

数智化赋能制造业价值重塑的模式与路径

董明^①

【摘要】随着新一代信息技术的发展，制造业发生了很大的变化，在生产工具和管理决策两个维度都出现了革命性的进展，从传统生产工具到智能工具，从经验决策到基于“数据+算法”的决策。基于价值链分析，本文给出了数智化赋能制造业新质生产力提升的四条路径，提出了基于“点-线-面-网”的制造业数字化转型思路，并给出了制造业数字化转型及“点-线-面-网”构建路径。结合智能制造企业实际调研及访谈，本文分别从点、线、面、网四个层面对“灯塔工厂”的用例和最佳实践进行提炼和总结归纳，并给出了相应的管理实践启示。

关键词：数智化赋能；HCPS 2.0；“灯塔工厂”；“点-线-面-网”

一 数智化赋能新质生产力

（一）技术驱动的生产力发展

人类文明发展的本质是认知（探索发现）和应用（创造发明）——前者是对客观世界的规律认知，后者是对客观世界的主观应用，而生产力则是两者结合的产物。

人类社会经历了石器时代、铁器时代、农业时代、工业时代（机械时代）、数字时代（人工智能时代），每一次革命都实现了生产工具的革命性发展，使人类掌握了对更高水平的能量的运用能力，人类利用工具的技能也越来越强。炼铁与蒸汽机的出现对生产力的放大效应是提高了农耕生产力，使人类脱离了奴隶社会和封建社会；纸张与印刷促生了新的文字印刷技术，使人类脱离了先秦苦涩难懂的文字，迎来了诗歌、散文、小说等文学形式的繁荣；信息技术（ICT）及互联网技术实现了廉价的信息存储、传递与处理，智能手机、智能可穿戴、智能工厂……不断涌现。

实践表明，每一次信息技术的进步都会促进制造业出现相应的变革，随着云计算、大数据、物联网、移动互联网等新一代信息技术的发展，信息物理系统、工业互联网、智能制造技术也有着相应的快速进步（见图1）。

（二）智能制造：从工具革命到决策革命

【作者简介】

董 明 上海交通大学安泰经济与管理学院教授、博士生导师，上海交通大学行业研究院智能制造行业研究团队负责人。研究方向为物流与供应链管理、运营管理、智能制造系统工程等。

智能制造目前发生了很大的变化，在生产工具和管理决策两个维度都出现了革命性的进展，从传统生产工具到智能生产工具，从经验决策到基于“数据+算法”的决策。



图 1 IT 的每一次重大创新为制造业带来新的变革

从生产工具维度来说，传统制造业使用的生产工具包括机器人、机床、自动导向车和各种专业的硬件设备等。而数智化时代，制造业还会用到包括工业互联网、智能传感器、ERP、制造执行系统、各种设备及流程所产生的大数据，云计算、边缘计算、泛在计算等处理数据的算力，以及机理模型、流程模型、人工智能、数字孪生等算法，这些都是新质生产力中的智能工具。

从管理决策维度来说，经验决策将被“数据+算法”的决策所替代。例如，对于需求和市场，我们如何来进行客户画像；对于生产，我们如何选择最优的工艺，如何利用 ERP 系统、SCM 系统实现整个流程的优化和管理等。最终，智能制造会形成基于“IT+OT+AT（信息技术+运营技术+自动化技术）”等各类技术集成的决策机制，并实现从局部决策优化到全局决策优化。

制造模式的发展经历了 3 个主要阶段：①基于人-物理系统（HPS）的传统制造模式，人类使用设备（即生产工具）进行生产，生产设备（即物理系统）代替了人类的大量体力劳动（见图 2）；②基于人-信息-物理系统（HCPS）1.0 的制造模式，在该模式中，信息系统的出现帮助人类实现了“学习认知”，通过“感知-分析决策-控制”实现了对人类脑力劳动的部分替代（见图 3）；③基于 HCPS2.0 的新一代智能制造模式，该模式与 HCPS1.0 的关键区

别在于大数据、工业互联网云平台和人工智能的出现，使得人类的“学习认知”能力产生了质的飞跃，通过“智能感知-智能分析决策-智能控制”实现了对人类脑力劳动的大量替代（见图 4）。

