

# 高速公路施工企业技术创新能力评价<sup>\*</sup>

姚岱<sup>1</sup>, 侯云飞<sup>2</sup>

(1.湖南省益娄高速公路建设开发有限公司, 湖南 长沙 410004;

2.长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410114)

**摘要:** 分析了现阶段高速公路施工企业技术创新的必要性;基于创新时代背景和指标体系构建原则,采用文献研究、专家咨询、小组讨论等方法构建高速公路施工企业技术创新能力评价指标体系预选集,并用 SPSS19.0 软件进行指标筛选,确定了高速公路施工企业技术创新能力评价指标体系,通过层次分析法和模糊综合评价对高速公路施工企业技术能力进行评价,得出影响高速公路施工企业技术创新能力的重要因素,并提出提高施工企业技术创新能力的措施。

**关键词:** 工程管理;高速公路;施工企业;技术创新;指标体系

中图分类号:U415.12

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2019)04-0155-05

随着中国高速公路建设向偏远地区的延伸,施工环境和地形越来越复杂,遇到的阻碍与难题越来越多,施工难度越来越大,实现高速公路施工企业技术创新变得越来越重要。同时高速公路施工企业稳定的技术创新基础有利于解决当前运输成本高的问题,也是企业提高核心竞争力的催化剂。而现阶段高速公路施工企业的技术创新仍处于计划阶段,在信息化建设和创新的背景下,需进一步关注高速公路施工企业技术创新发展问题,以顺应时代发展,提升高速公路建设与管理的高效化。

Schumpeter J. A.通过对企业规模和市场竞争对手的分析,提出了技术创新对于发展的重要性。高速公路技术是指建造施工过程中采用的最先进技术、工艺、施工设备和施工材料等。美国著名经济学家熊彼特在《经济发展理论》一书中提出“创新理论”,认为创新是新的生产函数的建立,是为了达到某种便利和捷径而形成的,必将创造出价值和利润,因而技术创新能为企业建设提供重要条件,有效激励企业的竞争条件和成本效益,使高速公路企业获利。从内容上讲,技术创新包括项目组织、工程建设一体化、资金投入低、关键人员能力和经验、过程重点和方法的变化。从经济上讲,高速公路施工企业技术创新在初期可能会消耗资源,需要一定的人力与物力投入,而后期可能会因为技术创新而获得更好的效益。因此,如何衡量和选择创新技术的好坏成为一大难点。该文运用层次分析法和模糊综合评价法

对高速公路施工企业技术创新能力进行评价。

## 1 技术创新能力评价指标体系的构建

### 1.1 指标体系构建原则

高速公路施工企业技术创新指标体系应是一个能衡量企业技术创新能力高低的体系,通过指标体系能实现对技术创新能力的科学、全面、定量分析,使项目管理者能更客观地进行决策。因此,指标构建原则包括:

(1) 目的性原则。构建的指标体系应具备高速公路建造技术的最本质特征,通过这些指标能很好地衡量高速公路施工企业技术创新的等级,实现高速公路施工企业技术创新目标。

(2) 科学性原则。构建的指标必须是具体、全面、准确的。

(3) 独立性原则。高速公路施工工艺、项目管理、人员分配等过程具有很多相似性,易造成指标混淆。因此,必须选取其中具有特征的性能作为指标,降低指标的定量难度,提高准确度。

(4) 可比性原则。高速公路施工企业技术创新评价指标体系无论是从纵向还是横向都应具有可比性,整体之间对于不同的项目也应具有可比性。

### 1.2 建立指标预选集

从高速公路施工企业技术创新的目标出发,依据高速公路指标体系设置原则,通过文献研究、相关人员调查、评估小组讨论、专家咨询等方式,分析高

<sup>\*</sup> 基金项目:湖南省教育厅科学研究项目(17C0057)

