

Research on Real-time Risk Warning Model for Outdoor Sports Based on the Integration of LBS and AI

Rongcheng Cen Longxiu Tan Xiaokai Chen Chengcheng Xiang Chunbi Yang

Xingyi Normal College of Ethnic Education, Xingyi, Guizhou, 562409, China

Abstract

In response to the complex terrain and widespread unexplored areas in Xingyi City, where safety issues such as personnel getting lost, falls from heights, and sudden environmental changes are prone to occur during outdoor activities, and considering the shortcomings of traditional warning models such as slow response and inaccurate positioning, this paper has constructed a dynamic risk warning model for outdoor projects that integrates LBS and AI technologies. This model uses LBS technology to achieve precise location tracking of outdoor participants, integrates various types of information such as local terrain, meteorological monitoring, and historical risk events, and uses AI algorithms to complete risk feature mining, dynamic assessment, and graded prompts. It can identify dangerous sections and abnormal situations in advance and generate personalized escape plans that are in line with the actual scene. After testing and verification, this model can effectively improve the timeliness and accuracy of outdoor risk warnings in Xingyi City, reduce the probability of safety incidents, provide reliable technical references for local outdoor safety management, and help the outdoor industry develop in an orderly and healthy manner.

Keywords

LBS technology; AI algorithm; Outdoor sports; Real-time risk warning; Xingyi City

基于 LBS 与 AI 融合的户外运动实时风险预警模型研究

岑荣成 谭龙秀 陈小开 向成程 杨春碧

兴义市民族师范学院, 中国·贵州 兴义 562409

摘要

针对兴义市地貌复杂、未开发片区分布广泛, 户外项目开展过程中易出现人员走失、高处坠落、环境骤变等安全问题, 且传统预警模式存在反应迟缓、定位不准等短板, 本文构建了一套融合LBS与AI技术的户外项目动态风险预警模型。该模型借助LBS技术实现对户外参与者的精准位置追踪, 整合当地地貌、气象监测、历史风险事件等多类信息, 通过AI算法完成风险特征挖掘、动态研判与分级提示, 能够提前识别危险地段与异常状况, 并生成贴合实际场景的个性化避险方案。经测试验证, 该模型可有效提升兴义市户外风险预警的时效性与精准度, 降低安全事件发生概率, 为当地户外安全管控提供可靠技术参考, 助力户外产业有序健康发展。

关键词

LBS技术; AI算法; 户外运动; 实时风险预警; 兴义市

1 引言

兴义市峰峦叠嶂、峡谷纵横, 户外运动资源得天独厚。但受喀斯特复杂地貌影响, 人员迷路、高处坠落、极端天气骤变等安全事故频发, 已成为制约当地户外经济与文旅产业健康发展的重要因素。现有风险预警多依赖人工经验与静态数据, 难以适应动态多变的户外风险特征, 预警时效性与精准度明显不足。为此, 本文结合 LBS 实时定位与 AI 智能分

析技术, 构建适配兴义复杂地理环境的户外运动动态风险预警模型。通过融合地理、气象、行为轨迹等多源数据, 实现风险动态识别与精准预警, 为提升区域户外安全保障水平、规范户外运动管理、推动产业高质量发展提供技术支撑与实践参考。

2 兴义市户外运动发展背景及风险现状

兴义市坐落于滇黔桂三省交界地带, 区域内喀斯特地貌特征突出, 万峰林、马岭河峡谷等自然风貌资源优势显著, 构建起包含山地徒步、峡谷探秘、户外露营、岩壁攀登等多种形式的户外休闲活动载体, 持续吸引各地户外爱好者与研学群体前来参与, 带动地方户外休闲经济与文旅产业实现深度联动发展。当地特殊的地质构造与气候环境, 在为户外项目开展提供多样空间的同时, 也潜藏着各类安全不确定因

