

道路勘测实习质量评价体系的建立

王 龙,解晓光,姬玉华,李新凯

(哈尔滨工业大学 交通科学与工程学院,黑龙江 哈尔滨 150090)

摘要:在分析层次分析法与模糊综合评价法的原理、特点,以及在公路路线质量评价中的具体应用的基础上,根据道路路线设计质量评价的特点和道路勘测生产实习质量评价的要求,提出生产实习质量模糊综合评价的三级模型,根据规范对路线设计指标的规定,确定了权重指标体系,建立了基于模糊评价方法的实习质量评价体系,并利用 CARD/1 平台,编写评价程序。案例分析表明,评价过程简洁,评价结果客观、准确。

关键词:道路勘测;生产实习;模糊评价;CARD/1;质量评价

中图分类号:G642.44

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2012)02-0118-06

道路勘测生产实习是道路勘测设计课程最具特色的教学实践环节,为巩固、消化理论知识,培养学生道路设计的基本操作能力,在典型的地形测区,根据规范要求采用一阶段设计法,对给定等级路线进行平、纵、横设计,给出一条满足规范要求的道路路线,并进行现场路线的测设,实践性较强。为评价学生实习成果的质量,指导教师全程跟踪实习过程,但因影响路线质量的指标繁杂,无法对均满足设计规范的路线给出可区分的评价,对实习成果的评价不够客观,使之成为了道路勘测教学中的一个薄弱环节。

一、道路线形设计质量评价方法

目前,对于道路线形设计的质量评价还没有统一的方法,因此无法对道路线形设计质量进行较为客观的评价。虽然《公路路线设计规范》对道路线形设计指标做了一些规定,但是有一些指标不独立,不能够量化,同时由于不同设计人员对规范的理解不同,在设计时选用的指标随意性较大,造成了其设计虽都是满足规范指标,但设计质量差异较大。因此,针对国内道路线形设计的现状,有专家提出用层次分析法和模糊评价法对道路线形设计质量进行评定。模糊综合评价法是对模糊信息进行综合分析,将评价对象分解成若干评价因素,对每个因素进行评价,得到该因素的模糊评价向量,利用模糊变换获得评价对象的综合评价值。

二、基于模糊综合评价法的实习质量评价模型的建立

当评价对象选定后,首先要对评价目标进行分析。对评价对象所涉及的影响因素进行科学合理分类和分层,建立可测性、完备性和可行性相结合的评价指标体系,评价过程如图 1 所示。

收稿日期:2011-12-07

作者简介:王龙(1968-),男,哈尔滨工业大学交通科学与工程学院副教授,博士,主要从事路面结构、材料和工艺一体化研究,(E-mail) hitlongwang@sina.com。

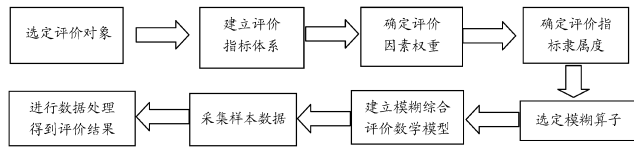


图1 模糊综合评价过程图

(一) 确定评价对象的因素集

评价因素集是以影响评判对象的各种因素为元素组成的一个集合。根据评价对象的特点,建立评价指标体系,根据一级指标得到一级评价因素集

$$U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\},$$

再根据每个因素的二级指标,确定二级评价因素集

$$U_1 = \{U_{11}, U_{12}, \dots, U_{1n}\},$$

$$U_2 = \{U_{21}, U_{22}, \dots, U_{2n}\},$$

.....

$$U_n = \{U_{n1}, U_{n2}, \dots, U_{nn}\},$$

依次便可以得到各级评价指标的因素集。

在实习质量评价中,从出勤情况、平时表现、路线设计质量三个方面对每个学生实习质量进行评价。这三个方面构成了实习质量评价的一级指标。其中路线设计质量方面又包括若干评价子项,构成二级指标。二级指标中又包含了若干评价子项,最终构成三级的评价模型。

一级评价因素集为

$$U = \{U_1, U_2, U_3\} =$$

{出勤情况,平时表现,路线设计质量},

根据每个因素的二级指标,确定二级评价因素集。该评价模型中只有路线设计质量拥有二级评价指标,所以有

$$U_2 = \text{“路线设计质量评价”} = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}\} = \{\text{平面指标,纵断面指标,土石方}\}。$$

