

InfoQ: 制造业数字化发展模式的先进探索

极客邦科技

2021/03

前言

过去四十年间，我国制造业得益于资源成本优势、人口红利及开放政策，书写了举世瞩目的增长传奇。进入经济新常态以来，红利效应的衰减、国内外政经格局和产业分工的改变对我国制造业的固有发展模式带来了一定冲击，但伴随云原生、物联网、AI、传感器等数字化技术的广泛应用，以及国产工业软件的不断进化，我国制造业企业数字化转型浪潮依旧势不可挡。在国家层面，建设制造强国成为当下紧抓的战略机遇；在企业层面，深度应用数字技术的制造企业将赢得显著的竞争优势。但面对数字化时代产业链、价值链、基础科学、乃至底层方法论的颠覆性变革，我国制造业企业数字化转型道路依旧任重道远。

该报告旨在探讨制造业身处数字化变革，将如何有效面对颠覆固有创新发展模式和应对激烈跨界竞争的严峻挑战，在此基础上，提出基于业务创新实施以数字化人才培养为核心的、嵌套组织架构与文化管理的转型路径，并思考、探索实施该路径的有效抓手，为处在数字化变革中的制造业业领导者、从业人员提供一个参考视角，帮助制造业企业通过技术赋能实现战略愿景。

主要发现

- 自第一次工业革命以来，经济体系的主导产业由机械、机电产业逐步发展到信息产业，其基础科学、产业链、价值链、产业发展逻辑和底层方法论都发生了根本性变化，从技术战略、组织发展到外部生态，新时代的产业发展都彰显出新方法论的底层思想内涵。
- 当前，我国制造业发展水平仍处于全球第三阵列，整体处于由“数字化”向“网络化”过渡阶段，产业科技创新转型是我国制造业实现由“大”到“强”、进而走向“智能化”的关键。
- 制造业数字化转型是以数字化技术为手段促进制造业价值链提升的过程，以提升产品和服务模式的持续创新能力为最终导向。在这一进程中，制造业企业应重点实施重构IT基础设施、建设数字化平台、探索服务型制造、以及落实数字化管理等举措。
- 数字化能力根植于企业组织架构，人才培养是组织数字化转型的基石，制造业企业亟需培养兼具设计思维、业务场景和ICT专业能力的T字型复合人才，精准定位数字化岗位职责与能力要求、打造与业务发展模式相匹配的组织和人力资源管理体系至关重要。

目录

- 01** 悄然生变的产业底层方法论
- 02** 我国制造业发展现状诊断
- 03** 制造业不可或缺的数字化举措
- 04** 相互嵌套的组织与文化管理

/01

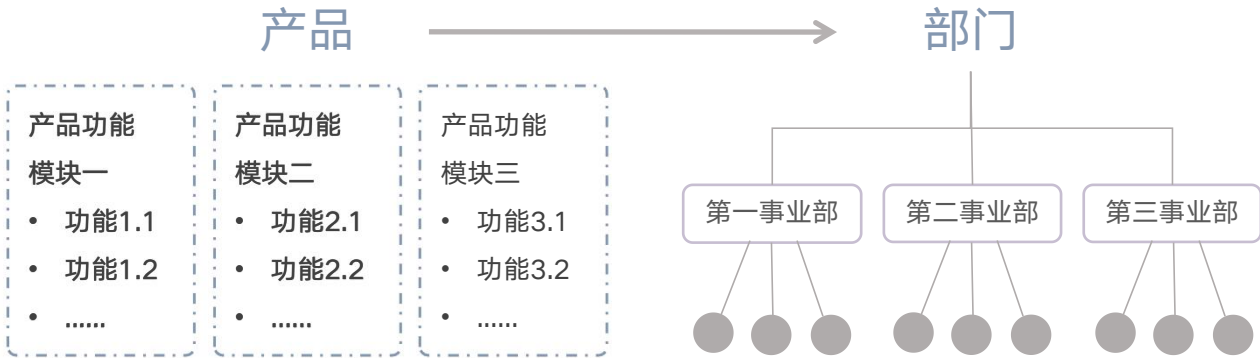
悄然生变的产业底层方法论

纵观工业时代和信息时代发展史，不断井喷的颠覆性技术驱动了产业的变革，进而影响了整个经济体系的重构。自第一次工业革命以来，经济体系的主导产业由机械和机电产业逐步发展到信息产业，不仅基础科学、产业链、价值链发生了重大变革，更为关键的是，其产业发展逻辑和底层方法论也发生了根本性变化，以确定性、可预测性为主要特征的机械论发展到控制论、系统论、信息论，从技术战略、组织发展到外部生态，新时代的产业发展都彰显新方法论的底层思想内涵。

机械论：确定性、可预测

- 制造业是以“机械论”为底层方法论的典型代表。无论是电子、工程机械、汽车等离散型制造业，亦或化工、冶金、食品等流程型制造业，在“机械论”思想指引下，均以“效率优先”为导向，追求流程管控、标准化管理和可追溯性始终是“机械论”是核心。在管理方式上，制造业普遍实行了组织与业务同构的树状组织架构，即根据产品功能模块对组织架构进行划定，以此形成明确的权责划分、以及培养熟悉业务的专业管理人才。此外，制造业还普遍采用“胡萝卜+大棒”的人才管理模式，通过给予物质刺激激励员工积极性，这在缓解劳资矛盾方面发挥了重要作用，并促进形成了20世纪初的“柯立芝繁荣”。
- 但进入信息时代，激烈的跨界竞争、产品形态的频繁演变、市场预期的快速变化使得“机械论”的弊端暴露无遗——较为固定、边界清晰的管理模式无法适应生命周期短、生态边界模糊、市场预期快速调整的信息时代。

图：机械论思想下产品功能与组织架构相对应



数据来源：《浪潮之巅》，吴军

- 进入信息时代，控制论、信息论、系统论共同支撑起信息产业新的技术创新和管理方式，造就了信息时代新的底层方法论。

控制论：快速反应、不断调整

- 控制论在诺伯特·维纳（Norbert Wiener）于1948年出版的《控制论》一书中正式提出，其与机械论的思想差异在于，机械论是对于未来给出一种尽可能确定的预测，而控制论则是根据变化不断做出反应、进行调整的过程。这种思想差异反应到产品上，机械论因强调确定的因果关系，通常表现为“预测-决策-逐层落实”的产品开发模式，而控制论因强调快速反应、不断调整，更倾向于变预测为反应，推崇快速将创意转化为产品并推向市场，通过增强快速反应和调整能力不断改进完善的过程。

