



# 为什么数字工厂是 制造业的未来

带来真真切切的影响：加快上市速度、  
实现更灵活的流程、提高定制化程度等



# 目录

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| <b>简介</b>       | <b>03</b> |
| <b>定义数字工厂</b>   | <b>05</b> |
| <b>数字化的五大优势</b> | <b>07</b> |
| 优化工厂设计          | 08        |
| 提高产量            | 10        |
| 提高敏捷性           | 11        |
| 实现可持续发展目标       | 13        |
| 加快上市速度          | 14        |
| <b>采用四阶段法</b>   | <b>15</b> |
| <b>展望未来</b>     | <b>20</b> |
| <b>总结</b>       | <b>25</b> |



# 简介

在过去几年里,制造业取得飞跃式的发展,流程已开始融合技术、智能机器和人工智能 (AI)。这些转型通常采取孤立的方式进行,结果形成孤岛式环境,错失数字化的更大用途。但是,如果公司将人员、程序和流程的数据紧密连接在一起,则可打造一个数字工厂。

数字工厂所代表的远远不止生产制造的物理流程。这一概念还将工厂本身也纳入上述数据连接范畴。数字工厂旨在优化制造流程及其环境。

借助强大的数据连接,数字工厂不仅支持跨部门协调,而且有助于提高敏捷性以适应日新月异的世界,并为公司带来显著的竞争优势。以上是制造业数字化转型所带来的主要益处。

从概念上迈出第一步并不难,但与大多数制造流程一样,其细节异常复杂。其中包括:

**01** 拥抱数字文化,引领以数据为中心的思维模式

**02** 加快整个组织内的数字化转型

**03** 投资基于远程服务的平台,打造通用数据环境

**04** 侧重于自动化和数字流程,达到事半功倍的效果

“

如今, Wilo 可以充分利用整个组织内数据透明的巨大潜能。我们的工程师目前变得越来越有创造力, 他们利用可用的数据进一步缩短上市时间, 提高生产效率并解决更多问题。”

Mustafa Mahmud Al-Haj 博士, Wilo SE 集团运营部高级副总裁

# 定义数字工厂

数字工厂是工厂主要特征（例如，几何图形、行为和绩效）的共享虚拟模型，可显示设施中所有数字网络及其运营的融合状况。此数字表示形式可以编译结构、系统、资产和流程中的数据，帮助您深入了解如何规划、构建和运营设施，如何重新配置设施以及如何更大程度提高每项资产的效率和生产力。

数字工厂将优化产品开发生命周期所用的相同原则（思想领导力、系统、理论和方法）应用到工厂本身的生命周期。通过数字工厂，公司还可以模拟假设场景，发现可升级制造环境功能的机遇。



## 公司可依赖数字工厂帮助实现以下目标：

01

制造更好的产品

02

吸引更多客户

03

提高运营效率和可持续性

04

提高创新能力

05

缩短上市时间

06

获得可行见解

直观的生态系统源自可靠的数据和人类的智慧，可以帮助您调整适应各种变化，并显著提高韧性以应对各种变革。

# 数字化的五大优势

乐观, 韧性, 自信。这些是制造主管展望未来时的共同感受。无论是已完全踏上数字化转型之路, 还是刚刚开启这一旅程, 您都必须认识到提高敏捷性和适应性的需求。

数字化为您提供了收集整个企业范围内的数据所需的工具, 这些数据可以帮助制造业摆脱困境并创造增长机会, 例如:

## 优化工厂设计

数字工厂通过消除冗余行为、整合工作流程和自动化流程来支持精益运营，从而降低成本并使员工能够有更多时间专注于增值工作。

数字工厂的最终愿景是将所有人和物（车间、建筑、基础设施、提供商、供应商和利益相关方）全面整合在一起，从而创建互联数据流。借助这一整合基础，您可以自动执行、预测和创建某种智能，尽可能提高整体运营的效率。

