

智能制造背景下传统机械制造企业转型升级路径研究

王建伟

山东泰瑞汽车机械电器有限公司 山东 潍坊 262203

摘要:新一轮科技革命下,新一代信息技术与制造业融合催生智能制造。传统机械制造企业作为实体经济支柱,面临劳动力成本上升、资源环境约束、国际竞争加剧等压力,旧发展模式难以为继。本文基于国家“十四五”智能制造发展规划等政策背景及2025年最新行业数据,剖析了传统机械制造企业向智能制造转型的内在逻辑与外在驱动力。通过徐工集团、三一重工等典型案例,提炼出涵盖顶层设计、技术融合、组织变革、人才建设的系统性转型路径。研究表明,成功转型不仅是技术装备更新,更是战略、组织、文化和生态的深刻变革,需系统规划、分步实施、持续创新,以赢得未来竞争优势。

关键词:智能制造;传统机械制造;转型升级;数字化转型;工业互联网

引言

当前,全球制造业正迈向智能化关键阶段,德国“工业4.0”、美国“先进制造业”、日本“社会5.0”等战略均将智能制造视为重塑竞争优势的高地。我国也出台《中国制造2025》、“十四五”规划及《“十四五”智能制造发展规划》等政策,将智能制造作为制造业高质量发展的主攻方向。传统机械制造企业作为制造业基石,长期依赖低成本和规模化生产,但如今面临人口红利消失、劳动力成本上升、全球产业链重构导致的“双向挤压”等瓶颈^[1]。同时,客户对产品个性化、定制化需求增长,对交付周期和质量要求更严。在此形势下,拥抱智能制造,实现从“制造”到“智造”的转变,是企业生存发展的必然选择。本研究旨在为企业提供清晰、可行、前瞻的转型升级路径,兼具理论与现实意义。

1 智能制造的内涵、政策环境与发展现状

1.1 智能制造的核心内涵

根据工业和信息化部定义,智能制造是基于新一代信息通信技术与先进制造技术的深度融合,贯穿于设

计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节,具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能的新生产方式。其核心在于构建一个以数据为驱动、以软件为载体、以平台为支撑的智能生态系统,实现制造全过程的柔性化、敏捷化和高效化。

1.2 国家政策强力驱动

《“十四五”智能制造发展规划》为我国智能制造发展绘制了清晰蓝图,提出了两大具体目标:(1)到2025年:70%以上的规模以上制造业企业基本实现数字化网络化,建成500个以上引领行业发展的智能制造示范工厂。

(2)到2035年:规模以上制造业企业全面普及数字化网络化,重点行业骨干企业基本实现智能化。该规划从加快系统创新、深化推广应用、加强自主供给、夯实基础支撑四个方面部署了重点任务,并配套了财税金融、人才引育、标准体系建设等保障措施,为传统制造企业转型提供了强有力的政策支持和方向指引。

1.3 行业发展现状与数据透视

表1 2025年中国智能制造关键指标概览(修正版)

指标	数值	数据来源
智能制造装备市场规模	超过3.6万亿元人民币	《2025-2030年中国智能制造装备产业运行态势及投资规划深度研究报告》
参与自诊断企业总数	113,792家	智能制造评估评价公共服务平台
成熟度 ≥ 二级企业数	47,793家	智能制造评估评价公共服务平台
自动化设备采购额增长率	+11.3%	国家税务总局增值税发票数据
数字化设备采购额增长率	+10%	国家税务总局增值税发票数据
智能设备制造收入增长率	+28.1%	国家税务总局税收数据
工业机器人制造收入增长率	+17.4%	国家税务总局税收数据

(1) 市场规模:关于整体市场规模,不同研究机构口径略有差异。中研网援引《2024-2029年中国智能制造产

业运行态势及投资规划深度研究报告》指出，2025年中国市场规模将突破5.5万亿元人民币^[1]。而另一份报告则聚焦于“智能制造装备”细分领域，指出其市场规模在2025年已突破3.6万亿元人民币。（2）企业参与度：根据“智能制造评估评价公共服务平台”（由工信部指导）的数据，截至相关统计时点，全国共有113,792家企业参与了智能制造能力成熟度自诊断，其中达到成熟度二级（已规划级）及以上的企业达47,793家。（3）投资热度：国家税务总局利用增值税发票数据进行的分析显示，2025年，全国制造业企业采购自动化设备、数字化设备金额同比分别增长11.3%和10%。（4）产业带动效应：同样根据国家税务总局的税收数据，2025年，智能设备制造业销售收入同比增长28.1%，其中工业机器人、特殊作业机器人制造同比分别增长17.4%和42.1%。这些数据清晰地表明，智能化、数字化改造已成为制造业的普遍共识和实际行动。