表1 高速公路施工企业技术创新能力评价指标预选集

指标类别	指标名称	判断依据
创新投入能力	创新人员投入 $Q_1$	文献研究
	高新知识投入 $Q_2$	文献研究
	创新资金投入 $Q_3$	相关人员调查
管理创新能力	施工管理创新战略 $Q_4$	专家咨询
	管理创新机制 $Q_5$	文献研究
	分包管理水平 $Q_6$	文献研究
	创新合作水平提高程度 $Q_7$	文献研究
	技术管理水平 $Q_8$	文献研究
	员工培训水平 $Q_9$	文献研究
	主要管理人员教育水平 $Q_{10}$	小组讨论
	创新倾向 $Q_{11}$	文献研究
	施工经验 $Q_{12}$	文献研究
	专利拥有数 $Q_{13}$	文献研究
创新开发能力	自主创新产品率 $Q_{14}$	文献研究
	创新技术应用率 $Q_{15}$	文献研究
	对外技术咨询服务水平 $Q_{16}$	专家咨询
	创新技术市场发展 $Q_{17}$	小组讨论
	设备水平 $Q_{18}$	文献研究
创新制造能力	技术达产率 $Q_{19}$	文献研究
	工人技术等级及工作质量 $Q_{20}$	相关调查
	垃圾回收利用率 $Q_{21}$	文献研究
	节能率 $Q_{22}$	文献研究

高速公路施工企业技术创新能力的主要影响因素,并将各因素进行分类整理,得到表1所示高速公路施工企业技术创新能力评价指标预选集。

### 1.3 指标的筛选及指标体系的确定

指标体系科学合理是科学测算的基础,所选取的指标在具有全面性的同时必须具有有效性。表1所示指标集包含与高速公路建设和技术创新有关的指标,满足指标体系构建的全面性要求。但存在以下不足:有些指标之间存在重复性或相关性;还有些指标对于安全生产的影响较小,可适当剔除。为此,采用问卷调查法,采用李克特七分量制衡量各指标的重要性,运用SPSS19.0对回收的有效问卷数据进行信度分析、内容效度分析,将得分靠后的指标适当剔除,从而简化指标体系,保证评价结果的科学性和准确性。SPSS19.0软件运行结果表明,该问卷的Cronbach's Alpha值为 $0.723 < 0.8$ ,需对指标进行筛选。各指标的 $\alpha$ 系数值见表2。

根据表2, $Q_2$ 、 $Q_6$ 、 $Q_9$ 、 $Q_{11}$ 、 $Q_{12}$ 、 $Q_{16}$ 的 $\alpha$ 系数均小于该问卷的Cronbach's Alpha值,故删除这6项指标,提高问卷的Cronbach's Alpha值和指标体系

表2 测算指标的Cronbach's Alpha系数

指标	$\alpha$ 系数	指标	$\alpha$ 系数
$Q_1$	0.864	$Q_{12}$	0.647
$Q_2$	0.713	$Q_{13}$	0.791
$Q_3$	0.764	$Q_{14}$	0.769
$Q_4$	0.836	$Q_{15}$	0.780
$Q_5$	0.755	$Q_{16}$	0.715
$Q_6$	0.636	$Q_{17}$	0.814
$Q_7$	0.767	$Q_{18}$	0.865
$Q_8$	0.731	$Q_{19}$	0.742
$Q_9$	0.695	$Q_{20}$	0.816
$Q_{10}$	0.788	$Q_{21}$	0.739
$Q_{11}$	0.657	$Q_{22}$	0.823

的可信度。剔除后指标体系的Cronbach's Alpha值达到0.821,更具可信度。最终确定的高速公路施工企业技术创新能力评价指标体系见图1。

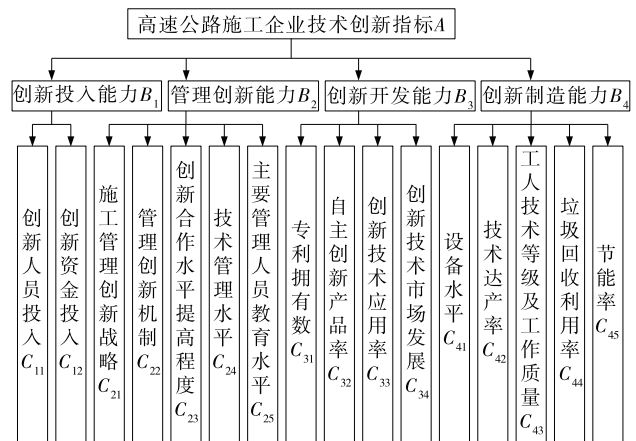


图1 高速公路施工企业技术创新能力评价指标体系

## 2 技术创新能力模糊综合评价模型的建立

### 2.1 确定因素集和评语集

将高速公路施工企业技术创新因素集 $A$ 分成4个子集,即 $A=(B_1, B_2, B_3, B_4)$ 。各一级指标 $B$ 又分为若干二级指标 $C$ ,即 $B_i=(C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{ij})$ ,其中 $C_{ij}(i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$ 为第 $i$ 个一级指标中第 $j$ 个二级指标。评价集用 $V$ 表示, $V=(v_1, v_2, \dots, v_w)$ ,其中 $w$ 为评价等级数,即评价指标的集合(见表3)。

