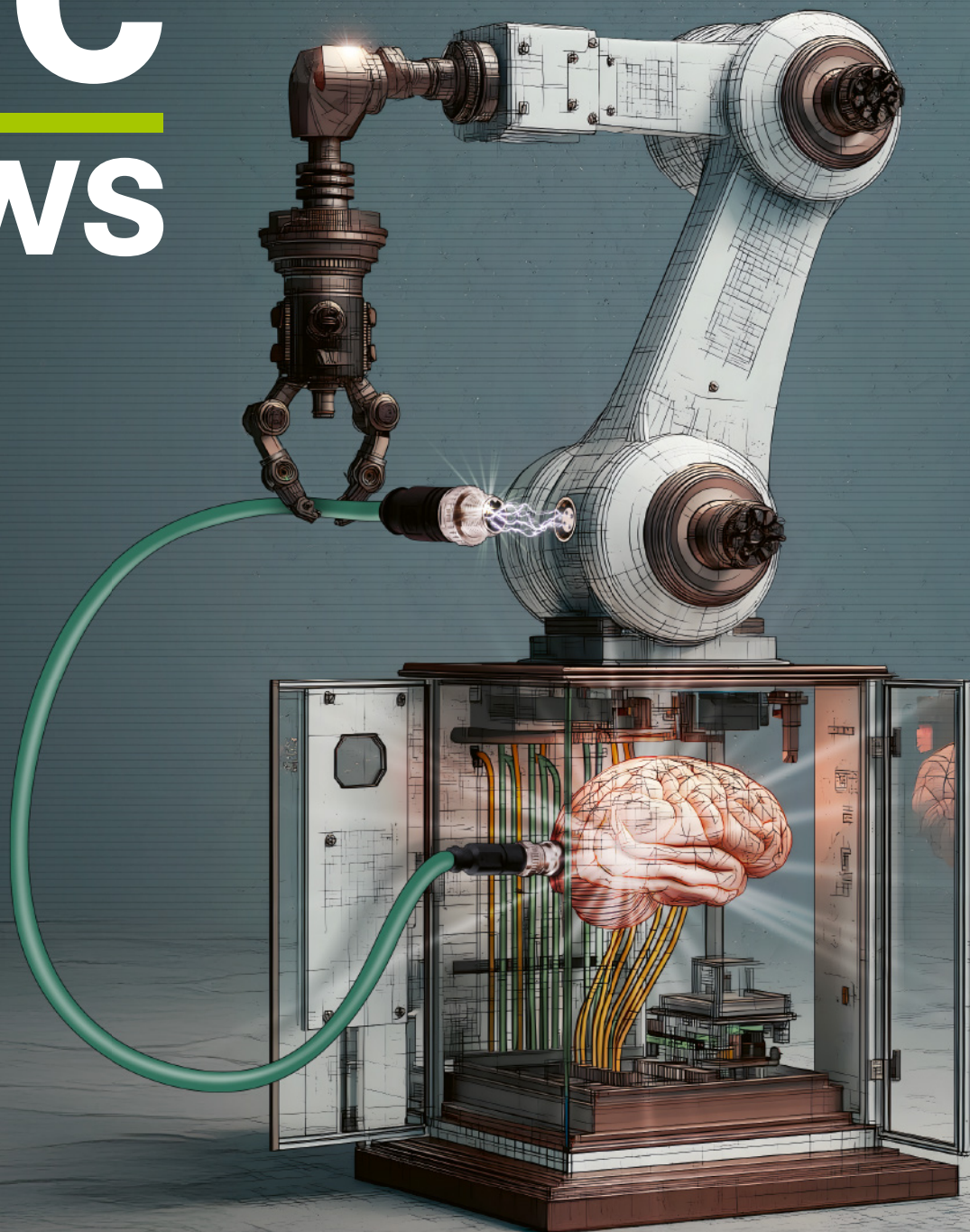


tec news

浩亭技术杂志



自动 化需要 智能

推动全电气时代向前发展，
“自动化”与“自主化”离不开认知智能

展望工业智能的
未来

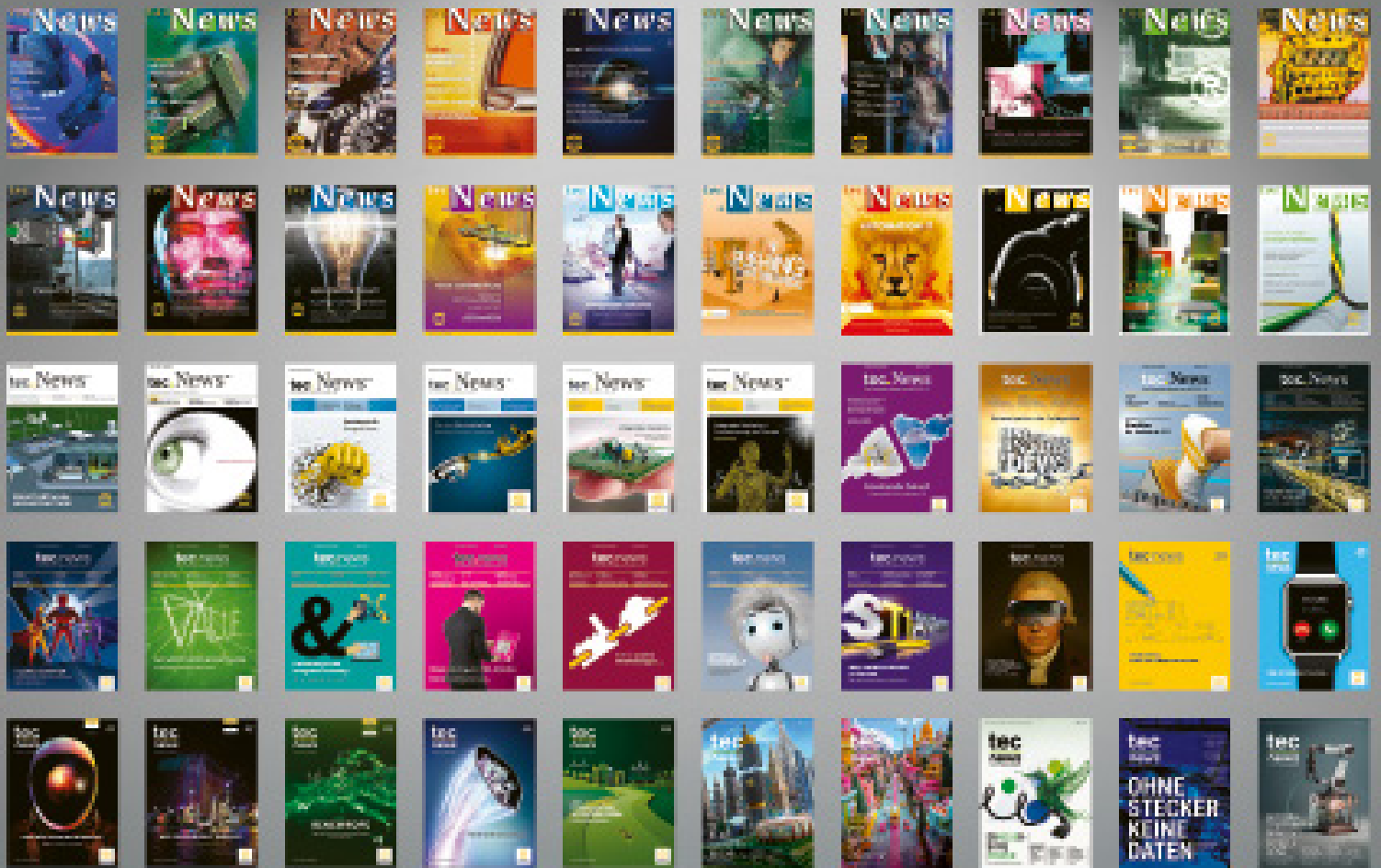
M. Ruskowski教授博士，
SmartFactory-KL

农业领域的
自动化

C. M. von der Ohe，
Festo

从规范到自
主


C. Liepert，
西门子



50次

连接
关联性
技术趋势
观点
视角



 编者按

变革中的坚守： 50期特刊，照亮未来

尊敬的读者，

整整50期《tec.news》，这不仅仅是一个值得庆祝的纪念日。它象征着在工业价值创造经历深远根本性变革的时代里，一份始终如一的坚守。自创刊以来，我们的世界已历经多次重塑：工业4.0、数字平台、电气化转型。但有一点始终未变——我们不仅致力于描摹未来，更希望积极参与塑造与设计未来。

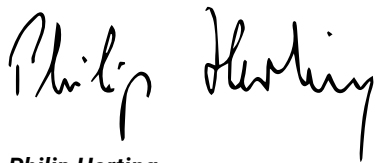
因此，这份纪念并非回顾，而是50次展望未来。毕竟，通往全电气时代的道路并非一期杂志所能涵盖，而是一场长期的转型征程，它需要技术深度、持久毅力，以及将变革视为自我认同的胸怀。

核心在于三大发展趋势，即电气化、数字化与自动化，它们正以空前之力重塑我们的行业。这种“三位一体”将决定工业价值创造的未来。本期杂志，我们决定聚焦自动化，这是一个自《tec.news》创刊便伴随我们，却又在不断自我革新的主题。今日的自动化已远不止确定性流程：它更关乎自主系统、智能流程与工业自控的新形态。

