



产业研究报告

2019

德国汉诺威工业展综览与未来发展趋势



中国科学院兰州文献情报中心
西部产业智库

2019 年德国汉诺威工业展 综览与未来发展趋势

中国科学院兰州文献情报中心

西部产业智库

二〇一九年四月

Content

目 录

上篇：2019 年汉诺威工业展综览

第一章 引言	1
1.1 2019 年德国汉诺威工业博览会简介	1
1.2 六大专题及展品范围	2
1.2.1 六大专题展简介	2
1.2.2 展品范围	3
1.3 中国展团概况及展品范围	6
第二章 综合能源领域参展情况	8
2.1 全球各地区参展情况	8
2.2 国内外领域巨头展品及特征	9
2.2.1 ABB	9
2.2.2 施耐德 (Schneider)	10
2.2.3 正泰集团	13
2.2.4 特变电工	14
2.2.5 卧龙电气	14
2.2.6 默颀电气	15
2.2.7 大全集团	15
2.3 变压器产品参展情况	16
2.3.1 变压器类型及参展情况	16
2.3.2 变压器具体参展商及产品特点	17

第三章 集成自动化及动力传动领域参展情况	24
3.1 全球各地区参展情况	24
3.2 国内外领域巨头展品及其特征	25
3.2.1 ABB	25
3.2.2 FESTO	25
3.2.3 西门子 (SIEMENS)	26
第四章 数字化工厂领域参展情况	28
4.1 全球各地区参展情况	28
4.2 国内外领域巨头展品及特征	29
4.2.1 AAB Ability™	29
4.2.2 西门子 (SIEMENS) 与航天科工	30
4.2.3 海尔 COSMOPlat	33
4.2.4 华为	37
第五章 热点方向	40
5.1 工业 4.0	40
5.2 区域耦合	41
5.3 人工智能	43
5.4 人机协作	44
5.5 轻量化结构	45
5.6 平台经济学	46
5.7 5G	46
5.8 数字孪生	47
5.9 预测性维护	48
5.10 物流 4.0	50
5.11 集成产业	51

下篇：未来发展趋势

第六章 从工业 1.0 到工业 4.0	54
6.1 工业 1.0	54
6.2 工业 2.0	55
6.3 工业 3.0	56
6.4 工业 4.0	57
第七章 工业 4.0 的特征和方向	59
7.1 工业 4.0 的特征和方向	59
7.1.1 工业 4.0 的特征	59
7.1.2 发展方向	60
7.2 工业 4.0 的意义	96



上
篇

2019 年汉诺威
工业展综览



第一章

引言

1.1 2019 年德国汉诺威工业博览会简介

汉诺威工业博览会——世界领先的工业技术展会，每年吸引着全球各地的政治和商业领袖们齐聚一堂。美国前总统奥巴马称其为“世界领先的工业技术展会”，德国总理默克尔则称之为“规模最大的工业盛会”。

2019 汉诺威工业博览会于 4 月 1-5 日在德国汉诺威展览中心举行，展示了从自动化和机器人、软件和 IT、动力传动和流体技术到综合能源系统、分包和轻量化设计以及研发的全套工业技术。展会以“**产业集成——互联与合作**”为主题，搭建面向工业 4.0 的国际化平台。旗下涵盖集成自动化与动力传动技术展、数字化工厂展、能源展、空压及真空技术展、工业零配件及分承包技术展、研究与技术展等六大专题展会，涵盖机器学习、机器人技术、数字化和 IT 安全在能源行业的应用、供应链管理、轻量化设计和电动交通等多个关键主题。

2019 年汉诺威工业博览会共有来自 88 个国家和地区的约 6551 家参展企业及 225,000 名观众参加了本次展会。涉及的主题有：增材制造(Additive Manufacturing, AM)、人工智能(Artificial Intelligence, AI)、职业 4.0 (Career4.0)、人机协作 (Cobots)、数字能源 (Digital Energy)、数字工厂 (Digital Factory)、数字孪生 (Digital Twin)、能源效率 (Energy Efficiency)、工业零部件与分承包 (Industrial Supply)、工业 4.0(Industrie 4.0)、综合自动化与动力传动(Integrated Automation,

Motion & Drive)、综合能源 (Integrated Energy)、集成产业 (Integrated Industry)、物流 4.0 (Logistics 4.0)、机器学习 (Mechine Learning)、移动解决方案 (Mobility Solutions)、合作伙伴国瑞典 (Partner Country Sweden)、平台经济学 (Platform Economics)、预测性维护 (Predictive Maintenance)、研究和科技 (Research & Technology)、区域耦合 (Sector Coupling)、创业 (Startups) 等 22 个话题。

1.2 六大专题及展品范围

1.2.1 六大专题展简介

(1) 集成自动化及动力传动展

集成自动化及动力传动展是一个全新的贸易博览会主题，涵盖了工业自动化、工业 IT、动力传动和流体动力技术各个方面——从机械工程和机器人到过程自动化，以自动化、传动技术的未来为重点，展示智能工厂、人机协作、智能产品和服务等众多技术及创新产品。

(2) 综合能源展

在如今日益多样化的能源市场中，对创新技术的需求与日俱增。在综合能源展上，能源行业巨头、政治经济领域解决方案提供商和决策者一起，共同探讨如何引领成功的能源转型、如何开发未来充电基础设施，以及工业企业如何通过更有效地使用能源来显著降低成本。

(3) 工业零部件与分承包技术展

供应商是工业数字化的关键驱动力。智能工厂同样由各个智能部件及系统组成。凭借其创新解决方案，供应商越来越多地参与其中，为客户实现业务增值。工业零配件及分承包主题展囊括从材料和工艺到轻量构造等关键问题，展示了全系列解决方案，是发现优质合作伙伴的优选平台。

(4) 数字化工厂展

数字化工厂展是过程集成化和 IT 解决方案的领先展会。软件解决方案覆盖了整个工业加工链，是一个不可错过的体验未来机械工程

加工生产和工厂 IT 的好机会。

(5) 研究与技术展

研究与技术展拥有独特的跨学科性质，向用户行业充分展示未来技术趋势。研究人员可在此寻找合作伙伴，将他们的革新性技术和材料投入量产。研究与技术展可创造各种未来合作机遇。

(6) 空压与真空技术展

过程自动化、气动系统、环保排气净化系统，这些都依赖于先进的真空和压缩机解决方案。压缩空气和真空系统对于众多技术领域都至关重要，缺少了这些技术，就无法实现节能、可持续的生产方式。

1.2.2 展品范围

(1) 动力传动与控制技术展

——**机械传动，包括：**轴承、齿轮、齿轮箱、制动器、链条、链轮、同步带、转向系统和转向轴、联轴节。

——**液压流体气动，包括：**气动及元件、密封件、液压泵、液压电机、气缸和驱动、液压阀、液压蓄电池、液压循环元件和液压系统、试验台、水压系统、工业液体（液压油）、过滤器、软管，集中润滑系统和润滑泵、气动马达、气缸、气压阀、气压调整装置、整体气压控制装置、电压互感器、双重流体激励器、压力开关（压力继电器）、软管和软连接管、密封装置及附件、液压升降龙骨墩、插装阀等。

(2) 工业零部件和分承包技术展

——**转包和分承包，包括：**铸锻件、紧固件、螺丝、弹簧、金属成品件、固体成型、非切割技术零件、机切割金属零件、汽车配件、部件装配和金属结构、工具和工装、标准件、模具、锁及配件、塑料零件和橡胶加工。

——**工业材料，包括：**钢材、稀有金属、钛、橡胶、塑料、工业陶瓷、聚合材料、复合材料等各种不同的工业用材料及化合物等。

(3) 工业自动化展

——**电气传动，包括：**普通工业电机、特殊工业电机、伺服电机、通用小型电机、专用设计小型电机、变频与变流器装置及元件、电驱动控制系统、电驱动调速器、电磁装备、磁铁、电动马达元器件等。

——**电气工程，包括：**控制技术、测量技术、调节器技术、工业用计算机、网络/工业通讯、无线电自动化、嵌入式系统、传感器系统、工业图象处理、检测设备等等。

——**机械工程，包括：**汽车、飞机、船舶、高端机械制造等自动化流水线、机械臂、智能生产、装配设备及技术。

——**机器人技术：**焊接、喷涂、搬运、装配、直角坐标机器人、其他工业机器人等；3D 打印机、工业图像系统处理、工业镜头、工业相机、光源系统、机器视觉集成系统配件和辅助产品等。

——**自动化仪器仪表，包括：**智能化仪表、变送器、调节器、流量计、温度计、控制阀、执行器及调节阀、定位器、称重装置、传感器等等。

(4) 电力能源展

——**发电设备，包括：**太阳能发电系统、风力发电机组；交流、直流发电机、便携式发电机；涡轮机、转子等发电相关组件。

——**电力、电工测控仪器，包括：**电力测量和自动控制系统、电力仪表仪器、绝缘监测设备、损耗测量设备、电缆故障定位设备、遥控操作系统、继电器、断路器、互感器、电容器、启动器、补偿器、防雷器、绝缘子等。

——**电气自动化技术与设备，包括：**中低压电网配电产品、电气控制与自动化成套设备、配网自动化、MIS 系统、电网调度管理系统、电力通信设备、电力信息技术及 IT 集成产品、电力电子产品与技术、低压开关装置、防爆开关装置、开关的控制集成电路。

——**输电、配电设备及附件，包括：**变压器、整流器、电流接触器、电力稳压器、电加热设备、电网及输配网自动化系统、电力输送

设备及配件、导体、电缆、绝缘电缆、电力电缆装置、通讯电缆系统、电缆的铺设、储存和处理设备、绝缘绝热的插座装置、绝缘体及材料、电力施工设备及五金工具。

——**新能源设备及技术，包括：**光伏太阳能膜板、组件，太阳能蓄电池，光伏膜，光伏照明系统太阳能电池；风电机组配套设备及部件，叶片及其相关材料，风光互补发电系统，雷电防护系统，控制系统、远程监控系统，海上风电设备及技术；核岛、反应堆及其冷却系统；堆芯燃料，核燃料组件、稳压器、常规岛、涡轮发电机、汽轮机、汽水分离再热器，核电电池。

(5) 新能源汽车技术展

该主题主要以汽车能源替代方面的技术为主，展品主要包括：混合动力和电驱动系统，以及汽车能量储存的解决方法和不同的燃料等。

(6) 表面处理技术暨欧洲粉末涂层技术展

——**表面技术，包括：**清洁，预处理，表面涂敷，上釉，塑料涂敷，检测设备，工业等离子表面处理，热喷涂，显微结构的生成，热处理，应用设备，环保和特殊用途设备，测量、检测和分析设备，服务，电镀、焊接、抛光设备、涂层、涂塑技术等；

——**粉末涂敷，包括：**粉末涂层材料，预处理设备，检测设备，粉末涂层原料，粉末涂层生产设备。

(7) 数字化工厂展

——**虚拟产品开发与应用，包括：**产品生命周期管理与监控，生产与工艺设计系统，虚拟调试、离线编程和设置，技术转让与服务，供应链管理，生产集成等。

(8) 研发技术

——**技术转换，包括：**创新的捷径、空间转换、仿生学、光学技术、技术纺织、创新之夜、HERMES 大奖、梦想 2050、有机电子学。

——**应用研究，包括：**基础科学研究与技术孵化、应用科学研究

和技术、研究和创新服务、技术转让，企业、科研机构和大专院校的科技创新成果研究；机构与科研单位市场对接。

1.3 中国展团概况及展品范围

中国正在加速发展“互联网+”和“中国制造 2025”，参展企业的结构也不断呈现新的变化，例如：来自信息化行业相关的参展企业数量明显增加；参展面积逐年扩大，而传统工业配件企业数量基本保持不变；OEM 企业数量逐步减少，多为自主品牌参展。

2019 年中国展团的盛装亮相引起了世界的关注，1300 多家中国展商亮相 2019 年德国汉诺威工业博览会，展出面积达 22000 平方米。

“中国‘智造’正向国际先进水平迈进”。展品主要围绕工业自动化、传统能源和新能源、工业机器人、工业零配件、工业节能照明、工业 4.0 等相关主题。国内领头羊企业包括华为、海尔、航天科工、大族激光、中德工业设计中心、安科瑞、东力、默颀、库柏特、申昊科技、鲍斯、上海电气、久宙、嘉腾、东华、麦克等中国企业均拿下几百平方米展台，重点展示先进制造装备、工业互联网平台、物联网等，华为、航天科工、正泰电器、万控集团、华制智能和海尔集团等都有创新产品和技术展示，并在展会现场举办了各类专业活动。中国展品范围主要包括以下几类：

(1) 发电设备，包括：水利发电设备、火力发电设备、太阳能发电系统、风力发电机组；交流、直流发电机、便携式发电机；涡轮机、转子等发电相关组件。

(2) 电力、电工测控仪器，包括：电力测量和自动控制系统；电力仪表仪器、绝缘监测设备；损耗测量设备、电缆故障定位设备、遥控操作系统；继电器、断路器、互感器、电容器、启动器、补偿器、防雷器、绝缘子等。

(3) 电气自动化技术与设备，包括：中低压电网配电产品；电气控制与自动化成套设备；配网自动化、MIS 系统、电网调度管理系

统；电力通信设备；电力信息技术及 IT 集成产品；电力电子产品与技术；低压开关装置、防爆开关装置、开关的控制集成电路。

(4) 输电、配电设备及附件，包括：变压器、整流器、电流接触器、电力稳压器、电加热设备；电网及输配网自动化系统；电力输送设备及配件；导体、电缆、绝缘电缆、电力电缆装置、通讯电缆系统、电缆的铺设、储存和处理设备；绝缘绝热的插座装置、绝缘体及材料；电力施工设备及五金工具。

(5) 新能源设备及技术，包括：光伏太阳能膜板、组件，太阳能蓄电池，光伏膜，光伏照明系统太阳能电池；风电机组配套设备及部件，叶片及其相关材料，风光互补发电系统，雷电防护系统，控制系统、远程监控系统，海上风电设备及技术；核岛、反应堆及其冷却系统；堆芯燃料，核燃料组件、稳压器、常规岛、涡轮发电机、汽轮机、发电机、变压器、凝汽器、汽水分离再热器，核电电池，核电油漆等。

(5) 新能源汽车，包括：电动（混合动力）客车、电动（混合动力）公交车、电动（混合动力）轿车、电动旅游观光车、电动高尔夫车、电动吉普车、太阳能电动车、电动客货车、电动清洁车、电动叉车、电动升降车、天然气等各种新能源、清洁燃料、混合动力车辆；各种低排放、环保节能型汽车。

(6) 混合动力驱动系统，包括：电机电控系统、混合动力系统，传动系统、储能装置、移动能源存储设备，电动助力转向。

(7) 替代能源，包括：动力电池、电池管理系统、燃料电池，汽车等交通工具和机械制造中的新能源核心技术；其他清洁能源设备

(8) 充电设施，包括：充电装置、充（换）站设备、充（换）电池及电池灯能源管理系统、加油站扩建充（换电站、新能源汽车充电技术项目解决方案、智能电网、太阳能、风能互补新能源汽车充电站技术产品、停车场充电设备、充电站（器）电源设备和基础设施。



第二章

综合能源领域参展情况

在如今日益多样化的能源市场，对创新技术的需求与日俱增。在综合能源展上，能源行业的巨头与解决方案提供商和政治经济领域决策者一起，共同探讨如何引领成功的能源转型、如何开发未来充电基座设施，以及工业企业如何通过更有效率地使用能源以致显著降低成本。

2.1 全球各地区参展情况

能源领域此次参展商共 1398 家，展品 4390 件。其中欧盟成员国国家达 960 家，产品 3169 件，参展商数和展品数均属第一；其次为东亚国家，参展商 301 家，展品 866 件；非欧盟成员的欧洲国家以 89 家参展商、244 件产品位居第三。

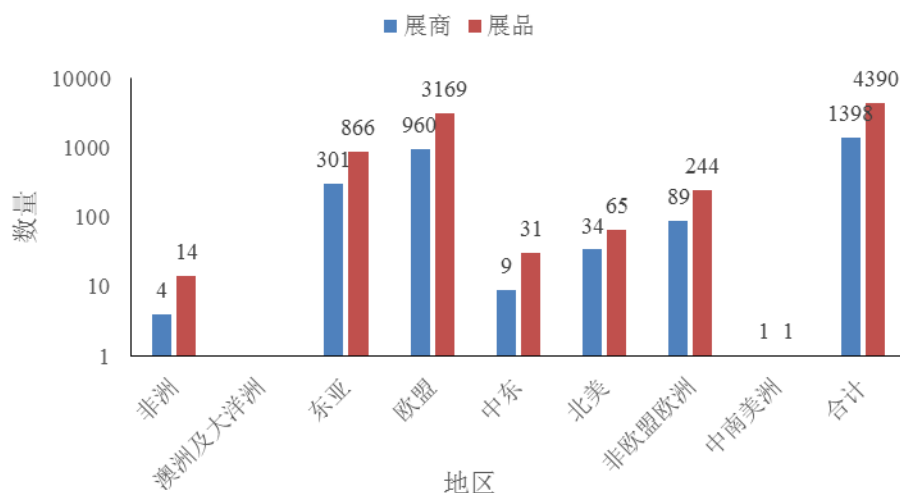


图 1 综合能源领域的参展情况

2.2 国内外领域巨头展品及特征

2.2.1 ABB

ABB 在电动交通领域的技术优势也在本届汉诺威博览会上获得精彩展示，包括充电 8 分钟、续航 200 公里的大功率直流充电桩，以及 ABB 在电动公交、火车、轮船和卡车等领域领先的技术与解决方案。



图 2 ABB 展示的 Energy storage

（注：ABB 太阳能动力电池储能系统系列，ABB 开发了一种有效和高效的方法，使光伏系统产生的能量能够在需要时储存和使用。作为实现严格环境目标的主要贡献，电池系统不排放任何二氧化碳。它们还通过减少可再生能源固有的间歇性，促进与电网的整合，最大限度地提高可再生能源的有效利用率。）

作为直流快充领域的全球领导者，ABB 目前已在全球 73 个国家安装了 10500 个充电桩，并通过 ABB Ability™ 服务进行监测，确保高在线率和高可用性。在此次展会上，ABB 首次展示了全新的紧凑型 24kW 直流快速充电桩，适用于写字楼、4S 店和公共停车场，可通过 ABB Ability™ 互联服务与支付平台集成。此外 ABB 本次参展的创新产品及展示亮点还包括 ABB Ability™ 互联雾化器、壁挂式直流充电机和 Terra 54 直流快速充电桩、固态断路器、扩展的高效节能中压开关设备、非侵入式温度传感器、首个基于“即插即用型”的商用模块自动化解决方案、食品饮料行业食品安全解决方案、145kV 六氟化硫全替代型柱式断路器、数字化发电机断路器，以及包括 ABB Ability™ 轴承智能传感器在内的 ABB Ability™ 数字化传动装置状态监测解决方案等（详见第四章）。

2.2.2 施耐德 (Schneider)

本次施耐德公司 EcoStruxure 为机器制造商提供强大的实时控制与分析能力，帮助其在整个机器生命周期内提高运营效率。在汉诺威工业博览会上，施耐德电气推出了新的 TeSys island（数字化电机控制与保护系统）和 Modicon M262 逻辑与运动控制器，它们能够与面向机器制造商的 EcoStruxure 无缝合作，为机器制造商带来强大的功能，使原始设备制造商（OEM 厂商）能够轻松将工业物联网功能集成到新的机器和现有机器中：



图 3 施耐德 (Schneider) 展区

TeSys island 是新一代数字化电机控制与保护系统，整体由 PLC 经由通信总线控制，网关支持多种主流通信协议，产品提供多种 I/O 及启动器模块选择，满足 37kW 以下电机控制、保护与能耗监测，并且提供多种创新 Avatars 功能块从而满足众多工业应用，帮助客户实现设备升级，无缝嵌入工业物联网。

Modicon M262 具有嵌入式直接云连接和加密通信协议，最多可支持 5 个独立以太网开放通信协议，能够在要求严苛的应用条件下实现快速的逻辑与运动控制。Modicon M262 运动性能高于市场同级别控制器平均水平 30%，CPU 运行速度优于市场同级别控制器平均水平。

一系列全新的 EcoStruxure 顾问应用程序与服务将助力企业开启或加速其数字化之旅。全面的数字化有时会让企业望而却步，尤其对

于采用新的、面向工业物联网的设备替代现有机器的做法，企业往往会担心造成投资损失。施耐德电气推出的一系列全新的 **EcoStruxure** 应用与服务，让安全的、基于云的工业物联网集成变得容易，同时也能够降低实施的成本与时间。施耐德电气在汉诺威工业博览会上展示的全新顾问应用程序和服务包括：

EcoStruxure 电力顾问，将专家意见与高级算法相结合，用以鉴别电力管理系统中的漏洞或问题，以及大型电力输送系统中的电能质量问题。**EcoStruxure** 电力顾问使用户能够跟踪和分析设备状况，管理电能容量以确保灵活性，并能够获取远程高级预警。借助相关洞察和建议，网络分析功能为电力管理者提供有关数据质量的实时信息，从而建立值得信赖的数据基础。同时，电网健康系统总结与趋势分析可以提高管理者对电力网络问题的感知。**EcoStruxure** 电力顾问于 2018 年 11 月进行了一次重大软件更新，目前已经部署在超过 650 个安装现场，连通了大约 130,000 个互联的管理资产(AUM)。如今，施耐德电气服务业务每月都会新增 10~20 个新设施以及超过 5000 个新的管理资产(AUM)。**EcoStruxure** IT 顾问，可为数据中心管理者提供实时的数据中心运营概览，优化运营能力，调整计划和分析业务影响、自动化工作流程，并执行基于能源的计费，以实现降低运营支出与提高投资回报的目的。

