

# 恐怖袭击事件的时空差异特征分析及内生性 VAR 模型

柴瑞瑞<sup>1</sup>, 刘德海<sup>1</sup>, 陈静锋<sup>2</sup>

(1. 东北财经大学管理科学与工程学院, 辽宁 大连 116025;

2. 大连理工大学系统工程研究所, 辽宁 大连 116024)

**摘要:**当前恐怖主义已成为影响国家稳定和地区安全的首要威胁,并呈现出不断蔓延之势。以恐怖袭击次数为样本点,采用核密度估计对1989—2014年31个省份恐怖袭击事件分布进行时空格局演变分析,恐怖活动呈现出显著的时空差异特征。并考虑恐怖分子袭击行为策略、政府反恐行为策略及事件惨重性的动态关系,运用VAR模型,构建了政府反恐财政支出、恐怖分子袭击次数、恐怖分子袭击成功次数、死亡人数间相互内在联系系统,着重探讨恐怖分子行为策略波动、事件惨重性的波动对政府反恐财政支出的影响规律和政府反恐财政支出波动对恐怖分子行为策略、事件惨重性的影响规律。研究结果表明,恐怖袭击次数增加导致政府反恐财政支出增加;政府反恐财政支出增加对减小恐怖袭击次数存在滞后效应。通过分析政府和恐怖分子的策略选择内生性动态关系,可以为我国反恐战略的部署提供理论指导。

**关键词:**恐怖袭击;时空差异;核密度估计;VAR模型;脉冲响应

**中图分类号:**C931 **文献标识码:**A

## 1 引言

继美国“9·11”恐怖袭击事件发生后,全球重大恐怖袭击事件频发,严重影响了世界范围内的安全与稳定,引起了各国政府的高度关注。在一系列重大恐怖袭击事件愈演愈烈的过程中,恐怖袭击呈现出一些新的典型特征:长期预谋、组织严密、精心策划、境内外恐怖势力勾结、连环袭击、杀伤力大、波及范围广、社会影响恶劣等,同时恐怖分子袭击目标由攻击政府或军事设施等“硬目标”转向防范相对薄弱的公共场所等“软目标”<sup>[1-2]</sup>。近年来以2013年天安门“10·28”暴力恐怖事件、2014年昆明火车站“3·1”严重暴力恐怖案、乌鲁木齐“5·22”严重暴力恐怖案件等为代表,我国各地接连发生严重暴力恐怖袭击事件,呈现出由少到多、由偶发的单次攻击发展为同一时间段内同地区的连续袭击、由新疆内部地区

到疆外多个地区快速发展趋势,表现为复杂的时空差异特征。此外,恐怖袭击事件具有事态发展的高度偶然性、突发性和不确定性的特点也使我们无法及时、准确地预测恐怖主义的发生及带来的伤亡与损失。因此,研究恐怖袭击事件中影响因素间的内生性关系,分析恐怖袭击遵循的内在规律,为政府反恐应急管理提供指导性建议。

恐怖袭击已成为国家安全和世界和平的主要威胁之一,反恐问题也受到学者的高度关注。针对恐怖袭击问题,国内外学者从以下四个角度进行了大量的研究。其中,在博弈论优化建模角度,Zhuang等、Shan等通过建立参与者的博弈模型,求解参与者博弈均衡行为,研究了反恐设施选址、反恐资源配置、反恐情报预警等问题<sup>[3-9]</sup>;在复杂社会网络规划建设建模角度,Ressler<sup>[10]</sup>、Bohannon<sup>[11]</sup>和付举磊等<sup>[12]</sup>通过网络中恐怖组织关系的分析,探讨恐怖组织的结构及属性特征,揭示恐怖分子网络结构、发现关键人物和组织;在心理分析角度,刘德海等<sup>[13]</sup>考虑袭击事件博弈双方高度不对称和存在认知差异,运用误对策模型不同情景下的平衡结果;在计量建模与可视化分析方法角度,LaFree等<sup>[14]</sup>、Wang Xiaoyu等<sup>[15]</sup>通过对大量的恐怖袭击偶然现象的统计资料进行分析、研究恐怖组织时空分布格局、恐怖事件“5W(Who, What, Where, When, Why)”可视化、恐怖组织起源<sup>[16]</sup>、恐怖袭击方式与组织类型和袭击事

收稿日期:2016-07-02;修订日期:2016-07-13

基金项目:国家社科基金重大招标课题(15ZDA011);国家自然科学基金资助项目(71171035, 71271045, 71571033);东北财经大学学科建设支持计划特色学科项目(XKT-201411)

作者简介:柴瑞瑞(1989-),女(汉族),河南濮阳人,东北财经大学管理科学与工程学院,博士研究生,研究方向:突发事件应急管理。

件死亡率之间的动态关系<sup>[17]</sup>。与前两种角度相比,计量方法以统计资料或面板数据为依据,对恐怖事件进行实证研究,更具有说服力。已有的研究对恐怖主义袭击事件爆发机制的探索,只是对事件发生的时间、地点、袭击方式、死亡人数或恐怖组织起源等进行分析,而对恐怖主义袭击行为、政府反恐行为及事件损失间的动态联系的研究较少。研究恐怖袭击参与方行为选择的内在联系,有利于了解参与方行为之间的影响程度和影响规律,为政府反恐应急管理提供科学的理论依据。