在本期中，您将读到自动化如何演变、它在全电气时代中扮演的角色，以及它所开启的新机遇。

让我们共同举杯，致敬接下来的50次未来展望——征程继续。

祝您阅读愉快！



Philip Harting
CEO
HARTING Technology Group

tec|news

杂志



Pushing Performance
Since 1945



6

自动化创造未来，因为它不断自我革新

自动化是永恒的——但其设计需重新思考




10

展望工业智能的未来

SmartFactory-KL的架构模型

第50期 | 封面故事：

自动化需要智能赋能

 未来技术

自主性成为成功法则 16

专访南丹麦大学Kasper Hallenborg教授

工业数字化 24

从静态自动化到学习型服务

农业领域的自动化 30

Festo推动耕作农业自主化进程的数字化转型

耕地如何演变为高科技作业环境 32

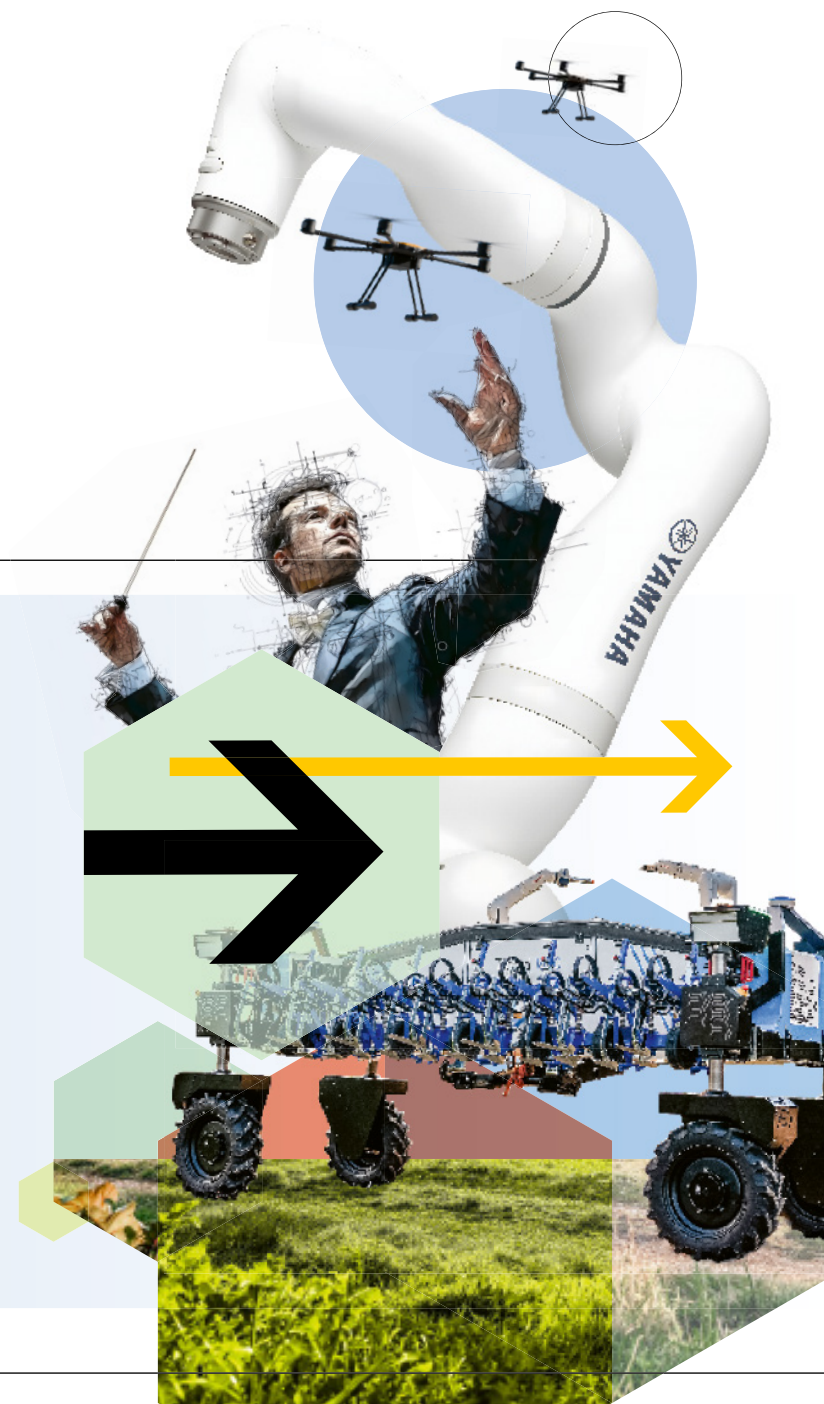
数字化工作台推动人工智能支持的可持续的田间作业

自主技术活跃在我们的田野上 34

数据、传感器与精度：Amazone新一代施肥机

时间序列 38

Robert Weber谈生产中AI的基础





16

自主化成为成功准则

专访南丹麦大学Kasper Hallenborg教授



28

无人机：自动化的新维度

无人机 (UAV) 在数字世界中日益重要。

未来趋势

SmartFactory-KL : 展望工业智能的未来 自主工厂:

10

是时候重新思考了
Martin Rusowski博士教授,
董事会主席

重新定义自动化的架构
Simon Jungbluth,
研究员

13

全电气时代的跨部门技术
Pascal Rübél,
项目经理

14

基于智能体系统的力量
Henning Gössling博士,
高级研究员

15

自主化生产

20

浩亭迈向网络化、柔性化生产之路

从规范到自主

22

端到端流程在西门子Xcelerator
中成为现实

IT如何融入传感器技术

26

Perinet以打破传统边界的新颖方法

值得关注的连接技术： tec.news线上世界

通过文章、多媒体内容与丰富灵感深入探索主题：
欢迎在线访问我们。

策略

自动化创造未来， 因为它不断自我革新

6

自动化是永恒的——但其设计需重新
思考

客户利益

无人机：自动化的新维度

28

无人机 (UAV) 在数字世界中日益重要

协作与共创

从产品智能到流程智能

18

浩亭应用技术如何引领变革

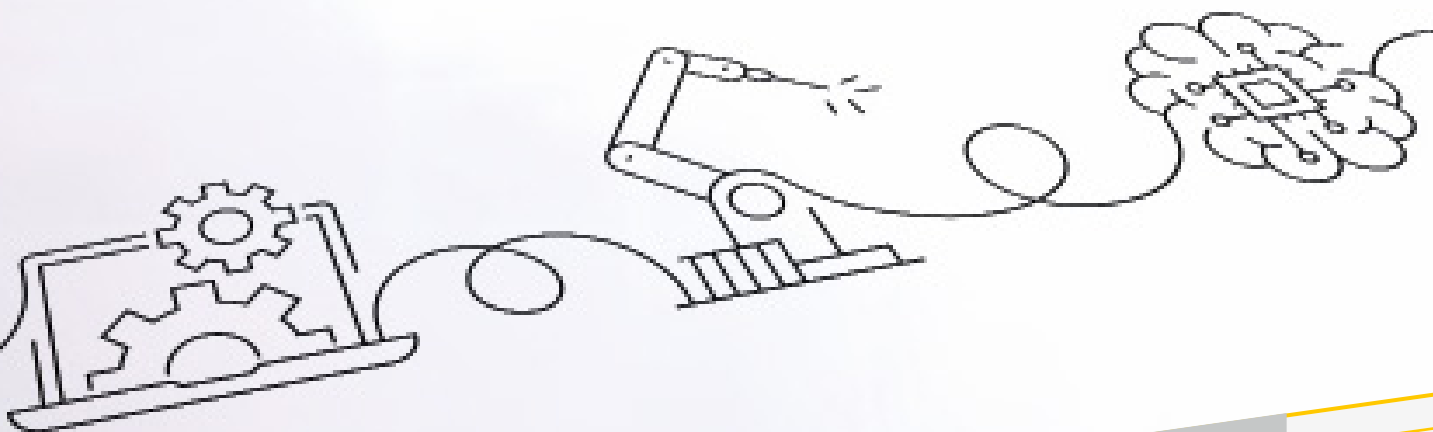
模块化连接器助 力柔性自动化

36

Han-Eco®与Han-Modular®
为雅马哈发动机公司的新款协作机器人
提供了紧凑型接口

自动化正在创造未来

——因为它正在重塑自我



几十年来，自动化一直是工业生产的基石之一。经典自动化的成功要素包括：基于规则的流程、刚性结构、现场总线、PLC逻辑以及精确预编程的响应——从而实现流程的确定性优化。

然而，面对未来，这一理念已显不足。因为自动化并非停滞不前——相反，它正发生根本性变革。



Andreas Huhmann

Strategy Consultant
Connectivity & Networks,
HARTING Technology Group

Dr. Stephan Middeldkamp

General Manager
Quality & Technologies,
HARTING Technology Group



当前讨论的核心并非自动化是否仍具时代性。恰恰相反：自动化是永恒的——但重新思考其设计已成为首要议题。现代生产系统面临的挑战已无法仅通过固定僵化的流程来应对。自主功能、情境学习与自适应决策将塑造并决定未来的需求。由此，自主性正成为推动自动化向前发展的决定性组成部分。

自动化与自主性相遇

将自主原则融入传统工业流程需要在多个层面进行变革。基于规则的原理（工业控制的基本要求）必须与能够做出情境决策的技术相结合。数字化正强势进入自动化领域：人工智能流程、数据空间、语义模型和数字孪生构成了系统的基础，使其不再仅能反应，更能主动行动。

研究推动力，例如德国人工智能研究中心为未来自动化系统开发的架构模型，展示了自主软件代理与数字影像将如何实现交互。这清楚地表明，未来自动化不应再被理解为僵化的构造，而应视为数据、决策系统与灵活模块之间鲜活的互动。

自主性并非取代传统自动化， 而更是其逻辑发展的必然。

全电气时代作为系统性框架

全电气时代构成了在可持续性背景下被整体审视的系统。电气化、数字化与自动化正融合形成一体化的整体系统。能源、交通、工业价值创造，对自主的、数据驱动系统的需求正无处不在涌现。因此，自动化正呈现出跨行业、网络化和软件驱动的特点。



连接您与全电气时代
浩亭连接数据与电力——
高效、可持续、面向未来

数字孪生将成为核心要素，因为它能够对资产在其整个生命周期内进行数字化建模，从而实现自动化和自主管理。未来，这还将涉及那些以往仅被赋予被动角色的组件。例如，通过浩亭的“连接实例壳”等理念，连接器能够以数字方式记录状态和负载，并将其集成到自动化场景中，从而为“可自动化”的范畴开创全新维度。

为何18世纪的自动象棋机仍具启示意义

关于工业自动化自主性的讨论，竟精准地指向一个历史实例：1769年的自动象棋机（即“机械土耳其人”或“自动象棋手”）。

自动化始终是人类建造一种能够自主运作的装置的尝试。自动象棋机的最初开发者正是追随了这一人类的梦想。他的目标是：打造一个能够根据具体情况对不可预测的棋步作出反应的系统。

昔日在机械上无法实现的，如今借助网络化架构模型中的人工智能与数字化得以成就。其共通之处正在于此：自主性通过向架构中引入智能而实现，昔日以人类输入与在场的形式，今日则以人工智能的形式。

1769年的自动象棋机：
是远见，而非骗局

维基百科相关
条目



这让一个延续数世纪的理念变得触手可及：自动化不再仅仅是遵循规则，而是关乎理解情境、学习与决策。因此，自主性并非脱离自动化，而是代表了其合乎逻辑的下一步发展。

因此，自动化正成为电气化、数字化及可持续未来的基础技术。尽管它依然不可或缺，但我们需要更进一步思考。决定自动化重要性的并非其过去，而是其持续自我革新的能力。本期tec.news正是描述了这一转变：自动化如何从过去的僵化逻辑中脱胎而出，并演变为全电气时代动态、智能且自主的基石。

连接实例壳 (CIS)

连接实例壳 (CIS) 将传统连接器转变为基于状态的数字化资产。它通过集成传感器等方式，利用实际使用和负载数据对静态的AAS进行补充。这意味着连接器可被集成到数字孪生概念中，并支持自主、透明且更稳健的自动化架构。

1769 年的自动象棋机： 比以往认知 更具远见

如今，1769年的自动象棋机常被视为一种技术把戏，甚至某种骗术或骗局。但这种观点扭曲了当时的真正情况：这是开发自主自动机最早期的严肃尝试之一。

设计师希望创建一个系统，该系统能够：

- 独立运作，
- 对情境变化作出反应，以及
- 做出灵活、智能的决策。

就这样，这台象棋机器触及了一个我们今天再次遇到的理念：自动化若要超越僵化流程，就需要智能。那些无法通过机械手段实现的功能，由人类智慧在内部予以弥补——这一原则竟能惊人地准确地映射到当今的人工智能架构中。

如今，我们不再需要将人类置于自动化机器内部。电气化、数字化与人工智能使得人工实现自主功能成为可能，这充分证明了1769年的这一构想是多么具有前瞻性。

展望工业 智能的未来



**Prof. Dr.
Martin Ruskowski**
CEO
SmartFactory-KL

我们正处在工业发展的一个真正转折点。尽管生产系统正变得更加灵活，同时也更加复杂，但许多企业仍在沿用源自工业时代的旧有架构。机器具有很高的可靠性，但工厂的实际智能，即信息产生、流动并最终形成决策的方式，往往是碎片化的。现在是时候重新思考了：真正能够独立运作的工厂应该是什么样子？不仅是自动化，而是真正实现自主运作？

