

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2019.0001.012

# 基于不确定 AHP 和白化权函数的大学生 数学自学能力评价\*

郭竹梅

(安徽科技学院 信息与网络工程学院, 安徽 凤阳 233100)

**摘要:**针对大学生数学自学能力定量评价的多因素特点,提出了一种基于不确定型层次分析法和白化权函数的大学生数学自学能力定量评价的方法;首先分析影响大学生数学自学能力的影响因素,建立大学生自学能力指标体系;其次通过引入最优传递矩阵,使层次分析法中的判断矩阵自然满足一致性,从而得到各级指标的权重;再次构建基于白化权函数的数学自学能力评价模型,建立白化权函数,求出各级指标的灰色评价权重矩阵;最后将该模型应用于综合评价大学生自主学习能力;结果表明:此模型减少了评价者主观因素的影响,给出了比较客观的评价结果,能够高效地定量评价大学生数学自学能力。

**关键词:**AHP;白化权函数;影响因素;自学能力评价

**中图分类号:**O223

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-058X(2019)01-0065-08

## 0 引言

随着“大数据”时代的来临,知识更新的速度迅猛发展,任何大学生在学校接受的教育不可能“用之不尽”,所以走出校园之后,也应该“活到老、学到老”,这就要求大学生要具有较强的自学能力。

所谓的自学能力是指一个人独立学习的能力,也是一个人获取知识的能力。它是一个人多种智力因素的结合和多种心理机制参与的综合能力。而对于大学生来说,数学是一门重要的“工具课”,它会应用于将来所从事的各项工作中。因此,当代大学生必须具有终身学习数学的能力,这样才能做到可持续发展。然而,影响数学自学能力的因素是多方面的,只有全面考虑这些影响因素及定量分析其起作用的大小,才能正确地评价自学能力的高低,从而“对症下药”,有效地提高大学生的自学能力。

## 1 大学生数学自学能力指标体系的构建

通过查阅文献、访问、问卷调查等,遵循科学性、合理性和可行性的原则,综合考虑各方面意见,得出了影响大学生数学自学能力的主要指标,如表1所示。

大学生数学自学能力评价体系是一个多目标、多属性问题,因此可采用层次分析法来确定各因素的权重。如:王有文<sup>[1]</sup>研究了基于 AHP 的模糊综合评价模型在大学生高等数学能力评价中的应用。层次分析法虽然能定量分析各因素所起作用的大小,但是它也有不足之处,最突出的问题就是判断矩阵的一致性难以实现。这促使许多学者将改进的层次分析法用于各种评估。如:胡芬<sup>[2]</sup>研究了基于改进层次分析法的高职学生创新能力的评价;赵璐<sup>[3]</sup>研究了基于最优传递矩阵的不确定层次分析

收稿日期:2018-05-21;修回日期:2018-07-11.

\* 基金项目:安徽高校自然科学研究重点项目(KJ2018A0523).

作者简介:郭竹梅(1980—),女,安徽淮北人,讲师,硕士,从事微分方程、矩阵分析研究.

法在玻璃栈道安全性评价中的应用;郑重等<sup>[4]</sup>研究了改进模糊层次分析法在采动滑坡稳定性因素评价中的应用;王建等<sup>[5]</sup>研究了改进模糊层次分析法在 AUV 总体性能评价中的应用。他们采用改进的层次分析法,使判断矩阵自然地满足一致性要求,而无需进行一致性检验。另一方面,白化权函数是体现从定性分析到定量描述的关键步骤,它也适合于各种评估。如:郭小东等<sup>[6]</sup>、俞素平等<sup>[7]</sup>分别将白化权函数用于安全性评估和风险灰色评估;强凤娇等<sup>[8]</sup>研究了基于区间数观察值的灰色白化权函数聚类模型重构;陈继光等<sup>[9]</sup>、曾静等<sup>[10]</sup>用白化权函数评估水环境质量和大学生亚健康状况。基于他们的研究方法,本文采用不确定层次分析法的思想,使用区间数而不是确定的数来衡量指标因子的重要性,通过引入最优传递矩阵,使判断矩阵自然满足一致性,不需进行一致性检验,并给出评价指标权重的计算步骤。最后通过引入白化权函数,计算并综合评估每个指标的评价权重矩阵。

