

李国辉, 王颖, 原志红, 等. 火灾发生率与经济因素的时空相关性分析[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 111–115. [Li Guohui, Wang Ying, Yuan Zhihong, et al. Spatio-temporal Correlation Analysis between Fire Occurrence Rate and Economic Factors[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(2): 111–115.]

火灾发生率与经济因素的时空相关性分析^{*}

李国辉, 王颖, 原志红, 张楠, 郭歌

(公安部天津消防研究所, 天津 300381)

摘要: 基于1995–2014年火灾统计数据, 利用空间格局分析和回归分析对火灾发生频率与经济因素的时空关系进行研究, 得到了相关模型。结果表明, 二者的关联性受时空因素的变化影响。时间上, 中国火灾发生率与经济因素呈“N”型曲线关系, 说明火灾发生率随着经济发展表现出“增–减–增”的趋势; 空间上, 火灾发生率与城市和省域经济的关系呈倒“U”型曲线关系, 表明随着区域人均GDP的增长, 火灾发生率表现出先增后降的趋势。根据拟合结果, 从经济拐点的角度, 讨论了中国与国外发达国家火灾发生率与经济因素相关性存在差异的原因, 并得到中国火灾发生率可能继续增加的趋势。

关键词: 火灾发生率; 经济因素; 回归分析; 时空; 火灾研判

中图分类号: X928.7; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)02–0111–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.02.022

火灾作为威胁人类安全的一种灾害, 难以杜绝, 但可以通过掌握其发生规律和特点来避免其造成的危害。火灾的发生与人类活动密切相关, 经济社会发展在一定程度上影响着火灾的发生。近年来, 中国的火灾四项指标在经历一段稳定下降阶段后于2013年出现暴增趋势。统计表明, 2013年和2014年火灾起数达到历史新高, 分别为38.9万起和39.5万起^[1]。对于严峻的火灾形势, 政府和消防部门需要全面综合掌握火灾发生的新特点, 进而科学地研判社会经济发展对火灾形势的影响。资料表明, 多数火灾是人为因素导致, 经济发展和社会变革影响人的行为和生活习惯, 火灾形势也随之呈现出新趋势。2014年11月, 山东寿光食品公司火灾, 导致18人死亡; 2015年5月, 河南老年公寓特大火灾导致38人死亡; 2015年6月, 郑州居民楼火灾导致13人死亡。这些火灾均暴露出近两年重特大火灾集中发生的特点。因此, 每隔一段时期就需要重新认识火灾与经济社会发展的关系, 进而做出科学地判断和决策。

对于火灾和社会经济因素的关系, 国内外学者均发现社会经济因素是影响火灾发生率的重要

因素^[2–4]。杨立中等人研究了1997–2000年中国火灾与经济因素的关系, 认为中国经济越发达的地方火灾形势更严峻, 这一结果与国外相反^[5]。杨玉胜等人同样得出经济因素与火灾发生率呈正相关, 认为经济越发达, 火灾发生率越高^[6]。吴卢荣等人在杨立中等人的基础上分析了1997–2004年中国火灾数据, 研究了火灾与多种社会经济指标的动态关系, 揭示了影响火灾的重要因素^[7]。吴松荣对中国典型地区火灾与区域经济的相关性进行研究, 得到大部分区域火灾发生率先升后降的趋势^[8]。梁月等人运用聚类分析将中国31个省(市)根据火灾态势分为四类, 定性分析了产业结构、人口总数等社会经济因素与火灾态势的关系^[9]。在对城市区域火灾风险进行评估和预测时, 首先应把火灾风险与社会经济现代化的转型联系起来, 正确分析二者的关联性才能得出客观的评估结果^[10]。国外学者研究认为随着经济的发展, 火灾形势趋于平稳^[11]。

火灾本身极其复杂, 受多种因素综合影响。限于人类对火灾在社会经济发展中的认识局限性、历史统计数据的不完备性, 以及分析模型的适应

* 收稿日期: 2015–08–26

修回日期: 2015–10–21

基金项目: 公安部天津消防研究所基本科研业务经费项目(2015SJ-A-04)