### 2.2 构建比较矩阵

采用9级标度法,对同级同类指标由专家对其重要度进行两两比较,构造比较矩阵,结果见表4~8。

表 3 评价指标的评语集

评价等级	定量评价指标	定性评价指标	评语集
5	9	9	$V_1$ (优)
4	8	8	$V_2$ (良)
3	7	6	$V_3$ (中)
2	6	5	$V_4$ (一般)
1	5	4	$V_5$ (差)

表 4 一级指标两两比较矩阵

A	创新投入能力 $B_1$	管理创新能力 $B_2$	创新开发能力 $B_3$	创新制造能力 $B_4$
创新投入能力 $B_1$	1	2	3	6
管理创新能力 $B_2$	1/2	1	3	3
创新开发能力 $B_3$	1/3	1/3	1	1
创新制造能力 $B_4$	1/6	1/3	1	1

2.3 确定指标权重

根据指标之间的矩阵关系计算指标权重,计算过程如下:

(1) 将上述判断矩阵每行相乘,得: $P_1=1\times 2\times 3\times 6=32$ ; $P_2=1/2\times 1\times 3\times 3=9/2$ ; $P_3=1/3\times 1/3$

表 5  $B_1$  类二级指标两两比较矩阵

$B_1$	创新人员投入 $C_{11}$	创新资金投入 $C_{12}$
创新人员投入 $C_{11}$	1	2
创新资金投入 $C_{12}$	1/2	1

表 6  $B_2$  类二级指标两两比较矩阵

$B_2$	施工管理创新战略 $C_{21}$	管理创新机制 $C_{22}$	创新合作水平提高程度 $C_{23}$	技术管理水平 $C_{24}$	主要管理人员教育水平 $C_{25}$
施工管理创新战略 $C_{21}$	1	1	1/3	1/3	1/2
管理创新机制 $C_{22}$	1	1	1/2	1/2	1/2
创新合作水平提高程度 $C_{23}$	3	2	1	1	1
技术管理水平 $C_{24}$	3	2	1	1	1
主要管理人员教育水平 $C_{25}$	2	2	1	1	1

表 7  $B_3$  类二级指标两两比较矩阵

$B_3$	专利拥有数 $C_{31}$	自主创新产品率 $C_{32}$	创新技术应用率 $C_{33}$	创新技术市场发展 $C_{34}$
专利拥有数 $C_{31}$	1	1/3	1/2	1/3
自主创新产品率 $C_{32}$	3	1	1	1/2
创新技术应用率 $C_{33}$	2	1	1	1
创新技术市场发展 $C_{34}$	3	2	1	1

表 8  $B_4$  类二级指标两两比较矩阵

$B_4$	设备水平 $C_{41}$	技术达产率 $C_{42}$	工人技术等级及工作质量 $C_{43}$	垃圾回收利用效率 $C_{44}$	节能率 $C_{45}$
设备水平 $C_{41}$	1	4	5	2	2
技术达产率 $C_{42}$	1/4	1	3	6	3
工人技术等级及工作质量 $C_{43}$	1/5	1/3	1	1/2	1/5
垃圾回收利用效率 $C_{44}$	1/2	1/6	2	1	1/2
节能率 $C_{45}$	1/2	1/3	5	2	1

$\times 1\times 1=1/9$ ; $P_4=1/6\times 1/3\times 1\times 1=1/18$ 。

(2) 将各行的乘积分别开 4 次方,得: $\overline{W}_1=\sqrt[4]{32}$

$=2.378$ ; $\overline{W}_2=\sqrt[4]{9/2}=1.456$ ; $\overline{W}_3=\sqrt[4]{1/9}=0.577$ ;