借助数字工厂，业主可以模拟备选方案，找出更高效的方法来实现目标。

## 制造领域常见的七大浪费：



运输浪费



库存浪费



运转浪费



等待浪费



过度生产浪费



过度加工浪费



瑕疵品浪费

保时捷 (Porsche) 有着悠久的创新历史。1948 年 6 月 8 日, 该公司推出首款市售高性能跑车 356。自从最初在奥地利车库手动制造 52 辆汽车之后, 该公司已走过一段漫长的路。如今, 在保时捷的某一新型工厂, 无人驾驶运输系统(称为 Flex-Line) 已形成现代化的装配线。在这条装配线上, 自动驾驶车辆可在各站点之间运送汽车, 支持按订单进行定制。

该公司已创建综合规划模型, 以数字方式布置碳中和工厂的每一处细节, 然后多次迭代设计以符合所需规范, 例如楼层的承重载荷 (615 磅/平方英尺)。此外, 供应商也可访问该模型, 将其设备配置到保时捷的生产车间, 确保生产线不会出现冲突。如今, 这家位于德国斯图加特的工厂正处于全面启动状态, 其虚拟模型可指导运营改进。结果如何? 已打造一家称为“保时捷生产线 4.0” (Porsche Production 4.0) 的更环保、更智能、更精简的数字工厂。

→ 了解更多

## 提高产量

最近, 制造业经历了市场需求激增, 达到了 [37年来](#) 的最高水平。事实上, 制造业有望超越 [新冠疫情前](#) 的生产水平。但是, 变化的不仅仅是需求数量, 消费者的具体需求也在改变。批量定制正迅速成为制造商的必备能力。消费者愿意多花钱来为个性化产品买单。

借助数字工厂, 您可以使用小批量生产或对现有产品添加功能, 以从容应对消费者定制产品不断增长的需求。例如, 一位客户可能订购了 100 万支标准笔, 另一位客户可能需要 1,000 支钛制笔。而第三位客户则可能需要 10,000 支绿色笔。通过数字化, 您可以轻松定制化处理每笔订单, 在保持甚至提高产量的同时, 提供不同的设计和制造选项。这是一种强大的竞争优势。



## 提高敏捷性

过去几年的实际情况表明，稳定性无法得到保证。但是，随着制造环境的不断改进，公司必须显著提高敏捷性并做好充分准备，以应对经济和环境未来可能发生的任何颠覆性变革。

数字工厂支持灵活制造。借助智能机器，您可以拥有更多资源，更快速地找到替代解决方案，以更改过程、实施改进或适应新场景。如果供应链问题导致零件供应中断，则可内部制造，或者与其他制造商联系。借助这种灵活的模式，您将能够制定一些能够催生新收入流、增强创新且减少中断的解决方案。



法国 Brioche Pasquier 公司从一间小小的家庭式面包房发展到一家生产法国美食（如其招牌奶油蛋卷）的国际食品制造商，如此亮眼的发展轨迹令人十分羡慕。随着经营规模的扩大和生产地点的分散，Brioche Pasquier 为了确保产品的一致性而对旗下工厂进行数字化管理，以便协调企业在18 个国际生产基地的运营。

各个欧洲基地可以通过远程服务连接，为新工厂的设计提供信息。借助 Autodesk Navisworks，每个生产基地的信息均整合至三维数字模型中，并在公司内部共享，使其他工程师能够利用这些数字模型作为参考。这种数字工厂方法可确保一致性，并将从实体制造过程到公司业务环节的每个人紧密联系在一起。

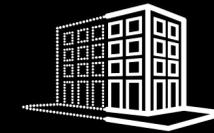
➔ 了解更多

## 实现可持续发展目标

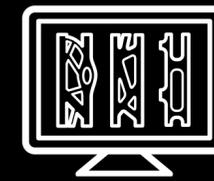
尽管制造业可以生产消费者想要和需要的产品，但生产这些产品是要付出环境代价的。[世界经济论坛](#)指出，总的来说，制造业的碳排放占全球排放量的 20%，而且世界能源消耗的 54% 来自制造业。

