

满洲里旅游季高影响天气特征分析与致灾危险性评估

赵碧莹 王浩东

满洲里市气象局, 内蒙古自治区 满洲里 021400

[摘要]安全是旅游业发展的前提,开展满洲里旅游高影响天气特征分析及致灾危险性评估,能够促进旅游气象灾害防御能力提高。基于满洲里境内 1957—2023 年气象观测数据和景区监测资料,采取频率统计法、马尔科夫链概率等方法开展分析与评估。结果表明:各景区大雨暴雨、大风、高温致灾危险等级分别评估为,国门景区重、轻、重;套娃景区重、轻、重;大觉禅寺中、轻、中;猛犸旅游区中、轻、中;呼伦湖景区轻、中、轻。应用分析与评估结果,制定适宜景区的旅游气象灾害风险防御指引、发布旅游气象灾害风险预警,为旅游活动防范和减轻气象灾害影响提供科学依据。

[关键词]旅游高影响天气;特征分析;致灾危险性;评估

DOI: 10.33142/nsr.v2i3.17726

中图分类号: P208

文献标识码: A

Analysis of High Impact Weather Characteristics and Disaster Risk Assessment during the Tourism Season in Manzhouli

ZHAO Biying, WANG Haodong

Manzhouli Meteorological Bureau, Manzhouli, Inner Mongolia, 021400, China

Abstract: Safety is a prerequisite for the development of the tourism industry. Conducting analysis on the high impact weather characteristics and disaster risk assessment of tourism in Manzhouli can promote the improvement of tourism meteorological disaster prevention capabilities. Based on meteorological observation data and scenic spot monitoring data from 1957 to 2023 in Manzhouli, frequency statistics and Markov chain probability methods were used for analysis and evaluation. The results show that the hazard level of heavy rain, rainstorm, strong wind and high temperature in each scenic spot is respectively assessed as heavy, light and heavy in Guomen scenic spot; The nesting doll scenic area is heavy, light, heavy; Dajuechan Temple: medium, light, medium; Mammoth Tourist Area medium, light, medium; Hulun Lake Scenic Area is light, medium and light. Based on the analysis and evaluation results, develop suitable guidelines for tourism meteorological disaster risk prevention in scenic areas, issue tourism meteorological disaster risk warnings, and provide scientific basis for preventing and mitigating the impact of meteorological disasters on tourism activities.

Keywords: tourism high impact weather; feature analysis; disaster risk; evaluation

引言

旅游业与气象气候条件息息相关^[1],在全球气候变化加剧的背景下,局地性、突发性气象灾害呈现多发、频发的趋势,且具有难预难防等特点。气候变化对旅游业的影响已引起广泛关注^[2-3]。随着出游人次日益攀高,由气象灾害造成或引发的旅游损失也越来越大,已影响到广大旅游者的出游安全和旅游经济的持续健康发展^[4]。安全是旅游业发展的生命线,国内外关于旅游安全风险^[5]的研究主要集中在自然灾害、气候变化等对旅游业的影响。国内学者们借鉴系统论、风险评估理论、灾害风险理论等模型,运用模糊综合评价法、灰色关联分析法^[5]、动态贝叶斯方法,从旅游灾害、旅游线路、旅游景区等不同的方面,展开了旅游安全风险研究^[6]。总体看,已有旅游安全风险研究虽已取得一系列进展,但仍存在不足之处。旅游是以游客流动为主要特征的,旅游气象灾害不同于一般的自然灾害,其灾害直接影响旅游资源和旅游基础设施、旅游者的出游决策以及游客人身财产安全。因此需要综合运用多种方法,对旅游气象灾害特征进行

分析预估,构建适合于旅游业的气象灾害风险评估模型,强化旅游气象灾害风险评估及预警能力建设,为旅游业防灾减灾提供基础性科学支撑。满洲里旅游高影响天气种类多、灾害多发、灾情较重,对游客生命财产安全、景区基础设施等存在较大的威胁。近年来,满洲里市被评为 2023 年全国县域旅游发展潜力百佳县,大力发展“旅游+”跨业融合新业态,对旅游安全提出了更高的要求,因此运用多种方法开展本地区的旅游高影响天气特征分析和致灾危险性评估,在旅游活动中发挥气象服务的保障作用,对完善旅游安全体系十分必要。