【基金项目】LBS+AI预警的户外运动救援协同平台(项目编号: S2025106661121)。

【作者简介】岑荣成(2004-), 男, 苗族, 中国贵州安顺人, 在读本科, 从事山地户外运动研究。

素。喀斯特峰丛与峡谷地带地势起伏较大, 行进路线标识模糊, 极易因定位失效引发人员迷失问题; 天气状况波动较为频繁, 短时间内出现的降水、强风以及地质异动等状况, 会直接提升户外环境的危险程度。此外, 部分参与人群缺少必要的安全防范意识, 活动开展多选择未经规划的自然区域, 使得安全事件发生的可能性持续上升。当前风险防范手段仍以人工巡查与固定气象数据为核心, 无法对动态风险变化进行实时监测, 难以在复杂环境中提供精细化安全防护, 对兴义市户外休闲产业的长期稳定发展以及安全服务体系的优化升级形成阻碍。

3 兴义市户外运动现有风险预警存在的问题及成因分析

兴义市户外运动现行风险预警机制, 与喀斯特地貌下复杂多变的户外安全保障需求存在明显脱节, 整体预警精准性、时效性与场景适配性均存在较大短板。当前预警信息来源较为单一, 主要依靠常规气象监测数据与基础地理信息, 缺乏对现场微气象变化、局部地形异动、人员实时状态等动态信息的采集与应用, 难以真实反映户外活动一线的风险态势。加之峰林、峡谷、深山等区域通信信号薄弱、定位精度受限, 位置漂移与数据延迟问题频发, 进一步削弱了预警信息的可信度与可用性。在风险识别环节, 仍以人工经验判断为主, 缺少对多源异构数据的融合分析与智能挖掘, 无法对迷路失联、陡坡坠落、短时强降雨引发的山洪与地质次生灾害等典型风险进行综合研判, 预警维度单一、覆盖不全, 难以实现早发现、早预警^[1]。同时, 预警发布与传递渠道不畅, 部门、救援力量与户外参与者之间未形成高效信息闭环, 发布内容多为通用安全提示, 未结合具体点位地质特征、活动线路及人员位置定制避险方案, 指导性与可操作性不足, 导致预警响应滞后、避险执行效果不佳。

从深层成因来看, 数据资源碎片化与技术应用滞后是制约预警体系效能发挥的核心因素。一方面, 气象、测绘、应急、户外管理等相关数据分散在不同主体与系统之中, 缺乏统一的数据标准、共享机制与交互平台, 数据壁垒问题突出, 无法形成全域风险感知的数据支撑, 动态评估与精准预警更无从谈起。另一方面, 现有预警系统智能化水平偏低, 未深度融合深度学习、多源融合定位等现代技术手段, 对风险因子的动态追踪、趋势预判能力不足, 难以适配喀斯特地貌复杂多变的环境特点。此外, 兼具户外安全管理与智能技术应用能力的专业人才相对匮乏, 技术方案落地、场景化优化与系统运维能力有限, 导致预警模型与本地实际结合不紧密、功能迭代缓慢。多重因素共同作用下, 现有预警体系难以应对兴义市户外运动多样化、突发性、隐蔽性的安全风险, 无法为户外活动开展与应急救援处置提供坚实可靠的安全保障。

4 基于LBS与AI融合的户外运动实时风险预警模型构建

4.1 模型整体架构设计

4.1.1 架构层级划分

本模型结合兴义市喀斯特地貌户外环境复杂、信号覆盖不均、风险突发多变等特点, 采用科学合理的分层式架构进行设计, 自上而下依次设置数据采集层、数据预处理层、模型核心层、预警输出层四大功能模块。各层级职责清晰、分工明确, 又彼此联动协同, 构建起从源头数据获取、清洗加工、智能研判到预警信息输出的全流程闭环工作体系, 有效保障风险识别的精准度与系统响应的时效性。层级之间采用统一标准化数据接口进行交互传输, 保证多源信息流转稳定、对接顺畅, 杜绝数据断层、延迟或丢失现象。整体架构充分适配当地峡谷深山信号弱、地形起伏剧烈、风险类型多样且动态变化的实际情况, 结构稳定、兼容性强, 为模型在复杂户外场景下持续可靠运行提供了坚实的结构支撑。

