跨界绿色技术搜寻对绿色产品开发绩效的影响

姜 萍[1]，王 森[2]，胡玉杰[3]，双 琦[4]

（1. 长春工业大学经济管理学院，长春 130012；2. 北京联合大学管理学院，北京 100101；
3. 中国农业科学院农业经济与发展研究所，北京 100081；4. 太原科技大学经济与管理学院，太原 030000）

摘要： 基于知识基础理论和组织搜寻理论，运用制造业企业的调查数据，探究跨界绿色技术搜寻对绿色产品开发绩效的作用机制。结果表明：跨界绿色技术搜寻会促进绿色产品开发绩效；技术重构在跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效间起部分中介作用；战略前瞻性正向调节跨界绿色技术搜寻和绿色产品开发绩效间的关系；冗余资源负向调节跨界绿色技术搜寻和绿色产品开发绩效间的关系。研究结论为制造业企业绿色转型实践提供了理论指导和决策参考。

关键词： 跨界绿色技术搜寻；技术重构；战略前瞻性；冗余资源；绿色产品开发

中图分类号： F273.1；F273.2 **文献标志码：** A **文章编号：** 1671－1807(2026)04－0302－09

在“双碳”目标和制造强国战略背景下，制造业企业绿色转型意义重大。绿色产品作为制造业绿色转型的终端环节，对其开发可以通过优化资源配置效率、提高产品绿色特征、改善企业形象、吸引投资[1]等方面实现环境保护与经济发展二元格局的有序衔接[2]，受到社会各界的重视。“十四五”以来，中国的绿色产品开发取得了初步成效，工业和信息化部最新数据显示，截至2024年9月，中国已累计推广绿色产品近3.5万种。

当前，中国制造业企业核心技术前期积累有限，绿色制造技术水平相对落后[3]，一定程度上制约了绿色产品开发的进程。如中国重大战略绿色生物制造产品在核心菌种和工业酶的创制与应用技术、过程与装备核心技术、原料利用新技术等方面依然存在卡脖子问题，导致产品生产能力与国外差距明显。绿色产品开发需要大量异质性绿色技术知识的碰撞，以产生新的想法，而绿色技术科技含量较高、创新难度较大，企业内部往往难以匹配相应的创新资源[4]。因而，如何突破绿色技术壁垒，强化绿色技术知识基础，成为推进制造业企业绿色产品开发的重要议题。

知识基础观认为，技术知识是企业新产品开发不可或缺的基础性资源，当内部知识体系无法支撑持续发展需要时，企业需汲取并整合外部异质性知识[5]。跨界绿色技术搜寻便成为制造业企业获取差异化绿色技术知识的有效途径。制造业企业绿色产品开发是一项复杂的知识活动，通过跨界绿色技术搜寻获取差异化绿色技术知识后，需要通过技术重构对内外部技术知识进行拆分、重组以构建新的技术知识体系，不断积累解决问题可供选择的解决方案[6]，才能将绿色技术知识转化为竞争优势，推动绿色产品开发进程。技术重构便成为探究跨界绿色技术搜寻对绿色产品开发绩效作用机理的重要突破口。为此，本文将技术重构纳入研究框架，分析其在跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效间关系的中介作用。

当前，能源和产业结构不合理、技术和人才储备不足、区域间协同发展困难等因素为制造业企业绿色转型带来了诸多挑战，使得企业战略层面的因素，尤其是战略前瞻性对企业的影响尤为突出[7]。对于绿色产品开发而言，企业战略层面的因素对于其响应政策趋势、明确产品发展导向起到至关重要的作用。具备战略前瞻性的企业更能意识到绿色产品是抢占市场先机、提高竞争力的根本保障，从而能根据外部环境的变化，适应性地获取、吸收前沿绿色技术知识[8]，促进绿色产品开发绩效。为此，

收稿日期： 2025-09-25

基金项目： 国家自然科学基金青年科学基金(72002013)；国家社会科学基金(22BGL145)；山西省科技战略研究专项(202404030401091)；吉林省教育厅科学研究项目(JJKH20260868SK)

作者简介： 姜萍(1990—)，女，吉林吉林人，博士，讲师，硕士研究生导师，研究方向为绿色创新；通信作者王森(1988—)，女，河北石家庄人，博士，副教授，硕士研究生导师，研究方向为创新管理与企业可持续发展；胡玉杰(1988—)，男，山东寿光人，博士(后)，研究方向为科技创新；双琦(1989—)，女，山西文水人，博士，讲师，研究方向为企业创新与社会责任。

本文引入战略前瞻性作为调节变量,验证其在企业绿色产品开发过程中的作用。

冗余资源是组织资源中的一个关键潜在要素,制造业企业需要基于冗余资源的情况来开展绿色产品开发活动[9]。知识基础理论认为,冗余的资源能为企业整合外部绿色技术知识要素、形成能力提供保障,是企业价值创造的源泉。代理理论观点认为冗余资源会引致管理者过渡自信和非理性乐观,削弱对绿色创新活动风险的感知能力,也会增加企业成本,挤占绿色产品开发投资。可见,现有研究对冗余资源在绿色产品开发过程中发挥的作用尚未达成共识。为此,本文引入冗余资源作为情境因素,进一步厘清其在绿色产品开发过程中的作用。