信息论：信息的掌握和链接

- 信息论诞生于克劳德·香农（Claude Shannon）于1948年发表的对通信和密码学的研究成果，其与机械论追求确定性不同的是，信息论完全建立在不确定性的基础上，即在一个系统中，不确定性越多，熵就越大，越需要引入更多信息用以消除不确定性，而对信息的掌握和链接则成为企业成功的关键。Google、Facebook、Airbnb均是信息时代链接信息的关键节点，相较拥有生产资料才能控制商业的传统思维方式，此类公司认为获得链接用户的带宽比拥有资产更为重要，即带宽决定信息的流通量、进而决定商业的成败和规模大小。

系统论：局部的简单堆砌并不等同于整体

- 系统论的问世一般以奥地利生物学家贝塔朗菲（Bertalanffy）于1948年出版《生命问题》为标志，系统论认为有生命的系统功能并不等于其每一个局部功能的总和，这与机械论中“整体总是能分解为局部，局部可以再整合为整体”的思想完全不同。在如今越来越复杂的产品和系统开发中，局部最优性能的简单堆叠并不能代表产品整体的最佳状态，如iPhone手机局部功能的性能和配置并不占优，但总能带给用户最优的使用体验。再如企业数字化转型过程中，片面追求“局部最大值”、难以在较长时间和空间中实现全局优化，往往容易走入进化的死胡同。

/02

我国制造业发展现状诊断

长久以来，以制造业为代表的实体经济是国家经济发展的根基，对经济发展起到了重要的推动作用。

我国制造业历经数十年高速发展，2020年工业增加值达到31.3万亿元，已成为世界门类最完整、规模最大的工业体系，且增长潜力巨大，具有产业聚集度高、工程师红利丰富、市场潜力巨大等优势特征。在当前、以及未来长期内，制造业仍将居于我国国民经济的支柱地位，成为我国重要的经济增长引擎。

在经济、产业底层方法论悄然生变的背景下，制造业同样面临全产业转型升级的巨大挑战，这意味着应用更先进的数字化技术、使用更有效率的管理方式、以及生产更好的产品。具体来说，制造业的转型需经过数字化、网络化、智能化三个阶段，进而形成“数字化转型”的核心能力：即IT技术牵引业务内外生态和供应链扩展，成为业务创新的核心竞争力。

数字化

- 实现数字化工具的使用，MRP、ERP等系统逐步应用于物料管理、财务管理。
- 产品设计数字化：二维、三维数字化建模工具的普及；
- 工艺设计数字化：使用仿真分析工具验证工艺设计实用性、提高新工艺过程成功率；
- 生产制造数字化：围绕生产制造流程进行数据采集、分析、监控。

网络化

- 实现数字化环境下一体化关联管控和协同优化，提升各环节传递、关联、共享水平。
- 产品数据管理：实现产品设计、工艺设计、生产制造、安装售后等环节的数据一致性，进而实现产品设计和制造集成。
- 产品模型关联、传递、共享：实现产品研发、工艺设计验证、工艺管理、生产制造全流程并行的模式。

智能化

- 实现基于智能产品的服务型制造，如个性化定制、精准营销、在线运维等，以及众包设计、云设计等新型研发制造体系。
- 新的产品机制体系：由单纯提供产品向提供整体解决方案转变，服务要素的比重不断增加。
- 新的研发制造模式：实现多主体间在线、异地协同研发与生产制造，以及应用云计算开展设计、生产。

数字化：数字化工具的局部应用

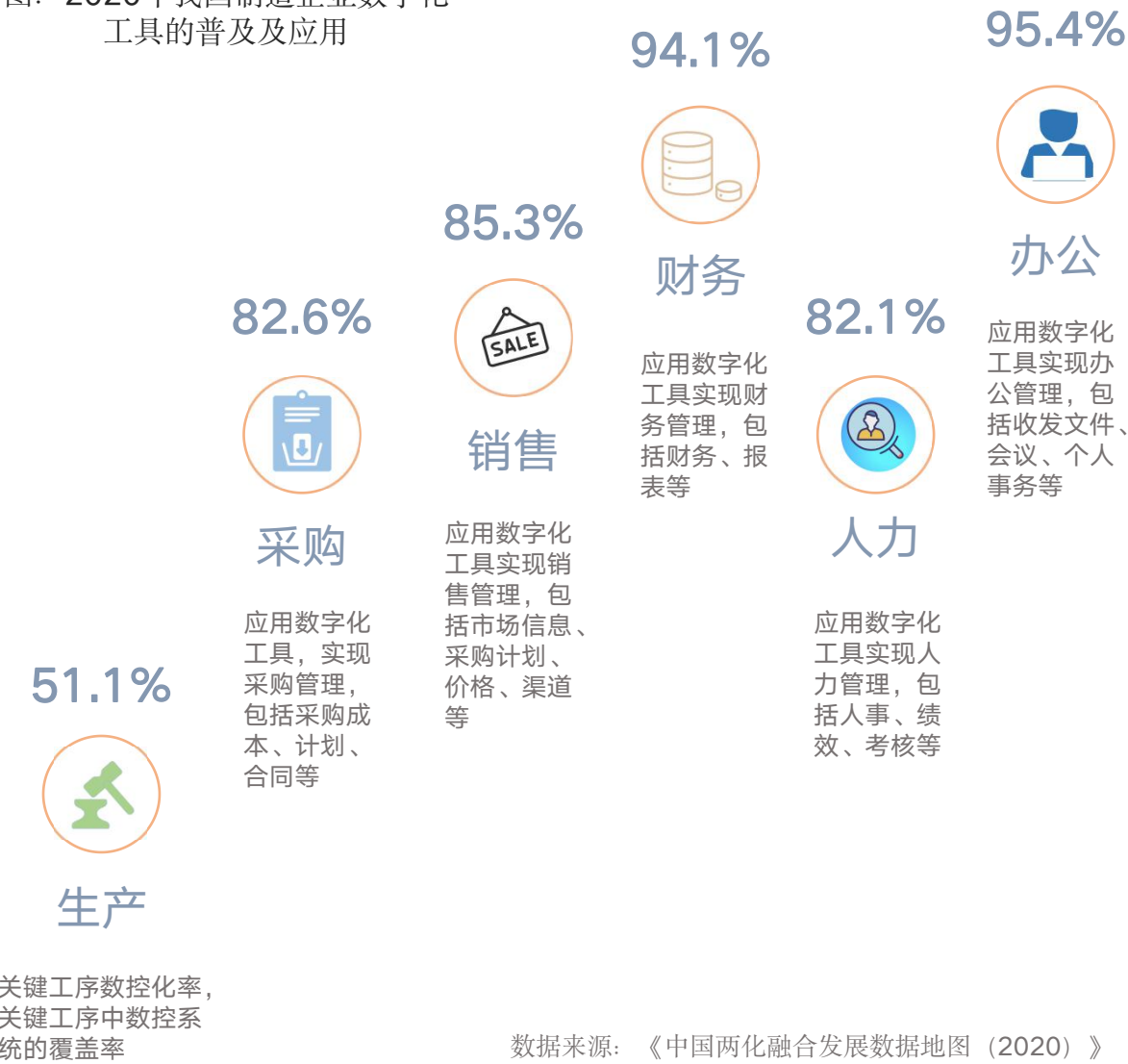
根据《中国两化融合发展数据地图（2020）》，“十三五”期间，信息技术的应用已广泛覆盖我国制造业各个业务环节，共计49.3%的企业在研发设计、生产、采购、销售、财务、人力、办公等环节实现数字化工具的全面覆盖。其中，办公、财务、销售、采购、人力环节的数字化工具应用普及率较高，分别有超过90%的企业能实现财务、办公的在线管理，80%以上的企业能在原材料采购、成品销售环节实现线上成本、计划、合同管理，但在研发和生产环节，我国制造业企业的数字化能力存在明显短板。

