

2018年8月

探究数字化工厂

尖端科技帮助我们窥探未来制造，
了解制造商如何在竞争中保持优势。

作者: REINHARD GEISSBAUER

STEFAN SCHRAUF

PHILIPP BERTTRAM

Reinhard Geissbauer
reinhard.geissbauer
@pwc.com

普华永道数字化运营影响中心的全球负责人。他是普华永道德国合伙人，常驻慕尼黑办事处。他支持行业领导者开发数字化产品和服务组合、数字化生态系统解决方案以及智能供应链和智能制造的战略和应用。

Stefan Schrauf
stefan.schrauf
@pwc.com

普华永道德国合伙人，常驻杜塞尔多夫办事处。他是普华永道思略特的行业带头人，负责德国的工业4.0业务，为跨国公司提供构建运营能力和成为数字化企业的咨询服务。

Philipp Bertram
philipp.bertram
@de.pwc.com

普华永道思略特德国执行总监，常驻慕尼黑办事处。他是普华永道思略特在数字化运营和供应链方面的行业带头人，并负责普华永道在欧洲、中东和非洲的数字化运营影响中心。

普华永道思略特德国经理 Farboud Cheragh 对本文亦有贡献。

工业界经历数字化的阵痛期已逾十几年。借助企业资源计划 (ERP) 和制造执行系统 (MES)，核心规划、进度安排、仓储、库存管理以及物流流程实现了精简和自动化。但这些成就仅囿于技术领域，支持工厂的个别职能领域，而非在更广的层面上提升工厂整体效能及其供应链效率。

时至今日，数字化阵痛已然成为过去，制造商们步入了数字化红利的黄金期。伴随着高端智能传感器、人工智能、大数据、机器人以及它们与云技术的广泛结合，制造商正迎来一个新纪元：集成式工厂能够迅速根据客户需求定制产品，快速应对不断变化的需求和趋势。这种全面数字化的工厂能够成为助力飞跃式发展的催化剂，提升生产力、产量和市场份额，优化财务和运营绩效以及加强供应链管控和透明度。与此同时，数字化工厂在安全、环境可持续性和控制碳排放量等方面亦有亮眼表现。

数字化工厂作为一套覆盖广泛的网络体系也被称为工业4.0，而之前的三次工业化浪潮分别由蒸汽机械化、电力与流水线以及计算机的问世所驱动。该网络体系中采用的设备来自于物联网，整合形成端到端的生态体系。这一生态体系涵盖了内部职能（如销售、采购、工程设计以及研发）和外部参与者（如供应商和客户）。

技术进步仍在不断塑造着数字化工厂的生态，从如今的初期形态来看，数字化工厂更像是德国奥格斯堡的富士通工厂。在这里，包罗万象的信息技术支撑起一个“超级供应市场”，储存着富士通的电脑及其他硬件产品零件。客户订单一到，机器人便会自动挑拣并组装零件，装入无人驾驶电动车，即物流火车，之后，通过准时化顺序供应流程运往生产站点。由于每件组装产品的具体规格可能有所差异，因此动态屏幕会精确显示每个订单所需零件并展示具体的操作指南。产品特征的调整能够在短间内由现场工程设计团队在组装过程中完成，现场工程师还能够根据客户最新要求及时做出调整。基于每台设备的历史及实时数据，可预测性维护流程能够防患于未然，避免故障发生，极大地缩短停

工期。由于整个生产过程实现了无纸化，工厂几乎没有任何碳足迹，其日产量能够达到12000台计算机以及1000多台服务器，这些成就使得富士通奥格斯堡工厂跻身全球生产效率和成本效益最高的工厂之列。

用数字化实现定制化

虽然成就可圈可点，但富士通德国工厂也只是昭示了数字化工厂的诸多潜力之一。普华永道最近对200家德国制造商的调研显示，制造商对数字化工厂概念的接受过程总体较为缓慢（德国企业在生产创新领域享有盛誉，因此，此次调研将德国企业作为全球发达制造商的代表）。尽管超过九成的受访者表示，他们设立了专款用于数字化工厂的建设，但这些投资却过多地集中于单独的或不完全整合的技术当中。只有6%的企业将自己的工厂归为“全面数字化”的行列。

此次调研最有趣的地方在于，尽管制造商尚未全盘接受数字化，但他们已经开始认识到数字化的战略潜力，而此前他们往往对之视若无睹。但这并不意味着制造商们不再重视切实的战略考量了。事实上，98%的受访者仍在某种程度上将数字化简单地等同于提高生产效率的手段。但与此同时，高达74%的企业将区域化视作数字化投资的主要原因。区域化即指有能力在产品销售市场建厂和扩建，通过定制化产品以及升级服务水准达到增加营收的目的。

