙江省近海沉积物类型及其分布特征	(60)
2.2.3 浙江省沉积物矿物特征	(62)
2.2.4 浙江近海底栖有孔虫分布及组合特征	(66)
2.2.5 浙江近海沉积地层和沉积过程	(67)

2.2.6 小结	(71)
2.3 物理海洋	(72)
2.3.1 浙江海域海洋水动力的时空分布特征	(72)
2.3.2 浙江海域温度、盐度的时空分布特征	(91)
2.3.3 浙江海域悬浮泥沙的时空分布特征	(118)
2.3.4 浙江海域其他重要物理海洋要素的分布特征	(121)
2.3.5 浙江海域物理海洋条件的区域性评述	(122)
2.4 海洋化学	(123)
2.4.1 浙江海域海水化学要素的分布特征	(123)
2.4.2 浙江海域沉积物化学要素的分布特征	(164)
2.4.3 浙江海域海洋生物体质量分布特征	(173)
2.4.4 浙江海域海洋环境质量评述	(175)
2.5 海洋生物与生态	(183)
2.5.1 浙江海域的叶绿素 a 和初级生产力	(183)
2.5.2 浙江海域的浮游植物	(193)
2.5.3 浙江海域的浮游动物	(196)
2.5.4 浙江海域的大型底栖生物	(210)
2.5.5 浙江沿海潮间带生物	(224)
2.5.6 浙江沿海海洋生态系统基本状况评述	(233)
2.6 滨海湿地	(244)
2.6.1 浙江省滨海湿地的类型、面积与分布	(244)
2.6.2 主要滨海湿地分布	(251)
2.6.3 浙江省滨海湿地资源评价	(266)
2.6.4 浙江省滨海湿地退化预防对策	(286)
第三章 浙江省的海洋资源	(296)
3.1 浙江省的海岛资源	(296)
3.1.1 浙江省的海岛分布基本状况	(296)
3.1.2 浙江省海岛类型、数量及分布	(297)
3.1.3 浙江省海岛面积及分布	(299)
3.2 浙江省海岸与土地资源	(302)
3.2.1 浙江省海岸带土地资源	(302)
3.2.2 浙江省海岸线资源	(312)

3.2.3 浙江省滩涂资源	(323)
3.3 浙江省港口航运资源	(334)
3.3.1 浙江省深水岸线与港口资源	(334)
3.3.2 浙江省航道资源	(343)
3.3.3 浙江省锚地资源	(349)
3.3.4 港口航运资源开发利用情况	(356)
3.4 浙江近海矿产资源	(358)
3.4.1 海砂资源	(358)
3.4.2 浙江近海的其他矿产资源	(367)
3.4.3 浙江近海海砂等海域矿产资源的开发利用基本状况	(369)
3.4.4 浙江近海矿产资源评价	(373)
3.5 浙江近海植被资源	(384)
3.5.1 植被的类型、面积与分布	(385)
3.5.2 浙江省近海植被资源评价	(403)
3.6 浙江省海洋渔业资源	(411)
3.6.1 浙江省渔业资源分布特征	(411)
3.6.2 浙江省渔业资源利用的基本状况	(415)
3.6.3 浙江省海洋渔业资源评价	(433)
3.7 浙江省海水资源与综合利用	(441)
3.7.1 浙江省可利用海水资源分布特征	(441)
3.7.2 浙江省海水淡化现状与展望	(442)
3.7.3 浙江省滩涂水资源水处理工程	(445)
3.8 浙江省的海洋可再生能源	(448)
3.8.1 浙江省的潮汐能	(450)
3.8.2 浙江省的潮流能	(455)
3.8.3 浙江省的波浪能	(472)
3.8.4 浙江省的盐差能	(485)
3.8.5 浙江省的海洋风能	(488)
3.8.6 浙江省海洋可再生能源评价	(497)
3.8.7 海洋可再生能源开发利用现状	(508)
3.8.8 浙江省海洋可再生能源布局	(515)

