

文章编号:0451-0712(2006)08-0141-05

中图分类号:F283

文献标识码:B

# 基于灰色变权聚类的公路建设项目成功度评价

张慧颖

(河南交通职业技术学院 郑州市 450005)

**摘 要:** 在深入研究公路建设项目有关评价理论和方法的基础上,构建了公路建设项目成功度评价的指标体系,给出了各定量指标和定性指标的成功度白化权函数,并提出了公路建设项目成功度评价的灰色变权聚类方法。

**关键词:** 公路建设项目; 指标体系; 成功度; 灰色变权聚类; 白化权函数

公路建设项目,特别是高速公路建设项目,造价非常高,我国平均造价约 3 000~4 000 万元/km,在一些地形复杂地区,如云南大保高速公路,高达 5 000~6 000 万元/km。国家财政越来越难以承受日益增长的巨额公路建设费用。针对公路建设资金极端匮乏的情况,国务院 1984 年首次确定了“贷款修路,收费还贷”的方针,同时还允许外资直接进入我国公路建设领域。1984 年~2000 年,我国共利用贷款和国内外经济组织投资金额达 6 700 亿元修建公路,占同期建设资金的 60%<sup>[1]</sup>。目前我国的公路建设已进入飞速发展时期,几乎每一个省(市、自治区)每年投入公路建设的资金都在 100 亿元以上,公路建设取得了巨大的进步,中国高速公路通车里程居世界第二<sup>[1]</sup>。

据统计,我国已建成的约 25 000 km 高速公路,约 50% 的一级公路和二级公路、2/3 的长大桥与隧道都在收取通行费,中国已成为世界上拥有最多收费公路的国家<sup>[1]</sup>。每年有这么多的资金投入公路建设中,有这么多的公路建设项目在开工、在建设,有这么多的道路、桥梁、隧道在收费,那么这些已经建成的项目,工程质量如何? 经济效益如何? 财务效益如何? 对当地经济的带动和刺激作用又如何呢? 很有必要对已经完工并投入营运 2~3 年的公路建设项目进行成功度评价。

影响公路建设项目效益的因素很多,在对其进行成功度评价时,选择哪些因素作为评价指标,各个评价指标的权重多大,加之有些指标是定性的,由于知识水平以及主观的原因,人们对同一事物的看法

不尽相同,很难确定一个评价指标的评估值。目前已有的各种评价方法,在实际应用中还摆脱不了评价过程中的随机性和评价专家主观上的不确定性。到现在为止,尚不存在由联合国、世界银行或其他国际组织推荐的比较成熟的方法体系<sup>[2]</sup>,在国内也未见过相关报道。在实践中,迫切需要一种方法,既能充分考虑评价专家的经验 and 思维模式,又能充分降低评价过程中人为因素的不确定性,具有综合评价所要求的科学性、可信性、公正性和规范性。笔者在本文中,首先构建了公路建设项目的成功度评价的评估指标体系,然后利用灰色聚类方法对公路建设项目的成功度进行评价。

## 1 成功度评价的灰色变权聚类方法

设有  $n$  个评估对象,  $m$  个评估指标,  $s$  个不同灰类,根据第  $i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) 个评估对象关于第  $j$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) 个指标的观测值  $x_{ij}$  将第  $i$  个评估对象归入第  $k$  ( $k=1, 2, \dots, s$ ) 个灰类,称为灰色聚类。

