

ABB评论

ABB Ability

03|2017 中文版



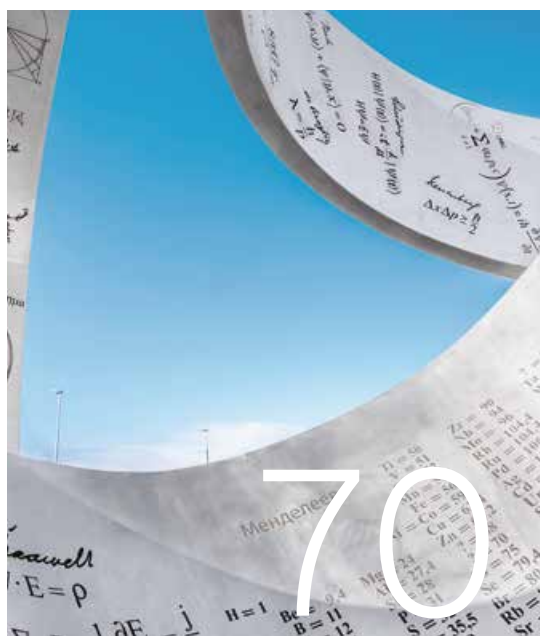
26



44



08



70

-
- 06-13 ABB之声
 - 14-27 ABB Ability
 - 28-57 保护和安全
 - 58-71 通用连接
 - 72-81 控制和生产效率



电驱气体压缩机控制



采矿业的数据应用

Emax 2一体式微电网解决方案



自动化行业项目执行的未来



高效变压器：
为欧洲核子研究中心提供MFT





船用岸电

动力定位船舶采用配置
Ekip Link的Emax 2

05 编者按

ABB 之声

08 专访: ABB Ability™
13 网络安全从基础做起

ABB Ability

16 自动化行业项目执行的未来
20 Collaboration Manager 实现工程数据
自动交换
26 采矿业的数据应用

保护和安全

30 多回路监测系统
37 PCS120 MV UPS电力保护
44 Emax 2和Ekip Link为海上作业保驾
护航
50 Emax 2微电网断路器解决方案

通用连接

60 高效变压器: 为欧洲核子研究中心提供MFT
66 船用岸电

控制和生产效率

74 电驱气体压缩机控制

专业术语解释

82 区块链

83 出版信息

—
数字化推动工业转型变革风起云涌，席卷运营生命周期的各阶段。ABB走在数字化创新最前沿，在全球拥有庞大的装机量：7,000万台数字化设备、7万套数字化控制系统以及6,000个企业级软件解决方案。

本期《ABB评论》将探讨ABB如何携手客户，洞悉数据，创造价值，谱写数字化未来。



编者按

ABB Ability™



亲爱的读者，

打开本期《ABB评论》，你会发现内容比往期更为充实。ABB Ability™是一个非常重要的主题，我们不但探讨了ABB Ability在提升运行时间、速度、产量和安全性方面的价值，而且通过生动案例，阐释了ABB及合作伙伴共建的开放平台与解决方案，来自ABB及其他厂商日益丰富的数字化产品，以及由此构成的数字化生态圈。

《ABB评论》自年初改版以来，从设计到内容都焕然一新。欢迎提供宝贵意见，帮助我们不断改进。

祝您开卷有益！

A stylized, handwritten signature in red ink, appearing to read 'Boming Hu'.

胡博明

ABB集团首席技术官

ABB 之声



未来将是什么样子？世界各地的专家都在探寻这个问题的答案。ABB不仅在许多探讨中发出有力的声音，而且以实际行动率先垂范。在数字化和网络安全这两个领域，ABB正帮助客户提前步入未来。

08 ABB Ability™改变业务发展模式
13 网络安全从基础做起



ABB之声

ABB Ability™ 改变业务发展模式



乔瑞

ABB首席数字官

上次接受《ABB评论》专访时，乔瑞探讨了ABB数字化战略（发表于2017年第一期《ABB评论》）。在本次专访中，他将重点讨论ABB Ability。

《ABB评论》：

今年3月在休斯敦举行的“ABB电力与自动化世界”上，ABB正式推出ABB Ability平台。它究竟指的是什么？

乔瑞：

ABB Ability是一系列采用数字化技术的工业解决方案，同时也包括开发这些解决方案的平台。ABB全系列产品和服务都将实现数字化，并采用基于微软Azure技术的云平台提供广泛的分析和服

《ABB评论》：

ABB Ability在哪些方面超越了以往的ABB自动化和数字化解决方案？

乔瑞：

说起物联网通常是指单独设备具有嵌入式感知和处理的能力，能够生成数据流。早在我们推出ABB Ability之前，ABB就已在考虑对这些现场设备产生的孤立数据加以利用，从而提升生产力的巨大潜

01



01 ABB的Collaboration Table（协同工作台）可以实时访问过程数据。ABB Ability可通过许多途径将数据转化为行动，这只是其中一个例子。

力。得益于数字化和通信技术日新月异的发展，这些数据可以分享到更高层级，经汇总和分析后以报告等形式提供给管理人员。但往往还欠缺的是ABB Ability根据数据作出决策的能力。在ABB，我们称之为“闭环”。→1

控制工程师熟悉控制环路：以最短时延反馈处理数据从而影响行动。传感器和执行器彼此邻近，因此，输出参数的任何不良偏移都能立即得以消减。这个原则是控制理论的核心。我们借助ABB Ability实现的闭环在概念上与之类似，但涉及更具全局性的运行和维护决策。它着眼于更高层面的模式和关联，时延要求更加宽松。→2

《ABB评论》：这种更高层面的控制环路处理的是哪种类型的参数？

乔瑞：

所支持的控制决策类型范围很广，从优化维护周期，到纵观全局的高层管理决策，不一而足。这意味着放开着眼点，从直接的过程，上升到工厂全局乃至更广阔的范围。这样一来，可以根据实际的实时信息做出管理决策，而不是依赖于事先收集的数据——这些数据有时靠人工收集，往往范围有限，甚或可能存在转录错误。通过弥补这一缺口，会议室与控制室的距离不断拉近。→3

ABB全系列产品和服务都将实现数字化。



这样的开放是双向的，因为不仅管理人员可以看到当前数据，决策也能立即下达并实施。这就是信息技术与运营技术的融合。

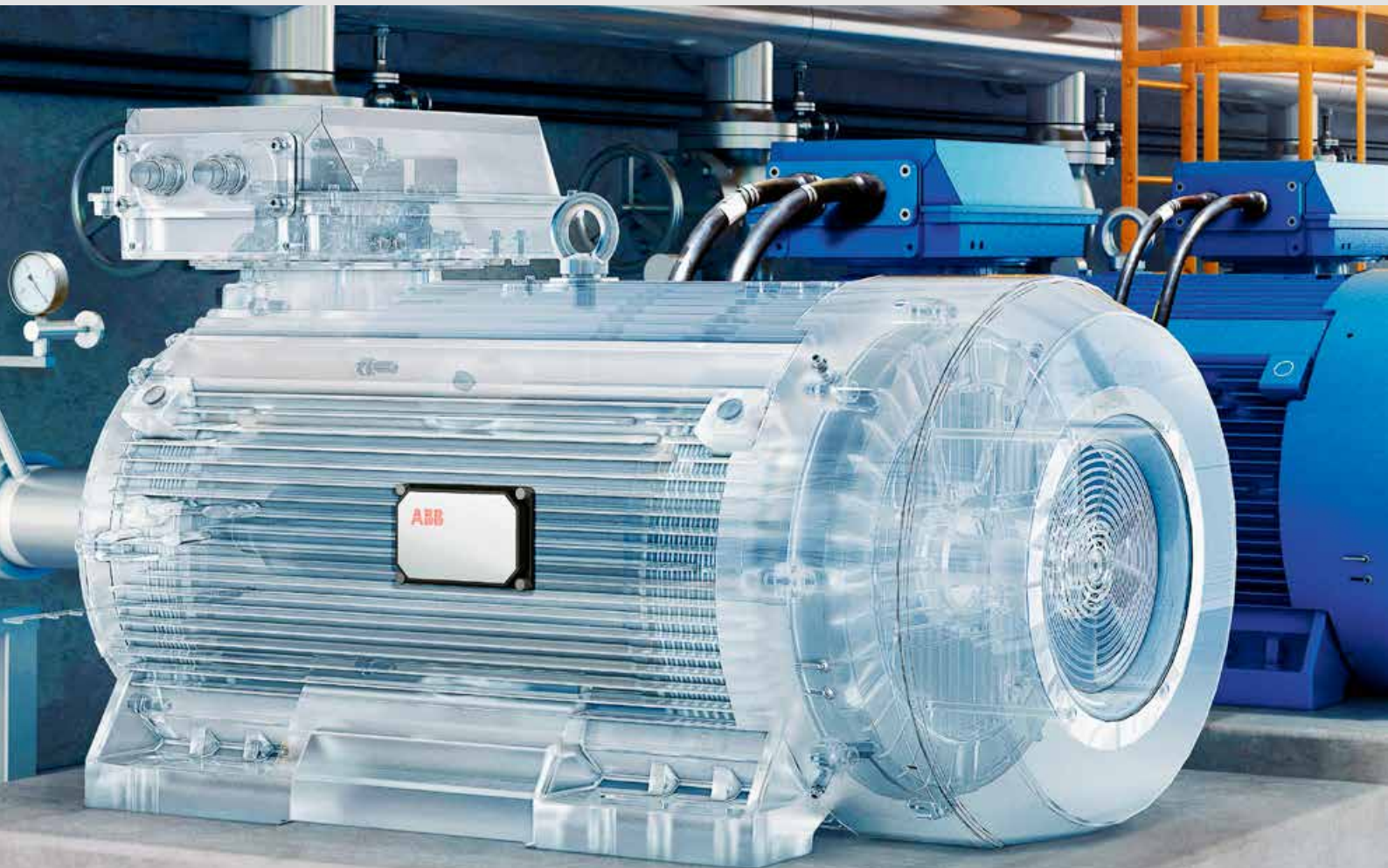
一个例子是电动汽车充电。显然，汽车与充电桩必须相互交流——譬如，在电量计费的同时确保以适当的电压和电流为电池充电，并在电池充满电后充电桩自动断开连接。这是这种系统的基本功能。除此之外，充电桩与电网进行通信也是有意义的。例如，如果电网供电不足，并且有优先级更高的其他用户需要用电，则可以暂时自动调低充电功率。

正如系统内部设备相互之间交换信息，云也可以交换信息，而不受制造商或架构限制。

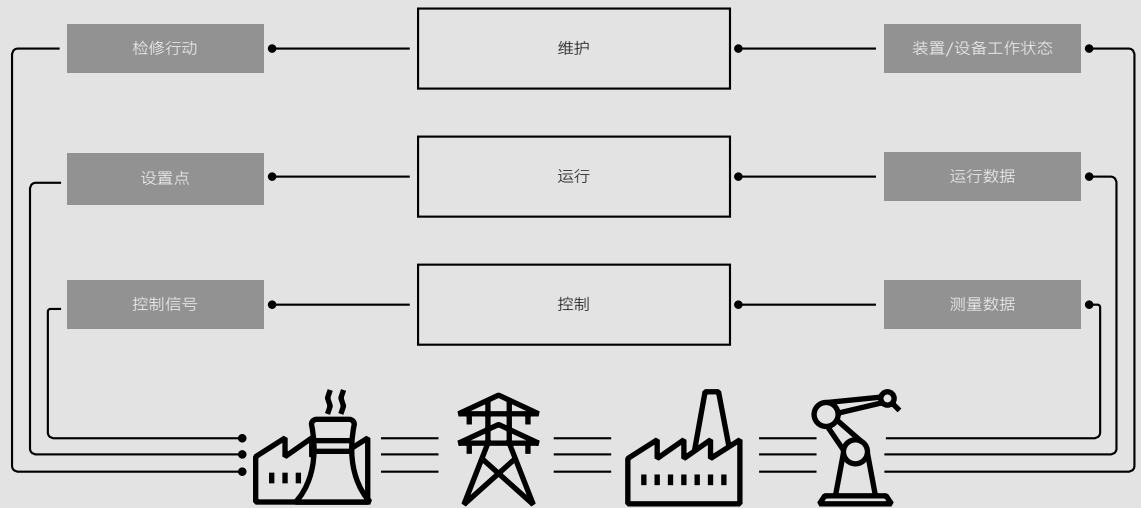
另一个例子是在离散制造领域：管理人员可能遇到上游发生重要组件交付中断的情况。此时不应让下游的生产满负荷运转，直到组件骤然缺货，而是应该响应调整生产以减少干扰。例如，改为生产不同产品来弥补延误。同样，如果发现下游出现干扰，那也许还有比生产多余部件更好的途径来利用资源。

《ABB评论》：

过去，制造商寻求通过制定专有标准来留住客户，同时将竞争对手挡在门外。近来，互通性已成为普遍政策。ABB支持诸如IEC 61850（用于变电站通信）等标准，确保来自不同制造商的设备可实现互通。总的来讲，系统级专有解决方案的时代已成为历史。但云级专有解决方案呢？随着制造商试图将竞争挡在门外，历史会不会重演？



—
02 正如闭合传统控制环路是为了反馈过程数据，以影响正在进行的决策，ABB Ability在运行和维护方面实现了类似的闭环



02

乔瑞:

恰恰相反。我们的目标不是从当今的自动化“蛋糕”上分得更大的一块，而是需要设法把这个“蛋糕”做得更大。

正如系统内部设备相互之间交换信息，云之间也可以交换信息，而不受制造商或架构的限制。这就要提到“云互联”，在云互联中，不同云之间可以彼此交换信息并进行协作。→4

《ABB评论》:

刚才讨论的例子是关于在客户组织内部分享数据。那么，与ABB分享数据是什么情况呢？

乔瑞:

ABB可以分析数据并预测故障模式，向客户提出维护建议，或取决于既定安排，采取措施。某种程度上，可以看成ABB这样做是在损害其自有业务。比如，如果改善维护可以延长电机的使用寿命，那么，我们将失去更换电机的机会。但我们需要放眼全局。ABB提供的解决方案和市场地位将从销售设备转向销售服务。

除了维护外，让ABB更好地理解其运营也正在使客户受益。例如，通过分析典型负载周期、深入理解客户如何使用机器人，ABB可以设计出新一代机器人，更好地满足客户需求。

—
ABB产品组合和市场布局发生转变，将从销售设备转向销售服务。



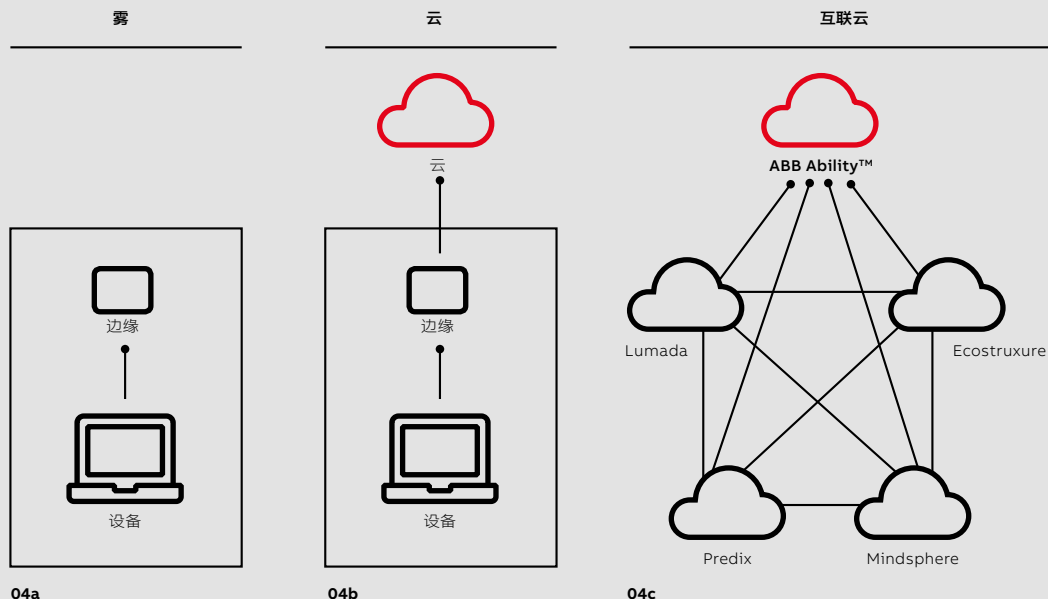
—
03 智能传感器监测
低压电机工作状态

04 数字化技术发展

04a 传统自动化和数字化技术依赖于通常采用专有硬件和软件的本机计算能力。这种前云自动化水平有时被称为“雾”。

04b 将这些系统连接至云可实现更高级的算法，将更广泛的数据纳入考虑，从而改善优化和性能。

04c 来自不同制造商的不同云在互联云中进行合作。



《ABB评论》： 也就是说，客户选择分享的数据越多，客户受益越大。但对云的依赖增加，会不会也令客户不堪一击？

乔瑞： 这个问题很重要。我们已经注意到越来越多的机器人配备了摄像头，譬如Yumi。接下来，我们或许还将看到麦克风的普及，它不仅用于响应人类指令，还可提高机器人的总体感官意识。配备这些装置几乎是将“耳朵”和“眼睛”伸入到工厂禁区，客户的商业机密以及诸如生产数据等专有信息可能会陷入危险境地。以高端跑车制造商为例，生产线上的机器人可以准确计算所生产的任何特定车型的数量。如果竞争对手通过不论是恶意手段还是意外途径掌握了这些数据，他们便获得不公平的市场优势。

《ABB评论》： 那么，矛盾在于分享数据既能给客户带来优势，又会让客户面临风险。

——
《物联网数据权利法案》将是有关数据基本权利的成文法。

乔瑞：

要解决这个问题，我们需要某种“权利法案”。正如最初的“权利法案”旨在约束政府对公民采取不利行动的能力，《物联网数据权利法案》将把关于数据的基本权利形成条文。

ABB已经编出初稿，目前正在寻求客户的意见和建议。对我们而言，重要的是这份文件并非由律师起草，但仍然通俗易懂。这项法案将构成ABB与其客户之间的基本谅解，成为ABB客户之间的所有交易的核心。

这项法案的重要要素包括：

- ABB从客户那里收集哪些数据。
- 为什么ABB需要这些数据。
- ABB如何确保这些数据的安全（通过技术和政策）。
- 这些做法将带给客户哪些益处。
- 当客户与ABB合作结束后，ABB将如何处理数据。

《物联网数据权利法案》在形式上和概念上，都从诸如美国政府行之有效的《航空旅客权利法案》等法案中得到启发。后者针对长时间飞机延误、隐性费用、航班延误信息不透明、无法获得饮用水或使用盥洗设备、托运行李丢失等事项，为航空旅客提供保护。

我们期待与客户就此展开讨论。

《ABB评论》： 感谢您接受采访！

ABB之声

网络安全从基础做起

ABB集团规模庞大，业务遍及众多国家，需要一个人来全面监管产品及信息系统安全。为加强现有的网络安全团队，ABB设立了首席安全官一职，以确保ABB在内部及外部安全方面达成统一认识。



Satish Gannu
ABB工业自动化事业部
美国 圣何塞

cybersecurity@ch.abb.com

不久前，我加入ABB担任首席安全官，负责监管所有产品、服务及信息系统的安全性。我过去一直从事计算机编程工作，很高兴将我近30年的安全和分析经验带到ABB。

过去几个月，我注意到安全威胁的形势发生了较大波动，保障工业系统的安全性变得日益重要。导致这些挑战的三大原因包括：威胁行为体的性质不断变化、安全漏洞暴露加剧以及信息技术与运营技术的一体化。此外，工业自动化行业历来不够重视保障协议安全。但作为一个行业，安全的重要性与日俱增，必须加大力度保障安全，我们也正在这样做。

我们都知道这句谚语，安全性取决于其最薄弱的环节。最近发生的安全攻击一次又一次地证明了这一点。因此，大家必须对安全问题，包括物理安全，进行全面的考量。

—
ABB正在采取深度防御的方法来保障安全。

就关键的基础设施而言，黑客可能从各个角度发起攻击，历时数月或数年。不久前，乌克兰电网遭遇黑客攻击的事件给了我们切实的警示：网络安全必须采取先发制人的优先设计，以防止工业系统未来受到攻击。

我们从这些攻击中得到的教训是，安全不再只是保护周边。这已经远远不够，ABB正在采取深度防御的方法来保障安全。所有产品、服务、云部署甚至我们的供应商都需要满足网络安全要求。ABB Ability平台从基础做起构筑安全。

今后，《ABB评论》将撰文深入介绍ABB采用的网络安全解决方案。I



ABB



Ability





众所周知，大数据驱动的工业流程前景广阔。然而，洞察数据内涵并将其转化为现实世界中的直接行动、形成“闭环”，却是一个新兴商机，对于关键行业而言尤其如此。基于数十年来积累的运营经验，ABB领先的研发团队验证了这些可能性。

- 16
- 自动化行业项目执行的未来
- 20
- Collaboration Manager实现工程数据自动交换
- 26
- 数据在采矿业至关重要

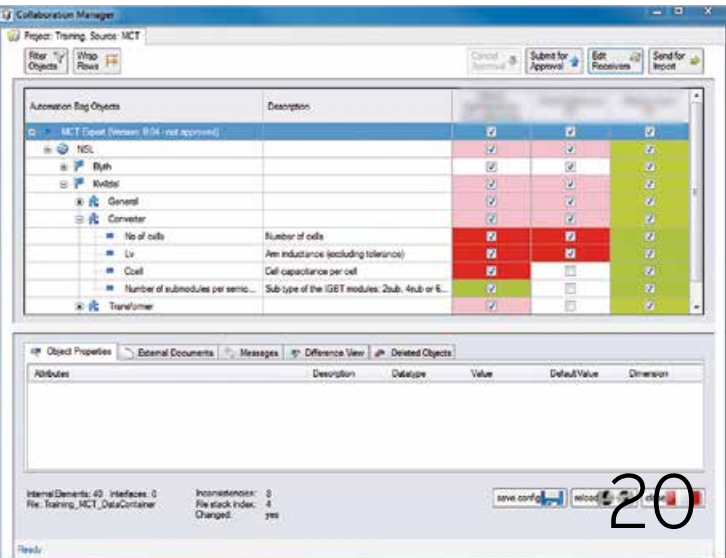


ABB ABILITY

自动化行业项目执行的未来

数十年来，自动化项目一直采用以控制器为中心的分布式控制系统架构。这种方法形成了项目任务之间的相互依赖，使得后期变更十分复杂。ABB全新I/O解决方案将使自动化项目从此告别成本超支和工期延误。



Alicia Dubay
ABB工业自动化事业部
控制技术业务单元
美国 奥斯丁

Alicia.Dubay@us.abb.com

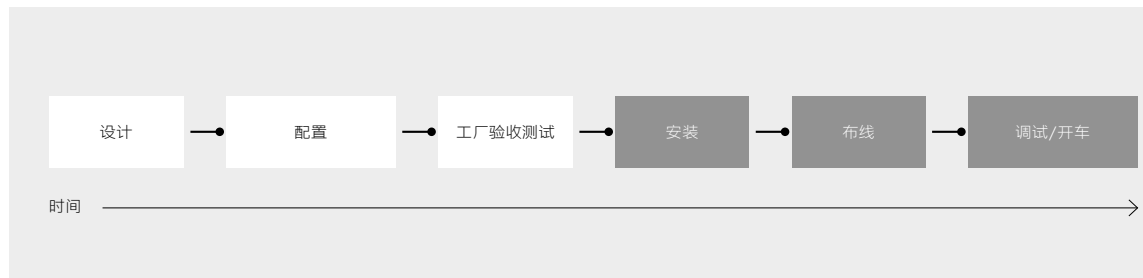


—
01 ABB的Select IO解决方案从根本上改变了自动化项目的执行方式

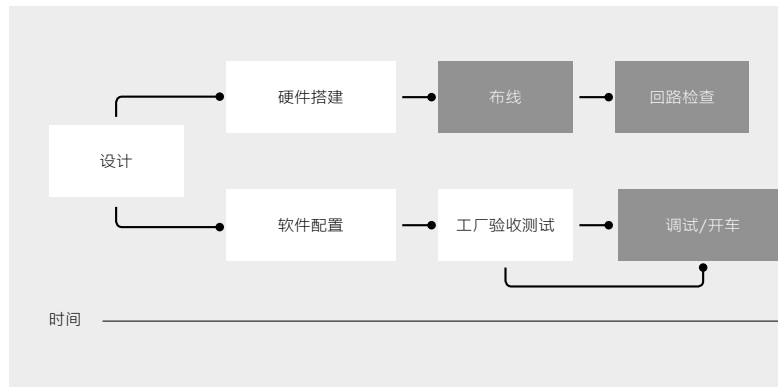
—
02 项目流程——新旧对比

02a 传统的串行项目流程

02b 采用Select IO的项目流程：可并行执行多项任务



02a



02b

多年来，自动化项目一直采用以控制器为中心的DCS架构。然而，以控制器为中心的方法将多通道I/O模块与特定过程控制器相关联，从而在项目任务之间形成相互依赖，这使得后期变更十分复杂。这是公认的项目成本超支和工期延误的主要原因之一，同时也是自动化任务在许多大型投资项目中处于重要环节上的原因。

面向ABB Ability™ System800xA平台的ABB全新I/O解决方案及相应的工程软件，将使自动化项目从此告别成本超支和工期延误。→

—
Select IO是一个单通道I/O系统，适用于通过冗余工业以太网I/O网络与系统通信的过程和安全应用。

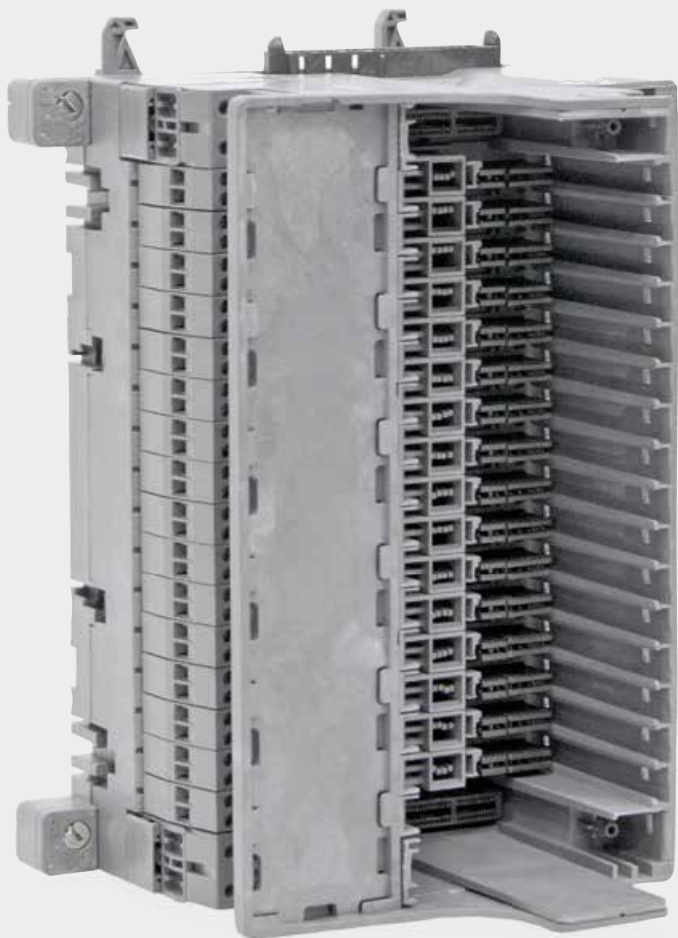
设计冻结

传统上，大多数工业技术项目的设计冻结都在相对较早的阶段。此后，自动化工程师可以敲定设计，订购控制器、I/O等所需硬件并开始应用编程。设计冻结之后做出变更往往导致返工，并且变更越晚，返工成本越高，工期延误的可能性越大。

