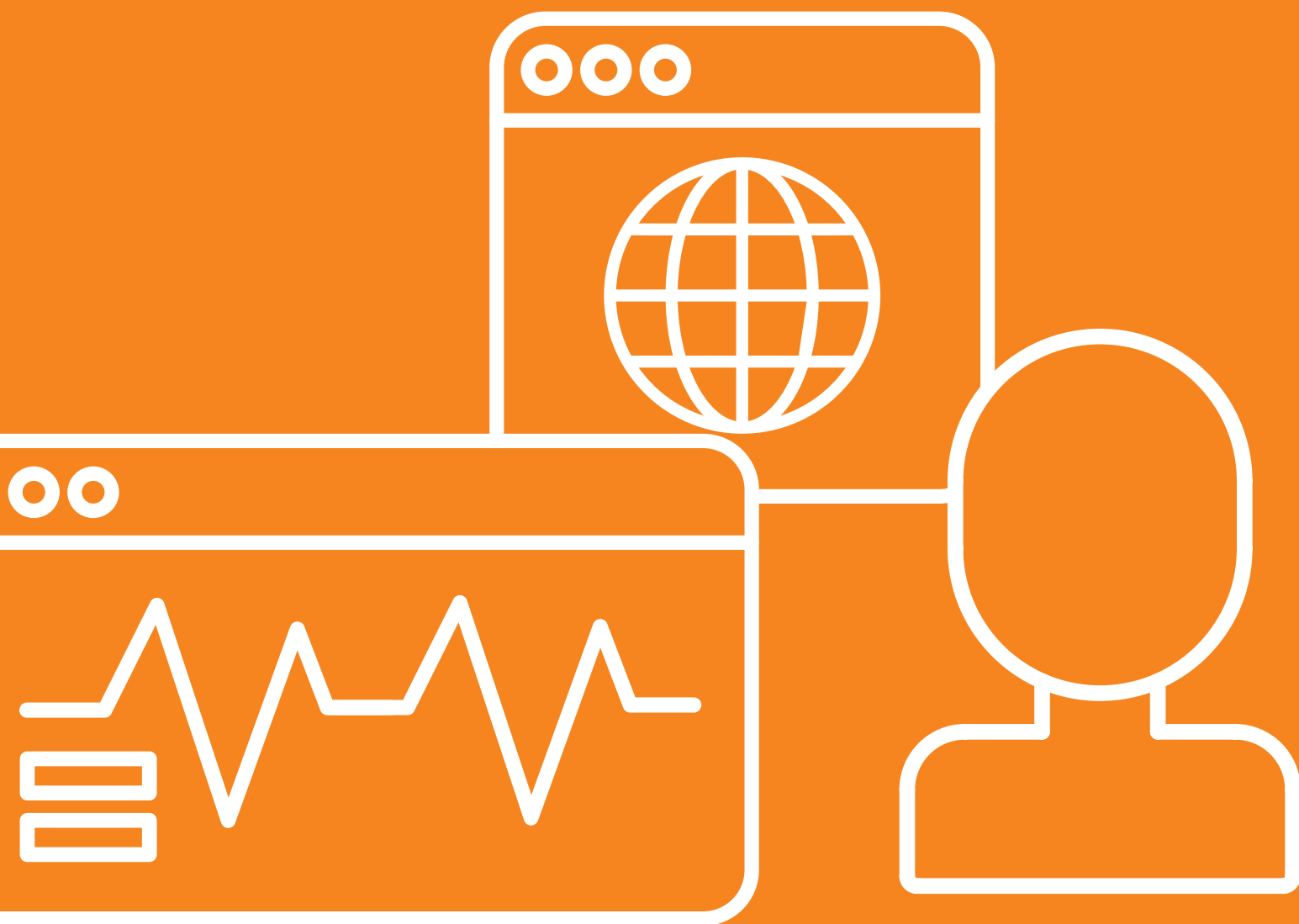
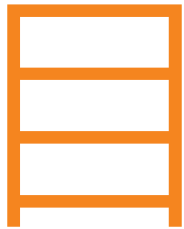