灰色聚类分灰色定权聚类 and 灰色变权聚类两种。

灰色变权聚类的步骤如下。

(1) 确定评估指标体系。

(2) 划分灰类。

将评价对象划分为  $s$  个灰类,相应地将  $j$  指标的取值也划分为  $s$  个灰类,我们称之为  $j$  指标子类。

(3) 确定  $j$  指标  $k$  子类的白化权函数  $f_j^k(\cdot)$ 。

$j$  指标  $k$  子类的白化权函数记作  $f_j^k(\cdot)$ ,白化权函数常用的有以下 3 种类型,见图 1 示意。

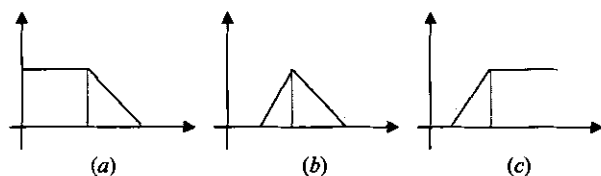


图 1

对于图 1(a)所示的白化权函数,有:

$$f_j^k(x) = \begin{cases} 1 & x \in (-\infty, x_j^k(2)) \\ \frac{x - x_j^k(3)}{x_j^k(2) - x_j^k(3)} & x \in (x_j^k(2), x_j^k(3)) \\ 0 & x \in (-\infty, x_j^k(3)) \end{cases}$$

对于图 1(b)所示的白化权函数,有:

$$f_j^k(x) = \begin{cases} \frac{x - x_j^k(1)}{x_j^k(2) - x_j^k(1)} & x \in [x_j^k(1), x_j^k(2)) \\ \frac{x - x_j^k(3)}{x_j^k(2) - x_j^k(3)} & x \in [x_j^k(2), x_j^k(3)) \\ 0 & x \in [x_j^k(1), x_j^k(3)] \end{cases}$$

对于图 1(c)所示的白化权函数,有:

$$f_j^k(x) = \begin{cases} 1 & x \in [x_j^k(2), +\infty) \\ \frac{x - x_j^k(1)}{x_j^k(2) - x_j^k(1)} & x \in [x_j^k(1), x_j^k(2)) \\ 0 & x \in [x_j^k(1), +\infty) \end{cases}$$

参照国内外有关标准,结合当时实际情况,划分各指标的分类标准,并确定相应的白化权函数。

(4)对数据进行无量纲化处理。

当各指标的意义、量纲不同,且不同指标的观测值在数量上悬殊较大时,要将有关数据作无量纲化处理。

(5)计算各指标的白化权函数值  $f_j^k(x_{ij})$ 。

(6)计算各评估指标关于各子类的权。

令  $\lambda_j^k = x_j^k(2)$ , 则称  $\lambda_j^k$  为  $j$  指标  $k$  子类的临界值。称:

$$w_j^k = \frac{\lambda_j^k}{\sum_{j=1}^m \lambda_j^k}$$

为  $j$  指标  $k$  子类的权。

(7)求聚类系数向量。

称  $\sigma_i = (\sigma_i^1, \sigma_i^2, \dots, \sigma_i^s)$  为第  $i$  个评估对象的聚类系数向量,其中:

$$\sigma_i^k = \sum_{j=1}^m f_j^k(x_{ij}) w_j^k$$

$\sigma_i^k$  叫作第  $i$  个评估对象属于  $k$  灰类的灰色变权聚类系数。

(8)聚类。

若  $\max_{1 \leq k \leq s} \{\sigma_i^k\} = \sigma_i^{k^*}$ , 则第  $i$  个评估对象属于灰类  $k^*$ 。

## 2 成功度评价的指标体系

### 2.1 成功度评价指标体系的确定原则

(1)全面性。指标体系要能够全面反映工程项目的建设过程、经济效益、工程质量、营运状态、项目影响等各个方面。

(2)代表性。能反映公路建设项目成功度的指标很多,但并不是选用得越多越好。每个指标的含义要简洁明晰,富有代表性,而且相互之间不应有交叉重叠。

(3)可比性。指标的设置不但要与可行性研究报告的有关指标一致,而且要与国内外同类项目的有关指标一致,这样才能够进行对比分析。

(4)经济效益指标与社会效益指标相结合。交通是国民经济的基础,公路建设首先是一种公益事业,其社会意义和对国民经济的间接效益往往大于它本身的经济效益。因此,在设置成功度评价指标时,既要有财务指标又要有国民经济指标。

