

# 人群工作行为定性模拟方法

胡 斌, 董升平

(华中科技大学管理学院, 武汉 430074)

**摘要:** 依据 QSIM 算法的思路, 提出了一种对人群工作行为特征的变化过程进行预测和描述的定性模拟方法. 设计了人群工作行为特征及其相互作用关系的定性表示法, 提出了决策变量和状态变量的概念; 给出状态转换规则, 在此基础上列举了所有可能的 I 转换和 P 转换, 并做了相应的图形解释; 设计了算法步骤; 最后对某人群工作行为变化过程进行了定性模拟, 表明所提出的人群工作行为定性模拟方法能够较好地解释或预测人群工作行为的变化过程.

**关键词:** 人群工作行为; 定性模拟; QSIM 算法; 决策变量; 状态变量

**中图分类号:** TP391.9      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007 - 9807(2005)02 - 0077 - 09

## 0 引言

定性建模和推理理论提出以来<sup>[1]</sup>, 定性模拟技术已经发展为模糊模拟方法、基于归纳学习的方法和朴素物理学方法三个流派. 其中, Benjamin J. Kuipers 提出的定性模拟算法(QSIM 算法), 为定性建模和定性模拟奠定了很好的研究与应用基础<sup>[2~4]</sup>. 基于 QSIM 算法, 又有很多改进的定性模拟方法问世, 如 Q2 模拟器、Q3 模拟器、模糊定性模拟、并行 QSIM 模拟、定量与定性混合模拟等. 这些定性模拟方法是面向航天器系统和物理系统的<sup>[2~6]</sup>.

根据收集的资料来看, 国内的定性模拟研究, 局限于两个方面<sup>[7~10]</sup>: 基于 QSIM 算法的; 主要是对物理系统的模拟(除了个别的例子, 将 QSIM 算法用于经济现象中简单的产品供求与价格间的关系描述<sup>[11]</sup>).

综上所述, 尽管国际以及国内定性模拟技术已发展近 20 年, 但是, 它在企业管理领域的应用, 尤其是在人力资源管理这种完全与人打交道的应用上, 基本上还是空白. 其原因有二: 人力资源管理的内外环境变化的动态性, 所依据信息的来源

以及信息本身的不确定性和不完备性; “人”本身就是一个最大的不确定性因素, 人的个体的动机和行为甚至在一个工作日内都是动态变化的.

由于人群是人力资源管理的主要对象, 为了将定性模拟技术用于辅助企业人力资源管理与决策, 首先要解决和实现对人群工作行为进行模拟的问题, 这是实现人力资源管理模拟的基础. 本文依据 QSIM 算法的思路, 设计了一种对人群工作行为特征的变化过程进行预测和描述的定性模拟方法, 主要包括人群工作行为的知识表示方法和推理算法, 其依据是: 虽然个人的行为特征在短时间内会发生突变, 但是群体的行为特征在短时间内不会发生突变, 而是平缓变化的.

## 1 人群工作行为的知识表示

人群是处在一定环境中的, 环境的变化会使人群行为发生变化; 在企业中, 人群又是各种管理措施、管理方案的受体, 一旦企业管理者对人群采取了新的管理举措, 人群行为也会发生变化. 人群行为是一个很大的概念, 本文研究人群工作行为, 人群工作行为即人群采取的与工作相关的行动、

收稿日期: 2003 - 03 - 03; 修订日期: 2004 - 04 - 16.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70271029).

作者简介: 胡 斌(1966—), 男, 湖北武汉人, 博士, 副教授.

对策,而这些行动和对策是通过许多特征表现出来的.本文研究的人群工作行为定性模拟,实际上是研究人群工作行为特征变化过程的定性模拟.

在企业中,描述人群工作行为的特征,可以从工作方式、工作氛围以及表现出来的精神面貌等方面进行.如,工作方式是充满了协作精神,还是崇尚个人英雄主义;工作氛围是友爱式的,还是家长式的;精神面貌是充满活力的,还是无精打彩的.

为了研究人群工作行为特征是如何变化的,必须对特定的人群进行分组研究.人群往往可以被分为三组.第一组为独立性很强的成员,工作时喜欢单干,不爱与人合作,不合群,崇尚个人主义.第二组和第三组为合群的成员,工作时喜欢集体行动,善于与他人合作,有强烈的集体主义观念.其中,第二组为该群体的领袖式的人物,对事情有自己的见解,并在群体中具有号召力,可以引导和影响群体行为的变化方向;第三组为群众式的成员,对事情往往没有很强烈的看法,服从大多数人的行动,绝大多数人怎么做,自己就怎么做,随大流.

对于企业中某个特定的人群,假设其外部环境为竞争者职工的相对收入,其内部管理举措为对人群进行企业忠诚度培训,显然,在这两个因素的作用下,该人群工作行为特征将会发生变化,本文研究这些工作行为特征变化过程的定性模拟方法.

设  $x_1$  和  $x_2$  分别表示竞争者职工平均相对收入的程度和本企业培训的程度,  $x_1$  或  $x_2 = \{-, 0, +\}$ , “-”表示“低”, “0”表示“一般”, “+”表示“高”.例如,  $x_1 = -$  表示与本企业比较,竞争者职工平均相对收入偏低,  $x_2 = +$  表示本企业加大了培训力度.

