

评论

04|2020 中文版

工业自动化



—
06-51 工业自动化
52-79 知识运用





EQmatic 能量分析仪



油气自动化

智能知识助理 IKA





冷轧机分析

05 编者按

工业自动化

- 08 工业自动化的数字化转型
- 16 利用 ABB 产品实现可持续发展
- 25 可持续采矿
- 32 油气自动化
- 38 海洋产业的可持续发展
- 43 ABB 网络安全
- 46 数字化导航

知识运用

- 54 EQmatic 能量分析仪
- 63 冷轧机分析
- 68 智能知识助理 IKA
- 74 异常检测算法

专业术语解释

80 量子计算

81 订阅

81 出版信息

82 索引 2020

—
未来的工业自动化将不仅仅只是重复预编程的步骤，还需要考虑历史专业知识、实时情境意识，以及预测、接受和学习的能力。本期《ABB 评论》为读者提供了相关示例，说明为实现这一目标所需的要素。

编者按

工业自动化



亲爱的读者：

您好！我于 2020 年 3 月开始接任 ABB 首席执行官，很高兴向您介绍本期《ABB 评论》。

工业企业一直面临着平衡多重目标的压力。其中最为突出的是生产率，即用更少投入实现更多产出。另一目标是通过进一步节约资源保护地球。技术是实现这些目标的关键所在。只有找到更好的解决方案，我们才能在保护环境的同时，继续为我们的客户、员工和股东服务。

如今，最富有成效的创新领域是连通性，即在各种过程和领域之间共享数据，以更好地监视、控制并优化其执行。本期《ABB 评论》将通过工业自动化领域的一些案例说明 ABB 如何利用我们在所服务行业中长期积累的知识，以及如何突破技术界限和推动性能再创新高。

祝您开卷有益！

A handwritten signature in red ink, which appears to be "Björn Rosengren". The signature is stylized and fluid.

Björn Rosengren
ABB 集团首席执行官



工业 自动化





ABB 正致力于向企业提供助力以引领变革，使其从以营利为目标转变为以交付为主要目的，这一点在可持续发展方面尤为显著，是实现企业成果的关键因素之一。采取可持续发展措施来提升生产率和提高绩效可靠性的企业通常都会借助自动化。方式包括：

- 08 数字化使自动化更安全、更环保
- 16 提高效率 and 生产率，以实现可持续发展
- 25 应对自主开采和无二氧化碳开采的挑战
- 32 自动化助力油气产业，实现安全性和可持续性
- 38 海洋产业的可持续解决方案
- 43 ABB 网络安全集成方案
- 46 为大企业数字化导航





Bernhard Eschermann
ABB 工业自动化事业部首席技术官
瑞士苏黎世

bernhard.eschermann@
ch.abb.com



Rajesh Ramachandran
BB 工业自动化事业部首席数字官
印度班加罗尔

rajesh.ramachandran@
ch.abb.com

工业自动化

数字化使自动化 更安全、更环保

常言道，巧干胜过苦干。让操作变得更智能，这对于最大限度地提高生产率、降低生产成本和减轻环境影响至关重要。人工智能和物联网等数字技术有助于提高操作的安全性和可持续性。

在加工、混合动力、能源和运输行业中，能源消耗占总生产成本的比重往往最高（在某些情况下超过原材料），而在排放和废弃物处理合规方面的成本也会随之增加。自动化对于生产效率和环境合规性的积极作用已经得到证实。如今，通过引入人工智能和物联网（IoT）等数字技术，便能够以前所未有的方式分析和应用数据，从而大大提高生产力和环境可持续性。

关于气候变化的《巴黎协定》自 2016 年正式生效以来，已有多个缔约国承诺采取措施减少温室气体排放 [1]。2019 年，联合国又发布了“2030 年可持续发展目标框架：实现经济适用的清洁能源，同时推动经济增长” [2,3]。目标包括，增加可再生资源在全球能源结构中的份额，并通过对基础设施和技术的投资使能效翻倍 → 01。工业界需要助力实现这些目标。

如今，ABB 全球收入的 60% 来自于直接解决环境可持续性问题的技术。这些技术可提高能效，将可再生能源整合到能源结构中，并节省原材料。ABB 技术被应用到

“加工、混合动力、能源和运输行业的生产商希望提高其运营的安全性、生产率和环境可持续性。我们可帮助他们实现这些目标，在获得经济成果的同时，为社会作出积极贡献。”

PETER TERWIESCH

ABB 工业自动化事业部总裁

全球众多的项目当中，以保持正常运营和供应链开放，并保护环境和人员安全。在全球各地的城市中，ABB 传感器和系统为公用事业和交通运输提供实时信息和控制，使能源和水得到合理利用，并通过提供及时且可操作的信息来改善管理流程，帮助用户作出更明智的决策。

如今，数字化正不断革新自动化系统，使其从“简单地”对接收到的操作员和仪器输入作出反应，到可以提前预测问题并给出行动指示，从而防止可能妨碍生产、影响成本、造成运营或环境风险事故。

自动化的数字化转型

根据 Fortune Business Insights [4]，2018 年全球制造业物联网（IoT）市场规模为 → 02 277.6 亿美元，预计到 2026 年将达到 1,368.3 亿美元。显然，工业界认为数字化可带来优势。

约 50 年前，微处理器首次应用于自动化产品。ABB 自此便开始涉足“数字”领域，凭借其在工业和自动化中的经验以及技术和能力的开发（或收购），进一步帮助工业界提高生产可用性、过程绩效、安全性、质量、能效和环境可持续性。



01 通过将工业自动化技术与数字化和电气化相结合，预计全球经济增长将会扩大。

正确理解术语 - 什么是物联网和工业 4.0?

与互联网及其相关工业先进技术有关的流传术语非常多，以至于人们很容易混淆。物联网（IoT）是指对物理对象的网络化，包括智能手表、厨房用具等面向消费者的设备，以便与服务器或应用程序等资源进行通信。而工业物联网（IIoT）是一个更广泛物联网的子集，涉及工业领域中的互联物理资产和数据，如制造、能源和运输等行业中的电机、泵或工厂机器人。

所谓“第四次工业革命”的说法是由世界经济论坛创始人 Klaus Schwab 提出的，尽管“工业 4.0”这一术语经常与其相关联，但事实上它起源于 2010 年德国政府以提升制造业竞争力为目标的一项战略计划。如果 IIoT 主要是技术型的，那么最好将工业 4.0 视为是管理型的。它代表着制造业未来的愿景，融合了 IIoT 的各种要素，如机器对机器通信和数据分析，同时还涉及工业操作中高级自动化所需的高阶战略措施，这些工业操作贯穿整条价值链，涵盖材料、机械和产品。因此，工业 4.0 包含广泛的数字技术，如传感器、人工智能、云计算、增强现实、先进机器人技术和增材制造，以及过程变更、组织文化、商业模式创新和公共政策等人类领域。

02

如今使用的“数字化”一词是指更快捷的通信、在云中存储和处理数据、提供远程服务、执行即时事务、以移动方式授权用户等技术。虽然媒体和金融等一些行业在数字化方面处于领先地位，但其他行业才刚开始踏上这条道路。其中包括 ABB 服务的多个行业。

支持这些行业释放工业 4.0 潜力的最佳方法是以其现有的数字化投资（即现有的自动化基础）作为起点。ABB 借助新的数字产品、系统和解决方案，来增强这些自动化产品（包括：分布式控制

系统（DCS）、测量装置、分析设备、专业产品和服务），→03 从而帮助客户在实现盈利和可持续发展的道路上从数字化中得益。下面将介绍这方面的一些精选实例。¹

能源行业

提到可持续性，能源行业无疑是一个良好的切入点，尤其是今年，石油和天然气市场一直动荡不安。对于上游生产商，ABB Ability™ Wellhead

ABB 全球收入的 60% 来自于直接解决环境可持续性问题技术。

Manager 是一个预测性分析平台，使中小型生产商能够通过基于云的数据采集与监视控制（SCADA）系统远程洞察生产资产。通过提供对数据、报警和通知的即时访问，帮助生产商减少停机时间、降低成本和风险，同时改善人身安全防护，并避免产生环境问题 [5]。

美国中游生产商 IACX Energy 在 1,500 口油井上部署了这款工具，以收集和汇编现场信息、导出文件、监测输电线路和设置报警。安装新设备后，系统会保持在线，以确保持续生产并将环境风险降至最低。IACX 的项目执行成本降低了 57%，硬件、服务、管理和能源成本降低了 34% [6]。

以上是生产领域中的应用，我们再来看看加工领域。ABB 过程功率模拟器（PPSim）可运用数字双胞胎技术，为操作员培训、电气控制室测试、控制策略的检验和确认提供支持 [7]。通过复制工厂的电气控制系统，操作员可以在安全的环境中暴露于非常规情况，从而提高其有效性、生产力和效率。操作员对可能实施的控制策略和合规程序进行检验和确认，从而减少调试时间、停机时间和能源成本。PPSim 的首次应用是在英国石油公司位于印度尼西亚的 Tangguh 液氮处理厂，在实时场景中模拟了 3 台发电机、25 台变压器

— 02 对物联网、工业物联网、第四次工业革命和工业4.0等技术进行解释，并举例说明……

— 03 工业操作数字生态系统的技术可分为三大级别。但这个生态系统缺乏能够释放各层技术价值的动力。ABB在工业分析和人工智能方面的投资建立在这一数字化基础上，目的是要持续提高工业效率。

和 80 种负载。PPSim 通过提供各种场景来确定每项操作的结果，从而缩短调试时间、降低能源成本、改善人员安全防护，并降低环境风险 [8]。²

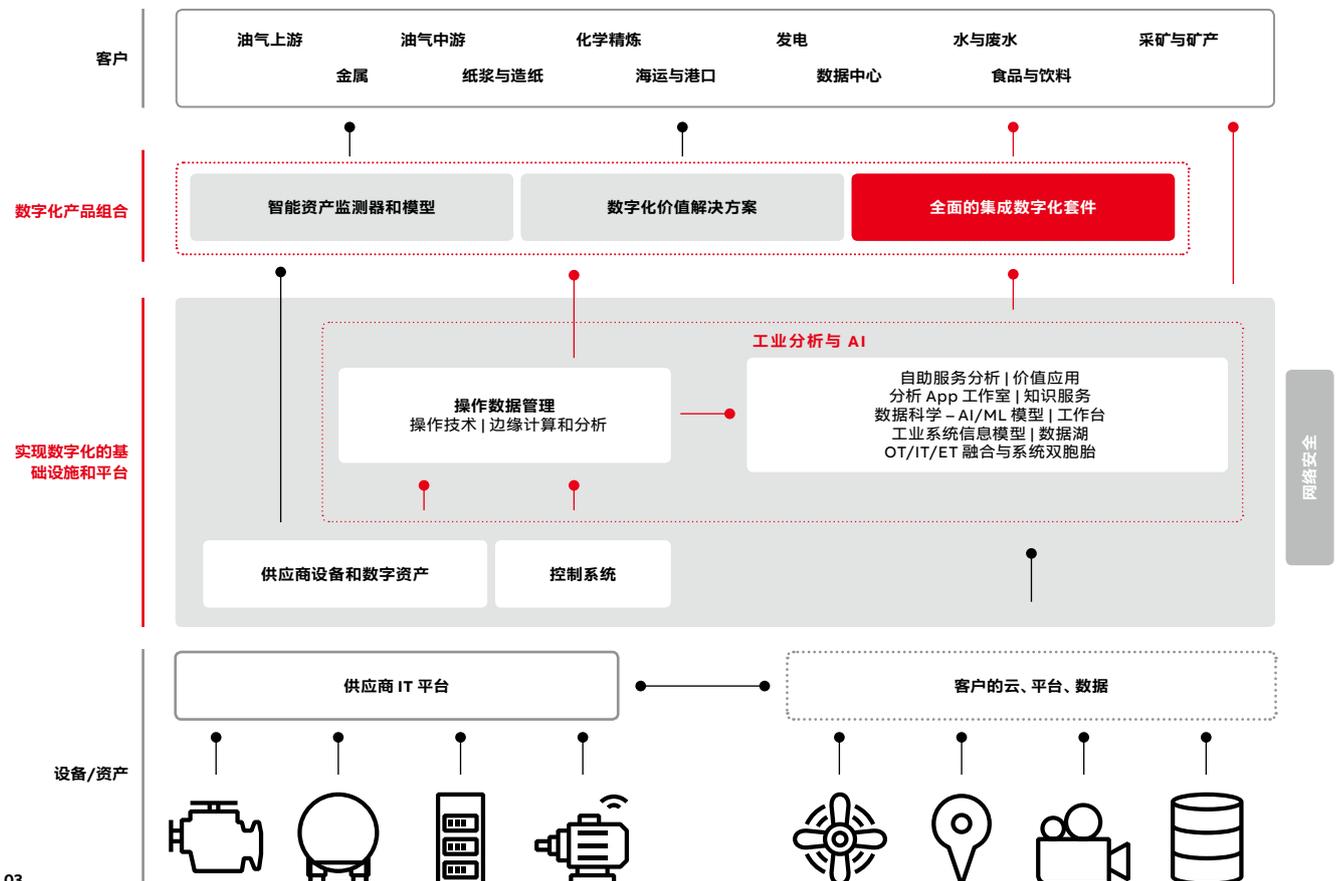
在发电方面，现已形成了碳、水电、风能和太阳能并存的能源结构，这将传统的集中式电网转变为分散式电网，实现了能源和信息的双向流动。新形成的能源组合带来了生产水平和价格方面的高度可变性。这些新的动态要求解决方案可同时满足消费者和生产者的需求。ABB OPTIMAX® 能源管理系统 [9]可测量并控制该等能量流 → 04, 05。OPTIMAX 易于集成到现有基础设施中，以提高工业场所、建筑物、农场、交通枢纽甚至整个城市的能效，能够在不危及可靠性或电网稳定性的情况下，将更多的可再生能源引入能源结构中，从而减少排放，并可在不影响操作的情况下降低能源成本。预计到 2050 年，电力需求的增长速度将是其他能源的 7 倍，因此，电力能源结构去碳化成为可持续发展的一个重要

目标。OPTIMAX 可将各种分散的能源资源整合到一个虚拟发电厂中并进行优化，这样，生产商就可以根据能源可供性和价格要求进行买卖，在不中断供应的情况下最大限度地利用可持续能源 [10]。

本期《ABB 评论》介绍了能源行业中正在采用的一系列技术，包括水下泵和气体压缩机的

— OPTIMAX 能够在不危及可靠性或电网稳定性的情况下，将更多的可再生能源引入能源结构中。

海底输电、配电和功率转换系统。本期还介绍了 ABB Ability™ 产品组合在支持无二氧化碳开采方面的数字化开发，例如堆场管理系统、通风优化器和网络安全指纹。除生产领域外，本期还提供了有关营销领域的



洞察，让读者了解公司如何通过其他 ABB Ability™ 解决方案（如海事咨询系统和 Marine Pilot Vision）以及发动机分析软件 Tekomar XPERT 为全球航道管理提供支持。

下一步是从数据中获取更多价值

迄今为止，ABB 的数字产品主要是从公司自己生产的资产和系统中提取数据，为公司所支持的工业过程提供分析或给出行动指示，这是通过单点解决方案实现的，而不是通过可根据生产产生产线、工厂、企业或业务流程需求进行缩放的完整产品组合。

但情况已发生变化。7 月，ABB Ability™ Genix 工业级分析及人工智能套件正式推出，这是一个集软件、应用程序和服务于一体的全面型组合产品，综合利用工业领域知识、自动化技术和人工智能，来帮助工业生产商释放多个数据源的附加价值。通过深入的数据分析以及对工厂和企业的全面优化，ABB Ability™ Genix 可帮助资产密集型生产商做出更明智的商业决策。

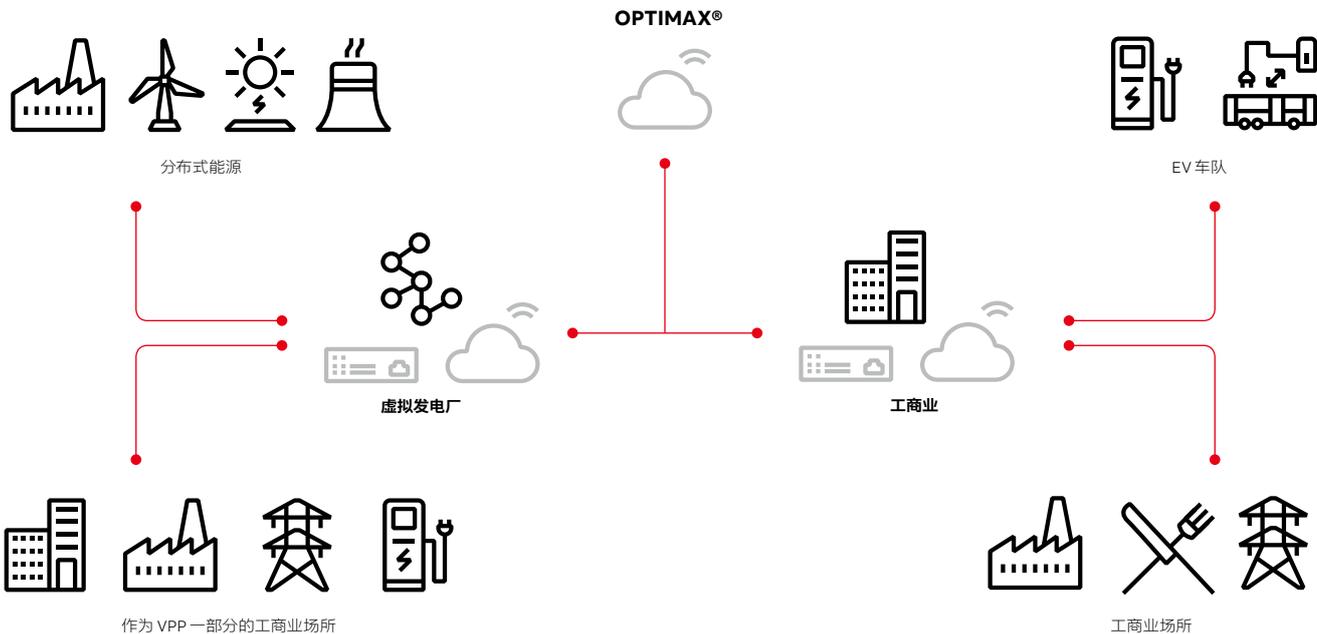
在此过程中，收集、整合各种数据源并进行情境化是关键所在，这些数据源包括：工程技术（ET）数据，例如将合规性监管纳入工厂设计；操作技术（OT）数据，例如提供实际排放指标的分析仪；

以及信息技术（IT）数据，例如管理分析仪备件的供应链。当检测到异常操作时，如果分析中包含设计参数、库存水平，

人类有责任为子孙后代保护甚至改善全球环境，使其保持健康发展且欣欣向荣。

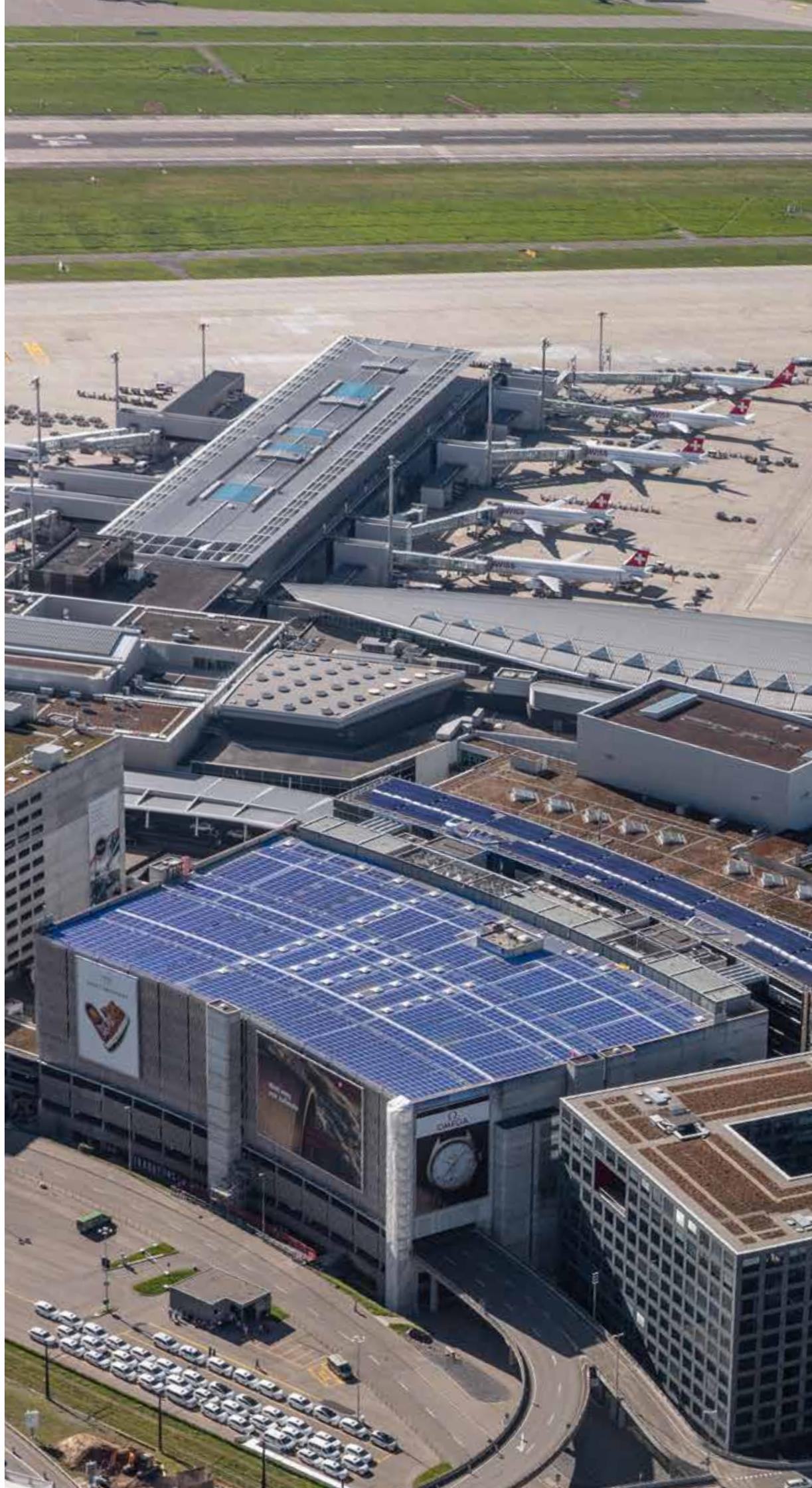
以及有关资产与整个过程的相关性和财务影响的信息，则可以给出更佳的动作指示。在应用人工智能智能模式的情况下，事后修正会被预测性规范化建议取代。除了环保合规外，ABB Ability™ Genix 还可为资本规划、设施设计、供应链管理、生产、维护、库存管理等提供支持。这一全新套件使 ABB 的实力得到提升，可为客户在实现数据利用、数字化和可持续发展的道路上提供更好的服务。

