

AI 赋能的敏捷创新：融合中国制造业生态优势的创意产品快速迭代开发框架

陈春松¹，楼高强²

1. 义乌祺创电子科技有限公司，浙江 义乌 322000

2. 浙江省机电技师学院，浙江 义乌 322000

DOI: 10.61369/TACS.2025120045

摘要： 在第四次工业革命背景下，创意产品市场呈现高度不确定性与碎片化特征，传统线性开发模式已难以适应。本文旨在探讨一种集成人工智能（AI）技术、敏捷开发方法论与中国制造业生态优势的新型产品开发范式。通过构建“AI 赋能的创意产品快速迭代开发框架”（A²IF），本文系统阐述了 AI 作为认知引擎、敏捷作为流程载体、产业生态作为物理支撑的三元协同机制。研究发现，该框架通过“感知－认知－决策－执行”（PCDE）的智能闭环，显著压缩了从概念到交付的周期。结合国内外典型案例分析，本文揭示了中国企业如何利用独特的产业集群优势，通过“内智外力”的耦合模式，建立起区别于西方巨头“内部化集成”的差异化竞争优势，为中国制造业向“智能创造”转型提供了理论依据与实践路径。

关键词： 人工智能；敏捷创新；产业生态系统；A²IF 框架；智能制造

AI - enabled Agile Innovation: A Rapid Iterative Development Framework for Creative Products Integrating the Ecological Advantages of China's Manufacturing Industry

Chen Chunsong¹, Lou Gaoqiang²

1. Yiwu Qichuang Electronic Technology Co., Ltd., Yiwu, Zhejiang 322000

2. Zhejiang Mechanical & Electrical Technician College, Yiwu, Zhejiang 322000

Abstract： Against the backdrop of the the Fourth Industrial Revolution, the creative product market is characterized by high uncertainty and fragmentation, rendering traditional linear development models inadequate. This paper aims to explore a novel product development paradigm that integrates Artificial Intelligence (AI) technology, Agile development methodologies, and the inherent advantages of the Chinese manufacturing ecosystem. By constructing the "AI-Accelerated Agile Iterative Framework for Creative Products" (A²IF), this paper systematically elaborates on the tripartite synergy mechanism where AI functions as the cognitive engine, Agile serves as the process vehicle, and the industrial ecosystem acts as the physical support. The study finds that this framework significantly compresses the cycle from concept to delivery through an intelligent closed-loop of "Perception-Cognition-Decision-Execution" (PCDE). Drawing upon analyses of typical domestic and international cases, this paper reveals how Chinese enterprises leverage unique industrial cluster advantages to establish a differentiated competitive edge—distinct from the "internalized integration" approach of Western giants—through a coupled model of "internal intelligence and external power." This provides both the theoretical basis and practical pathway for the transformation of Chinese manufacturing towards "Intelligent Creation."

Keywords： artificial intelligence; agile innovation; industrial ecosystem; A²IF framework; intelligent manufacturing

一、绪论

（一）研究背景与问题提出

当前，全球经济正处于以人工智能、大数据和物联网为核心驱动力的第四次工业革命浪潮中。随着消费模式从标准化向个性化、体验化转型，产品生命周期急剧缩短，市场需求呈现出前所未有的波动性与不确定性。传统的瀑布（Waterfall）开发模式因其高昂的试错成本和僵化的流程，已成为制约企业创新的桎梏。

与此同时，以“构建－衡量－学习”为核心的精益敏捷思想虽提供了应对不确定性的方法论，但受限于人类认知边界和物理执行效率，其迭代速度已近极限。

在此背景下，两个关键变量的引入为突破这一瓶颈提供了可能：一是生成式 AI、数字孪生等技术的爆发，极大增强了产品全生命周期的认知与决策能力；二是中国制造业独特的产业集群优势，为创新的物理实现提供了无与伦比的柔性速度与。然而，现有研究多将 AI 技术、敏捷管理与产业经济学割裂探讨，缺乏一个整合性

