哈佛剑桥经济学著作译丛

JEAN-JACQUES LAFFONT

ADVANCES IN ECONOMIC THEORY

SIXTH WORLD CONGRESS

经济理论的进展 下

国际经济计量学会第六届世界大会专集

[法] J-J. 拉丰 编

王国成 黄 涛 易宪容 等译

中国社会科学出版社

哈佛剑桥经济学著作译丛

JEAN-JACQUES LAFFONT

ADVANCES IN ECONOMIC THEORY

SIXTH WORLD CONGRESS

经济理论的进展 下

国际经济计量学会第六届世界大会专集

[法] J-J. 拉丰 编

王国成 黄 涛 易宪容 等译

中国社会科学出版社

作者名单

Larry Epstein 多伦多大学经济系

Milton Harris 芝加哥大学经贸研究生院

Artur Raviv 西北大学管理研究生院

Jean Tirole 麻省理工学院经济系

Patrick Bolton 巴黎综合技术专科学校经济实验中心

Darrell Duffie 斯坦福大学研究生院

David Cass 宾西法尼亚大学经济系

Roger Guesnerie 德尔塔社会科学高等研修专科学校

Michael Woodford 芝加哥大学经贸研究生院

Larry Jones 西北大学管理学院

Andreu Mas-Colell 哈佛大学经济系

编者前言

《经济理论的进展》包括了向国际经济计量学会第六届世界大会（于1990年8月在西班牙的巴塞罗纳召开）提交的特邀大会发言论文以及一些专题讨论文章。大会发言和专题讨论的主题都是经大会程序委员会选定的。专题讨论的目的在于概览经济理论中重要的最新进展。相应的经济计量学卷由 Christopher Sims 主编。所有来稿的截止时间是1991年2月底。

J-J. 拉丰
国际经济计量学第六届世界大会
经济理论程序委员会主席

目　录

第一章

风险行为:理论和应用的最新进展*

Larry Epstein

1. 引言

在最近10年,涌现出大量研究解释风险情况下个体行为的新理论,其中,继Knight(1921)之后,风险被定义为具有已知概率分布的不确定(随机)性。这些理论中的一部分是使单代模型形式化和经典的期望效用选择模型抽象化。它们的发展,最初是由考察静态的或一次性选择的实证研究对象的增加来推动的,这就提出了期望效用模型的有效性问题。另一些理论,显然是研究代际问题和使进一步考虑时间因素的期望效用模型一般化,这一模型在资本理论中是标准化的。受人注意的实证研究也提供了这项工作的某些动机,因为它清楚地描述了当局限于静态博彩时临时效用理论与实证结果的一致性。

* 我感谢加拿大社会科学和人文研究委员会的资助,特别是承蒙 Darrell Duffie, Angelo Melino, Michael Peters 和 Uzi Segal 很有价值的探讨和评论。这篇文章也从 Eddy Dekel, Ingrid Peters Fransen, Jerry Green, Carolyn Pitchik, Zvi Safra, A. Siow, Tan wang 和 Philippe Weil 等人的建议中受益匪浅。

实验研究行为的有效程度是可用于风险条件下选择理论的一种标准。然而,这一理论是有用的,至少会像基于市场的标准经济问题的心脏部分那样重要。期望效用模型已经证明了在这一方面的广泛有效性。从目前标准技术的应用来看,建模者已经能够推导出在不同场合中的丰富的一系列预见。况且,非经验实证的一个实质性对象已被证明能很好地与期望效用假设相一致。新的专门理论能否产生较大影响将在很大程度上取决于它们是否有与作为分析工具相应的独到优势和是否能提高对非实证问题的解释能力。为了方便地处理这些问题,我将对某些新的选择理论和它们在宏观经济学、金融和对策论等领域的应用中的大量的标准问题给予综述。