本文可能的贡献在于:从搜寻内容的角度出发,聚焦绿色创新情境下的绿色技术搜寻研究,延展了跨界搜寻的研究内容,为绿色产品开发提供新的研究视角;基于资源编排理论视角,遵循"知识-能力-绩效"的理论逻辑[10],揭示技术重构在跨界绿色技术搜寻和与绿色产品开发绩效之间的传导作用,深化理解绿色技术知识转化为企业绿色产品开发绩效的作用路径;加入战略前瞻性作为重要的边界条件,一定程度上弥补了当前研究未能充分理解组织战略因素在绿色产品开发过程中的重要性的不足[11];引入冗余资源作为调节变量,厘清冗余资源情境下跨界绿色技术搜寻对绿色产品开发绩效的影响机制,为制造业企业依据自身资源情况开展企业绿色产品开发提供理论参考和对策建议。

1　理论基础及假设

1.1　跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效

跨界绿色技术搜寻是指企业在复杂、动态的环境中为解决绿色技术难题或发现新机会,跨越边界进行的绿色技术搜寻活动[12]。

开放式创新理论认为企业通过跨界知识搜寻可以实现内外部知识要素的重新组合,帮助企业应对不断变化的外部环境,提升企业竞争能力[13]。跨界绿色技术搜寻为企业获取生产制造、工艺及方法等相关技术知识,扩大技术知识储备并提高了技术多元性[14]。这些知识作为企业实现价值创造的逻辑起点,为绿色产品开发提供了至关重要的互补资源和能力[15]。同时,差异化绿色技术知识可以激发企业新技术组合的强度,并通过改变创新路径实现技术路径的突破,降低被锁定在单一技术的风险[16],不断激发企业绿色创新活力,促进绿色产品开发。

跨界绿色技术搜寻的过程是一个与外部利益相关者不断进行技术合作及信息交互的过程,有助于企业拓展潜在的合作伙伴,形成企业间非正式合作网络,从而拓展新兴市场领域[17],提高挖掘绿色新技术和开发绿色创新产品的机会。企业在更广泛的范围内与利益相关者进行互动交流,也能洞察潜在的市场需求,及时把握创新和市场机遇,突破现有业务范围及产品领域的限制,率先开展原始性的绿色产品开发,提高绿色产品开发绩效。据此,提出如下假设。

H1:跨界绿色技术搜寻会促进绿色产品开发绩效。

1.2　技术重构的中介作用

知识基础理论指出,知识需经由识别、获取、共享及应用才能被组织有效吸收并创造价值[18]。跨界绿色技术搜寻为企业进行绿色创新活动和绿色产品开发提供多种技术选择及关键性技术知识资产[12]。但企业搜寻到的绿色技术知识并不能简单相加,需要通过技术重构对多维技术要素进行编码、重组、优化和利用,将不同类型的技术要素耦合应用到新技术体系中,才能不断为企业创造价值[19]。

跨界绿色技术搜寻通过对组织外部知识的有效管理获取差异化的绿色技术知识,推动企业知识库的更新,增强企业技术知识的异质性和多样性。技术重构被视为知识主体基于对新吸收技术的应用与实践,持续重构和升级现有技术架构的过程[20],其实质是在技术知识多样性和异质性前提下的技术知识交换[21]。因而,跨界绿色技术搜寻在与外部主体进行互动的过程中,为企业带来异质性技术知识,并通过促进新旧知识间的碰撞重组,促进以知识交换为特征的技术重构行为[22]。

产品开发绩效的提升有赖于有效的技术知识整合和重构[23]。技术重构是企业将现有技术进行解构并重新组合以产生新技术的过程,是技术创新的驱动力量。通过对不同技术领域间的绿色技术元素进行重构,可以打破固有认知体系,探索技术组件间新的链接方式[19],从而突破原有技术体系的束缚,形成更有价值的新技术体系,促进绿色技术商业价值实现。综上,提出以下假设。

H2:跨界绿色技术搜寻通过技术重构促进绿色产品开发绩效。

1.3　战略前瞻性的调节作用

在中国制造业高质量发展的背景下,组织比以

往任何时候都更需要掌握市场趋势的强烈信号，察觉市场需求变化，识别和应对新技术[24]。战略前瞻性作为一种面向未来的工具，可以帮助企业预测外部变化的驱动因素将如何演变，被视为感知新机会和威胁的能力的微观基础，能帮助企业识别、观察和理解新趋势和变化[25]。

企业战略前瞻性越高，越能敏锐地观察、感知和捕捉可能导致未来变化的因素[26]，越关注持续稳健的长远发展，从而更能意识到绿色技术创新对于制造业企业绿色高质量发展的重要性。这种对绿色创新信号的警惕性和敏感性，会加强企业对绿色技术知识和创新方向的关注，促使企业开发新产品或开拓新市场[8]，更深入地挖掘通过搜寻获取的绿色技术知识的潜在价值，提升绿色产品开发绩效。

此外，由于战略前瞻性强调技术上的灵活性，其目的是促进企业迅速实现创新目标[27]。因此，战略前瞻性越高，企业越能对搜寻到的新兴绿色技术知识进行快速的反应和创新，并以战略的方式开发这些创新[24]，从而把握绿色技术创新机会，提高绿色技术创新效率，促进绿色产品开发绩效。综上，提出以下假设。