设  $S_1, S_2, S_3$  和  $S$  分别表示第一组、第二组、第三组和人群整体“工作关系”的程度,它们的取值及含义为:

$$S_1 = \begin{cases} -1 & \text{工作的独立性很低} \\ 0 & \text{工作的独立性一般} \\ 1 & \text{工作的独立性很高} \end{cases}$$

$$S_2 = \begin{cases} -1 & \text{号召力很低} \\ 0 & \text{号召力一般} \\ 1 & \text{号召力很高} \end{cases}$$

$$S_3 = \begin{cases} -1 & \text{服从性很低} \\ 0 & \text{服从性一般} \\ 1 & \text{服从性很高} \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} -1 & \text{凝聚力很低} \\ 0 & \text{凝聚力一般} \\ 1 & \text{凝聚力很高} \end{cases}$$

它们的取值也可以介于两个数值之间,根据因果关系原理<sup>[12]</sup>,图1描述了它们之间的相互作用关系.其中,“-”和“+”分别表示反向的和正向的作用,“2”表示作用的程度加重.

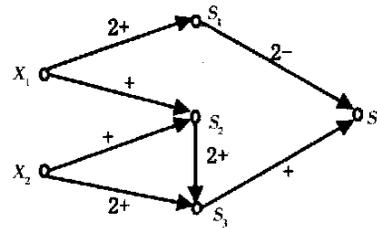


图1 人群工作行为变化中各因素相互作用关系图

Fig.1 Causality of group work behavior

定义  $x_1$  和  $x_2$  为决策变量,如上所述,变化方向为  $\{-, 0, +\}$ ,  $S_1, S_2, S_3$  和  $S$  为状态变量,变化方向为  $\{2-, -, 0, +, 2+\}$ ,所以,按照 QSIM 算法中变量的表示方法,本文变量可以表示为:  $QS(f, t_i)$  或  $QS(f, t_i, t_{i+1})$ ,  $t_0 < t_1 < \dots < t_i < t_{i+1} < \dots < t_n$  为显著时间点,表示变量在该时间点上发生了显著的变化或突变,在显著时间点之间,状态变量只发生平缓的变化,不会产生突变.状态变量 QS 是一个二元组  $qval, qdir$ , 它们的取值和含义是:

$$q^v l = \begin{cases} l_j & \text{如果 } f(t) = l_j \\ (l_j, l_{j+1}) & \text{如果 } f(t) = (l_j, l_{j+1}) \\ l_j = \{-1, 0, 1\} \end{cases}$$

$$qdir = \{2-, -, 0, +, 2+\}$$

例如,  $QS(S_2, t_i, t_{i+1}) = (-1, 0), +$  表示  $S_2$  在时间区间  $(t_i, t_{i+1})$  的取值为  $(-1, 0)$ , 变化趋势为“+”.

对于决策变量,  $QS = \{-, 0, +\}$ , 分别表示“高”、“一般”和“低”.

人群工作行为是随时间推移的状态变量的组合,由显著时间点上的定性状态和显著时间点之间的定性状态组成.

## 2 推理算法

### 2.1 状态转换规则

由于变量之间的作用,状态变量会发生转换.如图 1 所示,当施加作用的变量没有变化时,实际作用程度为“0”,当施加作用的变量向“-”或“+”的方向变化时,根据作用线上标明的作用关系与作用程度,实际作用程度为/“2-”、“-”、“0”、“+”、“2+”.

考虑到时间的推移是在显著时间点和显著时间区间的转换,因此,定性状态转换也分为 I 转换和 P 转换.

I 转换表示状态变量从显著时间区间转换到显著时间点上,发生 I 转换有两层含义:决策变量发生了变化,如人群的外部环境发生了变化,或管理者采取了新的管理措施;状态变量发生了显著

的变化,状态变量在显著时间点区间中缓慢变化,累积到一定的时间,产生了显著的变化.

P 转换表示状态变量从显著时间点转换到显著时间点区间,转换是平缓的,并且在随后的显著时间区间中,状态变量也是缓慢变化的.

根据状态转换规则,可以罗列所有可能的状态转换,如表 1、2 所示.

### 2.2 状态转换表

I 转换表示状态变量从平缓变化阶段转变为显著变化点.举例说明表 1 中各 I 转换的含义,例如,对于状态变量  $S_2$ ,即企业某群体领袖的行为特征值,其  $I_1$  转换的含义为:当领袖的号召力为“很高”的状态( $S_2$  定性值为 1),发展趋势为“持平”( $S_2$  的变化方向为 0) 时,在这种情况下,加大对群体成员的忠诚度培训力度,加大的力度为“大”(受到作用力为“+”),那么领袖的号召力仍然为“很高”,发展趋势仍然为“持平”.