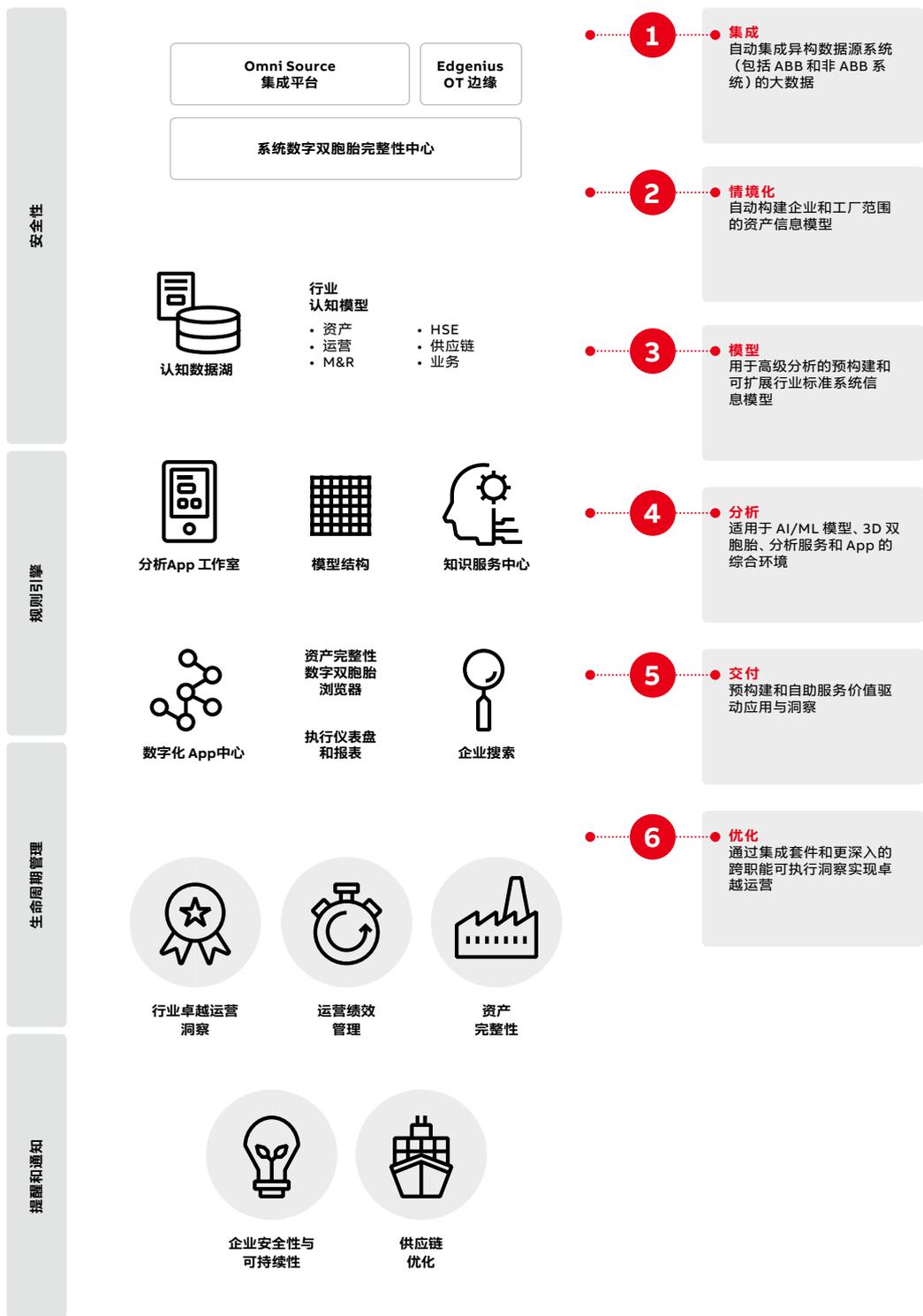
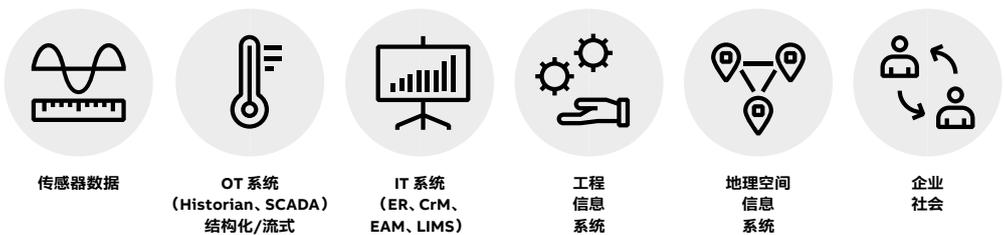
它以最初的数字化投资（DCS 及其连接设备）为基础，是使数据得到更充分利用的



—
04 虚拟发电厂将发电源、储能设备和需求响应参与者汇集于一个分布式能源网络中。

—
05 虚拟发电厂的能源几乎涵盖任何发电技术，如沼气、生物质、热电联产（CHP）、微型CHP、风能、太阳能、水能、热能、柴油机和化石燃料发电。图为苏黎世机场。





06 通过专门构建的技术（如 ABB Ability Edgenius 操作数据管理器），ABB Ability™ Genix 工业级分析及人工智能套件可从异构来源收集数据。

自然契合点。为实现这一目标，ABB Ability™ Genix 将 ABB Ability™ Edgenius 操作数据管理器作为关键组件，它可以在生产点连接、收集和分折操作数据，以实现近实时缓解。ABB Ability™ Edgenius 可从操作技术中提取数据以生成分析结果，有助于即时缓解环境风险等问题。ABB Ability™ Edgenius 可以独立部署，也可以与 ABB Ability™ Genix 集成，作为操作技术（OT）数据的交付机制，OT 数据可结合 ET 和 IT 数据进行业务战略分析 [11] → 06。

数字化未来

长期以来，ABB 的业务模型都具有可持续性。这对公司是否可获得经营许可至关重要。ABB 一直秉承可持续发展的理念，这体现在我们的自身运营、采购和管理与供应商关系的方式上，以及体现在向客户提供的产品、服务和解决方案所产生的影响上。在可持续发展方面，我们所作出的最大贡献是竭尽所能为客户及其运营提供服务，从而提高其安全性、智能性和可持续性。

受联合国“2030 年可持续发展目标框架”启发，ABB 制定了自己的可持续发展目标，树立了

企业雄心：致力于成为可持续发展的行业典范；在最具影响力的地方（公司的已安装用户群）发挥更强大的作用；继续推动各个方面的变革，为全球可持续发展和繁荣作出积极贡献。

人类有责任为子孙后代保护甚至改善全球环境，使其保持健康发展且欣欣向荣。对于 ABB 而言，

借助人工智能技术，事后修正被预测性规范化建议所取代。

可持续发展既是正确的选择，也是一个商机。公司为客户提供支持，使其变得更环保和更可持续，从而创造新的市场机遇，推动繁荣，共建可持续发展的未来 [12]。•

脚注

1) 有关该主题的更多信息，请参阅本期《ABB 评论》第 15 页“提高效率和生产率，以实现可持续发展”。

2) 有关更深入的信息，请参阅本期《ABB 评论》第 30 页“自动化助力油气产业，实现安全性和可持续性”。

参考文献

[1] European Commission, “Paris agreement”, 2015, 来源: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en. [访问日期: 2020 年 6 月 8 日].

[2] United Nations Department of Economic and Social Affairs, “Goal 9: Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation” in Envision 2030 Industry Innovation and Infrastructure, 来源: <https://www.un.org/development/>. [访问日期: 2020 年 6 月 8 日].

[3] United Nations Development Programme,

Sustainable Development Goals, Goal 7: Affordable and Clean Energy, 2019, 来源: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html>. [访问日期: 2020 年 6 月 8 日].

[4] Fortune Business Insight, Industry Report: Internet of Things in Manufacturing Market, No. 101677, [Online]. 来源: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-in-manufacturing-market-101677> [访问日期: 2020 年 8 月 8 日].

[5] ABB, “ABB Ability™ Wellhead Manager, Insight to optimize your operation – now in the cloud”, 来源: <https://wellheadmanager.abb.com/>. [访问日期: 2020 年 6 月 10 日].

[6] D. Schultz, “Smaller operators benefit from cost-effective digital solution”, 2020 年 3 月, World Oil Magazine, p. 57.

[7] ABB, “ABB Process Power Simulator, Reduce unplanned downtime through simulation”, 来源: <https://new.abb.com/oil-and-gas/products/automation/process-power-simulator>. [访问日期: 2020 年 6 月 10 日].

[8] ABB, “Process Power Simulator”, ABB Internal report, 未出版, p. 3, 2020.

[9] ABB, “ABB Ability™ Energy Management Optimax® for industrials and commercials”, 2020 年 7 月. 来源: <https://library.e.abb.com/public/d906c533a-7224f8ab57fffd090b218ab/ABB%20Ability%20Energy%20Management%20-%20OPX%20for%20Smart%20Charging%20-%20customer%20presentation%20-%20external%20v3.pdf>. [访问日期: 2020 年 6 月 10 日].

[10] ABB, “Optimax® for virtual power plants, 来源:

<https://new.abb.com/power-generation/service/advanced-services/energy-management/virtual-power-plants>

[11] ABB, “ABB’s new analytics and AI software helps producers optimize operations in demanding market conditions”, ABB 新闻稿, 2020 年 7 月 29 日, pp. 1–2.

[12] ABB, “Climate Actions: Committed to Reducing Emissions” ABB Sustainability report, 2019, 来源: <https://sustainabilityreport2019.abb.com/responsible-operations/climate-action.html>. [访问日期: 2020 年 6 月 8 日].

工业自动化

提高效率和生产率， 以实现可持续发展

可持续发展不仅有利于地球，还有利于企业。ABB 一直致力于客户驱动型技术的研究，开发出多种智能产品，利用有关过程条件、控制系统行为和决策的近实时数据来降低环境影响。

—
为了实现可持续发展，石油天然气化工事业群 (OGC) 等产业部门借助 ABB 开发的产品来实现其目标：减少二氧化碳和其他温室气体排放；保证水的可用性和纯度；保障工作人员和设施的安全；以及提高能效。

由于大多数自然资源都是有限但却必不可少的，因此对可持续发展的呼声日渐高涨，政府和社会都对此保持关注。此外，工业界认识到，要保持长盛不衰，必须投资于可持续发展，在无需牺牲生产率和效率的前提下实现增长。ABB 致力于开发创新型工业自动化 (IA) 解决方案，帮助工业界实现可持续发展，从而更好地管理地球环境。

由于事关重大，政府和监管机构正在积极制定举措以促进可持续发展。最近，美国环境保护署 (EPA) 实施了多项举措，目标是要实现温室气体排放量比 2008 年基准水平减少 40% [1]。2019 年 6 月，英国在全球率先通过一项具有法律约束力的协议，期望在 2050 年前将碳排放量降至零 [2]；2019 年 11 月，新西兰成为最新一个设立同样目标的国家 [3]。

世界银行等国际组织启动了数项以可持续发展驱动的计划，例如，太阳能公园共享基础设施、全球环境基金 (GEF)。得益于

—
Purvang Upadhyay
ABB 测量与分析事业部
阿联酋阿布扎比

purvang.upadhyay@
ae.abb.com

Stephen Gibbons
ABB 测量与分析事业部
德国法兰克福

stephen.gibbons@
de.abb.com

Mark Bitto
ABB 过程控制平台
美国俄亥俄州威克利夫
mark.bitto@us.abb.com







01



02

联合国 2015 年可持续发展目标，人们越来越关注各国政府在一系列污染控制和自然资源管理挑战方面的表现。采用诸如幸福星球指数（HPI）、生活质量指数（QLI）和环境绩效指数（EPI）等可持续性衡量指标

ABB 开发的新智能产品关注卓越分析和诊断能力。

有助于实现这一目标。然而，在通往可持续发展的道路上充满复杂挑战，加工、电力和运输业均面临两难的境地：必须减少二氧化碳和其他温室气体排放；保证水的可用性和纯度；保障工作人员、设施和受作业影响区域的安全；提高能效，并在不断扩大的监管环境中满足合规要求，同时保持盈利能力。

—
01 自动化工业系统结合了人工智能和机器学习算法领域的先进技术，使数据收集、分析和决策中的人工干预减少，最终实现人员、流程和技术的协同作业。

—
02 ABB 开发出 URAS 和 LIMAS，分别使用非色散红外和紫外辐射技术，协助工业界监测有害气体排放。

利用创新支持可持续发展

ABB 意识到，要应对上述挑战，工业界必须接受的不仅仅只是可持续发展。因此，在开发新产品时，重点不仅在于卓越分析和诊断能力上，而且要将智能化、连接性和可用性嵌入到这些产品中，确保它们能够与对工业操作至关重要的控制系统相连接。最终产品能够提高能源和水的使用效率、减少排放和浪费，同时帮助工业界满足可持续性要求。通过整合人工智能（尤其是机器学习）领域的最新技术，助力工业界实现其可持续发展目标。将人工智能（尤其是机器学习）领域的最新技术与 IA 过程相结合，这样，工业界不仅可以精简智力劳动者，而且可以在不牺牲生产率或效率的情况下实现能源、排放、水和安全方面的目标 → 01。

如今，将来自集成以及互联传感器、设备和仪器的数据收集、分析与扩展控制系统（如分布式控制系统（DCS）和可编程逻辑控制器（PLC））相结合，可以加强工业过程调节，甚至促进远程决策，使所有操作中的人为干预减少。延长工业机器的生命周期，并通过过程预测性监控和产品维护优化来改善机器的使用状况，从而在这些过程中减少浪费、优化能源和水的使用，并减少有害排放物和污染物 [4]。通过利用智能报警管理和减少人员处于危险环境中的时间，使员工安全也得到极大改善。这些分析和测量设备的设计结合了有关远程诊断和预测性维护的先进技术，同时对成本产生积极影响。

通过监控和检测减少有害排放

2013 年，在二氧化碳直接排放总量中，有 24% 来自工业，预计到 2050 年将达到 45% [5]，各国政府纷纷出台了有关减少工业二氧化碳排放量的合规指令，包括《大型燃烧设备指令》-LCPD（指令 2001/80/EC）、《废物焚烧指令》-WID

（指令 2000/76/EC）。ABB 测量与分析业务团队开发出多种监测解决方案，如 ACF5000 连续排放监测系统（CEMS）[6]，该系统可同时测量多达 15 种成分（包括相关污染物），帮助工厂所有者满足碳排放合规要求。但减少二氧化碳排放并不能解决所有行业的排放问题，对于那些依赖煤炭、天然气、石油或生物质作为燃料的行业，还要控制其他温室气体和污染物的排放，而 ACF5000 则可帮助实现这一目标。

ABB 气体分析仪系列产品专为满足各行业客户的合规性和可持续性需求而设计，如发电、纸浆和造纸、金属和水泥生产等。ABB 旗舰产品 URAS [7] 基于 50 多年的非色散红外技术经验，可同时测量多达四种化合物，如 CO、NO、SO₂ 和 CO₂。LIMAS 是 ABB 的另一款成功产品，运用 UV 检测技术

— ABB 气体分析仪系列产品专为满足客户的合规性和可持续性需求而设计。

同时测量 NO 和 NO₂ 以及 SO₂，即使样品中存在水或 CO₂ 亦不受影响 → 02 [7]。此外，利用“预测型排放监测系统（PEMS）”软件解决方案和推理建模平台（IMP），可实现准确可靠的实时排放估算，该 IMP 专为模型创建和在线部署而定制，通过标准协议与工业控制系统相连，继而更好地控制排放监测过程。

可靠及时的泄漏检测还可以帮助工业界减少温室气体排放。ABB Ability™ 移动式燃气泄漏检测系统配备数字移动检测软件应用程序，采用 ABB 专利激光技术，是唯一可同时测量甲烷和乙烷的系统 [8]。因此，可以区分并测量管道气体和自然产生的甲烷。由于灵敏度

比传统设备高出一千倍，因此能够快速定位泄漏。更大的自主性使任何经批准人员均可随时随地进行操作。其自主详细报告无需经过人工审查、编辑或筛选，这意味着客户可以定位泄漏并确定其优先顺序，从而减少有害排放并增强安全性，同时提高生产率和效率。

获得洁净用水

随着全球对水的需求以人口增长速度的三倍增加，全球淡水供应面临巨大

压力。在全球总淡水取用量中，工业过程占 22%，预计这一比例还将上升 [9]。此外，即使工业过程中的用水在经过有效处理后通常可以再利用，但水质一般会下降。而随着设施和系统的老化，污水处理能力会逐渐衰退，这是一个重大挑战。

提高水质并减少制造过程中的巨大耗水量至关重要。ABB 认识到，在减少水（和能源）用量的同时，提高产品和过程的可持续性，不仅有利于环境，也有利于企业。即使用量小幅下降也会对公司账本底线产生积极影响，还可促进与最终用户和利益相关者的联系。



ABB 的产品，例如 Symphony Plus™ 自动化解决方案、水分析产品和流量计，可为客户提供更高的灵活性、可靠性和效率，从而降低工业操作成本，同时改善水质并减少用水量。

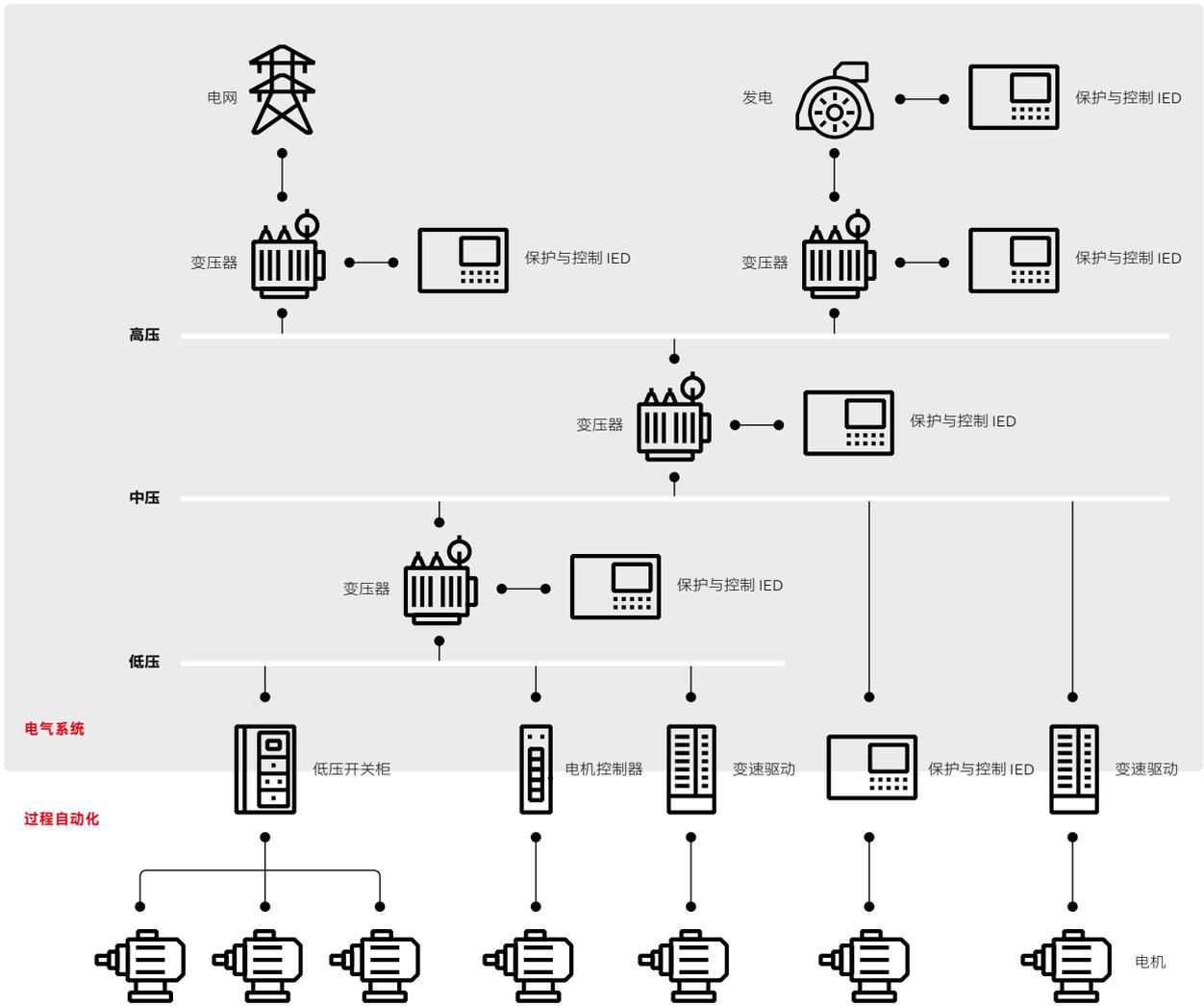
Symphony™ Plus 是专为电力和水利行业开发的新一代 Symphony DCS 系列产品，是一个全面的数字自动化系统，非常适合

ABB Ability™ 移动式燃气泄漏检测系统是唯一可同时测量甲烷和乙烷的系统。



水循环管理，可用于提高海水淡化和处理厂、水分配和输送网络的绩效 [10]。Symphony DCS 在全球的装机量达 6,800 多台，其中水电应用超过 4,800 台，该自动化平台是一个久经考验的解决方案。

此解决方案在结构上结合了闭环系统和感知-分析-行动的基本部件，专门为水应用（大量小型模块化单元）而设计，使工厂和网络运营商能够实现可持续盈利增长。



05

03 ABB AquaMaster 流量计可监测进水量, 并进行自动校验。

04 ABB 非侵入式传感器可以在不干扰过程的情况下进行精确测量。从而降低对安全、环境和设备的风险, 同时提高效率。

05 借助 ABB Ability™ 系统 800xA 电气控制解决方案, 可洞察能量流和负载。这样, 便可以轻松控制耗电 (如发电机、变压器和断路器) 和用电设备 (电机)。

在许多工业过程中, 优质水的可用性及其持续准确测量是一大关键。ABB 的水分析解决方案可提供过程条件的实时数据, 用于改善

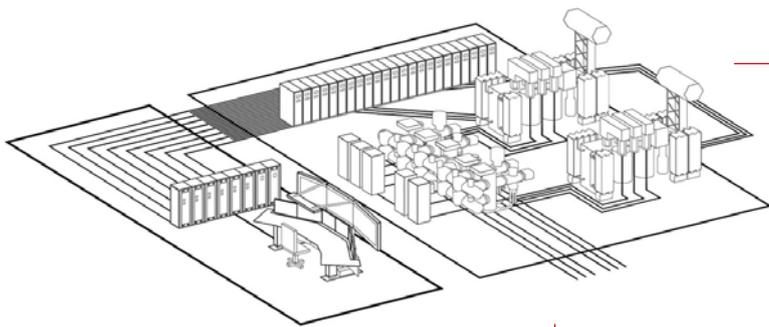
Symphony™ Plus 是一个用于水循环管理的全面数字自动化系统。

效率、提高绩效和保障质量 [11]。因为优质水不仅是饮用水必须满足的要求, 也是发电的要求, 所以 ABB 开发了水质分析解决方案, 利用单个参数完成汽水分析, 以确保水的纯度, 从而实现高效发电。ABB 的

连续水质分析仪系列产品还有助于维持合规的饮用水质量, 以满足不断增长的需求。

ABB 拥有超过 70 年的 pH 传感器开发经验, 可提供用于智能诊断的先进数字 pH/氧化还原电位传感器, 以确保水质 [12]。

泄漏造成的水流失是另一个问题, ABB 推出的智能型太阳能/电池供电流量计 AquaMaster [13] 有助于减少漏水, 同时可降低维护成本并提高绩效 → 03。这种电磁流量计能够实时监测进水量, 从而及早发现浪费。AquaMaster 4 是全球首款自动校验流量计; 数字指纹技术允许每隔 30 分钟进行一次完整性自检。



 工时减少
42%

电缆节省
250 km
相当于巴黎与布鲁塞尔之间的距离

 总成本节约
\$1,000,000

06

操作接口和许可证、配置培训和维护上的需要，减少资本支出。将过程控制与安全自动化集成后，可消除因使用两个独立系统而产生的问题；从图形交互到报警管理和系统维护，所有操作均平稳可靠。

一直以来，在安全性与成本效益之间寻求平衡都是一项挑战，ABB 的非侵入式温度传感器可以使棕地实现这一平衡→04。该设备于 2018 年推出，采用双传感器结构和算法在介质表面进行快速测量，从而在无需热电偶套管的情况下提供实时数据 [14]。此解决方案

安全性：平衡经济利益与环境保护

在多重重大工业安全事故发生后，人们的安全意识有所提高，同时全球对安全标准的接受、实施和执行力度也有所加强，但受到严格监管的行业仍然需要寻求经济增长。创新商业战略将人员安全、健康和福祉均纳入考虑，使公司能够实现安全与增长并行的目标。在正常运行控制无法维持安全运行参数的情况下，安全自动化可以超越常规过程控制，协助业界保护人员、环境及其财务投资。

ABB 于 2005 年推出的系统 800xA 高完整性安全解决方案可为工业界提供适合各种安全应用的灵活集成架构→01。结合 ABB 的生命周期服务，客户可以实现他们所需的认证安全解决方案。通过消除两个独立系统在重复网络、

安全自动化可协助业界保护环境、人员及其财务投资。

可降低对人类、环境、介质和其他组成部件的风险，从而使安全性和环境合规性的实现变得更加简单。由于维护时无需停机，所以不仅安装成本较低，系统运行成本也较低。因此，最多可以使 CAPEX 降低 75%。

通过集成控制系统提高能效

为了减少全球能源需求和减轻二氧化碳过量排放的破坏性影响，能效在每个人的政治和经济议题中均占据首位 [15]。

06 ABB 的 iED 解决方案使基于以太网的解决方案不再需要硬接线通信和复杂软件网关, 这样可以大大节省成本、人力和材料, 从而节省能源。

ABB Ability™ 系统 800xA 电气控制解决方案允许工厂运营商查看并了解电力使用情况。

通过 ABB Ability™ 系统 800xA 电气控制解决方案, ABB 开发了一个集成解决方案, 允许工厂运营商查看并了解电力使用情况, 还可以探索新的节能机会, 以及加强现有减排计划 [16]。该解决方案可监测和控制变电站 (为许多过程工业设施提供能源所必需), 并确保实时应用程序的充分可用性 → 05。用户可以通过单个系统控制流程、管理现场

工作人员, 并实现卓越的操作效率。

对主要通信协议的支持可促进设备之间的互操作性。通过连接智能设备来减少开关设备上的硬接线布线, 从而大幅节省成本 → 06。资产管理策略可以扩展到电气设备, 减少工厂停工时间并提高生产效率。总体而言, 此电气控制解决方案有助于能源密集型行业经济高效地使用能源。

ABB 产品能够为工业界提供助力, 使其在各方面实现可持续发展目标, 同时提高效率和生产率, 从而通过负责任的行动来提升盈利能力。•

参考文献

- [1] The United States Environmental Protection Agency, "Executive Order 13693, Planning for Federal Sustainability in the Next decade", 来源: <https://www.epa.gov/greeningepa/executive-order-13693planning-federal-sustainability-next-decade>. [访问日期: 2020年6月20日].
- [2] Government of the United Kingdom, "The UK becomes the first major economy to pass net zero emissions law", UK.Gov, June 27, 2019, 来源: <https://www.gov.uk/government/news/uk-becomes-first-major-economy-to-pass-net-zero-emissions-law>. [访问日期: 2020年6月20日].
- [3] P. Menon, "New Zealand passes law aiming for net zero emissions by 2050", Reuters News, Nov. 7, 2019, 来源: <https://www.reuters.com/article/us-newzealand-climate-idUSKBN1XH0RQ>. [访问日期: 2020年6月20日].
- [4] O. Shani, "The Fourth Industrial Revolution Moves from Automated to Autonomous", Forbes, June 4, 2018, 来源: <https://www.forbes.com/sites/forbestech-council/2018/06/04/the-fourth-in-dustrial-revolution-moves-from-automated-to-autonomous/>. [访问日期: 2020年6月22日].
- [5] N. Chestney, "Unprecedented world carbon emissions cuts needed by 2050: PwC", Reuters News, Nov. 5, 2012, 来源: <https://www.reuters.com/article/us-carbon-pwcidUSBRE8A400420121105>. [访问日期: 2020年6月20日].
- [6] ABB, "Hot Wet extraction system ACF5000", [Online] 来源: <https://new.abb.com/products/measurementproducts/analytical/continuous-gas-analyzers/cga-systemsolution/acf5000>. [访问日期: 2020年6月22日].
- [7] ABB, "Advance Optima and Easy-line Solutions", [Online] 来源: <https://new.abb.com/products/measurementproducts/analytical/continuous-gas-analyzers/advance-optima-and-easy-line-series>. [访问日期: 2020年6月22日].
- [8] ABB, ABB Ability™ Mobile Gas Leak Detection System, 来源: <https://new.abb.com/products/measurementproducts/analytical/laser-gas-analyzers/abb-ability-mobile-gas-leak-detection-system>. [访问日期: 2020年6月22日].
- [9] United Nations World Water Development, "United Nations World Water Development Report", 2018, 来源: <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2018/>. [访问日期: 2020年6月20日].
- [10] ABB, "Introducing ABB Symphony™ Plus", 来源: <https://new.abb.com/power-generation/systems/powerplant-automation/abb-ability-symphony-plus/>. [访问日期: 2020年6月23日].
- [11] ABB, "Continuous Water Analysis", 来源: <https://new.abb.com/products/measurementproducts/analytical/continuous-water-analysis>. [访问日期: 2020年6月22日].
- [12] ABB, "pH/ORP Sensors", 来源: <https://new.abb.com/products/measurementproducts/analytical/continuous-water-analysis/ph-orp-measurement/ph-orp-sensors>. [访问日期: 2020年6月22日].
- [13] ABB, "AquaMaster FEW400 Electromagnetic Flowmeters", 来源: <https://new.abb.com/products/measurementproducts/flow/electromagnetic-flowmeters/>. [访问日期: 2020年6月22日].
- [14] J. Gebhardt et al., "ABB's noninvasive temperature measurement creates digitization use cases", ABB Review, 1/2019, pp. 46–53, 来源: <https://new.abb.com/news/detail/16858/abbs-noninvasive-temperature-measurement-creates-digitization-use-cases>. [访问日期: 2020年6月22日].
- [15] International Energy Agency, "Shaping a secure and sustainable energy future for all", IEA, 2013, 来源: <https://www.iea.org/>. [访问日期: 2020年6月20日].
- [16] ABB News, "ABB Ability™ control Systems 800xA Electrical Control Systems", 来源: <https://new.abb.com/control-systems/system-800xa/electrical-control-system>. [访问日期: 2020年6月22日].





