

评论

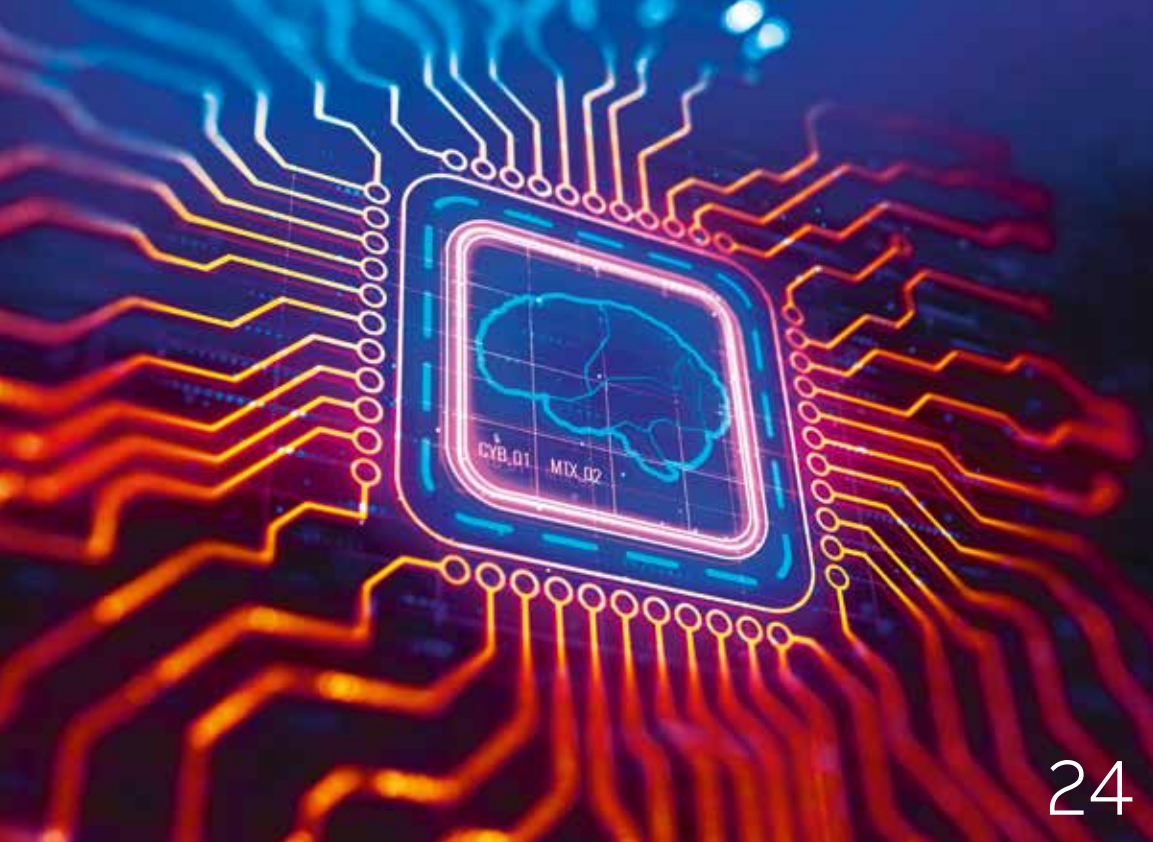
01|2021 中文版

知识赋能



06 – 21 创新亮点
22 – 47 技术洞察
48 – 77 生产力





工业AI创新与速度



汽车装配机器人

自动化工程之路



用于电气设备的 MP³C

05 编者按

创新亮点 2021

08 精选创新故事

技术洞察

24 工业 AI 创新与速度

28 ABB 工业 AI 加速器

30 5G 数字产业

37 Ekip UP 资产与电能管理

42 量子计算：炒作与希望

生产力

50 状态监测

54 扩展测量极限

60 自动化工程之路

66 用于电气设备的 MP³C

74 汽车装配机器人

专业术语解释

78 黄金批次分析

79 订阅

79 出版信息

——
艰难时期可成为重大创新的催化剂，其中很大一部分创新由迫在眉睫的需求驱动。这些艰难时期也是对各公司公认准则和未来计划的考验。本期《ABB 评论》将探讨多项技术和理念，帮助将既往经验运用到当务之急中，以实施面向未来的增长解决方案。

编者按

知识赋能



亲爱的读者:

特殊时期需要采取特殊的解决方案。随着新冠肺炎在全球蔓延，我们所有人都不得不从根本上重新评价我们工作和互动方式的诸多方面。为了确保高效，我们必须始终通力协作和配合。就目前看来，这一点比以往任何时候都更具真实性。个人构想无论多么绝妙，如果不与人分享和联合实施，都是无甚价值的。

在 ABB，协作是公司宗旨和价值观的核心，它是我们为利益相关方缔造成功和促进更可持续未来的方式。本期《ABB 评论》包括 ABB 与致力于开创突破性解决方案的初创公司或寻求大型制程优化的客户联合制定解决方案或帮助他们实现目标的众多实例。

祝您开卷有益!

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of a large 'B' and 'R' followed by a horizontal line.

Björn Rosengren
ABB 集团首席执行官

创新亮点

2021



12

通过对不同行业和技术创新开展简要调查，可以推进有意义的对话，讨论什么样的新型解决方案能给企业带来改变。ABB 的丰富经验赋予其独特地位，有助于促进这些对话，并使之以切实可行的时间表实施。

- 8 YuMi® — 医院和实验室的好帮手
- 9 新型解决方案: 简化机器与机器人的集成
- 10 借助 IE5 SynRM 电机实现节能
- 11 虚拟高压实验室介电测试
- 12 插入式 EV 快速充电
- 13 实现板坯连铸结晶器内钢液流动的闭环控制
- 14 数字化灯塔计划: 点亮转型之光
- 15 ABB 将以太网 APL 引入危险区域
- 16 基于智能传感器的信息生态系统
- 17 气体检漏技术日渐成熟
- 18 ABB 新一代小型机器人: 更高的灵活性和更佳的性能
- 19 云连接助手型控制盘
- 20 数据价值链交响曲

YUMI® — 医院和实验室的好帮手

机器人不再被局限于制造环境和肮脏的车间。它们日益成为实验室的“重要成员”，从制药行业和大学的研发，到医疗设施的医疗保健测试，各行各业都有其身影。例如，ABB 的 YuMi® 协作机器人已开拓出自己的利基市场，可用于执行一系列重复、精细和耗时的实验室活动，包括加药、混合和移液、无菌仪器配套和离心机上下样等。

YuMi® 因其本安型设计而在市场上独树一帜。它配备圆形的软垫包裹手臂，具有碰撞检测功能，并且没有夹伤点，能够在相对非结构化的环境中安全地与人类同事协同工作，无需采取诸如围栏等额外安全措施。这使它能够从事一系列重复的大批量任务，即使这些任务需要以类人的灵巧度，或可能随时间发生变化。例如，YuMi® 可以协同实验室工作人员为教学设备维护、接收和储存、样品运输和归档等过程任务提供支持。

2019 年 10 月，ABB 在位于休斯顿的德克萨斯医疗中心（TMC）开设了一个研究中心，旨在探讨服务于医疗设施和实验室的新型机器人以及自动化概念。ABB 在该研究中心展示的原型技术中就包括 YuMi® 机器人，YuMi® 有望能够为离心机维护和试管处理系统提供支持；展示品中还包括 IRB1200 机器人，它专为在移液应用中自动进行液体转移而设计。

另外，还有一个原型概念尚在开发中 — 移动式 YuMi® 双臂机器人。该机器人用于协助医院工作人员完成实验室和物流任务，有望能够在其人类同事周围实现自主感知与导航，同时学习寻找两地之间的不同路线。•



新型解决方案：简化机器与机器人的集成



得益于 ABB 与其 B&R¹ 事业部的资源融合，机器制造商很快就能为市场提供集成机器人的产品。此外，由于机器和机器人共用一个用户界面，所以这些机器将更易于操作。

该解决方案允许工厂车间的机器与集成机器人进行实时通信。简而言之，它优化了 B & R 伺服驱动器与 ABB 机器人电机之间的通信。

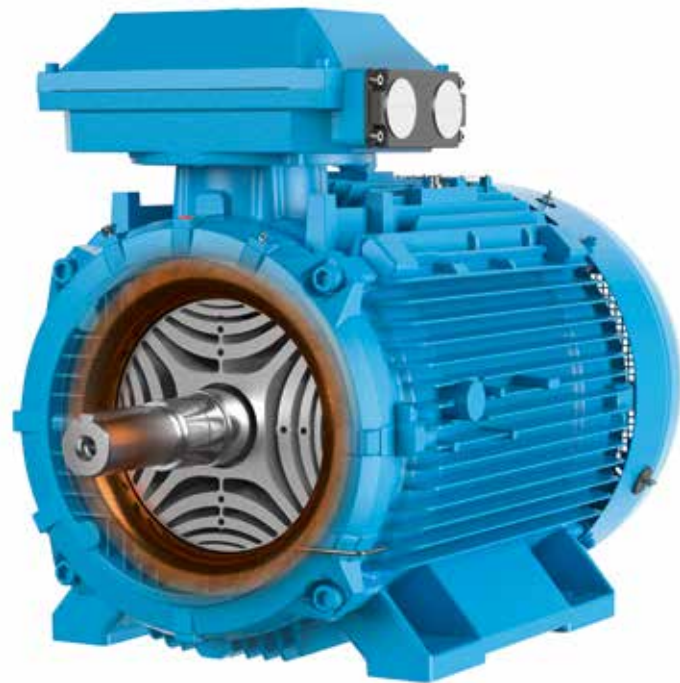
目前为止已实现的一个实例是使用 B & R 视觉摄像机检测缺陷。在此应用中，数据在不到一毫秒的时间内转换成相关 ABB 机器人的控制命令，将有缺陷的工件从生产线上移除，无需任何人工干预，也不影响制造过程的速度。由于机器应用程序会自动计算优化的运动轨迹，因此可以大大减少总体处理时间，同时提高生产率。

该解决方案将 ABB 机器人集成到 B & R 控制系统中，其基于单一架构，将这两个原本相互独立的系统所需的信息融合在一起。这样一来，无需专门的机器人控制器、单独的控制柜和精通特定机器人语言的专业人员。

集成由预配置软件模块支持，这些模块使机器制造商在创建机器人应用程序时更加轻松。B & R 的模块化预编程软件（mapp）使用户能够在无需编写新代码的情况下实现复杂且高度动态的应用程序，从而大大缩短开发时间。总而言之，在机器过程与机器人协调方面，ABB 的新型机器-机器人集成解决方案达到了前所未有的精度。•

脚注

1) B & R 是一家自动化和过程控制公司，于 2017 年被 ABB 集团收购。



借助 IE5 SYNRM 电机实现节能

传统感应电机（IM）因其异步转速而存在固有缺陷，例如转子发热损耗会降低效率，并缩短部件和轴承寿命。IM 所消耗的电能约占全球总电量的三分之一，这显然需要一种更高效的产品。IE5 同步磁阻电机（SynRM）以其高能效、高可靠性、低维护需求为特点。

SynRM 的工作原理非常简单，只有在先进的变速传动（VSD）控制电子技术出现之后，这种原理才切实可行。在 SynRM 中，转子在设计上朝一个方向产生尽可能小的磁阻（对磁场流的阻力），而朝垂直方向产生尽可能大的磁阻。转子的旋转频率与 VSD 旋转定子磁场的相同。

转子结构既没有磁铁也没有笼条，比 IM 更可靠，这减少了维护需求。SynRM 的工作温度较低，这使绝缘和轴承的寿命延长，同时轴承润滑周期也更长。添加 ABB Ability™ 智能传感器可实现远程状态监测。

SynRM 的功率密度比 IM 的更高，即使在部分负载时性能也更佳。SynRM 配备低惯量转子，响应速度快，转矩和转速控制准确。SynRM 的硬件为插入式，与 ABB 的等效 IM 兼容，从而简化升级。

SynRM 的技术潜力尚未得到充分开发，因此未来非常有可能进一步提升效率。•

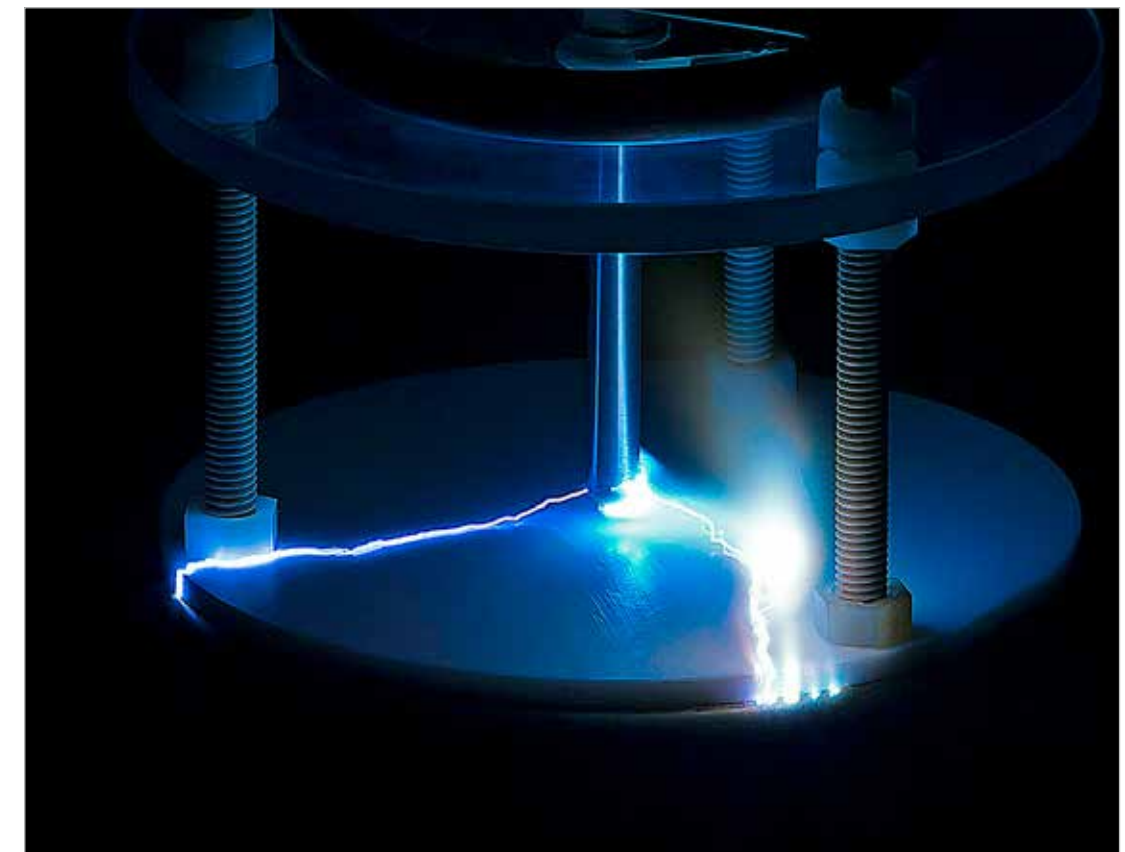
虚拟高压实验室介电测试

介电强度是开关柜和变压器等中高压设备的一个关键性能指标。在引进新设备时，制造商必须通过技术标准中定义的介电型式试验对产品进行认证。试验结果预测一般通过静电场计算加以验证，将计算值与针对给定材料（例如，气体、液体和固体）和材料之间接口规定的临界值相比较。但是，这种方法通常是有所欠缺的，因为介电失效与场强并没有直接关系。

ABB 模拟工具“虚拟高压实验室”（VHVLab）提供了一种软件框架，该框架旨在对介电试验结果的预测，旨在弥补数值计算与实验之间的缺口。VHVLab 通过将工程模拟与从实验和微观模型第一性原理模拟中获得的经验知识相结合来实现预测。这种

软件尚未商业化，因为集成进 VHVLab 的模拟程序源于 ABB 从真实高压实验室获得的试验经验。该定制平台比现有商业模拟软件更具竞争优势，而且其设计周期更快。VHVLab 的开发是由 SINTEF 等专业学术合作伙伴支持的工业研究促成的。SINTEF 是一个位于挪威特隆赫姆的独立研究组织，其建立了一种能够灵活选择实验配置的实验装置。

该工具提供众多数值计算程序和实验法则，让工程师能够评价、可视化和理解放电现象。就这一点而论，VHVLab 不仅是一种工程工具，而且是一个汇集研究人员和开发人员经验的知识数据库，为未来数字测试提供基础。•



图片来源：位于特隆赫姆的 SINTEF



插入式 EV 快速充电

各大城市均面临着寻求更清洁、更安静交通解决方案的压力。有鉴于此，ABB 推出了 Terra 184 — 目前市场上结构最紧凑、功率密度最高的大功率充电器。Terra 184 是 ABB 最畅销 Terra 系列充电器的最新成员，具有快速、紧凑、稳健等特点，可同时为三辆汽车充电，从而为驾驶员带来最大便利，并为充电运营商创收。这款新型充电器的充电功率为 180 kW，非常适合路边驻车充电，也是电动出租车和其他（电动车）车队用快速充电终端装置的理想选择。

Terra 184 可用于各种尺寸的车辆，包括现有最新车型以及待上市的轿车、巴士和卡车。但是，Terra 184 有别于其他大功率充电器，其占地面积不到 0.5m²，与当前型号 Terra 54 相同。事实上，其创新型设计无需单独安装电源柜，为空间有限的城市提供了一个理想的快速紧凑型充电解决方案。

Terra 184 符合市场上的所有充电标准，包括 CCS、CHAdeMO 和 AC，并可满足 920 V 以下所有电池的需求。它具有高度可定制性，提供定制信用卡支付终端、屏幕和电缆。

为了增强灵活性，其他 Terra 型号产品（如 Terra 94 和 124）的运营商将只需添加电源模块即可把充电解决方案升级到 Terra 184。

自 10 年前进入 EV 充电市场以来，ABB 已售出 14,000 多台 DC 快速充电器。ABB 最近荣获了“2019 全球电动交通领袖奖”，该奖项表彰 ABB 在支持全球采用可持续交通解决方案方面发挥的作用。



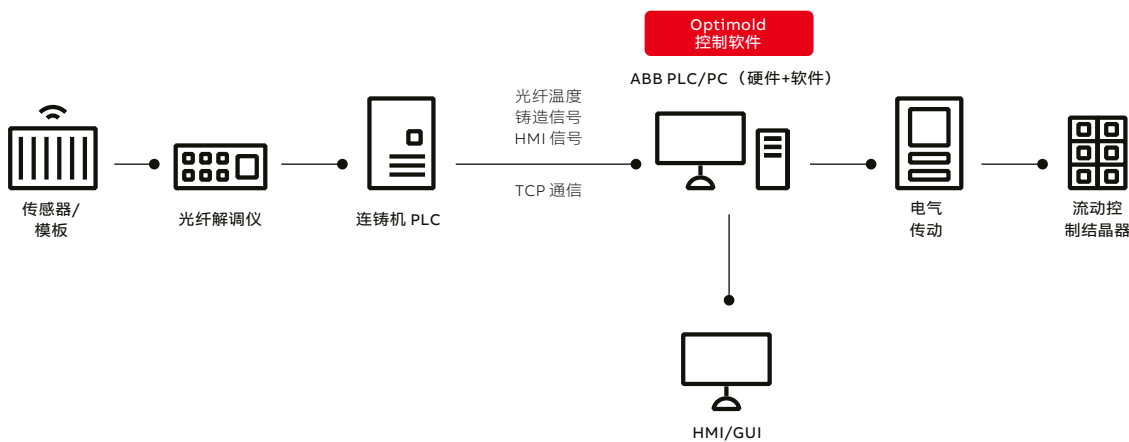
实现板坯连铸结晶器内钢液流动的闭环控制

钢铁生产既要求高生产率，也要求优质最终产品，这些取决于板坯连铸过程中的流体控制。在板坯连铸机结晶器中，FC Mold G3 同时使用 DC 和 AC 磁场来控制钢液流速。ABB 的 Optimold Control 解决方案是目前唯一可提供在线流速测量和反馈信号的工业解决方案，旨在实现 FC Mold G3 的自动控制。ABB Ability™ Optimold Monitor 是新近开发的系统，其中在铜板上安装了高分辨率光纤来测量温度分布，再通过 ABB 开发的算法转换为流速信号。这项技术的高分辨率和抗电磁干扰能力是其优势所在。

2019 年 9 月，ABB 在韩国现代制铁（Hyundai Steel）创造了一项世界纪录：装置涉及近 5,000 个测量点，这与使用热电偶的传统方法（仅可测量约 100 个点）相比具有巨大优势。ABB Ability™ Optimold

Control 是一个软件包，其连接 ABB Ability™ Optimold Monitor 和 FC Mold G3，以实现 FC Mold G3 的闭环控制。在此阶段，ABB Ability™ Optimold Control 将被添加到每台 FC Mold 装置均已包含的确定性控制软件中。通过使用实时控制算法和调整预定磁场，可以消除由 SEN 堵塞和氩气不稳定引起的过程缺陷。

计划于 2021 年为现代制铁安装首套 ABB Ability™ Optimold Control 装置，该装置将在未来进一步发展成由人工智能支持的自治系统。ABB Ability™ Optimold Control 系统允许钢铁制造商快速识别并纠正连铸过程中可能对安全性、能效和产品质量产生负面影响的变化，从而确保连铸的最优化。





数字化灯塔计划：点亮转型之光

2017 年，为了促进数字化创新，ABB 启动了“数字化灯塔计划”，与客户一起选择并部分资助了创新数字化解决方案的开发。ABB 相信，“灯塔计划”可以将内部一些好的构想与必要的资金、资源和客户共同创新结合起来，以缩短上市时间。

该计划的主要目标包括：

- 加速开发和部署基于 ABB Ability™ 工业物联网（IIoT）平台的创新数字化解决方案。
- 鼓励与客户共同开发解决方案，让他们尽早参与进来。
- 加快 ABB 对先进数字化技术的采用，如人工智能（AI）、增强现实、虚拟现实、数字双胞胎和区块链。

通过此计划，具有好构想的申请人找到了愿意共同开发新数字产品的客户，向客户讲述了产品可解决哪些难题，概述了取得成功的障碍，以及如何在此计划的支持下克服这些障碍，重点介绍了短长期的收入潜力。

此计划历时两年半，在完成时，与客户一起部署的最小化可行产品（MVP）达 66 款，发布的客户推荐超过 40 份。到目前为止，在“灯塔计划”支持下开发的产品中，已有 30 款上市。但此计划最重要的作用是在 ABB 内部营造的数字化创新文化氛围，这意味着，将来很少会有数字化创新产品未经试验和测试就上架。•

ABB 将以太网 APL 引入危险区域

自 2011 年以来，ABB 一直是一个过程自动化工业合作伙伴联盟的成员，该联盟得到多个行业标准开发组织的支持，以推动以太网高级物理层（APL）的标准化为目标。以太网 APL 将 4–20 mA 布线的简单性与更快速的以太网带宽和协议支持相结合，使以太网得到扩展，而且足够简单、稳健，可用于危险区域。凭借在工业物联网（IIoT）设备方面的领域专长，ABB 能够利用以太网的优势（如多协议功能）为在潜在危险环境中使用且广泛分布的双线环路供电现场仪器提供连接。

ABB 将研究重点放在了 OPC UA 技术上，这是一种普遍适用的新通信协议，可提供更高级别的网络安全、语义和信息模型，从而免除说明的需要。ABB 正致力于实现 OPC UA 技术在小型资源受限现场设备上的应用，以消除操作技术（OT）和信息技术（IT）之间的边界。

2017 年，ABB 的 OPC UA 流量计解决方案成功通过测试；2019 年，配备 APL 评估板的液位和压力变送器也成功通过测试。这些都证明了以太网 APL 和 OPC UA 与标准化组织所定义的现代过程工厂架构的良好集成，例如：NAMUR 开放式构架（NOA）、模块盒（MTP）或开放组、O-PAS（开放过程自动化系统）。

随着基于 IEEE802.3cg（10BASE T1L）的以太网 APL 标准、IEC 标准两线本安型防爆以太网（2WISE）在 2020 年如期发布，以及以太网 APL 实施定义的发布，采用以太网通信协议（例如 OPC UA 等）支持的现场级通信指日可待。2021 年 6 月，在 AICHEM 贸易展上将有针对性地推出以太网 APL。届时，ABB 和其他自动化供应商将展示首批以太网 APL 产品，从而引领过程设备进入安全、可靠、实用的现场级通信新阶段。•





基于智能传感器的信息生态系统

轴承和齿轮减速器等机械部件通常位于难以接触的位置，这增加了检验的难度并且非常耗时。ABB Ability™ 智能传感器专用于机械产品，可为这一问题提供解决方案。该无线传感器旨在减少停机时间、提高可靠性和保证安全运行，是一种易用的解决方案，用于监测已安装的 Dodge 轴承和齿轮减速器的健康状况。该传感器指示与振动和温度相关的异常情况，从而使用户能够在问题发生前通过计划维护来避免停机。

如今，该智能传感器可以借助新型固件进行更新，升级后还能显示速度 RMS 等特性、更改测量间隔、更改阈值范围，以及启动/停止检测。这些新增功能都是对客户反馈的响应，可大大增强该智能传感器的现有能力。

