

· 实习与实训 ·

地方高校生产实习教学效果灰色关联-层次法综合评价

高峰^{1,2}, 刘滨³

(1. 山西大同大学 煤炭工程学院, 山西 大同 037003; 2. 武汉理工大学 土木工程与建筑学院, 湖北 武汉 430070;
3. 中国科学院武汉岩土研究所, 湖北 武汉 430071)



摘要: 采用多目标系统决策法和灰色系统理论, 选取校内指导教师评分、校外指导教师评分、实习日志质量、实习报告质量、回答正确性、回答完整性和回答简洁性等 7 个关键因素作为评判指标, 提出了地方高校土木工程专业生产实习教学效果定量考核评价体系; 将定性因素和定量因素标准化处理后, 分别采用层次分析法 AHP 和灰色关联分析法 GRA 来确定以上 7 个因素的权重和灰色关联度, 建立层次灰色组合评价数学模型以判定实习教学效果等级。研究结果表明, 该方法在处理学生生产实习教学效果客观评价这种具有一定主观性和灰色性的问题上合理可行的, 对提高实习教学管理水平有一定现实意义。

关键词: 生产实习; 教学效果评价; 灰色关联分析法; 层次分析法

中图分类号: TU 721.2; G 642.44 文献标志码: A 文章编号: 1006 - 7167(2016)08 - 0224 - 04

Comprehensive Evaluation on Production Practice Teaching Effect Based on GRA and AHP in Local University

GAO Feng^{1,2}, LIU Bin³

(1. School of Coal Engineering, Shanxi Datong University, Datong 037003, China; 2. School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China; 3. Institute of Rock and Soil Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China)

Abstract: Adopting the multi-objective system decision-making method and the grey system theory, a quantitative check evaluation system on production practice teaching effect of civil engineering in local university was put forward by selecting seven key factors as the assessment parameters, which are intramural tutor score, extramural tutor score, practice log quality, practice report quality, answer correctness, answer integrity and answer conciseness. The grey relational analysis (GRA) algorithm and the analytic hierarchy process (AHP) method were applied to determine the weight and the grey correlation degree of the seven key factors respectively after normalizing the quantitative factors and qualitative factors, and the AHP-GRA comprehensive evaluation mathematics model was successfully established to determine the grade of production practice teaching effect. The result showed that the method is reasonable and scientific to solve the grade issues of production practice teaching effect with the characters of subjectivity and grey, and certain practical significant to improve the production practice teaching management level.

Key words: production practice; teaching effect evaluation; grey relational analysis (GRA); analytic hierarchy process (AHP)

收稿日期: 2015-09-14

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(51474205); 山西省软科学研究计划项目(2014041068-4)

作者简介: 高峰(1977-), 男, 山东泰安人, 博士, 副教授, 现主要从事土木工程教学与管理工作。

Tel.: 0352-4186682; E-mail: dttgxy@163.com

0 引言

实践教学目的在于培养学生的创造精神、实践能力和专业素质等工程技术综合应用能力, 是土木工

程专业本科教育体系的重要组成部分^[1]。生产实习使学生有更多机会接触生产实际,把所学专业知识与生产技术相结合,初步培养起职业意识、责任感和敬业精神,是实践教学的重要环节之一,也是为将来融入社会、服务社会打下坚实基础的第一步^[2-3]。地方高校生产实习常采用集中性实习形式,但实习地点往往比较分散,校内指导教师不能够像校内理论教学那样与学生密切接触,实习基地的校外指导教师、答辩过程给出的实习成绩取决于对学生主观感受,给出的也多是定性评价。显然,如果给不出科学合理的教学效果评价体系、不能构建恰当评价方法,要客观公正地评定学生生产实习教学效果,给出学生成绩是比较困难的。

传统的教学效果评价体系已经难于满足地方高校生产实习教学的发展,不能保证生产实习教学质量的提高。目前,国内学者应用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)、模糊理论等尝试建立科学合理的生产实习教学评价体系,评定学生成绩^[4-6]。但均有不足之处: AHP 法难于处理定性成绩;模糊理论存在隶属度、权重难以确定的缺陷,需要做大量问卷调查。文献[7]采用灰色关联分析法 (Grey Relational Analysis, GRA) 和 AHP 法对中部六省的新型工业化水平进行了综合评价。鉴于 GRA 法可有效解决“少样本、贫信息”决策或预测问题^[8], AHP 法可系统性地准确计算评价指标体系中各影响因素的权重^[9-10], 本文将 GRA 法与 AHP 法相结合对生产实习教学效果进行评价。

