

一种基于AHP的大学生综合素质精准评价方法

杨诗妍¹, 倪胜巧^{1,2*}, 霍聪聪¹, 李浩冉¹, 朱天赐¹

¹西藏大学, 西藏 拉萨

²四川大学, 四川 成都

Email: 1936221557@qq.com, *qiaoger@126.com

收稿日期: 2020年11月27日; 录用日期: 2020年12月21日; 发布日期: 2020年12月28日

摘 要

大学生综合素质评价在高等学校教育工作中具有举足轻重的作用, 当前的素质教育应根据教育的具体目标, 确定相应科学的评价。建立切实有效的大学生综合素质评价方法是非常值得研究的课题。本文提出了一种基于层次分析(AHP)进行大学生综合素质精准评价的方法, 根据不同专业构建评价指标、计算权重、生成结果。以西藏大学计算机类专业学生综合素质评价为例, 详实地描述了该方法的设计与实现。

关键词

大学生, 综合素质评价, 层次分析法

A Precise Evaluation Method for Comprehensive Quality Evaluation of University Students Based on AHP Algorithm

Shiyan Yang¹, Shengqiao Ni^{1,2*}, Congcong Huo¹, Haoran Li¹, Tianci Zhu¹

¹Tibet University, Lhasa Tibet

²Sichuan University, Chengdu Sichuan

Email: 1936221557@qq.com, *qiaoger@126.com

Received: Nov. 27th, 2020; accepted: Dec. 21st, 2020; published: Dec. 28th, 2020

Abstract

The comprehensive quality evaluation of university students plays as a lynchpin in higher educa-

*通讯作者。

tion. Contemporary quality-oriented education should determine the corresponding scientific evaluation according to the specific goals of education. The establishment of a practical and effective comprehensive quality evaluation system for university students is a topic well worthy of research. This thesis proposes a precise evaluation method for comprehensive quality evaluation of university students based on Analytic Hierarchy Process (AHP), which, according to different majors, constructs evaluation indicators, calculates weights, and generates results. Taking the comprehensive quality evaluation in the major of computer science from Tibet University as an example, the thesis describes both the design and realization of the method in detail.

Keywords

University Students, Comprehensive Quality-Oriented Education Assessment, Analytic Hierarchy Process (AHP)

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

高等教育是一个国家发展水平及发展潜力的重要标志。目前,中国大学生数量持续呈现增长态势,然而各高校对于本校学生综合素质评价标准却参差不齐。对大学生综合素质进行评价,是培养高素质复合型人才的重要环节,也是高校教育面临的一大难题。不少高校只注重于培养学生学业方面的成绩,却忽视了学生综合能力发展,且对学生综合素质评价存在主观、片面、模糊等问题,更缺乏以专业类别划分的、具针对性的有效评价方法,导致不能适应现代人才培养需要。

综合素质评价可归属于运筹学中的多指标决策问题,目前所采用的方法有层次分析法(AHP)、模糊综合评价、灰色关联分析、物元模型、耦合协调度模型等[1] [2] [3]。其中层次分析法由于思路简单、能对决策推理进行量化等优点得到了广泛使用。各高校对不同专业学生的培养方式和能力要求各不相同,因此对学生综合素质评价应该具有专业针对性。虽然此前许多学者采用过层次分析法(AHP),针对大学生综合能力评价进行了相关研究[4] [5] [6],但他们并没有根据学生专业特点进行精准的评价。本文旨在利用层次分析法针对不同专业学生,构建相应评价指标,对大学生综合素质精准评价进行有益的探索。

2. 层次分析法(AHP)

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是美国运筹学家、匹茨堡大学教授萨蒂于 20 世纪 70 年代初,在为美国国防部研究“根据各个工业部门对国家福利的贡献大小而进行电力分配”课题时,应用网络系统理论和多目标综合评价思维,提出的一种层次权重决策分析方法[7]。AHP 法是一种定性的、定量的决策部署方法,最终能转换成行之有效的解决方案。它将相关因素进行逐层分析,为分析事物、决策方案提供了可行的定量依据。当面临综合系统分析时,各个因素之间是相互联系、而又互相制约的,由此共同组成了一个复杂的系统。层次分析法为研究这类复杂的系统提供了一种新颖的、简洁的、实用的决策方法[8]。