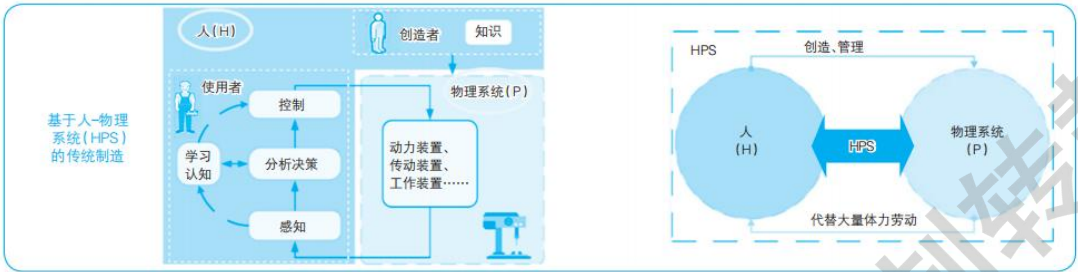


图 2 基于 HPS 的传统制造模式

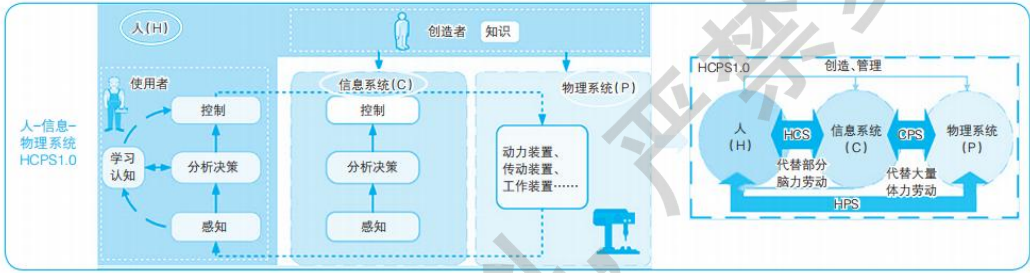


图 3 基于 HCPS 1.0 的制造模式

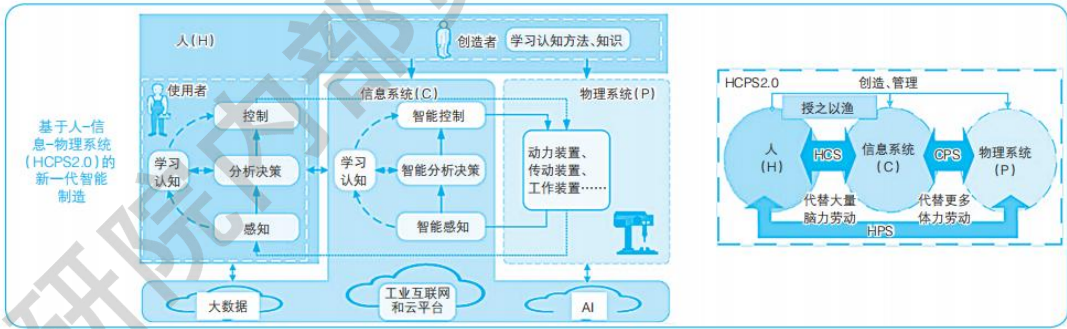


图 4 基于 HCPS 2.0 的新一代智能制造模式

互联网及数字化使得人和人之间、人和设备之间、设备和设备之间的交流时间、空间成本大大降低。数字化本身并不直接改变我们的工业，数字化最终实现的，还是人类掌握新型生产工具的水平提升。智能制造中的决策特点是“人-机共同构成决策主体”。原则上讲，人与机器形成协同的决策是智能制造的目标，但就目前的很多制造企业而言，尚未实现真正

意义上的人机协同，如汽车生产线上的人与焊接机器人是分开工作的，主要是担心机器人工作出现的失误可能会伤及人。而未来，智能制造最终会发展为人与机器协同工作及决策。

（三）基于价值链的智能制造新质生产力提升路径

微笑曲线诠释了工业化生产模式中的产业分工问题，将一条产业链分为若干个区间，即产品研发与设计、零部件生产、模块零部件生产、装配、品牌销售、售后服务等。其中，微笑曲线两端（研发、品牌营销）的附加值高，而中间的生产加工、装配的附加值低。

基于价值链分析，数智化赋能制造业的新质生产力提升路径有以下 4 条。

1. 基于过程（工艺过程、业务流程）升级的生产力提升路径

通过生产流程或业务环节的重组或先进技术的引进，提升生产或业务环节的效率，降低成本（见图 5）。基于过程升级的传统生产力提升路径包括：传统的降本增效方法，如流程优化和成本控制、精益管理（通过消除浪费对业务流程进行重组），进而提升企业流程及资源管理方面的生产力。而基于过程升级的新质生产力提升路径则是指通过数智化手段对制造企业的“人、机、料、法、环”进行赋能，如数字化精益、智能排产、数字化制造、数字化设备维护和数字化质量管理。一个实例是宝钢的数字化制造系统，可以根据客户订单自动计算出需要生产的钢板类型和数量，钢板生产好以后送到剪切中心，根据客户定制要求，又可以自动剪切出符合尺寸的钢板并直接运送到客户处，从而节省了大量的人力物力。

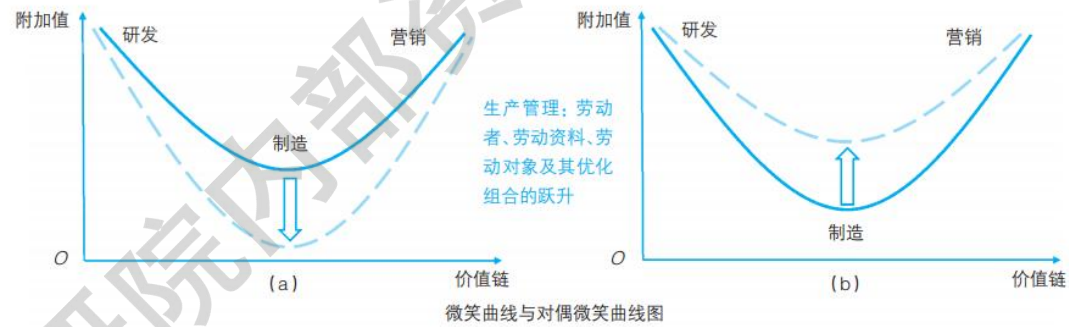


图 5 基于过程（工艺过程、业务流程）升级的生产力提升路径

2. 基于产品升级的生产力提升路径

通过改进已有产品或者研发新产品，掌握部分产品核心技术来提升产品的附加值（见图 6）。基于产品升级的新质生产力提升路径包括：产品升级换代为附加值更高的产品、“产品+服务”的产品服务系统（PSS）、“硬件+软件”的集成解决方案等。例如，海信集团从原来

