

基于混合权重的软件企业项目优先级评估方法

单晓红, 刘晓燕

(北京工业大学 经济与管理学院, 北京 100124)

(christine_shanxh@yahoo.com.cn)

摘要:对软件项目进行优先级评估,是软件企业在进行项目选择时的关键内容。从软件项目的特殊性出发,构造了软件企业中项目优先级评估的指标体系,提出了项目优先级评估的过程,在进行指标权重确定时采用客观熵权和主观权重相结合的方法,改变了需要依赖专家意见确定权重的不足。最后用实例验证了该方法的可行性,并将该方法的排序结果与单纯依靠专家权重的排序结果进行了比较,结果表明这种方法更加客观并与实际相符合。

关键词:软件企业;项目优先级;熵权;混合权重;评估模型

中图分类号: TP311.5 **文献标志码:** A

Project's priority assessment method in software enterprises based on hybrid weight

SHAN Xiao-hong, LIU Xiao-yan

(School of Economics and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: How to assess the project's priority is one of the key questions that software enterprises encounter when they are selecting the projects. From the characteristics of software projects, the authors aimed to provide an easy and feasible project's priority assessment method for software enterprises. First, an index system of project's priority assessment in software enterprises was constructed, then based on the index system, six steps to assess the project's priority were introduced, in which a method of combining the entropy weight with the subjective weight was applied to confirm the index weight. The method changed the defects of depending on the opinions of the experts. Lastly, an example was given to prove the feasibility. The comparison of this model and the method only relying on the subjective weight given by experts, show that the proposed model is more objective and consistent with the reality.

Key words: software enterprise; project's priority; entropy weight; hybrid weight; assessment model

0 引言

项目作为软件企业发展的基本元素,它的选择对软件企业的发展起着至关重要的作用。在竞争激烈、市场变化剧烈的今天,项目管理的影响力与日俱增,逐渐成为组织的核心竞争力之一,软件企业如果以原有的管理方式来经营和管理往往不能够满足软件企业的特殊要求。

与工程、建筑等类型的项目相比较,软件项目具有信息技术更新速度快、风险高、不确定性大和智力密集等特点。为了提高核心竞争力、实现企业战略目标,软件企业可能在某一时期同时开展多个软件项目,项目数量的增加、企业资源的有限和软件项目所需资源的相似性使得企业往往不能同时开展所有的项目,这时就需要企业从众多项目中进行选择,以识别哪些项目具有最大的价值,进而将有限的资源分配到这些项目中,而科学合理的项目优先级评价正是项目选择的基础,它不仅保证软件企业能够有效组织资源和资源计划,降低企业的风险,而且公平公开的项目选择过程要求有一个能够为组织所有成员都认可的项目优先级评价体系以确保将来项目的实施。

目前的项目优先级评估方法很多,如财务分析法(净现值法、内部收益率法、双向排序均衡法等)^[1-2]、TOPSIS 法^[3]、

整数规划法^[4]、层次分析法^[5-7]、平衡计分卡^[8]和交货期惩罚函数法^[9]等,这些方法主要应用在了 R&D 项目、建设项目和建筑项目等领域,而在软件项目领域应用得却比较少。在这些方法中,财务分析法的指标过于单一,数据要求高,不能体现项目的综合特征;层次分析法过于强调专家意见;TOPSIS 法又没有考虑专家意见。因此在评价项目优先级时需要一种综合的、主客观相结合的方法。本文旨在通过分析软件项目的特点,提出一个可供软件企业在进行项目优先级评估时进行参考的方法,从而为其项目选择提供决策的基础。

1 软件企业项目优先级评估模型

1.1 软件企业项目优先级评估体系

软件项目与其他类型的项目相比,具有项目技术风险高、不确定性高的特点,因此在进行软件项目优先级评估时,除了要考虑战略指标、财务指标以外,还需要将技术指标和项目管理指标加进来。因此软件项目优先级评估体系分为 4 大类 14 个指标,如表 1 所示。其中项目与企业战略目标的符合程度保证了企业战略目标的实现;软件项目投资收益率、净现值和回收期的财务指标是保证企业实现利润,资金有效流转的重要指标;项目管理指标是保证软件项目成功实施的关键指标;技术指标是保证软件项目是否可行的指标。

