

# 局内经济决策问题的竞争分析<sup>\*</sup>

## ——一种新的经济数学工具

马卫民

徐冀峰

(清华大学经济管理学院, 100084) (西安交通大学管理学院, 710049)

**摘要** 基于优化领域的热点研究方向之一的局内问题与竞争策略理论, 本文提出了局内经济决策问题的一系列概念, 说明了处理局内经济决策问题的竞争策略和传统方法的区别以及后者的缺陷. 构建了利用局内问题及其竞争策略研究局内经济决策问题的理论框架, 并介绍了一个具体研究实例.

**关键词** 局内经济问题, 竞争策略, 竞争比

## 1 引言

在过去的二十年中, 局内问题及其竞争策略理论的发展, 已经完成了其作为经济研究工具的理论准备. 局内问题和竞争策略的研究启始于 Sleator 和 Tarjan [1] 的工作. 经过近二十年的研究和发现, 随着局内问题的大量发现, 有关的研究成果层出不穷, 有关的论文也与日俱增, 它已经成为一个非常值得注意的新研究方向. 在已有的局内问题和竞争策略的研究成果中, 存在着大量的以经济现象为研究对象的论文. 1991 年, Cover [2] 利用局内问题及其竞争策略的理论, 研究了股票投资市场上的资产组合的优化问题, 开创了将这一理论应用于经济学领域的先河. El-Yaniv 和 Fait 等人 [3], 在 2001 年发表了著名的《金融博弈的竞争分析》一文. 在该文中, 作者们利用局内问题的竞争策略理论很好地解决了单向外汇交易的局内博弈问题. 更多的有关文献见 [4- 22]. 但是, 作为研究经济问题的有力工具, 局内问题及其竞争策略的应用潜力还远没有被挖掘出来. 一个重要的原因就在于, 迄今为止, 在如何把局内问题及其竞争理论和经典的经济模型进行很好地结合的问题上, 还缺乏系统的研究工作.

回顾博弈论研究在国内的历史和现状, 我们就会发现, 国内目前博弈论研究和应用之所以落后, 主要是因为博弈论传入中国, 已经是其在西方经济学的应用方面获得了高度重视之后十到二十年的事了. 笔者认为, 要改变国内经济学基础理论的研究现状, 我们必须及时引进和掌握先进的研究工具. 只有这样, 我国的经济学基础理论的研究才能在国际上占有一席之地. 一方面, 作为学术研究, 本文论述了传统经济学涉及不确定性问题时的缺陷; 提出了局内经济决策问题的有关概念; 建立了利用局内问题及其竞争策略解决经济问题的理论框架; 并给出了一个简单的实例. 另一方面, 本文也力图为国内的经济学界介绍一种先进的研究工具. 笔者认为, 在可以预见的未来, 应用局内问题及其竞争策略理论研究局内经济决策问题必然成为经济理

\* 本项目由中国博士后科学基金(2003034014), 国家自然科学基金会优秀创新研究群体基金(批准号 70121001)以及国家自然科学基金(70231010)资助.

收稿日期: 2003- 09- 08

论领域的研究热点方向之一。

## 2 传统经济学的缺陷

大千世界无时无刻地处于运动变化之中,运动是物质的固有属性。现实生活中的许多经济现象乃至社会现象,通常都具有非常强的动态特征,一切事物通常都是随着时间的推移而不断变化的。但是人们在面对现实生活中的具体问题时,总是忽略或者无法把这些动态因素考虑进去。以经济现象为例,人们一般先对其进行数学上的抽象,然后用静态或统计的方法来研究或处理,求出最优策略。所以,经典的经济优化理论总是首先确定已知条件,然后给出最优方案(即最优策略)。但是,条件如果发生变化,这种方法所给出的最优方案就会失去其最优性。物质世界总是瞬息万变的,在各种各样的决策中,不可预测的因素总是存在的。如果这种变化的不可预测的因素对所考虑的问题影响很大,那么将如何处理这些因素而做出较佳决策呢?

