doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2025. 06. 020

基于主成分和聚类分析的湘西州森林火灾特征研究

张 慧,和红晓,潘克玉
(湘西土家族苗族自治州林业局,湖南 湘西 416000)

摘要:为掌握湘西州森林火灾特征,根据湘西州 2017—2023 年森林火灾资料,分析湘西州森林火灾的时空动态和分布规律,采用主成分分析和聚类分析方法对湘西州森林火灾形势进行评价。结果显示,湘西州森林火灾的年际变化极为显著,2022 年是森林火灾发生频率最高的一年,其次是 2019 年和 2017 年,其发生与气象因子关系紧密,森林火灾发生主要集中在春初(3—4 月)和秋初(9—10 月)。森林火灾主要发生在北部的永顺、龙山、保靖和古丈县,火灾发生总次数最多的是古丈县,火场总面积最大的是永顺县,森林受害面积最大的是保靖县,要加大北部森林防火资源投入。花垣县的火灾形势管控较好,保靖县和凤凰县的火灾形势明显好转,古丈县火灾形势反复,永顺和龙山县的火灾形势呈恶化态势,应重视并加大森林火灾防控投入。

关键词:森林火灾;时空分布规律;主成分分析;聚类分析;湘西州

中图分类号:S762. 1　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1671-3168(2025)06-0148-09

引文格式:张慧,和红晓,潘克玉. 基于主成分和聚类分析的湘西州森林火灾特征研究[J]. 林业调查规划,2025,50(6):148-156. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2025. 06. 020

ZHANG Hui, HE Hongxiao, PAN Keyu. Forest Fire Characteristics in Xiangxi Prefecture Based on Principal Component and Cluster Analysis[J]. Forest Inventory and Planning, 2025, 50(6): 148-156. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2025. 06. 020

Forest Fire Characteristics in Xiangxi Prefecture Based on Principal Component and Cluster Analysis

ZHANG Hui, HE Hongxiao, PAN Keyu
(Xiangxi Tujia and Miao Autonomous Prefecture Forestry Bureau, Xiangxi, Hunan 416000, China)

Abstract: To investigate the characteristics of forest fires in Xiangxi Prefecture, this study analyzed the spatio-temporal dynamics and distribution patterns of forest fires based on the forest fire data of Xiangxi Prefecture from 2017 to 2023, and evaluated the forest fire severity by principal component analysis and cluster analysis. The results revealed significant interannual variation in forest fires, with the highest frequency occurring in 2022, followed by 2019 and 2017. Forest fires were closely related to meteorological factors and primarily concentrated in early spring (from March to April) and early autumn (from September to October). Spatially, fires were most frequent in the northern counties of Yongshun, Longshan, Baojing, and Guzhang. Guzhang County had the highest number of fire incidents, Yongshun County had

收稿日期:2024-08-22;**修回日期**:2024-09-26

基金项目:湖南省湘西土家族苗族自治州森林火灾高风险区林火阻隔系统工程建设项目(2311-433100-04-01-637418);湖南省湘西土家族苗族自治州森林火灾高风险区森林防火应急道路工程建设项目(2311-433100-04-01-196660).

第一作者:张慧(1987-),女,硕士,工程师. 研究方向为生态资源保护修复和森林培育. Email:250076310@qq.com

责任作者:和红晓(1981-),女,硕士,正高级工程师. 研究方向为森林经营培育. Email:147807849@qq.com

the largest total burned area, and Baojing County had the largest affected forest area. Increased investment in fire prevention resources was needed in the northern region. Regarding fire control, Huayuan County maintained effective management, Baojing and Fenghuang Counties showed significant improvement, Guzhang County experienced fluctuations, while Yongshun and Longshan Counties exhibited a worsening trend, necessitating increased attention and investment in forest fire prevention and control.

Key words: forest fire; spatio-temporal distribution pattern; principal component analysis; cluster analysis; Xiangxi Prefecture

森林火灾是指在林地内失去人为控制后自由蔓延和扩展达到一定面积并对森林生态系统和人类造成一定的危害和损失的林火行为。森林火灾不仅会威胁生态系统内动植物资源及其环境并引发一系列环境问题,同时也严重威胁人类生命财产安全[1]。因此,开展与森林火灾相关的基础研究,不仅能为森林火灾的预防提供科学依据,还能保护生态环境资源和人民生命财产安全[2]。

对已发生的森林火灾进行基础数据统计和时空规律分析是森林防火的重要工作内容,其能揭示森林火灾发生的规律和特点,按照时间和空间作出森林火险区划,指导科学开展森林防火工作。韩丽等[3]通过研究昆明地区 2016—2020 年 Sentinel-2 卫星数据、高温火点数据和土地利用分类数据,对其空间分布特征进行分析;刘逸娴等[4]选取四川省冕宁县 4 月 20 日森林火灾发生前后的 Sentinel-2 卫星数据,使用不同的提取方法探究识别火烧迹地的潜力,并进行对比研究;艾秋月[5]基于山东省 2010—2019 年森林火灾基础数据,对山东省森林火灾发生的时空规律进行分析;杨青青等[6]利用 MODIS 火灾产品的遥感数据,分析 2000—2021 年海南岛森林火灾发生的时间区间和空间分布规律;宫大鹏等[7]通过对我国因祭祀引发森林火灾的时空分布特征进行研究,掌握祭祀火灾的变化规律;周勇等[8]以 1989—2019 年间吉林省森林火灾的历史记录作为研究目标,从地域、火灾成因等方面进行森林火灾危害性的空间分析,同时探究不同时间跨度的林火事件数量和受影响的森林面积。

