

评论

世界上历史最悠久的商业期刊之一

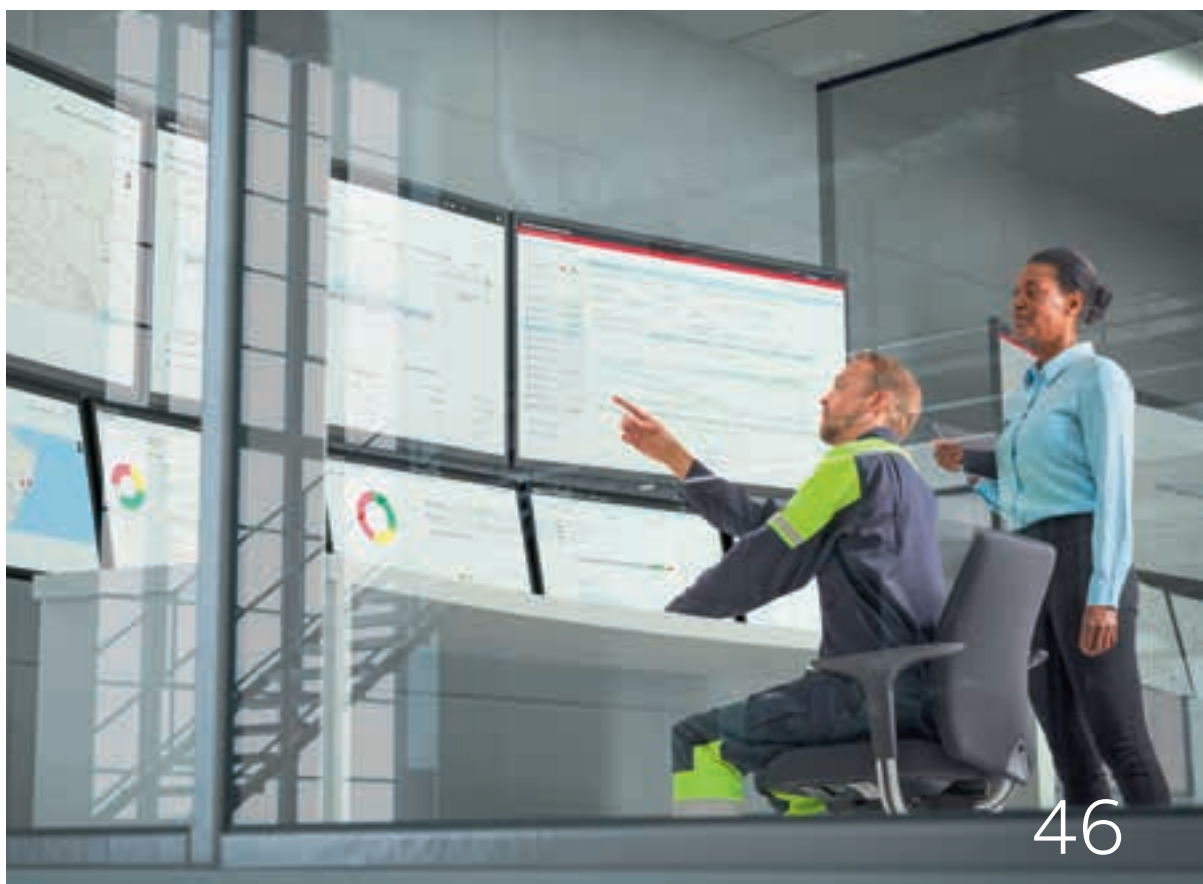
03|2022 中文版

优化决策



18

- 06-31 优化决策
- 32-57 提高能效
- 58-73 智能交通运输



46



质量控制



数据中心能效



远洋航行

05 编者按

优化决策

- 08 **RobotStudio® AR Viewer 应用程序**
借助增强现实技术规划机器人安装
- 12 **知情选择**
基于拓扑的场景化报警
- 18 **顺畅操作**
利用 Augmented Operator 实现
高效性和一致性
- 24 **构建基块**
模块化过程自动化试验工厂

提高能效

- 34 **质量控制**
优化用于餐饮生产的电能质量
- 40 **数据中心能效**
全力提升测量精度
- 46 **改善决策**
通过数字化解决方案提高电动旋转
设备性能
- 52 **深海钻探**
利用自动化海底钻探技术应对极端
环境

智能交通运输

- 60 **跟踪分析**
铁路牵引中的车轮磨损分析
- 66 **重塑电动汽车充电体验**
电动体验逐渐成型
- 70 **远洋航行**
ABB 技术始终为船舶保驾护航

专业术语解释

- 74 **边缘计算**

-
- 75 **订阅**
 - 75 **出版信息**

— 优化决策

众所周知,了解的信息越多,越利于做出明智决策。然而,无论何时何地,如要让决策得以付诸行动,需要将所积累的经验与所掌握的最新准确数据进行复杂、专业的融合。本期《ABB 评论》探讨了如何实现这种融合及其带来的成果。

如果您希望在新一期《ABB 评论》出版时收到电子邮件通知、订阅纸质版（免费）或者轻松在线阅读其中的文章,请访问 abb.com/abbrevreview。

编者按

优化决策



优化决策

明智决策取决于优质数据和对数据的理解。传统上，操作员基于个人直觉、长期经验和正规培训做出决策。

现在，得益于数据挖掘技术和人工智能的发展，我们可以获得以前无法访问的大量信息，据此帮助操作员做出更明智的决策。数字工具不仅可以识别不同情况之间的相似之处，还可以提供其他操作员在遇到类似情况时采取的解决方案。传统上具有最大风险的罕见或意外事件可以得到更好的管理，从而提高安全性并减少停机时间和浪费。

在本期《ABB 评论》中，我们围绕“优化决策”探讨了数字技术所采用的多种不同方法，以及如何利用这些方法使操作员在“人机交互”中做出更明智的决策，以造福于他们的雇主、客户和整个社会。

祝您开卷有益！

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

Björn Rosengren
ABB 集团首席执行官

优化决策





“优化”决策是指对所有相关事实和可能结果进行评估后，将其作为考虑因素做出决策。这需要结合相关知识、态势感知和对过程的深刻理解，此过程能够将大量变量从数据转化为洞察。ABB 每天都会与客户合作，为他们做出的知情且可行动的决策提供支持。

- 08 **RobotStudio® AR Viewer 应用程序**
 借助增强现实技术规划机器人安装
- 12 **知情选择**
 基于拓扑的场景化报警
- 18 **顺畅操作**
 利用 Augmented Operator 实现高效性和一致性
- 24 **构建基块**
 模块化过程自动化试验工厂





借助增强现实技术规划机器人安装

RobotStudio® AR Viewer 应用程序

ABB 的 RobotStudio 是全球应用最广泛的机器人模拟与离线编程工具。RobotStudio AR Viewer 增强现实（AR）应用程序适用于各种移动设备，可在真实环境中对预先创建于 RobotStudio 中的工业机器人进行可视化。

—
01 RobotStudio AR
Viewer: 桌面上显示的机
器人设置是工程师在其
移动设备上看到的三维
概念图。



Marina Olson
ABB 商业服务有限责
任公司
波兰克拉科夫

marina.olson@
pl.abb.com

自 1974 年以来，ABB 在多个行业安装了 50 多万个机器人应用程序，作为工业自动化领域机器人技术的先驱，ABB 的资质无可挑剔。事实上，ABB 提供的数字化产品非常全面，其中包括全球应用最广泛的机器人模拟与离线编程工具 RobotStudio。该工具允许在远离生产车间的办公室计算机上进行机器人编程。RobotStudio 使客户能够在不干扰生产的情况下执行训练、编程和优化等任务，从而提高其从机器人系统中获得盈利的能力。这一工具的构建基于 ABB 生产机器人运行软件 ABB Virtual Controller 的精确副本。正因如此，它可以使用与车间相同的实际机器人程序和配置文件来进行非常逼真的模拟。一整套功能和附加组件，可实现完整离线模拟，从而降低风险、加快启动、缩短工具更换时间，并最终提高生产力。

为了最大限度地发挥 RobotStudio 桌面应用程序的优势，ABB 现已将 RobotStudio AR Viewer 应用程序添加到基于 PC 的 RobotStudio 离线编程软件系列中。

RobotStudio AR Viewer

RobotStudio AR Viewer 是一款适用于智能手机和平板电脑等移动设备的 AR 应用程序，可在真实环境中对预先创建于 RobotStudio 桌面应用程序中的工业机器人进行

—
AR Viewer 工具使客户能够更轻松地使用 RobotStudio 的广泛功能。

可视化 →01。RobotStudio AR Viewer 可用于测试在 RobotStudio 中创建的任何模型 →02。AR 功能可实现机器人在车间的精确定位，这有助于更好地了解如何将机器人适配到空间中。从而加快制造规划。

借助 RobotStudio AR Viewer，客户可以在三维可视化场景中看到 ABB 机器人的精确副本，其中能够准确反映机器人的运动 →03。此外，还可以按需调整机器人尺寸和工位旋转装置，从而从每个角度查看以及关节点动（即增量移动）机器人部件 →04。时间线功能让用户可以快速跳转到动画中的某个时间点，以便找到提高性能或查明潜在问题的方法。

RobotStudio AR Viewer 提供了一种快速便捷的方式，通过智能手机或平板电脑就可显示在何处以及如何将机器人自动化元素适配到客户流程中。AR Viewer 非常适合刚应用机器人自动化技术的公司，也非常适合之前因缺乏时间或资源而尚未启动安装规划的公司。

AR Viewer 工具使客户能够更轻松地使用 RobotStudio 的广泛功能，以帮助他们在进行任何投资之前了解如何将机器人引入到生产中，以及如何利用自动化提高现有流程的生产力和灵活性。该应用程序为个

人或组织提供了一种经济、安全且简单的方式来实现安装可视化，并且无需担心基于虚拟现实的替代方案可能会带来的复杂性、卫生或晕眩问题。

该应用程序可在 Apple App Store 和 Google Play Store 免费下载。

ABB 的使命之一是在自动化数字化领域进行开拓和创新，以及帮助客户在有需要的时间和地点接受并应用数字化技术，为此，ABB 不断扩充该应用程序的功能。即将推出的一项重要新功能是可以添加三维扫描，以便移动设备能够收集并记录机器人预期位置的拓扑和特征。对于希望在现有设施中更换机器人，或将新机器人解决方案集成到改造项目的客户来说，此类功能将特别有用。•

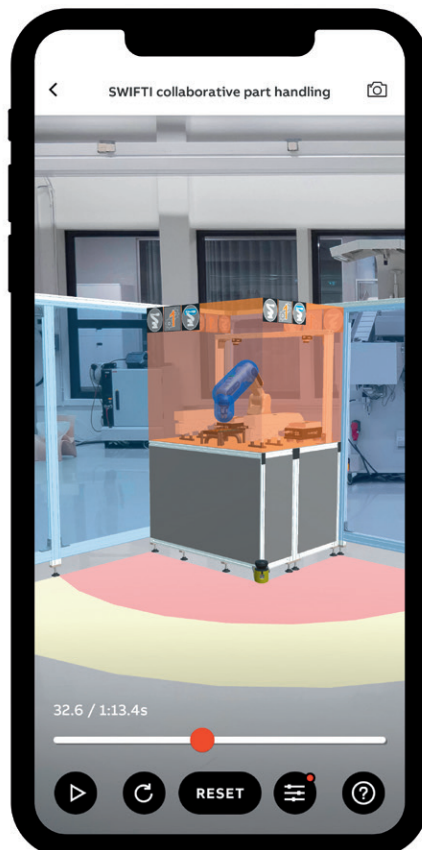




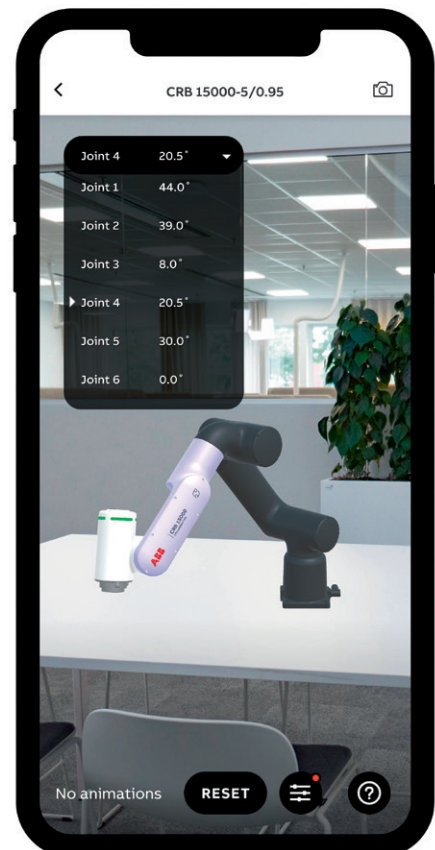
— 02 可视化可以通过任何合适的移动设备呈现。

— 03 提前了解机器人将要在当中运动的三维空间非常重要。

— 04 可以在 RobotStudio AR Viewer 应用程序中显示关节点动的效果。



03



04

基于拓扑的场景化报警

知情选择

报警对控制系统操作员来说至关重要，通常会以表格形式显示，并按严重性排序。但操作员必须自己弄清楚引起报警的场景。如今，ABB 可将工厂拓扑和报警时序联系起来，为报警解释提供丰富的场景信息，从而减少操作员的认知负荷。

01





—
01 大型工业综合体的报警形势可能会令操作员望而生畏。ABB 针对工业过程报警提供了一种基于拓扑的新型场景化方法,该方法可减少在发生报警时查找所需信息以快速做出正确决策方面的挑战。

—
Jens Doppelhamer
Pablo Rodriguez
Benjamin Kloepper
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

jens.doppelhamer@
de.abb.com
pablo.rodriguez@
de.abb.com
benjamin.kloepper@
de.abb.com

Dawid Ziobro
ABB 集团研究中心
瑞典韦斯特罗斯

dawid.ziobro@
se.abb.com

Hadil Abukwaik
ABB 前员工

工业工厂可能拥有大量用于接收或传输生产过程控制相关信号的设备。这些工厂的过程控制系统由互连传感器、执行器、控制器和计算机构成的网络组成。要监控一系列如此复杂的数据和设备,并对其产生的事件和报警做出适当反应,不是一项简单的挑战。现场和远程控制室中的人工操作员必须密切注意,以便快速发现不良状况并确定原因 → 01。如未能快速检测和了解报警,并纠正危急情况,可能会导致安全风险、不必要的成本以及环境破坏。

传统上,报警和事件会以表格形式显示在报警列表中,这使操作员在报警和事件发生时可以进行监视,并进行相应的操作 → 02。由于报警和相关参数的数量可能很多,因此这项任务会给操作员带来相当大的认知负荷。

虽然传统报警列表可提供一种全面的方式来访问报警相关信息,但它缺乏识别报警之间拓扑关系和时序关系所需的场景信息,这通常会使操作员难以理解具体情况。

尤其在报警泛滥期间,即在报警发生率超过操作员处理能力的情况下,响应困难会加剧。报警泛滥通常不可避免,而且往往

—
监控报警会给操作员带来很大的认知负荷。

很严重。此类泛滥要求操作员人工分析潜在的复杂过程网络中警报的相关性(如在模拟工厂和过程拓扑的操作屏幕上),以获取有关报警之间可能关系的信息,包括

Reactor_R5-Reactor_All_Alarm						
Ack/Inid	State	ActiveTime	ObjectName	ObjectDescription	Condition	Message
2	RTN	18 08:01:33:578	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-HH	Greater than 80.00
3	RTN	18 08:01:20:578	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-H	Greater than 75.00
2	RTN	18 08:00:52:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-HH	Greater than 80.00
2	RTN	18 08:00:50:578	PL2029_C29	COMP_C29_Pres_State	Pressure-LLL	Less than 5.00
2	RTN	18 08:00:48:077	PL2029_C29	COMP_C29_Pres_State	Pressure-LL	Less than 10.00
1	ACT	18 08:00:42:578	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Pressure-L	Less than 20.00
3	ACT	18 08:00:36:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-H	Greater than 75.00
2	RTN	18 07:59:27:577	PL2077_A1	ReactorPressure_State	Pressure-LLL	Less than 5.00
2	RTN	18 07:59:24:577	PL2077_A1	ReactorPressure_State	Pressure-LL	Less than 10.00
3	RTN	18 07:59:18:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Pressure-L	Less than 20.00
2	RTN	18 07:58:53:078	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-LLL	Less than 5.00
2	RTN	18 07:58:48:578	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-LL	Less than 10.00
2	RTN	18 07:58:40:077	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-L	Less than 20.00
2	RTN	18 07:55:58:578	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-LLL	Less than 5.00
2	RTN	18 07:55:49:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-LL	Less than 10.00
2	RTN	18 07:55:32:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-L	Less than 20.00
0	ACT	15 09:51:43:578	Compressor-Drive		DischargeLow	Compressor-DriveTorque-Low
0	ACT	15 09:51:43:578	Reactor_ByPass		Rad	Reactor_ByPassByPass_Blk
0	ACT	15 09:51:43:578	Compressor-Hydraulic		Cavitating	Compressor-HydraulicOff-Press-Low
0	ACT	15 09:51:43:578	IsolationSystem		Unstable	IsolationSystemHelium_Gas_Off

02

它们的时序。后者需要确定分析的起始点、构建表示拓扑相关报警的序列的心智模型以及识别启动级联的报警。在复杂的大型工厂中，这种突发的多事件情况会使操作员很快便不堪重负，从而削弱他们做出适当反应的能力。

为了提高操作员的报警处理能力，ABB 开发了一种方法，可利用来自过程拓扑模型的工程信息丰富事件和报警历史数据。

过程拓扑模型

过程工程师使用管道仪表流程图（P&ID）为工业过程创建蓝图。在这些流程图中，标明了所需的设备，并描述了元件之间的直接关系。某些 CAD 工具供应商正在推动 P&ID 文档的数字化，以便计算机算法能够处理这些文档。

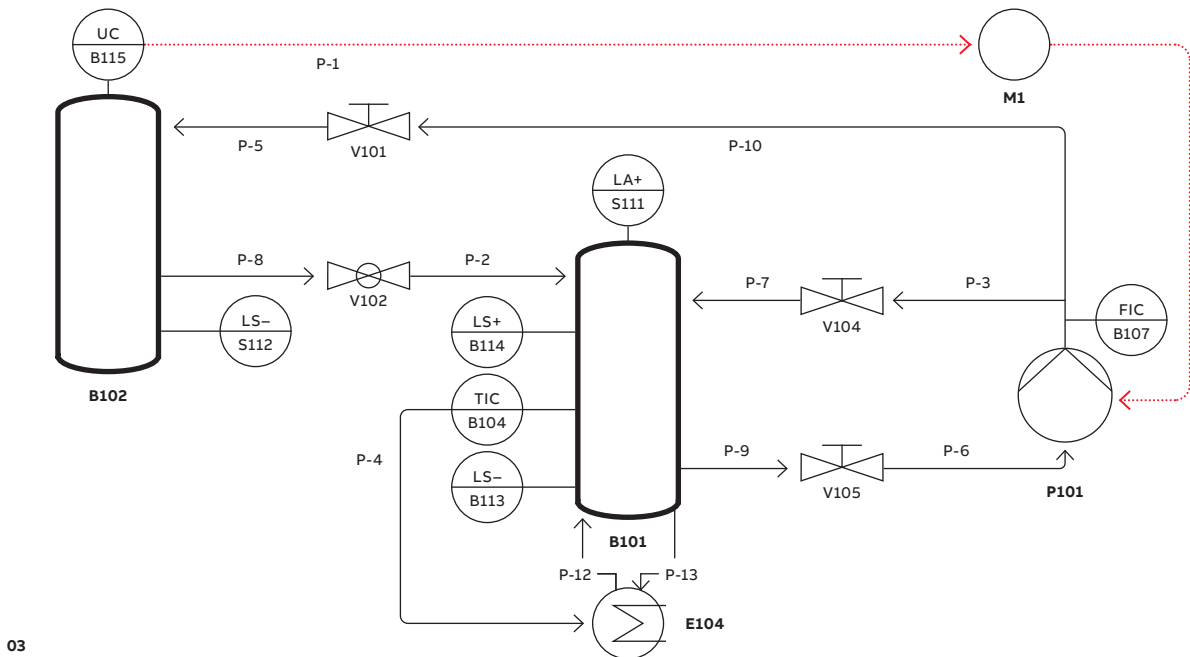
另一方面，过程或工厂拓扑模型是基于领域特定类库的一种形式模型，可捕获模型元素的类型、语义和层次结构。例如，化工厂的参考模型将包含特殊设备，例如作为“储罐”子类型的“化学反应器”。使用这些语义将 P&ID 创建为面向对象的模型，可为众多工程和操作任务的自动化实施打开方

ABB 的方法利用来自过程拓扑模型的工程信息丰富事件和报警历史数据。

便之门 →03。在获得 CAD 工具供应商支持以直接将 P&ID 导出到拓扑模型之前，研究小组自行构建了工具来实现这种具有实用意义的转换[2,3]。

基于拓扑的场景化智能报警列表

ABB 针对工业过程报警提供了一种基于拓扑的新型动态方法，该方法提供有效的报警列表摘要，其中包含丰富的场景信息，能够减少操作员在查找必要信息以做出决策方面的挑战。该方法利用工程信息（即上述过程拓扑模型）和操作信息（即事件和报警历史数据），导出一组所触发报警的场景。由此导出的“智能报警列表”将通过以下方式在报警摘要视图上显示报警拓扑关系和时序信息的同步整合：



03

— 02 传统报警列表示例。

— 03 用作过程拓扑模型生成源的 P&ID 示例。信息流和物料流分别用虚线和实线表示 [1]。

— 04 基于拓扑的智能报警列表方法的抽象视图。

- 利用现有工程构件，包括有关受控过程（即 P&ID）的拓扑信息，推断与所触发报警相关的过程设备的物理联系。
- 使用操作信息（即事件和报警历史数据）推导拓扑关联报警的时间顺序。

此场景化分析的结果以智能报警列表的形式显示在用户界面上，其中关联了拓扑相关报警，并按时间线排序 → 04。图表中的纵向维度代表不同的对象，这些对象指向触发报警的工业组件。如果不同信号属于同一对象，它们会显示在同一行。报警属性，包括激活时间、持续时间、确认间、

