

评论

未来工厂

ABB

世界上历史
最悠久的技术期刊之一

02|2024 zh



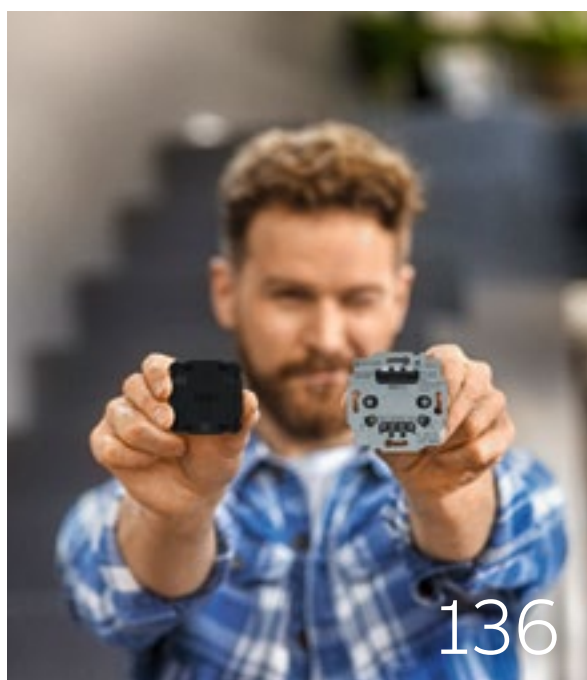
86-123 未来工厂

124-141 优化运营

142-155 AI 洞察



统一通信



平台化生活



AI 智听

148

85 编者按

未来工厂

86 寻找异常

应用无监督建模方法检测早期电机故障

94 数据驱动型洞察

PlantInsight: AI 如何引发工业过程变革

100 自主系统——五年回顾

2018 年制定的自主系统愿景是否已成功实现?

106 统一通信

借助以太网 APL 降低工程设计工作量和成本

114 模块化工程设计

面向大型过程工业装置的模块化工程设计概念

优化运营

124 高效混合

搅拌器射流的计算流体力学建模

130 增强型助手

Service Assist: 提供视情支持

136 平台化生活

ABB-flexTronics® 智能家居控制平台打开节能之门

AI 洞察

142 优化能源管理

监测、控制和优化耗能设备、发电机和储能

148 AI 智听

携手推动 AI 机器侦听技术

专业术语解释

154 生成式 AI

155 订阅

155 出版信息

分享文章

您是否遇到了同事或朋友可能感兴趣的文章?从第 03/2023 期《ABB 评论》开始,每篇文章都附带一个单独的二维码,通常位于文章末页,扫描即可分享文章内容。

文章一览

本期《ABB 评论》引入了一项新功能。每篇文章都配有一个框,通常悬浮在标题图片上方。此框突出显示文章的主题和重点。

通过该功能,读者可更轻松地浏览《ABB 评论》,文章大致内容一手掌握。

诚挚邀请您建言献策: abb.review@ch.abb.com

—

未来工厂

2018年,《ABB评论》发表了一篇文章,展望了自主系统的未来。在本期中,文章原作者重新审视了他们的预测,并得出了一些值得注意的结论。该领域的进展和采用速度极快。六年前的绝大部分推测现已成为现实。

未来几年会发生什么?五年、十年或二十年后,工业社会将是何面目?

—

下期预告:探讨效率

编者按

未来工厂



亲爱的读者:

大型工业工厂的运营牵扯的考虑因素众多,需要在其中取得良好的平衡。无论是在规划与建设、日常运营还是维护和升级过程中;决策都必须整合多个学科的专业知识。

一方面,标准和要求日益严苛,另一方面,技能稀缺问题加剧,导致本已十分艰巨的挑战更是雪上加霜。ABB 凭借公司丰富的经验,在尖端技术和 AI 支持下,为众多领域的客户提供支持。

在本期《ABB 评论》中,我们将向您逐一介绍:一个将装置工程设计的痛苦消弭于无形的模块化概念,一个可简化工业通信的基于以太网的先进系统,以及一个只需侦听即可检测机器异常的系统。

祝您开卷有益!

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Björn Rosengren'. The signature is stylized and written in a cursive-like font.

Björn Rosengren
ABB 集团首席执行官

\$ 125,000

计划外停机造成的每小时平均成本

3 亿

全球运行的电机数量



ABB 利用 AI 预测异常，避免计划外停机。



应用无监督建模方法检测早期电机故障

寻找异常

ABB 开发了一种高效且可扩展的自动故障检测功能，其使用支持自我再训练的无监督轻量级模型。ABB 将并行化、异常检测和后处理链接到管道中，确保该解决方案可靠、可重复且可扩展。



Ugur Aydin
ABB 运动控制服务事业部芬兰赫尔辛基

ugur.aydin@
fi.abb.com

根据 ABB 针对 3215 家组织进行的一项调查[1]，工业企业因计划外停机而承受的成本一般约为每小时 125000 美元。调查还发现，69% 的受访装置每月至少经历一次计划外停机。显然，在诸多行业中，电机等设备对于平稳运行至关重要，而可靠性是最大限度地减少故障和停机所造成的负面财务影响的关键。

然而，尽管其存在十分普遍——全球运行的电机数量超过 3 亿台[2]——确保其可靠运行仍然是一个持续的挑战。

利用先进算法对电机运行数据进行状态监测，可以检测异常，并在问题升级为故障等更严重问题之前向操作员发出警报，从而减少计划外停机。

电机异常检测所面临的挑战

电机故障类型可划分为两大类：电气故障和机械故障。主要电气和机械故障总结参见

→01。这些故障背后的物理原理各不相同。得益于先进的信号处理，可从电机振动、杂散磁通、声学 and 电流特性中观察到故障症状[3]。例如，可从电机振动的特定谐波中观察到机械故障。

测量的振动信号进行快速傅里叶变换 (FFT) 后即可出现这些谐波。另一方面，对振动进行小波和包络分析也可用于以低干

利用先进算法处理电机运行数据可以有效检测异常，减少计划外停机。

预方式观察各种故障[4]。曾经，需要手动监控这些谐波，或者通过设置简单的幅度阈值来完成。考虑到需要监控的资产数量众



— 01 电机故障的主要类型。

— 02 用于不同负荷类型的相同电机的振动模式。

多、缺乏通用阈值以及机器特性、运行速度和负荷等因素的影响，这些方法既不实际又缺乏效率。

近年来，随着 AI 领域的进步，这些问题已得到部分解决。例如，现有文献表明，监督式机器学习方法可以有效检测和分类电机故障[5]。然而，此类方法需要所研究机器提供标记数据：针对一台机器开发的模型可能无法推广到尺寸、应用或操作条件不同的其他机器。考虑测量连接到不同负荷类型的两个相同健康电机的径向振动信号→02。即使电机以其额定功率和速度运行，振动模式

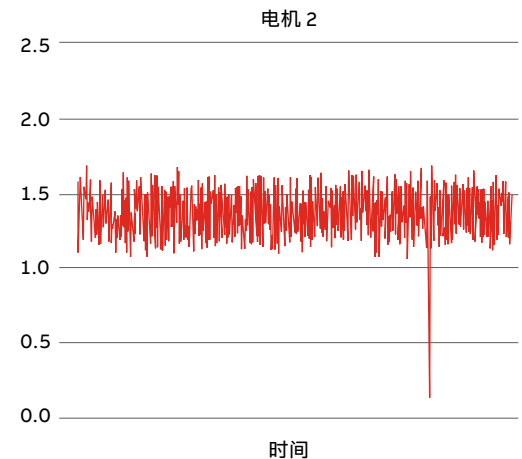
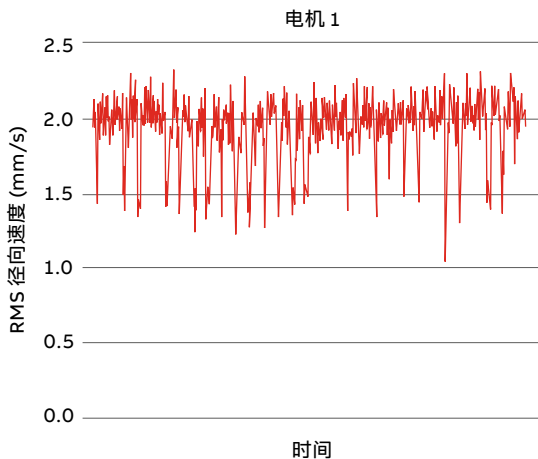
也大不相同。因此，根据电机 1 的振动模式训练的模型很可能对电机 2 产生错误的预测。

为了应对这一挑战，一个办法是从各种机器收集更多标签并研究更多故障案例来训练更广泛的模型或多个模型。但这一过程不切实际、成本高昂且耗时耗力。或者，可以使用无监督方法来检测机器运行状况恶化引起的异常，因为在这些情况下训练模型不需要标记数据。

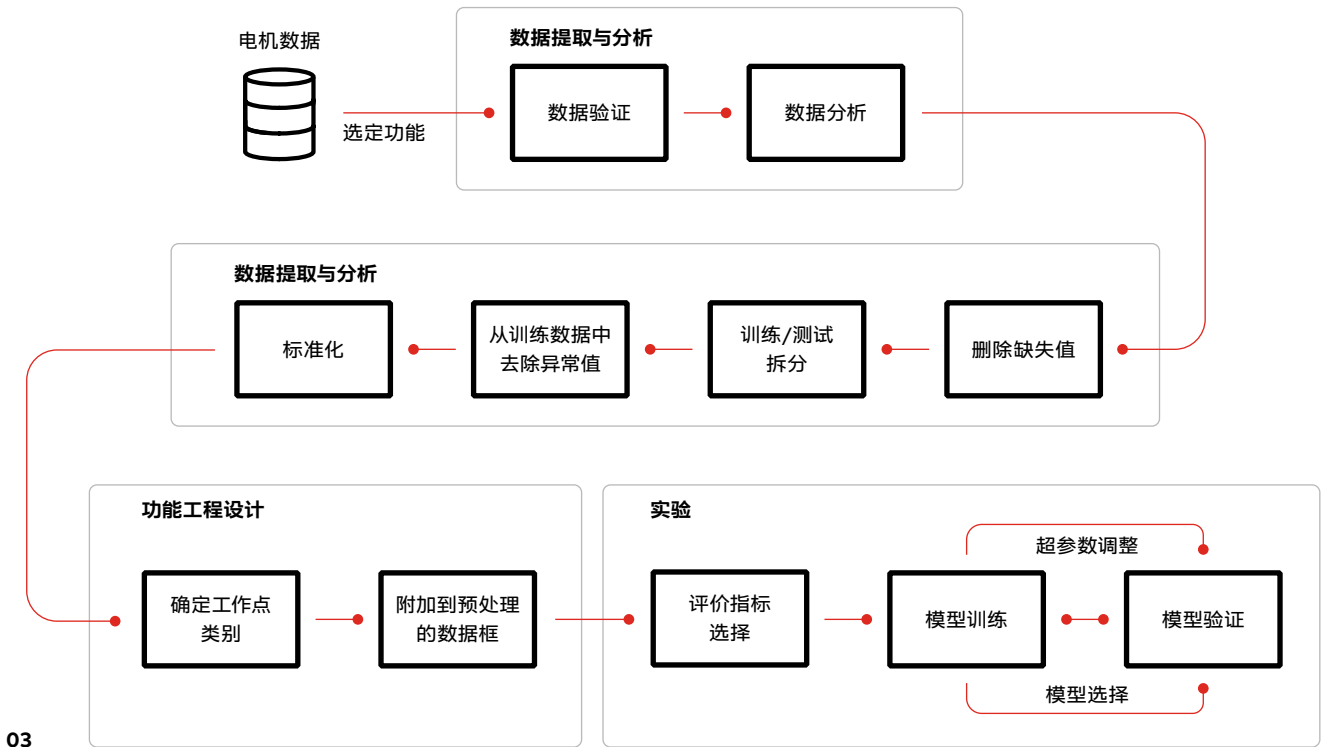
然而，如要监控一组电机（情况通常如此），那么训练一个单一且通用的无监督异常检测器极为困难。存在的障碍包括电机设计、尺寸、安装类型、瞬时转矩和转速等因素，

无监督建模方法可用于检测因机器运行状况恶化而引起的异常情况。

它们会影响测量的电机振动和磁通密度模式。可针对每个电机采用专用的无监督模型来规避这些挑战，这正是 ABB 行之所往。



02



03

— 03 模型发展过程。

— 04 OCSVM 评估，显示所研究电机的汇总平均结果。

选择这一方法后，必须关注两个相关标准。首先，为了监控各种电机，应选择不影响性能的传统轻量级机器学习模型，而非需要进

ABB 开发了一种高效且可扩展的电机故障自动检测功能。

行大量计算的深度神经网络 (DNN) 方法。其次，需要适当的基础设施，以支持在大量电机上部署和维护模型。

考虑到这些标准，ABB 的数据科学家开发了一种高效且可扩展的电机故障自动检测功能。该检测功能结合了基于模式识别检测快速发展的严重故障的检测方法和用于识别早期故障的无监督机器学习 (ML) 方法。本文重点介绍机器学习方法。

指标	值
PR-AUC	0.92
F_{β}	0.92
训练时间 (4周数据)	2.76ms
推理时间 (24 小时数据)	0.37ms

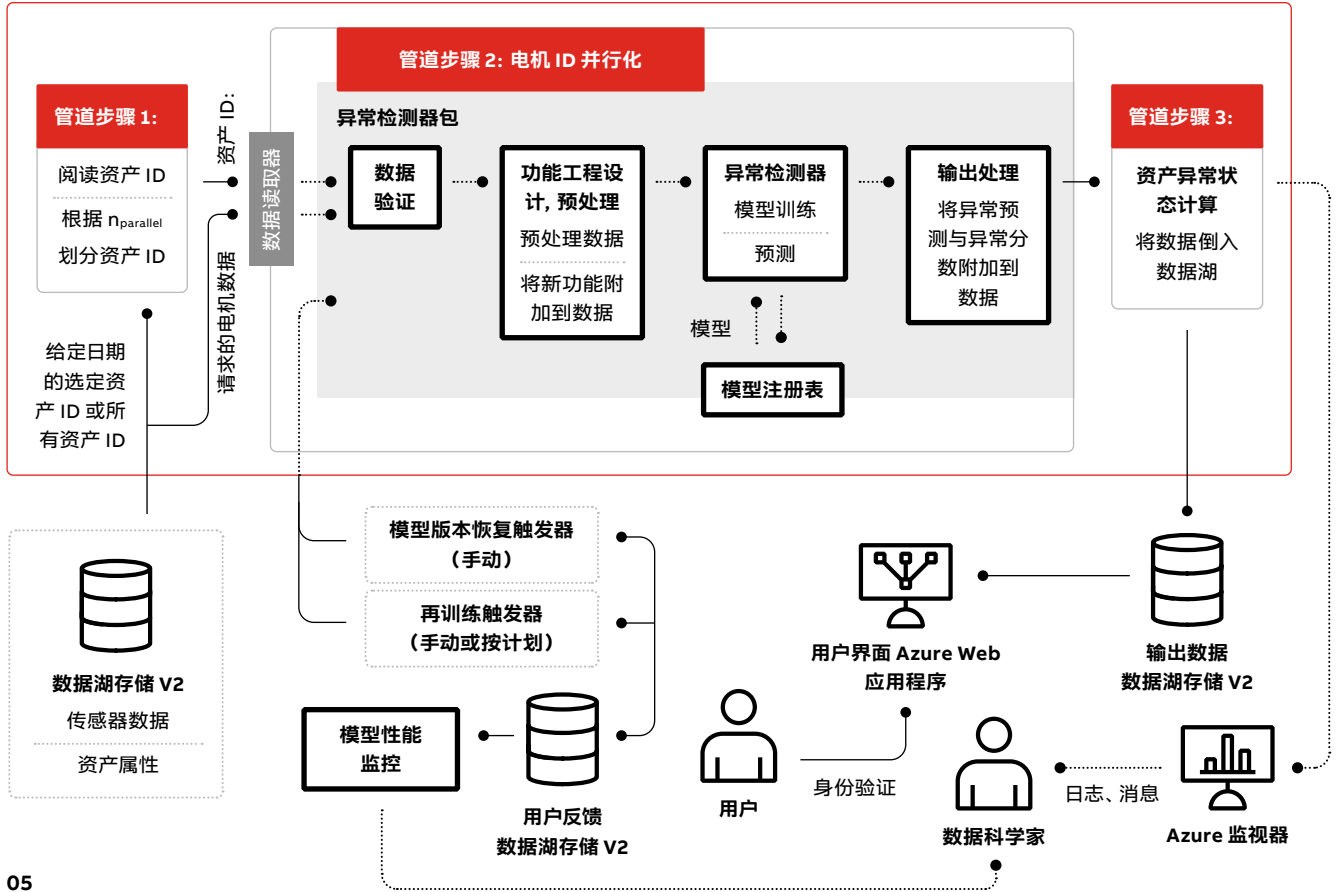
04

开发针对电机的无监督异常检测功能

开发可靠、可重复且可扩展的机器学习解决方案十分复杂，让许多组织头痛不已；这导致公司难以在现实案例中利用这些解决方案[6,7]。为了解决这些挑战，ABB 在开发异常检测器解决方案时从机器学习运维 (MLOps) 最佳实践中获益匪浅→03。

尽管无监督模型训练不需要标记数据，但 ABB 从运行状况和故障周期已知的各种电机中收集了数据，以协助进行模型验证、超

机器学习管道



05

05 电机异常检测器解决方案概览。

参数调整和模型选择。选择后, 模型只需使用未标记的数据即可进行训练。对标记数据的分析表明, 数据高度不平衡, 错误类别

ABB 的检测功能结合无监督机器学习方法来识别早期故障。

占少数。所研究案例中的所有故障均可使用振动测量加以有效检测。

首先, 通过删除缺失值、将数据分为训练集和测试集、从训练数据中删除异常值以及对数据进行标准化处理, 对数据进行预处理。随后, 在功能工程设计步骤, 根据现有



— 通过将并行化、异常检测和 后处理步骤连接到管道中来 完成模型部署。

数据创建新功能，以增强异常检测性能。其中，已生成分类功能，以根据测量数据点与额定转速或滑差的偏差对测量数据点进行分组。对于变速驱动电机则使用转速，而对于直接在线启动电机则使用滑差。这一新功能有助于有效考虑电机的运行特性。

最后一个开发步骤是对所选模型进行实验。已使用预定义初始数量的健康数据点对该模型进行了训练。对于数据高度不平衡的二分类问题，我们选择精确率-召回率

曲线下面积 (PR-AUC) 和 $\beta = 0.5$ 的 $F\beta$ 分数作为评估指标，以给予精确率更多权重，减少误报。PR-AUC 和 $F\beta$ 分数分别用于模型超参数调整和异常阈值优化。除了这些评估指标之外，还实施了约束，以考虑运算的计算负担。研究了单类支持向量机 (OCSVM)、孤立森林、最小协方差行列式、鲁棒随机切割森林和局部离群因子算法；就评估指标和计算量而言，OCSVM 经确定为最佳算法 → 04。

模型部署

通过将所有开发步骤连接到管道中来完成模型部署。考虑到部署的基础设施设计，最困难的一项挑战在于设计一个能在合理时间内训练和服务数千个模型的基础设施。为此，ABB 利用了 Microsoft Azure Machine Learning Studio 的并行处理功能，其中可将作业执行分发至并行计算集群和节点[8]。增加计算集群或节点的数量即可对其进行扩展，但需要付出一定的成本。由于 OCSVM 算法的计算负担较轻，因此仅需使用经济实惠的 CPU 集群。

该管道由三个关键步骤组成：并行化、异常检测和后处理。并行化步骤检查特定日期的可用数据，读取相应的连接资产 ID，并将其划分以进行并行处理。异常检测步骤是解决方案的核心，包括数据提取、验证、预处理、功能工程设计、模型训练和预测。使用来自电机的第一预定数据量（假设属于健康运行数据）自动执行模型训练。经训练的模型在模型注册表中进行版本控制和注册，以供后续预测使用。

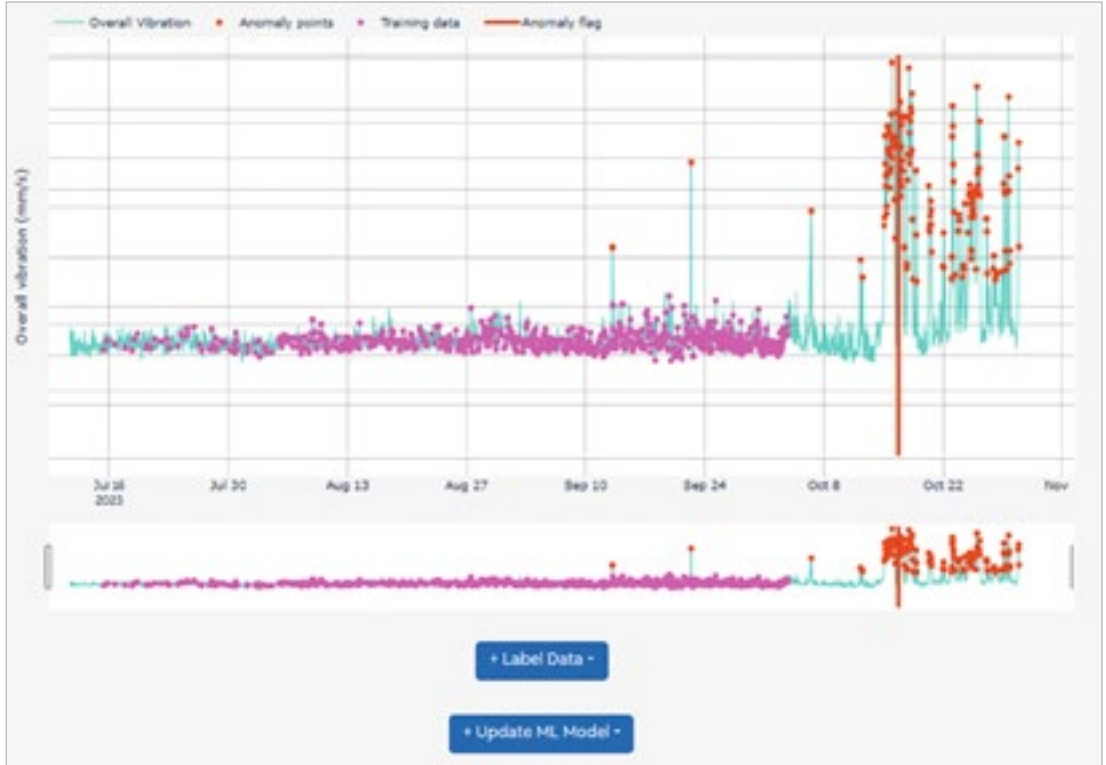
后处理步骤计算异常的重要性系数，以便恰当通知用户。最后，结果显示在用户界面 (UI) 上，供进一步分析。

管道的一个重要方面是按计划定期进行自动化模型再训练。更新特定电机模型时，将从模型确定的历史健康数据点中进行随机采样，选择训练数据，并赋予最新数据点更



ASSET ID	ORGANIZATION NAME	ASSET NAME	WARNING FLAG	CRITICAL FLAG	URGENCY FACTOR	STATUS
Filter column...						
12728	ABB	Stromkabel-umkopplerstation 623	2023-09-27 21:00:00	2023-09-27 21:00:00	1.00	●
12743	ABB	Ventilator-Kühlerzone v1	2023-09-20 06:00:00	2023-09-21 06:00:00	0.87	●
12730	ABB	Ventilator-Kühlerzone v2	2023-09-14 08:00:00	2023-09-17 08:00:00	0.29	●
12884	ABB	TEWA-Abzugshub	2023-09-04 07:00:00		0.09	●
12748	ABB	Ventilator-Fuß	2023-09-16 12:00:00		0.07	●
12723	ABB	Hydraulikpumpe-Schnecken-Schulmaschinen	2023-09-20 17:00:00	2023-09-26 17:00:00	0.07	●
12846	ABB	Ventilator-Kühlerzone	2023-07-20 23:00:00	2023-08-25 23:00:00	0.06	●
12838	ABB	Indermotorschaltung-Abtriebsfertigung	2023-09-25 01:00:00		0.05	●
14191	ABB	Felara-Pumpe				●
12861	ABB	Progressive-Hydraulikpumpe (Mikrot)				●

06



07

— 06 表格所示为从电机异常平台检测到的异常。

— 07 图示为电机异常平台的振动图。标签和机器学习模型更新选项同样可见。

高的权重。通过这种模型再训练，促进模型考虑可能因季节温度变化、湿度波动以及附近新安装了设备等因素而出现的环境影响，这些影响可能会影响振动测量。

电机异常检测解决方案的 UI

电机异常检测管道的用户界面 (UI) 提供一系列全面的功能，其中包括一个表格，汇总了检测到异常的电机的相关信息→05。用户（例如数据分析师）可以交互应用过滤器来访问其需要的特定数据。此外，UI 还显示一个线形图，显示沿三轴的最大 RMS 振动，突出显示可能存在的任何异常→06。

— 管道的一个重要方面是定期进行自动化模型再训练。

此外，UI 还配备数据注释功能，允许用户注释数据，向模型提供反馈。这些注释在监控模型的性能方面发挥着至关重要的作用。收集到的标签越多，就越有可能探索监督式方法的潜力。此外，用户可以选择请求再训练模型，以获得新版本。这种对模型再训练进行的控制非常有用。例如，当修理或更换

异常检测功能的有效性已成功通过工业案例验证。

电机时，振动特征可能变得与曾经的振动特征截然不同。如果用户观察到之前版本的性能更好，其还可将模型恢复到之前版本。

案例研究

ABB 异常检测功能的有效性已通过具体工业案例验证。对于用皮带驱动风扇的电机，系统给出了早期异常检测标志。

收到通知后，ABB 专家使用先进的信号处理工具对原始振动数据进行了深入分析，并发现被驱动设备出现了谐波频率变高的问题→07。经实际检查确认，驱动风扇的轴承及轴承间皮带损坏。

该案例研究表明，异常检测器甚至能够成功识别源自应用程序而非电机本身的问题，从而防止潜在计划外停机。通过这种方式，ABB 表明，通过使用机器学习方法，异常检测器未来可帮助用户及早解决故障问题，从而减少停机时间。•

特别鸣谢

作者谨借此机会向 ABB 运动控制服务事业部分析团队的数据科学家 Ignacio Rodriguez Burgos、Dominik Suszalski 以及软件开发人员 Piotr Drabik 表示诚挚的感谢，他们为开发基于 AI 的检测功能做出了卓越贡献。此外，还要感谢 Matthew Gladden 对本文进行了细致审阅和编辑。

参考文献

[1] ABB, "Value of Reliability: ABB Survey Report" ABB press release website, 2023, 来源: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK108468A6878&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> [访问日期: 2023 年 12 月 11 日.]