该智能传感器为用户提供免费访问 ABB Ability™ 数字化平台的权限，以获得工业物联网（IIoT）的强大助力。通过智能手机或 ABB 新型即插即用网关，用户可以将来自多个传感器的数据传输到一个基于云的安全服务器上，在那里运用高级算法对数据进行分析，以识别轴承故障。数据存储在 ABB Ability™ 数字化平台，可从中访问并以图形方式显示，以便作进一步分析。

有赖于美国两家最知名蜂窝提供商的支持，这种新型即插即用解决方案可提供从传感器和蜂窝网络一直到 ABB Ability™ 数字门户的无缝连接以及数据分析。

气体泄漏检测技术日渐成熟

美国境内有绵延近 300 万英里的管道基础设施，这些管道基础设施纵横交错，为 7,500 万客户输送 25 万亿立方英尺（7,000 亿立方米）天然气¹。在这些管道基础设施中，有一半于 1970 年前铺设，所以很容易发生泄漏。泄漏造成的气体损失会导致消费者成本增加、供应和维护中断以及严重的安全和环境问题。

2018 年在《科学》²期刊上发表的一项研究显示，供应链上的天然气泄漏量足以 1,000 万户家庭提供燃料，年价值估计达 20 亿美元。此外，管道泄漏是造成气候变化的原因之一，并且正在抵消从煤炭转向天然气所产生的部分环境效益。甲烷是天然气的主要成分，其温室气体效应比二氧化碳强 21 倍。

解决气体泄漏问题的第一步是定位泄漏点。多年以来，传统检漏技术一直基于地面，采用手持式检测仪执行，不仅速度慢而且劳动强度大。这种方法

已不能满足 21 世纪数字化经济对快速、准确和透明数据的需求。

ABB 移动解决方案是一种高度灵敏的车载系统，可测量和报告空气中的微量甲烷浓度以及风速和风向，允许远程精确定位泄漏。该检测系统配备 ABB 荣获专利的甲烷/乙烷分析仪、GPS、风速仪和专有检漏软件。它会在地图上生成电子合规记录，服务团队或运营中心可以通过移动设备访问这些记录。这种车载解决方案每小时可测量的面积比传统方法多 10 到 25 倍。

脚注

1) "Natural gas explained, Natural gas pipelines", EIA, https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=natural_gas_pipelines

2) R. A. Alvarez et al., "Assessment of methane emissions from the U.S. oil and gas supply chain, Science, <https://science.sciencemag.org/content/361/6398/186?rss=1>





ABB 新一代小型机器人：更高的灵活性和更佳的性能

不断变化的客户需求和技能短缺现象促使制造商开发高度定制的小批量产品，这种小批量高混合型生产理念要求更高的性能、灵活性和紧凑性。ABB 新一代小型机器人是实现这些目标的关键。依靠模块化平台，定制机器人的开发比以往更快，ABB 的 IRB 910INV、IRB 1100 和 IRB 1300 机器人就是这种新一代小型机器人的代表。与传统方法相比，这些机器人的开发时间缩短了三分之二，有 7 种主要变体和超过 22 种配置。

这些机器人在运动范围、有效载荷和精度方面的设计遵循客户和应用需求（如装载、组装和处理加工），可服务于汽车、电子、半导体、医疗保健以及食品和饮料行业，这些行业的工厂环境严苛且复杂，需要进入防护、符合 ISO 标准的洁净室或食品级润滑。

IRB 910INV SCARA 机器人具有高度的灵活性，非常节省空间，并且可选择洁净室配置。这款机器人有两种变体：

350 mm 运动范围和最大 3 kg 有效载荷，或 550 mm 运动范围和最大 6 kg 有效载荷，是电子行业的理想选择。IRB 1100 标配版的防护等级为 IP40，加固版达到 IP67 防护等级；两个版本均有两种变体：475 mm 或 580 mm 运动范围，有效载荷和可重复性（0.01 mm）一流。

这种机器人提高 35% 的生产率，节省 10% 的空间用于优质制造。最近推出的 IRB 1300 的防护等级为 IP40，有三种变体：900 mm、1150 mm 和 1400 mm 运动范围，0.02 mm 至 0.03 mm 可重复性。

所有变体均可以选择绝对精度，以提高精度性能，用于对精度要求较高的应用。总体而言，ABB 的新一代模块化小型机器人可为各个制造行业提供其所需的定制性、灵活性和紧凑性。•

云连接助手型控制盘



由于在控制盘内对数据进行了加密，并通过工业设备专用的安全 NB-IoT 蜂窝网络上传到 ABB Ability™ 云平台，因此数据传输安全也得到保障。

最新移动技术的可用性意味着，当控制盘位于正常信号覆盖范围区域时，即使传动装置安装在地下室，它也可以与云服务进行交互。

NB-IoT 解决方案非常适合对需要基本设备分析和报警通知但数据量较低的应用进行状态监测。连续数据上传允许对 ABB 传动装置进行远程健康状况监测，以及事件通知、运营 KPI 生成和参数趋势创建。传动装置的健康状况和性能以易于理解的方式呈现。该控制盘的蓝牙接口可通过 Drivetune 移动应用程序启用按需远程协助服务 - ABB Ability™ 传动在线。

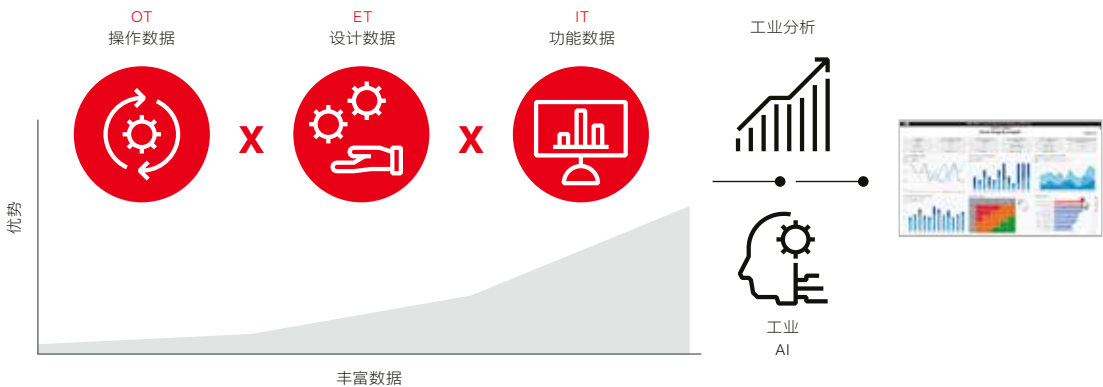
基于云连接助手型控制盘的状态监测解决方案已经在中国上市，正在欧洲和美国试用。•

各行各业的 ABB 变速传动产品用户一直在寻找一种能够将互联网连接、数据收集、云分析和可视化结合起来的即插即用型方案。现在，有了 ABB 的开创性云连接助手型控制盘，他们不再需要“寻寻觅觅”。将控制盘安装好后几分钟，就可以在云门户中进行数据分析。

该控制盘使用窄带物联网（NB-IoT）收集传动装置的运行数据，并通过蜂窝网络直接发送到云端。其是市场上唯一一款能够实现云连接而不占用数据收集 I/O 端口的产品。



数据价值链交响曲

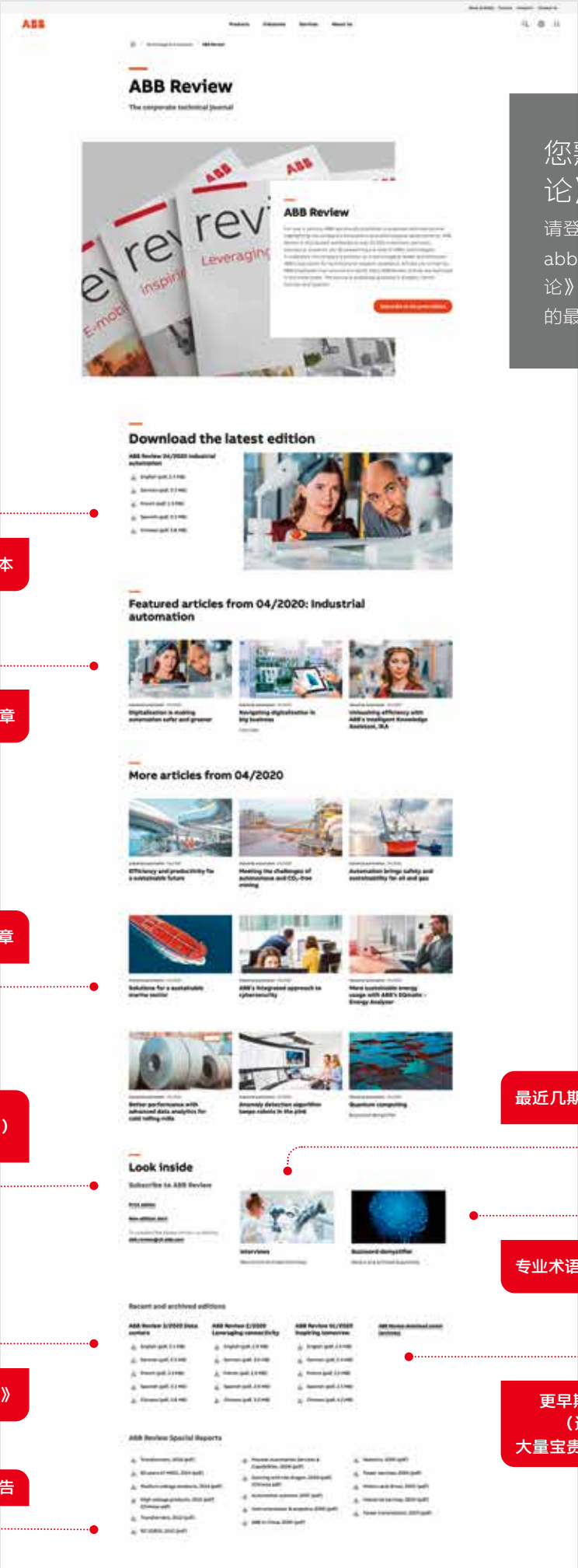


推动 ABB 数字产品概念化和远景发展的基本理念是，务求将分散的数字噪声字节整合到企业范围内的同步洞察生态系统中，将影响力扩大至遍及卓越运营的各个方面。

在这一背景下，ABB Ability™ Genix 工业分析与人工智能（AI）套件和 ABB Ability™ Edgenius 运营数据管理工具可共同实现最佳效果，即所谓的指数级影响，或 ABB 所称的 X 因素。使之成为 X 因素的核心是数据聚合和情境化：将不同来源的数据，即实时操作数据（OT）、IT 系统的功能数据和工程系统（ET）的设计数据，整合到一个认知数据模型中，用于工业分析和人工智能或机器学习（ML）驱动模型的应用。

通常，数据存储在筒仓中，估计有 70% 以上的数据仍未被用于分析目的。ABB Ability™ Genix 和 ABB Ability™ Edgenius 通过使用连贯的数据模型和情境化这一过程，协助将数据噪声字节转化为强大的洞察力。例如，最近开发了用于 Azipod® 推进器的智能维护解决方案。这是一种预测

性维护解决方案，可识别潜在异常并生成预警，以便维护团队能够使用基于 AI-/ML 的模型来防止故障。用于异常状态检测和预警的发动机以实时数据的整合为基础，这些数据包括绕组温度、转速、转矩、功率以及出入口冷却空气温度。试验性应用已体现出其优势：将预警提前时间延长了一个多小时，使运营商可以在问题变成灾难性故障之前采取解决措施。因此，ABB Ability™ Genix 和 ABB Ability™ Edgenius 可有效协同工作，谱写出数据价值链的交响乐。



您熟悉《ABB 评论》网页吗？
请登录 abb.com/abbreview，探索《ABB 评论》新内容，随时了解 ABB 的最新产品和技术。

最新一期提供五种语言版本

最新一期编辑精选文章

最新一期更多文章

订阅（纸质版或电子版）

最近几期访谈集

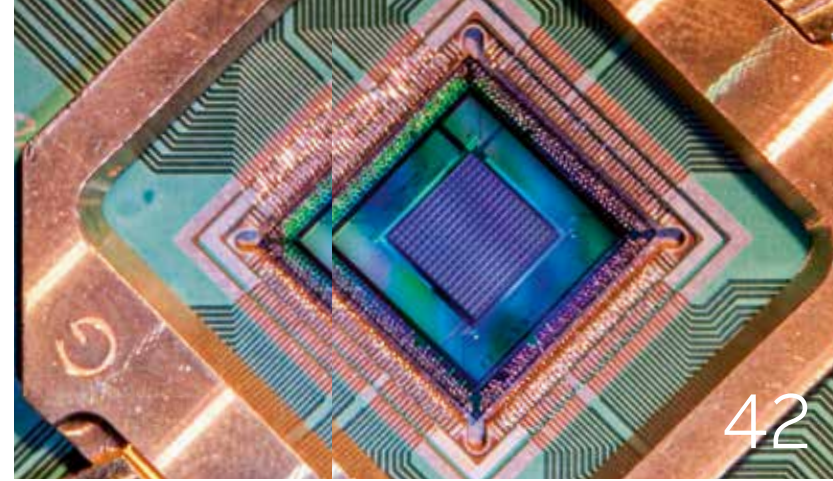
专业术语解释文集

最近几期《ABB 评论》

专题报告

更早期《ABB 评论》档案
（追溯至 1914 年）
大量宝贵历史资料，尽在指尖。

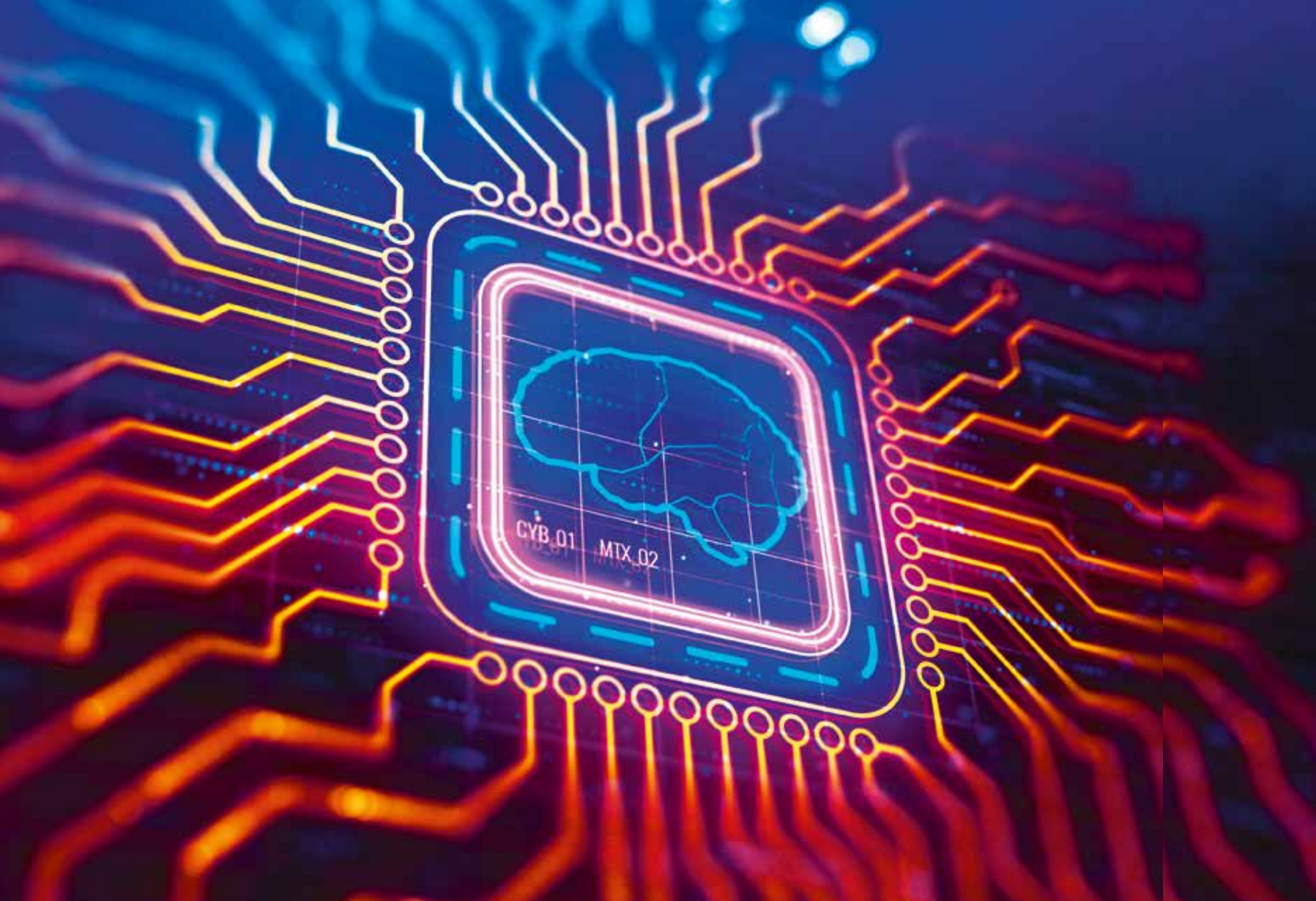
技术洞察



由于智能设备和系统可能成为工业过程的建设性推动者，技术和智能的结合越发不可避免。在客户思维与规划方面，ABB 聚焦于出现在这一创新前沿的众多因素。

- 24 工业 AI 创新与速度
- 28 ABB 工业 AI 加速器
- 30 5G 数字产业
- 37 Ekip UP 资产与电能管理
- 42 量子计算：炒作与希望





技术洞察

工业 AI 创新与速度

人工智能（AI）正在改变工业。ABB 开发 AI 能力的方法之一是与创新驱动型初创公司开展合作。除了其他活动外，ABB 还开展了“ABB 工业 AI 加速器”计划，通过这种合作推动下一阶段的工业革命。

图片来源: ©Andrey/stock.adobe.com

01 “工业 AI 加速器”计划寻找具备 AI 能力的初创公司。



Victoria Lietha
ABB Technology Ventures
瑞士苏黎世

victoria.lietha@ch.abb.com



01

长期以来，采用“由外而内”的方法一直是 ABB 所秉承理念的一部分，将外部构想引入公司作为内部创新活动的补充。通过与外部合作伙伴（如大学、研究机构或初创公司）合作，ABB 可以发现突破性技术或新业务模型并加以利用，以帮助公司为客户找到新产品。

人工智能通常被称为“下一个技术前沿”或“智能革命”，在该领域中，协作可以使一切变得大不相同。AI 有望在各行各业提高人类的能力。虽然 AI 仍是一个发展中的领域，但就风险资本（VC）投资而言，它无疑是资金最雄厚的一个产业。几乎每个行业的大公司都在尝试将 AI 功能集成到其产品中。根据《2019 人工智能指数报告》，自 2010 年以来，全球 AI 初创公司投资一直以超过 48% 的年均增长率增长（2018：404 亿美元）[1]。

在这一背景下，ABB 于 2019 年启动了“ABB 工业 AI 加速器”计划，旨在促进 AI 开发和利用，以推动下一阶段的工业革命[2]→01。

该计划寻找那些在如何使用 AI 组件提供解决方案方面具备前景的新想法、或者能够开发使能技术以便在工业环境中部署此类解决方案的初创公司。加入“ABB 工业 AI 加速器”计划的初创公司不仅获得了指导和技术支持，而且获得了在全球舞台上赢得客户并使其解决方案得到发展和商业化的机会。入选该项目的初创公司之间还进行比拼，争夺总冠军的头衔。

“工业 AI 加速器”优胜者评选

总共有 7 家前景看好的初创公司入选“工业 AI 加速器”计划，他们大多处于早期阶段，期望通过加入该计划探索其概念在工业上的应用，并加快开发速度。这 7 家公司由

该计划寻找的初创公司需要在如何使用 AI 组件为解决方案赋能方面具备有前景的想法。

ABB 历时两个月从 20 个国家/地区的 100 多家初创公司中评选出，在评选期间得到了 delphai（AtomLeap GmbH）的支持。Delphai 是一个自助服务市场智能化平台，该平台利用 AI 提供有关全球创新趋势、市场开发以及各公司的洞察。

入选的初创公司参加了为期四个月的计划，在此期间，他们与相应的 ABB 事业部或职能部门结对合作，以便从 ABB 的深厚领域知识中受益，从而加速自身发展。

计划结束时，这 7 家初创公司在“演示日”向约 70 名与会者展示了他们的解决方案。每一家初创公司都必须向一个 6 人评审团（由商业和技术专家以及投资者组成）推销他们的解决方案，并回答尖锐问题。Greenlytics 最终获得评审团的青睐而一举获胜。

加速迈进未来

虽然协作项目分布在不同的工业应用中，但都有一个明确定义的用例，这些初创公司和 ABB 共同为 该用例开发特定的解决方案，并使双方受益。

为了推动与 ABB 的进一步合作，帮助这些初创公司 加速扩展至全球市场，ABB 的创新增长中心 SynerLeap 将未来六个月的免费会员资格授予了 3 家 初创公司 — Greenlytics、Vathos Robotics

我们正在将初创公司与我们的企业组织相匹配。

和 OneWatt[2]。其他入围者有 Cobrainer、Dutch Analytics、Intelec 和 8power，他们将继续努力开发 有前景的新型解决方案。

通过该项目使初创公司实现加速是有战略意义的，正 如 ABB Technology Ventures（ATV）负责人 Kurt Kaltenegger 所解释的：“‘ABB 工业 AI 加速器’ 计划只是我们与初创公司合作的一种方式。举例来 说，通过全球初创公司创新中心 SynerLeap，我们将初 创公司与我们的企业组织相匹配，以便共同协作执行 概念验证项目。这种方法加速了差异化创新的开发，这些 创新可赢得新客户或解决现有客户的痛点。我们还通过战略性创投提供资金支持，以加速和推动一流 初创公司的进一步发展。”

参考文献

[1] The Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, "The AI Index Report."来源: https://hai.stanford.edu/sites/default/files/ai_index_2019_report.pdf Accessed April 7, 2020.

[2] www.synerleap.com.访问日期: 2020 年 4 月 7 日.