H3：战略前瞻性在跨界绿色技术搜寻和绿色产品开发绩效间起正向调节作用。

1.4　冗余资源的调节作用

冗余资源是指企业在满足日常运营需求之外所保有的尚未被充分利用的资源储备[28]。

绿色技术相较于传统技术，科技含量较高，对其的引入、开发并应用于绿色产品中，是一种巨大的资源消耗行为，要求企业具有充足的资源保障和强大的技术基础[29]。企业冗余资源水平越高，意味有足够的可支配资源[30]，可以广泛向外界扫描与寻求机会，增加获取高价值绿色技术的可能性。冗余资源让企业有足够的能力充分挖掘绿色技术的潜在价值，不断突破原有技术领域的限制，积极开展绿色技术创新活动，提高绿色产品开发绩效。冗余资源让企业管理者拥有更多的试错机会，赋予其更大范围的自主权，从而将绿色技术资源配置在更具潜力的技术领域中，开发出更具竞争力的绿色产品。

然而，冗余资源其实是一把“双刃剑”[31]，过多的冗余资源会给企业带来“资源丰富”的假象，盲目扩大绿色技术搜寻范围，涉足更多的技术领域，导致资源过度消耗，也容易带来技术知识“消化不良”的风险，不利于提高绿色开发绩效。同时，冗余资源过多也会增加企业的维护成本和沉没成本[32]，挤占用于绿色技术搜寻、开发及利用所需的资源，降低跨界绿色技术搜寻的效率和质量，影响绿色产品开发绩效的提高。据此，提出如下假设。

H4：冗余资源在跨界绿色技术搜寻和绿色产品开发绩效间起倒 U 形调节作用。

根据以上分析形成研究框架，如图 1 所示。

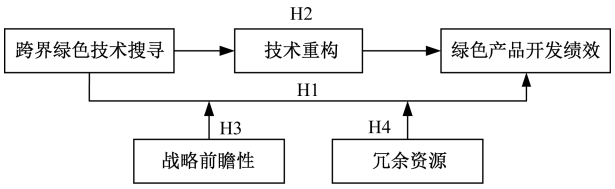


图 1　研究框架

2　研究设计

2.1　样本选取与数据收集

本文以制造业企业为调研对象，通过机构代发、邮件及现场发放等方式，面向有管理经验的人员展开调研。调研历时 2 个月，向 600 家企业发送问卷，回收问卷 406 份，有效问卷 341 份，问卷有效率为 56.8%。样本企业特征描述如表 1 所示。

2.2　变量测度

被解释变量：绿色产品开发绩效。借鉴王丽平和高倩[33]、Ma 等[34]对新产品开发绩效的测量，结合 Chen 等[35]对绿色产品开发绩效的研究，从市场

表 1　样本特征分布

特征	类别	样本数	占比/%
成立时间	5 年以下	15	4.4
	6～10 年	87	25.5
	11～15 年	117	34.3
	16～20 年	61	17.9
	20 年以上	61	17.9
企业规模	100 人以下	32	9.4
	100～300 人	104	30.5
	300～500 人	79	23.2
	500～1000 人	62	18.2
	1000～2000 人	23	6.7
	2000 人以上	41	12.0
企业性质	国有企业	82	24.0
	外资企业	8	2.3
	合资企业	58	17.0
	私营企业	193	56.6
所属行业	计算机通信与电子设备制造业	59	17.3
	电器机械及器材制造业	64	18.8
	汽车及零部件制造业	32	9.4
	医药制造业	36	10.6
	食品制造业	111	32.6
	化学原料与化学制品制造业	29	8.5
	其他制造业	10	2.9

绩效、环境绩效和创新性三个方面,共 9 个题项测量。

解释变量:跨界绿色技术搜寻。基于绿色技术特征,结合肖丁丁和朱贵龙[36]关于跨界搜寻的研究,从科技驱动型跨界绿色技术搜寻和市场驱动型跨界绿色技术搜寻两方面,共 8 个题项来刻画。

中介变量:技术重构。借鉴魏江和王铜安[20]、郭亮等[37]的量表,通过 4 个题项测量。

调节变量:战略前瞻性。借鉴刘海建和陈传明[8]的量表,通过 4 个题项测量。

调节变量:冗余资源。借鉴 Tan 和 Peng[38]的量表,从沉淀冗余和非沉淀冗余两方面,共 6 个题项进行测量。

控制变量:借鉴肖丁丁和朱贵龙[36]的做法,对企业年龄、企业规模、企业性质和所属行业进行控制。

除了控制变量,所有题项均采用 5 点 Likert 计分法展开测量。量表题项设计如表 2 所示。

2.3　信效度检验

信效度检验结果如表 2 所示。各题项因子载荷均大于 0.6,KMO 均在 0.7 以上,表明适合进行因子分析且量表建构效度良好。各变量 Cronbach's α 都高于 0.7,组合信度 CR 都在 0.7 以上,AVE 都大于 0.5,说明量表信度良好。

模型拟合分析结果如表 3 所示。NC 小于 3,RMSEA、RMR 和 SRMR 均小于 0.05,IFI、TLI 和 CFI 都在 0.9 以上,收敛效度通过检验。

