

基于 AHP - 模糊综合评价法的地质实习 成绩评定方法构建

姜春露, 张文媛, 郑刘根, 赵 田

(1. 安徽大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230601;
2. 生态与环境国家级实验教学示范中心, 安徽 合肥 230601)

摘要: 本研究通过层次分析法 (AHP), 从实习原始记录、实习表现、实习考试和实习报告四个方面入手, 构建地质实习成绩评价体系, 确定各指标权重, 运用模糊运算实现实习成绩的综合客观评价。结果表明, 利用 AHP - 模糊综合评价法得出的实习成绩, 能够对学生的实习进行更加客观、科学、合理的评价, 且对教师教学成果的检验和教学水平的提高有重要的保障作用。

关键词: 地质实习; 成绩评定; 层次分析; 模糊综合评价

中图分类号: C961 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673 - 4513 (2022) - 04 - 36 - 05

引言

地质学是一门实践性很强的学科, 对于地质类专业的学生来说, 地质野外实习是其将所学课堂知识与现场地质现象相结合, 开阔地质眼界、增强动手能力、提高野外工作技能的必修课。同时, 对学生的爱国主义教育及专业道德品质的提高也起着重要作用。地质学专业实习主要有地质认识实习、区域地质填图实习和生产实习等, 这些实习是由野外的地质实习与室内报告的整理撰写结合完成, 学生的实习成绩是以实习报告的成绩为主, 一定程度上反映学生的野外实践能力。然而, 近年来的教学实践发现, 目前的学生实习成绩评定方法存在一些不足, 主要表现在: 一是野外实习期间一些学生不认真观察和记录, 回到室内后抄袭实习

指导书或他人记录本内容, 无法真实反映学生野外实习期间的真实情况; 二是实习报告中引用过多的教科书、前人实习报告、他人报告上内容, 实习报告的编排几乎千篇一律, 对实习报告总结报告评判标准过于单一; 三是对学生野外实习环节的表现重视不够, 最终成绩评定存在较大的主观随意性等。这些问题使学生实习成绩评定的合理性受到一定影响, 同时也使指导教师无法准确掌握实习效果。因此, 有必要探索一种客观合理的地质认识实习成绩评价方法。

为解决地质野外实习考核中存在的上述问题, 本文着眼系统思维, 利用层次分析法 (AHP) 及模糊综合评价方法, 构建科学合理的实习成绩评定体系, 再通过模糊运算得出学生的最终实习成绩, 这样可对学生的实习进行科

收稿日期: 2021年09月18日

作者简介: 姜春露 (1984 -), 男, 安徽阜阳人, 副教授, 博士, 主要研究方向: 水文地质学。

张文媛 (1989 -), 女, 安徽合肥人, 实验员, 硕士, 主要研究方向: 矿物岩石学。

刘 根 (1972 -), 男, 安徽安庆人, 教授, 博士, 主要研究方向: 环境地质学。

基金项目: 安徽省级质量工程教学研究项目“基于 AHP - 模糊综合评价的地质野外实习考核评价方法研究” (2017jyxm1265); 安徽省级质量工程“名师工作室” (2016msgzs004)。

学合理的量化评定, 并对教师教学效果的检验及教学水平的提高提供有力保障, 最终达成“教”与“学”, “学”与“习”互促互进。

一、基于 AHP 方法构建地质实习成绩评价体系

AHP 是将与决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次, 在此基础之上进行定性和定量分析的决策方法。该方法是美国运筹学家匹茨堡大学教授萨蒂于 20 世纪 70 年代初提出, 是一种系统性、简洁实用的决策方法, 所需定量数据信息较少。本文利用 AHP 方法, 构建出地质实习成绩评价体系, 并确定各指标的权重。

(一) 评价指标体系层次结构模型

根据地质实习的形式及学生获取知识的方式, 参考相关研究成果结合专业教师访谈方式, 建立了学生地质实习成绩评定的指标体系。本文建立的实习成绩评价体系由 4 个一级指标和 15 个二级指标组成, 具体指标及其权重如图 1、表 1 所示。

(二) 指标权重的确定

根据比较判断矩阵的构造方法, 通过对实习成绩评定指标体系中的各具体指标的重要性进行两两比较, 采用判断矩阵量表的“1-9”标度法。通过问卷调查的方式邀请有关专家、