表 1 定性状态 I 转换表

Table 1 I transition of qualitative state

$QS(f, t_i)$	$QS(f, t_{i+1})$
$I_1: 1,0 \xrightarrow{\quad} 1,0$ 其中, $\quad = /+, 2+$	$I_{19}: 0,0 \xrightarrow{\quad} 0,$ 其中, $\quad = /2-, -, 0, +, 2+$
$I_2: 1,0 \xrightarrow{\quad} 1,$ 其中, $\quad = /2-, -, 0/$	$I_{20}: (-1,0), 2+ \xrightarrow{\quad} (-1,0), 2+, 0, 2+$ 其中, $\quad = /0, +, 2+$
$I_3: (0,1), 2+ \xrightarrow{\quad} (0,1), 2+, 1,0$ 其中, $\quad = /0, +, 2+$	$I_{21}: (-1,0), 2+ \xrightarrow{\quad} (-1,0), +, 0, +$
$I_4: (0,1), 2+ \xrightarrow{\quad} (0,1), +$	$I_{22}: (-1,0), 2+ \xrightarrow{2-} (-1,0), 0, (-1,0), +$
$I_5: (0,1), 2+ \xrightarrow{2-} (0,1), +, (0,1), 0$	$I_{23}: (-1,0), + \xrightarrow{2+} (-1,0), 2+, 0, 2+$
$I_6: (0,1), + \xrightarrow{2+} (0,1), 2+, 1,0$	$I_{24}: (-1,0), + \xrightarrow{+} (-1,0), +, (-1,0), 2+, 0, +, 0, 2+$
$I_7: (0,1), + \xrightarrow{+} (0,1), +, (0,1), 2+, 1,0$	$I_{25}: (-1,0), + \xrightarrow{0} (-1,0), +, 0, 0$
$I_8: (0,1), + \xrightarrow{0} (0,1), +, 1,0$	$I_{26}: (-1,0), + \xrightarrow{-} (-1,0), 0, (-1,0), +$
$I_9: (0,1), + \xrightarrow{-} (0,1), 0, (0,1), +$	$I_{27}: (-1,0), + \xrightarrow{2-} (-1,0), 0, (-1,0), -$
$I_{10}: (0,1), + \xrightarrow{2-} (0,1), 0, (0,1), -, 0, 0$	$I_{28}: (-1,0), - \xrightarrow{2+} (-1,0), 0, (-1,0), +$
$I_{11}: (0,1), - \xrightarrow{2+} (0,1), 0, (0,1), +$	$I_{29}: (-1,0), - \xrightarrow{+} (-1,0), 0, (-1,0), -$
$I_{12}: (0,1), - \xrightarrow{+} (0,1), 0, (0,1), -$	$I_{30}: (-1,0), - \xrightarrow{0} (-1,0), -, -1,0$
$I_{13}: (0,1), - \xrightarrow{0} (0,1), -, 0, 0$	$I_{31}: (-1,0), - \xrightarrow{-} (-1,0), -, (-1,0), 2-, -1,0$
$I_{14}: (0,1), - \xrightarrow{-} (0,1), -, (0,1), 2-, 0, 2-, 0, -$	$I_{32}: (-1,0), - \xrightarrow{2-} (-1,0), 2-, -1,0$
$I_{15}: (0,1), - \xrightarrow{2-} (0,1), 2-, 0, 2-$	$I_{33}: (-1,0), 2- \xrightarrow{2+} (-1,0), 0, (-1,0), -$
$I_{16}: (0,1), 2- \xrightarrow{2+} (0,1), 0, (0,1), -$	$I_{34}: (-1,0), 2- \xrightarrow{+} (-1,0), -$
$I_{17}: (0,1), 2- \xrightarrow{+} (0,1), -$	$I_{35}: (-1,0), 2- \xrightarrow{\quad} (-1,0), 2-, -1,0$ 其中, $\quad = /2-, -, 0/$
$I_{18}: (0,1), 2- \xrightarrow{\quad} (0,1), 2-, 0, 2-$ 其中, $\quad = /2-, -, 0/$	$I_{36}: -1,0 \xrightarrow{\quad} -1,$ 其中, $\quad = /0, +, 2+$

按照上述含义,也可对状态变量  $S_1$  和  $S_3$  的行为特征值,在受到作用力的影响后的变化过程进行解释.如,  $S_1$  的  $I_1$  转换的含义可解释为:当第一组成员工作的独立性很高(例如总想跳槽),发展趋势为“持平”时,一旦竞争者群体的成员相对收入比本群体成员的增大了,增大的程度为“大”,那么根据图 1,对第一组成员所产生的作用力就为“很大”( $= 2+$ ),所造成的结果是第一组成员的工作的独立性仍然为“很高”,发展趋势仍然为“持平”.

又如,  $S_2$  对  $S_3$  的作用,当群体的领袖的号召力为“低”(即  $S_2$  的定性值为  $(-1, 0)$ ), 或为“很

低”(  $S_2$  的定性值为  $-1$ ), 或其发展趋势为“下降”(变化趋势为  $-$ ) 时,根据图 1,群体领袖的号召力对第三组成员所产生的作用力为“很大”,作用方向为“ $-$ ”(  $= 2-$ ), 在这种情况下,如果第三组成员的服从性为“高”(即定性值为  $(0, 1)$ ), 发展趋势为“强劲上升”(变化方向为  $2+$ ) 时,由于受群体领袖的作用( $= 2-$ ),所造成的结果是第三组成员服从性的后续变化趋势会有两种:“上升”和“持平”,即  $+$  和  $0$ .

同理,不难理解表 1 中其它各  $I$  转换的人力资源管理的含义.