借助数据驱动型运营，您可以获得更多见解，实现行业标准、各级政府或本单位领导层所制定的可持续性发展目标。有些企业甚至在首席级高管中增设了可持续性相关的职务，专门负责跟踪这些绩效指标、引领推行环保政策并确保企业合规。

数字工厂通过技术促进更具可持续性的运营：



数字孪生可实时生成切实可行的见解，使业主能够做出更具可持续性的选择。



衍生式设计有助于工程师在数字工厂和周边基础设施的设计和构建过程中，找出环保选项（如原材料）。



自动化系统和人工智能 (AI) 可根据特定空间内的人类行为跟踪能源使用数据（如热量）。

对那些实现净零目标的企业而言，数字工厂是大势所趋。[据普华永道 \(PwC\) 2022 年数字工厂转型调查数据表明](#)，作为数字化转型的主要驱动力，可持续性的重要性已平均提升 150%。



## 加快上市速度

制造企业往往关注产品的生命周期,但殊不知,工厂也有生命周期。要想更大程度提高生产效率,就必须对制造环境进行优化。这就是数字化的整体目标。得益于自动化和互联的生态系统,数字工厂中的信息流动比传统制造业来得快。

当工厂实现数字化之后,您可以利用各种见解加快设计和工程流程,迭代解决方案并快速做出决策。[世界经济论坛](#)发现,数字化程度更高的制造企业(称为“全球灯塔网络”的联盟)将上市速度加快了多达 89%。

# 采用四阶段法

无论您是构建新运营, 还是重新配置现有运营, 都必须采用分阶段方法来创建数字工厂:

01 规划

02 设计

03 构建

04 运营





## 规划

数字工厂的规划从物流和运营布局开始。首先是逐步分解工作流程，确定每个工作站的位置、每个设备的放置，以及更大程度提高生产效率的配置。如果企业正在实施数字化转型，则可能已拥有一个大型的“组件库”，存放工厂可能用到的组件。

随着制造业复杂性的不断提高，所涉及的人员、流程和技术必须比以往任何时候都更加紧密地联系在一起。您需要一个能够让所有利益相关方都能看到的规划环境，以帮助更好地确定预算和进度。

借助将跨专业领域团队紧密联系在一起的通用数据环境 (CDE)，您可以从一开始就捕获每个设计、施工和制造决策。

您可以将从上一个工厂项目中汲取的经验教训应用到当前工厂项目中，让大家学习借鉴。您可以改进现有条件的文档，揭示潜在的风险领域。此外，您还可以更好地将工厂外围与内部机器集成在一起，从而提高项目的可预测性并节省成本。

## 设计

在规划阶段之后,您将在开始设计数字工厂时了解制造框架。工程师确定如何在物理空间中布置平面图。他们将对人员、机器和材料的调配进行仿真测试,从而确定更高效的空间分配,消除瓶颈,缩短上市时间。此外,设计师也会将各提供商和供应商整合到工厂的数字化协调中。

所有利益相关方都会审核设计,以提高其可行性并验证布局是否合理。虚拟现实可以展现工厂的实际面貌,帮助利益相关方可视化空间,并根据需要进行修订。在设计阶段,您需要将设计与操作的意图保持一致。这有助于提前发现冲突并解决各种问题,从而获得好的成果。

工厂中的所有利益相关方也需要使用同一规划来设计其特定区域。这可能包括负责评估工作站的人体工程学团队,或者负责绘制整个设施的空气流动图的 HVAC 团队。

这些工厂通常是大型建筑,配有许多大型机械和活动零件。数字规划有助于尽早发现安装问题,减少构建和运营阶段的错误并加快实现正常运营。





## 构建

接下来是建造数字工厂。这是一个以数字化方式编排的过程，利用了建筑信息模型 (BIM) 等技术在多个团队 (如建筑师、工程师、承包商等) 之间进行协调，从而降低成本超支和进度落后的风险。施工远程服务平台可建立通用数据环境，为每个利益相关方提供单一数据源。

