

DOI: 10.13504/j.cnki.issn1008-2700.2023.01.007

失败学习、组织创造力与 突破性技术创新

——基于电子信息技术的实证研究

李正锋, 曾雪薇, 高蕾

(西北工业大学 管理学院, 陕西 西安 710072)

摘要: 突破性技术创新已成为电子信息产业实现高质量发展的主动战略选择。已有研究关注组织失败学习与突破性技术创新之间的关系, 但对失败学习认知和经验反思的作用关注不够。基于电子信息产业的232份问卷调查数据, 从失败经验转化为可利用知识的过程视角探讨组织失败学习、组织创造力对突破性技术创新的影响机制和作用路径。研究表明: 组织失败学习中失败认知与突破性技术创新呈倒U型关系, 失败分析和反思提升能显著促进突破性技术创新; 组织创造力在失败认知、失败分析和反思提升与突破性技术创新的关系之间发挥中介作用。研究结论可以为企业从失败经验中有效汲取知识, 助力突破性技术创新提供理论参考和实践支撑。

关键词: 突破性技术创新; 失败学习; 组织创造力; 关键核心技术; 电子信息产业

中图分类号: F273.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-2700 (2023) 01-0101-12

一、问题提出

在国家政策的大力支持下, 中国电子信息产业在产业规模、结构化调整、自主创新能力等方面取得了快速发展。然而, 与发达国家相比, 中国电子信息产业仍有部分核心技术受制于人, 亟待突破关键因素, 实现高质量发展。突破性技术创新对电子信息产业获取和保持可持续的竞争优势起着至关重要的作用。电子信息产业的关键核心技术突破关系着国家安全和经济社会高质量发展。作为一种独特的创新类型, 突破性技术创新不仅能够使企业的技术或产品发生重大飞跃, 还能够构建全新的技术范式, 从而带来技术架构变革和市场颠覆, 扭转关键核心技术受制于人的局面^[1-2]。但是, 突破性技术创新面临着高度的不确定性和风险性, 容易遭遇失败。尤其是电子信息产业突破性技术创新过程中的失败具有典型的迭代性和重复性, 而善于反思的企业往往会将其转化为宝贵的知识, 这引起了企业对失败学习的关注。

创新失败的经验是企业的重要知识来源。经验学习理论表明, 有效学习是思考与行动之间的平衡,

收稿日期: 2022-10-24; 修回日期: 2022-11-29

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目“领军企业高管团队动态激励、研发资源配置对突破性技术创新的影响研究”(22YJA630044); 陕西省哲学社会科学重大理论与现实问题研究项目“国际受限环境下基于核心技术能力的军工企业突破性创新提升策略研究”(2022ND0228)

作者简介: 李正锋(1980—), 男, 西北工业大学管理学院副教授, 通讯作者; 曾雪薇(1997—), 女, 西北工业大学管理学院硕士研究生; 高蕾(1989—), 女, 西北工业大学管理学院博士研究生。

与成功情境相比,失败情境更能引发反思归因,挑战旧有的观念,鼓励组织寻找新的问题解决方案^[3]。从失败经验中进行学习,对组织创造新知识、顺利推进突破性技术创新有着重要的影响。然而,现有关于组织失败学习的研究往往考虑失败经验的积累对突破性技术创新的影响,没有明确区分经验积累和经验反思之间的差异^[4-5]。组织失败学习的本质是有目的地分析和反思过去的失败,加强学习,支持创新。因此,有必要将组织失败学习与失败经验积累加以区分,从失败经验转化为可利用知识的过程视角对组织失败学习细化聚焦和深入剖析,明确组织失败学习对突破性技术创新的影响机制和影响路径。

失败学习作为一种特殊的学习方式,其直接结果是为企业带来创新所需的隐性知识,然而,知识本身并不能在企业创新中发挥直接作用,只有依靠一定的创新成果才能发挥知识所蕴含的价值。刘超等(2017)提出,在创新过程中,企业利用知识加强自身的创造力水平,促进创新性想法的产生,为创新成果的出现奠定知识和智力基础^[6]。耿紫珍等(2022)认为,突破性技术创新往往源于组织提出的具有创造性的想法^[7]。对于中国电子信息产业来说,关键核心技术面临着发达国家的封锁和打压,倒逼其进行新技术的研究和开发,导致组织创造力在企业内的持续性作用更为明显。例如,芯片一直是中国电子信息产业发展的薄弱环节,在5G终端SoC芯片方面,更是由于高昂的技术与资金门槛,被少数国际巨头长期垄断。紫光展锐(上海)科技有限公司作为专注于芯片设计与开发的公司,汲取其在4G时代技术被动发展的失败经验,创造性地改变了技术规划、发展和最终设计逻辑,创新性地提出将技术货架化和产品系列化相结合,关键技术首先形成自身的发展迭代,再进一步优化、衍生,率先开启了5G智能手机产品系列化的路线。因此,本文认为,组织创造力作为组织产生创新性想法的能力,可能是联系组织失败学习与突破性技术创新的关键因素之一。

本文以中国电子信息产业为研究对象,结合经验学习理论和创造力理论,对组织失败学习进行解读,并尝试在组织失败学习与突破性技术创新的影响关系中引入组织创造力作为中介变量,按照“组织学习—组织能力—创新行为”的研究思路,探寻组织失败学习对突破性技术创新的影响路径和作用机理。研究结果对中国电子信息产业有效利用失败经验开展突破性技术创新具有一定的理论和实践参考价值。

