

# 全球制造业新格局

&

## 按需生产模式方兴未艾

## 联系方式:

---

### 上海

#### 夷萍

普华永道思略特合伙人  
+86-2323-5577  
ping.yi  
@strategyand.cn.pwc.com

### 芝加哥

#### Eric Dustman

普华永道美国合伙人  
+1-847-269-4758  
eric.dustman@pwc.com

### 底特律

#### Rajiv Jetli

普华永道美国合伙人  
+1-313-394-3132  
rajiv.jetli@pwc.com

### 杜塞尔多夫

#### Andreas Eggert

普华永道思略特德国合伙人  
+49-211-3890-334  
andreas.eggert@pwc.com

#### Bernd Jung

普华永道思略特德国合伙人  
+49-211-3890-402  
bernd.jung@pwc.com

#### Alexia Spieler

普华永道思略特德国经理  
+49-151-5713-2103  
bernd.jung@pwc.com

### 墨尔本

#### Ben Gilbertson

普华永道澳大利亚合伙人  
+61-3-8603-0928  
ben.gilbertson@pwc.com

## 作者简介:

---

**Andreas Eggert**是普华永道思略特德国合伙人，常驻杜塞尔多夫，负责运营战略业务。他为医疗保健、化工、消费品与零售、工业产品等多个行业的客户提供咨询服务，专攻重组与转型和供应链管理战略，包括精益运营、网络改造以及组织架构。

**Rajiv Jetli**是普华永道思略特美国合伙人，常驻底特律。他在工业产品及汽车行业拥有丰富的咨询经验，在运营、战略、供应链管理以及制造业采购领域有逾25年经验，负责为客户制定优化运营项目，并为私募股权公司进行尽职调查。

**Alexia Spieler**是普华永道思略特德国的经理，常驻杜塞尔多夫。她主攻增长战略、制造足迹以及复杂性管理，尤其关注工业产品和汽车行业。她曾为欧洲、北美以及亚洲的客户提供咨询服务。

**Hans Kuehn**是普华永道思略特德国工业产品业务的前合伙人。

在下一轮制造业革命中，3D打印、机器人等科技将改变工厂生产的方式，而企业也将重新考虑其产品以及生产基地。小批量、高度个性化的产品将在流水线完成组装，产品之精良就好比高科技版的传统手工艺品。制造业革命即将到来；在未来五至十年内，所有行业的制造企业都将卷入一场争夺战，力争根据客户需求有效地进行生产。客户需要时就可以把定制的产品送到客户手中，以满足客户不同的喜好。企业必须作出战略选择以维持较强的竞争力，投资科技以确保能够持续分析客户偏好和购买习惯相关数据，从而迅速应对市场变化。工厂规模越来越小，交付周期将缩至最短，价值链也将变得更短。制造企业将实行分权式管理，简化缩短供应链，大幅拉近与客户的距离。

尽管科技使这一新的制造模式成为可能，但落实这一模式的推动力来自客户。在新兴市场以及发达地区，客户越发希望产品能够迎合当地的文化偏好，而非同质化的全球品牌及B2B服务。早在20世纪80年代，汽车行业就成为本地化模式的领导者，日本车企以定制服务打开美国市场。然而，其他行业直到最近才采用这一模式，冰箱、牙膏、家具、服装以及软件行业开始根据各个地区的市场调整自身的产品设计。电子商务的普及改变了客户的体验，人们可以更加了解有关产品及其竞争者产品的信息、定价详情，并通过同业评论获悉产品质量。史无前例地，客户可以合理要求大规模的厂商为其提供本地化的产品。

受益于按需生产模式（point-of-demand model），灵活应变的制造企业会赚得盆满钵满。随着供应系统的反应能力不断提升，当地客户需求也更加清晰，库存管理效率有所提高，大批量仓库产品的运输成本也将随之降低。供应链管理及相关生产计划的相关费用也将有所削减。在客户需要时，企业若能为客户量身定制最符合其需要的产品，就会收获更高的销售回报。相反，随着按需制造逐渐盛行，拥有全球工厂网络和大型集中的工厂，并采用传统运营系统、组织结构与流程进行管理的企业，可能会发现他们的商业模式已经过时了。