应该是在一开始就说清楚本章的目的和局限。首先,我所强调的是经济应用及其所存在的场合——基于市场的实证研究。理论本身仅仅被描述为理解应用问题时的必要延伸。这特别是对形式化的单代理论,因为在处理它们以及与实验证据有关的问题已有大量优秀的综述(Machina, 1983a, 1987; Sugden, 1986; Weber 和 Camerer, 1987; Fishburn, 1988; Karni 和 Schmeidler, 即将出版; Camerer, 1989b)。其次,大量的研究论文已得出许多结果,散见于经济分析的不同领域中,这都有助于对期望效用作出一般概括。相反,下面我将初步地集中讨论文献中的那些例子,其中由期望效用的一般性提出的附加灵活性"制造了差异"这点已被证明,因为它可转化为下列两种情况之一:(1)提高分析能力、相应地开阔了新的理论视野;(2)增加了所考察的市场行为隐含特性的可检验性。

在一次性选择或静态选择和动态选择问题之间加以区别将是有用的。典型的有,在动态问题中大量的决策是与不同的信息相应的,这些信息作为某些风险的反应结果,因此就提出了一致性选择问题。在动态问题中进一步在代际选择之间进行区分,其中消费序列是选择的目标以及可用获得财富的多少来表示效用的多

少——像在资本理论中那样——和序列选择的多少，其中这一决策可做到最后一步，但完整的过程包含如此少的时间，以至于消费/储蓄计划可被合理地看作是固定的。另外，一个决策问题需要多步，这一本质可能显然是由于个人预先接触和处理这类问题的方式不同。在那样的场合下，不会真正有时间分成一步一步地去做，但问题仍是序列化的。许多对策适合于在序列选择理论框架中分析。

为更有利于实现前述目的，我将较多地谈论关于具有非期望效用偏好的动态选择问题方面的文献。为了有助于理解动态选择的理论和应用，本文也将对静态选择问题给予初步讨论。本章的具体安排如下：下一节论述无限期（单代）生命的理论和应用，代际效用理论在第 3 节中重述，然后在第 4 节中论述消费理论和资产定价理论的应用，最后在第 5 节探讨序列选择，继而探讨对策论是如何受效用专门化一般形式影响的。第 5 节前一部分内容与第 3 节的内容密切相关。

2. 静态选择

风险下的决策问题是静态的，如果所有的决策必须是在同一时点做出的，否则就是动态的。前面引用的实证研究所包含的内容是基于静态选择行为的。据此，那些已作为解释实证数据的期望效用的一般化已经被形式化并且其最初是由静态选择问题发展而来的。事实上，这些新的理论严格说来是不可能用于动态选择问题的，因为它们的不变性只产生一个效用函数，而不是像所需要的那样产生一个效用函数序列，每一个效用函数对应于决策的每一步。然而，初步的目的是要为后面的各节中如何将这些理论推广并用于动态选择体系中提供背景知识。

将博彩作为研究选择问题的对象，而一个博彩或者由一个在 R^n 上的累积分布函数(cdf)，或者由一个基础的随机变量，或者由在某些更一般的产出空间上的一个概率测度来表示。效用函数定义在博彩上。我将集中讨论实值产出的情况；对更一般情况下的推广可参见所引用的文献。

2.1 一般化的期望效用分析

对从可行博彩的一个集合中进行选择的标准描述是基于期望效用函数的最大化，或等价地基于"依概率线性"函数的最大化。Machina(1982b)指出，正如通常的微积分那样，线性函数的分析能很容易地扩展到"局部线性"或"光滑"函数，以这种方式，期望效用分析的许多技术能适合于光滑效用函数。

