Study on Risk Assessment of Mountain Flood Disaster in Nanling National Park

Jun Wang [1, 2], Qinghua Gong[1, 2*], Shaoxiong Yuan [1,2], Bowen Liu[1,2]

[1] *Guangdong Open Laboratory of Geospatial Information Technology and Application, Guangzhou, 510070, China*

[2] *Guangzhou Institute of Geography, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou, 510070, China*

**Corresponding author. Qinghua Gong. Email: 648378006@qq.com*

ABSTRACT:

The Nanling National Park is located in the mountainous area of northern Guangdong Province. Flash flood disasters occur frequently and cause serious casualties and property losses, presenting a severe challenge to disaster prevention and mitigation in the national park. According to the characteristics of flash flood disasters in the Nanling National Park, based on triggering disaster-causing factors and disaster-pregnant environments, eight indicators such as total rainfall, rainstorms days, terrain slope, relative height difference, watershed shape, and river network density are selected to construct a hazard assessment index system for flash flood disasters. The AHP method is used to determine the weights of each factor and its classification, and flash flood disaster survey data is applied to verify the evaluation results. The results show that the flash flood disaster hazard index of the Nanling National Park is between 0.059 and 0.477, and the evaluation results are consistent with the survey results of field investigation. The area above medium hazard is about 1216.9 km^2, accounting for nearly 63% of the total area. Among them, the area of high-hazard zones is about 217.52 km^2, accounting for 11.25%, which is mainly distributed in the areas of Shigutang Town, Hengshitang Town, and Yinghong Town in the south of the national park, the western part of Guangdong Tianjingshan Forest Farm, Chengjia Township, Dabu Town, Xingzi Town and Longping Town in Lianzhou, Qingyuan and other partial areas. It is necessary to strengthen community-based and professional monitoring of flash flood disasters, enhance the monitoring and early warning system, and improve the scientific prediction and forecasting of flash flood disasters to avoid major losses.

Keywords: *Flash flood disaster, Risk assessment, Disaster prevention and mitigation, Nanling National Park*

南岭国家公园山洪灾害危险性评价研究

王钧 [1, 2]，宫清华 [1,2*]，袁少雄 [1, 2]，刘博文 [1, 2]

[1] *广东省地理空间信息技术与应用重点实验室，广州 510070，中国*

[2] *广东省科学院广州地理研究所，广州 510070，中国*

**通讯作者：宫清华，Email: gongqh@gdas.ac.cn*

© The Author(s) 2025

S. Qiao et al. (eds.), *Proceedings of the 11th Annual Meeting of Risk Analysis Council of China Association for Disaster Prevention (RAC 2024)*, Advances in Economics, Business and Management Research 367,
https://doi.org/10.2991/978-94-6463-946-9_5

摘要

南岭国家公园地处粤北山区，山洪灾害频发，危害严重，给国家公园的防灾减灾带来了严峻挑战。根据南岭国家公园山洪灾害特征，从致灾因子和孕灾环境出发，选取降雨量总值、暴雨发生日数、地形坡度、地形起伏度、流域形状、河网密度等 8 个指标，构建山洪灾害危险性评价指标体系；利用 AHP 法确定各个因子及其分类权重，并应用山洪灾害调查数据对评价结果进行验证。结果表明：南岭国家公园山洪灾害危险性指数在 0.059~0.477 之间，结果与“一镇一图”调查结果相吻合；山洪灾害中等危险以上面积约为 1216.9 km^2，约占总面积的 63%；其中高危险区面积约为 217.52 km^2，约占总面积的 11.25%，主要分布在南岭国家公园南部广东石门台国家级自然保护区的石牯塘、横石塘、英红镇范围，广东省天井山林场西部、秤架瑶族乡、大布镇、清远连州星子镇和龙坪镇等区域；高危险区需加强山洪灾害群测群防和专业监测、完善山洪灾害监测预警技术体系、做好山洪灾害科学预测预报等，以免造成重大损失。

