

· 思路与方法学 ·

冠心病痰瘀互结证病机转化为阻络、化火、生毒证候
宏观及微观诊断指标的权重研究段 飞^{1,2} 胡镜清²

摘要 目的 研究冠心病痰瘀互结证病机转化相关证候诊断指标的权重,为冠心病痰瘀互结证转化相关证候的诊断标准研究提供依据。**方法** 邀请全国各地具有丰富临床经验的中医心脑血管病专家,采用现场问卷调查的方法,对冠心病痰瘀互结病机转化 3 个证候(阻络、化火、生毒)诊断指标的重要程度进行问卷调查,采用主成分分析法利用综合评价函数确定其权重。**结果** (1)阻络证候诊断指标权重顺序:心悸、脉涩、胸痛反复发作,日久不愈、斑块不稳定、炎性活动增强、肢体麻木、烦躁、胸闷、脉弦、斑块形成;(2)化火证候诊断指标权重顺序:斑块形成、斑块不稳定、炎性活动增强、心痛如灼、烦躁、脉数、口苦、苔黄、舌红、咽干、溲赤、便秘;(3)生毒证候诊断指标权重顺序:咽痛甚、口疮、重度口苦、病情凶险、舌下络脉紫红或绛紫、老舌、剥苔(不含类剥苔)、中重度心绞痛、脉涩、斑块形成、斑块不稳定、舌青或青紫、炎性活动增强、脉结代。**结论** 冠心病痰瘀互结转化证候的宏观诊断指标:阻络证候以心悸、脉涩、胸痛反复发作、日久不愈、肢体麻木、烦躁为重要参考指标;化火证候以心痛如灼、烦躁、脉数、口苦、苔黄、舌红;为重要参考指标,生毒证候以咽痛甚、口疮、重度口苦、病情凶险、舌下络脉紫红或绛紫、老舌为重要参考指标。斑块和炎症活动在转化证候中占较大权重,在临床辨证中有重要参考价值。

关键词 主成分分析法;冠心病;痰瘀互结证;证候诊断指标

Macroscopic and Microscopic Diagnostic Indicators of Weight Research on Coronary Heart Disease with Intermingled Phlegm and Blood Stasis Syndrome Transforming Collaterals Blocking, Fire Generating, Toxic Producing Syndromes DUAN Fei¹ and HU Jing-qing² 1 First Affiliated Hospital, Henan University of TCM, Zhengzhou (450000); 2 Institute of Basic Theory in Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medicine Sciences, Beijing (100700)

ABSTRACT Objective To study indicated diagnostic weight of the syndrome diagnosis indices of coronary heart disease (CHD) patients with phlegm and blood stasis syndrome (PBSS), thus providing diagnostic criteria for it. **Methods** Experts of TCM cardio-/cerebral vascular diseases with rich clinical experiences were invited across China to fill in questionnaire on the degrees of diagnostic criteria for the 3 syndromes (collaterals blocking syndrome, fire generating syndrome, toxic producing syndrome). The weight of all the diagnostic items was defined by using principal component analysis (PCA) and the comprehensive evaluation function. **Results** (1) The order of indicated diagnostic weight for collaterals blocking syndrome: palpitation, unsmooth pulse, recurrent chest pain and difficulties for healing, plaque vulnerability, enhanced inflammatory activity, numbness of limbs, irritability, chest tightness, string pulse, plaque formation. (2) The order of indicated diagnostic weight for fire generating syndrome: plaque formation, plaque vulnerability, enhanced inflammatory activity, heartache like burning, irritability, rapid pulse, bitter taste, yellow tongue fur, red tongue, dry throat, dark urine, constipation. (3) The order of indicated diagnostic weight for toxic generating syndrome: sore throat, aphtha, severe

基金项目:国家重点基础研究发展计划(No. 2014CB542903);中国中医科学院中医基础理论研究所第九批自主选题研究生资助项目(No. YZ-1545)

作者单位:1.河南中医药大学第一附属医院(郑州 450000);2.中国中医科学院中医基础理论研究所(北京 100070)

