

土建工程综合评价 技术及应用

王广月 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

土建工程综合评价 技术及应用

王广月 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书从理论与工程实践的角度出发,较为系统地阐述了综合评价技术及其在土建工程中的应用。主要内容包括:综合评价指标权重确定,层次分析评价法,模糊综合评价法,灰色关联度评价法,可拓综合评价法,逼近理想解法,模糊物元评价法及其在土建工程领域中的典型应用案例。书中叙述这些综合评价方法在土建工程领域中的应用时,结合了大量的实例,不仅通俗易懂,而且极大地增强了实用性。

本书可供建筑、交通、水利、水电、民防等系统的广大科技和工程管理人员参考,也可作为这些专业领域高等院校师生和研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土建工程综合评价技术及应用 / 王广月著. — 北京
: 中国水利水电出版社, 2011.1
ISBN 978-7-5084-8394-8

I. ①土… II. ①王… III. ①土木工程—综合评价
IV. ①TU

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第017336号

书 名	土建工程综合评价技术及应用
作 者	王广月 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	175mm×230mm 16开本 12.25印张 233千字
版 次	2011年1月第1版 2011年1月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	35.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

土建工程投资规模大、难点多、建设工期长，具有很强的综合性和系统性，不可避免地涉及资源、能源和环境等多方面因素。无论是前期的设计、施工、交付使用以及后期的管理，往往将面对多种对象选择的问题，需要各级管理者作出科学的决策，即进行对象的优选，从一系列可供抉择的行动方案中，作出具体条件下的最优选择。如果不能全面、客观地对其建设状况进行描述和评价，就无法对其进行科学的监督管理，这将直接影响到土建工程监管的有效性。为此，要求管理者采用恰当的综合评价方法，对某一背景条件下的具体问题进数量化的描述和分析，得到众多对象的相对排序结果，并以此作为科学决策的依据。

本书在前人工作的基础上，通过总结作者近年来的应用研究成果，从工程应用角度系统地讲述了几种方法的主要内容和步骤，并附有大量实例。其中，第一章简要介绍了综合评价的基本概念和评价指标的确定方法；第二章介绍了评价指标权重的确定方法；第三至第五章讲述了工程中常用的综合评价技术及应用情况；第六至第八章叙述了综合评价技术在建设项目投资辅助决策、水闸老化病险评价和地下室平战功能应急转换加固方案优化中的具体应用。

本书力求避开某些深奥的数学背景，从理论与应用相结合的角度，将综合评价的基本原理与方法，用通俗的方式加以表述，旨在使从事土建工程的各级管理和科技人员易于理解和有所裨益。

本书在编写过程中，研究生张革军、刘光辉、晋丽娜参与了大量分析计算工作，在此谨向他们表示衷心的感谢。

限于作者水平，书中难免有欠妥甚至错误之处，恳请读者和同行批评指正。

作者

2010年11月

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 综合评价	1
第二节 评价指标体系	3
第三节 评价指标体系的标准化	7
第二章 综合评价指标权重确定	9
第一节 概述	9
第二节 主观赋权法	10
第三节 客观赋权法	16
第四节 组合赋权法	26
第三章 层次分析评价法	30
第一节 概述	30
第二节 层次分析法的基本原理	31
第三节 层次分析法的计算	33
第四节 层次分析法的基本步骤	35
第五节 改进层次分析法	37
第六节 应用实例	38
第四章 模糊综合评价法	45
第一节 模糊数学的基础知识	45
第二节 模糊综合评价	47
第三节 综合评价中隶属关系评价矩阵的确定	54
第四节 多级模糊综合评价	66
第五章 其他综合评价方法及其应用	71
第一节 灰色关联度评价法	71
第二节 可拓综合评价法	79
第三节 逼近理想解法	90
第四节 模糊物元评价法	96

