

朱天宇, 孙明. 基于鱼骨图及主成分分析社区公共安全承载力与规划管理对策[J]. 灾害学, 2015, 30(2): 215–219. [Zhu Tianyu and Sun Ming. Capacity and planning management measure of community public safety based on fishbone diagram and principal component analysis[J]. Journal of Catastrophology, 2015, 30(2): 215–219.]

基于鱼骨图及主成分分析社区公共安全承载力与规划管理对策*

朱天宇¹, 孙明^{1,2}

(1. 东北林业大学 土木工程学院 城乡规划学设计研究中心, 黑龙江 哈尔滨 150040;

2. 哈尔滨工业大学 建筑学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘要:近年来,对“居民满意度”的评价研究愈发重视,社区作为居民日常生活的必需场所,关于社区公共安全评价也尤为重要。建立量化城市社区公共安全规划体系是促进社区公共安全发展的重要有效措施之一。根据社区公共安全承载力评价体系的构建原则,选取6个一级指标,14个二级指标,运用鱼骨图分析法建立社区公共安全体系。在全国范围内选取的14个社区和《城市居住区规划设计规范》上下限值,结合统计软件SPSS,采用主成份分析法(PCA),找出影响社区公共安全规划的主要影响因子。同时对选取的社区进行公共安全承载力排序,通过量化分析提出公共安全规划与管理对策,为提高社区公共安全承载力提供参考依据。

关键词:社区;公共安全;鱼骨图;主成分分析法(PCA);规划管理

中图分类号:X43 **文献标志码:**A **文章编号:**1000–811X(2015)02–0215–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2015.02.040

当前城市自然灾害和人为灾害突发状况呈现出复杂且多发的趋势,而社区作为城市构成的基本单元,也是应对灾害发生的基本组成力量。然而社区规划一直是遵照《城市居住区规划设计规范》^[1]进行设计的,至于社区的公共安全规划也很少在具体规划设计中考虑。对于社区公共安全规划设计大多是按照以往的经验定性设计,这样也就缺少量化的分析,不能为社区公共安全规划设计做更好的规划设计依据。

1 社区公共安全概况

社区作为城市构成的基本单元^[2],社区公共安全就是城市公共安全的基本保障。自我国住房政策改革后,城市居民邻里模式由原先的“单位邻里”型逐渐发展成新的“社会邻里”型,社区成员组成也由原来的“单位人”逐渐向“社会人”转变^[3]。同时,大量农村人口涌入城市,社会流动人口增加,这些因素都在影响着社区公共安全。

1.1 社区公共安全定义

社区公共安全是指一定区域内,社区居民的

地区居住环境,管理制度以及公共服务能力等外部环境的稳定程度,主要是指在该区域范围内大多数人的生命健康以及公私财产安全^[4]。

1.2 社区灾害风险类型

近年来,全球灾害发生频繁,城市重大安全事件呈多发态势。由于灾害的多样性、人类认识自然能力的相对局限性、人类控制自然手段的有限性、人类对自身行为控制能力的缺陷和各种社会矛盾的客观存在,城市公共安全工作面临着多重挑战^[5]。社区作为城市的基本组成部分,影响社区的灾害风险来自于自然因素和人为因素^[6]。其中自然因素主要是地震、洪涝等;人为因素主要是治安事件、火灾、爆炸、高处坠落等。社区与灾害之间关系如图1所示。

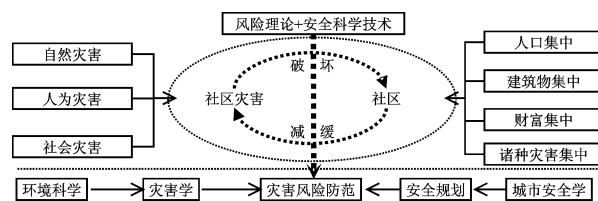


图1 社区与灾害关系图

* 收稿日期: 2014–11–05 修回日期: 2014–12–10

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(DLI3CB15); 中国博士后科学基金项目“基于环境承载力的城市公共安全规划理论与方法研究”(2014M551247); 国家自然科学基金项目“重大灾害应急物资筹集与随机终止模型及其仿真研究”(71372091)