表 1 影响大学生数学自学能力的主要指标

Table 1 Main factors affecting students' self-learning ability in mathematics

一级指标 A	二级指标 B	三级指标 C
		$C_{11}$ : 观察力、理解力
	$B_1$ : 自主阅读数学材料的能力	$C_{12}$ : 知识储备 $C_{13}$ : 数学思维
		$C_{21}$ : 对数学的兴趣
	$B_2$ : 自主学习动机	$C_{22}$ : 对数学的需求 $C_{23}$ : 对数学的积极性
大学生 数学自 学能力	$B_3$ : 自主学习计划	$C_{31}$ : 确定学习目标 $C_{32}$ : 选定学习内容 $C_{33}$ : 选择学习方法
		$C_{41}$ : 解题的技巧和熟练程度
	$B_4$ : 自主练习运用能力	$C_{42}$ : 能够使用数学知识来解决问题 $C_{43}$ : 掌握连接相关知识点的能力
		$C_{51}$ : 自我评价知识的掌握程度
	$B_5$ : 自主评价能力	$C_{52}$ : 进一步确定自学取向

## 2 自学能力评价模型的建立

### 2.1 计算大学生数学自学能力指标权重

计算步骤如下:

(1) 由专家构造区间数判断矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times n}$ ,  $a_{ij} = [a_{ij}^-, a_{ij}^+]$ ;

(2) 将区间数判断矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  分成两个矩阵  $A^- = (a_{ij}^-)_{n \times n}$ ,  $A^+ = (a_{ij}^+)_{n \times n}$ ;

(3) 分别计算  $B^- = (\ln a_{ij}^-)_{n \times n}$ ,  $B^+ = (\ln a_{ij}^+)_{n \times n}$ ;

(4) 利用  $c_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (b_{ik} - b_{jk})$  将  $B^-, B^+$  化为最优传递矩阵  $C^- = (c_{ij}^-)_{n \times n}$ ,  $C^+ = (c_{ij}^+)_{n \times n}$ ;

(5) 利用  $A^* = (e^{c_{ij}})_{n \times n}$  将  $C^-, C^+$  化为一致性矩阵  $(A^*)^-, (A^*)^+$ ;

(6) 利用  $w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^*}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^*}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ) 分别

计算出  $w_i^-, w_i^+$ , 最后  $w_i = \frac{w_i^- + w_i^+}{2}$ 。

按照层次分析法的 1-9 标度法,由相关专家对表 1 中的指标进行两两比较,分别得到目标层 A 和准则层  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  的区间数判断矩阵  $A, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  如下:

$$A = \begin{pmatrix} [1,1] & [1/5,1/4] & [1/4,1/3] & [2,3] & [3,4] \\ [4,5] & [1,1] & [3,4] & [5,6] & [6,7] \\ [3,4] & [1/4,1/3] & [1,1] & [1/5,1/4] & [1/6,1/5] \\ [1/3,1/2] & [1/6,1/5] & [4,5] & [1,1] & [2,3] \\ [1/4,1/3] & [1/7,1/6] & [5,6] & [1/3,1/2] & [1,1] \end{pmatrix}$$

$$B_1 = \begin{pmatrix} [1,1] & [1/8,1/7] & [5,6] \\ [7,8] & [1,1] & [8,9] \\ [1/6,1/5] & [1/9,1/8] & [1,1] \end{pmatrix}$$

$$B_2 = \begin{pmatrix} [1,1] & [1/7,1/6] & [3,4] \\ [6,7] & [1,1] & [8,9] \\ [1/4,1/3] & [1/9,1/8] & [1,1] \end{pmatrix}$$

$$B_3 = \begin{pmatrix} [1,1] & [1/6,1/5] & [1/4,1/3] \\ [5,6] & [1,1] & [1/3,1/2] \\ [3,4] & [2,3] & [1,1] \end{pmatrix}$$

$$B_4 = \begin{pmatrix} [1,1] & [4,5] & [1/4,1/3] \\ [1/5,1/4] & [1,1] & [2,3] \\ [3,4] & [1/3,1/2] & [1,1] \end{pmatrix}$$

