

# 能力集扩张的管理决策分析方法研究

王华亭<sup>1,2</sup>, 冯俊文<sup>1</sup>, 苗成林<sup>1</sup>, 王健<sup>2</sup>

(1. 南京理工大学经济管理学院, 南京 210094 2 南京涌新电子有限公司, 南京 211178)

[摘要] 能力集扩张 (expansion of competence set) 是在决策过程中, 决策者将已获得的能力集 (competence set) 拓展到解决问题所需能力集的过程。分析了能力集以及能力集扩张的概念, 从确定型与不确定性、多目标决策、动态能力集等方面提出了能力集扩张的研究方法。

[关键词] 能力集扩张; 习惯领域; 管理决策

[中图分类号] C93 F224 F202 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2008)08-0051-05

## 1 能力集与能力集扩张

### 1.1 能力集的界定

对每个管理决策问题, 都存在能力集 (competence set, CS), 包括达到问题的满意解所需要的念头、知识、信息和技巧等<sup>[1]</sup>。当决策者已经获得该能力集, 或认为已经获得和精通这一能力集合时, 面对此决策问题能快速地做出决策, 否则, 决策者将需要透过学习等方法来扩张自己的能力集。

能力集包含 4 个基本概念<sup>[2]</sup> 如图 1 所示。

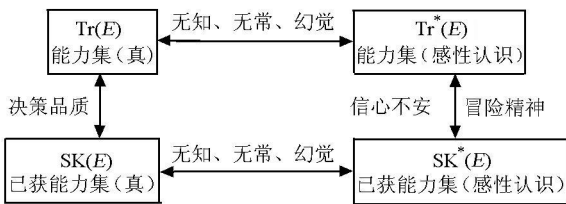


图 1 能力集合及构成图

Fig 1 Competence set and its structure

图 1 中,  $E$  表示某决策问题,  $Tr(E)$  (或  $Tr$ ) 表示解决问题真正需要的能力集 (为解决该问题  $E$  真正需

要的念头、技巧等),  $Tr^*(E)$  表示决策者认为要成功解决问题所需要具备的能力集, 即决策者感性认识上的能力集,  $Sk(E)$  (或  $Sk$ ) 表示实际上决策者已经获得的能力集,  $Sk^*(E)$  表示决策者感性认识上已经获得的能力集合。

### 1.2 能力集扩张定义 (成本对称和非对称的情形)

能力集分析的目的在于界定真正需要的能力集, 和决策者实际上拥有的能力集, 并且帮助决策者有效地扩张自己的能力集以利于决策。这里, 能力集扩张 (expansion of competence set) 是指决策者对这一问题作决策时, 在限定时间内, 由已经获得的  $Sk$  扩张到解决问题所需的  $Tr$ 。

能力集的研究是个人习惯领域 (PHD) 理论研究非常活跃的一个领域, 该领域研究为 PHD 定量研究提供了数学方法。如早期 Yu and Zhang 用 Next-best 方法寻找 CS 最小成本扩展过程; Li and Yu 利用推理图 (deduction graph) 以 0-1 整数规划求解, 找出最佳能力集扩展过程; 及 Feng 的表格法<sup>[3]</sup> 等, 这些研究主要集中在 CS 扩展方面, 对 CS 的个人、单目标的决策进行了定性分析。胡启洲等将权重为区间数的多指标决策问题, 转化为指标取值为 3 参

[收稿日期] 2007-04-12 修回日期 2007-10-08

[基金项目] “八六三”高新技术研究和发展计划资助项目 (KX07301)

[作者简介] 王华亭 (1967-), 男, 山东东营市人, 南京理工大学博士生, 南京涌新电子有限公司高级工程师, 研究方向为战略管理, 管理决策分析; 冯俊文 (1960-), 男, 山西太原市人, 南京理工大学教授, 博导, 研究方向为管理决策分析; 苗成林 (1980-), 男, 山东烟台市人, 南京理工大学博士研究生, 研究方向为管理决策分析; 王健 (1959-), 男, 江苏南京市人, 硕士, 南京涌新电子有限公司高级工程师