从自动化到自主化， 一个根本性的视角转变

几十年来，自动化一直是工业价值创造的支柱。但这个术语究竟意味着什么？我将其定义如下：

自动化意味着用技术流程取代人类行为，这些流程是可靠、可重复且通常是确定性的。

自动机是一种行为模式被完整描述、可预测且取决于明确定义条件的独立单元。这种自动化形式过去和现在都是保障效率、质量和安全的关键。然而，工业环境的变化速度超过了自动化所能响应的速度。产品变体多样化、市场波动、动态供应链以及人口结构变化，都要求系统不仅能够执行任务，还需具备决策、适应和解读的能力。

因此，自主性拓宽了视野

一个自主系统能够在不确定和多变的边界条件下运行，在更长的时间范围内做出决策并实现自我稳定，无需持续的人工干预。

smartFactory^{KL}

位于凯泽斯劳滕的SmartFactory KL e.V.技术联盟是德国领先的面向未来生产系统的研发与示范平台。二十多年来，这一产学研网络始终致力于为未来工厂开发实用解决方案，聚焦模块化生产架构、数字孪生、互操作性与自主化流程。该网络既是新技术与标准的试验场，也展示了如何在现有工厂环境中落地现代自动化。

目前，一门新的科学学科正在兴起，我们正与凯泽斯劳滕当地的研究机构合作，致力于该领域的建设：自主学。它融合了自动化技术、人工智能、计算机科学、社会科学和法学，并致力于解答以下问题：我们如何才能制造出真正能够自主运作的机器、系统和工厂——且确保其安全、可靠且负责任？

人口结构压力正在加速技术成熟度

变革不是可选的，而是必需的。

未来几年，整整一代经验丰富的专家将从工业领域退休。与此同时，需求和要求正在上升：可持续的生产模式、循环经济、多变的产品组合以及高度个性化的供应链。

**我们未来的生产系统
将必须能够承担更多，
因为维护和维持它们
的人将会更少。**

因此，自主系统不是一种技术上的“附加品”，而是一种社会必然。

我们为自主工厂设计的架构模型 --- 构建新型 工业秩序的开放式架构

为了实现从当今的生产格局向自主工厂的过渡，SmartFactory-KL创建了一个特意且专门设计成模块化、开放且适用于棕地改造的架构模型。它由三个基本构建模块组成：

1. 数字主干，即工厂的记忆和神经系统

数字孪生代表所有相关资产，即机器、组件、软件模块、产品或工作站。该主干创建：

- 对所有生产对象的统一、标准化描述
- 传统数据孤岛的终结
- 一个语义信息系统，为每个决策场景提供正确的知识

它构成了互操作性和机器理解的基础。

2. 自动化——机器作为模块化智能

传统自动化着眼于信号、电缆和电路图。未来工厂则着眼于功能。

基于软件的封装将机器行为、资源和工作站抽象化，其能够不受制造商或技术限制地灵活应用。这使得即使是已有数十年历史的设备，也能作为自主系统的完整组件发挥作用。

3. 智能体系统——自主生产的“运动皮层”

软件智能体承担主动控制角色：

- 产品知道接下来该发生什么
- 机器知道自己能做什么以及何时可用
- 物流系统动态规划最优路径

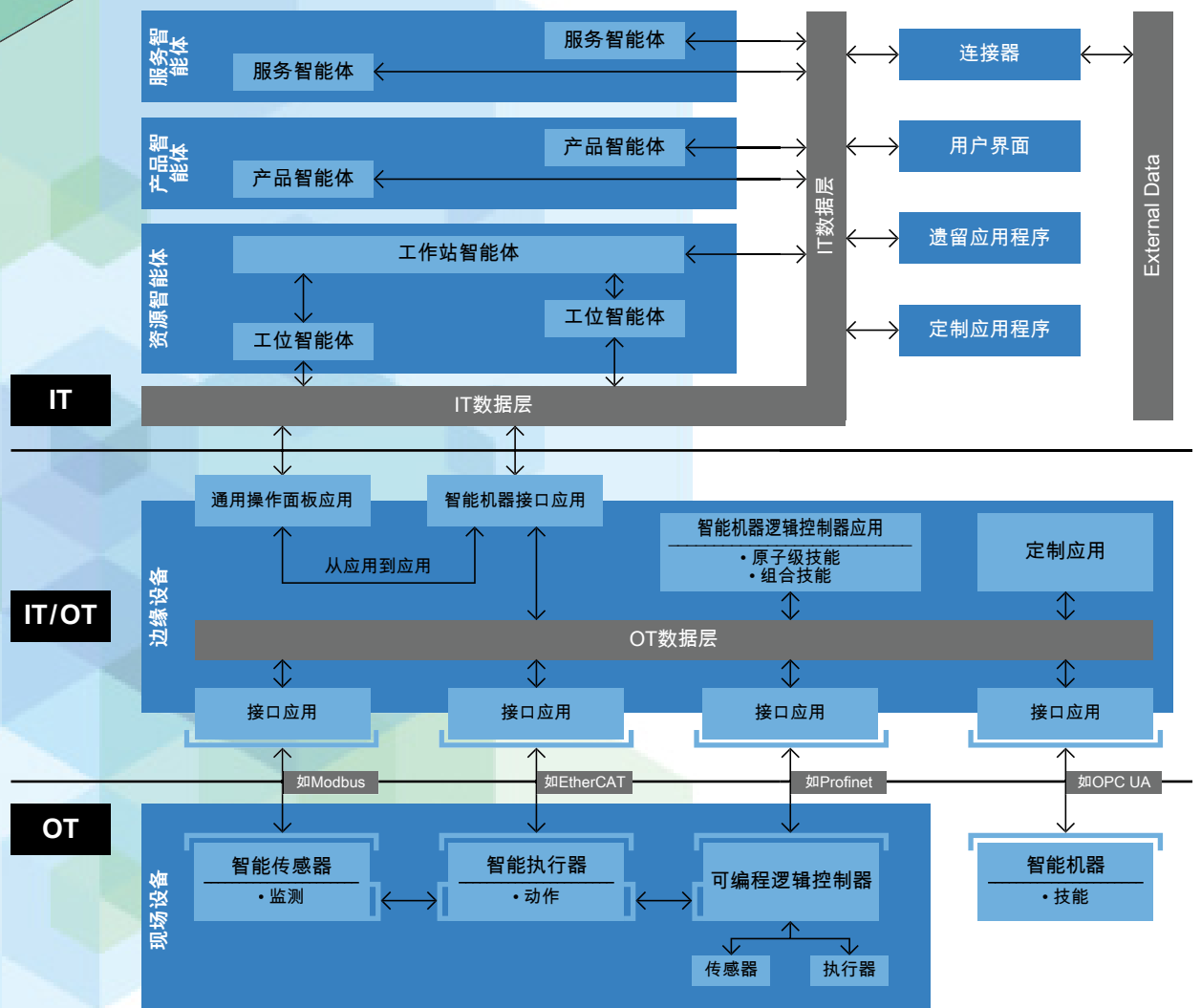
这形成了一种不再由中央“指挥”，而是通过去中心化协商产生的生产逻辑。系统正在自我组织——这正是真正自主性的核心。

互联互通——自主系统的无形脉络

自主需要信息——全面、精准且能尽早获取。数字孪生技术能够实现单个组件内部细节的全面可视化。未来，即便是简单的工业连接器，也能提供有关插拔次数、负载或接触质量的数据。

众多微小的信息源共同构建出高度智能的整体图景，这一原理借鉴于自然：群体智能。

SmartFactory-KL架构



架构 重新定义自动化

面对不断变化的工业格局，企业正面临诸多不同的挑战。那些希望快速响应市场变化，同时保持高效和灵活的公司，将需要日益自主运行的自动化系统。因此，未来的自动化将主要体现为能够独立适应和优化复杂生产流程的系统。

Simon Jungbluth
Scientific Researcher
(Automation),
SmartFactory-KL



现代自动化的参考架构

诸如SmartFactory-KL之类的参考架构，是这场持续自动化演进中的重要因素。该架构提供了一种基础设施，将传统的自动化解决方案与现代软硬件组件相结合。运营技术 (OT)、IT/OT接口与信息技术 (IT) 层级之间的交互是这一架构的核心。明确定义的组件、接口和流程确保了一致性和互操作性。如此一来，技术得以无缝集成，从而促成日益自主的生产环境。

在此，该架构充当了一个灵活的框架，便于自学习系统和智能算法的集成。

此类系统能够实时记录和分析数据，并在这一过程中自主学习。这种能力是自主决策流程的基础。最终实现了对不断变化的生产需求和意外事件的自动适应。

通过在参考架构中明确定义接口和流程，不同系统能够彼此无缝交互。这反过来又成为自主工厂的技术前提——在这样的工厂中，机器和系统能够真正独立运行与协作。这种网络化和模块化特性使得动态定制和扩展成为可能，无需承担重大的重组成本。

智能代理的集成

智能体是该架构的核心组成部分。它们不仅能自动化处理常规任务，还能识别复杂模式并提供行动建议。在装配流程中，它们提供可视化支持，例如通过投影显示操作说明。传感器和摄像头则能最大限度地减少错误并加强质量保证。

这些智能体还能通过预测性分析监控工具状态，从而为维护工作提供支持。若能及早检测到损耗和磨损，它们会生成维护建议，从而最大限度地减少停机时间并延长工具寿命。

人、机、协同

SFKL 架构表明，尽管自动化技术日益普及，人类依然不可或缺，特别是在规划和监控方面。其目标是实现人与机器之间的协同效应。

自动化： 全电气时代的跨领域技术

自动化意味着技术系统能够独立、精确地执行任务。这一基本功能也将在全电气时代中延续，在这个世界里，能源与数据系统将全面电气化、网络化，并实现动态控制与管理。



Pascal Rübel

Project Lead Factory-X,
SmartFactory-KL

展望

客观而言，基于技能、由人工智能支撑的通用自动化愿景，预计还需10-15年才能完全实现。但迈向标准化接口、数字化建模与智能互联的每一步，都在让这一未来更近一步。

全电气时代中的自动化

唯有自动化流程才能实现对能源的智能调控，例如，让机器灵活地根据能源供应情况调整运行，或让家庭自动确定充电、供暖或洗衣的最佳时间。数据预测与自动化分析正是实现这一切的基础。

数字孪生与技能：灵活性的驱动因素

在现代生产系统中，数字孪生确保了流程的灵活性：一旦识别出加工环节的延迟，其他机器便可自动接管任务。这基于标准化的“技能”，即对机器能力进行清晰的描述，从而实现任务快速、灵活的重新分配。整个过程无需人工干预，却能保持稳定运行。

自动化的新要求

生产过程日益多变，批量规模越来越小，调整愈加频繁。与此同时，技术也在演进：虽然PLC在安全与实时控制领域仍不可或缺，但高级语言正逐步承担起灵活任务。

标准化接口和技能——即以数字形式描述的机器能力——使得自动化能够以模块化和跨行业的方式应用。

人工智能需要极高的可靠性

尽管技术选择丰富，但基于人工智能的决策必须具备极高的可靠性、可解释性与可认证性。消费领域或许可以容忍的误差率，在工业环境中完全不可接受。

未来基石： 基于智能体系统的 强大之处

想象一种持续演进的架构，其结构能随需求变化而灵活调整。这种自适应设计或许正象征着未来的自动化形态。基于智能体的系统在此至关重要，它们作为由人工智能驱动的动态模块，协调着各个生产订单与资源。

