

科技创新因素耦合对科技金融风险的影响分析

王仁祥(博士生导师), 李雯婧

【摘要】科技金融的高风险使我国科技和金融结合进入发展瓶颈。首先通过对科技型中小企业在科技创新中各种风险因素的耦合作用进行分析,并基于N-K模型构建了科技金融的风险耦合作用模型,然后运用2010~2015年科技金融风险事件的统计数据,对科技型中小企业风险耦合作用的效果进行了实证分析。实证结果显示:我国科技型中小企业的风险耦合作用会进一步放大科技金融风险,尤其是科技型中小企业与银行间的信息不对称问题,使得银行面临更大的信贷偿还风险。加快科技型企业信用体系建设,尽快实现科技企业生命周期服务链,可有效控制科技金融风险。

【关键词】科技金融风险; 风险耦合; N-K模型; 信息不对称; 风险流量

【中图分类号】 F832

【文献标识码】 A

【文章编号】 1004-0994(2016)32-0091-4

一、问题的提出

科技金融是指,为了促进科技研发、科技成果转化和科技产业发展,由政府、企业、市场、社会中介机构等各种向科技创新活动提供金融工具、金融制度、金融政策与金融服务等金融资源的主体共同构成的一个体系。当前我国经济发展步入新常态时期,科技金融发展对我国经济结构调整、转变经济发展方式都具有重要意义。从2009年设立科技支行以来,科技金融取得了迅速发展,但是科技和金融的结合也进入了发展瓶颈。科技金融风险是银行等金融机构在为科技型企业提供贷款等金融服务过程中所面临的风险。科技金融风险贯穿科技型企业科技创新的整个生命周期。科技金融高风险的基本特征导致我国科技型中小企业大多面临融资难、融资贵的困境。我国金融资源大多数集中于风险偏好较小的商业银行,但是在我国严格的利率监控下,科技型中小企业的信贷风险可能超出银行所能承受的范围。尽管科技支行承担了科技中小型企业的高风险,却难以享受与高风险相对应的高回报,违背了风险与收益的匹配原则。由于科技创新本身就是一种高风险活动,科技型企业在科技研发、科技成果转化过程中的不确定性较多,会直接加大传统银行的信用风险和流动性风险。其中,科技型中小企业本身的技术风险、市场风险和管理风险等“科技”属性风险流动性和传导性最强。此外,这类企业与银行之间还存在严重的信息不对称问题,银行难以掌握企业的技术情况、资金状况、经营状况,导致科技金融风险进一步扩大。

综上所述,科技金融风险可以简单归为两类:技术本身

风险和不对称风险。科技型企业科技创新的各种风险,具有较高的流动性和传导性。这些风险在传导过程中不仅依附在关联结点相互交汇,还会同其他关联结点上的风险发生匹配关系,产生不同的耦合效果。“耦合”源于物理学科,用来描述两个或者两个以上系统之间由于相互影响、相互作用产生关联关系的现象。耦合作用会使风险流量或者性质发生较大变化。科技金融系统的各个主体之间存在直接或间接的关联,导致这种经济系统中的风险传导普遍存在。本文认为科技金融风险实际上是影响科技型企业科研活动的各种不确定因素共同作用产生的结果,具有多因素耦合致因性。这些风险因素不仅能够直接放大科技金融风险,同时还会在传导过程中发生相互影响、相互作用的耦合现象,进一步放大科技金融风险。目前,关于风险耦合的研究已经涉及多个领域,如煤矿事故、企业财务、自然灾害、水域通航、空中安全等,但是还没有学者从风险因素耦合的视角对科技金融风险问题进行研究。因此,本文不仅分析单一因素对科技金融风险产生的作用,还要比较不同类型因素耦合所产生的作用。

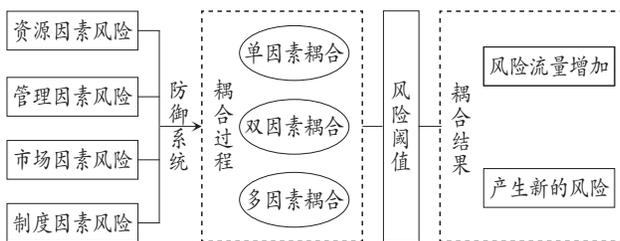
近年来,我国通过一系列政策措施,将科技和金融结合提高到前所未有的高度。为降低我国科技金融的高风险,学者们提出两种设想:一是银行进行风险控制的产品创新;二是政府向银行提供风险补偿。但政府干预是一把“双刃剑”,可能导致风险发生巨变。目前,以银行为导向的风险控制创新模式,成为我国科技金融发展的着力点。科技型中小企业成果、市场、效益等的不确定性大大增加了银行发放信贷过程中的风险,而银行所拥有的贷款抵押物主要是难以评估和

