



数字化革新:工业 4.0

重新思考数字化时代的制造业

IBM 商业价值研究院

执行报告

数字化运营

当今世界的数字化运营

数字化运营正在通过由分析和物联网技术支持的业务战略和运营模式，推动业务转型，从而优化效率，强化客户为中心，促进经济增长，提升资产生产率。IBM 数字化运营包括集成服务、软件和基础架构解决方案。我们的产品组合包括互联解决方案、建筑和资产优化以及新一代供应链。请与我们联系，共同探索动态发展且瞬息万变的形势。敬请访问 ibm.com/services/us/business-consulting/digital-operations-internetofthings/

制造业的数字化革命

数字化时代激发了对制造业及其运营的全新思考。工业 4.0（往往称为数字制造）运用智能物联网 (IoT) 技术动态响应产品需求。机械传感器与控制系统互联互通，可实现制造和生产流程以及供应链网络的实时优化。信息实体系统还可以扩展至资产管理领域，用于预测性维护、统计评估和测量，从而提升资产的可靠性，延长资产生命周期。这些重大技术进步正在悄然转变全球制造业的制造能力和价值主张。为应对这些变化，制造业及其运营需要进行数字化革新：必须重新设计和改造价值链，必须留住员工 — 而且要快速实现变革。

执行摘要

20 世纪 90 年代以来，许多采购和制造决策都基于这样的认知：亚洲(尤其是中国)、东欧和拉丁美洲是成本更低的地区，而美国、西欧和日本是成本更高的地区。然而，这种观点日渐过时。薪资、运输和配送成本、生产力和能源可用性的变化正在颠覆传统认知 — 从何处采购、在何处生产以及如何将产品推向市场。必须先分析总交付成本而后再确定供应、制造和装配业务在全球范围内的最佳地点。

与此同时，数字化制造和运营时代已经到来，并且仍在飞速发展。在大数据和分析、云、物联网 (IoT)、机器人和增量制造等领域的技术进步和增长正在迅速改变着行业动态。由于制造业变得越来越知识密集型，这些技术在供应、支持和服务制造业的相关行业中激起了巨大的连锁反应，这些相关行业的工作性质开始发生转变。

在数字化运营时代，以前由人创造的信息越来越多地由机器和物体生成 — 产生自传感器、RFID 标签、仪表、制动器、GPS 等。库存会自行清点。集装箱可以检测其中的内容。制造装配将实现机器人化和分析自动化。整个供应链将连为一体 — 不仅仅包括一般意义上的客户、供应商和信息，还包括用于监视供应链的部件、产品和其他智能工具。全面的连接将使全球网络做到实时规划和决策。



总体交付成本的变化推动着价值链的重新设计。



新时代的技术改变着制造业形势。



数字化革新将创造新的知识密集型制造岗位。

此外，先进的分析和建模将帮助决策者根据极其复杂且动态的一组风险和制约因素评估备选方案。智慧的系统将自动做出某些决策 — 从而提高响应能力，并降低对人为干预的需求。

为了在数字化时代实现兴旺发展，我们建议制造商基于当前不断变化的成本动态重新设计价值链，并且利用新时代的技术使其价值链更加物联化和智能化。为此，企业在向数字化演进的同时，还要准备好满足不断变化的人才需求。

全球制造业不断变化的经济特征

许多企业已经发现，制造业务就近客户市场在当前具有重大意义。企业决策者知道，他们越来越需要调整制造活动，并且重新思考全球价值链，以应对传统外包和生产平台中的运营成本和形势的变化。考虑到中国和其他新兴低成本地区的劳动力成本不断提高、供应链和物流成本高企以及全球各地电力和天然气成本的显著差异，许多企业需要再次迁移制造和生产位置。¹

许多劳动力密集型工作正从中国迁往东南亚或新兴的低成本地区。然而，在对运输成本更敏感的行业，例如消费品和家电，许多企业正在采用“近岸”战略 — 将制造业务转移到靠近或位于关键市场的地方。这种趋势在针对北美洲市场的墨西哥和美国多个州以及针对欧洲市场的中欧和东欧国家最为明显。² 随着中国的劳动力成本飞升，美国和捷克共和国的制造业劳动力成本下降，近岸战略的优势进一步增强了。³