形式上有，Machina 考察了定义在有界区间$[a,b]$上的 cdf 的集合 $D[a,b]$并限制期望效用 V 在 L^1 范数 $\| F-F_0 \| \equiv \int_a^b |F(x)-F_0(x)|dx$ 的意义上是 Frechet 可微的。这种可微性等价于 V 是"局部期望效用或依概率线性。"为了说明这一问题，存在 $u:[a,b]\times D[a,b]\rightarrow R^1$，具有对所有 F 绝对连续的 $u(\cdot;F)$，完全满足定义：

$$V(F)-V(F_0)=\int_a^b u(x;F_0)d(F(x)-F_0(x)) + o(\| F-F_0 \|) \tag{2.1.1}$$

其中当$|x|\rightarrow 0$时，$o(|x|)/|x|\rightarrow 0$。考虑有三个产出结果的简化的博彩概率模型(图 1.1)，其中结果是固定的，并且三角形中不同的点分别代表不同的概率向量，因此是不同的博彩。由于在简化模型中的期望效用函数的无差异曲线是平行的直线，而一般的期望效用函数无差异曲线通常是非线性的，但它们处处具有惟一的正切线。

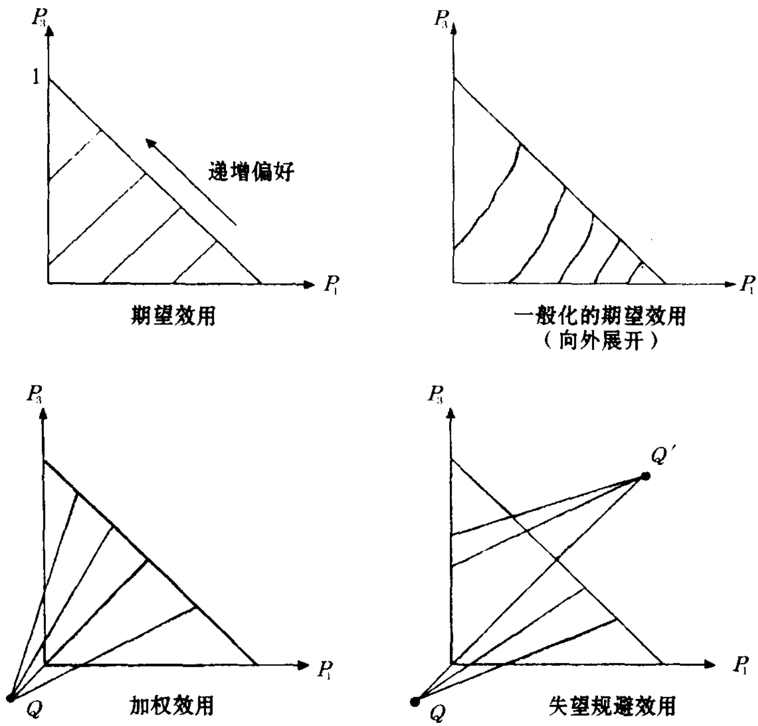

图 1.1 具有结果 $x_1 < x_2 < x_3$ 和概率 $p_1, p_2, p_3, p_2 = 1 - p_1 - p_3$ 的博彩的无差异曲线

函数 $u(\cdot;F_0)$是 V 在F_0 点的局部效用函数。如果它不依赖F_0,那么期望效用函数就是全局性的。然而,即使在一般情况下,对所有的 F_0 有一个非常类似于期望效用分析,其中单调的和凹的 $u(\cdot;F_0)$是分别等价于全局递增和 V 的风险厌恶的。这些和由 Machina 得出的其他结果是基于对一般的期望效用分析的基础性考察:正像在普通的微积分中,人们能够用积分"集零为整"的数量结果考虑微分(局部)情况下推出数量的不可微(全局)的结

果。[①] 形式上有，令 $\{F_\alpha:\alpha\in\varepsilon[0,1]\}$ 是满足对每一个 $\alpha^*\varepsilon[0,1]$，$\|F_\alpha-F_{\alpha^*}\|/|\alpha-\alpha^*|$ 在 α^* 临近的 α 中是有界的，例如，$\|F_\alpha-F_{\alpha*}\|$ 在 $\alpha=\alpha^*$ 的 α 中是可微的，那么：

$$\frac{d}{d\alpha}V(F_\alpha)|_{\alpha^*}=\frac{d}{d\alpha}[\int u(x;F_{\alpha^*})dF_\alpha(x)]|_{\alpha^*} \tag{2.1.2}$$