表 1 评价体系指标及其权重表

目标	一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重
实习成绩评定 (U)	实习原始记录 (U ₁)	A ₁	记录格式 (U ₁₁)	A ₁₁
			文字描述 (U ₁₂)	A ₁₂
			原始手工图件 (U ₁₃)	A ₁₃
			样品采集 (U ₁₄)	A ₁₄
	实习表现 (U ₂)	A ₂	出勤 (U ₂₁)	A ₂₁
			纪律 (U ₂₂)	A ₂₂
			现场表现 (U ₂₃)	A ₂₃
	实习考试 (U ₃)	A ₃	实习汇报 (U ₃₁)	A ₃₁
			实习理论考试 (U ₃₂)	A ₃₂
			实习实践考试 (U ₃₃)	A ₃₃
			实习报告排版 (U ₄₁)	A ₄₁
	实习报告 (U ₄)	A ₄	实习内容的完成性 (U ₄₂)	A ₄₂
			知识层次的深度 (U ₄₃)	A ₄₃
			图件资料 (U ₄₄)	A ₄₄
			实习总结与体会 (U ₄₅)	A ₄₅

教师、学生等对各个指标进行评价, 进一步采取德尔菲法 (专家调查法) 确定参评因素和各项指标在地质实习成绩评定中的权重, 进而得到各层次的判断矩阵。具体步骤为: 选择专家以八至二十人为宜, 向专家提供资料, 专家组根据自己的知识和经验对各指标作出评价。充分考虑专家意见后说明预测值的评判依据和理由反馈给专家, 请专家检验并提出适当修改意见, 进行

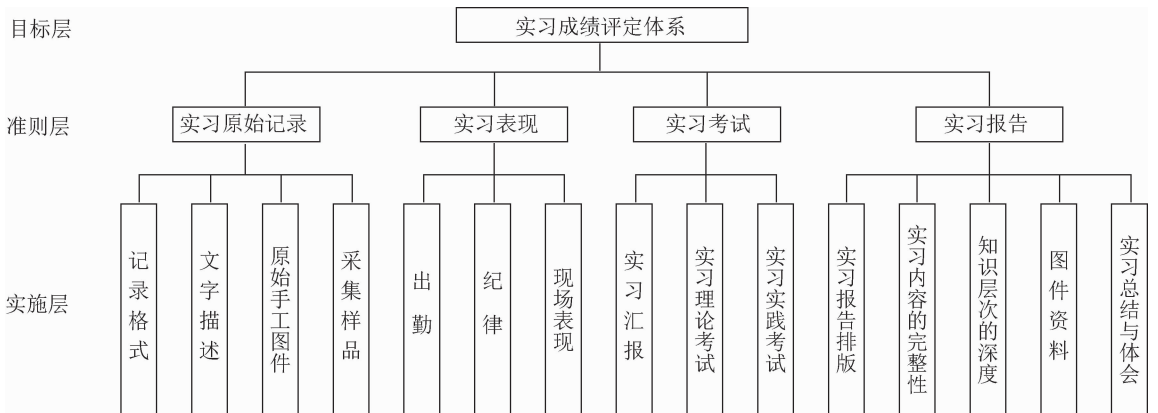


图 1 评价体系

第二次预测, 如此反复。将收集到的数据进行整理、归纳, 最终经过调整得到判断矩阵。

利用 Python 软件求解判断矩阵, 得到最大特征值 λ_{max} 及其对应的特征向量 A_i , 为了评价特征向量的合理性, 需要检验判断矩阵的一致性。经一致性检验后, 得到下一层次因素对应于上一层次各因素相对重要性的排序权重, 即为层次单排序。将对应的特征向量 A_i 归一化之后即可得到对应指标的权重。

检验步骤如下:

- 1) 计算一致性指标 $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$; 2) 查找平均随机一致性指标 $RI^{[11-12]}$; 3) 计算一致性比例 $CR = CI/RI$ 。

当 $CR < 0.1$, 通过一致性检验, CR 接近于 0, 有满意的一致性, 否则需对权重 A 进行修正。实习成绩评价指标体系中各指标的计算结果如表 2 至表 6。利用 AHP 法构建的地质实习

表 2 实习成绩评定判断矩阵及一致性检验

A	B1	B2	B3	B4	权重 A	一致性检验
B1	1	2	1/2	1/4	0.132	$\lambda_{max} = 4.063$ $RI = 0.900$ $CR = 0.023$
B2	1/2	1	1/2	1/7	0.080	
B3	2	2	1	1/4	0.188	
B4	4	7	4	1	0.600	

