

建设项目可持续发展 综合贡献能力评价指标体系研究

秦旋, 林格

(华侨大学土木工程学院, 福建泉州 362021)

[摘要] 从建设项目这个微观层次入手,通过对建设项目分别在经济发展,社会公平及保护环境上的贡献能力的研究,构建了建设项目综合贡献能力评价指标体系,并且分析了该评价指标体系的目的,以及各项具体指标的获得方式,然后建立了熵值法评价模型,以此来综合评价建设项目对当地的综合贡献能力,最后以成渝高速公路为例,做了实例分析。

[关键词] 建设项目;可持续发展;综合贡献能力;评价指标;熵值法

[中图分类号] C931 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2010)01-0091-07

1 前言

一个项目的建设会给当地带来很多负面效应(如消耗大量能源,破坏生态环境等),但同时也对当地的经济、社会和环境有一定的综合贡献能力(如修建一条公路可以带动周边地区的经济发展,解决当地的就业问题等)。因此在建立一套评价指标体系监督检测建设项目的负效应同时,也需要建立指标体系来凸显项目在经济、社会和环境方面的贡献能力,从而能够有效地激励所有项目参与者更积极地共同服务于项目的良性运作,加强建设项目的综合贡献能力,以最小的消耗(包括投入项目的物质材料消耗,及建设运营期间对环境的污染和能源消耗等)实现最大的综合贡献,发挥建设项目的最大效率,减轻项目建设给当地带来的社会及环境上的压力,引导项目走可持续发展道路。

2 指标体系的构建

2.1 评价目的

目前对可持续发展能力评价的研究还存在一些不足,指标体系的评价强调了负面贡献(如消耗大

量能源,破坏生态环境等),而忽略了建设项目对当地的经济、社会和环境的正面贡献能力,正面的评价也大部分集中在经济效益这个环节,缺乏对项目在社会进步及节能环保问题上贡献能力的认识。笔者所指的综合贡献能力主要指建设项目在促进经济发展、社会进步及节能环保这3个方面所带来的综合贡献程度,主要体现为项目给当地所带来的直接与间接效益。由于目前针对项目对当地的综合贡献能力的指标体系还比较缺乏,从而忽视了项目对当地可持续发展所作贡献。因此,通过建设项目综合贡献能力评价体系的构建,可以合理的评价建设项目对当地的经济、社会、环境的综合贡献能力,希望引起人们对项目的贡献能力的重视,鼓励项目参与者共同致力于探索研究能提升项目的贡献能力的有效方法,以此促进项目的经济、社会、环境协调发展。

2.2 指标体系的建立

根据一定的原则建立指标体系,它包括3个准则层:即经济贡献值、社会贡献值、资源环境贡献值,而每个准则层下面又由若干相应指标构成。指标层中各项具体指标的设立都是通过全面分析建设项目在整个生命周期中影响经济、社会和各种活

[收稿日期] 2008-10-17;修回日期 2009-01-09

[基金项目] 福建省青年科技人才创新项目:建设项目可持续发展能力综合评价技术研究(2008F3071)