数字化转型是工程生命 周期优化的必由之路





前，汽车、航空航天和电子等行业的工程师正见证剧变。企业面临巨大的竞争压力，因此必须彻底改变工程团队的工作方式，以便更快地将产品推向市场，大幅降低开发成本，保持质量标准，并且在工程和创新方面超越竞争对手。客户和市场需求促使企业彻底改变传统做法，实施更新、更敏捷的流程，优化整个工程生命周期。本文将探讨这些挑战，并深入研究行业领先企业的真实案例，了解他们如何成功地颠覆市场。

2017年，当 Raman Mehta 以伟世通 (Visteon) 首席信息官的身份掌舵公司的 IT 职能时，他面临的挑战是为这家传统上以硬件为中心的汽车驾驶座供应商实施 IT 转型。该公司希望转变为基于软件的创新者，为互联、电动和自动驾驶车辆提供信息娱乐功能和“智能”仪表盘显示系统。

当时，从墨西哥的奇瓦瓦州到中国的上海，伟世通的 4,000 名工程师都使用传统的电子表格以及公司自行开发的系统，但这些系统彼此之间无法进行通信。在汽车行业，产品的基本设计大抵相同，只是型号或饰件略有不同。这为复用创造了绝好的机会，但伟世通的团队却对同一设计使用多个电子表格，做了很多重复的工作。

“我们的生产力不断遭受损失。” Mehta 表示，“我们需要新的思维模式、新的企业文化和完全不同的创新方式。我们希望工程师能够专注于工程和创新任务，不用分心去管理底层基础架构。”

Mehta 的团队改进了企业的广域网，建立了云基础架构，着手捕获所有工程数据，将其转换为独立格式，并使用通用的应用编程接口构建适用于所有工程团队的单一平台。如今，伟世通的工程师在管理需求或测试用例时都能使用相同的数据。高管可以洞悉整个工程生命周期，能够及早发现并管理那些可能会出现预算超支、进度落后或需要额外资源的项目。

要点

- 目前，软件和产品日益复杂，加之客户期望值不断提高，迫使工程团队改变其工作方式。
- 团队必须使用新技术和敏捷流程以优化工程生命周期，持续改进产品开发。
- 那些没有投入巨资部署新工具和新流程并且没有向数字工程转型的企业已经落在后面。



“我们希望工程师能够专注于工程和创新任务，不用分心去管理底层基础架构。”

Raman Mehta, 伟世通首席信息官

公司实现了实实在在的收益。面对产品中软件占比越来越高的格局，伟世通已经游刃有余。现在产品的使用寿命为 2 到 3 年，而过去则长达 5 到 6 年。他们的代码总体质量不断提高，能够满足行业对于安全的硬性要求。团队间协作有助于激发创新和“数字原生”思维。Mehta 表示伟世通已经能够“充分利用工程师的软件技能获得最大收益。”

在当今环境中，敏捷的新玩家正在颠覆整个行业，传统企业必须转变工作方式并充分利用新技术，才能生存

伟世通目前产品的使用寿命一般为 2 到 3 年，而过去则长达 5 到 6 年。

下去。“如果你不知道如何利用优势来获得领先地位，就可能落后于竞争对手。” IBM Watson Internet of Things 产品管理总监 Jesper Christensen 表示，“如果还像 10 到 15 年前那样行事，将无法继续发展下去。”

新需求，新对策

为了应对这些全新的现实情况，领先的企业已经开始将人工流程转变为数字化系统，以便为不同职能领域和地理位置的团队提供通用工具集和协作系统，支持他们通过云访问共享的实时数据。

此外，他们还将数字工程数据与产品开发生命周期的其余内容连接起来，创建从产品构思一直延伸到设计、制造和客户反馈的无缝数字路径，实现端到端的工程生命周期管理。但也只有时至今日，随着工程系统领域取得重大技术进步，这些基于云的整合才得以实现。