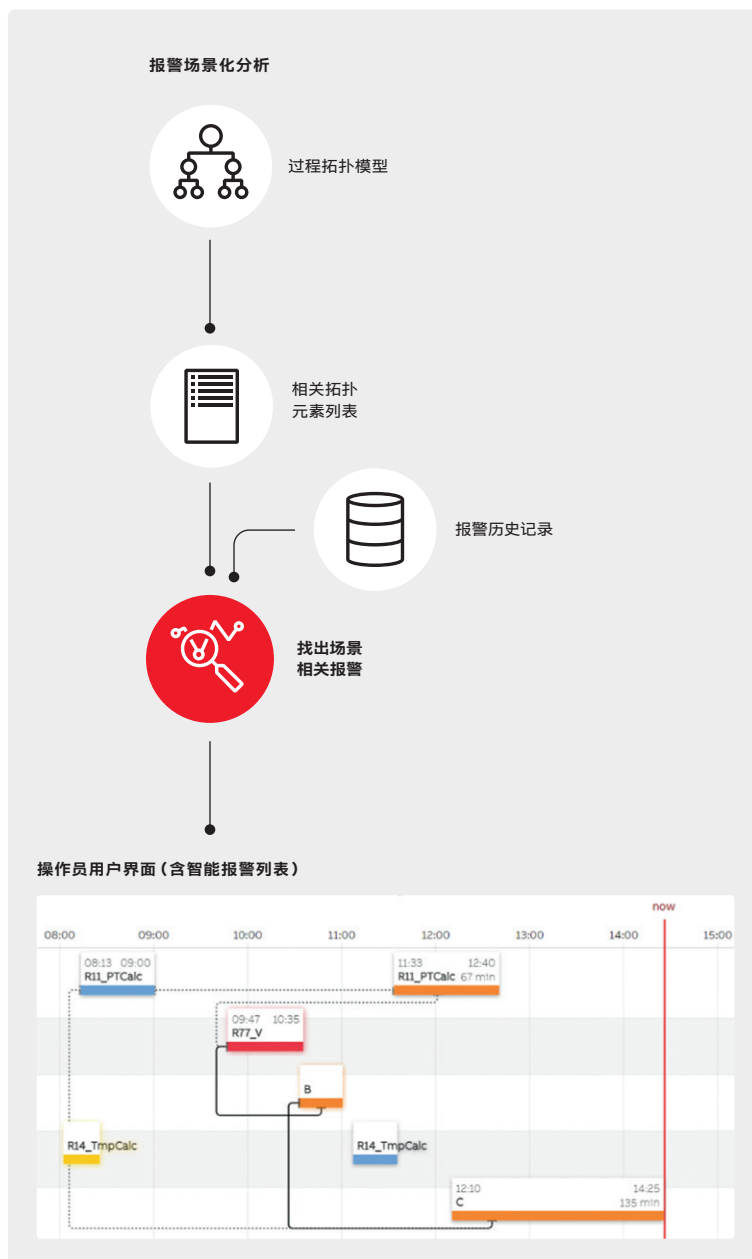
对象名称和优先级，显示在长方形中，其宽度反映报警持续时间。该图表的其中一个主要功能是基于场景化报警分析，使用连线来显示报警关系（依存性）。这种可视化有助于用户区分哪些报警具有拓扑和时序关系，从而为根本原因分析提供重要信

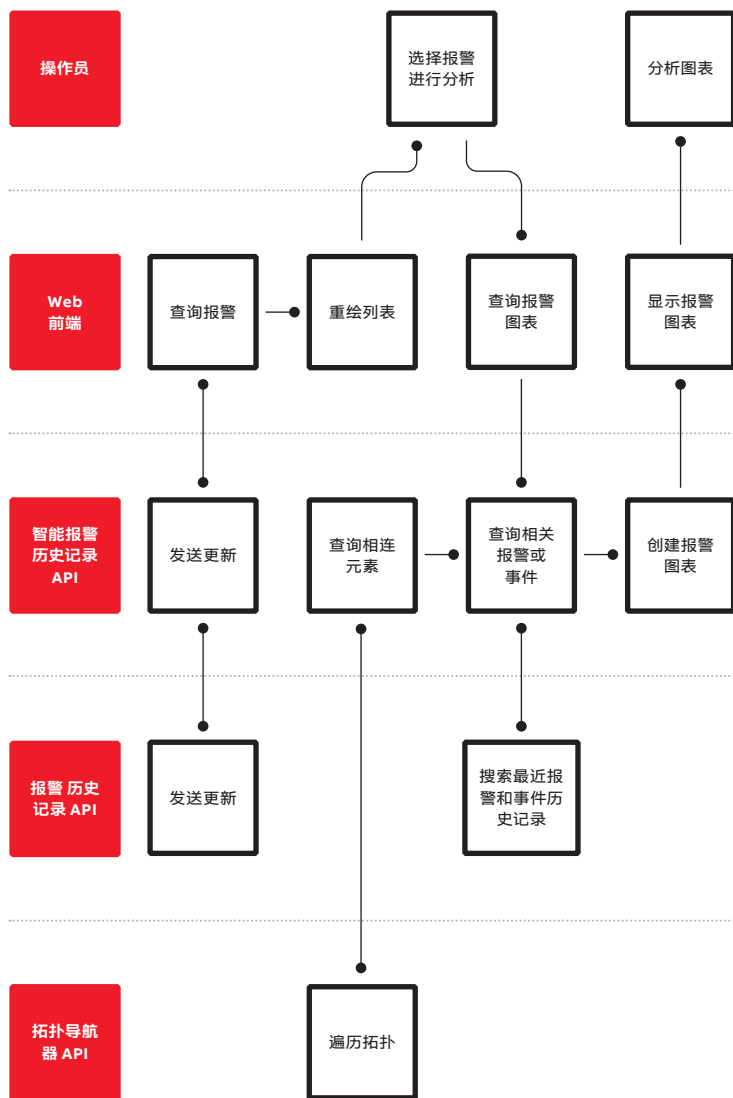
— 场景化分析以智能报警列表的形式显示，其中关联了拓扑相关报警，并按时间线排序。

息，并减少操作员的认知负荷。呈现格式大致基于因果，也称为鱼骨图或石川图。

用户场景

→ 05 借助智能报警列表显示了与特定报警分析相关的用户和系统活动。其起始点是传统报警列表。例如，操作员选择从石油钻井平台回注水系统中的压力变送器 P4 发出的报警 → 06。智能报警历史记录应用程序编程接口（API）会查询所谓的拓扑导航器 API，以查找相连元素。拓扑导航器 API 将在工厂拓扑模型中执行搜索，并在上游发现其他执行器和测量值。智能报警历史记录 API 将拓扑导航器 API 的搜索结果与最近报警历史记录相结合，发现有其他压力和流量变送器（P1、P2、P3 和 F3）显示报警。智能报警历史记录 API 构建报警图表，并将其返回到 Web 前端，在此绘制报警图表。操作员可以看到，由于吸入侧（P1）增压泵的压力问题，这一情况已蔓延到整个注入系统，影响油井（P4）处的压力。





验证

为了验证基于拓扑的智能报警列表，ABB 设计并实施了一个可与 ABB 扩展自动化系统 800xA 连接的原型工具，以及一个可使用机器可读 P&ID 创建拓扑模型的导入器。→07 以统一建模语言（UML）组件图的格式显示了该工具的高级软件架构。

其中，可通过拓扑导入器将拓扑信息（此处源自 Microsoft Visio 中创建的 P&ID）转换为标准 CAEX 工厂拓扑格式，这是一种独

基于拓扑的智能报警列表方法已在一家试验工厂的实际案例中成功通过验证。

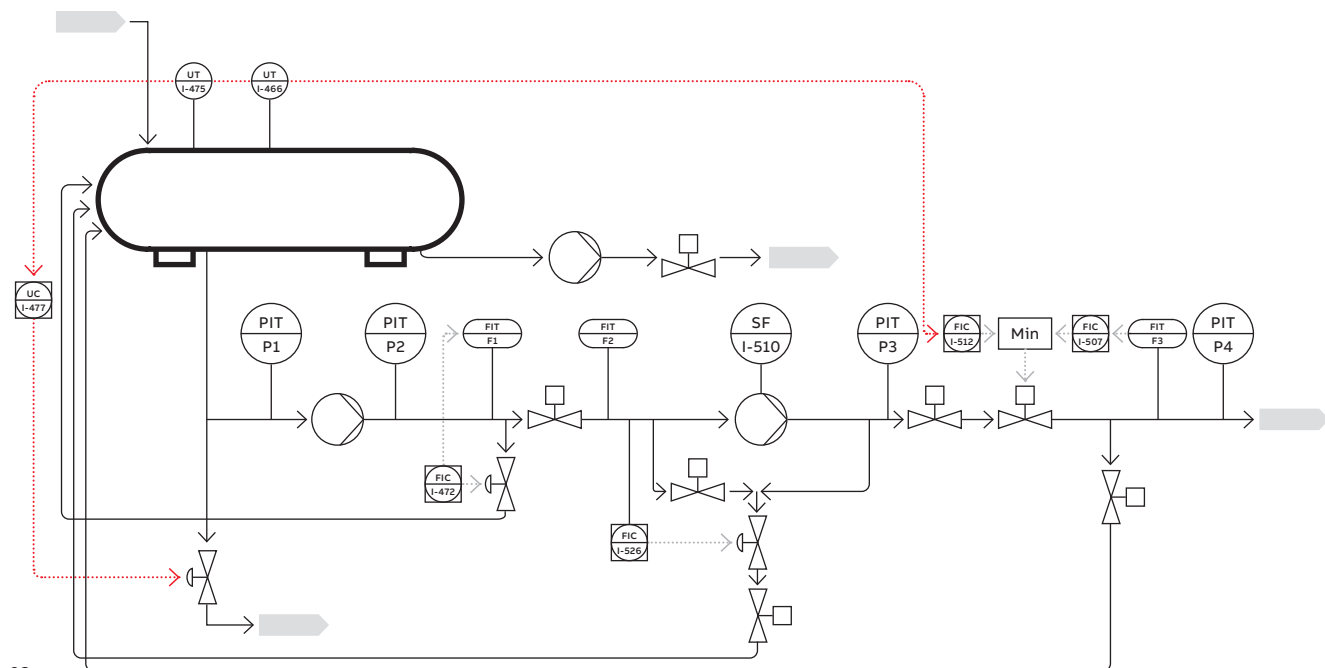
立于供应商的数据格式。还可使用其他拓扑信息源，例如其他格式的 P&ID，亦或从控制系统内过程表征和可视化中提取的信息[2]。

使用原型工具和导入器，ABB 基于拓扑的智能报警列表方法已在一家试验工厂的实际案例中成功通过验证。

适用于任何过程工业的场景化报警列表

场景化报警列表将所触发报警置于与其有拓扑相关性的其他报警的时序关系场景中，从而为过程操作员对所触发报警的推

05

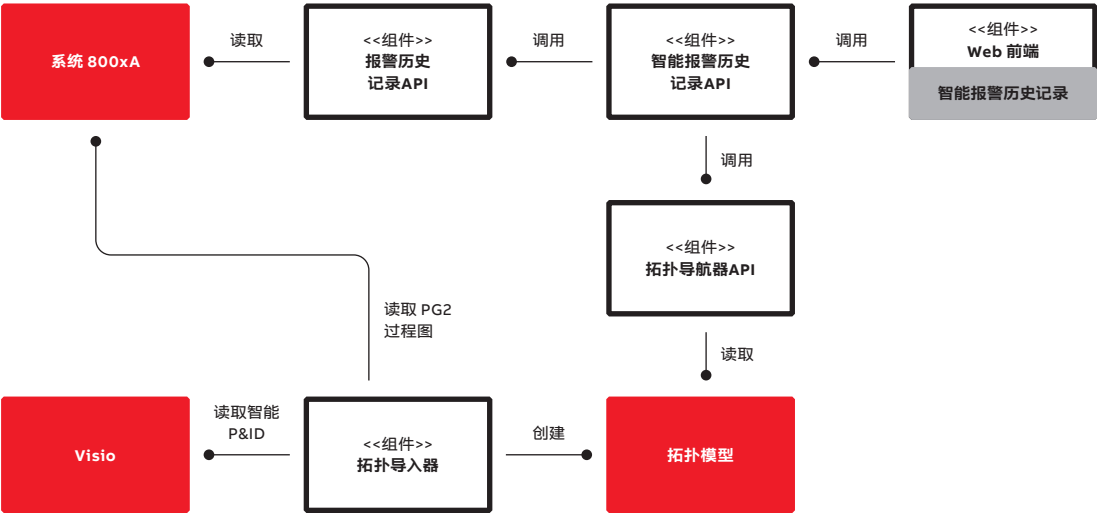


06

— 05 进行智能报警分析的活动。

— 06 简化的回注水系统过程拓扑。

— 07 智能报警列表组件。



07

理提供支持。与控制系统中的既有报警列表相比，这种可视化方法可以将由相同干扰（如阀门卡滞）引起的报警捆绑在一

智能报警列表概念可用于任何连续或间歇过程。

起。该方法可为事后的报警根本原因分析提供信息，并且由于其具备通用性且不依赖于特定硬件，因此适用于过程工业的所有部门。

智能报警列表概念可用于任何连续或间歇过程。ABB 已将其应用于石油钻井平台回注水泵，在查找水泵跳闸报警的原因时，将向操作员显示的临界事件减少了 95.5%。这一改进可显著降低操作员的认知负荷，并提高报警管理的可用性。

例如，后续工作会侧重于将报警原理集成到未来人机界面（HMI）中，可能与传统报警列表并排显示。这种方法可以利用传统报警列表的过滤和搜索功能来检索特定报警或相关事件，然后在智能报警列表中探查报警关系。

参考文献

[1] H. Koziol et al., "Industrial Plant Topology Models to Facilitate Automation Engineering," *International Conference on Systems Modelling and Management*, 2020.

[2] E. Arroyo et al., "Automatic derivation

of qualitative plant simulation models from legacy piping and instrumentation diagrams," *Computers & Chemical Engineering*, vol. 92, pp. 112–132, 2016.

[3] H. Koziol et al., "Rule-Based Code

Generation in Industrial Automation: Four Large-Scale Case Studies Applying the CAYENNE Method," *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice*, 2020.

利用 AUGMENTED OPERATOR 实现高效性和一致性

顺畅操作

Augmented Operator 专门开发用于识别、阐明和演示如何可靠解决潜在问题，通过利用大量可用数据和人工智能功能，为运营商实现卓越性能提供支持。

—
Ruomu Tan
Benedikt Schmidt
Benjamin Kloepper
Arzam Kotriwala
Pablo Rodriguez
ABB 集团研究中心
过程自动化
德国拉登堡

ruomu.tan@de.abb.com
benedikt.schmidt@
de.abb.com
benjamin.kloepper@
de.abb.com
arzam.kotriwala@
de.abb.com
pablo.rodriguez@
de.abb.com

Divya Sheel
Chandrika KR
ABB 集团研究中心
过程自动化
印度班加罗尔

divya.sheel@in.abb.com
chandrika.k-r@
in.abb.com

Anne Lene Rørmuld
OKEA
挪威克里斯蒂安松

Hadil Abukwaik
ABB 前员工

控制室操作员的行为会对正常运行时间、产品质量、产量和安全性产生重大直接影响，甚至基本上会影响工业绩效的所有方面 → 01。为了确保操作的一致性和高效性，如今，操作员可以利用大量可用的行业相关数据。

将数据与深度学习模型相结合，可能会带来深刻的变革性机遇。认识到该等可能性，ABB 已率先开发了多个分析工具，以充分利用这些数据。

得益于石油和天然气公司 OKEA 和 ABB 之间建立的长期合作关系，Augmented Operator 项目于 2020 年启动，其首要目标是为工厂运营商实现卓越运营提供支持。ABB 使用深度学习和 Transformer 模型、过程挖掘、图谱搜索以及因果分析方法，开发出全面且易用的决策支持工具。这些工具可以访问和分析现有数据源，例如：历史流程、报警和事件数据、审计跟踪、工程文件、标准和安全程序。这样，ABB Augmented Operator 将帮助运营商应对并解决工厂异常情况。利用从挪威 OKEA 石油平台 Draugen 获取的数据，对 ABB Augmented Operator 成功进行了现场测试，结果显示，它可以满足真实工业环境的严苛要求。

Augmented Operator workflows

ABB Augmented Operator workflows 使用人工智能 (AI) 功能，专门用于解决所有工

厂运营商都会面临的五大关键问题 → 02:

- 是否有问题发生？
- 为什么会发生问题？
- 可以采取哪些措施？
- 这些措施是否有效？
- 以前发生过同样的问题吗？

是否有问题发生？

为了确定是否存在问题，Augmented Operator 通过长短期记忆 (LSTM) / 循环神经网络 (RNN) 和卷积神经网络 (CNN) 以及自动编码器，使用深度学习模型对过程数据进行训练，从而为操作员执行监控任务提供支持。这些模型能

—
Augmented Operator 项目由 OKEA 和 ABB 联合启动，旨在为运营商实现卓越性能提供支持。

够尽早检测到偏差（过程中潜在不良行为的特征），让操作员有足够时间进行干预，防止系统停运。除了时效性之外，获取此类信息的便捷性也非常重要。因此，深度学习模型是以一种能够实现客户自助服务的方式创建的；模型的输入信号来自操作屏幕和过程拓扑。Augmented Operator 还可以突出显示导致当前异常的标记，以便用户可以相应地采取特定措施。



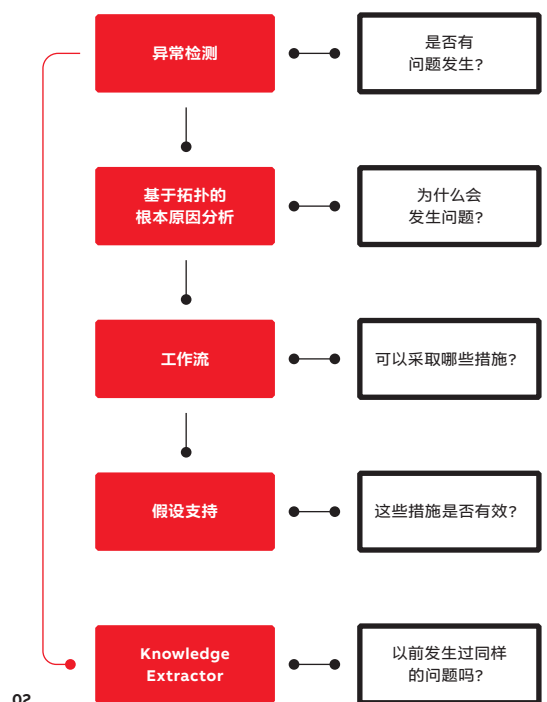
01

— 01 由 OKEA 运营的挪威海 Draugen 石油平台。

— 02 图中显示了 Augmented Operator 工作流，可为操作员处理异常情况提供支持。

过程数据异常检测是 Augmented Operator 工作流的切入点→02。当早期特征出现时，模型会检测到这些特征，并将其当作异常。还会向操作员提供与异常相关的信息，例如，操作员可以采取哪些措施来防止该异常情况发展为更严重的问题，或减轻对过程的影响。此外，这些信息会被传输到 Augmented Operator 的其他功能。

为了避免互操作性问题，异常检测功能经过专门设计，可与 ABB 数字化工具相兼容→03，并且已载入 ABB Genix™ Model Fabric。因此，它可以接收时间序列数据，计算异常指标和过程变量的影响，从而实时提供有关过程性能的信息→03。

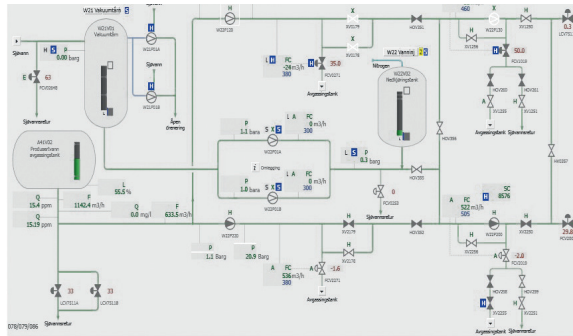


为什么会发生问题？

另一优势是具备根本原因分析支持功能 →03。在此情况下，这一功能会从异常检测模型接收异常标记，并检测可能相关的过程信号和执行器。它可以通过对现有工程构件、各种图表和过程拓扑模型，以及操作信息。此外，事件的实时和历史，警报数据及变量，得出一组所触发报警的场景。产生的结果会以一种新的报警呈现方式显示，并且附有检测到的异常和丰富的场景信息，包括基于过程或工厂拓扑模型的依存关系，以及所有相关报警的时间顺序 →04。这些功能

可为操作员提供帮助，使其在分析过程中实际查找必要信息并在心理上捕获信息时，面临较少的人工操作挑战[1-3]。

ABB 的解决方案依赖于转移熵，在统计学上确认从工厂拓扑模型推导出的假定因果关系。对于在过程模型中被确定为对不良事件具有影响最大的过程变量的执行器，系统会突出显示。这样，操作员可以更轻松地决定如何纠正不良情况。通过确定因果关系，操作员能够轻松排除故障并解决问题。

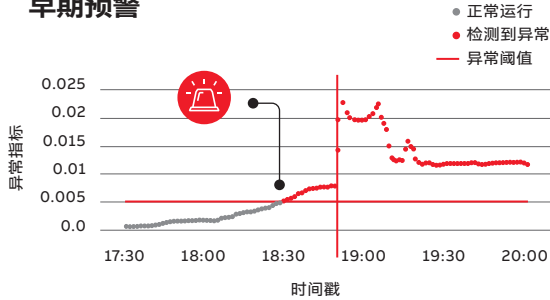


异常检测

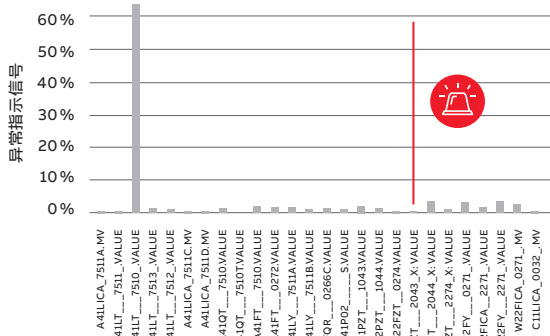
过程数据

向 HMI 报告异常

早期预警



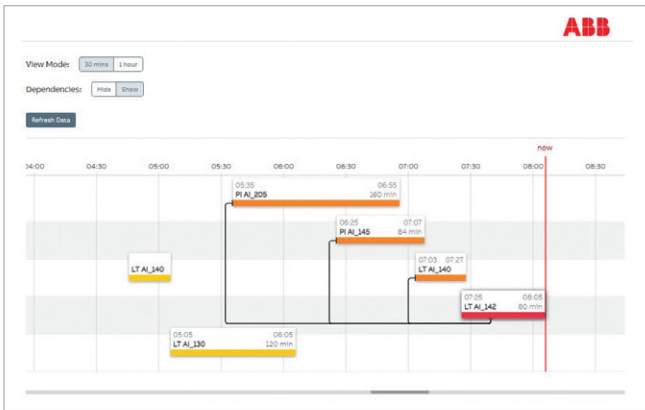
导致异常的信号



03

Priority	Source	Description	Start Time	End Time
2	PI AI_205	Pressure in compression station	19/11/2020 - 15:45	19/11/2020 - 17:05
2	PI AI_145	Gas pressure in separator Low	19/11/2020 - 16:35	19/11/2020 - 17:17
2	LT AI_140	Water level in separator High	19/11/2020 - 17:13	19/11/2020 - 17:37
1	LT AI_142	Oil level in separator High High	19/11/2020 - 17:35	19/11/2020 - 18:15
3	LT AI_130	Oil level in second separator Low	19/11/2020 - 15:15	19/11/2020 - 16:15
3	LT AI_140	Water level in second separator Low	19/11/2020 - 14:55	19/11/2020 - 15:15