3.9 浙江省的旅游资源	(522)
3.9.1 浙江省的旅游资源类型与分布	(522)
3.9.2 浙江省重要旅游景区(点)分布	(533)
3.9.3 浙江省旅游资源评价	(536)
3.10 浙江省海洋资源综合评价	(542)
3.10.1 丰富而又相对集中的深水岸线和港口航道资源	(543)
3.10.2 位于全国前列的海洋渔业资源	(544)
3.10.3 丰富多彩的滨海及海岛旅游资源	(544)
3.10.4 具有多宜性的滩涂资源	(545)
3.10.5 储量丰富的海洋能资源	(546)
3.10.6 重要的海砂矿产资源	(547)
3.10.7 前景良好的东海油气资源	(547)

下 册

第四章 浙江省海洋灾害	(549)
4.1 浙江省海洋环境灾害	(549)
4.1.1 浙江省的风暴潮灾害	(549)
4.1.2 浙江省的大浪、巨浪灾害	(556)
4.1.3 浙江省的海雾灾害	(565)
4.1.4 浙江省的其他环境灾害	(568)
4.2 浙江省的海洋地质灾害	(575)
4.2.1 浙江省的海岸侵蚀	(578)
4.2.2 浙江省的海水入侵灾害	(581)
4.2.3 浙江省的港湾淤积	(586)
4.2.4 浙江省的其他海洋地质灾害	(590)
4.3 浙江省的海洋生态灾害	(594)
4.3.1 浙江省的赤潮灾害	(594)
4.3.2 浙江省的外来物种入侵	(601)
4.3.3 浙江省的滨海湿地退化	(604)
4.3.4 浙江省的其他海洋生态灾害概述	(622)
4.4 浙江省的其他灾害	(623)
4.4.1 霜与霜冻	(623)

4.4.2 低温冷害	(626)
4.4.3 春秋季节连阴雨害	(630)
4.5 海洋灾害对浙江省沿海地区经济社会发展影响及防治对策	(633)
4.5.1 海洋灾害对浙江省沿海地区经济社会发展影响	(633)
4.5.2 海洋灾害的防治对策	(636)
4.5.3 加强对海洋灾害、灾情的监测能力建设	(640)
4.5.4 加强海洋资源与环境的法制与公共政策管理	(641)
4.5.5 加强海洋经济发展中的风险管理	(642)
第五章 浙江省的海域使用	(644)
5.1 浙江省海域管理概况	(644)
5.1.1 浙江省海域使用管理历史沿革	(644)
5.1.2 浙江省海域使用管理发展现状	(645)
5.2 浙江省海域使用现况	(649)
5.2.1 海域使用分类	(649)
5.2.2 浙江省海域使用状况	(651)
5.2.3 浙江省海域空间使用情况	(670)
5.2.4 浙江省海岸线利用情况	(679)
5.3 浙江省海域使用现状评价	(682)
5.3.1 浙江省海域使用布局特征分析	(682)
5.3.2 浙江省海域使用协调性分析	(697)
5.3.3 浙江省海域利用可持续性分析	(711)
5.3.4 浙江省海域使用存在问题	(717)
5.4 浙江省重点海域开发利用现状及评价	(718)
5.4.1 杭州湾海域	(719)
5.4.2 宁波—舟山海域	(722)
5.4.3 岱山—嵎泗海域	(725)
5.4.4 象山港海域	(728)
5.4.5 三门湾海域	(732)
5.4.6 台州湾海域	(735)
5.4.7 乐清湾海域	(738)
5.4.8 瓯江口及洞头列岛海域	(741)

5.4.9 南、北麂列岛海域	(745)
第六章 浙江省沿海地区社会经济	(749)
6.1 浙江省沿海社会经济概况	(749)
6.1.1 区域经济发展	(749)
6.1.2 产业结构特征与变化	(758)
6.1.3 浙江省人口与就业	(761)
6.1.4 浙江省沿海城镇发展	(767)
6.1.5 浙江省的教育与科技	(771)
6.2 浙江省海洋经济及主要海洋产业发展状况	(776)
6.2.1 浙江省海洋经济总量及产业结构	(776)
6.2.2 浙江省主要海洋产业发展状况	(780)
6.3 浙江省海洋经济发展状况评价	(819)
6.3.1 浙江省海洋经济对区域经济的影响	(819)
6.3.2 浙江省海洋经济及海洋产业的优势与不足	(823)
第七章 浙江省海洋开发利用与可持续发展的对策建设	(830)
7.1 浙江省海洋开发利用历史与现状	(830)
7.1.1 浙江省海洋开发利用历史	(830)
7.1.2 浙江省海洋开发利用现状	(844)
7.2 浙江省海洋开发利用指导思想与目标	(847)
7.2.1 浙江省海洋开发利用指导思想	(847)
7.2.2 浙江省海洋开发利用战略要求	(848)
7.2.3 浙江省海洋开发利用战略定位	(849)
7.2.4 浙江省海洋开发利用战略目标	(849)
7.3 浙江省海洋开发利用分项布局	(850)
7.3.1 总体设想	(850)
7.3.2 港口布局	(853)
7.3.3 浙江省滨海工业布局	(858)
7.3.4 浙江省海洋渔业布局	(870)
7.3.5 浙江省海洋旅游布局	(874)
7.3.6 浙江省海洋围涂布局	(878)
7.3.7 浙江省海洋清洁能源布局	(881)
7.3.8 浙江省海洋保护区布局	(882)