数的多指标决策问题<sup>[4]</sup>。

Yu and Zhang介绍了依据最小成本来扩张能力集合的概念。假如所需要的只是成本则可以应用 Next-bes 演算法来找到最小成本扩张过程。但是,除了成本外,尚须将收益纳入考虑,才能以净收益来决定真正的最佳扩张过程。Yu and Zhang比较能力集合的扩张过程的成本和收益,进而由此决定是否值得扩展<sup>[5]</sup>。

假如把 Tr Sk视为模糊集,则以隶属函数来表示其间的关系。因为实际决策问题的不确定性,故可将能力集分解成几个随机集合来讨论。Yu and Zhang利用扩张过程的期望报酬,并结合扩张成本的方式找出最佳扩张过程<sup>[6]</sup>。

上述研究中,能力集合扩张的成本皆假定为对称。若能力集合的扩张成本为非对称时,则 Next-bes 扩张过程并不一定是最小成本扩张过程。

Li and Yu用推理图 (deduction graph)的概念,以 0-1 整数规划来求解,找出最佳能力集扩张过程。Li and Yu将成本由以往对称的限制改为不对称的,更符合实际情况。并考虑中间技能 (intermediate skills)和复合技能 (compound skills)的影响。中间技能不包含在 Tr E中,但若能学习得到此技能,则有助于其他技能的获得。由复合技能来学习的成本,比个别由各个技能来学习的成本低。Li and Yu更进一步考虑当技巧有不同熟练程度时的情况,即多水平 (multi-levels)能力集扩张问题。采用的准则是使扩张成本最低和整体熟练程度最高(熟练成本最低是以隶属程度来衡量),亦以 0-1 整数规划来求解。虽然此一全新求解方法改善了以 MST来求解时所产生的一些问题,但其过程复杂程度较高,且在技能(即图的节点)众多的情况下,利用整数规划求解将使运算成本大幅提高,降低了效率。Li and Yu所采用的 MST扩张方法——推理图法的致命弱点之一是假定推理图是无圈的,这也进一步限制了它的使用。

Shi and Yu<sup>[7]</sup>将 Yu and Zhang早期的 Next-bes方法推广到了非对称成本扩张的情形,提出了最小树扩张过程 (minimal tree expansion process),这一过程仍然是采用整数规划的方法,但大大提高了扩张方法的适用性。

## 2 能力集扩张的管理决策分析方法研究<sup>[8]</sup>

传统的能力集分析主要集中在离散能力集的扩张研究,且集中于确定性分析。如何借助于不确定

性推理技术和原理(概率推理、证据推理、模糊推理、信息推理、包含度推理等)研究不确定情形下的能力集扩张问题,仍是传统的个人习惯领域理论很值得研究的内容之一。另外,现实中的行为与决策问题大多数是多目标问题,而传统的能力集分析主要研究单目标问题。

从确定性和不确定性角度对习惯领域 (habitual domain, HD)进行了分析研究,内容有: a 确定性习惯领域扩张决策分析; b Sk不确定情形决策分析, Tr不确定情形决策分析,其中根据 Sk的情形 (Sk确定或 Sk不确定)分析; c 多人多目标情形决策分析; d 动态能力集扩张决策分析。

### 2.1 面向管理决策的确定型能力集扩张方法研究

设 HD是与决策问题 E有关的技能、知识、经验的惯域,且设 HD是离散的、有限的,决策者已获得的能力集为 Sk解决问题 E实需要的能力集为 Tr,且  $Sk \subseteq Tr \subseteq HD$ ,  $Tr - Sk = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ,问题 E的报酬为  $R(E)$ ,  $\Psi = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ ,  $C_i(\Psi)$ 是第 i 步扩张费用,也就是获得  $x_i$ 的费用,设扩张过程最小费用为

$$TC(\Psi) = C_1(\Psi) + C_2(\Psi) + \dots + C_n(\Psi).$$

设按照最小费用扩张过程  $\Psi$ 获得的净利润为

$$P(\Psi) = R(E) - TC(\Psi).$$

1) 寻找最小费用扩张过程  $\Psi$ ,并计算扩张过程的最小费用  $TC(\Psi)$ 。

定义 扩张过程是指一条生成  $Tr - Sk$ 且不含圈的路。假设  $\Psi = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 是扩张过程,则扩张过程的最小费用为

$$TC(\Psi) = \sum \{M(Sk_i | E) \cup \{x_1, x_2, \dots, x_{i-1}\}, x_i\} \mid i=1, 2, \dots, n\} \quad (1)$$