湘西州作为湖南省的林业大区,森林火灾时有发生,但有关森林火灾的研究很少[9-10],对于其发生规律了解还不深入。主成分分析法作为一种多变量统计技术,可减少各个指标间的关联性导致的重复信息,以此简化问题并避免因主观设定各项指标权重而引发的问题,进而实现系统性的量化评估[11]。聚类分析则是一种把实体或概念集群划分为若干个相似实体子集的过程[12]。结合 2 种方法用于火灾时空分析能有效直观地反映和评价整体火险状况,精准揭示各个火情指标间的差异,是较好研究森林火灾时空规律和特点的方法,但湘西州还未见此方面的研究报道。基于此,通过收集并解析近年来湘西州的历史火灾数据,利用主成分分析法和聚类分析方法来探讨其林火的空间时间分布特征及火灾特征,以期为湘西州林火防治资源的优化配置提供科学支撑,同时也为该研究区域林火防范措施和灭火救援工作提供指导意见。

1 研究区概况

湘西土家族苗族自治州(以下简称“湘西州”)辖 7 县 1 市,地处湖南省西北部,地势南东低、北西高,武陵山脉由东北向西南斜贯全域。该州属亚热带季风湿润气候,受武陵山脉地形地貌影响,冬季较寒冷,夏季高温湿重,春夏之际润湿多雨,季风明显,四季分明。州内年均温 15.8~16.9℃,年均降水量 1 300~1 500 mm,无霜期 250~280 d。充足的水分、适宜的温度与富饶的土壤共同构成了湘西州优越的自然环境,为林业发展提供了优良条件,全州现有林地面积 115.574 hm^2,占全州土地面积的 74.86%。

2 数据来源及方法

2.1 数据来源

利用全国森林火灾统计系统内 2017—2023 年 7 年间湘西州森林火灾记录数据,涵盖了一般、较大、重大及特大森林火灾次数、火场总面积、受害森林面积、人员伤亡、经济损失等森林火灾统计指标数据[13-15]。湘西州行政区划图来源于湘西州林业局。

2.2 研究方法

使用 Excel 软件统计和分析研究区林火时间与空间分布规律、特征,着重考虑火灾次数、一般火灾

次数、较大火灾次数、火场总面积、受害森林面积、经济损失、伤亡人数 7 个指标因素,然后通过 SPSS 软件完成主成分分析[16]。基于主成分分析,采用聚类分析方法,以平方欧氏距离作为划分依据[17],评价研究区内整体火险状况。

3 结果与分析

3.1 湘西州森林火灾的时间分布特征和规律

3.1.1 火灾的年际变化特征和规律

2017—2023 年 7 年间湘西州共发生森林火灾 72 次(图 1)。

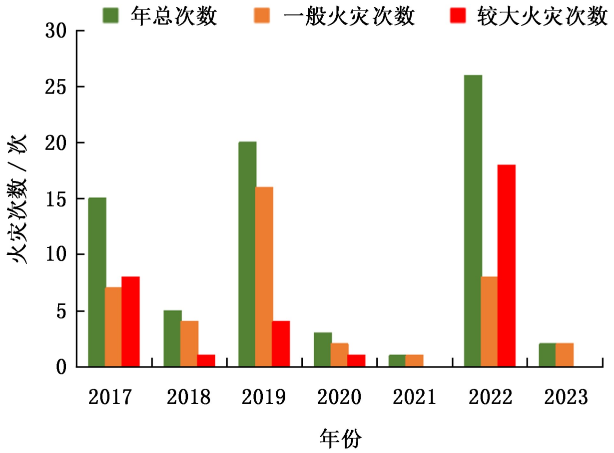

图 1 2017—2023 年湘西州森林火灾发生次数的年际变化

Fig. 1 Interannual change of the number of forest fires in Xiangxi from 2017 to 2023

由图 1 可知,2017—2023 年平均每年发生森林火灾 10.2 次,其中一般森林火灾 40 次,较大森林火灾 32 次,分别占全部森林火灾的 56% 和 44%。湘西州森林火灾发生存在显著的年际波动现象,以 2017 年(15 次)、2019 年(20 次)和 2022 年(26 次)为发生峰值,尤其是 2022 年较大森林火灾占该年度森林火灾总发生次数的 69%,而 2019 年一般森林火灾占比为 80%,2017 年一般森林火灾和较大森林火灾发生比例基本持平,占比分别为 47% 和 53%。这 3 年发生的较大森林火灾占 7 年间较大森林火灾总发生次数的 94%。2021 年仅发生了 1 次森林火灾,其次是 2023 年和 2020 年,分别发生 2 次和 3 次。

2017—2023 年湘西州森林火灾导致的火场总面积及受害森林面积年际波动特征也较明显,均以 2019 年、2022 年较高(图 2)。

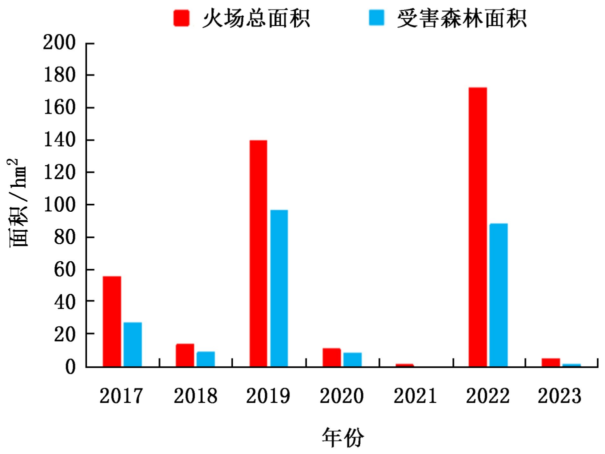

图 2 2017—2023 年湘西州森林火灾火场总面积及受害森林面积的年际变化

Fig. 2 Interannual change of the total burned area and affected forest area of forest fires in Xiangxi from 2017 to 2023

