

《2023年中国制造业数字化转型研究报告》

——将至已至，智能技术带领中国制造业提质升级

关注艾钢云

添加客服微信
获取更多的行业报告
及数字化产品解决方案

行业报告仅供个人学习与
交流，不可用于商业用途



扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。

发达国家制造业回流力度加大，中国制造业战略地位提升

- 随着全球制造业生产从西向东转移，许多发达国家经济体经历了一段衰退期。美国制造业在20世纪50年代达到巅峰，约占经济总量的28%，但此后逐步下降至略高于10%；1991年至2022年期间，制造业在德国经济所占比重也从25%降至19%。然而在过去的几年间，新的制造业时代开始形成，以德、美、日、法为代表的发达国家纷纷加大制造业回流力度，积极部署制造业自动化、智能化升级，以求提振制造业在国民经济中的战略地位。
- 对于中国而言，制造业发展水平不仅关乎国家地位，对于加快发展现代产业体系、巩固壮大实体经济根基并在建设工业强国的同时构建高质量发展新格局更具有重要的战略意义。历经数十年的高速发展，中国制造业已经建立了独立完善的产业体系，中国制造业规模排名世界第一，2022年中国制造业增加值占GDP比重达27.7%*。

*注：数据来源于工信部



图示：全球国家制造业数字化转型部署举例

数字化技术全面重塑制造业生产体系，并为产业链上各环节带来发展新机

- 中国制造业体量庞大，一些产业内的先进企业正积极探索从自动化、信息化向数字化、智能化发展，但是多数企业对于前沿技术的融合落地应用还处于初级阶段，我国制造业距离完成真正的数字化转型还有很长距离。
- 随着制造业数字化进程的加速，人工智能、工业互联网等底层技术正全面重塑制造业生产体系，推动新的生产要素、研发范式和商业模式的建立。这个变革过程不仅是对原有制造体系的颠覆，而且会影响制造业的所有细分行业和产业链价值链的每个环节，为众多领域以更高效率稳住发展动力提供了新的可能。
- 本报告从“研发设计”、“供应链”、“制造生产”及“营销及售后服务”四个部分，阐述工业互联网、人工智能等底层数字技术对制造业各环节的支持与赋能，并在此基础上对中国制造业数字化转型趋势做出展望。我们相信，本报告所展现的产业洞察将为业界带来新的启示，帮助众多制造业创新企业更好地把握数字化转型的要点及路径。



图示：底层技术从各个环节赋能制造业数字化转型

目录 contents

01 制造业数字化转型底层技术支持

- 人工智能
- 工业互联网

02 研发设计

- 产品设计洞察
- 研发类工业软件
- 工艺仿真
- 研发设计环节创新企业图谱

03 供应链

- 智能仓储与物流配送
- 供应链协同
- 供应链环节创新企业图谱

04 制造生产

- 高级排产
- 设备管理
- 质量管理
- 能源管理与环保监测
- 制造生产环节创新企业图谱

05 营销及售后服务

- 智能营销
- 销售预测
- 售后服务
- 营销及售后服务环节创新企业图谱

06 产业总结和趋势展望

- 产业总结
- 趋势展望

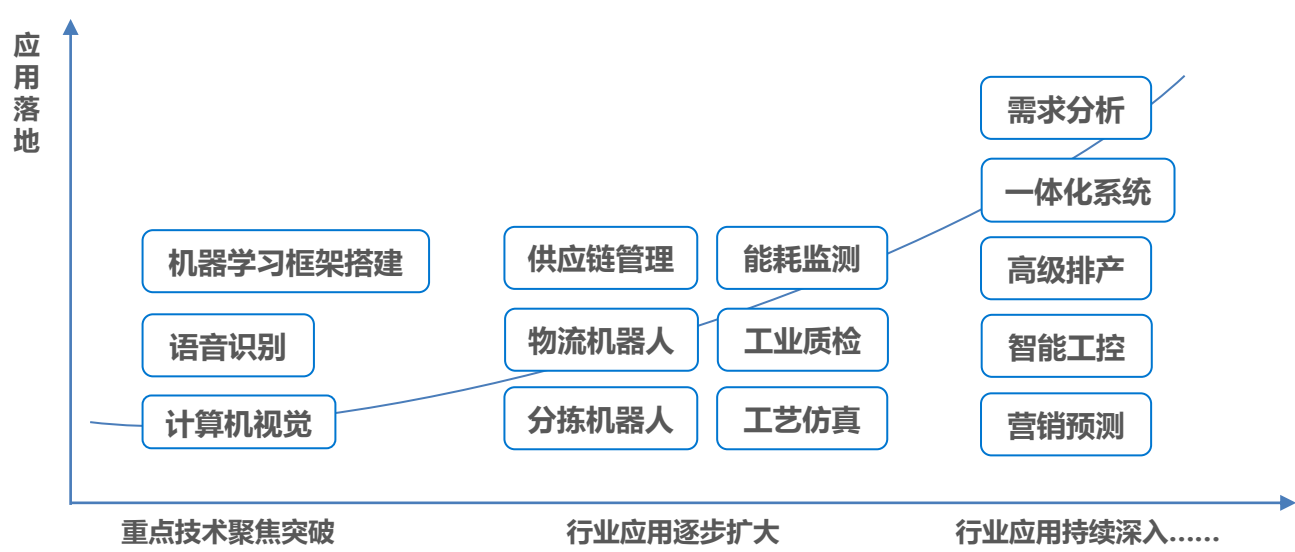
01

制造业数字化转型底层技术支持

- **人工智能**
 - 以深度学习、计算机视觉等为代表的AI技术正加速向制造业渗透
- **工业互联网**
 - 5G、区块链、边缘计算及数字孪生等技术体系为工业互联网发展提供有力支撑

从技术突破到应用拓展，AI技术正加速在制造业中的渗透

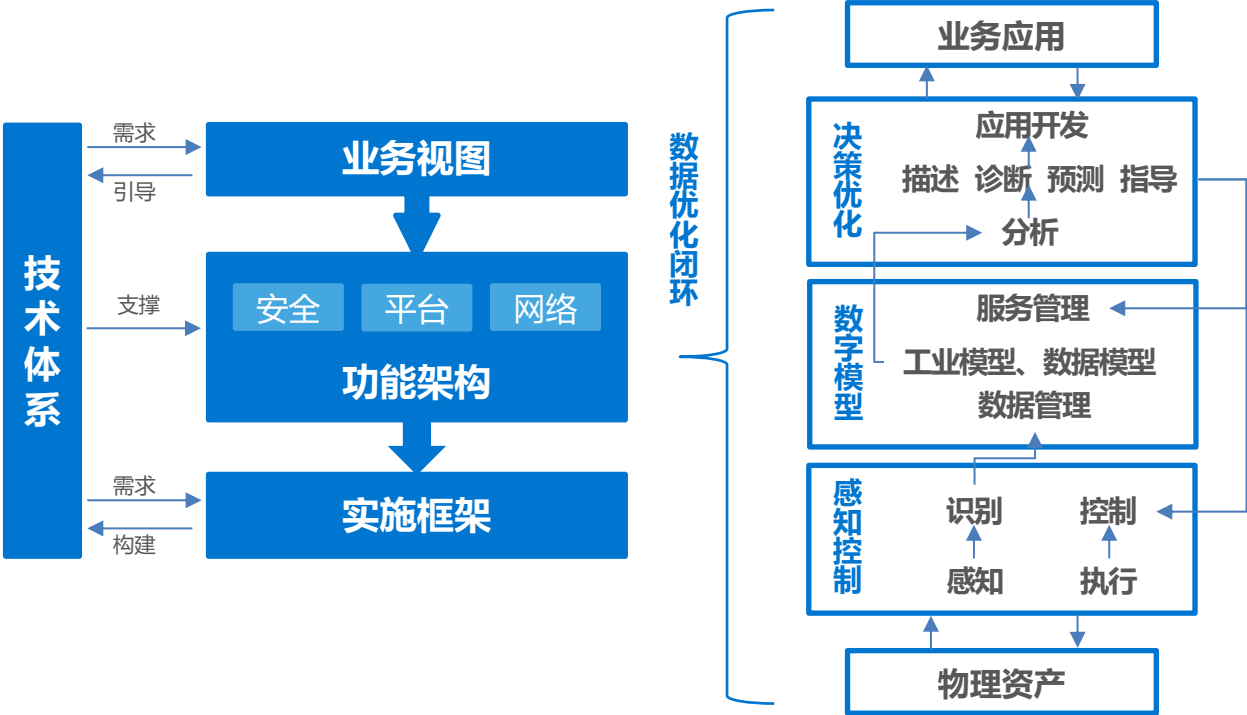
- 以深度学习、计算机视觉等为代表的AI技术正加速向制造业渗透，领先的AI能力能成为我国制造业在全球竞争力的重要体现。
- 1) 深度学习。**曾经制造业的数据分析方法以经典统计学和计算机科学为基础，能够处理的数据量和计算速度都较为有限。引入深度学习等机器学习方法后，制造业企业能够对海量数据进行高效处理分析，并使其产生业务价值。深度学习技术能够将工业数据转化为具备价值的数据资产，随着各类算法的逐渐完善，深度学习技术逐渐成为衡量制造业数字化转型进程的核心技术之一。
- 2) 计算机视觉。**计算机视觉是以深度学习为基础的、研究机器如何获取、处理、分析和理解数字图像的技术。对比人眼，计算机视觉具有识别精度高、速度快、效率高、环境适应性好、方便信息集成等优点，目前这类技术已广泛应用于电器制造、汽车、纺织等制造业领域。未来，随着人力成本的不断上升和传感器、电子元器件等工业硬件成本的逐渐下降，机器视觉在制造业中的渗透率将逐步提高。



图示：AI技术在制造业逐步落地应用

技术体系支撑下的工业互联网是工业制造业实现全面数字化转型的关键基础设施

- 工业互联网是新一代信息技术与工业制造业深度融合的产物，通过对人、机、物、系统的全面链接，构建起覆盖工业制造业全产业链的全新制造和服务体系，是工业制造业数字化转型的关键综合信息基础设施。



图示：技术体系支撑下的工业互联网功能架构

- 以5G、区块链、边缘计算、数字孪生等技术为代表的新兴数字技术对支撑工业互联网体系架构中的网络、平台和安全的建设以及实现数据优化闭环具有重要作用。
- 1) 5G技术。**制造业领域中的人、机、物系统的全面链接，离不开具有海量连接、低时延的网络连接技术。5G作为最新一代的蜂窝移动技术，具备海量连接、高可靠、低时延等优势，利用5G无线技术、网络切片技术，以及其他与网络技术融合的5G+时间敏感网络、5G+云等技术，可有效解决不同工业场景的多样性需求。

5G、区块链、边缘计算数字孪生等技术将在更广泛的生产制造场景中实现落地应用

- 当前，5G赋能工业互联网已经取得了一定的研究及应用成果。在生产制造场景下，5G能够支持AGV等移动机器设备的部署，并在网络架构融合的基础上支持部分设备的远程控制。
- **2) 区块链。**企业在部署工业互联网过程中，隐私数据需要上云，因此需要区块链技术解决工业互联网平台中的互信协作及数据安全、数据控制权等问题。通过区块链的加密算法、访问控制、隐私保护、入侵检测等技术，可以实现企业内部各个环节的数据共享、网络加密及访问权限控制等功能。目前，区块链技术在产品质量管理及生产过程追溯等环节已经落地应用，未来随着“区块链+工业互联网”融合研究以及各项标准制度的发展与完善，区块链技术将在工业互联网中持续发挥更大的作用。
- **3) 边缘计算。**一些需要高效计算能力的生产控制场景不支持将数据传输到云端后再进行计算，并且由于生产现场设备之间通信标准的不统一和总线连接的异构，需要将计算资源部署在生产现场附近，以满足这部分业务的高效实时需求。边缘计算技术与工业互联网的融合，能够将工业场景中的计算以及存储分散到工业互联网边缘来降低云端计算和存储的压力，解决云计算模式存在的实时性差、运维成本高、数据安全风险等问题。未来，边缘计算技术的数据安全能力及其协同性、可靠性将进一步提升，边缘计算将成为制造业数字化转型的强大驱动力。
- **4) 数字孪生。**数字孪生为工业互联网智能化部署提供了强大驱动力。数字孪生是物理世界在数字世界的建模映射，起源于新兴信息技术与不同领域技术的融合，其技术基础包括物联网、大数据、机理模型建模、人工智能及云边协同计算等技术。这些数字技术的融合赋予数字孪生系统数据采集、建模分析、高效计算和判断决策等功能，未来，数字孪生与工业互联网的融合将持续完善工业互联网的功能架构，帮助企业实现全方位数据优化闭环。