[2] ABB, "ABB Inverter Duty Motors", ABB Technology website, 2023, 来源: <https://global.abb/group/en/technology/did-you-know/>

[3] Gundewar, et al., "Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Induction Motor", *Journal of Vibration Engineering & Technologies*, vol. 9(4), 2021, pp. 643–674, 来源: <https://doi.org/10.1007/s42417-020-00253-y>

[4] Tse, P. W., Peng, Y. H., & Yam, R. "Wavelet Analysis and Envelope Detection for Rolling Element Bearing Fault Diagnosis—Their Effectiveness and Flexibilities", *Journal of Vibration and Acoustics*, vol. 123(3), 2001, pp. 303–310, 来源: <https://doi.org/10.1115/1.1379745>

[5] Surucu O., et al., "Condition Monitoring using Machine Learning: A Review of Theory, Applications, and Recent Advances", *Expert Systems with Applications*, Vol 221, 2023, pp. 119738, 来源: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119738>, [访问日期: 2023 年 11 月 21 日.]

[6] Baier, L., et al., "Challenges in the Deployment and Operation of Machine Learning in Practice", *27th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Stockholm & Uppsala, Sweden, June 8–14, 2019.

[7] Paleyes, A., et al., "Challenges in Deploying Machine Learning: A Survey of Case Studies", *ACM Computing Surveys*, vol. 55(6), 2023, pp. 1–29, 来源: <https://doi.org/10.1145/3533378>

[8] Microsoft web site, "What is Azure Machine Learning?", 2024, 来源: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/overview-what-is-azure-machine-learning?view=azureml-api-2> [访问日期: 2024 年 2 月 29 日.]



PlantInsight 是 ABB 的机器学习平台。

算法可以预测系统后续数个步骤的响应。



控制更为精准。

01

PLANTINSIGHT: AI 如何引发工业过程变革

数据驱动型洞察

—
Heiko Petersen
Patrick Meade
Vargas
ABB 过程自动化事业
部 德国曼海姆

heiko.petersen@
de.abb.com
patrick.meade@
de.abb.com

Ruomu Tan
ABB 集团研究中心过
程自动化事业部
德国拉登堡

ruomu.tan@
de.abb.com

所有工业过程的核心都是追求更加精确的控制水平。如今, 计算机能力不断增强, 自动化日益趋向数字化, 推动了这一追求的发展。然而, 尽管大部分底层数学源于 20 世纪 60 年代, 但直到最近几年, 将某些算法应用于实时场景才变得可行。



一般来说,当系统执行通常由人类完成的任务时,例如视觉感知、决策、语音识别、翻译,则可视为该系统受 AI 驱动。事实上, AI 驱动型系统在一系列活动中的表现甚至胜过人类,例如解决数值问题、模式识别以及

视觉、听觉、言语和运动与过程控制系统遇到的任务非常相似。

从大量来源检索信息。然而,当涉及到抽象推理或创造性地将信息转化为具有说服力的文字时,这些系统仍处于起步阶段,更不用提社交互动、意识或自我意识,所有这些都对人类来说都是生活常态,但对机器来说却遥不可及——至少目前是如此。

有鉴于此,区分 AI 级别非常重要。根据 Kaplan 和 Haenlein[1] 的观点, AI 的演化可以划分为三个阶段:

- 1) 狭义 AI——AI 仅在特定任务中应用。
- 2) 通用 AI——应用 AI 自主解决多个领域的新问题。
- 3) 超级 AI——将 AI 应用到任何需要发挥科学创造力、社交技能和一般智慧的领域。

当今大多数 AI 解决方案都属于狭义 AI。从这个意义上说,即使是 James Watts 的飞球调速器,即 1768 年旋转蒸汽机的速度调节器,也可以被视为第一阶段的 AI。但它从未以此为卖点进行营销——电力、炼油和化工行业运行的数百万种控制解决方案亦是如此。

—
01 精确管理连续过程的能力对于化工行业至关重要。

ABB 的 Ability™ PlantInsight 平台→01 就是一个典型的示例。该平台可以运行各种机器学习算法 (ML) 来检测、分割和预测大量过程数据的特定模式。这进而又促使能够实施基于 AI 的优化解决方案,有助于减少污染物、延长设备使用寿命并降低生产成本。

如今,人工智能 (AI) 似乎无所不在。它已成为一个热门话题,书店里相关主题文献数不胜数,而且似乎极少有应用程序不需要使用 AI。但考虑到大多都是炒作,人们可能会想知道为何 AI 在流程工业中的应用仍然如此之少。或者它可能已被使用,但只是没有受到广泛认可?

—
02 非线性模型预测控制 (NMPC) 原理。

AI 解决方案

通常, AI 系统不仅包含大脑 (或换言之, 精密算法), 而且还必须能够感知世界并与世界互动。视觉、听觉、言语和运动对大脑进行补充, 使基于 AI 的系统能够解决现实世界的问题——这与过程控制系统遇到的任务非常相似。当传感器测量压力、流量、温度等过程值 (因变量) 时, 控制器获取这些输入值并计算调整阀门、风门等执行机构 (自变量) 的最佳方式, 以满足特定的控制目标。在这种情况下, 控制器就相当于大脑, 运行代数计算并做出逻辑决策。

为什么是现在?

可用算力呈指数级增长是 AI 日益流行的最明显原因之一。数据科学家过去曾面临的一些限制, 例如人工神经网络 (ANN) 中神经元数量有限, 现已基本消失, 从而为充分利用深度学习网络的潜力打开方便之门。此外, 只要拥有笔记本电脑并可以访问云解决方案, 即可运行训练算法。这为自助模型训练和软件即服务 (SaaS) 等新业务模式打开了市场。这不仅促使 AI 实现了大众化, 还降低了对控制解决方案的工程设计要求。

过程工业数字化始于 70 年代末, 随着可编程逻辑控制器 (PLC) 和分布式控制系统

(DCS) 的广泛普及, 其取代了模拟控制器。添加新数据点和控制功能变成了编程, 而不是硬件安装和配置任务。这显著提高了控制过程的灵活性, 同时降低了成本。然而, 添加更多控制功能会导致控制结构更为复杂, 往往造成理解和维护障碍。此外, 还需要大量的工程设计工作和工艺知识。需要更精简、更透明的控制方法。

先进过程步骤

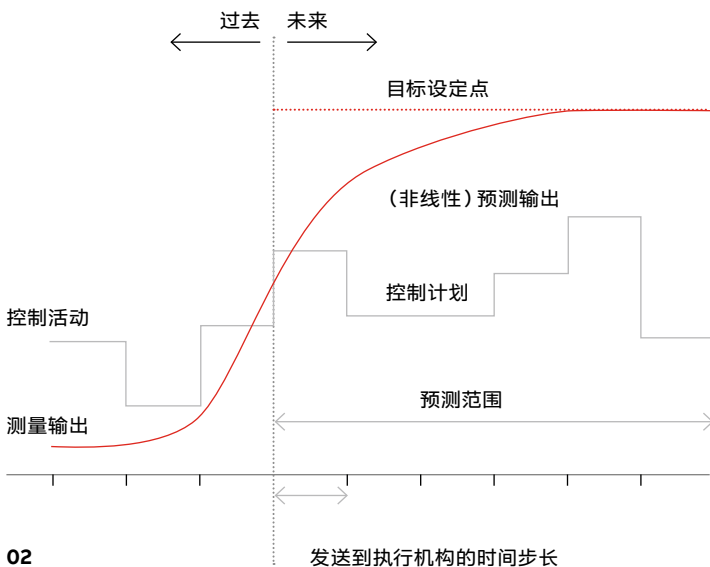
数学和系统理论不断进步, 计算机能力不断增强, 使得更先进的过程控制成为可能。该过程背后的数学基础可以追溯到 20 世纪 60 年代初鲁道夫·卡尔曼等人的工作成果 [2]。虽然微分方程描述了一种“洁净室”场景

—
事实证明, 卡尔曼的数学解决方案可用来预测过程的未来状态。

中物理系统的动力学, 但卡尔曼增加了状态扰动和测量噪声两个术语, 这在任何实际应用中都无可避免。此外, 他直接使用矩阵表示法来表达其方程, 并考虑了多个微分方程及其各自的输入和输出。这种多输入多输出 (MIMO) 方法不再局限于单次计算单个执行机构的最优控制策略, 而是可以同时计算多个执行机构的最优控制策略。

此外, 事实证明, 卡尔曼的数学解决方案可用来预测过程的未来状态。与仅计算一个变量的下一个最优步骤的简单控制器相比, 现在可以针对多个变量预测其未来的多个步骤。目标保持不变: 最大限度减少控制误差, 即期望过程值和实际过程值之间的差异。但是, 简单的控制是“凭视觉驾驶”, 而具有前瞻性的调节器则可制定长期的行动计划。

然而, 计划往往赶不上变化, 很明显, 控制器必须能够根据过程反馈来适应不断变化的情况。这催生了模型预测控制 (MPC), 其

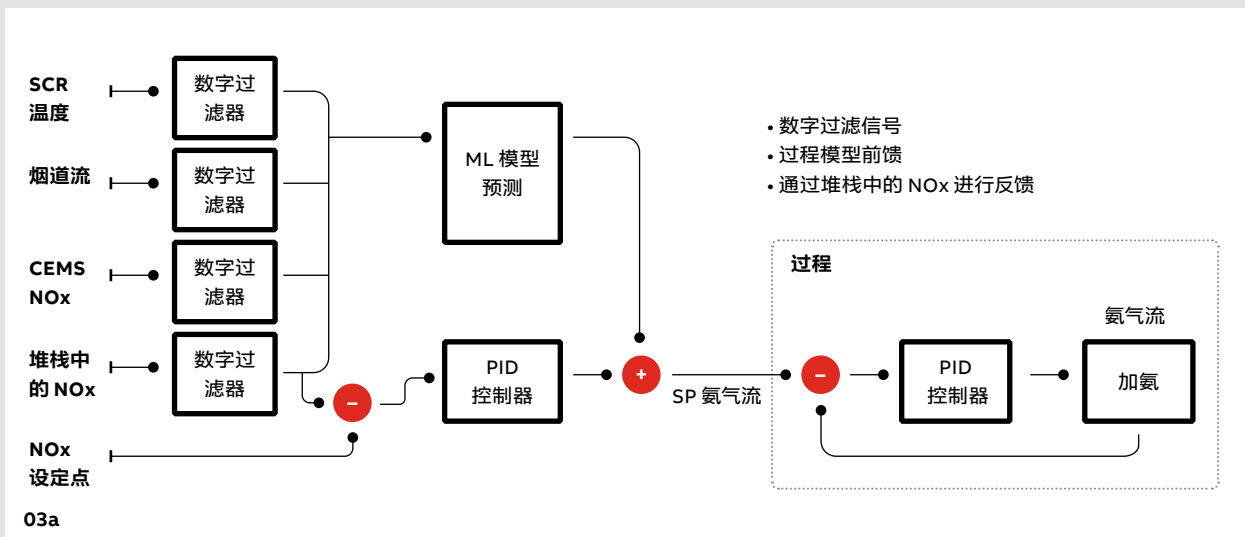


PlantInsight 的首次应用

基于 AI 的控制解决方案不仅可以使装置以最具有经济效益的方式运行, 还有助于更好地实施控制, 从而减少排放量。事实上, 在首次应用中, PlantInsight 的 AI 功能与传统 PID 控制相结合, 以减少化学残留物焚烧设施的排放量。与最大限度地减少燃气或燃煤焚烧装置的排放(主要是管理温度、空气和湿度)相比, 焚烧过程中化学残留物的排放更难预测。

通过自动转移数据并向数据集添加滞后过程变量来考虑空载时间。在对最有潜力的候选变量进行特征选择后, 开始训练人工神经网络。该网络能够高度准确地预测未来几分钟的排放水平。然后, 该软测量预测被用作传统 PID 控制系统的前馈信息。结果, 因减少了氨气用量而节约了成本。氨气消耗量减少也有益于减少 CO₂ 足迹, 同时由于腐蚀性氨气泄漏减少, 可靠性和设备寿命都得到了提升 → 03a。

PlantInsight 会根据一年的过程数据分析可能影响排放量水平的多个过程变量的相互依赖性。



03a

03

03 PlantInsight 的首次应用。

03a AI 辅助减排系统控制的简化表示。PID: 比例积分微分。CEMS: 烟气连续监测系统。

可以生成最优控制路径, 但仅触发每次迭代的第一个步骤。稍后, 一旦收到反馈, 它就会重复计算最优路径的过程, 直到达到所需的操作点 → 02。

尽管这些步骤显著改进了诸多过程, 但在多个领域中, 过程控制仍然受限。以下部分具体描述了其中的部分领域, 以及 AI 在克服剩余限制方面起到的作用。

实时反馈

如上所述, 控制器需要接收其所控制的过程的反馈, 否则性能可能会受到影响。行动和反馈之间的延迟越长, 问题就越严重。具

机器学习模型(例如人工神经网络)的准确性会随着实验室测量数据的每次更新而不断提升。

体来说, 与实际过程相比, 时间间隔较大的数据可能会造成问题。对于涵盖无法连续或实时测量的产品特性(例如粘度或闪点)的实验室数据来说, 情况通常如此。只有在收到实验室结果后才能对过程进行调整,

—
04 机器语言模型有助于克服实验室数据的差距。

由于存在固有滞后时间, 这可能会损害产品质量。

有一种方法可克服该问题, 即使用机器学习模型(例如人工神经网络(ANN))实时估计产品质量的值。其中, 模型的准确性会随着实验室测量数据的每次更新而不断提升。然后, 控制算法可以立即使用预测质量来对过程进行调整。在这一配置中, 传统控制算法和基于 AI 的控制算法协同作用, 实现并维持预期生产目标。对于使用需要定期重

新校准、因此无法持续可用的传感器的过程, 这一概念同样适用。与减排相关的实际应用说明了上述概念→03。

适应非线性

与现实世界中的大多数系统一样, 工业过程往往是非线性的。这导致真实过程与其线性过程模型之间存在系统差异。如果时间范围较短, 过程变更较小, 则所产生的误差可能可以忽略不计。但在更大范围内, 其可

—
使用机器学习算法训练的非线性模型可用于减少建模误差, 从而实现更准确的控制。

能会影响控制性能。虽然一些非线性可以通过转换相关过程数据来抵消——例如控制阀特性曲线的线性化——但线性化并非始终完美无缺, 并且处理许多过程变量的成本可能十分高昂。

另一方面, AI 技术可以很好地处理非线性。机器学习模型基本上可以适应任何非线性行为。虽然大多数 MPC 实现均使用线性方法进行建模, 但框架本身并未对使用何种类型的过程模型或其线性关系做出任何假设。因此, 使用机器学习算法训练的非线性模型也可用于减少建模误差。这样, 可以更准确地进行控制, 并防止控制器受次要优化所困。

识别正确的过程行为

任何先进过程控制系统的核心都是过程模型。然而, 识别物理系统动态的过程成本高昂, 且需要具备领域知识和经验。

传统上, 有两种方法可进行模型设计: 所谓的第一性原理模型, 基于系统的设计、力学和基础物理; 以及所谓的经验模型, 基于通过阶跃响应实验观察系统如何对刺激做出反应。





05

— 05 可用于过程识别的自动识别运行状态的示例。(灰色 = 不适用, 粉色 = 适用)。

— 参考文献

[1] Andreas Kaplan, Michael Haenlein, "Siri-Siri in my hand, who is the fairest in the Land?" in *Business Horizons*, vol. 62, no.1, 2019, pp. 15–25.

[2] Kalman, R. E. (1960). "A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems." *Journal of Basic Engineering*. 82, pp. 35–45.

这两种方法都极为复杂、成本高昂,并且在某些情况下,受过程性质影响而无法实现。但在许多情况下,如果有足够的历史过程数据可用,则可以避免这种负担。在装置正常运行期间,设定点定期变化,干扰不断发生,都会触发过程中的反应,从而揭示其动态行为。这些足迹可为机器学习算法所用,轻松创建模型→04。要实现这一点,数据必须具有代表性,因此不可随机选取。例如,必须移除异常的过程行为或缺失数据的时间段。手动执行此操作成本高昂,但使用算法则轻而易举。选择、分割和聚集大量数据对机器学习来说不在话下→05。

平台解决方案

多年来, ABB 开发了一套控制和优化解决方案,遵循并时常引领该领域的技术发展。从第一性原理建模到比例积分微分(PID)回路监控、模型预测控制和动态优化, ABB 提供了广泛的解决方案。如今,在硬件和机器学习算法的帮助下,可以利用人工智能的优势和机遇来补充这一产品。鉴于这一点, ABB 开发了 ABB Advantage™ Plant-Insight——一个充分利用机器学习算法潜力的平台。该基于 Web 的应用程序可以运

— **PlantInsight 支持运行多种机器学习算法来预测、分割和检测特定模式。**

行大量机器学习算法,以预测、分割和检测大量过程数据中的特定模式,而其模块化概念则可轻松嵌入专有 Python 脚本,并用现有 Python 脚本对其进行补充。

总而言之,可以说,将控制领域与人工智能相结合,在控制工业过程方面可产生显著改善的结果。事实上,这种混合控制解决方案传播越广,两个领域的融合度就越高——这显然是一个自然而然的过程,因为两者共享相同的理论基础。随着这一过程的发展,其持续进展势必将为未来引入完全自主的生产设施铺平道路。•



ABB 定义了自主系统的框架。

一些工业领域将在自动驾驶汽车全面问世之前实现完全自动化。



优点包括增强安全性、降低能耗和提高生产率。

01



Alf Isaksson
ABB 集团研究中心
瑞典韦斯特罗斯

alf.isaksson@
se.abb.com



Thomas Gamer
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

thomas.gamer@
de.abb.com

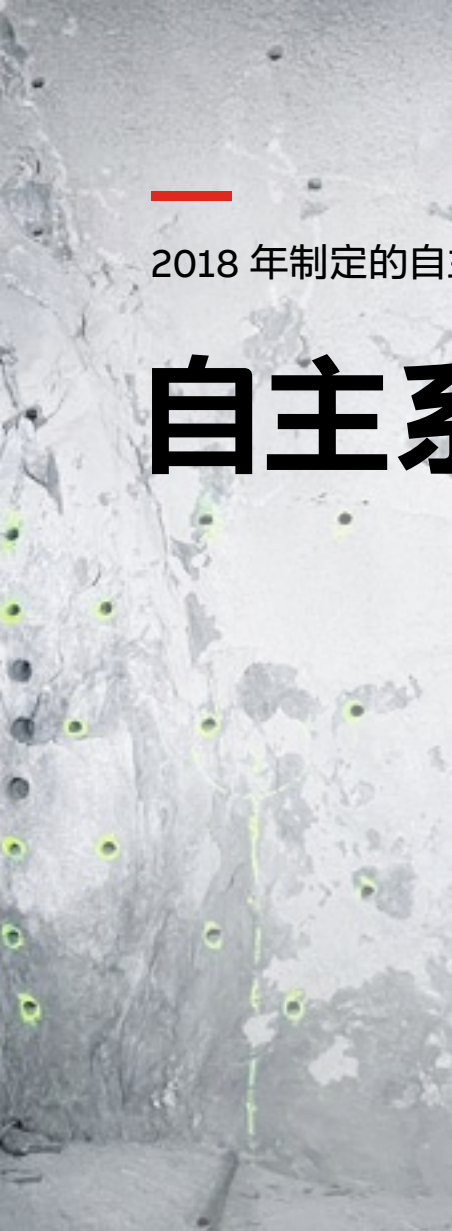
2018 年,《ABB 评论》发表了一篇关于自主系统自主等级分类的评论文章,特别提到了自主系统在采矿和海运领域的应用。五年过去了,2018 年描述的概念是否已成气候,又出现了哪些实际应用?

传统上,自主系统的定义如下:无需人工干预,即可在运行过程中根据预期或意外事件改变其行为的系统。2018 年,《ABB 评论》发表了一篇评论文章,更全面地定义了自主系统,并概述了一些潜在的应用领域 [1]→01-02。这篇文章旨在激发大众围绕该主题展开讨论。相关材料的扩展版本在有关化学过程动力学的会议 (IFAC Dycops 2019) 上提出,并随后于 2020 年作为期刊文章发表 [2]。

2018 年发表的文章旨在激发大众围绕自主系统主题展开讨论。

2018 年制定的自主系统愿景是否已成功实现？

自主系统——五年回顾



02

—
01 自主系统——例如此处所示的在地下矿井中放置炸药的装药机器人——早已问世。如何在更广泛的工业界中利用这些系统？

—
02 2018 年关于自主系统分类与趋势的评论文章。

阅读原文



此外, 工业 4.0 社区已经接受了这一想法, 并发布了 ABB 提出的自主等级等内容[3]。这项工作的灵感来源于已在进行的自动驾驶汽车的开发, 并首次引入分类法来以类似方式描述工业自主化——即等级范围从

—
对于此处描述的过程自动化, 采矿业和海运业仍然是主要的候选应用领域。

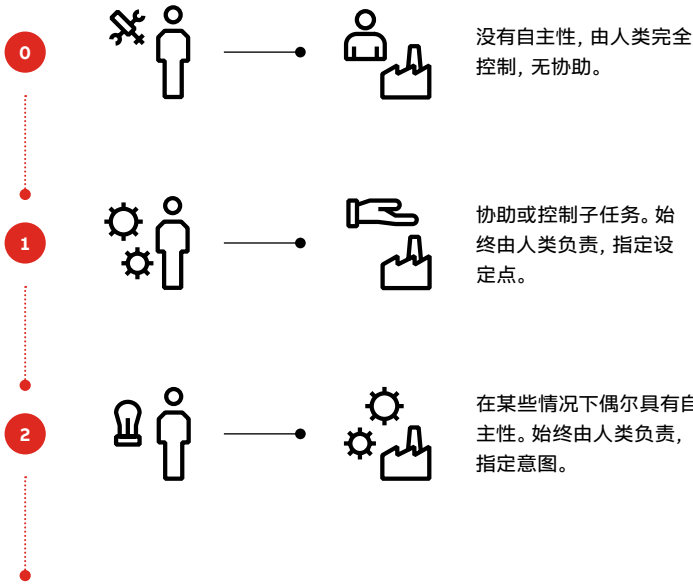
0 到 5→03。《ABB 评论》文章指出, 对于 ABB 来说, 自主化将首先出现在与自动驾驶汽车相似的应用中, 例如移动机器人、采矿

车和机器、船舶、起重机等。描述了采矿业和海运业领域的潜在实施情况。会议演示和期刊论文对自主化如何应用于过程自动化领域进行了反思, 进一步推动了讨论。

现在, 距离《ABB 评论》首次发表相关文章五年后, 也许可借此时机反思, 自那时起, 该技术领域经历了哪些变化。

采矿业和海运业领域的自主化

对于此处讨论的过程自动化, 采矿业和海运业仍然是主要的候选应用领域。例如, 2018 年《ABB 评论》文章提到, 机器人可自主地将炸药装入地下矿井的预钻孔中。这种装药机器人已在瑞典地下矿井进行了两次现场测试, 第三次测试正在进行中→04。



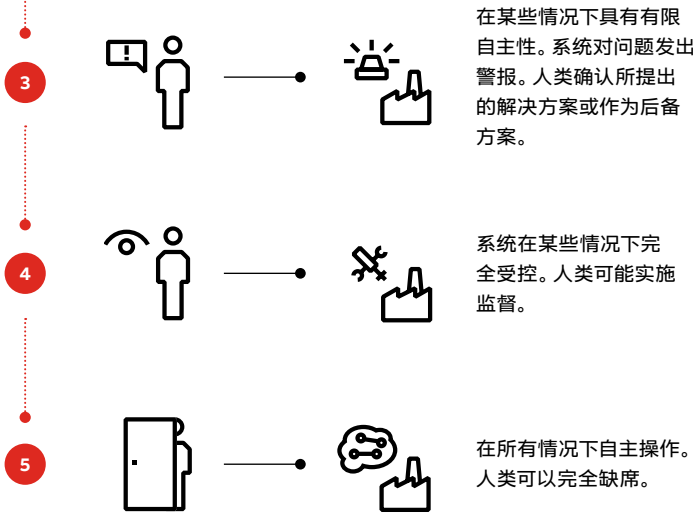
没有自主性，由人类完全控制，无协助。

协助或控制子任务。始终由人类负责，指定设定点。

在某些情况下偶尔具有自主性。始终由人类负责，指定意图。



先决条件：
自动化系统监控环境。



在某些情况下具有有限自主性。系统对问题发出警报。人类确认所提出的解决方案或作为后备方案。

系统在某些情况下完全受控。人类可能实施监督。

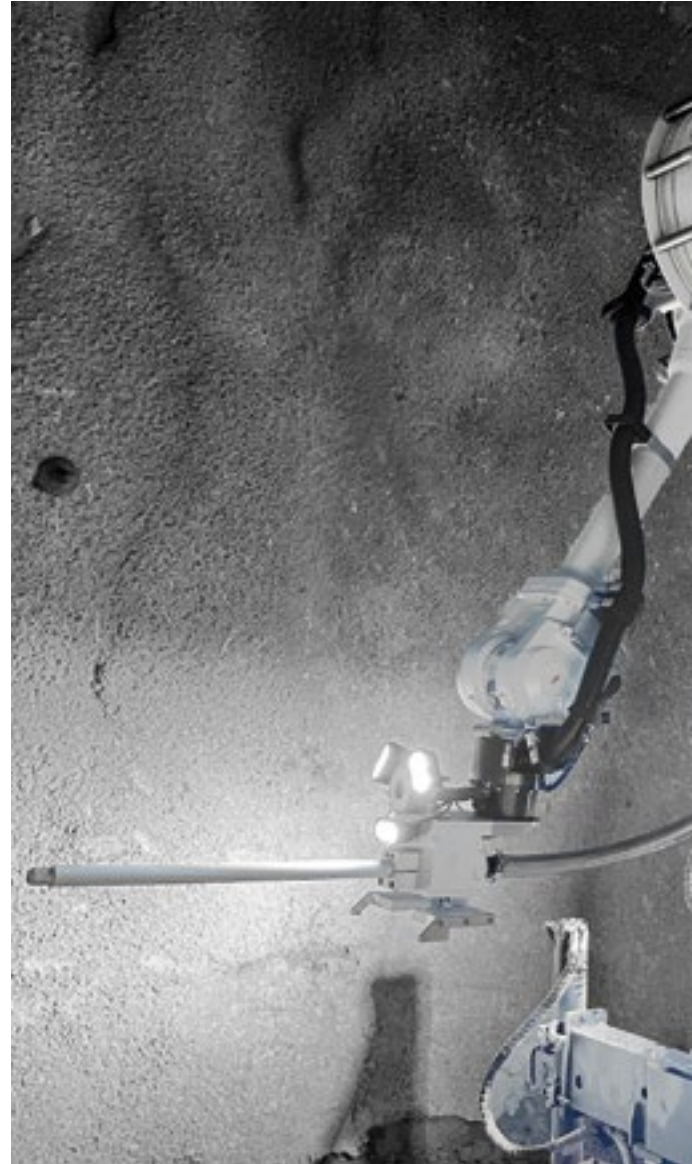
在所有情况下自主操作。人类可以完全缺席。

03

—
03 工业系统自主等级的拟议分类[2]。

由于安全优势主要体现在可将人员从地下作业中撤出，ABB 还生产了远程操作站。这一该站已交付给多个客户，可与 ABB 和第三方应用程序连接。不同供应商的操作界面往往具有不同外观和操作方式，而这一通用性则消除了这种不便。