区分效度检验结果如表 4 所示,所有构念 AVE 的平方根均高于相关系数的绝对值,代表区分效度良好。

2.4　共同方法偏差检验

Harman 单因素检验结果显示,未旋转条件下,首个因子所解释的方差比例为 27.92%,低于 40% 标准。双因子方法检验结果显示,原有模型加入共

表 2　量表题项设计及信效度分析

变量	分类		题项	载荷
跨界绿色技术搜寻(α=0.844,KMO=0.866)	科技驱动型跨界绿色技术搜寻	α=0.829 CR=0.830 AVE=0.550	企业研发人员多为重点高校绿色相关专业的本科生或普通高校研究生	0.781
			企业经常参与政府机构绿色政策交流活动	0.783
			企业长期跟踪一流大学或研究院所绿色科研进展	0.729
			企业长期追踪绿色专利研究进展,关注绿色技术标准	0.667
	市场驱动型跨界绿色技术搜寻	α=0.819 CR=0.820 AVE=0.532	企业保持与供应商的联系以搜寻绿色技术	0.785
			企业长期追踪竞争对手绿色技术进展	0.686
			企业保持与用户(尤其领先用户)的联系以搜寻绿色技术创意	0.705
			企业经常从行业交流会或知识产权交易平台搜寻绿色技术	0.739
技术重构(α=0.831,KMO=0.793)		CR=0.832 AVE=0.553	企业可以较高水平的激活技术和知识存量	0.757
			企业研发新产品的成功率处于行业较高水平	0.752
			企业善于对技术资源开发新的用途,增加新的收入来源	0.714
			企业自主核心技术拥有量处于同行业较高水平	0.750
冗余资源(α=0.718,KMO=0.721)	沉淀冗余	α=0.882 CR=0.882 AVE=0.713	企业的实体资源(工艺设备、生产设施等)没有满负荷	0.841
			企业的生产能力还有富余	0.852
			企业的专业人员的能力还有待挖掘	0.841
	非沉淀冗余	α=0.853 CR=0.864 AVE=0.681	企业拥有充足的留存收益用于支持市场扩张	0.834
			企业拥有可自由支配的资金池	0.867
			企业能够获得所需要的银行贷款	0.771
绿色产品开发绩效(α=0.855,KMO=0.842)	市场绩效	α=0.795 CR=0.800 AVE=0.572	企业绿色产品开发项目利润率实现预期目标	0.707
			企业绿色产品开发项目帮助企业提升了市场份额	0.810
			企业绿色产品上市速度快于主要竞争对手	0.749
	创新性	α=0.823 CR=0.825 AVE=0.611	企业绿色产品开发项目比竞争对手更具创造性	0.802
			企业绿色产品开发项目采用的技术与业内其他企业完全不同	0.771
			与竞争对手相比,企业的绿色产品提供了独特的优势	0.771
	环境绩效	α=0.784 CR=0.785 AVE=0.549	企业绿色产品开发项目能够实现资源优化利用的目标	0.742
			企业绿色产品开发项目能够实现环境保护的目标	0.719
			企业开发的绿色产品安全、健康、无毒无害	0.761
战略前瞻性(α=0.870,KMO=0.793)		CR=0.871 AVE=0.628	企业在市场拓展或产品创新时,力图成为行业领导者	0.841
			面对需求尚不明确的市场,企业往往通过密集投放多样化产品或服务来探索市场机会	0.789
			企业持续致力于研制新产品或开辟新市场	0.801
			企业对市场反映信号比较敏感,并能够采取实际行动	0.736

表 3　模型拟合分析

变量	NC(χ^2/df)	RMSEA	RMR	SRMR	IFI	TLI	CFI
整体模型	1.425	0.035	0.034	0.045	0.965	0.960	0.964

表 4　区分效度检验

变量	战略前瞻性	技术重构	沉淀冗余	非沉淀冗余	创新性	环境绩效	市场绩效	科技驱动型跨界绿色技术搜寻	市场驱动型跨界绿色技术搜寻
战略前瞻性	0.628								
技术重构	0.440	0.553							
沉淀冗余	−0.011	−0.016	0.713						
非沉淀冗余	−0.013	−0.018	0.053	0.681					
创新性	0.318	0.601	0.005	0.005	0.611				
环境绩效	0.306	0.579	0.004	0.005	0.504	0.549			
市场绩效	0.385	0.729	0.006	0.006	0.634	0.611	0.572		
科技驱动型跨界绿色技术搜寻	0.412	0.513	−0.014	−0.016	0.438	0.421	0.530	0.550	
市场驱动型跨界绿色技术搜寻	0.492	0.614	−0.017	−0.019	0.523	0.504	0.634	0.566	0.532
$\sqrt{\text{AVE}}$	0.792	0.744	0.844	0.825	0.782	0.741	0.756	0.742	0.729

注：对角线为 AVE 平均方差变异抽取量。

同方法因子后，ΔNC(χ^2/df)＝0.018，ΔRMSEA＝0.001，ΔRMR＝0.003，ΔSRMR＝−0.002，ΔIFI＝0，ΔTLI＝−0.001，ΔCFI＝0，模型拟合指标没有明显改善，说明研究的共同方法偏差得到了有效控制。

