

Risk assessment of Typhoons and storm surges disasters of Qinhuangdao

Suli Sun¹ Wanlei Zhang² Zhizheng Mao¹ Chenyu Zhang¹

1 Meteorological Bureau of Qinhuangdao, Hebei 2 Marine Forecasting Center of Hebei

Qinhuangdao, China

sunsuli@sina.com

秦皇岛台风风暴潮灾害风险评估

孙素丽¹ 张万磊² 毛智政¹ 张晨宇¹

1 河北省秦皇岛市气象局 2 河北省海洋预报台

秦皇岛 邮编 066000 中国

sunsuli@sina.com

Abstract—Through the statistical analysis of meteorological and oceanographic data of Qinhuangdao in the past 70 years, we found that there is about one typhoon landing in Qinhuangdao in about every 2-3 years, which induces heavy rain, strong wind and even storm surge. Typhoons that landed in the Bohai Bay in the past decade have increased significantly. In particular, there were three typhoons landing in 2018, and the disasters caused by the growth of the landing typhoons show an increasing trend. According to the comprehensive strength formula of typhoon and wind and rain assessment, the typhoon is divided into three levels: the first type is strong typhoons: causing strong winds or heavy storm surges, which can cause serious natural disasters, such as falling crops, flooding, collapsed buildings and facilities, casualties, distressed sea vessels, and flooded coastal zones. The second type is relative strong typhoons: accompanied with large precipitation (50-100mm), strong winds (maximum wind speed of 10-10m/s in 10 minutes, maximum wind speed between 13.6-17m/s), or water exceeding warning level with high tide but without strong winds. It may cause serious disasters, but it is as serious as the first type. The third type is weak typhoons with no disaster. Qinhuangdao is located at north side of the Bohai Sea and its coastline is in the northeast-southwest direction. In addition to the typhoons, the weather system that causes the storm surge in Qinhuangdao also includes the strong extratropical cyclones which are accompanied with large southeast wind component (generally the maximum wind speed of 10 minutes is greater than 10m/s, the maximum wind speed is greater than 17 m/s), winds in the northwest direction will lead the water away from the coast. If this wind effect is compound with the astronomical tide, it can cause storm surges.

Keywords—Typhoon storm surgedisaster

摘要—通过对秦皇岛近 70 年台风、风暴潮的气象、海洋资料进行统计分析,结果显示:秦皇岛大约 2-3 年会受到一个台风影响,造成暴雨、大风甚至风暴潮。近十年登陆渤海湾的台风明显增加,造成的灾害也呈增长趋势,尤其是 2018 年共有 3 个台风影响。根据台风风雨评估综合强度公式将台风分为三个等级:第一类强影响台风:造成大风强降水或大的风暴潮,可以造成严重的自然灾害;第二类较强影响台风:较大降水(50-100mm),较强大风(十分钟最大风速在 8-10m/s 之间,极大风速在 13.6-17m/s 之间),或超过警戒水位但没有大风的高潮位,可能会造成比较严重的灾害;第三类弱影响台风:无灾情。造成秦皇岛风暴潮的天气系统除了台风还有强的温带气旋和强冷空气。秦皇岛海岸线成东北-西南向,只有带有东南分量的大风才能产生风暴增水(一般十分钟最大风速大于 10m/s,极大风速大于 17m/s),西北方向分量的大风反而会产生风暴减水。如果预报准确,防范及时,可能减少人员伤亡和财产损失。

关键词—台风风暴潮灾害

1. 引言

台风是产生于热带地区海面的低压系统。一年影响我国的台风有十几个,但北上进入渤海湾的台风却很少,平均两三年一个,一般强度已减弱。近十年北上台风有增加趋势。风暴潮是由于剧烈的大气扰动,如强风和气压骤变(通常指台风和温带气旋等灾害性天气系统)导致海水异常升降,同时和天文潮(通常指潮汐)叠加时的情况,如果这种叠加恰好是强烈的低气压风暴涌浪形成的高涌浪与天文高潮叠加则会形成更强的破坏力。秦皇岛地处渤海北岸,海岸线呈东北西南向,西起滦河口,与唐山接壤,东至山海关造船厂,与辽宁相邻。沿岸东部

有山海关造船厂、秦皇岛港、北戴河旅游区，黄金海岸，西部还有很多养殖场，货场，农作物等。受台风、风暴潮影响沿岸设施损毁，海水倒灌，还可能造成农作物、房屋被淹，甚至人员伤亡。