关键词：*山洪灾害，危险性评价，防灾减灾，南岭国家公园*

1. 引言

山洪灾害是指因降雨在山丘区引发的洪水及由洪水诱发的泥石流、滑坡、崩塌等对国民经济和人民生命财产造成损失的灾害，已成为我国自然灾害造成人员伤亡的主要灾种[1][2]。南岭国家公园地处粤北山地，自然地理和气候带位置独特，局地小气候影响明显，气候多变，极端降雨频发；加上小水电、人工切坡、旅游开发等人类活动，导致山洪灾害频发，造成房屋倒塌、人员伤亡，水利、交通、电力、通讯等基础设施等严重破坏。如 2006 年 6 月 18 日强降雨导致英德市石牯塘镇一座电站堤坝被冲毁，导致 1.5 万多人受灾。2021 年 5 月 20 日，乳源瑶族自治县多地出现暴雨甚至特大暴雨，部分乡镇受灾严重，部分道路塌方受阻、房屋被淹过半，鱼塘、稻田受到严重损害。特殊的自然地理格局导致多发的山洪灾害，对南岭国家公园内的珍稀濒危生态系统、生物多样性、游客、管护人员及原住民等承灾体，造成了严重的威胁。因此，对南岭国家公园开展山洪灾害危险性评价，对南岭国家公园的防灾减灾和安全运营具有重要的意义。

上世纪五六十年代，美国、日本等国家就开始了对山洪灾害的危险性研究[3][4]。如 1988 年美国利用地形和岩性作为致灾因子对 Swltzerlard 地区的山洪危险性进行了评价，并将山洪灾害严重性分为 5 个等级[5]。Bastawesy 等人根据地表径流水流速度和降雨量实际影响值在埃及地区模拟山洪灾害的发生情况，绘制了山洪灾害危险性等级图[6]。国内对山洪灾害评价工作起步较晚，但是，随着我国遥感、地理信息技术的增强，以及国家进一步实施山洪灾害防治项目，在山洪灾害评估方面的研究成果显著[7][8]。如张行南等从气象、径流和地形[9]，李林涛等考虑气候、地貌和流域水系等[10]对全国山洪灾害进行评价与区划。丁文峰等采用降雨、地形、河网和历史灾害等指标对四川省山洪灾害进行危险性评估[11]。王钧等考虑地貌、松散物源和降雨对四川省岷江上游山洪灾害进行危险性评估[12]。综合而言，目前评价工作多以行政区域单元为主，缺乏山洪产汇流机制，评价指标的选择也无可比性；而且评价多是针对山区城镇，尚未建立基于自然保护地山洪灾害危险性评价指标体系。因此，本研究以小流域为评价单元，考虑山洪产汇流因素，开展南岭国家公园山洪灾害危险性评估，以期为南岭国家公园山洪灾害的管理及防治提供一定的理论依据。

2. 研究区概况

南岭国家公园位于南岭山脉中段南麓，属于中低山山地地貌，兼有盆地、阶地、谷地、平原和喀斯特等多种地貌；区内地质构造复杂，历次构造运动形成纬向构造、经向构造、粤北山字形构造及新华夏系等构造体系，地层发育基本齐全，岩类以红色砂砾岩、砂岩、变质岩、花岗岩和石灰岩为主；气候属东亚亚热带季风气候区，年均降雨 1400-2400 毫米，年平均气温 20.8℃左右；水系属于北江流域，支流较多，坡降变化大，急流险涧瀑布较大，水力资源丰富；地带性土壤为红壤；植被上是我国东南部常绿阔叶林的典型代表，拥有完整的亚热带常绿阔叶林森林生态系统，植被垂直分布明显。研究区的地理位置如图 1 所示。

