

# 评论

世界上历史最悠久的商业期刊之一

02|2023 zh

知识增强



100

90–133 知识增强

134–151 移动资产



128



精密对位



安全网络空间

流型建模



## 87 编者按

## 88 2022 ABB 研究奖

因在联网设备安全领域的突出贡献  
而获此殊荣

## 知识增强

- 92 **精密对位**  
高速对位软件 — 利用视觉伺服技  
术实现超高精度装配
- 100 **精准动作**  
RobotStudio® — 优化机器人性能
- 106 **DCS 的未来**  
预想过程自动化的未来
- 112 **安全网络空间**  
ABB Ability™ Cyber Security  
Workplace
- 118 **虚拟化的优点**  
中压变电站虚拟保护与控制
- 124 **运行状况监控**  
ABB Ability™ Smart Master — 助  
力制定更明智的服务决策
- 128 **ABB Access — 让一切尽在“掌”控**  
敲开信息世界的大门

## 移动资产

- 136 **清洁机器**  
聚焦电动汽车电池生产和使用的碳  
排放
- 140 **矿山插入式充电站**  
全球首个采矿车用全自动充电系统
- 146 **流型建模**  
基于多物理场的矿山污染控制降阶  
模型 (ROM)

## 专业术语解释

- 152 **工业元宇宙**  
工业元宇宙如何为 ABB 及其客户  
提供助力？

- 153 **订阅**
- 153 **法语和西班牙语译本**
- 153 **出版信息**

### 页面编号

读者会很高兴地注意到，从今年起，我们又恢复了学术期刊页面编号，这将意味着页面编号将在今年的四个版本中连续运行。我们期待这种编号能更方便科学共同体参考。

### 勘误表

“立足巨人之肩”，《ABB 评论》第 1/23 期第 9 - 15 页：在第 11 页（图 02 的标题）和第 13 页（第一段）中，ASEA 技术出版物的名称应为《ASEA 期刊》，而非《ASEA 评论》。

“摆脱有线限制”，《ABB 评论》第 1/23 期第 34 - 39 页：遗漏了以下合著者：Abdulkadir Karaagac，ABB 集团研究中心，德国拉登堡，

abdulkadir.karaagac@de.abb.com。在第 38 页中，致谢改为如下：“作者特此感谢瑞典韦斯特罗斯 ABB 集团研究中心的同事和 Ericsson 研发部门同事的杰出贡献。”

对于上述错误，《ABB 评论》的作者和编者深表歉意。



## — 知识增强

随着企业收集的数据越来越多，现在面临的挑战是，如何将其与过去的经验相结合，使其随时随地可用，并不断予以更新和完善。本期《ABB 评论》探讨了相应产生的知识增强如何帮助实现节约和性能改进。后续步骤？扫描二维码，免费订阅纸质、线上和/或时事通讯内容。





编者按

## 知识增强



亲爱的读者：

在竞争日益激烈且瞬息万变的 market 环境中，各行业无不希望能在最大限度降低运营干扰的情况下，快速高效地安装和更新其生产系统。随着设备和流程日趋复杂，功能更为丰富，要实现上述期望，我们只能依赖于可支持规划、配置和操作的复杂工具。

在本期《ABB 评论》中，我们将探讨先进软件如何加快和简化从变电站到食品饮料应用的工业运营的维护、升级与处理。其中亮点包括一个可简化机器人设置的工具包和一款可整合多种网络安全控制的解决方案。

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

因在联网设备安全领域的突出贡献而获此殊荣

# 2022 ABB 研究奖

2022 年，为纪念 Hubertus von Grünberg 而设立的“ABB 研究奖”授予给了 Utsav Banerjee 博士。该奖项每三年颁发一次，奖金 30 万美元。本次颁奖旨在支持 Banerjee 博士在集成电路和系统方面的研究工作，其研究提高了物联网 (IoT) 和联网设备的安全性。



Alf Isaksson  
ABB 集团研究中心  
瑞典韦斯特罗斯

alf.isaksson@se.abb.com

ABB 研究奖为纪念 Hubertus von Grünberg 而设，每三年颁发一次，旨在表彰出色的外部研究者。该奖项以 ABB 前董事长 Hubertus von Grünberg → 01 的名字命名。获奖者系由著名学者、ABB 过程自动

该奖项是全球范围内由企业提供的奖金最高的研究奖之一。

化首席技术官 Bernhard Eschermann 博士及 Hubertus van Grünberg 博士组成的评审团从众多申请者中择优选拔而出。

获奖者将获得 30 万美元奖金，以支持他们开展三年期的研究。该奖项是全球范围内由企业提供的奖金最高的研究奖之一，由 ABB 首席执行官在一个特别典礼上予以颁发 → 02。

该奖项旨在对 ABB 主要业务领域（电气化和自动化）的世界级研究表示鼓励，同时对杰出的博士后研究工作表示表彰，尤其关注创造性利用软件、电子技术或新材料为开创性工业解决方案铺平道路的研究工作 → 03。

## HUBERTUS VON GRÜNBERG

Hubertus von Grünberg 是一位理论物理学家，于 1970 年撰写了关于爱因斯坦相对论的博士论文，引导 ABB 走上了可持续发展道路，并巩固了公司作为技术创新领导者的声誉。他坚定不移地支持院校和公司内部研究，将其确立为 ABB 的战略要务之一。

在 2007 年至 2015 年担任 ABB 董事长期间，他带领公司实现了重大技术突破，例如混合高压直流 (HVDC) 断路器，成功攻克了一道百年工程难题，为构建易于管理的直流电网铺平了道路。如今，ABB 集团每年在研发上投资约 13 亿美元，并在世界各地运营着多个研究中心，这无不彰显了 ABB 誓要成为全球范围内推动工业数字化转型方面最具创新性的公司之一的决心。



02

—  
01 Former ABB  
Chairman, Hubertus  
von Grünberg, drove  
innovation in the  
company.

—  
02 ABB CEO Björn  
Rosengren, awardee  
Dr. Utsav Banerjee and  
Hubertus von Grünberg,  
former ABB Chairman,  
at the ABB Research  
Award ceremony in  
Baden, Switzerland.

—  
03 Past winners of the  
Hubertus von Grünberg  
award.

## 2022 年获奖者

早在印度求学期间，Utsav Banerjee 就被电子技术的最新发展深深吸引。直至现在，在荣获麻省理工学院 (MIT) 理学硕士学位和博士学位之后，他仍在不断推动突破技术边界。

Banerjee 博士在位于班加罗尔的印度科学研究所担任助理教授，主要致力于解决物联网领域的安全和隐私问题。其目的是弥合复杂的理论概念与实际实施之间的差距，以便提供有效的硬件解决方案，进行安全边缘计算。这一研究领域涉及复杂的数学知识和精密的电子电路设计，尤其涉及硅芯片架构。随着越来越多的组件接入互联网，且公司网站之间开始交换数据，这一领域的重要性日渐凸显。

## 使用更少的算力提高加密速度和精度

在对过程和自动化部门联网设备之间的数据传输进行加密时，会使用复杂算法。但是，该加密过程需要强大的计算能力。Banerjee 博士的研究旨在减少任务所需的算力，同时改进和加快数据加密和身份验证。

## 其他突破的推动者

Banerjee 博士的研究将推动安全计算在实施层面取得新进展。这项研究的结果有望激发隐私保护计算领域取得突破，朝着强大、实惠且高效的数据安全目标更进一步。

“我们希望能将高性能、低能耗硬件嵌入到微型设备中，且这些设备收集的所有数据都将被加密，即便在后续云计算过程中也仍能保持加密状态。” Banerjee 博士解释道。“我会利用这笔奖金研究硬件安全，以及如何启用将执行加密数据计算的硬件系

这项研究有望激发隐私保护计算领域取得突破。

统。相关调查将涉及软硬件组件以及定制芯片设计。”

Banerjee 博士选择在印度领先研究所——印度科学研究所进行研究。他补充道，“身在印度，我感觉自己仍与我的根源紧密相连，有机会通过研究和教学来回馈我的社会。”

《ABB 评论》后续将发文详细介绍 Banerjee 博士的研究工作。•

## 往届获奖者

2019 年研究奖授予给了瑞典乌普萨拉大学的 Ambuj Varshney，以表彰他在可持续网络化嵌入式系统 (NES) 方面的研究成果。Varshney 开发了一种用于无电池传感器的超低功耗远程通信系统 (LoRea)，该系统仅需从周围环境中获取少量能量。其研究证明，该系统仅需消耗几十微瓦就可在长达几公里的距离内进行通信 [1]。

2016 年研究奖授予给了比利时鲁汶大学的 Jef Beerten，以表彰他在直流电网建模和控制方面的研究成果。

## 参考文献

[1] R. Schoenrock,  
"Prestigious award for  
network researcher",  
ABB Review 2/2020,  
pp28-29.



# 知识增强





任何操作都必然伴随着变化，实时知识增强帮助我们在令人难以置信的新技术和实现令人难以置信的结果之间架起了一座桥梁。ABB 帮助客户将这些知识应用到机器人、VR 眼镜、工厂流程和总体系统的每一个环节。

- 92      **精密对位**  
高速对位软件 — 利用视觉伺服技术实现超高精度装配
- 100     **精准动作**  
RobotStudio® — 优化机器人性能
- 106     **DCS 的未来**  
预想过程自动化的未来
- 112     **安全网络空间**  
ABB Ability™ Cyber Security Workplace
- 118     **虚拟化的优点**  
中压变电站虚拟保护与控制
- 124     **运行状况监控**  
ABB Ability™ Smart Master — 助力制定更明智的服务决策
- 128     **ABB Access — 让一切尽在“掌”控**  
敲开信息世界的大门





高速对位软件 — 利用视觉伺服技术实现超高精度装配

# 精密对位

高速对位软件于 2022 年推出，是市场上首款适用于 6 轴和 4 轴机器人并搭载视觉伺服技术的软件包。该软件将精度提升了 50%，生产率提高了 70%，能完美满足精密装配电子行业所需。

智能手机和其他高科技设备的销量与日俱增，与电子产品的最新进展并驾齐驱。因此，设备越来越小，功能越来越强大。继而，电子产品生产线需要使用新的自动化解决方案来快速准确地取放组件[1]。但说易行难。众所周知，要实现高水平的性能，精度和速度两者难以兼顾，容易顾此失彼。

例如，ABB 铰接式 6 轴机器人专为自动化解决方案而设计，灵活且能够在狭小空间内处理复杂任务，可以执行各种细致的放置任务。ABB 专家想知道，在这种情况下，对位精度和速度是否能在当前极限水平上更进一步。因此开发出了搭载视觉伺服技术的 ABB 高速对位软件<sup>1)</sup>，其设计和开发旨在探索对位精度和速度的新极限，同时还可减少循环时间 → 01。



—  
01 展示了 ABB 在 2022 年推出的突破性机器人对位软件。

—  
02 展示传统对位方法和视觉伺服方法的示意图。

02a 显示了传统对位方法。其中，需要在机器人移动之前以及在检查机器人是否已对准正确位置之前进行数据处理。如果未对准，则拍摄另一快照并重新运行机器人。一旦完成正确对位，机器人即跳转至下一任务。

02b ABB 的新视觉伺服方法创建了数据处理和伺服的连续循环，其中包括机器人在继续执行后续任务之前检查对位性能。

## 高速对位：过去、现在及未来

传统上，机器人均采用预先编程，随时准备执行命令，并在确定的环境下工作。校准和调试都需要具备较高的技术能力。使用迭代的“先看后动”方法进行机器人对位时，必须等机器人停止后，视觉系统才能拍摄快照、处理数据，然后确定并执行必要的动作。之后，机器人根据需要反复重复这一过程→02a。

近年来，范式转变衍生出了一种全新的机器人对位方法。如今，系统通常更为智能，能够感知机器人运行环境的不确定性和动态，这离不开各种传感器的帮助，其中视觉传感器更是功不可没。因此，可以实现一种更具适应性的对位方法，这种方法对确定性的要求要低得多。传感器反馈现在与机器人的操作紧密相关→02b。这意味着在收集传感器输入的同时即可处理数据；而与此同时，反馈将被导向至机器

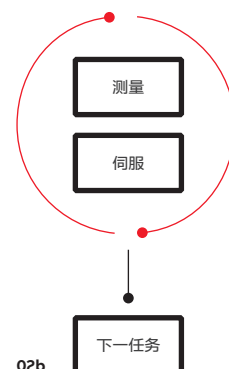
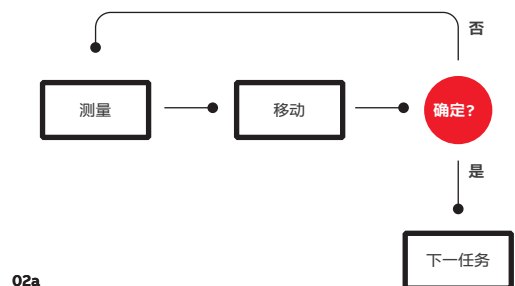
## 技术和业务驱动型产品开发

以往高速对位领域的研究主要集中在提高控制器的稳定范围、稳健性及系统误差方面。但在工业应用中→03，开发新产品时，除了要考虑系统精度和稳定性外，还必须考虑成本和效率。因此，ABB 依靠电子行业的真实客户案例，立即着手调查客户日常面临的生产线挑战，客户旨在开发出一款能满足行业需求的系统。ABB 通过在机器人展览会上进行演示，并根据真实客户案例进行内部演示，在技术开发阶段进行了强化。从整体上看，现行研究和商业案例研究之间的互动过程奠定了良好的发展基础。最终成功研发出一款技术高度成熟的原型机。因此，可大大减少产品化阶段进行研发所需的技术工作量。此外，作为额外奖励，在客户试点测试中，与 ABB 开发项目并行进行了成功的验证研究，帮助 ABB 在产品正式发布之前就获得了软件订单。

## ABB 高速对位软件提升了系统可靠性，同时缩短了循环时间，提高了精度。

人系统，从而几乎瞬间即可执行命令。通过将实时传感器数据能力与内置智能算法相结合，现在已经可以实现同时预测。可以预测机器人的每一个后续动作；还可以在处理下一个反馈循环的同时或甚至在此之前发出指令。使用该方法大大缩短了收集输入数据、处理数据和执行任务的重复循环时间，并提高了机器人系统的稳健性。因此，用户可以实现所需的高精度和高速度，在操作过程中进行高速对位现已成为可能。

得益于范式的转变，预计到 2025 年，超过 30% 的新机器人将配备视觉传感器。有了此类传感器的加持，机器人不仅能够完成更高级的任务，更能借助新的视觉功能进一步提升性能。通过将机器人领域与视觉和人工智能 (AI) 相结合，机器人工作及与环境交互的方式将迅速发生变化。



—  
**Diamond Dong**  
**JiaFan Zhang**  
ABB 机器人与离散自动化  
研发事业部  
中国上海

diamond.daimeng.  
dong@cn.abb.com  
jiafan.zhang@  
cn.abb.com

**Xiaolong Feng**  
ABB 机器人与离散自动化  
研发事业部  
瑞典韦斯特罗斯

xiaolong.feng@  
se.abb.com

**Qi Lu**  
**York Qian**  
ABB 机器人与离散自动  
化事业部  
中国上海

qi.lu@cn.abb.com  
york-yingjie.qian@  
cn.abb.com





03

—  
加入自动调节功能后, ABB 将部署时间从持续整个班次缩短至一小时。

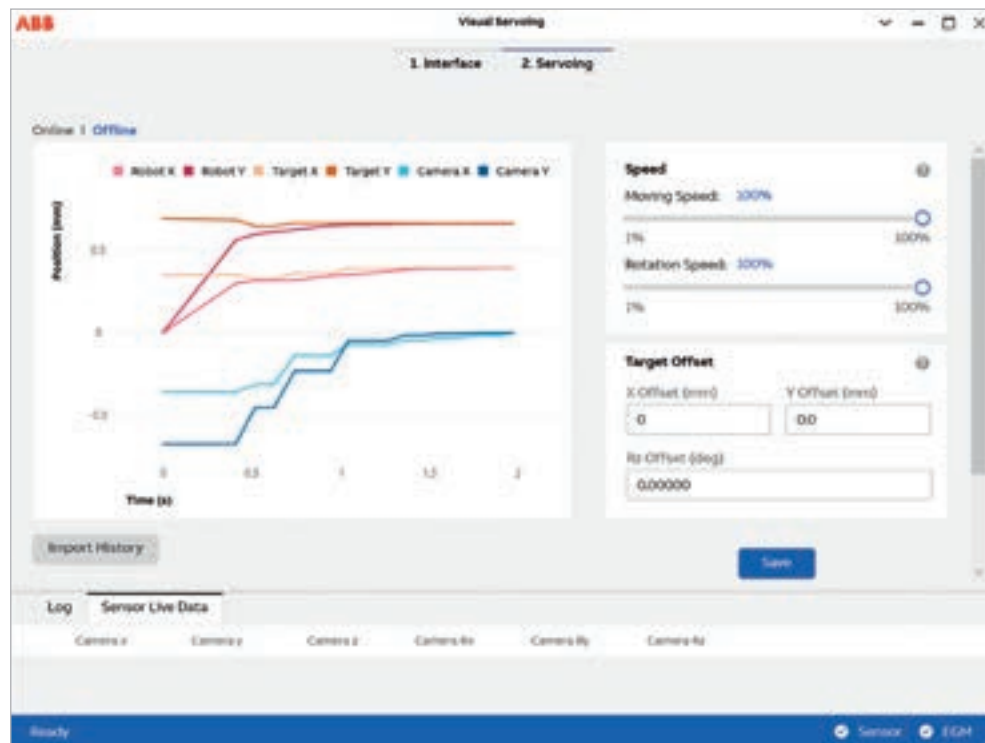
#### 提高生产率，实现高精度

ABB 高速对位软件专为超高精度装配任务而开发，并使用客户设置成功进行了测试，这项无与伦比的技术不仅提高了系统可靠性，还将循环时间缩短了 70%，从 ~5.6s 缩短至 ~1.7s；将准确性提升了 50%，从 20 $\mu$  提升至 10 $\mu$ 。

高速对位软件为何能取得如此惊人的成果？将传统的“先看后动”，方法与 ABB 新技术进行对比，即可找到答案→05-06：在传统方法中，循环时间取决于传感器系统识别指定对象所需的循环次数，单个循环大约持续 2 秒→05。其中，光是决定需要执行几个循环，就多少需要一定的运气。相比之下，使用高速对位软件时，无论机器人之前的动作是否完成，均可连续进行识别。而且，通过将传感器获取的数据与机器人的反馈数据同时融合，短短 4 毫秒内即可更新机器人的目标动作。值得注意的是，这意味着可以创造更多价值，系统无需等待整个循环完成→06。

03 ABB 高速对位软件可与 ABB IRB 1100 和 IRB 120 工业机器人兼容。

04 屏幕截图显示了具有自动调节功能的伺服系统的用户友好特性；其让用户能够侧重关注速度或精度。



04

### 系统复杂性

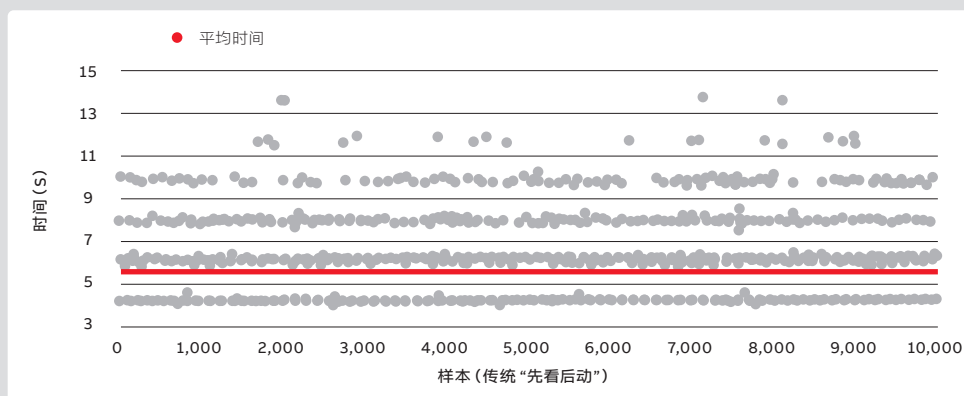
有必要一提的是，我们是在搭载了一个或两个视觉传感器的简单系统配置中对“先看后动”和高速对位方法进行了测试。如果系统复杂性增加，循环时间是否有所不同？为了测试这一点，特在系统配置中增加了两个额外传感器，增加了其复杂性。在“先看后动”方法中，任何对位偏差都需要系统重新运行整个对位循环，大大增加了循环时间。此外，实现正确对位之前出现系统故障的可能性上升，是一个很明显的缺点。相比之下，提升视觉伺服技术的复杂性并不会影响对位循环，原因在于所有区域均将在同一时间得到校正。换言之，周期时间保持不变。因此，ABB 高速对位系统采用视觉伺服技术，即：使用简单的视觉传感器系统，在大幅提升速度的同时，能确保机器人的运动精度达到  $10\mu$  级。

### 易用性是关键

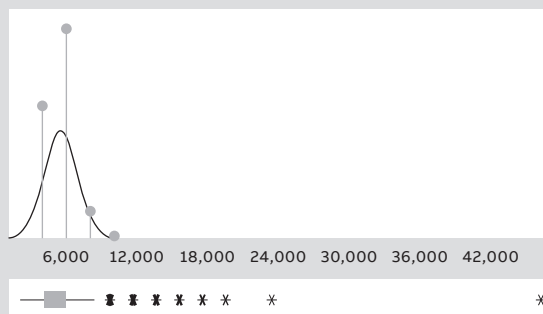
ABB 知道，通过牺牲精度或速度，可能在易用性方面取得更高水平，但是其毫不妥协，在确保精度和速度的同时，力求软件和界面操作简单，易于使用。通过简单地

对位软件最初开发用于计算机、通信和电子行业。

调整精度或速度，可以分别修改机器人对位的收敛时间或循环时间→04。软件操作简单，用户界面直观，基本无需专业知识即可操作系统。



| 机器人      | IRB120  |
|----------|---------|
| 运行次数     | 10,000  |
| 通过次数     | 9,994   |
| 通过率 %    | 99.94 % |
| 失败次数     | 6       |
| 失败率 %    | 0.06 %  |
| 平均时间(ms) | 5,603   |
| 最短时间(ms) | 2,211   |
| 最长时间(ms) | 13,845  |



#### Anderson-Darling 正态性检验

|                |        |
|----------------|--------|
| A <sup>2</sup> | 817.47 |
| P 值            | <0.005 |

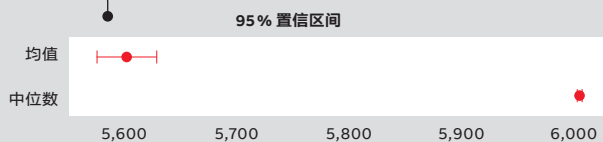
| 均值的 95% 置信区间         |
|----------------------|
| 5,575.8      5,629.9 |

|     |             |
|-----|-------------|
| 均值  | 5,602.9     |
| 标准差 | 1,378.5     |
| 方差  | 1,900,226.6 |
| 偏差  | 3.9763      |
| 峰度  | 82.8112     |
| N   | 10,000      |