# 放眼全球，本地制造

一家小型的美国初创公司Local Motors揭示了未来制造业引人入胜的一面。该公司在全球有五家微型工厂，主要使用3D打印设备生产一款名为Olli的无人驾驶班车，由IBM Watson人工智能技术支持，通过智能手机app叫车，支持声控；一架可载货的空中客车无人驾驶飞机Zelator；全球首辆3D打印汽车Strati，诞生于国际制造科技展上，且仅需44个小时。该车即使不能和跑车媲美，也适于驾驶。

不过，Local Motors的3D打印不过是这家公司业务模式中值得研究的冰山一角。该公司还在一个全球网络平台上利用众包征集产品设计，参与者会在公开的论坛上提出对于集体消费的看法。在Olli的征集活动中，获胜的设计师是一个从未做过工业产品设计的24岁哥伦比亚青年，他不仅获得一笔小额现金奖励和销售提成，还有机会在Local Motors制造团队中继续工作、学习。

Local Motors的生产布局计划也同样引人注目。随着微型工厂的概念不断发展，Local Motors将在客户所在地建立新工厂，所生产的每件产品在同类中都是独一无二、完全符合各地客户的喜好与要求。在3D微工厂中，占主导地位的不再是生产规模，而是从工程、设计、零件、劳动及效率上节省的潜在资金。Local Motors称之为“在视野内创造收益”，即公司为工厂所在地的客户提供实用的、有吸引力的定制产品，定价也十分符合产品的独特价值。

Local Motors的业务仍处在萌芽阶段，日后的成败还难以预料，但它的核心价值在于推动了行业内生产法则的重大转变，这是各类规模的制造企业在未来数年内不得不考虑的问题。几十年来为了追求更低的生产成本，实现规模经济，制造企业不断扩大工厂布局、使供应链延伸到新兴市场，通过复杂物流网络在世界各地大量分销产品。而今，制造企业发现他们的全球化战略已经丧失了活力。尤其是他们的集中式管理结构、冗长的供应链、缺乏多样性的产品，以及耗时的产品运输。这些都影响着制造企业的区域灵活性，在某些情况下，还会让他们在本地竞争中处于劣势。

相反，对于成功的制造企业来说，新的战略原型将基于一个相对简单的想法：最具效益的制造模式是能够准确把握产量，满足客户需求，留有足够的空间进行本地和个人定制。这一理念的实现很大一部分缘于科技的进步，包括3D打印、工厂创新、电子商务、数据分析、物联网等等。即使市场需求变幻莫测，有了科技的助力，企业总能把握客户兴趣——新兴市场的中产阶级正不断壮大——和客户对特定产品的需求。虽然一些产品的定制化程度将高于其他类别的产品，但鉴于产品质量改善，市场反应加速，工厂规模缩小，交付周期缩至最短，供应链协作得到加强，分权式管理得以实施，总的来说制造企业与客户之间的距离将大大缩短。

另外，按需生产模式的影响将超出企业对消费者的领域。B2B领域的供应商也将面临压力，需要提升自身的应对能力，缩短供应链，更积极地服务终端客户，这也是他们的客户（制造企业）完成战略转型的一部分。

这意味着一些企业的运营存在问题：当下大量投资拥有众多大型集中式工厂的全球工厂网络，通过传统运营系统、组织机构与流程进行管理的制造企业发现他们运营模式被淘汰的速度超过了预期。但是应变能力最强的制造企业从新模式中收益颇丰。当供应系统更加灵活多变，客户需求越发清晰，库存管理将得以提升，大批量仓储抛弃滞销的存货，产品的运输成本也随之下降。此外，耗资巨大的长期生产计划以及供应链管理的减少，也将为企业节省费用与资源。企业如果能超越竞争对手，生产出最切合客户需求的产品——在关键时刻提供客户所需的产品——其销售利润将会大幅增长。