众多企业纷纷利用物联网 (IoT) 和基于人工智能 (AI) 的数据分析等技术，了解客户实际使用产品的方式，并据此调整产品开发方式，实现持续改进。他们以多种方式部署 AI，比如用于帮助初级工程师提高需求编写水平的专家系统，以及通过分析大型数据集以发现模式并帮助优化流程的机器学习。不进行这种转型的企业有被市场淘汰的风险。

“如果还像 10 到 15 年前那样行事，将无法继续发展下去。”

Jesper Christensen,
IBM Watson Internet of Things
产品管理总监



Mehta 希望帮助伟世通创建“从产品工程到生产工程的无缝之旅，压缩‘从概念到收益’的周期”，为此，需要更大程度地依靠数字模拟，帮助优化外形规格和制造工作流程。伟世通的产品生命周期管理体系是开放和互联的，目标是通过与原始设备制造商建立更紧密的工作关系、降低成本和提高产品质量，从而获得竞争优势。该公司目前“大举押注 AI”，一方面是将智能融入工程师设计的驾驶座电子产品，另一方面是在工程设计中部署 AI 数据分析，“以更低的成本和更短的时间交付高质量的软件”。

工程团队面临的挑战

随着产品越来越复杂，整合并优化工程团队的运作方式变得更为关键。举例来说，现在一辆汽车大约有 3 万个零件和超过 1 亿行代码。

而且他们的工作重点已从硬件转移到了密集的软件技术进步方面，比如自动驾驶功能。例如，汽车上的制动装置现在具有防碰撞功能，通过将传感器和摄像头与实时数据分析相结合，向驾驶员发送音频和视频警报。如果驾驶员没有响应，系统就会独立做出并执行智能决策，通过刹车避免碰撞。

伟世通的工程师正在创建域控制器，用于将所有传感器数据汇总起来，并进行转换以便在具有触摸屏和语音激活功能的仪表盘显示器上显示，甚至可将这些信息投射到挡风玻璃上的“平视”显示器上。

“确保每个人都保持同步是工程团队面临的关键挑战。” ABI Research 首席分析师 Pierce Owen 补充道，“为此，企业采用基于云的协作平台，确保所有工程师看到的是相同的数据，并且能够将变更情况实时传达给每一个人。”

推高复杂性的因素

多种因素决定了目前工程团队的工作变得越来越复杂：

软件：例如，结合了传感器和实时分析技术的复杂系统，包括汽车中的防碰撞功能。

产品：在开发早期犯下的工程错误可能会导致产品被召回，甚至危及生命安全。

个性化体验：客户希望购买根据个人需求和偏好量身定制的产品和服务。

跨系统依赖关系：各个工程团队如果使用电子表格和彼此不通信的系统，可能会在重复工作方面浪费大量精力。

物联网：数据不断通过物联网系统流向开发流程，用于改进产品和服务。

国防承包商雷神公司 (Raytheon) 的高级首席系统工程师 Chris Finlay 认为，所有的工程工作在几年前还都是采取各自为战的方式完成的。“即使我们也在开发模型，但它们是烟道式的，与其他模型没有任何联系。”他表示，“我们在一个系统中编写需求，但无法通过数字方式将硬件设计与这些需求联系起来，因为硬件设计位于 CAD 系统中，无法与需求管理系统进行通信。”

“一旦开始以数字方式捕获事物，就可以开始利用机器学习或 AI 算法。”

Chris Finlay,
雷神公司高级首席系统工程师

Finlay 领导的团队一直致力于为工程团队设计数字平台，用于取代基于文档的信息交流，从而填补不同工具集和设计流程不同阶段之间的空白点。“一旦开始以数字方式捕获事物，就可以开始利用机器学习或 AI 算法。” Finlay 表示，“这样可以降低开发成本，因为以前人工执行的任务，现在都实现了自动化。”该平台使用标准编程语言，因此，Finlay 的团队能够消除同行评审的空白点、重复数据和返工成本。

