

#### 2.2.4 台风大风的影响

台风对沿海海域的各类舰船和海洋石油平台等的威胁主要来自狂风及其伴随的滔天巨浪，危害极大，常能倾覆船只和损毁海洋工程设施。为了防避台风的侵袭，在预报台风影响的海域，所有船舶都必须就近驶入避风港内锚泊，海洋石油勘探平台也需采取加固措施，甚至拖离危险海域，以免损毁或倾覆；在台风近海登陆前后，沿海海洋水产养殖业、港口码头的塔吊等装卸设施、沿海城市高层建筑玻璃幕墙和广告牌、建筑工程设施、江河湖泊的船只、农村的危房简屋、城市居民住房等都会受其强风的损害甚或毁坏，台风大风对于城市交通安全同样会构成很大威胁。

台风风灾的影响范围远比台风强降水引发的洪涝灾害的影响区域小。台风强风的破坏限于近海海域和沿海地区，一般而言，台风登陆后受地形摩擦作用，其风力大多较快减小，强度削弱为热带风暴等级。气象业务部门对台风风灾的评估工作尚处于起步阶段，缺乏科学分析研究和定量分析评估方法，主要根据灾情的程度，大致按照因风力破坏造成的人员伤亡、农作物和经济作物损失、渔业和养殖业的损失、建筑物和工程设施的损毁等情况加以分类估算。实践表明，因多种原因，上报的材料和数据存在不确定性，不能反映真实状况，据此难以作出客观科学的评估。为了适应防台减灾的需要，气象部门需与有关部门合作长期开展台风风灾后的实地考察和调查，为建立台风风灾数据库收集第一手资料。为开展台风风灾的科学评估，还需要对台风风灾多发地区进行台风风灾调查，收集各受灾地的地理环境和经济发展状况以及风灾灾情和气象资料等，作为分析台风风灾气候特征的基础，并研究完善适用于各沿海地区的台风风灾等级标准，以提高我国台风风灾科学评估的应用水平。

### 2.3 暴雨和洪涝

台风暴雨和洪涝是由台风强降雨引发的主要灾害。常见于台风登陆的沿海地区，也可发生在远离台风环流的内陆，其影响范围甚广，可导致人民生命财产的严重损失。

#### 2.3.1 定义

##### (1) 台风暴雨灾害

台风暴雨灾害主要是指登陆台风近中心剧烈对流作用和外围台风环流与

冷空气等天气系统共同作用形成降雨强度极大情况下引起的自然灾害。其主要表现为城市的严重积水，导致居民住房和工厂企业仓库进水，使居民财物和仓储物资受损，同时阻碍交通运输，影响城市经济活动和居民生活。

### (2) 台风洪涝灾害

台风洪涝灾害主要是指台风登陆前后移动过程中在沿海和内陆丘陵地区累积雨量很大情况下引发的大范围自然灾害。台风引发的洪涝灾害主要发生在乡村和农田，尤其在台风登陆的沿海丘陵地带常会引起山洪暴发，受灾范围更广，主要表现为：大面积农田被淹没，导致植被破坏和农作物减产，甚至绝收；冲毁堤岸，甚至引起水库垮坝，从而淹没村镇和农田；冲毁路基、桥梁，导致火车出轨，车辆翻车，铁路交通中断；冲毁通信和输电网设施，导致通信中断和停电、停工停产；浸坏或冲毁村庄房屋等建筑物基础，导致大量农舍、禽畜棚屋倒塌，致使人畜伤亡，灾后容易引发流行疾病和瘟疫；淹没或冲毁树木等植物，破坏生态环境。

### 2.3.2 标准

导致台风暴雨灾害的主要气象因子是台风的降雨强度，而导致台风洪涝灾害的主要气象因子除台风降雨强度外，还与台风影响过程的持续时间长短和影响地区前期的雨量多寡有关，二者均与台风降雨强度等级密切相关，它们的划分标准和其他降水等级标准是一样的，有小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨和特大暴雨，它们的划分标准列于表 2.2。