1 资料与方法

1.1 资料

大雨暴雨、大风、高温旅游高影响天气资料来源于满洲里境内基准站、互贸区区域气象站、小河口区域气象站。旅游景区信息来源于市文体旅游广电局(表 1)。

大风统计日最大风速 $\geq 10.8\text{m/s}$ 大风日数。高温统计日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 高温日数。大雨暴雨统计 24h 降雨量 $\geq 25.0\text{mm}$ 降雨日数。

表 1 满洲里旅游景区情况表

景区	经度	纬度	气象站	站号	气象资料年代
国门景区	117.3996	49.6133	互贸区	C0088	2004 年至 2023 年
套娃景区	117.3996	49.6133	互贸区	C0088	2004 年至 2023 年
大觉禅寺	117.6284	49.5291	基准站	50514	1957 年至 2023 年
猛犸旅游区	117.6766	49.499	基准站	50514	1957 年至 2023 年
呼伦湖景区	117.6643	49.3312	小河口	C0089	2004 年至 2023 年

1.2 方法

致灾危险性评估方法。

(1) 风险评估思路

根据历史资料的可靠性、代表性和样本量数,基于历史资料的概率密度分布作为风险分布函数,假定孕灾环境基本没有变化,风险系统变化是平稳的马尔科夫链随机过程。旅游气象灾害风险评估思路^[7]是研究各景区致灾因子(气象灾害)发生概率,得出各种灾害综合风险指数,从而划分风险评估等级。灾害强度标准划分参考气象灾害相关等级标准。

(2) 统计方法

频率统计法。计算不同致灾因子(临界气象条件)强度出现频率^[8]。计算公式:

$f_i = t_i / Y$, 式中 f_i 为第 i 等级致灾因子强度出现频率, t_i 为统计年限 Y 年内第 i 等级的某种致灾因子出现次数, Y 一般 30a 以上。用不同强度等级灾害频率加权求和,值越大风险越大。

平稳马尔科夫链过程。马尔科夫链概率(转移概率),是从实测序列中抽出随机过程概率规律,对未来风险概率进行估计^[9]。

灾害风险评估模型构建,以灾种为基本评价单元,以自然灾害风险评价理论为基础,选取自然灾害风险数学表达式中的四大基本内容作为评价的主要因子。本研究主要以历史气象观测资料和旅游气象灾害为依据进行致灾危险性评估,即采用两要素模型。

2 结果分析

2.1 大雨暴雨特征分析与致灾危险性评估

2.1.1 大雨暴雨特征分析

根据统计,1957 年至 2023 年 67 年间,满洲里市旅游旺季出现大雨暴雨 119 次,年均 1.8 次,年际次数差异较大,最多年份 7 次,出现在 1998 年。无大雨暴雨年占比 21%。大雨暴雨发生时常常伴有强降雨,强度大、历时短、突发性强,1 小时最大雨强达到 84.8mm。景区一旦出现大雨暴雨,常造成积水内涝、出游受阻、车辆熄火停运、游乐露营设施损毁等灾害,对游客生命财产安全造成危害^[10]。

2.1.2 旅游景区大雨暴雨致灾危险性评估

(1) 资料统计分析

满洲里地处半干旱气候区,往往大雨以上量级降雨既能造成雨涝灾害,因此本评估对大雨及以上降雨进行统计分析。以 20h 为日界,将 24h 降雨量 $\geq 25.0\text{mm}$ 的降雨,

统计为 1 次单站降雨过程。降雨强度分类,按 24h 降雨量进行分级。统计满洲里国家基准气候站 1957 年至 2023 年大雨、暴雨及连续降雨出现次数,以及互贸区、小河口站 2004 年至 2023 年的气象数据,参考气象灾害等级标准,对降雨致灾强度和脆弱性等级进行级别划分(表 2)。

表 2 降雨致灾因子强度与脆弱性等级划分表(1957~2023 年)

级别	脆弱性	致灾因子强度
1	年大雨以上降雨次数 ≤ 2 次	$\geq 25.0\text{mm}$
2	年暴雨次数 3~4 次	$\geq 50.0\text{mm}$
3	年大雨以上降雨次数 ≥ 5 次	连续 2 天或以上 $RR \geq 25.0\text{mm}$

应用频率统计法 $f_i = t_i / Y$ 计算各站不同级别降雨日数概率(表 3)。统计各站逐年大雨暴雨出现次数,按照表 1 中脆弱性分级标准对各站逐年大雨暴雨次数进行分级,将各站逐年大雨暴雨次数排成序列。

表 3 满洲里各站点各级降水出现日数概率(%)统计表($f_i = t_i / Y$)