的理论框架来解释这三者如何协同作用以实现创新的指数级加速。

本文旨在回答核心问题：在高不确定性环境下，企业如何通过深度融合 AI 技术、敏捷方法与中国制造业生态优势，构建一套低成本、短周期、高质量的快速迭代开发范式？

（二）研究意义

本文的理论贡献在于构建了“技术（AI）- 流程（敏捷）- 生态（产业集群）”三位一体的 A²IF 框架，拓展了创新管理理论的边界，揭示了“智能体生态系统”在产品开发中的运行机制^[1]。实践上，本文为中国企业利用本土供应链韧性及 AI 技术红利，实现从“中国制造”向“中国智造”的战略跃升提供了可操作的行动指南。

二、理论基础与文献综述

（一）人工智能驱动的产品开发范式变革

AI 已超越辅助工具范畴，成为重塑产品开发底层逻辑的核心驱动力。Witkowski 与 Wodecki（2024）指出，AI 驱动的产品开发管理能显著提升项目成功率^[2]。在前端，NLP 与大数据分析重构了市场洞察机制，实现了对隐性需求的精准捕捉；在研发端，生成式设计（Generative Design）与数字孪生技术将“试错”过程从物理世界转移至零成本的虚拟空间；在制造端，预测性维护与视觉质检实现了生产过程的自适应控制^[3]。AI 将基于经验的模糊决策转化为基于数据的精准决策，引发了开发范式的根本性变革。

（二）敏捷开发的局限与智能化升级

敏捷开发强调“个体互动”与“响应变化”，其核心机制是 MVP（最小可行性产品）的快速迭代。然而，传统敏捷高度依赖人的隐性知识和经验判断，在处理海量市场反馈时存在认知过载和决策延迟^[4]。AI 技术的引入，使得“感知-认知-决策-执行”链条具备了自动化与智能化特征，有望将“人驱动”的敏捷升级为“数据驱动”的智能敏捷，突破传统敏捷的效率天花板。

（三）产业集群理论的数字化重构

产业集群集聚会带来巨大的生产率优势。在数字经济时代，中国制造业产业集群（如长三角、珠三角）正演化为深度互联的智能制造生态系统^[5]。其核心特征表现为：极致的供应链柔性、隐性工艺知识的溢出效应以及“竞合”环境下的快速响应能力。这种生态优势构成了敏捷创新的物理“硬件”基础，使得虚拟世界的算法创新能以极低成本迅速转化为物理世界的实体产品。

三、中国制造业生态系统的独特禀赋分析

（一）宏观基础：全产业链的韧性与规模

中国连续 15 年位居全球制造业第一大国，2024 年制造业增加值占全球 27.7%。这不仅意味着巨大的产能规模，更代表了完整的工业门类 and 向价值链上游攀升的结构性优化。这种全产业链优势是承接 AI 技术落地、避免“脱实向虚”的根本保障。

（二）中观网络：产业集群的协同效应

以珠三角电子信息产业带为代表的集群网络，形成了高度专业化分工与模块化协作体系。在这一生态中，供应链响应速度以

“小时”计，模具开发与打样周期被压缩至极限^[6]。这种“即插即用”式的供应链能力，显著降低了硬件创新的门槛，为敏捷开发中的“快速原型”环节提供了坚实的物理支撑，构成了中国企业独特的“速度壁垒”。

（三）微观动能：智能制造的渗透与跃升

随着“中国制造 2025”的推进，中国工业 AI 采纳率爆发式增长，工业机器人密度位居世界前列^[7]。更关键的是，通过工业互联网平台，“AI 即服务”模式正在中小企业中普及，使得制造系统逐渐具备自主感知与协同决策能力。这种微观层面的智能化，为打通设计与制造的数据链路提供了技术前提。

四、A²IF 框架构建：AI 赋能的创意产品快速迭代开发

基于控制论与认知科学思想，本文提出“AI 赋能的创意产品快速迭代开发框架”（AI-enabled Agile Innovation Framework, A²IF）。该框架的核心逻辑是构建一个由数据驱动、AI 赋能的“感知-认知-决策-执行”（PCDE）智能闭环，并将其植根于中国制造业生态之中。