在涉及不确定性时经济问题时,传统经济学通常使用两种经典的策略。一是将可变化的因素随机化,寻求平均意义上的最优方案;二是考虑可变化因素的最坏情形,寻求使最坏情形达到最优的方案——最坏情形分析。寻求平均意义上的最优方案,是指决策者在遇到对于其所研究的问题影响很大的不确定性因素时,总是利用历史的统计资料、决策者的经验知识等,给出这种不确定性因素的某种概率分布,然后在这种概率分布之下来研究该经济问题。这种方法实际上是一种概率建模方法。这种方法已经在传统经济学以及经济博弈论中得到了广泛的应用。所谓“最坏情形”是指,那种不可预测的因素针对于决策者的某种决策,总是使得问题呈现某种特殊情形,这种情形则总是使得经济问题的求解方向背离决策者所期望的方向,使决策者的目标难于实现。而“最坏情形分析”则指的是,面对不可预测因素,决策者总是寻求最坏情形下的最优决策。

那么,这两种经典策略有什么缺陷呢?对于第一种经典策略,首先,虽然利用概率模型在研究经济问题已经取得了很大的成功,但是在如何选取不确定性因素的概率分布,和为什么选取此种概率分布而不是其他概率分布的问题上,一直存在着很大的争议。经济学研究人员在遇到其它研究者或者自己给出的经济概率模型时,经常自问的一个问题就是:为什么此处的概率分布是这样的?而且,事实上,对于一些复杂的经济问题,确定其不确定性影响因素的概率分布是非常困难的,有时其难度绝不亚于解决该经济问题本身。最后,即使我们通过这种概率建模的方法得到了问题的概率意义上的解,但当问题的最坏情形发生时(即使这种最坏情形是小概率事件),这种概率上的解就失去了意义。

考虑第二种经典策略。对于不确定性经济问题,考虑其可变化因素的最坏情形,寻求使最坏情形达到最优的方案——最坏情形分析有可能给出决策者一种“无为”的无奈选择。换言之,如果决策者总是考虑“最坏情形”,那么最终的结果有可能是“不能做出任何可行的决策”。在现实生活中,我们也许都有这样的体会,对于某种不可预测的因素,如果总是考虑相对于我们的决策而言最坏情形,那么到最后也许我们将会处于一种进退维谷的境地。

总之,对于经济问题中的可变化的因素,这两种传统的处理方法都可能给出离实际最优解相距甚远的解。而本文所考虑的,正是看是否存在一种方法,它在变化因素的每一个特例中都能给出一个方案,使得这一方案所得到的解离最优方案给出的解总在一定的比例之内呢?近年来兴起的局内问题与竞争策略的研究结果在一定意义上给如上问题一个肯定的答案[1-12]。

### 3 基本概念

局内问题 (*on-line problem*), 亦可译为联机问题或在线问题, 它提出于上世纪八十年代初期, 参见文献[1]. 局内问题是相对于局外问题 (*off-line problem*) 而言的, 在我们的现实生活中, 这类局内问题的例子随处可见. 几乎每个人都有过这样一种体验: 当你某一段时间的工作或生活进行回顾与总结时, 你总是情不自禁地在想, 要是我当初如何如何, 现在就会更好一些. 其实此时你面对的就是一个局内与局外的问题. 当你进行回顾与总结时, 你置身于局外, 可以看到事物的全部, 从而易于评论, 得出对你而言的最佳方案. 可是当你经历这些事件时, 你通常只能看到事物的一部分, 所以很难作出最优决策. 这就是我们通常所说的: 当事者迷, 旁观者清.

至此我们可以提出局内经济问题 (*on-line economic problem*) 的概念. 所谓局内经济问题, 是指一类决策者置身于某一经济问题的发展过程之中, 因而只知道某种对决策目标有致命影响的不确定因素的局部信息, 而需对该经济问题的全局进行优化决策的经济问题. 而局内经济行为则是指决策者处理上述局内经济问题时的经济行为. 根据以上的论述, 我们可以以在经济问题中是否存在不确定因素 (通常其对决策目标有致命影响) 作为分类的标准, 把所有的经济问题分为局内经济问题和局外经济问题 (*off-line economic problem*).

