

Qinhuangdao City Tourism Risk Warning and Release

Chengyu Yan¹ Guohua Zhang² Fene Cui¹ Yang Li¹ Jie Wu¹

1. Qinhuangdao City Meteorological Bureau, Qinhuangdao 066000, China

2. Hebei Weather Observatory, Shijiazhuang 050021, China

秦皇岛市旅游风险预警与发布

燕成玉¹ 张国华² 崔粉娥¹ 李颀¹ 吴杰¹

1. 河北省秦皇岛市气象局, 秦皇岛 066000, 中国

2. 河北省气象台, 石家庄 050021, 中国

Abstract— Using the meteorological data of Qinhuangdao City from 2001 to 2015, the weather of thunderstorms and hail are counted. Summarize the relevant parameter thresholds for different types of severe convective weather. The Qinhuangdao tourism meteorological service platform will be constructed to transmit early warning information to tourists through SMS, street electronic display, and real-time broadcasting in scenic spots. Effective communication channels avoid the travel risks for the majority of tourists, making the journey comfortable and complete.

Keywords—tourism risk, communication route, disaster warning, Qinhuangdao

摘要—用秦皇岛市 2001-2015 年 15a 的气象资料, 统计出雷雨大风、冰雹日期。总结不同类型强对流天气发生的相关参数阈值。构建秦皇岛旅游气象业务服务平台, 通过手机短信、街头电子显示屏、景区实时广播等途径向游客传递预警信息。有效的沟通途径为广大游客规避了旅游风险, 使旅途舒适而圆满。

关键词: 旅游风险, 沟通途径, 灾害预警, 秦皇岛

I. 引言

改革开放 40 年来, 依托良好的生态环境和区位优势, 秦皇岛市旅游业迅速发展, 成为河北省旅游龙头城市并被

省委省政府确定为全省唯一“旅游立市”城市, 秦皇岛市自然景观颇多, 滨海度假和山地生态旅游发达, 然秦皇岛区域地形地貌复杂, 强对流天气^[1-5]发生频率较高, 强对流天气具有突发性强, 局地性强, 瞬时天气剧烈的特性, 不期而至的雷雨大风、冰雹等给游客带来一定的旅游风险^[6-8], 准确的天气预报、有效的沟通途径则可为广大游客规避旅游风险, 使旅途舒适而圆满。

II. 资料和方法

用秦皇岛区域 5 个国家气象站(图 1) 2001-2015 年 15a 的地面基站观测资料和灾情资料, 统计出雷雨大风、冰雹日期。将发生以上天气的欧亚区域 08 时(北京时)高空形势图进行天气学分型, 总结不同类型强对流天气发生的相关参数阈值。构建秦皇岛旅游气象业务服务平台, 通过手机短信、街头电子显示屏、景区实时广播等途径向游客传递预警信息。

III. 结果和分析

3.1 秦皇岛区域灾害天气分型及预报指标

3.1.1 雷雨大风

秦皇岛雷雨大风集中出现 4-9 月, 时段主要集中在午后到前半夜。15 年间共出现雷雨大风 49 次, 其中高空冷涡型 20 次, 其次为阶梯槽型 12 次, 低槽冷锋型 10 次, 西北气流型 7 次。表 1 给出了雷雨大风的天气分型、各型占比及指标阈值, 图 2 给出了雷雨大风环流示意图。

作者简介: 燕成玉(1970-), 女, 汉族, 河北秦皇岛人, 高级工程师, 主要从事旅游气象服务、天气预报及技术方法研究。E-mail: 1075594512@qq.com

通讯作者: 张国华(1963-), 女, 汉族, 河北石家庄人, 正高级工程师, 主要从事旅游气象预报、服务和科研工作。E-mail: gzgh2308@163.com



图1 秦皇岛区域气象观测站分布图

Figure 1 Distribution of counties and districts in Qinhuangdao

表1.秦皇岛区域雷雨大风天气分型及指标阈值

Table 1. Thunderstorm and gale weather classification and index threshold in Qinhuangdao area