企业若同时开展多个大型投资项目，其中每个项目都可能涉及数十个分包商和服务商，那么，超支和工期延误的累计成本可能是巨大的。为此，这些企业长期与自动化系统提供商合作，将保存在数据库和电子表单中的信息，与智能仪器和设备、数字现场总线技术以及基于以太网的I/O解决方案等相结合，支持控制系统自动完成自配置和验证、测试以及生成技术文档。采用这种方法有助于消除项目间的相互依赖性，从而促进项目并行执行。多个工作流并行执行提供了更为灵活的环境，能够更好地处理变更。特别是，可以在执行I/O调试的同时进行应用工程。→2

800xA系统的Select IO伸出援手

为了加快I/O调试，同时进行其他项目工程任务，从而减轻硬件信号调整的影响，ABB研发出800xA系统家族I/O解决方案的扩展产品Select IO。Select IO是一个单通道I/O系统，适用于基于冗余工业以太网I/O网络与系统通信的过程和安全应用。→3 冗余网络的特性是它并未隶属于与某个特定的控制器。



03

Select IO有许多优点:

- 可以在项目早期阶段在现场完成端子安装和接线，从而无需大量的端子柜。
- Select IO已在许多方面实现标准化。这降低了测试开销。
- 硬件、I/O和应用都能在软件中进行仿真。

不仅如此，在传统的自动化项目执行方法中，通常在设计冻结后立即订购多通道I/O模块，以便盘厂能够开始装配过程。任何后期变更都会导致返工。使用

Select IO，可以在晚些时候通过加装单独的信号调理模块（SCM）来确定信号类型（AI、AO、DI、DO——代表模拟和数字输入和输出），从而降低设计冻结的重要性，以及任何后期变更在经济上造成的影响。→4

得益于这些因素，相比于传统机柜，标准化紧凑型Select IO机柜可以在完成制造、预配置和预测试后，尽早运送到现场进行安装和接线。

新编组

当通过以太网网络提供I/O时，所有控制器都可以访问到它。因此，可以通过数字方式完成I/O编组，而不必使用端子柜或跨接线来进行实物编组。如果控制应用必须连接至某个I/O信号，那么，当它从一个控制器转移到另一个控制器时，将无需返工，因为当控制器“编译”其应用软件时，I/O连接已自动完成编组。这种方案大幅降低了最终用户或工程承包商的变更订单需求。

xStream Engineering——配置、检查、连接

xStream Engineering解决方案基于的理念是，利用800xA系统，多个工作流可以同时且各自自主（或彼此独立）执行。通过减轻不同项目任务之间的相互依存性，并为它们提供在项目后期实现融合的手段，项目延期风险大大降低，项目及时或提前完工的概率则大大提高。这个解决方案的核心是Ethernet I/O Wizard，它是800xA系统的工程软件的组成部分。可以通过任何项目执行方法使用该解决方案，但最好在交付应用之前，用于单独对Select IO进行现场配置和功能检查。

ABB的Select IO解决方案及相应的工程软件，将使自动化项目从此告别成本超支和工期延误

要理解xStream Engineering是如何发挥作用，不妨设想两个简单的工作流。一个工作流包含可在现场执行的任务，而另一个工作流则是在另一个地方完成的应用工作（通常是在ABB或系统集成商的办公室）。在现场，可以在项目早期阶段交付I/O机柜，然后在即将进行测试之前，执行下列步骤：

—
03 ABB Select IO模块底座

—
04 Select IO信号调理模块

—
05 Select IO可加快并简化
自动化项目，助力项目大获
成功

1. **配置:** 在某个Select IO站上, Select IO模块底座安装了与I/O类型相匹配的SCM。然后, 一个由控制器和安装了System 800xA工程工具的便携式电脑组成的现场工具包, 将连接至Ethernet I/O现场通信接口(FCI)。Select IO利用I/O列表中的数据(包括信号名称), 并辅以保存在现场仪器上的HART配置数据, 自动完成扫描和配置。还将根据检测到的I/O类型, 自动创建测试配置, 以帮助执行功能回路检查。譬如, 如果一个AI型SCM连接至一个HART发射机, 那么, I/O向导将自动检测出这一情况, 并配置I/O结构, 创建用于测试的临时AI控制模块。
2. **检查:** I/O配置完毕后, 测试配置下载到控制器, 在现场对智能和非智能现场设备进行功能检查, 同时在ABB的一个项目中心完成应用工程。利用800xA系统的技术文档管理器回路检查模板, 创建并保存现场测试和验证技术文档。
3. **连接:** 功能检查完毕后, 可以将I/O结构导入工程设计使用与I/O配置相同的信号名称的产品应用。将I/O配置导入产品系统时, 信号也自动完成“软编组”——无需映射。将通过信号概览视图和/或Ethernet I/O Wizard报告任何冲突或遗漏的I/O分配, 并快速纠正。现在, 系统已做好进行调试的准备。

—
当通过以太网提供I/O时, 所有控制器都可以访问。因此, 可以通过数字方式完成I/O编组, 而不必进行实物编组。

在现场执行上述步骤的同时, 在ABB或系统集成商的经营场所通过模拟硬件完成应用代码配置和检查。Select IO和800xA系统的工程工具有利于消除任务间的相互依赖性, 允许两只独立团队并行工作, 同时又精确且高效地结合在一起。这样一来, 项目执行及调试期间进行变更造成的影响大大降低。总体而言, Select IO辅以800xA系统的工程工具, 能够将自动化从大型项目的关键节点中移出, 帮助实现最终目标。借助这个解决方案, 可以减少意外情况、减少变更订单、尽早进行项目调试, 让业主和运行人员皆大欢喜。→5 |



04



05

ABB ABILITY

Collaboration Manager 实现工程数据自动交换

ABB Collaboration Manager (CM) 可在来自不同厂商的工具之间实现工程数据自动交换。此外, CM的特性包括变更计算、历史追踪、版本管理、一致性计算、一致性可视化和项目管理界面等。



Prerna Bihani
ABB电网事业部并网业务单元
瑞典 卢德维卡
prerna.bihani@se.abb.com

工程是一项团队协作,而团队协作的一个基本方面就是信息交换。然而,尽管工程师能够顺畅地交流思想,但要在工程工具之间进行数据交换却颇为棘手。采用公共数据库的工具套件听起来令人心动,但却将客户绑定一个供应商。最好的工程工具是来自不同的供应商,各取所长。此外,每个工程工具都针对其各自用途实现了局部优化,并未设计为与其他工具进行交互。

简而言之,在工具间移交工程数据是一项繁冗、耗时而又容易出错的任务,其中涉及许多人工劳动,一般包括打印图表、手写文件,或在最好的情况下,Excel或PDF文件。在所有数据交换场景中,数据交换都会拖慢项目进度,许多时候,已经完成的工程数据会丢失或者必须重新创建。无缝数据交换依然希望渺茫,往往是靠自制解决方案来勉为其难地填补空白。

为了弥合这一缺口,实现系统的引导式数据交换,包括处理差异和检查一致性,ABB研发出Collaboration Manager (CM)。瑞典的ABB高压直流(HVDC)业务部已将CM引入工作流程,从而大大节省成本并提高质量。

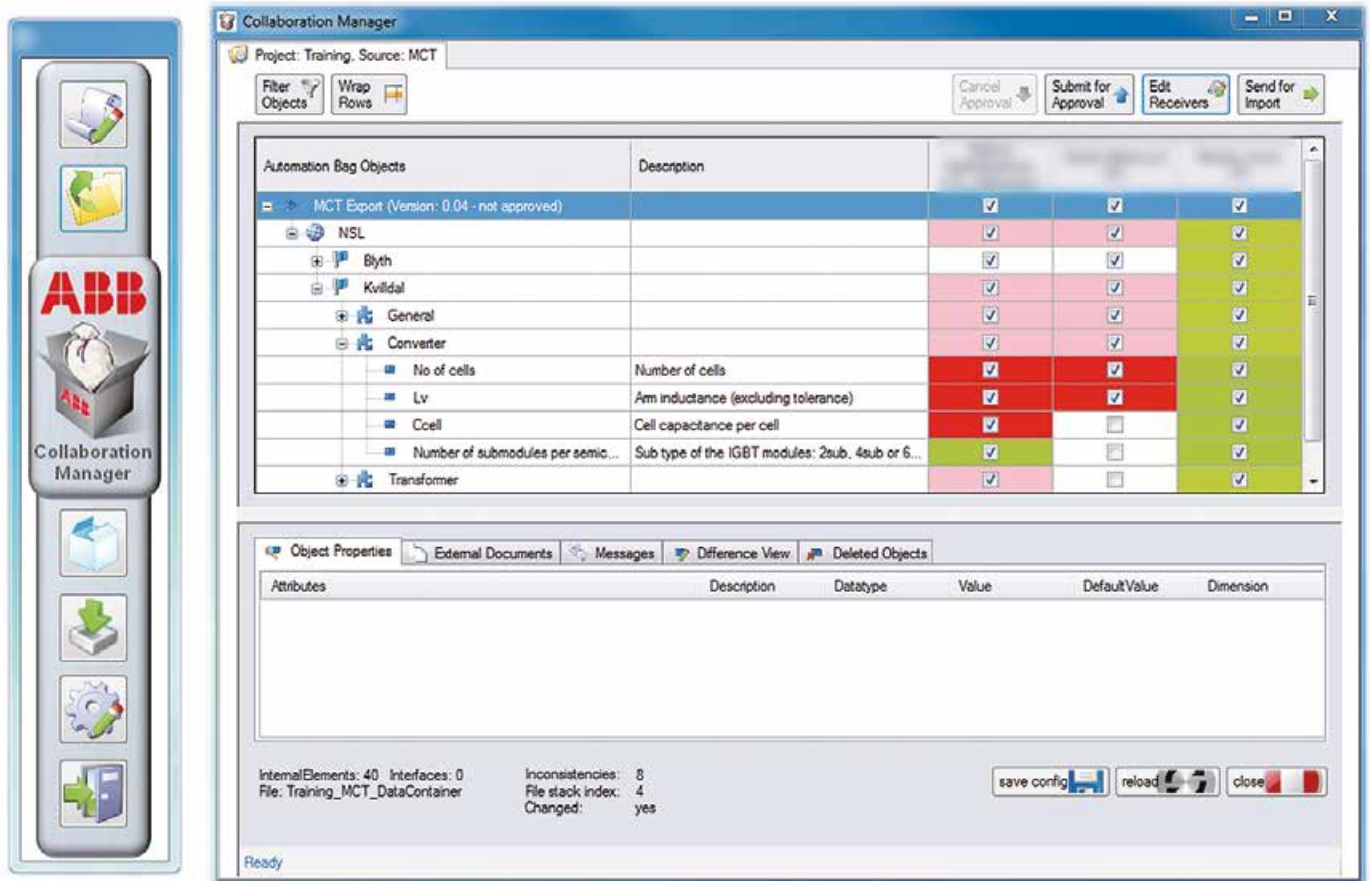


Rainer Drath
前ABB高级主任科学家
rainer.drath@
hs-pforzheim.de

CM的理念

ABB研发的CM解决方案旨在帮助工程师在来自不同供应商的工具之间进行引导式数据交换。[1-5] CM具备Excel文件无法实现的功能:变更计算、历史追踪、版本管理、一致性计算、一致性可视化和项目管理界面等。

—
如今,在工具间移交工程数据是一项繁冗、耗时而又容易出错的任务,其中涉及许多人工劳动。



01

—
01 CM: 有三个接收方的数据所有者视图示例

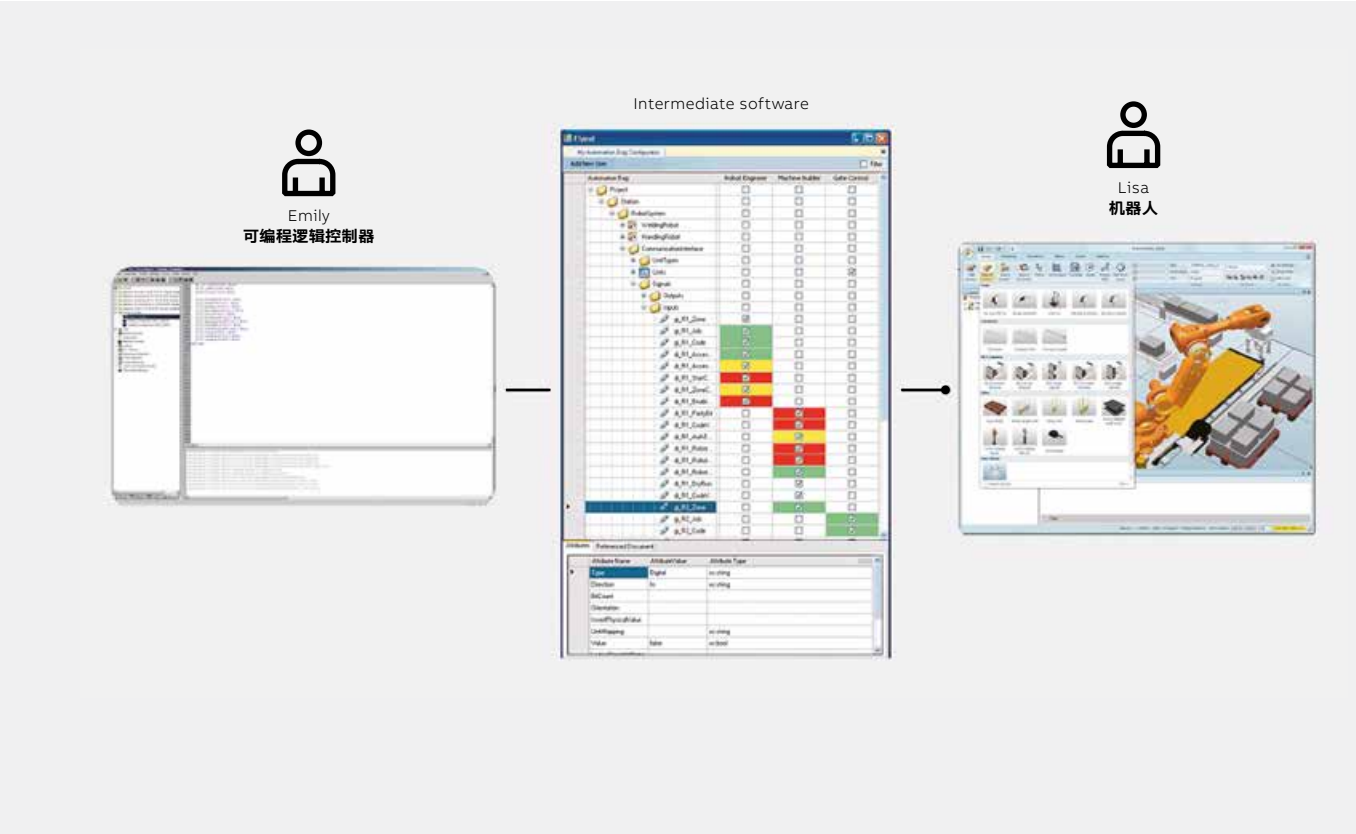
CM的一个重要属性是它十分简单：数据交换基于保存在共享文件夹内的文件，不论该共享文件夹是在公共网络中，还是在云上。除数据交换文件外，CM还充当中间软件。→1-2 CM是专门为在任意数量的独立工程工具对之间进行迭代数据交换而设计的。

→3 所示为典型的CM工作流程：Emily是PLC（可编程逻辑控制器）工程数据的所有者，她将这些数据的一个子集发送给机器人工程师Lisa，后者即为数据接收方。CM知道Lisa已经使用了哪些数据，它可以随时检查两个数据集是否同步并显示检查结果。CM在第二次迭代中发挥作用：Emily做出变更并将新版数据发送给Lisa。CM可以比对数据集并利用色码向Emily和Lisa显示差异和不一致。

在技术上，CM以简单的软件架构为特点，它没有数据库、客户端-服务器或服务导向架构（SOA）。它是一个简单的基于文件的方法，仅需访问公共文件服务器或云存储系统，如SharePoint。CM文件格式使用AutomationML标准，符合IEC 62714标准。[6] 发送AutomationML文件只需将之转移到规定文件夹。通过电子邮件或优盘，还可以支持脱机数据交换。

CM可自动存档所有交换文件，并提供对比功能，以观察随时间的推移而发生的所有变更并将之可视化。它支持在无需彼此了解的独立工具之间进行数据交换，并提供变更和版本管理。CM还可系统地避免数据所有权冲突，并实现不同工程工具间的数据一致性。CM可以为不同群体带来益处：

—
ABB研发的CM解决方案旨在帮助工程师在来自不同供应商的工具之间进行引导式数据交换。



- 对于工程师而言，CM提供了一条与其他工程师交换数据的透明途径，同时又可持续更新其工程工具数据与接收方的工程工具数据之间的不一致状态的信息。数据交换由工程师自行发起，这突出了工程师的责任，并且允许在任意工程工具对之间进行自发的数据交换。
- 对于项目经理，从概念上讲，CM提供了关于整个项目当前的数据不一致状态的全部信息，并突出表明有待关注的点。
- 对于软件开发人员和托管机构，CM是大幅降低导入设备/导出设备开发工作量的手段。

CM与HVDC——业务遇上创新

1954年，ABB率先研制出HVDC技术，实现可靠且高效的远距离低损耗输电。从那时起，ABB已承建超过110个HVDC项目，总容量逾120,000 MW，约占全球总装机容量的一半。

目前，HVDC项目需要使用分布于20个工程工具平台的约40种工程工具。一般而言，仅在系统设计部门就要开展约30个并行工作流程，不同工程研究之间的数据交换交互点多达400个左右。相应地，每次交互都涉及在发送方与接收方之间进行一次或多次数据转移。假设每年每个交互点进行两次数据交换，每年总共要进行24,000次数据交换。如果一年内整个工作流程要交换20个参数，那么，将要交换约480,000个参数。

—
CM的一个重要属性是它十分简单：数据交换基于保存在共享文件夹内的文件，不论是在公共网络中，还是在云上。

—
02 早期CM原型演示基本概念

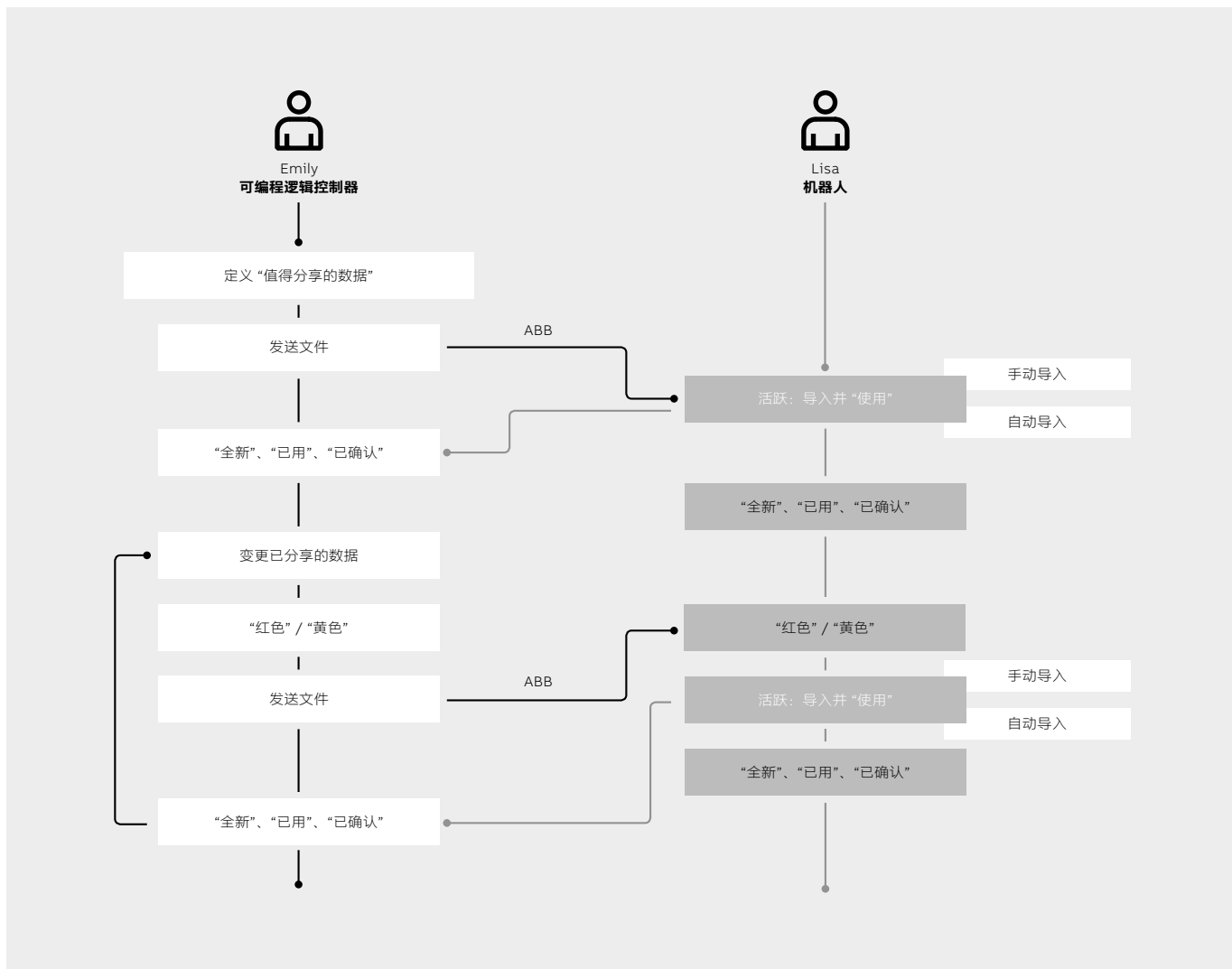
—
03 CM workflow

目前，很大部分数据转移是在纸面上完成的——这是一个极易出错的过程，每年都要耗费许多人工。加上多次迭代、缺乏变更管理、交付周期延误以及基本上与其他工程部门重复的场景，数据转移的成本急剧上涨。

为了改善这种情况，多项工作正在进行，包括一个数据流项目，其目标是理解工程研究中的数据转移的复杂性。对支持变更管理的自动数据交换的需求越来越明显，数据交换软件应实现的许多功能已经确定。利用基于Excel的内部数据交换工具做出了部分尝试。然而，使用Excel无法进行适当的变更管理，并且仅可在Excel工作簿文件之间交换数据。

CM是这个HVDC项目数据交换难题的完美解决之道。借助CM及其采用AutomationML标准的基本原则，可以在各式各样的工程工具之间实现简单而又高效的自动数据交换，并进行高效的变更管理。AutomationML是基于XML的中性数据格式，专为用于交换工程数据而设计。

—
ABB高压直流（HVDC）业务部已将CM引入工作流程，从而大大节省成本并提高质量。



—
04 Project Cockpit——包含9个项目工程师、6个工具的状态一览表示例

—
05 单击鼠标完成数据导入后接收方的CM视图

CM用于HVDC：数字化数据交换提高质量和效率

针对ABB HVDC项目进行定制，CM研究原型添加了新的特性：

CM以简单的软件架构为特点，它没有数据库、客户端-服务器或服务导向架构（SOA）。

- Project Cockpit（项目管理界面）概括显示了整个项目中的数据转移的当前状态。包括发送方-接收方数据一致性状态色码表格的快照。每个单元格都标示了接收方数据与相应的发送方数据的同步状态。→4 利用Project Cockpit，项目经理可以查看状态更新，轻松查明有待解决的隐患区域。

- 新的数字化数据审批流程支持“审批人”确认数据质量。可以为特定数据集指定多个审批人，经所有审批人确认后，该数据集才会标记为“批准”，否则是“拒绝”。此外，版本管理与审批状态相关联，以便轻松确认数据质量。
- 基于AutomationML的映射技术允许通过导出设备和导入设备在操作中读取的预先规定的工具类别，将源工具参数映射至相应的目标工具参数。其益处有两个：仅与各个接收方有关的数据才会被发送方选中进行转移，并且接收方仅需轻击鼠标即可完成导入数据，而不必手动执行映射。→5 这个过程无需公共语义标准，这是AutomationML的关键属性。
- 基于AutomationML的用户管理功能可在短短数分钟内设置好用户配置文件。
- Outlook生成自动电子邮件通知，告知CM有更新数据可用。

CM可自动存档所有交换文件，并提供对比功能，以观察随时间的推移而发生的所有变更并将之可视化。

		Receiver Tool Folders								
	Used data % (version #)	MCT2	PSCAD2	RS2	CTL_Harmonics	MCT	RS1	ISO	PSCAD	HAP
Sender Tool Folders	MCT2		0.00 % (v.1.0)	93.33 % (v.1.0)	90.48 % (v.1.0)					
	PSCAD2									
	RS2									
	CTL_Harmonics									
	MCT		68.18 % (v.2.01)	93.33 % (v.2.01)	85.71 % (v.2.01)		93.33 % (v.2.01)	100.00 % (v.1.0)		
	RS1									
	ISO			100.00 % (v.3.0)			98.98 % (v.3.0)		85.71 % (v.3.0)	
	PSCAD									
	HAP			7.01 % (v.3.01)			34.00 % (v.3.0)			
Color Keys										
Used data is consistent and of latest version	Used data is consistent but of older version	Used data is inconsistent	Data not imported	No data exchange						

— 参考

[1] R. Drath, M. Barth, "Beherrschung von Semantikvielfalt mit AutomationML." In atp 12/2012, Oldenbourg Verlag, 2012.

[2] R. Drath, M. Barth, "Concept for managing multiple semantics with AutomationML." Accepted paper for the Proceedings of the IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 2012, Krakow.

[3] R. Drath, M. Barth, "Concept for interoperability between independent engineering tools of heterogeneous disciplines." In Proceedings of the IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Toulouse, September 2011.

[4] R. Drath, "Let's talk AutomationML – What is the effort of AutomationML programming?" In Proceedings of the IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), September 2012.

[5] M. Barth, et al., "Evaluation of the openness of automation tools for interoperability in engineering tool chains." In Proceedings of the IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), September 2012.

[6] IEC 62714: Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering (AutomationML), September 2012.