作者简介: 李国辉(1985–), 男, 河北石家庄人, 博士, 助理研究员, 主要从事火灾风险评估与公共安全研究。

E-mail: liguohui@tfri.com.cn

性等多种因素的影响,目前对于火灾与经济的关系还不十分清晰,消防部门在进行监督管理和制定消防策略时没有可靠的结论可以参考。

针对火灾与经济因素的相关研究已经取得了一系列成果,但仍然存在不足,不能满足对当前火灾形势的判断。首先,研究涉及到的火灾数据时间较早,不能反映近年来我国火灾的趋势特征;其次,研究多是考虑火灾风险的基本特征,较少涉及经济发展对火灾形势影响的研判分析;另外,相关研究对象大多为时间序列数据,空间研究主要针对全国范围,较少考虑全国所有地级市级别的截面数据。因此,本文从全国、省域、地级以上城市等时空角度全面分析 1995–2014 年间,经济因素与火灾形势的关系,以期得到具有实际应用价值的结果。

1 数据来源

为了深入研究火灾与经济因素的时空关系,并能够在前人的基础上更精确地挖掘火灾信息,本文选取了更详细的数据,包括了 20 年间全国所有地级市的火灾统计数据,合计 290 个国内城市。

火灾数据取自公安部消防部门发布的火灾信息,以及 1995–2014 年的《中国火灾统计年鉴》和《中国消防年鉴》;社会经济因素数据源于 1995–2014 年《中国统计年鉴》和各省(市)的统计年鉴;其中 2014 年只采用了总火灾起数及其对应经济因素数据。主要选取了中国 290 个地级市、31 个省(市)、以及全国的火灾统计数据 and 人口、经济社会发展等指标数据,数据不包括港、澳、台湾地区^[12–15]。

从时间序列角度,全国数据选取了 1995–2014 年的火灾和经济数据;因数据量的不足,各省市选取了 2001 年以后的火灾和经济数据;对于全国 290 个地级市的截面数据,因 2014 年的详细火灾数据还没发布,选择了 2013 年的数据进行分析。

2 结果与讨论

2.1 中国火灾发生频率的时空特征

2001–2013 年,中国火灾发生频率具有明显的空间异质性,图 1 为采用自然间断点分级法得到的中国火灾起数空间分布图。由图可知,东部沿海省份的辽宁、吉林、山东、江苏是火灾发生起数最高的省份,火灾起数分别为 167 370、

163 393、139 585 和 110 233 起,四省累计占全国总起数的 28.1%。西藏、海南、贵州和青海火灾事故起数最少,13 年间分别发生 2 505、10 019、13 099 和 14 668 起,四省累计占全国总起数仅 1.9%。可见,中国火灾在空间上存在不均衡性和空间集聚特征。整体来看,火灾高发地区主要位于东部沿海、东北地区以及四川和内蒙古等地;西部和西南地区整体火灾形势较好。火灾发生起数的时间序列如图 2 所示。火灾事故从 2001–2013 年,累计发生 207.4 万起,年均 15.95 万起。其中 2002–2004 年间保持较高水平,2007 年开始火灾起数持续降低,但到 2012 年,火灾起数又开始增多,且到 2013 年表现出骤增的趋势,达到历史最高值的 388 821 起。最新公布的 2014 年火灾起数为 39.5 万起,高于 2013 年,进一步表明火灾形势呈现出严峻的形式。

