



专家洞察

工业 4.0 — 以工业化规模， 为每个客户 量体裁衣

IBM 商业价值研究院

IBM

主题专家



张思民

IBM 全球企业咨询服务部
大中华区认知业务决策支持
副合伙人
Watson IoT/工业 4.0 服务总监
jacheung@cn.ibm.com

张思民是 IBM 全球企业咨询服务部大中华区 Watson IoT/工业 4.0 的解决方案服务总监。他一直在帮助大型流程和离散制造企业踏上工业 4.0 和数字化转型之旅。这一旅程包括数字化转型战略规划、工业 4.0 解决方案设计以及工业物联网平台构建和实施。

了解工业 4.0 的本质至关重要

—

谈话要点

工业 4.0 的本质

以工业化生产单位成本满足客户的个性化需求，在实现经济增长的同时，最大程度减少材料资源的浪费

模式转变

这种转变发生在“产品生命周期管理”、“订单到交付”和“供应链管理”领域

工业 4.0 转型之旅并非易事

建议采用整合而敏捷的方法

工业 4.0 的本质

我大学刚毕业参加工作面试时穿的第一套西装，是在我家附近的一家裁缝店做的。裁缝店不大，只有一个老板，一个伙计。他们给我量了尺寸，让我一个月后再来取衣服。服务热情友好，西装也非常合身，而且免费提供售后服务，比如说腰围变大后可以去做衣服。唯一的不足之处在于，我不得不等一个月才能取衣服，而且价格远高于我的工资。

后来这一切都成了历史：同其他一些小型个体经营者一样，我家附近的这家裁缝店也关门了。因为服装业和其他所有行业一样，实现了工业化，而后是全球化，实现了全球规模的生产力激增。

虽然我可以以很低的价格，买到现成的漂亮西装，但裁缝店那样的合身衣服和定制化服务却不复存在了。此外，大规模的工业化和全球化生产出大量的服装，但并不一定都卖得出去，从而带来了原材料、半成品和成品的过度浪费。

在大多数人看来，下面这两对矛盾直到最近仍未得到解决：一是降低工业化的生产成本，与满足每个客户的个性化需求之间的矛盾，二是实现经济增长，与尽可能减少材料浪费之间的矛盾。

而工业 4.0 就旨在解决这些矛盾。

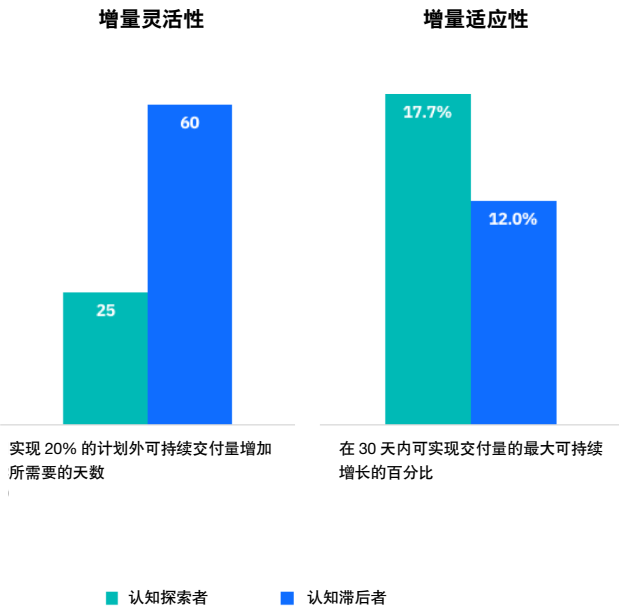
从业务流程的角度来看，社区裁缝店和全球时尚品牌没有根本区别。他们都需要了解客户，设计产品，采购原材料，开展生产活动，交付产品，并提供售后服务。

然而，对于一个现代化工业组织而言，要像经验丰富的裁缝那样，了解每个客户的需求，并为客户提供称心如意的完美产品，绝非易事。

—

图 1

认知探索者的供应链敏捷性更高¹



制造企业面临的挑战

首先，制造企业需要测量每位客户的身形和尺寸，并将信息传输到组织的“大脑”，也就是产品设计或研发团队来设计产品。这给制造企业带来了两大挑战。第一，全球有数百万的客户，如何给他们每一个人量体裁衣？第二，研发团队如何设计出一款产品，满足他们每一个人的心意？很显然，这个问题并不新鲜。我们一直尝试用“产品生命周期管理”来解决这个问题，但遇到了困难。