【基金项目】 国家社会科学基金项目(项目编号:13BJY023); 武汉市软科学研究计划项目(项目编号:201151599540)

变现的无形资产,科技型中小企业偿还贷款的不确定性非常高。因此,本文从科技金融的风险源头入手,分析和度量科技型中小企业各种创新因素耦合作用对科技金融风险产生的影响,提出控制和降低科技金融风险的有效对策和建议。

二、耦合作用机理

科技金融系统是一个耗散系统,具有自我调节和修复的功能,当某种能量超过系统所能承受的极限时就会形成风险。当风险发生时,防御系统会为了保护整个系统的安全而进行风险阻断,使风险不能达到阈值。虽然系统中所有风险不会在同一时刻突破所有防御系统,从而超过系统的风险承受能力,但是风险一旦冲破各自的子防御系统,就会迅速寻找其他风险进行耦合,打破系统平衡的临界点,最终达到整个系统的最大风险阈值,导致系统处于不安全状态。风险因素之间形成正耦合效应,会加大风险传导,使风险流量增加,甚至产生新的风险。本文只讨论耦合的正向作用,仅对科技型中小企业各因素耦合导致科技金融风险增加的情况进行研究。科技型中小企业创新因素耦合对科技金融风险的作用机理如下图所示:



科技创新因素耦合对科技金融风险的作用机理图

本文研究的风险耦合是指科技型中小企业无法偿还银行贷款的各种因素之间相互影响、相互作用导致科技金融风险增加的现象。科技研发是否能产生成果,科研成果是否能打开市场,产品批量生产是否能产生规模效益等不确定因素都会影响科技型中小企业的科技创新,增加科技金融风险。此外,由于财务信息不透明、产权界定模糊等问题,科技型中小企业与银行之间存在着严重的信息不对称。本文认为,这些影响因素主要包括资源因素、管理因素、市场因素和制度因素。这些因素的增加会加大科技型中小企业科技创新的不确定性,甚至引发科技创新中的技术风险、市场风险和管理风险等。其中,资源因素和管理因素是诱发各类风险的直接因素,市场因素和制度因素则起到间接作用。资源因素能够直接导致科技型中小企业科技研发不确定性的增加;管理因素直接增加科技型中小企业与银行的信息不对称;市场因素直接导致科技型中小企业科技成果转化不确定性的增加;制度因素则直接增加科技型中小企业与政府的信息不对称。这些因素使科技型中小企业偿还银行贷款的不确定性增加,导致科技金融风险扩大。同时,这些因素之间也会相互影响、相互作用,进一步扩大科技金融风险,增加系统的不安全性。

三、耦合作用对风险的影响

引起科技型中小企业科技创新不确定性以及信息不对称问题的主要影响因素在传导过程中会相互影响、相互作用,最终导致科技金融风险进一步扩大。根据科技型中小企业这些因素的参与情况,可以把它们对科技金融风险的耦合作用类型划分为以下三类:

1. 单因素耦合作用。单因素耦合是指同类风险因子相互影响、相互作用导致风险增加的耦合现象,耦合后的风险保留原先的性质。单因素耦合主要包括资源因子耦合、管理因子耦合、市场因子耦合和制度因子耦合。其中,资源因子会直接导致科技型中小企业科技研发失败,具体包括技术条件、员工素质、资金支持等方面;管理风险因子会直接导致科技型中小企业与银行的信息不对称,包括管理模式、财务制度等方面;市场风险因子会直接导致科技型中小企业科技成果转化失败,包括市场需求、商业模式等方面;制度风险因子会直接导致科技型中小企业与政府的信息不对称,包括产权制度、信用体系等方面。如果科技型中小企业科技研发失败或者科研成果转化失败,就可能无法偿还银行贷款,从而增加科技金融风险。不仅如此,这些同类风险因子之间也会相互影响、相互作用,放大系统的某种缺陷。

