

让数字工厂成为现实： 通过数字化转型走向成功

Tracey Johnson, 高级营销经理
Margaret Naughton, 营销工程师

摘要

您对数字工厂的运作方式感兴趣？本文将数字工厂的工作原理与人体的运作机制相类比，概述了数据作为数字工厂命脉的重要性。文中还探讨了数字工厂如何通过智能边缘洞察帮助提高制造工厂运营效率。

简介

数字工厂是基于数据运行的系统，其中各组成要素协同工作，以优化工厂车间的运营效率。在某些方面，它可以与人体相类比。传感器充当眼睛和耳朵，使中央控制器（或大脑）能够了解周围环境。执行器充当肌肉，根据需要做出调整。工厂连接网络相当于部署在全身的神经系统，而皮肤则代表对数据保护至关重要的网络安全技术。

数字工厂的优势

在探讨数字工厂的组成部分之前，我们首先概述一下其优势。数字工厂的优势主要体现为提高生产力，进而促使制造业格局发生变革。来自数字工厂生态系统的新见解有助于为实时决策提供信息。因此，产品质量得到改善，整体运营效率更高，最终实现更加可持续的生产流程。工业部门消耗的能源约占全球总能耗的50%，¹对于以净零排放为目标的制造商来说，数字互联工厂是这场变革的核心。除了可持续性优势之外，数字工厂还提供灵活性和实时配置能力，以快速响应千变万化的消费者需求。例如，在医疗健康领域，人们对个性化医疗器械的需求日益增长，如根据患者个体的身体结构量身定制的3D打印关节植入物等。随着工厂设计变得更加模块化，生产单元变得更小且适应性更强，工作流程可以实时安排和更改，从而提升制造速度，并支持在欧洲和北美实施具有成本竞争力的本地生产流程。

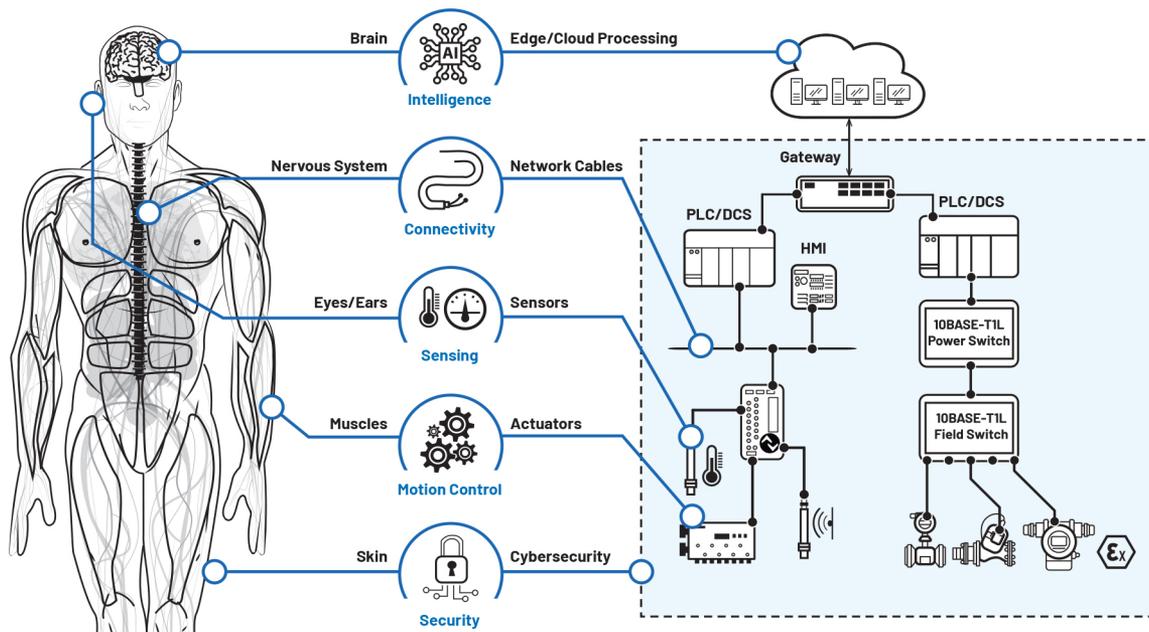


图1. 数字工厂剖析。



图2. 数字工厂的优势。

数据—数字工厂的命脉

源自全工厂多个来源的实时和非实时数据，必须在智能边缘（产生数据的地方）进行快速可靠的分析，并在中心层面进行汇总，从而揭示整个工厂运作的全貌。从这些数据得出的运营洞察对于充分释放工厂的全部运行效率潜力至关重要。

传感器—数字工厂的“耳目”