EcoStruxure Workplace Advisor，专为大型办公楼宇设计，是一整套灵活的数字化服务，可帮助楼宇管理者创造智能化，响应型的工作场所。楼宇管理者可以通过直观的仪表盘分析来自物联设备与系统的数据，从而给出切实可行的建议。与此同时，员工可以利用移动应用找到高效便捷连接工作场所的途径。**EcoStruxure Workplace Advisor** 通过快速发现利用效率低的办公桌、办公室、会议室以及便利设施，根据实时数据进行重新分配，从而尽可能地提高空间利用率。同时，该应用可以让员工能够实时查看可用空间，实现酒店式办公。它还可以

主动监测温度、湿度、二氧化碳、噪音、光线和挥发性有机物(VOC)的浓度等，提高使用者的居住质量和工作效率。对于楼宇业主和管理者而言，它可以通过优化设施管理，降低运营成本，借助实时占用率和环境数据及分析，实现敏捷决策。它还能根据空间的实际利用趋势，提供高效清洁、安保及其他设施服务。作为一项软件即服务(SaaS)解决方案，Workplace Advisor 未来会不断添加更多的服务内容。

EcoStruxure 过程安全顾问，是一款数字化过程安全平台和服务，可将来自多个站点和地理位置的实时数据、分析和洞察聚集到一个用户界面中，可以使客户在几分钟内了解存在的风险，然后及时采取行动以达到理想的业务结果。

EcoStruxure 设备效率顾问，能够记录和测量出制造环境中持续存在、微小且不易被发现的损失。它是为操作人员、生产管理者和维护人员开发的，在执行根本原因分析的同时，可以收集、测量、分析和报告工厂的运维表现、可用性、质量以及设备综合效率(OEE)。**EcoStruxure 设备效率顾问**包括专门用于性能管理的精益制造工具，针对机器和生产线的实时关键绩效指标，用一个简单直观的图形界面呈现。它使得制造商可以从设备操作数据中获得商业洞察以及实时的设备综合效率改进。比如，用户可在 3~4 周内快速获得 5%~10%的设备综合效率(OEE)提升，并 9 个月内收回投资。

EcoStruxure 水泵性能顾问，可提高生活用水和废水泵站的性能、效率与可持续性。通过提供咨询与软件即数字服务(SaaS)，**EcoStruxure 水泵性能顾问**可提供维修成本评估。服务部门可以通过施耐德电气数字服务平台的用户看板将可行性洞察转化为具体的建议。**EcoStruxure 水泵性能顾问**可提供实时盈利信息，帮助客户节约高达 15%的运营支出，并通过低效率检测，故障预测提高资产绩效，优化能源效率。

EcoStruxureCIP 顾问，对于面临更为严格的监管合规标准，同

时还需要对不断变化的消费需求做出快速响应的食品饮料企业而言，CIP 清洗操作变得日益重要。生产管理者需要快速、高效地完成 CIP 清洗操作，这样就可以节省清洗时间来进行生产。EcoStruxureCIP 顾问包括一整套巡查审计程序，负责检查生产是否符合能源、自动化和流程方面的更优的实践方法。CIP 清洗监测工具可提供追溯与诊断、产品损失监测、能源监测仪表和实时报告功能。这些功能可帮助用户消除损失，减少不必要的消耗，确保清洗效果，并缩短清洗时间。

2.2.3 正泰集团

正泰一直认为由水、电、气、能源等组成的基础能源供给系统，是公共基础建设健康发展的重要保障。因此，在“一云两网”的战略指导下，正泰不断推进数字化转型，借助最新物联网信息技术，通过水、电、气、能源等解决方案，全方位优化用户能源结构，帮助合理利用资源，让能源更安全、绿色、便捷、高效。正泰 NGC8S 智能型低压成套开关设备，从设备到系统都很契合本次汉诺威展会的主题。它配备先进的 iPMS6000 智能配电监控管理系统，能对低压配电室及箱变进行监测管理，既能提供电气参数，又能保障安全。它通过对智能配电设备进行实时数据采集和远程控制，应用计算机技术对用电及变配环境数据进行统计、分析，实现用户配电环节中的实时在线管理、预防配电事故，提高用电的安全性及智能化管理水平，它还可实现即时通讯传输。



图 4 正泰公司展品

2.2.4 特变电工

特变电工在博览会上展示的系统解决方案主要是：特高压直流工程、智能微网、电力电子技术、变压器全生命周期管理、光伏云平台系统、柔性直流换流阀关键技术及输电系统解决方案，并通过人机互动的效果对每个系统解决方案的技术优势、应用前景和经济效益进行了说明。其通过多媒体互动展示了多个集成技术方案，包括：车载移动式变电站集成与控制保护技术方案、智能配电台变技术方案、高压电缆及附件一体化技术方案、光伏逆变器集成技术方案。



图 5 西门子负责人参观特变电工

2.2.5 卧龙电气

卧龙电驱新品发布会在汉诺威国际展览中心举行。作为全球领先的电机与驱动专业制造商，卧龙电气在本次发布会中发布了新型 TEFC 电机、ECM 电机、电机智能传感器(Smart Sensor)等新品，展示了中国品牌实力。



图 6 依次为 ECM 电机、GE 电机智能传感器 XSD Ultra Smart Pro、GE 电机智能传感器

SD Ultra Smart Alert

(注：全部速度范围内最优控制实现最大转矩输出；鲁棒控制，对电机参数变化不敏感；精度速度控制达 $\pm 1\text{rpm}$ ；IPM 电机结构，集中磁通设计；磁体保护设计，避免退磁；DFC 控制技术，功率密度高。XSD Ultra 841 电机的所有强大功能以及预安装靠近驱动端轴承外部传感器，三轴振动和温度检测；无线状态监测解决方案；延长保修期并提升效率；长达 5 年的电池寿命可轻松更换；集成到工厂范围的数字化管理生态系统中。XSD Ultra 841 电机的所有强大功能以及预安装靠近驱动端轴承外部传感器，监测三轴振动；温度及运行时间等数据；上传在线数据存储和监控应用程序；蓝牙监测解决方案；易于更换的传感器。)

2.2.6 默颺电气

2019 年 3 月 5 -7 日，第 44 届中东国际电力展在阿联酋迪拜举行。万控智造浙江电气有限公司旗下独立品牌——“默颺电气”盛装亮相，并展出了真空断路器、SF6 环网柜、中置柜、低压柜等拥有电气行业前沿技术的产品。



图 7 真空断路器、半绝缘环网柜和全绝缘充气环网柜、中置柜和低压柜

2.2.7 大全集团

作为中国电气行业的领军企业，此次是大全集团第六次亮相该项世界规模最大最具影响力的国际顶级工业品展。本次展会，大全集团集中展示了其在中低压成套及元件领域的一体化、智能化的系统解决方案以及近年来在数字化制造、信息化管理等领域取得的巨大成就。来自大全集团国际业务、技术、研发、生产、质量等职能部门的专业人员及欧洲分部共 60 余人参展推介。大全集团全系列高中低压智能电气产品，以及符合国际标准的电气系统一体化智能解决方案。



图 8 大桥展示的 SCB 环氧树脂浇注干式变压器

(注：SCB 系列环氧树脂浇注干式变压器，适用于配电网系统三相、50Hz。用于电网的电源输入、二次输出。实现一次或二次电压转换。该系列变压器符合 IEC 60076、GB/T10228、GB1094 等国内外标准，可用于电网一次回路输入、二次回路输出，实现一次回路与二次回路之间的电压转换，符合 IEC 60076 标准。)

2.3 变压器产品参展情况

2.3.1 变压器类型及参展情况

变压器类型主要有如下几类：紧凑型变电站 (Compact transformer stations)；干式变压器 (Dry transformers)；高频变压器 (High-frequency transformers)；高压变压器 (High-voltage transformer)；液体绝缘电力变压器 (Liquid-insulated power transformers)；其他变压器 (Other Transformers)；安全变压器 (Safety transformers)，恒压变压器 (稳压器) (constant-voltage transformers (stabilizers))，步进开关 (step switches) 等，参展商 64 家，产品 136 个，不包括重复统计，其中干式变压器的展商和展品所的数量最多。

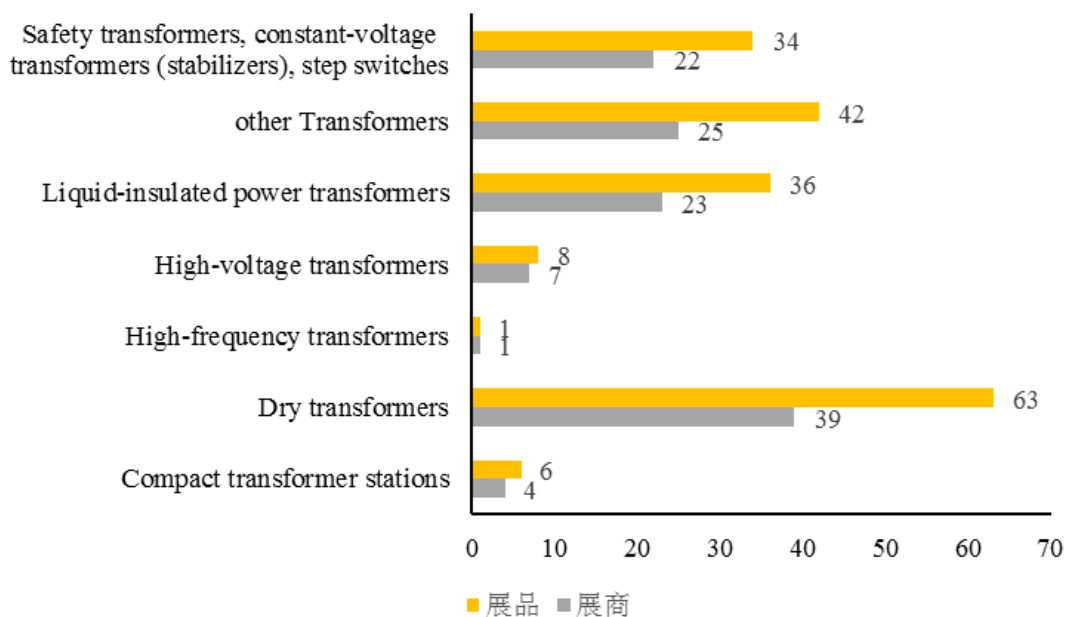


图9 不同展商展示的不同类型的变压器展品

2.3.2 变压器具体参展商及产品特点

(1) Compact transformer stations (紧凑型变电站)

小型变电站包括四个参展商：Aktif Elektrotechnik、EGYTRAFO、BELUK、KAUTZ Starkstrom-Anlagen，共6件产品



图10 紧凑型变压器主要展商



图11 Compact Transformer Substations (Aktif Elektrotechnik)

Aktif Elektrotechnik 为 1kV 至 52kV 之间的配电系统生产三种完整

的紧凑型变电站解决方案，包括开关设备、变压器、低压配电盘、中压配电盘和控制盘。①整体式混凝土亭：SMK 和 SPK 系列亭为中压变电站和中压/低压变电站项目提供解决方案。②钢板亭：SCK 系列钢板亭为中压变电站、中压/低压变电站和能量分配系统提供解决方案，过程控制将置于恶劣环境条件下。SCK 系列钢板亭也设计用于膨胀系统，也有的客户更喜欢用于石油和天然气行业。③移动变电站：SMS 系列移动变电站为固定配电系统的维护和临时能源分配系统生成解决方案，设计有三种类型（SMS 1、SMS 2、SMS 3），其中一些 SMS 应用包括水电站、风力发电厂、采矿业、军事活动的临时能源需求。

（2）Dry transformers（干式变压器）

总共有 39 家参展商，包括 ABB，Aktif Elektrotechnik，Block Transformatoren-Elektronik，EGYTRAFO，ELEQ，ELMACO，Ergun Elektrik，KEB Automation，KONCAR，POLYLUX，Ritz Instrument Transformers，R&S，Wenzhou Modern Electric Appliance，ZEZ SILKO，ALCE Elektrik，alfanar，BEZ TRANSFORMATORY，BTB Plaza，ELEKTRA Elektronik，Esitas Elektrik，Fanox Electronic，FMT，GBE，Hannover Milano Fairs Shanghai，KAUTZ starkstrom-Anlagen，Lemi Trafo，MF Trasformatori，Muuntosähkö Oy – Trafox，POWER EURPPE，S.E.A.，Thalheimer Transformatorenwerke，TMC Transformers，Trafo Elettro，TWB，Kawaso Texcel，Salicru，Schneider，J. Elektrotechnik，Zhejiang Chint Electric 等，共 63 个产品。



图 12 干式变压器主要展商



图 13 AMORPHOUS TRANSFORMERS

(注：GBE (Orgiano) 为变压器提供非晶态磁芯，可提供不同的解决方案，以满足最各种设计要求：干燥或充油，功率 2500kVA。非晶变压器技术将在未来获得越来越多的成功，这得益于实现相当大的生态节约的机会：实际上，空载损耗比标准变压器低四倍。)



图 14 Epoxy Resin Dry-type Power Transformer

(注：用途：适用于配电系统及工业企业。ETC 标准：IEC 60076-11 特点：高安全性和运行可靠性。经济高效地减少网络损耗和工作成本。低温上升。低噪音-在潮湿的地方运行，具有高防潮能力。可根据您的要求定制变压器。容量：50 2500kVA；矢量组：Dyn11/Yyn0-；空载损耗：最大 4300W；短路阻抗：最大 8%。)

(3) High-frequency transformers (高频变压器)

参展商 Thousand Hundred Industrial。



Copyright © Thousand Hundred Industrial Cc

图 15 Hight Frequency-Current Sensor (Thousand Hundred Industrial)

4.High-voltage transformers (高压变压器)

参展商共 7 家，包括 ABB、KONCAR、R&S、Comel, Eximprod Power Systems、Lemi Trafo、TMC Transformers，共 8 件展品。



图 16 Cast resin transformers (Lemi Trafo)

(注：根据 EcoDesign 生产标准铸造树脂配电变压器，标准损耗为 100 kVA 至 5000 kVA，绝缘等级为 36 kv，对应于 E2、C2 和 F1 级，符合 IEC 60076-11 标准。根据客户的要求，可以生产一些特殊的变压器，专门为客户服务，并有定制的损耗和设计。)

(5) Liquid-insulated power transformers (液体绝缘电力变压

器)

参展商共有 23 家,包括: ABB, Aktif Elektrotechnik, EGYTRAFO, ELMACO, KONCAR, R&S, BEZ TRANSFORMATORY, BTB Plaza, Comel, GBE, KAUTZ starkstrom-Anlagen, Lemi Trafo, Matelec, MF Trasformatori, POWER EURPPE, Sami Trafo Makina, S.E.A., Trafo Elettro, ETD TRANSFOEMATORY, Schneider, J. Elektrotechnik, Xiamen Good EP Electrical, Zhejiang Chint Electric, 共 36 件展品。



图 17 Liquid immersed distribution transformer TTO (S.E.A.)

(6) Other Transformer

共 25 家参展商,包括 ABB, EGYTRAFO, ELEQ, KONCAR, R&S, Wenzhou Modern Electric Appliance, alfanar, BTB Plaza, Comel, Efacec Serviços Corporativos, GEB, GIEBEL FilTec, Hannover Milano Fairs Shanghai, IVEP, KAUTZ Starkstrom-Anlagen, Muuntosähkö Oy – Trafox, OMICRON electronics, POWER EUROPE, S.E.A., Trafo Elettro, Trosfo Project, Murrelektronik, Schneider, J. Elektrotechnik, Zhejiang Chint Electric, Netze BW Sparte Dienstleistungen, 共 42 件产品。



图 18 Auto -Transformers EGYTRAFO

（注：高达 10 MVA、33 kV 的自动变压器带有（手动/自动）抽头转换设备的自动变压器被插入作为电压调节器，以便线路远端的客户获得与靠近电源的客户相同的平均电压。自耦变压器的变比补偿了线路的电压降。范围是高达 600 安培，高达 22 千伏和超过 5 个录音位置）

(7) Safety transformers (安全变压器), constant-voltage transformers (stabilizers) (恒压变压器 (稳压器)), step switches (步进开关)

共有 22 家参展商，如下：Aktif Elektrotechnik, EGYTRAFO, Gala Thermo Shrink, KONCAR, POLYLUX, Wenzhou Modern Electric Appliance, ZIEHL industrie-elektronik, CONTA-CLIP, ELEKTRA Elektronik, Elektrometal Energetyka, ETI Elektroelement, Muuntosähkö Oy – Trafox, Ortea, Sassin International Electric Shanghai, Sigma Elektrik, Thalheimer Transformatorenwerke, ETI Elektroelement, MAXGE/MAXGE ELECTRIC/ZHEJIANG, Murrelektronik, Salicru, Schneider, J. Elektrotechnik, Universal Transformers 等，共 34 件展品。



图 19 AIR CIRCUIT BREAKERS (Sigma Elektrik)

空气断路器，具有以下特点：固定式和可牵引式，额定电流从 630A 到 6300A，短路分断能力 80kA/100kA，紧凑尺寸，各种配件，符合 EN 60947-2 和 VDE 0660。



第三章

集成自动化及动力传动

领域参展情况

集成自动化及动力传动展是一个全新的贸易博览会主题，涵盖了工业自动化、工业 IT、动力传动和流体动力技术各个方面——从机械工程 and 机器人到过程自动化；以自动化、传动技术的未来为重点，展示智能工厂、人机协作、智能产品和服务等众多技术及创新产品。

3.1 全球各地区参展情况

集成自动化及动力传动展参展情况如图 3.1 所示，欧盟成员国参展商达 1380 家，展品数量达 6140 件，远高于其他地区；东亚地区在参展商数量和展品数量上位居第二。

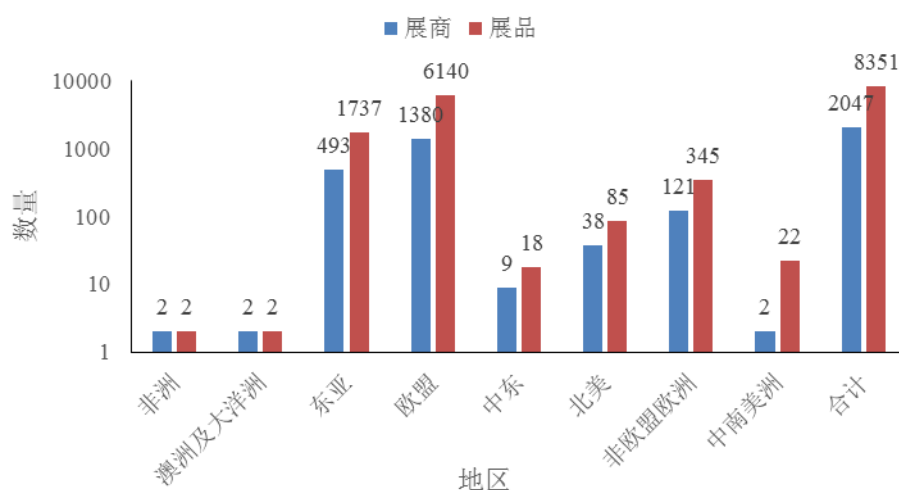


图 1 集成自动化及动力传动展的参展情况

3.2 国内外领域巨头展品及其特征

3.2.1 ABB

在展会上 ABB 展示了他们的协作机器人，机器人身上有许多传感器，可以实现对数据的提取，方便工作人员进行进一步操作。协作机器人作为新兴的、备受关注的机器人种类，具备四个主要优点，即安全、低成本、灵活性以及易于上手。

另外，ABB 一个特别的亮点是它的未来示范中心工厂，它不仅展示了未来工厂的关键要素：协作、简化和数字化，而且还论证了制造业是如何拥抱“大众定制”的趋势。关于未来工厂，ABB 运营总监表示：“当每位参观者在我们的未来工厂展示自己的定制手表时，他们将使用 ABB 机器人公司的最新技术，使用最先进的生产技术，在小批量定制生产过程中，实现简单、高技术化、数字化生产。” ABB 未来将着力于在同一条线路上提供不同的产品，从大批量生产转变为大规模定制。



图 2 ABB 展示协作机器人

3.2.2 FESTO

德国自动化技术厂商 FESTO 以仿生学习网络（Bionic Learning Network）著称，其生产的仿生机器人能够模仿蜘蛛、蝴蝶等。FESTO 将展会展台布置得跟工厂实验室一样^①。

FESTO 带来了仿生学机器人手臂，依靠力学、机器视觉等传感器，它能够模仿人类的抓取动作，实现人机协作。如果忽略掉其金属

^① <https://www.festo.com.cn/group/zh/cms/11753.htm>

质地，只看“仿生鱼”的动作，实在很难想象“鱼鳍”如此流畅的运动轨迹是人为设计出来的。而鱼鳍的灵感也被 Festo 用在了其自适应刷手手指 DHAS 上，这种设计使得机器人在抓取物体时能够轻松适应工件的外形，尤其适用于不规则形状以及表面有破损的物体。