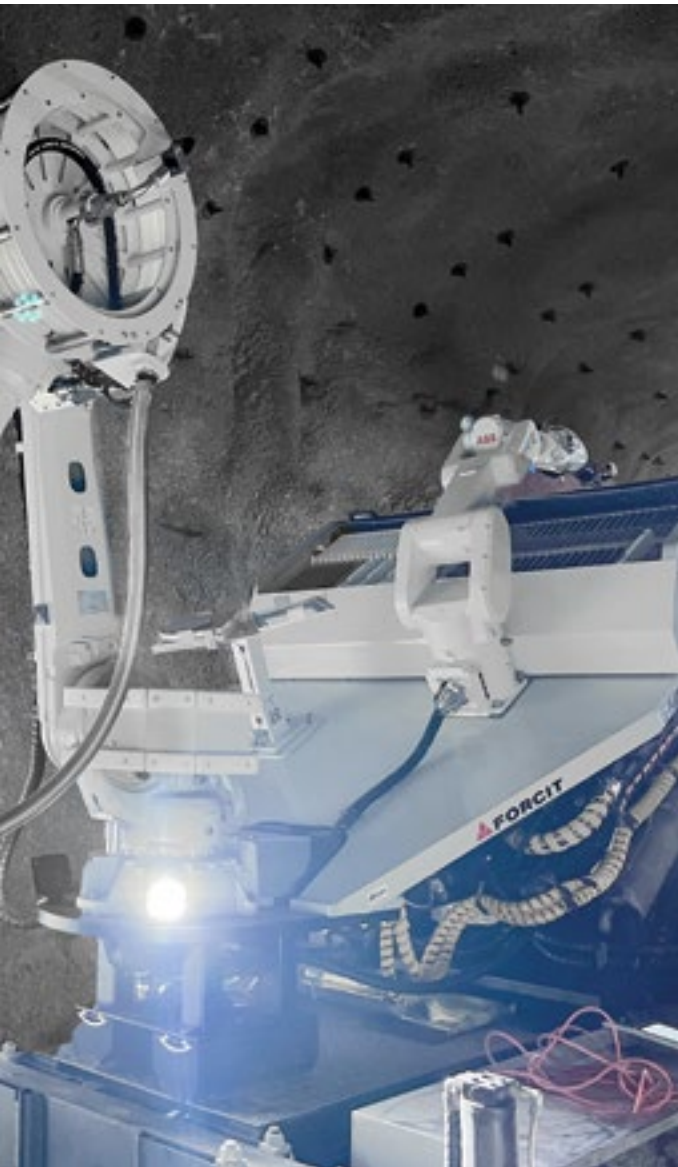
在 ABB 之外，采矿车和机器供应商在设备自主化方面都取得了长足进步。例如，2023



04

年初，Epiroc (瑞典采矿和基础设施设备制造商) 宣布将西澳大利亚罗伊山矿场的 96 辆拖运卡车改装为无人驾驶作业[4]。

航运方面同样取得了重大进展。五年前，ABB 试点推出了 ABB Ability™ Marine Pilot Vision，可为船长和船员提供基于雷达、光学雷达和视觉摄像头等多种传感器源的态势感知。此后，ABB 开发了一款防撞系统，该系统利用图像分类，跟踪其他海上船舶 (和其他障碍物)，在检测到危险时选择新的无碰撞路径→05。该解决方案已在新加坡港口的一艘拖船上实施并成功通过了现场测试[5]。ABB 还开发了自主对接算法，但尚未进行现场测试→06。



—
04 使用自主系统可提高安全性。图中，一台自主 ABB 机器人正准备将炸药插入矿井内的预钻孔中。

ABB 对全球 One Sea Association (一个权威的非营利性全球联盟, 由海事技术方面的领先商业制造商、集成商和运营商组成) 发布的自主等级产生了很大的影响 [6]→07。考虑到船舶操作所需的人力关注程度, 联盟文件中的自主等级在教学层面用“眼到”或“脱眼”、“手到”或“脱手”等方式来表达。

其他领域的进展情况

尽管 ABB 最初的出版物引起了大众对过程工业自主等级的关注, 但客户对该领域的兴趣节节攀升仍然令人惊讶。例如, 甚至在 2020 年, 挪威公司 Equinor 就宣布计划在北海克拉夫拉油田建造无人油气平台。此

后, ABB 完成了 Equinor 位于挪威海距陆地 300 公里[7]的 Aasta Hansteen 气田的“一键启动”项目。安装成功后, 启动时可节省约 5,000 次操作员点击, 并将启动时

—
Augmented Operator 根据操作员过往操作对 AI 进行训练, 提高了工业操作的自主等级。

间缩短多达 10 小时。要注意的是, 此处关键在于, 如何将供应商和客户多年运营油气平台掌握的知识进行自动化处理。

ABB Augmented Operator

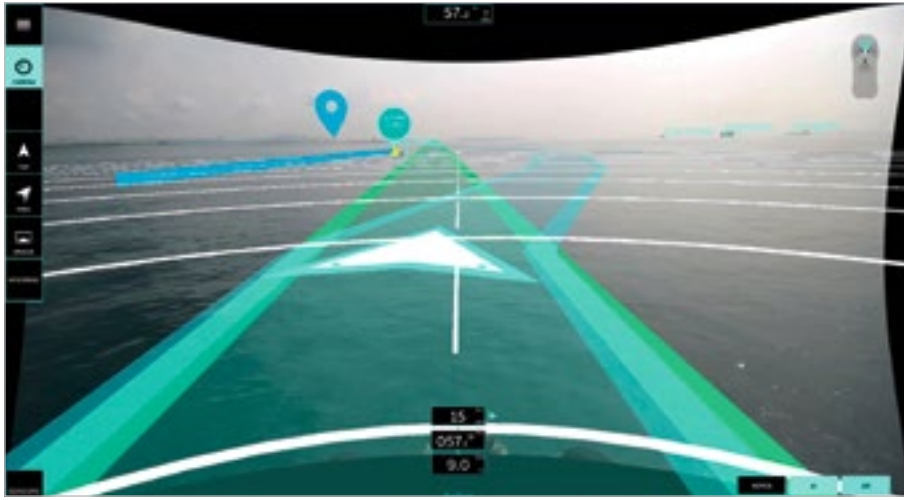
最近, ABB 开展了一项名为“Augmented Operator”的研究项目, 旨在根据操作员过往行为训练人工智能 (AI), 从而提高工业操作的自主等级。例如, 支持操作员进行异常检测的工作流程如→08[8]所示。项目成果已进入产品开发阶段, 并于 2023 年在 ARC 咨询小组论坛上展示[9]。同年, ABB 启动了相关研究项目, 旨在利用 AI 进一步减少操作员的人工干预。这一项目的目标是处理不同的操作场景, 并通过多个自主代理, 自主控制更广泛的过程环节或整个装置。

超越自动驾驶汽车的步伐

ABB 认为, 近年来自动驾驶汽车的进展似乎有所放缓, 某些工业用例可能比自动驾驶汽车更早开始广泛应用自主等级为 4 级或 5 级的系统。这一结果并不奇怪, 因为采矿或过程装置的自主化在控制良好的围栏区域内进行, 且所涉人员均经过安全培训。此外, 与公众驾驶相比, 自主航运可以说是在一个更受监管的环境中进行。

—
05 扫清障碍——
ABB 防撞系统。

—
06 ABB 还设定了自主对接解决方案的方向，但该解决方案尚未上市。



05

—
更多信息

阅读《ABB 评论》第 3/2022 期，了解有关 Augmented Operator 的更多信息：

原文



2018 年以来有何进展？

可以轻松地说，自 2018 年以来，工业自主系统取得了重大进展。目前一个明显的趋势是，基于不同的 AI 学习方法、历史过程数据、操作员过往行为和第一性原理过程模

型，通过结合使用 AI 和传统控制方法来提高工业环境中的自主等级。实现的自主等级越高，为客户带来的利益越多，例如增强安全性、减少能耗和提高生产率。

技能短缺或需要为远程地点提供服务等因素进一步推动运营商欣然接受自动化技术，以优化其技术人员的利用率。新冠疫情之后，人们也认识到，对于许多专业人士来说，远程办公不仅适宜且高效，而且还受到各种技术的良好支持。对于 ABB 来说，需

—
技能短缺或远程服务需求促使操作员欣然接受自动化。



06

自动化水平

所需人力关注的程度



1 基本操作
人类控制船舶



2 辅助操作
手到
眼到
心到



3 部分自动化
脱手 (有时)
眼到
心到



4 有条件的自动化
脱手
脱眼 (有时)
心到



5 高度自动化
脱手
脱眼
脱脑 (有时)



6 自主操作
脱手
脱眼
脱脑
无人

07

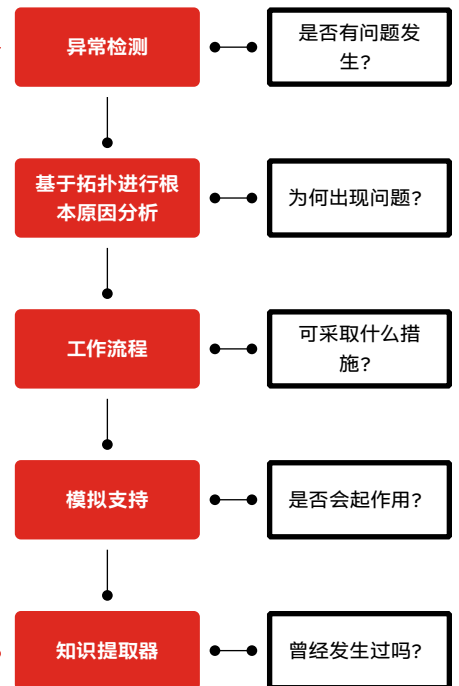
—
07 航运自动化的拟议自主等级。

—
08 Augmented Operator 工作流程 [8]。

要进一步提高自动化水平以提供更多支持，从而满足客户快速变化的需求，这一点非常重要。

为了强调其推动自主系统未来发展的承诺，2021年至2025年期间，ABB将赞助伦敦帝国理工学院 (ICL) 化学工程系的一个职位。由于这一举措，前 ABB 同事 Mehmet Mercangöz 现在获得了“ABB 自主工业系统读者”的头衔。

08



参考文献

[1] T. Gamer, A. Isaksson, "Autonomous Systems," *ABB Review*, 04/2018, pp. 08–11.

[2] T. Gamer et al., "The autonomous industrial plant – future of process engineering, operations and maintenance," *Journal of Process Control* 88, pp. 101–110, 2020.

[3] Plattform Industrie 4.0, "Technology Scenario Artificial Intelligence in Industrie 4.0," June

2019. 来源: <https://www.plattformi40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/AI-in-Industrie4.0.html> [访问日期: 2024年1月8日]

[4] Epiroc, "Epiroc to support Roy Hill as it enters final stage of project to create world's largest autonomous mine." 来源: [https://www.epirocgroup.com/en/media/corporate-press-releases/2023/20230112-epiroc-to-support-](https://www.epirocgroup.com/en/media/corporate-press-releases/2023/20230112-epiroc-to-support-roy-hill-as-it-enters-final-stage-of-project-to-create-world-s-largest-autonomous-mine)

roy-hill-as-it-enters-final-stage-of-project-to-create-world-s-largest-autonomous-mine. [访问日期: 2023年12月13日]

[5] ABB, "ABB and O&M verify next level of vessel autonomy with collision avoidance trials." 来源: <https://new.abb.com/news/detail/94104/abb-and-keppel-om-verify-next-level-of-vessel-autonomy-with-collision-avoidance-trials>. [访

问日期: 2023年12月13日]

[6] One Sea Association, "Autonomous Ships – Terms of reference for rule development, White Paper." 来源: <https://www.onesea.org/documents/> [访问日期: 2023年12月21日]

[7] ABB, "ABB to deliver fast upstream start-up for Aasta Hansteen's first gas production." 来源: <https://new.abb.com/news/detail/54140/abb-to-deliver-fast-upstream-start-up-foraastahansteeens-first-gasproduction> [访问日期: 2023年12月21日]

[8] R. Tan et al., "Smooth Operation – Augmented Operator for Efficiency and Consistency," *ABB Review*, 03/2022, pp. 18–23.

[9] Automation World, "ABB Previews its Forthcoming Autonomous Operator Technology," April 2023. 来源: <https://www.automation-world.com/home/article/33002550/abb-previews-its-forthcoming-autonomous-operator-technology>. [访问日期: 2023年12月13日]

[9] Automation World, "ABB Previews its Forthcoming Autonomous Operator Technology," April 2023. 来源: <https://www.automation-world.com/home/article/33002550/abb-previews-its-forthcoming-autonomous-operator-technology>. [访问日期: 2023年12月13日]

借助以太网 APL 降低工程设计工作量和成本

统一通信



Christian Johansson
ABB 过程控制平台事业
部瑞典玛尔摩

christian.johansson@se.abb.com



Holger Grosse
ABB 过程控制平台事业
部德国明登

holger.grosse@de.abb.com



通过将以太网 APL 与广泛采用的 PROFINET 和现场设备集成 (FDI) 技术一起部署, 过程工业可以通过增强现场过程控制来优化其性能, 即使在危险区域亦不例外。

以太网 APL 是一种特别适用于过程工业的通信标准。



其消除了危险环境中有可能产生火花的风险, 具有本质安全性。

在不同供应商的设备之间提供真正的互操作性。



以太网 APL 标准于 2021 年获得批准, 其提供扩展物理层, 可通过单股双绞线电缆远距离 (1000m) 传输高速过程、配置和诊断数据以及电力。这项新技术的应用赋予过程自动化行业激动人心的前景, 在化学和石油/天然气设施等危险环境中尤其如此。

过程装置运营商寻求通过信息技术 (IT) 与运营技术 (OT) 的融合从数据中获取新价值, 其一大首要目标是有效降低每次现场测量的总成本。

随着现场设备日益增多, 且功能更为多样化和智能化, 运营商不仅能从更高的数据可用性中获益, 而且还面临着处理大量过程和维护数据的难题。随着项目规模和复杂性的增加, 各种仪器通常需要用大量不同的通信协议和底层物理层, 这一挑战也随之增加。

因此, 装置运营商寻求一种围绕稳健的开放行业标准构建的统一、本质安全且经济高效的通信技术, 在避免供应商锁定的同时, 能够随着业务需求的发展顺利扩展规模。

以太网 APL 解决了其中部分挑战, 并引入“传统”以太网充当工业环境中的扩展物理层, 具有特别的吸引力, 在其与广泛采用的 PROFINET 和现场设备集成 (FDI) 技术结合部署时尤其如此。

什么是以太网 APL ?

数十年来, 以太网一直是 IT 领域的中流砥柱, 根据 IEEE 802.3 实现了标准化, 其支撑着其他抽象层, 这些抽象层共同定义了不同设备和系统之间的互连和数据流。以太网是工业和商业有线数字技术的既定标准, 已被用作物理层, 用于收集数据并控制使

运营商面临着处理大量数据、不同通信协议和物理层的难题。

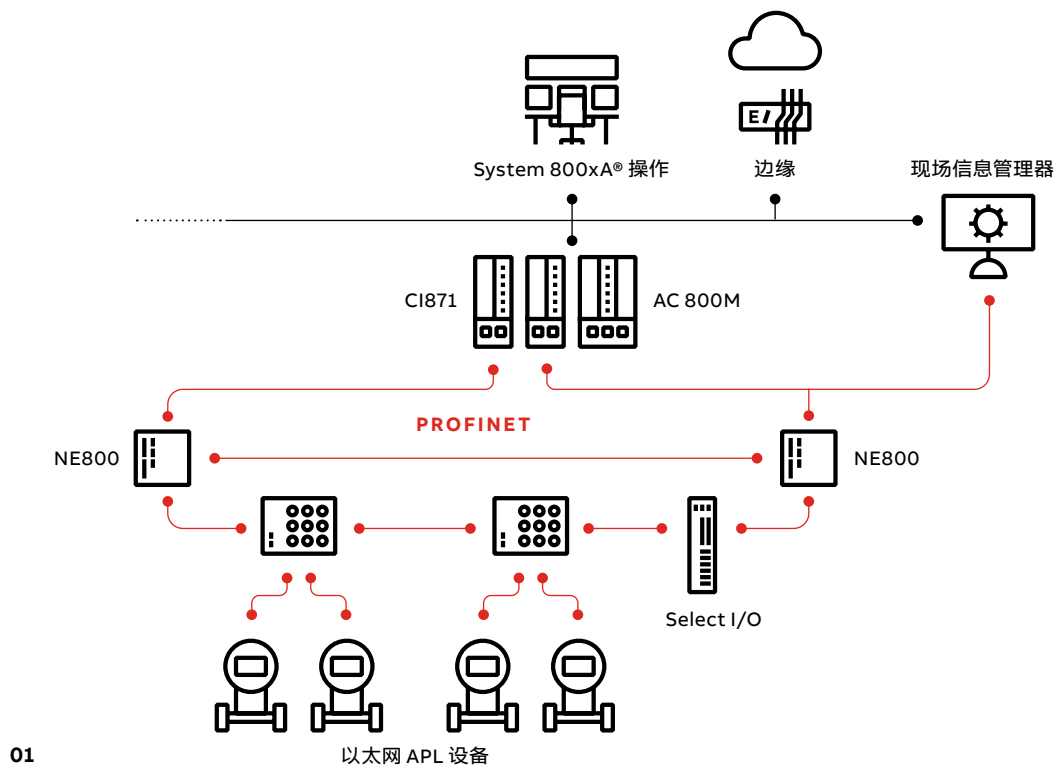
用 PROFINET 和 Modbus TCP 等协议的远程 I/O 和电气设备。然而, 到目前为止, 以太网不适合危险区域 (例如炼油厂) 的某些过程工业应用, 因此在过程工业现场设备中的进一步广泛采用。除成本效益和简单性之外, 这些设施还需要利用以太网的其他特征, 例如长距离向设备传输通信协议和电源的能力、增强安全性 (例如防爆) 以及在恶劣天气和环境下可随时进行修复的能力。

自 2015 年以来, ABB 一直与其他供应商和标准制定组织合作, 帮助开发技术、指南和最佳实践, 从而为增强现场级以太网连接在过程自动化行业中的应用做出了贡献。

以太网 APL 基于开放式 IEC 和 IEEE 标准 (例如 IEEE 802.3cg-2019 标准), 是基于



01 典型的 System 800xA® 配置, 带有通过 PROFINET 环连接的 APL 设备和远程 I/O。



01

10BASET1L 的单对以太网 (SPE) 的扩展层, 可将高速以太网通信的优势和规模经济效益带入现场→01。此外, 以太网 APL 具备几个有益于装置运营的特定功能→02, 可简化与企业系统的直接连接, 包括:

- 10 Mbit/s 数据通信速率, 与几十年历史的 HART 和现场总线协议相比高出几个数量级 (>300 倍)
- 屏蔽电缆内的单股双绞线导体可同时传输过程数据、设备配置和诊断数据以及电源
- 适应过程工业中常见的干线和支线网络拓扑, 干线长度可达 1000m——比常规以太网 100m 的限制大出一个数量级
- 完全集成本质安全, 包括限制电源电压和电流的配置文件, 以消除危险环境中有可能产生火花的风险
- 适用于最常见的工业以太网协议 (包括 PROFINET、Modbus TCP 和 OPC UA)

易于扩展、操作简单且经济高效

以太网 APL 为过程数据以及配置和诊断信息提供高速通道, 提供了一款易于扩展的解

决方案, 可通过单根电缆将现场设备连接到分布式控制系统 (DCS), 并通过同一物理链路进行供电。

此外, 以太网 APL 显著简化了安装, 消除了对可编程逻辑控制器 (PLC) 或分布式控制系统 (DCS) 的传统 I/O 模块的需求, 因为控制器可直接访问设备数据, 而无需通过 I/O 模块转换模拟标准信号并将其发送到中央处理器 (CPU)。

以太网 APL 网络设备和现场仪器正在稳步上市中[1]。ABB 已在多个大型自动化项目中部署了该技术。以太网 APL 已与 ABB 的 Ability™ System 800xA® DCS 和 CI871 PROFINET 通信接口相结合→03。

以太网 APL 将高速以太网通信的优势和规模经济效益带入现场。

参数	属性
电源输出（以太网 APL 电源开关）	最高达 92W
交换网络	是
参考线缆类型	IEC 61158-2, A 型
最大干线长度	最长 1000m, 进入区域 1/分区2
最大支线长度	最长 200m, 进入区域 0/分区1
速度	10 Mbit/s, 全双工
受现场总线启发的危险区域保护	2-WISE, 适用于所有区域和分区, 在设备层面提供可选的本质安全性
标准	IEEE 802.3cg-2019 (10BASE-T1L), IEC TS 60079-47 ED1 (2-WISE)

02

—
02 将以太网 APL 更广泛地应用于过程工业以将其用途扩展至现场所需的技术属性。

可通过一个 APL 网络环将最多 252 个现场仪表直接连接到控制器, 而通过同一 PROFINET 环连接的远程 IO 可用于收集非 APL 设备产生的辅助信号。这种技术组合有助于简化工程设计: 与传统 IO 设备解决方案和早期现场总线解决方案 (如

PROFINET 早已在远程 I/O 和电气集成应用中得到了广泛认可与应用, 新一代以太网 APL 设备即将问世, 仪表供应商目前正在努力实施具有 PA-Profile 4.02 的 PROFINET, 这进一步增强了 PROFINET 的吸引力。

以太网 APL 网络设备和现场仪器正在稳步上市中。

PROFIBUS PA 或基金会现场总线) 相比, 所需机柜空间更小。利用资产管理解决方案, 可以快速方便地访问设备诊断和配置数据, 缩短调试和故障排除时间, 并降低生命周期成本 → 04。

以太网 APL 与 PROFINET 相辅相成

在过去十年间, 其他现场总线技术的市场份额稳步下降, 而 PROFINET 作为一种先进的通信协议, 已成为工业以太网的主导平台。PROFINET 建立在可靠性等经过验证的以太网基础上, 具有多种专为在过程自动化环境中使用而量身定制的功能; 其中包括冗余、在线配置能力、PAProfile 和功能安全 (PROFIsafe 作为可选功能)。

PA-Profile 4.02 可在不同供应商的设备之间提供真正的互操作性, 让用户能享有更大的自由。虽然 PROFINET 协议提供了一种可靠的方法, 可通过网络传输数据, 但并未将任何实际含义或结构应用于该数据。相反, 此功能由应用程序配置文件提供, 而这些应用程序配置文件充当位于设备应用程序与 PROFINET 网络堆栈之间的额外抽象层。这一方法简化了应用工程师的界面, 并确保在不同供应商的设备之间提供真正的互操作性。在设计控制应用程序代码时, 应用工程师可以与配置文件而非特定设备进行交互, 从而能够重复使用既有知识、代码和故障排除方法, 而无需考虑设备供应商。

因设备使用配置文件进行交互, 因此只要新设备支持相同的配置文件, 即可更换该设备。预计约 80% 的设备将能够使用这一通用配置文件, 只有 20% 的设备需要使用特定配置文件。例如, 特定的设备驱动程序通常用于更复杂的设备, 例如阀门定位器和分析仪。

过程工业的一个关键要求在于能够在线管理控制系统配置更改,而不会对过程造成任何干扰,继而导致停机 and/或速度/质量损失。PROFINET 就提供了这种能力,并提供针对在线配置更改的功能,包括重新配置、插入、移除或更换系统中的设备或模块的能力。此外,在系统运行时也能实施装置改造和扩建。自动设备更换与 PA Profile 4.02 的设备互操作性相结合后,强大的系统功能让系统维护用户在一天中的任意时间均可管理故障或复杂的维护活动,从而确保系统不间断运行。

当然,PROFINET 的另一个关键特性是高可用性。通过提供不同级别的冗余,以及在 PROFINET PA Profile 4.02 设备中强制包含 S2 冗余,可以满足大多数实际过程自动化应用的要求。

