

双边道德风险与风险投资的资本结构^①

郭文新, 曾 勇

(电子科技大学经济与管理学院, 成都 610054)

摘要: 研究创业者和风险投资家双边道德风险下的融资合约, 创业者无初始财富, 风险投资家在提供资本支持的同时也扶助企业发展. 模型存在贝叶斯均衡解的充分必要条件是, 双方的努力互补, 且从极大似然原理看, 创业者在企业的发展中发挥了关键性的作用. 由此内在地导出了风险投资企业的资本结构, 仅在某个利润水平之上创业者才能获得普通股, 而风险投资家持有可转换优先股.

关键词: 风险投资; 双边道德风险; 资本结构; 可转换优先股; 贝叶斯均衡

中图分类号: F830.59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2009)03-0119-13

0 引言

MM 定理 (Modigliani & Miller^[1]) 指出在理想无摩擦的世界里 (无税收、无信息不对称问题), 企业采取何种融资形式无关紧要, 公司的资本结构与企业的价值无关. 根据该理论, 企业的财务结构应该没有特定的模式, 是随机离散的. 然而 MM 定理无法描述现实, 例如在市场经济高度发达的美国, 高科技初创企业主要向风险投资家 (venture capitalist VC) 融资, 风险投资约占这些企业获取外部权益资本的三分之二, 表明这些企业有特定的融资方向. Kaplan & Strömberg^[2] 实证研究 213 轮风险融资发现, 有 170 轮融资是风险投资家持有可转换优先股, 其余的样本中有参与可转换优先股 (participating convertible preferred)、可转换债券等, 或者 VC 混合地持有这些可转换证券与普通股. 创业者和创业团队依据服务企业的时间长短和依据业绩好坏得到普通股 (vesting), 并且平均而言 VC 约占 50% 的权益, 创业者约占 30%, 其他投资者占 20%. 为什么风险投资的主

要融资形式是可转换证券? 是什么原因使得风险投资企业具有特定的资本结构?

一些理论研究^[3~6] 在不同的信息环境下, 尝试应用双边道德风险模型研究风险投资合约, 提出了不同的最优资本结构模型. 这些研究主要依据 Sahlinan^[7]、Hellman & Puri^[8,9] 和 Kaplan & Strömberg^[10] 等人的实证研究结论, 证据表明 VC 不仅投入资金支持企业, 而且提供人力资源的政策指导、理顺管理团队、帮助企业获得各种商业资源、支持企业产品进入市场等方面的智力支持. 上述的理论模型一般假设创业者和 VC 的努力互难以观察, 由此合约双方存在着双边的激励问题: 增加 VC 的权益同时也就降低了创业者的激励. 但这些模型有一些共同的缺陷, 首先, 并未通过双边激励问题内在地推导出可转换证券的合约形式; 其次, 除 Schmidt^② 外, 上述模型中假设项目要么成功要么失败两种利润状态, 而不具有一般性. 如 Casamatta 假设利润有高低两个不为零的实现值, 其关于资本结构的结论是, 当 VC 的投资低于 (高于) 某个临界值时, 最优的合约应该给予

① 收稿日期: 2007-09-11; 修订日期: 2008-08-14.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70540022); 教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目 (教技司 [2005] 2 号); 电子科技大学青年基金项目 (JX03142).

作者简介: 郭文新 (1968—), 男, 四川人, 在职博士生, 讲师. Email: guowx@uestc.edu.cn

② Schmidt 虽然假设多个状态且事后这些状态不可被第三方所证实, 但并未通过基本假设与最优化问题导出风险投资的资本结构, 而仅是论证了可转换债券的激励效能. 这是一种预先设定合约形式然后再考察其最优性的思路.

VC普通股(优先股)而给予创业者优先股(普通股),但现实中没有创业者持有优先股或债券的现象。

经典的单边道德风险模型^[11~14]中(且只有)代理人的行动不可被观察,但合约可以建立在业绩或业绩信号的基础上,委托人事前通过提供一组合约使得代理人选择最优的努力水平。在双边道德风险(或多边道德风险)问题中,存在着两个或多个代理人的行动不可被观察。假设业绩信号是他们努力的一个综合测度(业绩也受到外生的不确定性因素的影响),如果无法区分谁的贡献大小,因一方的努力会使得另一方或多方受益,这就存在着“搭便车”的问题:每一方都希望别人努力而自己坐享其成。Alcin & Demesetz^[15]称之为团队中的道德风险(moral hazard in team)。Holmström^[16]首先提出了产出不受非确定性因素影响时该问题的解决方案,可在团队中引入了一个对产出没有影响的委托人,如果团队的产出达到或超过某个水平,则委托人奖励团队,否则惩罚团队。委托人主要发挥了合约实施者的角色,他因分享团队的产出而被称之为打破预算者(budget breaker,即代理人的报酬加总起来不再等于总产出)。如果产出受到非确定性因素的影响,则委托人为每个代理人分别设计一个充分统计量度量各自的业绩,而扮演了监督者的角色。Legros & Matthews^[17]团队模型中没有引入委托人,团队中各方的努力相互互补,其中某些代理人能够更有效地提高产出(产出不受非确定性因素的影响)。如果观察到一个较低的产出水平,则说明这些代理人没有努力,于是必须向另一些代理人^③支付足够大的罚金。给定罚金足够大,则这些代理人事前将会选择有效率的行动。Sichmidt和Demski & Sappington^[18]直接假设在努力的提供过程中,后行动者可以观察前行动者的行动。Sichmidt的模型中VC可以观察创业者的努力水平,VC通过执行一个预先设计的可转换债券可以诱导合约双方最优的努力。这些研究表明,在双边(或多边)道德风险问题中,从业绩信号中分离各方努力的信息

是求解最优激励合约的关键环节。

本文从双边道德风险的角度研究了创业者的融资问题,假设VC和创业者的行为相互不可被观察,双方可将合约建立在企业的业绩基础上,且业绩有大于2个的随机的实现值。VC和企业家共同经营企业,很难如Holmström^[16]那样为双方各自设定一套业绩指标,由此假设业绩是一个总括的变量(无法分离双方各自的贡献)。本文假设VC拥有全部的讨价还价能力^④,可以向创业者提供一个接受或拒绝(take-it-or-leave-it)的合约。VC和创业者之间存在着两个博弈,一个是贝叶斯博弈,VC向创业者提供合约,诱使创业者在每个状态下选择最优的努力水平。另一个博弈是双方共同开发项目,但因创业者和VC的努力不可被对方观测,因而是一个同时行动的博弈。在这一双边道德风险的框架下,既存在着搭便车问题,也存在着推卸责任问题,后者可表现为某一方将不努力得到的低利润水平归因于状态差。最优的合约应该诱导双方基于共同观察到有关状态的信息采取事前约定的行动,单方面偏离均衡行动对双方都是不利的,而这正是相关均衡^[20]的概念,同时行动的博弈需用相关均衡的概念求解。Aumann证明了相关均衡可视为贝叶斯均衡,因此,虽然VC与创业者的合约关系被分解为两个博弈,但这两个博弈又可用统一贝叶斯博弈框架予以分析,从而可应用代理理论中的一阶条件方法^[14](first order approach)求解。