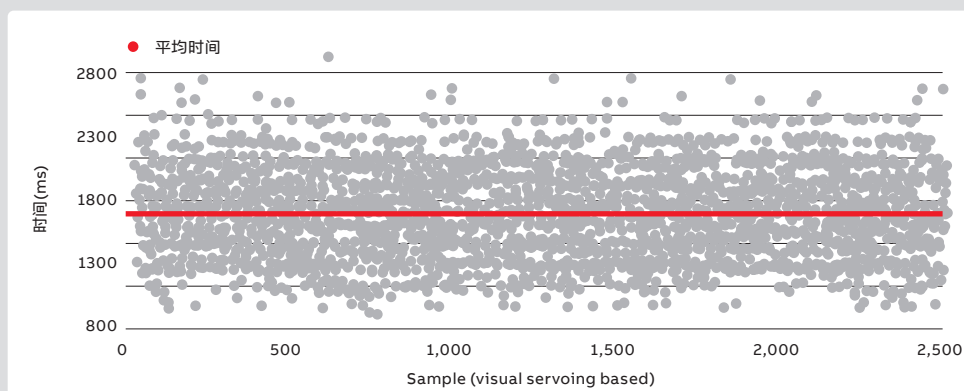
| 中位数的 95% 置信区间        |
|----------------------|
| 6,004.0      6,007.0 |

| 标准差的 95% 置信区间        |
|----------------------|
| 1,359.6      1,397.9 |

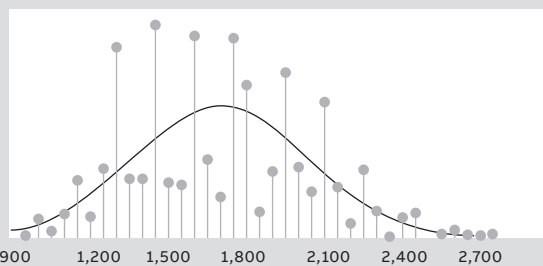
|        |          |
|--------|----------|
| 最小值    | 2,211.0  |
| 第一四分位数 | 4,158.0  |
| 中位数    | 6,005.0  |
| 第三四分位数 | 6,091.0  |
| 最大值    | 45,991.0 |



05



| 机器人      | IRB1100 |
|----------|---------|
| 运行次数     | 2,500   |
| 通过次数     | 2,500   |
| 通过率 %    | 100 %   |
| 失败次数     | 0       |
| 失败率 %    | 0 %     |
| 平均时间(ms) | 1,698   |
| 最短时间(ms) | 932     |
| 最长时间(ms) | 2,910   |



#### Anderson-Darling 正态性检验

|                |        |
|----------------|--------|
| A <sup>2</sup> | 9.51   |
| P 值            | <0.005 |

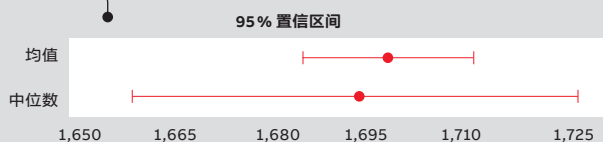
| 均值的 95% 置信区间         |
|----------------------|
| 1,684.6      1,711.3 |

|     |           |
|-----|-----------|
| 均值  | 1,697.9   |
| 标准差 | 339.6     |
| 方差  | 115,359.5 |
| 偏差  | 0.240467  |
| 峰度  | -0.412036 |
| N   | 2,500     |

| 中位数的 95% 置信区间        |
|----------------------|
| 1,658.0      1,727.5 |

| 标准差的 95% 置信区间    |
|------------------|
| 330.5      349.3 |

|        |         |
|--------|---------|
| 最小值    | 932.0   |
| 第一四分位数 | 1,455.0 |
| 中位数    | 1,693.5 |
| 第三四分位数 | 1,944.0 |
| 最大值    | 2,910.0 |



06

—  
05 带静态目标和 0.02mm 精度的传统方法的测试结果。如上图所示, 10,000 个循环的对位时间平均为 5.6s。下图显示了均值的 95% 置信区间, 介于 5.58s 和 5.63s 之间。

—  
06 带静态目标和 0.01 mm 精度的视觉伺服方法的测试结果。如上图所示, 2,500 个循环的对位时间平均为 1.7s。下图显示了均值的 95% 置信区间, 介于 1.68s 和 1.71s 之间。

—  
07 该示意图说明了 ABB 视觉伺服技术的项目范围。

高速对位软件还旨在用于轻松调试以及系统校准, 即使无经验的用户亦可操作系统。通

## ABB 根据真实客户案例, 调查了客户每天面临的生产线挑战。

过使用视觉引导运动 (结合了机器视觉和精密运动控制, 是高速对位软件的核心技术), 成功提升了对位流程的灵活性。

以前, 要操作高性能控制器, 用户需要付出大量努力 (专业知识) 来调整伺服系统的控制参数, 导致成本增加。得益于高速对位系统, 情况已不复如此。

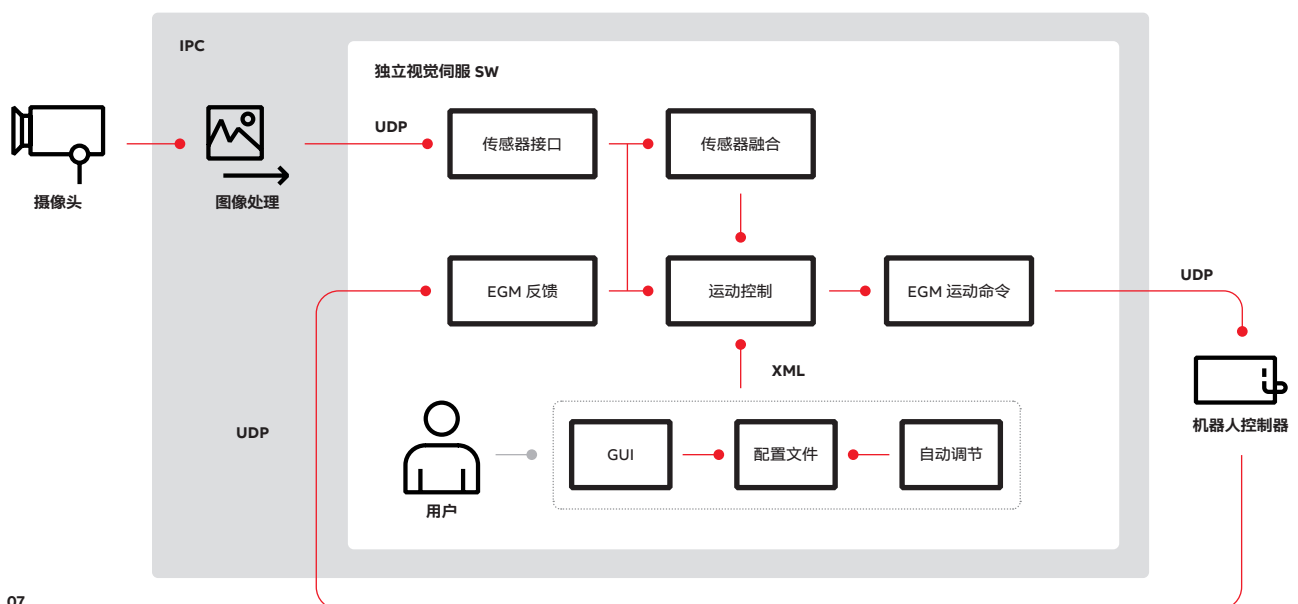
出于上述原因, ABB 提供了自动调节功能。在传统系统中, 用户必须考虑传感器的延时、滤波器缓冲长度、控制增益、机

器人延时和盲区等。而与之不同的是, ABB 解决方案允许自动计算上述所有参数。用户只需拖动调节滑块, 观察对位性能即可。这消除了与系统交互以实现期望对位结果的部分技术壁垒。加入自动调节功能后, ABB 成功将调试时间和部署时间从持续整个班次缩短至一小时。

此外, 用户在调节新的伺服参数时, 还可从 ABB 系统中选择先前记录的伺服数据进行对比。此类功能可全方位支持用户、专家和新手, 并降低成本。

### 扩展兼容性

目前, 高速对位软件与一系列摄像头、IRC5 和 Omni-Core™ 机器人控制器兼容, 用法非常灵活。尽管高速对位软件不受硬件和所用图像处理工具的影响, 但必须考虑所用通信协议的类型。如果数据通过用户数据报协议 (UDP) 通道以正确格式传输至客户端, 则该解决方案支持任何传感器 → 07。尽管如此, 仍计划在不久的将来支持传输控制协议 (TCP) 通信。





50年

机器人软件专业知识

10μ–20μ

精度水平, 用于高精度电子装配



70%

速度提升 (使用6轴机器人进行对位)



软件操作简单, 用户界面直观, 基本无需专业知识即可操作系统



与一系列摄像头、IRC5 和 Omni-Core 机器人控制器兼容, 用法非常灵活

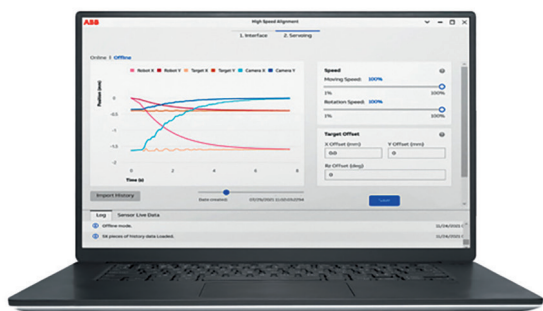
整个框架由传感器 (在此案例中, 是指摄像头)、机器人控制器、图像处理器和视觉伺服技术组成→07。后一种技术和图像处理器包含在工业 PC 中。摄像头与机器人末端执行器相连, 以捕捉任务空间中的视觉信息。生成的图像流由图像处理程序接收, 后者将计算目标对象相对于摄影头的位置。机器人控制器 (即 IRC5 或



8 → 1 小时

凭借自动对位和调节功能, 实现轻松调试, 缩短部署时间

该软件包括带有摄像头的视觉传感技术和计算机视觉系统, 可控制机器人的位置。



OmniCore™) 控制机器人并提供外部引导运动 (EGM) 接口, 通过 UDP 数据报与视觉伺服进行通信。然后, 视觉伺服从 EGM 和图像处理器获取数据, 并生成运动命令, 通过 UDP 发送至 IRC5。正是 EGM 接口提供的机器人信息反馈, 让视觉伺服控制器的性能得以维持在最佳水平[2]。

### 新机遇

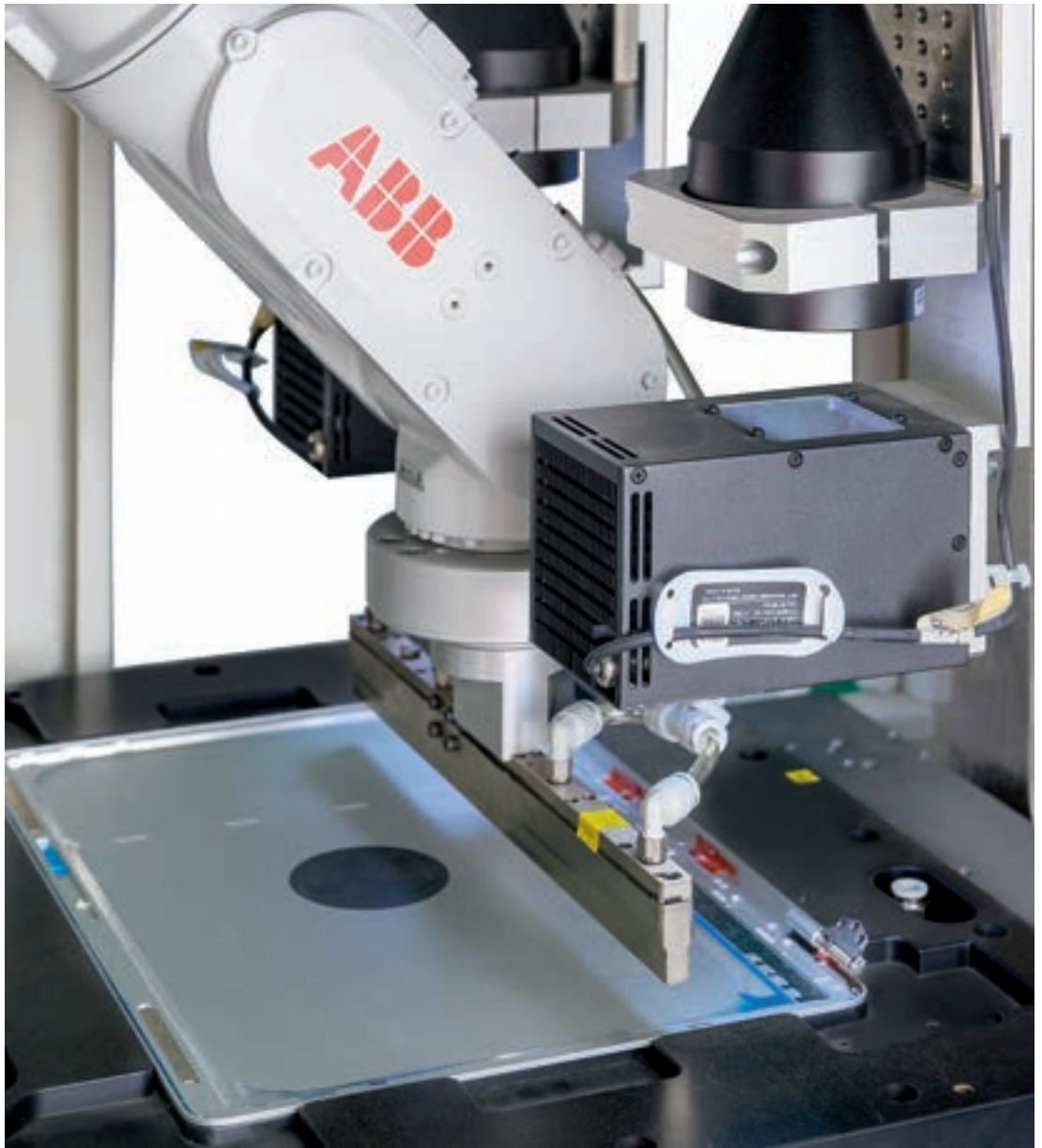
ABB 高速对位软件最初专为计算机、通信和消费电子行业的超高精度任务而开发, 例如电子制造中的装配、部件对位、在工具中取放工件以及在夹具中放置零件。其他潜在应用机会包括:

- 例如, 用于在依赖因果态分割重建算法的啤酒厂进行酒瓶拾取作业
- 用于汽车行业的胶粘、密封和轮胎装配以及摩擦搅拌焊
- 用于向原始设备制造商 (OEM) 供应零件或服务的一级行业供应商的座椅装配。



—  
08 搭载视觉伺服技术的  
ABB 高速对位软件的主要  
优点汇总。

—  
09 高速对位软件使用一  
个或多个搭载计算机视觉  
系统的摄像头，控制机器  
人设备或工具与工件的相  
对位置，可实现不可思议  
的精度。



09

#### 参考文献

[1] ABB press release, “ABB launches breakthrough robot alignment software increasing electronics manufacturing speed and accuracy”, 12 April 2022, 来源: <https://new.abb.com/news/detail/89415/prsl-abb-launch-es-breakthrough-ro-bot-alignment-software-increasing-electronics-manufacturing-speed-and-accuracy> [访问日期: 2022 年 9 月 17 日.]

[2] Y. Mao et al., “Visual-Servoing Control Based on EGM Interface of an ABB Robot”, IEEE Publication, Chinese Automation Conference, 2018, 来源: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8623638> [Accessed March 14, 2023.]

凭借高速对位软件，ABB 推出了市场上首款适用于 4 轴和 6 轴机器人并搭载视觉伺服技术的软件包，用于超高精度装配任务 → 08。该技术利用一个或多个视觉传感器和计算机视觉系统，实时控制机器人设备或工具与工件的相对位置，满足了行业对更高对位精度和速度的需求 → 08-09。高速对位软件让机器人运动能达到 10 $\mu$  级别，在满足行业成本和效率要求的同时，实现精密电子装配。•

#### 脚注

<sup>1)</sup> 用于超高精度对位（又称为“高速对位”、“高精度装配”，在本文中称为“高速对位”）的视觉伺服

—  
高速对位是市场上首款适用于  
6 轴机器人并搭载视觉伺服技术  
的软件包。

机器人性能优化软件

# 精准动作

机器人集成和编程是任何公司自动化投资的主要组成部分。有鉴于此，ABB RobotStudio® [1][2]作为全球最常用的机器人离线编程和模拟工具，所包含的软件可用于在虚拟世界中设计、测试和优化整个生产单元，从而显著简化了机器人编程和操作流程。RobotStudio Cloud 是 RobotStudio 平台的最新成员，使得个人和团队能够在任何地方实时开展协作，进行单元设计[3]。



**Magnus Seger**  
模拟软件事业部  
瑞典哥德堡

magnus.seger@  
se.abb.com

箱子堆积如山，空间十分狭窄。时间又极为紧迫。如果有一款机器人能够毫无条件和意外地根据指令精准行动，岂不美哉？尽管调试机器人和向其分配新任务仍然并不简单，但 RobotStudio® 桌面版可帮助用户离线进行编程和模拟，而不会对现行生产作业造成干扰。此外，借助 Robot-

—  
用户可以使用任何移动设备在真实环境或虚拟房间中免费可视化机器人和解决方案。

Studio® 的增强现实查看器应用[4]，用户可以使用任何移动设备在真实环境或虚拟房间中免费可视化机器人和解决方案。此外，团队可借助相关软件 and 应用程序，加速决策制定并加快设计和调试阶段。

要最大限度地提高机器人系统的投资回报，离线编程和可视化将是一个理想途径；凭借这些技术，可在生产环境之外进行编程，减少风险和错误，同时消除停机

时间。ABB RobotStudio® 广泛应用于多个行业，为在虚拟环境中编程、设计和测试机器人带来无限可能。以下十个示例说明了其如何提高客户设施性能[5]并提升产量。

## 电缆模拟

设计机器人电缆和线缆包可能十分棘手。设计师必须考虑到这样一个事实，即连接到工业机器人的电缆可能会经历严重磨损，导致碰撞风险与日俱增。有鉴于此，RobotStudio 提供了电缆模拟，使工程师们→01 在实施前即可直观查看机器人及其电缆的运动，从而减少碰撞风险，延长电缆寿命。





### 扫掠体积

计算机器人执行操作所需的空間可能十分棘手。我们很难预测多个机器人如何在同一狭小空间内相互协作，也难以预测在有人类和机器人相互协作的空间内的何处设置围栏和界线。RobotStudio 可以自动精确地计算机器人及其覆盖机器人程序运动的工具的扫掠体积。这有助于针对围栏和安全区位置提供精确建议，让自动化流程管理人员能够防止实际生产过程中出现冲突、干扰和潜在事故。

### 信号分析器

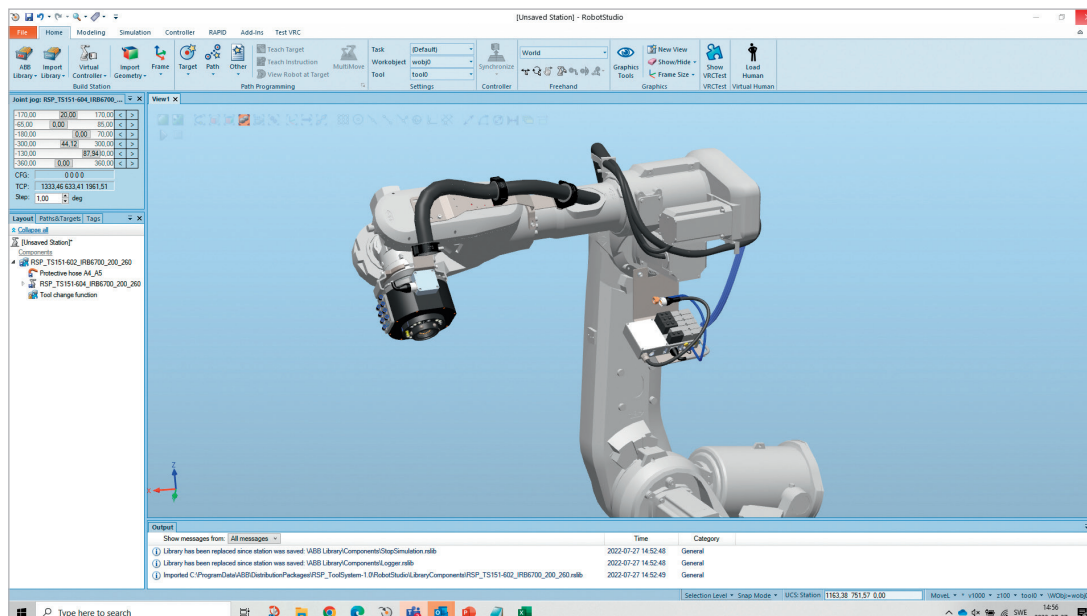
在检索、可视化和查看来自机器人控制器的运动信号和 I/O 信号时，信号必须以正确的顺序出现。此外，还必须具有正确的

---

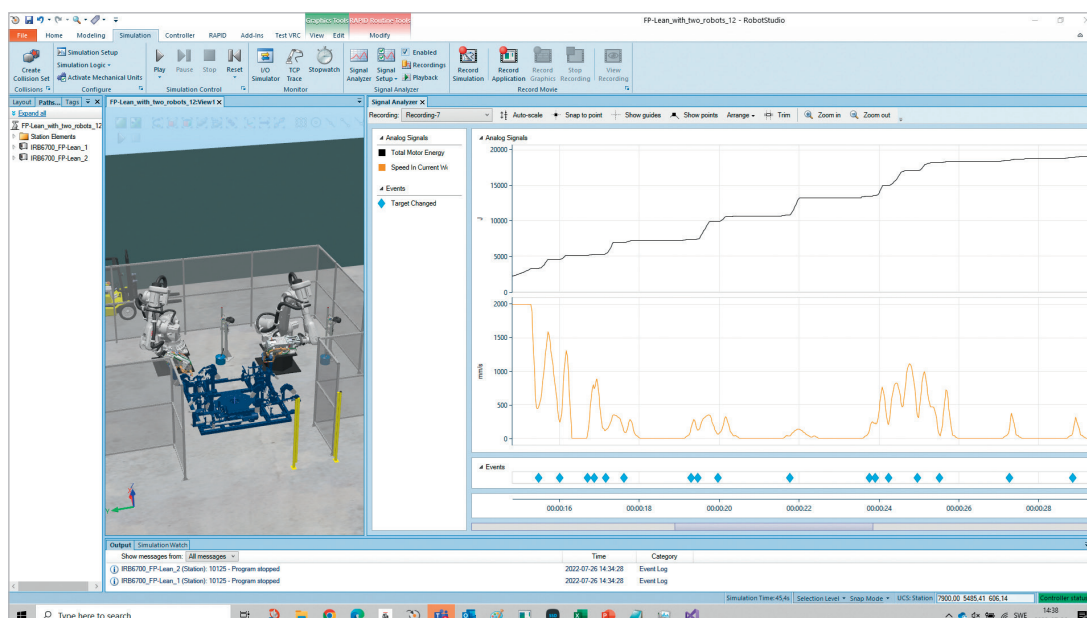
RobotStudio 可以自动创建机器人及其覆盖机器人程序运动的工具的扫掠体积。

时间戳，以便在使用从真实和虚拟控制器接收的数据调节和优化机器人程序时，能确保其精度。

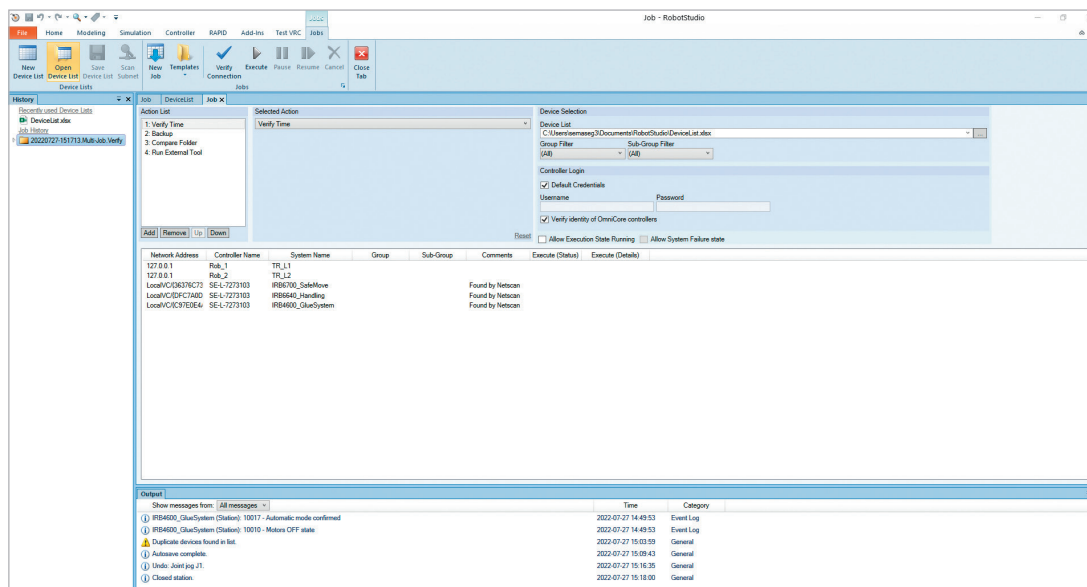




01



02



03

—  
01 电缆模拟降低了碰撞风险，并有助于延长电缆寿命。

—  
02 信号分析仪允许用户在单一视图中记录和显示机器人控制器发出的所有信号。

—  
03 RobotStudio® 作业功能允许同时操作工厂中的大量机器人控制器。

这些数据需从真实和虚拟机器人控制器获取，以确定机器人无法达到设定速度的原因，或轻微调整或速度下降会对质量产生哪些影响。此外，分析一个循环内的能源性能和效率，以及变量会对能源使用情况产生哪些影响，对于用户来说变得愈加重要。