二、文献综述和研究假设

(一) 文献综述

突破性技术创新是一种间断性、革命性的创新类型。在技术维度上,突破性技术创新会带来全新的产品特色,使得产品的性能指标大幅度提高或成本大幅度降低;在市场发展维度上,突破性技术创新最终会形成全新的技术范式,产生新的市场与价值空间^[1-2]。学者们主要关注突破性技术创新的两个方面:一方面,部分学者关注突破性技术创新的实现过程^[8];另一方面,部分学者从组织资源、合作研发、战略导向等方面考察了突破性技术创新的影响因素^[9-11]。突破性技术创新本质是独特复杂的知识结构体系,是用内外部创新创造新知识的过程,高度依赖前沿知识与技术,它的实施过程也是在知识创造过程中形成独特知识优势的过程。并且它本身具有风险性、随机性等特征,对知识获取来源提出了较高要求。因此,有必要从组织学习的角度探讨突破性技术创新的成因。

组织失败学习对突破性技术创新的影响逐渐引起了学者们的广泛关注。创新失败是指企业没有达到预期的目标或取得预期的成果。失败不是“一种内在的理想结果”,但它被认为是组织学习和创新过程的核心^[4-5]。失败学习植根于创新失败情境中,是企业提高创新能力的一种途径。现有研究基于二元理论,将组织失败学习分为利用性失败学习和探索性失败学习,并将其与学习内容紧密联系起来,但在一定程度上忽视了失败经验本身不会产生学习行为,忽略了经验积累和经验反思之间的差异^[4-5]。有学者指出,失败学习是组织对学习内容进行解释以及对失败经验进行探索的过程,是一个多维度的构念,具体包括问题识别、观点改变和认知巩固^[4-5,12]。由此可见,组织失败学习本质上是对失败经历进行总结,从中获

取知识和提升能力的过程,不仅包括失败经历的简单积累,还包括后期的信息扫描和意义建构^[4-5]。因此,本文从失败经验转化为可利用知识的过程视角,将组织失败学习分为失败认知、失败分析和反思提升^[4-5,13],并深入探讨各维度与突破性技术创新之间的关系。同时,关于组织失败学习与突破性技术创新的关系,现有研究并未达成一致结论:一方面,部分学者认为,失败学习能够帮助组织从失败经验中提取有价值的信息,汲取有意义的知识,从而走出正在面临的困境,提高未来创新活动的成功率^[14-15]。另一方面,有学者提出,失败学习不仅可能会给组织带来负面情绪,而且还会间接影响其搜集和运用知识的能力,从而增加其创新成本^[14,16]。由此可见,虽然失败学习视角下突破性技术创新的研究已经取得了众多成果,但组织失败学习对突破性技术创新的影响仍存在一定争议,且该视角下的作用机制也不明晰。

组织创造力在组织失败学习与突破性技术创新之间的作用尚未引起学者们足够的重视。现有研究大多将组织创造力作为结果变量,从战略导向、员工关系、领导风格等方面探讨其影响因素^[18-19]。然而,组织创造力的创新实践表现为运用一套全新且风险未知的方法,其过程隐藏着较大的不确定性。组织创造力既可以作为组织行为的一个结果,也可以作为组织行为中的一个过程。作为结果,组织创造力是组织产生新颖性、创造性的想法或解决问题的能力,产生需要以获得与任务或问题相关的知识为前提;作为过程,组织创造力是组织创新或组织变革中的重要环节,也是组织整体创造性的体现。虽然已有学者探讨了组织创造力对战略变革和竞争优势建立的作用^[17],但研究成果较为分散,将组织创造力作为过程变量并综合探究其作用的研究较为缺乏。基于此,本文拟将组织创造力作为中介变量,考察其在组织失败学习与突破性技术创新关系中的作用。

综上所述,虽然很多学者从不同视角研究认为,失败学习能够帮助组织更顺利地展开突破性技术创新,但失败学习作用于突破性技术创新的内在逻辑和实现路径尚需进一步揭示,作用结果的冲突性仍需深入探讨。组织创造力作为“知识碰撞”的协同变量,较少有研究关注其对组织学习和创新之间关系的影响。在电子信息技术产业关键核心技术亟需突破的背景下,本文在探究组织失败学习对突破性技术创新的影响机制时,将组织创造力纳入研究框架,旨在从研究争议、细化变量设计等方面厘清组织失败学习对突破性技术创新的差异化影响。

(二) 研究假设

1. 组织失败学习与突破性技术创新

(1) 失败认知与突破性技术创新

失败认知是指组织接受失败产生的必然性,反映了组织将失败视为创新精神的一部分,并积极进行尝试,接纳创新过程中所犯的错误^[4]。接纳失败是一种组织文化,在这种文化中失败是创新不可避免的副产品。在突破性技术创新过程中,如果缺乏试错,组织就难以颠覆现有技术体系,创造出全新的产品或流程。失败认知包括与失败相关的价值观和规范,这些价值观和规范定义了组织成员如何看待行动失败。经验学习理论认为,组织正视失败并纠正失败,是失败学习的重要过程。但大部分组织都认为失败是成功的对立面,害怕、逃避或者忽视失败,这不仅不利于问题的解决,还会耽误创新的进程。而宽容失败的氛围能减少组织成员对失败的恐惧感,允许其参与偏离既定惯例和特定思维的活动,更大程度地鼓励了内部研究的多样性,同时组织学习的潜在范围也随之扩大^[7,15],更好地满足电子信息技术产业发展对多学科交叉融合的需求。在正视失败后,组织能够广泛地开展实验,不断地进行试错,从而收获大量失败经验。但并不是所有的失败经验都能促进组织创新,而要通过“深思熟虑”的认知过程才能将经验进行筛选,提取有价值的经验进而转化为知识^[4-5]。因此,失败认知能使组织重视已存在的问题,有助于隐性知识的提取、吸收与转移,推动旧有的组织知识变革,从而提高创新效率,促进突破性技术创新。

然而,由于失败认知是一种维持性学习,表现为在不进行根源性、变革性信息探索的情况下,单方面地进行实验、试错、简单修正和调整以实现创新目标^[4,20],当组织失败认知程度持续提高时,可能会导致失败反馈不足、形成惯性思维等问题,从而对突破性技术创新产生抑制作用。一方面,由于突破性技

