

# 基于战略风险投资的融资契约设计及融资决策<sup>①</sup>

丁川, 李爱民

(西南财经大学金融数学研究中心, 成都 610074)

**摘要:** 初创企业融资过程中, 融资的对象以及合同的设计会对初创企业的经营状态以及社会福利水平产生重要影响. 本文将融资的对象分为仅仅追求货币收益的风险投资家和同时追求货币收益及战略目标战略投资者, 并基于此在阶段性融资背景下考察了单个投资者、多个独立投资者以及辛迪加组织这三类融资方式中融资对象的选择和融资契约的设计, 最后以社会福利水平最优为首要目标、企业预期收益最大为次要目标为企业家提供最优的融资决策. 通过分析表明一个最优的融资决策应当包含最优的融资方式和最优的融资对象. 关于融资方式, 辛迪加组织提供融资可行时, 企业家应寻求辛迪加组织融资且这种融资方式总是社会有效率的; 辛迪加组织提供融资不可行时, 企业家应寻求多个独立的投资者融资, 但这种融资方式无法实现最优的社会福利水平. 关于融资对象, 企业家应选择努力水平与一阶最优努力水平最为接近的投资者.

**关键词:** 风险投资家; 战略投资者; 契约设计; 努力; 融资

**中图分类号:** F019; C93      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-9807(2019)01-0057-23

## 0 引言

随着风险投资市场规模的增长以及在经济环境中重要性的增加, 越来越多的大型公司进入风险投资市场. 这些机构与传统的风险投资相比在目标、规模、服务范围等方面存在显著差异<sup>[1]</sup>. 传统的风险投资仅仅追求财务收益, 而这些大型公司追求财务回报的同时, 更多地追求战略目标<sup>[2-4]</sup>. 尽管从传统意义上讲, 风险投资是初创企业最主要的资金来源, 但越来越多的创业企业家选择大型公司旗下的风险投资公司作为融资对象<sup>[5, 6]</sup>. 企业家在风险投资市场面对传统的风险投资以及公司型风险投资(也称为战略投资者<sup>[4]</sup>、战略公司型风险投资<sup>[7]</sup>)时, 如何选择投资方不仅仅关系到初创企业的成长, 而且关系到社

会福利水平. 因此, 国内外很多学者都对这一问题展开了深入的研究.

Gompers等<sup>[8]</sup>首先将公司型风险投资与传统意义上独立的风险投资机构这两类投资方做了一个对比, 从而为企业家选择融资对象提供了参考. 他们通过实证检验发现, 从被投资公司上市的可能性来看, 公司型风险投资比独立的风险投资机构更优越, 尤其是被投资公司 and 公司型风险投资的母公司之间有战略上的重叠时, 这种优越性更明显. 也就是说, 如果企业家倾向于将企业上市, 则在融资时应该选择战略契合的公司型风险投资作为投资方. 但是, 他们指出公司型风险投资与独立的风险投资机构相比也存在很大的缺点, 即不够稳定, 缺乏战略重点的公司型风险投资可能在投资后停止运营, 企业家因此无法获得投后服务. Maula

① 收稿日期: 2017-10-13; 修订日期: 2018-06-03.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71671142; 71701164; 71603212); 四川省软科学项目(2017ZR0118); 教育部人文社科青年资助项目(14XJCZH001); 中央高校基本科研业务费项目(JBK1903005; JBK1805001).

作者简介: 丁川(1976—), 男, 四川平昌人, 博士, 教授. Email: dingchuan@swufe.edu.cn

等<sup>[9]</sup>支持技术型初创企业选择公司型风险投资作为融资对象,原因在于技术型初创企业寻求公司型风险投资融资能让初创企业在IPO时的市场价值更高。Chemmanur等<sup>[10]</sup>从投资者培育初创企业的创新能力这一视角提出,企业家选择公司型风险投资作为投资方能够实现更高的创新产出率。公司型风险投资因为战略目标而对失败的容忍度更高并且具备更加专业的技术,因此在培育初创企业的创新能力方面是风险投资无法替代的。虽然公司型风险投资与独立的风险投资相比存在很多优势,但Dushnitsky等<sup>[11]</sup>指出以经济利益为导向的企业因为内部冲突、目标不一致等结构缺陷会掩盖公司型风险投资的优势。如果企业以新技术为导向,则企业家在融资时选择公司型风险投资作为投资方,能够实现创新上的收益从而弥补可能较低的财政收益。总的说来,上述这些学者更加关注公司型风险投资这类投资者对初创企业的正面影响。事实上,公司型风险投资也会给初创企业带来负面影响。董静和徐婉渔<sup>[12]</sup>指出公司型风险投资的母公司会通过股权投资直接对新创企业发起干预,汲取其知识、技术、研发成果,最终成为新创企业最危险的竞争对手。傅嘉成等<sup>[13]</sup>认为公司型风险投资在投资时受到母公司战略部署、董事会决议的影响,往往不能实现多次投资,因此可能无法充分发挥分阶段投资策略的优势并且阻碍被投企业的发展。Park等<sup>[14]</sup>认为新创企业选择公司型风险投资作为融资对象有利有弊,企业家需要加以权衡,一方面公司型风险投资能够提供促进新创企业技术商业化的互补资产,另一方面新创企业和公司型风险投资紧密联系又会限制新创企业从开放市场获得互补资产。但是,当新创企业需要专业互补型资产或者是在不确定的环境中运营时,选择公司型风险投资利大于弊。当然,传统的风险投资也具备公司型风险投资所不具备的优势。Chemmanur等<sup>[10]</sup>提到,传统的风险投资支持的企业比公司型风险投资支持的企业风险更低且盈利能力更强。Maula等<sup>[15]</sup>认为在初创期企业家选择风险投资能够得到更好的“企业培育”,这类投资者能够帮助企业获得额外融资、招募关键人员、形成专业化的组织结构。值得一提的是,传统的风险投资具有与创始人一样积极的治

理动机以及丰富的治理经验<sup>[16]</sup>。

上述学者研究了公司型风险投资和传统的风险投资这两种投资者对受资企业带来的影响,同时也为企业家如何选择这两类投资者提供了建议。实践中,不同类型的投资者还可能组成辛迪加联合进行投资。那么考虑了辛迪加后,企业家应该怎样选择投资方。Tian<sup>[17]</sup>认为辛迪加成员具备不同类型的技能、信息、行业知识、人际关系网,因此辛迪加给创业企业提供的帮助比单个风险投资机构或者是单个公司型风险投资更多。他的实证结果也证明了他的观点,他通过实证研究发现辛迪加投资的企业与单个风险投资机构或者是单个公司型风险投资支持的企业相比,一方面创新能力更强,另一方面IPO后前四年绩效更好。陆瑶等<sup>[18]</sup>得出了类似的结论,他们通过实证研究发现,辛迪加联合投资的企业比单个风险投资公司(包含公司型风险投资和传统的风险投资机构)投资的企业表现出更强的创新能力,并且辛迪加成员越多、差异性越大,则被投公司的创新能力越强。Moser<sup>[19]</sup>考虑了辛迪加对初创企业的不利影响,例如项目上的分歧和协调问题,但总的来说辛迪加投资的企业还是比单个风险投资公司注资的企业成功(IPO或者兼并)的概率更高,而且企业的首轮融资中每增加一个辛迪加成员,该企业成功的概率增加3.2个百分点。尽管Tian<sup>[17]</sup>、陆瑶等<sup>[18]</sup>以及Moser<sup>[19]</sup>的研究结果表明,考虑了辛迪加后,企业家应该尽量选择辛迪加作为投资方,但Hellmann<sup>[4]</sup>证明了初创企业融资对象的选择依赖于初创企业和战略投资者(即公司型风险投资)的战略目标之间的相互关系。如果初创企业与战略投资者的战略目标具有互补性,企业家应该寻求战略投资者融资;如果初创企业与战略投资者的战略目标具有温和的替代性,企业家应该寻求风险投资家融资;如果初创企业与战略投资者的战略目标具有强烈的替代性,这时企业家才应该选择辛迪加作为融资对象。

基于目前的研究成果,本文研究了创业企业家在面临风险投资家、战略投资者以及辛迪加组织时,如何做出融资决策和设计融资合同。本文的创新体现在以下几个方面。首先,为企业家融资提供了更为精确的方案。现实生活中,企业家面临大

量的投资者,每一个投资者都与其他投资者存在差异,尤其是战略投资者,每个战略投资者的战略目标独一无二并且会对被投资企业产生很大影响。基于此,依据战略目标的不同对每个战略投资者加以区分。具体来讲,战略投资者持有一份价值受初创企业经营状态影响的自有资产<sup>[4]</sup>,每个战略投资者资产价值的变动值 $\theta$ (即战略目标)都不一样。其次,本文考虑了实际情况:初创企业并不能一次性获得全部所需资本,而且企业资金的短缺可能发生在经营过程中的任何阶段,所以企业家的融资通常分阶段进行。基于此,本文建了两阶段融资模型,在多阶段融资的背景下考察企业家的最优融资决策。再次,一方面优秀的企业在创造利润的同时更应该承担起社会责任<sup>[20]</sup>,企业家在选择融资对象时,应该将企业对投资者的负外部性降到最低;另一方面,创业企业与战略投资者的战略目标之间的冲突会造成社会福利损失,企业家在选择融资对象时应该将这部分无谓的损失降到最低。因此,本文以社会福利水平最优为首要目标,企业预期收益最大为次要目标来考察最优的融资对象。最后,本文在阶段性融资中考虑了三种融资方式:单个投资者、多个独立的投资者、辛迪加组织。并在每一种融资方式下,设计出了企业家与不同的投资者所签订的融资合同。尽管本文与Hellmann<sup>[4]</sup>的研究最为接近,但是本文的研究与Hellmann<sup>[4]</sup>存在很大差异。首先,他只在单轮融资中给出了最优的融资方式,而没有提供具体的融资对象,也没有考虑融资分阶段进行的实际情况。其次,他没有设计出企业家与投资者签订的融资合同。事实上,通过设计融资合同并加以分析,能够得到很多关键的结论。例如,通过对合同的分析,发现企业家无论选择哪一种融资方式, $\theta$ 值越大的战略投资者参与融资,企业家持有的股份就越多而且每股的价值会越高,因此为了期望收益最大化的企业家总是偏好寻求 $\theta$ 值最大的战略投资者融资。但是,仅在辛迪加组织提供融资时,企业家的这种偏好总能实现最优的社会福利水平。在单个投资者或者多个独立的投资者提供融资的情况下,企业家的这种偏好可能会使战略投资者承担过高的努力成本但没有获得相应的补偿而产生外部性。在企业家拥有全部议价能力的情况下,

通过给战略投资者努力的补偿而减少外部性造成的效率流失不可行。

本文也将单个投资者、多个独立的投资者、辛迪加组织这三种融资方式进行了对比,发现这三种融资方式之间存在着相对优劣。所以,一个最优的融资决策应当包含最优的融资方式和最优的融资对象。关于最优的融资方式,本文证明了辛迪加组织提供融资可行时,这种融资方式总是社会有效率的。但是,辛迪加组织可能会索要过高的股份,这种情况下,企业家会拒绝辛迪加组织提供融资而寻求单个投资者或者多个独立的投资者融资。通过股权的分配,多个独立的投资者提供融资实现的社会福利水平总大于单个投资者。因此,辛迪加组织提供融资可行时总是占优,辛迪加组织提供融资不可行时,独立的投资者提供融资占优。关于最优的融资对象,为了实现最优的社会福利水平,企业家应选择努力水平与一阶最优努力水平最为接近的投资者。如果有多个投资者都能付出最为接近一阶最优努力水平的努力,则应该从中选择能使企业实现更高收益的投资者。

## 1 基本模型

受到财富约束的创业企业家拥有一项新技术。为了能将新技术商业化、产业化,创业企业家在0期需要创办一家企业来研发新产品并且大规模生产,最后投放市场产生利润。假设企业家在第0时期需要启动资金 $K^R$ 来添置仪器设备、雇佣技术人员、购买配套资产等等。投入资本 $K^R$ 后,企业进入研发阶段,开始进行产品研发和各项试验。到了1期,企业研发出新的产品,这时候企业家需要筹集资本 $K^G$ 来新建厂房及购买设备、雇佣劳动力、进行市场营销等等。投入资本 $K^G$ 后,企业进入经营阶段,开始大量生产新产品并投放市场。由于利用新技术研发的新产品未经市场检验,新产品能否满足市场需求从而产生收益存在较大的不确定性,主要体现在到了2期企业可能以概率 $\rho$ 获得成功,也可能以概率 $1-\rho$ 经营失败。假设企业获得成功后,能够产生标准化的收益1;若失败,则没有任何收益。整个融资过程如图1所示。

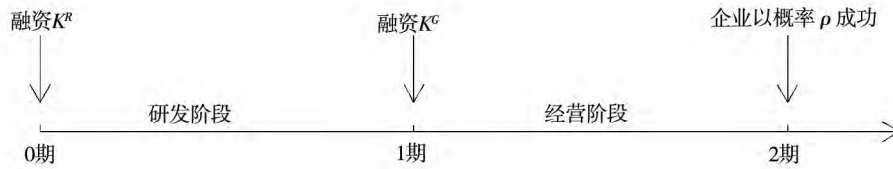


图1 融资过程

Fig. 1 Financing process

由于企业家受到财富约束,因而不得不借助于外部融资筹集资本  $K^R$  和  $K^G$ . 假设企业家寻求外部融资的渠道有两个: 可以向风险投资行业中的风险投资家寻求融资, 也可以向战略投资者寻求融资. 风险投资家和战略投资者的不同点在于, 风险投资家仅仅追求货币收益, 只要投资能够带来货币利润, 风险投资家就会选择投资. 而战略投资者不仅仅追求货币收益, 还在意自己的战略目标, 如个人声誉、在某行业的影响力、自身资产的价值等等. 本文借用 Hellmann<sup>[4]</sup> 的假设, 战略投资者与风险投资家的不同在于战略投资者自身持有一份资产, 它的价值受到初创企业经营状态的影响. 假设在 0 期, 企业还未创立之时, 战略投资者自有资产的价值为  $u$ , 如果 2 期企业经营成功后, 战略投资者资产的价值变为  $\bar{u}$ , 如果企业经营失败, 战略投资者自有资产的价值变为  $\underline{u}$ . 定义  $\theta = \bar{u} - u$ ,  $\theta$  的取值衡量了企业对战略投资者自有资产的影响. 当  $\theta > 0$  时, 称企业对战略投资者的资产具有补充作用或者说战略投资者持有补充资产; 当  $\theta < 0$  时, 称企业对战略投资者的资产具有替代作用或者说战略投资者持有替代资产.