AI 的广泛应用

参与加速器计划的 7 家初创公司的活动展示了 AI 潜在应用的多样性。



Greenlytics
Greenlytics 是一家瑞典初创公司，开发基于 AI 的风能和太阳能发电与能耗预测工具，以及提供电力交易和电厂优化的决策支持。作为 ABB 和 Greenlytics 合作项目的一部分，其解决方案已被部署用于 ABB 的“零排放使命”项目，该项目在 ABB Busch Jaeger 于德国吕登沙伊德的电厂中实施。

作为该计划的一部分，Greenlytics 产品 SolarMind 被集成进 ABB 的 OPTIMAX 能源管理解决方案中，用于预测光伏电厂的发电量。Greenlytics AI 系统通过历史数据、基于位置的电厂数据和气象数据等输入不断更新。

来自 ABB 的 Julia Marie Leichthammer 与 Greenlytics 进行了密切合作，其表示：“我们从一开始就看到了 Greenlytics 产品和 ABB OPTIMAX 之间的强大协同作用。“Greenlytics 更精确的电力预测能力增强了 ABB OPTIMAX® 预测性能源管理系统的灵活性，从而改善了操作和交易协调，并进一步降低了客户的分布式发电机、用电设备以及储能成本。”

Greenlytics 创始人 Sebastian Haglund El Gaidi 道出了与 ABB 合作的好处：“我们可以向 ABB 学习，并利用其全球影响力来提供我们的服务”。

该合作还为 Greenlytics 提供了扩展视野的机会：“与 ABB 合作有助于我们形成未来愿景，即致力于日益可再生、分布式且更加智能化的电网。我们还获得了很多有关

市场和客户需求的信息，这对初创公司来说非常重要。”



Cobrainer
Cobrainer 展示了 AI 非常不同的一面。这家初创公司的总部位于慕尼黑，通过向员工提供自动专业知识分析以及智能工作、项目和课程匹配，为大中型组织实现智能的员工流动管理。

Cobrainer 与 ABB HR 团队携手合作，基于其 Skill Career 技术构建并实施了 ABB Career 应用程序，该应用程序可帮助学生创建技能档案，以便为学生接收来自 ABB 的相关工作建议。



Dutch Analytics
位于荷兰海牙的 Dutch Analytics 提供了一个名为 UbiOps 的托管与管理平台，该平台支持数据科学应用程序的托管和管理。Dutch Analytics 与 ABB 船舶和港口事业部合作开发柴油-电力推进船舶的中压传动冷却系统。在船舶运行期间，将冷却液供应保持在适当水平至关重要。通过使用安装在船上的 ABB Ability™ 船舶远程诊断系统的数据，该团队开发并部署了一种模型，这种模型可以预测液体蒸发速率，并建议何时应该进行下一次维护。现在，通过预测故障和增加资产正常运行时间，铁路、船舶和制造业的客户已从此项 AI 技术中获益。

Dutch Analytics 首席运营官 Jorick Naber 表示：“与 ABB 合作为 Dutch Analytics 带来了巨大的价值。我们相信，该联合项目将进一步提高技术水平，并帮助我们 将 UbiOps 平台引入不同行业。”



Intelec
位于挪威奥斯陆的 Intelec 提供制造业和加工业生产数据分析软件，并利用机器学习来防止异常停机、预测故障和改进生产过程。借助 ABB Ability™ 扩展自动化系统 800xA 的生产数据，Intelec 对特定工业过程中的原始数据进行自动处理、结构化、标记和管理。然后，经过处理的数据被用于筛选、训练和部署工业机器学习算法，并提供新洞察。



OneWatt
位于荷兰阿纳姆的 OneWatt 设计了一种基于声学方法的无创非接触式预测性电机健康维护系统。通过其嵌入式声学识别传感器（EARS）收集数据，这些传感器密切“聆听”电机声响，防止不必要的维修或意外停机。该公司与 ABB 合作，将其 AI 技术集成进 ABB 的智能传感器中，以便洞察资产运行故障和正在形成的故障。这种合作伙伴关系还使 OneWatt 能够检测到更多困扰各行各业的故障，包括气蚀、电荷失衡和电机偏心等。



Vathos Robotics
位于德国杜塞尔多夫的 Vathos Robotics 将计算机视觉和机器学习应用于机器人和工厂自动化。其计算机视觉技术采用模块化软件架构，得以轻松集成进 ABB 的机器人应用程序中。本地 Web API（客户端应用程序编程接口）允许训练 AI 模型所需的计算机能力驻留在云端。对于更关键的应用程序，可以通过在本地运行的边缘计算硬件来保护客户免受连接断开的影响。



8power
位于英国剑桥的 8Power 提供自供电无线传感器解决方案，用于工业厂房应用和机器状态监测。这家初创公司使用其荣获专利的振动能量采集器为传感器供电。该概念有助于解决物联网（IoT）的一个基本问题：如何在无需更换电池的情况下为 IoT 所需的众多无线传感器供电。8Power 以一种非常聪明的方式从机械振动中收集能量，从而巧妙解决了这一问题。8Power 与 ABB 石油天然气团队携手，致力于将 AI 算法集成进自供电无线传感器解决方案中，用于设备诊断和监测。

技术洞察

ABB 工业 AI 加速器

人工智能（AI）是一个快速发展的领域，这鞭策着 ABB 不断寻求与有前途的 AI 初创公司合作。ABB 专门开展了“工业 AI 加速器”计划，以促进这种关系。为了了解更多信息，《ABB 评论》采访了该计划的项目负责人 Philipp Vorst。



Philipp Vorst

“工业 AI 加速器”计划项目负责人

AR Philipp 先生，感谢您接受我们的访问。您可以为我们介绍一下“ABB 工业 AI 加速器”计划背后的构想吗？

PV 当然，乐意之至！ABB 坚信，创新的未来在于开放，这意味着创新应包括与大学、研究机构、初创公司等外部伙伴开展合作。AI 是一项发展非常迅速的技术，建立外部联盟必不可少。因此，我们在大约一年前实施了这一计划，以促进在关键领域的合作，期望看到当地企业的积极参与和管理层的大力支持，特别是在德国和波兰。由于在开放式创新方面拥有丰富经验，位于德国和波兰的 ABB 研究中心参与了，

ABB Technology Ventures（我们称为 ATV）和 ABB 全球公司亦如此，这确保了该计划的全球影响力。

AR 什么是 AI？和机器学习一样吗？

PV 简单地说，AI 以能够在不同环境中模仿人类行为的计算机系统或机器为代表，例如学习、推理和自我纠正。虽然经常与机器学习相提并论，但实际上机器学习是 AI 的一个分支。机器学习仅仅表示旨在从数据中学习的算法。AI 可以大大增强人类在多种工业环境中的能力，如控制系统和机器人技术。AI 对于初创公司来说是一个充满前景的行业，许多初创公司在这一领域非常活跃。其中一些初创公司与 ABB 拥有一致利益，这些初创公司是 ABB 的优秀合作伙伴，我们可以与之合作，从而更快地实现目标。

AR ABB 已经有一些旨在促进与初创公司合作的计划，是吗？

PV 是的，例如刚才提到的公司创投部门 ATV；还有我们在瑞典的初创公司发展中心 SynerLeap。另外，我们也在整个 ABB 范围内开展不同的活动。

AR ATV 的职能是什么？

ATV 团队负责协助 ABB 评估和投资初创公司，并促进这些初创公司与 ABB 开展业务合作。ABB 运用战略性创新对突破性科技公司进行投资，这些公司与 ABB 拥有共同目的和中长期战略目标。通过对这些公司的投资，ABB 可掌握新技术、获得对新兴行业的洞察、了解到新型商业模式，并确保公司始终了解外部创新动态。

AR 另外，可以介绍一下 SynerLeap 吗？

PV SynerLeap 是我们的另一项重大协作计划，旨在帮助世界各地的公司开拓全球市场，扩大业务规模。SynerLeap 与企业家和初创公司合作，使他们能够从 ABB 等大型跨国公司所拥有的资源、内部网络和实力中获益。我最近了解到，SynerLeap 在三年内已使 90 多家公司实现了加速，我认为这是一项伟大的成就。

AR 如何为加速器计划挑选合适的初创公司？

PV 在历时两个月的评审过程中，我们从 100 多家经筛选的初创公司中选出了 7 家。我们根据多项标准进行评估，例如初创公司的活动如何与 ABB 的目标用例相匹配。另外还对所提供的技术解决方案和团队本身进行了考察。顺便提一下，在这 7 家公司中，有 2 家是通过 SynerLeap 网络突围入选的。

AR 之后发生了什么？

PV 1 月底，入选的初创公司加入 ABB 为期 4 个月的计划。在这项计划中，每家初创公司都与 ABB 的一个专门伙伴结对就特定用例进行合作，例如控制系统异常检测或机器人的机器视觉。

ABB 坚信，创新的未来在于开放。

首个里程碑是 2019 年 4 月初的汉诺威博览会，我们与入选团队举行了一次面对面研讨会；在一次特别活动中，这些初创公司借机在 ABB 展位上推销了他们的解决方案。瑞典是今年博览会的合作国，SynerLeap

在瑞典馆的创新实验室中发挥了积极作用。SynerLeap 参加了 ABB 的推介活动，在 ABB 专家、客户和合作伙伴面前分享其自有公司/初创公司的成功经验。该活动是一个极好的铺垫，为 5 月下旬在柏林举行的最终“演示日”热身。在“演示日”上，这些加速器初创公司展示了与 ABB 合作项目的最终成果，其中一家公司 Greenlytics 被评审团评定为优胜者。

AR 这些初创公司是如何开展 AI 研究的，加速器计划又为何为他们提供帮助呢？

PV 参与加速器计划的初创公司使用 AI 组件（如机器学习或视觉感知）来驱动有前景的解决方案，并将其部署到工业环境中。加入“ABB 工业 AI 加速器”计划的初创公司获得指导和技术支持，以及根据工业需求进一步量身定制解决方案的机会，并且有可能在全球舞台上赢得客户，使其解决方案得到商业化。

AR 加速器计划成功吗？

PV 当然！该计划启动了对所有相关方都具有价值的合作。如果没有这项计划，这些合作可能需要更长的时间，或者根本不会发生。非常重要的一点是，ABB 各事业部为合作的成功发挥了积极作用，他们为初创公司提供支持，并与初创公司携手研究预先确定的业务相关 AI 用例。感谢所有团队的参与，包括初创公司和 ABB 团队！我还想补充的是，除了我们选出的这 7 家初创公司之外，还有许多其他公司有着极具前景的构想，这预示着未来发展会更加美好！

AR 好的，再次感谢您接受我们的采访！•



技术洞察

5G 数字产业

5G 即第五代蜂窝通信技术，是工业数字化的关键推动因素。5G 将对 ABB 所涉足行业的影响不容小觑。5G 的价值主张是什么？ABB 正采取哪些行动来解锁 5G 技术？



Dirk Schulz
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

dirk.schulz@de.abb.com

随着数字化大趋势的迅速升温，垂直行业正寻求通过加深价值网络、操作过程和生产设备的整合来提高竞争力。如今比以往任何时候都期望利用自动化系统来实现灵活性、提高生产率和降低所有者的运营风险。对于自动化供应商而言，这意味着将重点从能源和物料流的自动化扩展到信息流和数字化过程的自动化，甚至扩展到不同的垂直行业之间→01。5G 可以满足这种融合数字生态系统的需求。

什么是 5G？

随着世界越来越依赖于连接性和数据交换，通信行业正致力于提供一种全新的无线网络：5G [1]。例如，5G 具有可以几乎同时为多台设备服务的能力，甚至可以在一个物理基础设施上运行用于自动驾驶、语音和工业应用的不同逻辑网络。5G 不只是 4G 的加速版，更具有改变游戏规则的能力→02。

在未来几年内，5G 性能的三个关键方面将逐步实现→03：

- 增强型移动宽带（eMBB），其带宽比 4G 高出一个数量级，针对高清（HD）视频流或增强现实（AR）等应用，不仅服务于消费领域，还服务于工业领域。公共 5G 覆盖于 2019 年开始。
- 超可靠低时延通信（URLLC），缩短可实现的时延，并提高通信的可靠性。

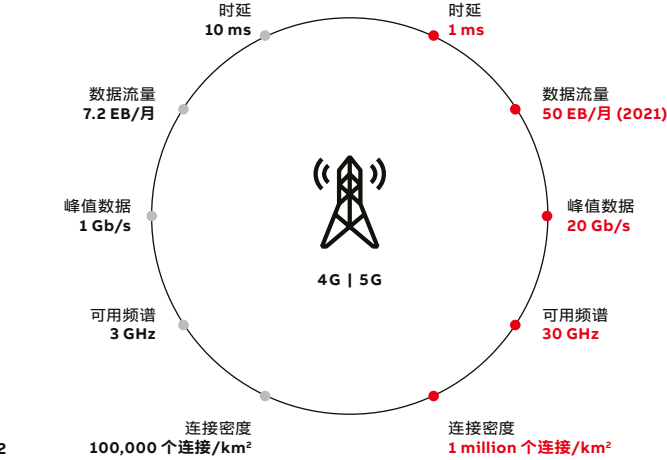
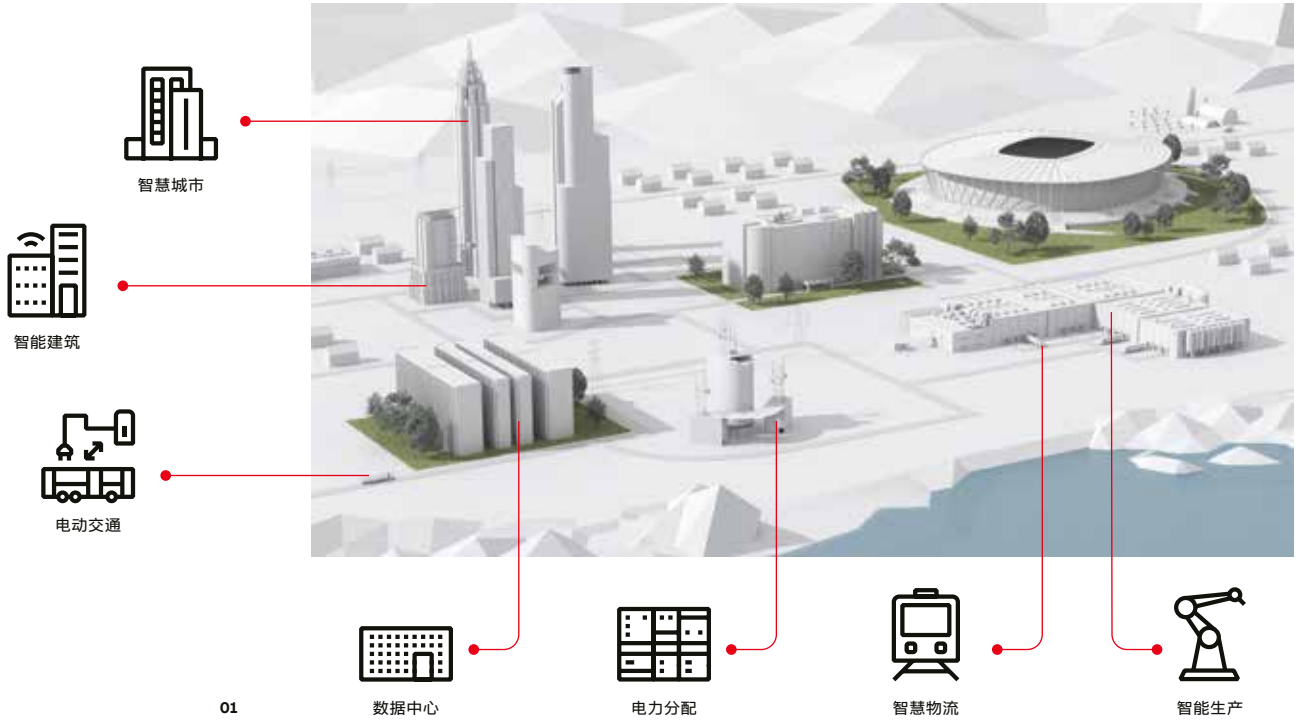
URLLC 针对过程和安全关键型应用，例如闭环过程和运动控制、安全通信以及使用自动导引车（AGV）的自动化物流。URLLC 也可以称为机器时间关键型通信。这一方面的标准化已经完成；预计将在 2021/2022 年实现商用。

- 大规模机器类型通信（mMTC），旨在将给定区域内的设备数量增加多个数量级，主要针对数据速率较低（例如与视频相比）但空间密度较高的传感器应用。这项功能最后将实现标准化，预计将在 2023 年底推出。

实际上，各种应用需要将这些性能特点结合在一起。例如增强现实内容的流式传输，这种应用既需要高带宽来获取内容本身，又需要低时延来防止运动滞后，如果头部运动和

5G 不仅只是 4G 的加速版，而且具有改变游戏规则的能力。

AR 图像之间的时延过大，则该技术将无法在该领域中使用。同样，闭环控制应用需要高密度传感器和高可靠性（但数据速率相当低）。以上两个例子还巧妙地概括了工业 5G 通信中两种基本类型的范围：



- 确定性通信，用于控制物理过程。此类通信需要高可靠度和低时延性，以关闭网络物理过程的环路。
- 事务性通信，用于优化和维护过程以及过程设备。此类通信可以连接大量不同的传感器。

除了上述协议性能的改进外，基于5G技术构建的蜂窝生态系统还可提供多种功能和创新，为自动化工业系统带来诸多裨益：

可扩展的确定性通信基础设施

5G可提供在有限时延下保证数据传输的机制。由于该技术内置资源保护，所以当网络资源可用时，便可以轻松扩展应用程序。而网络性能则可以通过在需要处插入额外无线电、光纤和计算机资源来扩展。

网络切片

网络切片可支持网络多租户的实现。通过订阅网络切片，可以运行时间关键型应用程序，而无需投资专用基础设施（例如，自动驾驶和自主工厂可共享一个5G网络）。

基于5G构建的蜂窝生态系统可提供多种功能和创新，为工业自动化带来诸多裨益。

或者，一个单独的专用网络可以可靠地将通信与办公IT、过程控制、操作、危险控制、公用设施和基础设施等隔离开来。

- 01 互联垂直行业的范围。5G可以满足垂直行业对数字生态系统的需求，从配电到自动化智慧城市。
- 02 5G的性能大约是4G的10倍。
- 03 5G的关键性能领域。通信时延：125 μs至秒量级。数据速率：kbps至gbps。覆盖半径：1 m至1,000 km。设备密度：1至1,000,000台设备/km²。可用性：99%至99.999%。

通用性

5G可提供通用且可配置的无线电技术。其能够将无线电设备配置为支持确定性、带宽和网络参与者数量的特定组合，具体取决于可用的无线电资源。不再需要专门的无线电技术来覆盖不同类型的自动化应用（包括运动控制和过程视频）。

精确时间同步

除了控制应用程序的低时延外，广域精确时间同步还可为关键过程提供无线事件序列（SoE），其中必须将源自分布式设备的报警和事件全局集成到一个时间序列中。

移动边缘计算

信号处理和数据分析可以作为虚拟软件功能灵活地部署在过程附近，不会给传感器或过程关键型设备增加负担（能量受限）。这种方法有几个优点：可以低时延将数据反馈到过程中（如集成产品质量控制），并且无需在现场添加专门的计算设备。如果使用所谓的专用网络，敏感数据甚至不能离开公司网络，更不用说传输到第三方数据中心。

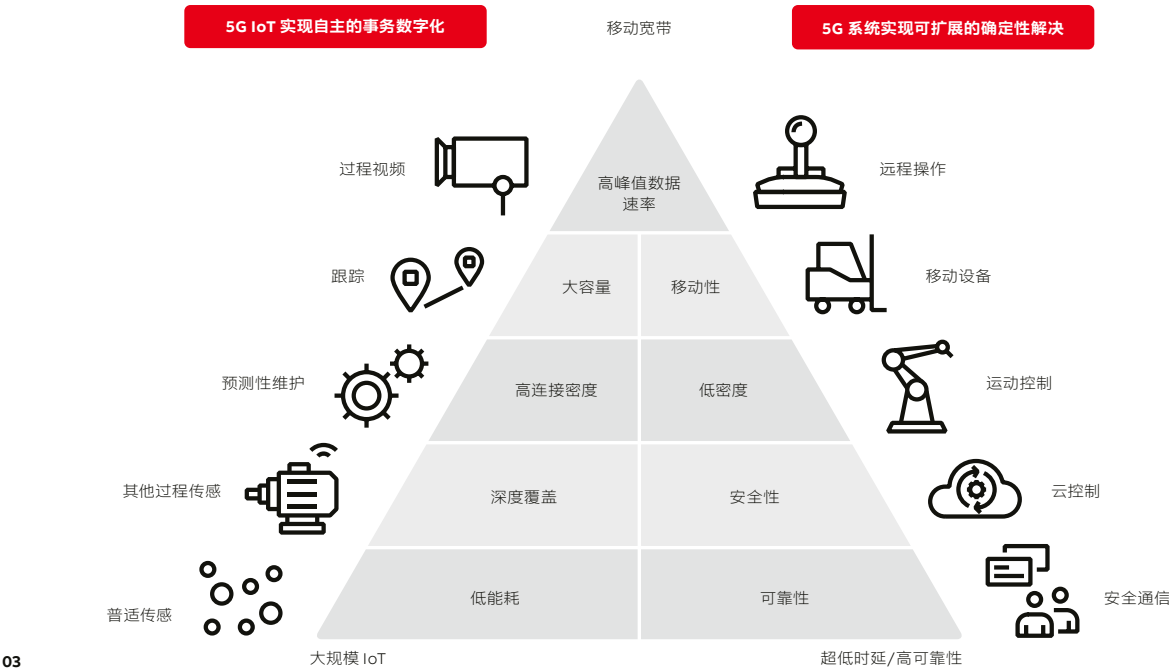
低功耗且高密度

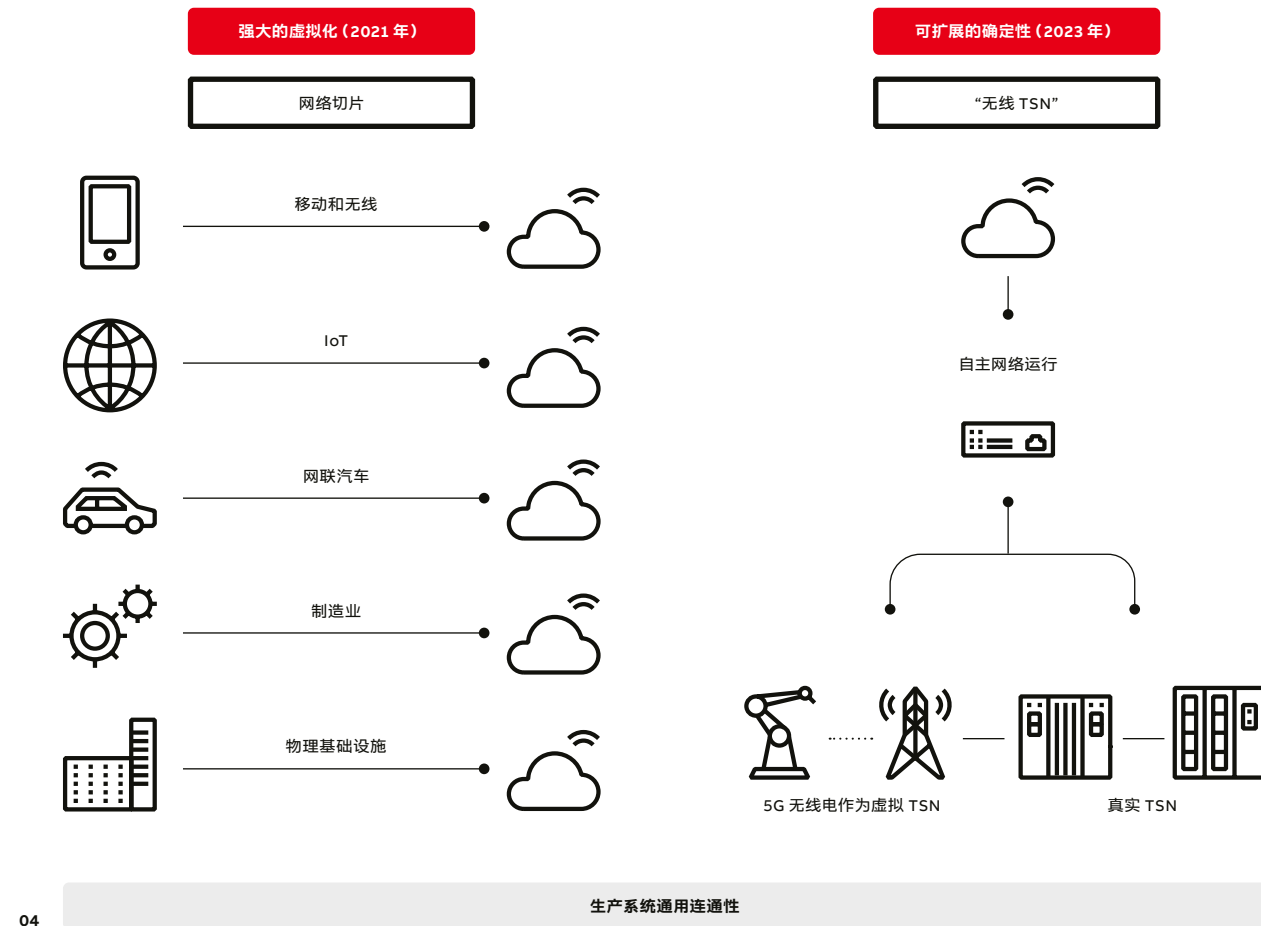
5G可提供低功耗和低数据速率的协议变体，利用窄带物联网（NB-IoT）来支持大幅增加的设备密度（见 mMTC）。NB-IoT 是一种低成本的低功耗广域无线网络标准，以 200kHz 运行，可支持多种蜂窝设备和服务，专注于室内覆盖、长电池寿命和高连接密度。由于传输功率在 mW 范围内，NB-IoT 甚至可以使能量自主式传感器实现灵活定位，而无需考虑通信或电源，从而降低成本并减少安装时间

增加客户价值是ABB参与5G业务的主要驱动力。

5G 的价值

如上所述，多种5G工业应用可以在同一网络基础设施上同时运行，具体取决于是否有足够的无线电和网络资源。这些资源可以在软件中重新配置，以配合自适应生产系统中不断变化的应用程序需求组合。





5G 具备为工业系统提供通用连通性的潜力。

由于网络性能可以通过非常细粒度的方式进行定制，因此增量成本（通过添加资源）可创造更多的增量价值（特定于应用性能）。

除了上述技术创新之外，增加客户价值是 ABB 参与 5G 业的主要驱动力。例如，首次有望将任务关键型自动化基础设施的所有权和运营权交给自动化供应商。电厂和工厂所有者可以选择摆脱 DCS 硬件操作与维护成本和工作，但仍可保留对现场总线、控制器和 I/O 设备的控制。这样，就可以控制或转移操作风险。

5G 还有助于提高生产力。在不增加基础设施成本的情况下，添加并连接传感器的能力是提高物理生产过程和基础设施数字化水平的催化剂。数据增加意味着对过程和产品的更深入洞察，可以通过机器学习算法使用这些数据，以预测和防止系统停机以及质量问题。

其他关键价值主张包括：

- 5G 将提高生产过程中的灵活性。总体而言，无线通信允许通过 AGV 更轻松地对机器、生产模块或物料运输进行再布置。5G 专门为工业规模所需的这种灵活性提高可靠度和确定性。
- 5G 能够促进可持续发展，其本身就是一种可持续技术。5G 基础设施可以在不同应用和工业领域之间共享。如今投资的传感器或蜂窝自动化设备预计可使用多年。

图片来源: ©littlewolf1989/stock.adobe.com

— 04 5G 和 TSN 的关键创新。

— 05 5G 将对 ABB 涉足的多个行业产生重大影响。

5G 和 IEEE 时间敏感网络 (TSN) 共同构成一套在低层级提供确定性网络的 IEEE 标准，旨在为工业系统和（大规模）基础设施提供通用连通性和计算能力。安全应用、闭环控制、操作、数据分析或机器学习的自动化功能将能够对其所需资源进行协商，而无需考虑通信协议或部署问题 → 04。

让 5G 成为现实

5G 是一个复杂而多功能的通信生态系统，它融合了各种不同的无线技术、全局有线广域网、功能强大的计算机以及大量智能软件功能。5G 具备



— 06 5G 自动化解决方案何时可用？从垂直产业看 5G 路线图。

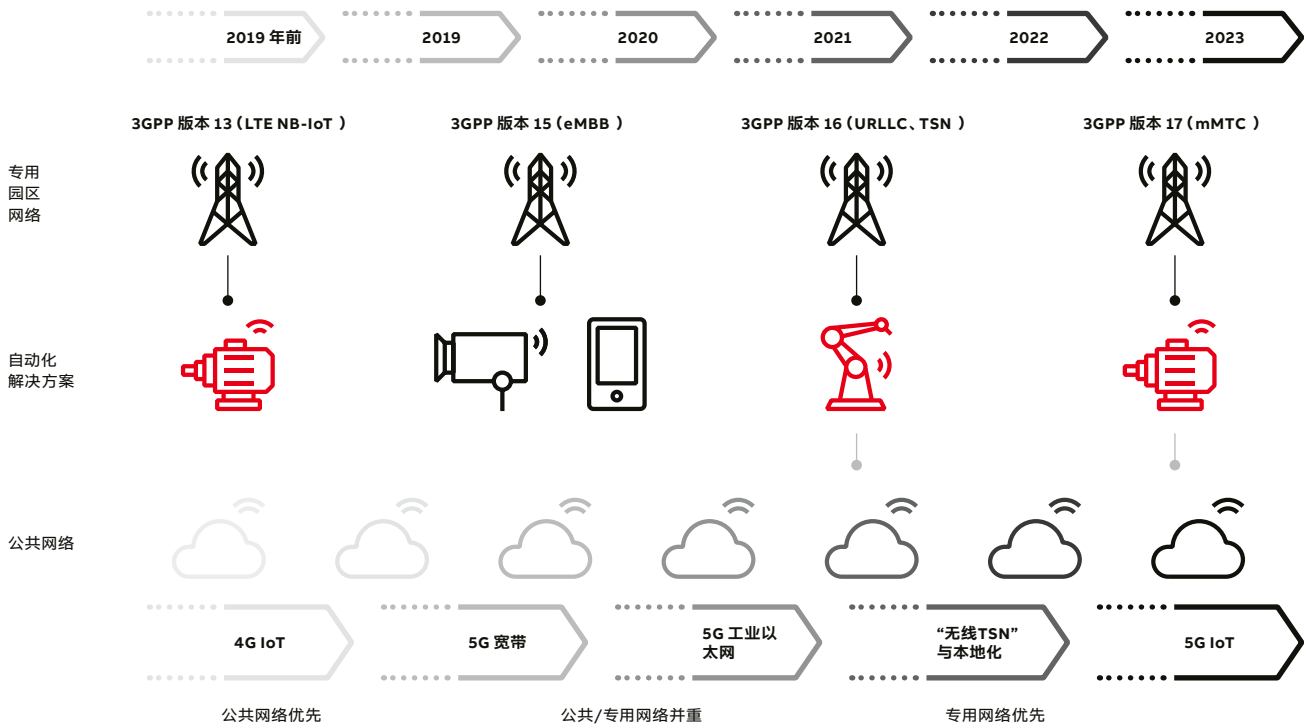
为工业系统提供通用连通性的潜力→05。5G 未来几年的可用性如图→06 所示。5G 具有可配置的通信性能、低功耗无线选项、并置计算和通过订阅获得的可用性，这使其超越现有的工业应用通信技术。

如今，ABB 可为石油天然气环境提供电信解决方案，而蜂窝技术已经成为 ABB 众多产品的一部分。ABB 也是首批利用 NB-IoT 蜂窝协议实现车队管理和遥测应用来提高资产可用性的公司之一。

为了开发未来的数字化机遇，ABB 与信息

参考文献

[1] D. Schulz, “Buzzword demystifier: 5G,” ABB Review 3/2020, pp. 78-79.



