

# 数字化背景下高新技术产业创新生态圈的风险传播机制研究

张 明

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年9月26日; 录用日期: 2022年10月23日; 发布日期: 2022年11月2日

## 摘 要

数字化背景下, 本文主要围绕数字技术驱动创新的风险治理进行文献梳理与回顾。下面主要围绕数字技术创新驱动产生的风险类型、创新驱动风险产生的原因以及创新驱动的风险治理研究三个方面展开文献综述。文章通过SIR传染病模型对高新技术企业进行了风险传播的仿真模拟, 根据感染系数的不同发现: 高新技术企业的风险源头需要进行更严格的把控, 预防高校和科研院所的风险产生; 以市场为导向的高新技术企业应该加强和高校、科研院所的合作交流。

## 关键词

创新管理, 风险, 生态, 数字化转型

## Research on Risk Propagation Mechanism of Innovation Ecosystem in High-Tech Industry in the Context of Digitalization

Ming Zhang

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Sep. 26<sup>th</sup>, 2022; accepted: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2022; published: Nov. 2<sup>nd</sup>, 2022

## Abstract

In the context of digitalization, this paper mainly focuses on the risk governance of digital technology-driven innovation. The following is a literature review focusing on the types of risks driven by digital technology innovation, the reasons for the emergence of innovation-driven risks, and

the research on innovation-driven risk governance. Through the SIR infectious disease model, the paper simulates the risk transmission of high-tech enterprises, and finds according to the different infection coefficients: the risk source of high-tech enterprises needs to be more strictly controlled to prevent the risk of universities and research institutes; Market-oriented high-tech enterprises should strengthen cooperation and exchanges with universities and scientific research institutes.

## Keywords

Innovation Management, Risk, Ecology, Digital Transformation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来，数字技术与经济社会各行各业全面融合渗透，数字化带来生产力质的飞跃并在重塑经济社会发展模式、推动生产关系变革中发挥着越来越重要的作用。新技术的应用促进了生产要素和生产方式的变化，极大地提高了生产效率，也改变了社会结构和社会整体运作方式，促进了不同组织间的协同整合[1]。针对此背景，中国提出了“做大做强数字经济，打造具有国际竞争力的数字产业集群”的口号，加快培育数字化新业态。但是由于技术创新的正外部性和高风险性等特征，企业在创新投入上往往动力不足，导致企业在创新过程中容易出现“重生产、轻创新”的现象[2]。高新技术产业由于其“高风险高回报、固定资产小，融资难”的特点，在产业数字化的过程中更容易出现创新失败的现象。因此，高新技术产业通过搭建基础区块平台，连接多边用户群体，整合企业内外资源，建立交易规则和利益协调机制，吸引其他企业共同开展创新活动，形成一个由众多利益主体参与的开放式创新生态系统[3]。

## 2. 高技术企业创新生态系统概念

### 高新技术企业创新生态系统概念界定

企业生态系统是指企业与企业生态环境形成的相互作用、相互影响的系统，在一定区域内，和生物一样，没有一个企业个体或单个组织是能够长期单独生存的。企业像生物一样，直接或间接地依赖别的企业或组织而存在，并形成一种有规律的组合，即经济共同体。在这个共同体中，相对于每一个企业个体来说，生活在它周围的其他企业个体或组织连同社会经济环境构成了其生存的外部环境，企业个体与其外部环境通过物质、能量和信息的交换，构成一个相互作用、相互依赖、共同发展的整体。在创新生态系统中，各种创新主体与环境，通过技术、信息、资金、人才流动的相互影响、相互制约，形成了一个协同演化、创新开放的复杂系统[4]。因此在一定条件下，企业技术创新组织与环境构成了相互作用、相互影响的统一整体，实现资源和信息的流动[5]。本文认为高新技术产业是由若干个体成员所组成，每个系统成员各自承担的创新任务可能不同，甚至系统成员在同一活动中追求的价值最大化也是完全不同的。