由图 2 可知,2022 年火场总面积最大,达 172.62 hm^2,其次是 2019 年,为 139.62 hm^2。这两年火场总面积为 312.24 hm^2,占 7 年间火场总面积的 78%。7 年间受害森林面积达 229.34 hm^2,年平均受害森林面积为 32.76 hm^2。其中受害森林面积最大值出现在 2019 年,为 96.72 hm^2,其次是 2022 年,为 88.13 hm^2。2017 年的 2 个面积指标均较低,极小值则出现在 2018 年、2020 年、2021 年、2023 年,其中 2021 年为 0。对比图 1 和图 2 可以看出,火场总面积与当年森林火灾发生次数成正比,森林火灾发生次数是决定受灾火场面积的关键因素,要降低森林火灾受害率的关键就是减少森林火灾发生次数。

湘西州 2017—2023 年因森林火灾造成的年经济损失和年人员伤亡情况如表 1 所示。

表 1 2017—2023 年湘西州森林火灾造成的年经济损失和伤亡人数

Tab. 1 Annual economic losses and casualties caused by forest fires in Xiangxi from 2017 to 2023

年份	年经济损失/万元	年伤亡人员/人
2017	9.70	0
2018	2.80	0
2019	170.84	0
2020	26.10	1
2021	0	0
2022	67.25	0
2023	0.85	0

由表 1 可知,最严重的经济损失(170.84 万元)出现在 2019 年,该年森林受害面积也最大,说明其火灾发生最为严重。虽然 2020 年火灾各指标均不高,但出现了 1 人伤亡现象,说明仍要提防小火亡人事件的发生。2022 年虽然森林火灾次数最多,但火灾处置较迅速有效,未造成重大经济损失。

3.1.2 森林火灾发生的月际变化规律

湘西州 2017—2023 年森林火灾发生的月际变化情况如图 3 所示。

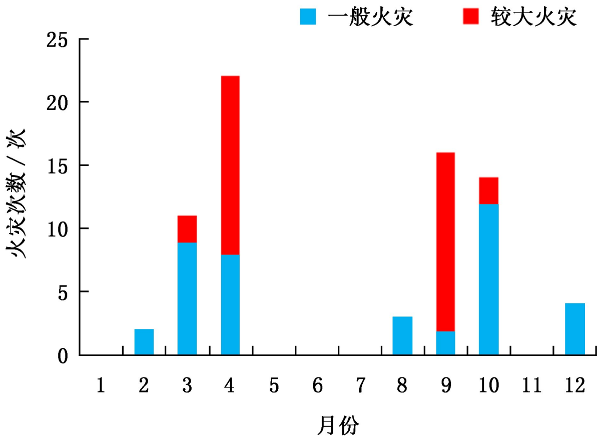

图 3　2017—2023 年湘西州森林火灾发生次数月际变化

Fig. 3　Monthly variation of the number of forest fires in Xiangxi from 2017 to 2023

由图 3 可知,湘西州森林火灾发生按月际计有春、秋季 2 个高发期,最主要集中在 4 月和 9 月,这 2 个月分别发生了 22 次和 16 次,分别占全年火灾发生次数的 31%和 22%;其次是 10 月和 3 月,分别发生了 14 次和 11 次,占比分别为 19%和 15%;第三是 12 月、8 月和 2 月,分别发生 4 次、3 次和 2 次,占比分别为 6%、4%和 3%。较大森林火灾也主要集中发生在 4 月和 9 月,均为 14 次,共占全年较大森林火灾发生次数的 88%;其次是 3 月和 10 月,均为 2 次,共占比 12%;其他月份火灾发生次数为 0,可能由于空气湿度大、植被含水量高、管控力度加大、生产用火和祭祀用火减少等原因,使夏、冬两季不易发生森林火灾。

湘西州 2017—2023 年森林火灾火场总面积及受害森林面积月际变化情况统计如图 4 所示。

由图 4 可知,火场总面积与受害森林面积与火灾发生次数的月际分布相符,也出现 2 个高峰期。大高峰期出现在 3—4 月,小高峰期出现在 9—10 月,其中大高峰期造成的火场总面积和受害森林面积最大,分别占全年森林火灾发生次数的 49%和 52%,小高峰期造成的火场总面积和受害森林面积占比分别为 45%和 47%。

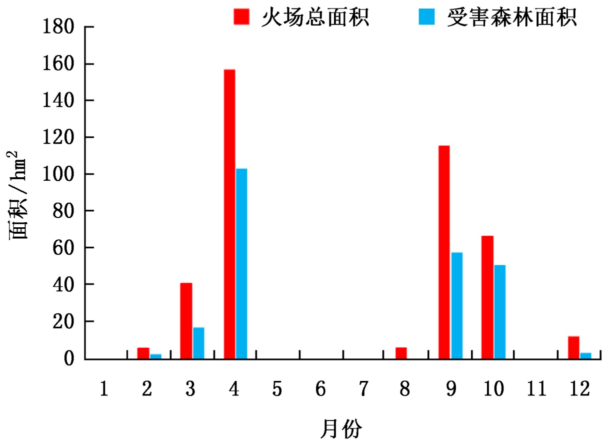

图 4　2017—2023 年湘西州森林火灾火场总面积及受害森林面积月际变化

Fig. 4　Monthly variation of the total burned area and affected forest area of forest fires in Xiangxi from 2017 to 2023

