



# 新股发行时机选择与随机微分博弈的 IPO 决策理论综述

胡志强 万朝辉 王一竹

**摘要:** 随机微分博弈考虑了多个博弈主体之间以及与外界环境之间的交互影响,能够更好地描述处于连续变动的复杂系统及复杂环境中的博弈演化过程,对于 IPO 时机选择机理研究、为企业提供 IPO 决策参考以及新股发行注册制改革具有非常重要的意义。

**关键词:** IPO 时机选择; 随机微分博弈; IPO 决策

## 引言

Ibbotson 和 Jaffe 首次提出了热销市场(Hot Issue Market)的概念(R. Ibbotson, et al., 1975:1027-1042),这一概念一经提出便引起国内外学者的广泛关注。IPO(Initial Public Offerings,首次公开募股)市场上不仅存在着 IPO 发行数量的周期性波动,而且这种波动表现出时间和行业上的集聚性,即 IPO 浪潮(IPO Waves)(J. Ritter, 2003:421-434)。众多学者对 IPO 浪潮进行了深入研究,发现企业的 IPO 时机选择是导致 IPO 数量周期性波动的重要原因,并且这一现象在世界各国广泛存在。许多文献已经证明 IPO 时机选择现象存在,企业会考虑多种因素来选择 IPO 的最优时机以使上市的效用最大化。

那么究竟哪些因素会影响企业的 IPO 时机选择? 国内外学者试图从股票市场环境、行业条件、产品市场竞争、技术创新等多个角度进行解答。这些因素都可以在一定程度上解释企业的 IPO 决策行为,但是还需要对已有文献中出现的因素加以梳理。更重要的是,在现实中,这些因素又都处于随机变化过程中;企业的 IPO 时机选择也是一个连续时间下多因素交互影响的动态过程,所以应从动态、随机的角度研究企业的上市决策问题。

基于动态、随机的角度研究企业的 IPO 决策机理已经成为 IPO 理论研究前沿。已有的基于期权理论对 IPO 时机选择问题进行的研究即体现了这一特点,特别是引入美式期权的 IPO 决策研究在一定程度上解决了企业有多次上市机会选择即 IPO 决策机理的动态性特征问题(L. Pastor, et al., 2005:1713-1757; R. Bouis, 2009:587-601)。然而,在该框架下,影响企业 IPO 时机选择的因素并非随机出现,并且影响企业 IPO 决策的主体也有待明确,因此有必要借用新的方法来研究 IPO 决策机理的动态性和随机性特征。

考虑到市场的动态特征和多主体间的相互影响,在 IPO 时机选择中引入博弈的动态分析框架十分必要。随机微分博弈考虑到了博弈主体与外部环境之间信息、物质、知识的交互,将现实经济活动视为一个开放系统,能够更好地描述处于连续变动的复杂系统和复杂环境中的博弈演化过程,因而在刻画经济、金融领域中的实际问题时更具有优势。因此,随机微分博弈的理论和方法能够更加准确的刻画企业 IPO 决策中政府、异质企业多个主体在随机动态环境下的交互作用机制,进而也能够更好地揭示企业在 IPO 过程中的

决策机理。

基于随机微分博弈的 IPO 决策机理研究可以更好地适应新股发行时机选择的动态性、随机性特征,探究 IPO 决策机理,进而合理地解释新股发行时机选择的深层次原因。同时,这一领域的研究对解释 IPO 浪潮和热销市场的形成也有借鉴和参考意义。应用随机微分博弈方法对企业等主体进行 IPO 决策的微观分析,有助于更加全面地了解 IPO 决策特征,进而为新股发行制度改革提供理论参考。