通讯作者:胡镜清, Tel:010-64069868, E-mail: gcp306@126.com

DOI: 10.7661/j.cjim.20170330.059

bitter taste, dangerous situation, sublingual collaterals purplish red or reddish purple, old tongue, peeling off tongue coating, moderate and severe angina pectoris, unsmooth pulse, plaque formation, plaque vulnerability, blue or purple tongue, enhanced inflammatory activity, intermittent pulse. Conclusions The indicated diagnostic weight of CHD with PBSS were as follows. Collaterals blocking syndrome had important reference indicators on palpitation, unsmooth pulse, recurrent chest pain and difficulties for healing. Numb extremities and irritability were of important values. Fire generating syndrome had important reference indicators on heartache like burning, irritability, rapid pulse, bitter taste, yellow tongue fur, red tongue. Toxic generating syndrome had important reference indicators on sore throat, aphtha, severe bitter taste, dangerous situation, sublingual collaterals purplish red or reddish purple, old tongue. Plaque and inflammatory activity in the three syndromes had a larger weight, which had important reference indicators in clinical syndrome differentiation.

KEYWORDS principal component analysis; coronary heart disease; intermingled phlegm and blood stasis syndrome; indicators for syndrome diagnosis

冠心病痰瘀互结证是一种复杂病机表现,其存在两种形式,一种是痰和瘀病机相兼,属于病机兼化^[1]的范畴,此时是痰湿(浊)证和血瘀证同时具有的证候特征,另一种是痰和瘀互结日久,发生转化,形成新的致病产物或新的进程。

从病机相兼来讲,冠心病痰瘀互结证的本质是痰、瘀共存。但二者又交织联系,脏腑气机失调,水液运化失常,停聚为湿,湿聚成痰,痰凝可致血瘀,血瘀亦可致痰凝,痰瘀互为因果,缠绵难解^[2,3],二者即是病理产物又是致病因素,痰和瘀互结日久,发生转化,形成新的致病产物,则易阻滞络脉、化火、生毒^[4-6]。从中医学角度分析,痰瘀互结的病理过程是痰瘀搏结,两者共同作用,在局部微环境形成多分子失衡网络且互为因果,推动脂质沉积、斑块形成、炎症活动及后续病理进程,贯穿于动脉斑块形成的整个过程^[7]。冠状动脉粥样硬化斑块的形成、发展、破裂及其继发的心肌缺血缺氧、代谢障碍是冠心病的基本病理,冠心病之动脉斑块可认为是痰瘀相兼互结后形成的病理实体^[1]。本研究通过前期筛选的冠心病痰瘀互结证转化为阻络、化火、生毒条目制作成专家问卷,引入主成分分析法结合综合评价函数对条目进行分析,对冠心病痰瘀互结证病机转化为阻络、化火、生毒相关证候诊断指标的权重进行研究,为冠心病痰瘀互结证转化相关证候的诊断标准研究提供依据。

资料与方法

本课题组在 2015 年 4 月 10、23、29 日和 5 月 10 日分别召开了四次专家咨询会。邀请全国三甲医院从事心脑血管疾病的中医临床专家,进行现场问卷调查。90 名来自 29 个省份,63 家医疗单位,均为有 25 年左右中医临

床工作经验、具有高级职称的专家参会。专家从临床的角度对冠心病痰瘀互结证的转化证候阻络、化火、生毒的四诊信息的重要程度通过填写问卷进行判别。

课题组前期对冠心病痰瘀互结证转化证候的相关宏观及微观诊断指标进行了研究^[8-12],并参照相关文献^[13-15]筛选出问卷条目指标,请专家论证最终得出每个证候相关的宏观及微观诊断指标。

1 问卷条目及评价等级 因冠心病发病多与局部斑块及炎症相关,也是诊断中的重要参考依据,因此把斑块和炎症的情况作为微观评价指标纳入到问卷中,从宏观和微观两个角度进行综合评判。阻络证候的问卷条目:(1)胸痛反复发作,日久不愈;(2)胸闷;(3)心悸;(4)肢体麻木;(5)烦躁;(6)脉弦;(7)脉涩;(8)斑块形成;(9)炎性活动增强;(10)斑块不稳定。冠心病痰瘀互结化火的问卷条目:(1)心痛如灼;(2)咽干;(3)口苦;(4)烦躁;(5)溲赤;(6)便秘;(7)舌红;(8)苔黄;(9)脉数;(10)斑块形成;(11)炎性活动增强;(12)斑块不稳定。冠心病痰瘀互结生毒的问卷条目:(1)中重度心绞痛;(2)重度口苦;(3)咽痛甚;(4)口疮;(5)病情凶险;(6)老舌;(7)舌青或青紫;(8)剥苔(不含类剥苔);(9)舌下络脉紫红或绛紫;(10)脉涩;(11)脉结代;(12)斑块形成;(13)炎性活动增强;(14)斑块不稳定。评价等级及分值为:很重要(5 分),比较重要(4 分),一般(3 分),不太重要(2 分),一点也不重要(1 分),共计 5 个等级。