3GPP: 第三代合作伙伴计划，为移动通信制定协议的众多标准化组织的总称。

技术洞察

Ekip UP 资产与电能管理

— 01 Ekip UP 可监控、保护和控制多种类型应用中的配电和自动化



01



Fabio Monachesi
ABB 电气化事业部
意大利贝加莫

fabio.monachesi@it.abb.com



Sekhar Chakraborty
ABB 电气化事业部
英国考文垂

sekhar.chakraborty@gb.abb.com

作为 ABB Ability™ 智能电力产品组合的一部分，Ekip UP 可将配电和自动化应用转换为数字微电网，从而提高能效以及服务连续性和安全性。

微电网（即分布式能源与负载）是电力领域中一个重要的新元素，主要用于低压（LV）网络，能够以受控和协调方式协同工作，既可连接到国家电网，也可以“孤岛”模式运行。低压微电网对于可再生能源的推广尤为重要。低压微电网所代表的去中心化是传统集中式国家电网的终极对立面。

低压装置的规模小且预算紧，这意味着在智能电源控制、监测或管理方面增加的费用会迅速占用整个微电网的成本。

这种限制导致在微电网和其他低压应用中，安装了数百万个各种品牌的空气断路器和塑壳断路器，而这些断路器却缺乏先进的监测或资源优化功能。随着物联网（IoT）和通信网络形式的数字化转变，这种劣势目前已引起人们关注，只要使用适当的智能技术，这些网络就可以释放出数据的力量，从而优化电源管理。

ABB Ekip UP 可提供这种智能技术 →01-02。



02

Ekip UP

ABB 的 Ekip UP 是一个多功能数字化单元，可提供监测、保护、控制、可编程逻辑、全连接、易集成和综合能源管理等功能，适用于电压不超过 1,150 V、工作电流为 100 至 6,300 A 的低压配电和自动化应用 → 03-05。

Ekip UP 可以通过一个可选网关模块直接连接到 ABB Ability™ 配电控制系统（EDCS），以提供一个功能强大的基于云的平台，实现对整个电气系统的监测、探索、分析和操作。这种云架构是与微软共同开发的，旨在提高性能并保证最高可靠性和安全性。Ekip UP/EDCS 组合可在各种低压网络中提供广泛的监测和管理能力。

Ekip UP 有五种版本可供选择：

Ekip UP Monitor

Ekip UP Monitor 可测量与 4MW 以下站点良好电源管理相关的一整套参数，包括：电压、电流、频率相位、有功/无功功率等。Ekip UP Monitor 还配备一台根据 IEC 61000-4-30 第 2 版制造、可测量最高 50 次谐波的电能量网络分析仪，以及一台故障分析数据记录器。有八条现场总线和以太网链路，再加上一条专有总线，可轻松实现系统集成。每台 Ekip UP 都有四个用于即插即用模块的插槽，可以与监测系统共享最多 3,000 个数据点，从而确保每种应用的模块化。

该数字化单元还可通过内置模块中的 PT 探头和模拟传感器感测母线、变压器和配电盘的温度及湿度值。

Ekip UP Protect 和 Ekip UP Protect+

与 Ekip UP Monitor 提供的基于电流、电压、频率和功率值的功能相比，这两种型号增加了保护功能。Ekip UP Protect+ 还增加了发电机保护功能，以及

Ekip UP 可以连接到 ABB Ability™ EDCS, 以提供一个功能强大的基于云的平台。

配电和发电的自适应和定向过流保护功能。该设备通过变电站专用总线和本地 IEC 61850 GOOSE 通信实现数字化区域

—
02 Ekip UP。该设备采用模块化即插即用设计，简化新系统的配置或旧系统的升级。

—
03 Ekip UP 为低压配电和自动化应用提供了广泛功能。

选择性。它还可以实现限制性/非限制性接地故障的区分。区域选择性允许快速隔离故障区域，这样断开只发生在靠近故障的地方，而其他设备仍保持中断。

两种型号都可配备软件包，以满足负荷、同步检查功能、可编程逻辑和接口认证保护的需要。这些高级功能可确保服务连续性和能效，并降低复杂性。

Ekip UP 还可以简单用作继电器失效时的后备支援。

Ekip UP Control

与以上版本相比，Ekip UP Control 增加了荣获专利的电源管理算法，该算法可实现峰值消除和负荷转移，以优化系统性能和生产率。此类措施最多可节省 20% 的电费。

Ekip UP Control 安装在中低压变压器下游，可在负载失衡的紧急情况下使用频率斜率数据断开负载。该接口保护系统为最终用户与供给公用事业的本地发电的连接提供必要保护。当电网电压和频率值超出范围时，发电机组将与电网断开连接。主电网恢复稳定后，内置 Ekip UP 同步检查逻辑将执行安全的重新连接。

Ekip UP Control+

Ekip UP control+ 凭借有效的控制功能成为微电网控制器，是 Ekip UP 系列的高端产品。Ekip UP Control+ 可以运行一套软件功能，帮助实现用户在配电和自动化方面的每一个目标。

Ekip UP 应用领域

Ekip UP 用于各种低压环境。在诸如酒店、购物中心或办公室等商业建筑中，Ekip UP 可监测现有设施的能耗，并将这些设施连接到云端。由于该数字单元中嵌入了

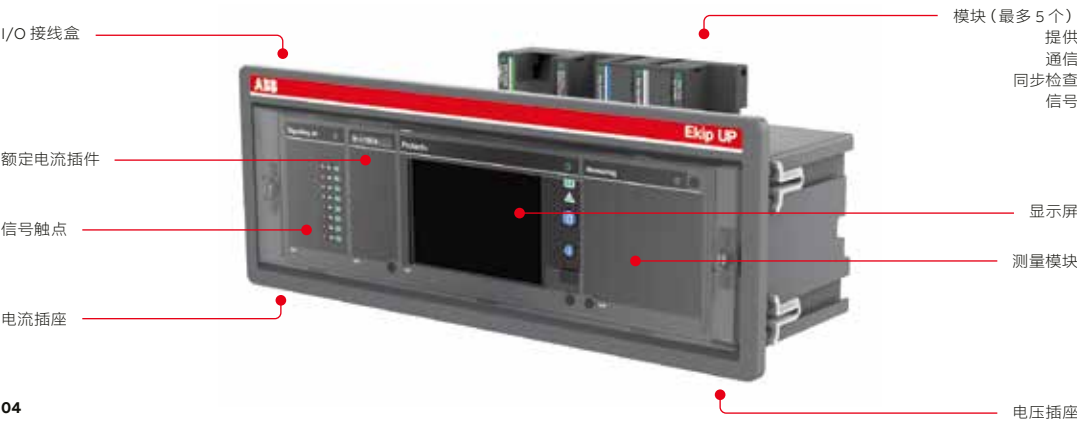
EkipUP+增加了发电机保护功能, 以及自适应和定向过流保护功能。

远程能源管理系统和智能电源管理算法，设施管理人员和最终用户可以提高该地电厂的能效。在配备电动汽车充电器的新基础设施中，Ekip UP 成为电流检测的关键，从而实现峰值调节和负荷转移策略。

在工业和公用事业工厂中，Ekip UP 通过与每台开关设备的直接接口

03





来保护工厂电力系统和自动化过程。由于嵌入式可编程逻辑可以向隔离开关发送跳闸命令（石油天然气行业的典型用例），该单元能够完全满足 ANSI 配电和发电保护功能要求。

微电网这种低压环境配备 Ekip UP 的优势会特别突出，因为 Ekip UP 可以协调负荷/发电机负载和流量。借助可用的软件功能，Ekip UP 能够最大限度地提高数据中心、太阳能发电厂等设施的微电网服务连续性。而 Ekip UP 所具备的先进连接能力使集成变得更简单。

ABB Ability™ EDCS

ABB Ability™ EDCS 是一个基于云的平台，旨在监测、优化和控制电气系统：

- 监测：发现站点性能；监控电气系统；以及分配成本。
- 探索：可视化系统结构；验证资产健康状况；以及根据预测和指示获得可执行洞察。
- 分析：安排和分析自动数据导出；改善资产使用情况；以及做出正确的业务决策。
- 行动：设置提醒并通知负责人员；远程实施有效的能效策略，以简单的方式实现节约；以及管理维护活动，并安排后续次维护行动。

EDCS 所使用的数据来自塑壳断路器、微型断路器、电弧防护器、万用表等，由 Ekip UP 提供。Ekip UP 可

实现云连接，无需替换棕地应用中的任何现有资产。EDCS 是一种多用户设备，通过 Web 界面操作，因此可以通过网络安全链接在智能手机或个人计算机上随时随地使用。通过 EDCS 平台，Ekip UP 可对已安装的 ABB 和旧有 GE 资产的维护进行预测，从而将相关操作成本降低 30%。

EDCS 可提供在单站点和多站点级别访问实时数据和历史趋势的权限，以便进行性能比较并设置基准。一名维修技术员可以管理多个站点，并且由于 EDCS 可持续

在配备电动汽车充电器的新基础设施中, Ekip UP 成为了解电流的关键。

对电气系统中的设备执行诊断，因此只需在必要时采取行动。EDCS 算法通过直接测量设备活动度，得出设备的可靠性曲线，并提供有关何时进行下一次维护的建议。

— 04 Ekip UP 的主要功能结构。

— 05 Ekip UP 只占用很小的机架空间。Ekip UP 有 DIN 导轨安装和门上安装两种选择，可满足占地面积有限的 OEM 和面板制造商的安装要求。

Ekip UP 应用案例

典型的 Ekip UP 实施案例是开关柜应用，

其中断路器的工作状态仍然良好，但其他设备则需要更换。阿联酋（UAE）沙迦水电局（SEWA）的案例就是如此。SEWA 为沙迦酋长国的居民配水和发电。

在 SEWA 的 Qasimia 变电站中，所有低压断路器的跳闸单元（由 ABB 的竞争对手提供）都出现了故障。原供应商建议更换全套断路器，这是一项巨大且昂贵的工程。为了寻求更经济高效的替代解决方案，SEWA 联系了 ABB。由于断路器运行正常，所以

ABB 只是以 Ekip UP 替换了出现故障的电子脱扣器。EkipUP 与现有的所有低压断路器完全兼容，甚至包括竞争对手的设备。调试由 ABB 的 Ekip Connect 支持，这是一种免费软件工具，可优化 Ekip UP 管理电源、获取和分析电气值以及测试保护、维护和诊断功能的能力。

明智的选择

Ekip UP 的各种附件是对其先进功能的有力补充。Ekip UP 采用模块化和标准化设计，并借助 EDCS 的功能实现强化，提供一条实现云连接技术的理想途径，既可节省成本、减少停机时间，还使电源管理变得更简单高效和更有效益。选择 Ekip UP 无疑是一项明智的决定，它可以为所有低压厂提供一种能够监测、保护和控制设施的数字化单元。•

Ekip UP 可提供云连接技术, 从而节省成本和减少停机时间, 同时改善电源管理。



技术洞察

量子计算： 炒作与希望

要实现工业环境中的自主性，需要解决优化和人工智能（AI）领域中的计算问题。在此类问题中，有些无法用现有硬件和软件来解决。量子计算可提供解决问题的密钥吗？



Thorsten Strassel
ABB 瑞士研究中心
瑞士巴登

thorsten.strassel@
ch.abb.com



Elsi-Mari Borrelli
ABB 瑞士研究中心
瑞士巴登

elsi-mari.borrelli@
ch.abb.com

量子计算目前是科技界谈论最多的话题之一。然而，由于它与我们过往的日常经验相去甚远，因此其影响力对于大多数人而言仍然是一个未知之数。每一天，它都会出现在新闻头条上，备受吹捧并不断取得进展。2019 年底，谷歌击败其竞争对手实现“量子霸权”的惊人消息成为该领域的重磅事件。这一突破在科技界引起了极大震动，人们甚至将这一重大工程成就与阿波罗 11 号登月相提并论→01-02。

回归现实，提出质疑并评估量子计算对未来工业应用的重要性才是正道：量子计算将为工业应用提供什么样的技术？如今阻止量子计算机应用的障碍是什么？是否有其他新兴技术可能会产生类似的影响？

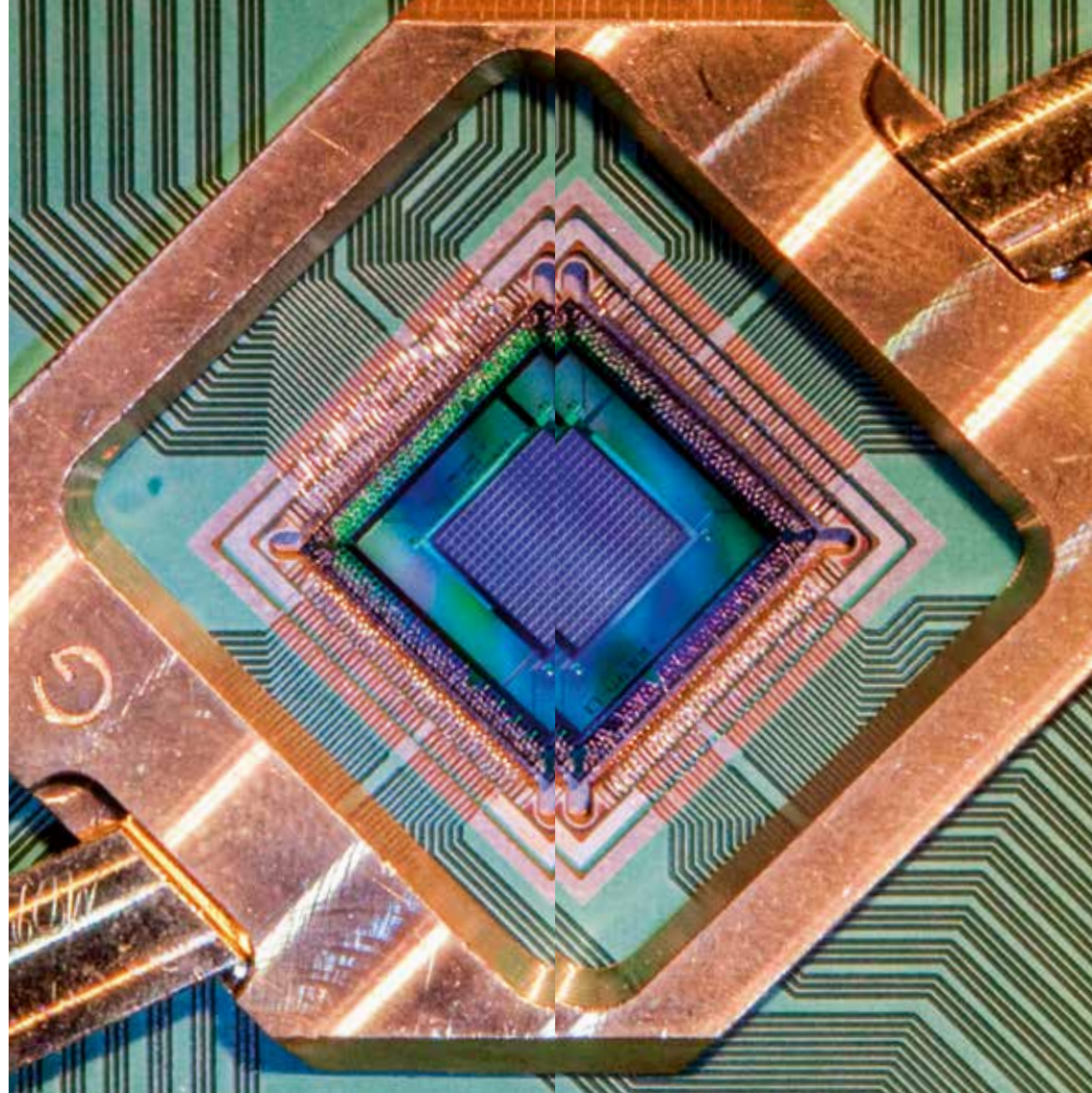
我现在可以买到一台量子计算机吗？

我们最好先从以下问题开始探讨：量子计算机是什么？谁在争相制造量子计算机？

量子计算机预计不会成为笔记本电脑的增强型替代品（即使从长远来看），也不会成为取代大型群集计算的通用超级计算机。

事实上，量子计算机是一种大型专用机器。

事实上，量子计算机是一种大型专用机器，旨在超越传统硬件（及其后续产品）处理专门计算问题（详情



01

图 01 图片：D-Wave Systems Inc.；图 02 来源：IBM，通过 Kandala et al., Nature and Creative Commons 分享，许可证详细信息：https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/legalcode；

图 03 来源：IBM，通过 Kandala et al., Nature and Creative Commons 分享，许可证详细信息：https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/legalcode

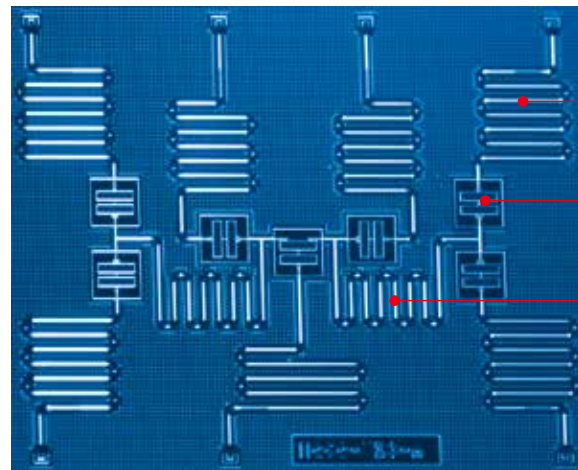
— 01 量子计算有望成为实现工业机器自主性的关键，但它们在实验室之外是否具有可行性？图中所示为 D-Wave 2000Q 芯片。

— 02 基于超导技术的 IBM 7 量子位芯片的早期设计。

— 03 IBM Q System One 量子计算机。

见下文)→03。其利用量子力学的原理，在数分钟内解决最快的超级计算机需要数千年甚至更长时间才能解决的问题。重要的是，加速只能通过利用量子物理定律的特殊算法（其设计本身就是一门科学）来实现；目前的算法毫无用处。

量子计算的概念是由诺贝尔奖得主 Richard Feynman 于 1982 年在 IBM 的一次著名演讲中提出的。随后进行了实验性工作，在 1990 年代后期，出现了第一批量子计算设备，使所谓的量子位（即传统计算中位元的量子相对论）大显身手。最近的理论进展极大推动了该领域的发展。如今，54 量子位的芯片代表了最先进的技术，而谷歌、IBM 和 Honeywell 等公司已



02

和读出谐振器 (x7)
量子位 (x7)
总线谐振器 (x2)。实现双量子位门。



03

超越知名科研机构，占据了硬件领域的领导地位，还有一些硬件初创公司也正在奋起直追。（这些努力涉及一个通用的量子计算机架构；在为量子退火特定算法而优化的硬件方面，

加速只能通过特殊算法来实现。

D-Wave 公司最为人知。）与此同时，瑞典的政府机构和沃伦堡基金会（Wallenberg Foundation）也在知识发展和商业化方面提供了协助。到目前为止，尽管做出了这些工作，但这项技术仍然处于实验中，尚未实现商用。那么还要等多久呢？

实际情况如何？

自从量子计算的概念被首次提出，以及首批量子位实现以来，人们已经研究了多种不同的硬件实施方案。目前，离子阱和超导回路是实现量子计算机的最成熟技术→04–05。

最先进的演示芯片有 54 个量子位，每一个都与另外 4 个量子位相连，用于超导通用量子计算。在图→04 中，用于控制信号的微波电缆连接到量子芯片——即位于图像底部的黑色小方块。对于离子阱，所报告的量子位数为 11 量子位，具有完全连接性。量子位可以在各种技术平台上实现，这些平台在量子计算机的设计上各有利弊。为了

要将技术规模扩大到几千量子位以上，需要重大的技术突破。

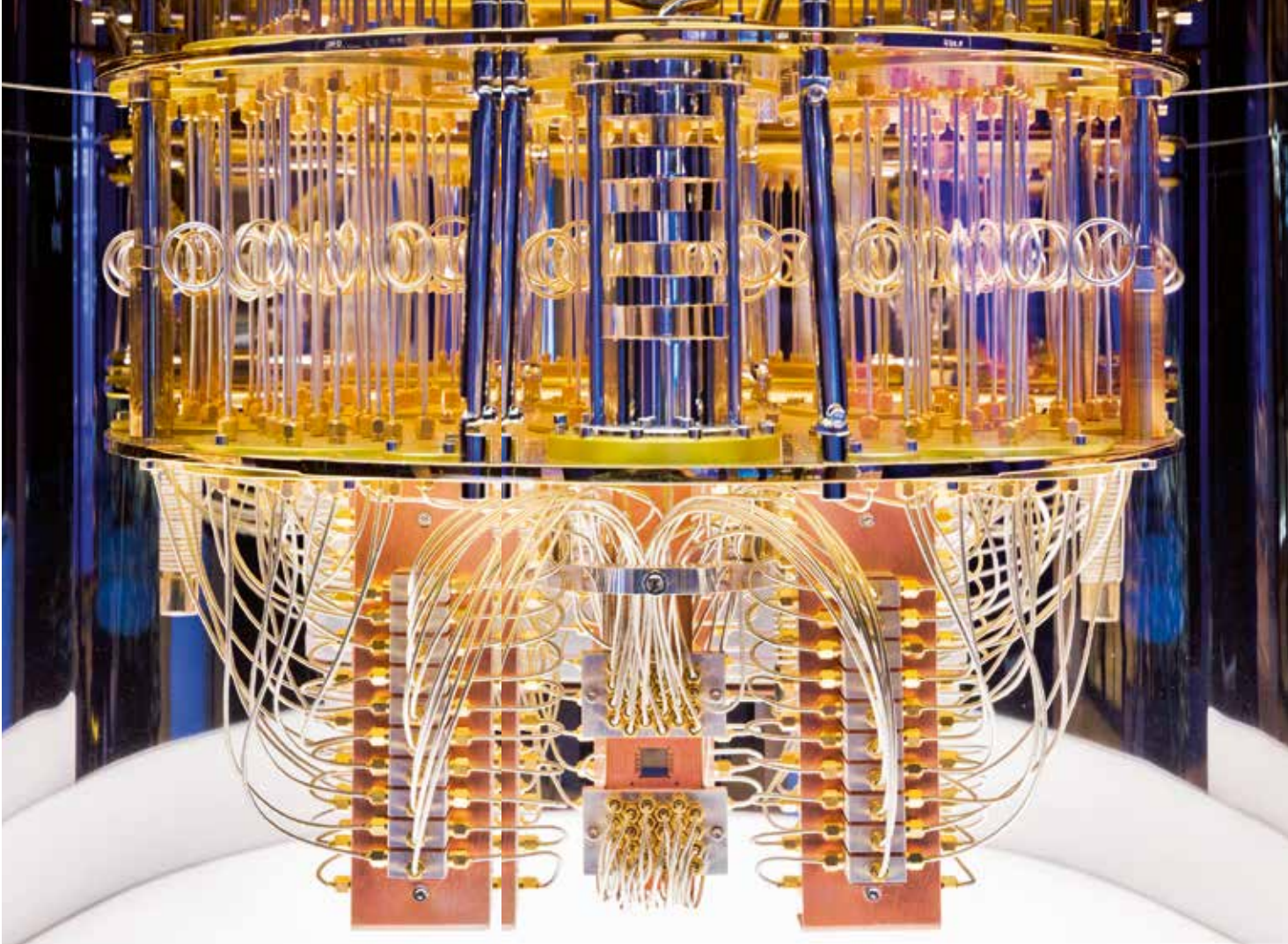
在量子硬件上运行一种算法，量子位通过各种类型的逻辑门进行交互。除了量子位本身的属性外，其特定排列方式和门操作也是决定量子算法是否能成功实现的关键因素。由于量子位及其存储的信息对外界噪声和门操作本身非常敏感，因此算法的精确实现非常困难。为了减少与周围环境相互作用所产生的噪声，如今的量子计算机必须在接近绝对零度的温度下或在高质量的真空中运行→06。因此，未来的通用量子计算机需要有效的纠错算法来抵消噪声的有害影响。现已提出各种纠错策略，但这些策略会消耗量子位，从而减少芯片上用于计算问题本身的量子位的最终数量。