在研发环节，“数字化研发设计工具普及率”用以表征企业研发环节的数字化水平，2020年我国制造业该指标为71.5%，低于73%的全国平均水平，软件工具的使用基本实现了建模、仿真、验证等功能。

在生产环节，“关键工序数控化率”用以表征企业制造环节生产节过程控制层数控化水平，2020年我国制造业该指标为51.1%，低于52.1%的全国平均水平，PLC、DCS、PCS等过程控制系统，以及NC、DNC、CNC、FMC等数控系统的覆盖率有待提升。

数字化研发设计工具普及率，辅助企业开展产品设计，实现建模、仿真、验证等功能的软件工具

图：2020年我国制造企业数字化工具的普及及应用



数据来源：《中国两化融合发展数据地图（2020）》

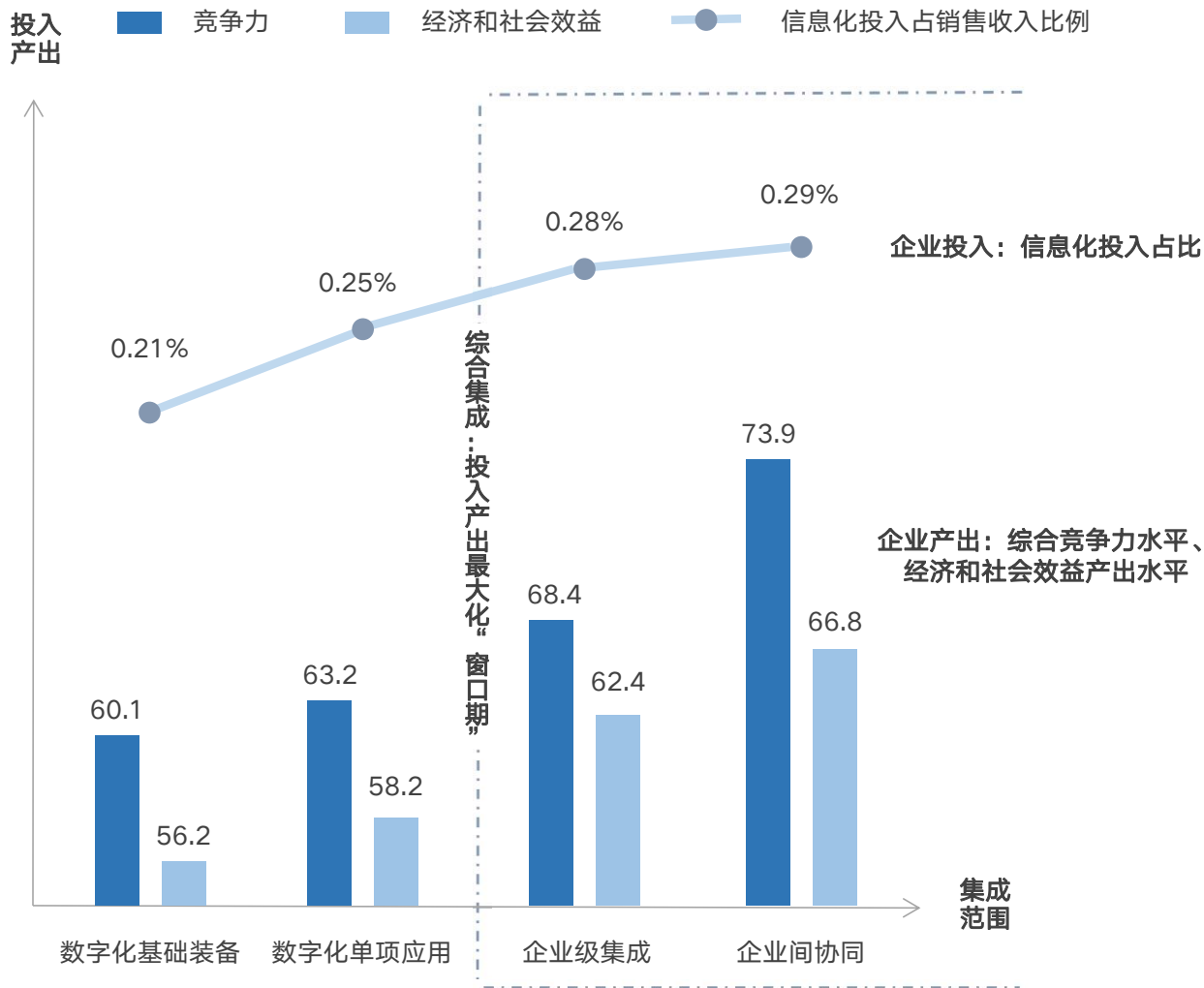
网络化：数字化工具的网络化集成

- 当前，我国制造业整体处于数字化向网络化过渡阶段，企业在数字技术与单项业务全面覆盖融合的基础上，更多关注如何打破业务环节间的壁垒、实现资源优化配置和统一管理，更进一步的，我国制造业两化融合的网络化效应更需要通过企业间的业务协同和模式创新得以实现。
- 具体看来，我国制造业企业的数字化工具正在由“深化局部应用”向“突破全面集成”转变，据统计，共计31.1%的企业已实现“综合集成”，分别有27.3%、12.1%的企业实现了产供销集成、产业链协同。进入“综合集成”阶段后，企业信息化投入产出比、综合竞争力水平、经济和社会效益产出水平得到明显提升，数字化工具开始与生产、经营、管理、服务等活动相互集成互联，原有的工作模式将实现跨越业务领域和环节的整体优化。

