

轮机工程专业教学实验室绩效评价

齐亮

(上海海事大学, 上海 201306)

摘要: 本文聚焦于航海轮机工程教学实验室的绩效评估体系与模型构建。研究采用了层次分析法和模糊综合评价法, 构建了航海轮机工程教学实验室绩效评价体系。利用 MATLAB 计算评价指标权重, 建立了层次结构模型和模糊综合评价模型, 并在 S 大学实验中心进行了实际应用和绩效评估。研究结果表明, 所构建的模糊综合评价模型是可行且适用的。在确定评价指标权重时, 考虑了专家权重的重要性, 确保了科学合理性。

关键词: 绩效评价; 航海类教学实验室; 层次分析法; 模糊综合评价法

中图分类号: G647 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2025) 05—0047—03

党的十八大提出“海洋强国”战略方针, 党的十九大提出了“交通强国”战略方针, “海洋强国”与“交通强国”建设的主导力量是航海人才^[1]。航海类教学实验室是理论知识转化为实际应用的关键场所, 对提升学生实践和科研能力至关重要。为确保航海教育满足国内外要求, 必须对航海类高校教学实验室进行绩效评价研究, 建立特色评价指标体系, 强化实验室建设和管理, 以培养复合型航海人。

1 绩效评价体系构建

1.1 绩效评价指标构建

李静娴、杨赛、毛颖华、张扬、初士兴、杨晓斌在实验室绩效评价体系构建方面做出了深入研究^[2-7]。选取出现频次多的一级指标, 并结合教育部《高等学校专业实验室评估标准(试行)》, 从航海类轮机工程专业教学实验室实践性和专业性强的特点出发, 初步选取 5 个绩效评价一级指标, 27 个二级绩效评价指标。

1.2 绩效评价指标筛选

邀请航海类教学实验室教师和专任教师、实验室管理教师总计 14 名教师组成专家组, 填写问卷。计算专家积极系数、专家协调系数和专家权威系数对调查问卷的可靠性进行分析。

邀请专家对各个评价指标的重要性评价, 重要性评价有“很重要”“较重要”“一般重要”“不太重要”“不重要”, 依次为 5、4、3、2、1 量化, 计算各指标满频率、算术均数、变异系数, 对二级评价指标筛选, 并结合专家的建议, 决定选取 4 个一级指标和 20 个二级指标构成评价指标体系。

2 层次分析法和模糊综合评价法

2.1 层次分析法

层次分析法的步骤:

(1) 建立层次结构。明确评价目标定位, 由一个元素组成目标层; 分析影响评价目标的多个评价指标的关联性, 按一定的标准做好评价指标的分类, 即准则层; 准则层下有多个一级评价指标, 一级评价指标下的所有二级评价指标组成方案层。

(2) 建立判断矩阵。准则层各一级评价指标间两两重要性比较构建准则层的判断矩阵; 方案层的二级评价指标间两两重要性比较构建同一一级评价指标下的二级评价指标判断矩阵。

(3) 检验各个判断矩阵一致性。判断矩阵的构建过程中难免出现非一致性, 就要对各个判断矩阵一致性进行检验, 检验不通过的需进一步调整。

(4) 层次总排序及一致性检验。和法对判断矩阵的最大特征值求解过程, 计算目标层下各一级评价指标权重, 准则层下各二级评价指标权重。当一致性比例小于 0.1 时, 则一致性检验通过。

(5) 综合权重计算。一级评价指标权重与二级评价指标权重相乘计算出二级评价指标的综合权重。

2.2 模糊综合评价法

模糊综合评价法的步骤:

(1) 确定评价因素集。评价因素是指对评价对象从多个角度出发找出影响评价对象的各个方面的因素, 每个评价因素就是评价指标, 构成评价指标体系, 即评价因素集。

(2) 确定评语集。每个评价指标的评价价值即为评语, 如学生表现评价有非常好、好、一般、差等。由各种不同评价价值组成评语集。

(3) 确定各因素的权重。各个评价指标在综合评价中的权重占比不同, 权重直接影响评价结果, 不同评价指标的权重组成一个模糊向量。

(4) 确定模糊综合判断矩阵。评价因素集中的每个评价指标通过隶属函数对应评语集进行评判构成模糊

子集，各个指标的模糊子集组成模糊综合判断矩阵。

(5) 综合评价。计算综合评价结果，评价对象的综合评价划分到隶属度最大的评语集。

3 实验室绩效评价模型

3.1 实验室绩效评价指标权重确定

3.1.1 构建层次结构模型

结合航海类轮机工程专业教学实验室绩效评价指标体系构建层次结构模型，见下图 1。

3.1.2 构造判断矩阵

邀请十位专家将准则层下 V1、V2、V3、V4 间两两重要性比较构建判断矩阵 U，一级评价指标下二级评价指标间两两重要性比较构建判断矩阵。

3.1.3 判断矩阵的层次单排序与一致性检验

判断矩阵的构建过程中经常会发生非一致性情况，采用构造扰动矩阵法来调整，将判断标度值调大或调小一个标度，调整后的矩阵相关系数越高说明与调整前矩阵一致性高^[8]。

十位专家打分判断矩阵的最大特征值通过 MATLAB 软件计算出，对于一致性检验不通过的做了构造扰动矩阵调整。所有专家打分判断矩阵 CR 都不大于 0.1 并且不包含 0.1，一致性检验通过，层次单排序权重向量可取。