术创新最终要形成新的技术范式, 需要打破知识边界, 对知识进行跨界搜索和获取, 因而在创新试错中, 需要能够挑战固有认知的批判性思维^[4]。当组织成员不需要为自己的错误负责, 也不需要为自己的决定和行动辩解时, 自我批评意识和责任感会降低, 这种批判性思维出现的可能性也会降低^[20-21], 从而导致决策标准降低和失败反馈不足, 这会进一步影响组织对关键信息的收集和有价值知识的获取。另一方面, 突破性技术创新失败的原因错综复杂、技术原理深奥、时间跨度长, 一味地靠试错范围的扩大和对失败的容忍不利于打破思维惯性, 容易掩盖失败产生的本质问题^[20]。因此, 过度失败认知并不能保证组织从失败中获得预期的学习效果。由此, 提出如下假设:

假设 H1a: 失败认知与突破性技术创新之间呈倒 U 型关系。

(2) 失败分析与突破性技术创新

失败分析是指在创新过程中, 组织有意识地对失败进行总结、提炼, 有目的地剖析失败原因, 明确区分从失败中获取经验的类型^[4]。经验学习理论认为, 识别和剖析失败的原因是理解失败的核心过程, 组织通过对失败原因的探讨, 掌握决策、行动和绩效结果之间的因果机制^[4-5], 加深对失败的理解, 帮助组织重新认识并重视创新流程, 从而降低创新活动中发生类似事故的概率和突破性技术创新可能导致的失败风险^[14]。同时, 电子信息产业中的关键核心技术突破依赖于前沿性、多元化的学科交叉知识体系, 这种即时的回顾性分析能够促使企业从失败经验中识别出有价值的信息, 进而总结提炼出具有新颖性和独特性的知识, 帮助组织更快、更有效地从失败中恢复, 修正创新流程。此外, 不同于失败认知这种维持性学习, 失败分析是一种创造性学习, 不仅能够为现有失败问题提供解决方案, 还能够对系统性、根源性和变革性信息进行搜寻和探索, 有利于打破根深蒂固的观念、思维逻辑等, 从而促进组织更灵活地对知识进行融合与创造^[4-6], 以期在组织中形成独特的知识结构体系, 助力突破性技术创新。由此, 提出如下假设:

假设 H1b: 失败分析对突破性技术创新有显著的正向影响。

(3) 反思提升与突破性技术创新

反思提升是企业将失败经验转化为自身知识以提高自身能力、调整自身行为的重要过程, 强调了对失败经历的反思与内化。组织不是直接从经验中进行学习, 而是从对经验的反思中学习的^[4-5]。经验学习理论表明, 学习需要按照“行动—反馈—解释—知识—行动”的重复顺序解释过去行动的结果^[12]。组织的反思提升对学习过程中的各步骤进行了解释, 是在经验分析基础上进行学习再提升的过程, 有助于企业将已获取的知识加以应用并内化为企业自有知识体系, 拓展了新技术知识增量。具体来说, 组织通过失败反思, 将所提炼的知识内化、吸收并储存在自身知识库中, 不断增强自身的能力和活力, 从而推动突破性技术创新。不同于失败认知, 反思提升是一种创造性学习, 在反思提升过程中, 企业并不是进行简单的知识吸收, 而是要通过经验反思, 对比理想状态和现实情况, 修正对创新各流程的基本认知, 从而有利于打破组织惯例和路径刚性, 重新明确其技术定位, 以全新的视角开展创新活动^[5,20]。此外, 反思提升还能帮助组织提升认知精准度和灵活度, 增强其创新警觉性, 指导其基于自身知识特点感知前沿技术的发展方向和潜在变化, 以及基于机会开发目标进行知识重构和整合, 从而减少突破性技术创新过程中的风险性。由此, 提出如下假设:

假设 H1c: 反思提升对突破性技术创新有显著的正向影响。

2. 组织失败学习与组织创造力

组织创造力是指组织为了解决现存或预期存在的问题而产生的一系列新颖且有价值的想法或问题解决方案的能力^[17]。根据创造力理论, 知识和技能是组织创造力形成的重要因素。组织学习是企业获取知识和技能的重要渠道和途径, 组织失败学习是一种特殊的学习机会。对组织而言, 失败事件的发生意味着组织创新过程中出现了失误, 表明期望与现实存在一定差距, 启发组织成员需要对创新活动进行调整。其中, 失败认知降低了研发人员因失败而产生负面情绪的可能性, 有助于维持组织创新性, 激发创新活力, 从而在不断尝试的创新活动中打破旧的思想 and 行为模式, 获得更加多元化的知识, 最

终带来创造力的持续提升^[21-22]。同时,通过失败分析,组织能够对创新失败的原因进行剖析,对创新中存在的问题进行主动思考与系统分析。在此过程中,组织能够获得难以模仿的新颖性知识,足够的新知识存量能够为创造性想法的产生提供大量原始材料,促进组织创造力更好地发挥^[22];此外,组织通过失败反思提升,保证了组织创新活动中知识资源的流畅性和持续性,同时,整合新的知识和资源能够丰富已有的知识库和技术存储^[22],更好地适应创新目标,从而提升组织创造力。由此,提出如下假设:

假设 H2a: 失败认知对组织创造力有显著的正向影响;

假设 H2b: 失败分析对组织创造力有显著的正向影响;