统计分析结果表明,湘西州森林火灾高发期出现在春初(3—4 月)和秋初(9—10 月)。这种季节分布特征与湘西州的气候和民众生产生活习惯密不可分。春季由于上年枯死的草本植物多,山上可燃物大量累积,同时又是农忙时节,生产活动增多,农事用火频繁,加上清明节祭祀用火增多,致使森林火灾多发。夏季气候炎热,降水量增多,湿度加大,植物茂盛,含水量增加,不易引发森林火灾。秋季气候逐渐变得干燥,雨水变少,草木逐渐枯黄,可燃物增多,加上农民焚烧秸秆清园和积肥,野外农事用火增多,极易引发森林火灾。冬季植物进入休眠状态,体内含水量减少,常有雨雪,不易发生火灾。

3.2 湘西州森林火灾的空间分布特征

2017—2023 年湘西州 8 个县(市)森林火灾发生情况如图 5 所示。

由图 5 可知,2017—2023 年湘西州 8 个县(市)均发生森林火灾,其中古丈县发生次数最多,高达 20 次,占全州火灾发生次数的 28%,其虽是湘西州土地面积最小的县,但森林覆盖率全州最高,达 80.1%,发生森林火灾的概率大。其次是永顺和保靖县,分别发生 12 次(占比 17%)和 10 次(占比 14%)。再次是龙山和吉首市,分别发生 9 次(占比 13%)和 8 次(占比 11%)。花垣和泸溪县分别发生 7 次和 4 次,占比均低于 10%。凤凰县是湘西州旅

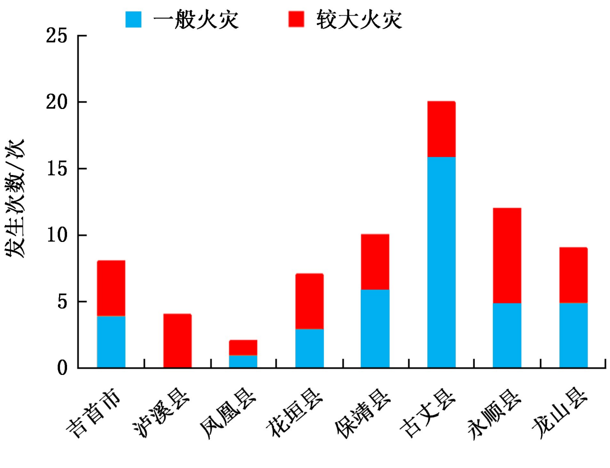

图 5　2017—2023 年湘西州各县(市)森林火灾发生次数

Fig. 5　Number of forest fires in counties and cities of Xiangxi from 2017 to 2023

游大县,火灾仅发生 2 次,原因可能是大部分群众主要从事旅游相关行业,收入较少依赖林业和农业,引发森林火灾的概率较低。在较大森林火灾方面,永顺县发生 7 次,占全州较大森林火灾的 22%,凤凰县仅发生 1 次,其他县(市)均发生 4 次。从火灾发生的地理分布看,保靖、古丈、永顺和龙山县位于湘西州北部,4 个县累计发生森林火灾 51 次,占比 71%;吉首、泸溪、凤凰和花垣县(市)位于湘西州南部,4 个县(市)累计发生 21 次,占比 29%,表明北部地区是湘西州森林火灾高发区。

湘西州 8 个县(市)森林火灾火场总面积及受害面积情况如图 6 所示。

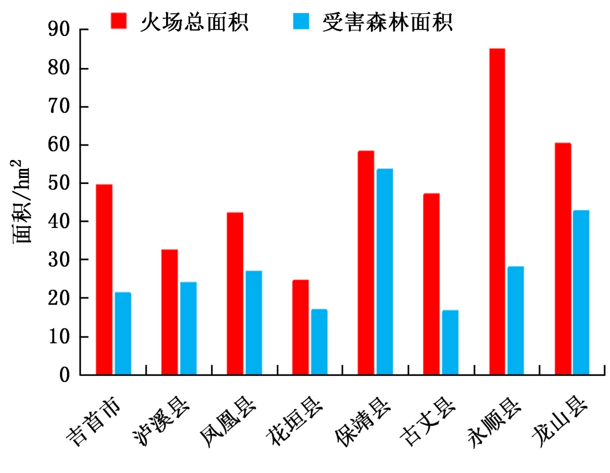

图 6　2017—2023 年湘西州各县(市)森林火灾火场总面积及受害森林面积

Fig. 6　Total burned area and affected forest area of forest fires in counties and cities of Xiangxi from 2017 to 2023

由图 6 可知,火场总面积最大的是永顺县,过火面积为 84.99 hm^2,占全州火场总面积的 21%,而受害森林面积最大的是保靖县,受害森林面积为 53.45 hm^2,占全州受害森林总面积的 23%,表明受害森林面积与火场总面积不一定成正比。对比图 5 和图 6 还发现,森林火灾发生次数最多的古丈县,其火场面积和受害森林面积并不是最大的,表明火灾发生次数不是决定火场面积的唯一因素,其还与过火时长呈正相关关系,若要最大程度减少森林火灾带来的损失,需做到“打早、打小、打了”,快速扑灭火情。湘西州北部 4 个县的火场总面积和受害森林面积也均较南部 4 个县更大。

2017—2023 年湘西州 8 个县(市)森林火灾经济损失和伤亡人数情况如表 2 所示。

表 2　2017—2023 年湘西州各县(市)森林火灾经济损失和伤亡人数情况

Tab. 2　Economic losses and casualties of forest fires in counties and cities of Xiangxi from 2017 to 2023

县市	经济损失/万元	伤亡人数/人
吉首市	8.10	0
泸溪县	12.00	0
凤凰县	161.00	0
花垣县	5.60	0
保靖县	7.90	1
古丈县	20.30	0
永顺县	33.10	0
龙山县	14.02	0