第六章 建设项目投标决策	102
第一节 概述.....	102
第二节 工程建设项目投标决策指标体系的建立.....	102
第三节 模糊综合评价模型.....	103
第四节 建设项目投标报价辅助决策系统.....	110
第七章 黄河下游水闸老化病险量化评价	117
第一节 概述.....	117
第二节 水闸老化病险评价体系.....	118
第三节 水闸评价量化等级标准.....	120
第四节 水闸老化病险物元可拓评价方法.....	123
第五节 基于欧氏贴近度的引黄闸模糊物元评价模型.....	148
第六节 黄河下游水闸老化病险量化评价系统.....	165
第八章 地下室平战功能应急转换加固方案综合评价	170
第一节 建立应急加固方案评价指标体系.....	170
第二节 应急加固方案指标的权重.....	173
第三节 应急加固方案的模糊综合评价.....	176
参考文献	189

第一章 概 论

第一节 综 合 评 价

一、综合评价的概念

在信息呈指数增加的现代社会，人们在作出某种决策时，总要全面综合地评价或分析各种因素。因此，综合评价是人们认识事物的一个永恒的需求。先举一个例子。

某建设单位拟对住宅设计的三种方案进行综合比较，以确定方案的优劣。为此设计了一套如图 1-1 所示的指标体系，并用某种算法将其转换成一个综合指标，计算出每种方案的综合分值，进而对方案进行排序，以确定最优方案。

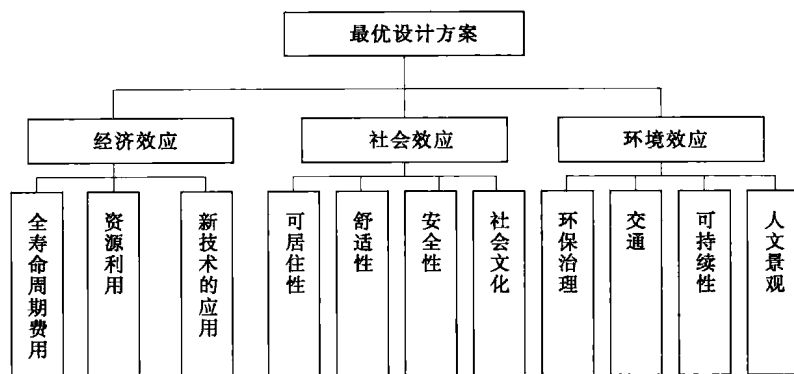


图 1-1 评选设计方案的指标体系

从思维角度看，在对某一事物进行综合评价时，至少应考虑四个方面内容：首先必须明确评价的目的，即为什么要进行综合评价，例如，本例综合评价的目的，是通过揭示设计方案的综合属性，达到选择最优方案的目的；第二，确定评价形式；第三，从评价对象中选择多个因素或指标，组成评价因素或评价指标体系，不同因素或指标，反映不同的方面或不同的子系统，本例对住宅最优设计方案的评价包括 3 个一级指标和 11 个二级指标；第四，建立相应的数学模型，通过数学模型，将多因素或多指标联系起来，以求获得反映评价对

象总体特征的信息。换言之,用于综合评价的数学模型,其主要功能在于尽可能准确地对评价对象各组成成分或子系统间的相互联系、相互作用的关系进行仿真,使代表总体的部分信息的评价因素或评价指标,通过数学模型能转化为反映总体特征的信息。

以上这四个方面或环节,是综合评价的共性,概括起来,所谓综合评价,是指人们根据不同的评价目的,选择相应的评价形式,据此选择多个因素或指标,并通过一定的数学模型,将多个评价因素或指标转化为能反映评价对象总体特征的信息。综合评价根据评价对象和评价目的,从不同的侧面选取刻画系统某种特征的评价指标,建立指标体系,并通过一定的数学模型将多个评价指标值合成为一个整体性的综合评价值。

综合评价系统主要由评价者、评价目标、评价对象、评价指标、评价标准、指标权重和评价模型这7类要素组成。综合评价的过程,实际上就是系统组成要素间指标信息交换、流动、组合的过程,是一个集成主客观信息的复杂过程。综合评价的经典逻辑过程如图1-2所示。