因此，在满足微积分基本定理的条件下：

$$V(F_1)-V(F_0)=\int_0^1\frac{d}{d\alpha}[\int u(x;F_{\alpha^*})dF_\alpha(x)]|_{\alpha^*}d\alpha^* \tag{2.1.3}$$

如果右边的积分符号是惟一地与 α^* 相交，则左边的符号具有同样的含义。

理论上，对 Fréchet 可微假定存在着争议但却认为是非线性效用函数。如此处理方式能被判定，如果 F 表示一个延迟的风险（Machina, 1984）或者如果 V 表示分组的偏好且 F 代表在该组的成员之间进行的人人都愿意玩的一盘赌博，他们中的每一个都可能与期望效用模型相一致（Machina, 1989b）。

在另一方面，Fréchet 可微假设并不是无害的。例如，在 2.3 节中定义的失望厌恶效用函数就不是 Fréchet 可微的。另一个例子是，Chew、Karni 和 Safra（1987）证明的秩依赖的期望效用函数（见 Quiggin, 1982；Yaari, 1987；Secgal, 1989 给出的定义和公理化）在一般情况下也不是 Fréchet 可微的。幸运的是，前人所指出的弱 Gâteaux 可微的性质是足以提供一个局部效用函数的概念，继而可得出 Machina 的主要结论（1982b）。（其他的光滑性概念散见于 Chew 和 Nishimura, 即将出版；Chew、Epstein 和 Zilcha, 1988；Wang, 1991 等文献中。）

① 然而，通过一定数量的经验性演练，可知在 Fréchet 可微函数和期望效用函数之间的可处理性方面有本质区别（见第 42 页注①）。

Machina 的另一个主要的贡献(1982)是考虑效用时给出的假设的公式表述,称为假设 II;它证明其与 Allais 类型行为,与已经从实验室的实证中得出的作为通常的结果和常见的比例效果相一致,并紧密地联系在一起。假设 II 陈述了无差异曲线如在图 1.1 中所示的那样向外展开,或者它们更加陡峭地沿着垂线向上延伸。相反的模式就是向内收缩。一个自然而且重要的问题,将在 4.5 节中论述,假设 II 在解释市场数据时是否是有用的。

2.2 相互一致效用

为了使所讨论的问题更加专门化,理想的做法是用比光滑性更高的要求来限制效用函数。有许多可供选择的,现已得以发展的期望效用一般化理论是基于公理化方法的,但在一般性和易处理性之间,对我、至少对我所考虑问题的应用来说似乎动摇了优化平衡的那种理论,这根据的是 Chew(1983, 1989), Fishburn(1983)和 Dckel(1986)① 所得到的共有性理论。奠基性公理强调了在累积分布函数的一个偏好序上的下列要求,其中用 ~ 定义无差异性:

共有性:如果 $F \sim G$,那么 $\alpha F + (1-\alpha)G \sim F$ 对所有的 $\alpha \varepsilon (0, 1)$。

对相应于有三个结果的博彩概率样本的无差异曲线来说,在共有性公理和独立性公理($F \sim G \Rightarrow \alpha F + (1-\alpha)H \sim \alpha G + (1-\alpha)$

① 读者可参见在引言部分对其他类效用函数的描述上已做的综述和相应的参考文献。一些值得注意的模型包括秩独立的期望或期待效用(上面给定的引文),不可转化的遗憾理论(Bell, 1982; Loomes 和 Sugden, 1982)和紧密联系的非对称系统双线性效用理论(Fishburn, 1982)。已经用到了这些模型的某些研究在下面列出,但这些可供选择的模型在第 4、5 节的应用中并不是特别有用的。同样的评论用于预期理论(Kahneman 和 Tversky, 1979)。在对期望效用理论和其他所涉及到的模型的比较中,后者的发展前景更不明朗,因为缺乏构建和加工过程的明确理论。

