评论

可靠连接

世界上历史最悠久的商业期刊之一
04|2022 中文版

06 – 33 供电与保护
34 – 45 食品与饮料
46 – 65 绿色氢能

28

智测温度

36

节能提效

无碳未来

48

05 **编者按**

供电与保护

08 **助力可持续性**
ABB 产品通过 PEP Ecopassport® 认证

14 **独树一帜**
SACE Infinitus 为未来配电带来无限可能

20 **密封保障未来**
调研 Azipod® 推进器密封系统

28 **智测温度**
智能温度监测继电器

食品与饮料

36 **节能提效**
智能计量与监测提升能效

42 **守护安全**
面向食品与饮料行业的智能安全产品

绿色氢能

48 **无碳未来**
利用氢能解决方案优化应用

54 **难以捉摸的分子**
ABB 传感技术如何确保氢气纯度和安全

60 **制氢**
适用于电解池的先进电源

64 **突破限制!**
美国两座新工厂将每天生产 60 吨绿色氢气

66 **读者趋势**
2022 年读者调查结果

专业术语解释

68 **6G**

69 **订阅**

69 **出版信息**

70 **2022 年各期索引**

《ABB 评论》译
由于西班牙语和法语版本的分销量较低，公司决定从第 1/2023 期起停止发行这两个版本。从第 1/2023 期开始，《ABB 评论》将只提供英语、德语和中文版本。

在此，编辑们希望对这些已停产语言版本的读者们表达真诚谢意，感谢你们长久以来的忠诚和信任，感谢你们继续阅读和支持《ABB 评论》的其他语言版本。

订阅《ABB 评论》，请访问 abb.com/abbreview

功能连接

在一个相互依存的世界中，没有互联互通，就不可能形成集成系统。本期《ABB 评论》将聚焦于其中一些连接的形成方式以及它们如何变得更智能，从而实现更优结果。

如果您想要在每期《ABB 评论》发表时收到邮件通知，订阅免费纸质版，或在线阅读其中文章，请访问 abb.com/abbreview。

下期预告：第900版

第 4 页图片来源：©Gorodenkoff/stock.adobe.com

编者按

亲爱的读者:

亲爱的读者:

工业流程离不开多种多样的连接。这些连接需要能源来提供动力，需要数据来起引领作用，需要人去维护、控制和操作。如果这些连接中的任何一环中断或发生故障，其后果可能是高昂且具有破坏性的，在最糟糕的情况下后果甚至是灾难性的。

在电力输送方面，保护算法正变得日益复杂。算法除了确保供电不中断以外，还守护人员和财产安全并优化能源效率。从制造和运营到回收的整个价值链中正在与日俱增地运用各种算法。

在本期的《ABB 评论》中，我们会探讨在典型工业背景和非常规环境中的各种连接，如海上运输以及氢气生产和交付的连接。

祝您开卷有益!

Björn Rosengren
ABB 集团首席执行官

供电与保护

能源的分配和使用依赖于连接，连接将各个单独的部分整合为一个整体发挥作用。这种连接包括了从电力传输到数据链接等等，甚至包括监测和分析。ABB 将最新硬件和数字化技术相结合，让用户能够强化其系统安全性和可持续性。

08 **助力可持续性**
ABB 产品通过 PEP Ecopassport® 认证

14 **独树一帜**
SACE Infinitus 为未来配电带来无限可能

20 **密封保障未来**
调研 Azipod® 推进器密封系统

28 **智测温度**
智能温度监测继电器

ABB 产品通过 PEP ECOPASSPORT® 认证

助力可持续性

ABB 动力产品已通过 PEP Ecopassport® 认证，该认证是对产品在整个生命周期中的出色环保表现的认可，能够帮助客户在产品选型时做出明智的可持续性决策。

图 01 来源：01: ©Gorodenkoff/stock.adobe.com

01

—
Alana Tapp
Fabian Keller
Nick Elliott
Jorge Unamo
Erik Solak
ABB 电气化
新西兰纳皮尔

alana.tapp@nz.abb.com
fabian.keller@nz.abb.com
jorge.unamo@nz.abb.com
erik.solak@nz.abb.com
nick.elliott@nz.abb.com

对于 ABB 而言，碳中和不是愿景，而是承诺[1]。全球技术行业的能耗占全球能耗的四分之三，因此在减碳方面，ABB 大有可为。ABB 不仅通过继续推进可再生能源转型和大幅提高自身能效来降低其运营碳足迹，还尽一切努力帮助客户在不影响生产力的情况下降低他们的碳足迹。

ABB 如何切实协助客户达成可持续性目标？ABB 通过与客户、供应商和其他领先组织开展合作，在 ABB 产品与解决方案的整个价值链和生命周期中积极推进实可持续性实践。此类实践对于诸如全球船运和任务关键型设施（例如数据中心）等需要海量清洁可靠电力的行业来说尤为重要；减少这些行业的碳足迹既能够减少其能源成本，又能够降低其环境影响。

—
ABB 在其产品的整个价值链和生命周期中推进实施可持续性实践。

2021 年，ABB 有两款产品通过了产品环境概貌 (PEP) Ecopassport® 认证：专为船运行业设计的静态变频器 (SFC) SureWave 和专为数据中心应用设计的 HiPerGuard 中压 (MV) 不间断电源（UPS）；此项认证的目的是在国际参考框架中对产品在整个生命周期中的环境性能进行验证[2]。通过该认证，ABB 使其客户能够根据完善且经验证的标准在电力调节设备的可持续性方面做出更明智的决策。

以合作实现可持续性

ABB 与由众多制造商、用户、机构和专业组织组成的协会 PEP 开展合作，展示了其对可持续性的承诺和参与相关重要立法建设的能力[2]。

PEP 最近被认可为欧盟下属环境足迹 (EF) 组织的永久会员，推出了 Ecopassport® 计划；该项计划倡议的目的是对暖通空调 (HVAC) 产品电力电子部件在整个生命周期（从制造、销售、安装、使用到报废）

02

—
01 数据中心的增长使电力需求激增，进而带来了可持续性方面的挑战。

—
02 HiPerGuard MV UPS 在设计上可满足大型数据中心在可用率、性能、能效、成本效益、灵活性和可扩展性方面的要求，同时还提供电网支持能力，所有这些均能够在整个生命周期中保障最大化的可持续性。

03

内的性能标准进行严格验证[2]。经验证产品的环境性能指标满足可靠性、透明度、可比性，以及可验证性，完全符合联合国可持续发展计划以及各项国际标准，例如 ISO 14025 和 ISO 14040。因此，Ecopassport® 是一项能够帮助客户基于可持续性选择适当供应商的重要工具。

2021 年，SureWave SFC 和HiPerGuard MV UPS 均通过了 PEP Ecopassport® 认证。

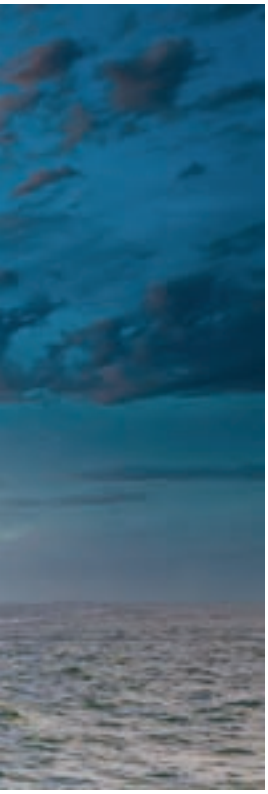
出奇制胜的电力调节产品

除了参与 PEP 协会之外，ABB 的其中两款电力调节产品还通过了 Ecopassport® 认证：SureWave SFC 和 HiPerGuard MV UPS 这两款产品均在各自目标行业大获成功。其中的每款产品都能够为目标客户提供在产品整个生命周期内达成清洁电力、减少二氧化碳排放以及降低能源成本的有效手段，而且所有这一切均无需牺牲可靠性、生产力和整体成本效益。

HiPerGuard MV UPS

数据中心和其它一些任务关键型设施现在比以往更加需要清洁、持续、高能效且可靠的电力，从而最大程度减少性能和成本损失[3]。从低压 (LV) 设计转向中压 (MV) 设计有助于达成这些目标。通过对较大受保护负载模块采用中压设计、减少开关装置数量，以及确保中压系统常态运行，提高了可靠性。此外，通过在中压级提供功率保护，实现最具能效的配置：更低的电流意味着可以使用更小规格的电缆，且损耗也更低[4]。

ABB HiPerGuard MV UPS 在 2021 年荣获 Ecopassport® 认证，是业内首款中压不间断电源产品，能够为数据中心等任务关键型设施提供每模块最高达 24 kV 的不间断可靠供电，从而保护服务器和机械负载[3]。



这款于 2021 年推出的中压不间断电源解决方案具有目前市场上最高的能效，能够有力支持客户对于可持续性的追求。在电压不超过 24 kV 时，HiPerGuard MV UPS 的能效高达 98%（50% - 100% 额定负荷范围内；在 25% - 50% 负荷范围内为 96%[1]），能够解决停电问题，同时减少碳排放。如此高的能效意味着在长达 15 年的典型生命周期内可减少 1245 吨[2] 碳排放[3]。

得益于内置基于 ABB 专有电力电子技术设计的高性能变频器和阻抗隔离型静态变频器 (ZISC) 架构，HiPerGuard MV UPS 可确保即使在输入电力波动的情况下也能实现对输出电压的调节[5]，从而提供经过连续调节和滤波处理的稳定电力。

PowerExchanger（功率交换）是 HiPerGuard 所具备的功能之一；该功能让不间断电源能够与电网互动，支持可再生能源转型。ABB HiPerGuard 具有先进的集成能力，可兼容诸多备用电力系统，例如发电机、慢速燃气发电机和涡轮机等[3]。

—
03 SureWave SFC 技术可应用于海运和工业领域，例如货轮等任何需要电力转换的应用。

—
04 图示为 SureWave SFC 单元。

04

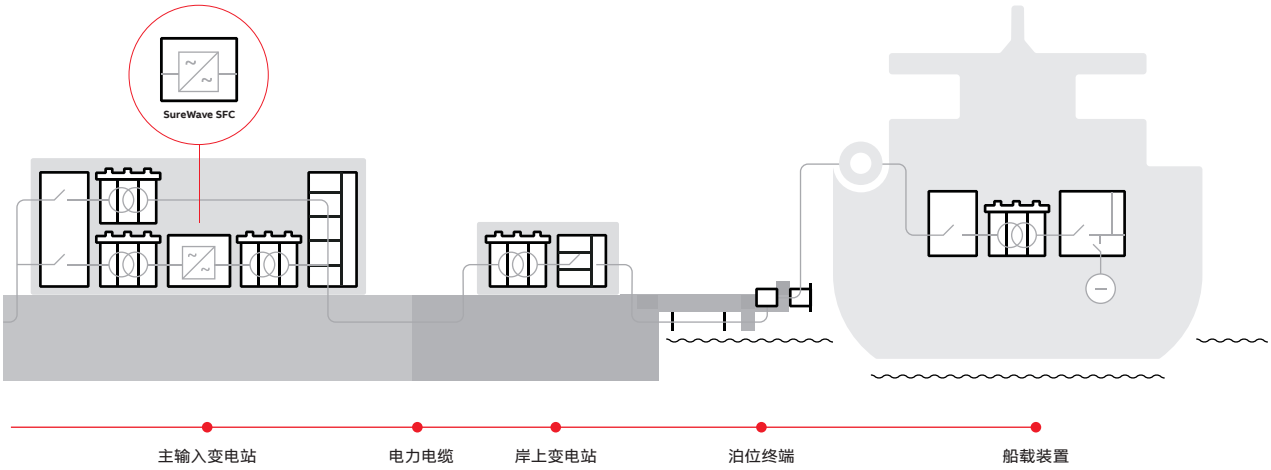
兼具双重优势
HiPerGuard 既具有传统动态旋转不间断电源的优点，例如重大电网事件防护，也具有现代化静态变频器系统的灵活性和高性能等优点。HiPerGuard 是一款高性能的中压不间断电源，能够解决电力品质不佳的问题：提供针对电压骤降、骤升、峰值和中断等问题的防护。总而言之，能够大幅减少停机时间和断电问题[5]。

—
HiPerGuard解决了电力品质不佳的问题：提供针对电压骤降、骤升、峰值和中断等问题的防护。

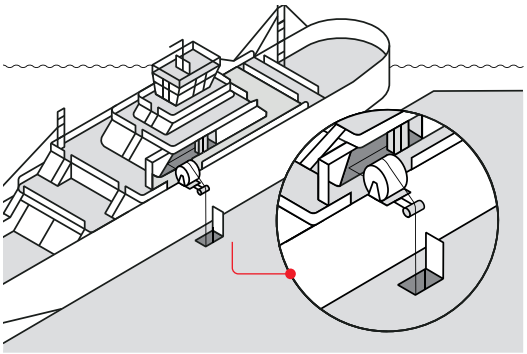
HiPerGuard 不仅具有能效高、保护能力出色以及集成能力强大等特点，还具备可扩展性（最多可并行配置十套 UPS 单元）；这确保了能够在不增加系统复杂性的情况下提升整体系统能力[4]。此外，HiPerGuard 在设计上还可实现长期的系统可用性，仅需每七年进行一些简单维护即可。

不负信任
有了 Ecopassport® 认证标签，客户便可确信他们选择的 HiPerGuard 是一款强大的电力保护产品，不但满足可持续性方面的国际标准（例如 ISO 14025 和 ISO 14040），而且满足 ABB 所有电力电子技术产品一贯的高规格：高能效、高可用率、极少维护，以及高成本效益。

SureWave SFC
尽管船运是一种经济型长途货运方式，但它也是温室气体和污染物的一大来源，约占全球氮氧化物排放总量的 30% 和温室气体排放总量的 2.6%[6]。船运行业一直以来都面临减少其环境影响的压力：更清洁、更高效的电力转换解决方案能够在减少排放，尤其是船舶靠港期间的排放方面发挥重要作用→03。



05a



05b

试想那些即便在靠港期间也依赖柴油发电机来确保船上制冷、供暖、通风等系统运行的船舶，如果无法在靠港期间切换至岸电，这些船舶将不仅排放大量二氧化碳、产生噪音和船体振动，还可能导致船东遭受罚金。

SureWave SFC 能够确保以安静、无缝的方式将船用电力从船载发电机切换至岸电，解决了在靠港期间还需要依赖柴油发电机的问题。

这一任务看似简单，实则不然，因为全球范围内有两种供电频率，且经常因国家而异。例如：亚洲和欧洲电网一般采用 50 Hz，而北美则为 60 Hz。因此，船舶在靠港期间通常需要对岸电进行变频处理→05。

经验证的可持续性

如同 HiPerGuard MV UPS 一样，ABB SureWave 静态变频器也通过了 PEP Ecopassport® 认证，在变频器领域处于技术领先地位。该项认证对 SureWave 从生产和销售到安装使用直至报废的整个生命周期的出色环境表现予了肯定，再次体现了 ABB 产品的卓越性能。选择 ABB 静态变频技术，船舶运营商便可轻松在船舶靠港期间