SmartFactory-KL在其示范工厂中正积极实践这类基于智能体的系统。

矩阵生产中的透明度与效率

矩阵生产是基于智能体系统应用的典型示例。与传统生产线相比，矩阵生产通过动态物料流实现生产资源的灵活配置。

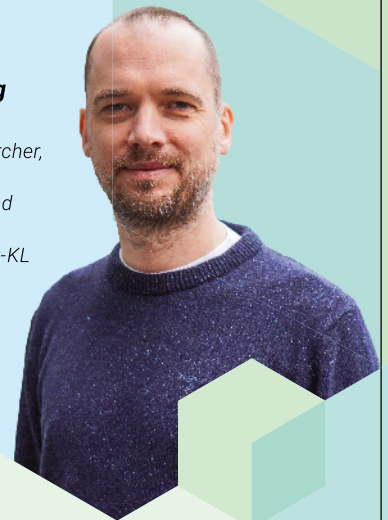
在此环境中，产品智能体可根据工作计划为单个产品实时决策最优路径。这意味着无需构建复杂的物料流控制系统，传统矩阵生产中需为所有产品类型预设全部可能路径。

工业智能体系统依托以下能力构建：通过传感器收集环境信息、持续相互通信、分析实时数据并据此做出决策。它们能从经验中自主学习，预见自身行动的后果，并持续优化策略。这些系统采用模块化结构。因而能轻松适配不同生产环境。

例如在生产中，这种模块化特性便于新机器与系统的快速集成，无需大量重新编程。同时，系统通过向其他智能体提供实时生产数据，增强了整体透明度。因此，其他智能体能够直接响应计划偏差。

Dr. Henning Gössling

Senior Researcher,
Agent Based
Production and
Logistics
SmartFactory-KL



智能体系统的未来潜力

成功实施需要跨学科团队协作与清晰定义的路线图。基于智能体的自动化将显著提升生产灵活性与效率。这在专业人才短缺的背景下尤为宝贵。

智能体系统能够优化现有流程。随着系统互联和数字化进程的推进，这项技术已成为推动进步的关键，也是应对当前及未来挑战的解决方案。



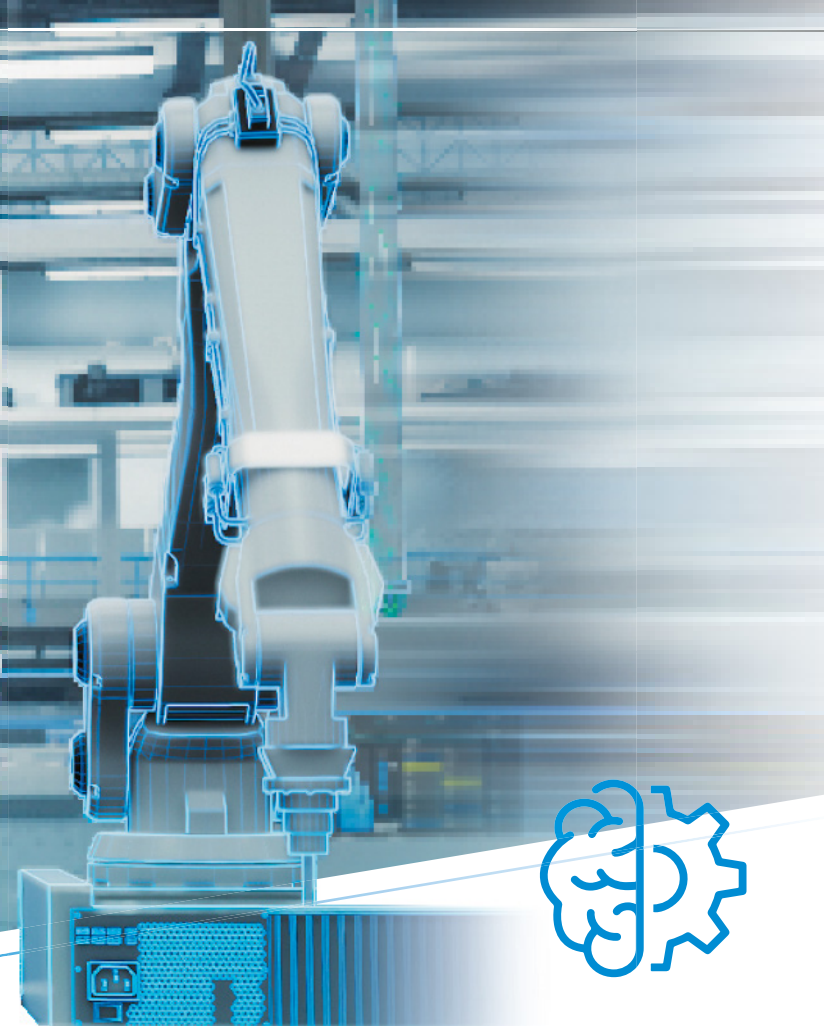
tec.news 专访南丹麦大学
Kasper Hallenborg 教授

责任下放： 自主化成为成功准则

生产环境的变革速度已超越传统自动化的响应能力。在接受tec.news采访时，南丹麦大学马士基·麦金尼·莫勒研究所所长兼工程学院院长Kasper Hallenborg教授阐述了软件驱动的机器人技术、数字孪生和分布式智能如何开辟新的应用领域，并解释了为何当前人们正在对自动化进行根本性的重新思考。



Prof. Kasper Hallenborg
University of Southern Denmark



人工智能在此过程中扮演什么角色？

AI与多智能体系统开辟了新自由度。传统自动化强制推行僵化流程，任何偏差都会导致问题。智能体则能感知环境、就地决策并灵活适应。这类组织管理趋势：更高自主性提升灵活性与整体效能。此类去中心化架构在生产中将至关重要。部分责任将转移至生产环境，员工也将获得更大的自主权。

这是否意味着我们需要一个新术语——以区别于传统的自动化？

虽然仍可称之为自动化，但未来系统将变得更加自主、更加灵活、更加智能。决定性因素在于理念：摆脱集中式控制，转向分散式、自适应系统。

自动化意味着通过技术使流程自主运行。关键是不再将其视作僵化的纯确定性系统。在数字化背景下，我们需要重新思考自动化——赋予其更多的自主性、适应性，以及更智能、更灵活的系统。

这与连接技术有关联吗？

当然。数字孪生离不开物理组件的数据供给。数字孪生的实现必须依赖于物理组件提供的数据。配备传感器的智能连接器将是顺理成章的一步。它们能够以去中心化的方式记录状态，对其进行提取，并在边缘计算中进行处理。这不仅能提高系统稳健性，更能切实支持我们所讨论的分散式自主性。

tec.news：Hallenborg先生，您如何定义自动化？**Kasper Hallenborg**：自动化是指由软件或硬件接管以往由人类完成的任务。长期以来，自动化仅限于确定性、硬连线系统。如今，数字化、传感器技术和人工智能正在彻底改变这一领域的可能性。

以何种方式改变？

过去机器人必须完全通过硬件编程——缓慢、僵化且难以实时运作。现在我们可以预先模拟整个生产流程，运用数字孪生、合成训练数据及日益丰富的传感技术。这使得机器人能动态控制并针对具体情况作出反应。这为各国，尤其是拥有众多中小企业的国家，开辟了新的机遇：即便是小批量、多品种的生产也能实现自动化。

这对全电气时代有何影响？

电气化和数字化相辅相成。产品越能被数字化记录，软件端就能集成越多的智能功能。数据驱动的系统能够实现以往必须通过机械方式解决的功能。而自主化正变得越来越重要——这既有助于节约资源、缓解技术工人短缺的问题，也有助于推行更可持续的生产模式。

您如何看待未来的自动化？

数字孪生是核心要素，它连接设计、仿真与运营环节。这使我们能自动制造超大型结构件，如风力涡轮机部件或海事应用部件。我们正在开发全球最大的单件生产机器人单元。另一重点是自动化拆解以优化回收流程。如今许多产品的设计并未考虑到这一点；我们正在研究“可拆解设计”以及机器人辅助的拆解工艺。

可拆解设计

自动化拆解正逐渐成为产品再利用、维修和回收的关键。目前受制于高昂人工成本的环节，未来将借助机器人技术实现规模化与经济性。这需要采用模块化产品设计：通过可插拔连接器连接的组件，能够高效且有针对性地进行组装和拆解。预定义的接口可实现机器人辅助的拆卸、分拣和再利用。插接式连接器在运行时保障连接，并在维修和回收过程中实现高效拆解。

浩亭应用技术公司如何引领并塑造自动化领域的变革

从产品智能 到流程智能

系统工程是关键

在浩亭专用设备制造业务中，工程技术正经历根本性变革。

系统工程采用整体方法，将机械、电气工程与软件深度融合。其核心理念是：“智能先于钢铁”。

2025年，浩亭应用技术公司荣获ife网络授予按订单生产制造商的权威奖项“单批次创新奖”。此成功并非偶然，而是自动化技术持续转型的成果。机器设计从产品导向向流程导向的根本转变是关键因素。机械、电气工程与控制技术的模块化与标准化，实现了多品种小批量产品的高效灵活生产——这在客户需求日益个性化的全球化产业中具有决定性优势。优化的成本结构与缩短的交货周期，清晰展现了其积极影响。

过去，机械精度曾是核心，如今软件正越来越多地承担和管理灵活的任务——例如，基于摄像头的检测和修正已取代了机械解决方案。开发工作由团队协作完成，并提前进行模拟。编程和调试所增加的工作量，通过与机械工程并行运行的虚拟流程得到了补偿。在此过程中，数字工具不可或缺，例如用于精确描述各个工艺模块的功能。资产管理壳（AAS）在此背景下发挥着核心作用：它降低了配置和集成成本，克服了机械、电气和控制工程之间的转换难题，并构建了完整的数字化图像。

开发工作早在销售阶段便已启动：客户需求在早期阶段便已明确，并能无缝对接至实施环节。流程模块为这一过程提供了便利，因为与销售相关的数据从一开始就已备妥。软件开发的重要性正迅速提升——正逐渐脱离传统的PLC编程，转向能够深度集成到更高层级系统的复杂IT任务。这使得机器与系统的协同运作、维护与服务的数字化支持，以及基于数据的持续生产优化成为可能——生产被视为一个整体系统，其中增值流程和内部物流实现了自动化并进行了数字化集成。



未来挑战与解决方案

尽管已取得诸多进展，挑战依然存在。高效仿真工具和集成工程工具的需求，与电气及控制技术调试所需的工程支持同样迫切。人工智能和机器学习必须作为易于使用的工具，融入工程设计、文档编制和自适应控制任务中。

资产管理壳需获得全面支持，同时编辑软件应实现无缝协作。为了克服不同专业领域（例如电气设计与PLC编程之间）在术语和标记方面的差异，协作平台是必不可少的。

一个实际案例：浩亭的装配系统参照注塑机理念设计。基础系统通过产品专用爪与装置灵活定制。硬件与软件的融合是其特色，可显著提升自动化程度，即便对小批量产品亦然。送料、装配、贴标与包装等流程被视为“技能”，可在基于技能的环境中轻松调整。