在现实生活中, 企业家通常面对大量的战略投资者, 每个战略投资者的  $\theta$  取值都不一样, 其值可能大于 0, 也可能小于 0, 这取决于初创企业对战略投资者自有资产的影响. 如果是补充作用, 则  $\theta > 0$ , 如果是替代作用, 则  $\theta < 0$ .<sup>②</sup> 在模型中, 将现实当中的情况进行简化, 假设企业家面对  $M + N$  个战略投资者, 其中前  $M$  个战略投资者  $\theta$  值均

大于 0, 后  $N$  个战略投资者  $\theta$  值均小于 0. 同样, 在现实生活中企业家也面临大量的风险投资家, 为了简便, 假设总数为  $L$  的风险投资家形成了完全竞争的风险投资行业. 在该风险投资行业中, 每个风险投资家都是同质的.

综上所述, 企业家在寻求外部融资时总共面临  $M + N + L$  个投资者. 假设企业家在 0 期筹集资本  $K^R$  时, 决定与第  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, M + N + L$ ) 个投资者(仍记为  $i$ ) 签订第一份融资合同. 企业家给  $i$  提供一份要么接受要么拒绝的合同, 合同中规定  $i$  提供给企业家  $K^R$  的资金, 作为回报,  $i$  获得数量为  $\alpha_i^R$  的股份. 签订合同之后, 企业进入研发阶段. 由于企业家掌握着关键技术, 假设  $i$  对企业家掌握的技术并不了解, 因此在研发阶段,  $i$  不参与新产品的研发, 只是被动持有企业家承诺的股份. 到了 1 期, 企业面临新一轮融资. 假设企业家在筹集新一轮的资金  $K^G$  时, 决定与第  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, M + N + L$ ) 个投资者(仍记为  $j$ ) 签订第二份融资合同.<sup>③</sup> 同样企业家提供给  $j$  一份要么接受要么拒绝的合同, 企业家在合同中承诺获得资金  $K^G$  后, 作为回报, 分给  $j$  数量为  $\alpha_j^G$  的股份. 签订合同之后, 企业进入经营阶段. 当  $i \neq j$  时, 由于  $i$  和  $j$  都拥有丰富的管理经验, 因此在企业经营阶段,  $i$  和  $j$  都可能参与企业的日常管理, 或者是参与企业的重大战略决策, 抑或是参与招募企业的关键人员等等,  $i$  和  $j$  通过这些行为方式付出的努力可以提高企业成功的概率. 这样, 之前提到过的企业成功的

② 支撑这一论述最直观的事实就是国内外很多大型公司都设立了附属的风险投资公司, 例如联想、海尔、英特尔、戴尔、IBM 等. 这类公司型风险投资的母公司自身经营业务, 生产产品. 如果新创企业生产的产品与母公司型风险投资的母公司生产的产品是互补品, 伴随着新创企业的产品投放市场, 母公司的市场份额会提高, 这就是  $\theta > 0$  的情形. 相反, 如果是替代品, 母公司会因为与新创企业形成产品竞争而导致市场份额降低, 这就是  $\theta < 0$  的情形.

③ 由于大量的风险投资家形成了完全竞争的风险投资行业, 因此不管是风险投资家还是战略投资者, 要想获得投资机会就不可能在第一份合约中争取到在 1 期进一步投资的权利. 换句话说, 完全竞争的风险投资行业保证了企业家总是拥有融资的决策权和全部议价能力.

概率  $\rho$  由  $\rho = P + e_i + e_j$  决定. 其中  $P(0 < P < 1)$  为外生变量, 由企业家的努力水平、新技术的可行性以及外部经济环境等因素决定. 本文中, 假设其他影响因素不变,  $P$  仅由企业家的努力水平决定并且  $P$  与企业家的努力水平呈正相关关系.  $e_i$  和  $e_j$  分别为  $i$  和  $j$  付出的努力 ( $0 \leq e_i, e_j < 1$ ), 努力的成本函数分别为  $\psi(e_i) = \frac{1}{2\eta}e_i^2$ 、 $\psi(e_j) = \frac{1}{2\eta}e_j^2$ , 其中  $\eta > 0$  是衡量努力成本大小的参数.

最后, 对融资的参与人以及他们所处的经济环境作出假设. 假设企业家完全尽职尽责, 不计较个人得失, 因此企业家的努力水平较高但努力的成本较小并且为沉没成本. 相反, 投资者努力的边际成本较高并且其努力水平是无法核实的, 因而不能在合同中缔约投资者的努力水平. 假设企业家和投资者都是风险中性的, 他们处在一个没有贴现的环境中.

## 2 契约设计与融资决策

首先, 给出一些参数假设. 假设  $\eta$  足够小 (即投资者努力的边际成本较高) 且至少满足  $\eta < \min\left\{P, \frac{1-P^2}{2P}\right\}$ . 该假设不仅保证了投资者的努力水平和企业成功的概率  $\rho$  均小于 1, 而且保证了投资者的努力带来的影响小于创业者自身努力对企业产生的影响. 假设企业家较高的努力水平使  $P$  超过了  $K^R + K^G$ . 该假设保证了完全尽职尽责的企业家总能获得风险投资家的充分肯定, 从而总能够在任一风险投资家处获得创办企业所需的全部资本. 假设  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  的值趋于 0. 该假设表明在战略投资者足够多时, 初创企业对这些战略投资者的资产的总体影响接近 0 即初创企业造成的外部影响较小.

接下来, 就企业家寻求单个投资者、多个独立的投资者以及辛迪加组织融资这三种常见的融资方式, 设计融资契约并以社会福利水平最优为首要目标、企业预期收益最大为次要目标确定融资对象, 从而为现实生活当中企业家融资提供建议.

### 2.1 单个投资者

企业家寻求单个投资者融资时会与第  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, M+N+L$ ) 个投资者 (仍记为  $i$ ) 先后签订两份融资合同. 企业家在 0 期从  $i$  处筹集到研发阶段所需的资本  $K^R$  后, 在 1 期继续寻求  $i$  筹集经营阶段所需的资本  $K^G$ . 作为回报, 企业家分给  $i$  的总股份为  $\alpha_i = \alpha_i^R + \alpha_i^G$ .

由于为企业家寻求单个投资者融资确定具体的融资对象是以社会福利水平最优为主要标准, 因此先给出社会福利水平函数. 事实上, 单个投资者投资的情况下社会福利水平函数由四部分构成: 企业的期望收益、战略投资者自有资产的价值、创办企业的成本、参与融资的投资者的努力成本. 企业的期望收益为  $\rho = P + e$ , 由企业家的努力水平以及参与融资的投资者的努力水平决定,  $M+N$  个战略投资者的资产价值总额为  $\sum_{s=1}^{M+N} (\rho u_s + (1-\rho) \underline{u}_s)$ . 创办企业所需的成本由研发阶段的资本投入  $K^R$  和经营阶段的资本投入  $K^G$  构成. 记创办企业所需的总资本为  $K$ , 则社会福利水平函数为

$$\begin{aligned} W(e) &= \rho + \sum_{s=1}^{M+N} (\rho u_s + (1-\rho) \underline{u}_s) - \psi(e) - \\ &\quad K^R - K^G \\ &= (P+e) \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right) - \frac{1}{2\eta}e^2 + \sum_{s=1}^{M+N} u_s - K \end{aligned}$$

社会福利水平最优时的一阶最优努力水平由  $\frac{dW(e)}{de} = 0$  决定, 得到一阶最优努力水平为

$$e^* = \eta \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right), \text{ 一阶最优努力水平下企业成功的概率为}$$

$$\rho^* = P + \eta \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right)$$

可以看到, 在投资者的努力水平未达到一阶最优努力水平  $e^*$  时, 努力的边际产出大于努力的边际成本, 总的社会福利水平随着投资者努力水平的增加而增加. 一旦投资者的努力水平超过  $e^*$ , 这时努力的边际产出小于努力的边际成本, 总的社会福利水平反而会随着投资者努力水平的增加而减少. 因此在融资实践中, 能否减少效率流失取决

于企业家与投资者缔约的合同能否激励投资者付出最接近  $e^*$  的努力水平.

风险投资家与战略投资者追求的目标不同,决定了企业家提供给他们的融资合同会有所不同.而风险投资家又仅仅追求货币收益最大化的单一目标.因此首先考虑企业家在 0 期以及 1 期寻求第  $l$  ( $l = M + N + 1, \dots, M + N + L$ ) 个风险投资家(仍记为  $l$ ) 融资  $K^R$  和  $K^G$  时所提供的两份合同.事实上,企业家在 0 期与  $l$  签订第一份合同时,未来 1 期的融资决策具有不确定性.由于合同的不完全,企业家和  $l$  不可能缔约依赖于未来融资决策的合同,于是企业家和  $l$  签订第一份合同时, $l$  只能以第一份合约中获得的期望收益最大化为目标.依据获得的股份决定未来管理阶段付出的努力水平.企业家在 1 期与  $l$  签订第二份合同时, $l$  才会以自身总的期望收益最大化为目标.在签订第二份融资合同后, $l$  总共注入资本  $K$ , 获得了  $\alpha_l = \alpha_l^R + \alpha_l^G$  份事后收益.理性的  $l$  会在第二份合同签订之后重新决定自己的努力水平,使自己总的期望收益最大化.可以看出,随着第二份合同的签订, $l$  的目标由第一份合约中获得的期望收益最大化转变为两份合同中获得的总的期望收益最大化.事实上,企业家也经历了同样的目标转变,因此在第一份合同中企业家会给  $l$  合适的股份,这个股份比例由  $l$  的参与约束决定.在第二份合同中,企业家会在自身总的收益最大化的基础上基于第一份合同中已经分给  $l$  的股份决定出让的股份比例.将企业家与  $l$  签订的两份合同所包含的内容在命题 1 中给出.

命题 1 企业家寻求  $l$  融资时,

(i) 在第一份融资合同中提供给  $l$  的股份  $\alpha_l^R = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta K^R} - P)$  的股份,在第二份融资合同中提供给  $l$  的股份为

$$\alpha_l^G = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta K} - \sqrt{P^2 + 2\eta K^R})$$

(ii)  $l$  的二阶最优的努力水平为  $e_l = (\sqrt{P^2 + 2\eta K} - P)$ , 企业成功的概率为  $\rho_l = \sqrt{P^2 + 2\eta K}$ .

(iii) 当且仅当  $\alpha_l = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时,该融资方式

实现最优的社会福利水平.

证明 见附录 A.

从命题 1 可以看出,单个风险投资家投资该企业时,付出了努力并且获得了一定的股份.但不难验证,风险投资家获得的总利润为零,也就是说获得投资机会的风险投资家在两份合同中只获得了所投资本  $K$  和努力的回报,并没有获得额外的收益.这是因为风险投资家处在完全竞争的风险投资行业中,一旦该风险投资家要求额外的回报,便无法争取到投资机会.对企业家来讲,获得某个风险投资家的融资后,出让给该风险投资家的总股份  $\alpha_l$  与创办企业所需的总资本  $K$ 、概率  $P$  以及努力成本系数  $\eta$  有关.所需总资本  $K$  越多,或者概率  $P$  越低,或者努力成本系数  $\eta$  越小,企业家出让给风险投资家的总股份越多.因此,企业家要想在寻求风险投资家融资时保留更多的股份,在无法减少创办企业所需资本的情况下唯一能做的就是提高概率  $P$ ,也就是企业家必须付出尽可能多的努力.

接着考虑企业家分别寻求第  $m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) 个具有补充资产的战略投资者(仍记为  $m$ ) 和第  $n$  ( $n = M + 1, M + 2, \dots, M + N$ ) 个具有替代资产的战略投资者(仍记为  $n$ ) 融资的情况.由于  $m$  和  $n$  各自都有一份资产,这份资产的价值受到企业经营状态的影响,因此企业家无论是向  $m$  筹集资本还是寻求  $n$  融资,所提供的合同都应该考虑这一因素,这也就决定了企业家提供给  $m$  和  $n$  的合同与命题 1 中提供给风险投资家的合同会有很大的区别.命题 2 设计出了企业家分别寻求  $m$  和  $n$  融资时所提供的两份合同.

命题 2 企业家寻求第  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, M + N$ ) 个战略投资者融资时

(i) 在第一份融资合同中提供给战略投资者的股份为

$$\alpha_i^R = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P) - \theta_i$$

在第二份融资合同中提供给战略投资者的股份为

$$\alpha_i^G = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - \sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})})$$

(ii) 战略投资者二阶最优的努力水平为

$$e_i = \sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

企业成功的概率为

$$\rho_i = \sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})}$$

(iii) 当且仅当  $\alpha_i + \theta_i = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时, 该融资

方式实现最优的社会福利水平.