RobotStudio 的信号分析仪→02 允许用户在单一视图中记录和显示机器人控制器（真实或虚拟）发出的所有信号。仪表板允许用户轻松优化和调整参数。可记录机器人速度、功耗水平、I/O 信号、工具中心点 (TCP) 位置、关节值等数据。通过使用“转到”程序或可视化，只需单击一下，即可识别程序中的问题。

### CAD 到路径

在将机器人移动到正确位置时，在车间使用手持设备和操纵杆来创建机器人程序极其复杂且耗时。通常，这将停止正在进行的生产，并导致目标欠佳。但是，通过使

## 自动配置功能可以帮助用户自定义优化的机器人手臂配置。

用零件的 CAD 模型，可以自动在形状边缘生成机器人位置。

几秒钟内即可沿着边缘创建完美定向的目标，否则，通过机器人点动和教学目标来在线实现这一点会十分麻烦。借助 RobotStudio 的自动配置功能，用户只需轻轻一击，即可自动为整个路径定义优化的机器人手臂配置。

### 作业

保持整个机器人机群的更新和持续运行极具挑战。传统上，每个机器人都需要操作员手动更新和验证安装，这一过程非常耗时。在调试阶段，可以同时多次更新和持续更改。这样，我们几乎不可能了解哪些机器人已经安装并准备就绪。

考虑到这些风险，RobotStudio 的作业功能→03 允许同时操作工厂中的大量机器人控制器，只需将其连接至工厂网络即可。可以执行数个操作，包括备份、同步各机器人的时间、读取 RAPID 数据、更新用户权限、检索系统数据，以及将数据发送至 Excel 等外部程序进行进一步分析等。

### 自动路径规划

在包含大量设备的紧凑且拥挤的机器人单元中，要创建机器人运动，同时还要考虑到每条运动路径上的每个障碍物，这可能非常复杂且耗时。

凭借 RobotStudio 自动路径规划功能→04，无需将所有步骤都编程至最终所需位置。相反，只需给出最终位置，机器人将快速沿着一条路径运动，自动避开运动路径上的所有障碍。此功能在数秒内即可从头至尾创建一条完整的无碰撞路径，可加速工程设计，缩短上市时间。

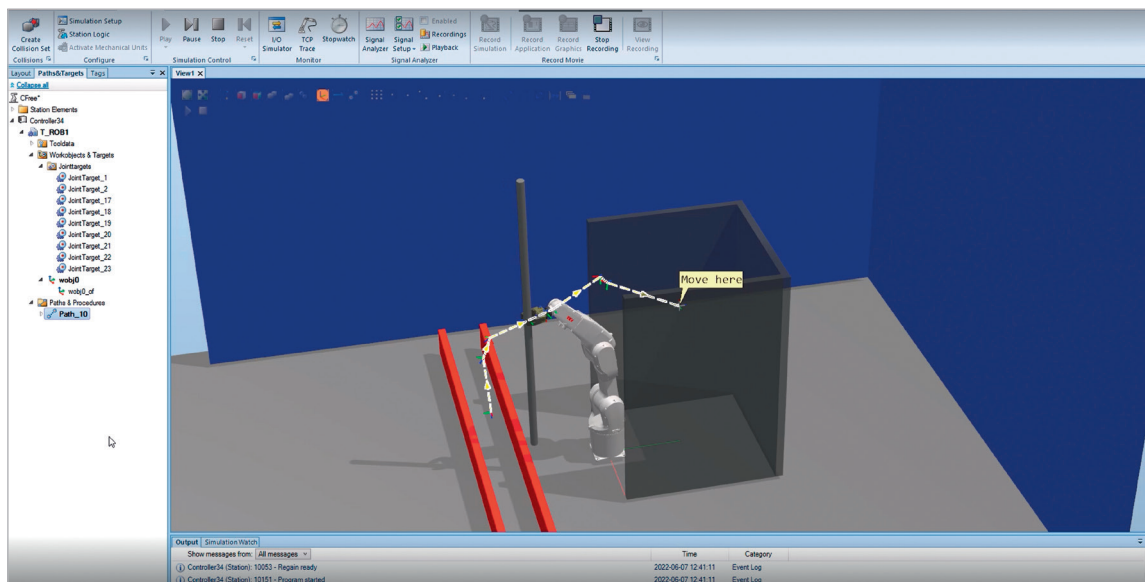
### RAPID 编辑和调试

在示教器上创建机器人程序并不理想，通常需要停机。这可以在仿真机器人代码的 PC 或第三方模拟工具上执行，但是，这无法始终提供足够的上下文，也不允许对程序进行测试和调试。

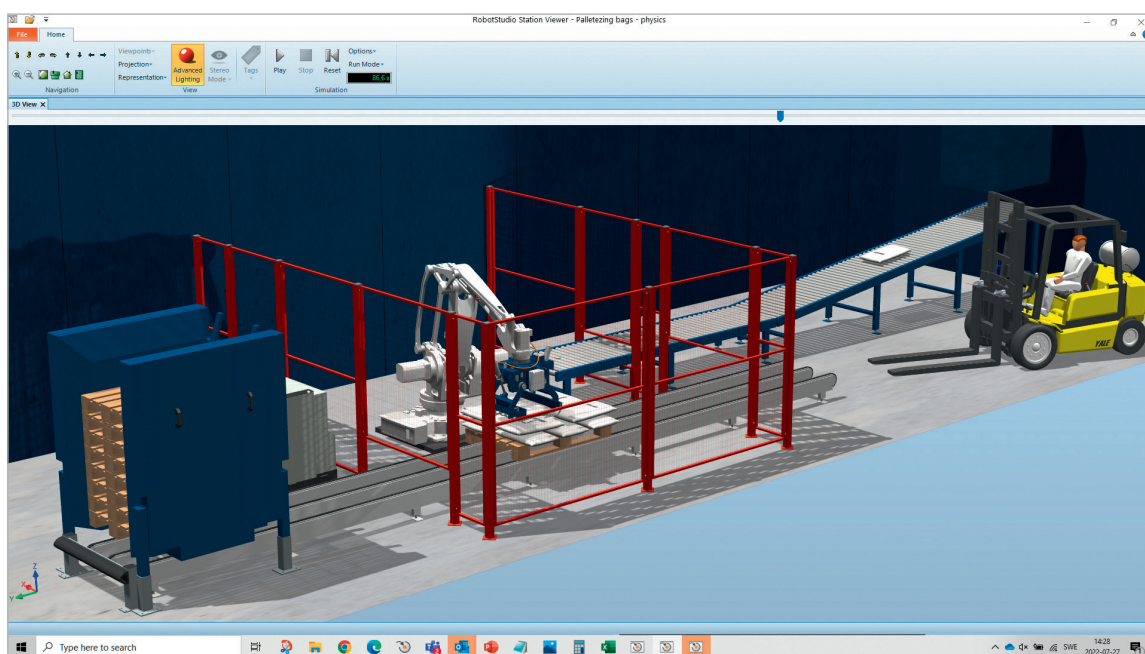
使用 RobotStudio 的文本编辑器，可以实时或虚拟查看和编辑加载到机器人中的程序。该编辑器具有语法和错误突出显示、工具提示、自动插入参数以及机器人指令上下文相关帮助。此外，还提供一个数据编辑器，允许对程序数据进行表格式编辑。该程序可以通过设置断点进行调试，同时还可监控许多其他变量。

### 工作站查看器

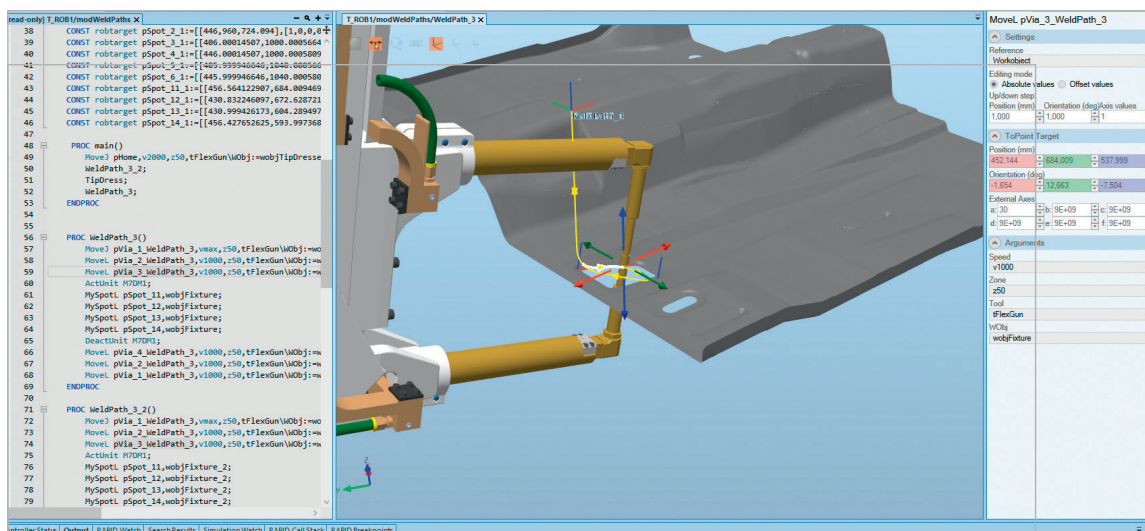
在探索和规划阶段，供应商务必要解释并针对所提议的解决方案进行沟通，让客户和供应商保持一致，从而确保有效地开展合作和协作。传统上，这需要交换大量通常不易解读和理解的文件，这一过程往往会导致团队项目延迟和冲突。



04

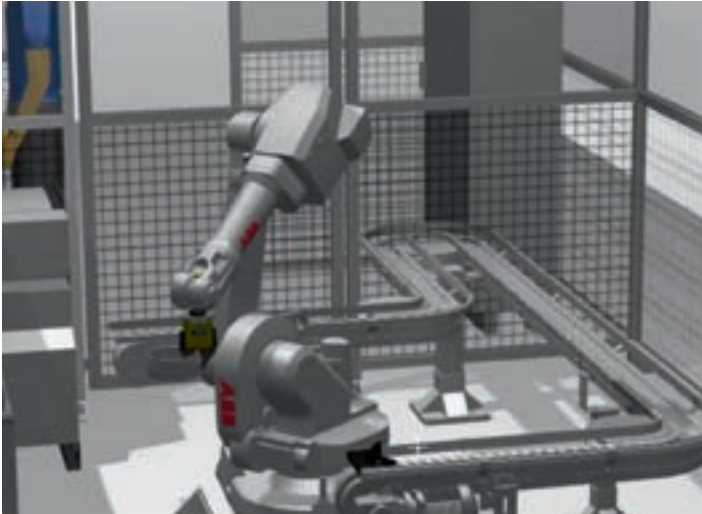


05



06





07a



07b

—  
04 自动路径规划允许机器人自动沿着一条路径运动，避开运动路径上的所有障碍。

—  
05 工作站查看器是一个 3D 交互式影像软件包，用于向未安装该软件的用户显示和共享 RobotStudio® 模拟。

—  
06 用户可借助路径编辑器的 3D 视图同时编辑单个或多个目标。

—  
07 机器人控制器提供了在生产车间运行机器人的真实软件的精确副本。

07a 模拟生产车间。

07b 实际生产车间。

工作站查看器→05 是一个 3D 交互式影像软件包，用于向未安装该软件的用户显示和共享 RobotStudio 模拟。该软件包显示具有精确的工具、运动和吞吐量的逼真图

—  
**虚拟控制器让用户确信，程序中所见即车间所得。**

形，从而有助于更好地理解建议和进行调整。通过该软件包，还可以在虚拟现实查看项目，只需将耳机插入计算机即可。

### 路径编辑器

通常情况下，通过示教器在线更新程序。但是，编辑多个指令或完整的过程路径可能会导致错误和过程繁琐。此外，也很难准确把握为正确更新目标所必要的位置移动方向。另外，要在不丢失历史编辑的情况下返回并更正错误，同样十分困难。

RobotStudio 的 RAPID 路径编辑器→06 支持 3D 视图和采用各种方法编辑加载到机器人控制器中的程序，允许用户同时编辑单个或多个目标，同时自动更新程序。在加载到机器人中之前，所有更改均可撤销。

### 虚拟控制器

更新系统并在生产车间运行可能耗时且成本高昂，如果有更简单的选项可用，那何苦如此。传统上使用离线编程系统，但模拟本质上并不完美，并不能准确反映现实。

RobotStudio 的虚拟机器人控制器→07a，07b 是在生产车间运行机器人的真实软件的精确副本。因此，其使用与车间相同的真实机器人程序和配置文件（包括安全区），让模拟过程更为真实。虚拟控制器让用户完全确信，程序中所见即车间所得。•

### 参考文献

[1] RobotStudio® Suite. Available: <https://new.abb.com/products/robotics/robot-studio>. [访问日期: 2023 年 1 月 15 日]

[2] RobotStudio®. 来源: <https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio/>

robotstudio-desktop [Accessed January 15, 2023.]

[3] <https://new.abb.com/news/detail/97646/prsr-abb-robot-studio-takes-to-the-cloud-enabling-real-time-collaboration>

[4] RobotStudio® AR Viewer. Available: <https://new.abb.com/products/robotics/robot-studio/ar-viewer-app> [访问日期: 2023 年 1 月 15 日.]

[5] Customer stories. Available: <https://new.abb.com/products/robotics/customer-stories> [访问日期: 2023 年 1 月 15 日.]





01

---

预想过程自动化的未来

# DCS 的未来

分布式控制系统 (DCS) 是全球最宏大、最关键运营事务的核心，而 40 多年来，ABB 始终是这一领域的翘楚。未来 40 年，为满足快速变化的数字化工业世界的需求，ABB DCS 将如何发展？



—  
01 工业世界快速变化，意味着 DCS 在未来几十年内必将急剧发展。



Ingo Mauritz  
ABB 过程自动化事业部  
德国明登

ingo.mauritz@  
de.abb.com

自 40 多年前问世以来，分布式控制系统为数十万工业设施安全、高效且可靠地运行做出了巨大贡献。DCS 能在各种环境中推动大规模的关键运营事务，如公用事业、水、过程工业、石油和化学品、食品和饮料、制药、海洋和数据中心。从一开始，ABB 就一直引领 DCS 的发展。如今，安全、效率和可靠性仍然属于基本要求，但目前的从业者需要推动更广泛、更灵活的创新，以应对过程工业日益苛刻的动态格局。未来 40 年，ABB DCS 应如何发展才能满足这些要求 → 01？

### 永不过时的灵活架构

ABB 预计，未来过程自动化系统的需求将通过过程自动化架构进行调和，该架构可有效实现稳健常青核心（其中优先考虑可靠且确定的响应）与数字使能扩展环境之间的差异化，执行非时间紧急任务，同时促进更快创新和持续性能改进。这一扩展的自动化环境

将实现与其他工业物联网 (IIoT) 倡议的安全连接，并允许人、系统和设备更好地进行协作 → 02。

与开放过程自动化论坛关于具有定义通信接口的独立软件模块的愿景一致，未来的过程自动化核心和扩展环境将是具有网络安全接口的虚拟模域，以行业标准 OPC UA 信息模型和通信为基础[1]。将根据对模块的性能和安全期望，针对容器化模块进行

### 未来的过程自动化核心和扩展环境将是具有网络安全接口的虚拟模域。

自动编排。该策略将从网络外围强制执行身份验证和授权转变为在核心采用零信任方法，其中，要求组件以数字方式证明其身份和独创性，及其对特定任务的授权，以便正确应对不断演变的威胁[2]。

过程控制器和应用软件是独立于硬件的容器化功能实体，可在专用和工业 PC 控制器、边缘设备、内部服务器和云平台上灵活部署和动态可用。

编排环境将自动实现硬件资源之间的负载均衡，并简化控制应用程序分配。高级应

用程序将毗邻控制核心运行，并且由于其具有容器化特质，可以轻松修改，而不会影响操作。

此外，在部署之前，新功能将通过在线数字孪生体模拟进行测试和验证。

通过旨在满足应用程序需求的可调式可用性方法来确保弹性，允许用户在硬件占地面积有限的情况下优化系统可用性。

### 编排自动化，摆脱复杂性

我们需要对模块化、容器化控制引擎和应用程序进行编排和管理，这一需求对未来过程自动化系统的用户来说是一个重大变化。IT 部门可能已经对类似任务十分熟悉，但运营工程师专注于运行流程，而非管理控制流程的工具。因此，需要实现活动自动化。

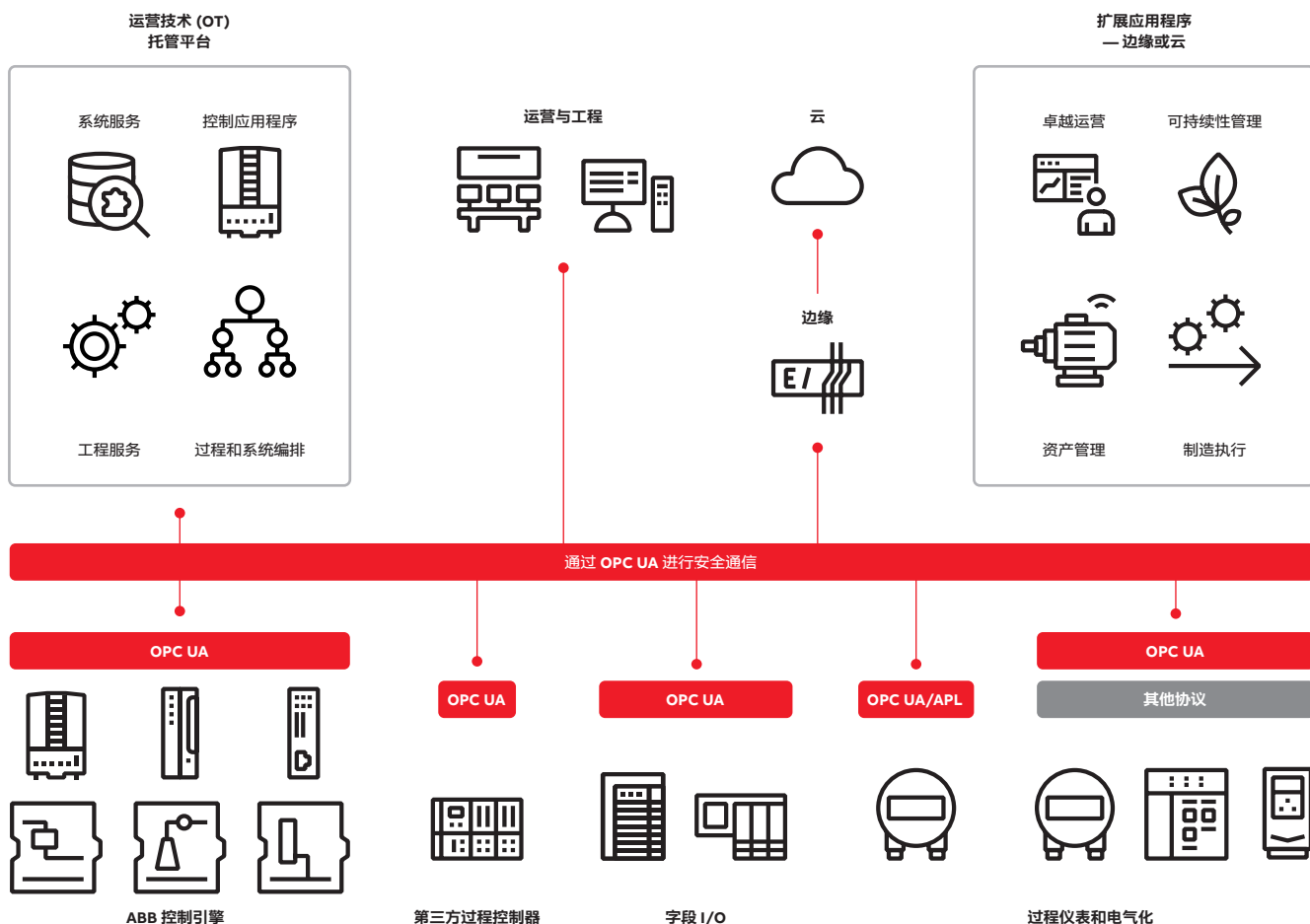
### 连续采用技术

未来的过程自动化系统旨在使当前用户能够利用新技术和解决方案，同时不会对其

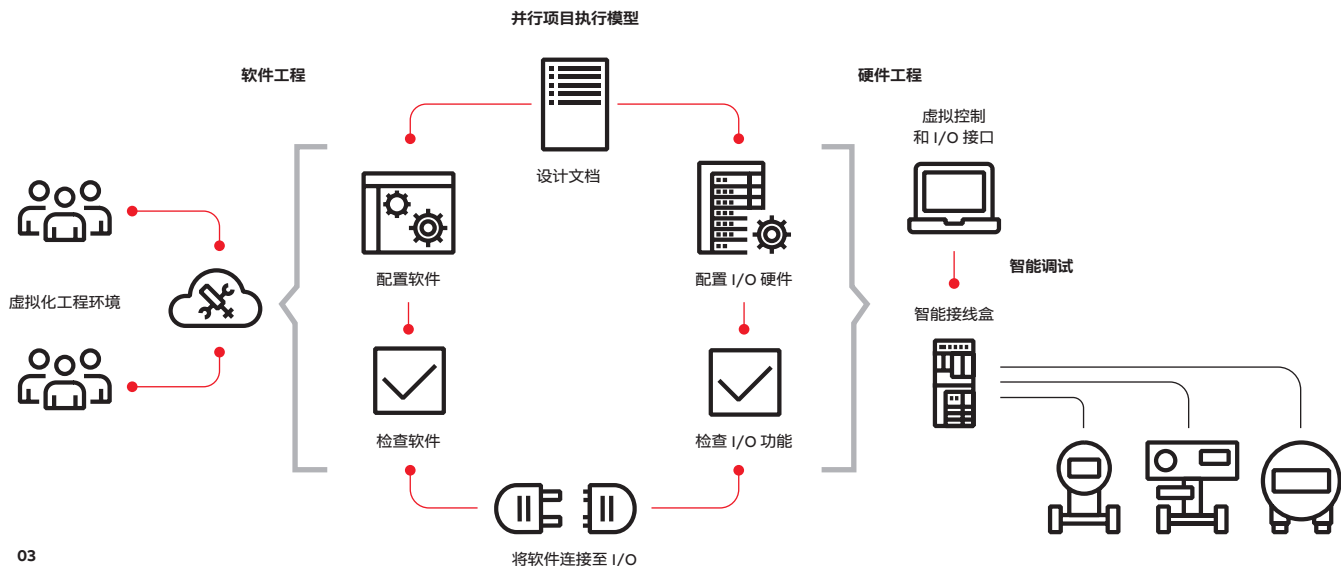
当前用户将能够利用未来技术，而不会对其现有设置造成太多干扰。

现有设置造成太多干扰。保护用户的知识产权及其对应用程序的投资意味着其可保留原本架构，同时按照自己的速度和需求采用新技术。

全新可转移性方法以及软硬件之间的技术独立层将简化平台间的应用程序传输，并







03

— 02 灵活且可互操作的模块化安全架构与用户倡议和新兴技术保持一致。

— 03 通过将硬件与软件工程分离，可以将任务分离，这样，独立团队可并行工作，后期再进行精确高效的绑定，从而减少变更对项目进度的影响。

— 04 未来的过程自动化系统将是一个完整的数据共享的数字生态系统。

最大限度减少硬件生命周期问题，为当前系统的优雅演变提供一种成本、风险双低的方法，确保未来自动化发展常青。

### 自适应架构

加强控制系统核心还需要将更新更为频繁的非关键功能转移至外部生产平台。ABB 的边缘软件旨在提供这一功能，用作安全核心保护的数据二极管，并提供综合应用框架，用于监控和优化。如果边缘能力对于核心控制功能至关重要，则亦可将软件部署为核心的一部分。新的过程自动化系统环境提供了这种灵活性。

