

项寅, 陈静. 基于对应分析的反恐防御资源分配问题研究[J]. 灾害学, 2018, 33(2): 165 – 171. [XIANG Yin, CHEN Jing. Application of correspondence analysis for governmental early warning and defense resource allocation against terrorist [J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(2): 165 – 171. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.02.029.]

基于对应分析的反恐防御资源分配问题研究^{*}

项寅¹, 陈静²

(1. 上海财经大学 国际工商管理学院, 上海 200433; 2. 山东工商学院 工商管理学院, 山东 烟台 264005)

摘要: 恐怖袭击目标的泛化和软化使稀缺的资源无法对每处目标设防, 为提高防御资源使用效率, 将“对应分析”应用于恐怖袭击风险预警和反恐资源分配问题研究中, 并从防御资源的类别角度提出资源分配的具体方案。在 GTD 大数据基础上, 选取袭击目标为主因素, 分别与死亡率、受伤率、时间段、武器进行对应分析, 首先根据分析结果把袭击目标归为五大类: ①“高频率、高死伤、低损失”的平民、警察、军队目标; ②“低频率、低死伤、高损失”的公共事业、飞机和机场目标; ③“低频率、高死伤、低损失”的交通目标; ④“高频率、低死伤、低损失”的政府目标; ⑤“低频率、低死伤、低损失”的其他各类目标。其次, 结合对应分析的结果并利用定性分析, 提出了情报资源、安保资源、监控资源、武器资源和安检资源在各类目标中的具体分配方案。

关键词: 恐怖袭击; 风险预警; 资源分配; 对应分析

中图分类号: D81; X45 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2018)02-0165-07

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.02.029

“9·11 事件”以来, 虽然各国加大反恐力度并提升安防等级, 但是恐怖袭击仍然频频发生, 国际安全形势令人堪忧。根据全球恐怖主义数据库 (GTD) 记录, 2001-2016 年间全球共发生恐怖袭击 85196 起, 各年袭击总数逐年递增。因此, 如何识别关键目标并分配防御资源, 是降低袭击损失的重要途径。

由于恐怖袭击的目标具有随机性和广泛性, 因此有限的防御资源必须做出合理的分配。在现有的反恐资源分配问题研究中, 一些学者通过计算各类设施的袭击风险值来确定防御资源的分配数量。例如, Cornell 等^[1]和 Apostolakis 等^[2]用概率分析模型计算不同场景下各目标的受袭风险; 张峥等^[3-4]进一步将风险矩阵应用于工业设施和城市设施的风险评估中; Willis^[5]则提出了一种由“威胁”、“脆弱性”、“后果”构成的恐怖袭击风险评估模型; 种鹏云和帅斌^[6]又针对危险品运输网络提出了恐怖袭击风险的云估计方法。另一些学者利用回归分析从恐怖袭击大数据中挖掘袭击者的目标偏好^[7-8], 并以此作为资源分配的依据。例如, Berrebi 和 Lakdawalla^[7]发现以色列地区的恐

怖分子偏好袭击犹太人较多且涵盖政府机构的地区; McCartan 等^[8]发现恐怖分子在车臣暴乱中偏好袭击俄罗斯的平民目标和车臣的非平民目标; Asal 等^[9]则发现宗教主义恐怖分子倾向袭击“软目标”, 而民族分裂主义恐怖分子恰与之相反。还有一些学者则利用博弈模型研究资源分配策略。例如, 赵国敏等^[10]利用博弈模型研究地铁站的反恐资源分配策略; 韩传峰等^[11]和柴瑞瑞等^[12]构造了反恐应急选址设施的博弈模型, 以此优化应急资源在各区域中的分配。

通过文献综述发现, 上述三种方法均存在一些局限。例如: 概率模型虽然可以计算每类目标的风险值, 但是无法得到目标和袭击方式、袭击武器的对应关系; 回归模型虽然可以挖掘袭击风险的影响因素, 但是很难对大量定性数据进行分析; 博弈模型则过度强调了恐怖分子的理性程度, 其计算结果很难应用于实践。在现实中, 恐怖袭击数据如袭击方式、袭击目标、袭击武器、资源类别等多为定性数据, 它们之间又存在着潜在的对应关系。因此, 结合上述方法的局限, 本文首次将对应分析(CA)应用于恐怖袭击防御资源分配问题中, 将袭击特征视

^{*} 收稿日期: 2017-07-19 修回日期: 2017-09-20

基金项目: 国家自然科学基金项目“不对称信息下随机反恐阻止网络设计与资源分配研究”(71571114); 上海财经大学研究生创新基金项目“反恐阻止网络设计及防御资源动态分配优化研究”(CXJJ-2017-340)