智能化：迈向智能制造

- 未来，我国制造业将逐步迈向智能化阶段，企业内部和企业间的生产、经营、管理、服务等活动的智能化和协同化将推动制造业企业发生全方位、颠覆式变革。根据《中国两化融合发展数据地图（2020）》，2020年我国初步具备探索智能制造基础条件的企业比例为8.6%，这些企业底层装备数控化程度高，管理信息化与底层自动化之间以及内部供应链上采购、生产、销售、库存、财务等环节间实现了集成，并开始向智能工厂、智慧企业迈进。

图：我国制造业企业两化融合发展阶段与效能效益关联分析

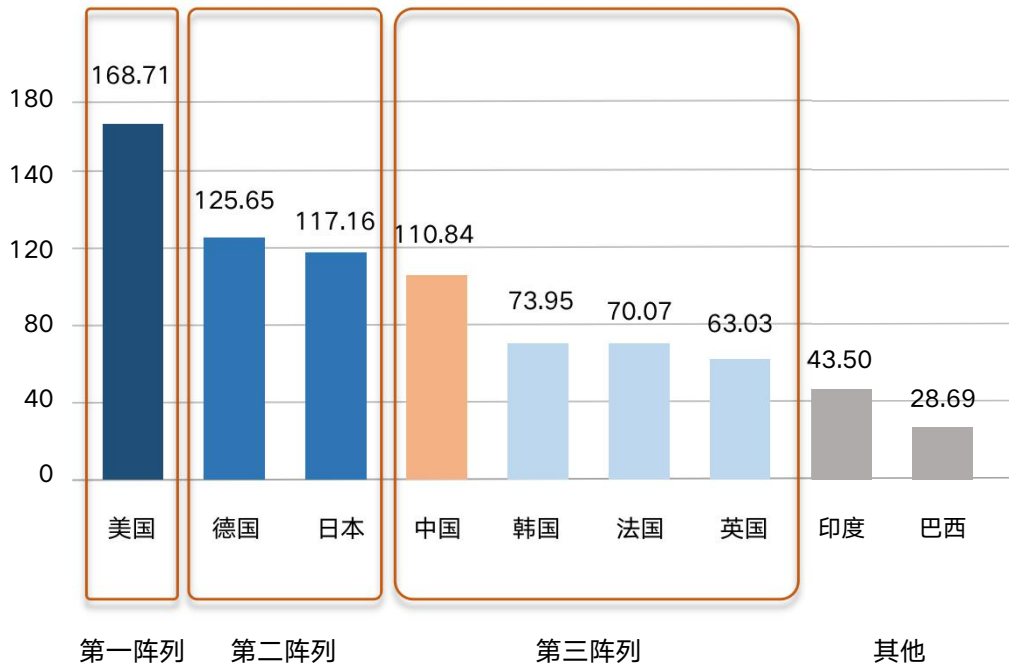


数据来源：《中国两化融合发展数据地图（2020）》

我国制造业发展水平仍处于全球第三阵列，产业科技创新转型是实现由“大”到“强”的关键

- 相较欧美等制造业强国，我国制造业依然具有明显差距，根据《2020中国制造强国发展指数报告》对中、美、德、日、英、法等九个国家的指数评估，我国仍处于第三阵列，落后于第一阵列美国，以及第二阵列德国、日本。
- 从我国各分项指数来看，“规模发展”仍是制造强国进程中的主要支撑，制造业总体上仍未摆脱规模拉动的发展路径。“质量效益”、“结构优化”、“持续发展”三项数值合计值在九国中仅排名第六，与第一、第二阵列国家仍有较大差距，从制造业核心竞争力来看，我国高质量转型发展之路任重道远。
- 具体来看，我国与发达国家的差距尤其体现在“制造业全员劳动生产率”指标，此外，“制造业增加值率”的提升乏力、“基础产业增加值占全球基础产业增加值比重”的连续下降也同样值得关注，凸显出我国产业基础薄弱、企业经营压力增大等现状。
- 针对我国制造业现状与挑战，自2015年《政府工作报告》中首次提出实施“中国制造2025”以来，我国坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展，加快从制造大国转向制造强国，随后印发的《中国制造2025》更成为我国实施制造强国战略第一个10年行动纲领。为全面推进制造强国建设，我国还先后印发《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020年）》、《高端智能再制造行动计划（2018——2020年）》等一系列指导政策，力求在“十四五”时期坚定不移建设制造强国，持续推动实现由制造大国向制造强国转变。

图：2019年各国制造业强国发展指数



数据来源：《2020中国制造强国发展指数报告》

/03

制造业不可或缺的数字化举措

根据《中国制造2025》战略，中国正加快推动新一代信息技术和制造技术融合，核心是智能制造，重点发展智能装备和智能产品，推进生产过程智能化，培育新型生产方式，全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平。

从制造业技术革新和业务发展层面看，制造业数字化转型是以数字化技术为手段促进制造业价值链提升的过程。数字化技术的改造进程贯穿研发、工艺规划、生产制造、采购、仓储、营销、服务等各个环节，在产品的设计、制造、推广、应用、反馈的生命周期中，提升产品和服务模式的持续创新能力成为最终导向。在这一进程中，制造业企业应重点实施重构IT基础设施、建设数字化平台、探索服务型制造、以及落实数字化管理等举措。

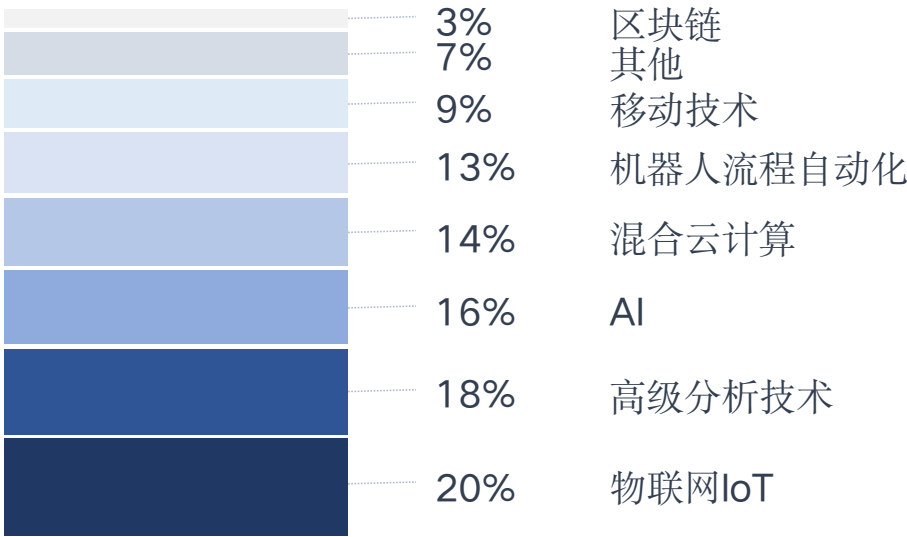
制造业企业需要在技术革新和业务发展层面推进 以下举措：

- 1、构建强大的IT基础设施，在制造流程中积极融入新技术组合
- 2、构建基于数字化平台的新生态体系，推进生产制造模式变革
- 3、以丰富的知识资产为基础，探索服务型制造新模式
- 4、落实生产、运营全过程的数字化管理模式