本文在 LaFree<sup>[14]</sup> 研究恐怖主义组织时空分布格局等相关文献基础上,针对我国各地连续发生的恐怖袭击事件,对恐怖袭击事件进行时空差异分析,同时考虑恐怖分子袭击行为策略、政府反恐行为策略及事件惨重性的动态关系,构建计量分析方法的 VAR 模型,运用脉冲响应函数和方差分解方法,分析恐怖袭击不同参与者间的内生关系,综合讨论恐怖分子袭击次数、恐怖分子袭击成功次数、政府反恐财政支出对恐怖袭击事件惨重性的影响程度和规律。

## 2 恐怖袭击事件时空差异分析

自 20 世纪 90 年代以来,我国恐怖主义的爆发呈现愈演愈烈的趋势,并在时间、空间及规模上表现出显著的差异性。本文通过统计 Global Terrorism Database 网站对我国发生重大恐怖主义事件的描述,总结出我国近年来各地区恐怖袭击事件次数及伤亡规模,并对此进行时空差异性分析。其中,统计地区包括 31 个省市自治区,不含港澳台。图 1 为我国近年来恐怖袭击次数及规模(伤亡人数);图 2 为我国近年来疆内疆外恐怖袭击情况比较。

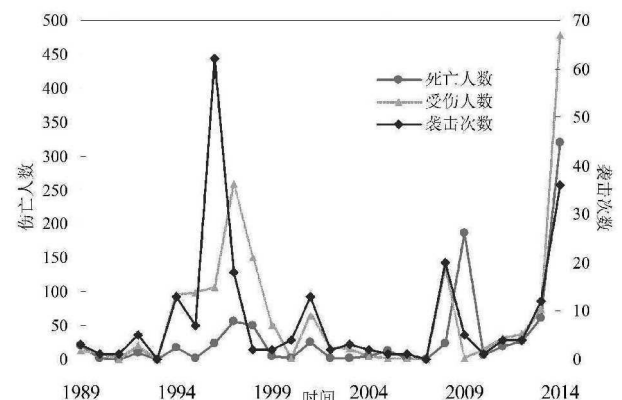


图 1 我国恐怖袭击次数及事件惨重性(伤亡人数)

图 1 表现出近年来我国恐怖袭击呈现周期性特征。其中,袭击次数、受伤人数、伤亡人数分别在

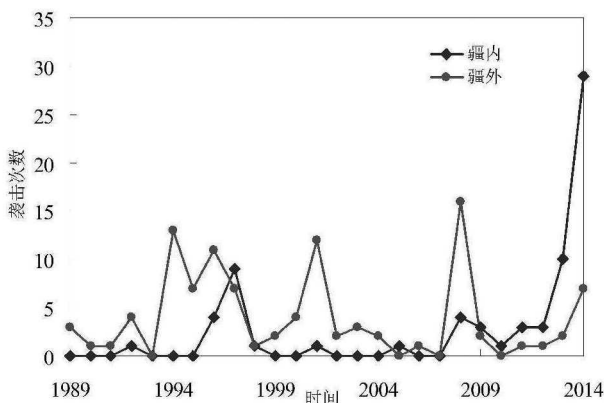


图 2 我国疆内疆外恐怖袭击比较

1995—1998、2008—2009、2013—2014 达到波峰,而在最后一个波峰周期内受伤人数与死亡人数的规模远高于前两个周期。其原因在于“东突”等境外恐怖势力的入侵,袭击的对象转为普通的平民,袭击的方式转为连续多目标袭击。

图 2 表现出疆内和疆外交互式恐怖主义袭击演化现象。08 年之前恐怖主义袭击在疆外活动较频繁,而 08 年之后疆内成为恐怖袭击的热点地区,同时结合近年来疆外恐怖袭击事件的特征,显著地呈现出疆内恐怖袭击向疆外不断蔓延的趋势。

在图 1 和图 2 基础上,采用核密度估计<sup>[18,19]</sup>绘出 1989—2014 年 31 个省份恐怖袭击事件分布图(图 3)。核密度估计是在概率论中用来估计未知的密度函数,属于非参数检验方法之一。对于数据  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ,核密度估计的表达形式为:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

式(1)中:核函数  $K$  是一个加权函数,包括高斯核、Epanechnikov 核、三角核、四次核等类型,选择依据是分组数据的密集程度。本文应用软件 Eviews 8.0 进行估计,结合高斯核函数作图。

$$Gaussian = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} \quad (2)$$

核密度估计无确定的表达式,因而通常采取图形对比的方式来考察其分布变化。本文以恐怖袭击次数为样本点进行拟合作图,分析恐怖袭击事件演化规律。其中,图 3 纵坐标为核密度,其值的高低代表地区的集中程度;横坐标为恐怖袭击次数,解释 31 个省份恐怖袭击事件演进状况,分布演进规律具有以下两个明显特征:

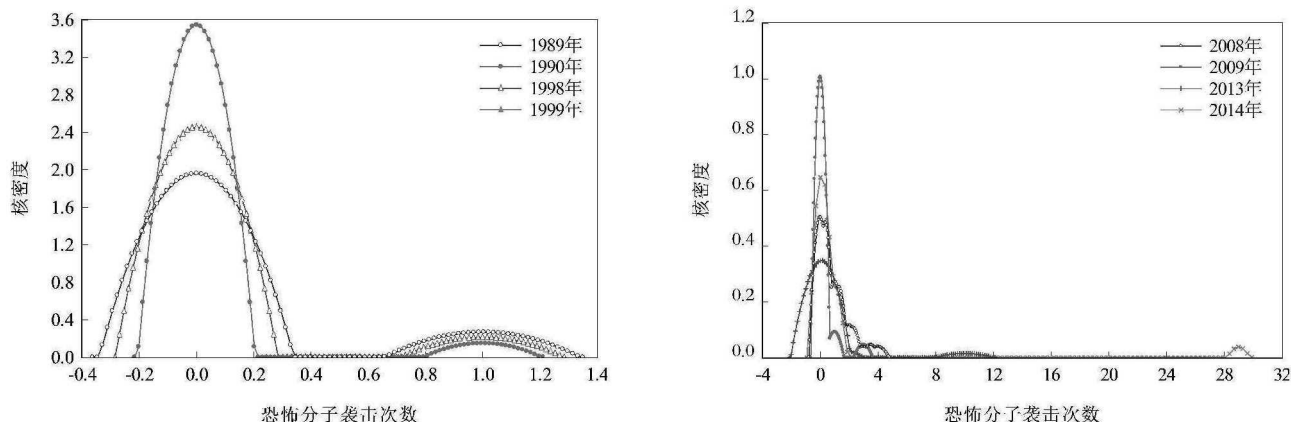


图 3 恐怖袭击次数的核密度分布

从形状来看,恐怖袭击次数整体呈双峰分布的态势,只有在 2008 年和 2009 年出现轻度的多峰分布,但此现象并没有长久持续的趋势。1989 年、1990 年、1998 年 1999 年整体分布呈现为坡度陡峭,即为高密度,表示在此期间 31 个省份恐怖袭击事件较为集中,较多发生在疆内地区。2008 年、2009 年、2013 年、2014 年整体分布为坡度和缓状,密度较低,此期间恐怖袭击开始转向境内地区。从峰度来看,从 1989—2014 年间恐怖袭击次数呈现出尖峰向宽峰发展的变化趋势,恐怖袭击事件逐渐蔓延到各地区。

综上所述,我国恐怖主义呈现出显著的时空差异特征,因此研究恐怖袭击事件内生性问题,能够合理的分析恐怖袭击事件影响因素间的关系,进而采取有效的反恐反恐措施,使恐怖袭击造成损失最小化。

### 3 恐怖袭击事件内生性研究

#### 3.1 研究方法

本文采用向量自回归模型、脉冲响应函数和方差分解研究方法对恐怖袭击事件内生性进行研究。VAR 模型是一种基于数据的统计性质的非结构化模型,它把系统中每一个内生变量作为系统中所有内生变量的滞后值来构造模型,从而将单变量自回归模型推广到多元时间序列变量组成的向量自回归模型。与以经济理论为基础来描述变量关系的传统计量经济方法模型相比较,VAR 模型中内生变量既可以出现在方程的左端又可以出现在方程的右端,估计和推断更加复杂,用于解释各变量间的动态联系。近年来 VAR 模型受到越来越多的学者重视<sup>[20-21]</sup>,VAR( $p$ )模型数学表达式为:

$$y_t = a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + \cdots + a_p y_{t-p} + b x_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$t=1, 2, \cdots, T$$

其中, $y_t$  是  $k$  维内生向量组成的平稳的线性随机过程, $x_t$  是  $d$  维外生向量, $p$  是滞后阶数, $T$  是样本个数, $k \times k$  维矩阵  $a_1, a_2, \cdots, a_p$  和  $k \times d$  维矩阵  $b$  是待估计的系数矩阵。 $\varepsilon_t$  是  $k$  维扰动误差项,它们相互之间可以同期相关,但不与自己的滞后值相关,且不与等式右边的变量相关,即假设  $\Sigma$  是  $\varepsilon_t$  的协方差矩阵,是一个  $k \times k$  正定矩阵。

在 VAR 模型中,可以通过脉冲响应函数和方差分解两种方法对各变量间的动态联系进行分析。其中,脉冲响应函数分析方法用来描述一个内生变量对由误差项所带来的冲击的反应,即在随机误差项上施加一个标准差大小的冲击后,对内生变量的当期值和未来值所产生的影响程度。通过脉冲响应函数可以分析政府反恐财政支出行为、恐怖分子袭击行为与事件损失间的相互影响程度和持续时间效应。方差分解分析法把系统中的全部内生变量( $m$  个)的波动按其成因分解为与各个方程信息相关联的  $m$  个组成部分。通过方差贡献度的大小,可以衡量随机扰动项对各变量的相对重要程度。在本文中,通过方差分解可以确定政府反恐财政支出变动、恐怖袭击次数变动在恐怖事件损失中的贡献大小。

#### 3.2 变量选取

本文分析政府反恐财政支出、恐怖分子袭击行为和事件损失之间的关系,基于数据连续性和可获得性,选取的变量如下:

(1)政府反恐财政支出。本文用政府公共安全财政支出指标数据作为政府反恐财政支出指标数据。通过给政府公共安全财政支出乘一个比例数得到政府反恐财政支出,假设这个比例是固定的,

那么二者的变动趋势是一致的,为此这种替换是合理的。由于 2007 年《中国财政年鉴》开始出现公共安全投入这一指标,实践中无法与 2006 年以前的财政数据进行对应,相关统计年鉴中也无法查阅或推算出 1989 年以来的支出数据,本文以 2007—2013 年政府公共安全财政支出数据为基础,采用 SPSS 的幂函数曲线回归方法,填补 1989—2006 年和 2014 年公共安全财政支出的数据,拟合度  $R^2$  为 0.998,模拟结果较好,最终得到 1989—2014 年政府公共安全财政支出。

(2)恐怖分子袭击次数。恐怖分子袭击定义有三个标准:标准 1:暴力行为旨在实现政治、经济、宗教和社会性目标;标准 2:具有一些证明暴力行为意图胁迫、恐吓或向更多的读者(或观众)传达一些信息的证据;标准 3:该行动必须是在合法战争活动的背景下进行的。恐怖分子袭击次数描述了恐怖分子袭击事件的频率,是描述恐怖分子行为的一个重要指标。

(3)恐怖分子袭击成功次数。恐怖袭击成功定义有两个标准:第一,根据恐怖分子攻击的实际效果定义的。比如,在一个典型的成功爆炸案件中,炸弹发生爆炸并造成了一定的财产破坏或个人伤亡,而一个不成功的炸弹轰炸,炸弹在早期被政府工作人员发现和化解引爆,最后并杀死凶手。第二,成功不是通过犯罪者考虑较大的目标来判断的。比如,一个炸弹在建筑物发生爆炸可以看做成功,即使它并没有成功的导致建筑物的倒塌或者政府的倒退。同时恐怖分子袭击成功次数描述

了恐怖分子袭击事件的效率,是描述恐怖分子行为的一个重要指标。

(4)死亡人数。由于恐怖分子袭击事件中造成的经济损失、财产损失及造成的恐慌等精神损失无法量化,且没有网站或年鉴对其进行具体统计,因此用死亡人数描述事件损失<sup>[22]</sup>。

在内生性实证分析中,用 ATS 表示政府反恐财政支出,TAN 表示恐怖分子袭击次数,TAS 表示恐怖分子袭击成功次数,FN 表示死亡人数。本文样本数据为 1989—2014 年,共 26 年数据。政府公共安全财政支出数据来源于 2008—2014 年《中国统计年鉴》,恐怖分子袭击次数、恐怖分子袭击成功次数和死亡人数数据来源于 GLOBAL TERRORISM DATABASE 和相关网站<sup>[23]</sup>。

3.3 模型求解

由于序列的不平稳容易造成伪回归,因此需要对序列进行平稳性检验<sup>[24]</sup>。若序列平稳,则构造回归模型;若序列非平稳,需对原序列进行差分,直到第  $i$  阶平稳。在序列平稳的基础上,构造 VAR 模型,进而进行脉冲响应函数和方差分解分析。

运用 ADF 方法对政府反恐财政支出 ATS,恐怖分子袭击次数 TAN,恐怖分子袭击成功次数 TAS,死亡人数 FN 序列进行平稳性检验,其中,网站 GLOBAL TERRORISM DATABASE 上 1993 年 TAN、TAS、FN 数据丢失,在本文中将三个变量数值默认为 0,同时为方便对 FN 取对数,在以下的分析中,用  $SN=FN+1$  代替 FN。检验结果如表 1 所示。

表 1 平稳性检验结果

变量	检验类型 (c,T,d)	ADF 统计量	临界值(5%)	结论
一阶差分变量				
LATS	(0,0,1)	-3.969855	-3.622033	平稳
TAN	(0,0,1)	-4.178808	-1.956406	平稳
TAS	(c,T,1)	-4.361736	-1.956406	平稳
LSN	(0,0,1)	-5.500061	-1.956406	平稳

注:(c,T,d)分别代表检验形式中的常数项、时间趋势、滞后阶数;滞后阶数按 SC 最小信息准则确定。

从表 1 的检验结果可以看出,LATS、TAN、TAS、LSN 这五个变量序列的一阶差分序列在显著水平 0.05 下都是平稳的,即均为一阶单整序列。在以下分析中,均使用这个变量的一阶差分序列进行研究,分别表示为 DLATS、DTAN、DTAS、DLSN。

为了进一步分析政府行为、恐怖分子行为与事件损失大小之间的动态联系,构建 4 维向量自回归模型,需要确定 VAR 模型的滞后阶数。其中,滞后阶数是指滞后变量的个数,滞后阶数过大,有利于消除残差存在自相关,但会导致待估计参数增多,自由

度下降,影响模型参数估计的有效性;滞后阶数偏小,残差可能存在自相关,参数估计存在非一致性。滞后阶数又称为最优滞后阶数。本文选用常用的 AIC 和 SC 准则来确定<sup>[25]</sup>无约束 VAR 模型的最大滞后阶数  $p$ 。用 AIC 和 SC 准则确定滞后阶数  $p$  是指当 AIC 和 SC 值同时最小时的滞后阶数。对年度数据,比较到滞后阶数为  $p=4$ ,即分别