分型	高空冷涡型(图 2a)	阶梯槽型(图 2b)	低槽冷锋型(图 2c)	西北气流型(图 2d)
各型占比	41%	24%	20%	14%
各型特征	500hPa 蒙古国附近或东北地区有一低涡，低涡底部有大于20m/s 的西风或西北风；850hPa 相似位置有一低涡；地面为低压控制有冷锋过境；T_logp 图上近地面有喇叭口形状，中低层有湿区或亚湿区。	500hPa 有阶梯槽，一个在河套附近，一个在贝湖附近，且秦皇岛上游有大于24m/s 的西北风的高空急流；850hPa 相似位置为一横槽；T_logp 图上925hPa 以下有逆温层，600hPa 左右有少量湿区，整层大气较干燥。	500hPa 华北地区有一宽槽或河套地区有一低涡，秦皇岛上游有达到36m/s 的西北风高空急流；850hPa 有18m/s 的西北风低空急流，且有高于12℃的温度脊。地面为低压冷锋；T_logp 图上中层800hPa 到500hPa 湿度较大。	500hPa 秦皇岛区位于槽后西北气流中，风速大于20m/s，午后有冷空气摆下；地面有辐合线；T_logp 图上CAPE 值较大，一般大于1000J/kg，700hPa 以下有湿区。
850hPa 比湿(g/kg)	3-13	3-15	3-12	1-10
K 指数(℃)	24-39	19-39	19-35	10-30
CAPE(J/kg)	0-1700	0-3500	0-1000	0-2000
0℃层高度(距地 km)	3-5	3-5	3-5	2-5
-20℃层高度(距地 km)	6-8	6-8.5	6-8	5-8
温度直减率(℃/km)	4-8	5-8	5-9	5-8

3.1.2 冰雹

秦皇岛5个观测站中有1个测站出现冰雹就记为1次，同一日两个测站出现冰雹记为2次。2001-2015年的15

年间，秦皇岛区域共发生冰雹27次，其中高空冷涡型17次，西北气流型和横槽转竖型均4次，前倾槽型2次。表

2 给出了冰雹的天气分型、各型占比及指标阈值, 图 3 给出了冰雹环流示意图。

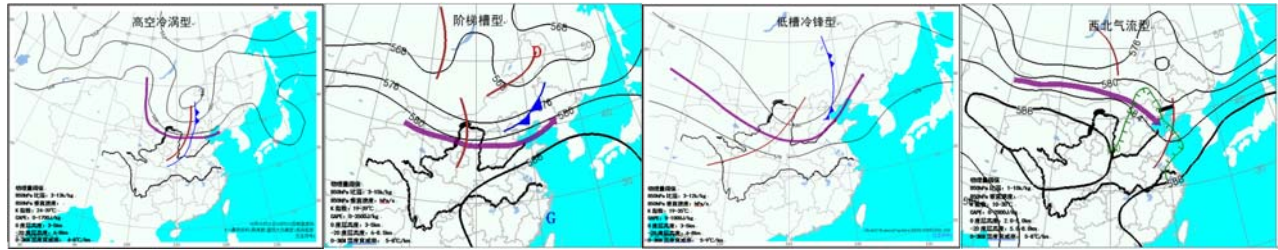


图 2 秦皇岛区域雷雨大风环流示意图及阈值

Figure 2 Thunderstorm gale circulation and index threshold in Qinhuangdao Region

表 2. 秦皇岛区域冰雹天气分型及指标阈值

Table 2. Hail weather classification and index threshold in Qinhuangdao area

分型	高空冷涡型(图 3a)	西北气流型(图 3b)	横槽转竖型(图 3c)	前倾槽型(图 3d)
各型占比	63%	15%	15%	7%
各型特征	此型包含东蒙冷涡、东北冷涡、华北冷涡。秦皇岛位于高空急流出口区左侧; 500hPa 河北省区域北部有闭合冷低涡, 由低涡向南延伸一低槽, 河北被大范围冷温槽控制; 850hPa 秦皇岛区域位于槽前, 且为暖温度脊; 副热带高压偏弱; 低层有湿区或亚湿区, 中层有干区; 地面位于低压带中, 有辐合线, 降雹发生在辐合线附近。	秦皇岛区域位于高空西北急流下方或高空急流左侧; 500hPa 槽线位于 120° E 以东附近, 河北区域受西北气流控制, 有大于等于 16m/s 的西北风; 副高位置偏东偏南; 700hPa 或 850hPa 有横槽; 850hPa 或 925hPa 有暖温度脊; 地面受弱低压控制, 有地面辐合线, 冰雹常常发生在地面辐合线附近。	秦皇岛位于高空急流出口区左侧; 500hPa 日本海附近 (140° E, 45° N) 经常有低涡, 贝湖附近为暖脊, 秦皇岛北部 45° N 附近有横槽, 有冷空气沿脊前西北或偏北气流南下影响秦皇岛, 且风速较大, 达到 16m/s; 850hPa 贝湖附近为暖脊, 秦皇岛低层有湿区或亚湿区, 中层有干区; 地面位于低压带中, 有地面辐合线, 降雹发生在地面辐合线附近。	秦皇岛区域位于高空急流出口区左侧或高空急流下方; 500hPa (116° E, 40° N) 附近有浅槽, 槽后有 16m/s 的西北风, 贝湖附近有冷中心, 河北省受冷温度槽控制; 850hPa-500hPa 有前倾槽; 地面为低压控制, 有风的辐合, 降雹发生在地面辐合线附近。
850hPa 比湿(g/kg)	4-12	9-10	7-13	个例少略
K 指数(°C)	27-40	28-32	30-34	同上
CAPE(J/kg)	600-1200	900-1650	500-1575	同上
0°C 层高度(距地 km)	3-5	3.5-4.5	3-4.5	同上
-20°C 层高度(距地 km)	5.5-8km	6-7	6-8	同上
-20°C 与 0°C 层之间厚度 (km)	2.8-4.5	2.8-3.5	2.7-3.5	同上
850hPa 垂直速度 (hPa/s)	<-1	<0	<-2	同上