第一作者简介: 项寅(1987-), 男, 江苏苏州人, 博士研究生, 研究方向为应急管理. E-mail: xiang19872728@126.com

通讯作者: 陈静(1983-), 女, 湖北潜江人, 博士, 讲师, 研究方向为供应链管理, 风险管理. E-mail: 954402890@qq.com

作防御资源分配的依据来考虑，并从资源类别的角度提出了具体的反恐资源分配方案。

1 研究方法介绍

对应分析是一种多元统计分析技术，该方法在恐怖袭击数据的分析中具有较大的优势。由于恐怖袭击数据库包含大量定性数据，且每类定性数据的类别繁多，普通的描述性统计不能看出定性变量之间的对应关系，传统的列联表虽然可以通过卡方检验判断定性变量间的关联性，却无法度量关联的亲疏程度。对应分析则可以克服这些不足，在列联表的基础上，通过同时对行变量和列变量进行 Q 因子分析和 R 因子分析来实现对行变量和列变量降维的目的，降维后的所有类别变量被反映在一张二维的对应图中，通过分别度量两个维度方向上的距离即可判断不同类别变量之间的亲疏程度。

然而，并非所有数据都适合进行对应分析，

首先在对应分析前需要测量行变量和列变量之间的关联性，如果两者相互独立，对应分析也就没有意义；其次 Q 因子分析和 R 因子分析中得到的前两个特征根的累积贡献率不能低于 70%^[13]，否则降维后得到的两个维度不能解释数据的大部分信息，将直接导致分析结果的不精确。

2 数据采集和预处理

全球恐怖主义数据库 (GTD) 是由美国国土安全部建立在马里兰大学的全球恐怖主义研究和恐怖主义预警中心 (START) 专门设立的，主要用于恐怖主义的研究^[14]。该数据库将袭击目标分为 21 类主要目标和 107 类细分目标，本文主要研究 21 类主要目标的资源分配问题，各目标的具体的说明以及描述性统计分析如表 1 所示。根据表 1 中的“占比”发现，平民、军事和警察是新世纪中最主要的三类袭击目标，累计百分比达到 57%，代表着较高的受袭频率。

表 1 GTD 中主要袭击目标的分类说明和频率分布

主要目标	目标描述	袭击次数 (2001 - 2015 年)	占比/%
商业	企业如采矿公司，石油公司等办公室或员工，以及公民消费场所如餐馆、加油站、音乐商店、酒吧、咖啡厅等	6978	8
政府(一般)	国会大厦、政府成员、前成员、各政党成员、车队及赞助的活动、政治运动，以及法官、公职律师、法院和法院系统、政客、皇室、国家元首、政府雇员、情报机构和间谍等	9917	12
警察	警察局、巡逻队、警校、警车、检查站、监狱，以及监狱工作人员或警卫	13235	16
军事	部队、巡逻队、营房、车队，吉普车、飞机、从事警务职能的士兵等	13242	16
流产诊所	流产诊所、雇员、顾客，或在诊所派驻的保安人员	25	0.1
机场和飞机	飞机或机场，航空公司雇员和管理人员，董事会	300	1
政府(外交)	外国使团进行的攻击，包括大使馆、领事馆等。	1039	1
教育	学校、教师、学校网站、大学教授、校车的攻击，也包括宗教学校等。	2555	3
食物或水供应	食物或水供应或储备的攻击	127	0.2
新闻记者	记者，新闻助理，摄影师，出版商，以及对媒体总部和办公室等	1077	1
海事	渔船、油轮、渡船、游艇等	103	0.2
非政府组织	红十字会和无国界医生等非政府组织的办公室和员工	541	1
其他	救护车、消防队员、难民营和国际非军事区等	362	0.4
平民	一般的公众，及对公共领域，包括市场，商业街，繁忙的十字路口和步行街	22527	27
宗教	宗教领袖、宗教机构、宗教场所、宗教人物以及非政府组织、企业或学校的宗教团体	2437	3
电信	对手机信号塔、电话亭、电视发射机、广播和微波塔等	498	1
恐怖分子	GTD 中所有恐怖组织及其恐怖组织成员	1760	2
游客	旅游巴士、游客、旅游局	146	0.1
交通	车站、公共巴士、小巴、火车、地铁、高铁、高速公路、桥梁、道路等	2685	3
公用事业	核电站、石油系统、天然气系统和电力变电站等	1781	2
暴力政党	同时具有政党和恐怖分子双重身份的人	905	1