建立 VAR(1)、VAR(2)、VAR(3)、VAR(4)模型,比较 AIC、SC,使它们同时取最小值的滞后阶数值即为最大滞后阶数。由于本文所用数据为年度数据,运用 VAR 模型得出的滞后阶数  $p$  分别为 4、3、2、1 时的 AIC 和 SC 的值,如表 2 所示。由表 2 可知, $p=4$ ,AIC 和 SC 值同时取最小。因此,建立 VAR(4)模型:

表 2 滞后阶数  $p=4,3,2,1$  时的 AIC 和 SC 值

	$p=4$	$p=3$	$p=2$	$p=1$
AIC	8.900732	11.44642	13.14422	13.53265
SC	12.283	14.02525	14.92151	14.51436

$DLATS$

$DTAN$

$DTAS$

$DLSN$

$=$

$\begin{bmatrix} 0.03657 \\ 9.417516 \\ 9.650271 \\ 0.232331 \end{bmatrix}$

$+$

$\begin{bmatrix} 1.31758 & 0.040973 & -0.04572 & 0.004286 \\ 144.2592 & -3.735529 & 4.314116 & -3.41648 \\ 156.1129 & -2.253156 & 2.614824 & -3.1116 \\ -8.751085 & -0.762886 & 1.009368 & -0.67738 \end{bmatrix}$

$\begin{bmatrix} DLATS_{t-1} \\ DTAN_{t-1} \\ DTAS_{t-1} \\ DLSN_{t-1} \end{bmatrix}$

$+$

$\begin{bmatrix} 0.236244 & 0.018947 & -0.02181 & -0.00483 \\ -366.1526 & -0.74854 & 1.049114 & -1.89757 \\ -344.6824 & -0.270917 & 0.467762 & -1.91725 \\ -31.91046 & -0.347369 & 0.444645 & -0.1442 \end{bmatrix}$

$\begin{bmatrix} DLATS_{t-2} \\ DTAN_{t-2} \\ DTAS_{t-2} \\ DLSN_{t-2} \end{bmatrix}$

$+$

$\begin{bmatrix} -1.014492 & 0.00335 & -0.00376 & -0.00087 \\ 201.7426 & -2.396347 & 2.482242 & 0.895193 \\ 167.377 & -1.75289 & 1.831326 & 0.328042 \\ 45.63911 & 0.048997 & 0.028409 & -0.19497 \end{bmatrix}$

$\begin{bmatrix} DLATS_{t-3} \\ DTAN_{t-3} \\ DTAS_{t-3} \\ DLSN_{t-3} \end{bmatrix}$

$+$

$\begin{bmatrix} 0.316468 & 0.020175 & -0.01984 & -0.02189 \\ -17.12526 & -1.890791 & 1.917606 & -0.5242 \\ -14.36053 & -1.394051 & 1.431683 & -0.81373 \\ -6.925962 & 0.341236 & -0.37895 & 0.535823 \end{bmatrix}$

$\begin{bmatrix} DLATS_{t-4} \\ DTAN_{t-4} \\ DTAS_{t-4} \\ DLSN_{t-4} \end{bmatrix}$

$+$

$\begin{bmatrix} \epsilon_{1t} \\ \epsilon_{2t} \\ \epsilon_{3t} \\ \epsilon_{4t} \end{bmatrix}$

$(4)$

VAR 模型的拟合优度 0.9507、0.8804、0.892、0.8299,表明拟合效果较好。同时通过计算模型 AR 的特征多项式,根模的倒数全部位于单位圆内(包括单位圆上),如图 1 所示,表明建立的 VAR(4)模型是稳定的。即当模型中某个变量发生变化时(生成一个冲击),会使其他变量发生变化,但随着时间的推移,这种影响会逐渐消失。

3.4 结果分析

上面通过 VAR(4)模型方程表示了政府行为、恐怖分子行为和恐怖袭击事件损失的关系,为了更加直观描述三者的动态联系,了解政府反恐财政支出、恐怖分子袭击次数、袭击成功次数、恐怖袭击事件损失的相互关系,分别给政府反恐财政支出、恐怖分子袭击次数、袭击成功次数、恐怖袭击事件损失一

个正的冲击,采用广义脉冲方法得到:政府反恐财政支出对恐怖分子袭击次数冲击、恐怖分子袭击成功次数冲击、袭击事件损失冲击的脉冲响应函数图(如图 4 所示)和恐怖分子袭击次数、恐怖分子袭击成功次数、袭击事件损失对政府反恐财政支出冲击的脉冲响应函数图(如图 5 所示)。其中,横轴表示冲击作用的滞后期间数(单位:年),图 4 纵轴表示被解释变量政府反恐财政支出的变化,图 5 纵轴表示被解释变量恐怖分子袭击次数、恐怖分子袭击成功次数和恐怖袭击事件损失的变化。

从图 4 中可以看出,政府反恐财政支出对自身的新息过程比较敏感,具有明显的正效应,在前 8 期内急剧下降,之后小幅度上升,在第 12 期达到一个峰值,在 12 期之后上下波动,幅度越来越小,最终呈