2. 双因素耦合作用。双因素耦合是指两种不同种类的风险因子相互影响、相互作用导致风险增加的耦合现象。这种耦合会引起风险性质的改变,从而产生新的风险。双因素耦合主要包括资源—管理因子耦合、资源—市场因子耦合、资源—制度因子耦合、管理—市场因子耦合、管理—制度因子耦合、市场—制度因子耦合。双因素耦合会加大风险传导,产生比单因素耦合更大的风险流量,导致系统更加不安全。科技型中小企业科技研发、科技成果转化的不确定性,其与银行、政府之间的信息不对称被进一步放大,导致企业无法偿还银行贷款的风险增加,扩大了科技金融风险。其中,资源—管理因子耦合会使科技型中小企业在科技研发期间与银行的信息不对称增加;管理—市场因子耦合会使科技型中小企业在科技成果转化期间与银行的信息不对称增加;资源—制度因子耦合会使科技型中小企业在科技研发期间与政府的信息不对称增加;市场—制度因子耦合会使科技型中小企业在科技成果转化期间与政府的信息不对称增加;资源—市场因子耦合会使科技型中小企业科技研发、科技成果转化的不确定性增加;管理—制度因子耦合会使科技型中小企业、银行、政府三者的信息不对称增加。

3. 多因素耦合作用。多因素耦合是指三种以上(包括三种)不同种类风险因子相互影响、相互作用导致风险增加的耦合现象。由于系统中所有风险不可能在同一时刻突破防御系统,所以多因素耦合仅包括三种因素的耦合情况,即资源—管理—市场因子耦合、资源—管理—制度因子耦合、资源—市场—制度因子耦合、管理—市场—制度因子耦合。多因

素耦合和双因素耦合一样,能够使风险性质和流量发生较大改变。但是,同双因素耦合相比,多因素耦合的作用会更加明显,传导的风险也更多,产生的风险流量也更大,导致科技型中小企业的风险不确定性更大,信息不对称问题也更严重。因此,银行更难掌握企业相关的技术情况、资金状况、经营状况等信息,出现呆坏账的风险也就更高。其中,资源—管理—市场因子耦合会使科技型中小企业在科技研发、科技成果转化期间与银行的信息不对称增加;资源—市场—制度因子耦合会使科技型中小企业在科技研发、科技成果转化期间与政府的信息不对称增加;资源—管理—制度因子耦合会使科技型中小企业在科技研发期间与银行、政府的信息不对称增加;管理—市场—制度因子耦合会使科技型中小企业在科技成果转化期间与银行、政府的信息不对称程度加大。

四、耦合作用对风险影响的度量

本文选取《2010~2015年中国银行业监督管理委员会信息报告》和《2010~2015年中国电子商务市场数据检测报告》中公开的科技金融风险事件作为样本数据,筛选出697起由于科技型中小企业科技创新导致的风险事件,并根据因素参与情况分别整理了不同耦合类型风险事件发生的次数和频率,如表1所示:

表1 风险事件发生次数及频率

单因素耦合		双因素耦合		多因素耦合	
次数	频率	次数	频率	次数	频率
0000=0	$P_{0000}=0.0000$	1100=51	$P_{1100}=0.0732$	1110=98	$P_{1110}=0.1406$
1000=16	$P_{1000}=0.0230$	1010=30	$P_{1010}=0.0430$	1101=202	$P_{1101}=0.2898$
0100=11	$P_{0100}=0.0158$	1001=24	$P_{1001}=0.0344$	1011=91	$P_{1011}=0.1306$
0010=7	$P_{0010}=0.0100$	0110=39	$P_{0110}=0.0560$	0111=76	$P_{0111}=0.1090$
0001=2	$P_{0001}=0.0029$	0101=47	$P_{0101}=0.0674$	1111=0	$P_{1111}=1$
		0011=3	$P_{0011}=0.0029$		

表1中, P_{hijk} 代表资源因素风险、管理因素风险、市场因素风险和政策因素风险分别处在第h种状态、第i种状态、第j种状态、第k种状态下引发科技金融风险耦合的概率。统计过程中,分别用0和1表示单一因素风险是否发生的状态,风险未发生状态记为0,风险发生状态记为1。

表1的统计结果显示,参与影响的风险因素越多,发生风险的可能性就越大。我国科技型中小企业拖欠银行贷款的事件中,多因素耦合作用的科技金融风险事件多达467次,将近风险事件总数的一半以上。双因素耦合作用的科技金融风险事件次之,共发生194次。单因素耦合作用的科技金融风险事件最少,共发生36次。

本文利用N-K模型分别度量科技型中小企业单因素耦合、双因素耦合和多因素耦合作用对科技金融风险流量的影响结果。N-K模型源于信息理论,最初用来度量交互风险传输量,之后被用来度量风险传导过程中发生的流量变化(罗