层次分析法广泛应用于决策的方案分析中,首先我们应该将准则层中具有多层次的评价准则进行分层比较,然后将每一层的所有因素(属性)进行两两因素成对比较,再将所判定的值构建各层次因素间的判断矩阵,最后由编程软件 MATLAB 确定综合评价中各指标的权重系数。AHP 法的应用为解决难以进行定量描述的决策问题提供了便利。

3. 基于 AHP 的大学生综合素质精准评价方法基本思路

高校针对不同专业的学生设置了不同的教学培养方案,然而在大学生综合素质评价方面,往往只有一套通用的评价方法,并未根据专业特点,对学生的综合素质进行精准而有效的评价,长期以往不利于综合型人才的培养。因此,对大学生进行综合素质评价应根据专业特点设置相应指标,这样才能保证评价的特异性和准确性。

基于 AHP 的大学生综合素质精准评价方法的核心思想就是先根据学校不同专业学生的特点设置评价指标层次方法,然后利用层次分析法构建计算模型,对学生的综合素质进行量化计算,以便对相同专业学生的综合能力有一个整体把握和横向比较。我们的方法主要有以下几个步骤:

1) 建立层次结构模型:根据学校、专业等具体情况构建相应指标,依照各个指标间的相互关系分为最高层、中间层和最低层,并构造层次结构图。在相邻两层之间,高层为目标层,低层为因素层,高层指标由低层指标共同构建而成。

2) 构建判断矩阵:采用 1~9 标度法,将各层因素两两相互比较,构成一个正互反矩阵。

3) 一致性检验:首先定义一致性指标 CI,为了衡量 CI 的值然后引入随机一致性指标 RI,最后定义一致性比率 CR 为上述两者比值。当 CR 的值小于 0.1 时,认为通过一致性检验,否则就要重新构造比较矩阵 A 直到检验通过。

4) 组合权重系数的计算:利用判断矩阵,通过编程软件由计算机得出各个指标的权重值。

文章后续将以西藏大学信息科学技术学院计算机类专业学生综合素质评价为例,描述基于 AHP 的大学生综合素质精准评价方法的具体设计与实现。

4. 计算机类学生综合素质评价指标的设置

在学生成绩综合评价形成过程中,如何对构成评价的各项指标进行评价,以获得最终评价结果,是学生成绩评价过程的关键环节之一[9]。在测评方法的构建过程中,评价指标既不能设置的太过于复杂,又要全面具体客观的反映出大学生的综合素质,而且要具有可操作性,并且要遵循科学性原则、导向性原则、层次性原则、可操作性原则[10]。本文在对西藏大学信息技术学院计算机类专业学生完成实际考察和充分调研的基础上,咨询了专家的意见,通过反复推敲与讨论,制定了针对于计算机类专业学生的综合素质评价指标方法。

学生的综合素质与专业特征、培养方案、学校环境、整体氛围等内外部因素息息相关,评价指标需根据学校的实际情况来设置。经过对西藏大学计算机类学生的调查研究,我们可以将学生分为以下六种类型:

- 1) 积极参与学生会、社团活动,并担任学生干部,从事志愿服务工作。
- 2) 对某一领域很感兴趣,并取得了一定研究成果,获得了相关的专业证书。
- 3) 在学科竞赛,学术研究方面取得了优异成绩。
- 4) 在文体艺术方面具有一定的天赋,取得了重大突破,在体育赛事、艺术设计中取得了优异的成绩。
- 5) 本专业范围内学业成绩优异,但在本专业以外的其他方面并不突出。
- 6) 对自身定位模糊,对日后发展方向感到迷茫。

学生的素质评价并非对单一方面进行评价,而应该整体地、全盘地进行评价。学生的素质并非由各种素质指标进行简单叠加,而是由思想政治素质、知识能力素质、身体心理素质、文化素质、创新实践能力(即一级指标的设定)组成的有机统一体。因此在建立层次分析的同时,不仅需要将各项素质综合列出,还需要依据因素之间的影响之比来确定各指标之间的权重。根据西藏大学计算机类专业学生特点,我们设定图 1 的大学生综合素质评价指标方法,该评价方法由五个一级指标,十四个二级指标,三十五个三级指标共同

组建而成。如：一级指标创新实践能力包含组织管理能力、实践能力与创新能力这三个二级指标，而创新能力又分为发表学术论文、公开发表著作、发明专利和参与课外科技活动竞赛这四个三级指标。