7.3.9 浙江省海洋开发利用区域布局	(891)
7.4 浙江省海洋可持续发展的对策建议	(921)
7.4.1 不懈坚持海洋的可持续发展	(921)
7.4.2 坚持生态集约高效利用滩涂资源	(925)
7.4.3 科学完善沿海和海岛基础设施	(928)
7.4.4 有效提升海洋科技创新能力与动力	(934)
7.4.5 积极完善海洋开发归化体系	(938)
7.4.6 改革创新海洋开发管理体制	(942)

第四章 浙江省海洋灾害

4.1 浙江省海洋环境灾害

4.1.1 浙江省的风暴潮灾害

风暴潮包括了热带气旋、温带气旋和冷空气等强风天气过程造成的潮位暴涨所产生的自然灾害。浙江省沿海各市均发生过风暴潮,浙江省杭州湾、台州及温州沿海为风暴潮频发区及严重区,特别是温州沿海和台州沿海。

4.1.1.1 风暴潮的类型

1) 热带气旋

(1) 热带气旋简介

热带气旋(Tropical Cyclone)是发生在热带或副热带洋面上的低压涡旋,是一种强大而深厚的热带天气系统。热带气旋通常在热带地区离赤道平均 $3\sim 5$ 个纬度外的海面(如西北太平洋,北大西洋,印度洋)上形成,其移动主要受到科氏力及其他大尺度天气系统所影响,最终在海上消散、或者变性为温带气旋,或在登陆后消散。登陆的热带气旋会带来严重的财产和人员伤亡,是最严重的自然灾害的一种。不过热带气旋亦是大气循环其中一个组成部分,能够将充沛的淡水输送到较高纬度。

中国气象局(CMA)采用两分钟平均风速来对热带气旋进行分级:

- ① 热带低压,底层中心附近最大平均风速为 $10.8\sim 17.1\text{ m/s}$,也即风力 $6\sim 7$ 级。
- ② 热带风暴,底层中心附近最大平均风速为 $17.2\sim 24.4\text{ m/s}$,也即风力 $8\sim 9$ 级。
- ③ 强热带风暴,底层中心附近最大平均风速为 $24.5\sim 32.6\text{ m/s}$,也即风力 $10\sim 11$ 级。
- ④ 台风,底层中心附近最大平均风速为 $32.7\sim 41.4\text{ m/s}$,也即 $12\sim 13$ 级。
- ⑤ 强台风,底层中心附近最大平均风速为 $41.5\sim 50.9\text{ m/s}$,也即 $14\sim 15$ 级。
- ⑥ 超强台风,底层中心附近最大平均风速 $\geq 51.0\text{ m/s}$,也即16级或以上。

(2) 热带气旋灾害情况

浙江省每年都会受到热带气旋的影响,1949—2008年60年间,在浙江登陆的台风40个,平均每年0.67个。累年登陆浙江的台风各地登陆次数分布见图4.1。影响浙江省的台风有312个,平均每年有5.2个。根据1949—2008年灾情资料统计,热带气旋在浙江引起较明显灾害的有43年,88例,年均1.47例,共造成直接经济损失1000多亿元,死亡万余人,农田受灾超过 $1\,000\times 10^4\text{ hm}^2$ 。浙江的热带气旋有4个特点:强、多、灾重、复杂。