表 2 类别信息和索引说明

变量	类别和对应的索引
时期	(1) 2001 – 2005 年；(2) 2006 – 2010 年；(3) 2011 – 2015 年
区域	(1) 北美；(2) 中美和加勒比地区；(3) 南美；(4) 东亚；(5) 东南亚；(6) 南亚；(7) 中亚；(8) 西欧；(9) 东欧；(10) 中东和北非；(11) 撒哈拉以南非洲；(12) 大洋洲
袭击目标	(1) 商业；(2) 政府(一般)；(3) 警察；(4) 军事；(5) 机场和飞机；(6) 政府(外交)；(7) 教育；(8) 新闻记者；(9) 非政府组织；(10) 平民；(11) 宗教；(12) 电信；(13) 恐怖组织；(14) 交通设施；(15) 公共事业；(16) 暴力政治；(17) 其他
袭击武器	(1) 枪支；(2) 未知类型的爆炸；(3) 车辆；(4) 火箭弹/迫击炮；(5) 其他爆炸类型；(6) 手榴弹；(7) 纵火；(8) 地雷；(9) 自动武器；(10) 自杀式爆炸；(11) 遥控炸弹；(12) 粘性炸弹；(13) 刀/利器；(14) 手枪；(15) 汽油弹；(16) 汽油/酒精；(17) 定时炸弹；(18) 步枪和猎枪；(19) TNT 炸药 20 – 快递/信件炸弹
死亡人数	(1) [0]；(2) [1]；(3) [2, 3]；(4) ≥ 4
受伤人数	(1) [0]；(2) [1, 2]；(3) [3, 7]；(4) ≥ 8

数据预处理包括缺失值处理和数据合并。本文对 2001 – 2015 年的数据进行实证分析，共计袭击事件 85196 起。选取数据库中的“年份”、“主要目标”、“细分武器”、“死亡人数”、“受伤人数”、“财产损失”六大指标进行定量分析。首先，除“财产损失”外，其他五类指标的缺失值比例较小，分别为 0%，3.4%，6.9%，3.2%，6.6%，直接删除缺失值，由于“财产损失”的缺失值高达 66%，因此只能单独进行描述性统计分析；其次，根据对应分析的需要将数据进行合并，在此，将“年份”按每 5 年进行划分，共聚为三类，把“袭击目标”中出现频数较少的类别聚为一类，例如把堕胎诊所、食物和水供应、海事、游客合并至“其他”，并保留其他的原始目标类别，如图 1 和图 2 所示，把死亡人数和受伤人数分别划分为四类，并最大程度地使其均匀分布。整理后的各指标及包含的类别变量如表 2 所示。

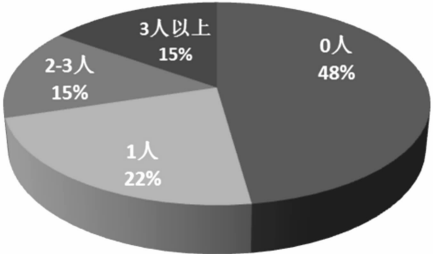


图 1 死亡水平分布情况

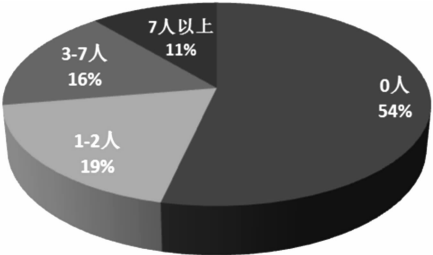


图 2 受伤水平分布情况

3 数据分析

四组对应分析在分析前全部通过了卡方检验，说明行列变量之间存在相关性并适用对应分析；同时各组对应分析中的前两个特征根的累积贡献率也均高于 70%，充分说明了对应分析的准确性。

3.1 袭击目标和死亡率的对应分析

将袭击目标和死亡率进行对应分析，以发现高死亡类目标。分析结果如图 3 所示，不同的死亡水平分散于原点，说明存在差异性。宗教接近原点，其死亡水平分布接近平均，军事、警察、平民和恐怖组织对应着高死亡水平 3 和 4，政府(一般)、新闻记者和暴力政治对应着较高死亡水平 2，其他目标则对应着低死亡水平 1。通常离开原点越远，解释程度越高，例如，若对每类目标均袭击 100 次，则公共事业和电信在所有目标中出现零死亡的比率最高。