$\overline{W}_4=\sqrt[4]{1/18}=0.485$ 。

(3) 对指标权重进行规范化处理,得  $\sum_{j=1}^4 \bar{W}_j = 4.896$ 。

(4) 按照式(1)计算一级指标的权重,得:  $W_1 = 0.546, W_2 = 0.247, W_3 = 0.143, W_4 = 0.064$  (见表9)。

$$W_j = \frac{\bar{W}_j}{\sum_{j=1}^n \bar{W}_j} \quad (1)$$

表9 一级指标的权重

一级指标	权重
创新投入能力 $B_1$	0.546
管理创新能力 $B_2$	0.247
创新开发能力 $B_3$	0.143
创新制造能力 $B_4$	0.064

(5) 按下式计算最大特征值  $\lambda_{\max}$ :

$$PW = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 6 \\ 1/3 & 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1 \\ 1/6 & 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.546 \\ 0.247 \\ 0.143 \\ 0.064 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.237 \\ 1.050 \\ 0.573 \\ 0.262 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(PW)_i}{W_i} =$$

$$\frac{1}{4} \left[ \frac{(PW)_1}{W_1} + \frac{(PW)_2}{W_2} + \frac{(PW)_3}{W_3} + \frac{(PW)_4}{W_4} \right] = 4.11$$

(6) 对B类指标的判断矩阵进行一致性检验,一致性指标  $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) = (4.11 - 4)/(4 - 1) = 0.037$ 。查表得平均随机一致性指标  $RI = 0.89$ ,则  $CR = CI/RI = 0.037/0.89 = 0.042 < 0.1$ ,高速公路施工企业技术创新一级指标矩阵具有满意的一致性。

同理,计算二级指标权重和综合权重,结果见表10、表11。

## 2.4 计算模糊评价矩阵

将所有二级指标  $C_i$  看成一个独立的指标因素,  $R$  为所有二级指标构成的单指标评语向量,可得模糊评价矩阵:

$$B = A \cdot R$$

式中:  $A$  为模糊子集由同类二级指标权重构成的向量矩阵。

## 2.5 评价指标权重的综合评价

根据指标权重、无量纲化的指标值及线性加权法对高速公路施工企业技术创新能力进行综合评

表10 二级指标的权重

二级指标	权重
创新人员投入 $C_{11}$	0.667
创新资金投入 $C_{12}$	0.337
施工管理创新战略 $C_{21}$	0.086
管理创新机制 $C_{22}$	0.178
创新合作水平提高程度 $C_{23}$	0.126
技术管理水平 $C_{24}$	0.279
主要管理人员教育水平 $C_{25}$	0.331
专利拥有数 $C_{31}$	0.129
自主创新产品率 $C_{32}$	0.248
创新技术应用率 $C_{33}$	0.296
创新技术市场发展 $C_{34}$	0.327
设备水平 $C_{41}$	0.210
技术达产率 $C_{42}$	0.271
工人技术等级及工作质量 $C_{43}$	0.150
垃圾回收利用率 $C_{44}$	0.166
节能率 $C_{45}$	0.203

表11 综合权重

目标层	一级指标	二级指标	权重
高速公路施工企业技术创新能力A	创新投入能力 $B_1$	创新人员投入 $C_{11}$	0.364
		创新资金投入 $C_{12}$	0.184
	管理创新能力 $B_2$	施工管理创新战略 $C_{21}$	0.021
		管理创新机制 $C_{22}$	0.044
		创新合作水平提高程度 $C_{23}$	0.031
		技术管理水平 $C_{24}$	0.069
		主要管理人员教育水平 $C_{25}$	0.082
	创新开发能力 $B_3$	专利拥有数 $C_{31}$	0.018
		自主创新产品率 $C_{32}$	0.035
		创新技术应用率 $C_{33}$	0.042
		创新技术市场发展 $C_{34}$	0.047
	创新制造能力 $B_4$	设备水平 $C_{41}$	0.013
		技术达产率 $C_{42}$	0.017
		工人技术等级及工作质量 $C_{43}$	0.010
		垃圾回收利用率 $C_{44}$	0.011
		节能率 $C_{45}$	0.013

价,公式如下:

$$M = \sum_{j=1}^n A_{ij} C_{ij} \quad (i=1,2,3,\dots,m) \quad (2)$$

式中:  $M$  为高速公路施工企业技术创新能力综合评价指数;  $C_{ij}$ 、 $A_{ij}$  分别为第  $i$  项一级指标中第  $j$  项二