$$B_5 = \begin{pmatrix} [1,1] & [4,5] \\ [1/5,1/4] & [1,1] \end{pmatrix}$$

$$C^- = \begin{pmatrix} 0 & -1.418 0 & 0.497 0 & -0.078 6 & 0.323 5 \\ 1.418 0 & 0 & 1.915 0 & 1.339 4 & 1.741 5 \\ -0.497 0 & -1.915 0 & 0 & -0.575 6 & -0.173 5 \\ 0.078 6 & -1.339 4 & 0.575 6 & 0 & 0.402 1 \\ -0.323 5 & -1.741 5 & 0.173 5 & -0.402 1 & 0 \end{pmatrix}$$

根据上述计算过程式(1)一式(6),以矩阵  $A$  为例计算二级指标权重如下:

由步骤(2),把矩阵  $A$  拆分为

$$A^- = \begin{pmatrix} 1 & 1/5 & 1/4 & 2 & 3 \\ 4 & 1 & 3 & 5 & 6 \\ 3 & 1/4 & 1 & 1/5 & 1/6 \\ 1/3 & 1/6 & 4 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/7 & 5 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A^+ = \begin{pmatrix} 1 & 1/4 & 1/3 & 3 & 4 \\ 5 & 1 & 4 & 6 & 7 \\ 4 & 1/3 & 1 & 1/4 & 1/5 \\ 1/2 & 1/5 & 5 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1/6 & 6 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$$

由步骤(3)计算出:

$$B^- = \begin{pmatrix} 0 & -1.609 4 & -1.386 3 & 0.693 1 & 1.098 6 \\ 1.386 3 & 0 & 1.098 6 & 1.609 4 & 1.791 8 \\ 1.098 6 & -1.386 3 & 0 & -1.609 4 & -1.791 8 \\ -1.098 6 & -1.791 8 & 1.386 3 & 0 & 0.693 1 \\ -1.386 3 & -1.945 9 & 1.609 4 & -1.098 6 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B^+ = \begin{pmatrix} 0 & -1.386 3 & -1.098 6 & 1.098 6 & 1.386 3 \\ 1.609 4 & 0 & 1.386 3 & 1.791 8 & 1.945 9 \\ 1.386 3 & -1.098 6 & 0 & -1.386 3 & -1.609 4 \\ -0.693 1 & -1.609 4 & 1.609 4 & 0 & 1.098 6 \\ -1.098 6 & -1.791 8 & 1.791 8 & -0.693 1 & 0 \end{pmatrix}$$

由步骤(4)计算出:

$$C^+ = \begin{pmatrix} 0 & -1.346 7 & -0.541 6 & -0.081 1 & 0.358 3 \\ 1.346 7 & 0 & 0.805 1 & 1.265 6 & 1.705 0 \\ 0.541 6 & -0.805 1 & 0 & 0.460 5 & 0.899 9 \\ 0.081 1 & -1.265 6 & -0.460 5 & 0 & 0.439 4 \\ -0.358 3 & -1.705 0 & -0.899 9 & -0.439 4 & 0 \end{pmatrix}$$

由步骤(5)计算出:

$$(A^*)^- = \begin{pmatrix} 1 & 0.242 2 & 1.643 8 & 0.924 4 & 1.382 0 \\ 4.128 9 & 1 & 6.786 9 & 3.816 8 & 5.705 9 \\ 0.608 4 & 0.147 3 & 1 & 0.562 4 & 0.840 7 \\ 1.081 8 & 0.262 0 & 1.778 2 & 1 & 1.495 0 \\ 0.723 6 & 0.175 3 & 1.189 5 & 0.668 9 & 1 \end{pmatrix}$$

$$(A^*)^+ = \begin{pmatrix} 1 & 0.260 1 & 0.581 8 & 0.922 1 & 1.430 9 \\ 3.844 7 & 1 & 2.236 9 & 3.545 3 & 5.501 4 \\ 1.718 8 & 0.447 0 & 1 & 1.584 9 & 2.459 4 \\ 1.084 5 & 0.282 1 & 0.631 0 & 1 & 1.551 8 \\ 0.698 9 & 0.181 8 & 0.406 6 & 0.644 4 & 1 \end{pmatrix}$$

由步骤(6)计算出:

$$w^- = (0.132 6 \quad 0.547 4 \quad 0.080 7 \quad 0.143 4 \quad 0.095 9)$$

$$w^+ = (0.123 3 \quad 0.474 2 \quad 0.212 0 \quad 0.133 7 \quad 0.056 8)$$

从而得二级指标的权重  $w = (0.128 0 \quad 0.510 8 \quad 0.146 3 \quad 0.138 5 \quad 0.076 4)$ .

