

尤利伊·桑尼科夫对金融经济学的新贡献^{*}

——2016年度约翰·贝茨·克拉克奖得主学术贡献评介

许涤龙 钟雄

内容提要:2016年度约翰·贝茨·克拉克奖得主尤利伊·桑尼科夫的学术贡献主要体现在将连续时间建模技巧应用到契约理论和博弈论之中,并以金融为主要应用领域,为解决公司金融中的动态激励和融资机制、解释企业的声誉和共谋现象提出了新的研究视角,同时也在金融摩擦和货币政策效应等问题上提出了一系列开创性的方法,从而推动了当代行为金融理论的发展。本文主要从契约理论的基础方法、博弈论在公司金融中的应用和宏观经济模型中的金融问题等角度对桑尼科夫在金融经济学领域的贡献进行梳理和评述。

关键词:桑尼科夫 连续时间 博弈论 动态激励 金融摩擦

2016年度美国经济学联合会约翰·贝茨·克拉克奖授予了普林斯顿大学乌克兰裔经济学家尤利伊·桑尼科夫(Yuliy Sannikov)。桑尼科夫1978年出生于乌克兰,2000年获普林斯顿大学数学学士学位,2004年获斯坦福大学商学院管理学博士学位。博士毕业后先后就职于加州大学伯克利分校、麻省理工学院和纽约大学,2008年回到母校普林斯顿大学担任经济学教授,被称为天才经济学家。桑尼科夫早年曾获三届(1994—1996)国际数学奥林匹克竞赛金牌,大学期间获普林斯顿大学青年应用数学最高奖。2015年获美国金融学联合会费希尔·布莱克奖,该奖评委会称:“桑尼科夫通过连续时间方法与随机分析,使金融学的大量动态模型变得易于处理”。

桑尼科夫是近年来少有的几个能真正开发新型工具来推动已有理论方法发展的经济学家,他的工作成果非常优秀,文章常见于《计量经济学报》(*Econometrica*)、《美国经济评论》(*AER*)和《金融学期刊》(*JF*)等顶级期刊。作为一名经济学家,桑尼科夫在连续时间方面发展了一系列新的方法和模

型,通过随机微积分方法来分析连续时间的动态博弈。传统模型在很大程度上都脱离了较为容易理解的一些重要经济理论,桑尼科夫的方法则赋予了这些模型更坚实的经济理论基础和更有说服力的应用研究结果。他的贡献不仅体现在方法论领域,更重要的是对理论的实际应用产生了实质性影响,极大地增加了研究动态博弈论工具的可选项。同时,他运用严格的理论来分析很多新经济领域产生的问题,包括证券设计、契约理论、货币政策与金融摩擦、公司金融结构和博弈论中的共谋现象。本文将从契约理论的基础及应用、公司金融和宏观金融三个方面对其研究成果进行梳理和归纳。其中,公司金融分为两个部分:一是声誉、共谋与博弈论,二是动态契约与证券设计;宏观金融主要涉及宏观经济模型中的金融摩擦与货币政策效应。

一、契约理论的基础及应用

契约理论作为近30年来迅速发展的经济学分支之一,是解释公司治理以及金融交易等问题的重要理论工具,而博弈论作为契约理论的一种基础性

^{*} 许涤龙、钟雄,广州国际金融研究院,广州大学金融研究院,邮政编码:510405,电子邮箱:dilongxu@163.com, zhongxiong1218@hotmail.com。基金项目:国家社会科学基金重点项目“金融状况指数体系的构建与应用研究”(13ATJ002);广东省2014年扶持金融产业发展专项资金项目“广东金融产业发展评估及政策创新系列研究”;广州市2015年战略性主导产业发展资金计划(金融保险)项目“新常态下广州金融发展战略创新系列研究”。作者感谢审稿专家的意见和建议,文责自负。

的方法和工具,对推动契约理论的发展起到了十分重要的作用。桑尼科夫立足连续时间的假设,对这种背景下的非完美观测行为(Imperfectly Observable Actions)博弈论以及委托—代理理论进行了深入研究。

(一)连续时间下的非完美观测行为博弈论

在相当长时间内,绝大多数研究者均采用离散时间序列模型来分析博弈论中一些较为棘手的问题,如非完美观测行为博弈。一方面是由于博弈问题本身的复杂性,另一方面则是由于在离散时间条件下,其问题处理能简单化。桑尼科夫则基于连续时间条件,引入了一种分析重复博弈的工具,让非完美观测行为博弈问题得到更好的解决。

桑尼科夫在论文《基于连续时间序列的非完美观测行为博弈论研究》(Sannikov, 2007)一文中,基于公共完美均衡(Public Perfect Equilibria, PPE),利用可得到的均衡值集构建了一个贴现因子(Discount Factor)的函数。这种做法相比以往此领域的研究成果更具挑战性和趣味性。以往相关研究往往进行一系列简单分析,如分析博弈双方在有足够耐心的极限状态会发生什么? 权衡点(Tradeoff)经常会在效率和激励两者间的哪个位置消失? 在哪个位置可以确保得到所有可实现的得益(Payoff)? 桑尼科夫则另辟蹊径,在该文中分析了博弈双方在耐心不足时会发生什么? 效率和激励两者间真正的权衡点在哪里出现? 那些会突出这些权衡点的均衡得益值究竟如何描述? 他的这项工作被学术界公认为具有突破性意义,是这些年该领域具有真正意义的显著进步。

桑尼科夫在该论文中探讨的博弈双方无法直接观测到对方行为,所观测到的行为都是布朗运动(Brownian Motion)曲解(Distort)后的信号,这类似不完美监督(Imperfect Monitoring)重复博弈。他利用差分方程发现,得益集 $\epsilon(r)$ 与所有连续时间博弈的PPE相匹配,且PPE能够在 $\epsilon(r)$ 边界范围内求出任何值,其中 r 是折旧率。他认为, $\epsilon(r)$ 的边界能够通过常微分方程——最优方程(Optimality Equation)计算出来, $\epsilon(r)$ 边界范围内任意收益的动态均衡在整个博弈过程中沿着 $\epsilon(r)$ 边界移动,该均衡动态将博弈者的连续价值(Continuation Values)作为一个状态变量,而连续价值是其未来博弈的期望收益值,决定着其行动和可观测信号对连续收益变动的影

响。因此,最优方程与四个变量相关:(1)非有效性,连续价

值 u 落后收益流 $g(a)$ 的量;(2)激励性,连续价值对公共信号的敏感度;(3)信号的噪声总量;(4) $\epsilon(r)$ 的曲率。

非完美监督重复博弈理论主要由 Abreu, Pearce & Stacchetti(1990)(简称 APS)以及 Fudenberg, Levine & Maskin(1994)(简称 FLM)发展起来的。其中,APS研究了非完美监督下重复博弈的序列均衡问题,他们认为,任意均衡收益维度都能够通过曲率均衡(Curvature Equilibrium)获得,博弈者的连续价值是其中的一个状态变量。由于在均衡中,连续价值会在每一个公共信号的观测值后改变位置,因此,在离散时间博弈中,寻找跳跃后面以及动态均衡和均衡收益间联系的模式非常困难。而连续时间博弈则能相对容易地阐述连续价值的均衡运动、激励以及 $\epsilon(r)$ 间的联系,尤其是最优方程能够在连续时间集下推导出简单的计算过程。FLM关于民间定理(Folk Theorem)最重要的贡献就是给出了连续价值运动的一个特殊模式,他们指出,民间定理在合适的条件下适用于非完美信息下的重复博弈;即在可行和独立的理性收益集 V^* 下,只要博弈者有足够的耐心,任意独立且光滑的凸收益集 w 都能够在均衡条件下获得。

一般来说,如果博弈者能够迅速改变他们的行动,那他们将不断修正所有偏差(Deviation)。基于此,桑尼科夫在其模型中假设:当博弈者能够迅速调整其行为时,若反应越快,则观察到的信息就越少。这个特征与FLM推导出来的结论刚好相反。此外,很多学者在利用数学模型研究动态背景下的最优激励条款时,均采用单边非完美信息假设,即仅假设代理者隐藏行为。桑尼科夫则采用双边非完美信息假设,即假设博弈双方均隐藏行为。

综合来看,桑尼科夫的这篇论文介绍了一种新的连续时间博弈,且将该博弈过程中的很多假设条件进行了扩展,使之更符合实际情况。由于不同经济活动均可视为连续时间博弈,因此,他所构建的模型不仅可应用于合作伙伴和双寡头垄断情形,还可以应用到委托—代理问题、风险分摊模型等。其中,最有用的莫过于非完美信息下不同动态激励问题的分析和应用。

(二)连续时间下的委托—代理问题

桑尼科夫在连续时间背景下对委托—代理问题的研究主要体现在动态激励上。公司如何通过工资、福利和升迁(Promotion)来激励他们的员工?

