



迈向智能制造新台阶

作者: David Hanny

在过去的几十年里, 半导体行业经历了几次技术变革, 每一次变革都降低了成本, 提高了晶圆厂生产效率。现在, 为满足物联网的应用需求, 对半导体质量的要求不断提高, 该行业正进入另一个转变周期。

在工厂内部, 5G 无线网络、人工智能 (AI)、更强大的处理器、云端数据分析、虚拟和增强现实以及集成知识网络等技术, 正在推动智能化迈向新台阶。

这些技术与新的软件应用程序一道, 正推动着半导体制造业迈向新阶段, 即通常所指的工业 4.0、智能制造和工业物联网 (IIoT)。

无论称呼如何, 如今我们都开始以一种不同的方式, 即虚拟方式来看待, 来决定工厂管理的最佳方法。这么做的目的是什么? 持续将数据输送至知识网络中, 然后利用这些数据做出明智的决策。

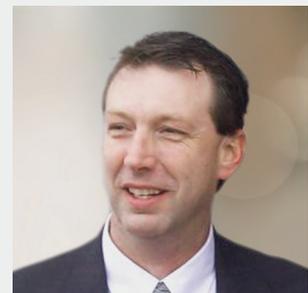
通过不断发展的技术推动我们迈向智能制造, 效果令人惊叹: 5G 网络如此之快, 我们可以在四五秒内下载一部电影; 如今的图形处理器性能已经叹为观止, 而人工智能处理器比其强大 50 倍; 此外, 随着安全技术的不断成熟, 云计算策略的潜力巨大, 通过云数据分析有望解决成本效益相关的各种协同问题。

自动化的渐进发展

回顾过去, 短短十几年前, 晶圆厂的工人还在推着小车, 按下按钮启动设备, 通过电子表格追踪在制品。逐渐地, 晶圆生产制造迈上了一个新台阶, 拥有了从设备整合数据的能力, 自动化物料搬送系统, 实现了如 run-to-run 控制和故障检测之类的先进过程控制 (APC) 系统。

接下来, 行业又发展到一个新阶段, 即启发式智能系统开始控制工厂, 并带来了可观的正面效益。然而, 行业努力实现更高水平自动化控制的同时, 其局限性开始显现。许多公司继续使用现有技术, 而此类技术缺乏足够的计算能力、带宽、数据聚合和筛选能力, 无法实现更高的自动化水平。如今, 我们行业中的许多人都在寻求一种途径, 以期能够从目前的手动控制和半自动控制的混合状态过渡到完全自动化。

在我们这个关注成本的行业中, 接受变革是一项艰难的挑战, 并不容易实现。由于生产设备资产密集程度非常高, 自动化才是这些设备保持高效生产的关键。当一件设备要花费数百万美元时, 我们必须实现设备高利用率并且防止出现瓶颈。我们常常被固有思维所束缚, 受到自动化系统和工艺的限制, 导致创新也被抑制。



David Hanny,
应用材料公司

迈向智能制造新台阶

归根结底，我们身处晶圆和芯片行业之中。人们经常谈论的工业 4.0，只有当其为应用程序提供支持，帮助按时交付产品，并获得公平投资回报时，才会有真正的吸引力。

对于芯片制造商来说，棘手的问题包括如何 (1) 提高生产效率，(2) 创建蓝图，使制造工程师可以抽身出来创造有用之物，(3) 创造提高员工工作效率的方法，(4) 帮助制造工程师以团队形式 (而不是独立个体形式) 工作。

半导体行业与自动驾驶相似

美国汽车工程师学会 (SAE) 将自动驾驶分为六个等级，从完全无自动化到完全自动化。这些定义当然也适用于半导体晶圆厂的自动化生产水平。毕竟，自动驾驶汽车需要软件和传感器提供来自周围车辆的实时响应数据，安全目标以及减少从 A 点到 B 点成本的目标 (图 1)。

SAE 的定义从 L0 级无自动化开始，然后进入 L1 级，此等级汽车自身可以做出一些实时决策，比如自动巡航可调节车辆加速和减速，而驾驶员是后备计划。

在 L2 级，车辆仍由驾驶员控制，但其自动化系统开始与驾驶员协同工作。在过渡到 L3 级的过程中，驾驶系统掌握了部分控制权，而人类驾驶员操作则是退却计划。在 L4 级，车辆可以处理以前从未遇到过的情况，是许多场景下的退却系统。在 L5 级实现了真正的完全自动驾驶，无论什么环境都由车辆接管，驾驶员在所有场景下都无需操作方向盘和油门踏板。