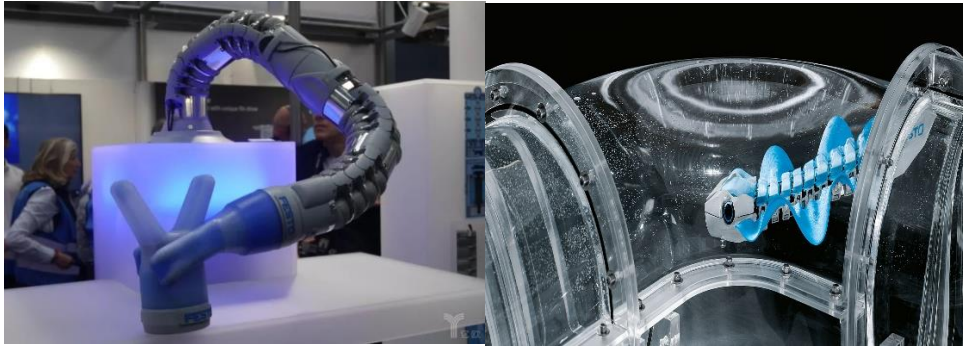


图 3 FESTO 仿生鱼机器人

3.2.3 西门子（SIEMENS）

在过程自动化方面，西门子将在汉诺威工业博览会上展示全新的创新型过程控制系统。西门子推出了新的系统软件包，在数字化时代为过程工业企业带来新机遇。它包括基于网络的全球工程和运行操作，并具有独特的可用性。此外，从小型过程模块到世界上最大规模的过程工厂，该系统都能提供扩展。

为了提供跨领域的数据传输、提高灵活性和生产力，需要打造广泛且强大的通信基础设施。新的 5G 通信标准描绘了令人振奋的前景，高数据速率、可靠的高性能宽带传输以及超短的延时性，为大幅提高创造工业价值的效率和灵活性提供了支持，尤其针对“工业 4.0”的应用，西门子从一开始就使用这个 5G 标准，并且通过开发相应的产品组合，为标准化和工业实施提供支持。同时，西门子还在开展自己的工业 5G 研究计划，并成立了多个 5G 互操作性测试中心。

此外，西门子还提供从咨询到实施等一系列支持数字化转型的服务。“在客户通往数字化的道路上，我们始终为其提供支持——从工业数字化战略咨询，到为数字化解决方案的实现与优化提供支持。”西门子股份公司管理委员会成员兼数字化工业集团首席执行官何睿

祺表示。

西门子在本次展会上介绍了他们的数字化工厂，借助“数字孪生”这一概念，西门子实现了软件和硬件的完美融合。^①



图4 西门子（SIEMENS）公司展区

具体来看，则是在生产过程中，每一处流程、步骤、操作的信息，都拥有一个“数字双胞胎”，通过这些数字模型，工作人员可以直接对机器人进行调试、优化，直至最佳状态。

在展会现场，西门子展示了其在汽车制造过程中所应用的数字孪生技术，通过仿真模拟发动机安装的实际操作过程，可以清晰地告诉使用者真实情况到底是如何，并通过不断调试参数来避免显示生产过程中可能会遇到的各种附加条件。

^① <http://w2.siemens.com.cn/stories/StoryShow/GetStoryDetail/174?culture=zh-CN&sourceId=1>



第四章

数字化工厂领域参展情况

数字化和软件是通往工业 4.0 的通行证，也是数字化工厂的必要元素。数字化工厂展是引领先进工艺和 IT 相关问题解决方案的行业会展，为整个工业流程链的 IT 相关问题提供解决方案。在数字化工厂的主题展区，探索在开发、生产和分配之间实现数据交换的 IT 解决方案，除此之外，该主题展还展示了用于虚拟产品开发、生产计划和控制以及预测分析的软件。

4.1 全球各地区参展情况

数字化工厂主题参展情况依然是欧盟以参展商数量 563 家、展品 1464 件位居第一；第二仍是东亚地区，展商 33 家，展品 46 件；北美国家以 18 家参展单位，45 件相关产品位居第三。

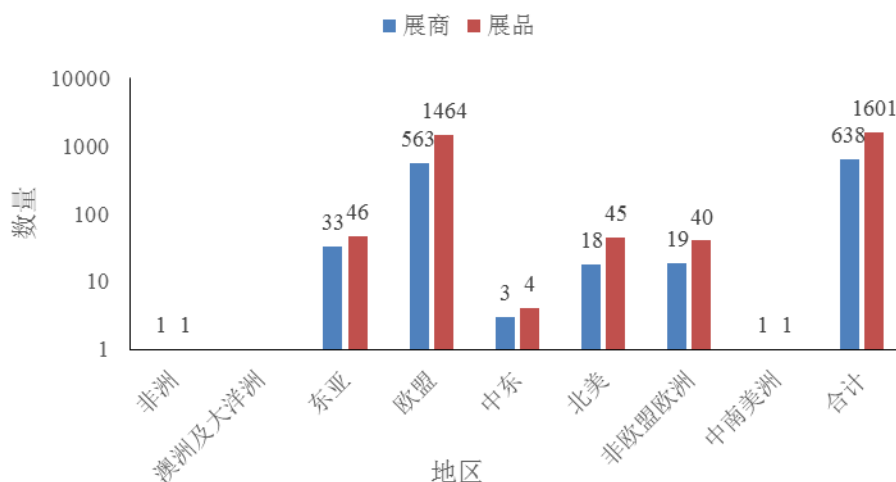


图 1 数字化工厂主题参展情况

4.2 国内外领域巨头展品及特征

4.2.1 AAB Ability™

在本届展会上，ABB 展示了一条“未来工厂”的模拟组装线，三分钟完成手表的个性化定制和包装。ABB 灵活高效的数字化产品让批次为“1”的生产变为可能：YuMi®协作机器人拥有无可比拟的精度，配合 SuperTrak 柔性电驱输送系统协调零部件在不同工位间的移动。高度的柔性及敏捷性可以帮助制造商迅速为市场提供量身定制的产品和解决方案。在 ABB “未来工厂”展区，德国总理默克尔和瑞典首相斯蒂凡·洛夫文参观，ABB 集团首席执行官史毕福向他们介绍了智能生产单元如何应用于未来工厂，实现人机协作。



图2 ABB 展区

工业消耗了世界 40% 以上的电力。目前，全球三分之一的电能转换都是通过电机实现的，先进的运动控制技术在节能领域潜力巨大。在此次博览会上，ABB (Hall 11, Stand A35) 展示了新近发布的应用于轴承的新型 ABB Ability™ 智能传感器^①。作为 ABB Ability™ 智能传感器系列的重要成员，这一新型智能传感器能够通过传感器与轴承的简单连接，实现对轴承的“健康检查”。ABB 在本届汉诺威展的一大亮点当属 ABB Ability™，这一通用的数字化平台为 ABB 各业务提

^① <https://new.abb.com/abb-ability>

供量身定制的解决方案，凭借强大的网络连接和数据分析功能，帮助客户释放更大的价值。ABB Ability™ 互联服务解决方案是 ABB 210 余种数字化解决方案之一。这一设备健康与性能监控系统能够实现主动维护、快速响应并缩短恢复时间，帮助客户提高生产效率。未来，ABB Ability™ 将基于自主化技术与人工智能，支持工业系统在结构复杂、数据丰富的环境中不断适应和学习。

4.2.2 西门子（SIEMENS）与航天科工

其展位主题是“数字化企业——思考工业未来！”更为优化的产品组合是利用人工智能、边缘计算等尖端技术提高生产力和灵活性。西门子在汉诺威工业博览会上展示了数字化企业产品组合的众多新内容，旨在实现离散和过程工业下一阶段的数字化转型。在其展台中心，西门子通过一个汽车行业的模型来呈现工业软件和自动化技术的独特产品组合如何将虚拟世界和现实世界无缝连接。将云和基于边缘计算的数据分析与增材制造和自主制造系统等其他面向未来技术结合运用，能够在效率和灵活性方面创造新的可能性。

汽车行业正面临着巨大的动态挑战——除了日益增长的对于汽车定制化服务的客户需求外，电动汽车也在不断发展，新的参与者已经进入市场。借助西门子的数字企业理念，汽车工业可以将所有这些不同的方面联系在一起——包括电池的开发和制造、工业化增材制造的使用以及自动化运输车辆。



图3 西门子（SIEMENS）公司汽车生产展区

西门子股份公司管理委员会成员兼数字化工业集团首席执行官何睿祺（Klaus Helmrich）表示：“通过将尖端技术融入我们的产品组合，西门子能够帮助工业企业利用全新的、更为广泛的方式从快速增长的数据中获益。利用人工智能、边缘计算和增材制造等技术，我们正在为工业的未来发展铺平道路。”在“数字化企业——思考工业未来！”的主题之下，西门子展示了不同规模的企业如何利用行业特定解决方案，来提高自身的灵活性和生产力，并创造出新的商业模式。数据的可用性是实现这些尖端技术的基石。数字孪生技术能够将工业制造的所有步骤在虚拟世界中映射并连接起来，从而创建完整的数据池。“关键在于，我们需要以创新的方式，利用来自产品、生产和绩效的数字化双胞胎的数据，创造出新的生产潜力。当自动化、软件、硬件、云平台以及尖端技术实现了无缝集成与融合，这些数据就能转化为宝贵的知识——实现性能和灵活性的提升。这就是数字化转型的下一步。”何睿祺表示。通过使用机器学习算法，实现基于机器人处理过程的优化。在学习过程中，人工智能需要使用大量数据，而且这些数据只有在实现了流程的自动化和无缝连接的前提下才具备可用性。凭借 **Industrial Edge**，西门子将其数字化企业自动化平台拓展至涵盖车间数据处理解决方案。

实现数字化需要保证工厂不受网络攻击。未来，数据分析可以用来更快速、可靠地检测网络攻击，人工智能和边缘计算的安全性也将进一步得到增强。



图 4 西门子（SIEMENS）公司展示的 MindSphere

西门子展台上还展示了另一项使用了区块链的未来工业应用技术：在工业领域，有很多行业拥有巨大的改进潜力，例如在食品溯源方面。在食品供应链中，将信息以数字化的防篡改格式进行记录，把每个阶段的相关信息都储存在区块链中，如农场位置、批号、加工数据、工厂信息、过期日期、储存温度以及运输细节等。用户可通过基于 MindSphere 的 App 获取相关信息。



图 5 以 9 连屏展现中国航天科工与德国西门子（SIEMENS）共同打造的电连接器智能工厂样板间的情况

4.2.3 海尔 COSMOPlat

在展会现场，海尔搭建起了一条实体冰箱互联工厂示范线——线体上的每一个工业机器人、每一个生产线体模块、每一块信息互联的显示屏都可以实现运作。这给参展人员创造了一个身临其境的机会，实地体验海尔互联工厂全流程以用户为核心的智能制造体系。德国国家工程院院士、德国物流研究院终身名誉院长库恩就是体验者之一。在现场，他定制了一台海尔馨厨冰箱。

库恩在PAD上登录了海尔定制平台，并提出了自己的定制要求。随后，信息下达到工厂，生成订单。工厂的智能制造系统自动排产，并将信息传递到各个生产线。经过智能匹配、柔性装配、模块装配、用户定制、智能插单、智能检测、定制交互等7个工站，13个节点，订单的全程直观地呈现在库恩面前。短短几分钟内，一台带有库恩个人签名的冰箱微缩模型就出来了。

而这台库恩专属的馨厨冰箱的诞生过程，其实就是一次COSMOPlat大规模定制解决方案的实操演练，真实还原了互联工厂的生产场景。一直关注企业工业4.0解决方案的库恩，在亲身体验之后表示：“在全球范围内海尔COSMOPlat是唯一能连接用户的工业互联网平台，它具有以人为本、用户至上的理念，在目前已经实现工业互联网平台探索的企业中是比较引领的，也将是中德双方科研合作的重点。”在别的企业还在以机器换人和自动化生产定义智能制造的时候，海尔考虑的是如何有效借助智能集成，让生产设备和产品在各个环节交互对话。当用户的需求贯穿到生产的全过程，用户不再只是消费者的角色，也是设计者和生产者，深度参与生产并收获产品终生价值。这一实现“产消合一”的平台，正在推动制造业从“产品主导时代”进入“用户主导时代”。

海尔展示的用户个人定制平台，让参与制定“德国工业4.0标准化路线图”的德国电工电子与信息技术标准化委员会（DKE）主席罗

兰德·本特（Roland Bent）印象深刻，他欣赏平台创造的这种互动模式。“整个流程都跟用户紧密联系起来，这将是工业 4.0 未来的理念。”弗劳恩霍夫研究院工业自动化应用研究中心主任、德国工业 4.0 顶级专家 Juergen Jaspermeite 也认为，在智能制造体系里，“没有用户参与的生产是没有意义的。”

而这一体系，完全是海尔自主研发的成果。目前，海尔 COSMOPlat 已成功申请自主知识产权 89 项，包括 32 项著作权和 57 项专利权。这其中，不仅包括研发、制造、采购、物流等信息化系统等全流程的软件著作权，还囊括了智能设备、自动化集成、信息技术应用方法等技术创新领域的专利。深植开放基因的 COSMOPlat 以智慧制造的手段为用户“制造”智慧生活，海尔并不满足和止步于这种创造领先的模式，如何向业内提供具有丰富内涵的产品和服务、提供整体解决方案、推动中国制造全产业链转型升级、助推新工业生态的构建是海尔正在探索的。



图 6 海尔 COSMOPlat 参展区

汉诺威工业展现场的这条示范线，给了用户一个清晰直观的角度，来领会互联工厂是如何与每个人使用的产品和生活发生关联的。而从企业层面来说，这与其说是海尔大规模定制模式展示，不如说是海尔在告诉其他企业，COSMOPlat 未来将为他们提供怎样的服务。

COSMO 在希腊语中是“宇宙”的意思。正如它的词源所表述的那样，开放的属性根植在平台的基因之中。COSMOPlat 构架的共创共赢的生态架构里，大量外部资源方在享受海尔互联工厂的智能制造服务同时，也在获得新的发展和价值回报。目前，在平台上，上亿的用户资源和超过 300 万家生态资源聚集在一起，正在形成用户与资源、用户与企业、企业与资源的三重“双边市场”。

德国工业 4.0 鼻祖人物、德国人工智能研究中心的 Detlef Zuehlke 教授十分看好平台的开放生态。他表示：“联合多方合作伙伴是整个行业的发展趋势。不仅在中国，甚至在全球，发展智能制造都需要这样的平台”。

这条示范线的诞生过程，本身也是 COSMOPlat 的一次服务实战。据工作人员介绍，通常这样一条先进的示范线至少要十几个月的时间才能完成，而海尔依托 COSMOPlat 特有的集成创新体制，加速资源聚合，用了不到 3 个月就打造了这条世界领先的智能制造示范线。

早在 2011 年，海尔就开始了互联工厂的探索。海尔正是把多年探索中的技术、标准、知识等成果进行了软件化的集成处理，打造了 COSMOPlat 这朵智能制造的云。这朵汇聚了海量资源的云是没有边界的，可以将海尔成功经验复制到其他制造企业，为更多的制造业企业减少试错成本。

在海尔内部，COSMOPlat 平台实践已出现成效。目前按照平台的运作已经构建沈阳冰箱、郑州空调、佛山滚筒、胶州空调、青岛热水器、FPA 电机、青岛模具和中央空调八个互联工厂。以胶州空调互联工厂为例，目前实现新产品开发 100% 用户参与设计，定单交付周期缩短 50% 以上，效率提升 100%。而这一模式，正在复制推广到海尔在全球的 108 家工厂。

放眼全球，智能制造的大势已来。目前，世界智能制造的两极已经形成，一边是代表德国工业 4.0 的西门子 Predix 平台，一边是代表

美国工业互联网战略的通用电器公司 MindSphere 平台。前者通过制造控制信息，以工业化带动信息化。后者通过信息控制制造，以信息化带动工业化，但始终都是围绕着设备产品的维护和运营展开服务。而在中国，一个适合本土制造业智能转型的国家级工业互联网平台呼之欲出。

COSMOPlat 的出现正当其时。它让海尔的制造模式已不再仅仅属于海尔，更是属于中国的制造，要将中国推向全球智能制造的第三极。

德国西门子数字化集团自动化事业部经理 Sascha Mannel 在参观海尔展区后，也表示了对海尔工业互联网理念的认可。“一个工厂可以根据客户的需求进行私人定制，我相信这是世界范围内引领未来潮流的解决方案。” Sascha Mannel 说。

在企业为用户实现个性化制造的过程中，产品从工厂直接送达用户，消解了传统的库存和分销过程，这也意味着，在 COSMOPlat 为企业提供智能化样板的同时，也提供了供给侧改革的解决方案。正是这种模式变革和生态协同，产生了为企业赋能的效果，带动企业升级，推动新旧动能转换。这一模式为发展水平参差不齐的中国企业提供了一条换道超车的解决路径，推动中国的企业实现由大规模制造到大规模定制的转型。

这一平台不仅可以为企业提供互联工厂模式、大规模定制方案、大数据服务、网络协同制造、智慧知识服务、检测与认证等八大生态服务，目前也已有效推广到电子、船舶、纺织、装备、建筑、运输、化工等 7 大行业，将在每个行业打造类似海尔互联工厂的样板。

因为领先，这一代表“中国制造”的工业互联网平台，也不断成为行业范例。在过去的一年里，入选《制造强国研究》报告，入选《中国“互联网+”行动百佳实践案例》，作为《<国家智能制造标准体系建设指南>解读》的首个案例，当选国家智能制造标准化总体组成员

单位……海尔 COSMOPlat 引领了国内智能制造和“中国制造 2025”探索实践的同时，还作为家电行业唯一代表，走出了中国——在第七届“汉堡峰会”、在中德智能制造及生产过程网络化第一次副部长级会议上，海尔都作为中国家用电器的代表分享了工业 4.0 的实践成果。

自 2017 年以来，海尔 COSMOPlat 不仅以行业唯一代表的身份，接连被写入国家《工业互联网标准体系框架》和国家《信息物理系统白皮书》，在此次的汉诺威工业展上，更是收获了来自全球的认可。作为工业 4.0 的发源地，包括德国工业 4.0 平台总秘书长亨宁·邦廷 (Henning Bantien) 在内的专家纷纷向海尔抛出合作的橄榄枝。“平台的每个细节都展现了最先进的工业水平。让用户从生产的最初阶段开始全程参与，在收到产品后还能享受增值服务，这是工业 4.0 的一个绝佳样板。德国也非常愿意与海尔在智能制造方面进行更广泛的合作。”亨宁·邦廷说。

4.2.4 华为

业界首个 5G LampSite 工业解决方案商用发布。华为在 2014 年推出 LampSite 产品，目前累计发货超过 200 万片，性能和稳定性得到广泛认可。2019 年首次推出 5G LampSite 后，迅速被市场认可，过去三个月累计发货超过 8 万片，部署在工厂、园区、球场、机场、火车站等各类场景。5G LampSite 支持 5G、4G、3G 设备一体化，并支持 Neutral Host 共建共享，并可以级联 Wi-Fi 6，实现一次性部署 5G 网络和 Wi-Fi 6 的能力，很好的满足工业场景的数字化网络需求。目前 5G LampSite 已经部署到工业制造等场景，利用 5G 高可靠、大带宽、低时延的能力用于 AR 远程诊断、AGV 自动控制、8K 超高清视频上传和下载以及其他各种物联网场景，极大提高了生产效率和可视化管理能力。

在 2019 汉诺威工业博览会期间，华为首次在西欧发布了 Atlas 智能计算平台。华为 Atlas 智能计算平台基于华为昇腾系列 AI 处理器

和业界主流异构计算部件，通过 Atlas 200 AI 加速模块、Atlas 300 AI 加速卡、Atlas 500 智能小站和 Atlas 800 AI 一体机等丰富的产品形态，打造面向“云、边、端”的全场景 AI 基础设施方案，可广泛应用于“智能制造、智能交通、智能医疗、智能零售、智能金融”等领域。

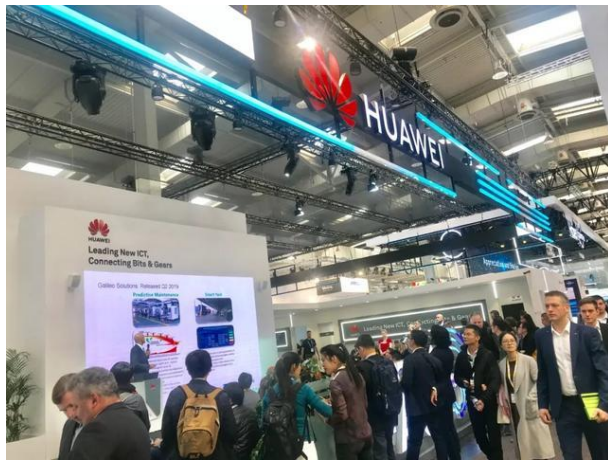


图 7 华为在 2019 汉诺威工业博览会展示创新 ICT (Information and Communication Technology) 解决方案

作为华为全栈 AI 解决方案的重要组成部分，Atlas 智能计算平台以超强算力，开放的生态合作理念，帮助客户构筑先进、智能的计算平台，提高客户的业务效率和业务体验，与客户共同成长。在工业领域，华为一直作为边缘计算的倡导者和创新者，致力于从底层的 AI 芯片设计能力，到基于芯片的硬件加速，到中层的智能本地化、小型化、轻量化，为我们的生态伙伴提供更加开放、易用的开发平台，与其携手共同打造了工业全栈全场景 AI 边缘计算解决方案。