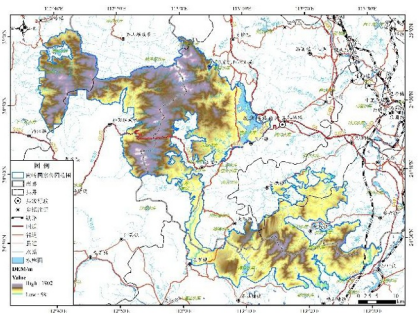

图 1 南岭国家公园范围

3. 研究方法和数据来源

3.1. 研究方法

3.1.1. 评价单元选择

山洪灾害主要发生在山区小流域中，且小流域是产汇流相对独立的单元，可以考虑山洪的形成机制，因此，本研究以小流域基本评估单元，开展南岭国家公园山洪灾害危险性评估。小流域的提取采用 ArcGIS 的水文分析模块开展，南岭国家公园总共可划分为 1867 个小流域单元，如图 2 所示。

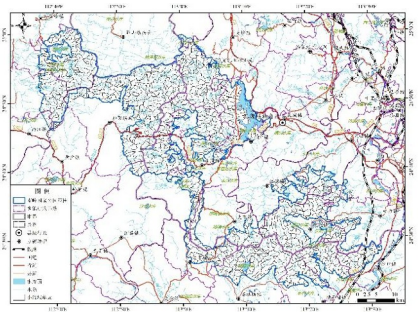

图 2 山洪灾害危险性评估的小流域单元

3.1.2. 评价指标体系

局地性暴雨是形成山洪的动力条件，能够汇集较大水量、保持较高水流速度的沟谷地形，才能保证流水有足够的动力，搅动、容纳和搬运大量的松散固体物质，形成山洪灾害。因此，山洪灾害发生涉及降水、产流和汇流等多方面因素。根据南岭国家公园山洪灾害的成因和特点，在专家咨询的基础上，从山洪灾害的致灾因子和孕灾环境两方面出发，建立南岭国家公园山洪灾害危险性评价指标体系（表 1）。

表 1 山洪灾害危险性评估指标体系

指标	一级指标	二级指标	指标含义
致灾因子	综合暴雨强度	降雨量总值 日降水量极大值	暴雨是山洪灾害的主要触发条件。山洪发生基本同暴雨分布特征相一致，尤其是暴雨极大值，降雨极值越大，山洪灾害越容易发生，以综合暴雨指标能表征暴雨和山洪空间分布特征
	综合暴雨发生频率	暴雨日数 大暴雨雨日数	大降水事件的发生是引发流域山洪灾害的重要因素。降水频次反映了不同强度降水事件发生次数的特征分布。通过对暴雨、大暴雨降水日数以反映暴雨事件发生频次特征
孕灾环境	地形地貌	地形坡度	坡度反映了地表单元陡缓程度，地表越陡峭，越易引发山洪灾害
		地形起伏度	地形起伏度为一定范围内海拔的变化；在一定范围内，地势越低洼的区域，越容易汇积洪水，山洪越易发生
	汇流	流域形状	流域形状对流域内降水的汇流有重要影响，流域圆度是山洪形成的重要因子之一，其值越大，流域越接近圆，降雨越易汇流、山洪灾害越易发生
		河网密度	河网密度能很好的表征河流的冲刷作用，并成功应用于洪水风险评价，河网密度越高，山洪灾害危险程度往往也越高

3.1.3. 研究方法

本研究选用层次分析法分析各因子的权重。其基本原理为：首先建立山洪灾害危险性分析评价指标体系，每一层都有 1 个或 2 个评价因素对应上层目标层，根据这些相互影响，相互制约的因素按照它们之间的隶属关系排成 3 层评价结构体系；然后，根据专家经验针对某一个指标相对于另一个指标的重要程度进行打分，打分后即建立判别矩阵。根据公式将判别矩阵归一化为[14]：

$$\overline{b_{ij}} = b_{ij} \Big/ \sum_{k=1}^{n} b_{kj}, (i = 1,2,3...,n) \quad (1)$$