—

在SureWave生命周期内，能够使运营商的二氧化碳排放量降低约 350 吨。

降低二氧化碳排放，解决船舶振动和噪音问题，并且避免在靠港期间使用柴油发电机可能招致的罚金。在 SureWave 的预估 15 年生命周期中，船东和运营商能够使其二氧化碳排放量降低约 350 吨，并且节约运营成本约 140 万美元[1]（与采用传统旋转式系统在相同期间的成本相比）[6-7]。

—
05 多种可能应用，包括岸到船供电、船上变频、不同频率电网连接、船厂和干船坞电气化等。

5a 岸到船供电连接示意图。

5b 岸电连接示意图。

更灵活、更稳定、更环保
通过保持频率和电压的稳定性，即便在电源未得到充分调节的情况下也能确保敏感设备正常运行；这相较于传统旋转式变频器系统来说是一大优势[7]。此外，如 HiPerGuard 一样，SureWave SFC 与旋转式变频器相比，在灵活性方面也更为出色。SureWave 采用模块化设计，能够达到更大功率，额定能力从 250 kVA 提升到 2.25 MVA。

得益于采用了智能控制器，SureWave SFC 能够与发电机或多级 SFC 单元等其它电压源并行配置。如有需要，SureWave SFC 还可支持通过多系统并行连接将负载能力提升至最高 10 MVA。并行负载分担利用已编程至变频器中的频率和电压降配置文件来实现[7]→05。

—
每款产品都能够为目标客户提供使用清洁电力、减少二氧化碳排放以及降低能源成本的有效手段。

SureWave 使用灵活，既可以安装在船上，也可以安装在岸上。无论是中小型港口和船厂装置，还是从超级游艇到超级货轮等海事船舶，SureWave 都能胜任。

优化决策
有了 Ecopassport® 认证标签，客户不仅可以确信 HiPerGuard 和 SureWave 满足既有可持续性标准，还可以在产品选型方面做出更明智的决策，确保实现更可持续的未来，使 ABB 朝着碳中和的目标迈进了一步。 •

—
脚注

1 假设 2% 负载时消耗 25% 的时间，50% 负载时消耗 50% 的时间，75% 负载时消耗 25% 的时间的时间，100% 负载时无时间消耗，则平均效率为 97.5%，四舍五入达 98%。

2 采用参考值 295.8 g CO_2 /kWh。

—
参考文献

[1] ABB, “ABB helps society and industry achieve a more sustainable yet productive future”. 来源：https:// global.abb/group/ en/sustainability/ we-enable-a-low-car-bon-society [访问日期：2022 年 4 月 19 日].

[2] PEP Ecopassport® PROGRAM, “Product Environmental Profile for Electrical, Electronic and HVAC-R equipment” *PEP-General Instructions*, 2017, pp. 1 – 20.

[3] ABB press release, “ABB launches industry-first medium voltage UPS that delivers 98 percent efficiency”, Sept. 28,2021.来源：https://new.abb.com/news/detail/82620/abb-launches-industry-first-medium-voltage-ups-that-delivers-98-percent-effi- ciency[1] [访问日期：2022 年 4 月 19 日]

[4] ABB website. 来源：https://new.abb.com/ups/systems/medium-voltage-ups/hiperguard [访问日期：2022 年 4 月 19 日].

[5] Domagoj Talapko, “HiPerGuard Medium Voltage Uninterruptible Power Supply”, ABB specification, 2017, pp. 1 – 5.

[6] A. Tapp and J. Egbers, “Plugging ships and ports into a cleaner future” in *ABB Review* 3/2020, pp. 74 – 77.

[7] ABB product brochure, SureWave SFC 250 kVA to 10MVA, 来源：https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=-2UCD301150-P&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch

[8] ABB press release, “From super yachts to super tankers, SureWave offers clean power in port”.来源：https://new.abb.com/news/detail/87376/from-super-yachts-to-super-tankers-surewave-offers-clean-power-in-port

01

SACE INFINITUS 为未来配电带来无限可能

独树一帜

SACE Infinitus 是一款经认证的高端一体化解决方案，为当前和未来的直流电网带来了新的保护途径。该产品内置电力电子、机械、冷却、控制、传感以及通讯等部件和功能，将低压故障保护和隔离能力提升到了新高度。

—
Antonello Antoniazzi
Thomas Masper
ABB 电气化
智能电力部
意大利贝加莫

antonello.antoniazzi@
it.abb.com
thomas.masper@
it.abb.com

Pietro Cairoli
ABB 电气化
集团研究中心
美国南卡罗莱纳罗利

pietro.cairoli@
us.abb.com

Thorsten Strassel
ABB 电气化
智能电力部
瑞士巴登

thorsten.strassel@
ch.abb.com

随着电气化转型的全面展开以及继续扩展，迈向碳中和的工作也如火如荼地进行着。直流电力解决方案预计将在配电系统中，尤其是低压 (LV) 系统中扮演日益重要的角色。与交流电力解决方案相比，直流电力解决方案的效率更高，直流电力解决方案可实现各种负载的电气化，包括运输、工业自动化、供暖等，这将有力推进可再生能源的并网以及电网储能部署[1]。

—
直流电力解决方案可实现各种负载的电气化，从而推进可再生能源的并网。

DC 技术在众多应用中都能够带来经济效益，因此发展潜力巨大，这尤其得益于直流连接储能技术所带来的效率提升和能源成本缩减等优势。因为其效率优势，直流应用解决方案在海运行业得到越来越广泛的应用→01。但是，仍然面临一些重大障碍：如何确保充分的故障保护和隔离。

这些主要挑战均源于大功率密集直流应用与附加大功率直连储能组合的低电感性。如果发生短路，由于低电感性（并且低电阻率），故障电流上升时间要远比交流应用中的短：只有几微秒甚至更短，这对于常见断路器来说是一个艰巨挑战。为限制并消除故障电流，设备必须快速建立至少能够与系统标称工作电压相匹配的反电压。配备机电断路器的现有直流电和交流电系统均采用电弧猝熄机构，通过熄弧

—
01 从游轮（如图所示）到货轮，直流配电在海运领域的应用日益广泛。

—
02 从传统 IGCT 双向布局（左图）到 SACE Infinitus 的创新 RB-IGCT（右图）。

—
03 RB-IGCT 与其它半导体器件的损耗对比 [7]。

沟分离、冷却和消散所产生的电弧能量。尽管对于大部分应用来说，这是一种适当的断流方法，但该方法需要数十毫秒才能清除故障，对于新兴直流电应用来说太过缓慢。

与此相反，固态断路器 (SSCB) 依赖微秒级快速功率半导体器件来实现所需的开路断开，并且能够实现超快且安全的断流，适用于上述直流电应用中的快速上升电流[2-3]。

ABB 希望赋能未来直流电力系统，为可持续能源转型铺平道路，因此开发了一款独特的固态断路器 — SACE Infinitus。这是一款高端一体化产品，能够解决故障保护和隔离问题[1]。

RB-IGCT — 出奇制胜的解决方案

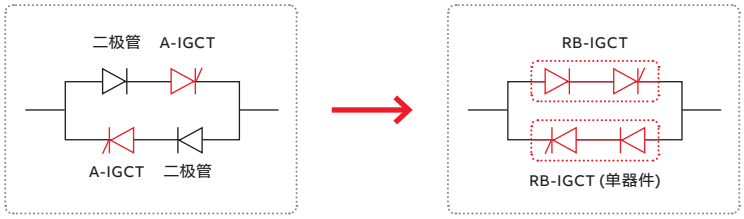
一直以来，与传统断路器相比，采用固态断路器所面临的一大障碍是其通态损耗更高（由于电流传导和电阻耗散），这是因为与机电断路器内部触点的较小电阻相比， 功率半导体产生的电压降较大。更高的损耗不仅会影响效率，还会带来另一个缺点，即需要清除散热；即便是高效散热系统，也会造成不必要的尺寸、复杂度和成本增加[3]。

绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 技术能够实现快速通断，因此在切换方面十分高效，且易于控制；IGBT 是当前最先进的转换器类型。然而，它们在断路器应用中会产生较高的通态损耗，这对于标称电流较高的应用来说是一大挑战。

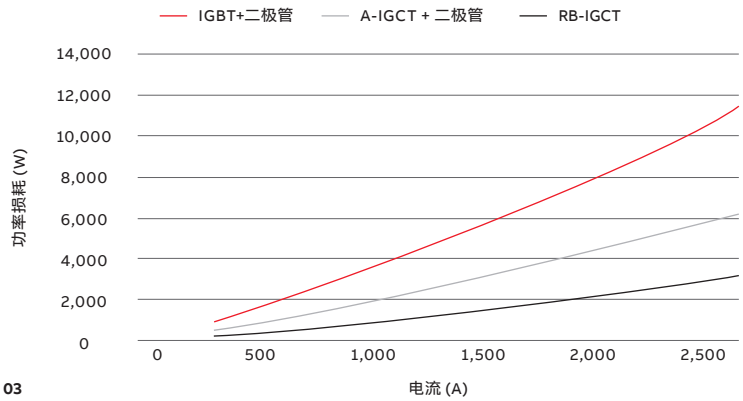
早在 1996 年，ABB 就推出了用于中压电力转换器的集成门极换流晶闸管 (IGCT) [4]。IGCT 集成有一个低电感栅极驱动器和一个完全可控栅极，使得这种半导体器件能够像晶闸管一样以极低损耗传导电流，并且像 IGBT 或晶体管[3-6]一样快速通断，构成了固态断路器的良好基础。

在此基础上，SACE Infinitus 更进一步，它采用一种特殊反向阻断 IGCT (RB-IGCT)，将晶闸管和二极管串联，能够提供同一硅晶片内的反向电流保护。这种晶片级集成促成了同类产品中最佳的低通态电压降。另外，还采用一个反并联 RB-IGCT 来实现双向电流的传导和切断→02[6]。结果，与同类 IGBT 传导相比，功率损耗降低了 70%→03[7]。因此，ABB IGCT 解决方案在1 kA/1 kV 工况下的效率达到 99.9%，与 IGBT 型解决方案的 99.5% 相比更优→03[6]。这意味着功率损耗以及相关碳足迹降低 70%。

—
如何保证充分故障保护和隔离是海事领域直流电力应用所面临的一大障碍。



02



03

基于该优化 RB-IGCT 解决方案，ABB 于 2019 年在德国汉诺威工业展览会上推出了其突破性固态断路器概念[7]。

一体化设计

除了克服开发最优半导体和冷却系统方面的挑战之外，集成也十分关键。2022 年，ABB 推出了革命性 SACE Infinitus→04。这是一款高端一体化保护解决方案，实现了所有必要组件的无缝集成，包括电力电子组件、机械组件、冷却组件、控制组件、传感组件和通讯组件等，不但安装简单，而且紧凑小巧。该产品采用简洁设计， 旨在将产品部署阶段所需的工作量和成本降至最低，充分展现了其相对于定制化复杂且易出错组合型设备解决方案的优势。凭借 SACE Infinitus，不再需要准备安装空间，也无需自己构建系统逻辑来协调用于维护的外部电绝缘开关，这极大提高了设备的安装便利性和安全性，并且降低了成本。

—

于 2022 年推出的 SACE Infinitus 采用优化 RB-IGCT，是一款能够解决故障保护方面挑战的一体化保护解决方案。

尽管面临集成多项技术的重大挑战，但 ABB 仍然成功克服，开发出独树一帜的固态断路器解决方案。这款断路器采用单框架内隔舱化设计，不仅占地面积小，还易于安装、维护和保养。巧妙的抽拉式机架系统部署在两个移动件之上：其中之一包含电力电子元件，且带有内置液冷和快速关断接头；另一个则包含电绝缘开关→04。

此外，基于 ABB Ekip 的通讯模块即插即用，便于将 SSCB 集成到数字化系统之中。这款断路器中还集成有多个电压和电流传感器，能够连续监测各项电力参数，包括功率。

简化冷却

面对这一问题，ABB 开发了一种创新型解决方案，能够缓解空间和重量问题，在实现绝缘和冷却的同时，还能够避免常见方法所带来的复杂性等不利因素→04。在 SACE Infinitus 中，热管理概念基于氮化铝散热片，兼具电绝缘和高导热能力，性能堪比铝散热片，这无疑是一项真正的创新。因此，冷却液可以采用常用的水加乙二醇混合物，无需任何额外设备，降低了复杂性。

建立控制和保护

SACE Infinitus 的控制和保护功能源于一个基于微处理器的脱扣器，该脱扣器既能够实现传统“慢速”长距离、短距离、瞬时和接地故障 (LSIG) 保护，仅需几毫秒到几秒，又能够实现超快短路保护，仅需几微秒→04。此外，它还确保 SACE Infinitus 的电力电子元件和机电隔离开关能够发挥关键的相互作用。超快电流测量是直流系统的前提条件之一，也是一大挑战，这要求开发基于霍尔效应传感器的专用电流互感器：带宽需要足够大以鉴别最高达 80A /μs 的瞬时电流。

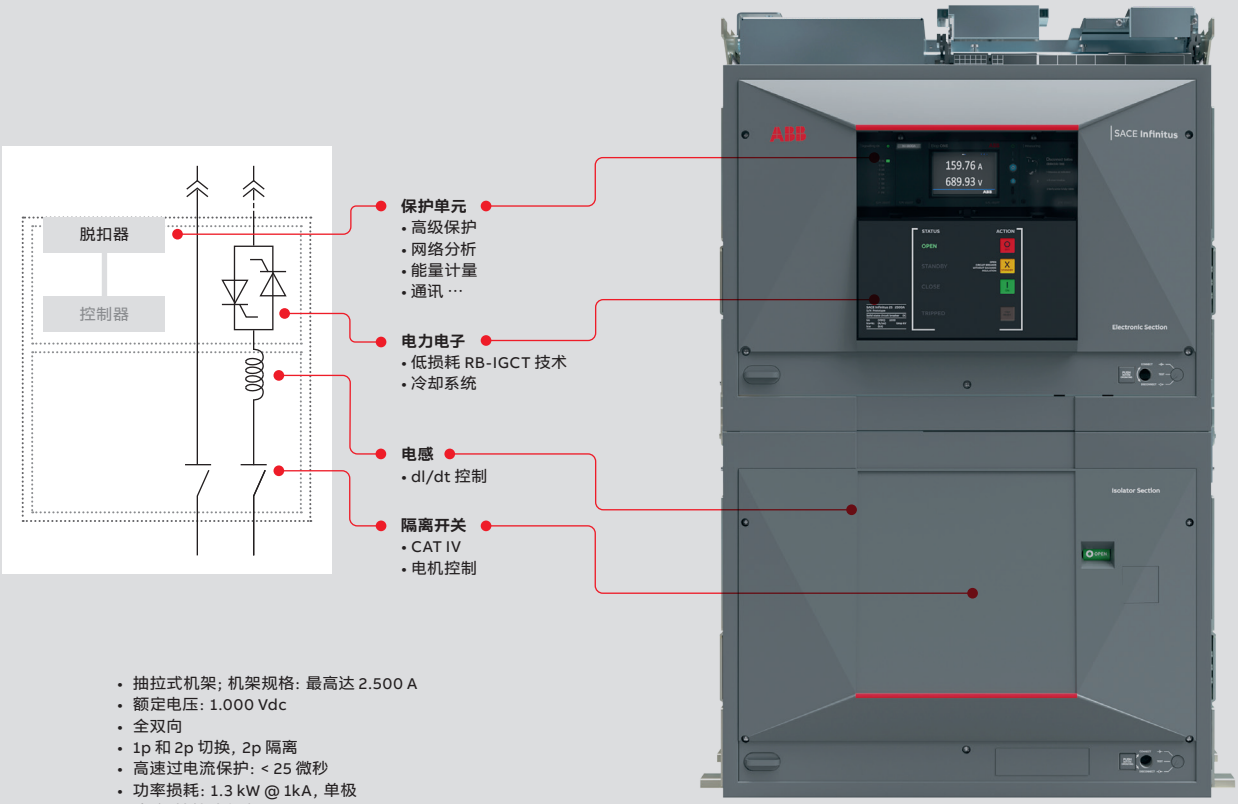
—
04 SACE Infinitus 一体化设备将冷却、保护、电感、电力电子以及隔离开关等组件和功能集成到单一易安装设备之中。抽拉式机架在输入/输出动作方面采用电气和液压连接/断开方式。