帆等,2011)。该模型包括两个参数,其中N表示组成整体的要素种类,假设系统有N类风险因素,而每种风险因素都有n种状况,那么所有可能发生的风险就有 Nn 种情况;K表示要素之间依赖关系的数目,K的取值范围是 $0 \sim N-1$,表示系统中所有风险不会在同一时刻达到整个系统的最大风险阈值。本文的N-K模型如下:

$$F(a, b, c, d) = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_{h,i,j,k} \log_2 [P_{h,i,j,k} / (P_{h...} \cdot P_{i...} \cdot P_{j...} \cdot P_{k...})] \quad (1)$$

科技型中小企业的4类风险因素之间的不同耦合作用,会导致科技金融风险流量不同程度的增加。风险流量值越大,这类耦合现象引起科技金融风险流量增加得越多,耦合作用的效果就越明显。根据(1)式,可以分别得到单因素耦合、双因素耦合和多因素耦合作用导致的风险流量增加值 F 。 F 值越大,说明这类耦合现象增加的风险流量越多,耦合作用的效果越明显。

计算过程中,单因素耦合现象中资源因子耦合、管理因子耦合、市场因子耦合和制度因子耦合所增加的风险流量分别记为 $F_{11}(a)$ 、 $F_{12}(b)$ 、 $F_{13}(c)$ 、 $F_{14}(d)$,单因素耦合增加的风险总流量记为 F_1 。

双因素耦合中资源—管理因子耦合、资源—市场因子耦合、资源—制度因子耦合、管理—市场因子耦合、管理—制度因子耦合、市场—制度因子耦合所增加的风险流量分别记为 $F_{21}(a, b)$ 、 $F_{22}(a, c)$ 、 $F_{23}(a, d)$ 、 $F_{24}(b, c)$ 、 $F_{25}(b, d)$ 、 $F_{26}(c, b)$,双因素耦合增加的风险总流量记为 F_2 。

$$F_{21}(a, b) = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^I P_{h,i} \log_2 [P_{h,i} / (P_{h...} \cdot P_{i...})] \quad (2)$$

$$F_{22}(a, c) = \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^J P_{h,j} \log_2 [P_{h,j} / (P_{h...} \cdot P_{j...})] \quad (3)$$

$$F_{23}(a, d) = \sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^K P_{h,k} \log_2 [P_{h,k} / (P_{h...} \cdot P_{k...})] \quad (4)$$

$$F_{24}(b, c) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J P_{i,j} \log_2 [P_{i,j} / (P_{i...} \cdot P_{j...})] \quad (5)$$

$$F_{25}(b, d) = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K P_{i,k} \log_2 [P_{i,k} / (P_{i...} \cdot P_{k...})] \quad (6)$$

$$F_{26}(c, d) = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_{j,k} \log_2 [P_{j,k} / (P_{j...} \cdot P_{k...})] \quad (7)$$

多因素耦合中资源—管理—市场因子耦合、资源—管理—制度因子耦合、资源—市场—制度因子耦合、管理—市场—制度因子耦合增加的风险流量分别记为 $F_{31}(a, b, c)$ 、 $F_{32}(a, b, d)$ 、 $F_{33}(a, c, d)$ 、 $F_{34}(b, c, d)$,多因素耦合增加的风险总流量记为 F_3 。

$$F_{31}(a, b, c) = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J P_{h,i,j} \log_2 [P_{h,i,j} / (P_{h...} \cdot P_{i...} \cdot P_{j...})] \quad (8)$$

$$F_{32}(a, b, c) = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K P_{h,i,k} \log_2 [P_{h,i,k} / (P_{h\dots} \cdot P_{i\dots} \cdot P_{\dots k})] \quad (9)$$

$$F_{33}(a, b, c) = \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_{h,j,k} \log_2 [P_{h,j,k} / (P_{h\dots} \cdot P_{j\dots} \cdot P_{\dots k})] \quad (10)$$

$$F_{34}(a, b, c) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_{i,j,k} \log_2 [P_{i,j,k} / (P_{i\dots} \cdot P_{j\dots} \cdot P_{\dots k})] \quad (11)$$

根据(2)~(11)式,可计算得到不同类型耦合作用增加的风险流量值,如表2所示:

表 2 风险流量增加情况

双因素耦合因子	风险流量值	多因素耦合因子	风险流量值
资源—管理因子(F ₂₁)	0.0916	资源—管理—市场因子(F ₃₁)	0.2104
资源—市场因子(F ₂₂)	0.0213	资源—管理—制度因子(F ₃₂)	0.1395
资源—制度因子(F ₂₃)	0.0895	资源—市场—制度因子(F ₃₃)	0.2044
管理—市场因子(F ₂₄)	0.1440	管理—市场—制度因子(F ₃₄)	0.1308
管理—制度因子(F ₂₅)	0.0206		
市场—制度因子(F ₂₆)	0.0889		