表 2 定性状态 P 转换表

Table 2 P transition of qualitative state

$QS(f, t_i)$	$QS(f, t_i, t_{i+1})$
$P_1: 1.0 \frac{0, +, 2+}{-} 1.0$	$P_{33}: 0, - \frac{+}{-} 0, 0$
$P_2: 1.0 \frac{-}{-} (0, 1), -$	$P_{34}: 0, - \frac{0}{-} (-1, 0), - , 0, -$
$P_3: 1.0 \frac{2-}{-} (0, 1), 2-, (0, 1), -$	$P_{35}: 0, - \frac{-}{-} (-1, 0), - , (-1, 0), 2-$
$P_4: 1, - \frac{+, 2+}{-} 1, 0$	$P_{36}: 0, - \frac{2-}{-} (-1, 0), 2-$
$P_5: 1, - \frac{0}{-} (0, 1), -$	$P_{37}: 0, 2- \frac{2+}{-} (-1, 0), - , 0, 0$
$P_6: 1, - \frac{-}{-} (0, 1), - , (0, 1), 2-$	$P_{38}: 0, 2- \frac{+}{-} (-1, 0), -$
$P_7: 1, - \frac{2-}{-} (0, 1), 2-$	$P_{39}: 0, 2- , + \frac{2-, -, 0}{-} (-1, 0), 2-$
$P_8: 1, 2- \frac{+}{-} 1, -$	$P_{40}: (-1, 0), 2+ \frac{0, +, 2+}{-} (-1, 0), 2+$
$P_9: 1, 2- \frac{+}{-} 1, - , (0, 1), -$	$P_{41}: (-1, 0), 2+ \frac{-}{-} (-1, 0), +$
$P_{10}: 1, 2- \frac{2-, -, 0}{-} (0, 1), 2-$	$P_{42}: (-1, 0), 2+ \frac{2-}{-} (-1, 0), + , (-1, 0), 0$
$P_{11}: (0, 1), 2+ \frac{0, +, 2+}{-} (0, 1), 2+$	$P_{43}: (-1, 0), + \frac{2+}{-} (-1, 0), 2+$
$P_{12}: (0, 1), 2+ \frac{-}{-} (0, 1), +$	$P_{44}: (-1, 0), + \frac{+}{-} (-1, 0), + , (-1, 0), 2+$
$P_{13}: (0, 1), 2+ \frac{2-}{-} (0, 1), + , (0, 1), 0$	$P_{45}: (-1, 0), + \frac{0}{-} (-1, 0), +$
$P_{14}: (0, 1), + \frac{2+}{-} (0, 1), 2+$	$P_{46}: (-1, 0), + \frac{-, 2-}{-} (-1, 0), 0$
$P_{15}: (0, 1), + \frac{+}{-} (0, 1), + , (0, 1), 2+$	$P_{47}: (-1, 0), - \frac{2+}{-} (-1, 0), 0$
$P_{16}: (0, 1), + \frac{0}{-} (0, 1), +$	$P_{48}: (-1, 0), - \frac{+}{-} (0, 1), - , (-1, 0), 0$
$P_{17}: (0, 1), + \frac{-}{-} (0, 1), + , (0, 1), 0$	$P_{49}: (-1, 0), - \frac{0}{-} (-1, 0), -$
$P_{18}: (0, 1), + \frac{2-}{-} (0, 1), 0$	$P_{50}: (-1, 0), - \frac{-}{-} (-1, 0), - , (-1, 0), 2-$
$P_{19}: 0, 2+ \frac{0, +, 2+}{-} (0, 1), 2+$	$P_{51}: (-1, 0), - \frac{2-}{-} (-1, 0), 2-$
$P_{20}: 0, 2+ \frac{-}{-} (0, 1), +$	$P_{52}: (-1, 0), 2- \frac{2+}{-} (-1, 0), - , (-1, 0), 0$
$P_{21}: 0, 2+ \frac{2-}{-} (0, 1), + , 0, 0$	$P_{53}: (-1, 0), 2- \frac{+}{-} (0, 1), -$
$P_{22}: 0, + \frac{2+}{-} (0, 1), 2+$	$P_{54}: (-1, 0), 2- \frac{2-, -, 0}{-} (-1, 0), 2-$
$P_{23}: 0, + \frac{+}{-} (0, 1), + , (0, 1), 2+$	$P_{55}: -1, 2+ \frac{0, +, 2+}{-} (-1, 0), 2+$
$P_{24}: 0, + \frac{0}{-} (0, 1), +$	$P_{56}: -1, 2+ \frac{-}{-} -1, +$
$P_{25}: 0, + \frac{-}{-} 0, 0$	$P_{57}: -1, 2+ \frac{2-}{-} -1, 0$
$P_{26}: 0, + \frac{2-}{-} 0, 0 , (-1, 0), -$	$P_{58}: -1, + \frac{2+}{-} (-1, 0), 2+$
$P_{27}: 0, 0 \frac{2+}{-} (0, 1), +$	$P_{59}: -1, + \frac{+}{-} (-1, 0), + , (-1, 0), 2+$
$P_{28}: 0, 0 \frac{+}{-} (0, 1), + , 0, 0$	$P_{60}: -1, + \frac{0}{-} (-1, 0), +$
$P_{29}: 0, 0 \frac{0}{-} 0, 0$	$P_{61}: -1, + \frac{-, 2-}{-} -1, 0$
$P_{30}: 0, 0 \frac{-}{-} (-1, 0), - , 0, 0$	$P_{62}: -1, 0 \frac{2+}{-} (-1, 0), + , (-1, 0), 2+$
$P_{31}: 0, 0 \frac{2-}{-} (-1, 0), 2-$	$P_{63}: -1, 0 \frac{+}{-} (-1, 0), +$
$P_{32}: 0, - \frac{2+}{-} 0, 0 , (0, 1), +$	$P_{64}: -1, 0 \frac{2-, -, 0}{-} -1, 0$

P 转换表示状态变量从显著变化点转变为平缓变化阶段. 此处以  $P_9$  转换说明  $x_2$  对  $S_2$  作用过程的人力资源管理的含义.