## 3. 高技术企业创新生态系统风险的特征

### 3.1. 依赖性风险

高新技术产业的依赖性风险特指：由于“先行后续”关系的“先行技术”或者“配套技术”由于开

发周期延迟导致创新失败，无法对企业起到应有的支撑配套作用[6]。由于创新生态系统中一个企业技术创新的最终成功往往依赖于他人本企业技术模块创新成功之前与之配套共生的技术模块必须率先取得成功。各个创新主体的目标不一致往往使合作伙伴的创新努力付诸东流。

### 3.2. 信息不对称风险

高科技企业创新生态系统信息不对称风险特指：由于创新生态系统中各个成员企业蓄意隐藏自身投资动向、避免公开技术专利背后的技术诀窍与秘密以提升专利技术信息不完备性、蓄意采取虚假的市场竞争与技术标准联盟组建策略，从而为其他成员企业在各个环节带来了不必要的成本开支与战略损失[7]。数据信息作为一种全新的生产要素，在丰富资源要素体系的前提下，为数字化价值开辟释放了更多的空间。但是，高新技术企业之间却产生了“数据主权壁垒”[8]。

### 3.3. 管理风险

还有一些研究认为管理风险也是数字技术驱动创新会产生的一大风险。共享的创新与它的集体性内在有着联系，通常是复杂的耦合关系，这会产生一定的管理集体风险[9]。从互联网的特点出发可知互联网的管理主要是依靠大数据的管理，而大数据无法进行一部分行业的风险管理，因此会产生大数字下的管理风险[10]。如果在技术创新中采取了不适宜的管理方式，如，组织层面上的配合失当和沟通不顺畅以及决策层面上定位不够精确等问题都会产生管理风险[11]。部分学者认为由于现有的风险管理模型还无法适应区块链技术的特性，因此也无法制定统一的监管标准和有效的监管政策，很容易演化成为系统性风险[12]。

## 4. 创新驱动风险产生的原因

一部分研究认为是企业内部的原因产生了创新驱动风险[13]。如，屈波(2009)认为创新驱动风险产生的一大原因是因为创新产品自身隐含了各种各样的缺陷，利用数字化创新之后会规避或者转移某种缺陷，但是同时又会创造新的风险并显现出来[14]。周叶等(2010)将组织创新系统分为创新基础层、创新支撑层、创新核心层和创新目标层四个部分，认为组织内部的复杂程度以及管理机制决定了企业的高风险性。胥爱欢(2016)认为创新企业大多存在“大企业病”困扰：机构臃肿、文化冲突、效率低下、人浮于事等现象严重影响了跨界创新的活力，提升了创新的成本。陈骁等(2020)基于资源整合的视角研究企业跨界经营产生的风险[15]。从资源角度方面来看，跨界由于不同的目标导致了不同的权衡取舍，各方资源的协调失衡、相互干扰，复杂动态的资源群集增加了管控的难度，创新整合成本高昂，进而破坏范围经济，创新整合也会使得资源活动无法在统一的框架下完成而加剧行为模糊；从战略风险角度方面看，组织对于技术更新和产业调整等剧烈变化的不适应、执行偏差和跨界之后的组织断层都会造成数字化创新的风险；从组织失败的角度方面看，动荡的外部环境和组织内部错误的决策行动都加剧了创新风险的程度。李巍(2020)研究使用 Cronbach's  $\alpha$  值和修正问项总相关系数(CITC)两类指标进行评估、研究运用 AMOS 21.0 软件建立结构方程模型对假设进行检验后发现：由于互联网行业是新兴行业，其风险更多的蕴藏在技术与法律层面，因而虽然高管团队经验异质性仅对机会识别能力有显著作用，但是对风险感知能力没有正向效应[16]。

## 5. 高新技术产业创新生态圈风险研究

部分学者从演化博弈的角度来分析高新技术企业的风险防控[2]，探讨了政府监管部门、投资者与高新技术企业三者的博弈，认为从适当的制度和政策引导可以更好的帮助高新技术企业规避创新风险。从理论和现实层面来讲，基于伦理的数字技术很好的融入了企业的创新生态群，而且可以摒弃传统的以政