1 GRA 法

华中理工大学邓聚龙教授于 1982 年提出灰色系统 (Grey System) 概念: 人们对客观事物的认识具有广泛的灰色性, 即信息的不完全性和不确定性, 因而由客观事物所形成的是一种 GS, 即部分信息已知、部分信息未知的系统, 从而认识或评价研究对象也具有灰色性, 创立了灰色系统理论 GT (Grey Theory)^[8]。随后经国内外学者深入研究, 在品种优选、企业评级、方案决策等多个领域获得成功应用。灰色关联分析 GRA 是 GT 的重要组成部分, 是分析 GS 中各因素关联程度的一种量化方法, 其基本思想是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断灰色过程发展态势的关联程度, 即灰度。对于参考数列 $X_0 = \{x_0(k) | k = 1, 2, \dots, n\}$ 和比较数列 $X_i = \{x_i(k) | i = 1, 2, \dots, m\}$, GRA 法的基本过程为灰色关联度系数和灰色关联度。

1.1 灰色关联度系数

基于灰色关联原理和关联差异信息空间 LY_{gr} , 并考虑其领域性与规范区间性, 灰色关联度系数为:

$$\zeta_i(k) = (x_{\min} + \delta x_{\max}) / (\Delta_{0i}(k) + \delta x_{\max}) \quad (1)$$

式中: $\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)|$ 为 x_0 和 x_i 第 k 个指标

的绝对差; $x_{\min} = \min_{i \in m} \min_{k \in n} \Delta_i(k)$, 为两级最小差; $x_{\max} = \max_{i \in m} \max_{k \in n} \Delta_i(k)$, 为两级最大差; δ 为分辨系数, 从 $[0, 1]$ 中取值, 按照最小信息原理一般取 0.5。

作为评价标准的比较数列 $x_i(k)$ 往往是一个区间, 如 $x_i(k) = [p_i(k), q_i(k)]$, 其中 $p_i(k), q_i(k)$ 分别为第 k 个指标的第 i 个级别的上限和下限。此时,

$$\Delta_i(k) = \begin{cases} p_i(k) - x_0(k), & x_0(k) < p_i(k) \\ 0, & p_i(k) \leq x_0(k) \leq q_i(k) \\ x_0(k) - q_i(k), & x_0(k) > q_i(k) \end{cases} \quad (2)$$

1.2 灰色关联度

若 w_k 为各指标的权重, 且 $\sum_{k=1}^n w_k = 1$, 则参考数列 X_0 和比较数列 X_i 的灰色关联度 r_i 为:

$$r_i = \sum_{k=1}^n w_k \cdot \zeta_i(k) \quad (3)$$

2 AHP 法

匹兹堡大学教授 T. L. Saaty (美) 于 20 世纪 70 年代中期提出的 AHP 法是一种定性分析与定量分析相结合的多目标系统决策分析方法^[9-10]。该法通过将复杂问题分解为若干层次和若干因素, 在各因素之间进行简单的比较和计算, 得出不同方案的权重, 为最佳方案的选择提供依据, 是决策者对复杂系统决策思维过程的模型化和数量化。其具体步骤为:

(1) 明确问题。在分析问题前, 首先要对问题有明确的认识, 弄清问题的范围, 了解问题所包含的因素, 确定因素之间的关联关系和隶属关系。

(2) 建立问题层次结构。将问题包含的因素按照是否共有某些特征归纳成组, 并将其共同特性看成系统中新层次的一些因素, 而这些因素本身按照另外的特性组合起来, 形成更高层次的因素, 直至最终形成最高层。最高层是目标层; 中间层是准则层; 最底层是方案层或措施层。

(3) 构造两两比较判断矩阵 A 。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

式中: 标度 $a_{ij} \geq 0, a_{ii} = 1, a_{ij} = 1/a_{ji}$ 。其中, $i, j = 1, 2, \dots, n, n$ 为元素个数。

(4) 层次排序与一致性检验。计算判断矩阵 A 最大特征值 λ_{\max} 及其对应特征向量, 矩阵 A 满足 $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$, 其中 $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ 。计算一致性指标 CI 以检验判断矩阵的一致性

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (5)$$

利用平均随机一致性指标 RI (见表1) 计算一致性比率 $CR = CI/RI$ 。

表1 平均一致性指标

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	

当 $CR < 0.10$ 时,认为判断矩阵具有可接受的一致性;否则,需要调整或修正判断矩阵。

(5) 确定权重。将步骤(4)中采用乘积方根法求得特征向量 $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$,代入式(3),可得到灰色关联度 r_i ,据此可判断生产实习教学效果类型。

