

# 多目标综合评价系统的设计与实现

王玉馨

(上海工程技术大学 管理学院,上海 200336)

**摘要** 针对多目标决策和评价问题,设计并实现了一个多目标综合评价系统。用户应用该系统时可以建立实际的方案指标体系模型;系统中采用层次分析法和比值法确定指标的权重,采用理想点法、优序法、线性加权法、等级法对方案进行评价,并在此基础上采用 Copeland 法进行综合评价。应用所设计的多目标综合评价系统对多类具体决策问题的方案进行评价用以测试本系统,结果表明,能为决策者提供比较客观公正的评价结果。

**关键词** 多目标问题;指标权重;综合评价

**中图分类号** TP 317; N 94

**文章编号** 1007-4333(2003)04-0047-04

**文献标识码** A

## The designing and achieving of the multi-objective synthesized evaluating system

Wang Yuxin

(College of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 200336, China)

**Abstract** The multi-objective synthesized evaluating system was developed to solve the decision and evaluation problems of multi-objectives. The system allows the user to create the architecture model of the project branches and decides the branch weight using the level analysis and ratio analysis. The projects were evaluated using different methods, such as optimal point, priority sorting, linear weight and grading. At last, it integrates the former four ways to achieve the comprehensive result by using the Copeland way. We applied the system into various actual problems and all received impersonal and fair evaluation results. So it is proved that the system is quite a applied one.

**Key words** multi-objective problem; branch weight; synthesized evaluating

多目标决策是决策科学中的一种重要方法<sup>[1]</sup>。由于多目标决策的指标集多、数据量大,计算量难以估量,因而在以往的多目标评价过程中,往往存在着评价方法单一,建立和修改指标体系过程复杂等局限性。针对这一问题本课题研究中采用理想点法、优序法、线性加权法和等级法等多种评价方法<sup>[2]</sup>,在此基础上采用 Copeland<sup>[3]</sup>法对以上多种评价方法的评价结果进行综合评价,既避免了通过单一评价方法得到的评价结论存在片面性和不合理性的问题,又防止了评价方法过多而产生的计算和设计上的繁杂和累赘。所设计的多目标综合评价系统,可以为决策者提供一种较为客观、合理、公正的评价结果,以辅助其进一步的决策。

### 1 多目标综合评价系统的设计思想

1) 指标体系模型的构造。系统根据多目标问题特有的体系特点,以及用户要求动态地生成并修改特定评价方案的指标体系模型框架。

2) 指标的赋权和数据的标准化处理。采用层次分析法<sup>[4]</sup>对多指标的权重进行计算,通过比值法<sup>[5]</sup>综合多个专家对指标的打分,并自动进行归一化。