**制造业的未来
是灵活、智能与
数字化的，浩亭正积
极塑造并设计这一未来。**



浩亭应用技术公司

浩亭应用技术公司专注于模具制造、专用设备制造及自动化技术领域的创新解决方案。凭借多年的深厚经验和卓越的工程技术实力，作为浩亭技术集团旗下的一员，该业务部门致力于为高要求的工业应用开发和制造定制化生产系统、精密模具及自动化解决方案。

自主生产

浩亭稳步迈向网络化、 柔性化工厂

自主生产始于客户订单：在浩亭，企业资源规划(ERP)、制造运营管理(MOM)、产品生命周期管理(PLM)与自主移动机器人(AMR)相结合，构建了一个集成系统，控制从订单录入到交付的所有步骤。



Dr. Stephan Middelkamp

General Manager Quality & Technologies, HARTING Technology Group

Thomas Kämper

Head of Digital Prod. Systems Hub EMEA, HARTING Technology Group

Florian Raabe

Expert Product Owner Manuf. Operations M, HARTING Technology Group

Martin Wischmeyer

Project Engineer Operations, HARTING Technology Group

Mareike Knost

Sr. Oper. Techn. Data Scientist, HARTING Technology Group

ERP创建并优先处理客户订单与生产订单。随后，MOM接管车间运营控制：该平台将规划数据转化为可执行的工作流程，自动从PLM系统提供所有相关技术文档，并引导员工完成生产和测试步骤。

AMR则确保高效的物流流转，将物料送至机器、运输半成品并存储成品。所有反馈，即订单状态、物料移动、质量数据，均实时汇聚于ERP和MOM系统。当涉及交付时，ERP接管从拣货到发货的整个物流流程。

这一集成化工作流程实现了：

- 透明的订单管理
- 自动化、一致的数据流
- 实时进度监控
- 通过AMR实现高效的物料处理
- 可靠的客户交付

**由此创造出一条完全同步的价
值链，这正是自主生产的基础。**



超越单个步骤的简单加总

自主自动化能显著提升效率。重点不再仅仅是优化单个流程，而是转向设备的网络化控制，以及覆盖整个价值链的规划与物流。面对动态变化的客户需求，柔性互联的系统与软件支持的控制系统正变得不可或缺。

自主制造流程的基础

在此背景下，浩亭依托三大支柱：

- MOM作为生产规划与流程管理的核心平台，
- AMR实现自主物料流转，
- 点到点的数字化设备连接。

标准化的运营技术 (OT) 基础设施提升了效率，减少了错误，并实现了可扩展性。

MOM作为数据枢纽

MOM平台将系统与设备联网，创建一致的数据流，确保流程透明化，并提供实时过程监控。由此，它构成了迈向更高自动化水平的核心环节。

借助AMR实现自主物料流转

AMR负责物料运输、装卸载以及存储。这些流程减少了等待时间，避免了瓶颈，同时提升了生产柔性。

透明化提升效率

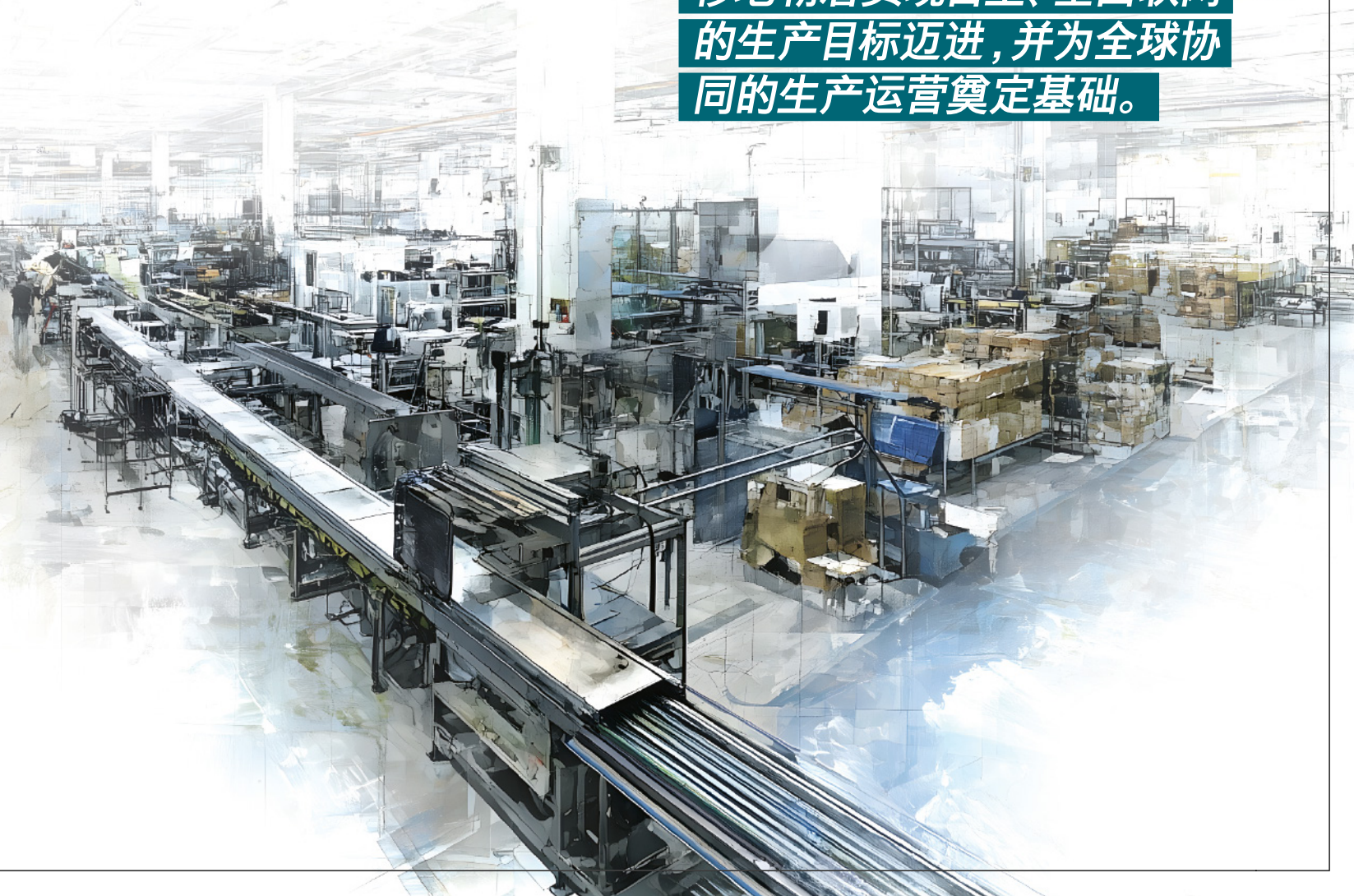
实时数据使流程状态可视化，有助于在早期阶段识别瓶颈，并支持动态资源规划。这持续地改善了质量与效率。

标准与人才是关键因素

技术仅是其中一环。员工必须能够在塑造变革的过程中发挥积极作用。同时，需要全球统一的标准，以确保透明化、协作与可扩展性能够持续有效地运作。

尽管这些系统已经部署完毕并已准备就绪，但在全球所有工厂全面推广仍需长达三年时间。此次扩展计划采取循序渐进的方式，根据各工厂的具体情况，以稳定且可持续的方式推进。

通过这种方式，浩亭正坚定不移地朝着实现自主、全面联网的生产目标迈进，并为全球协同的生产运营奠定基础。



未来趋势

从规范到 自主化



Constantin Liepert
Siemens Digital Industries
Software

数十年来，自动化始终是工业价值创造的核心组成部分。但如今，其角色正在发生根本性变化。当前的重点已从纯规则驱动的流程，转向集成化、数据驱动的流程，这一发展趋势正由西门子通过“西门子Xcelerator”理念持续推进。

传统上，自动化被理解为基于规则的逻辑。但现代工业流程远比这复杂得多：唯有实现信息技术 (IT) 与运营技术 (OT) 的无缝交互与协同，才能提升效率、质量与速度。西门子Xcelerator的核心正是构建这种连接，将自动化与软件解决方案整合为全面的产品组合、开放生态系统及市场平台。由此，自动化的定义得以拓宽——直至迈向自主化，即实现基于数据支持决策，或借助人工智能 (AI) 自主做出决策的流程。

流程与数据的一致性在此发挥着关键作用。

借助“数字主线”，西门子正在构建一个贯穿整个产品生命周期的统一数据库。在此基础上，需求、CAD模型、仿真、零件清单、生产数据和服务信息相互关联，形成了一个集成化的系统架构。这不仅避免了数据断层，还能更快地评估变更，并自动同步零件清单。一致的工作流程使得工程设计中的调整能够立即影响规划、生产或服务环节。这种数据一致性对于人工智能支持的应用至关重要，因为只有完全互联的工程和生产数据才能实现可靠的分析和真正的流程优化。

**在西门子Xcelerator中，
端到端流程得以实现。**

在西门子Xcelerator中，端到端流程得以实现。

西门子Xcelerator产品组合覆盖价值链的所有阶段，从早期需求与系统设计，到生产及后续运营。通过工业边缘设备与物联网 (IoT) 解决方案的补充，实现了现场层与云端的无缝连接。新型控制系统具备边缘能力，现有系统也可通过网关和开放接口集成。这意味着物联网不再是一个平行世界，而日益成为工业自动化不可或缺的组成部分。

西门子正在开发的“工业基础模型”是又一开创性举措。它理解工业语言，能够处理CAD几何、仿真结果、物料清单等工业数据。这使得AI模型首次能够综合考虑并理解复杂的技术关联，这是实现自主工程与生产流程的重要基石。

来自机电行业的首个案例充分展示了这一方法改变行业的潜力：在开发连接器时，用户现在可通过文本或语音输入需求。AI会自动判断现有产品是否适用，或是否需要生成新设计。结合Rulestream与Designcenter NX，可自动生成完全适配应用的完整CAD模型。进一步利用西门子Simcenter仿真组合进行模拟，综合考虑材料、环境温度等因素，以确保设计的功能性。这显著加速了过去依赖大量人工协调的流程。在此，自动化、数据一致性与工业人工智能如何融合并协同工作，已显而易见：**从需求提出，到调用资源，直至完成产品。**

**现代工业流程远比这复杂得多：
唯有实现信息技术 (IT)
与运营技术 (OT) 的无缝
交互与协同，才能提升效率、
质量与速度**

这实现了传统连接技术领域的闭环：点到点数据、集成化工作流与AI赋能的自动化，也为连接器的开发与生产带来了显著的效率提升。西门子Xcelerator的技术不仅加速了数字化进程，更针对性支持机电组件的进一步发展，并展现出自主化如何在成熟工业领域创造真正的附加价值。

工业数字化：

从静态自动化 到自适应学 习型服务

20世纪80年代的系统沿用固定逻辑运行，数十年来输出相同结果；而如今我们对数字化服务提出了更高要求：它们必须具备灵活性、自适应能力并以客户为中心。

传统自动化遵循僵化流程。一旦设置完成，机器就会以确定性的方式重复执行任务——甚至可能将错误重复数百万次。相比之下，现代服务必须能够持续学习，并基于人工智能（AI）和数字孪生技术适应不断变化的需求。