1、构建强大的IT基础设施，在制造流程中积极融入新技术组合

- 区别于第一次、第二次基于能源技术的工业革命，新一轮工业革命主要体现为信息技术与传统产业的融合，其中，信息技术与传统制造业生产技术、管理模式的相互映射与融合正在释放出巨大价值，将数字化技术融入整个生产制造价值链是数字化转型的基本前提。
- 增材制造、AI、自动化、云计算、数字孪生、边缘计算、5G、IoT等前沿技术可通过不同的组合方式实现对研发、生产运营、销售、职能等环节的全方位赋能。如在研发环节中，基于AI能力的预测性分析技术将支持产品组合分配决策以及产品开发生命周期优化；在生产运营环节，5G、云计算将为本地优化和互联资产提供算力、网络支持，互联设备和物联网 (IoT) 技术带来了大量原始数据、促进了自动化、远程监控甚至新型合作关系，同时也推动机器学习技术辅助实现智能决策；对于财务等职能岗位，基于云、AI等技术的ERP、BI工具也实现了大量常规工作的自动化。

图：制造业企业投资数字化技术的资金分配

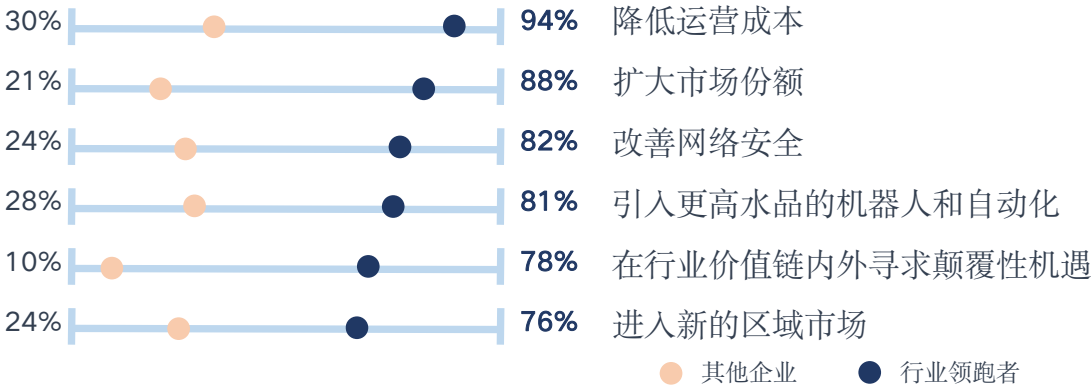


数据来源：IBM《工业品行业大规模数字化转型》

• 根据IBM商业价值研究院和牛津经济研究所合作开展的数字化转型调查研究，行业领跑者更倾向于利用数字化技术执行新业务蓝图，且普遍收获了超预期的价值。86%的领跑者已完全实施数字化战略，或已根据战略和执行计划采取转型措施，相比之下，其他企业的比例仅为30%；此外，超过90%的领先者表示，过去三年的数字化计划实现了超出预期的价值，而其他所有企业中该数据的比例仅35%。

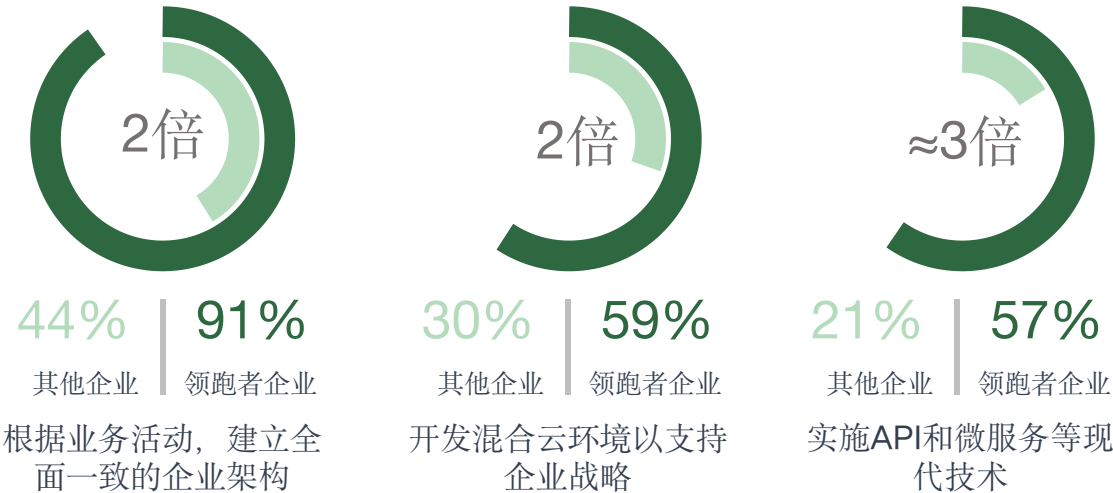
- 行业领跑者应用数字化技术实现了多项重要的业务目标，数字化技术平台内嵌的差异化工作流程帮助领跑者建立了全新的工作方式和技能，生产、维护、运营等流程控制和有效性大幅提高，超过3/4(最多达94%)的领跑者已在有效使用或者已完全实施和优化这些数字化技术。
- 模块化工作流程的扩展离不开全面、统一的企业IT架构，特别是在数据治理方面，行业领跑者对信息架构、混合云、API和微服务等技术的应用取得了巨大进展，在提升数据互信的基础上显著降低了数据复杂性。