本文给出了三个假设,一是创业者和VC的努力都可随机性地提高企业的利润;二是创业者和VC之间的努力相互互补;三是尽管无法从实现的利润中准确分离出双方的贡献,但从统计的意义来说(极大似然法则),尤其对于高利润水平,创业者发挥关键性作用的可能性更大,本文用双方努力的似然率之比表示了创业者的高效率(见假设3的详细阐述)。努力互补表明了创业者大部分是技术出身,较缺乏管理和商业经验,而VC在管理上成熟的经验、在产品和资本市场上

③ 这是个可努力也可不努力的代理人,近似于Holmström文中的委托人,但他不能观察到代理人的行动。

④ 公司融资文献(例如经典文献Innes^[9])大部分假设向市场发行证券的企业拥有讨价还价能力,源于企业面对多个投资者,且这些投资者之间相互竞争,Casamatta就假设创业者拥有完全的讨价还价能力。但创业企业一般很难向传统的金融中介组织(如银行)寻求支持,而在向风险投资家寻求资金支持的过程中,可能并不具备足够的讨价还价能力。

广泛的业务联系对企业的经营有很大的帮助。而第三个假设的直觉来自于这样的事实, Microsoft、Google 等曾经被 VC 支持的高科技企业如果不具有技术上非凡的创新能力, 也不可能获得今天这样大的成功。高科技企业的高盈利性和高成长性关键来自于其技术的独创性, 来自于创业人员高质量的人力资本, 这也正是 VC 投资于高科技企业的诱因。事实上, Kaplan & Strömberg^[10] 发现, VC 并不愿意过渡介入企业的经营过程中, 对那些需要投入大量精力才能付诸于现实的项目持审慎态度^⑤, 这表明 VC 乐意在企业中扮演扶植型的角色, 而非代替创业者而主导企业发展。假设 3 与贝叶斯均衡分析的原理也是一致的, 使得可以不用为双方各自建立一套业绩指标^[16], 也能求解该问题。

在上述三个假设的基础上, 本文首先得到了创业者的收益结构为依据业绩获得正的报酬, 即仅当企业的利润不小于某个利润点 t 时, 创业者才能获得正的收益, 否则其收益为零, 可以将该利润点理解为 VC 的优先股的面值。然后, 本文导出了创业者正的收益为股权。从理论上讲, 只要满足了创业者的参与约束, 那么任何利润点 t 之上的非递减的报酬结构将诱导合约双方不同的均衡努力水平。这也是风险投资中的证券选择呈现出多样性的一个原因, 虽然可转换优先股是主要使用的证券, 但也有参与可转换优先股、可转换债券、普通股等其它形式的证券。那么, 从双边道德风险的角度来看, 哪种证券帕累托占优 (Pareto dominating) 于别的证券? 如果合约双方努力是互补的, 最优的合约应能同时诱导双方的最优努力。凸利润函数的斜率随利润的增加而增加, 从而更高的努力能够带给代理人更高的实际报酬, 由此合约双方均偏好于递增的凸利润函数。因此该合约是, 在利润点 t 之上双方都持有普通股, 即当利润超过利润点 t 时, VC 直接将优先股自动转换为普通股。本文的结论符合现实的观察与相关实证研究的结论^[2]。先前的风险投资理论研究并未导出这一结构, 有关双边激励问题的代理文献也未见这一结果。

合约双方的努力互补是本文的关键性假设,

在此基础上才能提出从极大似然法则的角度推断代理人努力的信息的假设。先前风险投资合约双边道德风险模型的研究中, 存在着努力互补和替代两方面的讨论。Repuilo & Suarez 的模型中创业者和 VC 的努力相互互补, 由于假设只有成功 (利润为正) 和失败 (利润为 0) 两种利润水平, 自然 VC 和创业者都持有普通股。Inderst & Müller 应用讨价还价模型探讨了风险投资市场的资本供给均衡问题, 在双边道德风险的分析框架同时讨论了努力互补和替代, 由于也假设两种利润水平, 资本结构也是合约双方持有普通股。Casamatta 假设努力关系是相互替代的, 且创业者有足够的财富支持企业发展, 而得到了创业者可在某个条件下持有优先股的结论。第 3 节简要分析了努力相互替代既不符合现实, 如果存在着多个利润状态, 无法得到一个有效的合约分配形式。本文在完全合约的背景下研究了风险投资的资本结构, 即假设企业期末的利润可被第三方所证实, 这一处理方法与 Casamatta, Repuilo & Suarez 和 Inderst & Müller 一致。

高科技企业具有高度的不确定性和信息非对称性, 合约理论是国外研究风险投资理论的主要工具, 但我国理论界应用标准的合约理论分析方法研究风险投资的文献较少。姚佐文、陈晓剑和崔浩^[21] 研究了可转换证券在 VC 实施最优退出策略时发挥的作用, 但模型未考虑有限责任对双方收益施加的限制。安实、何建和王琳^[22] 在不同情形下讨论了创业者和 VC 讨价还价过程中的控制权配置问题, 因为合约不完全, 才会有控制权配置, 但该文对不完全合约的特征阐述得不够清晰。陈永庆和王浣尘^[23] 对风险投资的再谈判过程进行了简要讨论。曾勇、郭文新和李典蔚^[24] 结合合约理论和公司治理理论对风险投资的相关实证文献进行了评述, 对风险投资理论的研究方向进行了展望。而在实证研究方面, 蔡莉、于晓宇和杨隼萍^[25] 运用相关数据分析了科技环境对风险投资的支撑作用, 得到了我国风险投资的发展更多地借助于以政府为支撑主体的培育性科技环境的结论, 这一结论较符合我国的现实。

⑤ Kaplan & Strömberg^[10] 实证研究了 VC 在评估项目时关注的关键因素, 将需要投入大量精力才能使得技术和战略得以实施的这类特征, 总结为项目执行风险的难度 (difficulty of execution risks)。

1 模 型

假设某创业者 E 拥有一创新性投资项目, 创业者无资金开发项目而需外部融资. 创业者虽然有开发项目的技术和创新技能, 但缺乏必要的经营和管理经验, 也缺少重要的商业渠道来组织生产和销售. 创业者可向风险投资家寻求两方面的支持, 一是金融资本, 二是得到管理咨询服务等方面的智力支持.

创业者和 VC 通过合约来规范他们之间的权利和义务, 在订立合约之后, 创业者和 VC 分别同时选择行动 $a_1 \in A_1$ 和 $a_2 \in A_2$ 开发项目, A_1 和 A_2 分别代表双方有限数目的行动集合, $\mathbf{a} \in A \equiv A_1 \times A_2$ 为双方的行动组合. 在双方选择行动 \mathbf{a} 后, 项目的收益实现, 用毛利润 $y \in Y$ 代表项目的经营成果^⑥, 期末有 $n \geq 2$ 个可能的实现值 $0 = y_1 < y_2 < \dots < y_n$. 假设实现的毛利润可以被双方所观察且能够被第三方所证实.

双方的行动影响了项目毛利润实现的概率, 用 $g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle$ 表示合约双方选择行动组合 \mathbf{a} 时, 利润 y_i 实现的概率, $G \langle y_i | \mathbf{a} \rangle \equiv \sum_{j=1}^i \langle y_j | \mathbf{a} \rangle$ 代表利润 y_i 的分布函数. 假设对于每个 $i \in \{1, \dots, N\}$ 和每个行动组合 $\mathbf{a} \in A$, 有 $g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle > 0$ 并且 $g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle$ 关于 a_1 和 a_2 二阶连续可导. 此外, 概率函数 $\{g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle\}_{i=1}^N$ 满足两个重要的性质, 单调似然率性质 (monotone likelihood ratio property, MLRP) 和分布函数的凸性化条件 (convexity of the distribution function condition, CDFC), 这两个性质是应用一阶条件方法求得合约解的关键.