02

研发设计

- **产品设计洞察**

- 大数据、AI、物联网等数字技术助力企业贴近需求端，加快研发效率的同时，缩短研发周期

- **研发类工业软件**

- AI/云计算+研发类工业软件，实现研发质量与效率的双提升

- **工艺仿真**

- 多物理场耦合、云仿真和SaaS化、人工智能成为工艺仿真技术未来发展新机遇

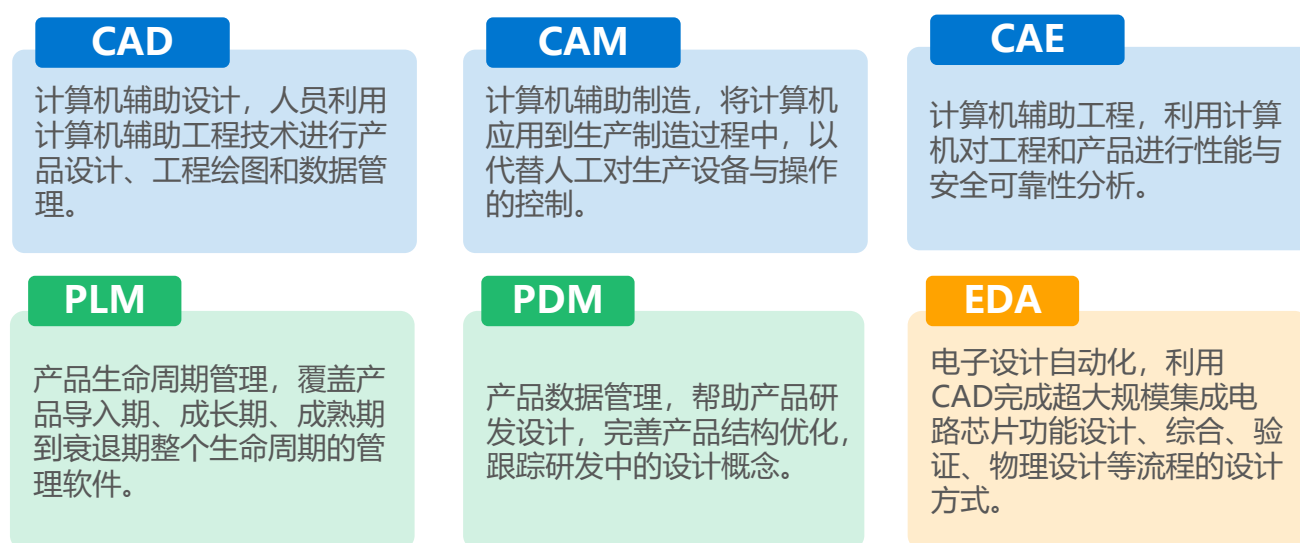
- **研发设计环节创新企业图谱**

大数据、AI、物联网等数字技术助力企业贴近需求端，加快研发效率的同时，缩短研发周期

- 工业设计是制造业的第一步，也是产品的起点与核心，包含需求洞察、产品研发、仿真优化等环节。工业设计与创新能力息息相关，设计越活跃，其市场竞争能力越强，制造业水平越高。数字技术的成熟，推动企业可在设计环节，根据用户需求，在大数据、人工智能、虚拟现实等支撑技术的作用下，对海量信息进行分析，实现高效设计的同时，对产品进行仿真，进而快速产出符合用户需求的产品设计。
- 在需求洞察环节，过去主要依赖研发人员，研发思路、手段、创意均受到限制，这导致家电、汽车、服装等制造业细分产业的产品同质化严重，各品牌难以通过差异性产品抢占市场份额，行业竞争激烈。此外，消费者需求愈加碎片化、多元化，仅依靠传统产品设计思路已难以适应市场变化。精准挖掘并高效响应市场需求，已成为决定企业市场份额螺旋上升的关键。**因此，制造业积极探索需求洞察环节的数字化，借助大数据、人工智能、物联网等数字技术，抓取并分析需求，指导新产品的设计与改进，缩短研发周期的同时，提升研发效率。**
- **1) 人工智能+大数据。**大数据技术可基于用户访问、交易等海量数据，对需求端进行全方位深度挖掘分析，以数据驱动，构建用户、产品画像的同时，及时捕捉用户需求，从而为新品设计提供思路，提高研发效率。此外，随着深度学习和知识图谱等技术的成熟，大数据分析能力和效率增强，可深度挖掘数据价值，提升数据洞察能力。美的即通过瓴羊旗下的数据银行产品，洞察消费趋势，准确了解消费者喜好及目前使用痛点，明确“清洗方便”是急需提升的产品特点，从而进军免洗破壁机市场，研发出更复合年轻消费者对厨房空间和生活方式期待的产品。
- **2) 物联网。**物联网可打通消费端与设计端，远程从IoT设备获取设备数据，评估产品运行状态，收集消费者使用反馈，帮助产品进行迭代设计。

研发类工业软件辅助设计工作，但面临要求高、数据孤岛等问题

- 研发设计类工业软件融合多学科，利用计算机计算和图文处理能力，以可视化方式，在设计阶段即可规划产品整个生命周期，帮助设计人员完成产品设计和工程绘图等多项工作，提高设计环节效率的同时，大大简化了设计人员的重复工作，降低误差概率，管控研发质量。

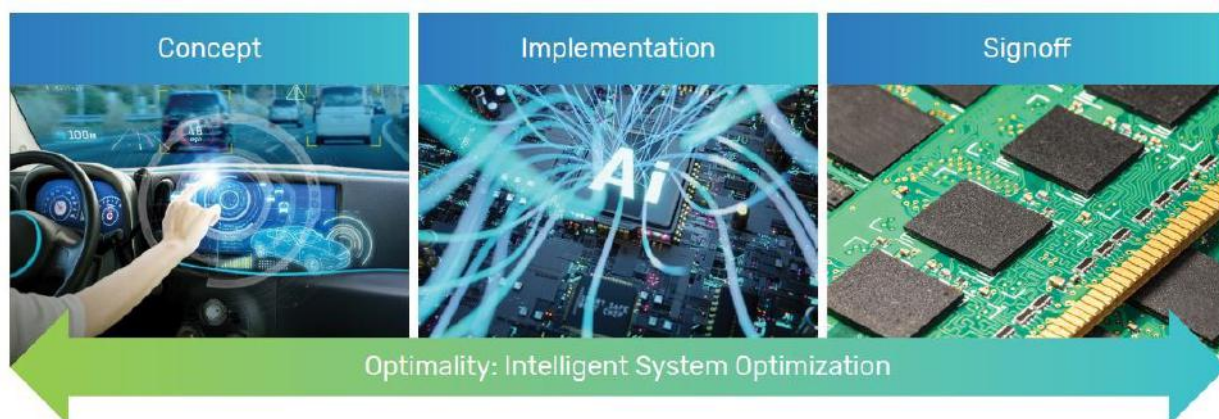


图示：研发设计类工业软件举例

- 传统工业研发软件基于单机或局域网本地部署，对使用环境配置、数据版本一致性、数据安全性有较高要求，各环节的独立也导致团队合作较为割裂。此外，目前各个研发软件差异较大，各软件间数据一致性、时效性不同，且存在难以流通、数据孤岛问题，对企业的研发工作造成困难。**AI与云计算等数字技术和软件一体化有望解决以上问题，提升设计效率和结果的同时，降低软件使用成本。**
- 1) 一体化。**研发类软件一体化指将设计各环节、各类软件功能聚合，标准化并共享设计数据，有望实现多方协同设计，缩短开发时间。例如，中望软件提出all-in-one CAX战略，逐步向CAX一体化软件平台发展，从二维CAD软件逐步向三维CAD、CAM、CAE拓展，并协同发展PDM、PLM软件能力。

AI、一体化、云计算帮助研发类工业软件实现研发质量与效率的双提升

- **2) 人工智能。** AI技术有望引领研发工业软件交互模式、设计模式变革，已在芯片、制药等领域应用。具体而言，工程师通过自然语言下达指令，设定材料和工艺要求，AI自动生成多种设计方案，提高设计效率的同时，提前预设到各类影响因素，提升设计效果。在芯片制作领域，Cadence推出智能芯片设计工具Optimality，AI驱动取代传统设计、测试和调整循环的交互流程，帮助工程师自动优化设计，生产效率提升近10倍，部分设计上操作速度提升百倍。

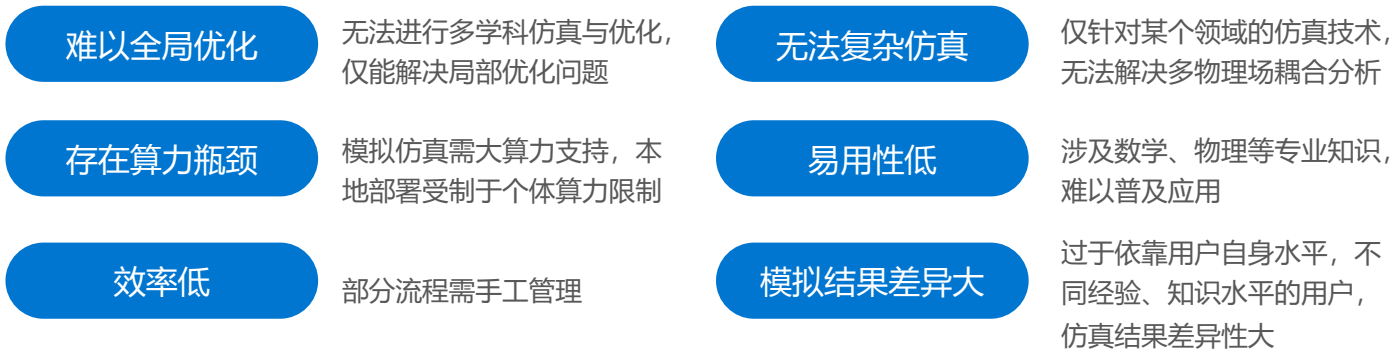


图示：Optimality智能系统优化

- **3) 云化。** 一方面，基于Web或云端部署的研发软件，可将用户产生的数据存储在云端服务器上，方便其随时掌握知识产权、产品生产制造等核心数据的同时，云架构软件将各个环节整合，使设计师随时随地可协作工作，提高工作效率。另一方面，企业无需再配置本地图形工作站和专业运维团队，减少其软件使用成本。以钉钉为例，基于云服务等技术，钉钉帮助企业实现生产数据上云，并可以通过低代码开发的方式，帮助制造业企业以较小的成本实现研发工作的协同。

工艺仿真与数字技术的融合，有望解决行业门槛高、效率低、局部优化等问题

- 工艺仿真利用产品三维数字样机，对产品装配过程进行统一建模，在计算机上实现对零部件、装置(整机)、生产线和工厂工作、运行状态的模拟和仿真，从而在研发阶段，通过虚拟调试，对产品性能与功能进行预测分析，并模拟真实生产制造工作状态和表现情况，确保设计方案及工艺的准确性，协助设计人员及早发现制作工艺、工艺布局中潜在问题，减少物理实验次数，加速设计迭代并降低试错成本。
- 目前，传统的工艺仿真技术面临着单领域、单学科仿真仅能优化局部、使用门槛高、仿真效率低、仿真结果置信度不高等问题。**在多物理场耦合、云计算、人工智能等技术赋能下，一方面工艺仿真的结果准确度和计算速度有望提升，另一方面，降低仿真技术使用门槛，最终实现研发环节的降本增效。**