04





05

—
03 此图显示了异常检测和基于影响的根本原因分析。

—
04 此图显示了基于拓扑的智能报警列表屏幕截图。

—
05 Draugen 石油平台的控制室设置，ABB 预期此类控制室操作可以从 Augmented Operator 中受益。

可以采取哪些措施？

操作员不仅必须发现出现的潜在问题，还必须确定可以采取哪些措施来纠正或调整这些问题 → 05。由于 Augmented Operator 能够从操作员的过往历史操作中学习，并将相关知识概括为工作流文档，因此操作员现在可以决定如何以最佳方式处理有问题的情况。

经验丰富的操作员可能会了解在大多数情况下需要采取什么措施，但对于新手级操作员而言，不要说是鲜少发生的困难情况，即使是一些经常发生的情况，也会让他们感到难以应付。借助工作流文档中的流程改进蓝图，Augmented Operator 可为所有操作员提供支持，无论操作员是否具有相关经验。

工厂历史记录包括对操作员在工厂内互动的审计跟踪。通过此干预日志，可以了解操作员之前是如何与工厂进行交互的。该日志包括有关阀门开闭的提示，以及系统覆盖和设定值更改。通过分析历史措施的时间流，还可以抽取所执行措施之间的反应时间和等待时间。工作流挖掘技术可以利用这些信息抽取各种工厂情况的蓝图流程 → 06。可以通过此流程分析的常见情况包括报警响应活动、组件启动或关闭，旨在帮助操作员做出决策 → 06。

这些措施是否有效？

仅仅为操作员提供可能的行动步骤，制定各种工厂情况的蓝图，并不足以确保在异常情况发生时维持平稳运行；操作员必须确信他们采取的措施会起作用。Augmented Operator 可提供这种确定性。

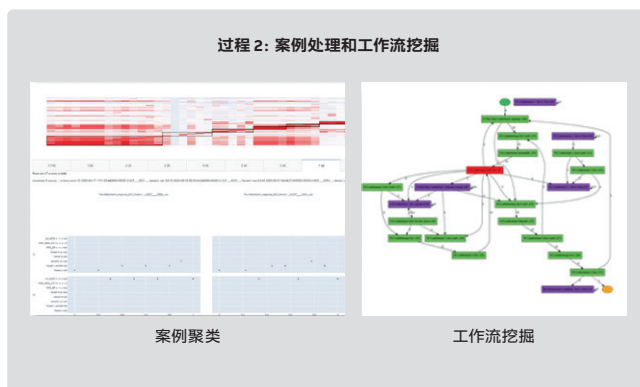
一旦从操作员的历史操作中发现可能的行动方案，操作员就可以使用“假设”工具测试此程序是否会产生任何不良副作用。这一功能非常有用，允许操作员在实际系统中执行操作之前，对设定值更改或执行器定位之类的操作进行测试。

必须注意的是，这种工具既有优点也有缺点。尽管对于此类功能而言，过程模拟器看似是完美的匹配工具，但在某些行业中，复杂性可能会成为问题。对于以化工、石油和天然气行业为代表的中等复杂过程，此类模拟器与实际过程相比，仅可达到 5 到 10 倍的加速因子。如果在一个操作执行后，需要大约 1 小时才能稳定下来，那么操作员必须等待 6 到 12 分钟才能启动响应。由于响应时间间隔过长，操作

—
ABB 认识到，将数据与深度学习模型相结合，可能会带来深刻的变革性机遇。

员不能以交互迭代法测试多个替代操作方案，这是一个潜在缺点，在某些情况下可能会增加风险。

为了克服基于第一性原理的过程模拟器的缺点，针对 Augmented Operator 工作流开发了基于机器学习的代理模型。这一方面的关键是要正确捕获过程转换信息，包括与报警限值有关的超调/欠调，或在操作员执行操作后直至达到稳定状态的时间间隔。



测试“假设”模型方法

现在，挪威 OKEA Draugen 石油平台 → 02
已采用了 Augmented Operator 系统方法，配备 800xA 模拟器系统，并且可以使用从协同操作中心收集的丰富历史数据。上述假设模型根据 Draugen 运营商提供的规格进行了测试。目的是要捕获操作员对 Draugen 回注水系统中一台主泵转速（RPM）所做的更改；并提前十分钟预测这些 RPM 更改对下行流向油井中所遇到的

Augmented Operator workflows use AI capabilities, specifically designed to solve five key problems.

相关跳闸信号的影响。为此，对具有 LSTM 架构的深度神经网络（DNN）进行了训练，以预测平台对 RPM 更改的响应 → 07。经证实，这种深度 LSTM 神经网络架构适用于多维时间序列预测（如使用张量流等），因为它们可以保留记忆的场景信息，以解决时间和空间问题。该模型在真实环境（石油平台）中的成功运行证明，这一工具在中等复杂过程工业环境中是可行的。

以前发生过同样的问题吗？

Augmented Operator 的 Knowledge Extractor 可提供一种替代方法，能够进一步深入了解可能会发生的工厂事故，并通过分析过往类似情况进行场景研究 → 07。

假设操作员观察到洗涤器中的水位和油位设定值过于接近，因而导致强烈的相互作用。操作员可能希望知道之前是否发生过这种情况。目前，操作员可调查轮班日志和历史跳闸，以比较类似事件；这是一个需要人工操作的繁琐过程。Knowledge Extractor 组件使操作员能够部分截取感兴趣的趋势，并在过程数据中搜索先前发生的类似设定值更改 → 08。

另外，Knowledge Extractor 允许通过提出自然语言问题（例如“如果洗涤器中的油位和水位设定值过于接近，应该怎么办？”）来快速访问事故报告等书面文档，这些文档通常是从服务工程师、分析师和其他工程公司收到的。

构建和测试 Knowledge Extractor

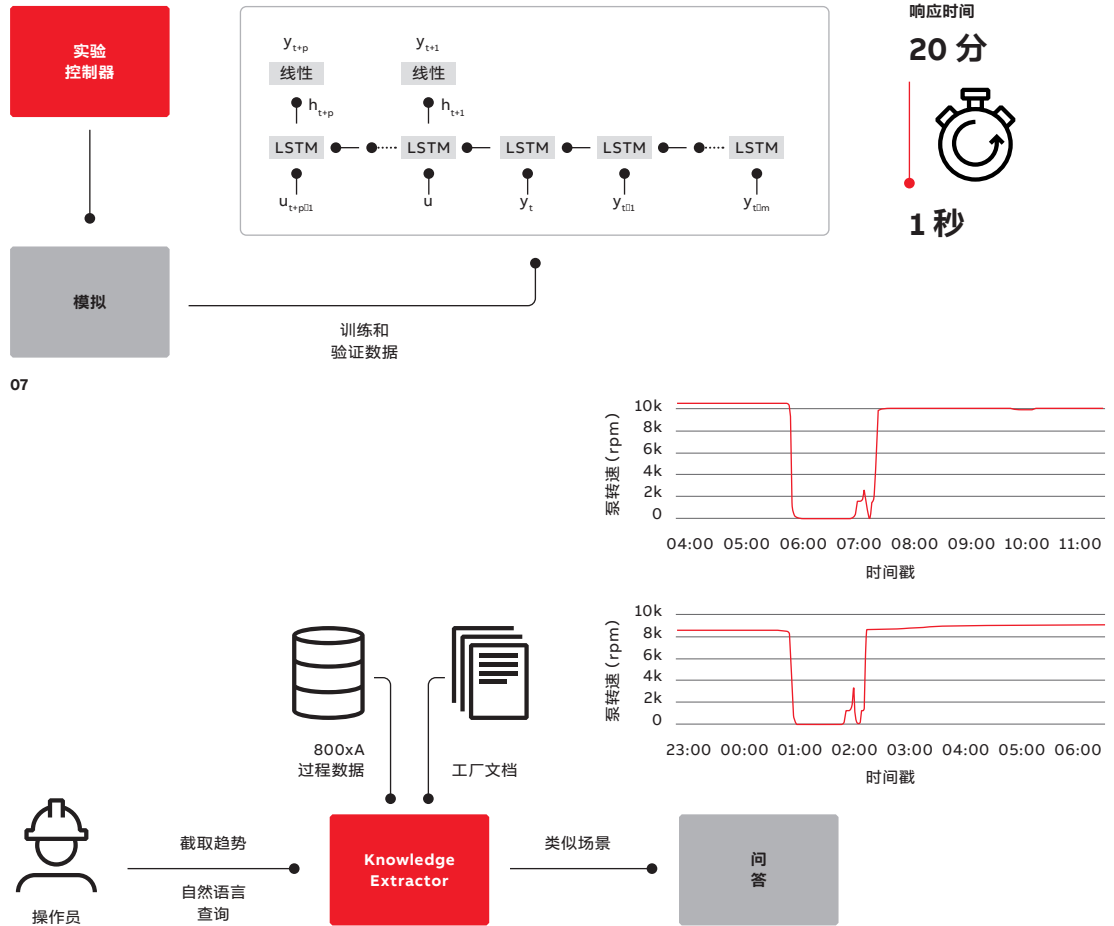
Knowledge Extractor 使用基于时间序列的模式挖掘技术来执行相似性搜索，旨在从过程历史数据中找到感兴趣的特定场景 → 08。此外，它使用深度学习模型来理解自然语言，尤其是文字背后的含意。为了实现这一目的，对基于最新 Google 出版物 [4,5] 的预训练深度自然语言处理（NLP）模型进行了微调，以生成一种新型场景问答系统。ABB 的研究团队开发了多个原型，以解决系统面临的问题。

该原型使用真实的 Draugen 石油平台跳闸数据进行测试，应用于特定场景。例如，每当气体压力增加并超过特定阈值时，泵就会跳闸，脱气罐中的给水液位就会升高。每当操作员在跳闸发生后多次重新启

06 workflows挖掘过程的各个阶段，包括针对各种工厂情况启用蓝图过程的步骤和相关组件。

07 此图显示了对具有LSTM架构的DNN进行训练和验证的实验过程。

08 此图显示了Knowledge Extractor功能如何通过NLP使用自然语言查询来搜索上下文相似的场景。



参考文献

[1] D. Reising, et al., "Human performance models for response to alarm notifications in the process industries: An industrial case study," in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Los Angeles, CA, 2004.

[2] A. Kabir, et al., "Similarity analysis of industrial alarm flood data," *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 10, no. 2, pp. 452–457, 2013.

[3] Y. Niwa and E. Hollnagel, "Enhancing operator control by adaptive alarm presentation," *International Journal of Cognitive Ergonomics*, vol. 5, no. 3, pp. 367–384, 2001.

[4] Raffel, Colin, et al. "Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer." in *JMLR*, Vol 21, issue 140, 2020, pp. 1-67.

[5] Kwiatkowski, Tom, et al. "Natural questions: a benchmark for question answering research." *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, Vol. 7, 2019, pp. 453-466.

动泵时，就会生成相关的跳闸数据。借助 Knowledge Extractor 这一工具，可以从历史过程数据中找到类似的跳闸场景 → 08。此外，它还允许提出自然语言问题，以及

行的解决方案。ABB 的这一创新解决方案基于 OKEA 提供的丰富数据集进行了充分演示和验证，结果证明它在现实工业环境中是可行的。•

Augmented Operator 在 Draugen 平台上进行了测试和验证，结果证明它在真实环境中是可行的。

访问前几年的调整服务报告，这使操作员能够确定是吸入压力过低导致了多次泵跳闸。

ABB 开发的 Augmented Operator 工具专门设计用于解决五大关键问题，其不仅能够访问大量数据，识别并分析过去和现在的异常情况，还可以为操作员提供切实可

模块化过程自动化试验工厂

构建基块

模块化有助于克服过程工业中生产环境不断变化所带来的挑战。ABB 和其合作伙伴联合开发了多个试验应用，以验证模块化所需的过程自动化通信和控制中的新概念。那么，这些试验的结果如何呢？

—
Mario Hoernicke
Katharina Stark
ABB Corporate Research
Ladenburg, Germany

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

Daniel Schmitt
ABB 能源产业
过程自动化
德国曼海姆

daniel.schmitt@
de.abb.com

Christian Schmitz
B&R Industrie-Elektronik
GmbH
德国巴特霍姆堡

christian.schmitz@
br-automation.com

Polyana da Silva Santos
Evonik Industries AG
Marl, Germany

Lukas Bittorf
Norbert Kockmann
多特蒙德工业大学
德国多特蒙德

Manfred Eckert
Merck
德国达姆施塔特

经验证，模块化设计方法可以为种类繁多的产品和过程带来巨大优势，从不间断电源到软件工程等等。化工和制药过程尤其能够从模块化中获益，因为模块化可以帮助这些过程克服行业生产环境快速变化这一特征所带来的挑战 → 01。模块化工厂不仅能够适应生产能力和产品类型的变化，还可以加速产品上市，以及缩短工程设计和调试的时间（在这两种情况下可多达 50%）[1]。

要发挥过程模块化的优势，需要新的过程自动化通信和控制结构。ABB 是这方面的领导者，也是该领域公认的标准化推动者。此外，ABB 还开发了模块化工厂工程原型。为了确保这些原型能够在真实环境下顺利运行，必须在工业应用中对其进行测试。

因此，对于 ABB 来说，2017 年加入第三方投资企业“ENPRO-ORCA 项目”是明智

之举[2]。在该项目中，工厂所有者和自动化系统供应商共同开发试验应用。在这些试验中，可以测试工程原型。此外，这些试验应用使项目参与者可以对 VDI/VDE/

—
与传统工厂不同，模块化生产工厂由经预先定义和测试的过程模块组装而成。

NAMUR 2658 标准进行系统性验证，该标准是大部分模块化作业的依据。ABB 的项目合作伙伴包括多特蒙德工业大学、Evonik 和 Merck。

到目前为止，该项目的发现令人深受鼓舞，模块化过程自动化架构的基本描述有助于对其进行充分了解。

—
01 模块化可以适应快速变化的过程环境，这些环境需要高度灵活的生产方法。



所有者	规模	模块数量	自动化供应商	参考文献
Namur 案例研究	–	6	POL: ABB PEA: ABB, B&R	
多特蒙德工业大学 (蒸馏)	实验室	5	POL: ABB PEA: Wago, embedded, RasPi	[7]
Merck (蒸馏)	技术中心	1	POL: ABB, B&R PEA: B&R	
Evonik (薄膜测试 1)	实验室	1	POL: ABB PEA: Wago	[8,9]
Evonik (薄膜测试 2)	技术中心	3	POL: ABB PEA: Wago	[9]
Evonik (反应)	技术中心	6	POL: ABB PEA: Phoenix Contact	[9]

02

模块化过程自动化架构

与传统工厂不同，模块化生产工厂由经预先定义和测试的过程模块组成，这些模块称为过程设备组件（PEA）[3]，有时也称为成套装置或成套撬块。PEA 具有专门的过程功能（如调温），适合多种应用。PEA 使用模块类型封装（MTP）标准进行描述，这是一种独立于供应商的 PEA 描述。可使用 ABB Module Designer 的原型来实

MTP 允许将 PEA 集成到监督控制系统中: 过程编排版。

现 PEA 的自动化，该原型可容纳 ABB 和 B&R 的自动化 PEA。借助此原型，可执行模块的自动化工程设计，并自动生成最终的自动化系统，例如基于 ABB Freelance 的自动化系统。此外，Module Designer 还可自动生成相应的 MTP。

MTP 允许将 PEA 集成到监督控制系统中: 过程编排版（POL）[3]。ABB 扩展自动化系统 800xA 用作 POL。采用 ABB Orchestration Designer 原型进行试验设

计。从 Orchestration Designer 开始，运行时所需的所有部件均在系统 800xA 中自动生成，并可立即用于监督控制[4]。

每个 PEA 都有其自身的智能，通常是可编程逻辑控制器（PLC）或嵌入式/分布式控制系统控制器[3]。控制器使用 OPC UA 公开 PEA 的功能。从过程设备（例如阀门）中抽取多种功能，成为所谓的“服务”。服务通过 POL 控制，执行模块提供的过程功能。因此，调温模块可提供一种称为“调温”的服务，以接收启动命令和所需温度的设定值，这样 PEA 便可以在内部执行设备所需的功能。

基本概念（即使用 MTP 的集成和基于服务的过程设计）已经过测试；结果表明，过程功能模块化是可实现的。ABB 已为模块化自动化系统开发了初始概念、架构和原型。项目和先前计划[5]定义了模块化工厂的自动化系统，并提供了原型和演示器。本文中所述的试验基于先前开发的原型 [6,4]。

试验应用

ABB 与其客户 Merck 和 Evonik 合作创建了多个试验应用，而多特蒙德工业大学(德国)的设备设计实验室则开发了一项实验室试验 →02–03。本文仅详细讨论实验室试验。

多特蒙德工业大学（蒸馏）

多特蒙德工业大学的试验应用是在现有实验室环境中使用控制器通过自动化模块实现模块化，为每个模块提供 MTP，并将其集成到 POL 中。

基本结构

蒸馏厂由五个 PEA 组成：一个蒸馏 PEA、一个进料 PEA、两个恒温器 PEA 和一个分析 PEA。分析 PEA 是可选的，可用于连续测定馏出物或塔底产物流的浓度。蒸馏操作需要两个恒温器和一个进料 PEA，但也可以用其他具有相同功能（加热/冷却或计量）的 PEA 代替。蒸馏 PEA 和进料 PEA 均配备 PLC，并通过 PLC 实现自动化。



03

—
02 试验概览。

—
03 试验应用可为模块化过程自动化领域新技术的开发提供支持。

恒温器配备嵌入式控制系统。分析 PEA 由软件套件制造商独立配备所有必要的功能。对于其他 PEA，MTP 由 PLC 供应商提供。因此，所有 PEA 均可轻松集成到 ABB 的 POL 中。

服务

使用该项目中开发的各个 PEA 所提供的服务，可从 POL 操作系统。每个 PEA 提供不同的服务。例如，进料 PEA 通过“计量”服务提供计量功能。

分析 PEA 提供“分析”服务，在此过程中，会持续记录拉曼光谱图，然后根据组分浓度进行评估。该浓度值由分析 PEA 通过系统 800xA 传输到其他 PEA，从而实现模块间通信。

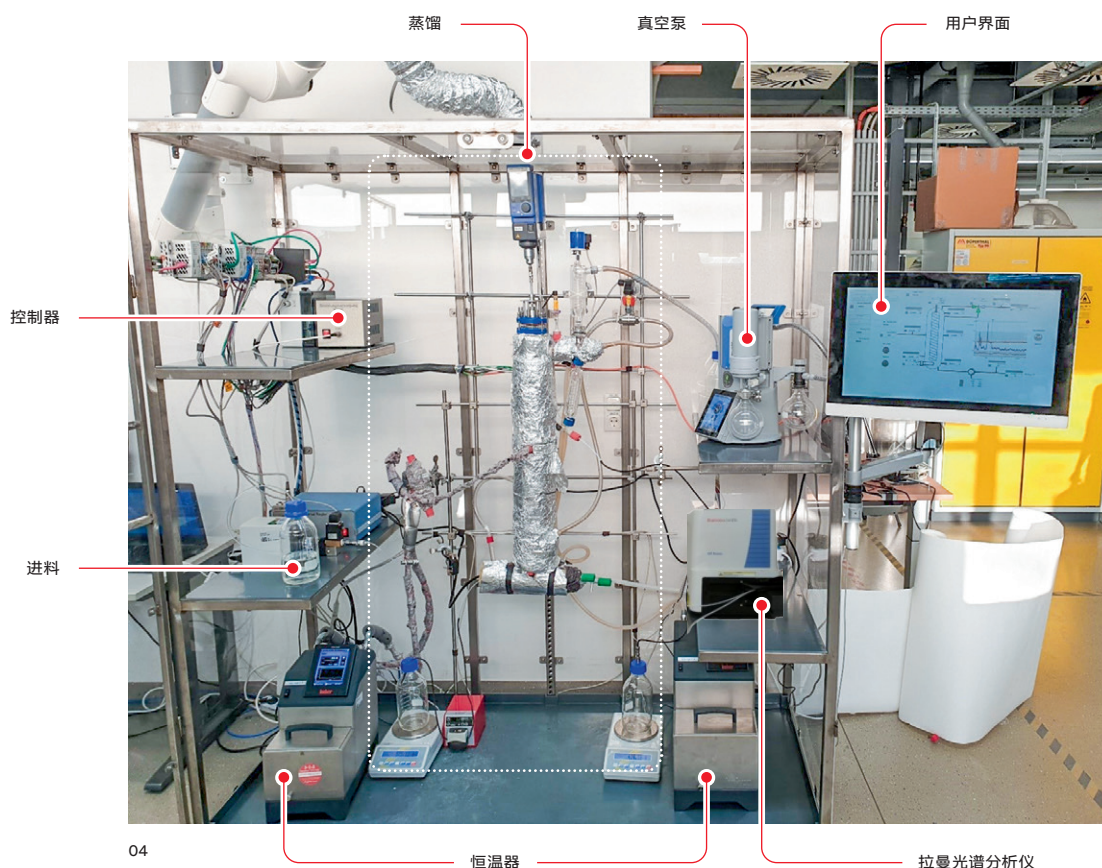
针对每种服务规定了程序步骤，详细说明该服务应如何执行。

实验工厂的使用

通过蒸馏 PEA，将物质混合物分离成高沸点和低沸点组分，组分纯度尽可能达到最高。为了实现此目的，可以使用一些操作

—
使用该项目中开发的各个 PEA 所提供的服务，可从 POL 操作系统。

规格，将这家工厂需要的基本操作，如加热、液位控制、旋转带速度控制和类似进一步操作，自动组合并封装到“蒸馏”服务。



其中包含了工厂启动和关闭的程序步骤，以确保工厂可以自动运行 →04。

蒸馏服务会根据用户希望的工厂运行方式（如人工运行或自动运行）提供不同的程序步骤。例如，在“distilling_automatic”程序步骤中，操作员只需指定热容和预期塔顶温度（无分析 PEA）或塔顶浓度（有分析 PEA）。然后，蒸馏 PEA 就会持续进行自动调整以满足此规格，无需操作员干预。

“OP_testing”自动服务可以对各种未知材料进行表征，与塔板法或填充柱法相比，这种方法的速度提高了 30% 到 70%，使用的材料减少了 40% 到 80%。