假设 1 对于每一努力水平 $a = a_1$ 或 a_2 , (1) $g_a \langle y_i | \mathbf{a} \rangle / g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle$ 关于 i 非递减; (2) 分布函数 $G \langle y_i | \mathbf{a} \rangle$ 的二阶导数 $G_{aa} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle$ 非负.

假设 1 表示概率函数 $\{g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle\}_{i=1}^N$ 满足单调似然率性质, 合约双方只要增加努力都会使得利润以一阶随机占优的方式增加. Milgrom^[26] 对

MLRP 性质进行了详尽的阐述, 该性质也被称之为随机占优条件 (stochastic dominance condition, SDC). Whitt^[27] 证明了一阶随机占优条件也等同于利润的分布函数的一阶导数非正, 即假设对于每一努力水平 $a = a_1$ 或 a_2 分布函数的一阶导数 $G_a \langle y_i | \mathbf{a} \rangle \leq 0$ 假设 1 的第 (2) 部分表示函数 $\{g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle\}_{i=1}^N$ 满足 CDFC 性质. 根据 MLRP, $G \langle y_i | \mathbf{a} \rangle$ 关于 a_1 或 a_2 递减, 即更高的努力使得利润小于或等于 y_i 的概率递减. CDFC 要求该函数以递减的速度递减, 因而 CDFC 具有随机规模报酬递减的意义. 下面就创业者和 VC 努力的相互关系作一些必要的假设.

假设 2 合约双方的努力具有互补性质, 如果对于所有的努力 $a_2 > \tilde{a}_2$ 有

$$\frac{\partial}{\partial a_1} \int \sum_{i=1}^N (y_i g \langle y_i | a_1, a_2 \rangle) \int - \frac{\partial}{\partial a_1} \int \sum_{i=1}^N (y_i g \langle y_i | a_1, \tilde{a}_2 \rangle) \int > 0 \quad (1)$$

MLRP 性质意味着 VC 和创业者的努力都可增加企业的预期边际利润, 但 MLRP 并不能保证双方的努力具有互补性质. 假设 2 表示, 当 VC 增加努力 (选择努力 a_2 而不是努力 \tilde{a}_2) 时, 创业者也增加努力时, 将导致企业的预期边际利润也增加. 假设 2 指合约双方的努力在边际意义上是互补的, 即双方同时增加努力得到的企业预期利润, 比简单相加各方努力得能获得的预期利润要更多. 努力的互补具有对称性, 上式也意味着如下的式子成立

$$\frac{\partial^2}{\partial a_1 \partial a_2} \int \sum_{i=1}^N (y_i g \langle y_i | a_1, a_2 \rangle) \int > 0$$

策略或努力的互补性质最初由 Topkis^[28] 研究, 在博弈论中被称为超模 (supermodular) 性质 (参见 Fudenberg & Tirole^[29] 第 12 章), Hohnström & Milgrom^[30] 将超模性质引入了代理问题的研究中. Scharfstein 在讨论风险投资的证券设计时也应用了这个假设的思想.

假设 3 创业者和 VC 努力的似然率之比

⑥ 大部分金融合约文献均采用了毛利润这一概念, 指未扣除货币投资和人力资本投资的、可以为合约方期末分享的项目运行的货币结果. 但是这一概念事实上应该是项目的期末市场价值, 在此基础上才能讨论有限责任约束对合约订立施加的实际影响.

$$\frac{g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle}{g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle} / \frac{g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle}{g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle} = \gamma_i \quad (2)$$

其中, $\gamma_i \geq 1$ 且关于利润 i 非递减.

创业者和 VC 的努力互补意味着他们可以有一个合作的机制, 假设 3 的含义是, 从极大似然法则的角度看, 创业者在企业中发挥关键性作用的可能性比 VC 大. 这一假设是很直观的, 风险投资主要投资于创新型的人才, 其高收益的获得依赖于创业者高价值的创造性活动. Kaplan & Strömberg^[10] 实证发现 VC 并不愿意花费过多的时间, 也不愿过度地介入企业的管理过程中. 尽管 VC 在企业的价值创造过程中也发挥了重要作用, 但这一作用毕竟是辅助性质的, VC 难以替代创业者在研发、技术和生产管理等方面的作用.

当企业最终的利润实现值较低时, 并不能说创业者发挥了关键性的作用, 而更有可能他根本未努力, 或努力较小, 因而较为现实的是如下的假设 3'. 但是假设 3' 并不会导致本文结论的差异, 第 2 节应用假设 3 推导合约, 在第 3 节说明了这两个假设都可得到同样的合约形式.

假设 3' 在利润区间存在某个利润点 i ; 当 $j \geq i$ 时有 $\gamma_i \geq 1$ 且 γ_i 关于利润非递减; 而当 $j < i$ 时有 $\gamma_i \leq 1$.

为使得问题简化, 不妨假设创业者努力的成

本函数为

$$a_E(a_1) = a_1^2 / 2 \quad (3)$$

而 VC 相应的成本函数为

$$a_{VC}(a_2) = a_2^2 / 2 \quad (4)$$

两者的成本函数满足单增且凸的假设.

假设合约双方都是风险中性的. 合约理论经常讨论委托人向风险规避的代理人提供保险合同, 但 Kaplan & Stromberg^[10] 并没有发现有足够的证据支持 VC 向创业者提供了某种保险形式的合约.

假设 VC 在向企业投资 K 前, 向创业者提供一个要么接受要么拒绝的合约, 即 VC 拥有讨价还价的全部能力 (见前文的注释 3). 假设 VC 向创业者提供的合约为 s_i 表示针对每一利润水平 y_i 给予创业者 s_i 的支付. 将创业者的预期净利润表述为预期收益和成本相分离的形式

$$E[U_E(s, \mathbf{a})] = \sum_{i=1}^N \int (s_i g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle) - \frac{a_1^2}{2} \quad (5)$$

而 VC 的预期净利润为

$$E[U_{VC}(y - s, \mathbf{a})] - (1 + \rho)K = \sum_{i=1}^N \int (y_i - s_i) g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle - \frac{a_2^2}{2} - (1 + \rho)K \quad (6)$$

其中, ρ 表示 VC 要求的平均回报率.