假设 H2c: 反思提升对组织创造力有显著的正向影响。

3. 组织创造力与突破性技术创新

组织创造力不同于组织创新。组织创造力是指组织产生新奇和有价值想法的能力,而创新是组织将新奇想法进行实施和落地,从而建立自身独特竞争优势的过程^[17]。由此可见,组织创造力是组织创新的开端,是创新得以实现的必要条件。从企业突破性技术创新的整个进程来看,突破性技术创新是从技术积累到最终实现技术突破和跃迁的过程,具有风险性和高度不确定性。而组织创造力能够帮助企业加速技术突破,是企业进行持续性创新积累的动力之源,在一定程度上决定了企业突破性技术创新的效果和效率^[23]。主要原因在于:第一,组织创造力是嵌入企业的一种无形资源,具有隐秘性和难以模仿性,不仅有助于组织深化对已有知识的利用和吸收,同时还有助于其对知识的再探索和再创新,是企业开展技术研发活动和实施创新的关键驱动力^[6];第二,创造力水平高的组织能将原有的技术、方法进行整合,抓住机遇,在关键核心技术的竞争中实现超越;第三,组织创造力强调技术与产品价值创新,能够帮助企业对现有知识体系进行重新认识和利用,并形成有效的技术规划,进而充分发挥知识的协同作用和耦合功能来开发新技术^[24],降低突破性技术创新的风险性。由此,提出如下假设:

假设 H3: 组织创造力对突破性技术创新有显著的正向影响。

4. 组织创造力的中介作用

组织失败学习是一种特殊的经验式学习方式,有助于组织有效利用失败经验获取高效的知识资源,从而实现组织的创新目标。从本质上来说,组织失败学习的直接成果产出是无形的知识资源,要获得最终的突破性技术创新成果,需要经历中间的知识深加工环节^[6]。对于电子信息产业来说,突破性技术创新是在产业链与价值链整合的基础上对创造性想法的实践,这些创新性想法是突破性技术创新的源泉,能直接应用于突破性技术创新过程中的研发活动,积累创新存量以实现全新的技术范式^[7]。因此,在突破性技术创新过程中,企业通过组织失败学习,将多方面的失败经验转化为有价值的知识资源来完善组织的知识体系,进而利用知识融合、重组增强组织的创造力水平。随着组织创造力水平的提升,组织能够有效地将试错过程中提炼的有价值的知识资源升华为创新性的想法,这些创新性想法作为突破性技术创新得以实现的前提,为突破性技术创新成果的产生奠定了知识基础。

组织失败学习对突破性技术创新的间接影响可以通过知识的流动过程加以分析:组织通过失败学习,从失败经验中提炼出有价值的知识,并促进知识在组织内部流动。企业将知识进行融合重组,不断提升组织创造力的水平,并利用创造力产生并实施创新性的想法,从而促进突破性技术创新。由此,提出如下假设:

假设 H4a: 组织创造力在失败认知对突破性技术创新的影响中起中介作用。

假设 H4b: 组织创造力在失败分析对突破性技术创新的影响中起中介作用。

假设 H4c: 组织创造力在反思提升对突破性技术创新的影响中起中介作用。

本文的理论框架如图1所示。

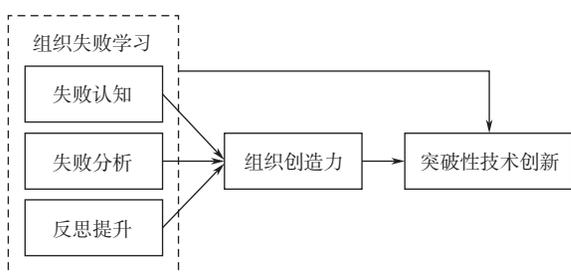


图1 理论框架

三、研究设计

(一) 数据来源与样本

突破性技术创新在国内起步较晚, 对其的理论研究还处于探索阶段, 如何从企业中筛选出特定研究对象并没有公认的标准。结合中国产业发展实际需求, 本文选择电子信息产业为主要调研对象, 原因在于: 电子信息产业是国家的战略性支柱产业; 电子信息产业发展的关键核心技术掌握在发达国家的少数企业手中, 受

市场竞争和国际政治双重掣肘, “卡脖子”困局亟需突破; 电子信息产业的突破性创新难度高、周期长, 创新过程中出现失败是一种普遍而重要的现象, 对于研究创新失败情境下的组织学习可能有更远的意义。

本文使用问卷调查数据检验提出的假设。首先, 为保证问卷的准确性与科学性, 在正式大规模调研之前, 课题组首先对陕西西安15家企业进行了问卷预调查, 并通过收集与分析数据修订和完善调查问卷。其次, 为保证正式调研抽样的随机性和提高问卷回收质量, 课题组从一些地区(包括北京、山东、江苏、陕西、四川和广东)的企业名册中随机抽取了电子信息行业的600家企业, 通过政府相关部门、当地校友会和其他社会力量对其发出邀请, 最终有264家企业同意参加调研。调研对象主要是企业的高层管理人员、研发部门的管理人员和研发人员, 以确保信息提供者能够准确理解问卷内容, 从而提高问卷数据的准确性。最后, 共发放问卷600份, 实际收回284份, 其中有效问卷232份, 有效回收率为38.7%。

对于可能存在的无回应偏差, 本文对回应企业和未回应企业的企业年龄、企业规模和企业性质进行了检验和对比分析, 结果显示两类样本在0.05的水平上不存在显著差异, 说明本文不存在无回应偏差问题。此外, 为避免潜在的同源偏差问题, 本文采用哈曼(Harman)单因子检验方法, 在未旋转时得到第一个主成分占到的载荷量是27.247%, 低于50%的标准, 表明数据的同源方差在可接受的范围内。

(二) 变量测量

本文所用变量的测量指标均来源于国内外文献的成熟量表, 并在预调研的基础上, 对测量量表进行了适当修正和完善, 变量的测量指标采用李克特5分量表。

组织失败学习: 借鉴丹尼尔斯和维斯塔尔(Danneels & Vestal, 2020)^[4]、姚等人(Yao et al., 2021)^[5]的研究, 将组织失败学习分为失败认知、失败分析和反思提升三个维度, 并结合研究目的, 对原始量表进行了翻译、删减与改进。其中, 失败认知包含3个题项, 失败分析包含5个题项, 反思提升包含5个题项。