显而易见, 对于局内经济问题, 我们可以由各种各样的处理方法. 本文第二节所述的概率建模以及最坏情形分析就是其中的两种方法. 但是正如我们上文所论述的, 此两种方法正是传统经济学处理局内经济问题 (虽然此概念当时没有明确的提出来) 的典型方法, 它们有着致命的缺陷. 那么什么是局内经济问题的竞争策略呢? 所谓局内经济问题的竞争策略 (*competitive strategy*), 指的是局内决策者在处理局内经济问题 (包含不可预测的变化因素) 的时候, 选择一种策略, 此种策略可以在变化因素的每一个特例中都能给出一个方案, 使得这一方案所得到的解离最优方案给出的解总在一定的比例之内. 而此处的“比例”, 则被称之为该种策略的竞争比 (*competitive ratio*).

为了对竞争策略有一个比较直观的了解, 让我们来看一个具体的例子:

Karp 在文[21]中提出并研究了著名的滑雪橇租购问题 (The Ski Problem). 这是一个典型的局内经济决策问题. 一个滑雪初学者, 他不知道他对这种业余运动会感兴趣多长时间, 换言之, 他不知道他会滑多少次雪. 因此, 他每次去滑雪时都会面临两种选择, 要么每次花 1 个单位的钱租借滑雪橇, 要么用  $B$  个单位的钱一次性购买滑雪橇. 假设他最多会滑  $T$  次雪, 那么存在以下两种情形.

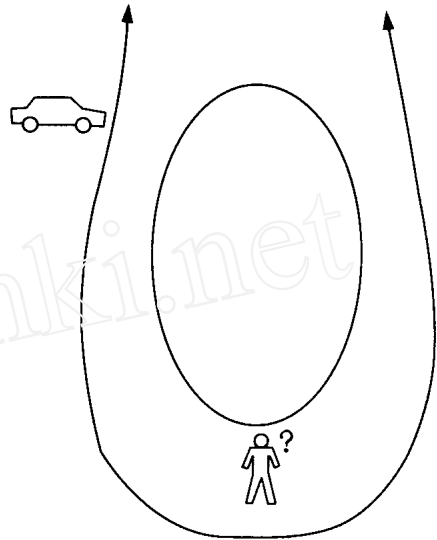
第一种情形, 若  $T$  已知, 则此决策问题为局外决策问题. 问题的求解较为容易: 若  $T > B$  则选择买, 否则选择租. 但是, 在现实生活中,  $T$  往往是不能事先知道的. 那么在这种情形下怎样进行决策呢? 此为第二种情形. 文[21]给出了一种竞争策略, 它可以保证其费用不超过相应的最优费用的  $2 - \frac{1}{B}$  二倍.

Baeza-Yates, Culberson 和 Rawlins[22]提出并研究了著名的斯坦福教授失车问题 (The Stanford Professor's Lost Car Problem). 一位斯坦福的教授把他的汽车停在一个巨大的椭圆形的花坛一侧, 而他要作的则是如何能走较短的路程找回他的汽车. 如右图所示.

考虑如下问题:

(1) 事先知道汽车停在椭圆的那一侧, 如何决策可使得所走路程最短?

(2) 事先并不知道汽车停在椭圆的那一侧, 如何决策可使得所走路程最短?



显而易见, 问题(1)是个局外问题, 而问题(2)是个局内问题. 两者的不同点在于决策者是否知道汽车停在椭圆的那一侧. 问题(1)的最优策略并不难找, (事实上, 因为已经知道了汽车停在椭圆的哪一侧, 只要选该侧为找车方向, 直至找到汽车, 而此时所走的路程也正是问题的最优解) 可是问题(2)就有些棘手. 这是因为, 汽车停于椭圆的那一侧对于决策方案有着致命的影响. 那么, 如何在这种不确定性因素存在的情形下, 寻求问题的相对较优的解呢? 这正是对局内问题进行研究的原因所在.