证明 见附录 B.

命题 2 揭示了一个直观的事实, 由于  $\theta_m > 0$  而  $\theta_n < 0$ ,  $m$  的二阶最优努力水平高于  $n$ . 事实上, 这是因为初创企业会对  $m$  的资产产生补充作用使  $m$  的资产相对升值, 这种补充作用会给予  $m$  更多的激励, 相反初创企业对  $n$  的资产产生了替代作用使  $n$  的资产相对贬值, 这种负面影响使  $n$  的努力水平更低. 具体地, 对  $m$  来讲  $\theta_m$  值越大, 说明企业对  $m$  的资产产生的补充作用越大, 从而对  $m$  的激励作用越大, 使  $m$  付出越多的努力. 对  $n$  来讲,  $\theta_n$  值越小, 表示企业对  $n$  的资产产生的替代作用越大, 这种负面影响使  $n$  的努力水平越小, 当  $\theta_n \leq -\frac{K}{\sqrt{P^2 + 2\eta K}}$  时,  $n$  的努力水平甚至减少为

0. 虽然寻求  $m$  融资时, 企业成功的概率比寻求  $n$  融资时更高, 但这并不代表寻求  $m$  融资一定占优. 事实上, 完全可能出现这种情况, 寻求  $m$  融资时,  $m$  付出很高的努力水平从而使  $m$  承担太高的努力成本, 总的社会福利水平反而低于寻求  $n$  融资时的社会福利水平. 这种情况下寻求  $n$  融资更优.

至此, 通过命题 1 和命题 2, 已经给出了企业家寻求包含风险投资家和战略投资者在内的单个投资者融资时所提供的两份合同. 为了得到更关键的结论, 将命题 1 和命题 2 的结果进行对比. 在单个投资者的二阶最优努力水平方面, 由  $\theta_m > 0$  且  $\theta_n < 0$  不难得到  $e_n < e_l < e_m$ , 也就是说三类融资对象中具有补充资产的战略投资者在向企业注入资金  $K^R$  和  $K^G$  后付出的努力水平最高从而企业成功的概率最高, 其次为风险投资家, 具有替代资产的战略投资者注入资本后努力水平最低导致企业成功概率最低. 从这部分努力水平的对比结果来看, 很好的解释了徐子尧<sup>[6]</sup>的实证结果, 他以我国中小板 2007 年—2014 年间有风险投资机构

参与的上市公司为样本, 通过实证研究发现当公司型风险投资的母公司与新创企业之间存在战略协同时, 新创企业价值增值的效应会更明显, 且这种价值增值并不完全来自于公司型风险投资卓越的项目挑选能力. 事实上, 母公司与新创企业之间存在战略协同的公司型风险投资对应本文中具有补充资产的战略投资者, 由于这类公司型风险投资在给新创企业注入资本后, 通过参与企业的日常管理等方式付出的努力水平更高, 从而使新创企业的预期现金流更高即价值增值更高. 可以看到, 新创企业的价值增值部分来源于具有战略协同的战略投资者的努力, 战略协同作用越明显即本文中的  $\theta_m$  值越大, 战略投资者越努力, 新创企业价值增值的效应就越明显.

在单个投资者获得的总股份方面, 由命题 1 和命题 2 不难推断: 如果  $\theta_m = 0$  则  $\alpha_l = \alpha_m$ ; 如果  $\theta_n = 0$  则  $\alpha_l = \alpha_n$ . 由于  $\alpha_m$  和  $\alpha_n$  满足

$$\begin{cases} \frac{d \alpha_m}{d \theta_m} = \frac{\sqrt{P^2 + 2\eta K}}{\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K})}} - 1 \\ < 0 \\ \frac{d \alpha_n}{d \theta_n} = \frac{\sqrt{P^2 + 2\eta K}}{\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})}} - 1 \\ > 0 \end{cases}$$

可以得到  $\alpha_m, \alpha_n < \alpha_l$ , 也就是说战略投资者投资时获得的股份都比风险投资家投资时所得的股份要少. 出现这种情况的原因在于, 战略投资者与风险投资家竞争新创企业的投资机会时自身的战略目标会成为竞争的劣势. 具体来讲, 具有补充资产的战略投资者其资产因为新创企业的补充作用相对升值, 即使企业家分给该类战略投资者的股份比风险投资家少, 该类战略投资者也会投资, 而具有替代资产的战略投资者其资产因为新创企业的替代作用相对贬值, 一方面这类战略投资者无法在投资时索要更多的股份作为补偿, 否则企业家会选择向风险投资家筹集资本; 另一方面这类战略投资者的努力水平低于风险投资家, 因此企业家分给具有替代资产的战略投资者的股份也比风险投资家少. 这部分股份的对比结果说明, 现实生活中战略投资者具有隐藏自身战略目标的动机, 这就使得企业家选择合适的公司型风险投资融资

面临困难。

命题 1 和命题 2 的结果还表明,如果有所谓  $\theta = 0$  的情况,那么此时该战略投资者和风险投资家从投资中获得的股份以及二阶最优努力水平完全一样,也就是说对风险投资家而言,如果定义  $\theta_l = 0 (l = M + N + 1; \dots, M + N + L)$  则只与战略投资者有关的命题 2 可以用来描述风险投资家。基于此,后文除非特别说明,都将采用这种方式把战

略投资者和风险投资家纳入到同一理论体系中描述,而不必每次都分开讨论。

为了更加直观地显示上述关于二阶最优努力水平以及总股份的对比结果,将离散的  $\theta$  值连续化后,用图 2 中的子图(a)展示包含战略投资者以及风险投资家在内的投资者的二阶最优努力水平  $e$  和  $\theta$  值的函数关系,用子图(b)描述投资者获得的总股份  $\alpha$  与  $\theta$  值的函数关系。

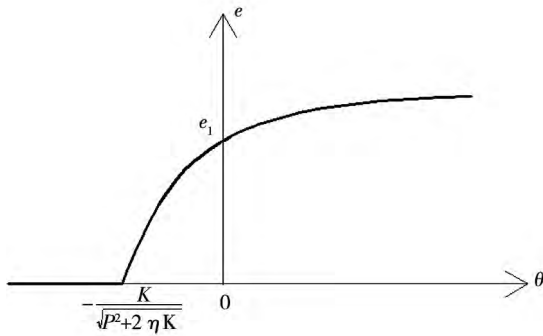


图 2(a) e 和  $\theta$  值的函数关系

Fig. 2(a) Function relation between  $e$  and  $\theta$

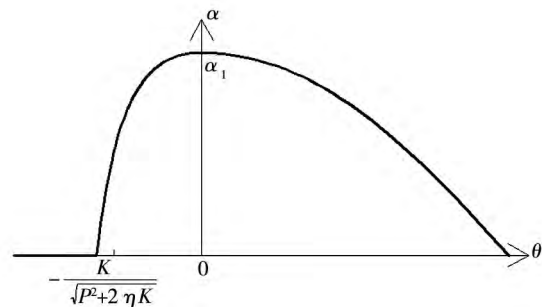


图 2(b)  $\alpha$  和  $\theta$  值的函数关系

Fig. 2(b) Function relation between  $\alpha$  and  $\theta$

对比图 2 的子图(a)和子图(b)可以直观地看出,初创企业对战略投资者的资产补充作用越大,战略投资者在投资后努力水平越高,但获得的股份越低。类似的,初创企业对战略投资者的资产替代作用越大,战略投资者投资后努力水平越低,获得的股份也越低,当初创企业对战略投资者的资产形成很强的替代作用,即使分给战略投资者股份,也无法激励战略投资者付出努力。总之,具有补充资产的战略投资者提供了最多的努力,承担了最多的努力成本,并且在这类投资者当中, $\theta$  值越大的战略投资者投资后努力水平越高从而企业预期收益越高,但持有的股份反而越低。因此,理性的企业家总是会在具有补充资产的战略投资者当中选择  $\theta$  值最大的战略投资者作为融资对象。虽然企业家的这种偏好能够保证企业实现预期收益最大化,但从社会福利水平的角度来看不一定最优。原因在于  $\theta$  值最大的战略投资者承担了最高的努力成本,但可能没有获得足够多的股份作为补偿而产生外部性。将企业家寻求单个投资者融资时的最优融资对象在命题 3 中给出。

命题 3 定义努力函数  $e(x)$  以及正的常量  $\varepsilon_i (i = 1, 2, \dots, M + N + L)$  如下

$$e(x) = \sqrt{P^2 + 2\eta(K + x\sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

$$\varepsilon_i = \left| e(\theta_i) - \eta \left( 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \right) \right|$$

企业家应该寻求第  $\arg \min_i \varepsilon_i$  个投资者融资,进一步如果  $\arg \min_i \varepsilon_i$  为一个数集  $E$ ,则寻求第  $\arg \max_{k \in E} e(\theta_k)$  个投资者融资。

命题 3 的结论是很明显的, $\varepsilon_i$  越小说明第  $i$  个投资者投资后的二阶最优努力水平与一阶最优努力水平越接近,从而社会福利水平与最优的社会福利水平  $W(e^*)$  越接近。如果有多个投资者在投资后均能实现最为接近  $W(e^*)$  的社会福利水平,则寻求能够使企业以更高概率成功的投资者融资。事实上,命题 3 不仅给出了最优的融资对象,而且还一定程度上揭示了具有补充资产的战略投资者、风险投资家以及具有替代资产的战略投资者投资的相对优劣。定义如下四个常量

$$\begin{cases} \theta_{m_1} = \min\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_M\} \\ \theta_{m_2} = \max\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_M\} \\ \theta_{n_1} = \min\{\theta_{M+1}, \theta_{M+2}, \dots, \theta_{M+N}\} \\ \theta_{n_2} = \max\{\theta_{M+1}, \theta_{M+2}, \dots, \theta_{M+N}\} \end{cases}$$

不难得出,当  $\varepsilon_{m_2} < \varepsilon_l$  时,所有具有补充资产的战



略投资者的二阶最优努力水平相对于风险投资家以及具有替代资产的战略投资者的二阶最优努力水平更为接近一阶最优的努力水平,此时寻求具有补充资产的战略投资者融资占优.当  $\varepsilon_l < \varepsilon_{m_1}, \varepsilon_{n_2}$  时,风险投资家的二阶最优努力水平在这三类投资者中最接近一阶最优的努力水平,此时寻求风险投资家融资占优.当  $\varepsilon_{n_1} < \varepsilon_l$  时,具有替代资产的战略投资者的二阶最优努力水平最接近一阶最优的努力水平,此时寻求具有替代资产的战略投资者融资占优.上述对比结果为企业家寻求单个投资者融资时如何选择融资对象提供了更加简便的决策方式.其实企业家不必按照命题 3 的结果,计算每一个  $\varepsilon_i$  的值,而只需要计算几个关键的值

$$\{\varepsilon_{m_1}, \varepsilon_{m_2}, \varepsilon_l, \varepsilon_{n_1}, \varepsilon_{n_2}\}$$

从而确定哪一类投资者投资占优,再在该类投资者中计算每一个  $\varepsilon_i$  的取值,最后选择使  $\varepsilon_i$  取值最小的投资者作为融资对象.可以看出,这种更为简便的决策方式在投资者总数很多时优势相当明

$$\begin{aligned} W(e_i, e_j) &= \rho + \sum_{s=1}^{M+N} (\rho \bar{u}_s + (1-\rho) \underline{u}_s) - \psi(e_i) - \psi(e_j) - K^R - K^G \\ &= (P + e_i + e_j) \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right) - \frac{1}{2\eta} e_i^2 - \frac{1}{2\eta} e_j^2 + \sum_{s=1}^{M+N} \underline{u}_s - K \end{aligned}$$

社会福利水平最优时的一阶最优努力水平由  $\frac{\partial W(e_i, e_j)}{\partial e_i} = 0$  和  $\frac{\partial W(e_i, e_j)}{\partial e_j} = 0$  决定,得到  $i$  和  $j$

的一阶最优努力水平为  $e_i^* = \eta \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right)$ ,

$e_j^* = \eta \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right)$ . 一阶最优努力水平下企业成

功的概率为  $\rho_{i,j}^* = P + 2\eta \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right)$ . 最优的社会福利水平为

$$\begin{aligned} W(e_i^*, e_j^*) &= \eta \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right)^2 + P \left(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s\right) + \\ &\quad \sum_{s=1}^{M+N} \underline{u}_s - K \end{aligned}$$

然而,上述最优的社会福利水平  $W(e_i^*, e_j^*)$  并非总会实现.原因在于,社会福利水平最优可能与企业家期望收益最大化的目标冲突,结果企业

显,它可以大幅度减少企业家进行决策时的工作量.当然,这种决策方式也存在缺陷,当三类投资者投资不存在绝对的优劣关系时这种决策方式不再适用,这种情况下只能按照命题 3 的结论计算每一个  $\varepsilon_i$  的值,从而确定融资的对象.