收入差距与生产、投资和利润增长是什么关系？金融契约和资本结构怎样为公司管理者带来激励？桑尼科夫的论文《连续时间序列上的委托—代理问题》(Sannikov, 2008)对这些问题都给出了答案。

桑尼科夫提出了一种在代理者努力程度无法直接观测到的情况下，分析委托和代理者之间最优动态契约的方法，他假设代理者可以控制扩散过程中的漂移，最优契约则可在连续时间背景下通过代理者连续价值的漂移(Drift)和波动进行描述。他同时认为，漂移与代理者工资跨期模式及波动率有关，与激励方式和努力程度也有关，而后两者又与很多因素有关，包括代理者的外部选择，代理者的替代代价和升迁机会等。不考虑模型的形式，桑尼科夫设计的最优契约的性质具有极强的现实意义，可用它估计雇佣工资的增加率、长期和短期激励。

在这个新的委托—代理模型中，桑尼科夫设定产出是一个具有漂移特征的扩散过程，其漂移由代理者无法观测到的努力决定，同时，假设风险规避的代理者会选择持续消费。将代理者连续价值作为一个状态变量，最优契约则可利用微分方程的新方法进行计算。他利用该模型探索了代理者工资与努力程度的动态性，验证了代理者工资随时间增加或减少的因素，检验了当前和未来产出激励代理者的程度以及短期和长期激励的最优结合点。同时，桑尼科夫给出了代理者将在最优契约下选择退休这样一种委托—代理情况。相比传统的离散时间方法，桑尼科夫提出基于连续时间方法的新动态视角，可借助常微分方程等简单方法来寻找最优契约，这些方程强调那些能够决定最优消费和努力程度的因素，可以更直观地比较代理者的工资、努力程度和激励是如何与契约环境相互依赖的。

在桑尼科夫设计的基准模型中，风险规避的代理者与中性风险的委托者在雇佣关系形成后就永久绑定了。代理者通过他自己连续不断且无法观测到的努力来影响产出，而委托者则仅能看到产出结果，这种结果是仅依赖于代理者努力且伴随漂移特点的布朗运动。代理者厌恶努力而喜欢消费，桑尼科夫假设代理者的效用函数具有收入效应，也就是说，当代理者的收入增加时，支付其努力程度的代价会变大。他在解出基准模型后，检验了最优契约在代理者可能退出、替代或升迁的情况下是如何变

化的。

正如相关的离散时间模型一样，最优契约可由代理者的连续价值作为一个状态变量来描述，它完全决定了代理者的努力程度和消费。代理者的连续价值则是未来期望效用的总和，主要依赖于代理者未来工资和努力程度。在离散时间模型中，描述最优契约的函数较为烦琐，需要将当前连续价值和产出计算到未来连续价值和消费中，而连续时间模型则提供了较为简单的动态描述，即代理者连续价值的漂移和波动。

其中，代理者连续价值的波动与其努力程度相关，当代理者的价值与产出高度相关时，他将更有动力付出更多的努力。因此，最佳努力程度会随着连续价值的不同而变化。为了得到最佳努力程度，委托者会用最大化期望产出减去代理者的报酬和由激励引起的风险支出。若代理者有足够耐心，那么激励条款将是零成本，最佳努力程度也将会由于收入效应而随着代理者的连续价值下降。不考虑一些特殊情况，由于代理者风险暴露的代价，代理者的努力程度具有典型的非单调性特征。另外，代理者连续价值的漂移与整个时间段的薪酬分配相关。当代理者工资为报酬后置时，其价值具有上扬的漂移，而代理者价值下扬的漂移与其报酬前置有关。代理者的跨期消费会由于激励条款而产生扭曲，他的价值漂移通常会指向为代理者提供激励的最低成本的方向。所以，当代理者有足够耐心时，激励条款是无效的，其连续价值也不会有任何漂移。

在长时期内，最优契约是一种包含代理者工资和努力程度变量且非常复杂的非线性模式。而在桑尼科夫的基准设定中，最优契约假设代理者和委托者关系固定，当代理者的连续价值达到一个较高或较低的端点时会选择退休，此时的代理者会接受一个不变的消费流量，并不再继续努力。

为何代理者在其连续价值达到任一极值点时会必然退休呢？桑尼科夫认为，在低退休点，若代理者的价值达到更低边界，其薪酬必然停止；另一方面，当代理者的连续价值变得越来越高时，尽管有可能保持代理者的积极性，但由于收入效应，退休将变为最优选择。很多契约研究认为，代理者会暂时性停止努力并永远不会退休，但桑尼科夫认为这是次优选择。

桑尼科夫认为，契约环境与代理者工资水平有关系，代理者连续价值的漂移通常指向以最低成本

提供激励的方向。由于更好的外部选择会导致激励和挽留代理者越来越困难,因此,工资会随着更好的外部选择而变得更加报酬后置,而当代理者受到升迁激励时,会更愿意为了报酬前置的低工资而工作。桑尼科夫的这些发现给出了影响代理者工资结构的因素。

什么因素会对代理者激励产生更多影响呢?是眼前的产出还是更远的未来产出?桑尼科夫认为,现实中的契约会同时采用如分红等短期激励和如升迁等长期激励的不同手段。他通过代理者消费及连续价值波动率来衡量长期和短期激励时发现,当代理者有更好的外部选择时,最优契约会采取更多的短期激励,这可能会干扰代理者的长期激励。相反,当委托者有更多选择来取代或升迁代理者时,最优契约则会采取更多的长期激励来保证短期内代理者的工资稳定。当最优契约更多使用长期激励时,代理者将付出更多努力,委托者也将获得更多收益。

二、声誉、共谋与博弈论

桑尼科夫通过连续时间方法与随机分析,使行为金融的大量动态模型变得非常容易处理。这些问题包括金融博弈关系中博弈单方的声誉问题,也涉及博弈多方的共谋问题,另外,他对频繁行为博弈中的信息重要性也进行了深入探讨。

(一)连续时间下博弈过程中的声誉问题

声誉在行为金融中扮演着重要角色,机构能从中获利以此来对抗潜在竞争者、为顾客提供高质量服务并为投资者带来更好回报。桑尼科夫及其合作者在《连续时间博弈中的声誉》(Faingold & Sannikov, 2011)一文中通过连续时间序列这一新的视角,研究“大”参与方(Large Players,如政府)试图利用“小”参与方(Small Players,如居民)的集(Set)来建立一种声誉机制,这些“小”参与方对“大”参与方的行为会产生反应且两者间并不相互影响。

桑尼科夫等研究的连续时间博弈声誉的动态情况中,当“大”参与方面临“小”参与方群体时,“大”参与方行为是非完美观测的。因此,他们的分析中大部分是检验“大”参与方行为的公共信号被布朗运动扭曲后的情形,“大”参与方要么是一种普通类型(Normal Type),其博弈有一定策略;要么就是行为类型(Behavioral Type),其承诺执行静态博弈策略。他们利用常微分方程得到了序列

均衡的简洁表达式,且验证了一般情况下,“小”参与方事后可能性的序列均衡具有唯一性和马尔科夫特点。

桑尼科夫等在FLM的基础上进行连续时间的模拟,假设“大”参与方行为的噪声信号是公共可观测的,信号受布朗运动驱动而变化;同时,假设“小”参与方是匿名的,面对哪种类型的“大”参与方是不确定的,且在每次均衡中行为短视(Behave Myopically),并尝试最大化其不变的期望收益。