## 一、IPO 时机选择理论的相关研究

现有文献已经证明了 IPO 时机选择现象的存在性,企业会根据内部因素或者外部因素的考虑来选择 IPO 的最优时机以使上市的效用最大化,即企业进行 IPO 时机选择的原因不只是让上市本身为企业提供融资渠道,更为重要的是,企业的 IPO 时机选择会从市场条件、产品市场竞争、企业创新和政策条件等多个方面影响到企业的未来发展。现有关于 IPO 时机选择理论的研究主要集中在三个方面:第一,企业需要立足于自身内部条件并结合自身融资需求进行上市决策,IPO 的成本收益以及上市后企业的价值变化是决定企业是否上市的内在原因,同时企业还需要考虑自身状况,如产品市场竞争力、创新能力和其他内部因素的影响;第二,企业需要根据外部市场条件来做出上市时机选择,研究市场、行业和政策条件等因素对 IPO 时机选择的影响成为国内外学者研究的重点;第三,由企业 IPO 以后长期表现对 IPO 时机选择进行事后估计,并分析其他企业 IPO 的后市表现会对 IPO 时机选择产生的重要影响。

企业选择 IPO 最重要的原因是解决资金需求,根据优序融资理论,企业偏好于内部融资,其次是债务融资,最后才是权益融资(S. Myers, et al., 1984:187-221)。而我国企业由于股权融资成本偏低会优先选择通过权益融资的方式获取资金(高晓红,2000:23-26;黄少安、张岗,2001:77-83)。在此基础上,企业会考虑自身内部条件来选择上市时机,研究表明产品市场特征的要素包括全要素生产率、企业规模、销售增长率、市场份额、行业竞争力、资本密集度和现金流风险等,都显著地影响企业的上市决策和时机(T. Chemmanur, et al., 2010:1855-1908)。还有学者以产品市场的成本收益权衡为视角深入研究,发现企业更愿意为保持产品市场竞争中的地位而选择上市,并希望此举能阻碍新的企业进入这一行业;而对于竞争性较强的行业,市场份额较小的企业会避免上市(A. Jong, et al., 2012:165-192)。在企业竞争过程中,不可忽视的重要因素是企业的技术创新能力,研究表明经历过技术创新冲击的行业会出现大量选择在这一时期上市的企业,也就是说技术创新会影响到某一行业内的企业 IPO 决策(U. Hoffmann, 2001:353-383)。一些学者研究了具有风险投资背景的公司技术创新变革下的 IPO 时机选择,以及其针对行业技术创新变化如何影响风险投资的战略退出的决定(H. Hsu, 2013:36-55)。还有学者构建了一个所有权结构与技术创新动机的模型,模型证明了当企业成功对现有技术进行改进或者发明了新的技术时,企业就应当选择此时上市,那么这一时刻就是最优的上市时机(D. Ferreira, et al., 2012:256-300)。学者们从不同的视角探讨 IPO 决策以及影响 IPO 时机选择的因素,这些文献大多集中在股票市场条件和行业条件等外部因素的影响研究,尽管这些因素都可以在一定程度上解释企业的 IPO 时机选择行为,但这些因素对 IPO 时机选择产生的作用机理仍然需要进一步探究。

从企业外部因素角度研究这些因素如何影响企业 IPO 时机选择,企业会选择在股票市场表现较好的时期上市,并根据企业价值被低估的情况选择推迟 IPO 的时间(D. Lucas, et al., 1990:1019-1043),进一步的研究表明企业会在预期信息不对称水平较低以及股票市场价格较高的时候选择发行新股(R. Korajczyk, et al., 1991:685-708;J. Ritter, 1991:3-27;T. Loughran, et al., 1995:23-51)。将机构投资者的影响引入分析后,相关研究发现企业会选择在股票市场回报率较高时进行 IPO(A. Alti, et al., 2012:61-87)。许多学者将研究视角拓展到了行业条件,研究发现无论是过去的、当前的还是预期的行业条件都会影响企业 IPO 时机(J. Ritter, et al., 2002:1795-1828;M. Pagano, et al., 1998:27-64)。在后续的研究中,学者加入超额准备金作为宏观经济的代理变量来研究决定 IPO 时机的因素,实证结果表明股票市场条件和投资者情绪决定了 IPO 时机,进一步支持了以往的研究(R. Blum, 2011)。此外,学者通过对 336 家企业 CFO 的调查分析,发现 CFO 认为行业条件与股票市场条件均是决定企业 IPO 时机选择的因素,从另一个角度阐明了市场