当发生断电后，Infinitus 立刻介入

SACE Infinitus 能够在几十毫秒内闪电般清除故障，这到底是如何实现的？在直流系统中，电源一般是在输出端配备较大直流电容器组的逆变器→05，如果总线发生短路，将产生非常高的 di/dt 故障电流，标准机电断路器无法有效控制这一电流。凭借技术上的突破，SACE Infinitus 保护系统解决了这一问题→04。其开断时间非常短，甚至通常能够在故障电流达到标称电流两倍之前便予以中断。在实践中，当发生故障事件时，这种超快电流限制功能用作即时直流断开机制。SACE Infinitus 能够在 20 - 50 µs 内完成断开操作，成效显著→05。

—
ABB 的高端解决方案能够闪电般在几十微秒之内清除故障，成效显著。

在大多数装置中，故障电流上升速率要远低于临界 di/dt，从而确保半导体器件能够在其 SOA 范围内工作。在此 di/dt 速率下，中断能力几乎是无限的。当超限时，尽管这很罕见，SACE Infinitus 配备的内置电感也能将 di/dt 限制在 SOA 范围之内。



- 抽拉式机架；机架规格：最高达 2.500 A
- 额定电压：1.000 Vdc
- 全双向
- 1p 和 2p 切换，2p 隔离
- 高速过电流保护：< 25 微秒
- 功率损耗：1.3 kW @ 1kA，单极
- 液冷/抽拉式版本
- 一体化解决方案，总拥有成本低：
  – 高级保护功能，带方向性功率和电压保护
  – 开关
  – 隔离装置
  – 能量计量
  – 联网：7 种通讯协议
  – IEC 60947-2 认证，DNV-GL

提供无限保护能力的经济型解决方案
部署高度集成防护设备 SACE Infinitus 意味着：

- 超快开断时间 — 比传统保护系统快 100 倍，并且具备最强连续工作能力
- 隔离故障区域 — 避免全系统停机
- 近乎于零的电弧能量暴露 — 消除弧闪风险

- 最高能效 — 得益于采用了基于半导体的新断路器开关技术，确保功率损耗最低
- 耐久性提高 100 倍 — 出色的电气使用寿命，满足未来微电网需求

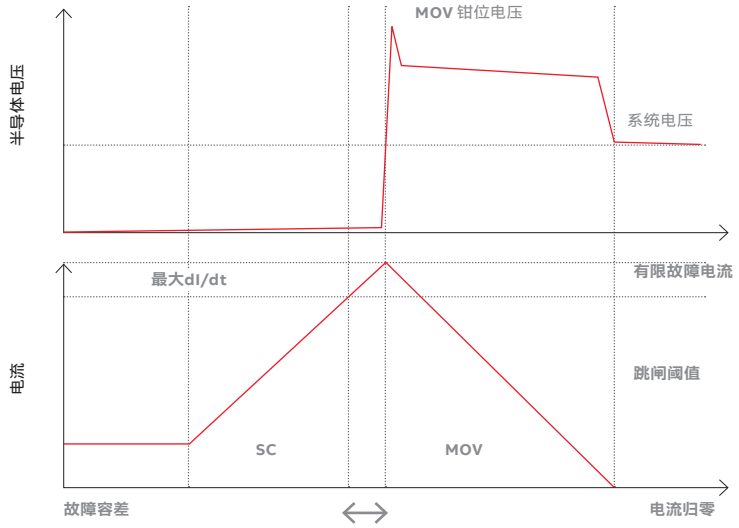
如此，系统整体效率的提升为 ABB 客户在可持续能源转型过程中带来总拥有成本低、可用性高等益处。

设立标准
SACE Infinitus 断路器是全球首款基于半导体开断技术的断路器，已获得 IEC 60947-2 认证。ABB 目前正在积极制定相关标准。凭借在 SACE Infinitus 固态断路器项目中获得的经验，ABB 目前正参与制定一项针对固态断路器技术（直流和交流应用）的新 IEC 标准，即项目 PT60947-10，该标准预计将于 2025 年发布。

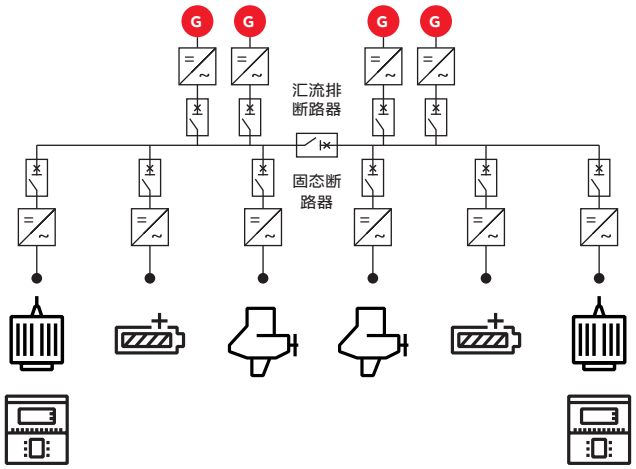
海运应用
船载直流电网在海运领域的应用由来已久，而 ABB 一直处于该赋能技术的最前沿。由于该技术能够节省多达 20% 的能源，越来越多的船舶开始采用直流配电系统→06。

—
ABB 开发出全球首款基于固态技术的 IEC 断路器，带来近乎无限的可能。

该技术采用一个汇流排断路器连接左舷和右舷；如此配置一般能够实现对发电机的优化利用。如果发生故障，断路器必须能



05 中断用时：< 25 µs



06

—
05 基于 SSCB 技术的超快故障电流中断原理。半导体 (SC) 器件中断电流用时 < 25 µs。之后，电网感应能量被吸收到与半导体器件并联的金属氧化物变阻器 (MOV) 路径中，直至电流归零。

—
06 使用固态断路器作为汇流排断路器的船载直流配电网示例。

够通过断开故障部分来提供保护，以避免引起系统整体断电，并确保连续运行。传统技术对于短路电流上升速度快、幅度高的问题无能为力，而 ABB SACE Infinitus 则可轻松应对。

SACE Infinitus 具有低损耗、无电弧、超快电流中断速度等优点，是避免重大人身伤害和财产损失风险的理想产品。而且，当还存在除了故障电流之外的其他重大问题

—
SACE Infinitus 可能为构建安全经济型直流电网带来新视角。

时，该产品也能够提供快速保护，例如利用直流总线放电电容器避免直流总线电压降过大而导致系统无法运行。此外，该断路器还提供海运应用相关的 DNV 认证。

塑造直流技术的未来

ABB 新型固态断路器的应用范围不仅限于海运领域，其还可推动可持续性达到新高度。该革命性断路器产品将影响陆地运输领域电气系统的革新。当前应用示例有动态道路侧电动汽车充电桩试点，以及提升能效的另一项创新工业应用。

SACE Infinitus 是应对直流保护挑战的核心组件，该产品专为大电流直流电应用而设计，并且着眼于未来，集开关、隔离和直流保护功能于一体。产品紧凑小巧，在额定电流为 1000VDC 时最高可达 2.5 kA。其中集成有电力电子元件和高级软件算法，能够控制电力，并以闪电般的速度快速切断极端电流，为 ABB 客户做好应对未来能源需求挑战的准备。SACE Infinitus 的设计简单安全，易于与系统集成，并且保护动作快，能够以经济方式满足各种新兴应用的需求。

通过推出此款能够赋能下一代直流电力系统架构的超快断路器解决方案，ABB 展现了其在电力系统可持续能源转型方面的承诺。SACE Infinitus 是全球首款基于固态技术的 IEC 断路器，可能为构建安全经济型直流电网带来新视角；并且，作为一款创新型一体化产品，将为客户带来近乎无限的可能. •

—
参考文献

[1] Innovation highlight, “A Solid-state circuit breaker for high currents”, *ABB Review* 1/2022, 来源：https://new.abb.com/ news/detail/87022/innovation-high-lights-2022

[2] R. Rodrigues, et al., “A Review of Solid-State Circuit Breakers,” in IEEE *Transactions on Power Electronics*, vol. 36, no. 1, 2021, pp. 364 – 377.

[3] Vemulapati et al., “Recent Advancements in IGCT Technologies for High Power Electronics Applications”, 17th European Conference on Power Electronics and Applications, 2015 pp. 2308 – 2314.

[4] H. Grüning, “IGCT Technology – A Quantum Leap for High-power Converters”, 来源：https://library.e.abb. com/public/d627aeaa2f9f8b-24c1256f4100480fa0/PT_IGCT.pdf

[5] Agostini, et al., “1MW Bi-directional DC Solid State Circuit Breaker based on Air Cooled Reverse Blocking-IGCT” 2015, pp. 287 – 292.

[6] Vemulapati, et al., “Reverse blocking IGCT optimised for 1 kV DC bi-directional solid state circuit breaker”, *IET Power Electronics*, Vol. 8, Issue 12, 2015 pp. 2308 – 2314.

[7] IEEE website, “High current solid state circuit breaker for DC shipboard power systems”, 2019, 来源：https://library.e.abb. com/public/d627aeaa2f9f8b-24c1256f4100480fa0/PT_IGCT.pdf

调研 AZIPOD® 推进器密封系统

密封保障未来

—
01 Azipod® 推进系统（如图所示）无需单独轴系、舵机、艉推器或相关辅助系统；广泛适用于渡轮、游艇、货轮和破冰船等各种船舶。

ABB 采用多物理场建模来了解当前 Azipod® 密封系统的工作原理，继而制定帮助改进该世界级推进系统的指南。

ABB 开发的 Azipod® 推进系统即使在最严苛的海运环境中也能保持性能，是当今市场上最先进的推进技术。该系统的可靠运行有赖于密封系统的性能。ABB 专家团队认识到了这一点，因此正在通力合作，推动密封性能更进一步。Azipod® 的实验专家和多物理场建模研究科学家相互协作，着眼于未来推进系统发展，深入研究了密封系统的复杂物理特点，本文将介绍他们的研究工作和成果。

—
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@
abb.in.com

Tuomas Kekki
Jukka Varis
ABB 船舶与港口事业部
芬兰赫尔辛基

tuomas.kekki@
fi.abb.com;
jukka.varis@fi.abb.com

02

由于吊舱电机及其轴均完全位于船体之外，因此牵引螺旋桨能够获得稳定的无扰动伴流场，故而操纵过程中几乎没有振动，而且消除了艉推器的噪声和振动。

以混合动力探险游轮 Le Commandant Charcot 为例，该游轮配备两套 ABB Azipod® 推进器→01 – 3，不仅是全球首艘抵达北极的探险游轮，还带动了极端环境下（例如冰水域）可持续舒适航行的新一波热潮。因为消除了噪声并减少了振动，提升了乘客舒适度和安全性；并且，得益于增强型 Azipod® 系统的操纵性，该船能够以零排放模式顺畅航行，无污染探索偏远极地（Azipod® 推进系统的混合功率为 34 MW）。

—

ABB 开发的 Azipod® 推进系统代表着当今市场上最先进的推进技术。

Azipod® 推进系统：不断创新

ABB Azipod® 推进系统于 30 多年前面市，一直引领全球海运船舶推进系统市场的发展。借助位于船体外水下吊舱之中的电动马达→01 – 2，Azipod® 系统能够旋转 360 度，显著提升了船舶的操控性和运行效率，与传统轴系相比，燃油消耗最多可降低 20%。

03

—
02 图示为 Azipod® 推进系统。

—
03 配备 ABB Azipod® 推进系统的 Le Commandant Charcot 号游轮是全球首艘抵达北极的科考游轮。

树立性能典范
为确保 Azipod® 系统可靠运行，需要定期严格检查密封系统的状况，因为振动将会对密封系统产生影响。密封系统由安装在螺旋桨轴上的一系列弹性体密封件构成，相邻密封件之间含有密封油，对密封系统进行适当润滑和冷却，从而确保出色性能。

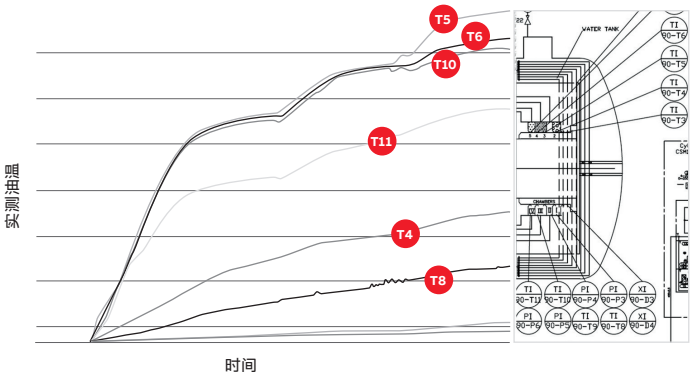
尽管 ABB Azipod® 推进系统目前采用的密封技术即便在恶劣工况下也展现出极佳性能，例如在经受像 Le Commandant Charcot 这样的冰区航行船舶以及破冰船等所遇浮冰带来的振动时，但进一步提升性能安全性和可靠性仍然是值得的。鉴于气候条件日益恶化且不可预测[1]，加之全球相关标准日益严格[2]，ABB 坚信这将具有重要意义。

创新方法
我们可以利用 ABB 在实验方面的专业知识，并结合对 Azipod® 密封系统在不同应用场景下的性能的理解，以此作为推进未来设计改进工作的基础。实验与先进计算技术（例如多物理场建模）的组合运用将有助于全面且以前所未有的视角认识密封物理原理。这种组合方法能够有效助力未来的开发工作。2021 年中，ABB 开始深入研究 Azipod® 密封系统所依赖的复杂物理原理和各项功能。研究团队希望通过实验性测试和建模找出影响性能的参数，理解影响当前密封系统运行的各种因素， 制定运行参数优化指南，并改进密封系统，以从容迎接未来挑战。