（一）框架总体运行机制

A²IF 框架是一个动态演进系统。感知层利用 AI 实时捕获市场与供应链信号；认知层通过算法将数据转化为洞察；决策层实现人机协同的战略判断；执行层调度生态资源完成物理交付。其中，数据是流动的血液，AI 是认知引擎，敏捷流程是节拍器，而人则是价值导向的舵手。

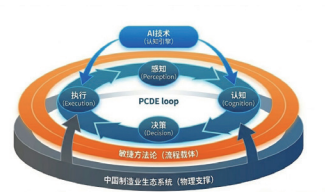


图1 A²IF 框架总体运行机制与三元协同模型

（二）框架的四大核心支柱

支柱一：AI 驱动的前端创新与概念验证

针对“做什么”的战略模糊性，该支柱利用 NLP 技术扫描全网数据，识别利基市场与新兴趋势。生成式 AI（AIGC）基于洞察自动生成多模态产品概念，结合数字化 A/B 测试，将传统的市场调研周期从数月压缩至数天，实现创意的低成本验证。

支柱二：AI 辅助的敏捷研发与虚拟仿真

针对研发环节的效率瓶颈，该支柱引入生成式设计与数字孪生技术。AI 算法在满足制造约束（DFM）的前提下自动遍历设计空间，推荐最优解；虚拟仿真替代了大部分物理测试，大幅提升设计质量与迭代速度。此过程强调跨学科团队的敏捷协作。

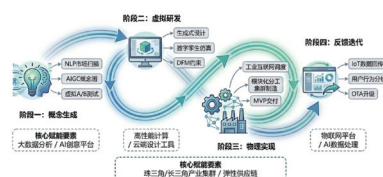


图2 基于 A²IF 的创意产品快速迭代全链路流程

支柱三：基于产业生态的柔性制造与快速原型

这是连接虚拟与物理的关键环节。利用中国产业带的模块化分工，通过工业互联网平台智能调度供应链资源，实现“云端下单、集群制造”。在生产中，AI 视觉检测确保质量受控^[8]。该支柱的核心在于将外部制造能力转化为企业内部可调用的“弹性产能”，实现 MVP 的极速交付。

支柱四：数据驱动的市场反馈与持续迭代

产品发布即迭代起点。该支柱通过物联网（IoT）回传用户行为数据，AI 分析挖掘改进点，驱动产品的 OTA 升级或下一代研发。同时，结合预测性维护技术，实现从“售后维修”向“主动服务”的模式转型，构建全生命周期的价值闭环。

五、实证研究与案例分析

为验证 A²IF 框架的有效性，本文采用多案例对比研究方法，选取国际领先企业与中国本土创新实践进行深度剖析。

（一）国际范式：内部集成化的技术赋能

以伊顿（Eaton）、西门子（Siemens）为代表的跨国巨头，主要通过雄厚的资本投入，在企业内部构建闭环 AI 系统。

伊顿案例：通过引入 aPriori 生成式 AI，将历史数据与物理约束结合，使设计时间缩短 87%，完美印证了 A²IF 框架第二支柱（研发提速）的有效性。

西门子与 GE 案例：通过数字孪生与预测性维护，显著降低了运维成本与停机时间，验证了第四支柱（持续迭代）的价值。

局限性：该模式依赖高昂的内部研发投入与数据积累，且由于供应链分布全球，物理迭代速度受限。

（二）中国范式：生态协同化的敏捷突围

与国际巨头不同，中国企业尤其是中小企业的创新路径呈现出鲜明的“生态协同”特征。

宏观验证：国家发改委报告显示，中国制造业正通过“仿真验证、制造装配、运维管理”的全链路智能化，重塑要素配置模式。

典型场景分析（珠三角智能硬件）：一个初创团队通过 A²IF 框架，利用 AI 洞察确立“复古模块化音箱”定位（支柱一）；借助第三方仿真服务优化声学结构（支柱二）；依托东莞共享模具与华强北供应链，三周内完成 MVP 交付（支柱三）；基于用户数据快速推出氛围灯模块（支柱四）。

