

# 智能制造背景下传统机械制造企业转型升级路径探析

刘颖慧<sup>1</sup> 倪忠琦<sup>2</sup>

1. 浙江鹏翔暖通设备有限公司 浙江 绍兴 312300

2. 浙江上风高科专风实业股份有限公司 浙江 绍兴 312300

**摘要:** 随着新一代信息技术与制造业深度融合,以数字化、网络化、智能化为核心特征的智能制造正成为全球制造业发展的主流趋势。在此背景下,我国数量庞大的传统机械制造企业面临着前所未有的机遇与挑战。本文旨在深入剖析智能制造的内涵与核心要素,系统梳理传统机械制造企业在转型过程中遭遇的技术、管理、人才及战略等多重困境,并结合国内外成功实践案例,从顶层设计、技术赋能、组织变革、人才建设及生态协同五个维度,构建一套系统化、可操作的转型升级路径体系。研究认为,传统机械制造企业的转型升级并非简单的技术叠加,而是一场深刻的系统性变革,需要以战略定力、数据驱动和生态思维为核心,方能在新一轮产业革命中重塑竞争优势,实现高质量发展。

**关键词:** 智能制造;传统机械制造;转型升级;工业互联网;数字孪生;路径探析

## 引言

当下,世界正逢百年未有之大变局,新一轮科技革命与产业变革加速推进。物联网、大数据等新一代信息技术深度渗透重构全球制造业链条。在此背景下,智能制造成为各国竞争的战略高地。我国“十四五”规划明确要推动制造业根本性变革,推进数字化、网络化、智能化转型。我国是世界第一制造业大国,传统机械制造企业是制造业坚实基础,但长期依赖资源、规模和低成本劳动力,在多重因素影响下,传统发展模式难以为继。而智能制造具备柔性生产等诸多优势,为其突破瓶颈、迈向高端提供契机。不过,从“制造”到“智造”困难重重,不少企业转型存在战略不清、技术薄弱、文化僵化等问题。因此,系统探究其转型升级路径,兼具理论价值与现实意义,本文将就此深入探讨。

## 1 智能制造的内涵解析与核心要素

### 1.1 智能制造的内涵界定

智能制造是以新一代信息技术为基础,深度融合先进制造技术、智能技术与现代管理理念,通过构建物理信息系统(CPS, Cyber-Physical Systems),实现制造过程的自感知、自学习、自决策、自执行和自适应。其核心目标在于提升制造业的质量、效率、柔性和绿色化水平,最终实现以用户为中心的大规模个性化定制。具体而言,智能制造体现在三个层面:首先是智能产品,即产品本身嵌入了传感器、处理器和通信模块,能够实时采集运行数据、进行状态监测、故障预警甚至自主优化;其次是智能生产,涵盖智能工厂、智能车间,通过设备互联、数据驱动和智能算法,实现生产过程的透明化、柔性化和最优化;最后是智能服务,基于产品使用数据,提供远

程运维、预测性维护、增值服务等新型商业模式,从而延伸价值链,创造新的利润增长点。

### 1.3 智能制造的核心技术要素

支撑智能制造落地的关键技术要素构成了一个相互依存、协同作用的技术矩阵。工业互联网平台作为智能制造的“神经中枢”,通过连接人、机、物、系统,打破信息孤岛,实现数据的汇聚、处理与价值挖掘,为上层应用提供统一的数据底座和开发环境。数字孪生技术则通过在虚拟空间构建物理实体的高保真动态模型,实现对物理世界的实时映射、仿真预测和闭环优化,是实现虚实融合、智能决策的关键使能技术。在此基础上,人工智能与大数据分析赋予了系统从海量工业数据中自动发现规律、识别异常、预测趋势的能力,并驱动智能排产、质量控制、能耗优化等核心业务场景的智能化<sup>[1]</sup>。为了满足工业现场对低时延、高可靠性的严苛要求,边缘计算将数据处理能力下沉至靠近数据源的网络边缘,而5G以其大带宽、低时延、高可靠的特性,则为海量设备的无线连接和高清视频回传等应用提供了坚实的网络保障。此外,增材制造(3D打印)与柔性自动化等先进制造技术,共同赋予了企业快速响应市场变化、实现小批量多品种生产的柔性能力,成为支撑大规模个性化定制的物理基础。

## 2 传统机械制造企业转型面临的现实困境

### 2.1 战略认知不清,顶层设计缺失

许多企业将智能制造简单等同于购买几台机器人或上一套软件系统,缺乏对自身业务痛点、转型目标和实施路径的系统性思考。这种“头痛医头、脚痛医脚”的碎片化投入,往往导致投资回报率低下,甚至造成新的