2 基于主成分分析的指标权重确定方法

本次报告中问卷数据分析,参考文献《基于主成分分析的指标权重确定方法》^[16],通过建立权重模型,采用主成分分析法对指标权重进行确定,见图 1。

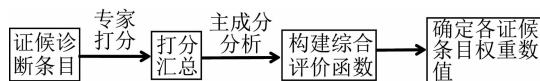


图1 权重确定的流程图

3 调查问卷的数据处理

3.1 专家积极系数 参照参考文献[17]。指所参与调查、咨询的专家对研究配合的程度,专家积极系数高,则提示专家关心支持的程度较高,研究结论的可信度就高,计算方法:参与该条目、指标评判的专家人数占全部专家人数的比例。专家积极系数=调查咨询问卷回收份数/调查咨询问卷发出份数×100%。本次专家咨询会,共发放问卷90份,回收问卷90份,专家依从性100%,其中有效问卷87份,见表1。

3.2 变异系数(CV) 参照参考文献[17]。显示专家对某一指标或条目评价的波动程度及协调程度,变异系数越小,专家们的波动程度越小,协调程度越高。当变异系数<0.4,提示评价专家对该指标或条目重要性评价结果的一致性程度较高,波动较小。

计算公式: $CV = \frac{SD}{\bar{x}}$ (SD :标准差, $\bar{x}$:均数)

3.3 权重确定方法 用 SPSS 20.0 软件按照参考文献[18]进行主成分分析,得到原始数据的初始特征值(λ)、载荷系数(f)、方差百分比(Var%)和提取出的主成分(F),见表2,3,参考文献[16]构建综合评价函数,建立权重模型,得出综合模型中指标系数,然后作归一化处理,方法如下:

3.3.1 建立权重模型 参照参考文献[16]。

$$\begin{cases} F_1 = u_{11}w_1 + u_{21}w_2 + \cdots + u_{L1}w_L \\ F_2 = u_{12}w_1 + u_{22}w_2 + \cdots + u_{L2}w_L \\ \vdots \\ F_m = u_{1m}w_1 + u_{2m}w_2 + \cdots + u_{Lm}w_L \end{cases} \quad (1)$$

首先确定的初级权重模型即是主成分模型,式中 $F_1, F_2 \cdots F_m$, 为分析后得到的 m 个主成分; u_{ij} 为决策矩阵中系数。但在用 SPSS 软件进行主成分分析时,得到不是决策矩阵系数,而是初始因子载荷,二者满足如下关系:

$$u_{ij} = f_{ij} / \sqrt{\lambda_j}, j = 1, 2, \cdots, m \quad (2)$$

在此基础上构建综合评价函数:

$$\begin{aligned} F_z = \sum_{j=1}^m (\lambda_j \kappa)_{F_j} &= a_1 w_1 + a_2 w_2 + \cdots + a_L w_L, \\ \kappa &= \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_m \end{aligned} \quad (3)$$

式中 $a_1, a_2, \cdots, a_L$ 即指标 $w_1, w_2, \cdots, w_L$, 在主成分中的综合重要度,在此基础上结合专家实际打分,可算出原有指标得分综合值。

$$V_{zi} = \sum_{j=1}^L a_j p_{ij}, i = 1, 2, \cdots, h \quad (4)$$

$$\text{可得各指标权重为 } w_i = V_{zi} / \sum_{i=1}^h V_{zi} \quad (5)$$

由式(3)、式(4)、式(5)可得二级权重模型

$$\begin{cases} F_z = \sum_{j=1}^m (\lambda_j \kappa)_{F_j} = a_1 w_1 + a_2 w_2 + \cdots + a_L w_L \\ V_{zi} = \sum_{j=1}^L a_j p_{ij} \\ w_i = V_{zi} / \sum_{i=1}^h V_{zi} \end{cases} \quad (6)$$