收稿日期:2009-04-30;修回日期:2009-06-11。 **基金项目:**北京工业大学青年科研基金资助项目(97011019200702)。

作者简介:单晓红(1976-),女,吉林吉林人,讲师,硕士,主要研究方向:管理信息系统、软件项目管理; 刘晓燕(1974-),女,北京人,讲师,硕士,主要研究方向:管理信息系统、战略管理。

表 1 软件企业项目优先级评估体系

指标类别	指标	权重
战略指标	项目与软件企业战略目标的符合程度	w_1
	软件项目投资收益率	w_2
财务指标	软件项目净现值	w_3
	软件项目回收期	w_4
	软件项目成本	w_5
项目管理指标	软件项目进度	w_6
	软件项目复杂性	w_7
	资源的可用性	w_8
	项目经理的管理能力	w_9
	软件项目风险	w_{10}
	技术复杂度	w_{11}
技术指标	技术人员水平	w_{12}
	对其他软件项目的依赖程度	w_{13}
	必须技术的可用性	w_{14}

1.2 基于熵的权重确定

在指标体系确定后,接下来就是权重的确定。权重确定的方法很多,如专家打分法、层次分析法等,但是这些方法具有较大的主观性,评价专家的选择对于评价结果有较大影响,而且当评价的指标重要性不明显时,这些方法的准确度也会大大降低。因此本文将采用熵权和主观权重相结合的方法确定指标权重。

熵是系统无序程度的度量,根据熵理论,当系统可能处于 n 种不同状态,每种状态出现的概率为 $p_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 时,该系统的熵为:

$$E = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i; 0 \leq p_i \leq 1, \sum_{i=1}^n p_i = 1$$

在给定项目的评价指标之后,熵可以反映各个项目在同一指标中的数值差异情况,差异越大,熵值越小,该指标在项目优先级评价中的作用越大,应赋予较大的权重;反之则应该赋予较小的权重。具体的权重确定方法见 1.3 节。

1.3 软件企业项目优先级评估

假设软件企业中需要对 m 个项目进行优先级评价,根据 1.1 节中的指标体系,共有 $n (n = 14)$ 个评价指标构成了原始决策矩阵 $X' = (x'_{ij})_{m \times n}$, x'_{ij} 表示第 i 个项目的第 j 个评价指标的数值,其中 $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ 。

1.3.1 决策矩阵规范化

范化处理的方法很多,如线性变换、标准 0-1 变换等。考虑到软件项目优先级评估体系中的指标有的是效益型指标,即值越大越好的指标,如项目与软件企业战略目标的符合程度、软件项目投资收益率、软件项目净现值、资源的可用性、项目经理的管理能力、技术人员水平和必须技术的可用性;有的是成本型指标,即值越小越好的指标,如软件项目回收期、软件项目成本、软件项目进度、软件项目复杂性、软件项目风险、技术复杂度和对其他软件项目的依赖程度,这里根据各指标是成本型指标还是效益型指标来进行规范化处理。

通过式(1)对决策矩阵 X' 的规范化处理可以得到决策矩阵 $X = (x_{ij})_{m \times n}$ 。

$$x_{ij} = \begin{cases} \frac{x'_{ij} - x'_{\min j}}{x'_{\max j} - x'_{\min j}}, & \text{第 } j \text{ 个指标为效益型指标} \\ \frac{x'_{\max j} - x'_{ij}}{x'_{\max j} - x'_{\min j}}, & \text{第 } j \text{ 个指标为成本型指标} \end{cases} \quad (1)$$

其中: $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ 。

1.3.2 熵值的确定

根据熵的定义, m 个软件项目的 n 个评价指标,通过式(2)确定各指标的熵值。

$$H_j = - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \quad (2)$$

其中: $f_{ij} = x_{ij} / (\sum_{i=1}^m x_{ij})$, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n; 0 \leq H_j \leq 1$ 。当 $f_{ij} = 0$ 时, $\ln f_{ij}$ 无意义,这时需要对 f_{ij} 加以修正,即 $f_{ij} = 0$ 时, $f_{ij} \ln f_{ij} = 0$ 。