作者简介: 朱天宇(1987–), 女, 黑龙江哈尔滨市人, 硕士研究生, 助理工程师, 从事社区公共安全规划研究。

E-mail: zty_heb@163.com

通讯作者: 孙明(1975–), 男, 吉林长春市人, 城乡规划学博士后, 副教授, 硕士生导师, 国家注册城市规划师, 从事灾害学和城市公共安全规划与管理研究。E-mail: 30949592@163.com

表 1 各社区指标数据

原名称	现名称	建筑 密度/%	容积率	日照间 距系数	人口毛 密度/ (人/hm ²)	住宅建 筑套毛 密度/ (套/hm ²)	住宅建 筑面积 毛密度/ (m ² /m ²)	幼儿园 建筑面 积毛密 度/ (m ² /hm ²)	绿地 率/%	小学建 筑面积 毛密度/ (m ² /hm ²)	医疗设 施建筑 面积毛 密度/ (m ² /hm ²)	其他配 套设施 建筑面 积毛密 度/ (m ² /hm ²)	停车率/ 个/户	道路面积 毛密度/ (hm ² /hm ²)	商服建 筑面积 毛密度/ (m ² /hm ²)
建国社区地块 1	哈尔滨 A 社区	0.17	2.12	1.17	612.99	175.14	2.04	7.74	0.44	59.95	5.62	4 039.56	0.57	0.14	727.02
科技新苑地块 1	哈尔滨 B 社区	0.21	1.53	1.15	432.00	123.43	1.27	14.91	0.15	0.00	6.65	2 974.47	0.50	0.19	1 519.03
科技新苑地块 2	哈尔滨 C 社区	0.19	1.85	1.20	685.85	195.96	2.07	17.56	0.20	0.00	0.00	5 975.43	0.61	0.16	1 158.40
建国社区地块 2	哈尔滨 D 社区	0.65	1.67	1.17	548.55	156.73	1.64	16.13	0.17	0.00	3.60	4 352.32	0.56	0.18	1 353.45
建国社区地块 7	哈尔滨 E 社区	0.17	1.95	1.04	506.19	202.48	1.87	18.26	0.39	0.00	0.00	862.07	0.40	0.16	334.26
建国社区地块 3	哈尔滨 H 社区	0.24	2.62	1.09	390.27	156.11	2.02	24.08	0.39	0.00	12.04	8 070.99	0.52	0.36	218.05
建国社区地块 5	哈尔滨 I 社区	0.32	2.72	1.02	352.60	141.04	1.50	35.04	0.38	0.00	0.00	12 165.54	0.18	0.41	0.00
万豪社区	吉林 A 社区	0.21	2.30	0.99	165.84	66.34	0.71	63.53	0.46	0.00	14.14	11 233.92	0.73	0.22	4 922.77
香云社区	连云港 A 社区	0.24	1.85	1.24	502.00	157.00	1.69	71.05	0.36	0.00	71.05	115.45	0.34	0.12	1 110.12
柏悦星城	哈尔滨 J 社区	0.22	4.01	1.53	807.25	322.90	3.86	85.38	0.38	0.00	51.23	2777.02	0.37	0.39	878.54
精品社区	北京 A 社区	0.25	3.40	1.58	1120.06	448.02	2.90	81.36	0.30	0.00	54.24	171.43	0.42	0.47	2 398.60
鼎典家园	连云港 B 社区	0.24	1.31	1.46	396.13	123.80	1.20	93.79	0.36	0.00	48.49	717.67	0.50	0.27	700.13
华南城	福州 A 社区	0.17	1.77	1.33	387.91	110.89	1.67	201.24	0.52	0.00	7.33	27.59	0.58	0.24	790.17
科技新苑地块 3	哈尔滨 K 社区	0.18	1.62	1.19	588.68	168.19	1.51	157.85	0.42	134.12	14.44	1140.00	0.44	0.12	1020.32
《规范》指标下限		0.20	1.10	1.50	233.00	60.00	0.94	24.20	0.25		73.61	99.09	391.13	0.10	0.09
《规范》指标上限		0.35	3.50	1.80	588.00	300.00	2.28	45.93	0.35		147.21	898.26	4848.76	0.50	0.17