由定义可知最优扩张过程  $\{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ 可通过下面的方法获得:

$x_i \in Tr - [Sk \cup \{(x_1, x_2, \dots, x_{i-1})\}]$ ,且使第 i 步扩张的费用最小:

$$M(Sk \cup \{x_1, x_2, \dots, x_{i-1}\}, x_i) = \min \{M(Sk \cup \{x_1, x_2, \dots, x_{i-1}\}, x) \mid x \in Tr - (Sk \cup \{x_1, x_2, \dots, x_{i-1}\})\}, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$M(A, x) = \min \{m(s, x) \mid s \in A\}$ ,  $A \subseteq HD$ ,其中,  $M(A, x)$ 为从现有能力集 A获得技能 x的费用,  $m(s, x)$ 是元素之间费用函数。

2) 计算扩张过程  $\Psi$ 获得的报酬净利润  $P(\Psi) = R(E) - TC(\Psi)$ 。

已知费用函数  $M$  和报酬函数  $R(E)$ , 用  $\vartheta(S_k)$  表示  $S_k$  是值得的所有集。

$$\vartheta(S_k) = \{ A \subseteq T_r - S_k \mid \text{从 } S_k \text{ 到}$$

$S_k \cup A$  的扩张是值得的}  $A \in \vartheta(S_k)$ ,

用

$$P(A) = \Delta ER(S_k, S_k \cup A) - TC(S_k, S_k \cup A) = [ER(S_k \cup A) - ER(S_k) - TC(S_k, S_k \cup A)]$$

表示获得  $A$  的报酬。若  $\vartheta(S_k) \neq \emptyset$ ,  $A^*$  使报酬函数  $P(A^*)$  最大, 即

$$P(A^*) = \max\{P(A) \mid A \in \vartheta(S_k)\},$$

其中  $A^*$  是最优子集, 从而  $E(A) = P(A^*) = \max\{P(A) \mid A \in \vartheta(S_k)\}$ 。

决策准则:  $P(\Psi) > 0$  则扩张过程是值得的, 可以对此问题按  $\Psi$  扩张过程决策, 否则  $P(\Psi) \leq 0$  说明了扩张过程是不值得研究的。

## 2.2 面向管理决策的非确定型能力集扩张方法

### 2.2.1 $S_k$ 不确定情形决策分析

费用函数是定义在  $HD$  中的实值函数, 且满足非负性和三角不等式,  $S_k$  最小费用扩张方法, 每个  $S_k$  扩张到  $T$  都有一个确定的最小费用。用  $C(S_k)$  记  $S_k$  扩张到  $T$  所需的最小费用,  $C$  称为最小费用函数。定义  $S_k$  的期望费用函数为  $EC(S_k) = \int C(S_k) dP$ 。当  $S_k$  的分布为有限个能力集时, 则期望费用  $EC(S_k) = \sum_{i=1}^n C(S_{k_i}) P_i$ ,  $C(S_{k_i})$  是  $S_{k_i}$  扩大到  $T$  所需要的最小费用,  $P_i$  是  $S_{k_i}$  的概率。这里  $EC(S_k)$  依赖于  $T_r$  决策者的  $S_k$  以及费用函数  $m(s, x)$ 。

$S_k$  的期望利润为  $EP = R(E) - E(C(S_k))$ 。

#### 决策步骤

Step1 按式 (2) 求出各  $S_k$  到  $T$  的最小费用扩张过程, 并求出最小费用;

Step2 计算  $\min EC(S_k)$ ;

Step3 计算  $EP$ , 判断决策准则为  $EP > 0$ 。

### 2.2.2 $T_r$ 不确定情形决策分析

1)  $S_k$  确定情形。连续时  $T$  的期望报酬函数定义为  $EC(T_r) = \int C(T_r) dP$ , 离散时  $EC(T_r) = \sum_{i=1}^m R(T_r) P(T_r)$ ,  $m$  是  $T$  的随机子集个数,  $P(T_r)$  是  $T_r$  出现的概率。