以往离散时间中关于声誉效应的两个结论是:一是在多重行为(Multiple Behavioral)和非行为(Non-Behavioral)类型的一般模型中,只要代理者有耐心,普通类型均衡收益集都是有界的;二是Cripps et al(2004)提出在重复博弈的广义范围内,声誉效应是临时的。桑尼科夫等通过设定连续时间模型,将研究重点转移到个体行为类型上,发现当“小”参与方分配积极的事前概率到行为类型中时会出现高度的均衡动态,在均衡唯一情况下,他们检验了“大”参与方的耐心对均衡策略的影响,得到了一个关于均衡行为的声誉结论。最后,他们还将这些结果扩展到多重均衡、泊松信号和多重行为类型方面。

桑尼科夫等的这种方法主要利用公共信号重复博弈的递归结构(Recursive Structure)和随机微积分。在离散时间和连续时间中,公共策略的序列均衡可用两个随机运动规律的状态变量描述:“大”参与方的声誉和连续价值。“大”参与方声誉的运动规律是由贝叶斯修正(Bayesian Updating)决定的,连续价值则由承诺保证(Promise Keeping)和激励限制来描述。只有在状态变量的变化满足这些限制条件时,公共序列均衡才会与这些状态变量保持同步。而在连续时间中,能进一步利用随机微分来将状态变量的均衡运动规律与均衡可能性联系起来。

桑尼科夫等利用独立的马尔科夫均衡推导出很多关于行为金融的有趣结论。(1)给出了“大”参与方的静态贝叶斯纳什均衡收益及连续时间博弈中序列均衡收益在声誉中增加的时间点。(2)当“大”参与方的普通类型从模仿行为类型中获益时,这种模仿在均衡中是不完美的。由于公共信号对“大”参与方的类型信息不足,模仿会变得毫无价值。(3)提出了折旧率和噪声波动率之间的平方根替代法则:两倍折旧率对均衡的效应与公共信号波

动率矩阵的 $\sqrt{2}$ 倍进行缩放的效果是一样的。(4)如果“小”参与方对斯塔克尔伯格(Stackelberg)行为类型释放正向概率且信号满足一定验证条件时,普通类型的均衡策略会在每一个声誉水平上接近斯塔克尔伯格行为,这是在离散时间模型中不曾得到过的结论。

尽管桑尼科夫等分析的主要部分是单个行为类型,但也检验了多重行为类型的一般情况。他们将公共序列均衡的递归结构进行扩展,分析了声誉维度(Vector)和“大”参与方连续价值必须满足均衡化的性质,证明声誉效应是短期存在的。他们还将泊松信号融入连续时间博弈,并扩展了许多结论。

(二)连续时间下博弈过程中的共谋问题

共谋是许多金融市场面临的一个主要问题,一直是应用和理论经济学研究的一个重要课题。从暴露的共谋情况可以知道现实生活中卡特尔组织的数量,也知道什么样的协议(无论是隐式或显式)有可能成功获得共谋利润。在共谋博弈论方面,桑尼科夫主要研究不完美监督情况下的共谋现象。在论文《不完美监督下利用弹性生产的共谋不可能性》(Sannikov & Skrzypacz, 2007)中,桑尼科夫等研究了行为频率不断变大时可能出现的后果:频率行为在不完美监督下会削弱博弈中的共谋行为。行为越频繁,每一个时期的信息质量会越低。

桑尼科夫等研究共谋的范围是同质商品和定量生产的双寡头市场。在其建立的模型中,企业不能直接观察对方的生产决策,只能观察取决于市场供应总量的噪声市场价格信号。他们认为,共谋在以下情况是不可能实现的:(1)没有突发事件时,新的噪声信息不断进入;(2)公司有生产技术弹性,可以迅速对新信息做出反应;(3)公共信号只取决于市场总供应,而不是个别决定。该研究结果既适用于简单的静态模型,也适用于动态合作模型。

桑尼科夫等认为,即使企业可观察到任何时刻对方产品的价格水平,但共谋仍是不可能的,信息的快速传达及应对共谋的灵活性这一解释只在完美监督博弈中成立,在非完美监督博弈中不一定成立。随后,他们证明了即使在非对称均衡条件下,共谋也是不可能的。因为在很多博弈中,博弈者可利用非对称连续平衡或货币转移强制实施没有价格战的共谋计划,但从一维信号及选择数量的连续性角度看,用于提供给另一博弈者激励机制的转移会受到其他

博弈者激励的干扰。因此,共谋不能通过单独转移而持续。

除此之外,桑尼科夫等将结论扩展到一个更现实的与价格相关的非平稳模型和其他类型的动态互动合作中,如团队道德风险。此外,他们还探索了其他均衡类型的应用扩展以及增加边际成本、多信号、混合策略甚至私人策略等均衡问题。

(三)博弈过程中的信息问题

信息作为博弈过程中的一个主要构成要素,其获取方式和认知程度都直接影响甚至决定了整个博弈的结果。尤其在重复博弈过程中,博弈双方在每一次博弈后都要重新对获取的信息进行分析,以期在下一次博弈时获得更好的收益。鉴于此,桑尼科夫就频繁行为博弈中信息的角色问题进行了探讨。在《频繁行为博弈中信息的角色》(Sannikov & Skrzypacz, 2010)一文中,桑尼科夫及其合作者对不同类型信息如何影响博弈者的合作能力以及在道德风险方面如何为博弈者提供激励等问题进行了深入分析,整合了离散时间和连续时间下两种不同类型的信息。他们认为,博弈者的策略应在不牺牲效率的情况下,利用连续时间下的光滑信息来转换效用,因为离散时间下的块状信息可能导致博弈者采取低效行为。

在重复博弈中,提供有效激励条款的途径依赖于博弈者观测到信息的类型。因此,桑尼科夫等得到的结论适用于一般情况下的重复博弈,在此过程中,博弈者的频繁行动将通过连续时间的静态过程使信息形成一个连续多维的布朗分量(Brownian component)和泊松分量(Poisson component)。

考虑博弈者学习信息的连续动态互动作用,若信息过程是独立一致分布的,那它可通过Levy分解(Levy decomposition)定理描述成一个连续的布朗分量和不连续的泊松分量。桑尼科夫等提出,在两方重复博弈中,信息是否能提供有效激励与其传达过程有关。受Levy分解定理的启发,他们假设博弈者通过布朗和泊松运动的混合模式学习信息,同时,博弈者的行为仅影响漂移而非布朗过程的波动率。基于以上假设,他们将信息流作为不变量,在移动频率中进行改变后发现,当前行为的信息是可以无滞后被观测到的,与过去行为完全独立。

现有的理论描述了两种重复博弈中提供激励的方式,桑尼科夫等利用经常行为将这两种方式与博弈中博弈者可观测到的信息类型联系起来,得到如

下结论:(1)每个时期内的偏差量与行为的顺序和周期长度有关;(2)独立处理泊松和布朗两部分分量对激励最终结果影响不大,因为泊松信号的传达并不会比布朗信号包含更多信息量;(3)布朗信号通过价值燃烧(Value Burning)这一路径提供激励的代价太大;(4)线性使用布朗信号来完善信息转换这一过程非常难以解释。

重复博弈是一个非常有用的抽象概念,通过简化其相关假设来研究动态博弈,有助于获得关于更多复杂动态系统的直观印象。桑尼科夫等的研究试图解决重复博弈中的激励是如何提供的这一问题,其研究可应用于动态激励条款相关的任意领域,尤其是,可用于会计(信息披露和激励)、金融(动态契约)和产业组织(动态共谋)方面。尽管他们的研究着眼于重复博弈模型,但其结论能够直接用于分析最优自组织性契约以及更多复杂、含有公共状态变量的非静态环境下的博弈问题。

三、动态契约与证券设计

在公司金融领域,桑尼科夫研究的重点在公司的融资运作、员工管理等问题上,主要就连续时间背景下的最优证券设计和融资、公司内部结构的动态激励以及道德风险与长效激励等相关问题进行了深入研究。

(一)连续时间下的最优证券设计问题

桑尼科夫及其合作者在金融激励方面的一系列论文影响巨大且被广泛认可。在《连续时间代理模型中最优证券设计和动态资本结构》(DeMarzo & Sannikov, 2006)一文中,桑尼科夫等研究了如何利用资本结构(信用额度、长期债务和股权)进一步完善最优动态契约理论。