1.3 社区指标选取

为了寻找出社区公共安全的影响因素，本文中在全国范围内选取了 14 个用地规模相近的高层社区或高层混合社区，这 14 个社区以北方城市社区为主和部分南方城市社区，并选取《城市居住区规划设计规范》(以下简称“规范”)的上下限值作为比照依据，各社区和《规范》上下限具体指标数据如表 1 所示，各社区总平面图如图 2 所示。

2 指标体系构建

鱼骨图是由日本大师石川馨发明的，通过此方法可以发现问题根本原因，现已广泛应用于质量管理和安全系统工程中^[7]。参照俞灵燕^[8]的社区安全指数指标以及居住区规划设计指标，借助于鱼骨图分析法，综合考虑我国社区公共安全实际情况，找出影响城市社区公共安全的重要指标，最终构建了 6 个一级指标，选取了 14 个二级指标，其中压力型指标 6 个和支撑型指标 8 个，如图 3 所示。

其中，绿化环境指数、公共服务设施指数、交通服务指数三大主要因素为社区公共安全的支撑指标，居住区用地指数、住宅密度指数和商业服务指数三大主要因素为公共安全的压力指标。支撑指标是指资源能够供给的能力，用于反映社区资源支撑的能力。压力指标是指资源消耗的水平，反映社区资源需求情况。从图 3 可以看出，鱼骨图分析法可明晰直观的观测社区公共安全的评价指标体系。

3 公共安全主成份分析

3.1 指标标准化处理

PCA - 利用降维思想，在保持原指标信息不变的前提下重新组合指标的方法。参照各社区的规划总体相关的文本及图纸文件，结合实地调研，对图 2 的指标体系进行相关数据统计，对统计指标数据进行标准化处理：

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, p; \quad (1)$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}, s_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}。 \quad (2)$$

3.2 因子分析

利用 SPSS 的 factor 过程对数据进行因子分析，得出主成分特征值及方差贡献率(表 2)。

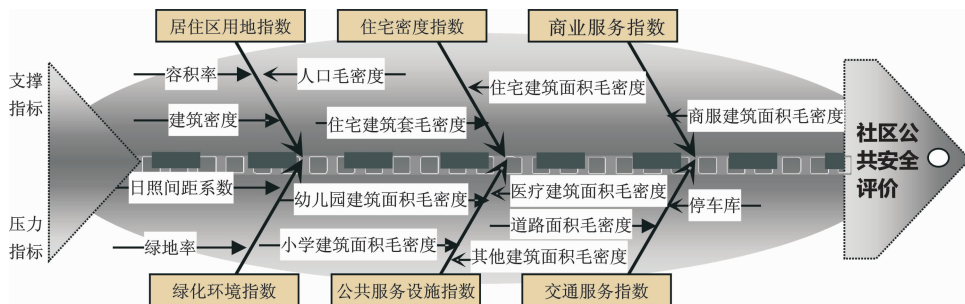
表 2 主成分特征值及方差贡献率

主成份	初始特征值	方差贡献率 / %	累积贡献率 / %
1	4.16	29.73	29.73
2	2.53	18.07	47.80
3	2.08	14.83	62.63
4	1.83	13.06	75.69
5	1.12	8.00	83.69

由表 2 可知，前五项的初始特征根(Initial Eigenvalues) 大于 1,并且累计百分比达到 80% 以上。由于前 5 个主成分贡献率 ≥ 80%, 结合表 2 中变量不出现丢失,所以提取的主成分个数 $m = 5$,得出初始特征根: $\lambda_1 = 4.16, \lambda_2 = 2.53, \lambda_3 = 2.08, \lambda_4 = 1.83, \lambda_5 = 1.12$;主成分贡献率: $r_1 = 29.73, r_2 =$



图2 各社区总平面图


$$18.07,_{r_3} = 14.83,_{r_4} = 13.06,_{r_5} = 8.00_{\circ}$$

3.3 主成分得分分析

通过初始因子载荷矩阵中的五列数据,得出特征向量矩阵。结合标准化后的数据,得出各个社区的特征向量主成分值 $Z_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$,最后得出 14 个社区和《规范》上下限值的主成分值 Z (公共安