其中，军事、警察、平民属于高死亡水平目标，原因包括：①手无寸铁的平民往往对于恐怖袭击缺乏警惕性和防御能力，加上恐怖分子偏好于选择人流量大的时间地点发动袭击，因此易产生高死亡；②虽然警察具有防御能力，但是部分国家的警察武器陈旧、训练不足，导致在和恐怖分子交火的过程中落于下风，在中国新疆接连发生的袭警恐怖袭击中，均出现警察牺牲的现象；③伊拉克战争中，恐怖分子的游击战术和地雷战术让美军吃尽苦头，美军常常因地形不熟而陷于被动，数据显示，7 年伊拉克战争中美军死亡人数为 4 430 人^[15]，这还未包括武器更为落后的伊拉克安全部队。

3.2 袭击目标和受伤率的对应分析

将袭击目标和受伤率进行对应分析，以发现

高受伤类目标。分析结果如图4所示,交通设施对应高受伤水平4。平民、恐怖组织、警察、军事对应较高受伤水平2和3,其他目标则对应低受伤水平1。其中,电信和公共事业的解释程度最高,最不易导致受伤情况出现。

其中,除平民、军事、警察对应较高受伤水平外,交通设施也对应着高受伤水平,因为实际案例中,恐怖分子常选择安检力量薄弱的售票大厅和车站前广场等区域进行袭击,这些区域往往人流密集,因而极易导致人员伤亡,同时,车站本身又具有一定的安保和应急能力,在遭受袭击后,其自身的防御措施立即启动,加之周边的民警、武警和急救人员也会迅速制止袭击并救治伤员,因此,袭击常导致高受伤率,而非高死亡率。例如,2014年3月1日,昆明火车站发生暴恐袭击,导致31人死亡,141人受伤;同年4月30日,新疆乌鲁木齐火车站发生同样性质的恐怖袭击,导致1人死亡,79人受伤。

3.3 袭击目标和时间段的对应分析

将袭击目标和时间段进行对应分析,以追踪近五年的热点目标。分析结果如图5所示,公共事业分布接近平均,宗教、警察、军事、暴力政治、恐怖组织是2011年后最主要的袭击目标,电信、教育、非政府组织、政府(一般)、平民、商业是2006-2010年最主要的袭击目标,其他目标则是2006年前最主要的袭击目标。

其中,军事、警察、宗教成为热点目标的原因与“伊斯兰国”的崛起存在一定联系,①“伊斯兰国”的战略目标是实现领土扩张并建立“哈里发”国家^[16],在伊拉克地区为抢夺地盘和政府军频频交火,致使军队的袭击频率在近几年有所上升;②“伊斯兰国”除了针对西方国家外,还增加了对存在利益冲突的其他伊斯兰教派的打击力度,致使袭击宗教的次数大大上升;③由于近几年各国警察针对各类恐怖犯罪活动的打击力度不断增强,严重影响到恐怖组织的日常运营,为扫除障碍,恐怖分子增加了对警察的袭击频率,以示报复,并以此制造更大的轰动效应。

3.4 袭击目标和袭击武器的对应分析

将武器和警察、军事、平民这三类高频率、高死伤的目标进行对应关系,以确定恐怖分子针对各类目标的武器偏好。分析结果如图6所示,恐怖袭击针对军事目标的武器较为贫乏,主要是遥控炸弹、火箭弹/迫击炮、地雷、粘性炸弹,用于袭击警察和平民的武器种类较多,其中,袭击平民的主要武器包括步枪和猎枪、TNT炸药、信件炸弹、定时炸弹、自动武器、枪支、手枪、汽