3　实证检验与结果分析

3.1　描述性统计与相关性分析

变量的描述性统计和相关系数如表 5 所示。跨界绿色技术搜寻与技术重构(r＝0.299，p＜0.01)、绿色产品开发绩效均显著正相关(r＝0.607，P＜0.01)，技术重构与绿色产品开发绩效显著正相关(r＝0.426，P＜0.01)，初步支持 H1 和 H2。共线性检验结果表明，方差膨胀因子(VIF)均小于 2，同时，变量间相关系数均小于 0.7，说明变量间不存在明显的多重共线性问题。

3.2　直接效应与中介效应检验

通过依次检验法进行直接效应和中介效应检验，结果如表 6 所示。由模型(2)可知，跨界绿色技术搜寻对绿色产品开发绩效有显著正向影响(r＝0.582，P＜0.001)，H1 通过检验。

由模型(3)可知，加入中介变量技术重构后，跨界绿色技术搜寻对绿色产品开发绩效的影响从原来的 0.582 降为 0.505，依然显著(P＜0.001)，表明技术重构在跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效之间发挥部分中介作用，H2 通过检验。

采用 Bootstrap 方法进一步验证技术重构的中介效应，结果如表 7 所示。技术重构的中介效应指数为 0.077，置信区间为 95% 的 CI＝[0.035，0.137]，不包含 0，进一步证明 H2 成立。

表 5　描述性统计和相关系数矩阵

变量	均值	标准差	跨界绿色技术搜寻	技术重构	冗余资源	战略前瞻性	绿色产品开发绩效
跨界绿色技术搜寻	3.908	0.595	1				
技术重构	3.860	0.692	0.299**	1			
冗余资源	3.865	0.571	−0.029	−0.018	1		
战略前瞻性	4.018	0.691	0.432**	0.237**	−0.005	1	
绿色产品开发绩效	3.969	0.571	0.607**	0.426**	0.023	0.359**	1

注：** 表示在 0.01 级别(双尾)，相关性显著。

表 6　直接效应及中介效应检验

变量	绿色产品开发绩效			技术重构	
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
(常量)	3.888***	1.810***	1.290***	3.577***	2.340***
成立时间	0.025	0.001	−0.013	0.077	0.063
企业规模	0.031	0.003	0.006	0.000	−0.016
企业性质	−0.011	−0.007	−0.017	0.044	0.046
所属行业	−0.015	−0.025	−0.019	−0.024	−0.030
跨界绿色技术搜寻		0.582***	0.505***		0.346***
技术重构			0.222***		
R^2	0.018	0.375	0.439	0.022	0.108
ΔR^2	0.018	0.356***	0.065***	0.022	0.086***
F	1.573	40.118***	43.601***	1.931	8.123***

注：*、**、*** 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平。

表 7　技术重构的中介效应检验

变量	路径	中介效应	95%置信区间
绿色产品开发绩效	跨界绿色技术搜寻→技术重构→绿色产品开发绩效	0.077	[0.035，0.137]

3.3　战略前瞻性的调节效应检验

通过多层线性回归方法构建式(1)检验战略前瞻性的调节效应。

$$Y=\beta_0+\beta_1X+\beta_2W_1+\beta_3XW_1+\varepsilon \quad (1)$$

式中:X为跨界绿色技术搜寻;W_1为战略前瞻性;Y为绿色产品开发绩效;β_0为截距项;β_1、β_2、β_3为相关系数;ε为随机干扰项。

检验结果如表8所示,模型8中,跨界绿色技术搜寻和战略前瞻性的交互项与绿色产品开发绩效关系系数显著为正($\beta=0.142$,$p<0.001$),表明战略前瞻性正向调节跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效间的关系。战略前瞻性的调节效应如图2所示,高战略前瞻性分组的斜率大于低战略前瞻性分组的斜率,H3得到验证。

3.4　冗余资源的调节效应检验

通过多层线性回归方法构建式(2)检验冗余资源的调节作用。

$$Y=\beta_0+\beta_1X+\beta_2W_2+\beta_3W_2^2+\beta_4XW_2+\beta_5XW^2+\varepsilon \quad (2)$$

式中:W_2为冗余资源。

表8　战略前瞻性的调节效应检验

变量	绿色产品开发绩效		
	模型(6)	模型(7)	模型(8)
(常量)	3.888***	4.093***	4.047***
成立时间	0.025	0.002	0.004
企业规模	0.031	−0.002	−0.002
企业性质	−0.011	−0.005	0.005
所属行业	−0.015	−0.026	−0.029
跨界绿色技术搜寻		0.535***	0.542***
战略前瞻性		0.098*	0.169***
跨界绿色技术搜寻×战略前瞻性			0.142***
R^2	0.018	0.386	0.412
ΔR^2	0.018	0.367	0.026
F	1.573	34.962***	33.319***