王月宾对影响渤海西岸的台风、风暴潮做过深入的研究，并总结了1950年以来进入渤海湾的台风路径、特点、造成的灾害等。进入渤海湾的台风一般在7月下旬到9月上旬，最早也有6月份进入渤海湾的。章国材对台风的风险评估进行了总结，指出：台风致灾因子主要是风雨潮。王秀荣对台风灾害建立了评估模型。秦皇岛对台风风暴潮的系统性研究还很少，有必要对其进行统计、研究、评估。

II. 资料的选取

资料选取1949到2018年近70年进入渤海湾共28个台风的路径、强度、时间等，资料来源于中国台风网。秦皇岛本地大风降雨量资料来源于秦皇岛五个国家站气象地面观测资料。风暴潮灾情及潮位资料来源于河北省海洋预报台，见表1。由于秦皇岛只有1954年以后的气象观测资料，所以只有1954年以后的降水资料、1970年以后的日十分钟最大大风资料、2004年以后的极大风速资料。只有2008-2018年的超警戒水位（200厘米）的高潮潮位资料。1949-2007年只有灾情严重的风暴潮灾情和高潮位记录。

表1 进入渤海湾台风个例

日期	农历	编号	20-20时 降水量	日最大 风速	日最大 风向	日极大 风速	日极大 风向	中心 气压 hPa	中心最大 风速 (m/s)	风雨 综合 指数
1950.8.2	6.19	5010						998	9	
1953.8.21	7.12	5310					1004	12		
1960.7.28	6.5	6005	30.2				997	20		
1960.8.5	6.13	6007	14.7				1003	9		
1963.7.2	5.3	6306	168				998	20		>2
1967.7.29	6.21	6705	23.9				995	20		
1972.7.27	6.16	7203	61.3	21.3	ENE		975	25		3
1973.7.19	6.20	7303	16.6	7	NE		985	12		0
1974.8.30	7.13	7416	23.4	10.3	N		986	25		0.4
1978.7.26	6.21	7805	150.2	11.7	ESE		1001	9		2.4
1981.7.27	6.26	8108	46.3	4.3	SSW		986	25		0.3
1984.8.4	7.6	8406	51.6	5	SSW		1000	12		0.4
1985.8.19	7.4	8509	69.2	11	NNE		981	30		1.1
1992.9.1	8.5	9216	18	9.7	NE		990	12		0.3
1997.8.20	7.18	9711	64.9	14	ENE		990	20		1.6
2001.8.2	6.12	0108	39.7	12.7	N		1004	12		1.4
2002.7.28	6.19	0209	103.4	6.3	E		1006	10		1.0
2004.9.15	8.2	0421	73.6	12	ESE	17	ENE	1000	15	1.7
2005.8.8	7.4	0509	37.6	8	NE	14.8	NE	995	15	0.4
2008.7.30		0808	14	4.9	SE	7.9	SSE			0
7.31	6.29							1002	10	
2011.6.26	5.25	1105	0.2	8.2	NE	11.8	ENE	985	23	0
2011.8.7		1109	8.4	4.6	E	6.7	E			
8.8	7.9							980	25	
2012.8.3	6.16	1210	51.2	7.4	ENE	10.6	E	1000	13	
8.4	6.17	1210	183.8	11.6	NE	17	NE			2.6
2012.8.28	7.12	1215	0	3.7	WNW	5.4	WNW	975	28	0
2017.8.3	6.12	1710	162.3	9.8	ENE	17.9	SE	995	16	2.9
2018.7.24	6.12	1810	127.7	12.5	S	21.5	SE	990	18	2.8
2018.8.14	7.4	1814	177.9	11.9	NE	19.3	NE	997	16	3.0
2018.8.20	7.10	1818	38.3	8.3	NE	14.8	NE	995	18	0.4