#### 决策步骤:

Step1 确定  $S_k$  扩张到  $T_r$  的最小费用扩张过程, 并由式 (1) 计算  $TC(\Psi)$ 。最优扩张过程  $\{x_1,$

$x_2, \dots, x_n\}$  是通过式 (2) 获得的。

Step2 依次确定出  $S_k$  扩大到  $T$  的最小费用扩张过程, 并计算出各自的最小费用  $TC_i(\Psi)$ ;

Step3 求出决策问题的期望利润

$$EP = \sum [R(T_r) - TC_i(\Psi)] P(T_r),$$

其中  $R(T_r) = \max\{[ER(S_k \cup A) - ER(S_k)] - TC(S_k, S_k \cup A) \mid A \in \vartheta(S_k)\}$ ,

$\vartheta(S_k) = \{A \subseteq T_r - S_k \mid \text{从 } S_k \text{ 到}$

$S_k \cup A$  的扩张是值得的}。

决策准则: 如期望利润  $EP > 0$  则对这样问题的决策是值得的。

2)  $S_k$  不确定情形。设  $HD$  是与决策问题  $E$  有关的想法、技能的惯域,  $T$  是解决问题  $E$  实需要集。虽然不能确定  $T_r$ , 但能确定它的分布, 并且已知每个可能的  $T_r$  出现的可能性,  $P(T_r)$  是  $T_r$  出现的概率, 决策问题  $E$  的期望报酬为  $R$ 。决策者的  $S_k$  也不能确定, 但已知它们可能分布及其分布概率  $P(S_k)$ 。

#### 计算步骤:

Step1 确定  $S_k$  的每个子集  $S_{k_i}$  扩张到

$$ETC = \sum_{i=1}^m ETC_i P(T_r).$$

Step5 求出期望利润  $EP = R - ETC$ , 其中,

$$R = \sum R(T_r) = \sum \max\{[ER(S_k \cup A) - ER(S_k)] - C(S_k, S_k \cup A) \mid A \in \vartheta(S_k)\},$$

$\vartheta(S_k) = \{A \subseteq T_r - S_k \mid \text{从 } S_k \text{ 到}$

$S_k \cup A$  的扩张是值得的}。

决策准则: 如期望利润  $EP > 0$  则对这样问题的决策是值得的。

## 2.3 面向管理决策的多目标能力集扩张方法研究

设有  $m$  人 (或群) 的能力集和多个实需要集的决策问题  $E$ ,  $HD$  是与要讨论的决策问题  $E$  有关的想法、技能、能力集合的惯域, 多个实需要集分别记为  $T_1, T_2, \dots, T_n$ ,  $T_r = \{a_{1r}, a_{2r}, \dots, a_{kr}, \dots, a_{1r}\}$ ,  $T_2 = \{a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2r}, \dots, a_{2n}\}$ ,  $T_r = \{a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}, \dots, a_{nj}\}$ ,  $T_m = \{a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{m1}, \dots, a_{mn}\}$ , 且  $T_r \subseteq HD$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ ,  $j=1, 2, \dots, m$ , 多个人的已获能力集分别为  $S_{k_1}, S_{k_2}, \dots, S_{k_m}$ ,  $S_k = \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1j}, \dots, x_{1m}\}$ ,  $S_{k_2} = \{x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2j}, \dots, x_{2m}\}$ ,  $S_{k_n} = \{x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nj}, \dots, x_{nm}\}$ ,  $S_k \subseteq HD$ ,  $T_1 \cup T_2 \cup \dots \cup T_m = \{a_1, a_2, \dots, a_1, \dots, a_1\}$ ,  $S_{k_1} \cup S_{k_2} \cup \dots \cup S_{k_m} = \{x_1, x_2, \dots, x_1, \dots, x_1\}$ , 各能力之间获得所需要的费用记为  $m(s, x)$ , 是费用函数, 人们可以通过市场调查搜寻有关的能