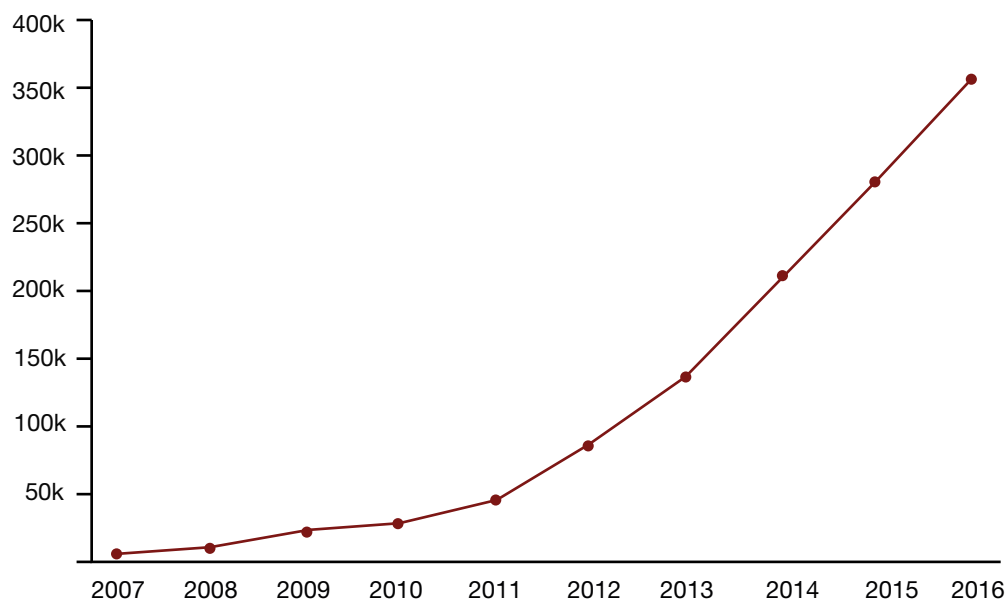
# 态度转变

过去数十年中，全球制造业形成一种定式：通过传统的大批量生产计划实现成本削减目标。在区域中心（通常在制造企业本国市场以外的发展中国家）建立工厂，成为削减劳动力成本，与区域内低成本供应商结成联盟的一个途径；只要在新兴国家投资经营所享受的优惠政策足够克服物流低效以及产品上市时间方面的困难，这一途径便有利可图且意义重大。

但在各种趋势的共同影响下，这一战略模式过时了——价值创造从生产转移至下游的客户与产品定制。原因之一是，新兴国家工资上涨和对能源价格波动的担忧削弱了跨国公司通过海外市场获得的竞争优势。因此，众多大型工业企业改变战略，选择迁回美国及欧洲本土市场，终结产品在海外生产后转运回母国的模式。自2010年起，（当年美国制造业的就业率跌落至当代最低点）先前从海外为美国制造企业供应物资的企业通过回流或外商直接投资为美国创造超过33.8万个就业岗位（见图一）。

最近，政治波动对跨国公司的制造产业布局和供应链决策产生了影响。英美两国的新政府提出了保护主义，释放出全球贸易再度放缓的信号，而过去几年全球贸易一直在走下坡路。部分原因来自贸易自由化进度放缓而对于汇率波动、新关税或其他以贸易为基础的税收的担忧与日俱增。基于上述现状，选择在产品销售地进行生产更为经济可行，而企业也都采用了这一模式。例如，英国脱欧公投后，英镑应声暴跌，导致企业对外贸易费用上涨，英国食品公司转而与国内供应商合作，力求降低成本。“产地直销”这一理念在汽车行业越来越举足轻重，雷诺-日产首席执行官Carlos Ghosn对路透社表示：“毫无疑问，我们必须顺应时势。”

图一  
回流及外商直接投资产生的制造业岗位(2007-2015年累计数量)



信息来源: Reshoring Initiative  
(数据使用已获授权)