注: $CR < 0.1$, 通过一致性检验。

表 6 实习报告判断矩阵及一致性检验

B4	C11	C12	C13	C14	C15	权重 A	一致性检验
C11	1	1/3	1/4	1/5	1	0.068	$\lambda_{max} = 5.101$ $RI = 1.120$ $CR = 0.023$
C12	3	1	1/2	1/5	2	0.140	
C13	4	2	1	1/2	3	0.248	
C14	5	5	2	1	5	0.468	
C15	1	1/2	1/3	1/5	1	0.076	

注: $CR < 0.1$, 通过一致性检验。

二、模糊综合评价模型

模糊综合评价法是根据多因素综合对事物做出合理评价, 即利用模糊数学方法建模, 进而解决复杂评价问题的一种方法。它可以通过赋值进行定量化, 从而将一些定性指标进行量

表 3 实习原始记录判断矩阵及一致性检验

B1	C1	C2	C3	C4	权重 A	一致性检验
C1	1	1/2	1/2	1	0.166	$\lambda_{max} = 4.000$ $RI = 0.900$ $CR = 0.000$
C2	2	1	1	2	0.334	
C3	2	1	1	2	0.334	
C4	1	1/2	1/2	1	0.166	

注: $CR < 0.1$, 通过一致性检验。

表 4 实习表现判断矩阵及一致性检验

B2	C5	C6	C7	权重 A	一致性检验
C5	1	1/2	1/4	0.137	$\lambda_{max} = 3.018$
C6	2	1	1/3	0.239	$RI = 0.580$
C7	4	3	1	0.624	$CR = 0.016$

注: $CR < 0.1$, 通过一致性检验。

表 5 实习考试判断矩阵及一致性检验

B3	C8	C9	C10	权重 A	一致性检验
C8	1	2	1/2	0.297	$\lambda_{max} = 3.009$
C9	1/2	1	1/3	0.164	$RI = 0.580$
C10	2	3	1	0.539	$CR = 0.008$

注: $CR < 0.1$, 通过一致性检验。

评价体系中各个指标的权重均通过一致性检验, 其权重信息具可信性, 为模糊综合评价提供了依据。

化处理, 根据得到的隶属度进行综合分析和比较。主要涉及三个要素: 因素集 U 、评语集 V 和单因素评价。具体步骤如图 2 所示, 在采用层次分析方法构建实习评价体系并确定各指标权重基础上, 采用模糊综合评价方法建立二级指标评价集、权重集、评语集及数值集, 构建

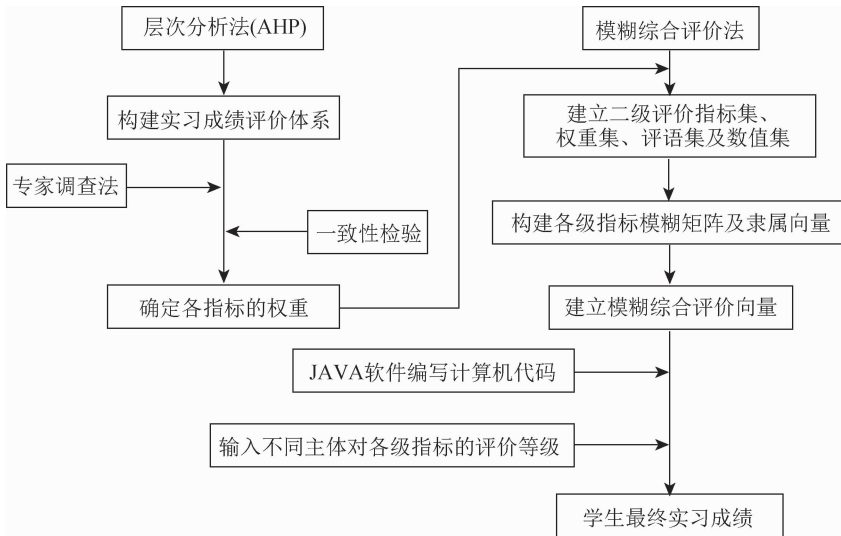


图2 基于 AHP - 模糊综合评价法的地质实习成绩评定流程

各级指标模糊矩阵及隶属向量，建立模糊综合评价向量，再输入不同主体对各级指标的评价等级，最后即可得出学生最终实习成绩。所有上述步骤采用 JAVA 软件编程语言编写代码，在计算机上可自动输出结果。

(一) 建立二级评价指标集、权重集、评语集及数值集

1. 根据表 1 建立评价指标集

$U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\}; U_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}\}; U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{13}\}; U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}\}; U_4 = \{U_{41}, U_{42}, U_{43}, U_{44}, U_{45}\}。$