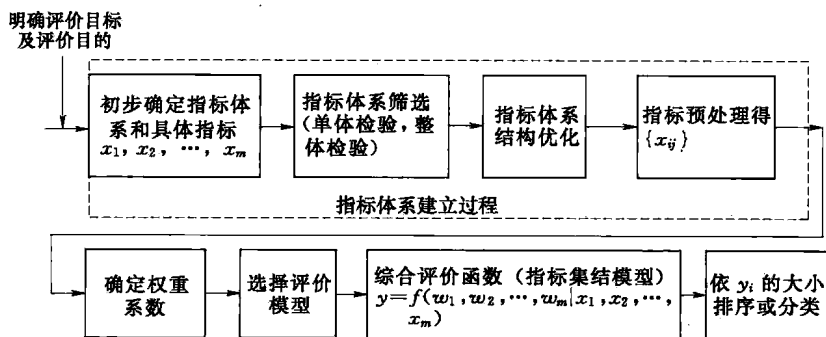


图 1-2 综合评价的逻辑框图

二、综合评价的要素和步骤

(一) 构成综合评价的要素

(1) 评价者。评价者可以是某个人或某团体。评价目的的给定、评价指标的建立、评价模型的选择、权重系数的确定都与评价者有关。因此,评价者在评价过程的作用是不可轻视的。

(2) 被评价对象。随着综合评价技术理论的开展与实践活动,评价的领域也从最初的各行各业经济统计综合评价拓展到后来的几乎各个行业。如土建工程的招标与投标、设计施工方案的优选等,这些都能构成被评价对象。

(3) 评价指标。评价指标体系是从多个视角和层次反映特定评价客体数量规模与数量水平的。它是一个“具体—抽象—具体”的辩证逻辑思维过程,是人们

对现象总体数量特征的认识逐步深化、求精、完善、系统化的过程。

(4) 权重系数。相对于某种评价目的来说,评价指标相对重要性是不同的。权重系数确定的合理与否,关系到综合评价结果的可信程度。

(5) 综合评价模型。所谓多指标综合评价,就是指通过一定的数学模型将多个评价指标值“合成”为一个整体性的综合评价价值。

(二) 综合评价的步骤

综合评价是一种思想体系,其实质就是以一种系统的观点将综合评价过程流程化,将众多的评价方法以某种形式组织起来,以有效地完成整个综合评价过程并合理选择具体的评价方法。其基本步骤如下:

(1) 确定评价目标和评价对象。

(2) 建立指标体系。它一般由目标层、准则层和指标层组成,具有层次结构和关联性,这是综合评价的基础和依据。

(3) 建立评价指标体系。被评价系统的评价指标体系常具有递阶结构,尤其是复杂的被评价系统常具有系统规模大、子系统和系统要素多、系统内部各种关系复杂等特点,从而使描述这类系统的评价指标体系呈现多目标、多层次的结构。按照人类认识和解决复杂问题从粗到细、从全局到局部的分层递阶方法,明确评价的目标体系,选用合适的指标体系,明确指标间的隶属关系。

(4) 收集数据,并对评价指标作无量纲化处理。

(5) 确定指标体系中各指标的权重,并将无量纲化后的指标值与权重进行合成,建立评价函数。

(6) 选择和构造综合评价模型。综合评价的集结模型很多,应根据具体情况选择、设计合适的集结模型。

(7) 反馈与控制。根据评价结果,有时需要对以上有关步骤进行相应的调整、修正和多次迭代。

可见,综合评价问题是一个定性与定量相结合、主观与客观相结合的复杂过程,既要求评价方法具有客观性、合理性、公平性、可操作性和科学性,又要求评价过程具有可再现性,以促进决策进一步科学化。综合评价不是一个简单的问题,实际上包含了定性分析和定量计算以及综合集成,需要建立数学模型并求解,有时候还要用到计算机辅助评价过程。