### 2.2 成功度评价指标体系

建立成功度评价指标体系如表 1 所示。各指标的含义可参阅文献[2]。

表 1

	一级指标	二级指标
成功度	建设过程	建设工期变化率 $C_1$
		建设成本变化率 $C_2$
	经济效益	达标年限变化率 $C_3$
		经济效益成本比 $C_4$
		财务效益成本比 $C_5$
		经济内部收益率 $C_6$
		财务内部收益率 $C_7$
		经济投资回收期 $C_8$
		财务投资回收期 $C_9$
		单位运输成本变化率 $C_{10}$
	工程质量	工程合格率 $C_{11}$
		年维护费用变化率 $C_{12}$
	社会影响	社会经济影响 $C_{13}$
		环境影响 $C_{14}$

考虑到中国目前公路建设中,由于土地赔偿问题、与当地关系的协调问题、工程管理问题以及原材料涨价问题,工程预算一再追加,有些项目甚至追加

20%以上。因此,在进行成功度评价时,很有必要设置建设成本变化率这一指标。

由于受各种因素的影响,建设项目的设计交通量年限,与实际达标年限难免出现不一致的情况,实际达标年限,可能比设计年限短,也可能比设计年限长。但从我国公路建设项目的实际情况来看,一般是实际达标年限都比设计年限长,而且有不少项目长期达不到设计交通量标准。所以,在进行成功度评价时,必须设置达标年限变化率这个指标。

现在有的公路建设项目,在交工时是优良工程,但是,投入营运没多久,就开始维修,而且是经常维修。因此,在考核工程质量时,不但要考核工程合格率,而且要考核年维护费用变化率。

据统计,高等级公路,尤其是高速公路日常运营成本通常占通行费收入的10%~20%,有的甚至高达40%以上<sup>[3]</sup>。加之偿还贷款的压力,就此形成了通

行费收取标准居高不下的局面,造成了交通量向设施较差的不收费公路转移的现象,降低了公路对经济的带动和刺激作用,减弱了公路建设的社会效益。因此,在进行公路建设项目成功度评价时,有必要设置单位运输成本变化率这一指标。

### 3 应用实例

世界银行贷款河南省第三公路项目农村扶贫道路改善工程(简称PIPAⅢ),系驻马店至信阳高速公路项目的附属项目,含有10个路段,全长372 km。项目总投资33 382万元,其中利用世界银行贷款10 619万元,地方自筹22 763万元。该项目自2001年开始实施,2002年全部建成通车<sup>[6]</sup>。

下面根据PIPAⅢ后评价报告提供的数据(见表2),对PIPAⅢ的成功度进行评价。

表2 PIPAⅢ 各项指标观测值

指标	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>
观测值	-8.33%	0.11%	-33%	17.4	2	22.5	2.94%	10.91	21.98	-5	100%	1.5%	8.5	6.5

#### 3.1 划分灰类

不成功、失败等5个灰类。各指标具体评价标准如表3所示。

将评价对象划分为完全成功、成功、基本成功、

表3 公路建设项目评价标准

指标	灰 类				
	完全成功	成功	基本成功	不成功	失败
建设工期变化率 C <sub>1</sub>	<0	2.5%	7.5%	15%	>20%
建设成本变化率 C <sub>2</sub>	<0	2.5%	7.5%	15%	>20%
达标年限变化率 C <sub>3</sub>	<0	20%	40%	60%	>100%
经济效益成本比 C <sub>4</sub>	>4	3.5	2.5	1.5	<1
财务效益成本比 C <sub>5</sub>	>3	2.5	2	1.25	<1
经济内部收益率 C <sub>6</sub>	>30%	25%	20%	15%	<10%
财务内部收益率 C <sub>7</sub>	>25%	20%	15%	10%	<8%
经济投资回收期 C <sub>8</sub>	<10	12	16	18	>20
财务投资回收期 C <sub>9</sub>	<14	16	20	24	>26
单位运输成本变化率 C <sub>10</sub>	<-10%	-5%	5%	10%	>20%
工程合格率 C <sub>11</sub>	100%	99%	98%	96%	<95%
年维护费用变化率 C <sub>12</sub>	<-10%	-5%	5%	8%	>10%
社会经济影响 C <sub>13</sub>	>9	7	5	3	<1
环境影响 C <sub>14</sub>	>9	7	5	3	<1