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

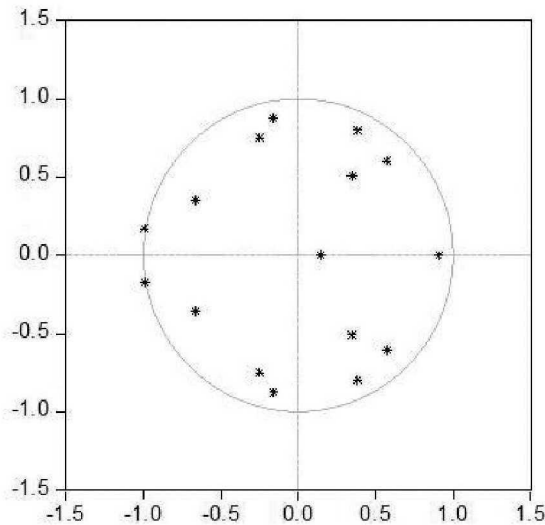


图 3 VAR(4)的 AR 特征多项式逆根图

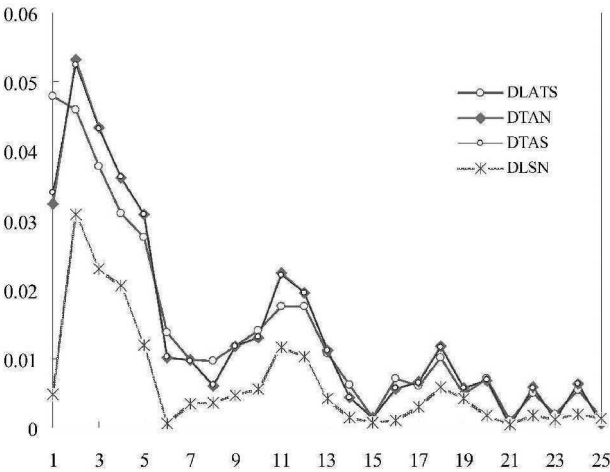


图 4 DLATS 对 DLATS、DTAN、DTAS、DLSN 冲击的脉冲响应

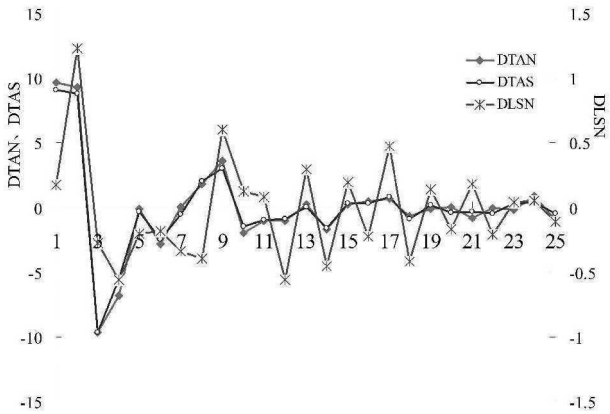


图 5 DTAN、DTAS、DLSN 对 DLATS 冲击的脉冲响应

这一冲击具有显著的促进作用和较长的持续效用，但这种正效应整体呈递减趋势，最终被时间抵消；政府反恐财政支出对恐怖分子袭击次数冲击立即作出响应，呈现正效应，这种效应先递增，在第 2 期达到最高点 ( $\theta^{(2)} = 0.053247$ ，即在第 2 期 DLATS 对 DTAN 的响应是 0.053247)，之后上下波动，呈收敛状态。表明恐怖分子袭击次数增加，使近期政府反恐财政支出大幅度增加，长期政府反恐财政支出小范围增加。由于恐怖分子袭击次数与恐怖分子袭击成功次数数据相差不大，为此两者冲击引起的政府反恐财政支出的响应曲线呈重合状态，分析结果相同；政府反恐财政支出对恐怖袭击事件损失冲击也具有正的效应，先递增，同样在第 2 期达到最高点，之后上下波动，呈收敛状态。表明恐怖袭击事件损失的某一冲击也会给政府反恐财政支出带来同向的冲击，恐怖袭击事件损失增加，使近期政府反恐财政支出大幅度增加，长期政府反恐财政支出小范围增加。

从图 5 可以看出，恐怖分子袭击次数和恐怖分子袭击成功次数对政府反恐财政支出冲击的冲击效应由第 1 期、第 2 期的正效应变为负效应，在第 3 期达到峰值 ( $\theta^{(3)} = -9.6$ )，之后呈上升趋势，仍为负效应，在 7 期之后小幅度上下波动，最终收敛于零；恐怖袭击事件损失对政府反恐财政支出冲击的冲击效应，在第 2 期达到峰值且为正向 ( $\theta^{(2)} = 1.230795$ )，之后递减，在第 4 期到第 8 期均负效应，之后小幅度上下波动，收敛于零。这表明政府反恐财政支出增加使前 2 期恐怖分子袭击次数、恐怖分子袭击成功次数增加，但增加幅度递减，使前 2 期内恐怖袭击事件损失小幅度上升，直到第 3 期才能减小恐怖分子袭击次数、恐怖袭击事件损失，并具有较长的持续效应。

为了确定政府反恐财政支出、恐怖分子袭击次数、恐怖分子袭击成功次数在恐怖袭击事件损失中的作用大小，可以进行方差分解分析。基于所建立的 VAR(4)模型，可以得到各个变量的方差分解结果。图 46 给出了恐怖袭击事件损失的方差分解结果，其中，横轴表示滞后期间数(单位：年)，纵轴表示百分比贡献率。