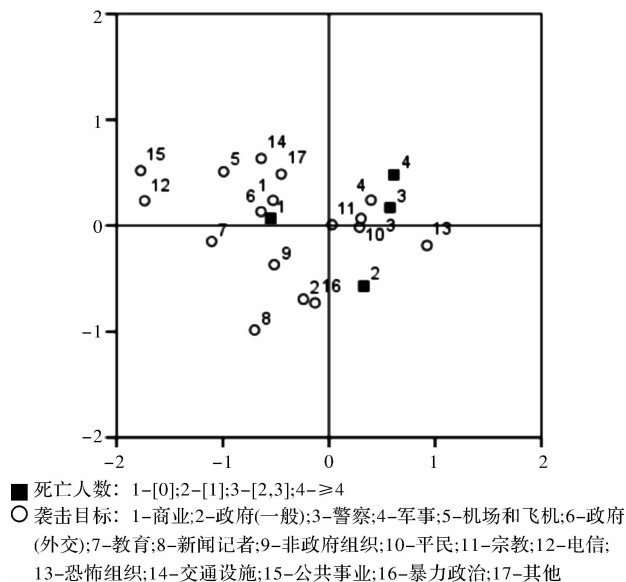


图3 目标和死亡率的对应分析

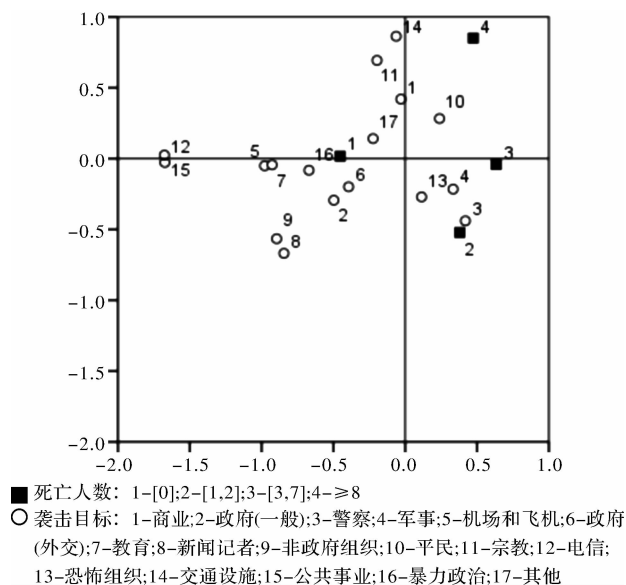
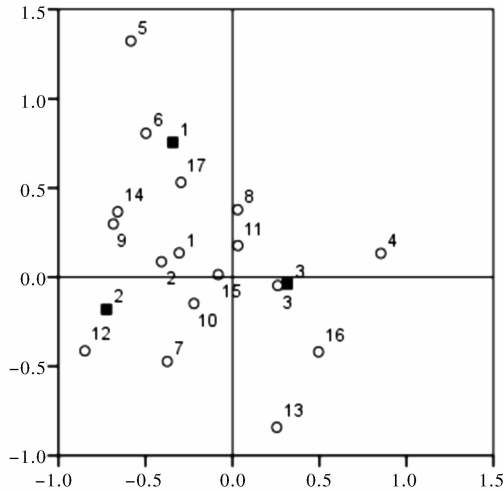


图4 目标和受伤率的对应分析

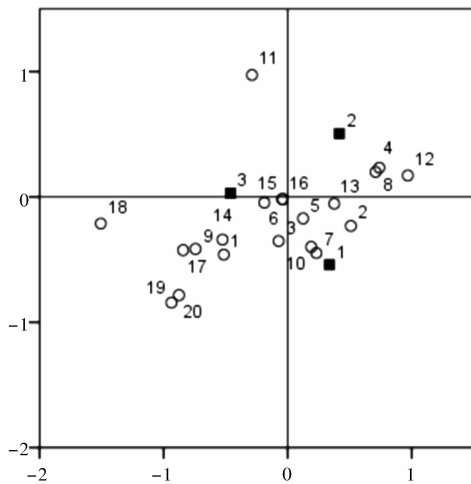
油弹和车辆炸弹,其余武器则主要针对警察。

其中,炸弹类武器是最主要的武器,因为“9·11事件”后,各国均加强了出入境货物的监管和军火走私的打击力度,恐怖分子的武器来源被大大压缩,往往只能通过一些生活和工业中的原料进行自制,而简易炸弹因制作工艺相对简单和原材料易得而成为恐怖分子的首选武器。同时,从一些袭击案例中发现,恐怖分子偏好在炸药中加入钢珠、碎链条等扩大杀伤力的原料,此外,炸弹的隐蔽性不断升级,目前已经出现了“鞋胶炸弹”和“内裤炸弹”,恐怖分子甚至扬言还会使用“人体炸弹”,即将炸弹植入女性的乳房或男性的臀部以躲避现有的安检系统^[17]。



■ 时间段: 1-2001~2005; 2-2006~2010; 3-2011~2015
○ 袭击目标: 1-商业; 2-政府(一般); 3-警察; 4-军事; 5-机场和飞机; 6-政府(外交); 7-教育; 8-新闻记者; 9-非政府组织; 10-平民; 11-宗教; 12-电信; 13-恐怖组织; 14-交通设施; 15-公共事业; 16-暴力政治; 17-其他

图5 目标和时间段的对应分析



■ 主要目标: 1-警察; 2-军事; 3-平民
○ 袭击目标: 1-商业; 2-政府(一般); 3-警察; 4-军事; 5-机场和飞机; 6-政府(外交); 7-教育; 8-新闻记者; 9-非政府组织; 10-平民; 11-宗教; 12-电信; 13-恐怖组织; 14-交通设施; 15-公共事业; 16-暴力政治; 17-其他