[作者简介] 秦旋(1969-),女,山西稷山县人,华侨大学副教授,博士,研究方向为管理科学与工程;E-mail:hdwq@hqu.edu.cn

动和因素而归纳总结出来的,并且这个指标体系中加强了项目对社会和资源环境因素的考虑。以高速

公路项目为例,结合其自身的特点,构建其综合贡献能力评价指标,如图 1 所示。

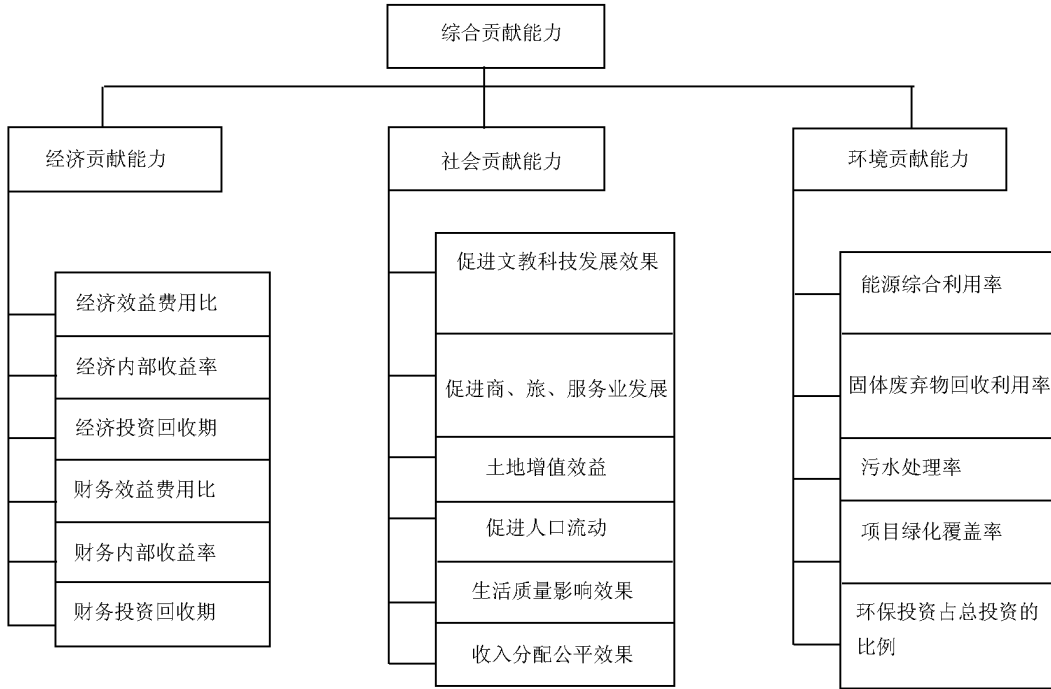


图 1 项目综合贡献能力评价指标体系

Fig. 1 The evaluating indicator system of comprehensive contributing capacity

2.2.2.1 经济贡献能力指标

在项目经济贡献能力评价上分别从宏观和微观两方面对项目进行国民经济评价和财务经济评价。财务评价,主要侧重项目对内部本身的经济贡献;国民经济评价,主要侧重项目对周围体系的经济贡献^[1]。文章的指标体系主要采用效益费用比、内部收益率、投资回收期等项指标来评价。

效益费用比是指按同一时间和同一折现率,以同一货币单位按项目计算年限计算的全部效益现值和全部成本现值之比。如果效益成本比等于或大于 1,该项目按所用社会折现率的获利水平来衡量是合格的,相反,则是不合格的。

内部收益率是使项目净现值等于零时的折现率,表示项目占用投资对经济贡献能力,当内部收益率大于或等于社会折现率时,说明项目占用投资对经济净贡献能力达到要求水平。

投资回收期是反映项目真实清偿能力的重要指标,是指通过项目的净收益来回收投资所需的时间,一般来说投资回收期小于基准投资回收期的项目是可以考虑接受的。

2.2.2 社会贡献能力指标

社会评价以社会可持续发展的视角来考察、分析、评价项目实施全过程中各类社会因素、社会现象和社会问题,追求的是社会发展效果,具有较强的宏观性和社会性。社会发展具有多目标性,因此公平、公正、民族发展、消除贫困、持续发展等社会发展目标也成为项目社会评价所追求的目标,使其具有多目标性^[2]。

这里结合公路项目的特性,对所选取的社会贡献能力的指标部分解释如下。

1) 土地增值效益:交通运输项目一般都要占用土地,但由于高速公路的开通,促进区域经济的发展,使公路的土地价值发生了变化,属于定量指标。

$$\text{土地增值效益} = \frac{\text{有项目时沿线土地价值之差}}{\text{无项目时土地价值}} \times 100\%$$

2) 促进文教科技发展效果:我国边远地区少数民族在经济和文化上的落后,大多是由于交通不便、信息闭塞造成的,公路项目的修建可以促进科学技术的传播,有助于生产力的提高;促进文化教育的发展,使受教育的机会增多,提高人口素质;促进城乡