府为绝对主导的弊端。通过“垂直联通”和“水平协商”的方式，充分发挥伦理道德的能动作用，可以更好的进行高新技术企业的风险管理。

另一部分学者则从创新资金配置风险的角度研究高新技术企业的创新风险，通过利用 FOA-SVM 模型实证发现，创新资金流动过程各个环节的资金配置水平直接关系到与生态目标的偏离，各个环节的配置风险又具有传导性，因此应根据企业的创新战略目标，结合创新资金配置风险预警结果，对创新资金进行系统优化，以有效控制风险程度[12]。杨超等(2014)还基于动态朴素贝叶斯网的技术创新风险测度与预警模型，介绍了风险因素设置，贝叶斯网建模，风险判别与测度，风险预警以及风险诊断，并应用企业技术创新案例数据验证了模型的有效性[13]。

## 6. 创新驱动的风险治理研究

### 6.1. 技术预见及前瞻性治理

一部分研究着眼于对创新驱动风险进行前瞻性治理。例如，Jaime Bonnín Roca 等(2017)认为企业应该事先建立有关控制流程的底层机制的直观模型，根据模型实施流程控制；规定创新绩效结果的实现而不是手段，不去定义特定的技术或要实现的产出实体，而是建立自己的内部计划和标准，从而实现监管机构定义的目标[17]。侯建强、王喜梅(2016)根据支付创新和金融创新的相关特点确立了严格立法管制信息的行为：确保信息行为正当、确保个人信息完整安全和个人信息自由的原则，并创立“灵活的适应性系统”以应对创新带来的意料之外的社会道德和环境后果。洋素雪、孙启贵(2019)倡导建设社会能力，与可持续性科学一样，更强调预见性和长期性，一方面通过量化的方式进行技术的预测，另一方面预设多种合理的发展轨迹，并不断将新的观点融入其中，帮助其从结果导向型转变为过程导向型[18]。藺芳香(2020)根据科学性、实用性原则、系统整体性原则、定性定量相结合原则以及可操作性原则建立创新风险评估体系[19]。丁振中(2020)认为想要降低企业创新的成本，必须加强企业的预测能力，重点突出对于财务方面的预测—为企业制定成本定额[20]。在数字技术视角下降低融资成本所带来的风险，不仅要重视技术层面的突破，也要重视战略方面的突破，选择相应的风险预算方案，提前建立抵制风险的方案，根据风险的特点采取特定的风险预警措施，帮助企业稳定支出。王学昭等(2020)以促进颠覆性技术创新发展，预测与削减风险为目标，构建颠覆性技术创新的前瞻性治理体系：通过开展颠覆性技术的早期识别和预测研究并分析和预判技术的不确定性，该项技术会带来哪些益处和冲击。鼓励政府和市场合作，建立多主体的前瞻性治理协同机制并逐步推进，有序进行。

### 6.2. 伦理审查及过程管理

另一部分研究主要分析数字化创新过程中如何同步应对创新风险。C. ANNIQUE UN 等(2002)注意到在创新过程中人们将注意力从问责转移到了护理和响应能力上，即面向未来，这具有更大的潜力来容纳不确定性并反思目标和价值的实现[21]。C. Annique Un (2010)在大数据不断推行的今天，对于员工进行管理，让员工在创新过程中懂得新技术跨界的使用方法，使其能够搜索和尝试新知，为了营造这种创新化，在组织内部确定报酬的方法尤为关键[22]。Jack Stilgoe 等(2013)提倡在数字化创新过程中实施透明、互动的过程，使得社会参与者与创新者之间相互回应，以期对创新过程及其可销售的产品接受性、可持续性以及社会期望，帮助创新更好的融入社会进步[8]。Jaime Bonnín Roca 等(2017) [17]认为随着创新过程中不确定性逐渐降低，公司内部或公司之间的可复制性可以达到通过实施促进知识转移的共享实践进行改进，从而降低创新过程中产生风险的可能性。王冬梅(2020)根据蓝海战略中企业资金管理风险的模式分析，在创新过程中更需要整合物流资源，实施精益库存管理模式，识别价值链中的非增值活动，外额成本不可转嫁从而实现价值创新，减少供应链中的消耗[23]。