从其他试点 →02 吸取的教训丰富了团队在过程模块化方面的经验：

Namur 试验案例研究

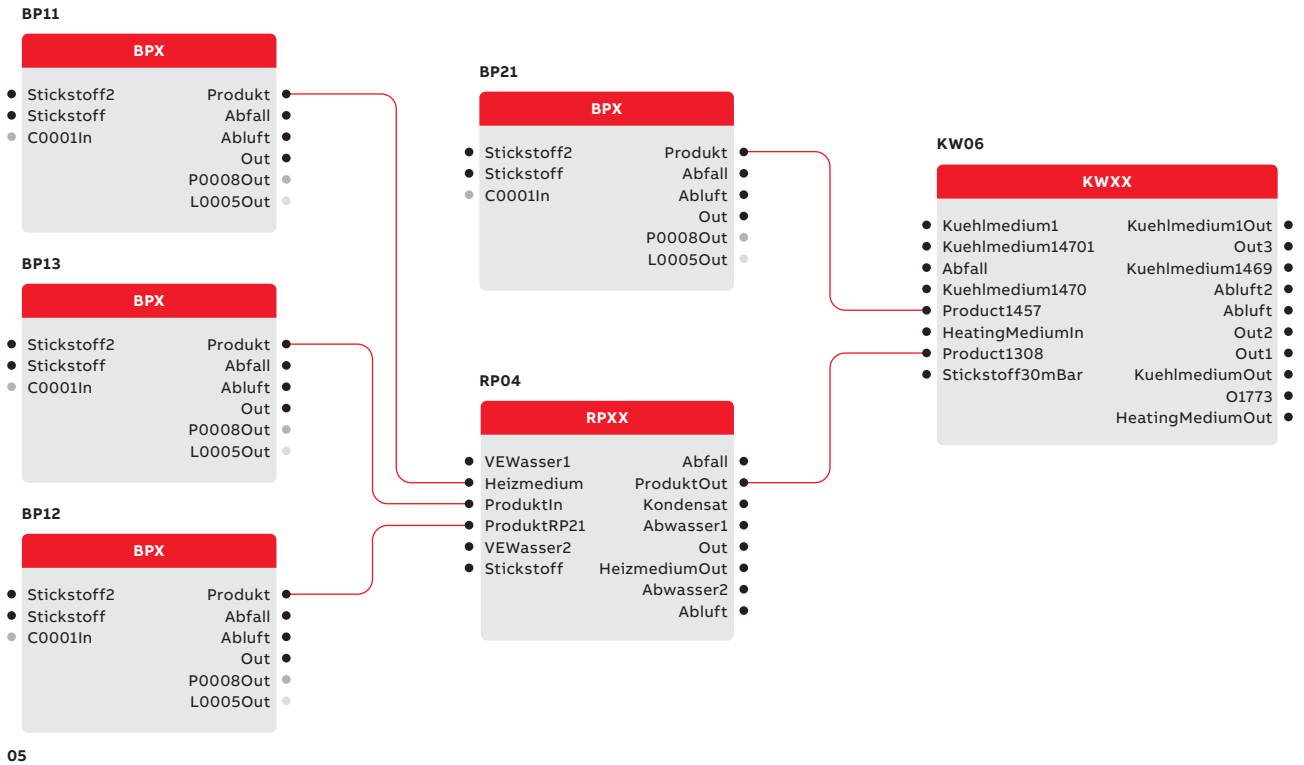
Namur 案例研究由 Namur（国际过程

工业自动化用户协会）工作组提供，作为 MTP 技术实施和建模的参考。在模块化自动化中，试验被用作概念和原型的参考示例；对于 ABB 来说，它是自动化工程和模块化生产领域新技术开发的内部

试验是自动化工程和模块化生产领域新技术开发的内部测试平台。

测试平台。此外，试验还是多种试验应用的测试平台，因此可以将各种 PEA 轻松添加到演示器中，然后对 PEA 的自动化、MTP 的导入和 PEA 间通信进行测试。

在使用 Module Designer 设计了 Namur 的 7 个 PEA 后，使用 Orchestration Designer 开发工厂拓扑 →05-06。

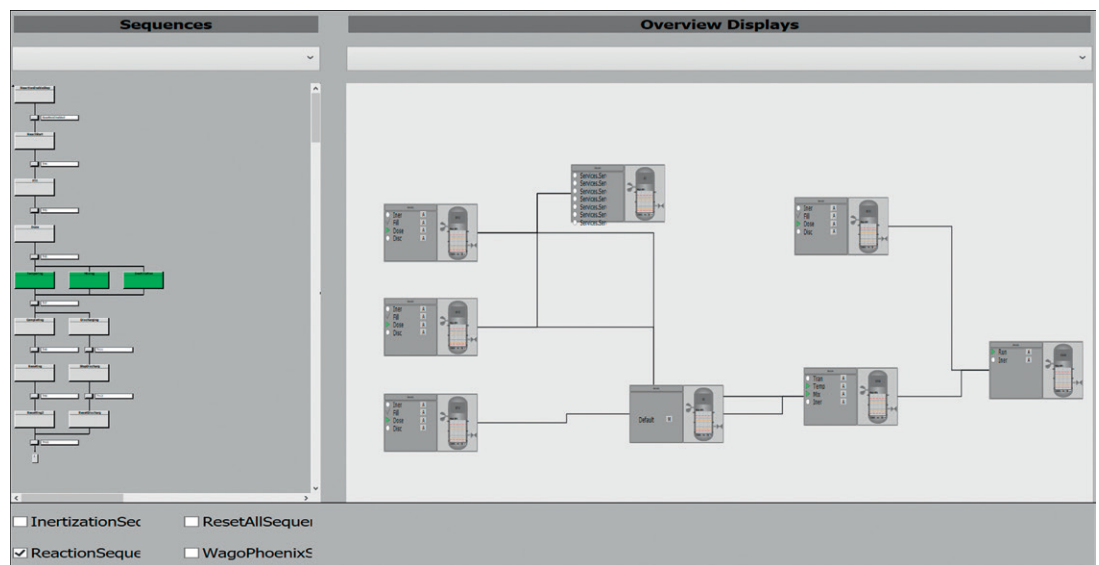


05

04 演示工厂蒸馏及其与外围/分析 PEA 的互连。

05 将工厂拓扑导入系统 800xA，自动建立与模块的通信。

06 操作过程中自动生成的操作员工作区。该序列使工厂实现了稳态运行，每个模块执行所配置的服务。



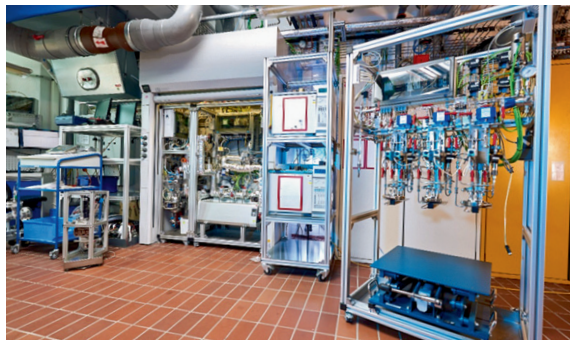
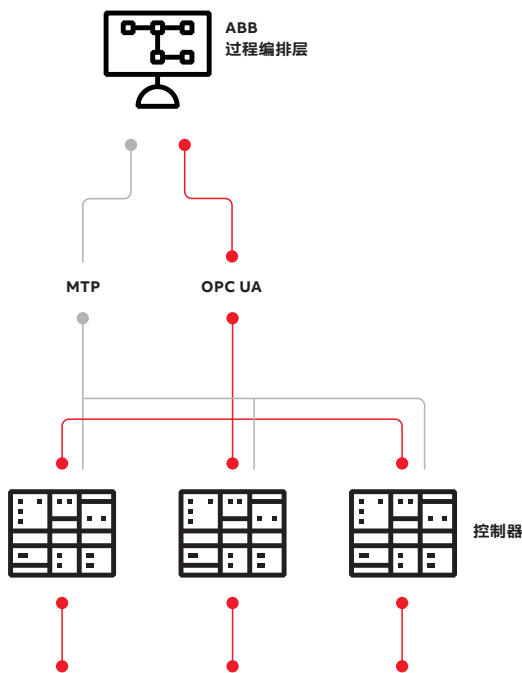
06

Merck

Merck 蒸馏试验工厂由一个复杂的 PEA 组成，可实现蒸馏操作所需的所有功能。在该 PEA 中，可以展示如何从该 PEA 内的其他服务以及从 POL 调用服务，从而证明可以在该 PEA 级别实现更大型的加工过程。该 PEA 具有“模块内安全性”，可以实现工厂的独立运行。人工控制和通过配方执行的自动控制均已进行验证。结果表明，这种技术适用于过程自动化，同时为未来模块化工厂的运营获得了重要的知识和经验。

Evonik

经过 Evonik、WAGO 和 ABB 的紧密合作，在此次试验中实施了 HMI 可视化、PEA 标记、多种服务和基于服务的配方控制，并进行了测试 → 07。可以通过 POL 以及配方控制（在 Orchestration Designer 中设计）实现对这些服务的人工控制。在原型上实施了模拟和二进制信号的 PEA 间通信，并进行了测试。



07



08

使用 ABB POL 原型进行的测试表明，可以存储和加载不同的工厂拓扑，从而在几分钟内通过几个命令即可在模块化工厂内切

MTP 和模块化工厂概念是过程工业的未来标准，也是潜在的游戏规则改变者。

换 PEA。因此，在现有工厂中，针对基于系统 800xA 的 ABB POL，对规划新项目和更改功能等多个用例进行了验证。

第二个 Evonik 试验工厂由六个 PEA 组成，首次展示了适用于生产而不只是实验室环境的 PEA。在此试验中，针对服务、PEA 间通信和跨模块控制回路等用

例，对 ABB POL 进行了验证，旨在实现与现有工厂相同的功能。

模块化的未来

所有试验应用得出的结果都令人深受鼓舞，证明了使用 MTP 进行模块编排是可行的。试验要求得到了满足，MTP 和模块化自动化的可行性得到了证实。用于设备控制与监测、各种服务以及服务参数的所有标记接口均已成功通过测试。实施了自动操作序列，并成功通过了测试。此外，跨模块控制在 Evonik 试验工厂成功实施，并通过测试。

MTP 和模块化工厂概念是过程工业的未来标准，也是潜在的游戏规则改变者，可应对上市时间和灵活性方面的挑战 → 08。ABB 正在引领 MTP 开发，实施最新标准，并根据不同供应商所提供模块的服务概念和过程编排展示配方引擎。



—
07 试验应用“薄膜测试 2”示意图。

—
08
MTP 和模块化工厂概念将改善整个行业的生产。

现在，既然完全模块化生产工厂的可行性已得到证实，下一步就是要发挥这项技术在传统工厂中的巨大潜力。•

鸣谢：作者从 ORCA 项目得到了部分支持，该项目由德国联邦政府经济事务和能源部（BMWi）资助（支持代码 03ET1517E、B、H、I），是 ENPRO 计划的一部分。

参考文献

[1] ZVEI, “ZVEI White-paper: Module-based production in the process industry – effects on automation in the ‘Industrie 4.0’ environment.” 来源: <https://www.zvei.org/en/press-media/publications/white-paper-module-based-production-in-the-process-industry-effects-on-automation-in-the-industrie-40-environment>. [访问日期: 2022 年 4 月 12 日]

[2] ENPRO, “Effiziente Orchestrierung modularer Anlagen.” 来源: http://enpro-initiative.de/ENPRO+2_0/ORCA.html. [访问日期: 2022 年 4 月 12 日]

[3] VDI, “VDI 2776 Process engineering plants – Modular plants – part 1: Fundamentals and planning modular plants.” 来源: <https://www.vdi.de/en/home/vdi-standards/details/vdi-2776-blatt-1-process-engineering-plants-modular-plants-fundamentals-and-planning-modular-plants>. [访问日期: 2022 年 4 月 12 日]

[4] M. Hoernicke et al., “Modular Process Plants: Part 2 – Plant Orchestration and Pilot Application,”

ABB Review 3/2019, pp. 30–35.

[5] Hoernicke, M. et al., “Automation architecture and engineering for modular process plants – approach and industrial pilot application,” 1st virtual IFAC World Congress 2020, Germany, 2020.

[6] K. Stark et al., “Modular Process Plants: Part 1 – Process module engineering,” *ABB Review* 2/2019, pp. 72–77.

[7] Bittorf, L. et al., “Modular process development in the laboratory – Plug & Research,” *ProcessNet Jahrestagung*, Aachen, 2020.

[8] Bernshausen, J. et al., “Plug and produce nears market readiness,” *atp magazin* 61 (1–2), pp. 56–69, 2019.

[9] “ORCA – Efficient Orchestration Of Modular Process Plants,” 来源: https://tu-dresden.de/ing/elektrotechnik/ifa/plf/forschung/forschungsprojekte/orca-effiziente-orchestrierung-modularer-anlagen?set_language=en. [访问日期: 2022 年 4 月 12 日]。

提高能效





对个别客户了解其独特需求和环境，并将能源用于生产性用途方面，ABB 拥有丰富经验。这从设计的早期开始，贯穿运营管理和日常运营，一直延伸到优化，规划和升级。更好的决策意味着完成更多的工作。

- 34 **质量控制**
优化用于餐饮生产的电能质量
- 40 **数据中心能效**
全力提升测量精度
- 46 **改善决策**
通过数字化解决方案提高电动旋转设备性能
- 52 **深海钻探**
利用自动化海底钻探技术应对极端环境





01

优化用于餐饮生产的电能质量

质量控制

多年来，ABB 积累了丰富的工艺过程知识，可帮助餐饮行业提高安全性和效率。特别是，ABB 电能质量优化产品有助于防止因电力问题而导致的停机，从而保持生产运行，减少能源成本，并提高生产力。



—
01 电能质量问题会对餐饮生产造成重大影响，因此必须制定强有力的电力保护策略。

近年来，餐饮行业的生产和包装方法发生了巨大变化，这既是为了满足提高生产力的要求，也是为了符合更严格的食品安全标准。这些转变为行业带来了创新，但也使餐饮加工厂容易受到电能质量事件的影响。电能质量对于企业运行至关重要，因为断电、电压下陷、电压上冲、掉电或其他电压干扰可能会导致关键设备跳闸或故障，从而造成：

- 部件（接触器、释放开关、熔断器等）故障。
- 机械中无法解释的损坏、故障和失效。
- 变压器和电机过热，从而导致使用寿命缩短。
- 精密设备（计算机、控制器、传感器等）损坏
- 电子传感器、设备和控制系统之间的通信干扰。
- 配电系统中的高电力损耗。

如果发生电能质量事件，与生产浪费、故障停机或供应链中断相关的成本可能会很高，具体取决于事件性质。事实上，泛欧电能质量调查[1]报告称，每年因电能质量问题造成的损失可能高达营业收入的 4%。其中直接成本包括更换受损设备的费用，以及故障排除、修补、清洁、维修和重启生产过程所涉及的劳动力成本；而间接成本包括失去市场份额造成的经济损失、恢复品牌价值需要作出的努力等等。

餐饮公司面临着不良电能质量事件带来的额外挑战，这些事件可能会危及生产过程、工作人员甚至客户。例如，乳制品生

产商必须在整个生产过程中精确跟踪牛奶的温度，如果温度传感器出现故障，即使是轻微的电力系统干扰也可能触发整批优质产品报废。意外断电还可能会导致牛奶变质，在牛奶灭菌处理完成后依然造成生产力、工时和宝贵乳制品浪费。此外，在整个餐饮行业中，保持产品口味的一致性是一个关键因素，这使得机械的零缺陷运行成为必要 → 01。

或者，电能质量事件可能会导致逃避质量检查的问题，以及造成卫生方面的影响。例如，在设备方面，过多的谐波可能会导致火灾、停产，以及给员工带来危险。

餐饮公司需要认真考虑电力保护策略，这正是他们聘请 ABB 这样的电能质量专家来为其安装电能质量监控和保护解决方案

—
ABB 的解决方案可为餐饮生产应用中的电能质量监控、调节和保护提供支持。

的原因。多年以来，ABB 一直与餐饮行业的客户合作，确保他们的电力可靠性和关键生产过程无间断，从而提高生产力并降低运营成本 → 02。为了完全发挥这些优势，ABB 开发了可自行支配的全套解决方案、软件、数字化工具和设备，能够为餐饮应用中的电能质量监控、调节和保护提供支持。ABB 的电能质量系统还具有安装



Omar Seyam
ABB STOTZ-KONTAKT
GmbH
德国海德堡

omar.seyam@
de.abb.com

和调试快捷方便、维护要求低、可靠性高等优势。减轻财务损失和延长设备使用寿命也有助于提高投资回报率和缩短投资回收期。

最后，ABB 的高效解决方案可优化能源使用和减少热损失，从而最大限度地提高可持续性，朝着 2030 年全球二氧化碳减排目标迈进。

电能质量监控解决方案

解决电能质量问题的第一步是了解电网的情况。为了完成这项任务，在 ABB Emax 2 和 Tmax XT →02 断路器以及 ABB Ekip UP →03 和 Ekip 跳闸装置中嵌入了网络分析仪，用于监控电力行为并检测异常（例如，谐波、微中断和电压下陷）。嵌入式装置无需昂贵的专用仪器，Ekip UP 数字化装置可提供监测功能，而不会影响 ABB 或第三方断路器的现有安装。此外，由于这些断路器和跳闸装置配备开放式协议，如 Modbus RTU、以太网/IP、Modbus TCP/IP、SNMP、Profibus DP-V0 和 BACnet/IP，因此改造非常简单，这使现有自动化或能源管理系统（云基或本地）的运营商可从设备提供的嵌入式数字化功能中受益。

要在工业设施中进行完整的电能质量分析，ABB 提供了 M4M 网络分析仪系列，该系列产品可对电能质量进行全面评估 →04。M4M 分析仪符合基本 IEC 标准，可捕获并提供从总谐波失真（THD）到单个谐波的一整套电气参数和电能质量关键性能指标。

负载抗扰解决方案

当电能质量较差时，应采取的策略之一是使负载免受不良电力事件的影响。在这方面，ABB 的 AF 接触器系列是保持负载免受浅度电压下陷影响的最佳解决方案，该系列产品包含一个可确保符合 SEMI F-47 标准（电压下陷抗扰度标准）的选项 →05。

这些接触器有三极版本，三相交流电流为 9 A - 1,060 A，单相交流电流最高为 2,850 A，附交流/直流线圈，具有较宽工作范围。还提供四极版本，单相电流为 25 A - 525 A，附交流线圈、直流线圈或交流/直流线圈，同样具有较宽工作范围。

电力调节解决方案

AF 接触器等产品可在设备层面提供抗扰功能，而 ABB 的动态电压调节器（AVC）系列则专门用于防止由供电网本身导致的电能质量事件。

ABB 的 AVC 覆盖范围从 150 kVA 到 2,400 kVA，可降低电压下陷事件的成本、改善工厂运营、限制对设备的损坏，并提供良好的投资回报。除了纠正普通电压事件外，AVC（如 ABB 的 PCS100 AVC-40 或

—
ABB 的高效解决方案可优化能源使用和减少热损失，从而最大限度地提高可持续性。

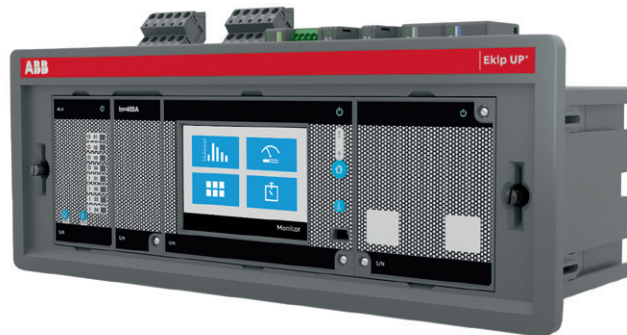
PCS100 AVC-20）还可提供电能质量控制功能，例如：校正电压不平衡、衰减公用事业供电侧的闪烁，以及校正相位角误差 →06。

电力保护解决方案

众所周知，工业环境对于电气和电子设备来说非常恶劣，可能会出现化学品、灰尘、振动、腐蚀、湿度和热量方面的严苛挑战。ABB PowerLine DPA 不间断电源（UPS）专为应对此类恶劣环境而设计 →07。该 UPS 可防范深度电压下陷、供电中断和数分钟停电造成的危害。PowerLine DPA 具有高能效（高达 95%）和出色的短路和过载保护。PowerLine DPA 基于 ABB



02



03



04

— 02 Tmax XT 断路器。

— 03 Ekip UP。

— 04 ABB M4M 网络分析仪。

ABB 的 AVC 专门用于防止由供电网络本身导致的电能质量事件。

的分散式并联架构（DPA）。DPA 是一种模块化架构，就其本质而言，它不仅可提供最佳的可用性，还可提供最佳的可维护性、可扩展性和灵活性。综上所述，这些功能可在 UPS 的整个生命周期内降低总拥有成本（TCO）。

从高到底的电能质量

→08 显示了上述应用于中小型设施的电力保护解决方案。其中，由外部公用事业公司提供的中压电力降为低压。如果发生电力中断，UPS 会立即介入，以保持电力流向负载，而基于断路器的自动转换开关

（ATS）会启动，将负载转移到应急发电机，这样可维持数小时的电力供应。发电机可能需要 30 秒才能开始运作，发电机启动后，UPS 将恢复到待机状态，为下一次断电做好准备。

对于短暂电力中断和电压波动，可从电能质量的角度将负载分为三类。各类负载都可以采用上述电力保护解决方案：

- 非关键负载。这些负载无需特殊保护，不会导致经济损失或安全问题。
- 基本负载。如果这些负载受到频繁断电的影响，将导致重大经济损失。
- 关键负载。这些负载在任何时候都不能断电，并且通常需要连续供电或保持 7*24 小时全天候可用。

电压下陷和不平衡是电网中最常发生的电力事件。使用 ABB PCS100 AVC-40 可轻松应对这些干扰 →08。为了防止潜在的深度电压下陷问题，并为工业过程负载提供短期后备电源，应采用 ABB PCS100 UPS-I。

UPS 最适合用于保护敏感负载（如过程控制或自动化系统），以及必须保持 7*24 小时全天候可用的关键负载。ABB 提供品类丰富的 UPS 产品，可针对不同应用量身定制。在 →08 所示的示例中，PowerLine DPA UPS 是过程控制的最佳选择，而 DPA250 S4 UPS 是 IT 服务器保护的最好选择。

面对电网事件时，维护配电系统的可靠性必须辅之以电能质量监控，以检查电气系

PowerLine DPA UPS 专为应对恶劣的工业环境而设计。

统设计的效率和监测能耗。这种监控功能可优化设施能效，并对故障行为进行详细分析。

要实施监控方案，其中一种方法是部署具有高级计量和网络分析仪功能的 ABB 断路器，这样便可以监测高达 50 次谐波的波形特征，以及测量资产健康监测和性能优化所需的电气参数。

M4M 计量表还可用于监测和分析设施的整体电能质量性能。由于 M4M 具有高精度，并且经认证可用于计量用途，因此还可用于能源计量，以及与公用事业公司交易的账单管理。

经济合理性和可持续性

ABB 的电力保护解决方案可最大限度地提高操作可用性，并且其安装和调试快速简便。再加上低维护要求和高可靠性的优势，这些解决方案可提供高投资回报，并缩短投资回收期，同时可帮助餐饮生产商最大限度地提高其设施的可持续性，以及为减少全球二氧化碳排放作出贡献。•