### 项目执行和自动化工程转型

通过将硬件工程和软件开发分离，可以简化项目执行，例如 ABB Adaptive execution™ 就实现了这一点。该工具允许多个团队在不同位置、甚至在虚拟化的云工程环境中并行执行项目任务→03。例如，工程师可以使用虚拟化、仿真和模拟的组合技术来执行

通过将硬件工程和软件开发分离，可简化项目执行。

虚拟应用程序测试和调试，所有上述技术都将作为数字孪生体在云端予以实现。数字孪生体再现过程动态，根据功能规格探测性能。虚拟调试有助于识别潜在问题，以便更顺畅快速地启动，并可与其他项目任务并行进行。

针对特定类型的过程或资产开发的可复用模块化代码库可进一步简化项目执行。未来的过程自动化系统将使用预先制造并测试好的自动化软件模块，这些模块配有控制、可视化和相关服务元素。使用明确定义的通信接口与其他模块进行交互，无需开发“胶连”逻辑即可协调模块行为。通过使用预先制造的模块，还可以实现敏捷控制策略升级和过程重配置。针对预测试代码进行质量控制，亦将有助于确保模块单元快速运行，不会出现事故。



04



自动化系统将促进软件模块的整体流程编排，将控制工程师的任务从编程控制逻辑提升至配置特定过程的自动化需求。在设

## 数字化将带来一系列新的商业模式和服务。

计其预测模块无法轻易改换用途的过程单元时，自动化工程方法将缩短未来过程自动化系统中离线工程工具与直接开发代码之间的距离。

### 推进 IIoT 的数字生态系统

在为未来过程自动化系统预想的数字化扩展环境的功能中，包括与边缘、内部或云端其他基本元素进行安全、简化集成。凭借这一集成，用户可对核心控制 OT 数据以及来自其他 IIoT 设备、应用程序和业务结构的数据进行安全的应用程序级访问，而不会干扰核心控制操作→04。

数字生态系统将建立在新兴边缘和云技术基础之上。这些技术提供灵活且安全的计算基础设施，包括服务器、数据存储、开发环境、商业智能服务、人工智能 (AI) 和数据分析，以改善风险管理、优化生产率并实现可持续目标，从而改变自动化环境。

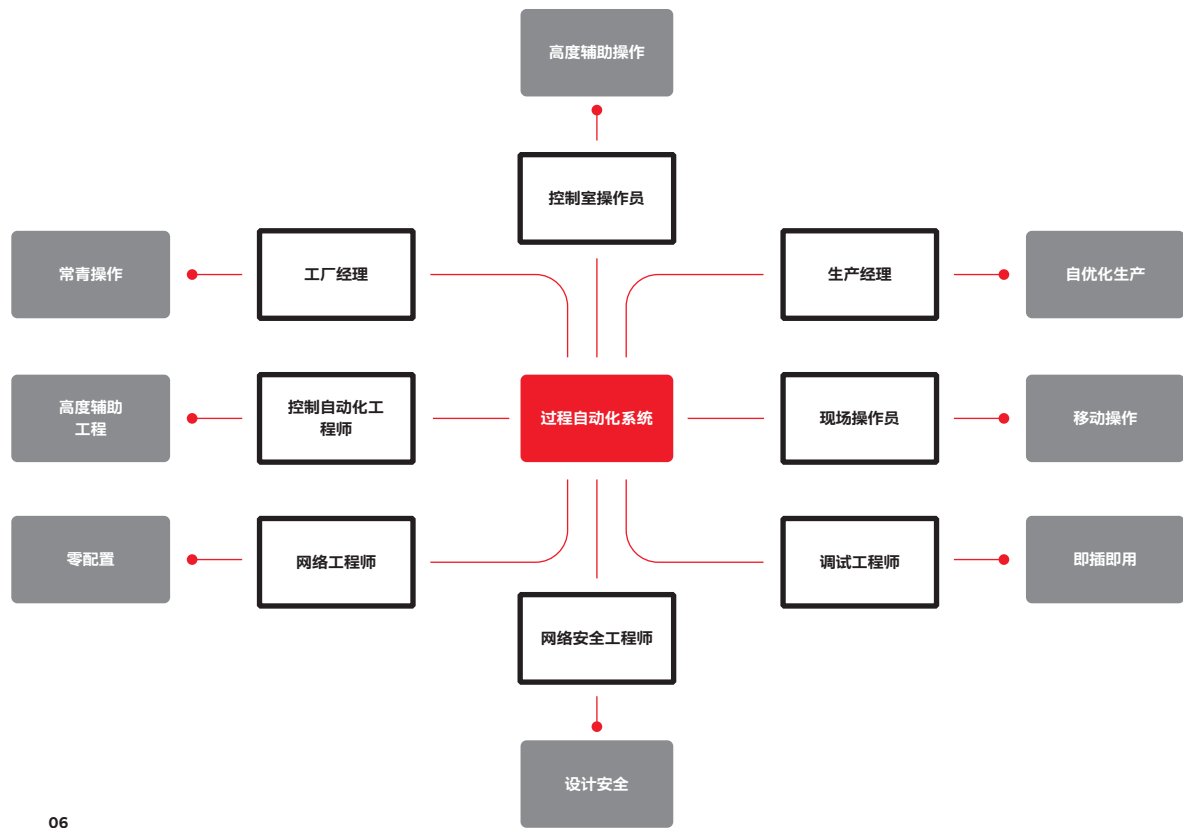
### 使用数据分析进行优化

数据是过程、工厂或企业级优化的核心。挑战在于收集和组合来自不同来源的数据、将其情景化并转化为成熟洞察，以及将其交付给适当人员以便及时采取行动。其中，面向边缘的灵活解决方案将预测问题，并指定需要采取的行动，以实现更好的资产运营、优越的预测性维护策略和改进生产流程的调整。

### 打开全新商业模式的大门

数字化将带来一系列新业务模式和服务，因为随着数字生态系统与关键核心扩展应用程序分离，会衍生出单独的软件购买流程，从而确保速度更快，并为软件即服务 (SaaS) 或平台即服务 (PaaS) 业务模式打开方便之门。这一演变将支出从资本预算转变为运营预算。





06

—  
05 提升所有系统用户的人力绩效。

—  
06 直接将数字数据传输至云应用，而不会中断控制核心。

### 改变数字化工业劳动力的角色和流程

伴随着当今 DCS 的数字化转型，工厂人员的角色和职责同样也在发生变化。其对工作流的影响极为深远，其中，控制室操作员职责所受到的影响最为直接。

在未来的过程自动化系统中，自主操作和工业 AI 将彻底改变工作形式，它们不一定是取代人类，而是增强人类的认知能力，从而释放其潜力并协助制定决策 → 05。

专家将从平凡重复的任务中解脱出来，专注于更高价值的活动。因此，人与自动化

### 未来旅程

本文中描述的过程自动化系统愿景代表了 ABB 将在未来几十年连续简化和加速 DCS 创新的指南。ABB 预计，未来的过程自动化系统将提供适应性强、可靠性高的集成模块化安全自动化解决方案，以及灵活、简单、快速的项目工程执行和调试，使行业能够在快速变化的世界中开展竞争[2]。这一愿景将通过安全的 OT/IT 集成实现自主运营和可持续性能，促进人员、系统和设备之间数字化转型和协作，从而确保人员和环境安全，并确保踏上这一旅程的企业能持续取得商业成功。•

—  
人与自动化系统将携手合作，但仍由人类做出最终决策。

—  
参考文献  
[1] M. Kiener, "Buzzword demystifier: OPC UA," *ABB Review*, 1/2023, pp. 80–81.

[2] ABB, "Envisioning future process automation systems: Enabling innovation while preserving continuity." 来源: <https://new.abb.com/control-systems/envisioning-the-future-of-process-automation-systems>. [访问日期: 2023 年 2 月 14 日.]

系统将携手合作，但仍由人类做出最终决策。

在这一领域，传感器数据收集和机器学习算法将通过增强现实 (AR) 工具增强操作员的感官，以实现更高效的维护和调试。对于工程师来说，一系列创新将消除与管理当今集成工厂系统相关的复杂性。所取得的进展包括自配置网络、常青操作、新设备模块和本地网络安全组件的即插即用插入 → 06。

---

ABB ABILITY™ CYBER SECURITY WORKPLACE

# 安全网络空间







**Kees van Overveld**  
网络安全服务产品  
荷兰埃滕-勒尔

kees.overveld@  
nl.abb.com



**Matthew Virostek**  
网络安全服务产品组合  
美国俄亥俄州克里夫兰

matthew.virostek@  
us.abb.com

ABB Ability™ Cyber Security Workplace 整合并呈现来自多个网络安全源的数据，因此，行业运营商可以监控其安全控件的总体状态、执行相关维护活动并接收警报，以帮助补救威胁并降低风险。

工业工厂拥有众多资产、多个控制回路、大量控制器和大规模的 IT 和运营技术 (OT) 基础设施，这些可能会带来重大网络安全挑战。事实上，针对工业工厂发起的网络攻击的频率、复杂程度和危害程度都在与日俱增。例如，每天检测到约 450,000 个新恶意程序（恶意软件）实例[1]。目前全球有 3,500,000 个网络安全职位空缺，让这一问题更是雪上加霜[2]。

尽管大多数企业都知道网络安全松懈的后果，但相应的恶意软件应对措施往往极不理想。一种常见情况是，公司为工厂中的每个系统购买并实施网络安全软件解决方案。目前为止，一切顺利。但是，由于这些解决方案往往由多个竞争对手供应商

---

每天检测到约 450,000 个新  
恶意程序实例。

生成，各不相同，而且每个平台的管理、维护和监控都十分复杂、繁琐、昂贵且耗时。因此，团队成员往往未能适当关注这些网络安全工具，从而不可避免地发生以下情况：网络攻击者侵入 IT 和 OT 网络，造成灾难性破坏。工厂可能不得不关闭数

|     |      | 后果       |            |        |        |
|-----|------|----------|------------|--------|--------|
|     |      | 可接受      | 可容忍        | 不可接受   | 不可容忍   |
|     |      | 极小或基本无影响 | 有影响,但不影响生产 | 严重影响生产 | 违反法律法规 |
| 可能性 | 极有可能 | 会发生风险    | ●          | ●      | ●      |
|     | 可能   | 可能发生风险   | ○          | ●      | ●      |
|     | 不可能  | 不可能发生风险  | ○          | ●      | ●      |

01

周，造成严重经济损失，并可能导致品牌声誉受损和面临监管罚款。其中，公司存在的缺陷可以概括如下：

- 风险意识差，网络对策优先级划分不当 → 01。
- 当前运行的安全控件缺乏可见性。

借助 ABB Ability Cyber Security Workplace, 可轻松高效地大幅减少网络安全风险。

- 维护安全控件的时间有限。

公司真正需要的是一种能够整合工具、自动检测风险并尽早补救风险的方法，从而简化安全。而这正是 ABB Ability Cyber Security Workplace 的用武之地。

**ABB Ability Cyber Security Workplace**  
ABB Ability Cyber Security Workplace 在一个简单的用户界面上提供所有此类对策的综合视图，自动完整展示安全控件。

ABB Ability cyber security Workplace 收集来自 ABB 和第三方网络安全解决方案的数据，并将其转发至一个整合的本地应用程序。然后，操作员可无缝监控所有安全控件的状态，执行维护活动以提高弹性，并且接收具有可操作洞察的警报，以消除威胁和降低风险 → 02。

借助 ABB Ability Cyber Security Workplace, 可轻松高效地大幅减少网络安全给生产带来的风险。

简化、整合并自动化实现风险检测

在 ABB Ability Cyber Security Workplace 中，信号灯关键绩效指标 (KPI) 清楚地标记出问题及其严重性。内置根本原因分析然后对问题进行评估，并建议应采取哪些步骤解决问题。这种内置智能使得操作人员无需太多专业知识即可维护网络控制系统。此外，分步指南可缩短修复时间，从而降低总体运营成本。

由于所有警报均整合在一个控制台中，因此可以快速予以识别，从而最大限度地缩短了网络风险在生产环境中的存续时间。另外，可从同一地方访问所有控件，因此降低了维护控件所需的人工成本。



—  
01 在网络安全中, 风险取决于后果和可能性。

—  
02 ABB Ability Cyber Security Workplace 向用户提供其整体网络安全状况的综合视图。

### 安全控件状态仪表盘

ABB Ability Cyber Security Workplace 的核心是一个单一仪表盘, 用于监控安全控件、标记增加的风险, 以及指导操作员完成所需步骤, 从而保护人员、资产和流程 → 03-04。

此外, ABB Ability Cyber Security Workplace 将持续监控安全补丁的状态, 以便在能够防御已知漏洞的补丁可用时尽快予以安装。更新成功后, 将通知操作员哪些系统缺少更新, 并在需要重新启动系统时发出警报。

为了保护生产环境免受无针对性威胁, ABB Ability Cyber Security Workplace 将不断监控恶意软件防护状态, 并在反恶意软件拒绝列表更新失败时发出警告, 以便快速纠正问题。在反恶意软件丢失或被遗忘

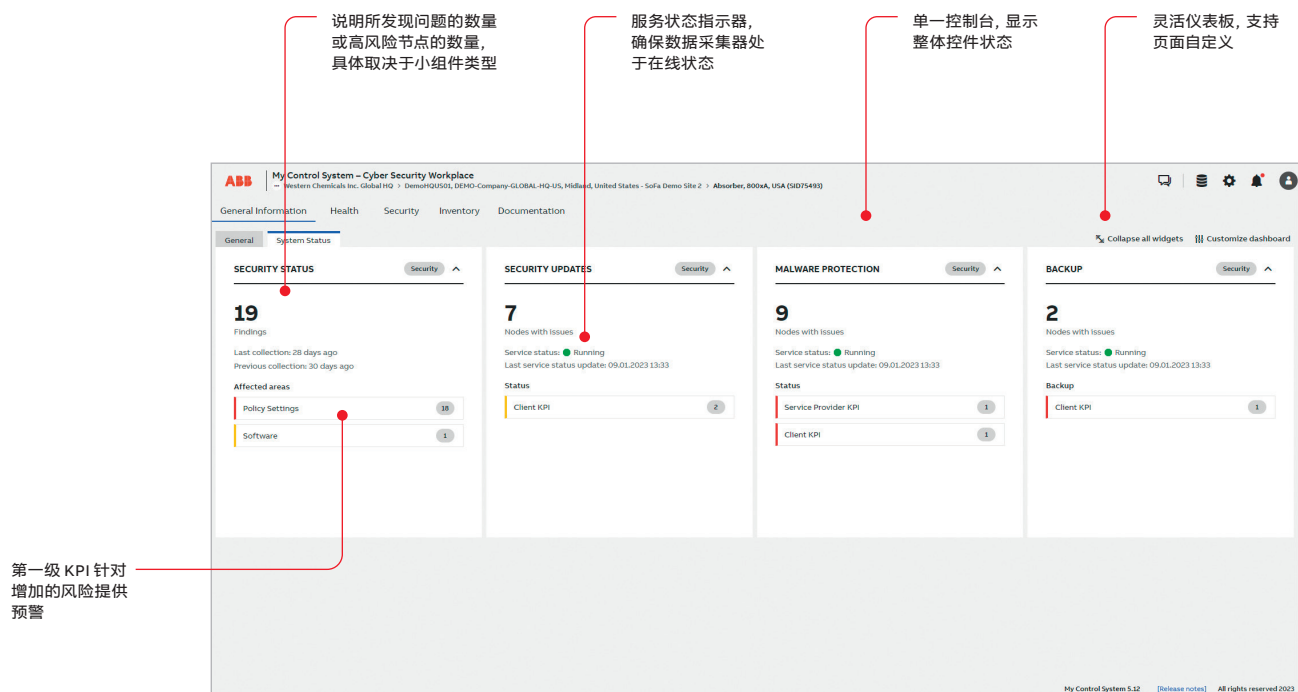
时, 亦会发出警报, 例如当更换外围设备时就可能发生这种情况。凭借 ABB Ability

—  
**ABB Ability Cyber Security Workplace 会在安全补丁可用时尽快予以安装。**

Cyber Security Workplace, 还可隔离所选 OT 和 IT 环境, 保护其免受外部入侵。使用网络资产库存功能和通信流, 可监控哪些设备已连接。如果监控网络中的资产开始与其他网络上的黑客 (如通过命令和控制服务器) 进行通信, 则操作员将获知 → 05。







03

ABB Ability Cyber Security Workplace 还负责监控备份状态，以确保有足够的备份可供快速恢复到已知良好状态。这种预防措施意味着在短短数小时内即可恢复生产，而不需要长达数天或数周。

### 远程访问用户管理

远程访问功能十分实用，但也可能招致责任。ABB Ability Cyber Security Workplace 通过管理用户账户和身份验证，减少远程访问带来的风险。一旦操作员获悉有用户想要远程访问任何系统，其就可随意激活或终止用户账户，并根据用户执行的管理任务生成审计历史。

### 整合网络安全

通过将 ABB 和第三方网络安全解决方案整合到统一的本地应用程序中，操作员可轻松监控工厂的整体状况。具有可操作洞察的警报确保不会遗漏任何内容，并可立即识别和应对任何迫近威胁。

ABB Ability Cyber Security Workplace 还可通过整合工具和提高安全运营效率来降

网络资产库存功能可根据通信流监控哪些设备已连接。

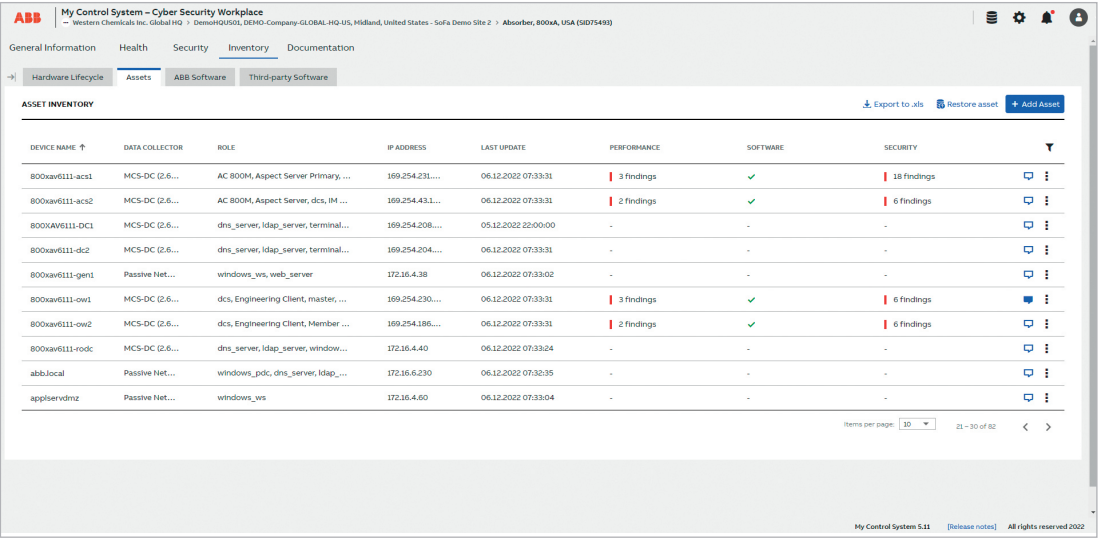
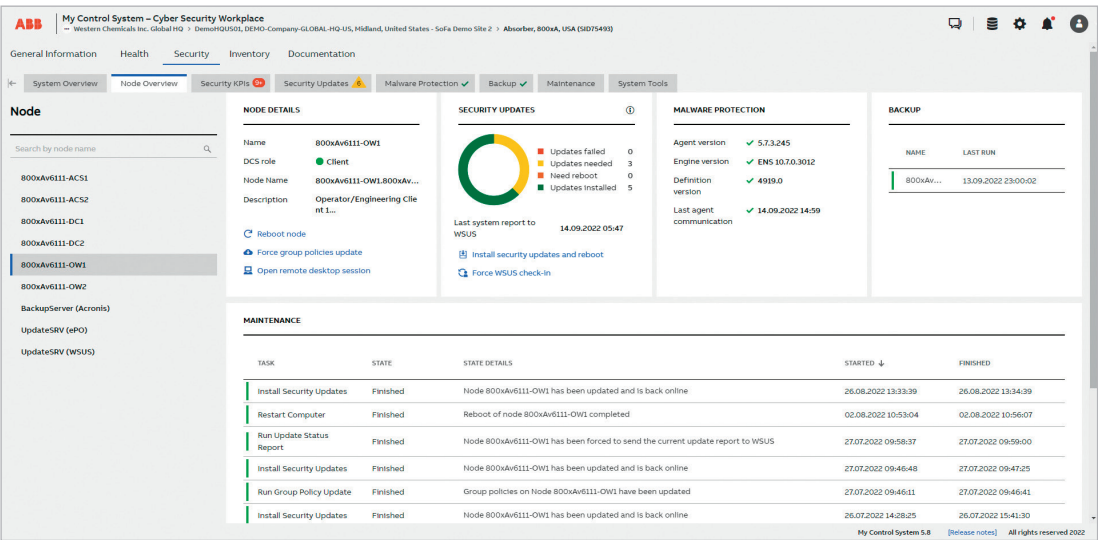
低成本，与此同时，可通过缩短风险识别和响应的平均时间来提高网络弹性。

最后，我们以一位最近刚实施 ABB Ability Cyber Security Workplace 的工厂经理的使用心得作为总结：“网络安全风险是我需要管理的众多领域之一。我要求本地工程师在整个站点实施安全控制，并且必须确保所负责的系统具有适当的控制措施，同时符合全局政策。要了解在哪些方面存在哪些漏洞以及如何对漏洞进行分类，这一过程可能极为困难且耗费资源。我没有内部网络安

03 ABB Ability Cyber Security Workplace security controls dashboard.

04 ABB Ability Cyber Security Workplace, typical screen.

05 A typical cyber asset inventory display.



全专业知识来实施和管理专业工具。但是，凭借 ABB Cyber Security Workplace，我无需成为专家即可了解安全控件的状态。

务工程师的支持下进一步开展调查和采取适当的补救措施。Cyber Security Workplace 大大减少了管理和维护安全控件所需的工作量，并降低了我面临的风险。”•

参考文献

- [1] AV-TEST Institute, “Malware Statistics & Trends Report.” 来源: <https://www.av-test.org/en/statistics/malware/>.[访问日期: 2022 年 9 月 7 日.]
- [2] Cybercrime Magazine, “Cybersecurity Jobs Report: 3.5 Million Openings In 2025.”来源: <https://cybersecurityventures.com/jobs/>.[访问日期: 2022 年 9 月 7 日.]