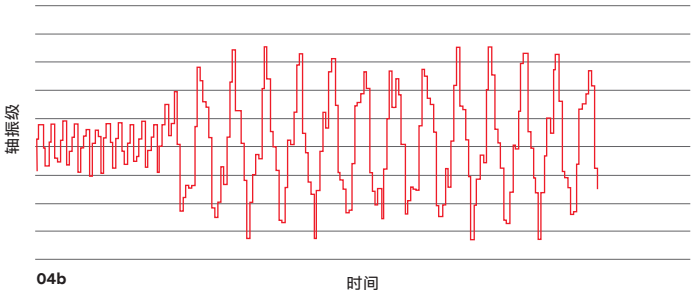
ABB 的整体分析法
团队专家设计了大量测试，并利用 ABB 实验室的测试设施对 Azipod® 密封系统样品进行了这些测试，从中获得了有关性能影响参数的真实信息。同时，还开发了多物理场模型，其中包含一系列 CFD（计算流体动力学）和结构动态建模，用以模拟密封系统在各种特定工况条下的性能。ABB 希望借此全面了解各项临界参数，例如油液流速、油压、油温和结构压力。专家们对建模结果进行了批判性分析，获得了有关 Azipod® 所涉及复杂物理原理的宝贵知识，这将有助于 ABB 为未来产品升级工作做好准备。

—
为保证 Azipod® 推进系统可靠运行，需要对密封系统的状况进行严格检查。

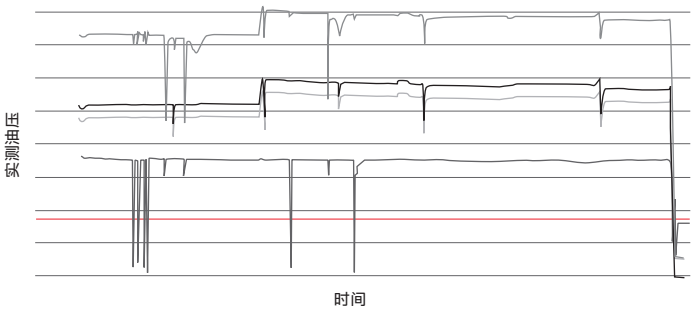
图 03 来源：©Nicolas Dubreuil



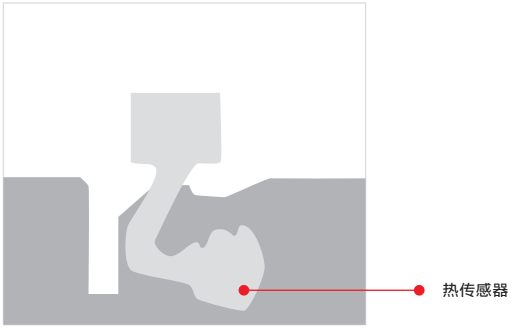
04a



04b



04c



04d

首先，利用测量数据对模型进行初始验证，以建立对建模方法的信心。随后，利用这些模型对无法仅凭实验室测试调研的各项性能要素进行评估。简而言之，最终获得对密封物理原理的新洞察。

反复测试

测试是该项目不可或缺的一部分，各项测试均按照严格规范进行。将密封系统安装在测试架上，并连接用于测量温度、压力、振动的各项仪表，以及油位传感器，以对各项临界参数进行评估。然后对这些参数进行分析， 全面了解系统在各种工况

—

实验工作和多物理场建模有助于全面且以前所未有的视角认识密封物理原理。

下的性能：初始测试复现了密封系统的正常运行状况，而后续测试则模拟了一些具有挑战性的使用场景，例如在轴发生振动时（用于复现涉冰工况的影响），以理解系统性能。

在多个位置以及不同轴转速→04a 下测量密封材料以及油液舱室的温升数据，从而得出有关密封件与轴之间接触面摩擦生热效应的宝贵信息。 在正常工况下和振动工况下运行系统，以观察可能因振动造成的性能变化。在不同轴转速下监测振级→04b，同时监测诸如油压→04c 等其它参数。对向密封件供油的油箱（图中 未示出）进行监测，检查其油位变化，以判定相邻油腔之间的密封件接触面是否存在油液泄漏。单独监测各个密封件，利用嵌入式传感器测量温度，以确定是否出现了劣化→04d，然后测量密封件接触面宽度，以确认是否出现了磨损。

—
04 实验性测试结果。

04a 在密封材料和密封油腔内关键位置处测得的温度。

04b 在密封系统油液腔内测得的油压。

04c 在振动测试期间测得的振级数据。

04d 在单个密封件层面进行的调研。密封件内嵌有温度传感器，在测试完成后检查是否出现磨损。

—
05 建模工作流程：利用 CFD 和结构模型来模拟密封系统性能，预测对性能具有关键影响的物理参数和变化趋势。

—
06 计算模型结果。

06a 计算流体动力学 (CFD) 建模域，用于调研运行期间的油液动力学。油液空间内的流体动力学，包括利用三维空间建模计算得出的窄接触间隙。

06b 利用 CFD 建模计算得出的油液空间内压力场。

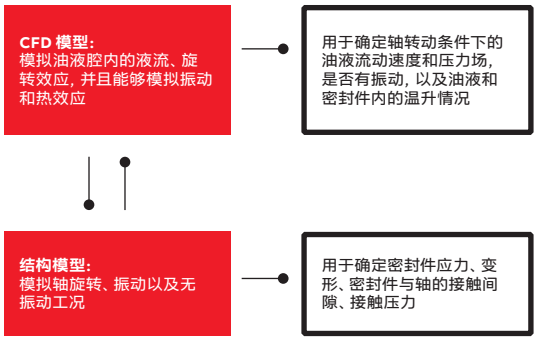
06c 利用 CFD 建模/热建模计算得出的油液、密封件及支撑结构内部温度场。

基于多物理场建模的调研

作为对上述广泛测试工作的进一步补充，还开展了多物理场建模，以对密封件在这些测试模拟工况下的性能进行评估。基于有限元和有限体积计算的建模方法能够计算三维空间内随时间变化的临界参数，目前被视为多物理场分析的最佳建模方法。首先，将这些模型与测试结 果进行比较验证。在充分确信建模方法可行之后，广泛利用建模来对无法通过测试评估的性能影响因素进行评估。

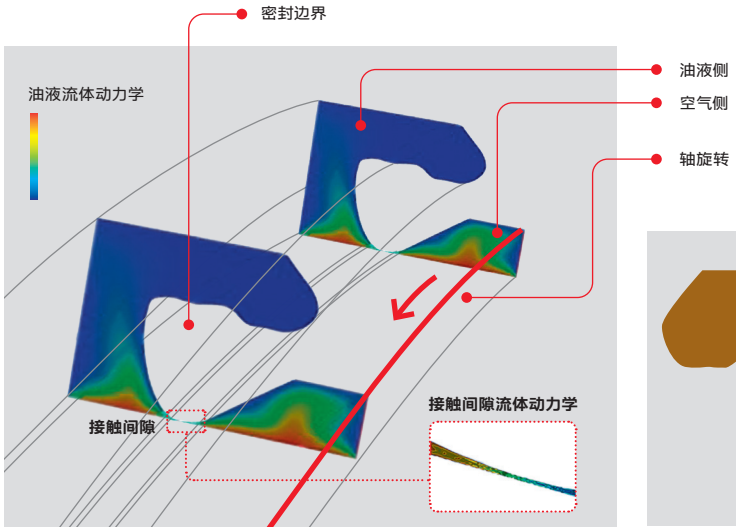
建模研究按照特定顺序进行→05。开发 CFD 模型是为了理解不同工况下油液空间内和密封结构内的流体动力学和热传播，而开发结构动力学模型是为了分析结构方面问题，例如密封件应力、变形、密封件与轴的接触间隙等，这些信息有助于研究振动影响。根据具体的研究目标，在 CFD 建模后进行结构动力学建模，或反向行之。

—
通过对建模结果进行临界分析，获得了有关 Azipod® 物理原理的宝贵知识。

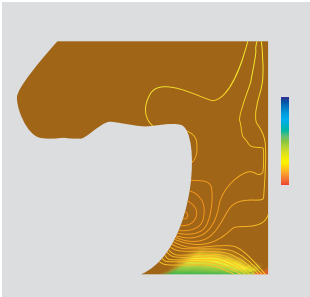


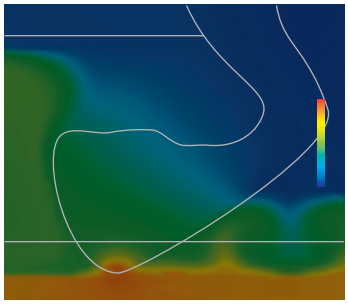
05

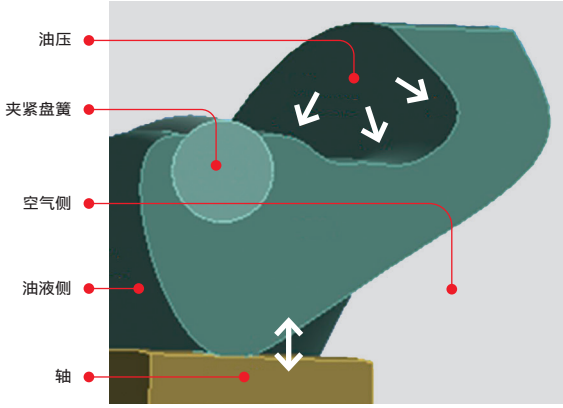
利用 CFD 建模模拟油液腔内以及密封件-轴间窄间隙内的流体动力学→06a，正如对压力场的模拟→06b。利用流体力学计算来估计选定油品在给定工况下（例如油压、轴转速等）从一个腔室传输至另一个腔室的速率。通过将摩擦热负荷纳入其中，以及利用热学计算，CFD 建模能够计算出油液内部和密封材料内部的温度场→06c。



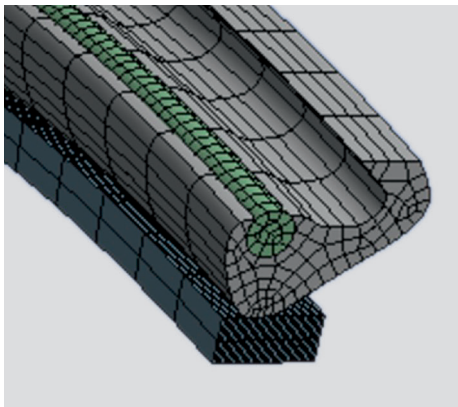
06a


06b

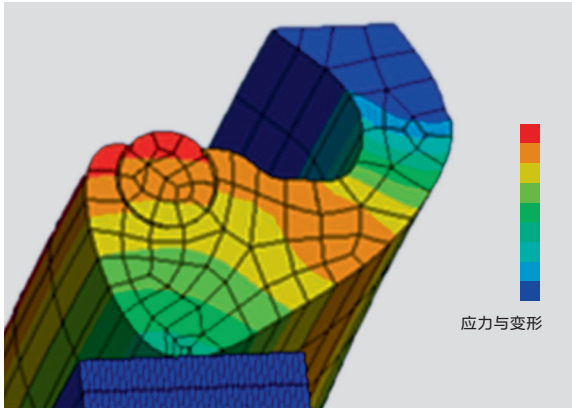

06c



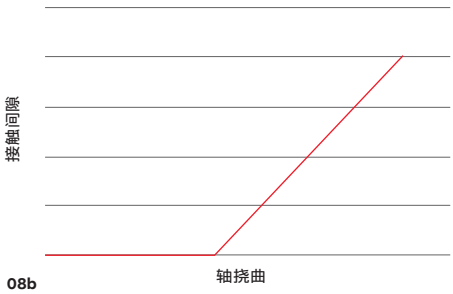
07a



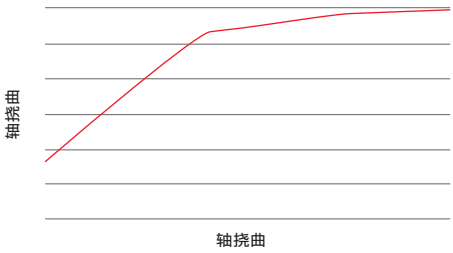
07b



08a



08b



08c

由于调研的主要目的是确定轴振动对性能特性的影响，因此开发了包含密封件、轴和夹紧盘簧的的结构动力学模型→07a。模型的各项输入数据主要包含密封件受到的油压，以及轴受到的振动频率和振幅。使用先进工具将建模离散化→07b，以求解结构动力学方程式。

如此得出结构动力学模型的主要输出：密封件应力和变形→08a、接触间隙→08b 以及密封件接触压力→08c，所有这些输出都以轴挠曲的函数形式给出，用于对轴振动进行量化分析。建模方法的重要目的之一是

—

CFD 和结构动力学建模结果有助于深入了解当前 Azipod® 密封系统。

为了确认测试结果以及相关结论的正确性。例如，若在轴振动期间观察到油压测量结果波动，可根据 CFD 建模结果中的类似结果→09a 予以确认，CFD 建模→09b 能够模拟移动边界，从而评估振动效应。

—
07 图示为计算域及其离散化。由于采用软件 ANSYS，图像分辨率较低。

07a 用于分析运行期间结构问题的结构动力学模型计算域。

07b 计算域离散化。

—
08 结构动力学模型的主要输出将用于对振动状况进行量化分析。

08a 密封件在运行期间的应力和变形。由于采用软件 ANSYS，图像分辨率较低。

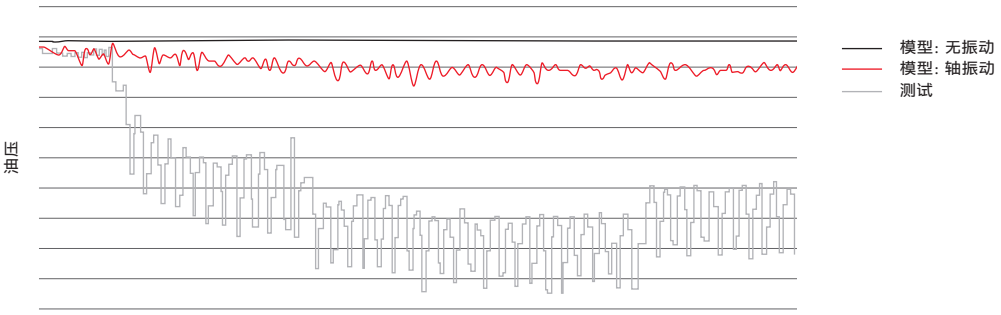
08b 通过结构建模计算密封件-轴间接触间隙随轴挠曲发生的振动。

08c 通过结构建模计算随轴挠曲产生的接触压力。

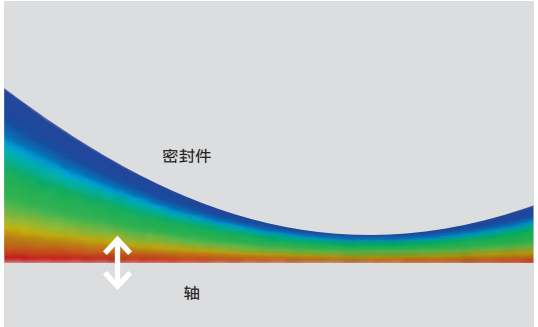
—
09 将测试观察结果与通过建模计算出的结果进行对比，二者一致。

09a 通过能够模拟移动边界条件的 CFD 建模计算轴振动期间密封空间内的油液动态。

09b 模型揭示了轴振动期间的油液压力波动，这在无振动工况下无法观察到。通过建模确认了在测试期间观察到的相应波动。



09a



09b

—
ABB 的协同研究方法将有助于推动未来 ABB 推进系统的升级。

根据 CFD 和结构动力学建模结果得出的结论不仅有助于深入了解当前 Azipod® 密封系统的运行，促进 ABB 推导出运行参数优化指南，还有助于对未来密封系统设计进行改进。