强度	基准站 (1957~2023 年)	互贸区 (2004~2023 年)	小河口 (2004~2023 年)
一级($\geq 25.0\text{mm}$)	1.40	0.75	1.00
二级($\geq 50.0\text{mm}$)	0.22	0.15	0.05
三级(连续暴雨)	0.15	0.1	0.10

根据分级结果,采用马尔科夫链方法^[9],得出各站不同级别大雨暴雨次数历史实测资料各个状态之间的转移概率,出现高级别概率越大,雨涝风险越高,基准站转移概率统计见表 4(其他站点略)。

表 4 基准站不同级别大雨暴雨转移概率统计表

转移概率	1 级	2 级	3 级
1 级 1 次转移概率	1.00	0.00	0.00
1 级 2 次转移概率	0.67	0.27	0.07
1 级 3 次转移概率	0.00	1.00	0.00
1 级 4 次转移概率	0.00	0.75	0.25
2 级 1 次转移概率	0.62	0.31	0.08
2 级 2 次转移概率	0.00	0.00	1.00
3 级 2 次转移概率	0.33	0.67	0.00
3 级 4 次转移概率	0.00	0.00	1.00
合计	2.62	2.99	2.39

(2) 致灾危险性评估

采用上述线性加权模型,根据对已发生大雨或暴雨的历史概率(强度与脆弱性)统计和未来潜在危险结果,计算出各景区(站点)致灾危险性指数 C ,结果见表 5。

危险性等级评估,以表 5 中综合危险指数为指标,将满洲里地区大雨暴雨致灾综合危险指数评估分为重、中、轻三个等级,其中国门景区、套娃景区综合危险指数为 8.5,相较于其他旅游景区较高,危险等级评估为重;呼伦湖景区综合危险指数为 5.75 较小,其危险等级评估为轻,具体详见表 6。

表 5 旅游景区大雨暴雨致灾危险综合指数表

指数概率	国门景区（互贸区）	套娃景区（互贸区）	大觉禅寺（基准站）	猛犸旅游区（基准站）	呼伦湖景区（小河口）
强降水危险指数	1.5	1.5	2.55	2.55	1.75
未来风险概率（1 级）	1.83	1.83	2.62	2.62	2.80
未来风险概率（2 级）	5.17	5.17	2.99	2.99	1.20
综合危险指数 C	8.5	8.5	8.16	8.16	5.75

表 6 满洲里旅游景区大雨暴雨致灾危险指数等级评估

评估	国门景区	套娃景区	大觉禅寺	猛犸旅游区	呼伦湖景区
综合危险指数 C	≥ 8.3		6.1~8.2		≤ 6.0
危险等级评估	重		中		轻

2.2 大风特征分析与致灾危险性评估

2.2.1 大风特征分析

根据统计，1994—2023 年 30a 间，满洲里市年均 6 级以上大风 60.1d，各年大风出现日数不一，出现最多的为 2017 年 109d，最少的为 48d。历史上极大风速达到 12 级飓风，陆地罕见。满洲里旅游旺季多对流性大风，风力等级高、突发性强，常能达到 8 级以上，风向突变，可伴有下击暴流^[11]，在其影响景区时，对旅游安全影响大，易使户外大型游乐设施在运行中出现危险，还会造成搭建物倒塌、高大建筑物受损、树枝折断、吹翻车辆等，威胁游客人身安全^[12]。

2.2.2 大风致灾危险性评估

（1）资料统计分析

根据脆弱性和大风强度将其划分为四级：6 级以上大风占全年日数 10%及以下（0~37d）或者强度为 6~7 级大风为一级；6 级以上大风占全年日数 10%~20%（38~74d）或者强度为 8 至 9 级大风为二级；6 级以上大风占全年日数 20%~40%（75~146 天）或者强度为 10 级以上大风为三级；6 级以上大风占全年日数 40%以上（146d 以上）或者强度连续 5d 为 6 级以上大风为四级^[13]。

（2）致灾危险性评估

采用大雨暴雨致灾危险性评估同样的方法，先进行级别或强度划分，再求出各级别大风等级出现概率，最后采用线性加权模型，求出大风灾害综合危险指数，制作旅游景区大风危险综合指数表。

将满洲里旅游景区大风危险等级评估分为轻、中两个等级，其中呼伦湖景区大风综合危险指数为 8.13 在 7.5 以上，等级评估为中；其余景区大风危险指数为 7.05，在 7.5 以下，其等级评估为轻。