### 6.3. 技术评估及反馈

还有一些研究针对创新过后的评估与反馈展开。C. ANNIQUE UN 等(2002)鼓励公司在创新过后按照成员的表现和整体绩效增加薪水、提升职位,这样有利于促进创新团队的再创造[22]。Ziad Elsahn 等(2020)提出:建立审核程序,通过更改程序,创新公司可以向监管机构表明他们已经掌握了足够的技术,超出了预先的批准范围。侯建强、王喜梅(2016)根据支付创新和金融创新的现状,分析数据结构,认为在创新后应该简化调查措施,以便更好的满足适用性、低成本和低风险的需求;利用已有数据打造大数据库,提升信息的真实准确性,扩大管理范围。王冬梅(2020)基于资源整合视角,分析了集中管理团队创新资金的益处,认为应该设置资本配置的评价体系,制定资金的使用和管理计划,这样更有利于帮助企业实现价值最大化[23]。

## 7. 文献评述

目前对于高新技术产业风险的风险研究主要集中在风险防控和风险预警机制上,很少有文献针对高新技术产业的风险传播方式以及风险传导路径进行研究。根据目前的研究结论,本文利用 SIR 传染病模型对高新技术产业的风险传播进行了建模分析,通过对高新技术产业风险传播路径进行分析为高新技术企业提供有效的建议。

传染病模式是类比病毒在社会网络中的传播与进行扩散的数学模型,由于病毒传播与企业在其大环境下主题的行为活动具有高度的相似性,故使用传染病进行高新技术产业创新生态圈的风险传播具有实际意义,同时学者对其进行了大量的研究。Chen 通过对对手的角度分析,对传染病模型进行了修正。高长远通过传染病模型对跨界创新联盟中的信用风险进行研究。Lei 通过对投资者与信息政策构建了传染病模型。与之前研究相比,高校与科研因其所作为创新生态圈中的技术提供者,具有潜在传播者的特性;高新技术企业在接受技术之后,要进行企业内部的技术与市场方向的整合,所以其可以划分为风险传播者;当消费者进行购买行为时,可以视为感染者,当其购买完成之后,将会有一段时间不会购买,相当于传染病模型中的治愈者。高校在数字化背景下,高新技术产业形成创新生态圈与病毒传染模型类似,可以模拟为以高校与科研院所为潜在传播者,高新技术企业为风险感染者,消费者为治愈者的传染病模型的概念模型。本研究对数字化背景下高新技术产业创新生态圈的风险传播机制具有一定的现实意义。

## 8. 模型构建

### 8.1. 变量解释

基于此,本文构建的基于 SIRS 的高新技术企业风险传播状态节点主要包括:潜在传播者 S、风险感染者 I、治愈者 R,具体定义如下:

- 1) 潜在传播者(susceptible): 高新技术企业在进行创新过程中风险产生的源头,一般多为高校或科研院所。
- 2) 风险感染者(infection): 高新技术企业进行创新过程中风险的接收者,具体表现为以市场为导向的高新技术企业。
- 3) 治愈者(recovered): 高新技术企业创新生态圈的消费者,消费者一般不再进行风险传播。

### 8.2. 模型假设

本文构建的 SIR 模型,主要针对高新技术企业面对创新时产生的风险,分析创新风险的传播,因此,模型做如下假设:

假设 1: 高新技术企业创新生态圈的企业数量固定不变,由于高新技术企业具有较高的进入壁垒,

即  $S(t) + I(t) + R(t) = N$ 。

假设 2: 消费者不在继续传播创新风险, 即治愈者  $R$  不会再产生新的风险。

### 8.3. 模型的动力学方程及参数说明

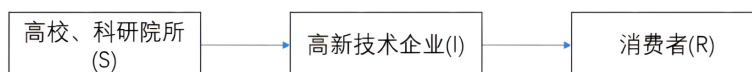


Figure 1. Risk transmission diagram of high-tech enterprises

图 1. 高新技术企业风险传导图

如图 1, 根据 SIR 模型构建了高新技术企业创新生态圈的传导图, 图中高校、科研院所为风险易感者, 即风险发源地; 以市场为导向的高新技术企业为风险感染者, 是高新技术企业创新的中心, 一般而言是创新生态圈的中心; 消费者为恢复者, 在风险传播的过程中, 消费者会承受来自创新企业的风险代价, 例如: 企业创新风险成本提高后会提高售价, 消费者需要部分承担创新结果, 但是消费者不能够将风险继续传播下去, 即风险在消费者  $R$  这里就消失了。

$$\frac{d(S)}{d(t)} = \alpha N - \beta \frac{SI}{N}$$

$$\frac{d(I)}{d(t)} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I$$

$$\frac{d(R)}{d(t)} = \gamma I$$

式中:  $\alpha$  为潜在传播者  $S$  转化为风险感染者  $I$  的系数;  $\beta$  为风险感染者  $I$  转化为治愈者  $R$  的系数;  $\gamma$  为治愈者的恢复系数;  $N$  为潜在风险传播企业的数量。  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  互相不影响。