华为提供多种技术，帮助制造企业在生命周期的各个阶段实现全面数字化。华为拥有全系列的智能解决方案，如移动物联网 (IoT, Internet of Things)、云计算和大数据，可以帮助制造企业实现更加敏捷的生产。在展览期间，华为还展示了智慧供应链、无线工厂、能效管理、预测性维护、生产可视化、EC-IoT (Edge Computing- Internet of Things)、云、物联网、大数据和无线等领域的最佳实践。

——预测性维护：通过对设备状态信息的采集、分析，对可能发

生的设备异常进行预警。利用华为的边缘计算网关和边缘计算 ROBO，可以让用户实时采集多种工业设备的状态信息，并在边缘进行实时的数据分析、处理和存贮。预测算法在经过调试后，可以对可能发生的故障进行预测，降低系统的总体维护成本。边缘计算设备可以和云平台进行协同，数据经过分析过滤后在云端进行归档及呈现。华为提供灵活的边缘计算解决方案，包括支持各种工业协议的网关，可支持第三方应用进行数据的采集和分析，以及边缘计算 ROBO，可集中管理分布式 Mini DC，丰富的配置可以满足强计算和大容量存储的需求。

——无线智能工厂：展会期间同时亮相的还有华为无线智能工厂解决方案，利用华为自身强大的技术优势，融合 4G、5G、Wi-Fi 及一体化集群调度技术，帮助客户快速建设完整的智能工厂生产网络，实现客户生产流程及数据业务的全面融合，提高管理运营效率。利用领先的 5G LampSite 以及 Wi-Fi 6 解决方案，华为提供的无线智能工厂解决方案，不仅可以为客户解决当前视频传输、宽带数据和移动办公的诉求，还可以为大量设备提供高性能、工业级可靠的物联网服务、远程控制、预测性维护及其他基于无线网络的创新应用，大大提高工厂生产运营效率。同时，无线智能工厂解决方案也向客户提供了面向未来网络充分演进的能力，最大限度保护客户的基础设施投资。

——大数据：华为的大数据解决方案是一种企业级产品，它融合了大数据应用、存储，以及数据分析功能。企业客户可以使用该平台来通过快速挖掘和分析海量数据，并根据分析结果获得新的商机和定位风险。

——EC-IoT：华为展示了行业物联网边缘计算（EC-IoT）解决方案。该解决方案可快速适应智能数据处理要求，推动制造企业服务创新和高效运营。通过提供可靠的预测性维护，华为 EC-IoT 解决方案被广泛应用于制造领域，帮助企业连接并更好地管理数量庞大的机器人和机械设备，从而降低运维成本，并加速数字化转型。



第五章

热点方向

通过本次调研汉诺威工业博览会情况，可以看出 11 大热点方向：分别为工业 4.0、区域耦合、人工智能、人机协作、轻量化结构、平台经济学、5G、数字孪生、预测性维护、物流 4.0、综合能源。

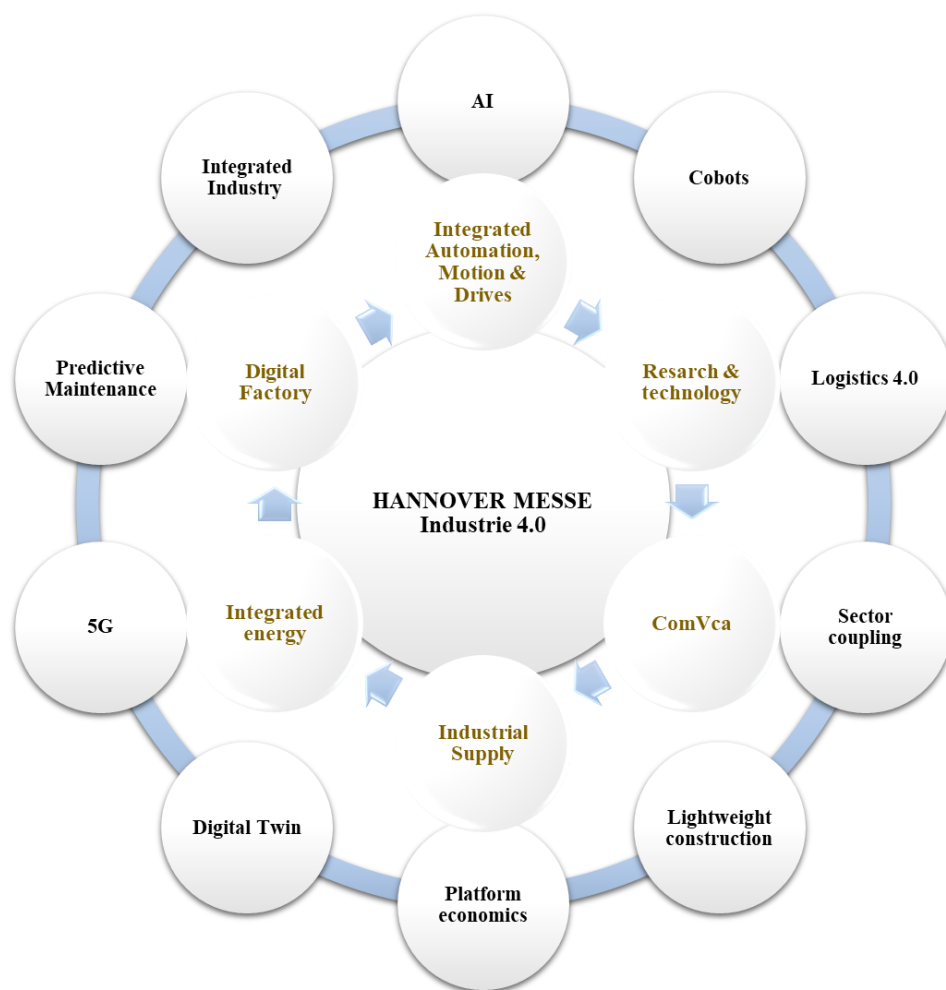


图 1 汉诺威工业展的热点话题

5.1 工业 4.0

从 2013 年最初诞生，到持续迭代演化至今，工业 4.0 早已今非

昔比，日益丰富的内涵背后，是处于不同规模、具备不同特征的企业在各自领域不懈探索创新的结果。

（1）为工业互联做好准备

工业 4.0 与工业互联网，殊途同归。通往智能工厂的道路上并不仅仅是智能机器本身。机器生产通过先进的通信技术与自适应系统实现机器联网，可以实现所有参与单位之间的连续数据交换——从生产机器人到库存管理再到微芯片。这正是工业互联的魅力，它使工业更智能、高效和可持续发展。

（2）信息安全

智能机器，即便在小公司中也并不稀有。波士顿 BCG 公司的一项调查显示，每五家德国公司中就有一家公司已经推出了第一项数字化措施。但是小公司们仍然对工业 4.0 持怀疑态度，最主要原因就是信息的安全性。为了应对这些风险，弗劳恩霍夫研究所等研究机构正在研究一种新的安全保障方法。在实验室中，各种复杂的攻击情况都在被一一模拟以优化现有的安全系统。

（3）智能培训

由于标准化，简单的任务由机器人执行，工作人员需要有 IT 的专业知识。德国政府信息组织的相关调查显示 (BITKOM)，94% 的受访公司说，他们的制造过程中的工作将来需要更广泛的跨学科专业知识。目前已经有一些应用案例，例如，智能眼镜可引导员工逐步修复复杂的系统，而智能手套可以立即告知工人是否安装了错误的组件。

5.2 区域耦合

（1）混合能源

最佳利用能源不仅意味着更有效地利用能源，而且还意味着明智地将可再生能源生产和恰当的能源储存结合在一个综合能源系统中。混合网格在这里扮演着重要的角色。

未来的能源供应面临着巨大的挑战：越来越多的人、越来越多的

电力设备和机器需要越来越多的电力，我们如何确保供应安全和电网稳定？这是摆在能源供应商和消费者面前最紧迫的问题。因为资源的有效利用同其生产和储存一样重要。

智能电网和存储，即所谓的智能电网，以及负荷管理技术，应该成为未来高效、安全的能源系统的基础。可再生能源的大力发展也对整个能源系统产生了重大影响——太阳能和风能的常常会产生过剩要求我们重新思考如何生产和储存能源。能源生产越来越依赖于天气条件，并依赖于当地的生产单位。

(2) 升级传统电网

今天，许多较小的生产设施已经连接到电网，如屋顶上的光伏系统、沼气厂和企业拥有的热电联产厂。通过联网将本地的电力输送到配电网。智能电网保证了生产、存储、电网管理和消费的高效协调，使供应商保持一个平稳的系统。为了实现这一目标，需要将新的测量、控制和调节技术集成到传统电网中。智能电网不仅限于电力，天然气和远程供热网络也可以连接到基础设施，甚至可以用作额外的能源存储。这些不同的网络和系统正在合并成为混合网格。

然而，一个综合能源系统不应仅仅是能源系统和网络，水和废水基础设施、交通系统、甚至路灯和交通灯都可以包括在这一复杂的结构中，其目标始终是确保更有效地利用能源供应。

(3) 从消费单位到自给自足的供应商

在连接综合能源系统方面，最大的任务很可能是修复现有的能源基础设施。这也是最大潜力的来源——与其孤立地看待一座建筑并根据其自身的能源需求进行优化，不如将其视为综合能源系统的一部分，从而实现更全面的目标。

然后，房屋、工厂和行政大楼成为分散的能源供应商、存储单元和分销商。换句话说，就是地方能源中心。例如，电力可以由光伏系统或沼气发电厂产生，多余的能量可以转化为氢气储存起来，在需要

的时候，在燃料电池的帮助下转化为能量和热量。在最好的情况下，这将使得一个自给自足的单元完全满足自己的需求，甚至不再有电网连接。但在那之前还有很长的路要走。

集成能源是工业、供暖和移动领域集成能源系统的领先展会。在世界最大的能源博览会上，智能电网、虚拟发电厂、可再生能源，这些将是未来能源供应的新思路和解决方案。

5.3 人工智能

(1) 算法构成了基础

从小到中到大公司，每个组织都为数据库贡献一些数据。借助相关软件，这些数据可以被用于自动分析和预测。机器学习识别这些数据中的特征和关系，并基于算法自动学习他们。

(2) 用于优化工艺的大数据

借助正确分析的客户日志和传感器数据，可以找到新的解决方案，并且可以提高工艺的效率。除了大量数据之外，还需要构建机器能够读懂的 IT 语言逻辑以供其学习。机器学习系统的明确定义是：识别规律并从中得出结论，然后可以进一步利用这些结论。

(3) 机器学习的当前应用

目前，最常用的学习方法是图像识别。其他用途包括数字助理或智能机器人、人脸识别、语音识别和语音处理、自动翻译和转录、文本和视频分析以及自动驾驶。

(4) 数字监控

在生产过程中，它们根据图像识别在传送带的产品并可自动分类。这项技术也一样用在质量控制中，比如检查产品漏洞，或者辨别产品颜色错误之类的信息。

(5) 人工智能有望推动增长

据专家介绍，使用机器学习系统的公司可以提高经济效益，预计 IT 和金融行业、通信和制造业将获得最大的收益。

5.4 人机协作

(1) 人与机器：处于游戏顶端的团队

配备传感器的协作机器人能够实现全新的团队合作，它可以对人们做出反应而不仅仅是遵循预先编程的命令。

(2) 钢铁侠同事：协作机器人

德国工业目前每 10,000 名员工部署 290 台多功能机器人，这个数字预计还会增加。但是，这些机器不再取代人类工作，而是与人类同事携手合作。

(3) 互动、灵动、安全

与在物理上完全隔离开的传统工业机器人不同，协作机器人与他们的同事直接接触。使用传感器技术，需要观察人的运动和位置，以使它们与人的合作中足够安全。协作机器人灵活，易于编程且易于移动。有些机器人重量仅为 10 公斤，可以轻松地由一个人携带并在任何需要的地方投入使用。

(4) 复杂任务而不是体力劳动

在汽车制造商宝马和福特的生产车间，铰接式机器人已与他们的人类同事一起安装了几年。他们的员工可以摆脱单调和重体力劳动的任务而且可以专注于更复杂的安装任务。

(5) 安全第一

严格的安全使用规范在使用协作机器人中一直存在。一种方法是基于“直接引导”，比如触摸机器人手臂才会使机器人开始工作。相反，如果协作机器人可以自由移动不需要直接引导，那么运动监控的功能就必须具备，例如机器人实行“监视停止”即如果监视到人到达了危险区域则马上停止运动。现在就广泛运用的机器人安全使用方式是永久限制速度和动力，即使在移动时触碰员工也无法造成伤害。

5.5 轻量化结构

(1) 轻量化结构比以往更加进步

结构和材料如何有助于最大限度地减少最终产品的重量而不影响其稳定性和可靠性？仅仅减少材料和能源使用是不够的。为了保持竞争力，中小企业和全球化企业必须迅速接受轻量化结构的新趋势。

(2) 加固并减轻重量

宝马采用汽车技术增强聚合物（CFRP）生产 i 系列车型，其中包括前端、座椅、踏板和支柱，热塑性系统显示出巨大的潜力——最小化重量同时加强稳定性。

(3) 混合轻质结构获得牵引力

结合铝、钢、镁和 CFRP 等材料来满足特定负荷逐渐优先在较贵的机械中使用。注塑机生产商 Engel Austria 使用混合轻质结构加入飞机和汽车供应商，在其技术中心，该公司最近开发了一种新型机器人。把铸造件和热塑性塑料纤维聚合物混合使用，Engel Austria 将其重量减少了约 40%。同时也实现了更少的电力来抓住物体和加速度 20% 的提升。

(4) 增材制造正在成为标准

3D 打印在近几年被逐渐运用在轻量化结构的搭建当中，打印部件的重量比传统装置的构造重量低 50%。

(5) 仿生学——自然的解决方案

这个想法是基于如何从大自然中汲取新想法。这个想法是基于如何像树木、鱼类和鸟类这样的动植物完全适应它们的环境。座椅制造商 Recaro 工程师汽车座椅设计灵感来源于爬行动物皮肤，从而实现节省空间和稳定的结构。座椅的鳃状通风口也更透气了。

对于欧洲的 REXUS 火箭任务，慕尼黑工业大学的一个团队开发了一种由热塑性 CFRP 制成的有效载荷模块，比传统的铝制模块轻 40%。从德国航空航天中心（DLR）发射的 REXUS 火箭，携带了新

的有效载荷模块。其中模块的圆柱形管及其负载机构，都采用航空用的纤维增强热塑材料。它在制造后，不需要在压热器中再次修复，并且减少了 40% 的重量。

5.6 平台经济学

(1) 平台经济学：数字革命的核心

是什么让 Google、Apple、Facebook 和亚马逊等平台公司如此成功？制造公司是否可以从中学到借鉴？可以说，平台经济学重新定义了 B2C 市场，并带来了惊人的增长数字。那么，它是否适合 B2B 的市场呢？

(2) 制造业的平台经济学

对于许多人来说，制造业的数字化是工业 4.0 的代名词，这意味着向智能生产设施和产品的转变。同时，它也意味着市场结构的转变，也就是商业模式的变化。

(3) 制造商平台的潜力

先行一步的制造商平台，可以利用完整的基础设施，建立有效的开发者生态系统。凭借全面的工业 4.0 数字平台，基于浏览器或者 APP 的解决方案，可以透明地管理机器、物流。而集成的应用程序商店，则使客户能够使用各种大大小小的专业解决方案。

这种开放式云平台旨在成为物联网操作系统的核心组件，并通过分析生产数据来改进工厂。

5.7 5G

(1) 工业 5G

LTE 技术已经发展的非常成熟了，5G 的无线网络标准应该在所有层面都完全超越 LTE 技术，这为工业的进步提供了新的可能性。新 5G 通信标准，开辟了工业连接与应用的新纪元，西门子深知 5G 对于未来制造的重要性，当前正以 5G-ACIA 的成员的身份，与 ICT 技术领域世界领先企业共同探索合作，引领行业未来。

(2) 更大、更快、更多

德国超过 30% 的家庭，还达不到每秒 50MB 的连接速度。那些需要高速连接的人，正在依赖于高速 LTE 无线标志，支持高达 150MB/秒的数据传输速率。而 5G 的性能水平远远超过其 4G 和 LTE 前辈，这一新标准可以实现 100 倍的数据速率，实现 1000 倍的内容传输，而每个传输字节的能耗仅为 LTE 的千分之一。

(3) 5G 连接智能工厂

传感器、数字孪生和协作机器人之间不断的“交流”，将会产生大量数据。通信机器的网络利用率将大大提高。在机器人和机器控制的智能工厂中，缓慢的数据连接可能是致命的。在这里，5G 不仅仅是一个遥远的愿望，而是迫切需要进程运作的条件。

5.8 数字孪生

(1) 终身联系

今天的机器是用相应的虚拟表示设计的。物理和数字对等物交换数据，数据不断被传感器捕获。通过这种方式，公司可以在开发阶段的早期发现故障，甚至在分发之后监视机器和组件。

(2) 一个完美的模仿者，以防万一

更大的产品多样性、更高的质量和更低的生产成本——数字双胞胎正在革命性地改变行业的运作方式。虚拟双胞胎伴随着物理产品从最初的概念和设计过程到生产和更新——帮助数字机器建设运行得更好。

(3) 3D 模型代替原型

数字双胞胎是物理机器的数字表示。在工业上，它们被用来优化产品设计和确保无错误的运行。它们是在高精度三维 CAD 模型的基础上形成的，该模型赋予了计划产品的所有属性和功能——从材料和传感器系统到实际机器的运动和动力学。这是朝着尽早发现故障并在生产开始之前解决故障迈出的重要一步，同时也消除了开发成本高昂

的原型机的需要。

(4) 持续的数据交换

即使在生产和销售了实体产品之后，这对双胞胎仍然不断地彼此联系。真实的机器配备了传感器，可以不断地向虚拟机复制发送状态数据。需求管理系统的功能是作为一个数字需求库，收集输入的数据，并将其与创建产品所依据的规范进行比较。

如果检测到差异，工程师就可以直接在数字双生子上研究潜在的解决方案，然后对真正的机器进行更新，尽可能快地解决问题。

(5) 数字双胞胎的 IT 安全

为了确保数字双胞胎的安全，业界需要从 IT 领域采取各种增强的安全措施。数字工业系统是恶意软件的一个特别常见的目标，通过互联网、企业内部网或外部硬件传播。因此，“工业安全”的概念不仅集中于通过警报系统和访问代码保护设备的物理安全，而且还包括在公司网络中使用防火墙和外部电子接口的隔离。为了保护工业系统免受网络攻击，西门子(Siemens)和 Genua Solutions 等制造商提供的解决方案可以部署到各个级别，不仅要确保系统和网络安全，还要确保系统的完整性。

在未来，所有利益相关者都将网络化，包括供应商、生产商和客户。现在的重点必将是建立一个强大的网络之间的机器制造商、电气工程工程师和 IT。

5.9 预测性维护

(1) 机器车间里的魔镜

在过去，一个生产设备必须先坏了才能修理。今天的智能系统在故障出现之前就能识别它们。预测性维护可以节省大量成本，并为新的业务模型开辟道路。

(2) 全速前进

在机器坏掉之前修理它们——这就是预测性维护所能做的。而人

需要做的是集成机器监视。

预测性维护这一主题近年来变得越来越重要，与工业 4.0、物联网、大数据等主题密不可分。技术制造商正在为机器和工业系统配备传感器，当与合适的软件结合使用时，这些传感器可以实现远程监控。这样做的目的是什么呢？

（3）停机前修理

这种方法的基础是服务和维护，这本身并不是什么新鲜事。多年来，许多制造商通过售后服务赚的钱比仅仅销售他们的机器赚的钱还多。但与过去不同的是，预测性维修并不要求运营商——无论是打印机、飞机、数控铣床还是汽车——设定维修时间表。因为定期或不定期的维护有一个根本的缺点——用户使用机器的方式各不相同，这使得磨损难以计算。

预测性维护能够对机器内部的组件进行永久性监控——例如，使用测量振动、温度或湿度的传感器。专门的维护软件收集传感器数据，对其进行评估，并在组件可能出现故障时提前识别。可能很快导致系统关闭的有缺陷的部件是独立于通常的维护计划进行识别的，并且可以在实际发生损坏之前进行替换。

（4）预测性维护带来了巨大的成本节约

预测性维护的关键优势可以归结为两个词：成本、效益。这是一种限制停机时间、节约能源和降低维护成本的技术。节省潜力是巨大的。美国联合太平洋铁路公司报告说，通过预测维修，每年可以节省大约 1 亿美元。有足够的理由让德国联邦铁路在服务和维护领域推出自己的创新项目。如今，预测性维护不仅仅对大型机器和系统有意义。软件和传感器的效率越来越高，例如，**ABB** 在 2016 年汉诺威工业博览会(HANNOVER MESSE)上提出了一种针对低压发动机的解决方案，该方案价格相对低廉，甚至可以在较小的规模下快速摊销。