表 2.2 降雨量等级划分表

雨量 (mm)	小雨	中雨	大雨	暴雨	大暴雨	特大暴雨
12 小时雨量	0.1~4.9	5.0~14.9	15.0~29.9	30.0~69.9	70.0~139.9	≥140.0
24 小时雨量	0.1~9.9	10.0~24.9	25.0~49.9	50.0~99.9	100.0~249.9	≥250.0

### 2.3.3 成因

台风强降雨形成的原因在于：台风环流内含有大量的水汽，除台风中心眼区外有很强烈的上升气流。水汽随着上升气流快速抬升，温度下降，到一定高度冷却形成小水滴。小水滴随气流上下左右运动，相互碰撞、合并，形成大水滴，随着大水滴的长大，其重量超过上升气流的浮力时，即降落到地面。由于台风环流内水汽多、上升气流强，雨会很大。若冷空气侵入到台风外围环流或倒槽内，移动的冷空气会起到抬升作用，促使并加剧暖湿空气上升，降雨量就会增加。

影响台风强降雨强度的因素很多，主要有以下 5 个：

(1) 台风强度是影响台风雨量强度的主要因素之一。表 2.3 为 1952—2000 年在长江口到珠江口沿海登陆的台风和热带风暴影响下沿海与近海地区的最大雨量中心的雨量情况：106 个登陆前 12 小时或登陆台湾时近中心最大风速大于 32.7 m/s 的台风造成的最大雨量中心雨量平均为 378.8 mm；53 个登陆前 12 小时或登陆台湾时近中心最大风速小于 32.7 m/s 的热带风暴造成的最大雨量中心雨量平均为 272.2 mm，为前者的 71%，两者相差 106.6 mm；最小的为登陆浙江省温岭的 7410 号热带风暴仅有 25 mm 的雨量。

表 2.3 登陆前 12 小时两类不同强度热带气旋造成最大雨量比较表

	登陆前 12 小时为台风	登陆前 12 小时为热带风暴
统计登陆热带气旋个数	106 个	53 个
平均最大雨量中心雨量	378.8 mm	272.2 mm
最大雨量中心雨量	891 mm	587 mm
最小雨量中心雨量	112 mm	25 mm

(2) 东南沿海地区地形对台风强降雨及分布有很大影响。迎风地形的强迫抬升和强迫辐合可使台风降雨量明显增加，是沿海平原地区雨量的 1.5 倍左右，甚至更多；而背风地形一般比沿海平原地区的台风降雨量明显减少，一般不到东部沿海地区雨量的 1/2。

(3) 冷空气侵入台风环流或倒槽可以增加台风降雨量。适量冷空气侵入台风倒槽和外围，可以加剧台风环流区大气层动力和热力不稳定，使冷空气影响到的附近地区降水量明显增加，一般可增加 1 倍左右。这是造成台风强降雨异常的重要机制。但是强冷空气入侵台风中心将破坏台风的结构，造成台风强度减弱，因此不能起到增强台风中心附近降水的作用，而对台风倒槽降水仍可以起到很大的增幅作用。

(4) 湿度场对台风强降雨有影响。大陆长期干旱的土壤状态，空气中水汽量少会影响台风雨量。特别是某一些地方盛夏长期干旱、空气中水汽很少，台风影响时，降水会明显减少，甚至出现所谓“干台风”。例如：在梅汛期后的伏旱期间登陆浙江省温岭的 7410 号热带风暴仅引起 25 mm 的最大降水，这是一个罕见的干台风。1987 年 7 月 27 日，登陆浙江温州，而后北上穿过浙江中部、江苏中部再入海的 8707 号台风，雨量大于 100 mm 的测站只有温州、台州、宁波三地区的沿海，温州 (232 mm) 和大陈两地超过 200 mm。而与其路径大致类似的 6126 号台风，其路径两侧有大片 100 mm 以上降水，宁波大部与台州部分地区雨量在 300 mm 以上，雨量中心为 573 mm；6214、6513 和 6615 号台风引起大片 200 mm 以上的降水，最大雨量中心分别为

