

工业 4.0 意味着通过人、物和系统的结合，在不同企业间建立起动态、实时及能够自我管理价值创造网络，实现对成本、效率和资源消耗等多个维度的系统优化。

“智”造工业化

文 / 罗兰贝格管理咨询公司合伙人 许季刚

不论是德国的工业 4.0、美国推出的“第三次工业革命”，还是我国提出的“中国制造 2025”在本质上都是相通的，其核心是应用信息技术，推动传统制造及服务产业转型升级。

从历史的角度看，工业革命有三大基本特征：一是引入了全新的产品或全新的生产方式；二是在产业层面或国家层面重构了竞争格局；三是对劳动力和基础设施的要求更高。

工业 4.0 是我们这个时代的标志，其终极的目标是形成全新的生态体系。这也符合刚刚颁发的工业大奖所特别强调的，着力推进创新驱动、供给侧结构性改革。

推进工业领域的创新驱动，智能制造是关键一环。它包括新的材料技术、制造技术、软件技术、物流互联网、能源管理等平台和系统。这样的系统让智能制造成为新型的社交网络：既跨越了人与人的沟通，实现了人与机器、机器与机器之间的沟通，将彻底改变供应商和客户之间的关系，企业交易及市场供求关系会变得更快速、更灵活、更自由。换言之，工业 4.0 意味着通过人、物和系统的结合，在不同企业间建立起动态、实时及能够自我管理价值创造网络，实现对成本、效率和资源消耗等多个维度的系统优化。在这一体系下，工作分工能

够很好地满足人口结构变化带来的劳动力供需和能力要求，企业竞争力随着效率的提升和浪费的减少而显著提升。

有潜力但也蕴含变革风险

从过去几次工业革命的历程来看，每一次工业革命都极大地提高了生产力。在变革过程中，企业拥有巨大的机会，也面临不容忽视的风险。工业 4.0 也不例外。

对于企业而言，工业 4.0 意味着巨大的效率和效能提升潜力。企业能够进行更灵活的生产，缩短交货时间，提供更高的定制化服务，采用更加便捷可靠的方式追踪生产过程和客户信息，并能够更加自由地根据比较优势的变化在全球范围内调整产能。这些机会将极大地帮助企业更好地满足客户需求，并提升自身的运营效率和盈利能力。但是，迄今为止，在工业领域的数字化进程仅实现了 10%。

因为工业 4.0 蕴含着竞争环境和商业模式剧烈变革所带来的风险，企业组织形式、生产流程和有能力要求都将改变，跨界竞争将带来更多更强的竞争者，传统商业模式可能被彻底颠覆，整个商业社会甚至出现彻底转型。

另外，工业 4.0 将实现虚拟世界和现实世界

的深度融合，涉及到人、机器和生产物资之间的互联和沟通。因此，需要计算机、自动化设备、软件、网络通信等各个领域创新技术之间的交叉和融合。例如，未来的自主学习机器人解决方案需要在人工智能、流程模拟软件、工业机器人、驱动系统等技术领域取得突破和集成，否则企业将难以适应工业 4.0 的发展要求。

满足大规模定制化需求

未来，工业 4.0 将通过纵向集成、横向集成和端到端的集成，满足大规模定制化需求。工业企业将首先在内部完成以灵活性和效率为主要特征的纵向集成，随后在价值链上下游甚至跨价值链间实现以互联与协作为主要特征的横向集成，最终在纵向和横向集成的基础上实现大规模定制为主要特征的端到端集成。

纵向集成，通过生产制造过程的自动化、信息化和网络化，提升生产灵活性和效率。纵向集成主要依靠企业自身的意愿和努力便能够实现，目前纵向集成领域已经出现了较为成熟的应用。横向集成，要求产业链上下游各环节甚至跨产业链之间实现实时交流与沟通，

横向集成企业主要分为两类：一类是推动者在原价值链上处于主要位置，对其上下游具有较大影响力和掌控力的主导企业。例如电力、石油等企业。这类企业以自身业务为基础，向价值链的上下游进行整合。另一类的推动者为价值链之外的第三方企业，多为信息服务企业，如各类信息服务公司、管理咨询企业等。这类企业提供 IT 基础设施、交易信息等服务，为价值链上下游的企业提供沟通和协作的平台。

在纵向和横向集成基础上，工业 4.0 将实现端到端的集成，届时需求将呈现大规模的高度定制化。目前端到端的集成还处于概念构想阶段，但已经有了规划。例如，目前消费者对移动、

通信娱乐和信息服务三方面的需求是相互独立的，分别由汽车、手机和搜索引擎三类产品或服务进行满足。在端到端集成的环境下，消费者上述需求将由带有通信、娱乐、联网并能够进行无人驾驶的智能汽车进行集成满足。

工业 4.0 对中国企业的机遇和挑战

工业 4.0 的进程对中国企业一方面是机会，同时也是一场非常重要的挑战。因为在未来工业 4.0 的生态体系下，产品的更新速度更快，多样性和定制化的程度大幅度上升，规模效应将可能不再是优势。另一方面，未来的制造业布局将是分散的，制造业有可能会回归高成本、高劳动素质的发达国家。

在这样的背景下，不妨看看国外的经验和案例。德国从部分的智能化到工厂的智能化，发展到产业链上纵向、横向的智能化，再到最后体系智能化。在这个漫长的进程中，德国得益于龙头企业的牵引和中国创新企业的驱动，培育和支撑了 1307 家隐形冠军企业的发展。这个数字是美国的 4 倍多，是日本的 6 倍。

德国的工业发展路径可以为中国所借鉴。中国应该建设关键的应用环境，为实现工业 4.0 提供可运行的环境，如推进电力物联网建设、打造物流 4.0 优化供应链管理的平台和流程；发展云计算与大数据技术开发和应用试验等。

此外，以重点行业为优先试验领域，吸引产业链上的国内外领先企业，共同寻求建立可发挥并提升中国规模性优势及产业集群优势基础上的工业 4.0 方案。尽管智能工厂的核心制造系统可能仍来自于领先国家和跨国企业，但可从应用入手，反推工业 4.0 内部环节的研发生产。最终，推动全面建立智能制造生态系统，从应用到创造，开发适合中国生产需求的智能制造系统。🌐