同样,可以获得各三级指标的权重,如表 2 所示。

表 2 影响大学生数学自学能力的指标权重

Table 2 The weight of factors affecting students' self-learning ability in mathematics

二级指标 $B$	二级指标权重	三级指标 $C$	三级指标权重
$B_1$ : 自主阅读数学材料的能力	0.128 0	$C_{11}$ : 观察力、理解力	0.179 9
		$C_{12}$ : 知识储备	0.787 4
		$C_{13}$ : 数学思维	0.034 7

续表(表2)

二级指标 B	二级指标权重	三级指标 C	三级指标权重
$B_2$ : 自主学习动机	0.510 8	$C_{21}$ : 对数学的兴趣	0.164 3
		$C_{22}$ : 对数学的需求	0.770 0
		$C_{23}$ : 对数学的积极性	0.065 7
$B_3$ : 自主学习计划	0.146 3	$C_{31}$ : 确定学习目标	0.100 8
		$C_{32}$ : 选定学习内容	0.351 2
		$C_{33}$ : 选择学习方法	0.548 0
$B_4$ : 自主练习运用能力	0.138 5	$C_{41}$ : 解题的技巧和熟练程度	0.359 5
		$C_{42}$ : 能够使用数学知识来解决问题	0.270 0
		$C_{43}$ : 掌握连接相关知识点的的能力	0.370 5
$B_5$ : 自主评价能力	0.076 4	$C_{51}$ : 自我评价知识的掌握程度	0.817 3
		$C_{52}$ : 进一步确定自学取向	0.182 7

## 2.2 基于白化权函数的大学生数学自学能力评价

本文以 10 分制为标准,综合相关专家和数学任课老师的意见,将大学生数学自学能力分为差、中、良、优 4 个评价灰类,这 4 个评价灰类的评价区间分别为 $[2,4]$ 、 $[4,7.2]$ 、 $[7.2,8.6]$ 、 $[8.6,10]$ 。

(1) 根据上述评价区间分别得到差、中、良、优的白化权函数如下:

$$f_1(x) = \begin{cases} 0 & x \notin [1, 5.6] \\ 1 & x \in [1, 3] \\ \frac{5.6-x}{2.6} & x \in [3, 5.6] \end{cases}$$

$$f_2(x) = \begin{cases} 0 & x \notin [3, 7.9] \\ \frac{x-3}{2.6} & x \in [3, 5.6] \\ \frac{7.9-x}{2.3} & x \in [5.6, 7.9] \end{cases}$$

$$f_3(x) = \begin{cases} 0 & x \notin [5.6, 9.3] \\ \frac{x-5.6}{2.3} & x \in [5.6, 7.9] \\ \frac{9.3-x}{1.4} & x \in [7.9, 9.3] \end{cases}$$

$$f_4(x) = \begin{cases} 0 & x \notin [7.9, 11] \\ \frac{x-7.9}{1.4} & x \in [7.9, 9.3] \\ 1 & x \in [9.3, 11] \end{cases}$$

(2) 求出灰色评价权矩阵。表 3 是 5 位专家对随机抽取的某位大学生的评分,评分范围为 1~10, 1 代表最差,10 代表最好。

表 3 大学生数学自学能力专家得分

Table 3 Expert evaluation grade of a student in math self-learning ability

	专家 1	专家 2	专家 3	专家 4	专家 5
$C_{11}$ : 观察力、理解力	8	6	9	7	8
$C_{12}$ : 知识储备	7	8	6	8	5
$C_{13}$ : 数学思维	5	6	4	7	3
$C_{21}$ : 对数学的兴趣	9	8	7	8	8
$C_{22}$ : 对数学的需求	8	9	7	7	8
$C_{23}$ : 对数学的积极性	7	9	8	6	7