VC 与创业者 E 的合约关系的时间图如图 1 所示

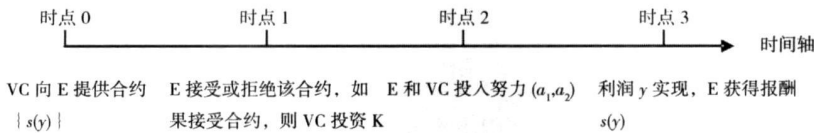


图 1 VC 和 E 的合约关系时间图

Fig. 1 Timing structure of contracting relation between VC and E

作为分析的一个基准, 首先考察当创业者和 VC 的行动都可观察时的融资问题. 如果双方的行动可观察, 则合约可以直接建立在双方行动的基础上, 双方可以在合约中指定对企业最优的努力水平. 企业的价值创造与谁投资企业、以何种形式分配企业利润没有关系. 这正是经典 MM 定理成立的情形. 企业总的预期价值为

$$S(\mathbf{a}) = \max_a \sum_{i=1}^N \int y_i g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle - \frac{a_1^2}{2} - \frac{a_2^2}{2} - (1 + \rho)K \quad (7)$$

于是创业者和 VC 的一级努力 (first-best) 水平^⑦由如下两式给出

⑦ 一级最优问题是指决策集合仅仅受到技术和资源的限制, 合约双方的信息是对称的, 如创业者不能无限制地努力. 但如下将考察的二级最优问题是指合约双方还受到信息不对称的限制. 两类问题可分别求其帕累托最优解.

$$\sum_{i=1}^N y_i g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle_J = a_1 \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^N y_i g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle_J = a_2 \quad (9)$$

2 双边道德风险下的最优融资合约

经典委托代理关系可被描述为, 给定代理人的参与约束与激励相容约束, 委托人最大化自己的期望效用. 这是一个贝叶斯博弈, 委托人的策略是给予代理人的补偿计划 (可被观察), 而代理人的策略则是其努力水平. 处理经典道德风险模型的方法被称为一阶条件方法 (first-order condition, FOC), 该方法的核心是, 把代理人选择最大化预期效用的行动的激励相容约束用其一阶条件代替, 可用库恩-塔克条件解出最优合约. 该方法在代理理论的研究中得到了广泛的应用.

前文论及, 本文的模型有两个博弈, 一是 VC 设计激励计划以诱使创业者最优努力的贝叶斯博弈, 另一个是双方同时行动的博弈. 同时行动的博弈是指, 当订立合约之后, 双方应基于共同观察到的状态信号或相关联的状态信号而采取事前约定的行动, 单方面偏离均衡行动是双方都是不利的. 而这正是 Aumann^[20] 相关均衡的概念, Aumann 论证了相关均衡就是一个贝叶斯均衡^⑧. 从而本文的两个博弈均可在贝叶斯框架下分析, 可用一阶条件方法求得均衡解.

构造如下的最优化问题:

$$\max_{s, a_1, a_2} E[U_{VC}(y - s | \mathbf{a})] - (1 + \rho)K \quad (10)$$

$$\text{s.t. } E[U_E(s | \mathbf{a})] \geq \bar{u}_1 \quad (10a)$$

$$\sum_{i=1}^N s_i g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle - a_1 \geq 0 \quad (10b)$$

$$\sum_{i=1}^N (y_i - s_i) g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle - a_2 \geq 0 \quad (10c)$$

$$s_i \geq 0 \quad (10d)$$

式 (10) 表示 VC 设计给予创业者的补偿计划 s_i , 诱使创业者与自己同时选择最优的努力 a_1 和

a_2 而最大化他的期望利润; 式 (10a) 表示创业者的参与约束, 即创业者从接受该合约得到的预期收益应该不小于其外部机会所得 \bar{u}_1 ; 式 (10b) 和式 (10c) 分别表示创业者和 VC 激励约束的一阶条件, 由式 (5) 和式 (6) 分别关于各自的努力求导所得, 这两个条件也是相关均衡 (贝叶斯均衡) 条件 (参见注释 7); 而式 (10d) 表示创业者的有限责任约束, 给予代理人的支付不能为负. 注意到, 式 (10b) 和式 (10c) 将合约双方的激励约束用不等式表示, 这样保证了该约束的拉格朗日乘子非负^⑨.

2.1 合约的奖惩结构

构造上述问题的拉格朗日函数如下:

$$\begin{aligned} L(s, \mathbf{a}, \lambda, \mu, \eta, \theta) = & \{E[U_{VC}(y - s | \mathbf{a})] - \\ & (1 + \rho)K\} + \lambda\{E[U_E(s | \mathbf{a})] - \bar{u}_1\} + \\ & \mu\left\{\sum_i s_i g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle - a_1\right\} + \\ & \eta\left\{\sum_i (y_i - s_i) g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle - a_2\right\} + \\ & \sum_{i=1}^N \theta s_i \end{aligned} \quad (11)$$

式中 λ , μ , η 和 θ 分别表示各个约束条件的拉格朗日乘子, 且都非负. 如下式 (12) 表示拉格朗日函数关于合约变量 s_i 的一阶条件, 而式 (13) 和 (14) 表示关于两个努力变量的一阶条件

$$\begin{aligned} g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle \left\{ -1 + \lambda + \mu \frac{g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle}{g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle} - \right. \\ \left. \eta \frac{g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle}{g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle} \right\} + \theta = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{dE[U_{VC}(y - s | \mathbf{a})]}{da_2} + \lambda \frac{dE[U_E(s | \mathbf{a})]}{da_2} + \\ \mu \frac{d^2 E[U_E(s | \mathbf{a})]}{da_1 da_2} + \eta \frac{d^2 E[U_{VC}(y - s | \mathbf{a})]}{da_2^2} \\ = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

$$\frac{dE[U_{VC}(y - s | \mathbf{a})]}{da_1} + \lambda \frac{dE[U_E(s | \mathbf{a})]}{da_1} +$$

⑧ 本文的初稿给出了一个附录, 同时行动的博弈要达到相关均衡, 需满足条件 (10b) 和 (10c). 这个论证基于 Aumann^[20] 而得到, 过程并不复杂, 但如读者需要可来信索取.

⑨ Rogerson 称该方法为双重放松帕累托最优化规划 (doubly-relaxed Pareto optimization program). 他一般化地给出了非对称信息激励问题的最优解条件, 即概率函数满足假设 MRLP 性质和 CDFC 性质.

$$\mu \frac{d^2 E[U_E(s|\mathbf{a})]}{da_1^2} + \eta \frac{d^2 E[U_C(y-s|\mathbf{a})]}{da_1 da_2} = 0 \quad (14)$$

式 (12) 中, 存在着创业者和 VC 一方努力而另一方不努力, 或者两方同时努力的情况. 根据假设 1 的 MRLP 性质, 双方的努力都可导致更高的利润随机实现, 但高的利润到底是创业者努力的结果还是 VC 努力的结果呢? 例如假设只有 VC 努力, 那么根据 MRLP 性质有 $g_{a_2}(y_i|\mathbf{a})/g(y_i|\mathbf{a})$ 关于利润 i 非递减, 将可能有更高的利润随机实现, 但这一较高的利润水平却也可以解释为创业者的贡献. 如果没有关于似然率更多的假设, 将无法分析问题 (10). 根据假设 3 定义

$$\xi(y_i|\mathbf{a}) = -1 + \lambda + (\mu - \frac{\eta}{v_i}) \frac{g_{a_1}(y_i|\mathbf{a})}{g(y_i|\mathbf{a})} \quad (15)$$

注意, 将式 (12) 改写为以 VC 的似然率表示的 ξ 函数, 与式 (15) 导出的结论一样. 现在检验当 $\mu > \eta$ 或 $\mu \leq \eta$ 成立时会有什么样的结果. μ 和 η 分别代表创业者和 VC 的努力不可观察时各自所获得的信息租金的影子价格. 如果 $\mu > \eta$ 意味着相对于 VC 的管理咨询活动而言, 创业者的技术开发活动具有更大的不可观察性, 且具有更高的影子价格, 或更高的经济价值. 如果 $\mu \leq \eta$ 表示创业者努力的影子价格小于 VC 努力的影子价格, 创业者的努力具有较低的经济价值.