同理,可得到路线设计质量评价的三级评价因素集

$$U_{21} = \{U_{211}, U_{212}, U_{213}, U_{214}\} =$$

{圆曲线半径,圆曲线及缓和曲线长度,反向曲线间直线长度,同向曲线间直线长度},

$$U_{22} = \{U_{221}, U_{222}, U_{223}, U_{224}\} =$$

{纵坡,坡长,竖曲线半径,竖曲线长度},

$$U_{23} = \{U_{231}, U_{232}\} =$$

{土石方总量,填挖平衡}。

(二) 确定评语集

确定评语集的等级时,应充分考虑该评价体系

的总体特点以及各个评价因素的特点,选择适当的等级。根据实习质量评价的概念,将评价分为优秀、良好、合格、基本合格、不合格五个等级,组成评语集为

$$V = \{\text{优秀,良好,合格,基本合格,不合格}\}。$$

(三) 确定指标权重

各级指标权重应根据层次分析法进行确定,但是由于在短时间内不能非常合理地选定给予各项指标权重评价的专家群体,加之问卷调查反馈法需要比较长的周期(包括合理化问卷的制定、问卷的发放与回收、问卷的统计、分析、总结等),所以暂时对各级评价指标的权重进行人为的初拟。初拟的原则是分析《公路路线设计规范》中对以上各指标的说明以及要求,基于对影响行车安全舒适等主要因素的剖析,确定各评价因素的指标权重。

《规范》条文说明中规定,圆曲线半径的选用与设计速度、地形、相邻曲线的协调均衡、曲线长度、曲线间直线的长度、纵面线形的配合、公路横断面等诸多因素相关,而且在车速一定的前提下,圆曲线的大小直接影响着车的行驶稳定性。《规范》中也对其值的大小做了详细的规定,将其分为不设超高最小半径、一般最小半径和极限最小半径,阐述了每种半径的应用条件,说明其重要性,所以在确定权重时赋予圆曲线半径以比较大的权重。对于圆曲线及缓和曲线的长度,规范要求尽量满足3s行车距离,以保证行驶在视觉上的连续性,行车更加安全舒适,相比圆曲线半径而言,它的权重应略小一点。在正常路段,直线是选用较多的一种线形,对其长度方面的要求,《规范》中也只是拟定了其建议值,如同向曲线间直线长度以不宜超过6v,反向曲线间直线长度不宜超过2v,所以相比评价因素中的前两个指标,其权重也要相对较低。确定为圆曲线半径0.4,圆曲线及缓和曲线长度0.3,反向曲线间长度0.2,反向曲线间长度0.1,该权重集为

$$\begin{Bmatrix} 0.4 \\ 0.3 \\ 0.2 \\ 0.1 \end{Bmatrix}。$$

对于纵断面指标,纵坡和坡长是直接影响车的行驶特性的因素,尤其是坡长越长,坡越陡,车的动力特性受影响越大,不但使行驶车速降低,甚至会导致水箱开锅以及突然熄火等障碍,从而破坏行驶安

全。所以,可以将纵坡和坡长联合起来赋予一个较大的权重,其权重分别设置为0.3。另外的竖曲线半径与竖曲线长度分别为0.25和0.15,因为竖曲线半径的大小会影响行车的视距以及行驶过程中车所受的冲击力等,所以竖曲线半径的权重略高。该权重集为

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.3 \\ 0.3 \\ 0.25 \\ 0.15 \end{array} \right\}。$$

横断面主要评价的是经济指标,土石方总量为影响工程经济的主要因素之一,它对工程造价的影响有着不可估量的作用。另外,还要考虑沿线的土石方平衡问题,减少借土与弃土产生的额外费用,节省工程费用的支出,而且又有利于环境的保护,因此,这两个指标可以分别为0.5。该权重集为

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.5 \\ 0.5 \end{array} \right\}。$$

三级评价指标权重具体拟定如表1所示。

表1 三级评价指标权重表

评价因素1	圆曲线半径	圆曲线及缓和曲线长度	反向曲线间直线长度	同向曲线间直线长度
权重1	0.4	0.3	0.2	0.1
评价因素2	纵坡	坡长	竖曲线半径	竖曲线长度
权重2	0.3	0.3	0.25	0.15
评价因素3	土石方总量	填挖平衡		
权重3	0.5	0.5		