对输入的原始数据的标准化处理包括数据的同趋化和无量纲化。

3) 综合评价法。分别采用理想点法、优序法、线性加权法和等级法对方案进行评价,在此基础上进行综合评价,为决策者提供评价参考。

收稿日期:2002-12-25

基金项目:上海市教委《运筹学》课程建设项目组成内容

作者简介:王玉馨,硕士,讲师,主要研究方向为管理信息系统

4) 评价模型系统的构造。采用模块设计的基本思想构造评价模型(图 1)。

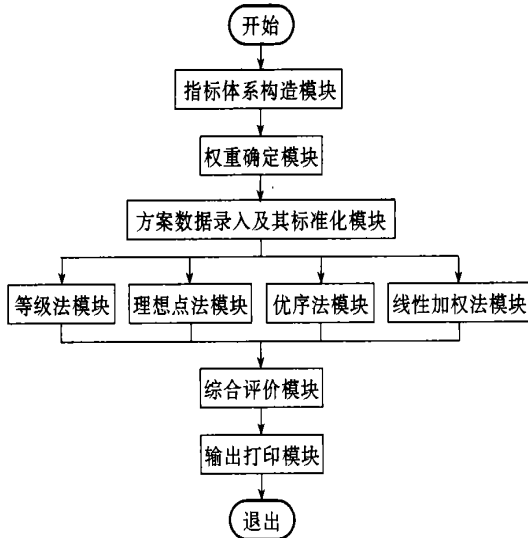


图 1 评价模型系统构造

Fig. 1 The system architecture of the evaluating model

## 2 多目标综合评价系统的实现

### 2.1 原始数据的标准化处理<sup>[5]</sup>

1) 数据的同趋化。数据的同趋化处理旨在将不同性质的指标,即优指标和劣指标处理成同一性质的指标,可以采用将劣指标取倒数或取负 2 种方法将劣指标转换为优指标以便于计算,该系统中采用了取负数的方法。

2) 数据的无量纲化。对数据进行无量纲化处理可以消除经过同趋化处理后的各指标由于采用了不同的量纲而影响评价结果。进行无量纲化时,系统采用 0~100 插入法,并根据实际问题,采用线性方法或非线性方法中的正梯形、倒梯形、 $E - X$  和  $E - X^2$  4 种函数模块中的 1 种,进行数据的无量纲化。

### 2.2 多指标综合评价指标权重的计算

采用层次分析法(简称 AHP 法)和比值法计算多指标权重。

1) AHP 法。运用 AHP 解决问题可以分为 4 个步骤:建立阶层次结构;建立判断矩阵;由判断矩阵计算被比较元素的相对权重;分别计算各层元素的组合权重。

2) 比值法。将各评价指标自上而下排列,计算各评价指标对其下一评价指标的重要度比值,即重要度倍数。假设最后一个评价指标的得分为 1,可

以根据比值求得其他指标的得分,再相对于总得分得到各评价指标的重要度系数(即权重)。

### 2.3 系统综合评价方法的实现

在系统中,用户在建立指标体系、确定权重、对数据标准化处理以后,可以选择理想点法、优序法、线性加权法或等级法分别对方案进行评价,并输出评价结果;同时为了避免采用单一评价方法时评价结果的片面性和不合理性,系统采用基于多数票规则的 Copeland 法对以上评价方法产生的评价结果进行综合,从而得到一个比较客观公正的结果。现以一个决策中 3 个方案、3 种评价方法的数据为例(表 1),说明具体的计算步骤。

表 1 3 种方案在 3 种评价方法中的排名

Table 1 The sort data of three projects through three evaluating ways

方案	方法一	方法二	方法三
a	1	2	3
b	2	1	3
c	3	3	1

1) 计算方案“胜”的次数和“败”的次数得到评价矩阵。由表 1 给出的 3 组数据可知:方案 a 优于方案 c 的方法有 2 种,即方法一和方法二,方案 c 优于方案 a 的方法只有方法三 1 种;因此根据表 1 由多数票法则可得到各方案的比较评价结果(表 2)。表 2 中的元素  $m$  表示对应的行的方案优于列的方案,元素  $x$  表示对应的行的方案不优于列的方案,  $c$  表示该行所对应方案的总“得胜”次数,  $r$  表示该列所对应方案的总“失败”次数。

表 2 各方案的比较结果

Table 2 The comparison results of three projects

方案	a	b	c	c
a	—	$m$	$m$	2
b	$x$	—	$m$	1
c	$x$	$x$	—	0
$r$	0	1	2	

2) 比较相应方案净“胜”次数的大小,得到评价结果。以该方案的“得胜”次数减去相应的“失败”次数,即为该方案的净“胜”次数。以净“胜”次数的多少为依据,评价各方案的优劣,多为优,少为劣。

由表 2 可知,方案的净“胜”次数分别为 2, 0 和

- 2, 据此得出该决策中 3 种方案 a、b、c 的综合排名依此是 1、2、3。

本系统处理的多方案数据的评价结果矩阵比较庞大复杂, 但原理相同, 所以可利用该方法得到最后的评价结果。

### 2.4 数据库的建立

系统建立了以下 4 个标准数据库:

1) standjg. dbf 为决策评价数据结果样本数据库。

2) standnum. dbf 为决策评价排序结果样本数据库。

3) index. dbf 为综合索引数据库。这是本系统中最重要的数据库, 每一决策的相关数据库统一由 index. dbf 管理, 数据库的生成、删除, 以及对数据库的任何操作都由程序自动完成, 保证使用者能按正确的步骤进行评价。

4) standard. dbf 为决策信息标准样本数据库。带有每一决策的指标名称、指标所在的决策层次控制项及其层次法权重结果、比值法权重结果以及综合法权重结果。standard. dbf 的重要作用是确立待评价决策的结构。

系统的数据库结构决定了其能适应于任意的决策方案指标体系, 这也是本系统实现的关键技术。具体的实现方法以图 2 中的方案指标结构为例进行说明, 其中的大写字母分别为不同层次的指标, A 为一级指标 (第一层), B、C、D 为二级指标 (第二层), E、F、G 等为三级指标 (第三层)。

以 standard. dbf 中的数据字段 no 为判断标志,

在 no 中填以符号 \*, 决策树第二层的 no 中以 \* \* \* 代替, 以后每加 1 层, 就加 1 个 \*, 即第三层的 no 是 \* \* \* \*, 这样通过函数 len(alltrim(no)) 就可判断出该记录为决策树的第几层; 同时使同一数据库中的每一父节点下的子节点紧跟在其父节点记录之后, 就可以方便地确定每一父节点及其对应的子节点, 并且不发生任何混淆。

系统所有对数据进行处理算法都围绕对层数的筛选进行, 简化了系统的实现方法。

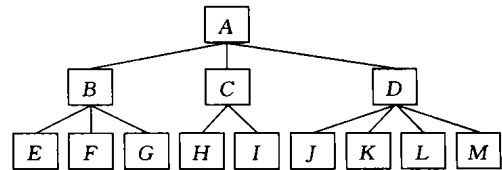


图 2 方案指标结构举例

Fig. 2 The examples of the project branches' architecture

### 3 系统应用实例

为了测试和分析该系统的评价效果, 应用本系统对多个决策方案的实例进行了评价。本文中以具有代表性的“中国十大地区综合实力评价”为例进行说明。

在这次评价中, 按照当今社会发展的趋势, 选取了一些能基本反映地区综合面貌的指标, 从社会、经济和科教 3 个方面, 对地区的综合实力进行评价 (图 3)。参与评价的十大地区分别是北京市、天津市、河北省、辽宁省、上海市、江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省。

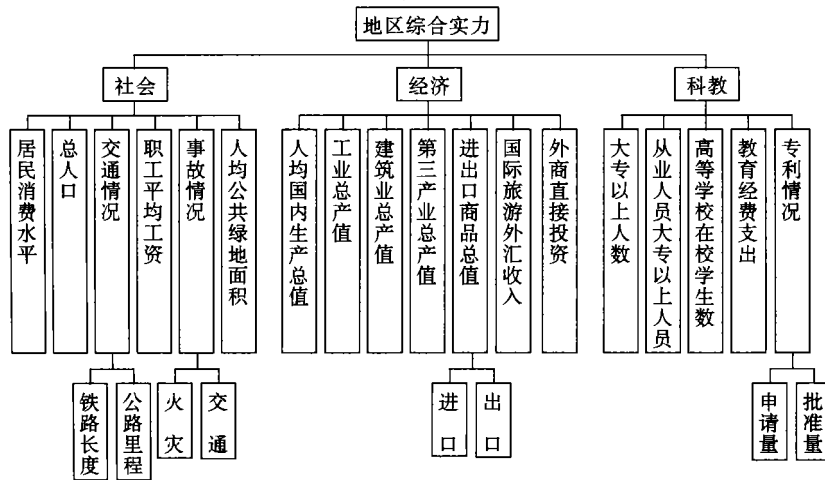


图 3 地区综合实力评价指标体系结构

Fig. 3 The architecture of branches of the district synthetically actual strength