III. 台风风雨潮分析

28个影响渤海湾的台风中50年代2个，60年代4个，70年代4个，80年代3个，90年代2个，2000年

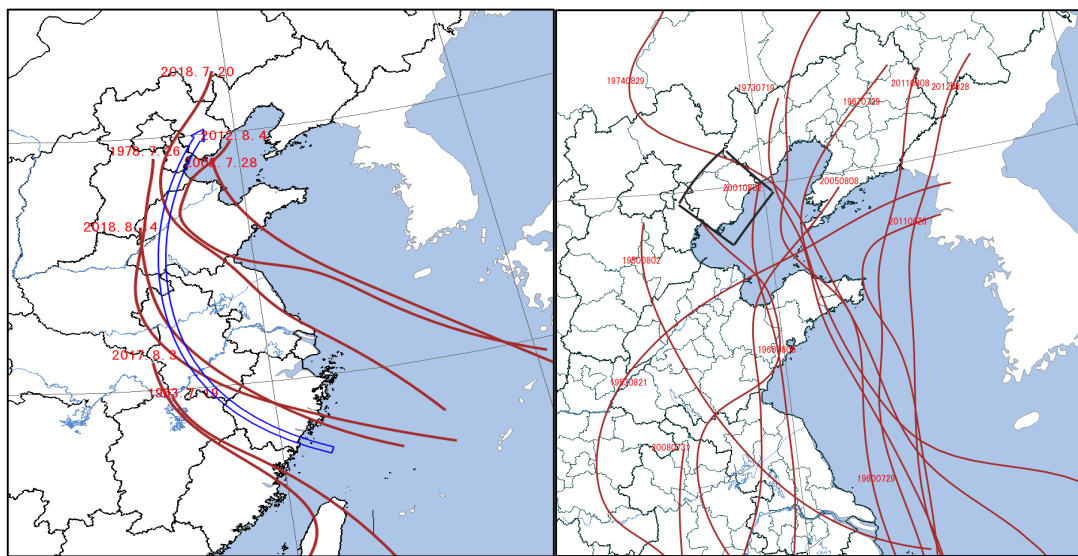
至2010年5个，2011年至2018年8个。可见2000年以后进入渤海湾的逐渐增多，尤其进入2010以后，而且影响强度增强。

3.1 台风—暴雨

从秦皇岛西北陆地经过，一般秦皇岛西北部降水大；从海上进入关键区秦皇岛沿海降水大。由于秦皇岛地处渤海沿岸，小于 100mm 的降水很少造成灾害，所以选取大于 100mm 以上降水进行研究。造成秦皇岛大暴雨（100mm）以上量级降水的台风一共 7 次，占总次数的 25%，路径一般为图 1. a 箭头所示，从西路再转向东北。这也印证了台风的最大降水出现在右前方。有 1963. 7. 20 的 6307 号台风，1978. 7. 26 的 7805 号台风、2002. 7. 28 的 0209 号台风，2012. 8. 3-4 的“达维”台风，2017. 8. 3 的 1710 号台风，2018 的“安比”和“摩羯”台风。大暴雨可以造成农作物被淹，房屋毁坏，还可能造成人员伤亡。台风最大降水出现在 2012 年的 8 月 3-4 日的达维台风影响，最大降水量海阳镇 308mm。这几次造成大降

雨的台风，中心气压已经很弱，风力也较小，说明减弱的台风仍然可以带来大量水汽，造成大暴雨。

图 1. b 这是未造成秦皇岛暴雨的台风路径。没有进入关键区。28 次台风中有 15 次未造成暴雨，有两次不足 10 毫米，原因是距离秦皇岛太远。或者水汽通道不畅。有 1960. 7. 28、1960. 8. 5、1967. 7. 29、1973. 7. 19、1974. 8. 29、1992. 9. 1、2001. 8. 2、2005. 8. 8、2008. 7. 31、2011. 6. 26、2011. 8. 8、2012. 8. 28、2018. 8. 19。还有出现暴雨但不够大暴雨的个例，1972. 7. 27、1978. 7. 26、1985. 8. 19、1997. 8. 19、2004. 9. 15、2012. 8. 28，共 6 次，有 4 次伴有大风，并且有灾情，没有大风的暴雨灾情较小。



a 造成秦皇岛 100mm 以上大暴雨的台风路径

b 未造成暴雨的台风路径

图 1 台风降水分类图

3.2 台风—大风

台风造成的大风是最主要的灾害性天气。由于历史记录原因，我们选取日十分钟最大风速大于等于 10m/s 或日极大风速大于等于 17m/s 两个标准为一个大风日。共有 11 次台风造成大风天气（有大风记录的台风共 22 次），占总次数的 50%。一般进入图 2 黑色关键区的台风，易造成秦皇岛大风天气，大风以偏东风居多，并且有 6 次造成风暴潮。台风给秦皇岛造成大风的风向与中心位置有关，一般以东北风、东南风为主。风速大小与台风中心与秦皇岛距离、中心风力成正比，也与西来系统有关，使气压梯度加强，风力加大。

3.3 台风—风暴潮

风暴潮，主要造成河口地区海水倒灌，淹没农田、沿岸设施、建筑物等，再加上大风大浪的作用，破坏力更大。

从 1949 年到 2018 年造成风暴潮灾害的台风共 7 次（分别是 1949、1972、1985、1992、1997、2012、2017 年），都出现了大风。根据统计结果一般造成风暴潮灾害的大风日平均最大风力超过 10m/s，日极大风速超过 17 m/s。并且都在农历的初四、初五，十六、十七，农历初一、十五的天文大潮后 5 日内。还有几次潮位虽然高，但是无大风，基本没有灾情。例如 2011 年 6 月 26 日，2011 年 8 月 8 日，潮位都超过 210 厘米，无大风，也没有灾情。