突破性技术创新: 结合邵云飞等(2022)^[25]的研究成果, 包含6个题项。

组织创造力: 主要参考李和崔(Lee & Choi, 2003)^[26]的组织创造力量表, 共包括5个题项。

控制变量: 相关研究表明, 企业年龄、规模和性质是影响突破性技术创新的重要因素, 因而选取这三个变量作为控制变量, 以降低其对所研究的变量之间关系的影响。

(三) 信效度检验

本文采用克隆巴哈系数(Cronbach's α) 检验量表信度, 检验结果见表1。由表1可知, 失败认知、失败分析、反思提升、突破性技术创新和组织创造力的Cronbach's α 值分别为0.723、0.783、0.850、0.863和0.798, 均大于0.700, 说明本文的测量量表具有良好的内部一致性。本文采用收敛效度和区分效度进行量表的效度检验。由表1可知, 所有变量的因子载荷值均大于0.600, 组合信度(CR)均大于0.700, 平均萃取方差(AVE)值均大于0.500, 说明本文量表的收敛效度良好。

表1 研究变量及信效度分析

变量及测量题项	因子载荷
失败认知 (<i>Cronbach's</i> $\alpha=0.723$, <i>CR</i> =0.848, <i>AVE</i> =0.651)	
1. 在本公司中, 失败被认为是常见的事情	0.751
2. 本公司坦然地面对创新失败	0.876
3. 对公司而言, 创新失败没什么大不了	0.788
失败分析 (<i>Cronbach's</i> $\alpha=0.783$, <i>CR</i> =0.834, <i>AVE</i> =0.503)	
1. 本公司鼓励员工坦诚分析过去的失败	0.719
2. 本公司鼓励员工对过去的创新失败进行评价	0.775
3. 本公司经常反省过去的决定, 特别是没有带来成功的决定	0.679
4. 本公司会对失败原因进行剖析	0.699
5. 本公司经常分析过去的失败带来的经验教训	0.671
反思提升 (<i>Cronbach's</i> $\alpha=0.850$, <i>CR</i> =0.894, <i>AVE</i> =0.629)	
1. 本公司鼓励员工尽力从失败中吸取教训	0.772
2. 在本公司中, 失败被认为是一次学习的机会	0.820
3. 本公司会定期检查创新流程是否向正确方向有效推进	0.781
4. 在下一次创新中, 公司会根据问题采取针对性的策略	0.806
5. 公司对下一次创新成功更加自信	0.784
突破性技术创新 (<i>Cronbach's</i> $\alpha=0.863$, <i>CR</i> =0.876, <i>AVE</i> =0.541)	
1. 本公司的产品结构发生了重大变化	0.768
2. 本公司的工艺流程发生了重大变化	0.782
3. 本公司的业务领域发生了重大变化	0.717
4. 本公司的创新活动使已有产品或服务中的经验或知识过时	0.654
5. 本公司的产品采用了全新的技术理念	0.745
6. 本公司的产品具有很高的创新性, 可以很好地替代现有同类产品	0.742
组织创造力 (<i>Cronbach's</i> $\alpha=0.798$, <i>CR</i> =0.863, <i>AVE</i> =0.557)	
1. 本公司已经产生了许多新颖、有用的想法 (产品/服务)	0.747
2. 本公司培养了有利于产生新颖和有用的想法 (产品/服务) 的环境	0.770
3. 本公司花费了许多时间来产生新颖和有用的想法 (产品/服务)	0.773
4. 本公司认为产生新颖和有用的想法是重要的活动	0.794
5. 本公司积极产生新颖有用的想法	0.639

为了对本文量表的区分效度进行进一步检验, 本文构建竞争性模型对变量进行验证性因子分析, 结果如表2所示。与其他四个模型相比, 本文提出的五因子模型拟合度指标最佳 ($\chi^2/df=2.682$, $RMSEA=0.084$, $GFI=0.908$, $CFI=0.924$, $NFI=0.901$, $NNFI=0.912$), 除了 $RMSEA$ 指标值偏高外, 其他指标均达到适配标准, 表明五个变量之间具有良好的区分效度。

表2 验证性因子分析

模型	χ^2/df	$RMSEA$	GFI	CFI	NFI	$NNFI$
五因子模型	2.682	0.084	0.908	0.924	0.901	0.912
四因子模型	2.567	0.090	0.900	0.892	0.880	0.883

表2(续)

模型	χ^2/df	RMSEA	GFI	CFI	NFI	NNFI
三因子模型	3.066	0.095	0.746	0.799	0.730	0.777
二因子模型	3.424	0.102	0.742	0.776	0.713	0.752
单因子模型	3.400	0.102	0.727	0.763	0.697	0.741

注: 五因子模型中因子为: 失败认知、失败分析、反思提升、组织创造力、突破性技术创新; 四因子模型中因子为: 失败认知+失败分析、反思提升、组织创造力、突破性技术创新; 三因子模型中因子为: 失败认知+失败分析+反思提升、组织创造力、突破性技术创新; 二因子模型中因子为: 失败认知+失败分析+反思提升+组织创造力、突破性技术创新; 单因子模型中因子为: 失败认知+失败分析+反思提升+组织创造力+突破性技术创新。

四、研究结果

(一) 描述性统计和相关性分析

各变量均值、标准差和相关系数如表3所示。由表3可知, 各变量之间存在一定的相关性, 但相关系数并不大。另外, 通过计算各变量的方差膨胀因子 VIF , 发现 VIF 值介于 1.556~3.192 之间, 均小于 VIF 的临界值 10, 说明变量之间不存在严重的共线性问题。此外, 从表中可以看出, 平均萃取方差 (AVE) 的平方根大于该变量与其他变量的相关系数, 进一步说明量表具有良好的区分效度。