此外，随着数字化日新月异的发展，根据客户喜好迅速定制产品并且为客户打造专属产品的前景似乎成为了影响生产决策的关键因素，相比之下削减劳动力成本的影响似乎退居次席。事实上，目前仅有20%的受访企业正计划将工厂迁至亚洲、东欧及南美等劳动力成本较低的国家。近80%的受访企业将目光锁定在西欧（主要客户群所在地）以寻找数字化工厂需要的新能力。从阿迪达斯新建的“SPEED工厂”便不难看出这一趋势。2017年和2018年这一新概念工厂分别在德国的安斯巴赫和美国的亚特兰大落成。在这些工厂里，自动化生产线由程序员进行管理，所需原料由监控整个供应链的网络提供，依托这些优势，“SPEED工厂”能够在5小时内生产出一双昂贵的多功能定制运动鞋。而在数字化程度低、成本低的亚洲工厂中，这一过程需花费数周之久。阿迪达斯表示，一旦形成规模化效应，“SPEED工厂”将在几年之内收回成本。新概念工厂还有望大大缩短新设计的交付周期，迅速应对不断变化的顾客喜好。

技术主轴的现代化

数字化工厂的一些技术主轴包括相对过时的软件（主要是过去的企业资源计划和制造执行系统，甚至是EXCEL制表软件）。使用这些软件的初衷是为了进行基础的计划并解决操作效率低下的问题。

通过传感器和云技术将这些零散的数据以及分析网络整合进一个共同的基础设施,就可能实现零件、机器、生产经理、运输车和流水线工人之间以及整个生态系统内的实时交流,这样一来就大大缩短了从原材料转变为成品的时间和距离,有助于完成机器设备的及时维护。

数字化制造的影响力很大一部分来自于科技的飞跃。科技进步的脚步仍未停止,传统的ERP时代已成为过去。例如,机器人能够通过重复而非编程进行学习,这种设备的出现使人类能够迅速训练机器进行多任务处理,并且在出现不同任务要求时,根据优先级灵活安排机器人从事不同活动。

另一个例子是无人机。无人机能够迅速将缺失的部件运至组装站,并且实现工厂和设备的可视化监管。奥地利的汽车供应商Magna Steyr对无人机的应用更为广泛,在格拉茨的工厂里,无人机独立飞过流水线,扫描物料标签来比较仓库中现有的储备,为管理工厂库存清单的网络提供信息。Magna Steyr还采用了数字化工厂颇为有趣的一项功能,这项功能的潜在价值正开始显现:即数字化孪生或工厂的虚拟复现。该技术能够将形式、功能和化学物理流程进行复现。因此,新工厂能够从三个维度进行设计和建造,而潜在的差错和低效会在工厂投入使用前得到解决。当工厂正式投入运行后,实际的运营表现以及任务数据能够传输回虚拟工厂中,这样一来就能不断进行监管和调整,以最高的效率优化流程以及维护设备。

了解阻碍

劳动力构成将是数字化工厂必须应对的棘手难题。数字化工厂的先进生产方式代表了一种全新的人机交互模式,许多工人或制造商对此仍毫无准备。了解数字化工厂对公司员工的影响十分重要,其重要性丝毫不亚于计算数字化工厂的经济效益,部分原因在于前者最终会对后者产生影响。因工厂重视新技术而感到被边缘化或者没有能力在该环境中工作的员工将会阻碍工厂的成功发展。

纯粹从这一角度来看,许多公司清楚地认识到自己还没有为数字化工厂做好准备。我们的调查显示,近半数的制造商认为他们的员工不愿意拥抱数字化变革,也有半数的受访者认为其公司缺乏真正的数字文化。一种解决方案便是重新培训公司中能力出众的工人,使其精通工厂自动化设备编程,并培养其数据敏感度;另一种解决方案是支持政府的学徒项目,招聘更符合数字工厂要求的员工。换句话说,制造商不应消极应对变化,而应主动出击,重新调整当前和未来员工的技能。

但仅解决劳动力难题还远远不够。高层管理人员必须积极推进数字化举措,并在公司上下公开表示支持,通过向员工阐述技术的裨益,提升员工对新战略的信任度和接受度。

管理人员可以向工人保证，数字化工厂能让他们避免高度重复、耗费体力和危险的工作，同时提高准确性和生产力。工人可以享受更加生态环保、清洁干净的工厂环境，其就业和薪资前景也将更加广阔。近半数的受访者预计数字化工厂的工人薪资将会增加，退休年龄将延迟；86%的受访者预计员工的工作时间仍保持不变。这表明员工可以与公司共享效率和收入增长的红利。

前进之路

数字化发展的阻碍会对一些制造商造成寒蝉效应。尽管工厂现代化的长期效益显而易见，且竞争对手通过采用新技术势必构成威胁，但制造商仍对工厂现代化感到畏怯。前进的必由之路便是脚踏实地、稳扎稳打地实现数字化。以下是数字化六步走计划。

