



阿雷西博射天文台的倒塌，能否为此类事件画上句号？

数字孪生技术将如何变革故障诊断、预测性维护和产品开发

撰文：Patrick Bohle，解决方案市场营销副总裁，FARO® Technologies, Inc.

www.faro.com

好像去年的坏消息还不够多似的，在年末最后几个星期里，全球科学界遭遇了沉重的打击：[波多黎各著名的阿雷西博射电天文台](#)倒塌了。

去年夏秋两季，天文台的两条电缆发生故障，于是开始了紧急拆除。最初的电缆故障在天文台直径1000英尺的反射盘上造成了一个100英尺的裂缝，该观测站因维修而暂时关闭。去年11月，第二次电缆故障决定了阿雷西博的命运，工程师们认为该设施已无法挽救。相关人员已接到命令全面疏散。

至少有一位科学家称，这次拆除是“科学上的一记重拳，标志着一个时代的结束。”

阿雷西博的倒塌不仅给科学界带来了悲剧性的损失，对广大公众来说也是一个不小的损失。它曾在《007之黄金眼》和1997年的《超时空接触》等电影中出现，没有哪座射电望远镜比它更有名了。对于那些熟悉它标志性结构的人来说，阿雷西博有着独特的个性——一个巨大的碟形天线扫描着天空，耐心地倾听着来自其他世界的无线电信号，或者聆听宇宙的背景噪音，获取关于宇宙起源的宝贵线索。

这座拥有57年历史的技术奇迹始建于20世纪60年代初，[直到2016年FAST（500米口径球面射电望远镜）在中国投入使用前，它一直是世界上最大的单口径射电望远镜。](#)

2016年被击败，2020年损坏倒塌，这座著名的望远镜就这样不体面地终结了自己的一生。

“真是祸不单行，不是吗？”

但是，如果这样的悲剧可以避免，又是怎样一番情景呢？如果一个结构、建筑甚至组装部件的未来故障，不是提前几周或几个月，而是提前数年，甚至在批量生产部件之前就能预测到，又会是怎么一番情景呢？随着数字孪生技术的出现，这一情景即将成为现实。数字孪生技术通过3D激光扫描，将物体转换为数字版复制品，并通过基于云的实时数据分析进行监测和建模。

事实上，在接下来的几年里，全球数字孪生市场预计将以近38%的复合年均增长率(CAGR)增长，到2024年将达到164亿美元。其中大约一半(41%)的增长预计将发生在北美，汽车和航空航天业占主导地位。

广义地说，由数字孪生支持的结构健康监测和预测性维护代表了该技术在世界范围内的应用门槛。例如，在[英国最近的一项研究中](#)，位于斯塔福德郡（西米德兰兹）的两座铁路桥梁在建造过程中安装了光纤传感器，以实时测量“应变/应力演变”和“应变/应力分布”，作为概念验证测试。报告显示，这些信息与通过结构传感器数据实现的“有限元”预测模型相结合，可用于帮助建立性能基准，从而实现长期状态监测和以数据为基础的资产管理。在桥梁的整个使用寿命期间，都将对后续传感器数据进行收集。”

换句话说，这可能意味着像阿雷西博（以及其他类似案例）那样的工程失败很快就将成为历史。

例如,如果对阿雷西博进行3D激光扫描,并安装监测传感器,检测主要电缆和辅助电缆的抗拉强度,则可以跟踪该结构的长期完整性。同样,模型模拟将解释该地区频繁的飓风、周期性地震和近乎恒定的湿度所造成的物理应力,以及这些应力如何影响几十年的结构性能。历史和实时的气象与地震数据,将提高数字模拟的准确性。虽然工程师们已经定期对自己建造的结构进行检查,但数字孪生技术可提供无与伦比的、近乎实时的洞察力和更快的反应时间。

这不仅适用于阿雷西博等已建成很久结构的故障预测和结构健康监测,也适用于在建、改造或技术改良过程中需要进行监测和建模的任何结构(例如工厂)或部件(例如飞机涡轮)。阿雷西博的辅助电缆是在上世纪90年代添加的,当时没有进行预测性维护。但是,想想看,如果下一代地面望远镜在20年后超越中国的FAST,并使用数字孪生技术从头开始建造,那么会发生什么情况?

实现双赢的数字孪生

答案很简单:在可能创纪录的时间内向市场交付更好、更强大和更安全的产品。这也意味着远程数据共享具有更大的灵活性,速度也更快,制造商能够在世界任何地方访问设计图,但同时享有物理资产和数字资产之间完全同步的优势。

最重要的是,几乎所有行业都将从中受益,消费者也不例外。对于汽车行业而言,从道路车辆收集实时数字孪生数据,有可能在一天之内提供宝贵的性能指标,这些指标可以帮助推进汽车设计,提高安全性和燃油效率标准,并且由于电池性能的增强以及再生制动技术的进步,这些指标还有可能成为加速电动汽车普及的催化剂。对于制造商来说,产品的生命周期也可以完全从数字领域开始,在这一领域,3D模型可以模拟现实世界中的性能。

汽车工厂本身也可以进行数字孪生,监测建筑的可持续性和性能、运营和维护,甚至居住者/员工的健康状况。在不久的将来,所有类型的工厂都将从以下优势中获益:更短的规划/建造生命周期,更快的汽车/模型周转时间,更高的可靠性和效率,增强的自动化功



能,以及也许最令人兴奋的“就地建造”方法——复制实体工厂的设计规格,并在世界其他地方建造更接近需求市场的工厂。这些决策将产生深远的规模经济影响。

同样的预测性维护和工厂建造潜力也适用于飞机。通过远程传感器和云共享,涡轮性能、液压控制和飞机环境控制系统(在后新冠疫情时代尤为重要)等指标都可以在问题发生前进行即时监测和改进。在这一领域,数字孪生也可以从最优性能开始,甚至在组装第一批飞机物理部件之前就可以了。

什么是数字孪生,什么不是,以及它可以给您带来哪些帮助

不过,采用数字孪生技术的关键,在于理解数字孪生与数字模型并非同一概念。

数字模型是物理资产的静态表达。自20世纪80年代以来,这项技术的应用越来越广泛。数字孪生是一个活性物质3D模型,一个与物理资产同步的“活文档”。如果对资产进行了某些修改,数字模型就会相应更新,这可以通过基于云的软件和不断发展的、对物理资产物起扩充作用的物联网(IoT)技术来实现。在追求数字孪生这一技术的过程中,千万不要忽视了它与数字模型之间的区别。

数字孪生被应用于全世界的建筑、建设和工程项目当中,可以产生以下预期成果:

- 在整个产品或资产生命周期内提高效率
- 实时了解客户使用模式,这些模式将反馈到3D数字模拟中,从而获得进一步的改进
- 根据输入模型的真实数据预测故障和维护

- 创建一条“数字主线”，使不同的系统和过程可以远程连接
- 无需前往物理资产即可进行故障排除
- 更好地理解在生产成品（比如建筑、飞机、汽车等）的系统中，各系统之间的相互关系。
- 监测和评估历史建筑和地标，以进行日常维护或精确修复



随着物联网技术的拓展（预计到2026年，全球市场份额将达到[13亿美元](#)，约有750亿台设备连接到互联网），数字孪生的影响力只会不断扩大。尽管启动费用和数据迁移是必不可少的转换因素，但数字孪生的投资回报率很高，因此值得采用。

“镜像世界”成为现实

1963年，当阿雷西博天文台开始运行时，那是一个完全不同的世界。最早的超级计算机之一[Atlas](#)在英国开始运营，其存储容量为48,000字（约96千字节）。彼时距第一批科学论文的出现还有四年时间，就更别说数字时代的基础——网络计算的硬件了。如今，数字孪生技术是这些开拓性努力的产物。

随着企业和制造商逐步摆脱全球疫情的影响，要在竞争中显现思维优势，摆脱机动运营方式，首先就要采用创新的解决方案，这些解决方案旨在加快决策时间，更快地分发更好的数据，并与世界上任何地方的项目利益相关者远程共享信息。

数字孪生技术正是能够实现这一目标的实时动态建模方法。

制定数字孪生战略的六点计划

- 1 资产评估** – 评估您当前的设施和库存。用于维护和监测的当前成本是多少?停机时间的发生频率如何?最近一次的停机持续了多长时间?解决紧急情况的人工/加班成本是多少?您当前的决策时间是多久?
- 2 外包还是内部完成** – 采用数字孪生策略可以完全外包给第三方,也可以在内部进行升级。确定哪种方法最适合您的需求,以及您是否有能力协调内部团队。
- 3 寻找利益相关方的投入** – 识别所涉各方之间在哪些方面/以何种方式在资产监管方面,最大限度达到一致。数字孪生建模将会如何与您的现有工作流程进行集成?这一行动的预期投资回报率是多少?
- 4 知己知彼,百战不殆** – 研究类似/相关现场的运营经理在何处/哪个设施的工作内容。您所在地区的每家企业是否都在采用数字孪生策略?查看贸易出版物,注意客人署名或任何关于这一主题的案例内引用。关注社交媒体。
- 5 查看供应商网站** – 花时间查看供应商网站,了解他们的产品组合并选定最适合您需求的产品。将搜索范围缩小到 2-3 个选择,联系供应商并申请演示。确保演示包含示例设施,重点演示从开始到结束的整个工作流程。最后,寻找由供应商发起的对您的设施/有形资产的现场扫描。
- 6 获取团队成员支持** – 包括 IT 经理、运营经理和主管团队成员。预算获得批准后,可与首席财务管或拥有采购权的员工共同敲定任何决策。