工业自动化

应对自主开采和无二氧化碳开采的挑战

对于采矿业而言，操作优化和预测性维护比以往任何时候都更为迫切，提高能源效率和减少二氧化碳排放的需求亦如此。ABB 是如何利用尖端自动化、电气化和数字化技术来应对这些挑战的？

—
Max Luedtke
Mehrzad Ashnagaran
ABB 工业自动化事业部
过程工业团队
瑞士巴登

max.luedtke@
ch.abb.com
mehrzad.ashnagaran@
ch.abb.com

Marcos Hillal
ABB 工业自动化事业部
过程工业团队
巴西圣保罗

marcos.hillal@
br.abb.com

矿业公司面临诸多挑战：易于获取的矿产大部分已经枯竭，且已知的矿石储量不断减少；矿山通常位于偏远地区；劳动力和能源成本仍然是固定开销。另外还需承受提高能效和减少二氧化碳排放的压力。

为了应对这些挑战，可以将未来的矿山设想为自主型无二氧化碳矿场，即一家安全的数字化矿山企业，每一个操作细节均与可持续性相关联，并围绕可持续发展目标制定。ABB 现有产品包括涵盖电气化、自动化、传动装置、电机和基础设施的综合集成解决方案，可帮助优化采矿业客户（从矿山到港口）的整体绩效。ABB 的数字技术可将人员、设备和服务结合在一起，



01



1

部分自动化



2

本地自动化



3

连接和优化



4

协作和移动



5

自主
和经济优化



02



发挥作用 →02。例如，德国 MIBRAG 的 Schleenhain 褐煤矿采用 ABB Advant 系统，从中央控制室对堆场和皮带输送机系统进行自动操作。最近升级的 ABB Ability™ 系统 800xA 将所有控制和传动装置迁移到

到 2025 年，自动化变革有望为采矿业节省 3,730 亿美元。

最新技术上，为进一步的操作改善开辟了新的可能性。Schleenhain 矿场的两台门式铲运机和一台堆垛机也是自主操作的，项目范围还包括传动装置、仪表、辅助设备、闭路电视（CCTV）、通信基础设施和早期版 ABB Ability™ 堆场管理系统。

对于诸如上述材料处理流程的自主操作，ABB 的采矿和技术专家与客户之间的协作至关重要。由于产品互操作性和标准化的不可或缺，原始设备制造商（OEM）也将发挥重要作用。

采矿自动化技术

到 2025 年，通过实现机械操作自动化、促进预测性维护、提高可追溯性、利用实时数据和分析的能力，以及提供矿场到市场价值链的整体可见性，人工智能（AI）、机器学习和工业物联网（IIoT）的创新有望可为采矿业节省约 3,730 亿美元 [2]。

对于采矿自动化，获取准确、实时的操作数据至关重要。尽管此类数据一直都很重要，但如今，良好的业务决策需要来自多个地理位置、行业领域和监管框架的物理资产、工厂、设备的稳定输入数据。这种数据方面的

01 自动化为采矿作业带来众多好处。

02 采矿自动化成熟度。

以改善矿山电力和生产率、增加设备可用性，并降低生命周期运营成本。公司还帮助矿山实现全电力化，并通过优化过程实现能效最大化。

迈向自主开采

目前，没有一个矿山是完全自主的。事实上，100% 的矿山自主不大可能实现，许多矿山现在都只有自主设备孤岛。

矿山自主操作的好处体现在多个方面。例如，自主技术可以将人员从不安全、受污染和多尘的区域转移到更安全的地方。未来，在矿山执行作业的人员会越来越少，他们将转而以远程方式监控矿山生产，更多人员将被安置到城区舒适的集中控制室，从而使人员招募变得更容易 →01。

自主操作还支持预测性维护，这样可降低维修成本和计划外停机时间，并且实现过程优化，从而减少 CO₂ 排放量和资源使用量（例如水）。自主或半自主设备已经开始在钻探、爆破和堆场中



03

变化要求对传统上独立的自上而下信息技术（IT）和自下而上操作技术（OT）模型进行垂直整合。

对现代制造商而言，数据在整个组织中（从供应链管理到生产运营，再到售后服务）变得越发统一且无处不在，是其拥有的最有价值资产之一。如今，经数据优化的智能机器和过程可接收来自各个来源的输入，从而使制造变得更加敏捷，使生产安全和效率得到提高，使远程和移动操作成为可能，还可提供对运营绩效的更深入洞察。集成来自各设备、流程、工厂和业务系统的数据后，使企业领导者能够了解和控制整个组织。互联系统可以进行通信以检测不平衡的负载流，并自动进行校正以防止中断。IT 与 OT 整合是数字化企业的起点。

有关数据和数字化如何协助成熟的矿业资产实现转型，另一个欧洲矿山案例能够很好地说明这一点。ABB 在该矿山安装了

分布式控制系统（DCS），将所有关键功能（如水管理、破碎、传送带输送、箕斗装载、泵送和选矿机）的数据集成到一个高效操作中。全天候

—
ABB Ability™ 通风优化器可识别人员和车辆的位置, 并在需要时提供新鲜空气。

远程监控功能允许访问任务关键型设备相关实时数据，这样，工程师可以在问题出现之前做出预测性维护决策。

ABB Ability™ 通风优化器是一款新型按需通风系统，现可识别人员和车辆在矿山中的位置，并在需要时提供新鲜空气→03。通风优化器可节省高达 50% 的通风

—
03 ABB Ability™ 通风优化器有助于节约能源。智利国家铜业公司的 Chuquicamata 地下铜矿是其中一个应用案例。

—
04 ABB 小车系统。

能耗（所述矿山的通风能耗降低了 40%）。它还可提高火灾发生时的安全性，方式包括防止烟雾扩散和更快地排出烟雾。通风

—
随着矿业公司强化措施以降低成本和提高效率, 能源供应成为其面临的巨大挑战之一。

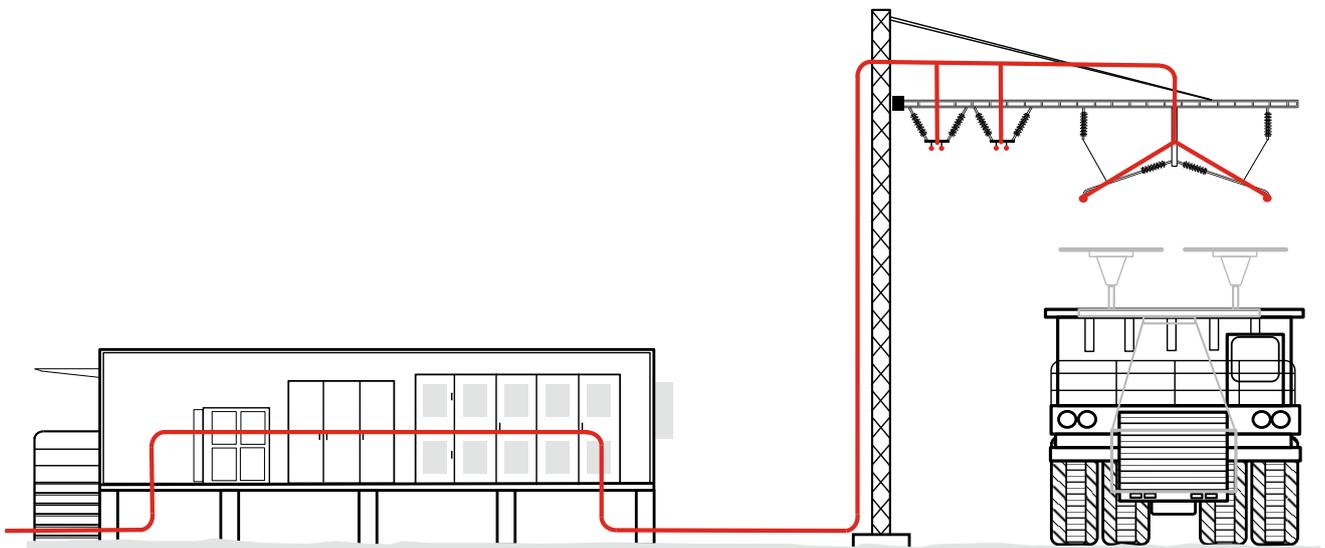
优化器可轻松添加更多风扇, 或添加临时移动到最需要处的风扇。另一个矿山在使用通风优化器的第一年间, 实现通风节能 54%, 空气加热节能 21%。

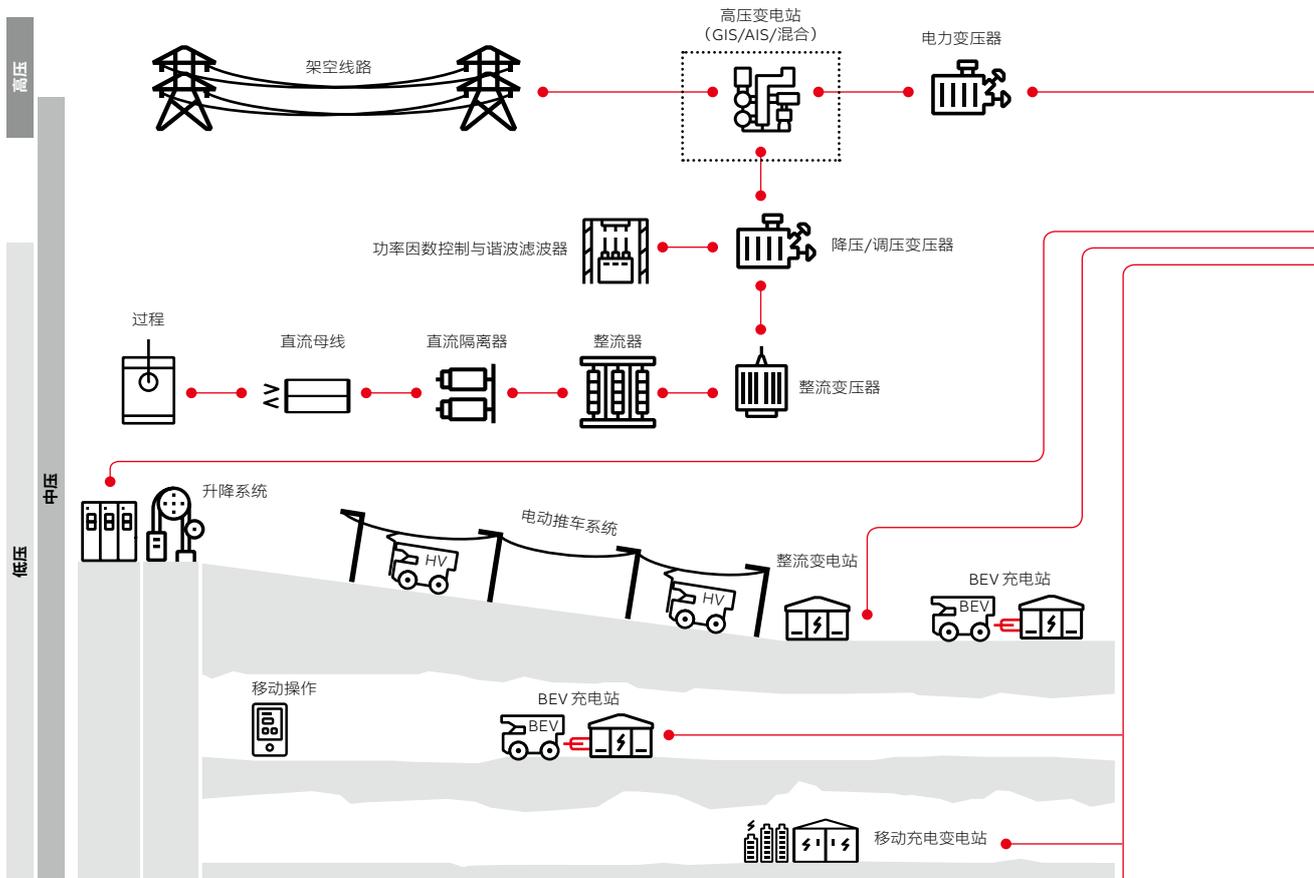
随着采矿越来越自动化和数字化, 网络安全对业务的运行变得至关重要。因此, 公司需要建立并采用网络安全框架, 包括识别、保护、检测、响应和恢复等功能, 这种方法可提供主动防护, 并为最坏情况的发生做好准备。ABB Ability™ 网络

安全指纹解决方案具备识别功能, 可发现采矿设施中控制系统的关键漏洞, 此功能主要通过以下三方面实现: 过程和协议; 组安全策略; 以及服务器和工作站设置。该解决方案可将来自 ABB 控制系统的信息与从工作人员访谈中获得的见解相结合, 然后生成一份关于企业现有网络安全措施中所存在薄弱点的详细报告, 并使用分析工具将结果与公认的行业标准进行比较。借助这一工具, 公司可以减少漏洞, 实施具针对性的可持续安全策略。

全电力化矿山时代

随着矿业公司强化措施以降低成本和提高效率, 能源供应成为其面临的巨大挑战之一。除了向偏远地区运送柴油的费用外, 还有保养、维修和更换柴油动力车辆的费用。采矿还是一个能源密集型行业, 矿石品位下降会导致每提取一吨最终产品所消耗的能源增加。大宗商品价格趋紧使利润率进一步缩小。此外, 矿山的大气污染物浓度须严格遵守相关标准, 包括柴油颗粒物、总碳、元素碳和二氧化碳





05

化氮等。满足这些标准可降低成本。

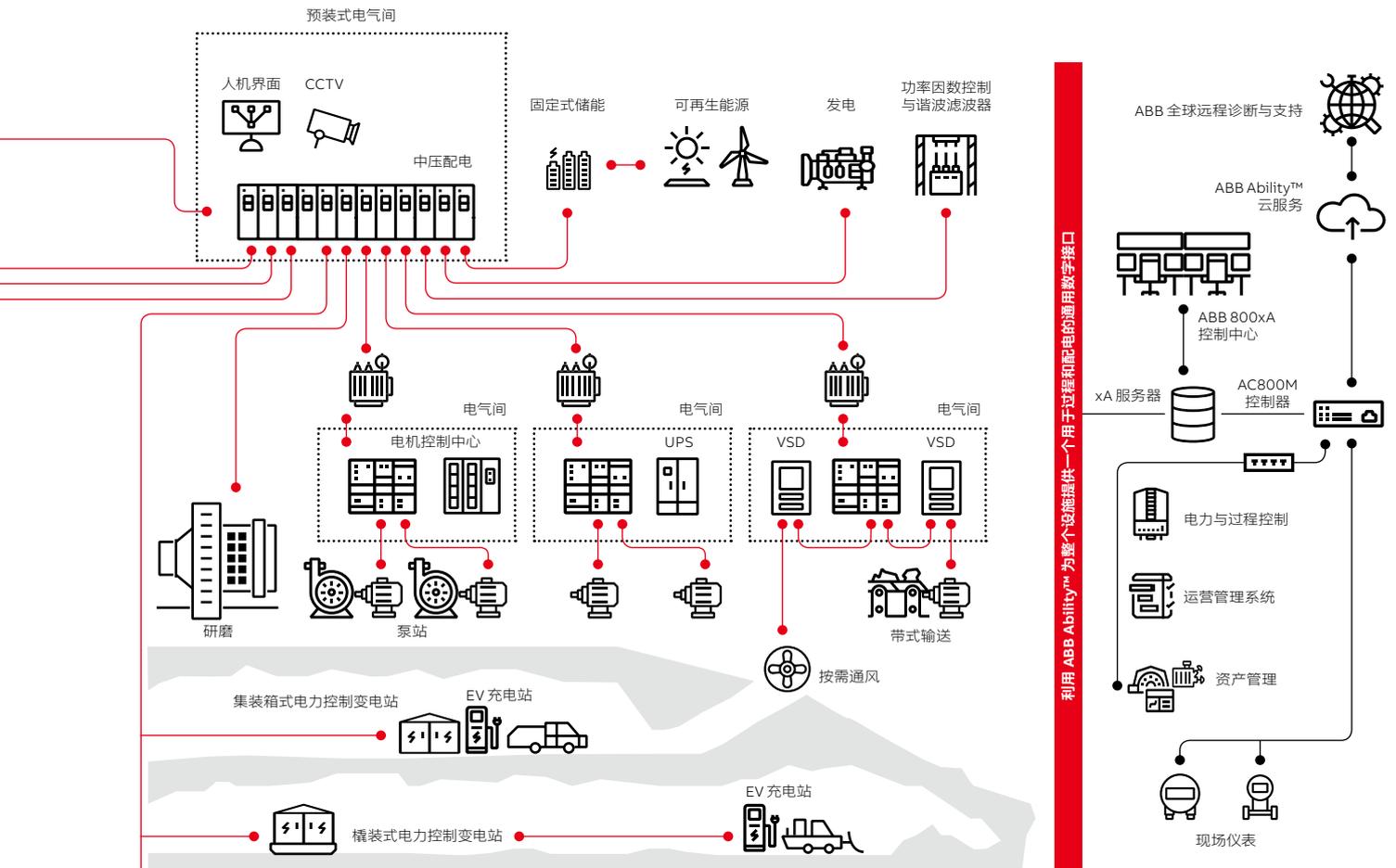
而电气化则有助于减轻污染。例如，电动汽车（EV）不仅

电气化、数字化和自动化助力采矿业应对诸多挑战。

可实现零排放，产生的废热也较少，这使冷却成本降低。预计到 2028 年，采矿作业使用的电动车（混合动力和纯电动）将超过 30,000 辆，市场价值达 90 亿美元 [2]。

将此类电力资产连接到数字和自动化系统后，可以对过程进行监测和控制，以优化操作和能源使用，从而提高可持续性。

在一个特别铜矿中，ABB 的电气化和自动化措施涉及矿山卡车的电动小车辅助系统，配备 700m 测试车道、2700V 直流电和 10MW 整流站，每年可帮助节省 830m³ 柴油，并使温室气体排放减少 80%→04。有四辆卡车，每辆额定功率为 4.5MW（四辆卡车不会全部同时运行），均配有受电弓。带来的其他好处包括：改善当地空气质量、降低生产成本、减少发动机维护、提高速度（几乎是柴油车的两倍）、减少所需卡车数量，以及降低噪音、振动和循环时间。



UPS: 不间断电源
 VSD: 变速驱动
 AIS: 空气绝缘开关设备
 GIS: 气体绝缘开关设备
 BEV: 纯电动汽车

—
 05 ABB Ability™ MineOptimize 是一个从矿山到港口的综合解决方案。

采矿数字化、电气化和自动化

数字化、电气化和自动化正帮助采矿业应对矿石资源日益减少、地区偏远以及劳动力和电力成本上涨的挑战。这些技术还可以帮助采矿者提高整体能效，减少二氧化碳排放量，从而实现更可持续的运营。ABB Ability™ MineOptimize 是 ABB 的一款综合集成产品，涵盖从电气化到数字化解决方案的全过程，并使矿业公司能够实现从矿山到港口的生产力和可持续性目标 →05。•

参考文献

[1] McKinsey & Company, "How digital innovation can improve mining productivity", November 1, 2015.来源: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/how-digital-innovation-can-improve-mining-productivity>.[访问日期: 2020年7月7日].

[2] A. Atak, "Electric vehicles for mining will be a \$9 billion market in 2028," May 3, 2018.来源: <https://www.idtechex.com/en/research-article/electric-vehicles-for-mining-will-be-a-9-billion-market-in-2028/14214>.[访问日期: 2020年5月28日].