人员往来和地区间物质、文化交流。

3) 促进人口流动: 交通运输的发展, 有可能引起生产力的变化和人口分布的变化, 项目引起居民搬迁, 建设期大量施工人员流动, 导致人口的集中或是分散, 起到人口合理分布的作用。

4) 收入分配公平效果: 公路项目的修建, 改善边远地区、贫困地区的经济文化状况、脱贫致富, 减少这些地区与先进、富裕地区的差距, 为社会公平分配做出了贡献。

对于这些定性指标, 都是通过文字描述说明项目对当地社会的贡献, 因此需要先对这些定性指标量化, 可采用专家咨询、打分的方法来解决。

2.2.3 环境贡献能力指标

由于国家最近几年对节能、减排方面非常重视, 也相继出台了有关这几个方面的硬性指标。因此, 在环境贡献能力方面的指标要着重体现建设项目在节能、减排方面所做的努力程度及实施情况, 给建设企业树立明确的指导方针。

1) 能源综合利用率: 反映项目的能源利用效率, 指数越高说明资源利用越有效, 也即可以利用较少的资源消耗得到较高的产出。

能源综合利用率 =

$$\frac{\text{投入使用的能源量} - \text{废弃的能源量}}{\text{投入使用的能源量}} \times 100\%$$

2) 固体废弃物回收利用率: 反映项目的减排效果, 指数越高越可以减少固体废弃物的堆存量, 有利于减少资源浪费、缓解资源压力、保护环境。

$$\text{固体废弃物回收利用率} = \frac{\text{回收利用的废弃物量}}{\text{排放的固体废弃物总量}} \times 100\%$$

3) 污水处理率: 污水处理率越高, 则对受纳水体的影响程度越低, 有利于水环境的保护及水资源的有效利用。

$$\text{污水处理率} = \frac{\text{集中处理的污水量}}{\text{污水排放总量}} \times 100\%$$

4) 绿化覆盖率: 反映项目的绿化情况, 该指数越高, 表明项目的环境质量越好, 越有利于项目的可持续发展。

5) 环保投资占总投资的比例: 它是环境管理水平在微观企业层次的体现, 也在一定程度上反映出企业对环境的重视程度。从投资的效果出发, 污染治理的边际成本应等于环境改善的边际效益。因此, 该指标并非越高越好, 而是在特定期限内存在合理值, 接近该值才有利于项目的可持续发展^[3]。

2.3 评价指标的归一化处理

在项目综合评价的指标体系中, 各个指标没有统一的度量标准, 因而难于进行比较。因此首先将各指标属性值统一变换到 $[0, 1]$ 范围内, 即对评价指标属性值进行无量纲化。对于评价指标 $u_i \in u$, 设其论域为 $d_i = [m_i, M_i]$, 其中 m_i 和 M_i 分别为评价指标 u_i 的最小、最大值。定义: $r_i = u_{d_i}(x_i)$, ($i = 1, 2, \dots, n$), 为决策者对评价指标 u_i 的属性值 x_i 的无量纲化值, 且 $r_i \in [0, 1]$, 其中 $u_{d_i}(\cdot)$ 为定义在论域 d_i 上的指标 u_i 无量纲化的标准函数。根据评价指标的类型, 采用下列两种无量纲化标准函数:

1) 成本型指标无量纲化的标准函数:

$$r_i = u_{d_i}(x_i) = \begin{cases} 1 & \{x_i \leq m_i\} \\ \frac{M_i - x_i}{M_i - m_i} & \{x_i \in d_i\} \\ 0 & \{x_i \geq M_i\} \end{cases} \quad (1)$$