对上述问题, 可以用第二节所述的最坏情形分析法和建立概率分布的方法来处理. 例如, 可以对以往教授停车停于那一侧进行概率统计, 进而对此次停车于那一侧进行估计, 然后选择最有可能停车的一侧为我们选择的对象, 从而解决此问题. 但是, 当选择了左侧而汽车停于右侧(尽管此种情形的概率可能很小)——即最坏情形发生——则可能得到一个离最优解很远的解(例如, 若椭圆趋于无穷大时, 则解也趋于无穷大) 这显然是我们所不愿意看到的, 而这也正是研究竞争策略来解决局内问题的原因. 论文[22]给出了一种竞争比为 9 的竞争策略, 即无论何种情况, 按照其竞争策略进行决策所得到的解不会超过其最优解的 9 倍.

综上所述, 竞争策略实际上是一种解决局内问题的较好的策略, 它与以往的解决此类问题的策略的最大区别在于: 它能够始终把局内问题的策略限制在一个距相应局外问题的最优策略的常数倍的范围之内, 并给出此常数, 从而使某一局内问题的解始终保持在一个较优的状态.

### 4 研究框架

一般说来, 对于局内经济问题的研究遵循以下的研究思路. 首先我们要善于发现现实经济生活中的局内经济问题. 然后对它们进行必要的数学抽象, 建立其该局内经济问题的模型. 紧接着依据局内问题的解决方案提出并选择恰当的竞争策略. 最后给出该竞争策略的理论证明. 通常来说, 给出局内竞争策略及其理论证明是整个研究过程中最难的两个步骤.



对于两类局内经济问题, 我们给出一般情形下的求解模型. 对于成本优化的局内经济问题  $P$ , 以  $\text{cost}_A(I)$  记策略  $A$  对于问题  $P$  的某一实例  $I$  的经济成本. 我们可以给出对于局内经济问题  $P$  的策略  $A$  的竞争比  $c$  的定义如下,

$$\inf \{ c \mid \text{cost}_A(I) \leq c \cdot \text{cost}_A(I), \forall I \in P, \forall B \}$$

类似地, 对于利润优化的局内经济问题  $P$ , 以  $\text{benefit}_A(I)$  记策略  $A$  对于问题  $P$  的某一实例, 的经济利润. 则我们可以给出对于局内经济问题  $P$  的策略  $A$  的竞争比  $c$  的定义如下,

$$\sup \{c \mid c \cdot \text{benefit}_A(I) \geq \text{benefit}_B(I), \forall I \in P, \forall B\}$$

事实上, 上述竞争比的概念是一种严格竞争 (strictly competitive) 策略的结果. 一般情形下的竞争比的定义, 通常需要在定义重的不等式右侧加上一个常数, 此常数并不影响竞争比地求解.

## 5 外汇交易的局内模型

El-Yaniv 和 Fait 等人在其《金融博弈的竞争分析》[3]一文中, 对货币兑换这一较为常见的金融博弈现象进行分析, 说明了局内问题模型在经济分析中可以起到传统经济模型达不到的效果, 从而能够弥补传统经济模型对于不确定背景下的经济行为分析效果差的不足. 下面我们就以此文为基础, 解释局内问题模型及其竞争策略在经济问题中是如何作用的.

货币兑换 (*currency exchange*) 是一种常见的经济活动. 货币兑换能够成为投资手段的基础在于不同货币之间的兑换率 (*exchange rate*) 总是在不断变动的, 所以在不同时候以不同兑换率买进或卖出某种货币就可以获得收益 (*profit*). 货币的兑换率的变动是受到经济、政治、军事以及人的心理等各种因素的作用而发生变化的, 很难在微观的基础上进行预测. 为了分析在一定范围内的兑换率不可预测变动的条件  $F$  的货币交易活动, 我们提出以下的问题, 建立其局内模型 (*on-line model*), 并给出了一种竞争策略.

