

文章编号: 1001-148X(2004)21-0125-04

# 动态客户关系管理模型的构建及分析

李纯青, 徐寅峰

(西安交通大学 管理学院, 陕西 西安 710049)

**摘要:** 动态客户关系管理系学术界、企业界研究的焦点, 但迄今大多研究都是定性的, 很少依客户数据做出市场决策来真正实施关系战略。分析最优邮寄模型, 提出动态客户关系管理的概念及模型, 并给出求解动态客户关系管理模型的算法。将该模型用于某超市数据库中, 验证了模型是可行的、有效的。

**关键词:** 动态客户关系管理; 最优邮寄策略模型; 客户全生命周期价值; 马尔可夫完美均衡

**中图分类号:** F224.3 **文献标识码:** A

## The Making and Analysis of Dynamic CRM Model

LI Chun-qing<sup>1</sup>, XU Yin-feng<sup>2</sup>

(1.School of Economics and Management, Xi'an Institute of Technology, Xi'an 710032,China;

2.Management School, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

**Abstract:** Dynamic CRM has been the focus in the research by theoretical circles and entrepreneurs. However, most of the researches are still quantitative, which seldom base market decision making on customer data. Dynamic CRM concept and model serves as the approaches to working out dynamic customer relationship. When applied to the sampled supermarket database, it proves feasible and valid.

**Key words:** dynamic customer relationship management; optimal mailing policy model; customer lifetime value; Markov-perfect equilibrium

客户需求日益个性化和商品同质化的现实, 使企业管理已经从产品为中心转移到客户为中心的营销模式上来。客户关系管理 (Customer Relationship Mana-

gement, CRM) 已成为营销学术界和企业界研究的焦点, 但是大多数研究倡导的CRM都是定性的或静态的, 很少有明确地指出怎样根据客户数据做出市场决策来真正实施关系战略的。笔者通过对最优邮寄策略 (Optimal Mailing Policy, OMP) 模型的分析, 提出了动态客户关系管理的概念及模型, 并对所提模型利用一个消费者数据库进行了验证。

### 一、动态客户关系管理模型的提出

(一) 最优邮寄策略 (OMP) 模型的研究背景及评价

1. 研究背景及贡献。OMP模型是由Gonul等人提出的, 其研究对象是直接邮寄行业, 在客户最大化效用及直邮商最大化利润的动态环境下研究最优邮寄

收稿日期: 2003-11-20

作者简介: 李纯青 (1970-), 女, 西安交通大学管理学院博士研究生, 西安工业学院经济管理学院副院长、副教授, 研究方向: 动态客户关系管理。

基金项目: 国家自然科学基金 (10371094, 70121001); 陕西省自然科学基金 (02G11, 03G07); 陕西省教育厅专项基金 (02JK009, 03JK176) 资助。

资金优势, 从而尽快解除信托流通机制的“瓶颈”限制。

### 参考文献:

- [1] 王元京.论我国基础设施建设中的民间资本进入[J].经济体制改革, 2002, (4) .
- [2] 许婕.中国信托行业研究报告[R].江南证券研发部, 2003-03-17.
- [3] 豫人.对当前集合资金信托的若干思考[EB/OL].<http://www.cnipo.com/read/readnews.asp?id=23253>.
- [4] 叶十.信托在奥运融资中大有作为[N].市场报, 2002-08-17.
- [5] 中煤信托投资有限责任公司北京市车公庄危改

小区贷款项目集合资金信托计划书[R].

- [6] 信托给信托担保: 建行与上国投的“灰色游戏”[N].21世纪经济报道.
- [7] 吴凯.上海: 每天两亿元城市建设资金哪来[N].经济日报, 2002-06-17.
- [8] 窦彬.信托产品急需流通平台[N].证券时报, 2003-04-05.
- [9] 王方琪, 潘燕.信托产品欲破流动僵局[N].北京现代商报, 2003-04-17.
- [10] 上海: 多种投资模式供民企选择[EB/OL].<http://61.145.231.178/jjrd/11.htm>.