05



06



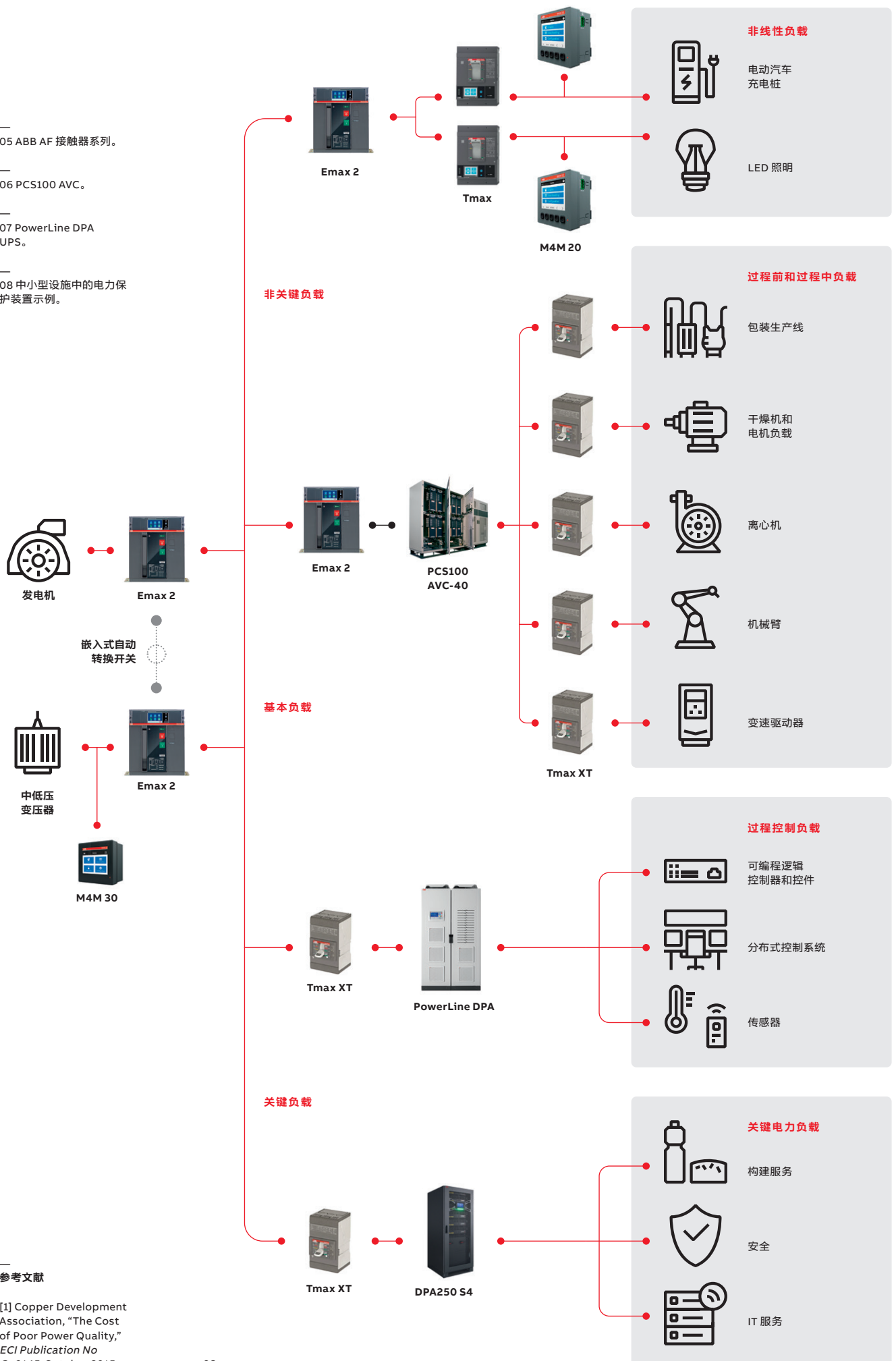
07

— 05 ABB AF 接触器系列。

— 06 PCS100 AVC。

— 07 PowerLine DPA UPS。

— 08 中小型设施中的电力保护装置示例。



参考文献

[1] Copper Development Association, "The Cost of Poor Power Quality," ECI Publication No Cu0145, October 2015.

全力提升测量精度

数据中心能效

数据中心运营商可如何确保测得的设施电源使用效率（PUE，定义能效的关键参数）反映的是真实情况？通过实施 ABB 的模块化可扩展解决方案，可以避免此领域中即使微小差异也可引起的重大风险。此类解决方案可满足所有测量要求，确保实现最高精度，提高能源效率，并可在电气系统升级后将维护成本降低多达 36%。



Aleksandar Grbic
ABB 电气化智能电源部门
瑞士夸尔蒂诺

aleksandar.grbic@
ch.abb.com

听到互联网流量在过去几年间呈现突飞猛进的增长，可能并不足为奇。但可能令很多人颇为惊讶的是，关于数据中心二氧化

2010 年至 2019 年间，数据中心的能源使用量保持稳定，占全球电力需求的 1% 左右。

碳排放量将飙升的可怕预测并未成为事实。自 2010 年以来，互联网流量增长了 12 倍。这一趋势由多种因素推动，包括：互连设备数量激增；物理应用被虚拟应用取代；以及互联网用户数量翻倍。

尽管如此，在 2010 年至 2019 年间，数据中心的能源使用量保持稳定，占全球电力

需求的 1% 左右，即约 200 TWh → 01 [1]。此外，这种节能趋势似乎还在继续。国际能源署（IEA）表示，“如果硬件和数据中心基础设施的能效能够保持当前趋势，那么到 2022 年，即使服务需求会增长 60%，全球数据中心能源需求仍将几乎保持平稳。”[2]

事实上，在这些令人鼓舞的数字背后，数据中心一直在投资那些以减少能源需求和二氧化碳排放为目标的技术。在这方面，定义数据中心能效的最重要参数是电源使用效率（PUE），该术语由美国供暖制冷空调工程师学会（ASHRAE）和美国绿色网络联盟（The Green Grid）提出[3]。从本质上而言，PUE 是指与数据中心总能耗（包括制冷、照明和其他非 IT 相关设备）相比，数据中心的计算设备使用了多少能源 → 02。



如同 PUE 对确定数据中心能效至关重要一样，PUE 所基于的数据以及影响这些数据测定的测量系统也同样重要。其中，要准确

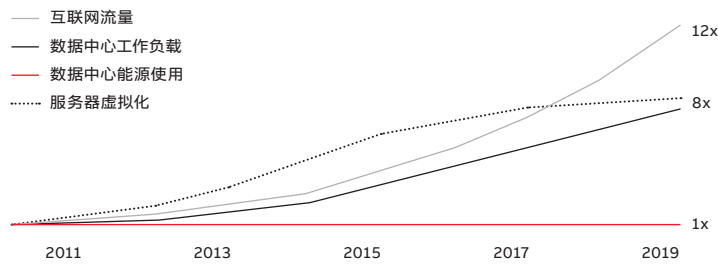
—
PUE 的好坏取决于其基于的数据，以及可影响这些数据的测量系统。

无误地测量关键电气参数（例如，电压、电流、功率、能量和功率因数等），取决于测量设备的正确使用和布置[3]。EN50600-2-2

数据中心标准要求这些参数的测量精度达到 1%。此外，该标准建议测量电流和电压总谐波失真（THCD 和 THVD），并且规定此类数据的采集必须快速且同步，而且必须正确分析和表征所得数据。只有这样，数据中心所有者才能确定测得的 PUE 值反映的是实际情况。

即使测得的设施 PUE 值存在微小差异，也可能导致多种后果。例如，数据中心面临风险的能力包括：准确测量其能效的能力，为 IT 负载分配电力的能力，以及有效规划安装升级的能力，等等。

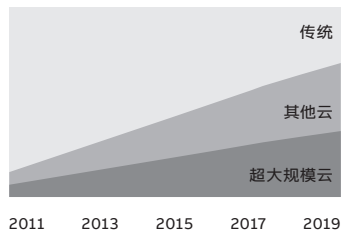
全球趋势



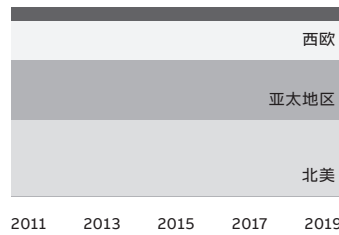
数据中心
占全球电力需求的

1%

按部门分列的 电力消耗



按地区分列的 电力消耗



2019 年全球
数据中心
电力需求

200
TWh

准确的信息就是一切

采用 ABB 独特灵活的解决方案，可以避免上述风险。此类解决方案可满足所有测量要求，确保达到正确的 1 级精度，并简化电源监控和容量规划，同时提高能效。

此外，ABB 设备极其高效，可最大程度地确保配电设备以最高效率运行，包括变压器、UPS 系统、电缆，以及保护和开关设备。由于在双转换模式下，对于高效的配电产品和正确的配电设计，UPS 的系统

- 无需额外继电器和测量设备，因此更加简便、省时
- 有多种通信协议模块可供选择，因此灵活性高
- 云连接简单高效
- 设备和连接减少，因此可靠性更高
- 设计、安装和集成快速。此外，通过 ABB Ability™ 能效与资产管理器，可轻松将来自 ABB 嵌入式计量设备的大部分重要信息可视化，并实现对这些信息的监视，这一工具可作为本地或云基解决方案提供。

通常平均为 20% 的配电损耗可降低至 5%。

级效率可达到 97.4%，因此，通常平均为 20% 的配电损耗可降低至 5%。

通过实施 ABB 的测量、监视和控制解决方案，可以进一步提升效率。例如，ABB Ekip 设备配备嵌入式计量装置，能够根据 IEC 61557-12 标准以高度灵活性和 1 级精度测量并控制各配电级的所有电气参数。嵌入式功能可提供以下优势：

模块化和可扩展性

由于数据中心规模各异，ABB 可提供模块化组件 → 03，旨在轻松实现三个级别的可扩展解决方案：

- **基础版监控** - 基本解决方案，可提供监视数据中心 PUE 的功能。非常适合小型安装。
- **增强版监控** - 可提供更广泛、更准确的电力消耗视图，使用户能够分析能效和监视 UPS 状态。
- **高级版监控** - 完整套件，专用于极度精细的计量，可提供预测性维护。适用于大型数据中心，或对能效和可持续性要求最高的数据中心。

— 01 2010-2019 年全球互联网流量和数据中心能耗趋势（来源：OMDIA）[1]。

— 02 电源使用效率（PUE）- 定义数据中心能效的最重要参数。

— 03 ABB 可提供模块化组件，旨在轻松实现多种可扩展解决方案。

上述可扩展解决方案级别可带来众多优势。它们可将项目设计时间缩短多达 80%，并可降低项目风险，这是因为相关数字化连接已通过 ABB 测试，可轻松适应不同项目，并可通过添加 ABB Marketplace™ 高级功能随时进行升级，无需更改硬件。与传统更换相比，在电气系统升级后，这些解决方案可将成本降低多达 70%。

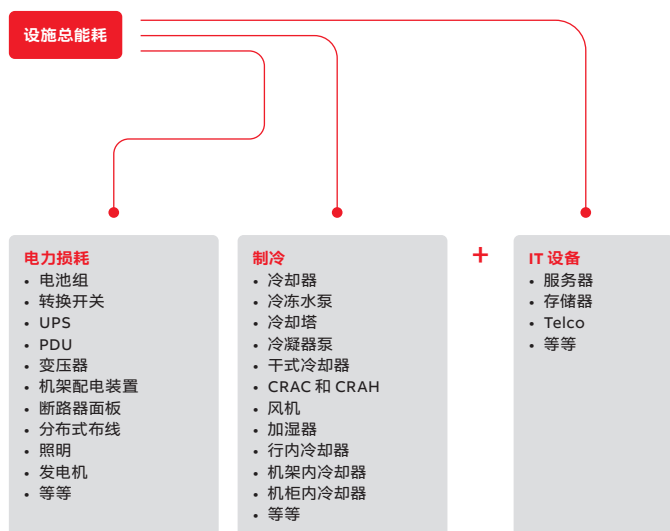
基础版监控解决方案

ABB 的基础版解决方案基于两个 EMAX 2 或者 Tmax XT 断路器。它们可测量 UPS 输出和设施输入的所有电气参数，包括：电流；电压；频率；有功、无功、视在功率与能量；功率因数；峰值因数；THVD；以及 THCD。这两台断路器通过 Modbus TCP 通讯协议连接。

测量数据通过 ABB Ability™ Edge 工业级网关收集，然后存储在本地网关或传输到云端。如果选择后者，则可以通过全新云平台 ABB Ability™ 能效与资产管理器获取所有信息，并且可以从任何位置使用任何联网设备进行访问。

数据中心 PUE (电源使用效率)

$$PUE = \frac{\text{设施总能耗}}{\text{IT 能耗}}$$





04

除了云连接之外，还可以将测量设备（断路器）连接到本地 DCIM（在本地安装和配置），并以自定义方式使用可用信息。

尽管这一解决方案简单且初始成本低，但由于安装的测量点只有两个，因此提供的数据中心能耗信息非常少。所以提高数据中心整体能效和可靠性的空间很小。

增强版监控解决方案

在基本解决方案中概述的测量、软件和通信相关考虑因素同样适用于增强版解决方案。但在增强版解决方案中，测量由更多

保护设备和新推出的 System pro M compact® InSite 执行，因此获得的数据更多。

— 借助与 Microsoft 合作开发的高水平网络安全系统，数据安全性得到保证。

可通过云端和/或本地获取信息。借助与 Microsoft 合作开发的高水平网络安全系

—
04 ABB 组件旨在最大限度
地提高灵活性。

统，数据安全性得到保证。这使 PUE 值的计算非常灵活、简单且精确。借助负载分组功能，可快速灵活地对工厂概览进行自定义→04。例如，可以将所有制冷负载的保护装置归为一组，以便查看制冷负载的总体能耗值，同时仍会独立显示每个负载的值。

凭借更高的精度、众多的测量点，以及设备状态相关信息，可轻松识别出能耗最大的设备，并采取纠正措施。通过这种方式，可轻松实施经济高效的更改，从而提高数据中心的整体能效，并且由于空气断路器具备独有的预测性维护功能，因此可以提前制定维护计划。此外，借助 UPS Insight，可以监视主要的 UPS 参数。其中包括实时电流和电压、温度、电池充电状态，以及报警和其他事件。

高级版监控解决方案

这是一个可实现更高级功能的监控系统。该解决方案可提供毛细管计量架构，不只局限于 IT 领域机械负载，还涵盖一系列其他类型的负载。这种高级解决方案可以应用于任何类型的数据中心，无论其规模如何。但毫无疑问，数据中心越大、越复杂，在不影响能效或可靠性的情况下实现成本节约就越重要。

ABB 的计算将典型成本纳入考虑，经证实，高级解决方案可为 Emax 2 空气断路器等设备节省高达 36% 的维护成本。此外，通过提供关于每台设备健康状况的准确信息和定期维护，工厂的整体可靠性大大提高，从而减少了数据中心停机的可能性，而每次发生停机事件的成本可能高达 240 万美元[4]。由于所有受监控设备都持续进行自检，因此需要计划外维护的可能性进一步降低。如果设备根据客户设置的上下限检测到任何异常，就会发出报警。

降低配电损耗

除了通过越来越精确的能源使用监控来提高数据中心的能效外，运营商还可以利用各种技术来减少配电损耗。ABB 提供的设备可将配电损耗降低至 5%。此外，这种方法非常适合包含大量测量设备的设施，可以深入了解配电损耗的原因，从而为优化配电效率提供支持。这种方法也适用于

数据中心的 IT 设备。此类设备可能会产生电能质量问题，从而导致电网中的谐波失

—
经计算证实，在电气系统升级后，ABB 的高级解决方案可节省高达 36% 的维护成本。

真。这些问题可以通过在电网中布置合适的滤波器来解决。但要正确选择和布置滤波器，操作员必须识别失真来源和程度。

ABB 设备可以在不借助其他设备的情况下，执行高达 50 次谐波测量，以提供正确信息并实现这些改进。此外，所有相同设备均配有嵌入式电能质量表，可监测电能质量的其他特征参数，如平均电压、电压尖峰或短时中断、相间电压不平衡等，以便发现问题并加强管理，从而进一步提高能效和可靠性。•

参考文献

[1] IEA. "Tracking Data Centres and Data Transmission Networks 2020," *Tracking Report*, June, 2020. 来源: <https://www.iea.org/reports/tracking-data-centres-and-data-transmission-networks-2020>. [访问日期: 2022 年 1 月 15 日]

[2] IEA analysis based on Masanet, E. et al. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates, *Science*, 367(6481), 984-986. Available: <https://doi.org/10.1126/science.aba3758>. [访问日期: 2022 年 1 月 15 日]

[3] Information technology – Data centre facilities and infrastructures – Part 2-2: Power distribution, EN 50600-2-2 Standard, 2014.

[4] Ponemon Institute, Cost of Data Center Outages, Ponemon Institute, 2016.

通过数字化解决方案提高电动旋转设备性能

改善决策

数字化可为所有工业公司带来更好的运营决策和成本管理模式。基于准确数据及相关专家分析做出决策，可改善电动设备的健康状况、性能和能效，并减少二氧化碳排放。

—
01 如今，数字化解决方案可实现能效的持续优化。

在全球范围内，约有 3 亿个系统是由电机驱动的，而且这个数字很可能还会增加。提高电机系统能效变得越来越重要。事实上，据估计，如果将目前使用的所有电机系统都换成更高效的设备，全球能耗可减少多达 10% [1]。

提高能效的其中一种方法是对低能效旧设备进行现代化改造。然而，一次性现代化只是改进过程中可能会采用的一个步骤：如今，数字化解决方案可持续评估并优化能效 → 01。要实现这些数字化解决方案，必须连接相关设备和过程。通过连接，可收集、监视和分析实际的能源使用数据。服务专家（来自客户或其服务合作伙伴）可利用获得的见解识别出能效低下的方面，发现节能机会，并就能源使用的持续改进提出建议。提高能效的一个重要途

径是使设备保持良好的工作状态。在这方面，来自数字化解决方案的数据可以帮助操作员选择最佳的维护策略。

借助互连资产改善决策

要决定如何实现能效的持续优化，必须收集有关实际能源使用和设备性能的数据。然而，仅仅积累原始数据是不够的：还需

—
如今，数字解决方案可持续优化能效。

要识别相关数据，而这正是可靠的服务合作伙伴的用武之地。这还必须接触能够分析和解释结果的内外专家，以确定提高



Mari E. Haapala
ABB 运动控制事业部
瑞士巴登

mari.e.haapala@
ch.abb.com



能效的有效方法 → 02。所需的专业知识类型包括了解所涉及的技术，例如，未知品牌的电机或 ABB 驱动器。

实际数据收集

自从安全云平台问世以来，连接设备以收集数据和提供远程服务变得更加简单。在这方面，借助 ABB Ability™ 状态监测系统专门开发的解决方案，可以从互连设备收集数据以供使用，即使在远程设施中亦可实现。然后，客户可以从云基分析和

数据收集越来越多地应用于全过程和过程领域。

洞察中受益，而无需在其场所建造数据存储或计算设施存储器或提供相关支持。例如，通过可添加到电机、发电机、轴承和泵的传感器，或通过作为设备（如 ABB 驱动器）组成部分的传感功能，可实现适用于动力总成的 ABB Ability 状态监测系统。然后，可以测量和跟踪使用模式、制冷、应力水平和电力消耗等参数。

数据收集不仅越来越多地应用于单台设备，还越来越多地应用于全过程和过程领域。例如，可以评估整个动力系统而不只是单台电机的状况和维护需求 → 03。

持续监控和视情维护

在视情维护中，不断从设备收集数据以监控其状态。数据被安全地传输到云端，客户或授权合作伙伴可以在云端访问、处理和分析数据。然后，工程师会对数据作出解释，以评估设备状况、确定维护需求，并向客户建议维护措施。这种方法可提高设备的可靠性和性能，实现更好的维护计划，同时避免不必要的维护作业，并减少人工检查需求。由于系统持续对设备进行监控，因此当出现意外偏差时，它还可以自动发出提醒和报警。

在注重能效的服务中，会不断从相连电机和驱动器收集有关能源使用的数据。服务专家可以查看这些数据，以了解哪些地方可以节能，哪些地方的能效最低，以及哪些地方可以找到最重要的节能机会。他们可以利用这些信息就可选项提供建议，并推荐最有效的行动方案来提高能效。一旦实施任何更改，专家就可通过持续监控功能来跟踪和验证能效提升，并确保所有电机系统可长期持续以尽可能高的能效运行。

数字化运营解决方案

位于瑞典蒙克松德的 SCA 牛皮纸浆厂借助 ABB 数字化解决方案加速向无化石的未来迈进。可持续发展是瑞典 SCA 集团的运营核心，其长期目标是要建立无化石价值链。得益于生物能源的生产，SCA 的工业流程已有 95% 实现了无化石。借助 ABB Ability 状态监测系统，SCA 可以针对某一特定操作进行自定义，以安全的方式收集数据，包括温度或操作模式等指标。

通过分析所收集的数据，可以更深入地了解生产过程，这有助于确定性能的长期趋势，从而提高设备能效、可靠性和正常运行时间，并使预测性维护变得更轻松。

预测性维护

预测性维护利用数据识别潜在隐患，防止其演变成现实风险，这有助于确保过程的稳定性，以及实现最长的正常运行时间。通过预测性维护，服务专家可分析来自电机和驱动器的当前及历史数据。通过这种长期概览，来确定最佳维护间隔、查明性能偏差，从而防止问题发生 → 04。此外，还可以发现瓶颈和改进机会。



02



03

02 专家对数据进行分析对于优化性能至关重要。

03 适用于动力总成的 ABB Ability 状态监测系统是一种从驱动器、电机、泵收集数据的解决方案，也可应用于压缩机、输送机、混合器和挤出机主轴等应用。

使用 ABB 的预防性维护解决方案, Mokr 提前发现了潜在故障。

Mokr 在捷克共和国经营的一家水泥厂在追踪反复计划外停机来源方面遇到困难，于是采用了 ABB 的预测性维护方法[2]。借助适用于驱动器的 ABB Ability 状态监测系统，ABB 工作人员对 Mokr 变速驱动器的状况进行持续监测。通过从这些数据中收集到的知识，ABB 可确定故障原因，并就要调查的区域提出建议。这些信息使 Mokr 能够从计划性维护转变为适时对相应设备进行维护。使用 ABB 的预防性维护

解决方案，Mokr 现在还可以提前发现潜在故障，从而防止意外停机的发生 → 05。在短短三个月内，Mokr 在无需进行计划外投资的情况下，节省了 21 万美元以上，并提高了排烟风机的性能和效率。

结果导向型商业模式

此外，还可以利用数字使能解决方案，以全新的方式建立客户关系。例如，对于传统服务，设备制造商和服务合作伙伴注重需求响应，以及为出现的问题寻求解决方案。而对于结果导向型商业模式，其理念是将风险从客户转移到服务合作伙伴。客户及其服务合作伙伴共同确定关键结果，以及以何种方式实现。然后，服务合作伙伴尽力达成商定的目标。例如，客户会向



04

服务提供商支付费用，以获得有保证的生产可用性，或持续实现能效。然后，服务提供商将对客户设备进行远程监控，并采

——
对于结果导向型商业模式，其理念是将风险从客户转移到服务合作伙伴。

取主动维护措施，以确保实现商定的结果。将来，客户同样会向其服务提供商支付费用，以提高能效，并优化能源使用。

ABB 已经在采用这种结果导向型商业模式。例如，ABB 与欧洲最大的可再生能源

生产商 Statkraft 签订了一份为期 10 年的服务合同。这份交钥匙合同的内容包括为英国 Lister Drive Greener Grid 项目设计、制造并安装两个大惯性同步冷凝器系统[3]。作为服务的一部分，ABB 将确保冷凝器系统保持全天候可用。通过这种结果导向型服务，Statkraft 将可获得有保证的正常运行时间，以及 ABB 提供的维护。ABB 将对设备进行持续监控，并采取主动维护措施，以确保不会发生故障。

数字化和节能型未来

随着工业电气运动设备的互联程度越来越高，ABB 正与客户合作，以提供新的数字化解决方案和服务模式，从而帮助他们利用数字数据做出更好的决策。ABB 的数字化服务（如状态监测和视情维护）使用数



05

—
04 对电动旋转机械进行预测性维护,可防止小问题演变成大问题。

—
05 适用于驱动器的 ABB Ability 状态监测系统解决了 Mokrá 的一家水泥厂遇到的问题。

据来改善过程可靠性、维护优化和能源利用。计划性服务（如预测性维护）会更深入地研究数据以揭示趋势，从而能够提前预测即将发生的维护需求。两种类型的服务都有助于提高设备效率，并节省能源和成本。

ABB 在电机、发电机和驱动器能效数字化解决方案方面处于领先地位，可提供几乎所有业务均可使用的数字化服务。随着客户将其业务数字化，可以逐步采用这

—
随着客户将其业务数字化,可以逐步采用这些强大的新技术。

些强大的新技术。未来，结果导向型数字化商业模式将有望成为商业界中的一种常态。ABB 拥有专业知识和技术，比以往任何时候都更容易向数字化和节能型未来转型。•

参考文献

[1] P. Waide et al., "Energy-efficiency policy opportunities for electric motor-driven systems," *International Energy Agency working paper*, Paris, 2011, pp. 13, 17 and 118.