级指标的数值和权重。

## 2.6 模糊综合评价等级标准

根据技术创新能力综合评价指数  $M$ , 依据表 12 所示评价等级标准判断高速公路施工企业的技术创新能力。

表 12 高速公路创新能力评价等级标准

评价综合指数 $M$	评价等级
$M \geq 0.85$	技术创新能力高
$0.75 \leq M < 0.85$	技术创新能力较好
$0.60 \leq M < 0.75$	技术创新能力一般
$0.45 \leq M < 0.60$	技术创新能力较差
$M < 0.45$	技术创新能力很差

## 3 案例分析

某高速公路建设公司为实现高速公路工程的经济、绿色、低碳施工目标, 计划从管理、材料、设备等方面引进技术创新因素。根据实地考察与调查研究, 选出 A、B、C、D 4 家较满意的高速公路施工技术合作企业。下面采用上述方法对这 4 家企业进行评价, 选出创新能力强的企业与其合作。

采用问卷调查形式, 从业主、设计、监理单位共选出 6 人对 4 家企业的各级技术创新能力指标进行评价, 评价指标权重计算结果如下:

$$A_1 = \{0.6, 0.4\}$$

$$A_2 = \{0.1, 0.2, 0.1, 0.3, 0.3\}$$

$$A_3 = \{0.15, 0.25, 0.3, 0.3\}$$

$$A_4 = \{0.2, 0.3, 0.1, 0.1, 0.3\}$$

$$A = \{0.5, 0.2, 0.2, 0.1\}$$

根据前述高速公路施工企业技术创新能力评价指标的分值和评语集对 A 企业进行模糊综合评价。建立模糊评价矩阵:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.1 & 0.2 & 0.1 \\ 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.1 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.2 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix}$$

根据各创新能力的指标权重, 得出一级综合评价结果:

$$B_1 = A_1 \cdot R_1 = (0.36 \quad 0.36 \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0.4)$$

$$B_2 = A_2 \cdot R_2 = (0.3 \quad 0.34 \quad 0.19 \quad 0.13 \quad 0.04)$$

$$B_3 = A_3 \cdot R_3 = (0.485 \quad 0.245 \quad 0.115 \quad 0.1 \quad 0.055)$$

$$B_4 = A_4 \cdot R_4 = (0.29 \quad 0.32 \quad 0.16 \quad 0.16 \quad 0.07)$$

将计算出来的评价指标向量作为上一层指标评价矩阵, 得出二级综合评价矩阵:

$$B_A = A \cdot R_A = (0.4 \quad 0.4 \quad 0.25 \quad 0.15 \quad 0)$$

$$B_B = A \cdot R_B = (0.28 \quad 0.24 \quad 0.32 \quad 0.14 \quad 0.02)$$

$$B_C = A \cdot R_C = (0.26 \quad 0.37 \quad 0.22 \quad 0.1 \quad 0.05)$$

$$B_D = A \cdot R_D = (0.2 \quad 0.25 \quad 0.34 \quad 0.15 \quad 0.06)$$

根据所计算的综合评价结果及对应的评语集  $V = (v_1 \quad v_2 \quad v_3 \quad v_4 \quad v_5)$ , 按式(2)赋予各评语具体的分数, 其中  $n = 5, i = A、B、C、D$  企业, 得:  $W_A = 8.73, W_B = 8.3, W_C = 7.5, W_D = 6.9$ 。A 企业的创新能力最高, 故选择 A 企业进行合作。

## 4 对策与建议

为提升高速公路施工企业的技术创新能力, 指导高速公路建设阶段实现安全、高效、环保施工, 采取以下改进优化措施:

(1) 带领团队积极主动地与行业内各方交流学习, 时刻关注高速公路施工“四新”技术最新发展动向, 同时结合实际优选潜在新技术、新工艺, 通过对应用实例的考察及数据分析, 在施工工艺中不断尝试新材料、新技术, 实现施工技术创新, 提升项目团队实力。

(2) 加大人员、设备的投入, 特别是设备操作人员的投入。人员投入是对技术创新积极推进的基础, 而优秀的设备操作人员是施工质量的有效保障。

(3) 加强施工现场把控能力, 运用互联网+工程管理模式建立多部门联动统筹机制, 通过微信群实时了解施工动态, 掌控施工的每一个细节, 及时处理随时可能发生的应急状况, 提高施工效率与质量。

## 参考文献:

[1] 韩俊国. 浅议高速公路经济的发展[J]. 财经界: 学术版,

(下转第 163 页)