虚拟现实还可以呈现工厂实景，帮助利益相关方查看空间并根据需要进行修订，提前发现冲突，确保获得更出色的结果。

借助详细的施工顺序，您可以组织和简化建造过程。BIM 工具可对物流工作进行协调，而可视化效果则可对布局进行仿真，从而测试、再测试整个空间中的移动以及各个工作流程。一旦工厂内的一切都安装好了，便可将所有的工作站连接起来，启动运转。然后，您可加大生产力度，直至达到所需的产量。数字工厂也会开始生成反馈回路，提供各种具有可行性的见解。

## 运营

在这一阶段，数字工厂已投入运营，各种数据在人员、程序和流程之间自由流动。此外，工厂的数字孪生与工厂的实体两者相互对应，将所有的信息结合起来，使各种程序和网络能够相互通信。这种虚拟表示形式可以提供整个运营的概览，有助于了解每项决策的影响。

利用所有新信息，您便可以在工厂设施的整个生命周期内持续对其进行优化，甚至是调整特定的生产流水线。例如，特定客户的订单需要多生产 10% 的产品，但却发现经计算的计划生产量只多出 5%，则可参考虚拟模型来重组生产线并调整产量。

一座建筑的运营成本大约占总成本的 80%-90%。数字工厂的设计，旨在通过提供深入的见解来降低运营成本。机器学习和自动化可促进预测性维护，在设备发生故障之前提醒工人注意问题。通过这种方式，企业可避免意外的停机时间（制造商每年为此需支付 500 亿美元的费用）。此外，企业也可在不中断的情况下保持生产正常运转。





# 展望未来

[PwC 最新发布的数字工厂相关报告](#)指出,工厂转型投资占其年净收入 3% 以上的公司,实现高回报的可能性是投资占比不到 2% 的公司的 2.5 倍。但是,数字工厂的未来如何?我们先睹为快。

## 制造更加注重以人为本

目前,数字工厂这个概念是围绕着技术、机器、工具和机器人建立起来的。但说到底,这些机器所能贡献的就是数据。数字工厂的未来在于将多个来源的数据整合起来,然后问:“这些组合之后的数据揭示了什么?”互联数据带来的不仅仅是智能制造,而是创造智慧制造。智能工厂所提供的信息,有助于采取特定行动来对工厂进行优化,从而达到特定的质量水平。借助智慧制造,工厂还可以使用数据来做出决策,例如,机器可以感知到出现了问题,并自主纠正。

## 让制造更加透明

所有这些数据将存放在何处?答案就是远程服务平台。通过实时视图,可以 360 度查看运营情况。除了单纯打破信息孤岛外,这些平台还可变得更加强大,通过数字孪生和 AI 支持的见解等技术,超越数字工厂的界限,从而支持整体运营。

Autodesk Fusion 行业远程服务等 Design & Make 平台,将通过统一数据模型为您的组织和供应链提供单一的项目数据源。通过确保每个人均可访问相同的数据,可以消除重复性任务和流程,提高工作效率,并提供有关产品开发和业务运营的重要实时见解。

此外,您还可以将该数据环境扩展到提供商、供应商、承包商和其他利益相关方。这意味着他们可以同时使用相同的数据,从而创建终极协作工具。随着制造主导型公司日益成为数据主导型组织,这些平台将需要建立在信任的基础之上,提供安全、可靠、有韧性且可扩展的解决方案。

## 增强供应链韧性

美国全国制造商协会 (NAM) 指出, [数据孤岛](#) 仍是公司面临供应链问题的主要原因。只有 [21%](#) 的小型制造商对其供应链网络的可见性有信心。数字工厂可解决这个问题, 因为它让这些小型企业便于合作。