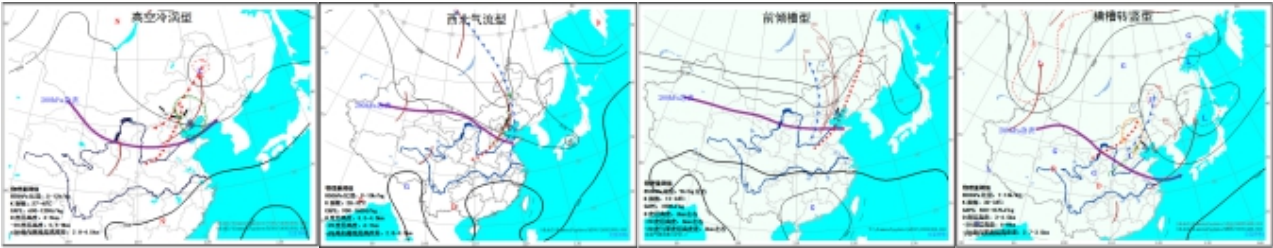


图3 秦皇岛区域冰雹环流示意图及阈值

Figure 3 Hail circulation and index threshold in Qinhuangdao Region

用 2016 年资料进行检验，共 6 次强对流天气过程，灾害天气模型环流形势描述均正确（表 3）。从表 4 分析发现，6 月 8 日同时出现雷雨大风、冰雹，满足 6 个雷雨大风阈值中的 5 个，满足 6 个冰雹阈值中的 4 个；雷雨大风过程，各条件满足阈值的正确率高于 67%。从 2016 年对雷雨大风、冰雹的检验结果表明，各灾害性天气分型和阈值在预报中取得了不错的效果，是可行的。

表 3 2016 年灾害天气模型检验结果

Table 3 2016 disaster weather model test results

日期	灾害类型	环流描述检验	环流模型
2016. 6. 8	雷雨大风冰雹	正确	高空冷涡型
2016. 6. 10	雷雨大风	正确	高空冷涡型
2016. 6. 17	雷雨大风	正确	高空冷涡型
2016. 6. 21	雷雨大风	正确	高空冷涡型
2016. 6. 24	雷雨大风	正确	西北气流型
2016. 8. 25	雷雨大风	正确	高空冷涡

表 4 2016 年灾害天气模型阈值检验结果

Table 4 2016 disaster weather model threshold test results

日期	850hPa 比湿 g/kg	850hPa 垂直速度 hPa/s	850hPa 温度露点差℃	K 指数 ℃	CAPE J/kg	0℃层 高度 km	-20℃层 高度 km	0℃层与-20℃ 层高度差 km	0-3km 温度直减率
2016. 6. 8	4 /正确	-6. 0/正确	—	5/低	4/正确	4/正确	7/正确	3/正确	8/正确
2016. 6. 10	4/正确	—	—	11/低	0/正确	5. 6/高	7/正确	—	4/正确
2016. 6. 17	6/正确	—	—	缺	缺	4. 0/正确	7. 0/正确	—	6/正确
2016. 6. 21	10/正确	—	—	36/正确	100/正确	4. 5/正确	7. 6/正确	—	5/正确
2016. 6. 24	4/正确	—	—	15/低	519/ 正确	5/正确	6. 5/正确	—	缺
2016. 8. 25	11/正确	—	—	24/正确	0/正确	5/正确	7/正确	—	5/正确