工业自动化

自动化助力油气产业，实现安全性和可持续性

ABB 的自动化、电气化和数字技术有助于能源运营商减少碳排放、提高运营效率、降低能耗，并将更多的可再生能源整合进能源结构中→01。有实例可证明这是向更安全和更可持续发展的有效过渡。

01



Stein Guldbrandsøy
ABB 能源产业部
挪威卑尔根

stein.guldbrandsøy@
no.abb.com

2016 年，全球温室气体（GHG）排放量比 1990 年增加了 31.2%，自 2010 年以来年均增长 0.9%。在 GHG 中，占比最大的产业是能源供应（35%）和工业（21%）[1]。人们普遍认识到，如果无法大幅提高

尤为强劲：2017 年，全球 17% 的能源增长来自可再生能源，这是有史以来最大的增幅，预计到 2040 年，可再生能源投资将达到 7.4 万亿美元（累计）[3]。转向更广泛的能源生态系统可以使二氧化碳的年排放量减少 9 亿吨→02。

主要能源公司都在投资低碳技术和清洁能源初创企业。

能效，这些增长将是无法停止和逆转的。事实上，据 IEA 估计，到 2040 年，通过提高能效可达到超过 40% 的减排，实现《巴黎协定》的目标 [2]。

增加碳捕集与封存（CCS）和可再生能源的利用也有助于实现气候目标。可再生能源利用的增长

能源巨头对此有何反应？

BP、Shell、Total、Chevron、Eni 和 Equinor 等能源巨头正通过扶植 CCS 以及风能和太阳能等领域的公司，不断增加对低碳技术和清洁能源初创企业的投资。但各个 IOC（IOC 是指私营国际石油公司，而 NOC 是指国有石油公司）的策略有所不同→03。成本压力不断增加、行业向远程自主运营转变，这些都是促使能源转型的关键驱动力。

ABB 技术可如何提供支持

在上述所有议题（能效、CCS、低碳方式和可再生能源）中，ABB 技术可

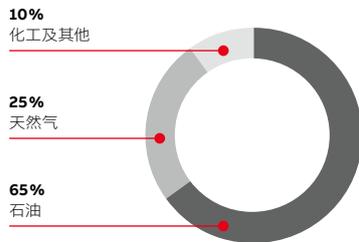


01 Goliat 浮式生产存储和卸载 (FPSO) 单元, 其中的电气化和自动化功能大部分由 ABB 提供。

02 2020 年与 2035 年能源对比。图中数据来自《金融时报》以及各石油公司的新闻稿和报道。

03 全球 IOE 中的替代能源和低碳战略差异极大。

主要石油公司 2020 (10x)



02

能源公司 2035 (16x)

假设 CAPEX 年增长 3%



全球一体化：目前低碳领域的活动

	BP	Chevron	Eni	Equinor	Exxon-Mobil	Rapsol	Shell	Total S.A.
减少直接操作性排放	■	■	■	■	■	■	■	■
推广天然气和 LNG	■	■	■	■	■	■	■	■
太阳能	■	■	■	■	■	■	■	■
风能	■	■	■	■	■	■	■	■
生物燃料	■	■	■	■	■	■	■	■
地热能	■	■	■	■	■	■	■	■
水能	■	■	■	■	■	■	■	■
输配电	■	■	■	■	■	■	■	■
EV/充电基础设施	■	■	■	■	■	■	■	■
电池/蓄能	■	■	■	■	■	■	■	■
燃料电池	■	■	■	■	■	■	■	■
碳捕集、利用与封存	■	■	■	■	■	■	■	■
基于自然的解决方案 (碳汇)	■	■	■	■	■	■	■	■

■ 当前发展重点和/或当前战略规定部分

■ 现有研究领域和/或作为潜在投资领域加以讨论

03

在客户的能源之旅中提供支持，帮助其实现更安全、更可持续的发展。ABB 的创新集成解决方案有助于油气产业实现数字化、自动化和电气化，以提高安全性、减少碳排放并消除浪费。

自动化和数字化

自动化和数字化也许是支持减排和提高可持续性、安全性以及效率的最重要方法。在这方面，ABB 正通过过程自动化、资产管理和数字化解决方案，

ABB 正为油气领域客户开发新的电力技术。

帮助油气运营商实现低碳节能生产。这些解决方案可应对资源和消耗

方面的问题、确定最佳生产力水平、降低运营成本，并提供数字化洞察，这些都是帮助公司提高环境可持续性（即减少能源使用和排放）的关键驱动力→04。以下介绍的 Aasta Hansteen 案例研究说明了其中一些观点。

电气化

据世界经济论坛报告，电气化对于脱碳至关重要 [4]。预计到 2050 年，电力需求的增长速度将是其他能源的 7 倍。这一增长的推动力主要来自建筑、运输和工业部门的电气化。

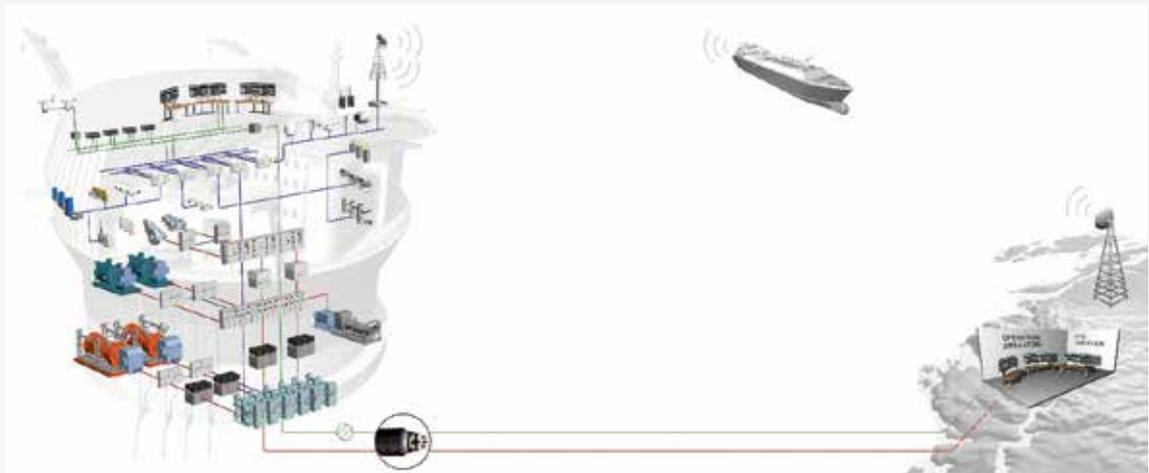
为了满足油气领域客户的电气化需求，ABB 正在开发新的配电和转换技术以及解决方案。

进入新能源市场

如今，许多公司都在寻求扩大其能源结构的机会。ABB 可为新能源市场的自动化和数字化提供支持，包括风能、太阳能、地热和零排放氢气生产。尽管石油和天然气将在未来很长一段时间内存在，

GOLIAT FPSO

所有 Goliat FPSO 平台的变压器、传动装置以及电机均由 ABB 制造和安装。所有现场仪表和火气设备也由 ABB 提供。ABB 还联同专业供应商 Solberg 和 Andersen 提供了其他设备，包括 Goliat 气动、液压和电气的控制安全阀，以及用于监测的“Valvewatch”系统。



—
04 Goliat FPSO。

—
05 澳大利亚 Woodside 的
Goodwyn A 平台。



05

ABB 的开创性海底配电和电力转换技术系统现已具备商业可行性。

但 ABB 仍努力帮助企业聚焦如何将更多可再生能源整合进其产品组合中。

通过储能管理供应的可用性和弹性

ABB 积极参与通过利用和储存能量来维持电力可用性的项目。在这一方面的核心竞争力包括智能控制、充放电周期的计划管理，以及将单个站点或整个本地网络与主电网隔离的能力。凭借有效的旋转备用，ABB 可以确保在一个适当的充电水平下保持能源弹性，以满足发电或应对输电中断的需要。

ABB 将为澳大利亚最大独立油气生产商 Woodside 提供 ABB Ability™ PowerStore™ 集装箱式即插即用蓄电池储能系统，该系统允许对操作和服务进行远程管理。计划将其安装在 Goodwyn A 平台上（如图所示），该平台位于西澳大利亚州卡拉萨西北 135km 处，将取代现有六台燃气涡轮发电机的

其中一台。专用的 ABB Ability™ Microgrid Plus 控制系统将在该解决方案中担当大脑的角色，还可远程操作微电网 → 05。

CCS

ABB 目前正为伦敦帝国理工学院（ICL）的 CCS 试点项目提供支持，该学院的化学工程系牵头负责开发用于捕获和储存 CO₂ 的最佳实践。ICL 的 CO₂ 吸收中试设施可选择多种 ABB 同类产品和系统，它们均久经考验，被广泛用于全球的工业应用中。该工厂让学生可亲身体验 ABB 为 CCS 项目提供的各种设备。包括：Statoil 在 Sleipner 油田采用的开创性大型 CCS 流程，Equinor 位于荒凉巴伦支海南部的 Snøhvit 气田，Statoil 位于挪威 Mongstad 的欧洲二氧化碳技术中心（由 Statoil 与 Shell 和 Gassnova 共同拥有）。这三个现场均采用 ABB 自动化系统进行监控，这些系统不仅可管理复杂的碳捕获过程，还可管理生产过程。例如，在 Snøhvit，ABB 为三个海底气田、海到岸多相管道、液化天然气加工厂和船舶的监控提供支持。公司还提供了安全自动化系统（SAS），其中包括过程和控制数据采集系统以及电气控制和监视系统（ECSS）。因此，在正常情况下，



整个开发过程仅由控制室中的三或四名操作员操控。学生如果了解复杂应用中各种各样的技术挑战，ICL 培训工厂就是一个理想场所。

ABB 的自动化、数字化和电气化产品帮助客户实现更高效节能运营，这些应用项目案例有力证明了 ABB 对油气产业安全、效率和可持续性所作出的努力。

海底 JIP 电气化-挪威

2013 年，ABB 与 Equinor、Total 和 Chevron 签订了为期五年的海底联合工业项目（JIP）协议，由 ABB 设计并交付用于水下泵机和气体压缩机的海底输电、配电和电力转换系统。这些系统被用于挪威大陆架（NCS）、墨西哥湾和其他几个近海地区的未来及现有油气田。

在 2019 年底完成 3,000 小时浅水测试后，目前 ABB 的开创性海底配电和电力转换技术系统已具备商业可行性，为更清洁、更安全和更可持续的海上油气生产带来突破性可能。

将泵机和压缩机移到海底后，新的和现有深水油田的油气产量提高，成本也会降低。借助海底作业，油气生产商可在 30 年运营期内节省 20% 至 30% 左右的总费用，同时项目执行和完成速度也将提高 25%。

在海底设置油气加工设施可减少总体维护，并使成本大幅下降。

ABB 全面的海底配电和电力转换系统包括降压变压器、中压变速传动装置和开关设备、低压配电、电力电子与控制系统。新的海底电气

—
06挪威最深的海上油气田 Aasta Hansteen 开发平台。这些系统可大大减少人工干预，从而节省时间用于生产。

基础设施和设备由 ABB 的一体化 ABB Ability™ 800xA 系统控制，可收集实时数据，用于状态监测和预测性分析，以优化绩效和生产率。该系统使油气运营商获得最高达 100MW 的安全可靠电力供应，最远可达 600km 海上和 3,000m 水深，其设计可承受恶劣的水下条件。

在海底设置油气加工设施可减少总体维护，并使成本大幅下降。例如，根据一个具体的油田开发案例，如果泵机或压缩机等 8 台用电设备通过一根电缆与相距 200km 以上的其他基础设施相连接，那么采用海底电力解决方案可节省 5 亿美元以上的 CAPEX。

这一全球首创意味着将整个油气生产设施转移到海底不再只是一个梦想。随着我们向新能源未来迈进，由低碳能源驱动的远程操作且日益自主的海底设施成为现实的可能性将不断提高。

挪威 Aasta Hansteen 平台运用 ABB Ability™ 系统 800xA 提高运营效率

Aasta Hansteen 位于 1,300m 水深的挪威海域，在 Sandness-jøen 以西约 300km 处，是挪威最深的油田开发项目。它包含两个海底模板，这些模板通过挪威首个钢悬链式立管连接到单柱式平台 → 06。

Aasta Hansteen 由多数合伙人 Equinor、Wintershall、OMV 和 ConocoPhillips 共同运营，拥有约 510 亿立方米干燥、

ABB 旗舰数字平台帮助减少了 98% 的人工干预。

低二氧化碳含量的可采天然气，将通过 Polarled 管道输送至 Shell 公司位于挪威尼哈姆纳的陆上天然气厂。

基于 ABB Ability™ 系统 800xA，ABB 在 Aasta-Hansteen 平台上安装了集成安全、自动化、电气和电信系统。该平台包括一个用于

监测 4,000 台设备的 100,000 多个维护条件的状态监测系统、报警管理和报警合理化工具、数个安全关键型应用程序，以及一个用于存储所有报警和事件的数据存储解决方案。

ABB 旗舰数字平台帮助减少了 98% 的人工干预，节省了一个多月的调试时间。由于每次启动都能更快地达到完全生产率，因此生产可用性可相应增加一到两天（每天产值约为 500 万美元）。

Aasta Hansteen 将加强 Equinor 和 NCS 作为欧洲和英国长期可靠天然气供应商的地位。

向更安全、更可持续发展过渡

上述 JIP 和 Aastad Hansteen 案例均走在全球前列，而这些仅仅是 ABB 创新集成解决方案在油气数字化、自动化或电气化方面众多应用项目中的一部分。ABB 正与所有客户积极合作，以确保他们的工厂以更低的能源强度更高效地运行，通过减少碳排放和浪费，使我们的地球资源使用更安全、更智能和更可持续。•

参考文献

[1] United States Environmental Protection Agency, "Greenhouse Gas Emissions."来源: <https://sources-greenhouse-gas-emissions>. [访问日期: 2020 年 5 月 26 日].

[2] International Energy Authority, "Energy Efficiency 2018: Analysis and outlooks to 2040, Fuel report – October 2018."来源: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2018>. [访问日期: 2020 年 5 月 28 日].

[3] Offshore Energy, "NEO 2017: Renewables set for \$7.4 trillion in

new investment by 2040."来源: <https://www.offshore-energy.biz/neo-2017-renewables-set-for-7-4-trillion-in-newinvestment-by-2040/>. [访问日期: 2020 年 5 月 26 日].

[4] D. Puglielli, World Economic Forum, "How electrification can supercharge the energy transition," 25 April, 2019.来源: <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/electrification-energy-transition-decarbonization-climate-change/>. [访问日期: 2020 年 5 月 28 日].



工业自动化

海洋产业的可持续解决方案



Margarita Sjursen
ABB 船舶与港口事业部
挪威奥斯陆

margarita.sjursen@
no.abb.com

ABB 的海洋产业电气化、数字化和联网解决方案可帮助船舶和港口运营商提高能效、减少排放，并以互联、集成和可持续的方式运营。



Mei Jjuan Lee
ABB 涡轮增压事业部
瑞士巴登

mei-juan.lee@
ch.abb.com

在讨论温室气体 (GHG) 排放时，航运业的排放有时会被忽视。毕竟，大多数人不会去港口，而且船只在海上的时间很长，远离人们的视线范围。但事实上，在全球温室气体排放中，海洋产业的温室气体排放量占总量的2%至3%。

不过，在社会、政治和工业因素的推动下，人们对海上交通排放的认识不断提高，并且已经在采取

行动。例如，负责监管航运的联合国机构国际海事组织 (IMO) 制定了一个全球目标，计划到 2050 年，年温室气体排放量与 2008 年相比至少减少 50%。此外，许多海事公司也在积极推动迈向更环保的未来。

要落实减排、增效和促进可持续性的强力措施，必须有针对性地应用相应技术，尤其是自动化、电气化和数字化技术，而 ABB 在这方面有着数十年的经验 → 01。

船舶电气化的基础

ABB 的电力推进概念是一个很好的例子，可说明自动化、电气化和数字化如何协同工作来提高效率、安全性和可持续性。

ABB 的电力推进概念为船舶电气化提供了基础，其包括发动机、发电机组、配电盘和推进驱动器，作为一个集成系统运行。该系统的灵活性使发电厂能够根据电力需求，通过开关发动机来优化发电厂的运作，而这是传统机械装置无法实现的。这种功能可节省燃料，从而减少排放，对于运行状况多变的船舶尤其实用。

Azipod® 推进系统 - 安全、高效和可持续运行的驱动力

30 年前，ABB 推出了 Azipod 推进系统，为航运业带来变革 [1] → 02。配备 Azipod 后，用于驱动螺旋桨的电动机可放置在船体外的吊舱内，并以 360 度旋转，从而提高机动性和操作效率。

事实证明，Azipod 推进系统能够使燃油消耗最多降低 20%，从而减少排放。海事工程咨询公司 Deltamarin 的一项独立研究显示，ABB 为渡轮设计的 Azipod 电力推进系统每年可为每艘船舶节省最多达 170 万美元的燃料成本，减少

电气化、数字化和联网解决方案可大大提高效率、安全性和可持续性。

约 1 万吨的二氧化碳排放，相当于约 2,200 辆汽车每年产生的二氧化碳量 [2]。此外，它在生产过程中的环境足迹最小：Azipod 装置中使用的物料约有 95% 是可再循环的。

如今，超过 25 种船型可使用 Azipod 推进装置，包括游轮、破冰船、冰区货船、渡轮、巨型游艇、近海补给船队、调查船等。

船舶电力化、数字化和联网

作为公司在电力运输领域开拓性作用的一个体现，ABB 提供船载电力系统的历史已有 110 多年。如今，超过 1,300 艘船舶采用 ABB 电力系统，并且越来越多新船选择以电气架构为基础，将可行性能源范围从传统燃料扩展到电池和燃料电池等。

船载电气系统使自动化和控制解决方案的集成变得更加容易，操作员可以收集和分析更多数据，做出更好的决策，最终提高船舶绩效。电气化、数字化和联网解决方案正在重新定义航运业，在效率、安全性和可持续性方面带来巨大收益。在这方面，ABB 的一体化跨行业数字产品 ABB Ability™ 可为海洋产业提供全面的决策支持软件套件，使船员能够使用适当工具监测和优化船舶效率。

例如，ABB Ability™ 解决方案可帮助船主和操作人员优化路线规划、满足环境合规要求，并提高

—
01 ABB 的电气化、数字化和联网解决方案有助于减少海洋产业的温室气体排放。

—
02 ABB 的革命性 Azipod 电力推进系统。图中所示为 Azipod DO 系统。



船员和货物的安全性。可以将船舶数据发送回陆上控制中心（如 ABB Ability™ 协作运营中心），以便专家进行分析和提供预防性

OCTOPUS 可根据天气和海浪情况找到最佳航行路线。

维护支持→03。对于连接到 ABB Ability™ 协作运营中心的 1,000 多艘船舶而言，无时无刻不在的远程支持已成为标准配置，无论遇到任何问题，随时都可以联系工程师获取帮助。

目前约有 500 艘船舶使用 ABB Ability™ 海洋咨询系统 OCTOPUS 来提高其操作安全性和效率，该数字解决方案可帮助船主收集和分析数据以优化操作。OCTOPUS 软件可根据天气和海浪情况的变化协助找到最佳航行路线，这一功能使其成为船舶安全和航线规划的重要工具。

ABB Ability™ Tekomar XPERT

ABB Ability™ Tekomar XPERT 是一款发动机分析软件→04。在船队的每艘船舶上安装 Tekomar XPERT 后，即可量化发动机的性能偏差，并提供简单指引，使发动机以最佳效率运行。该软件还可提供建议的纠正措施，以实现每艘船舶每天节省 0.5 至 3 吨燃料油的可能，这意味着排放量降低。

适用于船队的 Tekomar XPERT 可通过 Web 应用界面获取，它能够提供专为支持中高层管理决策而开发的船队功能。该软件允许对公司范围内的发动机进行性能评估，以及对整个船队进行综合分析。

Tekomar XPERT 还可以为发动机、船舶和船队的基准测试和排名提供支持，并且可以根据用户角色自定义用户友好型仪表盘。

最近还引入了一个相关的连续评估功能，允许



03



04



05

—
03 03 ABB Ability™ 协作运营中心。

—
04 ABB Ability™ Tekomar XPERT 发动机分析软件可帮助节省燃油并减少排放。

—
05 ABB 涡轮增压器 (图中所示为 Power2 800-M 涡轮增压器) 的设计便于安装和维护。

将引擎数据从边缘计算平台云到云传输到 Tekomar XPERT。该功能可自动收集数据进行评估, 确保准确性更高和报告更频繁, 同时还可减少船员的工作量。

涡轮增压

由内燃机驱动的船舶可采用 ABB 涡轮增压技术并从中获益。ABB 创纪录的双级涡轮增压系统 Power2 能够显著提高船用

自动化可为海员提供协助和支持, 以便他们腾出精力来执行其他任务。

发动机的效率 → 05。实际上, ABB 涡轮增压器的效率比行业标准高出约 2%, 而 Power2 的涡轮增压效率则超过 75% (传统涡轮增压器的效率为 65%), 无疑是最强大的发动机能量倍增器。借助 Power2 的高涡轮增压效率, 可轻松实现每年 6 位数的燃油节省量和排放量的大幅减少, 如 NOx 减排可高达 60%。

ABB 的涡轮增压技术理念正朝着智能化的服务方向发展, 这些功能可以根据客户需求进行调整。其重点将放在提供个性化服务/产品上, 以优化维护、性能和客户体验。

迈向自主操作, 提升人类潜能

在传感器技术、数据分析和计算能力方面的最新发展将使 ABB 能够提高船舶导航、操纵和控制的自动化水平。自主船舶

不一定是无人驾驶的, 只要满足一定条件, 就可以进行周期性自动控制。自动化可为海员提供协助和支持, 以便他们腾出精力来执行其他任务。总体而言, 其结果是使操作变得更安全和更高效。

ABB 目前已拥有用于支持自主操作的产品, 如 ABB Ability™ Marine Pilot Vision 情境感知解决方案和 ABB Ability™ Marine Pilot Control 智能操纵控制系统, 可帮助实现更安全高效的船舶操作。

现已推出为短途船舶引入自主操作的技术, 但要应用于远洋船舶还需要一段较长的时间, 因为这涉及国际法规, 而且需要实际经验来确保自动化系统能够可靠运作。

岸电连接

ABB 的岸电连接技术帮助实现了船舶靠港零排放 [3]。事实上, 早在 2000 年, ABB 就向瑞典哥德堡港交付了首个岸到船供电解决方案, 此后又安装了许多其他解决方案。但当地电网必须能够提供所需的额外电力, 这是一个制约因素。例如, 如果要为一艘大型客船供电, 所需电量可能会相当大。除了响应绿色港口的号召, ABB 的岸到船供电技术还有助于减少船舶振动和港口区域的噪声污染。

储能

用于零排放混合动力运行的储能解决方案现已投入使用, 并且数量还将继续增长, 另外还会与燃料电池技术相结合。

适用于短途小型船只的全电动解决方案也已在部署中。尼亚加拉大瀑布

—
06 雾中少女号游船是尼亚加拉大瀑布的标志之一，ABB 零排放技术为其新一代全电动渡轮提供动力。

旅游运营商“雾中少女号”游船就是最近的一个案例，该公司订购了两艘新客轮，完全由 ABB 技术支持的大容量电池组提供动力，这使其成为美国有史以来首批全电动船舶，为乘船前往马蹄瀑布的游客提供更愉快的体验 →06。

—
适用于短途小型船只的全电动解决方案也已在部署中。

另一个案例是冰岛的首艘电力渡轮，其航行线路以恶劣条件而著称：ABB 为冰岛公路与海岸管理局的新渡轮 MF Herjólfur 提供了集成供电和蓄电解决方案，该渡轮每年要在陆上 Landeyjahöfn 和 Westman 群岛之间波涛汹涌的水域中行驶 3,000 多次，每次在约 45 分钟内航行 13km。ABB 的配电系统 Onboard DC Grid™ 允许将电池直接连接到直流线路，从而确保新渡轮的高效性，这有助于避免充放电过程中的电力损耗。

类似地，ABB 将意大利马焦雷湖的客运和载车渡轮 San Cristoforo 改装

为以柴油混合动力驱动，这有助于减少排放并提高整体能效。改装使用了 ABB 的推进解决方案，包括电池和储能控制系统。

驶向可持续发展的未来

全球气候变化、新兴市场经济发展和城市化日益增长带来的压力要求人们采用更具环境可持续性的新方式来运送人员和货物。ABB 已成为包括海运船舶在内的所有可持续运输模式的全球领先推动者之一。作为可持续运输领域的领跑者，ABB 致力于为海洋产业提供电力化、数字化和联网解决方案，最大限度地发挥船舶的全部潜力，最终实现海运业的安全、高效和可持续发展。•

—
参考文献

[1] P. Tuomaala and M. Turtiainen, "Compact Azipod® Quality power and thrust for rigs and small ships," ABB Review, 4/2001, pp. 10 – 13.

[2] ABB 集团新闻稿, "ABB Azipod® electric propulsion can save \$1.7 million in fuel costs annually, study shows." 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 5 月 28 日].

[3] R. Bernacchi and E. Guidi, "Universal Connections: Plugging in cruise liners and container vessels," ABB Review, 3/2017, pp. 76 – 81.