从交互式到自我驱动式

在如今的晶圆厂内部，我们从完全交互式系统，转变到感知系统，再到自我驱动系统时，自动化水平是相似的 (图 2)。

在半导体行业的 L1 级阶段，我们看到可以使用自动化物料搬运系统 (AMHS)，拥有追踪良率和缺陷的能力，以及一些预防性维护系统。在 L2 级，晶圆厂采用实时调度系统和 R2R 控制系统。

如今，许多制造商都在向 L3 级转变，试图实现全自动化的第一阶段，包括解决如何引入实时排程和预测技术。如今随着处理速度的提高，企业也在寻求应用机器学习技术。L3 级是新技术应用程序的试验场。

在 L3 级，公司开始开发自己的数字孪生组件，并决定哪些组件可以或不可以转移到云上。当这些公司展望实现其最终目标的道路，认识到过去的工艺和系统不一定会在未来发挥作用时，他们将面临空前陡峭的学习曲线，以取得用户对新技术的信任。

从 L3 级升级到 L4 级非常重要，因为在 L4 级，软件必须实现晶圆厂中从未采用过的需求，并且通过采用这些需求做出更好的选择。这一自动化等级的系统会接收数据，然后实时地做出提高生产效率的决策。就像为了保障安全，自动驾驶汽车必须实时做出决策一样，应用材料公司正在与早期实施的晶圆厂合作，启用实时决策来实现优化业务实践。



图 1. 晶圆厂实现全面自动化的道路与自动驾驶汽车所需的自动化渐进过程在许多方面是相同的。(来源:美国汽车工程师学会)