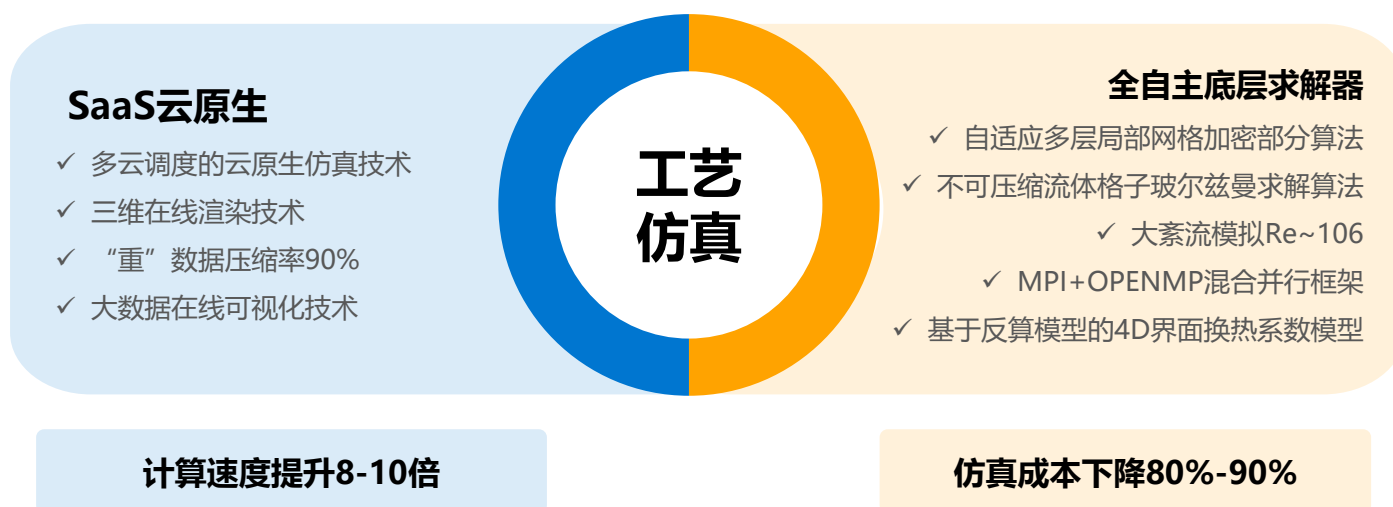


图示：工艺仿真技术现存挑战

- **1) 多物理场耦合。**工艺仿真需在多物理场耦合的情况下，对真实物理世界建模还原，应用过程复杂多样，且各个参数相互影响。因此多单一学科中进行多次往返计算的工艺仿真无法满足精确性要求，将底层求解公式融合的多物理场耦合仿真、多学科结合仿真成为未来发展方向。例如，COMSOL推出集成化仿真平台COMSOL Multiphysics，可灵活组合电磁、结构力学、声学等领域多个附加专业模块，提供丰富的多物理场仿真解决方案，帮助客户精确分析、预测真实场景下的设备、工艺和流程，提升仿真结果准确度。

多物理场耦合、云仿真和SaaS化、人工智能成为工艺仿真技术未来发展新机遇

- 2) **云仿真和SaaS化**。工艺仿真为确定最优设计参数，提高仿真效果，涉及大量计算，对算力要求较高。云仿真和SaaS化可解决算力问题，为工艺仿真提供多端访问，让客户可直接在云平台进行数据分析，灵活运用计算资源，提升计算速度的同时，大幅降低客户使用门槛和采购、维护成本。例如，阿里云可为工艺仿真厂家提供上云服务。作为仿真业务底层基础设施，阿里云实现云上高性能计算的性能无损。同时，阿里云高性能计算平台（E-HPC）可自动管理计算资源，优化运维成本，改善用户体验，解决访问潮汐问题。此外，用Serverless workflow编排函数计算，可同时拉起数百个CPU实例进行三维渲染，效率提升近百倍。



图示：云原生压铸CAE

- 3) **人工智能**。AI与工艺仿真的融合可优化代码生成能力的同时，使用AI自动寻找仿真参数、增强仿真，提升仿真速度和准确性。目前，Ansys等龙头企业已开始使用AI优化工艺仿真技术。一方面，Ansys使用AI/ML方法自动查找仿真参数；另一方面，利用增强仿真，通过数据驱动方法或基于物理的方法训练神经网络，将仿真速度提高100倍的同时，优化仿真效果。

研发设计环节创新企业图谱



注：本图谱由36氪研究院整理，仅列举部分企业为代表，未覆盖全产业

03

供应链

- 智能仓储与物流配送

- 智能仓储物流系统将硬件与软件有机结合，为企业实现仓储物流环节的降本增效

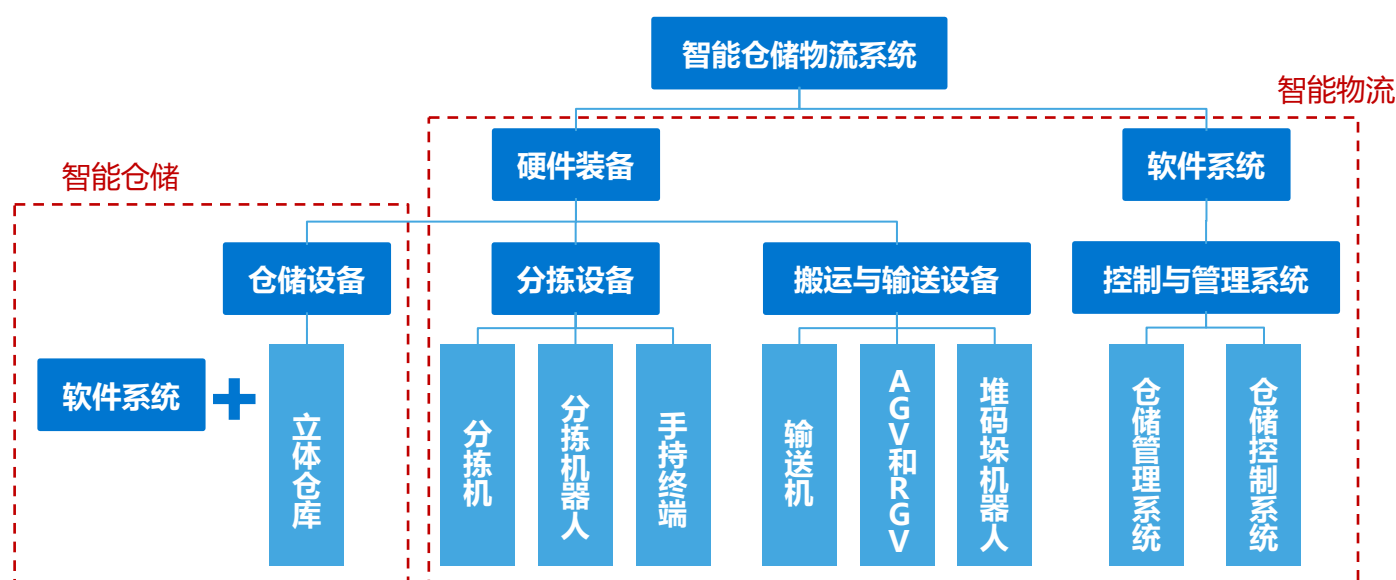
- 供应链协同

- 人工智能、区块链和物联网等数字技术打通产业链上下游，实现供应链管理的高效协同

- 供应链环节创新企业图谱

智能仓储物流系统将硬件与软件有机结合，为企业实现仓储物流环节的降本增效

- 智能仓储物流系统，通常是指通过信息化、物联网和机电一体化等技术共同实现的智慧仓储物流解决方案。这套方案能够将物料出入库、存储、分拣、输送等过程实现自动化、信息化和智能化。从构成来看，智能仓储物流配送系统可分为硬件装备和软件系统两部分。



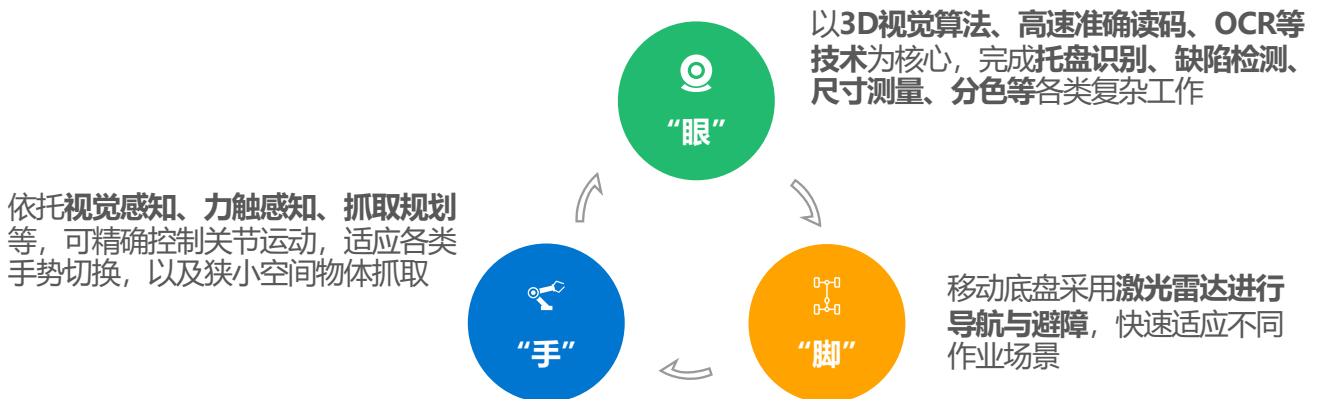
图示：智能仓储物流系统

- 制造业企业传统仓储与物流配送存在仓储空间利用率低、人力成本高、物料盘点及出入库流程手续繁琐、仓储信息透明度低、信息更新不及时、物料减配差错率高、人工安全风险等诸多痛点。随着软硬件两端的数字技术不断更新，越来越多的制造业企业在智能仓储物流系统的加持下，实现了仓储与物流环节的降本增效。
- 1) **工业移动机器人**。在仓库物料移动配送过程中，各类工业机器人的协同工作能够在保障物料完好性的同时，提升物料出入库的整体效率，以安踏晋江仓为例，其智能仓储物流项目上线后，在各类机器人协同帮助下，全仓实现入库产能1,000箱/小时，整体出库产能20万件/天；出库效率为20,000件/小时，是传统人工效率的2倍以上*。

*注：数据资料来源于东北证券研究所《仓安四海，智拓八方》

以机器人为代表的硬件和以智能算法为基础的软件双轮驱动，助力制造业仓储物流智能升级

- 随着计算机视觉、激光传感器和机器学习等技术的成熟，分拣、搬运及堆码垛机器人可应用于更多精细复杂的场景，满足更多制造业企业的应用需求。



图示：工业移动机器人“手脚眼”三位一体

- 此外，云计算技术也在帮助工业机器人企业探索商业模式新方向。在阿里云协助下，极智嘉的机器人调度部署逐渐从本地化向云化发展。通过计算巢平台，极智嘉能够将其物流机器人软件交付部署自动化、服务在线化，并在云上实现统一的运维与软件更新。这种云化发展不仅能够获得高性价比的算力资源，也能保障业务的持续稳定运行。
- 2) 智能算法。**在人力参与的工作环节中，即使是最为琐碎的工作内容，也需要工作人员的决策才能继续推进，而人力做出决策需要消耗一定时间。一个物流环节作业量越大，需要进行决策的问题就越多，且问题之间的关联也越来越复杂。在此情况下，单靠人力在短时间内很难给到最优决策。当前，智能仓储物流系统中的智能决策算法正不断更新，通过与自动分拣技术、射频识别和语音识别等技术的结合，帮助制造业企业物料的收、存、发、配全过程任务逐步走向自触发与自执行，在降低用人成本的同时提升物料周转效率。例如，纬创资通建立的PCBA智能仓储配送系统能够通过智能决策算法将物料管理用人从6人缩减至3人，PCBA平均库存周转天数从3天缩短至1.5天。

人工智能技术串联供应链各环节数据，实现供应链高效协同

- 供应链是整合公司与供应商、分销商，实现原材料采购、生产、销售、物流等全过程协同的组织形态。对于制造业而言，智慧供应链体系可降低企业经营成本和交易成本，有效提高各环节协同效率。
- 现阶段，在流通环节长且多、贸易商格局分散的大背景下，我国制造业供应链存在体系建设不足的问题，导致企业运作成本高、流通效率较低。此外，供应链数字化程度较低，这表现为信息孤岛、数据分割、数字化基础设施薄弱、上下游企业联动不足等问题频发。**人工智能、区块链、物联网等数字技术有效串联、整合、分析各方业务数据，推动供应链高效协同且更加透明、智慧，实现供应链的降本增效。**