图：行业领跑者和其他企业通过数字化技术支持业务目标的程度



数据来源：IBM《工业品行业大规模数字化转型》

图：行业领跑者和其他企业IT架构创造性和灵活性

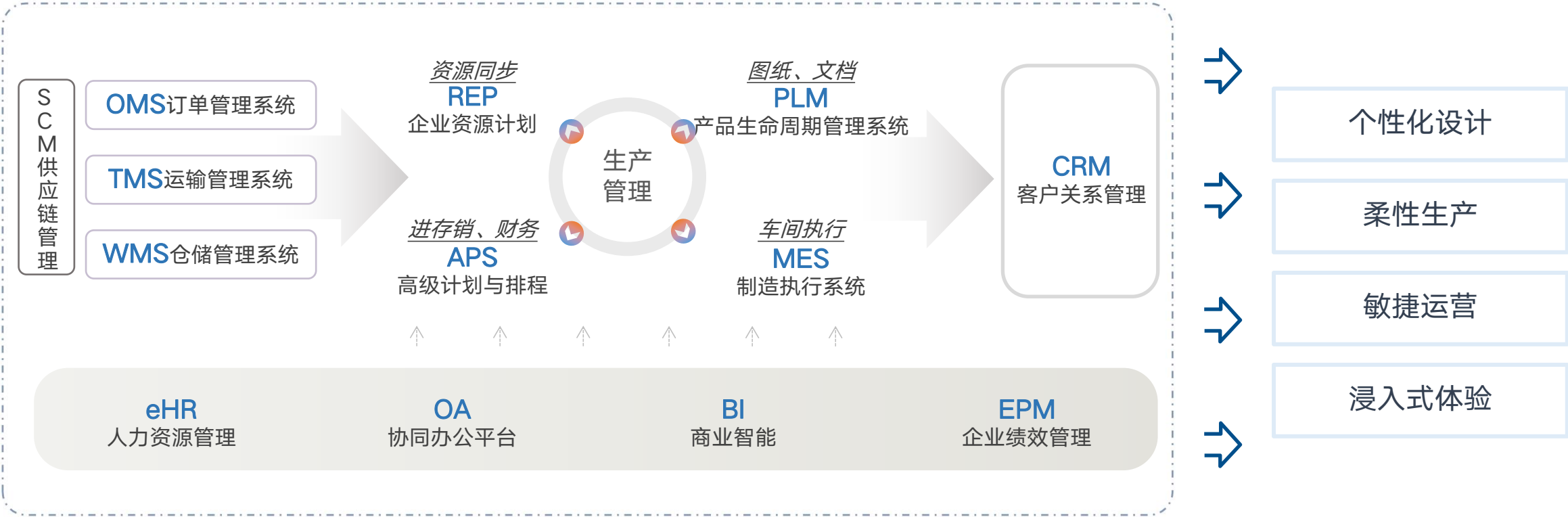


数据来源：IBM《工业品行业大规模数字化转型》

2、构建基于数字化平台的新生态体系，推进生产制造模式变革

- 我国制造业数字化建设正由过去以ERP为中心的信息化管理系统，转向覆盖生产全链条、支撑外部新生态的综合数字化平台。数据要素将供应链管理、资源配给、生产管理、运营管理等打通，在链接生产制造业务环节的基础上，推动制造业价值链协同进入数字形态，衍生出新模式、新场景、新生态。
- 在数字化平台广泛应用的基础上，以用户为中心的生产模式变革正推动制造业形成新的生态体系，新的设计生产模式正围绕个性化设计、柔性生产、敏捷运营、沉浸式体验等关键环节渐次展开，并最终构建共创共赢的制造业新生态体系。