迄今为止，CM已被用于为多个平台的6个核心HVDC工程工具开发插件：Main Circuit Toolbox、HarmonicAnalysis Program、绝缘配合程序ISO Light、谐波电压源计算工具CTL Harmonics、瞬态模拟软件PSCAD和Excel要求说明工具。AutomationML编程极为简单[4]，研发工作主要集中在准备工程工具，以满足基本的数据交换要求。平均每次工具集成要用5周时间进行工具准备，而开发插件仅需一周时间。这6个工具交换的参数值数以千计，占系统设计部门的数据交换的很大部分。已计划将CM扩展用于其他ABB HVDC业务。

— Project Cockpit概括显示了整个项目中的数据转移的当前状态。

现在，只要简单的鼠标操作即可在发送方与接收方之间自动交换数据，而不必等待发布书面报告。CM必将助力HVDC工作流程大幅降低成本、提高质量。

CM可在多个工具平台上实现自动数据转移——它可追踪变更并确定数据责任，引入数字化数据审批流程，提供数据版本管理，包括变更记录，以及引入数据目标消息传递等特性。Project Cockpit可全面显示整个项目中使用的各种工具间的数据一致性状态。最终结果是缩短交付周期，尽早进行核查，以及提前编好数据报告以供交给客户。

令人感兴趣的是，工具之间进行数据交换无需语义标准。尽管如此，CM为通过演进框架逐步实现数据标准化铺平了道路。|

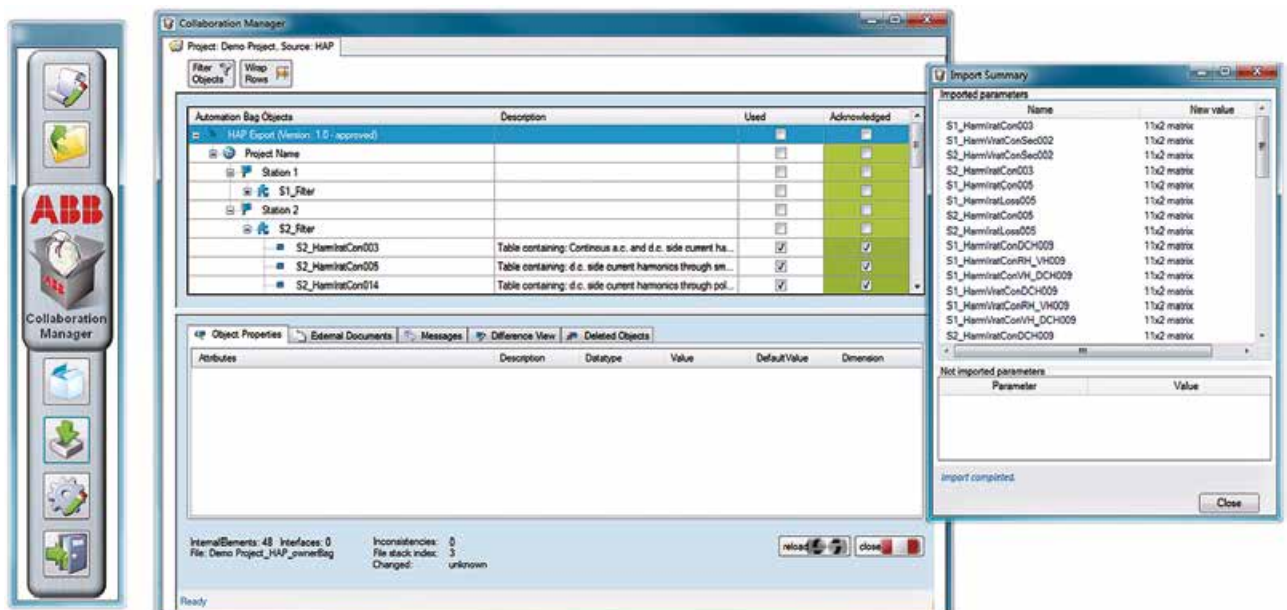


ABB ABILITY

采矿业的数据应用

ABB Ability™解决方案帮助ABB采矿业客户优化流程，改善运营。



Eduardo Gallestey
Venkat Nadipuram
ABB过程自动化
瑞士 Dättwil

eduardo.gallestey@
ch.abb.com
venkat.nadipuram@
ch.abb.com

矿山经营者正面临着艰难的权衡。一方面，产品售价不断下降，但又不得不在偏远地带开采劣质矿体，另一方面，能源价格居高不下，环境监管日益严格。只有彻底优化过程性能，提高设备利用率，才能克服这些挑战。

ABB是采矿业电气化和自动化解决方案的主要提供商。我们提供面向研磨、提升和物料运输的产品和服务，包括交交变频器、变速传动装置、电机、变速箱等组件以及针对特定应用的软件。

ABB发起了一个利用ABB Ability™平台提升采矿业设备可靠性和性能的项目。该项目将进一步改善远程操作，以及高级过程控制的支持和部署，从而帮助矿山经营者充分挖掘其资产潜力。

ABB启动了一个利用ABB Ability™平台，提升采矿设备可靠性和性能的项目。



翻新后的ASEA矿井提升机，加拿大安大略省萨德伯里



为了实现这个目标，ABB将采用与大数据有关的分析方法来开发模型，该模型可利用下列数据预测系统故障并改善性能：

- 高频电气数据
- 采矿过程中磨机、传送带和提升机等产生的关于可靠性、性能和质量的过程数据

该项目其中一个不可分割的组成部分是创建协同中心，通过这个中心，ABB专家将为客户服务，确保快速响应，充分利用ABB遍布全球的技术专长。

预期收益包括

- 降低运营成本
- 以合理的成本提高生产效率和能源效率
- 延长设备使用寿命、降低生命周期成本，提高投资回报率

保护 和安全





保障工业设施运行和配电安全，远不止是提供备份、容错和冗余，还必须深刻理解系统的运行方式，以及如何保护系统的功能。ABB设备在设计上充分运用了安全领域的技术专长，可支持海量应用，从船舶到微电网，不一而足。

- 30 多回路监测系统
- 37 数兆瓦级中压电力保护
- 44 Ekip Link逻辑区判别保护系统
- 50 Emax 2可保护、监测和管理微电网



保护和安全

多回路监测系统

ABB全新超紧凑型、高性能多回路电能监测系统(CMS),可帮助大型复杂电力设施的运营者监测、显示、记录并报告各分支的电气参数,包括电流、功率、电能和谐波畸变等。

Paweł Ludowski
Piotr Ryba
Jerzy Wąsacz
ABB集团研发中心
波兰 克拉科夫

pawel.ludowski@pl.abb.com
piotr.ryba@pl.abb.com
jerzy.wasacz@pl.abb.com

Harm deRoo
Nico Ninov
Fabian Maier
ABB低压产品
瑞士 沙夫豪森

harm.deroo@ch.abb.com
nico.ninov@ch.abb.com
fabian.maier@ch.abb.com

随着能源成本日益攀升,碳排放意识不断提高,数据中心、机场、医院和银行等配备大型复杂电力基础设施的场所运营者,需要细致深入地了解其网络各个分支的用电情况。ABB全新超紧凑型、高性能多回路监测系统家族CMS可帮助实现这一目标。→1.

CMS由控制单元和传感器组成。系统的单个组件可轻松安装到控制箱和配电柜中,并可用于现有电气设施的翻新改造。CMS系统研发特别注重用户友好性、大测量范围(高达160 A)和解决方案的可灵活扩展性,以满足各种应用需求。在过去CMS-600产品的基础上,CMS家族进一步壮大,新的CMS-700控制单元和新的传感器类型不仅可以监测电流,而且可以监测三相主线输入以及各个分支回路的其他电气参数,如功率、能量或电流谐波总畸变率(THD)等。新增关键特性包括通过网站界面实现可视化、数据记录、自动报告和以太网通信等。

—
CMS-700专为满足数据中心等行业的精密电源应用需求而打造。

CMS-700专为满足数据中心等行业的精密电源应用需求而打造。同时,CMS也非常适用于其他电能监测应用,如分析办公楼等建筑物的节电潜力。

CMS硬件

CMS-700控制单元的核心是德州仪器AM3352 ARM Cortex-A8应用处理器。→2 该处理器配有256 MB DDR3 RAM内存和4 GB eMMC闪存。CMS-700控制单元可通过TCP/IP、Modbus RTU、Modbus TCP/

CMS也非常适用于其他电能监测应用，如分析办公楼等建筑物的节电潜力。

IP或SNMP v1、v2c或v3等标准与外部通信。利用以太网链路，可通过HTTP应用协议访问网站界面，并可通过Modbus TCP/IP或SNMP协议访问测量数据。用于

连接CMS传感器的三个内部MODBUS接口最多连接96个传感器（每个通道32个传感器）。

另外，一个独立的外部Modbus端口提供了工业标准通信接口，可兼容原有的控制单元CMS-600共用一个总线。内置主线监测电路可测量电气参数，如电压均方根值（VRMS）和电流均方根值（IRMS）、功率因素、电能、有功功率、无功功率和视在功率等。还可计算电压和电流THD值。数据经由I2C总线发送至主处理器。整个系统由L1相直接供电，AC/DC转换器的反激式拓扑可为整个装置以及通过CMM（通信媒体模块）端口为外接传感器提供隔离式低压电源。CMS-700有三个单独的PCB：一个搭载CPU、RAM、闪存和以太网连接能力的PCB提供计算能力。→3



另一个PCB则具备AC/DC转换器、电能监测电路和外置Modbus接口以及电压输入和电流输入端口。第三个PCB最小，它提供接头和保护电路，可以在处理器板与外接CMM传感器之间实现互连。整个控制装置的组件分解图如→4所示。

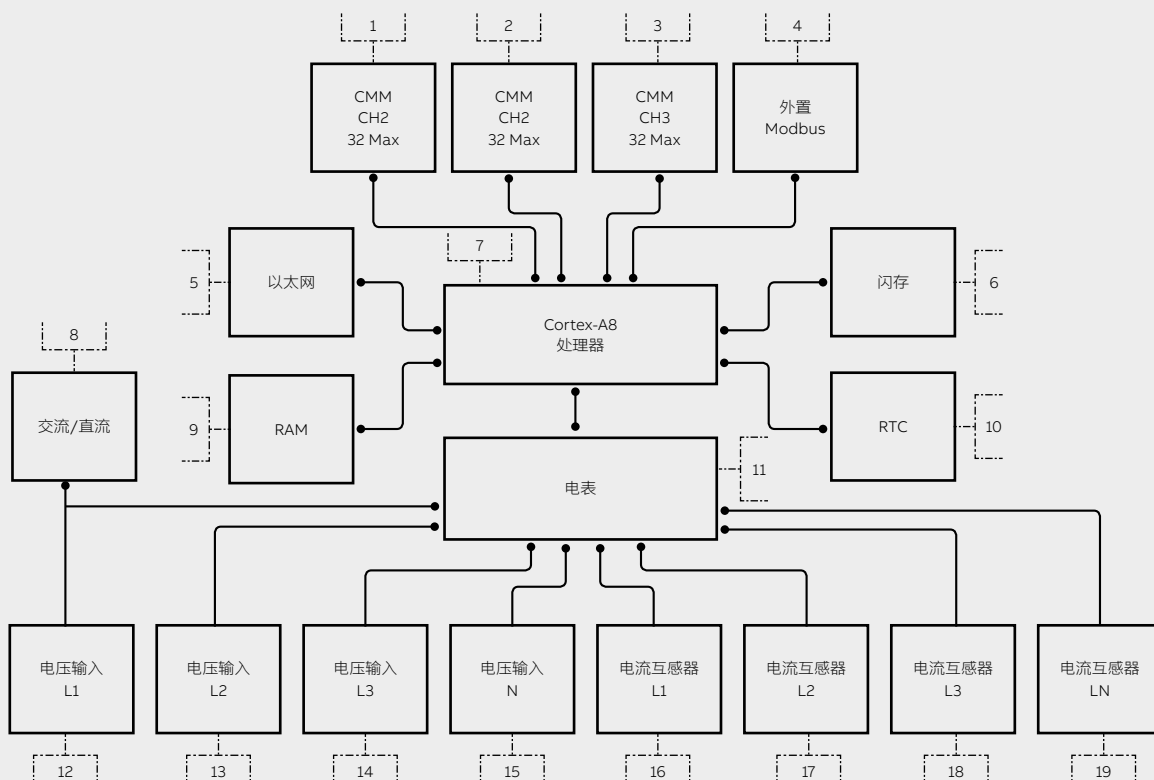
硬件设计模拟

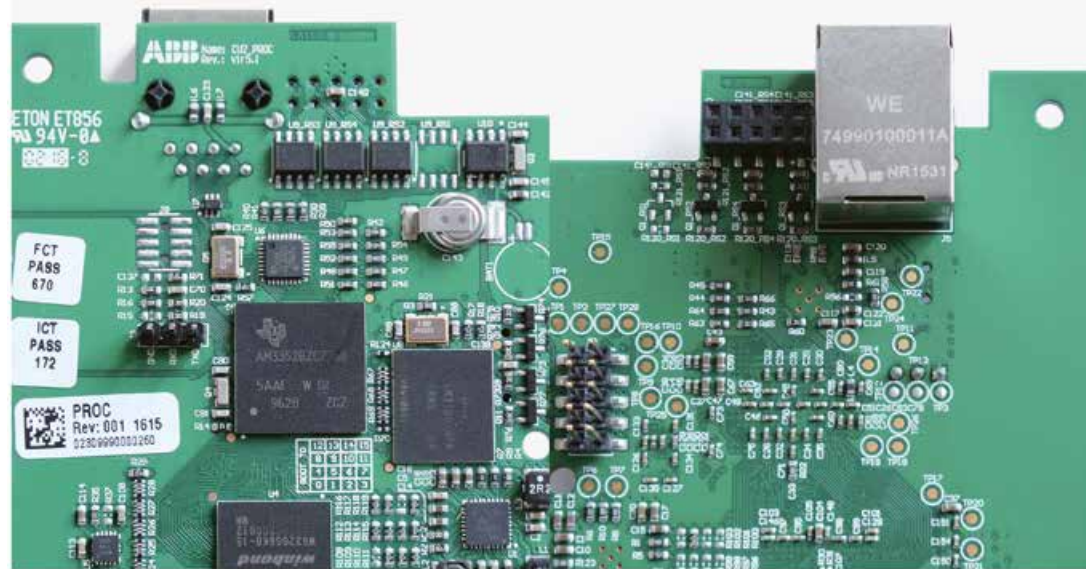
电子设计得到了在ANSYS/Fluent软件中创建的计算流体动力学（CFD）模拟的支持。CAD（计算机辅助设计）模型以STEP CAD格式从AltiumDesigner导出，然后导入SolidWorks并加以简化。

PCB模型置于机柜模型中，然后加载到ANSYS软件中，创建有限体积网格并设定模拟物理参数。→5

面向CMS电流传感器的三个内部MODBUS接口可连接96个传感器。

这类型模拟的关键点在于正确建模多层PCB。CMS-700PCB包含多达6层35微米铜箔并间以FR4层压板。为将这些薄薄的铜箔网格化，使用薄壳传导模型来设定每层铜箔的虚拟厚度和热传导性。





03

- 02 硬件框图
- 03 处理器板
- 04 CMS-700控制单元
组件分解图

CFD模拟可以帮助发现热点，评估机柜设计，并将热耗散纳入考虑。→6 CFD模拟还支持为用于电流测量的分流电阻器选择最佳欧姆值：理想情况下，电阻阻值应当较低（以尽可能减少发热），但阻值越低元件成本越高。CFD建模可找出发热量与成本的最佳平衡。

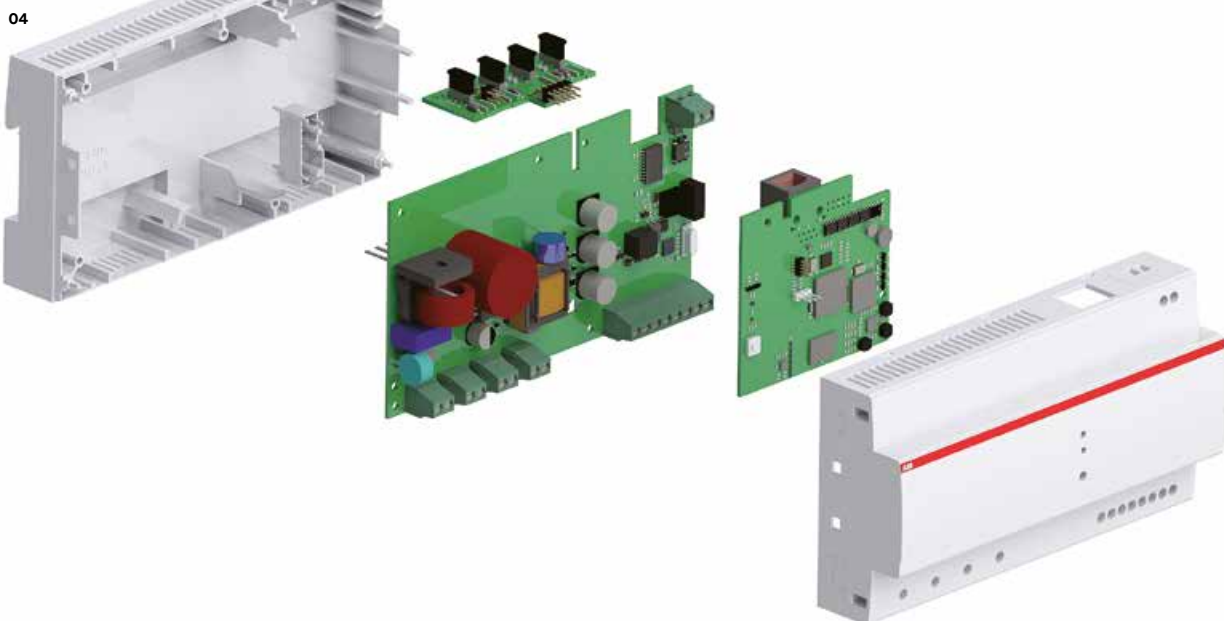
第一批原型制作完毕后，CFD模拟经过了温度测量值的验证。利用红外摄像头找到热点，并借助PT100热电阻测温仪（RTD）绘制出准确的温度曲线。这些测量值证实了CFD模拟的准确性。→7

硬件设计的坚固耐用性也通过了按照国际电工委员会（IEC）标准执行的EMC试验。

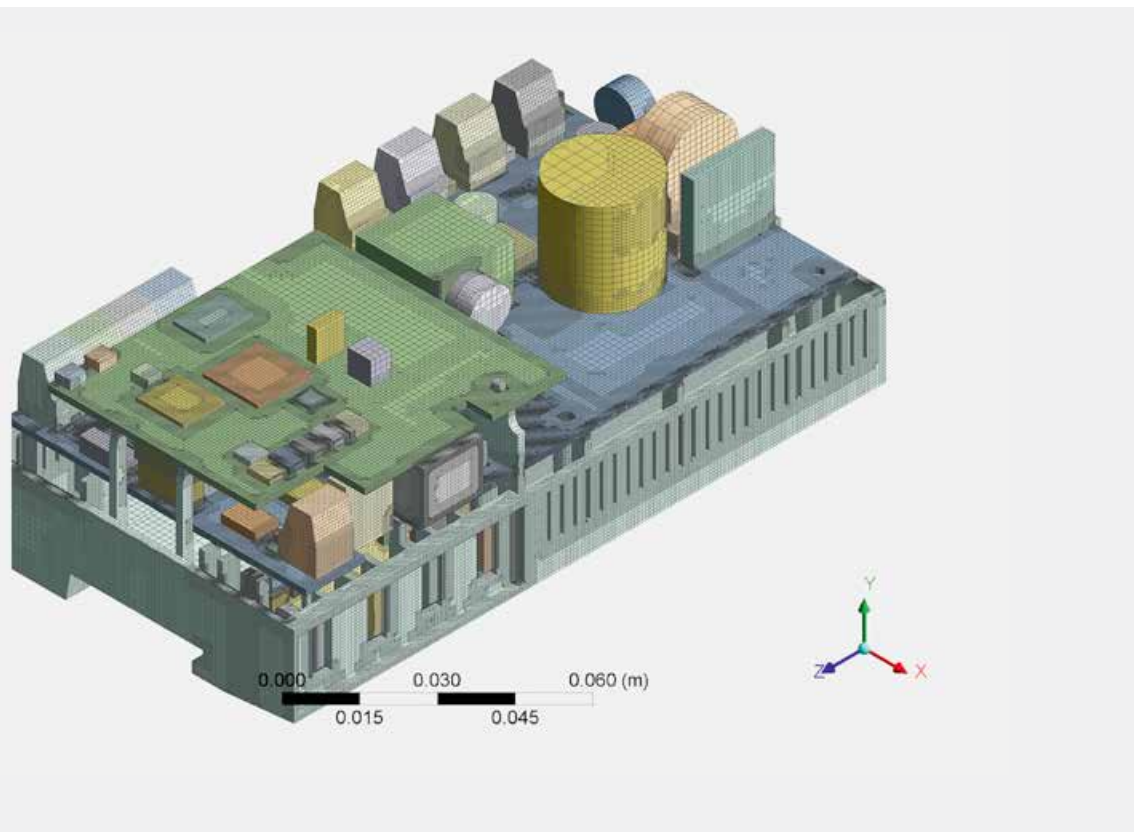
软件

CMS-700由在定制Linux系统上运行的嵌入式软件控制。嵌入式操作系统包含引导加载程序、Linux内核和根文件系统。所有系统组件均已利用Linaro GCC工具链针对ARM体系结构完成编译。使用TI Linux软件开发工具包对引导加载程序和Linux内核进行了预编译。根文件系统创建则是使用Buildroot工具，并且选择开源通用引导加载程序。

硬件设计的坚固耐用性也通过了按照IEC标准执行的EMC试验。



04



05

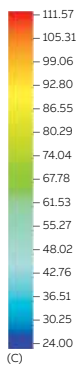
防火墙

CMS-700设备受基于nftables网络包过滤引擎的内置防火墙的保护，这个防火墙也是Linux内核的子系统。防火墙规则仅允许连接至HTTP、SNMP和Modbus服务。不仅如此，防火墙支持连接追踪，允许实现状态防火墙和配置包限制器。这类型防火墙可以配置为接受属于CMS-700发起的连接（状态：建立）的所有传入数据包，以及属于与CMS-700发起的连接有关的连接（状态：有关）的所有传入数据包。例如，这一特性

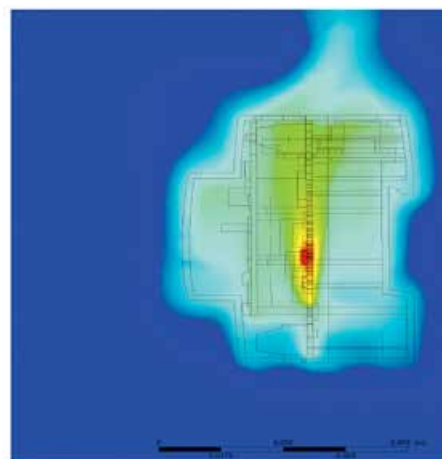
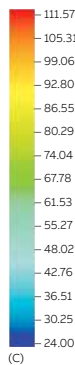
可以用于在CMS-700发起连接时，允许网络时间协议（NTP）服务器作出响应。

防火墙不仅保护设备免遭未经授权的访问，而且可以抵御拒绝服务（DoS）攻击，包括ARP、ICMP、IP、TCP和UDP数据包风暴。ABB设备安全保障中心对设备保护力度进行了验证，CMS-700通过了按照ABB指令执行的网络安全测试。

温度
立体效果图



温度
平面图



06

—
05 CAD模型上的有限体
积网格

—
06 CFD模拟结果——机柜
内部和外部的温度分布

—
07 CFD模拟结果与PT100
温度测定值的比较

07a CFD模拟预测热点位于
搭载AC/DC转换器、电能
监测电路和外置Modbus的
电路板上的8个表面贴装元
件的底部

07b 线路1的PT100测定值反
映出模拟得到的温度曲线
(最左侧元件)

后端和前端代码

负责测量、数据传输、配置和可视化的代码可以分为后端代码和前端代码。后端代码是网络用户界面与硬件之间的中间层。它支持基于SNMP和Modbus协议的设备配置、测量、数据采集和数据传输。前端软件是采用Angular.js框架以JavaScript编写的网络用户界面。CMS-700与网络浏览器之间的整个HTTP传输采用安全套接层（SSL）技术加密。

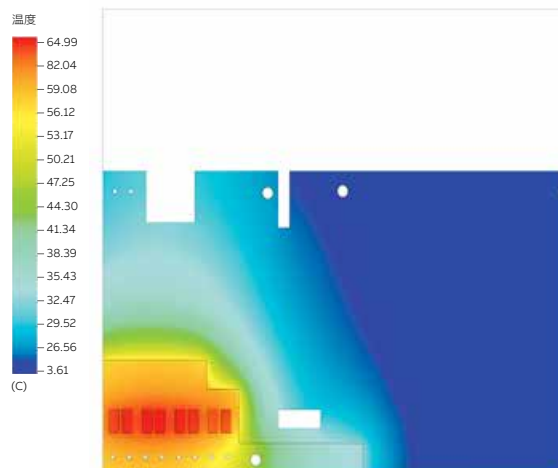
—
**CMM传感器的测量数据显示为短期
图表，可从表格中读取在线值。**

配置

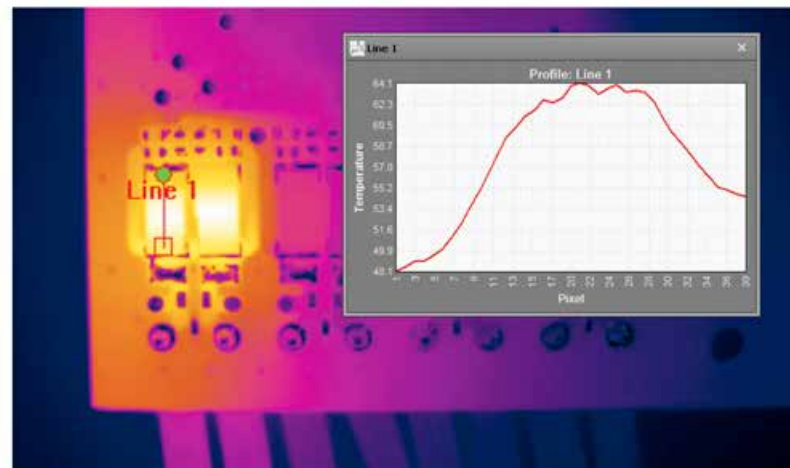
设备的网站显示了测量数据并提供多语言配置。

CMM传感器的测量数据显示为短期图表，可从表格中读取在线值。设备保存所有测得数据。因此，提供了接口用于读出历史数据（可作为.csv文件导出）。这些特性亦可用于主线电能质量测量数据（电压、电流、THD、功率因素以及有功功率、无功功率和视在功率等）。CMS-700可计算出CMM传感器监测的主线及分支的耗电量。这些数据可以在单独视图中显示。

配置节允许编辑参数，如主线的电流互感倍率。CMM传感器可以进行详细配置，例如，可以添加、删除、显示、标识和编辑数据绑定参数（分支名称、组分配、相位分配和功率因数校正）。报告交付选项（电子邮件或FTP服务器）也可以在网络界面上进行配置，通信协议、语言、时间、密码、软件更新和恢复工厂设置等亦然。



07a



07b

—
08 开口传感器

—
09 闭口传感器

新传感器

传感器实现了标准化，宽度分为18毫米和25毫米，可以测量谐波以及AC、DC或最高达160A的真RMS（TRMS）。

每个传感器都具备自有微处理器，可以处理信号，因而测量数据通过总线接口数字传输至控制装置。这大幅降低了配电柜布线要求，同时大大提高了测定值传输的可靠性，并消除了常见于模拟数据的干扰类型。

每个传感器都具备自有微处理器，可以处理信号，因而测量数据可以通过总线接口数字传输至控制单元。

ABB提供的CMS传感器分为开口和闭口两种设计。→8-9 闭口式传感器采用封闭式结构，AC测量精度为 $\leq \pm 0.5\%$ ，因而适用于各种必须实现最高测量精度的应用。归功于其U型设计，开口式传感器可以轻松用于现有设施翻新改造，无需断开电缆或关闭设备。它们的AC精度为 $\leq \pm 1.0\%$ ，适合多种应用。

应用及首批客户

CMS-700专门针对精密电源应用而开发，如数据中心的电力系统。爱尔兰的一个数据中心安装了20套控制装置，用于监测每个主线相位及730个分支的电流和能量。客户可以查看总能耗以及各个分支或服务器的能耗。CMS还可突出显示任何电源异常行为。其他精密电源用户还包括机场、医院、电信和银行业等。不久前，巴西一家银行安装了90个控制单元和8,000个传感器用于监测其能耗情况并实现可视化。

但CMS-700控制单元不仅适用于精密电源，也可用于显示单独用电设备的耗电情况：ABB的一个客户将CMS-700集成到生产线上，以帮助分析每种产品的成本。|



08



09

保护和安全

数兆瓦级中压电力保护

2017年，ABB革命性的ZISC技术——基于PCS120转换器平台的新一代中压不间断电源（MVUPS）——横空出世。→1 这一高性能、可扩展的系统扩充了ABB MV UPS产品组合，为重点负荷行业提供优质、可靠、高效的电力。