(责任编辑: 席晓虹)

策略的直接决定因素。利用可评估的结构动态规划 (estimable structural dynamic programming, ESDP) 模型, 并将客户与公司之间的交易看成一种随机博弈过程, 分别对客户效用及公司利润进行建模, 并求出了随机博弈的均衡解。其主要贡献在于: 建立、评估并验证了一个分析模型, 这个模型用来处理邮寄策略; 将客户的购买行为当作当前及未来的邮寄决策再加上从上次反应起的流失时间及购买次数的函数来建模。通过对该模型的求解, 得出了一个新的策略, 这个策略可以使客户的效用及公司的利润在一个无限的时间范围内同时达到最大化。

2. 研究假设及模型的不足之处。OMP模型的研究假设是: 客户与公司的决策不仅注重当期收益, 同时也注重当期行为对未来决策的影响; 客户与公司之间拥有的信息是完全的, 即直邮商知道每个客户除了效用函数中的随机部分外是如何对邮寄进行反应的, 客户也知道直邮商是如何做出邮寄决策的, 即客户知道邮寄的成本及直邮商的决策规则; 客户如果进行购买决策时, 其购买的总效用 (当期效用与当期行为对未来带来的效用之和) 要大于不购买的总效用; 客户效用函数中的随机部分 ( $\epsilon_{it}$ ) 服从标准正态分布, 具有零均值及单位方差。

该模型的不足之处在于: 没有给出评估过程中全局最优问题的具体算法; 所定义的客户状态空间变量的演变在客户购买次数较多时比较复杂; 对于客户关系管理来说仅有邮寄策略是不够的。

(二) 动态客户关系管理的概念及其解决方案技术

一般说来, 强调单个客户重要性的哲学观及战略观被称为客户关系管理 (CRM)。笔者认为, 动态客户关系管理 (Dynamic Customer Relationship Management, DCRM) 是一种获取客户、识别有价值的客户并通过客户的交易数据对其实施相应的营销组合策略来保持客户, 最终达到公司与客户利益都最大化的过程。这种过程更偏向于从营销管理及经营的思想来看待CRM。这里的“动态”有三个方面的含义: 一是从营销管理的角度来说, 真正的动态客户管理系统应把注意力集中在营销策略对客户资产净值 (CE) 总的影响上, 这样既可以抓住与促销有关的期望利润的增长 (CLV的一种增加)、进行促销的成本 (CLV的一种减少) 又可以抓住促销后的影响, 最后一点可以包括理解营销活动及客户体验 (经验、经历) 的累积影响; 二是从建模的角度来说, 是指客户与公司在决策时不但考虑当前的利益, 还考虑当前决策对未来的影响, 是一种多阶段决策问题; 三是在对客户关系管理建模时同时要考虑客户及公司双方的利益, 而不是只考虑客户或公司单方面的利益。

这样, 可以比照OMP模型中对直接邮寄行业类似问题的处理, 将动态客户关系管理问题转化成公司与客户之间的随机博弈问题, 在每一个时期公司给每个状态的客户选择营销组合策略 (定价、沟通、促销等), 而客户在一个给定的时期决定是否购买, 于是就建立了一个多阶段重复博弈的框架。客户的决策受

公司营销活动的影响, 并详细说明了状态之间的转移。从公司的角度来说, 客户的决策也就是系统的转移概率是一个随机变量, 在购买决策只是当前客户状态和公司策略函数的假设下, 客户状态序列形成了马尔可夫链。由于公司有通过选择控制变量来控制 (或部分控制) 马尔可夫链的演化, 所以客户管理可以看成马尔可夫决策过程。最优邮寄策略模型给出了DCRM的理论基础及建模雏形。

于是, 动态客户关系管理就转变成在随机博弈的框架下, 如何建立客户及公司的行为模型, 如何对所建立的模型进行求解的问题。

二、动态客户关系管理模型的构建及求解算法

(一) 客户行为模型

1. 客户的目标函数及决策变量。客户的目标函数与OMP模型一致, 都是时间的一个期望的贴现效用, 如式 (1):

$$E \left( \sum_{t=1}^{\infty} \delta_t^{t-1} u_{it} d_{it} \right) \tag{1}$$

这里  $\delta_t$  是客户的贴现因子,  $u_{it}$  是客户  $i$  在第  $t$  期从购买中获得的效用,  $d_{it}$  是一个表示客户反应的二元决策变量, 见式 (2) 所示:

$$d_{it} = \begin{cases} 1 & \text{如果单个客户 } i \text{ 在时刻 } t \text{ 购买} \\ 0 & \text{否则} \end{cases} \tag{2}$$