如今的量子芯片仅限于几十个量子位，在门操作中仍然存在大量错误。但从中长期来看，预计

硬件规模将会如何扩大？有人提出了一个与著名摩尔定律类似的定律，该定律预测每年量子计算能力（“量子体积”）将加倍^[1]。然而，要将技术规模扩大到几千量子位以上，需要重大的技术突破。在等待这项技术扩展到所承诺的巨大计算能力的同时，我们不妨思考就中期而言是否已经带来一些好处。

让算法发挥作用

量子计算机最为人所知的可能是其对现有加密系统构成的理论威胁。然而，对具有密码学意义的数字进行因数分解需要约 100 万个高质量量子位进行计算，即使是如今噪声最低的小型量子芯片也远远达不到所需的能力。同样的观点也适用于所有“火星任务”量子算法，即那些有望为大量应用提供惊人加速的量子算法（与“登月计划”算法不同，后者承诺的加速效果没有那么惊人，但硬件有限）。



04

— 04 IBM 量子计算系统内部。量子芯片位于中心底部的黑色小方块中。

— 05 用于量子计算的量子位技术。量子位通常是用微波或激光技术操纵的。

05a 超导回路。

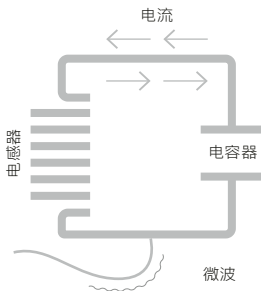
05b 陷俘离子。

05c 硅量子点。

现有硬件与运行有意义算法的要求之间存在的差距如此之大，这自然为怀疑论提供了最佳土壤：利用量子硬件获得真正的优势所涉及的工程挑战会否太大？为了给怀疑论者一个比“等着瞧”更好的反驳，

利用量子计算获得真正的优势所涉及的工程挑战会否太大？

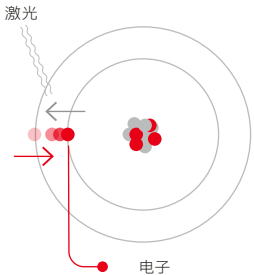
物理学家 John Preskill 在 2012 年提出了量子计算机的另一个里程碑：量子霸权。为了实现这一里程碑，需要演示量子计算机能够比最好的传统硬件更快地完成任何不凡任务（甚至不一定有用）。这一里程碑就是谷歌量子计算团队于 2019 年 10 月取得的结果 [2]。



超导回路
无阻电流在芯片上的微谐振回路中振荡。注入微波信号以控制能级。

- + 快速门操作。制造技术与半导体芯片接近。
- 量子位中信息的生命周期很短。必须保存在超低温冷冻设备中。

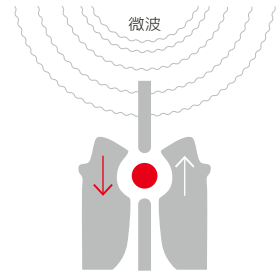
05a



陷俘离子
离子中的电子态被操控。激光冷却和射频场用于捕获离子，另有激光束用于操控。

- + 非常稳定的量子位。最高的门保真度。
- 操作缓慢。需要激光束和超高真空的光纤接入。

05b

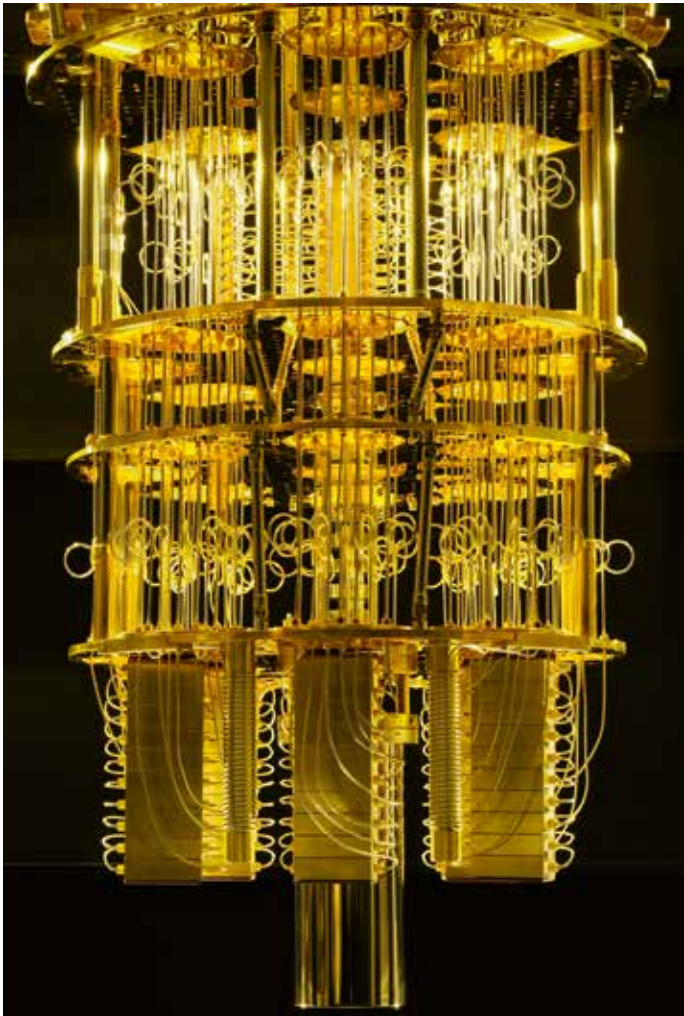


硅量子点
在硅的半导体结构上创建含有单电子的“人造原子”。微波脉冲控制电子的量子态。

- + 稳定。基于已用于半导体行业的制造技术建立。
- 技术不太成熟。必须保存在超低温冷冻设备中。

05c

图 04 来源：IBM。通过 Nature and Creative Commons 分享，许可证详细信息：https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/legalcode



06

谷歌科学家使用了一个人工计算问题，即对随机量子电路进行采样。量子门序列是随机生成的，即无意于形成实际算法，且要求 54 量子位的量子计算机以位串输出的形式发回“计算”结果（例如：0101……）。由于门的量子特性，对于每一个序列，在获得的输出中都存在一个带有量子特性的统计变差。所实现的量子算法可重复计算并创建分布，以尽可能快地对每个量子电路做出相应的位串采样。随着量子位数和实现门数的增加，在传统计算机上找到这种随机量子电路最有可能的输出变得越来越困难。

科学家们计算出，一台传统计算机要花 10,000 年才能完成这项任务；而量子计算机则只需几分钟。

在其中实现霸权的任务对任何应用都无甚用处，也没有迹象表明任何有用的任务可以通过当前的芯片快速得到解决。演示“仅仅”表明，即使是一台小型量子计算机也能比传统计算机更好地完成一项特定的不凡任务。从这个角度来看，用量子“优势”而非“霸权”来形容这一成就可能更为恰当。

然而，也有证据表明，即使是此类约有数百或数千个量子位的噪声中尺度量子（NISQ）计算机，也可以通过量子启发式，如量子退火或量子近似优化算法（QAOA），来帮助解决复杂的组合优化问题→07。

即使是有数百或数千量子位的 NISQ 计算机也可以帮助解决复杂的优化问题。

这样的组合优化问题应用广泛，相关规模的量子芯片已经出现在所有相关量子硬件厂商的近中期路线图。2020 年 9 月，IBM 发布了量子计算路线图，预计到 2023 年将推出一款 1,000 多量子位设备，称为 IBM Quantum Condor[®]。在金融、汽车等行业，最近有迹象表明了量子芯片的这种进展将如何助益[4,5]。

工业自动驾驶应用

ABB 已开始研究量子计算技术，以确定其在改善大型自主车队、能源系统、供应链或制程优化方面的潜力。许多应用都涉及到非常复杂的优化问题，目前这些问题仍无法得到有效解决，或者根本无法解决。量子计算会成为解决这些问题的关键吗？

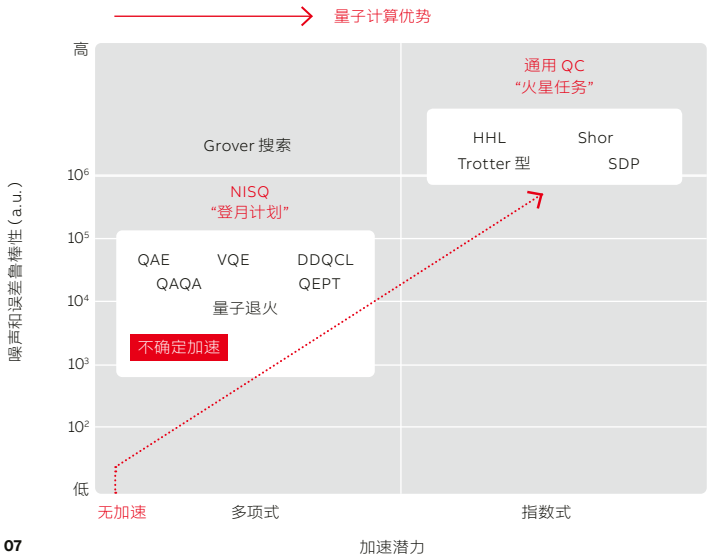
在最近围绕量子计算的大肆炒作中，值得记住的是，

图 06 来源：Graham Carlow, 由 IBM 友情提供。通过 Creative Commons 分享，许可证详细信息：https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/legalcode

— 06 IBM Q 稀释制冷机：底部低温可确保芯片低噪声运行。
— 07 选定的量子计算算法属于近中期 NISQ 体制；长期火星任务算法则适用于通用量子计算机^[6]。

不仅只有硬件可以彻底改变未来自主系统的计算方法。优化算法本身的创新最终可能会带来更好的投资回报，即使是使用相同的传统硬件。其中一些创新受到量子计算算法的启发，大大缩短了某些问题的求解时间。这些算法的发展并没有像量子计算那样出现在头条上，但它们可能在近期产生更大的影响。

在工业自动驾驶方面，ABB 正引导新兴计算



07

- Grover 搜索：一种量子算法，以高概率找到产生特定输出值的黑盒函数的唯一输入
- QAE：量子振幅估计，用于蒙特卡罗采样
- VQE：变分量子特征值求解算法
- DDQCL：数据驱动的量子电路学习
- QAOA：量子近似优化算法
- QEPT：量子增强布居迁移
- HHL：（Harrow、Hassidim、Lloyd）一种量子算法，用于求解线性方程组
- Shor：一种量子计算机多项式时间算法，用于整数因式分解
- Trotter 型：用于化学模拟
- SDP：半定规划，用于组合优化问题

参考文献

[1] J. Gambetta and S. Sheldon, "Cramming More Power Into a Quantum Device," IBM Research Blog 2019.来源: https://www.ibm.com/blogs/research/2019/03/power-quantum-device/.[访问日期: 2020 年 9 月 2 日].

[2] F. Arute, et al., "Quantum supremacy using a programmable superconducting processor," Nature 574, pp. 505–510, 2019.来源: https://doi.org/10.1038/s41586-019-1666-5.[访问日期: 2020 年 9 月 2 日].

[3] J. Gambetta, "IBM's Roadmap For Scaling Quantum Technology,"来源: https://www.ibm.com/blogs/research/2020/09/ibm-quantum-roadmap/. [访问日期: 2020 年 9 月 21 日].

[4] F. Neukart et al., "Traffic Flow Optimization Using a Quantum Annealer," Frontiers in ICT, December 20, 2017.来源: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fict.2017.00029/full. [访问日期: 2020 年 9 月 2 日].

[5] M. Kühn et al., "Accuracy and Resource Estimations for Quantum Chemistry on a Near-Term Quantum Computer," Journal of Chemical Theory and Computation 2019 15(9), 4764–4780 来源: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jctc.9b00236%E2%80%AC. [访问日期: 2020 年 9 月 2 日].

[6] A. Montanaro, "Quantum algorithms: an overview". npj Quantum Information 2, article number 15023, 2016.来源: https://doi.org/10.1038/npjqi.2015.23.[访问日期: 2020 年 9 月 2 日].

生产力



采用更快、更好、更高效、更可靠的技术可推动生产力和可持续发展。这正是自动化、机器人技术和智能控制的共同目标，也是 ABB 的研究方向。

- 50 应对能源和交通革命的状态监测
- 54 扩展测量极限
- 60 自动化工程之路
- 66 新 MP³C 控制方法: 最大限度地提高效率 and 动态性
- 74 为何机器人产业关注汽车总装过程



生产力

应对能源和交通革命的状态监测

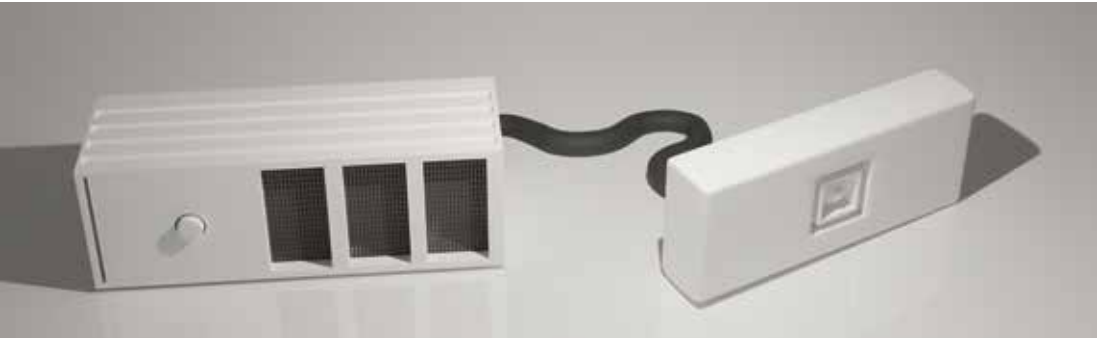
随着可再生能源和电动汽车的数量不断增加，给配电网及其维护策略带来日益沉重的压力。通过使用红外摄像机结合人工智能（AI）进行视情维护，有助于发现发展性电网设备故障。



—
01 FLEMING 项目技术将提高开关柜等电气设备的可靠性。图中所示为 ABB 的 IEC 空气绝缘 UniGear ZS1 中压开关柜。

—
02 AI 和传感设备相结合。

—
03 新型传感器和 AI 使经济状况监测成为可能。



02

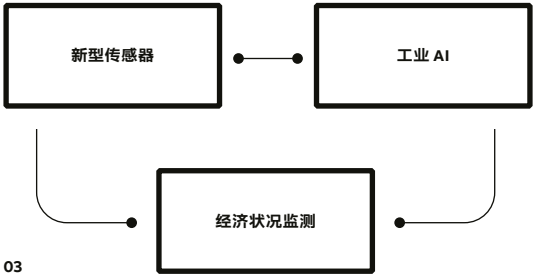
许多国家正在研究二氧化碳减排方法。这项工作将现代生活中的两大技术领域放到了舞台中央：发电和个人交通。这两个领域正在发生巨大变化：风能和太阳能产生的低二氧化碳电力越来越多，而在交通运输领域，电力使用稳步上升，正在取代化石燃料成为汽车动力源，这往往隐含着电力将源自绿色能源的假设。

将可再生能源和电动汽车连接到配电网后，给本就紧张的系统进一步增加了压力：可再生能源是时断时续的，并可能出现波动，大型电动汽车车队将产生新的峰值负荷，并且总体需求也会增长。因此，电网运营商必须想办法增加其网络运营的灵活性，

—
红外摄像机结合人工智能有助于发现中压开关柜中的发展性电网设备故障。

以应对更频繁发生的非常规情况和切换事件。压力的增加也给传统维护策略带来挑战，如果没有视情维护，成本可能会呈爆炸式增长。

本文介绍了红外摄像机如何结合 AI 帮助发现中压（MV）开关柜中的发展性故障，并实现视情维护 →01-03。这项工作是在 FLEMING 研究项目的背景下由 ABB 联合合作伙伴一起进行的。在 FLEMING 项目中，来自研究和工业界的联盟探讨如何通过 AI 方法连同传感器技术扩展从根本上改善目前配电网中传感器的使用情况。其目的是为德国能源和交通



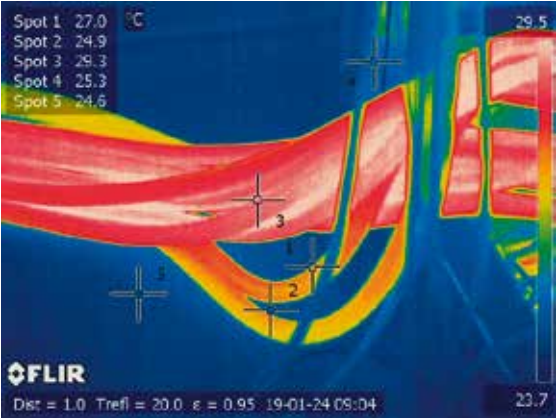
03

运输的成功转型作出重大贡献。从中汲取的教训可以在未来应用到其他方面。

该 FLEMING 联盟由 ABB 领导。合作伙伴来自工业界和学术界，包括：帕德博恩大学的 SICP 软件创新校区；亚琛工业大学 FIR；卡尔斯鲁厄理工学院电能发电系统和高压技术研究所；以及 Heimann Sensor GmbH（一家高质量红外传感器制造商）。联合合作伙伴为 Städtische Werke Überlandwerke Coburg GmbH（一家电力公司）和 WestfalenWIND GmbH（一家位于帕德博恩地区的风电场运营商）。

热监测
热监测是发现电气系统技术问题的一种有效方法。当电流通过导体时，导体会经由所谓的焦耳加热而升温。加热棒或电热水壶等日常用品都运用这一原理。

产生的热量不仅取决于电流水平，还取决于导体的电阻。因此，由于腐蚀或开关柜元件（如母线螺栓）安装不当或振动松动（此问题在海上船舶中尤为常见），会导致电阻增加，从而产生局部热点。通过红外热成像（IRT），可以看到这些热点以及由此产生的实际和早期故障位置[1-3]。例如，在图 →04-05中，IRT 图像显示



04



05

最近或正通过的电缆电流所导致的发热。长时间异常高温会导致性能下降，因此需要及早发现热点[1]。

热监测传感器

尽管可以使用接触式测量技术来评估设备的热状态，但这些方法也存在一些缺点：

- 接触式电位测量会带来干扰开关柜电介质要求的风险，并降低设备安全性[1]。
- 如果将监测设备放置在强磁场或强电场区域，测量过程中可能会受到一些电磁干扰[4,5]。

IRT 摄像机不受这些问题影响。此外，与点测量不同，IRT 可以覆盖较大区域，从而显著降低与传感器相关的成本[4,6]。

置于开关柜中用于状态监测的传感器必须在较宽的环境温度范围内提供较高的测量精度。此外，它们还需要具有较长的使用寿命，且在此期间提供的测量结果必须可靠稳定（即低传感器漂移）。虽然测量红外温度的原理有几种（如辐射热法和热释电法），但热电传感器（如热电堆）能够最好地满足这些要求。

热电式传感器通常由薄膜上的几个热电偶组成。当入射红外辐射使薄膜温度升高时，传感器会产生与检测到的红外辐射成比例的输出电压。通过使用这种传感器的像素阵列，可以产生红外图像。没有活动元件（例如快门）是这些传感器使用寿命较长的原因之一。

传感

IRT 传感器提供的数据可记录由改变导体电阻的技术缺陷引起的热点。然而，虽然人类可轻易在传感器数据的可视化中发现这些问题，但若要在没有人为干预的情况下监测系统，则需要一种算法。

要实现这种系统，首先要对数据进行清理。通常情况下，需要改善 IRT 图像为人诟病的低对比度。此外，必须去除或减少像素信号中的噪声，以避免用于统计分析的偏斜值。

只要数据经过预处理，就可以应用几种不同类型的算法。传统方法是采用一个专家系统。通过一组人为定义的规则，系统实质上使用一个检查表来确定某个状态是否有问题。专家意见可以

—

与点测量不同，IRT 可以覆盖较大区域，从而显著降低与传感器相关的成本。

通过参考基于物理定律的模拟来加以提炼，这些模拟可显示出异常状态的特征。在这两种情况下，都需要在创建近完美模型（过于昂贵）和简单化模型（不足以充分捕捉现实）之间找到适当的平衡。

另一种方法是使用 AI 领域的机器学习算法，自动理解大数据集中的常见模式。虽然这些算法采用统计方法，但仍然可以从专家知识中受益。例如，专家知道对图像内的最高温度以及某些地区之间的温差非常重要。

—
04 在这张 IRT 图像中，可以看到电缆中的电流。

—
05 在该概念图中，可以将故障点看作热点（右上角）。

的温差非常重要。如果算法经过适当训练，则可以通过该算法执行的统计分析自动确定哪种温度和温差组合仍可接受与否。FLEMING 项目范围内的算法涵盖从纯专家系统到模拟人类视觉皮层的卷积神经网络的广泛算法。

预测性维护和视情维护

上述工具链可用于在问题发生时进行识别，并使维护团队能够立即采取行动。当然，如果能接收到故障预警会更好。专家知识和统计分析均可用于识别代表早期故障或致损事件的情况。这种方法产生一系列可能的算法类型，可用于预测性维护或视情维护。

在最基础层次上，算法将输入分类为在其他正常情况下显示故障。结合老化机制的知识，

—

RUL 是所有指标中最有用的，因为它允许操作员将维修安排进计划停机时间范围内。

可以对这种分类进行完善，以表征故障的进一步发展。这将促成故障预测或资产健康指数的生成。有了更多数据和/或甚至对故障

发展形势的更好了解，不仅可以预测即将发生的故障，还可以预测直到故障发生的估计时间，即预测剩余使用寿命（RUL）。虽然 RUL 是最难获得的参数，但也是所有指标中最有用的，因为它允许操作员将维修安排进计划停机时间范围内。RUL 很难获得，因为它不仅依赖于对故障阶段机制的深刻理解，而且还依赖于对使用模式的预测，而这并不总是可行的。

所有这些算法都是纯信息性的。然而，智能系统可以而且应该使用它们提供的信息，以提供操作、维护计划和维修指引方面的建议。

FLEMING 的愿景

电网面临的重大变化给其组件带来前所未有的压力，即使是高可靠性设备（如开关柜）也需应对老化加速问题。FLEMING 的愿景是改进现有状态监测解决方案，使其准备好迎接这些新挑战。虽然在 FLEMING 之前已经开发了自动故障检测技术，但该项目将探索扩展预测和 RUL 计算。其目标是结合高可靠性传感器技术，如 IRT 和 AI，从而实现可执行预测，将设备的非计划停机时间减至最少。本文所述基于 IRT 的关键中压设备解决方案还可能适用于其他类型的开关柜。

在后续文章中，将讨论其他故障模式以及振动传感器等监测解决方案。•

— 参考文献

[1] H. Niancang, "The infrared thermography diagnostic technique of high-voltage electrical equipment with internal faults," Proceedings of the POWERCON '98, 1998 International Conference on Power System Technology, Beijing, China, volume 1, pp. 110–115, 1998.	[2] T. Craig, "Condition monitoring in low-voltage circuit-breaker technology," Proceedings of the IET International Conference on Resilience of Transmission and Distribution Networks, RTDN 2017, Birmingham, UK, pp. 1–6, 2017.	[3] A. S. N. Huda and S. Taib, "Application of infrared thermography for predictive/preventive maintenance of thermal defect in electrical equipment," Applied Thermal Engineering, 61, pp. 220–227, 2013.	[4] M. S. Jadin, and S. Taib, "Recent progress in diagnosing the reliability of electrical equipment by using infrared thermography," Infrared Physics and Technology, volume 55, issue 4, pp. 236–245, 2012.	[5] B. Li et al., "HV Power equipment diagnosis based on infrared imaging analyzing," Proceedings of the 2006 International Conference on Power System Technology, pp. 1–4, 2006.	[6] Y. Chou and L. Yao, "Automatic diagnostic system of electrical equipment using infrared thermography," Proceedings of the 2009 International Conference of Soft Computing and Pattern Recognition, pp. 155–160, 2009.
--	--	--	---	---	---