行业等外部因素对 IPO 时机选择的影响(C. Brau, et al., 2006:399-436)。对处于新兴行业中的企业进行的研究表明企业及其投资银行两方共同决定了企业 IPO 的时机(B. Jain, et al., 2006:1-20)。

对我国的 IPO 时机选择研究,不能忽视政府这一主体的作用,已有的文献分析了政府对企业 IPO 上市时机决策的影响以及企业与政府之间在 IPO 时机选择上的博弈,认为中国企业的 IPO 时机和发行节奏是受到中国证监会严格监管的,证监会可以通过暂停 IPO 来管理 IPO 时机和规模(J. Fang, et al., 2012:131-150)。因此,在中国现行的新股发行制度下, IPO 时机不但包括企业自主选择的时机,也包括基于政府发行管制的时机,发行制度对 IPO 时机选择有着较大的影响(郭杰、张英博, 2012:137-153; 邵新建、巫和懋、覃家琦、王道平, 2010:123-143)。企业为了减少管制所带来的融资成本,会针对这种管制方式选择 IPO 时机,表现为当企业的成长性较高时,将不愿意进行 IPO,而会选择推迟上市;待其成长性实现后,当盈利更高时才在 A 股市场 IPO(王冰辉, 2013:407-428)。还有研究从地方官员视角出发,认为中国的地方官员升职激励导致地方官员将地区上市企业数量作为自身政绩,从而催促企业尽快上市,形成了“争先恐后”上市的时机选择(J. Piotroski, et al., 2014:111-136)。这些研究很好地描述了中国 IPO 市场上存在的企业与政府两主体在 IPO 时机选择上的不同立场,但是这些分析还不足以刻画 IPO 时机选择的内在机理。特别是在新股发行向注册制改革背景下,一些原本错配于政府的职能将归位于市场,而政府仅仅对 IPO 企业进行合规性审核的方式影响企业的 IPO 时机选择。因此,研究企业建立在考虑内部因素和外部因素包括政府监管的基础上的博弈和 IPO 时机选择很有必要。

对 IPO 时机选择的影响不仅限于企业、行业、市场和政策等内外部因素的研究,对 IPO 企业长期表现进行事后估计也会对企业 IPO 决策产生重要影响。选择不同时期上市的企业在上市后的经营业绩与其选择的上市时间有很大的关系(C. Yung, et al., 2008:192-208),甚至会影响到企业上市后的存活率(G. Colak, et al., 2011:555-583),并且,已上市企业的存活率也会影响未上市企业的 IPO 决策;企业是否上市、何时上市会影响到该企业与其他企业的产品市场竞争,从长期看,选择在 IPO 浪潮中上市的企业生产率和盈利相对较低而现金持有量相对较高(T. Chemmanur, et al., 2011:382-412);技术创新型的企业在选择上市时机时需要考虑由于上市所导致的技术溢出以及可能导致 IPO 后的产品市场竞争劣势(V. Maksimovic, et al., 2001:459-494)。已有的文献虽然从经营业绩、创新能力和存活率等方面对 IPO 时机选择的问题进行研究,但是在以下两方面还需拓展:第一,需要系统的提出后市影响将如何在 IPO 时机选择中发挥作用;第二,需要考虑企业间的交互作用对 IPO 时机选择机理的影响。

## 二、IPO 决策的动态分析与美式期权原理的 IPO 时机选择研究

上述研究探讨了影响企业 IPO 时机选择的各种因素,但是对各种因素的动态特征并没有考虑,事实上企业的上市决策并非是静态的,企业有等待时机上市的选择权,而上市时机的选择是一个连续时间下的动态过程,因此有学者将 IPO 决策看作是一个美式期权的行权过程来对 IPO 时机选择问题进行研究。其方法是,假设企业以市场条件为标的,通过纳入企业收益率、外部经济环境等因素来解出美式期权价值最大的时刻,并将这一时刻作为最优上市时机(L. Pastor, et al., 2005:1713-1757)。