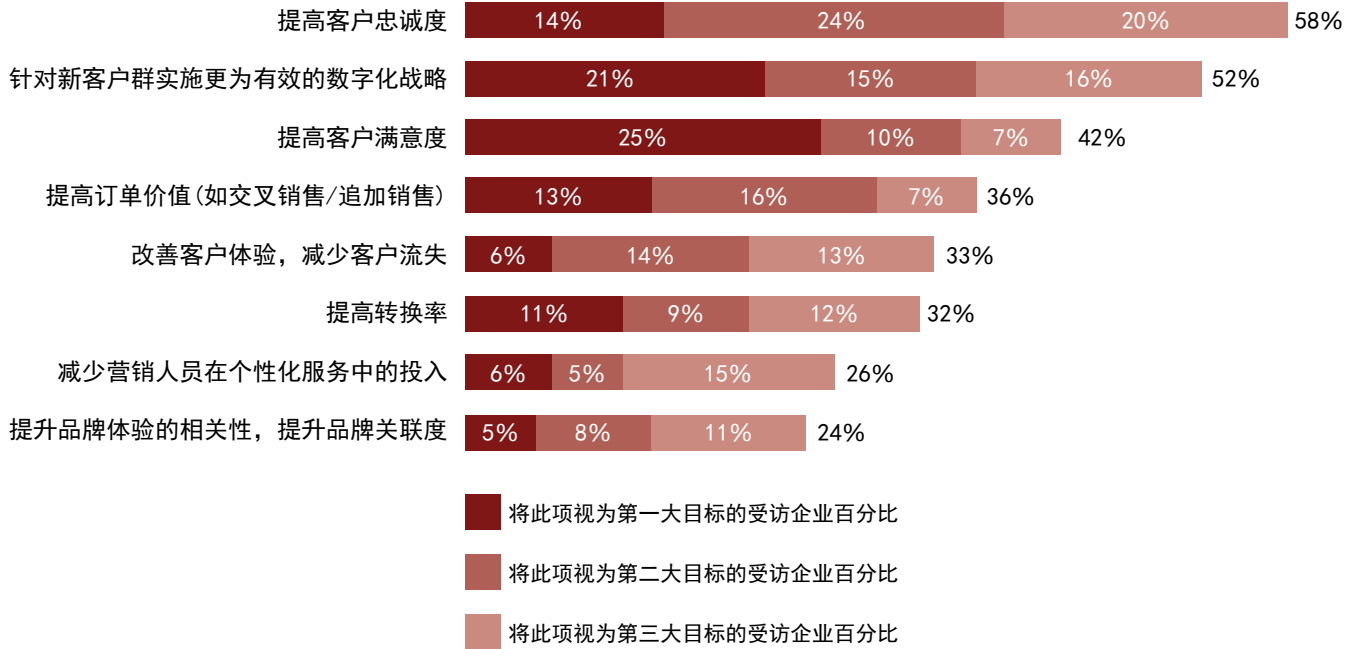
然而，最重要的是，制造企业与客户之间瞬息万变的关系正是按需生产战略变革的核心推动力，且对变革有着长期的影响。在所有地区的市场，尤其是需求不断增长、中产阶级持续壮大的新兴国家，客户越来越希望得到能够迎合当地文化偏好的产品，而非同质化的全球品牌及B2B服务。

尼尔森近期针对61个国家3万名消费者开展的一项调查显示，四分之三的受访者购买产品意向主要基于该产品是否在当地生产。亚太地区、非洲及中东地区的民众更是如此。在对全球企业的调查中，企业也持相同意见，这也加速了产品定制化的进程；从冰箱到牙膏、薯片到软件，所有的产品都根据各个地区的偏好重新设计。尤其是电子商务及其许多在移动互联网上涉及更简单透明交易的分支领域，都颠覆了客户体验，使消费者能够了解更多的有关产品及其潜在竞争者产品的信息、定价详情，并通过同业评论了解产品质量。史无前例地，客户可合理要求主流制造企业为其提供本地化的产品。当企业通过定制化服务满足了客户需求，客户忠诚度也随之提高（见图二）。



图二  
个性化服务的主要目标

“企业投资、倡议个性化的主要目标是什么？”



调查基础：101名美国企业中负责个性化技术的决策者

信息来源：“个性化的力量” (2015年12月)  
Forrester Consulting代表普华永道开展的调查

# 技术促进

毋庸置疑，经济与消费趋势助力销售地制造成为大势的同时，其本身也是股不可阻挡的力量。但若没有科技方面的显著突破——按需生产的核心、激发其潜能的关键，经济与消费趋势也就无法发挥其作用，或至少使企业丧失采取对应措施的能力。

这一系列新兴科技可大幅简化供应链，缩短产品从工厂送达至客户的路径，也令小批量生产及产品定制化变得更为经济可行。尽管仍然处在起步阶段，但科技已深刻改变了制造业格局，为小规模竞争者开放准入市场；拓展新途径，使企业可以更高效、低成本地为客户提供更优质的定制产品；促使成熟企业培育一系列可持续的本地化制造能力、应用创新生产模式。制造企业制定按需生产框架时可应用的先进科技有以下几类：