展望未来

虽然实验性方法能够有效评估密封系统性能，为制定当前密封系统升级指南提供宝贵信息，但将实验性方法与先进多物理场建模技术相结合能够为 ABB 带来有关密封性能的新洞察。这种协同研究方法能够打破实验限制，有助于推动 ABB 推进系统的升级。ABB 相信有关密封性能物理原理的知识将是一项宝贵资产，能够在未来推动 Azipod® 推进技术进一步发展。

如此，ABB Azipod® 推进系统将继续成为敏感和严苛海运环境中的优选产品，即使面对气候变化也能从容应对，这也彰显了 ABB 的创新承诺与当前全球推动可持续性能的行动号召相一致。 •

—
参考文献

[1] Johanna L. Miller “Ocean currents respond to climate change in unexpected ways”, *Physics Today*, Vol 70, No. 1, 2017, p. 17

[2] DNV AS “Safeguard shaft seals and propeller shaft bearings – avoid costly failures”, 2022, 来源：https://www.dnv.com/news/safeguard-shaft-seals-and-propeller-shaft-bearings-avoid-costly-failures-215171

智能温度监测继电器

智测温度

ABB 的新型 CM-TCN 继电器能够持续监测温度，帮助保护关键资产免于代价高昂的故障。CM-TCN 设立了易用性和高效性的新标杆。此款继电器具有嵌入式通讯接口，能够通过 ABB Ability™ 能效与资产管理器轻松启用。

01

—
01 CM-TCN 继电器。

Brigitte Dien
ABB STOTZ-KONTAKT GmbH
德国海德堡

brigitte.dien@de.abb.com

Anatoly Kosyakin
ABB STOTZ-KONTAKT GmbH
德国海德堡

anatoly.kosyakin@de.abb.com

温度测量结果在任何行业中都非常有用，能够帮助用户理解并预测其资产运行状况。为促进将温度监测的优势扩展运用于更多设备和装置，ABB 推出了 CM-TCN 温度监测继电器→01。CM-TCN 配备多达三条传感器电路，能够接收来自各种常用温度传感器的信号输入，提供了一种在本地测量温度的便利方法。当温度达到特定阈值时，继电器输出能够执行相应操作。该继电器可通过智能手机或集成 LCD 进行设置，且能够连接到云端以及 ABB Ability 能效与资产管理器，提供对于资产和电气系统行为的完全远程可见性。

便于查看和设定参数的 LCD

在设计 CM-TCN 时，重点考虑了参数的查看和设置。继电器正面有一块背光 LCD，能够显示当前测量值和维护数据。采用图标式菜单结构，便于访问，只需使用螺 丝刀按下并转动显示屏下方的旋转按钮即可→02。图标式界面消除了语言本地化问题，提高了售后服务效率，更便于设定各项阈值和参数。通过密码保护进行访问限制，并且设置参数锁定，提升了安全性。

事件历史、运行小时计数器、设备统计数据以及其他数据均可从菜单查看。该继电器提供有预定义出厂配置文件（设置），能够缩短变压器、轴承或电机绕组温度监测等高频应用程序的安装时间。各项参数也可单独设置并保存在四个用户配置文件之一中。此外，它还内置有模拟功能，能够让客户在将继电器投入使用之前检查其设置是否正确。

利用智能手机应用程序进行参数设置

ABB 电气化产品直观配置器 (EPiC) 是一款免费的智能手机应用程序，可用于对 ABB 的低压产品系列，例如 CM-TCN，进行配置、安装、调试，以及协同使用。该应用程序通过近场通讯 (NFC) 与 CM-TCN

—

温度测量结果非常有用，能够帮助用户理解并预测其资产运行状况。

继电器进行通讯→02。NFC 是一种国际通讯传输标准，基于射频身 份识别 (RFID) 技术，可实现无接触数据交换。大多数电子设备已集成 NFC 功能，例如平板电脑、智能手机等，且已成为日常生活中的一部分，例如用于无接触支付。只需轻触操作连接至 CM-TCN 的智能手机，即可让 EPiC 应用通过 NFC 完成参数设定，并在多台设备之间复制设定值，即便继电器并未启动

也无妨。在继电器关机状态下进行参数设定的能力便于远程配置，显著缩短了安装时间，在某些情况下甚至可以缩短 80% 的时间。这对于原始设备制造商 (OEM) 和面板构建商来说有着重要意义。

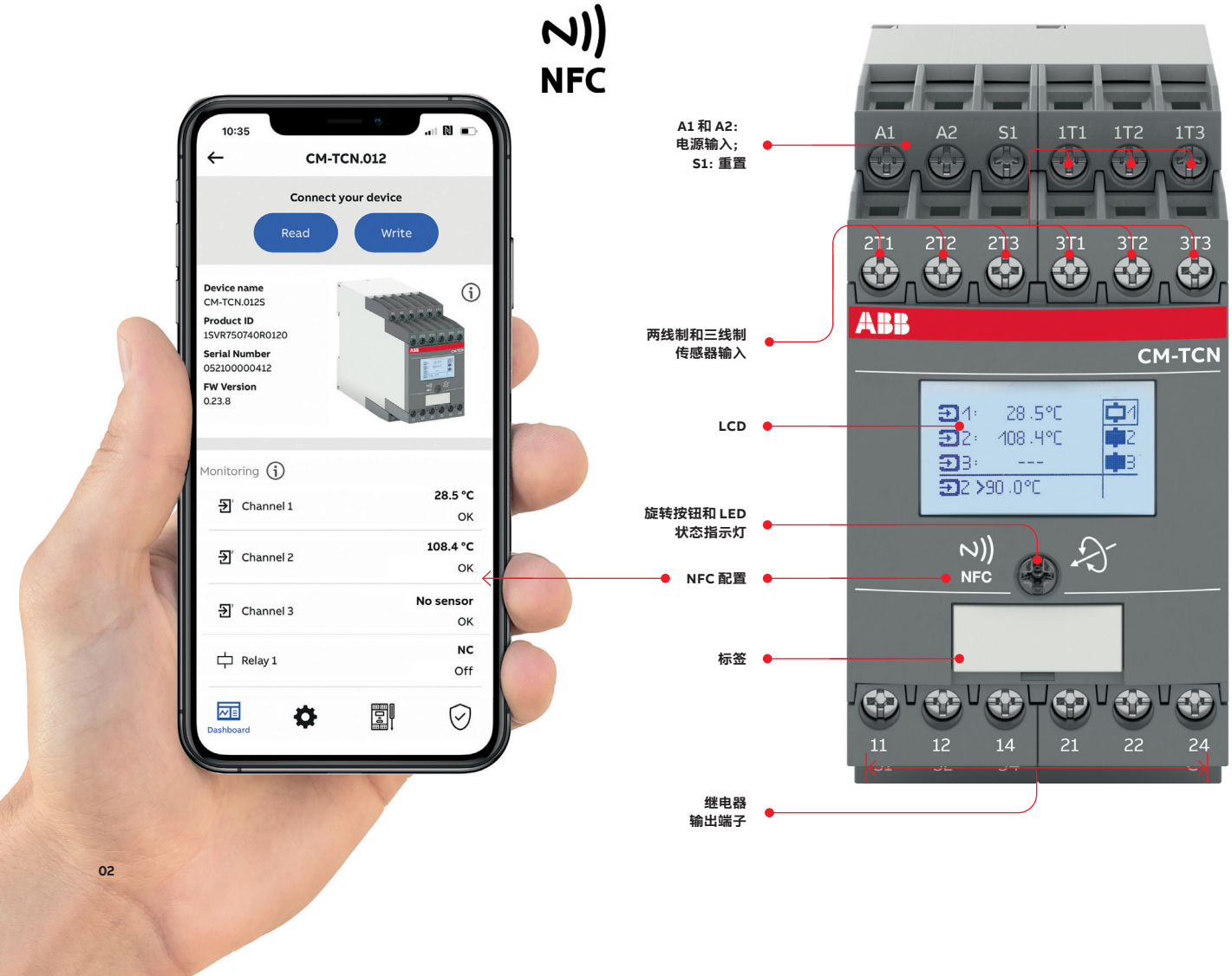
—

只需轻触操作连接至 CM-TCN 的智能手机，即可让 EPiC 应用完成参数设定，并在多台设备之间复制设定值。

应用程序中会显示继电器状态和测量值，此外还可存储参数集并复制到其它设备中，仅需轻触操作与其连接的智能手机即可。用户还可在智能手机上查看历史数据→02。

热保护和状态监测

CM-TCN 能够利用最常用的传感器（正温度系数 (PTC) 热敏电阻、Pt100、Pt1000 和 NTC）测量最多三个传感器电路中的温度。其温度测量范围广泛，从 -200 到 +850 °C，几乎覆盖了几乎所有可预见的应用。继电器自身可耐受的环境温度范围为 -25 到 60 °C。



02

—
02 可利用智能手机对 CM-TCN 继电器进行配置。LCD 主页显示当前读数。LCD 上可查看的所有数据都可在手机应用中查看。

继电器的阈值设定十分灵活。预警阈值和报警阈值可根据具体应用需求来设定。例如，第一个继电器电路可以分配用作预警，第二个用作报警，第三个则用作传感器出错提示。有九种信号可用于分配，以便实现多种跳闸阈值组合。

CM-TCN 继电器提供七个出厂配置文件，用于以下应用：
- 利用 Pt100 传感器保护电机绕组（出厂配置文件 1 和 3）
- 利用 Pt100 监测电机轴承（出厂配置文件 2）
- 利用 PTC 保护电机绕组（出厂配置文件 4）
- 利用 Pt100 监测变压器（出厂配置文件 5）
- 利用 PTC 热敏电阻监测变压器（出厂配置文件 6）
- 利用 Pt100 监测单项温度。

例如，出厂配置文件 5 用于监测变压器，有三个升级步骤。阈值 1 设定为 130 °C，温度达到此阈值后，继电器电路 1 跳闸，启动通风以冷却变压器。

此外，继电器电路 1 还分配有循环开关功能，用于每周对继电器执行一次持续 15 分钟的启停循环，以避免风扇堵塞。

—
温度监测可确保应用设备保持正常运行，延长资产使用寿命。

阈值 2 用于预警，设定为 140 °C，触发继电器电路 2 跳闸。除了阈值配置之外，传感器故障信号也分配给继电器电路 2。测量电路开路或短路均会造成继电器电路 2 跳闸。阈值 3 对应临界温度 155 °C，温度达到此值后，变压器将通过继电器电路 3 断电。继电器电路 1 和 3 作为常开触点运行（即开路原理），继电器电路 2 则作为常闭触点（闭合电路）。当温度降至阈值以下时，所有继电器均会自动重置，并考虑到滞后问题。

运行逻辑和设定值均显示在 →03 中。

如果出厂配置文件无法完全满足应用需求，可予以修改。例如，可以修改各项温度阈值的设定值，同时保持传感器类型选择和继电器电路分配与出厂配置文件中相同。

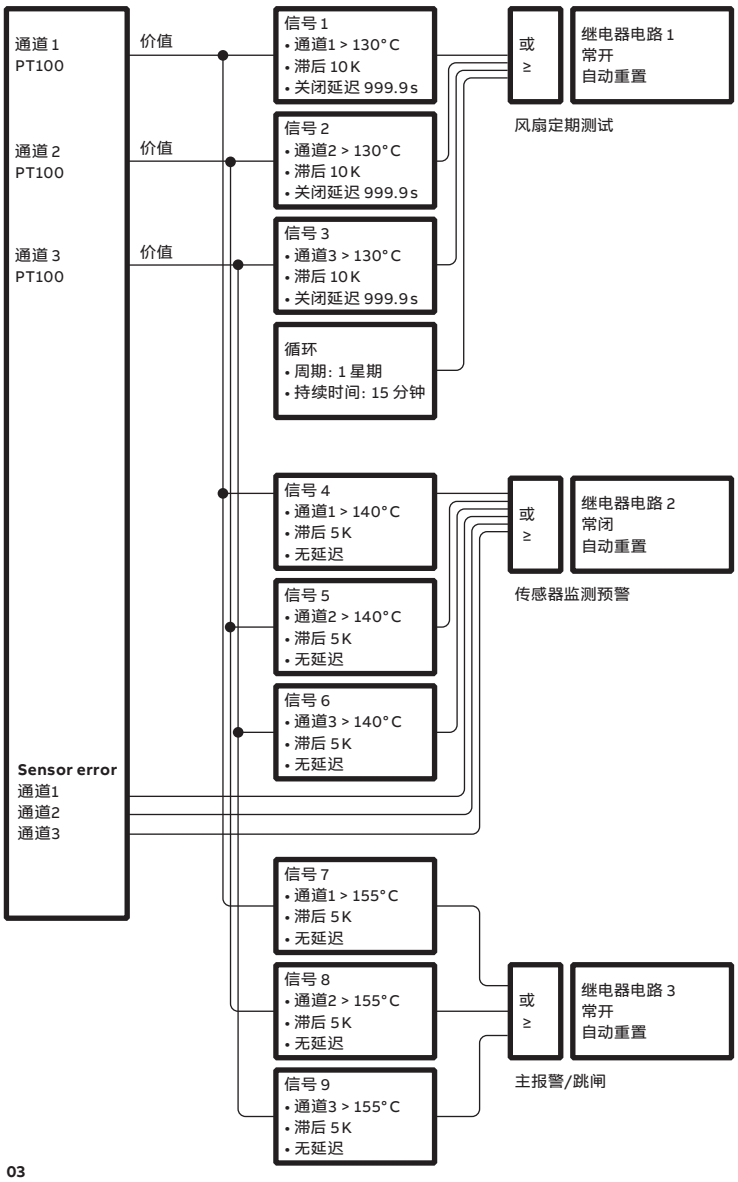
还可对 CM-TCN 进行以下自由配置：
- 传感器设置 – 规定用于每个测量通道的传感器类型（Pt100、Pt1000、PTC、NTC、双金属、无）。
- 信号配置 – 规定阈值、启停延迟和滞后。
- 继电器电路分配 – 将阈值信号、传感器错误信号和总线故障信号映射到 CM-TCN 中的三个可用继电器电路。

通过及早监测异常温度升高并提示操作员需要维护，温度监测功能可确保应用设备保持正常运行，延长资产使用寿命。热保护和状态监测功能可以利用 Modbus 链路和 ABB Ability 能效与资产管理器来远程实现。利用远程管理功能，人员无需到达配电盘所在现场读取测量值，提高了安全性。

继电器能够检测到可能导致电机轴承或绕组寿命缩短的异常温度升高。但由于其灵活的配置选项，该继电器也可用于温度监测，例如母线或电缆温度监测，以便及早发现连接松动问题，避免不必要的维护。