### 2.2 多个独立的投资者

寻求多个独立的投资者融资是指企业家在 0 期与第  $i (i = 1, 2, \dots, M + N + L)$  个投资者(仍记为  $i$ ) 签订融资合同,在 1 期与第  $j (j = 1, 2, \dots, M + N + L)$  个投资者(仍记为  $j$ ) 签订融资合同,这里  $i \neq j$  且  $i$  和  $j$  保持自己的独立性.在 0 期企业家从  $i$  处筹集资本  $K^R$ ,作为回报分给  $i$   $\alpha_i^R$  的股份.在 1 期企业家从另外一位投资者  $j$  处筹得资本  $K^G$ ,同时分给  $j$   $\alpha_j^G$  的股份.  $i$  和  $j$  都参与融资时,社会福利水平函数与  $i$  单独投资  $K$  时的社会福利水平函数类似,同样由四部分构成:企业的期望收益,战略投资者自有资产的价值,创办企业的成本,  $i$  和  $j$  的努力成本.具体形式由下式给出

家以自身期望收益最大化为目标分给各个投资者的股份可能无法激励投资者付出一阶最优的努力水平.具体的,企业家在 0 期与  $i$  签订融资合同时,企业家会基于  $i$  付出的努力水平分给  $i$  股份,这个股份使企业家在第一份合同中获得的期望收益最大化.如果激励  $i$  付出更多努力所带来的期望收益的增加不足以弥补企业家出让更多股份造成的损失,这种情况下企业家就会给  $i$  最低且满足  $i$  参与约束的股份,这个股份对  $i$  的激励程度也因此最低,可能导致  $i$  付出的努力水平远远小于一阶最优的努力水平.到了 1 期,企业家与另外一个投资者  $j$  签订融资合同时,同样会基于  $j$  付出的努力水平分给  $j$  股份,这个股份由企业家基于第二份合同中获得的期望收益最大化来确定.  $j$  获得的股份对  $j$  的激励程度取决于  $j$  付出更多努力给企业家带来期望收益的增加能否弥补企业家出让更多股份造成的损失,如果不能,企业家会给  $j$

最低且满足  $j$  参与约束的股份, 这个股份对  $j$  的激励程度也因此最低, 可能导致  $j$  付出的努力水平也低于一阶最优的努力水平. 可以看出, 企业家与独立投资的投资者  $i$  和  $j$  签订的融资合同与单个投资者  $i$  投资时签订的两份合同相比, 相同点在于第一份合同完全一样, 在这两份合同中提供给  $i$  的股份都是在满足  $i$  参与约束的前提下通过最大化企业家的期望收益来确定. 不同点在于第二份合同中企业家分给  $j$  的股份无法像提供给  $i$  的股份那样基于第一份合同中已经出让的份额决定股份分配, 而是要在考虑  $j$  参与约束的前提下通过最大化自身的期望收益重新确定分给  $j$  的股份. 将企业家寻求  $i$  融资  $K^R$  和寻求  $j$  融资  $K^G$  时所提供的两份合同在命题 4 中给出.

命题 4 (i) 企业家在 0 期寻求  $i$  融资  $K^R$  时, 在第一份融资合同中提供给  $i$  的股份为

$$a_i^R = \frac{1}{\eta} (\sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P) - \theta_i$$

$i$  的二阶最优努力水平为

$$e_i = \sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

(ii) 企业家在 1 期寻求  $j$  融资  $K^G$  时, 在第二份融资合同中提供给  $j$  的股份为

$$a_j^G = \frac{1}{\eta} (\sqrt{A^2 + 2\eta(K^G + \theta_j \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - A) - \theta_j$$

$j$  的二阶最优努力水平为

$$e_j = \sqrt{A^2 + 2\eta(K^G + \theta_j \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - A$$

这里  $A$  为常数且

$$A = \sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})}$$

(iii) 当且仅当  $\alpha_i^R + \theta_i = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  且  $\alpha_j^G + \theta_j = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时, 该融资方式实现最优的社会福利水平.

证明 见附录 C.

命题 4 的结论揭示了几个重要的事实. 首先,  $i$  获得的股份  $\alpha_i^R$  以及二阶最优努力水平  $e_i$  不会受到  $j$  的自有资产价值变动的影响, 但  $j$  获得的股份  $\alpha_j^G$  以及二阶最优努力水平  $e_j$  会受到  $i$  的自有资产价值变动的影响. 原因在于, 企业家与  $i$  在 0 期签

订融资合同时, 1 期的融资具有不确定性, 于是企业家和  $i$  都只能以当前合同中获得的收益最大化为目标签订融资合同, 这样一份合同与  $j$  的资产价值变动无关, 但企业家与  $j$  在 1 期签订融资合同时, 双方的预期收益受到  $i$  努力水平从而  $i$  自有资产价值变动的影响, 因此企业家和  $j$  以期望收益最大化为目标签订的融资合同必然会受到  $i$  自有资产价值变动的影响. 其次,  $i$  和  $j$  总的努力水平  $e_i + e_j$  与企业对  $i$  和  $j$  资产的总体影响  $\theta_i + \theta_j$  有以下关系

$$e_i + e_j = \sqrt{P^2 + 2\eta[K + (\theta_i + \theta_j) \sqrt{P^2 + 2\eta K}]} - P$$

可以看出,  $\theta_i + \theta_j$  越大也就是说企业对  $i$  和  $j$  资产的总体补充作用越大或者替代作用越小,  $i$  和  $j$  付出的总的努力水平越高从而 2 期的预期收益越高. 类似的,  $i$  和  $j$  获得的总股份  $\alpha_{i,j}$  与  $\theta_i + \theta_j$  有以下关系

$$\alpha_{i,j} = \frac{1}{\eta} (\sqrt{P^2 + 2\eta[K + (\theta_i + \theta_j) \sqrt{P^2 + 2\eta K}]} - P) - (\theta_i + \theta_j)$$

不难得到  $\theta_i + \theta_j > 0$  时  $\frac{d \alpha_{i,j}}{d(\theta_i + \theta_j)} < 0$ , 也就是说企业对  $i$  和  $j$  资产的总体影响呈现补充作用时, 企业家出让给  $i$  和  $j$  的总股份  $\alpha_{i,j}$  与  $\theta_i + \theta_j$  呈负相关关系; 相反,  $\theta_i + \theta_j < 0$  时可以得到  $\frac{d \alpha_{i,j}}{d(\theta_i + \theta_j)} > 0$ , 也就是说企业对  $i$  和  $j$  资产的总体影响呈现替代作用时, 企业家出让给  $i$  和  $j$  的总股份  $\alpha_{i,j}$  与  $\theta_i + \theta_j$  呈正相关关系. 用图 3(a) 直观地展示  $e_i + e_j$  与  $\theta_i + \theta_j$  的函数关系, 图 3(b) 直观地展示  $\alpha_{i,j}$  与  $\theta_i + \theta_j$  的函数关系.

对比图 3 的子图 (a) 和子图 (b), 可以更加直观地得到这样的事实,  $\theta_i + \theta_j$  增大,  $i$  和  $j$  付出的总的努力水平会增加从而企业的预期收益增多, 但  $i$  和  $j$  获得的总股份反而先增加后减少, 最终这个股份接近于 0. 因此, 理性的企业家在寻求多个独立的投资者融资时, 为了获得更多预期收益, 必然会寻求  $\theta$  值最大的两位投资者融资. 虽然这样的偏好能够保证企业以最高的概率获得成功且同时企业家也获得了最多的收益, 但是这种融资方式可能会产生很强的外部性从而导致效率流失,

社会福利水平因此可能较低. 所以企业家偏好的融资对象从社会福利水平的角度来看不一定最

优. 能够保证社会福利水平最优的融资选择在命题 5 中给出.

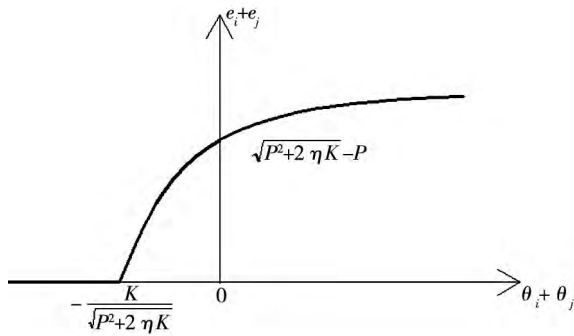


图 3(a)  $e_i + e_j$  与  $\theta_i + \theta_j$  的函数关系

Fig. 3(a) Function relation between  $e_i + e_j$  and  $\theta_i + \theta_j$

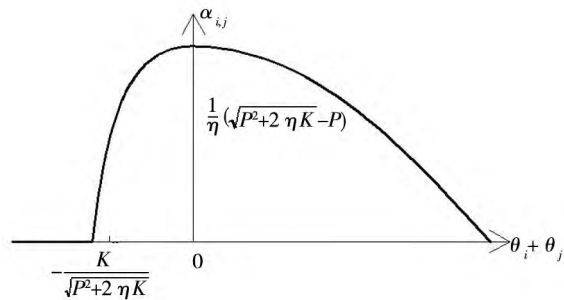


图 3(b)  $\alpha_{ij}$  与  $\theta_i + \theta_j$  的函数关系

Fig. 3(b) Function relation between  $\alpha_{ij}$  and  $\theta_i + \theta_j$

命题 5 定义努力函数  $e_1(x)$ 、 $e_2(x, y)$  及常量  $\varepsilon_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, M + N + L; i \neq j$ ) 如下:

$$e_1(x) = \sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + x\sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

$$e_2(x, y) = - [P + e_1(x)] +$$

$$\sqrt{[P + e_1(x)]^2 + 2\eta(K^G + y\sqrt{P^2 + 2\eta K})}$$

$$\varepsilon_{ij} = [e_1(\theta_i) - \eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)]^2 +$$

$$[e_2(\theta_i, \theta_j) - \eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)]^2$$

则企业家应该在组合

$$D = \{(i, j) \mid i, j = 1, 2, \dots, M + N + L; i \neq j\}$$

中选择  $(i, j) = \arg \min_{(i, j) \in D} \varepsilon_{ij}$ , 进一步如果  $\arg \min_{(i, j) \in D} \varepsilon_{ij}$  为一个点集  $D_1$ , 则选择  $(i, j) = \arg \max_{(i, j) \in D_1} \{e_1(\theta_i) + e_2(\theta_i, \theta_j)\}$ . 其中第  $i$  个投资者投资  $K^R$ , 第  $j$  个投资者投资  $K^G$ .

命题 5 的结论基于这样一个事实, 由于  $\varepsilon_{ij} = (e_i - e_i^*)^2 + (e_j - e_j^*)^2$ ,  $\varepsilon_{ij}$  越小说明  $(e_i, e_j)$  越接近  $(e_i^*, e_j^*)$ , 从而选择  $(i, j)$  —— 寻求第  $i$  个投资者融资  $K^R$ 、第  $j$  个投资者融资  $K^G$  —— 这组融资对象产生的社会福利水平越接近最优的社会福利水平  $W(e_i^*, e_j^*)$ , 当有多组融资对象均能实现最为接近  $W(e_i^*, e_j^*)$  的社会福利水平, 则从中选择使企业以最高概率成功的组合.

### 2.3 辛迪加组织

考虑这样一种情况, 企业家在 0 期与第  $i_0$  ( $i_0 = 1, 2, \dots, M + N + L$ ) 个投资者(仍记为  $i_0$ ) 签订融资合同, 在第 1 期与第  $i_1$  ( $i_1 = 1, 2, \dots, M +$

$N + L; i_1 \neq i_0$ ) 个投资者(仍记为  $i_1$ ) 签订融资合同, 为了分散风险、多样化投资以及增加交易流的质量和数量<sup>[21]</sup>,  $i_1$  在 1 期与  $i_0$  组成辛迪加联合进行投资. 由于组成辛迪加后  $i_0$  和  $i_1$  在商业上失去独立性,  $i_0$  和  $i_1$  可能会根据协议通过转移支付  $T$  统一调整各自的投资额  $K_{i_0}$  和  $K_{i_1}$  以及股份  $\alpha_{i_0}$  和  $\alpha_{i_1}$ , 最后再按照各自期望收益最大化的目标付出不能缔约的努力水平. 具体来讲, 在 1 期  $i_0$  已经投资了  $K^R$  并且持有股份

$$a_{i_0}^R = \frac{1}{\eta} (\sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_{i_0}\sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P) - \theta_{i_0}$$

如果根据协议  $i_1$  在 1 期的投资额  $K_{i_1}$  大于  $K^G$ ,  $i_1$  会支付给  $i_0$   $T = K_{i_1} - K^G$  以换取  $i_0$  持有的一部分股份. 相反, 如果协议规定  $i_1$  在 1 期的投资额  $K_{i_1}$  小于  $K^G$ ,  $i_0$  在 1 期会追加投资  $-T$ , 此时没有转移支付发生. 因为  $i_0$  和  $i_1$  组成辛迪加联合进行投资的情况下,  $i_0$  和  $i_1$  都会通过参与企业管理等方式按照各自期望收益最大化的目标付出努力, 所以社会福利水平函数与  $i_0$  和  $i_1$  独立参与投资时的社会福利水平函数完全一样. 这在前面已经给出. 根据福利水平最优的一阶条件得到  $i_0$  和  $i_1$  的一阶最优努力水平为

$$e_{i_0}^* = \eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s), \quad e_{i_1}^* = \eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)$$

同样, 一阶最优努力水平下企业成功的概率为  $\rho_s^* = P + 2\eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)$ , 最优的社会福利水平为  $W(e_{i_0}^*, e_{i_1}^*) = W(e_i^*, e_j^*)$ .

