

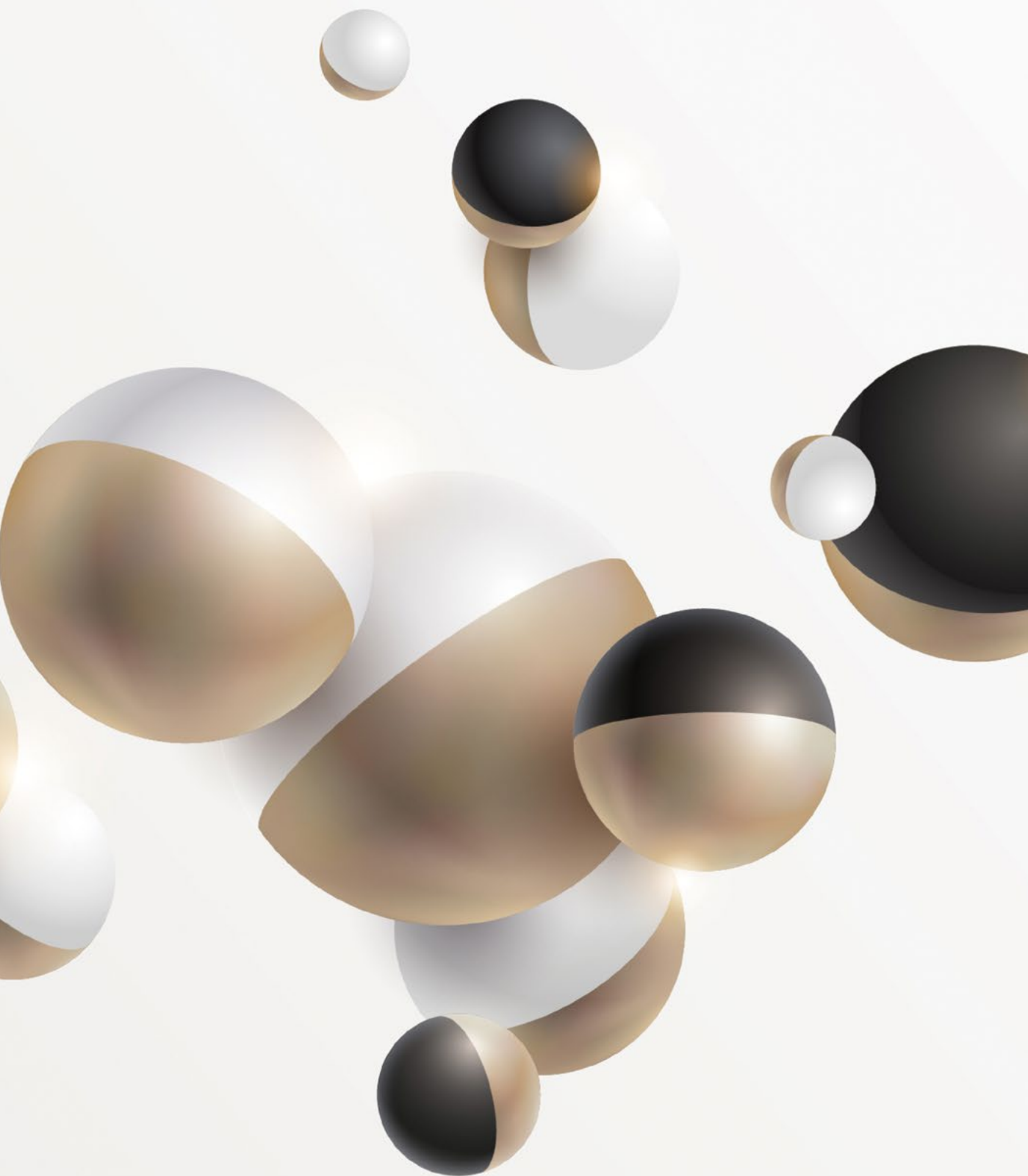
体验数字孪生， 让产品变“活”

文 盛浩、张文辉



提要

客户对产品定制化和智能化的需求，正从2C扩展到2B。未来工业企业每交付一个重要的物理实体产品，同时也会标配一个数字孪生。



随着定制化、智能互联、产品即服务等新的产品和服务模式越来越普及，客户也变得越来越挑剔，他们对产品体验的期待被抬升到前所未有的高度。因而，企业需要提供更为个性化的客户体验，并能根据客户需求的变化持续地调整和优化产品，始终与客户保持密切的关联度，我们称这样的产品为“生力产品 (Living Product)”。但要实现这个目标，企业需要克服重重障碍：

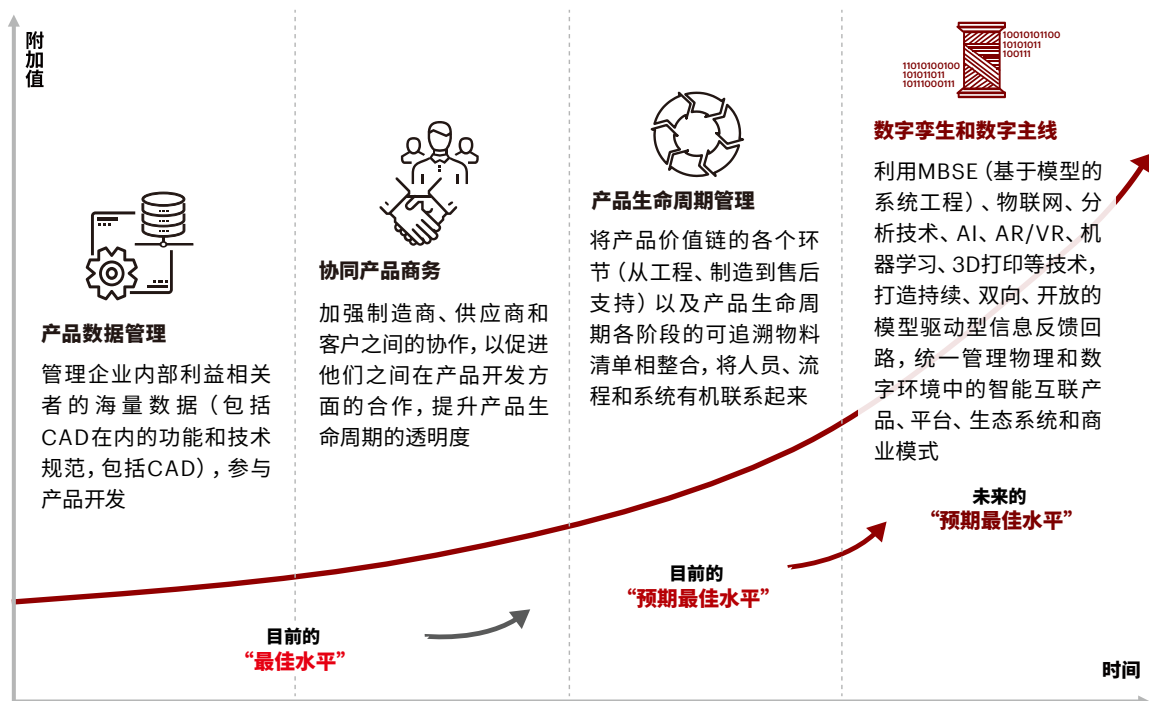
- 要打造客户为导向的新体验，企业需要更加敏锐地捕捉到客户需求的变化，并有能力快速地应对变化。例如，产品迭代加速，生命周期缩短。
- 个性化的产品会让产品复杂性上升，需求波动的不确定性更大，对产品的设计、供应链、制造都提出更高的要求。
- 企业需要开展更加密切的内部协作以及更开放的外部协作。

数字孪生(Digital Twin)正是帮助企业克服这些挑战的有力工具。通过建立物理产品的数字映

射，并基于产品使用过程中产生的数据形成闭环反馈和优化，“数字孪生”能全面提升产品的全生命周期管理，打通研发、供应链、制造、营销等不同职能部门和数据孤岛，乃至企业的生态系统，驱动高效、互联、以客户为中心的运营模式，提升产品体验，降本增效，推动增长(见图一)。

未来的“生力产品”，将分为两部分，一个是实体，另一个是实体的数字孪生体。数字孪生正是产品生生不息的关键。

图一 产品管理的进化



数字孪生不是传统仿真

数字孪生是指物理产品在虚拟空间中的数字模型，包含了从产品构思到产品退市全生命周期的产品信息。这个“双胞胎”不仅与物理实体形似（包含产品规格、几何模型、材料性能、仿真数据等信息），能模拟产品实际运行，而且还能通过安装在产品上的传感器反馈回来的数据，反映产品运行状况，乃至改变产品状态，所以它将“表现”得与真实产品一模一样。

例如，当航空公司接收飞机时，每一架飞机都可以伴随着它自身对应的数字孪生，并把飞机的真实飞行参数、表面气流的分布等数据通过传感器反馈输入到模型中；通过分析这些数据，可以预测潜在的故障和隐患，降低发生飞行事故的概率。

相比于传统的产品生命周期管理和仿真技术，数字孪生有这些新的特点。

双向：物理产品和数字孪生之间虚实交融，实现双向的闭环信息反馈。数字孪生能收集物理产品的运行数据，乃至能对物理产品实施控制，改变产品的状态。基于这些数据，企业可以围绕客户的需求来改变产品的设计、供应链、市场营销、售后服务等方方面面。

持续：数字孪生和物理产品之间的互动是不间断的，贯穿产品的全生命周期，能持续地推动产品的优化，改善客户体验。

开放：通过数字孪生收集到的海量数据，单靠企业自身的力量来分析和挖掘其中的价值是不够的，企业需要将数据对第三方开放，借助外部合作伙伴（包括中小初创企业）的力量充分挖掘数字孪生的价值。

数字孪生让企业能基于数据，在合适的时间和合适的场景，做出合适的决定，为客户提供更好的产品和服务，推动企业核心流程及客户体验的颠覆性升级。

根据2017年埃森哲针对150家全球领先企业高管的调研，数字孪生已被绝大多数企业纳入中长期战略：

- **90%**的公司正在为其现有的或新的产品与服务，评估应用数字孪生的可行性
- 大多数公司高管认为，数字孪生先行者将实现**30%**的收入增长
- 预测未来**5年内**，数字孪生的技术应用将会**翻倍**

数据赋能数字孪生

当我们谈论数字孪生时，就不得不提到数字主线。数字主线是贯穿于公司各个职能部门和产品生命周期的信息流，涵盖产品构思、设计、供应链、制造、售后服务等各个环节，乃至包括外部的供应商、合

作伙伴和客户产生的数据，使其能对产品及其运行提供全景的动态信息，赋能数字孪生的开发和更新。

在近年来数字化的浪潮下，绝大多数企业的信息化都已经达到一定水平，但大多系统架构复杂，产品生命周期数据被分散在多个系统中。根据埃森哲调研，近3/4的高科技企业感到被过于大量的数据淹没，不知从何着手梳理数据并从中挖掘出价值。

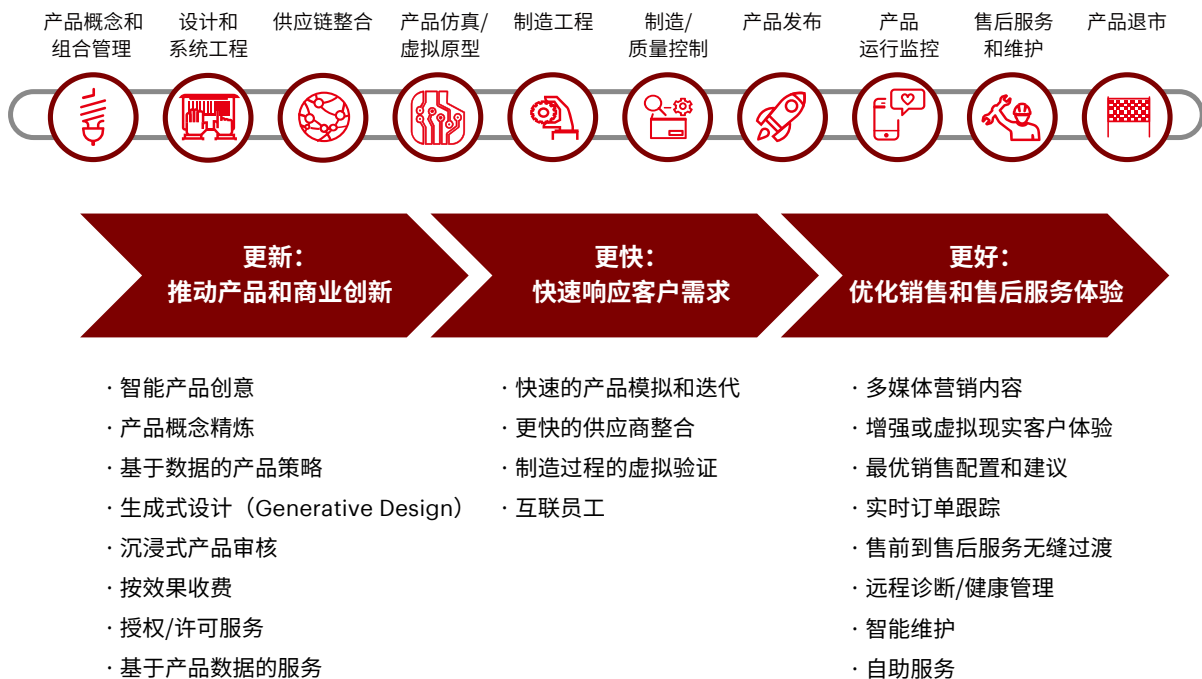
而数字主线可端到端地在流程与系统间穿针引线，助力在企业和其生态系统中构建一个互联的产品信息网络，打破企业内部藩篱，加强与外部供应商的协作，整合产品全生命周期的数据资源，为数字孪生的应用创造条件。

数字孪生必须要有数字主线向其输送数据这一“血液”，这样数字孪生才是“具有活力的双胞胎”——始终保持实时性或准实时性。例如，根据某手机产品设计时的数据创建了该模型的数字孪生，却在后续的生产、物流、销售、维保等环节未能及时反哺数据，则这个数字孪生是死的，与传统的CAD与仿真没有实质区别。

更新、更快、更优的“活”产品

数字孪生能有效提升产品生命周期管理的经济性和有效性，为客户带来更佳体验（见图二）。

图二 数字孪生优化产品生命周期管理



推动产品和商业创新。数字孪生可以成为一个创新的测试沙盒，让很多原来由于物理条件限制、必须依赖于真实的物理实体而无法完成的操作，如模拟仿真、批量复制、虚拟装配等，成为触手可及的工具，激发人们去尝试新的产品创意。企业可以将数字孪生结合人工智能技术产生更好的产品创意，并根据产品原型的测试数据和客户反馈，及时调整产品的功能目标，完善产品概念。设计工程师随后可通过数字孪生进行设计迭代和优化，最终实现产品目标。通过数字孪生，还可以做到沉浸式设计审核，通过提供协作式虚拟和增强型现实体验，使得产品相关方能够详细审核概念/

设计，缩短审查周期，降低审核成本，减少审核频率。

此外，通过数字孪生还可创造新的商业模式，如按产品运营效果付费，或是提供软件类/授权类服务，咨询服务，物联网金融与保险服务等，对那些希望向平台模式发展的企业来说，数字孪生是帮助其实现梦想的有力推手。

快速响应客户需求。数字孪生技术可以提高研发、制造和供应链的适应性和灵活性。在生产出物理产品之前，建立产品的虚拟原型，对产品和制造过程进行仿真测试和验证，更重要的是能收集到产品在客户端运行时的数据，并及时根据客户的需求对产品做出调整，在虚拟原型上快速验证。此外，还

可以模拟测试产品的可制造性，并在购买昂贵的生产设备前对制造布局/工艺设计进行优化。员工可以通过数字孪生随时随地访问产品最新相关数据，及时获得操作反馈，从而提升效率。

中国领先的造船企业江南造船厂基于“单一数字模型”核心理念，用三维体验平台进行数字化设计和VR建造模拟，提前进行空间可达性、设备可操作性和可维护性评估，从源头上提升设计质量，增强用户体验，并通过智能生产终端以三维模型直接指导生产建造与管理。其设计的改单量约为同类型船舶的40%，工程进度也显著提升，原计划3个月的搭载周期仅花了31天。

提升产品购买和售后服务体验。数字孪生可提供沉浸式和差异化的购买体验来推动与客户的互动。营销内容将根据最新的工程数据自动生成，并且可适用于多种媒介（网络、视频等），并能根据客户选择的配置动态生成VR/AR体验，让客户能体验产品及其与环境的互动方式。例如，埃森哲旗下Mackevision团队基于Real-time技术制作的交互式应用，使得汽车用户可通过触摸屏定制化选择汽车外观与内饰、360°旋转汽车，将工程数据高效转换为真正沉浸式的产品体验和虚拟应用，为消费者带来全新的汽车体验。

销售人员可以实时查看最新的产品型号，并根据产品生产的实时状况（比如因某个零件供应问题导致产品交货推迟），为客户配置最优订单。有了数字孪生后，企业还可开展健康管理、远程诊断、智能维护等售后服务。例如，企业

能及时对产品的功能实施远程更新，升级和修复；并通过对产品运行数据的分析，提供预防性维护等增值服务；基于人工智能的服务人员可以提升服务应答速度，减少服务呼叫频率，提供更好的服务；用户也可通过账户自主调度服务，获取设备参数和备件实时库存。

如何拥有数字孪生？

作为一门新兴的技术，数字孪生获得了业界众多的关注。但要成功实施数字孪生是一个渐进的过程。这个过程大致分为下面四个阶段，实际发展的过程也并不一定

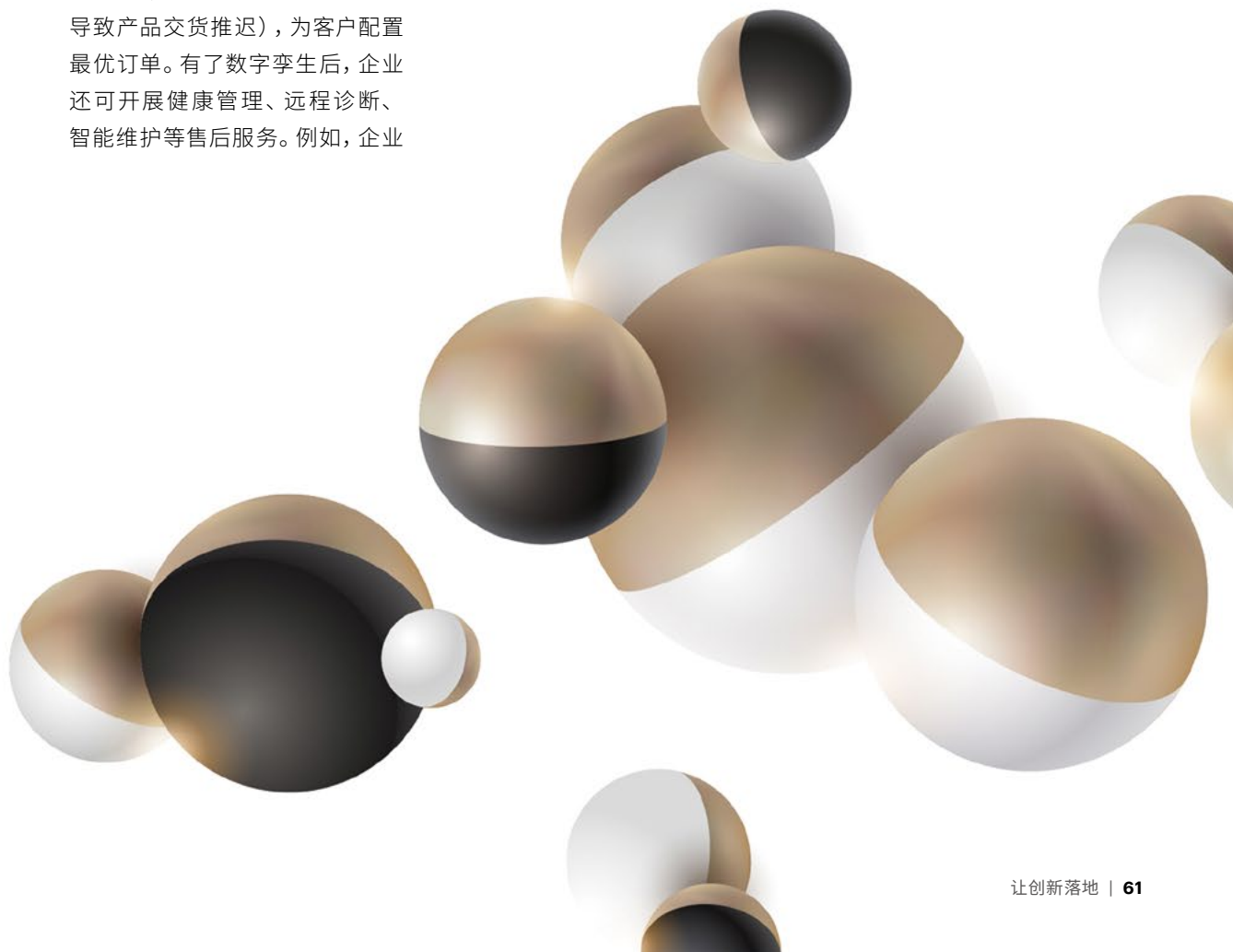
完全是线性的，可能这几个阶段都同时涉足，需要在实践中不断摸索（见图三）。

阶段一：探索未来业务愿景，开展试点。

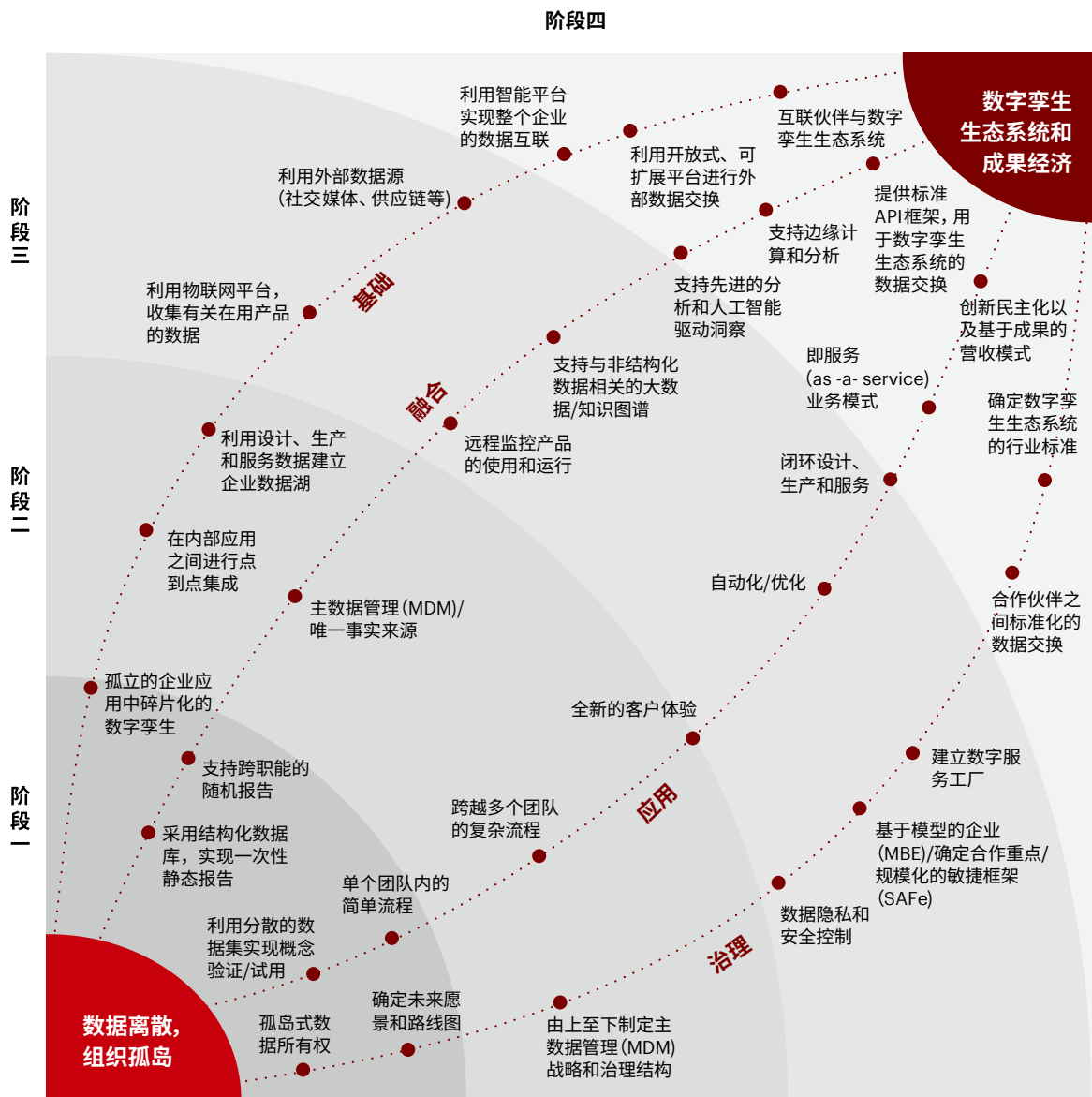
阶段二：稳步推进，侧重于建立基础，提升内部效率，及有选择地实现某些战略性目标。

阶段三：采用新技术来规模化地推进数字孪生的应用，在苦练内功的同时，让外部合作伙伴及客户也参与进来。

阶段四：和生态圈的合作伙伴一起，运用数字孪生来实现成果导向，打造新的商业模式。



图三 数字孪生的进化



在这个过程中, 我们认为以下四大要务是关乎数字孪生成功的关键:

做好能力规划, 投资有的放矢。 数字孪生的实施需要相当大的投资, 并非适用于所有企业, 需首先识别真正能够带来商业效果的

能力点进行发展, 逐步实施, 确保投资回报率。

企业需要明确产品全生命周期各个方面能力的成熟度, 运用设计思维 (Design Thinking), 定义战略性的产品生命周期管理愿景, 识别出为实现此愿景需要具备

的能力点。再与现状对比, 即可清晰的规划出应该构建的能力及相应的优先级。

不能忽视的是, 需衡量实施数字孪生能否带来可观的回报。根据埃森哲经验, 从现有业务痛点、高价值产品入手, 能实现最大价值。

例如，飞机发动机，数字孪生必能带来潜在价值。企业进行规划时，需要对投资回报进行量化，以价值为导向进行决策。

构建数据平台，夯实基础设施。构建数字孪生，首要任务就是需要开辟各系统间的数据通道，对现在的、历史的、分散的业务数据进行钻取和整合，建立综合性的数据管理平台。

为了整合数据，企业可以考虑设立首席数据官或者数据委员会。这个职位或委员会应该独立于IT部门和业务部门，负责整个企业的数据治理、数据格式和数据标准，与企业的各个部门以及外部的合作伙伴协调如何获得这些数据。

此外，企业需要根据数据能力的诊断结果，结合公司整体数字化转型升级战略，全景思考各个能力/系统/流程的紧迫性、协同性、制约性、短期回报等方面，来逐步完善数字化基础，实现端到端的流程、数据、系统的顺畅连接。

消除内部壁垒，建立外部生态。要成功部署数字孪生，首先要打破部门之间的壁垒，消除组织孤岛和信息孤岛。创建数字孪生需要建立贯穿企业价值链的多条数字主线，其前提是要去除各环节间的藩篱，形成跨部门的组织架构和流程，来确保数字主线之间畅通的数据传输。

再者，数字孪生的实施还需要各部门之间的密切协同，如通过分析数字主线传来的数据，发现某特殊设计对产品性能和客户体验影响不大，但是采购上复杂度或是成本高，会影响定价和产品的可靠性，

这时研发部门就可与供应链部门一起平衡设计的独特性与供应链成本效率之间的矛盾；此外，IT和OT的融合至关重要，IT部门不只是作为中后台提供支持，还需要融入第一线，与业务部门携手，挖掘数据价值，进行分析和模拟，提供用于优化产品的依据。

要实现跨部门协作，首先需要高层领导的全面支持。此外，需要构建跨部门团队，和明确统一的、各职能部门都认可的标准及目标，带动各个部门执行。企业还需要和包括中小企业在内的生态伙伴有更密切的合作，并将工业物联网、人工智能、大数据、VR/AR等技术很好地融合进来，才能满足不同的应用场景。

为人机协作提供安全保障。由于数字孪生能对物理产品实施控制，改变产品的状态，这可能会产生安全风险。如自动驾驶汽车和飞机，如果数字孪生做出错误的判断并执行控制，又没有完备的人为干预机制，可能会危及人身安全。所以，使得数字孪生包括产品实时的完整信息，建立有效、安全并且可靠的数字映射，比建立数字孪生本身更为重要。在这个过程中，企业必须注重构建数字孪生的安全防范手段，同时，亦不可忽视人为干预机制。人机协作才是最佳模式。

埃森哲所著的《机器与人》一书中，提到人机协作应该有个“维系者”的角色，这个维系者能确保数据质量，标记误差和机器的错误判断，用批判性思维看待人工智能，在人工智能系统做出不恰当行为时进行适当干预，等等，以确保人工

智能系统有益无害。所以，在数字孪生的应用中，也可以设置类似的角色，确保数字孪生的安全运行。

数字化企业的本质就是数据驱动的企业，而数字孪生正是实现数据驱动的关键推手，在企业数字化转型历程中发挥着关键作用。虽然数字孪生仍然处于应用的早期，其发展和物联网、人工智能、扩展现实(XR)等技术的成熟和普及也息息相关，但随着这些新兴技术的发展和融合，数字孪生会在越来越多的产品上得到应用。我们相信，未来供应商在交付一个产品的同时，数字孪生将成为标配。

盛浩

埃森哲资深市场经理
常驻上海
denis.hao.sheng@accenture.com

张文辉

埃森哲数字服务咨询总监
常驻法兰克福
wenhui.zhang@accenture.com

研究指导：

潘峥

埃森哲大中华区供应链与运营咨询
董事总经理
Jane.zheng.pan@accenture.com

江崇龙

埃森哲大中华区工业X.O业务主管、
董事总经理
Chonglong.jiang@accenture.com