3.3.2 指标权重的归一化 由于所有指标的权重之和为1,因此指标权重需要在综合模型中指标系数的基础上归一化。以阻络证候为例对计算过程进行说明(表1-3)。

表1 冠心病痰瘀互结阻络证候专家咨询结果

四诊及炎症指标	专家人数	很重要	比较重要	一般	不太重要	一点也不重要
胸痛反复发作,日久不愈	87	65	19	3	—	—
胸闷	87	46	28	11	2	—
心悸	87	14	38	32	3	—
肢体麻木	87	15	39	25	7	1
烦躁	87	2	19	42	20	4
脉弦	87	7	35	33	10	2
脉涩	87	16	47	16	8	—
斑块形成	87	42	39	4	2	—
炎性活动增强	87	17	46	18	5	1
斑块不稳定	87	33	41	9	3	1

表2 解释的总方差(主成分分析提取公因子)

组件	初始特征值		
	总计	Var%	累积(%)
1	3.785	37.849	37.849
2	1.732	17.323	55.172
3	1.151	11.514	66.686
4	0.972	9.725	76.411
5	0.789	7.894	84.304
6	0.608	6.081	90.385
7	0.373	3.735	94.120
8	0.249	2.485	96.605
9	0.212	2.123	98.728
10	0.127	1.272	100.000

$$F_{\text{胸痛反复发作}} = (\frac{0.559}{\sqrt{3.785}} \times 37.849 + \frac{0.293}{\sqrt{1.732}} \times 17.323 + \frac{0.166}{\sqrt{1.151}} \times 11.514) / (37.849 + 17.323 + 11.514) = 0.248;$$
$$F_{\text{胸闷}} = (\frac{0.643}{\sqrt{3.758}} \times 37.849 + \frac{-0.187}{\sqrt{1.732}} \times 17.323 + \frac{-0.347}{\sqrt{1.151}} \times 11.514) / (37.849 + 17.323 + 11.514) = 0.095; (\text{余略})$$

最后各项指标所得权重归一化处理: 条目“胸痛反复发作, 日久不愈”最终权重:

$$F_{\text{胸痛反复发作}} / (F_{\text{胸痛反复发作}} + F_{\text{胸闷}} + F_{\text{心悸}} + F_{\text{肢体麻木}} + F_{\text{烦躁}} + F_{\text{脉弦}} + F_{\text{脉涩}} + F_{\text{斑块形成}} + F_{\text{炎性活动增强}} + F_{\text{斑块不稳定}}) = 0.129$$

条目“胸闷”最终权重:

$$F_{\text{胸闷}} / (F_{\text{胸痛反复发作}} + F_{\text{胸闷}} + F_{\text{心悸}} + F_{\text{肢体麻木}} + F_{\text{烦躁}} + F_{\text{脉弦}} + F_{\text{脉涩}} + F_{\text{斑块形成}} + F_{\text{炎性活动增强}} + F_{\text{斑块不稳定}}) = 0.056; (\text{余略})$$

表 3 成分矩阵 ^a			
指标	组件		
	1	2	3
胸痛反复发作, 日久不愈	0.559	0.293	0.166
胸闷	0.643	-0.187	-0.347
心悸	0.606	0.183	-0.662
肢体麻木	0.493	0.358	0.133
烦躁	0.748	0.187	-0.329
脉弦	0.587	0.428	0.116
脉涩	0.360	0.734	0.402
斑块形成	0.653	-0.386	0.464
炎性活动增强	0.674	-0.517	0.061
斑块不稳定	0.732	-0.527	0.213

注: a 已提取 3 个成分

结 果

1 冠心病痰瘀互结阻络指标权重结果分析 (表 4) 心悸、脉涩、胸痛反复发作、日久不愈、斑块不稳定、炎性活动增强、肢体麻木、烦躁占冠心病痰瘀互结证阻络指标中 80% 的权重, 对冠心病痰瘀互结证阻络的诊断中有重要参考价值。

表 4 冠心病痰瘀互结阻络指标权重结果分析					
指标	$\bar{x}$	Var	SD	CV	F
心悸	3.72	0.60	0.77	0.21	0.164
脉涩	3.82	0.69	0.83	0.22	0.143
胸痛反复发作, 日久不愈	4.71	0.28	0.53	0.11	0.129
斑块不稳定	4.16	0.70	0.84	0.20	0.123
炎性活动增强	3.84	0.71	0.84	0.22	0.106
肢体麻木	3.70	0.79	0.89	0.24	0.099
烦躁	2.94	0.72	0.85	0.29	0.075
胸闷	4.36	0.63	0.79	0.18	0.056
脉弦	3.40	0.78	0.88	0.26	0.055
斑块形成	4.39	0.43	0.66	0.15	0.050