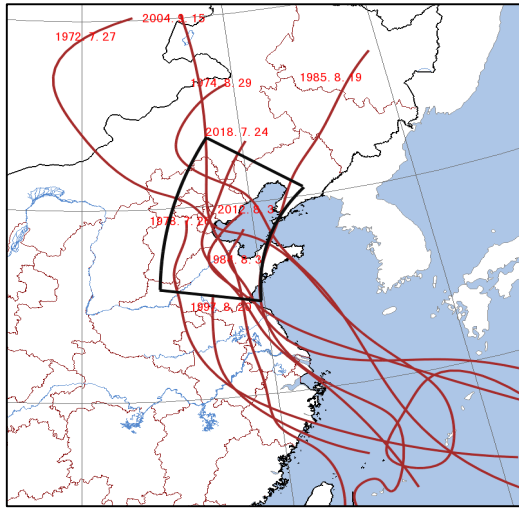


图 2 造成大风的台风路径图

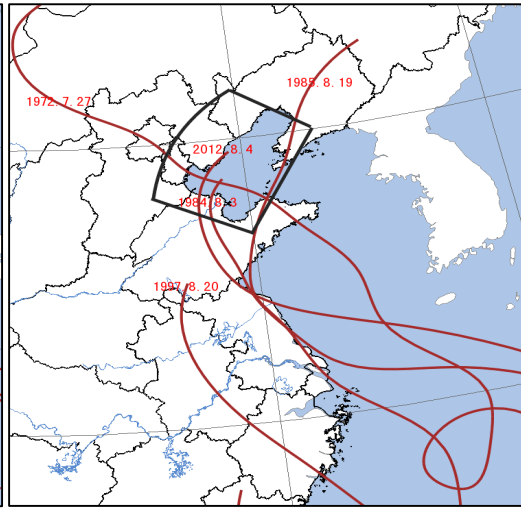


图 3 造成强风暴潮的台风路径

IV. 台风灾情分类

根据张国财《自然灾害风险评估原理和方法》台风致灾因子风雨综合强度指数：

$$x = \frac{R - 25}{50} \qquad y = \frac{f - 13.6}{3.8}$$

(R 为降水量, f 为极大风速。若 R<25mm, x 为 0, 若 f<13.6m/s, y 为 0)

$$I = Ax + By$$

(A、B 为风雨系数, 一般取 A=0.6722, B=0.6639)

根据上述公式将影响秦皇岛的台风分为三个等级：

1 级（强）影响：风雨综合强度指数 ≥ 1.0 或发生严重风暴潮

2 级（中等）影响：风雨综合强度指数 ≥ 0.6 或发生较严重风暴潮

3 级（弱）影响：风雨综合强度指数 < 0.6

(上面所用的风速是极大风速, 十分钟平均最大风速将 13.6 改为 8m/s。)

1 级（强）影响台风 (I ≥ 1.0) 灾情严重：

(1) 1949 年 7 月 26 日, 4906 号台风, 风暴潮, 无气象风雨记录; 受其影响渤海海峡至北黄海风力 7-9 级, 渤海湾一带大潮侵入陆地 10 公里, 汉沽盐场被淹。

(2) 1963 年 7 月 20 日, 6307 号台风, 秦皇岛 24 小时降雨量 168mm, 大暴雨 (>100mm), 无大风记录, I>2。

(3) 1972 年 7 月 27 日, 7206 号台风, 抚宁卢龙暴雨, ENE 风, 风速 21.3m/s。台风纵穿黄海, 西行渤海,

登陆塘沽。受其影响, 渤海地区出现 9~11 级大风, 秦皇岛最高水位为 2.48m, 最大增水为 1.83m; 秦皇岛 69 个大队遭海水侵袭, 渔业损失较大, 海水内侵十多华里, 浸泡耕地严重。

(4) 1978 年 7 月 26 日, 7806 号台风, 降雨量青龙 150mm、卢龙 67mm, 十分钟最大风速 11.7m/s, ESE 风。

(5) 1985 年 8 月 19 日, 8509 号台风, 秦皇岛 69mm, 昌黎十分钟最大风速 11m/s, NE 风。受其影响, 秦皇岛最高水位为 1.92m, 最大增水 0.49m。昌黎毁船 4 艘、渔网 500 多领, 冲毁虾池 30 亩, 损失虾苗 50 万尾, 山海关养殖场贻贝损失严重。