当群体领袖的号召力为“很高”, 但发展趋势却为“急速下降”时, 如果此时对群体成员进行忠诚度培训, 培训力度为“高”, 那么根据图 1, 培训对领袖的号召力的作用力就为“高”(即  $= +$ ), 所造成的后果有两种可能: 一是群体领袖的号召

力可以保持为“很高”, 发展趋势为“下降”; 二是群体领袖的号召力变为“高”, 发展趋势为“下降”.

用图形容容易理解表 1、2 中的转换,  $I_{23}$ 、 $I_{24}$ 、 $I_{20}$ 、 $I_{15}$  和  $I_{14}$  的图形解释分别见图 2(a)、(b)、(c)、(d) 和 (e). 例如, 变量之间的作用程度为“ $2+$ ”时, 用垂直向上的力表示, 表明力量很强, 作用程度为“ $+$ ”时, 用倾斜向上的力表示, 表明力量较轻.

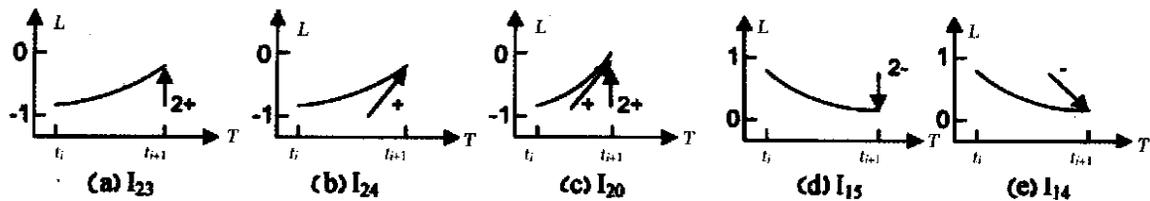


图 2 部分状态变量 I 转换的图形解释

Fig. 2 Explanation of some I transitions

图 2(a) 表示, 当某成员组的行为特征在平缓变化阶段, 其定性值为“低”, 发展趋势是“上升”时, 如果受到一个强劲的向上的作用力, 如大力加强培训力度, 或竞争者群体相对收入增长很大, 那么该成员组的行为特征在显著变化点上的变化趋势就有两种可能: 一是定性值仍为“低”, 但发展趋势变为“强劲上升”; 二是定性值有可能从“低”提升到“一般”, 发展趋势变为“强劲上升”.

图 2(b) 表示, 当某成员组的行为特征在平缓变化阶段, 其定性值为“低”, 发展趋势是“上升”时, 如果受到一个一般的向上的作用力, 如加强培训力度, 或竞争者群体相对收入增长了, 该成员组的行为特征在显著变化点上的变化趋势有四种可能: 一是定性值和发展趋势仍不变; 二是定性值不变, 但发展趋势变为“强劲上升”; 三是定性值有可能从“低”提升到“一般”, 但发展趋势不变, 仍为“上升”; 四是定性值有可能从“低”提升到“一般”, 且发展趋势也变为“强劲上升”.

图 2(c) 表示, 当某成员组的行为特征在平缓变化阶段, 其定性值为“低”, 发展趋势是“强劲上升”时, 此时无论受到强劲向上的作用力, 还是受到一般的向上作用力, 该成员组的行为特征在显著变化点上的变化趋势只有两种可能: 一是定性值和发展趋势不变; 二是定性值有可能从“低”提升到“一般”, 发展趋势仍然不变.

同理可以解释图 2(d) 和图 2(e) 的含义. 该解

释方法源于 QSIM 的 I、P 转换的图形解释.

### 2.3 算法步骤

步骤 1 从活动状态表中取出一个状态作为当前状态.

步骤 2 根据状态转换表, 确定每一个状态由前状态可能转换到的状态集合.

步骤 3 对状态变量  $S$  的方向不一致的行为进行过滤或合并处理.

步骤 4 对状态变量  $S$  的跳跃式行为进行过滤, 即  $S$  的状态转换必须是平缓连续的.

步骤 5 将经过上述处理剩余的行为加以组合, 形成状态变量的全局解释. 如果全局解释失败, 则当前状态即为系统的结束状态; 否则, 把全局解释产生的状态作为系统的后继状态, 并加入活动表.

步骤 6 返回步骤 1.

## 3 人群工作行为定性模拟实例

以图 1 为对象, 在初始时刻  $t_0$ , 给定决策变量的状态  $QS(x_1, t_0) = +$ ,  $QS(x_2, t_0) = 0$ , 即竞争者职工相对收入的程度增大, 本企业培训程度为一般, 并设定在下一个显著时间点  $t_1$ , 决策变量  $x_1$  和  $x_2$  没有变化, 用  $QS(x_1, t_1) = 0$  和  $QS(x_2, t_1) = 0$  表示. 在上述条件下, 从时刻  $t_0$  到  $t_1$ , 对

人群工作行为进行定性模拟.

3.1 初始状态(t = t<sub>0</sub>)

QS(x<sub>1</sub>, t<sub>0</sub>) = +, QS(x<sub>2</sub>, t<sub>0</sub>) = 0, QS(S<sub>1</sub>, t<sub>0</sub>) = 0, 0, QS(S<sub>2</sub>, t<sub>0</sub>) = 0, 0, QS(S<sub>3</sub>, t<sub>0</sub>) = 0, 0, QS(S, t<sub>0</sub>) = 0, 0.