3.1.4 层次总排序及一致性检验

计算出十位专家的层次总排序随机一致性比例 CR，都不大于 0.1 并且不包含 0.1，层次总排序结果的一致性符合要求。

3.1.5 评价指标综合权重计算

本文采用基于 CR 构建专家权重法计算各个专家的权重占比^[9]。根据各指标综合权重，计算出总排序权重，建立总排序权重体系表 1。

表 1 总排序权重体系

总排序权重体系				
V ₁	0.29	W ₁₁	0.46	0.13
		W ₁₂	0.27	0.08
		W ₁₃	0.12	0.04
		W ₁₄	0.15	0.04
V ₂	0.21	W ₂₁	0.17	0.04
		W ₂₂	0.16	0.03
		W ₂₃	0.2	0.04
		W ₂₄	0.15	0.03
		W ₂₅	0.32	0.07
V ₃	0.35	W ₃₁	0.11	0.04
		W ₃₂	0.11	0.04
		W ₃₃	0.13	0.05
		W ₃₄	0.12	0.04
		W ₃₅	0.2	0.07
		W ₃₆	0.33	0.12
V ₄	0.15	W ₄₁	0.25	0.04
		W ₄₂	0.21	0.03
		W ₄₃	0.2	0.03
		W ₄₄	0.14	0.02
		W ₄₅	0.2	0.03

3.2 模糊综合评价模型

3.2.1 建立评价因素集

将实验室绩效评价体系中目标层分解成 4 个一级评价指标因素集 U，每个一级评价指标因子又分解成二级评价指标因素集 V_i。

3.2.2 建立评价尺度集

采用李克特量表法，分为优秀、良好、中、及格、差 5 个评价等级，依次赋值为 5、4、3、2、1。评价定量分级标准：大于 4.5 的为优秀，大于 3.5 小于等于 4.5 的为良好，大于 2.5 小于等于 3.5 的为中，大于 1.5 小于等于 2.5 的为及格，小于等于 1.5 的为差^[10]。

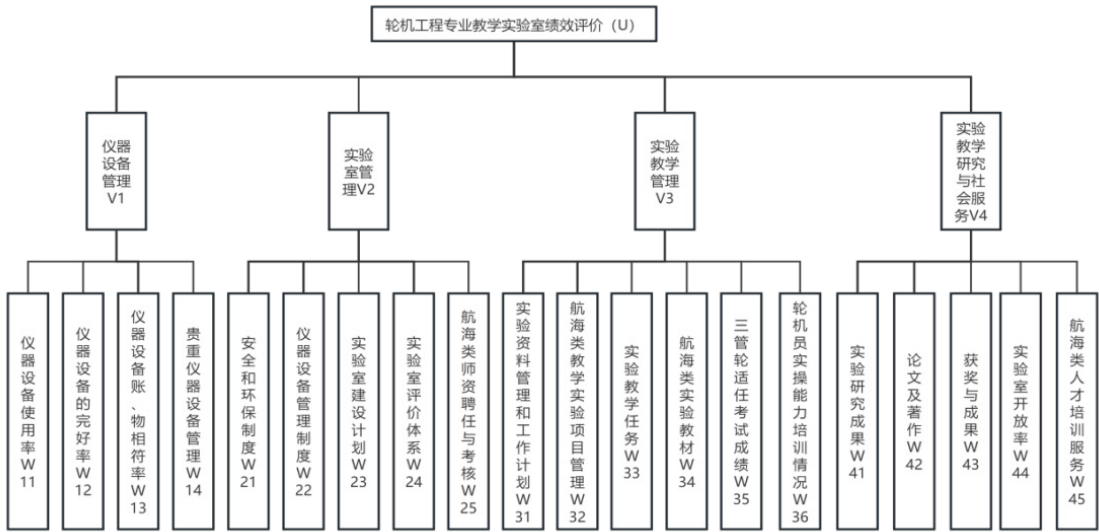


图 1 绩效评价层次结构模型

3.2.3 建立目标分配权重集

参照总排序权重体系表,构建权重集 A_i 。

$$A = (0.29, 0.21, 0.35, 0.15)$$

$$A_1 = (0.46, 0.27, 0.12, 0.15)$$

$$A_2 = (0.17, 0.16, 0.20, 0.15, 0.32)$$

$$A_3 = (0.11, 0.11, 0.13, 0.12, 0.20, 0.33)$$

$$A_4 = (0.25, 0.21, 0.20, 0.14, 0.20)$$

3.2.4 构建模糊评价矩阵

对实验室绩效二级评价指标因素集 V_i 进行评价。对 V_i 下二级评价因素 W_{i1} 进行评价则得到隶属度评判集 R_{i1} , r_{im} 为评价指标对优秀、良好、中、及格、差 5 个评价等级的隶属度,如 r_{11} 为选择优秀的人数除以总评价人数。

$$R_{11} = \{r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{14}, r_{15}\} \quad (1)$$