其次，即使制造企业找到了解决上述问题的方法，但是，无论是车间的设备还是办公的流程，乃至整个现代化生产的理论，都是建立在批量生产标准化产品的基础之上，如何才能制造出高度个性化的产品呢？

最后，在全球化的大背景之下，供应链被拉得极长，以至于一个成品要经过 10 多道独立的生产工序，由 10 多个不同国家或地区的企业制作半成品。需求方面的微小变化会被放大，以致供应链产生长鞭效应，造成原材料、半成品和成品库存过剩。

我们可将这三组挑战重新定义为：

1. 研发团队如何像社区裁缝店一样，与每个客户进行互动交流？
2. 如何组织车间生产，及时有效地响应客户的个性化订单？
3. 如何有效地调动全球供应链，最大程度减少长鞭效应？

显然，简单地实施 ERP、PLM、MES 和 SCM 解决方案并不能解决此类问题，我们需要对几十年的制造管理模式进行**彻底转变**。

制造管理模式的转变

在“产品生命周期管理”(PLM)领域，我们需要转变重点，从关注产品的设计，转变为关注产品的使用和每个客户的体验。尽管十几年前就已经提出了 PLM 理论，但大多数制造企业实际上实施的只是针对产品设计的“产品数据管理”(PDM)。而对于售后领域，制造企业们普遍缺乏关注，也缺少技术投资，因此无法跟踪客户对产品的实际使用情况和体验，从这一点我们就能看出，制造企业对客户关注是多么欠缺。

在“订单到交付”领域，我们需要转变模式，从瀑布式的生产模式，转变为敏捷的生产模式。在瀑布式的生产模式之下，办公室负责生产规划，车间负责生产执行，两者之间是割裂的。对于大多数制造企业而言，办公室团队按照“销售预测”，制定出“销售和运营规划”(S&OP)，车间则按照这个规划围绕“制造执行系统”(MES)开展日常生产工作。可以说，“销售预测”是整个组织生产的核心，所有的生产工作都围绕这一假设展开。这种瀑布式的生产模式不但生产周期较长，而且风险较大。一旦预测出现问题，或者单个客户的需求发生变化，抑或需求方或生产方发生任何意外事件，都无法做到及时响应。而敏捷的生产模式，则让办公室与生产车间紧密合作，实时了解生产要素的可用性，并且**动态地将客户订单与生产要素之间进行匹配**。

在“供应链管理”领域，我们需要打破信息壁垒，实现信息的透明化。在大多数制造企业的供应链体系中，原材料供应商、零部件制造企业、仓库和运输公司之间的信息是无法做到实时共享的。虽然“供应链管理”(SCM)要求对所有参与者保持信息透明度，但在实际操作中，大多数制造企业采用的只是“供应商关系管理”(SRM)，以便能够从上下游合作伙伴那里“榨取”最后一滴利润。对于大多数制造企业而言，**生态系统协作**仍是一个陌生的概念。因此，制造企业迫切需要找到一种机制，使得供应链体系中的各个参与方都能够实时共享可信的信息，从而打破信息壁垒，实现高效协作。

新兴技术推动了模式转变

上述模式转变的最高要求是，制造企业改变过去以内部流程为中心的僵化组织形态，转变成为以客户为中心的高度敏捷组织，不仅能够响应外部客户需求，而且可以及时应对异常事件。

那么，为什么这些模式转变现在才有意义，而在十年、二十年前却没有呢？

支持技术

目前，有四组支持技术正在变得越来越经济实惠，也使得制造管理模式的转变成为可能。

1. 物联网

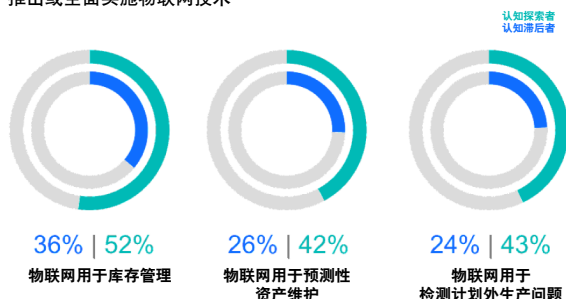
低成本的**物联网**技术的应用越来越普及，帮助我们将物理世界与信息化的网络世界实时连接起来（见图2）。通过信息物理系统（CPS），物理世界和信息世界能够做到有效整合。CPS的主要目的是将物理世界的对象镜像到信息世界中，使成对的对象能够实时交互。