生产收音机到黑白电视机，再到彩电，目前向着智能终端及系统解决方案进军。比亚迪从原来生产电池到生产电动汽车，产品附加值大幅度提升。

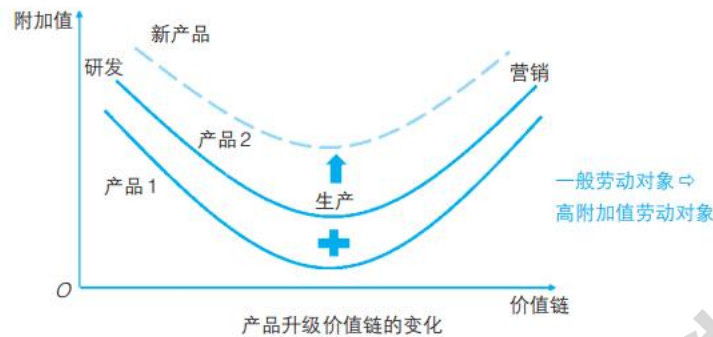


图6 基于产品升级的生产力提升路径

3. 基于功能升级的生产力提升路径

通过向微笑曲线的两端转移，从低附加值环节转向高附加值环节，从而更多地控制战略性价值环节，在品牌设计、营销、服务等功能层面有所突破；也可以称为纵向“产业升级”（见图7）。例如：①从委托加工（OEM）到自主设计与加工（ODM）再到自主品牌生产（OBM）的升级；②美的通过建设大数据平台“美的开普勒”，将用户的购买记录、购买渠道、地域、使用偏好等信息全部标签化，形成完整的用户画像，然后基于用户画像开展精准营销。

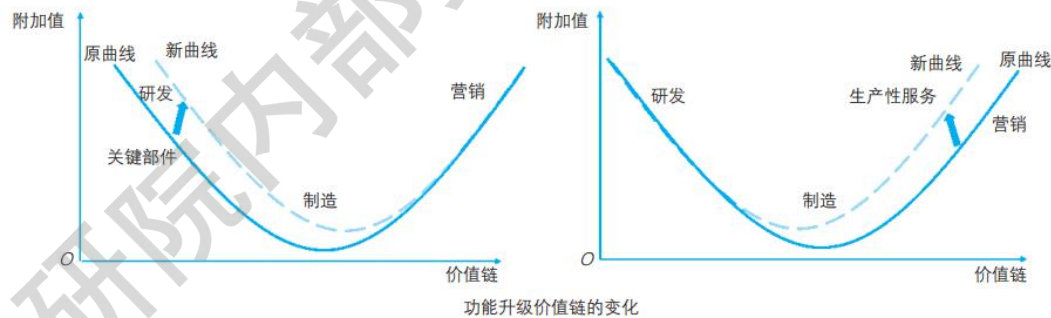


图7 基于功能升级的生产力提升路径

4. 基于链条升级的生产力提升路径

通过从一个价值链条转换到另一个新的价值链条的升级方式，企业的根本业务发生了变化；也可以称为横向“产业升级”（见图8）。例如：青岛海尔从传统家电企业朝着制造创客和平台型组织转型，小米从传统生产智能手机向涵盖电子产品、智能家居生态链、电动汽车

的全球化移动互联网科技企业转型。

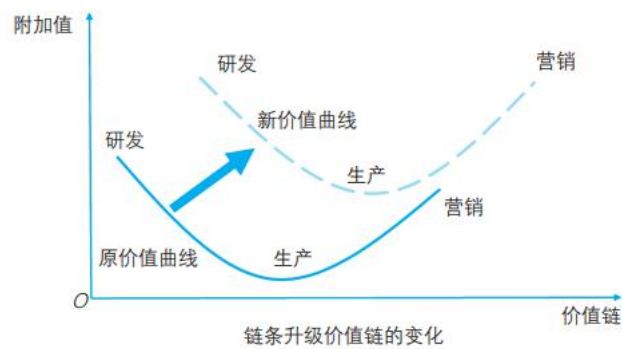


图8 基于链条升级的生产力提升路径

二 制造业数字化转型及“点-线-面-网”构建路径

（一）制造业数字化转型的误区

首先，不能将数字化简单地等同于信息化[如 ERP、MES、仓库管理系统（WMS）、TMS 等]，信息化是数字化发展的前期阶段，是数字化整体范畴的一个子集。数字化技术以“SMACIT”（社会化-social、移动化-mobile、大数据分析-analytics、云计算-cloud、物联网-IoT）为代表，具有实时生成性、可延展性和组合性等特点。另外，许多数字技术涉及更广泛的生态系统和需求，而非只是关注企业内部系统。