工业自动化

ABB 网络安全集成方案

随着数字化服务相关优势的不断扩大，网络攻击风险也随之增加。事实上，此类攻击的威胁已变得无处不在，现已成为高管层和董事会级别经常讨论的话题，无关乎垂直业务。然而，网络风险是可控的，相关控制是所有数字化转型的关键一环。本文重点介绍了 ABB 网络安全方案核心理念，其目标是保持客户运营完整性和数据安全性。



Ragnar Schierholz
工业自动化事业部
网络安全委员会
德国明登

ragnar.schierholz@
de.abb.com

人、过程和技术是 ABB 理念的核心所在。长期以来，ABB 一直是工业自动化和控制技术领域值得信赖的合作伙伴，对所服务的行业及其面临的挑战有着深入了解。在全球范围内，公司已交付了 7,000 多万台连接设备、70,000 套数字控制系统，以及 6,000 套企业软件解决方案。作为工业领域的领导者，ABB 拥有 40 年经验，致力于为所有行业客户提供安全的数字化解决方案。



Robert Putman
产品与服务部网络安全委员会
瑞士苏黎世
Zurich, Switzerland

robert.putman@
ch.abb.com

多年来，网络安全已成为 ABB 产品组合中不可或缺的组成部分，就如同每辆车都必须配备安全带和安全气囊一样。如今，从设计和开发到产品维护和支持，网络安全在每个阶段都被放在最突出的位置。此外，这不仅适用于新安装的产品，也适用于遗留设施。事实上，许多行业都面临着如何改造或升级遗留环境的挑战，

两类威胁

威胁主要分为两大类 - 针对性攻击和所谓的白噪声攻击。大约发生在 10 年前的 Stuxnet 病毒就是针对性攻击的一个例子。

白噪声攻击

另一方面，白噪声攻击在过去十年间急剧增加，对许多组织构成真正威胁。其中的多次攻击（也被称为勒索软件）本质上是犯罪组织进行的勒索。他们所构成的危险与其说是因为其复杂性，不如说是因为他们所能攻击的目标数量众多，以及受害者防御能力薄弱。WannaCry 勒索软件就是其中一个例子，它在 2017 年感染了数千台电脑，给受害者造成了数亿美元的损失。

在工业自动化系统中，白噪声攻击通常可达到 HMI 级别，这是因为它们一般会针对 Windows 或 Linux 等操作系统，而针对性攻击大多基于对某一特定企业的深入了解而构成的民族国家攻击。例如，它们会被设计成可一路渗透到分布式控制系统（DCS）的较低层中，或导致传感器、执行器、闭环控制甚至安全系统产生不准确的信息，或使其完全失效。因此，针对性攻击和白噪声攻击带来的后果有所不同。就工业领域而言，其风险在于物理过程会受到影响，从而可能对人员、环境和基础设施造成危险。另一方面，对于涉及企业 IT 系统的攻击，攻击者通常会窃取个人信息或可获利信息。

01

这些环境是在防范针对性攻击和所谓的白噪声攻击成为网络安全优先事项之前设计和安装的（见文本框→01）。ABB 可针对此类情况提供指引、产品和服务，以解决绿地和棕地应用中的问题→02。

安全参考架构

作为公司工业自动化网络安全产品的一部分，ABB 制定了安全参考架构和标准。这是适用于整个 ABB 控制套件的模板，以公司提供有效技术和解决方案的能力为基础。

—
ABB 拥有 40 年经验，致力于为所有行业客户提供安全的数字化解决方案。

ABB 的安全参考架构涵盖从访问控制定义到数据流的所有内容，基于多年部署和维护此类系统的专业知识。其可定义如何安全配置和管理技术，得益于其架构级别查看功能，用户可在设计中添加安全层和功能层（如远程访问）。

工业伙伴关系与协作

控制环境可包含多种第三方工具和解决方案，这些工具和解决方案可集成进 ABB 的安全参考架构设计中并进行验证。借助公司的领域知识和技术专长，可以实现经过验证的设计。作为其设计策略的一部分，公司还可帮助客户选择第三方供应商，以优化其集成和验证，并寻找和选择最佳解决方案，同时随着市场或技术条件的发展应用同等或更好的技术。此外，ABB 会与关键技术合作伙伴保持紧密合作，以提供集成技术包。从业务和技术角度来看，此类合作伙伴关系对于实现公司愿景是至关重要的。

超越标准

有效的网络安全不仅仅只是遵守标准和法规。ABB 了解 IEC 62443、NIST 800-82 和 ISO 27002 等法规在确保网络安全合规性方面所起的重要作用，同时与客户保持紧密合作，确保



—
01 针对性攻击和白噪声攻击概述。

—
02 ABB 可提供咨询、产品和服务,以解决绿地和综地应用中的问题。

其设计和配置完全满足客户基于其所选标准的合规需求。

ABB 意识到,客户关心防范网络安全事件风险,并将其降至最低。虽然资产所有者对所有事件响应程序负有主要责任,但 ABB 会积极监视任何可能对 ABB 控制系统造成潜在影响的网络安全威胁。另外,ABB 会在发生危急情况时主动与客户沟通,并维持良好机制,

— ABB 拥有提供安全纵深防御的领域知识和经验。

使客户能够通过双向沟通向 ABB 产品安全小组传达任何潜在的担忧或威胁。总而言之,ABB 的定位是一家系统集成商,这是公司在工业控制领域的网络安全战略的基础考虑因素。主要涵括两个方面:首先,让客户相信,在 ABB 参考架构中实施第三方解决方案将会产生最佳价值;

其次,让客户放心,如果在实施中出现故障或问题,对资产可用性或安全性产生影响的可能性极低,而且资产恢复更容易。

尽享数字化优势

网络安全涉及人、过程和技术。ABB 拥有提供安全纵深防御的领域知识和经验,这是现代公司选择 ABB 的先决条件。随着数字化时代趋于成熟,网络安全的意义远远不止于防范网络犯罪;联网一定要安全,而相关数据的价值也应得到保护。ABB 认为,客户不应该为了实现数字化的优势而牺牲安全、价值或控制。有鉴于此,ABB 采用创新型多层安全方法来封闭这些需求间的循环。•

工业自动化

为大企业数字化导航

数字化和自动化是当前进行中的工业巨变的推动力。ABB 工业自动化事业部首席数字官 Rajesh Ramachandran 在接受《ABB 评论》访问时解释了公司是如何推动数字化战略的。



Rajesh Ramachandran

工业自动化事业部首席数字官

AR 您好, Rajesh, 非常感谢您今天接受我们的访问。首先, 您是否可以向我们介绍一下您的个人背景, 以及您是如何成为 ABB 首席数字官的。

RR 乐意之至。我的童年是在印度一个小镇上度过的, 我非常重视学业成绩。后来, 我在芝加哥伊利诺伊理工学院获得了计算机科学专业的电气工程硕士学位。在长达 30 年的职业生涯中, 我成功推动了所任职机构的技术和创新。我的职业生涯始于德国西门子全球研发部, 1998 年转投甲骨文, 在那里任职 12 年, 领导了甲骨文融合中间件和融合云平台的研发。2010 年, 我进入大数据领域, 负责 eBay 和 PayPal 平台的研发。两年后, 我加入了 Rolta, 并获得了创业自由, 负责通过整合 OT、IT、工程学、地理空间和大数据的技术力量构建并发展其数字工业分析业务。

我于 2019 年 2 月成为 ABB 大家庭的一员, 担任工业自动化事业部的首席数字官, 我为



我们迄今在数字领域取得的成绩感到骄傲，并很高兴能够成为推动ABB数字战略、平台、解决方案创新和业务增长的一分子。

AR 是否可以认为，这就是您在 ABB 工作的重心？

RR 是的。在ABB工业自动化事业部，我负责推动数字化愿景、战略、思想领导力、平台和解决方案组合。我们的目标是作为值得信赖的合作伙伴提升客户价值链，帮助客户在向更安全、更智能和更自主运营方向发展的同时，实现数字化的真正价值。我为我们成功建立的数字化团队感到自豪，我们有信心可共同推动业务以指数级增长！

AR 数字化可如何改变公司运营、技术采用和风险管理的方式呢？

RR 这个问题很简短，答案却很长！但我可以尽量简要地说一下。

在当今竞争激烈的形势下，各行业都在追求卓越运营，以实现最高质量的输出、最大化的

资产绩效和最高的可靠性。所有这些都是以最有效、最具成本效益、最安全和最可持续的方式进行的。数字化转型是实现该等目标的关键，但许多公司难以利用其潜力。

核心问题以及解决方案都是数据。数字化需要数据驱动。如今，普通工厂所利用的数据不到其生成数据的 20%。

—
数据既是核心问题，也是解决方案。数字化需要数据的驱动。

成功的公司能够在适当时候将这些数据转化为可执行洞察，从而优化绩效并降低成本。

为了更深入地了解工厂，必须采用平台驱动型方法对来自各个

系统（如操作、信息和工程技术-我们称之为 OT、IT 和 ET）的数据进行集成和情境化。此外，为了释放数据的真正价值，我们需要在整个企业范围内对数据进行整合，包括所有单位和工厂。为了生成有意义的可执行洞察，我们需要在应用人工智能（AI）和分析之前自动执行集成和数据情境化。

AR ABB 可以提供此类改造所需的技术吗？



RR 当然可以。事实上，在为各行业提供某些数字解决方案以解决一些复杂问题方面，ABB 的地位可能是独一无二的。这得益于我们在数据领域技术能力方面的优势→01。ABB 能够解决从智能数字化资产和设备到集成数字化系统范围内的问题→02。我们拥有数百种由 ABB Ability™ 平台提供支持的数字化解决方案。此外，我们最近还推出了 ABB Ability™ Genix 工业分析与 AI 套件，可将公司的工业自动化和深度领域专业知识与物联网技术和先进的分析投资相结合，帮助客户实现更安全、更高效和可盈利的未来。

AR 您在 ABB 参与过哪些数字化改造项目？它们对客户产生了哪些影响？

RR 正如您料想的，我参与过很多不同类型的项目。例如，去年，我们实施了多种战略举措以加强我们的能力。作为加快数字化发展的举措的一部分，我们新成立了一家名为 IA Digital 的 ABB 工业自动化业务级数字初创公司。该新团队引进了工业分析、AI 平台开发、数字化产品和项目组合

——
 在为各行业提供某些数字解决方案以解决一些复杂问题方面，ABB 的地位可能是独一无二的。

管理、工业价值工程以及企业级集成系统解决方案工程方面的强大技能。此外，还成立了 ABB 工业自动化过程控制平台团队，为新一代自动化和 OT 数字化能力提供创新可能。如上所述，我们最近还推出了 ABB Ability™ Genix 工业分析与 AI

套件，可释放来自操作、IT 和工程系统情境化数据的作用，连同我们具备的领域专业知识和高级分析技术，为工业 4.0 数字化转型提速。

—
01 利用 ABB 优势为工业强
力赋能。

—
02 从智能设备到集成数
字化系统的整条数字化
价值链。



02

AR 您是否可以举例说明数字化转型所带来的巨大影响？

RR 这样的例子同样也有很多。例如 ABB Ability™ 协同运营解决方案为客户带来了显著作用 → 03。利用该解决方案，我们帮助客户进行转型，并改善我们为其提供服务的方式，全天候随时提供专家支持。通过此产品，我们现在已与 900 多家工业厂房、1200 多艘船舶和 40 多座矿山建立了连接，帮助他们提升生产率、延长正常运行时间和提高安全性、降低维护成本、改善运营绩效，并减少能源和燃料成本。

AR 还有其他加速数字化转型的因素吗？

RR 为了加快我们的数字化进程，我们基于六大支柱制定了一个战略框架。其包括丰富我们的数字化产品、加强市场推广和销售能力、创新符合客户购买模式的数字商业模式、开发丰富的模块化数字解决方案平台、投资于人员数字化技能、提高数字化成熟度和文化。

AR 企业在数字化进程中会遇到哪些困难？

RR 主要困难在于有些人难以适应变化。但我们可以帮助客户改变，而改变总是要从做一些不一样的事情开始。所有人都同意数字化是发展的必然方向，许多企业都在实施转型计划。各行各业的公司都力求提高

—
ABB Ability™ 协作运营解决方案改变了我们为客户提供服务的方式，客户可以全天候随时联系我们的专家。

成本竞争力，加强与客户的亲密密度，并提供更优的产品和增值服务。另一方面，他们承受着压力，要实现灵活性、敏捷性、可持续性和资源高效性，同时确保其

资产能够以安全可靠的方式运行。实现其中一些目标是一种挑战，但是同时实现所有目标才能真正脱颖而出。

AR 那么，数据对他们有帮助吗？

RR 最近的一份报告显示，企业中仍有 80% 的数据未被利用，而通过分析和 AI 利用这些数据，可以使生产率提高多达 40%。而最大的挑战是如何正确地进行数据集成和情境化，以便对其进行有意义的分析。企业花费数百万美元来

生产率提高将使人员的工作变得更安全、更有价值。

创建大型数据仓库和数据湖，但却未能产生显著的业务作用。制定明确的数字化转型战略，以便将数据转化为可执行洞察，这需要技术和数据知识的良好融合，以及深厚的行业特定领域专业知识。

AR 工业企业是否了解数字化和自动化所带来的价值？

RR 大多数企业会马上发现这些优势，尤其是当我们向其描绘他们如何进行数字化自我改造以取得更好发展时。

AR 公司应如何确保员工参与到这一过程中？员工可能会担心自动化程度的提高意味着工作岗位会减少？

RR 这个问题非常普遍。每一次持续创新都会导致工作岗位发生变化，这一过程至今仍在继续。对于想要获得竞争优势的企业来说，数字化显然是必须的。关键是要展示数据和洞察如何使每个角色都能充分发挥作用。最终，生产力提高将使工作变得更安全、更有价值。

AR 公司应如何找到合适的自动化合作伙伴来帮助他们完成这一过程？

RR 我建议他们马上联系 ABB！凭借所积累的 130 多年丰富经验，以及在四次工业革命中的开拓性贡献，我们可以向客户提供集成系统，



图 03 来源: ©agrus/stock.adobe.com; 图 04 来源: ©TMLsPhotoG/stock.adobe.com

—
03 ABB Ability™ 协作运营中心是一种服务交付模式，它将生产工厂、总部和ABB的人员联系起来，以提供客观的数据洞察，最终通过提高工厂效率和安全性、降低风险和成本来提高客户的盈利能力。

—
04 企业拥有明确的数字化战略有助于提高生产率、延长正常运行时间、减少维护成本、改善运营绩效，以及降低能源和燃料成本。



04

将电气化、运动、自动化和数字化功能以独特方式结合在一起，推动各行业的安全、

—
我们拥有明确的数字化战略、独特的价值主张以及领域丰富的差异化产品。

智能和可持续运营。凭借独特的数据价值主张、领域知识、可扩展平台和技术、久经考验的解决方案，以及推动大型转型项目的强大实力，ABB 在助力客户展开数字化之旅上具有明显优势。

AR 可持续性是一个非常重要的话题。在环境可持续性以及安全性和业务连续性方面，自动化过程可如何帮助客户实现更可持续的运营呢？

RR 事实上，ABB 非常注重安全性和可持续性。如今，ABB 近 60% 的收入都来自在能效方面发挥积极作用的产品。ABB 先进的分析仪和自动化产品

有助于优化能源、控制排放、利用可再生能源，以及减少二氧化碳排放。

AR 数字化形势似乎正在以前所未有的速度发展。最后，可否请您对未来情况作一些预期？

RR 毫无疑问，可以被数字化的一切都将数字化。我们需要找到新的增长点，用截然不同的创新方法对已经做得很好的事情作出补充，从而为我们的客户带来颠覆性的价值。我们拥有明确的数字化战略、独特的价值主张以及领域丰富的差异化产品，愿与广大客户一起携手共创数字化未来！

AR 好的，再次感谢您接受我们的采访！•

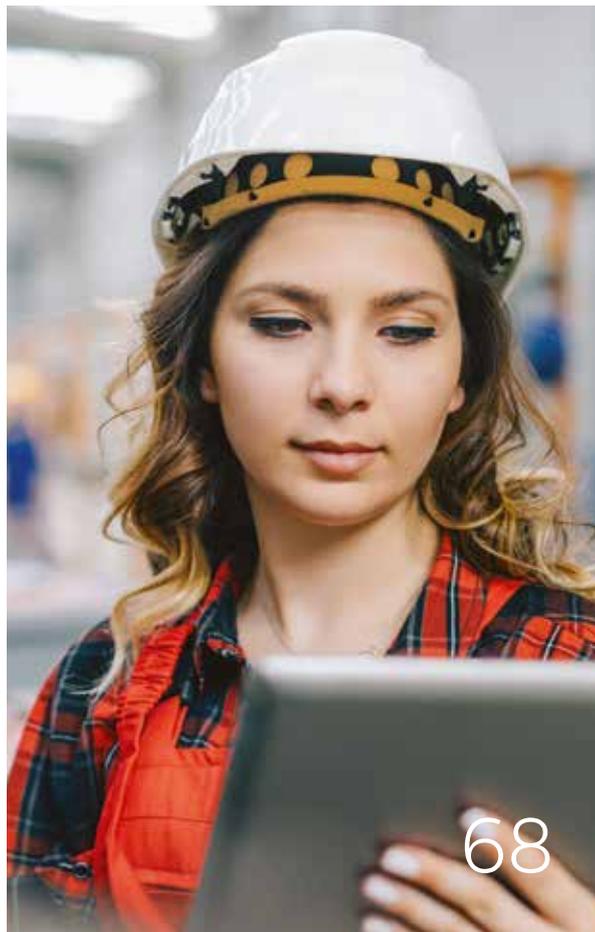
知识运用





就像自然生态系统一样，工业过程必须不断发展以寻求生存空间，不仅要持续提高现有绩效要求，还要预测和应对变化或新的要求。智能系统需要具备学习能力，ABB 一直与客户保持合作，帮助他们获得相应洞察，并将其付诸实践。

- 54 借助 ABB EQmatic 能量分析仪实现更可持续的能源利用
- 63 利用先进的冷轧机数据分析技术提高绩效
- 68 利用 ABB 智能知识助手 IKA 释放效率
- 74 异常检测算法让机器人保持良好性能





知识运用

借助 ABB EQmatic 能量分析仪实现更可 持续的能源利用

EQmatic 通过分析历史数据和实时数据来提高智能建筑能效。该分析仪有三种型号，可与市场上的任何仪表进行通信，帮助客户在大小各异的家庭、企业和设施中实现智能能效。



如今，住宅和商业建筑必须主动对能源使用进行管理，以实现可持续性和降低成本。将能够节省 13% 至 66% 能源 [1] 的智能能效应用于智能建筑是提高可持续性和最大化建筑能效的最终途径。如果将数据比作所需货币，那么这些用于积累、存储、分析和可视化相关数据的智能互联设备和系统就是交易中心和银行，使此类能源评估和节约成为可能。ABB 的 EQmatic 能量分析仪就是这样一种设备，可在当今智能建筑中实现能量监测和诊断。这是一个紧凑型解决方案，其作用是对能源和消费数据进行监控、记录、可视化和分析，这些数据来源于家庭、工业和设施（任何可以安装仪表的地方）中的电、气、水或热仪表。

EQmatic 系列分析仪

EQmatic 解决方案主要有三种型号，分别使用 M-Bus、Modbus 或 KNX 通信协议，可适应市场上各种各样的仪表 → 01。每种型号的 EQmatic 均可单独配置为基于 Web 的用户界面，根据可连接仪表的最大数量，还有两种版本可供选择：16 或 64。通过这种方式，

ABB 可提供一系列分析仪，以适应不同的安装规模和客户所用的仪表类型。对能量流和成本的精确监测使客户能够发现能源损失，从而优化使用并减少开支，同时促进可持续发展 → 02。

EQmatic 能量分析仪于 2018 年推出，是第一款通过 M-Bus 仪表进行数据采集的数字化管理解决方案。在 ABB 能源管理系统产品组合的支持下，客户可从简便快捷的

—
ABB 的 EQmatic 能量分析仪是一种终极设备，可在当今智能建筑中实现能量监测和诊断。

安装和调试中获益。EQmatic 分析仪尤其适合致力于实现 ISO 50001 认证的公司，可以独立于仪表制造商通过自定义的仪表配置与任何仪表（电、气、水或热计数器）集成。

—
Dominiak Lis
Marek Wrzesniak
 电气事业部
 智慧建筑团队
 波兰克拉科夫

dominik.lis@pl.abb.com
 marek.wrzesniak@pl.abb.com

Stefan Vogel
 ABB 低压产品事业部
 德国海德堡

stefan.vogel@de.abb.com



01

EQmatic 的主要功能:

- 自动检测 ABB EQ 仪表 (A 和 B 系列) 和 M2M 网络分析仪
- 负荷控制功能、报警功能、环境参数监测 (KNX)
- 本地数据存储和数据共享选项
- 集成到 ABB Ability™ EDC
- 通过仪表盘/图表和数据导出选项进行图形数据分析

EQmatic 硬件

EQmatic 分析仪的核心是带 MICROCHIP SAMA5D3 Cortex-A5 处理器的基本模块。该处理器配备 512MB DDR2 随机存取存储器 (RAM), 256MB NAND 内存可用于操作系统。另外还有一个 8GB 的 eMMC 闪存可用于本地存储。根据

国际能源委员会 (IEC) 标准进行的电磁兼容性 (EMC) 实验室测试结果显示, 该硬件的设计非常稳健, 这在当今市场中至关重要。

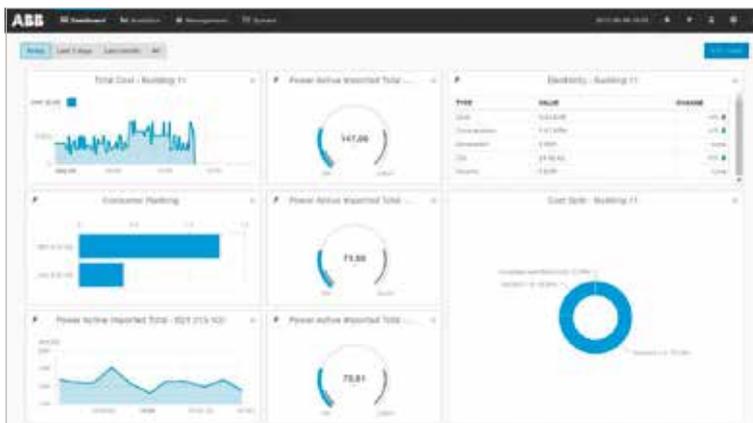
根据所连接的电表类型, 客户可以选择 EQmatic M-Bus、MODBUS-RTU 或 KNX-TP 通信协议。所有版本都通过传输控制协议 (TCP) /互联网协议 (IP) 与外界进行通信。以太网链路通过 HTTP/HTTPS 应用协议提供对 Web 用户界面的访问; 该链路可通过代表性状态传输应用程序编程接口 (REST-API) 或 MODBUS TCP/IP 与外部系统共享数据 →03.

EQmatic 通信协议

认识到促进制造商与产品、硬件与软件以及这些组件间接口的合作趋势, ABB 设计了 EQmatic 分析仪来增强兼容性。根据

EQmatic 解决方案主要有三种型号, 可适应市场上各种各样的仪表。

应用的不同, ABB EQmatic 借助 Modbus RTU、RS-485 标准、Modbus/TCPm、M-Bus MDRC 或 KNX 协议标准, 确保客户可使用所需的数据诊断功能经济高效地实现可持续发展目标。

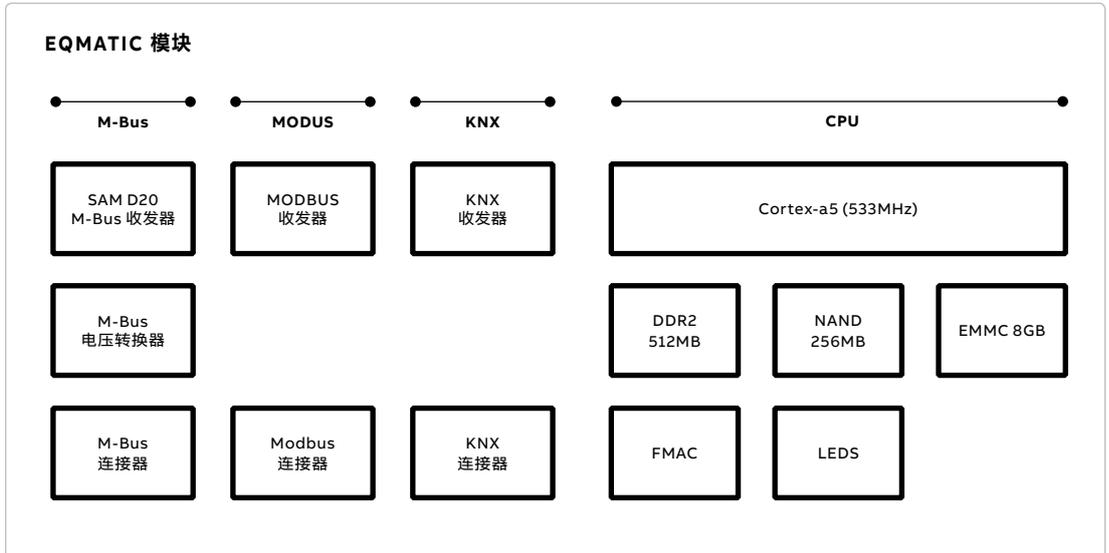
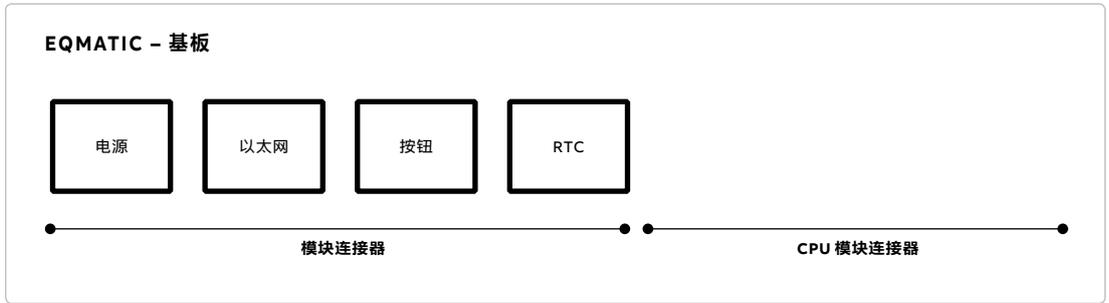


02

—
01 EQmatic有三种型号可供选择, 分别使用三种不同的通信协议: Modbus、Knx和Mbus。

—
02 客户可通过EQmatic 用户界面查看重要数据。

—
03 EQmatic 分析仪基板和模块图表。



03

M-Bus 通信解决方案

M-Bus 是一种标准协议, 具有专用接口, 用于远程读取公用事业仪表。在此类网络中, 只有一个客户端设备: 主站。该主站通过多个服务器 (称为从站) 发起命令; 这些从站响应请求和命令并提供数据。在此过程中, EQmatic 担当客户端/主站的重要角色。根据 M-Bus 主站要求, EQmatic 能够在总线型拓扑结构内进行连接, 服务距离可达 64 米。与 M-bus 接口相关的所有通信方面都已在基于 MICROCHIP SAM D20 微处理器的外部收发器中实现。该芯片具有 A/D 转换器、D/A 转换器和模拟比较器等内部模块, 用于设置总线基准电压。EQmatic 可以使用尽可能少的软件来创建动态阻抗, 这是处理 M-Bus 通信所必需的。

Modbus 通信解决方案

通过开发带 Modbus 通信 (最初由 Modicom 发布的标准串行通信协议) 的 EQmatic, ABB 确保其与各种工业电子设备和普遍使用的高级管理系统