展望未来,通过使用 PROFIsafe 纳入安全应用,可确保现场级功能安全达到性能等级 (PL) e 和安全完整性等级 (SIL) 3,从而实现过程自动化的通用统一通信技术并将其应用于整个工业环境,即使是高风险环境亦不例外。

为控制室操作员提供设备诊断信息

装置操作员可以轻松获取来自以太网 APL 设备的诊断信息,其中 NAMUR NE107 状态和指示受以太网 APL 设备原生支持,

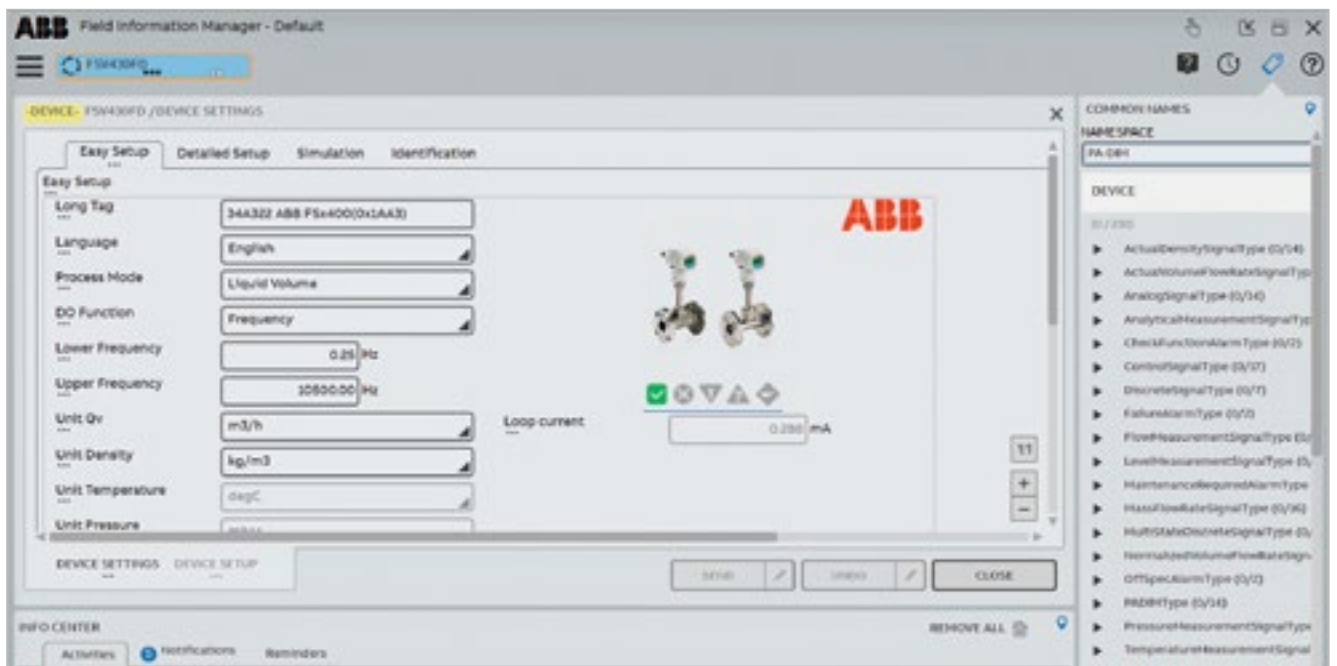
新一代以太网 APL 设备的即将问世进一步增强了 PROFINET 的使用。

通过控制应用程序显示到 ABB Ability™ System 800xA® 操作员工作区中的操作屏幕之上→05。诊断信息立即可用,让操作员在日常操作中即可主动参与维护活动。

使用 FDI 通过 PROFINET 对以太网 APL 设备进行配置

ABB 现场信息管理器 (FIM) 简化了现场设备的配置、调试、诊断和维护。带有以太网 APL 的典型 FIM 部署可充当连接 PROFINET 网络的直接桥梁。FIM 可以扫描、自动检测设备包并将其分配给所连接

—
03 以太网 APL 与 FIM 的结合 (图示为涡街流量计的 FDI 设备驱动程序屏幕截图) 表明,不仅设备和系统的互操作性切实可行,而且实时数据访问也是轻而易举。





04

—
04 ABB Ability™ 现场信息管理器（如此处所用显示）充当现场设备 IT 和 OT 之间的桥梁。这样，操作员和其他人可以更轻松根据数据做出决策。

—
05 带有控制应用程序的以太网 APL 设备可以实时向 ABB Ability™ 800xA 操作员工作区提供数据。该图片取自“ABB Ability™ System 800xA 如何助力操作员提高效率？”。

观看完整视频



05

— 参考文献

[1] APL Consortium, "Ethernet-To-the-Field", White paper, 2021, pp. 1–17, 来源: https://www.ethernet-apl.org/wp-content/uploads/2022/08/Ethernet-APL_Ethernet-To-The-Field_EN_FINAL_June-2021.pdf [访问日期: 2024年1月7日]

的以太网 APL 设备。与 PROFINET 网络的直接连接还与任务关键型控制系统分离,符合 NAMUR 开放式架构 (NOA) 理念。

FIM 支持通过电子设备描述 (EDD)、现场设备集成 (FDI) 包或最新 PA Profile 4.02 设备包集成现场设备。客户如要享受现场设备互操作性,即可选择 PA Profile 4.02 设备包。以太网 APL 交换机同样集成在 FIM 中,支持使用相同的工作流程和工具进行配置和诊断检查→03。

FIM 还为资产性能管理等应用程序提供 OPC UA 接口,以利用设备诊断和性能数据。可将过程自动化设备信息模型 (PA-DIM) 应用于此 OPC UA 接口,以进一步使边缘设备和云的数据流实现标准化。

增强维护、运行状况和性能监控

以太网 APL 提供高数据吞吐量,可支持资产管理应用,实现整个现场仪表组的维护、运行状况和性能监控。这一诊断数据可发

—
以太网 APL 提供高数据吞吐量,支持资产管理应用,实现维护、运行状况监控等。

送给控制室内以及 DCS 系统外的操作员,以便维护人员就地对诊断数据进行详细分析→04。这样,不同团队之间能够更好地开展协作,共同执行维护活动。

诊断数据遵循 NAMUR NE107 标准,可帮助操作员和维护人员识别故障的可能原因并提出解决问题的建议措施。这为如何解决现场仪表问题提供了明确指导。

ABB Ability™ Edgenius 与资产性能管理 (APM) 应用程序结合使用,为及早发现问题开辟了新的可能,可在优化维护工作并降低整组现场设备成本的同时,确保持续运行。

终极解决方案

对于希望通过增强过程控制来优化其表现的组织来说,更快速轻松地访问数据的前景是关键。以太网 APL 提供了终极解决方案,可帮助解决传统上阻碍工业应用中数据收集、中继和访问的许多障碍(包括是否适合在危险区域进行部署),满足对过程控制系统日益增长的需求。

以太网 APL 可解决在工业环境中使用“传统”以太网作为物理层时面临的许多挑战,为过程装置提供了最优解,在其与广泛采用的 PROFINET 和 FDI 技术结合部署时表现尤为出色。•



— 更多信息

ABB 网络报道,“以太网 APL 试验成功后,巴斯夫选择 ABB 实施新建项目”,2024年2月22日

原创网络故事



面向大型过程工业装置的模块化工程设计概念

模块化工程设计

为了将模块化装置生产扩展到既有受益行业之外, 使用与自动化系统无关的方式来描述模块类型将发挥重要作用。ABB 正在探索如何实现这一目标。



—
Mario Hoernicke,
Katharina Stark,
Nicolai Schoch
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

mario.hoernicke@
de.abb.com
katharina.stark@
de.abb.com
nicolai.schoch@
de.abb.com

随着部分产品生命周期缩短, 快速设计和构建化工和制药生产装置的需求日益增长。这一快速变化为模块化装置生产提供了理由。模块化生产采用模块化自动化系统和工程设计方法, 其价值已在试点应用中得到了成功证明[1,2], 最多可节省 50% 的工程调试时间。

尽管到 2030 年, 这两个工业领域中 25% 的未来过程装置预计将采用模块化制造和自动化技术予以建造[3], 但 ABB 思考如何利用模块化自动化来简化剩余 75% 的工程

设计。为此, ABB 提出了面向传统过程装置的模块化工程设计概念, 针对这些并非使用模块类型包 (MTP) 基于模块化生产组装而成的过程装置, 引入了一个新概念: 功能模块 (FM)。还介绍了石油和天然气行业用例, 验证了模块化工程设计方法和 FM 概念的可行性。

模块化生产基础知识与现状

预设计和预制造模块被定义为工艺设备组件 (PEA) 或撬装组件, 可以实现模块化生产中的过程功能。要在多个应用中加入以使



过程装置越来越多地使用模块化设计。

ABB 正着手将模块化进一步扩展至自动化系统。



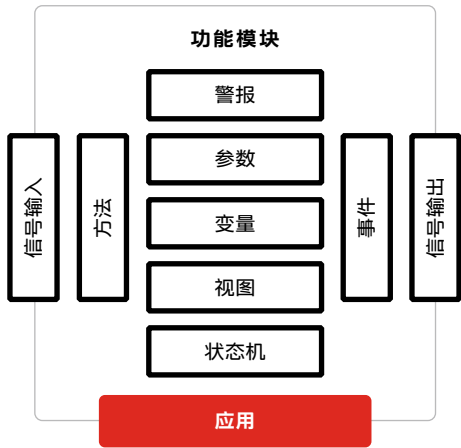
ABB 的功能模块提供功能和接口的软件描述。



—
标准化需求和成本压力促使工厂运营商寻求在不同地点重复使用解决方案的可行性。

用, PEA 必须具备互操作性: 模块类型包 (MTP) 使这成为可能。MTP 即 PEA 的标准化、无关乎制造商的描述[2], 其中包括将模块无缝集成到模块化装置中所需的信息,

例如有关通信、服务、HMI 等的描述。MTP 允许将 PEA 集成到监控系统中, 即流程编排层 (POL) 中, 其中, 功能会被例如抽象化处理为服务层。因此, 早期 PEA 拥有自己的智能。将 MTP 和基于服务的过程设计相集成, 使过程功能成为可能。通过这种方式, 可以减少工程设计工作量和调试时间[4]。对于尚未使用 MTP 的传统装置而言, 在所谓的模块预制场中对大型模块进行场外预制日益流行, 例如 COOEC-Fluor Heavy Industries[5]、EPC-M Group[6]。然而, 此类模块通常仅包括机械部件和仪表, 而不



01

— 01 图示为 FM 概念。FM 功能与 PEA 功能相当。

— 02 使用 FM 的工程设计工作流程图，其中示意性地显示了包含 2 个步骤的阶段 A 和包含 4 个步骤的阶段 B。在阶段 B (装置工程设计) 中，所有可用的通用 MTP 均可用于创建所需实例，这些实例通过物料流 (管道) 和信息流 (信号交换) 互连。在执行步骤 2，即将自动化系统和单独仪表分配给 FM 实例之前，添加实例信息，例如实例名称。

— 脚注

1) 实例化处理是指能够以具体实例表示抽象概念。

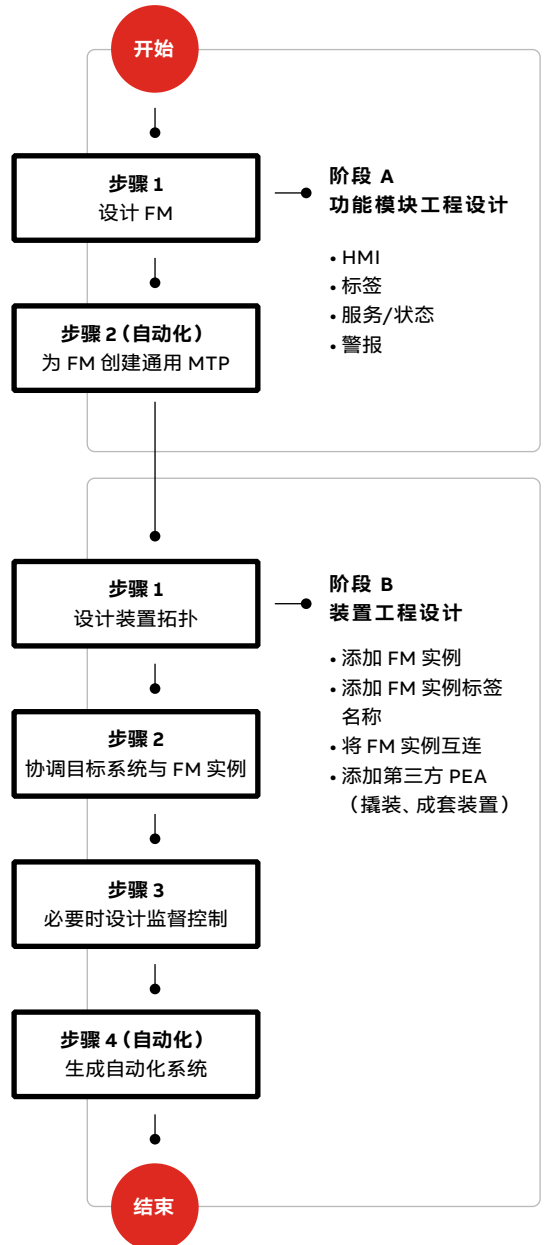
包括最重要的自动化系统。为何如此？简而言之，全球性企业的大型装置通常是为了特定目的而建造。调试后极少更改过程设计；在设计阶段包含 PEA 会导致成本过高，因为每一个智能模块都需要配备一个控制系统。然而，对于在恶劣环境中建造的装置（例如上游天然气设施）来说，在场外预制较大部件后在现场进行组装这一做法大有裨益，挪威哈默菲斯特液化天然气工厂即部分采用了这一做法[7]。

标准化需求和成本压力促使工厂运营商寻求在多个地点重复使用模块的可行性。例如，埃克森美孚推出了“*It Just Happens 2 (IJH2)*”[8]计划，为上游石油天然气行业定义了软件用模块化功能容器、智能标准控制器和基于标准类型的工程设计。如今，这些装置并非完全采用模块化方式构建；而是将 PEA 和传统结构整合到装置生产过程中，被人们称为混合装置[9]。

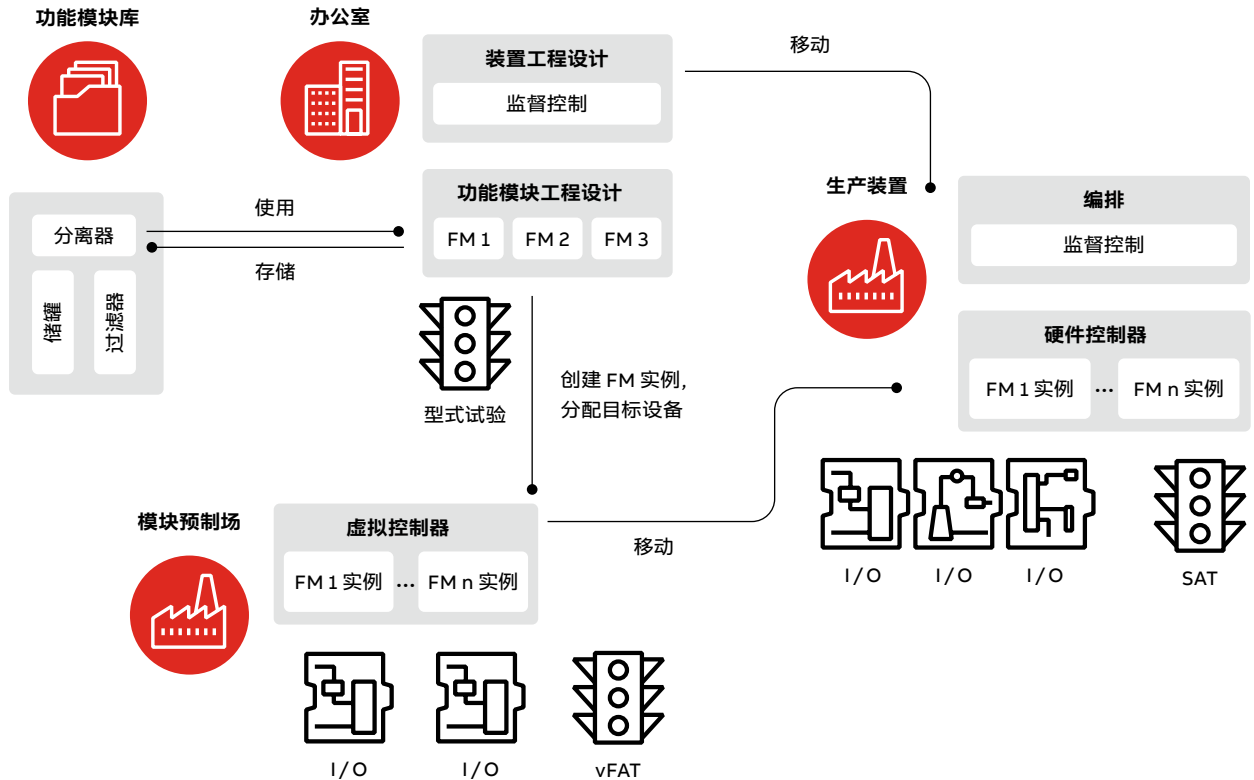
为了更广泛地应用模块化，对于尚未采用 MTP 的传统装置，需要采用一种全新的模块化工程设计概念。理想情况下，此概念将包含以一种与自动化系统无关的方式来描述可复用模块类型，这些模块类型可以集成现成模块，然后进行实例化¹处理，以创建代表物理模块的模块实例。

功能模块概念

为满足上述要求，ABB 开发了 FM 概念：即模块类型的软件描述。与 PEA 相比，FM 并不会绑定特定硬件类型，只是对最终自动化系统应包含的功能（即通过调用方法、设置信号和应答事件与信号来执行的参数、视图、变量和警报）进行描述→01。但 FM 的功能与之相差无几。在模块类型的工程设计过程中，将描述 FM 的自动化软件并生成相应的 MTP。由于生成的 MTP 嵌入到装置工程设计过程→02 中，所以可以即时予以使用。因此，FM 的设计方式与 PEA 相同，例如 [10]。



02



03

— 03 图示为使用 FM 的项目执行工作流程的可能示例。其中，FM 和相应实例在办公室设计而成，而模块的机械部件则在模块预制场建造而成。FM 实例被分配给其对应部分，即模块预制场中的虚拟控制器，以及后续实际工厂中的真实（硬件）控制器。

基于类型的工程设计
遵循基于类型的工程设计方法，将在创建过程功能的实际实例之前对 FM 进行工程设计。由于自动化软件相关组成部分采用一般性描述，因此不需要自动化系统的特定信息。

完成后，可在装置工程设计阶段对由此产生的类型进行实例化处理。同一类型的每个 FM 实例都具有相同的行为，在后续步骤

理想情况下，新的工程设计概念将产生一种与自动化系统无关的方法来描述可复用模块类型。

中可通过合适的控制器（例如 Freelance 或 System 800xA 系列）与自动化系统进行绑定，具体取决于过程和自动化系统要求。

针对每个 FM 实例，可将仪表分配给 FM 的仪表连接器。出于实用性考虑，如果属于同

— FM 的不同 FM 实例具有相同测量值，则可以在 FM 实例内使用不同的传感器类型。如果需要不同的测量原理，则可以针对特定 FM 实例使用其他仪表类型。因此，FM 既不受特定仪表的限制，也不受特定设备类型的限制。

虽然需要使用自动化系统特定的 MTP 来描述自动化系统特定信息，但只需要通用 MTP 即可描述 FM。因此，MTP 的概念得到泛化；这意味着目标系统特定信息未包含在 FM 的 MTP 中。

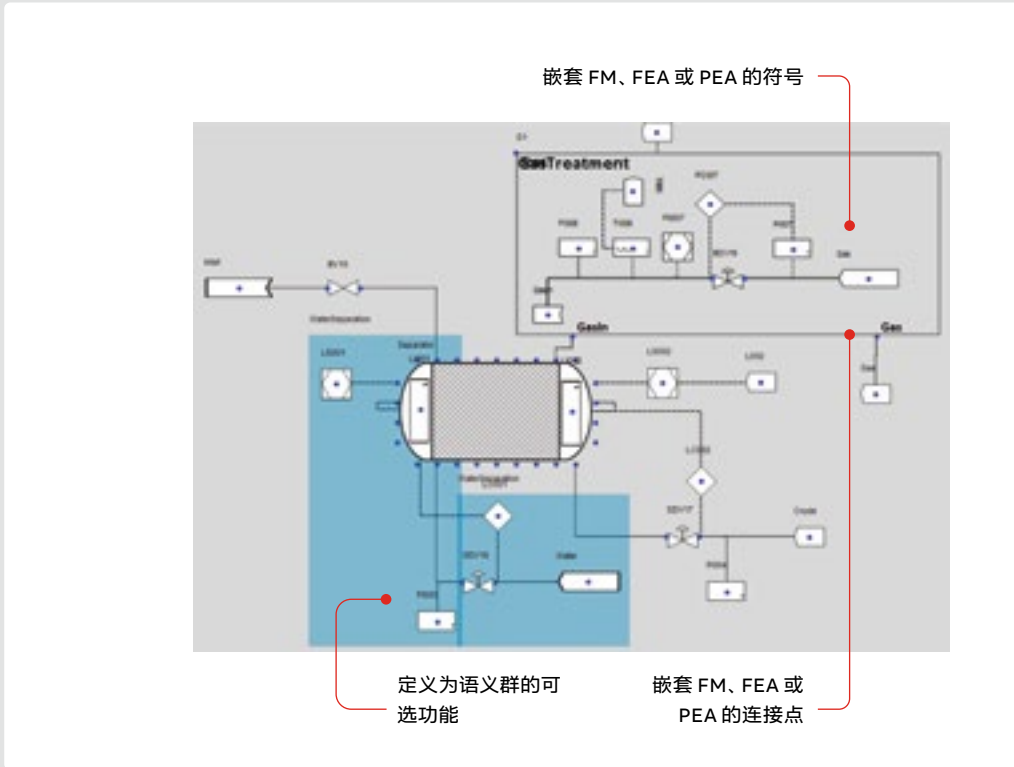
自动化系统的工程设计工作流程
工程设计工作流程可划分为两个不同但不一定连续的概念阶段：阶段 A：FM 工程设计；和阶段 B：装置工程设计；在工作流程中，两者即可交替进行，亦可同时进行。

FM 工程设计在步骤 1 中启动，其中使用 HMI、标签、服务等→02 描述 FM 类型，而 FM 类型的通用 MTP 在步骤 2 中生成；从而结束阶段 A→02。

如果需要监督控制，则可采用阶段 B 的步骤 3。在步骤 4，将自动创建所有实例和特定自

04 详细介绍了嵌套概念和可选功能。

嵌套和可选功能



尽管 FM 的工程设计与 PEA 类似[10], 但二者存在本质区别: 可将 FM 和 PEA 嵌套至其他 FM 中, 例如, 可根据需要在另一个 FM 中重复使用作为 FM 开发的控制循环 (递归嵌套使用除外)。FM 由通用 MTP 和根据 FM 的 HMI 描述生成的符号表示。由于该符号可被添加到其他 FM HMI 中, 因此该 FM 亦可集成到其他 FM 之中。FM 连接点根据通用 MTP 创建而成。对于在相应 MTP 的 HMI 方面指定的嵌套 FM 的每个起始点和结束点 (终止对象[11]), 连接点被添加到符号之中, 如上图所示, 其中显示了具有嵌套 FM 和可选功能的 FM。

为了在 FM 实例中进行识别, 稍后, 每个嵌套的 FM 都会收到一个标签名称。在 HMI 中, 嵌套 FM 的行为就像一个符号, 具有可在 HMI 中进行连接的连接点, 如同阀门或泵。

由于 PEA 与 FM 一样使用 MTP 进行描述, 因此 PEA 也可以同样集成到 FM 中。在将 MTP 导入模块时, 会生成一个符号, 让 PEA 能像嵌套 FM 一样使用。因此, 在 FM 的 HMI 工程设计期间亦可使用该符号。在装置工程设计期间, 工程师可以决定实例中是否需要嵌套 FM 或 PEA, 只要打开/关闭嵌套 FM 的功能即可。

当功能无法作为 FM 实现时, 可选功能的工程设计使得能够使用 FM 更好地进行变体管理。

其中, 工程师可以像 [11] 中那样定义语义群 (同一语义群中包含的所有元素均归属于它), FM 的每个语义群代表一个可选功能。与嵌套 FM 和嵌套 PEA 一样, 可在之后启用或禁用可选功能。

—
 05 FM 参数化。请注意如该图右下部分所示，取消选择功能十分简单：在显示的 FM 实例“HP”中，可选功能“WaterSeparation”被禁用（将其与所有可选功能均已启用的通用 FM 进行比较）→04。