在浩亭技术集团内部，数字化转型卓越中心的主要职责之一是开发能够实现这类新型自动化的数字服务。这些服务涵盖AI辅助系统、Han®配置器、自动化工程流程、数字知识服务以及集团范围内数字孪生的应用。旨在弥合传统机器逻辑与数据驱动型智能解决方案之间的鸿沟。

数字孪生作为关键技术

基于资产管理壳（AAS）架构，浩亭全面贯彻数字孪生技术。它为产品、流程和应用提供了全面的虚拟呈现，串联研发、生产及运营数据。为决策自动化、衍生变体与智能控制服务奠定了数据基础。纯输入/输出信号的时代已成过去，现代自动化需要完整、结构化的数据模型。



Andreas Wedel

Director Digital Transformation,
HARTING Technology Group

浩亭数字服务概览

1. 知识自动化

人工智能支持的系统能够直接提供产品和应用知识，保持一致性。

2. 工程自动化

借助软件支持，数据提取、文档处理或变体逻辑等重复性任务得以实现自动化。

3. 客户旅程自动化

基于人工智能的推荐、自动生成的数据包以及数字孪生信息，能够加快流程并优化决策。

聚焦客户需求

数字化正将焦点从单纯提升效率转向主动赋能用户。工程师并未被取代，但其工作负荷得以针对性减轻：技术参数手动录入、三维数据重构等任务正逐步实现自动化。从常规事务中释放的时间越多，用于创造性高附加值开发工作的时间就越充裕。

市场处于起步阶段

尽管潜力巨大，自适应服务的广泛落地仍处于萌芽期。浩亭正开发首批可投入市场的应用，例如AI辅助配置器、自动化数据包或基于数字孪生的工程流程。未来将涌现完全集成、自主学习的服务链。当前行业正处于激动人心的转型阶段，浩亭等企业正在逐步构建全新解决方案体系。

展望：自动化的未来

向自适应数字化服务的转型已成定局。人工智能模型、时间序列分析和数字孪生技术将彻底重塑工业自动化。未来的服务不仅能自动化执行任务，更能提前识别客户需求并推荐适配解决方案。系统将在每次交互中持续进化，性能将不断提升，变得更敏锐、更精准、更灵活。

数据质量仍是最大挑战。

唯有当数据完整、

结构化且一致时，

数字系统才能独

立做出可靠决策。

但趋势已然明朗：

未来的工业自动化

将是数字化、自适应且

始终以客户为中心的。

IT 如何融入 传感器 技术领域

迄今为止，现场层与上层IT仍是两个明显分离的领域。如今，这两个领域在数据技术层面正逐步融合。这一发展的核心在于：如何将信息从机器层高效、可理解且无媒介断层地传输至数字系统。这正是 Perinet 以创新方法切入的领域，它正在打破传统界限。

Dr. Karsten Walther
Managing Director
Perinet GmbH

Perinet

是一家德国科技公司，致力于直接互联传感器、执行器和IT系统。其解决方案实现了从现场设备到上层软件及云系统的安全端到端数据通信。通过这种方式，Perinet为先进的数据驱动型生产环境奠定基础，同时促进人工智能在工业中的应用。

IT与传感器技术的无障碍通信

传统系统基于专用的总线系统和网关，这些网关在现场层利用数据，仅在需要时才将其转换为IT格式。这一过程会导致延迟、媒介断层及复杂的集成工作。Perinet实现了从传感器直至IT层的直接以太网通信。

这种一致性建立在单对以太网(SPE)技术之上，该技术将以太网通信引入最紧凑的设备中。如今，现代微控制器已使传感器具备了计算能力；SPE则通过提供合适、紧凑的网络接口来进一步完善了这些功能。

现场层：

网络化、智能化的传感器对数据进行预处理、解读和安全通信，并实现生产过程的自动化。

IT层：

人工智能、机器学习以及基于数据的流程优化。

尽管机器控制曾一度是自动化的唯一核心，但创新力正日益向IT层转移，在此信息可跨系统评估，流程可动态优化。d processes can be optimised dynamically.

智能技术正向传感器领域延伸

随着计算能力不断提升，传感器技术的任务和角色也在发生变化。信息不再以原始数据形式提供，而是以相关信息的形式呈现。例如，一个原本仅输出电压的传感器，现在可直接提供与决策相关的信息，如储罐的液位。

这形成了智能数据流，减轻了IT负担并降低了网络负载。随着IT技术日益深入现场层，传感器技术正发展成为第一处理层，并成为基石。

自动化的未来

未来的自动化将是整体性的，现场层的自动化与IT层相辅相成。

实践案例：

轻松改造棕地系统

该方法尤其在处理棕地系统(即现有老旧系统)时展现出强大优势。无需费力集成不同的机器控制系统，Perinet可直接从传感器读取信息，与现有PLC并行工作，不影响正在进行的操作。

在灌装线等复杂系统中，仅需读取少量特定数据点即可直观呈现产量和废品率。操作人员受益于极少的安装投入和工作量、标准化的基础设施以及无风险的改造升级，即使是已运行数十年的老旧机器也不例外。

连接器作为赋能者

IT与传感器技术的融合也对连接技术提出了新要求。将电源与数据结合在一个接口中的混合连接器，正成为现代自动化的基础。正如USB实现了IT领域的标准化，紧凑型混合解决方案——例如在单对以太网环境中——也正在工业领域面临类似的发展趋势。

✦ 客户利益

无人机： 自动化新维度

在当今快速发展的数字化环境中，无人机正变得越来越重要。企业正致力于实现工业流程的数字化转型，以期降低成本并改善工作环境。无论是用于大面积农田测绘、智能障碍物检测，还是用于精准施水、施肥等作业的全自动化操作，商用无人机和四旋翼飞行器正助力实现工业自主控制，并将各细分市场的自动化流程提升到新的水平。



Norbert Weiß
Teamleader Marketing Service,
HARTING Electric



欧洲制定的行业 标准确保了SWaP的优化

技术进步,如电池效率提升、先进图像传感器和人工智能驱动的自主功能,已显著扩展了无人机在各行业的潜在应用。这一发展使得某些应用(例如无人机)从业余爱好设备显著演变为农业、物流、检测、公共安全及许多其他领域中受监管的关键任务平台。这一发展使得某些应用领域——例如无人机——已从单纯的爱好者设备,显著演变为农业、物流、检测、公共安全等众多领域中受监管的关键任务平台。

尺寸、重量和功耗对于提升商用无人机的最佳性能、机动性和航程至关重要,业内专家将此称为SWaP。作为工业连接器的市场领导者,浩亭已认识到市场对工业级连接和布线解决方案的需求。新型浩亭Han® MPC和ICC 20无人机机臂连接器正是根据这些重要需求而开发。浩亭现有的设备连接解决方案系列以及基于3D-MID技术的未来生产,也正助力释放自动化飞行操作的新潜力。

配电板、电子调速器和 电池之间的连接

无人机和其他移动机器人(包括人形机器人)具有相似的连接点拓扑结构。广泛使用的锂聚合物电池(无论是常规电池还是具备信号完整性的未来智能电池)为配电板供电。配电板是电池与电子调速器之间的核心接口。电子调速器确保高效可靠的电源管理。它有效调

节电动机的转速和旋转方向,以确保设备平稳运行。在工业领域,经常使用三相无刷直流电机以确保低维护和持久性能。

The Han® MPC30和MPC60是这些关键单元之间连接的理想解决方案,可确保高信号完整性。其他型号,例如不同的外壳类型或直式与弯角式PCB连接器,提供了更大的灵活性。使用har-modular® PCB连接器系统,PCB之间的连接可以实现极高的灵活性。

可插拔式无人机机臂可 实现扩展功能, 从而运输更重的货物

模块化架构和平台概念是确保机器高灵活性的先进技术。这也适用于无人机。增加额外机臂以运输更重负载以及更换工具,是应对不同任务的常见操作。可插拔式接口对于实现必要的模块化至关重要。

硬接线的无人机机械臂在商用无人机的维护过程中也很快会成为瓶颈。故障排查耗时,且通常需要专业人员断开连接。与硬连线解决方案相比,ICC 20 DAC具有诸多优势。无人机机臂可以轻松插拔,以更换故障机臂或在不同型号之间切换。

无干扰且稳定的视频和 信号传输

商用无人机需要为摄像头和有效载荷传感器提供可靠的连接。浩亭提供抗冲击和抗振动的解决方案,数据传输速率高达Cat.8.2 (40 Gbit/s),并提供无干扰光纤解决方案。使用浩亭ix Industrial®或面向未来的单对以太网解决方案T1 Industrial,可以建立稳健的摄像头连接。

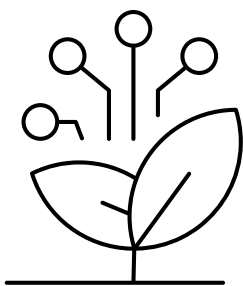
紧凑型天线进一步 节省空间和重量

利用3D-MID技术,天线可以进行三维设计并直接集成到设备结构中。这使得天线能精准适配紧凑或复杂的外壳,从而高效利用可用空间。将天线精确放置在所需位置的能力,支持高频应用,并有助于在具有挑战性的环境中保持可靠的无线连接。3D-MID技术提供了设计灵活性并减轻了重量,同时满足了性能和集成要求。

农业领域的 自动化

——全电气时代的通用现场层

农业正在经历重大且大规模的技术飞跃。电气化、数字化和自动化正以势不可挡之势进入田间地头，将效率与可持续性结合起来。已在工厂车间乃至工业现场层级成熟的技术，正成为耕作中实现自主、精准且时机恰当的作业流程的基础。



©Andela Techniek & Innovation BV版权所有

Festo的数字孪生—— 直至组件级的数据空间

Festo始终致力于使其组件具备数字孪生能力，并在工业数字孪生协会 (IDTA) 的框架内积极推动这些发展。为执行器、阀门和传感器创建标准化的数字镜像，其中集成了技术数据、功能和诊断信息。它们支持仿真、虚拟调试，并能根据工业4.0标准无缝集成到管理壳中。

特别是在农业技术领域，这一趋势正在加速向自主机器的融合：适用于田间作业的组件能够被快速配置、监控，并适应不断变化的条件。通过这种方式，数字孪生为精准、互联且可扩展的农业系统奠定了基础。

成熟技术的转移是此处的核心模式：从挤奶机器人（其工业运动部件多年来已成为行业标准）到除草、喷洒和播种机器人，乃至针对选择性收获的解决方案，目前都在积极研发之中。这些小型联网单元能够独立执行任务——由更高级别的系统进行控制，该系统整合了传感器技术、卫星数据、气象信息、土壤状况以及数字化种植方案。

这使得现场层级置于数据空间的中心。经典的确定性控制系统已不再足够：自主性要求执行器和传感器与云端及边缘智能紧密耦合，并需要贯穿至组件级的端到端数字孪生概念。工业设计在此提供了速度和规模，而针对农业的专门调整则使其能够适应田间环境。

如今，文中概述的许多场景仍代表一种前瞻性视角，并非在所有领域都已达到最先进水平，但它们清晰地指明了行业当前的发展方向。

行业的融合显而易见：现场总线世界正在与基于以太网的标准及配套规范融合并共同发展。取代专有孤岛的是使用经过针对性适配的工业组件这一理念，这种趋势在经济上得益于规模效应，在技术上则依托于经久耐用、久经考验的组件。**与此同时，初创企业正在加速这一发展：**新的农业机器人常常基于工业驱动器、控制器和阀门进行开发，并针对振动、湿度、粉尘和化学物质进行了相应适应性调整。