在桑尼科夫等设计的模型中,代理者承担一个面临资金流波动且需要投资的项目。代理者的努力可以改变现金流的均值,项目产出可被委托者实时观察到。委托者设计出的最优契约有如下特征:(1)最优契约可利用资本结构来完善,信用与债务之比将随着环境特征(比如波动性)的变化而变化;(2)债务水平会随项目过往盈利能力的下降而下降,最优契约则会规定一个维持公司支付现金余额的水平。因此,这个模型为非理性缺失激励行为问题提供了一个解决方案:现金余额支付水平能够确保公司在未来投资者可能不愿继续投资的情况下保证现金流。

桑尼科夫等提出的这个最优契约同样也假设代理者有权选择偿还债务的优先顺序。他们认为,代理者往往会选择先付清贷款,此后会更愿意选择支付分红。在现实中,能够给公司提供的融资总额主要是由项目的预期价值和代理者的外部选择决定的,而非项目本身的波动率。但是随着越来越多的公司使用与长期债务相关的信用贷款方式融资,波动率也开始对公司的资本结构产生影响。桑尼科夫等假设在动态契约环境中,中性风险的代理者或企业家的资源管理和投资活动是有限的。当有利润的投资活动存在风险时,短期内可能出现较大的运营亏损,此时的代理者需要外部融资支持来填补这些损失,以保证项目的继续开展。但问题在于,代理者可能通过隐藏行动来扭曲现金流以获得私利。因此,从委托者或投资者角度来看,是否为现金流不充足的项目提供资金,需要考虑的是此种情况出现到底是代理者行为造成的还是项目本身的原因。同时,为了给代理者提供最优激励,委托者可能会控制代理者的工资,还可能通过撤回项目的资金支持来提早结束代理关系。桑尼科夫等就是在这样一个框架下来描述最优契约,并将之与公司资本结构选择联系起来的。

桑尼科夫等认为,连续时间背景在解决最优契约问题方面具有很多优势:(1)可以通过常微分方程提供更简洁的最优契约的描述;(2)能给出债务和信用的一个非常简单的混合表达式;(3)有利于可比静态分析和证券价格的计算、分析证券持有者之间的利益冲突。

在最优契约中,代理者通过持有公司一部分股权兑现支付,剩下的股权及债务均被外界投资者持有。公司利用信用贷款来填补亏损,当有盈利时就偿还贷款。因此,在桑尼科夫等设计的模型中,杠杆率与过去盈利率是负相关的。如果现金流超过债务支付水平且信用贷款已偿清时,公司会开始分红;若债务偿还未完成,公司将会违约,项目也会中止。只有在已支付完外部投资者的极少情况下,公司才会支付清算分红给股权持有者。也就是说,股权内部和外部支付的区别仅体现在清算方面。

在现实生活中,信用贷款是机构融资非常重要的组成部分,它的平衡以及资金宽松的总量会随着公司的以往表现而波动。因此,桑尼科夫等设计了一个保留资本结构的动态模型,其中杠杆率随着机构的盈利能力而下降。该模型可以解释选择信用贷

款和其他借款形式的原因。在其设定的连续时间背景中,项目产生的累积现金流遵循正向漂移的布朗运动,通过引入鞅(Martingale)的方法来表示代理者激励相容约束。这种利用常微分方程描述最优契约的方法,不同于离散时间上的贝尔曼(Bellman)方程,有利于分析模型参数对最优契约的影响,能够扩展到包含更复杂环境的最优契约应用中。

桑尼科夫等构建的连续时间模型得到很多更重要结论:(1)在离散时间背景下,项目中止的决定必须具有公共随机性(Public Randomization),而连续时间背景下却不是必须条件。(2)由于现金流是正态分布的,任何项目的运行亏损都有可能出现,在离散时间背景下可能无法给出融资方案,而桑尼科夫等不仅给出融资方案,还给出了这种亏损风险出现的严重程度及时间。(3)在桑尼科夫等完善的资本结构中,代理者不仅控制现金流,也控制公司的支付政策。代理者会在支付分红之前优先选择偿还信用贷款,之后会更愿意支付分红而非囤积现金来产生额外的资金闲置。在连续时间背景下,桑尼科夫等基于项目期望的现金流和代理者的外部机会,将公司支付政策的激励相容性降低为一个简单直观的,公司能够承受的,利息费用最大化的限制条件。这种限制暗示着公司的总负债容量是与项目的风险和清算代价紧密相关的。

除了能够测算这些比较静态分析结果外,桑尼科夫等建立的连续时间框架同样可以更形象地刻画公司证券的市场价值。他们给出了公司股权和债务的市场价值与其信用股权的区别在哪?哪一个是由它的剩余信用决定的?此外,他们还探讨了代理者和股权持有者的激励问题。在其建立的最优资本结构模型中,不管公司杠杆率利用情况如何,股权持有者都不存在激励来增加风险,也就是说,在该契约中不存在资产替代问题。

总的来说,桑尼科夫等分析了代理者需要提高外部资本来启动项目、填补未来可能发生的运行亏损以及消费的情况。在该背景下,代理者可能为了个人消费,在委托者不了解的情况下从项目中转移现金流,投资者则用撤资或中止项目等手段来强制执行支付。他们给出的最优契约牵涉到信用贷款、债务和股权。债务、外部股权以及信用贷款可以为代理者最初的消费提供资金,信用贷款则能填补可能出现的运行亏损。同时,代理者会受到激励来支付利息,而不从信用贷款中消

费,因为一旦违约,项目将会移交给投资者管理。桑尼科夫等在连续时间背景下进行的这些分析有很多优势:(1)最优契约的形式非常简洁。(2)连续时间模型能利用常微分方程提供最优契约的简洁表达式,此表达式能够很好地解释最优资本结构是如何由项目的特点决定的,并能计算完善后的最优契约中的证券价值。(3)在此背景下能够非常方便地分析一系列扩展问题。

(二)动态激励契约的相关问题

桑尼科夫等在《动态激励契约中的学习、终止和派息政策》(DeMarzo & Sannikov, 2016)一文中,丰富了该领域已有成果的模型,有助于委托者和代理者实现项目盈利能力的动态学习。他们详述了以下几个问题:(1)定义了信息租金,如对个人信息收益本身的敏感度,信息租金本身激励限制的表述;(2)将信息租金作为一个随机期望值,并给出了其递归结构的描述表达式;(3)对信息租金最优控制过程中的扭曲关系进行了刻画;(4)给出了猜想性最优合约或均衡的整体激励相容的验证方法。其中,理论创新主要集中在最后两个。桑尼科夫等发展了一种新的方法来证明委托者价值函数的性质,即通过信息租金的乘数效应(Multiplier)得到一个关于扭曲累计数(Distortion Accumulations)的简单描述式,而乘数效应作为一个长期终止阈值(Long-run Termination Threshold),具有非常简单的表述式。

桑尼科夫等研究的委托—代理问题背景是:委托者和代理者均能从当前产出获知未来盈利情况,若盈利率太低则公司有权利放弃该项目。由于产出依赖于代理者的努力,而代理者因认知干扰产生的偏差会误导委托者。因此,代理者努力的激励在其信息租金中是下降的,从获知收益率信息角度得到的利益超过了委托者。

桑尼科夫等构建的最优契约能够纪录下一个融资有限的新公司向一个有派息分红的成熟公司转型的过程。在新公司起步阶段,糟糕的表现会永久性提高公司中止项目的门槛,在成熟公司阶段,分红与收入是平滑相关的,中止项目的门槛则是固定的。分红与收入平滑相关是因为当前现金流会根据利润率的变化来用于调整银根宽松(Financial Slack)。

桑尼科夫等考虑了这样一个背景,一个风险厌恶的代理者代表风险厌恶的委托者或外部投资者管理一个机构或项目,在利润率未知或太低的情况下,机构有权放弃该项目。在此背景下,代理者和委托

者都会依据机构当前的现金流更新其对利润率的判断。代理者可能会为了个人利益逃避或转移这些现金流,曲解委托者对利润率的看法,并创造额外的信息租金。这些租金由于当前现金流的降低而上升,降低委托者对未来利润率的期望值。从理论上讲,这一分析模型的贡献如下:(1)明确在悉知未来利润率这样一种环境下信息租金和激励之间的联系;(2)在完全承诺合约中,利用递归结构测算信息租金最优控制的性质;(3)提出一个方法证明一阶解法的有效性。