- ① 强度强。登陆浙江的台风是无遮无挡地长驱直入。直扑浙江,因此它登陆浙江时,其

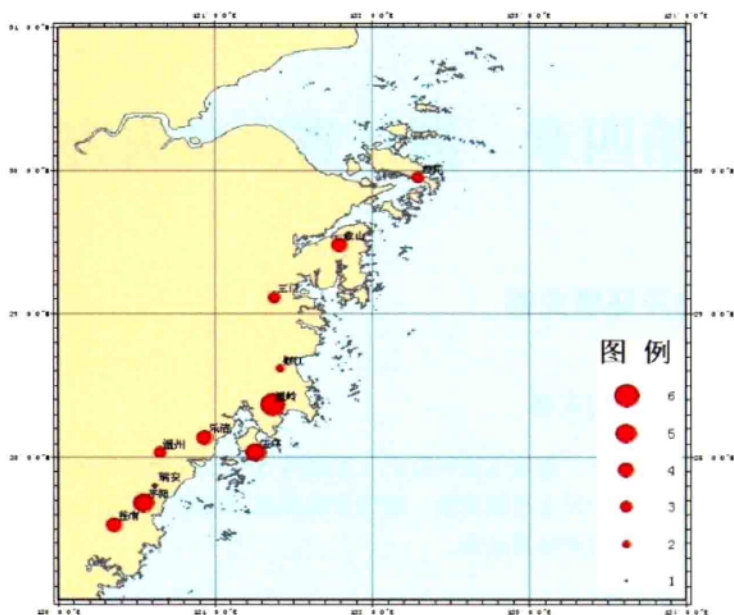


图 4.1 累年登陆浙江台风次数统计

强度往往是最强的台风。加上浙江地形的特殊和海岸线的走向，更易助长风雨势头。

② 台风多。直接登陆浙江的台风 40 个，影响浙江省台风达到 312 个，另外，登陆福建中、北部的台风往往对浙江的影响有时大于对福建的影响。

③ 灾情重。据史料的不完全记载，浙江历史上至少有 17 次遭受台风灾害一次死亡人数达万人以上。根据 1949—2004 年灾情资料统计，热带气旋在浙江引起较明显灾害的有 39 年，78 例，年均 1.48 例，共造成直接经济损失 880 余亿元，死亡万余人，农田受灾约 $1\,000 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。其中受“5 612 号”台风影响，死亡人数达 4 925 人，倒塌房屋 71.5 万间，这是新中国成立以来全国影响最严重的台风。20 世纪 90 年代有两个台风严重影响，其中，1994 年 8 月 9 日，“9417 号”台风登陆瑞安，造成经济损失 124 亿元，死亡 1216 人，倒塌房屋 10 万间。1997 年 8 月 18 日，“9711 号”台风横穿浙江，造成直接经济损失 198 亿元，死亡 236 人，倒塌房屋 8.5 万间。2000 年以后有 3 个台风严重影响，2004 年 8 月 12 日，“0414 号”台风在温岭登陆，损失 181 亿元，死亡 182 人，倒塌房屋 6.4 万间。2005 年 7 月 18 日，“0515 号”超强台风在路桥登陆，损失 155 亿元，倒塌房屋 3.7 万间。2006 年 8 月 8 日，0608 号超强台风“桑美”在苍南登陆，损失 127 亿元，死亡 193 人，倒塌房屋 3.9 万间（图 4.2）。受台风影响，2000—2008 年全省平均年经济损失超百亿元，平均每年死亡 101 人。灾害经济损失有逐年增加的趋势。

④ 路径、类型复杂。首先是路径复杂，台风移动的拐点往往在浙江省沿海，还常有停滞打转现象。其次，台风影响的类型复杂。近海台风、三碰头（风、雨、潮）台风、干台风以及连环台风等时有发生，例如“连环”台风影响时，接二连三，常使人们措手不及。另外，有的台风或台风倒槽在浙江上空遭遇冷空气，造成大范围的中尺度强对流天气，出现龙卷风、冰雹、雷暴天气和大暴雨。