第二节 评价指标体系

评价指标体系的建立是综合评价的关键,它是将抽象的研究对象按照其本质属性和特征的某一方面的标识分解成为具有行为化、可操作化的结构。建立科学



的指标体系是对评价对象进行较准确的排序或分类的基础和前提。只有科学的评价指标体系,才有可能得出科学的综合评价结论。

一、指标选取的基本原则

指标选择方法分为定性和定量两大类,并且要注意单个指标的意义和指标体系的内部结构。因为一方面既要所选的指标有代表性,能很好地反映研究对象某方面的特性;另一方面又要指标体系有全面性,能反映对象的全部信息。指标选取要遵循全面性、目的性、可行性、简捷性、协调性、结合性等基本原则。

(1) 全面性。选取的指标要尽可能全面且具有代表性,涵盖评价对象的各方面特性。

(2) 目的性原则。指标的选取要从评价目的出发,选取能客观反映评价对象关于评价目标的特性指标。

(3) 可行性原则。指标数据应可以保质保量地获取,来源可靠。

(4) 简捷性原则。虽然要求指标体系能够全面描述工程的性能,但并不是多多益善,而应尽量简捷。即在满足全面性原则的前提下,应尽量减少指标的个数。这样既可以避免混乱,使人们从杂乱重复的信息中跳出来,清理头绪,抓住关键,又可以大大减少工作量,便于计算、分析。

(5) 客观性原则。指标的选取应持实事求是的态度,注意在评价中不要受分析人员个人偏好、专业特长、心理活动和情绪的影响,尽量保持公正。另外,若分析人员在心理上有所偏爱,或情绪上受某些现象的影响,常常可能作出不客观的分析,影响评价的正确性。

(6) 结合性原则。即指标体系的构建应当将定量分析与定性分析有机结合。

以上是建立指标体系的一般原则,具体到某些工程,还需结合实际具体研究。一般来说,在工程建设战略部署阶段,应慎重考虑一些方向性问题,如工程建设与党的方针政策,国家的法律、法令的一致性,与社会发展趋势的一致性,对科学技术发展是否有促进作用等。而在工程建设具体方案的决策研究阶段,则着重于工程可能产生的后果和影响程度,如社会就业率、生产条件的改善程度、资金产出率、对生态环境的影响等。

二、设计指标系统的程序

建立指标体系时,一开始往往要考虑的方面很多,可确立的指标也很多。这时可将能确立的指标和能获得信息的指标列出来,然后根据实际需要和资料情况对所列指标进行分析处理,分析所列指标是否能够全面反映工程各方面性能,若能,则确定指标体系,如不能,还需补充新指标。可分为以下几环节:



(1) 理论准备。指标体系的设计者必须对评价对象和评价目的有清楚的认识,并对相关的基础理论有一定深度和广度的了解,深刻理解评价内容。只有在概念清晰的基础上,才能构建与评价对象的评价目的相符的指标体系。

(2) 将评价目标分解,获得初拟指标。进行目标分解的方法主要是内涵分析法,这是设计指标系统的基本方法。按内涵分析法操作时,首先是将目标按内涵分成几个关键要素,属于一级指标;每个要素自成一个子系统,再分解每个子系统,列出能反映其内涵的项目,属于二级指标;每个二级指标又是个子系统,再分解,直到认为具有可操作性为止。

此外,还可以从事物变化后产生的效应的角度去设计指标,如评价一个施工企业的投标标书,除了直接看它的标价是否合理、工期是否适当外,还看它的工程质量保证措施、安全措施、企业的信誉和业绩等。

除设计者自拟指标外,也可以通过会议或调查的方式向专家或有实践经验者征集指标。

(3) 归类、筛选,精简指标。初选所获得的指标往往较多,因为人们在分析目标内涵、进行分解时,怕漏掉重要因素,尽量将有关可能指标列出,往往杂而多,因此要进行筛选。

对初拟指标进行筛选的原则是:同层指标内涵相同的要合并,指标有因果关系的留因去果,相互矛盾时选择合理的,可操作性差或无法获取信息的可寻找替代指标。

(4) 指标的相关性分析。指标的相关性分析主要是弄清指标间的相互关系,对于具有相关性的指标,搞清他们分别反映的工程特性,以使整个指标体系既比较全面客观,又不重复和累赘。