**问题:** 假设你作为一个局内的决策者 (任何时候只知道当前兑换率和历史情况), 现有美元若干 (不失一般性, 以下我们设为  $1$  元), 在一定的时间内要将其全部泡换为日元, 试提出兑换的策略.

**分析:** 不妨设兑换率为  $e$ , 且  $e$  随时间的推移而变化. 实际考虑了两种情况: (1) 兑换率的变化是离散的, 每天的兑换率是固定的, 必须在一定的天数内完成交易; (2) 兑换率的变化是连续的, 必须在某一连续时间段内结束交易. 对于连续变化的情况, 如果已知兑换率的变化曲线, 显然我们可以提出最优策略即当兑换率最高的时候将所有美元兑换为日元. 设对于任意兑换率变化曲线  $E$ , 最优的兑换方法得到的日元数为  $P_{opt}(E)$ . 与此同时, 设计一竞争策略  $X$ , 使得对任意的  $E$ , 依照该策略得到的日元数为  $P_X(E)$ . 竞争比  $\alpha$  定义为  $\alpha = \sup_E \frac{P_{opt}(E)}{P_X(E)}$ ,  $\forall E$ . 显然有  $\alpha \geq 1$ , 而且一个较小的竞争比表示策略  $X$  在与最优策略比较时相对较好. 离散情况则可以定义离散的兑换率序列  $E$ , 也有类似的结果.

**建立模型:** 作为一个局内决策者, 为了设计策略, 必须知道一些前提条件以及兑换率的某些限制. 定义如下:  $M$  为兑换率可能值的上界.  $m$  为兑换率可能值的下界.  $e_0$  为初始的兑换率.  $\Phi = M/m$  为最大波动比.  $N$  为在离散情况下可以进行交易的天数.

我们将讨论以下的两种问题变形:

- (1) 连续情形, 决策者知道  $M, m$  和  $a$ .
- (2) 离散情形, 决策者知道  $M, m$  和  $n$ .

考虑这两种情形, 文献[3]提出担心策略 (*threat-based strategy*). 执行该策略必须首先提出一个期望的竞争比  $r_0$ . 该策略由以下三条规则组成:

规则一: 在交易时间的最后一刻, 将所有剩下的美元 (如果有的话) 兑换为日元. 这是因为问题规定了最终必须将美元全部兑换为日元.

规则二: 除了交易的最后一刻, 每次进行兑换的时候, 必须保证当前的兑换率是从开始时刻以来的历史最高点.

规则三: 每一次兑换后, 必须保证如果从这一时刻之后兑换率改变为  $m$  并一直保持为  $m$ , 到整个交易过程结束后仍然有竞争比  $r \geq r_0$ .

该策略由于总是先担心兑换率会下降到  $m$  并保持为  $m$  而得名. 显然, 对于一个任意变化的兑换率, 并不是任意小的竞争比都能够得到, 我们必须讨论对于给定的条件可能达到的竞争比  $r$ .

对于问题变形(1): 连续情形, 决策者知道  $M, m$  和  $a$ . 由于无论是最优策略 (只在全局兑换率最高点兑换), 还是担心策略, 兑换总是发生在历史最高点, 所以可以将兑换率曲线中无用的部分 (按照规则二不可能发生兑换的部分) 略去, 即把兑换率看成是单调上升的, 设兑换率由  $a$  连续的上升到  $M$ . 定义两个函数  $D(x)$  和  $Y(x)$ , 分别表示在兑换率第一次到达  $x$  时, 兑换后得到的美元和日元数目. 设目标竞争比为  $r$ , 根据以上的三条规则, 可以得到  $D$  和  $Y$ , 必须满足的条件. 从而决定了唯一的  $D(x)$  和  $Y(x)$ . 当且仅当  $D(M) = 0$  时 (也就是说即使兑换率从  $a$  上升到了  $M$ , 也有足够的美元可以继续实行担心策略), 才能够满足目标竞争比  $r$ . 通过计算我们得到可能的最优竞争比:

首先考虑是否有  $1 - \frac{a}{m} \ln \frac{M-m}{a-m} = 0$ . 如是, 则  $r = \ln \frac{M-m}{r \times m - m}$  的根为最优竞争比. 否则, 最优竞争比为  $\frac{a - a/r}{a - m} - \frac{1}{r} \ln \frac{M-m}{a} = 0$  的根.