表3 不同养护措施下路面损坏状况指数 PCI 的变化

通车年限/年	不同养护措施下的 PCI 值		通车年限/年	不同养护措施下的 PCI 值	
	铣刨重铺	超薄磨耗层		铣刨重铺	超薄磨耗层
0	100.0	100.0	8	84.4	84.0
1	98.1	98.1	9	87.5	86.0
2	95.0	95.0	10	90.2	86.4
3	91.9	91.9	11	91.5	86.6
4	89.2	89.2	12	91.0	84.8
5	86.7	86.7	13	89.7	84.4
6	84.5	84.5	14	88.7	85.2
7	83.4	83.4	15	87.0	83.7

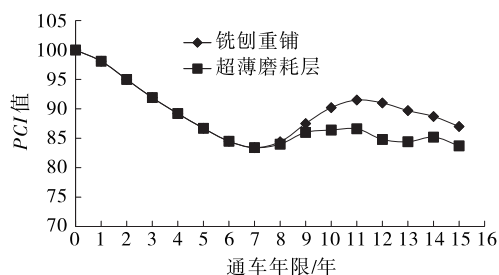


图4 不同中修养护措施下路面性能变化曲线

护决策依据时,路面性能在中修养护措施下呈现一种振荡波形,当路面性能接近养护维修的阈值时进行中修处治,性能出现一定反弹,然后下降,振幅呈现衰减趋势。其变化近似于受阻弹簧运动时的微分方程[见式(9)],实际状况比该微分方程描述的状态更复杂,且为欠阻尼情形( $\beta < \omega_0$ ),即振幅随时间衰减,周期变长,振幅减少,最终振动停止。

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0 \quad (9)$$

综上,路面性能变化可表述为:

$$x = e^{-nt} (C_1 \cos \omega_0 t + C_2 \sin \omega_0 t) \quad (10)$$

式中: $x$  为路面某项性能指数; $t$  为路龄; $n$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $\omega_0$  为回归常数。

## 6 结语

通过对路面中长期性能基础数据的积累,利用正态随机分布函数模拟沥青路面每车道公里的发展变化,结合路面中修养护工程实践建立中修养护标准,可求得某一时段不同等级路面性能状况分布及性能整体发展变化趋势,并可求得某年度的养护需求。该模型简单易行,操作性强,便于推演,可为路面养护决策提供依据,并优化养护时机和措施,提高寿命周期的养护费用效益比。

## 参考文献:

- [1] 盛骤,谢式千,潘承毅.概率论与数理统计[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [2] 潘玉利.路面管理系统原理[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [3] JTG/T H10—2009,公路养护技术规范[S].
- [4] 姚祖康.路面管理系统[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [5] 孙立军.沥青路面结构行为理论[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [6] 陈丽萍.高速公路沥青路面中修养护维修对策选择研究[J].公路与汽运,2016(6).
- [7] 朱欢,龙景彪,张凯.项目级高速公路路面养护维修路段选择方法研究[J].公路与汽运,2019(3).
- [8] 李勇.基于马尔可夫链的沥青路面大修时机预测[J].公路与汽运,2019(3).

收稿日期:2018-08-21

(上接第159页)

2014(12).

- [2] 李红,傅智.我国高速公路隧道水泥混凝土路面施工技术进步与创新[J].公路,2007(9).
- [3] Schumpeter J A.Capitalism, socialism and democracy[M].Capitalism and democracy:University of Notre Dame Press,1985.
- [4] Brockmann C,Brezinski H,Erbe A.Innovation in construction megaprojects[J].Journal of Construction Engineering & Management,2016,142(11).
- [5] Toole T M.Technological trajectories of construction innovation[J].Journal of Architectural Engineering,2001,7(4).

- [6] 李庆东.技术创新能力评价指标体系与评价方法研究[J].现代情报,2005(9).
- [7] 魏源.高速公路信息化建设管理体制及技术创新研究[J].电子技术与软件工程,2015(12).
- [8] 王春法.技术创新与企业的产生:兼论信息高速公路对世界经济的影响[J].世界经济,1997(12).
- [9] 柳顺,杜树新.基于数据包络分析的模糊综合评价方法[J].模糊系统与数学,2010,24(2).
- [10] 邵春燕.ANP在企业技术创新评价中的应用[J].技术经济与管理研究,2007(5).

收稿日期:2018-11-29