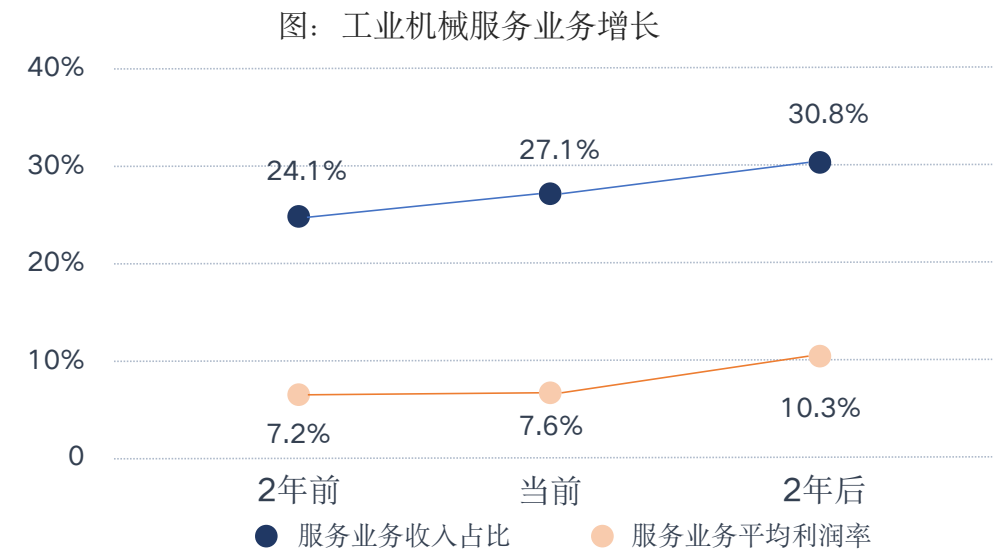
图：制造业数字化架构体系



数据来源：InfoQ研究院

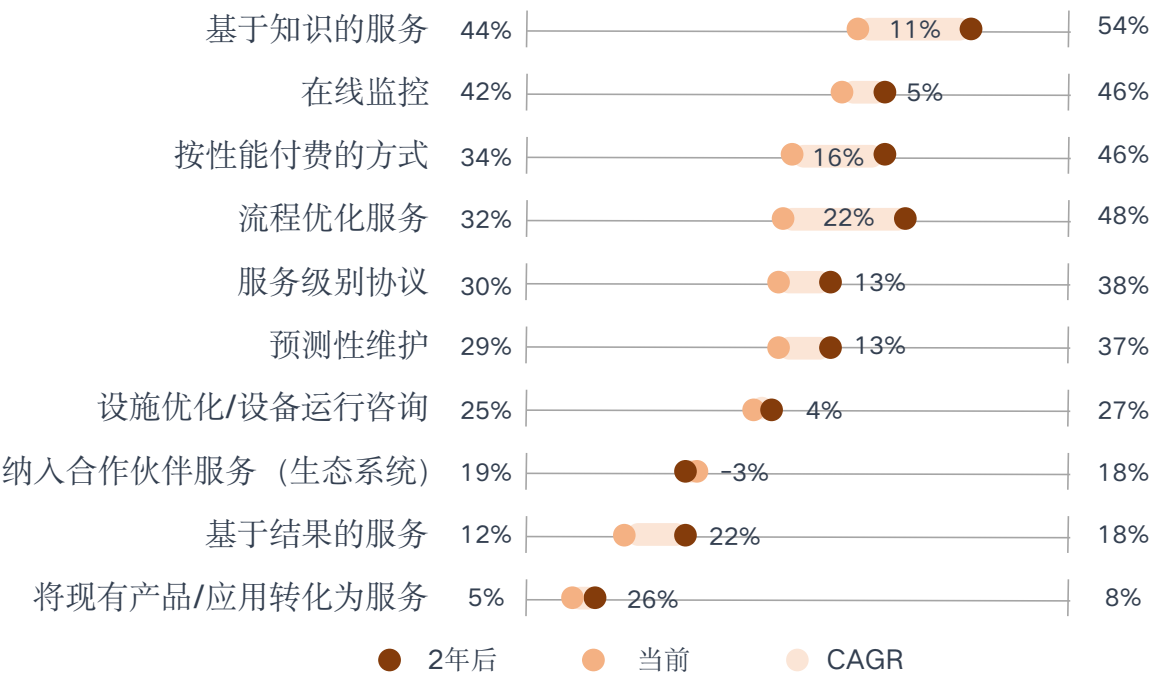
3、以丰富的知识资产为基础，探索服务型制造新模式

- 伴随内容市场的人力运营、原材料等成本不断升高，制造业面临产品利润不断下降的窘境，制造业服务化成为是我国制造业转型升级的重要方向和途径。
- 根据IBV与牛津经济研究院于2020年7月联合对全球23个国家或地区500位工业机械行业高管开展的一项调研显示，制造业服务业务可覆盖整个产品生命周期，并带来持续稳定的现金流收入。OEM的服务业务年增长率为5%-10%，远高于原始设备生产业务2%的年增长率，基于服务的模式所产生的息税前利润（EBIT）比新设备销售高出三至七倍。此外，服务业务还能帮助企业贴近用户，深入了解用户需求，有助于完善新一代产品与服务。



数据来源：IBM“发展服务化业务模式”研究洞察、InfoQ研究院

图：制造业服务业务在未来2年的增长



数据来源：IBM“发展服务化业务模式”研究洞察、InfoQ研究院

拆解制造业服务化转型

- 大体而言，制造业服务化转型是企业从单纯产品或服务供应商，向“综合性解决方案”供应商的转变，是从投入和产出侧提升价值比重、提高产品附加值和品牌效益的变化过程。

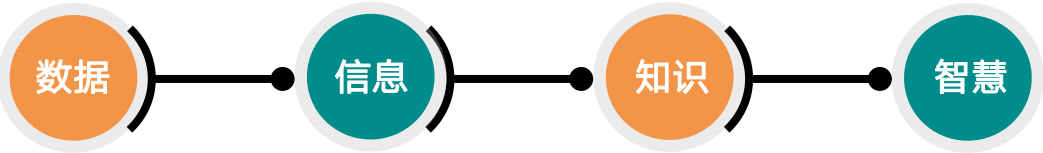


服务化转型的三个阶段

- 在制造业服务化转型初期，企业普遍将安装、售后、备件等服务作为产品生产的补充和延伸；进一步的，部分企业开始探索为用户提供“一站式解决方案”，丰富服务内容并增加用户粘性；最终，企业将逐步提升服务业务的创新价值，颠覆整个商业模式，并转向以服务为中心的组织架构，进而驱动企业服务业务发展。

丰富的知识资产积累是开启服务化转型路径的前提

- 制造业服务化转型过程表现为服务内容由简单到复杂、由低端到高端的过程，知识、信息等要素逐渐成为创造新价值的主要因素，知识资产的不断积累至关重要。
- 一般来说，制造业企业的知识资产由数据资产转化而来，企业生产、经营数据进入数据湖和基于业务场景主题的数据集市，在多样化的用户运营场景中挖掘价值。一方面，系统化的知识作为组织智慧嵌入企业内部业务流程；另一方面，知识资产帮助服务业务向智能化、生态化发展，对外实现智能互联服务。



- 海尔集团是国内具有代表性的服务化转型案例，尤其是生产模式和运营机制的创新，在海尔逐步淡出生产制造，专注研发、品牌、服务和渠道的转型过程中发挥了重要作用。在生产模式上，海尔通过工业互联网平台COSMOPlat打造了以用户需求为主导的全新生产模式，实现了用户在交互、定制、设计、采购、生产、物流、服务等环节的全流程参与，而用户具有消费者、设计者、生产者多重角色，实现了产销合一的生产服务模式。在运营机制上，海尔实施了观念、组织架构、激励机制等多重变革，先后探索自我管理班组、人人都是SBU、自主经营体、利益共同体、小微生态圈等多样化管理模式，以创造价值为导向倡导自组织管理。

4、落实生产、运营全过程的数字化管理模式

- 制造业数字化管理是应用信息化系统，根据业务需求和策略，进行生产、运营过程的全链条管理活动。具体来说，制造业企业的数字化管理可拆分为设计和制造协同、流程和质量改进、资源优化与协同、供应链管理四个方面。

设计和制造协同

- 以部件为中心的产品开发方法是实现设计个制造协同的关键，即通过简化的、以部件为单元的数据共享实施并行设计和制造规划。
- 首先，部件交付制造工艺、质量规划和工作说明应以数字化方式进行定义；然后，通过PLM连接CAD、PLM、ERP等系统信息；最后，将变更信息自动反馈在所有功能区域系统中，从而实现设计和制造协同。

流程和质量改进

- 产品质量由制造流程中各种变量共同决定，自动预测模型、监测工具的应用将有效帮助我们了解产品质量的关联属性。
- 自动化视觉检测、机器学习、区块链等技术比传统SPC或人工检查更及时发现潜在问题，将直接帮助企业降低人工成本、提升生产效率。此外，监测数字渠道中的消费者反馈也能防微杜渐，及时发现并解决供应链质量问题。

资源优化与协同

- 物联网、数据分析、机器学习等技术的结合使用将有效帮助企业实现资源的优化与协同。评估影响制造企业资源消耗的因素至关重要，这些资源消耗可识别生产过程的能源分布状况，以便企业准确识别资源能耗的效率问题，进而降低运营成本，提高吞吐量、生产力和利润率，实现低碳节能目标。

供应链管理

- 分散在不同流程、来源和系统中的海量供应链数据是企业了解供应链、优化供应链管理的关键。在制造业供应链管理框架中，基于数据的信息流成为串联商流、物流、资金流的关键，供应链运营平台扮演协调、统筹与运营的角色。对上基于核心企业供应链计划的理解，协同供应链上下游参与者；对下组织各类资源，推进核心企业供应链各环节的高效运转。