(5) 专家论证。对于筛选过的指标,可初步形成指标系统。为保证指标系统的质量,还要进一步找专家论证。这里请的专家不应和征集、筛选时的专家完全重复。经专家论证、修订后的指标系统,最好再到被评对象中征求意见,以便使内容更符合实际,再经修订后便可确定下来。

三、指标体系的筛选

科学的综合评价指标体系应该同时具备全面性和代表性,但是全面性并不意味着指标越多越好,指标选取过多,会产生许多重复性的指标,相互之间产生干扰,对综合评价有不利影响;指标选取太少,所选指标可能缺乏足够的代表性,会产生片面性。这就需要按某种原则进行筛选,分清主次,组成合理的评价指标集。在实际中,常用以下几种方法来筛选评价指标。指标体系筛选过程中用到的定量分析方法见表 1-1。

表 1-1

指标体系筛选的定量分析方法

名称	原 理
变异系数法	该方法用于测量指标在区分评价对象某一方面特征时的能力和效果,即区分度,变异系数越大,指标区分度越高。 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, 记均值化结果为 $Y = X/\mu$, 则 $Y \sim N(1, \sigma^2/\mu^2)$, Y 的标准差即为 X 的变异系数, 因此对 X 的变异系数进行检验等价于对 Y 的方差检验。记 X 的变异系数为 V_x , 则有 $\sum(Y-1)^2/V_x^2 \sim X^2(n-1)$
极小广义方差法	一种是用协方差矩阵的行列式值定义广义方差 $D(X)$, 逐一计算在选择 $X_i (i=1, 2, \dots, P)$ 指标下, 余下的指标向量 X_{-i} 的条件方差 (即 X_i 为已知) 矩阵的行列式值, 即“广义方差” $D(X_{-i})$, 取其中最小者 $D(X_{-j})$, 则对应的 X_j 就作为有代表性的指标被选择出来。重复这个过程, 直到选足 R 个指标 (R 是人为确定的数值)。另一种是用协方差矩阵的迹 $\text{trCov}(X)$ 作为广义方差的定义, 其他步骤与 $D(X)$ 相同
修正指标权重法	直接通过调整指标体系内各指标权重来削弱指标重叠的影响。将指标 x_i 的权重分为两部分: 价值权 w_{i1} 和影响权重 w_{i2} , 建立指标相互影响矩阵, 指标 x_i 对指标 x_j 的影响力为 a_{ij} , 指标 x_i 对其他所有指标的影响力之和为 R_i , $\sum R_i = T$, 影响权重 $w_{i2} = R_i/T_i$, 指标体系中原指标修正权重 $w_i = aw_{i1} + (1-a)w_{i2}$, a 为调节数, $0 \leq a \leq 1$ 。指标之间的相互关系值可以用相关系数通过关联系数来刻画
极大不相关法	从相关系数矩阵出发, 对所有的 $i (i=1, 2, \dots, P)$ 计算每一个指标 x_i 与其余指标之间的多元相关系数 $r(x_i, y_i)$, 找出这些相关系数中的最大值 $r(x_j, y_j)$, 则该 x_j 将被剔除。重复这个过程直到余下所需个数的指标时为止
专家法	采用专家法进行初建指标体系的过滤与净化, 将专家都认为不重要的指标及权数很小的指标剔除, 再通过效率净化、信度净化和模糊聚类三种方式进行指标筛选, 对效度在 $Q_2 \sim Q_4$ 的指标进行修正, 对效度在 Q_2 以下的指标进行淘汰和修改
聚类分析法	按“指标聚类”的方式对指标进行归类, 根据一定的选择标准 (类数或者是指标相关性“阈值”) 确定相应的分类数, 从每类中选择代表性指标构成指标体系; 计算类内的每个指标与其他指标两两决定系数的均值, 取其中最大者所对应的指标为类内指标的“典型指标”
灰关联聚类法	指标 x_i 和 x_j 的关联系数 $\xi_{ij}(k) = \frac{\min_k x_i(k) - x_j(k) + \rho \max_k x_i(k) - x_j(k) }{ x_i(k) - x_j(k) + \rho \max_k x_i(k) - x_j(k) }$ 。关联度 $r_{ij} = \frac{1}{m} \left[\sum_{k=1}^m \xi_{ij}(k) \right]$ (m 为特征数据个数), 当 $r_{ij} > r$ (r 为临界值) 时, x_i 和 x_j 可以归为一类
粗糙集方法	若指标体系中去掉某个指标后, 该指标集仍是可分辨的, 即 $ND(X - x_i) = ND(X)$, 则 x_i 是 X 中可约简的。粗糙集属性约简规则是在保证约简的属性集的分类质量与原属性集的分类质量相同的前提下, 剔除不相关或不重要的信息删除冗余属性
Vague 方法	完备指标集 X 到关键指标集 I 的关系 $R(A \rightarrow I)$ 可以定义为一个 Vague 集关系, 指标 x_i 的重要程度可以表示为 $[t_f(x_i), 1 - f_f(x_i)]$, 其中 $t_f(x_i)$ 表示会对评价结果产生重要影响的指标, $f_f(x_i)$ 表示不会对评价结果产生重要影响的指标, $0 \leq t_f(x_i) + f_f(x_i) \leq 1$, 核函数 $S_f(x_i) = t_f(x_i) - f_f(x_i)$, 若 $S_f(x_i) \geq a$ (a 为重要性标准), 则 x_i 入选关键指标集 I