2) 效益型指标无量纲化的标准函数:

$$r_i = u_{d_i}(x_i) = \begin{cases} 1 & \{x_i \geq M_i\} \\ \frac{M_i - x_i}{M_i - m_i} & \{x_i \in d_i\} \\ 0 & \{x_i \leq m_i\} \end{cases} \quad (2)$$

3 评价方法

3.1 评价方法的选取

目前国内外使用的系统评价方法有很多, 但无论采用哪种评价方法都涉及到各个指标权重的确定问题。权重是各个指标总体中的重要程度的度量, 权重的确定可采用主观赋权法或客观赋权法。以往从系统理论出发建立的可持续发展评价体系多采用层次分析法, 建设项目综合贡献能力评价体系涉及到经济、社会、资源环境等多方面的指标因素, 且关系比较复杂, 数据的干扰及人为因素影响大, 如果仅仅依靠专家经验进行赋值, 常常因选取专家的不同而差异较大, 使分析结果趋于不稳定, 故这里采用客观分析法—熵值法解决评价指标权重计算问题。

3.2 熵值法的基本原理

设 n 个指标, m 个样本, 形成原始数据矩阵 $X = [x_{ij}]_{m,n}$, 对于某项指标 x_j , 若指标值 x_{ij} 差距越大, 该指标在综合评价中所起作用也就越大; 反之就越小。若指标值都相等, 则该指标在综合评价中不起作用。在信息论中存在函系: $H(x) = - \sum f(x_k) \ln f(x_k)$ 。其中, 等式左边 $H(x)$ 为信息熵, 是系统无序程度的度量; 等式右边

$-\sum f(x_k) \ln f(x_k)$ 为信息,是系统有序程度的度量;两者绝对值相等,符号相反^[4]。某项指标的指标值离散程度越大,则 $H(x)$ 就越小,该指标所提供的信息量也就越大,故其权重也应越大;反之,指标间离散程度越小,信息熵就越大,其容纳的信息量也相应越小,权重理应越小^[5]。所以,根据指标间的离散程度,用信息熵来确定指标权重,为项目综合贡献能力评估提供科学依据。

3.3 熵值法的基本步骤

第一步,将各指标同度量化,计算第 j 项指标下第 i 个样本指标值的比重。

$$p_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (3)$$

第二步,计算第 j 项指标的熵值 e_j 。

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \text{ 令 } k = \frac{1}{\ln m}, \text{ 则}$$

$$e_j = -\left[\frac{1}{\ln m} \right] \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (4)$$

式(3)和式(4)中, $i = 1, 2, \dots, m$ 为被评价对象(即样本个数); $j = 1, 2, \dots, n$ 为评价指标。

第三步,计算第 j 项指标的差异性系数 g_j 。熵值越小,指标间差异性越大,指标就越重要。

$$g_j = 1 - e_j \quad (5)$$

第四步,用熵值法估算各指标的权重,其本质是利用该指标信息的价值系数来计算的,其价值系数越高,对评价的重要性越大(或称对评价结果的贡献越大)。最后可以得到第 j 项指标的权重定义第 j 项指标的 w_j :

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j} \quad (6)$$

第五步,计算第 j 项评价指标的评价值 f_{ij} 。 $f_{ij} = w_j p_{ij}$, 则第 i 个样本的评价值为

$$f_i = \sum_{j=1}^n f_{ij} \quad (7)$$

4 基于成渝高速公路的实例分析

以5个高速公路项目为实例分析样本,其中以成渝高速公路作典型分析。成渝高速公路建设项目是国家和四川省“七五”、“八五”计划的重点公路项目,是交通部规划“两纵两横”的国道主干线上海至成都的重要组成部分,也是我国山岭重丘区修建的第一条高速公路,成渝高速公路是利用世界银行贷款、实行国际竞争性招标和中外工程师联合监理的大型公路建设项目。1990年9月正式开工,1995年9月建成通车。其连接四川省会成都市和西南最大的工业城市重庆市,途经14个市、县(区),沿线区域人口稠密,资源丰富。成渝高速公路项目的建设实施为高速公路沿线及周边地区的经济发展提供了良好的机遇,加强了地区间的经济技术的交流与合作,促进了沿线社会经济的快速发展,产生了显著的社会、经济和环境效益^[6,7]。