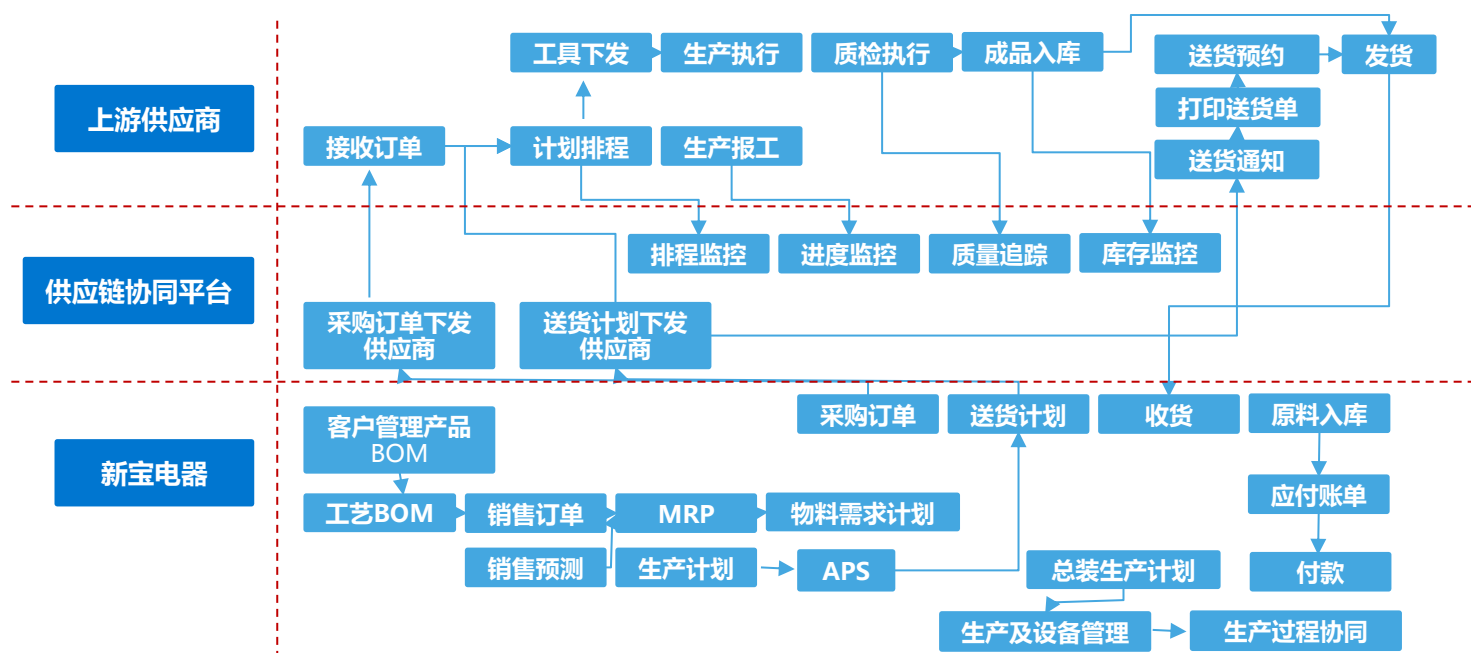


图示：供应链现存挑战

- **1) 人工智能。**嵌入人工智能技术的供应链可根据经济周期、地缘政治、天气、经营情况等内外部数据和供应链策略，预测可能发生的问题、新需求等情况，并自动设计、决策、执行相应解决方案，帮助企业降低供应链管理难度，实现各环节数据高效协同和企业的降本增效。例如，阿里云基于数据中台帮助某头部乳业品牌拉通采购、生产、计划、物流、销售各部门数据，设计并形成内外部的全链路分析场景，通过全局数据洞察打造供需端到端协同；并通过人工智能算法，帮助该企业在实际订单和未来需求的基础上，综合库存、运力、需求、运输时间等因素给出基地仓到总仓和总仓间调拨计划和排单计划。库存调拨和排单算法的应用，将该企业的人工效率提升了20%以上。

区块链和物联网技术打通产业链上下游并保证数据安全性，实现供应链管理的降本增效

- **2) 区块链。**区块链去中心化、不可篡改、公开透明等特点，帮助供应链上下游企业提供互相信任基础，保证区块链上数据的安全性和保密性，简化各企业操作流程的同时，使信息更加透明化，强化上下游协同，提高供应链运营效率。例如，厦门国贸的“国贸云链”智慧供应链平台利用区块链技术对数据进行加密，保证供应链透明安全。
- **3) 5G+物联网。**5G与物联网等技术的应用，使制造业全产业链可打破限制，进行更广泛地连接，打通信息孤岛，并推动数据、资源要素在产业链上下游高效共享，实现全局资源协同。企业可基于数据贯通多级供应商体系，构建供应链协同平台，连接供应商采购、产品库存、销售等上下游环节，通过集成优化，实现供应链可视化管理和资源调控，降本增效。如新宝电器与阿里云合作构建供应链协同平台，将35家核心供应商接入平台，及时同步订单计划变动、生产安排调整等信息，系统整体运作效率提升10%的同时，实现供应链的透明化可控。此外，产业链协同平台也帮助供应商实现降本增效，再反哺新宝物资采购质量、成本、效率的提升，实现双赢。



图示：阿里云供应链协同制造解决方案

供应链环节创新企业图谱

硬件装备

仓储



分拣



搬运与输送



软件系统



一体化解决方案



注：本图谱由36氪研究院整理，仅列举部分企业为代表，未覆盖全产业

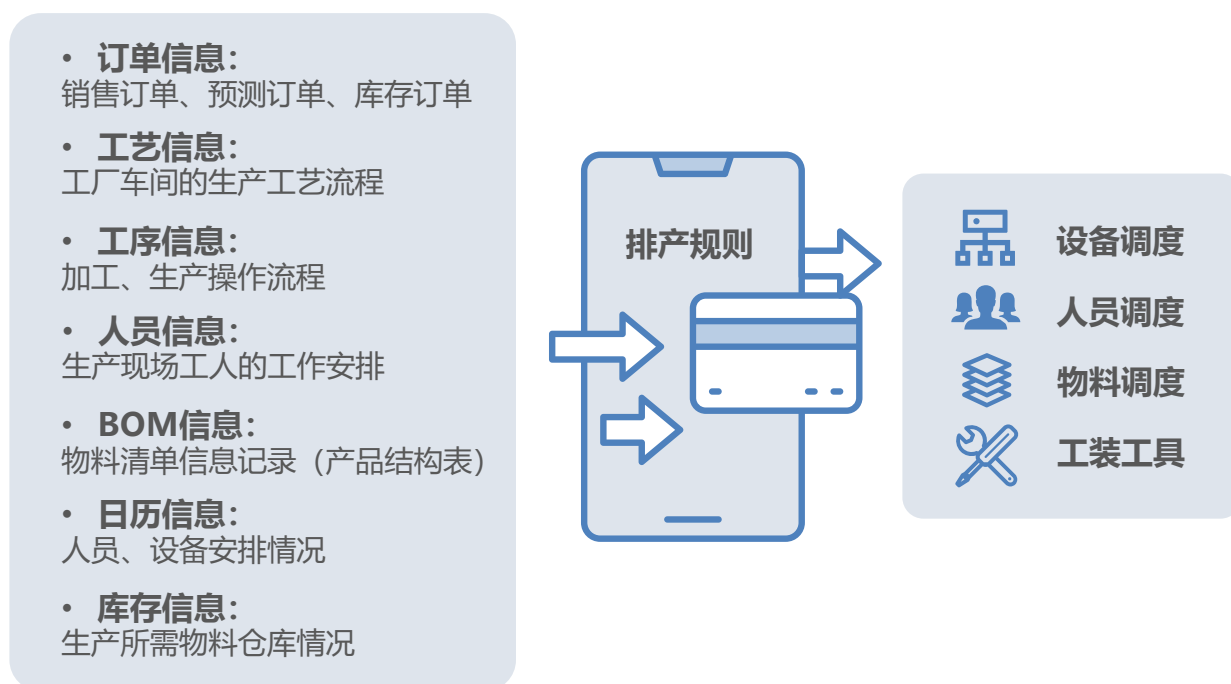
04

制造生产

- 高级排产
 - 人工智能和模块集成技术帮助制造业企业实现更高效率的排产调度
- 设备管理
 - 5G、数字孪生等技术从设备使用和设备维护两方面赋能企业设备管理
- 质量管理
 - 人工智能和区块链技术分别从提高检测效率和数据管理两方面，提高企业质量管理能力
- 能源管理与环保监测
 - 数字技术的创新引发软硬件创新变革，实现资源效率和社会效益双提高
- 制造生产环节创新企业图谱

生产排程软件整合各类生产信息资源，快速生成排产计划

- 排产即生产排程，是指将生产任务分配至生产资源的过程。在考虑订单、人效、物料和设备等情况的前提下，如何平衡所有资源负荷，并优化生产任务的生产顺序，是制造业企业排产环节的首要目标。

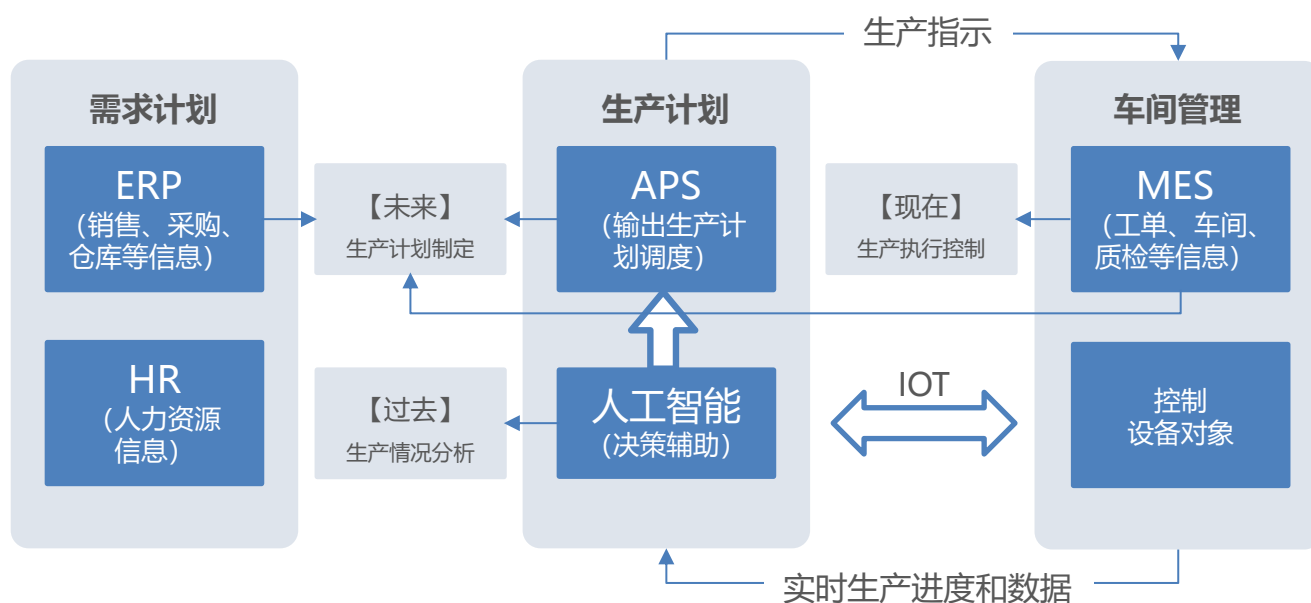


图示：从信息整合到排产调度

- 目前，大部分制造业企业已经在排产过程中普及了APS等生产排程软件的应用，但这些传统排产软件仍面临一定局限性。例如针对下游客户越来越高的定制化需求，传统软件难以快速给到合理的换线计划和生产安排；或是在发生设备故障、原材料短缺和自然灾害等突发事件时，传统排产软件的计算速度无法及时响应重排应急需求。
- 随着人工智能及模块集成等技术的不断迭代，排产软件将基于生产一线繁杂多变的信息和资源状况，更快速地实现作业计划的高级排程，在提升生产效率、降低使用门槛等方面取得进步。