“任何警报都将提供数据和分析，以使用户在 ABB 支持下进一步开展调查和采取补救措施。”

该解决方案让我从一个界面即可查看安全控件存在的漏洞。如有任何问题，我将收到警报，为我提供数据和分析，以便在 ABB 服

---

中压变电站虚拟保护与控制

# 虚拟化的优点

01 虚拟化有助于解决在变电站硬件维护和更新中面临的诸多挑战，例如位于芬兰的该变电站就进行了虚拟化现场测试。

**Sandro Schönborn**  
**Thanikesavan Sivanthi**  
ABB 集团研究中心  
瑞士巴登

sandro.schoenborn@  
ch.abb.com  
thanikesavan.sivanthi@  
ch.abb.com

**Anna Kulmala**  
**Henry Niveri**  
ABB 配电解决方案事业部  
芬兰坦佩雷

anna.kulmala@  
fi.abb.com  
henry.x.niveri@  
fi.abb.com

**Robert Birke**  
ABB 前员工





为了适应快速变化的电网环境，中压 (MV) 变电站运营商必须降低成本，简化设备维护和更新，并容纳日益增多的分布式电源。虚拟化可帮助应对上述挑战。

虽然通常不为大众所注意，但只要在人口密集或工业集中的地方，中压变电站就随处可见→01。变电站负责降低高压 (HV) 输电系统输送的电压，对工业和居民用电供应至关重要。

现代变电站通常采用源自多个供应商的设备。这些设备在其专有硬件上运行对变电站运作至关重要的应用程序。但是，维护和更新大量专有设备费用高昂，且极具挑战性。此外，变电站运营商还面临着其他挑战，例如，配电网中分布式能源 (DER) 数量与日俱增。DER 数量的增加导致需对整个电网的智能和弹性进行进一步投资。此外，配电系统运营商 (DSO) 面临着不断削减资本支出 (CAPEX) 和营运成本 (OPEX) 的压力。

在变电站中引入灵活且快速的应用程序部署可以很好地解决上述挑战。DSO 不仅可以在同一硬件上部署来自不同供应商的应用程序，还可以根据需要添加功能或升级现有功能。要灵活快速地实现应用程序部署，关键就在于虚拟化。

#### 虚拟化将软件与硬件分离

在过去几十年中，将软件与底层硬件分离（即虚拟化）的概念在 IT 领域大获成功。事实上，虚拟化技术降低了硬件成本并简化了维护，是实现现代云基础设施的关键。借助虚拟化，应用程序将在“虚拟”环境中运行，从实际的底层平台抽离出来，并与在该平台上运行的其他应用程序隔离

---

要灵活快速地实现应用程序部署，关键就在于虚拟化。

开来。借助虚拟化，软件几乎能够独立于底层平台进行部署、执行、交换和迁移→02。虚拟化还有助于以合理成本实现高可用性和弹性。虚拟化技术的种种好处有助于 DSO 解决其在变电站自动化中面临的挑战与限制，同时简化新应用程序的部署和扩展。

#### 定制虚拟化，助力变电站实现自动化

计算环境可以在不同层面上实现虚拟化：





02

- 在硬件层面：通过提供物理计算机功能而无需开发人员处理实际物理硬件的虚拟机 (VM)。
- 在操作系统 (OS) 层面：通过所谓的容器。与对整个硬件机器进行虚拟化的虚拟机不同，容器对操作系统层面以上的软件进行虚拟化，可以隔离进程并控制进程对 CPU、内存等的访问。

---

### 在应用于变电站自动化时，虚拟化技术面临着云计算未曾遇到的挑战。

- 在功能层面（如无服务器计算）：尽管仍有服务器参与其中，但服务器均已从应用程序中抽离出来，因此开发人员无需担心服务器基础设施的配置或管理，因其全由云提供商处理。

在应用于变电站自动化时，虚拟化技术面临着云计算未曾遇到的挑战。虽然云端拥有充足且可扩展的计算、存储和网络资源，但变电站设备中的可用资源较为有限。另外，在设备上运行的应用程序具有混合关键性（安全关键型和非安全关键型），部分应用程序可能需要特定的硬件配置，例如，网卡需要支持精确时间协议。此外，许多变电站应用程序具有特殊的定时和高可用性要求，在运行期间必须予以满足。

这些需求显著区分出虚拟化应用于配电或变电站自动化时的不同。因此，在将多个虚拟机或容器整合到设备上时，需要谨慎分配和供应资源。否则，资源抢占可能会导致非确定性延迟，从而影响虚拟机或容器中所运行的应用程序的实时性保障。

ABB 调查了虚拟技术在中压变电站中的适用性，尤其是在 Linux 容器中提供 OS 层面虚拟化的实时保护和控制应用程序的使用情况。在同一主机上运行了多个集中式变



—

02 虚拟化帮助软件摆脱其对底层平台的依赖。

—

03 一次极为罕见的变电站事件的截屏，其中显示了如何跨全部三个变电站实例同时（以毫秒为单位）运行基于多频导纳的接地故障保护。

电站保护和控制的实例，并展示了使用定制资源调配和虚拟网络解决方案控制和保护应用程序的有效实时性能。下列讨论显示了有效的资源供应和管理对于在变电站自动化中成功实施虚拟化起到的关键作用。

**实施和资源管理**

ABB 研究了在 Linux 中运行高要求实时工作负载的适用性，不仅用到了容器操作系统层面虚拟化，还用到了虚拟机。测试系统的基础是一个带有 PREEMPT-RT 补丁的

—

## 资源供应和管理对于在变电站自动化中实施虚拟化至关重要。

Linux 内核，用于实时操作。PREEMPT-RT 本质上是一个添加了实时功能的 Linux 内核补丁。尽管 PREEMPT-RT 可能并不适合延迟要求精确到几微秒量级的超快速实时负载，但实际上，变电站自动化应用的延迟要求并没有这样高，只需达到毫秒量级即可。

为了实现变电站自动化所需的实时性能，保护应用程序必须：

- 及时接收输入电压和电流测量值。
- 在需要时保证能访问计算硬件。
- 在限定时间内完成计算，并能及时发出响应动作。

对于多个应用程序共享同一个主机系统的虚拟化设置来说，这些条件带来了不同挑战。

**潜在延迟挑战**

第一个挑战是及时从合并单元 (MU) 检索过程数据。MU 充当接收过程数据（如仪表变压器测量值和开关装置警报与指示）的接口。其中重点在于数字变电站，根据 IEC 61850 标准规定，其通过以太网交换过程数据和控制数据。在这种情况下，多个应用程序需要与虚拟化网络技术共享物理网络访问，例如虚拟交换机或 macvlan（一种网络驱动程序，其将软件容器当作物理设备一样呈现给物理网络）。因此，我们对将虚拟环境连接到主机物理网络的各种方法进行了研究。该研究使用名为 ABB Ability™ 智能变电站控制和保护解决方案 SSC600 SW 的虚拟产品进行。

| ABB ADAM Configurations Events More ▾                                  |            |             |       |                |
|------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-------|----------------|
| Home / Organizations / / Events                                        |            |             |       |                |
| Events <span>Export ▾</span>                                           |            |             |       |                |
| <div>-Select- ▾ Operate Filter by value.. Filter by identifier..</div> |            |             |       |                |
| TIMESTAMP ▾                                                            | SUBSTATION | DESCRIPTION | VALUE | IDENTIFIER     |
| 16.8.2022 08:49:36.929                                                 | NOO_VIRT2  | Operate     | True  | LD0.DPHHPTOC12 |
| 16.8.2022 08:49:36.929                                                 | NOO2       | Operate     | True  | LD0.DPHHPTOC12 |
| 16.8.2022 08:49:36.929                                                 | NOO_VIRT   | Operate     | True  | LD0.DPHHPTOC12 |
| 16.8.2022 08:35:29.279                                                 | NOO_VIRT2  | Operate     | True  | LD0.DPHHPTOC12 |
| 16.8.2022 08:35:29.279                                                 | NOO_VIRT   | Operate     | True  | LD0.DPHHPTOC12 |
| 16.8.2022 08:35:29.279                                                 | NOO2       | Operate     | True  | LD0.DPHHPTOC12 |
| 8.12.2021 14:22:28.039                                                 | NOO_VIRT   | Operate     | True  | LD0.MFADPSDE17 |
| 8.12.2021 14:22:28.039                                                 | NOO_VIRT2  | Operate     | True  | LD0.MFADPSDE17 |
| 8.12.2021 14:22:28.039                                                 | NOO2       | Operate     | True  | LD0.MFADPSDE17 |



由于主流网络虚拟化方法没有针对延迟进行优化，因此在实时操作中发现了大量缺陷（归因于网络驱动程序延迟工作的方

PREEMPT-RT 补丁的 Linux 提供多种实时策略，并使保护软件在面对其他应用程序时能够抢占主动权。

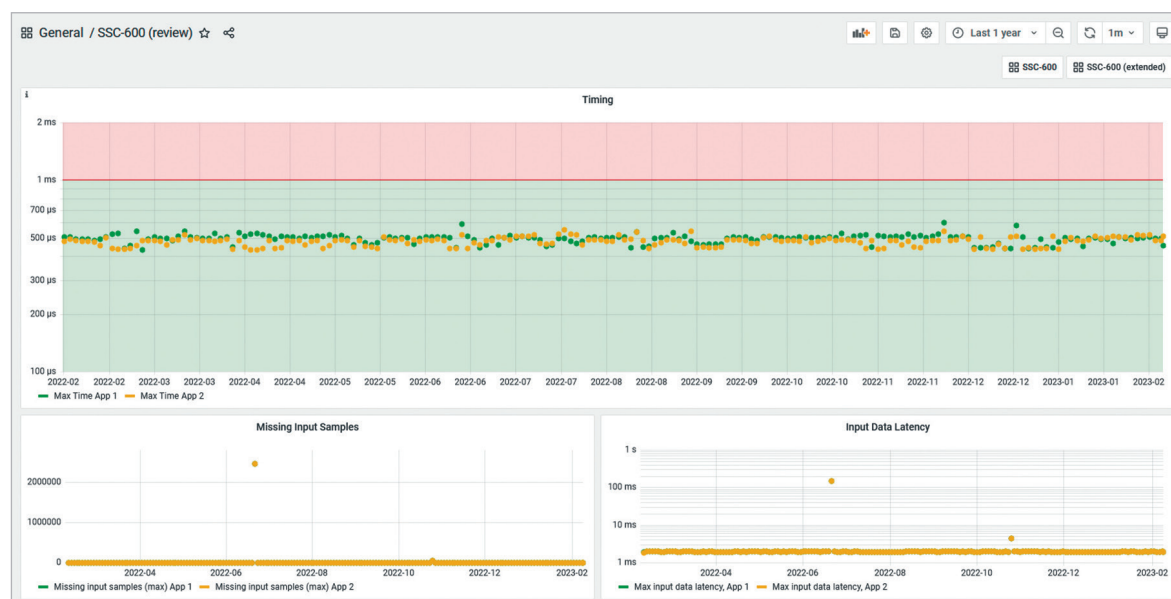
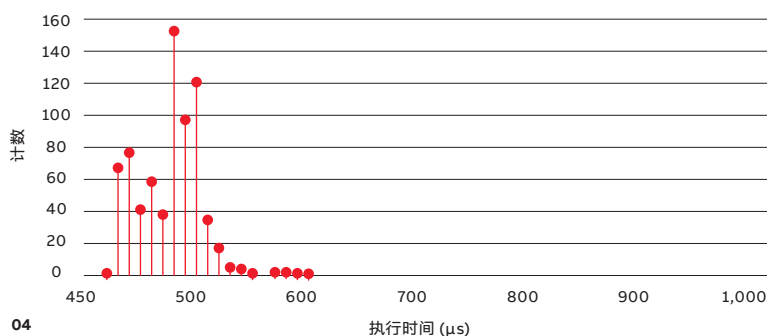
在现代硬件上的容器内运行软件不会显著影响调度性能。

式）。对最终设置进行了优化，以规避上述缺陷。现代网络硬件也可以通过显式虚拟化功能来改善这一情况。

### 按需访问 CPU

数据按时到达后，实现实时性能的下一步是在需要时访问 CPU。调度进程执行是任何操作系统的核心任务，带有

研究发现，在现代服务器硬件上的容器内运行软件并不会显著影响调度性能（即，在请求时准确获取 CPU），并且其也并非配置恰当的系统所面临的主要瓶颈，起码对于延迟超过几十微秒的系统来说是如此。然而，保护过程或整个虚拟机仍有可能被具有类似优先级的其他应用程序或某项操作系统内务任务所阻止。我们研究了不同的 CPU 核心分配策略，通过将 CPU 核心排他性地分配给应用程序，包括将操作系统最大限度地隔离到专用 CPU 核心，解决了潜在危险的资源抢占情况。排他性分配可进一步确保主机硬件大小适当，从而确保所有应用程序拥有足够可用的计算资源。



—  
04 执行时间完美符合要求。

—  
05 符合内部循环时间：  
在整个运营年度内，内部  
功能的执行时间符合规定的  
期限要求（红线）。

—  
06 虚拟化将帮助变电站  
运营商降低成本，并成功  
应对快速变化的电网拓  
扑结构。

另外，所选策略很好地满足了保护算法的高计算需求，以及随着 CPU 核心数量的持续增加，现代硬件需要横向扩展的性质。

### 兼顾内存

即便适时开始计算，并且提供专用 CPU 核心，干扰仍然会导致无法接受的计算延迟。对于数据密集型应用程序（如保护和控制应用程序），执行时间在很大程度上取决于内存和 CPU 之间的数据传输时间。现代系统采用多级快速短期内存（缓存）来缩短频繁使用数据的检索时间。遗憾的是，缓存大小有限，并且可能进一步造成具有高数据负载的应用程序之间出现干扰。因此，实施了缓存分区和内存带宽独占预留策略。

通过仔细考虑资源预留，可以使虚拟实时应用程序相互完全隔离，并确保同一平台上所有应用程序稳定运行、及时响应。

### 试点安装与性能

从早期的概念验证研究到虚拟保护和控制的实验室测试，再到现场实际部署的验证，项目工作涵盖方方面面。

在实验室中，团队验证了整个系统在不同配置和虚拟环境中运行的保护反应时间，并在各种负载情况下，对比硬件在环测试

## 芬兰的测试验证了该方法在实际变电站中的虚拟保护和控制效果。

和实时网络模拟中的实际信号注入进行了验证。在所有测试中，虚拟设置都获得了成功，并达到了等效专用嵌入式保护和控制设备的时间和功能要求。

在获得积极的实验室结果后，ABB 与芬兰领先的 DSO 之一携手，开始进行现场验证。在西芬兰省某个变电站的研究机柜中部署了一台经 IEC 61850 认证的服务器 → 01。经过精心的资源分区，该服务器可以并行运行两个配置完全的虚拟 SSC600 实例。



06

这些实例自 2021 年 9 月部署以来，无不符合物理 SSC600 的所有功能和时间要求。捕获了在变电站观察到的一些（极少数）事件，通过比较事件日志，可以发现虚拟实例的行为与物理实例的行为完全一致 → 03. → 04 突出了一个关键性能指标：符合内部循环时间。→ 05 显示了内部功能的执行时间如何满足规定期限要求（红线）。精心设计的虚拟网络层允许所有传入的采样测量值通信流及时到达，在正常操作期间不会出现采样延迟现象或其他损失。唯一观察到的数据包丢失情况发生在外部数据连接中断期间，与虚拟设置无关。

芬兰的现场测试成功验证了这一事实：所选方法适用于现实世界变电站自动化中的虚拟保护与控制。虚拟化为变电站运营商提供了一种理想的方法，可降低成本、简化设备维护，并成功消纳电网中数量快速增长的可再生能源 → 06。•

ABB ABILITY™ SMART MASTER — 助力制定更明智的服务决策

# 运行状况监控

对于现场设备，其准确性、合规性、运行状态及故障诊断与预测是我们需要了解和跟踪的关键信息。ABB Ability™ Smart Master 就是一个对现场设备的上述信息和其他信息进行跟踪的性能管理平台。

现场设备是工业界的无名英雄。如果没有现场设备执行测量、监控和控制等后台作业，则几乎每个行业和过程都将陷入停顿→01。由于现场设备对于许多行业来说都不可或缺，因此全球装机量巨大，而且每天都在持续增长。

例如，据估计，到 2026 年，仅流量计市场的价值就将超过 100 亿美元，这主要源于全球对水和废水处理、耗水量计量以及减

准确性、合规性、状态报告和故障处理只不过是现场设备性能的一些关键方面。要有效地管理庞大装机量的方方面面，并让客户专注于其核心业务运营，需要一个全面的资产性能管理平台。

ABB Ability Smart Master 是 ABB 推出的现场设备资产性能管理平台。

## ABB Ability Smart Master

运行良好的测量设备具有以下特征：

- 测量准确。
- 遵守行业监管准则。
- 符合操作限制。
- 有效安装。
- 高效诊断现有设备故障并预测未来潜在故障。

如果客户能够全面了解有关上述特征的信息，即可就何时维修设备做出明智决策；了解何时应进行监管检查；并且透彻了解未来可能在何时或以何种方式出现故障。然后，客户可以更有效地计划操作和维护。

借助 ABB Ability Smart Master，可将这种完善的服务方法应用到装机量极为庞大的 ABB 测量设备上。

远程连接和远程监控功能同样大有裨益，在必须迅速采取补救措施或进行专家服务



**Sabyasachi Bhattacharyya**  
ABB 仪表事业部  
印度班加罗尔

sabyasachi.bhattacharyya@in.abb.com



**Ayyanar Kavithasan**  
测量与分析产品部  
印度班加罗尔

ayyanar.kavithasan@in.abb.com

少泄漏的关注与日俱增[1]。到2025 年，液位计市场的价值预计将达到 35 亿美元，这一增长归因于制药、食品饮料行业对液位变送器的需求日益增长[2]。到 2025 年，温度传感器市场的价值可能将超过 78 亿美元，远超 2018 年的 50 亿美元[3]。

再算上其他常见的现场设备，例如压力传感器、阀门定位器等，很明显，全球现场设备的装机量确实不容小觑。ABB 是这数十亿美元市场的主要供应商。





01

—  
01 现场设备是大多数工业过程的关键组件，例如图中所示制药生产线的混合过程。

分析时，或由于地理位置偏远或旅行限制而难以进入工厂时，这两个功能十分有用。

Smart Master 从测量设备收集数据，在仪表板中提供所连接设备及其运行状况的汇总信息，以及对状态的深入洞察→02。借助这些知识，ABB 服务辅助客户和自助

—  
**Smart Master 在仪表板中提供所连接设备及其运行状况的汇总信息。**

服务客户能够计划服务操作、备件订单和设备更换。数据收集和分析可以安排为每天、每周或每月进行，具体取决于设备部署设施的监管和操作敏感性。

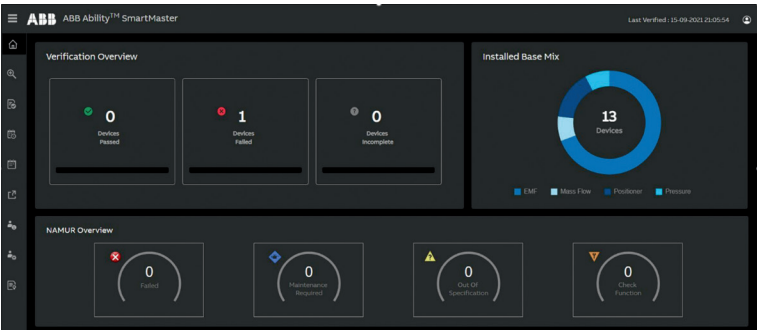
因操作人员和服务人员可以尽早预测备件和服务需求，所以可以减少甚至消除工厂停工时间。如果存在设备故障模式，则可通过日历视图分析和分析报告了解有关故障场景的更多信息→03-04。对于多个问题，Smart Master 亦可辅助进行故障跟踪和补救，而无需用户翻阅手册。

#### **法规遵从性**

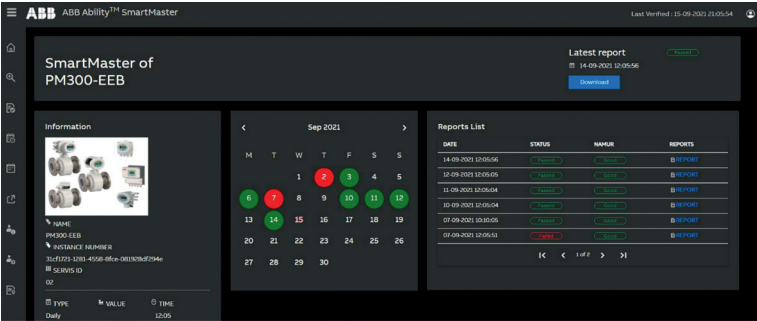
为了确保测量质量或产品最终完整性不受影响，设备必须遵守行业特定的法规遵从性要求。而遵守该等要求往往需要付出高额成本。ABB Ability Smart Master 可启用远程合规预检活动，帮助降低上述成本，从而减少交付和调试计划后期需要进行的校准或认证工作。

#### **多层解决方案n**

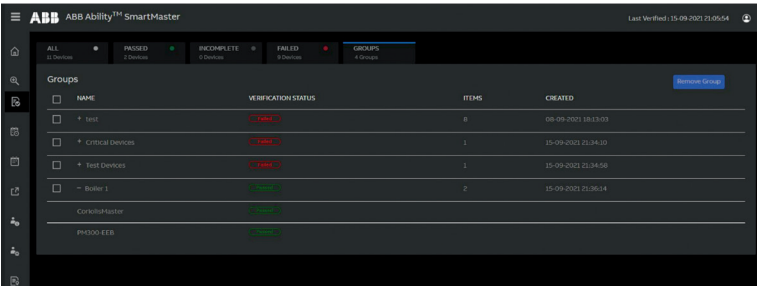
ABB Ability™ Smart Master 提供一种三层解决方案，用于监控已安装设备的运行状况：



02



03



04

在这种情况下，可使用现场设备集成 (FDI) 技术将设备与 Smart Master 集成，而无需额外布线或干扰当前操作→05。Smart

Smart Master 提供了一个综合资产性能管理平台, 可助力制定更明智的服务决策。

Master 亦可通过 3G/4G 和 NB-IoT 进行连接→06。在限制直接向云端发送数据的国家/地区，数据通过电信提供商进行传输。

- 内部：远程监控支持，所收集的数据在客户网络中进行管理。
- 专用云：为每位客户提供的专用监测链接。所收集的数据在 ABB 为各客户专门提供的基础设施中安全地进行管理。
- 共享云：面向所有客户的全局监测链接。所收集的数据在 ABB 为所有客户提供的通用云基础设施中安全地进行管理。

连通性

在许多情况下，测量设备均部署在缺乏物理网络连接的孤立位置（例如，在配水管网中）。设备也可能深深隐藏在分布式控制系统 (DCS) 的底层之下。如要将这些孤立设备成功纳入正在进行的工业数字化转型，就必须以最少的布线和极少的辅助硬件有效地连接它们，因为发展后期难以承担完全重新设计传统网络的代价。

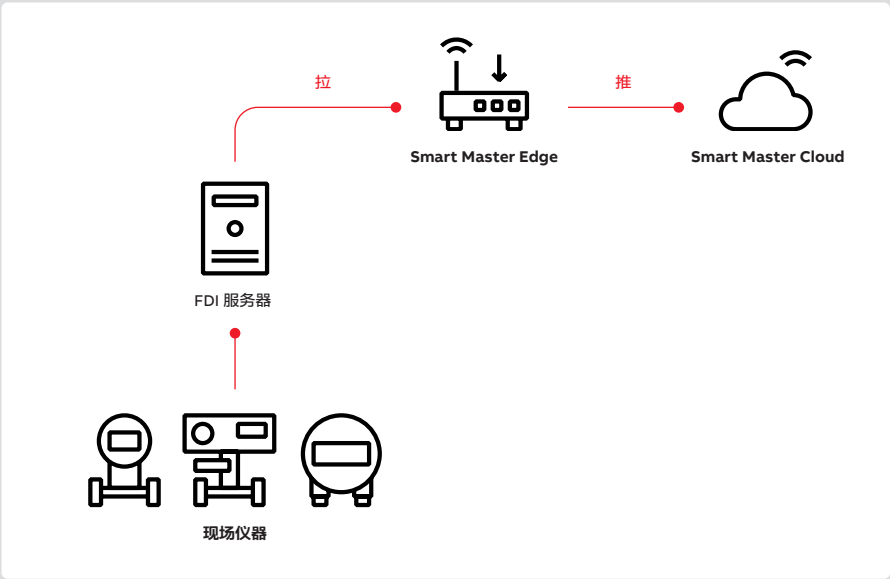
ABB Ability™ Smart Master 还可通过智能人机界面 (HMI) 与设备集成，该技术保留了仪器与控制系统的连接，但针对数字解决方案启用并行蓝牙通信→07。