桑尼科夫等在公司金融中一个非常重要的应用,就是将代理问题嵌入到经典的真实选择环境中。在其构建的模型中,公司利润率的不确定性为委托者提供了一个放弃项目的选择——如果利润率过低,那么变卖公司是最优选择。利润率、波动率和清算价值是影响这个最佳选择的因素。在此基础上,他们加入了代理者问题,引入一个影响代理者从项目现金流中获得个人收益的参数 λ ,该问题的重要性同样也依赖于机构现金流的波动性,它决定了隐藏在代理者行为后面的噪声数量。

桑尼科夫等认为,最优合约存在两个阶段:一个是短暂期,此时代理者得不到任何回报,清算公司的决定的效率是会逐渐改进的;另一个是稳定期,此时开始分红,公司的清算临界点也固定了。最优合约能够动态模拟一家公司从年轻到成熟的转变过程,最关键的一个节点就是分红政策的预测。分红在成熟阶段被引发,与机构的收入平滑相关且仅依赖于机构未来利润率的期望值,不依赖于当前收入。直观来看,正向的收入会增加机构预判的利润率,所以为了推迟公司被清算,代理者利用额外的现金来放松银根变成了最优的选择。

桑尼科夫等考虑的这两个重要阶段,与基于代理者外部选择的固定信息租金有所区别。在机构利润率完全由代理者能力决定的情况下,代理者能够继续捕捉同样的信息租金,哪怕是离开机构后亦能如此,这种假设前提是非常正常的。因为中止合同的行为无法控制代理者的信息租金,委托者也无法通过扭曲这个决定而从中获利。

综合来说,桑尼科夫等考虑了一个连续时间动态代理问题,其中,瞬间产出受到代理者隐藏行为的选择、项目基础和布朗噪声的影响。因为项目基础是随机和不可观测的,因此,代理者和委托者都只能通过观察产出来获悉或预判项目的利润率。当委托

者和代理者在开始阶段的信息是对称时,如果代理者背离并混淆委托者对产出信号的理解,他们之间的信任度将会下降。这可能会导致非对称信息在均衡路径上出现,也会导致代理者获得信息租金的机会出现。代理者潜在的获取信息租金的机会如同委托者控制他们工资的能力一样,有赖于代理者在离开公司之后开发其个人信息的能力。桑尼科夫等认为,代理者在合约终止后能够完全继续开发其个人信息,这和项目的利润率完全从代理者未知能力获得的情况一样;终止合同决定的时间点对代理者信息租金没有任何影响,相反,他的最小信息租金在基于其替代技能的努力程度方面是固定的。也就是,一个清楚了解自己技能比预期高的代理者会在不让委托者失望的情况下偷懒。因为在真实的个人能力情况下,最小信息租金与终止合同时间点是独立的,桑尼科夫等给出了关于此最优契约的一个简单表达式。他们认为,在实际中,代理者的薪酬支付会延期,直到其承诺的收益达到这个能够获得的最优次序临界点。在此临界点之后,代理者将持续收到薪酬支付,直到项目的利润率下降到终止合同成为最优选择的时候。在这一最优契约中,第一种情况是代理者会一直持有项目股份,而公司也会持续积累现金流,直到公司的储蓄耗尽;而第二种情况则是公司现金流可能达到一个临界值,此时公司有足够的储蓄来支持其运转并维持临时性的亏损,直到契约中止。

桑尼科夫等还特别指出了其所构建的这种最优契约的一些特点:(1)在执行最优选择之前,公司终止项目的决定的效率会随着公司的储蓄收益而平稳提高。(2)尽管代理者收益—产出弹性肯定会因信息租金而增加,但这些信息租金不会影响其在公司的股份份额。比较直观地说,股权价值—产出弹性会显著增加,因为当前较高的现金流显著提高了未来现金流的水平。(3)公司最优分红支付与公司收入是平滑相关的——公司不会将预期收入水平视为分红来支付出去,但可能会将任何收入都吸收到储蓄中。(4)在企业利润率固定的情况下,代理者在企业外部的信息租金比内部小很多。此时,代理者的信息租金可以通过终止该合约得到降低。因此,在最优合约中,为了降低代理者的信息租金,此时的委托者应考虑提前终止双方的契约。(5)最优契约能通过转换状态空间的方法,并利用公司当前发展水平、终止契约的临界点、支付临界点等三个状态变量

来进行描述。其中,第三个变量是桑尼科夫等引入的一个新的变量,它能够捕捉出现在控制信息租金中的曲解程度。更重要的是,桑尼科夫等认为支付临界点会随着时间推移而增加,当公司表现很差且契约临近终止情况下,该变量还会出现一个显著的加速过程。

(三)道德风险与长效激励问题

桑尼科夫在《道德风险与长效激励》(Sannikov, 2014)一文中,分析了在代理方的努力对产出随机过程产生长期影响情况下的最优契约,这一分析视角突破了同期收益均值变化这种短期影响情况的局限。他考虑了在动态道德风险背景下,代理者行为在未来的效应。为保持代理者的激励,最优契约将延期支付、中止合作与未来表现联系起来。他研究了动态代理问题,这在实际中非常普遍,如CEO的行为对机构表现有长期影响;个人股权基金的成功要一直到非流动性投资的出售才会被展现出来;由破产带来的影响也要在若干年后才能看到。同时,延期支付和提成回拨的做法也经常在实践中发生,但设计一个框架模型来分析这些情况却非常困难。

基于此,桑尼科夫设计的最优契约具有以下几个特点:(1)若不考虑代理方努力的长期影响,其对当前产出的控制会使自身暴露机构风险。特别地,尽管最优风险暴露在最开始很低,但会逐渐朝着目标水平发展。(2)最优契约具有消费平滑性(Consumption Smoothing)特征:代理者的当前表现会影响其延期支付的价值,激励效应会随时间变化而分散。因此,无论在积极还是消极方面,就提供激励来说应给予更多的实惠。(3)由于责任有限,代理者的绩效工资和提供的激励都是敏感而且是有界限的。(4)延期支付与表现相关,在合约中止后才逐渐兑现,若代理者的表现太差就会被终止合同。

对委托者的支付管理政策来说,处理这种最优契约的最有效途径是设计激励账户。公司需要代理者在延期激励账户中持有一定比例的股份,并借给其资金以达到一个目标股份水平。当代理者收到一定比例的账户盈余,代理者的目标支付水平将会相应地下降一定比例。通过这种方式,最优契约平滑了代理者的消费水平,确保了代理者在临近合约中止阶段仍受到有效激励。

一般来说,委托—代理问题是一个双向最优问题。委托者设计一个契约来最大化支付代价的净收

益,确认代理者会选择最佳努力程度来最大化产出效用。因此,解决委托—代理问题涉及两步:第一步是分析代理者问题,在任意合约下准确描述出代理者激励的要求;第二步则是分析委托者问题。这两步都可用一阶求解法,从委托者或代理者最优政策角度估算最小偏差收益。尽管这种方法很简便,但必须谨慎操作,因为一阶求解法的条件并不能总是满足全局最优。桑尼科夫最重要的贡献在于,不仅给出了代理者影响未来产出所必须满足的局部激励限制,还给出了一个简洁、直观的充分条件,该条件既能被事后检验,又能事前强加到委托者的控制条件中。桑尼科夫等从委托者角度使用一阶求解法来简化最优契约的问题,这比从代理者角度处理此类问题更简单。为得到一个非常清晰的最优契约表达式,桑尼科夫等将委托者的一阶求解方法进行了拉格朗日空间(Lagrange Space)转变。该状态空间转变方法强调最优契约的经济特征:代理者的风险暴露在雇佣过程中逐渐上升到一个目标值,并在中止契约后下降到0。在代理者问题方面,桑尼科夫则利用一定数量的 Φ_t 来表示给代理者提供激励的必要条件。 Φ_t 可被解释为给定契约中的代理者信息租金,依赖于代理者未来表现支付水平的敏感程度,其价值能通过代理者扰动策略的Malliavin偏差或未来薪酬支付敏感度的期望值来获得。在这种假设下,代理者的努力程度对未来产出的影响是成倍衰退的, Φ_t 为递归结构的表达式。通过这样处理后,委托者问题仅局限在代理者的一阶激励限制条件中,从而降低到一个只涉及两个状态变量的最优随机控制问题:代理者的连续价值 W_t 和信息租金 Φ_t 。同样,这些状态变量也表现了委托者考虑了未来支付期望效用和风险暴露期望后对代理者的看法。