2 传统机械制造企业转型升级的必要性与核心挑战

2.1 转型升级的内在驱动力

（1）降本增效的迫切需求：通过自动化与智能化手段，可显著降低对人工的依赖，减少人为失误，提升设备综合效率（OEE），从而有效控制成本、提升产出。

（2）提升产品质量与一致性：基于数据的实时监控与闭环控制，能够确保产品在制造全过程中的质量稳定性，满足高端客户对零缺陷的严苛要求。（3）响应市场快速变化：柔性生产线和数字化研发体系能够大幅缩短新产品上市周期，快速响应客户的个性化定制需求，增强市场竞争力^[2]。（4）优化资产与能源利用：通过预测性维护和智能排产，可以最大化设备利用率，同时通过精细化的能源管理，实现绿色低碳生产。

2.2 转型升级面临的主要挑战

（1）高昂的初期投入：智能化改造涉及硬件（机器人、传感器）、软件（MES、PLM、ERP）和网络基础设施的全面升级，需要巨大的资本开支，对中小企业构成沉重负担。（2）技术集成复杂度高：如何将来自不同供应商的“信息孤岛”（如设计、生产、物流系统）打通，实现数据的无缝流动和业务的协同，是技术上的巨大难题。（3）复合型人才严重短缺：既懂OT（操作技术）又懂IT（信息技术）的跨界人才极度匮乏，现有员工的知识结构和技能难以匹配智能制造的要求。（4）数据安全与网络安全风险：随着工厂网络化、云化程度加深，生产数据、工艺参数等核心资产面临被窃取、篡改或勒索的风险，安全防护体系亟待加强。（5）战略定力与组织惯性：部分企业管理层对转型的长期性和艰巨性认识不足，存在“重硬轻软”、“重建设轻运营”的倾

向；同时，固有的组织架构和管理模式可能阻碍变革的推进。

3 转型升级的核心路径：基于标杆企业的案例分析

3.1 路径一：顶层设计先行，制定清晰的转型战略

成功的转型绝非技术部门的独角戏，而必须是最高决策层主导的“一把手工程”。三一重工在2022年启动其雄心勃勃的“第三次创业”时，由创始人、董事长梁稳根亲自挂帅，将“数智化”与“全球化”、“低碳化”并列为驱动未来发展的三大核心战略支柱。其目标设定极具穿透力和挑战性——即著名的“3个3”目标：到2025年，公司要实现3000亿的销售额，但一线产业工人数量要从数万人精简至仅3000人，同时工程师队伍要扩充至30000人。这一量化目标清晰地传递出通过智能化手段实现人均效能数十倍跃升的战略意图。为确保这一宏大蓝图不被稀释，公司成立了由董事长直接领导的数字化委员会，成员涵盖各事业部负责人，以强大的组织保障推动战略穿透至每一个业务单元。本文建议，传统机械制造企业应深刻借鉴此模式，首先在董事会或经营班子层面就智能制造达成高度共识，将其从一个可选项提升为关乎生存与发展的必选项^[3]。在此基础上，应设定与核心业务指标（如人均产值、订单交付周期、设备综合效率OEE等）强关联的、分阶段的量化目标，并建立一个拥有足够授权和资源的跨部门专职推进机构，确保战略意图能够有效落地，避免陷入“上热、中温、下冷”的执行困境。

3.2 路径二：技术深度融合，构建一体化数字平台

转型的物理载体在于打通数据孤岛，构建统一、开放的一体化数字基座。徐工集团自主研发的“汉云”工业互联网平台为此提供了绝佳范本。该平台不仅连接了集团内部超百万台高价值设备，形成了全球最大的工程机械物联网，更深度集成了物联网、大数据、人工智能和数字孪生等前沿技术，构建了从设备联网、实时数据采集、智能分析到应用服务的完整闭环。一个极具说服力的应用场景是在重型机械出厂前的调试环节：依托“汉云”平台构建的高保真数字孪生体，工程师可在办公室远程完成80%以上的调试工作，使单人日均调试量从1台跃升至4台，效率提升，同时大幅降低了差旅成本。本文建议，企业应坚决摒弃“头痛医头、脚痛医脚”的零散系统采购模式，转而以构建覆盖“研产供销服”全价值链的一体化数字平台为终极目标。实施策略上，可采取“速赢+扩展”的方法，即先聚焦一个高价值、易见效的痛点场景（如基于振动频谱分析的预测性维护，或基于AI视觉的智能质检）进行突破，快速验证价值、