注:*、**、***分别表示10%、5%、1%的显著性水平。

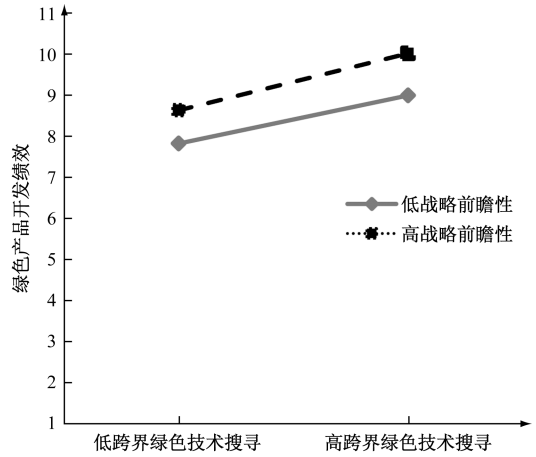


图2　战略前瞻性的调节效应

检验结果如表9模型(9)～模型(11)所示,模型(11)中,跨界绿色技术搜寻和冗余资源二次项的交互项与绿色产品开发绩效的关系系数不显著($\beta=0.025$,$P>0.05$),表明冗余资源在跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效间不具有倒U形调节作用。H4不成立。

进一步检验冗余资源的线性调节效应,结果如表9模型(12)和模型(13)所示。模型(13)显示,跨界绿色技术搜寻和冗余资源的交互项与绿色产品开发绩效的关系系数显著为负($\beta=-0.216$,$P<0.001$),表明冗余资源在跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效间具有负向调节作用。冗余资源的调节效应如图3所示,低冗余资源分组的斜率大于高冗余资源分组的斜率,进一步证明冗余资源的负向调节作用。

表9　冗余资源的调节效应检验

变量	绿色产品开发绩效				
	模型(9)	模型(10)	模型(11)	模型(12)	模型(13)
常数项	3.888***	4.097***	4.069***	4.084***	4.066***
成立时间	0.025	0.002	−0.002	0.002	−0.002
企业规模	0.031	0.002	0.006	0.002	0.007
企业性质	−0.011	−0.007	−0.007	−0.007	−0.008
所属行业	−0.015	−0.025	−0.022	−0.025	−0.022
跨界绿色技术搜寻		0.583***	0.564***	0.583***	0.575***
冗余资源		0.015	0.028	0.034	0.035
冗余资源^2		−0.037	−0.010		
跨界绿色技术搜寻×冗余资源			−0.189*		−0.216***
跨界绿色技术搜寻×冗余资源^2			0.025		
R^2	0.018	0.377	0.398	0.376	0.398
ΔR^2	0.018	0.358	0.021	0.357	0.022
F	1.573	28.749***	24.331***	33.500***	31.422***

注:*、**、***分别表示10%、5%、1%的显著性水平。

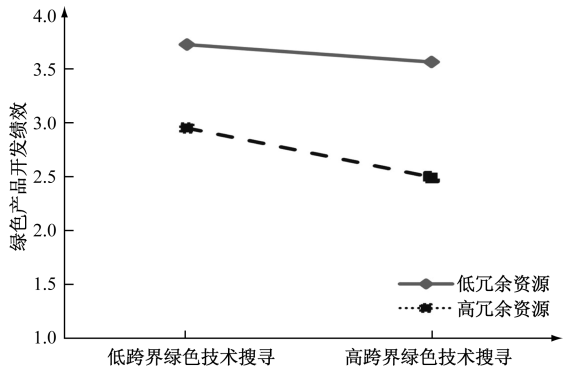


图3　冗余资源的调节效应

4 结论与启示

4.1 结论

本文基于知识基础理论和组织搜寻理论，论证了跨界绿色技术搜寻对绿色产品开发绩效作用机制，研究结论如下。

(1)企业开展跨界绿色技术搜寻有助于提升绿色产品开发绩效。企业通过跨界绿色技术搜寻获取了多样化的绿色技术知识，增强了识别和利用新机会的能力，提高了创造新产品和新技术的机会，有助于促进绿色产品开发绩效。本文基于知识基础理论，在跨界搜寻及技术搜寻概念基础上，聚焦绿色技术领域开展对跨界绿色技术搜寻的研究，拓展了组织搜寻理论的研究内容，为组织搜寻相关研究提供了崭新的视角。

(2)跨界绿色技术搜寻通过技术重构促进绿色产品开发绩效。跨界绿色技术搜寻为企业构建了坚实的绿色技术知识基础，而绿色技术知识的效应发挥，有赖于企业对技术的系统整合和创新能力，即技术重构能力。通过技术重构可以对内外部绿色技术知识进行有效整合、重构和迭代创新，构造企业持续创新优势[21]，促进绿色产品开发。

(3)战略前瞻性在跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效间起正向调节作用。作为一种直接企业影响持续战略适应的关键组织能力，企业战略前瞻性越高，越能意识到只有将环境问题融入自身战略才能符合当下制造业绿色转型的需要，从而更关注绿色前沿技术，提升绿色产品开发绩效。本文识别出战略前瞻性是跨界绿色技术搜寻促进绿色产品开发绩效的重要边界条件，强化了战略因素在绿色产品开发过程中的作用。

(4)冗余资源负向调节跨界绿色技术搜寻与绿色产品开发绩效间的关系。现有研究普遍认为，冗余资源对技术创新的影响呈现倒U形特征。本文研究结论并非否定这一特征，而是样本企业可能普遍存在“资源过剩”的现象。究其原因，当下制造业企业正面临绿色转型压力，为应对转型风险，企业倾向于积累超额冗余资源。冗余资源过量会对绿色技术的搜寻、整合及应用产生资源挤占效应，还可能诱发组织惰性并强化技术路径依赖，进而阻碍绿色产品开发进程。

