

中小企启动智能制造 重点发展“工业4.0”

企业新知



苏里亚纳拉亚南

冠病疫情和气候灾难继续占据头条新闻，同时，本地中小制造企业正在悄悄启动智能制造，把战略重点放在由“工业4.0”商业模式驱动的生产过程数字化和自动化。最近，在一项关于工业4.0对本地制造商商业模式影响的研究中，几位受访者都认为，工业物联网（IIoT）、机器学习、可视化计算、自动化和数码映射对新加坡制造业生态系统在全球舞台上的长期竞争力具有重要意义。

工业4.0包含了由相互连接的电脑构建的端到端数码化，和配备了智能机器学习算法并能够以最少的人力控制机器人科技日益自主的自动化系统。由于传统的制造模式正日益被先进的、高价值的制造科技所取代，如工业物联网、云计算、实时数据处理等，在成功的商业模式基础上，适当的规划并分阶段采用正确的赋能科技，对于持续的工业4.0成功至关重要。

工业4.0生态系统 含五关键驱动因素

我们对新加坡工业4.0生态系统（包括政府机构、大学、科技供应商、提供商和商会）的主要决策者进行了研究访谈，确定了五个关键驱动因素——政府通过资金和培训支持推动科技；对劳动力的依赖；生产力和效率问题；竞争加剧带来商业模式创新的压力；冠病的影响。四个主要障碍是投资回报率的担忧、能力和心态问题，以及在本地中小企业采用和实施工业4.0方法的生态系统限制。

我们把重点放在利用

A. Osterwalder的商业模式图（BMC）框架及其“构件”（包括客户价值主张、收入流、利润公式和关键资源），研究工业4.0对几个本地中小制造企业（医疗技术；工程设备；机器视觉和成像）的商业模式的影响。研究结果表明，商业模式创新，即开发一种新颖和差异化的创造价值和获取价值的战略运营模式，对于利用工业4.0解决方案提供的众多机会至关重要。

商业模式的创新往往使企业向客户提供价值的方式发生根本转变，无论是通过重塑价值主张和优化基础运营模式，还是通过以工业4.0赋能科技增强科技流程能力，如结合可视化计算的大数据分析。一个典型的例子是瑞士工具制造商喜利得（Hilti），它在2000年代从销售高质量的工具转型向建筑公司销售工具管理服务。客户可以从众多的工具中进行选择（“按需工具”），然后在规定的时间内按月支付固定费用。喜利得对工具进行追踪、维修、更换和升级，不收取额外费用。

工业4.0的一个关键赋能科技是可视化计算以及其增强实境（AR）的分支，将现实与数码内容以及视觉分析相结合。公司可以应用可视化计算科技来直观和分析大量的数据如图像、视频和三维序列以及关于资产状况的传感器数据，这些数据由安装在公司制造单元（制造单元是一组机器，按生产的产品或部件分组）的信息物理系统收集，以解决与预测性维护有关的问题，并建议可采取的行动。AR软件是一项关键的工业4.0赋能科技，它从智能相机和传感器中获取可操作的生产和（或）维护相关信息。

例如，德国钢铁巨头蒂森克虏伯公司（TAG）使用高精度度的AR工具，帮助一些大型工业设施的现场工作人员识别受技术问题影响的关键技术部件，减少停机时间。将平板电脑的摄像头对准机器，有缺陷的部件被标记为一种颜色。同时，AR应用软件在

屏幕上显示需要更换的故障部件以及维修说明来帮助工人。

另一个AR应用领域是电梯维护。由AR驱动的工具使TAG的技术人员能够直观电梯目前和未来的问题，并在它们发生之前得以解决。AR越来越多地被用于培训目的，例如，数码化的视觉工作流程，让用户看到自己的手与工匠大师的手重叠在一起，提供了某一工业生产任务或机器相关过程中涉及的所有步骤的顶层视觉角度。许多德国汽车制造商将AR用于焊接培训和螺柱焊接，以建造原型。

接受调查的中小企业从新加坡科技研究局（A*STAR）领导的智能工厂生态系统扩展中获益良多，并在工业4.0转型之路上取得了一定进展。他们通过分阶段和小模块的实施方法，追求智能、渐进的工业4.0采用策略。工业4.0科技，如工业物联网、人工智能、机器人、数据和图像分析以及大数据是首选科技。精益制造方法与数据驱动的决策，以及高混合低产量（High-Mix-Low-Volume HMLV）战略相结合，是中小企业采用的首选智能制造路线。

我们所接触的制造商很好地利用了商业模式图BMC的几个构件，如“关键合作伙伴”“关键业务”“关键资源”“成本结构”和“客户关系”（其中“价值主张”和“客户细分”为中等影响领域）。“渠道”和“收入流”是低影响领域，这表明可以做更多的工作来接触（新）客户群，并推出新的服务产品，包括从（新）客户群赚取现金的方法，以及更有创意的定价机制，如按使用付费。

未来的挑战包括高度重视净利指标、提升精密工程技能、更多地使用商业模式和供应链创新，如产品服务系统（PSS）、按需提供定制服务、实时装运和库存可见度和追踪，以及规范的人工智能。

作者是新加坡管理大学
工商管理博士生