4.1.2 核心设计原则

本模型在整体架构与功能实现上, 始终坚持场景适配、精准高效、可扩展兼容三项核心设计原则, 确保系统贴合实际、运行稳定、长期可用。在场景适配层面, 深度结合兴义市典型喀斯特地貌特征、山地户外线路分布及迷路、坠崖、地质灾害等高频风险类型, 针对性适配徒步、峡谷探险、野外穿越等不同户外活动场景, 让模型更贴近本地实际。在精准高效层面, 以风险早识别、快预警为目标, 精简数据处理链路, 优化算法运算逻辑, 缩短从数据采集到预警推送的全流程响应时间, 提升识别准确率与系统运行效率^[2]。在可扩展兼容层面, 预留标准化接口与模块化架构, 可对接应急管理、景区管控、户外救援等平台, 支持后续数据扩容、功能升级与业务拓展, 既满足当前户外安全预警需求, 又能适应未来管理模式与风险形势变化, 保障系统长期稳定运行。

4.2 LBS定位模块搭建

4.2.1 多源定位技术融合

本模块采用多源融合定位技术, 将GPS、北斗双卫星系统与室内外差分定位技术有机结合, 构建适应复杂山地环境的全天候位置感知体系。针对兴义市喀斯特地貌峰林密集、峡谷幽深、遮挡严重等导致卫星信号易衰减、易漂移的问题, 对定位算法进行专项优化, 通过信号补偿、抗干扰处理及多点校准, 大幅提升在复杂地形下的定位稳定性与坐标精度, 实现对户外参与者位置的连续、动态、精准追踪。同时, 系统根据不同场景风险等级灵活设置定位刷新频率, 常规徒步区域按30秒间隔更新, 峡谷、陡坡、未开发山地等高危区域则提升至10秒一次, 确保位置数据实时同步、轨迹完整可信, 为后续AI风险研判、危险区域监测和分级应急预警提供坚实可靠的位置数据支撑。

4.2.2 定位数据关联处理

该模块实时接入多源融合定位系统输出的高精度位置信息，与兴义市专属的高精度地理信息数据库进行深度空间关联与动态匹配分析，可智能解析对应点位的地形类型、海拔高程、坡度陡缓、道路通行条件及周边危险环境要素，精准识别悬崖、陡坎、滑坡地质灾害隐患区、未开发山地等高危区域的空间范围与边界坐标。通过定位坐标与地理要素的实时比对，系统能够持续判定户外人员是否接近、闯入或长时间停留在危险区域内，为 AI 风险识别模型提供关键的空间依据与位置判定支撑^[3]。该流程可有效削弱因喀斯特地形遮挡、信号干扰、定位漂移带来的误差，显著减少风险误报、漏报情况，提升整体风险评估的稳定性与可信度，为后续分级预警内容定制、多渠道信息发布以及应急救援力量快速联动提供坚实、可靠、高质量的数据支撑。

4.3 AI 风险分析模块构建

4.3.1 多源数据接入与处理

本模块以多维度全域数据融合为支撑，全方位接入兴义市本地实时气象监测、高精度喀斯特地形测绘、历年户外安全事故记录、人员动态活动轨迹等多类数据源，构建集环境要素、地质条件、行为特征与历史案例于一体的综合数据体系。针对来源多样、格式不一的原始数据，开展标准化预处理，通过清洗、去重、降噪、异常值剔除等流程过滤无效与失真信息，统一数据维度与规范格式，使其完全适配 AI 模型的运算逻辑。结合当地复杂地形特点，重点强化短时强降雨、雷暴、阵性大风等突变气象数据，以及陡坡、溶洞、崩塌滑坡易发区等地质隐患数据的提取与融合，进一步增强数据集与本地户外场景的适配性，为后续风险识别、动态评估和分级预警提供高精度、高可靠性的数据基础。

4.3.2 风险识别与评估算法选型

本模型选用适配喀斯特复杂地形的深度学习算法作为风险识别与动态评估的核心技术，充分结合兴义市峰林、峡谷、陡坡交错的地理特征，以及当地户外事故多发类型与时空分布规律，对算法网络结构、特征提取权重和风险判定阈值进行全面本地化优化。在模型训练与运算过程中，融合历史事故案例、实时气象监测、高精度地形数据及人员活动轨迹等多维信息，通过特征关联与模式识别，精准感知人员偏离安全路线、进入危险区域、气象骤变等潜在高危状态。系统在综合研判各类风险因子后，自动划分低、中、高三级预警等级，并对风险发展趋势进行实时推演与超前预判，为后续分级预警内容生成、多渠道发布策略制定以及应急救援联动处置提供科学、稳定、可靠的决策支撑，显著提升整个预警体系的精准度与响应效率。