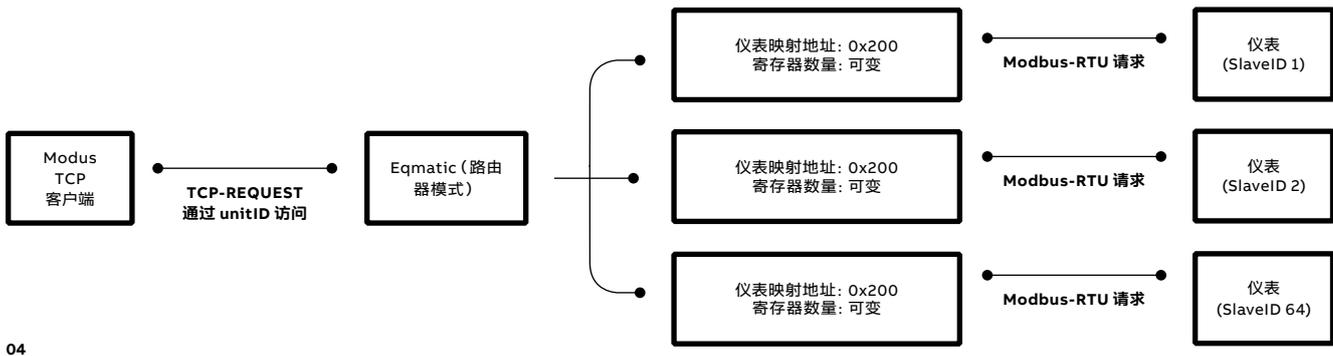
(如数据采集与监视控制系统 (SCADA) 架构) 相兼容。

已实施 Modbus RTU RS-485 标准, 旨在从公用事业设备中检索数据。Modbus/TCP 是另一种版本, 通过 TCP/IP 网络提供通信, 默认情况下使用端口 502。通过使用 TCP Modbus,

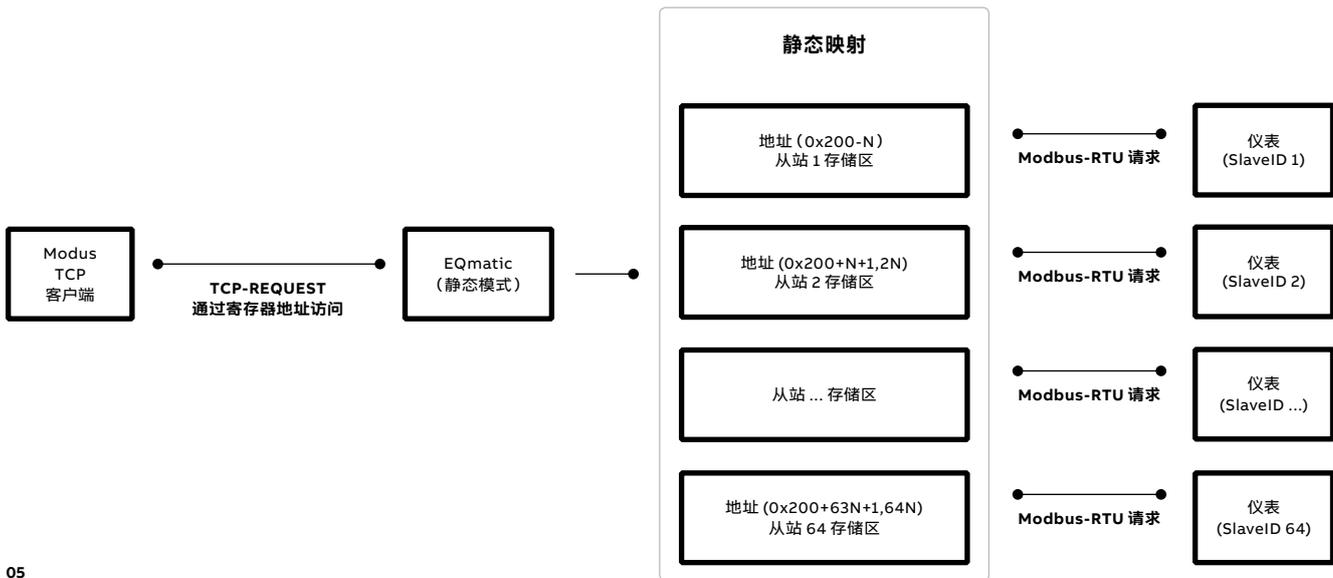
—
EQmatic 于 2018 年推出, 是第一款通过 M-Bus 仪表进行数据采集的数字化管理解决方案。

客户端的设计可以尽量简单。与 MODBUS-RTU 相比, Modbus TCP 不需要校验和算法来验证数据完整性, 因为较低级别的软件层已经提供了校验和保护。

EQmatic Modbus/TCP 作为数据服务器, 可以与任何客户端 (例如 SCADA) 集成, 以检索可用数据, 这是一个明显优势。



04



05

此外，最终用户可以部署任何第三方仪表与此分析仪一起使用，这些仪表甚至可具有不同的寄存器列表。其结果是可以增强设备之间的兼容性。

和寄存器数量。有关数据点的附加信息（如编码或乘法器）是一致的，并且值是根据仪表类型映射的→04。

此外，为了帮助客户充分利用 EQmatic，ABB 软件可为用户提供两种数据共享模式：路由器模式和静态模式。在第一种模式中，软件充当

第二种模式是“静态寄存器映射”，允许用户读取所有仪表数据点。通常情况下，这种功能是一种优势，但也可能会带来不利影响。例如，将多种编码用于相同类型数据点的情况，这一般是由于采用不同仪表供应商造成的。EQmatic 的解决方法是创建一个静态寄存器映射，将其组织起来为每个连接的仪表提供线性寻址能力。所有数据点都在 EQmatic 内存中预定义，每个仪表都有一个专用的地址空间。这样就可以在无需知道 UnitID 的情况下接收所需的数据→05。

为了充分利用 EQmatic Modbus, ABB 软件可提供两种数据共享模式: 路由器模式和静态模式。

KNX 通信解决方案

仪表的“路由器”，所有仪表数据点都可以在 Modbus/TCP 寄存器映射中获得→04。请求需要 unitID（对应于 MODBUS-RTU 中的 slaveID）、寄存器地址

KNX 是一个开放标准，通常用于商业和住宅建筑自动化系统，操作照明、百叶窗、HVAC、音频系统或遥控器。通信

—
04 用于共享数据的路由器映射模式。

—
05 用于共享数据的静态映射模式。

—
06 系统概览图。

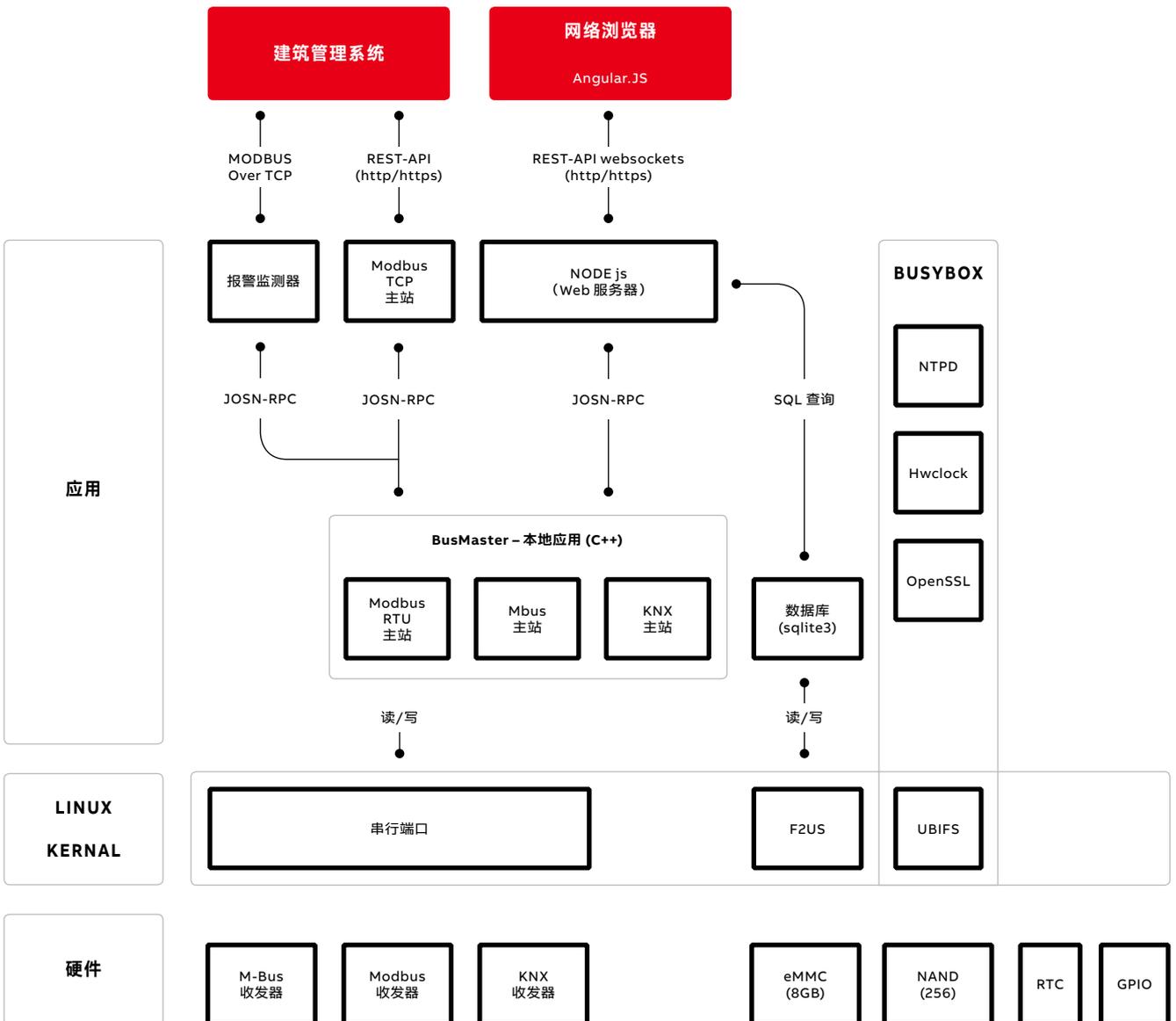
协议可以使用双绞线、电力线或IP链路。在此类网络上没有主站设备，交互是在分布式应用程序中实现的，这些应用程序通过具有标准化数据点和对象的模型来执行。

ABB EQmatic 分析仪使用双绞线电缆来获取仪表数据，并发送控制对象。IP 链路专用于加速下载配置，下载配置由 KNX 组织提供的 ETS 配置工具创建。在整个 EQmatic 系列中，此 KNX 分析仪是唯一可为客户提供负荷控制功能的设备。为了实现电源管理，EQmatic 通过发送用负荷等级与 SE/S 等终端设备连接。当电力超过配置限值的时间长于配置时间时，

控制器会向 KNX 总线发送一级用负荷。如果没有后续反应，或反应太小而无法将电力降至限值以下，则传输下一级别（即二级）

EQmatic KnX 分析仪可提供最多8个用负荷级别, 使客户能够轻松创建电力控制计划。

用负荷。如果网络包含一个子设备，其中用负荷状态与 QA/S 发送的一致，则该设备会关闭线路。



由于最多可提供 8 个甩负荷级别，客户可以轻松高效地创建电源控制计划。

借助 Linux 提高可靠性

EQmatic 由一个嵌入式软件控制，该软件在自定义 Linux 系统上运行。一直以来，Linux 系统以良好的可靠性和稳定性著称。该系统包含引导加载程序、Linux 内核和根文件系统。因此，整个系统是用一个开源、易用且高效的 Buildroot 环境创建，在此环境中，所有组件都被收集并链接到单个 Linux 映像。

该系统在一个独立的 256MB NAND 芯片上运行，使用 UBIFS 文件系统。内存分为两个 120MB 区域，安装有两个系统。在运行期间，仅激活一个系统；该系统以只读模式

在运行期间，只有一个系统以只读模式激活，这将大大延长产品生命周期。

运行，无法执行写入操作。此设置可延长产品生命周期，因为在执行写入操作时，这些内存类型往往会降级。系统更新非常快捷，整个 Linux 映像会被安装到非活动的内存仓中。

另外还有一个容量为 8GB 的 eMMC 内存，具有读写权限；数据与其他需要持久性的

操作分开存储。有两个不同的内存区域，允许分离系统操作和用户活动，从而提高可靠性。

软件架构

由于系统被设计成在 Linux 控制下运行，因此 Web 用户界面在应用层实现，基于 Node.js（后端）和 Angular.js（前端）→07。三种硬件版本之间的所有通信差异被组织为一个过程：Bus-Master。后者作为核心，将从公用事业仪表接收到的数据传输到更高层应用，配备 JSON-RPC 和易于扩展的 API。通过这种分离，ABB 专家可轻松添加其他使用仪表数据的服务，以满足客户需求，例如，仪表值监视器（报警），或附加数据共享功能-Modbus/TCP。

Web 用户界面

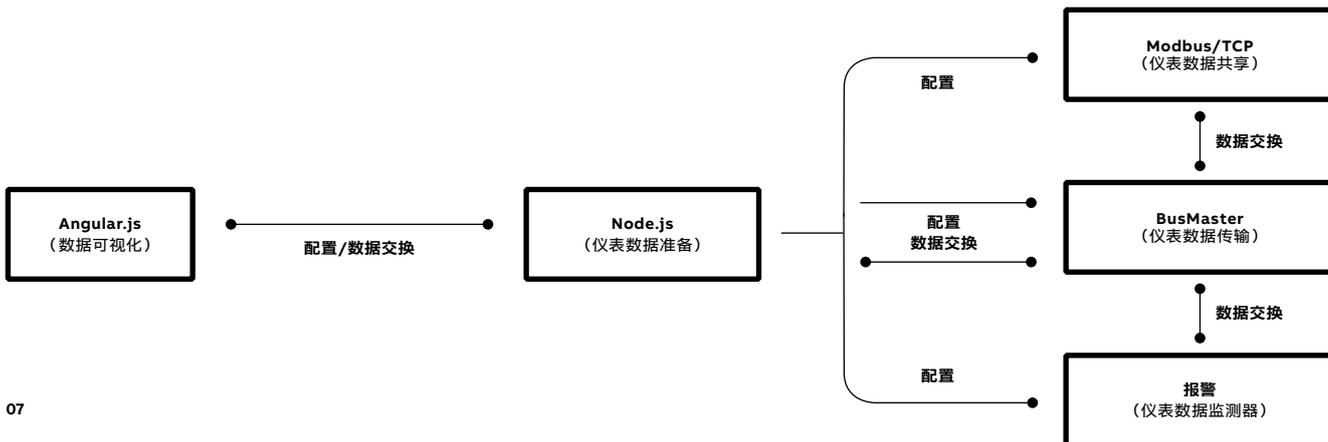
用户界面分为四个主要部分：仪表盘、分析、管理和系统：

仪表盘包括：

- 通过小工具为每个系统用户提供可自由配置的视图

分析包括

- 历史数据 - 查看历史记录，有几个图表选项
- 使用拆分 - 拆分历史记录
- 实时值 - 仪表实际值
- 基准期 - 历史期间
- 基准消费者 - 消费者历史记录
- 报告 - 通过电子邮件或 FTP 自动/定时报告
- 报警 - 带通知的值监测
- 手动数据导出 (.csv、.xlsx、JSON、PDF)



仪表盘-可配置视图

- 运用小工具整理
- 显示实时仪表值
- 显示历史消耗/成本价值
- 显示成本分摊
- 消费者排名



08

07 基本通信流程示意图。

08 EQmatic主要功能概览。

负载控制 (仅限 KNX) - 电力控制

- 设置应关闭负载时的电力限值
- 设置滞后和反应时间
- 可从 ETS 或 Web UI 配置
- 显示实际电力
- 设置图表限值

**报警 - 值监测器**

- 值监测的多阈值
- 超限/欠限时定时器配置
- 可配置激活日期
- 向 Web UI 发送通知
- 通过电子邮件发送通知
- 在仪表盘小工具上显示报警
- 报警事件历史记录

**分析 - 历史数据**

- 可选计量树形图
 - 查看记录:
 - 成本/收入
 - 消耗量/发电量
- 输入/输出电力
- 输出功能
- 数据可视化的两个轴
- 最多可比较 5 个仪表的数据
- 可进行数据拆分分析
- 两阶段比较

**分析 - 瞬时值**

- 可选计量树形图
- 显示实时值
- 可选仪表数据点

**参考文献**

[1] Buildings, Smarter Facility Management "Networked systems lead to greater energy efficiency", 11 Jan. 2015, 来源: <https://www.buildings.com/article-details/articleid/19537/title/how-smartbuildings-save-energy>, 访问日期: 2020年2月4日。

管理包括:

- 仪表管理 - 从系统中添加/删除数据源
- 计量结构 - 创建树形图并分配仪表
- 用户管理 - 创建具备有限访问权限的管理员或普通用户
- 费率和单位 - 用于成本计算的公用事业价格
- 消费群体 - 公用事业消费者
- 数据共享 - 用户 Modbus/TCP 或 REST/API 与外部系统共享数据

系统包括:

- 数据和时间设置
- 网络设置
- 更新 - 选择更新包或配置自动更新服务器
- SMTP 配置 - 配置 SMTP 以允许发送电子邮件
- SSL 证书 - 生成或上传 SSL 证书
- 擦除数据 - 恢复出厂设置
- 系统日志/诊断 - 事件历史记录

借助 EQmatic 实现智能能效

客户针对其商业或住宅建筑选择 EQmatic 型号后, 即可获得一台功能齐备的智能能量分析仪, 其功能包括: 历史和实时分析, 以及可配置的仪表盘视图 → 08。

无论选择何种 EQmatic 型号, 客户都可得到一台功能齐备的智能能量分析仪。

ABB EQmatic 能量分析仪可完全满足客户需求: 这些设备能够进行数字智能连接且不会过时, 可确保对整座建筑物进行永久能源优化, 以满足可持续发展目标并降低成本。•



D
25

知识运用

利用先进的冷轧机数据分析技术提高绩效

适用于冷轧机的 ABB Ability™ 数据分析是 ABB 新推出的数字服务，可帮助客户发现次优的生产和质量。这款数字工具灵活性高，可在现场或作为云服务使用，还可直接利用专业工程师的知识。

01 冷轧厂客户可借助ABB的经验 and 专业知识找到提高绩效和质量的方法。

冷轧机 (CRM) 在金属 (尤其钢铁) 生产过程中不可或缺。为了保持竞争力，客户需要提高产品质量；这意味着必须降低可接受的厚度和平面度公差，以及提高表面质量。如果要增加产品多样性，工厂就必须处理多种材料，同时保持甚至提高产量和效益。为了满足全球市场需求并保持竞争力，平轧产品生产商不断寻求廉价的方法来提高性能和产品质量 [1]。针对这些企业和技术需求，ABB 开发了新一代 CRM 数字化解决方案：适用于冷轧机的 ABB Ability™ 数据分析 → 01。

ABB 先进数据分析工具基于这样一个基本理念：如果 CRM 操作员能够近实时地查看设备状态，那么他们将获得性能方面的关键洞察，尤其是产品质量偏差或生产过程中的问题。但是，实现这个目标说易行难。

在当今竞争激烈的市场中，要充分发挥 CRM 的生产潜力，就需要将联网和集成方法应用于自动化、优化、控制和决策支持工具。轧制工艺本身需要使用上

下辊，在低于金属或合金结晶温度的情况下，将板带厚度减小到所需的均匀厚度。尽管此目标在概念上很简单，但轧制过程非常复杂，这取决于多种因素 [2]。

如今，CRM 配备现代化控制系统，包括多个传感器，这些传感器可连续记录来自平面度、张力、速度、板带厚度等测量值的大量数据。而对这些数据作出反应的

为了满足全球需求并保持竞争力，CRM 客户需要提高产品质量和性能。

控制回路已经就位。采样时间在毫秒之间；对于每个运行时实例，大约会进行 1,000 次不同传感器值测量。因此，在工厂运作期间，每天生成的数据超过 3 GB。ABB 服务工程师通常会利用可用数据，通过控制回路对

Felix Lenders
Nuo Li
Dennis Janka
Andrew Cohen
ABB 工业自动化事业部
德国拉登堡

felix.lenders@
de.abb.com
nuo.li@de.abb.com
dennis.janka@
de.abb.com
andrew.cohen@
de.abb.com

冷轧机设备进行调试和维护。然而，由于人工分析和数据模式筛选需要大量工作和深厚的领域知识，所以这项工作不但繁琐而且成本高昂，因此，并没有对这些庞大的有价值数据定期进行绩效分析。

为了帮助客户从原始数据中挖掘巨大的洞察潜力，并有效地分析系统性能，ABB 充分利用其工程师卓越的深厚领域知识，通过神经网络和先进的操作数据分析应用程序，为过程工业开发了一个创新型数字化服务解决方案：工业过程数字化解决方案（SODA）。从 ABB 的研究项目 SODA 中提取了一些关键概念，

—

通过识别异常和最佳情况， - SODA 使 CRM 操作员能够对生产过程进行管理。

并将其集成到 ABB 新版 CRM 数据分析器中：包括监测和检测故障特征的能力。通过这种方式，新的 CRM 数字工具可为客户提供所需数据，以检查冷轧机状态，从而对生产率和产品质量进行评估。通过快速引导用户找到相关信息，并提供交互式图表和绘图，CRM 分析器使工程师能够快速关注到相关细节：这可以简化分析并促进快速决策。因此，可以用较少的人力采取措施来纠正问题。

监控 CRM 运行

由于产品质量和系统生产率是直接影响 CRM 客户获利能力的关键绩效指标（KPI），因此操作员会持续监测指标，以便能够尽早发现偏差。其目的是识别指示工业过程质量可能下降的任何微小变化。

SODA 是一种先进的数字化解决方案，可以帮助客户满足其监测需求。通过识别异常和最佳情况，CRM 操作员可以更好地管理生产过程。第一步，SODA 会从可用历史数据中合成一个“黄金板卷”。这是一个虚构板卷，由不同长度的时间段组成，是在产品质量和冷轧机生产率达到最高时从历史数据中检索出来的。因此，这些时间段代表获得最高质量和生产率价值的操作模式。

SODA 以该黄金板卷作为参考，分析历史数据中的偏差，从而自动学习从劣到优的一系列功能过程行为。目前，从传感器测量中提取的性能指标多达 100 种，用于计算生产率和质量关键性能指标（KPI）→02。

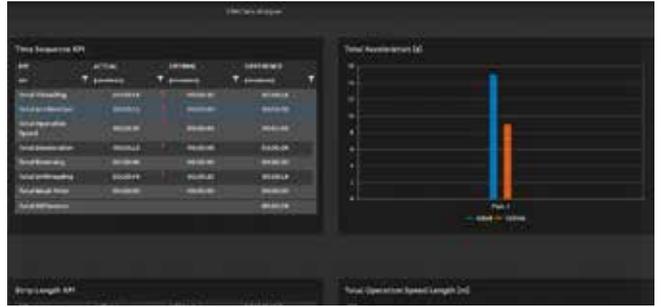
计算出 KPI 后，通过将结果与计算出的黄金板卷进行比较，并与被评估的特定设备所产生的历史板卷示例进行比较，SODA 让用户能够对当前运行板卷的性能进行评估。然后可以根据性能对板卷进行聚类（通过多个指标表示）。该信息会被映射到板卷轧制实例。通过 SODA 提供的交互式图形用户界面（GUI）视图，工程师可以轻松浏览所有相关数据。例如，可以快速评估表现性能不佳的板卷，可以让工程师直观地识别模式和偏差，这使故障排除变得更容易。

SODA 允许 CRM 工程师通过多种方法来浏览数据，以便快速、准确、全面地评估性能→03a-c。例如，可以选择性能不佳的板卷，并将该板卷的速度分布与黄金板卷进行表面比较。工程师还可以深入研究细节，并将所选劣质板卷与最佳黄金板卷的任何性能指标进行比较→03b，从而确定





03a



03b



03c

— 02 CRM 数据分析器根据生产率和质量 KPI 对黄金卷板进行聚类的示例。

— 03 使用 CRM 分析器，工程师可以浏览各种性能和产品质量问题。

03a 单个劣质板卷与最佳黄金板卷的速度/时间曲线比较。造成性能低劣的原因是速度慢，以及加速时间比可接受的长。

03b 时间维度和长度维度 KPI 的详细视图。蓝色表示实际板卷，橙色表示“黄金板卷”。

03c 用于检测轧辊偏心率的光谱分析示例。

性能不佳的原因 → 03a-b。轧辊几何形状也是一个具有挑战性且难以检测的问题。轧辊偏心会导致轧辊间隙的周期性变化，造成轧制产品厚度出现不良变化，从而对质量和生产率产生负面影响。利用光谱分析，ABB 的 CRM 数字化解决方案可帮助工程师近实时检测轧辊偏心 → 03c。

检测 CRM 中的故障特征

SODA 使用复杂算法来检测时间序列数据中由测量引起的各种特有和常见故障特征：来料性能（例如硬度）变化，或由于不当调节控制回路而导致的测量不匹配。其中一些算法基于传统的信号处理，而另一些则借助基于机器学习并植根于深度递归神经网络的方法。后一种方法特别适用于时间序列数据分析，因为它能够建模离散时间动态行为。该过程遵循传统的机器学习方法，在训练阶段创建模型。要检测的实际相关模式通过示例进行表征，这些示例由领域专家确定，用于训练模型。最后，该模型会在

