



Research on the Framework of the Evaluation System of College Students' Learning Process

Yu He, Wang Nana*, Wang Xiujuan

School of Liberal Education, Liaoning University of International Business and Economics, Dalian, China

Email address:

251753102@qq.com (Yu He), wangnana124@aliyun.com (Wang Nana), 1249257730@qq.com (Wang Xiujuan)

*Corresponding author

To cite this article:

Yu He, Wang Nana, Wang Xiujuan. Research on the Framework of the Evaluation System of College Students' Learning Process. *Science Discovery*. Vol. 11, No. 2, 2023, pp. 29-34. doi: 10.11648/j.sd.20231102.11

Received: February 13, 2023; **Accepted:** March 21, 2023; **Published:** March 28, 2023

Abstract: To construct the evaluation system of college students' learning process, there are three layers: target layer, criterion layer and sub-criterion layer. There are five first-level indicators in the criteria layer, which are the individuation of learning process, the individuation of learning analysis, the coupling of learning, the autonomy of learning process and the creativity of learning process. There are 17 secondary indicators in the sub-criteria layer. The establishment of a good hierarchical structure is the premise of using AHP to solve problems. The basis of analyzing problems is to build a multi-level structure by layering various influencing factors. To determine the relationship between the elements, and according to the controlling relationship of the upper layer to the factors of the lower layer, the influencing factors are hierarchical, and then the hierarchical structure model of the upper layer and the lower layer is constructed, the geometric average method is used to calculate the average of the experts. The geometric average method ensures the reciprocal character of the matrix. Six judgment matrices are obtained by sorting the data, using MATLAB tool to calculate the weight value of each layer index of each judgment matrix, and carry on the consistency test, obtain the weight value of each layer index, the judgment matrix has passed the consistency evaluation, to achieve the overall objectives of the system and put forward all the measures, decision-making programs.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Student Learning Process Evaluation, Evaluation Indicators, Higher Education

大学生学习过程评价体系构架研究

于河, 王娜娜*, 王秀娟

辽宁对外经贸学院通识教育学院, 大连, 中国

邮箱

251753102@qq.com (于河), wangnana124@aliyun.com (王娜娜), 1249257730@qq.com (王秀娟)

摘要: 构建大学生学习过程评价体系, 共有目标层、准则层、子准则层等三层。准则层有5个一级指标, 分别为学习过程的个性化、学习分析的个性化、学习的耦合度、学习过程的自主性和学习过程的创造性。子准则层有17个二级指标。建立良好的层次结构是运用层次分析法解决问题的前提, 分析问题的基础是把各种影响因素层次化, 进而构建多层次结构。确定元素之间的相互影响关系, 并根据上一层对下一层的因素的支配关系, 将影响因素层次化, 进而构建上层与下层的相互关联的层次结构模型, 采用几何平均法对各位专家的平均进行计算, 几何平均法保证了矩阵的互反性, 通过整理数据得到了6个判断矩阵, 利用MATLAB工具计算各判断矩阵各层指标的权重值, 并进行一致性检验, 得到各层次指标的权重值, 构造的判断矩阵均通过了一致性评价, 为实现系统总目标而提出的所有的措施、决策方案。

关键词：层次分析法，学生学习过程评价，评价指标，高等教育

1. 引言

学习过程评价属于教育评价的范畴，其本质是一种学习评价[1, 2]。国外高校学生学习过程评价的文献历史和现状表明，了解评价的特点和趋势，重视评价内容的全面性、强调评价实施的过程性、突出评价功能的形成性、注重评价类型的多样性，成为学生学习过程评价的发展动向[3, 4]。Satterly和Drummond领导的英国评价改革小组也提出了“促进学习的评价（Assessment for learning）”，指教师与学习者收集及解释证据，以决定学习者现在在哪里，将来要去哪里，以及如何更好地到达那里的过程[5, 6]。在一定程度上反映了教育评价的思维，体现了重自由、轻过程、强实用的思想，但也造成了研究成果的片面化，没有形成系统、全面和完善的“大学生”的学习过程评价理论体系[7, 8]。这些评价较多地注重于教师评价和自我评价部分，但对于学生的同伴评价研究还相对不够丰富和深入，同时，在专家评价研究方面的表现则更为不足[9]。在国内学者对大学生的评价中也指出存在的问题[10, 11]，也给了一些建议[12]。高校学业考试是教学活动中的重要的一环[13]。虽然有虽然有关专家学者已有深入研究，但与基础教育阶段主要用于升学的测评考试功能相比，缺少外部因素的监管和控制是高校学业考试的显性特征，考试内容和形式更具灵活性，师生的自主性也较强[14, 15]。