表3 描述性统计和相关性分析

变量	均值	标准差	1	2	3	4	5	8	9	10
失败认知	3.838	0.689	0.807							
失败分析	3.698	0.548	0.379**	0.709						
反思提升	3.536	0.715	0.394**	0.559**	0.793					
突破性技术创新	3.570	0.673	0.469**	0.367**	0.646**	0.736				
组织创造力	3.583	0.671	0.335**	0.265**	0.523**	0.434**	0.746			
企业年龄	2.590	0.785	0.110	0.105	-0.003	0.055	0.146**	N/A		
企业规模	3.573	0.761	0.504**	0.580**	0.785**	0.569**	0.572**	0.044	N/A	
企业性质	1.39	0.730	0.094	0.001	-0.130*	-0.019	0.092	0.109	0.106	N/A

注: *, **, *** 分别表示在 5%、1% 和 0.1% 的水平上显著, 后表同。对角线数值表示 AVE 的平方根。

(二) 假设检验

本文采用层次回归法和自助 (Bootstrapping) 法对研究假设进行检验, 结果如表4所示。

1. 检验自变量与因变量的显著性

由模型4可知, 失败认知的平方项对突破性技术创新的作用显著 ($\beta = -0.122, P < 0.01$), 表明失败认知与突破性技术创新之间呈倒U型关系, 假设 H1a 得到验证, 失败分析对突破性技术创新具有显著的正向影响 ($\beta = 0.353, P < 0.001$), 假设 H1b 得到验证; 反思提升对突破性技术创新具有显著的正向影响 ($\beta = 0.282, P < 0.001$), 假设 H1c 得到验证。

2. 检验自变量与中介变量的显著性

由模型2可知, 失败认知对组织创造力具有显著正向影响 ($\beta = 0.085, P < 0.05$), 但平方项不显著, 假设 H2a 得到验证; 失败分析对组织创造力具有显著的正向影响 ($\beta = 0.209, P < 0.05$), 假设 H2b 得到验证; 反思提升对组织创造力具有显著的正向影响 ($\beta = 0.182, P < 0.05$), 假设 H2c 得到验证。

3. 检验中介变量与因变量的显著性

由模型5可知, 组织创造力对突破性技术创新具有显著的正向影响 ($\beta = 0.226, P < 0.001$), 假设 H3

得到验证。

4. 进一步检验自变量、中介变量对因变量的共同影响

由模型 6 可知, 在加入中介变量组织创造力后, 失败认知对突破性技术创新具有显著的正向作用 ($\beta=0.086, P<0.05$), 但平方项不显著; 失败分析对突破性技术创新的正向作用依然显著 ($\beta=0.312, P<0.001$); 反思提升对突破性技术创新的正向作用依然显著 ($\beta=0.208, P<0.010$)。且对比模型 4 和模型 6 中失败认知对突破性技术创新的回归系数 ($\beta=0.106$ 与 $\beta=0.086$)、失败分析对突破性技术创新的回归系数 ($\beta=0.353$ 与 $\beta=0.312$)、反思提升对突破性技术创新的回归系数 ($\beta=0.282$ 与 $\beta=0.208$) 可知, 回归系数均有所减小。这表明, 组织创造力在失败学习和突破性技术创新之间具有部分中介作用。本文采用拔靴法对直接效应和中介效应值进行估计, 如表 5 所示。结果显示, 95% 置信区间均不包括 0, 假设 H4a、假设 H4b 和假设 H4c 均得到验证。

表 4 层级回归结果

变量类型	变量名称	组织创造力		突破性技术创新			
		模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
控制变量	企业年龄	0.097*	0.091*	0.021	0.007	0.016	0.008
		(0.046)	(0.045)	(0.036)	(0.032)	(0.034)	(0.031)
	企业规模	0.498***	0.288***	0.680***	0.326***	0.527***	0.014***
		(0.047)	(0.081)	(0.037)	(0.057)	(0.044)	(0.034)
	企业性质	0.064	0.094	0.031*	0.013	0.017	0.014
		(0.049)	(0.050)	(0.039)	(0.035)	(0.036)	(0.034)
自变量	失败认知		0.085*		0.106*		0.086**
			(0.035)		(0.038)		(0.032)
	失败认知 ²		-0.064		-0.122**		-0.028
			(0.076)		(0.036)		(0.027)
	失败分析		0.209*		0.353***		0.312***
			(0.089)		(0.062)		(0.061)
	反思提升		0.182*		0.282***		0.208**
			(0.084)		(0.059)		(0.059)
中介变量	组织创造力					0.226***	0.122*
						(0.066)	(0.060)
	R^2	0.349	0.384	0.593	0.697	0.661	0.723
	$\overline{R^2}$	0.338	0.368	0.588	0.689	0.653	0.713
	F	40.307***	23.402***	110.758***	74.400***	88.094***	65.196***

注: 表中为非标准化系数, 括号内数值为标准误差。

表 5 拔靴中介检验结果

	路径	路径系数 β	P 值	95% 置信区间
直接效应	失败认知→突破性技术创新	0.293	0.008	[0.006 0.278]
	失败分析→突破性技术创新	0.357	0.000	[0.184 0.366]
	反思提升→突破性技术创新	0.215	0.000	[0.017 0.175]

表5(续)

	路径	路径系数 β	P值	95%置信区间
间接效应	失败认知→组织创造力→突破性技术创新	0.142	0.010	[0.046 0.181]
	失败分析→组织创造力→突破性技术创新	0.275	0.015	[0.028 0.152]
	反思提升→组织创造力→突破性技术创新	0.179	0.018	[0.073 0.205]