生产力

扩展测量极限

对于冷轧机而言，铝带厚度的测量和控制至关重要。ABB 的 Millmate 测厚仪（MTG）系统可准确、可靠并安全地执行此操作。通过使用新型高通模式选项，客户很快就能读取薄铝带（0.6 mm–0.1 mm）的高频厚度变化，以用于前馈控制。



01

—
01 在轧制线上方没有任何东西阻挡铝带通过的情况下，可将无间隙测头安装在轧机辊道下方，以便在穿带、脱尾和断带时提供保护。

铝具有重量轻、强度高、反光性好和可回收的特性，是许多消费品和工业产品应用的理想选择。使用铝可以降低能源成本，并减少二氧化碳排放，这在当今市场上至关重要^[1]。因此，铝板的需求量大就不足为奇了，例如在包装和罐头生产行业；铝还适用于运输车辆，特别是白车身车辆，例如福特 F-150 等车型^[1]。据估计，北美轻质材料市场在 2020 年至 2025 年间将大幅增长，就价值而言，铝有望占据最大市场份额^[1]。然而，要生产出特定的铝最终产品，生产商需要控制铝或合金的化学成分、加工硬化和热历史，以及其厚度。

为此，铝冷轧机需要可靠、安全、坚固、紧凑和精确的测厚系统；还必须能够在恶劣和空间受限的环境中运行。在轧制过程中能够最大限度地减少厚度偏差的能力至关重要。这看似很容易，但实际上很难实现。

ABB 致力于开发尽可能最佳的测量和分析仪表，设计了独特的无间隙 MTG 盒式测厚系统→01，利用脉冲涡流技术（PEC）→02 来确定铝和覆铝的电阻率（27 nΩm–65 nΩm），以及带材的实际厚度（0.5 mm–8 mm）[2]。尽管取得了这一傲人成果，ABB

—
就冷轧机而言，更严格的厚度公差意味着更高的效率和更多的市场进入机会。

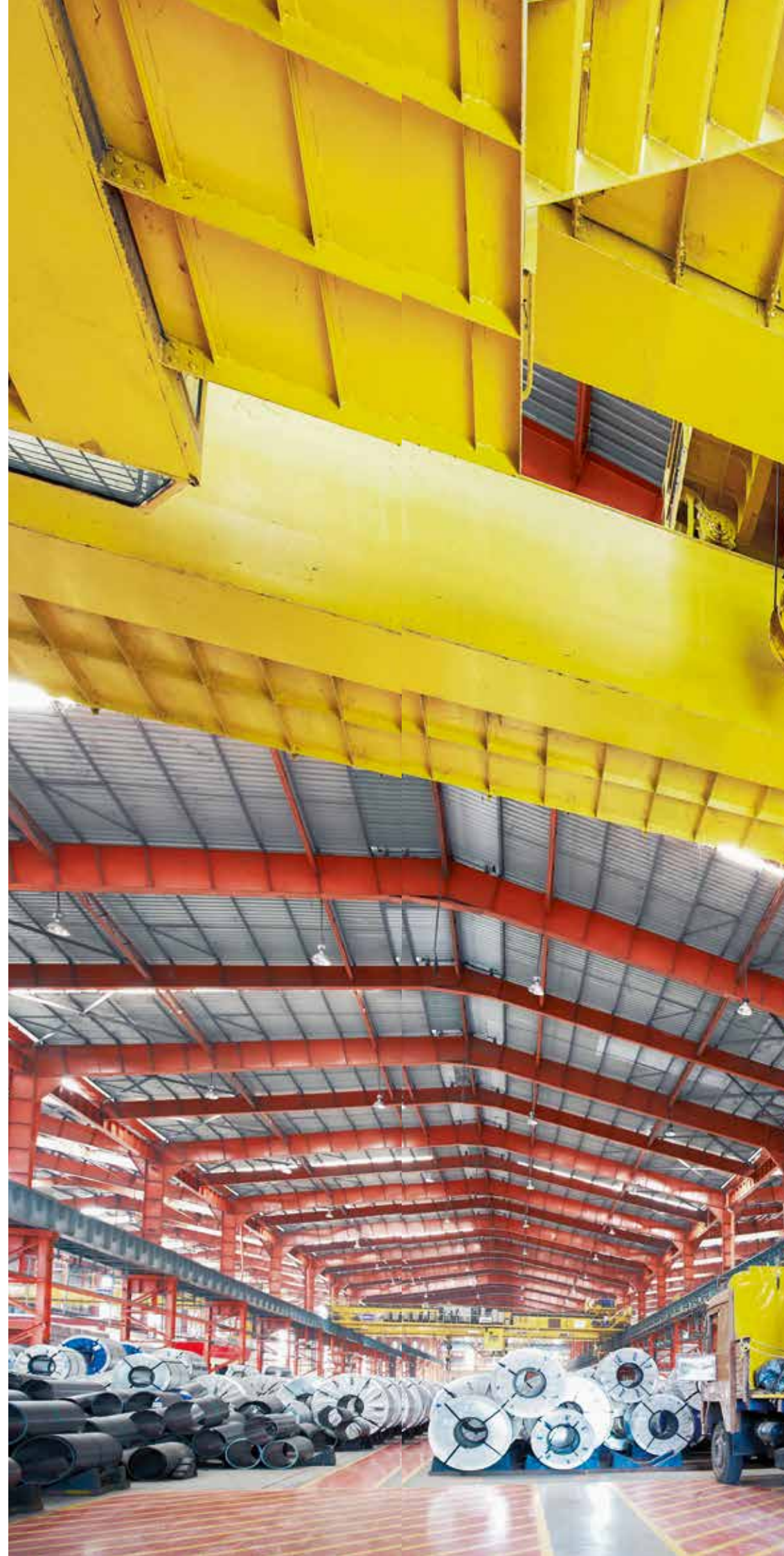
仍在不断努力扩大厚度测量的极限。通过采用新型高通模式选项计算薄铝带的厚度变化（0.6 mm–0.1 mm），客户将能够测量快速的厚度变化，用于特定条件下的前馈控制。

轧制过程与保持厚度一致

在轧制过程中，金属需要在恶劣环境下（在有灰尘、蒸汽、乳液或其他流体存在的情况下）承受巨大压力和张力；

—
Eva Wadman
Jarl Sobel
Anders Eidenvall
工业自动化事业部
测量与分析团队
瑞典韦斯特罗斯

eva.k.wadman@se.abb.com
jarl.r.sobel@se.abb.com
anders.eidenvall@se.abb.com





02

— 02 由于测量不受环境影响，因此 MTG 测厚仪可以放置在靠近辊缝的地方，甚至是机架间。MTG 测头中的电线圈以重型玻璃纤维增强环氧树脂板覆盖，可保护电线圈免受铝带产生的冲击和震荡。

— 03 由于小磁场产生的 PEC 响应只受厚度和电阻率的影响，这使得 MTG 测厚仪能够在测量真实厚度时不受环境影响。

— 04 图中显示了以高通模式测量薄铝带厚度变化的过程。

可保护测量仪免受恶劣的轧制条件影响→01。

- 无间隙
- 该测厚仪可实现无间隙测量，在轧制线上方没有任何东西阻挡铝带通过→02。MTG 盒式测头由一个传感元件盒组成，可安装在轧机辊道下方，以便在穿带、脱尾和断带时提供保护。
- 不受合金影响
- 值得注意的是，PEC 传感技术在测量真实厚度时不受材料成分的影响→03，无需合金补偿。
- 不受轧机环境影响
- 除铝带以外，测厚仪对测量区域中的任何东西（如冷却剂、蒸汽或灰尘）都不敏感，因此非常适合机架间应用。
- 严格的厚度公差
- 合金化学变化不会影响独立于合金的 MTG 测厚仪。恶劣的环境（如润滑剂）也不会影响测量。轧机精度控制在 ±0.05% + 1.5µm，这使带材生产商能够按要求公差将板材轧制成所需厚度。
- 对人类和环境安全
- 由于 MTG 测厚仪不依赖基于辐射的技术，因此消除了对健康和环境的影响。既不需要限制区域，也不需要处理放射性废物。
- 低频率快速校准
- 测厚仪在交付时已经校准，附带 12 块校准板。投入使用后，每 6 个月执行一次校准，每次校准仅需 20 分钟。校准板可确保测厚仪能够根据可追溯标准测量绝对厚度和厚度偏差。
- 维护成本微乎其微
- 由于没有易碎或易老化部件、辐射源或探测器、高压变压器或精密机械，MTG 测厚仪几乎不需要维护。
- 延长轧机生产时间
- 该测厚仪的测量不受材料影响，因此校准和维护需求减少，从而缩短了停机时间。
- 有竞争力的短期投资回报（ROI）
- MTG 可缩短轧机停机时间，减少不合格材料以及维护和备件需求，免除频繁校准和对辐射技术的安全要求，是一种经济高效的辐射型设备替代品，而且投资回报周期短。

扩展测量极限
在超过 15 年的运行中，采用 PEC 技术的 MTG 使铝带生产商能够满足严格的公差要求，替代了其原有的 X 射线和接触式测厚仪，从而提高了这些铝带生产商在标准铝带生产中的竞争力。但是，如果 MTG 测厚仪的测量信号可以用来测量非常薄（厚度低至 0.1mm）的标准铝带厚度，那将会如何？目前，辐射式测厚仪、X 射线测厚仪和 β 射线测厚仪可以在此范围内以高速/低噪

MTG 盒式测厚仪系统采用革命性 PEC 技术, 可确定铝材的电阻率和实际铝带厚度。

进行测量。机械接触式测厚仪和 MTG C 型架测厚仪的测量间隙较小，也可在此范围内实现精确测量，但仅限于在铝带边缘，无法在中心进行测量。最重要的是，辐射式测厚仪的相关安全和环境成本较高，而机械式测厚仪存在不实用性，使得这些方法对铝带生产商而言并不理想。

PEC 工作原理 - MTG 成功的基础

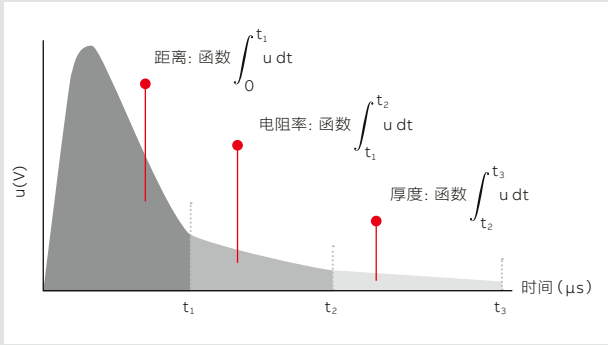


ABB 的 PEC 技术基于革命性原理，对 MTG 系统的成功至关重要。这是一项专利技术，允许在不同时间测定被测材料的厚度、电阻率以及与传感器之间的距离[2]。放置在盖板下方箱式测头中的线圈会产生脉冲弱磁场。在馈入线圈的恒定励磁电流中断后，金属板中涡流所产生的磁场通过由其在线圈中感应的电压来测量。通过跨线圈感应的电压跟踪整个渗透序列，这一无与伦比的工艺允许在三个不同时间导出三个唯一信号值：距离、电阻和厚度。因此，MTG 测厚传感器可以低信号漂移准确、可靠、安全地测定真实厚度，不受合金含量影响。

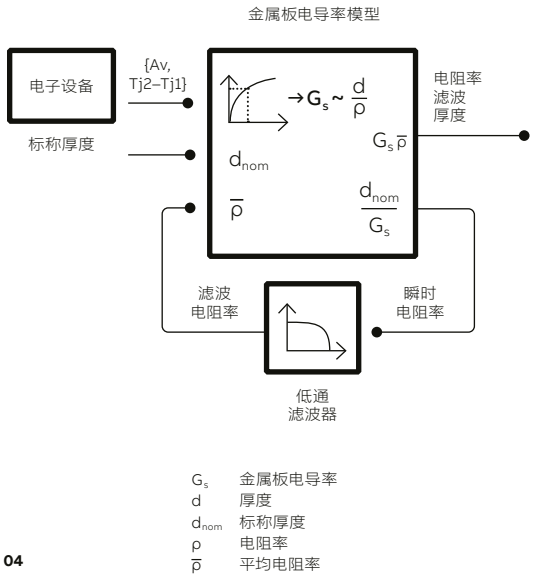
形状和厚度通过轧制和拉伸改变，以达到最终尺寸和厚度。在轧制金属时，速度将波动以补偿厚度的变化。轧机的压力作用会导致厚度减少，通过可调节轧辊也会导致厚度减少，在两者之间取得适当平衡至关重要；一旦过程失衡，即使是轻微的，铝带可能会断裂或损坏，造成灾难性后果。因此，在材料以不同速度通过时，测厚系统必须将厚度控制在严格公差范围内，从而确保生产率最大化和不合格铝带相关成本最小化。在冷轧厂，铝板根据精密厚度生产，而且全天候运作，更严格的厚度公差意味着更高的效率和更多的市场进入机会。例如，铝罐市场上用于深拉罐的大批量生产过程对公差的要求极严格；生产商要求将厚度为 200µm 的铝带的整条厚度偏差控制在几微米内（纵向和横向）。

ABB 开发了采用 PEC 技术的 MTG，可在恶劣且充满挑战的轧机环境中以卓越的精度和可靠性测量真实厚度→01。

MTG — 铝带无间隙测量

与基于辐射的传统铝材测厚仪相比，MTG 系列产品具有许多竞争优势，在全球范围内日益受青睐[2]：

- 坚固紧凑的设计
- 测厚仪外壳由铝青铜制成，具有卓越的化学和机械性能，



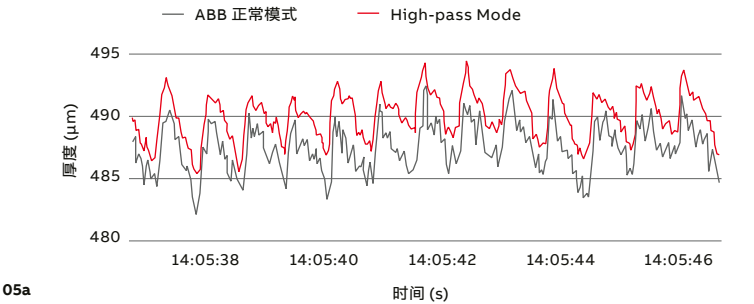
04

03

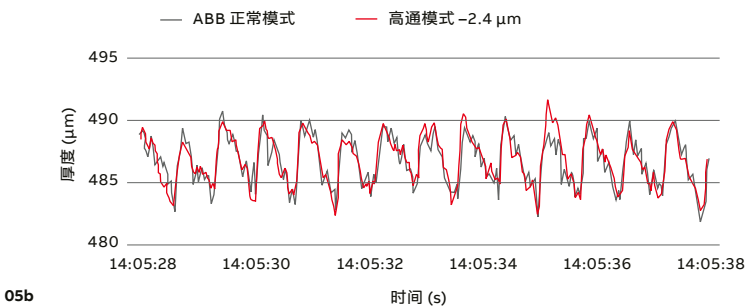
高通模式

ABB 一直致力于寻求可满足生产商需求的方法，在 2019 年，研究人员开始探讨可用于测量超薄铝带的 MTG 测厚功能。尽管无法直接测量超薄铝带的绝对厚度，但 ABB 提供了一种选项，即在特定条件下，可确定厚度在 0.1 mm 至 0.6 mm 之间的高频厚度变化（快于 0.024 Hz），并具有较高的信噪比：高通模式选项⁴→04。然而，要计算厚度的高通滤波值，必须满足某些条件：

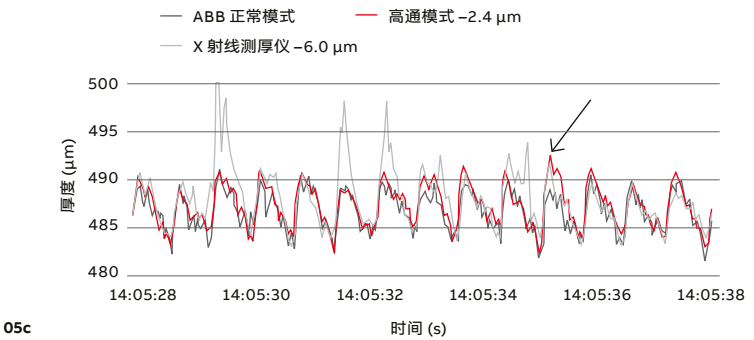
- 由于持续 10 秒以上的厚度变化将被归零，因此该功能仅可用于前馈控制（机架间或入口侧）。
- 材料电阻率的相对变化必须小于厚度的相对变化，因为在高通模式下，电导率（电阻率的倒数）可反映厚度→04。



05a



05b



05c

- 对于可准确指示厚度变化的信号，标称厚度必须接近实际平均厚度。
- 因为只测量快速厚度变化，所以不会检测到任何缓慢变化。

超薄铝带测量方法

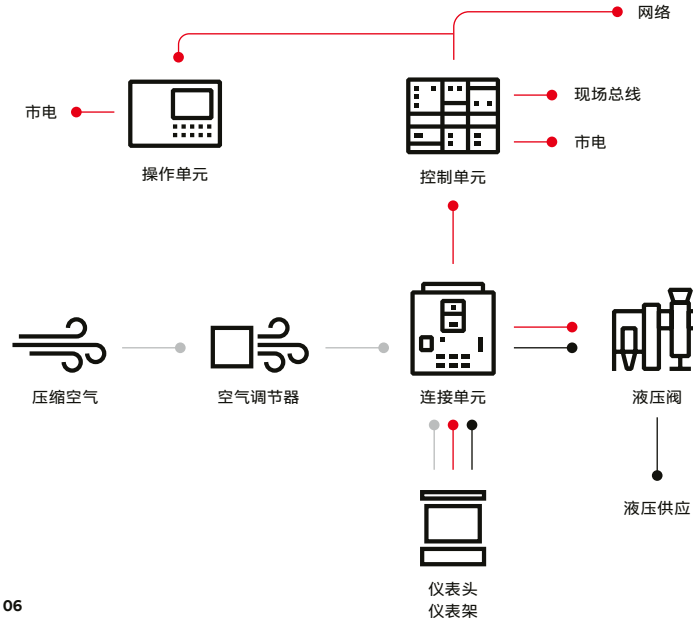
ABB 创新型高通模式将为客户提供一个实用测量选项，用于无间隙测厚仪对超薄铝带厚度偏差的测量。其信号对诸如润滑油剂、灰尘或其他非导电材料等环境不敏感。可靠的理论基础和严格的试验表明，合金含量的微小变化实际上对测量厚度的影响微乎其微。

用 ABB 盒式测厚仪测量 490μm 厚铝带的厚度变化，分别采用普通模式和高通模式，然后将两者进行比较→05。尽管 MTG 测厚仪测量真实厚度时不受合金成分的影响，但由于电磁物理的作用，铝带越薄，测量越困难。在此测试用例中，MTG 测厚仪测量的值接近该方法的下限，即略小于 0.5 mm，因此，对于厚度为 490μm 的铝带，普通模式下的测量值比高通模式下的可比测量值的动性大→05a。

然而，高通模式无法测量绝对厚度，其信号变化集中在被测带材的标称厚度附近。当平均电阻率以 10 秒的运行平均值过滤时，高通模式下的厚度变化与普通模式下的 MTG 盒式测厚仪输出之间存在密切的相关性。但快于 10 秒的电阻率变化将导致

ABB 的高通选项可确定厚度在 0.1 mm 至 0.6 mm 之间的高频厚度变化。

高通模式下的厚度偏差。其中，发现电阻率下降仅持续 0.5 秒→05b。如理论上所预期的那样，这种 0.4 nΩm（0.7%）的减小会导致高通模式下测得的厚度错误增加 3.5μm（0.7%）→05b。



06

05 结果显示了与 MTG 盒式测厚仪普通模式和 X 射线测厚仪相比，高通模式的功效。

05a 显示了冷轧铝带输入厚度测量值（10 s），标称厚度为 490μm（实际厚度比标称厚度小几微米），带输出信号

05b 电阻率降低（0.4 nΩm）导致高通模式下测得的厚度错误增加 3.5μm（0.7%）。高通模式信号已补偿了绝对值的差异，以便简化比较。

05c 在高通模式下测得的小电阻率变化也会影响用于测量铝带厚度的 X 射线测厚仪。由 ABB 测厚仪普通模式测得的厚度不受合金影响，但高通模式则不然。

06 MTG 系统是一款智能测量系统，专用于优化调试、操作和检修。

将 MTG 测厚仪测量的铝带厚度与 X 射线测厚仪的测量值相比，结果表明，铝带合金成分的轻微局部变化也会影响 X 射线测厚仪的测量值→05c。

这些令人鼓舞的结果不仅证实了理论预期，而且表明只要满足特定条件，ABB 的高通模式测得的滤波厚度变化与 MTG 测厚仪普通模式和 X 射线法测得的厚度变化相当。

MTG 系统 — 共同提高可靠性和准确性

MTG 系统（包括测头、控制和操作单元、空气调节器、液压装置和连接单元）在设计上方便易用，可提供最佳的功能性、可靠性、连通性和可集成性→06，还可以连接到轧机的自动厚度控制（AGC）系统，以进行前馈、反馈和质量流量控制。配备多个集成接口，例如：Profibus DP 现场总线通信；通过 VIP、OPC DA 和 Modbus TCP 进行的网络通信；一个操作单元（用于调整设置、厚度值和状态信息）；

人机界面（用于查看厚度偏差，显示为实时数据和趋势）；诊断附件（用于诊断错误信息等）；以及检修部件（用于校准、手动控制功能和基于检修的用例），使系统具备灵活、易操作且高效的特性。

仪表安装在垂直移动的框架上，通过液压定位系统自动调节至正确的测量距离；快速定位使测量几乎可以在张力出现的同时立即进行。这样，由厚度控制的铝带长度可以最大化。由于速度或张力的微小变化而引起的距离变化会被自动校正。

集成各种系统组件，每个设备和单元均具备出色性能，这使金属生产商能够始终安全地达到符合公差范围的厚度，而维护成本则微乎其微。MTG 系统配备

通过采用高通模式选项，生产商将能够在前馈控制中实现对超薄铝带的厚度偏差控制。

无间隙测厚仪和 PEC 技术，能够精确测量铝材的真实厚度。得益于材料独立性、环境和安全效益，以及快速调试时间，标准铝带生产商能够通过可持续生产过程提高生产率和产量[2,4]。

借助 ABB 新推出的高通模式选项，生产商很快就能在前馈控制中实现对超薄铝带的厚度偏差控制，从而使铝材生产商能够满足不断提高的公差要求，并开拓新市场。•

参考文献

[1] Market Watch, "What are the key market trends impacting the growth of the automotive lightweight material market?" in Market Watch, July 16, 2020. 来源: https:// www. marketwatch. com/ press-release/	what-are-the-key-market-trends-impacting-the-growth-of-the-automotive-lightweight-material-market-2020-07-16.访问日期: 2020 年 7 月 18 日.	[3] ABB, Measure IT Pulsed Eddy Current technology: Operating Principle, Automation Technologies, 2004-05, pp. 1–6.	[4] ABB, Millmate thickness gauging systems; imagine outstanding dependability, ABB AB Industrial Automation, 2020, pp. 1-11.来源: www.abb.com/ thicknessgauging
			metal thickness gauges", ABB Review, 1/2017, pp. 40–45.

