

基于主成分和层次分析法的公安绩效考核系统

葛亚微, 沈敏, 庞阿霞
(天津大学 计算机学院, 天津 300072)

摘要:随着科技强警战略的全面落实, 大力加强公安机关信息化建设, 建立科学有效的公安绩效考核指标体系对提高和改进整体社会治安管理工作有其重要的作用。通过分析历年指标体系及相关信息, 应用主成分分析法(PCA)确定公安关键绩效考核指标, 在此基础上, 应用层次分析法(AHP)确定各指标权重, 通过两两比较的方式分析判断各指标的相对重要性, 得到各指标相对重要性的总排序, 并将考核过程中产生的考核数据运用数据包络分析模型(DEA), 验证绩效目标管理的有效性, 拓展开展检验指标体系信度的研究, 为绩效的改进提供依据。

关键词:层次分析法; 主成分分析法; AP模型; DEA评估模型

中图分类号:TP399

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)01-0161-04

Application of AHP-PCA to Police Performance Appraisal System

GE Ya-wei, SHEN Min, PANG A-xia
(School of Computer Science and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: With the full implementation of police training and technology strategy, it is important to vigorously strengthen the public security organs of information, establish the scientific and effective performance appraisal system which can enhance and improve the overall management of social security. Through analyzing index system and relevant information over the years, use principal component analysis (PCA) to determine Public key performance indicator, based on the analytic hierarchy process (AHP) to determine the index weight, by pair wise comparison approach analysis to determine the relative importance of each indicator and obtain the total order of relative importance. The evaluation of data generated during the assessment model use data envelopment analysis (DEA) to verify the effectiveness of management performance objectives, expanding the index system to carry out tests of reliability, provide the basis for performance improvement.

Key words: AHP; PCA; AP model; DEA evaluation model

0 引言

伴随着全国公安业务信息化建设的进行, 开展公安绩效考核对公安机关转变职能, 提升公安行政管理能力水平有着积极的意义和必要性^[1]。通过对公安机关绩效考核体系的研究, 可以发现其不足之处, 以达到健全和完善其绩效考核体系的目的。

目前主要有两种对绩效考核的方法^[2], 一种是进行客观赋值, 例如因子分析、主成分分析等; 另一种是进行主观赋值, 例如德贝菲法、模糊综合评价法、层次分析法等。主观赋值法的优点是简单, 易于操作, 对数据样本无特定的限制和要求, 但是人为干扰的因素太

多, 尤其是在指标的数量较多时, 权重很难确定, 会夸大或降低某些指标的作用, 致使排序的结果不能完全真实地反映事物间的现实关系。客观赋值法避免了主观赋值法中人为因素的干扰, 但是也有其缺点, 它需要较大的数据样本做支持且具有典型的概率分布, 如果数据过少, 就会造成结果不准确或得到相反的结果。

通过以上分析可以发现, 主观赋值法和客观赋值法各有利弊, 在做绩效考核时、在建立科学的考核制度时, 必须坚持定性分析和定量分析相结合的原则, 实现主观和客观的结合, 只有这样才可以兼两者之长, 才可以实现对部门单位的绩效考核结果做到客观、公正的评价, 因此文中将主观赋值法和客观赋值法结合起来对公安绩效进行考核。采用主成分分析法(PCA)确定关键考核指标, 在此基础上应用层次分析法(AHP)对公安绩效进行综合评价, 确定指标权重, 得出评价综合得分来实现竟比序列内排名。

收稿日期:2011-05-26; **修回日期:**2011-09-04

基金项目:天津市科技支撑计划重点项目(10ZCGYSF01300)

作者简介:葛亚微(1985-), 女, 河北保定人, 硕士研究生, 研究方向为计算机应用技术; **导师简介:**许林英, 副教授, 研究方向为计算机数据方向和网络。

1 AP 模型

本模型采用主成分分析法(PCA)确定关键考核指标,在此基础上应用层次分析法(AHP)对公安绩效进行综合评价,确定指标权重,得出评价综合得分来实现竟比序列内排名。

该模型如图 1 所示:

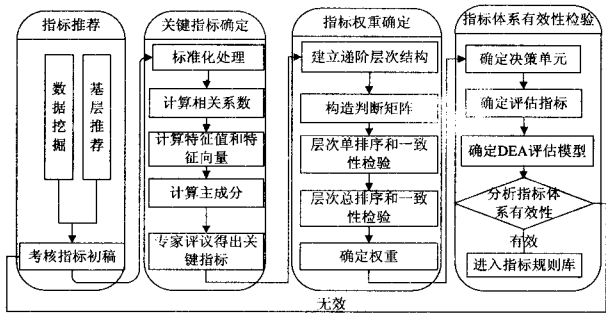


图 1 AP 模型

通过此模型可以看出,公安绩效考核系统主要包括四大部分,首先指标推荐得到考核指标初稿,接着通过主成分分析法确定关键指标,步骤主要包括:

- (1) 标准化处理;
- (2) 计算相关系数;
- (3) 计算特征值和特征向量;
- (4) 计算主成分;
- (5) 专家评议得出关键指标。

在此基础上建立递阶层次结构,通过构造判断矩阵,计算各指标的权重,并对其进行层次单排序、层次总排序和一致性检验,综合分析评价后确定指标权重,在完成上述考核周期后,对指标体系进行有效性检验,主要步骤:确定决策单元;确定评估指标;确定 DEA 评估模型;通过上述方法计算各个被考核单位的 DEA 值,判断指标体系是否有效,如果无效,则重新确定考核指标,如果有效,则进入指标规则库。

2 主成分分析法确定关键考核指标

2.1 指标推荐

- (1) 应用数据挖掘的技术,参照历年指标数据,挖掘并推荐有效的公安业务指标。
- (2) 各公安相关部门推荐业务指标。
- (3) 综合数据挖掘与部门推荐意见,形成考核指标体系初稿,文中抽象出了 14 个考核指标,分别为侦破行政案件、侦破治安案件、侦破刑事案件、违纪控制、专业技能培训、工作创新、文件档案管理、经济犯罪调查、民警休假率、表彰奖励、满意度、会议出勤率、公安信访、投诉量。

2.2 选择主成分,建立相关系数矩阵

关键考核指标确定主要采用主成分分析法(PCA 方法),根据某公安局 2009 年的部分绩效考核数据,对

待考核指标进行标准化处理,以消除量纲和数量级带来的误差,并通过建立矩阵球的相关矩阵的特征值和特征向量,进而得出特征值贡献率和累计贡献率。

利用 SPSS 统计分析软件^[3,4]在计算机上对原始数据进行分析处理,得出各成分特征根的大小、方差贡献率及累计贡献率,由于篇幅有限,只列出特征值>1 的主成分,如表 1 所示:

表 1 成分特征值大小、贡献率、累计贡献率

指标	初始特征值			旋转后的因子载荷平方和		
	特征值	贡献率 (%)	累计贡献率 (%)	合计	贡献率 (%)	累计贡献率 (%)
1	3.753	34.181	34.181	3.259	32.538	32.538
2	2.792	27.382	61.563	2.853	28.837	61.375
3	1.372	24.641	86.204	1.805	24.829	86.204

实际应用中,一般取 m 个主成分, $m < p$, 且使累计贡献率达到 85% 以上,就说明基本包含了整个考核系统的所有信息,主成分是按特征根取值的大小排序排列的^[5],所以特征值在某种程度上可以被看成是表示主成分影响力度大小的指标。由表 1 可以看出这三个特征值的累计贡献率已经达到了 86.204%,达到了相关要求,因此提取三个主成分可以作为绩效考核的指标。

为了方便解释每个主成分,将因子载荷矩阵实行方差最大旋转,以简化因子模型结构。根据旋转后的结果确定各主成分包括的指标:第一个主成分包括满意度、投诉量、公安信访,可以称之为公众安全满意度;第二个主成分包括专业技能培训、民警休假率、工作创新、表彰奖励和会议出勤情况,可以称之为队伍建设;第三个主成分包括侦破刑侦案件、侦破治安案件、侦破刑事案件、文件档案管理、经济犯罪侦查,可以称之为业务工作。

3 应用层次分析法确定指标权重

在上一步选取关键绩效指标(KPI)的基础上,应用层次分析法(AHP)^[6,7]将整体考核分解为多个组成因素,并将这些因素依据支配关系进一步分解,按目标层、准则层、指标层排列起来,形成一个多目标、多层次的模型,形成有序的递阶层次结构,通过两两比较的方式确定层次中诸因素的相对重要性,然后综合评估主体的判断确定诸因素相对重要性的总排序,包括:相对于总目标而言,各准则的相对重要性,即整体绩效各个维度如业务工作、队伍建设、执法质量的权重;相对某一准则,各指标要素的相对重要性,如对业务工作而言,刑事案件的权重如何。

3.1 建立递阶层次结构

将绩效考核系统按目标层、准则层、指标层进行划

分。第一层为整体绩效这一总目标(用A表示),第二层为一级指标维度(用B_m表示),如业务工作、队伍建设、公众安全感满意度等;第三层为每个指标维度下包含的若干子指标项(用B_{mn}表示),如业务工作就包含了侦破行政、治安、刑事案件等子指标项。如图2所示:

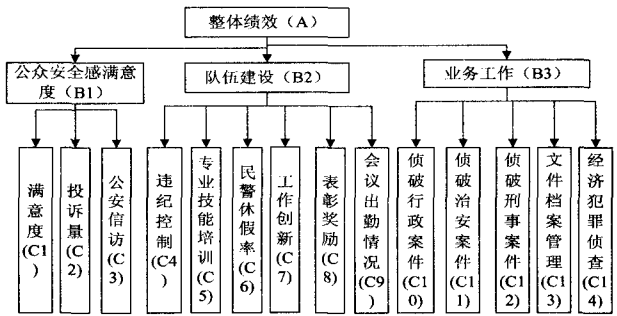


图2 绩效考核体系的递阶层结构

3.2 构造判断矩阵

在确定了递阶层次结构基础上,将每一个元素和该元素支配的下一层元素构成一个子区域,对于子区域的各元素的相对重要性采用1~9标度方法,两两比较建立绩效因素判断矩阵。

3.3 层次单排序和一致性检查

通过计算判断矩阵的特征根和特征向量,并将特征向量正规化,然后将正规化后所得到的特征向量作为本层次元素对于其隶属元素的排序权值^[8],以此确定某一个层次内,各个考核指标的重要性次序,如业务工作中侦破刑事案件、侦破治安案件等指标的权重值及排序,以业务工作为例,其单排序和权重值如表2所示。

表2 判断矩阵B3单排序

B3	C10	C11	C12	C13	C14	权重W
C10	1	1/3	4	2	1/2	0.2351
C11	3	1	1/5	1/3	2	0.2368
C12	1/4	5	1	1/3	1/2	0.3151
C13	1/2	3	3	1	1/3	0.0974
C14	2	1/2	2	3	1	0.1156
CR=0.0760						

由于绩效考核各指标具有复杂性和多样性,而人的判断具有模糊性,因此构造的判断矩阵在重要性判断上可能存在一些偏差,所以需要检测判断矩阵的一致性,通过计算一致性指标CI,查到平均随机一致性指标RI,计算一致性比率CR^[9],当CR<0.1时,认为判断矩阵的一致性是可以接受的,否则应对判断矩阵做适当修改。

由表2可知判断矩阵均小于0.1,一致性是可以接受的。

3.4 层次总排序和一致性检查

在层次单排序的结果基础上,计算针对上一层次而言,即总体绩效中各维度如业务工作、队伍建设等方面的权重,层次总排序见表3所示。

根据判断矩阵A的权重和一致性比率CR^[10],可以计算层次总排序的一致性检验 $CR=0.1638 \times 0.0325+0.2972 \times 0.0124+0.5389 \times 0.0760=0.0829<0.1$,则总排序也通过了一致性检验。从以上的分析可以得出业务工作对整体公安绩效考核起着较为重要的作用,要提高刑事案件、行政案件等的质量,在队伍建设上,积极开展业务知识学习和技能培训,提升公安机关工作的效率,只有这样,才能给公众安全感,得到民众的满意和支持。

表3 绩效考核综合权重

层次	B1	B2	B3	综合权重
	0.1638	0.2972	0.5389	
C1	0.6333			0.1037
C2	0.2605			0.0427
C3	0.1062			0.0174
C4		0.1291		0.0384
C5		0.3185		0.0947
C6		0.0524		0.0156
C7		0.3185		0.0947
C8		0.1291		0.0384
C9		0.0524		0.0156
C10			0.2351	0.1267
C11			0.2368	0.1276
C12			0.3151	0.1698
C13			0.0974	0.0525
C14			0.1156	0.0623

4 指标体系有效性检验

在完成一个以上考核周期后,将考核过程中产生的考核数据运用DEA方法,验证绩效目标管理的有效性,拓展开展检验绩效指标体系信度的研究,为绩效的改进提供依据。

文中主要研究利用DEA方法C²R模型研究指标体系有效性^[11],通过分析被考核单位是否能够在警力、装备器材等投入不增加的基础上提升了整体绩效,或者在保持整体绩效不下滑的基础上,警力、装备材料等投入减少的两种状况,验证考核指标体系的相对有效性。