续表(表3)

	专家 1	专家 2	专家 3	专家 4	专家 5
$C_{31}$ :确定学习目标	6	7	5	8	9
$C_{32}$ :选定学习内容	7	6	8	4	7
$C_{33}$ :选择学习方法	6	7	7	8	5
$C_{41}$ :解题的技巧和熟练程度	7	6	4	7	5
$C_{42}$ :能够使用数学知识来解决问题	6	7	2	5	6
$C_{43}$ :掌握连接相关知识点的能力	4	5	3	6	4
$C_{51}$ :自我评价知识的掌握程度	6	7	7	8	5
$C_{52}$ :进一步确定自学取向	5	4	6	5	4

把表 3 中的数据分别代入差、中、良、优的白化权函数得到每种灰类的评价系数与总灰度评价系

数,如表 4 所示。由表 4 易得三级指标  $C$  的灰色评价权重矩阵,如表 5 所示。

表 4 每种灰类的评价系数与总灰度评价系数

Table 4 The each and the total grey evaluation coefficient

	灰类 1	灰类 2	灰类 3	灰类 4	总系数
$C_{11}$ :观察力、理解力	0.000 0	1.217 4	2.854 0	0.928 6	5
$C_{12}$ :知识储备	0.230 8	1.986 6	2.639 7	0.142 9	5
$C_{13}$ :数学思维	1.846 2	2.371 2	0.782 6	0.000 0	5
$C_{21}$ :对数学的兴趣	0.000 0	0.391 3	3.608 7	1.000 0	5
$C_{22}$ :对数学的需求	0.000 0	0.782 6	3.288 8	0.928 6	5
$C_{23}$ :对数学的积极性	0.000 0	1.608 7	2.534 2	0.857 1	5
$C_{31}$ :确定学习目标	0.230 8	1.986 6	1.925 5	0.857 1	5
$C_{32}$ :选定学习内容	0.615 4	1.993 3	2.319 9	0.071 4	5
$C_{33}$ :选择学习方法	0.230 8	2.377 9	2.319 9	0.071 4	5
$C_{41}$ :解题的技巧和熟练程度	0.846 2	2.762 5	1.391 3	0.000 0	5
$C_{42}$ :能够使用数学知识来解决问题	1.230 8	2.812 7	0.956 5	0.000 0	5
$C_{43}$ :掌握连接相关知识点的能力	2.461 5	2.364 6	0.173 9	0.000 0	5
$C_{51}$ :自我评价知识的掌握程度	0.230 8	2.377 9	2.319 9	0.071 4	5
$C_{52}$ :进一步确定自学取向	1.692 3	3.133 8	0.173 9	0.000 0	5

表 5 三级指标的灰色评价权重矩阵

Table 5 The grey evaluation weight matrix for each third grade index

	灰类 1	灰类 2	灰类 3	灰类 4
$C_{11}$ :观察力、理解力	0.000 0	0.243 5	0.570 8	0.185 7
$C_{12}$ :知识储备	0.046 2	0.397 3	0.527 9	0.028 6
$C_{13}$ :数学思维	0.369 2	0.474 3	0.156 5	0.000 0

续表(表5)

	灰类 1	灰类 2	灰类 3	灰类 4
$C_{21}$ :对数学的兴趣	0.000 0	0.078 3	0.721 7	0.200 0
$C_{22}$ :对数学的需求	0.000 0	0.156 5	0.657 8	0.185 7
$C_{23}$ :对数学的积极性	0.000 0	0.321 8	0.506 8	0.171 4
$C_{31}$ :确定学习目标	0.046 2	0.397 3	0.385 1	0.171 4
$C_{32}$ :选定学习内容	0.123 1	0.398 6	0.464 0	0.014 3
$C_{33}$ :选择学习方法	0.046 2	0.475 5	0.464 0	0.014 3
$C_{41}$ :解题的技巧和熟练程度	0.169 2	0.552 5	0.278 3	0.000 0
$C_{42}$ :能够使用数学知识来解决问题	0.246 2	0.562 5	0.191 3	0.000 0
$C_{43}$ :掌握连接相关知识点的能力	0.492 3	0.472 9	0.034 8	0.000 0
$C_{51}$ :自我评价知识的掌握程度	0.046 2	0.475 5	0.464 0	0.014 3
$C_{52}$ :进一步确定自学取向	0.338 4	0.626 8	0.034 8	0.000 0