由表 2 可知,经济损失排在前 3 位的是凤凰、永顺和古丈县,其中凤凰县损失最多,达 161 万元,占全州的 61%;最少的是花垣县,为 5.6 万元,其次是保靖县,为 7.9 万元,但伤亡 1 人。

3.3　湘西州森林火灾形势评价

3.3.1　森林火灾统计指标相关性分析

对 2017—2023 年湘西州 8 个县(市)的火灾发生次数、一般火灾次数、较大火灾次数、火场总面积、受害森林面积、伤亡人数和经济损失 7 个林火统计指标 56 组数据进行相关性分析(表 3)。

由表 3 可知,统计指标间存在一定的相关关系,有较多信息重复,其中受害森林面积与火灾发生次数、一般火灾次数、火场总面积、经济损失间均呈极显著相关,尤其是与火场总面积的相关系数高达 0.979,两者间的相关性达到最强,与较大火灾发生次数的

表3　森林火灾统计指标间的相关系数

Tab. 3　Correlation coefficients among forest fire statistical indicators

指标	火灾发生次数	一般火灾次数	较大火灾次数	火场总面积	受害森林面积	伤亡人数	经济损失
火灾发生次数	1						
一般火灾次数	0.802*	1					
较大火灾次数	0.879**	0.420	1				
火场总面积	0.973**	0.814*	0.828*	1			
受害森林面积	0.934**	0.899**	0.702	0.979**	1		
伤亡人数	−0.321	−0.312	−0.239	−0.288	−0.257	1	
经济损失	0.707	0.944**	0.321	0.794*	0.898**	−0.224	1

注:**表示在0.01级别(双尾)相关性显著;*表示在0.05级别(双尾)相关性显著。

相关系数为0.702,也存在正相关关系。而伤亡人数与其他6个统计指标间相关系数为负数,表明均不存在正相关关系,说明当森林火灾发生时不一定会出现人员伤亡情况,是可以避免的,具有一定偶发性。

3.3.2 森林火灾统计指标的主成分分析

采用森林火灾统计指标的相关系数矩阵计算特征值和特征向量,并将特征值按大小顺序排序,计算其单个方差贡献率和累加贡献率(表4)。

表4　各主成分特征值及对应的方差贡献率、累加贡献率

Tab. 4　Characteristic values and corresponding variance contribution rate and cumulative contribution rate of principal componets

主成分	特征值	方差贡献率/%	累加贡献率/%
第一主成分	5.117	73.099	73.099
第二主成分	0.920	13.149	86.248
第三主成分	0.882	12.605	98.853
第四主成分	0.079	1.126	99.979
第五主成分	0.001	0.018	99.997
第六主成分	0	0.003	100.000
第七主成分	0	0	100.000

由表4可知,第一主成分的特征值最大,方差贡献率为73.099%,其次为第二主成分,方差贡献率为13.149%。第一主成分的特征值远大于1,第二主成分的特征值接近1,两者的累加贡献率已达86.248%,且2个主成分互不相关。由此表明,第一和第二主成分基本包含了原7个森林火灾统计指标的综合信息,可较好地反映出原变量变化所代表的火灾形势。

为获取更为关键的核心信息,用 Y_i 表示第 i 个主成分,用 X_1、X_2、X_3、X_4、X_5、X_6、X_7 分别表示火灾次数、一般火灾次数、较大火灾次数、火场总面积、受害森林面积、经济损失和伤亡人数。根据主成分的得分系数矩阵,第一主成分(Y_1)和第二主成分(Y_2)得分可表示为:

$$Y_1 = 0.189X_1 + 0.176X_2 + 0.147X_3 + 0.192X_4 + 0.193X_5 + 0.167X_6 - 0.071X_7 \quad (1)$$

$$Y_2 = -0.171X_1 + 0.340X_2 - 0.531X_3 - 0.058X_4 + 0.134X_5 + 0.486X_6 + 0.634X_7 \quad (2)$$

通过分析获得因子载荷矩阵(表5)。

表5　因子载荷矩阵

Tab. 5　Factor load matrix

指标	第一主成分	第二主成分
受害森林面积	0.987	—
火场总面积	0.983	—
火灾次数	0.968	—
一般火灾次数	0.899	0.313
经济损失	0.856	0.447
较大火灾次数	0.752	−0.489
伤亡人数	−0.364	0.584

由表5可知,第一主成分在受害森林面积、火场总面积、火灾次数、一般火灾次数和经济损失方面的因子载荷高达0.8以上,说明第一主成分综合了上述6个指标,可表示为“火灾的影响”,在定性考量方面可代表火灾的整体强度和损失程度,分数值越高意味着火灾形势越严重,经济损失越大。第二主成分在伤亡人数这个指标方面的因子载荷高于其他指标,经济损失的因子载荷也为0.447,表明第二主成分在一定程度上代表火灾造成的损失情况。

3.3.3 火灾形势等级划分

将 2017—2023 年湘西州 7 个森林火灾统计指标共计 56 组数据带入式(1)、式(2),计算得出第一、第二主成分得分,然后通过系统的聚类方法对这两个主成分的得分进行聚类分析,得到聚类分析结果树状图(图 7),直观地展示了各县(市)不同年份森林火灾影响力远近。以第一主成分得分为横轴、第二主成分得分为纵轴绘制出 56 组数据的坐标系(图 8),综合聚类分析结果、第一和第二主成分的含义以及历年火灾数据,对湘西州的森林火灾形势进行分级,从森林火灾影响微弱、经济损失微小至森林火灾影响强、经济损失大,分为 8 级(表 6)。

