1. **什么是数字孪生？**

数字孪生是充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。数字孪生是一种超越现实的概念，可以被视为一个或多个重要的、彼此依赖的装备系统的数字映射系统。

2002年密歇根大学教授Dr. Michael Grieves在发表的一篇文章中第一次提出了数字孪生概念，他认为通过物理设备的数据，可以在虚拟（信息）空间构建一个可以表征该物理设备的虚拟实体和子系统，并且这种联系不是单向和静态的，而是在整个产品的生命周期中都联系在一起。显然，这个概念不仅仅指的是产品的设计阶段，而延展至生产制造和服务阶段，但是由于当时的数字化手段有限，因此数字孪生的概念也只是停留在产品的设计阶段，通过数字模型来表征物理设备的原型。

在产品的设计阶段，利用数字孪生可以提高设计的准确性，并验证产品在真实环境中的性能。这个阶段的数字孪生，主要包括如下功能：

数字模型设计：使用CAD工具开发出满足技术规格的产品虚拟原型，精确的记录产品的各种物理参数，以可视化的方式展示出来，并通过一系列的验证手段来检验设计的精准程度；模拟和仿真：通过一系列可重复、可变参数、可加速的仿真实验，来验证产品在不同外部环境下的性能和表现，在设计阶段就验证产品的适应性。

例如，在汽车设计过程中，由于对节能减排的要求，达索帮助包括宝马、特斯拉、丰田在内的汽车公司利用其CAD和CAE平台3D Experience，准确进行空气动力学、流体声学等方面的分析和仿真，在外形设计通过数据分析和仿真，大幅度地提升流线性，减少了空气阻力。

在产品的制造阶段，利用数字孪生可以加快产品导入的时间，提高产品设计的质量、降低产品的生产成本和提高产品的交付速度。产品阶段的数字孪生是一个高度协同的过程，通过数字化手段构建起来的虚拟生产线，将产品本身的数字孪生同生产设备、生产过程等其他形态的数字孪生高度集成起来，实现如下的功能：

生产过程仿真：在产品生产之前，就可以通过虚拟生产的方式来模拟在不同产品、不同参数、不同外部条件下的生产过程，实现对产能、效率以及可能出现的生产瓶颈等问题的提前预判，加速新产品导入的过程;数字化产线：将生产阶段的各种要素，如原材料、设备、工艺配方和工序要求，通过数字化的手段集成在一个紧密协作的生产过程中，并根据既定的规则，自动的完成在不同条件组合下的操作，实现自动化的生产过程；同时记录生产过程中的各类数据，为后续的分析和优化提供依据。关键指标监控和过程能力评估：通过采集生产线上的各种生产设备的实时运行数据，实现全部生产过程的可视化监控，并且通过经验或者机器学习建立关键设备参数、检验指标的监控策略，对出现违背策略的异常情况进行及时处理和调整，实现稳定并不断优化的生产过程。

例如，寄云科技为盖板电子玻璃产线构建的在线质量监控体系，充分采集了冷端和热端的设备产生的数据，并通过机器学习获得流程生产过程中关键指标的最佳规格，设定相应的SPC监控告警策略，并通过相关性分析，在几万个数据采集点中实现对特定的质量异常现象的诊断分析。

服务阶段的数字孪生。随着物联网技术的成熟和传感器成本的下降，很多工业产品，从大型装备到消费级产品，都使用了大量的传感器来采集产品运行阶段的环境和工作状态，并通过数据分析和优化来避免产品的故障，改善用户对产品的使用体验。

这个阶段的数字孪生，可以实现如下的功能：

远程监控和预测性维修：通过读取智能工业产品的传感器或者控制系统的各种实时参数，构建可视化的远程监控，并给予采集的历史数据，构建层次化的部件、子系统乃至整个设备的健康指标体系，并使用人工智能实现趋势预测；基于预测的结果，对维修策略以及备品备件的管理策略进行优化，降低和避免客户因为非计划停机带来的损失；优化客户的生产指标：对于很多需要依赖工业装备来实现生产的工业客户，工业装备参数设置的合理性以及在不同生产条件下的适应性，往往决定了客户产品的质量和交付周期。而工业装备厂商可以通过海量采集的数据，构建起针对不同应用场景、不同生产过程的经验模型，帮助其客户优化参数配置，以改善客户的产品质量和生产效率。产品使用反馈：通过采集智能工业产品的实时运行数据，工业产品制造商可以洞悉客户对产品的真实需求，不仅能够帮助客户加速对新产品的导入周期、避免产品错误使用导致的故障、提高产品参数配置的准确性，更能够精确的把握客户的需求，避免研发决策失误。

例如，寄云科技在为石油钻井设备提供的预测性维修和故障辅助诊断系统，不仅能够实时采集钻机不同关键子系统，如发电机、泥浆泵、绞车、顶驱的各种关键指标数据，更能够根据历史数据的发展趋势，对关键部件的性能进行评估，并根据部件性能预测的结果，调整和优化维修的策略；同时，还能够根据钻机的实时状态的分析，对钻井的效率进行评估和优化，能够有效的提高钻井的投入产出比。

数字孪生的意义：

1.更便捷，更适合创新

数字孪生通过设计工具、仿真工具、物联网、虚拟现实等各种数字化的手段，将物理设备的各种属性映射到虚拟空间中，形成可拆解、可复制、可转移、可修改、可删除、可重复操作的数字镜像，这极大的加速了操作人员对物理实体的了解，可以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，更能激发人们去探索新的途径来优化设计、制造和服务。

1. 更全面地测量

只要能够测量，就能够改善，这是工业领域不变的真理。无论是设计、制造还是服务，都需要精确的测量物理实体的各种属性、参数和运行状态，以实现精准的分析和优化。

但是传统的测量方法，必须依赖于价格不菲的物理测量工具，如传感器、采集系统、检测系统等，才能够得到有效的测量结果，而这无疑会限制测量覆盖的范围，对于很多无法直接采集到测量值的指标，往往无能为力。

而数字孪生技术，可以借助于物联网和大数据技术，通过采集有限的物理传感器指标的直接数据，并借助大样本库，通过机器学习推测出一些原本无法直接测量的指标。

例如，我们可以利用润滑油温度、绕组温度、转子扭矩等一系列指标的历史数据，通过机器学习来构建不同的故障特征模型，间接推测出发电机系统的健康指标。

1. 更全面的分析和预测能力

现有的产品生命周期管理，很少能够实现精准的预测，因此往往无法对隐藏在表象下的问题提前进行预判。

而数字孪生可以结合物联网的数据采集、大数据的处理和人工智能的建模分析，实现对当前状态的评估、对过去发生问题的诊断，以及对未来趋势的预测，并给予分析的结果，模拟各种可能性，提供更全面的决策支持。

1. 经验的数字化

在传统的工业设计、制造和服务领域，经验往往是一种模糊而很难把握的形态，很难将其作为精准判决的依据。而数字孪生的一大关键进步，是可以通过数字化的手段，将原先无法保存的专家经验进行数字化，并提供了保存、复制、修改和转移的能力。

例如，针对大型设备运行过程中出现的各种故障特征，可以将传感器的历史数据通过机器学习训练出针对不同故障现象的数字化特征模型，并结合专家处理的记录，将其形成未来对设备故障状态进行精准判决的依据，并可针对不同的新形态的故障进行特征库的丰富和更新，最终形成自治化的智能诊断和判决。

1. Ansys

ANSYS软件是美国ANSYS公司研制的大型通用有限元分析（FEA）软件，是世界范围内增长最快的计算机辅助工程（CAE）软件，能与多数计算机辅助设计（CAD，computer Aided design）软件接口，实现数据的共享和交换，如Creo, NASTRAN、Algor、I－DEAS、AutoCAD等。是融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型通用有限元分析软件。在核工业、铁道、石油化工、航空航天、机械制造、能源、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、生物医学、轻工、地矿、水利、日用家电等领域有着广泛的应用。ANSYS功能强大，操作简单方便，现在已成为国际最流行的有限元分析软件，在历年的FEA评比中都名列第一。目前，中国100多所理工院校采用ANSYS软件进行有限元分析或者作为标准教学软件。

1. Cad

AutoCAD（Autodesk Computer Aided Design）是Autodesk（欧特克）公司首次于1982年开发的自动计算机辅助设计软件，用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计，现已经成为国际上广为流行的绘图工具。AutoCAD具有良好的用户界面，通过交互菜单或命令行方式便可以进行各种操作。它的多文档设计环境，让非计算机专业人员也能很快地学会使用。在不断实践的过程中更好地掌握它的各种应用和开发技巧，从而不断提高工作效率。AutoCAD具有广泛的适应性，它可以在各种操作系统支持的微型计算机和工作站上运行。

在设计中通常要用计算机对不同方案进行大量的计算、分析和比较，以决定最优方案；各种设计信息，不论是数字的、文字的或图形的，都能存放在计算机的内存或外存里，并能快速地检索；设计人员通常用草图开始设计，将草图变为工作图的繁重工作可以交给计算机完成；由计算机自动产生的设计结果，可以快速作出图形，使设计人员及时对设计做出判断和修改；利用计算机可以进行与图形的编辑、放大、缩小、平移、复制和旋转等有关的图形数据加工工作。

1. 软硬件趋势

**软件趋势**

技术的变革快到让人难以想象，软件开发也与其它领域技术相同，发展高速。随着各行各业对软件的需求性增大，软件开发已成为所有领域发展不可或缺的一部分。

在未来，软件开发必然是往更高程度发展，那具体的趋势可能是哪些呢？

**1.5G或成开发新领域的钥匙**

5G已逐渐开始露出声迹，更快的网络速度会对软件开发解决更多当前比较麻烦的问题，5G的出现与逐渐健全，必然会带来手持设备的多方面革新，开发人员在技术领域随之提升到新的程度。

1. **软件开发的门槛或将降低**

随着技术的不断提升，以及软件开发的教育程度不断优化，软件开发市场逐渐供小于求，越来越多的人选择学习并从事软件开发专业。　　加之线上教育的普及，为更多软件开发自学者创造了专业性研习的机会，将来软件开发的门槛可能会有一定程度的降低，更多自学成才的程序员进入市场。

1. **新语言或可出现：**

Rust，typeScript，Kotlin和Swift　　至目前，已有数百种编程语言被创造，种类繁多的编程语言在硬件上增强了开发人员的专业能力，而StackOverflow研究表明。 到2020年，排名前四的现代编程语言将为Rust，TypeScript，Kotilin和Swift，其中Rust在过去四年中连续第四位。

1. **人工智能涉及领域进一步扩大**

人工智能早已不是新鲜名词，也存在了许多年，其随着相应技术的不断革新，越来越多的成为许多行业的技术基底。在未来，医疗保健、教育及旅游等领域会在AI的发展下，朝着智能化智慧化的方向迈进。　　5.云计算使用或将上升　　因于网络安全问题的存在，云计算始终是各大企业将其作为解决方案的重点，随着技术的发展和需求量的增大，云计算使用在一定程度上或将上升，而云计算会持续性成为企业安全架构的重要一环。

**硬件趋势**

**大规模集群：**正确。谷歌在2006年底发表了三篇改变互联网行业人员想法的论文：GFS、Chubby和Big Table。在十年前，很多人，包括我（那时候也算是在做这方面工作吧），都开始认为，这将计算机大规模计算的未来。十年后的今天，大家也许无法想象，那个时候对此持怀疑者依然还是不少。这十年左右时间的发展历程可以说基本上是在踏着这个方向演进。时至今日，就连最顽固的部分也开始松动——Oracle和EMC都发现他们传统架构的劣势，开始转型。

**闪存(Flash)：**正确。现在的我做的工作算是优化闪存上运行的数据库，所以对这个硬件的发展趋势感慨良深。著名计算机科学家Jim Gray在十多年前提出了著名的论断“Flash is disk. Disk is tape. Tape is dead.” 我估计和我一样，那时候很多人都是以将信将疑的态度坚信这位数据库领域的泰斗描绘的未来。十年后的今天，闪存引领的存储革命已经完成了2/3。服务器端事务处理的存储已基本被SSD拿下，移动端存储全属闪存、个人电脑拿下了一半，只剩下数据仓库和冷数据备份两块硬骨头。闪存硬件厂商雄心勃勃，认为十年以内，这个地球上的硬盘应该和磁带以及磁盘一样，被扔进垃圾堆了。