从而可得二级指标  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  的灰色权评价向量  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  如下:

$$\delta_1 = (0.179\ 9\ 0.787\ 4\ 0.034\ 7) \times \begin{pmatrix} 0.000\ 0 & 0.243\ 5 & 0.570\ 8 & 0.185\ 7 \\ 0.046\ 2 & 0.397\ 3 & 0.527\ 9 & 0.028\ 6 \\ 0.369\ 2 & 0.474\ 3 & 0.156\ 5 & 0.000\ 0 \\ 0.049\ 0 & 0.373\ 0 & 0.523\ 0 & 0.055\ 0 \end{pmatrix} =$$

$$\delta_2 = (0.164\ 3\ 0.770\ 0\ 0.065\ 7) \times \begin{pmatrix} 0.000\ 0 & 0.078\ 3 & 0.721\ 7 & 0.200\ 0 \\ 0.000\ 0 & 0.156\ 5 & 0.657\ 8 & 0.185\ 7 \\ 0.000\ 0 & 0.321\ 8 & 0.506\ 8 & 0.171\ 4 \\ 0.000\ 0 & 0.154\ 5 & 0.658\ 4 & 0.187\ 1 \end{pmatrix} =$$

$$\delta_3 = (0.100\ 8\ 0.351\ 2\ 0.548\ 0) \times \begin{pmatrix} 0.046\ 2 & 0.397\ 3 & 0.385\ 1 & 0.171\ 4 \\ 0.123\ 1 & 0.398\ 6 & 0.464\ 0 & 0.014\ 3 \\ 0.046\ 2 & 0.475\ 5 & 0.464\ 0 & 0.014\ 3 \\ 0.073\ 2 & 0.440\ 0 & 0.456\ 7 & 0.030\ 1 \end{pmatrix} =$$

$$\delta_4 = (0.359\ 5\ 0.270\ 0\ 0.370\ 5) \times \begin{pmatrix} 0.169\ 2 & 0.552\ 5 & 0.278\ 3 & 0.000\ 0 \\ 0.246\ 2 & 0.562\ 5 & 0.191\ 3 & 0.000\ 0 \\ 0.492\ 3 & 0.472\ 9 & 0.034\ 8 & 0.000\ 0 \\ 0.309\ 7 & 0.525\ 7 & 0.164\ 6 & 0.000\ 0 \end{pmatrix} =$$

$$\delta_5 = (0.817\ 3\ 0.182\ 7) \times$$

$$\begin{pmatrix} 0.046\ 2 & 0.475\ 5 & 0.464\ 0 & 0.014\ 3 \\ 0.338\ 4 & 0.626\ 8 & 0.034\ 8 & 0.000\ 0 \\ 0.099\ 6 & 0.503\ 1 & 0.385\ 6 & 0.011\ 7 \end{pmatrix} =$$

所以,二级指标  $B$  的灰色评价权矩阵为

$$\delta = \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.049\ 0 & 0.373\ 0 & 0.523\ 0 & 0.055\ 0 \\ 0.000\ 0 & 0.154\ 5 & 0.658\ 4 & 0.187\ 1 \\ 0.073\ 2 & 0.440\ 0 & 0.456\ 7 & 0.030\ 1 \\ 0.309\ 7 & 0.525\ 7 & 0.164\ 6 & 0.000\ 0 \\ 0.099\ 6 & 0.503\ 1 & 0.385\ 6 & 0.011\ 7 \end{pmatrix}$$