其次，不能将数字化转型简单地等同于“先进数字化技术的应用”，或简单地认为“先进数字化技术的应用”一定能够帮助企业“降本增效”。数字化转型应该聚焦于构建通过数字化赋能企业的战略目标的能力，而不仅仅是解决局部问题的“数字化解决方案”。制造业数字化转型应该将数字化技术核心与业务层面战略（business-level strategies）能力链接起来；而当前企业的数字化转型目标只关注“传统生产力”（效率、成本等方面）的提升，忽略了面向“战略目标能力”的新质生产力的提升！

最后，制造业数字化转型可分为3个方面：技术转型、业务转型和组织转型。其中，技术转型是指各种数字化技术（如机器视觉）的应用；业务转型是指数字化技术要与企业的各种业务流程相融合，来实现不同业务的数字化；而组织转型则是指数字化导致业务流程重组，而业务流程重组会改变相关部门和个体员工的工作量，会形成不可分割的新工作团队，这就打破了原有的业务流程，促使组织架构需要重组和变革。相比而言，组织转型比技术转型和

业务转型遇到的阻力更大、挑战更多。

（二）智能制造的“点-线-面-网”构建路径

智能工厂是通过系统集成、数据互通、人机交互、柔性制造及信息分析优化等手段，实现对多个数字化车间的统一管理与协调生产。同时，对车间的各类生产数据进行采集、分析与决策，并将优化信息再次传送到数字化车间，实现车间的精准、柔性、高效、节能生产。

未来数字化工厂是指广泛应用数字孪生、物联网、大数据、人工智能、工业互联网等技术，实现数字化设计、自动化生产、智能化决策、协同化制造、绿色化制造、安全化管控和社会经济效益大幅提升的现代化工厂。

根据不同的阶段，智能制造逐渐从构建基本智能工厂、高度智能工厂发展为构建未来数字化工厂（“人-智-机”高度协同）。智能制造的构建路径包括以下 4 个方面。

1. 智能制造中的“点”

智能制造中的“点”：未来数字化工厂中的构成主体（如设备、AGV、仓储货位、人员等），这些“点”提供生产或服务，每个点的类型、功能、自动化程度、能耗不同。

智能制造中的“点”的设计（数字化赋能）包括：①数据收集能力；②数据/信息传递；③“事中”报警、“事先”自适应决策；④围绕“人、机、料、法、环”展开数字化赋能（见图 9）。



图 9 智能制造中“点”的数智化赋能

2. 智能制造中的“线”

由“点”到“线”：未来数字化工厂中的每个点都是一个加工/服务环节，将这些点连接在一起，形成的生产链就如一条线，目的是为客户设计、生产产品。

生产线（见图 10）：根据产品工艺方案，生产线上的每一台设备或制造单元都是一个生产点，这些点连接在一起，就形成一条生产线（原材料⇒加工⇒零部件⇒装配⇒产品），能把原材料变为成品。

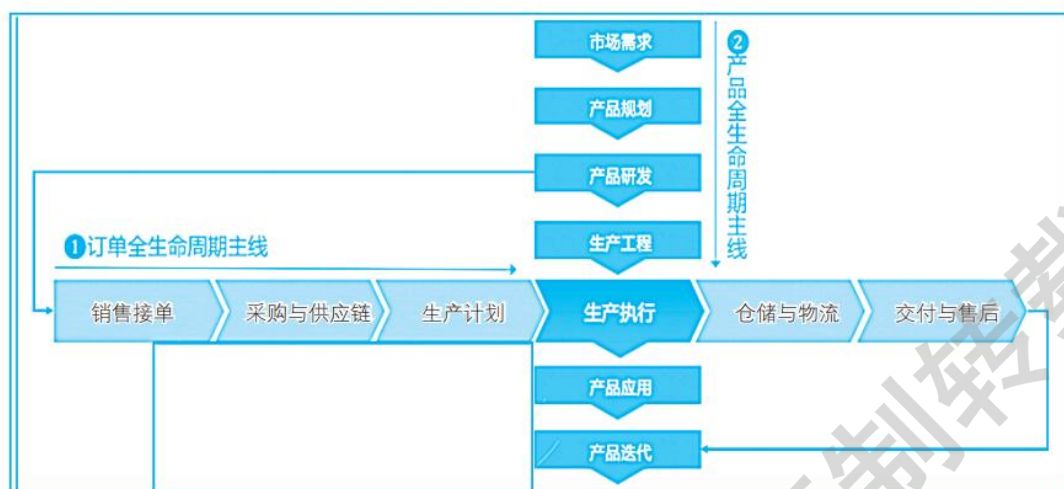


图 10 智能制造中的“线”

线的设计（“连点成线”的机制）包括：①生产线中的 DFX（某环节的设计，designforX）；②生产线的上下游信息共享；③效率（直线流水线/U 形单元生产线/推动式生产）；④柔性（混线生产、用户拉动的柔性生产链）。