Christine Marie von der Ohe
Business Development,
Agricultural Technology at Festo

农业技术的未来 在于工业现场级与 农业实践的融合。

例如，精准喷洒应用正通过改进的阀门和合适的连接器实现；Festo广为人知的气动自动化技术，正在承担植保药剂的切换任务。**连接性是这里的关键因素。**连接器可能是现场最薄弱的环节，但同时也是保障设备可用性的基石。与工厂环境不同，维修通常必须由未受过专门培训的人员直接在田间进行。因此，接口的设计应确保快速、安全且直观的更换与安装。合适的手感、清晰的编码和坚固的外壳并非小事，而是操作与备件概念的核心。

这里的总体框架是一个积极的技术叙事：若能持续应用，技术进步便是有利且有益的。没有全面的电气化、数字化和自动化，几乎无法想象

能兼顾生物多样性与生产力的农业。Festo凭借其涵盖运动控制、传感器技术乃至技术教育的深厚的工业自动化专业知识，能够以务实的方式支持这一转型：通过提供可数字连接的组件，并与实施检测和决策等人工智能功能的原始设备制造商开展合作。

农业技术的未来在于工业现场级与农业实践的融合。

创新的自动化组件、可靠的连接性以及直达云端的连续数据流，正为田间的自主系统铺平道路。充分利用这种融合，将催生更具韧性的农业，这不仅体现在经济方面，也无疑体现在生态考量和因素上。

农田 如何成为 高科技环境



过去那些由明确界定的“如果……那么……”流程构成的体系，如今正被能够识别、评估并应对各种情况的系统所取代。这种变革在农业领域尤为明显——农业环境以多变性、天气条件、生物特性以及不可预测的动态为特征。

如今，农业技术的进步正体现在选择性、认知性与自主性功能的融合之处。新技术使得以往只能由人力完成的任务实现了自动化：无论是苹果采摘、葡萄园管理还是杂草防控，只要需要个体决策，人工智能辅助系统便能开辟新的潜力。

其动机显而易见：

该行业需要更高的精准度，以实现更可持续的运营，同时弥补劳动力短缺。

关于Digital Workbench:

Digital Workbench是一家工程公司,致力于将高科技自动化技术引入非公路和农业领域。凭借农艺专长与现代传感技术、导航及人工智能的结合,该团队成为选择性自主田间作业的专家。

基于模块化平台与智能图像处理系统,Digital Workbench 开发高效、稳健且节约资源的实用解决方案,从而支持机械制造商在日常田间工作中实现自主化。

自动化正成为以资源高效的方式生产粮食的先决条件,且是精准定向而非粗放式的生产。这一切的基础是当今已能以十年前或二十年前无法想象的价格获取的技术:强大的边缘计算单元、自适应图像处理技术或高精度卫星接收器。

视角的转变值得关注:

常被视为保守的农业领域,正在对自动化提出最高要求,而每一株作物都是独特的。

耕作农业需要能够应对活体、异质生物的系统。

在此背景下,新一代多功能承载平台作为自主基础车辆便是一个突出范例。精准的卫星导航确保行进路线的准确性,传感器则实时采集机器状态与周围环境。在此基础上,基于摄像头的人工智能模块分析作物状况、检测杂草或识别生长参数。所有评估均在机器端分布式完成,无需依赖云端。

这种组合催生了精准作业:机械工具可精确清除杂草,附加设备则能针对每株作物做出不同反应。

这使得自主技术成为资源高效管理的实用工具。

机电一体化是一个常被低估的方面。然而在田间,大多数故障并非机械性质,而是电气问题:连接器腐蚀、压接插针质量差、缺乏应力释放。电气系统是机器的中枢神经系统,其质量直接决定设备的可用性与生产效率。

防水性、介质耐受性、机械锁紧及可靠的应力释放在此成为关键要求。连接器必须承受高强度作用力、振动、污垢以及高压清洗。正确布线、应力释放和保护的线缆能显著减少故障。

这些细节对于将自动化从理论转化为稳定、经济高效的田间作业至关重要。由此可见,农业领域正展示着自动化在工厂之外如何运作得既精密又具开创性:它将生态责任、经济需求与技术创新完美融合。

自动化的未来不仅将在工业园区展开,也将在农田上呈现——在那里,技术与自然直接交汇、相互作用。

Josef Schmidt
Managing Director
digital workbench



自主技术 活跃于 农田

传感器技术、自动化及数据驱动流程正在从根本上改变田间农业作业。自20世纪90年代以来，自动化技术已逐步进入农业领域。

农用喷雾机的喷杆自动控制系统便是早期案例，即借助超声波技术自动调节作业高度。随后在21世纪初，自动分区控制技术得以推广，它有效避免了作业重叠，现已成为许多地区的标准配置。这些系统显著降低了驾驶员的工作强度，并确保作业结果精准且可重复。

Stefan Kiefer
Head of Plant
Production
Innovation at
Amazone



关于Amazone：

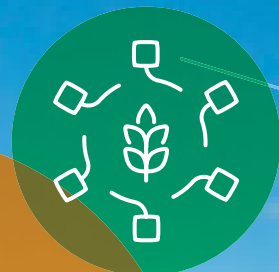
Amazone集团是现代农业技术领域的领先制造商之一，业务涵盖土壤耕作、播种、施肥及作物保护。这家成立于1883年的家族企业总部位于Hasbergen-Gaste，致力于开发高效、可持续、高精度的农业机械与数字解决方案。从智能辅助系统到联网自主农机，Amazone代表着全球范围的创新力量。

随着当今数字化进程的推进， 整个工作流程正成为关注焦点。

例如EasyTram等系统可利用地理数据预先规划行驶路线。农机设备则完全自主作业，这在农田通常缺乏稳定电网支持的情况下已成为必然要求。因此，所有算法都必须在设备端运行，仅在需要时发送状态数据。

Amazone最新一代施肥机标志着—项技术里程碑。共计16个雷达传感器监控作业过程：两侧各7个传感器检测ArgusTwin系统的排肥角度，确保精准横向分布。另两个传感器实时测量实际抛撒距离，并将颗粒的飞行轨迹与参考数据比对。这意味着首次实现了横向与纵向分布的精确控制和持续监控。若数值出现偏差，系统会提示驾驶员进行撒布测试。所有数据汇入云端，从而实现整个生命周期的优化，这与以往静态设定表的方式相比堪称范式变革。

这种持续反馈开辟了新潜力：Amazone可优化算法，经销商获得精确诊断数据，连肥料生产商也能基于批次质量反馈受益。



如此一来， 机器在实际使用 过程中不断 改进——

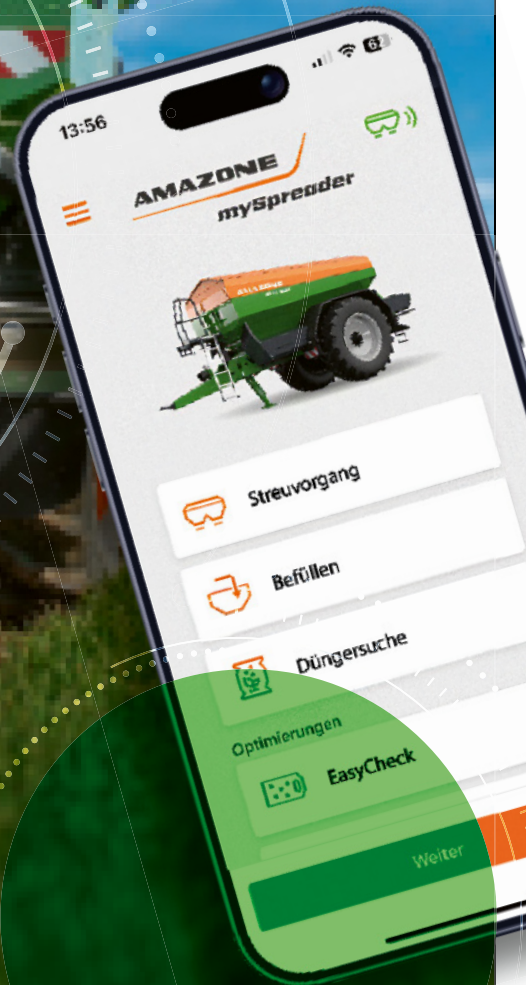
这与传统工业自动化（硬件通常仅一次性配置）形成决定性差异。

发展方向已然明确：流程监控与保障越严格，我们就越接近完全自主化。在土壤耕作领域，自主作业已成为现实。据Amazone的Stefan Kiefer介绍，目前施肥机的过程监控率已达约99%。尚未完全解决的问题主要涉及大范围抛撒（最远72米）时周边环境的安全性。但由于农机在私有土地上作业，其适用条件与道路交通有所不同。

当前，人工智能主要在图 像数据处理领域发挥作 用——

例如通过摄像头或无人机进行杂草识别。云计算以及日益增长的边缘计算技术正应用于此。在其他功能方面，确定性控制技术仍占主导地位，人工智能支持的进一步发展主要在后台进行。

农业技术已成为当今自动化领域最具活力的创新板块之一。Amazone展示了机械、传感器与软件如何融合，以及如何打造出运行更精准、能够自我监测、并随着季节更替不断学习机器。



模块化 连接器 助力灵活 自动化

HAN-ECO®与HAN-MODULAR®为雅马哈新型协作机器人打造紧凑接口



Toru Shiozaki
Regional Sales Manager,
HARTING K.K.

雅马哈发动机株式会社与浩亭保持着长期的合作伙伴关系。在近期的开发项目中，浩亭的Han-Eco®连接器与Han-Modular®系统配合使用，将其首款协作机器人“雅马哈协作机器人”可靠地连接至控制系统。这款新型协作机器人采用48伏直流供电，具备七轴运动能力，并配有高精度扭矩传感器，以实现精准的力控制。

对雅马哈而言，设计与易用性是协作机器人开发的关键要素。随着协作机器人与人类的交互日益增多，对其要求也不断提高：不仅需要功能强大，还必须易于操作且安全可靠。机器人与控制系统之间的接口在此起着至关重要的作用——它必须紧凑、清晰且具备故障安全特性。

在开发新型协作机器人的过程中，团队需要克服多项挑战，包括符合安全标准与电磁兼容性要求。最初采用Han-Modular®8针电源模块的方案并不完善，因为需要额外的接地连接。由于接口尺寸已固定，项目一度面临失败的风险。

而Han-Modular®多米诺系统的引入，以传统模块一半的尺寸提供了必要的灵活性：通过将电源和信号连接分开，该系统可在不扩大接口的情况下集成一个额外的接地触点。

Han-Eco®与Han-Modular®等模块化连接器是这一开发过程的核心组件，满足了全电气时代中现代自动化解决方案对电力与数据高效传输的需求。全电气时代描绘了这样一个未来：社会与工业的全部能源需求，皆由可再生电力可持续且高效地满足。

Han-Eco®与Han-Modular®能够安全、紧凑地集成能源与数据流——这是实现智能、联网自动化解决方案的基本前提。在单一系统中结合强大能源供应与高速数据通信的能力，不仅支持全电气时代的技术实施，也推动着新商业模式与生产理念的发展。