4.1 确定决策单元

根据组别绩效成绩将具有代表性的被考核单位作为不同的决策单元DMU,这里选择六个分局作为决策

单元,出于保密原则,分别用 A1 分局,A2 分局,A3 分局,A4 分局,A5 分局,A6 分局代替。

4.2 确定评估指标

根据绩效不同方面确定评估指标,这里选择业务工作,队伍建设和安全感满意度三个评估指标。

4.3 确定 DEA 评估模型

设每个决策单元都要 m 种类型的投入,即“输入”,以及 s 种类型的产出,即“输出”,输入变量记为: S_1^- = 警力投入; S_2^- = 装备器材的投入; S_1^+ = “工作的绩效”。对于某个选定的决策单元 DMU,判断其有效性 C^2R 的模型^[12]如下:

$$(D_1) \begin{cases} \min \theta = V_{D_1} \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0 (j = 1, 2, \dots, n) \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases}$$

通过计算各决策单元的最优解,即有效值 θ 的值,判断是否有效。

4.4 判断指标体系是否有效

通过上述方法计算各个被绩效考核单位的 DEA 值,综合分析绩效考核的实施过程中指标体系对各个被考核单位的绩效水平的影响,并据此判断指标体系的有效性,通过计算发现有些考核单位在未增加人员、装备等投入的情况先,整体绩效得到提升,这说明通过指标体系在考核实施过程中提升了被考核单位的绩效水平,是有效的。在有效评价指标体系的有效性基础上,经过验证有效的考核指标体系存入指标规则库,无效考核指标体系则需要进一步分析进行改进。

根据某市公安局 2009 年的部分绩效考核数据,利用 Mat lab 编制相关的程序对不同的分局使用 DEA 的 C^2R 模型进行分析,得出效率值 θ ,由于篇幅有限,只列出几个典型分局的综合有效值,如表 4 所示:

表 4 部分分局的综合有效值

决策单元	有效值 θ	S_1^-	S_2^-	S_1^+
A1 分局	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
A2 分局	1.0000	0.0000	0.0000	0.0053
A3 分局	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
A4 分局	1.0000	0.0021	0.0000	0.0000
A5 分局	1.0000	0.0000	0.0000	0.0137
A6 分局	0.9987	0.0000	0.0000	0.0000

通过结果可以看出:
(1)A1 分局、A2 分局、A3 分局、A4 分局、A5 分局的综合有效值为 1,是有效的,可以存入指标规则库。

(2)A1 分局和 A3 分局在现有的警力和装备器材上可以得到最好的工作绩效。

(3)A2 分局、A5 分局能够在警力、装备器材等投入不增加的基础上提升整体绩效。

(4)A4 分局可以在保持整体绩效不下滑的基础上,适当的减少警力的投入。

(5)A6 分局的综合有效值小于 1,可以适当的减少警力和装备器材的投入而保持绩效水平不变。

5 结束语

文中将层次分析法和主成分分析法结合起来构建了 AP 模型,该模型结合了层次分析法的主观性强和主成分分析法的客观性强的特点,对公安局的绩效进行考核,最后对该模型进行了模拟试验验证。通过该体系,能够对公安各单位部门进行较为客观、公平、公正的评估结果,发现其绩效考核体系中存在的不足之处,为建立较为科学合理的政绩评价和奖惩机制起到了一定的促进和推动作用。

参考文献:

[1] 史锦莉. 公安绩效考核机制中评价领导干部政绩需注意的几个问题[J]. 公安教育,2010(3):26-28.

[2] 陈嘉立,李学建. 基于主成分和层次分析法的银行绩效评价研究[J]. 系统科学学报,2011(1):74-76.

[3] 唐 勇. SPSS 在图书馆用户研究中的应用[J]. 高校图书馆情报论坛,2010(12):34-36.

[4] 张文霖. 主成分分析在 SPSS 中的操作应用[J]. 理论与方法,2008(12):31-34.

[5] 尹 飞,冯大政. 基于 PCA 算法的人脸识别[J]. 计算机技术与发展,2008,18(10):31-33.

[6] 刘 宁,高飞燕. 基于 AHP—FCE 的供应商选择问题研究与应用[J]. 计算机技术与发展,2009,19(11):11-14.

[7] Guo Zixue, Zhang Yi. The third-party logistics performance evaluation based on the AHP-PCA model[C]//2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE 2010). [s. l.]:[s. n.], 2010.

[8] Thomas L S. The Analytic Hierarchy Process: Priority Setting, Resource Allocation [M]. New York: McGraw - Hill,1980: 78-81.

[9] 曹黎侠,冯孝周. 新的改进 AHP 算法研究及应用[J]. 计算机技术与发展,2010,20(12):115-117.

[10] 李玲娟,豆 坤. 层次分析法中判断矩阵的一致性研究[J]. 计算机技术与发展,2009,19(10):24-26.

[11] 董秀荣. 基于 DEA 模型的区域技术创新效率评价及地域差异化研究[J]. 商业文化,2011(3):269-270.

[12] Charnes A,Cooper W,Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research,1978(2):429-432.