总体来看,中国火灾在区域空间上的两极分化和聚集现象明显,表现出空间差异性;在时间上,火灾发生率表现出在波动中增长的趋势。

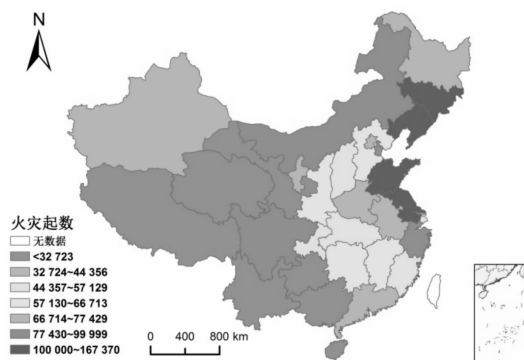


图 1 2001–2013 年火灾起数空间分布特征

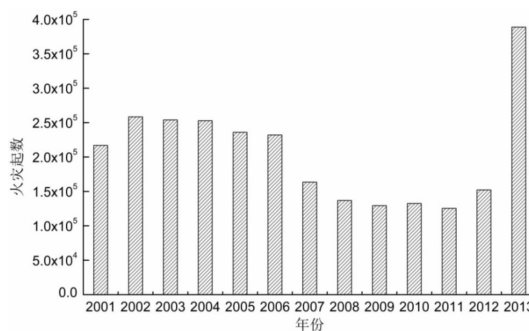


图 2 2001–2013 年火灾起数时间序列特征

2.2 全国火灾发生频率与经济因素的时间趋势相关性分析

图 3 为 1995–2014 年全国范围内万人火灾发生率与经济指标的回归结果。三次方的回归模型可以很好地反映火灾发生频率与经济因素的关系,确定系数 R^2 达到 0.874,拟合结果较好。结果表

明, 中国火灾发生率与人均 GDP 之间呈现出波动相关性, 及表现出“N”型关系。其中 1995 - 2002 年人均 GDP 在 10 000 元/人以下时, 火灾发生率随全国人均 GDP 的增长而增加; 2003 - 2009 年间火灾发生频率随人均 GDP 的增长而降低; 在 2010 - 2012 年间, 随着经济发展, 火灾发生率保持相对稳定的趋势; 而 2012 年以后, 随着人均 GDP 突破 40 000 元/人时, 火灾发生频率开始反弹, 呈迅速增长趋势。这一结果进一步印证了杨立中和吴卢荣等人的研究结果: 即在整体经济发展水平较低时, 火灾形势随经济发展呈恶化趋势^[7,16]。研究结果与徐波等人的结论冲突, 这是因为徐波等人研究的数据为 2000 - 2009 年数据, 这一时间段内火灾的确随经济发展表现出改善的趋势, 但本文考虑了 2010 年之后的数据, 其结果又发生变化, 说明中国火灾形势与经济因素并不是简单的线性相关关系。图 3 中, 2012 年后人均 GDP 超过 40 000 元/人, 火灾发生率随经济发展骤增, 即经济发展到一定阶段又表现出对火灾形势的促进作用, 这以结果不同于前人研究, 也区别于国外火灾发展趋势。中国的经济路线和政治体制与西方国家不同, 且我国处于经济变革和体制改革期, 是否是由于中国经济体制的变革引起了火灾形势的恶化, 需要进一步研究。但是, 中国的火灾形势与经济的这一关系应引起消防部门的重视, 这也是中国火灾形势新趋势和新特点的体现, 即火灾呈高发态势。

经济发展对火灾形势具有双重性的影响效应。在社会经济发展初级阶段, 以劳动密集型产业为主, 人员集中, 忽视生产中的安全问题, 促使火

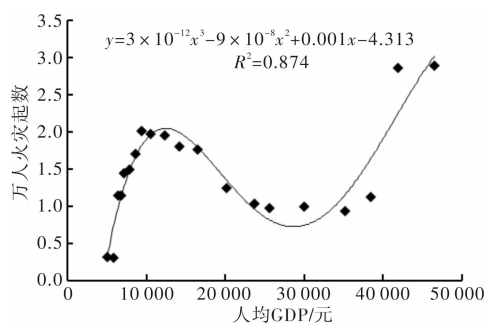


图3 1995 - 2014 年全国万人火灾起数与人均 GDP 的拟合结果

灾隐患不断积累, 刺激火灾的高发; 而经济发展到一定阶段, 经济的增量不再作为唯一目标, 政府更注重经济发展的质量和人的安全, 会增加消防安全的投入, 加强火灾防止的科学性, 从而提高社会消防管理水平, 控制火灾隐患, 抑制火灾的发生。但, 经济一旦出现变革, 则又会带来新的社会矛盾和社会复杂因素, 导致火灾呈高发趋势。因此, 经济的发展可以改善火灾还是可以促使火灾高发, 不同阶段具有不同的关系。