图 4.2 “桑美”超强台风沿海风暴潮分布

2) 温带气旋

(1) 温带气旋简介

温带气旋是出现在中高纬度地区而中心气压低于四周近似椭圆形的空气涡旋，是影响大范围天气变化的重要天气系统之一。温带气旋的直径平均 1 000 km，小的也有几百千米，大的可达 3 000 km 或以上。气旋随高空偏西气流向东移动，前部为暖锋，后部为冷锋，两者衔接处的波动南侧为暖区。温带气旋从生成，发展到消亡整个生命史一般为 2~6 d。同一锋面上有时会接连形成 2~5 个温带气旋，自西向东依次移动前进，称为“气旋族”。温带气旋对中高纬度地区的天气变化有着重要的影响，多风雨天气，有时伴有暴雨或强对流天气，有时近地面最大风力可达 10 级以上。

一些温带气旋由锋面上的一个波动发展而成。在锋面上因某些原因而形成波动，并在波动顶点附近出现一条闭合等压线，此后逐渐发展，形成一个完整的气旋。温带气旋也可由热带气旋变成，当热带气旋北移至温带一带，受西风槽影响而失去了热带气旋的特性，转变成温带气旋。视其位置及强度，大型的温带气旋的影响范围可能会超过温带地区，连带亚热带地区也可受到影响。如果亚热带气旋能够北移至温带一带，并与锋面结合，变成拥有温带气旋的特性，可以转化成温带气旋。

(2) 温带气旋灾害情况

温带气旋是一年四季都会出现并影响我省的重要天气系统，常会造成海上大风、海雾和强降水等恶劣天气，尤其是这种气旋在海上强烈发展与高压系统配合时，可造成突发性大风。当它过境时，风向突变、风力剧增，对海上航行安全和渔业生产活动带来严重影响，造成灾害。温带气旋大风也是造成浙江省沿海和渔场海洋灾害损失事故的重要原因之一。如在1983年6月2日中午到6月3日傍晚，由于江淮气旋强烈发展，造成突发性大风，2日傍晚起，出现东南到偏东大风8~9级阵风10~11级，3日上午转偏北风9~10级阵风12级，沿海地区8~10级大风持续32个小时，造成长江口外4艘船只沉没，一艘万吨轮搁浅，沉没机帆船、小船30艘，死亡24人。温带气旋过程往往伴随狂风暴雨天气，影响浙江省的温带气旋大多强度不强，强气旋较少。大风强度全年以7~8级为最多，江淮气旋和东海气旋7~8级过程大风次数分别占其各级大风总数的74.7%和61.9%；6级大风分别占21.4%和38.1%；大于等于9级大风仅江淮气旋出现过18次。根据对603个气旋统计分析，有347个的大风持续时间为12~24 h，占总数的40.9%，其次，有211个持续24~48 h，占35.0%，大于72 h的最少，仅占0.4%。大风的风向，秋末至春初以偏北大风为主，春季至初秋以偏南大风为主。一般情况下，一个温带气旋所经之地可造成50~150 mm的总降雨，有的温带气旋在有利的条件下甚至可造成200~300 mm的特大暴雨。日降雨量中心多位于气旋中心不远处，其次为气旋前进方向的右侧。

影响浙江省的温带气旋一年四季均可发生，每年平均开始日期为1月第4候，最早在1月第1候最晚在4月第2候。平均结束日期为12月第2候，最早在5月第6候，最晚在12月第6候。37年中，东海温带气旋共计发生603个，其中江淮气旋最多，共计473个，占78.4%；东海气旋130，占21.6%。气旋发生具有明显的季节变化，江淮气旋多发生在3—6月，其中，5月最多，秋季最少，其中，又以10月最少；东海气旋多发生在1—2月，其次是4—6月。

3) 冷空气

(1) 冷空气简介

冷空气和暖空气是从气温水平方向上的差别来定义的。即位于低温区空气称为冷空气。多数在极地与西伯利亚大陆上形成，其范围纵横长达数千千米，厚度达几千米到几十千米。冷空气过境会带来雨、雪等，使温度陡然下降。每次冷空气入侵的强度不一样，有强有弱，降温幅度有多有少。冷空气像潮水一样涌动，受其影响范围广，可达到2 000 km以上。由于移动的路径不同，受影响的区域也不同。