—
ABB 开发了 FM 概念，即自动化系统应包含功能的软件描述。

自动化系统的自动化系统软件。实例的 MTP 根据自动化系统信息定制而成→02。

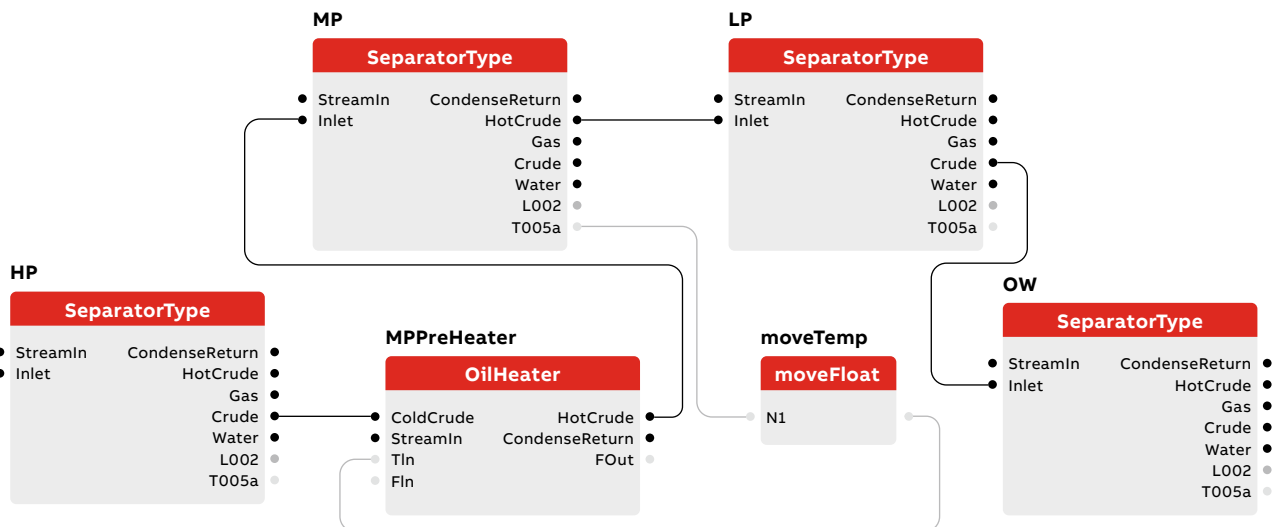
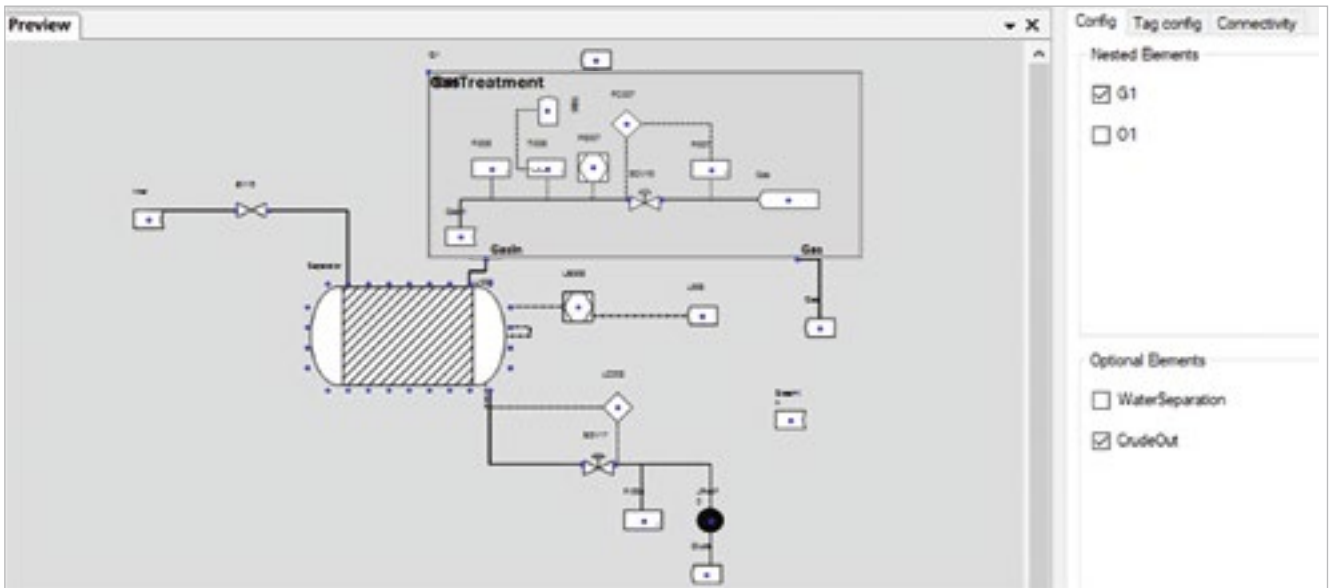
项目执行工作流程

ABB 的工程设计概念采用 FM，让传统过程装置亦能实现分布式场外工程设计。模块预制场可继续为装置构建模块，包括 I/O，而

自动化方面的相应模块则在场外创建，然后分配给 I/O，如→03 所示。

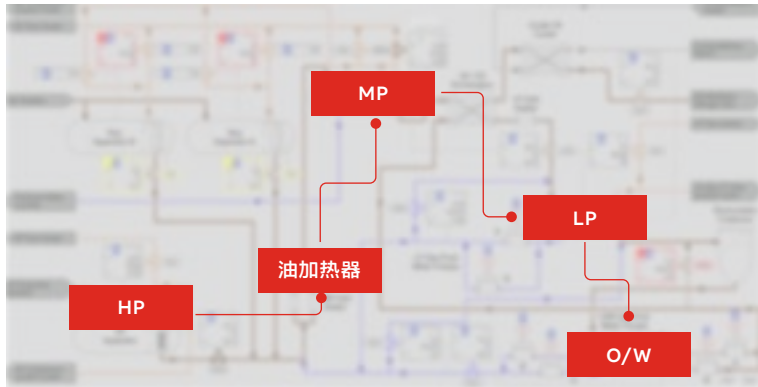
至关重要，每个阶段都要进行测试。每个 FM 都会进行型式试验。一旦创建了 FM 实例并将其分配给模块预制场中的模块，即可使用已连接到模块 I/O 的虚拟控制环境来执行虚拟工厂验收测试 (FAT)。然后，机械部件可以与现场相应的 FM 实例一起转移。其中，可使用已安装的实际控制系统执行现场验收测试 (SAT)。

得益于项目工作流程方法，可以在办公室进行装置工程设计，在虚拟环境中使用 FM 实



分离器	相位编号	气体放空	气体流量	气体温度	气体压力	原油分离	原油液位	水分分离	水位
HP	2	BDV	FI	TI	PC/PS	SDV	LC/LS		
MP	3	BDV	FI	TI	PC/PS	SDV	LC/LS	SDV	LC/LS
LP	3	BDV	FI	TI	PC/PS	SDV	LC/LS	SDV	LC/LS
O/W	2	°				SDV	LC/LS	SDV	LC/LS

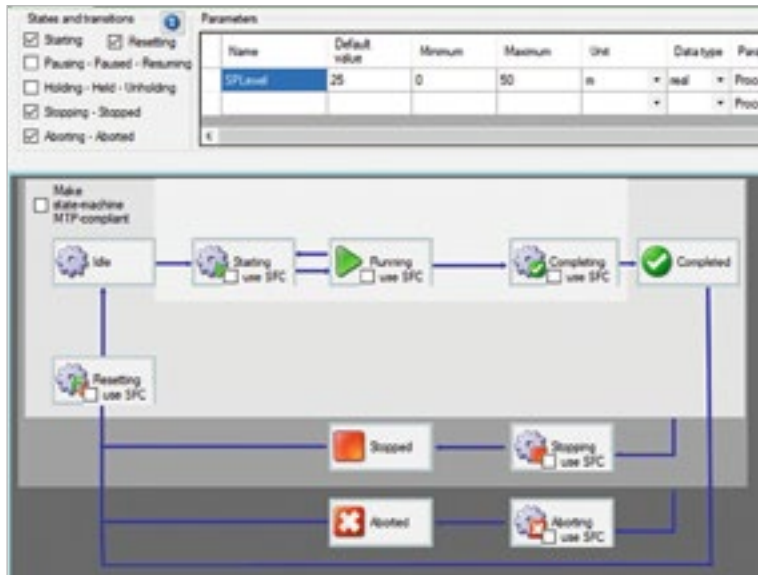
06a



06b

状态	工作模式
空闲	空闲
开始	启动
执行	执行
完成中/已完成	关闭
停止中/已停止	进程关闭 (PSD)
中止中/已中止	紧急关闭 (ESD)

07a



07b

例进行测试, 最后转移到现场加以使用。为了促进重复使用, 可将 FM 存储在 FM 库中并在其他项目中重复使用。

使用 FM 进行变体管理

为了能够重复使用装置的较大部件, 通过可选功能和嵌套 (其他 FM 和 PEA 的嵌套) 来管理变体可能非常实用, 在需要开发后续可针对每个实例分开进行参数化处理的多功能类型时尤其如此→04[10,11]。

使用可参数化的 FM 进行装置工程设计

由于 FM 可用于根据过程装置的需求创建实例及其参数, 因此每当在装置工程设计期间创建 FM 的实例时, 默认情况下都会启用

重要的是, 工程师取消选中即可轻松决定禁用哪个 FM 功能。

所有嵌套 FM→04、PEA 和可选功能→04, 从而简化该过程。这些实例按照标准模块化装置进行连接: 通过使用物料流 (管道) 和信息流 (信号) 连接→05[12]。

重要的是, 工程师取消选中即可轻松决定禁用哪个 FM 功能→05。参数化处理后, 可自动生成实例代码, 例如 [13], 但仅限于启用的功能 (以及嵌套 FM 的功能); 不会针对禁用的功能自动生成代码。

行业案例研究

为了验证概念, ABB 执行了一个三相四级油分离工艺的工业用例, 其中包含四个油分离器→06a。

实施了多功能 FM, 包括用于水分离的可选功能以及用于气体处理的嵌套 FM。此外, 使用第三方 PEA (描述为 MTP) 实现了油加热器功能。在这一用例中, 高压分离器 (HP) 无法分离水和原油; 油水分离器 (O/W) 不具备气体处理功能, 但可分离油水→06b。

—
06 石油和天然气用
例分离器定义和工艺
流程。

06a 定义了分离器
类型。

06b 分离工艺流程如
图所示, 其中高压分
离器位于上游, 然后
油流经油加热器、中
压分离器、低压分离
器, 最后流经油水分
离器。背景图像经模
糊处理, 因为清楚标
示的用例过程截取自
客户现有的专有工艺
流程, 不可透露。

—
07 状态机。

07a VDI/VDE/
NAMUR 2658-4 的
改装状态机[15]。

07b 映射到服务工作
模式的状态: 生产。



相比之下, 中压 (MP) 和低压 (LP) 分离器包
含三相分离的所有功能→06b。

设计分离器 FM

分离器被设计为一个 FM, 从管道和仪表图
(类似于 PEA 的 HMI) 开始[10], 其模拟了
分离器的内部结构→04。将用于气体处理
的嵌套 FM 作为符号添加, 水分离被标记为
一个可选功能, 以蓝色标记区域表示, 后续
在 FM 实例中 可予以启用或禁用。定义了
HMI 后, 将使用默认值按照 [10] 配置标签,
后续将适用于每个实例。

与 [10] 中定义的固定服务状态机相
比, ABB 的新概念允许状态机按需调整。其
中需要用到三个服务: “生产”、“调试”和“维
护”。“生产”是指装置正常运行, 其运行模
式包括: 空闲、启动、执行、关闭、PSD 和
ESD。“调试”在装置调试期间执行, 基本上
只能处于“已开始”或“已完成”状态。“维护”
在装置维护期间由工程师负责执行。

对于所有服务, 状态机都会针对“生产”服务
进行相应调整→07a。因此, 不同的运行模
式可以映射到标准状态机的状态→07b。另
外, 嵌入模块的服务被配置为能够控制嵌入
气体处理 FM 的服务。VDI/VDE/NAMUR
2658 状态机[14]的状态映射到“生产”服
务的运行模式→07b。

根据服务和标签配置, 生成初始警报设置。
其中, 标签列表中所有激活的警报均包含在
模块的警报配置列表中, 为服务转换配置
的警报亦不例外。对于每个警报, 会根据其

类型分配默认消息和默认严重性。后续可
按需更改。默认情况下, 所有警报均予以启
用且必须予以确认。要为分离器检索基于服
务的警报, 需将警报分配给可以激活警报
的服务。

当服务进入“启动”状态时, 则设置服务特定
的警报配置; 当其进入“复位”状态时, 警报
配置切换回默认状态。因此赋予了基于服务

FM 工程设计概念让过程装 置能够实现分布式场外工程 设计。

的警报功能。随后生成通用 MTP, 并可在装
置工程设计期间予以使用。

设计装置拓扑和监督控制

在装置工程设计期间, 根据通用 MTP 创建
了分离器 FM 的四个实例: 高压分离器、中
压分离器、低压分离器、油水分离器。此外,
还包括使用第三方 PEA 的预热器 (油加热
器) →05。

对于监督控制, 设计了一个简单的启动序列
(启动所有实例的“生产”服务) 和一个关闭
序列 (完成并重置所有“生产”服务)。分离
器实例经过参数化处理: 对于油水分离器,
气体处理嵌套 FM 被禁用; 对于高压分离
器, 可选水分离功能被禁用。

—

08 图示为分离器 FM 的警报处理情况。根据 ABB 的案例研究，在“调试”期间应禁用所有警报，因此所有复选框均处于取消勾选状态。在“维护”期间，仅启用少数警报。在“生产”期间，启用所有警报。执行特定服务时可以发出的警报列于警报配置列表中。

Alarm	Tag	Raising Condition	Message	Severity	En	Ack	Commissioning	Maintenance	Produce
HH-H	FI003	FI003_VAHAct	FI003 has a HHH alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HH	FI003	FI003_VWHAct	FI003 has a HH alarm	600	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LLL	FI003	FI003_VALAct	FI003 has a LLL alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HHH	FI004	FI004_VAHAct	FI004 has a HHH alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HH	FI004	FI004_VWHAct	FI004 has a HH alarm	600	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LLL	FI004	FI004_VALAct	FI004 has a LLL alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HHH	FI005	FI005_VAHAct	FI005 has a HHH alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HH	FI005	FI005_VWHAct	FI005 has a HH alarm	600	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LLL	FI005	FI005_VALAct	FI005 has a LLL alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HHH	LI001	LI001_VAHAct	LI001 has a HHH alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HH	LI001	LI001_VWHAct	LI001 has a HH alarm	600	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LLL	LI001	LI001_VALAct	LI001 has a LLL alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HHH	LI002	LI002_VAHAct	LI002 has a HHH alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HH	LI002	LI002_VWHAct	LI002 has a HH alarm	600	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LLL	LI002	LI002_VALAct	LI002 has a LLL alarm	900	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

—

09 分离工艺（自动生成）的操作员工作区。可以观察到 POL 中的实例根据参数化情况进行了调整。例如，高压分离器不会显示分离器中的水位，因为水分离已被禁用。油水分离器不包括气体处理功能。因此，未显示气体处理嵌套的 FM 服务。

08

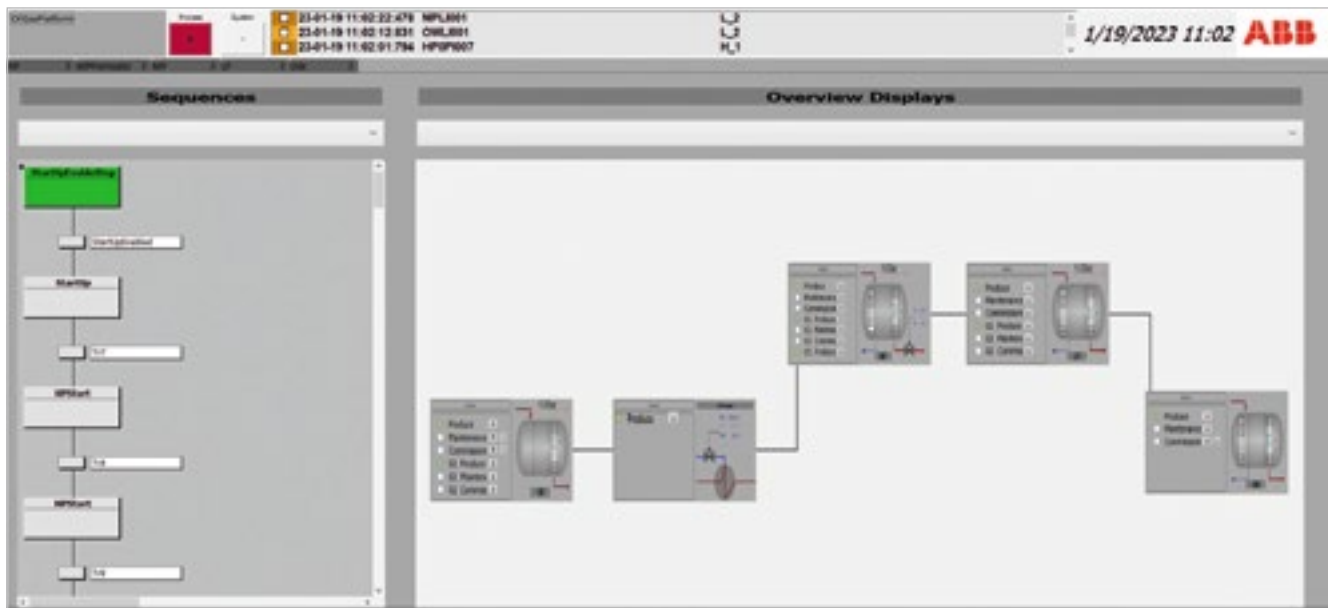
高压分离器和油水分离器由同一控制器控制，即 ABB AC800M；低压分离器和中压分离器则由另一 AC800M 控制器控制，预热器由支持 MTP 的第三方控制器（Freelance AC700 控制器）控制，无需进行控制器分配和控制代码生成。

分配分离器后，将自动生成自动化软件：

- 为 AC800M 控制器生成 FM 实例代码并自动导入项目，包括服务状态机、状态代码、服务参数、FM 实例内部连锁；以及包含参数的标签；标签和服务的警报配置；以及启用的嵌套模块。
- 监督控制代码被导入到 ABB System 800xA 和相应的 AC800M 控制器中。其中包括 FM 实例控制序列、FM 实例间通信、从 System 800xA 到 FM 实例和 PEA 的通信定义、来自 FM 实例和 PEA 的标签定义、每个 FM 实例的 HMI 或 PEA，适用于服务配置的 PEA 的每个 FM 实例的每个状态机的可视化，以及装置整体概览

—

可以在办公室进行装置工程设计，在虚拟环境中进行测试，最终转移到现场加以使用。



HMI。此过程成功形成了自动生成的操作员工作区→09。

该工业用例验证了 ABB 的 FM 工程设计概念：生成可用于描述 FM 的通用 MTP。此外，装置工程设计概念的测试和验证结果还表明，可将现成模块进行实例化处理，以形成准确表示物理模块的 FM 实例。使用一种与自动化系统无关的方法来描述可复用模块类型是可行的。

展望

ABB 提出的 FM 概念为在传统过程装置中使用模块化工程设计方法奠定了基础。这一概念的可行性已在 ABB 的分离用例中得

—
ABB 的 FM 概念已成功通过用例测试，可在油气行业中加以应用。

到测试，成功演示了工程设计方法和工作流程在油气行业中的应用方式。从模块化生产设施的模块化工程设计中获得的工程效率优势同样将适用于传统世界级大型生产装置。目前，正在研究如何将早期工程设计阶段正式化，以便可自动从语义层面指定和分配 FM 的 I/O[15,16]；这一关注将有助于促进这项技术的早期发展和加速发展。•

参考文献

- [1] VDI/VDE/NAMUR 2658 part 1 (Edition 2.0 – Draft), “Automation engineering of modular systems in the process industry – General concept and interfaces,” VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, 2022.
- [2] M. Hoernicke, et al., “Building Blocks – Modular Process Automation Pilots,” *ABB Review*, 03/2022, pp. 24–31.
- [3] ZVEI, “Module-based Production in the Process Industry – Effects on Automation in the Industrie 4.0 Environment,” ZVEI.org, Frankfurt am Main, March 18, 2015.
- [4] M. Hoernicke, et al., “Automation architecture and engineering for modular process plants – approach and industrial pilot application,” in *IFAC World Congress*, Berlin, 2020.
- [5] COOEC-Fluor Heavy Industries, “COOEC Fluor Completes Module Fabrication for Dongfang Gas Fields Development Project in China”, in Fluor Newsroom, 2019, [Online], 来源: [https://newsroom.fluor.com/news-releases/news-details/2019/COOEC-Fluor-Completes-Module-Fabrication-for-Dong-](https://newsroom.fluor.com/news-releases/news-details/2019/COOEC-Fluor-Completes-Module-Fabrication-for-Dongfang-Gas-Fields-Development-Project-in-China/)
- fang-Gas-Fields-Development-Project-in-China/default.aspx [访问日期: 2024 年 2 月 1 日.]
- [6] epc-m, [Online], 来源: <http://epcm-industries.com> [访问日期: 2024 年 2 月 1 日.]
- [7] Hammerfest LNG plant from Equinor, [Online]. 来源: <https://www.linde-engineering.com/en/about-linde-engineering/success-stories/lng-production-in-permafrost.html> [访问日期: 2024 年 2 月 1 日.]
- [8] P. Studebaker, “ExxonMobil takes IJH challenge to new level,” *Control Global*, no. 10, 2019.
- [9] A. Markaj, et al., “Requirements and conceptual design for hybrid process plants,” in *26th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, Västerås, 2021.
- [10] K. Stark, et al., “Modular Process Plants: Part 1 – Process module engineering,” *ABB Review*, 02/2019, pp. 72–77.
- [11] VDI/VDE/NAMUR 2658 part 2, “Automation engineering of modular systems in the process industry – Modeling of human-machine interfaces,” VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, 2019, pp. 1–32.
- [12] M. Hoernicke, et al., “Modular Process Plants: Part 2 – Plant Orchestration and Pilot Application,” *ABB Review*, 03/2019, pp. 30–35.
- [13] M. Hoernicke, et al., “Steuerungstechnik für Prozessmodule – Standardkonforme Modulbeschreibungen automatisch erstellen,” *atp edition*, vol. 59, no. 10, 2017, pp. 18–29.
- [14] VDI/VDE/NAMUR 2658 part 4, “Automation engineering of modular systems in the process industry – Modelling of module services,” VDI/VDE Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, 2022, pp. 1–87.
- [15] N. Schoch, M. Hoernicke and K. Stark, “Semantic Function Module Pipeline Generation,” *at – Automatisierungstechnik*, vol. 69, no. 12, 2021, pp. 1,040–1,050.
- [16] A. Markaj, et al., “From intentions to services in modular process plants,” in *5th International Conference Proceedings ICPS*, Coventry, UK, 2022.

搅拌器射流的计算流体力学建模

高效混合

ABB 开发了一款高保真模型，能够准确预测粘度各异的流体所需的混合时间，可帮助油气行业等过程工业最大限度地缩短均质化时间，确保高质量地混合，以提升混合性能。

—
Maresh Vaze
Subhashish Dasgupta
 ABB 集团研究中心过程自动化事业部 印度班加罗尔

maresh.vaze@
 in.abb.com
 subhashish.
 dasgupta@
 in.abb.com

Keila Echart
Nicolas Vairyo
Alexandre Caillot
 ABB 过程自动化事业部 法国艾克斯莱班

keila.echart@
 fr.abb.com
 nicolas.vairyo@
 fr.abb.com
 alexandre.caillot@
 fr.abb.com

—
 01 图示为 Pelumas 工厂的混合区域。这家润滑油混合工厂位于雅加达北部的丹戎不碌区，全自动化生产，支持定制，由 ABB 为 PT Pertamina 提供油混合设备。

要生产润滑剂、油漆、树脂、药品等，过程工业需要创新型技术解决方案，根据特定的混合配方混合原材料，从而生产高端产品。混合技术需要确保所生产的流体达到令人满意的均质性和稳定性，同时在混合过程中尽量减少能耗。优化混合时间和节省能源齐头并进，最终产品方可更快地到达预期市场，从而降低成本。利用建模方法的进步开发新的混合技术，有助于过程工业实现客户的特定目标。ABB 可以利用基于物理的计算模型的进步来模拟和预测混合过程，以提升混合性能。



01

应用场景

ABB 研究人员在配方、混合和批量生产等过程系统实施方面拥有 70 多年的经验，他们与业务专家合作，探索如何利用已有知识和经验，帮助客户缩短各类粘性流体的混合时间，从而更好地帮助客户实现精度目标与成本目标。

为了了解整个混合流程，ABB 考虑将通用润滑油工厂划分为三个不同的区域 → 01:

- 原料储存场: 通常，该区域放置着几个储存基础油和添加剂的储罐。



流体成分的混合需要达到高均质性，同时最大限度地减少能耗和耗时。

ABB 实施了一个数学模型。



开发了数字孪生来进行准确预测。

- 混合单元: 混合单元是工厂的核心。其按所需比例混合基础油和添加剂, 以生产各种规格的成品。
- 成品区: 成品储罐和灌装线用于将最终产品灌装到小包装、桶、散装卡车或轨道车辆中。

物理混合过程

此类过程装置的性能很大程度上取决于通过混合技术让石油衍生物和其他成分达到适当混合程度的混合功效。其目标是快速准确地达到所需的均质化水平。

喷射混合器相对易于安装、操作和维护, 通常用于罐内混合。喷嘴混合器→02 基于喷射文丘里效应, 其中高流速流体以射流形式进入周围储罐, 传递动能的同时伴随着压力的平稳下降。

一些液体被泵吸走, 然后通过特定横截面积的喷嘴作为高速射流被喷射回储罐, 从而实现储罐内各种前体液体的均质化。这一操作在储罐内循环进行, 以搅拌和混合内容物。

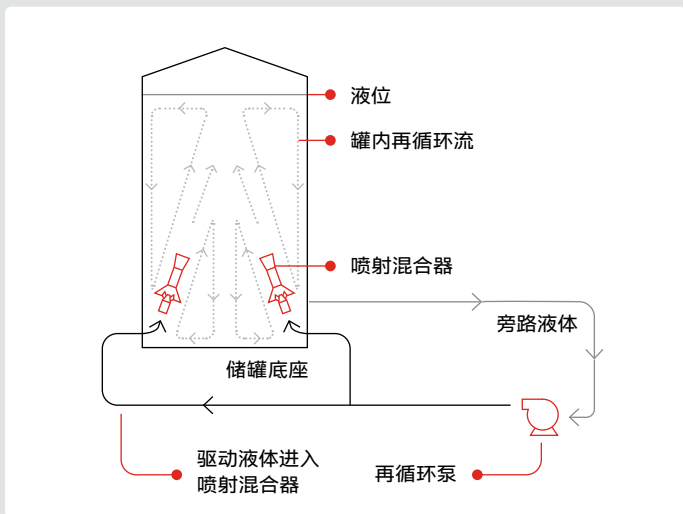
为何变更过程?