**客户导向型软件。**这一类先进软件应用技术的形式很简单，最佳代表是苹果公司iPhone的研发以及全球发售的模式。苹果公司只是将iPhone定位为一般硬件装置，可通过程序及应用程式实现个性化设置与持续升级，从而满足个人用户的喜好；苹果公司相信定制化软件将为其产品带来可持续性的价值。在实际中，每位iPhone用户通过苹果公司提供的平台，装载各自所需的第三方开发的针对各区域需求的应用程序，自行完成最终产品的配置，实现用户定制化。

苹果公司的这一模式，其他通讯与计算机公司也在采用。这样的模式是客户导向按需服务的相对基础应用，很少涉及软件更深层的技术领域。谈及和按需生产相比更超前却同样可能成真的概念，不得不提及区块链在制造业的影响。（区块链已成为金融服务领域常见的软件机制，用于保证安全的点对点交互，无需第三方中间人介入及验证交易。）在生产领域应用这一技术后，制造企业、供应商及客户可通过区块链网络迅速找到对方，不管是提交1件甚至10万件商品的即时需求，都可建立数字化交易关系。有能力在紧迫交付时间内完成任务的供应商与制造企业（在某些情况下将涉及多个生产者）将共同合作实现客户的需求。

**数字化工厂。**配备先进生产硬件与软件的全数字化工厂可完成制造流程与足迹的本地化与自动化，从而简化与缩短供应链。这些高度自动化、重度依赖科技的工厂实质上是新型统包工厂范本，可在任何区域迅速投入使用。自动化可减少对于当地技术型劳动力与培训的需求，同时保证质量稳定性。制造企业在向当地工厂转移更多价值的同时，获得更多的灵活性、有能力提供产品定制化服务将成为可能。

为更好地满足中国、非洲以及中东地区客户对于短项目计划周期的要求，美国一家工业设备制造企业拟定并执行了一项生产计划，此计划勾勒了数字化工厂的蓝图。该公司作出这一决策是由于发现有些客户在启动新工厂项目之前只预留了有限的时间，因此通常会购买符合工厂需求的任何市面上销售的工业机器设备，完全不在意品牌。这意味着这些地区的工业设备制造企业只需要将其产品交付周期缩短两周，便可明显提升在当地的市场份额。基于这一发现，该公司执行了一项生产计划：仅在美国生产工业设备的精简框架，而后利用联网计算机辅助设计与数字工程工具，在毗邻其新兴市场客户的定制化中心完成产品的最终装配，如安装附加配件或根据当地客户需求作改动。

通过评估企业收集到的大量有关目前运营情况的数据：各区域市场对于自身产品的需求、客户对于产品的使用情况、库存水平、产品性能（通过B2B领域制造并镶嵌在产品中的传感器获取），以及供应链活动，先进的分析技术可深度开发数字工厂及数字按需制造的潜在价值。这些分析成为反映企业生产与供应链近况及其应对客户需求能力的窗口。故此，这些宝贵的数字信息存储（有时也称为智能可视化）为弹性灵活的制造足迹奠定了基础，企业可根据不同区域市场的多变需求作出动态应变的生产决策。

制药行业是积极探索如何利用数据分析与数字化工厂的领先行业之一。已有一家大型制药企业以及众多制药研发团队投身于研究如何运用智能可视化快速建立便捷式制造软件套件，从而提供满足特定区域市场需求的定制化产品。初始的这类制药工厂仍然处在试运行阶段或正在等待监管审批，但制药企业希望这一模式可帮助减少库存、更好地应对当地需求以及缩短工厂停工期。西门子也采纳类似的应用，将智能可视化与模拟软件结合，在为工业客户建立工厂前通过数字化精密调整工厂工程设计、质量控制、产能利用、设备运行、自动化与生产流程。在这一模拟蓝图的帮助下，西门子协助其客户快速建立高成本效益、高效率的按需生产的工厂，根据输出类型、产量及其他地区要求量身打造。