### 3.1 指标体系的确定

第一层指标为地区综合实力,即本次评价的总目的。第二层指标有 3 个,表示评价是从社会、经济、科教 3 方面来反映“地区综合实力”的。第三层以下的指标是一些具体的指标项,可以赋予具体的数值。

评价指标体系结构见图 3,这些指标均摘自《中国统计年鉴 1998》。

### 3.2 权重的确定

用户在输入各个指标的权重时,打分范围为 0~10。系统运行之前,请了多位专家进行打分,其中一位专家的打分结果见图 4。

### 3.3 评价结果

根据以上专家确定的指标权重,应用本系统,经各种方法计算后的得分和名次,以及综合评价结果见表 3。可以看出,部分城市始终处于领先地位,说明这些城市的综合实力的确具有优势。

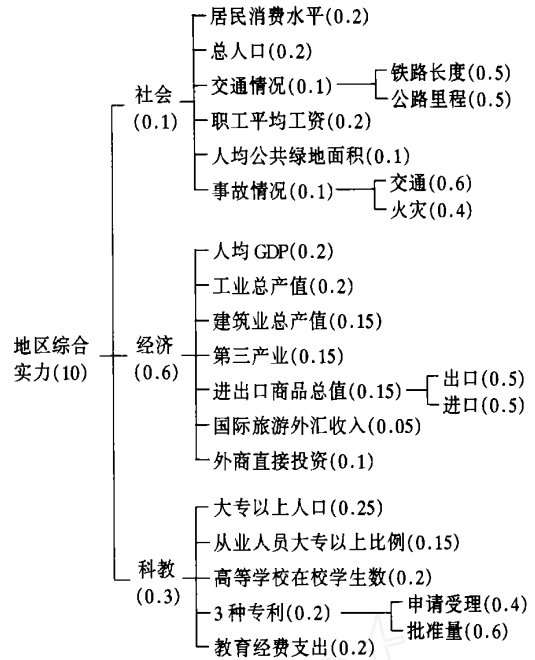


图 4 指标权重的专家打分结果

Fig. 4 The results of the expert's marking about branch weight

表 3 评价得分和排名

Table 3 The scores and sorts of evaluating

地区	理想点法		线形加权法		优序法		等级法		综合评价名次
	名次	得分	名次	得分	名次	得分	名次	得分	
北京	6	3.022 419	6	0.126 798 3	5	17.509 65	6	5.243 103	6
天津	10	2.419 759	10	0.040 218 0	10	13.800 17	10	1.577 586	10
河北	8	2.676 794	8	0.061 346 0	9	15.293 53	8	3.922 414	8
辽宁	7	3.002 912	7	0.120 908 7	8	16.394 83	7	4.640 517	7
上海	3	3.687 821	3	0.157 692 8	4	18.639 83	3	9.206 896	3
江苏	2	3.864 928	2	0.169 792 1	2	20.622 24	2	9.743 103	2
浙江	4	3.615 594	4	0.153 796 3	6	17.274 31	4	8.871 552	4
福建	9	2.580 623	9	0.053 733 0	7	16.816 06	9	1.857 759	9
山东	5	3.340 058	5	0.142 391 4	3	19.573 97	5	8.431 034	5
广东	1	5.051 896	1	0.218 976 1	1	24.384 65	1	17.389 650	1

## 4 结束语

系统设计完成以后,通过对多类具体问题的决策方案进行评价测试,都达到了较好的评价效果,实现了系统预定的功能,能够为决策者提供进一步的决策参考。

### 参 考 文 献

[1] 陈克式,陈开周,崔福荫.经济数学辞典[M].北京:中

国经济出版社,1991.424~426,458~466

[2] 林锉云,董加礼.多目标优化的方法与理论[M].长春:吉林教育出版社,1992.59~89,138~146  
 [3] 徐克绍.系统工程原理与方法[M].上海:上海科学普及出版社,1996  
 [4] 许国志.现代管理科学手册[M].北京:北京大学出版社,1994.163~178  
 [5] 胡永宏,贺思辉.综合评价方法[M].北京:科学出版社,2000.10~44