薪资、劳动力产能、能源成本和汇率的快速变化推动了相关制造成本结构的彻底改变。企业在重新评估和调整其全球采购网络和生产规模时，必须根据总交付成本和服务水平评估其生产地点。尽管直接制造成本在某些经济体可能更低，但企业有必要考虑多层价值链，包括部件和材料供应、装配、包装要求及附加的运输和物流成本。另外需要考虑的是更广泛的全球价值链的隐含成本，例如推向市场的速度、更高的敏捷性，以及为特定市场细分定制产品和服务的更强能力。

实现数字化：轮胎制造商

为了在数字化运营时代更好地开展竞争，欧洲一家知名轮胎制造商需要重新设计其供应网络和生产流程。轮胎制造需要使用多种原材料，包括化学品、橡胶、金属和织物，而且在这个复杂的流程中，生产出每件最终产品需要几百个步骤。有些轮胎部件从全球有限的几家供应商采购，需要很长的准备期才能交货。

该制造商实施了全面的预测、生产规划和制造执行解决方案，以管理公司不同的产品系列。新解决方案获取了影响分配和容量计划的 1000 万个数据元素，包括各个工厂、供应商、机器、产品相关数据和员工数据；通过将数据集中在一起而支持全球组织中的协同和迭代规划流程；并且在工厂层面采用基于场景的分析进行容量计划，并预测潜在的瓶颈。

数字化革新的支撑技术

大数据和分析、云、物联网 (IoT)、机器人和增材制造等领域的持续进步为提高效率和优化制造流程提供了新的机遇，并且对全球价值链产生了巨大的影响(见图 1)。这些技术有助于减少劳动力，帮助区域化和地方化变得更加经济，并且提高各级的客户服务和生产水平。

图 1

数字制造技术⁴

IoT 为助力制造业转型的数字技术奠定了基础

到 2020 年，IoT 可能扩展至 **260 亿**套装置乃至更多。^a

物联网



大数据
与云



71% 的组织运用大数据和分析技术开发创新产品或服务。^b

据估计，2015 年到 2017 年间，机器人装机量以每年 **12%** 的幅度持续增长。^c

机器人



增材制造



3D 打印很可能使大部分制造业环节发生转变。^d

资料来源：见尾注 4

大数据、分析与云

在 2014 年对制造商的调研中，几乎一半的受访者指出，大数据和分析将对企业的表现产生重大影响，而超过 70% 的受访者预计，技术将改变未来的制造业务运营管理方式。⁵ 运营主管认识到，实时收集并分析价值链所有方面数据的能力，可能比以前的交易型、特定情况下的数据收集和分析功能更加强大。

运营分析几乎适用于每个运营流程，包括网络优化、实时事件管理，并跨越所有时间边界。分析可增强制造能力，从而无需人员干预即可做出存货和生产决策，并且也帮助确定重复缺陷或重复延迟交货的根本原因。

总体来讲，受到云计算、移动性、数据存储和安全管理等领域中技术进步的推动，分析能力的成熟度日益提高，并且毫无疑问地影响运营分析技术的采用。借助来自整个价值链的历史和实时数据，领导者可以做出更及时、更具洞察力的决策，并且优化价值链，从而更有效地利用资源为其客户提供最优秀的产品和服务。

支持大数据和分析创新的是云计算。云计算可帮助企业每天从交易、社交网络和移动应用收集的海量数据中获得更多洞察。云计算的适应性为部署新的分析、社交和移动解决方案以及与合作伙伴和客户共享数据提供了基础。通过使企业能够快速调整流程、产品和服务，以满足客户、员工和合作伙伴日益变化的需求，云计算可帮助制造商缩短创新、原型设计和上市时间周期。⁶

“在数百亿个设备组成的物联网中，互连和智能化是提供更好产品和体验的途径，而不是终点。”⁸

物联网

互联网的早期阶段包括人与静态信息的连接，而最近，互联网则发展到了人与人的连接。如今，互联网持续演进，将人与物、物与物连接在一起，所有这些都通过与芯片、传感器和制动器互连，能够感知、捕获、交流并主动响应所有类型数据的数十亿个智能设备而实时实现。