迈向智能制造新台阶

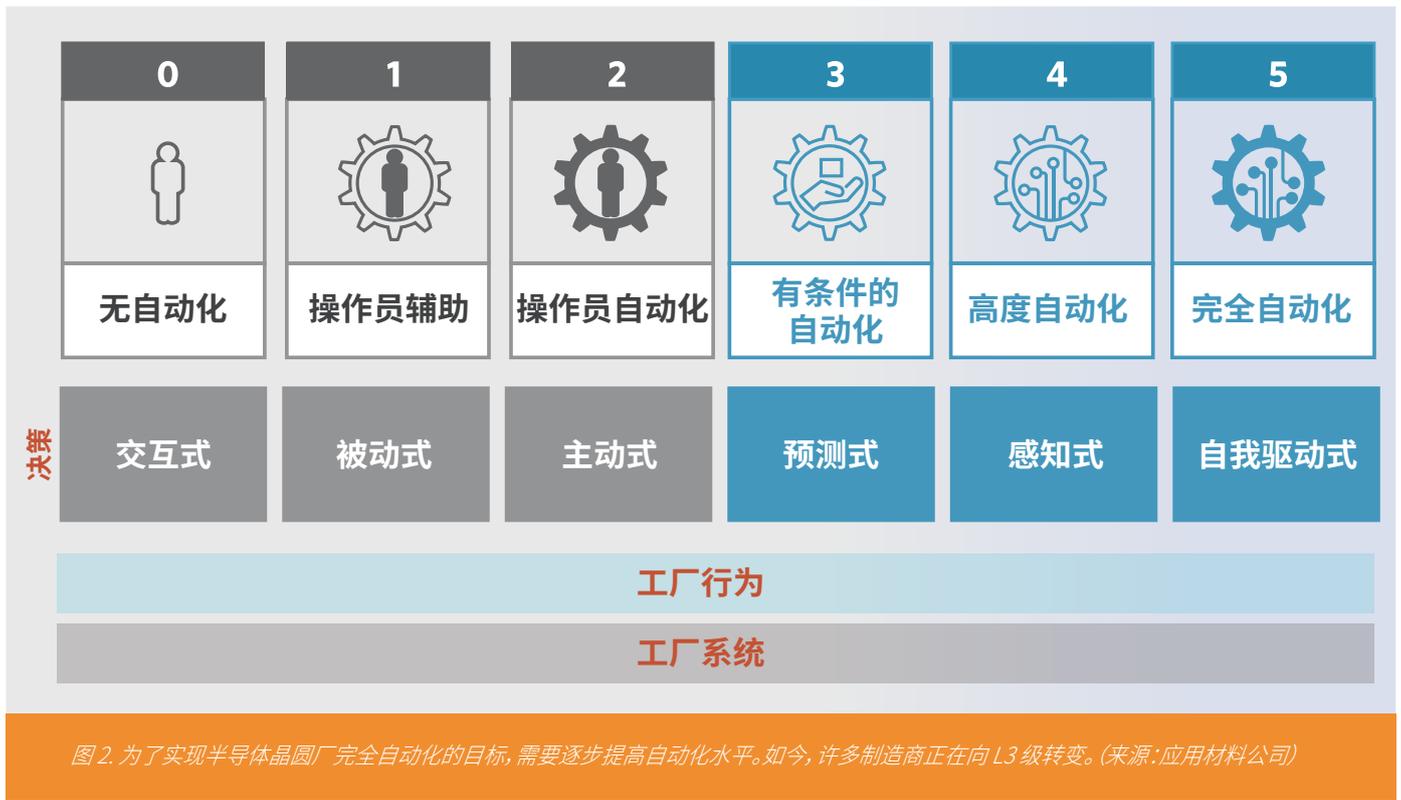


图 2. 为了实现半导体晶圆厂完全自动化的目标, 需要逐步提高自动化水平。如今, 许多制造商正在向 L3 级转变。(来源: 应用材料公司)

L5 级, 完全自动化, 取决于系统最薄弱的环节是否有效。如果最薄弱的环节失效, 整个系统就会出问题。

提升价值的机会

我们有机会开发新的方法, 为客户提供额外的价值。例如, 客户想要自动计划系统, 该系统可以通过提高对不断变化的市场需求的响应能力, 带来可衡量的价值。目前, 资源计划是手动操作的, 更新计划需要好几天时间, 而在自动计划系统中, 几分钟内即可完成计划更新。我们现在面临的另一个行业挑战是, 来自各个工厂的数据往往不一致。数据质量也是一个需要着重考虑的因素, 必须采取积极措施向前迈进。

安全和可靠

采用这些技术还面临一些其他障碍。其中一个巨大的障碍是数据安全, 这影响了对云的使用。在复杂的制造业中, 管理者将自己的数据视同知识产权 (IP)。为了充分利用云作为产业优势, 我们需要区分什么是 IP, 哪些不是。现在很少有人使用公共云, 但半导体公司开始定义哪些数据分析技术可以在云中完成, 哪些可以在本地完成。

各家公司一直在问, “我应该或者可以用云做什么?” 然而, 最近我们看到了他们态度的转变。应用材料公司正在加大投资力度, 管理层已与大型制造商合作, 挖掘云技术的驱动因素和阻碍因素。我们认为, 当制造商认识到新技术和应用将如何改善其经济效益时, 这种转变就会发生。到这个关键时刻, 他们将开始使用云。

作为比较, 回想一下从 UNIX 操作系统转移到 Windows 关键任务系统时, 业界所关心的问题。Windows 的高成本效益和成熟技术, 促进了其高使用度。同样的事情也会在云领域发生。

同时, 在保障安全的情况下, 应用材料公司正与客户合作开发有用的技术, 如动态排程、全自动化制造场景、下一代运行控制 (run-to-run) 和质量场景。这类应用提高了工厂的生产运营效率, 让我们更接近 L4 级自动化生产。

关于创新的最后几点思考

在任何获得成功的企业中, 创新都是企业文化的重要组成部分。管理变革需要一些勇气和支持新方式的意愿。缺乏创新导致停滞和落后于人已是不争的事实。

为了推进这一变革, 并使高度自动化成为可能, 应用材料公司正在投资并寻找早期合作者来测试这些概念。我们相信, 我们的客户希望与合作伙伴一同研究这些新技术, 这样他们就可以准备好应对变化, 并取得显著的商业利益。

David Hanny 是应用材料公司自动化产品部的市场总监。如需获取更多信息, 请通过 david_hanny@amat.com 与他取得联系。



www.appliedmaterials.com



Nanochip 晶圆厂解决方案 提供环保的在线版本。

如需索取在线版本或申请个人文章转载, 请发送电子邮件至 nanochip_editor@amat.com。所有被指定为产品名称或服务, 或者以其他方式标为产品名称或服务的商标, 均为 Applied Materials, Inc. 在美国和其他国家/地区的商标。本文中包含的所有其他产品和服务商标均为其各自所有者的商标。