### 8.4. 仿真实验及分析

利用 python3.7 建立 SIR 微分方程仿真程序, 开展仿真实验, 利用不同的感染传播系数对模型进行不同的分析。

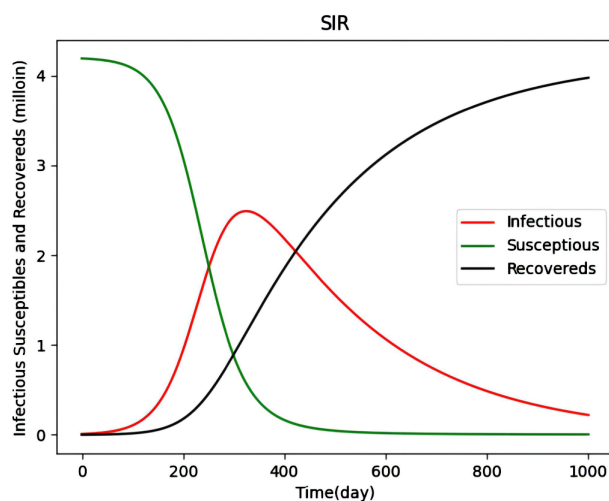


Figure 2. Situation 1

图 2. 情境 1

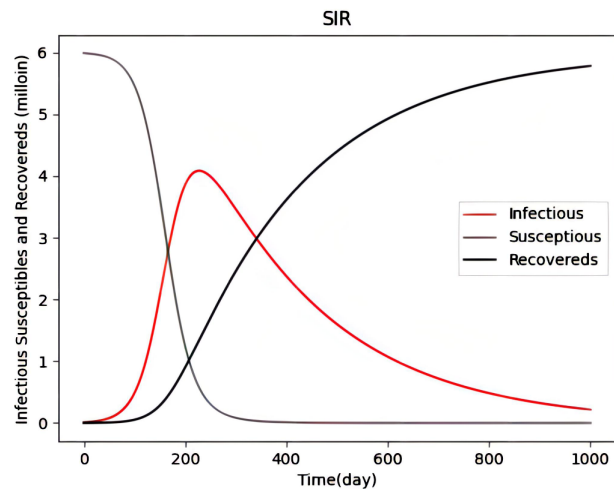


Figure 3. Situation 2  
图 3. 情境 2

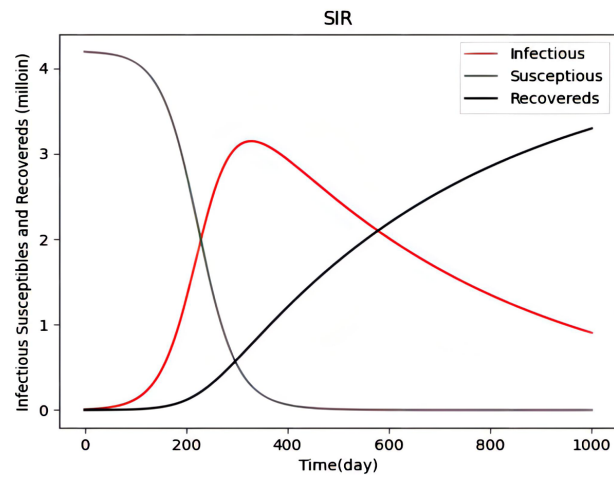


Figure 4. Situation 3  
图 4. 情境 3

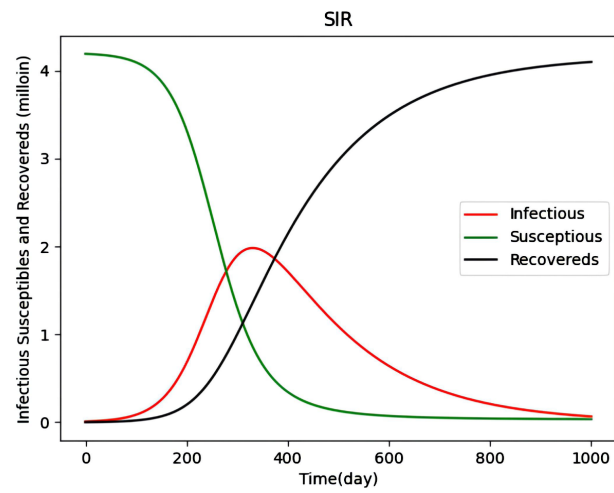


Figure 5. Situation 4  
图 5. 情境 4

情境 1 (见图 2)中在高新技术企业创新生态群中高校、科研院所的风险为 4 个, 情境 2 (见图 3)中初始的风险为 6 个, 从仿真结果可以看出: 情境 1 中大约第 300 天, 受到风险波及的企业数量达到最高峰, 且在这一天, 高校、科研院所的风险数量逐步下降, 消费者的数量逐步增多。第 400 天左右, 高校和科研院所的风险数量为 0, 即创新生态圈中不再有创新风险的传播, 但是由于风险传播的时差性, 还有一部分风险由以市场为导向的高新技术企业承担, 因此在这一时期, 还有一部分高新技术企业存在创新风险。情境 2 中由于初始风险增加, 200 天左右以市场为导向的高新技术企业感染风险数量就达到了最高点。

情境 3 (见图 4)和情境 4 (见图 5)中由于感染系数的不同, 导致了风险在创新生态圈中传播的速度也不一样。由图 4 可以看出, 由于 $\alpha$ 变小, 受到风险感染的企业下降速度明显降低了很多, 大约在 400 天左右的时候风险感染者 I 达到最大值, 治愈者 R 的数量上升变得更为平缓。情境 4 中, 感染系数 $\beta$ 下降, 由图可知风险感染者 I 的数量明显下降。

## 9. 结论

在高新技术企业创新生态群中, 每一个创新生态群由于企业与高校、科研院所联系的紧密程度不同, 会造成不同的感染系数 $\alpha$ , 从仿真结果可知:  $\alpha$ 越大, 则风险传播速度越快、风险感染企业也就越多, 因此, 高新技术企业应该加强和高校与科研院所的联系, 减少风险传播过程中的感染系数。而且, 从高校和科研院所等风险易感者的风险传播数量来看, 风险传播的数量越多, 则越容易使风险感染者 I 受到影响, 因此, 从风险源头出发, 控制高校和科研院所的风险产生数量也可以很好的降低风险的传播, 大大增加创新的成功概率。