全承载能力)(表3)。

4 公共安全承载力评价结果分析

从表4可知,在主成分1上,容积率、人口毛密度、住宅建筑套毛密度、住宅建筑面积毛密度、

表 3 各社区公共安全承载能力及排名

社区名称	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	公共安全承载力	排名
《规范》指标上限	3.72	4.47	1.26	0.69	-0.54	214.66	1
北京 A 社区	4.47	-1.53	-0.31	-0.50	0.70	99.94	2
哈尔滨 J 社区	3.79	-1.86	-0.58	0.26	-0.55	69.75	3
吉林 A 社区	-2.12	0.75	1.68	3.27	0.72	23.92	4
哈尔滨 D 社区	-0.69	-0.07	2.54	-1.87	1.47	3.30	5
哈尔滨 C 社区	-0.26	-0.57	0.91	-0.77	1.17	-5.21	6
哈尔滨 H 社区	-0.39	-1.52	0.95	1.00	-0.69	-17.41	7
哈尔滨 K 社区	-0.52	1.26	-2.29	0.26	0.15	-22.17	8
哈尔滨 A 社区	-1.08	0.13	-0.34	0.49	0.05	-27.73	9
福州 A 社区	-0.69	-0.23	-2.65	1.58	0.92	-35.86	10
连云港 A 社区	-0.61	0.08	-0.92	-0.78	-0.01	-40.55	11
连云港 B 社区	-0.88	0.02	-1.01	-0.27	0.46	-40.61	12
哈尔滨 B 社区	-1.46	-0.07	0.81	-1.31	0.62	-44.74	13
哈尔滨 I 社区	-0.74	-1.84	1.48	0.67	-2.58	-45.23	14
哈尔滨 E 社区	-0.80	-0.80	-0.64	-0.50	-0.17	-55.52	15
《规范》指标下限	-1.77	1.79	-0.90	-2.23	-1.73	-76.55	16

道路面积毛密度承载较强,主成分 1 主要解释这五个指标,可命名为公共安全基础需求因子;主成分 2 上承载较强的指标为日照间距系数、小学建筑面积毛密度、医疗设施建筑面积毛密度、商服建筑面积毛密度、,可命名为公共安全配套设施保障因子;主成分 3 上承载较强的是幼儿园建筑面积毛密度、绿地率,可命名为公共安全幼儿及绿化保障因子;主成分 4 承载力较强的是其他配套设施建筑面积毛密度,可命名为公共安全其他配套设施保障因子;主成分 5 承载力较强的是建筑密度、停车率,可命名为公共安全静态交通。完善这五项因子,尤其是前三项因子(对公共安全的贡献率超过 50%)将在较大程度上加强城市社区公共安全的承载能力。

从表 3 可以看出,各社区的公共安全承载能力存在较大差异,与功能设施完善程度有着密切的关系。《规范》指标上限、北京 A 社区、哈尔滨 J 社区、吉林 A 社区、哈尔滨 D 社区公共安全承载能力较强,其中《规范》指标上限明显优于其他社区,这是由于《规范》中设定的功能设施比较完善,土地利用率、绿化率、公共服务设施及交通能力等方面为社区公共安全提供了很大支持。其次,容积率相对较高的社区公共安全承载能力明显高于容积率较低的社区,但是容积率过高其社区公共安全承载力呈下降趋势,根据现有数据发现容积率在接近于 3.5 时公共安全承载力最高。从表 4 旋转成分矩阵来看:①哈尔滨 B 社区、哈尔滨 I 社区、哈尔滨 E 社区公共安全承载力得分较低,影响因素主要是多高层混合社区,日照间距较小,土地绿化率不高,应加强公共安全基础设施的投入,提高本社区的承载能力;②各社区应完善社区基本服务设施建设,尤其是教育、医疗和商业服务方面,增强社区公共安全承载能力。