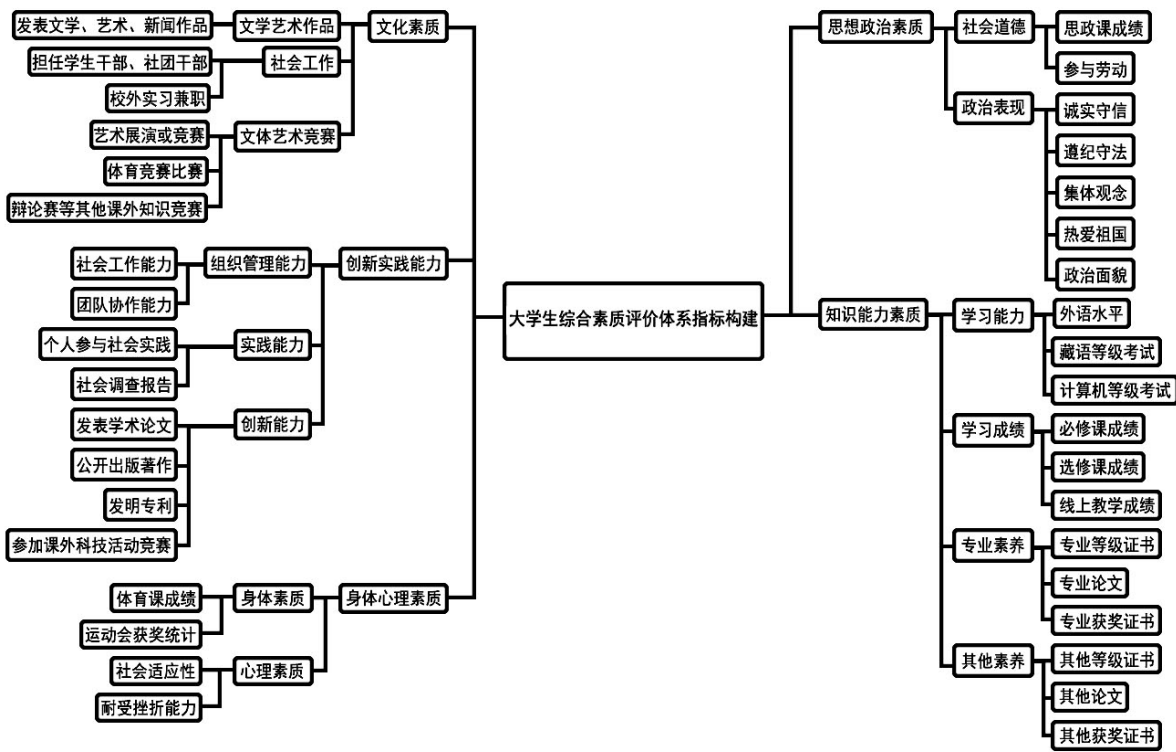


Figure 1. Evaluation index method of comprehensive quality of computer majors
图 1. 计算机类专业学生综合素质评价指标方法

5. 综合能力层次分析评价模型的构建

在层次分析法中，各指标权重数的确立尤为重要，也是构建大学生综合素质评价方法最为关键的一步。权重值受主观影响的程度比较大，各个专家对于权重值的设立也不尽相同，采用层次分析法来确立各指标的权更为合理。学生综合能力层次分析评价模型的构建主要包括构建层次结构模型、判断矩阵的构造、判断矩阵的一致性检验、以及组合权重系数计算。在文章的上一节中，描述了学生综合素质评价指标的设置，即完成了层次结构模型的构建。本文运用 MATLAB 编程软件进行后续的计算。

5.1. AHP 判断矩阵的构造

通过各指标成对比较的方式，来进行判断矩阵的构造，即在各层指标中每次取两个因子，来进行重要性评判。通过两两比较的方式，来确定各个指标相互之间的相对重要性。为使矩阵中的各要素的重要性便于量化，我们引进了矩阵判断标度(1~9 标度法)，如表 1 所示。

Table 1. 1 - 9 scale method scale meaning
表 1. 1~9 标度法标度含义

标度	含义
1	表示两个元素相比，具有同样的重要性
3	表示两个元素相比，前者比后者稍重要

Continued

5	表示两个元素相比，前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比，前者比后者极其重要
9	表示两个元素相比，前者比后者强烈重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻判断的中间值