情形 1 当 $\mu > \eta$ 时. 由 θ 的非负性, 条件 (15) 得到如下结果

$$\xi(y_i|\mathbf{a}) = \begin{cases} -1 + \lambda + (\mu - \frac{\eta}{v_i}) \frac{g_{a_1}(y_i|\mathbf{a})}{g(y_i|\mathbf{a})} \\ < 0 \Rightarrow s(y_i) = 0 \end{cases} \quad (16a)$$

$$\xi(y_i|\mathbf{a}) \geq 0 \Rightarrow s(y_i) = s_i^* \quad (16b)$$

$\mu \geq 0$ 和 $\eta \geq 0$ 当 $\mu = 0$ $\eta = 0$ 时, 激励约束不起作用, 此种情形对应于完全信息下的情形, 即创业者和 VC 将实施一级最优的努力水平. 将 y_i 以从小到大的顺序排列, $0 = y_1 < \dots < y_n$, 式 (15) 中仅有创业者的努力变量, 根据 MLRP, 其更高的努力将会导致更高的 y_i 随机实现. $\mu > \eta > 0$ 假设 3 的 $v_i > 1$ 且关于利润 i 非递减. 这些条件意味着 $\xi(y_i|\mathbf{a})$ 关于利润 y_i 递增. 式 (16a) 表示当创业者低努力水平时, 较小的 y_i 将会出现, 此时有 $\xi(y_i|\mathbf{a}) < 0$ 由 (式 12) 有 $g(y_i|\mathbf{a})\xi(y_i|\mathbf{a}) + \theta = 0$

则有限责任约束起作用, 因而 VC 获得全部利润, 不妨设这一利润区间为 $i < t$ 式 (16b) 表示, 如果 VC 事前承诺支付给创业者正的收益 s_i^* 以诱导创业者更努力, 将使得 $\xi(y_i|\mathbf{a}) \geq 0$ 有限责任约束不起作用, 但最优的 s_i^* 应使得 $g(y_i|\mathbf{a})\xi(y_i|\mathbf{a}) = 0$ 设这一利润区间为 $i \geq t$ 总结上述分析, 存在着 $\lambda \mu > \eta$ 和 θ 以及在利润区间上某个利润点 y_i , 当企业低于该利润水平时, 创业者的收益为 0 而当不小于该利润水平时, 创业者获得了严格正的报酬 s_i^* . 由此, 其报酬具有奖惩结构, 即

$$s_i(y_i|\mathbf{a}) = \begin{cases} s_i^* > 0 & \forall i \geq t \\ 0 & \forall i < t \end{cases} \quad (17)$$

情形 2 当 $\mu \leq \eta$ 时. 如果 $\mu \leq \eta$ 根据假设 3 的 v_i 关于利润 i 非递减且 $v_i \geq 1$ 则创业者增加努力水平, 在利润区间也将存在某个利润点 $i' > t$ 当企业低于该利润水平时, 创业者的收益为 0 而当不小于该利润水平时, 创业者获得了严格正的报酬 s_i^* . 但如果 η 足够大, 将出现即使创业者很努力也难以确保 $\xi(y_i|\mathbf{a})$ 为正的情形, 从而其获得的收益始终为零, 由此双方约定失败. 直观上来说, $\mu \leq \eta$ 表示创业者的努力具有较低的经济价值, 相对于情形 1 其获得正收益的起始点 i' 比较高.

有限责任给了创业者一定的保护, 其收益不能为负, 但报酬的奖惩结构对创业者施加了特定的威胁, 使其不敢怠慢. 而在另一方面, 因为 VC 在企业内投入了资金, 他不会让自己的投资白白损失掉, 因此保持对企业一定的辅助将使得投资更为安全.

2.2 可转换优先股

现在考察创业者在利润点 t 之上正的收益应具备什么结构. 本文以后都在 $\mu > \eta$ 的情形下研究该问题, 即合约形式为式 (17). 首先, 在最优时, 创业者的参与约束 (10a) 是紧的, 创业者获得的正的预期收益应等于外部机会所得 \bar{u}_i . 其次, Mirrlees^[11] 和 Rogerson^[14] 均证明了如果给予代理人的报酬关于利润非递减 (单调性 (monotone) 合约), 则可提供给代理人很好的激励, 可诱导代理人二级最优 (second-best) 的努力. 但可供合约双方选择的合约形式千变万化, 在满足创业者参

与约束的前提下,不同的单调性合约将提供给双方不同的激励效果,也将得到双方不同的均衡努力水平组合.这也是风险投资中的证券选择呈现出多样性的一个原因,虽然可转换优先股是主要使用的证券,但也有参与可转换优先股、可转换债券、普通股等其它形式的证券.那么有没有判断标准说明某个合约帕累托占优于 (Pareto dominating) 另一个合约?假设 1、2和 3意味着合约双方共同的努力将会增加企业的边际利润,由此,选择的合约形式应能提高双方共同的努力水平.但要注意,选择不同形式的证券不仅要考虑激励问题,还可能涉及到在阶段融资的进程中(参见第 4节),VC如何更好地进行融资安排与控制企业风险、VC如何管理退出企业等等一系列问题.本文只提供有关激励方面的解释.

考虑在利润点 t 之上的两个非负支付的合约,其中合约 $s(y_i)$ 是关于利润递增的凸函数^⑩,而合约 $s'(y_i)$ 是关于利润递增的严格凹函数,两个合约都满足创业者的参与约束,具有相同的预期值 \bar{u}_1

$$\sum_{i=t}^N \int s(y_i) g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle_J = \sum_{i=t}^N \int s'(y_i) g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle_J = \bar{u}_1 \quad (18)$$

很显然, $s(y_i)$ 将和 $s'(y_i)$ 在利润区间 (t, N) 的某点 p 相交,当利润 $t \leq i < p$ 时有 $s(y_i) < s'(y_i)$,而当 $p < i < N$ 时有 $s(y_i) > s'(y_i)$.下面的命题指出 $s(y_i)$ 比 $s'(y_i)$ 给予创业者的预期边际利润更大,而更为创业者所愿.

命题 1 假设 $s(y_i)$ 和 $s'(y_i)$ 给予创业者利润 t 之上的非负支付, $s(y_i)$ 是关于利润严格递增的凸函数, $s'(y_i)$ 是关于利润严格递增的严格凹函数.如果 $s(y_i)$ 和 $s'(y_i)$ 满足式 (18), 则有

$$\sum_{i=t}^N \int s(y_i) g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_J > \sum_{i=t}^N \int s'(y_i) g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_J \quad (19)$$

证明 令 $w_i = s(y_i) - s'(y_i)$, 假定 VC 选择的最优努力水平为 a_2^* , 创业者选择努力水平 a_1^* 使得 $\sum_{i=t}^N \int w_i g \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_J = 0$ 因为当利润 $t \leq i \leq$

p 时有 $s(y_i) \leq s'(y_i)$, 而当 $p < i < N$ 时有 $s(y_i) > s'(y_i)$, 则由 MLRP 性质有

$$\begin{aligned} & \sum_{i=t}^N \int w_i g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_J = \\ & \sum_{i=t}^N \int w_i \frac{g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle}{g \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle} g \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_J > \\ & \sum_{i=t}^p \int w_i \frac{g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle}{g \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle} g \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_J + \\ & \sum_{i=p+1}^N \int w_i \frac{g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle}{g \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle} g \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_J = \\ & \frac{g_{a_1} \langle y_p | \mathbf{a}^* \rangle}{g \langle y_p | \mathbf{a}^* \rangle} \sum_{i=t}^N \int w_i g \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_J = 0 \end{aligned} \quad (20)$$

证毕.