(/是与阈值的对比，“低”表示低于阈值，“高”表示高出阈值，—表示不予填写)

3.2构建旅游气象业务服务平台

秦皇岛旅游气象服务系统总体上分为三个子系统：旅游气象监测系统、气象服务产品系统、气象服务信息发布系统。这里只简单介绍气象服务产品系统、气象服务信息发布系统。

3.2.1 秦皇岛旅游景区及海上重点区域精细化预报

选择秦皇岛区域内各大旅游景点及海上重点区域中的 47 个点作为精细化预报的站点，在程序编写过程中选择

以配置文件的方式进行读取站点位置，在后期可以根据不断变化的需要更新或增减站点。

精细化预报选取每日两次的 EC 细网格预报（0.125°×0.125° 格点），对各站点利用双线性内插法进行格点插值，然后利用人工预报订正而成。

3.2.2 秦皇岛海洋精细化预报预警发布平台

平台分为海区预警和预警文本两部分。海区预警能够选择预警的时效，分别为 1 小时、2 小时、6 小时、12 小时，在相应的站点后面勾选需要预警的强对流天气，点击保存后自动生成报文（图 4，图 5）。

预警文本可以自动读取气象台制作发布的预警信号，然后根据需要进行修改后保存发送。



图4 秦皇岛海洋精细化预报预警发布平台海区预警界面
Figure 4 Qinhuangdao marine refined forecasting and warning release platform sea area early warning interface

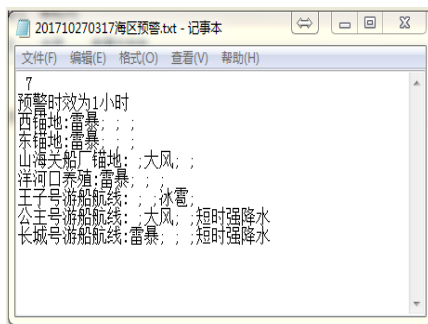


图5 海区预警报文
Figure5 Sea area pre-alert text

IV.讨论

2016年6月8日下午至傍晚受高空冷涡后部的冷空气影响，秦皇岛区域出现强对流天气，部分地区出现短时大风、冰雹、短历时强降水（图6）。其中抚宁站41.6mm，

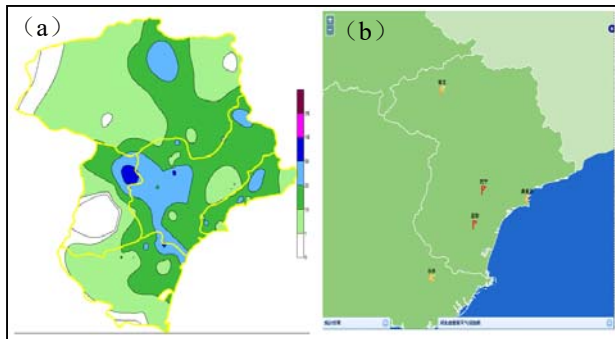


图6 2016年6月8日08时-9日08时 a:秦皇岛市降水分布图;b:灾害天气实况

Figure 6 08:00 on 8 June-08:00 on 9 June 2016 a: Distribution

of precipitation in Qinhuangdao City; b: Disaster weather in Qinhuangdao City

海港区站33.4mm，卢龙北花台自动监测站63.2mm，该站最大小时雨强达31.0mm/h。青龙县东部、昌黎县东北部、卢龙县北部、山海关区、海港区、抚宁区均出现冰雹，冰雹最大直径15mm，冰雹持续时间约20min。抚宁区、昌黎气象站出现8级大风。

在2016年6月8日08时250hPa图上，秦皇岛位于高空急流出口区左侧（图略），500hPa高空图上（图7a），欧亚中高纬为两槽一脊型，在东北地区存在一个深厚的低涡，中心值为549gpm，并有-23℃的冷中心与之配合，河北全省被大范围冷温度槽控制，秦皇岛位于低涡后部的西北气流中，有风速 26ms^{-1} 的西北急流。700hPa（图7b）及850hPa（图7c）与500hPa相对应位置都有低涡存在，850hPa有横切变，位置偏北，低层有湿区。850hPa与500hPa温差为 30°C ，下暖上冷使得层结不稳定，有利于8日下午的降水和强对流天气产生。