(6) 1992 年 9 月 2 日, 受 9216 号台风, 昌黎最大降水 18mm, 十分钟最大风速, 9.7m/s, NE 风。河北沿海水位暴涨, 秦皇岛最高水位为 2.08m, 最大增水为 0.87m。秦皇岛岸段昌黎县滦河口附近, 海水猛涨, 海滩变成一片汪洋, 渔业损失严重, 收获的海蜃被冲走, 4 条渔船沉入海底, 经济损失惨重。

(7) 1997 年 8 月 20 日, 9711 号台风, 昌黎降水量 73mm, 十分钟最大风速, 14.0m/s, ENE 风。秦皇岛最高潮位为 2.18m, 最大增水为 0.71m, 秦皇岛岸段一些小型旅游码头、海水养殖区防波堤受到不同程度破坏, 笼网养殖扇贝全部损失, 很多渔船被毁, 直接经济损失 2 亿元。

(8) 2012 年 8 月 3-4 日, 12 号台风“达维”, 秦皇岛降水量 103mm, 昌黎极大风速 17.0m/s, NE 风。秦皇岛最高潮位 2.13 米。昌黎境内出现严重的风灾和洪涝灾害, 同时滦河上游水库放水泄洪, 滦河堤坝多处出现险情。全县 17 个乡镇 (区) 418 个行政村全部受灾, 受灾人口达 32 万人, 紧急转移安置人口 1.2 万人, 6 个乡镇 82 个行政村受淹。全县农作物受灾面积 37.3 千公顷,

成灾面积 33.6 千公顷，绝收面积 12.2 千公顷，造成农业损失 3.9 亿元。全县因灾造成直接经济损失 5.6 亿元。暴雨共造成海港区、山海关区和北戴河区 309142 人受灾，1 人死亡。倒塌房屋 2205 间，一般损坏 52754 间。紧急转移安置人口 74224 人，农作物受灾面积 16134.36 公顷，绝收面积 8408.36 公顷。

(9) 2017 年 08 月 03 日，青龙最大降水量 162mm，秦皇岛极大风速 17.9m/s。全市受灾人口 10.23 万人次，农作物受灾面积约 6947.6 公顷(其中昌黎县 4027 公顷，卢龙县 412 公顷，青龙县 747 公顷，海港区 866.7 公顷，开发区 19 公顷，抚宁区 874.35 公顷)，农作物绝收面积 167.7 公顷(减产 8 成)。经过县区现场勘查，倒塌农房 12 间、严重损坏农房 49 间。此次灾害共造成直接经济损失 5173.59 万元，无人员伤亡。

(10) 2018 年 7 月 23 日-24 日，受第十号台风“安比”影响，青龙降水量 128mm，卢龙极大风速 21.5m/s。全市受灾人口 33.84 万人次，累计农作物受灾面积约 2.96 万公顷，农作物成灾面积为 1.7 万公顷(减少 3 成)，绝收面积 815 公顷(减产 8 成)。倒塌农房 1 户 4 间、严重损坏农房 32 户 40 间。此次灾害共造成直接经济损失 1.24 亿元，无人员伤亡。

(11) 2018 年 8 月 14 日，受 1814 号台风“摩羯”影响，秦皇岛降水量 103mm，昌黎极大风速 17.0m/s，NE 风。青龙县、昌黎县、卢龙县、山海关区、海港区相继出现灾情，受灾人口 93345 人次，紧急转移安置人口 9 人。农作物受灾面积 8381.9 公顷，农作物成灾面积 2492.39 公顷，绝收 68.36 公顷。倒塌房屋 10 户 18 间，严重损坏房屋 43 户 87 间。累计造成直接经济损失 4948.32 万元，无人员伤亡报告。基础设施损失主要包括卢龙县 5 座桥梁损坏，其中印庄乡一座，燕河营镇 4 座；印庄乡 8040 米乡间道路，冲毁，引青灌渠渠墙倒塌 200 米、倾斜 1550 米，渠道淤积 16200 立方米；山海关区第一关镇村内桥冲毁 4 座，海港区冲毁乡村公路 3350 米，漫水桥 5 座。