制造行业的工程团队还面临着 IT 行业所没有的挑战。例如，在 IT 行业，新的生产力应用中的软件错误可能只意味着某个业务流程无法按预期工作。但对于开发实物产品的工程师而言，错误可能会导致生命危险或产品召回。国防、汽车和航空航天领域的工程师在严格的监管环境中开展工作，需要极其认真地执行安全和质量测试，仔细编制文档，确保产品的可验证性和数据的可追溯性。

客户期望值不断提升

制造商面临的另一个挑战是客户希望看到持续改进和持续创新。当今的客户不仅希望获得高质量低成本的产品，还希望能够定制产品以满足个人需求和偏好。

“客户一直在推动我们进行技术创新。” Finlay 表示，“客户想要更快、更好、更便宜的产品，有时提出的甚至是超前需求。”

亨利·福特有句名言：“任何顾客都可以将汽车漆成他想要的颜色，只要它是黑色的。”这句话在 1909 年行之有效，因为当时新车都是限量供应的。而现在，消费者希望在线上便可定制具有特定功能的梦想汽车，并且希望最小的细节也能够量身打造。这给工程师的产品设计带来了前所未有的复杂性。

无论是汽车、电梯、洗衣机还是导弹防御系统，客户都希望能够基于嵌入式物联网传感器、高速云连接和 AI 分析执行实时诊断。毕竟，如果汽车能够一直收集使用情况数据并将其反馈给制造商，车主何必要等到定期保养时才能知道需要注意的零部件或系统呢？如果将防撞系统与实时天气和交通状况信息联系起来，会不会更有效呢？

Finlay 在雷神公司的目标是让物联网传感器从现场系统发回数据，以便公司可以执行预测性维护。使用 AI 系统分析海量的物联网数据有助于更加深入地了解系统性表现，并将相关洞察反馈到设计中。Finlay 表示，基于此类信息，企业可以根据需要改进某些零部件的性能，或者发现实际性能超过客户所需的零部件，以更低成本的等效部件来替换它们，从而节省成本。

目标：连续性

IBM 物联网首席技术官 Sky Matthews 表示，从一家制造机电设备的工程企业转变为一家将软件整合到产品设计流程中的公司，对许多组织来说都是艰难的蜕变。“转变为软件驱动的实践需要在企业的每个层级都实现文化转变。” Matthews 表示，“这是巨大的观念转变，必须谨慎行事。”



IBM Watson Internet of Things 全球销售总监 Joe Schmid 表示：“在工程设计过程中，首先定义需要完成的任务，对其进行设计、构建和测试，最后证明已完成任务。关键是要整合这些步骤。”

Joe Schmid,
IBM Watson Internet of Things 全球销售总监

与任何这种量级的任务一样，谨慎的做法是选择一个紧迫的难题作为最初切入的重点。企业应当确定一个特定的瓶颈，并组建一个小规模的多学科团队，使用敏捷开发方法消除瓶颈，快速见到成效。最初的成功会产生涟漪效应，助力工程团队赢得全公司的广泛支持，从而可以逐步扩大转型工作的范围。关键是要确保实现流程自动化。此外，确定初始项目并不意味着采取零敲碎打的方法。企业还必须制定更大规模的战略计划，以实现整个开发生命周期的端到端转型 - 不仅是技术，还包括人员和流程。该过程包括评估企业的数字化准备情况，确定需要采取的措施，然后根据业务需求确定行动的优先顺序。

在最基本的层面加快产品开发周期 - 从每五年推出一款新车型转变为持续改进和持续交付，就是巨大的文化转变。之前一直都在各自的“孤岛”式组织中使用各自的工具集和规程开展工作的机械、电气和系统工程团队，现在必须在一个整合的产品开发团队中与千禧一代的软件工程师合作，为实现共同的目标而努力。

“最大的挑战之一就是文化转变，必须让人们接受这种新的数字工程方法。” Finlay 补充道，“无论你是刚从大学毕业还是即将退休，都得接受完整培训，学习新技术和新的工作方式。企业需要采用新的方法对资深工程师进行培训，帮助他们克服惰性。”这正是 AI 的用武之地 - 帮助初级工程师学习传统的专业知识，并将新智能融入旧流程中。