续表

名称	原 理
信息熵 方法	通过信息熵来度量指标的区分能力, 信息熵 $e(i) = -k \sum_{j=1}^m \frac{x_{ij}}{E_i} \ln \frac{x_{ij}}{E_i}$, 总熵 $E' = \sum_{i=1}^n e(i)$, 指标的区分能力量度 $w_i = \frac{1}{n-E'} [1-e(i)]$ ($i=1, 2, \dots, n$), 对区分能力很小的指标进行约简

第三节 评价指标体系的标准化

由于在综合评价中各单指标量纲不统一, 且各指标的优化准则亦不一致。有些是越大越好, 如建设项目的效益、投资回报率等; 有的是越小越好, 如建设项目的投资额、工期等。这样, 各指标之间存在着不可公度性, 给系统综合评价带来了不便。目前常见的指标类型有效益型、成本型、固定型、区间型、偏离型和偏离区间型。效益型是指指标值越大越好的指标; 成本型是指指标值越小越好的指标; 固定型指标是指指标值越接近某个固定值效果越好的指标; 区间型指标是指指标值越接近某个区间效果越好的指标。

对评价指标进行标准化, 就是采用相应的函数对不同类型的指标进行处理。常采用线性函数和非线性函数作为标准化的数学变换。现有的标准化方法很多, 各有优缺点。下面给出一套常用的指标标准化的公式。

(1) 效益型:

$$r_{ij} = y_{ij} / \max_i y_{ij}, i \in M, j \in T_1 \quad (1-1)$$

(2) 成本型:

$$r_{ij} = \min_i y_{ij} / y_{ij}, i \in M, j \in T_2 \quad (1-2)$$

(3) 固定型:

$$r_{ij} = (\max_i |y_{ij} - a_j| - |y_{ij} - a_j|) / (\max_i |y_{ij} - a_j| - \min_i |y_{ij} - a_j|), \\ i \in m, j \in T_3 \quad (1-3)$$

(4) 区间型:

$$r_{ij} = \frac{\max_i \max \{y_{ij} - q_1^j, q_2^j - y_{ij}\} - \max \{y_{ij} - q_1^j, q_2^j - y_{ij}\}}{\max_i \max \{y_{ij} - q_1^j, q_2^j - y_{ij}\} - \min_i \max \{y_{ij} - q_1^j, q_2^j - y_{ij}\}}, \\ i \in m, j \in T_4 \quad (1-4)$$