3.2 t = (t<sub>0</sub>, t<sub>1</sub>)

使用 P 转换

S<sub>1</sub>:P<sub>27</sub> 0, 0 (0, 1), + 受 x<sub>1</sub> 的作用, 作用力为 2+, 即竞争者群体相对收入增大, 对第一组成员有极大的正向作用力, 使得其工作的独立性在平缓阶段从“一般”变为“高”, 发展趋势也从“持平”状态变为“上升”状态.

S<sub>2</sub>:P<sub>28</sub> 0, 0 (0, 1), + 受 x<sub>1</sub> 的作用, 作用力为 +, 即竞争者群体相对收入 0, 0 增大, 对第一组成员有正向作用力, 使得其工作的独立性的变化在平缓阶段有两种可能: 一是定性值从“一般”升为“高”, 发展趋势从“持平”变为“上升”; 二是不变.

P<sub>29</sub> 0, 0 0, 0 受 x<sub>2</sub> 的作用, 作用力为 0, 所以 S<sub>2</sub> 的后续状态不变.

S<sub>3</sub>:P<sub>29</sub> 0, 0 0, 0 受 x<sub>2</sub> 的作用, 作用力为 0.

P<sub>27</sub> 0, 0 (0, 1), + 受 S<sub>2</sub> 的作用, 作用力为 2+, 即群体领袖对第三组成员有极大的正向作用力, 使得第三组成员对群体整体的服从性从“一般”上升为“高”, 发展趋势从“持平”变为“上升”.

S:P<sub>31</sub> 0, 0 (-1, 0), 2- 受 S<sub>1</sub> 的作用, 作用力为 2-, 即第一组成员对群体整体有极大的负向作用力, 使得群体整体的凝聚力从“一般”下降为“低”, 发展趋势从“持平”变为“快速下降”.

P<sub>28</sub> 0, 0 (0, 1), +, 0, 0 受 S<sub>3</sub> 的作用, 作用力为 +, 即第三组成员对群体整体有正向作用力, 使得群体整体的变化在平缓阶段有两种可能: 一是凝聚力从“一般”上升为“高”, 发展趋势从“持平”变为“上升”; 二是不变.

对 S 中方向不一致的行为进行合并处理, 所以, 状态变量的行为是

S<sub>1</sub>: (0, 1), + S<sub>2</sub>: (0, 1), +, 0, 0

S<sub>3</sub>: (0, 1), +, 0, 0 S: (-1, 0), -, 0, 0

3.3 t = t<sub>1</sub>

使用 I 转换. I 转换是从平缓阶段转换到显著变化点, 除此以外, 以下 I 转换与上述每一步 P 转换的解释方法类似, 不再赘述.

QS(x<sub>1</sub>, t<sub>1</sub>) = 0

QS(x<sub>2</sub>, t<sub>1</sub>) = 0

S<sub>1</sub>:I<sub>24</sub> (0, 1), + (0, 1), +, 1, 0 受 x<sub>1</sub> 的作用

S<sub>2</sub>:I<sub>24</sub> (0, 1), + (0, 1), +, 1, 0 受 x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub> 的作用

I<sub>1</sub> 0, 0 0, 0 受 x<sub>2</sub> 的作用

S<sub>3</sub>:I<sub>24</sub> (0, 1), + (0, 1), +, 1, 0 受 x<sub>2</sub> 的作用

I<sub>22</sub> (0, 1), + (0, 1), 2+, 1, 0 受 S<sub>2</sub> 的作用

S:I<sub>1</sub> 0, 0 0, 0 受 S<sub>1</sub> 的作用

I<sub>1</sub> 0, 0 0, 2- 受 S<sub>1</sub> 的作用

I<sub>1</sub> 0, 0 0, 0 受 S<sub>3</sub> 的作用

I<sub>1</sub> 0, 0 0, + 受 S<sub>3</sub> 的作用

I<sub>1</sub> 0, 0 0, 2+

I<sub>16</sub> (-1, 0), - (-1, 0), -, 0, 0

(-1, 0), -, -1, 0 受 S<sub>1</sub> 的作用

I<sub>15</sub> (-1, 0), - (-1, 0), 2-, -1, 0 受 S<sub>1</sub> 的作用

I<sub>18</sub> (-1, 0), - (-1, 0), 0, (-1, 0), - 受 S<sub>3</sub> 的作用

I<sub>17</sub> (-1, 0), - (-1, 0), +, (-1, 0), 0 受 S<sub>3</sub> 的作用

对 S 中方向不一致的行为进行合并处理, 并过滤跳跃行为, 所以, 状态变量的行为是

S<sub>1</sub>: (0, 1), +, 1, 0

S<sub>2</sub>: (0, 1), +, 1, 0, 0, 0

S<sub>3</sub>: (0, 1), +, (0, 1), 2+, 1, 0

S: (-1, 0), -, (-1, 0), 0, -1, 0, 0, 0

在模拟的过程中, 即在模拟时钟的推移进程中, 一旦竞争者职工和本企业职工平均收入发生变化, x<sub>1</sub> 的状态就会变化, 或者本企业管理者在培训工作上采取了一项新措施, x<sub>2</sub> 的状态也会变化, 凡是 x<sub>1</sub> 和 x<sub>2</sub> 发生变化的时刻就为显著时间点. 本例中, 如果在 t<sub>1</sub> 时刻, x<sub>1</sub> 或 x<sub>2</sub> 有变化, 经过



推理,会得出另外一种结果模拟,如表 3 所示.