将 8 种森林火灾形势等级绘制在湘西州的地图上,以更清晰地展示和对比聚类结果(图 9)。

由图 9 可知,2017—2023 年 7 年间,花垣县总体火灾形势相对稳定,波动较小,等级最高 4 级出现在 2022 年,其他大部分年份为等级 1 级。2019 年凤凰县的火灾形势最为严峻,经济损失最大,表现为等级 8 级。保靖县的火灾形势 2017—2018 年为等级 2 级、6 级,近 3 年降为等级 1 级,表明该区域火灾预防明显好转,并取得一定成效。永顺县火灾形势呈波动恶化态势,从 2018 年的等级 1 级变为 2022 年的 7 级,该县必须加强森林防火认识并增加防火投入。古丈县 2017 年和 2022 年火灾形势等级均为 4 级,2019 年为 2 级,防火形势总体严峻,要防止林火反复发生。泸溪县除 2022 年为等级 6 级外,其余年份均属等级 1 级,防火形势较好。吉首市 2017—2021 年火灾形势为等级 1 级、2 级,2022 年上升到等级 5 级,火灾形势逐渐严峻。龙山县的火灾形势波动也较明显,从等级 1 级上升到 2019 年、2022 年的 6 级和 4 级。

从整体看,2017 年湘西州北部火灾形势较南部差,2019 年出现南部、北部和中部火灾形势差,东部、西部形势好的特征,2022 年南部、北部森林火灾形势均严峻。2018 年、2020 年、2021 年、2023 年总体火灾形势较好,多为等级 1 级,仅保靖县 2018 年和 2020 年出现等级 2 级。

综合 7 年来各县市的火情发生情况,在评估湘西州地区总体火灾形势时,应先着重考虑永顺县和龙山县,因 2 个县的土地面积居前 2 位,林地面积占全州林地面积的 47%,在 2023 年其他县市森林火灾发生次数为 0 的情况下,2 个县仍有森林火灾发生,今后要着重加大 2 个县的森林火灾预防基础设施的投入。

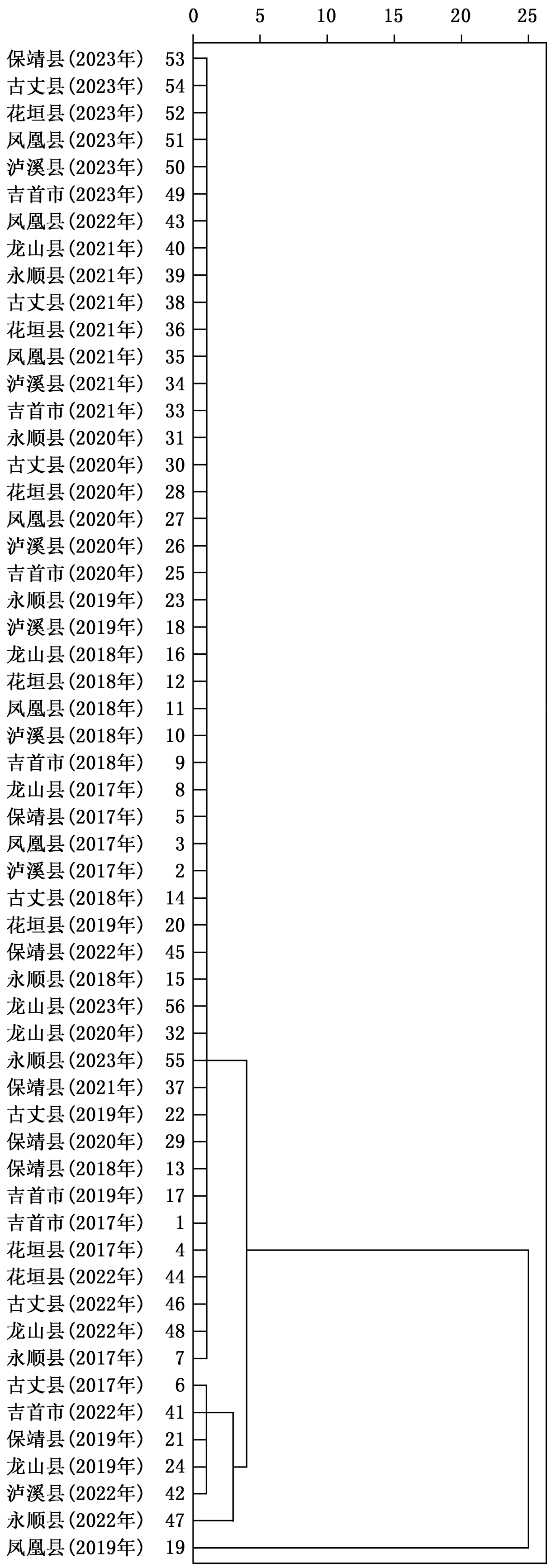

图 7　聚类分析结果

Fig. 7　Cluster analysis results

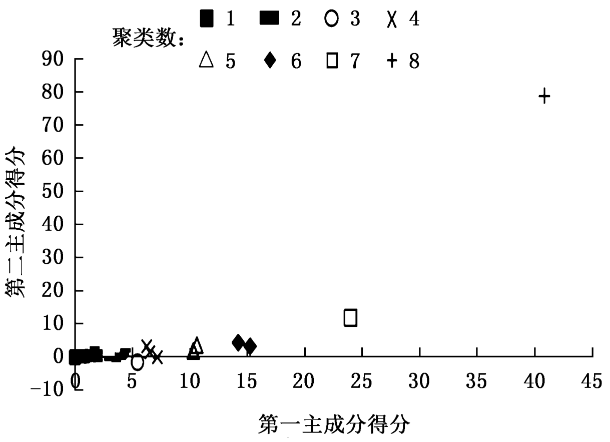

图 8　2017—2023 年湘西州森林火灾统计指标的第一、第二主成分得分和聚类结果

Fig. 8　Scores of the first and second principal components and cluster results of forest fire statistical indicators in Xiangxi Prefecture from 2017 to 2023