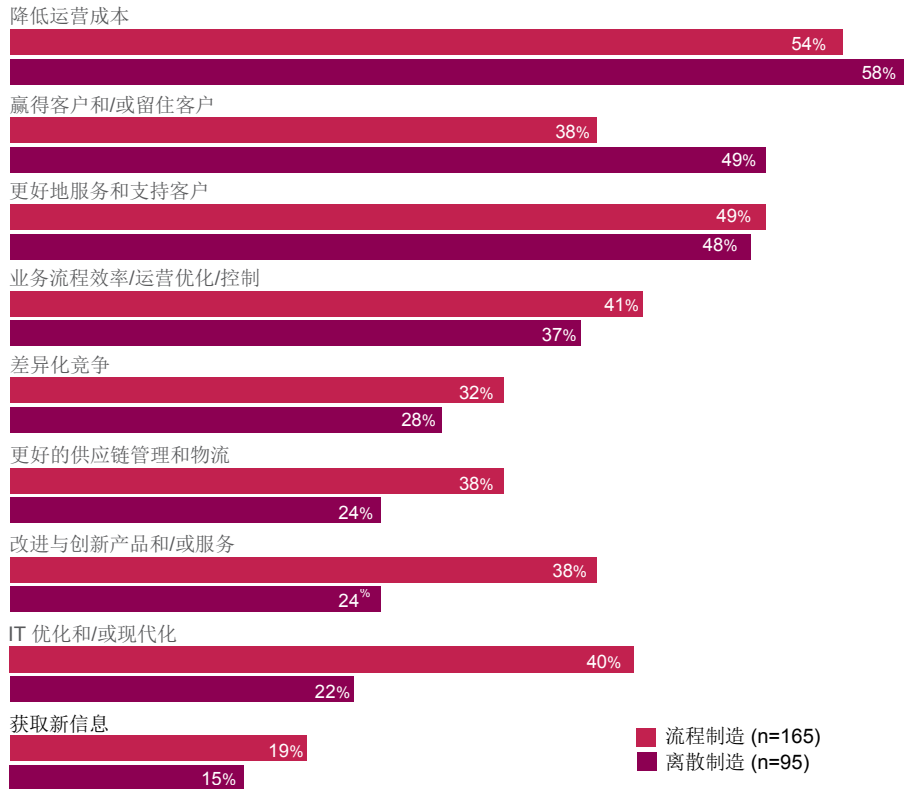
物联网代表了一个演进过程，在这个过程中，对象无需人为干预即可与其他对象交互。基于监控结果的人为决策正在向实时预测洞察和自动化决策转变。随着与互联网连接的设备数量呈指数级增长，企业发送、接收、收集、分析和响应互连设备事件的能力也在提高。

制造商出于多种原因纷纷采用物联网(见图 2)。总体来讲，他们希望实现价值链的物联化 — 从原材料采购到客户交付，而且在有些情况下还包括已交付项目的维护和服务。

智能化物联网系统实现了新产品的快速制造、动态响应产品需求，以及通过机器、传感器和控制系统的互连而实现制造生产和供应链网络的实时优化。物联网系统通过预测性维护、统计评估和测量，已经扩展到资产管理领域，从而帮助提高可靠性。智慧的工业管理系统也可以与智能电网集成，实现实时的能源优化。此外，物联网和基于云的 GPS 解决方案可提高在途货物的洞察能力。这些解决方案使得通过互相“对话”的芯片传输身份、位置、温度、压力和湿度等数据，使追踪单个商品成为可能。⁷

图 2

制造商实施物联网举措的推动因素



问题：以下哪些方面被视为您的企业在未来 12–24 个月内推出物联网举措的主要推动因素？资料来源：IDC 观点:物联网在 2015 年在制造业强劲发展，doc#MI253743，2015 年 1 月。

将物联网用于预防性维护

制造并维护价值数百万美元的挖掘设备部件是一项高度专业化且成本高昂的业务，在这个领域中，关键组件的预防性维护可节约数亿美元资金。一家挖掘设备服务提供商希望找到一种数字化解决方案，更快地诊断并纠正设备故障和停机，从而缩短机器的停机时间。

该公司实施了一种解决方案，用于收集并整合来自数百个机器传感器的数千个数据点，然后分析汇总的数据，以确定机器的健康状况。提醒和优化的服务建议发送到现场技术员的平板电脑上，帮助预防费用高昂的设备故障。此外，将汇总的数据存储在云中可使现场及服务中心的用户以 360 度视图了解设备健康状况。