内置联网功能

CM-TCN 温度监测继电器采用基于 RS-485 的 Modbus RTU 通讯协议，支持数据传输。继电器内置有 RS-485 通讯接口，无需任何额外装置 →04。利用此通讯接口，可远程完成以下任务：
- 读取温度测量值、继电器状态和温度传感器状态。
- 访问状态监测数据，例如事件历史、运行小时数计数器、维护计数器，或者统计数据。
- 对监测继电器进行配置。
- 重置历史记录和设定值（跳闸计数器、事件历史等）
- 读取系统信息（序列号和固件版本）
- 远程控制输出继电器
- 定义通讯总线出错时输出继电器的总线故障反应行为。



03

可与 ABB Ability 实现云端集成

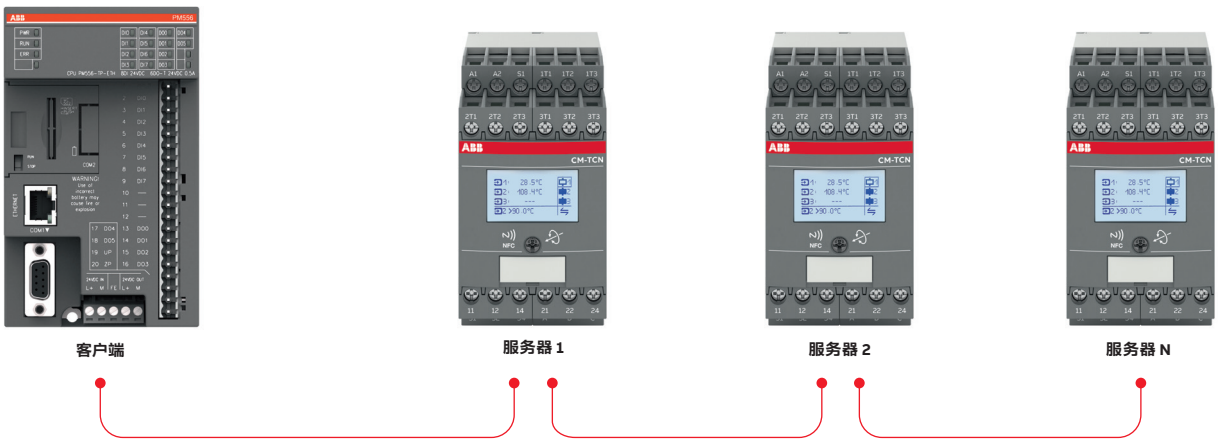
如上所述，ABB Ability 能效与资产管理器云端解决方案可实现对电气系统运行行为的远程可视性。这种可视性能够提供宝贵洞察，帮助运营商最大程度降低所有运营中的成本和风险，同时使性能和安全性达到最佳。例如，通过继电器内置的 Modbus RS485 通讯接口可实现 ABB Ability 工业边缘网关与继电器之间的通讯。这款边缘网关采用基于 ABB 和 Microsoft 丰富专业知识的最先进网络安全协议来与 ABB 云端平台交换数据。

→05 显示了将一系列设备集成到 ABB Ability 能效与资产管理器和本地网络之中的通讯架构示例。 在此架构中，会将

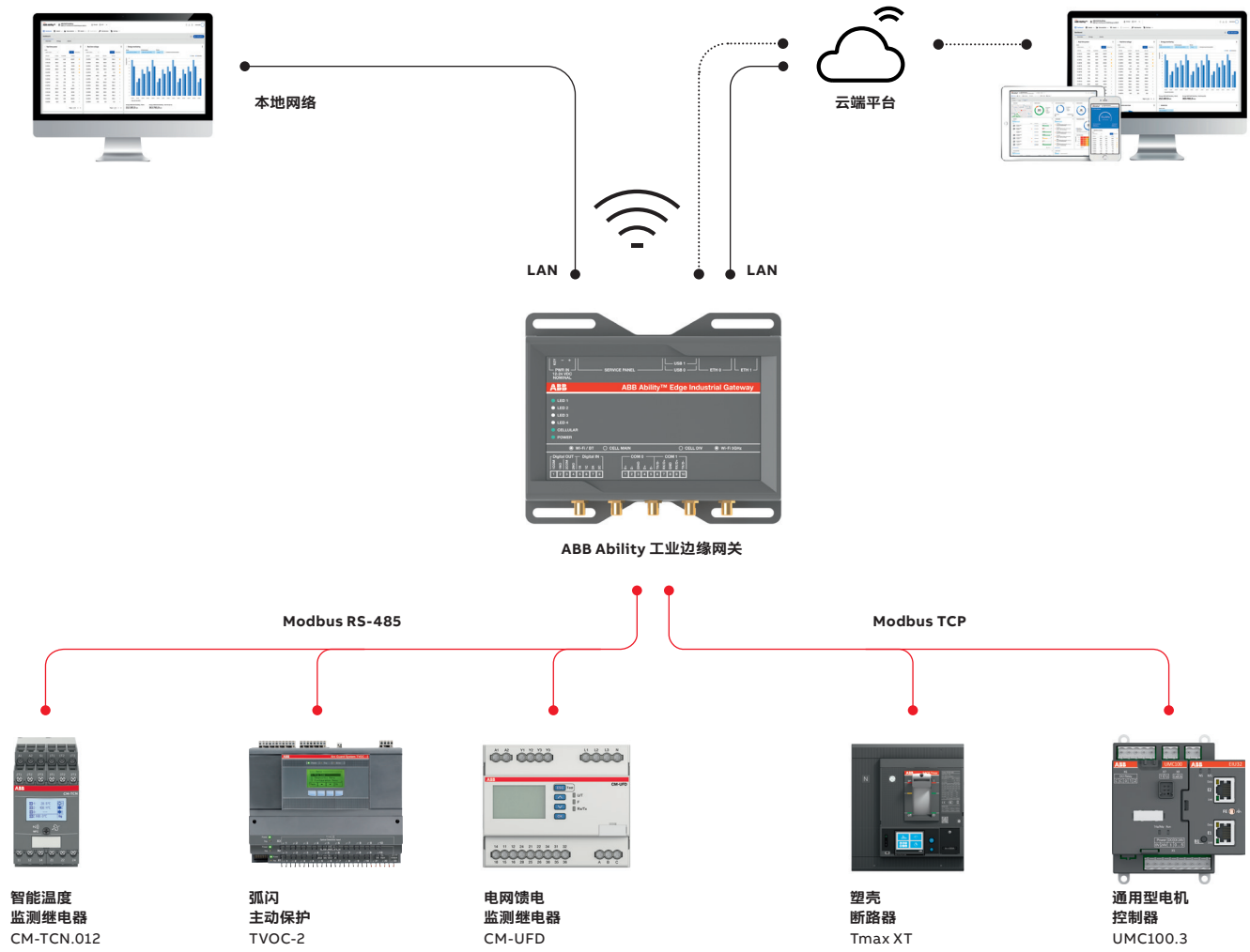
—

远程可见性能够帮助运营商最大程度降低成本和风险，同时使性能和安全性达到最佳。

云端接收自 CM-TCN 的数据组织为易用小组件，利用这些小组件来远程监测多种资产的温度。在此架构中，可以对温度传感器的读数进行比较，识别变化趋势，从而提供有关资产温度行为的宝贵洞察。此外，用户还可设定短信或邮件提醒，通知关键人员是否发生了继电器跳闸或传感器错误。还可安排包含各项温度值的定期报告。



04



05

—
03 出厂配置文件 5 框图 - 采用 Pt100 监测变压器。

—
04 可通过 RS-485 连接多个继电器。

—
05 配置示例。

改写规则

通过从云端、控制室或现场密切关注温度数据，运营商便可最大程度降低成本和风险，同时使性能和安全性达到最优。无论是通过继电器的 LCD 还是利用智能手机应用程序进行设置，操作都十分简单，无需启动继电器即可进行配置，因此可大幅缩短安装时间。而且，继电器的应用范围非常广泛，因此能够有效降低库存成本。

—

由于在继电器未启动的情况下进行配置，因此可以大幅缩短安装时间。

ABB 的 CM-TCN 继电器改写了工业环境中的温度监测规则。 •

食品与饮料

42

通过实现能源监测和使用的数字化联网，能够带来更出色的安全性、运行效率以及监管合规性。ABB 在智能计量和制造解决方案创新方面拥有丰富经验。

36 **节能提效**
智能计量与监测提升能效
42 **守护安全**
面向食品与饮料行业的智能安全产品

01

图 01 来源：©vladimirnenezic/stock.adobe.com

智能计量与监测提升能效

节能提效

能源消耗和计划外停产是食品和饮料行业的两大关注事项。ABB 的智能计量与监测产品能够精确测量整套食品和饮料生产设备的用电行为，以优化用电，确保生产不被中断。

—
01 智能计量与监测能够降低食品与饮料生产设备的能耗，确保生产不被中断。

—
02 ABB 的 Tmax XT MCCB。

鉴于其庞大规模和高生产率，现代化食品和饮料厂需要耗费大量电力也就不足为奇了。幸运的是，数字化的优势为这些工厂带来了优化其能耗的方式。通过实现数字化，可以对工厂整套电气系统进行精确计量和监测，这对于提升能效来说非常重要。利用数字化系统和 ABB 智能计量和监测系统[1]，能够以极高的精度测量所有电力相关参数，各个设备之间以及与云端（能源管理系统 和资产性能管理平台）之间也能够自由交换信息 →01。为了进一步推动数字化进程，很明显即将出台的相关标准将要求在多个采集点精确监测各项电力参数和电力品质。

—
通过实现数字化，可以进行精确计量和监测，这对于提升能效来说非常重要。

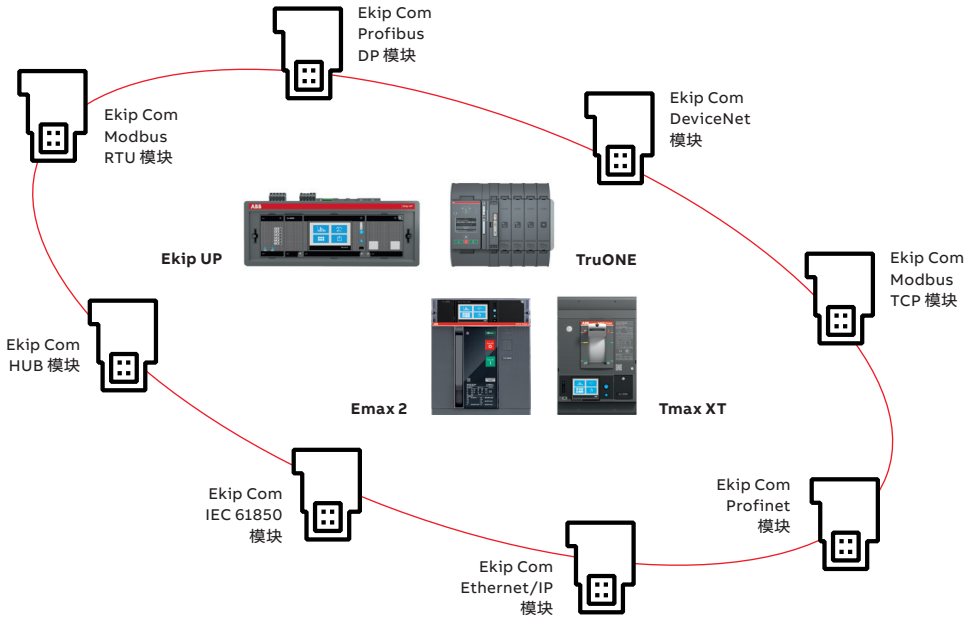
精细计量和监测也能够确保不间断电力供应，这对于食品和饮料行业来说具有重要意义。意外断电或电能扰动有可能造成产品损失、生产停顿、供应链中断等重大成本。甚至造成业务中断和财务损失，这也是食品和饮料企业谨慎考虑厂区配电系统及如何对其进行监测和管理的另一个原因。

能源管理系统相关标准
诸如 ISO 50001 能源管理体系等国际标准为行业提供了指南，让其能够更轻松地将能源管理融入其质量和环境相关工作

Richard Daumas
ABB 食品与饮料设备事业部
法国贝诺斯特

richard.daumas@fr.abb.com

02



03

中。ISO 50001 所设立的要求框架能够帮助相关企业制定更有效的能源利用政策，限定满足政策的方法，并利用数据来做出明智的政策相关决策。ISO 50001 在之前标准的基础上根据最新数据扩展了与能源规划、运行控制、测量和监控相关的章节。如果采用 ISO 50001，企业将在以下方面受益：

—

ABB 计量和监测产品通常很短就可收回投资。

- 降低能耗（某些情况下 12 个月内可降低最多 10% 的能耗）。
- 减少温室气体 (GHG) 排放和碳足迹。
- 帮助实现目前和未来非强制性和/或强制性能效目标。
- 提升企业在顾客、客户和利益相关方眼中的形象和可信度。
- 实现从系统设计到运营和维护的知情决策。
- 提升各层级员工的能耗意识。
- 改善运营效率和维护实践。

有关低电压应用的计量要求已在 IEC 60364-8-3 标准中给出，该标准规定，对于设施输入端，必须对所有电力参数进行精细监测。该强制要求还包括高级电源和电力品质监测，以及网络性能分析等，这也是推动食品和饮料企业实现数字化的另一大助力。

全面的产品系列和可靠连接

ABB 为食品和饮料行业提供全套解决方案、软件、数字化工具和设备，能够精细测量和分析能耗，进而改善数据驱动型决策，优化维护计划。ABB 计量和监测产品通常很短就可收回投资，实现 7% 的能效提升[2]，并且确保获得 LEED（能源和环境设计先锋，是全球广为采用的绿色建筑评级体系）认证。此外，获得授权的人员还可利用这些产品将生产设施连接到云端，实现对整个电力系统的密切监测。实际上，云端连接性也日益成为保证符合新国际标准和法规之必须。

得益于 ABB 计量和监测设备的出色测量精度，用户可轻松实现以下目标：

- 更方便识别配电系统中的能效低下问题
- 更方便识别单独组件层面的能效低下问题
- 做出正确决策，以提升能效，避免不必要的操作。
- 利用预测功能，及早发现并避免电力设施中可能存在的故障和问题。如此，便可确保生产不被中断，这对于食品和饮料行业来说至关重要。

—
03 Ekip 通讯模块搭配 ABB TruONE 自动转换开关（内置开关和控制器）。

—
04 ABB Ability 能源管理器和 ABB Ability 资产管理器小组件。

04

05

全套现场监测和控制工具
对于现场监测和控制需求，ABB 提供全套灵活易用的解决方案，能够满足所有设备安装需求。例如，Tmax XT 塑壳断路器 (MCCB) 系列便能够提供电流、电压和其它工作参数（温度、压力和振动）相关信息，且所有这些信息均可在设备层面实现数字化，并进行存储、分析、可视化显示或下载→02。

这些数字化断路器配备有彩色触摸屏，可以连接到智能手机或平板电脑中的应用程序，方便用户浏览相关菜单，了解为何某个电路发生跳闸。这极大提升了易用性和客户可用的增值信息。

—

ABB Ability 能源管理器有助于利用单一仪表板实现对多设施的监测、能源审计和成本管理。

Tmax XT MCCB 内置有多项原生通讯协议（Modbus RTU、Profibus DP、DeviceNet、Modbus TCP、Profinet、Ethernet/ IP 和 IEC 61850），便于所有相关 ABB 设备和第三方设备之间实现互联互通。ABB 的 Ekip 通讯模块系列产品进一步扩展了 Tmax XT 的能力→03。