人工智能和模块集成等技术，帮助制造业企业实现更高效率的排产调度

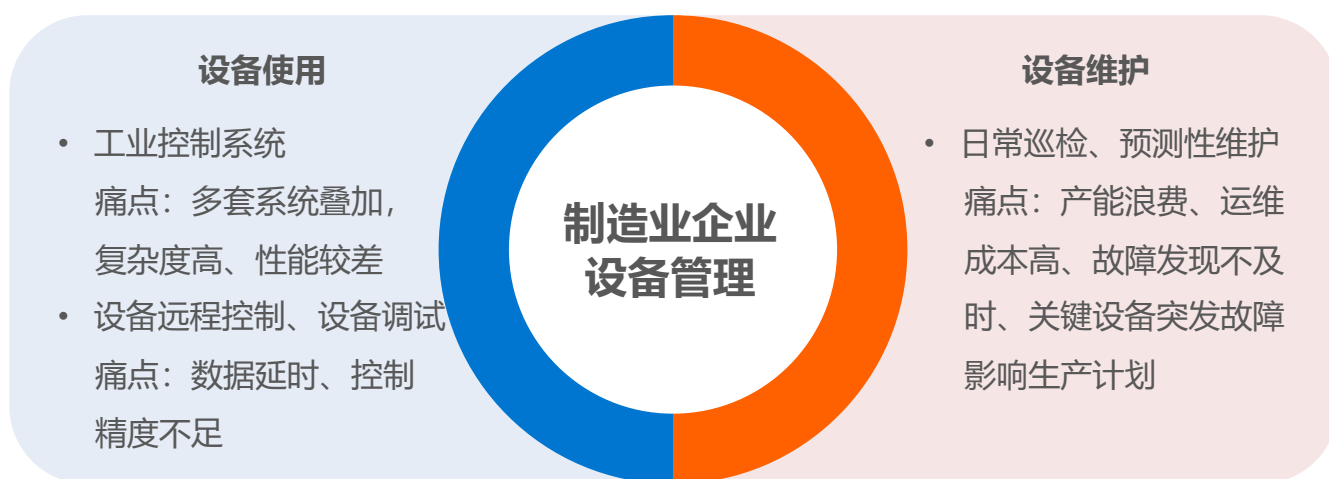
- **1) 人工智能。**由于排程约束信息的复杂性，目前绝大部分APS系统都采用规则或启发式算法。这类算法优势是能快速得到一个可行的排程结果，但是无法保证最优解，也无法量化排程结果。与人工智能动态调整算法融合后，APS系统的算法引擎能够实现优化，有高度智能的生产计划调度功能，可以在多任务且存在诸多约束条件的复杂生产流程中，最大化地利用企业的资源条件，找到最佳的调度排程结果。此外，在面临重排需求时，人工智能优化后的APS系统能够针对新的需求进行约束条件的动态调整，快速给出新的排产方案。以阿里云开发的工业生产调度优化解决方案为例，该方案通过配置高度智能的算法引擎，帮助制造业企业精细化工序与设备的生产计划，精简计划人员需求，提升主计划排产速度和效率。
- **2) 模块集成。**APS作为生产排程系统，需要调用销售、采购、仓储、车间等诸多数据信息，因此在排产功能上与MES和ERP系统存在一定重叠。目前的趋势是APS、MES与ERP等系统的一体化，企业希望在同一系统中实现功能模块的集成，形成生产计划和生产数据的闭环管理。



图示：APS、MES、ERP的功能一体化集成

5G等通讯技术改善工业设备远程控制中数据延时和控制精度不足等痛点

- 工业设备是制造业企业执行生产的物质技术基础，企业设备管理水平与其生产任务是否能按期完成密切相关。设备管理手段大致可以分为设备使用和设备维护两类。其中，设备使用包括工业控制系统、工业设备远程控制和设备调试/调参等，设备维护则主要是指日常巡检、预测性维护等。

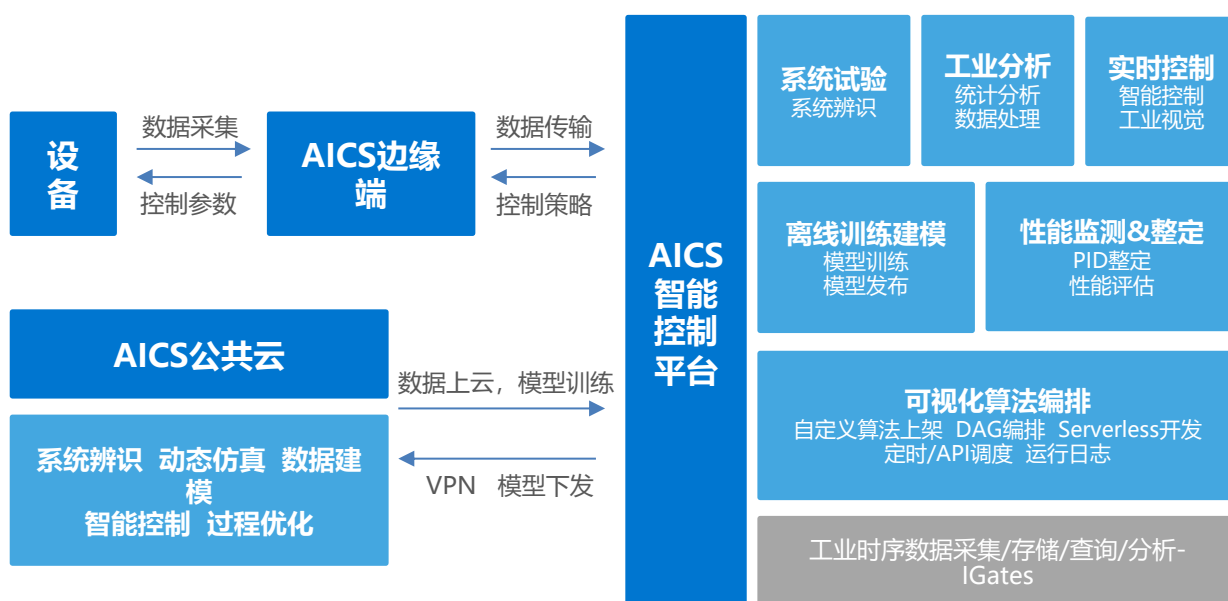


图示：制造业企业设备管理主要手段及当前痛点

- 1) 工业设备远程控制。**制造业行业的生产现场环境通常较为恶劣、复杂，员工面对恶劣工作环境生产效率较低，并常伴随生产安全隐患。智能机器人等工业设备的远程控制能够大幅提升工作效率、降低生产安全风险。目前，大多制造业企业的工业装备远程控制存在数据延时和控制精度不足等问题，5G等通讯技术的落地应用极大改善了这类问题。5G低时延、高带宽的特性使其能够快速传输工业现场数据，基于现场总线/TSN实现现场数据实时上传和控制指令即时传递，能够满足生产现场的控制精度要求。例如，华辰智通通用型工业互联网平台可以通过其5G边缘计算网关，实施对工业设备进行接入，并在采集生产数据的同时，对生产设备进行远程控制。

智能工业装备控制平台解决传统工控系统工具成本高、协同性不足等痛点

- **2) 智能工业控制平台。**传统工业控制系统需要企业额外购买或自研授权软件，工具成本较高，并且多套功能性系统的叠加提升了其整体复杂度，协同性不足。基于这种情况，越来越多的企业开始探索实时上云、软件定义、集成协同的智能工控平台。
- 以阿里云智能融合控制平台为例，该新型工控平台内置包含AI和传统工控技术在内的各类组件，能够针对工业设备实现系统试验、工业分析、实时控制、离线训练建模、性能监测等多种功能。阿里云智能融合工控平台凭借其云端的低代码开发和服务，基于SaaS化方式为客户提供持续性的便捷服务。目前该新型工控平台已经广泛应用于钢铁、水泥、固废和汽车等工业领域。值得一提的是，阿里云智能融合工控平台是AI和传统工控技术的结合，代表着新科学工具的发展和新科研范式的构建，契合了人工智能技术AI for Science的发展趋势，能够长久、持续地为制造业产业赋能。



图示：阿里云智能控制融合平台

数字孪生技术是设备预测性维护的基础，通过数字建模实现工业设备实时管理

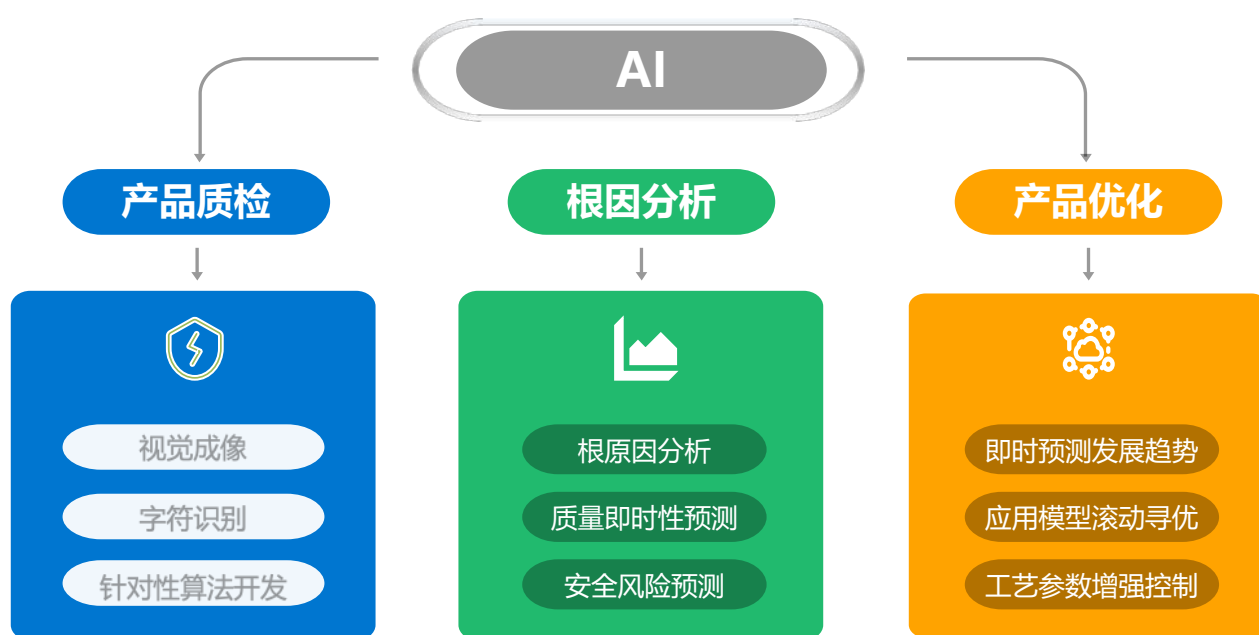
- **3) 设备可视化与预测性维护。**工业生产设备造价高昂，且一旦出现故障造成产线停工，会使企业面临重大损失，但常规的人工点检、日常巡检和定期维护成本较高，并且难以及时发现故障隐患和细微的设备寿命衰减。因此，制造业企业需要在生产设备可视化的基础上开展设备预测性维护，实现设备状态实时监控、实时进行运行效率和性能状况综合分析，并作出故障诊断和故障预警。
- 数字孪生技术能够通过数字建模实现工业设备运行状态的可视化、实时分析与故障预测；设备健康预测模型能够实现实时分析设备状态，从而在设备出现故障异常时自动报警。以阿里云为某固废企业提供的设备预测性维护服务应用为例，阿里云故障算法能够将设备状态数据、故障维修记录和设备阈值规则等信息输入至故障算法模型，通过该算法模型完成设备异常状态检测和趋势预测，最终输出设备具体故障，极大提升了设备检修效率并降低了设备故障率。