同理可得到 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} 组成模糊评价矩阵 R_1 。

$$R_1 = \begin{pmatrix} R_{11} \\ R_{12} \\ R_{13} \\ R_{14} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{25} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{41} & r_{42} & \cdots & r_{45} \end{pmatrix} \quad (2)$$

依次对 V_2 、 V_3 、 V_4 指标因素集评价,得 R_2 、 R_3 、 R_4 模糊评价矩阵。

3.2.5 综合评价

计算隶属度评判值 B_i 。依次计算出 B_2 , B_3 , B_4 。

$$B_i = A_i \cdot R_i \quad (3)$$

计算实验室绩效评价二级模糊综合评价的隶属度评判值 B 。 $b_i(i=1,2,\dots,5)$ 为评价指标对优秀、良好、中、及格、差 5 个评价等级的隶属度 B 。

$$B = A \cdot \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{pmatrix} = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5) \quad (4)$$

计算最终评价总分 X , 根据评价定量分级标准进行等级评定。

$$X = 5 \times b_1 + 4 \times b_2 + 3 \times b_3 + 2 \times b_4 + 1 \times b_5 \quad (5)$$

4 实验室绩效评价模型应用

4.1 构建实验室绩效模糊评价矩阵

邀请专任教师 6 人、实验室专任教师 18 人、行政管理教师 3 人对 S 大学轮机工程专业教学实验室绩效评价,构建模糊评价矩阵。

4.2 模糊综合评价

(1) 计算一级评价指标隶属度评判值:

$$B_1 = (0.44, 0.46, 0.06, 0.02, 0.02); B_2 = (0.49, 0.38, 0.12, 0.01, 0.00); B_3 = (0.53, 0.37, 0.09, 0.00, 0.00); B_4 = (0.28, 0.45, 0.23, 0.03, 0.01)。$$

(2) 计算二级模糊综合评价的隶属度评判值: $B =$

$(0.46, 0.41, 0.11, 0.01, 0.01)$ 。

(3) 计算最终评价一级评分 X_1 为 4.28, X_2 为 4.35, X_3 为 4.43, X_4 为 3.96, 综合评分 X 为 4.3。

4.3 S 大学教学实验室绩效评价结果

一级绩效评价指标均为“良好”,轮机工程实验中心的综合绩效评价表现为“良好”。轮机工程实验中心由于维修经费有限且缺乏定期维护,设备完好率不高,建议实施专人负责制,分类管理设备,并增加维修经费投入;该中心主要服务于教学,科研投入较少,设备和师资力量不足,建议平衡科研与教学时间,提升教师科研能力;实验室使用率不高,缺乏实验室信息共享平台,建议利用“微信公众号”发布实验室动态,简化开放实验室的申请流程,提高实验室使用率。

5 结语

构建了航海轮机工程教学实验室绩效评价体系,并通过专家问卷筛选细化指标。利用层次分析法和模糊综合评价法,建立了评价指标权重体系和数学模型。模型在 S 大学实验中心得到验证,采用 CR 法计算专家权重,确保评价全面合理。研究从多角度出发,为航海类院校提供绩效评价启示,但评价体系的完善性和数据量化方面还有待提高,未来研究需关注更多利益相关者的意见和量化数据。

参考文献:

- [1] 教育部 交通运输部关于进一步提高航海教育质量的若干意见[J]. 航海教育研究, 2012, 29(02): 112-113.
- [2] 李静娴, 吴杰, 李静娴, 等. 基于模糊综合评价法的实验室管理绩效评价[J]. 能源技术与管理, 2024, 49(03): 230-232.
- [3] 杨赛, 李莹, 杨赛, 等. 高校专业实验室开放共享机制构建与绩效评价体系研究[J]. 中国现代教育装备, 2024, (19): 58-61, 65.
- [4] 毛颖华, 薛建华, 毛颖华, 等. 新时代新建本科院校实验室绩效评价体系研究[J]. 中阿科技论坛(中英文), 2022, (06): 173-177.
- [5] 张扬, 陈艺璇. 基于模糊层次分析法的应用型本科高校实验室绩效评价研究[J]. 轻工科技, 2019, (v.35;No.242): 120-123.
- [6] 初士兴, 刘永涛, 马强. 基于 DEA 的实验室开放共享绩效评价研究[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(09): 240-243+250.
- [7] 杨晓斌, 林亨斌. 地方本科院校实验室仪器设备绩效评价体系的构建[J]. 广东化工, 2017, (v.44;No.347): 291-292.
- [8] Z.XU. On consistency of the weighted geometric mean complex judgement matrix in AHP[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 126: 683-687.
- [9] 郑权明. 浅谈群决策层次分析法_郑权明[J]. 中国设备工程, 2019, 428(16): 215-217.
- [10] 尹婵娟, 黄刚, 杜月林, 等. 基于模糊层次分析法的实验室绩效考评研究[J]. 实验室科学, 2015, (v.18;No.88): 158-162.