生产力

自动化工程之路

目前，自动化工程师仍然需要手动创建许多控制逻辑和过程图形。DEXPI（过程工业数据交换）计划旨在通过工厂拓扑模型的标准化来实现此类任务的自动化。ABB 的研究表明，这些模型可以节省成本并提高质量。

01



—
01 实现控制逻辑和过程图形生成的自动化可以节省时间和成本，并提高质量。

要创建用于控制和监测系统（如 ABB 扩展自动化系统 800xA、ABB Ability™ Symphony Plus 或 ABB Freelance）的控制逻辑和过程图形，仍然需要大量手动操作。虽然工程库可提供低级别的重用和批量工程工具来自动处理 I/O 列表，但是自动化工程师仍然必须手动翻译许多客户规格。因此，获得 BASF、Equinor 和 Bayer 支持的 DEXPI 工业计划目前正在研究工厂拓扑模型的标准化，以实现更多工程任务的自动化^[1]。ABB 的研究项目表明，这些模型可以节省成本并提高质量。研究结果基于对最近执行的 System 800xA 项目的四个工厂规格的分析。

当今工厂工程

如今，过程工程师会指定管道和仪表图（P&ID）作为生产过程自动化的蓝图→01。这些图纸会对设备（如储罐、泵、电机和阀门）和仪表（如温度、流量、液位和压力传感器）作出描述说明。尽管对于 P&ID 中的组件形状有命名约定和行业标准，但各种计算机辅助设计（CAD）工具为过程工程师提供了极大的自由度。可以创建自定义形状、添加自由文本注释，以及随意绘制未连接管道，所有这些都使算法分析复杂化，并妨碍对编码信息的自动处理。

因此，P&ID 通常被转换为 PDF 文件（甚至打印输出），然后自动化工程师再从中手动导出控制逻辑和过程图形。工程师可以凭借经验弥补一些语义上的歧义（例如，不完全符合标准的形状）。但是，也会经常出现与其他规格文件相关的图表不一致或不完整的情况，从而导致需反复与过程工程师进行沟通反馈，费时费力。

—
Heiko Koziolk
Andreas Burger
Hadil Abukwaik
Julius Rückert
Marie Platenius-Mohr
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

heiko.koziolk@
de.abb.com
andreas.burger@
de.abb.com
hadil.abukwaik@
de.abb.com
julius.rueckert@
de.abb.com
marie.platenius-mohr@
de.abb.com

一些 CAD 工具已经可以提供所谓的智能 P & ID 支持，但尚未在行业中广泛使用。智能 P & ID 包括一个数据库，该数据库包含编码信息的结构化表格（如仪表列表）和所绘制项目的元数据（如管径、报警限值等）。与一般的框、线和圆组成的图形相比，各种算法可以更容易处理这些结构化信息。目前，智能 P & ID 通常以特定于具体 CAD 工具的格式存储，这使软件工具链的构建变得复杂。

拓扑工程

自 2011 年以来，DEXPI 计划就一直致力于制定通用的 P & ID 规格标准，作为面向对象的概念以 XML 文件格式呈现。该标准可以被视为智能 P & ID 的标准化版本。规格涵盖图纸信息（如图纸坐标和图纸说明），以及设备、仪器及其相关性的抽象模型。后者也被称为“拓扑模型”，将工厂拓扑表示为一种网络，类似于电子电路或计算机网络的拓扑^[2]。这项计划是由多个大型自动化客户推动的，包括 BASF、Bayer、

一些 CAD 工具已经可以支持所谓的智能 P & ID，但尚未得到广泛使用。

Covestro、Equinor、Evonik 和 Merck。所有主要的 CAD 工具供应商也参与其中，例如 Autodesk、Aveva、Hexagon 和 Siemens→02。这种规格标准近年来已经成熟（1.2 版于 2020 年发布），CAD 工具供应商会经常参加 DEXPI 工作组编程马拉松（紧张的软件开发会议），以测试将进入下一个产品版本的 DEXPI XML 导入器和导出器。



CAYENNE 工具中包含一个控制逻辑生成器, 可以从拓扑模型中合成联锁逻辑。

CAYENNE 拓扑编辑器

ABB 最近的一个研究项目实施了名为“CAYENNE 拓扑编辑器”的原型软件工具，以演示相关

工具能够与拓扑模型相结合。CAYENNE 拓扑编辑器可以从 Engineering Base 生成过程图形，也可以创建联锁逻辑，将工具生成的功能块“粘合”在一起。

研究团队针对每一个案例分析了 EPC 工厂规格，并选择了一个代表性工厂部分，其中每个案例包含 10 至 20 个





04

P & ID。随后，创建了用于 CAYENNE 拓扑编辑器的拓扑模型。由于 P & ID 仅以 PDF 文件提供，因此这项工作要求以 CAYENNE 工具支持的格式重新绘制 P & ID。例如，研究团队基于 PDF 文件创建了 Microsoft Visio P & ID，每个案例大约需要一天的时间。如果 EPC 以 DEXPI XML 文件格式导出其 P & ID 文件，就可以省略此步骤。将创建好的文件导入到 CAYENNE 拓扑编辑器中，生成所需的拓扑模型。

随后，研究团队针对每个案例分析了大约 50 到 100 个联锁，在因果矩阵中有具体说明。针对每种因果关系查找了 P & ID 中

案例研究的结果显示，预计可节省更多的过程图形生成成本，约达 50%。

的连接过程拓扑路径。将这一部分与其他因果关系的路径进行比较，识别出通用联锁概念并将其编码为规则。例如，一种常见模式是，如果压力传感器发出

“高”报警，则需要关闭位于前面的阀门。对于许多联锁，通用规则仅需要定义一次，可以在之后多次应用。如果这些规则在项目开始前就可用，那么因果矩阵在很大程度上可以使用 CAYENNE 拓扑编辑器生成。

在案例研究中，总共有 91% 的联锁可以由规则生成。案例研究一共产生了 92 条联锁规则，其中 73% 被归类为“通用”，这意味着它们很可能适用于其他工厂。其余 27% 的规则包含工厂特定模式，可能仅适用于相似度极高的工厂；只有这些情况在工厂内多次发生时，才有理由为此花费精力。

少数（7%）规则适用于所有四个案例研究。造成如此低比例的原因是工厂的异质性：例如，化肥生产主要涉及液位测量，而上游石油生产则几乎只涉及管道压力测量。选择相似度较高的多个案例（如五个化肥厂）可能会大大提高联锁规则的跨案例重用率。

通过联锁生成以及免除手动编码和测试所节省的成本

04 这家化肥生产厂的规格被用于通过拓扑模型执行的自动化工程测试。

05 上游油气生产：许多联锁可以基于拓扑模型生成，例如此处所示的安装。



05

估计约为控制逻辑工程总成本的 15%。同时也排除了人为错误。案例研究的结果显示，预计可节省更多的过程图形生成成本，约达 50%。

迈向工程自动化的重要一步

拓扑模型是 ABB System 800xA、ABB Symphony Plus Operations 和 ABB Freelance 工程任务自动化的关键要素。所有主要的 CAD 工具供应商都在行动，过去

拓扑模型是工程任务自动化的关键要素。

以支持最近制定的 PID 相关 DEXPI XML 标准。从这些图中提取的拓扑模型可以生成部分控制逻辑和过程图形，

曾被用于生成工厂模拟器以供操作员培训。为了从拓扑模型中获益，需要进行更多的案例研究来改进工具和概念。将针对可用性所需的软件工具进化，并集成到其他工程工具中。这一步将使自动化行业走上通往全自动工程道路的漫长旅程。•

参考文献

[1] <https://dexpi.org/>

[2] E. Arroyo *et al.*, "From paper to digital," *ABB Review* 1/2016, pp. 65–69.

[3] Schleburg M. *et al.*, "A combined analysis of plant connectivity and alarm logs to reduce the number of alerts in an automation system," *Journal of Process Control*, 23(6), pp. 839–851, 2013.

[4] Drath R. *et al.*, "Computer-aided design and implementation of interlock control code," *2006 IEEE Conference on Computer Aided Control System Design, 2006 IEEE International Conference on Control Applications, 2006 IEEE International Symposium on Intelligent Control*, pp. 2,653–2,658, October 2006.

生产力

新 MP³C 控制方法：最大限度地提高效率和动态性

ABB 针对船舶、采矿、金属、过程和混合动力行业的电力驱动应用开发了模型预测脉冲模式控制（MP³C），旨在最大程度地提高效率和电机友好性，同时保持直接转矩控制（DTC）的出色动态性能和鲁棒性。

—
01 ABB 的船舶推进系统 Azipod® 依靠精确控制的 VSD 来降低油耗、实现卓越的机动性和加快功率调节。

—
02 2019 年，推出了配备 MP³C 控制的 ACS6080。

如今，依靠先进的技术和优越的性能，船舶可以在全球海洋高效地航行，即使面对恶劣的海洋环境亦如此。→01。燃油效率是降低运输成本的关键，还可带来减少二氧化碳排放的额外好处[1]。ABB Azipod® 系列船舶推进系统可降低油耗，并实现卓越的机动性和快速功率调节（如用于破冰机），从而帮助航运业实现可持续发展目标，同时降低成本[2]。但是，

在全球更大海洋的冰封区域，Azipod® 电力推进系统如何实现这一目标呢？Azipod® 的无齿轮可转向推进系统配备了一个可 360 度旋转的电机，该电机位于船体下方的吊舱中，允许在各个方向上产生推力。为实现这一卓越功能，需要对变频器驱动器（VSD）进行精确控制。这需要电机友好性（尽量降低电机温度、噪声和振动）和出色的动态性能，

—
Tobias Geyer
ABB 中压传动事业部
瑞士图尔吉

tobias.geyer@
ch.abb.com

—
Wim van der Merwe
ABB 中压传动事业部
波兰罗兹

wim.van-der-merwe@
ch.abb.com

—
Vedrana Spudic
ABB 过程工业事业部
瑞士巴登

vedrana.spudic@
ch.abb.com

—
Jess Galang
Ester Guidi
Gerald Scheuer
ABB 中压传动事业部
瑞士图尔吉

jess.galang@ch.abb.com
ester.guidi@ch.abb.com
gerald-a.scheuer@
ch.abb.com



02

01



03

例如在发生网络事件时；另外，高功率还要求低开关频率。ABB 的突破性技术“模型预测脉冲模式控制（MP³C）”旨在最大限度地提高此类电力驱动的运行效率并获得出色的动态性→02。

实现推进驱动功率与效率

对于诸如 Azipod® 等系统，推进驱动功率由功率电子转换器调节，该转换器通过改变电机频率和电压来控制速度。如果发生网络干扰事件并且很容易发生，则控制系统必须保持足够的直流链路电压，

为了在各个方向上产生推力, Azipod® 电力推进系统依赖于需要精确控制的 VSD。

以保证驱动系统安全运行。为了提高效率，每个基本循环的切换事件数必须保持在最小值。此外，在发生中压（MV）故障时，通常会将存储在直流链路电容器中的能量降至最低，以提高安全性。

开关会引起电流和转矩波动，从而引发机械振动；在较低的开关频率下，这些波动会更为明显。此外，在极地地区作业的破冰船必须满足严格的水下噪声限制，以减少对海洋野生动物的不利影响。传统的变频器控制方法需要较高的开关频率来满足这些噪声限制，从而导致转换器损耗严重。对于传统控制方法而言，实现这些边界条件是必要的，但也是困难的。现在，ABB 的 MP³C 可应用于 VSD，为实现这一切开辟了可能性。

借助 ACS6080 和 MP³C 提供动态性能

节能、安全、快速、准确、稳健的控制对过程工业也至关重要。对于采矿和金属行业，无论是冷轧机还是热轧机，都依靠对轧辊转速和转矩的控制来获得高质量的产品。由于材料进入和离开轧辊都非常急促，在空载和满载之间的快速负载变化使转矩控制变得困难→03。

尽管有这些要求，谐波畸变会导致谐波损耗，并需要额外的冷却设备和超大型机器。ABB 的关键目标之一是找到具备良好控制的合适驱动器，并降低关键应用的谐波损耗。降低损耗可以提高效率，从而提高

—
03 配备 MP³C 控制的 ACS6080 可降低谐波损耗，从而提高热轧机和冷轧机的效率和可持续性。

—
04 只有 MP³C 可同时实现卓越的动态性能（如 DTC 一样）和出色的谐波性能（以稳态条件下的 OPP 为例）。

可持续性。ABB 的 ACS6080 驱动器采用突破性技术 MP³C 来控制半导体。这种控制方法在过去十年发展起来，可最大程度地提高动态性能和效率，并使谐波畸变最小化，从而在所有情况下都能实现最佳的电机运行。

控制方法：简史

数十年来，将出色的谐波性能（尤其是使每个开关频率的畸变最小化的能力）与卓越的动态性能相结合一直都遥不可及且充满妥协的。

直接转矩控制（DTC，发展于 20 世纪 80 年代）以及磁场定向控制（FOC）都显示了这一困境→04。由于 DTC 采用一个采样频率（约 40 kHz），并且依靠带有开关表的磁滞控制器来控制电磁转矩和电机的磁化强度，所以转矩响应既快速又精确。其结果是促成驱动器的出色动态性能，以及系统对直流链路波动和其他干扰的鲁棒性。

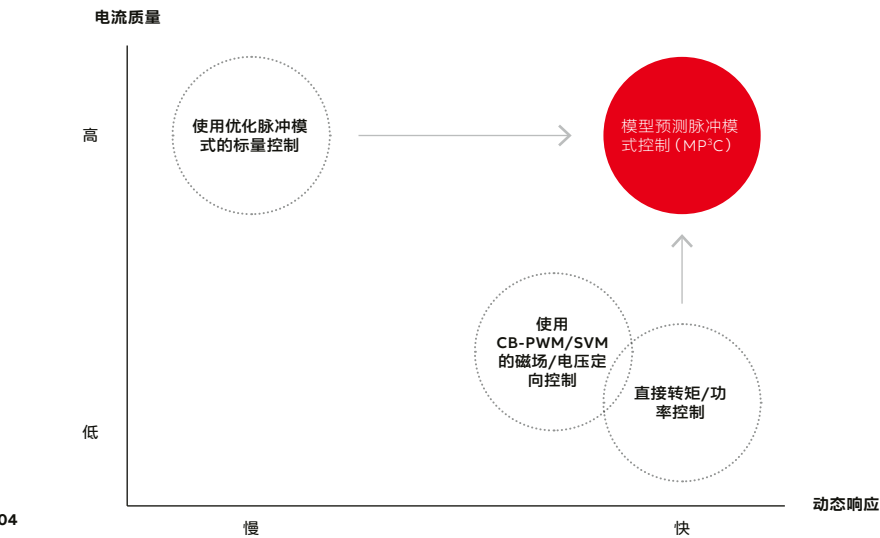
或者，置于旋转正交坐标系中的 FOC 使用线性控制器，为基于载波 PWM（CB-PWM）或空间矢量调制（SVM）的脉冲宽度调制器（PWM）提供电压参考。由于中压变频器以较低的开关频率（几百赫兹）运行，因此脉冲数

（开关频率超过基频）小于 10，从而导致较大的谐波畸变。此外，线性磁场定向控制器的采样频率是开关频率的四倍（这里约为 1 kHz）。这限制了

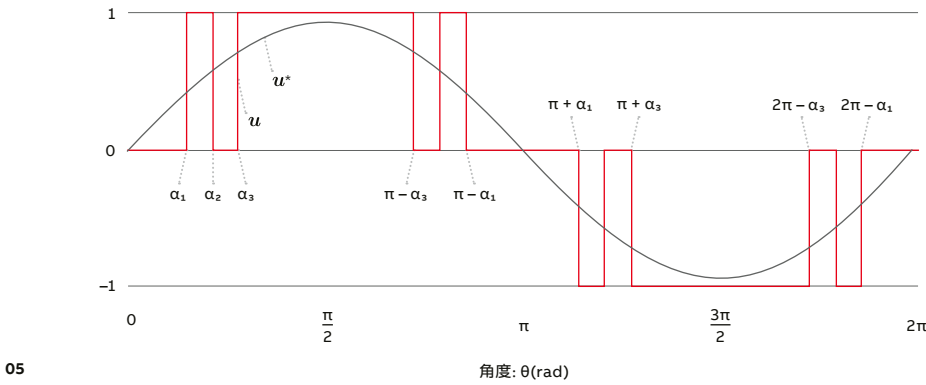
ABB 希望在不损害动态性能的前提下节省电力, 这一期望促成了 MP³C 的发展。

控制器的带宽，使其变慢，并导致动态性能和抗干扰能力变差→04。

这些缺点可以通过优化脉冲模式（OPP）来克服，该模式可以将给定开关频率下的电流畸变降至最低，是中压变频器系统的理想选择→05。但是，使用线性控制器和 OPP 实现高带宽控制在本质上是困难的，因为强大的电流纹波会对控制器产生不利影响。使用慢控制回路（如 OPP 的每频率控制电压）在理论上可行，但对于大多数 MV 驱动器应用来说是不切实际的。在转矩参考值变化期间或当脉冲模式之间发生转换时，控制器的反应速度不够快，



04



05

从而导致过量瞬态电流和不良动态性能。

对于中压系统中存储的少量直流链路能量（存储的能量 < 5 ms），需要在网络事件发生期间快速逆转转矩，以避免直流链路电压过高或过低。因此，传统上，DTC 或 FOC 方法被用来代替基于 OPP 的方案。

ABB 在开发 VSD（包括 ABB 创新型 DTC）方面拥有 45 年的丰富经验，这使其通过将电机转速和转矩与驱动负载的实际要求相匹配实现了前所未有的电机性能，并大大节省了能源。ABB 希望在不损害动态性能的前提下实现高效和节能，这一期望促成了适用于最严苛应用的终极控制系统 MP³C 的发展。

发现平衡点

通过 MP³C，ABB 找到了使增强的动态性能和出色的谐波性能相辅相成的最佳结合点，例如，在稳态条件下的 OPP→04。

其中，ABB 采用了一种广为人知的方法——模型预测控制（MPC）。根据这种方法，受控驱动系统的数学模型可在预测时域内预测其未来发展，并通过解决数学优化问题来选择最佳控制输入。完成后，系统将获得新的测量值，并会在移动或滚动时域进行重新计划^[3]。

MP³C 卓越控制原理

基本上，MP³C 将 MPC 与 OPP 技术相结合；OPP 在每个开关频率上将谐波畸变降至最小，MPC 通过最小化成本函数和控制 OPP 的开关瞬间来跟踪

OPP 的理想定子磁链轨迹[4]。利用高采样频率（40 kHz）和滚动时域策略，可实现快速动态响应和卓越的抗干扰性能。

在 OPP 中，摒弃了传统 PWM 的固定调制间隔，即每个相位和调制间隔有两个开关转换。不同的是，OPP 通过计算最佳开关角度和开关转换来进行离线计算，以最大程度降低给定开关频率下的电流畸变。通常采用

—

MP³C 可最大限度地提高运行效率, 并为电力驱动器提供出色的动态性能。

四分之一波和半波对称。假设有电感负载，则电流畸变与差模电压谐波平方和除以谐波阶数的结果成正比。然后，可以计算给定调制指数 m 和脉冲数 d 的最佳开关角度 α_i 与开关转换 Δu_i，从而最大程度地减小电流畸变：

$$\begin{aligned} \text{最小化 } \alpha_i \quad & \sum_{n=5,7,\dots} \left(\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^d \Delta u_i \cos(n\alpha_i) \right)^2 \\ \text{约束条件} \quad & \frac{4}{\pi} \sum_{i=1}^d \Delta u_i \cos(\alpha_i) = m \\ & 0 \leq \alpha_1 \leq \alpha_2 \leq \dots \leq \alpha_d \leq \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

—
05 OPP 的开关波形（脉冲数 d，每个相位和四分之一波的开关转换）显示了电感负载在给定开关频率下的最小电流畸变。

—
06 从定子磁链轨迹、定子磁链校正和轨迹跟踪等方面说明 MP³C 的控制原理。以固定正交坐标系显示了转子磁链矢量 $\psi_{r, \text{ap}}$ ，定子磁链矢量 $\psi_{s, \text{ap}}$ ，参考定子磁链矢量 $\psi_{s, \text{ap}}^*$ 以及定子磁链误差 $\psi_{s, \text{ap, err}}$ 。

06a 如图所示，通过对 OPP 进行整合，得出最佳定子磁链轨迹（最小 THD）。

06b 定子磁链矢量通过控制开关转换的时间常数来修改（如图中相位 a 所示）。实现了快速闭环控制。

06c MP³C 的轨迹跟踪通过沿定子磁链参考轨迹（OPP 积分）来调节定子磁链实现。这使当前 TDD 最小化。

调制指数对应于输出电压，脉冲数与开关频率有关。

定子磁链矢量的参考轨迹由 OPP 的定子电压对时间的积分得出→06。根据定义，该轨迹是最优的；紧密跟踪轨迹，通过相应修改开关转换的时间常数使定子电流的总需量畸变率（TDD）降到最低，这在存在较大干扰（如强大的直流链路电压纹波）的情况下至关重要。通过紧密跟踪定子磁链参考轨迹，MP³C 可实现近乎最优的谐波电流频谱，并将直流链路电压纹波对定子电流 TDD 的不利影响降至最低。

循证性能带来效益

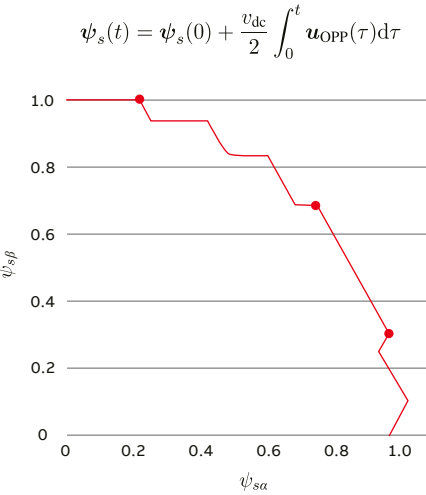
模拟、实验室和现场实验结果证明，与传统方法相比，MP³C 更具优越性。例如，在改变开关频率时，变频器损耗与电机谐波损耗之间的平衡表明，MP³C

2019 年，ABB 推出了配备 MP³C 的 ACS6080 驱动器，以实现卓越的控制和一流的传动系统优化。

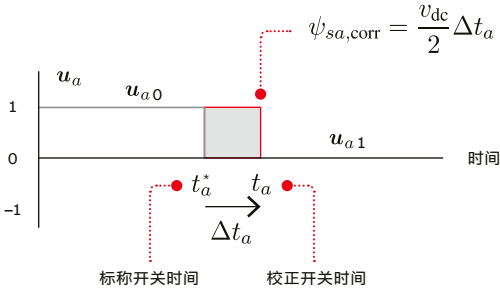
在损耗方面优于 FOC→07a。在此，相对于 SVM（载波比为 9），脉冲数为 3 的 MP³C 的总损耗降低了 25 kW。这给资本和运营成本带来积极影响。假设电价为每 MWh 80 欧元，损耗降低 25 kW 将使每年电费减少 17,500 欧元。

在降低 TDD 方面也发现了类似好处→07b。由于较低的定子电流畸变意味着较低的转矩畸变，与使用 SVM 的 FOC 相比，对于 MP³C 的类似变频器损耗，可以降低气隙转矩 TDD。机械应力和热应力的减少可延长电机的使用寿命，使维护间隔时间更长，最终减少运营支出（OPEX）。

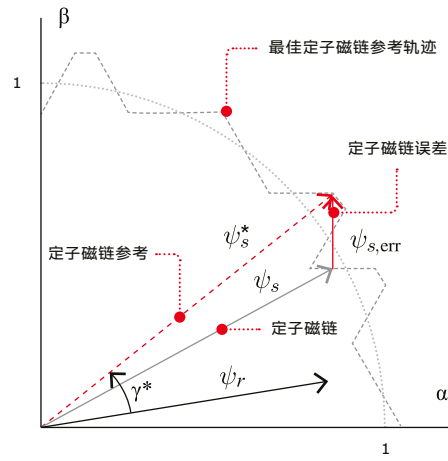
从额定功率为 1,140 kVA 的 3.3 kV 感应电机得出的结果证实了 MP³C 的功效



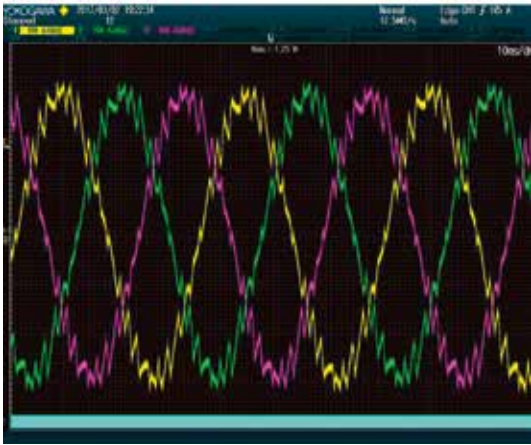
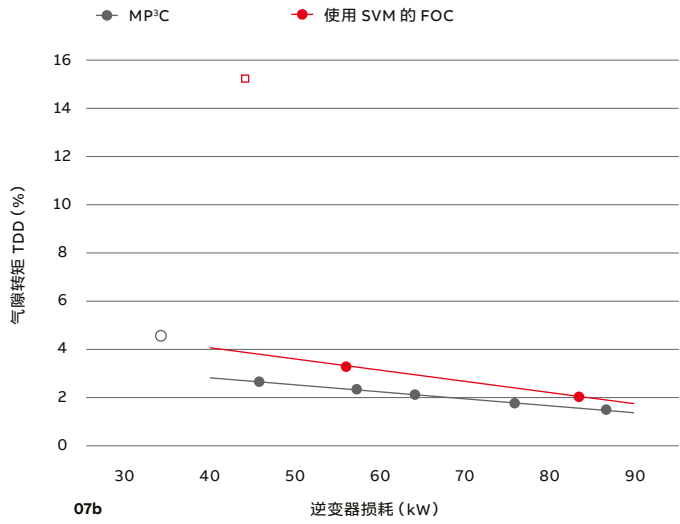
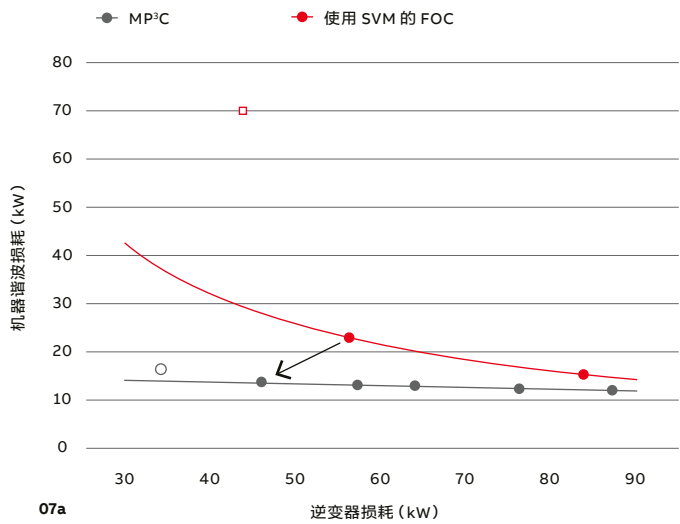
06a