图6 主要目标和武器的对应分析

3.5 袭击目标和财产损失之间的描述性统计分析

最后, 对包含较多缺失值的“财产损失”进行描述性统计分析, 统计各类目标单次袭击损失超过 100 万美元所出现的概率分布, 以确定高损失目标。分析结果如图 7 所示, 公共事业、机场和飞机为最易导致高损失的目标。

这是因为, 公共设施包括核电站、石油和天然气系统等, 是保证工业生产和日常生活正常进行的重要设施, 一旦遭袭将中断工业和生活能源的提供, 从而造成不可估量的经济损失; 机场和飞机易每天承担着数以万计货物和乘客的输送, 遭袭后会导致航班中断甚至造成“空中秩序”的混乱, 进而带来巨大的经济损失。

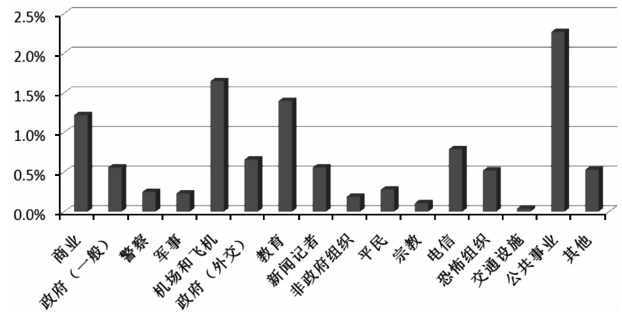


图7 各类目标在袭击下导致“重大损失”的比率

4 防御资源分配措施

依据数据分析的结果将现有目标分为五大类, 如表 3 所示, 第一类目标为“高频率、高死伤、低损失”目标, 包括警察、军事和平民; 第二类目标为“高频率、低死伤、低损失”目标, 主要是政府(一般); 第三类目标为“低频率、高死伤、低损失”目标, 主要是交通设施; 第四类目标为“低频率、低死伤、高损失”目标, 主要是公共事业; 第五类目标为低频率、低死伤、低损失”目标, 其他各目标均属于这一类。

根据所分类别, 本着后果最小化的原则, 资源的分配优先级别应以“高频率、高死伤、低损失”类目标为首, 以“低频率、高死伤、低损失”和“低频率、低死伤、高损失”类目标为次, 并以“高频率、低死伤、低损失”和“低频率、低死伤、低损失”类目标为末。此外, 具体的分配方案细定还需参考武器和目标的对应分析结果, 并与实际案例结合, 落实到具体的资源分配类型, 例如, 情报资源、安保资源、监控资源、武器资源、安检资源等。最终的分配方案如表 4 所示。

表3 恐怖袭击目标的分类和资源分配优先级情况

目标类别	目标细分	资源分配优先级
高频率、高死伤、低损失	警察、军事、平民	高
高频率、低死伤、低损失	政府(一般)	低
低频率、高死伤、低损失	交通设施	中
低频率、低死伤、高损失	公共事业、飞机和机场	中
低频率、低死伤、低损失	新闻记者、政府(外交)、非政府组织、宗教、暴力政治、商业、教育、电信、其他	低

表 4 防御资源的优先分配方案

资源类别	资源内容	优先分配的目标类型
情报资源	情报人员、情报搜集设备、情报分析技术等	平民、交通设施、飞机和机场、公共事业、警察、军事
安保资源	巡逻民警、保安人员、安保器械等	平民、交通设施、飞机和机场、公共事业
监控资源	监控装置、监控人员、监控技术等	平民、交通设施、飞机和机场
武器资源	警察装备、军队装备	警察、军事
安检资源	安检设备、安检人员、安检技术等	交通设施、飞机和机场

4.1 情报资源的分配

一般来说，恐怖分子为制造一次大规模的袭击事件，会提前对整个过程进行周密策划，如“9·11 事件”中，恐怖分子前后策划了几年时间，并参加各种飞行驾驶培训^[18]，因此，从恐怖分子策划阶段的蛛丝马迹中挖掘重要情报，可以提前识破潜在的袭击威胁并部署防御工作。反恐情报可以来源于互联网中的聊天信息、安插在恐怖组织内部的情报人员、审讯中的恐怖分子等，情报工作的开展需要大量的情报搜集和分析人员、先进的情报设备和情报技术等，在人员不充足，设备和技术不完善的前提下，情报的搜集范围应着重围绕“高死亡”或“高损失”的目标类别而展开。同时，考虑到反恐斗争的长期性，应重视对情报系统的扩充和完善，一方面要建立信息融合中心，将情报部门、公安部门、社会机构间的信息资源实现高度融合，并进行信息共享，另一方面也要重视大数据在反恐情报工作中的应用，密切关注社交网络、新闻媒体中的蛛丝马迹，利用数据挖掘技术寻找重要线索并监控可疑行为。