下面考察  $i_0$  和  $i_1$  组成辛迪加联合进行投资时,

企业家提供的合同能否激励  $i_0$  和  $i_1$  付出一阶最优的努力水平从而实现最优的社会福利水平. 在 0 期 企业家与  $i_0$  签订融资合同 由于合同的不完全 企业家与  $i_0$  缔约一份不会受到未来融资影响的合同 因此第一份合同与  $i_0$  和  $i_1$  独立投资时的第一份合同一样 这在命题 4 第 (i) 部分已经给出. 在 1 期 随着  $i_1$  的加入 企业家与  $i_0$  和  $i_1$  组成的辛迪加组织签订的融资合同与企业家单独与  $i_1$  签订的合同相比更为复杂 主要体现在  $i_0$  和  $i_1$  各自的投资额以及股份相互关联 从而  $i_0$  和  $i_1$  各自以期望收益最大化为目标付出的努力相互影响 也就是说  $i_0$  和  $i_1$  各自的努力水平是对方努力水平的反应函数. 可以肯定的是  $i_0$  和  $i_1$  组成辛迪加联合进行投资与独立投资相比并不能获得额外的收益 否则企业家会拒绝辛迪加组织提供融资 转而寻求独立的投资者融资. 命题 6 给出了企业家与辛迪加组织签订的合同所包含的全部内容.

**命题 6** 企业家在 0 期寻求  $i_0$  融资 在 1 期寻求  $i_0$  和  $i_1$  组成的辛迪加融资时 ,

(i)  $i_0$  投入的资本为

$$K_{i_0} = \frac{K}{2} + \frac{\theta_{i_1} - \theta_{i_0}}{2} \sqrt{P^2 + 2\eta K}$$

企业家在合同中提供给  $i_0$  的总股份为  $a_{i_0}^* = 1 +$

$$\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \cdot$$

(ii)  $i_1$  投入的资本为

$$K_{i_1} = \frac{K}{2} - \frac{\theta_{i_1} - \theta_{i_0}}{2} \sqrt{P^2 + 2\eta K}$$

企业家在合同中提供给  $i_1$  的股份为  $a_{i_1}^* = 1 +$

$$\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \cdot$$

(ii) 该融资方式总能实现最优的社会福利水平.

**证明** 见附录 D.

命题 6 的结论来源于这样一个事实, 当  $i_0$  和  $i_1$  组成辛迪加时, 虽然各自的预期收益相比于独立投资时不变, 但  $i_0$  和  $i_1$  能够通过调整资本投入来改变各自参与约束的边界解, 进而影响企业家出让的最低股份. 如果  $i_0$  和  $i_1$  独立投资, 各自投入的资本就固定为  $K^R$  和  $K^G$ ,  $i_0$  和  $i_1$  参与约束的边界解也就因此无法改变, 这样企业家提供给  $i_0$  和  $i_1$  的最低股份也就无法调整, 而一旦这个最低股

份对  $i_0$  和  $i_1$  激励不足或者是激励过度, 最优的社会福利水平也就无法实现. 从命题 6 可以看出,  $\theta_{i_0}$  和  $\theta_{i_1}$  越大, 企业家出让的能够激励  $i_0$  和  $i_1$  付出一阶最优努力水平的股份  $a_{i_0}^*$  和  $a_{i_1}^*$  就越小, 企业家持有的股份  $1 - a_{i_0}^* - a_{i_1}^*$  就越大, 因此, 理性的企业家总是偏好  $\theta$  值最大的两位投资者组成辛迪加提供融资. 一方面, 企业家持有了最多的股份; 另一方面, 企业能够以最高的概率成功并且实现最优的社会福利水平. 总之, 企业家偏好的融资对象从社会福利水平的角度来看也最优.

最后 关于命题 6 做几点说明. 首先, 命题 6 的结论是在  $a_{i_0}^*$  与  $a_{i_1}^*$  的和不超过 1 的前提下得到的.

一旦  $a_{i_0}^* + a_{i_1}^* > 1$  企业家会因为自身的期望收益

$$U_S^E(a_{i_0}^*, a_{i_1}^*) = \rho_S^* (1 - a_{i_0}^* - a_{i_1}^*)$$

小于 0 而拒绝  $i_0$  和  $i_1$  组成辛迪加提供融资, 所以只要  $i_0$  和  $i_1$  组成了辛迪加联合进行投资, 就一定有  $a_{i_0}^* + a_{i_1}^* \leq 1$ . 其次, 虽然命题 6 针对的是 0 期  $i_0$  单独投资、1 期  $i_0$  和  $i_1$  组成辛迪加联合进行投资的情况, 但对 0 期  $i_0$  和  $i_1$  组成辛迪加联合进行投资, 1 期该辛迪加组织追加投资的情况也是适用的. 原因在于这种情况下  $i_0$  和  $i_1$  总共投入资本  $K$ , 并且  $i_0$  和  $i_1$  同样都会通过参与企业日常管理等方式付出努力水平从而提高企业成功的概率, 其实质与本文讨论的辛迪加组织一样.

至此, 已分别就单个投资者、多个独立投资者以及辛迪加组织提供融资设计了融资合同并为每一种融资方式提供了如何选择融资对象的建议. 接下来, 本文将对这三种融资方式的相对优劣, 从而为企业家提供一套完整的融资策略.

### 3 三种融资方式的比较分析

从前面的讨论中可以看出, 在三种融资方式都可行的情况下, 企业家寻求辛迪加组织融资总能实现最优的社会福利水平; 寻求多个独立的投资者融资时, 企业家按照命题 5 选择两位投资者能实现接近  $W(e_i^*, e_j^*)$  的社会福利水平; 寻求单个投资者融资时, 企业家按照命题 3 选择投资者能实现接近  $W(e^*)$  的社会福利水平. 也就是说, 三种融资方式都可行时, 辛迪加组织提供融资总

是社会有效率的,另外两种融资方式也能实现有效率的社会剩余但不总是社会有效率的. 因为  $W(e^*)$  不超过  $W(e_i^*, e_j^*)$ , 所以三种融资方式都可行的前提下, 寻求辛迪加组织融资占优, 且多个独立的投资者提供融资优于单个的投资者. 三种融资方式不都可行的情况下, 企业家最优融资方式的选择依赖于它们的可行性以及效率. 命题 7 给出了三种融资方式的可行性及效率.

命题 7 定义

$$\bar{\theta}_k = \max_{1 \leq i' \leq k} \{\theta_{i'}\}$$

$$\bar{\theta}_k = \max_{1 \leq i' \leq k} (\{\theta_{i'}\} - \{\bar{\theta}_k\}) \quad (k=1, 2, \dots, M+N+L)$$

(i) 当  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$  时, 仅多个独立的投资者和单个投资者提供融资可行. 进一步, 若  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \bar{\theta}_M$ , 多个独立的投资者和单个投资者提供融资总是低效率的; 若  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \in (\frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}, \bar{\theta}_M]$  单个投资者提供融资能实现有效率的社会剩余  $W(e^*)$ , 多个独立的投资者提供融资总是低效率的.

(ii) 当  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \leq \frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$  时, 三种融资方式都可行. 进一步, 多个独立的投资者和单个投资者

者提供融资能实现有效率的社会剩余, 辛迪加组织提供融资总是社会有效率的.

证明 见附录 E.

从命题 7 可以看出, 企业对所有战略投资者自有资产的总体影响  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  决定了最优融资方式.

当  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \leq \frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$  时, 三种融资方式都可行, 但辛迪加组织提供融资占优, 所以对企业家来讲, 最优的融资方式是寻求辛迪加组织融资. 而

当  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$  时, 仅单个投资者和多个独立的投资者提供融资可行. 虽然  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \in (\frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2},$

$\bar{\theta}_M]$  时, 单个投资者提供融资能实现有效率的社会剩余  $W(e^*)$ , 但是  $W(e^*) \leq W(e_i^*, e_j^*)$ , 从而单个投资者提供融资不一定优于多个独立的投资者. 这两种融资方式的相对优劣取决于何种融

资方式能产生更高的社会剩余. 当  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \bar{\theta}_M$  时, 也就是两种融资方式都是低效率的情况下更是如此. 事实上, 满足命题 5 的独立的投资者  $i$  和  $j$  提供融资所产生的社会剩余一定高于单个投资者提供融资时的社会剩余. 下面, 利用图 4 所示的社会福利水平的无差异曲线来进行说明.

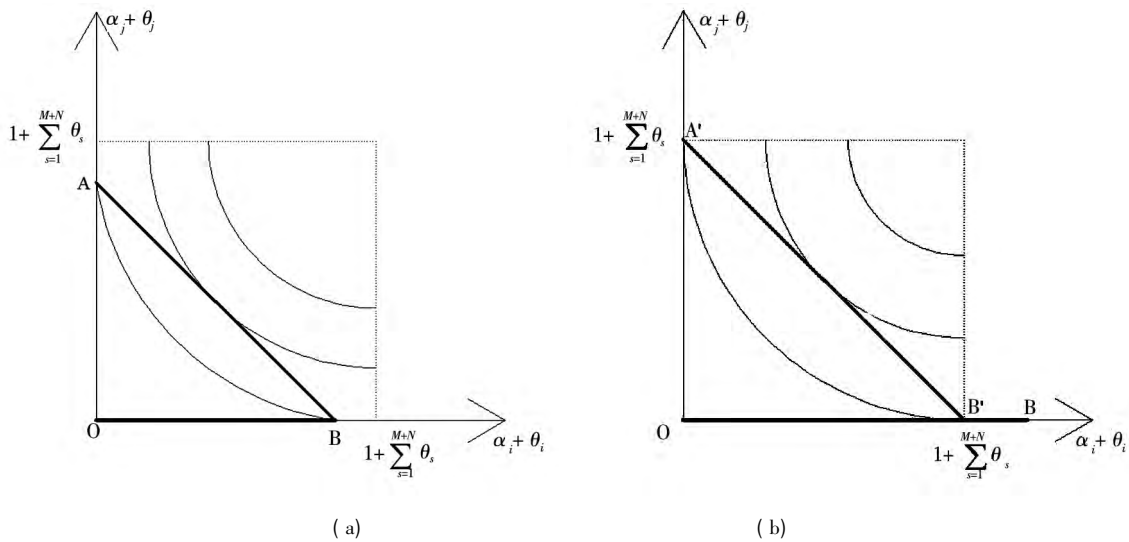


图 4 社会福利水平的无差异曲线  
Fig. 4 Social welfare indifference curves

图4中画出了形状为一系列同心圆的社会福利水平的无差异曲线的一部分. 图(a)对应  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \bar{\theta}_M$  即  $\alpha_i + \theta_i < 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  的情况. 不难验证若此时寻求单个投资者融资, 则应按照命题3选择资产的价值变动为  $\bar{\theta}_M$  的战略投资者, 所能达到的最大社会福利水平由图(a)中的点

$$B\left(\frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \bar{\theta}_M\sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P), 0\right)$$

所在的无差异曲线表示. 又因为任意单个投资者为企业家提供融资时所得股份满足

$$\alpha_i + \theta_i \leq \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \bar{\theta}_M\sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P)$$

所以OB表示了单个投资者投资时的所有可能性. AB对应企业家按照命题5选择的资产价值变动为  $\bar{\theta}_M$  和  $\bar{\theta}_M$  的战略投资者提供融资时的情况, AB的直线方程为

$$\alpha_i^R + \theta_i + \alpha_j^G + \theta_j = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta[K + (\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M)\sqrt{P^2 + 2\eta K}]} - P)$$

从图(a)可以看出, AB上任何一点与OB上任意一点相比, 都在更高位置的无差异曲线上, 这也就说明了  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \bar{\theta}_M$  的情况下, 满足命题5的独立的投资者*i*和*j*提供融资时, 无论*i*和*j*各自获得多少股份, 所产生的社会剩余一定高于单个投资者提供融资时的社会剩余. 图(b)对应  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \in (\frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}, \bar{\theta}_M]$  的情形, 不难验证按照命题3选择的单个投资者所得股份满足  $\alpha_i + \theta_i = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$ , 所以OB经过点  $B(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s, 0)$ . 从图(b)看出, 此时按照命题5选择的独立的投资者*i*和*j*提供融资所产生的社会剩余仍然高于单个投资者提供融资时的社会剩余. 综上所述, 辛迪加组织提供融资不可行时, 满足命题5的独立的投资者*i*和*j*提供融资产生的社会剩余总是高于单个投资者提供融资时的社会剩余. 最后, 将最优的融资决策通过表1总结如下:

表1 最优的融资决策

Table 1 Optimal financing decision

企业对战略投资者资产的总体影响 $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$		不超过 $\frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$	大于 $\frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$
最优的融资决策	最优的融资方式	寻求辛迪加组织融资	寻求多个独立投资者融资
	最优的融资对象	自有资产价值变动为 $\bar{\theta}_M$ 和 $\bar{\theta}_M$ 的战略投资者	按照命题5选择

### 4 模型应用

这部分以共享单车的创业融资为背景, 利用本文结论为某品牌的共享单车的创业融资提供建议. 假设创业企业家在0期持有某种智能锁的技术专利, 这种智能锁内置智能电源模块和GPS定位模块. 智能电源模块采用太阳能电池板供电, 电

压稳定并且能够将多余电量储存在内置锂电池中, 因此在夜间仍然能够使用智能锁. GPS定位模块支持GPS定位和GPRS数据传输, 能够将准确的位置信息传输到企业家开发的应用软件上. 另外, 采用此应用软件开锁时间短并且稳定性较好, 几乎不会出现开锁时频繁超时和报错的情况. 由于智能锁具有上述优点, 预计将智能锁应用于共享单车能够在该行业形成竞争优势. 于是, 企业家

在 0 期需要筹集 1 500 万元创建创业团队、注册新公司、雇佣技术人员、购买配套资产并进行新品牌的共享单车的研发. 到了 1 期, 企业家研发出了坚固、智能、防腐蚀、易维护的共享单车. 为了将新品牌的共享单车投放市场, 企业家需要筹集资本 8 500 万元, 其中 2 000 万元用来新建厂房及购买设备、雇佣劳动力, 6 500 万元用来生产 20 万辆共享单车并投放市场. 到了 2 期, 如果该品牌的共享单车取得了成功, 能够获得包括押金投资的收益、广告收益等共计 10 亿元, 如果失败则无法获得任何收益. 创办企业所需的资本标准化后取值为  $K^R = 0.015$ ,  $K^G = 0.085$ . 假定, 努力成本系数  $\eta = 0.01$ , 且在没有任何投资者帮助的情况下, 企业成功的概率为  $P = 0.5$ .