其中,社会经济影响、环境影响为定性指标。定性指标的评价标准为:

(1)完全成功,原定目标已全面实现并超过;

(2)成功,全面实现了原定目标;

(3)基本成功,实现了原定的绝大部分目标;

(4)不成功,只实现了原定的少部分目标;

(5)失败,原定的目标没有实现,或由于某种原因项目终止或暂停。

定性指标的测量值采用专家打分法。评价“完全成功”得9分,评价“成功”得7分,评价“基本成功”得5分,评价“不成功”得3分,评价“失败”得1分,所有评估专家打分的平均分即为该工程项目的得分。

3.2 对数据进行无量纲化处理

对数据进行无量纲化的方法很多,本文采用:

$$x'_{ij}=\frac{x_{ij}}{\max_i\max_j\{x_{ij},\lambda_j^k\}}$$

为方便起见,无量纲化处理后的数据仍记作 $x_{ij}$ 。在这里需要说明的是,若某个指标的观测值或子类临界值出现0或负数,在进行无量纲化以前,需对该指标的有关数据都加上一个适当的正数,使得指标观测值和子类临界值都为正数。本文先对所有的数据都加1,然后再进行无量纲化处理。

数据无量纲化的结果见表4。

表4 无量纲化的观测值和子类临界值

指标	观测值	子类临界值				
		$\lambda_j^1$	$\lambda_j^2$	$\lambda_j^3$	$\lambda_j^4$	$\lambda_j^5$
建设工期变化率 $C_1$	0.764	0.833	0.854	0.896	0.958	1
建设成本变化率 $C_2$	0.834	0.833	0.854	0.896	0.958	1
达标年限变化率 $C_3$	0.335	0.5	0.6	0.7	0.8	1
经济效益成本比 $C_4$	1	0.272	0.245	0.190	0.136	0.109
财务效益成本比 $C_5$	0.75	1	0.875	0.75	0.562 5	0.5
经济内部收益率 $C_6$	0.942	1	0.962	0.923	0.885	0.846
财务内部收益率 $C_7$	0.823	1	0.96	0.92	0.88	0.864
经济投资回收期 $C_8$	0.567	0.524	0.619	0.810	0.905	1
财务投资回收期 $C_9$	0.851	0.556	0.630	0.778	0.926	1
单位运输成本变化率 $C_{10}$	0.792	0.75	0.792	0.875	0.917	1
工程合格率 $C_{11}$	1	1	0.995	0.99	0.98	0.975
年维护费用变化率 $C_{12}$	0.923	0.818	0.864	0.955	0.982	1
社会经济影响 $C_{13}$	0.95	1	0.8	0.6	0.4	0.2
环境影响 $C_{14}$	0.75	1	0.8	0.6	0.4	0.2

3.3 确定白化权函数

根据表4等级评价标准,对于建设工期变化率、建设成本变化率、达标年限变化率、经济投资回收期、财务投资回收期、单位运输成本变化率、年维护费用变化率等越小越优的指标,建立单指标白化权函数如图2所示;对于经济效益成本比、财务效益成本比、经济内部收益率、财务内部收益率、工程合格率、社会经济影响、环境影响等越大越优的指标建立单指标白化权函数如图3所示。

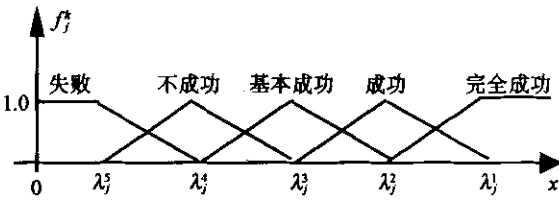


图3

例如,第1个指标,建设工期变化率 $k$ 子类的白化权函数为:

$$f_1^1(x)=\begin{cases} 1 & x\in(-\infty,0.833] \\ \frac{x-0.854}{0.833-0.854} & x\in(0.833,0.854] \\ 0 & x\in(-\infty,0.854] \end{cases}$$