2.3 典型省(市)火灾发生频率与经济因素的时间趋势相关性分析

研究区域的大小可能会影响分析结果, 因此, 在分析全国形势之后, 进一步选取特定省市开展研究。为了保证经济因素的全面性, 根据各省市经济指标, 选取了人均 GDP 最高的北京、上海、天津三个直辖市、经济水平处于中间位置的山东和湖北、以及排名较低的安徽作为研究对象。图 4 为六省市 2001 - 2013 年火灾发生率与经济因素的回归结果。

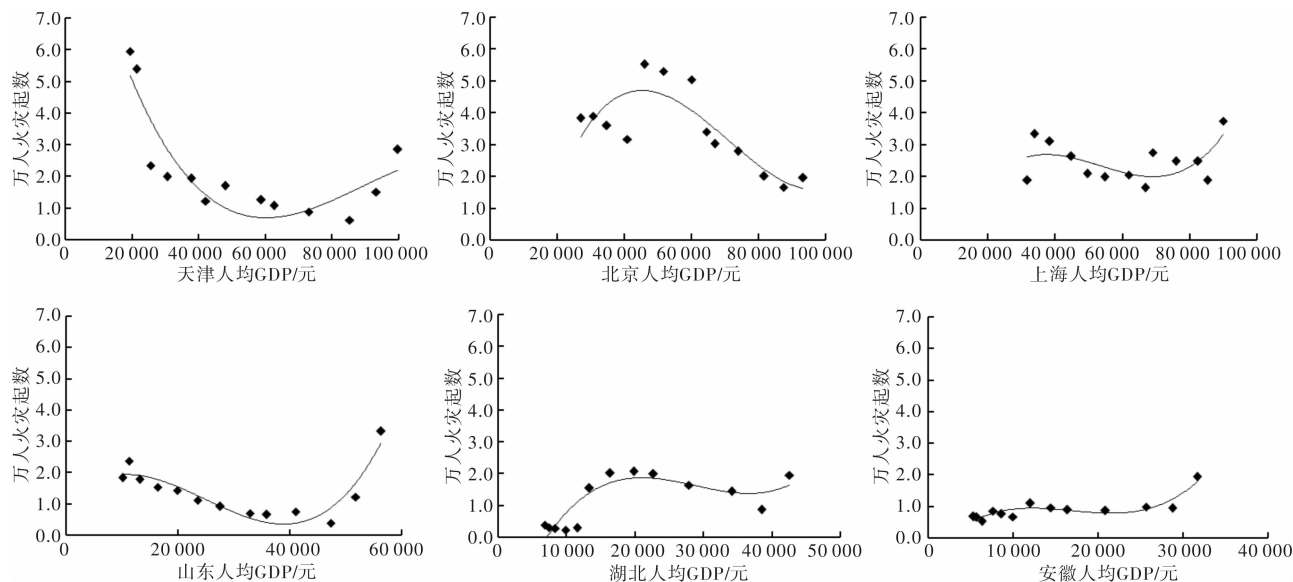


图4 典型省(市)万人火灾起数随人均 GDP 的变化趋势

可以看出,北京、天津和上海的万人火灾起数相对较高。2001年-2011年,人均GDP低于90 000元/人时,天津万人火灾发生率并没有先增长后降低的趋势,而是呈明显下降趋势;人均GDP高于90 000元/人后又表现出反弹增长趋势,与全国的分析结果类似。其他省市的拟合结果,均表现出与全国形势接近的结果。其中北京火灾发生率从2005年到2012年,表现出迅速降低的趋势,在2013年仅有小幅度的反弹。上海火灾发生率随经济发展的波动较大,但人均GDP高于90 000元/人后也表现出增长趋势;山东、湖北和安徽的相对万人火灾起数较低,火灾发生率随经济的发展在波动中增长。六省市中,安徽作为人均GDP最低的省域,其万人火灾起数与经济的发展趋势反映了低经济发展水平省份的情况,即在经济发展初期,火灾发生率随经济增长而增长。此外,随着经济的发展,经济增长模式和人口素质不断变化,影响火灾形势的经济指标拐点也在发生变化。

以上分析可知,不同地区的火灾形势与经济发展关系有所区别,但基本结果都表明中国火灾的总体趋势是“先增-后减-再增”的模式。这一结论也预示着,在今后几年随着经济的增长,中国的火灾形势会出现新的增长点,各省市的消防部门应切实意识到火灾防控的艰巨性,并采取科学的应对措施。