06b



06c



08

→08。其中，MP³C实现了每个开关频率在稳态下近乎最佳的谐波电流畸变率。此外，在瞬态过程中，如果可以在需要时插入额外脉冲，则可以获得与DTC类似的极短电流和转矩响应^[5]。

由于MP³C在低脉冲数下谐波畸变较低，因此可以提高基频。这为压缩机等需要高速电机的应用增加了系统设计空间。

通过提高驱动器的输出速度，可以减少或避免附加齿轮箱占用的空间和产生的重量，从而大大降低在初始投资和资本支出（capex）方面的成本。

MP³C 用例

ABB的ACS6000中压驱动器已应用于试验台，以实现完全可控的测试条件。在某个案例中，ABB检查了连接到ACS6000驱动器的机器所产生的温度过高问题，

ABB 已交付首台 ACS6080 驱动器, 该驱动器用于采用 MP³C 技术的抽水蓄能电站。

该问题限制了电机试验台所能达到的功率。使用MP³C降低了电机温度（例如从65K降至40K），并减少了电机电流的谐波畸变。这使测试台可以在更高功率下运行，无疑是有利的。

此外，ABB已交付首台ACS6080驱动器，该驱动器用于采用³C技术的抽水蓄能电站。结合高效率 and 更高输出频率的优势，MP³C为客户提供了升级现有变频器系统的新可能性。

一流产品：使用 MP³C 的 ACS6080 驱动器

2019年，ABB推出了使用MP³C的ACS6080驱动器，以实现卓越的控制和一流的传动系统优化。在某些重要用例中，获得比传统系统更高的系统效率和电机输出功率：可在高基频下提高输出功率。总的来说，ABB的

— 07 模拟结果表明，MP³C在变频器损耗和转矩畸变方面优于FOC方案。

07a 当开关频率改变时，MP³C在变频器损耗方面的表现比FOC更佳。MP³C（黑色圆圈）和FOC（红色圆圈）都有一条回归线作为参考（非实心数据点被视为异常值）。

07b 在此案例中，使用MP³C可将转矩TDD降低33%。与载波比为9的SVM和脉冲数为4的MP³C的比较显示，转矩TDD从3.3%降低到2.2%。

— 08 MP³C实现了每个开关频率在稳态下近乎最佳的谐波电流畸变率。图中显示了基频为30 Hz、电机额定转矩为60%时的稳态定子电流波形。对于5号脉冲，开关频率为150 Hz，电流TDD为8.7%。

— 09 采矿业以及船舶、金属、过程和混合动力工业均可受益于ABB在电力驱动应用方面的创新技术。

ACS6080驱动器采用MP³C控制，不仅可降低资本支出（降低初始投资并实现系统成本优化），还可降低运营成本（如运行和维护成本）。

ABB新推出使用MP³C的ACS6080，将MPC与OPP相结合，可满足业界对低电流畸变和高动态性能的需求。因此，依赖试验台应用的金属和采矿

ABB 的 MP³C 技术推动效率和电机友好性的切实提升。

业、船舶业以及工业如今获得了更大的自由度益处 →09。MP³C在保持DTC的动态性能和鲁棒性的同时，推动效率和电机友好性的切实提升。•

参考文献

[1] ABB, "ABB Azipod® electric propulsion can save \$1.7 million in fuel costs annually, study shows", ABB Group Press Release, June 5, 2019, [Online]. 来源: <https://new.abb.com/news/detail/24879/abb-azipodr-electric-propulsion-can-save-17-million-in-fuel-costs-annually-study-shows>. 访问日期: 2020年7月12日。

[2] ABB, "ABB Azipod® takes marine propulsion to the North Pole and

beyond", ABB Group article, Aug. 23, 2019, [Online]. 来源: <https://new.abb.com/news/detail/30623/abb-azipodr-takes-marine-propulsion-to-the-north-pole-and-beyond>. 访问日期: 2020年7月12日。

[3] J. B. Rawlings and D. Q. Mayne. "Model predictive control: Theory and design", Nob Hill Publ., Madison, WI, USA, 2009.

[4] T. Geyer, et al., "Model Predictive Pulse Pattern Control", *IEEE Trans. on Industry Applications*, vol. 48, no 2, March/April 2012, pp. 663–676.

[5] T. Geyer and N. Oikonomou, "Model predictive pulse pattern control with very fast transient responses", in *Proc. IEEE Energy Convers. Congr. Expo., Pittsburgh, PA, USA*, Sep. 2014.





01

生产力

为何机器人产业关注汽车总装过程

在最近几十年里，汽车工业已经实现了一系列的过程自动化，包括冲压自动化、车身车间、喷漆以及发动机和变速器装配。但在总装方面，自动化仍然是一个很大的挑战。这是因为电缆插接、车轮装配和许多其他部件的安装等非常复杂。

—
01 ABB 演示地点的汽车装配线示例。

—
02 顺应性视觉伺服。该技术使用从视觉传感器提取的反馈信息来补偿运动和振动。

现在，得益于 ABB 机器人技术和视觉跟踪技术的进步，这些障碍正被试点应用所取代。更重要的是，本文提及的技术有望最终应用于其他聚焦不稳定目标的领域，例如基于自动导引车使用的物流运作。

以往，许多汽车总装操作的自动化一直被认为是不可能实现的。因此，相关组件在构思或设计上从未将

ABB 的视觉伺服技术使用来自视觉传感器的反馈信息来补偿运动和振动。

当前的自动化能力考虑在内。结果，如今的汽车总装线→01 仍然主要依赖于熟练的人工操作。

车身车间焊接等区域的全自动生产线以“时停时动”的模式运行，这有助于实现不同单元的自动化。另一方面，手动操作的生产线缓慢而持续，车身由不同类型的输送机或在高级情况下由自动导引车 AGV 运输。这些系统通常用于工厂和仓库，遵循地板上的标记线或电线，或使用无线电波、视觉摄像机、磁条或激光进行导航。无论运输工具是输送机系统还是 AGV，移动都以大约 100 mm/s 的中等速度进行，这使人类操作员能够以所需的安全级别执行装配任务。

然而，对于机器人来说，这样的环境带来了一系列困难的挑战。一方面，车辆输送系统往往是不规则的，而地板有时可能不平整，从而导致晃动和振动。因此，如果机器人要在这样的环境中模仿人类行为，必须配备人工视觉。目前的传统视觉系统通常基于静态参考位置的捕获来定位装配任务的目标位置。在这种情况下，当车身沿直线运动时，还需要一项附加功能：连续视觉跟踪，以应对运动、不规则和振动。这是为了让机器人能够不断调整运动，从而适应视觉捕捉到的参考图像序列，其捕捉频率在每秒 20 到 50 之间。

视觉跟踪基于一种称为“视觉伺服”的技术→02，该技术使用从视觉传感器提取的反馈信息来补偿运动和振动。在此情况下，机器人的运动由视觉传感器提供的信息导引，而不是如传统机器人那样按照编程路径运动。对于 ABB 机器人来说，这种被称为外部导引运动（EGM）的功能可以每 4 ms 更新一次导引输入，从而产生极快的响应。

除了 EGM 之外，ABB 机器人还使用一种力/力矩传感器：ABB 集成力控。这项技术允许机器人根据与车身接触产生的力和力矩输入（顺应性机械行为）来调整其运动。传感器通常安装在工具和机器人手腕之间→02。视觉伺服与顺应性机械行为的结合是传感器融合的一个例子，这种技术将源自不同传感器的数据实时组合在一起。

—
Josep Vilarrasa
Jorge Vidal-Ribas
机器人事业部饰与总装团队

西班牙巴塞罗那

josep.vilarrasa@
es.abb.com
jorge.vidal-ribas@
es.abb.com

Jordi Artigas
机器人事业部消费者细分与服务机器人团队
西班牙巴塞罗那

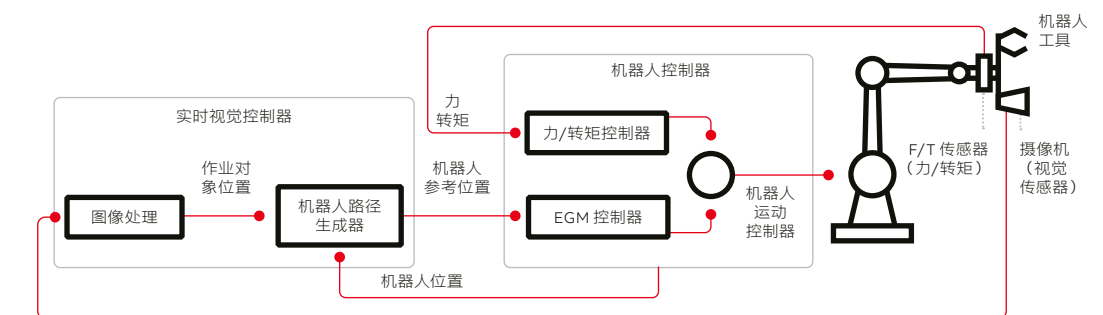
jordi.artigas@
es.abb.com

Tomas Groth
机器人与离散自动化技术团队
瑞典韦斯特罗斯

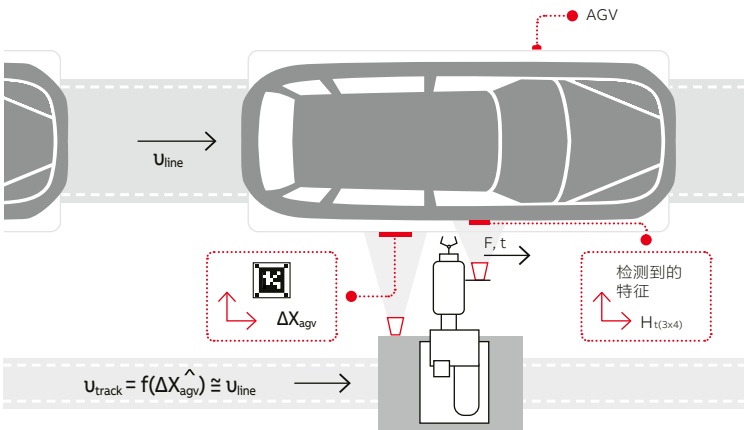
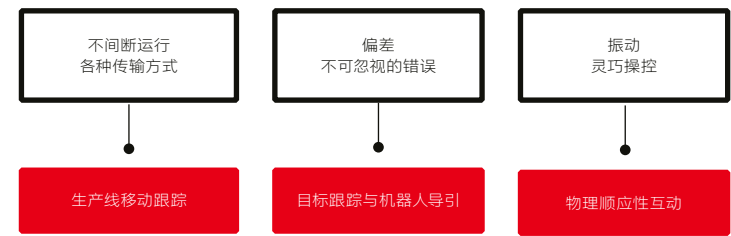
tomas.groth@
se.abb.com

Biao Zhang
ABB 机器人事业部
美国北卡罗来纳州罗利

biao.zhang@us.abb.com



02

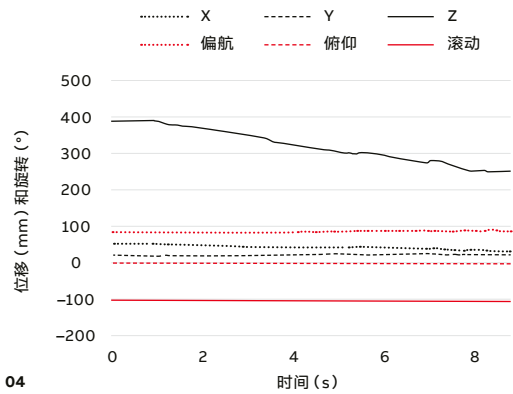


03

随着这些技术的成熟，我们不妨考虑完全自动化的总装过程可能会是什么样子的。基本上，如→03所示，它可以归结为以下任务。

1.生产线移动跟踪

这意味着跟踪生产线的主要运动，得出伪静态环境。通常，在输送机系统上，机器人使用所谓的输送机跟踪功能来跟踪零件。这基于与输送机运动机械连接的编码器的使用。然而，对于在 AGV 上移动的车身，由于需要相关的机械自适应，这种形式的跟踪不容易实现。



04

ABB 以其视觉伺服技术作为应对这一挑战的解决方案，该技术要求通过 AprilTag 或通过 AGV 的视觉特性来跟踪 AGV。使用 AprilTag 的优势在于它不仅易于安装，而且坚固得多。由密歇根大学开发的 AprilTags 是一种二维码，概念上与 QR 码类似。不同之处在于，AprilTags 被设计用于处理数量较小的数据，这使得它们具有较宽的鲁棒性且更易于检测，从而提高定位精度，并加快计算机处理速度。

另一方面，视觉跟踪涉及使用落地式摄像机或安装在机器人脚上的摄像机（机器人本身安装在线性轴上）。在 ABB 的产品组合中，机器人线性轴也被称为“轨迹运动”，涉及到使用线性伺服控制单元来扩展机器人的活动范围。装配过程需要机器人线性轴，其特点是被安装的零件或部件与车身之间的接触时间很长。

这项技术不仅限于在 AGV 上跟踪机器人的运动，还可用于传统输送机。

2.目标跟踪与机器人导引

实现这种伪静态环境后，机器人仍然需要处理残差、不规则性和振动问题，才能触及其装配目标。在此用例中，摄像机安装在机器人工具上。机器人“知道”

将视觉传感器和力/力矩传感器（传感器融合）的输入相结合是成功执行装配过程的关键。

摄像机相对于工具力/力矩控制器（FTC）的位置，从而使其能够聚焦于目标位置。与基于 AprilTags 的直线运动跟踪不同，摄像机聚焦于被跟踪车身真实特征→03 的图像，该车身位置相对于装配目标是已知的。在这种情况下不使用 AprilTags，否则会增加安装和后续拆卸的复杂性，这些操作必须在不同工位实施。但是，

- 03 跟踪步骤指示了完全自动化的总装过程的可能状态。
- 04 装配过程中的特征跟踪。线条表示机器人的运动，与使用实时视觉跟踪目标相关。
- 05 座舱和车门组件概念图。

随着车身高速移动，跟踪视觉特征正仍然是一个挑战，尤其是在应对不同颜色和照明条件变化方面。→04 展示了机器人的运动，与使用实时视觉跟踪目标相关。

3.顺应性物理交互

一旦确定了目标，物理接触便开始，机器人将视觉和力/力矩传感器输入结合后，执行其装配任务→05。这意味着，通过使用安装在手腕和工具之间的力控制传感器提供的连续反馈，

ABB 的试点应用包括座舱装配、地毯放置、座椅放置和车门装配。

可以在整个接触过程中保持视觉跟踪，并执行顺应性行为。将视觉传感器和力/力矩传感器（传感器融合）的输入相结合是成功执行装配过程的关键。

在某些用例中，可能不需要步骤 2 和步骤 3 中用到的技能。例如，一项任务随后在下游工位进行手动操作时，可能不要求精确无瑕。在其他情况下，由于使用的是传统输送机跟踪，所以可能会跳过步骤 1。

展望未来

未来，一些新概念可能会得以实施，使在静态单元中装配目标成为可能，从而消除对移动生产线装配任务专业技术的需求。例如，有一个概念考虑将那些易于实现自动化的单元归为一组，成为在“时停时动”模式下运行的全自动子生产线。还有一些涉及静态装配单元的概念，这些单元在汽车和零部件移动时处理其物流问题。

然而，在中短期内，在移动生产线上实现装配任务自动化的需求将继续发挥关键作用。尽管这一需求目前来自于汽车总装环境中的应用，但在上述技术得到充分开发后，无疑将适用于关注不稳定目标的其他领域，例如涉及 AGV 的物流运作。

但目前，ABB 正致力于将这项技术应用于汽车行业，基于客户的试点应用包括座舱装配（目前正在试产）、地毯放置、座椅放置、车门装配等。此外，通过此类应用和其他应用获得的经验也将被用于其他面临类似技术挑战的汽车装配应用。•



05



专业术语解释

黄金批次分析

利用大数据实现重大改进的领域之一就是间歇过程工业。ABB Ability™ BatchInsight 可利用此类数据来帮助过程更好地运行。



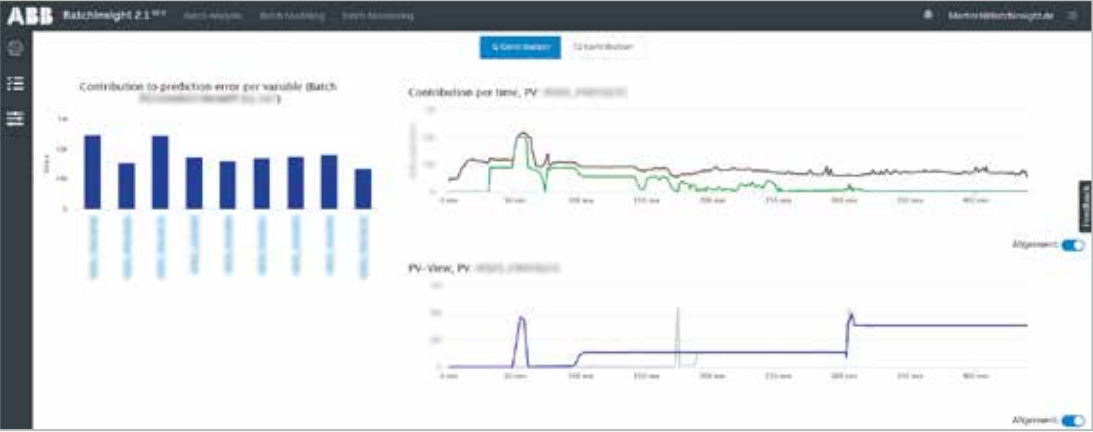
Martin Hollender
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

martin.hollender@
de.abb.com

ABB 与试点客户中经验丰富的最终用户合作，开发出 ABB Ability™ Batch Insight，这是一个运营商支持系统，可利用大数据批量检测和排除异常，包括离线追溯和实时监测。

间歇过程虽然敏捷，但却是复杂的、动态的和非线性的。ABB Ability™ Batch Insight 可帮助操作员以平稳、无故障的方式运行这些过程，以便及早发现新出现的过程问题，并在批处理运行时采取纠正措施。

该方法使用历史数据来了解间歇过程在标称条件下的预期行为，并建立一个统计学上的“黄金批次”模型，然后将其作为当前生产批次的参考。如果与此黄金批次模型对比发生偏差，操作员会收到相关警告。



01 可以利用大数据来提高过程工业的生产率和能效。

02 条形图显示了造成各变量值偏差的原因。右上方图表中的绿色曲线显示了一个特定过程变量 (PV) 与所有变量 (绿色曲线) 对随时间发生的偏差。右下方图表显示了当前研究批次 (蓝色) 中一个选定变量对参考批次 (灰色) 的影响。

图片来源: ©fiordigitalartist/stock.adobe.com

测试与最终用户（一家批处理化工厂）一起运行，使用模拟在线方法的批处理历史数据（意味着当前批处理的数据仅在当前步骤之前获得）。采用多向主元

ABB Ability™ BatchInsight 可帮助操作员以平稳、无故障的方式运行复杂的非线性过程。

分析 (MPCA) 模型检测一小部分批次中发生的起泡问题。该模型只针对未出现起泡问题的批次进行训练。在 83% 的情况下，系统能够在起泡事件发生前至少 5 分钟成功预测。通常可提前数小时成功预测。虽然在 20% 的情况下，对于发泡事件的预测是错误的，但预测非常有帮助，它使操作员可以特别关注可疑批次。



订阅

订阅方法

欲免费预订《ABB 评论》，请与您最近的 ABB 办事处联系，或者上网订阅: www.abb.com/abbrev

《ABB 评论》每年出版四期，以英文、法文、德文、西班牙文出版。《ABB 评论》免费提供给对 ABB 技术及其目标感兴趣的人士。

邮件提醒……

不想错过任何一期《ABB 评论》? 登录 abb.com/abbrev 注册电子邮件提醒服务。



您将收到一封包含确认链接的电子邮件，请完成注册确认。

出版信息

编委会

Theodor Swedjemark
企业传播负责人

Adrienne Williams
可持续发展高级顾问

Reiner Schoenrock
技术与创新传播

Andreas Moglestue
《ABB 评论》主编
andreas.moglestue@ch.abb.com

出版人

《ABB 评论》由 ABB 集团研发技术部出版。

ABB 瑞士有限公司
《ABB 评论》
Segelhofstrasse 1K
CH-5405 Baden-Daettwil
Switzerland
abb.review@ch.abb.com

部分印刷或复印需经认可。再版需经出版人书面同意。

出版人和版权 © 2021
ABB 瑞士有限公司
瑞士巴登

印刷人

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
6850 Dornbirn/Austria

排版

Publik. Agentur für
Kommunikation GmbH
Ludwigshafen/Germany

插图

Konica Minolta
Marketing Services
London,
United Kingdom

免责声明

所载资料只反映了作者的看法，仅供参考。读者不应该在未征得专业意见的前提下照搬行事。在此我们声明，作者不提供任何技术方面的咨询和建议，也不就具体的事实或问题承担任何责任。

对文中有关内容的准确性以及所表达的观点，ABB 不做任何担保、保证以及承诺。

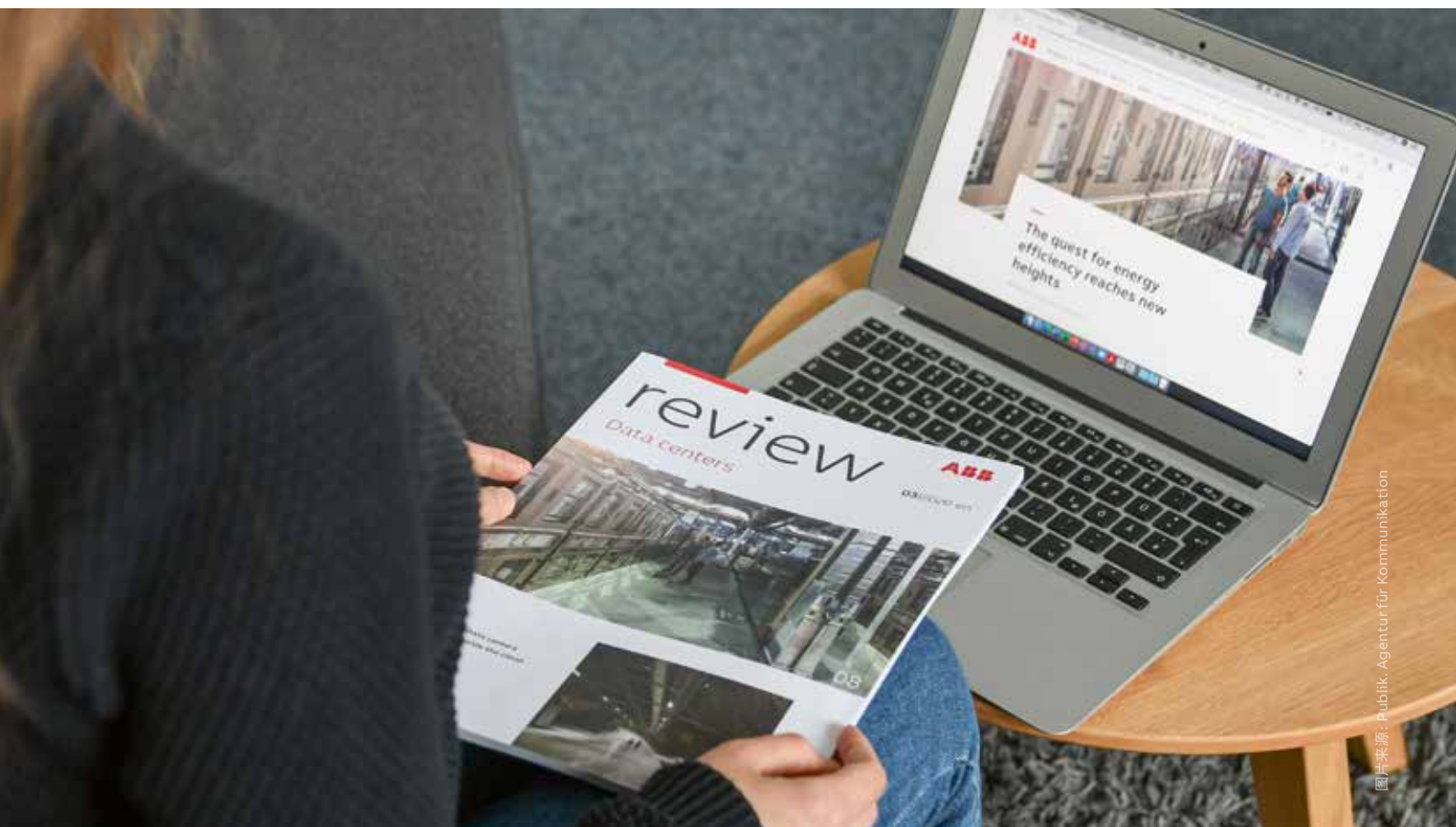
ISSN: 1013-3119

abb.com/abbrev

平板电脑版

《ABB 评论》平板电脑版 (iOS 和 Android) 已于 2018 年年底停止发布。建议平板电脑版读者替代使用 pdf 或网页版。
abb.com/abbrev





图片来源: Publik, Agentur für Kommunikation

订阅 和邮件提醒

不想错过任何一期《ABB 评论》? 您可以注册电子邮件提醒服务, 在线上发布新一期时提醒您, 或直接将纸质版邮寄给您。

您可以在《ABB 评论》门户网站找到这些选项, 也可访问最新文章选集以及当前和过去 (最早到 1996 年) 文章的全文检索文库 (甚至可追溯至本杂志 1914 年创刊时的文章选集)。



www.abb.com/abbrevreview