2 级(中等)影响的台风，基本没有大的灾情

(1) 2002 年 7 月 28 日，0209 号台风，秦皇岛降水量 103mm，十分钟最大风速，6.3m/s，E 风。I≥1.0

(2) 2004 年 9 月 15 日，0420 号台风，卢龙降水量 74mm，秦皇岛极大风速，17.3m/s，SE 风。I≥1.0

(3) 2011 年 6 月 26 日，110 号台风米雷，无风雨，潮高 213 厘米

(4) 2011 年 8 月 8 日，110 号台风梅花，无风雨，高潮水位 215 厘米

(5) 2018 年 7 月 24 日，1810 号台风“安比”。

(6) 2018 年 8 月 20 日，1820 号台风“温比亚”，潮高 201 厘米。

3 级(弱)影响台风，无灾情

(1) 1950 年 8 月 2 日，5010 号台风

(2) 1953 年 8 月 21 日，5310 号台风

(3) 1960 年 7 月 29 日，6005 号台风

(4) 1960 年 8 月 5 日，6007 号台风

(5) 1967 年 7 月 29 日，6709 号台风

(6) 1973 年 7 月 19 日，7303 号台风

(7) 1981 年 7 月 28 日，8109 号台风

(8) 2005 年 8 月 8 日，0509 号台风“麦莎”

(9) 2008 年 7 月 31 日，0808 号台风。

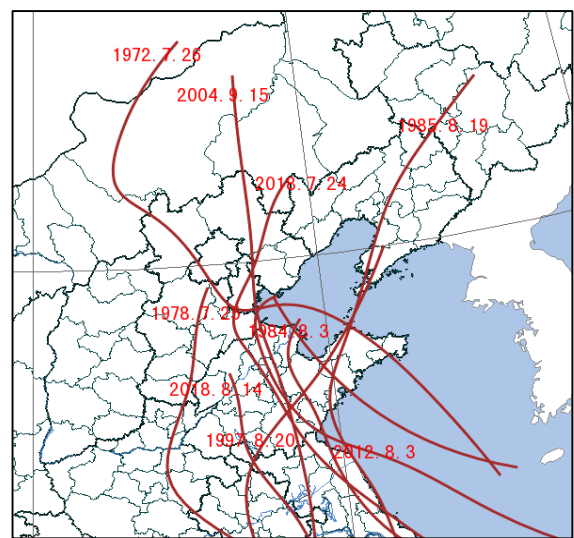


图 4 1 级强影响的台风路径

V. 风暴潮与地形、天文大潮的关系

风暴潮是发生在沿岸的一种海洋灾害。风暴潮能否成灾，要看当时是否遇上天文大潮的高潮，如果高潮位和大风两者叠加在一起，成灾的可能性就很大。风暴潮灾害的轻重，除受风暴增水的大小和当地天文大潮高潮位的制约外，还要看受灾地区的地理位置、海岸形状、海底地形、社会及经济情况。一般来说，地理位置正处于海上大风的正面袭击、海岸呈喇叭口形状、海底地势平缓、人口密度大、经济发达的地区，所受的风暴潮灾害相对来讲要严重些。秦皇岛除河口地区，喇叭口地形不明显，但地势比较平缓，经济比较发达。属于中等程度影响。

天文大潮主要受月球影响，农历的初一十五为天文大潮。从表 2 分析可以看出，一般风暴潮出现在农历初四到初五，或者十六到十八，天文大潮后两到五天。

VI. 风暴潮的影响系统

风暴潮灾害除地形外主要由大风和高潮水位共同引起的。造成秦皇岛风暴潮的天气系统主要有三种：台风、温带气旋、强冷空气。由于秦皇岛海岸线呈东北西南向，

所以东南风容易使潮位上涨，西北风使潮位下降。

6.1 台风—风暴潮

前面已经讨论过，不再赘述。例如：1972、1985、1992、1997、2012年8月3-4日。

6.2 温带气旋—风暴潮

受江淮气旋或黄河气旋影响，秦皇岛地面吹偏南大风，尤其江淮气旋以东南风为主，与秦皇岛海岸线垂直，最有利于风暴涨水。

例如：2013年5月27日，2016年7月20日。这两次都超过了218厘米的黄色警戒水位，是2000年以来的最高水位。2016年7月20日受江淮气旋影响，全市共造成直接经济损失26.15亿元，其中：农业损失7.47亿元；工矿企业

损失254.2万元，基础设施类损失16.25亿元；公益设施类损失7146万元，家庭经济损失1.69亿元。其他损失8.68亿元（包括一是岸滩及旅游设施损失5.58亿元，二是海产养殖损失、27条公务执法船、92条渔船沉没，造成经济损失3.1亿元）。合计损失34.82亿元。

6.3 强冷空气—风暴潮

强冷空气是造成风暴潮的又一类天气形势，一般发生在冬半年，它可以给秦皇岛沿岸造成持续的偏东或东北大风，大风有东南分量时可使潮水上涨，潮位升高。1964年4月5-6日，受冷峰配合低压的影响，渤海东北风20m/s，河北沿海水位暴涨。北戴河刘庄六座楼房花园水深齐腰，海浪淘空外交部休养所路基3处，中海滩南花园被淹，昌黎、抚宁海潮上涨，农田积水。