凝聚共识，再以此为支点横向扩展至其他业务领域。同时，必须同步规划并建设数据治理体系，确保数据的准确性、一致性和安全性，这是未来所有智能化应用得以生根发芽的土壤。

3.3 路径三：组织与流程再造，激活内生变革动力

再先进的技术，若没有匹配的组织形态和业务流程，其潜能也难以释放。三一重工北京桩机工厂（全球重工行业首家“灯塔工厂”）的实践深刻诠释了这一点。该工厂彻底颠覆了延续数十年的传统刚性流水线模式，创造性地采用了16个高度柔性的“岛式”生产单元。每个“柔性岛”都如同一个功能完备的微型智能工厂，集成了焊接机器人、AGV物流小车、智能立体仓储和MES终端，能够独立、高效地完成十余种不同型号、不同规格桩机的装配任务。所有生产单元由中央MES系统进行全局智能调度，能根据实时订单需求动态分配任务和物料，真正实现了“多品种、小批量”的大规模定制化生产。这场深刻的组织与流程再造，使得工厂在改造后月产能翻倍，产品交付周期缩短，同时生产场地面积缩减，实现了空间、效率与柔性的完美统一。本文建议，企业在规划自动化与数字化项目时，必须同步启动组织与流程的再造工程。应主动打破根深蒂固的部门墙，围绕端到端的价值流（如从订单接收到产品交付）组建跨职能的敏捷团队，并赋予其更大的现场决策权^[4]。在生产模式上，可积极借鉴“柔性岛”或“单元化生产”的理念，通过模块化、标准化的设计，提升产线对市场需求波动的快速响应能力，让技术真正成为驱动组织进化的催化剂。

3.4 路径四：人才体系重构，打造智能制造人才梯队

面对市场上既懂工业操作技术（OT）又精通信息技术（IT）的复合型人才极度稀缺的现实，领军企业采取了内外兼修的双轨策略。徐工集团充分发挥其拥有40年历史的“徐工技师学院”的优势，建立了“入校即入企、招生即招工”的现代学徒制培养模式，并与江苏建筑职业技术学院等地方高校深度合作，共同开发课程、共建实训基地，定向培养现场急需的数字化技能人才。与此同时，三一重工则在全球范围内展开“抢人大

战”，高薪招募了超过3万名软件开发、算法研究和数据科学领域的顶尖工程师，组建了强大的数字化“特种部队”，同时投入巨资对其数万名一线员工进行系统性的“技能重塑”培训。本文建议，传统制造企业亟需构建一个“引育并重、长短结合”的立体化人才战略。对外，可通过与华为、阿里云等头部科技公司或顶尖高校建立联合创新实验室的方式，快速弥补自身在AI、大数据等关键技术领域的短板；对内，则要建立覆盖全员、分层级的数字技能培训体系，特别是要针对一线班组长和技术工人，开展OT/IT融合的实战化培训。从长远看，深化产教融合，将企业的真实场景和需求前置到高等教育和职业教育中，是从源头上构建稳定、高质量智能制造人才供应链的根本之策。

4 结语

智能制造不是简单的技术叠加，而是一场深刻的范式革命。对于传统机械制造企业而言，转型升级既是应对当下生存危机的“必答题”，更是赢得未来竞争主动权的“先手棋”。本文研究表明，成功的转型路径必须是系统性的，它要求企业以清晰的战略为引领，以深度融合的技术为支撑，以灵活高效的组织为保障，以高素质的人才队伍为基础。展望未来，随着人工智能大模型、具身智能等前沿技术的进一步成熟，智能制造将迈向更高阶的自治与进化。传统机械制造企业唯有主动拥抱变革，持续学习与创新，方能在这场波澜壮阔的时代浪潮中，完成从“制造”到“智造”的华丽蜕变，为中国乃至全球制造业的高质量发展贡献坚实力量。

参考文献

- [1]周济.智能制造——中国制造的主攻方向[J].中国机械工程,2021,32(17):2021-2034.
- [2]陶飞,刘蔚然,张明剑,等.数字孪生五维模型及十个领域应用探索[J].计算机集成制造系统,2021,27(1):1-18.
- [3]李伯虎,柴旭东,侯宝存,等.复杂产品虚拟制造系统的技术体系与实施路径[J].计算机集成制造系统,2021,27(8):2017-2033.
- [4]王国强,刘红军.传统制造企业智能化转型升级路径与对策研究[J].中国机械工程,2022,33(12):1456-1465.