针对上述喷射混合过程, ABB 专家提出了疑问: 从性能预测层面来看, 在原材料储罐

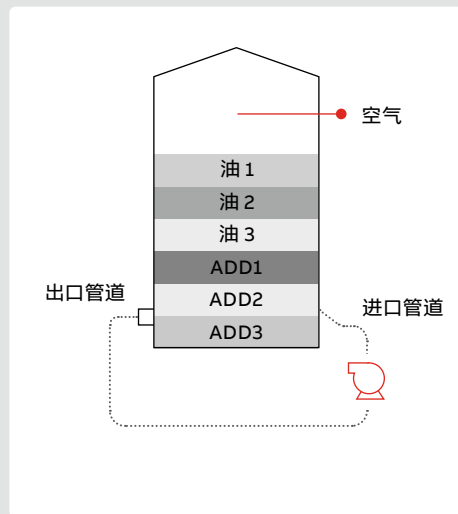
混合过程的目标是快速准确地达到所需的均质化水平。

和最终产品储罐中通过喷嘴混合器进行的再循环过程是否足以达到所需的均质化和混合水平? 如否, 可如何改进? 专家认为这些设计过于保守。

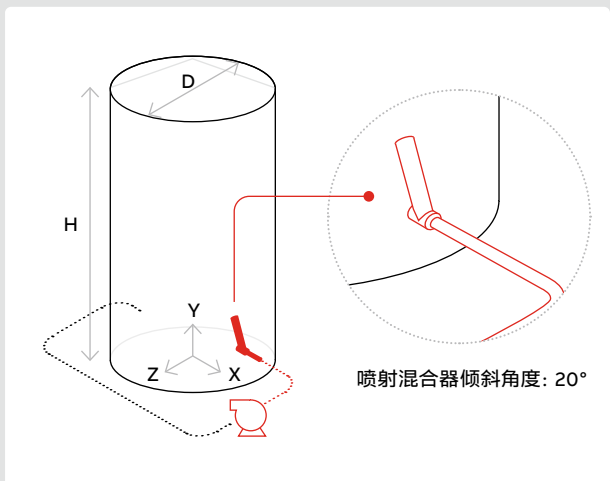
此外, ABB 思考是否可以通过调整已知会影响喷嘴混合技术效率的各种设计参数来充分预测混合时间。



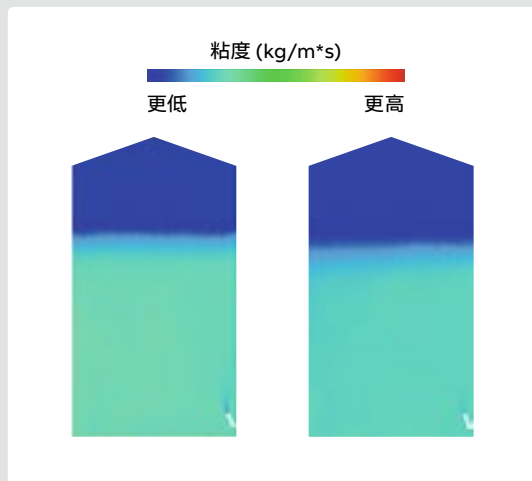
02



03

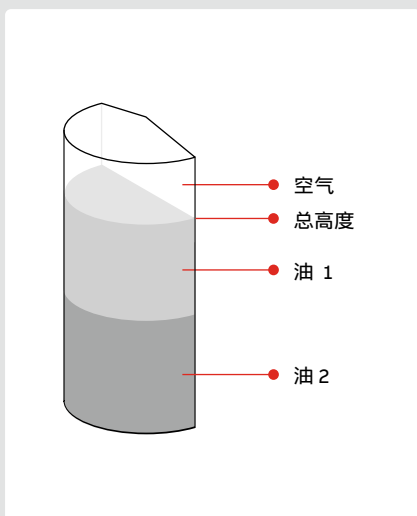


04

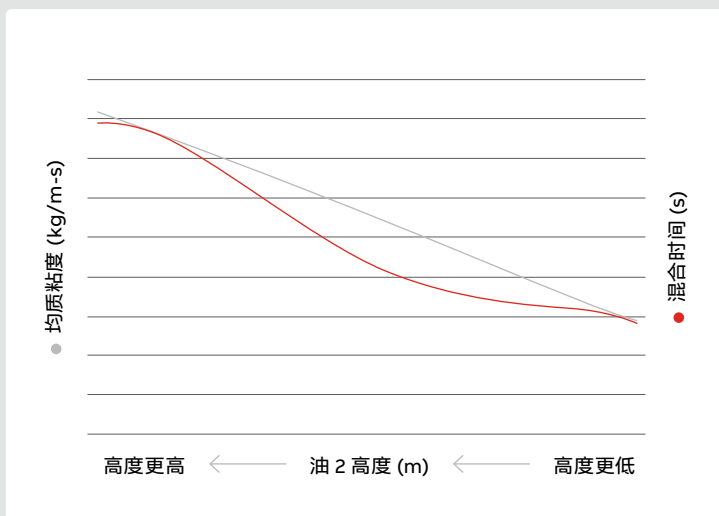


05a

05b



06



07

—
02 图示为流体再循环罐内喷嘴混合器混合流体的过程。

—
03 均质化罐示意图。

—
04 说明计算几何的建模方案。

—
05 显示粘度随时间变化情况的粘度等值线图。

05a $t(\text{arb}) - \Delta t$ 时的粘度变化。

05b $t(\text{arb})$ 时的粘度变化。

—
06 用于 ROM 开发的两个油层的几何形状。

—
07 图示为本研究中生成的理论响应面。

—
08 对于化学、石油和天然气行业来说，将互溶液体混合成单一均质相是一个重要的过程，无论是在混合罐还是在此处所示的储罐中均如此。



08

通过解决这些问题，ABB 期望帮助工厂运营商进行优化，并缩短混合时间；这样，可更快地生成均质化产品，为下一步操作做好准备。加快混合过程不仅能减少能耗，还能加速释放储罐，以更快地混合另一批基础油和添加剂。

过程分析

首先，为了解决基本问题——预期均质化程度是否契合实际达到的程度——ABB 分析了混合过程的挑战。尽管该过程看似简单，但供应商过往项目经验表明，罐中流体的

ABB 专家着手创建一个模型，可以预测粘度各异的互溶流体的混合时间。

粘度极高且可变，导致混合过程变得非常复杂。喷嘴供应商几乎不可能穷尽估计各种流体粘度对混合过程的影响。因此，供应商无法准确确定混合时间——这对过程工业来说是一个难题。

考虑到这一点，ABB 专家致力于创建一个数值模型，可准确预测粘度各异的互溶

流体（例如非粘性流体以及粘度低、中、高和极高的流体）的混合时间。此外，还考虑了可变的影响参数，例如储罐几何形状、流体物理性质、罐内喷嘴数量和布局以及喷嘴孔横截面积，以开发初步的计算流体力学 (CFD) 模型。

CFD 建模——基础知识

一旦理解了混合的物理过程，ABB 就开始指定流量，并确定要采用的恰当数学模型。由于 CFD 模型在预测复杂流体力学方面的有效性众所周知，因此，ABB 选择研究喷射混合器的 CFD 建模。喷射混合器是一种基于喷射器的混合器，利用外部能源或泵来混合流体。

通过将文献调查结果[1-5]与建模专业知识相结合，ABB 建立了喷射混合过程中湍流的最佳建模实践。由此产生的 CFD 混合器模型（也称为混合器数字孪生体）应该能够预测混合时间，确保达到令人满意的均质化水平，并有可能最大限度地降低测试成本。最终，模型结果将允许估计粘度各异的油混合物达到预期均质化水平所需的最短时间，从而提高混合性能。

因在混合性质（例如粘度）不同的多个油层时，总会遇到复杂的流型，因此 ABB 采用最佳建模实践进行了相关研究：引入对预测质



09

参考文献

[1] F. Al-Qaessi and L. AbuFarah, "Prediction of mixing time for miscible liquids by CFD simulation in semibatch and batch reactors", *Engineering applications of computational fluid mechanics*, vol. 3, no. 1, 2009, pp. 135–146.

[2] J. J. Derksen, "Blending of miscible liquids with different densities starting from a stratified state", *Computer & Fluids*, vol. 50, 2011, pp. 35–45.

[3] A. W. Patwardhan, "CFD modeling of jet mixed tanks", *Chemical Engineering Science*, vol. 57, 2002, pp. 1,307–1,318.

[4] J. Thomas, et al., "A CFD digital twin to understand miscible fluid blending", *AAPS PharmSciTech*, vol. 22:91, 2021.

[5] K. L. Wasewar and V. Sarathi, "CFD modeling and simulation of jet mixed tanks" *Engineering applications of computational fluid mechanics*, vol. 2, no. 2, 2008, pp. 155–171.

[6] M. Vaze and S. Dasgupta "Modeling flow", *ABB Review* 2/2023, pp. 146–151.

量影响最小的假设, 开发最佳离散化方案、网格划分; 并选择要采用的最佳湍流模型。

假设与条件

对于本次调查, 对建模系统→03 和计算几何→04 做出了假设。假设一个半对称系统, 允许开发半对称模型→03。假设流体空间包含六个水平层; 每层粘度和密度各异。油层绝对高度、油密度和粘度范围分别如下: 0.015m 至 4.651m、828kg/m³ 至 1000kg/m³, 以及 0.1059kg/m-s 至 7.788kg/m-s。向储罐模型中添加了可再循环流体混合物的外部管道→03。

设置边界

为了确保所使用的纳维-斯托克斯方程(或质量、动量和守恒方程)获得精确的解, 特将边界条件应用于 CFD 建模的领域边界。其中包括入口、出口和墙壁边界条件等。如

使用多相 CFD 建模方法进行模拟, 从而确定混合时间。

前所述, 在混合罐外部设置了再循环管道系统→03-04, 连接到罐底座, 模拟工厂中实际泵驱动产生的再循环效果。这样, 就可以避免对实际泵进行建模以及出现相关的复杂情况。

探索建模方法

为了确定达到均质化可能需要的最长混合时间, ABB 在本研究中考虑了油分层的极端情况: 在最糟糕情况下, 沿着储罐高度模拟了六个完全隔离的具有不同粘度的油层(最低粘度为 0.1059kg/m-s, 最高粘度为 7.788kg/m-s)。

为了选择最佳建模方法, ABB 探索了物质建模和多相建模方法。第一种方法将油层建模为不同的化学物质, 而后者将油层建模

为物理相位。在这项比较研究中, 通过求解包含对流项和扩散项的流体流动方程和物质传递方程来模拟物质的混合与传递。尽管该方法适合研究混合过程, 但由于油不具有扩散性, 因此运行物质传递模型会消耗大量计算时间。结果显示, 与物质传递模型相比, 多相交替方法使用更短的计算时间即可收敛到解。因此, 主要模拟采用混合物多相流模型进行。通过求解流体力学方程进行计算, 高端湍流模型模拟油层混合随时间出现的变化。

多相模型预测

在模拟实验中, 喷射器相对于储罐的垂直轴倾斜 20 度。所有与几何形状、流量和流体相关的必要数据均取自所提供的业务数据表→03-04。

为了使用定性方法研究混合均质性, 观察了不同时间实例中对称平面上的粘度等值线图。ABB 专家认为, 当等值线图的各层无法区分时, 即达到了足够的均质化水平→05。实验前, 将任意确定的混合时间设为 $t(\text{arb})$ 。持续监控粘度等值线图→05, 直到达到 $t(\text{arb})$ 。结果表明, 据观察, 在 $t(\text{arb}) - \Delta t$ 处, 粘度图仅存在可忽略不计的差异。因此, 可认为混合时间 $t(\text{arb}) - \Delta t - \Delta t$ 为可接受的混合时间, 在该时间内罐内液体能够达到令人满意的均质化水平。积极的结果表明, 不仅可以缩短所需的混合时间, 而且意味着能降低混合能耗。



10

—
09 图示为 Pelumas 工厂的外部储存区域。

—
10 图示为 Pelumas 工厂的混合区域。

使用 ROM 进行高级建模

虽然 CFD 模型被全球公认为是适合预测复杂过程的高保真工具，但由于耗费时间长、内存要求高，因此使用这些模型执行多个参数研究仍被认为具有挑战性。出于上述原因，ABB 评估了使用 CFD 模拟的降阶

ROM 模型可用于研究参数影响并创建基于物理的数字孪生体。

版本（也称为降阶模型 (ROM)）的可行性。虽然 ROM 保留了 CFD 模型不可或缺的功能，但其占用的时间和内存大大减少，从而降低了相关成本。因此，不足为奇的是，这种有前景但更简单的建模方法正逐渐吸引人们的关注[6]。

ROM 开发过程需要更改一些重要的输入参数并计算输出，从而运行多个模拟。然后，使用先进的拟合技术（例如，向量拟合）获得响应面；该响应面提供与任何给定输入参数集相对应的预期输出。

为了开发该模型，ABB 设计了一个简化的混合罐，其中包括两个高度和特性均不相同的油层→06。构建了 ROM，且在多次模拟中

调整了油层的高度。油 1 的高度与油 2 的高度成比例变化，而总油高度假设固定不变。结果得到均质混合物粘度、混合时间和油高度之间的关系→07。通过利用这种关系，可以推导出在给定油层高度的情况下，达到均质化所需的混合时间。这些结果支持使用 ROM 模型来研究参数影响并开发基于物理的数字孪生体。

为客户交付最佳结果

ABB 力求为客户提供世界一流的混合解决方案→08-10，凭借高保真模型开发高级分析技术，以最大限度地缩短均质化时间并确保混合质量。业内专家和研究科学家携手合作，开发出了能够预测混合过程的多相 CFD 和 ROM 模型。混合器数字孪生体不仅可有效预测性能并估计所需的最短混合时间，而且可用于研究重要的混合参数，从而满足客户的特定需求。•



现场技术人员必须能够对各种不同类型、设计和使用年限的设备进行故障排除。

ABB 提供支持虚拟现实的移动应用程序。



每年减排 **332** 吨二氧化碳得益于减少专家现场考察次数和加快问题解决速度。



—
01 使用 Microsoft Hololens 耳机进行 Service Assist 应用程序测试 (计划于 2024 年末发布。)

—
02 该应用程序专为现场操作员设计。其可以访问 AR 沉浸式指南。

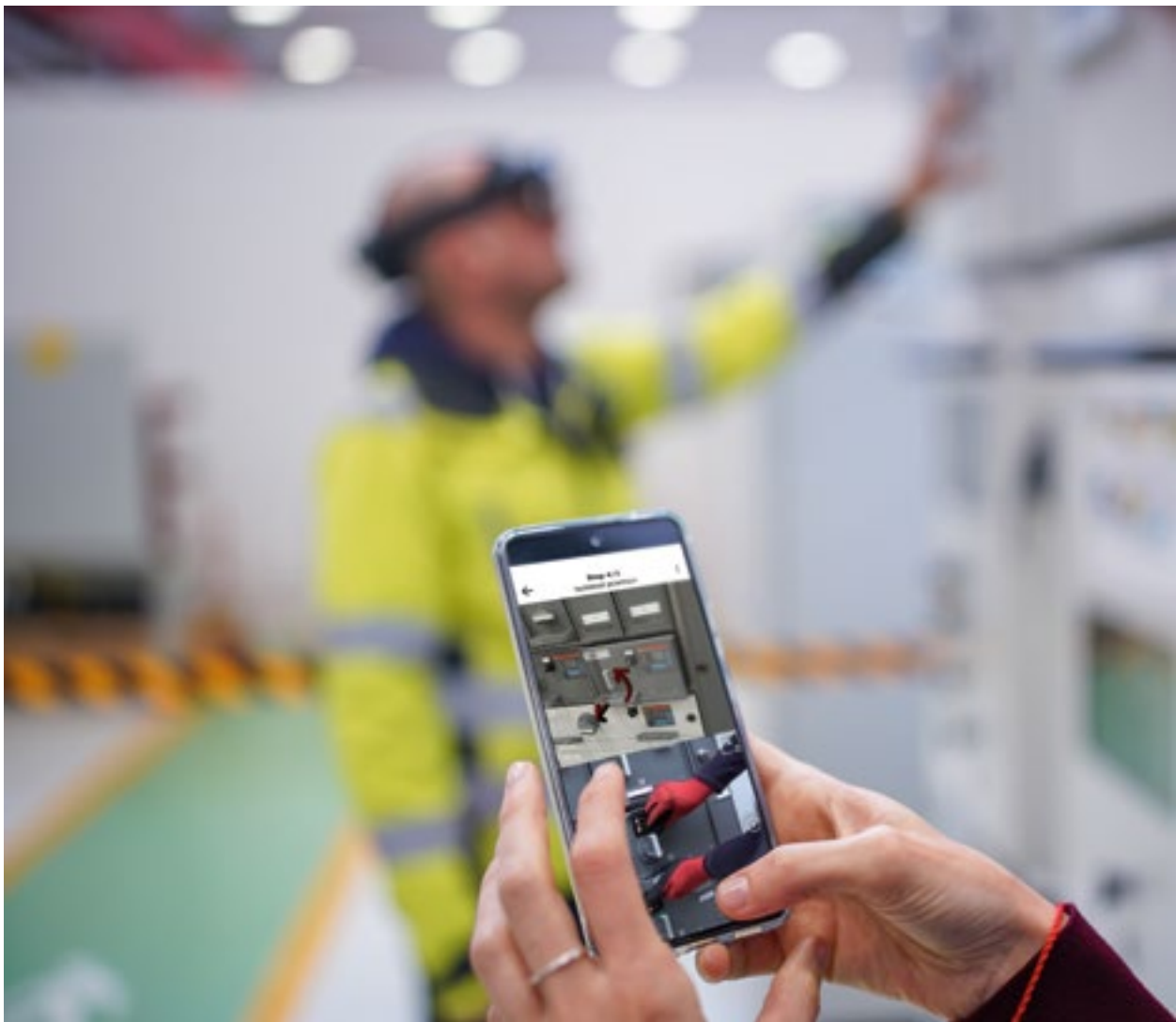


SERVICE ASSIST: 提供视情支持

增强型助手

ABB 推出了一款专为现场工程师和技术人员设计的移动应用程序 Service Assist, 能够提供深入、实时的特定情境信息。除了利用语音转文本、文本转语音和自然语言理解等认知服务来查找所需内容外, 该应用程序还使用增强现实 (AR) 技术, 将视听信息叠加到现有系统上, 从而打造一个交互式虚拟助手。





—
 03 Service Assist 帮助技术人员对 ABB 中压开关设备系统进行故障排除。

03a 特定情境数据和图像充当虚拟数字助手。

03b 轻松访问指南可加快问题解决速度。

03a

—
Anna Mazzoleni
Callisto Gatti
 ABB S.p.A.
 意大利达尔米内

anna.mazzoleni@it.abb.com
 callisto.gatti@it.abb.com

Tomas Kozel
 ABB s.r.o.
 捷克共和国布尔诺

tomas.kozel@cz.abb.com

技术的更迭可能只在一夜之间。对于能源分配网络来说尤其如此，随着可再生能源所占份额越来越大，能源分配网络也变得越来

—
产品名称和当地俚语表达会显著降低技术人员诊断和修复问题的能力。

越复杂。这种复杂性给现场服务技术人员和工程师带来了挑战，他们通常必须诊断和解决客户基础设施中各种元件（从电机和阀门到开关设备和变压器）存在的问题。

而挑战至此只是初现端倪，因为有时故障排除并不仅仅关乎设备本身。物理系统背后隐藏着产品名称和当地俚语表达带来的隐性障碍，会显著降低技术人员诊断和修复问题的能力。例如，新手现场操作员如何理解维修“TS4 UniGear ZS1 面板 T11 进线 VD4 断路器”的请求？”如果涉及的组件来自不同的制造商，那情况会变得更加错综复杂。

此外，根据 ABB 对 2300 位小型和大型企业领导人开展的能源洞察调查[1]，92% 的受访者认为能源价格持续波动对劳动力产生了重大影响，导致对员工的投资减少，而员工培训也相应不足。因此，随着老龄工人退休，培训预算受到挤压，对支持的需求也水涨船高。



03b

面向操作员的专用助手

考虑到上述趋势，2023年，ABB推出了 Service Assist 移动应用程序→01-02。该应用程序可访问电气设备文档，包括增强现实沉浸式指南，专为现场操作员设计，让其在日常工作中能通过此助手获益。所有内容均根据客户装机基数量身定制，并按客户的设备命名法命名。Service Assist 还可用于提交培训请求和预订现场或远程服务。

该应用程序的一项特色功能是 ABB-e，这是一款虚拟助手，可帮助用户通过语音控制

— 该应用程序可访问电气设备文档，包括增强现实沉浸式指南。

查找指南和进行预约。这一虚拟助手利用语音转文本、文本转语音和意图识别等认知服务，指导用户快速高效地访问应用程序最实用的内容。它还特别精通电气化网络俚语。



04



—
04 如果系统 AR 引导不清，用户可以请求实时远程协助。

—
05 概念验证测试，显示监控和诊断系统的物理架构。

05

技术人员可以要求提供手册、视频,也许最重要的是,增强现实 (AR) 指南,这样,即使技术人员经验水平不足,也同样可以排除故障。此外,该系统不限于 ABB 文档或设备;其可以托管其他品牌的文档以及客户特定信息,例如访问电气基础设施特定部分的安全检查表。

特定情境数据和图像

得益于该应用程序的 AR 技术,操作信息以全新方式呈现,数据和图像就好比一个数字助手,增强用户所看到的真实环境 →03a、03b。这样,可通过沉浸式增强现实体验,提供快速支持以及易于访问的操作和故障排除指南。

至关重要的是,这种 AR 模式使数字助手具有交互性,更易于用户吸收,也更便于理解和采取行动。换句话说,其核心能力是提供可视化指导和交互。

如果用户不明白系统 AR 引导提供的信息,其可以请求电气系统 (RAISE) →04 远程协助,获得引导式实时远程支持。其中,ABB 服务专家可将增强现实指令投射到操作员的视野范围内,在提供语音指导的同时辅以视觉信息,所涵盖主题包括维修和故障排除、维护支持、设备操作技术信息、备件识别、监控和诊断分析或安装调试等。这缩短了电气设备的维修和维护时间,因为 ABB 专家可通过 Android 或 iOS 智能手机、平板电脑、智能眼镜或其他支持的可穿戴设备远程指导现场操作员。

加速问题解决过程

以上种种都加速了问题解决过程,这对于最大限度地减少潜在破坏性和成本高昂的停机时间至关重要,在涉及数据中心或医院电力系统的关键系统时,其作用体现得尤其明显。例如,全球最大的海运运营商之一需要获得远程维护,支持为其全球船队解决问题并减少当其在海上航行时问题造成的影

响。其中,通过 AR 提供服务支持,可显著扩展船上技术人员解决故障的能力,否则,他们可能面临缺乏诊断和维修经验的窘境。

此外,ABB 的 Service Assist 远程支持可以显著减少与服务相关的能源需求。根据公司数据,使用该技术后,公司服务工程师前往客户现场考察的次数减少了 1/3,使 ABB 的年二氧化碳排放量减少了约 332 吨。

除了能在技术人员视野中使用实时屏幕注释和数字覆盖之外,远程协助还可在实时文本聊天背景下拍照并共享音频和视频。

全新 AR 体验

展望未来,ChatGPT 等大型语言模型 (LLM) 的引入势必将推动聊天机器人和助手领域的蓬勃发展,ABB 的 Service Assist 也不例外。ABB 正在准备进行概念验证 →05,将大型语言模型用作引擎,旨在针对

—
基于大型语言模型的全面答案可能很快就会取代预先设计的答案,用以回答书面或口头问题。

书面或口头问题做出全面详尽的回答,而不是预先设计的答案。这一新兴领域的发展最终可能会通过苹果 Vision Pro 和 Meta 的 Quest 3 耳机得到增强——这些系统有潜力将免提 AR 体验提升到新的层面。•

参考文献

[1] ABB Energy Insights Survey Report 2023.
来源: <https://campaign.abb.com/energy-insights-report-2023>
访问日期: 2023 年 10 月 2 日

ABB-FLEX TRONICS® 无线智能家居控制平台
打开节能之门

平台化生活

随着消费者对能效的关注与日俱增, 市场对智能家居技术的需求也水涨船高。此外, 一些旨在鼓励现有建筑进行节能改造的计划, 以及市场正在逐步接受全新的智能家居连接标准和无线协议 Matter and Thread 这一事实, 也推动了这一趋势的发展。为了应对这些趋势, ABB 推出了具有远见的智能家居控制平台, 并收购了家居连接领域的领导企业 Eve Systems。



Dennis Haberer
ABB 子公司
Busch-Jaeger
智慧建筑
德国吕登沙伊德

dennis.haberer@
de.abb.com

考虑到建筑物占全球碳排放量的近 40%[1], ABB 集团旗下品牌 Busch-Jaeger 响应上述趋势, 推出了 ABBflex-Tronics® 无线家居自动化系统, 其是基于 2.4GHz 无线网状网络的智能家居控制平台的基础。该平台采用 ABB 最先进的加密和网络安全标准, 无论是面向单个房间, 还是全套智能家居系统, 均能满足其控制需求。

鉴于 ABB-flexTronics® 无线系统基于无线技术, 因此在任何地方均可灵活运用, 且只

—
ABB-flexTronics® 无线家居自动化系统是基于 2.4GHz 无线网状网络的智能家居控制平台的基础。

需传统的 230 伏电气安装。因此, 其对于升级改造项目颇具吸引力, 并允许根据居住者



建筑物碳排放占全球碳排放份额：

40%



ABB-flexTronics® 是一款适合进行升级和改造的理想型无线技术。

通过智能控制节约能源



的个人要求设计单独的设备、房间或整个系统，并在后续进行扩展或改造。这为电工赋予了极大的灵活性，即使是客户紧急请求也能轻松应对→01。

形随机能

ABB-flexTronics® 无线技术的主要优势之一在于其平台采用模块化概念，包括一系列拟合的嵌入式插件，用于控制照明和遮阳应用，以及不同的按钮和传感器，支持标准开关操作或通过运动传感器自动控制灯光