表2 1972-2018年风暴潮风雨潮

观测时间	农历	灾情	天气系统	20-20 降水量	日最 大风 风速	日最 大风 风向	日极 大风 风速	日极 大风 风向	最高潮 位 (cm)
1972/7/27	6.16	大灾	7203 台风	61.3	21.3	ENE			248
1985/8/19	7.4	中灾	8509 台风	69.2	11	NNE			192
1992/9/1	9.1	大灾	9216 台风	18	9.7	NE			208
1997/8/20	7.18	大灾	9711 号台风	73	14	ENE			218
2003/10/11	9.16	大灾	冷空气	83.6	15.3	ENE			
2008/5/10	4.6	无灾	黄河气旋	0	8.1	SSW	11.8	ENE	204
2008/7/1	5.28	无灾	蒙古气旋	16.5	5	ESE	7.5	ESE	201
2008/7/5	6.3	小灾	黄河气旋	58.1	9	NNE	9.3	SE	214
2008/7/30	6.28	无灾	0808 号“凤	0	4.3	SE	5.9	ESE	201
2008/7/31		无灾	凰”北上外围	14	4.9	SE	7.9	SSE	209
2008/8/27	7.10	无灾	冷空气	0.7	3.1	SSW	5.3	SE	201
2009/6/24	5.2	无灾	蒙古气旋	0	6.5	S	9.9	WSW	206
2010/12/5	10.30	无灾	冷空气	0	6.5	NNE	11.3	NNE	201
2011/6/26	5.25	小灾	1105 号“米雷” 北上	0.2	8.2	NE	11.8	ENE	213
2011/8/7	7.8		1109 号“梅	8.4	4.6	E	6.7	E	200
2011/8/8		小灾	花”北上	3.1	4.6	W	6.6	SW	215
2012/8/3	6.16	大灾	1210 号“达	51.2	7.4	ENE	10.6	E	213
2012/8/4	6.17		维”北上	183.8	11.6	NE	17	NE	
2012/8/27	7.11	无灾	1215 号“布拉 万”北上	50.5	3.9	ENE	5.8	ENE	
2012/8/28	7.12	无灾		0	3.7	WNW	5.4	WNW	202
2013/5/27	4.18	小灾	江淮气旋	2.6	5.7	E	8.2	ESE	224
2016/7/20	6.17	大灾	江淮气旋	182.8	9.5	E	16.5	ESE	227
2016/8/27	7.25	无灾	冷空气	18.2	9.2	N	15.5	N	201
2016/10/24	9.24	无灾	江淮气旋	0	3.3	SE	5.3	SE	200
2017.8.3	6.12	中灾	“海棠”北上	162.3	9.8	SSE	17.9	SE	202
2017/9/16	7.25	无灾	蒙古气旋	0	3.1	SSW	6.9	SW	200
2018/8/20	7.8	小灾	“温比亚”北上	38.3	8.3	NE	14.8	NE	201