其中，n 为危险性评价体系中的指标个数；b_{ij} 为危险性评价指标体系中第 i 个因子和第 j 个因子的危险性影响比重大小之比。

对（1）式求和得 $\overline{w_i}=\sum_{j=1}^{n}\overline{b_{ij}}$，其中 w_i 为归一化后两两比较矩阵。将向量 $\overline{w}=\left[\overline{w_1},\overline{w_2},...,\overline{w_n}\right]^T$ 归一化得 $w_i=\overline{w_i}/\sum_{i=1}^{n}w_i$，则 $w=\left[w_1,w_2,...,w_n\right]^T$ 为所求的特征向量。

计算最大的特征根为：$\lambda_{\max}=\sum_{i=1}^{n}(AW)_i/nW_i$，其中 $(AW)_i$ 表示向量 AW 的第 i 个分量。可据此计算各层对上层因子的权重。

山洪灾害危险性评估模型采用该领域最常用的多因子叠加模型，公式如下：

$$H=\sum_{i=1}^{n}w_i w_i' \qquad (2)$$

式中：H 为山洪灾害的危险性指数、w_i 各评价因子的归一化值、w_i' 各个因子之间的权重赋值、n 为参与评价的因子数量。

由于评价指标体系的各指标因子表征对象属性不同，其值的量纲也不同，因此需要对各因子数据进行标准化。标准化在 ArcGIS 平台中自动完成，归一化时还要注意各个因子对山洪灾害危险性的正向性和负向性，采用不同的归一化函数进行。得到连续性的危险性指数后，根据已有数据的分布按照 Standard Deviation 分类法，对危险性水平进行划分，根据实际需要，划分为 5 个等级，得到山洪灾害危险性分区。

3.2. 数据来源

降雨强度和降雨发生频率两大指标对应的数据来源于南岭国家公园范围内的 11 个气象站点和周边 5 个国家气象站点的逐日数据，时间跨度为 2008~2016 年，通过 GIS 空间统计可以得到整个南岭国家公园的降雨量总值、日降雨量、暴雨日数和大暴雨日数空间分布图。地形地貌和汇流指标采用 ALOS PALSAR 的 12.5m 分辨率的 DEM 数据（下载网址：https://search.asf.alaska.edu/#/），通过 ArcGIS 提取地形坡度、地形起伏度、小流域形状系数和河网密度。

4. 研究结果

4.1. 各因子变化特征

南岭国家公园年降雨总量分布图如图 3 所示，可以看出，年降雨量变化在 1541.3~2376.97 mm 之间，呈现“南高北低”的变化趋势；年降雨最大的地区主要分布在南部广东石门台国家级自然保护区、广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区等区域，此范围地势较高，尤其是清远市、英德市与韶关市交界处，是广东省三大暴雨高值区之一；暴雨中值区大致沿清远市和韶关市界呈带状分布；暴雨低值区主要分布在国家公园范围的北部，尤其是东北部国家公园范围，如清远天湖省级森林公园；南、北部年降雨总量相差近 835.67 mm。

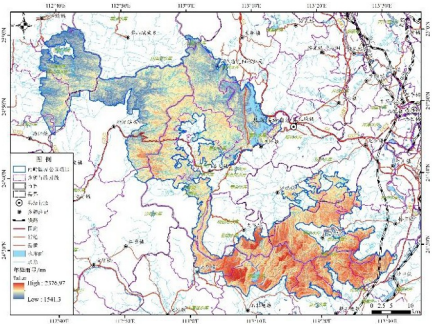

图 3 南岭国家公园年降雨量总值分布图

南岭国家公园的日降雨量极大值分布图如图 4 所示，可以看出，变化范围在 96.16~203.15 mm 之间，日降雨量极大值空间变化显著，总体上大致呈现“四周高、中间低”的趋势；日降雨量极大值高值区域主要分布在南部的广东石门台国家级自然保护区和广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区交界的地势较高的区域，同时南岭国家自然保护区乳阳片区和秤架片区的日降雨量极大值也相对较高；极小值区域只要分布在中部的大布镇、洛阳镇和波罗镇等区域；日降雨量极大值的最大值和最小值相差近 107 mm，最大日降雨量差异显著。