客户决策变量之间是互斥的, 并且是唯一的 (实际上消费者除了购买与不购买的决策外, 还有买多少, 买什么品牌。为方便问题的处理, 将实际情况中的客户购买决策进行了简化, 但不影响问题的结论)。与OMP模型不同的是, 客户状态变量的演变及效用函数的表达式。

2. 客户的状态空间及其演变。在度量客户购买行为的主要特性中, 基本的细分客户的基础是流失时间 (Recency), 购买次数 (Frequency), 购买金额 (Monetary value), 即知名的RFM分类法。该方法最早是在直销行业发展起来的, 最近也用在其他行业的客户行为的描述上。由于在动态客户关系管理模型中, 只考虑客户是否购买, 而不考虑客户购买金额的问题, 故仅用流失时间 ( $r_{it}$ ), 也就是距最近一次购买的时间间隔, 以及连续购买次数 ( $f_{it}$ ), 也就是截止到第  $t$  期, 单个客户连续从这个公司购买的次数作为客户的状态变量。这里将原模型中的定义由累积购买次数改为连续购买次数不但可以充分说明客户所处的状态, 还可以减少客户的状态空间, 进而降低模型的计算复杂性, 缓解了动态规划的维数灾难。

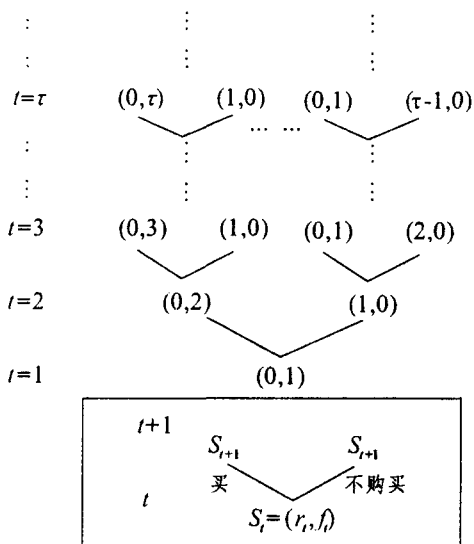
单个客户  $i$  的流失时间及购买次数以马尔可夫转变过程进行演变。流失时间随着一次购买 ( $d_{it}=1$ ) 而置为0, 否则 ( $d_{it}=0$ ) 就递增1:

$$r_{i,t+1} = \begin{cases} 0 & \text{如果 } d_{it}=1 \\ r_{it}+1 & \text{如果 } d_{it}=0 \end{cases} \tag{3a}$$

购买次数随着一次购买 ( $d_{it}=1$ ) 而递增1, 否则 ( $d_{it}=0$ ) 就置为0:

$$f_{i,t+1} = \begin{cases} f_{i,t} + 1 & \text{如果 } d_{i,t} = 1 \\ 0 & \text{如果 } d_{i,t} = 0 \end{cases} \quad (3b)$$

对于第一次从公司购买的客户, 将其  $r$  设为 0,  $f$  设为 1, 从此, 收集这些客户的数据。以符号  $S_{i,t} = \{r_{i,t}, f_{i,t}\}$  来表示状态空间。图 1 显示了状态空间的图表。



注: 流失时间 ( $r_t$ ) 及连续购买次数 ( $f_t$ ) 这两个变量对在每一个  $t=1, \dots, T$  期将具有  $2^{(t-1)}$  种不同的状态 ( $t=1$  时除外,  $t=1$  时, 只有一种状态)。状态空间元素将满足以下条件: 要么 ( $r_t=0$  且  $f_t=0$ ), 要么  $0 < r_t + f_t \leq t-2$  且  $r_t \times f_t = 0$ , 要么 ( $r_t=t-1$  且  $f_t=0$ )。