Eduardo Soares
ABB电气产品事业部
功率调节产品
新西兰 内皮尔

eduardo.soares@
nz.abb.com

过去10年，科技领域数字化设备和大数据的飞速发展与应用，改变了现代商业和社会。对可靠的实时数据的需求和数字设备的普及达到史无前例的规模。其覆

盖范围十分广泛，从客户驱动型技术，如物联网和个人智能终端，到大数据驱动分析，以及诸如金融机构等数据依赖型企业 and 政府安全机关，无所不包。

01



转变的动力来自广泛的基础设施建设，以及对电子制造设施和大型数据中心与日俱增的投资。这些设施受规模经济影响不断扩建，形成像超大型数据中心这样的大规模设施，其用电需求也水涨船高——往往高达数兆瓦。

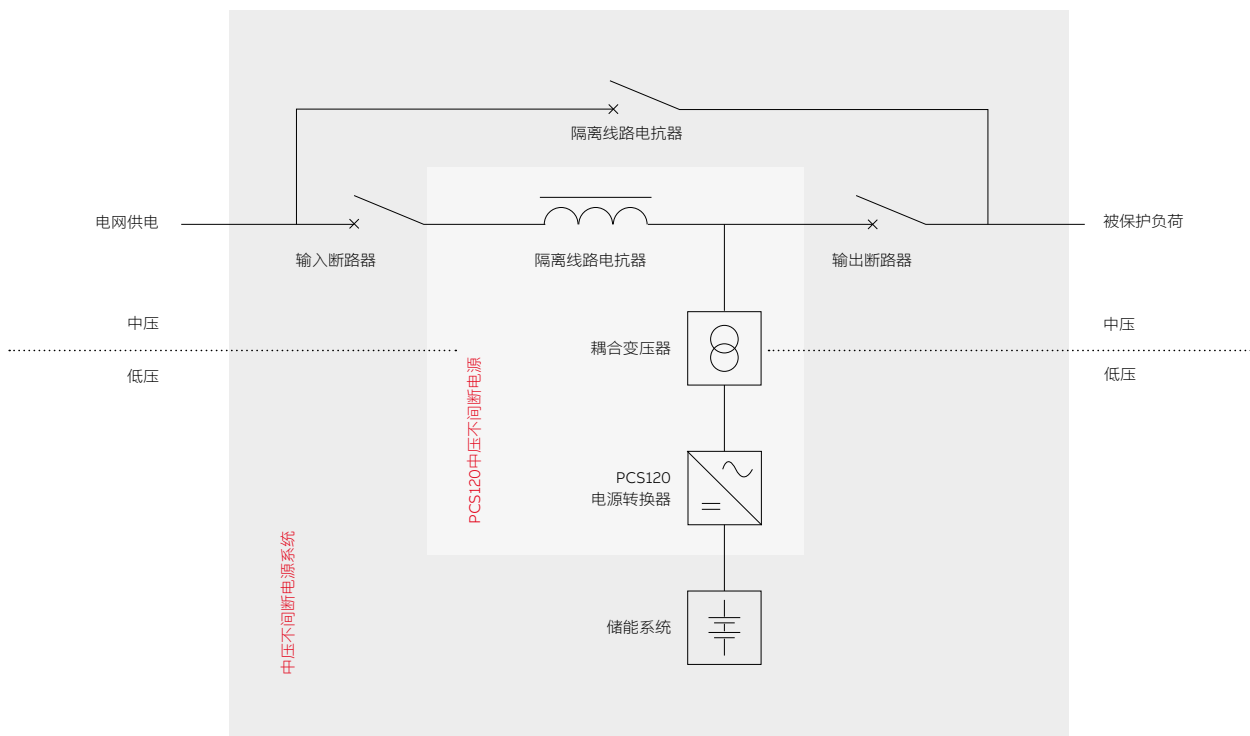
这些大规模设施对供电质量的要求远远超出电力公司所能提供的电能质量，因为这些关键设施停机造成的经济损失之高是难以承受的。不仅数据中心和半导体

工厂是这样，其他关键负荷行业，如制药业、化工业和食品饮料行业等亦是如此。

数据中心竭力降低成本，并把省下的成本转化为客户利益。客户利用诸如PUE（电源使用效率）等标准和运营成本分析等主要工具来确定应当把合同交给哪个数据中心。[1] 这些高科技设施的特点是单一场所用电量巨大，因此，对最高可靠性和最优能效的绝对要求，对于保持这些关键负荷行业的竞争力至关重要。

受规模经济影响，数据中心单个场所不断扩建，其用电需求也随之水涨船高——往往高达数兆瓦。

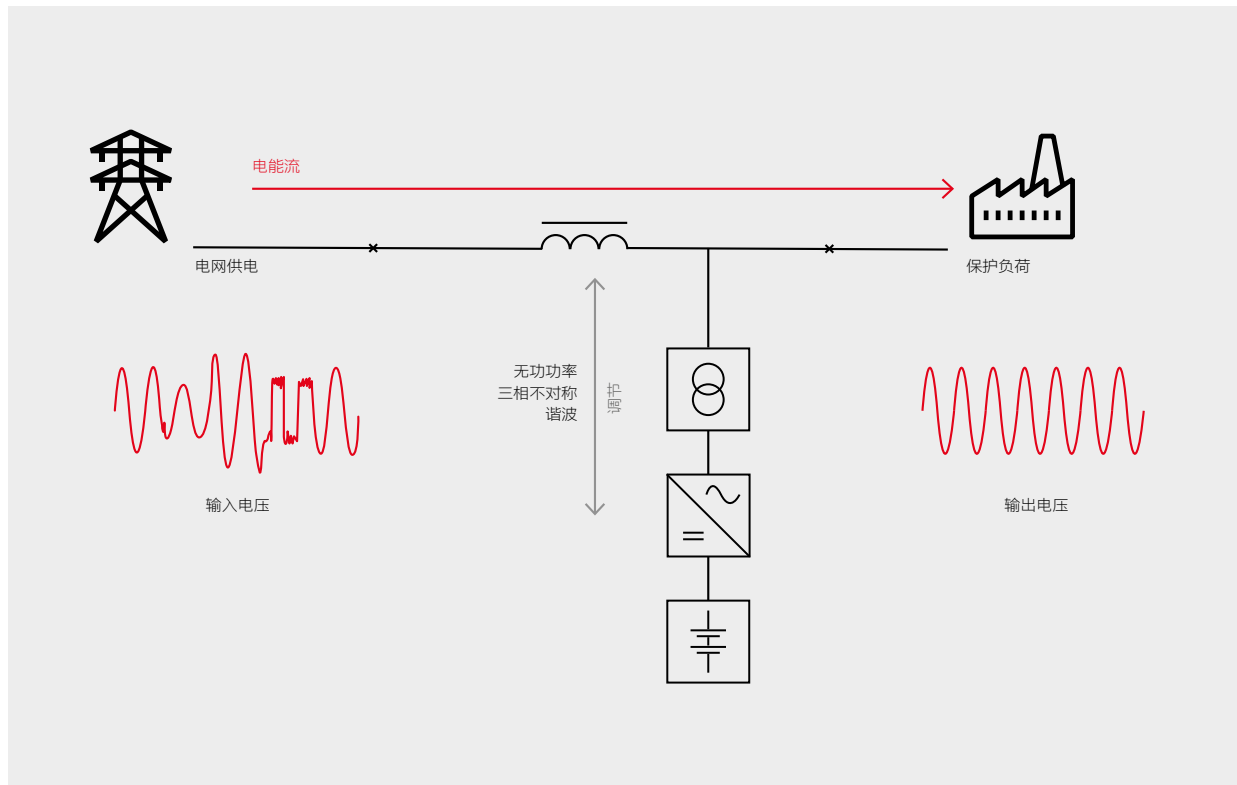
举例来讲，数据中心研究得出的数据[2] 表明，供电中断造成的总停机损失约为每分钟5600美元。按供电中断平均持续90分钟计算，单次停机事件的损失远远不止50万美元。显然，如此之高的经济损失是令人不快的。为了降低此类事故的发生概率，关键负荷行业要求极为可靠的供电以及坚固耐用的配电和电力保护设计。



— 01 ABB的PCS120 MV UPS

— 02 ABBZISC架构单线图

— 03 PCS120 MV UPS在功率调节模式下持续提供清洁电力



03

另一个技术挑战是提供灵活的解决方案，既满足上述需求，实现极其可靠的系统设计，又符合降低成本的要求，在提高能效的同时，大幅降低运营成本。出于这些原因，中压电力保护和配电解决方案，与低压电源转换和蓄电解决方案相结合，将是适用于数据中心及其他关键负荷行业的终极解决方案。

— ABB打造的PCS120 MV UPS可兼容多种不同配置，特别是业经测试的容错型环形总线配，堪称最优产品解决方案。

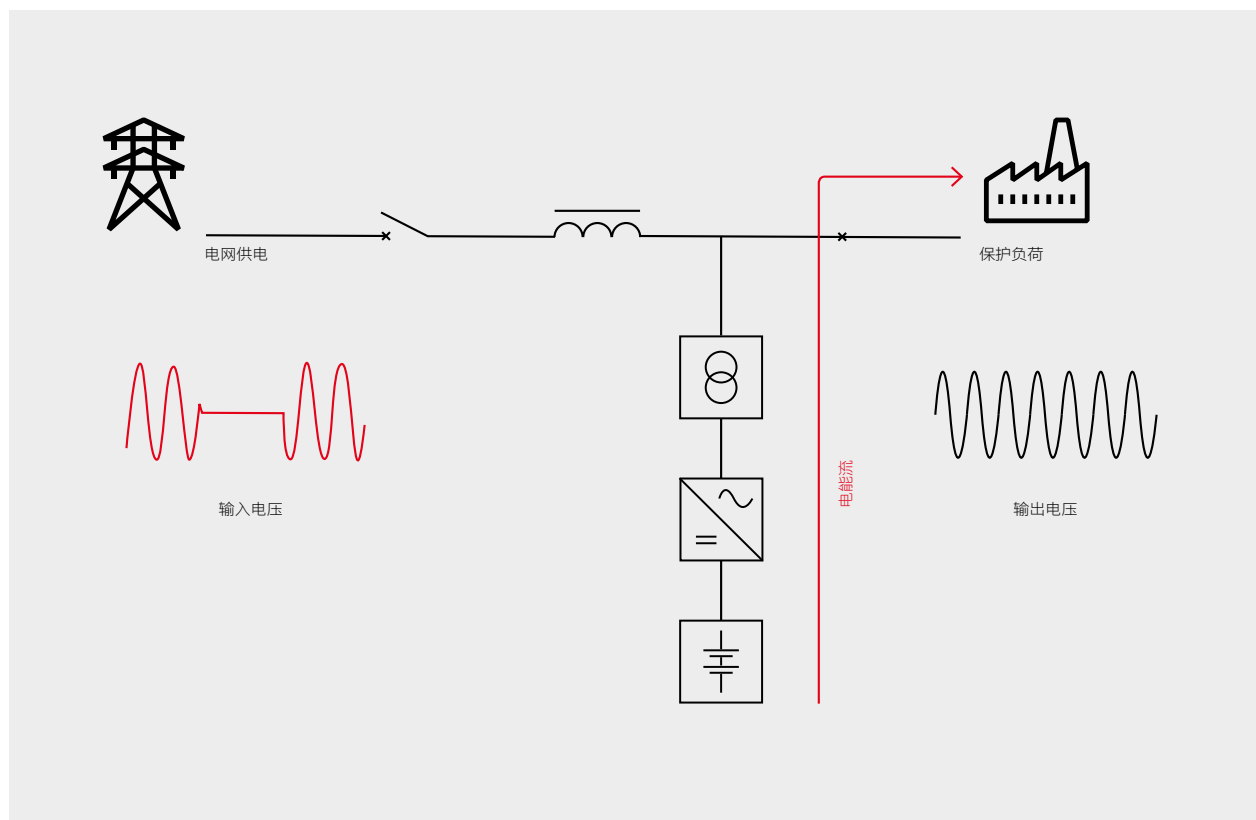
让ABB引以为傲的是，我们能够找到最优产品解决方案来满足客户的电力需求。ABB打造的PCS120 MV UPS便是这样一个解决方案，它可兼容多种不同配置，特别是经过测试的容错型环形总线配置。

ABB的PCS120 MV提高了灵活性，是适用于环形总线配置的高度可靠和高效的静态解决方案。

中压电力保护

提供中压电力保护可带来诸多益处，首先是简化配电设计，减少所需开关、变压器和电缆的数量，从而便于轻松维护、管理和监控系统。中压解决方案的电流要求较低，功率需求也较低，因而这种配置可实现很高系统能效。不仅如此，中压解决方案还可减少热损耗，大幅降低投资成本。

大型低压设施的典型局限因素是低压开关和母线的电流限制，而中压设计则允许由单个解决方案提供大量电力，从而使这种局限性迎刃而解。中压解决方案还有助于更加明智地利用空间，因为MV UPS可以部署在远离负荷的、房地产价格较低的地方，如电气室和变电站。



04

中压运行大大提高了配电系统的总体可靠性，因为所需基础设施设备更少，如开关。研究还表明，单独中压设备的可靠性也显著高于低压设备。[3]

ABB中压电力保护产品组合

为满足对中压电力保护的需求，2014年ABB推出PCS100 MV UPS。这个产品采用单转换拓扑，可扩容至6 MVA，电压高达6.6 kV。得益于其高能效，这个产品迅速在市场上占得一席之地。

ABB的ZISC技术以PCS120转换器技术为后盾，能效高达98%，大大优于行业传统的旋转式UPS系统。

继第一款产品大获成功之后，客户很快向ABB提出新的挑战，希望ABB提供更多中压电力保护解决方案。ABB欣然应战，积极满足客户需求。这意味着必须开发出支持多个电压级别的解决方案，提高供电容量并实现持续功率调节，以取代行业标准待机拓扑。

ABB拥有134年创新历史，一直处于技术研发的最前沿。以此为依托，ABB工程师快速作出响应，并打造出新的突破性中压UPS设计——ZISC（阻抗隔离静态转换）架构，以满足客户要求。

PCS120 MV UPS和ZISC架构

2017年推出的ZISC架构是面向静态中压电力保护市场的新型拓扑。ZISC架构基于隔离线路电抗器，结合新的高性能ABB PCS120电源转换器。→2 通过持续控制电抗器电压相位角，逆变器能够控制电网输送给负荷的有功功率和无功功率，而不必经过蓄电循环。

—
04 PCS120 MV UPS在独立模式下可将负荷从电网无缝切换至储能系统

—
05 PCS120转换器平台每个机柜配置6个功率模块，实现了固有系统冗余

与此同时，PCS120转换器持续调节并过滤电力扰动，如谐波和电压三相不对称，从而为关键负荷提供无功电流支持。→3 这种运行模式被称为功率调节模式。当电网供电中断时，PCS120 MV UPS开启输入断路器，将负荷无缝切换至储能系统，并以独立模式运行。

—
从硬件角度而言，PCS 120 MV转换器平台的模块化设计可实现无出其右的可维护性和冗余性，同时大幅增加正常运行时间。

→4 这种坚固耐用的设计概念可以实现可靠的电力保护以及持续电压调节，从而始终为负荷提供优质供电。

ABB的ZISC技术以PCS120转换器技术为后盾，能效高达98%，大大优于行业传统的旋转式UPS系统。

“凡事力求简单，但不要过于简单。”

——阿尔伯特·爱因斯坦

ZISC设计的优点在于它既简洁又坚固耐用。所使用的高压设备只有隔离线路电抗器和耦合变压器。因此，ZISC技术可以轻松配置为支持多个电压级别和功率要求。还可以轻松并联，在不同配置下实现40 MVA以上的额定功率。



采用低压功率转换和蓄电技术，ABB客户可以维持熟悉的以功能性、维护性和模块化为特征的低压系统用户体验，如PCS120转换器平台。

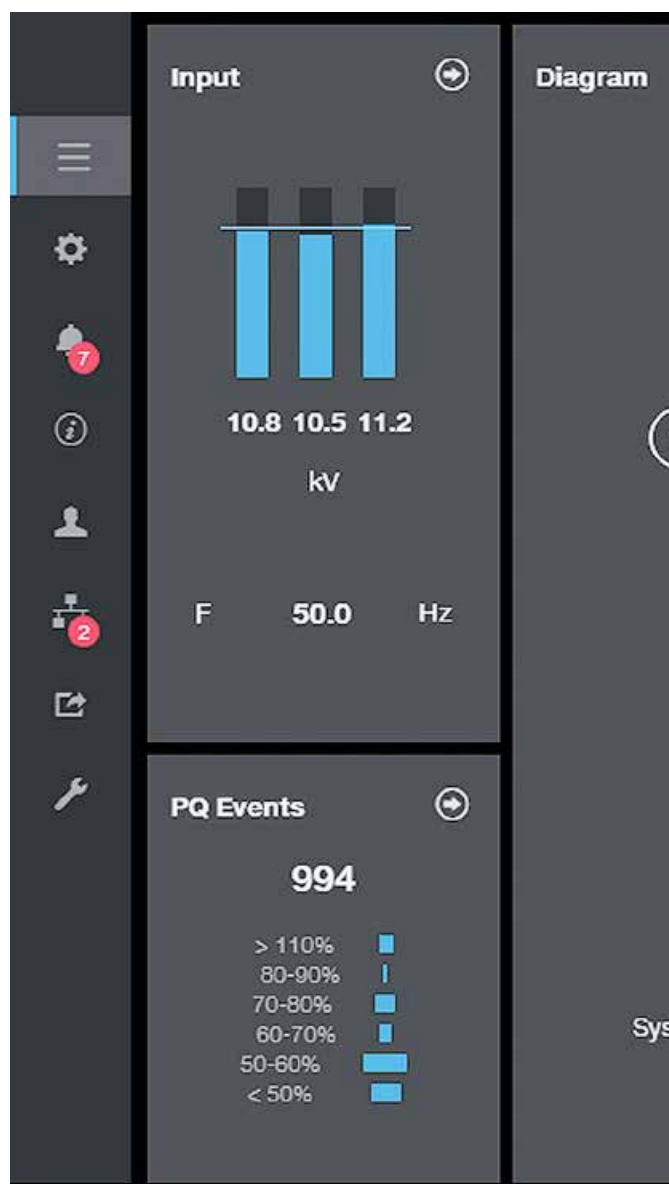
PCS120 转换器平台

PCS120转换器平台是ZISC技术的主要促成因素之一。PCS120的突出优点是它比上一代产品PCS100的功率密度提高一倍，并且仍然采用相同的模块化设计。PCS120转换器平台是ABB在功率电子领域推出的创新设计。→5

作为UPS系统的核心，PCS120转换器平台不仅在产品坚固耐用性和可靠性方面创立了新的概念，其连接能力也新颖独特。在电力质量事件的分析中，ABB设计的崭新界面是不可或缺的。趋势分析结合与ABB Ability™平台相一致的主动式数字服务，改善了维护和监控。→6

多年来，ABB一直走在技术研发前沿，这让我们独具洞察力，打造出新的突破性中压UPS设计——ZISC架构。

从硬件角度而言，模块化设计可实现无出其右的可维护性和冗余性，同时大幅增加正常运行时间。举例来讲，虽然可能性极小，但万一模块发生故障，系统将隔离模块，继续运行并稍微降低输出功率。与此同时，智能控制系统将向监控系统发送事件通知，以便维护技术人员安排在方便的时候上门服务。自动智能固件管理工具和新的滑入式模块化设计确保产品具有出色的维护性，可轻松进行备件管理。



—
06 PCS120 MV UPS全新数字界面提供了丰富的事件分析功能和主动维护性

—
参考
[1] M. Stansberry, "Uptime Institute Data Center Industry Survey 2015." Uptime Institute, 2015.

[2] Emerson Network Power, "Understanding the Cost of Data Center Downtime: An Analysis of the Financial Impact on Infrastructure Vulnerability," White Paper, 2011.

[3] CCG Facilities Integration Incorporated, "Medium Voltage Electrical Systems for Data Centers.", 15 Sept. 2012.

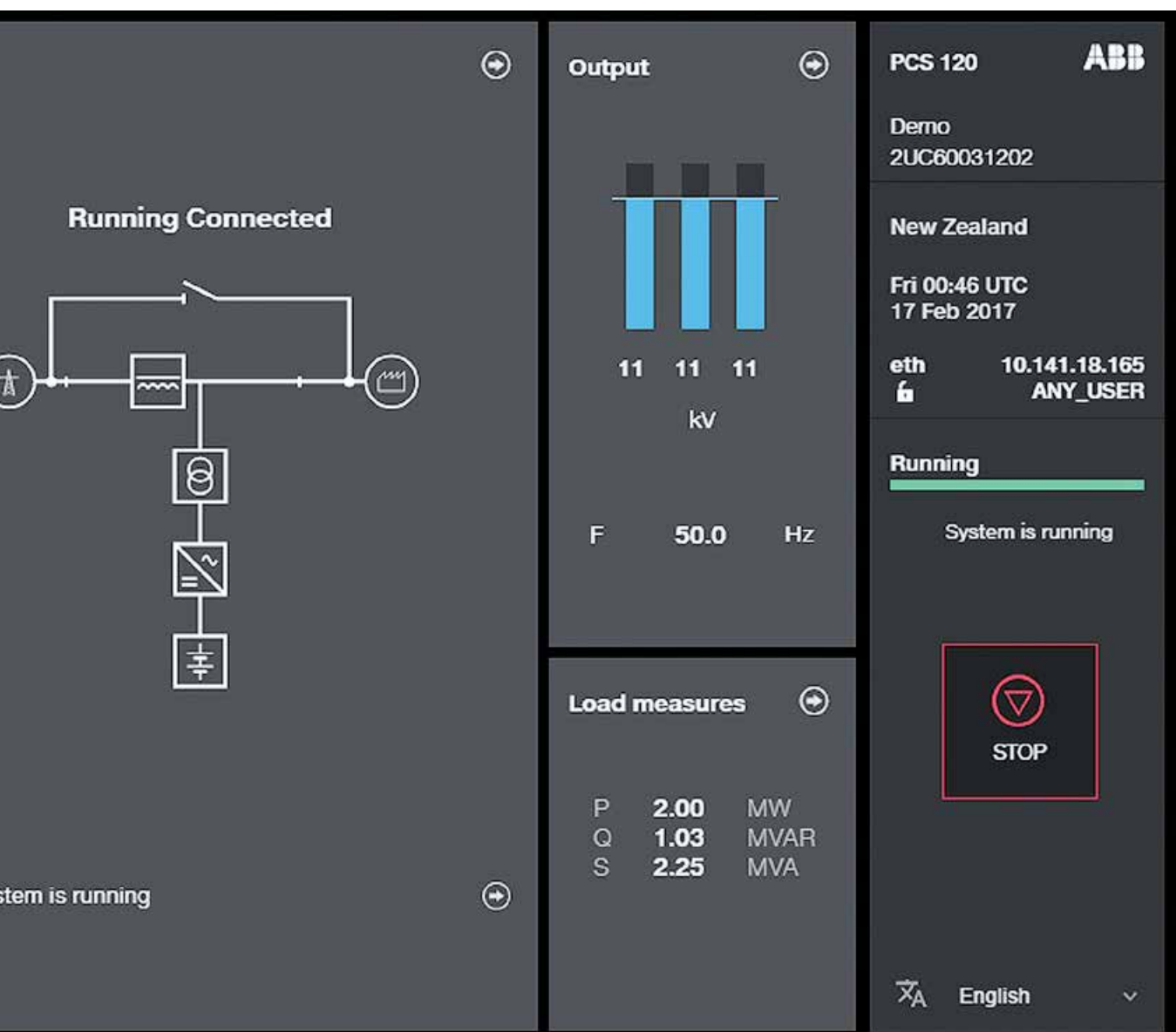
ABB一体化

除PCS120 MV UPS系统之外，ABB的全球产品组合还包括Unigear Digital中压开关柜，以及ABB自有数字保护继电器。PCS120 MV UPS与开关柜之间的数字IEC 61850集成通过分布式控制提升了可靠性。这种全面的内部产品组合旨在无缝连接ABB Ability平台。

不仅如此，ABB统一的企业组织结构和遍布全球的业务机构，可提供客户支持以及专门的项目管理团队，确保项目如期交付。

—
ZISC设计的优点在于既简洁又坚固耐用，所使用的高中压设备只有隔离线路电抗器和耦合变压器。

ABB一体化解决方案为客户提供一站式中压电力保护解决方案，囊括ZISC架构和PCS120 MV UPS在内的各种优秀产品，以及前面提到的服务。这也体现了ABB在瞬息万变、竞争激烈的市场中积极满足客户需求的理念。|



保护和安全

Emax 2和Ekip Link 为海上作业保驾护航

现代动力定位（DP）船舶将配备尖端的电力系统为推进器提供动力，使船舶保持原位。借助配置Ekip Link的Emax 2为采用闭合母联的动力定位船舶提供逻辑区域判别，可大幅提高可靠性和灵活性。

Antonio Fidigatti
Borje Axelsson
Carlo Collotta
ABB电气产品事业部
意大利 贝加莫

Antonio.fidigatti@
it.abb.com
borje.axelsson@
se.abb.com
carlo.collotta@
it.abb.com

在大海上航行，船舶时常遭遇狂风、巨浪和洋流。在面对这些自然力量时，动力定位技术能够利用船舶的推进系统自动使船舶保持原位。动力定位船舶的外形和尺寸多种多样，有抛石船、潜水船或ROV支援船、铺管船、起重船、钻井船、海上支援船等。→1

这些船舶的共同之处是，它们必须保持原位不动：哪怕海浪滔天，也必须保持船位和艏向纹丝不动。

动力定位技术能够利用船舶的推进系统自动使船舶保持原位。

动力定位——组件和等级

动力定位系统由三个主要部分组成：

- 电力系统。电力系统是指为动力定位系统供电的系统，包括发电机、开关、配电系统（电缆及布线）和电力管理装置。
- 推进系统。推进系统是指为动力定位系统提供推进力和方向所需的所有组件和系统。推进系统包括推进器、驱动装置以及电动和手动推进器控制装置。
- 动力定位控制系统。船舶动力定位所需的所有动力定位控制组件及系统（包括软件），由计算机和操纵杆（用于手动备份）、位置参考（利用卫星）、动力定位传感器系统和操作面板等组成。

动力定位船舶的冗余度不尽相同。国际海事组织的规则定义了动力定位船舶的三个基本冗余度等级：

- **1级（DP1）**。无冗余。
- **2级（DP2）**。DP2冗余系统具备单项故障容错性能。诸如发电机、推进器、开关、遥控阀等活动组件或系统发生单项故障不会导致船舶移位，但诸如电缆、管道、手动阀等静态组件故障则可能引起船舶移位。

—
海洋船舶常常必须保持船位
和艏向纹丝不动

- **3级 (DP3)**。除2级要求外, 冗余系统应当实现物理分隔。任何一个舱室失火或进水都不应造成设备故障, 系统仍应正常工作。任何单项故障都不应造成船舶移位, 包括防火分舱被完全烧毁或水密隔舱进水。[1] →2

—
动力定位船舶的电力系统必须具备最高可靠性和灵活性, 但有限的空间、复杂的电力系统以及恶劣的环境, 令这个任务极具挑战性。

全电力定位船舶

同一些其他类型的海洋船舶一样, 动力定位船舶也存在朝电气化发展的显著趋势。对于动力定位船舶, 全电船 (AES) 技术是唯一能够在所有相关海洋环境条件下, 简易而高效地实现全面且精准的位置控制的技术。

要满足动力定位船舶的性能要求, 电力系统必须具备最高可用性和灵活性。但是, 可用空间有限, 复杂的电力系统和恶劣的海洋环境造成的可靠性问题, 令这个任务极具挑战性。因此, 故障管理是动力定位船舶运行的重要方面, 必须高效地做到以下几点:

- 隔离故障组件或系统, 以免故障蔓延至其他系统。
- 保证实施根据检测到的故障方向, 断开故障系统连接的策略。
- 保证部署灵活的冗余电力保护系统。
- 提供自我监测功能, 消除隐患。



DP等级符号												
国际海事组织 设备分类	ABS	BV	CCS	挪威船级社 (挪威)		GL	IRS	KR	LR	NK	RINA	RS
	美国船级社 (美国)	法国船级社 (法国)	中国船级社 (中国)			德国 劳氏船级社 (德国)	印度船级社 (印度)	韩国船级社 (韩国)	劳氏船级社 (英国)	日本船级社 (日本)	意大利 船级社 (意大利)	俄罗斯 船级社 (俄罗斯)
	DPS-0	DYNAPOS SAM		DYNAPOS AUTS	DPS-0				DP (CM)		DYNAPOS SAM	
1级	DPS-1	DYNAPOS AM/AT	DP-1	DYNAPOS AUT	DPS-1	DP 1	DP(1)	DP (1)	DP (AM)	Class A DP	DYNAPOS AM/AT	DYNPOS-1
2级	DPS-2	DYNAPOS AM/AT R	DP-2	DYNAPOS AUTR	DPS-2	DP 2	DP(2)	DP (2)	DP (AA)	Class B DP	DYNAPOS AM/AT R	DYNPOS-2
3级	DPS-3	DYNAPOS AM/AT RS	DP-3	DYNAPOS AUTO	DPS-3	DP 3	DP(3)	DP (3)	DP (AAA)	Class C DP	DYNAPOS AM/AT RS	DYNPOS-3

02

闭合母联运行

一般而言，船舶电力系统采用隔离式设计，4到8台发电机和整个电力系统被分为2段、3段或4段。各段母线通过母联断路器相互连接。母联闭合时，这种互连可提高电力系统的灵活性（这时，任何发电机都能为任何用电设备提供电力，如推进器）。

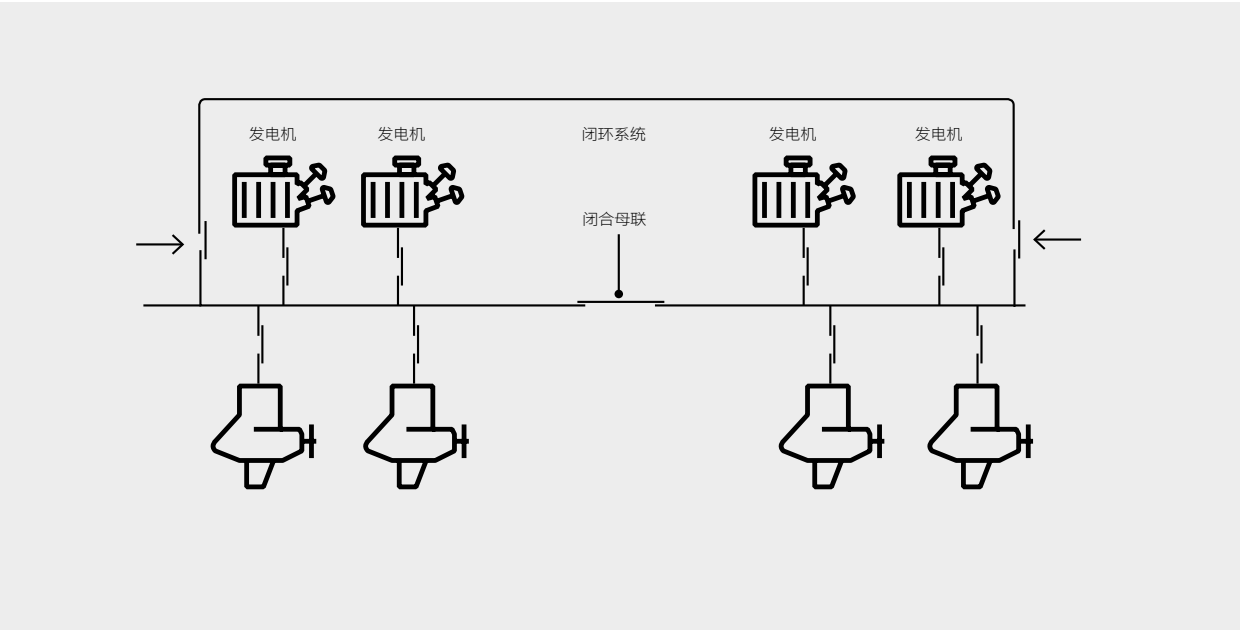
闭合母联运行允许船舶以很高功率仅运行几台引擎，而无需以低功率运行全部引擎。这种运行模式可以大幅降低运行成本（能耗可减少约3%到5%）和维护成本（降低30%）。排放亦随之减少。因此，闭合母联运行十分可取，还可以将容错系统设计为闭合母联和闭环运行。得益于闭环系统内部的断路器，可利用这种方法进行故障管理。→3

—
区域选择性是处理电气故障的高效途径，它可以快速隔离故障，除直接受影响用户之外，其他用户不会感知到故障影响。

Emax 2和Ekip Link模块

Emax 2远不止是传统意义上的断路器：经预测试检验，高度可靠的紧凑式Emax 2非常适合海洋船舶应用。Emax 2是独具创新的一体化解决方案。事实上，它是首款专为保护、连接和优化低压微电网设备而设计的智能断路器。配件（模块）可加装到断路器上，以实现所需的各种附加功能。电子脱扣器或保护继电器就是这样一种基本配件。这种装置的例子包括Ekip Hi Touch或Ekip G Hi Touch，其双重保护设置允许灵活改变系统配置。

03



—
02 世界各国的动力定位分类具有共同性
注释：国际海事组织DP等级的等效分类仅为近似，因为分类方法多种多样，各地豁免规则不尽相同

—
03 闭合母联可提高运行效率

—
04 Ekip Link模块



04

动力定位应用需要其他信号，可编程接触器实现了这样的灵活性。

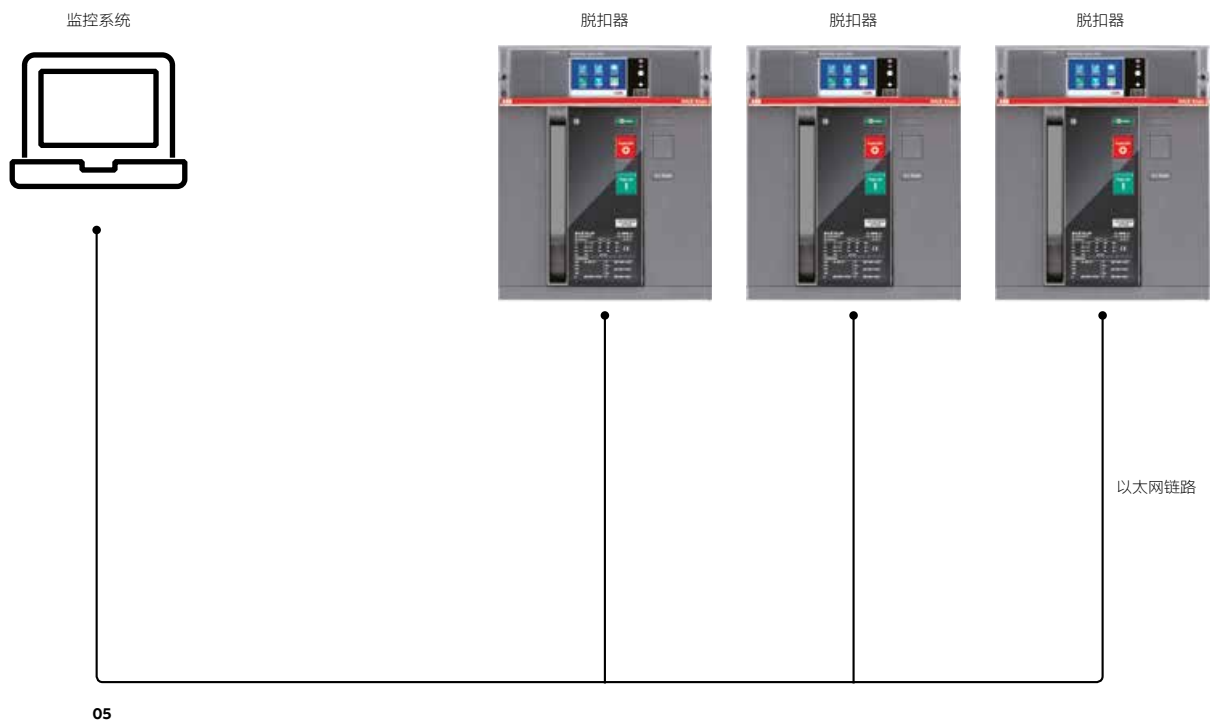
Ekip Link是适用于低压断路器的ABB通信模块，它利用内置ABB专有总线，在断路器之间实现通信。→4

仅需一个通过以太网连接至主交换机的Ekip Link，即可在所有断路器之间实现通信。如果选择性链上涉及超过两个断路器，那么，可以使用以太网交换机来处理与不同Ekip Link单元有关的信号。→5

—
在配备多台发电机的闭环系统中，定向保护十分有用，关键是确定为故障设备供电的电流方向

使用ABB通信协议，Ekip Link可以：

- 创建复杂的逻辑选择性，无需复杂的布线。
- 提供冗余，既可使用Ekip Link母线，也可使用标准线路。
- 提供诊断功能（可配置），用于测试线路选择性。



05

借助配置Ekip Link的Emax 2实现逻辑区域判别

动力定位船舶电力系统设计的一个主要要素是提供电气故障保护。一种非常高效的故障处理方法是逻辑区域选择性（或“判别”），这项技术可以快速隔离故障，除直接相关的用户之外，其他用户都不会感知到故障影响。

这种方法可以快速开启相邻断路器，准确隔离故障分支，并缩短故障时间，降低电应力。

逻辑区域选择性结合了区域选择性和定向保护

不同于基于时间和/或电流的传统选择性方法，区域选择性的原则是，因故障而应跳闸的断路器，向其他（上游）断路器发送阻断信号，防止它们跳闸。→6 换句话说，适当情况下，受主要影响的断路器可以阻止其他断路器跳闸。

这种方法的工作原理是，一个逻辑电路判定特定情况下哪些断路器应当跳闸，哪些不应跳闸。借助Emax 2，可以通过传统硬连线或基于Ekip Link的总线通信发送阻断信号。还可以并行使用这两种技术（冗余）。

定向保护

在配备多个电源（发电机）的环型和网格型系统中，定向保护十分有用，其关键是确定为故障设备供电的电流方向。ABB的Emax 2是首个全面集成定向保护和区域定向选择性功能的低压断路器。

要使用定向保护，必须设置电流参考方向。还可以为不同方向设置不同阈值和时延。

逻辑区域判别结合了区域选择性和定向保护，常用于DP2和DP3等级的船舶

—
05 每个脱扣器（保护继电器）都连接至一个Ekip Link模块，再连接至主交换机

—
06 适当情况下，受主要影响的断路器可以阻止其他断路器跳闸

—
07 以太网连接可避免易于发生故障的双绞线布线

—
参考
[1] Ian C. Giddings,
"IMO Guidelines for
Vessels with Dynamic
Positioning Systems."
Available: http://dynamic-positioning.com/proceedings/dp2013/quality_giddings_pp.pdf

借助Ekip Link实现连接

借助Ekip Link连接，逻辑区域选择性所涉及的所有断路器都通过基于以太网的专有总线实现连接。这种方法避免了传统的双绞线布线硬连线，而过去受硬连线限制，安装、调试和测试颇为困难。→7

所有断路器都必须安装Ekip Link模块。设置过程中，使用ABB的Ekip Connect软件来配置脱扣器的逻辑区域选择性选项，即，定义将收到哪些信号，哪些信号将转发至下一个断路器；建立系统节点；以及确定每个执行装置的IP地址。节点是规定的一组断路器，其中一个断路器被指定为“单元参考”，并利用Ekip Connect配置逻辑区域选择性选项。执行装置是这组断路器里的其余断路器。

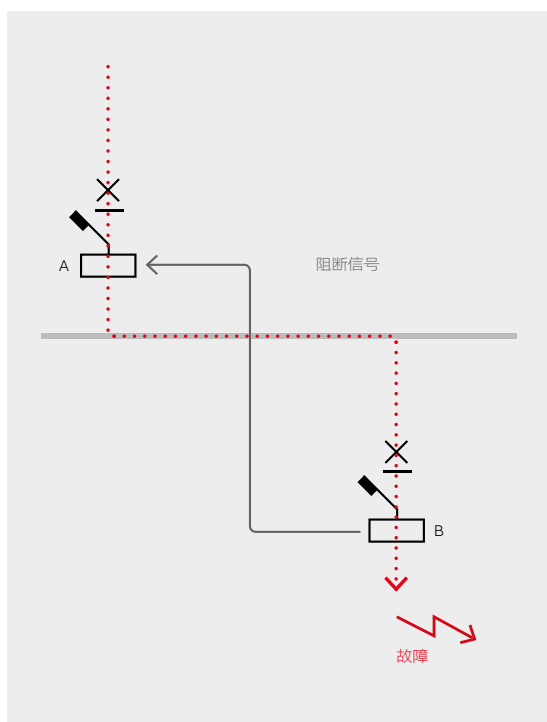
采用Emax 2和Ekip Link方法，利用逻辑区域选择性进行高度精确且可靠的脱扣仅需100毫秒。

面向未来

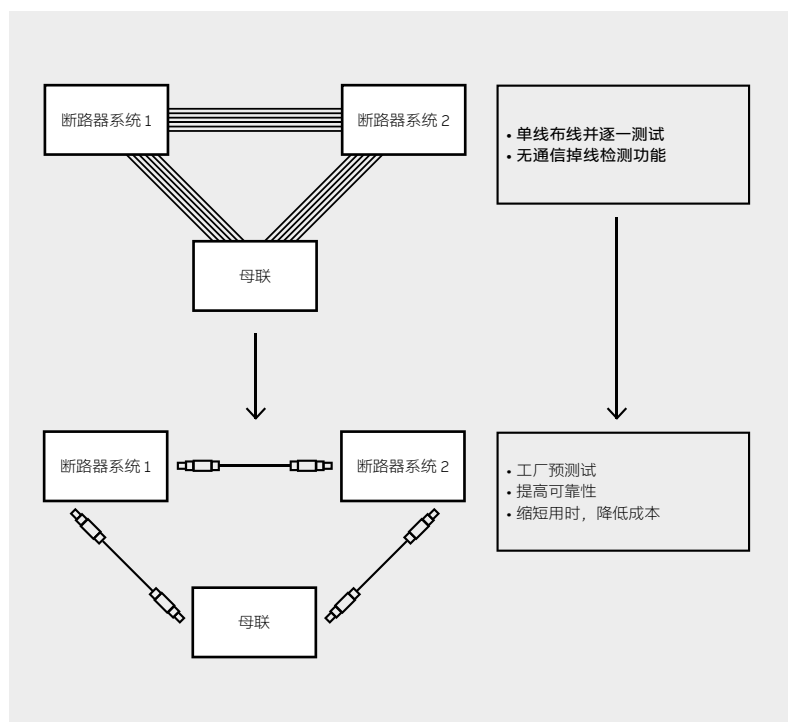
以配置Ekip Link的Emax 2空气断路器为基础，一个独特的低压逻辑区域判别解决方案经专门设计，可以满足采用闭合母联的动力定位船舶对可靠性、灵活性和能效的苛刻要求。这个解决方案可以轻松完成安装、调试和测试。

本文介绍的Emax 2和Ekip Link技术也可用于区域选择性大有益处的其他微电网应用或复杂的电力系统，如数据中心。I

—
使用专有总线可确保实现可预测的高速通信，与其他总线上的流量无关。



06



07

保护和安全

Emax 2微电网断路器 解决方案

ABB Emax 2是面向微电网的一体式创新设备，可大幅提高小型电网的灵活性和成本效益。这一解决方案集所有基本的微电网功能于一体，并搭载高级特性，可轻松满足各类并网和离网要求。



Fabio Monachesi
低压空气断路器
ABB电气产品事业部
意大利 佩鲁贾

fabio.monachesi@
it.abb.com

电网发展进入了配电技术问世以来前所未有的变革阶段。这种天翻地覆的发展，主要动力来自可再生能源的快速增长和微电网的兴起。

随着分布式可再生能源发电系统不断发展，对电网自愈性和全面系统集成的要求日益严苛，电网发生了根本性变化，电网架构面临新的问题。对此，微电网提出了解决之道。

微电网是低压电网，既可以并入电网，也可以在独立模式下实现协调可控运行。微电网通常由柴油发电机和蓄电系统（飞轮系统、锂离子电池等等）组成，并辅以可再生能源发电系统，如太阳能发电等。

分布式可再生能源发电系统带来的根本性转变对电网架构提出了新的挑战。



2016年，全球低压微电网装机容量超过1.5 GW；预计到2020年，这个数字将增至4GW。这为ABB的Emax2创造了有利环境。→1

—
Emax 2是首个具备嵌入式可编程逻辑的断路器，可提供自动转换开关功能。

ABB Emax 2

Emax 2是首个专为低压微电网而打造的智能断路器。Emax 2集诸多特性于一身，它可提供高级保护、全面连接和逻辑功能，以及负荷、发电和蓄电管理。Emax 2是专为保护、连接和优化低压微电网设备而设计的一体式创新设备。

尽管Emax 2是当前市场上最小巧的紧凑式空气断路器（比同类设备小30%左右），它集许多高级功能于一身：

保护

Emax 2断路器可以全面保护负荷和发电机。举例来讲，将发电机连接至低压微电网或通过变压器连接至中压电网时，需要提供更多保护。例如机器的保护以及发电机与电网间的同步。对于这些要求以及其他要求，Emax 2发电机保护脱扣器提供了一系列广泛的新型保护和并行检查功能。

从并网状态切换至离网状态，改变了网络配置和短路要求。一个具有代表性的例子是，微电网既连接至主电网（并网）又配备应急发电机（离网）。在任何情境下，Emax 2都可以提供自适应保护功能设置，确保协调性。

要快速作出协调的网络保护决策，区域选择性是最先进的技术。区域选择性的前提是，网络中的所有设备均可相互收发信号。发生故障时，距离故障源最近max 2断路器将采取适当动作，并通知其他断路器继续工作。通过协调两个网络，即电力网络和数字网络（以太网），这个智能断路器可提供冗余区域选择性功能，从而确保最高可靠性。

将微电网与主电网断开时，必须提供基于电压和频率测量数据的接口保护。Emax 2是适于部署在微电网公网连接点（PCC）的断路器，它包含这些功能，符合国际标准。

到本地发电机。Emax 2是首个嵌入了可编程逻辑电路的断路器，能够实现自动转换开关功能。这些新功能可大幅提升运行连续性，所需开关柜数量最多可减少30%。

对于连接至中压电网的低压微电网来说，联锁功能提高了电气系统的可靠性，确保人员安全性。Emax 2可区分不同类型的接地故障（限制性与非限制性），并具有可编程触头，无需外部继电器便可将微电网从中压电网断开。不仅如此，当中压断路器脱扣时，低压断路器将断开以避免反向故障。通过Emax 2通信协议或可编程触头，可实现此类功能，以及中压与低压侧断路器联锁。

尽管Emax 2比同类设备小30%左右，
它搭载诸多高级功能。

逻辑功能

运行连续性对微电网而言至关重要。当主电网发生故障时，自动转换开关（ATS）可以将微电网从主电网切换



—
01 Emax 2是一体式创新设备

—
02 Ekip Connect 3调试工具

联网

Emax 2集成了网络分析功能，支持电能质量分析以及一系列电气测量。通过诸如IEC 61850、Modbus TCP、Modbus RTU、Ethernet IP、Profibus、ProfiNet、DeviceNet、Ekip Link和openADR等通信协议，实现全面连接，确保系统集成。还可提供Ekip View和Ekip ControlPanel microScada。

ABB Ability™配电控制系统芯-Vision是一种基于云的平台，可以充分利用Emax 2空气断路器的智能化功能和联网能力，监测和分析任何设施内部的电力潮流。它支持评估实时数据，以及对工业电力系统和楼宇电力系统进行远程控制和管理。

—

要快速作出协调的网络保护决策，区域选择性是最先进的技术。

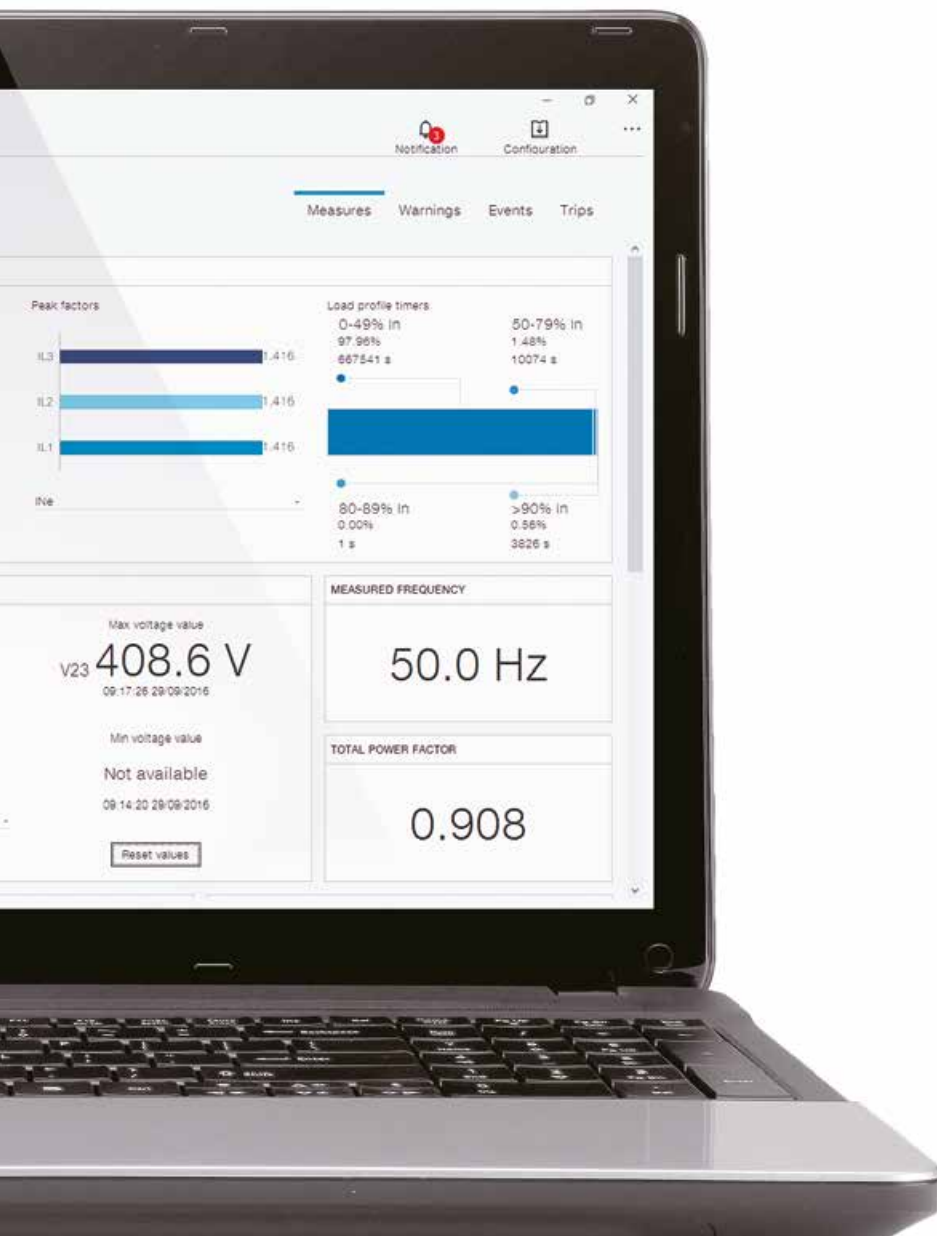
管理

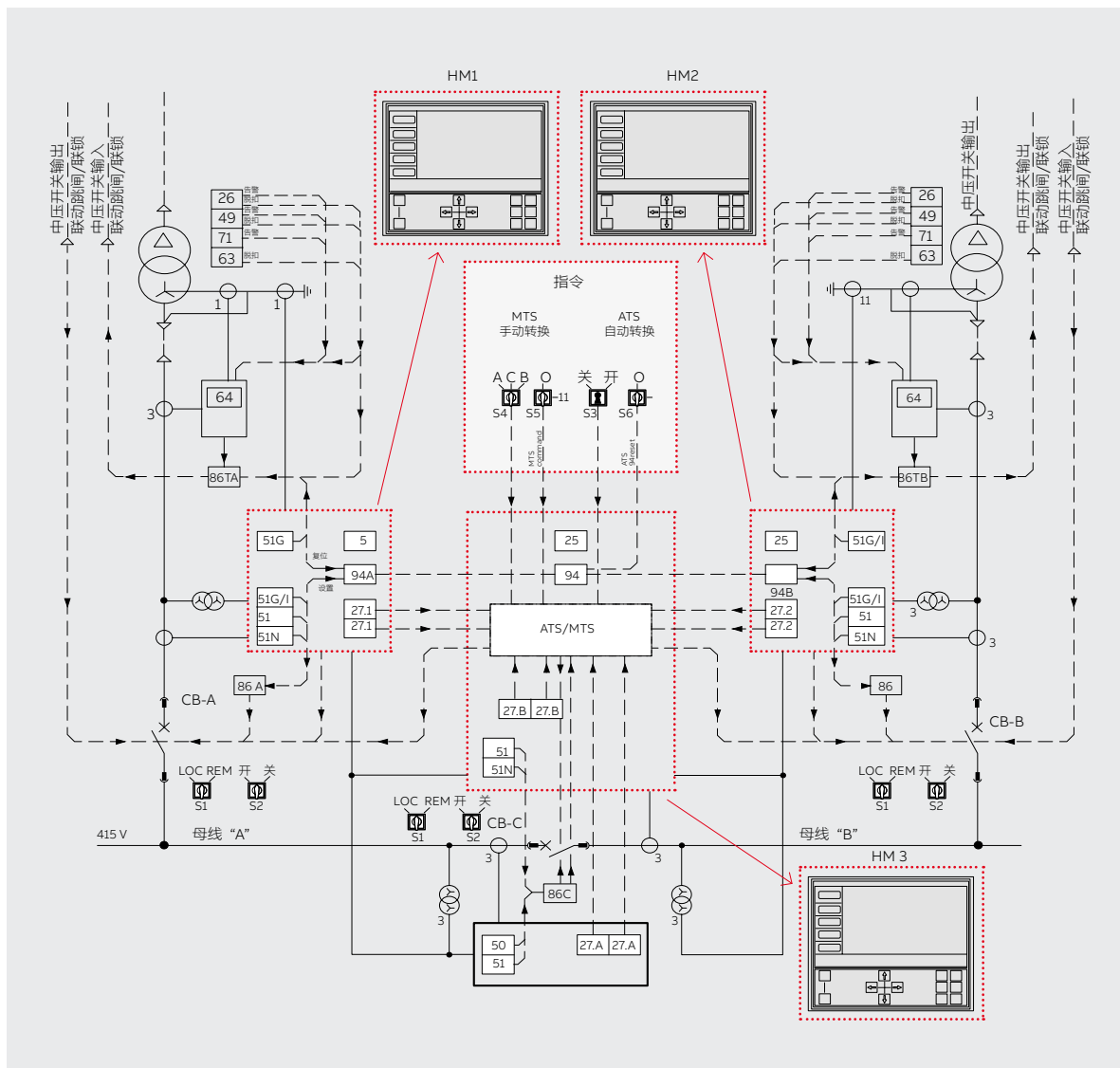
在从并网状态切换到离网状态的过程中或在稳定状态下，快速切换负荷功能支持微电网进入孤岛模式。Emax 2可利用频率变化率（ROCOF）功能，仅在出现紧急非平衡状态时才断开负荷。→4 Emax 2利用内嵌在断路器中或外置在DIN导轨模块中的数字触头实现切换负荷逻辑功能。