3. 智能制造中的“面”

点⇒线⇒面（工厂）：将各“点”和“线”深度连接，全面打通工厂的物流、生产流、信息流，实现工厂整体的智能化（见图 11）。

“连接”能力：根据不同的场景（如定制化型、平台型、绿色型、网络型等），由“点⇒线⇒面”构建未来数字化工厂。

“面”（工厂）的设计包括：①互联互通（工序间数据/信息实现互通）；②全域可视（形成统一的生产运营可视化平台）；③集成中控管理平台；④数字孪生工厂。

4. 智能制造中的“网”

点⇒线⇒面⇒网：不同的工业互联网平台（云平台、供应商平台、采购平台、研发设计平台等）处在不同的角度、方位，将“点”“线”“面”进行有机融合，形成具有网络效应的“生态圈”。工业互联网具有明显的“平台”特征，能链接多个未来工厂并打通上下游的产业链。

工业互联网平台上的“点”“线”“面”能够利用生态圈（即各种平台）所提供的各种信息技术/AI 技术与服务能力，不再需要自己花大成本建设，“面”上的“点”之间连接成“线”的效率能够大幅提升（如“点”与“点”的信息共享等）。

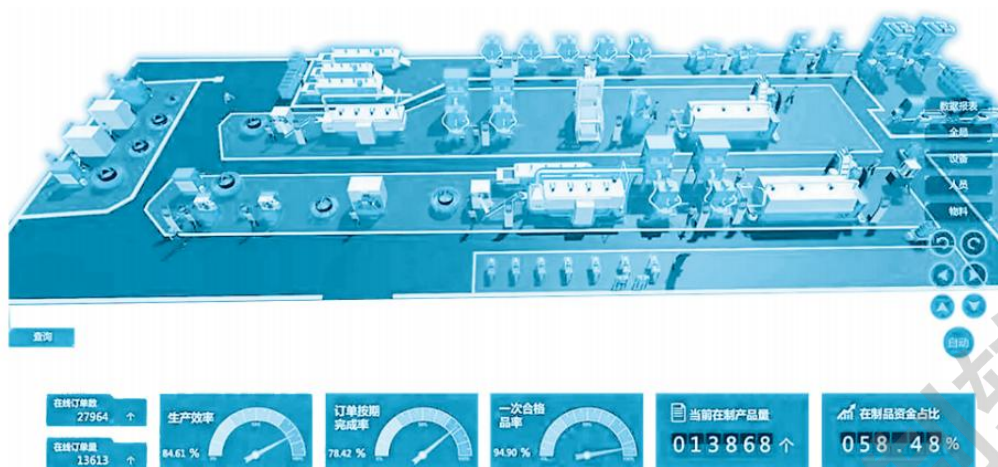


图 11 智能制造中的“面”（工厂）

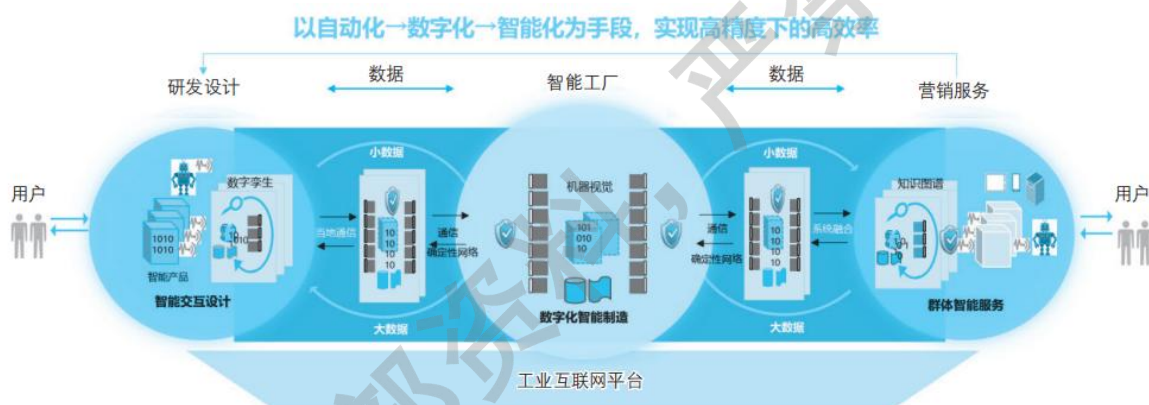


图 12 智能制造中的“网”（工业互联网平台）

三 “灯塔工厂”中的“点-线-面-网”

（一）“灯塔工厂”中的用例

“灯塔工厂”项目由达沃斯世界经济论坛与管理咨询公司麦肯锡合作开展遴选，被誉为“世界上最先进的工厂”，是具有榜样意义的“数字化制造”和“全球化 4.0”示范者，代表当今全球制造业领域智能制造和数字化最高水平。截至 2023 年 12 月，全球“灯塔工厂”共有 153 座，其中中国占 62 座，占据了近半数份额。