1.3.3 指标熵权的确定

由于指标数值差异化越大,包含的信息量越大,熵值越小,熵值与权重系数呈反向变化的关系,因此需要根据式(3)对熵值进行转换得到所需要的熵权系数 $W' = (w'_j)_{1 \times n}$ 。

$$w'_j = \frac{1 - H_j}{n - \sum_{j=1}^n H_j}; j = 1, 2, \dots, n, \text{ 且 } \sum_{j=1}^n w'_j = 1 \quad (3)$$

由式(3)可以看出熵值越小时熵权越大,表明相应指标的信息量越有效,该指标越重要;反之指标的熵越大其熵权越小,该指标越不重要。

1.3.4 确定指标权重并构造加权规范矩阵

使用主观概率法得到各个指标的主观权重 $\theta' = (\theta'_j)_{1 \times n}$,最后可以利用式(4)确定各指标的权重为 $W = (w_j)_{1 \times n}$,并按式(5)构造加权规范矩阵 $Z = (z_{ij})_{m \times n}$ 。

$$w_j = \frac{\theta_j w'_j}{\sum_{j=1}^n \theta_j w'_j}; 0 \leq w_j \leq 1, \sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (4)$$

$$z_{ij} = w_j \times x_{ij} \quad (5)$$

1.3.5 确定各个项目到理想解和负理想解的距离

为了评价各软件项目的优先级,通过计算各软件项目评价值与理想解和负理想解的相对距离来进行排序优选。理想解是项目集中的最佳项目,负理想解是最差项目,将各个项目的评价值与理想解和负理想解的距离进行比较,既靠近理想解又远离负理想解的项目就是整个项目集中的最佳项目。

设理想解 Z^* 的第 j 个指标值为 z_j^* , 负理想解 Z^0 的第 j 个指标为 z_j^0 , 则有:

$$\text{理想解 } z_j^* = \begin{cases} \max_i z_{ij}, & j \text{ 为效益型} \\ \min_i z_{ij}, & j \text{ 为成本型} \end{cases} \quad (6)$$

$$\text{负理想解 } z_j^0 = \begin{cases} \min_i z_{ij}, & j \text{ 为效益型} \\ \max_i z_{ij}, & j \text{ 为成本型} \end{cases} \quad (7)$$

设各个项目到理想解和负理想解的距离分别为 $D^* = (d_i^*)_{m \times 1}$ 和 $D^0 = (d_i^0)_{m \times 1}$, 可以通过式(8)和(9)计算各个项目到理想解和负理想解的距离。

$$d_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_j^*)^2}; i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

$$d_i^0 = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_j^0)^2}; i = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

(6) 计算各软件项目的综合评价指数 $\mu^* = (\mu_i^*)_{m \times 1}$ 并排序:

$$\mu_i^* = \frac{d_i^0}{d_i^0 + d_i^*} \quad (10)$$

由于越靠近理想解同时越远离负理想解越好,而 μ_i^* 综合考虑了项目各指标到理想解和负理想解的距离,所以 μ_i^* 越大,离负理想解越远,项目优先级越高。因此将 μ_i^* 按由大到小的顺利排列即得到项目优先级的排序。

2 实例

某软件企业需要对四个软件项目进行优先级的排序,各个项目的评价指标及主观权重如表 2 所示。

表 2 某软件企业中待排序的四个软件项目评价指标及主观权重

项目	属性													
	与目标的符合程度	投资收益率/%	净现值/万元	回收期/月	成本/万元	进度/月	复杂性	资源的可用性	项目经理的管理能力	风险/万元	技术复杂度	技术人员水平	对其他软件项目的依赖程度	必须技术的可用性
1	0.9	31	35	10	40	5.0	0.2	0.9	0.8	4	0.5	0.9	0.5	0.9
2	0.7	42	20	8	35	4.5	0.3	0.8	0.8	3	0.6	0.8	0.6	0.7
3	0.6	40	30	12	50	7.0	0.5	0.7	0.9	5	0.4	0.7	0.1	0.8
4	0.7	50	40	16	70	9.0	0.3	0.9	0.7	3	0.5	0.6	0	0.8
主观权重	0.20	0.15	0.12	0.06	0.05	0.05	0.03	0.10	0.03	0.10	0.02	0.02	0.03	0.04