## 基金项目

感谢国家自然科学基金资助项目(项目编号: 50902110)。

## 参考文献

- [1] 翟云, 蒋敏娟, 王伟玲. 中国数字化转型的理论阐释与运行机制[J]. 电子政务, 2021(6): 67-84.
- [2] 王金涛, 曲世友, 冯严超. 基于演化博弈的高新技术企业创新风险防控研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(23): 19-24.
- [3] 王发明, 朱美娟. 互联网平台企业主导的创新生态系统演化风险识别及规避[J]. 中国科技论坛, 2021(3): 75-83.
- [4] 张运生. 高科技企业创新生态系统风险产生机理探究[J]. 科学学研究, 2009, 27(6): 925-931.
- [5] 罗国锋, 林宜宣. 创新生态系统的演化及其动力机制[J]. 学术交流, 2015(8): 119-124.
- [6] 苏屹, 刘敏. 高技术企业创新生态系统可持续发展机制与评价研究[J]. 贵州社会科学, 2018(5): 105-113.
- [7] 胥爱欢. 互联网金融创新挑战: 大数据、跨界经营与权利异化[J]. 西南金融, 2016(6): 14-18.
- [8] Stilgoe, J., Owen, R. and Macnaghten, P. (2013) Developing a Framework for Responsible Innovation. *Research Policy*, 42, 1568-1580. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.05.008>
- [9] 马超群, 孔晓琳, 林子君, 李登佳, 匡先华, 周中定, 李平, 吴刚. 区块链技术背景下的金融创新和风险管理[J]. 中国科学基金, 2020, 34(1): 38-45.
- [10] 薛嘉熙. 企业技术创新中的风险管理研究[J]. 企业改革与管理, 2018(1): 33+40.
- [11] 孙丽文, 李少帅. 基于伦理嵌入的人工智能新型风险治理体系建构及治理路径解析[J/OL]. 当代经济管理, 2021(7): 1-8. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1356.F.20210318.1005.002.html>, 2021-06-24.
- [12] 王玉冬, 王迪, 王珊珊. 高新技术企业创新资金配置风险预警的 FOA-SVM 模型及实证[J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38(11): 2852-2862.
- [13] 杨超, 胡翠华, 高永祥. 基于动态贝叶斯网的技术创新风险预警方法[J]. 统计与决策, 2014(22): 45-47.



- 
- [14] 屈波. 金融创新风险形成的原因与特征[J]. 中国证券期货, 2009(6): 48-49.
- [15] 陈骁, 陈忠卫, 陈安东. 企业跨界经营风险形成机理研究——基于资源整合的视角[J]. 管理现代化, 2020, 40(5): 69-74.
- [16] 李巍. 互联网金融企业商业模式创新的驱动机制研究[J]. 科研管理, 2020, 41(7): 130-137.
- [17] Bonnin Roca, J., Vaishnav, P., Morgan, M.G., et al. (2017) When Risks Cannot Be Seen: Regulating Uncertainty in Emerging Technologies. *Research Policy*, **46**, 1215-1233. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.05.010>
- [18] 杨素雪, 孙启贵. 新兴技术的预期治理: 内涵、意义与过程[J]. 科技管理研究, 2019, 39(23): 47-53.
- [19] 蔺芳香. 高新技术企业创新中的风险管理研究[J]. 商讯, 2020(34): 115-116.
- [20] 丁振中. 基于技术创新视角的企业成本与风险降低问题研究[J]. 中国商论, 2020(3): 171-172.
- [21] Annique Un, C. (2002) Innovative Capability Development in U.S. and Japanese Firms. *Academy of Management Annual Meeting Proceedings*, **2002**, E1-E6. <https://doi.org/10.5465/apbpp.2002.7516866>
- [22] Elsahn, Z., Callagher, L., Husted, K., et al. (2020) Are Rigor and Transparency Enough? Review and Future Directions for Case Studies in Technology and Innovation Management. *R&D Management*, **50**, Article ID: 309328. <https://doi.org/10.1111/radm.12412>
- [23] 王冬梅. 蓝海战略中企业资金管理风险及控制措施——基于价值链视角[J]. 现代商业, 2020(7): 152-153.