4.2 安保资源的分配

安保资源包括巡逻民警、保安人员、安保器械等，可以对恐怖分子造成一定的心理威慑，并降低恐怖袭击发生后的损失，应优先分配给平民、交通设施、飞机和机场、公共事业这几类“高死伤”或“高损失”的目标。从袭击高发的地点来看，人流密集的集会活动现场、购物中心、车站和机场大厅、豪华酒店的大厅等场所需要分配更多的巡逻民警或安保人员；从袭击高发的时间来看，上下班高峰段、圣诞节等重大节日期间需要投入更多的安保力量；从袭击武器来看，应增加防爆盾牌、炸弹拆除仪器等安保器械在民警及机场和车站安保人员中的分配比重，同时为避免汽车炸弹袭击的发生，应在集会活动现场周围设置路障，在酒店门口对车辆进行爆炸物的检测，在重要设施的周围安装防爆墙等。此外，还要合理优化民警的巡逻路线和保安的站岗地点，开展反恐演练并做好发生系列恐怖袭击事件的应急预案，确保袭击发生后反恐行动的及时性和高效性。

4.3 监控资源的分配

监控资源包括监控装置、监控人员、监控技

术等，可以在袭击发生前预先锁定形迹可疑人员并阻止袭击发生，也可以在袭击发生后用于追踪和抓捕案犯，应优先分配给平民、交通设施、飞机和机场这几类“高死伤”或“高损失”的目标。一方面，要建立完善的监控体系，实现城市中各大重要场所和路段，以及车站和机场中的实时监控，合理选取监控安装的位置并巧妙设计其隐蔽性，最大程度地覆盖每一个角落；另一方面，增加监控人员的同时注重智能视频监控技术的应用^[19]，在海量的视频信息中，通过开发设计智能算法来捕捉重要线索，以提高监控效率。

4.4 武器资源的分配

根据对应分析发现，恐怖分子袭击警察的武器以燃烧类和爆炸类为主，而袭击军队的武器主要是地雷、炸弹和迫击炮。相比于恐怖分子，部分国家的警察装备落后，例如，在“印度孟买案”中，印度警察使用的左轮手枪、旧式英制步枪、落后的通讯装备同恐怖分子火力强大的 AK47、全球定位系统、互联网电话语音协议技术等相比，其落后性暴露无遗。为提高警察的战斗力，应为更多的警察配备防弹背心、防爆头盔和防爆盾牌等基本防御装配，同时升级武器装备，配备自动步枪、闪光弹、手榴弹等攻击性武器。在军事装备中，武器装备应突出“无人化”和“隐蔽性”，以减少同恐怖分子发生游击战争的几率，例如，通过全球定位系统、无人侦察机、穿墙雷达、排雷机器人、无人轰炸机等实现侦查和攻击任务，减少人员伤亡，此外，还需分配更多的防雷车以用于士兵运送。

4.5 安检资源

加强安检资源在车站和机场中的分配：首先，在节假日等高峰时段增加安检人员数量、开展安检操作方面的培训、对安检人员实施轮班制度或考核制度，从而提高安检的速度和精度；其次，在重要站点增添“太赫兹人体安检仪”等设备，以弥补传统的 X 探测仪和金属探测仪所留下的盲区，防止“鞋胶炸弹”、“人体炸弹”的再次出现。最后，加强“禁飞名单”的建设，并增加人脸识别等高科技技术的应用，例如，人脸识别技术已经在美国机场得到应用^[20]，它可以针对对过往恐怖分子的

人脸特征进行总结和学习,并结合当事人的身份和人脸信息来判定是否为可疑人物。

5 结论和展望

利用对应分析把各类恐怖袭击目标归纳成五大类别,结合定性分析提出具体的资源分配建议。未来的研究还可以把对应分析用于具体细分目标的资源分配研究中。例如利用对应分析专门研究军事目标,挖掘其所含各类细分目标的频率、后果和对应的袭击特征,进一步完善资源分配方案。

参考文献:

- [1] Cornell E P, Guikema S. Probabilistic modeling of terrorist threats: A systems analysis approach to setting priorities among countermeasures [J]. *Military Operations Research*, 2002, 7 (4): 5-23.
- [2] Apostolakis E G, Lemon D M. A screening methodology for the identification and ranking of infrastructure vulnerabilities due to terrorism [J]. *Risk Analysis*, 2005, 25(2): 361-376.
- [3] 张峥, 吴宗之, 刘茂. 工业设施易受攻击性评价方法研究 [J]. *安全与环境学报*, 2004, 4(4): 76-78.
- [4] 张峥, 吴宗之, 刘茂. 城市设施恐怖袭击频率分析的方法论基础 [J]. *兰州大学学报*, 2005, 41(4): 21-24.
- [5] Willis H H. Guiding Resource Allocations Based on Terrorism Risk [J]. *Risk Analysis*, 2007, 27(3): 597-606.
- [6] 种鹏云, 帅斌. 恐怖袭击下危险品运输网络节点频率评估方法 [J]. *中国安全科学学报*, 2012, 22(8): 105-110.
- [7] Berrebi C, Lakdwalla D. How does terrorism risk vary across space and time, an analysis based on the Israeli experience [J]. *Defence & Peace Economics*, 2007, 18(2): 113-131.
- [8] Mccartanlm L M, Masselli A, Rey M. The logic of terrorist target choice an examination of chechen rebel bombings from 1997 - 2003 [J]. *Studies in Conflict & Terrorism*, 2008, 31(1): 60-79.
- [9] Asal H, Rethemeyer K, Anderson I, et al. The softest of targets: A study on terrorist target selection [J]. *Journal of Applied Security Research*, 2009, 4(3): 258-278.
- [10] 赵国敏, 刘茂, 张青松, 等. 基于博弈论的地铁车站恐怖袭击频率定量研究 [J]. *安全与环境学报*, 2006, 6(3): 47-50.
- [11] 韩传峰, 孟令鹏, 张超, 等. 基于完全信息动态博弈的反恐设施选址模型 [J]. *系统工程理论与实践*, 2012, 32(2): 366-372.
- [12] 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.
- [13] Higgs NT. Practical and innovative uses of correspondence analysis [J]. *Journal of the Royal Statistical Society*, 1991, 40(2): 183-194.
- [14] 刘霞, 韩自强, 金仕根. 国际恐怖活动的新特征及其发展趋势 [J]. *中国软科学*, 2015, (11): 1-10.
- [15] 中国新闻网. 伊拉克战争爆发 7 年来美军死亡人数达到 4430 人 [EB/OL]. (2010-12-09) [2017-06-06]. <http://www.chinanews.com/gj/2010/12-09/2712324.shtml>.
- [16] 周明, 曾向红. “基地”与“伊斯兰国”的战略差异及走势 [J]. *外交评论*, 2016(4): 130-156.
- [17] 中国现代国际关系研究院. 国际恐怖主义与反恐斗争年鉴: 2010 年 [M]. 北京: 北京时事出版社, 2011: 31-32.
- [18] 李本先, 张薇, 梅建明, 等. 大数据在反恐情报工作中的应用研究 [J]. *情报杂志*, 2014(12): 1-5.
- [19] 黄凯奇, 陈晓棠, 康运锋, 等. 智能视频监控技术综述 [J]. *计算机学报*, 2015, 38(6): 1093-1118.
- [20] Cavusoglu H, Kwark Y, Mai B, et al. Passenger Profiling and Screening for Aviation Security in the Presence of Strategic Attackers [J]. *Decision Analysis*, 2013, 10(1): 63-81.

Application of Correspondence Analysis for Governmental Early Warning and Defense Resource Allocation Against Terrorist

XIANG Yin¹ and CHEN Jing²

(1. Shanghai University of Finance & Economics, Shanghai 200433, China;

2. Shandong Technology and Business University, Shandong 264005, China)

Abstract: As terrorist attacks are random and uncertain, it is hard to allocate scarce defense resources to every potential targets. In order to make the allocation scheme more reasonable, Correspondence Analysis is innovatively used, and a new perspective based on the types of defense resources are also considered in this article. Based on GTD database, the correspondence associations are found between main factor “target” and other factor such as “mortality”, “Injury rate”, “period”, “weapon”. According to the results of correspondence analysis, 3 types of critical target are defined firstly, they are “high risk, high casualty, low loss” target, “low risk, high casualty, low loss” target, and “low risk, low casualty, high loss” target. A resource allocation scheme is designed secondly, it refers to the specific allocation of information resources, security resources, monitoring resources, weapons resources and security resources.

Key words: terrorist attack; Risk Warning; resource allocation; correspondence analysis