根据各项目的评价指标值,首先得到原始规范矩阵 X' 。

$$X' = \begin{bmatrix} 0.9 & 31 & 35 & 10 & 40 & 5 & 0.2 & 0.9 & 0.8 & 4 & 0.5 & 0.9 & 0.5 & 0.9 \\ 0.7 & 42 & 20 & 8 & 35 & 4.5 & 0.3 & 0.8 & 0.8 & 3 & 0.6 & 0.8 & 0.6 & 0.7 \\ 0.6 & 40 & 30 & 12 & 50 & 7 & 0.5 & 0.7 & 0.9 & 5 & 0.4 & 0.7 & 0.1 & 0.8 \\ 0.7 & 50 & 40 & 16 & 70 & 9 & 0.3 & 0.9 & 0.7 & 3 & 0.5 & 0.6 & 0 & 0.8 \end{bmatrix}$$

1) 决策矩阵规范化。由式(1)将 X' 规范化处理后得到 X 。

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0.75 & 0.75 & 0.86 & 0.89 & 1 & 1 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 1 & 0.17 & 1 \\ 0.33 & 0.58 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0.67 & 0.5 & 0.5 & 1 & 0 & 0.67 & 0 & 0 \\ 0 & 0.47 & 0.5 & 0.5 & 0.57 & 0.44 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0.33 & 0.83 & 0.5 \\ 0.33 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0.67 & 1 & 0 & 1 & 0.5 & 0 & 1 & 0.5 \end{bmatrix}$$

2) 熵值的确定。利用式(2)计算各指标的熵值为 $H = [0.68 \ 0.75 \ 0.77 \ 0.77 \ 0.77 \ 0.75 \ 0.78 \ 0.76 \ 0.75 \ 0.76 \ 0.75 \ 0.73 \ 0.66 \ 0.75]$ 。

3) 指标熵权的确定。由式(3)将熵值进行转换得到所需要的熵权系数 $W' = [0.09 \ 0.07 \ 0.07 \ 0.07 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.06$

$$Z = \begin{bmatrix} 0.24 & 0 & 0.08 & 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.02 & 0.1 & 0.02 & 0.05 & 0.01 & 0.02 & 0.01 & 0.03 \\ 0.08 & 0.08 & 0 & 0.06 & 0.04 & 0.05 & 0.01 & 0.05 & 0.02 & 0.1 & 0 & 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0.07 & 0.06 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0 & 0 & 0.03 & 0 & 0.02 & 0.01 & 0.03 & 0.02 \\ 0.08 & 0.14 & 0.11 & 0 & 0 & 0 & 0.01 & 0.1 & 0 & 0.1 & 0.01 & 0 & 0.04 & 0.02 \end{bmatrix}$$

5) 确定各个项目到理想解和负理想解的距离。按照式(6)和(7)确定理想解和负理想解,并根据式(8)和(9)计算各项目到理想解和负理想解的距离分别为 $D^* = [0.17 \ 0.25 \ 0.28 \ 0.2]$ 和 $D^0 = [0.28 \ 0.13 \ 0.15 \ 0.24]$ 。

6) 计算各软件项目的综合评价指数并排序。根据式(10)计算各软件项目的综合评价指数 μ_i^* 分别为: $\mu_1^* = 0.62$, $\mu_2^* = 0.34$, $\mu_3^* = 0.35$, $\mu_4^* = 0.55$ 。按照综合评价指数对四个软件项目的优先级进行排序,得到的该软件企业对四个软件项目的优先顺序为:项目 1、项目 4、项目 3、项目 2。

如果不采用混合权重的方法,而是只按照专家给出的主观权重来考虑项目优先级排序问题,则各项目到理想解和负理想解的距离则分别为 $D^* = [0.18 \ 0.24 \ 0.25 \ 0.17]$ 和 $D^0 = [0.25 \ 0.13 \ 0.15 \ 0.25]$,各软件项目的综合评价指数 μ_i^* 则分别为: $\mu_1^* = 0.58$, $\mu_2^* = 0.35$, $\mu_3^* = 0.37$, $\mu_4^* = 0.6$,即软件项目的优先顺序为:项目 4、项目 1、项目 3、项目 2。