削峰填谷方案能够控制微电网潮流，降低最大需求，优化微电网的吸纳能力。得益于通信协议，Emax 2可直接用于虚拟电站（客户和负荷的集成体）应用和需求响应程序。Emax 2嵌有获得专利的负荷管理算法。

Emax 2集丰富的功能于一体，可取代多种设备，是一个既简单又成本低廉的智能化解决方案。

连接至主电网的低压微电网的运行过程可以分为4个阶段（进入孤岛模式、在孤岛模式下运行、重新并网和并入电网），Emax 2可以控制每个阶段。





03a

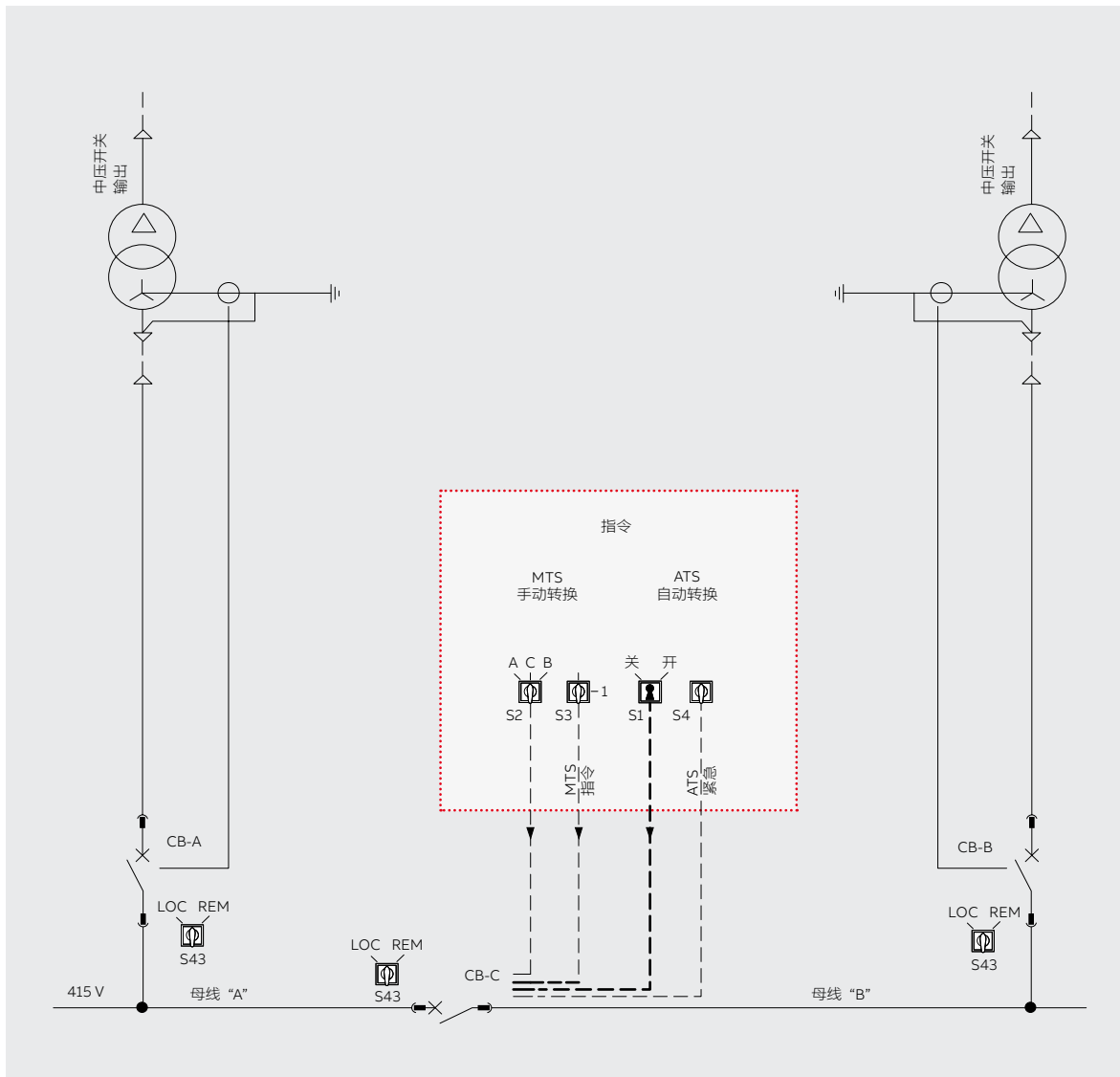
微电网进入孤岛模式

Emax 2通常安装在紧靠中压/低压变压器的下游，作为微电网与主电网之间的交界点。当中压电网发生故障时，Emax 2将检测出故障并迅速改变基于电压和频率的保护阈值。断路器内置接口保护系统将把微电网从主电网断开，使之以独立模式运行。然后，Emax 2将根据新的微电网状态，自动改变馈线保护设置。特别是，应当降低短路保护值，因为故障不再因主电网侧的影响而加剧。得益于这种自适应保护技术，哪怕微电网在离网状态下运行，不同电源系统之间仍可保持协调。

Emax 2采用已获得专利的集成式快速切换负荷功能，可充分利用其电流和电压测量数据来降低频率下降风险。

Ekip Link是ABB的专利总线工具，可促进断路器之间的横向通信，实现数字化选择性。Emax 2断路器相互之间可以直接通信，无需监控设备，这可加快数据交换。

在微电网进入孤岛模式的过渡阶段，必须抑制频率下降，以防出现不稳定状态甚至断电。



03b

—
03 嵌入式ATS减少了转换开关逻辑所需组件数量

03a 典型设置

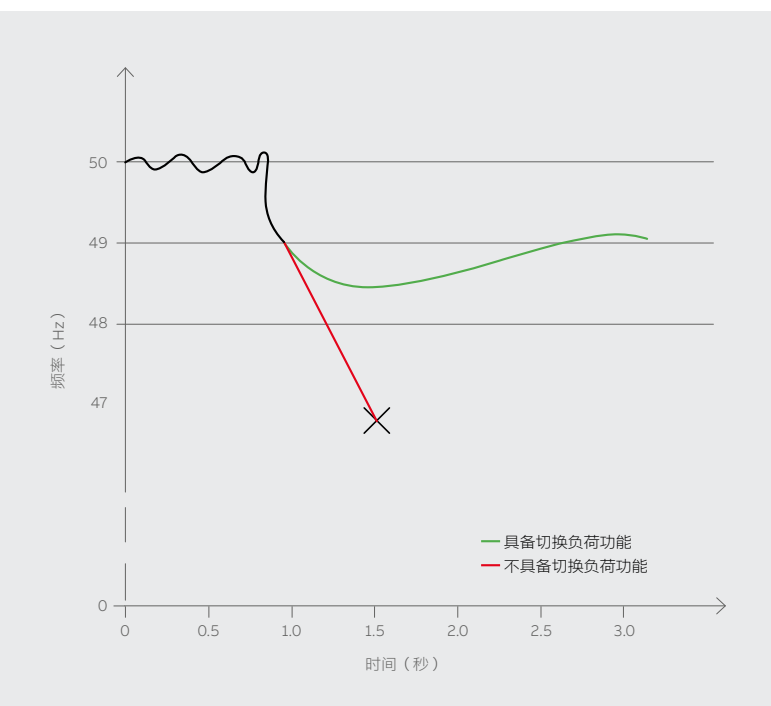
03b 配置嵌入式ATS

Emax 2采用已获得专利的集成式快速切换负荷功能，可充分利用其电流和电压测量数据来降低频率下降风险。根据微电网的用电情况和频率测量数据，自适应切换负荷功能将快速甩掉不那么重要的负荷，以维持电力平衡，避免断电。在微电网进入孤岛模式之后，可以添加或去除电源，如，启动备用发电机或启用具备反孤岛保护功能的逆变器，因此，Emax 2快速切换负荷功能采用专门配置：一个用于应急发电机组，另一个用于太阳能发电系统，将电站地理位置以及太阳能电池板倾斜角、方向和尺寸等纳入考虑。

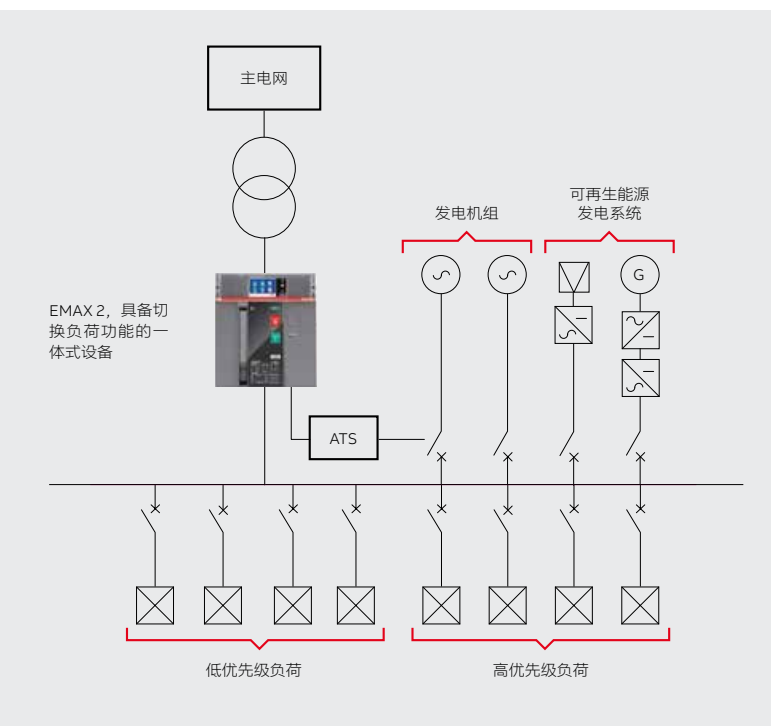
—
ABB Ability™配电控制系统芯-Vision
是一种基于云的平台，可以监测和分析任何设施内部的电力潮流。

微电网在孤岛模式下运行

当微电网在独立模式下运行时，可以启动其他电源系统，如备用发电机。如前文所述，Emax 2的嵌入式ATS逻辑电路负责将微电网从主电网切换至应急电源，以缓解公共电网或中压电网故障造成的问题。ABB的嵌入式ATS是一个高性能电能自动化系统，可轻松安装和编程。ATS充分利用Ekip Connect 3调试软件工具→2和Emax 2提供的新功能，是一个可靠的紧凑式解决方案。嵌入式ATS解决方案同Emax 2一样紧凑小巧，因为除内置脱扣器和Ekip Link通信模块之外，无需加装任何组件。如果需要，可以安装Ekip Synchrocheck模块，用于在并行运行时处理同步。



04a



04b

Emax 2的ATS减少了电力自动化开关柜编程所需掌握的PLC编程技巧和电气知识，它提供业经测试、可直接使用的通用模板，并且允许在图形化用户界面（GUI）中进行自定义设置。当用户感到满意后，可以利用一个简单的工具，将模板加载到开关柜中。然后，仅需连接便携式电脑，即可在同一个GUI上更改参数。预计，微电网ATS工程用时可缩短95%左右。

微电网重新并网

当微电网准备就绪后，Emax 2可以使微电网重新与主电网实现同步，这是它的基本特性之一。

Emax 2集成了网络分析功能，支持电能质量分析以及一系列电气测量。

既无需外部同步检查继电器，也不要求同步设备，即可实现并行运行。微电网侧的电压传感器集成在Emax 2断路器中，因此，仅需在主电网侧配置一台单相变压器。

使用Ekip Synchrocheck盒式模块，Emax 2可以监测最重要的重新并网参数，并将微电网的电压和频率调节为主电网的电压和频率。Ekip Signaling触头对本地发电机控制器进行二次调节，以实现同步。当Emax 2认为已利用Ekip Synchrocheck和集成式合闸线圈实现同步后，将自动重新闭合。→5

微电网并入电网

任何用电高峰都意味着更加高昂的电费，因此，需求响应应用必须控制流经PCC的电力，Emax 2具备获得专利的嵌入式电力管理算法，可执行慢速断开负荷和发电机，或者潮流调节。这个算法的依据是变压器容量决定的流向微电网的平均潮流限值、合同规定电量或所收到的需求响应策略信号。就最后一种情况而言，Emax 2利用openADR协议，作为虚拟终端节点与负荷聚集器或主电网通信。

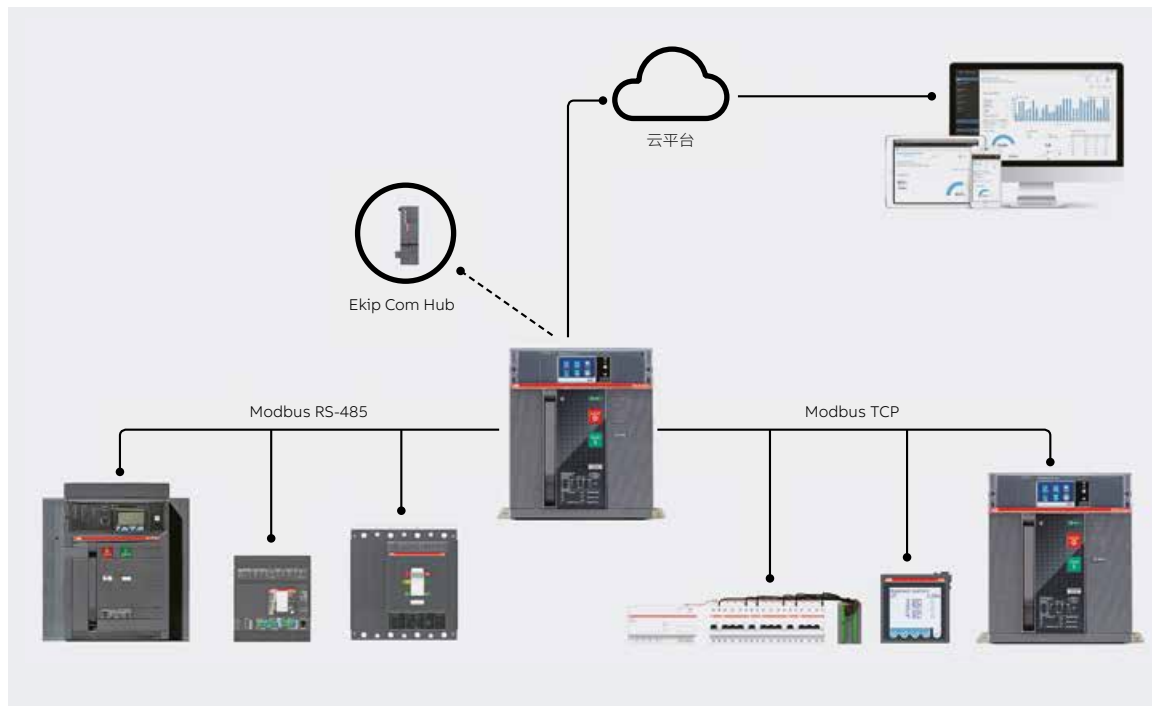
—
04 切换负荷可保护微电网，防止频率快速下降。微电网保持运行，在独立模式下继续为高优先级负荷供电

04a 可避免频率快速下降

04b 切换负荷方案

—
05 采用ABB Ability Ekip Com Hub的微电网嵌入式解决方案

—
06 同步重合功能支持微电网重新并入主电网而无需外部同步设备



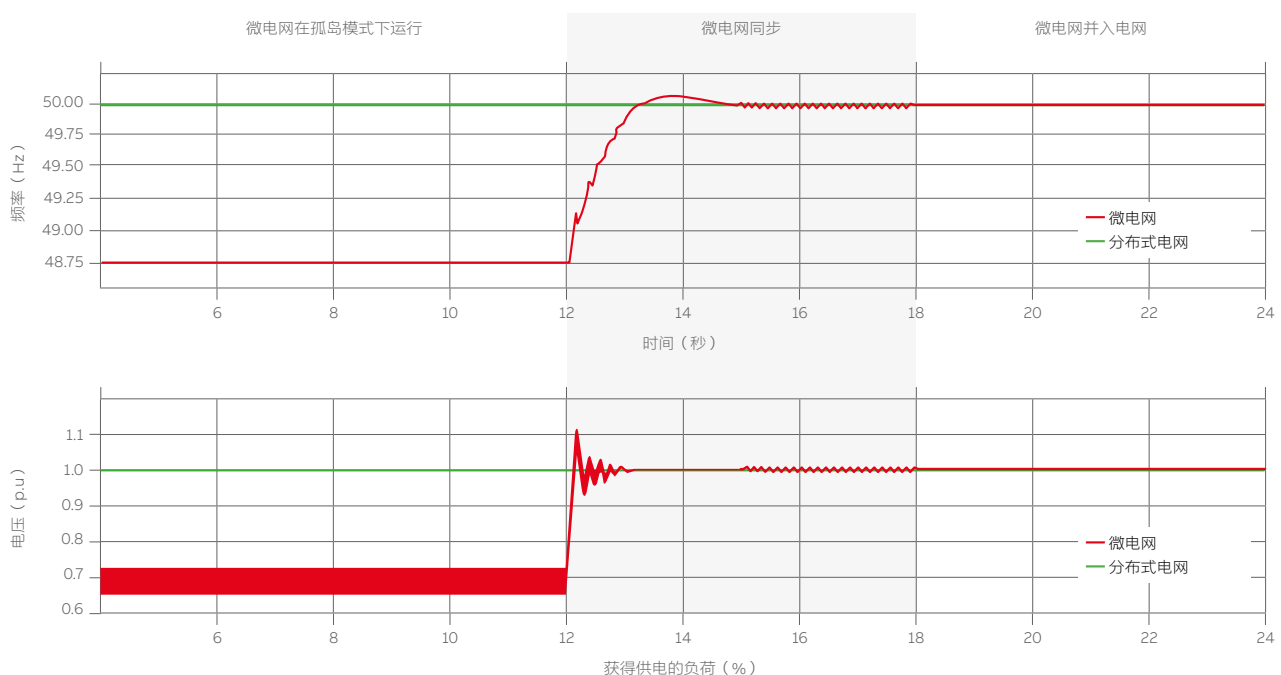
05

Emax 2也可在许多其他方面帮助微电网管理者。举例来讲，借助云平台ABB Ability配电控制系统芯-Vision，授权人员可以在任何地方监测、优化和控制微电网。只需要将盒式通信模块Ekip Com Hub安装到接线盒上，即可建立云连接。→6

这个云架构是ABB与微软联合研发的，旨在提升性能，确保最高可靠性和安全性。智能断路器有史以来首次

可以在广域低压电网上提供广泛而深入的监测和管理功能。

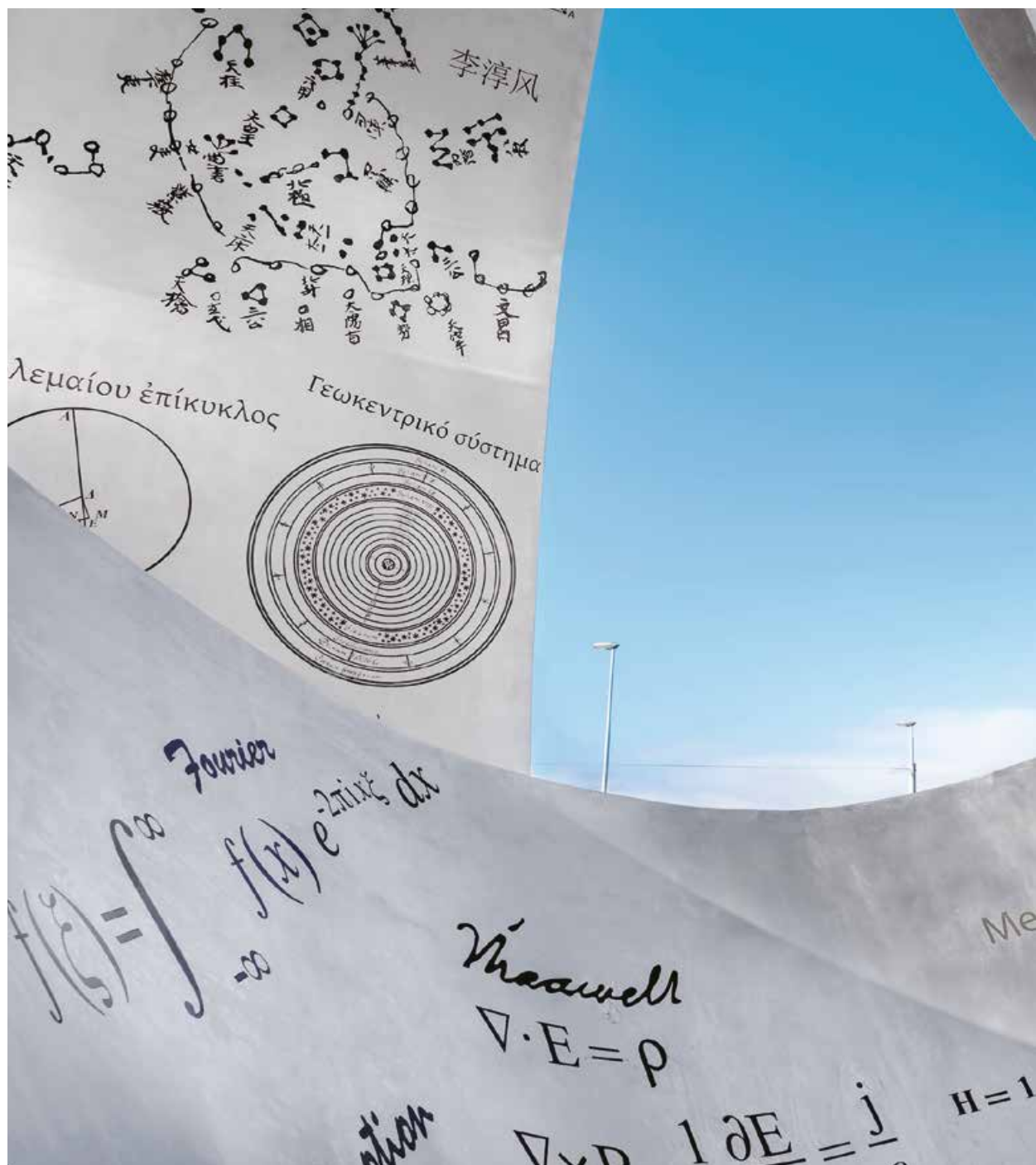
随着微电网持续扩张，ABB的Emax 2智能断路器将助力运营者降低成本，提升系统性能。保护、控制、监测和管理都可由一台设备来完成，确保微电网负荷和发电机在可控状态下工作，不论微电网是并入电网还是在独立模式下运行。↓



06



通用连接



提到ABB，大部分人会联想到什么？许多人大概会列举从电网系统到工厂车间的产品和应用。但ABB远不止如此。在本部分，《ABB评论》将探讨一些或许鲜为人知的应用：欧洲核子研究中心的转换器供电实验和港口的清洁空气。

60 定制中压MFT满足客户严格要求
66 向邮轮和集装箱船提供岸电



通用连接

定制中压MFT 满足客户严格要求

中频变压器（MFT）具备当今的传统电力电子系统中缺乏的一个关键性能：中压的隔离绝缘。MFT使得电力电子系统可扩展至中压（MV）范围，并可取代传统转换器与电网频率变压器组合，使其更加紧凑。因为兼具丰富的MFT经验和提供定制MFT的能力，ABB是迄今为止全球唯一能提供满足欧洲核子研究中心（CERN）严格要求的MFT供应商→1。

Toufann Chaudhuri
Stephane Isler
Marie-Azeline Faedy
ABB Sécheron SA
Geneva, Switzerland

toufann.chaudhuri@
ch.abb.com
stephane.isler@
ch.abb.com
marie-azeline.faedy@
ch.abb.com

低频变压器（LFT）是直接与本网连接的变压器。工作频率（基本频率）实际上是电网频率，即16.7、50、60Hz。在有些特殊应用（例如牵引）中，变压器额外需要承受大约高达几千赫兹的谐波（基本频率+谐波含量）。

较之LFT，MFT是与转换器（DC/AC、AC/DC、DC/DC）连接以实现降低重量/减小尺寸为目的的变压器。

在这种情况下，基本频率已达到几千赫兹或以上。波形通常还包含频率更高的谐波（数万赫兹）。

较之LFT，MFT是与转换器（DC/AC、AC/DC、DC/DC）连接以实现降低重量/减小尺寸为目的的变压器。



—
01 瑞士日内瓦的CERN总部
图片版权归CERN所有

物理问题

LFT与MFT之间存在一些重要的物理差异。中频对材料的性能有一定的影响。中频时磁通量造成的损耗比低频时会大很多，这意味着不能使用普通的铁芯材料。为了控制铁损，必须使用更薄的硅钢片（低至几微米厚）或铁氧体。同样，电流中的中频含量对铜损有很大的影响，导线必须被分成许多横截面积很小的导线（所谓的利兹线）。

—
线圈直径缩小结合匝数减少可大幅缩短导线总长，进而减小电阻，这是MFT比LFT更高效的主要原因。

鉴于此，MFT须采用不同于LFT的铁芯材料和导体材料来建造。磁通量和匝数与频率成反比。假设磁通密度恒定，提高频率可使绕组的铁芯横截面积和匝数都减少。因此，当频率升高时，变压器尺寸可显著缩小。而且，线圈直径缩小结合匝数减少可大幅缩短导线总长，进而减小电阻，这是MFT比LFT更高效的主要原因。

01



专访

欧洲核子研究中心 与《ABB评论》 畅谈变压器



Davide Aguglia博士

曾密切参与针对质子同步加速器升级的MFT项目的Davide Aguglia，与《ABB评论》谈论该项目的技术挑战和成果

欧洲核子研究中心电功率转换部，
瑞士日内瓦

《ABB评论》：请您跟我们描述一下MFT在哪些方面与您在欧洲核子研究中心的工作有关系。

Davide Aguglia: 我是电功率转换部的一个分部负责人。该部门可为大多数磁体和射频（RF）设备提供功率解决方案。磁体需要用于引导粒子束，RF需要用于加速粒子束。该部门下设8个分部，MFT适用于快速脉冲转换器分部，安装在质子同步加速器（PS）上。PS是为大型强子对撞机（LHC）和欧洲核子研究中心的其它实验输送质子的加速器之一。

《ABB评论》：欧洲核子研究中心为何要启动更换现有变压器的项目？

Davide Aguglia: LHC需要提升它的亮度，即每秒钟的粒子碰撞次数。为实现这一目标，欧洲核子研究中心正在对其加速器设施实施整合和升级，这就需要为PS的RF系统安装新功率转换器，以用于加速粒子束。MFT正是新功率转换器的核心子组件。

《ABB评论》：您能跟读者总结一下PS的能量要求特殊之处吗？

Davide Aguglia: 无论负载如何变化，必须提供25 kV的恒定电压。RF负载包含将电功率转换成RF功率的电子管（RF放大器）。RF负载的特性根据所运用的加速类型而改变。这意味着，负载在改变，但所提供的25 kV电源必须保持不变。我们实际上必须打造一个完美或理想的电压源。

《ABB评论》：该项目有哪些独特的技术挑战？

Davide Aguglia: 对我来说，这个问题非常清楚。有三个特定需求必须在一个设备中得到满足。而这在任何地方都是不存在的。据我所知，目前仍

除了比同等电网频率变压器消耗更少原材料之外，MFT 还具备占用空间减少的重要优势→2。

ABB对MFT挑战的响应

ABB拥有丰富的MFT经验。过去，只要进入中压范围，任何尺寸缩减都会因为绝缘距离这一限制因素而受限，即，尺寸缩减受限于绝缘距离。但是，由于油绝缘的优良性能，即使绝缘电压要求提高，也可受益于MF提供的紧凑性。因为是油绝缘，可以使用不同的冷却方法，包括自然或强迫油循环冷却、间接冷却水、强迫或自然风冷等。