[2] "ABB's condition monitoring services help Mokrá cement plant save \$210K, while increasing operational

efficiency." 来源: <https://new.abb.com/news/detail/80450/abbs-condition-monitoring-services-help-mokra-cement-plant-save-210k-while-increasing-operational-efficiency>. [访问日期: 2021 年 12 月 8 日]

[3] "Statkraft chooses ABB synchronous condensers to help the

UK National Grid meet its zero-carbon targets," ABB press release, February, 2021. 来源: <https://new.abb.com/news/detail/74025/statkraft-chooses-abb-synchronous-condensers-to-help-the-uk-national-grid-meet-its-zero-carbon-targets>. [访问日期: 2021 年 12 月 12 日]

利用自动化海底钻探技术应对极端环境

深海钻探

B&R 为 MeBo200 提供了自动化解决方案，这是一种海底钻机，可在水深 2,500 m 处取芯长达 200 m。结果造就了兼具可靠性和高效性的远程控制海底钻机，能够满足超深水商业用途的所有自动化、通信、诊断和维护要求。



01



Stefan Messerklinger
ABB 移动自动化事业部
奥地利 埃格尔斯贝格

Stefan.messerklinger@
br-automation.com

穿过黑暗，垫板的四条支腿伸展开来，准备将十吨重的仪器安全降落在海底。在未经勘探的目标地点稳固降落后，集成机器人钻机开始探测地形[1]。

这看似是火星任务的再现，而实际上是对深海钻探研究任务的描述，在这项任务中，钻机曾经穿越海洋降落到 2,500 m 下的海底，在那里，远程控制机器人钻机下钻 200 m 进行海底采样。这一惊人成就之所以能够实现，部分原因在于 B & R Industrial automation（ABB 于 2017 年收购的一家公司，现为 ABB 的机器自动化

部门）应 Bauer Maschinen GmbH 要求提供的自动化、控制和通信技术。

挑战性环境

超深海在很大程度上未经观测、勘探和测绘，但它是了解地球气候的关键之一；也

——
借助 B&R 技术，远程控制钻机可在水深 2,500 m 处进行海底采样。



02

—
01 远程控制海底勘探钻机 MeBo200, 其是 MARUM 和 Bauer 联合打造的第二代钻机, 可在水深 2,500 m 处执行任务。

—
02 使用水冷绞盘收放 35.5 mm 粗的钢丝铠装电缆。ABB B&R 的 X20 模块可将该绞盘无缝集成到 MeBo200 架构的自动化系统中。

是能源、生计和商业的来源。要了解这些现象, 需要在物理上具挑战性的环境中克服严苛条件进行钻探, 就如同太空探索一样。

在这方面, 技术可发挥的作用将取决于水深、沉积物类型、潜在基础深度和土壤特性[3]。例如, 在水深 4,000 米处, 温度低于 4°C, 环境压力达 40.0 MPa。通常, 会在水深 45 米处遇到软质细粒粘土, 其不排水抗剪强度为 5-30 kPa[2]。在这种条件下, 进行测量并获得未受干扰的样本非常困难但极其重要, 因此需要采用弹性技术。

协作解决方案

商业界和学术界为此携手开发强大的技术, 从而在此类恶劣条件下实现可靠运行。最新一代海底钻机就采用了这种技术, MeBo200 由海洋环境科学研究中

—
机器人钻机 MeBo200 降落到海底, 在那里下钻 200 m 进行海底采样和探测。

心 (MARUM) 和 Bauer 于 2014 年共同开发 →01。该钻机可以穿越海洋, 降落到水深 2,500 m 处的海底, 在那里下钻 200 m 进行海底采样和探测 →01。如此了不起的成就归功于 Bauer 和 B&R 专家之间的又一次长期合作。经过多年成功的研究性钻探, Bauer 希望 B&R 为其提供能够在极端环境条件下远程控制机器人钻探作业所需的自动化、控制和通信技术, 以便将 MeBo200 用于商业钻探[1], 例如: 在从松散沉积物到硬石的底土中试钻; 海底基础

工业自动化技术

作为电气化、数字化和自动化技术的领先创新者, ABB 于 2017 年收购了 B&R Technology GmbH。这使得 ABB 成为唯一一家可为工业自动化客户提供全套集成硬件和软件解决方案的公司, 产品范围涉及控制、执行、机器人、传感、分析和电气化。他们的优势在于能够将 ABB 和 B&R 的产品整合到一个解决方案中, 并以所拥有的深厚应用专业知识作为支持。通过这种方式, ABB 与 B&R 完美配合, 为 Bauer 提供了控制、通信和诊断系统, 以满足 MeBo200 的商业用途。

03

岩土工程勘探; 矿产勘探; 海底天然气或石油勘探; 海底硫化物储量勘探; 以及海洋天然气水合物勘探。

钻探选择

虽然在传统上, 会使用专门的钻探船来勘探海底, 但由于风、浪和流对船舶和钻柱运动的影响, 以及所遇到软质细粒沉积物的特性, 其可用性低且成本高, 这为超深水钻探过程带来可行性上的挑战[2]。然而, 机器人海底钻机能够减少甚至消除其中一些困难: 现场取芯可减少样本干扰; 由于风、浪、流与钻探过程无关, 因此钻探质量得以保持不变; 由于多用途船舶可部署钻机, 因此现场取芯的机动成本降低; 由于无需组装从船上延伸至海床的钻柱, 因此钻探成本降低[4]。为了节省成本和时间, 机器人海底钻机如今被广泛应用于勘探并取得成功。

直达海底

MeBo200 就是其中一款钻机, 它是在首款 MeBo 钻机的成功基础上建造的第二代海底钻机, 首款 MeBo 钻机自 2004 年开始运

行, 能够下钻 70 m → 01。MeBo200 将下钻能力提升到 200 m。2014 年, MeBo200 在北海成功通过测试, 它不仅可以在水深达 2,500 m 的海底工作, 还可以钻入沉积物、岩石和天然气水合物, 其样本干扰通常比由钻井船操作的钻机要少[2]。

现代自动化技术

尽管前两代 MeBo 成功为研究界提供了有价值的成果, 但仍需进一步改进, 才能实现符合 DNV 标准的广泛商业用途。Bauer 为 MeBo200 开发了钻井技术、机械装置、液压装置, 以及下放和回收系统, 要

Bauer GmbH 希望 B&R 能够增强 MeBo 的自动化、控制和通信能力, 从而使商业钻探得以实现。

求 B&R 可以通过以下方面增强这款钻机, 从而使商业应用得以实现:

- 最先进的控制技术
- 扩展通信网络
- 用于外部自动化组件的接口
- 最新诊断维护系统

B&R 无疑是升级自动化架构的理想合作伙伴。来自 Bauer 的 Lothar Schirmel 表示, “我们与 B&R 的成功合作关系由来已久, 几十年来, 我们的深海钻机一直在使用他们的技术。”

恶劣环境下的性能

MeBo200 安装在机架内, 在空气中重 10 吨 (在水中重 8 吨)。整台 MeBo 的尺寸相当于一个 20 英尺的集装箱, 由一艘可用的研究船运送到目的地 → 01。船舶到达后, 勘探钻机通过 2,700 m 的钢丝铠装型脐带缆下降到海底 → 02。该线缆是将 MeBo200

—
03 ABB 收购 B&R 的说明概述。

—
04 X90 移动控制器系统具有足够的弹性,可应对深海极端环境。

04a 图示为 X90 移动控制器单元。

04b X90 移动控制器放置在密封压力容器中,可保护电子设备免受海水侵蚀。

连接到船舶的生命线,向它提供电力和控制命令,从船上远程操纵。

为了可靠地从海底收集数据,并将其发送到距离数公里的海面船舶上,MeBo200 需要采用极具弹性的技术 →03。Schirmel 指出,“在海平面下 2,500 m 处,环境非常恶劣,因此使用的所有组件都必须坚固可靠。这就是我们选择 B&R X90 移

动控制系统的原因,它可以轻松应对这些极端条件。”

X90 控制器配备标准化组件,因此易于通过选件模块适应不同需求 →04。该系统的核心是 ARM 处理器。针对 MeBo200,它们被配置为具有大量集成 I/O 连接的智能 POWERLINK 总线控制器。POWERLINK 协议通过波分复用介质转换器在单模光缆上传输,并在到达船上时转换回来。在这



04a



04b

—
在极端条件下可靠运行实时网络是一项重大挑战,但 B&R 让这成为可能。

些极端条件下可靠运行实时网络是一项重大挑战,但携手 B&R,我们便具备了解决这一问题的能力。他们提供了转换器选型方面的专业指导,并且了解如何调整网络设置来控制最初的通信中断。这正是我们希望从自动化合作伙伴那里获得的支持,”Schirmel 肯定地说。

在甲板上更新软件

通过光纤,可以从船舶甲板访问 X90 控制器上的集成以太网接口。Schirmel 解释道,“这对我们来说非常重要,它允许按需更新钻机上的软件,要访问控制器时,无需将其带到海面或打开压力容器。”

采用特殊的插入式连接器,可保护进入压力容器的电信号,该等连接器能够轻松承受 40.0 MPa 的压力,从容应对水深 4,000 m 处的情况。通过这种方式,将近 100 个比例阀、绝对式编码器、位移传感器等装置连接到 X90 控制器设备的 I/O 上。

全方位控制和视野

从研究船甲板上的集装箱中,可轻松实现对钻探装置的远程控制。

经过彻底改造的操作台配备一张座椅,其扶手上安装了操纵杆控制装置,与起重机驾驶室类似 →05。19 英寸触摸屏显示器上,可找到其他控件,这些显示器选自 B&R 的 Singletouch Automation Panel 系

列，有三种带模拟电阻单点触屏（宽屏格式）的面板可供选择，该系统具有高度灵活性，允许在继续使用 HMI 应用程序的同时进行升级 → 05。

这三个面板可显示控制 MeBo200 钻机和所有其他辅助设备所需的所有关键信息。在它们上方，有另外两个监视器，用于显

从研究船甲板上的集装箱中，可轻松实现对最新钻探装置的远程控制。

示来自 8 个预装水下摄像头的实时视频。操作员可以密切监视主要采用人工钻探的过程。

数据会汇集在 B & R APROL 过程控制系统中，该系统在两个冗余 Automation PC 910 单元上运行 → 06。Automation PC 3100 产品系列中的另外三款工业计算机被用作远程人机界面（HMI）服务器。

“自 2005 年以来，我们的石油和天然气深海钻机一直使用 APROL 作为强大的 HMI、数据采集和数据管理解决方案，”Schirmel 解释道 → 06，“APROL 可提供高性能数据存储和长期归档功能，这是我们选用它的一个主要原因。其中包括 Trend Viewer，它使我们可以将记录的数据可视化，然后分析错误原因。”

逐步试运

MeBo200 控制解决方案在 B & R X20 系统的 PLC 上运行，这是一套完整而详细的控制解决方案，具有巧妙的人体工程学设计。X20 系统使所有标准控制系统的可能性得到扩展，可与其他 B & R 组件无缝集成，允许以超乎想象的性能和灵活性实施应用。

由于控制和 HMI 可以分开运行，即使没有 APROL 服务器，操作员也可以对钻机和辅助装置进行逐步启动、测试或/和操作。



05

此外，B & R X20 系统还可用于集成各种辅助装置，包括液压动力装置、用于 MeBo200 甲板操作的无线电遥控器，以及用于钻机高压供电的带变压器的动力中心。

连接第三方组件

Schirmel 表示，“某些辅助装置为外购部件。就这些辅助装置而言，我们对使用何种现场总线没有发言权。因此，我们非常感谢 B & R 为所有通用现场总线提供接口和库。”这种设置使得来自 Bauer 的 Schirmel 及其团队能够轻松连接遥控接收器、操纵杆和相关控制面板，从而充分发挥该自动化系统的优势。

值得信赖的合作伙伴

“B & R 的所有产品均具备灵活性和一致性，这使我们能够无缝捕获一切必要数据，并将其传输到 HMI 和数据管理系统，而无需自己定义或实施各种接口，”Schirmel 称赞道，“再加上产品组合的开放性和可扩展性，这就是我们放心依赖 B & R 作为自动化合作伙伴的原因，尤其是对于特大型或独特的自动化项目，如我们新的海上应用项目。”



06

—
05 在船舶甲板上的集装箱中, 通过操纵杆、控制面板和触摸屏操作控制钻探过程。来自 8 个水下摄像头的实时视频流可帮助操作员监视钻探过程。

—
06 强大计算能力: B&R 的五款工业计算机能够使 HMI 操作和数据存储始终保持可靠运行。

拓展钻探的未来

在 B&R 的帮助下, 最新型自动化 MeBo200 因一流的工业质量、强大而开放的架构、全面的连接性、一致的数据管理和无缝的数据存储而得到增强。从概念设计到产品创建, B&R 致力于实现自动化、控制、连接和通信方面的目标, 帮助扩大 MeBo200 的应用范围, 以便 Bauer 可以瞄准商业钻探领域(现已拥有另一种超深水钻探方法)。

—
通过实现自动化、控制、连接和通信方面的目标, B&R 正在帮助扩大 MeBo200 的应用范围

参考文献

[1] Franz Rossmann
“Good Automation Runs Deep”, in preparation,
pp. 1–5.

[2] G. Spagnoli et al.,
“First Deployment of
the Underwater Drill Rig
MeBo200 in the North
Sea and its Applications
for the Geotechnical
Exploration” *Society of
Petroleum Engineers*

Publication SPE-
175456-MS 2015,
pp. 1–14.

[3] W. McCarron, “*Deep-
water Foundations and
Pipeline Geomechanics*”. Fort Lauderdale: J.
Ross Publishing, 2011,
pp. 1–304

[4] T. Freudenthal, T. and
G. Wefer, “Drilling Cores
on the Sea Floor with
the Remote-Controlled
Sea Floor Drilling Rig
MeBo”, *Geoscience
Instrument Method Data
System*, Vol. 2, 2013,
pp. 329–337.

智能交通 运输





66

运输的目的一般是将实体的货物或人员从 A 点转移到 B 点。然而，运输服务能够有效且高效完成交付，取决于更多数量的点之间的信息传递，以及对这些信息的分析和处理。以下是一些来自电动汽车充电、轨道牵引运输和货物船运方面的例子，在这些以及更广的方方面面，ABB 都能够提供支持并予以赋能。

- 60 **跟踪分析**
铁路牵引中的车轮磨损分析
- 66 **重塑电动汽车充电体验**
电动体验逐渐成型
- 70 **远洋航行**
ABB 技术始终为船舶保驾护航



70



铁路牵引中的车轮磨损分析

跟踪分析

了解机车车轮的磨损情况是准确预测退化和维护需求的关键因素。瑞士联邦铁路（SBB）和 ABB 联合启动了一个数据收集与分析活动，旨在更好地了解 Re 460 型机车的车轮的磨损和轮对的退化情况。

—
**Andrea Cortinovis,
Lucas Schmid,
Christian Huber**
ABB 牵引事业部
瑞士图尔吉

andrea.cortinovis@
ch.abb.com
lucas.schmid@
ch.abb.com
christian.huber@
ch.abb.com

Robert Birke
ABB 集团研究中心
瑞士巴登

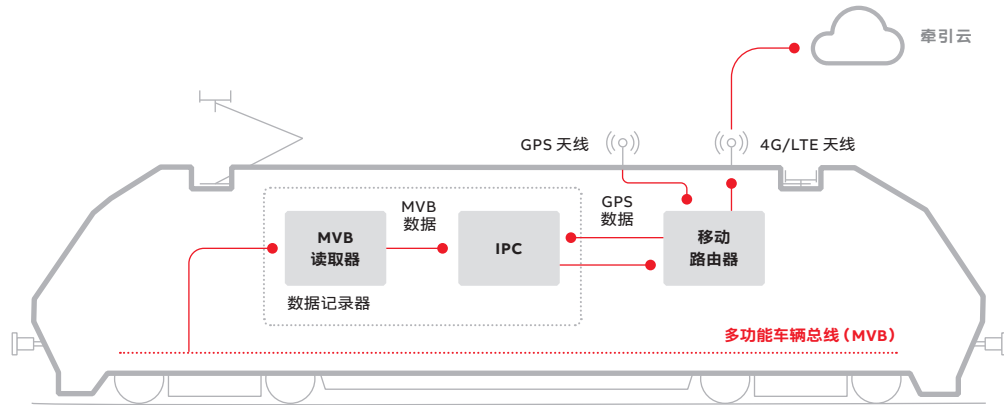
robert.birke@
ch.abb.com

输送乘客和货物，机车必须施加牵引力。只有当车轮“抓紧”轨道时，才能有效施加这种力。换言之，驱动列车加速的牵引力必须与轮轨间的粘着力相匹配。如果在正常情况下施加的牵引力超过粘着极限，这种粘着就会消失，车轮就会在没有“抓紧”轨道的情况下旋转，从而使列车无法加速。这种现象被称为车轮滑转。粘着极限车轮滑转由多种因素决定，包括压在轮轨界面上的重量，轮轨的坡度，机车司机的行为以及会限制可用牵引力的环境条件（如湿度，天气情况以及轨面污染）。

车轮滑转不仅是一种麻烦，也是导致轮轨磨损和退化的原因。磨损和退化还受到列

—
该项目寻求传动系和粘着力控制
优化。

车与轨道相互作用的其他方面的影响，包括振动、加速和制动力。



01

—
01 Re460 型机车数据
收集。

—
02
从原始数据到客户利益的
数据流。

轮轨相互作用

铁路运输的性能、安全、运营成本以及可靠性均取决于轮轨相互作用处所发生的机械互动。如参考文献[1]所述。参考文献 [2] 提供了故障预测与健康管理的详细概述。

作用非常复杂，并且受到多种可变粘着条件的显著影响，这会引起与动力传动系统尤其是从动轴的相互作用。需要更深入地了解这些影响，如此才能优化传动系和粘着力控制，并实现系统的整体改善。

轮轨间的相互作用受到多种可变粘着条件的显著影响。

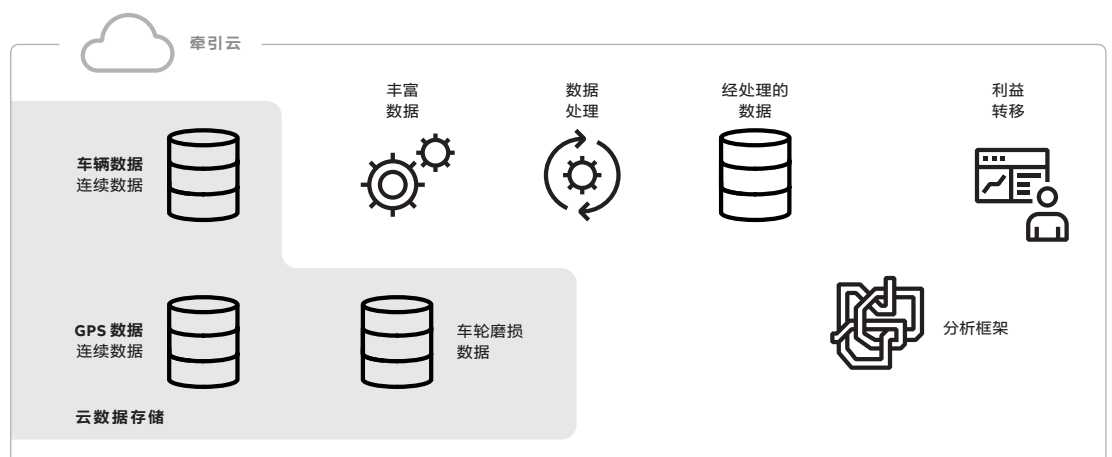
在过去数十年中，众多研究项目的开展增加了人们对轮轨力学性能、轮轨型材维护、转向架力学性能（刚度等）和轨垫阻尼性能的了解。