图 1 状态空间结构

3. 客户的效用函数及价值函数。根据客户的状态 ( $r$  和  $f$ ) 与公司的营销组合策略变量 (结合零售业的交易特点, 公司的营销组合策略主要以给客户发信  $m_{i,t}$  及价格策略  $p_{i,t}$  为主, 其具体定义见式 (8) 和 (9) 来建立客户购买效用函数模型:

$$u_{i,t} = \alpha + \beta_m m_{i,t} + \beta_p p_{i,t} + \beta_r r_{i,t} + \beta_f f_{i,t} + \beta_l \ln(f_{i,t} + 1) + \varepsilon_{i,t} = \bar{u}_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

这里  $\bar{u}_{i,t}$  表示效用函数中的确定部分,  $\varepsilon_{i,t}$  表示未观察到的误差项。在式 (4) 中, 对原模型的修正如下: 增加了价格变量, 并将邮寄目录改为给客户发信 (实际上是一种客户关怀, 可以通过电话、Email、手机短信的形式与客户就商品、公司促销策略、消费者对公司的意见或建议等进行沟通), 对于客户效用与  $f$  的关系定义为对数关系, 这种关系在本次实证中也得到了验证。

于是, 第  $t$  期客户的价值函数为:

$$V_{i,t} S_{i,t} = \begin{cases} \bar{u}_{i,t} + \delta_c EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 1) + \varepsilon_{i,t} & \text{如果 } d_{i,t} = 1 \\ \delta_c EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 0) & \text{如果 } d_{i,t} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

期望的价值函数为:

$$EV_{i,t}(S_{i,t}) = Prob_{i,t}(d_{i,t} = 1 | S_{i,t}, m_{i,t}, p_{i,t}) \times [\bar{u}_{i,t} + \delta_c EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 1)] + Prob_{i,t}(d_{i,t} = 0 | S_{i,t}, m_{i,t}, p_{i,t}) \times \delta_c EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 0) + \phi [\delta_c (EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 0) - EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 1)) - \bar{u}_{i,t}] \quad (6)$$

其中客户的状态变量依照公式 (3) 进行演变。客户反应 (购买) 的概率为:

$$Prob_{i,t}(d_{i,t} = 1 | S_{i,t}, m_{i,t}, p_{i,t}) = Prob(\bar{u}_{i,t} + \delta_c EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 1) + \varepsilon_{i,t} > \delta_c EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 0)) = \Phi[\bar{u}_{i,t} + \delta_c (EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 1) - EV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 0))] \quad (7)$$

这里  $\Phi$  是标准正态累积分布函数。式 (5)-(7) 的推导可以参考文献 [7] 的方法。

(二) 公司行为模型

公司的目标是使单个客户级别上的利润也就是客户的全生命周期价值 (CLV) 最大化, CLV 是指对于一个给定的客户终生所产生的预期贡献的贴现值。CLV 已经很长时间被当作评价直接营销计划合适的标准, 并在更多的传统营销环境下正变成一种日益流行的度量标准。这里将原模型中公司的利润用 CLV 来代替, 不但可以做到一对一管理, 而且可以从管理观念上突出客户是一种资产的思想 (在单个客户级别上, 客户资产净值 (customer equity) 就是 CLV)。

1. 公司的营销决策空间。结合零售业营销的特点, 对客户的营销组合策略仅考虑发信  $m_{i,t}$  和价格策略  $p_{i,t}$  两种, 于是, 公司在第  $t$  期为第  $i$  个客户提供的营销决策空间为  $D_{i,t} = \{m_{i,t}, p_{i,t}\}$ 。其中  $m_{i,t}$  表示在  $t$  时刻给客户  $i$  发送信息, 是一个二元变量, 即:

$$m_{i,t} = \begin{cases} 1 & \text{如果 } t \text{ 时刻给客户 } i \text{ 发信} \\ 0 & \text{否则} \end{cases} \quad (8)$$