与机器学习示例相似的时间序列数据中定位各种模式。

借助 ABB 最新的 CRM 工具，操作员可以快速检测出调节不当的控制回路 → 04。有时，反馈控制回路的校正量可能比前馈控制回路的校正量大得多，但与其相关（具有相同的视觉

SODA 允许 CRM 工程师通过多种方法浏览数据，以便快速、准确、全面地评估性能。

外观)。其中，CRM 工具直观指示两个控制回路在执行相同功能；这是一种不良状态，会导致生产率损失。为了使前馈控制回路在不需要反馈控制的情况下最大程度发挥其功能潜力并进行校正，操作员可以调整前馈控制以增加增益。通过检测此类故障特征，可以全面解释性能或生产率下降的原因，然后服务工程师可以采取解决措施解决问题。

SODA 借助 AI 进行特征检测

尽管人工智能 (AI) 目前还不可用于 CRM，但它是 SODA 开发的另一关键概念，赋予 CRM 巨大潜力。传统的信号处理方法（如傅立叶分解、相关分析和滤波等）对于某些有限使用情况非常有效且高效，但无法检测工业中遇到的许多



04

相关问题。例如，在控制系统中，超调量是与阶跃变化有关的一个重要特性。理论上，对于低阶线性系统，超调量具有阻尼正弦曲线形状。在 CRM→05 中，测得的超调量普遍都具有相似的视觉外观，但其形状、波形和持续时间会有所不同，所以很难用典型的线性信号处理方法进行检测。

因此，ABB 开发并实施了一种新型特征提取方法，该方法基于移动窗口和递归神经网络，

可以学习时间序列数据中的任意模式。在分析过程中，工程师标记相关模式（例如超调量），然后使用这些模式来训练基于递归神经网络的分类器 [3]。

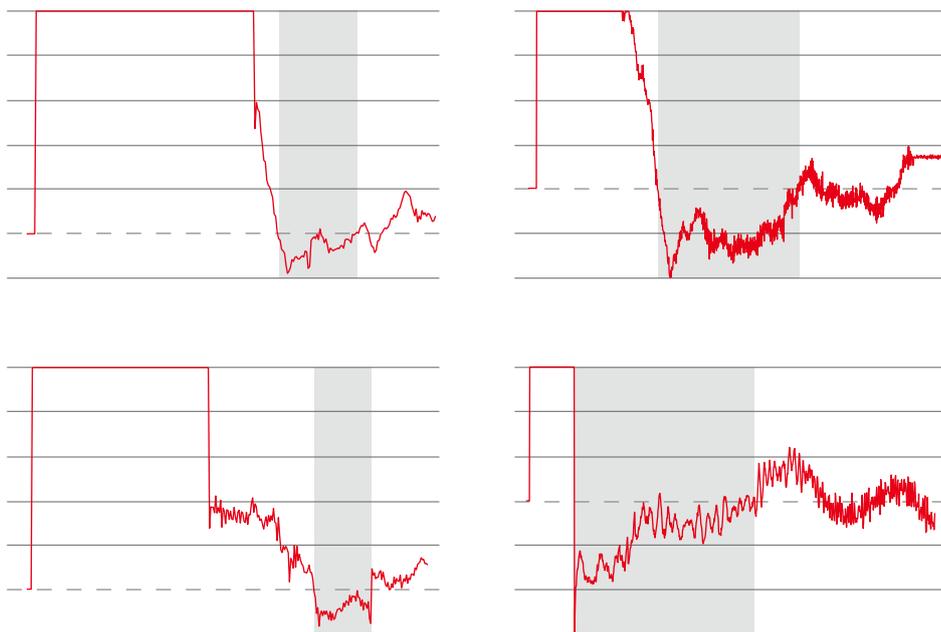
基于工程师专家的输入，这种有利的方法通常可用于捕获单变量和多变量时间序列分析中

利用光谱分析, ABB 的 CRM 数字化解决方案可帮助工程师近实时检测轧辊偏心。

的任意模式。这就无需开发或调整专门的检测算法。相反，这种方法允许直接运用专家的领域知识，还使这些知识可被广泛获取。

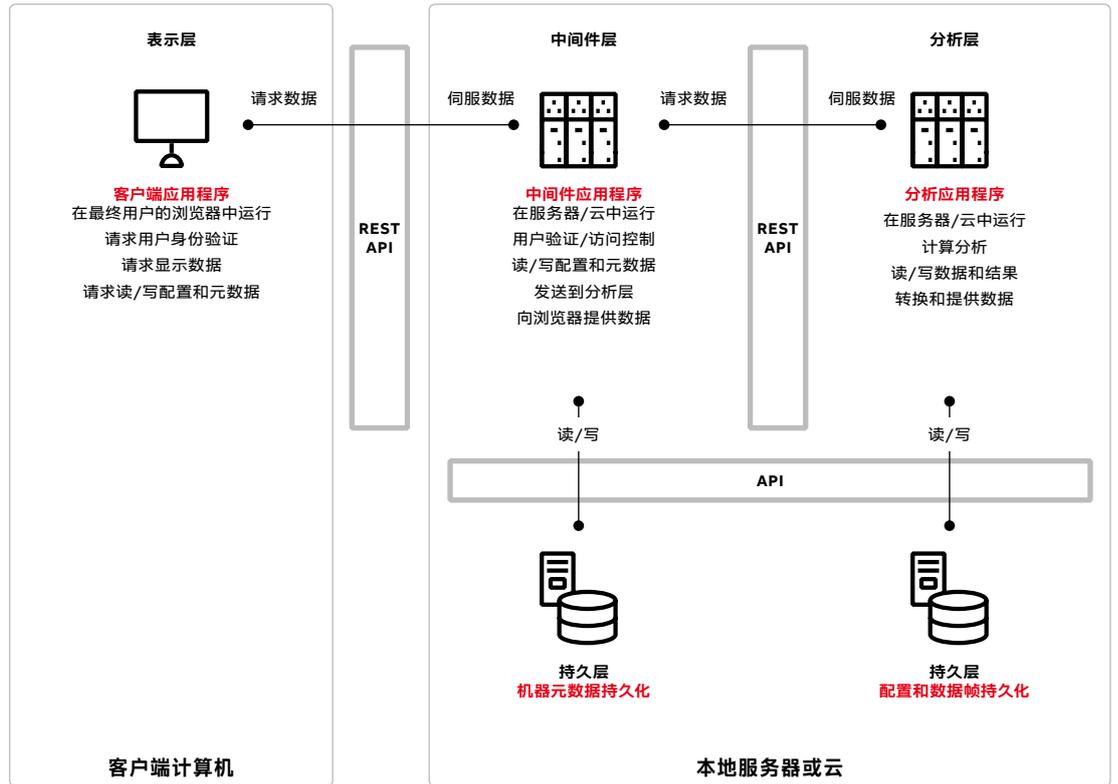
SODA 软件架构

利用最先进的技术和使用范例，SODA 被开发成一款模块化应用程序，具有基于 Web 的用户界面。通信分为客户端应用程序、中间件和分析引擎→06，由基于 Web 的代表性状态



05

- 04 将从原始数据中自动检测到的材料硬度变化可视化。比较反馈控制回路校正（绿色）与前反馈控制回路校正（橙色）。
- 05 超调量示例图（阴影区）。在这些情况下，瞬时值低于最终值。
- 06 SODA 软件架构图。



06

传输架构应用程序协议接口（REST API）处理。根据客户的隐私、灵活性和可伸缩性需求，此模块化框架可以在现场或云中运行。这种灵活、通用的框架很容易

正确的情境中以有意义的方式显示数据；如何模拟相关场景；以及如何根据分析得出的洞察采取行动，做出明智决策并提高工厂正常运行时间、生产速度和产量。ABB 利用专业工程师的输入和反馈来开发 SODA，以确保为工程师作业提供最佳支持。

SODA 使用复杂的算法来检测时间序列数据中的常见故障特征。

目前，在最新版 ABB CRM 数据分析器中，CRM 客户可以访问最新开发的操作监控和故障特征监测功能。

参考文献

[1] L. Mori, et al., "Unlocking the Digital Opportunity in Metals". *Metals and Mining Practice*, McKinsey & Company, Jan. 2018, pp. 1–16.

[2] A. Kroll and A. Vollmer, "Industrial IT for cold rolling mills". *ABB Review*, 4/2004, pp. 44–49.

[3] D. Janka, et al., "Detecting and locating patterns in time series using machine learning", in *Control Engineering Practice*, vol. 93, Dec. 2019.

适应其他应用，例如，重新配置中间件后，该框架可以用于其他行业。此外，分析引擎可以独立于其他组件运行，从而为未来需要类似分析类型的任何应用奠定基础。

SODA 进展与愿景

作为全球最大的金属加工自动化供应商，ABB 在过去 20 年完成了 450 多个项目。正是这种丰富的经验和所积累的操作数据方面的深厚领域知识，使 ABB 能够开发最佳实践，从可用数据中收集宝贵洞察：如何在

尽管取得了这些重大进展，ABB 仍通过添加在 SODA 中开发的人工智能辅助检测功能，继续开发适用于 CRM 的数字化支持技术。计划此技术将会用于 CRM 数据分析器的未来版本。

但 ABB 不会止步于此，还会继续扩展其数字化产品。在开发出一款能够提供生产绩效概览和准确检测异常的工具之后，ABB 面临的最新挑战是要创建一个用于确定这些异常的根本原因的数字化解决方案。ABB 一直处于创新前沿，已经在研究该解决方案。

知识运用

利用 ABB 智能知识助手 IKA 释放效率

基于工业 4.0，IKA 可以将数据和信息转换为对工业用户来说适合的、易于消化的、因地制宜的优质定制知识。将这些知识整合到 ABB 产品和服务中后，IKA 便可以帮助各行业充分利用数据的力量。

Benedikt Schmidt
Marco Gärtler
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

benedikt.schmidt@
de.abb.com
marco.gaertler@
de.abb.com

David Funderburg
ABB 工业自动化事业部
化工与精炼团队
美国俄亥俄州克利夫兰

david.funderburg@
us.abb.com

Zied M. Ouertani
ABB 工业自动化事业部
化工与精炼团队
德国曼海姆

mohamed-zied.
ouertani@de.abb.com



—
01 ABB IKA 系统可帮助各行业应对未来面临的技术和社会挑战。

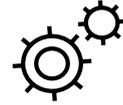
第四次工业革命的目标是通过工业过程的数字化来大幅提高效率。最初，工厂传感器进行大规模数字数据采集的吸引力令人目眩，大家都在关注将数据流与数据可用性整合起来。但是，如果工业 4.0 止步于此，那么数字化的目标将落空，而那些释放生产力和增加营收的愿望也只能成为记忆。更令人担忧的是，对可用信息的处理可能会使工厂运作复杂化。结果，

—
工厂传感器进行大规模数字数据采集的吸引力令人目眩，大家都在关注数据流和数据可用性。

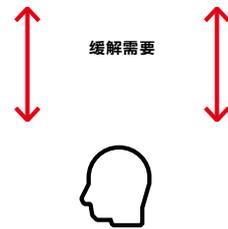
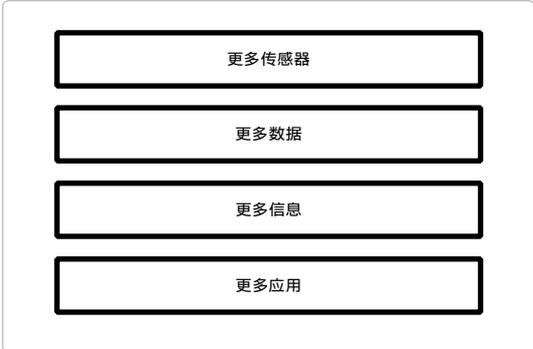
随着员工努力将数据和信息整合到时间紧迫的工作流程中，劳动力效率可能会大幅下降。众所周知，应用程序信息过多会使操作复杂化，并导致信息过载，例如，处理报警泛滥可能会延迟解决操作问题。为了应对这一挑战，工业 4.0 不仅要增加数据量、种类和传输速度，还必须通过调整所提供数据和信息的知识水平来优化数据访问，并丰富所提供的信息。一方面，需要保持这些信息在域中的有效性和正确性，另一方面还需要让工作人员能够有效地应用它们。先进的辅助应用程序是实现这一目标的有价值方法。这些应用程序可从各种来源获取原始数据和服务信息；获得的数据和信息会被转化成对用户来说适合的、易于消化的、因地制宜的优质知识。

这些应用程序对工业具有潜在好处，既可以应对特定领域和技术导向的挑战，也可以应对工业面临的重大社会变化：劳动力老龄化、专业知识流失和对再发展的担忧。通过对用户专业知识水平的调适和对领域的理解，辅助应用程序可以生成丰富的定制响应，并提供积极的用户体验。

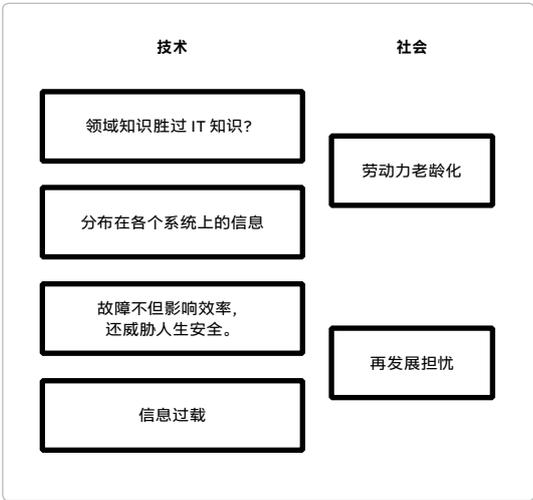
为了探索此类应用，ABB 于 2018 年启动了一个研究项目，重点关注工业数字化助理概念的架构、可行性和可用性。智能知识助理（IKA）的原型就是该项目的研究成果，它具有经客户测试的概念验证。IKA 是一个数字化智者，是与员工



数字化和工业 4.0 为工业领域带来变革



数字化为工作人员助力



01

并肩作战的伙伴，可随时提供建议和行动。基于工业 4.0 基础设施和人工智能（AI）的最新进展，IKA 具有态势感知能力，并可与工业过程特定需求信息集成。

借助数字化助理应对挑战应用数字解决方案的行业观察到异构性的增加和数据控制的缺乏；这种看似混乱的局面可能会转化为

高风险问题。最初，这些解决方案会使系统变得非常针对性和隔离性，但复杂性也会随之迅速增加；另外还有一个问题：由于新开发的系统是联网的，用户要面对数十个应用程序和数百个数据库，这是一个让人无法承受的局面。最初为工厂或行业带来目标价值的过程在纷繁系统中犹如大海捞针，使员工失去概览视觉，茫然无措 → 01。

大多数工作无疑都需要一些处理计算机程序的基本能力，但究竟需要多少专业知识仍存在争议。显然，IT 知识不应凌驾于领域专业知识之上，尤其是在工业工程和操作方面。因此，工业

—
随着员工努力将数据和信息整合到时间紧迫的工作流程中，效率可能会大幅下降。

软件工具需要针对专家，根据领域需求进行定制：在传统上，可用性和用户体验在工业系统设计中至关重要。例如，NASA 在界面设计和认知工作量方面的早期工作 [1]，或

设计空中交通控制器应用程序以实现最大可用性的悠久传统 [2]。ABB 在此见解上更进一步。

有鉴于各行业都在加速数字化转型，作为工业 4.0 的驱动者，ABB 坚持必须确保安全性和效率最大化。其核心价值是：服务客户，保证产品质量，最大程度提高可用性和用户体验。IKA 是 ABB 对这些需求作出的回应。该系统可为工作人员提供针对性支持。工作人员是一个具备各种能力的多样化人群，他们必须努力适应日益复杂的数字化基础设施，以确保工业设备和过程安全高效地运行。

集成辅助系统的兴起

随着 20 世纪 80 年代低价个人电脑的出现、21 世纪移动电话的普及，以及过去 10 年间智能设备（智能手机、平板电脑、可穿戴设备）的扩张，数字化的发展势不可挡。这些产品和服务简单、直观、易用，面向大量具有广泛能力的受众。如今，消费数字化已成为一种商品，用户对其行为作出的快速调整正反映了这一点。他们期望产品可相互集成，以及出现可创建跨多组件信息流的方法。数字化助理源于这种数字化生态系统和消费者预期。

如今，辅助应用程序在消费领域无处不在：向导对话、

主动和被动情景的 IKA 结构





03a



03b

—
02 IKA 系统组件专为向用户提供积极主动的支持而设。

—
03 IKA 目前正被集成到各种工业系统中，其聚焦用户和 ABB 的尊贵客户。

03a 现场操作员在平板电脑上使用 IKA (4.0 应用程序)。

03b IKA 被集成到一个专门针对 OGC 行业的仪表盘中。

静态和交互式帮助系统。向导对话可引导用户浏览一组问题和输入选项，来获取触发操作所需的所有参数。在工业安装过程和多步骤工作流（如订购）中，此类数字化助理很常见。静态和交互式帮助系统支持用户通过回答特定问题进行自我培训，以取得某些成果或熟悉服务/产品。最初，此类助手会借助简明（超文本）手册、常见问题等，目前引入了一些场景和教程，可提供演练体验：由聊天机器人和交互式化身驱动对话。这些助手由一些看不见的例程组成，以获取附加有用信息，或在后台执行辅助步骤，从而完成拼写检查、自动补齐、输入和建议筛选的操作。尽管这些产品及其服务可用性的直接好处被认为是次要和非关键的，但它们对于用户的接受度和便利性至关重要，因此被广泛使用。

工业综合助理

各行业能否更有效地应用从消费领域提取的助手应用程序原则？如果可以，那么有哪些方式？障碍显然存在。首先，辅助系统需要从不同数据源、后台和增值服务中获取信息，并以简洁、聚合和过滤的方式提供给各种应用程序。

其次，系统需要遵循不同领域的特定语言，并在它们之间进行无缝翻译。例如，过程工厂使用的语言类型非常特殊，迥异于通常的会话语言。此外，回答的类型

—
IKA 是一个数字化智者，是与员工并肩作战的伙伴，可随时提供建议和行动。

和呈现方式应符合用户的能力和水平。再次，系统应主动通知用户需要注意的相关事项，同时应关注相关系统潜在的信息泛滥。

IKA 系统架构

IKA 是一个基于消费领域原则的工业虚拟助手，成功解决了上述问题：它建立在责任共担原则上，也就是将重点放在从现有服务和早期原型中获取、过滤和聚合的信息的可访问性上；无需从头开始重新实现其功能性。监测、描述、诊断和

预测都是符合自动化金字塔的相关功能。此外，ABB 展望在可预见的未来，IKA 的功能将进一步扩展到控制级别 → 02。

系统可接收通过文本或口头形式以自然语言提出的问题，并将其转换为可映射到技术请求的意向表达。这些查询将被发送到若干个可提供相应技术答复的服务。经过过滤和聚合后，这些答复将被翻译回自然语言。此外，图像、链接和建议均可

— 通过关注用户能力, ABB 的系统设计确保了 IKA 可服务于专业人员和新手。

予以调整，进一步提高文本/口头答复的体验和可用性。自然语言以一种常见且无处不在的方式来直观表达请求和意向；用户无需学习一系列的人工交互。

在技术层面上，助手可充当应用程序编程接口 (API)，将请求

集中到单个同质端点，同时在内部将任务委托给各种后端服务。这样，它会在一个微服务架构中体现，该架构在自然语言部分使用内部组件，在知识检索上使用外部组件。这种设计可为客户提供极大自由度，确保独立应用程序的快速开发、易于集成到现有应用程序中，并可用于多种平台，包括经典台式机、智能手机、平板电脑、可穿戴设备和增强现实设备。

用例预示光明前景

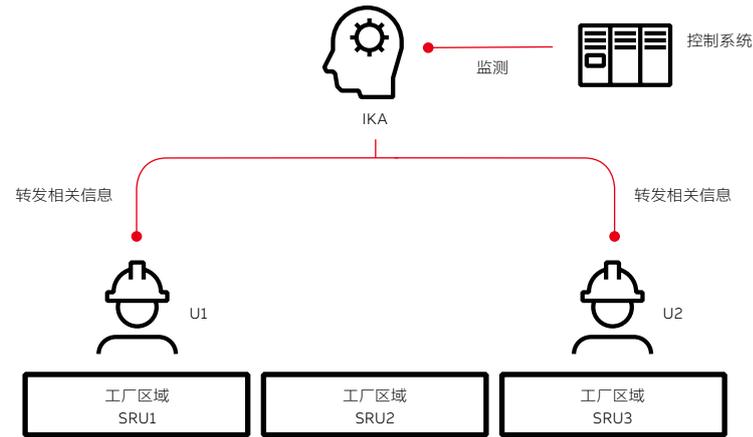
ABB IKA 系统可以部署在任何现已具备服务与数据库生态系统的领域，或部署在正向服务生态系统过渡的领域。例如，IKA 可扩展负责执行某一过程的现场工程师的能力，或扩展公司仪表盘的功能 → 01。由于监控功能是嵌入式的，IKA 可轻松进行调整以实现用户支持。

用例展示了 IKA 易用的情境感知数据访问和决策支持属性 → 03。IKA 允许工作人员使用领域语言专注于任务执行：IKA 可自动将领域特定语言转换为基础设施协议，如分布式控制系统 (DCS)、关键性能指标 (KPI) 等。工厂操作员只需向系统询问有关处理特定情境的选项；IKA 会在审计跟踪



—
04 IKA 提供有价值的信息，使操作员能够对报警或事件做出更迅速的反应，从而延长正常运行时间和提高安全性。

—
05 示意图说明了 IKA 如何根据用户位置和当前活动过滤报警。一名现场工程师正在工厂区域 SRU1 执行作业。该区域的所有报警都将转发给他/她，而其他报警将被过滤掉。在工厂区域 SRU3 执行作业的工程师会收到相关报警信息。



05

和操作人员注释中查找历史数据，并提供可靠答复。如果过程变量表现异常，IKA 会主动通知操作员，并询问是否要显示预测。在这些情况下，操作员可专注于履行其职责（即高效的工厂操作），而无需记住是哪个子系统分析过程状态，或在哪儿可以找到相关历史数据。如此，IKA 将服务和信息基础设施无缝集成到工作流和工作环境中。借助 IKA，用户可真正达到“得其所想”。

通过关注用户能力，ABB 的系统设计确保了 IKA 可服务于专业人员和新手。这对已经记住信息的专家没有影响，而新手则可以获得详细情况说明和指引。例如，现场操作员可请求 IKA 帮助其执行维护程序。IKA 会检查该操作员成功执行手头任务的频率。如果是首次执行，IKA 将提供更多有关成功执行该任务的要素，以及相关设备信息。如果无法找到成功执行任务的历史记录，那么可提供的信息会非常有限，只能集中在动态控制系统信息上。另外，如有需要，用户可随时覆盖系统设置以获取另一个支持级别。

IKA 还可改进报警管理。这对于大多数过程工业来说至关重要 [3,4]，报警通常由专用访问应用程序进行监控，例如：与控制系统相关的终端或仪表盘。不管当前的情况、位置或 workflow 如何，报警信息将被传送给用户，即经验丰富的领域专家。然而，报警被视为需要情境化的独立对象。由于 IKA 具有基于各种数据源集成的态势感知能力，所以近实时和历史报警都会与系统

用例展示了 IKA 易用的情境感知数据访问和决策支持属性。

—
和用户情况保持一致；可以将这些报警结合起来检查相关领域，并提供急需的决策支持 →04-05。这样，操作员在出现问题（如压力值超过阈值）时不仅接收到通知，还接收到额外的有价值信息，例如：超过阈值的频率，和/或关于同事先前解决此类事件的方式提示，从而减少混乱。

通过为用户提供对工厂不断发展的信息环境的便捷访问，IKA 将助力企业提高生产率和员工效率，从而实现工业 4.0 的目标。

展望

目前，ABB 正在将 IKA 与其现有产品和增值服务相集成，以最终验证该系统的可行性。虽然只是初步行动，但 IKA 的工作原型和范例产生了令人鼓舞的结果。成功的客户现场测试和交易会演示（如“ABB 电力与自动化世界”和“剑桥能源周”活动）表明，ABB 正引领 IKA 步上正轨 – 聚焦于客户和数字化未来。•

参考文献

- [1] S. G. Hart, et al., "Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research.", *Advances in psychology*, vol. 52, North-Holland, 1988, pp. 139–183.
- [2] D. V. Hopkin, "Man-machine interface problems in designing air traffic control systems", *Proceedings of the IEEE* 77, vol. 11, 1989, pp. 1634–1642.
- [3] N. Li, et al., "Unravelling events and alarms with data analytics tools", in *ABB Review*, 3/2019, pp. 36–43.
- [4] A. Dagnino, et al., "ABB's smart alarm system directs plant operators to critical events", in *ABB Review*, 2/2020, pp. 28–33.