—

图 2

认知探索者将物联网和自动化与认知计算结合使用²

推出或全面实施物联网技术



通过实施 CPS，产品设计或工程设计团队能够深入到售后领域，了解他们的产品在每一种单独的运行条件下的使用情况、用户体验以及表现情况。而实时了解产品使用情况的做法则催生了一种新型业务模式——**产品即服务**，这一业务模式贯穿整个产品生命周期，将生产者和消费者衔接起来，从而彻底改变了售后服务领域。

通过数字纽带，工程 BOM、制造 BOM 和服务 BOM 与它们各自的物理世界连接形成“数字双胞胎”，从而实现**持续研发 (CE)**。CE 从产品的实际使用数据中挖掘客户洞察，并将其反馈给设计和生产部门，以迭代方式不断改进产品。

CPS 还使制造团队能够实时了解人员、机器、材料、方法、测试和环境（5M1E）等实体生产要素的可用性。基于实时情况，企业就能够通过动态订单路径将客户订单动态地与机台链接起来。

供应链管理团队可使用 CPS 跟踪司机、车辆和货物的实时运输情况以及仓库的位置和容量。

2. 区块链

第二组技术是**区块链**，它与物联网技术结合使用，通过分散的超级账本使整个行业价值链中的所有企业都能高效共享可信的信息。这种技术帮助行业价值链中的企业通过**生态系统协作**不断完善自身目前的业务关系。

3. 人工智能

我们在产品和设备上安装了传感器和执行器，通过 CPS 镜像到信息空间，并且通过区块链技术将信息在整个价值链中共享。在这种情况下，我们所面对的实时数据和决策点的数量是以前所无法想象的。以往，企业的售后服务团队和研发团队可能只需要跟踪几十个产品的使用情况，生产规划团队只需要将几百个批量订单与几十条生产线进行匹配，供应链管理团队只需要跟踪几千辆载货卡车，决策团队的决策周期可能是几个星期或者几个月。而现在，我们面对的是来自于几十万甚至上百万个 CPS 实体的数据，这些数据之间存在几万种可能的组合，而且企业需要在几秒钟之内做出决策。

这就需要用到第三组技术来“救场”。在**大数据、优化引擎、机器学习和人工智能**技术的支持下，**工业物联网平台**能够**即时**采集数以百万计的 CPS 传输的海量数据，进行自主学习并找到最优解决方案（见图 3）。

4. 云计算

云计算是使上述技术的应用越来越经济实惠、越来越广泛普及的第四组技术。

到目前为止，我们已经谈到了制造企业所面临的运营挑战、所需的管理模式转变以及支持技术。我们描绘了工业 4.0 的蓝图，就算未涵盖整个行业价值链，但涉及到全球制造企业应有所准备的各个方面。面对这样庞大而艰巨的任务，我们自然会想，该从何处入手，以何种方式开启工业 4.0 之旅。

图 3

尽管认知探索者已经实现了高度的自动化，但他们仍表示，自动化程度越高越好³

95% 表示工厂的自动化程度越高，就越有帮助，越实用

88% 表示如果使机器人和其他自动化机械能够实现自我校准，并主动解决问题，将提高工厂的产量

86% 表示机器人和其他自动化机械带来了更多的智能，有助于提高操作人员的安全生产水平

工业 4.0 之旅

在过去几年，我走访了许多制造企业，亲眼目睹了他们如何走上工业 4.0 之路，也了解了他们的经验教训。

也许是因为“智能制造”这个名字有些误导性，许多早期探路者认为购买自动化生产线就能实现智能制造，结果却发现，在投入了数百万美元购置最先进的硬件之后，他们仍然不是“智能制造企业”。

另一些制造企业则将物联网等同于智能制造，投资安装各种类型的传感器改造生产线，使工厂经理能够通过大屏幕显示器监控生产过程，但几个月之后，他们就对花哨的屏幕失去了兴趣。

有些制造企业走得更远，他们投资于由机器学习支持的预测性维护解决方案，但对预测模型**最初**的准确度感到失望。

还有些制造企业则将云计算等同于智能制造，这可能是受到“工业互联网联盟”创造的“工业物联网”一词的误导。他们认为，将 ERP 和 MES 迁移到云端即可实现飞跃。

大多数制造企业都在战略规划方面花费了大量的时间和金钱，但他们所获得的大多是与实际运营无关的花哨技术术语。

而我们 IBM 则推荐一种整合的方法论，这一方法论包括四个方面：战略蓝图规划、组织与文化发展、信息系统构建以及持续试点。制造企业应当采用一种结构化的、全面的、长期的视角来审视工业 4.0 之旅，通过推动整个组织的学习，来实现直接的业务效益。