根据以上结果,按风险流量值得出各因子的关系为: F₂₅<F₂₂<F₂₆<F₂₃<F₂₁<F₃₄<F₃₂<F₂₄<F₃₃<F₃₁。总体来看,多因素耦合作用增加的风险流量普遍比双因素耦合作用增加的风险流量多,耦合作用效果也更加明显。我国科技金融风险增加主要是科技型中小企业多因素耦合作用的结果。影响科技型中小企业无法偿还银行贷款的因素越多,科技金融风险也会越大。①从双因素耦合产生的风险流量变化来看,管理—市场因子耦合、资源—管理因子耦合的作用最明显,管理—制度因子耦合、市场—制度因子耦合的作用次之,市场—管理因子耦合、资源—制度因子耦合的作用最小。因此,科技型中小企业科技在研发、科技成果转化期间与银行的信息不对称,导致科技金融风险流量增加得最多,其次是科技型中小企业科技在研发、科技成果转化期间与政府的信息不对称。②从多因素耦合产生的风险流量变化来看,资源—管理—市场因子耦合、管理—市场—制度因子耦合的作用大于资源—管理—制度因子耦合、资源—市场—制度因子耦合。因此,科技型中小企业在科技研发、科技成果转化期间的信息不对称,导致科技金融风险流量增加得最多,尤其是科技型中小企业与银行的信息不对称。综上所述,导致我国科技金融风险增加的最主要原因是科技型中小企业与银行的信息不对称。因此,控制和降低科技金融风险的关键在于解决科技型中小企业与银行之间的信息不对称问题。

五、建议

虽然科技金融在促进产业优化升级、增强国家自主创新能力和建设创新型国家等方面具有明显的正外部性,但是科

技金融的高风险问题也逐渐在我国近几年的实践中暴露出来。科技型中小企业科技创新中各种风险本身具有非常强的流动性和传导性,导致银行面临更大的信贷偿还风险。从N-K模型的分析结果来看,科技型中小企业在科技创新过程中,各种风险因素会通过耦合作用进一步放大科技金融风险,导致这类企业和银行之间存在严重的信息不对称问题。因此,本文根据上述问题,提出如下建议:

1. 加快科技型企业信用体系建设。分析结果表明,科技型中小企业科技创新的风险耦合会进一步放大信息不对称问题。因此,政府需要进一步完善互联互通的科技型中小企业征信平台,组织建立科技金融信息数据库,并通过征信平台整合和发布科技型中小企业、金融机构的相关信息,增进资金供给方和需求方之间的了解,顺利实现对接。此外,还要建立和完善科技型中小企业的信用评价体系,进一步健全企业信用信息共享机制;通过网络等公众信息载体,即时更新、发布企业信用信息,为科技型中小企业融资、担保、交易等提供有效依据;组织座谈会、研讨会,为科技型中小企业、金融机构提供深入交流和合作的机会;邀请相关领域的专家、学者,为科技型中小企业、金融机构提供咨询服务。

2. 尽快实现科技企业生命周期服务链。针对科技型中小企业耦合风险对科技金融风险的作用效果,科技支行应该适应科技型中小企业的阶段性发展特征。科技支行需要根据科技型中小企业的特点,改进经营准则和内控机制,制定适合科技型中小企业的风险评估方法和标准等;配备专业科研团队,采用专门技术,实行专门的经营管理、考核评价机制、监督机制等;对科技型中小企业的发展潜力、财务状况、技术水平、偿债能力、项目优劣等进行评估,根据评估结果决定是否放贷及放贷方式、放贷规模等。此外,科技支行还需要尽快培养一大批既懂技术又懂金融的高素质人才,提高科技金融从业人员的风险意识和防范风险的能力。

主要参考文献:

赵昌文,陈春发,唐英凯.科技金融[M].北京:北京科学出版社,2009.

肇启伟,付剑峰,刘洪江.科技金融中的关键问题——中国科技金融2014年会综述[J].管理世界,2015(3).

李喆.基于霍尔三维结构的科技型中小企业融资模式创新研究[D].天津:天津大学,2014.

罗帆,刘堂卿.基于N-K模型的控制交通安全耦合风险分析[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2011(2).

汤汇浩.科技金融创新中的风险与政府对策[J].科技进步与对策,2012(6).

赵昌文.科技金融:理论与实践·序言[M].南京:南京大学出版社,2013.

作者单位:武汉理工大学经济学院,武汉 430070