H)之间的联系,由各自所隐含的意思证实。在共有性条件下,无差异曲线是直线但并不必平行(见图 1.1 下半部分中的两个例子)。①

共有性对代表性的效用函数 V 指出了(给定其他的专门化公理)一个优美的易处理的函数形式。在第 3 和第 4 节中将会很方便地处理效用函数 μ 的有代表性的确定性等价形式,其中对任意一个 F,$\mu(F)$由

$$V(\delta_{\mu(F)}) = V(F) \tag{2.2.1}$$

定义。这里 δ_x 定义了相应于具有确定性结果 x 的博彩累积分布函数。所得推论是,如果接受了确定性条件,$\mu(F)$就应该等于总量上与博彩等同的钱数。如果偏好序满足共有性和其他的标准假设,那么存在一个具有 $H(x,x)\equiv 0$ 的函数 $H: R^2 \rightarrow R^1$,在 μ 的定义域中,对每一个累积分布函数 F,满足 $\mu(F)$是对

$$\int H(x,\mu(F))dF(x) = 0 \tag{2.2.2}$$

惟一的解。如果 H 对它的第一个自变量是递增和凹的和对第二个自变量是递减的,μ 按一阶随机占优的意义来说是递增的,在对平均保序传递规避的意义上是风险规避的(见注释 4)。如果 H 被专门化为 $H(x,z)\equiv v(x)-v(z)$,就可获得期望效用。

上述的函数结构展示了与期望效用函数相联系的有关方面的发展前景。假定 F^* 是根据在某些可行集 D 中的 μ 得到的一个优化解。如果 H 对第二个自变量是递增的,那么

$$\int H(x,\mu(F^*))dF(x) \leq 0 = \int H(x,\mu(F^*))dF^*(x) \quad \forall F \epsilon D$$

---

① 见所引用的关于共有性方面的文献和在引言部分对此问题的延伸探讨所做的综述,说明共有性公理与相应于独立性的行为方面的研究是相容的,对直接检验在实践中共有性的可描述价值也做过一些努力。见 Camerer(1989a、b)在 Machina(1985)文中的讨论和参考文献,Crawford(1990),Chew、Epstein 和 Segal(1991)。

或

$$F^* \epsilon \operatorname{argmax}\{\int H(x,\mu(F^*))dF(x): F \epsilon D\} \qquad (2.2.3)$$

即相应于具有 Von Neumann-Morgenstern 指标的期望效用函数 $H(\cdot,\mu(F^*))$，F^* 也是优化的。当然，(2.2.3)并不意味着符合共有性的函数在实证上与期望效用函数是无区别的，因为 $H(\cdot,\mu(F^*))$一般是随 F^* 变化的因而在可行集 D 中。然而(2.2.3)和 $H(\cdot,\mu(F^*))$依赖 F 的事实只有通过它的效用水平来帮助解释期望效用，如在第 4 和第 5 节中叙述的那样。

当 H 是充分可微时，类似的一点可参见(2.1.2)－(2.1.3)，那么由于 μ 具有局部效用函数：

$$u(x,F) = -H(x,\mu(F))/\int H_2(y,\mu(F))dF(y) \qquad (2.2.4)$$

且是 Fréchet 可微的。对此，风险规避的局部度量 $-u_{11}(x,F)/u_1(x,F)$经 $\mu(F)$依赖 F。但像前面涉及到的那样，有一些符合共有性的函数的有趣的例子并不是 Fréchet 可微的，因而由(2.2.3)所提供的更一般化的处理是有用的。在同以(2.2.2)为基础的函数形式的联系中，它也建议对符合共有性函数，Dekel 首次使用了"隐含期望效用函数"这样的可选择和可能叫得更响的名称。