两种结果对比可以发现:项目 1 和项目 4 的排序发生了变化,这是因为如果只考虑主观权重,专家对于项目与软件企业战略目标的符合程度与项目投资收益率这两个指标赋予的权重相差不是很大,在项目 1 的战略符合程度略大于项目 4,而项目 4 的投资收益率远大于项目 1 的情况下,项目 4 的优

4) 确定指标权重并构造加权规范矩阵。根据表 2 中给出的主观权重和熵权,按照式(4)确定各指标权重 $W = [0.24 \ 0.14 \ 0.11 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.02 \ 0.1 \ 0.03 \ 0.1 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.04 \ 0.03]$ 。并按式(5)构造加权规范矩阵 Z 。

优先级更高;可以看到,由于战略符合程度指标的信息量较大,则根据这个指标的判断就越准确,所以加入熵权后,战略符合程度和项目投资收益率指标的权重差异增大了,虽然项目 4 的投资收益率远大于项目 1,但是由于战略符合程度指标对于该问题的重要性更大,所以决策时对该指标的依赖性就越大,结果是项目 1 的优先级高于项目 4。

3 结语

本文根据软件项目的特殊性,构造了软件企业中项目优先级评估的指标体系,加入了能够充分体现软件项目特点的财务指标和项目管理指标,并在该指标体系的基础上提出了项目优先级评估的过程。在进行指标权重确定时采用了客观熵权和主观权重相结合的方法,改变了权重依赖专家意见的缺陷。整个评估过程分成 6 个简单的步骤,每一步都是以客观数据为依据,具有实用性。所给出的实例是某软件企业的实际数据,经对比计算结果符合实际情况,具有正确性。但是本文提出的一些指标,如软件项目复杂性、项目管理的管理能力等还是需要专家进行评价,如何更加客观地给出这些指标的评价值是我们进一步的研究方向。

(下转第 3119 页)

如何在多领域的异地用户间使用 Protégé 是本平台设计开发的关键。将原来的 Protégé 进行二次开发使其支持协同操作功能,技术上是可行的。但因为协同工作的不可预知性,这样的开发工作只能满足那些使用 Protégé 工具的用户需求,使用 OntologyEditor、SnaxOE 及其他工具软件的需求无法得到满足。因而,本文基于上述的消息事件协同交互机制,解决协同工作面临的这个难题。

首先在 C-Ontology 平台的一台计算机中安装 Protégé 软件,并通过 Web 浏览器连接到 C-Ontology 中邻近的事件池服务节点进行注册,同时 C-Ontology“消息事件使能功能插件”与“软件协同使能功能插件”便自动运行在 Protégé 节点计算机中。消息事件使能功能插件主要实现对消息事件的发起与响应,实现上述节点间的协同机制。软件协同使能功能插件可以是实现 Protégé 界面的多用户间同步浏览,也可以是实现异地用户对 Protégé 的协同操作。

首先,软件协同使能功能插件将捕获 Protégé 当前的屏幕界面显示,将其转化为数据帧,并将数据帧封装为消息事件对象,将数据帧的格式与消息对象发送到事件池节点进行暂存与发布。其他用户监听到消息事件后,根据事件池节点提供的格式信息进行信息解析,并在本地的屏幕显示区显示 Protégé 界面,从而使其他节点同步获得 Protégé 软件的界面显示。另外,其他节点也可以将其本地的操作信息以消息事件的形式封装成“操作帧”并回送到 Protégé 节点,由 Protégé 节点的操作系统进行真实的操作动作,从而实现用户对 Protégé 的远程操作。其 Java 语言实现的关键代码如下:

1) 捕获 Protege 界面图像:

```
//激活界面捕获器
try{ robot = new Robot(); }
catch( Exception e){ }
//分块捕获界面显示图像数据
String image_index = "Part - " + r + " - " + c + " - " + x + "^" +
    image_y + "^" + w + "^" + h; //坐标参数
image = robot. createScreenCapture( rect);
bytes = gzipFile( image); //构造压缩数据帧
```

2) 封装消息事件:

```
event = new Hashtable(); //初始化对象
event. put( "index", index); //事件结构
event. put( "part", image); //填加数据帧
struct = event. keys(); //消息结构
```

3) 注册消息结构、触发消息事件:

```
eventPool. registerEventStruct( struct);
eventPool. firePropertyEvent( eventObj);
```

