



中国制造业企业 数字化实践白皮书



目录

前言：关于本白皮书	3
1. 数字化转型战略：业务导向，数据驱动	4
1.1. 业务转型推动数字化转型	4
1.2. 数据驱动运营：目标与路径	5
2. 数字化基础设施与能力：实现数据资产全生命周期赋能	5
2.1. 拥抱产业物联网，强化数据资产生成与利用	6
2.2. 云架构与平台模式：	7
2.3. 数据分析与 AI 应用，完成由数据到洞察的转变	9
2.4. 技术融合，数字孪生与数字主线赋能端到端智能运营	10
3. DPLS 业务系统推进数字化转型，优化生态体系的价值创造	11
3.1. 优化既有业务运营，提高效率与质量	12
3.2. 创新与差异化体验创造客户价值	14
3.3. 迈向新的商业模式与运营模式	15
4. 展望未来	18
4.1. 智能化运营走向深入，对企业的运营模式影响深远	18
4.2. 变革将成常态，数字化转型成为长期持续的过程	19
4.3. 迈向拉动式经济，重构价值创造流程与生态体系	19
附录 1. 名词与缩略语	21
附录 2. 参考文献：	22

前言：关于本白皮书

数字化浪潮席卷全球，践行数字化转型，提升企业的运营水平与竞争力，已经成为各国企业角力全球市场的重要议题。为此，多国政府推出了鼓励和推动本国企业数字化转型的相关政策。在国内，旧的增长方式难以为继，企业面临迫切的转型压力，而以数字化转型驱动的业务转型，成为中国企业提高运营水平，迈向新增长模式的重要路径。数字化协会常年关注企业的数字化转型，致力于为已经踏上或即将开启数字化转型之旅的企业，提供可供借鉴理论框架与实践案例，为中国企业的数字化转型贡献力量。

数月之前，我们发布了《中国数字化白皮书》。作为学会数字化转型系列白皮书的开篇，对于中国企业数字化转型的大环境、转型的必要性及价值，以及数字化转型的方法与路径等做了探讨。应广大会员要求，我们继续推出其续篇，将聚焦于数字化转型的先进企业的转型实践，与大家分享。

我们的研究方法：汇集协会内相关领域的专家，首先基于行业内外影响力标准，进行数字化转型案例企业的提名，然后通过会议讨论和投票模式进行筛选，确定入选企业。在此基础上，对于相关企业的数字化转型路径与实践进行归纳总结，最后将不同案例企业的成功实践进行汇总，获得跨行业的最佳实践，并结集成册，形成这篇《中国制造业数字化转型实践白皮书》。本白皮书中，对于企业数字化转型的分析讨论主要涵盖转型战略，数字化基础设施与能力，以及基于数字化产品全生命周期系统（DPLS）的运营优化与创新，具体结构如图 1。



图 1. 数字化转型分析模型

后续，我们还将陆续推出一系列的企业数字化转型案例，希望借此引发更加广泛的关于数字化转型与数字化运营的讨论，并为致力于数字化转型的企业提供借鉴。

1. 数字化转型战略：业务导向，数据驱动

1.1. 业务转型推动数字化转型

中国数字化转型的先进企业对于数字化战略与自身业务发展战略的强耦合有深刻的理解。它们一方面依照整体业务发展战略制定其数字化转型的策略与规划，使其与企业的整体战略高度契合；同时，将其数字化战略作为企业战略的重要组成部分，确保其获得领导层支持与足够的资源投入。

对此，白色家电巨头美的集团的观点很有代表性。美的认为，企业的转型是一把手工程，有企业转型才有企业的数字化转型，企业转型是数字化转型的前提。美的董事长方洪波主导的转型，涵盖了产品升级、营销模式转型，以及客户运营的提升，这些都是美的数字化转型的前提和基础。美的集团服务于企业业务转型的数字化转型，其核心诉求是实现企业精益和敏捷运营。

数字化转型与业务转型的深度融合，主要体现在如下方面：

支持企业增长：海外市场拓展与多元化

在很多场合，企业的数字化战略成为其实现/保持业务增长动力的重要途径。例如，作为全球家电行业巨头的海尔，就将其数字化转型战略与企业发展战略实现了无缝融合，将其作为拓展海外市场、实现全球化运营的重要手段。海尔将‘企业无边界’作为数字化战略的目标之一，致力于汇集全球资源支持其全球运营，并通过数字化转型强化基于平台的全球研发。

推动业务转型，实现制造业服务化：

今天的中国，随着经济增长模式的转型，越来越多的企业把业务转型作为持续价值创造的战略重心。如知名的激光加工设备生产商大族激光，把推动企业从产品制造向服务提供的业务转型，作为其数字化战略的核心内容。为了推动企业从单机提供商向智能设备、解决方案乃至智慧工厂服务商转型，大族激光通过研发创新与工厂生产流程的数字化，借助云平台打通企业运营的上下游，实现业务创新与运营优化。

提升竞争力，实现可持续发展：

在一些行业，中国企业在技术与产品等方面与全球巨头的差距不断缩小，甚至实现赶超。此时，企业的战略重心转移到如何打造持久的竞争优势，实现可持续发展的

轨道上。对于这类企业而言，数字化转型将成为其实现可持续发展，打造百年老店的重要途径。经历了南北车合并和中国高铁建设高潮，目前已经成为轨道交通领域世界级企业的中车集团，已经把“高端、智能、绿色、服务”作为未来企业发展的方向。通过发力“互联网+高端装备+制造服务”，建设“数字化中车”的数字化战略，中车集团希望通过数字化运营获得持续发展动力，抢占未来竞争制高点，实现永续经营。

1.2. 数据驱动运营：目标与路径

数据驱动运营，是企业数字化战略的核心目标，已成为众多企业数字化运营践行者的共识。白色家电巨头美的充分肯定数据资产的价值，认同数据驱动运营在其数字化战略中的核心地位：数据是改变的考量依据，流程的优化、产品的创新、商业模式的变革都由数据驱动。

在确定了数字化战略之后，企业将制定数字化转型路径和数字化战略的总体目标，转化为一系列先后有序、分步实现的具体目标。数字化战略践行者的数字化转型之旅，都遵循了从基础建设到应用部署、从内部实施到外延推广的路径。一些已在数字化运营方面多有斩获的企业的转型路径，能为后来者提供借鉴：美的集团实现数字化转型“三部曲”：一、2012年至2015年搭建基础信息平台，实施632战略：六大运营系统、三大管理平台以及门户和集成两大技术平台，实现“一个美的、一个体系、一个标准”；二、2015年至2017年战略升级，集团3大战略主轴+双智战略出炉，融合智能制造、移动化、大数据技术推进632+，支撑美的向数字化企业转型；三、2017年至今，以数字化2.0实现全价值链卓越运营，实施数字化2.0，构建大规模柔性定制(C2M)能力，实现全流程的可视化和数字驱动。

2. 数字化基础设施与能力：实现数据资产全生命周期赋能

包括物联网、大数据、云计算、社交网络和人工智能等一系列数字技术，成为数字化运营的赋能工具。它们的不断发展和融合，使企业数字化转型的内涵不断拓展。（如图 1）

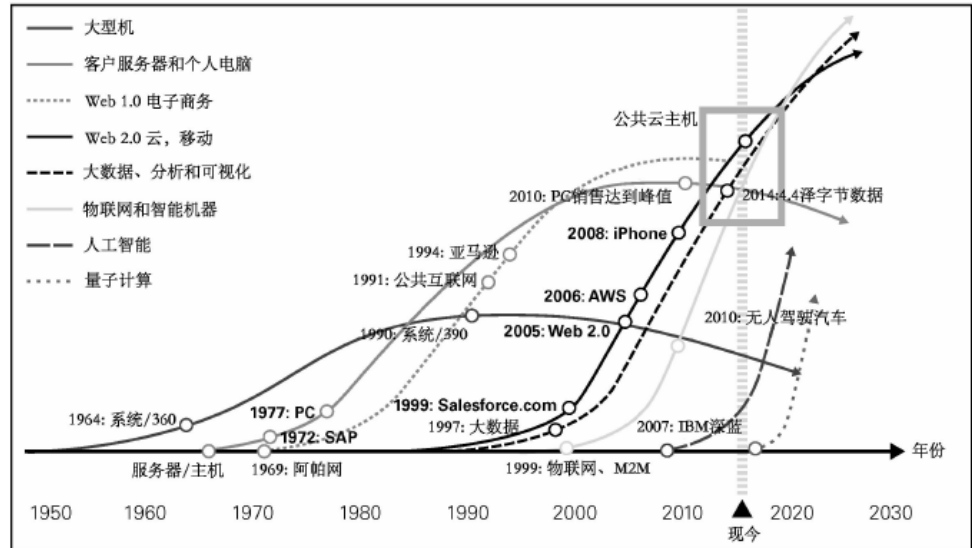


图 2. ICT 技术的演进与融合

2.1. 拥抱产业物联网，强化数据资产生成与利用

产业物联网以其广泛多样和海量的连接对象，将以数字化方式统筹工厂车间、实体产品、厂内员工以及企业各部门和流程，释放巨大的潜在价值，激发数字化运营的强大动力。

实时且更广泛的连接，使运营与流程更加透明可控

以物联网为核心的工业物联网的推广，展现了在工业制造领域复制 2C 数字经济辉煌的光明前景。工业物联网平台的部署，多种传感器的应用，使得企业生产制造流程中数据的生成量呈几何级的增长。这些都使生产制造流程更加透明，实时监控与管理大大增强。

例如，工程机械巨头徐工所搭建的 Xrea 平台，具有机械制造领域非常广泛的连接范围，并由此产生了相关流程的海量数据。目前 Xrea 平台累计接入设备数量超 45 万台，连接数据种类超 7000 种，设备种类超 1000 种，覆盖全球 20 多个国家。

作为国内快速崛起的乘用车龙头企业，吉利通过物联网平台实现了工厂各项数据的实时获取与传递，几乎所有生产现场的信号、程序都可以实时反馈到监控室里面，让监控室实时同步地对生产现场环境进行模拟监控。同时吉利还十分注重系统的移动性：各项系统同时通过 Android 和苹果系统来进行开发，使相关员工可以实时对吉利数字化系统进行访问。

行业平台推动场景应用

工业物联网对于设备，产品，流程和人员的连接，使其具备了实现行业运营整合，推动基于场景的行业应用的巨大优势。

以轨道交通装备巨头中车为例，借助以物联网为核心的数字技术，通过资源虚拟化、能力服务化和过程协同化方式打造工业云服务平台，实现整个轨道交通装备产业链的资源共享与协同。中车工业云平台成为涵盖轨道交通装备全生命周期的智能化平台，包括了智能制造、智能物流、智能质量管理、智能产品、智能服务等不同场景的数字化应用内容，将产品研发、制造和运营过程中的所有数据以平台方式呈现，并实现接口之间的互联互通，直接面向生产制造的终端——工位，实现人、机、信息、网络的深度融合，从而大幅提高生产效率，减少成本，提高产品质量。“中车云”所有的数据均来自生产一线，所有指令与控制都由平台自动发出，彻底改变了传统制造过程中各系统单独运行却又相互缠绕、边界不清的状况。

催生工业 APP，促进知识与经验共享，加速创新

移动互联时代，基于智能终端的移动 APP 的发展，催生了繁荣的开发者经济和应用商店等新的商业模式。随着制造业与互联网融合发展向纵深推进，APP 模式也向工业领域快速渗透。工业 APP 的发展与繁荣，对于产业物联网的发展有重要意义，代表着制造业数字化、网络化、智能化转型升级的新路径。工信部印发《工业互联网 APP 培育工程实施方案(2018-2020 年)》中，将工业互联网 APP(简称工业 APP)定义为：“基于工业互联网，承载工业知识和经验，满足特定需求的工业应用软件，是工业技术软件化的重要成果”，并把促进工业 APP 的发展作为推动工业互联网应用生态加快发展的重要推手。

当前，整体而言，国内工业 APP 的发展尚处于初始阶段。相较于移动终端上的 APP，工业互联网 APP 开发的门槛更高，难度更大：工业 APP 需要通过数据交换与设备互动。但是，先行企业已经开始在不断摸索中前进。以工程机械巨头徐工为例，徐工通过工业 APP 把工业技术、工艺经验、制造知识和方法这些“工业智慧”加以数字化、软件化复用，力图解决工业企业核心技术创新能力不强等问题。目前，在徐工信息 Xrea 工业互联网平台上已经有 5000+ 的工业 APP，并且已经在 50 多个行业，350 多家客户得到应用。

2.2. 云架构与平台模式：

混合云日渐盛行，平衡灵活与安全

当前，云架构正逐渐成为企业 IT 基础设施主流。知名研究公司 IDC 在 2017 年完成的调研表名，超过一半的受访中国企业已经开始部署云架构的基础设施（52% 的企业部署了私有云解决方案，在公有云方面，而 54% 的受访企业已经开始使用基础设施即服务（IaaS）。对于大型企业而言，兼顾公有云的灵活性和私有云的数据安全可控的混合云，正成为主流的云架构部署模式。

海尔在迈向云端的过程中，便采用了兼容私有云和公有云的混合云架构：以私有云为基础——伴随着工业园区的扩张，海尔以十多个数据中心为基础搭建私有云环境；公有云为辅助——出于经济性的考虑，海尔就将一部分涉及弹性计算和前端的web应用放在公有云上。出于数据安全考虑，海尔在公有云应用上拥有一套完善的定级机制，主要合作对象也是3A即“AWS、Azure、阿里”。

多个云平台组成行业云集群，增强产业链协同

基于云架构的行业应用，以其快速部署，高效运营和极佳的可扩展性，为越来越多的企业所采纳。随着越来越多的应用被部署于云端，以及应用使用者有企业内部扩展到行业内价值链的上下游，行业云已初具雏形。企业在打造行业云、连接整个行业价值链的过程中，不断赋予行业云更多的功能，扩展行业云所覆盖的流程，使行业云逐渐发展成为由多个不同场景的功能性云平台集群，对于增强产业链上下游协同、共同创造客户价值的作用不断增强。

白色家电巨头打造了由多个流程云组成的全价值链企业云，包括：

美的智造云是聚焦交付精准、效率提升、品质改善和数字化透明的智能制造信息化及工业以太网集成解决方案；

- “协作云”：将带动企业拥抱互联网，将采购寻源、供应商管理订单执行和采购分析变得高效、透明；
- “美云智数”：将自主研发的信息化和智能化解决方案落地执行，拉动整个价值链，构建透明可视的智慧工厂；
- “美信云”：通过端到端的连接，打造全价值链的企业移动信息化解决方案；
- “慧享云”：塑造赋能型后台职能（人力资源，财务等）；
- “营销云”：包括三大模块，即涵盖整个客户生命周期的慧销云，聚焦线下渠道数字化营销的渠道云，以及实现全方位电商管理的电商云。

而国内知名服装服饰企业报喜鸟集团，通过部署云翼互联智能，创建了云翼智造“三朵云”的架构体系：首先是透明云工厂，即通过智能制造，实现产品的柔性化生产，并通过数据驱动的运行，优化资源配置，提高运营效率，并实现生产全过程的透明可视；其次是定制云平台，构建客户信息集成管理系统，实现线上线下协同和一人一版、一衣一款的模块化全渠道服务模式；第三是数据云中心，整合服装行业大数据，打通上下游生态产业链，实现与关联方的互联互通与合作共享。

能力输出与交付平台，加速新技术与能力推广

云平台所具备的应用快速部署以及可扩展的特征，SDK和API等开发工具及其带来的创新的应用开发模式，使其成为大数据，AI等新技术实现快速部署与推广的模式与通道，加速了新技术与能力的推广。

华为消费者业务群所打造的HiAI平台，是面向移动终端的AI计算平台，提供云、终端、芯片三层的AI能力开放，让伙伴们能够基于HiAI，开发各种人工智能的手机应用，优化消费者体验。具体而言，云端的HiAI服务，能够根据用户所需，实

现服务的智能推送；终端层面的 HiAI 引擎，将 AI 能力与 APP 集成，提高 APP 的智能水平；芯片端的 AI 基础，能够快速转化和迁移既有模型，借助异构调度和 NPU 加速获得最佳性能。其中，HiAI API 是平台中的人工智能计算库，能让开发者便捷高效地编写移动设备上的 AI 应用程序，专注于开发新颖的 AI 应用程序，而不用关注针对计算的性能调优。它提供了包括人脸识别、图片识别、语义分析和码识别等多项功能，目前已经有快手、抖音、京东、美团、Prisma 等第三方应用接入。

2.3. 数据分析与 AI 应用，完成由数据到洞察的转变

更智能的人机交互，提升用户体验，深化用户洞察

人机交互作为人工智能的重要领域，正在受到越来越多的重视。语音识别、语义分析、文字识别等相关技术的发展，使人机交互更加自然和智能。人机交互在产品端和服务端的应用，将为客户带来更优的体验。而交互过程中产生的数据，又成为企业实现客户画像、深化客户洞察的重要途径。以海尔的智慧家庭语音助手 u+智慧家庭语音助手——“小优管家”为例：作为基于海尔 U+人工智能平台和物联网技术研发的分布式语音交互系统，它能够提供包括语音识别、语义解析、语音合成在内的全流程语音交互体验。依托海尔智慧家庭，小优管家能够提供深度定制的智能家电语音交互服务。同时，利用海量用户与网器交互数据，对用户和网器设备进行画像，在所形成的用户洞察支持产品与服务创新的同时，也开放大数据应用，使生态增值，共同提升用户体验。

预测性分析，提高运维科学性

预测性维护就是从运行中的设备中采集数据，预测未来的维护需求，即从传感器反馈的数据中预测某个机械组件会发生故障，或是提高组件质量，从而彻底避免故障出现。其中，对于制造业而言，无论机械电子类的产品，还是工厂和物流系统中的生产和运输设备，预测性维护在降低宕机时间，提高设备利用率的同时，避免不必要维护产生的零备件及人工耗费。经验表明，预测性维护技术能为企业节省近 12% 的维修成本和近 30% 的整体维护成本。

预测性维护的案例，国外关于 GE 和罗尔斯罗伊斯在航空发动机方面的应用已经广为人知。在国内，这一应用领域同样发展迅速。以徐工为例，借助于 Xrea 工业互联网平台，徐工信息为某手机壳生厂商的数控加工中心刀具进行了预测性维护：通过机床作业过程和本身特性的分析，得出机床的声音、震动和电流与刀具的损坏程度具备较强的相关关系。借助边缘计算、人工智能技术，结合工业机理模型，开发了刀具寿命预测工业 APP，最终的预测准确效果接近 100%，在降低维护费用的同时，帮助其良品率从 87% 提到 99%。

实现自我优化，迈向智能运营

相较于人机互动和决策分析支持等单项应用，实现整个业务流程的自我优化和自主运营意味着更大的难度，同时也会带来更大的收获。在达到这一目标的过程中，数

数字化统筹的智能运营流程将进一步向纵深和精细化发展，员工参与会降至最低水平。系统的自我优化则是实现自动运营之后的新突破。借助于强大的分析能力，系统将不同传感器中汇集而来的运营状态信息进行分析，自动识别运营中的薄弱环节和改进空间，并通过控制系统发出指令完成修正，实现运营的自我完善。

华为运营业务群利用 AI 技术提高网络的智能水平，实现网络“自动驾驶”，为运营商带来更加高效和安全的网络。通过把 AI 注入到 SoftCOM 的架构和解决方案中，形成新一代的架构 SoftCOM AI，借助于架构创新，实现了电信网络的自动、自治、自愈、自优，提升网络的利用率和运维效率，构建一个“自动驾驶、永无故障”的网络，给包括最终用户、运营商和设备商在内的全产业链带来价值。

2.4. 技术融合，数字孪生与数字主线赋能端到端智能运营

毋庸置疑，物联网，云计算，大数据与人工智能等数字化技术，其单独应用已经给企业的数字化运营带来巨大价值。这些技术的整合应用将产生的巨大颠覆性力量，作为多项技术（物联网，传感器，数据分析与人工智能，云计算等）融合的更高级别的应用，数字孪生和数字总线代表了企业数字化运营的更高水平。数字孪生作为物理产品的数字化表达，以及数字主线对于涵盖整个产品生命周期环节的流程的数字镜像，正在给制造业企业的包含研发，生产以及售后服务等的整个产品生命周期带来价值。

美的集团运用数字孪生理念开发数字样机，加速了研发进程，降低了研发成本。避免了传统的研发流程下，大量的样机测试和不断的结构修改，通过样机的不断地迭代最后达到开发目标的模式所带来的产品研发周期较长、成本较高，且难以精确定位产品的市场需求等的痼疾，数字孪生模式通过数字样机和数字实验循环优化产品设计，让样机变成最终方案的验证。在这一模式下美的对于油烟机产品的研发，提高了研发资源利用效率和产品创新速度，并以设计优化带来消费者体验升级。

而快速崛起的国内汽车制造商吉利，则利用数字总线理念加速了整个制造流程的优化。通过对于包括冲压、焊装、涂装和总装等车间和工序的 3D 仿真，实现了生产流程的虚拟世界和物理世界的高度一致：首先是仿真数据跟现场数据的误差只有 13 毫米；其次是所有的 CT 节拍误差控制在了 0.5 秒；第三是所有机器人在仿真系统的数据跟现场实际完全一致。于是，吉利生产车间的监控人员在控制室里可以控制现场任何一台机器人的启动、停止，可以调动现场任意一个程序。整个流程的高精度数字化镜像，使得现有流程的优化，以及新产品上线时生产线的调整等，都可以在仿真系统中进行设计和预演，大大缩短了实体工厂的调整时间，提高了生产线的利用效率，降低了单车成本。在两个制造基地的试点成功后，吉利正将这一实践迅速推广到集团更多工厂。

3. DPLS 业务系统推进数字化转型，优化生态体系的价值创造

企业整个价值创造流程的数字化，将带来效率提升、质量改善以及深化客户关系，以差异化产品拓展新市场实现增长等“有形”价值。国外的测算表明，对于一家年营收 500 亿美金的汽车制造商，数字化运营所带来的潜在价值可超过息前利润的 35%。（见图 2）同时，数字化技术的应用为新的商业模式与运营模式赋能，将是企业实现可持续运营所需要面对的更深刻的变革。

研发 1.15	制造和供应 4.15	营销和销售 7.15	售后服务 2.25
基于分析的 PLM 改进 0.65	数字化供应链 1.25	预测性和个性化提供 2.35	预测性维护 0.3
虚拟产品开发和原型制作 0.5	数字化制造 2.5	潜在客户数字化管理 1.95	个性化售后提供 0.9
	资产效率 0.4	基于分析的媒体开销优化 1	面对面用户体验数字化 0.1
		数字化集中内容管理 1	零配件 3D 打印 0.05
		POS(销售终端)数字化 0.25 0.05	空中服务特性 0.25
		线上销售 0.55	数字化员工 0.3
			售后网店 0.35
■ 收入影响=息税前利润增长的 13%(合 6.5 亿美元) ■ 成本影响=息税前利润增长的 23.3%(合 11.65 亿美元)			
业务支持部门			3.45
			数字化人力资源 0.1
			数字化采购 0.75
			数字化信息技术 1.8
			数字化财务 0.8

图 3. 数字化运营价值创造：以一家年营收 500 亿美金的汽车制造商为例

3.1. 优化既有业务运营，提高效率与质量

对于企业管理者而言，运营优化与效率提升是永恒的主题。通过数字化运营提升运营效率方面，企业高管们一直有着很高的期望。不同先前机械化和信息化浪潮所带来的效率提升，数字化运营的贡献，其核心在更加广泛的连接和无处不在的分析能力所带来的更广泛更紧密的协同。基于数字化生态体系的开放协同，将带来提升效率与优化运营的巨大机会。这些机会将贯穿于整个价值创造流程，并为众多的协同价值创造参与者所共享。

数字化研发协同：

研发流程的数字化，尤其是数字孪生模式下的数字样机以及仿真代替实际实验的盛行，使跨地区跨企业的研发协同更加易于实现。而基于数字化平台的协同工具与 workflows，进一步提高了研发协同的效率。基于这一模式，中国领先的工业企业纷纷建立并强化其全球研发网络，汇集不同地区在不同领域的人才等资源的优势，加速全球范围内的产品研发。

全球家电巨头海尔在世界范围内已经构筑起“10大研发中心、5大创新中心、1个社群平台”的三层研发体系，利用全球研发中心的辐射力，创建全球创新合伙人社群平台，根据不同的用户痛点，24小时开放并联无上限的N个全球研发力量，直至开发出最佳解决方案。

除了促进企业内部不同研发中心之间的协同之外，中国企业也在开放创新方面不断向前。不同企业之间在新产品开发方面的合作，各取所长，带来创新性的产品。中国乘用车巨头上汽与阿里巴巴在互联网汽车研发方面的合作即是很好的例子。基于双方所签署的“互联网汽车”战略合作协议，上汽和阿里联合组成了一个200多人的研发团队，双方约定硬件研发由上汽负责，软件研发则由阿里巴巴负责，双方各自承担研发费用，知识产权共享。其所开发出的上汽首款互联网汽车上汽荣威RX5获得市场好评，推动了上汽自主品牌SUV的快速增长。

智能工厂：

今天，面临劳动力和土地成本飙升的压力以及自身转型升级迫切性的中国制造业企业，纷纷把智能工厂作为制造业转型的重要领域，以期获得更高的效率和更稳定的质量。无人工厂、互联工厂等等实践在各地纷纷展开。

实现自动化运营提高效率与质量：对于中国制造业企业而言，建设数字化工厂的首要目标即是效率的提升，以便应对不断上涨的运营成本，以及激烈市场竞争带来的利润率的侵蚀。在这一领域，机器人的大规模应用发挥了重要的作用。以国内重要的电子零部件厂商长盈精密技术为例，为了完成工厂的智能改造，累计投入机器人2000多台，自动机1500多台，生产能力、产品品质、生产效率、安全性大幅提升，并通过实施能源监控，实现了节能降耗、绿色环保。“无人工厂”自动化系统使用智能管控系统和机械手臂从事生产制造工作，大幅提高工作效率和产品质量，其目标是建成后缩减90%的人工数量。

工业互联网平台打通流程，迈向柔性精益生产：新一代消费者对于个性化定制化产品的需求越来越高，加之企业为满足不同细分市场需求而不断扩充产品品类，企业基于大规模制造的精益生产已经不足以赢得竞争所需的能力，迈向柔性精益生产成为企业提升竞争力的重要领域。位于青岛的海尔中央空调互联工厂，通过 RFID 等技术实现员工与设备之间、设备与产品之间、设备与用户之间互联互通：在这座工厂里，安装有 6 万个探测器，每天记录大量的生产数据。通过这些数据，企业可以很快了解到制造过程中的具体问题，实现生产量的增加和不良率的下降，实现了中央空调这样的大型商用设备柔性制造和大规模定制化生产。每一个员工都被鼓励创新，都可能成为工厂的创客明星。

融合传统工业软件，迈向智能化运营 (大族激光 MES 升级等)：以工业互联网为基础的数字化工厂的发展，使得新的数字化生产系统与企业既有的 MES 等应用的连接与配合成为重要课题。两者的互联互通与协同，在使企业应用系统获得更加实时和准确数据的同时，也提升数字化工厂在支持企业决策方面的价值。大族激光通过 MES 系统的升级与建设，整合物流、信息流、计划等生产前端要素，把控生产制造过程，通过数据采集分析，为后续生产体系的改善提供最真实、最有效的保障。通过制造管理、生产调度管理、库存管理、质量管理、采购管理等管理模块，为企业打造一个扎实、可靠、全面、可行的制造协同管理平台。

数字化供应链：

传统制造企业组织层级化严重，企业通常呈线性结构，各部门各自为政。其供应链聚焦实体产品的高效运转，不擅长建立灵活的生态系统关系。供应链的数字化变革，将需要打破条块分割的部门窠臼，重新梳理目标的优先级，打造协同的供应链计划和交付能力。

2B 电商平台优化供应商与采购管理：于制造业企业而言，借助数字化电商平台对于供应商和采购流程管理的优化是易于实现和迅速见效的领域。中车集团开发的供应链电子商务平台“中车购”，是面向轨道交通行业的供应链协同电子商务平台。它提供了涵盖采购招标、供应链协同、市场营销、物流、金融等一体化服务，其主要模块包括：为全球客户提供统一的数字化客户服务的“中车售”，以一体化的创新业务模式提供贸易、物流、金融、租赁服务的“中车金、中车运”，面向中车全球化采购业务提供透明高效的数字化采购服务的“中车采”，以及实现中车的供应商体系统一的数字化管理的“中车信”。

数字化物流，提高效率，降低成本：物流环节的数字化，将为企业带来更高的效率和成本优势，助力企业实现精益生产。物联网、大数据分析以及机器人技术的不断推广，为物流数字化提供了强大的技术支持。越来越多的企业在自动化物流中心、运输车队管理等方面投入资源，提升物流数字化水平，在透明可视、实时监控以及精准预测计划等方面取得进展。随着数字化水平的不断提升，物流在客户价值创造中也逐渐走向前台，差异化的服务逐渐成为优化客户体验的重要领域，并完成由成本中心向利润中心的进化，而物流交付环节与客户的数字化互动，也是其成为收集用户数据、完善用户画像拼图、累积用户洞察的重要环节。

华为的智慧物流与数字化仓储项目对其高效与智慧化运营发挥重要作用。利用物联网、大数据、IT 服务化平台等技术，结合业界的数字化转型领先实践经验，华为与整个物流生态链伙伴一起，在物流领域开展物流对象过程数字化、资源规划智能化、实物履行自动化等方面的建设。通过实时可视、安全高效、按需交付的物流服务能力构建，主动支撑交付保障，提升客户体验，改善物流运营效率。在物流的关

键节点，智慧物流可依据不同节点类型及场景优化流程，并匹配最适宜的自动化工具和设备，从而实现小时级的履行能力。以华为位于深圳松山湖的自动物流中心为例：该物流中心采用射频（RF）、电子标签拣货系统（PTL）、货到人挑选（GTP）、旋转式传送带（Carrousel）等多种技术，集物料接收、存储、挑选、齐套、配送功能于一体，按功能模块分成不同区域，包括栈板存储区及料箱存储区、货到人拣选区、高频物料拣选区、集货区等，以多位一体的模式，实现物流端到端业务可视及业务智能处理，提升物流各环节协同运作效率。

高效供应链协同，全球供应链平台使能全球运营：众多企业的实践经验表明，借助数字化平台实现供应链的高效协同，是供应链环节数字化转型的重要方面。随着中国企业国际化运营的不断深化，全球范围内的供应链协同成为其运营全球化的重要推手。借助其多年的“一个美的、一个体系、一个标准”的数字化转型实践，美的集团实现了供应链环节以软件、数据驱动的全价值链运营，使供应链与研发计划、品质跟踪、客服安装等全价值链的各个环节无缝整合，实现了端到端的协同。数据驱动的供应链平台，使得美的位于全球多个基地能够高效服务其全球的客户网络，提升了全球化运营的效率。

3.2. 创新与差异化体验创造客户价值

对于致力于数字化转型的中国企业而言，效率的提升与成本的降低更多来自于对既有业务的优化，为企业带来利润率的改善。同时，也将致力于实现可持续的业务增长这个数字化转型的核心目标。

数字化/智能化产品与服务：

产品与服务的智能化与数字化，是企业数字化转型的重要领域。首先是互联产品，这是产品数字化与智能化的前提。一方面，遥控和实时的运行状态信息获取，能够改善用户体验，创造客户价值；同时，产品的联网也使用户使用行为等数据能够实时传回，加深用户洞察。其次，数据分析与人工智能的应用，将是产品与服务具备自动运营的能力；同时，越来越多的产品功能通过软件实现，使产品的升级可以通过软件的迭代实现，大大加速了产品创新的速度，降低了个性化与定制化的成本。

智能化产品自动感知客户需求，强化客户洞察：智能化产品自动感知客户需求，强化客户洞察：以全球家电巨头海尔为例，其 U+智慧生活 X.0 平台，以 U+大数据为基础，借助知识图谱为核心的 U+云脑，实现了家电的自感知、自适应、自学习，通过对网器行为、用户行为的感知，分析用户生活轨迹和生态服务喜好，自动感知用户习惯和需求，让智慧家庭的服务变被动为主动，将定制权交给用户。海尔持续迭代 UHome OS 系统，提升 U+智慧生活平台智能化和升级用户体验，实现了智能家电销量、U+平台用户数 以及用户大规模定制产品的同步高速增长。

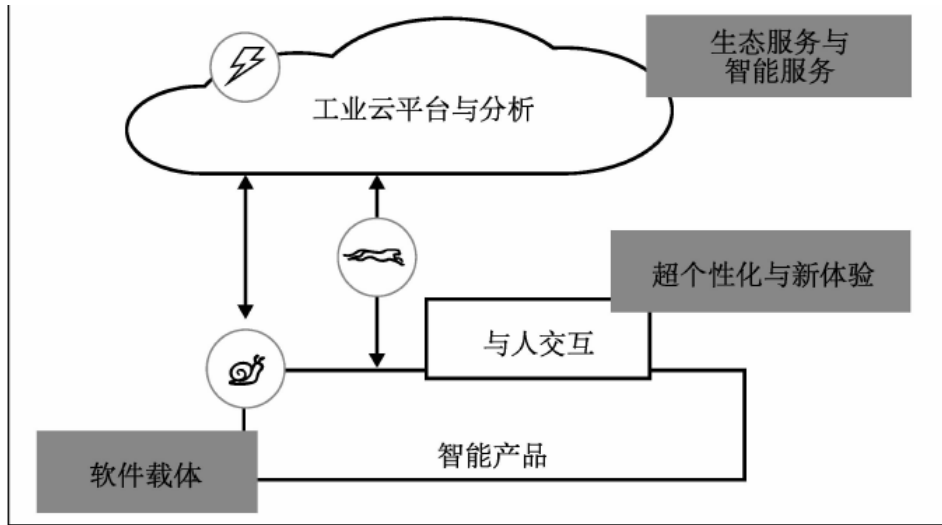


图 4. 数字化智能产品的运营模式

数字化服务提升客户价值：华为全球技术服务(GTS)部门华为服务计划在三年内投资 2 亿美元及众多内部资源来打造“数字化 GTS”，形成平台和人才两大支柱。在平台方面，华为 GTS 将充分利用云、人工智能以及大数据等技术打造新的数字化平台，并在平台中整合华为在网络、流程、技术支持等领域积累的经验 and 数字化资产，为客户提供智能化服务，帮助客户提升效率和投资回报率。在人才方面，针对数字化转型对人才的要求有其特殊性。华为重新定义了数字化转型人才的类型，在其中增加了业务架构师(BA)、系统架构师(SA)和数据科学家等新的类型。

数字化营销与个性化用户互动优化用户体验，加速营销循环

数字化营销和个性化的用户互动，一方面是基于用户洞察的用户数字化体验的创造，同时，营销和互动过程中也在不断产生新的客户数据，使用户画像和用户洞察不断深化和更新。美的集团拥有近 1.5 亿带手机的唯一身份用户，并且用户数据每天以至少 12 万的速度在递增。美的实现了用户购买的记录、购买渠道、地域、使用偏好等信息全部标签化：一条用户记录可以打上近 600 个标签和多级标签属性，形成完整的 360 度的用户画像。这些用户洞察被用于精准营销和商品推荐等，例如用户画像推荐模型会帮助服务一线导购和售后，完成了从线上线下整个立体空间对用户了解和定位。

3.3. 迈向新的商业模式与运营模式

制造业企业的数字化转型，在实现既有业务的提效和增长的同时，赋能新的商业模式和运营模式，助其跨越产品与行业生命周期，实现永续运营。平台化运营，制造业服务化以及数据变现的商业模式，正成为众多数字化转型先行者们的新的竞技场。（图 4）

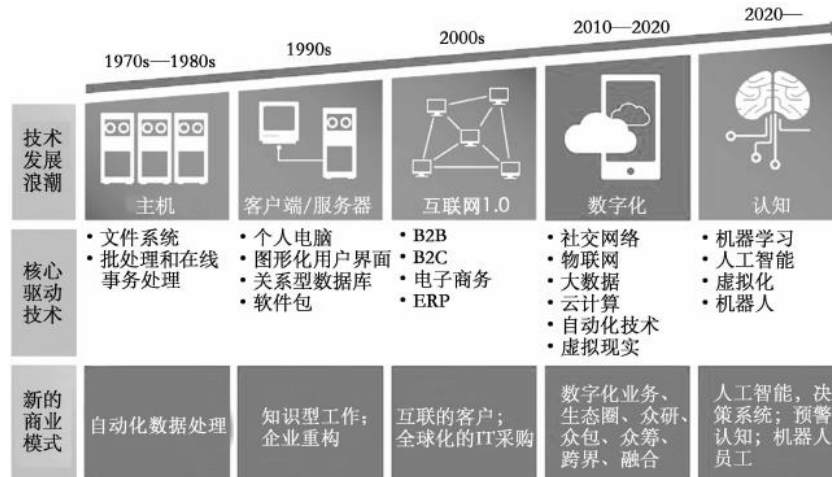


图 5. 数字技术发展推动商业模式演进

工业云推动平台化运营，能力开放创造新商机：

打造数字化平台，形成数字化生态体系，使企业平台化运营的核心。根据行业特点和企业自身条件可选择建设或参与不同模式的平台（见图 5）。平台模式下，除了既有的通过向客户提供产品和服务并以此获取收入之外，企业将获得新的营收产生渠道：通过数字化平台的能力开放，并因此收取相关资源与能力的使用费，将成为新的营收来源。行业云发展初期，为了吸引更多生态体系伙伴参与进来，平台运营者多采用了能力免费开放的促销手段。但长远而言，平台能力与资源使用的付费化将不可避免。2017 年，中国家电行业三巨头相继实现智能制造能力的输出，虽然输出内容迥异，但都通过提供智能制造解决方案完美开启了“第二跑道。” 海尔相继发布智慧家庭人工智能解决方案，以及涵盖人工智能交互系统、基于深度学习的智慧家庭解决方案两大平台级应用落地成果，并联合搜狗、中科院、先声互联、阿里、灵隆科技、出门问问等共同启动海尔 U+智慧家庭“+AI Family”计划，共建智慧家庭领域的人工智能开放生态，推动人工智能与智慧家庭的融合。同时，将自己研发的 AI 技术向行业开源，赋能智慧家庭行业，打造智慧家庭行业的创新和开放平台。

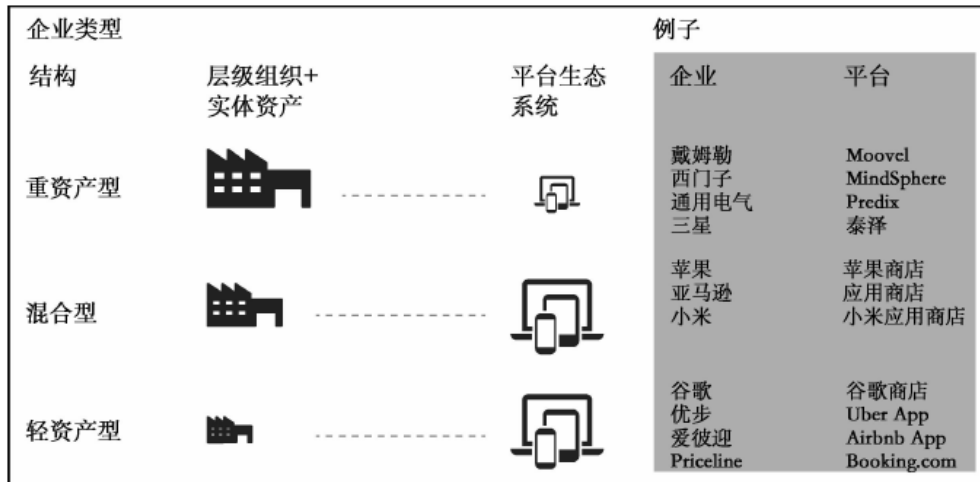


图 6. 不同类型的数字化平台与全球企业示例

大规模定制与 C2M：迈向体验经济与成果经济

作为数字经济孕育的新模式，大规模定制将颠覆传统的大规模生产，然后以营销手段向用户销售的模式带来根本性变化。从非差异化产品的大规模生产，到客户分群后基于客户群共同特征的差异化产品，再到大规模定制这一最终模式，消费类产品生产商在满足用户需求，提升用户体验方面走过了漫长历程。基于用户数据和柔性生产技术相结合的大规模定制，使得原先仅有高端客户专享的定制化产品与服务走入寻常百姓家，提升用户体验。

以知名服饰企业报喜鸟为例，其服装定制通过“三化”得以实现：首先是数据化，就是把传统的客户需求转换为体型、版型、工艺、面辅料 4 大数据，存储在智能衣架的 RFID 芯片中，进行工序生产，客户信息录入后可直接下单，实现了成衣库存从 50%到 0 的转变；其次是部件化，就是将一件衣服拆分成若干部件，通过智能排版，个性化流水线以及手工制作的融合，提升客户个性化定制服装的效率和品质；第三是智能化，通过六大系统集合的生产过程智能控制系统，以自动化传感技术整合吊挂系统和显示系统，实现对 396 道工序的管控，最终实现部件化生产和人机协同，成为数字化驱动工厂。

数据资产变现，迈向数字经济新天地

随着产业物联网和大数据分析，人工智能等技术的应用不断推广，企业运营的数字化程度不断加深，企业所积累的客户和运营等方面的数据资产不断增多，如何将这一规模日益增长的资产变现，则成为企业数字化转型继续深化所面临的重要课题。数据资产变现领域，制造业企业尽管远远落后于 BAT 等数字平台型企业，但不断地探索也带来可供借鉴的案例。例如，海尔涉足消费者金融，即是将其多年积累的海量用户数据变现的有益尝试。依托海尔集团 1.5 亿实名用户大数据和 3 万多家线下网点，先后推出了海尔家电“零首付、零利息、零手续费”的“0 元购”消费金融新模式，取得了良好的市场反响。海尔消费金融在不断寻求跨产业战略合作，扩展消费场景，将分期业务全面覆盖了家电、家装、家居、教育、健康、旅游、数码 3C 等

领域。海尔消金上线了“够花”“嗨付”两款 APP，并在 2017 年实现了 132.16% 的总资产增长，与海尔云贷共同形成成了海尔集团消费者金融业务的主力。

4. 展望未来

未来，数字技术的不断突破将带来产品、服务、运营模式和商业模式的不断革新。因而对于企业而言，数字化转型将是持久的不断演进的持续过程。以下趋势的不断发展，将对企业的数字化运营产生深远的影响：

4.1. 智能化运营走向深入，对企业的运营模式影响深远

数字技术的不断发展，数字化的虚拟世界与物理世界的界限正在逐渐模糊，而这趋势将在未来二十年变得愈发强烈。与此同时，工业格局将变得更加分散，快速成型、大规模定制、分散和快速制造将成为常态。从前需要半年才能得到的原型，届时在一周之内便可完成。此外，在超级云计算、动态和虚拟网络架构以及认知计算的基础上，互联网及其在产业界的分支——产业互联网将充分释放潜能，以意想不到的和快速变革的方式实现自身发展。这些，都将全方位地颠覆传统制造业的运营，智能化运营将在多个方面获得迅速发展：

先进的工业机器人将使大型工厂获得史无前例的生产力，仅需少数几个高技能主管在工厂和控制台监管即可。协作机器人将应用于企业各个部门，帮助研发和客服部门大幅提升生产力。据估计，到 2030 年，最少有 30% 到 40% 的工业岗位将被协作机器人取代。内含智能算法的协作机器人甚至可充当白领，成为董事会成员。

自动化流程优化、可穿戴计算机、机器学习和情境感知服务所带来的巨大优势，必将给企业的管理工作带来影响。过去，分配任务和协调是企业主管的工作。但随着原本面向众包和企业应用的软件算法可胜任这类工作并取代主管，中层管理者这一职位将逐渐走向衰亡。到 2030 年及其以后，企业的日常运营需搭配先进的预测性工具。

工业数据的庞大规模，使其传回中央处理器以供分析和自动化流程控制的模式难以为继，因而边缘计算或雾计算也将得到广泛应用；软件即服务的概念将成为渗透整个工业界的标准。

4.2. 变革将成常态，数字化转型成为长期持续的过程

瞬息万变的数字化进程表明，数字化的大变革已在如火如荼地展开，并将长期持续。

为了应对瞬息万变的技术与市场，不断推进数字化转型并最终迈向智能化运营，企业应当积极应对变化：聚焦对业务影响的关键点展开变革，对于变革效果仔细评估后迅速推广，扩大规模；主动适应、敢于尝试、保持好奇；建立灵活的企业组织结构，乐于改变，不禁锢于传统产品、各自为政的部门、企业、行业和市场的框架。

数字化时代的本质就是不断改变，所以企业也必须持续地变革。一次变革的完成也意味着另一次变革的开始。这一过程循环往复，永无止境。

4.3. 迈向拉动式经济，重构价值创造流程与生态体系

数字技术的不断发展，也将催生商业模式乃至企业形态的根本性变化（见图6）。当前业务模式的主流是推动式经济，这一模式下，企业试图预估需求，据此设计出标准化的硬件产品，再通过标准化的营销和分配方式将这些硬件产品推入市场。而拉动式经济的运作流程则恰好相反，客户需求这一拉动因素将成为主导：借助于物联网技术以及智能化的人机互动，企业可率先感知需求，甚至要早于客户自身的认识，其特征是：以一对一的专属营销为基础，能实时检验创意和推出个性化产品。拉动经济的盛行，将带来企业组织结构与运营方式的深刻变革，企业将演变为开放、灵活、模块化、松散耦合的生态系统。这些生态系统利用和协调来自各行业、各地区的大量专业化企业，进而将催生“复合企业”，能在需求的驱动下集结，在规模更小的专业化部门装配工业部件。而且某些开拓型企业已经在按此方式运营。例如，英国的服务提供商瑞德（RPD International）为大型企业设计制造和开发流程。只要提出想法，瑞德就可提供设计、制造原型，并通过其全球合约制造商网络制出产品，甚至还将产品配送到客户手中。

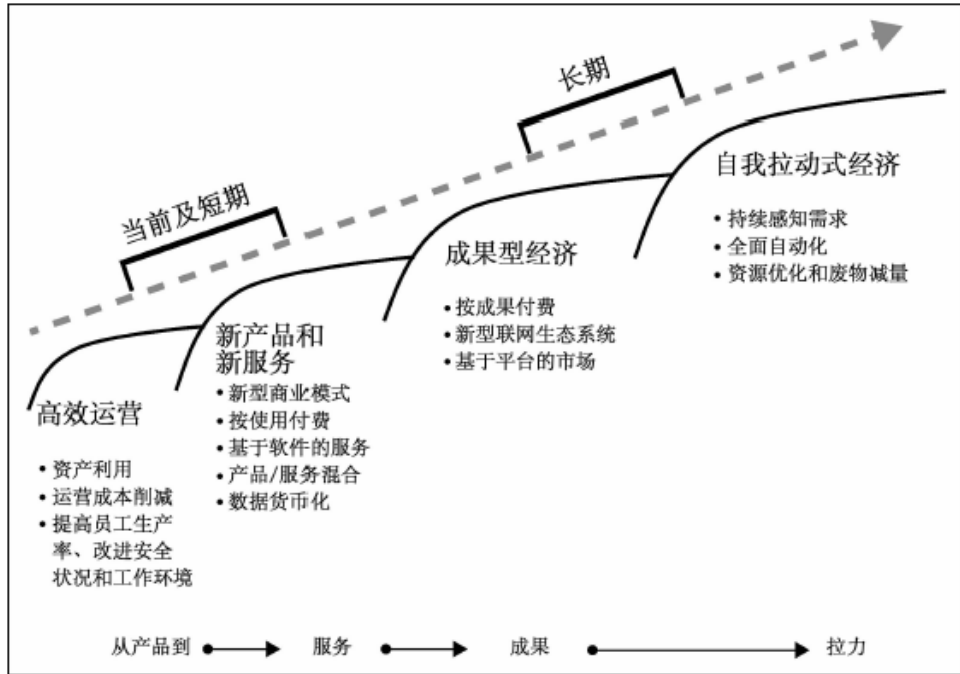


图 7. 拉动式经济：数字经济模式演化

在拉动式经济中，可随时根据需求建立临时的合作关系，之后再解散，恢复到一般关系网络，等待下一次生产的召唤。工厂、后勤部门、研发部门、供应链、营销团队、转包商和生态系统合作伙伴都将做到有效地数字化互联。因此客户仅需点击几下鼠标，就可从快速重构的供应商那里得到超个性化、超本地化的专属工业产品。

附录 1. 名词与缩略语

C2M (Consumer to Manufacturer)

“顾客对工厂”的缩写，而其中文简称为“客对厂”，是一种新的基于互联网商业电子商务平台的商业模式。它实现了用户到工厂的直连，去除中间流通环节，连接设计师、制造商，为用户提供个性且专属的商品。这一模式颠覆了从工厂到用户的传统零售思维，由用户需求驱动生产制造。

数字孪生 (Digital Twin)

是一个物理产品的数字化表达，以便于我们能够在这个数字化产品上看到实际物理产品可能发生的情况。它通过数字对物理对象的精确“描述”，以贯穿于产品生命周期各环节间一致的数据模型为基础，实现物理机械和分析技术的融合。

数字主线 (Digital Thread)

是指利用先进建模和仿真工具构建的，覆盖产品全寿命周期与全价值链，从基础材料、设计、工艺、制造以及使用维护全部环节，集成并驱动以统一的模型为核心的产品设计、制造和保障的数字化数据流。

DPLS (Digital Product Life Cycle System)

数字化产品全生命周期系统（缩写为 DPLS），是企业价值创造流程数字化的战略核心。DPLS 为全流程提供产品同源数据，通过支撑功能系统一体化、价值网络一体化和价值创造一体化，赋能企业端到端系统竞争力提升和快速商业变现，实现使能业务高效运作、价值快速变现和生态网络构建。

附录 2. 参考文献：

- 华为：ICT 新视界 – 数字化转型观点与案例：http://e.huawei.com/cn/publications/cn/ict_insights
- 华为：GIV 2025：打开智能世界产业版图 <http://www.huawei.com/minisite/giv/cn/index.html>
- 埃森哲：物联网：推动中国产业转型 https://www.accenture.com/t00010101T000000_w/cn-zh/acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/zh-cn/PDF_3/Accenture-How-IOT-Can-Drive-Growth-In-China-Industries-CN-final.pdf
- 埃里克·谢弗尔，吴琪，黄伟强：工业 X.0: 实现工业领域数字价值
- 海尔王养浩：让 IT 成为业务和创新的赋能者
- 浦镇“中车云”让列车制造更智慧 http://js.ifeng.com/a/20171208/6213791_0.shtml
- 华为推进“全面云化”战略，使能行业数字化转型 <http://www.huawei.com/cn/press-vents/news/2016/4/All-Cloud-Strategy>
- 徐工信息：工业物联网大数据平台支撑新一代智慧工业 和 <http://www.gongkong.com/news/201710/370921.html>
- 大族激光智能装备集团与易士软件携手打造“大族云” <http://laser.ofweek.com/2017-02/ART-240015-8120-30103210.html>
- 海尔发布物联网行业智慧家庭解决方案 助力企业快速转型 <http://iot.ofweek.com/2017-04/ART-132209-8120-30122937.html>
- 丁国祥：吉利的数字化转型从云上起步 <https://yq.aliyun.com/articles/72832>
- 机械制造+数字化转型，看徐工怎么做 www.techweb.com.cn/network/virtual/2017-08-16/2574231.shtml
- 美的,利润增长的背后是靠数据驱动的管理哲学 <http://news.cnfol.com/guoneicaijing/20170310/24414015.shtml>
- 美的谷云松：数字化转型的 IT 策略 <http://www.itvalue.com.cn/read/article/72549>

关于数字化学会

数字化学会以“推进社会及企业数字化转型，让数据成为生产力”为宗旨。由中国各界有志从事数字化相关经营、管理、科研、教学、设计等单位和个人自愿参加而联合组成的全国性社会团体组织。

在全球数字化转型的浪潮中，为从事数字化工作相关的各类单位、个人营造一个研究、应用、促进、发展的环境和氛围；在数字化的行业发展中凝聚人才、共商大计、共谋良策、促进数字化相关行业的管理和自律；促进中国数字化建设的发展。

协会坚持在开放合作、实事求是、大胆探索、勇于创新的指导方针下开展业务：

- 研究中国数字化发展趋势，探讨和促进数字化相关的行业标准制定；
- 向会员和政府提供数字化发展情况，市场发展趋势，经济和技术发展的预测等信息；
- 广泛开展数字化相关技术、学术、管理经验交流；积极开展数字化知识普及教育、技能培训以及咨询服务；
- 积极开发信息资源，编辑和出版数字化相关书刊和电子媒体，宣传和推介会员和相关企事业单位的成功做法和先进经验；
- 加强国际间、区域间交流合作，开展产品、技术展销、交流活动；
- 维护会员合法权益，协调行业发展中出现的问题，反对不正当竞争，促进数字化相关领域的规范化建设。