→02。这些传感器几乎与 Busch-Jaeger 全系列开关兼容，因此在设计方面极为灵活。

但该平台组件的美妙之处远不止于表面。全新推出的 ABB art Linear® 开关系列→03 是基于独特可持续设计的一系列工业产品的其中一个示例。该系列由回收和可回收材料组成。这听起来可能并不起眼，但事实上，该系列 98% 的黑色开关和 92% 的白色开关均采用回收材料制成，从而将生产过程中产生的二氧化碳量减少了 82%。

—
01 单个无线网状网络最多可容纳 32 个联网设备, 所有这些设备均可通过手机蓝牙连接进行管理。

此外, 采用 System Access Point 作为整个 ABB-free@ home®平台的强大控制中心, 支持轻松扩展, 最多可容纳 150 个无线传感器或有线设备。其高级和高端功能包括可集成 ABB- Welcome® 门禁通信系统以及家用和多媒体设备。

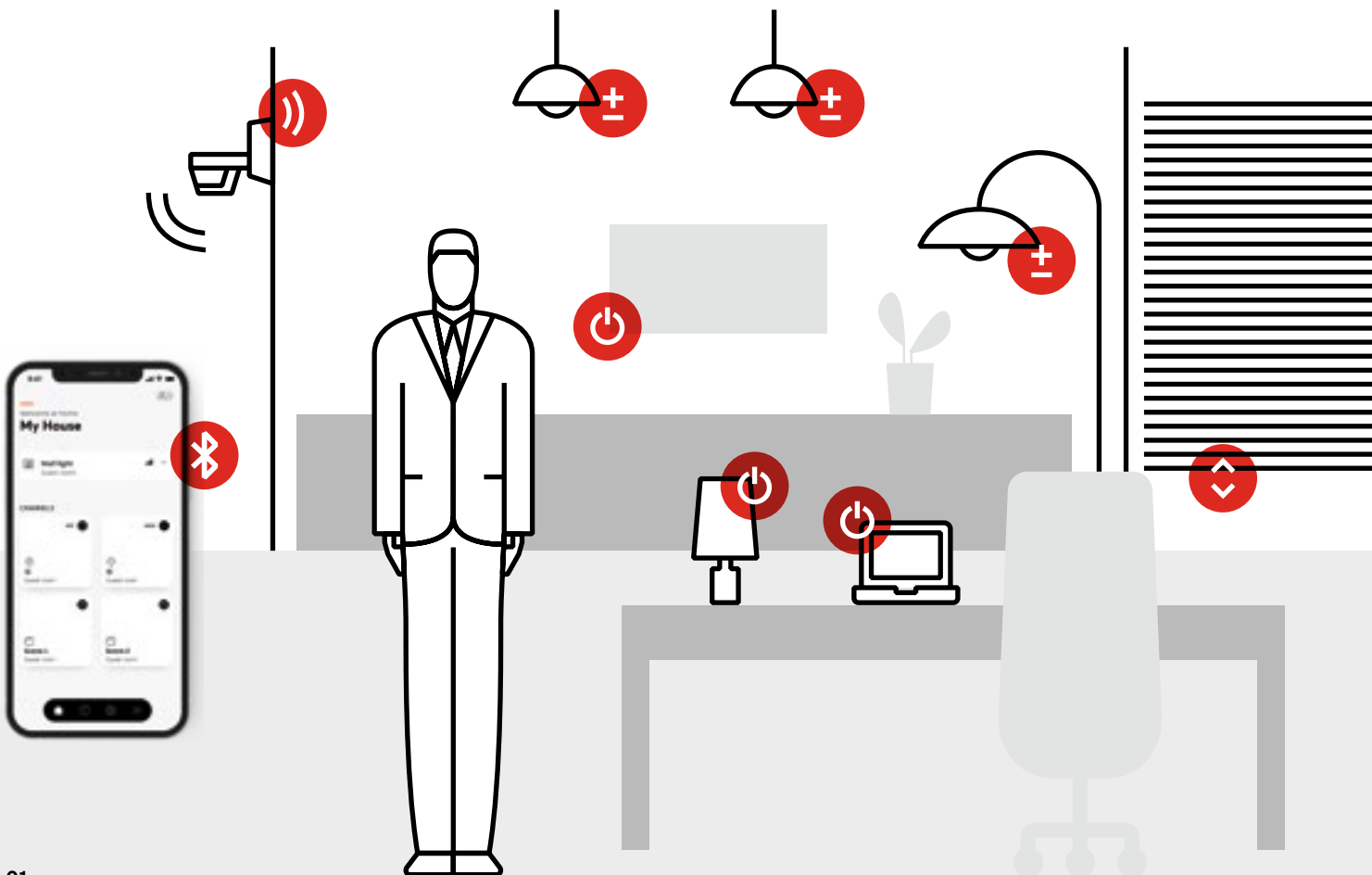
智能家居平台以节能为重点, 解决各种电气安装应用问题→04, 包括智能照明控制、无人在家时自动停用所有不必要的设备、减少昼夜供暖、通过自动百叶窗控制、门通信和第三方集成实现智能遮阳保护。

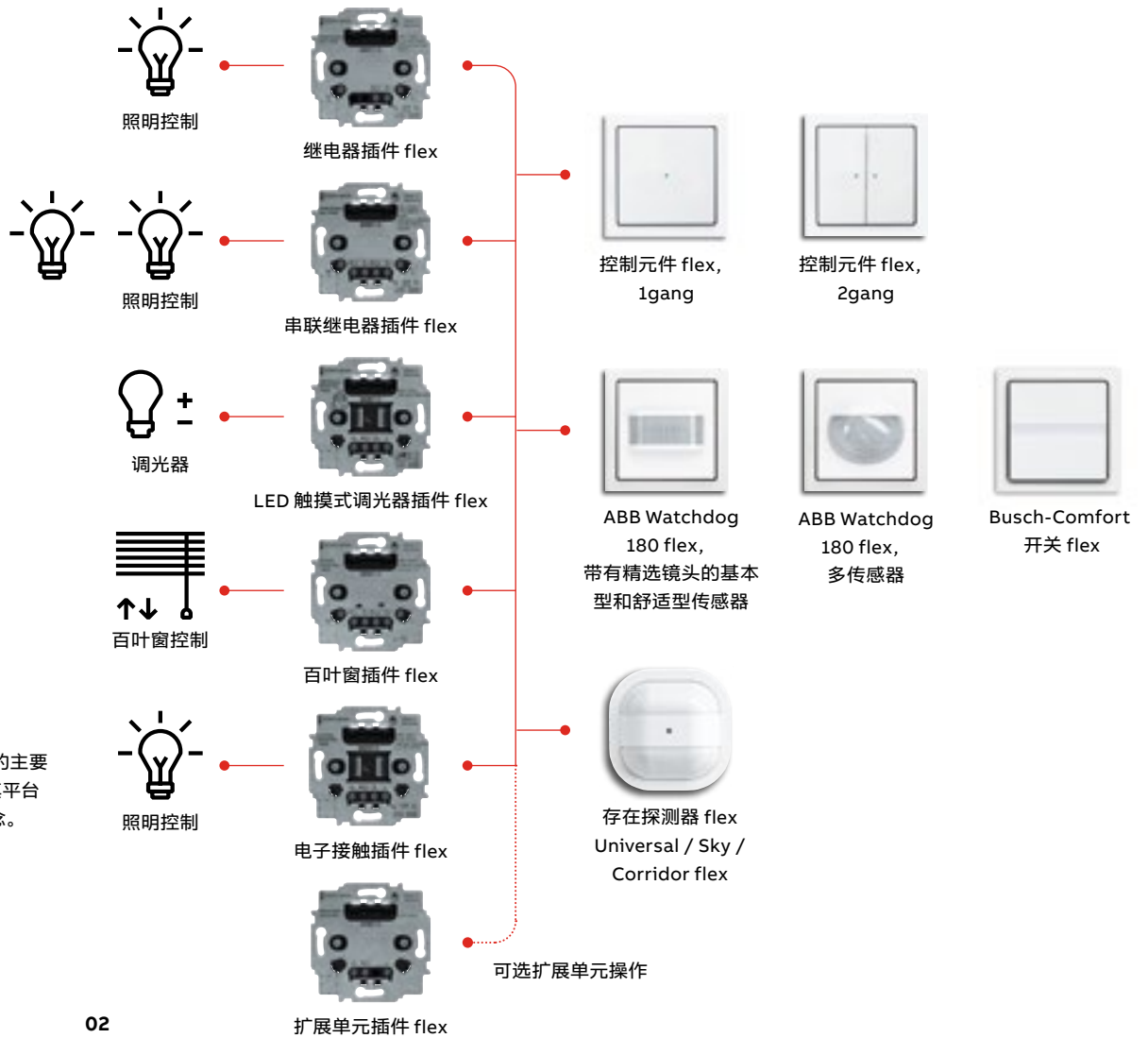
此外, 配备 ABB free@home® 平台的家庭可以使用用户移动设备上的应用程序, 通过 ABB 认证的网络安全云服务远程访问平台。ABB-Welcome® 门通信系统允许用户通过视频与按门铃者进行通信, 因此, 远程门铃控制亦不在话下。

—
System Access Point 支持轻松扩展, 最多可容纳 150 个无线传感器或有线设备。

ABB-flexTronics® 无线连接的安全性如何? 非常安全。例如, 如果系统的无线电连接中断, 用户也不会一无所知。最坏情况是, 场景控制 (营造特定情绪的照明和百叶窗位置) 或群组控制等功能可能会受到影响, 这意味着可能无法同时管理多个百叶窗。但始终支持直接操作, 并且所有设备均可手动激活。

此外, 随着客户需求的演变, 合作伙伴网络日益庞大, System Access Point 本身旨在演变成一个附加组件生态系统。附加组件





02 ABB-flex-Tronics® 技术的主要优势之一在于其平台采用模块化概念。

02

是客户可轻松安装或丢弃的软件模块。计划添加三个级别的附加组件：

- 由 ABB 自行开发和维护的组件，旨在帮助智能家居客户应对不断变化的需求。
- 并非由 Busch-Jaeger 提供，但由合作伙伴开发和维护，然后由 Busch-Jaeger 进行测试的组件。
- 由第三方开发的组件。

可通过电话、邮件、社交媒体等不同渠道以及 BuschJaeger 社区等新工具获得客户和合作伙伴支持。BuschJaeger 社区是一个使用人工智能 (AI) 和机器学习 (ML) 来解决查询问题的在线交流和支持平台。这些技术旨在简化客户请求的解决过程，提高用

Eve 技术支持完美、直观且安全地集成设备和服务，帮助用户管理能源使用情况。

户满意度。这些技术利用手册、产品文档和在线社区的数据源来训练 AI 引擎和高级机器学习，以解决重复出现的支持请求。

此外，为了在今年的照明及建筑电气展览会上大放异彩，ABB 正在努力扩展其 ABB-free@home® 平台，以整合能源使用信息并进行可视化处理，助力积极管理住宅能源



03

—
03 ABB art linear®
开关。

—
04 ABB-flex-
Tronics® 无线系
统和 ABB-free@
home® 系统可满足
各种家居电气控制应
用需求。

需求。该功能将提供电动汽车充电箱、太阳能
电池板和热泵相关信息，这些信息都是客
户尤为关注的。

全新标准

ABB-free@home® 系统十分重视节能，
这与一种更广泛的趋势不谋而合，有望巩
固智能家居技术的全球市场。苹果和谷歌

等主要参与者创建了一种名为 Matter and
Thread 的新型无线智能家居连接标准和无线
协议，该协议将成为智能家居解决方案互
操作性方面的一个重要里程碑。然而，ABB
并不甘心只做一名追随者，其最近收购了
Eve Systems→05，有意在塑造这一趋势方
面发挥积极作用。Eve Systems 将成为公
司内部 Matter 专有技术开发商。Eve 早就
被视为 Matter and Thread 领域的领导企
业，其技术允许完美、直观且安全地集成不
同设备和服务，使用户能够方便、安全地管
理其能源使用情况与周围环境。

总而言之，ABB 的智能家居解决方案可快
速灵活地配置设备，并支持数字化远程控
制一系列功能。因此，其有助于使建筑物变
得更智能、更安全、更舒适且越来越节能。•



04

—
05 Eve Systems 是新型 Matter 连接标准方面的先驱企业，该标准通过 Thread 无线技术实现互操作性。



—
参考文献

[1] Architecture2030 Why the built environment.
来源: <https://www.architecture2030.org/why-the-built-environment/> 访问日期: 2024 年 1 月 20 日

[2] ABB strengthens smart home technology portfolio with acquisition of Eve System.来源: <https://new.abb.com/news/detail/104038/abb-strengthens-smart-home-technology-portfolio-with-aquisition-of-eve-systems> 访问日期: 2024 年 1 月 20 日

05

Eve Systems: ABB 智能家居产品组合的强势补充

2023 年中, ABB 宣布收购 Eve Systems GmbH, 这家智能家居产品领导企业总部位于慕尼黑, 业务遍及欧洲和美国。该交

品的加入, 将加速 ABB 提供安全、智能和节能的家居和建筑技术的步伐。

Eve Systems 成立于 1999 年, 专注于打造用户体验, 推出优质智能家居产品, 享有盛誉, 其中不乏家庭自动化、能源管理、安全和家电监控设备。

另外, Eve 是新型 Matter 连接标准方面的先驱企业, 该标准通过 Thread 无线技术使智能家居产品实现互操作性, 无论制造商和用户操作系统如何。为了满足消费者对节能产品日益增长的需求, Eve 超过一半的消费产品可帮助家庭进行能源管理。

事实上, Eve 推崇创新文化, 勇敢开发和利用 Matter and Thread 协议, 因而获得了先发优势。随着对建筑改造的需求不断增加, 以满足对提升舒适度、便利性和能效的持续需求, ABB 收购 Eve 被视为进军快速增长的智能家居技术市场的重大举措。

监测、控制和优化耗能设备、发电机和储能

优化能源管理

—
Bernhard J. Primas
Arzam Kotriwala
Matthias Schloeder
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

bernhard.j.primas@
de.abb.com
arzam.kotriwala@
de.abb.com
matthias.
schloeder@
de.abb.com



01

能源管理系统 (EMS) 是应对快速变化的能源格局挑战的关键工具。EMS 如何利用数学优化和 AI 预测等技术满足所有运营限制, 同时最大限度地减少能源成本和二氧化碳排放?

全球能耗在上世纪迅速上升, 且仍将继续加剧[1]。不仅如此, 能源价格近年来大幅上涨, 预计将继续波动。此外, 以前发展较为缓慢的电网现在正迅速变化, 本地和分散式发电以及更具动态的可再生资源给电网稳定性带来了挑战 → 01。EMS 是解决这些问题的关键工具。

EMS 旨在监测、控制和优化组织内耗能设备、发电机和储能设备 (例如电池储能系统 (BESS)) 的性能。可将 EMS 视为一个由各种组件、模块和流程组成的框架。预测和优化是实现最优能源管理的两个重要功能要



能源管理系统必须平衡发电、储电和耗电。



AI 帮助预测供需变化。



算法决定最优策略。

钟后)。例如，接下来 15 分钟内，将应用最优车辆电池充电策略，同时考虑可再生能源发电预测、车辆充电所需的能源以及当前的能源价格概况。这两个模块都需要现场连续提供数据流作为其算法的输入数据。

预测和优化步骤对于最大限度地降低能源成本贡献最大。ABB 为这些模块选择的方法具有出色的可扩展性，因其可以同时优化

—
01 电力界的新范式
需要采用新工具。

素，也是本文讨论的主题，ABB 通过单独的模块实现它们→02。这两个模块定期执行（执行频率一般为每 15 分钟一次），其中预测模块先运行，并将其结果输入到优化模块。

例如，未来 24 小时的预测通常生成时间序列形式的的数据，其中可能包括预期的光伏 (PV) 发电量或不同负荷的电力需求。

完成预测后，根据预测时间序列和站点参数计算预测范围内的最优资产运营策略。这些策略被应用至下一个时间戳（例如，15 分

—
预测和优化是实现最优能源管理的两个重要功能要素。

大量资产，满足所有可扩展性要求。此外，优化以全局方式执行，即不会孤立考虑资产组，而是将其作为一个整体同时加以考虑。

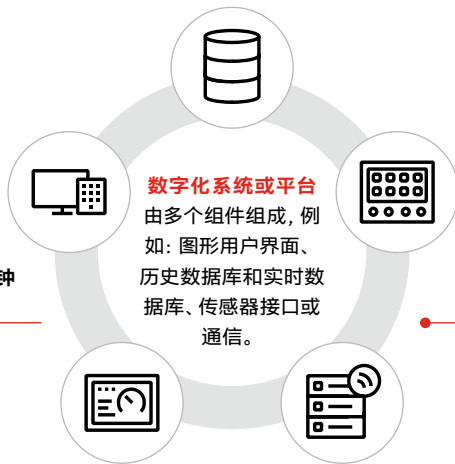
ABB 的核心 EMS 算法包括基于 AI 预测电力生产和消耗，以及对设定点进行数学优

预测
 输入: 存储在数字化系统中的数据。
 输出: 时间序列 (键/值对, 见下文)。
 时间刻度: 分钟。

时间戳	光伏发电量 (kW)	电力负荷 (kW)
2023-06-13 13:00:00	50.12	46.90
2023-06-13 13:15:00	57.31	45.88
2023-06-13 13:30:00	56.63	51.12
...
2023-06-14 13:00:00	51.12	45.70

当前值 (现在)
 预测数据 (未来)

优化
 输入: 预测模块提供的时间序列。
 输出: 反映最优资产运营策略的设定点, 如最佳电池充电速率 (kW)。
 时间刻度: 几秒到几分钟不等 (取决于资产数量和优化功能)。



数据流 (连续)
 来自资产的信号值, 例如电池充电状态、电池充电速率或太阳能发电。

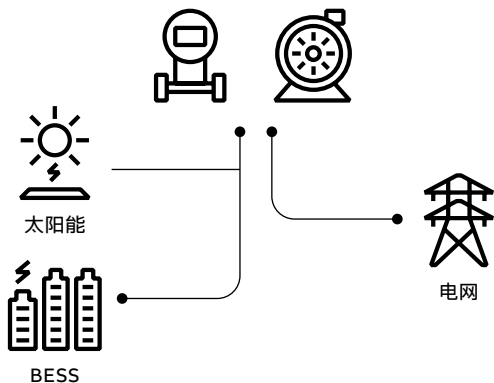


设定点 (定期和/或基于事件)
 将计算出的设定点发送至资产控制器 (如电池控制器)。



电力负荷

现场设备



化→03。轻量级解决方案只需有限的配置参数即可保证构建出足够优质的物理资产模型。

预测——运作原理

预测是 EMS 的重要组成部分, 这是因为, 如果系统能够预测如一天中几个小时的负荷需求峰值, 则可相应地优化能源使用和存储, 从而降低成本。

ABB 开发了基于自动化机器学习 (AutoML) 的通用预测模块。通过自动化搜索功能, AutoML 算法和技术可提高寻找最合适机器学习 (ML) 模型及其参数的效率和准确性。这一自动化过程包括数据准备、功能工程设计、超参数调整、模型选择和评估步骤 →04。

AutoML 解决方案专为顺序或时间序列数据量身定制。该模块执行与滞后、季节性、转换、趋势等相关的功能工程设计, 丰富了时间序列数据。关于能源管理, ABB 预测解决方案的一个重要要求和属性是其会生成可输出序列预测的模型。例如, 在推理时, 将过去几个小时 (如 12 小时) 的电力负荷

ABB 的核心算法基于 AI 预测生产和消耗, 并进行设定点优化。

值提供给机器学习模型后, 其将以均匀的采样率 (例如, 每 15 分钟一次) 生成未来几个小时 (如 24 小时) 的电力负荷预测。

预测模块涵盖可再生能源生产和消耗以及各种电力负荷 (例如照明或空调), 但该方法十分通用, 意味着在给予足够训练数据的情况下, 其也可以用于训练其他连续量 (例如建筑或工业过程的热负荷) 的模型。

处理预测不确定性

能源消耗和负荷预测当然有所助益，但能源管理可预测与预测值的可能偏差，进一步获益。为此，ABB 将通用不确定性量化模型的自动训练引入了预测模块→05。无论哪一种机器学习技术被 AutoML 选为性能最佳，都将创建一个独立的、可解释的不确定性量化模型。不确定性量化提供了由上限和下限组成的预测区间，该区间应以一定概率包含负荷真实值。这种不确定性量化表明了预测的可靠性和可信度。例如，区间更窄表明机器学习算法对其预测更有信心。

数学优化

预测模块确定给定时间范围内能源生产和消耗可能发生的情况后，优化模块即可确定最适合能源目标的策略。

除了静态数据（例如，网络拓扑或各种资产参数）之外，还需要考虑主动决策的灵活性（例如，电池充电/放电策略）。这种动态环

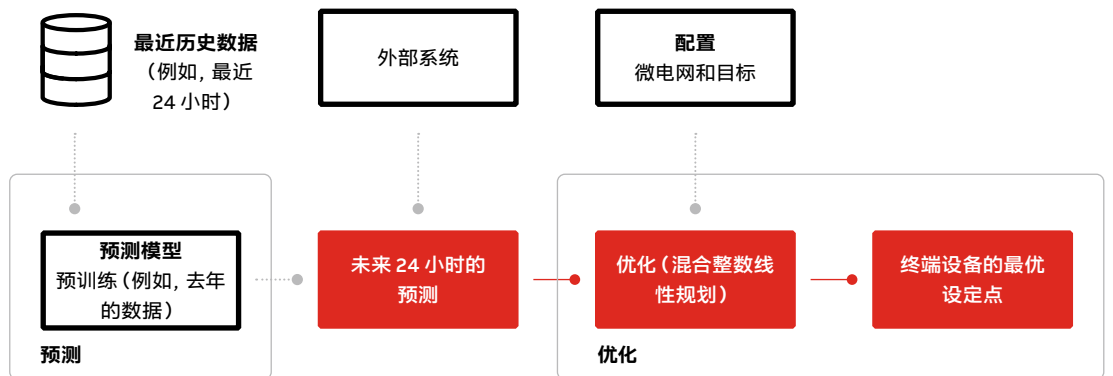
境意味着存在多种（甚至可能是无穷多种）可行的策略，所有这些策略都在物理上有效。由于所选择的策略可能会产生重大财

预测模块结合了通用不确定性量化模型的自动训练。

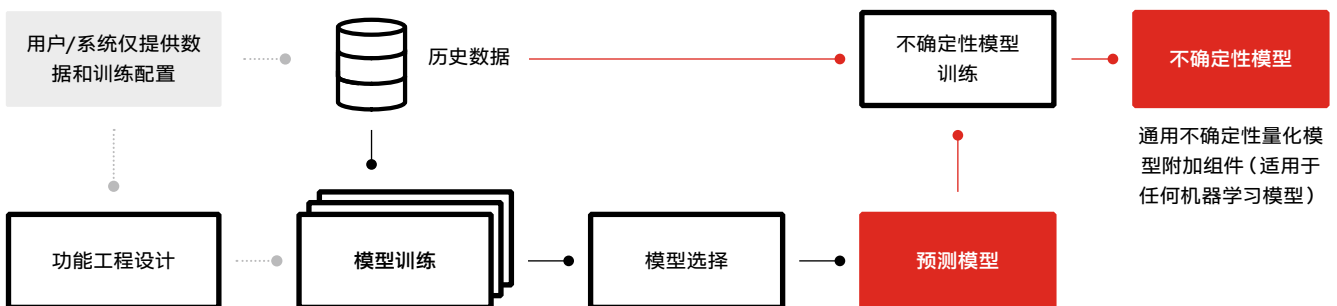
务和/或环境影响，因此任务是找到一种物理上可行的解决方案，能够满足所有用户需求并最大限度地降低成本。数学优化是确定此类解决方案策略的绝佳方法。

数学优化需要多个输入，例如资产的技术属性（最大电池充电速率、电池充电状态等）、资产互连、在给定时间范围（通常 24 小时）内消耗和生成资产的资产预测时间序列以及同一时间范围内的电网价格和优化目标，

- 02 最优能源管理框架。
- 03 过程流：模型训练、预测和优化。
- 04 预测过程流。



03



04



并根据该优化目标计算最优解决方案。需要强调的是，所有预测并不一定都由上述预测模块提供，也可以来自外部提供商，这使得 ABB 的解决方案变得非常灵活。

使用输入信息构建数学模型，描述受控制决策影响，电网在预测范围内的演变及由此产生的成本，目标是最大限度降低成本。可用的控制决策可能包括电池的充放电行为，以及灵活负荷的激活或停用。将潜在的最优控制问题建模为一个混合整数线性规划 (MILP) 问题。

高效解决方案

对于 MILP 问题，存在精确求解算法，可以有效地找到全局解决方案，即所有可能性中的最佳可能策略。对于此处讨论的优化，根据网络大小和所涉及的二元变量的数量，求解时间从几秒到一分钟不等。

MILP 模型集成了能源网络的日前运行情况。因此，接下来（例如 24 小时）内可用的所有信息都会影响应将哪些设定点发送回现场。例如，如果第二天天气预报为多云，

—
预测也可以来自外部提供商，从而使 ABB 解决方案变得非常灵活。

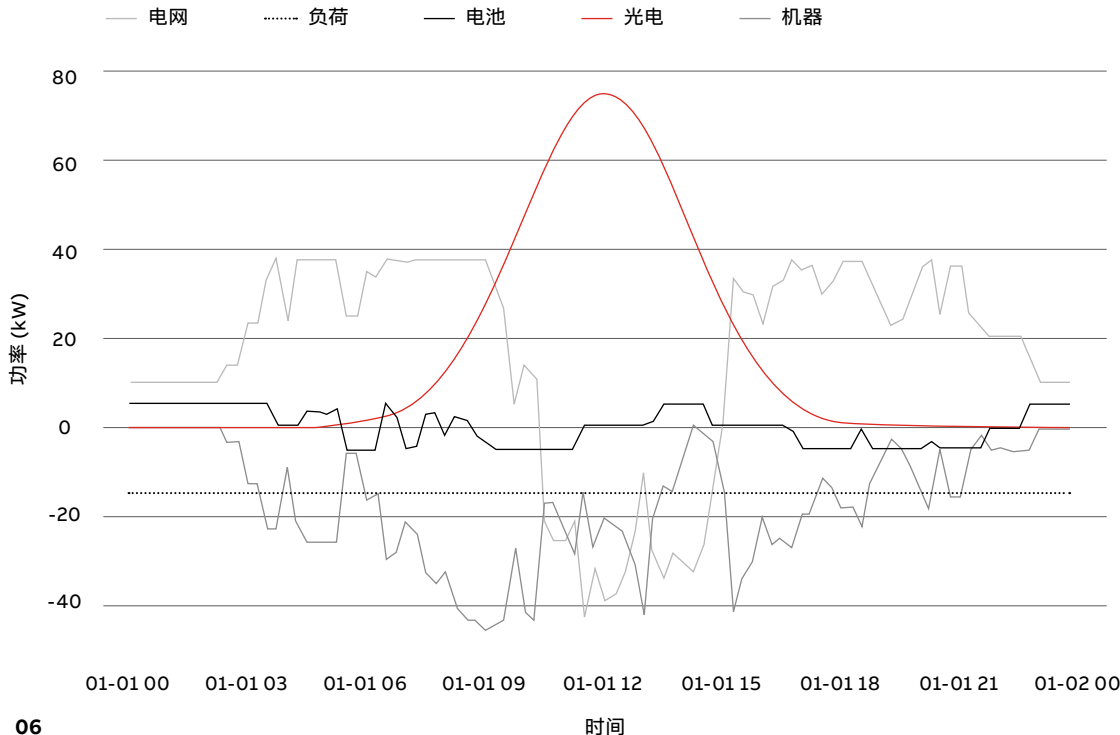
则优化算法预计光伏发电量会减少，可能会决定保留更多电池能量于夜间使用。如果天气预报晴朗，则可立即使用电池能量 →06。

普遍适用性

ABB EMS 解决方案为通用型解决方案，可用于从商业和住宅建筑到工业建筑再到电池充电站的多种应用。事实上，任何由受支持的资产类型构建的网络均涵盖在内，包括：

05 尤其是可再生能源会带来不确定性。预测模块旨在应对与预测值的偏差。

06 计算未来 24 小时的最优设定点。



06

- 可再生能源
- 具有固定需求的电力负荷（即具有固定消耗模式的电力负荷）
- 支持灵活使用的电力负荷（例如，灵活的启动时间和持续时间，但总消耗量固定不变）
- 固定式电池储能系统以及电动汽车充电

ABB EMS 解决方案能够根据特定客户的目标执行各种优化策略。这些策略不仅包括调

少电网或电池能量流入或流出波动) 等高级目标。亦可组合使用相关策略。

通向可持续未来的捷径

ABB EMS 解决方案是一个利用 AI 预测技术和复杂数学优化自动管理能源并优化能源管理的轻量级框架。该解决方案仅需要最基本的配置参数，易于设置和操作。还可根据用户所需的复杂程度设置其他参数。借助此 EMS，用户可以降低成本与环境影响，为打造清洁、电气化和可持续的未来铺平道路。

借助此 EMS，用户可以降低成本与环境影响，为打造清洁、电气化和可持续的未来铺平道路。

峰、能源套利、负荷转移和甩负荷（关闭单个负荷），还兼顾分布平滑（最大限度地减

参考文献

[1] Statista, "Energy consumption worldwide from 2000 to 2019, with a forecast until 2050, by energy source."来源: <https://www.statista.com/statistics/222066/projected-global-energy-consumption-by-source/>. [访问日期: 2023 年 12 月 24 日.]