$p_{i,t}$  是指公司在  $t$  时刻对客户  $i$  实行的价格决策, 用第  $i$  个客户在第  $t$  期提供的价格  $P_{i,t}$  与原价  $P_0$  相比的变化率 (实际计算时, 应该根据数据库的特性把离散成有限的个数) 来表示, 即:

$$P_{i,t} = \frac{P_{i,t} - P_0}{P_0} \quad (9)$$

2. 公司的利润模型。为简化计算, 只收集购买同一件商品的客户记录, 并且在各个时间周期内, 假定该商品的进价不变。那么, 第  $i$  个客户第  $t$  期的购买决策为公司带来的当期利润为:

$$\pi_{i,t}(S_{i,t}, m_{i,t}, p_{i,t}) = R(p_{i,t}) \times Prob_{i,t}(d_{i,t} = 1 | S_{i,t}, m_{i,t}, p_{i,t}) - c \times m_{i,t} \quad (10)$$

其中  $P_0$  是该商品的原价,  $r_0$  是采用原价时相对于原价的毛利率, 其定义见式 (11),  $c$  是单位邮寄成本,  $R(p_{i,t})$  表示公司在采用  $p_{i,t}$  价格策略时获得的利润, 其表达式见 (12):

$$r_0 = \frac{P_0 - C}{P_0} \quad (\text{其中 } C \text{ 为商品的进价}) \quad (11)$$

$$R(p_{i,t}) = P_{i,t} - C = P_0 \times (p_{i,t} + r_0) \quad (12)$$

于是, 第  $i$  个客户从第  $t$  期到未来为公司创造的最大利润函数为:

$$CLV_{i,t}(S_{i,t}) = \max\{\pi_{i,t}(S_{i,t}, m_{i,t}, p_{i,t}) + \delta_f [Prob_{i,t}(d_{i,t} = 1 | S_{i,t}, m_{i,t}, p_{i,t}) CLV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 1) + Prob_{i,t}(d_{i,t} = 0 | S_{i,t}, m_{i,t}, p_{i,t}) CLV_{i,t+1}(S_{i,t+1} | d_{i,t} = 0)]\} \quad (13)$$

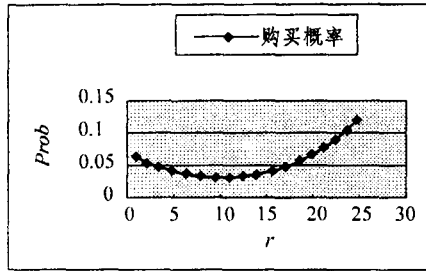


图2 r 与反应概率(Prob)之间的关系

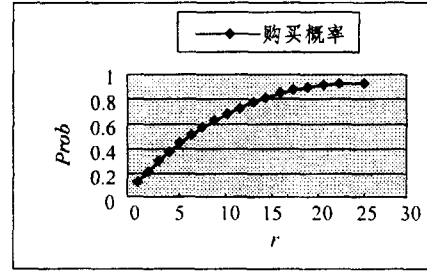


图3 f 与反应概率(Prob)之间的关系

这里  $\delta_t$  是公司的贴现因子 (这里取 0.991, 也就是 10% 的年贴现率), 未来的  $r$  及  $f$  按照当前的反应行为进行更新, 如等式 (3) 所描述的那样。

(三) 求解公司最优营销组合策略的算法

这里采用随机博弈及 ESDP 联合求解的方法, 由于所提出的模型相对于 OMP 模型只是改变了客户及公司的决策空间, 所以并不改变该模型解的存在性及唯一性的性质。具体算法为:

第 0 步: 设定初值: 对于所有的状态变量都设定利润函数  $CLV_{i,t+1}(S_{i,t+1})$  及价值函数  $EV_{i,t+1}(S_{i,t+1})$  为 0, 设定收敛指标  $\eta > 0$ 。

第 1 步: 用公式 (7) 分别计算出客户  $i$  在状态  $S_{ii}$  ( $v_{ii}, f_{ii}$ ) 对公司营销组合策略  $D_k(m_k, p_k)$  的反应概率  $Pr(\hat{d}_{ii} | d_{ii}=1 | S_{ii}, m_k, p_k)$ 。

第 2 步: 用公式 (5) 计算出客户  $i$  在状态  $S_{ii}(v_{ii}, f_{ii})$  的价值函数  $V_{ii}(S_{ii})$ 。

第 3 步: 用公式 (13) 计算来自客户  $i$  最大的期望  $CLV_{ii}(S_{ii})$ , 及相应的最优营销组合策略  $D_{ii}^*(S_{ii})$ 。