表 3  $x_1$  和  $x_2$  在  $t_1$  发生变化时的模拟结果

Table 3 Simulation results when  $x_1$  and  $x_2$  change at  $t_1$

模拟方案	$x_1$ 和 $x_2$ 在 $t_1$ 的变化	$QS(S_1, t_1)$ 、 $QS(S_2, t_1)$ 、 $QS(S_3, t_1)$ 和 $QS(S, t_1)$
情况 1	$QS(x_1, t_1) = 0$ $QS(x_2, t_1) = +$	$S_1: (0, 1), +, 1, 0$ $S_2: (0, 1), 2+, (0, 1), +, 1, 0$ $S_3: (0, 1), 2+, (0, 1), +, 1, 0$ $S: (-1, 0), -, (-1, 0), 0, 0, 0$
情况 2	$QS(x_1, t_1) = -$ $QS(x_2, t_1) = +$	$S_1: (0, 1), 0, 0, 0$ $S_2: (0, 1), 2+, (0, 1), +, 1, 0$ $S_3: (0, 1), 2+, 1, 0, 0, +$ $S: (-1, 0), 0, (-1, 0), +, 0, 0$
情况 3	$QS(x_1, t_1) = -$ $QS(x_2, t_1) = -$	$S_1: (0, 1), 0, 0, 0$ $S_2: (0, 1), +, 1, 0$ $S_3: (0, 1), 2+, (0, 1), +, 1, 0$ $S: (-1, 0), -, (-1, 0), 0, -, 1, 0$

与上述  $x_1$  和  $x_2$  在  $t_1$  无变化的模拟结果  $QS(S, t_1)$  相比较可以看出,在  $t_1$  显著时间点,  $x_1$  和  $x_2$  如果有变化,群体整体凝聚力  $S$  也会起相应的变化,其中,  $x_2$  对  $S$  的影响要大一些. 例如,第一种情况,竞争者相对收入没有变化,本群体加大培训力度,那么群体凝聚力  $S$  会减少一个不利的后续状态  $-1, 0$  (即凝聚力下降为“很低”).

第二种情况,竞争者相对收入减少了,本群体加大培训力度,那么凝聚力  $S$  的情形会更好一些,其中,第一个可能的后续状态的定性值是“低”,但发展趋势是“持平”,而不是第一种情况的“下降”;第二个可能的后续状态的定性值是“低”,但发展趋势是“上升”,而不是第一种情况的“持平”. 这说明,本文的定性模拟方法所得模拟结果是符合实际情况的:在同样加大培训力度情形下,竞争者相对收入也减少了,导致群体的凝聚力比竞争者相对收入没有变化的第一种情况要好一些.

第三种情况,竞争者相对收入减少了,本群体减少了培训力度,那么凝聚力基本上又回复到第一种情况,且比第一种情况还糟糕,即有一个凝聚力降低为“很低”的可能. 从这一点可以看出,培训对群体凝聚力的影响比竞争者相对收入的影响要大一些.

## 4 结 论

从第 3 节定性模拟实例可以看出,一旦竞争

者的相对收入增大,而管理者对本群体没有采取任何措施,经过一定的时间后,群体整体的凝聚力就有下降的情况和趋势. 而经过某段时间 ( $t_1$ ) 后,管理者采取加大忠诚培训力度的措施,可使群体凝聚力的情况明显有好转,即不会到“很低”了,这对应表 2 中的情况 1.

如果经过某段时间 ( $t_1$ ) 后,管理者也增大了本群体的收入,并使得竞争者的相对收入减少,而且管理者同时还加大了忠诚培训力度,那么群体整体的凝聚力的情况和趋势就更好一些(定性值没变,但有了“持平”和“上升”的趋势),这对应表 2 中的情况 2.

如果经过某段时间 ( $t_1$ ) 后,管理者采取了措施使得竞争者的相对收入减少,但同时又减小了忠诚培训力度,这样正反措施抵消,群体整体的凝聚力下降的情况和措施又与第 3 节的实例相同了.

通过以上实例的模拟与分析,可以看出本文提出的人群工作行为定性模拟方法可以预测和描述人群工作行为特征的变化过程,模拟所得结果比较符合实际情况,并能辅助企业管理者进行适时、合理的决策. 另外还能看出,企业要想保持员工高凝聚力,必须坚持不懈地对员工进行忠诚度培训.

因此,本文的方法在企业人力资源管理实际工作中是可以起到辅助分析与决策作用的. 企业人力资源管理的对象主要是各类人群,而非单个的人,人力资源管理的各项政策、措施或方案,都

可以看作影响人群工作行为特征发生变化的内外因素。显然,用定性模拟预测和描述人群工作行为特征在内外因素作用下的变化过程,是实现人力资源管理定性模拟应用的基础。如上所述是将此用于对人群的激励:有不同的激励方案,通过定性模拟分析,找到最合适的激励方案。还可以用于企业关键岗位管理人员的甄选,如研发部、营销部的主任,有多个应聘者竞聘,新主任到任后,会引起该部门人群工作行为特征的变化,因此,把应聘者看作一个影响因素,模拟每个应聘者引起该人群工作行为的变化过程,能造成人群整体凝聚力最高的那个应聘者就是最佳人选。

依此类推,人群工作行为模拟方法可用于人力资源管理中任何与人群打交道的管理与决策过程,但是也有其应用的局限性:1) 本文第1节人群工作行为特征的表示法带有局限性,这是面向一般人群的,而实际人群都有特定的行为特征,如研发部人群普遍学历高,营销部人群则表现出社会适应能力强,所以不同的人群应该有不同行为特征表示,当然这可以通过设置不同的状态变量