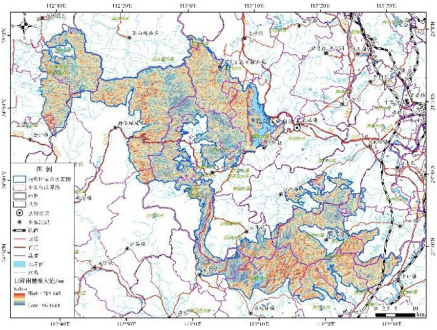

图 4 南岭国家公园日降雨量极大值分布图

南岭国家公园的暴雨日数分布图如图 5 所示，其变化范围在 1.77~21.75 天之间，大体呈现“南高北低”的变化趋势；暴雨日数最大值区域主要分布在南部的广东石门台国家级自然保护区、广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区等地形较高地区；暴雨日数中值区主要分布在中部的广东南岭国家级自然保护区秤架片区和乳阳片区等区域；暴雨日数低值区域主要分布在中部的洛阳镇、大布镇、波罗镇等区域。

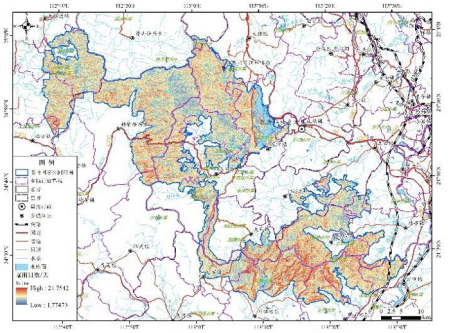

图 5 南岭国家公园暴雨日数分布图

南岭国家公园的大暴雨日数分布图如图 6 所示，其变化范围在 1.64~16.81 天之间，大体呈现“南高北低”的变化趋势，其空间分布特征也和暴雨日数大致相同；大暴雨日数最大值区域主要分布在南部的广东石门台国家级自然保护区、广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区等地形较高的地区；暴雨日数低值区域主要分布在中部的洛阳镇、大布镇、波罗镇及北部部分区域。

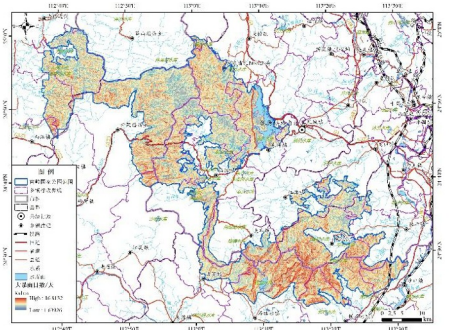

图 6 南岭国家公园大暴雨日数分布图

南岭国家公园坡度图如图 7，坡度在 0~74.037° 之间，坡度较大的区域主要广东石门台国家级自然保护区和广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区交界地区、广东南岭国家级自然保护区的乳阳和秤架片区等区域；地形坡度较小的地区主要分布在广东南岭国家级自然保护区中部、波罗镇和大布镇部分区域以及广东南水湖国家湿地公园等地区。

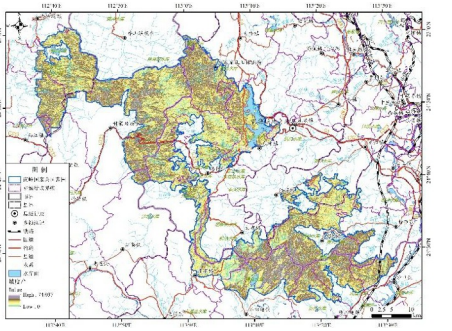

图 7 南岭国家公园坡度图

南岭国家公园地形起伏度如图 8 所示，地形起伏度在 0~582 m 之间，地形起伏度较大的区域主要分布广东石门台国家级自然保护区、广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区地形较高的区域，广东南岭国家级自然保护区乳阳和秤架片区的大部分区域；地形起伏度较小的区域主要分布在波罗镇、大布镇、曲江镇等区域，广东南岭国家级自然保护区中部区域、广东天井山国家森林公园、广东南水湖国家湿地公园等区域。