图示：阿里云为某固废企业提供设备预测性维护服务应用

作为产品生产生命线，质量管理面临效率低、准确度差、数据无法收集应用等问题

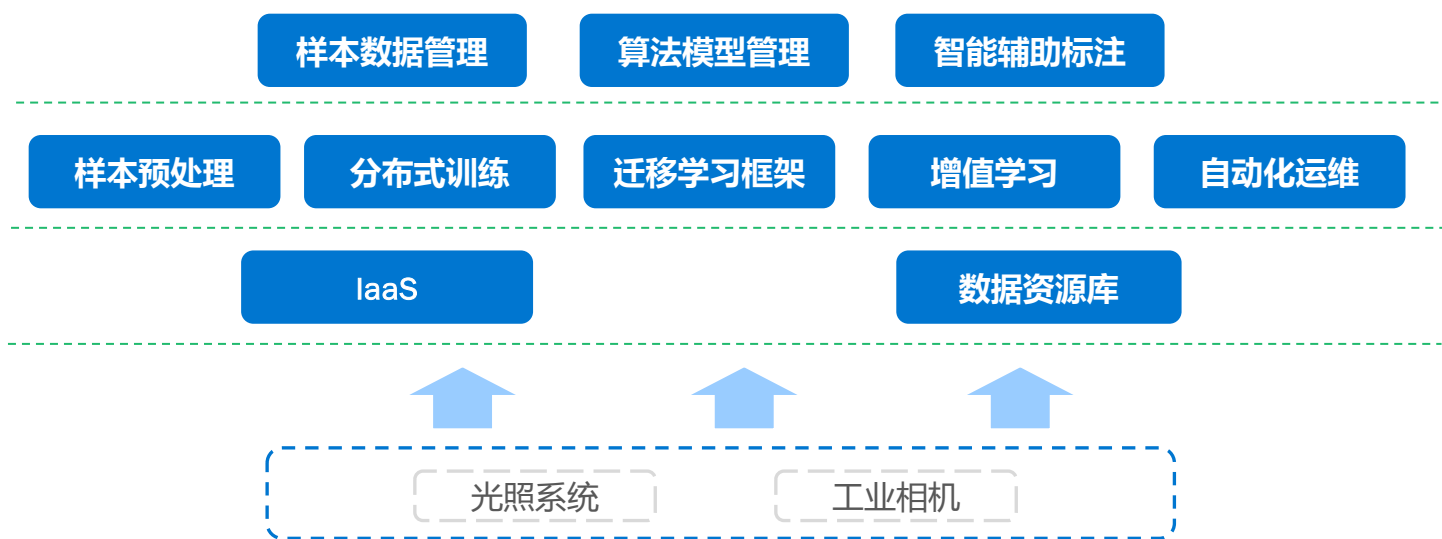
- 对于制造业而言，提升质量是推动产业链向中高端转变，加速行业高质量发展的重要手段之一，因此，质量管理成为工业企业产品生产的生命线。质量管理指运用科学理论和专业技术对产品质量、性能等方面进行检测，以保证产品符合标准并满足消费者需求。
- 传统质量监测主要依赖人工，以专业人员进行质检为主，检测效率低且易出现误判，导致不合格产品流入市场，对消费者和企业造成损失的同时，影响企业形象。此外，传统质量管理仅局限于检测产品质量，无法收集并应用质量数据，实现产品全流程质量追溯。**人工智能、区块链等数字技术的应用，为越来越多工业企业提供高效质量管理与追踪能力，提高良品率的同时，为产品迭代提供支持。**
- 1) 人工智能。**随着深度学习、机器学习、强化学习等技术的成熟，人工智能相关技术已可以覆盖产品质检、根原因分析、质量提升等质量管理全流程，工业企业质量管理能力得到提升的同时，实现生产效率的提速。



图示：AI对质量管理全流程的技术能力

人工智能和区块链技术分别从提高检测效率和数据管理两方面，提高企业质量管理能力

- 在质检环节，基于深度学习的视觉检测技术，让机器拥有人的视觉功能，并支持2D/3D成像方式，提供缺陷检测、分类、定位、分割提取等检测功能。其非接触、高精度、高速度等特点，降低人工质检成本的同时，提高检测准确率。在根因分析环节，机器学习技术帮助客户在出现质量缺陷时，收集、建模分析数据，从数十个、甚至数百个分析维度，找出问题根源，降低产品质量诊断时间。在产品优化环节，强化学习技术在模型预测控制中进行滚动寻优，提高企业质量改进效率。以阿里云智能制造AI中台解决方案为例，其工业视觉AI产品可管理、标注、训练数据，提高检测效率与准确度。



图示：阿里云智能制造AI中台——工业视觉AI

- 2) 区块链。**工业企业通过数字化手段收集并记录各环节质量信息，再通过条码和区块链技术，打通质量数据与产品实物间的联系，实现产品全生命周期质量管控、追溯和改善，并为后续产品优化提供数据支持，加速产品迭代。例如，歌尔股份建立的质量管理系统，通过其内置的条码和区块链技术可对生产流程、供应链质量等问题追踪分析，产品良率提升10%*。

*注：数据资料来源于中国信息通信研究院《中国智能制造发展研究报告 - 智能工厂》

智能采集装置可实时收集能源消耗与污染排放等数据，为后续管理提供数据基础

- 作为中国最重要的能源消耗和二氧化碳排放行业，制造业除依靠节能技术降低能耗外，能源管理与环保监测也可提高企业能源利用效率，并对制造可能产生的环境影响进行分析和评估，降低企业能耗的同时，构建绿色节能体系，是实现双碳战略目标的重要手段。
- 当前，我国能源管理与环保监测存在数据采集方式落后、运维监管粗放、安全隐患大等问题，传统制造业转型需求迫切。随着人工智能、大数据、5G、工业互联网等新技术加速渗透，技术创新引发软硬件发生变革，一方面，检测、采集设备加快智能化转型，另一方面，智能分析系统被越来越多企业使用，推动制造业实现资源效率和社会效益双提高。



数据收集、使用效率低

- 传统能源统计与计量主要依赖人工收集数据和信息，数据收集效率低
- 人工收集的数据不利于进行系统整合、分析



能源安全存在隐患

- 在安全出现问题时才进行反馈，问题难追踪，易出现安全隐患



管理方式粗放

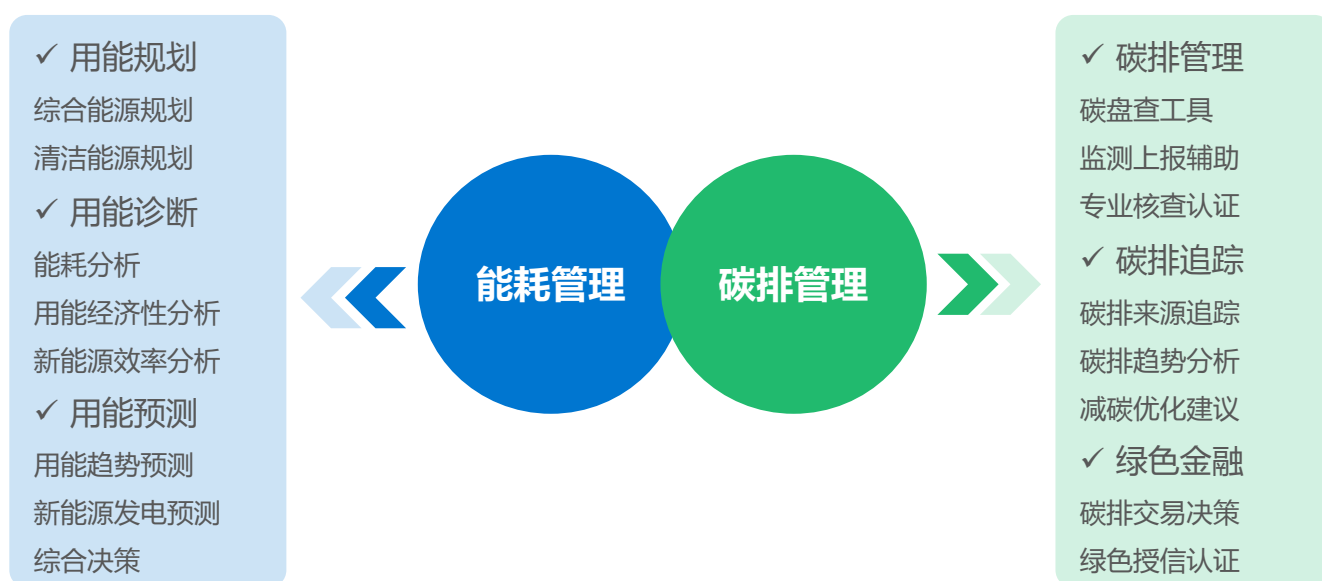
- 无法将产能、设备、能耗、排放情况合理结合管理

图示：能源管理与环保监测现存痛点

- 1) 智能监测、采集装置。**随着窄带物联网、视听感知、数据处理技术的不断成熟，智能电表、智能传感器等能源采集装置加速崛起，制造业可实时采集生产全过程多能源介质的消耗数据和各种污染物排放数据，为后续分析管理提供坚实的数据基础。具体而言，智能电表除了可完成传统电表数据采集、计量等工作外，还满足负荷监测、远程控制、智能交互、信息储存、处理等需求；智能传感器具有编程自动化能力，可实现高精度信息收集，且成本较低。以安科瑞为例，推出电力监控仪表、电能管理仪表、电气安全仪表等智能电力仪表，帮助用户跟踪用电设备或线路运行状况。

智能分析系统在能源优化、安全预警、污染优化和碳资产管理四方面，助力制造业绿色发展

- **2) 智能分析系统。**基于实时收据的数据，智能分析系统可在能源效率优化、安全监控预警、污染优化和碳资产管理四方面，帮助企业实现节能环保并高效处理应急能源事件。在能源效率优化方面，通过构建能耗分析模型，可视化展示能源使用情况，分析能源最佳效率点，并制定相关计划，进而优化能耗，实现节能降本。在应急响应方面，智能分析系统利用危险源采集的数据进行分析，可自动识别并判断危险情况的发生，并根据预设解决方案，自动调度应急资源，高效处置安全事故，降低危险造成的损失。在污染监测及优化方面，根据采集的污染数据，对污染物进行溯源分析，并建立环保模型，实时监控并优化污染排放情况。在碳资产管理方面，智能分析管理系统可收集并计算生产各环节碳资产数据，进而管控并优化碳交易全过程，提高碳资产计算效率。如阿里云推出碳管理及能耗优化产品——能耗宝，依托大数据及人工智能技术，帮助制造企业核算并监管碳排放量，并制定降碳方案的同时，提供智慧能源管理和优化服务，推动企业绿色发展。



图示：阿里云能耗宝

制造生产环节创新企业图谱

排产系统



工业设备管理



工业质量检测



工业能耗监测



注：本图谱由36氪研究院整理，仅列举部分企业为代表，未覆盖全产业

05

营销及售后服务

- **智能营销**
 - 从人群挖掘到效果评估，数字技术可优化营销全链路，提升营销效率
- **销售预测**
 - 智能预测模型的不断迭代，提升预测精准度和效率
- **售后服务**
 - 工业互联网的应用和数据分析能力的提升，推动售后服务向预测性转变并支持远程运维
- **营销及售后服务环节创新企业图谱**

从人群挖掘到效果评估，数字技术可优化营销全链路，提升营销效率

- 营销指让消费者了解并购买产品的过程。在价格愈发透明且互联网渠道日益成熟的大背景下，贸易展览会、直销、口碑营销等形式为主的传统营销模式效率较低、成本较高，限制企业销售发展。部分企业已开始向线上营销转移，但由于缺少准确的营销策略且营销模式、内容同质化严重，营销转化率不高。**人工智能、大数据等数字技术的应用，赋能营销全流程，提升营销效率。**
- 人工智能+大数据。**利用数据分析能力和AI技术，企业可实现从人群挖掘、营销渠道、预算分配、智能监播到效果评估的营销全链路生命周期优化，提高企业营销效率。在人群挖掘环节，企业通过丰富的社交媒体渠道，利用知识图谱、机器学习、大数据等技术，将复杂的消费行为转化为可理解的数据，进而全面了解消费者心里，并构建消费者360度全景画像，再精准输出人群策略，优化营销策略，并针对不同人群匹配适宜的渠道及营销内容。此外，机器学习、大数据等技术的成熟，让营销效果监控成为现实，企业可从数据物理属性、网络属性、行为属性等多方面进行效果跟踪，有效避免数据造假行为的发生，明确营销策略效果，并及时进行策略调整，提高营销效率。其中，消费品尤其重视营销环节，以阿里云工业大脑产品为例，该产品功能之一便是利用人工智能和大数据技术帮助制造业企业实现智能营销，不仅能够为企业评估品牌形象，而且可以提供从宏观产业洞察到微观潜在客户挖掘的多层次分析。