从地面形势场看（图7d），8日08时在内蒙古中部地区存在一气旋，河北北部存在一辐合线，秦皇岛位于高压后部。17时辐合线南压到秦皇岛北部，触发了这次强对流天气。

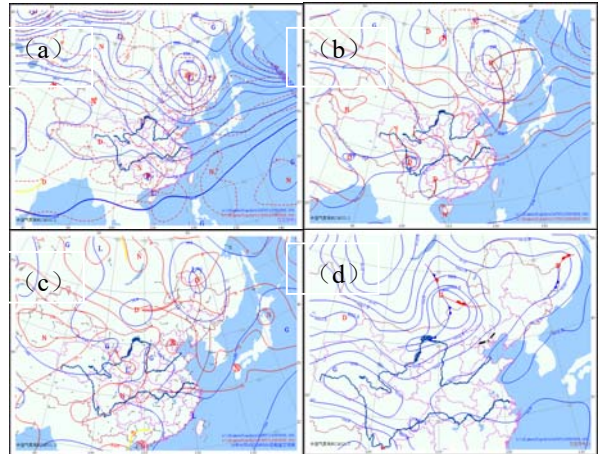


图7 2016年6月8日实况 a:500hPa; b:700hPa; c:850hPa; d:地面

Figure 7 Live map of June 8, 2016 a:500hPa;b:700hPa; c:850hPa;d: ground

由高低空配置图可知（图8）：秦皇岛位于高空急流左侧，冷空气沿低涡后部不断分裂南下影响秦皇岛地区。秦皇岛位于“上冷下暖”的区域，有一条平行于燕山山脉

的地面辐合线南压影响我区，湿区位置偏南，我市受干线影响，有利于产生对流活动。



图 8 2016 年 6 月 8 日 08 时高低空配置图

Figure8 High and low altitude configuration map at 08:00 on June 8, 2016

从 6 月 8 日 08 时乐亭探空曲线（图略）可以看出：其结构为上干下湿的“喇叭口”型，但 CAPE 值为 4，K 指数数值比较小，有明显的风速切变，风向切变不明显。0℃层高度为 3583 米，-20℃层高度为 6613.8 米，-10℃~30℃层为冰雹的主要增长层，雷达反射率中心强度大于 50dBz 的高度应扩展到-20℃以上，特征高度已满足上述条件，这种环境有利于雹胚的生成和发展。14 时订正的探空，CAPE 值从 08 时的 4.3 J/kg 迅速增加到 1299J/kg，说明有一定的不稳定能量。K 指数仍不太理想。

本次过程 K 指数未达到阈值，CAPE 值订正后达到阈值，其他均达到阈值。强对流过程局地性较强，大尺度环境场特征有时体现不出来。

所以要警惕低涡形势下，不稳定指数未达到阈值的雷雨大风、冰雹天气。

V.结论

对秦皇岛区域内的灾害天气，据其特征进行分型，总结不同灾害性天气的物理量阈值，构建了旅游气象业务服务平台，此项业务对即将发生的灾害性天气雷雨大风、冰雹等通过手机短信、街头电子显示屏、景区实时广播等途径向游客传递预警信息则可为广大游客规避旅游风险，使旅途舒适而圆满。

致谢

本项目受河北省气象局科研项目“秦皇岛旅游气象服务系统”（编号：15ky31），河北省科学技术厅重点研发项目“重大自然灾害多层级精准救助关键技术研究”（编号：18275402D）资助。

参考文献

- [1] 苏永玲, 何立富, 巩远发等. 京津冀地区强对流时空分布与天气学特征分析. 气象, 2011, 37(2):177-184.
- [2] 翟菁, 周后福, 张建军等. 基于指标叠套法的安徽省强对流天气潜势预警研究. 气象与环境学报, 2011, 27(2):1-7.
- [3] 郁珍艳, 何立富, 范广洲等. 华北冷涡背景下强对流天气的基本特征. 热带气象学报, 2011, 27(2):89-94.
- [4] 张小玲, 湛芸, 张涛. 对流天气预报中的环境场条件分析. 气象学报, 2012, 70(4):6042-54.
- [5] 郑媛媛, 姚晨, 郝莹等. 不同类型环流背景下强对流天气短时临近预报预警研究. 气象, 2011, 37(7):765-801.
- [6] 宗恬, 黄崇福. 自然灾害风险评估中诸因素之间关系的初探. 应用基础与工程科学学报, 2004, 12:22-26.
- [7] 罗奇峰. 都市灾害风险评估中的几个问题. 全国首届灾害风险评估研讨会论文摘要集, 1996.
- [8] 庞西磊, 黄崇福, 赵思健. 自然灾害风险分析方法与相关技术的研究进展跟踪. Chinese Perspective on Risk Analysis and Crisis Response (RAC-2010), 2010, 87-93.