表 6　湘西州森林火灾形势分级

Tab. 6　Classification of forest fire severity in Xiangxi Prefecture

聚类编号	特点
1 级	森林火灾影响微弱,经济损失微小
2 级	森林火灾影响弱,经济损失小
3 级	森林火灾影响较弱,经济损失微小
4 级	森林火灾影响较弱,经济损失较小
5 级	森林火灾影响较强,经济损失较小
6 级	森林火灾影响较强,经济损失小
7 级	森林火灾影响强,经济损失较大
8 级	森林火灾影响强,经济损失大

4 讨论与结论

1)湘西州森林火灾发生的年际变化极为显著,2022 年是森林火灾发生频率最高的一年,其次是 2019 年和 2017 年。森林火灾主要集中在春初(3—4 月)和秋初(9—10 月)。张慧[10]统计了湘西州 2016—

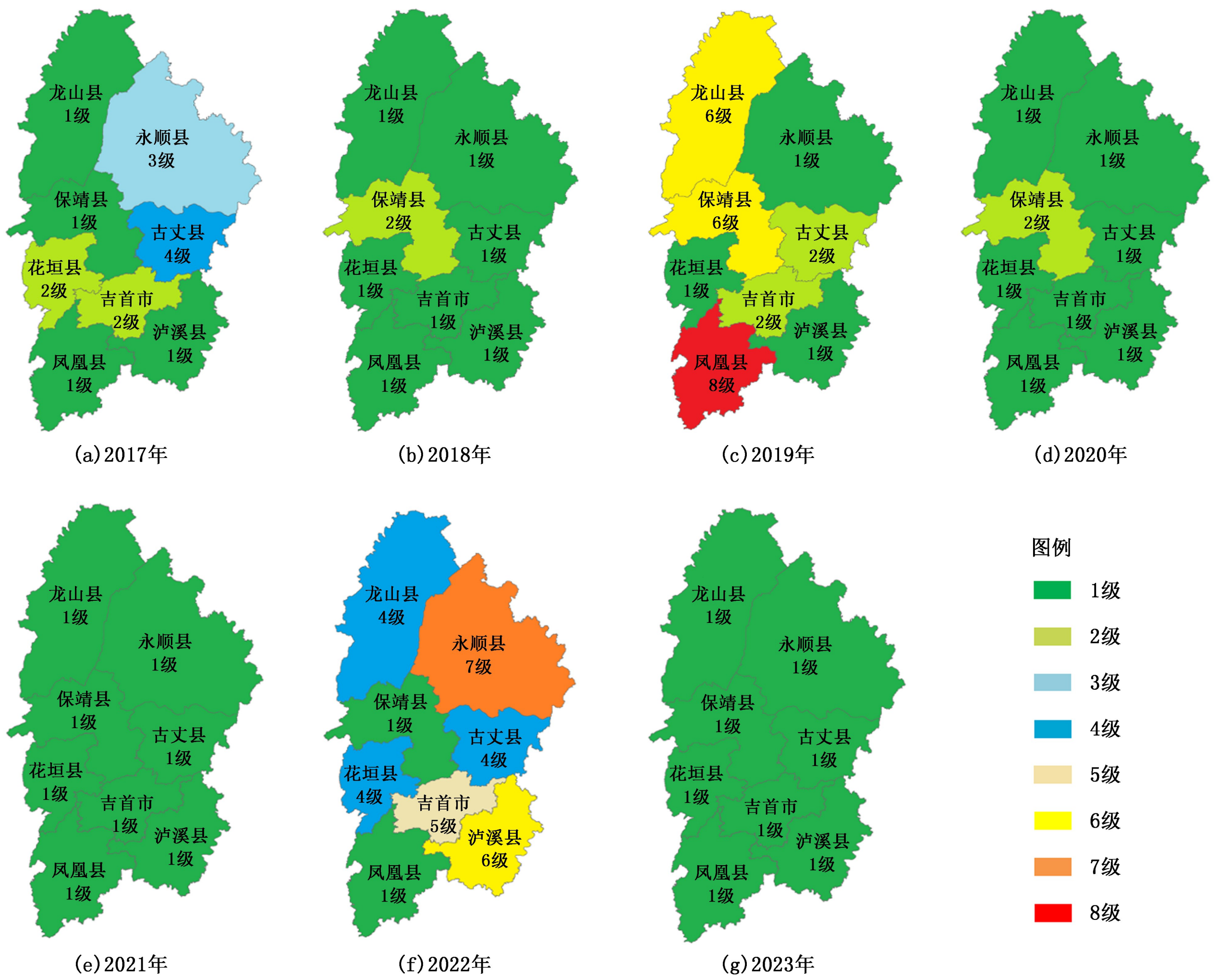

图 9　湘西州森林火灾形势时空分布

Fig. 9　Spatio-temporal distribution of forest fire severity in Xiangxi Prefecture