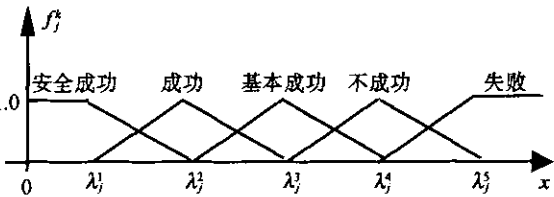


图2

$$f_1^2(x)=\begin{cases}1-\frac{x-0.854}{0.833-0.854} & x\in[0.833,0.854) \\ \frac{x-0.896}{0.854-0.896} & x\in[0.854,0.896] \\ 0 & x\notin[0.833,0.896]\end{cases}$$
$$f_1^3(x)=\begin{cases}1-\frac{x-0.896}{0.854-0.896} & x\in[0.854,0.896) \\ \frac{x-0.958}{0.896-0.958} & x\in[0.896,0.958] \\ 0 & x\notin[0.854,0.958]\end{cases}$$
$$f_1^4(x)=\begin{cases}1-\frac{x-0.958}{0.896-0.958} & x\in[0.896,0.958) \\ \frac{x-1}{0.958-1} & x\in[0.958,1] \\ 0 & x\notin[0.896,1]\end{cases}$$
$$f_1^5(x)=\begin{cases}1-\frac{x-1}{0.958-1} & x\in[0.896,0.958) \\ 1 & x\in[0.958,+\infty) \\ 0 & x\notin[0.896,+\infty)\end{cases}$$

3.4 计算各指标的白化权函数值

计算结果见表 5。

表 5 白化权函数值

指标	完全成功	成功	基本成功	不成功
C <sub>1</sub>	1	0	0	0
C <sub>2</sub>	0.952	0.048	0	0
C <sub>3</sub>	1	0	0	0
C <sub>4</sub>	1	0	0	0
C <sub>5</sub>	0	0	1	0
C <sub>6</sub>	0	0.487	0.513	0
C <sub>7</sub>	0	0	0	0
C <sub>8</sub>	0.547	0.453	0	0
C <sub>9</sub>	0	0	0.507	0.493
C <sub>10</sub>	0	1	0	0
C <sub>11</sub>	1	0	0	0
C <sub>12</sub>	0	0.352	0.648	0
C <sub>13</sub>	0.75	0.25	0	0
C <sub>14</sub>	0	0.75	0.25	0

3.5 计算各指标的权重

计算结果见表 6。

3.6 求聚类系数向量

经计算得聚类系数向量为 (0.400, 0.266, 0.219, 0.043, 0.081)。

表 6 权重

指标	完全成功	成功	基本成功	不成功	失败
C <sub>1</sub>	0.075	0.085	0.082	0.090	0.094
C <sub>2</sub>	0.075	0.085	0.090	0.094	0.094
C <sub>3</sub>	0.045	0.059	0.064	0.075	0.094
C <sub>4</sub>	0.025	0.024	0.017	0.013	0.010
C <sub>5</sub>	0.09	0.087	0.069	0.053	0.047
C <sub>6</sub>	0.09	0.095	0.085	0.083	0.079
C <sub>7</sub>	0.09	0.095	0.085	0.082	0.081
C <sub>8</sub>	0.047	0.061	0.074	0.085	0.094
C <sub>9</sub>	0.05	0.062	0.071	0.087	0.094
C <sub>10</sub>	0.068	0.079	0.080	0.086	0.094
C <sub>11</sub>	0.090	0.099	0.091	0.092	0.091
C <sub>12</sub>	0.074	0.086	0.088	0.092	0.094
C <sub>13</sub>	0.090	0.079	0.055	0.037	0.019
C <sub>14</sub>	0.090	0.079	0.055	0.037	0.019