力培训费用,也可到咨询公司进行咨询来测出各能力之间获得所需费用,  $M$ 表示各能力之间所获费用矩阵 ( $a_{ij}$ ),

$$M = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

从  $S_k$ 到  $T_j$ 的最小费用扩张过程记为  $\Psi$ , 最小费用记为  $C_{ij}(\Psi)$ , 其所有的最小费用集为

$$C = (C_{ij}(\Psi)) = \begin{matrix} S_k & T_1 & T_2 & \dots & T_m \\ \begin{matrix} S_k \\ S_k \\ \vdots \\ S_k \end{matrix} & \begin{matrix} C_{11} \\ C_{21} \\ \vdots \\ C_{n1} \end{matrix} & \begin{matrix} C_{12} \\ C_{22} \\ \vdots \\ C_{n2} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} C_{1m} \\ C_{2m} \\ \vdots \\ C_{nm} \end{matrix} \end{matrix}$$

计算步骤:

Step1 用扩张方法求出  $S_k$ 到  $T_j$ 各集需要的最小费用扩张过程及最小扩张费用  $C_{ij}$ ,  $i=1, 2, \dots, n$

Step2 同样, 求出  $S_k$ 到  $T_j$ 各集需要的最小费用扩张过程及最小扩张费用  $C_{ij}$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ ,  $j=1, 2, \dots, m$

Step3 运用 0-1整数规划法求出决策方案。

从  $n$ 个  $S_k$ 选  $m$ 个来扩张到  $T_j$ 的最小费用问题就变为下列规划问题:

$$\min C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}(\Psi) y_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^n y_{ij} = 1$$

$y_{ij}=1$ 时, 第  $i$ 个已获能力集被选用为扩张到第  $j$ 个实际需要集;

$y_{ij}=0$ 时, 第  $i$ 个已获能力集没有被选用为扩张到第  $j$ 个实际需要集。

## 2.4 面向管理决策动态能力集分析理论及扩张研究

设对于决策问题  $E$ ,  $HD$ 是与决策问题  $E$ 有关的技能、知识、经验的惯域, 且设  $HD$ 是离散的、有限的,  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_m\}$ ,  $T_i \cap T_j = \phi$  ( $i \neq j$ )。假设从  $S_k$ 扩张到  $T$ 的顺序分别是  $T_1, T_2, \dots$ ,

$T_k$ 即必须先扩张到  $T_k$ 才能扩张到  $T_{k+1}$ ; 每个  $T_k$ 又含有若干个  $T_i = \{T_i, T_j, \dots, T_m\}$ ,  $T_i \cap T_j = \phi$  ( $i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, m$ ), 且从扩张到  $T_k$ 时只需扩张到  $T_k$ 中的任何一个  $T_i$ 就可以直接扩张到  $T_{k+1}$ , 即不需扩张到  $T_k$ 中的每一个, 但扩张到  $T_k$ 中的任何一个  $T_i$ 的费用不同。

计算步骤:

Step1 用扩张方法式 (2), 求出  $S_k$ 到  $T_j$ 含有集需要的最小费用扩张过程及最小扩张费用  $C_{ij}$ ;

Step2 同样, 求出  $S_k \cup T_1 \cup \dots \cup T_j$ 到  $T_{j+1}$ 含有集需要的最小费用扩张过程及最小扩张费用  $C_{i+1}$ ;

Step3 计算最小扩张费用后, 该扩张过程便成为动态规划问题, 再可利用动态规划的基本方程求出最小费用路线。

动态规划最优化原理: 作为整个过程的最优策略具有这样的性质, 无论过去的状态和决策如何, 对前面所形成的状态而言, 余下的诸决策必构成最优策略。利用这个原理, 可以把此类扩张问题的求解过程看成一个连续的递推过程, 由后向前推算。在求解时, 各状态前面的状态和决策, 相对其后面的子问题, 相当于初始条件, 并不影响后面过程的最优策略。用于衡量所选策略优劣的数量指标称为指标函数,  $f_k(x_k)$ 为最优指标函数, 最小扩张费用问题中的最优指标函数是最小费用,  $C_k$ 为  $k$ 阶段的费用。动态规划的基本方程为