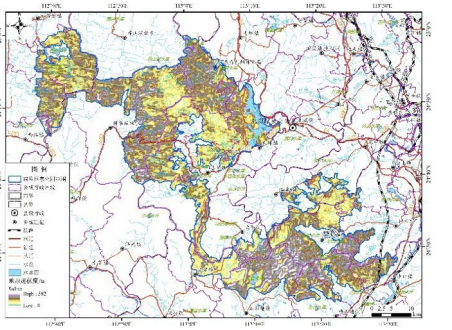

图 8 南岭国家公园地形起伏度分布图

南岭国家公园小流域形状系数如图 9，范围在 0.042~0.899 之间，整个区域的形状系数较大，有利于径流的汇流和山洪灾害的发生；整个范围流域形状系数差异分布，最小的主要分布在广东石门台国家级

自然保护区、广东天井山国家森林公园、广东南水湖国家湿地公园、韶关乳源大潭河县级自然保护区等小流域范围内；形状系数较大的小流域在整个研究区广泛分布，说明大部分地形有利于山洪的汇流和形成。

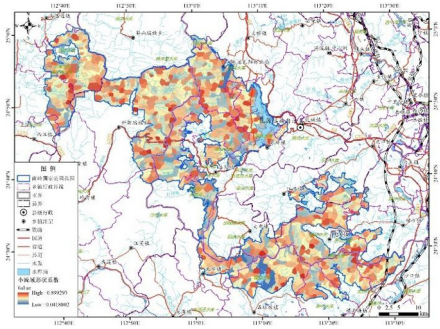

图 9 南岭国家公园小流域形状系数分布图

南岭国家公园河网密度分布图如图 10 所示，其值在 8.02~166.70km/km^2 之间，河网密度较大区域主要分布在南岭国家级自然保护区西部潭源洞水、连州镇的朝天桥水，北部秤架河上游的坑尾、江坑、太平洞水等区域，中部泉水河、黎家水、坪溪水、天堂河、月坪水等区域，以及南部的蛮洞坑、锅溪河、续源河、官田水等区域。这些地方的河网密度较大，易汇流形成山洪灾害。

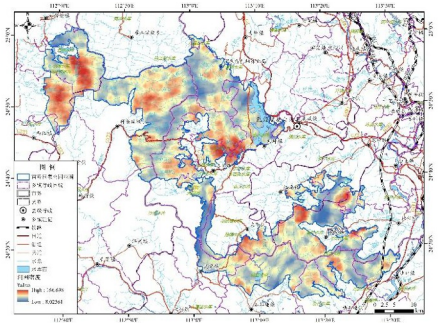

图 10 南岭国家公园河网密度分布图

4.2. 山洪灾害危险性分析结果

通过层次结构内各层次的相对重要性权数的组合，得到全部指标相对于目标的重要程度权数，如表 2 所示。

表 2 各个评价因子权重表

因子	降雨量总值	日降水量极大值	暴雨发生日数	大暴雨发生日数	地形坡度	地形起伏度	流域形状	河网密度
权重	0.108	0.135	0.081	0.207	0.085	0.091	0.103	0.190

按式（2）对各个因子归一化值和权重进行叠加计算，得到山洪灾害危险指数，指数在 0.059~0.477 之间，在 ArcGIS 中按照 Standard Deviation 分类法，将山洪危险性水平划分为 5 个等级，得到山洪灾害危险性分区（图 11）。可以看出划分结果和广东省“一镇一图”山洪灾害调查结果相吻合。