- 1. 制定数字化工厂战略。**为数字化工厂绘制一套连贯的模型，紧密关联公司的整体业务战略，且能在公司上下切实执行。在确定数字化工厂的优先事项时，确保人员与技术同等重要。为了成功落实这一关键步骤，需建立一个强大的内部赢家网络，由高层领导、管理层和工人或车间团队负责人组成，以真诚领导力为网络凝聚核心。
- 2. 开展试点项目。**从试点项目开始，对技术和概念进行测试。当未经验证、具有风险的全新方式无法吸引投资或获得支持时，该步骤尤其有效。小范围的试点成功通常能为大范围推广树立信心。可能的试点方式是在一到两个工厂内实施垂直整合，涵盖数字工程和集成制造规划，或者是在关键制造设备上安装传感器和执行器，并使用数据分析来探索预测性维护解决方案。另一种试点方式是在特定工厂内对特定生产线进行数字化。试点项目应整合各种数字化应用程序，而不是单独实施各项技术升级。
- 3. 明确所需能力。**试点项目所得出的经验教训可以协助探索并确定必要能力。这些能力取决于公司的生产战略、业务目标以及开发及采用新技术的能力。一些公司力求成为物流领域的领头羊；一些则从提高生产力或产品质量中获得利润增长；还有一些公司使用数据作为开展创新的切入点。尽管数字化设备可以为上述发展增添一臂之力，但如果没有在企业、人员、流程和技术层面建立起合适的的能力，数字化工厂将无法实现增强业务的目标。
- 4. 精通数据分析和互联互通。**随着企业广泛使用数据驱动技术进行流程和质量优化、资源管理以及预测性维护，互联互通成为贯穿数字化工厂的主线。每家公司都需要掌握生成和传输数据的连通工具和系统以及数据分析工具，以提高效率和质量。

- 5. 转型为数字化工厂。**工厂数字化转型与其他任何形式的转型一样，对变化进行管理至关重要，转型对公司员工的影响尤其需要得到重视。显然，数字化工厂的基础是新技术和数字化解决方案，进行工厂数字化转型的企业首先需夯实基础。与此同时，发展流程、组织架构、人员等方面的数字化能力同样重要，以保障转型的可持续性。与员工建立合作伙伴关系，加大培训和进修的投入力度，员工问题将迎刃而解。此外，高管议程须以数字化工厂战略为中心，摒弃传统的项目审批流程，释放数字化团队的潜力，推动数字化进程快速发展。精简报告渠道可确保数字化团队专注于增值活动，摆脱行政工作的束缚。
- 6. 数字化工厂融入全面数字生态系统。**制定雄心勃勃的数字化工厂战略未尝不可。例如，利用实时短期客户需求数据调整规划和生产，从而灵活匹配产量与消费者偏好。亦或是将数字化功能集成到产品中，以提供能挖掘数据价值的服务。例如，机器制造商可能使用传感器和人工智能来销售增强型维护套餐服务。

若能找到方式使制造过程中生成的数据产生效益，便能产生深远影响。拥有数字化工厂的企业有机会通过利润丰厚的售后市场增加其利润率并获取客户，也可以进军全新的业务领域，而不是仅仅专注于生产。数字化工厂生态系统必须包括一个全面联网、透明集成的数字化供应链，从原材料和零部件供应商到物料和成品运输商，最终流向终端客户。

成功的工厂数字化转型需要长时间打磨，因此不要期望在某项单独的技术升级（例如在装配线上配置一个机器人）中获得快速回报。虽然数字化工厂带来的效益远超一次性技术升级，但其投资回报期可能长达五年。漫长的投资回报期反而加强了制造商希望立刻转型工厂的迫切性。设想一下：2023年的工厂是什么样子？是否可能一成不变？如果企业对未来工厂时代的到来后知后觉，那么其市场地位将岌岌可危。+

strategy+business magazine
is published by certain member firms
of the PwC network.

To subscribe, visit strategy-business.com
or call 1-855-869-4862.

- strategy-business.com
- facebook.com/strategybusiness
- linkedin.com/company/strategy-business
- twitter.com/stratandbiz

Articles published in strategy+business do not necessarily represent the views of the member firms of the PwC network. Reviews and mentions of publications, products, or services do not constitute endorsement or recommendation for purchase.

© 2018 PwC. All rights reserved. PwC refers to the PwC network and/or one or more of its member firms, each of which is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details. Mentions of Strategy& refer to the global team of practical strategists that is integrated within the PwC network of firms. For more about Strategy&, see www.strategyand.pwc.com. No reproduction is permitted in whole or part without written permission of PwC. "strategy+business" is a trademark of PwC.