根据最大隶属度原则,该项目的建设是完全成功的。

该结论与实际情况是完全相符的。

4 结语

影响公路建设项目成功度的因素较多,有定量指标,也有定性指标,且相互影响,不易进行评价。笔者采用灰色变权聚类的方法进行评价,理论简单,方法简便,分辨率高。权重的确定方法比其他方法更合理、更客观,减少了许多人为因素。实例分析表明,运用该方法得到的结论与实际情况是完全符合的。

参考文献:

[1] 交通部科学教育司. “九五”交通部软科学研究优秀成果汇编[M]. 北京:交通部科学教育司,2002.

[2] 白思俊. 现代交通项目管理[M]. 北京:机械工业出版社,2003.

[3] 刘伟铭. 道路收费系统的优化模型及算法[M]. 北京:人民交通出版社,2004.

[4] 刘思峰,党耀国,方志耕. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,2004.

[5] 王永平,张宝根,张树仁. 桥梁使用性能的模糊评估专家系统[J]. 中国公路学报,1996,9(2).

[6] 河南省交通厅公路局,河南省社会科学院. 世界银行贷款河南省第三公路项目扶贫道路改善工程后评估报告[R].

文章编号: 0451—0712(2006)08—0146—04

中图分类号:F287

文献标识码:B

# 工程项目成本挣值管理法简介

肖 丽

(广东省长大公路工程有限公司 广州市 510620)

**摘 要:** 介绍工程项目挣值管理技术的基本知识,并总结在实际运作中的一些经验。

**关键词:** 工程项目; 挣值; 管理技术

在市场化 and 规范化的环境下,国内企业竞争逐步开始转向技术和管理这一主战场,项目管理的重要性也逐渐为大家所认同。工程项目经营管理在国内起步较晚,现在大多还停留在对项目个体信息的收集和汇总上。但对于如何区分有效数据和偏差数据,如何科学地从收集到的基本数据中求得项目的运行状态,国内目前还缺乏被广泛认同的既具备理论基础,又易于操作的管理方法。现行的经营管理分析手段主观影响大,可追溯性差,分析报告往往缺乏全局性和预见性。因此管理层和现场技术人员对项目经营管理分析结果都不能确信,往往在猜疑犹豫中延误了处理问题的时机,管理者无法对项目的运行状态做出有效的判断。而挣值管理技术是西方为解决项目管理问题在长期实践中总结出的一套较好的管理技术,目前已基本发展成熟并开始大规模推

广。将挣值管理技术引入国内项目管理中并探索出与中国国情相适应的管理方法正是改变国内经营管理困惑状态的一个良好契机。

## 1 如何理解挣值

挣值(Earned Value),简单来说,就是实际已完成项目“应花费的成本”。“应花费的成本”是根据工程项目完工比例和对应的“预算成本”得出的。简单来说就是实际已完成一定比例的工程量,就应该只消耗同比例的成本。这里要注意的是,这个“预算”不是指的预算定额,而是指施工单位根据自身实际施工能力编制的成本预算,也就是我们常说的实施性成本计划中的预算。但与传统的实施性成本计划中“本期末累计预算成本”不同的是,“挣值”是对应当前实际完成的工程量应花费的成本,而不是成本计

收稿日期:2006—05—10

# Evaluating Degree of Success in Highway Construction Projects Based on Variable Weight Grey Cluster

ZHANG Hui-ying

(Henan Vocational and Technical Institute of Transportation, Zhengzhou 450005, China)

**Abstract:** On the basis of evaluating theories and methods on studying highway construction projects, the index systems of evaluating the degree of success in highway construction projects are set up. The whitenization weight function of degree of success of each index are given, and the variable weight grey clustering method of the degree of success in highway construction projects is presented.

**Key words:** highway construction project; index system; degree of success; variable weight grey cluster; whitenization weight function