数字孪生前世

数字孪生，英文为Digital Twin。维基百科对数字孪生的定义如下：

A digital twin is a virtual representation that serves as the real-time digital counterpart of a physical object or process. —Wikipidea

标准化的组织是怎么定义数字孪生的呢？

数字孪生是具有数据连接的特定物理实体或过程的数字化表达，该 数据连接可以保证物理状态和虚拟状态之间的同速率收敛，并提供物理 实体或流程过程的整个生命周期的集成视图，有助于优化整体性能。——数字孪生应用白皮书（2020）

学术界是这么定义数字孪生的？

数字孪生是以数字化方式创建物理实体的虚拟实体，借助历史数据，实时数据以及算法模型，模拟，验证，预测，控制物理实体全生命周期过程的技术手段。——数字孪生应用白皮书（2020）

企业是怎么定义的？

数字孪生是资产和流程的软件表示，用于理解、预测和优化绩效以 实现改善的业务成果。数字孪生由三部分组成：数据模型，一组分析或算法，以及知识。——数字孪生应用白皮书（2020）

数字孪生可以理解为是真实空间的事物在虚拟空间的实时映射。比如造了一个虚拟的你，这个虚拟的你就是你的数字孪生，存储了你历史的所有生命体征数据，记忆等等，包括现在实时传输的数据，它还可以告诉你现在的健康状况，接下来饮食应该注意什么等等，就是你的一个数字双胞胎，还可以给你变帅，变美，变健康的建议。

数字孪生最早可以追溯到1991年，David Gelernter（美国耶鲁大学计算机系教授，本科和硕士学位是古典希伯来文学，oh what!!）这位猛人在1991年的著名的一本书《Mirror World》（镜像世界）中预测到了数字孪生技术的出现。另外，在这本书中，他也预测了互联网的崛起。

David Gelernter

但数字孪生真正在学术界和工业界广泛熟知是在2002年。Michael Grieves教授在密歇根大学举办的Society of Manufacturing Engineers （制造业工程师协会）的会议上提出"Conceptual Ideal for Product LifeCycle Management"的概念。

Michael Grieves

John Vickers

Grieves现在是Florida Institute of Technology（佛罗里达工业研究院）的首席科学家，主要研究数字孪生在工业制造上的应用。当时，”数字孪生“的概念还没有提出，但该设想中数字孪生的基本思想已经有所体现，即在虚拟空间构建的数字模型与物理实体交互映射，忠实地描述物理实体全生命周期的运行轨迹。[1]

Conceptual Ideal PLM设想

直到2010年，NASA为了改进航天飞行器的物理仿真模型才第一次引入了“数字孪生”这个名词。当时是由John Vickers命名为数字孪生。

Grieves和Vickers提出的早期数字孪生模型

2012 年，美国国家航空航天局与美国空军联合发表了关于数字孪生的论文，指出数字孪生是驱动未来飞行器发展的关键技术之一。在接下来的几年中，越来越多的研究将数字孪生应用于航空航天领域，包括机身设计与维修，飞行器能力评估，飞行器故障预测等。

最早的数字孪生概念模型包含3个部分：

现实中的物体

虚拟/数字物体模型

现实和虚拟之间的连接桥梁：主要是数据交换

后续数字孪生演变为3个主要模块：

Digital Twin Prototype (DTP)，数字孪生原型，包括现实物体的数字模型设计，分析和流程等实现;

Digital Twin Instance (DTI)，数字孪生实例，对应每个现实物体上对应构建的数字孪生体；

Digital Twin Aggregation (DTA)，整合数字孪生体质检的数据和信息，能够指导现实物体。

DHL研究员回顾了整体的数字孪生发展路线，主要分成4个主要的阶段：

计算机仿真开始出现，主要是用于学术研究

仿真工具开始出现，应用于设计和规划

仿真开始应用于系统设计，多系统的融合

数字孪生开始出现，除了仿真以外，还和真实世界的操作数据进行交互

DHL研究院的数字孪生发展路线图[2]

数字孪生的今世

发展到现在，数字孪生是对物理实体的独一无二表达，现实世界的数字映射，既描述其静止状态，也描述其动态行为，还可以从大数据中推测出未来的发展趋势，为实体提供最优决策支持。除了基本的仿真功能外，提供智能决策，辅助运营。

数字孪生与仿真

数字孪生和仿真（Simulation）有着密切的联系。DHL研究院认为，今天的数字孪生实际上是仿真技术不断升级的产物。传统仿真技术，在某种意义上初步实现了数字世界和物理世界的对应：在某个实体产品/服务真正落地之前，就可以在电脑中对其性能作初步的模拟验证，并根据结果来及时修正方案。

得益于信息技术，物联网，云计算等技术的发展，数字孪生阶段已经不局限于模拟验证，因为数字模拟已经达到了足够的精度。信息反馈的方向不再是单向的“计算机指导实体世界”，而是可以从实体世界反馈到计算机数字世界，再从数字世界到实体：两者之间循环交互，密不可分，以至于数字版本可以和实际世界“同步成长”。因此，我们称之为"数字孪生体"。

数字孪生的应用

近年来，数字孪生得到越来越广泛的传播。同时，得益于物联网、 大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术的发展，数字孪生从概念逐渐走向落地。现阶段，数字孪生被应用于航天航空领域，电力、船舶、城市管理、农业、建筑、制造、石油天然气、健康医疗、环境保护等行业。比如航空航天，用于飞行器故障检修，生产和装配优化。比如在城市管理，用于城市分析与规划，动态事件的实时优化等。

数字孪生在各个应用于领域都发挥着价值[1]，形成数字资产：

促进数字经济与实体经济融合，加快产业升级；

贯通工业生产信息孤岛，释放数据价值。我们叫产业数字化，数字也要产业化，挖掘数字潜力，形成数字资产；

统筹协调系统内外部变化，实现资源能源优化配置

实现全要素数字化，推动新型智慧城市建设

优化城市布局，打造科学公共服务体系

基于医疗大数据合理分配医疗资源，提升公共健康保障效率

综上，汇总起来我们得到好几个”智慧“和”智能“。我们通过数字孪生来升级改造传统领域，赋予智慧的大脑。