4.1 典型工程——成渝高速公路综合贡献能力的评价

根据掌握和了解的成渝高速公路的情况,运用前面所介绍的各指标的具体获得方法,可以得到成渝高速公路各评价指标特征值(由于篇幅限制,详细的计算过程省略,只列出计算结果),如表1所示。

表1 成渝高速公路评价指标特征参数值

Table 1 Parameters of Chengdu - Chongqing highway's evaluating indicator

经济贡献能力		社会贡献能力		资源环境贡献能力	
指标	参数值	指标	参数值	指标	参数值
经济效益	4.726	促进文教科技发展	较大幅度地促进沿线文化科技交流	能源综合利用	0.72
费用比	32.11	效果		固体废弃物	0.78
内部		促进商、旅、服务业	人均社会商品零售额年增长率由通车前21.3%增为通车后	回收利用率	
收益率	12.66	发展影响	31%,旅游收入年增长率由27.9%上升至38.8%	污水处理率	0.83
经济投		土地增值效益	由通车前不足千元每公顷的土地价值增至商业性开发用地	项目绿化	0.8
资回收期	2.62		97.5万元/hm ²	覆盖率	
财务效		促进人口流动	增加了就业机会,起到人口合理分布的作用	环保投资占	0.036
益费用比	18.3	生活质量影响效果	提高了沿线居民的生活质量	总投资的比例	
财务内部		收入分配公平效果	减少了地区间的差距,为社会公平分配做出了贡献		
收益率	17.0				
财务投资					
回收期					

表1对于经济贡献能力指标下的这些参数值,主要是通过项目的可行性研究报告获得的,而对于社会贡献能力下的这些定性指标,则在深入调查分析公路建设项目所在区域内的社会发展、经济增长等影响状况的基础上,采取科学的态度,给予客观深刻的描述,然后参照文献[8],利用专家打分和调查的方法对其进行量化。而对于环境贡献能力指标下的参数值,主要是利用项目在建设、运营阶段所统计的有关材料和能源的消耗及排放的量值,运用以上所介绍的环境贡献能力指标的相关公式计算所得。

4.2 其他样本项目的综合贡献能力评价

以成渝高速公路做典型代表分析后,再引入其他4个与成渝高速公路具有相似类型、规模及功能的公路项目,使其能与成渝高速公路具有一定的可比性,从而保证样本分析的可靠。然后对这4个样本项目作同样的指标特征参数分析,就可分别得到所有5个不同高速公路项目的指标特征参数值,最后对所有5个样本项目中的指标数据进行归一化处理,得到具体数值如表2所示。根据这些数据,用熵值法计算得到各个指标的权重,如表3所示。最后得到5个样本项目的最终评价结果,如表4所示。

表2 归一化后的指标值

Table 2 Unitary value of the entire evaluating indicator

指标	样本项目				
	项目1	项目2	项目3	项目4	项目5 (成渝高速公路)
经济效益费用比	0.423 6	0.586 6	0.086 6	0.42	1
经济内部收益率	0.594	0.584 5	0.257 5	0.571 5	1
经济投资回收期	0.609	0.4	0.2	0.6	0.734
财务效益费用比	0.988 9	1	0.875	0.89	0.81
财务内部收益率	0.728 5	0.178 8	0.268 2	0.107 1	0.606
财务投资回收期	0.614	0.2	0.996	0.8	0.3
促进文教科 技发展效果	0.642	0.385	0.134	0.785	0.970 95
促进商、旅、 服务业发展	0.935	0.591	0.378	0.482	0.840 06
土地增值效益	0.742	0.821	0.323	0.546	1
促进人口流动	0.582	0.971	0.557	0.825	0.840 06
生活质量 影响效果	0.763	0.859	0.299	0.403	0.970 95
收入分配 公平效果	0.455	0.901	0.373	0.3	0.578 28
能源综合利用率	0.885	0.433	0.248	0.325	0.747