机械维修正在步入一个新的时代。当组件不再工作时，技术人员

将在缺陷变得明显并导致昂贵的停机之前采取行动，而不是做出反应。不仅如此，持续的数据分析还能让智能机器的用户更精确地了解他们的设备；在这个场景中，操作错误或错误设置已经成为过去，或者可以快速被识别和纠正。在最好的情况下，预测性维修不仅要分析机器本身的数据，还要分析订单频率、材料质量甚至天气等影响因素。

因此，预测性维护进入了预测性生产——一个生产单元变成了一个名副其实的智能工厂。

5.10 物流 4.0

(1) 物流 4.0——数字化自动化供应链的趋势

物流 4.0 是未来的关键。数字化为企业提供了新的网络和自动化供应链的方式，并从中获得更多的价值。基本要素是“智能”托盘和集装箱、仓库管理系统和无人驾驶运输系统。

(2) 物流 4.0:数字化自动化供应链的趋势

物流 4.0（也被称为“数字物流”）对供应链的重要性与工业 4.0 对工厂的重要性相同。它帮助企业进一步自动化他们的供应链和增加价值，包括无间隙（gapless）监测和整体效率提升。

(3) 物流 4.0 正在为未来铺路

物流 4.0 使得跨企业边界集成和优化协调流程成为可能。一旦成功，与进出站物流相关的问题就可以得到显著简化。一些公司正在使用物流 4.0 来连接所有的产品线和流程。

这也有助于公司比以往任何时候都更有效地与客户和合作伙伴合作，如供应商、制造商、批发商、零售商和物流供应商。最终目标：自我监控和自适应物流。

(4) 物流 4.0 场景

物流 4.0 的未来愿景的技术已经可用。在许多工厂，集装箱和货物之间的通信已经实现。仓库员工的许多经典日常工作都在使用最新技术进行优化，比如智能货架和数据眼镜可以帮助员工快速无误地挑

选物品。另一个重要的有效推动力来自能够自主决策的运输系统，例如通过光学传感器根据周围环境或利用现有资源在任何给定时间可以执行的任务来选择走哪条路线。在运输方面，智能卡车、集装箱和托盘为监测开辟了新途径。传感器和物联网(IoT)使商品能够在阈值超过时报告，例如温度、倾斜或入射光强度。被转发的货物在整个供应链上仍然清晰可见。

对于采购部门来说，传感器也变得越来越重要，即作为一种促进库存监测和自动重新订购的方式。另一个进步是，通信门户正在帮助提高采购流程的效率和透明度。面对复杂的供应商环境，这是一个重要的优势。这种跨越物流链每个环节的全面数字化，本质上增加了实时可用的数据量，从而带来了新的见解。例如，任何时候都很清楚哪个供应商需要多长时间来完成哪个路线，以及为什么在某个批次会出现质量问题。所有这些都构成了由自主行为元素驱动的全面且高度灵活的数字供应链管理系统。

(5) 物流 4.0 背后的技术

物流 4.0 依靠丰富多彩的互补技术，其中包括 GPS、条形码、DataMatrix 代码、射频识别(RFID)和传感器、电子数据交换(EDI)、互联网和远程信息技术，以及现场和云架构的软件。

5.11 集成产业

(1) 集成产业——产业智能

自动化与能源技术、IT 平台和人工智能的相互作用，正在推动行业的数字化转型。以“融合产业——产业智能”为主题，汉诺威工业博览会凸显了这一发展潜力。

(2) 工业 4.0 与人工智能

人工智能有潜力彻底改变生产和能源行业。人们教机器有逻辑地、有目的地行动，以满足客户的需求。KI 系统产生知识，今天，基于数据和算法，可以不断优化运行状态或可靠地预测故障，包括在生产过

程中，或在电网或物流。这就是集成工业——工业智能的含义。

（3）没有人类的知识和资格，工业智能是不可能的

人、机器和数据的网络是通过共同的平台创建的，在这些平台上，人们可以交换和增加他们的知识。人类的作用是使能者的作用。没有他们的工艺知识和多样的资质，明天的生产是不可能的。因此，产业智能代表着知识管理的拓展和知识载体的培养。

2019 年汉诺威工业博览会的主题强调了人工智能和机器学习在生产和能源行业日益增长的重要性，包括能源效率和使用、自主生产流程等领域，以及在接口、协议和安全方面的挑战。在汉诺威工业博览会上，来自人工智能和工业领域的国际思想领袖们齐聚一堂，共同探讨和开发未来的解决方案。Kockler 说：“负责公司战略决策的管理者应该详细处理潜在的用途和即将到来的剧变。2019 年汉诺威工业博览会是保持信息灵通的平台。”



下
篇



未来发展趋势



第六章

从工业 1.0 到工业 4.0

从以上的相关报道及热点分析可以看出，人类已经进入工业 4.0 的时代，人类从工业 1.0 的时代到工业 4.0 的时代经历了哪些历程？

6.1 工业 1.0

第一次工业革命是指 18 世纪从英国发起的技术革命，是技术发展史上的一次巨大革命，它开创了以机器代替手工劳动的时代。此次革命以工作机的诞生开始、以蒸汽机作为动力机被广泛使用为标志。这次技术革命和与之相关的社会关系的变革，被称为第一次工业革命或者产业革命。

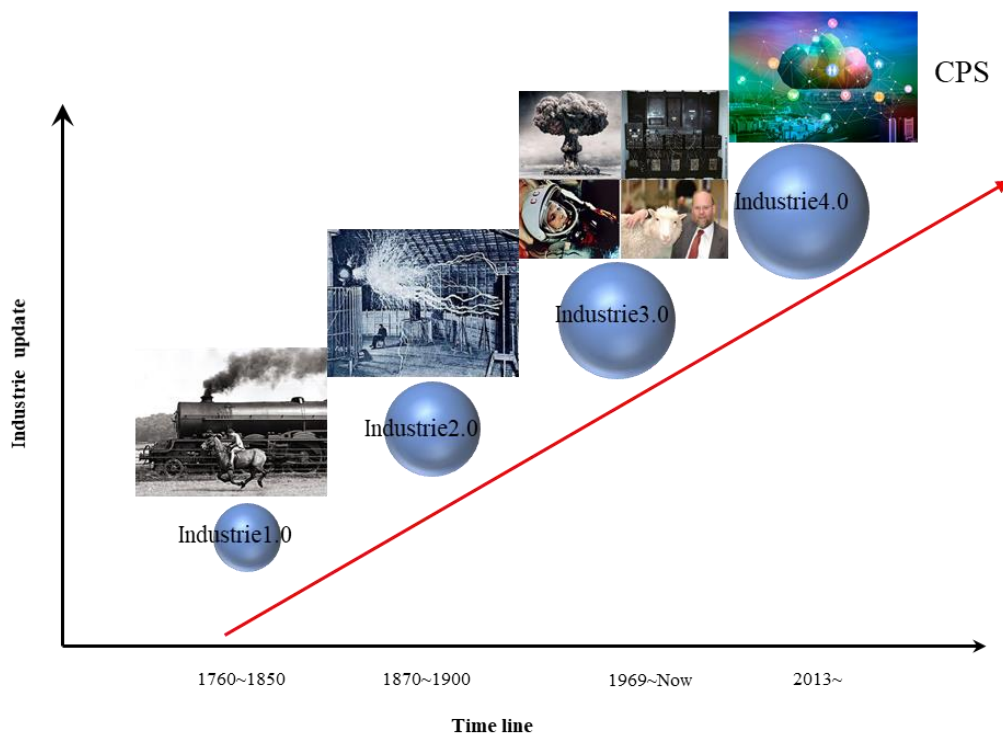


图 1 人类社会工业革命的发展历程

第一次工业革命使工厂制代替了手工工场，用机器代替了手工劳动。从社会关系来说，工业革命使依附于落后生产方式的自耕农阶级消失了，工业资产阶级和工业无产阶级形成和壮大起来，率先完成了工业革命的英国，很快成为世界霸主。

18 世纪从英国发起的技术革命从生产领域产生变革，需要提供动力支持，蒸汽机的改良推动了机器的普及以及大工厂制的建立，从而推动了交通运输领域的革新，这场技术发展史上的巨大革命，开创了以机器代替手工劳动的时代。

第一次工业革命极大地提高了生产力，巩固了资本主义各国的统治地位。随着资产阶级力量的日益壮大，他们希望进一步加强自身的经济和政治地位，要求进一步解除封建压迫，实行自由经营、自由竞争和自由贸易。资产阶级通过革命和改革，逐渐建立第一次工业革命，巩固自己的统治。

第一次工业革命引起了社会的重大变革，是社会日益分裂成为两大对抗阶级，即工业资产阶级和无产阶级。无产阶级辛勤劳动，直接创造财富，却相对日益贫困，他们为了改善自己的处境，同时在和资产阶级进行斗争，工人运动兴起。工业革命还促进了近代城市化的兴起。

6.2 工业 2.0

第二次工业革命是指 19 世纪中期，欧洲国家和美国、日本的资产阶级革命或改革的完成，促进了经济的发展，此次革命强调电力驱动产品的大规模生产，并开创了产品批量生产的新模式。19 世纪 70 年代，开始第二次工业革命，人类进入了“电气时代”。

第二次工业革命，使得资本主义各国在经济、文化、政治、军事等各个方面发展不平衡，帝国主义争夺市场和争夺世界霸权的斗争更加激烈。第二次工业革命，促进了世界殖民体系的形成，使得资本主义世界体系的最终确立，世界逐渐成为一个整体。

在第二次工业革命的推动下，资本主义经济开始发生重大变化，资本主义生产社会化的趋势加强，推动企业间竞争的加剧，促进生产和资本的集中，少数采用新技术的企业挤垮大量技术落后的企业。生产和资本的集中到一定程度便产生了垄断。

在竞争中壮大起来的少数规模较大的企业之间，就产量、产品价格和市场范围达成协议，形成垄断组织，垄断最初产生在流通领域，如卡特尔、辛迪加等垄断组织，后来又深入到生产领域，产生托拉斯等垄断组织。大量的社会财富也日益集中在少数大资本家手里，到 19 世纪晚期，主要资本主义国家都出现垄断组织。

在第二次工业革命中出现的新兴工业如电力工业、化学工业、石油工业和汽车工业等，都要求实行大规模的集中生产，垄断组织在这些部门中便应运而生了，垄断组织的出现，使企业的规模进一步扩大，劳动生产率进一步提高。

托拉斯等高级形式的垄断组织，更有利于改善企业经营管理，降低成本，提高劳动生产率。垄断组织的出现，实际上是资本主义生产关系的局部调整，此后，资本主义经济发展的速度加快。

同时，控制垄断组织的大资本家为了攫取更多的利润，越来越多地干预国家的经济、政治生活，资本主义国家逐渐成为垄断组织利益的代表者。垄断组织还跨出国界，形成国际垄断集团，要求从经济上瓜分世界，促使各资本主义国家加紧了对外侵略扩张的步伐。

6.3 工业 3.0

第三次工业革命始于 20 世纪 70 年代并一直延续到现在，通过电子与信息技术的广泛应用，使得制造过程不断实现自动化，是人类文明史上继蒸汽技术革命和电力技术革命之后科技领域里的又一次重大飞跃。第三次科技革命以原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的发明和应用为主要标志，涉及信息技术、新能源技术、新材料技术、生物技术、空间技术和海洋技术等诸多领域的一场信息控制技术

革命，不仅极大地推动了人类社会经济、政治、文化领域的变革，而且也影响了人类生活方式和思维方式，随着科技的不断进步，人类的衣、食、住、行、用等日常生活的各个方面也在发生了重大的变革。

此次科技革命加剧了资本主义各国发展的不平衡，使资本主义各国的国际地位发生了新变化，使社会主义国家在与西方资本主义国家抗衡的斗争中，贫富差距逐渐拉大，促进了世界范围内社会生产关系的变化。

从 1980 年开始，微型计算机迅速发展。电子计算机的广泛应用，促进了生产自动化、管理现代化、科技手段现代化和国防技术现代化，也推动了情报信息的自动化。以全球互联网络为标志的信息高速公路正在缩短人类交往的距离。同时，合成材料的发展、遗传工程的诞生和信息论、系统论和控制论的发展，也是这次技术革命的结晶。

6.4 工业 4.0

被称为第四次工业革命的工业 4.0 战略于 2011 年诞生于德国，是德国联邦教研部与联邦经济技术部在 2013 年汉诺威工业博览会上提出的概念，于 2013 被德国政府纳入国家战略，其内容是指将互联网、大数据、云计算、物联网等新技术与工业生产相结合，最终实现工厂智能化生产，让工厂直接与消费需求对接。

有分析认为，即使是德国这样的工业强国，要真正实现工业 4.0 至少还需要 10 至 15 年，预计到 2030 年部分企业可以实现。工业 4.0 描绘了制造业的未来愿景，提出继蒸汽机的应用、规模化生产和电子信息技术等三次工业革命后，人类将迎来以信息物理融合系统 CPS，（Cyber Physical Systems，信息物理系统）为基础，以生产高度数字化、网络化、机器自组织为标志的第四次工业革命。

工业 4.0 的概念在欧洲乃至全球工业业务领域都引起了极大的关注和认同。西门子作为德国最具代表性的工业企业以及全球工业业务领域的创新先驱，也是“工业 4.0”概念的积极推动者和实践者。

随着物联网及服务的引入，制造业正迎来第四次工业革命。不久的将来，企业能以 CPS（Cyber Physical Systems，信息物理系统）的形式建立全球网络，整合其机器、仓储系统和生产设施。迈向工业 4.0，将是一个渐进的过程。为了适应制造工程的特殊需求，现有的基本技术和经验必须加以改变，还必须探索针对新地点和新市场的创新解决方案。如果成功，工业 4.0 将提升德国的全球竞争力，并保持其国内制造业继续发展。德国议会国务秘书、联邦经济技术部部长 Ernst Burgbacher 表示，德国经济以其强大的工业基础为特征，特别是它的机械与设备制造、汽车工业和能源工业。工业 4.0 的实施绝对是对未来发展的关键。

那么工业 4.0 有哪些技术支柱？工业 4.0 九大技术支柱包括：工业物联网、云计算、工业大数据、工业机器人、增材制造（3D 打印）、知识工作自动化、工业网络安全、虚拟现实和人工智能。这九大支柱中会产生无数的商机和上市公司。

对中国而言为什么选择德国标准？第一，中国政府认为，德国路径比美国路径更容易实现。第二，美国的工业空心化严重。IT 公司出现工业 4.0 挑战大，缺少基础设施的落地，德国工业技术雄厚，是生产制造基地，生产设备供应商加 IT 业务解决方案提供商。在第四次工业革命的战略选择上，中国策略是紧盯新一轮产业发展的潮流，选择工业 4.0，推出中国版的中国制造 2025，换而言之就是将工业 4.0 与中国制造 2025 战略实现对接。在未来的工业 4.0 时代，软件重要还是硬件重要，这个答案非常简单：软件决定一切，软件定义机器。所有的工厂都是软件企业，都是数据企业，所有工业软件在工业 4.0 时代，是至关重要的，所以说软件定义一切。工业时代 4.0 这条路刚刚开始，但给了我们大概的方向，未来企业会变成数据的企业、创新的企业、集成的企业、不断快速变化的企业。对于整个制造业来说，这是一个巨大的颠覆，称之为工业革命，是毫不为过的。



第七章

工业 4.0 的特征和方向

7.1 工业 4.0 的特征和方向

7.1.1 工业 4.0 的特征

互联:工业 4.0 的核心是连接,要把设备、生产线、工厂、供应商、产品和客户紧密地联系在一起。如 ABB、SIEMENS、海尔等开发的各种工业互联网平台,即 ABB Ability™、MindSphere、COSMOPLAT。

数据:工业 4.0 连接产品数据、设备数据、研发数据、工业链数据、运营数据、管理数据、销售数据、消费者数据。

集成:工业 4.0 将无处不在的传感器、嵌入式中端系统、智能控制系统、通信设施通过 CPS 形成一个智能网络。通过这个智能网络,使人与人、人与机器、机器与机器、以及服务与服务之间,能够形成一个互联,从而实现横向、纵向和端到端的高度集成。

创新:工业 4.0 的实施过程是制造业创新发展的过程,制造技术、产品、模式、业态、组织等方面的创新,将会层出不穷,从技术创新到产品创新,到模式创新,再到业态创新,最后到组织创新。

转型:转型实际上是从传统的工厂,从 2.0、3.0 的工厂转型到 4.0 的工厂,整个生产形态上,从大规模生产,转向个性化定制。实际上整个生产的过程更加柔性化、个性化、定制化。这是工业 4.0 一个非常重要的特征。

中国工信部和工程院把中国版的工业 4.0 的核心目标定义为智能制造,这个词表述非常准确。由智能制造再延伸到具体的工厂而

言，就是智能工厂。智能制造、智能工厂是工业 4.0 的两大目标。

7.1.2 发展方向

本次调研通过整理了 16 位全球工业领域的先锋企业的相关负责人、或者在工业领域具有重要影响的学者等的采访和演讲记录，通过他们的视角来了解未来工业领域的发展趋势。^①

(1) **Bigrep** 声称是第一家将计算机数控 (computerized numerical control, CNC) 技术集成到 3D 打印机中的印刷公司。这项技术来自博世力士乐。负责博世力士乐 (Bosch Rexroth) 新业务的托马斯·勒克纳 (Thomas Lechner) 解释了自动化专家如何致力于简化增材制造 (3D 打印)，以及其效益。



图 2 Thomas Lechner

问题一：为什么 3D 打印机需要计算机数控 (CNC) 技术？

专业的控制系统有潜力将 3D 打印作为一种工业生产方法。在硬件方面，如力士乐的 MTX 等数控系统提供了必要的性能、精度和坚固性。它们提供一系列复杂的编程功能，机器制造商只需设置相关参数即可。从设计工程师的角度来看，CNC 使机器更容易达到安全标准。此外，CNC 解决方案长期保持可用。在某些情况下，硬件和软件

^① <https://www.hannovermesse.de/en/news/industrial-pioneers/industrial-pioneers.xhtml>

支持会维持几十年。

问题二：Bigrep 声称是第一家使用 CNC 的公司。你的竞争对手在做什么？

3D 打印机制造商越来越多地采用 CNC 技术。在电子控制机床时代的初期，制造商倾向于开发自己的控制硬件，然后将其编程为“内部”。数控解决方案大大减少了时间和精力投入。3D 打印已经超越了原型阶段，很快将成为价值链中数字工作流的一个组成部分。

问题三：G 代码现在是添加剂制造的标准语言吗？

在笛卡尔应用程序中，G 代码是目前确定的移动到预定位置的标准。然而，这可能会改变。可以想象，由 CAD 软件衍生的“点云”将直接发送到打印机控制单元。现代数控系统已经提供了足够的加工能力。

问题四：数据格式对于从 CAD 程序到打印机的自动化过程有多重要？

STL 是事实上的标准格式。但数据格式只是无缝数字工作流中的一个小元素。在未来的工厂中，所有的加工站（包括增材制造，俗称 3D 打印）将作为模块灵活地在快速适应的生产线中运行。关键因素将是 CAD、切片软件、模拟环境、控制系统和质量保证的相互作用。为此，自动化专家、机器制造商和最终用户需要就共同标准达成一致。关于 OPC UA 的讨论是有希望的，并且很有可能成为未来物联网的全球标准。

问题五：增材制造（3D 打印）自动化标准尚未确定。讨论现状如何？

与其他生产工艺相比，3D 打印仍然需要大量的手工输入。现在有必要对整个过程进行整合——从最初的数据创建到最终的质量保证。支持开放接口的标准化 CNC 解决方案的决定是一个重要的步骤，尤其是因为它直接定义了自动化标准。力士乐的 MTX 解决方案支持

所有当前的实时以太网协议，以及未来的物联网标准“OPC UA”。

问题六：数据流到 3D 打印机和传统机床一样好用还需要多长时间？

已经存在用于协调工艺参数和运动以及控制增材制造技术和工具。此外，软件解决方案（如 Rexroth 的开放式核心接口）使机器制造商能够部署以高级语言（与 SPS 并行）编程的功能，例如 CAD、模拟环境、工业图像处理 and IT 集成。这将为端到端数据流和全自动 3D 打印过程奠定基础。

问题七：增材制造自动化的市场有多大？

估计数差异很大，但该地区 200 亿欧元的数字似乎是现实的。我们建立标准的速度越快，潜在市场的增长速度就越快。机器人的部署是绝对可能的。借助于 CNC 和运动控制系统，由于内置的机器人功能，它们可以轻松集成。另一种可能性是为这些上下游站点配备无柜输电和控制技术，并通过实时交叉通信将其集成。

(2) 林茨约翰内斯开普勒大学机器学习研究所所长 Sepp Hochreiter 博士是人工智能领域的领先专家。他对深度学习的突破性研究已被谷歌、亚马逊和 Facebook 应用。Hochreiter 的职业也涉及汽车行业，如奥迪。