从图 6 可以看出，从第 1 期到第 2 期，恐怖分子袭击次数对恐怖袭击事件损失贡献最大，呈下降趋势；政府反恐财政支出对恐怖袭击事件损失的贡献相对较小，呈上升趋势；在第 2 期，政府反恐财政支出对恐怖袭击事件损失的最大贡献，即政府反恐财政支出

收敛状态。表明政府反恐财政支出受外部条件的某一冲击后，给未来政府反恐财政支出带来同向冲击，

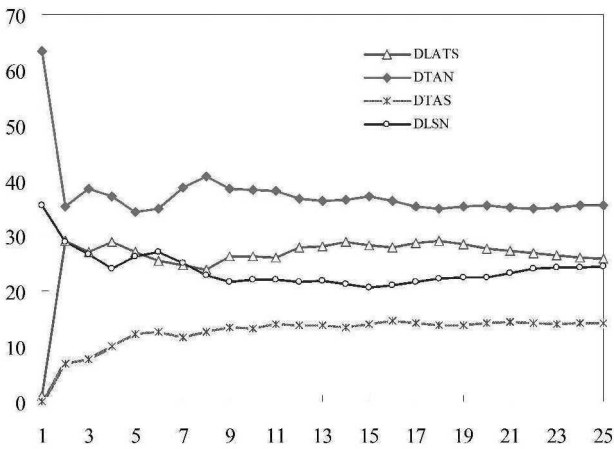


图6 恐怖袭击事件损失的方差分解结果

波动对恐怖袭击事件损失的影响存在大约两期的滞后效应,之后各影响因素对恐怖袭击事件损失的贡献趋于平稳,恐怖袭击次数的贡献最大,政府反恐财政支出贡献次之,恐怖袭击事件损失贡献稍微略于政府反恐财政支出贡献。结果分析很好的解释了恐怖分子对同一地方同一地点进行连环袭击的三个原因,原因一:恐怖袭击次数对袭击目标造成的损失影响远远大于政府反恐财政支出的贡献;原因二:当期恐怖袭击事件损失对后期恐怖袭击事件损失具有较强的持续影响效应;原因三:当期政府反恐财政支出对减小恐怖袭击事件损失具有两期滞后效应。因此,反恐任务非一朝一夕才能完成的,需要政府制定长远反恐应急策略。

5 结语

当前恐怖袭击事件不断发生且蔓延全球,对各国的反恐任务提出了严峻挑战。考虑到恐怖袭击事件具有事态发展的高度偶然性、突发性和不确定性、信息匮乏以及社会网络结构的复杂性、随机性和动态性等非常规特点,以 1989—2014 年 31 个省市自治区数据为依据,对恐怖袭击事件进行时空差异分析,并构建了 VAR(4)模型,对恐怖分子策略选择、政府反恐行为以及恐怖事件损失进行脉冲响应函数和方差分解分析,分析了恐怖分子袭击次数、恐怖分子袭击成功次数、政府反恐财政支出、袭击事件损失间的内生性联系。

研究表明:第一,当期政府反恐财政支出促使未来政府反恐财政支出增加。第二,恐怖分子袭击次数增加,政府反恐财政支出也增加;但政府反恐财政支出对减小未来恐怖分子袭击次数存在两期滞后效应。第三,恐怖袭击损失增加,政府反恐财政支出也增加;但政府反恐财政支出对减小恐怖袭击损失效果也存在两期滞后效应。第四,恐怖分子对同一地

方同一地点进行多次袭击,源于恐怖袭击次数对袭击事件损失贡献最大,政府反恐财政支出贡献次之,同时本期恐怖袭击事件损失对后期袭击损失具有较强的持续影响效应。

本文结论对政府反恐财政支出进而建立反恐长效机制具有一定的理论借鉴意义。由于恐怖主义事件发生背景、根源的复杂性,以及恐怖主义活动的秘密性,使得境内外恐怖分子相互勾联问题无法得到量化,此外恐怖分子参与人数、恐怖分子造成的经济损失以及袭击事件恐怖分子被抓捕等数据无法获得统计,使得模型解释力有限。

参考文献:

[1] 吴合琴. 中国国家安全蓝皮书引关注,全球面临反恐新形势[EB/OL]. [2014-05-07]. [www.chinanews.com/hb/2014/05-07/6142603.shtml](http://www.chinanews.com/hb/2014/05-07/6142603.shtml).

[2] 李健和,王存奎,梅建明,等. 当代恐怖主义的特征与发展趋势[J]. 中国人民公安大学学报(社会科学版), 2008,(3):1-7.

[3] Zhuang Jun, Bier V M. Balancing terrorism and natural disasters defensive strategy with endogenous attacker effort [J]. Operational Research, 2007, 55(5): 976-991.

[4] Zhuang Jun, Bier V M, Alagoz O. Modeling secrecy and deception in a multiple-period attacker-defender signaling game [J]. European Journal of Operational Research, 2009, 203(2): 409-418.

[5] Shan Xiaojun J, Zhuang Jun. Hybrid defensive resource allocations in the face of partially strategic attackers in a sequential defender-attacker game [J]. European Journal of Operational Research, 2013, 228(1): 262-272.