由于企业家受到财富约束, 因此企业家需要

借助外部渠道筹集资本. 假设市场上有 10 家大型公司和 30 家风险投资机构愿意为企业家提供融资. 10 家大型公司中, 有 3 家大型公司经营电子商务, 3 家大型公司经营金融业务, 这 6 家大型公司都是为了进入共享单车领域并将共享单车与自身业务捆绑这一战略目标而提供融资. 剩下 4 家公司中有 2 家公司从事出租车、专车、快车、顺风车等业务, 新品牌的共享单车经营成功后, 会减少这两家公司的用户从而使其资产相对贬值. 另外 2 家公司从事山地车、落山自行车、儿童自行车、协力车的生产、出租和销售, 新品牌的共享单车获得成功后, 同样会减少这两家公司的订单和用户从而对其资产产生替代作用. 将这 40 家公司按照  $M + N + L$  的方式排序, 并将每一家公司的具体情况罗列如下:

表 2 融资来源  
Table 2 Source of financing

	公司编号	业务类型	$u_i$	$\bar{u}_i$	$\underline{u}_i$	$\theta_i$	标准化后的 $\theta_i$
M =	1	电子商务	640.5 亿元	650.5 亿元	640.5 亿元	10 亿元	1
	2		240 亿元	244.5 亿元	239.5 亿元	5 亿元	0.5
	3		80 亿元	82 亿元	79.5 亿元	2.5 亿元	0.25
	4	金融业务	1 190 亿元	1 192 亿元	1 190 亿元	2 亿元	0.2
	5		10 232 亿元	10 233 亿元	10 232 亿元	1 亿元	0.1
	6		895 亿元	895.7 亿元	894.7 亿元	1 亿元	0.1
N =	7	出租车等业务	72 亿元	71.5 亿元	72.5 亿元	-1 亿元	-0.1
	8		65 亿元	64 亿元	65.5 亿元	-1.5 亿元	-0.15
	9	自行车生	105 亿元	102 亿元	107 亿元	-5 亿元	-0.5
	10	产出租等	87.6 亿元	82 亿元	90.6 亿元	-8.6 亿元	-0.86
L =	11 ~ 40	风险投资	-	-	-	0	0

利用本文的结论为新品牌的共享单车的融资提供一些建议. 由于  $\bar{\theta}_M = \theta_1 = 1$ 、 $\underline{\theta}_M = \theta_2 = 0.5$ 、

$$\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s = 0.54 \text{ 所以}$$

$$0.25 = \frac{\bar{\theta}_M + \underline{\theta}_M - 1}{2} < \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$$

根据表 1 的结论, 企业家应该选择两个独立的投资者分别融资  $K^R = 0.015$  和  $K^G = 0.085$ . 确定了企业家应该选择的融资方式后, 还需要确定研发阶段和经营阶段的融资对象. 由于是多个独立的

投资者提供融资, 因此依据命题 5 确定融资的对象. 利用 Matlab7.0 计算  $\varepsilon_{ij}$  得到

$$\min_{(i,j) \in D} \varepsilon_{ij} = \varepsilon_{1,2} = 1.0205 \times 10^{-6}$$

所以企业家应该在 0 期寻求公司 1 融资 1 500 万元, 在 1 期寻求公司 2 融资 8 500 万元. 最后, 依据命题 4 利用 Matlab7.0 计算得到企业家与公司 1 和公司 2 签订的融资合同: 企业家在 0 期提供给公司 1  $a_1^R = 2.00\%$  的股份并获得 1 500 万元的融资, 在 1 期提供给公司 2  $a_2^G = 15.26\%$  的股份同时获得公司 2 提供的 8 500 万元的融资.

### 5 结束语

随着越来越多的机构进入风险投资市场, 创业企业家的融资选择也越来越丰富. 企业家以期望收益最大化为目标做出的融资决策通常并不能实现最优的社会福利水平, 因此如何在众多的风险投资机构中做出最优选择并且设计出社会福利水平最优的合同尤为重要. 本文首先将众多的风险投资机构分为两类: 仅仅追求货币收益的风险投资家和同时追求战略目标及货币收益的战略投资者. 然后借用 Hellmann<sup>[4]</sup> 的假设, 将战略投资者的战略目标用其受到初创企业经营状态影响的自有资产价值的变动  $\theta$  来刻画. 在此基础上, 本文考虑了企业家在初创企业的研发阶段和经营阶段选择同一投资者、不同投资者、辛迪加组织这三种融资方式, 探索了每一种融资方式的合同设计问题以及社会福利水平最优的融资选择问题. 通过建模分析和理论分析, 得到很多关键的结论.

第一, 企业家在研发阶段和经营阶段选择同一个投资者提供融资时, 投资者的努力水平与  $\theta$  值呈正相关; 获得的股份随着  $\theta$  的增大而先增加后减小并在  $\theta = 0$  时取得最大值. 因此企业家在寻求单个投资者融资时总偏好具有补充资产且  $\theta$  值最大的战略投资者, 但最优的选择应该是寻求努力水平与一阶最优努力水平最为接近的投资者融资.

第二, 企业家在研发阶段和经营阶段选择不同的投资者提供融资时, 企业家出让给两个投资者的总股份随着两个投资者  $\theta$  值总和的增大而先增加后减小并在总和为 0 时取得最大值; 投资者总的努力水平与  $\theta$  值的总和呈正相关. 因此, 企业家会在具有补充资产的战略投资者当中选择  $\theta$  值最大的两位投资者提供融资. 但这种融资选择不一定能够实现最优的社会福利水平.

第三, 企业家在研发阶段和经营阶段寻求辛迪加融资时, 理性的企业家总是会选择具有补充

资产且  $\theta$  值最大的两位战略投资者组成辛迪加提供融资. 这种融资决策总能实现最优的社会福利水平.

第四, 单个投资者和多个独立的投资者提供融资总是可行的, 辛迪加组织提供融资时可能会因为向企业家索要过高的股份而不可行.

第五, 企业家出让给辛迪加组织的总股份不超过 1 时, 应该选择具有补充资产且  $\theta$  值最大的两位战略投资者组成辛迪加提供融资. 否则, 选择努力水平与一阶最优努力水平最为接近的独立的投资者提供融资.

根据本文的研究, 在项目融资实践中, 建议企业家应该做到以下几点: 第一, 企业家在融资前, 一定要通过各种渠道了解投资者的战略目标, 并采用合适的方式预测其  $\theta$  值; 第二, 融资过程应该分阶段进行, 避免一个投资者投资全部所需资本的情况发生; 第三, 尽量寻求辛迪加组织融资, 如果对方索要过高的股份, 则寻求独立的投资者融资.

#### 附录 A: 命题 1 的证明

受到财富约束的企业家在 1 期与第  $l$  ( $l = M + N + 1, \dots, M + N + L$ ) 个风险投资家(仍记为  $l$ ) 签订第二份融资合同之后, 理性的  $l$  会在企业经营阶段付出二阶最优的努力水平  $e_l$  使自身总的期望收益达到最大

$$\max_{e_l} U_l^l = (P + e_l) \alpha_l - \frac{1}{2\eta} e_l^2 - K$$

因此二阶最优的努力水平  $e_l$  决定于

$$\frac{d U_l^l}{d e_l} = \alpha_l - \frac{1}{\eta} e_l = 0 \Rightarrow e_l = \eta \alpha_l$$

对比一阶最优努力水平  $e^* = \eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)$  可以

看出当且仅当  $\alpha_l = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时,  $l$  的二阶最优努力水平  $e_l$  与一阶最优努力水平  $e^*$  相等, 寻求  $l$  融资能够实现最优的社会福利水平.  $l$  选择了二阶最优的努力水平  $e_l$  后, 企业成功的概率为  $\rho_l = P + \eta \alpha_l$ . 再来看企业家会在两份合同中总共分给  $l$  多



少比例的事后收益. 完全理性的企业家会选择  $\alpha_l$  使自己总的效用达到最大, 企业家的效用为

$$U_l^E = \rho_l(1 - \alpha_l) = (P + \eta\alpha_l)(1 - \alpha_l)$$

由于  $\eta < P$ , 因此

$$\frac{d U_l^E}{d \alpha_l} = -2\eta\alpha_l + \eta - P < 0$$

上式说明企业家在寻求  $l$  融资时, 会在两份合同中给  $l$  尽可能少的总股份, 由于是完全竞争的风险投资行业, 给  $l$  的最低股份由  $U_l^l(\alpha_l) = 0$  决定, 即

$$\frac{1}{2}\eta\alpha_l^2 + P\alpha_l - K = 0$$

由假设  $K < P$  可知  $U_l^l(1) > 0$ , 又因为  $U_l^l(0) < 0$ , 从而上式在  $(0, 1)$  之间有唯一解. 企业家在两份融资合同中分给  $l$  的总股份  $\alpha_l = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta K} - P)$ , 决定了  $l$  的二阶最优努力水平  $e_l = (\sqrt{P^2 + 2\eta K} - P)$  和企业成功的概率  $\rho_l = \sqrt{P^2 + 2\eta K}$ . 至此, 证明了 (ii) (iii) 并且给出了企业家与  $l$  签订的两份融资合同所包含的全部内容.

现在需要设计企业家与  $l$  签订的第一份合同和第二份合同的具体内容, 或者说需要确定  $l$  获得的总股份  $\alpha_l = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta K} - P)$  在两份合同中具体怎么去分配. 可以肯定的是,  $\alpha_l$  的分配方式不是任意的, 因为在第一份合同中分配给  $l$  的股份  $\alpha_l^R$  必须满足  $l$  的参与约束, 否则  $l$  会拒绝投资. 用  $U_{l,R}^l$  表示  $l$  在 0 期投资  $K^R$  的情况下, 自身获得的期望收益, 则  $l$  的参与约束为

$$U_{l,R}^l = (P + \tilde{e}_l)\alpha_l^R - \frac{1}{2\eta}\tilde{e}_l^2 - K^R \geq 0$$

$l$  在签订第一份合同后, 为了使期望收益  $U_{l,R}^l$  最大化, 会将未来付出的努力水平定为  $\tilde{e}_l = \eta\alpha_l^R$ . 由

$$\frac{d U_{l,R}^l}{d \alpha_l^R} = -2\eta\alpha_l^R + \eta - P < 0$$

得到在签订第一份合同时企业家为了使自身在第一份合同中获得的期望收益  $U_{l,R}^l$  最大化, 会给  $l$  最低的股份. 这个最低的股份  $\alpha_l^R$  由  $U_{l,R}^l = 0$  决

定, 即

$$\frac{1}{2}\eta(\alpha_l^R)^2 + P\alpha_l^R - K^R = 0$$

求解上式得到在第一份合同中, 企业家分给  $l$  的股份  $\alpha_l^R = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta K^R} - P)$ . 第二份融资合同中, 企业家基于第一份合同中已经分给  $l$   $\alpha_l^R$  的股份而决定出让给  $l$  的股份为

$$\alpha_l^G = \alpha_l - \alpha_l^R = \frac{\sqrt{P^2 + 2\eta K} - \sqrt{P^2 + 2\eta K^R}}{\eta}$$

证毕.

### 附录 B: 命题 2 的证明

命题 1 已经给出了企业家寻求风险投资家融资的情况下, 企业成功的概率为  $\rho_l = \sqrt{P^2 + 2\eta K}$ . 单个风险投资家投资时, 第  $m$  ( $m = 1, \dots, M$ ) 个具有补充资产的战略投资者 (仍记为  $m$ ) 和第  $n$  ( $n = M + 1, \dots, M + N$ ) 个具有替代资产的战略投资者 (仍记为  $n$ ) 都没有获得投资机会, 这种情况下  $m$  和  $n$  的期望收益为

$$\begin{cases} U_l^m = \underline{u}_m + \theta_m \rho_l = \underline{u}_m + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K} \\ U_l^n = \underline{u}_n + \theta_n \rho_l = \underline{u}_n + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K} \end{cases}$$

先考虑企业家寻求单个  $m$  融资, 在企业家与  $m$  签订第二份融资合同后,  $m$  总共获得了  $\alpha_m = \alpha_m^R + \alpha_m^G$  份事后收益. 理性的  $m$  在企业经营阶段会付出二阶最优的努力水平  $e_m$  使自身总的效用最大化.  $m$  的效用为

$$\begin{aligned} U_m^m &= \rho_m(e_m)(\alpha_m + \theta_m) - \psi(e_m) + \underline{u}_m - K \\ &= (P + e_m)(\alpha_m + \theta_m) - \frac{1}{2\eta}e_m^2 + \underline{u}_m - K \end{aligned}$$

二阶最优的努力水平由下式决定

$$\begin{aligned} \frac{d U_m^m}{d e_m} &= \alpha_m + \theta_m - \frac{1}{\eta}e_m = 0 \\ \Rightarrow e_m &= \eta(\alpha_m + \theta_m) \end{aligned}$$

可以看出, 当且仅当  $\alpha_m + \theta_m = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时, 二阶最优的努力水平与一阶最优努力水平相等, 寻求  $m$  融资产生最优的社会福利水平. 一旦  $m$  确定了二阶最优努力水平  $e_m$ , 企业成功的概率  $\rho_m$  也随