2.4 基于截面数据的火灾发生频率与经济因素的相关性分析

在分析了火灾形势与经济发展的时间趋势后,进一步研究不同空间的经济发展水平与火灾形势的关系。选取2013年的截面火灾和经济因素数据,考虑空间大小对分析结果的影响,同时选取省份和地级市两个层面的截面数据进行分析,图5为回归分析结果。

由图5可知,在省域空间中,火灾发生率与经济发展水平表现出倒“U”型关系。首先,人均GDP低于68 000元/人时,经济越发达的省份,火灾发生率越高,而当人均GDP超过68 000元/人时,经济越发达的地区,火灾发生率越低。“U”型关系也表现在地级市的分析结果中,不同的是,地级市中的人均GDP拐点大约为140 000元/人。

结合图3与图5综合分析,可以发现,考察空间范围越大,回归模拟中的经济指标拐点越低。这是因为,考察范围越大,个别空间或时间点的影响被消弱或被平均,其模拟结果代表的是所考察的区域;而考察范围越小,研究的对象越不受其他因素影响,越能反映其实际的火灾发生

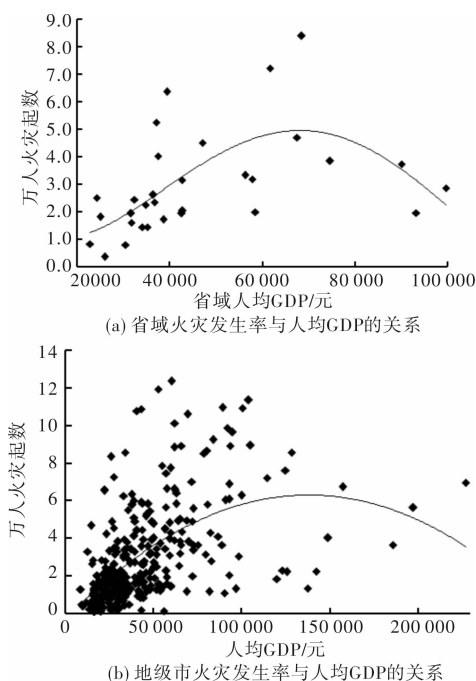


图5 2013年省域和地级市火灾发生率与人均GDP的拟合结果

率和经济的关系。例如,地级市分析中,人均GDP的范围从8 141元/人到22.7万元/人,可以相对全面的反映出火灾形势与经济发展的关系;而全国视角的分析中,中国人均GDP在2001-2014年的跨度为5 046~46 531元/人,经济指标的范围不够大,还不能全面反映二者关系。这一结论也说明,研究对象的空间范围越小,结果越能反映真实情况。因此,根据以上分析结果,地级市的研究结果可以在一定程度上反映火灾发生率与经济因素的整体关系,即中国人均GDP大约高于140 000元/人时,火灾形势才可能得到彻底抑制。这也解释了为什么美国等发达国家的火灾发生率随经济增长呈降低趋势,主要因为西方发达国家的经济发展已经越过了这一拐点。

3 结论

运用中国火灾统计数据,在前人研究的基础上进一步从时间和空间角度分析了火灾发生率与经济因素的相关性,得到了以下结论。

(1)中国的火灾发生率与经济发展存在时空对应关系。火灾高发区集中在辽宁、吉林、山东和江苏等东部沿海省份。通过回归分析,解释了中国经济因素对火灾发生率的影响与美国等发达国家不同的原因。

(2)时间上,火灾发生率表现出“先增-后减-再增”的趋势,与经济发展呈“N”型关系;空间上,省域和地级市的截面数据分析表明,火灾发

生率与经济发展呈倒“U”型关系; 其中研究空间范围不同, 火灾发生率的拐点对应的人均 GDP 不同。结果表明, 从地级市甚至更小区域来分析火灾发生率与经济的相关性更加科学, 得到的结果具有实际指导意义。

(3) 中国人均 GDP 还处于低位, “N”型关系表明当前经济的发展并未能抑制城市火灾的发生率, 而且还随经济的增长有进一步恶化的风险。消防部门应高度重视, 通过对火灾形势的科学研判, 采取相应对策和措施。