早期的研究更多是利用实物期权的思想,将 IPO 视为一个实物期权。当行业条件向好时,企业会选择上市,而当行业条件不佳时,企业会暂停上市并保留上市期权,直到出现更好的市场条件时行权(J. Draho, 2000)。一些学者在已有研究的基础上,引入了伊藤过程、动态规划,将实物期权的理论与方法应用于 IPO 市场,建立了拟上市企业的利润和 IPO 特征因素之间的联系,进而构造在不同利润流情况下,企业进行 IPO 时机选择的模型(R. Bouis, 2009:587-601)。还有以企业家为主体在一个纯交换经济中构建了一个 IPO 决策模型,企业家拥有一个 lucas 树,当 IPO 发生的时候,市场就会聚合成一个两树经济,应用实物期权的方法,给出了企业的最优 IPO 时机(J. Casassus, et al., 2010)。国内则有学者基于实物期权的方法,对我国中小板企业 IPO 时机选择进行研究,建立了中小板企业 IPO 时机选择的模型,通过算例分析出企业上市的最佳时机(周焯华、李建超, 2006:107-109)。

通过研究美式期权行权的临界条件,得出企业的最优上市时机(L. Pastor, et al., 2005:1713-1757)。在

具体研究方法上,有学者提出要根据每个时期市场因素的移动平均数来求出市场条件变量,并允许企业拥有退出权,加入期权的形成时间,引入路演长度,使模型更加接近现实(B. Young,2007)。还有学者把企业的 IPO 决策视为一个看涨期权,研究发现美国企业的 IPO 上市时机与股票市场波动性有很大的关系,而这一结论对于高新技术行业内的企业尤为显著(W. Busaba, et al., 2009)。国内学者在美式期权模型基础上,采用未定权益分析方法,发现行业繁荣时 IPO 的临界条件较小,对 IPO 具有推动作用,而行业萧条具有抑制作用;繁荣的持续期越长, IPO 临界条件越大,因而抑制了企业上市,萧条的持续期越长,则 IPO 的临界条件反而越小,对 IPO 起到推动作用(张利兵、王楚明、张云,2009:185-192)。

虽然利用美式期权的动态分析方法的研究取得了长足的进步,但是现有的美式期权分析框架只是把各个因素单独地抽离出来加入到模型中,实际上我们需要了解各个因素之间的关系以及因素的随机性对模型的影响,并且考虑企业与企业之间和企业与政府之间的交互作用,因此,应当在企业和政府多主体的框架下,深入研究企业与政府、企业与企业之间的 IPO 时机选择博弈;同时,从单一企业构建的美式期权模型同样忽视了企业间 IPO 时机选择的交互作用,即企业的 IPO 将在何种程度上受到行业内的其他企业经营业绩、创新能力、竞争力和上市决策的影响。因此,仍需在上述研究的基础上从市场的动态特征和多主体间相互影响的角度进行研究,在 IPO 时机选择中进一步引入博弈的动态分析框架。