2 冠心病痰瘀互结化火指标权重结果分析 (表 5) 斑块形成、斑块不稳定、炎性活动增强、心痛如灼、烦躁、脉数、口苦、苔黄、舌红占冠心病痰瘀互结证化火指标中 80% 的权重, 对冠心病痰瘀互结证化火的诊断中有重要参考价值。

表 5 冠心病痰瘀互结化火指标权重结果分析					
指标	$\bar{x}$	Var	SD	CV	F
斑块形成	3.88	0.68	0.83	0.21	0.114
斑块不稳定	4.02	0.59	0.77	0.19	0.112
炎性活动增强	4.00	0.49	0.70	0.17	0.104
心痛如灼	4.19	0.550	0.74	0.18	0.093
烦躁	4.06	0.59	0.77	0.19	0.088
脉数	4.08	0.59	0.77	0.19	0.075
口苦	4.25	0.460	0.68	0.16	0.075
苔黄	4.32	0.52	0.72	0.17	0.073
舌红	4.34	0.53	0.73	0.17	0.071
咽干	3.77	0.60	0.77	0.21	0.067
溲赤	3.93	0.76	0.87	0.22	0.065
便秘	4.01	0.63	0.80	0.20	0.064

3 冠心病痰瘀互结生毒指标权重结果分析 (表 6) 咽痛甚、口疮、重度口苦、病情凶险、舌下络脉紫红或绛紫、老舌、剥苔 (不含类剥苔)、中重度心绞痛、脉涩、斑块形成占冠心病痰瘀互结证化火指标中 80% 的权重, 对冠心病痰瘀互结证生毒的诊断中有重要参考价值。

表 6 冠心病痰瘀互结生毒指标权重结果分析					
指标	$\bar{x}$	Var	SD	CV	F
咽痛甚	3.59	0.72	0.85	0.24	0.109
口疮	3.65	0.73	0.86	0.23	0.102
重度口苦	3.93	0.62	0.79	0.20	0.092
病情凶险	4.21	0.67	0.82	0.19	0.082
舌下络脉紫红或绛紫	4.02	0.65	0.81	0.20	0.080
老舌	3.88	0.66	0.81	0.21	0.079
剥苔 (不含类剥苔)	3.51	0.69	0.83	0.24	0.069
中重度心绞痛	4.35	0.51	0.71	0.16	0.068
脉涩	3.78	0.65	0.81	0.21	0.064
斑块形成	4.09	0.57	0.75	0.18	0.058
斑块不稳定	4.24	0.36	0.60	0.14	0.053
舌青或青紫	4.00	0.45	0.67	0.17	0.050
炎性活动增强	4.26	0.31	0.56	0.13	0.050
脉结代	3.64	0.74	0.86	0.24	0.043

讨 论

主成分分析也称主分量分析或矩阵数据分析, 主

要用于多指标的综合评价,就是将多个相关性较强的变量,生成少数几个彼此不相关的变量,使它们尽可能多的提取到原有变量的信息,其通常对原有变量做线性组合。邱东^[19]认为主成分分析用于多指标综合评价的优点,在评价过程中生成了信息量权数和系统效应权数,能消除评价指标间的相关影响,有助于更客观地描述被评价对象的相对地位,更能保证评价结果的客观性。

本研究中应用主成分分析法,对冠心病痰瘀互结病机转化 3 个证候(阻络、化火、生毒)诊断指标进行综合评价,来确定各个诊断指标的权重问题。权重是指某指标在整体评价中的相对重要程度。权重越大则该指标的重要性越高,对整体的影响就越高。专家人数越多,计算的权重就会越科学。在此基础上提出假设,假定专家人数不变,利用各位专家评分间的线性关系对实际评分专家人数进行类似的简化,从而实现权重评判的精确性,该研究思路符合主成分分析的基本原理,故用主成分分析方法来确定权重^[16]。