**制造创新。**数十年来众多生产方式中最新颖的当属3D打印，它将小型或大型零部件及最终产品的生产直接交由工厂完成，不论工厂位于何处，也无需负责产品的运输；应用3D打印——通过建立三维元件层生产产品，因而也称作增材生产——可将制造过程中的附加价值引流至当地制造活动中。因此，实施增材制造计划的汽车制造企业可利用3D打印机在几分钟内根据客户的选择制造出特别设计的车前灯，不再需要耗费数周等待供应商的生产与交付。制造企业因此有能力采取更灵活的方式回应客户需求，也更愿意在产品设计与定制化中大胆尝试。

目前3D打印的工业应用处于相对基础的层面，在探索增材制造将如何影响（并从多方面引领）按需生产的革命方面也只是管中窥豹。在为国际生产工程学院2015年制造工程智能计算大会（Intelligent Computation in Manufacturing Engineering conference）准备的**论文**中，三位欧洲学者提出一个观点：3D打印将会使云端生产成为必然。在此场景下，供应商将不再生产实物产品，而是向制造企业出售定制化产品数据，随后制造企业利用3D打印在分散式、本地化的工厂中生产产品。

# 战略框架

制造业风云万变，因此企业需要保持自身的灵活性，迅速应对实时变化，寻找最佳途径建立更加客户导向型、更高效的生产模式。我们认为，所有形态的制造企业都必须重新审视自身的供应链，并决定应如何综合利用下文所述的三大生产战略，从而凭借优势抢占市场高地，从容应对按需生产模式的激烈竞争。

**1. 产品定制化。**随着批量制造逐渐被定制化生产所取代，众多企业对新型模式持试探性态度。标准产品根据客户实际订单在需求地进行配置，这是产品定制化目前最为保守的形式，产品定制化也因此被认为是开给顾客的空头支票。这一模式涉及的标准产品数量往往有限，且定制化程度较低，例如吉他或手机壳有六种颜色可选，这一现象在很多行业中比较普遍。由于在产品设计上畏手畏脚，企业即使采用这一模式，也不会按需生产模式中作出更为大胆的创新，因此不可能收获大量的实际利益。

现今对生产者而言更可取的是至少成长为成熟的产品装配中心，提供相对多元化的按需制造，为客户提供广泛的选择，而不仅仅是屈指可数的产品种类。很多企业纷纷以不同有趣的形式将这一理念延伸并融入生产运营中。例如，运动鞋品牌商阿迪达斯近期在德国与美国建立Speedfactory，工厂内的工作完全由机器人执行，可迅速生产运动鞋，并在颜色、鞋带、材质、足托、图案刺绣以及品牌标志等方面提供多种定制化方案。IOPscience在印度尼西亚发布了一项有关大规模定制化前景的**研究**，该研究发现在2014年，德国企业设立了470个基于Web的产品装配系统，美国有超过332个，其他国家的企业也设立了大约200个。

然而，这些都不是完全意义上的定制化制造；定制化制造是按需生产模式的终极目标，因为产品的设计不可能完全由个人单独完成。迄今为止，仅有少数类似Local Motors这样进行小批量生产的企业在该意义深远的制造领域中积极探索。要实现这一目标，成为真正意义上的按需制造企业，企业必须全面改革并重新制定其产品生产与设计流程。随着生产日益趋向小批量产出、所需要的运营开支不断减少、效率不断提高，市场上极有可能出现大众市场价格的定制化汽车等产品。

**2.科技驱动型生产。**推动按需制造的科技应用包括工厂模拟、传感器、云端程序、物联网以及3D打印。但真正促进这些应用的，是成熟完善且严谨设计的数据系统，这些系统可生成深度分析，从而支持高效的产品定制化、预测客户喜好。在按需生产环境中，企业网络必须具备迅速连接数以万计客户的能力，自动获取客户订单与需求（无论是生产单个产品，还是按时分批交付）。成功捕捉信息后，这些数据必须直接导入生产系统，系统中的自动生产流程便立刻开始生产。

西门子首席执行官Joe Kaeser称，西门子的最终目标是利用客户数据分析一回应客户需求的预测程序、追踪以往订单及具体喜好、用于维护上市产品的传感器一优化价值链。Kaeser如此说道：“从数据中获得的信息可缩短价值链。生产会变得更快速、耗费的成本会更低、灵活性也会更高。企业可大规模地生产某一产品，也可删减价值链中低价值的某些环节。”