雅马哈发动机株式会社的新型七轴协作机器人“雅马哈协作机器人”及其紧凑型专用48伏直流控制器，采用塑料外壳的Han-Eco®连接器，并搭配模块化插芯Han-Modular®及Han-Modular®多米诺模块，以实现其连接功能。



自动化的转型同样体现在人机协作的日益深化中。以雅马哈开发的协作机器人为例，它们不仅是工具，更是能灵活应对变化的需求、替代员工完成高负荷或单调任务的智能伙伴。模块化接口的集成有助于确保这些系统保持易用、安全且面向未来。此外，自动化也为克服技术工人短缺、推动创新做出了重要贡献。

雅马哈积极引领行业，专门投资培养下一代机器人工程师，并支持教育计划，以夯实未来产业所需的技术能力。

关于雅马哈发动机株式会社

雅马哈发动机株式会社是一家全球性企业，提供驱动技术以及控制与制造技术解决方案。公司业务多元：陆地交通业务涵盖摩托车、全地形车、电动辅助自行车等；船舶产品业务包括船只、舷外机等；机器人业务涉及自1976年推出的紧凑型工业机器人、贴片机、无人机及其他工业机械；金融服务业务则提供产品融资及其他类似服务。

什么是协作机器人？ 协作机器人是专为与人类直接协作而设计的工业机器人。与传统工业机器人通常需要在隔离区域工作不同，协作机器人旨在与人类安全、灵活地协同工作。它们配备智能控制系统，可检测碰撞，从而无需防护围栏即可实现人机协作。协作机器人承担单调、危险或体力要求高的任务，以此辅助员工。

时间序列： 制造业人工 智能的基石

人工智能与机器学习是工业自动化发展的必然趋势。

随着传统自动化方案日趋同质化，企业正积极寻求新的差异化优势。

当前现状是：许多AI应用已实现成本效益。技术突破并不依赖于完全自主的智能体。

Robert Weber

是一名专注于机器人技术、人工智能与自动化领域的技术记者。他与Peter Seeberg共同运营“工业AI播客”节目，致力于向用户普及工业AI与机器学习知识。Weber自2019年起独立从事行业报道，持续关注工业数字化趋势与进展。



Robert Weber

The Industrial AI Podcast

目前，四大领域展现出巨大潜力：工程设计、仿真模拟、视觉系统，以及最具前景的时间序列分析。在工程领域，AI系统可辅助完成设计、参数化设置与文档生成。仿真领域则通过AI模型更快速、更轻松地映射复杂物理过程。机器视觉仍是工业AI的基石，而时间序列分析即将引发新一轮技术飞跃。

机器视觉系统已充分证明AI在工业环境中的卓越能力：质量检测、物体识别与巡检等应用已具备投入生产的条件。而时间序列分析正成为下一个重要战场。机器通过传感器数据、工艺参数与能耗信息进行通信，现代AI模型能以前所未有的精度解析这些信息。这意味着预测性维护、质量预警、能效优化及需求预测等应用能够以低成本实现，通常无需新增硬件，甚至仅凭现有CPU即可完成。

尽管关于自主智能体系统或自优化机器的讨论不绝于耳，但这些技术真正落地仍需10至15年时间。标准缺失、安全要求与商业模式等限制因素，延缓了AI模型与控制系统直接耦合的进程。当前优化工作通常在系统的数字孪生中进行，随后才应用到实际生产中。

现阶段，

人类仍处于控制回路的核心位置。

基于AI的辅助系统（如大语言模型）未来或可简化设备操作与配置流程，从而缓解技术人才短缺压力。但关键在于：**应用与运营成本必须产生实际效益**。并非每项创新都能立即实现商业价值，虽然概念验证层出不穷，但真正规模化落地仍属罕见。

尤其在时间序列领域，当前正积极开发大型基础模型，这些模型与文本数据处理类似，都是在广泛的数据基础上进行训练的。

工业正坐拥一座数据宝库，

绝不能轻易放弃。

掌控这些数据的企业不仅能优化自身产品，更可开拓全新商业模式，甚至包括优化竞争对手的产品。

变革必将到来，但不会一蹴而就。虽然自动化周期正在缩短，完全自主的生产链仍需多年发展。**可以肯定的是：AI不会取代自动化，而是会拓展自动化**，逐步引领行业从传统的控制系统转向数据驱动的自主学习系统。

出版物详细信息

出版人：

HARTING Stiftung & Co. KG, Margrit Harting,
P.O. Box 11 33, D-32325 Espelkamp,
Phone: +49 5772 47-0, Fax +49 5772 47-400,
Internet: www.HARTING.com

内容负责人：

Dr. rer. nat. Stephan Middelkamp,
Andreas Huhmann

Editor Vogel: Sebastian Human

Editorial team HARTING: Norbert Weiß, Dr. Volker Franke, Andreas Wedel, Thomas Kämper, Florian Raabe, Martin Wischmeyer, Mareike Knost, Toru Shiozaki

Responsible in the sense of the Press Law:

Magdalena Okopska

总体协调人：Lars Kühme, +49 5772 47-9982

设计和布局人：

trio-group I.AM communication & marketing GmbH,
www.trio-group.de

制作印刷人：

Meinders & Elstermann GmbH & Co. KG, Belm

Complete reprints and excerpts of contributions are subject to approval in writing by the Editor. All product designations used are trademarks or product names belonging to HARTING Stiftung & Co. KG or other companies.

Despite careful editing it is not possible to completely rule out printing errors or changes to product specifications at short notice. For this reason HARTING Stiftung & Co. KG is only bound by the details in the appropriate catalogue. Printed by an environmentally friendly method on paper bleached entirely without chlorine and with a high proportion of recycled paper.

© 04/2026, HARTING Stiftung & Co. KG, Espelkamp. All rights reserved.

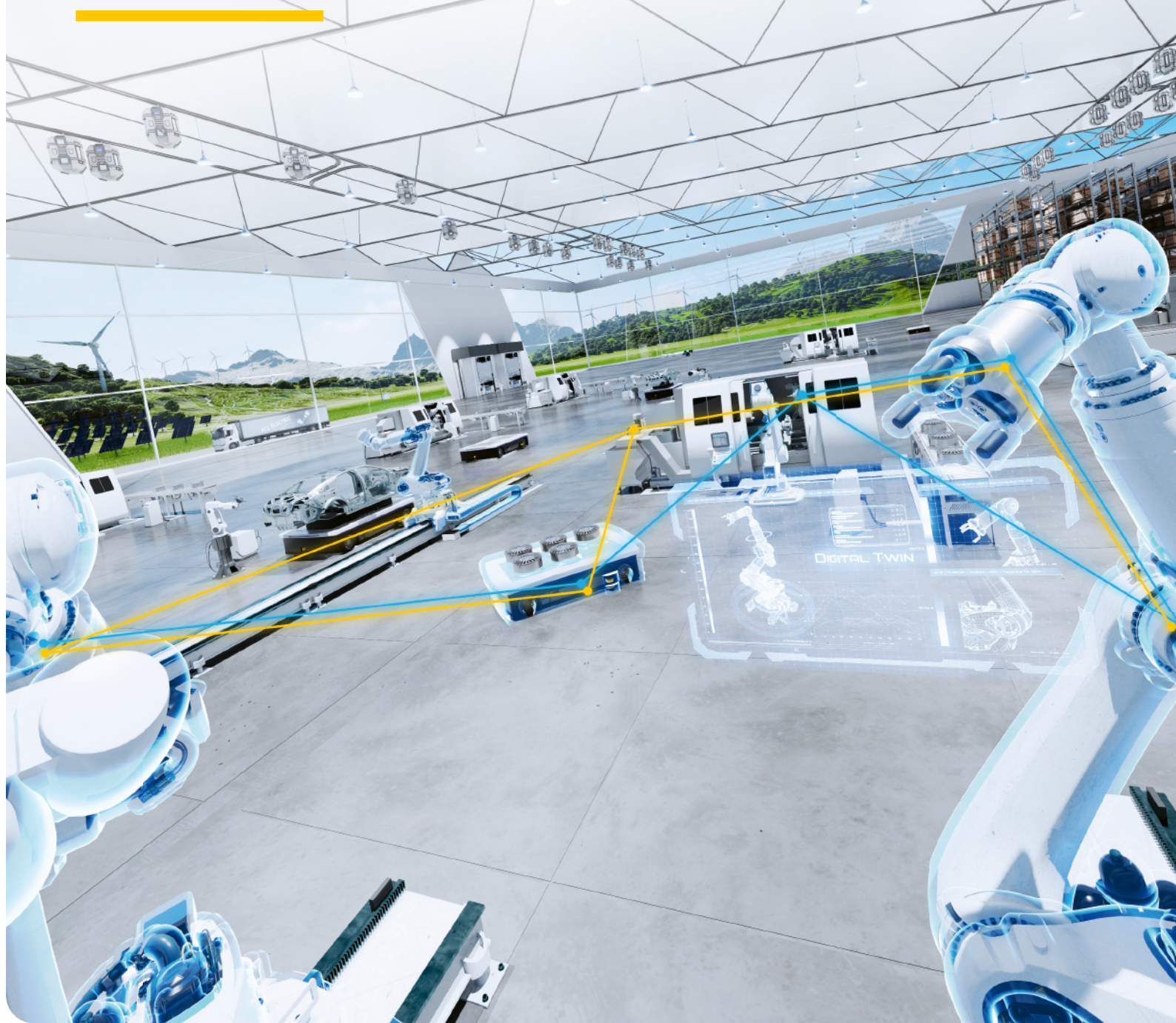
Pictures

P. 1: Midjourney, HARTING | P. 2: HARTING | P. 3: HARTING | P. 4/5: ChatGPT, Midjourney, HARTING, Yamaha Motor Co., Ltd., digital workbench gmbh, Getty Images 201118279 / 2181133271 / 2140495878 / 2197568912 | P. 6/7: ChatGPT, Getty Images 201118279 | P. 8/9: HARTING | P. 10/11: Getty Images 2181133271, Prof. Dr. Martin Ruskowski/SmartFactory-KL | P. 12/13: Getty Images 2181133271, Simon Jungbluth/SmartFactory-KL | P. 14/15: Getty Images 2181133271, Pascal Rübel/Dr. Henning Gössling/SmartFactory-KL | P. 16/17: Getty Images 2140495878 / 2197568912, Prof. Kasper Hallenborg/University of Southern Denmark | P. 18/19: HARTING, Getty Images 944090292 | P. 20/21: Midjourney | P. 22/23: Midjourney, Getty Images 1329626273 / 1363689354 / 2216865249, Constantin Liepert/Siemens | P. 24/25: Getty Images 1578718955, shutterstock 2550699347 | P. 26/27: Getty Images 1253733832 | 2210490130, Dr. Karsten Walther/Perinet GmbH | P. 28/29: HARTING | P. 30/31: Festo Vertrieb GmbH & Co. KG, Christine Marie von der Ohe/Festo | P. 32/33: digital workbench GmbH, Joseph Schmidt/digital workbench | P. 34/35: Getty Images 1151087791 / 2523863125, Amazone, Stefan Kiefer/Amazone | P. 36/37: Yamaha Motor Co., Ltd. | P. 38/39: Getty Images 1321306814 / 1972282026, Robert Weber/The Industrial AI Podcast | P. 40: HARTING



Pushing Performance
Since 1945

探索面向未来的连接技术



构建面向可持续电气化、数字化与自动化的系统。

赋能全电气时代。

www.HARTING.com.cn



立即探索！