人工智能正在美国西海岸（谷歌、亚马逊、Facebook 等）、中国（百度、阿里巴巴等）、韩国（三星、Naver 等）和欧洲蓬勃发展。但是在德国？亲爱的机械工程师，我很担心：不要丢掉你的领先技术！我们不应该被谷歌和百度所引导，尽管他们的公众形象是正面的。相反，欧洲应该把重点放在机械和工厂工程部门的人工智能上。我们的目标必须是一台智能车床，而不是一台新的智能手机。用户应该能够与他的机器通信：“小心，你走得太快了！”“没问题，”机器说，“我得到了一种新型润滑油，可以更快地工作。”

但我们现在必须采取行动。硅谷的公司告诉我，“我们可以自己

进行工程设计，也可以购买外部专业技术。”现在看来，机械工程部门是盲目的。与 Facebook 和苹果不同，它既不与客户保持经常性联系，也不分析客户数据，因为大多数客户不希望这样做。人工智能将在医学领域取得革命性的成功，但我们必须记住，患者相关信息和遗传数据比生产数据更敏感。

我们需要在哪里采取行动呢？难道是车床、洗碗机或电钻吗？许多其他国家现在有能力制造出好的汽车。



图3 Sepp Hochreiter 博士，教授

机器制造商和用户需要惊醒起来，每个公司都必须有自己的数据管理员，他们可以分析信息并定义流程。小企业应该联合起来收集数据，产生共同利益，分享利润，获得/利用人工智能的经验。我们已经在大学里培训了人工智能专家，例如在林茨，我们正在那里开设人工智能的新学位课程。其目标是培养工程师——不是为这个世界的谷歌，而是为机械工程部门——为新商业模式配备必要数据和营销策略的工程师。

然后我们需要投资基础设施、5G 和快速网络。公司缺乏计算能力（内部和外部）以及通过高速网络连接到存储系统的 GPU 集群。如果没有高性能计算（HPC）策略，就不可能跟上竞争对手的步伐。这是欧洲的瓶颈，同时缺乏人工智能、数据科学和算法方面的专家。

竞争是从哪里来的？当然是来自美国，也来自中国和韩国。这些

国家在人工智能项目上花费数十亿美元，尤其是医疗技术和生物技术。我们需要在哪里采取行动？难道是车床、洗碗机或电钻吗？不幸的是，许多其他国家现在有能力制造好的汽车。

我们害怕人工智能吗？我们没有理由这样做。人工智能就像养狗一样。人类有能力消除弱的人工智能。人工智能没有生存的内在意志。它是为人类服务的工具。它会很好地服务于我们。

(3)Johann Soder 在 SEW Eurodrive 启动了一个 4.0 生产流程。根据 SEW 的 COO，可视化“正确”的数据是工厂成功的决定性因素。可用性和用户体验变得越来越重要。此外，SEW Eurodrive 正在探索有趣的方法，以简化其客户的装配流程。

可视化、可用性和用户体验（User Experience, UX）在工业 4.0 生产过程中扮演什么角色呢？



图 4 Johann Soder

可视化和软件可用性对工业 4.0 应用程序中的创造价值管理者和装配操作人员起着核心作用。两个组都需要在正确的时间获得正确的信息。创造价值管理者凭借其角色对智能工厂有全面的把握，而装配岛上的操作人员需要关于下一个工作的信息（确定优先顺序的先决条件），以及关于非常规装配任务的指导。这就是自动化技术、IT 和软

件发挥作用的地方。

问题一：为什么可用性和用户体验在制造业中越来越重要？

由于数据和功能的复杂性，软件可用性变得越来越重要。许多参数在这里起作用。用户（经理和装配工人）需要集中精力处理手头的任务，而不是费力地熟悉复杂的软件功能。在自动化领域，软件和 IT 是为其他业务提供支持的，而不是以自身为目的。如今，谁会不辞辛劳地阅读智能手机的用户手册？这就是我们解决方案的目标所在。

问题二：我们能从智能手机中学到什么？

我们的目标是创建像智能手机或平板电脑一样易于使用的用户界面。数据传输和算法处理将在后台进行，无需用户输入。我们也在向游戏世界学习。人们不必学习用户手册就可以玩今天的游戏。这就是我们的目标。

问题三：游戏化在工业用户界面中扮演什么角色？

它起着特殊的作用。我们的目标是简化与客户合作。根据计划的工作，装配经理应用游戏策略来计划接下来三个小时的生产过程。只有当他取得了一个最佳的结果，他才把他的计划转移到现实世界的生产线上。这种方法源自游戏世界。

问题四：SEW 在实现可用性和用户体验项目方面设定了哪些目标？

我们的目标是在所有相关联系点促进客户和员工之间的有效互动。对于我们的客户来说，这意味着更容易配置和订购电力传输系统。他们将受益于在订单状态、组装和交付方面增强的透明度。对于我们的员工，这将确保他们能够在正确的地点和时间访问正确的信息，从而使他们能够提供最佳的客户服务。

问题五：您的员工在多大程度上参与了这个开发过程？

我们的员工是这个过程的基础。他们最清楚所需的信息、时间和形式——如文本、视频或虚拟现实应用程序。项目团队参考相关需求

评估和讨论开发，然后在实践中实施和测试解决方案。这同样适用于与客户和供应商的对接。在各种试点项目中，我们正在探索配置和订购电力传输解决方案的新可能性。

(4) 当罗杰·费斯特有访客时，他最喜欢做的事情之一就是让他们坐在他的轧机模拟器前。这个控制台是仿照原版的，由三个屏幕、按钮和控制杆、一个温度显示器和各种闪烁的警示灯组成。它最初是由机械和设备制造商 **Achenbach Buschhütten** 举办的贸易展览会。

“是时候证明自己了！铝条不能撕破，”费斯特开玩笑说。他多年来一直负责阿肯巴赫的机械数字化，现在开始进入第一阶段。操作机器很复杂。条带不断撕裂，灯光闪烁，显示器一再发出警告。“你需要对机器有一个良好的感觉。”费斯特解释说。生产和性能数据存储在谷歌云中，经过三次尝试后，Feist 使他的客户松了一口气。“撕裂了三次。我们可以省去评估数据的麻烦。”他笑着说，马上就谈到了他的话题：数据和机器学习。

“我们需要找到正确的数据平衡。”



图5 Roger Feist, 负责 Achenbach 的机械数字化

“我们的客户和我们自己都希望更准确地了解生产步骤，并将箔轧机的数据与分切机的数据以及客户的反馈联系起来。”目的是使生产更加透明。所有来自 **Bachmann M1** 控制器的数据通过 **OPC UA** 发送到一个小型单片计算机，然后该计算机可以订阅信息并将其存储在云内存中。

“我们的安全概念确保只能通过从机器网络建立的连接传输数

据。机器控制器既不能从互联网上查看，也不能寻址。因此，机器操作员对哪些数据传输到云端、哪些数据不传输到云端具有唯一的控制权，” Feist 解释说。每台机器一天可以累积大约 3 GB 的数据，主要是 OPC UA 和 SQL 数据，这对机器学习至关重要。而且，由于云中的存储空间实际上是无限的，所以数据永远都不需要删除。“无论是我们的客户还是我们，今天都不能说我们将来需要数据来回答什么问题。只有当特定的材料出现特定的问题，或者客户在某个特定子系统的故障中挣扎时，我们才知道哪些数据与解决该问题相关。如果没有提前存储这些数据，或者由于存储空间的原因而过早地删除了这些数据，解决问题通常会困难得多。“机器学习将被浪费。”

Achenbach 开发了一种业务模型，一种产品，其数据来源是 Achenbach Optilink，首先是面向全球客户的分析工具。客户可以通过 Web 界面查询其机器的当前状态。Achenbach 为客户提供了一套基本的分析工具，但是客户也可以自己创建和执行分析。

然而，费斯特和他的同事们仍然不满意。人工智能是这个游戏的名字，它不仅仅关注谷歌大力推广的“深度学习”。Achenbach 在许多解决方案中采用了“无监督机器学习”。其背后的想法是，轧机试图识别数据中偏离非结构化噪声的模式。理想情况下，这将使操作建议（如从 Achenbach 订购备件）能够提供给操作员。将 optilink 系统链接到电子备件目录是软件包的最初增强功能之一。与此一致，optilink 可以通过“票据”触发公司 ERP 系统中定义的工作流程，从而连接人和计算机的工作。

为了能够保持 ML 算法的高开发速度，Achenbach 的开发人员已经将三个工具包集成到他们的门户中。一个组件基于“Matlab”，观察生产过程，另一个组件使用“rapidminer”创建，并分析机器上的事件（如剥离撕裂）。然而，对于某些预测模型，使用了基于“张量流”的神经网络。下一个目标是自动化决策，在大多数情况下，这些决策目

前仍由人类根据这些信息做出。许多 ML 算法多年来一直为人所知，但与生产数据相关的正确数据过滤和选择仍在很大程度上未经测试。

“我们正在努力”是费斯特在这件事上准备说的全部话。

无监督机器学习算法的应用通常需要大量的数据。Feist 和他的客户将这些数据存储存储在谷歌云中，他重申：“没有任何限制”。如果没有足够的数据量，算法就无法对数据进行聚类分析。每个数据集使机器变得更智能。但这也带来了一个风险——过度拟合。已知数据处理得很好，但机器发现处理新数据更困难。这是所有人工智能先驱者都在努力解决的问题。另一个极端是下溢——数据丢失。“我们正在训练机器。”

(5) 索菲亚·哈泽尔曼是一位成功的女商人，拥有电气工程学位。尽管如此，她关心的不是自己的职业生涯，而是在 STEM 专业（科学、技术、工程和数学）中，女性没有取得进展。

谈到她在这些领域推广并鼓励更多女性学习工艺技术、电气或机械工程的努力，她说：“一切都没有改变。索菲亚在 2018 年被任命为“工程师-女强人”，这是她引以为豪的称号。正如她所说，“这不是授予女性的头衔，它与性别无关。这是对我作为一名工程师和企业家成就的肯定。所以这不是一个社会媒体的支持率投票。”这对她来说很重要。

她发现目前学生中的趋势令人沮丧：“我必须质疑自己和我所做的努力，因为尽管人数绝对增加，相对而言，我们还没有前进。”毫无疑问，她和她的许多客户需要和希望更多的女性加入这一行列。

“我们的客户经常要求女性项目负责人，因为她们觉得女性更擅长管理自己不认识的团队，而且往往证明是更有效的项目负责人，更有能力将人们聚集在一起。”



图 6 Sophia Hatzelmann, 技术咨询公司 OA 创始人

哈泽尔曼笑着说：“我们的女同事一般都要接受测试，看看她们有多能干，一旦通过了这项审查，她们的权威就被接受了——一切都解决了。”在男性领导的团队中，往往有更多的内部竞争：“这不利于项目的成功。”

她团队中有许多女工程师：“很明显，还有一些非常合格的男人。”当被问到不同性别的工程师之间有什么区别时，她停顿了一下：“我不想评论，但我的观点是，男人倾向于关注理性的东西，例如，在挖掘机本身的原理和技术细节，而女性往往更感兴趣的是挖掘机能做什么。为技术而技术，在当今这个时代是行不通的。”尽管如此，她发现这种态度仍然在一些行业中盛行，尤其是中小企业。

根据她的经验，在中等规模公司的较低管理层中，有一种真正的愿望，即测试、创新和向其高管施加压力，使流程和制造的数字化成为议事日程。

“没有人知道这一变化将如何发生，但每个人都知道这必须发生。”这是哈泽尔曼从与客户的讨论中得到的信息，主要来自中小企业部门。

然而，结论往往是错误的：“这不仅仅是关于成本效益。平台架

构也很重要，大多数公司还没有理解这一点。”

那么需要做什么呢？“改变。转型。但这是许多人，包括企业家所不喜欢的。提高流程效率是第一步，但这可能很困难，因为它涉及到摆脱常规和已经熟悉的方法。”这就提出了业务模型的问题——分析优势和弱点、平台维度测试。测试？“是的。当然，对于一些客户来说，测试的想法是相当令人望而生畏的。”

哈泽尔曼说，问题在于，公司过于依赖自己的做事方式。“公司不采取结构化的方法。”然而正是这一方面激励了 Hatzelmann 作为一名工程顾问的工作：“我们往往是触发新商业模式发展的催化剂。测试是一种很好的体验。与我们的客户合作，我们在他们的目标群体中测试他们的想法，然后一起完善和发展。“与客户合作，测试想法是她认为可能会引起女性回归者感兴趣的東西，可能是 40 多岁的女性，她们的孩子已经离开家，并且已经接受过再培训或更新了她们的技术资格。”

“如果我们希望看到更多的女性从事技术和工程工作，就需要一种新的方法。”索菲亚·哈泽尔曼热衷于为女性提供培训：“不完全重新培训或在学术上对她们进行培训，我希望进行实际的内部培训。”公司需要从战略上分析和培养员工的能力和技能。哈泽尔曼认为值得指出的是，在 40 岁的时候，大多数人仍有一半的事业领先于他们。她认为是时候尝试新事物了：

“任何一个抚养孩子、照顾父母或管理家庭生活的人都培养了社会技能，而我们往往在毕业生身上徒劳无功。”

一个令人欣慰的副作用是，当孩子们看到 40 多岁的母亲学习一种新的编程语言，并为一个机器学习平台开发应用程序时，不仅会激励他们，还会激励其他女性。索菲亚说：“这就是我要做的。”

(6) Peter Seeberg 对我们选择的话题不满意。他渴望在采访开始时纠正一个误解：“我们谈论的是‘人工智能’，但这是不正确的。”

Softing 的业务开发人员说：“我们不是在模仿人类智能，而是在机器学习业务中——识别数据中的模式。” Seeberg 正在为这一问题试驾一艘“快艇”，帮助客户从事机器学习。

“但几个月后，我相信我们会称之为人工智能，因为它听起来更性感，” Seeberg 笑着说，然而看起来有点痛苦。精确的定义对他很重要，因为这是得出正确结论的基础。

“数据是一种新的生产要素，除了土地、资本和劳动力，因此我们必须解决数据使用问题。”

随着处理器越来越快，它们使工作变得更容易。Seeberg 反复提到摩尔定律。他在英特尔工作了很多年，肯定认识摩尔本人——他甚至从自己手中获得了一个奖项。提醒：摩尔定律指出，单位面积的晶体管数量每两年翻一番。“现在已经是 18 个月了。我的理论是，数据量每两年或更短的时间就会翻一番。”知道这一点，我们就可以想象在不久的将来可能会发生什么。

我们期望看到什么变化？“在过去，我们看到了一个问题或一个机会。然后，软件开发人员编写了一个代码，并进行了测试，然后对算法进行了试验，并向用户提供了一个决策。“今天，我们正朝着这样一种情况前进：数据首先被提供给一个通用的算法，然后由系统本身自主做出决策。” Seeberg 认为。

Seeberg 相信，将来语言翻译会更容易。“我们只需要一个小小的耳机，我们就能理解中国人或克罗地亚人。”自驾汽车也会受益。顺便说一句，不是硅谷发明的，而是 25 年前在新比贝格的德国武装部队大学开发的。科学家们能够驾驶一辆自动驾驶的奔驰车行驶 1500 公里。然而这个项目被搁置了。现在整个话题又回到了硅谷的议事日程上，比以往任何时候都更具有话题性，“美国公司是否领先于德国公司？”“我不认为这是必然的——也许是在营销方面。”

因为我们不能忘记，我们今天熟悉的许多机器学习应用程序，包

括语音控制，都依赖于 LSTM（长短期内存）算法，这是由来自慕尼黑的两位德国科学家开发的。正是 Sepp Hochreiter 和 Jörg Schmidhuber 教授所做的工作使 Siri 和 Alexa 等智能语音助手成为可能。这个故事有点像 MP3 的困境吗？“我们在比赛中处于领先地位，我们可以取得伟大的成就。我们需要记住这一点。我们错过了消费市场的机会。但现在我们有机会向全世界展示我们在机器制造方面的能力。”

人工智能真的会破坏工作吗？是，也不是。人工智能对我们所有人都很重要！任何工作都不会受到影响。工作的重复性越高，变化就越剧烈。在人工智能的帮助下，工业界的工人将获得更好的工作质量，而放射科医生的实际工作将越来越多地由人工智能完成，因为人工智能现在比人类临床医生更能准确地诊断患者。“但为什么机器制造目前还没有真正起飞呢？”“机器学习还没有被普遍理解，人们对所有的炒作都感到不安；但技术并不十分复杂。机器学习是建立在统计数据的基础上的，这不会吓到任何人，” Seeberg 说。“任何一个在大学里擅长统计的人都会喜欢它，”他笑着说。

但统计数字本身还不够。企业需要有一个机器学习的愿景。“我们这样做不是因为这很容易，而是因为这很难，而且五年后这将是企业成功经营的唯一途径，” Seeberg 坚持说。那么需要什么来实现呢？愿景，战略。



图 7 Peter Seeberg, Softing 业务开发人员

机器制造商可以把一个部门拆成快艇，而超级油轮现在无论如何都可以继续航行。

那么，往往缺乏对数据的理解：数据在哪里，谁负责？生产部门还是 IT 部门？部门之间的协作必须有目标来统筹。

“下一步是硬件。企业不需要图形处理器，因为我们使用的是相对较小的数据量和工业 PC。但这仅在数据包含相关特征或功能（如所知）时起作用，在这种情况下，我们通常在兆字节范围内处理数据量。太字节应用程序相对较少。数据培训可以在标准笔记本上进行，运行时模型在机器内部的工业 PC 上工作，就像现代手机中的面部识别模型一样，” Seeberg 解释说。

员工呢？在 Softing 的案例中，它们位于罗马尼亚——数据科学家和数据工程师，他们确保数据的质量并开发模型。在慕尼黑地区，来自谷歌、宝马和微软等大公司的数据专家竞争太多。“学习”是如何工作的？“无论是在本地使用开放源代码应用程序，还是在云中使用的 AWS、Microsoft 或 Google。”最后一个阶段是模型的部署和定期更新——“然后机器学习启动并运行，我们可以开发新的流程，甚至开发新的业务模型。”

为了确保人工智能对商业和消费者世界的转变以一种合理协调的方式发生，Seeberg 认为每个员工必须至少花一个小时熟悉这个主题。那些与技术更密切合作的人需要花一整天、一周或更长的时间为课程或研讨会做准备。

(7) 如果你打电话给 **Enrico Iversen**，你很可能在他的车里找到他。**OnRobot** 的创始人经常在路上——他必须这样做，因为他想用他的新钳子和传感器征服不断增长的 **Cobot** 市场。他的优势在于，他拜访的机器人制造商都知道他是一个竞争对手——优傲机器人公司的前首席执行官。

在卖掉了他在优傲机器人公司的股份后，Iversen 本可以潇洒地离开到丹麦的一个好地方，去享受生活，把紧张的交易会抛在脑后。但他并没有这样做，反而把他的钱投资于初出茅庐的企业，把三家独立的公司变成了一家：**OnRobot**。

“机器人世界仍有许多新的商业模式有待发现。”



图 8 Enrico Iversen, OnRobot 创始人

他最新的商业模式是即插即用的 **COBOT**（人机合作机器人）抓取器和传感器，可以直接与 **COBOT** 一起工作而无需编程。这是机器

人工业中备受期待的发展。这三家公司实际上做了什么？在机器人上生产即插即用的电动抓手 **RG2** 和 **RG6**。它们具有高度的灵活性，根据公司的说法，可以通过与机器人相同的界面进行编程和操作，而无需工程师。

OptoForce 制造的力/扭矩传感器为工业机器人带来了触觉。这使他们能够自动执行任务，否则将需要灵巧的人手。**Perception Robotics** 开发了兼容的橡胶触觉传感器，为机器人提供触觉，并为自动化系统配备强大的材料处理能力。这三家公司现在都以 **ONnRobot** 的名义进行交易。

“我们现在工业车间里有 **COBOTS**。但我们需要可实际操作的钳子和传感器。” **Iversen** 和他的合作伙伴的目标是使 **COBOTS** 能够执行多个任务，并且可以快速地对机器人手臂进行重新配置，理想情况下不需要任何额外的编程。根据国际机器人联合会（**International Federation of Robotics**）的数据，协作机器人在包装、质量测试、材料搬运、机器维护、组装和焊接等应用领域可与人类安全共事，目前占全球机器人销售额的 3%，但到 2025 年，该份额有望上升至 250 亿美元市场的 34%。这些是巨大的商机。

Iversen 在评论预测时说：“这种增长很大程度上取决于 **COBOTS** 在更多应用中的应用。”然而，这位丹麦企业家不想花费太长时间来分析。他对创造新的附加值更感兴趣。

由新成立的 **Perception Robotics** 开发的壁虎夹持器，现在已经与 **OnRobot** 合并，提供了一种新的方法，根据 **Iversen** 的说法，它的灵感来自大自然，它使用了与壁虎脚相同的粘合系统：数以百万计的细纤维粘附在工件表面，产生强大的范德华力。对于壁虎夹持器技术，**OnRobot** 使用了一个许可的概念，该概念最初由 **NASA** 喷气推进实验室（**JPL**）开发并推向市场。“这种独特的快速移动的解决方案使得真空夹持器和压缩空气系统对于处理大型扁平物体是不必要的，”这

位丹麦商人承诺。与真空夹持器不同，壁虎夹持器可以很容易地处理穿孔或多孔工件，如电路板。该夹持器与通用机器人和川崎机械臂兼容。“这对我们很重要。”伊弗森强调说：“由于我们的历史，我们一直与优傲机器人公司保持联系，有时还会见面喝咖啡，但我们也与所有其他机器人制造商合作。”