指标	样本项目				
	项目1	项目2	项目3	项目4	项目5 (成渝高速公路)
固体废弃物 回收利用率	0.774	0.471	0.419	0.592	0.897
污水处理率	1	0.8	0.796	0.558	0.9
项目绿化覆盖率	0.81	0.799	0.423	0.496	1
环保投资占总 投资的比例	0.639	0.894	0.127	0.552	0.706

表3 指标的权重值

Table 3 Weights of the entire evaluating indicator

准则层 指标	指标层	准则层指 标权重	总评价 权重	子系统内 指标权重
经济贡 献能力	经济效益费用比	0.472 763	0.126 977	0.268 584
	经济内部收益率		0.052 922	0.111 941
	经济投资回收期		0.051 729	0.109 417
	财务效益费用比		0.002 098	0.004 439
	财务内部收益率		0.144 168	0.304 948
	财务投资回收期		0.094 87	0.200 671
社会贡 献能力	促进文教科技发展效果		0.099 697	0.329 962
	促进商、旅、服务业发展		0.036 31	0.120 174
	土地增值效益	0.302 148	0.041 718	0.138 072
	促进人口流动		0.015 374	0.050 881
	生活质量影响效果		0.057 484	0.190 251
	收入分配公平效果		0.051 565	0.170 66
资源 环境 贡献 能力	能源综合利用率		0.073 314	0.325 71
	固体废弃物回收利用率		0.027 449	0.121 949
	污水处理率	0.225 088	0.011 587	0.051 478
	项目绿化覆盖率		0.032 161	0.142 881
	环保投资占总投资的比例		0.080 577	0.357 981

表4 项目最终评价结果

Table 4 Final evaluating results of all the projects

项目号	项目1	项目2	项目3	项目4	项目5 (成渝高速公路)
经济 贡献能力	0.254 449	0.145 201	0.140 271	0.165 235	0.294 844
社会贡 献能力	0.218 985	0.220 257	0.091 42	0.182 745	0.286 593
资源环 境贡献 能力	0.263 101	0.223 872	0.089 645	0.157 917	0.265 464
综合贡 献能力	0.245 681	0.185 587	0.114 116	0.168 878	0.285 738

4.3 样本项目的社会、环境和经济之间协调关系的评价

根据可持续发展的内涵,项目可持续发展的基本特征之一是社会、环境和经济子系统三者协调发

展,其关系应当是项目经济增长与环境保护相协调,同时促进社会进步。为定量描述项目发展的可持续性,利用协调系数评价项目社会、环境和经济3个子系统之间的发展关系。定义样本*i*的协调系数为:

$$C_i = 1 - S_i / \overline{F_i} \quad (8)$$

式(8)中, S_i 为样本*i*的社会、环境和经济贡献能力指数的标准差; $\overline{F_i}$ 为样本*i*的社会、环境和经济贡献能力指数的平均值。

计算出的协调指数数值将在0与1之间变化。样本的社会、环境和经济贡献数值越接近,说明样本的3个子系统之间发展越协调,协调系数就越接近1;反之亦然。根据公路建设项目评价标准建议值,把协调系数在[0,1]范围内分成4类(见表5)^[9]。利用以上公式计算上面5个样本的协调系数,如表6所示。

表5 协调系数分类

Table 5 All sorts of coordinate coefficient

可持续发展 协调系数 <i>C</i>	$C < 0$	$0 \leq C \leq 0.5$	$0.5 \leq C \leq 0.8$	$0.8 \leq C \leq 1$
协调状态	退化	不协调发展	弱协调发展	协调发展