Innes 和 Matthews^[31] 利用债券与其它单调递增证券的单交叉性质证明了债券的最优激励性能,在单边道德风险模型中,债券能够激励企业家最优的努力.命题 1 应用了两种证券的单交叉性证明了关于利润严格递增的凸函数具有更好的激励效能,是 Innes 和 Matthews 思想的应用.上述命题表明了,如果两个递增的合约带给创业者相同的预期利润,则递增的凸函数合约带给创业者更大的预期边际利润,将会诱导创业者更大的努力.其直观思想是,当创业者提高努力水平时,更高的收益将可能实现,而递增的凸收益函数关于利润具有递增的斜率,将给创业者带来更大的实际回报.这一命题的思想也可证明一种特殊情形,如果给予创业者利润点之上的报酬是一个固定收益的合约,则该合约带给创业者的边际利润将小于关于利润严格递增的合约.于是有如下的推论:

推论 1 给予创业者的最优合约关于利润严格递增.

证明 假设合约 $s(y_i)$ 是在利润点 t 之上的递增的收益函数,而 $s'(y_i)$ 给予创业者利润点 t 之上的固定收益,两个合约均给创业者带来相同的预期收益.很显然, $s(y_i)$ 和 $s'(y_i)$ 将会有个相交的利润点,在该利润点之下, $s(y_i)$ 的收益小于 $s'(y_i)$, 而在其上刚好相反.可以应用命题 1 相同

⑩ 注意这里并没有限定凸函数是严格凸,这样就包含了线性函数.

的方法证明 $s(y_i)$ 带给创业者更大的预期边际利润, 而更为创业者所愿意. 给定假设 1、2 和 3 诱导

创业者更大的努力也是 VC 所愿意的, 因此, 给予最优的最优合约关于利润严格递增. 证毕.

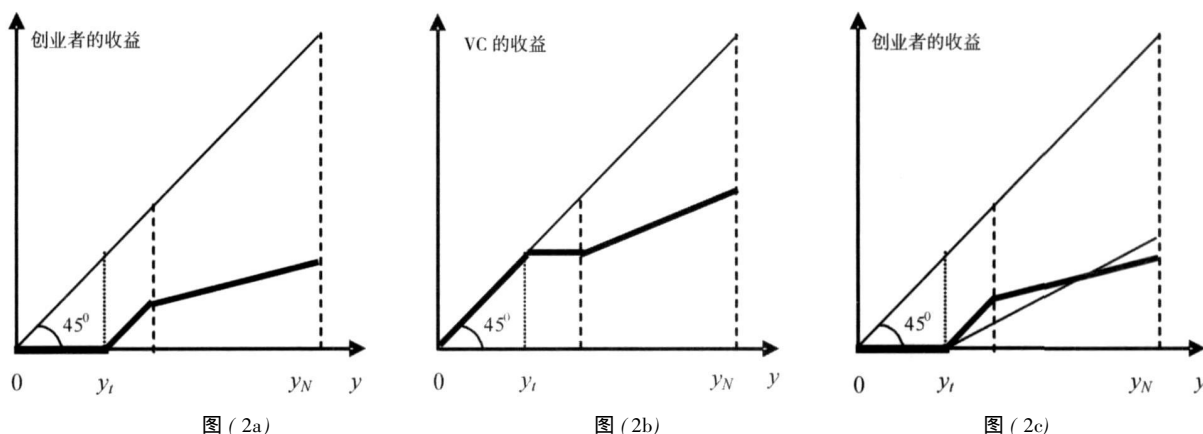


图 2 可转换债券示意图

Fig 2 Sketchmap of convertible debt

根据命题 1, 可以看出公开市场上的可转换债券并非是诱导创业者和 VC 共同努力的最优证券. 如图 2(a, b, c) 所示, 可转换债券有两个利润分界点, 当企业的利润小于某个利润水平 t 时, VC 获得全部收益; 而当利润高于某个更高的利润水平时, VC 可以转换债券为普通股以获得相应股份的剩余收益; 而在这两个利润点的中间部分, 创业者获得全部剩余收益, VC 只获得固定收益. 很明显, 创业者所获的正收益 (图 (2a) 中 y_t 之上的部分) 是关于利润递增的凹函数, 而 VC 所获的收益是关于利润递增的凸函数. 图 (2c) 描绘了同样预期收益下的可转换证券和普通股, 则根据命题 1, 普通股将带给创业者更高的预期边际收益, 这是因为普通股是利润的非凹函数. 上述的分析也说明了, 从激励的角度考虑, 在同样的预期收益下, 公开市场上成熟的公司更愿意发行普通股而不是可转换债券.

对称地, 在利润点 t 之上满足同样预期利润的收益函数中, 合约双方都偏好于递增的凸收益函数. 给定双方的努力具有互补性质, 以及给定创业者在企业取得高收益过程中发挥了关键性作用的假设, 那么诱导双方最优的努力的证券应是: 在利润区间上存在某个利润点 t , 在该利润点 t 之下创业者获得零收益, 而在利润点 t 之上, 创业者持有普通股, 创业者的预期收益为其外部机会 \bar{u}_i .

$$s_i(y_i, t) = \begin{cases} \tau y_i > 0 & \forall i \geq t \\ 0 & \forall i < t \end{cases} \quad (21)$$

其中 τ 应大于 0 而小于 1

接下来要验证该合约是否可以诱导创业者和 VC 最优的努力水平, 即式 (21) 给出的合约是否能够诱导贝叶斯均衡解 $a^* = (a_1^*, a_2^*)$. 这实际上需要验证在 (21) 的合约配置下, 条件 (13) 和 (14) 是否成立. 式 (14) 中的第 2 项在创业者选择最优努力水平时为零. 第 3 项是创业者预期收益的二阶导数, CDFC 性质意味着代理人的预期效用是行动的凹函数, 则该项严格为负. 给定股权分担合约, 创业者的努力增加了 VC 的预期利润, 则第一项严格为正. 单边道德风险问题中没有第四项, 该项是努力互补带给 VC 的边际利润, 将假设 2 中的 y_i 换成 $(1 - \tau)y_i$, 则第四项也非负. 因而, (21) 的收益配置将诱导创业者最优的努力水平 a_1^* , 但因为创业者没有获得其努力的全部边际收益, 则该努力水平为二级最优的努力水平而小于一级最优 (由式 (8) 导出). 同样也可验证条件 (13) 成立.

可构造该合约 s_i , 因合约须同时满足 VC 和创业者努力的一阶条件, 有式 (22) 和 (23)

$$\sum_{i=1}^N \int (y_i - s_i) g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle = a_2^* \quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^N \int s_i g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle = a_1^* \quad (23)$$

将式 (22) 和 (23) 改写后再分别相除

$$\frac{\sum_{i=1}^N \int (y_i - s_i) g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_j}{\sum_{i=1}^N \int s_i g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_j} = \frac{a_2^* - r}{a_1^*} \quad (24)$$

其中 $r = \sum_{i=0}^{t-1} y_i g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle$, 它严格小于 a_2^* . 将 $s_i = \tau y_i, i \geq t$ 带入式 (24), 整理后得到了

$$\tau = \frac{1}{1 + (a_2^* - r) k a_1^*} \quad (25)$$

其中, $k = \frac{\sum_{i=t}^N \int y_i g_{a_2} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_j}{\sum_{i=t}^N \int y_i g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a}^* \rangle_j}, k > 0$ 于是有

$$0 < \tau < 1 \quad (26)$$

将上述的分析总结为如下命题.