对于 Iversen 来说，机械臂只是工人的界面。在他看来，创新在于机器人的工具。第一批客户确认了这种方法的有效性。丹麦齿轮制造公司奥斯瓦尔德詹森减少了 12 秒的循环时间在其数控机床与双夹钳。“旧”单夹持器花了 27 秒来执行此任务。

“为了在丹麦这样的高成本国家保持竞争力，同时证明我们是一家现代化公司，我们决定投资于能给我们带来最佳回报的技术。我们已经在我们的数控机床上投入了大量资金，并且通过协作机器人，特别是 OnRobot 抓取器，我们可以以非常经济有效的方式将它们自动化。因此，在 2015 年，我们投资了我们的第一台机器人抓手，并且在不到三个月的时间内获得了投资回报，”奥斯瓦尔德·詹森的克里斯蒂安·维埃里克解释说。Iversen 骄傲地站在他旁边，很高兴他的技术正在改变和改进工业过程。这就是激励他的原因。

(8) 阿德里安·詹诺塔几乎什么都有——女朋友、事业、朋友、各种爱好，令人羡慕的是，他几乎没有什么烦恼，但在女朋友欺骗他之后，事情就一团糟了。他开始酗酒，工作上出现问题，失业了。他失去了与朋友的联系，越来越沉迷于自己的新爱好黑客，这是他一个人在家里做的。由于缺乏资金和对被承认的渴望，他的黑客活动导致他瞄准了网上商店。

他逃走了，直到交警在例行检查时拦住了他，其中一名警官认为装满笔记本电脑的行李箱是可疑的。“我的罪行是通过随机的交通管制，而不是粗心的黑客行为被发现的。我被判了几年徒刑。被囚禁在慕尼黑，远离我的家人和我以前的几个朋友。我在里面的时间是一次

重要的、有教育意义的经历。”

“商业计划书是在离乌利·霍恩只有两个牢房的地方起草的。”



图9 阿德里安贾诺塔

他改变了他的生活。“在监狱里（和足球传奇人物乌利·霍恩在同一层，因逃税而入狱），我学习了商业管理，并利用我的时间制定了商业计划。今天，他的客户，包括 Telekom、德意志银行、几家中小企业、工程公司和研究机构，让他保护他们的系统免受网络攻击。他声称，大多数公司在网络安全方面都很幼稚，不仅仅是这些领域的客户，甚至是软件安全提供商。“他们做出了无法兑现的承诺。假设你买了一个防火墙来保护你的网络，然后一两周后发现你被黑客攻击了，因为提供你的安全的公司不能提供你所期望的。不幸的是，这种情况一直在发生。我相信很多读者自己也经历过这种情况，或者听说过这种情况。这同样适用于反病毒软件。尽管有病毒防护，电脑里还是充斥着间谍软件”，Janotta 说。

他还担心人工智能可以作为一种武器。据 Janotta 称，“今天的普通黑客还不会使用人工智能，但军方使用人工智能攻击电网、工厂、控制系统和饮用水供应。这种数字武器是网络攻击的理想武器，比军队更强大。”

人工智能攻击之所以有效，是因为它们不仅攻击漏洞，而且还能识别进入虚拟世界的数千个入口点。但 Janotta 向我们保证：“根据软

件的不同，攻击可能需要几分钟、几小时或几天的时间，但由于这种软件还不可供公众使用，因此没有直接的一般威胁。”攻击如何起作用？**Janotta** 解释说：“该系统模拟数字攻击，从失败或成功的攻击中学习，从而制定应对网络或单个计算机上特定攻击的策略。机器以不同的方式学习，这与人工智能攻击系统有点不同。”为了检测安全漏洞，攻击算法使用模式识别和传统搜索方法，如模糊算法。模糊算法生成随机数据，并将其传输到目标系统进行审查。这与监控软件跟踪并记录目标系统对随机生成的数据的响应方式同时进行。系统寻找最佳的攻击方法——典型的元群黑客框架。“它学会识别安全风险，并能决定哪种工具最适合针对已识别的漏洞进行攻击。”然而，正如他指出的那样：“高度复杂的攻击软件需要一台每秒有万亿次操作的超级计算机。”

“因此，对工厂的人工智能攻击是不成比例的，但可以想象，攻击目标是一个国家的整个基础设施——所有工厂、工厂中的机器和机器人——重复了一千次以上。”不可能？完全不是：黑客可能会危害网络中的每一台设备和机器。标准密码或公司密码使恶意黑客更容易攻击。

当然，人工智能也有防御功能。“我们使用人工智能来运行渗透测试。”**Janotta** 发现，模拟 IT 系统攻击的渗透测试在执行所有数字签名时效率低下。根据 **Janotta** 的说法，虽然成功率不一致，但还需要更多的人类测试者。

他的解决办法是：人工智能。**Janotta** 已经为渗透测试开发了深度学习算法——可以自己执行无监督学习任务的自学习算法。这比手动渗透测试更好，因为未标记的数据比标记的数据更常见。可以接受无监督安全测试的深层结构的例子包括软件、网络或服务器基础设施。每进行一次完全自动化的扫描，该算法就学会自动添加预期的漏洞，并测试系统是否存在安全漏洞。

然而，客户仍然持怀疑态度。“他们比人工智能更信任人类，”Janotta 说，他对数据安全的未来充满信心。“然而，就目前而言，软件保护自身的想法仍然是一种渴望。想象一下，一个 Windows 操作系统不断地攻击自己，以识别安全漏洞，然后关闭它们。”

在这之前他的建议是什么？“二分之一的用户仍然依赖于反病毒程序或数据立法提供的有限保护。部署黑客来搜索系统中的漏洞和安全漏洞是一个更好的解决方案，无论是在技术层面还是在社会层面，因为社会工程仍然是一个简单而危险的入口。一位首席执行官曾经对我说：“我们求助于你，因为在我们看来，只有黑客才能阻止另一个黑客。”

(9) 西门子公司董事、总经理克劳斯·赫尔姆里奇经常周游世界，在他的旅途中，他遇到了许多工业先驱，他们有的来自大公司，有的来自小公司。对他来说，工业先锋是在改进事业中不懈努力的人。在汉诺威展览公司的《工业先锋》杂志的采访中，赫尔姆里奇谈到了他的公司如何寻找工业先锋，什么技术将塑造未来，以及当今年轻的先锋们正在寻找什么。

问题一：你最后一次遇到工业先锋是什么时候？

我经常有机会结识商业界的杰出人士——来自各种规模公司的人士，他们花了多年时间发展自己的公司，他们一直受到不断向客户提供更好产品和服务的愿望的激励。他们在这方面取得成功的关键是技术和创新，以及新的商业模式。

问题二：什么是工业先锋？

工业先驱者是孜孜不倦地工作以实现进步的人。一个先驱者有构想去形成想法，即使技术还没有使这些想法成为现实。但仅仅描述这些想法和所需技术的事实，是实现这些想法和技术的关键一步。因此，在这个意义上，先驱者的特点首先是持久力。他们需要能够经受挫折，从中吸取教训，甚至可能将其作为激励的源泉。最终，工业先驱们必

须能够成功地将他们的发明和创新商业化。



图 10 Klaus Helmrich, 西门子股份公司董事会成员

问题三：如果你被要求说出未来的 3 项前沿技术，你会选择哪一项，为什么？

在我看来，新技术的一个主要驱动力是企业对消费者细分市场的个性化。个性化正在生成新的设计和生产流程，因此也产生了新的应用程序。在离散制造和流程制造中，这与整合真实世界和虚拟世界的软件应用程序尤其相关。这方面的例子包括制造 IT 技术（如边缘计算）和物联网平台（如 MindSphere）。在工业安全和工业通信领域也发生了很多事情。在交流方面，我将以 5G 为例。在工业制造以外的领域，我认为关键技术主要集中在自动驾驶车辆、高性能存储和充电系统领域。当然，不应该孤立地看待技术。他们必须始终为企业增加价值，并且必须始终具有社会目的——他们应该帮助人们改善生活。

问题四：《工业先锋》是这本杂志的标题。那么，明天的先驱者在哪里？他们是在大学，还是在 FAB 实验室？在美国、欧洲、亚洲？

无论技术与用户在什么地方交互，无论技术与应用程序之间有什么反馈，您都会发现先驱。这基本上可以发生在任何地方——没有地理限制或据点，特别是现在虚拟世界和通过虚拟网络进行的对话提供

了几乎无限的可能性。这就是为什么我们可以预期虚拟空间的创新水平会不断提高，特别是与数字服务相关的创新水平。

问题五：西门子如何寻找先驱者？

我们与各级客户进行对话，以便了解他们的问题，并与他们合作开发有效的解决方案。这就是为什么我们每年在研发上投资超过 50 亿欧元，更不用说每年在员工教育和职业发展上投资超过 50 亿欧元。在这样做的过程中，我们正在创造一个环境，在这个环境中，先驱者可以工作，发挥他们的潜力，贡献新的想法。

问题六：今天的年轻的先锋们想要什么呢？他们与前几代可能有什么不同？

工业先锋更喜欢独立工作，并与创新网络的合作伙伴合作。通过合作，我的意思是团队合作，它更多的是基于专业知识和企业家精神，而不是基于传统的结构和等级制度。与前几代相比，年轻的工业先驱在使用软件方面也有着不同、更广泛的背景。因此，他们往往能够更好地判断和促进数据分析和人工智能等领域的新机遇。

问题七：西门子与可能成为先锋的小型企业合作面临哪些挑战？

我们的许多客户都是中小型公司，因此我们已经与中小企业合作了几十年。创业场景代表了新一代——我们正在与他们建立更紧密的合作关系——我们正在与之建立更密切的合作关系，例如：通过我们的“next47”启动单元，柏林的 MindSphere 的开放空间，开发者竞赛，黑客马拉松等。我们不再觉得有必要“单打独斗”并自己开发一切。更重要的是，成为生态系统的一部分，并与合适的合作伙伴，客户和其他公司合作，无论是创业公司，中小企业还是大型跨国公司。正如 MindSphere 所示，我们保留了我们的核心竞争力并通过参与生态系统来扩展它们。

(10) Esben H. Østergaard 是优傲机器人的创始人和首席技术官，是协作机器人的先驱。这位丹麦发明家认识到制造业需要人的参与，

并为工业生产提出了新的想法。

今天，世界各地的工厂都能找到通用机器人产品。但公司的雄心壮志是无限的。我们能指望在珠宝店看到我们的柯博特吗？或者也许能在人行道上画画？

为什么不？现阶段人们的消费习惯一直在不断变化。我们这一代人是如此富裕，并且专注于个性化，对手工制作的产品的需求不断增长。削减成本不再是制造业的唯一考虑。相反，我们必须问自己，我们是否可以要求双倍的价格，以便在更好的程度上满足消费者的需求？



图 11 Esben H. Østergaard

问题一：人类的触觉功能会被重新引入未来的工厂吗？

当然。事情已经超越了笼统的工业机器人的概念，它们执行自动化流程来取代工作场所的人力。协作机器人现在正在增强人类智能，提供创造现代产品所需的速度、准确性和精确性，同时确保人的触觉和技术的正确结合。这就是为什么我们会在新的应用程序中看到更多的 COBOT。

问题二：公司真的需要 COBOT 吗？

消费者中的趋势明显偏向于传达人类移情、参与和创造力的产品。在未来，消费者也将准备为他们支付更多的费用。例如，手表、手工啤酒、桌子、椅子、设计师设计的物品或来自冰岛的黑熔岩盐。客户接受诸如 COBOT 这样的新技术来加速制造过程，但他们希望保持人性化。

问题三：我们可以预期工业生产会发生一些大的变化吗？

这已经发生了。中国正努力保持制造业在中国的发展，但许多外

国公司正在回到他们的原籍国和国内市场。当然，数字化、3D 打印和 Cobot 正在恢复本地生产。未来，我们仍将拥有一些大型工厂，例如生产铝的工厂，但我们也将看到许多小型生产中心为当地市场生产。

问题四：你称之为工业 5.0……

是的，虽然它不是工业 4.0 的延续，而是对工作和消费的重新定义——它更像是一个社会，而不是技术发展。我们希望创造一个比工厂工作更有意义、更有成就感的工作，工厂工作已经占据了人们几百年。工业 5.0 几乎是在最先进的技术基础上才可能实现的一种形式的工业前生产的回归。

问题五：你的伙伴？

我们的 COBOT 是这种大趋势的一部分。我们在丹麦的早期经验告诉我们市场变化的速度有多快，适应和重新定义产品有多重要。

问题六：什么意思？

我认为 COBOT 只能在丹麦这样的国家发展，因为我们有很多中小企业，而不是拥有机器人装配线的大型工业工厂。我们寻找解决问题的方法，导致了 COBOT 的发展。历史现在可以重演了。

问题七：但是大公司也购买了你的产品——而且还在购买？

市场发展迅速，也为我们自己的大客户服务。我们的业务专家估计增长率高达 60%，我们预计未来几年欧洲的 COBOT 销售额将增加 20 亿欧元。

与此同时，越来越多的竞争对手正在市场上涌现……

其他公司很自然会想在这个市场上赚钱。现在有 40 多个竞争者。

问题八：你认为未来各种各样机器人会有什么不同？

显然，如果要在市场上取得成功，所有 COBOT 都必须满足所需的安全标准。但是在编程和灵活性方面会有明显的差异。为了有意义地使用 COBOT，用户必须能够修改程序本身。多年来，这一直是我们的重点——例如，在我们的优傲机器人学院，我们培训用户，

使他们适合未来。公司需要灵活性——将来机器人装配线将更少。

问题九：因为生产将涉及当地的小型工厂？

也许。公司的计划变得越来越困难。因此，机器人需要灵活和快速，以帮助人类开发新工艺，交付新产品。

(11) 如果 **Sabine Kluge** 能够回到过去，她将在 20 世纪 90 年代登陆西门子，并观看第一批半自治团体的工作。“当时，我们都致力于丰田原则，并尽可能地将其应用到我们的流程中，”**Kluge** 解释道，她在奥伯森德林西门子开始了战略规划的职业生涯，并取得了商业研究的传统学位。所以制造业的自我组织不是那么新鲜吗？

“没有，但我们当时没有采取进一步行动，同时进行了大量的重组。这是新工作哲学的毒药。多年来，控制在工业界处于领先地位，”
“这是否意味着现在的趋势正在转变？”“是的，公司正在寻找创新和新的工作架构。”但 **Sabine Kluge** 仍然遇到一些旧问题：诸如“必须有人承担责任”或“这是我们一贯的做法”或“过去也从未奏效”等理论。“这具体意味着什么，是谁受到惩罚，是首席执行官还是谁，”**克鲁格**一次又一次地想。她想抛弃这些学说，因为它们会使事情变慢，造成不安全感，破坏合作，阻止创新。“新工作不是一场有着来自梦境的休息室和想法的革命。它是进化的，接近制造业。”

一个由两位生产计划员罗伯特·哈姆斯和罗尼·格罗斯霍恩共同参与的项目——一个非常大胆的传统企业文化项目——支持了她所说的：

“新工作不是一场有着梦想的休息室和想法的革命。它是进化的，接近制造业。”

为了提高工厂的生产率，西门子燃气轮机厂将新建一座燃烧器生产设施。这在技术和地理上都具有挑战性，柏林的生产基地将成为一个示范基地。总计约 1200 万欧元的投资必须得到管理委员会的批准。慕尼黑的经理们希望拥有自己的企业文化，西门子的员工们也能做到

这一点。然而，在资金被授权之后，项目团队努力使用现有的管理工具。然而项目进展缓慢，参与者缺乏热情。计划者和员工坐在办公室里仔细考虑这些计划，但火花不见了。当宝贵的时间被浪费时，挫折感开始蔓延：“这不会让他们兴奋。我们必须找出是什么感动了他们；我们如何触及他们的心？”



图 12 Sabine Kluge

通过观察团队的动态，很快就可以发现，参与者并没有受到项目管理计划的启发，而这些计划在纸面上看起来非常完美，因为它们抑制了知识持有者的创造性冲动。所有权文化和敏捷性很难与“瀑布”相协调。格罗斯霍安和哈姆斯说法一致：“我们会让他们自己组织起来。我们只需腾出一个房间就可以了。不管我们放在哪里，事情突然发生了，我们将永远无法独自管理。我们突然亲身体会到了人们的活力和自信，很快就明白了知识的核心是在基层找到的。我们越放手，就越有突破性的想法出现。以前在“他们的”磨床上默默无语工作了 20 年的员工突然积极参与讨论，表达了他们的想法，并负责讨论制造设计和大约六位数的预算问题！罗伯特·哈姆斯补充道：“在六个月的不成功停顿之后，突然间我们唯一的任务就是创造空间，把人们的知识聚集在一起。”一年之后，我们突然意识到我们是完全正确的。”

而那些花了多年时间在公司高层工作的老板们又是怎么做的呢？

“好问题，他们害怕混乱和失控，”克鲁格报告。在柏林，经理们还组成了一个团队，专注于战略任务：哪些新供应商应该加入，哪些组件应该更换？“同事管理和参与人员发展——真正的人员发展。”

一个公司到底有多敏捷？管理委员会需要由员工民主选举吗？还是更重要的是，通过工人参与和在其直接工作环境中的透明度，让人们在工作层面上有意义？如果不能引入自我组织，只有防止自我组织，那么企业决策者的关键任务就是消除障碍，放手让他们相信许多人的能力。是的，这也意味着失去控制，这对每个人都没有吸引力。但是，正如罗尼·格罗斯霍安和罗伯特·哈姆斯自己所经历的那样，正是放手的那一刻点燃了所有相关人员共同的事业之火。突然间，拥有文化成为可能：全心全意的承诺和为共同成功而努力的真正自豪感——这恰好发生在公司创造价值的地方。

有没有可能在第一步就不那么进化了？克鲁格解释说：“我们必须生产过程中发挥人类的作用，并与生产线上的人们进行沟通；这就是协作的时候。”这些都是开始——毕竟新工作并不那么困难。

(12) 杰克逊·邦德和柏林雷亚尔的另外两位创始人有一个雄心勃勃的目标。邦德的热情是显而易见的，他解释道：“在两年内，我们希望被视为机械工程预测分析中数据应用的标准。”他正与保险行业的合作伙伴一起改变中小企业的商业模式。

邦德离开了他的祖国美国，在 20 世纪 90 年代初抵达柏林，在那里他定居并成立了几家公司，其中一家公司致力于开发语音命令控制系统，该系统拥有大众公司等顶级客户。在这些冒险的过程中，他对工业界有了深刻的了解。雷亚尔就是这样的结果，它是一个蓬勃发展的企业，现在拥有 200 名员工，业务分布在五个国家。

邦德说：“对于中小企业来说，数字化不是火箭科学——我们意识到只有我们对 OT 和 IT 的世界有了良好的了解，数字化才能发挥作用。”柏林的公司不是一个数据分析中心。公司已经确立了了解整

个生产过程以及所涉及的新旧机器的目标。然后，它将从生产线收集数据，将其存储在云中，并使用算法对其进行分析。Relayr 保证通过在 Prem、云或混合系统上安装 Relayr 平台，它将提供在当前 IT 生态系统中集成新的和旧的工业物联网功能和商业模式的灵活性。对于小公司来说，这一点一开始似乎很复杂，但投资者们正在排队等候。在过去的两年里，已经有超过 5000 万欧元的资金流入。仅在 2018 年春季，德国电信就投资了 3000 万欧元。

“对中小企业来说，数字化不是火箭科学。”

邦德意识到：“只有我们准备熟悉中小企业的生产流程，我们才有机会在中小企业之间开展业务。雷亚尔的首席执行官确信这是正确的方法，但并不认为只有提供知识才能建立起信心，因此他们获得了投资者的支持。“我们为项目投保。我们做出承诺，”雷亚尔的投资者是慕尼黑再保险公司。

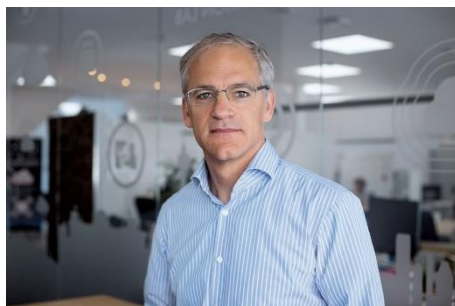


图 13 杰克逊·邦德

在一份官方声明中，该公司解释说，特别是在从资本支出转向基于运营支出的业务模式时，将出现与流动性和风险有关的新问题。这些信息将在 Relayr 项目中披露，并以与公司合作伙伴合作开发的创新融资替代方案和保险的形式进行相应处理。这到底是什么意思？慕尼黑再保险(Munich Re)首席执行官约阿希姆·温宁(Joachim Wenning)在博客中解释说：“如今，借助传感器，预测和避免故障是可能的。”

那么，为什么不把这一点归结为它的逻辑结论，并为客户提供特定机器容量的保证呢？他在博客中讨论了制造企业数字化所带来的

机遇。“保险公司也希望从中获利。传感器正在改变生产和风险管理。与工业参与者日益联网的程度相同，他们的需求和风险也将发生变化。新的财务要求必须在一个网络化的世界中得到满足，在这个世界中，客户只需支付他们实际需要的东西——无论是设备、机械还是车辆。客户可能对损坏或风险最小化的保险不太感兴趣，但希望对机器和设备的某些性能级别提供保证。”