综合以上的分析,二级评价指标制定如表2所示。

表2 二级评价指标权重表

评价因素	平面指标	纵断面指标	土石方
权重	0.5	0.3	0.2

根据道路勘测生产实习既有外业实测也有内业设计的特点,结合对学生实习质量的要求,确定教学质量评价体系的一级评价指标的权重指标,如表3所示。

表3 一级评价指标权重表

评价因素	出勤	平时表现	路线设计质量
权重	0.2	0.1	0.7

(四) 建立评价指标隶属度

对于评价因素集 U 上的每一个因素 U_i , 处理底层获取的数据, 确定它的隶属度, 得到的结果为评价集 V 上的一个模糊子集为

$$U_i = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{im}\},$$

可以得到评价集 V 上的 m 个模糊子集, 构成模糊矩阵

$$U_{m \times 5} = \begin{bmatrix} U_{11} & U_{12} & U_{13} & U_{14} & U_{15} \\ U_{21} & U_{22} & U_{23} & U_{24} & U_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ U_{(m-1)1} & U_{(m-1)2} & U_{(m-1)3} & U_{(m-1)4} & U_{(m-1)5} \\ U_{m1} & U_{m2} & U_{m3} & U_{m4} & U_{m5} \end{bmatrix},$$

U_{ij} 表示因素 U_i 对评语 V_j 的隶属程度。

(五) 确定模糊算子

由于进行实习质量评价时, 各个测评因素的权重分配不均匀, 存在特别的主要因素, 同时对比常用的两种模糊算子定义的效果后, 选用主因突出型算子。这样能合理地确定各测评因素的权重系数, 从而得到较为满意的评价结果。

(六) 建立模糊综合评价的数学模型

当权重向量 R 和模糊关系矩阵 U 为已知时, 应用模糊矩阵的复合运算, 可以相应建立实习质量评价指标体系的模糊综合模型。模糊综合评判算法主要分两步进行: 先按每个因素单独评判, 再按所有因素进行综合评判。

路线设计质量评价为一个三级的评价模型。评价时应先从最低一级, 即三级因素开始, 得到三级因素的评价矩阵, 由此分别得出每个二级因素的评判结果, 再由二级因素的评判结果得出二级因素的评价矩阵, 从而得到一级因素的评判结果, 再由一级因素的评判结果得出一级因素的评价矩阵, 从而得到综合评价结果。

采用模糊评价模型对实习质量评价时应先从最低一级, 即三级因素开始, 首先收集评价数据求出各三级因素的隶属度矩阵 $U_{114 \times 5}$, $U_{124 \times 5}$, $U_{134 \times 5}$, $U_{214 \times 5}$, $U_{224 \times 5}$, $U_{234 \times 5}$, $U_{314 \times 5}$, $U_{324 \times 5}$, $U_{334 \times 5}$ 。再由公式 $Z_{ij} = W_{ij} \times U_{ij}$ 得到各个三级因素的评价矩阵, 其中评价矩阵 Z 均为 1×5 的矩阵, 然后由三级因素的评价矩阵得到二级因素的模糊矩阵

$$U_1 = \begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{12} \\ Z_{13} \end{bmatrix}, U_2 = \begin{bmatrix} Z_{21} \\ Z_{22} \\ Z_{23} \end{bmatrix}, U_3 = \begin{bmatrix} Z_{31} \\ Z_{32} \\ Z_{33} \end{bmatrix}。$$

再由公式 $Z_i = W_i \times U_i$, 得到二级因素的评价矩阵 Z_1, Z_2, Z_3 , 其中评价矩阵仍均为 1×5 的矩阵。最后由二级因素的评价矩阵得到一级因素的模糊矩阵

$$U = \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \end{bmatrix},$$

$$\text{再由公式 } Z = W \times U = W \times \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \end{bmatrix},$$

得到一级因素的评价矩阵, 再对 Z 进行归一化处理, 得到标准化综合评价模糊子向量

$$P = \frac{Z}{\sum_{j=1}^3 z_j} = \left[\frac{z_1}{\sum_{j=1}^3 z_j}, \frac{z_2}{\sum_{j=1}^3 z_j}, \frac{z_3}{\sum_{j=1}^3 z_j} \right] =$$

$$[p_1, p_2, p_3, p_4, p_5],$$

再根据最大隶属度原则, 从而得到评价的定性结果, 最后, 对评价的等级采用对应的分值 $R = \{90, 80, 70, 60, 50\}$, 由公式 $Y = 90 \times p_1 + 80 \times p_2 + 70 \times p_3 + 60 \times p_4 + 50 \times p_5$ 得到评价的定量结果。