$$f_k(x_k) = \min_{u_k} [C_k(x_k, u_k(x_k)) + f_{k+1}(u_k(x_k))],$$

$$k = n, n-1, \dots, 1$$

$$f_1(x_{n-1}) = 0$$

式中,  $k$ 为阶段变量;  $n$ 为阶段数;  $x_k, u_k$ 分别为第  $k$ 阶段的状态变量和决策变量。

## 3 应用

例: 对于买车问题  $E$ , 其报酬为  $R(E) = 30 \times 10^3$ 元, 假设实需要能力集  $T = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, a, b, c, d, e, f\}$ ,  $\alpha$ 为个人偏好,  $\beta$ 为资金状况,  $\gamma$ 为市场价格信息,  $\delta$ 为车的外观,  $a$ 为个人健康状况,  $b$ 为买卖谈判技术,  $c$ 为维修费用,  $d$ 为重售价值,  $e$ 为安全性,  $f$ 为可靠性。

假设决策者的已获能力集  $S_k = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$ , 实需要集可能是  $T_1, T_2$ 或  $T_3$ ,  $T_1 = \{\alpha, \gamma, \delta, a, b, c, d\}$ ,  $T_2 = \{\alpha, \beta, \delta, a, b, e, f\}$ ,  $T_3 = \{\alpha, \beta, \gamma, c, d\}$ , 其可能性分别是  $P(T_1) = 0.2$ ,  $P(T_2) =$

0.5,  $P(T_3) = 0.3$  由于决策者没有完全获得实需要能力集  $T = T_1 \cup T_2 \cup T_3 = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, a, b, c, d, e, f\}$ , 不可能正确地解决这个问题, 因此必须扩张  $S_k$  到  $T_r$  各能力间获得的费用  $m$  如表 1 所示。此题属于  $T$  不确定而  $S_k$  确定情形的扩张决策分析, 可采用 2.2.2 节的方法来分析。

表 1  $T$  中各能力间的费用函数值

Table 1 Expense function value between competences in competence sets  $T_r \times 10^3$  元

	a	b	c	d	e	f	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$
a	0	5	7	9	10	14	5	7	10	15
b	5	0	3	5	5	9	5	2	7	12
c	7	3	0	2	4	8	7	4	6	10
d	9	5	2	0	5	7	8	5	6	9
e	10	5	4	5	0	5	9	3	4	9
f	14	9	8	7	5	0	12	8	3	5
$\alpha$	5	5	7	8	9	12	0	6	14	18
$\beta$	7	2	4	5	3	8	6	0	9	11
$\gamma$	10	7	6	6	4	3	14	9	0	6
$\delta$	15	12	10	9	9	5	18	11	6	0

Step 1 确定  $S_k$  扩张到  $T_1$  的最小费用扩张过程, 并计算最小费用  $TC_1(\Psi)$ 。扩张费用函数  $M(S_k \cup x)$  见表 2。所以,  $S_k$  扩张到  $T_1$  的最小费用扩张过程为  $(b, c, d, a)$ , 最小费用为  $TC_1 = C_{11}(\Psi) + C_{12}(\Psi) + C_{13}(\Psi) + C_{14}(\Psi) = 2 + 3 + 2 + 5 = 12 (\times 10^3 \text{ 元})$ 。

表 2  $S_k$  扩张到  $T_1$  扩张费用函数值

Table 2 Expense function value of expanding from  $S_k$  to  $T_1$   $\times 10^3$  元

x	a	b	c	d
$M(S_k \cup x)$	5	2	4	5
x	a	c	d	$x_1 = b, C_{11}(\Psi) = 2$
$M(S_k \cup \{b, x\})$	5	3	5	$x_2 = c, C_{12}(\Psi) = 3$
x	a	d	$x_3 = d, C_{13}(\Psi) = 2$	
$M(S_k \cup \{b, c, x\})$	5	2	$x_4 = a, C_{14}(\Psi) = 5$	
x	a			
$M(S_k \cup \{b, c, d, x\})$	5			

Step 2  $S_k = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$  扩张到  $T_2, T_3$  的最小费用扩张过程如同 Step 1, 分别得到  $S_k = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$  扩张到  $T_2 = \{\alpha, \beta, \delta, a, b, e, f\}$  的最小费用扩张过程为  $(b, e, f, a)$ , 最小费用为  $TC_2 = 2 + 3 + 3 + 5 = 13 (\times 10^3 \text{ 元})$  和  $S_k = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$  扩张到  $T_3 = \{\alpha, \beta, \gamma, c, d\}$  的最小费用扩张过程为  $(c, d)$ , 最小费用为  $TC_3 = 4 + 2 = 6 (\times 10^3 \text{ 元})$ 。

