

文章编号: 1674—8247(2019)05—0097—04
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.05.020

基于层次分析的国际铁路培训课程评价体系

钱经纬

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘 要:文章以国际铁路培训课程构成的基本要素为基础,综合运用 1-9 标度法和层次分析理论确定了国际铁路培训课程中组织接待、培训效果、培训模块、培训师资、培训资料及培训内容 6 个评价子准则层,筛选 18 个国际铁路培训课程设置评价指标。通过构建层次分析判断矩阵模型,对 6 个子准则层及其基础指标进行综合优化并赋权重值,评价国际铁路培训课程设置的合理性。结果表明,该方法能够评价国际铁路培训课程设置水平,发现培训课程设置及实施过程中存在的薄弱环节,为优化课程体系、准确提升培训质量提供参考依据。

关键词:国际; 培训; 层次; 分析; 评价; 体系
中图分类号:C975 **文献标志码:**A

Evaluation System of International Railway Training Course Based on AHP

QIAN Jingwei

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: Taken the basic elements of the international railway training courses as the foundation, the integrated use of 1-9 scaling method and theory of hierarchy analysis in this paper to determine the international railway training organization in the reception, training effect, training modules, training teachers, training materials and training content 6 evaluation criterion layer, screening 18 international railway training curriculum evaluation index. By constructing the judgment matrix model of analytic hierarchy process, the 6 sub-criteria and their basic indexes are comprehensively optimized and weighted to evaluate the rationality of the international railway training curriculum. The results show that this method can evaluate the level of international railway training curriculum, and find the weak links in the process of training, which provides reference frame for optimizing curriculum system and promoting training quality.

Key words: international; training; level; analysis; evaluation; system

国际铁路培训以“一带一路”建设为重点,着力推进海外培训市场,通过对巴基斯坦、埃塞俄比亚、老挝、缅甸等国家开展国际培训项目,满足国际工程的经营开发需要,助力工程项目的落地实施。科技援外培训是国家援外的重要组成部分,是当前形势下在国际上增强影响力,增加人文交流,扩大交流与合作的重要举

措^[1-2]。现有的国际铁路培训课程研究成果多集中于对各体系的定性研究,针对课程设置的评价指标研究较少^[3]。

在目前的课程方案设置评价中,依靠主观判断从单一或若干指标进行决策。通过从内部因素和外部因素罗列评价指标,并定性的评价方案确实可以规避一

收稿日期:2019-03-20

作者简介:钱经纬(1989-),男,工程师。

引文格式:钱经纬. 基于层次分析的国际铁路培训课程评价体系 [J]. 高速铁路技术, 2019, 10(5): 97-100.

QIAN Jingwei. Evaluation System of International Railway Training Course Based on AHP [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(5): 97-100.

些主观随意性,但仍然不能建立较为客观且实用的评价方法。从最初课程方案的偏主观选择与介绍,到后来引入 SWOT 矩阵分析法,从机会、威胁、优势、劣势四个方面阐述各备选方案,尽可能的避免主观偏好进行方案选择^[4]。随着国际铁路培训课程方案设置比选研究不断深入,建立一套方案评价指标体系越来越重要。

1 国际铁路培训课程方案评价指标体系

建立一个科学的指标体系应满足全面性、系统性、合理性、可比性等基本要求。在总结“2018 年铁路建设技术国际培训班”、“2018 年缅甸铁路规划与建设官员研修班”、“2018 年一带一路国家铁路规划建设管理官员研修班”等多个重点国际铁路培训项目课程设置经验,并征求专家意见后建立起评价指标体系。罗列国际铁路培训课程方案比选的关键性指标,分类并整理后将课程方案指标评价体系划分为 6 大准则层:组织接待、培训内容、培训师资、培训模块、培训资料及培训效果,如表 1 所示。

表 1 国际铁路培训课程评价体系表

评价体系	包含内容
组织接待评价	接、送机
	会场组织
	餐饮住宿
	联谊活动
培训内容评价	科学的培训内容
	多样的表现方式
培训师资评价	团队师资结构
	单个教师专业性
培训模块评价	课堂教学模块
	现场教学模块
	文化交流模块
培训资料评价	资料的完整性与质量
	资料技术的国际领先情况
培训效果评价	满足主办方目的与要求
	满足受训学员及其单位的需求
	积极推动国际项目经营开发(或实施)
	加深与外籍学员及其单位的密切关系
	后期培训等方面合作的空间