634 mm、832 mm 和 539 mm。8707 号台风大暴雨区域的雨量中心值都不到这些台风降雨量的 1/2。大旱之年的 1967 年 7 月 12 日登陆福建连江的 6704 号台风的降雨量只有一站超过 100 mm (136 mm)，3 站超过 50 mm，其路径两侧、闽中北和浙江全省在 50 mm 以下，也是少有的干台风。登陆闽浙的 6708、6714、6721 号台风引起的最大降水中心均在 200 mm 以下，超过 100 mm 的站很少，都为干台风。

(5) 台风及其倒槽影响时间长短影响总降水量。一般而言，影响时间长则总降水量也会多些，影响时间短则总降水量会少些。

### 2.3.4 台风强降雨的特征

台风强降雨有以下明显的特点：

(1) 台风强降雨的地理分布很不均匀，这除了与台风环流内存在分布不均匀的中小尺度天气系统、螺旋云雨带及不均匀结构有关之外，还与台风途经地区的地形地貌等其他因素有关，在这些因素的综合影响下，台风的强降雨分布很不均匀。图 2.13 是一个台风过程雨量非均匀分布的实例。

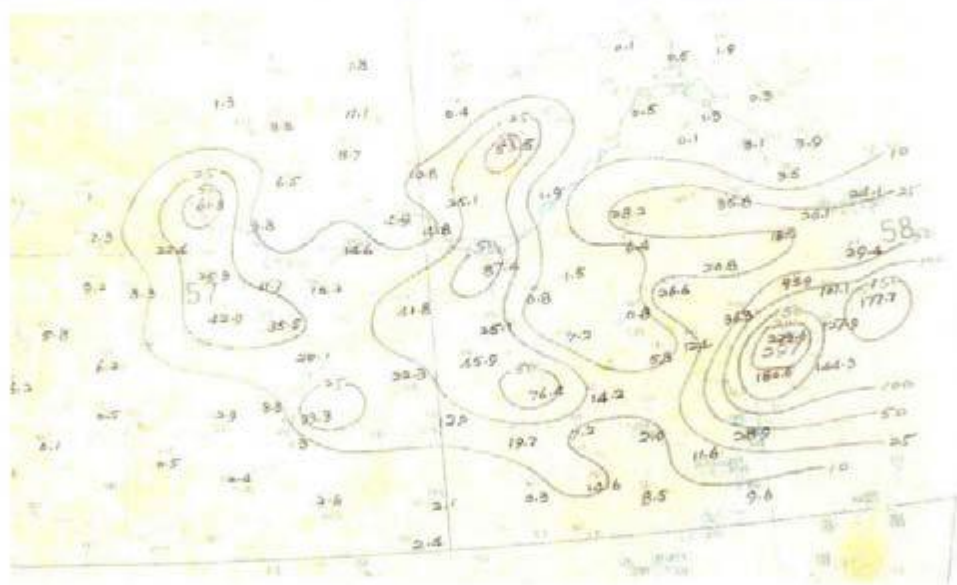


图 2.13 0216 号强台风“森拉克”的过程雨量分布图 (单位: mm)

(2) 同样强度等级的台风造成的降水强度不一样，有的差异很大。例如 9608 号台风侵袭台湾，其 24 小时最大雨量达到 1748.5 mm (过程雨量达 1987 mm)、6718 号台风给台湾新寮带来 2749 mm 的过程雨量、6312 号台风在台湾阿里山的过程雨量达 1774 mm、登陆香港的 6001 号台风在广东的