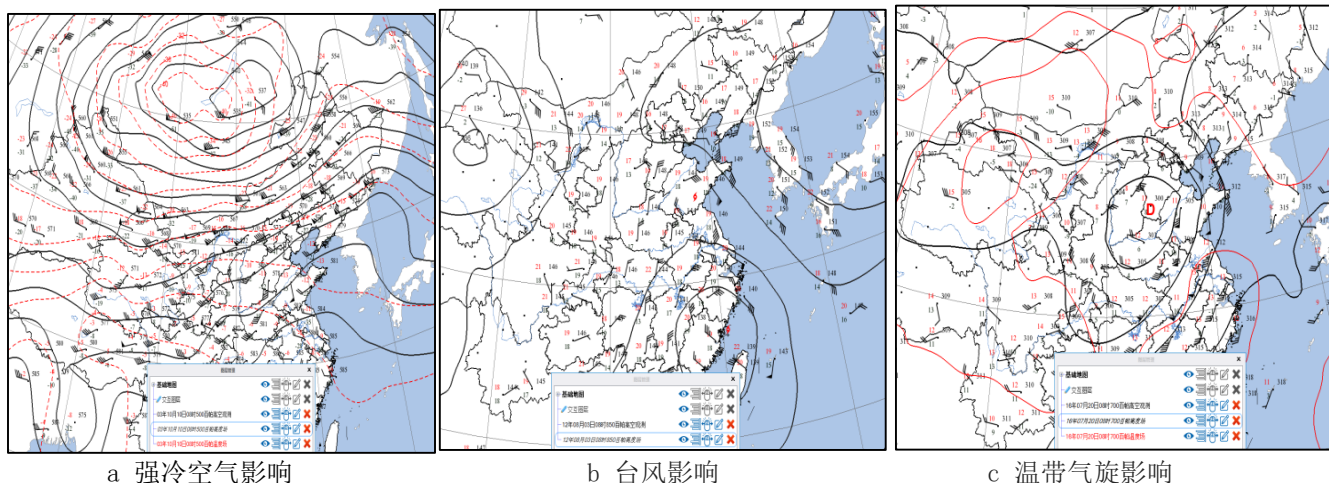


图 5 风暴潮的三种天气形势

如果强冷空气造成地面西北大风或偏北大风，而有负东南分量时，可能会造成风暴减水。2003年10月11-12日受北方强冷空气影响，渤海沿岸发生了一次强温带风暴潮。（秦皇岛本次过程是一个减水过程，因此主要是大浪造成的灾害；唐山和沧州地区主要是风暴潮灾害）秦皇岛市沿海出现 2.7-3.2 米大浪，在大浪的作用下昌黎、抚宁沿海受到不同程度损害，特别是 4 海里以外养殖区的养殖台筏挤成堆纠缠在一起，扇贝养殖区 27 万亩，约 900 万笼全部损失；70 艘渔船损坏；直接经济损失约 2.0 亿元。

总之造成风暴潮的重要因素就是大风，引发风暴潮的大风一般超过 10m/s，与海岸线垂直，正负 90° 角，即秦皇岛在东北风与西南风之间，但西南风很少发生风暴潮，一般在东北风到偏南风之间，最多的是东南风。所以造成秦皇岛风暴潮的主要天气系统是台风和江淮气旋。北方强冷空气是造成秦皇岛风暴潮的次要天气系统，因为北方强冷空气一般以偏北风为主，很少有东南风向分量。秦皇岛北戴河南天门为一突出半岛，东北风可以使其受灾。

VII. 小结

通过对 1949-2018 年进入渤海湾影响秦皇岛的 28 个台风进行分析，造成秦皇岛 100mm 以上大暴雨一共 7 次，占 25%；11 次大风天气，占 50%（共 22 次）；风暴潮 6 次，占 21%（共 28 次）。一般只有降水，没有大风和风暴潮发生，要超过 100mm，才会有灾情。如果有大风，一般大于 50mm 降水就会发生灾情；如果有大风再有风暴潮，那么灾害就会更大。

根据风雨强度公式，再根据秦皇岛地区的实际情况，将表 1 中台风进行分类，按照台风的综合强度分为三类：第一类强影响台风：造成大风强降水或大的风暴潮，可

以造成严重的自然灾害，比如农作物倒伏、被淹，建筑物、设施倒塌，人员伤亡，海上船只遇险，海岸带被淹等。第二类中等影响台风：较大降水（50-100mm），较强大风（十分钟最大风速在 8-10m/s 之间，极大风速在 13.6-17m/s 之间），或超过警戒水位但没有大风的高潮位。可能会造成比较严重的灾情，但不太严重。第三类弱影响台风：无灾情。

造成风暴潮的主要天气系统有台风、温带气旋、强冷空气。这些天气产生向岸的有东南分量的大风是造成秦皇岛风暴潮的主要因素，潮位与风速成正比，大风如果赶上天文大潮就会产生风暴潮。如果只有潮位上涨，没有大风，一般没有太大的灾害。大的风暴潮灾害一般四五年一次，但是 2010 年以后风暴潮灾害有所增加。

参考文献

- [1] 王月宾. 渤海西岸风暴潮预报方法研究[J]. 《兰州大学学报》
- [2] 张国财. 《自然灾害方向为评估与区划原理和方法》[M]. 气象出版社
- [3] 牛海燕. 中国沿海台风灾害风险评估研究[J]. 《华东师范大学》
- [4] 王秀荣. 台风灾害综合等级评估模型及应用[J]. 《气象》
- [5] 卢美浙. 江海岸台风风暴潮漫堤风险评估研究[D]. 浙江大学 2014
- [6] 郑立松. 风暴潮—天文潮—波浪耦合模型及其在杭州湾的应用 [D]. 清华大学. 2010
- [7] 黄静. 沿海重要港口风暴潮灾害危险性研究[D]. 华东师范大学 2012
- [8] 陈连友. 秦皇岛沿海灾害性天气对自然环境的影响和预报[J]. 中国环境管理干部学院学报