2.3 参数化的函数形式

此处，将描述(2.2.2)的两个参数的专门化形式，旨在进一步证明满足共有性的变化和本质，也因为他们将用于 4.5 小节中。为了便于经验性地处理和与已存在的经验性的资产定价文献相一致，对 μ 采用不变的相关的风险规避的假设，即：

$$\mu(F_{\lambda\tilde{x}}) = \lambda\mu(F_{\tilde{x}}) \quad 对所有的\ \lambda > 0 \qquad (2.3.1)$$

其中 $F_{\lambda\tilde{x}}$和 $F_{\tilde{x}}$定义对随机变量$\lambda\tilde{x}$ 和 $\tilde{x}$ 的累积分布函数。

集中来看，在 R^1_{++} 上的累积分布函数。给定上面的假设，

(2.2.2)式中的函数结构简化成:

$$\int \phi(x/\mu(F))dF(x) = 0 \qquad (2.3.2)$$

其中 $\phi(x) \equiv H(x,1)$,如此在具有 $\phi(1)=0$ 的 R^1_{++} 的一个适当的子集合上,ϕ 是递增的和凹的。①

对第一个参数化的函数形式,② 令:

$$\phi(x) = x^\delta(x^\alpha - 1)/\alpha, \alpha \neq 0 \quad \alpha + 2\delta < 1 \qquad (2.3.3)$$

这导致 Chew 具有明显代表性的加权效用的不变相关风险规避的专门化(1983):

$$\mu_{wu}(F) = \{\int x^{\alpha+\delta}dF(x) / \int x^\delta dF(x)\}^{1/\alpha} \qquad (2.3.4)$$

如果 $\delta = 0$,就可得到期望效用。(为获得相应于 $\alpha = 0$ 时的极限形式,可利用当 $\alpha \to 0$ 时 $(x^\alpha - 1)/\alpha \to \log x$ 的事实;类似对下面其他的函数形式也如此。)

在 $\alpha + 2\delta < 1$ 的限制下,(2.3.3)式中的 ϕ 在 1 的邻域内是递增的和凹的,由此它导致(见注释 4)存在一个包含 1 的区间 $[a, b]$,满足 μ_{wu} 在 $D[a, b]$ 上是单调的和风险规避的。在一些辅助假设下,按这种意义 μ_{wu} 对所有具有有限平均和在正实线中的支持的累积分布函数是良好行为的。这些假设是:

(i) $\delta = 0$ 和 $\alpha < 1$,或

① 相反地,给出定义在 $[a, b]$ 上的这样一种函数 ϕ, $0 < a < 1 < b < \infty$,方程(2.3.2)定义了一个 $[a, b]$ 上的单调的和风险规避的 μ,在 $[a, b]$ 上的 cdf 的集合。如果 ϕ 被定义且在 $(0, \infty)$ 上具有良好的行为,则 μ 也能很好地被定义,单调的,且在具有有限平均值的 R^1_{++} 上的所有的 cdf 集上的风险规避。例如,为表现风险规避,令 G 是 F 的一个平均保值移动,那么:

$$\int \phi(x/\mu(F))dF(x) = 0 = \int \phi(x/\mu(G))dG(x) \leq \int \phi(x/\mu(G))dF(x) \Rightarrow \mu(F) \geq \mu(G)$$

进一步的详细内容可见 Epstein 和 Zin(1991b)。这些事实可被用于推导与下面的(2.3.3)和(2.3.6)相应的确定型等价函数的定义域。

② Chew(1989)使半加权效用函数公理化,得出包含下述的两类参数簇的共有性集类的一个子集。

(ii) $\delta<0$ 和 $0<\alpha+\delta<1$,或 (2.3.5)

(iii) $0<\delta<1$ 和 $\alpha+\delta<1$。

对于加权效用,在三结果概率样本中的无差异曲线都是以特殊场合下的期望效用从一个单点向外无限延伸。向外展开的情形如图 1.1 所示且相应于 $\delta<0$,但是向内收缩的情况在 $\delta>0$ 当连接点是在三角形的右上边时发生。