建立良好的层次结构是运用层次分析法解决问题的前提，分析问题的基础是把各种影响因素层次化，进而构建多层次结构。确定元素之间的相互影响关系，并根据上一层对下一层的因素的支配关系，将影响因素层次化，进而构建上层与下层的相互关联的层次结构模型，为实现系统总目标而提出的所有的措施、决策方案。

2. 评价体系构建

美国的匹兹堡大学的运筹家T·L·Saaty教授在20世纪80年代提出了一种解决多目标多方案的一种方法--层次分

析法（AHP）。层次分析法将定量与定性相结合，整合人们的主观意识，按照心理、思维的规律将问题层次化，层次分析法系统性灵活，易于操作，简洁。层次分析法在1982年被介绍到我国，并得到了广泛的应用。层次分析法的五个具体步骤：

第一步：建立层次结构

本文首先建立学习过程评价的指标体系，确定元素之间的相互影响关系，并根据上一层对下一层的因素的支配关系，将影响因素层次化，进而构建上层与下层的相互关联的层次结构模型。按照影响因素集的属性将评价体系分为三层：第一层目标层：目标层是整个系统的最高层，也是系统的总目标，目标层里只有一个元素，即决策问题的评价对象；第二层准则层：准则层是整个系统的中间层，它是联系目标层和子准则的桥梁，是实现决策目标所涉及的具体化体现。准则层具有多层结构，准则层包括影响它的各种因素；第三层子准则层：子准则层是整个系统的最底层，其中包括为实现系统总目标而提出的所有的措施、决策方案。

第二步：构造判断矩阵

两对比定权法通过比较准则层第 x_i 因素与准则层第 x_j 因素两者相对重要程度的对比矩阵。评价指标及含义见表1。设某层有 n 个子因素组成的集合，即 $X=\{x_1, x_2, \cdots, x_n\}$ 。现在求 X 对其上层元素准则 Z 的权重。从集合 X 中每次取两个因素 x_i 和 x_j ， $i=1, 2, \cdots, n$ ， $j=1, 2, \cdots, n$ ， a_{ij} 表示 x_i 和 x_j 对 Z 的影响程度之比，求出每一个 a_{ij} ，进而得到集合 X 的判断矩阵 $A=(a_{ij})_{n \times n}$ ，称矩阵 A 为 $Z-X$ 的判断矩阵。

定义1：若矩阵 $A=(a_{ij})_{n \times n}$ 满足：

- (1) $a_{ij} > 0$;
 - (2) $a_{ji} = 1/a_{ij}$ ， $i, j=1, 2, \cdots, n$
- 则称 A 为正互反矩阵。

表1 比例标度1~9标度的含义。

指标评价值	含义
1	前者与后者重要性相同
3	前者比后者重要
5	前者比后者较重要
7	前者比后者很重要
9	前者比后者极重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻评价值的中间值
$1/k, k=1, 2, \cdots, 9$	若元素 x_i 与 x_j 的相对重要程度为 a_{ij} ，则元素 x_j 与 x_i 的相对重要程度为 $a_{ji}=1/a_{ij}$

采用的是专家评判法，设有假设有 n 个评判专家，就会得到 n 个评判矩阵，然后本文将采用几何平均法把各位专家对各个影响因素的评分 $a_{ij}^{(k)}$ 求几何平均值，计算公式如(1)：

$$a_{ij} = \left(\prod_{k=1}^n a_{ij}^{(k)} \right)^{\frac{1}{n}}$$

(1)

第三步：一致性检验

在分析各位专家评分结果的基础上, 本文利用Matlab工具计算各个阵的各层指标的权重值, 并进行一致性检验。 CR 用来判断评价矩阵是否通过了一致性检验, RI 为判断矩阵的平均随机一致性指标, RI 与矩阵阶数的联系样

见表2, $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, $CR = \frac{CI}{RI}$, 当 $CR \leq 0.1$ 时, 则说明该判断矩阵通过了一致性检验, 否则称判断矩阵未通过一致性检验。

表2 RI 数值表。

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

第四步: 单层次排序

层次排序是指在评价指标体系中下一层对上一层支配它们的影响因素的相对重要程度的排序。这个层次排序主要是由相应的判断矩阵 A 的最大特征值 λ_{\max} 对应的特征向量 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ 来决定的。