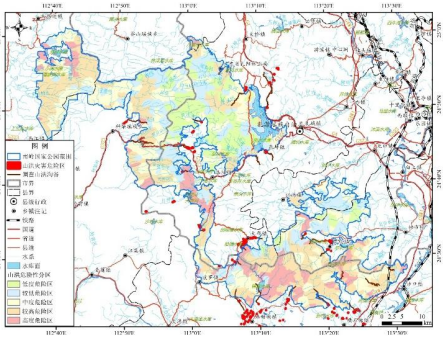

图 11 南岭国家公园山洪灾害危险性分区图

山洪灾害低危险区主要分布在广东南岭国家级自然保护区的乳阳片区中部、广东乳阳泉水市级保护区中部、广东省天井山林场、樟市镇的部分地区，面积约为 297.61 km^2，占总面积的 15.41%。

山洪灾害较低危险区主要分布广在东南岭国家级自然保护区的乳阳片区和秤架片区中部、广东省天井山林场中部、广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区北部、罗坑镇、龙归镇、波罗镇、洛阳镇等部分地区，面积约为 417.10 km^2，占总面积的 21.60%。

山洪灾害中危险区主要分布在广东南岭国家级自然保护区的秤架和大东山片区大部、广东乳阳泉水市级保护区中大部、广东石门台国家级自然保护区和广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区的少数部分区域，面积约为 484.54 km^2，占总面积的 25.10%。

山洪灾害较高危险区主要分布在广东石门台国家级自然保护区、广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区南部、广东乳源大潭河县级自然保护区、广东南岭国家

级自然保护区秤架片区的西部、广东南水湖国家森林公园的部分地区、清远连州星子镇和龙坪镇等区域，面积约为 514.84 km^2，占总面积的 26.65%。

山洪灾害高危险区主要分布在广东石门台国家级自然保护区的石牯塘、横石塘、英红镇范围、清远天湖省级森林公园、秤架瑶族乡、大布镇、清远连州星子镇和龙坪镇等部分区域，大部分地区面积约为 217.52 km^2，占总面积的 11.25%。

5. 结论

（1）南岭国家公园山洪灾害危险性指数在 0.059~0.477 之间，评价结果与“一镇一图”调查结果相吻合。

（2）山洪灾害中等危险以上面积约为 1216.9 km^2，约占总面积的 63%；其中高危险区面积约为 217.52 km^2，占总面积的 11.25%，主要分布在南部的广东石门台国家级自然保护区的石牯塘、横石塘、英红镇范围，广东省天井山林场西部、秤架瑶族乡、大布镇、清远连州星子镇和龙坪镇等部分区域；

（3）山洪灾害高危险区需加强山洪灾害群测群防和专业监测、完善山洪灾害监测预警技术体系、做好山洪灾害科学预测预报等，以免造成重大损失。

下一步将结合降雨条件，开展不同降雨频率的山洪灾害淹没分析，根据淹没范围、流速、流深等建立危险性评估莫模型，进行山洪灾害精细化评估。

致谢

项目得到了广东省自然科学基金青年提升项目（2024A1515030114）、国家自然科学基金面上项目（42271091）和广东省科学院优势特色学科及技术领域建设项目（2022GDASZH-2022010104、2023GDASZH-2023010104）资助。

参考文献

[1] 熊俊楠, 曹依帆, 程维明, 郭良, 杨莹辉, 福建省山洪灾害危险性评价, 山地学报, vol. 37, 2019, pp. 538-550

J-N. Xiong, Y-F. Cao, W-M. Cheng, L. Guo, Y-H. Yang, Risk assessment of mountain torrent disasters in Fujian Province, China, Journal of Mountain Sicence, vol. 37, 2019, pp. 538-550

[2] 李娜, 王静, 山洪灾害特点分析及风险图制作方法探讨, 水利水电技术, vol. 42, 2011, pp. 57-61.