遥远的北冰洋、严寒的西伯利亚是冷空气的发源地。冷空气最初都来自北冰洋地区，然后经过西伯利亚地区得到加强。因为这些地区的纬度高，冬季黑夜漫长，白昼很短，日照时间非常少。在极地，甚至会出现极夜。因此，大地从太阳那里得到的热量十分微弱；而夜间，地面却向太空辐射损失许多热量，近地层大气随着地面不断冷却，气温越来越低，冷空气堆积在一起将变得越来越多。这一团温度极低的冷空气堆在西北气流的引导下，将自北向南推进，影响蒙古国、中国的北方、中国东部或中国大部地区。

根据强弱程度，我国将冷空气分为5个等级：弱冷空气、中等强度冷空气、较强冷空气、强冷空气和寒潮。

弱冷空气：使某地的日最低气温 48 h 内降温幅度小于 6°C 的冷空气。

中等强度冷空气：使某地的日最低气温 48 h 内降温幅度大于或等于 6°C 但小于 8°C 的冷空气。

较强冷空气：使某地的日最低气温 48 h 内降温幅度大于或等于 8°C ，但未能使该地日最低气温下降到 8°C 或以下的冷空气。

强冷空气：使某地的日最低气温 48 h 内降温幅度大于或等于 8°C ，而且使该地日最低气温下降到 8°C 或以下的冷空气。

寒潮：使某地的日最低气温 24 h 内降温幅度大于或等于 8°C ，或 48 h 内降温幅度大于或等于 10°C ，或 72 h 内降温幅度大于或等于 12°C ，而且使该地日最低气温下降到 4°C 或以下的冷空气。

(2) 冷空气灾害情况

到达浙江海岸带的冷空气，很少能达到寒潮级别，但是强冷空气活动还是比较频繁的。据统计，平均每年有 5.2 次强冷空气侵袭浙江省海岸带，最多年 10 次，最少年一次都没有。强冷空气的次数是由陆向海、由北向南递减。强冷空气最早从 9 月上旬开始影响北部地区，最迟在 4 月下旬结束。强冷空气最早从 10 月上旬开始影响浙江省海岛。平均初期，海岛站点多在 12 月中、下旬，内陆及沿岸站点多在 11 月下旬至 12 月上旬。平均终期，海岛、沿岸站点一般在 1—2 月，内陆站点一般在 2—3 月，而最晚终期则可迟至 4 月底、5 月初。寒潮最早从 10 月下旬开始影响浙江省海岛。平均初期，海岛站点多在 12 月下旬至次年 1 月上旬，内陆及沿岸站点多在 12 月上旬至下旬之间。平均终期多在 1 月上旬至 2 月中旬之间，最晚终期为 4 月中旬。强冷空气和寒潮就出现次数而言，全年都以 11 月、12 月和 1 月为最多（图 4.3）。

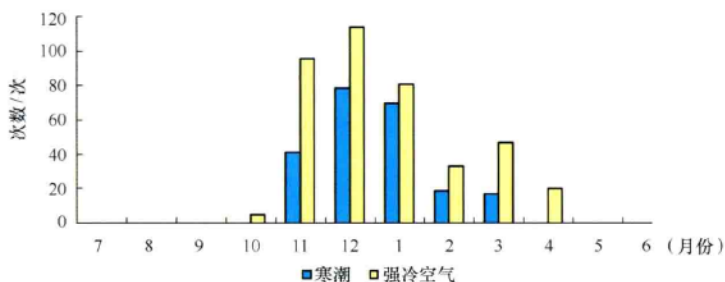


图 4.3 浙江省各月寒潮和强冷空气次数

强冷空气经过期间平均最大降温幅度：强冷空气降温幅度一般在 10°C 左右，最大降温幅度，北部的大衢、定海站达 18°C 以上，而南部的洞头站最小为 11.2°C 。寒潮则在 $9.6 \sim 12.4^{\circ}\text{C}$ 之间，最大降温幅度，北部、中部海岛站大多在 $15 \sim 18^{\circ}\text{C}$ 之间，而南部海岛站则在 13°C 以下。

连续降温日数：强冷空气过程的连续降温日数一般为 3~4 d，最长的为 8 d，发生在定海 1987 年 11 月 26 日—12 月 3 日。寒潮的连续降温日数大多也为 3~4 d，最长的为 7 d，发生在玉环 1977 年 1 月 25—31 日。