4.4 预警输出与交互模块设计

4.4.1 预警等级与内容定制

系统立足兴义市喀斯特地貌独特的环境条件，结合峰林、峡谷、陡坡、未开发山地等不同区域的风险类型与危险

程度，构建低、中、高三级动态预警机制，并针对每一级别设计差异化、场景化的专属预警内容。低风险状态以常规安全提醒为主，详细说明区域环境特点、行进注意事项，提醒参与者时刻关注地形与天气变化；中风险状态自动生成优化路线与避让方案，精准标注滑坡、陡崖、深谷、溶洞等危险点位，引导人员提前绕行远离隐患；高风险状态立即发布紧急避险指令，清晰指明就近安全区域、最优撤离路线、避险注意事项及应急救援联络方式^[4]。所有预警内容均贴合本地实景、表述简洁直观，确保户外人员能快速获取关键信息、及时采取应对措施，有效提升自主避险能力与应急救援协同效率。

4.4.2 多渠道预警发布

为确保风险预警信息在兴义市喀斯特峡谷、深山密林、未开发山地等各类复杂户外环境中全面、稳定触达，模型构建多终端、立体化、高冗余的预警发布机制，整合户外专用平台消息推送、手机短信通知、智能穿戴设备实时震动告警、区域固定应急广播等多种发布渠道，全面适配不同场景、不同设备的信息接收条件。针对信号弱、通讯差的偏远区域，系统加强与地方应急管理部门、专业户外救援站点及景区管理单位协同联动，依托布设在关键点位的应急广播实现预警信息兜底覆盖，有效解决常规通讯中断时的信息传递难题。同时，系统内置预警反馈与回执机制，自动接收、记录户外人员对预警信息的接收确认情况，形成“发布—送达—反馈”的完整管理闭环，最大限度杜绝预警信息漏发、迟传、未读等问题，显著提升预警指令的执行效率，为现场快速避险、应急响应启动及救援力量精准联动提供坚实可靠的保障。

5 兴义市户外运动实时风险预警模型的应用测试

5.1 测试场景选取与搭建

立足兴义市户外运动资源布局与风险发生规律，选定四类具有代表性的测试场景，全面覆盖当地主流户外项目与典型风险环境，保障测试结论具备充分参考价值与实践意义。选取万峰林山地徒步片区，该区域线路交错、峰丛密布，极易出现人员迷失与定位不准等问题；马岭河峡谷探险片区，谷深壁陡、地势险要，存在高处坠落、暴雨引发山洪等次生险情；万峰湖露营片区，紧邻水体且气象条件波动明显，对突发天气预警有着较高要求；未开发喀斯特原生态片区，缺乏规整路线、信号覆盖不足，可充分检验模型在复杂条件下的定位追踪与风险预警能力。场景搭建环节完整复刻各区域真实地貌、气象规律与人员活动规律，同步导入本地地理资料、历史风险案例与实时气象监测信息，让测试环境高度贴近真实户外状况，为模型各项性能检验提供可靠且贴合实际的场景基础。

5.2 测试数据准备与预处理

测试数据围绕兴义市户外场景特征，划分为基础数据、

实时数据与测试验证数据三大类别，保障数据体系兼具全面性与场景针对性。基础数据包含兴义市喀斯特地貌详细地理资料、各户外片区路线参数、危险区域界线标注等内容，全部来源于本地测绘部门及户外运营单位；实时数据涵盖测试周期内各场景气象信息、人员定位信息、环境动态变化信息等，依靠 LBS 定位模块与气象监测装置完成实时采集；测试验证数据选用当地近三年户外风险事件案例、应急处置记录等资料，用于对照模型预警输出与实际风险发生状况，检验模型研判精度^[5]。数据预处理环节，对收集的多源信息开展清洗、去重及规范化整理，筛除异常数值与失效内容，统一数据编码与格式规范，搭建专项测试数据集，保障数据可顺畅接入模型运行，防止因数据质量问题干扰测试结论的真实度与可信度。