(4) 经济发展与火灾形势的关系不是线性关系, 火灾形势在不同的经济发展阶段表现出不同的趋势。且二者在时间上和空间上的关系表现出不同的结果, 因此在分析二者的关系, 应考虑时间和空间因素的影响才可能得到客观的结论。

研究结果基于历史统计数据, 揭示了火灾与社会经济因素之间的客观规律, 具有重要的理论指导和现实应用意义, 可以为消防部门做出火灾形势研判和预测提供支撑。

参考文献:

- [1] 公安部消防局. 中国消防年鉴[M]. 昆明: 云南人民出版社, 2014.
- [2] Li G, Lu S, Mei P, et al. Influences of time, location, and cause factors on the probability of fire loss in China: A correspondence analysis[J]. *Fire Technology*, 2014, 50(5): 1181–1200.
- [3] 徐波, 王振波. 时空因素对中国城市火灾态势变化的影响[J]. *地理研究*, 2012, 31(6): 1143–1156.
- [4] Jennings CR. Socioeconomic characteristics and their relationship to fire incidence: A review of literature [J]. *Fire Technology*, 1999, 35(1): 7–34.
- [5] 杨立中, 江大白. 中国火灾与社会经济因素的关系[J]. *中国工程科学*, 2003, 5(2): 62–67.
- [6] 杨玉胜, 吴立志, 罗英茹. 火灾发生率与社会经济因素的灰色关联度分析[J]. *消防科学与技术*, 2006, 25(4): 543–544.
- [7] 吴卢荣, 马咏真, 陈绩新, 等. 中国火灾与社会经济因素的相关分析[J]. *中国安全科学学报*, 2007, 17(6): 92–97.
- [8] 吴松荣. 1997–2004 年中国区域经济与火灾态势的关系分析[J]. *火灾科学*, 2006, 15(4): 224–231.
- [9] 梁月, 郭红霞. 火灾态势与社会经济因素关系研究的新方法[J]. *消防科学与技术*, 2014, 33(12): 1443–1446.
- [10] 张文辉. 转型期城市区域重大火灾风险认知、评估和防范的宏观研究[D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [11] Duncanson M, Woodward A, Reid P. Socioeconomic deprivation and fatal unintentional domestic fire incidents in New Zealand 1993–1998[J]. *Fire Safety Journal*, 2002, 37(2): 165–179.
- [12] 公安部消防局. 中国消防年鉴[M]. 北京: 中国人事出版社, 2005–2009, 2012–2013.
- [13] 公安部消防局. 中国消防年鉴[M]. 北京: 中国国际文化出版社, 2010–2011.
- [14] 公安部消防局. 中国火灾统计年鉴[M]. 北京: 中国人事出版社, 2002–2004.
- [15] 国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1995–2014.
- [16] Yang L, Zhou X, Deng Z, et al. Fire situation and fire characteristic analysis based on fire statistics of China [J]. *Fire Safety Journal*, 2002, 37(8): 37: 785–802.

Spatio-temporal Correlation Analysis between Fire Occurrence Rate and Economic Factors

Li Guohui, Wang Ying, Yuan Zhihong, Zhang Nan and Guo Ge

(Tianjin Fire Research Institute of Ministry of Public Security, Tianjin 300381, China)

Abstract: Based on the fire statistics from 1995 to 2014, the relationships between the fire occurrence rate and the economic factors are studied by using spatial statistical analysis and regression analysis. The results show that the relationships are influenced by the spatial and temporal factors. From the time, the correlation between the fires of China and the per capita GDP fit a shape of N curve. The fire frequency firstly increases along with development of the per capita GDP, and then decrease. However, the fire frequency again shows a growth trend after the per capita GDP exceed a specific value. From the perspective of provinces and cities, there is an inverse U-shaped curve between the fire frequency and the economy. We explain why the relationship between fire frequency and economy is different between China and developed countries. The research findings reflect the objective laws of the fire occurrence rates, and provide important basis for the analysis and forecast of fires.

Key words: fire occurrence rate; economic factors; regression analysis; space-time; research and judgment