最低气温：强冷空气过程最低气温的平均值在 $1.3 \sim 3.2^{\circ}\text{C}$ 之间，极端最低气温，北部、中部较低在 -2.0°C 以下，南部较高为 -1°C 左右，最低值为石浦站达 -6.4°C 。寒潮过程最低

气温的平均值北部海岛站较低一般在0℃以下，中南部较高大多在0℃以上，最低值为石浦站达-7.0℃。

4.1.1.2 风暴潮的路径

1949—2008 年影响浙江的 312 个台风，分成 5 种路径：Ⅰ型为中转向台风，即在 125°E 以东 140°E 以西转向的台风；Ⅱ型为西转向台风，即在 125°E 以西转向；Ⅲ型为在浙江、江苏或上海登陆或在近海消失的台风；Ⅳ型为登陆福建或在台湾海峡消失的台风；Ⅴ型为路径往广东、海南的台风，主要为登陆广东的台风。

其中，Ⅳ型台风最多，有 98 个，占 31.4%；其次是Ⅱ型，有 70 个，占 22.4%，再是Ⅴ型和Ⅲ型，有 68 个和 48 个，占 21.8%和 15.4%；最后是Ⅰ型，有 28 个，占 9.0%（图 4.4）。

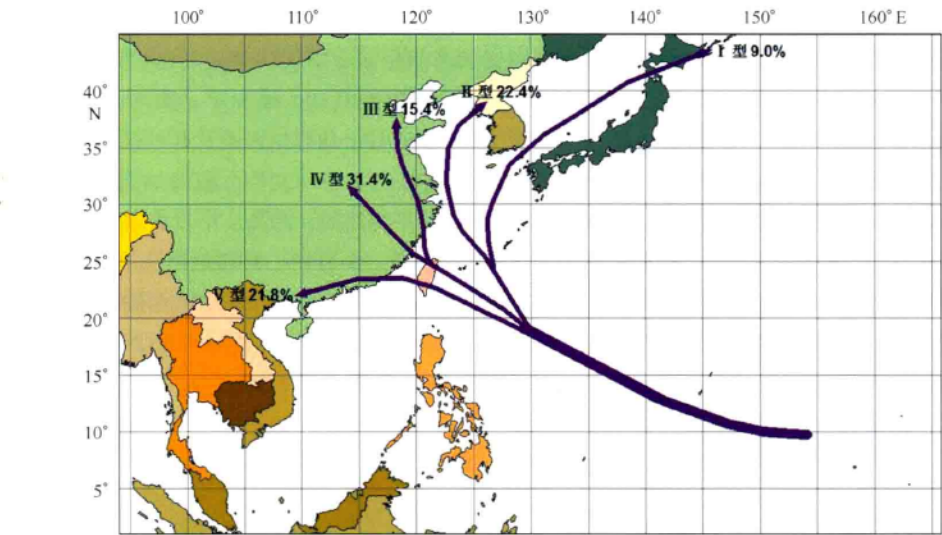


图 4.4 影响浙江的台风路径

4.1.1.3 风暴潮的发生过程

1) 季节变化

1949—2008 年 60 年间登陆的台风，具体见（表 4.1）。其中，8 月份为最多的月份，其次为 7 月份，再次为 9 月。因此 7—9 月为台风登陆集中期，共有 37 个台风在浙江登陆，占登陆台风总数的 92.5%，应特别引起关注。

表 4.1 登陆浙江的台风个数统计 单位：个

月份 年份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	总数
1949 年			1				1
20 世纪 50 年代			3	1	1		5
20 世纪 60 年代	1					1	2



续表 4.1

月份 年份	5月	6月	7月	8月	9月	10月	总数
20 世纪 70 年代			3	4			7
20 世纪 80 年代			5	1	1		7
20 世纪 90 年代				4	2		6
2000—2008 年			2	5	4	1	12
总数	1		14	15	8	2	40

影响浙江的台风，具体见（表 4.2）。8 月份为最多的月份，有 106 个（占 34.0%），其次为 7 月份，再次为 9 月。7—9 月，共有 256 个台风影响浙江，占总数的 82.1%。

表 4.2 影响浙江的台风个数统计 单位：个

月份 年份	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	总数
1949 年			2		1			3
20 世纪 50 年代		3	10	19	13	1	2	48
20 世纪 60 年代	5	5	17	17	11	3	1	59
20 世纪 70 年代		2	16	18	8	5	1	50
20 世纪 80 年代	3	5	14	18	11	3		54
20 世纪 90 年代		5	9	19	16	5		54
2000—2008 年	1	1	11	15	11	5		44
总数	9	21	79	106	71	22	4	312