“系统之系统”

工程团队的转型离不开在整个工程生命周期中整合的数字工具。此外，必须安装工作流程管理系统，以便能够通过仪表盘来监控整个流程，并验证是否按适当的顺序在规定的期限内执行所有合适的步骤。

由于企业构建了单一记录系统，因此数据流必须实现标准化。IBM Watson Internet of Things 全球销售总监 Joe Schmid 表示：“在工程设计过程中，首先定义需要完成的任务，对其进行设计、构建和测试，最后证明已完成任务。关键是整合这些步骤。”

但整合并非易事。Schmid 表示，与他合作的客户通常只精通该过程中的某个环节，比如设计，但他们无法将设计整合到生命周期中。“当他们需要更改目标或规范时，全靠工程设计人员来完成。”他表示，“但这对我们现在拥有的复杂系统是行不通的。一个工程师不可能掌握整个系统。这时就会出现错误。”

IBM Watson IoT 互联产品副总裁 Dibbe Edwards 表示，他们的目标是创建整合的“系统之系统”，也就是从产品开发的需求阶段到实时监控消费者如何使用产品形成闭环系统；然后部署 AI 系统，分析数据并基于分析结果改进产品。

数字化的主要优点之一便是组件复用。“随着模型库的建立，组件复用能力呈指数级增长。”Finlay 表示，“这也是整个基于模型的工程设计过程中投资回报率最丰厚的方面。”想象一下，如果接到设计新产品的客户订单后，由于使用了已在库中的组件，省去了 80% 的设计工作，可以节省多少成本！

47%

的失败项目归因于
需求错误

80%

的返工归因于
需求错误

资料来源：项目管理研究所

数字建模系统还可以执行数百万次模拟和测试。Finlay 解释说，在开发武器系统时，雷神公司的工程师可能会创建一个模型并执行模拟，以确定他们的设计能承受多大的极端结构应力。然后，他们针对极热或极冷低情况进行单独模拟。Finlay 表示，借助新的数字建模工具，工程师可将这些模拟结合起来，运行多次迭代，只需几周而不是几个月即可完成任务。

另一个优点是能够将工程模型与制造工艺联系起来。Finlay 表示：“所有环节都联系在一起。”最终目标是实现测试过程自动化，让系统分析某个零部件是否通过了测试，进行纠正，然后重新测试，并且让软件自动生成制造软件系统所需的代码行。

ABI Research 的 Owen 表示，通过迁移到数字平台，工程团队能够采用全新的工作方式。例如，借助名为“创成式设计” (generative design) 的新技术，工程师基本上只需描述产品需求，软件就可以生成数百个设计供工程师选择。Owen 表示，创成式设计潜力巨大，有助于提高工程师的生产力，加快最终设计的开发速度，并最终生成性能更高的零部件。

通过人工智能和物联网实现完全整合

在各行各业，AI 都能够在整个产品开发生命周期中发挥关键作用。首先，AI 可以帮助企业从已经收集但还在“睡大觉”的海量历史数据中挖掘业务洞察。“企业客户拥有 TB 级的工程数据。”Schmid 表示，“他们该如何利用这些数据？如何使用 AI 开发更出色的产品？”

Owen 补充说，借助 AI 系统，企业不仅有机会积累和分析客户数据，还能利用员工队伍数据，实现跨代的知识技能传承，并使用 AI 系统来帮助培训新一代的工程师。

企业还可以通过部署基于 AI 的专家系统，帮助每位工程师更准确地编写需求，从而改进需求流程——这非常重要，因为糟糕的需求是导致项目失败的主要原因之一。根据项目管理研究所 (Project Management Institute) 的报告，47% 的失败项目是由于需求错误造成的，这类错误还要为 80% 的返工以及 50% 的项目缺陷负责。