表6 协调系数值

Table 6 Value of coordinate coefficient

	项目1	项目2	项目3	项目4	项目5
协调系数	0.904 7	0.773 9	0.731 7	0.924 3	0.946 3

5 结语

建设项目综合贡献能力指标体系在传统的经济效益指标基础上,同时加入了项目对社会公平发展、保护环境和节约能源上所作贡献的评价指标。该综合贡献能力评价指标体系从项目的经济、社会与环境等角度来综合评价建设项目对当地的综合贡献能力,以及项目在经济、社会和环境方面的协调发展系数。通过对以上5个项目的具体实例分析可以得出如下的结论。

1)项目5即成渝高速公路表现得最为突出,其对经济、社会和环境的贡献能力在5个项目中都是最强的,因此它的综合贡献能力自然也就是最大的,这表明了成渝高速公路这个项目是成功的。它的建

设不仅极大地促进了当地经济的快速发展,给当地带来了巨大的财富,同时也为当地的社会公平发展做出了很大贡献,为其他项目在环保和资源的合理利用上树立了很好的榜样。相对而言,由于项目3在各方面的贡献能力是最差的,导致其综合贡献能力也最小。

2)项目4的经济贡献能力虽然大于项目2的经济贡献能力,但由于项目4的社会和环境贡献能力都比项目2小,最终导致项目的综合贡献能力小于项目2。同时从各指标的权重分配中也可看出,经济贡献能力对综合体系的贡献度为47%,而社会和环境方面的贡献能力对综合体系的贡献度分别为30%和23%,两者之和的贡献度为53%,比经济贡献能力方面的贡献度要大。由此可以看出,社会和环境方面的贡献能力变得越来越重要,是不可忽略的重点因素。因此,项目在追求经济效益的同时也要注重社会及环境的贡献能力。

3)成渝高速公路的经济、社会和环境之间的协调关系最密切,它同项目1和项目4都处于协调发展状态,而项目2和3处于弱协调发展状态。

参考文献

- [1] 孙 灏. 高速公路建设项目经济评价研究及实证分析[D]. 浙江:浙江大学,2002
- [2] Transportation research board. Guidebook for Assessing the Social and Economic Effects of Transportation on Projects[M]. Washington D C: National Academy Press, 2001
- [3] 张坤民,温宗国,杜 斌,等. 生态城市评估与指标体系[M]. 北京:化学工业出版社,2003
- [4] 傅祖芸. 信息论——基础理论与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001
- [5] 乔家君. 改进的熵值法在河南省可持续发展能力评估中的应用[J]. 资源科学,2004,26(1):113-119
- [6] 张生瑞,周 伟. 高速公路建设项目的神经网络综合评价方法研究[J]. 中国公路学报,2001,14(4):91-95
- [7] 余双喜. 公路建设项目社会环境影响分析与评价方法研究[D]. 长沙:长沙理工大学,2005
- [8] 张红红. 高速公路社会影响评价指标可靠度估算方法[J]. 西安公路交通大学学报,2000,20(4):57-59
- [9] 马致远. 基于改进熵值法评价模型的交通可持续发展研究[D]. 成都:成都理工大学,2007

Study on the evaluation index system of comprehensive contributing capacity of construction projects sustainable development

Qin Xuan, Lin Ge

(School of Civil Engineering, National Huaqiao University, Quanzhou, Fujian 362021, China)

[**Abstract**] This paper commenced on micro-level of construction projects, researched the contributing capacity of economic development, social equity and the protection of environment, and built the evaluating indicator system of comprehensive contributing capacity of construction project, then analyzed the purpose of constructing this evaluating indicator system, and the way of acquiring every index. After that, this paper built an entropy evaluating model to comprehensively evaluate the comprehensive contributing capacity of the construction projects. Finally the model took Chengdu-Chongqing highway as a case study.

[**Key words**] construction projects; sustainable development; contributing capacity; evaluating indicator; entropy