4) 其他用户节点注册消息监听:

```
eventPool. addPropertyListener( this);
```

5) 接收消息事件、查询结构、获取显示数据帧:

```
struct = eventPool. getStruct( id);
eventObj = this. getEvent( struct);
```

```
String index = eventObj. get( "index");
```

```
Image partImage = eventObj. get( "part");
```

6) 在用户的显示区重构远程 Protege 显示界面:

```
g. drawImage( partImage, x, y, w, h, null)
```

7) 用户在异地 Protege 显示界面进行鼠标操作:

```
Int x = clickEvent. getX(); //点击点坐标 X
```

```
Int y = clickEvent. getY(); //击点坐标 Y
```

```
x = this. transferPosition( x); //转换坐标;
```

```
y = this. transferPosition( y); //转换坐标;
```

8) 封装操作帧:

```
eventObj = new Hashtable(); //初始化对象
```

```
eventObj. put( "type", "mouseClick");
```

```
eventObj. put( "x", x); //填加操作帧
```

```
eventObj. put( "y", y); //填加操作帧
```

```
struct = eventObj. keys(); //消息结构
```

9) 注册消息结构、触发消息事件:

```
eventPool. registerEventStruct( struct);
```

```
eventPool. firePropertyEvent( eventObj);
```

10) Protege 节点取得操作信息:

```
String type = eventObj. get( "type");
```

```
int x = eventObj. get( "x");
```

```
int y = eventObj. get( "y");
```

11) Protege 驱动本地操作系统执行真实操作:

```
try{ robot. mouseClick( x, y); }
```

循环执行步骤 1) ~ 11), 更新最新的操作结果界面给远程的各个用户。

6 结语

针对本体协同编辑工作的特点,文中介绍了一个基于网络理念的本地协同编辑支撑系统。它是基于本体的面向业务协作的企业异构系统集成方案(国家 863 计划项目)的重要组成部分。文中提出了基于已有软件工具构造本地协同编辑环境的构想,介绍了基于消息事件的协同交互机制的关键技术及其实现。C-Ontology 的设计框架也可以应用于其他的协同支撑平台的设计开发。

参考文献:

- [1] 郝永平,王崇海.基于本体论的产品全过程知识共享研究[J].机械工程学,2002,38(12):126-130.
- [2] 万能,莫蓉,陈泽峰,等.CAD系统与异构数字化系统互操作技术研究[J].计算机集成制造系统,2008,14(6):1085-1089,1119.
- [3] 张权,姚远,胡庆夕,等.网络化制造领域本体知识建模的研究[J].计算机应用,2008,28(8):2125-2127,2130.
- [4] 孙瑾.本体编辑工具的分析与研究——Protégé 2000 对中文本体编辑的适用性探析[J].图书情报工作,2006,50(12):26-29,97.
- [5] 罗炜.Java中事件响应的UML建模[J].现代企业教育,2007(12):83-83.
- [5] 单汨源,张丽,吴娟.基于RAGA-AHP法的项目优先级评定研究[J].科技管理研究,2008,28(3):271-274.
- [6] 金菊良,魏一鸣,付强,等.计算层次分析法中排序权值的加速遗传算法[J].系统工程理论与实践,2002,22(11):39-43.
- [7] 金菊良,魏一鸣,潘金锋.修正AHP中判断矩阵一致性的加速遗传算法[J].系统工程理论与实践,2004,24(1):63-69.
- [8] 张洁,易明,黄玮城.平衡计分卡在多项目优先级评价中的应用研究[J].商场现代化,2007(16):57.
- [9] 谭云海,郭波,郑敏.企业多项目管理中的优先排序问题研究[J].管理工程学报,2005,19(B10):152-155.
- [1] 李海涛,陈通.对两阶段双向排序均衡法的质疑[J].统计与决策:理论版,2007(2):24-26.
- [2] 郭燕,梁玉谦,徐显龙,等.一种判断企业内部项目优先级的定量评价方法[J].航空制造技术,2006(5):98-102.
- [3] 李元元,周国华,韩姣杰.基于熵权的改进TOPSIS法在多项目优先级评价中的应用[J].统计与决策,2008(14):159-160.
- [4] 李成标.一种项目群的选择方法[J].工业技术经济,1995,14(3):45-47.

(上接第 3116 页)

参考文献: