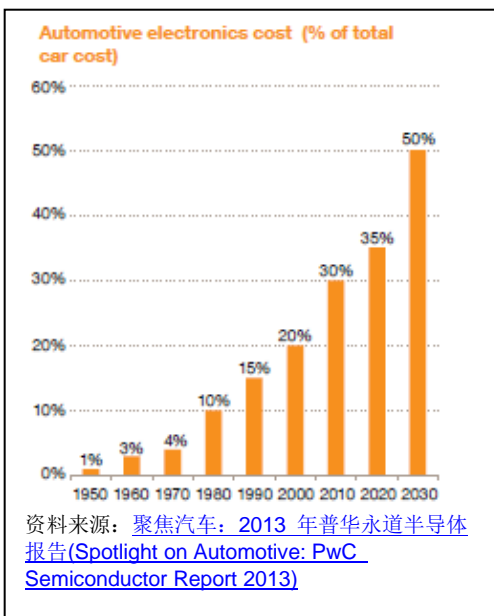


## 善用不断演变之产品格局中的变化和复杂性

10 年前，汽车有大约 10 到 15 个电子控制单元 (ECU)。今天，这个数字已经超过 90。实际上，在某些豪华车中高达 150。90 年代中期的梅赛德斯·奔驰有八种车型，而现在已达到 20 多种，并且每种车型的构造和装饰选件都远超以往。

毫无疑问，为了满足客户日益增长的期望，当今的产品正在以前所未有的速度变化。这些变化不仅限于汽车行业，大多数主流产品行业也同样如此。

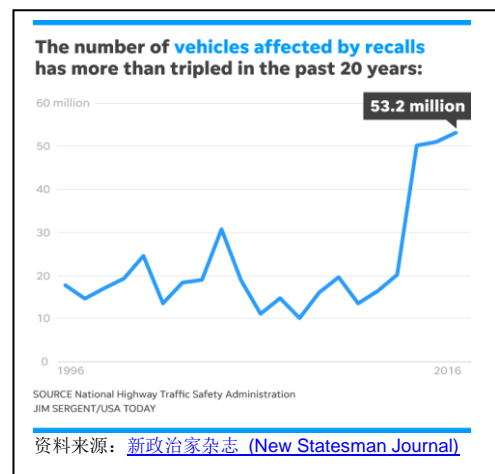


当今客户期望得到具有复杂的软件驱动功能的互联产品。他们总是希望有更多选择、更多新型材料和装饰，还期望产品更安全、更合规、制造工艺更环保。不仅如此，他们还常常期望产品的价格更低、性能更好，开发时程越短越好。

上述以及更多的需求推动了产品的复杂性，更重要的是，推动了“从设计到制造再到服务”的环境。这种复杂性既是机遇，也是威胁。机遇是指如果能把握时机提供与众不同的产品体验，就能实现增长、赢得利润。威胁则是指对客户

和业务的负面影响不仅是意外的，更可能造成成本高昂并有损声誉的产品召回，而且这往往是不受控的。

事实上，汽车、飞机、复杂医疗器械和大型工业机器类产品已成为超复杂的信息物理系统。这些系统的软件内容即使不超过数亿行代码，也有数百万行代码；它们



所分布的互连电路即使不超过数百个，也可达到几十个；此外，系统还会附加大量传感器、致动器和通信接口。

这些产品的相应开发环境需要在不同系统之间，通常是独立的机械、电气/电子和软件工程团队之间，实现不同技术的互联。这可能需要在位于不同地点的多家公司之间执行此类互联。最终形成的生态系统包含极其复杂的设计 workflow，断裂或脱节意味着时间和机会的浪费以及成本的增加。

这种情况下的产品开发极有可能含混不清。除此以外，满足如今眼光越来越敏锐的客户对于不同款型和选择越来越多的需求，也掀起了一场完美的设计风暴，因而更有可能出现相互脱节和接踵而至的各种问题。

如此规模的设计复杂性根本无法通过更多的人工干预来管理。任何仅通过加派人手来管理复杂性的想法都不会成功。这种做法不符合经济性，而且公司根本无法找到足够的熟练人员来

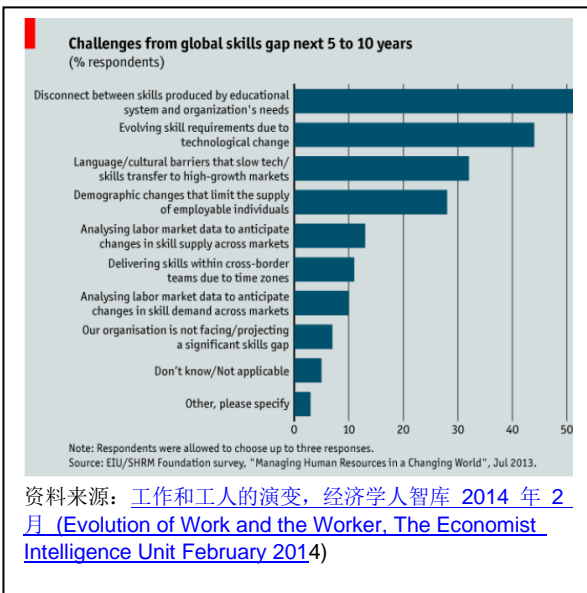
2000 年代中期发生的空客 A380 线束不匹配就是技术脱节的一个例子。这个示例突显了机械和电气学科之间可能会造成代价多么巨大的错误。有人估计，飞机结构与连接飞机复杂电气网络的线束之间的意外差异使空客公司损失了数十亿欧元的利润。

资料来源: [纽约时报](#)