对于问题变形(2): 离散情形, 决策者知道  $M, m$  和  $n$ . 此变形和变形一相似 (如果规定  $a = m$ ). 在变形一中, 我们认为, 只需要考虑兑换率从  $a$  上升到  $M$  然后再下降到  $m$  并一直保持到最后的情形. 这里我们考虑稍稍复杂一些的一类的情形, 即认为存在不同的对连续变化的兑换率的可能发生兑换的点 (历史最高点) 的选择:  $a_1 < a_2 < \dots < a_k, \forall k \leq n$ , 交易只在这些点发生. 让  $Y_i$  和  $D_i$  分别为在担心策略下第  $i$  次交易后的日元和美元的数目 (也就是说, 在以兑换率  $a_i$  进行交易后). 又设  $s_i$  为第  $i$  次交易所消耗的美元数目. 可以得到对任意发生兑换的兑换率  $a_1 < a_2 < \dots < a_k, k \leq n$ , 当且仅当  $\sum_{i=1}^k s_i = 1$  时, 竞争比  $r$  才能够保证可以获得. 同时, 担心策略此时所能给出的最佳竞争比  $r$  是方程  $\sum_{i=1}^k s_i = 1$  的根. 经过简单的计算, 可以得到:

$$r = 1 + \frac{a_1 - 1}{a_1} \sum_{i=2}^k \frac{a_i - a_{i-1}}{a_i - 1}$$

因此, 为了得到担心策略在变形二中可能得到的最小的竞争比, 我们由不同的  $(a_1 < a_2 < \dots < a_k, k \leq n)$  最大化上式中的  $r$ . 可以得到

$$r_n = n \times \left[ 1 - \left( \frac{r_n - 1}{M - 1} \right)^{\frac{1}{n}} \right]$$

这里的  $r_n$  就是担心策略所能获得的最优竞争比.

可以证明没有其它局内算法可以获得更小的竞争比. 有趣的是对于此情况下的  $a_i$ , 有  $s_1 =$

$s_2 = \dots = s_n = 1/n$  和传统的投资方法 dollar-cost average 策略很相似, 也就是每次投资相同数量的美元.

## 6 结束语

作为将局内问题及其竞争策略分析引入经济学领域的尝试, 本文提出了局内经济及其竞争策略的一系列概念. 这些基本概念将用来界定局内经济问题和局外经济问题. 本文同时论述了竞争策略在处理局内经济问题时和传统方法的区别以及传统方法的缺陷. 揭示了进行局内经济问题及其竞争策略研究的必要性. 在构建相应的理论研究框架之后, 本文还介绍了一个具体研究实例——局内外汇交易问题. 事实上, 在管理经济学领域, 存在着大量的具体的局内问题, 如何利用本文所论述的竞争策略来解决这些具体问题, 将是一个非常具有挑战性的研究方向.