(3) 对大学生数学自学能力进行综合评价。目标层  $A$  的灰色系数通过二级指标的权重和灰色评价权重矩阵得到:

$$\xi = (0.128\ 0\ 0.510\ 8\ 0.146\ 3\ 0.138\ 5\ 0.076\ 4) \times \begin{pmatrix} 0.049\ 0 & 0.373\ 0 & 0.523\ 0 & 0.055\ 0 \\ 0.000\ 0 & 0.154\ 5 & 0.658\ 4 & 0.187\ 1 \\ 0.073\ 2 & 0.440\ 0 & 0.456\ 7 & 0.030\ 1 \\ 0.309\ 7 & 0.525\ 7 & 0.164\ 6 & 0.000\ 0 \\ 0.099\ 6 & 0.503\ 1 & 0.385\ 6 & 0.011\ 7 \end{pmatrix} =$$

$$(0.067\ 5\ 0.302\ 3\ 0.522\ 3\ 0.107\ 9)$$

由  $\xi = (0.067\ 5\ 0.302\ 3\ 0.522\ 3\ 0.107\ 9)$  可知,该学生的数学能力关于差、中、良、优的比例分别为 6.75%、30.23%、52.23%、10.79%,由最大隶

属度原则,该生的数学自学能力评价结果为良好。

### 3 结束语

文章从自主阅读数学材料的能力、自主学习动机、自主学习计划、自主练习运用能力和自主评价能力5个方面构建了大学生数学自主学习能力指标体系,能够较科学地、全面地反映影响大学生数学自学能力的各项因素。文章运用了改进的层次分析法和白化权函数对大学生数学自学能力进行定量评价,由最大隶属度原则给出了比较客观的评价结果,减少了评价者主观因素的影响。本文的结果能够帮助大学生找出影响自学能力的主要原因,从根本上提高自学能力。同时本文给出的评价方法较为客观全面,可以广泛用于多因素的能力评定。

#### 参考文献(References):

- [1] 王有文. 基于 AHP 的模糊综合评价模型在大学生高等数学能力评价中的应用——以山西工程技术学院为例[J]. 山西师范大学学报(自然科学版),2016,30(2):33—37  
WANG Y W. Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation Based on AHP Mathematics Model in Appraising College Students' Ability on Advanced Mathematics—Taking Shanxi Institute of Technology as an Example [J]. Journal of Shanxi Normal University (Natural Science Edition), 2016, 30(2): 33—37
- [2] 胡芬. 基于改进的层次分析法对高职学生创新能力的评价[J]. 湖北成人教育学院学报,2017,23(4):68—71  
HU F. Evaluation of Higher Vocational Students' Innovative Ability Based on Improved Analytic Hierarchy Process[J]. Journal of Hubei Adult Education Institute, 2017, 23(4): 68—71
- [3] 赵璐. 基于最优传递矩阵的不确定型层次分析法在玻璃栈道安全性评估中的应用[J]. 建筑安全,2017(5):15—17  
ZHAO L. Application of Uncertain Analytic Hierarchy Process Based on Optimal Transfer Matrix in Safety Assessment of Glass Plank Road [J]. Construction Safety, 2017(5): 15—17
- [4] 郑重,赵云胜,张卫中,等. 改进的模糊层次分析法在采动滑坡稳定性影响因素评价中的应用[J]. 安全与环境工程,2016,23(5):109—112  
ZHENG Z, ZHAO Y S, ZHANG W Z, et al. Application of the Improved Fuzzy AHP Method in Evaluation of Stability Influence Factor of the Mining Landslide [J]. Safety and Environmental Engineering, 2016, 23(5): 109—112
- [5] 王建,庞永杰,杨卓懿,等. 改进模糊层次分析法在 AUV 总体性能评价中的应用[J]. 上海交通大学学报,2015,49(2):275—280  
WANG J, PANG Y J, YANG Z Y, et al. Application of Improved FAHP in Evaluation of AUV Overall Performance [J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2015, 49(2): 275—280
- [6] 郭小东,付体彪,徐帅. 基于灰色白化权函数聚类法的木结构古建筑安全性评估[J]. 北京工业大学学报,2017,43(5):780—785  
GUO X D, FU T B, XU S. Safety Assessment of Timber Ancient Buildings Based on Grey Clustering Analytical Method [J]. Journal of Beijing University of Technology, 2017, 43(5): 780—785
- [7] 俞素平,钟婉婷. 基于白化权函数的工程监理责任风险灰色评价[J]. 长春工程学院学报(自然科学版),2017,18(2):121—125  
YU S P, ZHONG W T. The Grey Evaluation to the Responsibility Risk of Construction Supervision Based on Whitenization Weight Function [J]. Journal of Changchun Institute of Technology (Natural Sciences Edition), 2017, 18(2): 121—125
- [8] 强凤娇,王化中,祝福云. 基于区间数观察值的灰色白化权函数聚类模型重构[J]. 统计与决策,2017(16):28—31  
QIANG F J, WANG H Z, ZHU F Y. Reconstruction of Grey Whitenization Weight Function Cluster Model Based on Interval Number Observation [J]. Statistics & Decision, 2017(16): 28—31
- [9] 陈继光,董承秀. 基于端点白化权函数聚类的水环境质量等级评价分析[J]. 数学的实践与认识,2017,47(9):98—101  
CHEN J G, DONG C X. Analysis of the Water Environment Quality Assessment Based on the Whitenization Weight Function of the Endpoint Clustering [J]. Mathematics in Practice and Theory, 2017, 47(9): 98—101
- [10] 曾静,赵晓红. 基于灰色聚类方法评估大学生亚健康状况[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版),2016,33(1):43—46,51  
ZENG J, ZHAO X H. College Student Sub-health Situation Evaluation Based on Grey Clustering Method [J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2016, 33(1): 43—46, 51