三、实习质量评价案例

采用 QPR 语言编写了基于路线设计平台 CARD/1 的路线设计质量评价程序, 可直接实现对路线设计项目主要平面、纵断面指标的提取, 并实现路线设计质量的评价。选取设计中的一条二级路路线, 利用该程序进行简单的路线设计质量评价, 程序运行结果如下所示。

(一) 平面线形质量评价

1. 平面指标的提取

平面指标的提取如下表所示。

表 4

序号	类型	半径 1	半径 2	长度	前桩号	后桩号	前偏角	后偏角
1	2	11.313	-613.000	7.770	0.000	7.770	-0.827	-0.140
2	2	-613.000	-613.000	73.800	7.770	81.570	-0.140	-0.260
3	1	-613.000	0.000	0.008	81.570	81.578	-0.260	-0.260
4	1	0.000	110.015	0.044	81.578	81.622	-0.260	-0.260
5	2	110.015	0.000	52.567	81.622	134.189	-0.260	0.218
6	0	0.000	-5.000	210.346	134.189	344.535	0.218	0.218
7	2	-5.000	0.000	8.390	344.535	352.925	0.218	-1.460
8	0	0.000	5.000	41.655	352.925	394.580	-1.460	-1.460
9	2	5.000	0.000	7.167	394.580	401.746	-1.460	-0.027

2. 平面指标评分

评分: $\leq 35, 40$ 分; $35 \sim 50, 60$ 分; $50 \sim 70, 80$; $\geq 70, 100$ 分。

(1) 圆曲线半径/m = 圆曲线总长度/圆曲线个数。

圆曲线及缓和曲线长度/m = 17.235, 总长 = 517.064, 个数 = 30, 得分 40。

评分: $\leq 60, 40$ 分; $60 \sim 100, 60$ 分; $100 \sim 600, 80$; $\geq 600, 100$ 分。

圆曲线半径/m = 17.731, 得分 40。

(3) 反向曲线直线长度/m = 反向曲线间直线总长/反向曲线间直线长。

(2) 圆曲线及缓和曲线长度/m = (圆曲线总长度 + 缓和曲线长)/(圆曲线个数 + 缓和曲线个数)。

评分: $80 \sim 800$, 为 100 分; 其余为 50 分。

反向曲线直线长度/m = 73.886, 总长 = 886.635, 个数 = 12, 得分 50。

(4) 同向曲线直线长度/m = 同向曲线间直线总长/同向曲线间直线长。

评分: 240 ~ 800, 为 100 分; 其余为 50 分。

同向曲线直线长度/m = 60.993, 总长 = 487.945, 个数 = 8, 得分 50。

(二) 纵断面质量评价

1. 纵断面指标的提取

纵断面指标的提取如下表所示。

表 5

编号	桩号	设计高	前切线长	半径	后切线长	纵坡长度	坡度
1	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000	270.000	1.700
2	270.000	104.590	37.125	-5 500.000	37.125	138.000	0.350
3	408.000	105.073	24.750	3 000.000	24.750	312.000	2.000
4	720.000	111.313	34.000	4 000.000	34.000	382.000	3.700
5	1 102.000	125.447	33.000	2 000.000	33.000	512.000	7.000
6	1 614.000	161.287	87.750	-2 700.000	87.750	309.285	0.500
7	1 923.285	162.833	0.000	0.000	1 923.285	* * * *	0.000

2. 纵断面指标评分

(1) 纵坡/m = 坡度 × 坡长/坡长总和。

评价标准: ≤ 0.3% 或 ≤ 7%, 40 分; 0.3% ~ 2%, 100 分; 2% ~ 7%, 60 分。

纵坡/m = 0.000, 坡度 × 坡长绝对值之和 = 22 566.685 总坡 = 4, 得分 40。

(2) 竖曲线半径/m = 竖曲线半径绝对值和/竖曲线个数。

评价标准: ≤ 450 m, 40 分; 450 ~ 700 m, 60 分; > 700 m, 100 分。

竖曲线半径/m = 86.869, 半径绝对值总和 = 17 200.000, 个数 = 198.000, 得分 40。

(3) 竖曲线长/m = 切线和/竖曲线个数。

评价标准: < 35 m, 40 分; = 35 m, 60 分; > 35 m, 100 分。

竖曲线长/m = 62, 切线和 = 1 302 m, 个数 = 21, 得分 100。

(三) 工程量评价

土石方总量的提取:

全轴线本桩号利用量(立方米); 单位断面间的利用量(立方米/m)。

轴线全长为 1 923.285 m, 总填方量为 36 192 m³, 总挖方量为 31 469 m³。

全轴线需要纵向调配的量、填方量、挖方量。

本桩号利用量为 2 795 m³, 需要远调的填方量 33 397 m³, 挖方量为 28 673 m³。

(四) 模糊综合评价

根据每一项的评价得分, 再乘以各自的权重, 得出路线设计质量得分 C 。 $C =$ 平面指标得分 $C_1 +$ 纵断面指标得分 $C_2 +$ 土石方得分 C_3 , 其中 $C_1 = (0.4 \times 40 + 0.3 \times 40 + 0.2 \times 50 + 0.1 \times 50) \times 0.5 = 19.5$, 同理可计算得, $C_2 = 13.2$, $C_3 = 50$, 则 $C = 82.7$ 。假设 $A = 90$, $B = 85$, 再利用模糊评价模型中的一级评价, 将生产实习中的出勤得分 A 、平时表现得分 B 、路线设计质量得分 C , 组成一级评价因素集合 $\{A, B, C\}$, 再乘以他们的权重集合

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.2 \\ 0.1 \\ 0.7 \end{array} \right\},$$

便可得出学生实习质量的综合得分

$$Z = \{A, B, C\} \times \left\{ \begin{array}{l} 0.2 \\ 0.1 \\ 0.7 \end{array} \right\} = \{0.2A, 0.1B, 0.7C\} = 83.9,$$

评价等级为良好。

四、结语

第一, 根据生产实习质量评价体系的建设要求,

提出评价模型建立的方法,基于模糊综合评价方法的实习质量评价模型。

第二,根据路线设计规范对设计参数要求的程度,确定了权重。

第三,对 CARD/1 横断面进行的二次开发,评价过程用 QPR 语言编程,建成了基于 CARD/1 平台的横断面开发程序,简化了复杂的评价过程,提高了评价的速度,保证了评价的准确性。

参考文献:

[1]王龙,解晓光,万海军. 产学相结合的道路勘测设计实习教学改革研究[J]. 中国电力教育,2008,(20):161-163.
[2]张志清,金江,冯秘,等. 道路勘测设计现场教学改革[J].

高等建筑教育,2007,16(A1):90-93.
[3]吴奔,张颖. CARD/1 应用教程[M]. 兰州:兰州大学出版社,2000.
[4]汪文滨,方坤礼. 德国道路勘测设计软件 CARD/1 系统的应用及开发[J]. 今日科苑,2008(18):168-169.
[5]孙建诚,孙吉书,杨春风. 道路线形设计质量评价方法研究[C]//第四届亚太可持续发展交通与环境技术大会论文集. 北京:人民交通出版社,2005.
[6]肖卫今. 公路工程设计质量及评价模型及方法研究[J]. 公路与汽运,2004(4):28-30.
[7]吴奔,魏庆朝. CARD/1 的应用与二次开发[J]. 铁路航测,2003(1):32-34.
[8]宋占峰. 道路线路实时动态三维可视化设计理论和方法的研究[D]. 长沙:中南大学,2003.
[9]陈松林. 道路勘测设计中的三维景观模型研究[D]. 武汉:武汉大学,2005.

Quality Evaluation System Establishment of Road Survey and Design Practice

WANG Long, XIE Xiao-guang, JI Yu-hua, LI Xin-kai

(School of Science and Engineering on Transportation, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, P. R. China)

Abstract: Analyzed the principle and characteristics of the analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation method, and the application of the highway route quality evaluation, based on the quality evaluation characteristics of road route and requirements of survey production practice, the paper put forward three-level fuzzy comprehensive assessment model of survey production practice quality evaluation. According to specifications on design indexes regulation, the paper determined the weight index systems, established fuzzy practice quality evaluation system, and wrote assessment program by CARD/1 platform. Case study showed that the evaluation process is concise, and the evaluation results are objective and accurate.

Keywords: road survey and design; practice; fuzzy comprehensive evaluation; CARD/1; quality evaluation

(编辑 周 沫)