(5) 偏离型:

$$r_{ij} = (|y_{ij} - \beta_j| - \min |y_{ij} - \beta_j|) / (\max |y_{ij} - \beta_j| - \min |y_{ij} - \beta_j|)$$



$$(i \in m, j \in T_5) \quad (1-5)$$

(6) 偏离区间型:

$$r_{ij} = \frac{\max\{p_1^j - y_{ij}, y_{ij} - p_2^j\} - \min_i \max\{p_1^j - y_{ij}, y_{ij} - p_2^j\}}{\max_i \max\{p_1^j - y_{ij}, y_{ij} - p_2^j\} - \min_i \max\{p_1^j - y_{ij}, y_{ij} - p_2^j\}},$$

$$(i \in m, j \in T_6) \quad (1-6)$$

以上式中 $T = \bigcup_{i=1}^6 T_i$, 其中 $T_i = (i=1, 2, 3, 4, 5, 6)$ ——效益型、成本型、

固定型、区间型。

偏离型和偏离区

间型下标集合;

$M = \{1, 2, \dots, m\}$ ——方案下标构成的集合;

r_{ij}, y_{ij} ——各指标的原始值和经过标准化后的标准值。

第二章 综合评价指标权重确定

第一节 概 述

权重又称为权数,是指一个整体被分解成若干指标时,用来表示每个指标在整体中所占比重大小的数。早在 1888 年,英国皇家统计学会的杂志上就刊登了艾奇渥斯(Edgeworth)的论文《考试中的统计学》,提出了对考试中不同部分应如何加权。1913 年斯皮尔曼(spearman)发表了《和与差的相关性》一文,讨论了不同加权的作用。这篇文章实际上已用了多元回归和典型分析。20 世纪 30 年代,瑟斯顿(Thurstone)(因子分析的创始人)和李克特(Likert)又对定性计分方面的工作给予了新的推动。所有的这些工作的基本问题是:如何确定权数?之后所出现的大量的评价方法,均涉及权系数的确定问题,可以说,赋权是评价方法中的核心问题。

每个指标的权重表示了该指标在整体中的相对重要程度。权重是分项评分综合合成时的重要参数,它表明了各指标同评价结果之间的确定关系,具有导向作用。因此在确定指标权重时,要慎重分析各指标在目标中的地位,合理分配权数,这样才能使综合评价结果客观、科学。确定权重大小时,一般应遵循以下原则:

(1) 客观性原则。它要求在对各指标分配权数时,在同层次中,要根据各指标在目标中的客观地位和实际作用来确定哪个指标重要、次要,而不能以个人的主观愿望、喜好来确定。例如在桥梁施工质量评价中,确定指标体系中的权重时,要考虑所评价桥梁工程的自身特点和结构形式。梁的质量评价可分为防护工程、引道工程、基础及下部结构、上部结构以及企业的工程管理水平。防护工程包括护坡护岸等;引道工程包括路基路面等;基础及下部构造包括柱或双壁、墩台帽、钢筋加工及安装、承台、钻孔灌注桩、钢筋网;上部结构包括横向联系、预制梁、伸缩缝安装、钢筋加工及安装、桥面铺装、护栏安装、梁安装、排水系统和人行道板;工程管理水平包括施工组织合理性、施工组织的执行程度和人员培训程度等。这些因素直接影响桥梁的安全、耐久和能否正常使用。

(2) 导向性原则。有时根据实际需要,当给各指标分配权数时,在遵循客观

性原则的基础上有时可根据需要作些主观的调整。比如某个阶段的评价,根据一定时期工作目标的重点强调加强什么、纠正什么偏向,评价者可有意对某一指标的权数加大或减小,通过拉大某些指标权数间的距离而引导被评对象适当调整工作指向。

(3) 可测性原则。即根据指标的可测程度来确定权重。在构建指标体系时,有的指标对反映目标比较重要,但其可测性差,同时又没有相近的指标替换,这时为避免由于对指标测定不准而导致评价结果的不精确,只有减少该指标的权数。