之确定:  $\rho_m = P + \eta(\alpha_m + \theta_m)$  . 进一步可以得到企业家的期望收益为

$U_m^E = \rho_m(1 - \alpha_m) = [P + \eta(\alpha_m + \theta_m)](1 - \alpha_m)$  拥有全部议价能力的企业家同样会提供两份使自己的总的期望收益最大化的合同. 由于  $\frac{d U_m^E}{d \alpha_m} = -\eta(2\alpha_m + \theta_m) + \eta - P < 0$  因此企业家会在两份合同中给  $m$  尽可能少的总股份, 这个总股份只需要满足  $m$  的参与约束即可. 前面已经指出,  $m$  没有获得投资机会时, 效用为  $U_l^m$ , 因此只要企业家出让给  $m$  的总股份满足  $U_m^m(\alpha_m) \geq U_l^m$  就能获得  $m$  的投资. 最终,  $m$  获得的总股份  $\alpha_m$  由  $U_m^m(\alpha_m) = U_l^m$  决定, 也就是

$$\frac{1}{2}\eta(\alpha_m + \theta_m)^2 + P(\alpha_m + \theta_m) - K = \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K}$$

求解上述方程, 得到

$$\alpha_m = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P) - \theta_m$$

由此可以确定  $m$  的二阶最优努力水平

$$e_m = \sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

以及  $m$  投资时企业成功的概率

$$\rho_m = \sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K})}$$

同样在设计企业家与  $m$  签订的第一份合同和第二份合同时, 需要确定  $m$  获得的总股份  $\alpha_m$  在两份合同中具体怎么去分配. 用  $U_{mR}^m$  表示  $m$  在 0 期投资  $K^R$  的情况下,  $m$  获得的期望收益. 由于  $m$  在投资  $K^R$  时, 未来的融资选择是不确定的, 因此  $m$  的参与约束为

$$U_{mR}^m = (P + \tilde{e}_m)(\alpha_m^R + \theta_m) + u_m - \frac{1}{2\eta}\tilde{e}_m^2 - K^R \geq u_m + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K}$$

其中  $\tilde{e}_m = \eta(\alpha_m^R + \theta_m)$  为  $m$  最大化从第一份合同中获得的期望收益  $U_{mR}^m$  而决定未来付出的努力水平. 类似的, 有  $\frac{d U_{mR}^m}{d \alpha_m^R} = -\eta(2\alpha_m^R + \theta_m) + \eta - P < 0$ , 得到企业家在签订第一份合同时, 会给  $m$  最低的股份. 这个最低的股份由下式决定

$$\frac{1}{2}\eta(\alpha_m^R + \theta_m)^2 + P(\alpha_m^R + \theta_m) - K^R = \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K}$$

求解上述方程, 得到

$$\alpha_m^R = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P) - \theta_m$$

为了总的收益最大化的企业家基于第一份合同中已经分给  $m$   $\alpha_m^R$  的股份而选择在第二份融资合同中分给  $m$  的股份为

$$\alpha_m^G = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - \sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_m \sqrt{P^2 + 2\eta K})})$$

对于企业家寻求单个  $n$  融资, 利用上述完全类似的推导过程可以得到  $n$  在两份合同中获得的总的股份为

$$\alpha_n = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P) - \theta_n$$

同样可以得到  $n$  的二阶最优的努力水平

$$e_n = \sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

以及  $n$  投资时企业成功的概率

$$\rho_n = \sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})}$$

具体地, 第一份合同中  $n$  获得的股份为

$$\alpha_n^R = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P) - \theta_n$$

企业家基于第一份合同中已经分给  $n$  的股份  $\alpha_n^R$  而在第二份融资合同中选择分给  $n$  的股份为

$$\alpha_n^G = \frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - \sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})})$$

$n$  获得的总股份满足  $\alpha_n + \theta_n = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时,  $n$  的二阶最优努力水平等于一阶最优努力水平, 此时寻求  $n$  融资实现最优的社会福利水平.

最后值得一提的是, 在设计企业家寻求  $n$  融资所提供的合同时,  $\theta_n < 0$  可能导致  $\alpha_n + \theta_n < 0$  从而  $n$  的努力水平一直为 0. 这种情况下

$$\alpha_n + \theta_n = \frac{1}{P}(K + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})$$

不再是前面提到的

$$\alpha_n + \theta_n = \frac{1}{\eta} \sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

一方面, 不难验证在  $\eta$  充分小的假设下二者非常接近, 仅相差一个  $o(\eta)$ , 因此在误差允许的范围

$$\alpha_n + \theta_n = \frac{1}{\eta} \sqrt{P^2 + 2\eta(K + \theta_n \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

内可以在形式上统一成  
另一方面, 不必执着于  $\alpha_n + \theta_n < 0$  的这种情况, 因为此时寻求  $n$  融资不仅无法实现最优的社会福利水平, 而且企业成功的概率也降到了最低的  $P$ , 企业家根本不会与  $n$  签订融资合同。证毕。

附录 C: 命题 4 的证明

正文提到第  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, M + N + L$ ) 个投资者(仍记为  $i$ ) 在 0 期投资  $K^R$  以及第  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, M + N + L, j \neq i$ ) 个投资者(仍记为  $j$ ) 在 1 期投资  $K^G$  时, 企业家与  $i$  签订的融资合同与  $i$  单独投资  $K^R$  和  $K^G$  时所签订的第一份合同完全一样, 其证明过程已在附录 A 和附录 B 中给出。接下来, 给出企业家与  $j$  签订的合同。

企业家在 1 期寻求  $j$  融资  $K^G$  时, 为了获得资金  $K^G$ , 在合同中允诺分给  $j$  的股份为  $\alpha_j^G$ , 这个股份必须要满足  $j$  的参与约束才能获得  $j$  的融资。用  $U_{ij}^j$  表示  $j$  投资  $K^G$  的情况下,  $j$  自身获得的期望收益。  $j = M + N + 1, \dots, M + N + L$  时,  $j$  的参与约束为

$$U_{ij}^j = (P + e_i + e_j) \alpha_j^G - \frac{1}{2\eta} e_j^2 - K^G \geq 0$$

$j = 1, 2, \dots, M + N$  时,  $j$  的参与约束为

$$U_{ij}^j = (P + e_i + e_j) (\alpha_j^G + \theta_j) - \frac{1}{2\eta} e_j^2 -$$

$$K^G + u_j \geq u_j + \theta_j \sqrt{P^2 + 2\eta K}$$

正文提到, 风险投资家可以看做是  $\theta_l = 0$  ( $l = M + N + 1, \dots, M + N + L$ ) 的特殊情形, 因此当  $j = 1, 2, \dots, M + N + L$  时,  $j$  的参与约束统一表示为

$$U_{ij}^j = (P + e_i + e_j) (\alpha_j^G + \theta_j) - \frac{1}{2\eta} e_j^2 -$$

$$K^G - \theta_j \sqrt{P^2 + 2\eta K} \geq 0$$

在签订第二份合同时, 由于企业家与  $i$  的融资合同已经签订, 因此  $j$  已经知道了在管理阶段  $i$

付出的努力水平为

$$e_i = \sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P$$

鉴于此,  $j$  为了最大化从第二份合同中获得的期望收益  $U_{ij}^j$ , 会将未来付出的努力水平定为  $e_j =$

$\eta(\alpha_j^G + \theta_j)$ , 具体由  $\frac{d U_{ij}^j}{d e_j} = 0$  得到。将二阶最优

努力水平  $e_j$  与一阶最优努力水平  $e_j^* = \eta(1 +$

$\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)$  对比, 当且仅当  $\alpha_j^G + \theta_j = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时, 二者相等。此时如果  $i$  的二阶最优努力水平  $e_i$  也满

足  $e_i = e_i^*$ , 即  $\alpha_i^R + \theta_i = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$ , 则在 0 期寻求

$i$  融资  $K^R$ 、在 1 期寻求  $j$  融资  $K^G$  能够实现最优的社会福利水平。

企业家知道了信息  $e_j = \eta(\alpha_j^G + \theta_j)$  后能准确得到自身总的期望收益为

$$U_{ij}^E = (P + e_i + e_j) (1 - \alpha_i^R - \alpha_j^G) = [P + e_i + \eta(\alpha_j^G + \theta_j)] (1 - \alpha_i^R - \alpha_j^G)$$

由于  $e_i$  和  $\alpha_i^R$  在第一份合同中已经确定, 因此有

$$\frac{d U_{ij}^E}{d \alpha_j^G} = -\eta \alpha_i^R - \eta(2\alpha_j^G + \theta_j) + \eta - P - e_i < 0$$

上式说明在签订第二份合同时企业家为了使  $U_{ij}^E$  最大化, 会给  $j$  最低的股份, 这个最低的股份  $\alpha_j^G$  由

$U_{ij}^j = 0$  决定, 即

$$\frac{1}{2} \eta (\alpha_j^G + \theta_j)^2 + A (\alpha_j^G + \theta_j) - K^G -$$

$$\theta_j \sqrt{P^2 + 2\eta K} = 0$$

其中

$$A = \sqrt{P^2 + 2\eta(K^R + \theta_i \sqrt{P^2 + 2\eta K})}$$

求解上述方程, 得到

$$\alpha_j^G = \frac{1}{\eta} (\sqrt{A^2 + 2\eta(K^G + \theta_j \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - A) - \theta_j$$

进而得到  $j$  的二阶最优努力水平为  $e_j = \sqrt{A^2 + 2\eta(K^G + \theta_j \sqrt{P^2 + 2\eta K})} - A$  证毕。

附录 D: 命题 6 的证明

正文提到, 在 0 期企业家获得了第  $i_0$  ( $i_0 = 1,$

2, …, M + N + L) 个投资者(仍记为  $i_0$ ) 的融资, 在 1 期, 企业家寻求第  $i_1$  ( $i_1 = 1, 2, …, M + N + L, i_1 \neq i_0$ ) 个投资者(仍记为  $i_1$ ) 融资时, 为了分散风险、多样化投资以及增加交易流的质量和数量,  $i_0$  和  $i_1$  在 1 期组成辛迪加. 假设  $i_0$  和  $i_1$  各自最终的投资额分别为  $K_{i_0}$  和  $K_{i_1}$ , 投资后  $i_0$  和  $i_1$  按照各自期望收益最大化的目标付出的努力水平分别为  $e_{i_0}$  和  $e_{i_1}$ ,  $i_0$  和  $i_1$  最终获得的股份分别为  $\alpha_{i_0}$  和  $\alpha_{i_1}$ . 先考察  $i_0$  和  $i_1$  不能缔约的努力水平与各自获得的股份之间的关系.  $i_0$  和  $i_1$  的期望收益分别为

$$\begin{cases} U_S^{i_0} = (P + e_{i_0} + e_{i_1})(\alpha_{i_0} + \theta_{i_0}) - \frac{1}{2\eta}e_{i_0}^2 + u_{i_0} - K_{i_0} \\ U_S^{i_1} = (P + e_{i_0} + e_{i_1})(\alpha_{i_1} + \theta_{i_1}) - \frac{1}{2\eta}e_{i_1}^2 + u_{i_1} - K_{i_1} \end{cases}$$

$i_0$  和  $i_1$  各自按照期望收益最大化的目标付出的努力水平满足一阶条件

$$\begin{cases} \frac{\partial U_S^{i_0}}{\partial e_{i_0}} = (\alpha_{i_0} + \theta_{i_0}) - \frac{e_{i_0}}{\eta} = 0 \\ \frac{\partial U_S^{i_1}}{\partial e_{i_1}} = (\alpha_{i_1} + \theta_{i_1}) - \frac{e_{i_1}}{\eta} = 0 \end{cases}$$

得到  $i_0$  和  $i_1$  不能缔约的努力水平与各自获得的股份之间的关系  $e_{i_0} = \eta(\alpha_{i_0} + \theta_{i_0})$ ,  $e_{i_1} = \eta(\alpha_{i_1} + \theta_{i_1})$ . 在此基础上, 企业家能够进一步确定自身的期望收益为

$$U_S^E = [P + \eta(\alpha_{i_0} + \alpha_{i_1} + \theta_{i_0} + \theta_{i_1})](1 - \alpha_{i_0} - \alpha_{i_1})$$

由于

$$\frac{d U_S^E}{d(\alpha_{i_0} + \alpha_{i_1})} = -\eta[2(\alpha_{i_0} + \alpha_{i_1}) + \theta_{i_0} + \theta_{i_1}] + \eta - P < 0$$

因此拥有全部议价能力的企业家会在合同中给辛迪加组织尽可能少的股份. 最少的股份为辛迪加组织的参与约束的边界解, 具体由下式决定

$$U_S^{i_0} + U_S^{i_1} = (u_{i_0} + u_{i_1}) + (\theta_{i_0} + \theta_{i_1})\sqrt{P^2 + 2\eta K}$$

由此可以看出, 辛迪加组织的内部成员  $i_0$  和  $i_1$  之间的博弈是一个常和博弈, 既然双方又能够展开合作, 因此可以确定

$$\begin{cases} U_S^{i_0} = u_{i_0} + \theta_{i_0}\sqrt{P^2 + 2\eta K} \\ U_S^{i_1} = u_{i_1} + \theta_{i_1}\sqrt{P^2 + 2\eta K} \end{cases}$$

即

$$\begin{cases} \frac{1}{2\eta}e_{i_0}^2 + \frac{(P + e_{i_1})}{\eta}e_{i_0} - K_{i_0} - \theta_{i_0}\sqrt{P^2 + 2\eta K} = 0 \\ \frac{1}{2\eta}e_{i_1}^2 + \frac{(P + e_{i_0})}{\eta}e_{i_1} - K_{i_1} - \theta_{i_1}\sqrt{P^2 + 2\eta K} = 0 \end{cases}$$