机器人

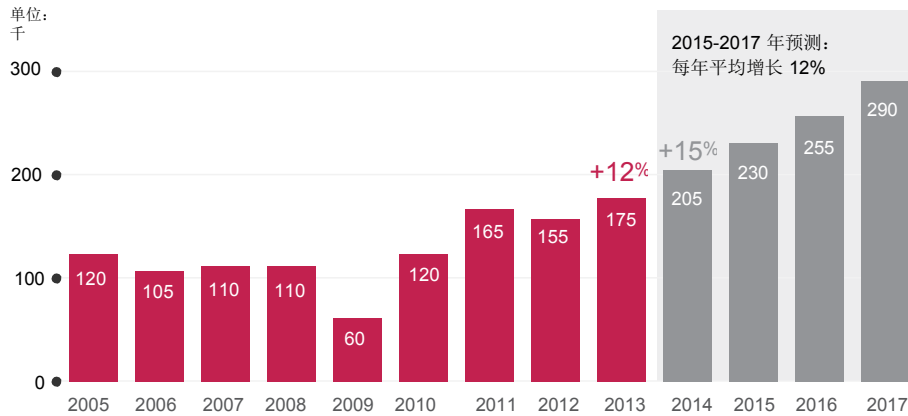
由于在整个价值链不断发现应用机器人的新领域，机器人在制造业中的使用量持续攀升 — 从生产、仓储、配送到客户交付。机器人可帮助企业以成本高效的方式减少或者消除缺陷，提高生产力并且实现供应链的本地化。作为物联网的组成部分，这些机器人设备通过应用发送并接收信号，从而自适应不断变化的生产和物流环境。尽管某些技术仍在开发中，例如无人驾驶的货车、轮船和飞机，但有些技术目前已经转变了价值链。

据国际机器人联盟估计，机器人装机量在 2014 年增加了 15%，并且有望到 2017 年以每年 12% 的幅度持续增长(见图 3)。同时，尽管机器人的主要客户 — 汽车行业 — 是这一增长的主要推动力量，但机器人的使用量在其他行业中也开始增长，包括电气/ 电子、橡胶和塑料、医药、食品饮料以及金属和机械。⁹

机器人的使用可在某种程度上降低对劳动力的需求，同时提高重复利用率和质量，从而引发一场全新的转型。劳动力的减少意味着装配任务可以在任何地点进行，不只是在廉价劳动力所在地，更有助于实现生产本地化。

图 3

全球工业机器人的年供应量



资料来源：“工业机器人统计：2014 年全球工业机器人”。国际机器人联盟。<http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/>

机器人和库存管理

从装配线改进到机器人的使用和精益生产方法，汽车制造商一直在寻找降低成本、提高效率 and 满足不断演变的客户需求的方法。然而，汽车制造商不能单打独斗。他们必须依赖复杂的全球部件供应商网络。另外，这些供应商一般都在努力保持尽可能最低的库存量，同时仍然能够在正确的时间交付正确的部件。

由于了解到需要对生产、库存和供应链管理进行精准监控，一家部件制造商实施了一种基于云的制造执行系统，用于监测和控制何时将塑料注塑部件插入到装配流程中。该系统自动规划并执行生产安排，从而发挥工厂的生产潜力，使其能够满足客户对于质量和准时交付的期望。该系统采用来自车间机器人的实时输入信息和与操作员双向通信的方式，有助于确保设备的良好运行，以及人员和整个工厂为同一个目标而努力。

增材制造

增材制造（通常称为 3D 打印）包括许多基于多种不同物理机制的技术，其常见特点是从数字模型中生成三维物理对象。由于这个过程具有增材的性质，材料仅在需要时放置，与传统制造技术相比，这种技术可以显著减少材料的浪费。该技术最初用于快速制造原型而进行外形和适合性试验，其应用领域不断向制成品的制造演变。尽管该技术持续进步，但与传统制造方法相比，采用 3D 打印的制成品数量仍然相对较低。然而，新设计的进步和原材料的可用性使得以经济的方式制造接近最终组件变得更加实际。事实上，IBM 商业价值研究院最近的调研指出，在全球范围内，3D 打印正在改变产品的设计、生产、运输和消费，使得本地制造成为真正可行的选项(见图 4)。¹⁰

这些技术的进步将持续影响工作开展和决策制定的方式与地点。这对物联化价值链具有巨大的意义。企业需要重新设想其设备战略、信息技术能力和制造流程，并确定优化系统的最有效干预点。另外，企业必须雇用并留住管理这些干预措施的人才，使这些措施能够在新的形势下良好运行。