设备发出的声音和
振动包含有关其运
行状况的信息。

ABB 与 Cochl 携手
合作, 充分利用这
些可能性。



延长正常运行时间,
减少设备故障。



携手推动 AI 机器侦听技术

AI 智听

振动分析是监测工业机械状态的重要工具。ABB 正与美国公司 CochI 携手, 研究其 AI 使能机器侦听技术如何改善机器振动监测。

—
01 智利铜矿输送系统。

—
02 CochI Inc. 公司简介。

机器侦听是从机器、车辆、动物等声源收集声音或振动数据, 并使用信号处理和机器学习从中提取有用信息的技术。换句话说, 就像计算机可以解读摄像头获取的图像以提供机器视觉一样, 机器侦听是指计算机具备分析麦克风或其他声波换能器所捕获的声音的能力。

音频事件检测就是机器侦听的一个直观示例, 在智能家居设备中被广泛用于安防和监控用途。通过设置家用麦克风来检测音频事件 (例如玻璃破碎或脚步声), 用户不在家时亦能收到任何潜在的闯入通知。然而, 机器侦听能力远远超出了简单的音频事件检测, 可用于分析音乐、城市噪音, 甚至复杂的水下声学。



Suyoung Lee
CochI Inc. 业务发展
经理美国加利福尼亚
圣荷西

欲了解更多信息,
请联系:
Martin Olausson
martin.olausson@
se.abb.com

CochI 公司总部位于美国, 现已引入人工智能 (AI), 显著增强了机器侦听技术, 从而大幅提高了声音和振动分析的质量与准确性。CochI 利用其专有深度学习技术和音频专业知识实现了这一进步→02。这样, 公司可为所有企业提供全面的机器侦听解决方案。例如, CochI 一直与韩国极地研究

COCHL 简介

2017 年, 六位在音频和机器学习领域经验丰富的研究人员在首尔创办了 CochI。公司名称源自耳蜗, 耳蜗是耳朵中的一块小骨头, 对听力有着重要作用。顾名思义, CochI 专注于 AI 智听领域。CochI 目前总部设于加利福尼亚州圣荷西, 正在全球范围内跨多个垂直行业领域进行创新, 从制造业、国防和智能城市到医疗保健, 均有涉足。CochI 一直利用专有深度学习技术和音频专业知识为企业客户提供端到端机器侦听解决方案, 包括数据收集、定制、应用程序编程接口、支持灵活集成的软件开发套件以及直观仪表板。

02

所 (韩国北极和南极计划的牵头机构) 合作, 对不同潜艇或海洋动物的声音进行分类。然而, CochI 的声音和振动监测技术在工业领域的应用潜力才是 ABB 的浓厚兴趣

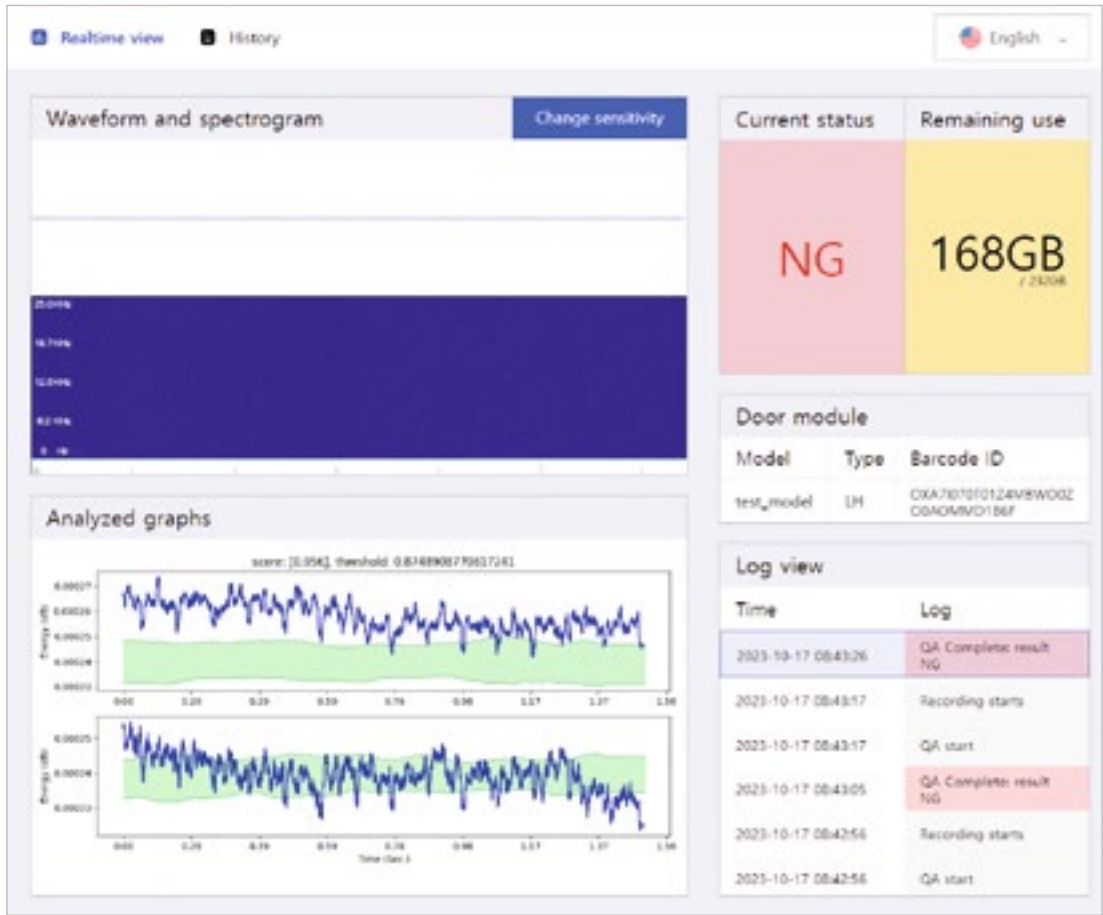
CochI 引入基于 AI 的分析, 显著增强了机器侦听技术。

之所在。因此, CochI 已成为 ABB 创新增长中心 SynerLeap 的一员, 该中心的使命是在全球范围内跨行业催化和激发创新转移[1]。SynerLeap 旨在通过 ABB 业务领

03 高度定制化仪表板的通用示例功能。

03a 用于实时监测异常的仪表板。

03b 热图和图表显示分析趋势和洞察。



03a

域帮助科技公司在全球市场上发展壮大，这些领域包括工业自动化、机器人、电网技术、智慧城市、建筑、交通技术和能源[2]。到目前为止，SynerLeap 已与来自 26 个国家/地区的 190 名创业成员进行过逾 230 次合作。SynerLeap 每月引入最多四名新成员，每周都会启动一项新的 ABB 合作项目。Sandvik、Hitachi Energy、Microsoft、Epiroc、IBM 和 Pedab 等都是 ABB 的固定合作伙伴。

声音与振动——有何不同？

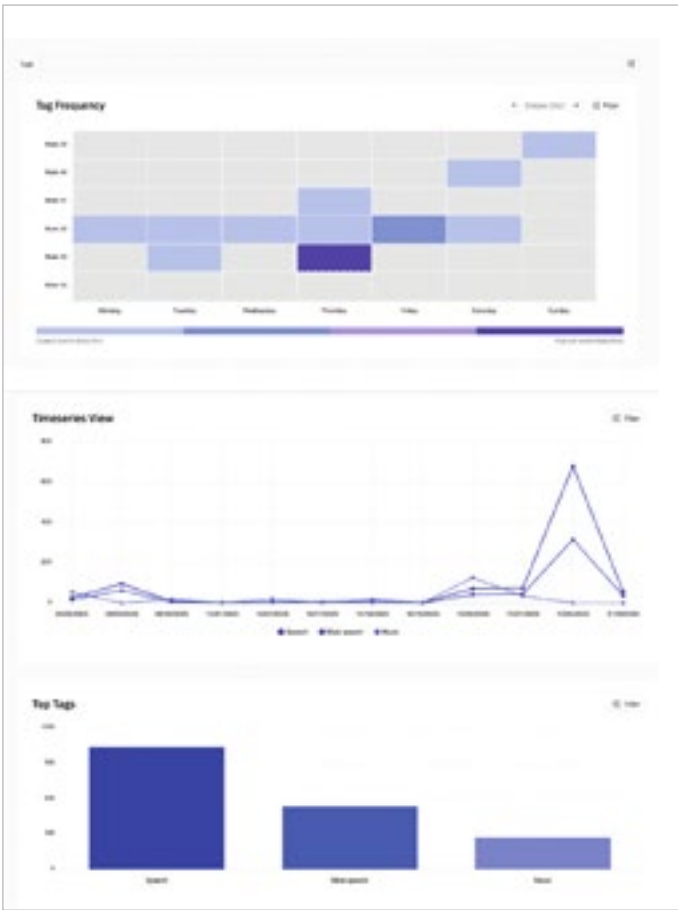
生产线充斥着机器的咔嚓声，光凭麦克风很难捕捉到设备轻微的异常噪音。除了携带信号的介质之外，声音和振动的主要传输机制并无不同，因此大部分现有的机器检查应用程序都采用振动监测技术来识别异常情况。同样，Cochl 通常将压电传感器连接到设备上，因此能仅检测振动，排除外部声学干扰。是使用麦克风还是压电传感器取决于独特的环境。通常，使用麦克风或定

向麦克风就已足够，但在嘈杂环境中或可将传感器直接连接到机器上时，压电传感器为首选。

其前端与传统方法类似；Cochl 方法的不同之处体现在后端。其采用先进的深度学习技术来检查信号，并从中提取比传统分析更多的信息。所涉及的算法能够进行复杂分

Cochl 通常连接压电传感器，因此能仅检测振动，排除外部声学干扰。

析，远非传统基于振动的解决方案执行的的分析可比。因此，可丰富且详细地描述振动的因果关系。事实上，Cochl 在异常检测领域的许多客户透露，其最初采用的基于振动的



03b

程中实现进一步优化→03 准备发布时, 模型已部署好供操作员使用的最终版监控系统→04。操作员只需点击几下即可控制所有功能。该工具还可与现有监控系统集成。

机器侦听促进远程监控和预测性维护

由于 ABB 专注于在不同工业领域推进自动化和数字化, Cochl 一直与其合作, 通过 AI 赋能自动化 (例如传感器数据分析和工业资产远程监控) 来提高运营效率。

ABB 解决方案通常在工程或维护资源稀缺的偏远且充满挑战的环境中运行——例如采矿业。采矿场可能采用数公里长的输送带带来运送提取的原材料。在经常需要进行

运用深度学习从信号中提取比传统分析更多的信息。

途径经证明无法有效满足其要求, 因此, 他们才决定向 Cochl 寻求更好的解决方案。

定制声学检测工具

只有在处理复杂音频数据方面经验丰富的专业专家团队才能从头开始构建自动声学或振动检测系统。即使拥有适当的专业知识, 许多企业在花费数年试图打造有效的声学检测系统后, 最后仍以失败告终。该领域在技术上极具挑战性。幸运的是, Cochl 现在提供了一条捷径, 可打造出高效的检测系统。

Cochl 方法简化了步骤, 让企业在短短几个月内, 即可完成从测试到生产的过程, 构建定制声学或振动检测工具。最初, 客户用智能手机录制音频样本, 将其发送给 Cochl 的研究人员, 确定该项目的可行性。然后, 收集更多数据, 以打造可在生产中使用的优化检测工具的内核。之后, 构建自定义仪表盘, 以提供运营洞察, 并帮助客户在运营过

采矿活动的恶劣环境中, 承载输送带的托辊 (“惰轮”) 极易发生故障, 从而可能中断整个运营。然而, 光凭为数不多的几个作业人员很难密切监视如此广泛的移动部件。

- 1 **可行性评估**
通过一些记录样本评估可行性 (20 个样本, 2 周)
- 2 **构建自定义模型**
制定模型与性能优化 (100 个样本, 4 周)
- 3 **部署到生产环境**
为操作员部署监控系统 (以及提供额外培训)

—
04 构建自定义模型的三步简单工作流程。



05

—
05 矿石和托辊。露天矿的输送带通常配有数百个惰轮。

采矿业是 ABB 关注的一大重要领域，因此其一直致力于研发巡查机器人。这些机器人可以沿露天矿山的输送带在轨道上运行，对所有惰轮进行自动监测，发现在下一次计划停工期间需要清洁、润滑或更换的惰轮[3]→05。惰轮退化检测存在一个基本问题，即退化存在多种征兆，例如超声波发射和惰轮轴承面变热，需要采用多种传感技术。因此，机器人配备了热感摄像头、带 LED 灯的视觉摄像头和超声波麦克风。然而，要对从一条输送带上获取的数百个音频

样本进行分析和分类具有一定挑战性。ABB 在 ABB AI 社区的网络研讨会上首次接触到 CochI 的技术，此后一直与 CochI 携手合作，打造分类工具，以进一步增强对矿山输送带的远程监控。

机器侦听增强制造质量控制

在制造领域，只要声学提示存在机械故障或异常情况，即可应用机器侦听。例如，电机、压缩机、托辊和风扇在运行异常时会产生明显的噪音。又如，消费者在购买车辆或家用电器（如洗衣机）时，很容易注意到不

—
制造商向 CochI 寻求帮助，
请其打造自动化产品质量检验控制流程。

良噪音。这些噪音和引发噪音的机械问题导致客户投诉量增加，降低了总体客户满意度。故而，制造商将噪声合规性视为优质生产的关键因素。因此，汽车制造商和家电制造商纷纷向 CochI 寻求帮助，请其打造自动化产品质量检验控制流程→06。通过减少对操作员（在这方面极易出错）的依赖，降低了生产线故障率，提升了最终客户的满意度。

CochI 的声学监测和分析方法适用于各种制造工艺。ABB 正与其通力合作，确定可将其专有人工智能、深度学习技术和音频专业知识应用的领域，为行业提供全面的机器侦听解决方案。•



06a

06 信号检测。

06a 用于对汽车零部件进行声学测试的操作站。其中，将压电传感器直接连接到汽车模块以收集振动信息。

06b 亦可使用定向或通用麦克风。其中，三脚架安装式定向麦克风正在记录空气净化器压缩机和阀门的声学特征。

参考文献

[1] CochI, "CochI joins ABB's innovation growth hub SynerLeap." 来源: cochl.ai/news21/. [访问日期: 2024年1月3日.]

[2] www.synerleap.com

[3] E. Botelho and H. Staab, "ABB Ability™ Conveyor roller inspection services," *ABB Review* 4/2018, pp. 44–49.



06b



生成式人工智能

如今, 很多人对“生成式人工智能”这一术语已是耳熟能详。但到底什么是生成式人工智能? 其可给工业带来什么好处?

—
Ruomu Tan
Nicolai Schoch
Reuben Borrison
Martin W Hoffmann
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

ruomu.tan@de.abb.com
nicolai.schoch@de.abb.com
reuben.borrison@de.abb.com
martin.w.hoffmann@de.abb.com

生成式人工智能是指可根据训练数据和用户输入生成新内容(例如文本、图像、音乐或计算机代码)的人工智能(AI)系统。这些系统使用机器学习技术(尤其是神经网络)来分析大量现有内容(如训练数据)中的模式和特征, 并生成风格相似的原始输出。生成式人工智能缺乏意识、情感或主观

—
针对大量数据集进行预训练使模型能够理解模式、上下文和细微差别。

体验, 仅基于概率算法和数据运行, 并根据识别的训练数据的模式生成内容, 无需个人创意。与现有人工智能方法的主要区别在于其可生成原创内容。例如, 分析式人工智能(传统方法)仅限于获取洞察、创建分类、做出预测或提出建议→01。

—
生成式人工智能起源于 20 世纪中叶, 随着 21 世纪 10 年代深度神经网络概念的问世,



人工智能 (AI)

可以执行通常需要人类智能的任务的计算机系统



分析式人工智能

应用人工智能算法来实现分析过程自动化, 以获得洞察并做出预测或建议



生成式人工智能

一种旨在创建或生成新内容的人工智能

01

特别是 2017 年突破性 Transformer 架构的推出, 其经历了重大转变。ChatGPT (聊天生成预训练转换器) 等生成式人工智能方法利用像人脑一样处理信息的神经网络架构, 可以创建类似人类的输出。针对大量数据集进行预训练使模型能够理解模式、上下文和细微差别。将这一预训练“教育”方法与 Transformer 架构相结合, 打造出突破性人工智能, 通过使用大量数据进行高级训练, 大放异彩。“聊天”功能(即面向非人工智能科学家用户的界面)让生成式人工智能在普通民众之间普及, 大力推动了该技术的发展。

—
01 分析式人工智能和生成式人工智能之间的区别。

ABB 生成式人工智能发展现状及应用

虽然媒体主要关注聊天机器人和图像生成器,但生成式人工智能也将在 ABB 工业应用中发挥至关重要的作用,例如:

- 加快员工日常工作速度。
- 实现内部业务功能自动化。
- 提高产品性能。

ABB 已开始使用生成式人工智能,这对客户和内部应用程序均有助益。例如:

- 与 ABB Ability™ Genix 工业分析和人工智能套件进行直观的用户交互
- 通过控制代码生成,针对控制系统和 PLC 进行高效的工程设计

风险、限制和挑战

生成式人工智能在提供变革潜力的同时,也带来了风险、限制和挑战:

- 生成式人工智能具有随机性,可能会产生“幻觉”,即生成的信息全部或部分不准确,而用户对此一无所知。
- 侵犯版权:生成式人工智能可以复制或密切模仿现有版权材料,当模型根据版权信息不完整的大量数据进行预训练时尤其如此。
- 生成式人工智能需要用到大量计算资源,可能会限制某些客户和用例的可访问性和业务潜力。
- “深度伪造”——人工智能生成高度逼真的图像或视频——引发了对错误信息和侵犯隐私的严重担忧。

生成式人工智能的趋势包括能处理各种数据类型(例如语言、视觉和声音)的多模态模型,以及更容易定制的通用 GPT 模型,以便非专家用户亦可根据其特定应用程序进行定制。

要在工业应用中可靠运用生成式人工智能,需要稳健的治理框架、道德准则和技术保障。ABB 邀请其客户、合作伙伴和公众就这些主题展开合作,以充分释放生成式人工智能的生成式 AI 的潜力。•

订阅

订阅方法

如需订阅,请联系离您最近的 ABB 代表或通过 abb.com/abbreview 在线订阅。

邮件提醒……

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

请注意,注册此提醒时,您将收到一封附有确认链接的电子邮件。请确保您已确认注册。

《ABB 评论》简介

出版

《ABB 评论》自 1914 年以来连续出版,每年出版四次,包括英文、德文和中文版本。《ABB 评论》免费提供给对 ABB 技术及其目标感兴趣的人士。

期刊使命

《ABB 评论》旨在以客观、长久、可靠且精准的方式向 ABB 客户展示 ABB 每年逾 10 亿美元的研发投入所带来的最新研究成果、创新解决方案与成就。



出版信息

编委会

Bernhard Eschermann
首席技术官
ABB 过程自动化事业部

Paul Singer
首席技术官
ABB 电气化事业部

Niclas Sjostrand
首席技术官
ABB 机器人事业部

Panu Virolainen
首席技术官
ABB 运动控制事业部

Amina Hamidi
ABB 过程自动化测量与分析产品部 全球产品组经理

Laura Villaescusa
内容和数字化通信负责人

Adrienne Williams
可持续发展高级顾问

James Macaulay
高级总监-传播和思想领导力

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

Michelle Kiener
《ABB 评论》执行主编

排版
Publik.Agentur für Kommunikation GmbH 德国曼海姆

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。提供出版物的前提是,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。

02/2024 是《ABB 评论》的第 905 期
ISSN: 1013-3119

abb.com/abbreview

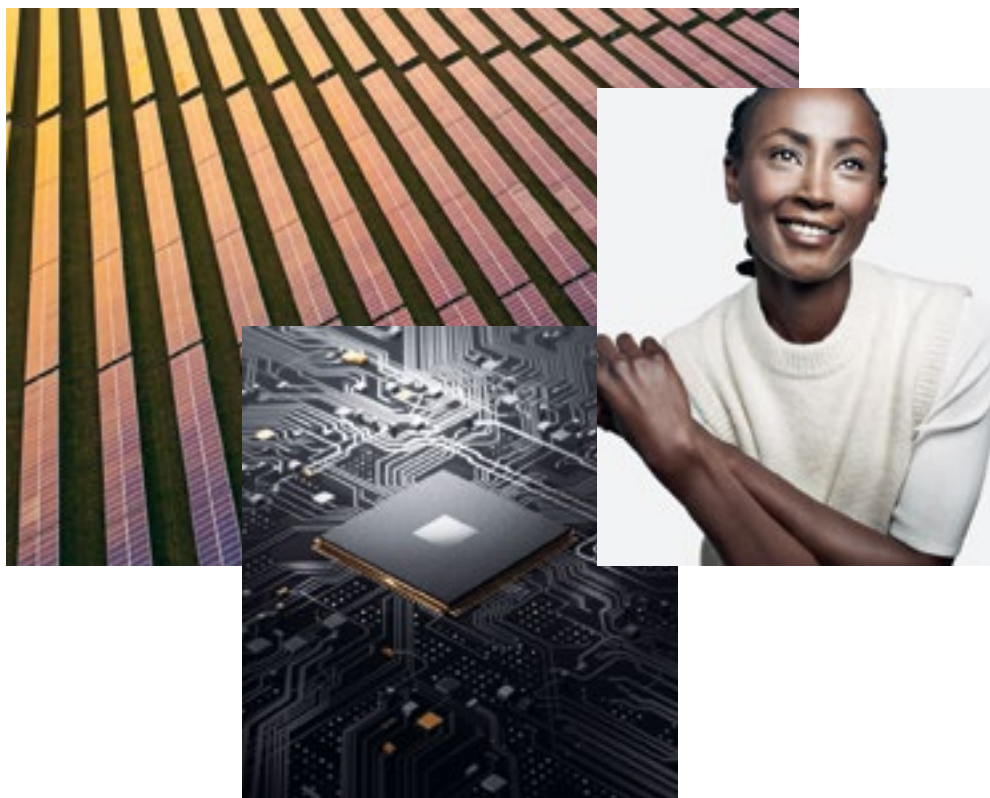
出版人及版权

© 2024
《ABB 评论》由 ABB Switzerland Ltd Group Technology Management 出版
Bruggerstrasse 66
5400 Baden
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。

印刷人
Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH 奥地利多恩比恩 (邮编: 6850)





欢迎各抒己见。

我们了解越多, 表现越好。
通过 go.abb/progress 查看具体方式

ABB