工业 4.0 之旅需要整合而敏捷的方法

- 蓝图规划：“蓝图规划”勾勒出一张路线图，将面向客户的生产资源、组织架构、企业文化和信息系统与物联网、人工智能、区块链和云计算等支持技术完美结合起来。
- 组织与文化发展：为了促进组织与文化发展，可以建立数字化办公室或精英团队，将来自于工程、制造、供应链、售后服务以及销售与营销部门的成员汇聚在一起组成跨部门团队，通过学习和开展工业 4.0 实施，实现在售后服务、持续工程、办公与车间一体化运营以及价值链生态系统协作方面的重大突破。
- 信息系统构建：在构建工业物联网平台时，必须实现办公业务流程与车间运营一体化。以此为基础，在个性化客户服务、产品设计、订单到交货和供应链优化等方面，支持基于数据做出更明智的决策。
- 持续试点：工业 4.0 之旅要求制造企业在实践中不断学习。敏捷的组织不会花费数年时间去规划一个完美的解决方案，而是采用“车库方法”，从持续试点开始，首先推出最小可行产品/流程，通过持续收集来自内部和外部客户的反馈，以迭代方式不断进行完善。

结论

在第一次工业革命之前，裁缝、木匠和铁匠在**集市**中与客户攀谈，了解他们的需求，然后当场为他们设计和制作衣服、椅子或炊具。当第二次和第三次工业革命将集市活动标准化和全球化后，生产者和消费者被一个叫做“销售和分销渠道”的巨大鸿沟分开了。

在过去十年中，由互联网公司发起的零售革命将长长的销售渠道压缩回了最初的形状，即（基于互联网的）**集市**。随着大量客户聚集在集市中寻找适合他们特定需求的产品，第四次工业革命之火被点燃。

在物联网、区块链、人工智能和云计算等技术的支持之下，现代制造企业遵循先辈（比如裁缝、木匠和铁匠）的足迹，再次聚集在集市中，以工业化规模，为每个客户量体裁衣。

—

需要思考的重要问题

- » 贵公司的转型目标是什么？
- » 如何开启工业 4.0 之旅？
- » 您是否打算联手经验丰富的合作伙伴，加速向前推进？

© Copyright IBM Corporation 2019
IBM Corporation
New Orchard Road
Armonk, NY 10504
美国出品
2019 年 4 月

IBM、IBM 徽标、ibm.com 和 Watson 是 International Business Machines Corp. 在世界各地司法辖区的注册商标。其他产品和服务名称可能是 IBM 或其他公司的商标。以下 Web 站点上的“Copyright and trademark information”部分中包含了 IBM 商标的最新列表：ibm.com/legal/copytrade.shtml。

本文档为自最初公布日期起的最新版本，IBM 可随时对其进行修改。IBM 并不一定在开展业务的所有国家或地区提供所有产品或服务。

本文档内的信息“按现状”提供，不附有任何种类（无论是明示还是默示）的保证，包括不附有关于适销性、适用于某种特定用途的任何保证以及非侵权的任何保证或条件。IBM 产品根据其提供时所依据协议条款和条件获得保证。

本报告的目的仅为提供通用指南。它并不旨在代替详尽的研究或专业判断依据。由于使用本出版物对任何组织或个人所造成的损失，IBM 概不负责。

本报告中使用的数据可能源自第三方，IBM 并不独立核实、验证或审计此类数据。此类数据使用的结果均为“按现状”提供，IBM 不作出任何明示或默示的声明或保证。

国际商业机器中国有限公司
北京市朝阳区北四环中路 27 号
盘古大观写字楼 25 层
邮编：100101

关于专家洞察

专家洞察代表了思想领袖对具有新闻价值的业务和相关技术主题的观点和看法。这些洞察是根据与全球主要的主题专家的对话总结得出。要了解更多信息，请联系 IBM 商业价值研究院：iibv@us.ibm.com。

备注和参考资料

- 1 2018 年 IBV 绩效数据与对标分析项目
- 2 Ibid
- 3 Ibid

在 2018 年绩效数据和对标计划制造数据中，我们分析了 611 名受访企业不同领域对认知/人工智能的使用情况：

- 生产规划与调度
- 原材料/零部件/组件采购
- 制造/生产管理
- 库存管理
- 产品质量管理
- 预测性资产维护
- 物流
- 设施和能源管理

基于此，我们划分出两个群体：

认知探索者 (50.2%)：

- 探索认知计算，促进组织转型；一般来说，在大多数领域至少会进行试点，在部分领域推广或全面实施

认知滞后者 (49.8%)：

- 较晚采用认知计算；在大多数领域一般不考虑，在部分领域进行试验