工厂需要部署更多传感器并通过各种检测（例如温度、压力、流量、接近度和振动）来获取必要的信息。为了持续感知、测量、解读工厂资产，工厂需要精密测量和检测技术。IO-Link®技术使传感器变得智能化。压力传感器可在本地判断压力是否超过所需阈值，因此只需要向控制器提供单比特的布尔型变量（是或否），它只代表一位数据，而不是表示实际压力测量结果的完整数字值。本地化决策可节省通信和处理时间，实现高效的分布式控制。

执行器—数字工厂的肌肉

执行器通常是数字工厂的无名英雄，相当于人体中的肌肉，对于完成工作至关重要。执行器用于控制阀门、活塞和其他机械装置。它们可以准确控制流体的流动，确保将正确数量的物料输送到流程的每个部分。

传感器和执行器都需要耐受应用的环境条件。工厂环境很恶劣，存在高温、电磁(EMC)辐射、电源电压瞬态尖峰、机械振动等等。对于这些边缘检测和驱动系统，电力传输是另一个关键考虑因素。随着传感器和执行器越来越小，对电力传输的性能要求也越来越高，同时信号采集的精度和质量也不断提高。这就需要高效、低噪声、小尺寸的电源管理解决方案。对于空间通常受限的设计而言，这种解决方案至关重要。如果没有适合特定检测要求的必要电源技术，就无法实现数字工厂的实时可配置优势。

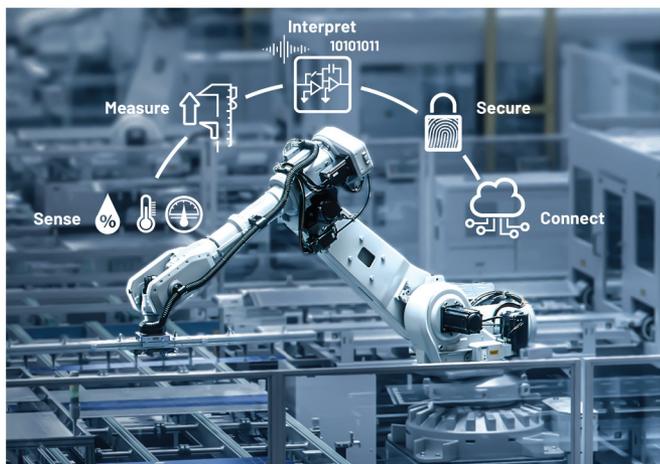


图3. 现代数字工厂的构建模块。

边缘智能和中央智能—数字工厂的大脑

鉴于数字工厂要求边缘设备具有更多功能和更高水平的智能，设备本身必须进行更多的计算和分析，以实现本地化决策。为了实现这种边缘自主性，需要本地人工智能(AI)/机器学习(ML)引擎、低功耗加速器、更大的内存和处理能力。传感器融合是另一种类型的边缘智能，其中来自多个不同类型传感器的数据可以同步结合以呈现更准确的测量结果——这是使用任何单个传感器所不能实现的。借助新型高精度和高带宽ADC，单个传感器前端可用于监控多个传感器元件，从而节省空间和功耗。AI微控制器技术使神经网络能够以超低功耗运行，而低功耗发射器可以增强远程加工厂（通常是智能工厂的延伸）的诊断能力。

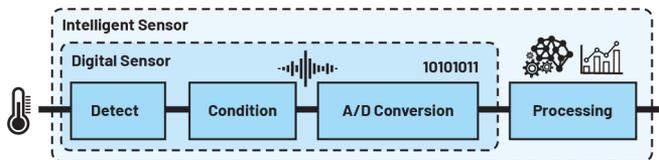


图4. 通过智能传感器实现边缘自主。

连接—数字工厂的神经系统

虽然边缘设备具有自主性，但对于制造商来说，要从大量可用数据中提取有价值且能提高生产力的洞察信息，传输、分析这些数据并将其与工厂内现有信息流合并的能力至关重要。这需要低延迟、有时限、低功耗、稳健的工业连接技术。10BASE-T1L是一种以太网物理层标准(IEEE 802.3cg-2019)，旨在通过与现场设备（传感器和执行器）建立无缝以太网连接来显著提高工厂运营效率，变革过程自动化行业。²



图5. 数字工厂内的IT/OT融合。

在当今的工厂中，信息技术(IT)网络部署在办公室/企业层级。IT网络传统上关注数据存储、数据分析和业务应用程序等事务。这些都很重要，但通常不像工厂车间的数据交换那样对时间要求非常苛刻。在工厂车间运行生产线的网络称为运营技术(OT)控制网络。在这种控制网络中，可能存在多个不同的生产单元或机器，它们相互通信的能力通常有限。数字工厂中的IT/OT网络融合概念改变了这一切。它提供一个统一的工厂网络，所有设备、机器和机器人都连接在网络中或进行互连，并使用相同的语言。每个IP可寻址设备都能实时或近乎实时地通信，并且可以独立于网络上的其他设备进行配置。这种融合数字工厂网络的关键支持技术包括：工业以太网、时间敏感网络(TSN)、Ethernet-APL（高级物理层）和IO-Link。所有设备都使用相同的第2层语言，因此现在可以使用相同的控制和网络管理系统来控制网络的IT和OT部分，同时不会影响运营网络的时间敏感流量。时间关键型流量和非时间关键型流量都很庞大，要求升级网络以增加带宽，确保无延迟的数据传输，这对于提高制造工厂的产品质量和运营效率至关重要。OT和IT的融合释放出几乎无限的扩展机会。