5.3 测试方案与实施流程

测试方案围绕模型核心功能展开设定，围绕定位精度、风险判别效果、预警响应速度、多平台推送成效四项关键指标，结合兴义市户外实际环境特点制定完整测试步骤。测试启动前，完成模型与各类测试设备的调试适配，保障 LBS 定位单元、AI 智能分析单元与预警发布单元高效联动，同时安排测试工作人员与应急保障团队就位，妥善应对测试期间可能出现的各类突发状况。测试推进阶段，在四类测试场景同步开展试验，模拟各类户外项目中的人员行进路线，主动构造人员偏离路线、气象条件骤变、靠近危险地带等模拟风险情境，同步记录模型生成的定位信息、风险判定结论、预警发布耗时与具体预警内容。整个测试过程实行全程数据留痕，保证各项考核指标均具备完整数据依据，全方位检验模型在不同环境中的适配效果与运行稳定程度。见图 1 所示：

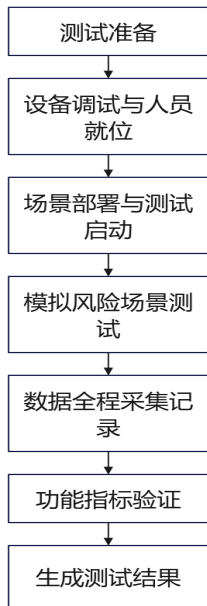


图 1 测试方案与实施流程

5.4 测试结果分析与问题调整

测试完成后，对全过程采集的数据进行系统化梳理分

析，对照模型各项考核指标与预设目标，结合兴义市户外场景实际需求，综合评判模型应用价值。定位精度测试显示，模型在万峰林、马岭河峡谷等复杂地形区域可实现稳定精准定位，有效克服信号不足导致的定位偏移，满足户外位置追踪需求；风险识别测试表明，模型能有效甄别各类模拟风险，合理划定风险层级，对突发气象、靠近危险地带等隐患的判定与实际高度契合；预警响应时效测试中，模型从数据获取、智能分析到指令推送全流程用时合理，可快速响应风险动态；多渠道推送测试显示，各类终端均可正常传输预警内容，实现偏远区域无遗漏送达^[6]。针对测试中暴露的部分未开发区域预警内容适配不足、强对流天气研判时长有待优化等问题，结合兴义市喀斯特地貌与户外项目特征，定向优化模型算法参数及预警文本，持续提升模型场景适配能力与预警执行效果，保障其切实支撑当地户外运动安全管控工作。

6 基于 LBS 与 AI 融合的风险预警模型应用成效分析

6.1 风险识别与预警精准度显著提升

通过 LBS 动态定位技术与 AI 智能研判算法的深度融合，有效解决了传统户外风险预警模式的短板，大幅提升了风险识别的精准度与预警的及时性。针对兴义市喀斯特地貌峰林密布、峡谷幽深的复杂环境，该模型可全方位捕捉各类潜在风险要素，打破传统预警信息笼统、反应滞后的局限。系统通过实时追踪参与者位置、分析地形特征、监测气象变化，结合历史风险数据与现场动态，精准识别迷路、高坠、次生灾害等多种风险场景。相较于传统人工判断，AI 算法可快速关联多源数据，动态划定危险区域，生成针对性预警内容，而非泛泛提醒。同时，通过优化定位算法与风险判定阈值，有效降低定位偏差与误判概率，确保预警信息与实际风险高度匹配，为户外参与者提供清晰指引，也为管理部门开展风险管控提供了科学依据。