### 三、基于博弈分析的 IPO 时机选择与随机微分博弈理论

近年来,已经有不少文献采用博弈的方法刻画不同主体之间的 IPO 时机选择机理,这类研究根据主体的不同可以划分为以下三类。第一,基于不同类型企业的两个主体。将市场中的企业作为主体,并将投资者的行为纳入其框架分析企业与企业之间的上市博弈,发现 IPO 企业存在一种“上市等待”的趋势,此外,还使用生存分析方法证明了高质量的企业比低质量的企业有着更长时间的上市等待时间(G. Colak, et al., 2011:555-583)。第二,基于企业和投资者两个主体。建立基于企业和投资者两个主体的新股发行博弈,在这个博弈中,不论是知情还是不知情的投资者都会对 IPO 企业出价,其中给出最高价者将获胜,整个博弈以拍卖完毕为标志结束,因此企业以最小化投资者定价为目标来决定 IPO 时机(A. Altı, 2005:1105-1138)。进一步的研究在构建的信号博弈模型中加入了外部投资者,并且定义了两个不同类型的企业,当市场中的逆向选择程度较高时,那些投资前景较好的企业出于向投资者释放他们良好的投资信息的考虑,会加速自身的上市进程,即尽快 IPO;而当市场中的逆向选择程度较低时,所有的企业都会选择尽快上市,而此时的 IPO 时机选择是不能提供任何有效信息的(M. Bustamante, 2012:577-618)。第三,引入中介机构等。引入风险投资家并基于企业家和外部投资者构建博弈模型,企业家拥有公司价值的内部信息,而外部投资者可以通过为企业估值来减少这种信息劣势(T. Chemmanur, et al., 1999:249-279)。还有学者将 IPO 市场视做一个充满了各种企业、投资者和投资银行的重复博弈,一个重复博弈中又包含着多次阶段博弈。通过求解均衡发现,由于 IPO 企业与外部投资者之间存在信息不对称,投资银行可以借此确定承销费和发行价,而投资银行披露的信息会抬高 IPO 公司的质量,使得低质量的公司也得上市,从而引发大量的公司在同一时期内 IPO(P. He, 2007:983-1020)。

上述研究可以看出,现有基于博弈分析的 IPO 时机选择研究大多局限于经典博弈,然而在经典的博弈论中,参与者及其拥有的策略数量是有限的,这就限制了博弈方法在 IPO 中的应用。与经典的博弈理论不同,随机微分博弈考虑博弈主体与外部环境之间在信息上的交互,将现实经济活动视为一个开放系统,能够更好地描述处于连续变动的复杂系统及复杂环境中的博弈演化过程,因而在刻画金融领域中的实际问题时更具有优势(D. Yeung, et al., 2006:7-50; K. Ramachandran, et al., 2012:215-232)。随机微分博弈以连续时间为基本假设,是一种连续性的、时间一致性的动态博弈模型,在随机微分博弈中,博弈主体的状态变化可以视为一个随机过程,而确定性模型则难以描述这种随机性(E. Dockner, 2000:103-174)。随机微分博弈重视模型的不确定性,是以博弈参与者对随机过程所服从的模糊性初始概率分布为背景进行博弈参与者的决策研究(H. Gintis, 2000:33-44),因而在描述处于连续变动的复杂系统及复杂环境中的博弈演化过程上具有优势。已有文献涉及到了资产定价问题,基于随机微分博弈构造了一个投资组合

的随机控制模型,并通过求解给出了一种期权定价的方法(E. Barron, et al., 1990:49-79)。在运用随机微分博弈分析可转换债券的定价问题时发现,可转换债券的价值函数可通过买卖双方之间随机微分博弈的某一变分不等式来描述(P. Kovalov, et al., 2008)。已有方法可以解决一般情形下混合零和随机微分博弈的求解问题,并且这一方法可以用于美式博弈期权的定价(S. Hamadene, 2006:496-518)。还有研究在随机微分博弈中引入了相对熵和指数效用,并以此来分析动态定价问题(A. Lim, et al., 2007:198-214)。另有一些文献则以最优投资组合选择为研究对象,研究了两个具有不同投资机会的投资者在连续时间条件下的随机动态投资博弈,研究发现存在一个基于投资者双方的收益函数,其中一个投资者选择最大化自身预期收益的动态投资策略;而另一个投资者选择最小化自身预期收益的动态投资策略(S. Browne, 2000:126-147; B. Oksendal, et al., 2011:1665-1674)。还有学者研究了多维模式下的随机微分博弈,并将其应用到了投资组合最优化问题的分析中(A. Basu, et al., 2007:845-867)。