图示：营销流程及应用的数字技术

智能预测模型的不断迭代，提升预测精准度和效率

- 有效预判销售情况对于生产安排、原材料采购、资源利用、库存安排等环节至关重要，可帮助企业动态、准确定制各环节计划，减少库存挤压的同时，避免资源浪费，提升供应链效率。传统的销售预测主要基于人工经验和历史数据，存在数据质量不佳、覆盖面不全、个人偏见和时间成本等局限性，导致销量预测常存在误差。近年来，在算法技术的加持下，销售预测变得更加精准，为供应链优化打下坚实基础。



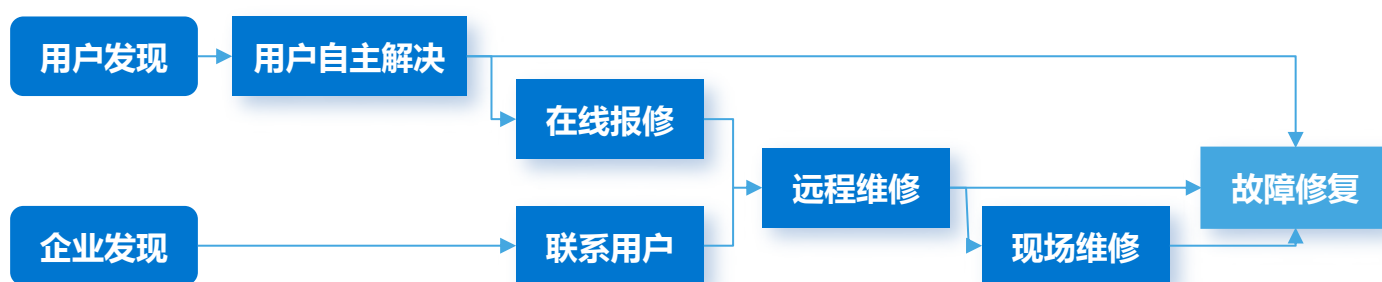
图示：销售预测主要步骤

- 预测算法。**随着机器学习、深度学习技术的提高，销售预测模型的算法不断迭代，预测难度降低，精准度持续提升，目前常用机器学习模型、深度时序模型和时空图网络模型等算法。机器学习模型可从历史数据中找到销量和各类影响因素的相对稳定关系，并推演至预测期，预测效率较高；深度时序模型减少人工参与度，通用性、准确性较高；时空图网络模型考虑到时间和空间维度的关联关系，适用于关联替代性商品销量预测。
- 例如，服装制造行业对销量预测要求较高，精准的销量预测可优化库存管理，进而可减少存货滞压和畅销款缺货等现象发生，提高企业效益的同时，提升用户体验。此外，汽车制造业具有较强周期性，通过各类预测模型对当季销量进行预测，可对生产资源进行高效利用，实现降本增效。

工业互联网的应用和数据分析能力的提升，推动消费者售后服务体验提升

- 随着制造业发展渐趋成熟，售后服务不再仅仅是销售的附属、用户的基本保障，已成为企业差异化竞争点，创造出更大的后市场价值。传统的产品设备故障发现主要依靠人工日常巡检或使用，难以在出现潜在问题时，进行提前预判，问题日积月累常导致设备停机；此外，在出现故障后，一般售后需派遣维修人员到现场查看设备情况，存在配件不齐，一次难以维修好的情况，维修效率较低。**面对高效运维的需求，利用工业互联网、数据分析等数字技术，售后服务向在线化、预测性转型，帮助客户实现降本增效。**
- 1) 工业互联网。**工业互联网的数据采集和分析能力帮助制造业企业实现产品监控和智能报警，用户和企业均可自主、提前发现设备故障，并支持在线诊断和远程维修，降低运维成本的同时，减少故障停机风险。此外，5G高速率的特点提高了数据汇总速度，缩短了用户收到警报的时间，方便其及早进行维修。如积成电子借助工业互联网解决方案，售后派工效率提升33%*。

*注：数据资料来源于浪潮官网



图示：产品故障发现及维修过程

- 2) 数据分析。**云计算、人工智能等技术推动数据分析计算能力大幅提高，实现产品故障预测性分析，帮助工业企业提前进行预防性维修，减少故障损失。例如，现代斗山通过瓴羊Quick BI产品，对部品故障及维保费用等进行趋势分析，进而优化维保政策及库存管理的同时，Quick BI的即席分析功能，可以将任意多张报表同时进行对比分析，问题解决效率显著提升。

营销及售后服务环节创新企业图谱



注：本图谱由36氪研究院整理，仅列举部分企业为代表，未覆盖全产业

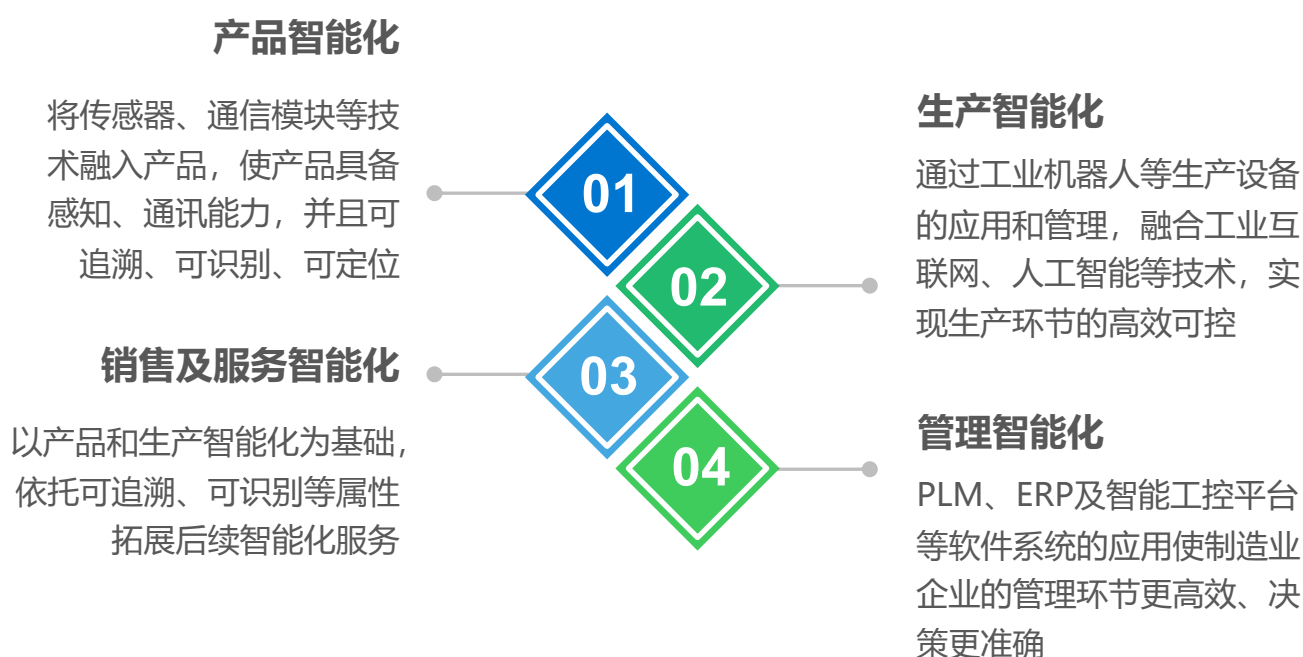
06

产业总结和趋势展望

- 产业总结
- 趋势展望

制造业数字化转型的核心价值在于降低生产成本、提升产业效率和创新商业模式

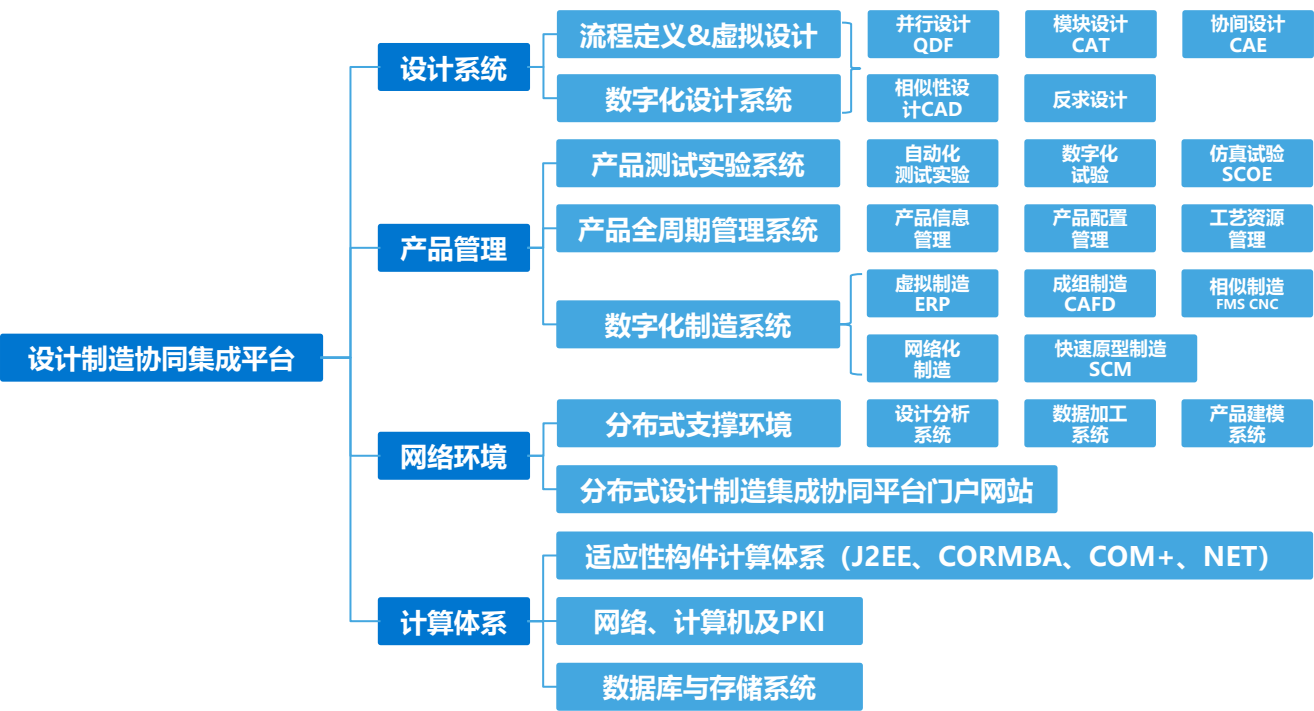
- 工业互联网、人工智能等新兴数字技术从每个生产节点切入，赋能制造业数字化转型。对于制造业企业而言，实现数字化转型的核心价值在于降低生产成本、提升产业效率和创新商业模式。
- 1) 降低生产成本。**基于生产现场数据的收集处理和生产设备的智能应用，帮助企业实现更精准的供应链及财务管理，减少物料浪费、降低产品不合格率、降低劳动力需求及人工成本。
- 2) 提升产业效率。**通过大幅优化生产过程、改良生产工艺等手段，提升设备利用率和生产执行精度，缩短生产周期，提升产业链整体效率。
- 3) 创新商业模式。**通过智能网络协同制造、产品远程运维、智能销售预测等多种新型生产方式，帮助企业创新商业模式，增加收入来源。
- 未来，随着各类新兴数字技术的发展与进步，制造业将在集成协同平台、人机交互、共享制造和大模型应用等方向持续探索创新，最终实现制造产业产品、生产、销售及服务、管理全方位、全流程的智能化。