过程降雨量为 891 mm，而登陆福建省漳浦的 8015 号台风的过程最大雨量仅为 112 mm。

(3) 台风除给沿海地区带来大量降水外，还可深入内陆引起暴雨，或与冷空气等中纬度天气系统共同作用造成远离台风环流地区的大量降水。例如 1975 年 8 月 7503 号台风深入河南、安徽交界附近停滞少动，并受冷空气影响，造成几个地区特大暴雨，河南林庄最大总雨量 1631 mm，日最大雨量 1062 mm。

(4) 由于台风移动速度不同等原因，台风降雨时间长短不一，一般 1~2 天，有的 3 天以上。有的台风从南向北移动，其倒槽和本身环流可以影响北侧一些地方较长时间。例如登陆福建连江的 6007 号台风向北移动，影响浙江、江苏 3~4 天，引起江苏潮桥 945 mm 的过程降水。

### 2.3.5 灾例

台风暴雨和洪涝灾害造成巨大经济损失和人员伤亡的灾情实例不胜枚举。例如：

(1) 1912 年 7—8 月台风登陆福建，死十数万人。

(2) 1922 年 8 月强台风登陆汕头，造成当地 7 万多人死亡，并有瘟疫。

(3) 1956 年 12 号台风登陆浙江象山，登陆时最大风速达 60~65 m/s，海水深入内陆 10 km 左右，冲毁江堤海塘 869 km。浙江 75 个县市受到严重灾害，损毁房屋 71.5 万间，4925 人丧生。

(4) 1975 年 8 月 7503 号台风深入河南、安徽交界附近停滞少动，并受冷空气影响，造成几个地区特大暴雨，河南林庄最大总雨量 1631 mm，林庄日最大雨量 1062 mm，导致洪水暴发，两座大水库崩溃，洪灾之后又发生瘟疫，使几个地区数十万人受到历史上罕见的大灾难。

(5) 受 9216 号台风影响，山东淹没村庄 41 个，损坏房屋 124 万间，其中倒塌 9149 间，冲毁公路 127.45 km，桥涵 85 座，水闸 1 处，中断通信、输电线路 11 条，毁坏线路 200 km，倒折线杆 405 根，在灾害过程中，因建筑物倒塌、触电及沉船等原因死亡 19 人，重伤 34 人，伤亡共 161 人，直接经济损失 47 亿元。

(6) 9417 号台风登陆瑞安，浙江 48 个县市共有 1392.82 万人受灾，217 万人被洪水围困，1126 人死亡，倒塌房屋 20 多万间，损坏民房 93 万多间，受灾农作物 753 万亩，直接经济损失 177.6 亿元。

(7) 9711 号台风登陆温岭，影响了从福建到黑龙江省的大片土地、2500 多万人受严重灾害，直接经济损失 436.3 亿元。其中浙江 75 个县市、2167 万

人受灾，死亡147人，倒塌房屋17.7万间，农作物受灾面积1097万亩，直接经济损失186亿元。

(8) 0102号台风“飞燕”使福建22个县市246个乡镇520.7万人受灾，122人死亡，103人失踪，房屋倒塌6100间，农作物受灾面积181.5万亩，成灾面积88.5万亩，直接经济损失达45.2亿元。

(9) 2004年“云娜”台风登陆浙江温岭石塘后西行，穿过温州北部、丽水和衢州进入江西。引起浙中南大范围洪涝，乐清礅头雨量916mm，创浙江1949年后台风降水之最高记录。12级以上大风（最大58.7m/s）、风暴潮、暴雨及泥石流造成浙江75个县市、1299万人受灾，死亡164人，失踪24人。毁坏公路路基1163km，损坏堤防4059处563km，堤防决口1222处88km，损坏水闸206座，损坏灌溉设施3148处，损坏输电线路3342km，损坏通信线路1522km，直接经济损失181.28亿元。