目前还鲜有将随机微分博弈应用于 IPO 决策的深入研究。通过对随机微分博弈理论的研究发现,随机微分博弈能够更好地描述处于连续变动的复杂系统及复杂环境中的博弈演化过程,增加了参与者及其拥有的策略数量。基于经典博弈的 IPO 决策研究仅能静态地考察双方的博弈过程,而这是不符合现实状况的,现实中的 IPO 决策过程是多主体交互作用下的随机过程,即企业与政府之间以及不同企业之间多主体的博弈,同时联接这些主体之间的影响因素是处于随机变动的过程中的。因此,对于连续时间动态过程条件下的 IPO 时机选择问题,可以将影响 IPO 决策的多重因素纳入随机微分博弈的框架下进行分析,相比应用经典博弈理论和美式期权原理对 IPO 时机选择问题的分析,基于随机微分博弈框架下的 IPO 时机选择问题研究不仅将传统研究中的单因素影响拓展为多因素,还考虑到了时机选择中的多个主体之间的博弈过程,即企业与政府之间的博弈以及不同企业之间的博弈,这种优势是经典的博弈分析和美式期权方法所不具备的。

#### 四、评述和展望

国内外现有关于企业 IPO 决策的文献研究了影响 IPO 时机的因素,并且把 IPO 时机选择从静态分析深入到以美式期权方法为代表的动态分析,为我们认识 IPO 决策机理提供了充分的研究基础,但这些研究仍不足以准确描述 IPO 决策的复杂状况,因此还需要对这一问题进一步深入探究。首先,已有文献认为影响到 IPO 时机选择的内外部因素包括股票市场条件、行业条件、产品市场竞争、技术创新、制度因素等,但是没有考虑这些影响 IPO 时机选择因素的随机波动性,因而前述研究的动态化是不完整的。其次,现有文献在分析影响 IPO 决策的因素时,分析了单因素和多因素对 IPO 决策的影响,以及多因素如何影响美式期权的行权临界条件,但忽视了不同因素之间的交互作用下对 IPO 决策的影响,而且关于后市表现对 IPO 时机选择影响的研究还需要深入。第三,现有文献分析了企业 IPO 决策时,企业、政府、投资者和承销商之间的静态博弈过程,而现实 IPO 决策过程是一个企业与政府、企业与企业以及待上市企业与行业内已上市企业之间的博弈,并且这一过程是一个动态的、随机的博弈过程,需要引入随机微分博弈方法来刻画 IPO 决策过程。

为了进一步研究 IPO 时机选择的形成机理,未来的研究需要关注以下问题。第一,影响 IPO 时机选择的主要因素及其如何随机作用于企业的 IPO 时机选择;第二,企业与政府以及企业与企业之间是如何交互影响、相互博弈从而做出 IPO 决策;第三,研究 IPO 时机选择的随机微分博弈模型具有怎样的动态随机特征,并且描述出符合实际的 IPO 时机选择动态过程。显然,随机微分博弈由于能同时考虑不确定性因素与动态变化两种条件,因此能够更准确地刻画 IPO 时机选择问题。这对于我们研究 IPO 时机选择的机理乃至更进一步帮助企业进行 IPO 决策和提供有效的新股发行注册制改革的政策建议具有十分重要的意义。具体而言,第一,将原先的单一主体分析框架拓展为包含政府和市场的多主体分析框架,这有助于在新股发行体制改革中厘清和理顺新股发行过程中政府与市场的关系,促进政府加快实现监管转型;第二,在研究中利用随机微分博弈模型能够更好地刻画企业 IPO 决策动态随机特征,这有助于在新股发行体制改革中让政策制定者更清晰地理解拟上市企业的决策思维以及市场主体之间的

关系,进而帮助政府更好完成新股发行制度改革;第三,在研究中全面剖析影响企业 IPO 时机选择的因素并利用随机微分博弈模型对其交互作用进行分析,这有助于拟上市企业在新股发行体制改革完成后选择最有利于自身融资和后续发展的上市时机,发挥 IPO 最本原的融资效用,释放新股发行改革的红利。