图示：制造业数字化转型的目标

数字化转型背景下，制造业将持续探索设计制造协同集成平台

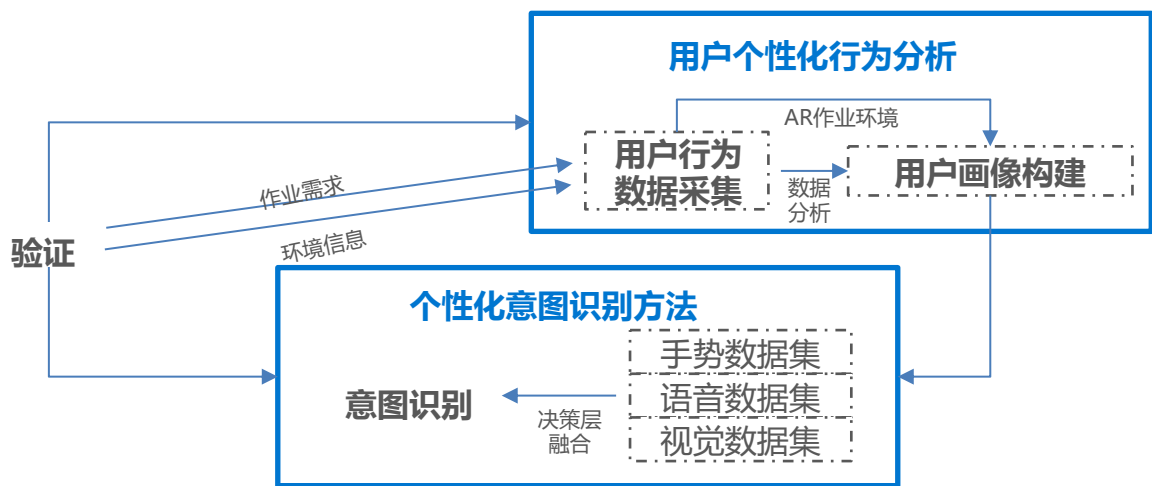
- 对于制造业而言，设计制造创新的关键要素在于集成、协作和灵活性。未来，通过数字技术集成各类功能模块，搭建协同集成平台，制造业企业将能够实现订单需求、产品研发、产品设计和制造进度的有效同步。**1) 需求同步**：收到客户订单后，根据订单需求进行智能计算，在系统平台上通过知识管理技术的协同优化，使设计和生产动态无缝衔接提升设计制造环节的灵活性；**2) 研发设计同步**：利用工业设计的跨学科属性将参数智能计算、产品变形设计、工艺变形设计、虚拟样机设计、多领域优化设计及智能过程控制等通过PDM系统集成接口整合，缩短设计周期；**3) 制造进度同步**：集成协作平台可根据产品特性与制造原料情况，实时同步产品制造进度，提升产品质量与生产效率。
- 目前，已有服务方案供应商能够搭建这类集成平台，如Braincube，通过自有的数字孪生和AI技术为企业客户提供设计制造智能解决方案，但这类企业的配套技术仍局限于分析建模，在网络环境等方面有待进一步探索提升。



图示：设计制造协同集成平台功能架构

AR与多模态人机交互技术的结合，将使制造业人机交互协作更加个性化

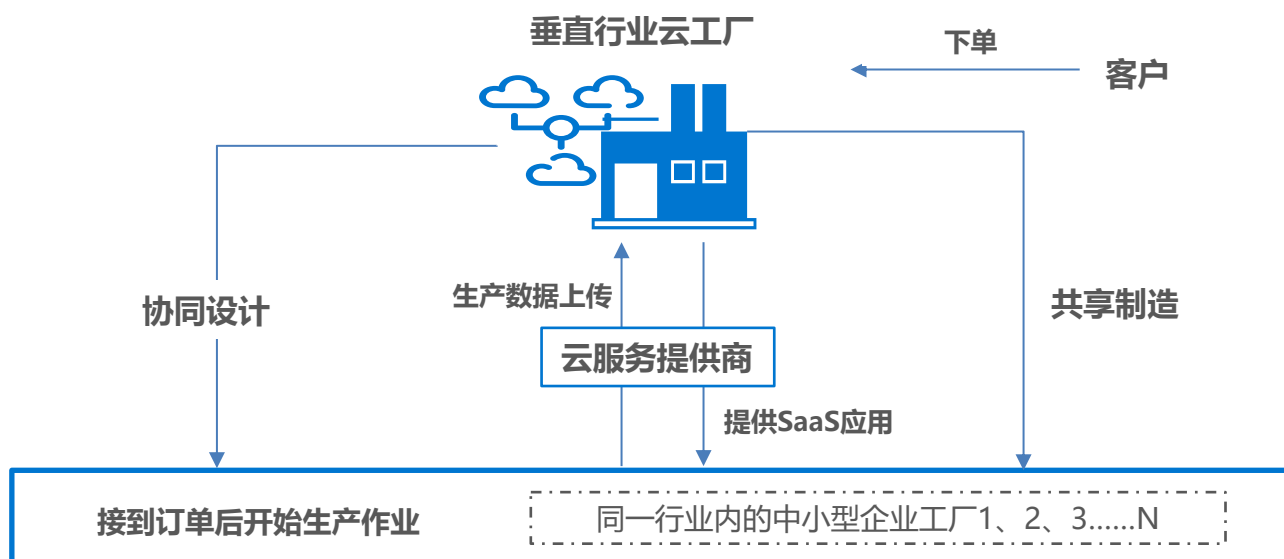
- 在制造业远程运维等场景中，人机交互协作早已实现较高的普及度，但随着AR、人工智能、机器视觉等新技术的迅猛发展和交互环境的变化，**未来的人机交互模式将越来越多精准地识别眼动、手势、语音等多模态生理信号，这类多模态交互模式将使智能工厂人机协作变得更加智能化、个性化。**
- 人机交互是利用机器协助人提升工作效率，因此其核心仍是以人为本，如何提升交互模式的智能程度，并赋予交互系统最大限度的个性化体验是人机交互的长远目标。AR与多模态人机交互技术的结合为实现新型人机交互模式提供了创新技术路径：若将AR作为连接人与机器的媒介，实现人机的多模态交互，并融合数据分析等智能技术，便可开发出AR环境下的个性化人机协作装配意图识别方法。该方法能够以单个用户为中心采集多维度、强相关的数据，构建出基于用户行为习惯的多模态特征融合模型，并对AR环境中的各类物理行为进行识别，最终实现面向不同用户的个性化意图识别，提升人机协作过程中的个性化体验和整体协作效率。
- 以AR智能眼镜软件平台effiar为例，其与软通动力联合推出的远程协作及视讯服务解决方案已在福特汽车等制造业企业落地应用。未来随着采集分析等技术的迭代优化，这类多模态人机交互技术将在更多制造场景实现应用。



图示：个性化人机协作意图识别方法

云服务技术将帮助同行业制造业企业在云端实现更高效率的共享制造

- 制造业各类中小型企业数量庞大，由于成本限制，这些中小型企业的数字化进程推进较为迟缓，难以应对市场的灵活需求。**未来，在云服务技术支持下，同一垂直行业的制造业中小型企业工厂将能够集合上云，实现以订单驱动的产业链上下游资源整合，推动制造业产业范式革新与产业整体的数字化升级。**
- 在云工厂模式下，客户能够通过统一的入口下单，收到订单需求后，垂直行业的云工厂平台可对订单进行拆解和分发，根据垂直行业内所有工厂的产能、资源情况智能调度，并整合产业链上下游的供应链、物流等资源供所有工厂共同使用，由此形成更高效率、更高稳定性的共享制造。
- 目前，国内已有云服务企业提出类似概念，如阿里云在2022云栖峰会发布的数字工厂解决方案，基于其云+AI的开放式物联网智能控制优化系统，提供强大的建模、仿真、优化、控制基础能力，支持多工厂、多车间的统一建模。该技术可应用在智能控制、过程优化、数据建模和交互式分析等场景中，适配新能源、大型机械、离散和流程制造等多个工业领域。



图示：制造业中小型企业云工厂模式

大模型与工业机器人结合，将提升制造业人机协作效率

- 大模型代表人工智能落地模式的变革，通用大模型产品能够打破技能壁垒，为制造业企业创新增长带来更多发展机遇。随着以ChatGPT为代表的预训练大模型走入大众视野。制造业也在持续探索大模型是否能在更多细分场景中带来生产力的广泛提升。其中，大模型与工业机器人的结合备受业界瞩目。
- 目前，工业机器人的难点多数集中于复杂精密指令的执行。以机器手为例，能够在接收并理解指令后，精确地抓取物品并将其放置到指定位置，便意味着对其语言理解系统和控制系统的极高要求。对操作者而言，大模型的介入能够将操作者的语言命令直接转化为机器代码，大幅提升交互效率。例如，阿里云工程师正在实验将千问大模型接入工业机器人，在钉钉对话框输入一句人类语言，即可远程指挥机器人工作。对于开发者而言，大模型能够帮助开发者完善合适的运动规划算法，通过算法将机器手的所有关节进行耦合，进而将采集到的高维数据降维成低维规划，并联合关节运动完成指令，最终实现灵巧作业。
- 未来，结合了大模型的工业机器人将在智能巡检、远程作业、仓储物流等场景不断发挥实效，一方面深入应用场景，在丰富数据储备的同时，针对不同机器人持续开发模型库，另一方面不断与机器人芯片和硬件终端进行适配融合，形成软硬协同的效果。

大模型在工业机器人软硬件两端双管齐下

软件

- 丰富数据资源储备
- 开发具有行业针对性的机器人算法训练模型，丰富模型库

硬件

- 适配高性能芯片，提升计算速度
- 融合边缘终端，提升数据存储量



关于2023Create@阿里巴巴诸神之战“智能制造赛道”全球挑战赛

阿里巴巴诸神之战全球挑战赛起于2015年，是由阿里云发起的面向全球的科技创业大赛品牌，是全球规模最大的创业赛事之一，覆盖全球十多个国家近百个城市，被誉为科技界的“奥林匹克”。

由宁波市海曙区人民政府联合阿里云共同举办的2023Create@阿里巴巴诸神之战“智能制造赛道”全球挑战赛，赛事将持续聚焦“智能制造赛道”，以开放创新、创造力为主旨，为智能制造赛道创新企业提供更加开放、公平、透明和可持续的赛事环境，鼓励企业将创新的技术、思维和实践应用在制造业，助力更多突破新技术、探索新场景的创新企业获得成长加速，推动宁波智能制造行业高质量发展。

分析师声明

作者具有专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，**本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。**

免责声明

36氪不会因为接收人接受本报告而将其视为客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在法律许可的情况下，36氪及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司的股权，也可能为这些公司提供或者争取提供筹资或财务顾问等相关服务。

本报告的信息来源于已公开的资料，36氪对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映36氪于发布本报告当日的判断，本报告所指的公司或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，36氪可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。36氪不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，36氪对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

36氪研究院根据行业发展、资本热度、政策导向等定期输出高质量研究报告，研究方向覆盖人工智能、5G、区块链、医疗、金融、物流、文娱、消费、汽车、教育等多个领域，帮助政府、企业、投资机构等快速了解行业动态，把握发展机遇和明确发展方向。同时，研究院致力于为全国各级政府、企业、VC/PE机构、政府引导基金、孵化器/产业园区等提供专业定制化咨询服务，服务内容包括行业研究、产业规划、用户研究、股权投资研究、指数研究、投资配置、基金/企业尽调、战略规划、园区规划等。



01 传播资源

36氪已成为中国流量与影响力较大的互联网新商业媒体，覆盖全球超1.5亿读者，累计发布超过50,000篇文章，拥有行业内较显著的流量和传播优势。



02 核心数据

36氪深耕创投市场超9年，深度服务过数千家客户，累积超80万家企业和投资机构资源，搭建了完善的一级市场数据库。



03 团队优势

研究院现有数十位成员，主要来自国内外知名咨询机构或研究机构，拥有丰富的研究及项目经验。



04 研究领域

36氪研究院主要关注领域包括人工智能、5G、区块链、医疗、金融、物流、文娱、消费、汽车、教育等。



05 品牌影响

36氪研究院发布的常规性研究报告，受业内专业人士一致好评。在政府合作层面，研究院已为国务院、国家发改委、中央网信办、工信部、基金业协会、北京发改委、南京发改委、青岛高新区政府、湖南湘江新区管委会、成都新经济委、杭州西湖区政府等提供过咨询服务；在企业/投资机构合作方面，研究院已与大众中国、苏宁易购、携程、京东、网易、转转、字节跳动、海尔资本、洪泰基金、首钢基金等建立了深度合作关系。



让一部分人先看到未来



研究咨询邮箱: research@36kr.com

研究院网站: <https://36kr.com/academe.html>