这种哲学对邦德很有吸引力。“创新是安全的敌人。但有了慕尼黑再保险，我们就可以为项目提供安全保障。”在德国呢？中小企业是否感到过于安全？“不，德国在机械工程方面有很好的地位，公司也有相关数据。”“人工智能并不是美国的发现，德国在这一前沿研究领域也处于领先地位，”邦德说，他还向中小企业提供了以下建议：“尝试一下，了解失败会发生。这是企业可以从美国公司身上学到的重要经验。”

(13) Ralf Gärtner 和他的同事们可以做许多企业梦寐以求的事情：他们可以在五个工作日内从铜线圈上打印出高导电结构。“使用传统方法，这可能需要长达十周的时间，” **Ralf Gärtner** 说。他和他的团队是怎么做到的？他们不说。他们只会说，这涉及到工艺、材料和机器的专业知识。

Ralf Gärtner 是菲尼克斯电气最新的子公司 **Protiq** 的负责人，在电子技术方面也得到了母公司的一些帮助。



图 14 Ralf Gärtner

“我们为许多行业提供各种印刷材料，但我们看到电子产品生产的巨大增长潜力，”来自德国东威斯特伐利亚的企业家说。增材制造业正在世界范围内发展巨大的印刷能力，分析师预计潜在销售额将达到数十亿美元。因此，正如 Gärtner 所见，专业化是需要的。Protiq 是一家服务提供商，为远在美国和印度的客户提供订单生产。从与客户在线接口到计划工作日程，Protiq 的所有工作都是自动化的，但某些任务仍然需要人工干预，例如清理组装空间、从打印机中取出成品、完成并将其转发以供发送。“我们正在努力实现全自动化，并与众多自动化系统制造商进行交流，”Gärtner 保证说。公司计划开发数字增值链，了解它们的工作原理，然后创建接口。“只有这样，添加剂制造和 3D 打印才能在高工资国家长期保持经济可行性，”接受过机械工程师培训的 Gärtner 说。

数字增值链是实现增材制造成功的关键环节。Gärtner 认为：“将报价和订单以 PDF 文件的形式来回发送将非常耗时，而且只会使整个过程变得不必要的复杂。”那么 Protiq 是工业中平台经济的一个例子吗？“我自己总是有点怀疑，因为我不认为设计师愿意在第三方平台上在线工作，并且泄露他们的开发数据。”Protiq 首席执行官笑着说：“当我看到我们每天必须签署多少保密协议，设计师们才能将关键的制造数据上传到我们的平台上，以便从我们那里获得直接的在线报价时，这仍然是一段很长的路要走。”

公司雇佣了 20 多名员工，而 Ralf Gärtner 本人也不缺熟练的员工。“但我们需要在培训方面做得更多。我们有工程师和技术熟练的技术人员为我们工作，他们中的许多人可以为传统的制造方法而设计，但不能为添加剂制造而设计。此外，印刷材料所需的修整工作给我们的员工带来了新的挑战。因此，我们需要在培训阶段解决这些问题，”他警告说。他目前正在与政府官员和行业协会代表举行会议。Gärtner

指出：“网络化数字化正在改变我们的工厂、流程和工作概况。”现在，中小企业正在增材制造。**Protiq** 打印机器零件和齿轮，并希望使工业公司的生活更轻松。“我们将在不久的将来推出一个在线拓扑优化器，旨在简化轻量级结构。客户获得了将其数据集上传到平台的报价，标记设计区域和非设计区域，定义施工可能承受的力和应力，以及我们使用的算法，在 24 小时内减少材料需求。”

我们看到电子产品生产的巨大增长潜力。

根据 **Gärtner** 的说法，目前这需要大约两周的时间。因此，除了对工艺、材料、机械加工和设计的专业知识外，**Protiq** 还需要 IT 专家。增材制造与网络化数字化相结合，才是工业 4.0 真正的意义所在。这意味着开发新的产品和工具，测试新的商业模式，学习新的材料及其特性，操作新的硬件，重新学习产品设计业务，自动化流程链，将其集成到具有完全客户访问权限的网络中，并将其数字化。再复杂不过了。

(14) 离开哈雷的火车穿过德国东部的矿区，经过仍在燃煤的发电站的烟囱。对于 **Michael Schulz** 教授来说，从他在 **Indalyz** 监测与预测 (**IM&P**) 股份有限公司 **GmbH** 的办公室可以看到巨大的冷却塔。

他和他的团队正在研究该地区的结构战略及其能量转换，其中人工智能发挥着重要作用。“我们的目标是开发一个能自主运行、识别损害并能在关键情况下运行的发电厂，排除已有的或进一步损害的可能性。简言之，我们希望有一家运营工厂能够自行决定如何应对潜在的损坏。”

舒尔茨说，该公司利用人工智能监控燃气、水和风力涡轮机中的“所有机械动力”。他补充道：“尽管有先进的传感器技术，如果没有人工智能，我们不可能得出尽可能多的结论。一个人永远无法分析如此多的数据。” **Schulz** 估计，在一个风力发电站中，每个传感器每

分钟产生约 600000 个测量值。例如，声音数据可以通过分散的现场总线或 PLC 以几秒到几小时的周期收集和聚合，具体取决于协议。



图 15 Michael Schulz 教授

然后这些数据被送入一个 IM&P 服务器。一个弱人工智能的遗传算法建立了递归神经网络，将数据与损伤图像进行比较，或者报告已经超过了阈值水平。这不是一项简单的任务，因为需要监测整个风力发电厂传动系统的技术细节，以及风力发电的波动（例如，中欧通常会经历风速的剧烈波动），风力发电厂与中央电网的连接，以及整个过程。ESS 控制，这意味着有必要补偿测量数据中有时很强的变化。

“尽管有先进的传感器技术，但如果没有人工智能，我们不可能得出尽可能多的结论。一个人永远无法分析这么多的数据。”

舒尔茨补充道：“通常我们没有理想的损伤热点。即使是几个小故障的总和也会导致系统关闭，这些小缺陷经常被操作员忽略。然而，非线性、机械三体问题的动力学通常也表现出混沌元素。”实际上，机器的所有维度的运动都必须由传感器监控，仅出于商业原因，这不是一种选择。重要的是能够通过单个组件交互的几个点上进行测量，在其精确位置检测物理信号。

用人工智能方法实现这一任务，尤其需要了解机器及其操作。舒尔茨对人工智能在公共场合的讨论方式持批评态度：“通过控制操作数据的机器运行人工智能，就好像打开和关闭一个开关的简单问题一样，这只是媒体的炒作。“机器，恢复同步操作”的命令比我们从智能手机上知道的命令要困难得多。”

回到风力发电厂：神经网络从每一次损伤事件中学习，或者从每一个超过临界值的事件中学习。他们使用的是历史数据，但也参考了能源园区其他风电厂的数据。目前，如果测量中出现任何损坏或偏差，将召集一个维护团队到风力发电厂。“那要花很多钱。我们需要能够在故障导致停机之前做出决定的机器。” Schulz 计算出，一个 3 兆瓦的电厂每年的运行和维护成本约为 10 万欧元。这主要是由于静止和自然磨损造成的。然而，三分之二的成本是由于先前无法确定的主要损害造成的。“在两年的时间内，运营商可以为每个工厂节省 25000 欧元。想象一下，对于一个风力发电场来说，这会有多大——甚至不包括静止状态。”

能源部门相信舒尔茨的算法。来自芬兰、丹麦、南非和土耳其的服务器数据在 Halle 进行处理。舒尔茨说：“目前整个能源行业都在人工智能领域投资，尤其是在弱人工智能领域，这使得监测过程更加容易。”舒尔茨的算法已经证明了其在控制区域供热网络方面的价值。然而，正如他所说：“那是另一个故事。”

(15) 到 2015 年，多米尼克·希纳与工业毫无关系。希纳出生于柏林，但扎根于意大利南蒂罗尔，离开学校，创办了一系列初创企业。他破产了，损失了所有的钱。2015 年，他与 David Sønstebø, Sergey Ivancheglo 和 Serguei Popov 合作发现了物联网。从那以后，他在工业界受到了很高的关注。

他的产品是一种加密货币，或者他喜欢称之为“协议”。“当时我们没有考虑工业。相反，我们希望简化和保护物联网中的交流 and 价值交换”，希纳解释说。物联网加密货币诞生了。“我们不相信所有这些数字硬币炒作。”

但对于许多行业代表来说，数字硬币是梦想成真。区块链技术消除了官僚障碍。未来，合同将通过计算机协议（“智能合同”）执行。可以说，工业界设想在机器之间进行直接的货币转移。有限比特币是

否是机器人之间或引导卡车与车队中的主要车辆之间支付交易的适当解决方案？区块链真的是正确的技术吗？“不，区块链不可扩展。在物联网，我们正在探索一条不同的道路”，物联网创始人自信地说。物联网基于所谓的“缠结”。与只能向一个方向增长的一维区块链不同，缠结的数学概念可以在不同的地方同时增长。简而言之，区块链交易是线性的，而物联网使用整个网络。此外，纠纷不取决于矿工。



图 16 Dominik Schiener

物联网的目标是如此“轻量”，以至于小型嵌入式系统（如车载电脑、智能手机和无人机）也能轻松处理支付交易。没有费用。网络中的每一个成员都是通过各自的计算能力来支付的。优点是：事务速率越高（即用户数量越多），可扩展性程度越高。系统可无限扩展。根据物联网，系统变得越来越快，与用户和事务的数量成正比。一旦达到了一个关键的规模，从开始一个事务到它的验证之间的时间间隔实际上是零。物联网解决了延迟问题吗？

“我们还没有准备好生产，因为我们必须开发协议并使其适应工业要求，”希纳承认。在接下来的几个月里，Schiener 和他的 IOTA 基金会希望了解更多关于工业过程的知识，并发现 IOTA 可以集成到现有系统中。“在项目中，我们经历了分散和集中控制的混合，”Schiener 解释说。他和他的联合创始人正在促进开放生态系统，并致力于吸引大量的工业伙伴。这就是 IOTA 基金会背后的原因。“我们的目标是创建一个独立的物联网协议，打破障碍。”他是如何赚钱的？他笑着说：“我拥有物联网股票，并在积极的价格趋势下支付租金。”

“我们不相信所有这些数字硬币只是炒作。”

物联网可以传输数据和支付吗？根据希纳的说法，答案是“是的”。理论上，物联网可以指示机器人右转，拿起一个特定的包，并在明早 2 点接收/支付固件更新。此外，工业企业可以使用物联网作为连接和控制其所有产品的基础。这与工业 4.0 直接相关。富士通（Fujitsu）是 Schiener 的一个工业合作伙伴，他和他 60 名成员的物联网团队（IOTA）表示：“这是云解决方案的真正替代方案。与物联网一起，我们可以创建数字孪生，因为机器会返回不可靠的数据——我们可以用来控制机器和测试/执行进程的数据。”

工业领域还有什么变化？罗伯特博世风险投资公司已经对物联网进行了投资。2019 年，大众将启动其第一个物联网项目。索普拉斯特里亚和富士通也签约了。工业安全初创企业将物联网视为保护其流程的一种手段。在汉诺威展会上，DXC 展示了相关应用。中小企业呢？“最初的讨论已经在东威斯特伐利亚地区展开”，希纳确认，但没有进一步详细说明。“到 2019 年底，我们将成立一个工业企业参与的财团，”Schiener 解释说。突破的前提是什么？“我们需要安全的连接——用于自动车辆、机器和能源系统。一切都取决于 5G。”

(16) 搬运时的不良姿势会对工人造成伤害，给雇主造成损失，并导致 23% 的因病缺勤。来自奥格斯堡（Augsburg）的工程师彼得·海利根塞泽（Peter Heiligensetzer）博士想用一种可穿戴的机器人来改变这一切。

政府已经认识到这个问题，并相应地制定了法律。德国已经引入了所谓的负荷处理法规。它旨在保护工作场所的员工，但不规定暴露在压力下的法律限制。法律简单地规定，应为每个工人设定适当的限制，德国仿生系统公司的 Peter Heiligensetzer 博士确切地知道这在实践中意味着什么：“员工宁愿自己提重物，而不必借助复杂的起重滑车，以节省时间，并留出时间进行扩展。他的可穿戴机器人，Cray X

外骨骼，旨在为工人提供两个世界中最好的——无压力提升，也节省了他们的时间。“这个系统减少了下背部区域的压缩力，” Heiligensetzer 说，他用一句话概括了主要好处。听起来很简单，但不是一夜之间开发出来的。

“我们对客户需求做出快速反应，例如，通过改变我们使用的材料。我们目前的大部分查询来自生产和物流。”

Heiligensetzer 及其团队由社会学家、理疗师、工作场所人体工程学专家和机械工程师组成，在过去六年中一直在研究该产品，最初是作为欧盟研究项目的一部分，与菲亚特和一些汽车零部件供应商合作，然后作为一个独立的企业，德国拜昂由私人投资者支持的集成电路系统。“当我在库卡工作时，我做了很多关于外骨骼的思考，”受过培训的机械工程师解释说，他于 2017 年成立了公司。“我们现在正致力于大规模生产，” Heiligensetzer 说，他以前的业务经验是在自动化系统的规划和实现方面。

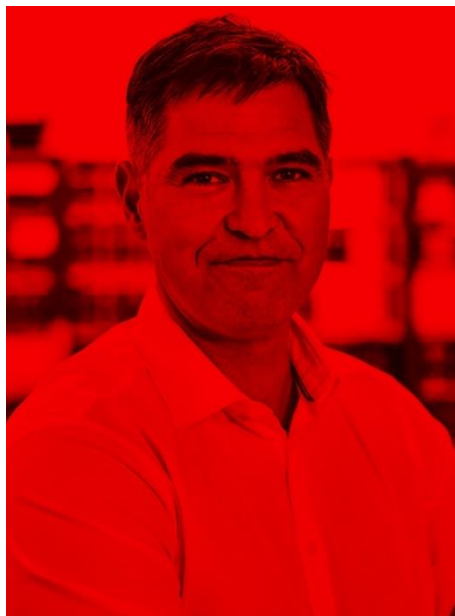


图 17 Peter Heiligensetzer 博士

但是即使在这个阶段，第一批工业公司也已经开始购买外骨骼，外骨骼配备了微型电动机，重 7.9 千克，提供 15 千克的负载支持，并且可以使用标准的无绳钻电池工作 8 小时。“重量由臀部支撑，就像

徒步旅行背包一样。这个想法是为了减轻背部和肩部的负担，” Heiligensetzer 补充道。

他在 2016 年秋季的一次行业会议上首次公开了自己的想法。它受到了听众的热烈欢迎。CrayX 有两种模式供用户选择，这两种模式由智能手表控制。Heiligensetzer 解释说：“第一种模式是在强制或尴尬的位置进行订单挑选。外骨骼支持必须在固定位置向前弯曲工作的人。用户可以“放开”并允许外骨骼做支撑背部的工作，从而减轻背部肌肉的压力。第二种模式的设计是为了保护使用者在身体承受过大的压力时免受潜在的破坏性运动。机器人通过模仿和放大主动辅助能力中的动作来减轻举重时佩戴者下背部的压力。肌电图（EMG）臂带测量手臂的肌肉张力。”

国际机器人联合会（International Federation of Robotics）估计，2015 年约有 370 具外骨骼出售。到 2019 年，这一数字预计将达到 6500 具。国际清算银行研究所的一项研究预计，到 2026 年，市场规模将达到 46.5 亿美元。主要竞争对手来自日本。像现代和松下这样的大公司正在开发他们自己的外骨骼。工业界已经开始尝试：宝马和奥迪的工人在装配线上穿机器人套装。

Heiligensetzer 热衷于从繁荣中获利，其技术和灵活性是关键卖点。“我们对客户需求做出快速反应，例如，通过改变我们使用的材料。我们目前的大部分询问来自生产和物流”，该公司的首席执行官说。但他也看到了未来在急救服务、护理和建筑领域有希望的新市场。

7.2 工业 4.0 的意义

克劳斯·施瓦布（Klaus Schwab），世界经济论坛创始人兼执行主席认为如果要克服 2018 年的“大破坏”，世界就需要一个新的全球合作框架。回想二战结束后国际社会聚首一堂，共同设计了一套合作追求共有未来的体制架构。如今也有必要重拾这一举措了。

然而这一次的挑战可不仅仅是地缘政治和经济问题。我们正经历

着个人和社会如何相互关联的根本性变化。而我们也可以通过这一变化的理解去积极影响其结果。

首先要认识到的是，我们所面对的是正从根本上转变企业、经济、社会和政治的第四次工业革命。自从 2016 年世界经济论坛年会首次将这一认识概念化以来，就该清楚地认识到：对我们现有的流程和机构的修修补补根本无法起到任何作用；相反我们需要对其进行重新设计以便充分利用即将降临的大量新机遇，同时免遭我们当前目睹的那种破坏。如果我们无动于衷或依赖小修小补来修复这套过时体系的缺陷，变革的力量将自然而然地绕过这些体系并发展出自身的动力和规则。

第四次工业革命已经在很多方面改变了我们的经济体系。首先，物理世界已经被一个具备循环和共享经济的新数字化、互联化、集成化和虚拟化世界所大大压缩。制造业正在通过自动化、本地化和个性化进行彻底改革——所有这些都将使传统供应链变成过去。竞争越来越不以成本为基础而是更多地被功能和创新驱动。规模经济很快将失去其曾经有过的优势。最宝贵的资源是人才，而非传统资本。

第四次工业革命还将前所未有的力量和资源置于少数几家企业手中。如今那些领导性的数字企业正在重塑人们的日常生活，并以传统企业无法企及的方式破坏着传统社交模式。从现在开始，掌握人工智能和大数据以及通过智能系统的引导来运行大型平台的能力将决定企业和国家的竞争力。

与此同时，人工智能机器人的不断扩散将改变就业和收入模式。工作将越来越多地通过创新性的生态系统被自我创造出来。传统的劳动收入将被创造性任务、风险投资和先发优势的累计回报所取代。

全球经济互动已经不再被划分为商品和服务贸易、金融交易和投资几个大项。所有经济流动都整合进了一个实现跨境有形和无形价值交换的综合系统。政府不必对劳动力征税，而是必须开始对根植于云

端的平台垄断和价值创造机制征税。

未来几年，国家预算将越来越多地被导向实现创新和劳动力技能重训/提升的生态系统所需的软硬基础设施支出，以及支持那些受当前经济转型影响的劳动者的社会方案。一个关键的优先事项是让教育适应第四次工业革命的要求，必须去强调培养创造力、批判性思维、数字化素养以及同理心、敏感性和协作能力——所有这些都是确保科技始终为我所用的必要条件，而不是相反。此外通过数字传递和面对面的个性化发展和指导，教育系统必须更加适合用来实现终身学习。

除教育外，总体的政策制定也必须适应第四次工业革命的变革速度。必须开发出一系列新的协作性快速反应型治理模型以避免政府政策不断落后于技术前沿发展的状况。

而各国对所有这些变化的应对方式将决定其未来增长轨迹以及其在世界舞台上的地位，显然还有其公民的生活质量。作为无边界互连的过程，第四次工业革命要求将国家政策纳入一个全球体系。当前全球化的定义是扩大多边和双边贸易；但在未来描述的则是国家数字系统之间的相互联系以及相关的思想和服务流。

尽管许多国家仍在努力追赶上一次工业革命，但他们应该认识到第四次工业革命正在为面向最前沿创新的跨越提供了众多独特机会。在收获第一次工业革命的成果后英国成为十九世纪的全球主导力量。而英国的继承人美国则比任何国家都更多地占据了第二次和第三次工业革命的所有权。这三次革命将世界分化为工业化国家和发展中国家，而中国则在雄踞了多个世纪的领导地位后重要性日益下降。

如今全球力量均势又一次开始重整——而且是以令人难以置信的速度。既然就算是一个人也有能力造成巨大破坏，我们也就不能继续维护一个以穷富来对人进行划分的世界。对此迫切需要进行全球合作，并在更根本的层面上重新思考自由、公平和包容性的经济关系在当今世界中将以何种面目展现。

世界经济论坛于 2019 年 1 月的达沃斯年度会议上展开这一对话。而论坛作为最重要的多利益相关方平台也有能力和责任去推动这一对话，并通过我们的科学和学术网络化身为新理念的催化剂。为第四次工业革命做准备需要持续参与并围绕可行的解决方案达成广泛共识，为此论坛希望能在未来几年为这项工作提供一套“操作系统”，因为我们认定如果要取得实效，这些对话必须涵盖所有利益攸关方——企业、政府、民间组织和青年人。对话还必须注重追求社会凝聚力，而在当今的碎片化环境下，以协调——而非合作——作为指导原则才是最有效的。

最后，人类社会必须认识到，这些对话不能由全球和国家身份之间的错误二分法驱动。我们所有人都必须接受自己身上同时存在的个人、爱国者和全球主义者身份。

在二战后国际社会为持续和平、安全和繁荣奠定了基础，但在过去七十年中世界已经发生了根本性的变化，也是时候要采取新手段了。只有共同应对这一挑战，我们才能塑造一个能让所有人获益的全球前景。