### 参考文献:

- [1] 高晓红(2000). 产权效率与市场效率:我国上市公司股权融资偏好分析. *投资研究*,8.
- [2] 郭杰、张英博(2012). 企业择时还是政府择时? ——中国特定制度背景下 IPO 市场择时选择对资本结构的影响. *金融研究*,7.
- [3] 黄少安、张岗(2001). 中国上市公司股权融资偏好分析. *经济研究*,11.
- [4] 邵新建、巫和懋、覃家琦、王道平(2010). 中国 IPO 市场周期:基于投资者情绪与政府择时发行的分析. *金融研究*,11.
- [5] 王冰辉(2013). 价格管制与 IPO 时机选择. *经济学(季刊)*,1.
- [6] 周焯华、李建超(2006). 中小企业板 IPO 时机选择研究. *开发研究*,1.
- [7] 张利兵、王楚明、张云(2009). 行业景气循环与最优 IPO 时机. *中国管理科学*,4.
- [8] A. Jong, et al. (2012). Why Do Firms Go Public? The Role of the Product Market. *Journal of Business Finance and Accounting*,39.
- [9] A. Alti, et al. (2012). When do High Stock Returns Trigger Equity Issues? *Journal of Financial Economics*,103.
- [10] A. Alti(2005). IPO Market Timing. *Review of Financial Studies*,18.
- [11] A. Lim, et al. (2007). Relative Entropy, Exponential Utility, and Robust Dynamic Pricing. *Operations Research*,55.
- [12] A. Basu, et al. (2007). Stochastic Differential Games with Multiple Modes and Applications to Portfolio Optimization. *Stochastic Analysis and Applications*,25.
- [13] B. Jain, et al. (2006). Industry Clustering of Initial Public Offerings. *Managerial and Decision Economics*,27.
- [14] B. Oksendal, et al. (2011). Portfolio Optimization Under Model Uncertainty and BSDE Games. *Quantitative Finance*,11.
- [15] C. Brau, et al. (2006). Initial Public Offerings: An Analysis of Theory and Practice. *The Journal of Finance*,61.
- [16] C. Yung, et al. (2008). Cycles in the IPO Market. *Journal of Financial Economics*,7.
- [17] D. Ferreira, et al. (2014). Incentives to Innovate and the Decision to go Public or Private. *Review of Financial Studies*,27.
- [18] D. Lucas, et al. (1990). Equity Issues and Stock Price Dynamics. *The Journal of Finance*,45.
- [19] D. Yeung, et al. (2006). *Cooperative Stochastic Differential Games*. Berlin:Springer.
- [20] E. Dockner(2000). *Differential Games in Economics and Management Science*. London:Cambridge University Press.
- [21] E. Barron, et al. (1990). A stochastic Control Approach to the Pricing of Options. *Mathematics of Operations Research*,15.
- [22] G. Colak, et al. (2011). Strategic Waiting in the IPO markets. *Journal of Corporate Finance*,17.
- [23] H. Hsu(2013). Technology Timing of IPOs and Venture Capital Incubation. *Journal of Corporate Finance*,19
- [24] H. Gintis(2000). *Game Theory Evolving: A Problem-centered Introduction to Modeling Strategic Behavior*. New Jersey:Princeton University Press.
- [25] J. Ritter(2003). Differences between European and American IPO Markets. *European Financial Management*,9.
- [26] J. Ritter(1991). The Long-run Performance of Initial Public Offerings. *The Journal of Finance*,46.
- [27] J. Fang, et al. (2012). The Determinants and Consequences of IPOs in a Regulated Economy: Evidence from China. *Journal of Multinational Financial Management*,22.
- [28] J. Ritter, et al. (2002). A Review of IPO Activity, Pricing, and Allocations. *The Journal of Finance*,57.
- [29] J. Piotroski, et al. (2014). Politicians and the IPO Decision: The Impact of Impending Political Promotions on IPO Activity in China. *Journal of Financial Economics*,111.
- [30] J. Draho(2000). The Timing of Initial Public Offerings: A Real Option Approach. Available at SSRN 271351.
- [31] J. Casassus, et al. (2010). Optimal IPO Timing in an Exchange Economy. Unpublished Working Paper.
- [32] K. Ramachandran, et al. (2012). *Stochastic Differential Games*. Berlin:Springer.
- [33] L. Pastor, et al. (2005). Rational IPO Waves. *The Journal of Finance*,60.
- [34] M. Pagano, et al. (1998). Why do Companies go Public? An Empirical Analysis. *The Journal of Finance*,53.
- [35] M. Bustamante(2012). The Dynamics of Going Public. *Review of Finance*,16.
- [36] P. He(2007). A Theory of IPO Waves. *Review of Financial Studies*,20.