连通一切
ABB Ability™ 能源管理器和 ABB Ability 资产管理器等解决方案能够实现在现场或云端监测和分析现场设备。通过结合这些解决方案，可以控制全厂配电系统（以及多路电力来源）。ABB Ability 能源管理器可协助以单一且直观的仪表板实现多设施监测、能源审计以及成本管理，使组织能够了解其能耗状况，识别改进目标，无论是单一地点还是多个地点均可发挥作用→04。ABB Ability 资产管理器自身便可节约 30% 的运营成本。

ABB Ability 能源管理器和 ABB Ability 资产管理器适用于众多行业设施，包括食品和饮料厂，其不仅实现设备层面的可视性，还带来系统层面的深入洞察。相关联的云端架构与 Microsoft 合作开发，保证了世界级的可靠性和端到端安全性。

ABB Ability 资产管理器带来的一项最重要功能便是预测性维护，通过该功能，可以利用智能可视化形式（信号灯显示）对整个工厂的运行状况进行监测。通过这种可视化形式，使用户对系统状况一览无余，并收到主动提醒。得益于优化了维护计划和备件管理，客户能够精准了解需要哪些部件，进而避免不必要的备件采购，即节约了时间，也节约了运营和维护成本。

Fiorentini 尽享节能优势
欧洲领先饼干、麦片和糕点制造商之一 Fiorentini 采用 ABB Ability 资产管理器来控制其位于意大利特罗法雷洛的新建可持续工厂（占地 56,000 m²）的整个配电系统→05。该产品将支持 Fiorentini 实现每年降低能耗 400,000 kWh 的雄心承诺。

—
05 位于 Trofarello 的 Fiorentini 工厂。

—
06 ABB CMS-700 电路监测系统。

—
07 ABB Emax2。

06

07

ABB Ability 能源管理器对全厂近 100 件智能设备进行监测，提供实时‘数字孪生’，能够监测所有关键配电和耗电设备的状态，

—
资产完全可视，这使 Fiorentini 能够在生产绩效和能耗方面做出知情决策。

以及厂内关键资产的性能表现。所有资产完全可视，这使 Fiorentini 能够在生产线绩效和能耗方面做出知情决策，最大程度节约能源，并尽可能实现工厂可持续性。

Fiorentini 工厂运营经理 Luca Perri 说道：“利用新部署的 ABB 数字化平台，我们能够将成本计划细化到日，量化实时能耗。这使得我们能够充分优化能源和资产配置，进而帮助我们实现节能目标。”在工业场景中，例如在 Fiorentini 工厂中，ABB Ability 能源管理器不仅能够监测主配电开关处的能耗，在结合 ABB 电路监测系统 CMS-700→06 之后，还能够全面跟踪能耗，细化到电力系统的最基层，例如厂房照明。其它一些 ABB 组件，例如开放式 Emax 2 断路器→07 以及 Tmax T4 和 T5 MCCB 等，也能够进一步帮助客户达成其能耗目标。

ABB 凭借其全面的智能计量和监测解决方案，在食品和饮料厂内甚至跨厂能耗监测和分析领域提供有利优势[3]。如此一来，食品和饮料厂不仅能够在确保符合所有相关标准的同时优化其能耗，还能够选择最佳维护策略，避免计划外停产，确保其工厂能够一直为客户供应高品质产品。 •

—
参考文献

[1] ABB, “Smart Metering and Monitoring.”来源：https://new. abb.com/low-voltage/launches/smart-metering-and-monitoring.[访问日期：2022 年 2 月 16 日]

[2] N. Kampelis and D. Kolokotsamar, Eds., “Smart Zero-energy Buildings and Communities for Smart Grids.”New Jersey: John Wiley & Sons, 2022.

[3] ABB, “Food & Beverage.”来源：https://new.abb.com/ about/our-businesses/electrification/electrification-food-beverage.[访问日期：2022 年 2 月 16 日]

面向食品与饮料行业的智能安全产品

守护安全

ABB 智能制造解决方案，例如安全控制器、数字化模块以及通讯模块等，为食品和饮料生产商提供了一套良性生态系统，帮助他们提高运营效率，以安全方式保障运营，并确保满足相关监管要求。

Richard Daumas
ABB 食品与饮料设备
事业部
法国贝诺斯特

richard.daumas@
fr.abb.com

食品和饮料生产商每年在生产设备上的投入都十分巨大。通常这些新购入的设备都需进行定制，以满足实际生产线的特殊要求，而这通常会进一步增加成本和设备复杂度。但是，无论生产线规模或复杂度如何，在选择设备时都要考虑两项重要因素：一是安全性；二是符合日益严格的法规要求，这些法规要求适用于从原材料到成品的整个价值链。ABB 智能制造解决方案能够完美解决这些方面的问题，例如覆盖整个生产过程的集成控制系统，结合 ABB 低压组件和 B&R X20 可编程逻辑控制器 (PLC) →01 – 02。

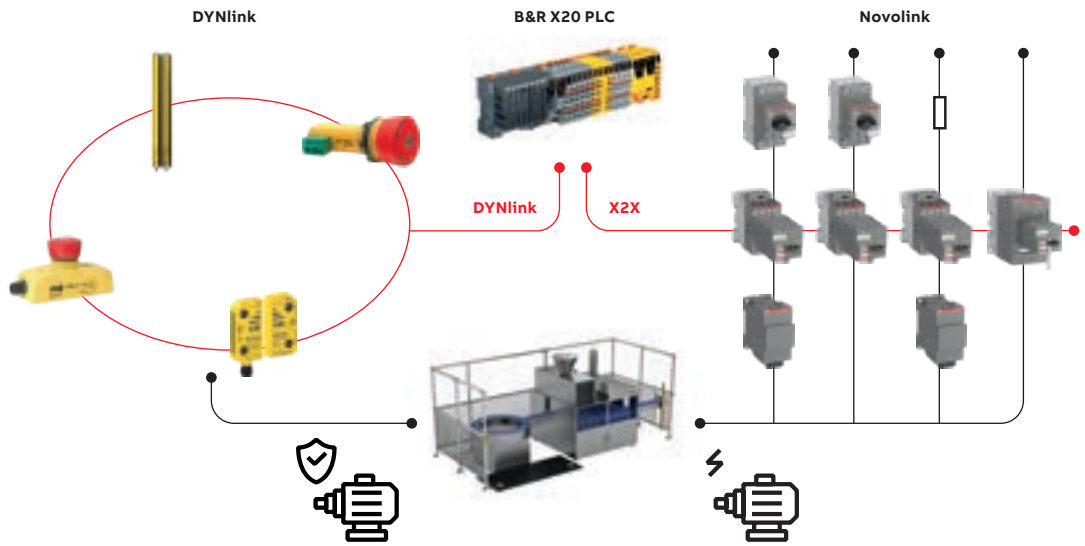
ABB 保障智能安全

如果管理不当，食品与饮料生产设施可能带来健康和安全风险，例如机械、化学品、溢料、粉尘等都是潜在危险源。对于这些设施，ABB 提供组合解决方案，实现机器自动化管理，并确保安全，从最简单到最复杂的组合如下：

- 小型机器和简单安全应用
- 独立安全解决方案，不依赖控制平台
- 全套生产线解决方案，实现全厂集成自动化和安全

01

图 01 来源：06photo/stock.adobe.com



02

03

—
01 ABB 面向智能制造的生态系统能够帮助提升食品与饮料行业的安全性。

—
02 ABB 面向智能制造的生态系统。

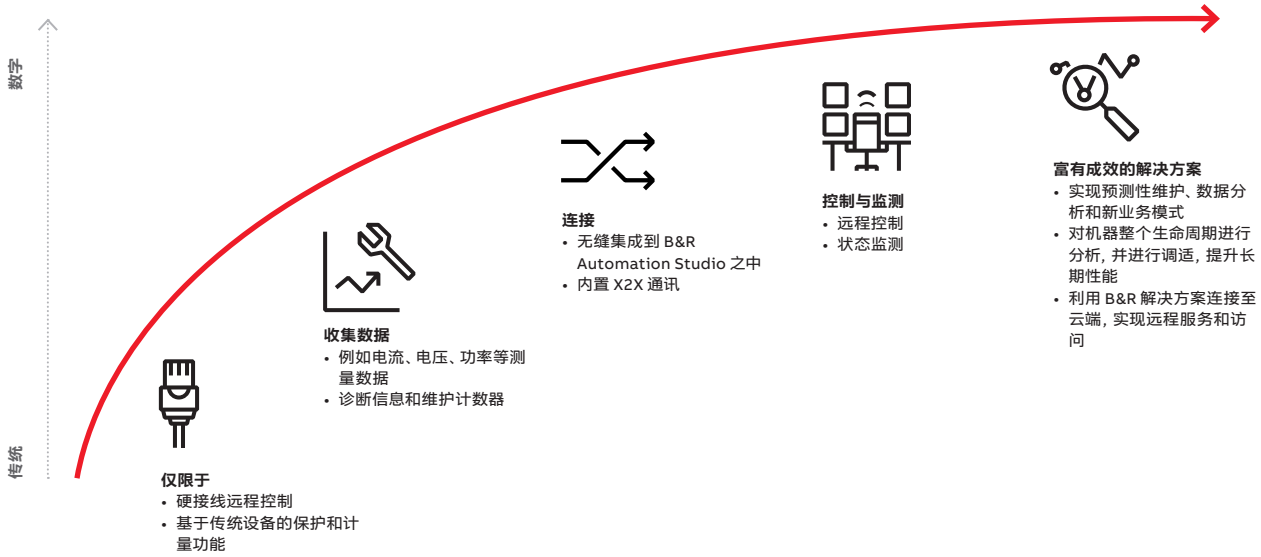
—
03 智能制造中的安全及相关 ABB/B&R 解决方案一览。

助力安全的 ABB 继电器和控制器
对于只有几路输入/输出和有限要求的最简单安全系统，标准安全继电器便已足够。ABB 的 Sentry 系列安全继电器广泛适用于这类应用。Sentry 系列采用经济直观的设计，设置简单，无需编程，仅需安装到位便可立即投入使用。

当需要更多安全传感器和输入/输出时，或当需要更高级的功能（尤其是在与 PLC 通讯方面）时，可编程安全控制器将是一个理想选择。ABB 的 Pluto 便是这样一种控制器，可以与大多数常用安全设备直接连接。Pluto 是一款强大的独立式安全控制器，随附有免费编程软件，使用非常简单。

对于最复杂的情况，则可使用内置安全功能的 PLC 控制系统。这些系统用途广泛，能够提供与安全控制器相同数量的安全功能。由于机器控制和安全功能均在相同 PLC 中运行，因此能够促进二者之前可靠通讯，且全部配置可在统一编程环境中完成。此外，这些 PLC 还具有先进的诊断功能，可帮助工程师和最终用户轻松完成日常工作。B&R X20 系统就是此类 PLC，其功能强大，紧凑小巧，集成安全功能，并且经验证与 ABB 安全传感器兼容 →03。

—
内置安全功能的 PLC 控制系统适用于最复杂的情况。



04

通讯接口

在食品和饮料厂中，有时工作环境极为严苛，因此通讯的稳健性对于保障运营安全以及合规相关数据的安全至关重要。如果合规数据丢失，就丧失了生产的可追溯性，继而危及相关生产认证。为可靠连接安全传感器和安全控制器，ABB 提供两种通讯接口：OSSD 和 DYNlink→03。

OSSD 通信协议广泛应用于不同类型的安全传感器。OSSD 可连接多台串联传感器，同时保持高水平的安全性。市面上的大多数安全控制器（包括 ABB 的 Sentry 和 Pluto 以及 B&R X20）均能够连接到并监测基于 OSSD 协议的传感器。

—

Novolink 模块用于将电机连接到更高层级的自动化和智能制造系统。

DYNlink 是 ABB 所独有的一种通讯协议。它是一种传感器通讯和接线布置方法，能够以最少数目的接线和控制器输入提供最高水平的安全性。DYNlink 兼容 ABB 的 Vital、Pluto 以及 B&R X20 等控制器。

与 OSSD 相比，DYNlink 仅需一半的输入，同时依然能够在串行连接中维持最高水平的安全性。

此外，DYNlink 还能够添加扩展插件，例如 StatusBus，以便从各个传感器获取状态信息，无需任何额外接线。例如，仅需利用 M12-5 规格线缆中的一根引线，StatusBus 便能够一直追踪所有串连设备的状态。该功能提供了一种经济高效的方式，可以监控门、紧急停止按钮等的状态。

ABB Novolink™ 实现工业电机数字化

电机起动器是食品与饮料生产设施中常用的一种设备。但是，通常这些重要的生产线组件都不智能。ABB Novolink 模块可以改善这一状况，实现电机起动器的数字化，以获得对于连接负载的洞察，并维持一个安全的工作环境。这些模块易于设计整合到现有接线图之中，仅需卡入连接到任意 AF 连接器即可。这些模块的接线和部件数量相比传统回溯数字化方法显著减少，因此工程量极少。

Novolink 模块能够将电机连接到更高层级的自动化和智能制造系统，让客户获得在部署节能策略以及保障运营安全时所需的实时数据和分析。这些模块可支持工业 4.0 所需的预测性维护、远程控制、故障诊断和数据分析等。

Novolink 模块有两款型号：SFM1 和 SCV10。SFM1 Novolink 接触器模块可监测关键维护统计数据，包括电机运行时间、接触器切换周期和跳闸。

SCV10 Novolink 电流和电压模块可提供电机保护，并监测所连接设备的状态。该模块连接到 SFM1 模块，用于测量线路电

—
04 ABB 的数字化转型路径。

—
05 5 B&R Automation Studio 软件。

压、相电流、功率、频率、总谐波失真以及其他重要参数。SCV10 利用一根排线经由 X2X 端口连到 SFM1，并由后者供电。SCV10 模块还可为单相和三相感应电机提供符合 IEC/EN 60947 标准的热过载保护。该模块还可集成电流互感器，用于测量不超过 40 A 的标称电流以及不超过 690 V AC 的标称电压。