3 GRA-AHP 生产实习教学效果评价

充分发挥 AHP 法有效处理定性、定量复杂数据和 GRA 法准确预测功能的优势,采用基于 AHP 的 GRA

数学模型对生产实习教学效果进行有效评价。

3.1 教学效果指标权重 AHP 分析

影响地方高校生产实习成绩的因素多种多样,主要原因有3个:平时成绩 B_1 、评阅成绩 B_2 和答辩成绩 B_3 等。根据国内生产实习教学效果的最新成果^[11-13],影响平时成绩 B_1 的因素有:校内指导教师评分 C_1 和校外指导教师评分 C_2 等;影响评阅成绩 B_2 的因素有:实习日志质量 C_3 和实习报告质量 C_4 等;影响答辩成绩 B_3 的因素有:回答正确性 C_5 、回答完整性 C_6 和回答简洁性 C_7 等。

根据 AHP 法基本原理,建立的生产实习教学效果评价层次结构模型,如图1所示。各指标的权重通过有关文献查阅和教学专家调查,采用 AHP 法建立判断矩阵 B ,综合分析后最终调整确定。

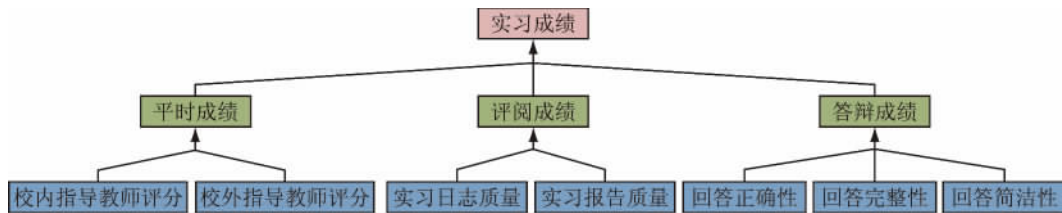


图1 层次分析结构模型

选择1~9标度方法^[14],实习成绩判别矩阵 A 为:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

经计算 A 最大特征值 $\lambda_{\max} = 3.0536$,其一致性指标 $CI = 0.0268$;查表1 $n = 3$ 时,平均随机一致性指标 $RI = 0.58$,一致性比率 $CR = 0.0462 < 0.10$ 。因此,实习成绩判断矩阵 A 有满意的一致性。此时,认为 A 的特征向量 $W = [0.3275, 0.4126, 0.2599]^T$ 的各个分量作为相应的各个因素的权重是合理的。

同理,平时成绩 B_1 特征向量 $W_1 = [0.0819, 0.2456]^T$;评阅成绩 B_2 的特征向量 $W_2 = [0.3094, 0.1031]^T$;答辩成绩 B_3 的特征向量 $W_3 = [0.0425, 0.0772, 0.1403]^T$ 。经一致性检验,均可用于生产实习教学效果的灰色关联度评价。

3.2 教学效果 GRA 评价

根据相关教学文件的要求,可将教学效果评价分为不合格、合格、中等、良好和优秀等五级。表2为教学效果评价分级标准;为了方便计算,需要将表2中定性数据和定量数据进行归一化处理,表3为标准化处理后的教学效果评价分级标准;选取其中一个小组原始数据作为典型样本,如表4所示。

将典型样本表4中的各种数据进行无量纲处理后,采用 GRA 法,计算灰色关联系数 $\xi_i(k)$,将已计算出的7个指标的权重 W_i 和 $\xi_i(k)$ 代入式(3),得到样本的灰色关联度 r_i ,其计算结果如表5所示。

分析每一个样本的灰色关联度数列 r ,由最大关联度法则可知,灰色关联度 r_i 越大,则与对应分级标准集合的符合程度越好,从而可以判定各个学生的生产实习综合教学效果。

表2 教学效果评价分级标准

编号	等级	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
I	不合格	0~59	差	0~59	0~59	差	差	差
II	合格	60~69	一般	60~69	60~69	一般	一般	一般
III	中等	70~79	较好	70~79	70~79	较好	较好	较好
IV	良好	80~89	好	80~89	80~89	好	好	好
V	优秀	90~100	很好	90~100	90~100	很好	很好	很好

表3 标准化后的教学效果评价分级标准

编号	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
I	0~0.59	0.20	0~0.59	0~0.59	0.20	0.20	0.20
II	0.60~0.69	0.40	0.60~0.69	0.60~0.69	0.40	0.40	0.40
III	0.70~0.79	0.60	0.70~0.79	0.70~0.79	0.60	0.60	0.60
IV	0.80~0.89	0.80	0.80~0.89	0.80~0.89	0.80	0.80	0.80
V	0.90~1.00	1.00	0.90~1.00	0.90~1.00	1.00	1.00	1.00