倒数：若元素和元素 j 的重要性之比为 j ，那么元素 j 与元素的重要性之比为 $a_{ji} = 1/a_{ij}$ 。

构造判断矩阵的具体过程如下：

依据表 1 的标度含义，假定有三个指标，指标 1 重要程度大于指标 2，且指标 3 重要程度大于指标 1，那么指标 3 的重要程度大于指标 2。若指标 1 重要程度在数值上是指标 2 的 4 倍，指标 2 重要程度在数值上是指标 3 的 2 倍，那么指标 1 重要程度在数值上是指标 3 的 8 倍。如果认为指标 1 比指标 2 明显重要，那其得分就为 5 分(满分为 9 分)，以此得到各目标层的判断矩阵。

按上述成对比较所生成的结果，构成判断矩阵 $A = (a_{ij})_{m \times n}$ (表示第 i 指标与第 j 个指标相对重要性的比值)。显然，每个矩阵元素的值都大于 0，即 $a_{ij} > 0$ ，矩阵主对角线元素的值均为 1，故 A 为正互反矩阵。本文以一级评价指标为例计算得出判断矩阵，详见表 2。

Table 2. System resulting data of standard experiment

表 2. 大学生综合素质评价一级指标判断矩阵

	思想政治素质 F1	知识能力素质 F2	身体心理素质 F3	文化素质 F4	创新实践素质 F5
思想政治素质 F1	1	1/2	3/2	3/4	3/5
知识能力素质 F2	2	1	3	3/2	6/5
身体心理素质 F3	2/3	1/3	1	1/2	2/5
文化素质 F4	4/3	2/3	2	1	4/5
创新实践素质 F5	5/3	5/6	5/2	5/4	1

5.2. AHP 判断矩阵的构造

设判断矩阵 A 全部特征值为 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ，其中 $\lambda_1 = \lambda_{\max}$ ，由矩阵理论推广可知 $\lambda_{\max} + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = \sum_{i=1}^n a_{ii} = n$ ，则 $\sum_{i=2}^n \lambda_i = \lambda_{\max} - n$ 。为达到满意一致性，除了 $\lambda_{\max}$ 之外，其余特征值都应

接近为 0。取一致性指标 $CI = \frac{\sum_{i=2}^n \lambda_i}{n-1}$ 作为检验判断矩阵一致性指标， CI 值越大偏离度越大，反之，偏离度

越小。如果判断矩阵的阶数越大，其主观因素造成的偏差增大，偏离度也越高，反之，偏离度越小。当阶数 $n \leq 2$ 时， $CI = 0$ ，则判断矩阵具有完全一致性。在此基础上，必须引入平均随机一致性指标 RI 。一致性指标 CI 和平均随机一致性指数 RI 的比值，称为一致性比率 $CR = \frac{CI}{RI}$ ， CR 的值越小一致性就越强，当 $CR \leq 0.1$ 时，认为检验一致性通过，否则，需要修订判断矩阵，直到检验通过。

5.3. 组合权重系数的计算

在进行充分采集数据的基础上，本研究一共邀请了 10 名来自西藏大学信息科学技术学院不同领域的专家、教师、辅导员。根据上述的规则详细的分析了各个指标，再对相对异常值有效地进行了剔除，经过反复计算和确认，最终得到了专家群体判断矩阵。

由计算可得表 3 判断矩阵的一致性指标为 $CI = -2.2204 \times 10^{-16}$ ，一致性比率为 $CR = -1.9825 \times 10^{-16}$ ， $CR < 0.1$ ，所以可以判定检验一致性通过，即专家构造的综合判断矩阵是合理的。从而计算出大学生综合素质评价方法中的一级指标权重值，如表 3 所示。

Table 3. The weight value of the first level indicator

表 3. 一级指标的权重值

一级指标	思想政治素质 F1	知识能力素质 F2	身体心理素质 F3	文化素质 F4	创新实践素质 F5
权重	0.1500	0.3000	0.1000	0.2000	0.2500