注: 重复抽样 5 000 次。

(三) 结果讨论

本文基于经验学习理论和创造力理论, 构建了包含组织失败学习、组织创造力、突破性技术创新等因素的理论模型, 旨在研究组织失败学习驱动电子信息产业突破性技术创新的影响机理, 并分析组织创造力在其中的中介效应。研究表明: (1) 不同维度的组织失败学习对突破性技术创新具有差异化的影响。其中, 失败认知与突破性技术创新呈倒 U 型关系, 即失败认知存在一个阈值, 低于该阈值的失败认知有利于企业在组织层面营造“宽容失败”的氛围, 广泛的实验和试错能使企业扩大组织学习的范围, 满足电子信息产业对多学科多领域交叉知识的需求, 从而促进突破性技术创新。然而, 由于失败认知更侧重于维持性学习, 仅通过多次试错和单方面的修正调整来实现创新目标, 并不强调对失败深层次因素进行分析和对根源性、变革性信息进行探究时, 过度失败认知反而会增加企业的创新负担, 影响员工的批判性思维, 从而给突破性技术创新带来负面影响。相较于失败认知, 失败分析和反思提升更侧重创造性学习, 它们能通过失败经验察觉创新活动背后的深层次原因, 通过分析、反思与意义建构, 促进失败经验转化为隐性知识, 完善组织知识体系, 打破组织根深蒂固的思维逻辑和行为模式, 促使组织改进现有技术, 从而实现突破性技术创新。该研究结论从失败经验转化为可利用知识的角度有效解读了以往研究关于失败学习对突破性技术创新影响的矛盾观点。(2) 组织创造力在失败认知、失败分析、反思提升与突破性技术创新之间起着部分中介作用。已有研究表明, 组织内部的知识资源需要依附于一定的创新成果才能发挥作用, 而创新性想法是突破性技术创新的源泉。在此基础上, 本文结论表明组织创造力在失败认知、失败分析、反思提升与突破性技术创新之间均具有中介效应。该间接路径表明, 企业从失败学习中吸收的隐性知识, 需要通过组织创造力进行深加工转化为创新性想法, 才能更好地发挥对突破性技术创新的促进作用。

五、结语

本文基于经验学习理论, 从失败经验转化为可利用知识的过程角度, 细化了组织失败学习的维度, 拓展了对组织失败学习的解释和认识, 深化了创新失败后学习行为的研究。本文分析了失败学习各维度对突破性技术创新的差异性影响, 为研究突破性技术创新的前因提供了一个更为细化的研究视角和分析框架。此外, 相关文献大多将组织创造力作为结果变量进行研究, 而本文将组织创造力作为过程变量, 检验了组织创造力在失败学习与突破性技术创新之间的中介作用, 丰富了组织创造力理论在创新失败情境下的应用。

本文的研究成果具有一定的实际价值和管理启示。第一, 电子信息产业链上的企业在开展突破性技术创新的过程中, 要重视失败情境带来的学习价值, 遵循“行动—分析—反思”的失败学习闭环过程, 不断创造隐性知识。现有技术创新的经验可能成为技术轨道跃迁的触发条件, 中国电子信息产业要抓住机会窗口, 适度开展试错, 在创新实践中重视对现有技术的优化改进和对新技术的开拓; 做好失败经验的总结和失败后的知识管理工作, 在探究失败原因的基础上为后续的创新活动提供有效的预警和应急经验, 提高组织解决实际问题的能力, 实现知识的落地转化。第二, 企业要认识到组织创造力是释放失败经验价值的关键所在, 要注重原始创新经验知识的积累以提高创新效能。主要发达国家的技术封锁恰恰为中国电子信息产业提供了另辟技术轨道的机会, 企业应主动开展失败学习, 将创新失败经验转化为新知识增量, 以保证关键核心技术的创造性突破。

本文虽然厘清和理顺了组织失败学习、组织创造力对电子信息技术产业突破性技术创新的影响路径,但还存在一些研究局限。首先,本文采用问卷调查收集的数据是横截面数据,无法检验主要变量之间的动态变化关系,未来研究可以采取分时间点测量或动态追踪的研究方法对理论模型进行更为严格的检验。其次,本文研究的样本聚焦电子信息技术产业,未考虑到行业的差异性,研究模型是否能够适用其他产业还有待更深入的探讨。这些研究不足为下一步深入研究指明了方向。

参考文献:

- [1] CAPPONI G, MARTINELLI A, NUVOLARI A. Breakthrough innovations and where to find them[J]. *Research Policy*, 2022, 51(1): 104376.
- [2] 廉思秋,高山行,舒成利,等.新型举国体制下构建触发中国高新技术突破的“扇形”模式研究[J]. *中国科技论坛*, 2021(11): 149-157.
- [3] GONG Y, ZHANG Y, XIA J. Do firms learn more from small or big successes and failures? A test of the outcome-based feedback learning perspective[J]. *Journal of Management*, 2019, 45(3): 1034-1056.
- [4] DANNEELS E, VESTAL A. Normalizing vs. analyzing: drawing the lessons from failure to enhance firm innovativeness[J]. *Journal of Business Venturing*, 2020, 35(1): 105903.
- [5] YAO K, LI X L, LIANG B. Failure learning and entrepreneurial resilience: the moderating role of firms' knowledge breadth and knowledge depth[J]. *Journal of Knowledge Management*, 2021, 25(9): 2141-2160.
- [6] 刘超,刘新梅,李彩凤.吸收能力、组织整合、创造力与创新绩效的关系研究[J]. *科研管理*, 2017, 38(10): 76-84.
- [7] 耿紫珍,周怡欣,单春霞,等.不同差错氛围激发团队突破性创造力的机理研究:社会信息处理视角[J]. *管理评论*, 2022, 34(9): 221-231, 284.
- [8] 刘瑞,余江,刘佳丽,等.突破性技术创新背景下产业格局重构的路径研究——基于“在位者—进入者”动态适配视角[J]. *科学学与科学技术管理*, 2021, 42(8): 58-75.
- [9] DELGADO-VERDE M, MARTÍN-DE CASTRO G, AMORES-SALVADÓ J. Intellectual capital and radical innovation: exploring the quadratic effects in technology-based manufacturing firms[J]. *Technovation*, 2016, 54: 35-47.
- [10] NARANJO-VALENCIA J C, JIMENEZ-JIMENEZ D, SANZ-VALLE R. Organizational culture and radical innovation: does innovative behavior mediate this relationship? [J]. *Creativity and Innovation Management*, 2017, 26(4): 407-417.
- [11] 吴言波,邵云飞,殷俊杰,等.战略联盟伙伴搜索、战略柔性 with 突破性创新的关系研究[J]. *技术经济*, 2019, 38(9): 32-40, 88.
- [12] LATTACHER W, WDOVIK M A. Entrepreneurial learning from failure. A systematic review[J]. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 2020, 26(5): 1093-1131.
- [13] POLITIS D. The process of entrepreneurial learning: a conceptual framework[J]. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 2005, 29(4): 399-424.
- [14] 吴言波,邵云飞,殷俊杰.管理者注意力和外部知识搜索调节作用下失败学习对突破性创新的影响研究[J]. *管理学报*, 2021, 18(9): 1344-1353.
- [15] 于晓宇,梅晨,陶向明,等.成王败寇? 失败正常化对新产品开发绩效的影响机制研究[J]. *研究与发展管理*, 2019, 31(4): 127-138.
- [16] JENKINS A S, WIKLUND J, BRUNDIN E. Individual responses to firm failure: appraisals, grief, and the influence of prior failure experience[J]. *Journal of Business Venturing*, 2014, 29(1): 17-33.
- [17] 孙永磊,宋晶,陈劲.组织创造力形成的影响因素探索及实证研究[J]. *科学学与科学技术管理*, 2018, 39(8): 40-52.
- [18] 马喜芳,颜世富.创业导向对组织创造力的作用机制研究——基于组织情境视角[J]. *研究与发展管理*, 2016, 28(1): 73-83.
- [19] 马喜芳,钟根元,颜世富.组织激励与领导风格协同对组织创造力影响机制研究[J]. *管理评论*, 2018, 30(8): 153-167.
- [20] 庞立君,高微.失败学习与战略导向的匹配对企业绩效的影响[J]. *技术经济*, 2020, 39(6): 70-79.
- [21] BYRNE O, SHEPHERD D A. Different strokes for different folks: entrepreneurial narratives of emotion, cognition, and making sense of business failure[J]. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 2015, 39(2): 375-405.
- [22] LATEEF F. Maximizing learning and creativity: understanding psychological safety in simulation-based learning[J]. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*, 2020, 13(1): 5-14.
- [23] JEONG I, SHIN S J. High-performance work practices and organizational creativity during organizational change: a collective learning perspective[J]. *Journal of Management*, 2019, 45(3): 909-925.
- [24] 顾琴轩,胡冬青,许彦妮.市场导向对组织创造力的非线性作用机理——组织二元结构文化与创业导向的影响研究[J]. *中国管理科学*, 2021, 29(4): 237-248.
- [25] 邵云飞,范波,杨雪程.突破性创新视角下的互补性资产与企业绩效关系研究[J]. *管理科学*, 2022, 35(2): 3-15.
- [26] LEE H, CHOI B. Knowledge management enablers, processes, and organizational performance: an integrative view and empirical examination[J]. *Journal of Management Information Systems*, 2003, 20(1): 179-228.

The Influence of Failure Learning and Organizational Creativity on Radical Technological Innovation —An Empirical Research based on the Electronic Information Technology Industry

LI Zhengfeng, ZENG Xuewei, GAO Lei

(Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072)

Abstract: The radical technological innovation plays an important role in obtaining and maintaining sustainable competitive advantage for electronic information technology industry in China. The failure in the process of radical technological innovation in the electronic information technology industry is typically iterative and repetitive, and enterprises that are good at reflection often turn it into valuable knowledge, which arouses enterprises' attention to failure learning. However, the existing researches have not paid enough attention to distinguish between organizational failure learning and failure experience accumulation. And the existing researches seldom consider the influence path of failure learning on radical technological innovation. Therefore, based on the empirical learning theory and the creativity theory, this paper deconstructs organizational failure learning, introduces organizational creativity as a mediator variable, and explores the influence path and mechanism of organizational failure learning on radical technological innovation from the perspective of transforming failure experience into available knowledge.

The paper uses questionnaire data to test the proposed hypotheses. The respondents are mainly top management, managers of R&D departments and R&D personnel of the companies to ensure that the informants can be highly familiar with and match the questionnaire contents. The final 232 valid questionnaires are collected and the hypotheses are tested using methods of hierarchical regression and Bootstrapping. The results are as follows: Firstly, different dimensions of failure learning have differential effects on radical technological innovation.

There is an inverted U-shaped relationship between failure normalization and radical technological innovation. In other words, moderate failure normalization can meet the enterprise's demand for diversified knowledge, and thus promote radical technological innovation. However, failure normalization focuses more on maintenance learning, it fails to analyze the deep-seated factors of failure and explore the root cause and transformative information. Therefore, excessive failure normalization will increase the innovation burden of enterprises and bring negative impact on radical technological innovation. Compared with failure normalization, failure analysis and reflective promotion focus more on creative learning. They can explore the deep reasons behind innovative activities through failure experience, promote failure experience into invisible knowledge and significantly promote radical technological innovation. The conclusion of this study effectively interprets the conflicting views of previous studies on the impact of failure learning on radical technological innovation. Secondly, organizational creativity plays a partial mediating role between failure normalization, failure analysis, reflective promotion and radical technological innovation. This indirect path indicates that the tacit knowledge absorbed by enterprises from failure learning needs to be deeply processed through organizational creativity, so that knowledge resources can be efficiently transformed into innovative ideas, so as to better play the role of failure learning in radical technological innovation. It expands the empirical learning theory and the creativity theory, and provides theoretical reference and practical support for electronic information technology industry in China to draw knowledge from failure experience for radical technological innovation.

Keywords: radical technological innovation; failure learning; organizational creativity; key core technology; electronic information industry

(责任编辑: 李 叶)