命题 2 给定假设 1、2 和 3 融资问题 (10) 的解具有如下性质:

1) 最优的合约是

$$s_i(y_i, t) = \begin{cases} \tau y_i > 0 & \forall i \geq t \\ 0 & \forall i < t \end{cases}$$

其中, $0 < \tau < 1$

2) 存在一均衡的努力水平 $\mathbf{a}^* = (a_1^*, a_2^*)$ 使得条件 (13) 和 (14) 成立, 该努力水平小于一级最优的努力水平.

3) 创业者的预期收益为 $E[U_E(s, \mathbf{a})] = \bar{u}_1$.

可以看到, 最优的合约是一可转换优先股, 当利润达到某个利润点 t 时, 企业家将持有的优先股 (其价值等于点 t 的利润) 自动转换为 τ 份额 ($0 < \tau < 1$) 的普通股.

3 关于努力关系的讨论

在本文的模型中, 努力的相互互补假设 2 和 3 对于推导最优的合约发挥了关键性的作用. 文章的第 1 节指出假设 3 存在着不现实的地方, 而更为现实的是假设 3': 在利润区间存在某个利润点 i , 当 $j \geq i$ 时有 $v_i \geq 1$ 且 v_i 关于利润非递减; 而当 $j < i$ 时有 $v_i \leq 1$. 假设 3' 说的是, 当观察到一个低的利润水平时, 更有可能是创业者没有努力. 下面将说明, 假设 3 和假设 3' 均会得到同样的结论. 将式 (15) 复述如下

$$\xi \langle y_i | \mathbf{a} \rangle = -1 + \lambda + \left(\mu - \frac{\eta}{v_i} \right) \frac{g_{a_1} \langle y_i | \mathbf{a} \rangle}{g \langle y_i | \mathbf{a} \rangle} \quad (27)$$

考虑当 $\mu > \eta$ 时的情形, 在低利润水平时有 $v_i \leq 1$ 如此 ξ 将更有可能为负值; 只有当创业者增加努力而进一步提高似然率时, 才有可能使得 ξ 为 0 如此将导出与第 1 节一样的结论.

本文假设创业者和 VC 的努力相互互补, 但如假设双方的努力替代, 结论如何呢? 努力相互替代意味着创业者会做的, VC 同样也会做, 如此一来, 只有在某些特别的情况下, 创业者和 VC 才会形成合作关系. 这些特别的情况是, 一是 VC 觉得自己创业很麻烦, 他的努力成本比企业家的努力成本高, 因此需要创业者为他做事. 二是当劳动的价值超过了金钱的价值时, VC 为了节约自己的劳动成本, 愿意与创业者共享项目收益. 事实上, Casamatta 的模型正是在这些特别的情况下才成立的, 他假定创业者和 VC 都有足够的财富支持企业发展, 创业者在融资过程中占据主导地位, 其努力和 VC 的努力相互替代, 努力的成本系数低于 VC 的努力成本系数. 因此, Casamatta 才会得到在现实中观察不到的结论, 即创业者可持有优先股或债券, 这实际上意味着创业者以债权人的身份借钱给 VC 用于项目开发. 现实中创业者可能不乏有相当的财富水平, 但支撑企业发展的主要资金来源却必须依靠于外部融资, 这些企业由于其高风险性, 一般很难得到传统金融中介组织 (如银行) 的支持. VC 拥有的雄厚资金, 以及 VC 对于企业有益的管理咨询活动正是其生存和发展的关键.

如果假设合约双方的努力关系是替代的, 创业者会做的事情, VC 同样也会做, 这样本文的假设 3 将无法应用于努力替代的情形. 如果从观察到的利润不能分离出双方的努力, 且从统计意义上也无法推断创业者和 VC 各自的贡献, 就得不到一个能够诱导双方最优努力的合约形式. 创业者受到资金约束的融资模型无法应用于努力替代的情形. 事实上, Legros & Matthews^[17] 在一个确定性的环境中, 指出相互替代的努力关系无法得到最优激励效果的合约.

4 结束语

本文基于双边道德风险框架研究了创业者的融资合约, VC 在提供创业企业资本支持的同时也扶助企业和给予管理咨询, VC 设计的合约须诱导双方的最优努力. 模型依赖于三个关键性假设, 一是双方的努力都会随机性地提高企业的利润, 二是双方的努力相互互补, 三是从以极大似然法则看, 创业者在企业发展中发挥了关键性的作用, 这些假设都符合现实. 最优的风险投资合约是可转换优先股, 即存在某个利润水平, 当低于这个利润水平时, VC 获得企业的全部利润, 高于这个利润水平时, VC 将优先股自动转换为普通股.

最优资本结构源于 VC 在创业企业中扮演的两个关键角色, 一是 VC 扮演了合约设计者和实施者的角色. 创业者虽然提供了人力资本和技术, 但其人力资本是否能够带给 VC 经济效益, 却需要业绩来验证, 该奖惩结构促使创业者提供最优的努力. 二是 VC 扮演了扶助企业发展的角色. 在高收益状态下, VC 获得企业的剩余收益将诱使 VC 提供给企业最优的管理辅助活动. 对比单边道德风险的情形^[32], 投资者仅向企业提供资金支持, 最优的合约是投资者持有债券. 本文也提出了解决双边道德风险模型的新思路, 不同于 Holmström^[16] 针对每个价值创造者设计业绩指标, 也不同于 Sichmidt 等要求委托人可以观察代理人的行动, 这对代理理论也有贡献.

Kaplan & Strömberg^[2] 指出现有的双边道德风险投资模型对现实的指导意义不高, 这些理论的预示较少符合实证检验的结果. 本文除了符合 Kaplan & Strömberg 的实证研究结论外, 还对现

实具有如下三方面的指导意义, 可供进一步的实证和案例研究. 第一, 如果创业者与风险投资家之间、创业团队成员之间的努力相互互补, 则股权性质的合约是稳定的合约结构; 如果各方的努力相互替代, 则难以获得最优激励效果的合约. 第二, 第 2.1 小节分析指出, 如果企业更需要 VC 付出较大的努力 ($\gamma \geq 1$ 但 γ_i 随利润递增的幅度不大), 并且创业者努力的经济价值不高 (虽然 $\mu > \eta$ 但大于的程度不大; 甚至有 $\mu \leq \eta$), 那么创业者获得股权所要求的业绩点更高, 这意味着创业者的报酬对业绩的敏感度更高. 第三, 第 2.2 小节指出, 创业者的股权依赖于其外部机会所得, 如果创业者有更好的外部机会, 则创业者获得股权份额越高, Inderst & Müller 应用创业者与 VC 的讨价还价模型也得到了这个结论. 该结论符合 Gompers 和 Gompers & Lerner 的实证发现, 风险资本市场的资本供给与 VC 购买的股权价格具有正的关联性, 如果资本供应较多, 则创业者的外部机会大, VC 之间相互竞争获得投资机会, 如此抬高了股权价格而使得 VC 的权益减少.