但在实际运行中，轮轨在接触面上的相互

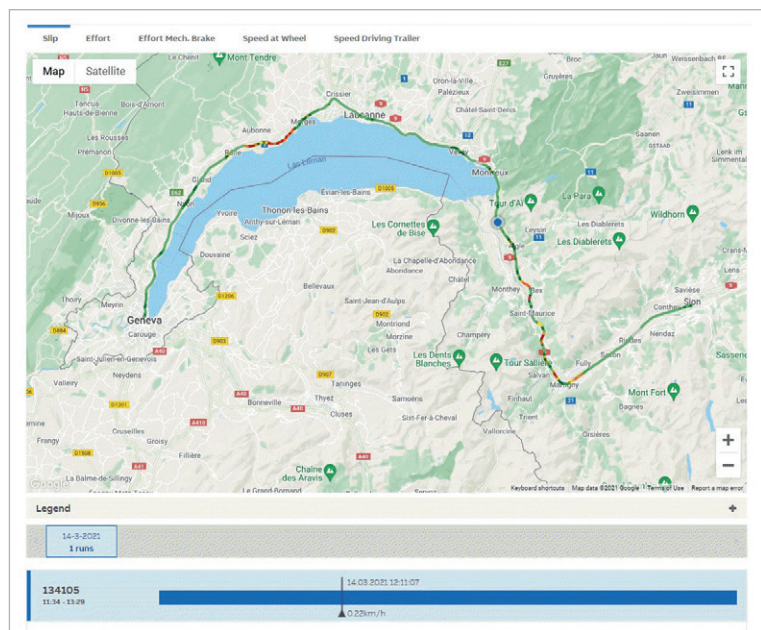
合作伙伴关系

瑞士联邦铁路 (SBB) 和 ABB 建立合作关系，共同利用数字化技术来获得对 Re 460 型机车车队车轮磨损状况更深入且数字驱动的意见 [3]。

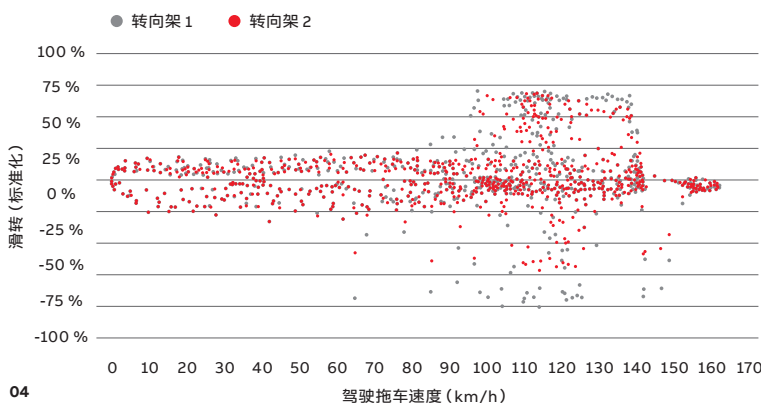
119 台 Re 460 型机车最初于 20 世纪 90 年代建造，配备由 ABB 提供的电气设备[4]。车队最近接受了一项由 SBB 和 ABB 联合实施的重大改装计划，包括安装最先进的新型转换器 [5]。



02



03



04

研究中包括的调查领域有：在具挑战性的粘着条件下，牵引力控制的行为；以及使用吊索制动、紧急制动或撒砂器的频率和条件。在 Re 460 型机车改造中，特别注意了解轮对的滚动行为[6]。

收集数据

本项研究中使用的五台 Re 460 型机车配备一台可与铁路兼容的工业计算机（IPC），通过 MVB 读取器从多功能车辆总线（MVB）读取数据 → 01。

MVB 读取器经过专门配置，能够以 20 Hz 的采样率读取与轮轨接触相关的所有信号，并将其传输至 IPC。例如，捕获到的信号包括：牵引动力、主制动管和制动气缸

中的空气压力、轴的扭震强度、四根从动轴的转度以及车辆速度。

第二数据通道可捕获机车每秒的地理位置。这些数据由一台移动路由器提供，移动路由器作为标配件安装在每台 Re 460 型机车

Web 门户允许识别异常或特殊事件/情况。

中。此外，该路由器可通过移动网络在 IPC 和牵引云之间提供安全的数据传输通道。此连接用于传输收集到的数据 → 02。

从数据到知识

完成数据摄取后，牵引云便可利用数据管路对数据进行处理和存储。一些典型的数据管路任务有数据源的融合（例如离线车轮磨损数据）、数据的聚合、对不同统计数据的计算、数据分析等。最终通过可视化、生成报告、数据界面等方式实现客户利益转移，作为合作之中建立分析工坊的基础。

作为一个利益转移的例子，为了实现记录数据的可视化，开发了一个定制 Web 门户。它可以提供机车的历史使用情况的快速概览。此外，还允许识别异常或特殊事件/情况，以便进行更详细的分析。

除了显示时域内的最重要信号外，Web 门户还可提供用于查看数据的各种视图。例如，可以将两个信号作为点云显示在一个散点图中，也可以作为频率分布显示在一个二维直方图中。该门户还可以在地理地图上叠加数据，以识别诸如车轮滑转发生率相对较多的位置 → 03。

Web 门户不提供不同的过滤器选项，可选择仅关注数据的一个子集。例如，可以选择显示一个或两个转向架的数据。此外，用户可以按列车配置过滤数据。例如，仅限机车推动而非在前面拉动特定转向架的行程。

— 03 以 GPS 定位显示的轮轨滑移情况。低滑移值以绿色显示，高滑移值以红色显示。

— 04 此散点图显示了在不利粘着条件下行驶时，车轮滑转与车速的关系。

— 05 显示了同一线路上两次行程的比较（左图：不利粘着条件；右图：有利干燥条件）。

— 06 该工具允许对作为数据收集对象的各台机车的运行情况进行统计比较。

案例研究：不利粘着条件

下面将举例说明如何通过 Web 门户更好地了解机车在给定条件下的行为。在 →03 中，以彩色在地图上显示了（瑞士）锡永和日内瓦之间路段上雨天的轮轨滑移情况。

数据显示，在较长路段上出现不利粘着条件（以红色、橙色和突出滑移条件增加的颜色显示）。用户可以选择任意信号组合，在一个散点图中查看相同的行程。例如，在 →04 中，显示了速度和车轮滑转的关系。从该示意图可以看到，在这段行程中，车轮滑转较多的情况主要发生在速度较高的时候。此外，数据显示，前转向架（即“转向架 1”）的车轮滑转率往往高于后转向架。在不利粘着条件下，经常可以观察到这样的影响：牵引力控制可优化机车的

的总体牵引，并导致主转向架上的车轮滑转率增加，从而调节第二转向架的轨面。

优化车轮磨损为节省成本提供了巨大的潜力。

另一个有趣的比较中（如 →05 所示）。在这里，工具显示了同一铁路线路上的两次行程。左边曲线是在不利粘着条件下的记录，右边曲线是在有利干燥条件下的记录。

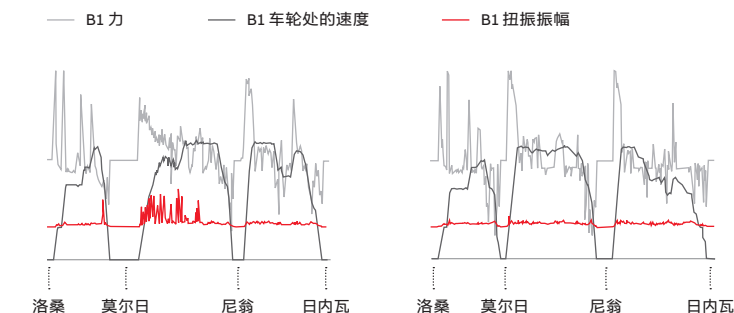
统计

除了详细洞察外，该工具还可用于生成快速概览。这是使用两类统计实现的：提供机车概览的一般统计；以及按 GPS 坐标汇总数据的地理统计。

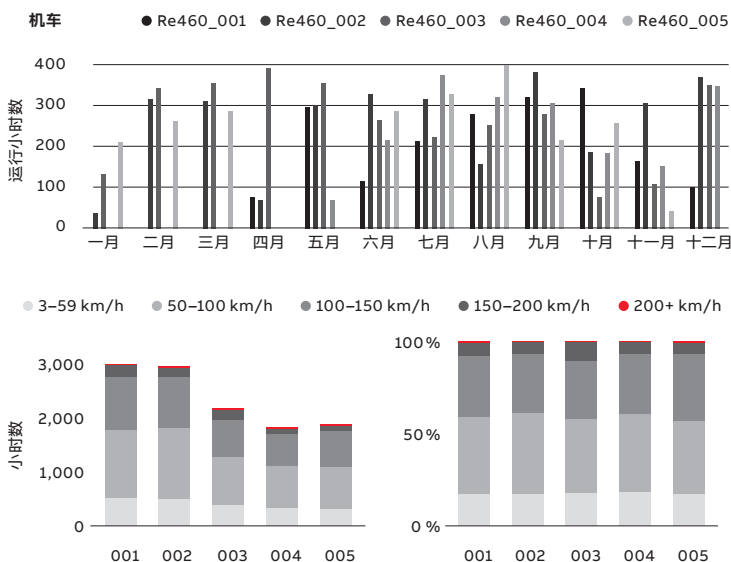
一般统计便于比较不同机车间的数据。它可以基于不同时段（例如每月和每年）提供展示数据和事件的可视化。例如，通过运行时数和运行公里数的条形图，揭示了不同机车部署的基本信息 →06。

它还可以整合这些数据，诸如查看不同的运行速度级别。

地理统计在地图上以饼图形式显示，饼图的大小表示给定参数的整个值，饼图扇区表示 GPS 坐标所对应的值。这可以解释与特定位置相关的机车数据。例如，它可以识别出存在大量撒砂 →07 或高扭振情况的区域。还可以捕获与天气数据的相关性，例如潮湿的轨道条件引起的滑移。



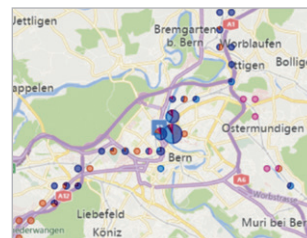
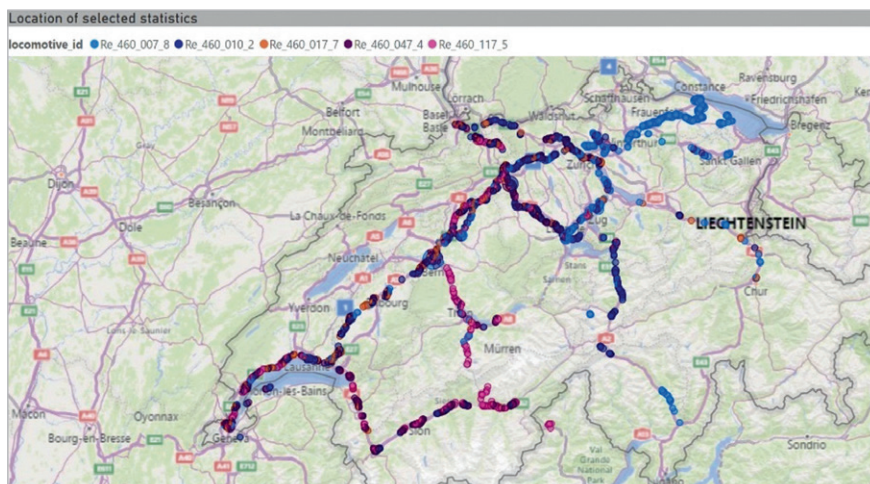
05



06

以速度区间显示的运行时间

以速度区间显示的运行时间百分比



07

车轮磨损

定期检查车轮磨损情况，以确定轮对是否需要更换或进行型面镟修。更换过程非常繁琐，但即使测量和重绘车轮型面也需要停机（包括将机车退出正常运行）。因此，优化维护和车轮磨损为节省成本提供了巨大的潜力。

分析车轮磨损数据一方面是为了预测车轮磨损以便进行车轮测量仅在必要时，另一方

去除恒定信号。然后，用剩余信号的递减子集训练模型。每次通过时，都会去掉重要性评分最低的信号。然后，使用其决定系数来评估简化后的模型 → 08。决定系数表示按模型解释的数据中的不一致程度（越高越好，最大为 1.0）。基于决定系数，选择在模型性能方面代表最佳折中的最小信号组（图示案例中为 5 个）。这些信号用作数据驱动式模型所用的输入信号。

可以增进对众多物理交互的了解。

面，是为了确定最重要的车轮磨损因素，从而引入可延长车轮寿命的优化措施。

在执行的分析中，根据记录的数据和先前知识，创建可能影响车轮磨损情况的列车信号列表。然后，将这些信号输入特征选择过程，以确定最佳的模型输入。首先，

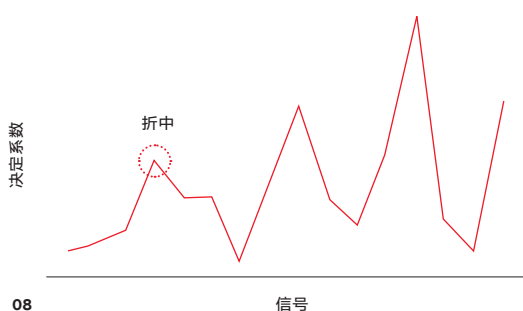
通常使用基于里程的简单线性回归模型来预测车轮磨损。通过使用更多数据和探索不同的机器学习算法，可以构建更精确的模型。为了说明模型的准确性，→ 09 显示了测量值（x 轴）和预测值（y 轴）的关系。理想情况下，所有点都应该位于对角线上，这意味着预测值等于给定值。

与简单线性回归模型（左）相比，随机森林模型（右）使用 → 10 所示的 5 个信号将平均绝对误差减小了 22.8%。

可执行的结果

借助在该项目中收集和分析的数据，增加了对众多物理交互的了解，并提高传动系和车轮磨损机制的透明度。这允许在传动链区域进行软件调整，从而增加轮对的运行里程。

除了最初在合作中定义的研究领域外，发现还可以将记录的数据用于其他感兴趣的领域。这方面的一些例子有对预防轴达到疲劳强度的支持等，例如在扭震方面，可在试运行之前发现传感器问题，了解受电弓与固定式架空线路间的反弹等，这些例子展示了如何通过使数据更具可处理性和



08

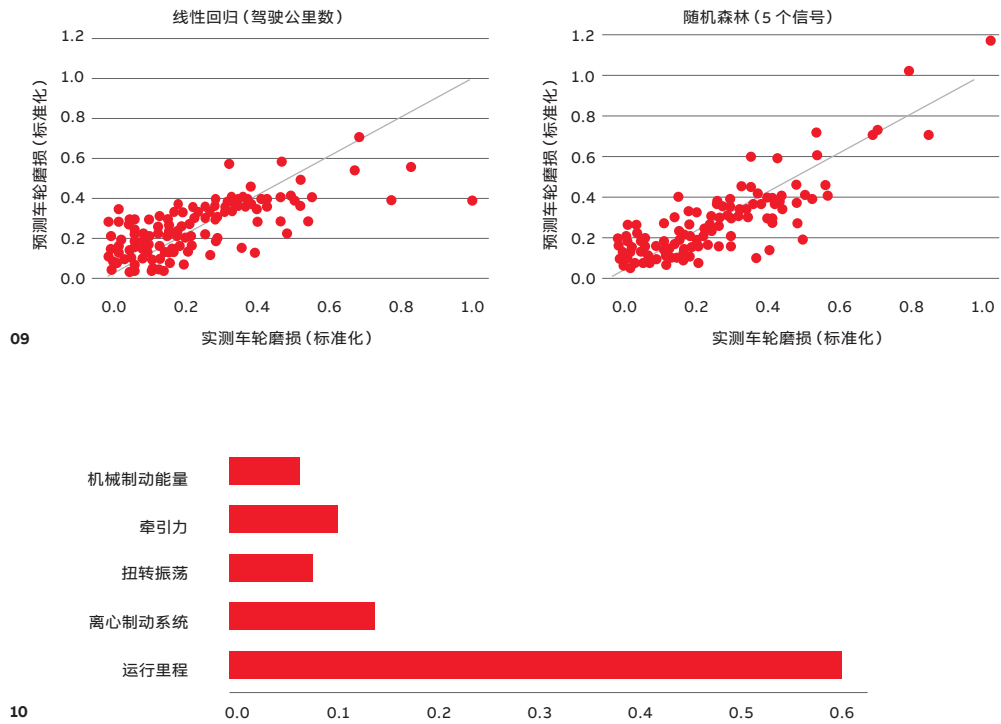
信号

— 07 将饼图叠加在地图上，显示撒砂器的使用频率。

— 08 决定系数，用于减少信号数量。

— 09 与简单线性回归模型（左）相比，随机森林模型（右）将平均绝对误差减小了 22.8%。

— 10 来自选择过程的 5 个信号。



结构性的方式，以一种更通用的方式利用数据，以及如何发掘隐藏潜力。通过此项目掌握的技术知识也将用于未来的逆变器设计和转换器控制之中。

最后，任何重大项目运行都离不开一些“教训”。尤其是在项目的早期阶段，在能够可靠地记录数据并创建一个良好的数据库之前，需要做大量的工作。数据本身也带来了一些挑战：从整合超慢和超快时间序列到数据质量问题，更不用说要避免无处不在的相关性与因果关系混淆陷阱。

除了最初定义的研究领域外，还可以将记录的数据用于其他感兴趣的领域。

该项目也是共同创建方面的一次宝贵示范，在其中产品不只是一种可交付物品，而是 ABB 和客户共同设定目标、分享观察、从最开始到最后共同把控研发方向的一项合作。

参考文献

- | | | | | |
|--|---|---|--|--|
| [1] R. Lewis, U. Olofsson, <i>Wheel-Rail Interface Handbook</i> , Woodhead Publishing, 2009. | [3] A. Cortinovis, R. Birke, L. Schmid, T. Wymann, C. Fehrenbach (2022). Radverschleißuntersuchung im Co-Creation-Ansatz: Von Rohdaten zum besseren Verständnis der Radabnutzung ZEVrail, ZEVrail, 2022, issue 08 (待出版) | [4] J. Luetscher, J. Schlaepfer, The 'Locomotive 2000' – a new generation of high-speed, multipurpose locomotives – 99 main-line locomotives with AC propulsion for Swiss Federal Railways, <i>ABB Review</i> 10/1992, pp. 25–33. | [5] T. Hungerberger, IGBT converters extend life of Re460 locomotives, <i>ABB Review</i> 1/2017, pp. 65–69. | ABB Switzerland press release, July 14, 2020, https://new.abb.com/news/de/detail/65238/abb-increases-the-energy-efficiency-of-the-locomotive-2000-for-an-even-more-sustainable-operation-in-the-future [访问日期: 2022 年 4 月 11 日]。 |
| [2] P. Dersin, A. Alessi, B. Lamoureux, M. Brahimi, O. Fink, "Prognostics and health management in railways", 27 th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2017), Portoroz, Slovenia, 18–22 June 2017. | | | [6] "ABB increases the energy efficiency of the 'Lok 2000' for even more sustainable operation in the future", | |

电动体验逐渐成型

重塑电动汽车充电体验

作为电动汽车充电基础设施（EVCI）领域的全球领导者，ABB 简化了其在这一领域的互联云服务。公司新推出的 Asset 解决方案使电动汽车充电基础设施运营商能够基于实时数据型洞察实施流程优化并降低运营成本。另一方面，其 Styling 解决方案经过专门设计，可通过一个远程控制的灵活易用解决方案在电动汽车充电桩显示屏上展现品牌的生命力。



Martijn Hanegraaf
ABB 电动交通事业部
荷兰代尔夫特

martijn.hanegraaf@nl.abb.com

越来越多的电动汽车从生产线下线。根据国际能源署（IEA）发布的数据，经过十年的增长，已经生产了 1,000 多万辆电动汽车。此外，专家预测年均增长率将接近 30%，到 2025 年，电动汽车销量将达到

Roland Burger 的一项研究显示，到 2030 年，电动汽车的流通量可能会达到 1.4 亿辆左右。

近 1,500 万辆。事实上，ABB 委托 Roland Burger 进行的一项研究显示，到 2030 年，电动汽车的流通量可能会达到 1.4 亿辆左右 → 01。

随着电动汽车保有量的不断增长，对电动汽车充电配套基础设施的需求也日益迫切。截至 2021 年，全球共有 180 万台充电桩 → 02 [1]。

随着电动汽车的日益普及，到目前为止，OEM 和充电网络运营商一直认为，

他们的目标是要使电动汽车的充电过程尽可能与内燃机车辆的加油相媲美。然而如今，鉴于充电领域的创新水平，业界正提出质疑：这一目标是否太过保守？凭借广泛的数字化功能，现在和未来的电动汽车充电站都会超越司机的传统加油体验，而且还将为充电桩运营商带来更高的效率和成本效益。

重新定义 Web 解决方案

作为电动汽车充电基础设施（EVCI）领域的全球领导者，ABB 身处这场数字化充电革命的核心位置。ABB 致力于持续创新其硬件和软件解决方案，已重新开发出适用于 EVCI 的互联服务 → 03。新服务于 2022 年 4 月在全球推出，根据客户反馈专门设计，旨在创建一系列更简便、更灵活、更具成本效益的 Web 解决方案。

在 ABB 之前为其直流充电桩产品组合提供的产品/服务中，包括四个独立的 Web 解决方案：

- Driver Care - 适用于非商业充电桩网络，以监视和操作相关充电桩
- Charger Care - 一种扩展服务解决方案，供经验丰富的充电桩运营商使用，以深入



了解充电桩的运作，能够诊断和排除硬件问题，并简化服务操作

- 案例管理 - Driver Care 和 Charger Care 随附的一项功能，用于向 ABB 寻求服务支持
- 支付 - 这种功能使充电桩运营商和/或电动汽车服务供应商能够借助支付终端设备实现其充电网络的商业化，通过向非会员开放充电网络来创造额外收入

新的模块化产品/服务 → 04，虽然保留了上述 Web 解决方案系列中许多受欢迎的功能，但作为 ABB Ability™ 互联解决方案产品组合的一部分，已经过精简，包括两种主要的云服务：ABB Asset 和 ABB Styling。两者均基于 SaaS 定价策略标准，包括多个功能层级，各个层级的月费和可选“附加组件”各异，旨在为客户实现最大价

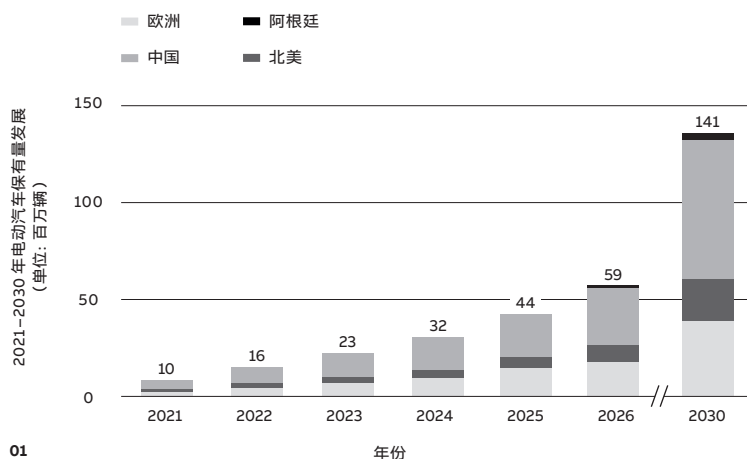
—
ABB Ability™ 产品组合现包括两种主要的云服务：ABB Asset 和 ABB Styling。