知识运用

异常检测算法让机器人保持良好性能



ABB 开发了一种自动化数据驱动型异常检测系统，用于诊断和检查机器人的产品质量，以提高机器人的操作可靠性。借助 ABB Ability™ 分析框架，该检测系统从一个在单台计算机上运行的原型发展成为稳健的服务，在处理速度和数据量方面具有优越的可扩展性。

—
Nevroz Sen
Sriharsha Vardhan
 ABB 机器人事业部
 美国加利福尼亚州圣何塞

nevroz.sen@us.abb.com
 sriharshavardhan.t@us.abb.com

—
Felix Mutzl
 ABB ability™ 分析团队
 德国拉登堡

felix.mutzl@de.abb.com

机器人制造业将迎来其高光时刻。自 2017 年以来，全球工业机器人市场一直以 9.4% 的 CAGR 增长，预计这一增长水平将持续到 2023 年 [1]。此外，由于机器学习技术的进步，作为自动化生产系统市场的重要组成部分 [2]，可重新编程的多用途工业机器人正在迅速发展。在这方面，用于工业机器人操纵的性能特征和相关测试方法是关键应用领域之一，其中包括位姿和路径特征，以及应用特定的性能标准。另外，机械手的精度性能可以用位姿准确度和位姿重复性来描述 [3]。

在性能测试方法的开发过程中，开发人员以高频收集并分析信号，以获得关键洞察。这些洞察有助于经验丰富的生产

—
 自 2017 年以来，全球工业机器人市场一直以 9.4% 的 CAGR 增长。

人员将机器人性能区分为正常或异常→01。分析包括：在特定测试条件下，观察特定类型机器人的一般模式和信号之间的关系。然而，由此产生的数据量巨大且复杂，这使得人工分析不可行。

在接下来的几页中，本文将说明 ABB 是如何将机器学习（ML）技术应用于异常检测的。一般来说，机器学习是指计算机使用统计模型和算法、基于模式和



推导而非显式规则来执行任务的过程。然而，在计算机能够执行给定任务之前，其相关的机器学习程序通常需要非常大量的数据。

在本研究中，作为对新生产 ABB 机器人检查的一部分，积累多年的数据成为检测集合异常和情境异常的来源 [4] [5]。总的来说，数据必须支持以下目标的实现：

1. 对于制造的机器人团体，数据是否可以用于设计自动技术，以通过数据驱动型模型来检测异常？
2. 对于一个新制造的机器人，是否能根据历史检验数据或基于这些数据建立的模型来检测异常？
3. 对于一个选定的团体或情境，数据是否可以用来检测制造系统和设备的运行性能？

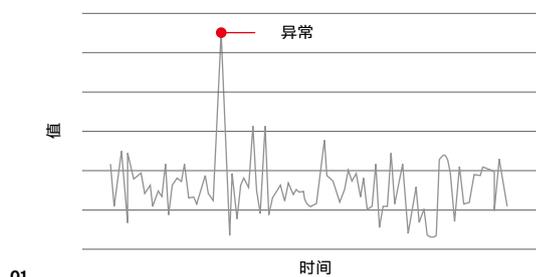
事实上，开发一个能够满足这些目标的数据驱动型模型是可行的，但是根据检测到的异常范围和可用的历史数据质量，开发技术会有所不同。模型

一旦模型开发出来并经过调整，数据专家就可以开始探索异常模式。

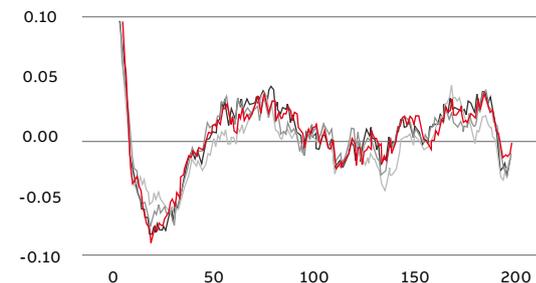
以高可靠性和高置信度检测异常机器人行为的有效性取决于对最佳综合正常运行阈值的识别。

一旦模型开发出来并经过调整以确定机器人的异常行为后，数据专家就可以开始探索异常 [6] 模式，以期了解

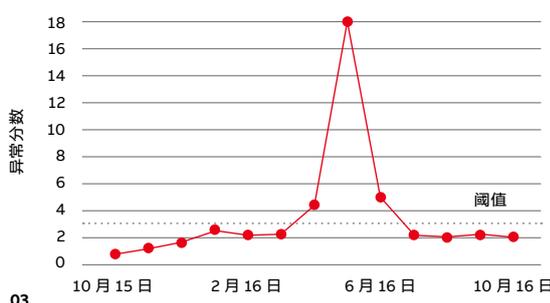
— 01 时间序列信号中的异常。
— 02 多变量时间序列信号。
— 03 机器人异常评分指示器。



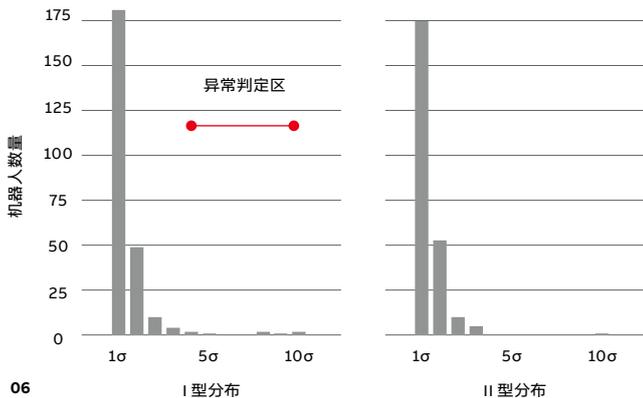
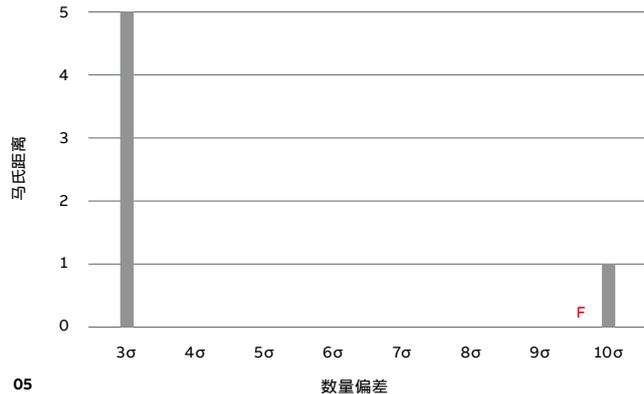
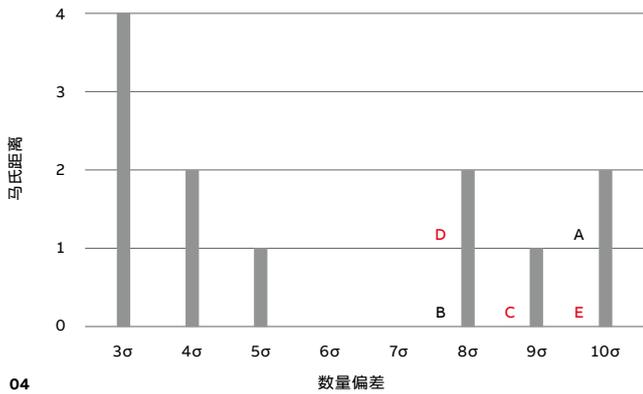
01



02



03



失效/故障的原因。下一步可能是开发自动化数据驱动型异常检测和诊断系统，但开发人员应记住，由于异常行为和相关纠正措施的可变性，此类系统可能很快变得极其复杂，尤其是在需要它们协调动态工作负载的情况下。

广泛适用的算法

作为一种无监督或半监督的机器学习算法，ABB 开发的方法只基于有限的知识来分析数据，因此适用于各种各样的场景。当涉及到机器人行为异常检测时，这确实是一个重要因素，由于涉及不同操作、操作员错误和外部因素的复杂性，即使定义一个适当的异常数据概念也不容易。因此，最重要的是开发一个监测系统，以最少但足够强大的人力进行监督，从而消除误报。如何可做到这一点？

第一步是定义数据类型，并分析多变量时间序列数据 → 02，例如

从机器人控制器采集的信号，即扭矩、位置和速度信号，或来自外部传感器（如振动传感器）的信号。

考虑到测试期间收集到的数据，该算法必须执行的第一步是从原始时间序列数据中提取特征。这是决定算法性能的关键一步，因为在这样的特征空间中，许多物理故障（如反冲和电机组件间的高摩擦）会变得更加明显。

特征提取过程从对信号的时间尺度分析开始。此步骤旨在将组件输出中缓慢发展的变量与快速发展的变量分开。然后生成时间局部化频率分量。接着通过测量

— **ABB 开发的方法可基于有限知识来分析数据, 因此适用于各种各样的场景。**

这些组件的集体行为来构造最终的特征集。显然，要为上述步骤设置几个参数。这些参数可直接从数据计算得出。因此，该算法是完全自主的。

特征空间构造完成后，便可计算每个样本的异常分数，以识别偏离分布的异常 → 03。实现过程如下：通过主成分分析对覆盖数据中每个变量的子空间建模，

- 04 I型机器人生产质量检验。
- 05 II型机器人生产质量检验。
- 06 两类机器人的制程偏差比较。
- 07 ABB Ability™ 分析框架。

然后计算每个样本到子空间的距离。可以将每个样本的异常分数看作是跟根据可配置统计参数测得的子空间的偏差。

为了确定算法的性能，我们考虑了两个场景。第一个场景是对一个机器人在一年内的操作质量进行检查。

该算法可用于确定不同类型或不同轴机器人生产线的相对稳健性。

结果发现，在2016年4月，由于超过统计阈值而使算法触发了报警。第二个场景类似，不同的是在2016年5月，报警被放大到一个非常大的值→01。对该机器人的检查显示，从相应轴上取样的油中含有大量金属颗粒，这是由于

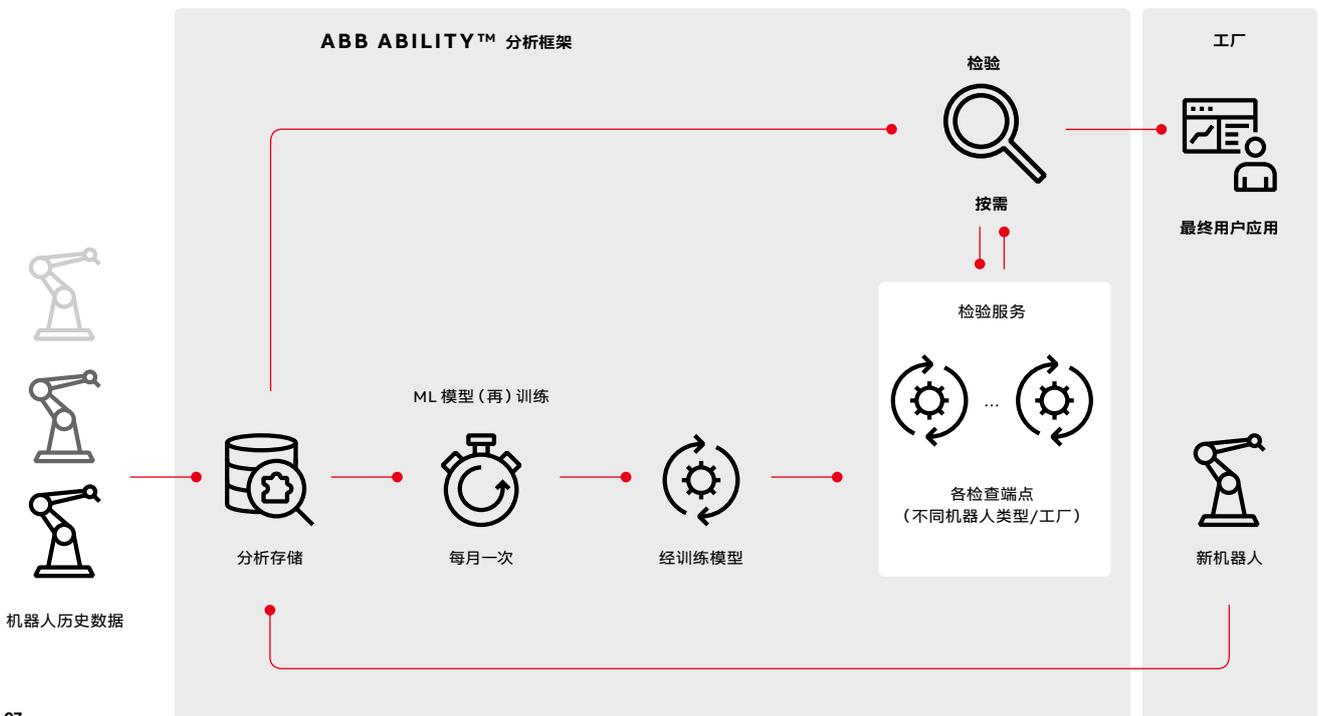
齿轮箱完全磨损导致的。在6月底更换变速箱后，机器人的异常分数恢复到正常值。

在上述情况中，偏差是在假定机器人行为正常的情况下发现的。接下来的直接问题是：在事先不知道正常和异常结果间是否存在差异的情况下，系统可如何推广这种方法？

其中一种方式是通过添加一个随机化步骤来改进算法，在该步骤中，由随机选择的机器人微观群体形成的特征生成多个子空间，计算每个机器人在所有这些子空间上的偏差，并向其添加一个简单的投票方案，以确定机器人的行为是否存在异常。

柱状图上显示的结果→04呈现了每种机器人每个轴上的偏差分布。

应注意的是，在这些机器人中，已知机器人A和B存在故障，并且该算法





以高置信度识别出另外一组的三个异常机器人 C、D 和 E。

在→05中，分析了另一类型机器人的轴。其中，该算法以极高的置信度发现 F 为异常机器人，并且验证了该机器人确实存在故障。

除了识别异常之外，该算法还可用于获得额外洞察，例如，确定不同类型或不同轴机器人生产线的相对稳健性。

→06显示了整个机器人群体的分布。可以看到，相当多数量的 I 型和 II 型机器人都在正常范围内。但

—
每种类型机器人的模型训练时间从数天减少到一小时左右。

I 型生产线的变化程度似乎比 II 型生产线稍高一些。获得不同类型和轴的此类分布后，就可以进行进一步分析，例如将数据与可能导致异常和故障的组件关联起来。

不过，值得一提的是，生产质量检验训练阶段是计算密集型的，需要重复数百次才能获得可靠的生产质量检验模型。

加速可扩展性和自动化

由于这一阶段是计算密集型的，在一台简单的笔记本电脑上运行时，训练一种类型机器人的生产质量检验模型大约需要 2 天时间。但借助 ABB Ability™ 分析框架→07，可以对模型训练过程进行缩放和并行处理，从而将每种类型机器人的执行时间从数天缩短到大约一小时。这使对每种类型机器人进行更频繁的模式再训练成为可能→08，从而提高了整体模型的质量检查能力。

—
08 频繁的模式再训练可提高质量检验能力。

模型训练管道在 Azure Databricks 上运行，并通过 Azure Data Factory 进行编排。管道包括以下步骤：

- 从数千个新生产的机器人收集数据并进行预处理 →01-02
- 基于最新数据，为每种类型机器人进行新机器学习模型训练 →03
- 基于单个生产质量检查模型，为每种类型机器人部署专用 Web 服务 →04

它还提供可视流程图，允许以较高的粒度监视性能和故障转移。在完成测试阶段后，经训练的产品质量检查模型被部署为基于云的 Web 服务，以确保高度可用性和灵活性。通过 Web/移动应用程序 →07，该服务可用于检查一批 →05 机器人（日常生产），或直接在车间进行临时测试 →06。

—
质量检查模型被部署为基于云的 Web 服务，以确保高度可用性和灵活性。

总体而言，ABB Ability™ 分析框架使得从最初原型转变为稳健服务成为可能，从而得以扩展机器学习过程，并节省大量时间和金钱。•

— 参考文献

[1] Industrial Robotics Market Outlook – 2023 <https://www.alliedmarketresearch.com/industrial-robotics-market>

[2] (PDF) Testing the Performance Characteristics of Manipulating Industrial Robots.来源: https://www.researchgate.net/publication/309713169_Testing_the_Performance_Characteristics_of_Manipulating_Industrial_Robots [访问日期: 2020 年 2 月 9 日].

[3] ISO 9283:1998(en) Manipulating industrial

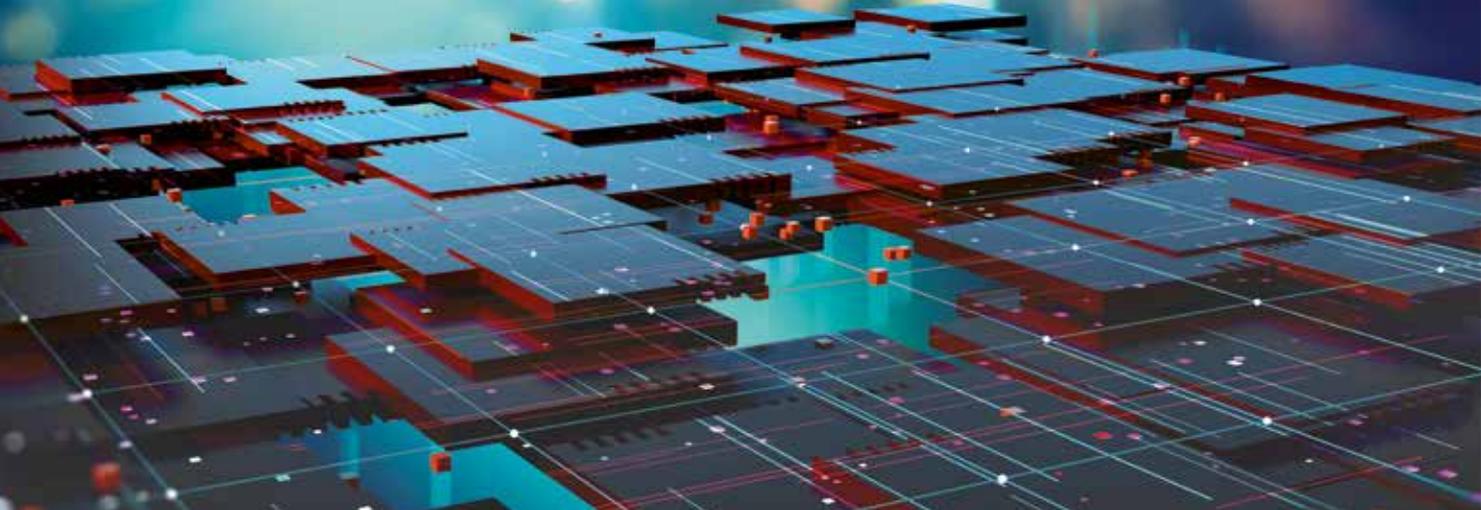
robots – Performance criteria and related test methods <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9283:ed-2:v1:en>

[4] (PDF) Anomaly Detection in Sequential Data: Principles and Case Studies.来源: https://www.researchgate.net/publication/331353530_Anomaly_Detection_in_Sequential_Data_Principles_and_Case_Studies [访问日期: 2020 年 2 月 6 日].

[5] Training data selection criteria for detecting

failures in industrial robots https://www.researchgate.net/publication/301744877_Training_data_selection_criteria_for_detecting_failures_in_industrial_robots

[6] Anomaly Detection: Industrial Asset Insights Without Historical Data <https://www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/19058/Anomaly-Detection-Industrial-Asset-Insights-Without-Historical-Data.aspx>



专业术语解释

量子计算

一种新兴技术带来的炒作和希望。



Elsi-Mari Borelli
理论与计算方法团队
瑞士巴登

elsi-mari.borelli@
ch.abb.com

任何关注科技新闻的人对量子计算的话题都不会陌生。无论是在 IT 杂志、科学新闻还是在主流媒体的商业报道中，经常会看到有关这一充满前景的新技术的解释、炒作或揭秘。谷歌 2019 年实现“量子霸权”的惊人消息激起了人们的狂热，这一成就甚至与阿波罗 11 号登月相提并论。

从月球回来脚踏实地，并以当今的角度更深入研究量子计算对未来工业应用的基本冲击才是有益举措。

首先，预计量子计算机不会成为笔记本电脑的加速替代品，即使从长期角度来看也是如此。其次，它们不是取代所有大型集群计算的通用超级计算机，而是大型专用机器，旨在超越传统硬件（及其后续产品）处理专门计算问题。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。但是为了从加速中获益，今天的算法并不适用。要利用量子物理定律，需要特殊的算法。



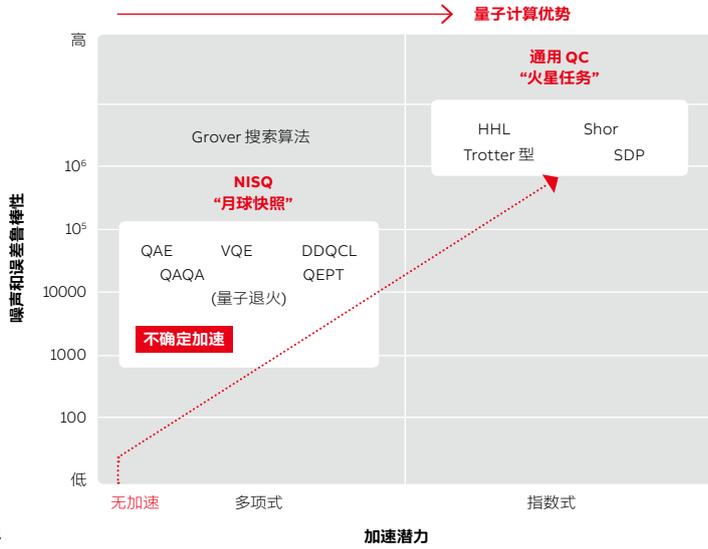
Thorsten Strassel
开关设备团队
瑞士巴登

thorsten.strassel@
ch.abb.com

量子计算的概念本身并不新鲜：它由诺贝尔物理学奖得主 Richard Feynman 于 1982 年提出。与数字位只能为 0 或 1 不同，量子位可以不同的概率保存多个值，直到被测量为止。因此，可能在这些量子位上执行的逻辑运算无法遵循传统计算机上的逻辑运算。

由于量子计算对当今所有加密系统构成了理论上的威胁，因此受到广泛关注。然而，对密码学上有意义的数字进行因数分解需要大约一百万个高质量的量子位进行计算。就算是现在最好的商业量子芯片，比如谷歌 54 量子比特 Sycamore 芯片，对于此类应用就大小和低噪而言也还差几年→01。2020 年 9 月，IBM 发布了量子计算路线图，其目标是要在 2023 年前，推出名为 IBM Quantum Condor 的处理器，这是一款可运行 1,000 多个量子比特的设备 [1]。

然而有证据表明，即使是所谓的嘈杂中型量子（NISQ）计算机也可以通过量子启发式来帮助解决复杂的组合优化问题。这种规模的量子芯片已经在许多公司的中期路线图中出现。即使 NISQ 硬件的提速并不那么明显，但如果为合适的应用量身定做，那么这项技术可能会对商业产生重大



01

01 选定的量子计算算法及其估计硬件需求。

影响。因此，许多公司和政府机构正在推进相关研究，以期在中期内准备好解决方案。

在未来自主系统的构建中，量子计算可能会发挥关键作用。但它并非唯一能够彻底变革计算成果的技术。

参考文献

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].

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。

优化算法的创新本身可以带来更大回报，即使在经典硬件上也是如此。事实上，为量子硬件开发的算法最近激发了一系列新优化算法，这些算法已被证明可以大大提高某些问题的解决速度。

在即将发布的新一期《ABB评论》的一篇文章中，会更详细地讨论有关量子计算（及其在工业自动化中的潜在作用）的话题。

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 © 2020 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





01|2020

启迪未来

创新亮点

08 精选创新故事

数字化未来

20 数字化转型
24 反思创新
30 OPC UA 和 TSN
36 联合创新为自动化增值

极端性能

44 海底电气化
50 海底电力转换
56 A200-H 单级涡轮增压器

专业术语解释

62 增材制造



02|2020

善用互联互通

善用互联互通

08 智能报警管理
14 提升建筑能效
22 危险区域智能传感器
28 网络研究员荣获大奖

电力连接

32 Zenith 自动转换开关
36 通用型电机控制器软件
40 PEGS 测试电力设备

机器人与搬运

48 通过机器学习实现精准卸垛
52 如何提高机器人生产力

专业术语解释

56 4D 打印



03|2020

数据中心



04|2020

工业自动化

数据中心

- 08 访谈：能效
- 14 数据中心自动化
- 22 数据中心解决方案架构
- 30 数据中心能源消耗
- 36 专用变电站
- 40 钠离子电池
- 42 秘方
- 45 关于数据中心的 IEC 61850 标准
- 50 数据中心网络安全

云端技术

- 58 直至末端分支的数据安全性
- 59 MegaFlex UPS
- 64 MNS-Up
- 66 中压 UPS
- 69 数据中心纳米流体制冷
- 72 数据中心电源转换解决方案
- 74 瞬态保护变压器

专业术语解释

- 78 5G

工业自动化

- 08 数字化工业自动化
- 16 利用 ABB 产品实现可持续发展
- 25 可持续采矿
- 32 油气自动化
- 38 海洋产业的可持续发展
- 43 网络安全方案
- 46 数字化导航

知识运用

- 54 EQmatic 能量分析仪
- 63 冷轧机分析
- 68 智能知识助理 IKA
- 74 异常检测算法

专业术语解释

- 80 量子计算

—

下期预告 (2021 年 1 月)

以知识为动力

在 COVID-19 全球性大流行的影响下，创新不再只是一种选择或一个远大目标，而已成为一项必要条件。因此，人们普遍呼吁更快速、更频繁的创新也就不足为奇了。然而，却甚少有人了解和分享促进创新的关键要素。在有关 ABB 年度创新探索的下一期《ABB 评论》中，我们将介绍如何实现创新。