2) 年际变化

浙江沿海平均每 2 年就会出现一次较大的台风灾害，20 世纪 70—90 年代，登陆和影响浙江的台风频率变化不大，登陆浙江的台风每年平均为 0.6~0.7 个之间，影响浙江的台风每年平均为 5.0~5.4 个。但是进入 21 世纪以来，登陆浙江沿海的台风明显增多，灾害发生强度有增强的趋势，每年平均登陆浙江的台风增加到 1.33 个，影响浙江的台风变化不大，为 4.9 个（表 4.3）。

表 4.3 1949—2008 年间登陆和影响浙江的台风统计

年份	总登陆个数/个	总影响个数/个
1949—2008 年（60 年）	40	312
年平均	0.67	5.2
20 世纪 70 年代	7	50

续表 4.3

年代	总登陆个数/个	总影响个数/个
年平均	0.7	5
20 世纪 80 年代	7	54
年平均	0.7	5.4
20 世纪 90 年代	6	54
年平均	0.6	5.4
2000—2008 年 (9 年)	12	44
年平均	1.33	4.9

近 10 年,强台风的出现频率也有明显增多的趋势,登陆华东沿海的台风增多,华南沿海减少。台风主要影响带有从华南沿海移向浙闽沿海的趋势。新中国成立以来,超强台风登陆浙江的有 10 个,其中 2000 年后就有 3 个;强台风以上登陆浙江的有 20 个,其中,2000 年以后就有 9 个(2000 年以后登陆浙江有 12 个,占 75%)。随着气候的变暖,海洋温度的增高,台风生成的时间提早,结束的时间偏迟。如 0716 号台风,10 月 7 日在浙江登陆。

4.1.2 浙江省的大浪、巨浪灾害

4.1.2.1 灾害性海浪的成因

海浪是指由风产生的海面波动,其周期为 0.5~25 s,波长为几十厘米至几百米,一般波高为几厘米至 20 m,在罕见的情况下,波高可达 30 m。由强烈大气扰动,如热带气旋(台风、飓风)、温带气旋和强冷空气大风等引起的海浪,在海上常能掀翻船只,摧毁海上工程和海岸工程,造成巨大灾害。我们把这种海浪称为灾害性海浪。有些学者还把这种能导致发生灾害的海浪称为风暴浪或飓风浪。

一般讲,在海上或岸边能引起灾害损失的海浪叫灾害性海浪。对于抗风抗浪能力极差的小型渔船、小型游艇等,波高 2~3 m 的海浪就构成威胁。而这样的海浪对于千吨级以上的海轮则不会有危险。结合我国的实际情况,在近岸海域活动的多数船舶对于波高 3 m 以上的海浪已感到有相当的危险。对于适合近、中海活动的船舶,波高大于 6 m 甚至波高 4~5 m 的巨浪也已构成威胁。而对于在大洋航行的巨轮,则只有波高 7~8 m 的狂浪和波高超过 9 m 的狂涛才是危险的。灾害性海浪通常是指海上波高达 6 m 以上的海浪,即国际波级表中“狂浪”(highsea)以上的海浪。对其造成的灾害称为海浪灾害或巨浪灾害。通常,6 m 以上波高的海浪对航行在海洋上的绝大多数船只已构成威胁。

灾害性海浪在近海常能掀翻船舶,摧毁海上工程,给海上航行、海上施工、海上军事活动、渔业捕捞等带来危害。在岸边不仅冲击摧毁沿海的堤岸、海塘、码头和各类构筑物,还伴随风暴潮,沉损船只、席卷人畜,并致使大片农作物受淹和各种水产养殖珍品受损。海浪所导致的泥沙运动使海港和航道淤塞。灾害性海浪到了近海和岸边,对海岸的压力可达 30~50 t/m²。据记载,在一次大风暴中,巨浪曾把 1 370 t 重的混凝土块移动了 10 m,20 t 的重物也被它从 4 m 深的海底抛到了岸上。巨浪冲击海岸能激起 60~70 m 高的水柱。