## 参 考 文 献

- [1] Steator, D. D. and R. E. Tarjan, Amortized efficiency of list update and paging rules, *Communication of the ACM*, 1985, **28**: 202- 208
- [2] Cover, T. M., Universal Portfolios, *Mathematical Finance*, 1991, **1**(1): 1- 29
- [3] El-Yaniv, R., A. Fiat, R. Karp, and G. Turpin, Optimal Search and One-Way Trading Algorithm s, *Algorithmica*, 2001, **30**: 101- 139
- [4] Cover, T. and Julian, D., Performance of Universal Portfolios in the Stock Market, *Proceedings of IEEE International Symposium on Information Theory*, Sorrento, Italy, 2000, p. 232
- [5] Cover, T. and E. Ordentlich, Universal Portfolios with Side Information, *IEEE Transactions on Information Theory*, March 1996, **42**(2): 348- 363
- [6] Helmbold, D., R. Schapire, Y. Singer, and M. Wamuth, On-line portfolio selection using multiplicative updates, *Mathematical Finance*, 1998, **8**(4): 325- 347.
- [7] Wein Ma, Y. Jane, Yinfeng Xu, L. James, and Kanliang Wang, On the on-line number of snacks problem, *Journal of Global Optimization*, 2002, **24**(4): 449- 462
- [8] Wein Ma, Yinfeng Xu, and Kanliang Wang,  $\kappa$ -Truck problem and its competitive algorithm s, *Journal of Global Optimization*, 2001, **21**(1): 15- 25
- [9] 马卫民, 刘新梅, 售后服务交流费用管理的竞争策略, 华中科技大学学报, 2001, **29**: 105- 107
- [10] 徐寅峰, 王刊良, 局内出租车问题与竞争算法, 西安交通大学学报, 1997, **1**: 56- 61
- [11] 马卫民, 徐青川, 出租车问题动态规划求法, 系统工程学报, 2001, **16**(16): 481- 485
- [12] 马卫民, 徐寅峰, 王刊良, 局内卡车问题及其竞争策略, 西北大学学报(自然科学版), **29**(4): 254- 258
- [13] 马卫民, 徐青川, 局内  $\kappa$ -军车问题及其竞争策略研究, 系统工程学报, 2002, **17**(5): 395- 400
- [14] 堵丁柱,  $k$ -车服务问题与竞争算法, 数学的实践与认识, 1991, **4**: 36- 40
- [15] Borodin, A., N. Linial, and M. Saks, An optimal online algorithm for metrical task systems, *Journal of the ACM*, 1992, **39**(4): 745- 763
- [16] El-Yaniv and R. M. Karp, Nearly optimal replacement policies, *Mathematics of Operations Research*, 1997, **22**(3): 814- 839
- [17] Awerbuch B. Y. Bartal, and A. Fiat, Distributed Paging for General Networks, *Journal of Algorithm*

- rithms*, 1998, **28**(1): 67- 104
- [18] Albers S and H. Koga, New on-line algorithms for the page replication problem, *Journal of Algorithms*, 1996, **27**: 75- 96
- [19] Albers S and H. Koga, Page Migration with Limited Local Memory Capacity, In *Proc 4th International Workshop on Algorithms and Data Structures (WADS 95)*, Springer LNCS, Germany, Berlin, 1995, **955**: 147- 158
- [20] Koutsoupias, E. and C. Papadimitriou, On the  $k$ -server conjecture, *Journal of ACM*, 1995, **42**(5): 971- 983
- [21] Karp, R. M., On-line Algorithms Versus Off-line Algorithms: How Much is it Worth to Know the Future?, *International Computer Science Institute Technical Report TR-92-044*, Berkeley, CA, 1992
- [22] Baeza-Yates, R. A., J. C. Cluberson, and G. J. E. Rawlins, Searching in the Plane, In *Information and Computation*, 1993, **106**(2): 234- 252

## ON-LINE ECONOMIC DECISION PROBLEMS AND THEIR COMPETITIVE STRATEGIES

Ma Wein<sup>1</sup> Xu Yinfeng<sup>2</sup>

(1. *Tsinghua University Economics and Management School*)

(2. *Xi'an Jiaotong University Management School*)

**Abstract** Based on the theory of on-line problem and competitive strategy, which is a hot research direction in the domain of optimization, we propose a series of concepts for the on-line economic decision theory. We also illustrate the difference between the competitive strategy and some traditional methods when they face up the on-line economic decision problems. Furthermore, we propose a framework of the research for on-line economic decision problems by competitive strategy. Finally, we give a practical example in order to combine some relevant theory with them.

**Keywords** On-line economic problem, competitive strategy, competitive ratio.