值。以下概述了新产品/服务可为客户提供的主要优势。

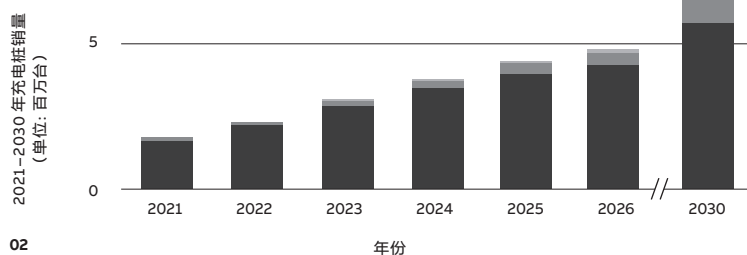
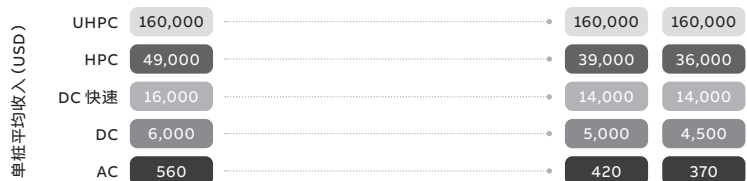
ABB Asset

ABB Asset 使电动汽车充电基础设施运营商能够基于实时数据型洞察实施流程优化并降低运营成本。其产品/服务包括三个层级（基础版、专业版和企业版），以提供灵活性，客户可根据其运营需求精准选择功能。

ABB Asset 可提供充电模式、成本预测和充电网络优化机会方面的洞察，无需投



01



02

资外部运营管理软件平台即可获得这些功能。此外, 通过远程故障排除, 可以提高服务效率和系统可用性。更重要的是, 对于基础版, 充电桩监控和充电会话监控功能包含在硬件购买中, 并且可以根据需要轻松升级到更高版本或附加组件。

最终, 通过增加正常运行时间和降低运营成本, ABB Asset 将帮助客户建立信任感和忠诚度, 同时提高盈利能力和预期收入的可预测性。

ABB Styling

同时, ABB Styling 解决方案将推出专业版, 为电动汽车服务供应商提供支持。这将使供应商可以在充电桩创造独特的品牌体验, 以建立客户忠诚度。该 Web 解决

ABB Asset 产品/服务包括三个层级, 以提供灵活性, 客户可根据其运营需求精准选择功能。

方案具有无与伦比的灵活性, 可在电动汽车充电桩显示屏上展现品牌的生命力, 并创造独特的广告功能和品牌体验, 使创收机会进一步最大化。

它允许通过简单的定制和更新过程设计并部署适合各个站点的不同样式设置。最终形成了一种远程控制的灵活易用解决方案, 使 ABB 的客户可以完全掌控其充电桩品牌宣传。这不仅使他们能够改善客户参与度和保留率, 还能够提高盈利能力, 从而为未来发展可持续业务提供支持。展望未来, HMI Styling 解决方案将会增加更多版本, 以进一步为客户提供最大程度的灵活性。

可选附加组件

为了向客户提供最大的灵活性, 已创建了可选升级, 作为两项主要服务的补充。ABB Asset 和 ABB Styling 都可以通过用户管理附加组件进行升级, 从而能够将用户添加到门户。此外, 通过 ABB Asset 和 ABB Styling 解决方案, 客户还可以使用充电桩群组管理附加组件, 对充电桩的管理进行分组 (例如, 通过限制某些充电桩群组的访问权限)。

ABB Asset 客户还可以从以下额外升级中受益:



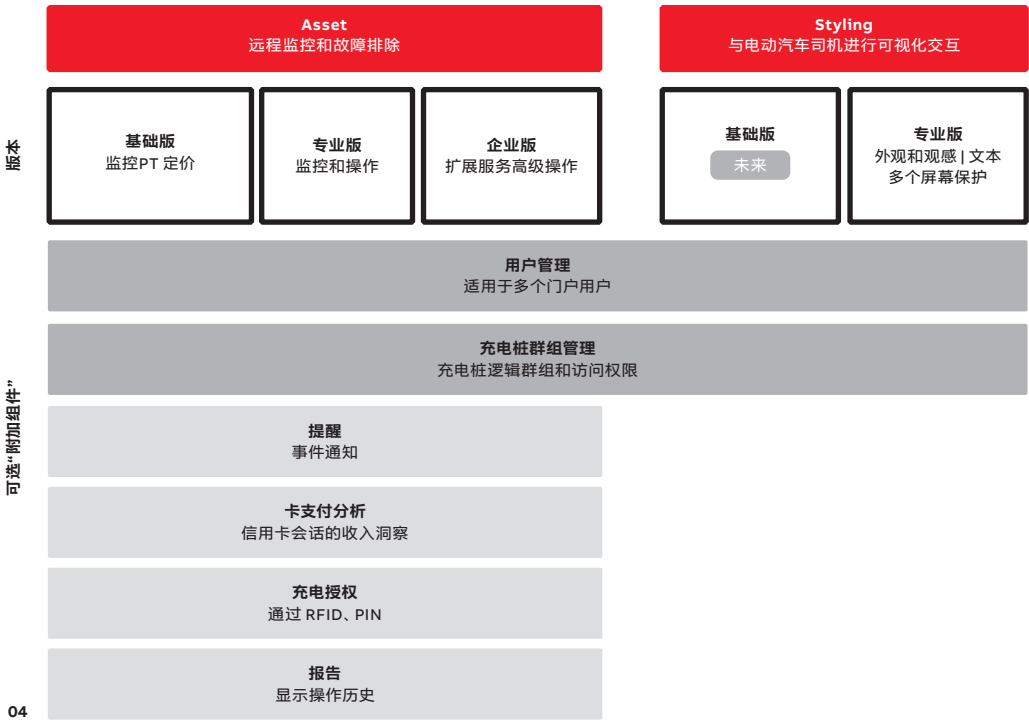
03

01 按地区显示的全球电动汽车库存 [1]。

02 2021 - 2030 年全球充电桩预计销量和收入。UHP: 超大功率充电。HPC: 大功率充电 [2]。

03 ABB 为充电桩运营商 (CPO) 和电动汽车服务供应商 (eMSP) 重新开发了电动汽车充电基础设施的互联服务。

04 ABB Ability™ 互联解决方案产品组合经过扩展, 包括两种主要的电动汽车充电云服务: ABB Asset 和 ABB Styling。



- 提醒 (所有版本可用) - 发送一些有关预配置标准的通知
- 卡支付分析 (所有版本可用) - 提供通过充电桩支付终端创造收入的更多洞察
- 充电授权 (所有版本可用) - 允许通过 RFID 或 PIN 授权充电会话
- 报告 (专业版和企业版可用) - 显示操作历史

数字化转型时代需要各行各业进行变革和创新。交通运输业也不例外。随着新的交通方式在全球越来越被接受, 汽车行业及相关 OEM 可以改变的不仅仅是驾驶体验, 还有全方位的相关体验, 例如电动汽车充电。

通过增加正常运行时间和降低运营成本, ABB Asset 将帮助客户建立信任感和忠诚度。

毫无疑问, 司机的期望比以往任何时候都要高。但是, 借助 ABB Asset 和 ABB Styling 等智能互联解决方案, 充电桩运营商和电动汽车服务供应商已经具备满足并超越这些期望的能力。ABB 致力于通过开发能够为所有人带来全新和升级客户体验的技术, 为电动汽车客户走上数字化的道路提供支持。

参考文献

[1&2] Roland Berger. 《ABB 委托电动汽车市场研究》。2021 年 11 月 6 日。

ABB 技术始终为船舶保驾护航

远洋航行

在世界各大洋中运输货物一直是一项权衡技术与风险的行为，即使是对于今天的高科技船舶而言也不例外。



Antto Shemeikka
ABB 数字化服务船舶与港口事业部
芬兰赫尔辛基

antto.shemeikka@
fi.abb.com

这些船舶通常在远离专家协助的路线上航行，运输受极端加速度和压力影响的重大件货物，并遵循严格的时间表进行操作，几乎没有出错的余地。ABB 技术让此目

波浪方向和波浪周期分布等因素会对船舶的安全产生重大影响。

标成为可能，这些技术包括：远程诊断系统、航次规划与执行中的实时决策支持，以及船舶运动风险管理。

如今，最大型的船舶全长可达近半公里，看似几乎不会受到周围应力的影响。但事实并非如此。集装箱船和货船等远洋船舶通常会遇到巨浪、强风、洋流和潮汐，以及其他不太明显的现象，如相对于船舶航向的波周期分布和波浪方向，这些因素可能会对船舶的安全性、机动性和燃料使用产生重大影响。此外，这些力对船舶操纵的影响程度取决于船舶大小、速度和吃水，尤其是急速发展的天气系统，可能需要快速改变计划。

除此之外，极端的加速度和应力还会影响重大件货物，如风力涡轮机零部件、自升式钻井平台，甚至集装箱堆垛。理想情况下，在调整船舶速度和航向时，应考虑上述所有因素，以了解它们对横摇和纵摇等运动的影响。

无论船舶是要穿越北海将组件运送到新风电场，还是要驶过苏伊士运河的最狭窄处，又或是要尽量避开东印度群岛迅速发展的风暴潮，船舶及其运载的货物都需要得到一切可能的支持。以下章节将探讨这种支持在实践中的意义。特别关注如下内容：ABB Ability™ OCTOPUS 船舶咨询系统 — 一款船舶操作性能管理套件；ABB Ability™ 船舶远程诊断系统；以及公司新推出的 ABB Ability™ 船队智慧化在线平台。

OCTOPUS：拓宽操作窗口

根据国际能源署发布的数据，到 2040 年，全球海上风电装机容量可能会增加 15 倍，并吸引约 1 万亿美元的累计投资[1]。随着这一趋势的加速，对服务于该持续增长细分市场的船舶的需求正在不断增加。ABB 拥有广泛的电气化、数字化和互联解决方案。

—
01 模块甲板运输船“Vest-Vind 号”，可通过 ABB 软件增加操作窗口。



01

案产品组合，在为风力涡轮机安装船、服务运营船和电缆敷设船提供支持方面，有着悠久的历史。

最大限度地提高此类船舶安全性的一个关键方法是，减少不必要的船舶运动和加速度。在这方面，ABB Ability™ OCTOPUS 船舶咨询系统软件可提供协助，其能够保护运输中的高价值有效载荷，同时根据天气和波浪条件引起的船舶运动，通过航线优化来提高船舶效率。

越来越多诸如 United Wind Logistics 这样的重型起重货船运营商转用 OCTOPUS，以加强航次规划和执行 → 01 [2]，ABB 估计，这种易于安装或改装的平台为全球 90% 的半潜式重型起重货船提供支持。

United Wind Logistics 的模块甲板运输船“VestVind 号”是最近的一个用例，在船舶将涡轮机、基座和叶片等大型风

——
理想情况下，在调整船舶速度和航向时，应考虑极端加速度和应力等因素。

电场组件运输到海上安装地点时，借助 OCTOPUS 系统为实时决策提供支持。事实上，该技术使模块甲板运输船能够增加操作窗口，在此期间，即使是在执行天气敏感型操作，也能够安全高效地完成任



02

ABB 的市场领先解决方案先用于“VestVind 号”，该船长 130 m，载重 10,238 吨；此后，该解决方案又成功应用于 United Wind 的模块甲板运输船“BoldWind 号”和“BraveWind 号”（均于 2020 年交付）。由于海上风力发电装置配备的风力涡轮机比以往更大、更昂贵，并且需要更大、更精密的船舶，因此这项技术越来越受重视。随着这一过程的发展，运动监控和预测的重要性正在不断提高。

数字化之旅

ABB 的数字化产品组合旨在加强对资产的监控和维护，同时优化日常运行，这一切都可以延长设备大修间隔时间。例如，ABB Ability™ 船舶远程诊断系统能够从各种 ABB 设备读取数据，并提供整个船舶动力

VestVind 将借助 OCTOPUS 系统为实时决策提供支持。

系统的全面概览。其结果是正常运行时间增加，服务成本降低，并且可以 7*24 小时全天候联系到技术支持工程师，以及访问 ABB Ability™ 协同运营中心的全球网络 →02，这一切在新冠疫情期间都变得极具价值 →03。

此外，ABB 的远程诊断系统及其相关服务既是主动的，也是被动的。换言之，ABB 专家可能会在状态监测过程中发现异常；或者，船上工程师可以就特定问题寻求建议。例如最近，ABB Ability™ 协同运营中心的一名 ABB 值班工程师就收到了来自一艘油轮的重要行程通知。工程师对数据进行分析后，联系船舶并通知工作人员，数据表明电源存在故障，并提供了故障排除指引。工作人员在逆变器单元中发现了故障电源，并以备用电源更换。船舶运行没有中断，未浪费时间，也未产生任何费用。

远程服务：帮助公司渡过危机

当航班停飞和边境关闭导致船舶运营中断时，许多客户很快意识到远程服务对于保持船舶运行至关重要。ABB Ability™ 船舶远程诊断系统确保了云端的客户数据可供船员和岸上人员使用。这使客户感到安心，因为他们可以当场获得问题答案，ABB 的数字化产品组合旨在加强对资产的监控和维护，同时优化日常运行。

多年以来，ABB 的远程支持系统（尤其是协同运营中心）一直保持有效运行，但新冠疫情的爆发证明了这些远程监控和云基数据管理系统的真正价值，它们在简化客户维护、降低成本、支持决策和确保最佳的终身资产维护方面发挥了重要作用[3]。

03

—
02 ABB Ability™ 全球协同运营中心为客户提供 7*24 小时全天候支持。

—
03 ABB 的远程支持系统有助于简化维护和节约成本。

—
04 ABB Ability™ 船队智慧化系统可为船舶运营商提供有关船队性能的洞察和建议。



04

参考文献

[1] IEA. Offshore wind to become a \$1 trillion industry. 来源: <https://www.iea/news/offshore-wind-to-become-a-1-trillion-industry>. [访问日期: 2022 年 3 月 31 日]

[2] ABB. United Wind takes ABB advisory software fleetwide to boost safety and efficiency of operations. 来源: <https://new.abb.com/news/detail/74812/unit-ed-wind-takes-abb-advisory-software-fleet-wide-to-boost-safety-and-efficiency-of-operations>. [访问日期: 2022 年 3 月 22 日]

[3] ABB. Remote diagnostics: fresh push for the digital shift in shipping. 来源: <https://new.abb.com/news/detail/64574/remotediagnostics-fresh-push-for-the-digital-shift-in-shipping>. [访问日期: 2021 年 10 月 9 日]

[4] ABB. New digital solution helps optimize ship performance across fleets. 来源: <https://new.abb.com/news/detail/80410/abbs-new-digital-solution-helps-optimize-ship-performance-across-fleets>. [访问日期: 2021 年 10 月 10 日]

类似这样的示例解释了 ABB 的目标是如何要通过旨在稳步改善生命周期维护的合作关系，将客户资产总拥有成本降低 30%。

船队智慧化

ABB Ability™ 船队智慧化 - 咨询系统 → 04 [4] 是一种全新在线平台，将云基分析和报告功能与易用的可视化功能结合起来，旨在帮助船东、管理人员和租船人优化整个船队的船舶性能。这一平台作为软件即服务（SaaS）提供，可以从各种船舶系统收集数据。该解决方案可提供从船上系统收集到的所有数据的完整概览，从而允许比较整个船队中按照相同规格建造的船舶的操作性能。

ABB Ability™ 船队智慧化 - 咨询系统是一个单一平台，为寻求能够收集整个船队数据的强大分析服务的客户提供统一报告。例如，该平台会提供可验证的排放数据，从而使船上能源使用透明化，并为满足日益严格的温室气体法规要求提供支持。

其利用导航、推进、燃料消耗、装载条件、天气和速度日志等系统数据点。该平台可基于上述所有数据，对船舶的燃料、能源、排放效率以及操作可用性、技术条件和安全性进行综合评估，并将结果与船队性能进行比较。

除了与 ABB 的船上系统集成外，该平台还可以与其他数据检索解决方案结合使用，从而为分析、报告和显示提供支持。用户可以登录 ABB Ability™ 船队门户网站，访问操作性能信息。该在线平台可基于 Microsoft Azure 和 Microsoft 集成的 Power BI 业务分析，提供交互式可视化和商业智能功能，其界面直观，允许最终用户创建

—
ABB 的目标是通过合作伙伴关系，将客户资产总拥有成本降低 30%。

可定制的报告和仪表板。简而言之，ABB 的新咨询平台将船舶操作数据置于智能 KPI 仪表板和报告功能的场景中，从而打开获取有价值洞察的大门，为优化整个船队的船舶维护计划提供帮助。•



专业术语解释

边缘与云端计算

在过去几十年里，有越来越多的行业都得益于将其 IT 应用转移到云端，充分利用其可扩展性以及大数据处理能力。

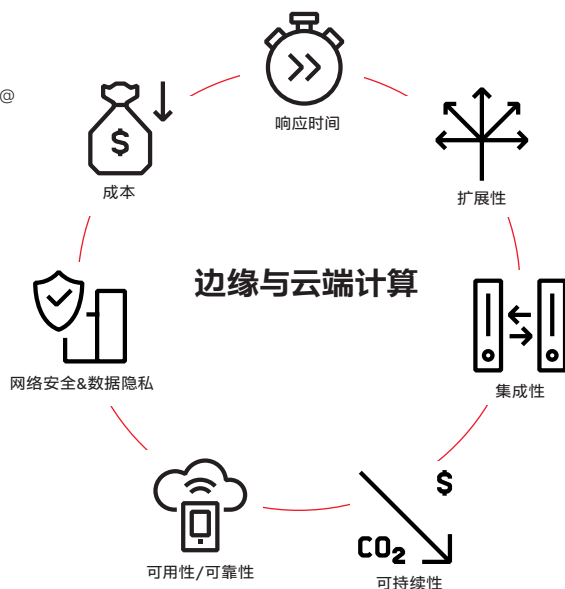


Marie Platenius Mohr
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

marie.platenius-mohr@
de.abb.com

但是，很多情况下，更具本地化的解决方案也有其优势，例如在端到端的延迟或数据隐私方面。这也是为什么边缘计算目前被认为在众多领域前景广阔 [1,2]。

在边缘计算之中，数据处理任务在数据生成点的地方完成，目的是实现更迅速的响应时间。在边缘这里，可以对数据进行处理、筛选或聚合，从而保证仅需将更少量的数据发送到云端。



对边缘计算和云端计算的各自优势进行比较时，需要考虑的方面有很多 → 01:

- 性能：边缘计算更有利于实现低延迟和高带宽，这是因为计算节点在物理上距离数据的来源更近。这也意味着能够以更快的响应时间对更大量的数据进行处理。
- 扩展性：扩展性和弹性是云端计算的优势。
- 集成性：当连接到边缘设备时，旧有或非常资源受限的设备也能够集成到先进的 OT-IT 系统架构之中。[3]
- 可持续性：对于边缘计算是否对于转型低碳社会有益，观点众说纷纭。边缘计算有助于减少与云端之间的流量，以及对于云端存储空间和云端运行符合的要求，但是，大规模公共云的服务已经建立了强大的可持续性战略 [4]。

01 Aspects to consider when comparing edge and cloud computing benefits.

参考文献

[1] M. Satyanarayanan: The emergence of edge computing, *IEEE Computer*, 50/1, pp. 30–39, 2017.

[2] "Predicts 2021: Cloud and Edge Infrastructure Cloud Infrastructure Edge," Gartner. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-predicts-the-future-of-cloud-and-edge-infrastructure> [访问日期 2022 年 5 月 24 日].

[3] C. Ganz, "Cloud, edge and fog computing", *ABB Review* 2/2019, pp. 78–79.

[4] "Azure Sustainability – Sustainable Technologies | Microsoft Azure," [azure.microsoft.com. https://azure.microsoft.com/en-us/global-infrastructure/sustainability](https://azure.microsoft.com/en-us/global-infrastructure/sustainability) [访问日期 2022 年 5 月 24 日].

[5] "The Open Industry 4.0 Alliance: Open Industry 4.0 Alliance Technical Solution Design Principles. White paper, version 1.0, @2019 Copyright Open Industry 4.0 Alliance." 来源: <https://www.automation.com/getattachment/d114d4ee-d9e2-426b-a788-a8f27991340a/OI4-Technical-White-paper.pdf?lang=en-US&ext=.pdf> [访问日期: 2022 年 5 月 24 日]

[6] User Association of Automation Technology in Process Industries (NAMUR): Reference architecture for Industrial Cloud Federation -- DIN SPEC 92222:2021-12, 2021.

- 可用性/可靠性: 边缘也能够在云端服务不可用期间保持运行。
- 安全性/隐私性: 在边缘中, 通常更容易对应用和数据进行保护。拥有一个安全的边缘网关渠道与云端进行通讯, 与一套系统中所有设备各自建立连接相比, 攻击面便会更小。
- 成本: 根据实际的应用, 边缘资源可能会比云端资源更具成本效益。通常来说, 在用于连续监控的情况下, 边缘计算的 CAPEX 更高, 但 OPEX 更低。

总而言之, 边缘计算和云端计算各有有缺, 针对特定应用, 如何采用部署, 需要权衡取舍。边缘计算并不应看是相对于云端计算的另一种选择, 而是对其的补充。各行业对于边缘计算的投资也在最近几年

边缘计算在众多领域中都是前景广阔的一项技术。

有显著的增长, 包括在工业边缘计算参考架构和标准化方面的工作 (例如 [6,7])。相应地, 边缘计算也正在迅速发展成为一项具有引领作用的数字化技术。•

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/abbreview

《ABB 评论》自 1914 年以来连续出版, 每年发行四期, 有英文、法文、德文、西班牙文和中文版本。《ABB 评论》免费提供给对 ABB 技术及其目标感兴趣的人士。

邮件提醒……

不想错过任何一期《ABB 评论》? 登录 abb.com/abbreview 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, 请确保您已确认注册。

出版信息

编委会

Theodor Swedjemark
首席传播与可持续发展官兼集团执行委员会成员

Bernhard Eschermann
ABB 过程自动化事业部首席技术官

Amina Hamidi
ABB 过程自动化测量与分析产品部全球产品集团经理。

Daniel Smith
媒体关系负责人

Adrienne Williams
可持续发展高级顾问

Reiner Schoenrock
技术与创新

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

出版人

《ABB 评论》由 ABB 集团出版。

ABB Ltd.
《ABB 评论》
Affolternstrasse 44
CH-8050 Zürich
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 © 2022
ABB Ltd.
瑞士苏黎世

印刷人

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
6850 Dornbirn/Austria

排版

Publik. Agentur für
Kommunikation GmbH
Ludwigshafen/Germany

插图

Indicia Worldwide
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。

3/2022 是《ABB 评论》的第 898 期。

ISSN: 1013-3119

abb.com/abbreview



下期:
04/2022
互联互通





欢迎来到 电动出行 的世界。

我们正努力将电动交通变为现实。
加入我们的旅程, 请登录
go.abb/progress