信息孤岛。同时，部分企业高层对转型的长期性、艰巨性和系统性认识不足，缺乏足够的战略定力和持续投入的决心，使得转型项目容易在遇到阻力或短期效益不明显时便半途而废，难以形成持续的变革动力。

### 2.2 技术基础薄弱，数据资产匮乏

传统机械制造企业普遍存在设备老旧、自动化水平不高、信息化程度低的问题。大量关键生产设备不具备联网和数据采集能力，形成了所谓的“哑设备”，使得构建统一的数据湖成为无源之水。即使部分企业历史上部署了ERP、MES等信息系统，但由于缺乏统一规划，这些系统之间往往相互割裂，数据标准不一，形成了新的信息壁垒，难以形成有效的数据闭环。这种数据资产的匮乏与割裂，严重制约了数据驱动的智能决策，使得先进的AI算法和分析模型因缺乏高质量的“燃料”而无法发挥应有作用。

### 2.3 组织架构僵化，管理模式滞后

传统的科层式组织架构强调职能分工和流程管控，与智能制造所倡导的跨部门协同、敏捷响应和数据驱动的文化格格不入。IT部门与OT（运营技术）部门长期分离，形成了“两张皮”现象，IT人员不懂业务逻辑，OT人员不懂数字技术，双方沟通成本高昂，阻碍了技术与业务的深度融合。此外，传统的KPI考核体系也未能有效引导员工向数据驱动、持续改进的方向转变，员工习惯于遵循既有经验而非依据数据分析结果进行决策，这种惯性思维成为组织变革的巨大阻力。

### 2.4 复合型人才严重短缺

智能制造的推进亟需既懂工业技术、又懂数字技术，还具备跨界整合能力的复合型人才。然而，传统机械制造企业的人才结构以机械、电气工程师为主，普遍缺乏数据科学家、算法工程师、工业软件专家等新型人才<sup>[2]</sup>。同时，现有员工的数字素养和技能也亟待提升，他们可能对新技术存在畏难情绪或抵触心理。如何通过有效的培训体系和激励机制，完成人才队伍的“再武装”，激发全员参与数字化转型的积极性，是摆在企业管理者面前的一大难题。

### 2.5 投资回报不确定，资金压力巨大

智能制造转型是一项长期且资本密集型的工程，涉及硬件更新、软件采购、系统集成、人才引进等多个方面，前期投入巨大。对于许多利润微薄的传统制造企业而言，巨大的资金压力和短期内难以量化的投资回报（ROI）使其在转型决策上犹豫不决。尤其是在经济下行压力加大的背景下，企业更倾向于将有限的资金投入能够快速见效的领域，而非风险较高、周期较长的数字

化转型项目，这进一步延缓了整个行业的升级步伐。

## 3 传统机械制造企业转型升级的系统化路径

### 3.1 强化顶层设计，明确战略方向

转型的起点在于清晰的战略规划。企业应成立由最高管理层挂帅的转型领导小组，开展全面的现状评估（As-Is）与未来愿景（To-Be）设计。首先，必须制定一份契合自身实际的转型蓝图，结合企业的产品特点、市场定位和发展阶段，明确智能制造转型的终极目标和阶段性里程碑，避免盲目跟风，确保每一步都走得稳健而有效。其次，应运用精益思想，绘制从订单接收到产品交付的端到端价值流地图，精准识别其中的浪费环节和瓶颈工序，并将智能制造的投资聚焦于能带来最大价值提升的关键节点上，确保资源的高效利用。最后，为保障战略的有效执行，必须建立强有力的治理机制，设立专门的数字化/智能制造办公室（PMO），负责统筹协调、资源调配和进度监控，打破部门壁垒，形成上下同欲、协同作战的转型合力。

### 3.2 夯实技术底座，激活数据价值

技术是转型的引擎，而数据是驱动引擎的燃料。企业必须双管齐下，夯实基础。首要任务是推进设备的互联互通，优先对关键生产设备进行智能化改造，通过加装传感器和边缘网关，打通OT层的数据采集通道，并采用OPC UA等开放标准协议，实现不同品牌、不同年代设备的统一接入，彻底唤醒沉睡的“哑设备”。在此基础上，构建一个统一的数据平台至关重要，该平台应基于云原生架构，作为企业数据的“中央厨房”，具备强大的数据接入、存储、处理、分析和可视化能力，并为上层应用提供标准化的API接口，从而打破数据孤岛。当基础平台搭建完成后，企业应以解决具体业务问题为导向，分步深化智能化应用场景的落地<sup>[1]</sup>。例如，可以利用AI算法综合考虑订单、物料、设备、人员等多重约束条件，生成最优的智能排产方案；通过机器视觉和AI模型替代人工目检，实现产品质量的在线、全检和实时判定；基于设备运行数据构建设备健康度模型，提供预测性维护服务，减少非计划停机；或者通过数据分析识别能源浪费点，优化设备运行参数，系统性地降低单位产品能耗。