N. Li, J. Wang, Analysis on characteristics of torrent flood disaster and discussion on method of flood hazard mapping, Water Resources and Hydropower Engineering, vol. 42, 2011, pp. 57-61

[3] F. Zanon, M. Borga, D. Zoccatelli, L. Marchi, E. Gaume, L. Bonnifait, G. Delrieu, Hydrological analysis of a flash flood across a climatic and geologic gradient: the September 18, 2007 event in Westerm Slovenia. Journal of Hydrology, vol. 394, 2010, pp. 182-197. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.08.020

[4] J. Sanyal, X-X. Lu, GIS-based flood hazard mapping at different administrative scales: A case study in Gagetic West Bengal, India, Singapore Journal of Tropical Geography, vol. 27, 2006, pp. 207-220. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1467-9493.2006.00254.x

[5] S-D. Ellen, G-F. Wieczorek, Landslides, floods, and marine effects of the storm of January 3-5, 1982, in the San Francisco Bay region, California, U.S. geological Survey Professional Paper, 1988.

[6] M-E. Bastawesy, K-N. White, A. Nasr, Integration of remote sensing and GIS for modelling flash floods in WadiHudain catchment, Egyp, .Hydrological Processes, vol. 23, 2009, pp. 1359-1368. DOI: https://doi.org/10.1002/hyp.7259

[7] 刘少军, 张京红, 张明洁, 车秀芬, 杜函函, DEA 模型在山洪灾害危险性评价中的应用-以海南岛为例, 自然灾害学报, vol. 23, 2014, pp. 227-234

S-J. Liu, J-H. Zhang, M-J. Zhang, X-F. Che, H-H. Du, Application of EDA model in hazard assessment of mountain flood disaster: a case of Hainan Island, Journal of Natural Disasters, vol. 23, 2014, pp. 227-234

[8] 林孝松, 林庆, 王梅力, 赵燕, 李益龙, 山区镇域山洪灾害危险性分区研究-以跳石镇为例, 自然灾害学报, vol. 3, 2015, pp. 90-96

X-S. Lin, Q. Lin, M-L. Wang, Y. Zhao, Y-L. Li, Hazard zoning of flash flood in mountainous administrative region of town: a case study on Tiaoshi Town, Journal of Natural Disasters, vol. 3, 2015, pp. 90-96

[9] 张行南, 罗健, 陈雷, 李红, 中国洪水灾害危险程度区划, Journal of Hydraulic Engineering, vol. 3, 2000, pp: 1-7.

X-N, Zhang, J. Luo, L. Chen, H. Li, Zoning of Chinses flood hazard risk, Shuili Xuebao, vol. 3, 2000, pp: 1-7.

[10] 李林涛, 徐宗学, 庞博, 刘浏, 中国洪灾风险区划研究 Journal of Hydraulic Engineering, vol. 43, 2012, pp. 22-30

L-T. Li, Z-X. Xu, B. Pang, H. Li, Flood risk zoning in China, Shuili Xuebao, vol. 43, 2012, pp. 22-30

[11] 丁文峰, 杜俊, 陈小平, 任洪玉, 张平仓, 四川省山洪灾害风险评估与区划, 长江科学院院报, vol. 32, 2015, pp. 41-45+97.

W-F. Ding, J. Du, X-P. Chen, H-Y. Ren, Risk assessment and regionalization of mountain torrent disaster in Sichuan Province, Journal of Yangtze River Science Research Institute, vol. 32, 2015, pp. 41-45+97.

[12] 王钧, 宇岩, 欧国强, 潘华利, 乔成, 岷江上游汶川地震重灾区山洪灾害危险分区研究, 长江科学院院报, vol. 34, 2017, pp. 54-60

J. Wang, Y. Yu, G-Q. Ou, H-L. Pan, C. Qiao, Flash flood risk zoning of areas hit by Wenchuan earthquake in the upper reach of Minjiang River

Open Access This chapter is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits any noncommercial use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this chapter are included in the chapter's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the chapter's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.