2.3 高温特征分析与致灾危险性评估

2.3.1 高温特征分析

满洲里高温天气年际分布不均，根据资料统计，1957~2023 年 67a 间，有 28 年出现 35.0℃以上高温天气共计 75 次，高温还有一年之内集中出现的特点，2004 年出现 7 次高温。有 39 年未出现高温天气，无高温年占 58%。历史上极端最高气温达 41.0℃。高温常出现在正午前后，

人体不能适应环境，超过人体的耐受极限，从而导致疾病的发生或加重、引起旅游者中暑，对旅游安全有一定影响^[14]。

2.3.2 高温致灾危险性评估

（1）资料统计分析

满洲里地区高温天气年际变化大、阶段性发生、极端气温高。就此将高温划分成四个等级：一级标准为出现 35℃~37℃（包括 37℃）高温的年数；二级标准为出现连续 3 天在 35℃~37℃高温的年数；三级标准为出现大于 37℃且在 40℃及以下高温的年数；四级标准为出现 40℃以上高温的年数。

（2）致灾危险性评估

对于高温，先进行级别或强度划分，再求出各级别日数出现概率，最后采用线性加权模型，求出高温综合危险指数，制作旅游景区高温综合危险指数表。

国门景区和套娃景区高温综合危险指数为 3.00 大于 2.1，级别评估为重；大觉禅寺和猛犸旅游区危险指数为 1.88 在 1.6~2.0 之间，级别评估为中级；呼伦湖景区危险指数为 1.20 小于 1.5，级别评估为轻。

3 结论

（1）根据景区高影响天气发生的历史概率，参考气象灾害相关等级标准，采用线性加权求和模型以及马尔科夫链的方法求取综合危险指数，实现了各景区大风、大雨暴雨、高温致灾危险性等级评估。

（2）本文从旅游高影响天气趋势特征和景区致灾危险性两个方面进行全面深入的研究，基于景区场景、高影响天气特征和危险性等级提出有针对性的有效防御措施和指引，为旅游气象灾害防御提供科学参考，具有一定的理论和实践应用创新性。

基金项目：满洲里市科技计划项目“满洲里旅游气象灾害风险研究（2023010）”。

【参考文献】

- [1]李尚锦,周学云,吴亚平,等.四川雅安碧峰峡避暑旅游气候适宜性分析[J].气象与环境学报,2024,40(3):124-130.
- [2]张驰,白莹莹,刘晓冉,等.重庆旅游气象扰动模型初步研究[J].气象与环境科学,2021,44(3):83-90.

- [3]朱妮娜,曾刚,史正燕,等.旅游气候舒适度的模型改进及时空演化[J].旅游科学,2023,37(4):144-160.
- [4]李蔚,杨洋.自然灾害与旅游目的地恢复营销[J].旅游学刊,2022,37(7):8-10.
- [5]李自强,席建超,张瑞英.滇藏公路沿线旅游安全风险评价[J].山地学报,2022,40(5):753-763.
- [6]章国材.气象灾害风险评估与区划方法[M].北京:气象出版社,2010.
- [7]阮迪陈,袁淑杰,黄萍,等.四川省龙门山暴雨灾害旅游风险评估[J].高原山地气象研究,2023,43(2):134-142.
- [8]罗菊英,闫永财,虞列辉.区域旅游气象灾害风险评估与区划研究[C].第31届中国气象学会年会 S10 第四届气象服务发展论坛——提高气象灾害防御能力论文集,北京:中国气象学会,2014.
- [9]黄嘉佑,李庆祥.气象数据统计分析方法[M].北京:气象出版社,2015.
- [10]黄麟元,王致杰.马尔科夫理论及其在预测中的应用综述[J].创新与实践,2015,22(9):12-13.
- [11]杨鹏武,周德丽,吉文娟,等.云南区域性暴雨过程时空变化特征[J].气象与环境学报,2024,40(3):83-90.
- [12]高展,许剑勇,王胜,等.黄山风景区暴雨山洪灾害风险区划研究[J].暴雨灾害,2015,34(3):281-285.
- [13]胡鹏宇,徐爽,耿世波,等.一次冷涡背景下沈阳地区雷暴大风过程的特征分析[J].气象与环境学报,2023,39(5):9-18.
- [14]王静,刘焕彬,曹洁,等.1984—2013年山东省主要气象灾情特征分析[J].内蒙古气象,2015(5):53-56.
- 作者简介:赵碧莹(1978—),主要从事气象服务方面研究,当前就职单位:满洲里市气象局,职称级别:副高级工程师。