图 4

3D 打印可能会使制造地点变得不那么重要。

3D 打印不仅可以降低价格，同时还能增加选择性及提升成就感



价格

由于材料浪费减少、人工成本降低且运输成本减少，零售商可以降低价格，而不会造成收入下降



选择

彻底摆脱选择局限性，因为可用性取决于设计而非仓储空间



个性化

每一款产品均可轻松定制，不会产生额外成本



交付

由于生产更贴近需求（甚至实现上门服务），庞大的当前供应链与相关运输需求变得无关紧要

3D 打印很可能使大部分制造业环节发生转变



质量

取决于 3D 打印机、3D 打印机配置及投入原材料的品质



规模

除原材料投入方面外，在各生产环节变得几乎毫无影响



自动化

与生产流程无关



劳工

与生产流程无关，工作重点更倾向集中于设计、个性化等



设计

无需再权衡成本与复杂度，因为每一位生产商均可做出个性化生产决策

资料来源：Peterson、Steve、Mark Bedeman 和 Daria Godunova，“转变运输模式：理解 3D 打印对全球运输业的影响”，IBM 全球企业咨询服务部。2014 年 9 月。

了解“连锁反应”

制造业的倍增效应比其他任何主要经济活动都要大。倍增效应不断扩展，为供应、支持和服务智能制造业的行业间接地创造了工作岗位。¹¹

数字化革新需要知识型员工

先进的制造技术通过将工业自动化与信息技术结合在一起，优化了工厂和供应网络的效率、生产力和产量，从而快速地改转全球竞争形势。这些新技术和更多非制造装备、高科技服务、IT 支持、大量分析和更高端设备的使用产生了“连锁反应”，可在其他领域中创造数百万个工作岗位。

智慧的制造中心被各级动态供应商网络、对外支持公司和外部服务机构围绕，从而创造出供应、支持和服务这些外围组织所必需的间接岗位。了解这些新的制造生态系统将帮助行业领导者再次展示制造业对于创造工作岗位所起的关键作用。要想在智慧制造的数字化时代运营，企业需要更专业、技能更高的员工，包括维护高度自动化、IT 驱动的制造流程的技术员、数据分析员、财务规划师、研发创新人员、物流和运输专业人员、客户服务和技术支持专业人员、法规事务和安全专业人员、建模和模拟专家，共同优化工厂的生产。

平均来讲，制造业的乘数是 **1.58**，即拥有 **100** 人的典型制造厂实际上可提供 **158** 个岗位。随着工厂更加先进，乘数也会大大提高。¹² 要雇用并培训正确的人员来帮助行业向前发展，仅仅寻找掌握必要技能集的人员担任较为传统的制造角色（如工程设计）已远远不能满足需求。数字时代要求移动、互连且通过云计算开展工作的员工队伍。许多企业在努力寻找开发和运行创新制造工具与系统所必需的技术和管理人才。

教育系统必须不断调整，满足不同行业和地区的这些关键需求。IBM 商业价值研究院最近的调研指出，学术领导者了解到他们需要更改教材，以应对新技术导致的颠覆。实际上，73% 的学术领导人知道，技术正在颠覆传统教育模式，而 56% 的教育服务提供商了解到，员工技能跟上技术的快速进步是他们最严峻的挑战之一。¹⁴

显然，通过额外的培训增强员工知识技能非常必要。许多企业还与更广泛的价值链中的合作伙伴联手，以获得数字化革新所需的技能。

“技术总是随着新技术的变革而过时。过去的创新行业目前纷纷裁员。”¹³

建议

重新设计您的价值链网络

对高度物联化和互连化价值链的更深入洞察，可帮助企业识别并消除全球制造和交付瓶颈与质量问题。此外，大数据和分析可用于评估供应、制造和配送方面的大量可选方案 — 并且随着形势的变化而灵活地重新配置。

- 利用数百万个智能对象 (IoT) 报告行踪、温度波动，甚至失窃或篡改。
- 利用整个价值链中的实时连接能力，通过对整个网络的运行进行建模和模拟而做出快速、协调的应对。
- 实施智能系统，评估制约因素和备选方案，从而允许决策人员模拟不同的行动路线。
- 利用分析知识补充业务知识。首先尝试能够实现数字化运营的新技术。

跟随数字化潮流重组价值链

利用机器人和物联网技术实现运营的物联化。传感器、RFID 标签、仪表、制动器、GPS 和其他设备及系统将生成更多价值链信息，而这在以前依靠人力是无法做到的。自行报告的船运集装箱、卡车、产品和部件将取代人力追踪和监控。