(1) 将判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 按列作归一化处理, 得 $\bar{A} = (\bar{a}_{ij})_{n \times n}$, 其中

$$\bar{a}_{ij} = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{kj}, \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

(2) 将矩阵 \bar{A} 的元素按行将各个元素相加, 得到向量 $\bar{W} = (\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_2, \dots, \bar{\omega}_n)^T$, 其中

$$\bar{\omega}_i = \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij}, \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

(3) 向量 \bar{W} 作归一化处理, 得所求特征向量 $W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$, 其中

$$\omega_i = \bar{\omega}_i / \sum_{k=1}^n \bar{\omega}_k \quad (4)$$

(4) 计算判断矩阵的最大特征值

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{\omega_i} \quad (5)$$

第五步: 层次总排序

层次总排序是指在计算最低层次中所有因素相对于决策的目标层的重要程度, 并将这个重要程度的多少按先后顺序依次排列起来, 从而得到了排序权值。这是对准则层相对于决策最高层次即目标层重要程度的一个总排序, 所得到的判别矩阵也要进行总的一致性检验。只有通过一致性检验, 判别矩阵才可以使用,

若上一层次 A 包含 m 个因素 A_1, A_2, \dots, A_m , 若它目标层的权值分别为 a_1, a_2, \dots, a_m , 其下一层 B 包含 n 个因素 B_1, B_2, \dots, B_n , 它们对上一层 A_j 的层次的权值分别为 $b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj}$ (若 B_k 与 A_j 无关, 则取 $b_{kj} = 0$), 从而可以给出 B 层的总排序权值, 如下表3示:

表3 重合成方法。

层次 A	A_1	A_2	...	A_m	B 层总排序权值
层次 B	a_1	a_2	...	a_m	
B_1	b_{11}	b_{12}	...	b_{1m}	$\sum_{j=1}^m a_j b_{1j}$
...
B_n	b_{n1}	b_{n2}	...	b_{nm}	$\sum_{j=1}^m a_j b_{nj}$

根据表3的重合成方法可以得出 B 层总排序一致性比例

$$CR = \frac{\sum_{j=1}^m a_j CI_j}{\sum_{j=1}^m a_j RI_j} \quad (6)$$

这样就可以得到各个决策层对目标层的总的权重。当其符合总体的一致性时, 决策者便可以通过所构造的成对比较矩阵做出最终的决策。

3. 大学生学习过程评价因素分析

(1) 建立层次结构

大学生学习过程评价体系的层次结构如图1所示。结构图分为目标层、准则层、子准则层。准则层有5个一级指标, 分别为学习过程的个性化、学习分析的个性化、学习的耦合度、学习过程的自主性和学习过程的创造性等5个一级指标。子准则层有17个二级指标。建立良好的层次