表4 典型样本数据表

序号	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
1	75	好	80	80	好	较好	一般
2	80	较好	75	80	好	好	较好
3	75	较好	85	80	较好	较好	较好
4	90	好	85	90	好	好	好
5	85	好	90	85	好	好	好
6	75	较好	80	75	较好	较好	好
7	80	较好	75	80	好	好	较好
8	95	很好	90	85	很好	很好	好
9	80	较好	80	75	好	较好	一般
10	75	较好	85	85	好	好	一般

表5 教学效果评价灰色关联评价结果

样本	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	编号	评价结果
1	0.509 4	0.680 2	0.815 3	0.877 2	0.616 7	IV	良好
2	0.515 9	0.676 0	0.946 2	0.801 4	0.582 2	III	中等
3	0.398 8	0.554 2	0.926 7	0.730 8	0.531 6	III	中等
4	0.425 3	0.527 3	0.696 6	0.994 0	0.753 6	IV	良好
5	0.419 8	0.519 3	0.683 9	0.990 0	0.771 3	IV	良好
6	0.506 0	0.659 9	0.933 9	0.827 5	0.593 1	III	中等
7	0.515 9	0.676 0	0.946 2	0.801 4	0.582 2	III	中等
8	0.457 8	0.542 4	0.667 0	0.860 0	0.941 8	V	优秀
9	0.534 1	0.724 4	0.914 3	0.776 0	0.572 8	III	中等
10	0.503 7	0.676 2	0.827 3	0.809 9	0.632 0	III	中等

4 结 论

充分发挥 AHP 法有效处理定性、定量复杂数据和 GRA 法准确评价功能的各自优势,建立了生产实习教学效果评价的 GRA-AHP 组合数学模型;该模型的应用减少了对学生最终成绩评定的主观随意性,体现了公平、公正的基本评价要求,在我校生产实习教学评价中取得了较好效果。

参考文献(References):

- [1] 高等学校土木工程专业指导委员会. 高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002: 1-20.
- [2] 吴 军. 工科专业实习教学改革探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(6): 166-168.
- [3] 赵琳琳, 陈宝江. 基于关联矩阵法的工科专业实习教学问题研究[J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(8): 365-367.
- [4] 唐 霞, 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.
- [5] 李 清, 李朋林, 李红宾, 等. 金工实习教学质量的模糊综合评价[J]. 机械工程与自动化, 2015(4): 139-140.
- [6] 卞 华, 郭学军, 袁 敏, 等. 基于 AHP 法的中医药类专业实验教学质量模糊综合评价[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(9): 218-223.
- [7] 杨建仁, 刘卫东. 基于灰色关联分析和层次分析法的新型工业化水平综合评价—以中部六省为例[J]. 数学的实践与认识, 2011, 41(2): 122-132.
- [8] 刘思峰, 党耀国, 方志耕, 等. 灰色系统理论及其在应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 51-95.

(下转第 295 页)

解部分教师使用仪器经费不足的问题,又可以通过使用者的“投票”促进仪器机组积极投入共享并不断提高服务质量。机组的共享收入在预留充足的运行费、维修维护费、功能开发培训费之外,可以给予机组人员适当的奖励和酬劳。

(2) 完善配套的激励约束措施。在简化程序、改进评估方式、尽量不给学院造成负担的基础上,利用“大型仪器网络共享平台”中“仪器考核评估”模块,继续实行大型仪器年度考核评估,并将考核结果作为工作考核、资源配置和人员奖惩的依据。同时,围绕评估考核结果,建立完善一系列的奖优罚劣机制和措施,确保评估考核落地有声,取得实际成效。

2.3 建立一支专兼职结合、富有活力的实验技术队伍

(1) 加大实验技术总工程师的聘任力度,校内培育和校外引进并举,通过扩大宣传、提高待遇、改进人才政策等措施,加快各单位教学类和科研类实验技术总工程师的聘任。严格考核制度,改进考核方式和考核指标,引导实验技术总工程师集中精力,确保仪器设备的正常运行,不断提高使用效益。

(2) 将教授级高级实验(工程)师的培育、选拔、聘任、使用和仪器的共享使用结合起来,形成良性互动。利用其在相应实验技术、仪器技术和分析测试技术方面的专长和优势,在仪器设备的共享使用中充分发挥其积极性和能动性,带动实验技术队伍素质的整体提高,不断提高仪器的共享水平和服务质量。