- 与物流和其他业务伙伴一同实现运营的物联化。
- 在适当情况下，在您的制造和装配流程中实施增量制造、机器人和物联网技术，实现自动化，提高效率，并降低运营成本。

-
- 将价值链交易与用于制造产品的对象和机械实时互连。
 - 创新您的价值链，通过互连而实现产品和服务的差异化。

留住员工并与合作伙伴协作

确保您的员工拥有适合未来制造业需求的必要技能。随着制造工作对分析和技术能力的要求不断提高，寻找正确的人才会是一项挑战。

- 指定战略性的员工计划，确定在企业内通过培训建立员工队伍或者在企业外部挖掘人才的要求。
- 通过合作伙伴网络补充技能差距，同时优化您的全球人才网络。
- 通过快速技能开发计划，为分析人员制定正式的事业路径。
- 利用员工分析技术管理人力资本的供应和需求，就如同您利用先进的分析管理有形资产。

您是否为数字化做好准备？

实施数字化制造和运营对财务具有重要影响，因为新技术增强了自动化、控制力，从而也提高了质量。在您的企业准备开展数字化革新时，请考虑以下问题：

- 根据当前的全球经济框架，您的企业如何重新思考并重新设计采购和制造业务，以及整个价值链网络？在做出这些重要决策或持续寻求低成本劳动力解决方案时，您是否会考虑总体交付成本？
- 您如何利用大数据和先进的分析能力对运营颠覆和客户需求的变化做出即时应对？
- 您的企业在多大程度上采用特定的数字化运营战略，其中包括新时代技术的部署，例如物联网和机器人？
- 您的企业为何不愿意实施最新技术，尤其是能够提高运营效率、改进客户体验并推动创新的技术？如何消除障碍？
- 您的企业如何重新配置并留住全球人才资源(企业内部和整个合作伙伴网络)，以支持数字化制造和运营？

关于作者

Karen Butner, IBM 商业价值研究院业务战略与分析数字化运营领导者。Karen 经常受邀在国际会议中发表主题演讲, 而且她的观点经常被领先的业务和行业出版物引用。她在战略开发和转型领域具有 30 多年经验, 热衷于帮助客户制定改进议程, 并通过改变其全球绩效来创造巨大的价值。Karen 的联系方式为 kbutner@us.ibm.com

Dave Lubowe, IBM 全球企业咨询服务部业务分析与战略事务部的副总裁和合伙人, 还是数字化运营咨询业务的北美地区领导人。Dave 拥有 30 余年的行业和咨询经验, 他的主要业务领域是运营管理和大规模转型。他的咨询工作集中在设计、实施、管理和持续改进业务流程。他的联系方式为 dave.lubowe@us.ibm.com