网络安全—保护可信数字工厂数据的皮肤层

随着互联互通程度的提高，智能工厂环境将人员、技术、流程和知识产权暴露于网络威胁之下，因此需要加强数据安全保护。为了应对安全挑战，数字工厂亟需发展安全引导、安全软件更新、安全传输认证和硬件信任根等功能。保护网络安全的一个基本方面是对尝试连接到网络的每个新设备进行身份验证。这包括先检查该设备是否是正品，只有是正品才授权与之进行网络事务处理。与设备身份验证一样，安全引导也是必须具备的，以确保现场设备仅执行来自可信来源的软件，并采用公钥加密技术来验证固件的数字签名。

目前有哪些技术解决方案可用？

一直以来，ADI公司以其创新的精密技术而受到重视，这些技术可用于检测、测量、准确控制整个工厂的设备。ADI公司还拥有丰富的工业连接和电源产品组合，以及包括AI专业知识在内的其他数字能力。这些技术和领域专长可以帮助将数字工厂的愿景变为现实。

- ▶ 低带宽、多通道Σ-Δ ADC（如AD4130系列）集成了完整的模拟前端电路，可轻松连接多种类型的传感器。传感器得以与高级诊断功能融合，以支持本地化故障检测和快速决策。
- ▶ 低功耗10BASE-T1L ADIN1110 MAC-PHY和配套的ADIN1100 PHY支持向无缝连接现场设备过渡，并通过1.7公里的单对以太网电缆将以太网APL一直延伸到过程智能边缘。
- ▶ 在网络安全方面，基于硬件的交钥匙解决方案使客户能够轻松地将数据安全性集成到其产品中。DS28S60和MAXQ1065是超低功耗安全集成电路(IC)，即使在功耗和计算资源极其受限的设计中也能实现公钥加密。
- ▶ MAX78000 AI微控制器让神经网络能够以超低功耗运行，提供来自边缘AI的可操作洞察。

数字工厂普及之路

行业调查显示，85%的公司在过去2至3年加速推进其制造工厂的数字化转型。³然而，全面实施数字化工厂尚未成为常态。由领先制造商组成的世界经济论坛全球灯塔网络，展示了数字化战略和融入数字技术的运营不仅能提升生产力，更为可持续和有利可图的增长奠定了基础。这些制造商运用创新技术激发潜能，把生产力的提升转化为实际收益。这些技术提高了效率，进而产生了对环境有利的结果。这既提高了生产效率，又增强了可持续性，实现了生态和经济效益的双赢。

结语：让数字工厂成为现实

数字化转型不断加速，工厂面临的机遇与挑战并存。新技术是提高效率的关键，但实施这些技术可能很复杂，需要慎重规划和执行。要实现优化运营，充分提升效率，与拥有深厚行业专长的合作伙伴密切合作至关重要。这种合作是打造未来更强大、更灵活的数字工厂的核心。

参考文献

¹ “工业领域能源消耗”。美国能源信息署，2016年。

² Maurice O'Brien和Volker Goller。 “通过10BASE-T1L连接实现无缝现场以太网”。ADI公司。

³ Janet Foutty。 “数字化转型如何在充满挑战的环境中实现敏捷性和韧性”。Deloitte Insights，2021年4月。

作者简介

Tracey Johnson是ADI公司高级营销经理，她是专注于工业自动化市场领域的Digital Go to Market团队负责人。Tracey在2003年毕业于爱尔兰利默里克大学，获得电子工程学士学位。加入ADI公司之初，她担任设计评估工程师，此后在应用和市场营销部门担任过不同的职务。

Margaret Naughton是ADI公司的营销工程师，她是专注于工业自动化市场领域的Digital Go to Market团队的一员。Margaret于2007年作为软件开发人员加入ADI公司，此后在CAD、工程支持和营销部门担任过不同职务。她拥有利默里克大学计算机工程学士学位和硕士学位。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn



超越一切可能™

如需了解区域总部、销售和分销商，或联系客服和技术支持，请访问analog.com/cn/contact。

向我们的ADI技术专家提出棘手问题、浏览常见问题解答，或参与EngineerZone在线支持社区讨论。请访问ez.analog.com/cn。

©2023 Analog Devices, Inc. 保留所有权利。商标和注册商标属各自所有人所有。

“超越一切可能”是ADI公司的商标。

T24867sc-12/23



请访问analog.com/cn