[6] Patterson S A, Apostolakis G E. Identification of critical locations across multiple infrastructures for terrorist actions [J]. Reliability Engineering and System Safety, 2006, 92(9): 1183-1023.

[7] 柴瑞瑞,孙康,陈静锋,等. 连续恐怖袭击下反恐设施选址与资源调度优化模型及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(2): 464-472.

[8] Bier V M, Oliveros S, Samuelson L. Choosing what to protect: Strategic defense allocation against an unknown attacker [J]. Journal of Public Economic Theory, 2007, 9(4): 563-587.

[9] 刘德海,周婷婷,王维国. 反恐国际合作双重标准问题的序贯互惠博弈模型[J]. 中国管理科学, 2015, (S1): 301-309.

[10] Ressler S. Social network analysis as an approach to combat terrorism: Past, present, and future research [J]. Homeland Security Affairs, 2006, 2(2): 1-10.

- [11] Bohannon J. Counter-terrorism's new tool: 'Metanet-work' analysis [J]. Science, 2009, 325 (405): 409—411.
- [12] 付举磊, 孙多勇, 肖进, 等. 基于社会网络分析理论的恐怖组织网络研究综述[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(9): 2177—2186.
- [13] 刘德海, 周婷婷. 基于认知差异的恐怖主义袭击误对策分析[J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(10): 2646—2655.
- [14] LaFree G, Dugan L, Xie Min, et al. Spatial and temporal patterns of terrorists attacks by ETA 1970 to 2007 [J]. Journal of Quantitative Criminology, 2012, 28(1): 7—29.
- [15] Wang Xiaoyu, Miller E, Smarick K, et al. Investigative visual analysis of global terrorism [J]. Computer Graphics Forum, 2008, 27(3): 919—926.
- [16] Krisztina K K, Helge L, Günther G S. On the origin of domestic and international terrorism [J]. European Journal of Political Economy, 2011, 27(SI): S17—S36.
- [17] Borooah V K. Terrorist incidents in India, 1998—2004: A quantitative analysis of fatality rates [J]. Terrorism & Political Violence, 2009, 21: 476—498.
- [18] 蒋天颖. 浙江省区域创新产出空间分异特征及成因[J]. 地理研究, 2014, 33(10): 1825—1836.
- [19] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模 Eviews 应用及实例 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [20] 吴振信, 薛冰, 王书平. 基于 VAR 模型的油价波动对我国经济影响分析[J]. 中国管理科学, 2011, 19(1): 21—28.
- [21] 谢赤, 屈敏, 王纲金. 基于 M-Copula\_GJR—VAR 模型的黄金市场最优套期保值比率研究[J]. 管理科学, 2013, 26(2): 90—99.
- [22] Clauset A, Young M. Scale invariance in global terrorism [EB/OL]. (2005—05—01) [2012—01—10]. <http://xxx.lanl.gov/abs/physics/0502014>.
- [23] 庄呈展. 中国并不是一个恐怖主义事件多发的国家 [EB/OL]. [2014—3—10]. [http://www.qstheory.cn/gj/gjsdfx/201403/t20140310\\_328751.htm](http://www.qstheory.cn/gj/gjsdfx/201403/t20140310_328751.htm).
- [24] 危黎黎, 向书坚. 我国工业增加值季节波动非线性研究—基于 SEATV—STAR 模型[J]. 中国管理科学, 2016, 24(4): 10—18.
- [25] 姚登宝, 刘晓星, 张旭. 市场流动性与市场预期的动态相关结构研究[J]. 中国管理科学, 2016, 24(2): 1—10.

### Spatial-temporal Difference Analysis of Terrorist Attacks and Endogeneity based on VAR Model

CHAI Rui-rui<sup>1</sup>, LIU De-hai<sup>1</sup>, CHEN Jing-feng<sup>2</sup>

(1. School of Management Science and Engineering, Dongbei University of Finance and Economics, Dalian 116025, China;

2. Institute of Systems Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

**Abstract:** Current terrorism has become the primary threat to national stability and regional security, simultaneously presented a trend of constantly spread. Taking the number of terrorist attacks as sample points, the kernel density estimation is used and spatial-temporal pattern evolution of terrorist attacks of 31 provinces from 1989 to 2014 is analyzed. Terrorist activities show significant spatial-temporal difference. Considering the dynamic relationship among the terrorist attacks, the government anti-terrorist acts and event severity, the VAR model is applied to construct the endogenous relationship among the government anti-terrorism fiscal expenditure, the number of terrorist attacks, the number of terrorist successful attacks and number of fatality. Emphatically, the effect of terrorist acts fluctuation and number of fatality fluctuation on the government anti-terrorism fiscal expenditure and the impact of the government anti-terrorism fiscal expenditure fluctuation on terrorist acts and number of fatality are discussed. The results show that the increases in the number of terrorist attacks lead to an increase in the government anti-terrorism fiscal expenditure. Conversely, the government anti-terrorism fiscal expenditure has a lag effect on reducing the number of terrorist attacks. Through the analysis of dynamic relationship between the government and terrorist, it can provide theoretical guidance for the deployment of anti-terrorism strategy.

**Key words:** terrorist attacks; spatial-temporal difference; Kernel density; VAR model; impulse response