表 4 旋转成份矩阵

指标	主成份 1	主成份 2	主成份 3	主成份 4	主成份 5
建筑密度/%	0.09	0.11	-0.68	0.12	0.16
容积率	0.85	0.27	0.09	0.41	0.01
日照间距系数	0.48	0.65	0.00	-0.39	-0.13
人口毛密度/(人/hm ²)	0.84	-0.01	-0.12	-0.37	0.09
住宅建筑套毛密度/(套/hm ²)	0.90	0.19	-0.11	-0.15	0.01
住宅建筑面积毛密度/(m ² /m ²)	0.91	0.01	0.04	-0.10	-0.06
幼儿园建筑面积毛密度/(m ² /hm ²)	0.11	0.04	0.75	-0.33	0.18
小学建筑面积毛密度/(m ² /hm ²)	-0.16	0.83	0.13	-0.16	-0.14
医疗设施建筑面积毛密度/(m ² /hm ²)	0.17	0.93	-0.11	0.07	0.03
其他配套设施建筑面积毛密度/(m ² /hm ²)	-0.09	-0.05	-0.15	0.94	0.14
停车率/(个/户)	-0.05	-0.05	0.05	0.07	0.96
道路面积毛密度/(hm ² /hm) ²	0.74	-0.30	0.13	0.41	-0.09
绿地率/%	-0.01	0.06	0.90	0.26	0.07
商服建筑面积毛密度/(m ² /hm ²)	0.05	0.72	-0.09	0.22	0.52

5 结论与对策

社区是灾害的直接受体,也是防灾减灾的主体。城市安全社区就是秉承防灾减灾的观点,通过规划设计手段,为居民提供更为全面的、便捷的、安全的居住空间。

(1)在主成分 1 中,各指标与公共安全承载力呈抛物线分布,各指标的拐点值分别是容积率 3.5,人口毛密度 588,住宅建筑套毛密度 300,住宅建筑面积毛密度 2.28,道路面积毛密度 0.17。在空间布局上倡导采用“小封闭大开放”的社区空间结构模式,抑制目前全封闭社区*模式的蔓延^[9]。对住宅用地相对减少,公共服务设施用地则相对增加,满足社区内居民的日常生活需求。

(2)在主成分 2 中,各指标与公共安全承载力呈曲线上升分布,这就说明公共服务设施相对完善的社区可以更利于居民生活需求,也更好地适应城市发展。现在的社区大多采用全封闭管理,用地紧张,配套设施不完善,因此应该打破全封闭管理模式,配套设施相对较为完善的社区可以向临近配套设施短缺的社区提供服务,资源共享,使服务设施的使用率达到最大化。

(3)在主成分 3、4、5 中,各指标与公共安全承载力呈抛物线分布,各指标的拐点值分别是幼儿园建筑面积毛密度 45.93,绿地率 0.35,其他配套设施建筑面积毛密度 4 848.76,建筑密度 0.35,停车率 0.5。应鼓励中小尺度的院落式/街坊式布局^[10],注重基本居住单元内住宅单元围合的院落空间,营造归属感和安全感,同时也要满足基本

* 注:全封闭社区,文中指社区内部交通与外部交通联系不顺畅,且内部交通呈树枝状,尽端路较多的社区。

的日照间距要求。打破封闭式管理, 避免社区采用自足的、对外封闭的内向型树状结构, 减少尽端路; 降低内部交通和外部交通的绕行距离, 注意内部交通和外部交通的融合, 从而提高内部主要道路交通的使用效率。

(4) 管理上要建立防灾和应急预案

根据数据分析显示, 公共安全承载力较高的社区其防灾和应急管理体系也相对完善, 如图 5 所示。社区防灾工作以街道为单位建立公共安全风险转移分担机制, 摸清底数, 建立完善的数据库^[11], 确定社区的致灾因子。以灾害风险评估为基础, 针对社区所面临的灾害类型, 有针对性地采取减灾措施, 并制定出相应的社区防灾计划, 社区居民要进行防灾教育和演练。