要想能提供高绝缘电压等级，同时能将尺寸缩小几个

数量级，面临的挑战之一与套管有关。虽然标准高压套管的尺寸相比整体LFT非常之小，但它们比整个MFT还大，这意味着不能再用这种套管了。相反，必须通过油箱的绝缘罩使用小型套管。确保合适的间隙和爬电距离需要丰富的绝缘知识和FEM（有限元法）模拟能力。

除了比同等电网频率变压器消耗更少原材料之外，MFT还具备占用空间减少的重要优势。

然没有这样的设备。这是第一台能兼具25 kV高压绝缘、20 kHz中频和100 kW功率这三个特性的变压器。

除此之外，欧洲核子研究中心在规范书中要求转换器必须是模块化的。这样欧洲核子研究中心不仅能将它用于PS整合和升级，在以后也能使用。

《ABB评论》：首台转换器现在已经安装完毕。情况如何？

Davide Aguglia: 已经订购5台功率转换器。这意味着需要订购17台MFT。每台转换器需要3台MFT，还有两台备用。原型机已投入运行。它的性能仍在分析当中，但它目前表现良好。今年秋季还有3台转换器要投运。

《ABB评论》：ABB和欧洲核子研究中心都是大型机构。您认为这给本次项目带来的是协力效应还是挑战？

Davide Aguglia: 为满足项目需求，双方订立了一份特定合约。它主要涵盖与对双方而言都极具挑战的项目有关的风险，使得能够制定一个更详尽的采购计划。

为满足项目需求，双方订立了一份特定合约。它主要涵盖与对双方而言都极具挑战的项目有关的风险，使得能够制定一个更详尽的采购计划。

《ABB评论》：ABB最与众不同的地方是什么？

Davide Aguglia: ABB最令人称赞的地方是它拥有丰富的专业知识。在日内瓦与ABB工程师、技师和研发经理一起工作时，发生了许多令我印象深刻的事。譬如，技师能参与早期的设计方案讨论。这是个非常技术性的项目，能直接与ABB工程师对话并借鉴他们丰富的经验知识，于我而言绝对是最重要的事情。

《ABB评论》很高兴能听您这么说。感谢您接受我们采访。

欧洲核子研究中心

欧洲核子研究中心成立于1954年，坐落于法国和瑞士的交界处，邻近日内瓦。它采用全世界最大、最复杂的科学仪器[1]研究物质的基本成分——基本粒子。欧洲核子研究中心使用的仪器是定制的粒子加速器和检测器。欧洲核子研究中心共有包括质子同步加速器等在内的9台加速器。

——
针对这一高要求的应用，ABB是迄今为止全球唯一能为欧洲核子研究中心提供这种产品的供应商。

质子同步加速器的升级改造

欧洲核子研究中心表示质子同步加速器（PS）是其主力设备，也是1959年全世界第一台质子加速器。它是一种直线加速器，用于在欧洲核子研究中心开展的许多实验中进行粒子加速 $\rightarrow 3$ 。它拥有需要非常稳定的25 kV DC电压的射频空腔。2013年，PS需要进行升级改造，而作为改造项目的一部分，其MFT要被整合到欧



03





—
02 中频变压器

—
03 装有ABB MFT的欧洲核子研究中心质子同步加速器
图片版权归欧洲核子研究中心所有

—
参考文献
[1] <https://home.cern/about>
2017年2月21日访问

洲核子研究中心的DC/DC转换器中。此外，功率要提升，但替代MFT不能比之前的大，因为它要被安装在现有空间中。

替代MFT的主要参数包括：

- 22 kHz工作频率
- 160 kVA额定功率，酯油绝缘
- KNAN冷却
- 2个一次绕组和24个二次绕组
- 30 kVrms时无局部放电 (PD)
- 最大尺寸: 580 × 480 × 400毫米
- 最大重量: 90公斤

根据设计和交付38 kV绝缘、2 kHz工作频率和180 kW功率的PETT（电力电子牵引变压器）的经验，在提供给欧洲核子研究中心的MFT中，ABB特别地添加24个高压绕组。

2016年，ABB成功交付17台满足所有规格要求的MFT，并通过由欧洲核子研究中心团队开展的所有测试。欧洲核子研究中心对ABB为其开发的产品百分之百地满意。ABB能在实际频率（在本案例中是20 kHz）下检测MFT的空载损耗和负载损耗，以及电感。

能在最终运行工况下测试MFT可确保最优测试效果，有助于保证产品完全满足客户要求。在2017上半年已完成安装调试。针对这一高要求的应用，ABB是迄今为止唯一能为欧洲核子研究中心提供这种产品的供应商。

加速的动力

ABB是少数能为特殊要求的高压电力电子应用提供定制MFT的供应商之一。MFT的优势数之不尽，但可概括为以下几点：

- 针对中压绝缘强度或高功率设计的超高功率密度
- 占用空间更小、更紧凑、更轻量
- 容易被整合到模块化转换器中
- 能效提升
- 灵活的冷却方式
- 节省铜、铁和油
- 百分之百免维护

具备上述优势的ABB MFT能助力欧洲核子研究中心等客户继续研究物质的本质。 |

通用连接

向邮轮和集装箱船提供岸电

一艘停在泊位的大型船舶可消耗高达20 MVA电能，该电能通常由其柴油引擎提供。然而，码头空气质量和噪音正在被纳入监管审查范围。基于ABB ACS6000中压变频器家族的定制化解决方案，可向船舶提供符合高电能质量要求的、可靠的、且每MVA成本最优的船用岸电→1-2。



Roberto Bernacchi
ABB电网事业部电网集成
业务单元
意大利 Sesto San Giovanni

roberto.bernacchi@
it.abb.com



Ester Guidi
ABB机器人及运动控制事业部
中压传动业务单元
瑞士 图尔吉

ester.guidi@ch.abb.com

通常，远洋船舶在港口时会用船上的柴油发电机发电。但众所周知，船用柴油发电机产生的排放会对环境造成不良的影响。另外，船舶在码头停靠时，产生的排放和噪音也越来越多地受到监管审查——尤其是对于那些位于敏感海洋环境或者人口密集的大城市中的港口。事实上，在欧洲海港组织（ESPO）确定的、主要港口需要考虑的十大环境重点中，前三位即为空气质量、能效和噪声管理[1]。

船用岸电

为减少船舶停靠泊位时的排放，港口主管部门通常提供船用岸电连接。然而，超大型——譬如超巴拿马级——集装箱船可消耗高达7.5 MVA电能，大型邮轮可消耗20 MVA电能。如果几艘大型集装箱船同时连上岸电，港区的供电能力要求是相当大的。

提供如此大容量的电能对港口的电力基础设施提出了极高要求，包括资本支出、设备复杂性、运营成本和维护在内。而且，船舶船侧的电网可能是50 Hz或60 Hz（大部分使用60 Hz），因此SFC静态变频器系统不仅要能提供大容量电能输出，还要能将当地电网频率转换成适合每艘船的频率。

ABB ACS6000 SFC

为解决该高功耗船舶市场的需求，也为能给客户提供先进的船用岸电，ABB启动了一个整合项目，将ABB ACS6000 SFC中压传动产品平台集成到高端、定制化的岸电静态变频解决方案。

—
ABB启动了一个整合项目，将ABB ACS6000 SFC中压传动产品平台集成到高端、定制化的岸电静态变频解决方案。



01

—
01 船舶停靠港口期间可消耗大量电能。通常情况下，这些电能由船的柴油发电机来提供，但会给当地环境造成严重影响。

这些解决方案可确保船舶获得可靠的电能供应，不仅电能质量高、完全符合国际标准，而且每MVA的成本最优。

—
为减少船舶停靠泊位时的排放，港口主管部门通常提供船用岸电连接。

船用岸电解决方案集成了ACS6000 SFC，可提供以下核心功能：

- 将50/60 Hz港口电网电能，通过静态变频的方式，转换成与船侧电网相匹配的60/50 Hz电能
- 完全控制向船侧电网提供的有功功率和无功功率，
- 并联变频器充当负载侧配电基础设施的负载平衡分配
- 限定下游保护装置可以运行的短路电流
- 对电网侧和船侧的谐波影响最小化

针对岸电应用，增强型的ACS6000 SFC平台共提供12种配置，能涵盖从单集装箱船到多集装箱船，再到目前服役的最大邮轮的所有的功率要求。

设计时重点考虑了如何实现对电网侧的谐波影响最小化，以及如何最大化提高向船侧供电的电能质量。为降低对电网的谐波含量，使用了12或24脉二极管整流器——二极管供电单元（LSU），或者双重/三重化有源整流单元（ARU）。

—
码头排放和噪音越来越多地受到监管审查。



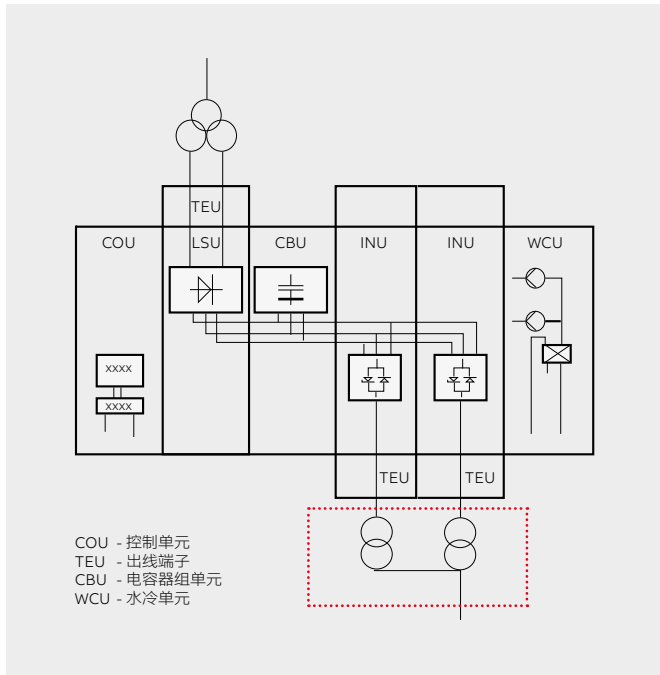
02

在船侧，每个逆变单元（INU）分别与输出变压器的独立绕组相连，负载侧绕组通过串联，形成所需的船侧电压。这种串联设计，结合各个绕组之间的相位移，以及特殊设计的滤波器，可极大地降低变频器本身的特征谐波含量。标准ACS6000 SFC配置如→3所示。

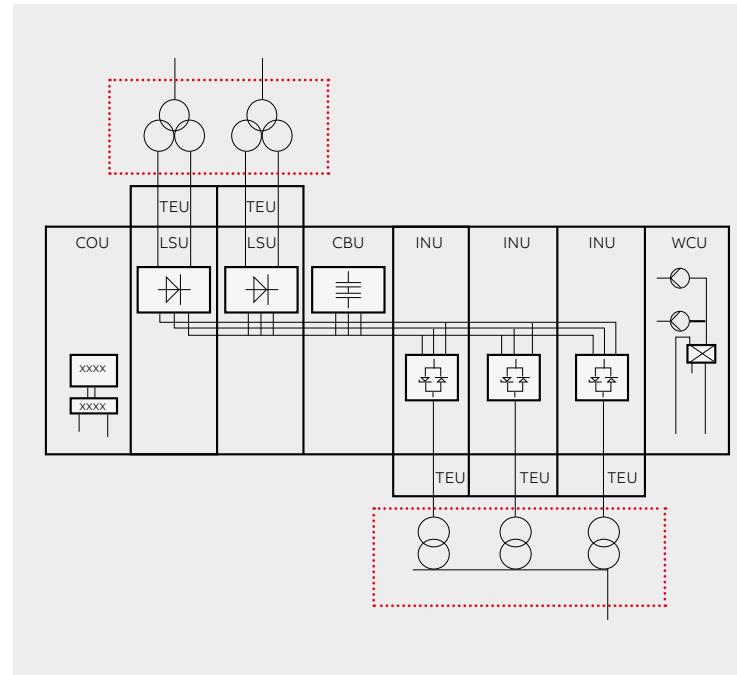
—
这些解决方案以可靠方式提供电能质量最高、符合全球标准且每MVA成本最优的船用岸电。

选择SFC静态变频器时，需要高度重视它的效率，这样才能最大限度降低最终用户的运营成本。对于变频器来说，冷却方式的选择也很重要：水冷式SFC静态变频器可达到98%以上的转换效率。而且，相比驱动类变频器，SFC在只有部分负载时，其效率也可以接近最大，达到97%以上，即便在负载因数低至30%时。

作为并入港口电网的ACS6000 SFC已经考虑了国际标准IEC/ISO/IEEE 80005-1《高压岸电连接》的最严格要求，以及由认证公司制定的船舶分类规则。例如，使用OPP优化脉冲模式来生成船舶所需的正弦波形，而且低次谐波，最高至50次谐波，都被消除，或被控制在可接受水平。然后通过增加定制化的RC或RLC滤波器，削弱剩余的高次谐波（最高至100次），从而使得电压谐波畸变总量低于4%。选择变频器平台只是为客户提供可靠的船用岸电系统解决方案的第一步。



03a



03b

— 02 ABB's ACS6000.

— 03 标准ACS6000SFC配置

03a 双重化ACS6000 SFC
(最高14 MVA)

03b 三重化ACS6000 SFC
(最高24 MVA)

— 04 变频器系统和供货范围
概述

此外，还必须考虑到许多船舶特有的因素：

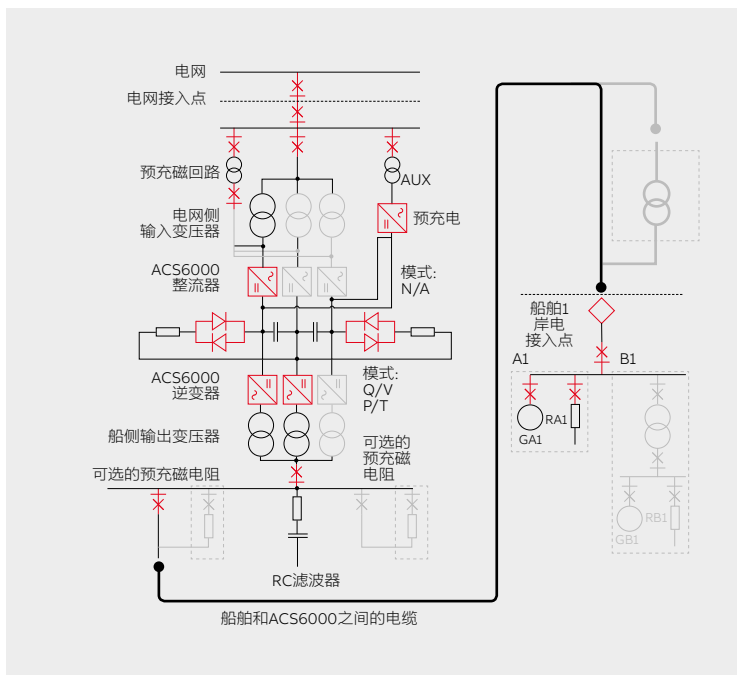
- 向不同船型提供不同的上船电压：6.6 kV或11 kV（通过升压变压器）。变压器需要一个无载分接开关，用以在这两个电压等级之间进行切换。
- 与船侧发电机同步，以及进行负载转移分配，尤其是船舶刚与船用岸电设施连接之后的过渡阶段。
- 通过专门的制动电阻，控制从船侧产生的逆功率，以避免电能被倒送至港口电网，因为在有些国家电网规范中，这是不允许的。
- 考虑到船侧电网的不同，实现实时功率因数控制（有功和无功功率控制）。

- 在确定变频器的短路电流能力，以及在由船载切换负载所引起的过载时，应充分考虑下游保护动作的选择性。
- 在岸侧和船侧加设开关柜，来实现对船侧和变频器的全面电气控制和保护。

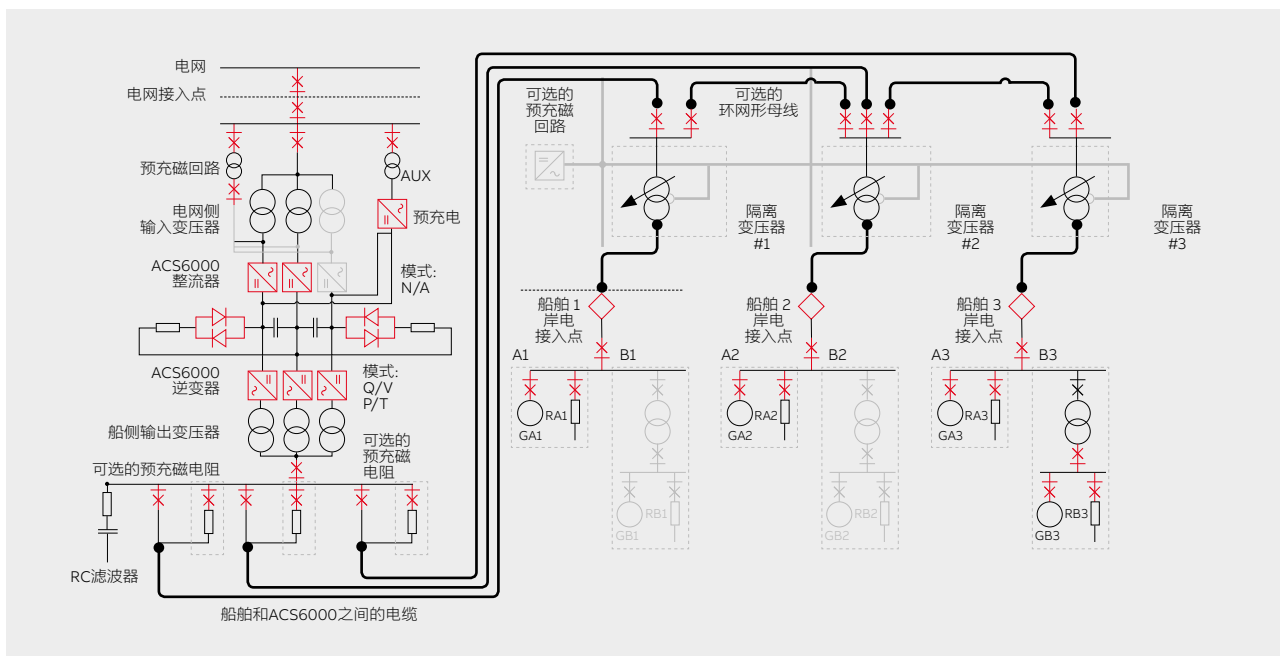
— 针对岸电应用，增强型的ACS6000 SFC平台共提供12种配置，能涵盖所有的功率要求。



04



05a



05b

综上所述，应特别注意变频器尺寸、变压器（输入和输出）规格、冷却系统，以及保护和控制装置的选择→4。

设计时重点考虑，如何实现对电网侧的谐波影响最小化，以及如何最大化提高向船侧供电的电能质量。

基于ACS6000 SFC的定制化岸电解决方案，可保证，拥有不同配置的项目，都能得以顺利执行。

例如，针对单泊位/单船舶的解决方案，ACS6000 SFC不仅满足船舶的标称功率容量需求，还能适应因船侧直启大型电机和船载变压器送电所引起的过载，并能确保隔离船侧电网故障所需的保护动作选择性→5a。应特别注意，对电网侧输入变压器的预充磁，可以最大限度减小对港口电网的电压降。

—
05 订制化解决方案确保项目顺利执行

05a 单泊位配置

05b 多泊位配置

—
06 智能化港口需要简洁、高效的电网接入方案，以确保能成功地平衡供需侧的电力需求

—
参考文献
[1] “ESPO / EcoPorts Port Environmental Review 2016 – Insight on port environmental performance and its evolution over time,” April 2016. Available: http://www.espo.be/media/news/ESPO_EcoPorts%20Port%20Environmental%20Review%202016.pdf

多泊位方案的总运营成本较低，因为可以用一个总的变频岸电电源站，同时为多艘船舶供电→5b。由于每条船都有特定的负载特性，所以应对此进行额外的评估，并要充分考虑不同泊位的船舶之间的电气隔离都需在岸侧加装隔离变压器，这些岸侧隔离变压器都有预充磁要求，以确保变频岸电电源站的供电能力与总负载相匹配。

—
选择SFC静态变频器时，需要高度重视它的效率，这样才能最大限度降低最终用户的运营成本。

港口电气化- 全局观

由于船用岸电解决方案的复杂性和相关限制，必须以工程化的视角来对待船用岸电设施，因为船用岸电设施已超越了船用岸电系统本身，其已经融入和成为了港口电气化的一部分。港口电网应被视为一个新电力消费者或生产者随时可以进入的动态环境。因此，一个稳固的港口电网是关键因素：为维持供需之间良好电力平衡，港口电网必须全程从上级高压进线（HV）变电站直至低压用户保持稳健→6。通过高压变电站升级或港口电网改造，可在港口区引入蓝色侧（电动或混合动力渡船）和陆地侧（电动车）的电动交通用户，从而实现风电场或光伏电厂等可再生发电资源接入电网。

简言之，船用岸电和港口电气化可促进港口发挥关键区域经济引擎的作用 - 按传统说法，充当人和货物的运送枢纽；按现代说法，成为与周边社区完全融为一体的可持续商业实体。提供清洁能源及消除柴油排放和噪音可改善港口内部和周边的工作、交通和居住环境。要想接近百分之百地消除现场排放，并确保港口的长期发展，电气化是唯一经济有效的途径。|

电力和自动化……	概述	益处
船用岸电 	为停靠在泊位的船舶提供岸电的基础设施	- 消除98%的排放及所有噪音和振动 - 改善港口附近居民的生活质量
港口电气化 	- 高压变电站 - 中压/低压电气化 - 电力变压器	- ABB可以完整提供港口电气化系统 - 高可靠性的高压产品
港口电网接入 	- 港口配网自动化 - 可再生能源电网接入 - 通讯网络	- 提高供电可靠性 - 自给自足的港口微电网 - 安全/强大的通讯
电动交通解决方案 	- 电池-混合动力渡船充电基础设施 - 电动车充电桩	- 港口零排放呼吁 - 一体化交通（从铁路到电动车）
维修/改造 	- 咨询最优解决方案 - 现有设施改造 - 维保合同/备件	- 大幅提高可靠性、安全性和性能 - 延长系统寿命



控制与 生产效率



如果数据不可用或损坏，或者如果一个小差异被误认为是大差异（反之亦然），那么控制和生产效率就会面临风险。ABB已开发并使用了一些目前最先进、最可靠的控制方法，它们通常不仅依赖于“智能”自动化系统，而且能助力实现智能化排程和流程设计。



控制和生产率

节约成本—— 电驱气体压缩机控制

如今，几乎所有复杂系统都依靠自动控制技术来实现。由于它不像硬件一样有形可见，发挥的重要作用也难以被看到，因此在控制技术领域的创新成果通常得不到关注。与此形成鲜明对比的是，依赖于自动控制而存在的创新产品大受欢迎，例如四轴飞行器、自动驾驶汽车和工业机器人等等。在本案例的介绍中，为电驱气体压缩机开发的创新控制系统，采用至关重要的现代化自动控制技术，帮助客户节省数百万美元的成本。

Thomas Besselmann
Andrea Cortinovis
Mehmet Mercangöz
ABB集团研究中心
瑞士 Baden-Daettwil

thomas.besselmann@
ch.abb.com
andrea.cortinovis@
ch.abb.com
mehmet.mercangoez@
ch.abb.com

Arne-Marius Ditlefsen
Harald Fretheim
Jan Wiik
ABB工业自动化事业部
石油、天然气和
化工业务单元
挪威 奥斯陆

arne-marius.ditlefsen@
no.abb.com
harald.fretheim@
no.abb.com
jan.wiik@no.abb.com

Sture Van de moortel
Pieder Joerg
ABB机器人及运动控制
事业部传动业务单元
瑞士 图尔吉

sture.vandemoortel@
ch.abb.com
pieder.joerg@ch.abb.com

离心气体压缩机被广泛用于涵盖上、中、下游过程的工业用石油和天然气应用。离心气体压缩机的作用是，将管道系统中来自气源的天然气压缩并输送给最终用户。这些大型旋转机械通常是加工厂中最大的能源消耗者，也是最关键的设备，因为停机必然造成大量经济损失。因此，高可用性结合专门的控制和安全系统对于它们的运行至关重要。

大型旋转机械的动力可以来自传统燃气轮机，或者由变频器驱动的电机。电驱气体压缩机（EDC）相比燃气轮机具有许多优势，包括效率更高、响应速度更快、运行范围更宽、维护成本降低、当地温室气体排放总数为零，等等。



本文以EDC为例，讲述如何通过自动控制提高这些设备的可用性和可靠性，比如，利用先进的过程保护系统——动态喘振控制（DT2S），以及先进的传动控制系统——模型预测转矩控制（MPTC）。

本文着重讲述电网干扰，它会导致传动转矩快速损失，进而使气体压缩过程面临喘振这一不良事件的威胁。

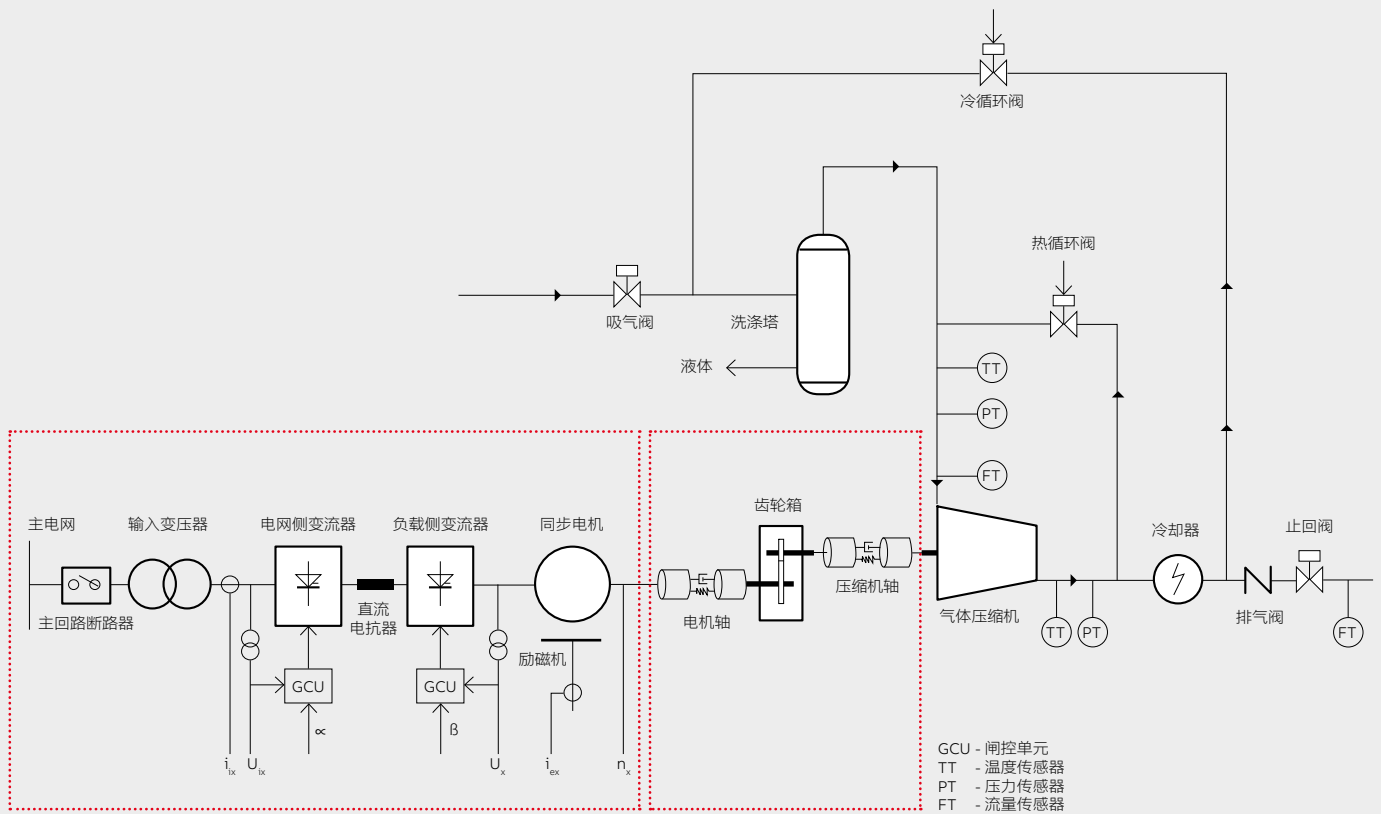
气体压缩过程

EDC的典型布局如→1所示。电气系统包含LCI（负载换相逆变器）及输入变压器、电网侧和负载侧变流器、同步电机和励磁系统。该电气系统通过柔性轴与气体压缩机相连，柔性轴带齿轮箱，可将该轴分成低速电机轴和高速压缩机轴。