未来, 数字工厂将促进合作网络, 使企业可以共享设备和资源, 从而增强各个企业和整个行业的韧性。

分布式制造将材料和预制加工活动分散开来, 使小型企业可以从数字互联中获益。全球 98% 的制造公司是中小型企业 (SME)。但是, 就数字化而言, 中小型企业通常缺乏资金, 无法像大型竞争对手那样大规模快速投资工业 4.0。分布式制造可让这些企业以虚拟形式走到一起进行合作, 形成一个大型的机构, 拥有与大型工厂企业相同的实力。



## 通过自动化 消除技能差距

数字工厂将改变制造流程以及制造作业的性质。  
这是个好消息。立即行动：

10%

未来三到五年，许多制造商将面临员工流失率超过 10% 的局面，这还只考虑了退休因素。

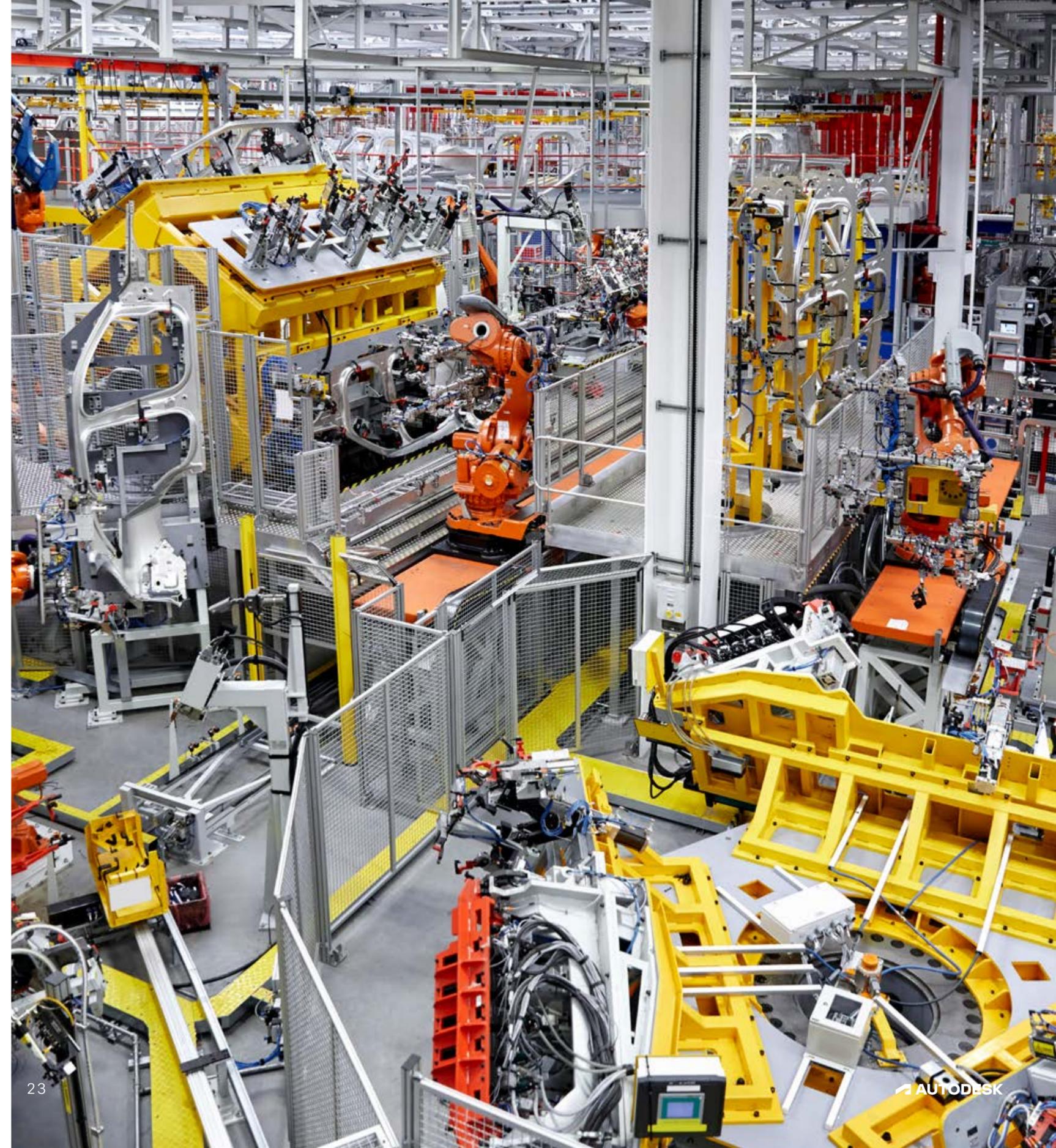
1万亿美元

按照当前速度，到 2030 年，210 万个制造业工作岗位将无人填补，导致整个行业损失 [1 万亿美元](#)。

70%

70% 的受访公司认为，AI 将推动工程、生产和采购领域发生重大或根本性的变革，以弥补这一差距。

为何会这样？达到退休年龄的员工人数超过进入该行业的员工人数。数字工厂内的自动化 workflow 将帮助制造商弥补劳动力缺口，让他们可以利用更少的高技能工人完成更多工作，而且速度更快。



## 加速可持续性的收益增长

2019 年，我们曾询问制造商的可持续性目标，52% 的制造商确认已将目标公开化。两年后，这一数字增加至 75%。据 PwC 称，如今可持续性作为数字化转型的关键驱动因素的重要性年度增长达到 150%。但是，对于某些组织而言，拥有目标与实现真实成果之间的差距可能相当大。

可持续制造通过对工业流程进行系统性的全面改造，分析并减少在制造产品上消耗的能源、材料、运输时间和精力，帮助您实现目标。

该流程从数据开始，即分析供应链、工厂性能、房地产占地面积以及运输和物流。在工厂车间，快速采用更多自动化和机器人技术有助于提高效率。美国 50% 的电力用于给电机、工业流程的重负荷机器供电；在制造地点采用可再生能源可以大幅减少碳排放。