来解决;2) 本文是根据人群整体凝聚力高低来评价人群工作行为好坏的,这显然也有局限性,根据组织行为学原理,人群凝聚力高,不一定能带来高性能,但是,人群整体行为与绩效之间的关系实在不容易描述。这两方面都是由于本文方法本身存在着局限性和不足之处。

首先,在状态变量的表示法中,定性值只用“很高”、“一般”和“很低”不足以描述人群更复杂、更微妙的行为特征的量值,如第三组人群可能带有两面性,同时存在服从与不服气的心理。其次,显著时间点之间的时间长短还无法表示,在现实生活中,人群工作行为特征从某个显著时间点到下一个显著时间点,肯定是有快慢的,本文方法还无法表示这个“快”或“慢”。

因此,本文有待进一步研究的问题就是针对上述局限和不足之处:1) 人群工作行为特征更灵活、丰富的表示法,这又涉及到与之相适应的推理算法;2) 人群整体行为好坏的评价法,如采用多目标的评价;3) 模拟时间快慢的表示法,这影响到决策者何时采取决策。

## 参考文献:

- [1] De Kleer J, Brown S. A qualitative physics based on confluences[J]. *Artificial Intelligence*, 1983, 24: 7—83.
- [2] Kuipers Benjamin J. Reasoning with qualitative models[J]. *Artificial Intelligence*, 1993, 59: 125—132.
- [3] Kuipers Benjamin J. Qualitative simulation: Then and now[J]. *Artificial Intelligence*, 1993, 59: 133—140.
- [4] Clancy Daniel J, Kuipers Benjamin J. Qualitative simulation as a temporally-extended constraint satisfaction problem[A]. In: *Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence(AAAI-98)* [C]. Cambridge, Ma: AAAI/MIT Press, 1998.
- [5] Marco Platzner, Bernhard Rinner. Toward embedded qualitative simulation: A specialized computer architecture for QSIM[J]. *IEEE Intelligent System*, 2000, (March/ April): 62—68.
- [6] Cochran Jeffery K, Paul Brian K. Qual: A microcomputer system for qualitative simulation[J]. *Simulation*, 1990, 58(11): 300—308.
- [7] 白方周, 张雷. 定性仿真导论[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1998.  
Bai Fangzhou, Zhang Lei. *Introduction of Qualitative Simulation* [M]. Hefei: Publishing House of Science and Technology University of China, 1998. (in Chinese)
- [8] 白方周, 等. 国外定性仿真应用评述[J]. *系统仿真学报*, 1998, 10(4): 1—7, 19.  
Bai Fangzhou, et al. A survey on the application of qualitative simulation in foreign countries[J]. *Journal of System Simulation*, 1998, 10(4): 1—7, 19. (in Chinese)
- [9] 涂永忠, 白方周, 方瑾, 等. 一种高效的并行定性仿真方法 TPQSIM[J]. *计算机学报*, 2000, 23(5): 459—469.  
Tu Yongzhou, Bai Fangzhou, Fang Jin, et al. A high performance method for parallel qualitative simulation[J]. *Journal of Computer*, 2001, 23(5): 459—469. (in Chinese)
- [10] 王东锋, 陈英武. 模糊定性仿真系统的设计与实现[J]. *系统仿真学报*, 2001, 13(3): 297—299.  
Wang Dongfeng, Chen Yingwu. Design and implementation of fuzzy qualitative simulation system[J]. *Journal of System Simulation*, 2001, 13(3): 297—299. (in Chinese)

[11]朱六璋, 陈宗海. 一类离散系统的定性仿真[J]. 系统仿真学报, 2001, 13(3): 300—303.

Zhu Liuzhang, Chen Zonghai. Qualitative simulation of a kind of discrete system[J]. Journal of System Simulation, 2001, 13(3): 300—303. (in Chinese)

[12]Iwasaki Y, Simon H A. Causality in device behavior[J]. Artificial Intelligence, 1986, 29(1): 3—32.

## Qualitative simulation for group work behavior

HU Bin, DONG Sheng-ping

Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

**Abstract:** According to QSIM theory, a qualitative simulation method for forecasting and describing group work behavior transition process is set up. Firstly, the qualitative description method for group work behavior and effect relationship between each other is designed. The concepts of decision variable and state variable are given. Secondly, the rule of state variables' transition is defined, based on which all of the possible I transition and P transition are listed, and some transitions are explained by graph. After that, the steps of algorithm are designed. At last, a group work behavior transition process is simulated. It shows that this qualitative simulation method can explain and forecast the transition process of group work behavior.

**Key words:** group behavior; qualitative simulation; QSIM; decision variable; state variable

---

(上接第 19 页)

## Multi-period portfolio optimization when exit time is uncertain

GUO Wen-jing<sup>1</sup>, HU Qi-ying<sup>2</sup>

1. Department of Finance & Banking, Nanjing University of Finance & Economics, Nanjing 210003, China;

2. College of Business and Management, Shanghai University, Shanghai 201800, China

**Abstract:** The paper studies a multi-period portfolio optimization problem with uncertain exit time. With the assumption that the exit time is a random variable obeying some distribution this problem of uncertain exit time is translated into a determinate horizon one. Then the classical methods can be used to solve this model. By applying the dynamic programming principle we obtain the optimal investment strategy and the analytical expression of efficient frontier. Through an example we also prove that this paper is an extension to determinate horizon case and that the optimal investment strategy is affected by the distribution of exit time.

**Key words:** uncertain exit time; multi-period; dynamic programming; optimal investment strategy