更明智的服务决策

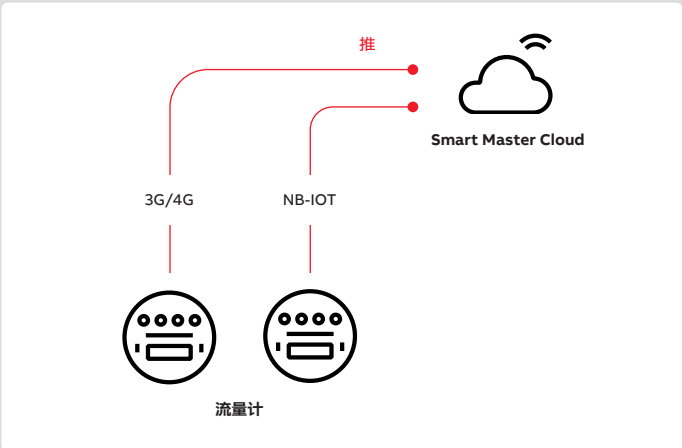
凭借如此庞大的现场设备装机量，Smart Master 提供了一个综合资产性能管理平台，帮助 ABB 客户能就其 ABB 测量设备做出更明智的服务决策。

Smart Master 界面清晰简洁，可以调查所有连接的现场设备，让用户全面了解设备状态、运行状况和维护需求。无论是在内部还是云端处理，Smart Master 收集和分析的数据都能让客户不间断开展日常业务，并确信现场设备服务的管理尽在自己的掌控之中。•

- 02 ABB Ability Smart Master 在仪表板中提供所连接设备及其运行状况的汇总信息。
- 03 通过日历视图分析和详细分析报告, 可以了解周期性设备运行状况故障或波动。
- 04 多个 Smart Master 选项卡显示不同的设备状态信息。
- 05 ABB Ability Smart Master 与 FDI 服务器集成, 以收集数据。
- 06 Smart Master 通过 3G/4G 和 NB-IoT 通信与流量计等远程部署设备集成。
- 07 ABB Abilit Smart Master 通过智能 HMI 与设备集成。



05



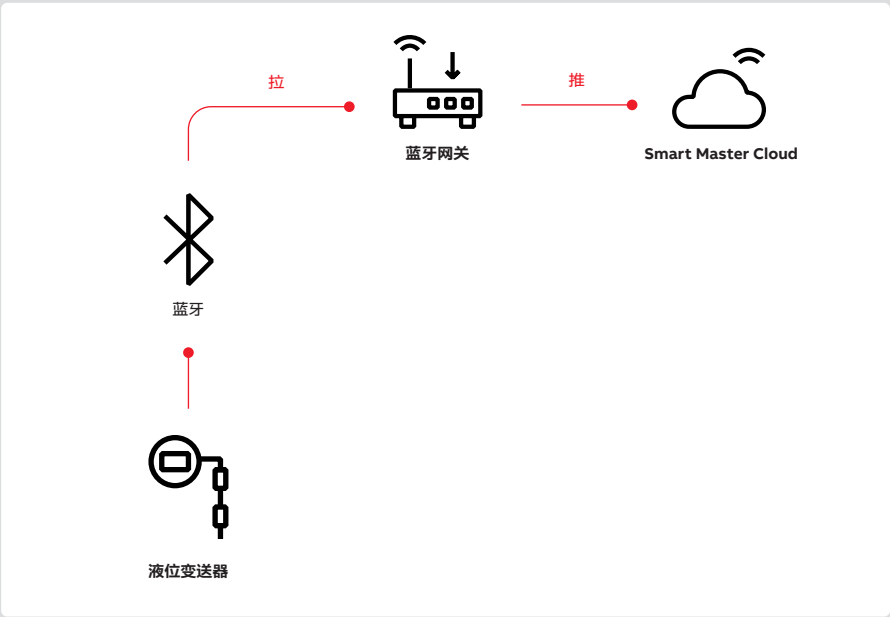
06

参考文献

[1] Markets and Markets, “Flow Meters Market by Type.”来源: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/flow-meters-market-1191.html>. [访问日期: 2022 年 9 月 19 日.]

[2] Markets and Markets, “Level Transmitter Market by Technology.”来源: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/level-transmitter-market-23472700.html>. [访问日期: 2022 年 9 月 19 日.]

[3] Fortune Business Insights, “Temperature Sensor Market.”<https://www.fortunebusinessinsights.com/temperature-sensor-market-102434>. [访问日期: 2022 年 9 月 19 日.]



07





01



**Naveen Kumar**  
运动设备产品事业部,  
软件工具  
印度班加罗尔

naveenkumar.e@  
in.abb.com



**Sunil Kumar S**  
运动设备产品事业部  
印度班加罗尔

Sunilkumar.x.s@  
in.abb.com

敲开信息世界的大门

# ABB Access — 让一切尽在“掌”控

响应欧盟生态设计要求，ABB 引入了一个基于二维码的数字化平台，以使用户轻松获取 ABB 产品相关信息。

得益于此新平台，技术人员、调试工程师、客户和分销合作伙伴现在使用手机等手持设备扫描设备二维码，即可访问 ABB 驱动器、电机和 PLC 相关信息→01。此平

—  
利用该 Web 应用程序可方便开展自助服务，因此可预留出更多带宽供专家处理棘手问题。

台的关键在于 ABB Access，这是一款响应式 Web 应用程序，可将用户链接至产品特定信息，如手册、安装指南以及有关调试和故障排除的分步说明。

该响应式 Web 应用程序还允许用户快速轻松地获取 ABB 专家支持，报告和解决现场问题。

另外，ABB Access 符合 DIN SPEC 标准 91406:2019-12，以便原始设备制造商和最终用户能使用商购硬件和软件轻松读取二维码。因此，能够更快速地排除故障，从而提高正常运行时间，缩短停机时间，并能跨 ABB 的一系列产品提供一致的用户体验。利用该 Web 应用程序可方便开展自助服务，因此，任何具有基本知识的用户都可以进行故障排除，从而预留出更多带宽供专家处理具有棘手问题。此外，ABB Access 避免印刷宣传册、目录、手册、硬件说明书、安装指南等，并确保上述文件的最新版本即时可用，还可在需要时存储并下载至任何授权设备，从而帮助用户减少碳足迹。

### 一颗新星应运而生

新平台是多方努力的结晶，包括二维码倡议和用户界面设计网站原型开发。在项目的这一环节中，收集了从系统驱动器到电机和发电机等领域的用例。与此同时，设计并开发了二维码登录原型，创建了 web 应用程序的早期模型，着眼于应优先考虑哪些要素，以及如何构建客户体验流程。

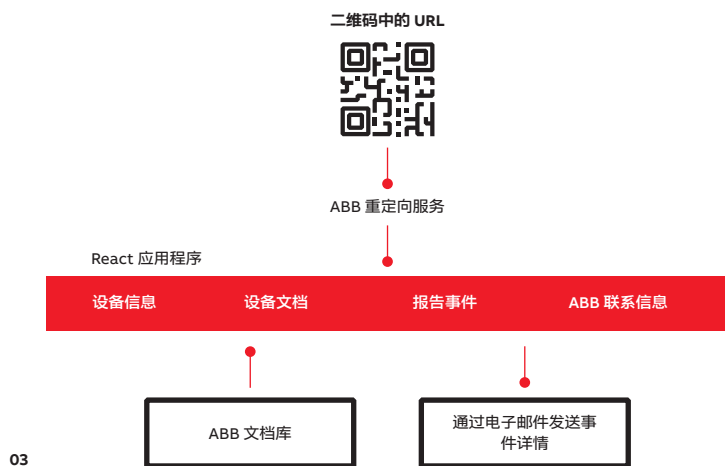
—  
01 ABB Access 意味着扫描二维码即可轻松获取设备信息。

—  
02 设备特定的二维码在产品制造阶段即生成。

“前端”二维码      “铭牌”二维码      铭牌

前端和铭牌二维码相同

Web



03

### ABB Access 的运作方式

ABB Access Web 应用程序是运动驱动产品部客户通过其日常手持设备访问数字服务的渠道。用户只要扫描 ABB 设备上显示的二

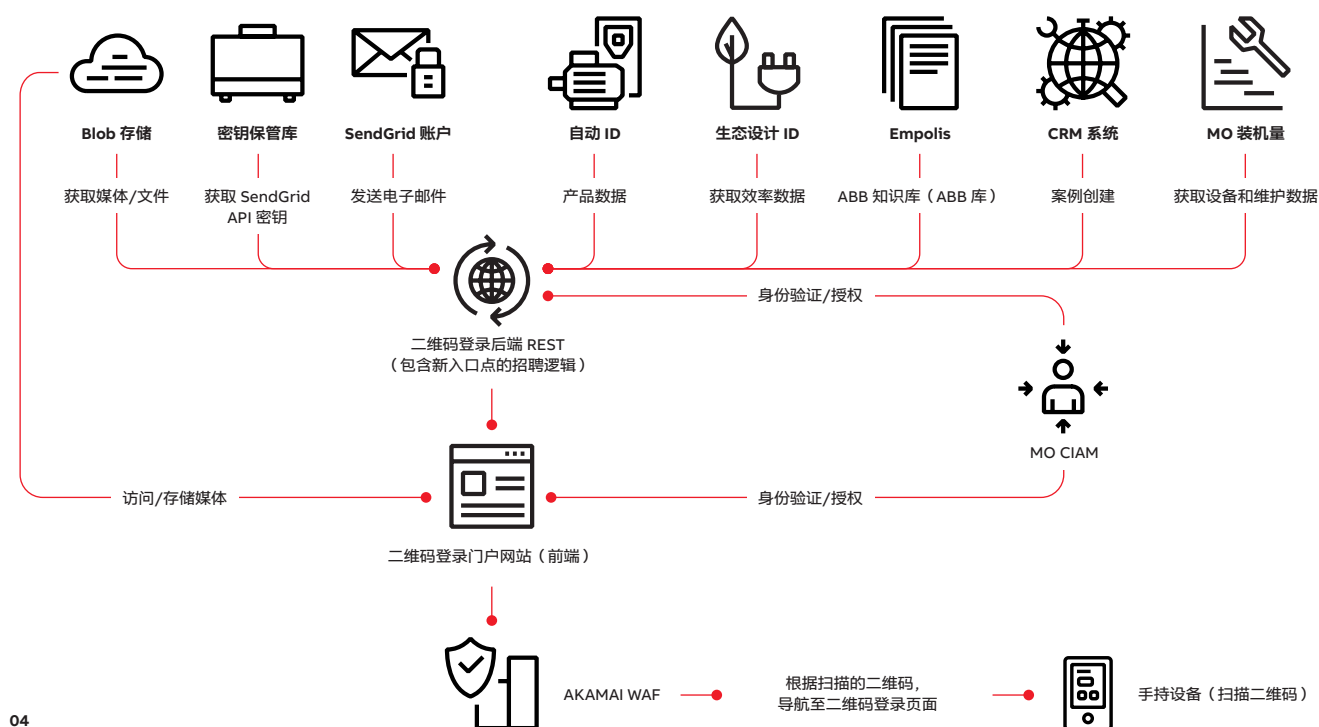
ABB Access 不会在缓存或数据库中存储任何用户信息, 极为安全可靠。

2020 年底, 实施了一个工作模型。这意味着启动了完整的客户体验流程: 从扫描二维码到查找与目标产品类型相关的正确文档、报告事件或查找特定站点的正确联系信息, 涵盖方方面面。

大约一年后, 试点生产了初始最小可行产品并进行了测试。这奠定了产品实施的基础, 并针对后续扩展提供了一套全面的要求。该产品于 2022 年初首次亮相。

维码, 即可连接至一个页面, 该页面提供相关文档、向产品相关组织报告问题的可能性以及各种其他功能→02。设备特定的二维码在产品制造阶段即生成。

该应用程序提供两类用户流, 即匿名用户流和已通过身份验证的用户流。匿名用户无需进行身份验证。使用基于 Open ID Connect 身份的移动客户身份和访问管理 (MO CIAM) 来识别已通过身份验证



04





05

—  
03 二维码包含目标设备的 URL。URL 包含设备的产品 ID 和序列号。

—  
04 ABB Access 架构。

—  
05 扫描二维码后，用户将使用自动 ID 重定向功能重定向至 ABB Access。

的用户，该身份建立在访问授权开放标准 OAuth 2.0 协议之上。

虽然授权不适用于匿名用户，但已通过身份验证的用户会获得一些额外信息。ABB 内部用户可以看到一些额外的文件，如电气接线图等。Web 应用程序本身使用 React 前端 → 03 作为 Azure App Service

—  
安全性基于 Akamai WAF Web 访问防火墙，旨在防止网络攻击、网络钓鱼和跨站点攻击。

Static Web App 运行，将 C# Dotnet 后端作为 Azure Function 运行。该应用程序与 ABB 知识库通信，以获取设备文档和设备手册内容。

计划在即将发布的版本中进一步强化此功能，以提供与装机量、产品主文档、服务事件、事件案例和项目文档相关的数据。此外，该应用程序将与资产生命周期管理 (ALM) 系统通信，以接收来自 DIB、MoR、ServIS、BOL、PowerTrain 和其他数据库的数据。

#### 架构和安全性

ABB Access 架构 → 04 基于表述性状态传递应用程序编程接口 (REST API)。扫描二维码后，用户将使用自动 ID 重定向功能重定向至 ABB → 05。然后通过响应式用户界面提供数据。ABB Access 还可提供不同 ABB 产品的相关信息，与其他 ABB 内部数据服务提供商进行通信，以上种种均符合标准安全政策和原则。另外，ABB Access 不会在缓存或数据库中存储任何用户信息，极为安全可靠。

安全性基于 Akamai WAF Web 访问防火墙，旨在防止可能由恶意软件诈骗引起的

网络攻击、网络钓鱼和跨站点攻击等。此外，在向生产环境发布任何主版本之

## ABB DriveTune 移动应用程序 敲开了无线启动和调试用户驱动器 以及对其进行故障排除的大门。

前，ABB Access 都将进行 DSAC、WAF 和 WAS 扫描，以便检测潜在威胁或漏洞问题。

### “设备信息”页面：海量数据

ABB Access 的核心包括五个关键部分：设备信息、文档、故障排除、联系信息和维护→06。所有部分都提供六种语言版本：英文、中文、西班牙文、法文、德文和意大利文。“设备信息”页面有助于用户轻松查找最新产品信息。首先在移动设备上下载 ABB DriveTune 移动应用程序，然后即可使用该应用程序无线启动和调试用户驱动器以及对其进行排除故障。其中，通过详细信息选项卡，可访问产品目录信息、目录描述、订购信息。此外还显示技术规格详情，如原产国、Cn8 值、海关税

号、EAN 值、发票描述、最小订购量、订购倍数、仅报价、销售计量单位、生态设计数据、营销描述、简要和完整描述，以及产品尺寸数据、分类信息和环境信息等附加信息。

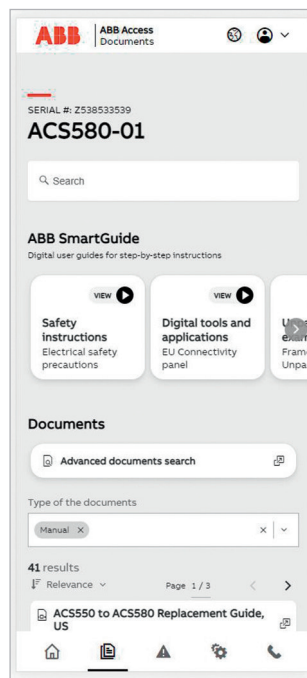
### “文档”页面

在“文档”页面可便捷访问数据和手册，以快速解决问题。其中，通过 ABB Smart-Guides→07，可十分轻松地获得简短、清晰的直观说明。遵循简单生动的分步说明，可以轻松完成驱动器壁挂式安装、电气安装和驱动器编程。该页面提供一个高级文档搜索选项卡，允许用户查看与扫描的产品或设备序列号相关的所有适用文档列表。相关文档可包括固件手册、硬件手册、目录、标准、操作程序、安全注意事项、预防和维护检查表、用户手册、相关通信模块和安装指南。

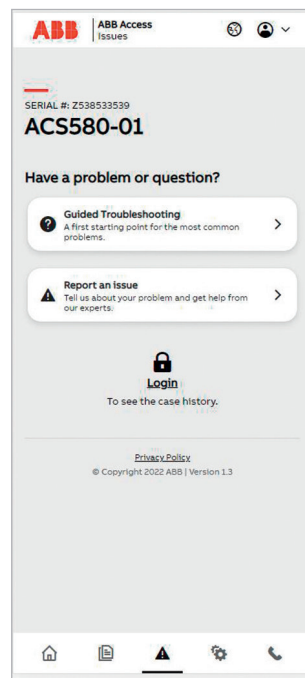
### “故障排除”页面

用户可通过“故障排除”页面→08 报告问题和登录查看案例历史，获取专家支持。在该页面，可以遵循故障排除分步指南来识别问题的根本原因，联系 ABB 服务代表，或输入故障代码或警告代码，以识别驱动器或 PLC 中出现故障或警告的原因，并采取适当措施解决问题。

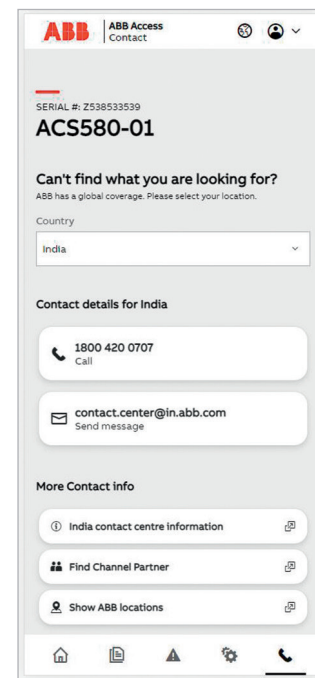




07



08



09

— 06 ABB Access 划分为五个关键部分：设备信息、文档、故障排除、联系信息和维护。

— 07 通过“文档”页面的 SmartGuides，可十分轻松地获得简短、清晰的直观说明。

— 08 “故障排除”页面提供分步指南，指导识别问题的根本原因。

— 09 “联系信息”页面提供国家/地区特定的协助信息。

### “联系信息” 页面

用户可通过“联系信息”页面→09 联系 ABB 和服务联系人，查找所在国家/地区的联系信息、渠道合作伙伴网络，以及 ABB 全球办事处及联系人号码和电子邮件 ID。

### “维护” 页面

“维护”页面涵盖了 ABB 运动控制事业部产品的广泛信息，包括产品维护历史、保修信息、备件信息、既定维护计划、用户分类、数字护照网关，以及特殊访问用户的其他基于序列号的信息。

ABB Access 的每日用户数量稳步增长。自 2022 年初首次发布以来，该平台已记录了 28,000 次会话，平均每日用户数约为 200

该平台大获成功，可覆盖其他业务领域，如工业自动化和机器人领域。

人。事实上，该平台如此大获成功，计划迅速开始覆盖 ABB 其他主要业务领域，其中可能包括工业自动化和机器人领域。•

其他信息：

<https://new.abb.com/drives/mobile-tools/abb-access>



# 移动资产





移动资产必须移动起来才能工作。要开始工作，首先需要建立连接。无论是可以优化电池电动汽车充电功能的连接，还是可将船舶与周围环境相连的高级感知系统，这些链接无不是确保资产能以最佳方式实现其目标的关键。知识增强确实能缔造不凡。ABB 的与众不同之处。

- 136      清洁机器**  
聚焦电动汽车电池生产和使用的碳排放
- 140      矿山插入式充电站**  
全球首个采矿车用全自动充电系统
- 146      流型建模**  
基于多物理场的矿山污染控制降阶模型 (ROM)





---

聚焦电动汽车电池生产和使用的碳排放

# 清洁机器

—  
**Daniel Chartouni,**  
ABB 集团研究中心  
瑞士巴登

daniel.chartouni@  
ch.abb.com

**Srinidhi Sampath**  
ABB 集团研究中心  
瑞典韦斯特罗斯

srinidhi.sampath@  
se.abb.com

**Silvio Colombi**  
ABB ELSP 智慧电力  
瑞士夸尔蒂诺

silvio.colombi@  
ch.abb.com





交通电气化促使人们开始关注纯电动汽车 (BEV) 电池的可持续性认证。纯电动汽车（包括电池在内）生命周期内的碳足迹与内燃机 (ICE) 汽车相比如何？

—  
01 上路 BEV 数量正在快速超越 ICE 车辆。但 BEV 电池也会产生碳足迹。

全球脱碳化趋势促使大多数汽车制造商投入巨资实现产品线电气化，此举预计将产生每年数百吉瓦时的电池需求。

然而，自 BEV 问世以来，电池生产的可持续性以及 BEV 自身生产的可持续性一直备受争议，要记住的是，电池本身虽然并不一定属于可持续设备，却可以使其他设备

## 将 ICE 车辆燃料和废气排放与 BEV 电气使用和电池制造排放进行了对比。

实现可持续运行。但问题仍然存在：考虑到 BEV 和电池生产的碳足迹，与传统 ICE 车辆相比，BEV 在其生命周期内是否更具可持续性→01？

为了回答这一问题，ABB 针对以下两款尺寸相似的乘用车（五座）进行了一项研究：代表 ICE 车的大众高尔夫 GTD 和代表 BEV 车的大众 ID.4。对两辆汽车制造过程中的生命周期二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 排放量进行了对比。此外，还收集了 ICE 车辆燃料“从油井到油箱”和废气排放数据，以及 BEV 电池制造排放量和 BEV 生命周期耗电量相关的数据[1,2]。

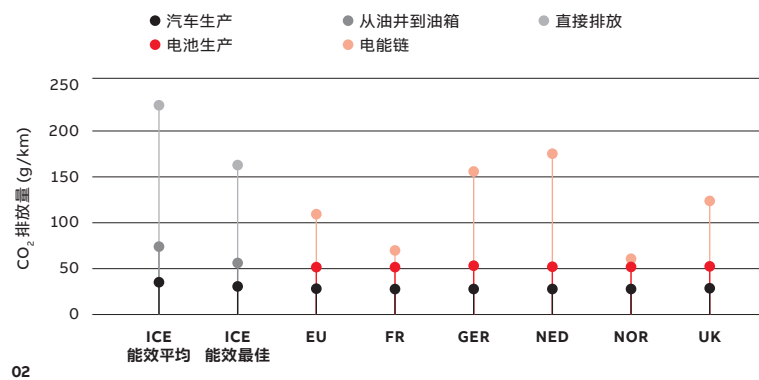
假设车辆寿命为 24 万公里，将这些排放量转换为每公里行驶里程所产生的 CO<sub>2</sub> 当量(gCO<sub>2</sub>eq/km)。我们分别选取了能效平均和最佳的 ICE 车辆，并假设到 2030 年 BEV 电池容量将稳步增长。使用已发布的数据（如可用）[3]，结合 ABB 对 2015 年至 2030 年趋势的估计→02-03。例如，在汽车制造和 ICE 直接排放方面，在估算到 2030 年的数值时，假设每年的改善幅度最高可达 1%。