(3) 加强仪器操作、维护等技术培训,推行仪器操作的上岗证制度。无论校内外人员还是教师学生,只要参加培训并通过考核,均能获得相应仪器的上岗证,这些持证人员可以作为兼职人员的重要来源,同时通过合理的薪酬激励制度,建立相对稳定的兼职队伍以弥补实验技术人员数量的不足。

2.4 进一步推动校、院二级“大型仪器网络共享平台”建设

(1) 在继续加快、加大仪器授权控制器安装的同时,通过加大宣传和培训力度,采取有力措施推动各相关单位使用网络共享平台自觉性和积极性。

(2) 通过积极使用,及时发现运行中存在的问题,修改并完善各平台各个模块的功能,使之更加符合各单位的个性需求。

(3) 在全面建成“大型仪器网络共享平台”的基础上,使我校共享平台顺利成为 CERS 平台的子平台。同时,进一步扩大平台规模,积极开展与中科院兰州分院等在甘科研院所在仪器共享共用方面的合作,形成物尽其用、资源共享、互通有无、共同进步的良好局面。

3 结 语

大型仪器设备是学校开展高水平科学研究的重要支撑,是提升教学质量的重要保证。随着教育的不断深入,国家还将逐步加大对贵重仪器设备的投入,高校贵重仪器资源共享成为大趋势。其开放共享已越来越受重视,提高大型仪器设备的利用率是大型仪器设备使用者、服务者、管理机构共同探索解决的一个难题。各高校首先要探索大型仪器在高校内部的开放共享,积极探索大型仪器设备的绩效考核评估办法,建立大型仪器开放共享系统,并与区域平台及国家平台对接,实现全社会共享,以最大程度提高资源利用率。

参考文献(References):

- [1] 宣 瑛,雷建兰,唐 伟,等.大型仪器信息化共享管理系统的发展与实践[J].实验技术与管理,2013,30(2):275-278.
- [2] 宋兴辉,周小峰.高校大型仪器共享平台建设的创新与实践[J].实验技术与管理,2013,30(12):37-40.
- [3] 丁爱侠,郑春龙.促进高校大型仪器共享的“三分管理法”研究[J].高等理科教育,2010(1):91-94.
- [4] 闻星火,郭英姿,魏 婧,等.高校大型仪器共享系统建设实践与探索[J].实验技术与管理,2010,27(9):1-5.
- [5] 刘柏山.高校大型仪器设备共享管理研究[J].黑龙江科技信息,2008,10(15):103.
- [6] 杨 光,周永生,王文昌.大型仪器管理模式改革探索[J].实验科学与技术,2013,11(6):343-346.
- [7] 郭汝丽.开放共享,建设有特色的校级测试平台[J].现代科学仪器,2012(4):169-171.
- [8] 朱 玲,季振国.高校大型仪器设备效益考核中应注意的几个问题[J].实验技术与管理,2013,30(9):228-230.
- [9] 毕卫民,王连之.构建多元化共享服务体系提高大型仪器设备使用[J].实验室研究与探索,2010,29(6):100-102.
- [10] 马传峰,李 蕾,王文君,等.基于高校大型仪器设备优质资源共享系统的平台建设[J].实验室研究与探索,2015,34(3):1-4.
- [11] 刘淑云,王文君,焦丽媛,等.建设大型设备资源共享支撑平台的创新策略[J].实验室研究与探索,2015,34(2):279-281,285.
- [12] 夏兴有,潘信吉,邹广平,等.高校大型仪器设备共享的研究与探讨[J].实验科学与技术,2015,13(1):201-204.
- [12] 周 济.大力加强教学工作,切实提高教学质量——在第二次普通高等学校本科教学工作会议上的讲话[J].中国高等教育,2005(1):3-7.
- [13] 高美莲,史庆南,纳海莺,等.工科实习教学质量评价体系研究[J].中国电力教育,2010(35):38-40.
- [14] 代 丽,朱爱华,赵 匀.应用层次分析法计算插机构优化目标的权重[J].农业工程学报,2013,29(2):60-65.

(上接第 227 页)

- [9] 孙东川,杨立洪,钟拥军.管理的数量方法[M].北京:清华大学出版社,2005:234-250.
- [10] 柳志军.高校土木工程专业生产实习教学模式探析[J].兰州教育学院学报,2014,30(10):103-104.
- [11] 覃荷瑛,邢心魁.土木工程专业生产实习教学模式改革研究[J].中国电力教育,2013(10):190-191.