2 指标评价体系中指标权重的确定

为确定各准则层和指标之间的重要性,采用对 6 个子准则层和 18 个基本指标赋权重的方法来确定。其中层次分析法(AHP)通过对指标两两比较相对重要性程度,并利用矩阵运算各指标在该准则层内的权重值,最终得出指标在评价体系中的权重值。建立判断矩阵 $A = \{a_{xy}\}$,其中 a_{ij} 的含义为第 x 个指标与第 y 个指标进行比较,第 y 个因素与第 x 个因素的相对重

要性。两个基本指标相对于总目标的重要性取值采用 1-9 标度法^[5]。采用 MATLAB 对判断矩阵求解出权重向量,然后对矩阵进行一致性检验。当一致性比例指标 CR 不具有满意一致性时,将重新调整判断矩阵中各个指标的相对重要性及取值,直到能够具备满意一致性^[6]。

2.1 准则层对于总目标的相互比较及权重计算

采用 1-9 标度法,关于 6 个子则层和总目标重要性比较的结果,如表 2 所示。

表 2 6 个子准则层和总目标重要性比较

指标名称	组织接待	培训内容	培训师资	培训模块	培训资料	培训效果
组织接待	1	1/2	2	1/3	3	1/3
培训内容	2	1	3	1/2	4	1/2
培训师资	1/2	1/3	1	1/4	2	1/4
培训模块	3	2	4	1	5	1
培训资料	1/3	1/4	1/2	1/5	1	1/5
培训效果	3	2	4	1	5	1

对应的判断矩阵为:

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

计算采用软件 MATLAB7.0,结果为 $\lambda_{\max} = 6.081$

为保证 6 个子准则层权重向量和为 1,针对特征值 λ_{\max} 对应的特征向量进行归一计算的权重向量 $V = \{0.111\ 6, 0.180\ 0, 0.070\ 2, 0.295\ 9, 0.046\ 4, 0.295\ 9\}$ 检验一致性:

$$CR = \frac{(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)}{RI} = 0.0131 < 0.1, \text{ 满足}$$

一致性要求。

2.2 子准则层内相对重要性比较

采用 1-9 标度法用如上的方法先依次开展子准则层内指标相互比较,再依次计算指标相对于总目标及相对于子准则层的权重值。

2.2.1 组织接待准则层

组织接待准则层内 4 个指标的相对重要性比较如表 3 所示。

表 3 组织接待准则层内 4 个指标的相对重要性比较

指标名称	接、送机	会场组织	餐饮住宿	联谊活动
接、送机	1	2	1/2	1
会场组织	1/2	1	1/3	1/2
餐饮住宿	2	3	1	2
联谊活动	1	2	1/2	1

2.2.2 培训内容准则层

培训内容准则层内 2 个指标的相对重要性比较如表 4 所示。

表 4 培训内容准则层内 2 个指标的相对重要性比较

指标名称	科学的培训内容	多样的表现方式
科学的培训内容	1	2
多样的表现方式	1/2	1

2.2.3 培训师资质准则层

培训师资质准则层内 2 个指标的相对重要性比较如表 5 所示。

表 5 培训师资质准则层内 2 个指标的相对重要性比较

指标名称	团队师资结构	单个教师专业性
团队师资结构	1	1
单个教师专业性	1	1

2.2.4 培训模块准则层

培训模块准则层内 3 个指标的相对重要性比较如表 6 所示。

表 6 培训模块准则层内 3 个指标的相对重要性比较

指标名称	课堂教学模块	现场教学模块	文化交流模块
课堂教学模块	1	1/3	1/2
现场教学模块	3	1	2
文化交流模块	2	1/2	1

2.2.5 培训资料准则层

培训资料准则层内 2 个指标的相对重要性比较如表 7 所示。

表 7 培训资料准则层内 2 个指标的相对重要性比较

指标名称	资料的完整性与质量	资料技术的国际领先情况
资料的完整性与质量	1	2
资料技术的国际领先情况	1/2	1

2.2.6 培训效果准则层

培训效果准则层内 5 个指标的相对重要性比较如表 8 所示。

表 8 培训效果准则层内 5 个指标的相对重要性比较

指标名称	满足主办方目的与要求	满足受训学员及其单位的需求	积极推动国际项目经营开发(或实施)	加深与外籍学员及其单位的密切关系	后期培训等方面合作的空间
满足主办方目的与要求	1	3	1	2	2
满足受训学员及其单位的需求	1/3	1	1/3	1/2	1/2
积极推动国际项目经营开发(或实施)	1	3	1	2	2
加深与外籍学员及其单位的密切关系	1/2	2	1/2	1	1
后期培训等方面合作的空间	1/2	2	1/2	1	1