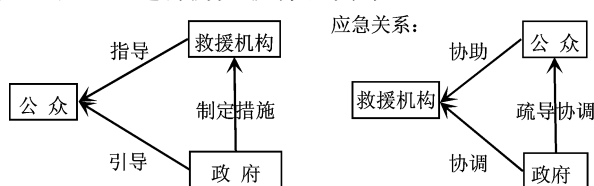


图5 防灾及应急关系图

所谓应急管理, 就是平时做好防灾基础, 可以在灾害发生时, 社区应依事先拟定的灾害应急计划, 在第一时间展开各方参与的社区联动救援^[12]。政府协调各救援机构、公众组织之间的工作关系^[13], 充分利用各部门工作职能, 拟定具体救援措施并予以实施, 注意避免功能浪费, 将灾害所造成的损失降到最低。通过建立社区与消防机构的日常合作机制, 促进民间力量的消防参与、民众自救能力的提高, 以及社区消防器材的充分配置等, 并建立社区层面的紧急医疗救护机制^[14-16]。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国建设部. GB50180-93 城市居住区规划设计规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [2] 刘佳燕. 关系·网络·邻里——城市社区社会网络研究评述与展望[J]. 城市规划, 2014(2): 91-96.
- [3] 薛德升, 曹丰林. 中国社区规划研究初探[J]. 规划师, 2004(5): 90-92.
- [4] 李洋. 城市社区公共安全管理问题及对策研究[D]. 西安: 长安大学, 2012: 7-8.
- [5] 于亚滨, 张毅. 城市公共安全规划体系构建探讨——以哈尔滨市城市公共安全规划为例[J]. 规划师, 2010, 11(26): 49-54.
- [6] 陈容, 崔鹏. 社区灾害风险管理现状与展望[J]. 灾害学, 2013, 28(1): 133-138.
- [7] 孙明, 王绍玉, 闫建新. 村镇公共安全评价体系研究——以河北省沧州市南大港一分区为例[J]. 灾害学, 2015, 30(1): 115-120.
- [8] 俞灵燕. 社区安全评价与指数编制初探[J]. 统计科学与实践, 2014(3): 39-41.
- [9] 刘大威. 城镇宜居居住区整体营造理论与方法[M]. 南京: 东南大学出版社, 2013: 171-177.
- [10] 洪杰. 住在园林里——“润园”住区的设计探索[J]. 现代城市研究, 2014(2): 58-63.
- [11] 高萍, 齐乐, 徐国栋, 等. 我国街道社区地震应急管理机制研究——以北京市街道社区为例[J]. 灾害学, 2014, 29(3): 192-196.
- [12] 吴晓涛, 吴丽萍. 突发事件区域应急联动影响因素的实证研究[J]. 灾害学, 2011, 26(3): 139-144.
- [13] 王腾. 基于社会风险治理的社区管理模式创新研究——以上海市浦东新区为例[D]. 长沙: 中南大学, 2013: 35-37.
- [14] 赵怡婷. 防灾社区规划与建设方法探索[D]. 北京: 清华大学, 2013: 84-86.
- [15] Sun Ming, Dong Jun. Urban ecological planning opposite problem innovation research based on the transforming bridge strategy[J]. Advanced Materials Research, 2012, 1494 (368): 1831-1834.
- [16] Sun Ming. Study on eco-planning of coal town special land based on extenics[J]. Advanced Materials Research. 2012, 1616 (450): 1108-1111.

Capacity and Planning Management Measure of Community Public Safety Based on Fishbone Diagram and Principal Component Analysis

Zhu Tianyu¹ and Sun Ming^{1, 2}

(1. Urban and Rural Planning Design Research Center, School of Civil Engineering, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2. School of Architecture, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: In recent years, more and more attentions are focused on the evaluation research on resident satisfaction. As community is a necessary place for residents' daily life, its public safety evaluation becomes significantly important. The establishment of a quantitative system of public safety planning for city communities is one of the important and effective measures to promote the development of the public safety of communities. According to the principles of the construction of an evaluation system of community public safety capacity, 6 first-level indicators and 14 second-level indexes are selected by using fish bone diagram analysis method to establish the community public security system. Based on the 14 chosen communities nationwide and the upper and lower limit values of Code of Planning and Design of Residential Districts, combined with statistical software SPSS, main influence factors of planning for community public safety are found out by Principal Components Analysis (PCA). Meanwhile, bearing capacities of public safety of the selected communities are sequenced. Planning and management measures of public security are proposed by quantitative analysis, which could provide reference for improving bearing capacity of community public safety.

Key words: community; public safety; fishbone diagram; Principal Components Analysis (PCA); planning management