结构是运用层次分析法解决问题的前提，分析问题的基础是把各种影响因素层次化，进而构建多层次结构。

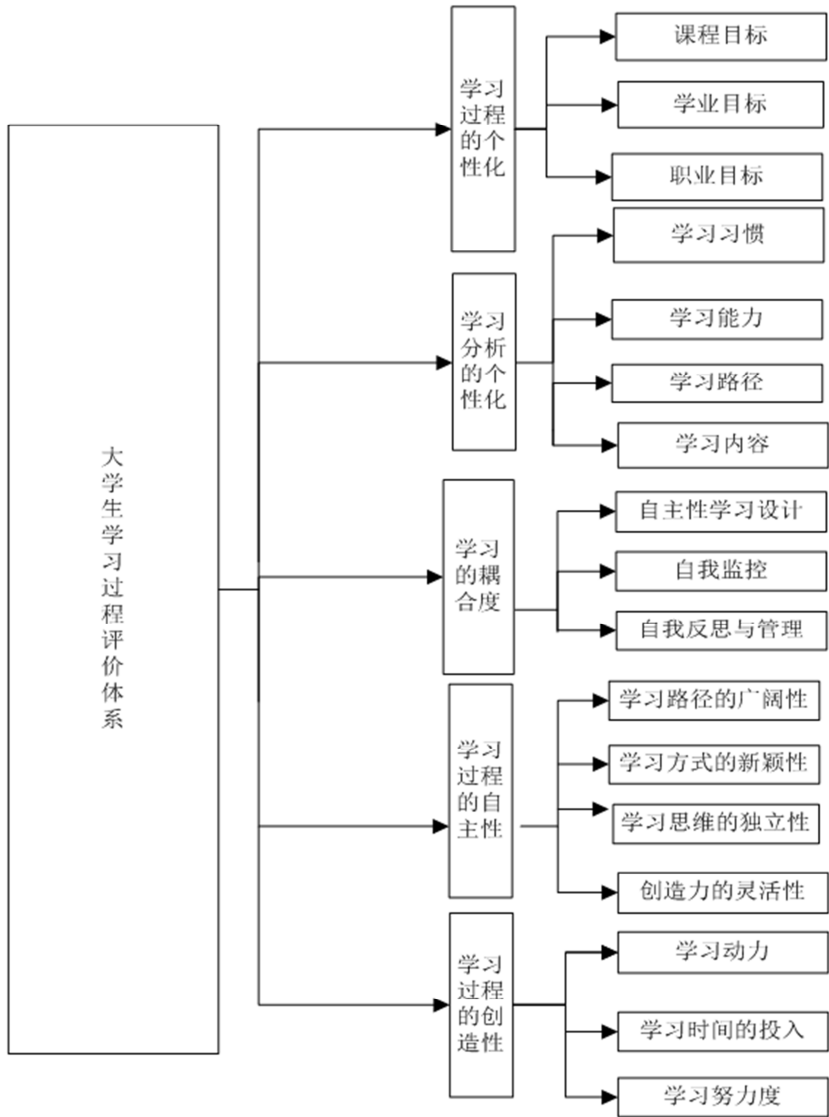


图1 大学生学习过程评价体系。

(2) 构造判断矩阵

本文所获的数据是通过邀请相关专家进行客观公正的打分，本文共发放50份调查问卷，共收回45份，本文采用几何平均法对各位专家的评分进行计算，几何平均法保证了矩阵的互反性，同时对未通过一致性检验的矩阵进行适当的调整，使之满足一致性检验，本文通过整理数据得到了6个判断矩阵

准则层（第一层）的判断矩阵为：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/7 & 3 & 1/5 \\ 1/2 & 1 & 1/5 & 2 & 1/2 \\ 7 & 5 & 1 & 4 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1/5 & 1 & 1/2 \\ 5 & 3 & 1/4 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

指标层（第二层）的判断矩阵为：

$$\begin{aligned} A_{21} &= \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/2 \\ 5 & 1 & 3 \\ 2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} & A_{22} &= \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/2 \\ 2 & 1 & 1/2 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \\ A_{23} &= \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 2 \\ 3 & 1 & 5 \\ 1/2 & 1/5 & 1 \end{bmatrix} & A_{24} &= \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/3 & 1/6 \\ 5 & 1 & 3 & 1/2 \\ 3 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 6 & 2 & 3 & 1 \end{bmatrix} \\ A_{25} &= \begin{bmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 1/4 & 1 & 1/2 \\ 1/5 & 2 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

(3) 层次单排序

利用MATLAB工具计算各判断矩阵各层指标的权重 结果见表4至表9：
值，并进行一致性检验，得到各层次指标的权重值。计算

表4 准则层B对目标层A的权重。

$A-B$	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	权重系数
B_1	1	2	1/7	3	1/5	0.1110
B_2	1/2	1	1/5	2	1/3	0.0839
B_3	7	5	1	4	3	0.4961
B_4	1/3	1/2	1/5	1	1/2	0.0677
B_5	5	3	1/4	2	1	0.2414
一致性检验: $\lambda_{\max} = 5.4160$, $CI = 0.1040$, $CR = 0.0929$						

表5 指标层C对 B_1 的权重。

B_1	C_{11}	C_{12}	C_{13}	权重系数
C_{11}	1	1/5	1/2	0.1220
C_{12}	5	1	3	0.6483
C_{13}	2	1/3	1	0.2297
一致性检验: $\lambda_{\max} = 3.0037$, $CI = 0.018$, $CR = 0.0032$				

表6 指标层C对 B_2 的权重。

B_2	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	权重系数
C_{21}	1	1/2	1/3	1/2	0.1205
C_{22}	2	1	1/2	2	0.2707
C_{23}	3	2	1	2	0.4182
C_{24}	2	1/2	1/2	1	0.1906
一致性检验: $\lambda_{\max} = 4.0710$, $CI = 0.0237$, $CR = 0.0263$					

