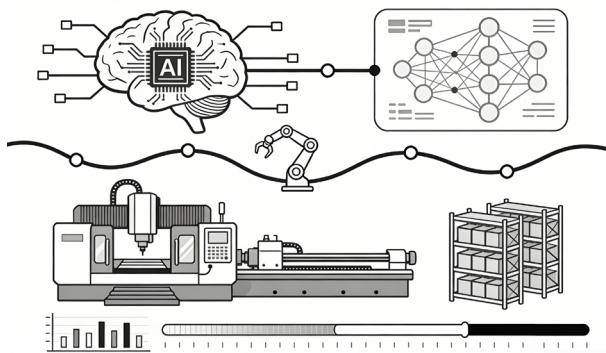


# 人工智能赋能制造业的多层次经济效应

文 | 袁国建

制造业是国民经济的主体，是立国之本、强国之基，纵观历史，每一次工业革命都通过提升生产效率重塑了制造业乃至全球经济的格局。当前，我们正处在以智能化为特征的第四次工业革命浪潮之巅，人工智能作为引领这场变革的战略性技术正在彻底改变制造业的生产方式、组织模式和竞争力来源。与前三次工业革命（机械化、电气化、自动化）主要替代和增强人类体力劳动不同，人工智能的核心在于替代和增强人类在感知、认知、决策等方面的脑力劳动，从预测设备故障的算法，到识别微瑕产品的视觉系统，再到优化全球供应链的智慧大脑，AI 正在将数据这一新型生产要素转化为前所未有的生产力。



（配图由 AI 生成）

## 人工智能驱动制造业生产效率提升的核心路径

AI 在制造业的效率提升是通过具体应用场景实现的。其主要路径可归纳为以下三个方面：

### 生产流程的智能化：从“经验驱动”到“数据优化”

传统生产流程长期依赖于老师傅的经验积累和固定化的工艺参数设置，人工智能技术通过数据建模与实时分析，预测性维护是当前 AI 应用中最为成熟且投资回报显著的领域之一。将非计划停机时间削减 30% 至 50%，维护策略从传统的“定期过度保养”或“故障后维修”转变为“按需维护”，有效延长使用寿命。

在注塑、冶炼、化工、半导体等方面，产品质量受到上百个交互影响的参数共同作用，面对如此复杂的生产系统，人工智能构建了机器学习模型。例如某注塑企业引入 AI 系统压力、温度及时间参数进行动态优化，将产品良品率提升 2 个百分点，每年节约数百万元。

### 质量控制的精准化：从“人工抽检”到“AI 全检”

在制造业质量控制领域，人工智能正推动检测方式实现从传统人工抽检向全自动智能全检的革命性转变，面对传统人工检测存在的效率瓶颈、视觉疲劳和标准波动等固有难

题。基于深度学习机器视觉系统每秒处理数十件至上百件产品，捕捉到微米级划痕、色差尺寸偏差。该系统将产品不良率从传统的百分之一压缩至千分之一甚至万分之一，质检人员从视觉检测工作中释放，转向工艺改进岗位，人工智能技术实现百分之百全数检验，从根本上阻断了缺陷产品流入市场的通道，既有效维护了品牌声誉，又规避了因大规模召回产生的巨额损失，为企业构筑起全方位的质量保障体系。

### 供应链与资源调度的协同化：从“链式反应”到“网状智能”

供应链作为制造业的血液循环系统，其运行效率直接决定了企业的资金周转速度和市场响应能力，人工智能通过智能需求预测与库存管理能够综合分析历史销售数据、季节性波动、市场趋势乃至天气预报等多维信息，实现对未来需求的精准预判，这使得企业得以转向按需生产模式，显著降低原材料及成品库存水平，而库存的减少直接意味着被占用的资金、仓储空间及管理成本得到释放，为企业注入了宝贵的现金流。在生产执行层面，AI 排产系统可同时考量订单交期、工艺路线、设备状态和人员班次等复杂约束条件，在数分钟内生成最优生产计划，提升设备利用率和订单准时交

付率。

### 生产效率提升带来的多层次经济效益分析

AI 在微观层面带来的效率提升，如同涟漪一般，扩散至整个经济体系，产生深远的经济效应。

#### 微观层面：企业内部的“价值重塑”

通过精准控制原料消耗、降低能耗和提升产品合格率，可使成本下降，厂房折旧、设备维护与研发投入等固定成本被分摊到更多产品，使得单位固定成本降低。基于人工智能的柔性生产系统使生产线快速响应个性化订单，企业从标准化大规模生产向定制化转型，有效摆脱同质化竞争困境。商业模式创新的装备制造企业通过远程监测与预测性维护系统，将业务从单一设备销售延伸至全生命周期服务，通过收取年度服务费形成稳定持续的利润来源，这种“产品+服务”的复合模式不仅提升了客户黏性，更构建了难以复制的竞争优势。