可持续性不仅得到了气候活动家们的认可，其巨大吸引力（更清洁、碳密集程度更低且通常更经济实惠的产品）令从消费者到银行家再到监管者的所有人都参与进来。而且，这一趋势只会愈演愈烈。

# 超越梦想，创造未来

与许多转型一样，数字工厂的转型过程可以逐渐推进，但仍会产生短期影响。选择改进其流程的组织将认识到在工厂生命周期的整个设计、构建和运营阶段采用以数据为中心的方法的优势，并相应地接受变革。设计优化、产量和定制收益、敏捷性、可持续性和上市速度，这些因素产生的成果将迅速整合。

业主可在需要的时间访问需要的准确信息。业务决策者将拥有更多信息，并能够在挑战发生之前及时识别并予以应对。在不可预测的环境下，生产线将变得更具韧性。组织将能够在思想和策略上超越竞争对手。

随着行业逐步发展为完全数字化的工厂，您现在制定的决策（选择的方法、采用的技术、合作的公司）将在未来几年产生重大影响。

借助集成式数字工厂技术（如布局和设计工具组合、模拟、数据和流程管理、数字孪生等）的坚实基础，Autodesk 可以为您提供更好地设计、构建和运营设施所需的关键信息，更快地重新配置设施，并在整个工厂生命周期内更大程度提高每个资产的效率 and 生产力。拥有这些技术，您将能够应对当今的数字工厂挑战，并为未来做好准备。

➔ 探索 Autodesk 数字工厂解决方案





Autodesk 和 Autodesk 标识是 Autodesk, Inc. 和/或其子公司和/或其关联公司在美国和/或其他国家或地区的注册商标或商标。所有其他品牌名称、产品名称或者商标均属于其各自的所有者。Autodesk 保留随时调整产品和服务、产品规格以及建议零售价的权利，恕不另行通知，同时 Autodesk 对于此文档中可能出现的文字印刷或图形错误不承担任何责任。

© 2024 Autodesk, Inc. 保留所有权利 (All rights reserved)。