期望效用的一个可供选择的一般化可由选择 ϕ 使其满足:

$$\phi(x)=\begin{cases}(x^{\alpha}-1)/\alpha & x\leq 1\\ A(x^{\alpha}-1)/\alpha & x\geq 1\end{cases} \tag{2.3.6}$$

时获得。其中 $\alpha<1$ 和 $0<A\leq 1$。这就导出对 Gul(1991)的失望规避效用函数的不变相关风险回避的专门化。确定型等价 μ_{da} 隐含地由:

$$\mu_{da}^{\alpha}(F)/\alpha=\int x^{\alpha}dF(x)/\alpha+(A^{-1}-1)\int_{x<\mu_{da}(F)}[(x^{\alpha}-\mu_{da}^{\alpha}(F))/\alpha]dF(x) \tag{2.3.7}$$

来定义。如果 $A=1$,人们共同得到单一的期望效用函数。A 的较小的值反应了对在下列场合下的失望程度:参见有一个失望结果的情况,如果它比小于博彩的确定型等价值还差。当 $A<1$ 时,对在(2.3.7)右边第 2 个积分它得到的是负值,比如果 $A=1$ 时得到的一个确定型等价值要小。

如图 1.1 所示的无差异图形刻画出 μ_{da} 的特征:以两个不同的连接点 Q 和 Q' 为源头,当 $A\rightarrow 1$ 时它们两个都延伸至无穷。无差异曲线在三角形的下半部分向外展开,否则向内收缩。有趣的是注意到所考虑的这些内容为在三角形的上半部分要比在下半部分弱这种现象提供了行为证据(例如可见 Conlisk, 1989)。最后,和 μ_{da} 的定义域相关,注意在$(0,\infty)$上 ϕ 是递增和凹的,参见注释 4。

加权效用和失望规避函数形式具有一些常用性质。第一,它

们两者都可以用于解释相对于期望效用理论的在实验室中所得到的实验结论。第二,它们两者对通常的不变相关风险效用函数的专门化构造出一个单一参数的扩展形式。再者,它们对后者经验性的做法仍是容易处置的(4.5 节),如此使某些经济方面的验证指明了独立性公理或对市场数据向外展开的性质的重要性。最后,对每一种函数形式,在参数和风险规避的程度之间有一个简单的数量关系。为突出这一点,可以说如果 $\mu^*(F)\leq\mu(F)$ 处处成立,则确定型等价 μ^* 比 μ 更是风险规避的。① 那么,对 μ_{wu} 来说风险规避是随 α 和 δ 递减的,而 μ_{da} 是随 α 和 A 递减的。

然而,函数 μ_{wu} 和 μ_{da} 在估计小的博彩时它们相互是有区别的。由于这一区别在深入一步讨论资产定价模型时将会显示出其重要性,故我现在转向对小的博彩时的风险预示和测定的讨论。

2.4 一阶风险规避

设 π 是一个实际公平的博彩 $t\tilde{\epsilon}$ 和非随机的初始财富 x 的风险佣金,那么决策者在博彩 $x+t\tilde{\epsilon}$ 和肯定的未来收益 $x-\pi$ 之间是无差异的。按 Segal 和 Spivak(1990)的说法,如果对所有的 x 和所有具有非零有限变量的 $\tilde{\epsilon}$,当 $t\rightarrow0$ 时 π 与 t(或 t^2)同阶,则效用函数就是一阶(或二阶)风险规避的。就此意义而言,对一场小的博彩风险佣金是与在一阶风险规避条件下与博彩的标准差成比例的,而不是与它在更加熟悉的二阶风险规避场合下的方差成比例。一个有用的图示表明了此种情况在两结果博彩的产出空间中是可能的。如图 1.2 中所描绘的那样,给定二阶风险规避,无差异曲线与反映出一阶风险中性在确定意义上的公平的市场曲线相切。在一阶风险规避的场合,有一个在实线上的结点。

① 对确定型等价函数的可比较风险规避的定义被用于代际效用的分析中去(3.3 节)。Machina(1982b, 第 299 页)给出和分析了一个更强的定义。