冠心病痰瘀互结证阻络的宏观诊断指标中,心悸、脉涩、胸痛反复发作,日久不愈、肢体麻木烦躁有重要参考价值;冠心病痰瘀互结证化火的宏观诊断指标中,心痛如灼、烦躁、脉数、口苦、苔黄、舌红有重要参考价值;冠心病痰瘀互结证生毒的宏观及微观诊断指标中,咽痛甚、口疮、重度口苦、病情凶险、舌下络脉紫红或绛紫、老舌有重要参考价值。从总体评价结果上来看,斑块和炎症活动作为微观的证候诊断指标,在 3 个证候中均占有较大权重,提示冠心病痰瘀互结证病机转化后,与斑块和炎症活动相关,在临床辨证中可以除了依据临床证候表现外,还可选择与斑块和炎症因子相关的理化指标的作为参考依据。

本研究采用主成分分析对冠心病痰瘀互结证病机转化相关证候的诊断指标结合构建综合评价函数,建立评价指标间的线性函数关系,目的是能客观评价这些诊断指标在临床辨证中的价值,为中医临床辨证诊断的量化及中医证候的诊断标准研究提供可供借鉴的思路与方法。

参 考 文 献

- [1] 胡镜清. 病机兼化理论框架下的冠心病病机解析[J]. 中国中医基础医学杂志, 2017, 23(1): 4-7, 11.

- [2] 罗智博, 杨关林, 李思琦, 等. 论痰瘀同源[J]. 辽宁中医杂志, 2009, 36(3): 376-379.
- [3] 韩学杰, 张印生, 沈绍功. 冠心病痰瘀互结证的渊源和创新[J]. 中国医药学报, 2004, 19(10): 623-625.
- [4] 郭蓉娟, 王椿野, 赵振武, 等. 痰瘀致病的新认识[J]. 环球中医药, 2013, 6(2): 114-116.
- [5] 杜松, 胡镜清, 卢红蓉. 痰瘀互结证现代理论研究进展述评[J]. 中国中医基础医学杂志, 2015, 21(4): 477-482.
- [6] 陈小野, 屈伸, 邵晶晶, 等. 冠心病: 一直被忽视的热证[J]. 中国中医基础医学杂志, 2015, 21(5): 489-490, 493.
- [7] 王生万, 胡镜清, 江丽杰, 等. 痰瘀互结形成的可能相关分子生物学机制探究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2016, 18(5): 805-812.
- [8] 江丽杰, 胡镜清, 李瑞杰, 等. 冠心病痰瘀互结证基本脉象及其影响因素[J]. 环球中医药, 2015, 8(6): 641-645.
- [9] 吴朦, 胡镜清. 舌下络脉诊法及其在血瘀辨证中的应用研究[J]. 环球中医药, 2015, 8(6): 646-649.
- [10] 许伟明, 胡镜清, 彭锦, 等. 肥胖与痰瘀互结病机关系论析[J]. 环球中医药, 2015, 8(6): 654-657.
- [11] 柏冬, 胡镜清, 马雅奎, 等. 冠心病痰瘀互结证与炎症生物学指标相关性探讨[J]. 环球中医药, 2015, 8(6): 658-662.
- [12] 陶旭光, 胡镜清, 柏冬, 等. 冠心病痰瘀互结证脂质与脂蛋白研究评析[J]. 环球中医药, 2015, 8(6): 663-667.
- [13] 贾振华, 吴以岭, 高怀林, 等. “脉络-血管系统病”辨证诊断标准[J]. 中医杂志, 2007, 48(11): 1027-1032.
- [14] 于涛, 曹洪欣, 林晓峰. 冠心病热证证候特点的临床研究[J]. 辽宁中医杂志, 2006, 33(9): 1062-1064.
- [15] 陈可冀, 史大卓, 徐浩, 等. 冠心病稳定期因毒致病的辨证诊断量化标准[J]. 中国中西医结合杂志, 2011, 31(3): 313-314.
- [16] 韩小孩, 张耀辉, 孙福军, 等. 基于主成分分析的指标权重确定方法[J]. 四川兵工学报, 2012, 33(10): 124-126.
- [17] 王春枝, 斯琴. 德尔菲法中的数据统计处理方法及其应用研究[J]. 内蒙古财经学院学报, 2011, 9(4): 92-96.
- [18] 张文彤, 董伟主编. SPSS 统计分析高级教程[M]. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2012: 217-225.
- [19] 邱东. 多指标综合评价方法[J]. 统计研究, 1990, (6): 43-51.

(收稿: 2016-03-11 修回: 2017-03-22)

责任编辑: 白霞

英文责编: 张晶晶