#### 中观层面：产业格局的“分化洗牌”

在中观产业层面，人工智能的深度应用正在引发产业格局的深刻变革，这种变革主要体现在市场结构重塑与就业生态转型两个关键领域。产业率先部署具有人工智能技术的头部企业，持续扩大市场份额；而受限于资金、技术和人才的中小企业，面临就业市场具有“破坏性创造”特征的结构调整：在自动化系统逐步替代流水线普工、传统焊工等重复性体力岗位及数据录入员等初级脑力岗位的同时，也催生了 AI 训练师、工业数据科学家、机器人协调员等新兴职业。

#### 宏观层面：国民经济体系的“质变升级”

在宏观国民经济层面，人工智能的应用正在推动经济体系实现质的飞跃，这一转型主要体现在全球竞争格局重构、增长动力转换及可持续发展三大维度。传统全球制造业布局长期遵循劳动力成本导向的转移规律，而人工智能带来的生产效率革命，既为发达国家推动“再工业化”和高端制造回流创造了技术条件，也对发展中国家形成了产业升级的倒逼机制，若不能加快智能化转型步伐，将面临被固化在全球价值链中低端环节的风险。与此同时，人工智能驱动的效率提升本质上是对全要素生产率的根本性改善，这意味着经济增长模式正从依赖要素投入规模的传统路径，转向以技术创新为核心驱动力的高质量发展新阶段，这种转变构成了经济结构优化升级的核心内涵。此外，人工智能技术还通过实现精准能耗控制和物料优化，为绿色可持续发展提供了有效路径，直接支持了国家“双碳”战略。

### AI 在制造业落地面临的现实挑战与冷思考

前景虽好，但前路坎坷，企业必须清醒认识到 AI 落地

过程中的“拦路虎”。

#### 高昂的初始投资与不确定的投资回报 (ROI)

AI 解决方案的软硬件采购、系统集成和人才引进需要巨额前期投入，对于利润微薄的中小企业而言，这是一笔沉重的负担，同时 AI 项目的成功受多种因素影响，其投资回报周期存在不确定性使得决策者望而却步。

#### 数据质量与“数据孤岛”问题

“垃圾进，垃圾出”(Garbage in, garbage out) 是 AI 领域的铁律，许多工厂的数据散落在不同年代、不同协议的设备和系统中(如 PLC、SCADA、MES、ERP)，格式不一难以互联互通，数据治理和数据打通是比算法本身更基础、更艰巨的工作。

#### 顶尖复合型人才的极度匮乏

最稀缺的人才既是深刻理解特定制造业工艺(Domain Knowledge)，又熟练掌握数据科学和 AI 技术的复合型专家，这类人才市场上“一将难求”，且人力成本极高。

#### 组织与管理变革的阻力

AI 的引入不仅是技术革命，更是管理革命，它会改变原有的工作流程、部门权责和决策模式，员工可能因对技术的陌生、对失业的恐惧而产生抵触情绪，中层管理者可能不信任 AI 的决策建议，从而缺乏顶层的战略决心和全员的文化转型，这样 AI 项目就极易夭折。

### 结束语

综上所述，人工智能驱动制造业生产效率提升，其经济效益是深远且多维的。它绝非仅仅是财务报表上成本的削减，而是一场从微观到宏观的系统性价值重塑。在微观层面它再造了企业的成本结构与商业模式，在中观层面它加速了产业洗牌并推动就业结构转型，在宏观层面它已成为国家间产业竞争的新赛道和经济高质量发展的新引擎，对于中国的制造企业而言，拥抱 AI 已不是一道“选择题”，而是一道关乎未来生存与发展的“必答题”，前方的道路挑战与机遇并存，企业需要秉持“小步快跑、务实求效”的原则，从最痛的业务痛点切入，夯实数据基础，重视人机协同，积极借助外力在持续的实践中积累能力、收获价值，唯有主动迎变方能在这场波澜壮阔的智能革命中立于不败之地，共享技术带来的巨大经济红利。

作者简介：袁国建 杭州市临安区经济和信息化局

责任编辑：孙姗姗 投稿邮箱：zhouhl@staff.ccidnet.com