Step 3 该决策问题的期望扩张费用为

$$EC(S_k) = TC_1 P(T_1) + TC_2 P(T_2) + TC_3 P(T_3) = 12(0.2) + 13(0.5) + 6(0.3) = 10.7 (\times 10^3 \text{ 元})$$

Step 4 该决策问题的期望利润为

$$EP = R - EC(S_k) = 30 - 10.7 = 19.3 (\times 10^3 \text{ 元})$$

故该决策问题可为决策者带来  $19.3 (\times 10^3 \text{ 元})$  利润。

## 4 结语

能力集扩张是个人习惯领域 (HHD) 理论研究非常活跃的一个领域, 该领域研究为 HHD 定量研究提供了数学方法。提出了基于最小树方法的确定性能力集扩张决策分析方法——最小树法、基于概率分析中期望值方法的不确定情形能力集扩张决策分析方法——期望函数法、基于 0-1 整数规划方法的多目标能力集扩张决策分析方法——0-1 整数规划法和基于动态规划方法的动态能力集扩张决策分析方法——动态规划法。根据具体例题, 分析选择恰当的方法来研究分析问题的扩张决策, 得到最优的扩张决策结果。

## 参考文献

- [1] Feng Junwen. You Bolong. Minimum spanning table and optimal expansion of competence sets [J]. Journal of Optimization Theory and Applications, 1998, 99(3): 310-325
- [2] 冯俊文. 能力集分析 [J]. 管理科学学报, 1999, 2(2): 77-83
- [3] Feng Junwen. Table based method for competence set expansion [J]. Transactions of Tianjin University, 2001, 7(2): 101-108
- [4] 胡启洲, 张卫华, 于莉. 三参数区间数研究及其在决策分析中的应用 [J]. 中国工程科学, 2007 (3): 47-52
- [5] You Bolong, Zhang D. Optimal expansion of competence set and decision support [J]. Information Systems and Operational Research, 1992, 33(1): 68-84
- [6] You Bolong. Indefinite preference structure and decision analysis [J]. Journal of Optimization Theory and Applications, 1985, 46(4): 450-470
- [7] Shi D, You Bolong. Optimal expansion and design of competence sets with asymmetric acquiring costs [J]. Journal of Optimization Theory and Applications, 1996, 88(3): 642-658
- [8] 运筹学教材编写组. 运筹学 [M]. 第三版. 北京: 清华大学出版社, 2006

(下接 68 页)

# Initial life of corner fine cracks on the P60 rails

Shi Rong<sup>1</sup> Fan Zhiyi<sup>2</sup> He Yuelei<sup>1</sup>

(1. College of Urban Railway Transportation, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China; 2. College of Fundamental Studies, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[ Abstract ] The 60 rails on Shanghai Metro Line 1 from Jinjiang Paradise station to Xinzhuang station have wounds of different degrees at the present time. Outer rails on curve railway have corner fine cracks on the inner flank, and some cracks evaluate down and lead to core wounds. Initially corner fine cracks expand slowly on the early stage, with the times of fatigue loads increasing crack depth expanding speed rate  $dh/dN$  breaks. The times of fatigue loads at turn over point is defined as the initial life of corner fine cracks.

[ Key words ] rail corner fine cracks; fatigue cracks; crack depth expanding speed; initial life

(上接 55页)

## The research of competence set expansion's managerial decision analysis methods

Wang Huating<sup>2</sup>, Feng Junweng<sup>1</sup>, Miao Chenglin<sup>1</sup>, Wang Jian<sup>1</sup>

(1. School of Economics and Management, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China; 2. Yongxin Electronic Company Ltd., Nanjing 211178, China)

[ Abstract ] Competence set expansion is a process that decision-maker expands the obtained competence set to the competence set which is need to solve questions in decision process. This paper analyses the concept of competence set and its expansion and provides competence set expansion's research methods under uncertainty, multiple criteria and dynamic state.

[ Key words ] expansion of competence set; habitual domain; managerial decision making