基于云的 AI 系统可以在工程师编写需求的过程中对这些需求进行实时分析，这对于缺乏经验和专业知识的年轻工程师而言尤其有帮助。通过对标准和最佳实践进行编码，AI 系统可以自动运行较低层次的流程，从而将工程师解放出来，有时间有精力从事创新工作。

同样，这种基于 AI 的流程优化可以扩展到建模、质量保证和测试环节，最后都整合到单一系统中。伟世通的 Mehta 希望能够边开发工程流程边用 AI 进行分析，以便及时确定需求的成熟度，发现趋势并找到可能存在风险的项目。

包括惠而浦 (Whirlpool) 在内的创新型企业已经走上了这条道路。惠而浦目前正在为洗衣机、烘干机、洗碗机和烤箱等家电配备连接到云分析平台的物联网传感器系统，以便在惠而浦与客户之间建立双向信息流。惠而浦的工程师认为，深入了解客户对企业产品的使用方式对于产品开发而言弥足珍贵。传感器会在检测到问题时第一时间向客户报警。

市场研究公司 IoT Analytics 的分析师 Matthew Wopata 表示，物联网项目具有可观的投资回报。该公司近期开展的一项调研发现，17% 的受访者在不到 6 个月的

转型核对清单

目前，工程团队正采用云工具和现代方法以简化流程，极速推进项目。以下是供工程师在转型过程中使用的行动核对清单。

- 1 采用敏捷方法和实践。
- 2 端到端地优化工程生命周期。
- 3 应用高级分析和 AI。
- 4 积极制定行业标准，实现合规。
- 5 尽早参与到整条供应链中。

时间内收回了物联网项目的投资，另有 40% 的受访者表示他们在一年内实现了投资回报。

顾名思义，新一代的行业颠覆者是基于云的数字原生玩家，这使他们比使用传统基础架构和工程流程的企业更加灵活、动作更加迅速。

此外，这些颠覆者还在绘制具有明确行动方案的蓝图，以帮助工程团队改变思维方式，实现企业范围的转型。

《数字化转型是工程生命周期优化的必由之路》(Optimizing the engineering lifecycle requires digital transformation) 是 MIT Technology Review Insights 发表的一份高管简报。该报告是根据我们于 2019 年 1 月和 2 月开展的研究和访谈而撰写的。我们要感谢所有的调研参与者和赞助方 IBM。MIT Technology Review Insights 独立收集并分析本报告中所包含的全部调研结果，与参与者或赞助方无关。