表7 指标层C对 B_3 的权重。

B_3	C_{31}	C_{32}	C_{33}	权重系数
C_{31}	1	1/3	2	0.2297
C_{32}	3	1	5	0.6483
C_{33}	1/2	1/5	1	0.1220
一致性检验: $\lambda_{\max} = 3.0037$, $CI = 0.0018$, $CR = 0.0032$				

表8 指标层C对 B_4 的权重。

B_4	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	权重系数
C_{41}	1	1/5	1/3	1/6	0.0622
C_{42}	5	1	3	1/2	0.3200
C_{43}	3	1/3	1	1/3	0.1463
C_{44}	6	2	3	1	0.4715
一致性检验: $\lambda_{\max} = 4.0710$, $CI = 0.0263$, $CR = 0.0292$					

表9 指标层C对 B_5 的权重。

B_5	C_{51}	C_{52}	C_{53}	权重系数
C_{51}	1	4	5	0.6870
C_{52}	1/4	1	1/2	0.1265
C_{53}	1/5	2	1	0.1865
一致性检验: $\lambda_{\max} = 3.0940$, $CI = 0.047$, $CR = 0.081$				

从表4—9可以看出，本文构造的判断矩阵均通过了一致性评价。

(4) 总排序

子准则层对目标层的权重系数见表10所示。

表10 子准则层C对目标层A的权重。

权重	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{21}	C_{22}	C_{23}
W	0.0135	0.0719	0.0255	0.0101	0.0227	0.0351
权重	C_{24}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}
W	0.0159	0.1001	0.2827	0.0532	0.0042	0.0217
权重	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	
W	0.0319	0.0319	0.1658	0.0305	0.0451	

4. 结论

大学生学习过程评价体系，共有目标层、准则层、子准则层等三层，建立良好的层次结构是运用层次分析法解决问题的前提，分析问题的基础是把各种影响因素层次化，进而构建多层次结构。确定元素之间的相互影响关系，并根据上一层对下一层的因素的支配关系，将影响因素层次化，进而构建上层与下层的相互关联的层次结构模型，最终本文构造的判断矩阵均通过了一致性评价，为实现系统总目标而提出的措施和决策方案。

致谢

本文为辽宁对外经贸学院教学质量与教学改革工程本科教学改革研究项目（2022XJJGYB30和2022XJJGYB33）、大学数学虚拟实验室（2022XJXNJYS06）、辽宁省教育厅项目（2022SJJGYB14）、辽宁省教育科学规划项目（JG21DB255）。

参考文献

[1] 张红梅. 美国高校学生评价方法研究 [D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2005.

[2] 孙士杰, 张国荣, 冯喜英. 高校学生学业成就评价现状及改革的研究 [J]. 河南师范大学学报 (哲学社会科学版), 2000 (5): 106-112.

[3] 赵小青. 基于创新人才培养的大学生学习过程评价研究 [J]. 湖南医科大学学报 (社会科学版), 2008 (2): 230-237.

[4] 赵士果. 促进学习的课堂评价研究 [D]. 上海: 华东师范大学博士学位论文, 2013: 24-27.

[5] Satterly, D.. Assessment in school [M]. New York: Blackwell Ltd., 1989: 1.

[6] Swaffield, S.. Getting to the heart of authentic assessment for learning [J]. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice. 2011, 18 (12): 443-449.

[7] Drummond, M. J.. Aessing children’s learning [M], London: David Fulton, 2003: 13.

[8] Berry, R.. Assessment for leaning [M]. Hongkong University Press, 2008: 6.

[9] Airasian, P. 著, 徐士强译. 课堂评估: 理论与实践 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2008: 9.

[10] 姜艳华. 试论过程性评价与结果性评价的同一 [J]. 当代教育论坛, 2007 (4): 52-59.

[11] 丁念金. 中学生学习过程自我评价机制探讨 [J]. 全球教育展望, 2013 (9): 71-78.

[12] 蔺永政. 大学生学业能力演化建模与分析研究 [D]. 山东师范大学, 2021.

[13] 杨振芳. 大学生课程学习过程性评价的现状、问题与对策 [J]. 教育与考试, 2021, 4: 90-96.

[14] 黄光锋. 基于创新人才培养模式的学生学习过程评价体系研究 [J]. 河北工程大学学报, 2020, 37 (02): 115-119.

[15] 杨庆滨. 大学生专业课学习评价对学习参与的影响研究 [J]. 福建师范大学, 2020.