**GPU：**有对有错。大概在十年前左右，把GPU应用于通用计算成为了热门领域。相当多的人认为，在短短的几年内，无论在服务器端、个人电脑端，GPU都将成为和CPU平起平坐的计算平台。这个远景在过去十年内的一大半都是没有实现的。GPU的应用场景依然非常有限。但在最近几年，形势竟得到了一定程度的扭转。深度学习给人工智能带来的突破，以及它所需要的大量计算，使得GPU成为必需的硬件平台。而GPU迎来井喷式发展。

**ARM服务器**：错误。大概在十年前，James Hamilton在的博客上宣布了他考虑将ARM用于服务器的设想。这一设想在未来十年内从来没有熄灭。不断有人推动这一个革命，但直至十年后的今天，都没有成势。十年前的我选择相信James Hamilton这一大佬，当然也就在这个领域预测错误了。很多核（many core）：硬件正确、软件错误。和多人都读过十年前David Patterson发表的那篇论文《The Landscape of Parallel Computing Research: A View from Berkeley》。对于业内大佬的信任，我们都选择站在他一边。那篇文章提出指出的单个CPU性能提升遭遇各种墙，必须向多核方向发展，这一预想显然得到的印证（这当然不是那篇文章提出的，是当时业内的普遍共识）。今天服务器端64核已经成为主流。但在软件方面，那篇文章认为软件架构需要革命性的改变，但这一点并没有发生。在今天128个处理器上的计算机软件，从系统软件到应用程序的架构，基本没有比十年前有什么变化，连实现层面的改进都并不算很多。十年前我们曾信息的认为多核革命会让软件系统的架构推倒从来，看来是大错特错了。

**Hardware Transactional Memory（HTM）**：错误。十年前的我坚信Transactional Memory（TM）是未来。应该说是算是人云亦云了。我也一直对这一技术报以特别的关注，原因也很奇怪，因为我在学校的导师的丈夫是TM的发明者之一，所以一直对这一技术感到莫名的亲切。我一直坚信这是把程序员从他们几乎不可能完成的线程同步编程中解脱的技术。过去十年硬件TM让大家充满希望过两次，一次是Sun的Rocks（最终项目取消），一次是英特尔的Haswell（最终因为缺陷而召回）。所以直到现在这一领域还是彻底令人失望的。

1. 三维实体造型

实体造型（英语：Solid modelling）是用于数学和电脑建模的三维实体上的一组连贯原则，它和几何模型以及计算机图形的差别主要在于它对物理尺度保真度的强调。几何模型和实体模型一同构成电脑辅助设计的根基，一般可以协助物理实体的创造、交换、可视化、制作动画、检查和注解。

实体造型的主要应用领域是计算机辅助设计、工程分析、计算机图形学、动画、快速原型（rapid prototyping）、医疗测试和科学研究的可视化（visualization）。

**常用的三维设计软件有哪些**

three,js

Three.js 是一款运行在浏览器中的 3D 引擎，你可以用它创建各种三维场景，包括了摄影机、光影、材质等各种对象。你可以在它的主页上看到许多精彩的演示。不过，这款引擎还处在比较不成熟的开发阶段，其不够丰富的 API 以及匮乏的文档增加了初学者的学习难度（尤其是文档的匮乏）three.js的代码托管在github上面。

1、MAYA

Autodesk Maya是美国Autodesk公司bai出品的世界顶级的三维动画du软件，应用对象是专业的zhi影视广告，角色动画，电影特技等。对动画.粒子方面具有一定的针对性,但建模不好建,多用于动画,影视特效.

2、Cinema 4D

德国公司Maxon Computer开发的3D绘图软件，CINEMA 4D字面意思是4D电影，不过其本身还是3D的表现软件，是德国Maxon Computer研发的3D绘图软件，以其高的运算速度和强大的渲染插件著称，并且在用其描绘的各类电影中表现突出。

3、3DSMAX

3D Studio Max，常简称为3ds Max或MAX，是Discreet公司开发的(后被Autodesk公司合并)基于PC系统的三维动画渲染和制作软件。

4、Softimage

SOFTIMAGE公司曾经是加拿大Avid公司旗下的子公司。SOFTIMAGE 3D曾经是专业动画设计师的重要工具。它对动画影视特效都具有很强的针对性,但不合于新手学.

5、solidworks

达索系统(Dassault Systemes S.A)下的子公司，专门负责研发与销售机械设计软件的视窗产品。著名的CATIAV5就出自该公司之手，目前达索的CAD产品市场占有率居世界前列。