2.3 各指标对于总目标的权重计算

采用 2.1 节描述的方法和 2.2 节相对重要性比较结果,计算出各指标对于总目标的权重及子准则层对于总目标的权重。

表 9 国际铁路培训课程评价指标权重表

总目标	子准则层	子准则层权重	指标名称	各指标对于子准则层权重	各指标对于总目标权重
国际铁路培训课程评价	组织接待	0.111 6	接、送机	0.227 0	0.025 3
			会场组织	0.122 4	0.013 7
			餐饮住宿	0.423 6	0.047 3
			联谊活动	0.227 0	0.025 3
	培训内容	0.180 0	科学的培训内容	0.666 7	0.120 0
			多样的表现方式	0.333 3	0.060 0
	培训师资	0.070 2	团队师资结构	0.5	0.035 1
			单个教师专业性	0.5	0.035 1
	培训模块	0.295 9	课堂教学模块	0.163 4	0.048 4
			现场教学模块	0.539 6	0.159 6
			文化交流模块	0.297 0	0.087 9
	培训资料	0.046 4	资料的完整性与质量	0.666 7	0.030 9
			资料技术的国际领先情况	0.333 3	0.015 5
	培训效果	0.295 9	满足主办方目的与要求	0.297 8	0.088 1
			满足受训学员及其单位的需求	0.088 8	0.026 3
			积极推动国际项目经营开发(或实施)	0.297 8	0.088 1
			加深与外籍学员及其单位的密切关系	0.157 8	0.046 7
			后期培训等方面合作的空间	0.157 8	0.046 7

3 指标评价体系中指标权重表的分析运用

18 个基本指标其性质主要为定性指标,通过具体数值开展分析过程,将采用模糊层次分析法进行解析。假定备选方案集合 $V = \{V_1, V_2, \cdots, V_p\}$, 指标数集为 $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6\}$ 分别表示 6 个子准则层。其中组织接待准则层 U_1 中会场组织和餐饮住宿分别表示为 U_{12} 和 U_{13} ,同样的方法去标识其它准则层及其内部指标。

一级模糊综合评价的过程,实际上可以认为就是框架体系内各元素指标对课程方案的评价过程,可以将分析过程分成两类:一是评价体系中单一指标针对总目标方案的层次分析评价过程;二是评价体系中多个待考虑指标针对总目标方案的评价过程^[7]。

在单指标对方案的模糊评价过程中,假定第 i 类中的第 j 个元素指标为 u_{ij}, u_{ij} 针对 K 课程方案的隶属程度为 R_{ijk} 。则单指标的评价判断矩阵向量为 $R_{ij} = \{R_{ij1}, R_{ij2}, \cdots, R_{ijp}\}$ 。假设存在一个方案数集 $V = \{V_1, V_2, \cdots, V_p\}$,我们将采用判断矩阵 $A = \{a_{ij}\}$ 来表达不同课程方案针对某一个评价指标的满意度。 a_{ij} 表示的是 i 指标相对于 j 指标的满意度。 $A = \{a_{ij}\}$ 满足三个基本条件:区间范围 $(0, 1)$; $a_{ii} = 1/2$; $a_{ij} + a_{ji} = 1$ 。在一级模糊层次评价分析过程中,可以在既定某准则层内某指标的评价判断分析过程中,对各方案定量计算排序。

总目标评价计算最佳的课程方案不一定是在某子准则层指标判断中最优^[8]。通常首先对选定重点考虑的单指标评价过程中(即一级模糊层次判断评价),可以由定量评价最终数值结果大小排序来确定方案选择,建议根据计算评价过程与结果中体现的方案,集中各方案优缺点来取长补短的开展针对性优化过程。

4 评价体系的运用

4.1 备选方案初选

由各课程设计小组拿出推选方案报课程评审小组,评审小组根据国际铁路培训课程评价指标权重,对备选方案从18个基本指标开展评价工作,每个指标均为百分制打分,根据总目标分数、子准则层分数及各指标分数综合排序各备选方案,完成备选方案初选。

4.2 优化过程

初选后根据各备选方案的排序、对应子准则层和基本指标评分情况,综合考虑目标课程方案中的重点子准则层和基本指标,开展针对性优化工作,取长补短的设计出适合目标培训任务的课程方案。