目前,有关权重的确定方法有很多。根据计算权重时原始数据的来源不同可以分为主观赋权法、客观赋权法和组合赋权法三类。主观赋权法主要有德尔菲法(Delphi Method)、相对比较法、层次分析(Analytic Hierarchy Process, AHP)法等,它是一种定性分析方法,基于决策者主观偏好或经验给出指标权重,体现了决策者的经验判断,权重的确定一般符合现实。但权重的确定与评价指标的数字特征无关,权重仅是对评价指标反映内容的重要程度在主观上的判断,没有考虑评价指标间的内在联系,无法显示评价指标的重要程度随时间的渐变性,因素的影响是动态变化的。客观赋权法是一种定量分析方法,它基于指标数据信息,通过建立一定的数理推导计算出权重向量。如变异系数法、熵权系数法、局部变权法等。特点是有效地传递了评价指标的数据信息与差别,但仅仅以数据说话,忽视了决策者的知识与经验等主观偏好信息,把指标的重要性同等化了,有时会出现权重系数不合理现象。组合赋权法针对主客观赋权法各自的优缺点,兼顾评判者对指标属性的偏好和减少赋权的主观随意性,使得对指标属性的赋权达到主客观的统一、评判结果更真实可靠而提出的一类综合主客观赋权结果的赋权思想和方法,这种方法在一定程度上既反映了决策者的主观信息,又可以利用原始数据和数学模型,使权重系数具有客观性。但是其准确性有赖于对主、客观赋权法权重系数所占比例确定。

评价指标权重确定得恰当与否直接决定了评价结果的准确性,对不同的评价目标来讲,采取适宜的评价方法是评价结果是否可信的关键,而将主观赋权和客观赋权结合在一起进行评价无疑将会提高评价结果的可信性。

第二节 主观赋权法

一、德尔菲法

德尔菲法(Delphi Method),又称专家调查法,是确定权数常用的方法,由

美国兰德公司于1964年提出。它是依据若干专家的知识、经验、信息和价值观,对已拟出的评价指标进行分析、判断、权衡并赋予相应权值的一种调查法,一般需经过多轮匿名调查,在专家意见比较一致的基础上,经组织者对专家意见进行数据处理,检验专家意见的集中程度、离散程度和协调程度,达到要求之后,得到各评价指标的初始权重向量。

(一) 基本的步骤

(1) 选择专家是很重要的一步,选得好不好将直接影响到结果的准确性。一般情况下,选本专业领域中既有实际工作经验又有较深理论修养的专家,并需征得专家本人的同意。

(2) 将待定权数的 m 个指标和有关资料以及统一的确定权数的规则发给选定的各位专家,请他们独立地给出各指标的权数值。

(3) 回收结果并计算各指标权数的均值与标准差。

(4) 将计算的结果及补充资料返还给各位专家,要求所有的专家在新的基础上重新确定权数。

(5) 重复(3)和(4)步骤,直至各指标权数与其均值的离差不超过预先给定的标准为止,也就是以各专家的意见基本趋于一致时的各指标权数的均值作为该指标的权数。

(二) 主要统计分析函数

1. 专家权威程度 C_R

专家权威与否对评价的可靠性有相当大的影响。因而在对评价结果进行处理时,要考虑专家对某一评价指标的权威程度, C_R 越大,专家权威程度越高。计算公式为

$$C_R = \frac{C_a + C_s}{2} \quad (2-1)$$

式中 C_R ——专家权威程度;

C_a ——专家对指标作出判断的依据;

C_s ——专家对指标的熟悉程度。

2. 加权算术平均值 $\overline{X}_i$

加权平均值体现了专家评分的集中程度。评价指标加权平均值越大,评价指标的相对重要性越高。计算公式为

$$\overline{X}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m C_R C_{ij} \quad (2-2)$$

式中 $\overline{X}_i$ ——加权算术平均值;

C_{ij} ——专家 j 对第 i 个评价指标的评分值;