**3.精益制造的升级。**基本的精益原则在按需制造时代依然具有重要意义，但必须与新兴科技联手以增强精益方法与成效。在新环境下，制造与供应链的灵活性以及模块化产品设计尤为关键，但会对传统精益模式带来的规模经济效益造成一定的威胁。要克服一次性或小批量制造可能产生的低效，数据分析、传感器、机器人技术、联网技术、制造设备（包括但不限于3D打印）以及云端编程等领域应取得突破以加速定制化生产进程与系统发展，从而保障精益概念，即注重质量、效率、工厂绩效与生产力。

在精益领域中，人类在工厂中的地位将不可避免地面对按需制造的考验。传统上，企业采用精益方法来调整与优化流程、规范人员在工厂中的行为与日常活动，最终的目的是杜绝浪费与制程变异。但这一思维将被摒弃，原因在于机器人流程自动化一尤其设计、工程或信息处理等基于软件的活动一能够包容一定程度的低效，这是因为其强大的计算能力可以杜绝轻微浪费或能够更高效工作。换言之，在机器人工厂中，制程变异这个关键的精益指标，将因为流程自动化迎刃而解。

然而，即使在新的精益模式下，人类在价值链的上游依然发挥极其重要的作用。确切来说，既然按需制造依赖高效生产系统以完成定制化生产，那么设计全新的流程、管理流程的执行以及敦促流程的持续完善必然需要人类智慧，即使越来越多的重复性工作将由人交付给机器人与人工智能。要想在建立按需制造工厂后占据优势地位，制造企业必须能够创造性地运用精益原则，让效率更上一层楼：按需制造环境下的成功不仅包括重复性任务的生产力提高，还体现在产品的灵活性与定制化程度随着制造流程处理订单数量的增加而不断提高。在此模式中，人才资源将专攻如何持续改进、微调与创新定制化生产，以及对于简单或复杂客户需求的灵活快速反应。

# 结论

现代制造业必然会走向产品定制化，对此企业早已深谙于心。确实，为营造定制化程度更高的制造与服务环境、更好地回应客户需求，企业所倡导的大规模定制化可以说是早期甚至是原始的概念。例如，车主可从某种程度上定制自己的爱车：可自主选择颜色、引擎规格及传动方式等等。这一体系并不是十分完善，但由于科技的步伐赶不上定制化宏图的发展，在没有完全构建新生产模式的情况下，制造企业即可涉足大量定制化领域。

但现在情况已完全不同。科技进步与数字化发展正在兴起并迅速影响整个制造环境，令按需生产模式在几乎所有行业中成为必然趋势；而实际上，各行业已经在执行相关应用。最终，大胆创新的客户将可以自主设计Local Motors甚至丰田、本田及通用这样的大企业生产的汽车，并通过3D打印机制造出来。客户在享受真正产品定制化的成果后将会提出更高的要求，为具备定制化能力的企业带来更多收益，也迫使所有想要继续生存的制造企业培养这方面的能力。对按需制造趋势有所准备的企业终将蓬勃发展。但企业必须现在就行动起来，重新审视自身的长期制造战略，采用优化流程、系统与先进科技，制定生产决策，全面变革与客户互动方式，直面行业中的竞争与挑战。

我们是由注重实效的战略家组成的全球团队，致力于与您携手解决最棘手的问题，掌握最佳的机遇。

这意味着协助您开展复杂、充满风险的变革。我们在协助客户解决最棘手的问题上不断传承的优良传统，加之普华永道网络的广度和深度，使我们能够迅速实现既定的影响。

无论是筹划企业战略，还是推动职能部门和企业转型的方式打造相关能力，我们都能为您创造您所预期的价值。

我们是普华永道网络中的一员，普华永道各成员机构组成的网络遍及157个国家和地区，有超过20.8万名员工，致力于在审计、税务及咨询领域提供高质量的服务。业务垂询或了解更多，敬请访问我们的网站  
[www.strategyand.pwc.com](http://www.strategyand.pwc.com)

[www.strategyand.pwc.com](http://www.strategyand.pwc.com)

© 2017 普华永道版权所有。普华永道系指普华永道网络及/或普华永道网络中各自独立的成员机构。详情请进入 [www.pwc.com/structure](http://www.pwc.com/structure)。  
免责声明：本文件内容仅作提供信息之用，不能用于替代专业咨询顾问提供的咨询意见。