2022 年的天气情况,发现 2022 年是湘西州近年来气温最高、降雨量最少的一年,同时森林火灾发生率也最高,参考张露萱[18]和李婧等[19]对森林火灾与气象因子的研究,说明 2022 年湘西州森林火灾发生率高与该年中南地区大面积长时间的干旱天气直接相关,提示在大旱之年的防火工作更应加强。春季和秋季是公认的森林火灾发生高峰季[13,20-21],原因在于植物含水率降低、农事用火和祭祀用火增多等。但广西柳州市森林火灾高发月为 1—4 月[13],黑龙江呼玛县高发月为 3 月和 10 月[21],而湘西州高发月为 4 月和 9 月,与其他地区有所不同,湘西州是少数民族集聚地,祭祀、生产生活等习惯与其他地区存在差异,故防火工作应根据不同地域和不同季节而采取针对性的措施和预案。

2)湘西州森林火灾的发生存在空间差异,发生多分布在北部 4 个县(永顺、龙山、保靖、古丈县),共发生 51 次,占火灾发生总数的 71%,以古丈县最为集中,共发生森林火灾 20 次,占北部 4 个县森林火灾发生总次数的 39%。永顺县火场总面积最大,占全州火场总面积的 21%,而森林受害面积最大的则是保靖县,占全州受害森林总面积的 23%,保靖县出现人员伤亡(1 人)。综合来看,湘西州北部地区林地覆盖面更广、农事用火更多、地势更复杂、历史火灾更多,森林火险等级更高,应相对投入更多的森林防火资源。

3)湘西州森林火灾形势方面,总体来说花垣县的森林火灾形势控制在较好范围;保靖、凤凰县的火灾形势明显好转,采取的森林防火措施取得一定成效;古丈县火灾形势反复,说明要紧绷森林防火这根弦不松懈;永顺县和龙山县的森林火灾形势呈恶化态势,要引起重视并加大对森林火灾防治的投入力度。

本研究仅分析了 7 年间的数据,时间跨度相对较小,因此对湘西州森林火灾发生的模式和趋势的预判仍存在一定的局限,未来将收集更多关于森林防灭火方面的数据用于研究。总的来说,目前湘西州森林火灾形势仍十分严峻,其原因是受气候变化、林地资源、地理环境、人类生产生活方式等多种因素的影响。未来的研究重点将是进一步深入分析湘西州森林火灾发生的成因,以便为做好森林火灾预防和森林防火规划工作提供科学的数据支撑,进而减少森林火灾发生,保护全州人民生命财产和生态资源安全。

参考文献:

[1] 狄丽颖,孙仁义. 中国森林火灾研究综述[J]. 灾害学,2007,22(4):118-123.

[2] 苏立娟,何友均,陈绍志. 1950—2010 年中国森林火灾时空特征及风险分析[J]. 林业科学,2015,51(1):88-96.

[3] 韩丽,高启,王秋华,等. 基于 Sentinel-2 数据的火烧迹地提取研究[J]. 自然灾害学报,2023,32(6):123-130.

[4] 刘逸娴,张军,唐莹,等. 基于 Sentinel-2 影像的火烧迹地快速提取方法比较研究[J]. 林业调查规划,2023,48(6):1-6.

[5] 艾秋月. 山东省森林火灾发生时空规律及防控对策研究[D]. 泰安:山东农业大学,2022.

[6] 杨青青,陈小花,陈宗铸,等. 基于 MODIS 数据的海南岛森林火灾时空分布特征分析[J]. 林业科技通讯,2024(1):22-26.

[7] 宫大鹏,曹萌,闫淳,等. 我国祭祀火灾时空分布特征分析[J]. 森林防火,2023,41(4):68-71.

[8] 周勇,王晓娜,郝沙,等. 1989—2019 年吉林省森林火灾时空动态特征[J]. 吉林林业科技,2023,52(6):29-34.

[9] 郑福维,刘文星,肖健,等. 湘西州森林防火与气象条件关系[J]. 安徽农业科学,2016,44(27):162-164,195.

[10] 张慧,和红晓,李涛,等. 湘西州森林防火现状与对策[J]. 南方农业,2024,18(8):181-184.

[11] 李艳双,曾珍香,张闽,等. 主成分分析法在多指标综合评价方法中的应用[J]. 河北工业大学学报,1999(1):96-99.

[12] 胡雷芳. 五种常用系统聚类分析方法及其比较[J]. 浙江统计,2007(4):11-13.

[13] 蓝柳茹,刘蕾,吴镇疆. 基于主成分和聚类分析的柳州市森林火灾特征研究[J]. 中国农学通报,2020,36(22):92-99.

[14] 赵鹏武,武峻毅,张恒. 基于聚类分析法的我国森林火险等级区划研究[J]. 林业工程学报,2021,6(3):142-148.

[15] 贾斌英. 2010—2019 年中国东北地区森林火灾时空特征研究[J]. 防护林科技,2021(4):18-21.

[16] 李艳双,曾珍香,张闽,等. 主成分分析法在多指标综合评价方法中的应用[J]. 河北工业大学学报,1999(1):96-99.

[17] 杨中荣,毛广运,臧桐华,等. 用 SAS 和 SPSS 软件进行主成分分析[J]. 中国卫生统计,2009,26(2):212-213.

[18] 张露萱,张加易,郑芊彤,等. 浙江省森林火灾时空特征及其与气象因子的关系[J]. 林业建设,2024,42(2):44-50.

[19] 李婧,白斯古楞,虎日乐,等. 内蒙古大兴安岭林火与气象因子关系研究[J]]. 林业调查规划,2023,48(4):105-109,176.

[20] HAI Q S,HAN X F,VANDANSAMBUU B,et al. Predicting the occurrence of forest fire in the central-south region of China[J]. Forests,2024,15(5):844-864.

[21] 马楠楠,张彦雷,李建,等. 黑龙江呼玛县森林火灾时空分布特征[J]. 东北林业大学学报,2016(5):20-56.

责任编辑:陈旭
校　　对:陈旭,许易琦