天然气从吸气集气管进入气体压缩过程，经由吸气阀和洗涤塔到达离心压缩机的进气口。在电机转矩的驱动下，气体被离心压缩机压缩，并经由排气阀排入排气集气管，然后在冷却器中冷却。压缩机运行时，通过冷回流和热回流两个连接压缩机出口和入口的回流管线来调整运行工况。当回流阀打开时，它可使压缩机出口阻力减小，进而降低排气和吸气之间的压力比，使得经过压缩机的气体流量提高。其中，冷回流阀可以通过控制不同的阀门开度及开关速率，起到调整机组流量、防止喘振作用。而热回流阀只能全开或者全关，当机组联锁停机时在几百毫秒能快速打开，起到保护机组的作用。

—
相比现有保护系统，这一新开发的解决方案可提供穿越能力更好而风险更低的电驱压缩机。





01

离心压缩机的稳态运行通常用压缩机特性线图来表示，它显示出压头与流量之间的关系。压头是指针对一个气体单位的做功数量。

压头与吸气和排气之间的压升有关，但由给定数量的压头产生的压升因所处理气体的密度而不同。如→2所示，在设备运行时需要满足诸多运行限制。其中最重要的是喘振限制。喘振发生期间，压缩机将遭遇摆动工况，同时振动和温度水平都上升，这会致使设备磨损增大甚至失效，因此必须尽可能地避免。

ABB的Megadrive-LCI

鉴于气体压缩是个能源密集的过程，必然需要为变频器选择高功率解决方案。变频器系统的典型配置包含由LCI（如ABB的Megadrive-LCI）驱动同步电机。

Megadrive-LCI（如→3所示）是ABB在中压传动业务领域长盛不衰的产品之一。它能在市场上立于不败之地，主要是因为它拥有久经考验的鲁棒性和效率，并能应付很高的电压和功率。这些年来，ABB生产的Megadrive-LCI功率范围从几兆瓦到100 MW以上。

这种变频器系统的简图如左下角的→1所示。在电网侧，LCI通过变压器与中压电网相连，在负载侧，LCI与同步电机相连。LCI本身是由电网侧变流器、感应直流回路和负载侧变流器构成的，因此属于电流源型变频器类别。Megadrive-LCI的功率部分基于晶闸管技术，这使其能在高功率应用中运行。

在电动模式下，中压电网的固定频率交流功率先被转换成直流功率，之后再被转换成可变频率的交流功率，从而实现同步电机以可变速度高效运行。

01 EDC工业布局

02 离心压缩机特性图

典型挑战

气体处理厂通常位于电网容易遭受电气干扰的偏远地带。暴风雪、强风和架空线路结冰等气候现象，有时会造成电线短路故障，从而致使一相或多相的电网电压突然降低。通常情况下，电网电压受影响的时间只有50到150毫秒。虽然持续时间很短，但这种电压骤降的影响十分严重。

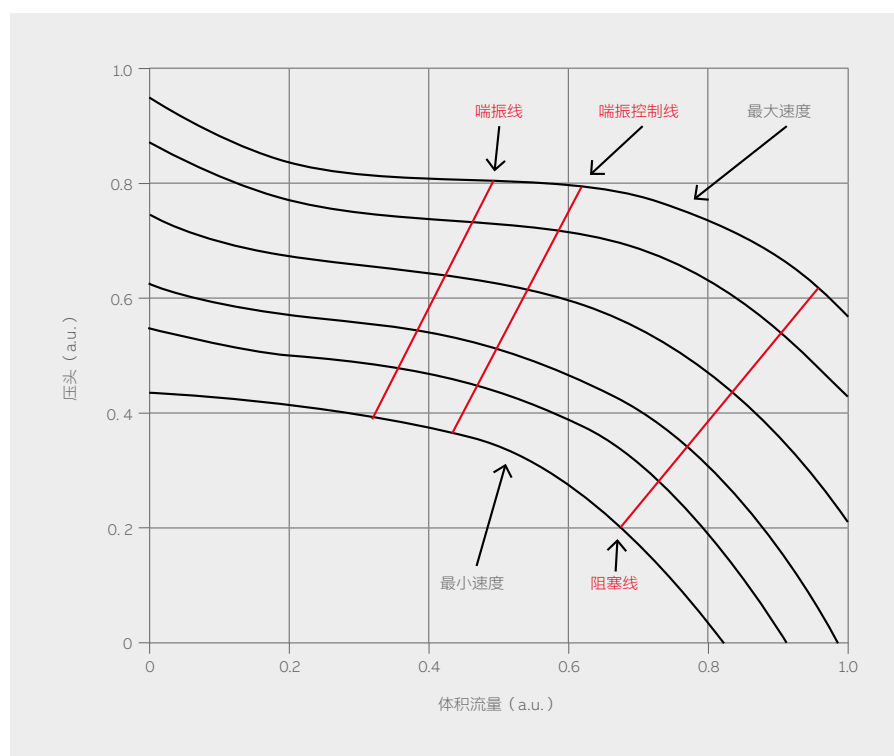
电压骤降对LCI的控制系统提出了重大挑战。根据控制系统应对这些干扰的能力，LCI可能离开安全运行区域，这会导致LCI跳闸。最常见的是由电网电压恢复正常时产生的浪涌电流引起的过电流跳闸。

应对这些问题的常见工业解决方案是，停止运行LCI，直至电网电压恢复正常。对于许多应用而言，这种做法是合理的，但它不适用于电驱气体压缩机：由于驱动转矩突然消失，压缩机会迅速偏向喘振方向。通常情况下，压缩过程在出现电压骤降时会停机，这是避免机械损伤和磨损的一种预防措施。

无论哪种情况，气体压缩机都要停止运行，这意味着需要进行耗时的重启程序。

决定是否及何时停止气体压缩过程是个棘手的问题：若过早停止，可能因为生产损失造成不必要的重大经济损失；若太晚停止，压缩机会进入喘振工况，从而面临机械损伤风险。

若再考虑到循环阀的响应速度相对缓慢，做决定即更具挑战性。即使热循环阀的响应速度较快，只有几百毫秒，但也需要尽早做出打开阀门的决定。同样，跳闸决定只能在几百毫秒之后才生效，而在此期间压缩机系统完全处于无保护状态。





03

自动化系统架构

为提高气体压缩系统在欠压情况下的鲁棒性，专门设计一套自动化系统，它包含两个主要组件：

- 针对ABB Megadrive-LCI的控制解决方案，它能跨越电压骤降，但不让传动设备跳闸。
- 针对压缩过程、基于模型的喘振保护系统，它能确保压缩系统安全运行，在电压骤降时避免不必要的跳闸

用于支持压缩机保护系统的架构如→4所示。压缩机保护系统安装在独立的控制板上，这为在其它不含ABB Megadrive-LCI的电驱配置中使用同一系统创造了条件。如下文所述，保护系统与ABB Megadrive-LCI的结合还能提供其他优势。

实行提议保护方案的前提在于，电机速度的快速响应能正好在电压骤降时作出反应，并能提供一致的喘振安全裕度。拥有毫秒级更新速率的LCI控制器可以做到这一点。

安装在独立控制板上的压缩机保护系统，包含动态喘振时间计算和监控这两个部分。

动态喘振时间

出现电压骤降事件时，传统防喘振控制系统不一定能应对这些非常迅速的干扰，这使得压缩系统被置于喘振事件的潜在风险当中。另外，压缩机只应在从安全的角度上讲确实有必要时才停止运行。这就引出了如何安全地跨越电压骤降的问题。事实证明，通过整合来自电气系统和气体压缩系统的信息，即可安全、高效地解决这一问题。

解决EDC中的电压骤降干扰并没有明确的先进解决方案。有一种潜在方案需要在高保真离线模拟中计算静态喘振时间，然后将问题归总到涉及一些过程变量的实时设置中的查找表中。然而，这种方法没有考虑到不断变化的运行条件，譬如边界条件或系统阻力的改变等。而且，这些方法通常是以最坏情况为条件设计的，由此获得的过于保守的解决方案反而造成额外停机。



03 ABB的Megadrive-LCI

04 自动化系统架构。如何在现场部署专为压缩机保护而开发的自动化系统示例

为能同时确保EDC安全运行和在电压骤降时具有最大的跨越能力，专门开发一套新解决方案。该新解决方案需要整合电气系统信息与过程信息，然后用过程模型预测过程轨迹未来的变化情况。以不同的采样速率进行电气和过程测量，测量数据输入到初始化程序中。该程序将确定初始过程工况点和电压骤降时的预期部分转矩。该

除保护算法之外，DT2S解决方案中还包含监控系统。

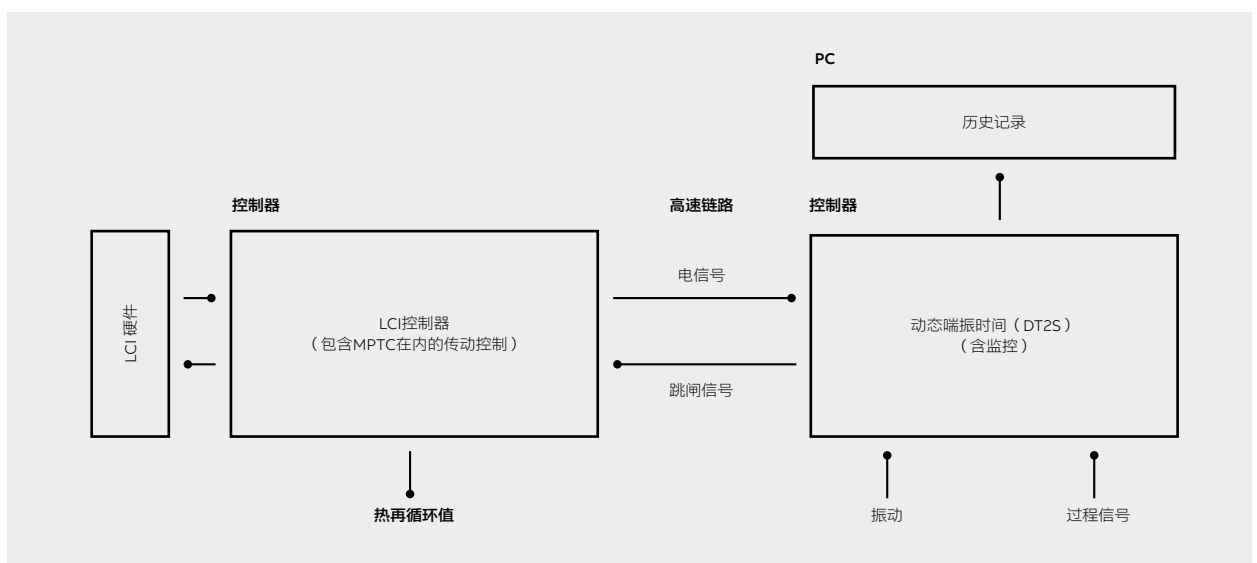
信息再被输入到气体压缩过程的模型中，模型然后在给定的预测窗口进行数字整合。该系统轨迹再被用于确定在预测窗口中何时与喘振线发生交叉。

该值就是所谓的动态喘振时间（DT2S），它每隔5至10毫秒实时重新计算一次。通过与安全裕度相比较，DT2S然后可被用作跨越或停机条件。安全裕度相当于安全系统的最长预期反应时间。

除保护算法外，DT2S解决方案中还包含监控系统。监控功能可提供在线数据监控，以及瞬态事件期间的高分辨率截图。所有数据都存入“历史记录”中，用于分析特定事件或它随时间发生的变化。监控部分还包含压缩机和电机的振动测量。

借助监控数据可以：

- 确认压缩机在电压骤降时维持安全运行
- 支持通过估计电压骤降事件期间的振动进行保护级别设置
- 追踪可能影响保护功能设置的压缩机特性的潜在变化。



模型预测转矩控制

模型预测转矩控制（MPTC）是为ABB的Megadrive-LCI新开发的一套控制系统。MPTC采用基于模型预测控制（MPC）的控制算法，可确保传动在电力和电网干扰期间保持运行，从而为压缩机提供部分转矩，避免压缩机进入喘振。

MPC控制算法源自于过程工业，从1980年代开始被广泛用于化工厂和炼油厂。相比传统控制方法，MPC能通过数学模型智能地预测所控制系统未来的行为，并解决优化问题以根据给定条件和运行限制计算最佳控制动作。

用MPTC控制LCI的关键挑战源于需要快速响应电网电压变化：每一毫秒都需要在ABB的AC 800PEC控制板上构建、线性化和解决一个非线性优化问题→5。整个MPTC算法只需占用很小一部分计算资源，即可使整个控制系统同时被执行。

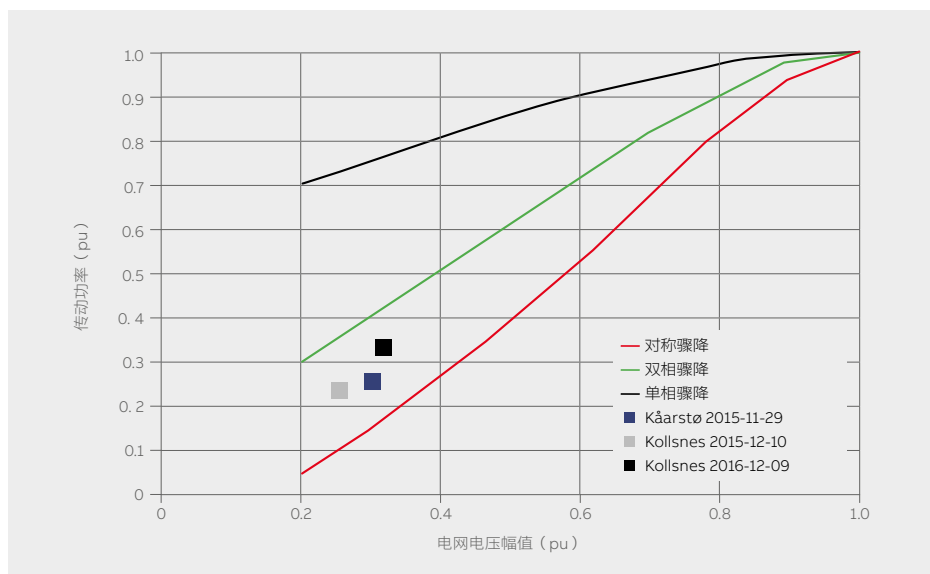
除能解决电流等运行变量限制以避免过电流跳闸之外，MPTC还能协调和决定晶闸管的触发，从而提高抗干扰能力乃至跨越电压骤降的能力。

具体而言，通过MPTC，LCI既能跨越电压骤降，又能为压缩系统提供部分转矩。提供多少功率取决于电压骤降的类型和幅度→6。借助部分转矩，喘振发生可以完全避免，或者至少能被延迟，这有助于延长电网电压恢复正常或采取保护措施所需的宽限期。因此，MPTC能提高整个压缩系统的安全性和可用性。



05

06



— 05 ABB's AC 800PEC –Mega-drive-LCI中使用的嵌入式控制板

— 06 在单相、双相和对称电压骤降的电网电压干扰期间的预期传动功率。在Kollsnes和Kars-to工厂测量在一些对称电网电压干扰期间的传动功率

— 07 电压骤降跨越示例

参考文献

[1] A. Cortinovis, M. Mercangöz, T.O. Stava, S. Van de moortel, E. Lunde, "Dynamic Time to Surge Computation for Electric Driven Gas Compressors during Voltage Dips," 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems DYCOPS-CAB 2016, Trondheim, Norway, 6–8 June 2016.

[2] T. Besselmann, P. Jörg, K. Terje, E. Lunde, T.O. Stava, S. Van de moortel, "Partial Torque Ride Through with Model Predictive Control," 2016 Petroleum and Chemical Industry Conference Europe (PCIC Europe), Berlin, June 2016, pp. 1–8.

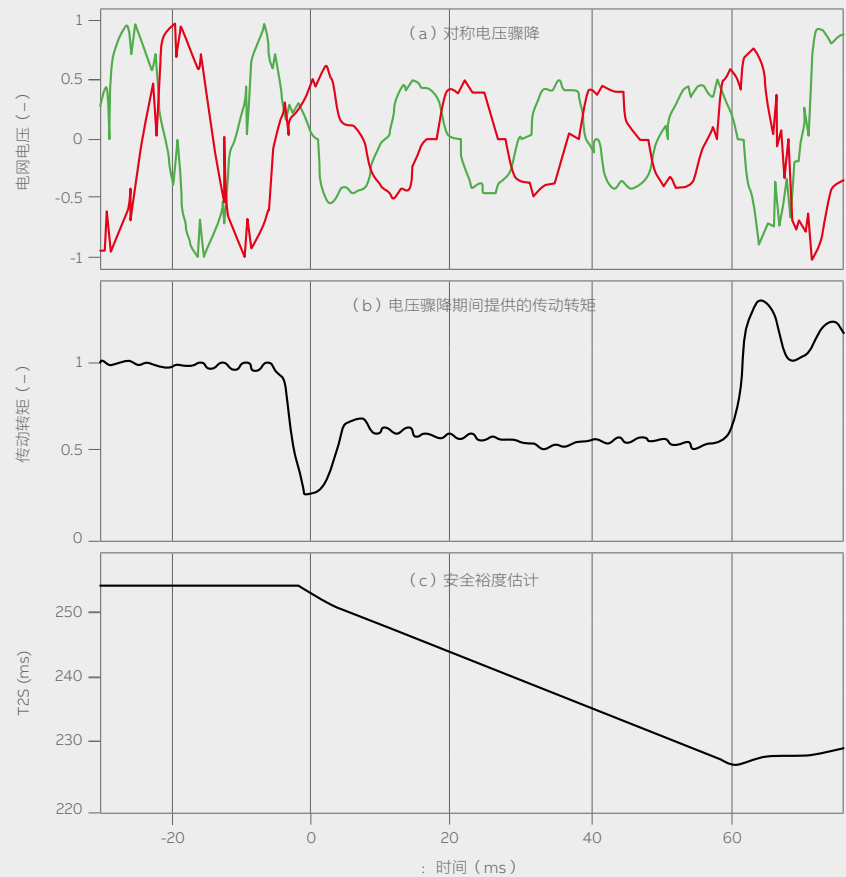
[3] T. Besselmann, S. Van de moortel, S. Almér, P. Jörg, and H.J. Ferreau, "Model Predictive Control in the Multi-Megawatt Range," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 63, no. 7, pp. 4641–4648, July 2016.

[4] R. Bhatia, H. Krattiger, A. Bonanini, D. Schafer, J. Inge, and G. Sydnor, "Adjustable speed drive with a single 100-MW synchronous motor," ABB Review, vol. 6, pp. 14–20, 1998.

试点安装

2016年，以上所述系统已被安装到Statoil（挪威国家石油公司）的天然气处理和出口厂Kollsnes的电驱压缩机系统中。它包含MPTC及DT2S（带监控）。DT2S系统以开环模式运行一段时间，以收集调试系统和确定安全限制所需的数据。设定安全限制是为最大限度降低受损风险，并提高EDC跨越电压骤降的能力。

完成调试后，通过闭合控制环路来激活系统，这意味着在出现电网电压骤降时，系统可以保护41.2 MW的电驱气体压缩机系统。



07

激活后，系统成功地跨越电压骤降。事件记录如→7所示。对称电压骤降持续大约60毫秒。LCI在电压骤降期间能提供转矩，从而使得趋于喘振浪涌工况的进程被延缓。与此同时，DT2S评估显示事件是安全的，无需让压缩机系统跳闸。电压恢复正常后，压缩机重新加速和增加到喘振线的距离。

业务因素

电气传动是ABB面向石油天然气行业的产品组合的重要组成部分之一。出于降低维护成本和排放监管的原因，电气传动取代燃气轮机已是大势所趋。此外，电气传动还具有运行范围更宽、效率更高和动态转矩变化更多等优势。因此，电气传动实际上已成为海上设施的标配。

占据大型中压传动市场的是少数几家大企业。价格无疑是客户重点考虑的因素之一，同时产品还须具有高可用性。天然气出口数量与设备可用性直接相关，而停机造成的经济损失是巨大的。I

专家咨询

专家支持唾手可得，助您优化传动系统的过程性能。

ABB为您提供向传动系统专家咨询的机会，帮助开发定制解决方案，优化传动系统资产。

了解如何改进传动系统，请点击：

<http://new.abb.com/drives/services/engineering-and-consulting/drive-system-consulting>

专业术语解释

区块链

《ABB评论》推出了一个新系列，旨在简明地解释与技术有关的复杂主题。本系列的第一篇文章将解释术语——区块链。



条目被提交至
区块链



Thomas Locher
Yvonne-Anne Pignolet
ABB集团研究中心
瑞士 Baden-Dättwil

thomas.locher@
ch.abb.com
yvonne-anne.pignolet@
ch.abb.com

区块链是个用于保存不断增长的记录清单的分布式数据库。分布式数据库是可复制到许多计算机上以实现容错的数据库。记录清单被编译成所谓的区块，区块还包含时间标记和与前一个区块的链接，它们共同即构成区块链。通过执行协议以验证校验条件，并确保同意下一个区块被添加到区块链中，计算机以点对点的方式确保复制品之间的一致性。因为需要保证区块之间的一致性，不能允许任何一台计算机出现偏差，而这可以保证记录的不可变性→1。

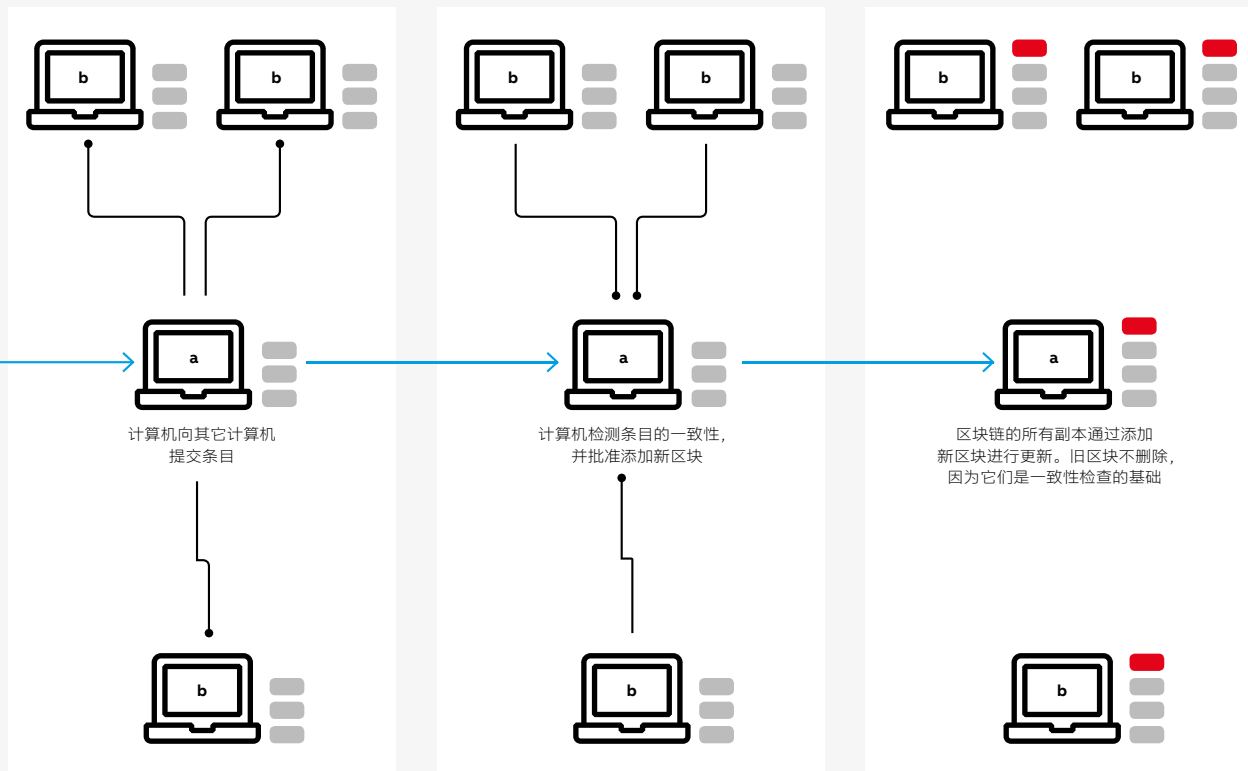
区块链概念是为方便虚拟货币比特币的兑换而发明的，它使得比特币的兑换不必依靠信任或任何一家机构的集中控制来进行。后来，有人还提出了其它使用案例和拥有不同性质的区块链。一般而言，区块链相当于一个分布式账本，可高效地、以可验证和永久性的方式保存涉及一方或多方的任意记录。例如，金融行业可利用区块链技术简化国际银行间通信和交易。在工业环境中，虚拟和实体商品的出处、所有权和追踪可受益于区块链基方法的不可变性、容错性和可扩展性。

概览

- 无中央账本，这意味着它相比传统记录更难以被操纵。
- 基于一致性而非权威。
- 虽然是因比特币而为人熟知，但区块链原理可以用于记录任何类型的数字信息。



01 区块链的原理



01

出版信息

编委会

Bazmi Husain
首席技术官
集团研发技术部

Adrienne Williams
可持续发展高级顾问

Christoph Sieder
企业传播负责人

Reiner Schoenrock
技术与创新传播

Ernst Scholtz
研发战略经理
集团研发技术部

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

出版人

《ABB评论》由ABB集团研发技术部出版。

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

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

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©2017
ABB瑞士有限公司
瑞士巴登

《ABB评论中文版》

余臻
执行主编

沙陶金
主编

马林
责任编辑

审校

李 彤	兰淑平
曾伟良	巫晓晖
孙会刚	赵 馨
宛志弘	李险峰
董志华	王永茂
查志民	张帅甲
戴 靖	张 莹
王 明	

声明

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

对文中有关内容的准确性以及所表达的观点，ABB不做任何担保、保证以及承诺。

ISSN: 1013-3119

<http://www.abb.com/abbreview>



平板电脑版

您可以在平板电脑上浏览《ABB评论》。

请访问：
abb.com/abbreviewapp

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，请完成注册确认。





— 2017年第4期 转型

当前，全球正面临两大变革：一个是在发电与配电领域，另一个在数字通信与控制领域。所有行业都将受其影响，无论是现在还是将来，每家企业都必须拥抱变革。下期《ABB评论》将揭开这些变革的面纱，探寻企业转型之路，把握现在，赢得未来。