“灯塔工厂”评选有 3 个方向：卓越“灯塔工厂”个体、端到端价值链、可持续绿色“灯

塔工厂”。

（1）卓越“灯塔工厂”个体：比较关注工厂或者车间本身先进技术的应用，以及运营模式的管理。简单来讲就是更关注工厂端先进技术的应用，主要涉及“人、机、料、法、环”方面的用例。

（2）端到端价值链：不仅关注工厂本身，也会关注从工厂延伸出来的上游和下游，主要涉及“采购、研发、供应链、物流、用户”方面的用例。

（3）可持续绿色“灯塔工厂”：在满足先进技术应用及规模化效益的基础上，会更更多地关注工厂在可持续性方面的一些技术用例和好的实践（见图 13）。



图 13 “灯塔工厂”的多样化用例

（二）“灯塔工厂”中的“点-线-面-网”

1. 点

点：以某项业务或某个节点为基础的局部点状数字化实践。制造企业的“点”状的数字化转型可分为“人、机、料、法、环”五个方面，大量制造企业的数字化转型都是从上述五个“点”开始的。

“灯塔工厂”中有两类“点”的数字化应用（见图 14）。

（1）通用的数字化技术（如机器视觉用于质量检验、数字精益工具等）在不同“点”的应用。该应用可借鉴程度高，对业务流程熟悉程度的要求不高。

（2）基于设备、工件等特定物理特征的定制数字化技术（如无锡博世汽车“灯塔工厂”用于跟踪工件的 Fingerprint 技术，美的通过对设备能耗的监控来优先使用能耗低的机台）在不同“点”的应用。该应用特定程度高，对业务流程熟悉程度的要求很高。

管理实践启示：“点”的数字化又可称为“功能点/模块数字化”，实施相对容易、可多

点并行，但往往只是局部的赋能，无法解决企业信息孤岛的问题。“点状突破”是企业数字化转型的基础，但单单依靠“点状突破”，不能实现规模效应的话，终究是无法实现企业数字化的整体转型的。那么，对于“点”的突破，如何找到数字化转型的关键节点？数字化实践中存在如下三类节点。



图 14 “灯塔工厂”数字化转型的“点”

第一，“瓶颈”节点：如质量管理、设备维护等，实践中不少制造企业在这两方面的瓶颈影响了企业的发展。

第二，“高价值”节点：指那些实施数字化转型后能够给企业带来大的经济收益的节点，如数字化产品研发。

第三，“强地位”节点：指那些能够带动整体业务流程的节点，如数字化精益，其实施后的影响面大。

2. 线

点状突破、连点成线：“线的数字化”是在某些业务条线/业务领域的整体数字化，“线”状的数字化往往又称为“端到端的数字化”。制造企业的“线”状的数字化转型可分为“产品链、资产链、价值链”三个方面（见图 15）。

“灯塔工厂”中有三类“线”的数字化应用。

- 1) “产品链”：产品全生命周期的数字化管理
 - (1) 产品研发：大数据/人工智能赋能的产品设计、基于数字孪生的产品设计。
 - (2) 设计周期：3D 打印用于快速样品设计、虚拟现实支持样品设计。
 - (3) 产品测试：基于数字孪生的设计测试、测试自动化、实施产品全生命周期数字线