4.2 启示

(1)制造业企业管理者应具备跨界意识，加强与供应商、客户、高校及科研院所等的交流互动，同时注重提高内外部技术重构、转化与利用能力，帮助企业实现对绿色技术资源的内化。完善支持跨界创新合作的制度环境与激励机制，构建有利于知识流动与资源共享的公共平台，系统地降低企业进行外部技术搜寻与内部技术重构的成本与风险。

(2)当前制造业企业绿色发展面临复杂多变的国际和国内环境，将培育战略前瞻性作为应对复杂环境的核心要务，洞察绿色技术发展趋势与市场需求变化，引领企业创新方向与战略布局。强化对未来绿色技术方向的战略指引，提供持续稳定的激励政策，引导企业形成对绿色技术创新的长期稳定预期，系统地培育企业战略前瞻性及应对不确定性的能力。

(3)制造业企业管理者的角色应从“资源持有者”向“资源管理者”转变，对冗余资源进行精细化管理，警惕资源过度积累，使冗余资源成为企业创新的助力而非枷锁。精准施策，通过建立差异化激励与约束机制，引导资源过剩企业提升资源配置效率，从源头上避免冗余资源的过度积累。

4.3 研究不足与未来展望

研究的局限性主要体现如下。

(1)影响跨界绿色技术搜寻和绿色产品开发绩效间关系的因素还有很多，由于时间和篇幅限制，本文仅探讨了技术重构、战略前瞻性、冗余资源的作用机制，未来研究可围绕数字化背景、环境不确定性、绿色组织文化等组织内外部情境因素展开进一步探索。

(2)由于样本收集方式的限制，本文的样本主要来自制造业，事实上，绿色产品开发已经得到各行各业越来越多的重视。未来研究可进一步拓展到其他行业，如金融行业、互联网行业等，进一步探讨研究结论的普适性。

(3)本文采取问卷调查的方式对制造业企业进行实证分析，调查的结果可能受到被调查者的主观因素影响，且在解释变量间因果关系方面存在一定的局限性，未来研究可考虑通过其他更为客观的方法，如案例研究法等进行调研。

参考文献

[1] KHAN S J, DHIR A, PARIDAV, et al. Past, present, and future of green product innovation[J]. Business Strategy and the Environment, 2021, 30(8): 4081-4106.

[2] DE MEDEIROS J F, GARLET T B, RIBEIRO J L D, et al. Success factors for environmentally sustainable product innovation: an updated review[J]. Journal of Cleaner Production, 2022, 345: 131039.