第 4 步: 用公式 (8) 通过使用第 3 步计算出的最优营销组合策略计算客户  $i$  在状态  $S_{ii}$  的期望未来价值  $EV_{ii}(S_{ii})$ 。

第 5 步: 终止标准: 令  $d_1 = EV_{i,t+1} - EV_{ii}$  及  $d_2 = CLV_{i,t+1} - CLV_{ii}$ , 如果  $d_1' d_1 + d_2' d_2 < \eta$ , 就停止, 否则令  $EV_{i,t+1} = EV_{ii}$ ,  $CLV_{i,t+1} = CLV_{ii}$ , 然后回到第 1 步。

这样, 可以在无限的时间范围内得到即使 CLV 最大又使效用最大的最优营销组合策略。

三、动态客户关系管理模型实验应用分析

将该模型用于一个超市的数据库中, 所采集的数据集来自一个超市集团的长期客户 2000 年 6 月到 2002 年 12 月的购买历史数据。该商品全年消费且在销售上没有很大的季节波动, 将 2000 年 5 月第一次购买该商品的客户作为研究对象, 得到 580 个客户所有的购买历史。平均每次发信的成本为 0.20 元, 公司采取的价格有 3 个等级: 23 元 (进价)、24 元、25 元 (原价), 从动态模型的参数评估中可以得出如下的启发: 发信如期望的那样, 产生一个小的但对增加反应概率有比较显著的影响; 价格如期望的那样, 产生小的但对减少反应概率比较显著的影响; 流失时间的影响趋势都是 U-型的 (如图 2 所示), 连续购买次数的影响趋势大致呈对数曲线 (如图 3 所示), 这也验证了效用函数中关于  $r$ 、 $f$  的假设, 另外, 也驳斥了两个变量在效用函数中是单调递减或单调递增的形状。

通过对实施最优营销组合策略前后的利润比较,

可以得出在实施最优营销组合策略后, 30 期内这些客户为公司所创造的期望利润将变为 3520, 远远超过原来策略所带来的实际利润 2876, 公司的利润增加 22%。

四、结论

笔者提出了动态客户关系管理的概念及模型, 并将该模型用于某超市的数据库中, 验证了所提模型是可行的、有效的。

参考文献:

- [1] Group G., Strategic Planning Research Note, 2001, 1-3.
- [2] Burghard C, Calimi J. Customer relationship management - new MCO catalyst [J]. Gartner Advisory, 2000, (1): 6
- [3] Romano NC. Customer relations management in information systems research [A]. Proceedings of the America's Conference on Information Systems (AIS2000) [C]. Longbeach, California, USA, 2000: 811-819.
- [4] Osterle H, Muther A. Electronic customer care-Neue Wege zum Kunden [J]. Wirtschafts informatik, 1998, 40(2): 105-113.
- [5] Schulze J, Bach V, Osterle H. Customer relationship management: konzept, potentiale und methodische einführung [A]. HMD37 [C]. 2000, 2-18.
- [6] Swift R S. Accelerating customer relationships: using CRM and relationship technologies, Prentice-Hall, Inc. 2001.
- [7] Gonul, Fusun, Meng Ze Shi. Optimal Mailing of Catalogs: A New Methodology Using Estimable Structural Dynamic Programming Models [J]. Management Science, 1998, 44(9): 1249-1262.
- [8] Lewis Michael V. Applications of Dynamic Programming to Customer Management [D]. EVANSTON, ILLINOIS: Northwestern University, 2001.
- [9] Bitran, G. R., S. V. Mondschein. Mailing decisions in the catalog sales industry [J]. Management Science. 1996, 42(9): 1364-1381.
- [10] Dwyer, F. Customer Lifetime Value to Support Marketing Decision Making [J]. Journal of Direct Marketing, 1989, 8(2): 73-81.
- [11] Blattberg, Robert, John Deighton. Manage Marketing by the Customer Equity [J]. Harvard Business Review, 1996, July-August, 136-144.
- [12] 李纯青, 徐寅峰, 姬升良. 动态客户关系管理模型及应用 [J]. 西安工业学院学报, 2003, 23(4): 355-360.

(责任编辑: 李 智)