- [37] P. Kovalov, et al. (2008). Valuing Convertible Bonds with Stock Price, Volatility, Interest Rate, and Default risk. FDIC Center for Financial Research Working Paper Series.
- [38] R. Ibbotson, et al. (1975). Hot Issue Markets. *The Journal of Finance*, 30.
- [39] R. Bouis (2009). The Short-term Timing of Initial Public Offerings. *Journal of Corporate Finance*, 15.
- [40] R. Korajczyk, et al. (1991). The Effect of Information Releases on the Pricing and Timing of Equity Issues. *Review of Financial Studies*, 4.
- [41] R. Blum (2011). IPO Timing Determinants. Doctoral Dissertation, Duke University.
- [42] S. Myers, et al. (1984). Corporate Financing and Investment Decisions when Firms have Information that Investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 2.
- [43] S. Browne (2000). Stochastic Differential Portfolio Games. *Journal of Applied Probability*, 37.
- [44] S. Hamadene (2006). Mixed Zero-sum Stochastic Differential Game and American Game Options. *SIAM Journal on Control and Optimization*, 45.
- [45] T. Chemmanur, et al. (2010). The Going-public Decision and the Product Market. *Review of Financial Studies*, 23.
- [46] T. Loughran, et al. (1995). The New Issues Puzzle. *The Journal of Finance*, 50.
- [47] T. Chemmanur, et al. (2011). IPO Waves, Product Market Competition, and the Going Public Decision: Theory and Evidence. *Journal of Financial Economics*, 101.
- [48] T. Chemmanur, et al. (1999). A theory of the Going-public Decision. *Review of Financial Studies*, 12.
- [49] U. Hoffmann (2001). Clustering of Initial Public Offerings, Information Revelation and Underpricing. *European Economic Review*, 45.
- [50] V. Maksimovic, et al. (2001). Technological Innovation and Initial Public Offerings. *Review of Financial Studies*, 14.

## IPO Timing and IPO Decision Theory based on Stochastic Differential Game: A Literature Review

Hu Zhiqiang (Wuhan University)

Wan Zhaohui (Wuhan University)

Wang Yizhu (Wuhan University)

**Abstract:** Stochastic differential game takes the interaction between different subjects into account, and better describes the game evolution in the continuously changing complex system and environment, which makes great sense to the IPO timing study and enterpriser' IPO decisions, and provides effective policy advices to the reform of IPO enrollment.

**Key words:** IPO timing; stochastic differential game; IPO decision

■ 作者地址: 胡志强, 武汉大学经济与管理学院; 湖北 武汉 430072。Email: huzq126@126.com。

万朝辉, 武汉大学经济与管理学院; 湖北 武汉 430072。

王一竹, 武汉大学经济与管理学院; 湖北 武汉 430072。

■ 基金项目: 国家自然科学基金项目(71471142, 71071121); 教育部哲学社会科学重大课题攻关项目(12JZD029); 中央高校基本科研业务费专项资助项目

■ 责任编辑: 刘金波