程。

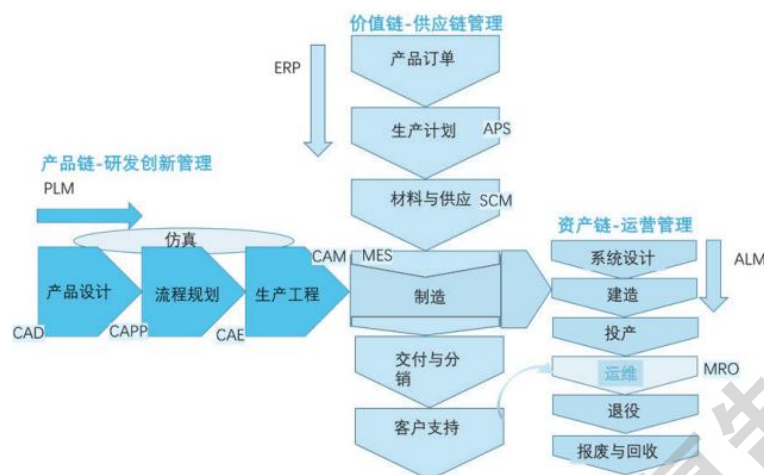


图 15 “灯塔工厂”的“三链”模型

2) “资产链”：资产设备的智能运维

(1) 单一设备：基于传感器数据的预见性维护数据整合，使用增强现实来进行远程支持。

(2) 运维平台：用于 RootCause 波动识别的高阶分析平台、机器报警集成（实现报警的优先级判定和原因分析来支持问题解决）。

(3) 综合管理：通过传感器分析实现设备预防性维护操作的成本优化。

3) “价值链”：数字化供应链管理

(1) 供应商连接性：包括数字供应商绩效管理，供应商和材料质量跟踪，与设备供应商进行联合数据分析来实现流程优化等。

(2) 客户连接性：如大规模定制和 B2C 在线订购，通过终端用户界面来配置和订购产品，射频识别（RFID）技术支持的客户分析，客户系统的数字孪生等。

(3) 上下游打通整合：供应链上下游可视化，实时产销协同（S&OP），需求预测，基于大数据优化的多工厂产能分配和分销布局等。

(4) 订单快速交付：包括物流中的数字跟踪和追溯，数字化拣货和运输，数字物流控制中心，基于实时信息共享的运输计划制订等。

3. 面

“面”：将各“点”和“线”深度连接，全面打通企业的物资流、资金流、业务流、信息流等，实现企业整体的数字化。

(1) “面”具有明显的“平台”特征和广泛的“连接”能力，是承载和连接各个“点”“线”的基础。

(2) 工业互联网是“面”的典型代表，工业互联网加速赋能中国企业打造“灯塔工厂”。例如，卡奥斯工业互联网实现了“灯塔工厂”经验的跨行业复制，卡奥斯 COSMOPlat 平台已赋能 6 家工厂入选“灯塔网络”：5 家海尔互联工厂和 1 家青岛啤酒厂。

4. 网

“网”：由“点”到“线”、聚“线”成“面”、“面”动成“网”。“网”能打通上下游的产业链、构建数字化生态。数字化环境下，企业将更加依赖生态，要么构建一个生态，要么加入一个生态。

“灯塔工厂”中有三类“网”的数字化应用：技术生态、组织生态、可持续商业生态（见图 16）。

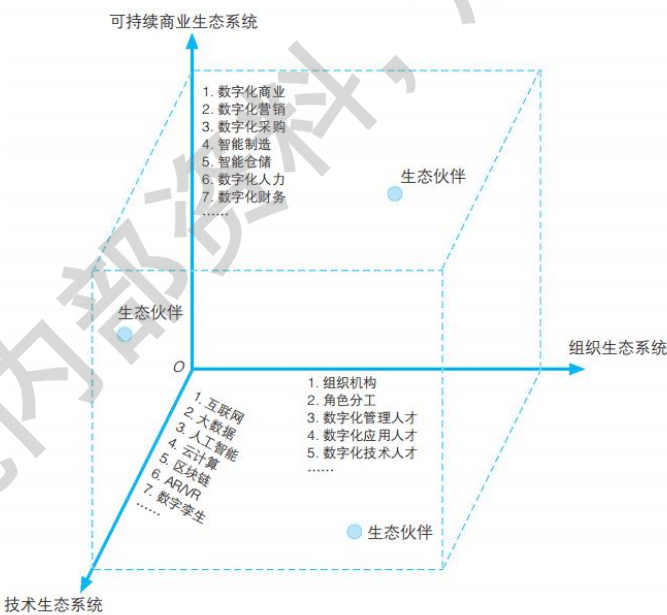


图 16 “灯塔工厂”数字化转型的“网”：生态体系

1) 技术生态系统

由一系列受技术支持的各种关系（企业间协作）组成，包括数据共享在内的新型协作均

建立在数字化基础设施之上。不再单纯地通过专有技术解决方案获取竞争优势，而是通过与供应商、周边行业的合作伙伴及客户交换大量数据来获取竞争优势。例如开放式协作模式，“灯塔工厂”与供应商及其他合作伙伴都展开了这种合作协同。

2) 组织生态系统

(1) 跨职能的无缝连接：促进了更高效的决策，减少了多余的沟通。“灯塔工厂”改变了“IT 与运营各自为政”的旧组织结构，建立了专注于数字化部署的跨职能团队，数据科学家和数据工程师与一线员工密切配合的模式正在出现（如无锡博世的神经网络训练、联想的贝叶斯学习等）。

(2) 敏捷工作方式支持持续迭代：三分之二的“灯塔工厂”最常采用的就是敏捷工作方式，这意味着企业能够在“灯塔工厂”实践中快速迭代、持续学习。

(3) 组织设计变革：71%的“灯塔工厂”调整了自身的组织设计（打造内部数字学院和能力中心）以更好地进行第四次工业革命转型。例如，通过工业物联网学院提升员工技能；家电制造商阿奇立克（Arcelik）设立了一个新的职位“数字化制造经理（DMM）”，旨在将 IT 与生产整合起来，该经理为工厂经理提供支持，但直接汇报给首席数字官；福特奥特桑利打造了一支人才发展敏捷团队，结合人力资源、生产过程和职业技能培训，帮助员工培养数据利用和创新等第四次工业革命所需的技能。

3) 可持续商业生态系统

端到端“灯塔工厂”的一个关键特点是它们正与价值链的不同利益相关者开展合作，通过重塑客户体验、按需定制产品并共享数据，快速应对需求波动。

(1) MantaMESH（德国弗勒特施泰特）：在高度竞争的大宗商品市场中，成本优势是中小企业参与竞争的关键因素，MantaMESH 开发了在线制造商业模式，将客户和自动化订单履行系统对接。

(2) 亿滋（中国苏州）：为了实现将中国零售渠道翻两番和将零售门店数量翻一番、达到 400 万家的目标，以及为了应对劳动力和物流成本上升造成的两位数通胀问题，亿滋将线性供应链转变成一体化的供应生态系统，使得 OTIF（on time in full，货物按时按量按质交付）提高了 18%，市场份额从 23.4%提高至 28.3%。