合作者

Jena Collier, 全球企业咨询服务部运营战略高级顾问。

Christina Alexander, 全球企业咨询服务部业务分析与战略事务部学位项目顾问。

了解更多信息

欲获取 IBM 研究报告的完整目录, 或订阅我们的每月新闻稿, 请访问: ibm.com/iibv

可通过应用商店下载免费的 iOS 或 Android 版“IBM IBV”应用, 使用手机或平板电脑访问 IBM 商业价值研究院研究报告。

访问 IBM 商业价值研究院中国网站, 免费下载研究报告: <http://www-935.ibm.com/services/cn/gbs/ibv/>

选对合作伙伴, 驾驭多变的世界

在 IBM, 我们积极与客户协作, 运用业务洞察和先进的研究方法与技术, 帮助他们在瞬息万变的商业环境中保持独特的竞争优势。

IBM 商业价值研究院

IBM 商业价值研究院隶属于 IBM 全球企业咨询服务部, 致力于为全球高级业务主管就公共和私营领域的关键问题提供基于事实的战略洞察。

注释和资料来源

- 1 Shih, Willy C. "What It Takes to Reshore Manufacturing Successfully." *MIT Sloan Management Review*. August 7, 2014. <http://sloanreview.mit.edu/article/what-it-takes-to-reshore-manufacturing-successfully/>
- 2 IBM Institute for Business Value analysis.
- 3 "Unit Labor Costs in Selected Countries." Manufacturing Institute website, accessed April 16, 2015. <http://www.themanufacturinginstitute.org/Research/Facts-About-Manufacturing/Costs/Unit-Labor-Costs/Unit-Labor-Costs.aspx>; "China Wages Seen Jumping in 2014 Amid Shift to Services." Bloomberg Businessweek. January 6, 2014. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-01-06/china-wages-seen-jumping-in-2014-amid-shift-to-services->
- 4 a) "Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020." Gartner press release. December 12, 2013. <http://www.gartner.com/newroom/id/2636073>; b) 2014 IBM Innovation Survey. IBM Institute for Business Value in collaboration with the Economist Intelligence Unit; c) "Industrial Robot Statistics: World Robotics 2014 Industrial Robots." International Federation of Robotics. <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/> (accessed April 1, 2015); d) Peterson, Steve, Mark Bedeman and Daria Godunova. "Shifting transport paradigms: Understanding the implications of 3D printing on the global transportation industry." IBM Global Business Services. September 2014. http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=XB&infotype=PM&appname=GBSE_GB_TI_USEN&htmlfid=GBE03623USEN&attachment=GBE03623USEN.PDF#loaded

-
- 5 Columbus, Louis. "Big Data Analytics, Mobile Technologies and Robotics Defining the Future of Digital Factories." *Forbes*. February 15, 2015. <http://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2015/02/15/big-data-analytics-mobile-technologies-and-robotics-defining-the-future-of-digital-factories>
 - 6 Chambliss, Kelly. "How To Move From Systems That Record To Ones That Engage." *Forbes*. November 6, 2014. <http://www.forbes.com/sites/ibm/2014/11/06/how-to-move-from-systems-that-record-to-ones-that-engage/how-to-move-from-systems-that-record-to-ones-that-engage/>
 - 7 Robinson, Adam. "What is the Hyperconnected Era & 'The Internet Of Things' and What does it Have to Do with Manufacturing & Logistics?" *Cerasis*. February 25, 2015. http://http://cerasis.com/2015/02/25/internet-of-things/?utm_source=linkedin&utm_medium=social&utm_content=Oktopost-linkedin-group&utm_campaign=Oktopost-Cerasis+%232
 - 8 Brody, Paul, Pureswaran, Veena. "Device democracy: Saving the future of the Internet of Things." IBM Institute for Business Value. September 2014. <http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership/internetofthings>
 - 9 "Industrial Robot Statistics: World Robotics 2014 Industrial Robots." International Federation of Robotics. <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/> (accessed April 1, 2015).

-
- 10 Brody, Paul, and Veena Pureswaran. "The new software-defined supply chain: Preparing for the disruptive transformation of Electronics design and manufacturing." IBM Institute for Business Value. July 2013.
 - 11 Nosbuchand, Kenneth D., and John A Bernaden. "The Multiplier Effect: There are more manufacturing-related jobs than you think." *Manufacturing Executive Leadership Journal*. March 2012. http://www.google.com/l?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rockwellautomation.com%2Fresources%2Fdownloads%2Frockwellautomation%2Fpdf%2Fabout-us%2Fcompany-overview%2FMultiplier_Effectpdf&ei=bhscVdH4J4uZgwS2t4GQDA&usg=AFQjCNH9nVHQfq1z1nFvXkeOW_ZVBrmrWQ&bvm=bv.89744112,d.eXY&cad=rja
 - 12 Ibid.
 - 13 Sanz, Francisco Caballero. "European manufacturing 'a powerful engine for growth.'" *The Parliament Magazine*. September 28, 2014. <https://www.theparliamentmagazine.eu/articles/opinion/european-manufacturing-%E2%80%98powerful-engine-growth%E2%80%99>
 - 14 IBM Institute for Business Value Higher Education Survey 2015.

© Copyright IBM Corporation 2017

Route 100
Somers, NY 10589
美国出品
2017 年 6 月

IBM、IBM 徽标和 ibm.com 是 International Business Machines Corporation 在世界各地司法管辖区的注册商标。其他产品和服务名称可能是 IBM 或其他公司的注册商标。Web 地址 www.ibm.com/legal/copytrade.shtml 的“Copyright and trademark information”部分中包含了 IBM 商标的最新列表。

本文档是首次发布日期之版本，IBM 可能会随时对其进行更改。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，不附有任何种类的（无论是明示的还是默示的）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 的产品是根据产品提供时所依据的协议条款和条件提供保证的。

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 并未对其进行独立核实、验证或审查。此类数据的使用结果均为“按现状”提供，IBM 不作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

GBE03847CNZH-00

IBM.