(10) 0418号台风“艾利”3次登陆福建，造成洪水。全省6个地区市、48个县、421个乡、347.99万人受灾，死亡2人，受淹城市3个，倒塌房屋1.01万间，农作物受灾7.49万 $\text{hm}^2$ 、成灾3.79万 $\text{hm}^2$ ，损坏水库7座，损坏堤防236处45.1km，堤防决口50处1.8km，损坏灌溉设施1579处，直接经济损失24.85亿元。

(11) 2005年台风“龙王”在台湾花莲登陆后，在厦门市再次登陆，受台风“龙王”和弱冷空气的共同影响，出现台前飚线和短时强降水，1小时降水量大于100mm的站数，为历年登陆和影响福建省台风的短历时降水之最，造成了特大洪涝，福建省402.8万人受灾，死亡159人。全省农作物受灾13.079万 $\text{hm}^2$ 、成灾面积6.532万 $\text{hm}^2$ 、绝收面积1.591万 $\text{hm}^2$ ；车辆受淹损毁7400多辆，铁路中断1条次，公路中断241条次，毁坏公路路基416.68km；损坏输电线路427.56km、通讯线路132.52km；损坏堤防400处103.4km，堤防决口37处3.4km，损坏护岸661处、灌溉设施2906处，损坏水闸、水文测站、机电井、机电泵站、水电站354座，冲毁塘坝201座；房屋倒塌0.944万间，全省直接经济损失约74.7亿元。

(12) 受2006年强热带风暴“碧利斯”影响，暴雨、洪水以及滑坡、泥石流灾害袭击福建，造成福建57个县（市）、402.8万人受灾，5个县级城区受淹，倒塌房屋6.4万间，死亡92人，农作物受灾17.597万 $\text{hm}^2$ ，直接经济损失46.85亿元。“碧利斯”引起湖南湘东南特大暴雨，引发洪涝和地质滑坡、泥石流，有930.04多万人受灾，死亡526人，倒塌房屋15.7万间。农田受灾面积48.16万公顷，直接经济损失129.2亿元。

(13) 2006年超强台风“桑美”在浙江省苍南县登陆，温州、丽水大部、

台州南部出现暴雨到大暴雨，局部有特大暴雨，苍南昌禅 606 mm，浙江省 345.6 万人受灾，死亡 204 人，倒塌房屋 5.32 万间，因灾直接经济损失 127.3 亿元；福建省受灾人口 145.5 万人，死亡 276 人，倒塌房屋 8.21 万间，大量船只损毁沉没，农作物受灾 11.133 万公顷，直接经济总损失 63.55 亿元。

## 2.4 风暴潮

### 2.4.1 风暴潮的定义

风暴潮是指在强烈天气系统（热带气旋、温带气旋、强冷空气等）作用下所引起的海面异常升高现象。当正好遇上天文潮的高潮阶段，可导致潮位暴涨，严重危及沿海地区生命和财产安全。风暴潮有时也被称为“风暴增水”或“气象海啸”等。国内外常采用实测潮位与正常潮位的代数差来计算风暴潮的增水值（图 2.14）。但有时由于离岸大风长时间吹刮，致使岸边水位剧降，有人称这种海面异常下降现象为“负风暴潮”或“风暴减水”。



图 2.14 风暴潮示意图 (NHC/NOAA)

形成严重风暴潮的条件有三个：一是强烈而持久的向岸大风，二是有利的岸带地形，如喇叭口状港湾和平缓的海滩，三是天文大潮配合。根据不同的条件，风暴潮的空间范围一般由几十千米至上千千米不等。

根据造成风暴潮的不同类型天气系统，常把风暴潮分成台风（飓风）风暴潮和温带风暴潮两大类。不同类型的大气扰动所引起的风暴潮特点不一样。由于台风（热带气旋之惯称）强度大，移动迅速，所产生的风暴潮增水大，其危害也大，相对而言温带气旋、强冷空气等天气系统的大气扰动强度较弱、影响时间较长，所引起的风暴潮增水过程较缓慢，增水相对不急剧。

每年夏秋是台风多发季节，登陆我国大陆东南沿海地区的台风频繁，平