需指出, 现实中有关项目盈利的信息随时间而逐步揭示, 因而 VC 往往采取阶段性注入资本 (阶段融资, stage financing) 的策略. 但在每个阶段中, VC 和创业者同样会遇到双边道德风险问题, 本文模型略去了更为复杂的信息因素, 而采取了完全合约的分析框架, 这一处理方法与 Casamatta Repullo & Suarez 和 Inderst & Müller 一致. 另外, 选择证券不仅仅受到激励问题的影响, 可能涉及到在阶段融资进程中, VC 如何更好地进行融资安排与控制企业风险、VC 如何管理退出企业等等一系列问题. 本文只提供了资本结构有关激励方面的解释.

参考文献:

- [1] Modigliani F, Miller M H. The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment[J]. The American Economic Review, 1958, 48(3): 261—297.
- [2] Kaplan S N, Strömberg P. Financial contracting theory meets the real world: Evidence from venture capital contracts[J]. Review of Economic Studies, 2003, 70(2): 281—315.
- [3] Casamatta C. Financing and advising: Optimal financial contracts with venture capitalists[J]. Journal of Finance, 2003, 58(5): 2059—2087.

- [4] Schmidt K. Convertible securities and venture capital finance[J]. *Journal of Finance*, 2003, 58(3): 1139—1167.
- [5] Repullo R, Suarez J. Venture capital finance: A security design approach[J]. *Review of Finance*, 2004, 8(1): 75—108.
- [6] Inderst R, Müller H M. The effect of capital market characteristics on the value of startup firms[J]. *Journal of Financial Economics*, 2004, 72(2): 319—356.
- [7] Sahlman W A. The structure and governance of venture capital organizations[J]. *Journal of Financial Economics*, 1990, 27(2): 473—521.
- [8] Hellman T, Puri M. The interaction between product market and financial strategy: The role of venture capital[J]. *Review of Financial Studies*, 2000, 13(4): 959—1043.
- [9] Hellman T, Puri M. Venture capital and the professionalization of startup firms: Empirical evidence[J]. *Journal of Finance*, 2002, 57(1): 169—229.
- [10] Kaplan S N, Stromberg P. Characteristics, contracts, and actions: Evidence from venture capitalist analyses[J]. *Journal of Finance*, 2004, 59(5): 2177—2210.
- [11] Mirkes J. The theory of moral hazard and unobservable behavior: Part I[J]. *Review of Economic Studies*, 1999, 66(226): 3—21.
- [12] Holmstrom B. Moral hazard and observability[J]. *Bell Journal of Economics*, 1979, 10(1): 74—91.
- [13] Grossman S, Hart O. An analysis of the principal agent problem[J]. *Econometrica*, 1983, 51(1): 7—15.
- [14] Rogerson W. The first order approach to principal agent problems[J]. *Econometrica*, 1985, 53(6): 1357—1368.
- [15] Aghion A A, Demsetz H. Production, information costs, and economic organization[J]. *American Economic Review*, 1972, 62(5): 777—795.
- [16] Holmstrom B. Moral hazard in teams[J]. *Bell Journal of Economics*, 1982, 13(2): 324—340.
- [17] Legros P, Matthews S A. Efficient and nearly-efficient partnerships[J]. *Review of Economic Studies*, 1993, 60(204): 599—611.
- [18] Demski J S, Sappington D E M. Resolving double moral hazard problems with buyout agreements[J]. *RAND Journal of Economics*, 1991, 22(2): 232—240.
- [19] Innes R D. Limited liability and incentive contracting with ex-ante action choices[J]. *Journal of Economic Theory*, 1990, 52(1): 45—68.
- [20] Amann R J. Correlated equilibrium as an expression of Bayesian rationality[J]. *Econometrica*, 1987, 55(1): 1—18.
- [21] 姚佐文, 陈晓剑, 崔浩. 可转换优先股与风险资本的有效退出[J]. *管理科学学报*, 2003, 6(1): 92—96.
Yao Zuowen, Chen Xiaojian, Cui Hao. Optimal exit of venture capital with convertible preferred equity[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2003, 6(1): 92—96 (in Chinese).
- [22] 安实, 王建, 何琳. 风险企业控制权分配模型研究[J]. *系统工程学报*, 2004, 19(1): 38—44.
An Shi, Wang Jian, He Lin. Study on allocation of control rights in venture firms[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2004, 19(1): 38—44 (in Chinese).
- [23] 陈永庆, 王浣尘. 风险企业规避套牢问题的融资策略研究[J]. *系统工程学报*, 2003, 18(2): 153—158.
Chen Yongqing, Wang Huanchen. How venture firm to avoid hold-up problem in financial procedure[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2003, 18(2): 153—158 (in Chinese).
- [24] 曾勇, 郭文新, 李典蔚. 风险投资合约及治理机制实证研究综述[J]. *管理科学学报*, 2008, 11(1): 110—121.
Zeng Yong, Guo Wenxin, Li Dianwei. Survey of empirical studies on contracting and governance of venture capital[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2008, 11(1): 110—121 (in Chinese).
- [25] 蔡莉, 于晓宇, 杨隽萍. 科技环境对风险投资支撑作用的实证研究[J]. *管理科学学报*, 2007, 10(4): 73—80.
Cai Li, Yu Xiaoyu, Yang Junping. Empirical research on the support function of the scientific and technological environment to the venture capital[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2007, 10(4): 73—80 (in Chinese).
- [26] Milgrom P. Good news and bad news: Representation theorems and application[J]. *Bell Journal of Economics*, 1981, 12(2): 380—391.

- [27]Whitt W. Uniform conditional stochastic order[J]. Journal of Applied Probability, 1980, 17(1): 112—123
- [28]Topkis D. Minimizing a submodular function on a lattice[J]. Operations Research, 1978, 26(2): 305—326
- [29]Fudenberg D, Tirole J. Game Theory[M]. Cambridge: MIT Press, 1991.
- [30]Holmström B, Milgrom. The Firm as an incentive system[J]. American Economic Review, 1994, 84(4): 972—991.
- [31]郭文新, 曾 勇. 有限责任、单调性与最优财务合约[J]. 金融学季刊, 2007, 3(1): 1—18
Guo Wenxiu, Zeng Yong. Limited liability, monotone constraint and the optimal financial contract[J]. Quarterly Journal of Finance, 2007, 3(1): 1—18 (in Chinese)
- [32]Matthews S A. Renegotiating moral hazard contracts under limited liability and monotonicity[J]. Journal of Economic Theory, 2001, 97(1): 1—29.
- [33]Gomper P A. Venture capital growing pains: Should the market die? [J]. Journal of Banking & Finance, 1998, 22(6—8): 1089—1104.
- [34]Gomper P A, Lerner J. Money chasing deals? The impact of fund inflows on private equity valuation[J]. Journal of Financial Economics, 2000, 55(2): 281—235.

Double moral hazard and the theory of capital structure of venture capital financing

GUO Wenxin, ZENG Yong

School of Management and Economics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China

Abstract This paper analyzes financial contract between an entrepreneur without initial wealth and a venture capitalist (VC) who invests venture and assists its development as well, so the double moral hazard problem exists between them. Under the sufficient and necessary conditions that the two parties make complementary efforts, and from the perspective of the maximum likelihood, entrepreneurs play a key role in developing the venture, the financing problem's solution arises as a Bayesian equilibrium. Therefore, this paper derives endogenously the capital structure of venture capital financing in which the entrepreneur gets common stocks only when the profit exceeds a certain level and the VC holds a convertible preferred stock.

Key words venture capital; double moral hazard; capital structure; convertible preferred stock; Bayesian equilibrium