综合来看,桑尼科夫的最终目的是通过假设代理者行为能够对未来产出产生影响,利用最优随机控制方法寻找合适的基准参数来验证委托—代理问题。在设计出的最优契约中,代理者的风险暴露在雇佣过程中上升到一个目标值并逐渐在契约终止后下降,最优契约还平滑了代理者的消费以便将风险代价最小化。

桑尼科夫等在《动态CEO补偿》(Edmans, Gabaix, Sadzik & Sannikov, 2012)一文中设计了一种薪酬体系,该体系试图通过将薪酬时间延长来防止高管采取短期行动,防止他们以公司的未来收

益为代价来中饱私囊。此项计划还提供了一种账户重新结余机制,以现金和股票的形式来保持薪酬的恒定比例,这样就能使高管在公司中始终拥有足够的股票来提供绩效激励(即使股价下跌)。

同时,桑尼科夫等还将现金流变化过程视为一个连续时间随机模型中的维纳过程(Wiener Process),表示为: $dY_i = \mu dt + \sigma dZ_i$ 。其中, μ 为一个投资项目所产生现金流的均值, σ 为标准差, Z 为标准布朗运动(Brownian Motion);在任意的时间长度 T 内, Y_i 为 i 时刻的现金流量,是期望为 μT ,方差为 $\sigma^2 T$ 的正态分布随机变量。随着直观的现金流风险度量方法逐渐兴起,在险价值(VaR)技术与现金流风险测量的融合成为其中最流行的方法之一。

就连续时间动态方法来说,一个最基本的假设就是时间是连续变化的,这包括两个方面:一方面是人们可以观察到任意时点资产的价格和行为特征;另一方面是人们可以在任意时点进行资源配置和行为调整策略,这与离散时间理论中的概念完全不同。桑尼科夫等认为,使用连续时间方法研究动态激励问题的优点就在于所得到的最优契约与动态均衡具有高度的清晰性,这种清晰性表现在最优契约和均衡相对容易计算,特征相对清楚且便于进行静态比较。

桑尼科夫等提出的使用连续时间方法研究委托—代理问题的框架,可以研究公司金融问题、逆向选择问题、道德风险问题和重复博弈问题。他们使用这个框架分析了产出所传递出的代理人努力程度和未来盈利能力这一问题,得出的结论是:(1)公司产出不但能够反映代理人的当前行为,还能反映公司项目本身的未来预期情况;(2)公司盈利水平的高低取决于目前管理层努力程度和影响公司基本面的外生因素;(3)抵押贷款偿付能力反映了借款人节俭的程度、收入的外生冲击和不可控制支出等因素的影响;(4)工人的业绩取决于工人的努力程度和技术水平的高低。

综合来看,在确定管理层的工资时,应该综合考虑其努力程度和外部环境的变化,传统的研究大都把两者分开考虑,降低了研究结果的解释能力。桑尼科夫等则考虑到代理者通过偏离均衡努力程度来误导委托者对公司未来盈利能力的看法,将二者综合考虑,委托者通过学习来判断代理者的努力程度和公司的盈利情况,并要求委托者和代理者签订的合约为长期合约,这样可以极大提高激励效率。

在道德风险方面,桑尼科夫等运用逆向选择理论分析了银行与贷款人之间的关系。他们认为,贷款申请者应更加了解现金流的信息和项目的盈利能力,取得贷款后的申请者可能会将贷款挪作其他消费,银行应随着贷款时间的增加不断调整授信额度,一旦贷款申请者达到上限,就应自动清算。他们还分析了银行信贷审批和企业贷款额度的相关问题,认为一个风险中性但有现金约束的代理者若来贷款,可真实认定其资金用途应该是资本启动和填补运营损失。

此外,在公司薪酬方面,桑尼科夫等建议考虑长效激励,构建一个有第三方保证的薪酬体系,该体系的年数一直延展至高管退休为止。这样一来,首席执行官们就不会采取短期的“错误行动”。这与目前针对薪资水平而非薪资范围法规的做法不同,他们提出的是关于扩大激励范围的措施。更为重要的是,这个建议并不需要实行任何法规。在金融危机之后,大批投资银行按照该方案对其薪酬方案进行改革,摩根士丹利、高盛以及其他投资银行也紧随其后,扩展了代理者激励的范围。

四、金融摩擦与货币政策效应

传统宏观经济理论、金融学理论以及一般均衡理论属于三门不同学科,桑尼科夫却通过金融摩擦问题将三者综合起来,并对流动性进行了全新的阐释,将其定义为技术流动、市场流动和资金流动。他在宏观金融领域的贡献,主要体现在宏观经济建模分析中对于金融摩擦和货币政策效应等问题的处理上。

(一)宏观经济模型中的金融摩擦问题

桑尼科夫及其合作者在《与金融部门相关的一个宏观经济模型》(Brunnermeier & Sannikov, 2014a)一文中测量了总体经济活动的波动,这个问题在最近的金融危机环境下重新获得了关注,主要考虑将金融部门扭曲行为视为经济收缩的一个源头。由于技术原因,之前的文献成果在金融加速器模型上大都不把动态均值回归法(Mean-Reverting Dynamics)应用到杠杆投资者的净值分析中,在此假设下,所有的外部干扰都会足够小,变量也将始终围绕“长期平衡状态”值在较小幅度范围内上下波动。这种方法能够让动态均衡围绕平衡状态呈线性变化,该方法还能在一定程度上加深对金融加速机制的理解,且没有限制。

桑尼科夫等刻画的全局动态均衡模型是针对一系列连续小随机总体干扰的响应,利用连续时间方法使得动态均衡可通过求解一个常微分方程来描述,且不需要任何线性条件。在给定该模型任何参数的情况下,利用这一全局动态均衡模型,使得以往需要大量时间来求解的关键性状态变量变得非常容易处理,而以往这些变量往往只能在其远离长期均值附近进行预测。利用桑尼科夫等提出的这种方法,可以描述出伴随一定频率而内生性发生的不同程度的危机,还可以分析这种危机的频率和严重程度是如何受到参数变化影响的。尤其是加大个体风险分担的金融创新的引入,将会通过动态均衡产生一系列不良后果,导致危机频繁发生。

桑尼科夫等构建的该动态模型的非线性方法同样也能够用来分析平均行为如何以及该用什么方式来应对未来的小冲击,还能验证在不同阶段的金融周期下,政策的制定是如何因不同状态变量而有所变化的。此外,该模型一个非常重要的特点就是,可以确定高风险形成的原因是内生性还是外生性的。实际上,外生性风险总量的下降能够增加内生性风险,一个直接的原因就是“波动性悖论”。这在理论上也有助于解释 1985—2005 年的宏观经济在趋于平稳时期是如何以一个不寻常的金融危机而结束的。

该模型还研究了具有金融摩擦的完全均衡动态经济,考虑到非线性的扩大效应,经济将趋于不稳定且会偶尔出现易变的危机事件。在危机中,由资产流动性引起的内生性风险,哪怕是程度很低的内生性风险都可能潜伏在危机中。因此,内生性程度决定了危机的持续长度,增加风险分担的证券化和衍生品契约会引发更高程度和高频率的危机发生。

很多经济学家将大衰退时期的经济下行归结于金融市场的失效,而当前的金融危机再一次强调金融摩擦对经济周期的重要性,这些事实引出了金融稳定的问题:金融系统对不同冲击的弹性如何?在哪个时点上系统会进入一个危机机制,引起市场波动性、信用扩散和融资行为的剧烈变化?风险的外生性范围如何定义?由系统内活动产生的外生性风险范围又如何定义?如何量化系统性风险?金融创新真的会让金融系统不稳定吗?系统如何对不同政策响应?政策又是如何影响溢出效应和福利的?