求解上述方程组, 得到  $i_0$  和  $i_1$  的反应函数

$$\begin{cases} e_{i_0} = \sqrt{(P + e_{i_1})^2 + 2\eta(K_{i_0} + \theta_{i_0}\sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P - e_{i_1} \\ e_{i_1} = \sqrt{(P + e_{i_0})^2 + 2\eta(K_{i_1} + \theta_{i_1}\sqrt{P^2 + 2\eta K})} - P - e_{i_0} \end{cases} \quad (1)$$

可分两个步骤求解方程组(1). 首先证明辛迪加组织成员  $i_0$  和  $i_1$  之间博弈的最终结果必然是  $\alpha_{i_0} + \theta_{i_0} = \alpha_{i_1} + \theta_{i_1}$ . 虽然组成辛迪加组织并不能使  $i_0$  和  $i_1$  获得额外收益, 但是如果  $\alpha_{i_0} + \theta_{i_0} < \alpha_{i_1} + \theta_{i_1}$ , 说明企业的成功使  $i_1$  获得了更多的直接收益: 或者持有更多股份, 或者资产相对升值较高. 一旦  $i_0$  预见到这种情况, 便会与  $i_1$  协商提高自身的资本投入, 从而  $i_0$  持有的股份升高, 而  $i_1$  持有的股份降低, 直至  $\alpha_{i_0} + \theta_{i_0} = \alpha_{i_1} + \theta_{i_1}$  为止. 反之, 如果  $\alpha_{i_0} + \theta_{i_0} > \alpha_{i_1} + \theta_{i_1}$ ,  $i_1$  会提高自身的资本投入. 总之, 辛迪加组织的各个成员会依据直接收益相一致的均衡条件签订协议. 然后, 由  $\alpha_{i_0} + \theta_{i_0} = \alpha_{i_1} + \theta_{i_1}$  得到  $i_0$  和  $i_1$  最终的努力水平必然满足  $e_{i_0} = e_{i_1}$ . 将其代入方程组(1)得到  $i_0$  和  $i_1$  在协议中各自愿意承担的投资额

$$\begin{cases} K_{i_0} = \frac{K}{2} + \frac{\theta_{i_1} - \theta_{i_0}}{2}\sqrt{P^2 + 2\eta K} \\ K_{i_1} = \frac{K}{2} - \frac{\theta_{i_1} - \theta_{i_0}}{2}\sqrt{P^2 + 2\eta K} \end{cases} \quad (2)$$

最后, 再来看企业家与辛迪加组织签订的合同. 拥有全部议价能力的企业家在提供融资合同时, 已经知道了  $i_0$  和  $i_1$  各自的投资额满足式(2)并且只要这份合同实现了式(1),  $i_0$  和  $i_1$  就不会拒绝这样一份合同. 由于企业家拥有剩余索取权且支付给辛迪加组织的收益固定, 从而社会福利水平越高企业家的期望收益就越多. 所以企业家

在合同中提供给  $i_0$  和  $i_1$  的股份分别为  $a_{i_0}^* = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$ ,  $a_{i_1}^* = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$ . 这份合同激励  $i_0$  和  $i_1$  付出的努力水平为  $e_{i_0} = e_{i_1} = \eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)$  满足式 (1). 可以看到,  $i_0$  和  $i_1$  付出了一阶最优努力水平从而该融资方式总能实现最优的社会福利水平. 证毕.

附录 E: 命题 7 的证明

由命题 1 和命题 4 可以看出, 不管是单个风险投资家提供融资, 还是多个独立的风险投资家提供融资, 企业家出让的总的股份恒为  $\frac{1}{\eta}(\sqrt{P^2 + 2\eta K} - P) < 1$ . 企业家总能获得正的期望收益. 在此基础上结合图 2 和图 3 不难得到, 单个战略投资者以及多个独立的战略投资者提供融资时, 战略投资者获得的股份总是小于相应的风险投资家提供融资时所得的股份. 这就说明, 不管是单个投资者还是多个独立的投资者提供融资, 企业家在满足投资者参与约束的前提下还能获得正的期望收益, 因此这两种融资方式总是可行的. 对于辛迪加组织提供融资, 附录 D 中已经给出, 企业家的期望收益为

$U_S^E = [P + \eta(\alpha_{i_0} + \alpha_{i_1} + \theta_{i_0} + \theta_{i_1})](1 - \alpha_{i_0} - \alpha_{i_1})$  在辛迪加组织成员付出一阶努力水平的情况下, 企业家的期望收益进一步确定为

$$U_S^E = [P + 2\eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)] [\theta_{i_0} + \theta_{i_1} + 1 - 2(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)]$$

因为

$$\frac{d U_S^E}{d(\theta_{i_0} + \theta_{i_1})} = P + 2\eta(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s) > 0$$

所以, 辛迪加组织成员的  $\theta$  值总和越大, 企业家的期望收益越高. 定义

$$\bar{\theta}_k = \max_{1 \leq i \leq k} \{\theta_i\} \quad \bar{\theta}_k = \max_{1 \leq i \leq k} (\{\theta_i\} - \{\bar{\theta}_k\}) \quad (k =$$

参 考 文 献:

[1] Chesbrough H. Designing corporate ventures in the shadow of private venture capital [J]. California Management Review,

$1, 2, \dots, M+N+L$ ). 当  $\theta_{i_0}$  和  $\theta_{i_1}$  分别取  $\bar{\theta}_{M+N+L} (= \bar{\theta}_M)$  和  $\bar{\theta}_{M+N+L} (= \bar{\theta}_M)$  时, 企业家的期望收益达到最大. 进一步, 如果此时  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$ , 也就是  $a_{i_0}^* + a_{i_1}^* > 1$ , 企业家在满足辛迪加组织参与约束的前提下获得的期望收益小于 0, 此时辛迪加组织提供融资不可行.

关于三种融资方式的效率问题, 辛迪加组织提供融资可行时总是社会有效率的, 因此  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \leq \frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$  时, 辛迪加组织提供融资社会有效率.

独立的投资者  $i$  和  $j$  投资时, 当  $\alpha_i^R + \theta_i = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  且  $\alpha_j^G + \theta_j = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时社会有效率. 而当  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$  时, 也就是

$$\alpha_i^R + \theta_i + \alpha_j^G + \theta_j \leq 1 + \bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M < 2(1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s)$$

$i$  和  $j$  独立投资总达不到社会有效率的条件, 因此总是低效率的. 相反, 当  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \leq \frac{\bar{\theta}_M + \bar{\theta}_M - 1}{2}$  时,

按照命题 5 选出的投资者  $i$  和  $j$  能够实现有效率的社会剩余. 单个投资者  $i$  投资时, 当且仅当  $\alpha_i + \theta_i = 1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$  时, 该融资方式实现有效率的社会

剩余  $W(e^*)$ . 同样, 若  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s > \bar{\theta}_M$ , 则  $\alpha_i + \theta_i <$

$1 + \sum_{s=1}^{M+N} \theta_s$ , 此时社会有效率的条件总无法达到.

而  $\sum_{s=1}^{M+N} \theta_s \leq \bar{\theta}_M$  时, 按照命题 3 选出的投资者  $i$  能够实现有效率的社会剩余  $W(e^*)$ . 证毕.

- 2000 ,42( 3) : 31 - 49.
- [2] Anokhin S , Peck S , Wincent J. Corporate venture capital: The role of governance factors [J]. *Journal of Business Research* , 2016 ,69( 11) : 4744 - 4749.
- [3] Lee M , Jay J. Strategic responses to hybrid social ventures [J]. *California Management Review* , 2015 ,57( 3) : 126 - 148.
- [4] Hellmann T. A theory of strategic venture investing [J]. *Journal of Financial Economics* , 2002 ,64: 285 - 314.
- [5] Dushnitsky G. Corporate Venture Capital: Past Evidence and Future Directions [M]. Oxford: Oxford Handbook of Entrepreneurship , 2006: 1 - 34.
- [6] 徐子尧. 公司型风险投资增加了新创企业的价值吗 [J]. *经济理论与经理管理* , 2016 ,4: 45 - 54.  
Xu Zirao. Do corporate venture capitalists add value to start-up firms [J]. *Economic Theory and Business Management* , 2016 ,4: 45 - 54. ( in Chinese)
- [7] Masulis R W , Nahata R. Financial contracting with strategic investors: Evidence from corporate venture capital backed IPOs [J]. *Journal of Financial Intermediation* , 2009 ,18( 4) : 599 - 631.
- [8] Gompers P , Lerner J. The determinants of corporate venture capital success [J]. *Nber Working Papers* , 1998( 6) : 17 - 54.
- [9] Maula M , Murray G. Corporate venture capital and the creation of US public companies: The impact of sources of venture capital on the performance of portfolio companies [A]. Oxford: Blackwell Publishers , 2002: 164 - 187.
- [10] Chemmanur T J , Loutskina E , Tian X. Corporate venture capital , value creation , and innovation [J]. *Review of Financial Studies* , 2014 ,27( 8) : 2434 - 2473.
- [11] Dushnitsky G , Lenox M J. When does corporate venture capital investment create firm value? [J]. *Journal of Business Venturing* , 2006 ,21( 6) : 753 - 772.
- [12] 董 静 , 徐婉渔. 公司风险投资 “鱼水相依”抑或“与鲨共舞”? ——文献评述与理论建构 [J]. *外国经济与管理* , 2018 , ( 2) : 3 - 17.  
Dong Jing , Xu Wanyu. Corporate venture capital “Living in the water” or “swimming with sharks”? A literature review and theoretical framework [J]. *Foreign Economics & Management* , 2018 , ( 2) : 3 - 17. ( in Chinese)
- [13] 傅嘉成 , 宋砚秋. 中国企业风险投资 ( CVC ) 投资策略与投资绩效的实证研究 [J]. *投资研究* , 2016 , ( 6) : 29 - 44.  
Fu Jiacheng , Song Yanqiu. An empirical study of Chinese corporate venture capital ( CVC ) ’ s investment strategies and performance [J]. *Review of Investment Studies* , 2016 , ( 6) : 29 - 44. ( in Chinese)
- [14] Park H D , Steensma H K. When does corporate venture capital add value for new ventures? [J]. *Strategic Management Journal* , 2012 ,33( 1) : 1 - 22.
- [15] Maula M , Autio E , Murray G , Corporate venture capitalists and independent venture capitalists: What do they know , Who do they know , and should entrepreneurs care? [J]. *Venture Capital* , 2005 ,7( 1) : 3 - 21.
- [16] 陈 闯 , 张 岩 , 吴晓晖. 风险投资、创始人与高管薪酬——多边代理视角 [J]. *管理科学学报* , 2017 ,20( 6) : 78 - 88.  
Chen Chuang , Zhang Yan , Wu Xiaohui. Venture capital , founder and top management team compensation: A view from multiple agency theory [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2017 ,20( 6) : 78 - 88. ( in Chinese)
- [17] Tian X. The role of venture capital syndication in value creation for entrepreneurial firms [J]. *Review of Finance* , 2012 ,16( 1) : 245 - 283.
- [18] 陆 瑶 , 张叶青 , 贾 睿 , 等. “辛迪加”风险投资与企业创新 [J]. *金融研究* , 2017 , ( 6) : 159 - 175.  
Lu Yao , Zhang Yeqing , Jia Rui , et al. Venture capital syndication and corporate innovation [J]. *Journal of Financial Research* , 2017 , ( 6) : 159 - 175. ( in Chinese)
- [19] Moser S. Essays on Venture Capital Syndication and the Informational Efficiency of the Corporate Bond Market [M]. Kansas: University of Kansas , 2010: 1 - 140.
- [20] 中国企业家调查系统, 企业家对企业社会责任的认识与评价——2007 年中国企业经营管理者成长与发展专题调查报告 [J]. *管理世界* , 2007 , ( 6) : 75 - 85.

The Survey System of China's Enterprisers. Enterprisers' Recognition of Enterprises' Social Responsibilities and the Evaluation there of: Our Report on the Investigation of the Special Subject of the Growth of China's Enterprise Managers in 2007 [J]. Management World, 2007, (6): 75-85. (in Chinese)

[21] Manigart S, Lockett A. Venture capitalists' decision to syndicate [J]. Entrepreneurship Theory and Practice, 2006: 1-153.

## Financing contract design and financing decision based on strategic venture capital

*DING Chuan, LI Ai-min*

Research Centre of Financial Mathematics, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 610074, China

**Abstract:** In the financing process of start-ups, the object of financing and the design of contracts will have an important impact on the operating status of start-up enterprises and social welfare level. In this paper, the objects of financing are divided into venture capitalists who merely pursue monetary income and strategic investors who pursue both monetary returns and strategic objectives. Based on such classification, this paper studies the choice of financing objects and the design of financing contract among three financing methods: single investor, multiple independent investors and syndicate in staged financing. Ultimately, the optimal financing decision for entrepreneurs is given when the primary goal is to social welfare optimization and the secondary target is to maximize an enterprise's expected return. It is shown that an optimal financing decision should include the optimal financing method and the optimal financing object. In the case of financing approach, when a syndicate organization provides financing is feasible, the entrepreneur should seek syndicate financing and this financing method is always socially efficient; when it is not feasible, the entrepreneur should seek financing from multiple independent investors, however, this financing approach cannot achieve the optimal social welfare. Regarding the financing object, the entrepreneur should choose investors whose effort levels are the closest to the first-order optimal effort level.

**Key words:** venture capitalist; strategic investor; contract design; effort; financing