优势分析：该模式极大地降低了资产与时间成本。企业通过各种 SaaS 平台和产业网络，调用了原本只属于巨头的制造与研发能力。

参考文献

- [1] 黄园园, 谢守勇, 杨玲. 面向智能制造专业的人才培养模式探索与实践 [J]. 农业工程, 2024, 14(06): 128-132.
- [2] 谢康, 卢鹏, 盛君叶. 人工智能、产品创新与制造业适应性转型 [J]. 北京交通大学学报 (社会科学版), 2024, 23(1): 84-95.
- [3] 张影, 徐杨, 王京. AI+ 背景下工业互联网平台开放策略演化博弈与仿真模型 [J]. 计算机集成制造系统, 2025.
- [4] 周阳, 周冬梅, 鲁若愚. AI 战略导向如何赋能企业创新敏捷性提升: 基于知识管理视角 [J]. 研究与发展管理, :0001-14.
- [5] 卢桥, 张兴旺, 黄婷婷. 国内非物质文化遗产数字化研究现状及研究内容分析 [J]. 电脑知识与技术, 2017, 13(6): 9-11.
- [6] Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P. GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models [J]. Science, 2024, 384(6702): 1306-1308.
- [7] 刘强, 吕忠阔, 张志超. 基于物联网技术的智能安防系统设计与实现 [J]. 智能物联技术, 2025, 8(1): 84-87.
- [8] 王艳, 陈金兰, 杨坤. 基于“知识图谱+人工智能(AI)”的“智能制造生产线”课程设计与实践 [J]. 装备制造技术, 2025, (01): 88-90.
- [9] 张博, 张小千. 儿童家具中形态仿生与色彩仿生设计的应用研究 [J]. 设计, 2024, (6): 49-55.

（三）跨案例比较与启示

对比发现，国际巨头优势在于“技术深度”，倾向于内部化创新；而中国企业优势在于“响应速度”，倾向于生态化创新^[9]。A²IF 框架在中国情境下的独特价值在于：它将 AI 的虚拟迭代速度与产业集群的物理响应速度完美耦合。没有产业生态支撑的 AI 创新是“空中楼阁”，而没有 AI 赋能的产业制造则难以摆脱低端锁定。两者结合，方能形成系统性的竞争优势。

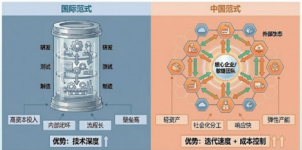


图3 国际巨头“内部集成化”与中国企业“生态协同化”创新范式对比

六、结论

范式转移确认：在 VUCA 环境下，企业竞争焦点已从规模效应转向快速迭代能力。AI 技术与敏捷流程的深度融合是实现这一转型的必由之路。

技术 - 生态二元支撑：AI 重塑了认知的颗粒度与速度，而中国制造业生态提供了物理实现的加速度。两者构成了“软硬结合”的创新双引擎。

A²IF 框架的普适性与特殊性：该框架不仅解释了技术赋能的一般规律，更揭示了中国企业利用“产业公地”实现低成本、快节奏创新的独特路径。

（一）管理启示

对于企业管理者，本研究提出三点建议：

战略层：确立“AI 原生”思维，将建立快速迭代能力作为核心战略，从“拥有资源”转向“链接生态”。

战术层：重塑研发流程，打破部门墙，建立人机协同的敏捷团队，将 AI 视为“超级员工”而非简单工具。

运营层：将供应链管理升级为生态系统编排，优先选择具备数字化协同能力的供应商，利用共享制造实现轻资产运营。

（二）局限与展望

本研究受限于商业数据的保密性，多为定性分析，未来需进一步补充定量实证研究。此外，框架实施中的组织变革阻力与 AI 伦理问题亦需深入探讨。展望未来，随着大模型在垂直领域的深化应用，研究“AI+ 产业带”对区域经济格局的重塑效应，将是极具价值的学术方向。