参照一级指标的权重计算方法可以计算出二级指标和三级指标的权重值，最终完成了计算机类学生综合素质测评指标方法的构建，如表 4 所示。分别采用算术平均法、几何平均法以及特征值法后，可得出每个指标的不同结果(从左到右的依次的三个数值)。根据各层元素的权重，计算系统目标的合成权重，进行总排序，以确定递阶结构图中最低层各个元素的总目标中的重要程度。

Table 4. The index method of college students' comprehensive quality evaluation

表 4. 大学生综合素质测评指标方法

一级指标及权重值	二级指标及权重值	三级指标及权重值
思想政治素质 F1(0.1500, 0.1500, 0.1500)	社会道德 F11(0.1667, 0.1667, 0.1667)	思政课成绩 F111(0.7500, 0.7500, 0.7500)
		参与劳动 F112(0.2500, 0.2500, 0.2500)
	政治表现 F12(0.8333, 0.8333, 0.8333)	诚实守信 F121(0.1562, 0.1530, 0.1523)
		遵纪守法 F122(0.3128, 0.3199, 0.3104)
		热爱祖国 F123(0.3932, 0.3931, 0.3104)
		集体观念 F124(0.0795, 0.0786, 0.0775)
		政治面貌 F125(0.0583, 0.0554, 0.0571)
		外语水平 F211(0.1638, 0.1634, 0.1634)
	学习能力 F21(0.0580, 0.0558, 0.0559)	藏语等级考试 F212(0.5390, 0.5396, 0.5396)
		计算机等级考试 F213(0.2973, 0.2970, 0.2970)
知识能力素质 F2(0.3000, 0.3000, 0.3000)	学习成绩 F22(0.3236, 0.3269, 0.3201)	必修课成绩 F221(0.7513, 0.7604, 0.7604)
		选修课成绩 F222(0.1497, 0.1441, 0.1441)
	专业素养 F23(0.5029, 0.5075, 0.5125)	线上教学成绩 F223(0.0991, 0.0955, 0.0955)
		专业等级证书 F231(0.1638, 0.1634, 0.1634)
		专业论文 F232(0.5390, 0.5396, 0.5396)
		专业获奖证书 F233(0.2973, 0.2970, 0.2970)
	其他素养 F24(0.1155, 0.1098, 0.1115)	其他等级证书 F241(0.2593, 0.2788, 0.2182)
		其他论文 F242(0.2593, 0.2788, 0.2182)
		其他获奖证书 F243(0.4815, 0.4425, 0.5636)
		体育课成绩 F311(0.8333, 0.8333, 0.8333)
身体心理素质 F3(0.1000, 0.1000, 0.1000)	身体素质 F31(0.4286, 0.4286, 0.4286)	运动会获奖证书 F312(0.1667, 0.1667, 0.1667)
	心理素质 F32(0.5714, 0.5714, 0.5714)	社会适应性 F321(0.3333, 0.3333, 0.3333)
		耐受挫折能力 F322(0.6667, 0.6667, 0.6667)

Continued

文化素质 F4(0.2000, 0.2000, 0.2000)	文学艺术作品 F41(0.1373, 0.1365, 0.1365)	发表文学、艺术、新闻作品 F411
	社会工作 F42(0.2395, 0.2385, 0.2385)	担任学生干部、社团干部 F421(0.2500, 0.2500, 0.2500)
		校外实习、兼职 F422(0.7500, 0.7500, 0.7500)
		艺术展演或竞赛 F431(0.2593, 0.2788, 0.2182)
创新实践素质 F5(0.2500, 0.2500, 0.2500)	文体艺术竞赛 F43(0.6232, 0.6250, 0.6250)	体育竞赛比赛 F432(0.2593, 0.2788, 0.2182)
		辩论赛等其他课外知识竞赛 F433(0.4815, 0.4425, 0.5636)
	组织管理能力 F51(0.1549, 0.1488, 0.1488)	社会工作能力 F511(0.3333, 0.3333, 0.3333)
		团队协作能力 F512(0.6667, 0.6667, 0.6667)
	实践能力 F52(0.0685, 0.0658, 0.0658)	个人参与社会实践 F521(0.3333, 0.3333, 0.3333)
		社会调查报告 F522(0.6667, 0.6667, 0.6667)
		发表学术论文 F531(0.4589, 0.4706, 0.4588)
	创新能力 F53(0.7766, 0.7854, 0.7854)	公开出版著作 F532(0.0752, 0.0723, 0.0729)
		发明专利 F533(0.2908, 0.2929, 0.2986)
		参与课外科技活动竞赛 F53(0.1751, 0.1642, 0.1697)