### 电池生产与使用

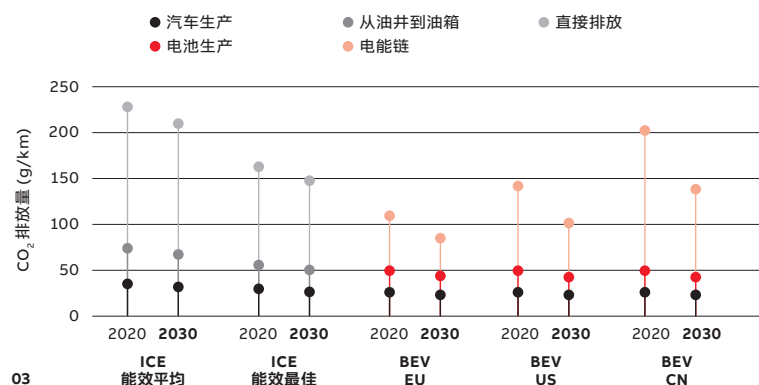
详细估算了 BEV 电池生产和 BEV 使用过程中产生的排放量。考虑了镍锰钴 (NMC) 类型锂离子电池的化学成分，因为 NMC 电池最为畅销，其能量密度高于其他化学物质。电池材料、电池制造、电池包和模块组装均在研究之列。根据电池能量密度的增加，对未来情景进行了估计。

对于 BEV 使用阶段，根据线性外推推算出从 2020 年到 2030 年欧盟、美国和中国的电网 CO<sub>2</sub> 排放量[4,5]。由于 2020 年的排放量受到疫情影响，因此今年的排放量根据 2000 年至 2021 年的趋势线计算得出。

另外增加了 25% 的排放量，以弥补电力生产[6]、传输和分配过程中的上游损失；针对燃料“从油井到油箱”的排放也增加了同样比例的排放量。还假设在使用阶段，作为燃料消耗的电力每年上涨 0.85%，



02



03

### 数据分析

我们发现，无论是 ICE 车辆还是 BEV，排放主要发生在使用阶段。对于 ICE 车辆，是指通过“排气管”或直接排放；对于 BEV，是指电能链排放。得益于可再生能源成分的增加，电能链的排放量呈下降趋势，但本研究所涵盖的各个地区和国家的发展趋势斜率并不相同→04。

对于电池生产，主要能耗来自于 NMC 粉末的生产、模块和电池包所用铝的制造，以及电池所用混合和涂层粉末的干燥和储存 [7-10]。

研究发现，BEV 和 ICE 车辆的总体 CO<sub>2</sub> 排放量视地区或国家而异。例如，在欧盟或美国，BEV 的表现业已优于能效最佳的

无论是 ICE 车辆还是 BEV，排放主要发生在使用阶段。

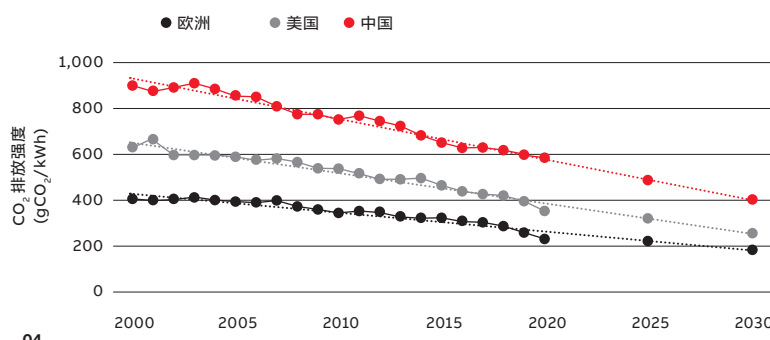
ICE 车辆，即 BEV 的排放量低于能效最佳的 ICE 车辆的排放量。在中国，BEV 目前的表现优于能效表现平均的 ICE 车辆，预计到 2030 年，其表现将优于能效最佳的 ICE 车辆。ABB 在进行这项研究时做出的假设比较保守，因此，这些预测可能还有上升空间。

本研究未包括其他一些考虑因素。例如，上述空转 ICE 的排放，以及 BEV 再生制动和维护率低所节省的排放。此外，ABB 相信，随着这项技术的成熟，ICE 排放量将趋于稳定，而创新将加速减少 BEV 的排放量。另外，尚未考虑电动汽车入网等未来技术，其中 BEV 作为能源或存储设备接入国家电网，从而实现电网发电减排。换言之，BEV 排放前景极有可能比本文所述的更为乐观。

充电效率为 92%。上述数字和百分比反映了对乘用车生命周期内所有排放贡献的准确预估。

本文的分析仅考察了车辆生命周期内的 CO<sub>2</sub> 足迹 (gCO<sub>2</sub>/km)，不包括提升 BEV 市场吸引力等方面，例如：

- 改善受 ICE 车辆排放影响严重的城市地区的空气质量。
- 交通拥堵期间空转 ICE 车辆产生排放。
- 其他形式的污染，例如，废气中的氮氧化物 (Nox) 和碳颗粒、制动器产生的灰尘 (BEV 再生制动可减少此类灰尘的数量)、漏油等。



04

—  
02 2020 年, 欧洲电动和传统汽车 240,000 公里里程的生命周期排放量。不同地区发电方式不同导致电动汽车排放量出现差异。

—  
03 BEV 与 ICE 生命周期总 CO<sub>2</sub> 排放当量比较, 预计进度。

—  
04 国家电网脱碳。

## 未来之动力

ICE 车辆的 CO<sub>2</sub> 排放是否优于 BEV? 我们详细研究了两辆相似的五座汽车从摇篮到坟墓的生命周期排放, 解答了这一问题。这项研究综合考虑了已发表的关于制造、电池生产、燃料供应、发电、配电以及使用排放的生命周期分析研究。据观察, 在欧盟和美国, BEV 的排放量已经低于能效

本文中的研究不包括与回收任意类型车辆或 BEV 电池相关的碳足迹的任何影响。电池的重新利用或循环利用技术正在持续快速发展, 包括所谓的第二次使用寿命, 因此在估计期间 (2015-2030 年) 所做的任何假设均可能无效。然而, 后续研究可能会重新探讨这一主题, 以量化所讨论的车辆使用后阶段碳排放产生的影响。•

## BEV 排放量的减少来自于电网排放量的下降, 这主要得益于脱碳。

最佳的 ICE 车辆; 中国稍微落后, 但正在飞速赶上。值得注意的是, 研究发现, 两类车辆的排放都主要发生在使用阶段。对于 BEV 而言, 减排主要源于电网排放量的下降, 主要归功于电网脱碳。随着各国开始采用更多可再生能源, BEV 的价值主张将变得更具吸引力。

### 参考文献

[1] Cox B. et. al., "Life cycle environmental and cost comparison of current and future passenger cars under different energy scenarios," Applied Energy 269 (2020). 来源: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626192030533X>. [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[2] Hall D. et. al, "Effects of battery manufacturing on electric vehicle life cycle greenhouse gas emissions," ICCT Briefing, Feb 2018. 来源: <https://theicct.org/publication/effects-of-battery-manufacturing-on-electric-vehicle-life-cycle-greenhouse-gas-emissions/>. [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[3] Philippot M. et. al, "Eco Efficiency of a Lithium Ion Battery for Electric Vehicles:

Influence of Manufacturing Country and Commodity Prices on GHG Emissions and Costs," Batteries 2019, doi:10.3390/batteries5010023. 来源: [https://www.researchgate.net/publication/331225913\\_Eco-Efficiency\\_of\\_a\\_Lithium-Ion\\_Battery\\_for\\_Electric\\_Vehicles\\_Influence\\_of\\_Manufacturing\\_Country\\_and\\_Commodity\\_Prices\\_on\\_GHG\\_Emissions\\_and\\_Costs](https://www.researchgate.net/publication/331225913_Eco-Efficiency_of_a_Lithium-Ion_Battery_for_Electric_Vehicles_Influence_of_Manufacturing_Country_and_Commodity_Prices_on_GHG_Emissions_and_Costs). [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[4] International Energy Agency, "Electricity Market Report December 2020." 来源: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-december-2020>. [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[5] Ember, "European Union: The gas crisis interrupts a rapid coal exit." 来源: <https://ember-climate.org/countries-and-regions/europe-an-union/>. [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[6] Moro A. et. al, "Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles," Transportation Research Part D 64 (2018). 来源: <https://www.semanticscholar.org/paper/Electricity-carbon-intensity-in-European-Member-States-Impacts-on-GHG-emissions-of-electric-vehicles/Moro-A-et-al/f639b05f1e3cdf-40c7a89c-86c9b450-677aae6245>. [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[7] Emilsson E., Dahllöf L., "Lithium Ion Vehicle Battery Production, Status 2019 on Energy Use, CO<sub>2</sub> Emissions, Use

of Metals, Products Environmental Footprint, and Recycling," IVL Swedish Environmental Research Institute, (2019). 来源: <https://www.ivl.se/download/18.14d7b12e16e3c5c36271070/1574923989017/C444.pdf>. [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[8] Bieker G., "A Global Comparison of the Life cycle greenhouse Gas Emissions of Combustion Engines and Electric Passenger Cars," ICCT 2021 International Council on Clean Transportation Europe, White Paper 2021. 来源: [https://theicct.org/sites/default/files/publications/Global-LCA-passenger-cars-jul2021\\_0.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/Global-LCA-passenger-cars-jul2021_0.pdf). [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[9] Dai Q. et. al., "Life Cycle Analysis of Lithium Ion Batteries for Auto

motive Applications," MDPI, Batteries, 2019, doi:10.3390/batteries5020048. 来源: <https://www.mdpi.com/2313-0105/5/2/48>. [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]

[10] Chen Q. et. al. "Investigating carbon footprint and carbon reduction potential using a cradle-to-cradle LCA approach on lithium-ion batteries for electric vehicles in China," Journal of Cleaner Production 369 (2022). 来源: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622029286?via%3Dihub>. [访问日期: 2023 年 1 月 24 日。]





01

全球首个采矿车用全自动充电系统

# Plug-in mines

自动化和电气化已成为影响露天和地下采矿业的主要趋势。ABB 全新推出的 eMine™ FastCharge 解决方案→01 专为重型纯电动汽车 (BEV) 设计，可对拖运卡车进行全自动大功率充电有助于提高安全性、可持续性和生产率。



**Nic Beutler**  
过程工业事业部  
瑞士巴登  
nic.beutler@ch.abb.com

根据各行业来源，包括麦肯锡 2022 年的数据，全球温室气体排放量的 7%<sup>[1]</sup>由采矿业产生。但如果全球要产出足够数量的铜、金、铁等材料以及大量其他金属和矿物，那么采矿可谓至关重要。鉴于这一点，我们正致力于最大限度地降低开采对能源和水资源利用等关键领域的影响。为了实现这一目标，各公司越来越多地投资于清洁和绿色能源、人员和设备用矿山运输系统的电气化，以及及时维护和服务计划。

—  
ABB 加入合作伙伴生态系统，力争最大限度地降低开采对能源和水资源利用的影响。

包括 ABB 在内的技术领军企业正致力于与创新同行、原始设备制造商 (OEM)、卡车和采矿机械制造商、有组织的行业联

—  
01 ABB 正在露天和地下矿山的采矿车上部署 eMine™ FastCharge。

—  
02 ABB 提供基于自动化和数字系统的解决方案，根据采矿业的需求量身定制。

盟以及矿业公司合作。ABB 愈益呼吁在这一领域开展合作，采取行动，目前已经与

—  
**ABB 的试点解决方案是全球唯一一款适用于采矿拖运卡车的全自动充电系统，充电速度无可匹敌。**

Hitachi Construction Machinery、MEDATech、Liebherr Mining Equipment、Stäubli、FLSmidth 和 Perenti 签订了协议和合作伙伴关系，彰显了其决心。这些协议旨在建立强有力的关系和技术合作伙伴生态系统，汇集专家携手解决采矿业最迫在眉睫的一些挑战。

最值得关注的领域之一是如何去除化石燃料。让重型燃油采矿车和辅助车辆减少或避免使用柴油将产生重大影响。全球一些最大型的矿山使用 100 多辆卡车，每年消耗数百万升柴油。作为参考，一辆有效载荷为 100 吨的卡车每年消耗约 400,000 升柴油[2]。将所有这些机械转换或替换为使用环保系统绝非易事，多年来，业内许多权威人士都认为这不可能实现。如今，现有技术可将柴油消耗量减少 90%。事实上，根据 ABB 内部数据，如果每个矿山的每辆卡车均完全实现电气化，则每天的 CO<sub>2</sub> 排放量将减少约 198,000 吨。

#### 简化矿山电气化

ABB 有一款专注于电气化、自动化和数字化的产品组合，即 ABB Ability™ eMine，

其利用 130 多年的采矿业经验，将现有方法与尖端技术相结合→02。其中，技术开发的关键部分是一款名为 eMine™ FastCharge 的试点解决方案。eMine™ FastCharge 于 2021 年推出，可提供高达 600 千瓦的功率，是当今全球唯一一款适用于采矿拖运卡车的全自动充电系统，充电速度无可匹敌。目前，ABB 与 OEM 密切合作→03，以快速跟踪这一全新减排系统，该系统旨在与矿山的整体电气化和自动化操作相结合并对其简化→04，是对传统矿山机制的重大改进。

在未来五到十五年内，全电气化矿山将变得越来越普遍。随着这一趋势的发展，关键是要确保设备完全按预期运行，且卡车可以在需要时准确充电。考虑到这一点，ABB 提供了一款不受 OEM 限制的充电解决方案，旨在满足当今采矿作业的需求，并可连接所有车辆及车型。这种方法蕴含着对可互操作系统和经验证开放标准的承诺，可以提供任何解决方案，满足纯电动汽车 (BEV) 充电需求。

#### 经验宝库

ABB 的采矿技术基于数十年积累的项目电气化经验和专业知识，以及十余年为公共汽车、卡车和汽车提供充电基础设施方面的丰富经验。ABB 采用最新技术，提供设计独特的解决方案，满足采矿业的需求。通过将此类解决方案与先进的自动化和数字系统集成，可以规划、监控和控制流程，从而优化从电网到车轮的运行和能源使用。



### 基本要素

eMine™ FastCharge 有可能成为促成整个行业向全电气化矿山过渡的基石，其包含两个部分：充电模块 (ECM) 和连接器端子模块 (CTM)。两个组成部分均采用模块化设计，

坚固耐用，可适应一系列操作和基础设施需求，因此可用于全球海拔最高和最具挑战性的采矿环境——在这些地方，灰尘、湿气和污垢侵入带来持续挑战。

ECM 封装在一个标准尺寸容器中，安装在可拆卸滑轨上，充当解决方案的电力工厂。其特点如下：采用移动分体单元设计，包括强大的冷却系统和供暖、通风和空调 (HVAC) 保护笼，以及用于布线的保护性假楼板和用于外部连接点的带盖电缆盒。其内部装载有充电器、主开关设备、

—  
eMine™ FastCharge 有可能成为促成矿山全电气化转型的基石。





—  
03 ABB 在位于加拿大  
安大略省科灵伍德的  
MEDATech 工厂进行了  
eMine™ FastCharge 试  
点演示。

电站控制系统、辅助变压器和配电盘，全部安装在减震器上，因此即使在粗糙表面上运输，系统也能保持安全无虞。

直流电从 ECM 传输到 CTM，CTM 是一个创新模块，配备防护波纹管 and 升降台，可根据车型及车辆上充电连接器插座的高度进行升降。其还配备了显示其状态（使用中、充电中或已充满、故障）的站点指示系统，以及支持快速识别和连接车辆充电插座的车辆识别摄像头系统。虽然可以实现完全自动定位，但仍配备了人机界面

(HMI)，以便在有需要进行本地控制。其还配备了与 ECM 类似的减震器和防滑系统。CTM 的电气引脚连接器来自领先的连接器解决方案制造商 Stäubli，与模块内的特殊波纹管和自动快门系统完全集成，从而在与目标车辆建立连接之前及整个连接过程中均受到保护。

### 有望提升充电功率

在高生产率和高效率至关重要的行业，任何可行的充电解决方案均必须充电迅速且完全集成。eMine™ FastCharge 试点解决方案专为重型 BEV 设计，为拖运卡车提供大功率充电方式，是恶劣环境状况下的理想之选。其可以安装在任何位置，且首发版本就可在无人工干预情况下为任何电动卡车充电，最大功率可达 600 kW，在当今市面上无可匹敌，能最大限度地减少移动资产的停机时间。

当然，充电所需时间取决于拖运卡车的车载电池容量和车辆运行情况；但是，在大部分情况下，15 分钟即可达到合适充电状态→05。然而，众所周知，该行业需要更大的充电功率。因此，目前正在开展相

—  
ABB 平台采用模块化设计，可  
随着技术发展适应更大功率和  
不同并网电压。

关工作，以在兆瓦范围内实现更高功率水平。同时，考虑到该系统采用模块化设计，平台将永不过时，可随着技术发展适应更大功率和不同并网电压。

除此之外，eMine™ FastCharge 完全实现了数字化。eMine™ FastCharge 系统采用数字连接，可实现远程监测和管理，实时优化充电过程和能源使用，能在提高生产效率的同时减少公司的环境足迹。



今后，充电操作将成为采矿过程中新增的一个必要步骤。随着这一过程逐渐成形，需要全面管理、精确规划和正确调度该系统，以防止对生产率产生任何影响，例如避免充电站前出现电动车辆排队现象。规

### — 该系统执行预测性生产调度、自动执行并在几秒内对中断做出反应。

划时还必须确保提供充足电力，使车辆能够以经济高效的方式执行其计划任务，并为车队和充电站分散安排充电活动，以缓解工厂配电系统的高峰值负荷。

ABB Ability™ Operations Management System 将矿山运营整合至单个平台上，并实时连接工厂的劳动力和设备。此外，其还执行预测性生产调度、自动执行，并在几秒内对中断做出反应。除此之外，系统还可管理充电操作的约束条件，并综合考

虑其他系统约束条件，如电力可用性、矿山计划、运营目标以及资产可用性，以进行优化，最大限度提高生产率。

与价值链中的其他公司一样，采矿企业希望在其所有业务活动中最大限度地提高可持续性、安全性和生产率，从而在能源转型中发挥作用。这是在澳大利亚、加拿大、智利、南非和瑞典等主要采矿国家获取和保留经营许可证的核心因素。eMine™ FastCharge 在上述三个领域均能有所帮助。驾驶员和矿工无需参与充电连接过程（因已完全实现自动化），而且电动车辆噪音更小、操作更舒适。

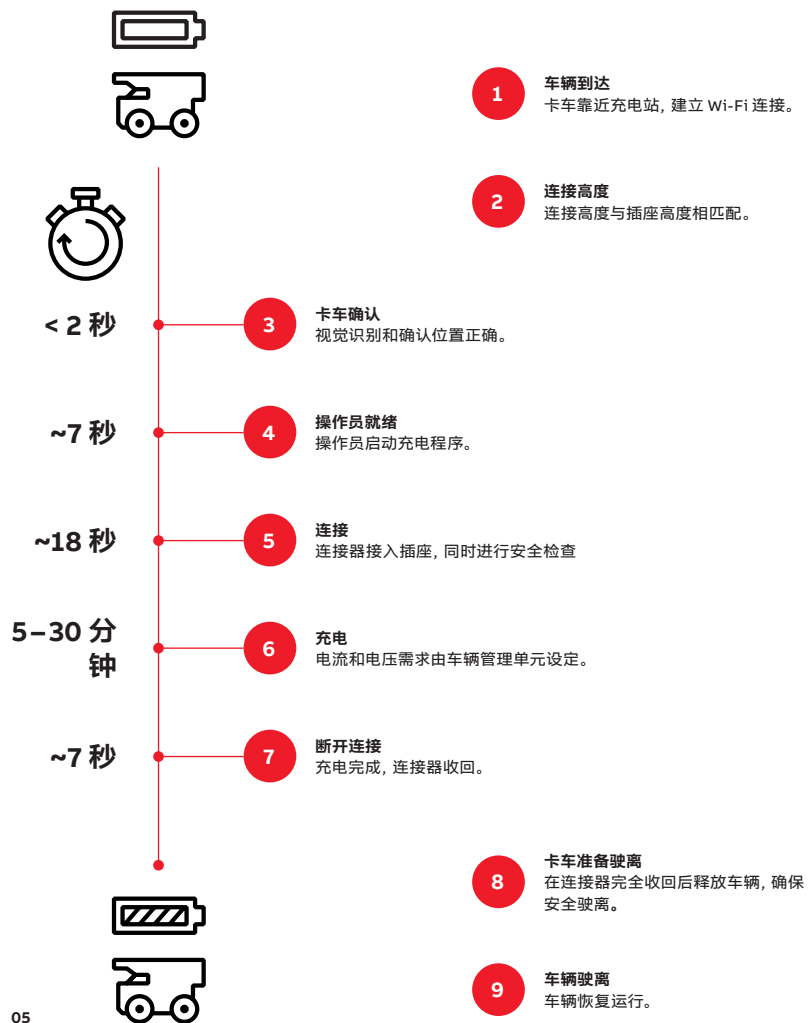
简而言之，eMine™ FastCharge 是一款多功能的系统解决方案，打破了现有技术壁垒，凭借以下几点，让采矿作业得以持续进行：

- 适用于任何拖运卡车的通用接口。
- 无需人工操作。
- 超快充电，减少停机时间。
- 可轻松安装在任何位置的移动系统。
- 模块化设计。



— 04 ABB 的新减排愿景是简化矿山的整体电气化和自动化操作。

— 05 通常 15 分钟即可达到合适的充电状态。



#### 参考文献

[1] Climate risk and decarbonization: What every mining CEO needs to know | McKinsey, January 2020.

来源: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/climate-risk-and-decarbonization-what-every-mining-ceo-needs-to-know>  
[访问日期: 2023 年 1 月 15 日]

[2] Kecojovic, Vladislav & Komljenovic, Dragan. (2010). Haul truck fuel consumption and CO<sub>2</sub> emission under various engine load conditions. Mining Engineering. 62. 44-48.