6.2 预警响应效率与应急处置能力优化

模型在数据采集、智能分析、风险研判及预警推送全流程构建高效闭环，通过优化数据处理链路、精简算法运算流程，大幅缩短风险识别与预警发布的周期，为户外应急处置预留充足操作时间。LBS 定位模块实时追踪户外人员位置，AI 智能分析模块同步整合多维度数据，完成风险因子关联分析与态势推演，确保在风险苗头初现之时，就能将预警信息快速精准推送至对应终端，避免因响应滞后导致风险升级^[7]。针对兴义市部分户外区域信号薄弱、通讯易中断的问题，模型联动多类传播终端，保障预警信息无死角触达每一位参与者，同时同步推送至属地应急管理部门、户外救援队伍，实现风险提示与应急行动无缝衔接。应急处置队伍可依托模型提供的精准位置、风险等级及现场环境数据，快速规划最优救援路线、制定针对性处置方案，显著提升应急处置效率，缩短风险持续时间，最大限度降低人员伤亡与财产

损失。

6.3 户外运动安全管理体系趋于完善

该模型的落地应用,推动兴义市户外运动安全管理体系实现从“事后被动处置”向“事前主动预判”的根本性转变,进一步拓展了区域户外运动安全管控的技术路径与覆盖范畴,让安全管理更具针对性和前瞻性。管理部门可通过模型后台,实时掌握全域户外热门区域的人员聚集情况、各点位风险分布及动态变化,针对峰林、峡谷等易发生风险的区域,开展动态监测与重点管控,有效减少群众擅自进入未开发区域、违规探险等危险行为,从源头降低安全隐患。同时,模型运行过程中积累的人员活动轨迹、风险触发条件、预警处置记录等数据,可整合构建标准化安全管理数据库,为户外路线优化、危险点位警示布设、安全宣传策划提供精准数据支撑。通过持续优化管控措施、完善管理流程,推动兴义市户外运动安全管理向规范化、精细化、智能化方向升级,切实筑牢户外安全防线。

6.4 助力户外产业可持续发展与区域形象提升

完善且稳定的风险预警机制为兴义市户外运动产业发展夯实安全根基,提升参与者的安全保障水平与整体体验,吸引更多群体参与山地徒步、峡谷游览、野外露营等特色户外项目,带动区域文旅消费及相关配套产业协同发展。模型在风险防控环节展现的技术实力,提升了兴义户外品牌的专业度与安全口碑,营造更有序、规范的户外休闲环境^[8]。安全保障水平的提升也为户外赛事、研学活动、团队拓展等多元业态落地创造条件,推动区域自然禀赋向产业竞争力有效转化。伴随模型长期运行积累的场景化风险数据与预警实践经验,还可为周边区域户外运动安全体系建设提供借鉴,进一步凸显技术应用带来的综合社会效益。

7 结语

本文围绕兴义市户外运动安全保障需求,针对传统预警模式短板,开展基于LBS与AI融合的实时风险预警模型研究。全文梳理了兴义市户外运动发展背景与风险特征,剖析现有预警体系的问题及成因,构建包含架构设计、定位、AI分析及预警输出交互模块的完整模型,通过多场景测试优化性能,验证其在风险识别、响应效率、管理优化及产业赋能方面的显著作用。本研究有效破解了喀斯特地形下户外预警精准度不足、响应滞后的难题,为区域户外安全管控提供可靠技术支撑。后续将结合户外产业发展态势,优化算法参数、拓展应用场景、完善数据交互机制,提升安全保障能力,助力户外产业高质量发展。

参考文献

- [1] 杜敏.智慧化背景下户外运动安全风险预警与应对策略[J].娱乐体育,2025,(24):49-51.
- [2] 郑继超,沈纲.系统安全视域下高风险户外拓展运动安全管理策略研究[J].南京体育学院学报,2024,23(01):20-29.
- [3] 赵群超.户外运动课程野外实践风险评估指标体系构建研究[D].首都体育学院,2024.
- [4] 温一帆.户外运动风险识别与应对策略研究[J].体育科技,2023,44(06):79-81.
- [5] 文沫霏.山地户外运动风险防范机制构建与对策研究[J].体育风尚,2021,(07):247-248.
- [6] 邱海枝,李正贤.山地户外运动风险防范指标体系的理论研究[J].安徽体育科技,2021,42(02):11-15.
- [7] 华闻涛.数字技术赋能户外运动产业发展的路径研究[J].运动精品,2024,43(01):74-76.
- [8] 白志坚,吕淙淙.虚拟现实技术在户外运动课程教学中的应用:优势、挑战与对策[J].教育信息技术,2024,(10):47-50.