在金融摩擦如何影响宏观经济这一问题上,Kiyotaki & Moore(1997)(KM)以及 Bernanke &

Gertler(1989)和 Bernanke, Gertler & Gilchrist(1999)(BGG)等学者认为:(1)由于杠杆代理者净值受到临时冲击的影响,其对经济行为也有持续性的影响,净值需要时间重构。(2)金融摩擦直接通过杠杆或间接通过价格作用,导致冲击效应扩大,因此,小的冲击对经济会有潜在的大影响效应。(3)扩大效应在相反的反饋回路中通过价格起作用,因为杠杆代理者的净值下降会引起他们手中资产价格的下降,进而降低这些代理者的净值。这些学者都考虑了小冲击的扩大和传导效应,这种效应在其确定性的稳定状态时会冲击系统,并且集中体现在动态系统的线性近似上。

桑尼科夫等基于以上研究,在一些重要方式上进行了突破,他们假设经济不会在冲击后漂移回稳定状态,反而允许衰退时间存在一定的不确定性。利用连续时间理论求解完全动态模型发现,正常时期和危机时期两者间存在显著区别,并将研究重点集中在衡量诸如危机的长度、严重程度和发生频率等方面。

跟 BGG 和 KM 一样,桑尼科夫等所构建的模型的核心包含两种类型的代理者:生产型专家和低生产型住户。由于金融摩擦,专家类型的财富对他们实体资产的购买和有效使用能力非常重要。财富分布的变化依赖于代理者的消费决定,如宏观冲击影响代理者平衡表一样。实体资产能够在市场中交易,其均衡价格也是由代理者的财富约束决定的。与 BGG 和 KM 不同的是,在桑尼科夫等构建的模型中,代理者是可以理性地预见冲击的。在平常时期,系统是接近随机稳定状态的,此时的代理者能够达到他们的目标水平。随机稳定状态可以定义为这样一个平衡点:即系统在受到小冲击后趋于返回原来位置。在平衡点位置,如果专家在下一次冲击到来之前有足够的时间来重构净值,那么他们能够吸收诱导损失的相反冲击。

桑尼科夫等认为,当系统打破平衡并离稳定状态非常远的情况下,会出现很多重要的现象,由此可推导出很多重要的结论。

(1)系统对冲击的反应具有高度的非线性性。尽管系统在稳定状态附近对大多数冲击具有弹性,但不寻常的冲击会被严重放大。在危机时期,哪怕是很小的冲击都会被迫放大,导致出现显著的内生性风险。而在稳定状态下,专家类型能够通过调整支出非常轻松地将中性冲击吸收到他们的净值中,

但远离平稳状态的支出却无法进一步下降。更进一步地说,在平稳状态附近的冲击对专家类型的实体资产需求影响较小。在远离平衡的危机状态下,专家不得不出售资产来切断他们暴露的风险。整体来看,系统的稳定性有赖于专家类型对资本缓冲的内生性选择。

(2)系统对冲击的反应是非对称的。稳定状态下的正向冲击导致大量支出和极少的放大效应,当大量负向冲击被放大到危机事件中后,结果是显著的无效性、负投资和复苏缓慢现象的发生。

(3)内生性风险,如系统自我产生的风险,会控制波动动态并影响专家的预防行动。当资产价格变动受到市场参与者而非公司基本情况的影响时,拥有现金购买资产的激励会在大甩卖价格后增加。而预防行为会导致危机的预期价格下降,并在提高内生性风险的同时,出现过高的期望回报。

(4)桑尼科夫等构建的模型处理了 Kocherlakota(2000)关于 BGG 和 KM 中扩大效应的程度无法解释数据这一问题。与 BGG 和 KM 的结论不同的是,衰退的广度和长度在桑尼科夫等构建的模型中是随机的,它将显著增加反向冲击的放大效应和持久度。

(5)经过高波动区域时,系统会被卡住一段时间,此时伴有低增长的衰退和资源错配,呈现 U 型的静态分布。当系统花费过多时间围绕在稳定状态波动时,其在衰退时期也会有过多时间出现低速增长。

此外,由于桑尼科夫等内生化了专家类型的支付策略,导致出现了很多可比的统计特点,一种现象即为波动率悖论。非常矛盾的是,在危机背景下,低外生性风险会导致非常剧烈的波动猛增,原因是因为低基础性风险会导致高均衡杠杆的出现。总的来说,不管是什么样的外生性风险,对偶然进入远离稳定状态的波动机制的系统来说都是非常正常的。事实上,桑尼科夫等的结论说明低风险环境对系统风险的快速累积是有利的。

桑尼科夫等的模型揭示了很多重要的金融管制的教训,如当金融危机影响到实体经济时,金融管制是受到时间不一致性约束的。此外,预防性质好的政策可能会出现一些意料之外的结果。总的来说,他们所构建的模型主要偏向于讨论反周期调整;鼓励金融机构在好的时期保存收入并积累资本缓存,而在衰退时期放松限制。

(二)宏观经济分析框架中的货币政策效应问题

桑尼科夫及其合作者在宏观金融领域的另外一篇重要论文是《货币理论 I》(Brunnermeier & San-nikov, 2014b)。文章分析了货币政策在金融加速器等有关动态模型中的效应,并扩展到那些将吸收存款放贷出去的中介机构。该模型给出的一个核心结论是关于信用和流动性短期资产的供给是如何依赖中介目标的净值的。这为经济波动提供了一个放大机制:当最终借款人受到贷方的违约和冲击时,银行必须同时降低他们的放贷和内部货币的供给,并因此收紧信贷额度从而会进一步增加违约的数量。

货币理论学者有必要对金融中介进行深入研究,因为中介机构创造内生货币和其承担风险的能力决定了货币乘数(Money Multiplier)。在经济低迷时期,中介机构缩减放贷活动和热销资产,此时货币需求上升,但却创造更少的内生货币,由此产生的费雪型通货紧缩(Fisher Disinflation)伤害了中介机构和其他借款人。最初的冲击一旦被放大,市场波动将加剧,风险溢价也将上升。此时,货币政策具有再分配功能:在经济低迷时期,宽松的货币政策将约束代理人持有的资产,调整受损行业的资产负债表,从而减轻这些不稳定的负反馈效应。然而,在某种意义上,货币政策也造成一定的道德风险,它不能单独提供保险和风险的有效控制。因此,控制杠杆的宏观审慎政策(Macroprudential)比单独的货币政策能获得更高的福利。

桑尼科夫等提出了一种统一货币政策和宏观审慎政策、价值理论与货币理论的框架,以供分析价格稳定和金融稳定之间的相互作用;并通过构建货币供需模型,分析了金融中介机构的作用。桑尼科夫等认为,家庭使用资本来参与生产性项目,会将其暴露于非系统性风险下。他们持有自我保险金来抵抗风险,这样将创造货币需求。而货币供应包括外生货币和由中介机构创造的内生货币。其中,中介机构能够承担家庭风险项目的风险,吸收和分散一些家庭风险。资产和负债间的错配则会暴露中介机构的风险。当中介机构遭受损失时,他们会缩小资产负债规模,减少内生货币的创造及家庭融资项目的审批。在这种情况下,货币供应量减少,货币需求量增加。同时,共同作用导致外生货币的增值,即发生费雪型通货紧缩。

货币政策能够通过影响被约束代理人的资产价格和重新分配财富,对抗加速危机发生的负反馈循

环。也就是说,不同于传统的新凯恩斯主义模型,该模型中货币政策是通过财富/收入效应改变跨期激励—替代效应来获得收益的。具体来说,在桑尼科夫等构建的模型中,货币政策缓和负面冲击并帮助中介部门保持多元化解风险的能力。因此,它减少了内生性风险和整体风险溢价。货币政策是再分配过程,但它不是一个零和博弈,因为再分配实际上可以提高福利。货币政策重新分配财富,而预期松动通过影响不同状态的资产价格和资产收益率重新分配风险。因此,货币政策可以起到保险作用。

桑尼科夫等的方法与新凯恩斯方法不同,也不同于货币学派的方法。新凯恩斯主义方法强调利率渠道,强调货币作为核算单位和价格的角色以及工资粘性的主要功能。价格粘性意味着降低名义利率也降低了实际利率,住户增加消费,同时投资项目也变得更加有利可图。相反,桑尼科夫的 I 理论强调货币作为价值储藏和货币政策再分配渠道的作用。货币政策主要通过资本收益进行传导,在此过程中,主要的摩擦来源于金融,价格是完全灵活的。由于桑尼科夫等设定的背景下,资产是不对称持有的,因此,货币政策通过重新分配财富来减轻债务负担问题。换言之,桑尼科夫等的 I 理论不是强调利率变动的替代效应,而是强调利率变化的财富/收入效应。