(3) 联合利华（巴西因达亚图巴）：它是全球范围内最大的洗衣粉工厂，但成本开支在全球位居第二，温室气体排放量位居第一；该工厂运用数字孪生和人工智能等提升成本优势和运营灵活性，同时最大限度地减少环境足迹，最终将每吨产品的生产成本降低了 23%，并减少了温室气体排放量。

四 总结及管理启示

基于价值链的智能制造新质生产力提升模式，本文提出了智能制造的“点-线-面-网”构建路径，对其内涵进行阐释，并通过“灯塔工厂”实践总结了制造企业“点-线-面-网”的成功用例。

随着制造数智化的发展，需要关注供应链上下游“信息共享、利用的程度”及“信息共享的速率”对“制造+服务”混合供应链牛鞭效应及协同的影响。挑战问题是如何实现以“决策”为核心的数智化？本文最后给出一个从传统流程信息化（基于不完全或滞后信息的事后或事中决策的传统决策方式），到以决策为核心的数智化决策（基于即时共享信息的实时或预测性决策的数智化决策方式）框架以供参考（见图 17）。

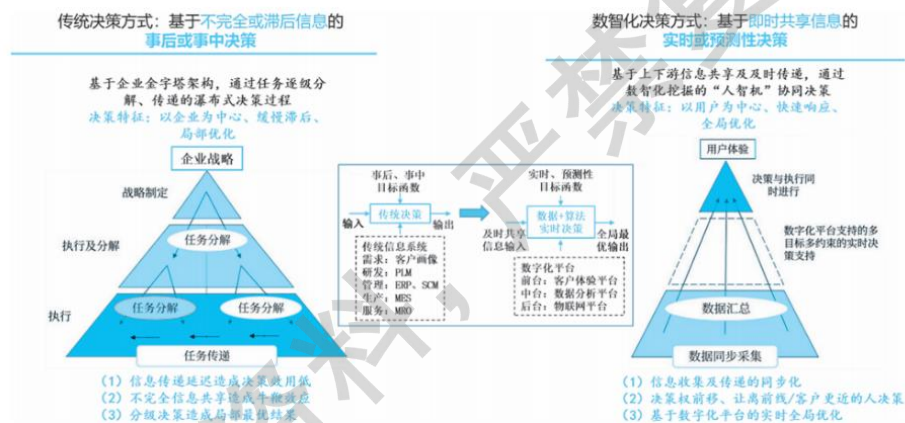


图 17 从传统流程信息化到以决策为核心的数字化

参考文献:

- [1] 国家制造强国建设战略咨询委员会,中国工程院战略咨询中心.智能制造[M].北京:电子工业出版社,2016.
- [2] 周济.智能制造:“中国制造 2025”的主攻方向[J].装备制造与教育,2015,29(3):13-14.
- [3] 新一代人工智能引领下的智能制造研究课题组.中国智能制造发展战略研究[J].中国工程科学,2018,20(4):1-8.
- [4] Kusiak A. Smart manufacturing [J]. International Journal of Production Research, 2018, 56(1-2): 508-517.
- [5] 乔非,孔维畅,刘敏,等.面向智能制造的智能工厂运营管理[J].管理世界,2023,39(1): 216-225.72 安泰行业评论·第三卷 ANTAI INDUSTRY REVIEW • VOLUME 3
- [6] 杨善林,王建民,侍乐媛,等.新一代信息技术环境下高端装备智能制造工程管理理论与方

法[J].管理世界,2023,39(1):177-190.

- [7] 裴军,周娅,彭张林,等.高端装备智能制造创新运作:从平台型企业到平台型供应链[J].管理世界,2023,39(1):226-240.
- [8] 马永开,李仕明,潘景铭.工业互联网之价值共创模式[J].管理世界,2020,36(8):211-221.
- [9] World Economic Forum. Global lighthouse network: insights from the forefront of the fourth industrial revolution [R]. Geneva:WEF, 2019.
- [10] World Economic Forum. Global lighthouse network: shaping the next chapter of the fourth industrial revolution [R]. Geneva, WEF, 2023.

【作者简介】

董明,上海交通大学安泰经济与管理学院院长聘正教授、博士生导师。美国弗吉尼亚理工大学工业与系统工程博士、美国伊利诺伊大学芝加哥分校博士后、美国麻省理工学院高级访问学者。历任上海交通大学运营管理体系系主任、安泰经济与管理学院副院长。主要从事物流与供应链管理、运营管理、制造业及供应链数字化转型等方面的研究,主持国家自然科学基金重点项目、国家社会科学基金重点项目、国家高科技发展计划项目等课题 30 余项。先后在 IIE Transactions、Transportation Research PartB: Methodological、Omega、EJOR、《中国管理科学》、《管理评论》等国内外知名期刊发表学术论文 150 余篇,2014-2023 年连续入选爱思唯尔(Elsevier)“中国高被引学者”榜单,获国际工程资产管理学会 Fellow、教育部新世纪优秀人才称号。荣获“中国学位与研究生教育学会研究生教育成果奖”一等奖、国家级高等教育教学成果二等奖等。