关于 MIT Technology Review Insights

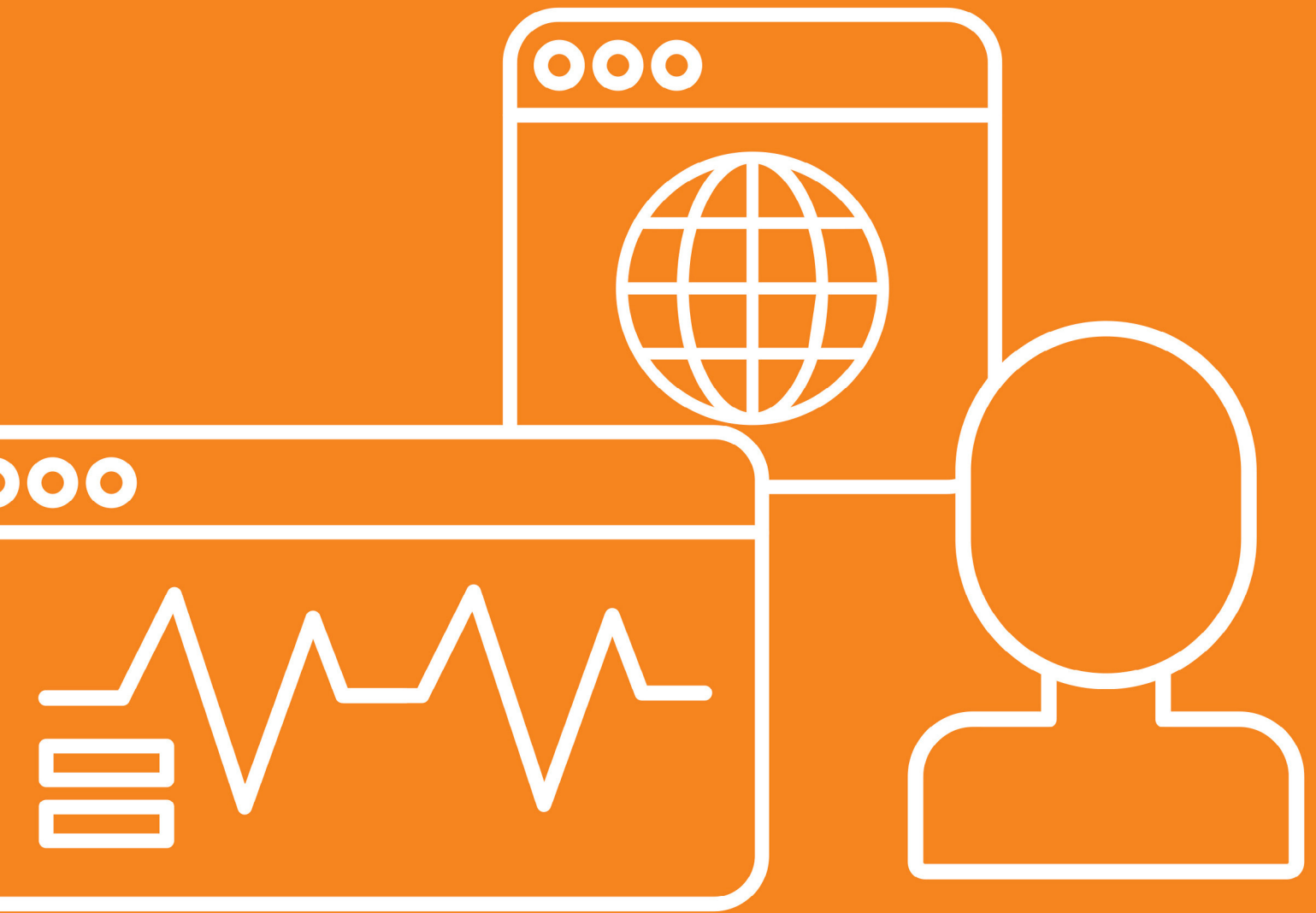
MIT Technology Review Insights 是《MIT Technology Review》的定制出版部门。《MIT Technology Review》是世界上历史最悠久的技术类杂志，由全球最顶尖的科技学府提供支持 — 我们积极开展现场活动，并研究当今领先的技术和业务挑战。MIT Technology Review Insights 在美国和海外开展定性和定量的研究与分析，并发表范围广泛的内容，包括文章、报告、信息图、视频和播客。通过日益壮大的《MIT Technology Review》全球专家组，Insights 可以独家接触到全球高管、创新者和思想领袖，开展调研和深度访谈。

关于赞助方

IBM 借助物联网数据和人工智能的强大力量，帮助客户提高物理资产的运营效率并降低成本。通过从全球数十亿个互联设备、传感器和系统收集并整理数据，我们帮助企业从设备、车辆和场所中获得新锐洞察。我们在 170 个国家 / 地区拥有 6,000 多家客户，形成了由 1,400 多家合作伙伴构成的生态系统，我们的产品组合中包含 1,300 多项与物联网相关的专利。凭借深厚的行业专业知识、领先的安全技术，以及为混合云环境构建的解决方案，我们已在物联网领域奠定了牢固的领导地位。有关 IBM Watson IoT 的更多信息，请访问：www.ibm.com/iot。



尽管已尽力验证这些信息的准确性，但 MIT Technology Review Insights 不对任何人因使用本报告或本报告中列出的任何信息、意见或结论而导致的任何后果承担任何责任或义务。



MIT Technology Review Insights

 insights.techreview.com

 @techreview @mittr_insights

 insights@technologyreview.com