正如货币主义一样,桑尼科夫等设定的背景下,货币乘数内生性降低(给定一个固定的货币基数)也会导致通货膨胀。虽然内生货币和外生货币有相同的风险回报率,且都是个人投资者的完美替代品,但作为一个整体,它们对经济来说是不一样的。内生货币有一个特殊的功能:通过创造内生货币,中介机构分散风险并促进经济增长。因此,桑尼科夫等设置一个货币干预的目的是重组资本不足借款人的资产,而不是简单地增加货币供应量。该方法的一个重要特点是,更多专注于货币作为价值储藏的作用,而不是货币的交易作用。

在以往分析中,均假设金融机构都受到融资约束,这种约束实际上是债务融资约束或者说是杠杆约束(Leverage Constraints),强调一个金融机构的债务融资数量受到股权资本 W 与保证金 m (杠杆率 L)的限制,从而为其资产持有量或资产负债表规模设置上限 $W * L^{\max}$ 。与此不同的是,在桑尼科夫等提出的股权资本风险约束(Equity Risk-Capital Constraints)理论中,金融机构的债务融资不受限制($L^{\max} = \infty$),但其资产持有量或资产负债表规模受

到股权资本和有效风险规避的约束。由于没有债务融资约束,股权资本风险约束意味着金融机构的资产持有是其内部资产组合选择问题;当风险资产的价格下跌减少了股权资本时,金融机构的有效风险规避上升,愿意持有的风险资产数量下降,会卖出风险资产或减少对风险资产的需求,导致风险资产的价格进一步下跌,使其股权资本进一步减少,形成股权资本减少、有效风险规避上升与风险资产价格下跌之间的正反馈回路,从而放大危机。

桑尼科夫等所建立的连续宏观金融模型还讨论了金融创新的影响,本质上正是“对冲更多—投机更多”效应的一个体现。金融创新降低了金融中介的特异风险,但是会令中介选择持有更小的资产净值,杠杆率更高,增加了经济的不稳定程度,即更有效的个体风险管理工具会导致整体的系统性风险放大。该模型不存在异质信念假设,主要研究存在金融摩擦时经济的动态特征,能够复制多种金融市场的特征,其中一个特征就是资产证券化衍生品合同会让外生风险得以更好地分担,但同时存在更高的内生系统性风险。

桑尼科夫等突破稳态的局部效应,考察了包含金融摩擦的经济动态平衡过程,由于存在非线性的扩张效应(在小幅冲击下,经济仍可在其稳定状态附近运行,而较大冲击将使经济陷入流动性不足的螺旋上升中,经济将远离其稳态,陷入经济危机),经济运行更容易出现不稳定,抑或陷入危机的困扰。即使外在风险水平较低时期,由资产流动性的不足而引起的内生风险,因为不利的反馈回路,也将使经济显著地偏离其稳定状态。因此,资产证券化及信用衍生品等金融创新在改善银行风险分担的同时,也提高了其杠杆率,使银行的稳定性恶化,加速了金融危机的发生。

五、简评

桑尼科夫的研究被西方经济学界给予了巨大肯定,这不仅是由于他在棘手的重复博弈论中踏碎了荆棘,更是基于重复博弈研究的一系列现实意义。重复博弈问题复杂艰深,每一个因子和子博弈的变动都可能影响一个解的刻画,之前的解决方法更多的是设定一个极端情况,桑尼科夫的贡献在于,对鞅表述定理(Martingale Representation Theorem)的巧妙应用开发出了一种可以完全刻画这一类重复博弈的解方法。关于连续时间博弈,大多数经典论文还是在离散时间环境下考虑问题,而受桑尼科夫的

启发,现在越来越多的文献转而在连续时间环境下考虑重复博弈。这种方法已被广泛应用于公司金融中关于激励问题等领域的理论研究。

桑尼科夫的研究履历确实非常引人注目,他所具有的独立创新精神,引导他在所从事的不同的经济学领域(主要是金融经济学领域)都能够取得突破。他的新思想让其几乎所有的成果都被学界同行认为是将已有文献提升到了一个新的水平,从而开创了一系列新的研究方向。他的突破性贡献既表现在那些很久以来已鲜有人突破的微观经济学领域,也体现在那些长期以来受困于枯燥和烦琐的条件而适用性大打折扣的宏观经济模型领域。

综合来看,桑尼科夫对当代经济学特别是金融经济学的贡献主要可归纳为以下几点:(1)创新性地探讨了连续时间背景下,契约理论中的博弈论方法及委托—代理问题,极大地简化了该类问题的解决路径;(2)将金融博弈中的声誉问题、共谋问题以及信息角色问题置于连续时间的背景下,极大丰富了该领域的理论成果,进一步提高了博弈论在该领域的应用性;(3)在公司金融尤其是公司治理方面,基于多种假设进行了深入分析,为该领域相关实际问题的解决提供了更为有效的方法;(4)在宏观经济领域,利用金融摩擦将传统宏观经济理论、金融学理论和一般均衡理论综合起来,并通过构建模型分析了金融摩擦和货币政策等相关问题。他的这些贡献极大地促进了当代金融经济学尤其是行为金融理论的发展,也为我国现阶段解决公司治理、金融工程和货币政策等领域的实际问题提供了有效的参考理论和工具。

参考文献:

- Abreu, D., D. Pearce & E. Stacchetti(1990), "Toward a theory of discounted repeated games with imperfect monitoring", *Econometrica* 58(5):1041—1063.
- Bernanke, B. S. & M. Gertler(1989), "Agency costs, net worth, and business fluctuations", *American Economic Review* 79(1):14—31.
- Bernanke, B. S., M. Gertler & S. Gilchrist(1999), "The financial accelerator in a quantitative business cycle framework", in: J. B. Taylor & M. Woodford(eds), *Handbook of Macroeconomics*, North-Holland.
- Brunnermeier, M. K., T. Eisenbach & Y. Sannikov(2013), "Macroeconomics with financial frictions, A survey", in: E. Dekkel(eds), *Proceedings of the Econometric Society World Congress 2010 in Shanghai*, Cambridge University Press.
- Brunnermeier, M. K. & Y. Sannikov(2014a), "A macroeconomic model with a financial sector", *American Economic Review* 104(2):379—421.
- Brunnermeier, M. K. & Y. Sannikov(2014b), "The I theory of money", Working Papers, Department of Economics, University of Princeton.
- Cripps, M. W. et al(2004), "Imperfect monitoring and impermanent reputations", *Econometrica* 72(2):407—432.
- Edmans, A., X. Gabaix, T. Sadzik & Y. Sannikov(2012), "Dynamic CEO compensation", *Journal of Finance* 67(5):1603—1647.
- Faingold, E. & Y. Sannikov(2011), "Reputation in continuous-time games", *Econometrica* 79(3):773—876.
- Fudenberg, D., D. Levine & E. Maskin(1994), "The folk theorem with imperfect public information", *Econometrica* 62(2):997—1039.
- Kiyotaki, N. & J. Moore(1997), "Credit chains", *Journal of Political Economy* 105(2):211—248.
- Kocherlakota, N. (2000), "Creating business cycles through credit constraints", *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* 24(3):2—10.
- DeMarzo, P. M. & Y. Sannikov(2006), "Optimal security design and dynamic capital structure in a continuous-time agency model", *Journal of Finance* 61(6):2681—2724.
- DeMarzo, P. M. & Y. Sannikov(2016), "Learning, termination and payout policy in dynamic incentive contracts", Stanford University Graduate School of Business Research Paper, 16—31.
- Sannikov, Y. (2007), "Games with imperfectly observable actions in continuous time", *Econometrica* 75(5):1285—1329.
- Sannikov, Y. & A. Skrzypacz(2007), "Impossibility of collusion under imperfect monitoring with flexible production", *American Economic Review* 97(5):1794—1823.
- Sannikov, Y. (2008), "A continuous-time version of the principal-agent problem", *Review of Economic Studies* 75(3):957—984.
- Sannikov, Y. & A. Skrzypacz(2010), "The role of information in repeated games with frequent actions", *Econometrica* 78(3):847—882.
- Sannikov, Y. (2012), "Dynamic security design and corporate financing", in: G. M. Constantinides et al (eds), *Handbook of Economics and Finance*, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam.
- Sannikov, Y. (2014), "Moral hazard and long-run incentives", Working Papers, Department of Economics, University of Princeton.

(责任编辑:李仁贵)