[3] 王喜刚，王梦杰. 我国绿色制造存在的问题和发展路径[J]. 低碳世界，2021，11(8)：21-22.
[4] 游达明，李琳娜. 环境规制强度、前沿技术差距与企业绿色技术创新[J]. 软科学，2022，36(8)：108-114.
[5] 宋剑锋，王笛，孙秀梅. 跨界搜寻、资源拼凑对持续性竞争优势的影响：基于资源编排理论[J]. 科技管理研究，2023，43(13)：179-191.
[6] 徐蕾，李明贝，李靖华. 基于技术多元化的企业创新绩效研究：技术重构与开放度视角的剖析[J]. 商业经济与管理，2022(10)：51-61.
[7] 魏江，张妍，应瑛. 战略前瞻性、创新搜寻与创新绩效之间的演化：先声药业1995—2012年纵向案例研究[J]. 自然辩证法通讯，2015，37(4)：88-95.
[8] 刘海建，陈传明. 企业组织资本、战略前瞻性与企业绩效：基于中国企业的实证研究[J]. 管理世界，2007，23(5)：83-93.
[9] VOSS G B，SIRDESHMUKH D，VOSS Z G. The effects of slack resources and environmental threat on product exploration and exploitation[J]. Academy of Management Journal，2008，51(1)：147-164.
[10] 余传鹏，黎展锋，林春培，等. 数字创新网络嵌入对制造企业新产品开发绩效的影响研究[J]. 管理世界，2024，40(5)：154-176.
[11] KHAN P A，JOHL S K，JOHLS K. Does adoption of ISO 56002—2019 and green innovation reporting enhance the firm sustainable development goal performance? an emerging paradigm[J]. Business Strategy and the Environment，2021，30(7)：2922-2936.
[12] 尹建华，姜萍. 搜寻与整合：匹配对绿色产品开发绩效的作用[J]. 科学学研究，2024，42(6)：1266-1277.
[13] YANG M M，WANG J R. Boundary-Spanning search and breakthrough innovation：the moderating role of big data analytics capability[J]. Journal of Enterprise Information Management，2024，37(4)：1301-1321.
[14] 王展昭，冉青云. 多维邻近性、知识搜索与创新生态系统价值共创[J]. 科技和产业，2025，25(7)：355-363.
[15] LÜ C L，PENG C，LI R，et al. Ambidextrous leadership and sustainability performance：serial mediation effects of employees' green creativity and green product innovation[J]. Leadership and Organization Development Journal，2022，43(8)：1376-1394.
[16] 王文华，张卓，陈玉荣，等. 基于技术整合的技术多元化与企业绩效研究[J]. 科学学研究，2015，33(2)：279-286.
[17] 周飞，钟泓琳，林一帆. 外部创新知识搜寻、资源拼凑与双向开放式创新的关系[J]. 科研管理，2020，41(8)：23-30.
[18] MANESH M F，PELLEGRINI M M，MARZI G，et al. Knowledge management in the fourth industrial revolution：mapping the literature and scoping future avenues[J]. IEEE Transactions on Engineering Management，2020，68(1)：289-300
[19] 王建军，曹宁，叶明海. 多维知识搜寻、知识重构与企业持续创新——IT治理的调节作用[J]. 软科学，2020，34(9)：85-89.
[20] 魏江，王铜安. 技术整合的概念演进与实现过程研究[J]. 科学学研究，2007(S2)：196-204.
[21] FLEMING L. Recombinant uncertainty in technological search[J]. Management Science，2001，47(1)：117-132.
[22] WEST J，SALTER A，VANHAVERBEKE W，et al. Open innovation：the next decade[J]. Research Policy，2014，43(5)：805-811.
[23] 张黎，高换林，汪涛. 效果推理对初创企业新产品开发绩效的影响[J]. 科技和产业，2024，24(15)：73-80.
[24] NASCIMENTO L D S，REICHERT F M，JANISSEK-MUNIZ R，et al. Dynamic interactions among knowledge management，strategic foresight and emerging technologies[J]. Journal of Knowledge Management，2021，25(2)：275-297.
[25] MOQADDAMERAD S，ALI M. Strategic foresight and business model innovation：the sequential mediating role of sense-making and learning[J]. Technological Forecasting and Social Change，2024，200：123095.
[26] IDEN J，METHLIE L B，CHRISTENSEN G E. The nature of strategic foresight research：a systematic literature review [J]. Technological Forecasting & Social Change，2017，116(3)：87-97.
[27] 杨林，俞安平. 企业家认知对企业战略变革前瞻性的影响：知识创造过程的中介效应[J]. 南开管理评论，2016，19(1)：120-133.
[28] 任声策，杜梅，操友根. 管理者短视主义波动、多元化战略与企业投入[J]. 管理评论，2025，37(7)：200-213.
[29] 朱秀梅，韩蓉，陈海涛. 战略导向的构成及相互作用关系实证研究[J]. 科学学研究，2012，30(8)：1211-1220.
[30] 刘明霞，侯雪茹，邱晨. 均衡还是偏爱？企业社会责任差异性对绿色创新的影响[J]. 管理评论，2025，37(2)：82-96.
[31] 郭彤梅，陈红，武嘉欣，等. 非沉淀性冗余资源如何影响组织韧性——来自中国制造业上市公司的证据[J]. 贵州财经大学学报，2024(3)：51-61.
[32] 王永贵，张二伟. 国际化扩张对企业内部资源配置效率的影响机理研究——基于冗余资源视角的实证分析[J]. 国际贸易问题，2025(6)：38-59.
[33] 王丽平，高倩. 技术多元化战略对新产品开发优势的影响研究[J]. 科学学研究，2023，41(7)：1270-1281.
[34] MA C Q，YANG Z，YAO Z，et al. The effect of strategic alliance resource accumulation and process characteristics on new product success：exploration of international high-tech strategic alliances in China[J]. Industrial Marketing Management，2012，41(3)：469-480.
[35] CHEN Y S，CHANG T W，LINC Y，et al. The influence of proactive green innovation and reactive green innovation on green product development performance：the mediation role of green creativity[J]. Sustainability，

2016，8(10)：966.
[36] 肖丁丁，朱桂龙. 跨界搜寻对组织双元能力影响的实证研究——基于创新能力结构视角[J]. 科学学研究，2016，34(7)：1076-1085.
[37] 郭亮，于渤，罗晓光，等. 企业技术集成能力的测量与功效[J]. 研究与发展管理，2016，28(3)：55-66.
[38] TAN J，PENG M W. Organizational slack and firm performance during economic transitions：two studies from an emerging economy[J]. Strategic Management Journal，2003，24(13)：1249-1263.

Impact of Boundary-Spanning Green Technology Search on Green Product Development Performance

JIANG Ping[1]，WANG Sen[2]，HU Yujie[3]，SHUANG Qi[4]
(1. School of Economics and Management，Changchun University of Technology，Changchun 130012，China；
2. School of Management，Beijing Union University，Beijing 100101，China；
3. Institute of Agricultural Economics and Development，Chinese Academy of Agricultural Sciences，Beijing 100081，China；
4. School of Economics and Management，Taiyuan University of Science and Technology，Taiyuan 030000，China)

Abstract：Grounded in the knowledge-based theory and organizational search theory，survey data from manufacturing enterprises were utilized to investigate the mechanism through which boundary-spanning green technology search influences green product development performance. The results show that boundary-spanning green technology search promotes green product development performance. Technology reconstruction plays a partial mediating role between boundary-spanning green technology search and green product development performance. Strategic foresight positively moderates the relationship between boundary-spanning green technology search and green product development performance. Slack resources negatively moderate the relationship between boundary-spanning green technology search and green product development performance. The conclusions provide theoretical guidance and decision-making references for the green transition practice of manufacturing enterprises.

Keywords：boundary-spanning green technology search；technology reconstruction；strategic foresight；slack resources；green product development