# The Evaluation of Mathematics Self-study Ability of College Students Based on Uncertain AHP and Whitening Weight Function

**GUO Zhu-mei**

(College of Information and Network Engineering, Anhui Science and Technology University, Anhui Fengyang 233100, China)

**Abstract:** According to the multivariate characteristics of college students' self-learning ability in mathematics evaluation, a method of quantitative evaluation of students' self-learning ability in mathematics is proposed. Firstly, we set up an index system for self-study ability of college students by analyzing the influencing factors of college students' self-learning ability. Secondly, by introducing the optimal transfer matrix, the consistency of judgment matrix in AHP can be naturally satisfied, and the AHP weights at all levels are obtained. Then, we build an evaluation model of self-study ability of college students based on whitening weight function. Finally, we establish the whitening weight function, obtain the grey evaluation weight matrix of indexes at all levels and make a comprehensive evaluation of college students' self-learning ability in mathematics through examples. The results show that the model is reasonable, feasible and effective because this model can decrease the influence of subjective factors of evaluators.

**Key words:** AHP; whitening weight function; influencing factors; self-study ability evaluation

责任编辑:罗姗姗

=====

(上接第 37 页)

## Bayes Estimation of Generalized Nonlinear Model

**LIU Yang-yang, CHEN Ping**

(School of Science, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** For the problem of parameter estimation in generalized nonlinear models, a method of Bayesian estimation is proposed to extract the observations from the conditional posterior distribution of the parameters to estimate the parameters. In the Bayesian statistical analysis, the hybrid algorithm of the M-H algorithm and the Gibbs sampling algorithm in the Monte Carlo sampling method is used to analyze the model. The parameters values are extracted through the conditional posterior distribution of the parameters at each iteration, and the convergence of the Markov chain at iteration is verified by using the sample path figure and the mean traverse figure of the parameters. The Bayes estimation of parameter is obtained by calculating the posterior mean value of the Markov chain after the chain achieves convergence. Through the empirical analysis of product sales data, the biases of Bayesian estimation and Maximum Likelihood estimation are compared to verify the simplicity, validity, and feasibility of the M-H algorithm and the Gibbs sampling algorithm for Bayesian estimation of the parameters of the generalized nonlinear model.

**Key words:** generalized nonlinear model; Bayes estimation; Gibbs sampling algorithm; M-H algorithm

责任编辑:李翠薇

引用本文/Cite this paper:

郭竹梅. 基于不确定 AHP 和白化权函数的大学生数学自学能力评价[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2019, 36(1): 65—72

GUO Z M. The Evaluation of Mathematics Self-study Ability of College Students Based on Uncertain AHP and Whitening Weight Function[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University(Natural Science Edition), 2019, 36(1): 65—72