### 3.3 推动组织与文化变革，激发内生动力

技术的成功最终取决于人的接受和运用。企业必须同步进行组织与文化的深刻变革。一方面，应着力打造敏捷型组织，打破传统的职能墙，组建由业务、IT、OT人员共同组成的跨职能“铁三角”团队，围绕具体的转型项目开展工作，实现快速迭代和闭环验证，从而提升组织的响应速度和创新能力。另一方面，必须着力培育

数据驱动的文化，将数据视为企业的核心资产，在全公司范围内倡导“用数据说话、用数据决策、用数据管理”的理念，并建立完善的数据治理体系，确保数据的准确性、一致性和安全性。此外，原有的激励机制也需要重塑，将数字化转型的成果纳入绩效考核体系，鼓励员工积极提出基于数据的改进建议，并对成功案例进行表彰和奖励，以此营造全员参与、持续改善的积极氛围，让变革真正从“要我转”变为“我要转”。

### 3.4 构建多层次人才体系，破解人才瓶颈

人才是转型成败的关键。企业需内外兼修，构建多层次的人才梯队。在外部，应积极引进急需的高端数字化人才，如数据科学家、算法工程师等，为转型注入新鲜血液和前沿视野；在内部，则要建立系统化的培训体系，通过“数字工匠”、“灯塔学苑”等形式，对现有员工进行数字技能培训，全面提升其数据素养和操作智能设备的能力，实现存量人才的盘活。同时，企业应建立知识共享平台，利用在线学习平台、内部社区等方式，促进隐性知识的显性化和共享，加速组织整体的学习曲线。此外，与高校及科研机构建立紧密的合作关系，通过共建实验室、联合研发项目等方式，借力外部智力资源，可以有效弥补自身在前沿技术研究和人才培养方面的短板，形成产学研用的良性循环。

### 3.5 融入产业生态，实现协同共赢

单打独斗难以应对复杂的转型挑战。企业应主动融入更广阔的产业生态，实现协同共赢。在供应链上游，应积极推动供应商进行数字化改造，通过API或EDI等方式，实现物料信息、质量数据的实时共享，从而构建一个透明、高效、响应迅速的协同供应链。在客户端，应利用数字化手段，如客户门户、AR/VR体验等，加强与客户的互动，收集一手的用户反馈和使用数据，以此驱

动产品和服务的快速迭代，逐步从单纯的设备制造商向“制造+服务”的解决方案提供商转型<sup>[4]</sup>。此外，借力专业的服务商也是明智之举，与有丰富经验的工业互联网平台商、系统集成商、咨询公司等建立战略合作关系，可以借助其成熟的解决方案、实施方法论和行业最佳实践，有效降低自身的试错成本，加快转型步伐，实现事半功倍的效果。

## 4 结语

智能制造是传统机械制造企业生存发展的必答题。研究结论如下：一是转型升级是复杂系统工程，需从战略、技术等五维度整体谋划、协同推进，系统性变革才能行稳致远；二是数据是核心驱动力，企业要视其为战略性资产，激活数据价值，实现从“经验驱动”到“数据+算法驱动”的转变；三是人的因素决定转型成败，需重塑组织文化、培养复合型人才，激发员工内生动力。展望未来，前沿技术发展将使智能制造迈向更高阶，企业应保持开放心态，借技术浪潮自我革新。政府、行业协会、科研机构和企业要形成合力，营造良好转型生态，提供支持引导与资源共享。如此，我国传统机械制造企业才能实现从“制造大国”向“制造强国”的跨越，贡献中国智慧方案。

## 参考文献

- [1]王习农.通用机械企业智能制造转型的痛点与政策建议[J].现代企业,2024,(10):56-58.
- [2]通用机械企业智能制造的痛点与政策建议[J].经济导刊,2023,(09):67-68.
- [3]王童.浅谈机械制造企业在智能制造发展中的信息化建设[J].现代工业经济和信息化,2022,12(07):206-207.
- [4]通用机械企业智能制造的痛点与政策建议[J].经济导刊,2023,(09):67-68.