- 坚固耐用，可在恶劣环境下操作。
- 永不过时的数字化设计。

随着矿山向全面电气化趋势演变，柴油废气将让位于清洁电力，这将有助于最大限

— **ABB Ability™ Operations Management System 将矿山运营实时整合至单个平台。**

度地提高能效以及促进人员和机器移动。卡车行驶速度加快，采矿作业及矿工均将

从零 CO<sub>2</sub> 的矿山环境中受益，成本下降，吞吐量上升。

矿业领导者可以真正想象一个员工和设备资产协同工作的互联工作场所，理想情况下由风能、太阳能或水电等可再生能源提供动力。

ABB 将继续整合设备、系统和人员，使采矿作业更可持续、更安全且更高效，为环境和子孙后代造福。•



基于多物理场的矿山污染控制降阶模型 (ROM)

# 流型建模



图 01 来源: ©agnormark/stock.adobe.com

得益于成功开发和验证所构建的 ROM，我们可以实际预测地下矿山环境中的 CO<sub>2</sub> 浓度。ROM 生成的响应界面能与通风控制系统集成，有助于改善污染控制，进而优化空气质量。

—  
01 地下金矿将从 ABB Ability™ Ventilation Optimizer 气流控制解决方案中获益。ABB 探索是否可以使用基于多物理场的建模结果实现进一步改进。



**Mahesh J Vaze**  
ABB 集团研究中心过程自动化事业部  
印度班加罗尔

mahesh.vaze@  
in.abb.com

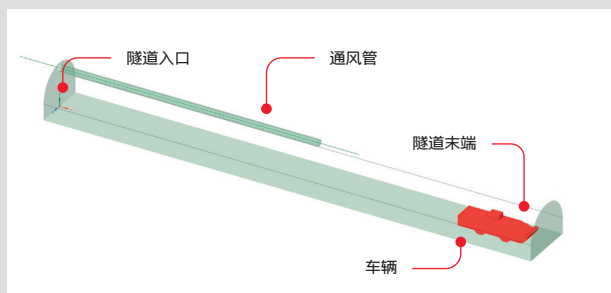


**Subhashish Dasgupta**  
ABB 集团研究中心过程自动化事业部  
印度班加罗尔

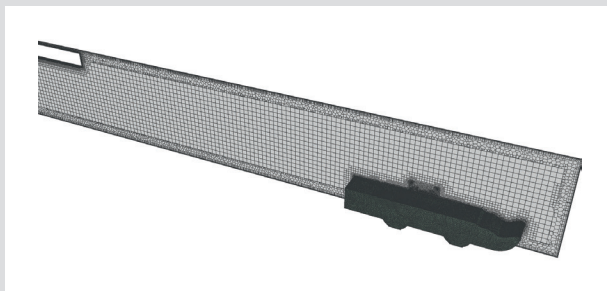
subhashish.dasgupta@  
in.abb.com

多物理场建模在全球范围内广受欢迎，可高保真模拟复杂流系统。近年来，数学工具捕捉复杂流型、传热和气体扩散的能力有了长足进步，要实现上述功能绝非妄言。地下矿山通风控制是多物理场建模的重要应用之一。柴油车尾气和爆破活动会产生污染，因此，矿山通风控制系统对于员工健康和安全以及设备安全至关重要 → 01。气流系统必须在需要时提供足量优质空气，这是一个复杂的气流控制过程。尽管 ABB 已经在采矿业提供了最先进的通风控制系统，并采用了按需通风 (VOD) 及使用算法控制和数字孪生优化通风效果等先进策略，但 ABB 的专家们始终心怀壮志雄心，评估是否有潜力进行改进，并尽可能将系统提升至新的水平。

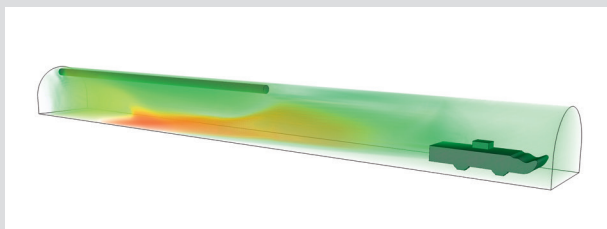
因此，ABB 多物理场专家研究了利用多物理场建模的可能性，特别是计算流体动力学 (CFD) 建模与物种迁移分析，以模拟矿山内的气体动力学。最终目标是改进通风控制策略，使客户能够比以往更好地降低污染水平，从而确保人员安全和健康。此外，由于矿山通风能耗极高，因此上述举措有助于节约能源和资金。



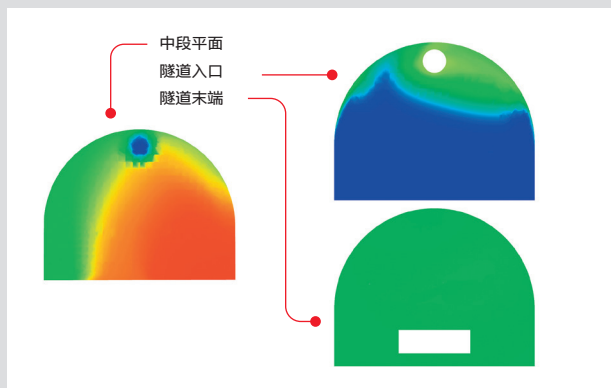
02a



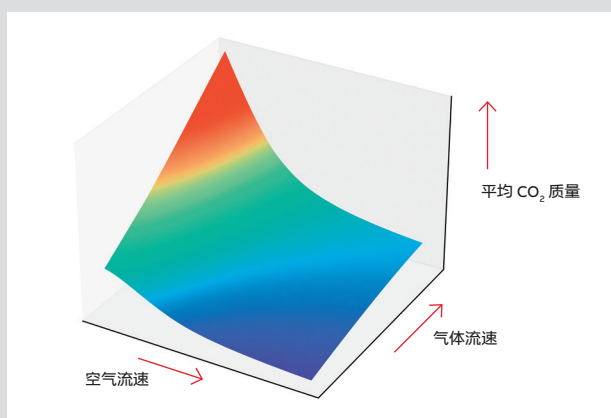
02b



02c



02d



03

### 引入 ROM: CFD 模型的可实施版本

CFD 建模和物种迁移分析方法十分成熟, 可用于模拟气体扩散, 这一点已在全球众多研究出版物中得到了证明[1-2]。CFD 模型能够提供二氧化碳和甲烷等气体随时间变化的整体分布视图, 是迄今为止针对复杂气流系统提供深入洞察的最佳方法。但

ABB 评估了 ROM 简化建模方法的使用情况, 以促进与控制系统平台的集成。

在涉及到平台集成时, CFD 建模十分耗时且颇具挑战性。因此, ABB 评估了开发 ROM 的可行性, 这一建模方法比 CFD 更简单, 可促进与控制系统平台的集成。

ROM 不仅保留了全尺寸模型的基本特征, 能够模拟任何给定的输入集, 在可接受时间范围内产生输出, 还提供了其他好处:

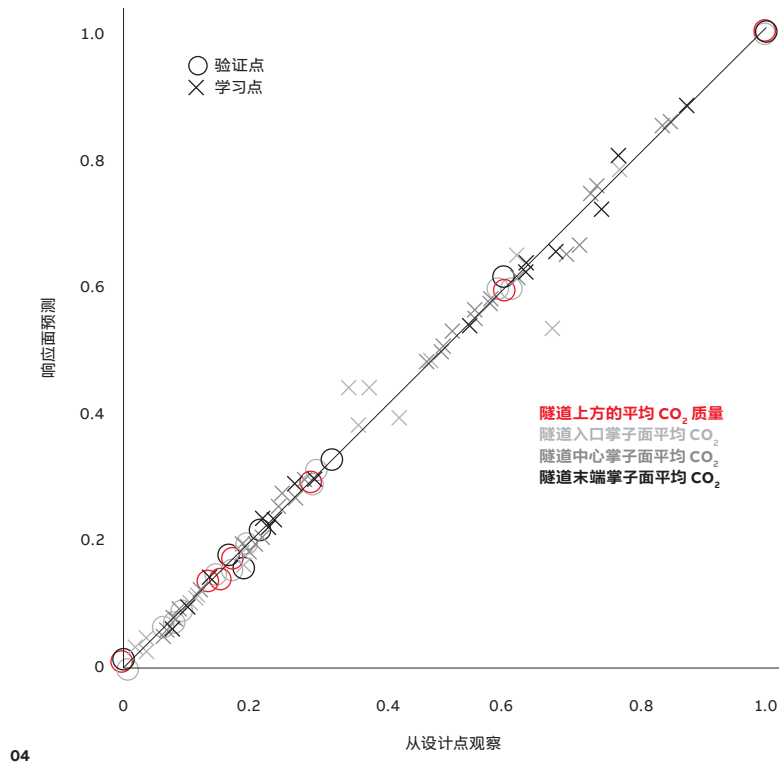
- 在更短时间内使用多次迭代, 优化产品设计
- 有机会开发在线物理数字孪生体
- 允许中低水平专家使用模拟

另外, ROM 可以转换为前端版本, 换言之, 可转换为用户友好型可配置版本, 因此可隐藏专用和机密数据, 不让第三方用户查看。基于上述优点, ROM 不仅可以减少计算资源, 优化设计, 还可以降低总体成本。

### 构建 ROM

作为构建 ROM 的首要步骤, ABB 开发了系统的初始全尺寸 CFD 模型。在模型设置相同的情况下, 通过改变输入参数, 然后记录相应的输出结果, 进行了大量 CFD 模拟。在后台, 使用机器学习 (ML) 或神经网络 (NN) 算法的多维曲线拟合程序将输入参数与输出结果相关联, 生成 ROM。然后,





04

—  
02 显示了用于模拟的地下矿山隧道车辆污染 CFD 模型。

02a 隧道的几何形状。

02b 计算网格。

02c 隧道上方的 CO<sub>2</sub> 质量分数。

02d 隧道平面上方的 CO<sub>2</sub> 质量分数。

—  
03 图示为 ROM 生成的响应面。

—  
04 显示了拟合优度结果。

使用测试案例测试 ROM 的准确性和可靠性，即将第一步中未模拟案例的模型预测与全尺寸 CFD 模型的预测进行对比。生成的 ROM 可以行业标准格式（如“.fmu”文件）创建并导出至其他平台。

### 为何要针对矿山气体动力学开发 ROM？

本研究认为汽车尾气是矿山污染的主要来源。在这种情况下，通风管道强制将新鲜

作为构建 ROM 的首要步骤，ABB 开发了系统的初始全尺寸 CFD 模型。

空气输入矿山隧道，稀释 CO<sub>2</sub> 等有毒气体的浓度，并将 CO<sub>2</sub> 浓度维持在法定限值内。如果在既定输入参数下，可以切实预测 CO<sub>2</sub> 水平呢？这项能力不仅可以提高通

风控制效果，而且对员工健康和安全性以及能源消耗都将大有裨益。

### 测试 ROM：是否奏效？

为了研究使用 ROM 进行预测的可能性，我们针对地下矿山隧道内的车辆污染进行了 CFD 建模。在给定边界条件或模型输入的情况下，地下矿山的几何结构和计算网格如→02a-b 所示。其中，通风管道出口处的通风空气流速和车辆排放的废气被认为是主要输入参数。CO<sub>2</sub> 质量分数的体积图→02c 显示出通风空气迫使有毒气体从隧道死角排出。在这一案例中，整个地下矿山体积上方的 CO<sub>2</sub> 平均质量值，以及三个平面（入口、出口和中段平面）掌子面的 CO<sub>2</sub> 平均值引人深思→02d。ROM 建立了给定几何和离散方案的输出与输入参数之间的关系。

采用最优空间填充设计 (OSF) 方法建立了矿山地下隧道气体扩散 ROM 的实验设计 (DOE)。最初，考虑了一些设计点 (DP) 或





| ANSYS DesignXplorer Add-in for Excel                                                                                                   |                   |                   |                       |                                    |                                 |                                |                                       |                                                    |                                                 |                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| resSurfaceDXROM1.dxrom                                                                                                                 |                   |                   |                       |                                    |                                 |                                |                                       |                                                    |                                                 |                                                |
|  The evaluation operation was successfully performed. |                   |                   |                       |                                    |                                 |                                |                                       |                                                    |                                                 |                                                |
| What-If?                                                                                                                               |                   |                   |                       |                                    |                                 |                                |                                       |                                                    |                                                 |                                                |
| Caption                                                                                                                                | P9 - airVelocity  | P10 - gasVelocity | P11 - mass-ave-co2-op | P12 - face-ave-co2-finger-entry-op | P13 - face-ave-co2-mid-plane-op | P14 - face-ave-co2-dead-end-op | P11 - mass-ave-co2-op Predicted Error | P12 - face-ave-co2-finger-entry-op Predicted Error | P13 - face-ave-co2-mid-plane-op Predicted Error | P14 - face-ave-co2-dead-end-op Predicted Error |
| Unit                                                                                                                                   | m s <sup>-1</sup> | m s <sup>-1</sup> | None                  | None                               | None                            | None                           |                                       |                                                    |                                                 |                                                |
| Type                                                                                                                                   | Input             | Input             | Output                | Output                             | Output                          | Output                         | Predicted error                       | Predicted error                                    | Predicted error                                 | Predicted error                                |
| Classification                                                                                                                         | Continuous        | Continuous        | Continuous            | Continuous                         | Continuous                      | Continuous                     | Continuous                            | Continuous                                         | Continuous                                      | Continuous                                     |
| Lower Bound                                                                                                                            | 12,000            | 7,000             |                       |                                    |                                 |                                |                                       |                                                    |                                                 |                                                |
| Upper Bound                                                                                                                            | 50,000            | 21,000            |                       |                                    |                                 |                                |                                       |                                                    |                                                 |                                                |
| Response Point 0                                                                                                                       | 31,000            | 14,000            | 0,007                 | 0,004                              | 0,005                           | 0,006                          | 1,215E-04                             | 3,200E-04                                          | 1,181E-04                                       | 1,241E-04                                      |
| Response Point 1                                                                                                                       | 49,000            | 8,000             | 0,004                 | 0,002                              | 0,002                           | 0,003                          | 5,059E-05                             | 1,083E-04                                          | 2,655E-05                                       | 5,792E-05                                      |
| Response Point 2                                                                                                                       | 13,000            | 20,000            | 0,025                 | 0,021                              | 0,016                           | 0,018                          | 5,603E-05                             | 1,468E-04                                          | 5,346E-05                                       | 3,990E-05                                      |
| Response Point 3                                                                                                                       | 20,000            | 18,000            | 0,014                 | 0,010                              | 0,010                           | 0,011                          | 2,303E-05                             | 8,591E-05                                          | 2,602E-05                                       | 2,412E-05                                      |

06

05 提高矿山通风控制效果不仅对员工健康和安全生产十分重要，而且也会对能耗产生积极影响。

06 显示 Excel 插件的屏幕截图，其助力轻松集成响应面。

输入参数的变化，使用 CFD 模型针对 DP 进行模拟。输入参数映射到输出；这样，可使用用于解答带约束和无约束优化问题的遗传算法方法生成 ROM。ROM 的输出即响应面 → 03；这一曲面图生动地描绘出

ABB 发现，ROM 生成的响应面可有效地在控制矿山污染。

所生成的文件可通过 Microsoft Excel 轻松访问 → 06，然后可以集成到 ABB 当前可用的控制平台，如 VOD 和 ABB Ability™ Ventilation Optimizer。由于三维高端多物理场计算是 ROM 的基础，利用所生成的响应面可为 ABB 最新的矿山通风控制技术增加一个新的维度。这一步骤可适时适地提供新鲜空气，不仅可以帮助客户改善空气质量，还有助于改善员工健康和安全生产，同时还可通过优化节约能源，这也意味着节约成本。

与主要输出结果的关系；在本例中，即隧道体积内的平均二氧化碳质量浓度和输入参数，以及通风空气和车辆排气速度。使用拟合优度程序 → 04 验证 ROM 的准确性和可靠性，其将响应面的预测值与从全尺寸 CFD 模型获取的设计点的值进行关联。“x” 符号表示用于开发 ROM 的设计点/学习点，圆形符号表示其他验证点或测试点，很容易观察得出，所有验证点都遵循回归线，确保拟合优度适度，满足验证所需 → 04。在本例中，均方根 (RMS) 误差仅为  $1 \times 10^{-3}$ ，在可接受范围内。

### 平台集成是为关键

基于上述实验结果，ROM 生成的响应面可将废气浓度与输入参数关联起来。只要响应面能与 ABB 控制平台集成，即可成为在线控制矿山污染的有效工具 → 05。这是因为，ROM 可用于生成 “.dxrom” 文件，

### 参考文献

[1] J.C. Kurnia, “CFD simulation of methane dispersion and innovative methane management in underground mining faces”, *Applied Mathematical Modeling*, 2014, pp. 3467–3484.

[2] Z. Lihong, “CFD modeling of methane distribution at a continuous miner face with various curtain setback distances”, *Journal of Mining Science and Technology*, 2015, pp. 635–640.





工业元宇宙如何为 ABB 及其客户提供助力？

# 工业元宇宙

工业元宇宙是在工业各个方面实现重大改进的希望所在。



**Martin W. Hoffmann**  
ABB 集团研究中心  
德国拉登堡

[martin.w.hoffmann@de.abb.com](mailto:martin.w.hoffmann@de.abb.com)



**Yemao Man**  
ABB 集团研究中心  
瑞典韦斯特罗斯

[yemao.man@se.abb.com](mailto:yemao.man@se.abb.com)

尽管对于工业元宇宙并无公认定义，但可将其描绘为一个新兴的以用户为中心的空间，通过集成各种最新的技术趋势，如数字孪生体、机器学习、物联网 (IoT)、混合现实和 5G，连接并增强数字世界和物理世界→01。不同类型的元宇宙可能衍生自不同的目的。

## 工业元宇宙的组成和潜力

采用工业元宇宙，尤其可以在安全受控环境中模拟、分析和测试工业流程、产品、数据和设备。例如，工业元宇宙可以通过虚拟工程和协同仿真环境来帮助工厂所有者提高效率。其还可：

- 通过持续优化提升生产设施的敏捷性和弹性。
- 凭借完全连接的供应网络缩短订单交付时间。
- 通过综合数据分析优化能耗。
- 借助扩展现实 (Xr) 实现工作流程可视化，让工人更好地理解自己在生产过程中所发挥的作用。

例如，航海人员可沉浸在模拟的现实场景中，练习远程监督自主船舶[1,2]，或使用增

强视图[3]检查本船的周围环境。这些都是安全高效实现自主航运业务的重要基石。

随着工业元宇宙的兴起，一个由生产设施及其工艺、工人和供应网络组成、囊括所有设计和开发生命周期的整体数字孪生体即将出现。除 XR 外，无处不在的通信能力（例如，5G）、标准化信息交换（例如，通过工业 4.0 资产管理壳）和工业云平台（如 Manufacturing-X）等其他支持因素亦有所帮助。

**ABB 期待与其合作伙伴和客户携手探索这些激动人心的机遇。**

例如，想象一下，客户工厂的服务工程师可以使用轻量级 XR 耳机，在有形资产上查看借助 5G 和机器学习技术实现的生产过程实时云端模拟。全球各地的生产专家和操作员均可使用类似耳机远程加入这一混合现实环境。

—  
01 各种技术的融合使得工  
业元宇宙成为可能。

通过类似场景，参与者将更广泛地了解生  
产流程，能最大限度地降低健康风险，更  
快速地调试或重新设计生产线。

### 不断演变的工业元宇宙

工业元宇宙的多项技术已经投入使用：例如  
连线远程专家通过指示视频获得现场协助，  
其中包括 XR 应用，如 ABB 电气系统协同  
操作解决方案 (CLOSER) 或用于测量设备的  
ABB Ability™ AR Guided Support，这些技  
术正日益成为行业标准。此外，目前通过使  
用 ABB Ability System 800xA 模拟器或驱动  
器虚拟调试，可以实现设备和工厂数字孪生  
体的协同仿真。

工业元宇宙可从消费元宇宙和商业元宇宙  
等其他元宇宙的进步中持续获益。虚拟协  
作就是其中一项益处。此外，AI 提供了  
人类可以理解的洞察，有助于优化工业流  
程，进而提升效率和生产率。另外还可预  
见，将更多地使用传感器技术和 IoT 来收  
集数据；在边缘和云端进行越来越多的实  
时分析；以及采用区块链来保护和管理数  
据和交易。ABB 期待与其合作伙伴和客户  
携手探索这些激动人心的机遇。

《ABB 评论》后续期刊将更深入地探讨工  
业元宇宙。•

#### 参考文献

[1] K. Tervo,  
“Navigating the  
future – a better  
operational team  
with ABB Ability™  
Marine Pilot prod-  
uct family,” *ABB  
Review*, 2/2022,  
pp. 10–17.

[2] ABB, “Autono-  
mous Shipping.”  
来源: <https://new.abb.com/news/detail/84822/autonomous-shipping>. [访问日期: 2023 年 1 月 13 日。]

[3] ABB, “ABB  
Ability™ Marine  
Pilot Vision.”  
<https://new.abb.com/marine/systems-and-solutions/digital/abb-ability-marine-pilot/abb-ability-marine-pilot-vision>. [访问日期: 2023 年 1 月 13 日。]

#### 订阅

##### 如何订阅

如需订阅，请联系离您最近的 ABB 代表或通过 [abb.com/abbrevreview](http://abb.com/abbrevreview) 在线订阅

《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。

##### 随时了解最新信息...

您是否曾错过《ABB 评论》出版内容？通过 [abb.com/abbrevreview](http://abb.com/abbrevreview) 注册电子邮件提醒，千万不要错过另一版本。



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。

#### 法语和西班牙语译本

ABB 从第 1/2023 期起停止出版法语和西班牙语版的《ABB 评论》。从本期开始，将只提供英语、德语和中文版本。编辑人员对这个决定表示歉意。如无其他偏好，已停止翻译版本的订阅者将订阅英文版。希望更改偏好的读者请在 [abb.com/abbrevreview](http://abb.com/abbrevreview) 上注明

#### 出版信息

##### 编委会

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

**Paul Singer**  
ABB 电气化事业部  
首席技术官

**Niclas Sjostrand**  
ABB 机器人事业部  
首席技术官

**Panu Virolainen**  
ABB 运动控制事业部  
首席技术官

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

**Daniel Smith**  
媒体关系主管

**Adrienne Williams**  
可持续发展高级顾问

**Reiner Schoenrock**  
产品和创新通信负责人

**James Macaulay**  
高级总监-传播和思想  
领导力

**Andreas Moglestue**  
《ABB 评论》主编

[andreas.moglestue@ch.abb.com](mailto:andreas.moglestue@ch.abb.com)

**Michelle Kiener**  
《ABB 评论》执行主编

##### 出版人及版权

《ABB 评论》由 ABB  
Switzerland Ltd  
Group Technology  
Management 出版  
Bruggerstrasse 66  
5400 Baden  
Switzerland  
[abb.review@ch.abb.com](mailto: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 Verlag-  
sanstalt GmbH  
奥地利多恩比恩 (邮  
编: 6850)

##### 排版

Publik.Agentur für  
kommunikation  
GmbH  
德国曼海姆

##### 插图

Indicia Worldwide  
英国伦敦



##### 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。

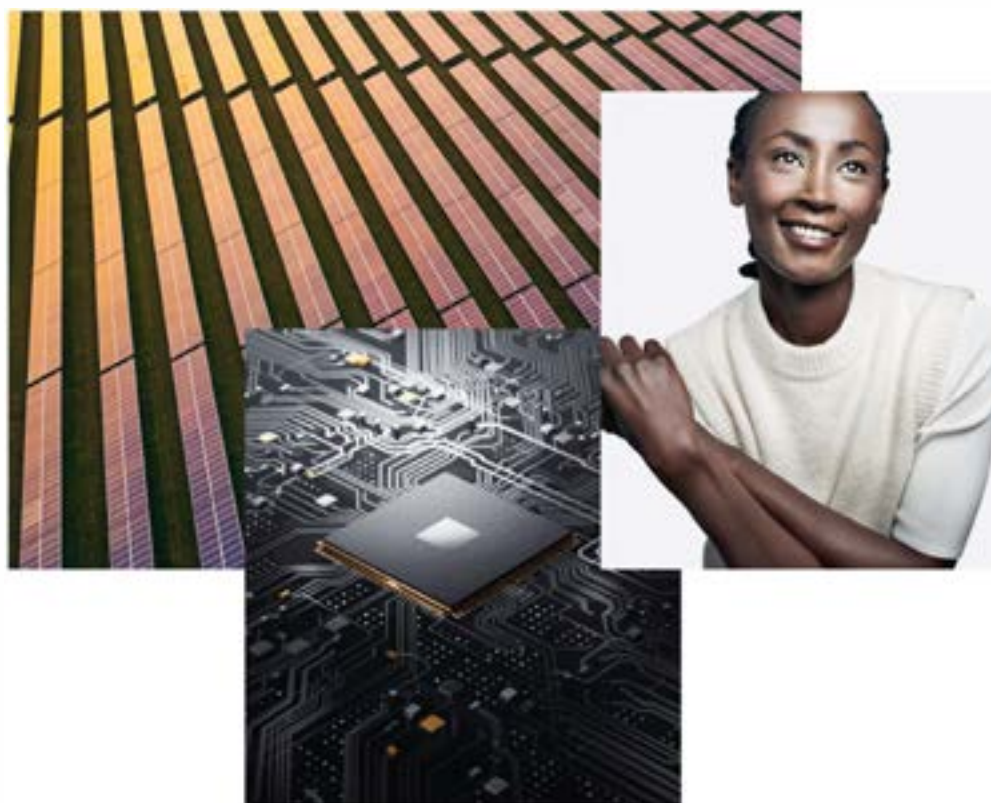
对文中有关内容的准  
确性以及所表达的观点，ABB 不做任何担保、  
保证以及承诺。

2/2023 是《ABB 评  
论》的第 901 期。

ISSN: 1013-3119

[abb.com/abbrevreview](http://abb.com/abbrevreview)

下期 03/2023  
预告  
可持续性



---

# 欢迎获取海量优化决策。

当我们了解更多, 就可以做到更好。  
详情请登陆 [go.abb/progress](https://go.abb/progress)

**ABB**