2. 根据表 2 - 表 6 建立权重集

$A = \{0.132, 0.080, 0.188, 0.600\}; A_1 = \{0.166, 0.334, 0.334, 0.166\};$

$A_2 = \{0.137, 0.239, 0.624\}; A_3 = \{0.297, 0.164, 0.539\};$

$A_4 = \{0.068, 0.140, 0.248, 0.468, 0.076\}。$

3. 建立评语集

本文选取的评语集为优秀、良好、一般、及格、不及格。为验证以学生为本的地质实习成绩评定指标体系评价模型的科学性、合理性和真实性，使其具有适用性和可比性，在此引入三个评价主体，即指导教师、实习学生、实

习小组，其权重 $W_i = (W_1, W_2, W_3) = (0.4, 0.3, 0.3)。$

4. 建立数值集

为了给出学生最终的实习成绩，对评语集赋予能反映该评语集重要程度的值，本文选取 $X = (95, 85, 75, 65, 55)。$

(二) 建立各级指标模糊矩阵 R 及隶属向量 B

采用逐级上升的递推式模糊评价方法，先对低一级的每个子集中的元素进行单因素评价，得出各个单因素对评语集 V 的模糊子集，进而模糊关系矩阵 R，由模糊运算 $B = A \cdot R$ ，得到各个模糊子集的隶属度模糊向量，以此类推，得到最终评价结果。

例如，对某个实习生的单因素 U_{11} 进行评价，实习指导老师、实习生、实习小组的评价分别为优秀 (U_{111})、良好 (U_{112})、一般 (U_{113})，由此可得 U_{11} 包含的各个单因素的模糊集为： $R_{111} = (1, 0, 0, 0, 0); R_{112} = (0, 1, 0, 0, 0); R_{113} = (0, 0, 1, 0, 0);$ 联合以上模糊评价及评价权重，可得 U_{11} 对评语集 V 的模糊子集 $R_{11} = W_i \cdot (R_{111}, R_{112}, R_{113})^T = (0.4, 0.3, 0.3, 0, 0)；$ 同理可得 U_{12}, U_{13}, U_{14} 对评语集 V 的模糊子集 $R_{12}; R_{13}; R_{14}$ ，即得 U_i 对评语集 V 的模糊矩阵 $R_1 = (R_{11}, R_{12}, R_{13},$

$R_{14})^T$; 又 U_1 对评语集 V 的隶属向量为 $B_1 = A_1 \cdot R_1$; 同理可求得 U_2, U_3, U_4 对评语集 V 的隶属向量 $B_2; B_3; B_4$; 可得一级指标 U 的模糊综合评价矩阵 $R = (B_1, B_2, B_3, B_4)^T$ 。

(三) 一级指标模糊综合评价向量 B_u 及最终实习成绩 S

已知一级指标权重及其模糊综合评价矩阵, 可得其模糊综合评价向量:

$$B_u = A \cdot R = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$$

若 $\sum b_i \neq 1$, 则对 B_u 进行归一化处理可得 B_u' , 则根据本文所赋予的数值集 X , 可得该生最终的实习成绩 $S = B_u' \cdot X^T$ 。利用 JAVA 软件, 按照模糊评价原理编写计算机代码, 只需输入不同主体对各个评价指标评价等级, 即可得出学生的最终实习成绩。

结语

本研究基于层次分析法 (AHP) 综合确定地质实习的成绩评价指标体系, 确定各指标的权重并且通过一致性检验, 确保各个指标重要程度占比合理科学。运用模糊评定方法, 将实习成绩划分为优秀、良好、一般、及格、不及格五个等级, 从实习自评, 小组评定及指导老师评定三方面综合评价, 克服了评价主体的单一性和主观性, 很大程度上保证了评定的客观性。

不同实习课程的实习评价体系的构建以及各个指标的重要程度占比可能存在差异, 采用 AHP - 模糊综合评价法的客观性在于各个评价指标程度所占权重均通过一致性检验, 这对不同的实习科目以及在其他实践教学课程综合评价具有一定的推广意义。

参考文献:

- [1] 王家生, 龚一鸣, 顾松竹, 等. 地质实践教学成绩的评定方法改革和完善—以 2010 年北戴河地质认识实习为例 [J]. 中国地质教育, 2010, 33 (4): 89 - 92.
- [2] 潘江波. 基于 F - AHP 的管理类专业实验成绩评定