5 小结

5.1 准则层和基本指标的完善

本文确定的课程方案评价体系应针对实际具体培训项目动态优化与更新子准则层和基本指标,存在现阶段被忽视的或一些隐性指标,需要在后续课程方案开展中完善。在上述数学模型中,采用1-9标度法对课程目标16个基础指标分析过程中,只是选择同一子准则层中两个指标在考虑相对重要性时开展对比判断分析,并未全部指标(跨子准则层)一一层次分析比较。有关课程方案的全指标判断分析评价仍需进一步的比选与深入研究。

涉及课程方案有较多影响小、易忽视的因素存在。由于实际培训项目的复杂性与个体特殊性,课程的侧重点必然也不尽相同,需要根据实际客观等情况对权重数值进行针对性修正与考虑。

5.2 数学模型在铁路培训中的应用及后续完善

基于层次分析的国际铁路培训课程评价体系已顺利应用于2项国际铁路援外培训班中(2019年缅甸铁路规划与建设管理研修班(第二期)、2019年铁路建设技术国际培训班),依次从规范化、精细化与个性化三个层次开展培训课程设计与设置的科学管理,并将继续广泛应用于随后的国际铁路援外培训工作中去。

针对完善后的根据铁路培训课程方案评价指标体系,基于层析分析理论的数学模型判断与评价过程将越来越复杂,在人工条件下多个子准则层逐一罗列判断矩阵并基于MATLAB软件计算就显得计算繁琐并

易出错。需要通过计算机编程完成计算,最终编制一套可视化人机操作简易界面,方便与快捷的完成评价权重表计算与修正计算。

国际铁路培训课程方案的综合评价过程是一项复杂的且受多方面影响的系统价值工程,根据实际复杂情况(如人文、科技发展或主办方偏好等)的课程方案需要考虑的侧重点也不同。

参考文献:

- [1] 燕菲菲,陈永.“一带一路”倡议下国际铁路培训思考与探索[J]. 高速铁路技术,2018,9(1):90-94.
YAN Feifei, CHEN Yong. Reflection and Exploration of International Training on Railways under the Belt and Road Initiative [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9 (1): 90-94.
- [2] 朱明侠,左思明.“一带一路”沿线国家投资便利化的评价体系研究[J]. 广东社会科学,2019,36(1):46-53.
ZHU Mingxia, ZUO Siming. Study on the Evaluation System of Investment Facilitation in Countries along the “One Belt and One Road” [J]. Guangdong Social Sciences, 2019, 36(1): 46-53.
- [3] 汤飞飞,段辉军.基于O2O教学模式的“电子商务概论”课程考核评价体系研究[J]. 科教文汇(上旬刊),2019,16(1):110-111.
TANG Feifei, DUAN Huijun. Study on the Assessment System of “Introduction to E-commerce” Course Based on O2O Teaching Model [J]. Science and Education Literature Review (10th Issue), 2019, 16(1): 110-111.
- [4] 赵国栋,马瑞敏.世界一流大学五大评价指标体系的比较、改进及其启示[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2019,25(5):111-122.
ZHAO Guodong, MA Ruimin. Comparison, Improvement and Enlightenment of 5 Evaluation Index Systems of World-class Universities [J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2019, 25 (5): 111-122.
- [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,2019,36(1):120-123.
ZHANG Yang, CHEN Yixuan. Research on Performance Evaluation of Applied University Laboratory Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process [J]. Light Industry Science and Technology, 2019, 36(1): 120-123.
- [6] 吴林林.基于改进层次分析法的煤矿应急管理体系评价[J]. 煤矿现代化,2019,28(1):118-120.
WU Linlin. Evaluation of Coal Mine Emergency Management System Based on Improved Analytic Hierarchy Process [J]. Coal Mine Modernization, 2019, 28 (1): 118-120.
- [7] 董再田,王超勇,张文力,等.基于SMART原则和SEM模型的煤矿安全培训课程设置评价指标体系研究[J]. 工业安全与环保,2018,44(3):42-45.
DONG Zaitian, WANG Chaoyong, ZHANG Wenli, et al. Evaluation Index System of Coal Mine Safety Training Curriculum based on SMART Principle and SEM Model [J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2018, 44 (3): 42-45.
- [8] 钱经纬.模糊层次分析和灰色关联度在隧道消防取水决策中的应用[D].成都:西南交通大学,2016.
QIAN Jingwei. Application of Fuzzy Hierarchical Analysis and Grey Relational Degree in Tunnel Fire Water Intake Decision [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2016.

(编辑:赵立红 白雪)