提供时下复杂产品和系统所需的新技能。在西方经济体中，劳动力老龄化和退休无疑进一步加剧了这种技能缺口。简而言之，公司必须找到新方法管理设计复杂性，以获得所需的规模、效率、质量和最终盈利能力。

## 寻求机会

当然没有魔幻妙招，而且面对如此复杂的状况，也没有立竿见影的解决方案可以解决诸多设计挑战，但是确实存在某些选择，其中包括：



- 尝试用新方法来削减传统孤立领域之间的壁垒，鼓励不同学科之间展开更多团队合作，提高效率并缩短上市时间。对此最贴切的描述可能就是聚焦流程、方法和工具。简化流程以充分利用不同领域之间的协同。更新现行方法以囊括工程成本并提高效率。最后，调整工具生态系统与这些流程和方法以产生实用成果。
- 系统工程，尤其是系统驱动产品开发已被证明是有价值的方法。这些自上而下的方法和进化式途径既是协同的，也是多领域包容的。在产品生命周期管理 (PLM) 等技术的支持下，它们解决了公司在复杂性管理、产品可变性、优化和可追溯性等领域面临的诸多挑战，从最早的需求直到产品检修。使用产品设计和生命周期技术来支持系统工作流还可确保数字一致性并提供数字线程，这对于在公司上下以及跨平台和产品使用和重用信息至关重要。
- 创建利用数字模型独特价值的工作流。如果在从开发的最早阶段到真实度逐渐提高的各层级，直到产品最终成形的所有阶段中，都能进行产品建模并评估多种选项和设计，就能够帮助公司优化开发周期。例如，从系统设计的早期阶段到虚拟零件和产品开发，再到最终的生产 and 测试，架构研究和仿真都具有巨大价值。它们有助于了解设计状态和工程权衡，工程师可以在整个设计周期内优化和验证设计。审慎的架构式系统建模、优化和仿真策略减少了不必要的设计周期和昂贵的原型，最终提供质量和可制造性更高、更适合预期市场的产品。

*随着当今汽车中的电子设备越来越复杂，在机械设计的背景下管理电气基础设施至关重要。我们看到出现了连接更多 ECU、传感器和执行器的更大、更复杂的车辆线束。从整体而非仅从零件或子系统角度做出决策将非常有利于安全性和可靠性约束、线束拓扑、车身强度、重量、热特性、电磁性能、安全性、安装和维修等诸多方面。*

**Mahindra Automotive North America**  
数字化工厂架构师帕特里克·法希  
(Patrick Fahy)

- 打破电气、电子和机械等不同学科之间的障碍并集成各种设计环境，促使工作环境更加多产、没有冲突。也许使用跨领域技术、通用数据主干和共享库来处理汇集视图可以帮助开发人员做出更快、更明智的决策，最终提供更好的设计。西门子 NX（机械设计）解决方案与 Mentor 的 Capital（电气）和 Xpedition（PCB 开发）系统之间的连接就是一个很好的例子。这些集成所提供的用户体验意味着开发人员可以消除对常见对象、外形、功能和大小的误解和不正确假设；更可能尽早发现最常见的错误源，甚至有望从根源上加以避免。此外还可立即跟踪并自动管理整个生命周期迭代中的设计更改和关联的数据集。各设计周期之间或（通常是跨学科的）团队成员之间可能发生的、通常因手动或半自动传输导致的错误现在也可以避免。

过去我们必须准确地对复杂的布线系统进行关联建模，才能确保在使用时不会出现磨损。显然，飞机上的短路，尤其是燃油附近的短路，很可能带来灾难性后果。那时我们不得不进行大量设计迭代，或者根据需要进行复制，以确保充分满足了所有内部机构和限制表面的需求，这种方法非常耗时。此外，在发生任何电气系统或（机械）结构更改时，我们都必须重新整合电气和机械模型，并再次全部重新验证。

大卫·赫里奥特 (David Herriott): 顾问及航空航天系统与技术专家

- 重用平台、数字模型和其他产品相关信息可以提高投资回报率，并大大缩短开发周期。利用可重用元素具有合理的商业意义，而考虑将数字模型的价值扩展到其他领域也很有意义。例如，通过基于模型的定义 (MBD) 可将产品制造信息 (PMI) 添加到 3D 模型中。使用 MBD 可帮助公司绕过传统的 2D 文档流程，提高对设计的理解，改善产品质量以及（内部和外部）制造流程。
- 公司只有更有效地吸收并与其他人共享需求、经验、数据、设计意图、模型和工作流等信息，才能赢得竞争优势。在当今设计和制造生态系统的标志性异构环境中，花费大量时间和精力进行连接、管理、协作、集成或导出到内部或外部系统的努力不会带来任何附加值而且成本高昂。产品生命周期管理 (PLM) 可帮助您完成协同和编排等工作，其通常是管理时下产品开发复杂性的重要组成部分。当然，PLM 的开放性以及使用的所有设计和工程技术都是成功的关键因素。数据导入和导出的简便性和准确性、成功吸收和重用外部信息的能力都会直接影响项目的获利能力，并由此决定项目是否成功。

## 对未来的思考

覆盖所有产品类型的故障和声誉损失的代价不断攀升，这提醒我们生产正确产品且首次就获得成功是多么重要。要想在产品生态系统变得日趋复杂（或许迅速从机械领域偏向软件和电子领域）的情况下做到这些，就需要新的设计思路，以及将其付诸实践的技术人员、工作流程和工具。

由于技能要求高、时间短、成本压力日益增大，因此使用设计工具来增强和自动化多领域设计 workflow 对业务和技术都颇有意义。幸运的是，各种新功能以及（机械和电气）领域工具链之间更加开放和无缝的技术集成现在使这一切变得更加可行。尚未这么做的公司可以重新研究产品选项，从而充分利用这些技术进步。