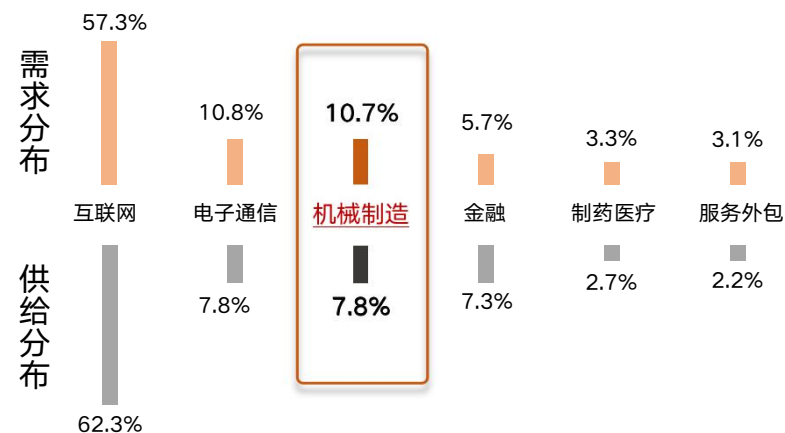
/04

相互嵌套的组织与 cultural 管理

1、数字化能力根植于企业组织架构，人才培养是组织数字化转型的基石

- 伴随我国制造业数字化进程不断推进，新的技能和知识得以在新的制造场景中大量应用，企业现有人才往往无法满足业务变革需要。《2018中国ICT人才生态白皮书》将我国数字化人才的结构不平衡归纳为四个错位：
 - 供需错位：人才供给的不足制约了产业发展
 - 区域错位：ICT人才不足成为欠发达地区发展数字化转型的瓶颈制约
 - 结构错位：应用型和专业型人才的缺失制约了行业应用深化
 - 梯队错位：突出的中层岗位人才错位制约了数字化转型健康快速发展
- 我国制造业数字化人才结构问题尤为突出，一方面，我国制造业数字化人才数量明显供不应求，根据人力资源和社会保障部数据，2020年我国智能制造领域人才需求约750万人，人才缺口300万人，到2025年，数字化人才需求将达到900万人，人才缺口预计450万人，人才缺口将进一步放大；在猎聘大数据研究院的AI&大数据人才行业分布调研中，我国机械制造AI&大数据人才竞争力也明显弱于互联网、电子信息等行业，数字化人才短缺问题正成为企业提升数字化能力的瓶颈。
- 另一方面，由于数字化人才交叉技能、多样化思维要求，我国现有的高等教育、企业大学、产学研联合培养等方式难以应对数字化人才的培养要求。制造业企业需要根据自身战略需求，从价值主张、组织架构、创新机制、培训机制等方面多管齐下，打造适合自身的数字化组织模式。

图 2019年1-7月全国各大行业中AI&大数据人才的需求与供给分布



数据来源：猎聘大数据研究院

如今，制造业数字化人才培养成为组织数字化转型的基石。制造业企业普遍深入垂直领域，在实际应用场景中积极探索新方式，培养兼具设计思维、业务场景和ICT专业能力的T字型复合人才。

一家领先的油气公司应用一套AI系统将超级员工的经验和知识持续转化为流动的知识库，进而帮助其他员工学习、应用先进经验。该AI系统以知识图为基础，收集有关油井设计和运营的动态信息、预测设备绩效或分析组件失效的类型和原因。该系统不仅存储了现有知识，还可以帮助员工检验更多的洞察。利用这一技术，企业本身也转型成为学习型组织。

AT&T为培育具备软件和网络工程、数据科学、人工智能、增强现实、自动化等新数字化技能的员工，对其25万名员工开展了新技能培训。AT&T不仅在Coursera和Udacity开设线上课程，还运用AI技术搭建职业情报（Career Intelligence）平台，员工可以获得岗位趋势趋势、职位技能要求、以及薪酬数据等相关信息，明智地决定自己要发展哪些技能，并将其添加到自己的能力档案中，自由开放的学习环境帮助员工更好的规划职业成长。

贝克休斯（Baker Hughes）的现场技术人员佩戴增强现实头戴设备，获取异地工程师提供的相关信息和专业知识，以修复出现故障的涡轮机。瑞士电信的21000名员工可以通过“Ask the Brain” AI系统提出问题，并锁定相关专家解答问题、分享经验，超过一半的问题在不到两个小时内即可得到解答。

2、精准定位数字化岗位职责与能力要求至关重要



3、探索与数字化发展逻辑相嵌套的企业文化、组织架构、人力资源管理新方式

- 在企业文化和组织管理方面，数字化人才的培养需要企业文化、组织架构与管理模式进行相互嵌套的革新。制造业基于“机械论”发展逻辑的组织架构和管理模式不利于数字化能力的建设，晋升渠道和序列转换机制缺乏灵活度，缺乏长效合理的激励机制也制约了企业内在的创新潜力。在制造业数字化转型不断深入的进程中，打造与业务发展模式相匹配的组织 and 人力资源管理体系同样至关重要。

服务技能革新的组织环境

改善组织环境能够显著提升集体学习效率，如实践灵活多样、充分自主、面向实践导向的培训学习方式，并注重知识的总结、提炼与分享。

打造组织层面的知识架构同样至关重要，如建立组织层面动态更新的知识库，借助超级员工的经验技能，帮助其他员工快速掌握、应用新技术，在知识层面激发“1+1>2”的聚合效应。

精简、敏捷的组织架构

实施“横向扁平”的组织形式更利于促进沟通、提升效率、加强协同，组织间的拉通更有利于促进知识在组织间的流动共享，更好激发群体智慧。

“敏捷小组”是实践“横向扁平”组织形式的有效模式，尤其有利于促进基于明确业务场景的敏捷创新，也是服务于实际应用场景的快速学习方式。

鼓励价值创造的企业文化与人力资源管理

在企业文化与人力资源管理方面，需要营造勇于尝试、宽容失败、用户至上的企业文化，并探索灵活的人才管理机制；为激励创新行为，针对新型组织的创新和学习方式还应设置相应的绩效考核评价体系，最大程度激发组织与人才的活力。

参考资料：

- 1、《浪潮之巅》，吴军
- 2、《2020中国制造强国发展指数报告》
- 3、《中国两化融合发展数据地图（2020）》
- 4、《中国制造业重点领域技术创新绿皮书——技术路线图（2019）》

出品单位：





展望前沿趋势、了解最佳实践
请关注InfoQ Pro



极客时间 | 企业学习服务
扫码免费咨询

出品人：InfoQ研究院

获取企业技术文化打造解决方案：183 0150 7738 Lina

鸣谢：感谢InfoQ编辑团队和参访企业的大力支持

极客时间 | 企业学习服务：数字化专业人才学习平台

获取数字化人才培养解决方案：131 6759 6032 小雨



<https://b.geekbang.org/>

InfoQ研究院：

新科技行业洞察者， 技术创新咨询领军人

InfoQ研究院依托InfoQ传媒多年技术领域的持续深耕、结合复合型研究团队的深度专业积累及对最新技术趋势的深入洞察，打造出独家技术创新研究咨询方法论。研究院以科技创新、技术发展为原点辐散相关产业、经济领域，为领军企业、中小企业、政府部门等多类客户提供全流程、体系化、个性化技术创新咨询服务，支持制定重大商业决策，助力把握新时代下的新机遇，全力解决新时代下商业及政府机构技术创新突破及转型难题，致力于成为新科技领域创新咨询方面的领军人。