- 各因素权重确定 [J]. 实验技术与管理, 2007, 24 (5): 125 - 129.
- [3] 程久苗, 朱永恒. 高师地理科学专业野外实习成绩评价指标与评价方法探讨 [J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2009, 32 (4): 384 - 388.
- [4] 高峰, 刘滨. 地方高校生产实习教学效果灰色关联 - 层次法综合评价 [J]. 实验室研究与探索, 2016, 35 (8): 224 - 227, 295.
- [5] 庄锁法. 基于层次分析法的综合评价模型 [J]. 合肥工业大学学报: 自然科学版, 2000, 23 (4): 582 - 585, 590.
- [6] 田夏. 基于层次分析法—熵权法的教学实验室评价体系构建 [J]. 实验室研究与探索, 2020, 39 (7): 264 - 269.
- [7] 唐葭, 邓宗伟, 严晓. AHP 在实习成绩评定中的应用 [J]. 长沙铁道学院学报: 社会科学版, 2014, 15 (1): 287 - 288.
- [8] 刘辉, 周志英. 层次分析法在电路分析实验课成绩评分中的应用 [J]. 实验室研究与探索, 2006, 25 (10): 1259 - 1282.
- [9] 韩利, 梅强, 陆玉梅, 等. AHP - 模糊综合评价方法的分析与研究 [J]. 中国安全科学学报, 2004, 14 (7): 86 - 89.
- [10] 刘晓琴, 戴桂君, 代显华. 基于 AHP 的高校多媒体教学有效性指标的权重确定 [J]. 实验技术与管理, 2017, 34 (10): 176 - 181.
- [11] 冯诚, 潘冬, 何艳梅. 基于 AHP 与风险矩阵模型的钨矿改扩建项目风险分析 [J]. 矿产研究与开发, 2020, 40 (10): 178 - 182.
- [12] 王晓燕, 范朝阳, 李郁雁, 等. 基于层次分析法的大型仪器设备管理综合评价体系 [J]. 实验研究与探索, 2011, 30 (11): 177 - 180.
- [13] 梁常建. 教育实习成绩的模糊数综合评价 [J]. 太原师范学院学报, 2015, 14 (3): 10 - 12.
- [14] 贾海林, 余明高, 崔志恒, 等. 基于模糊层次分析法的高校实验室火灾危险性评价 [J]. 实验研究与探索, 2010, 29 (2): 173 - 176.
- [15] 曹婧华, 姜威, 冉彦中, 等. 应用模糊评价设计“高效教学评价系统” [J]. 实验技术与管理, 2012, 29 (11): 144 - 146, 149.

Study on English Teacher Education Model and Research-oriented Teacher Training Based on Action Research

GUO Chenxia, WANG Qiang

(Tianshui Normal University, Tianshui, Gansu 741001, China;

Beijing Normal University, Beijing 10085, China)

Abstract: Possessing a certain research ability in teaching is one of the basic qualities to grow up into a new type of research-oriented teacher. A research-based teacher training model is an effective way to improve future teachers' teaching and research capabilities. Based on the successful case of Beijing Normal University's "Action Research" course effectively improving students' teaching self-confidence, cooperation ability, reflective ability and teaching research ability, this paper aims to encourage other normal colleges and universities to open action research among undergraduates and lay a solid basis for their professional development.

Keywords: action research; English teacher education; research-oriented teacher

(责任编辑: 赵军)

(上接第 40 页)

Construction of Geological Practice Performance Evaluation Method Based on AHP-fuzzy Comprehensive Evaluation Method

JIANG Chunlu, ZHANG Wenyuan, ZHENG Liugen, ZHAO Tian

(School of Resource and Environmental Engineering, National Experimental Teaching

Demonstration Center for Ecology and Environment, Anhui University, Hefei, Anhui 230601, China)

Abstract: In this study, through Analytic Hierarchy Process (AHP), starting from four aspects of original practice records, practice performance, practice examinations and practice reports, a geological practice performance evaluation system was constructed, the weight of each index was determined, and fuzzy operations were used to achieve a comprehensive and objective evaluation of practice performance. The results show that the practice results obtained by using AHP-fuzzy comprehensive evaluation method can evaluate the students' practice more objectively, scientifically and reasonably, and play an important role in guaranteeing the test of teachers' teaching achievements and the improvement of teaching level.

Keywords: geological practice; performance evaluation; analytic hierarchy process; fuzzy comprehensive evaluation

(责任编辑: 张卫华)