以表 4 权重值为准, 每个指标设置满分为 100 分, 学生三级指标可根据量化计算获取评分, 或者教师、辅导员对于学生进行详细的分析后进行人为打分。将每一个三级指标分数乘以对应的权重值, 累加计算得出二级指标的分值。同理, 根据二级指标计算出一级指标分值, 最后根据一级指标分值相加得到一个综合分, 这个综合分值就是学生综合素质评价的最终得分。依据评分分数可将学生分为五类, 每个类别如表 5 所示。

Table 5. Students' comprehensive quality evaluation results

表 5. 学生综合素质评价结果

学生综合素质评价结果					
学生等级评价	优秀	良好	中等	及格	不及格
学生综合得分	[90, 100)	[80, 90)	[70, 80)	[60, 70)	[0, 60)

依据对于大学生综合素质评价的结果, 学生、教师和学校方面可分别制定相应的提高方案:

- 1) 学生可根据各个指标的得分知晓自身的优势与劣势, 并准确定位存在哪方面的不足, 有针对性的进行改进。
- 2) 教师可以对学生有更加全面完善的了解, 并对每个学生提供准确客观的评价、提升、反馈方案。
- 3) 学校可对分数整体地进行横向把握和纵向比较, 将各个年级进行纵向对比, 适当调整对各个年级的教学目标与教育方式。根据学生的结果进行横向分类, 可针对实际情况及时调整教学方案, 为教学改革的最最终决策提供理论依据。

6. 结束语

大学生综合素质关乎学生未来的发展前景, 关乎学生的竞争力大小, 一个科学的、合理的大学生综合素质评价方法是高校人才培养的重要保障。本文通过对西藏大学计算机类专业学生的实际考察、咨询专家意见, 并结合该专业特点, 运用层次分析定性、定量的设计了一种全面、客观、详细、科学的大学

生综合素质评价方法, 帮助学生进行自我诊断、有效提升综合素质能力。为学校教学决策、教师对学生的教育培养方案优化提供了理论基础; 为促进综合素质教育改革历程、发展综合能力强的高素质人才提供了方案导向。本文以西藏大学计算机类专业学生综合素质评价为例, 详实地描述了一种基于层次分析的综合素质评价方法的设计与实现, 为其他专业学生的综合素质评价提供了一些有益的参考。

基金项目

西藏大学 2020 年教学研究与改革项目“西藏大学计算机科学与技术专业新工科人才培养模式研究”(XZDXJXYJ202016); 西藏大学 2020 年国家级大学生创新训练项目“大学生综合能力智能分析系统”(202010694002X)。

参考文献

- [1] 许瑞瑞, 张宣, 刘阳. 基于 AHP 模型下的大学生综合素质评价因素的分析[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2018, 34(3): 148-150.
- [2] 陈舒婷. 模糊综合评价在大学生综合素质测评中的应用研究[J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2019, 35(5): 7-9.
- [3] 张媛媛, 袁方. 基于灰色关联分析的新时代大学生综合素质评价可行性分析[J]. 科教文汇(上旬刊), 2019(9): 46-47.
- [4] 徐玖平, 胡知能, 王綏. 运筹学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [5] 谢国敏, 杨晓梅, 余海波, 李子国. 基于 AHP 的大学生综合素质测评模型[J]. 高师理科学刊, 2019, 39(2): 26-29.
- [6] 许瑞瑞, 张宣, 刘阳. 基于 AHP 模型下的大学生综合素质评价因素的分析[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2018, 34(3): 148-150.
- [7] 许树伯. 层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1988.
- [8] 孙延修. 基于 AHP 模型民办高校人才引进的指标评价方法设计[C]//中共沈阳市委、沈阳市人民政府. 第十七届沈阳科学学术年会论文集. 中共沈阳市委、沈阳市人民政府: 沈阳市科学技术协会, 2020: 5.
- [9] 王晓, 王树鹏. 基于 AHP 的模糊学生成绩综合评价研究[J]. 科技信息, 2010(9): 548-567.
- [10] 王喜鸿, 展金梅. 运用层次分析法构建大学生综合素质测评方法[J]. 中国科技信息, 2017(13): 51-53.