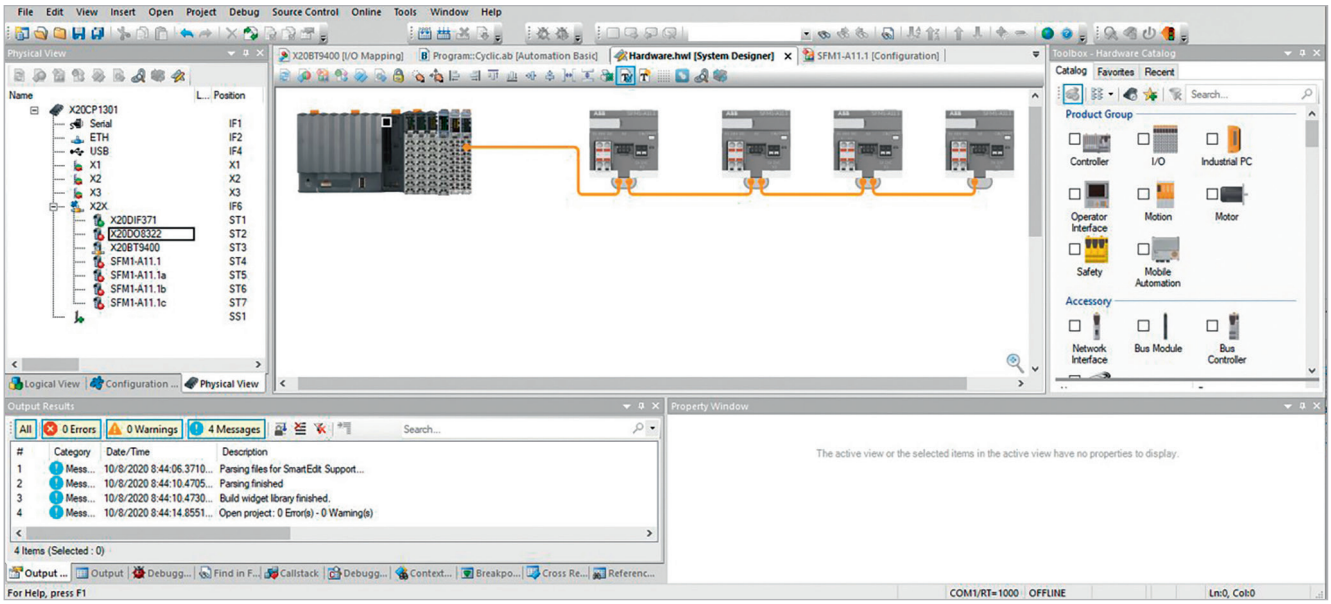
—
这些模块可支持工业 4.0 所需的预测性维护、远程控制、故障诊断和数据分析等。

Novolink 模块兼容 24 V DC 线圈接触器，包括从 AF09 到 AF96 的螺纹安装版本，以及从 AF09 到 AF38 的弹簧按压安装版本。ABB 的 AF 系列接触器设计采用先进的电控磁体机制，能够覆盖全功率范围，且提供众多配件予以补充。Novolink 模块可采用菊链形式，通过标准以太网线连接有序工作的多台设备。

Novolink 模块可完全整合到 B&R 自动化系统之中，用于帮助监测负载、供电或馈电问题，从而缩短解决问题所需时间。

智造未来

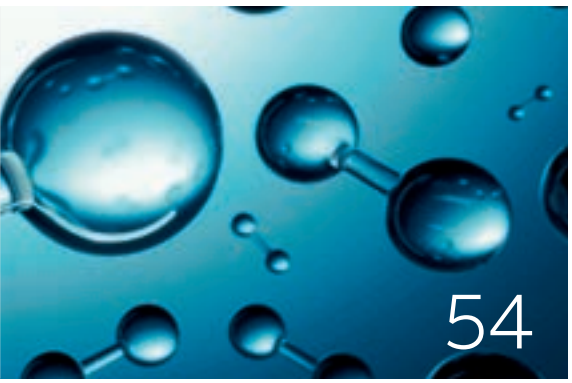
数字化迁移以及智能和安全制造的实现缩短了安装时间，并且简化了工程设计以及预防性维护的实施。对于电流、电压、功率、功耗等重要参数的测量，辅以大量诊断信息作为参考。本文所述的这些解决方案均得益于与 B&R Automation Studio（软件开发环境）和 B&R 集成安全技术的完整兼容 →04 – 05。利用 B&R 解决方案进行可靠连接，有助于实现远程访问和远程服务。在利用 OSSD 或 DYNlink 通讯协议实施安全概念方面，现在比以往更易实现，从而帮助客户提高安全性、提升生产线灵活性以及保证符合法规要求。 •



05

绿色氢能

48



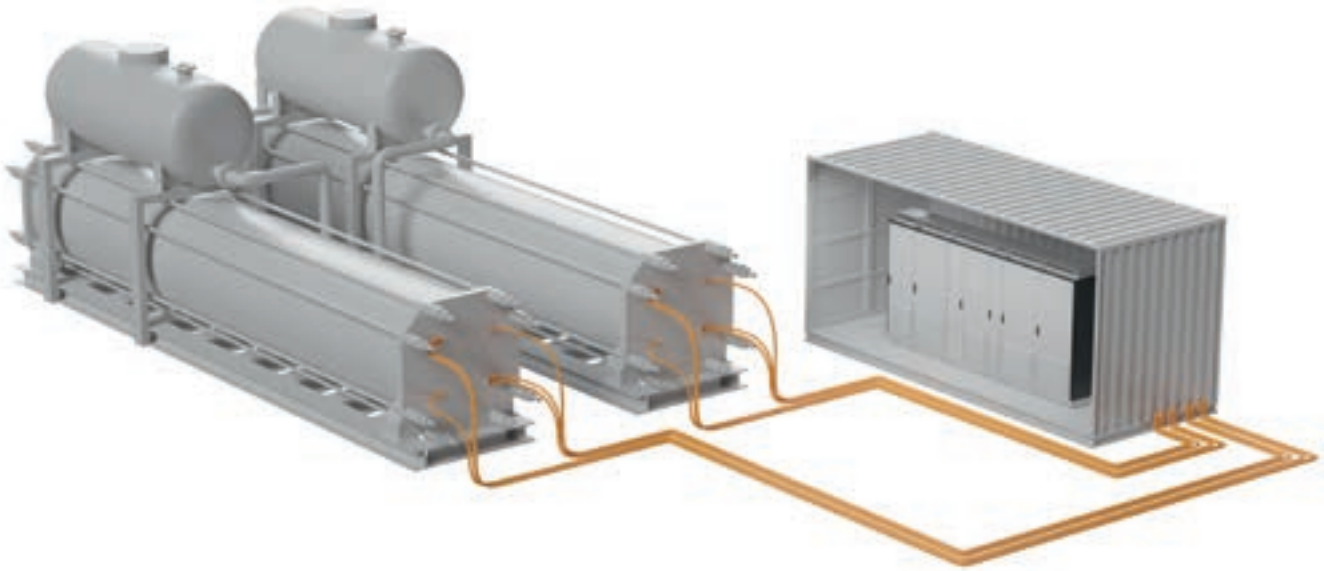
作为一种绿色能源，氢能越来越受到关注，《ABB 评论》邀请了公司的多位专家，分析了氢在脱碳主要应用方面的潜在影响、在先进传感系统和电源中所发挥的作用，还介绍了关键客户关于生产和使用氢发电的计划。

48 **无碳未来**
利用氢能解决方案优化应用

54 **难以捉摸的分子**
ABB 传感技术如何确保氢气纯度和安全

60 **制氢**
适用于电解池的先进电源

64 **突破限制!**
美国两座新工厂将每天生产 60 吨绿色氢气



60

利用氢能解决方案优化应用

无碳未来

作为一种可清洁燃烧的可再生燃料，氢气对于保证达成 2050 年“净零”碳排放目标具有关键作用。各种新兴应用，例如近网储能、燃料电池电动汽车、供暖、直接还原铁 (DRI) 等，将随着逐渐采用氢气替代传统化石燃料而日益普遍。ABB 提供各种测量和分析解决方案，能够帮助优化所有这些领域。

标题图片来源：©malp/stock.adobe.com

因此，必须精准测定原料天然气的成分，从而量化其能量值。通过快速反应气相色谱分析系统，例如 ABB 的 PGC1000，可以精准测量 SMR 工艺所用原料天然气的 BTU 值，该系统专门针对天然气的 BTU 分析进行了优化。可以直接读取红外气体分析仪的读数，这对于测定最终氢气纯度而言是一种非常理想的方法。普遍认为 SMR 工艺排放的气体就是氢气，但实际上还存在不可 忽视的 CO 和 CO_2。在炼油厂使用氢气的下游工序之中，这两种气体对加氢处理催化剂有害。一般来说，最终氢气产品规范要求 CO 和 CO_2 的总体积含量不超过百万分之十。可利用 Advance Optima AO2000 系统中安装的 ABB Uras26 红外气体分析仪模块来对这两种气体成分进行同步测定。

—

随着电解池的功率从 10 MW 级别提升到 1 GW 级别，可以实现成本降低。

Stephen Gibbons
Business Line Analytical,
测量与分析事业部
分析业务部
德国法兰克福

stephen.gibbons@
de.abb.com

Javier Figueras
测量与分析事业部
仪器业务部
西班牙马德里

javier.figueras@
es.abb.com

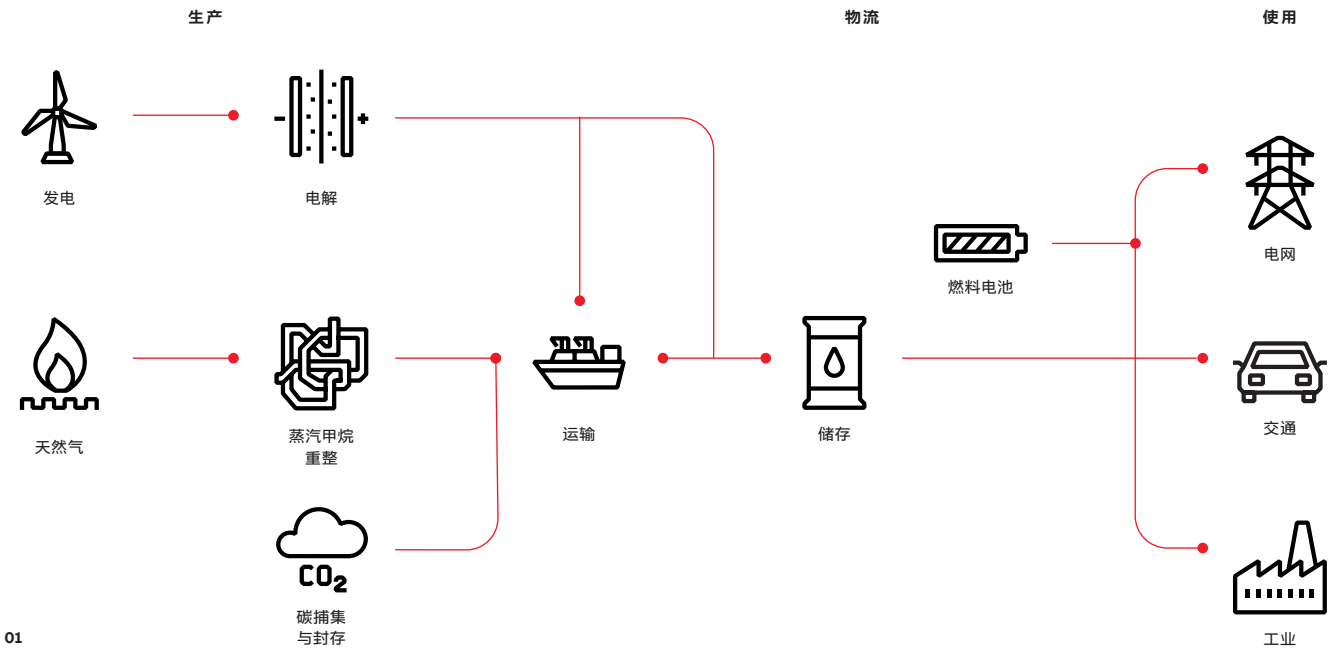
目前，氨生产约消耗了全球氢气总用量的 50%，甲醇生产则消耗了另外 25%。氢气的其它一些用途主要包括石油精炼、金属和玻璃热处理加工，以及食品领域的油脂氢化，此外也越来越多地用于运输和交通领域，但不超过全球氢气总用量的 5%。

为了使氢气成为一种具有成本竞争力的能源解决方案，必须降低电解池所需的资本成本。显而易见，随着电解池的功率从 10 MW 级别提升到 100 MW 甚至 1 GW 级别，可以实现成本降低。例如，位于德国埃姆斯兰的 BP Lingen 炼油厂计划将一台风能供电的 50 MW 电解池扩展至 500 MW，以充分满足该炼油厂的现有氢气需求，同时助力合成燃料的生产。

用于石油精炼和石化应用的氢气约占目前全球氢气总 用量的 20%。尽管这一应用所占比重预计在未来几十年内将会下降，但是氢气在液体生物燃料加工领域的应用将会有所增长。无论是哪种情况，将碳捕集和封存 (CCS) 与采用蒸汽甲烷重整法 (SMR) 制氢相结合，对于降低制氢的环境影响都具有重要作用。

氨和甲醇生产

正如上文所述，氢气目前主要用于氨和甲醇生产。氨是产量最大的石化产品，实际上也是第二大常见的化学品。氨主要用于农业，以各种形式（液氨、“氮”溶 液、硝酸氨或尿素）用作肥料。然而，尽管全球产氢量的近 75% 主要用于甲醇和氨价值链，但也已出现逐渐 向“清洁”氢能转移的趋势，这主要通过捕集 SMR 或自热重整 (ATR) 工艺排放的二氧化碳或通过转向以可再生能源供电的电解工艺来实现。以下是在这方面具有代表性的一些关键行业示例→01。



01

钢铁和水泥生产脱碳
当前的脱碳趋势已清楚揭示，钢铁行业将在未来几年成为氢气消耗大户。例如，焦煤生产和使用会密集排放二氧化碳，在被称为“直接还原铁 (DRI)”的生产工艺中，可替代使用氢气→02。在该工艺中，氢气与矿石发生反应，产生铁和水蒸气。位于德国汉堡的 ArcelorMittal 钢厂是全球范围内为数不多的几家开展测试以验证该工艺可行性的钢厂之一。

—
当前的脱碳趋势已清楚揭示，钢铁行业将成为氢气消耗大户。

根据多项试点研究的结果来看，预计氢气也将在水泥脱碳生产方面扮演关键角色。在水泥脱碳生产中，分析装置和仪器将继续在确保运行安全、高效和合规方面发挥重要作用。在水泥生产工艺中，不同点位处所产生气体的具体成分可能有所不同，这就需要 ABB 等设备厂商提供经调适的或新型解决方案。

航空业脱碳
氢能在交通方面的应用主要体现在卡车、巴士、轿车、轨道车辆以及船运等领域。但是，尽管航空业是在脱碳方面面临最大挑战的领域之一，仍然推出了一些氢动力无人机和小规模运输机，并进行了试运行。目前已有一些政府计划项目和几家企业着手探索适用于航空领域的可再生燃料，其中包括绿色氢气，以及采用固态氧化物电解池 (SOE) 搭配费托反应器生产的合成燃料。

天然气管网掺氢
氢气目前也逐步进入个人消费者的日常生活之中。例如，在英国法夫郡利文茅斯的一个项目中，很快即将采用绿色氢气为 300 户居民供暖。该项目意在利用附近风电场生产的可再生电力来电解制氢。然后将所生产的氢气与天然气混合，利用现有燃气输送管网进行配送。

对于英国这样已将天然气作为供暖介质且在燃气输送管网设施方面投入巨大的国家，这样做非常有意义。

—
01 尽管全球产氢量的近 75% 用于甲醇和氨价值链，但也已出现逐渐向“清洁”氢能转移的趋势。

—
02 焦煤生产和使用会密集排放二氧化碳，在被称为“直接还原铁 (DRI)”的生产工艺中，可替代使用氢气。

但氢气并非万能药，至少目前还不是。尽管现有天然气管网掺氢在技术上是可行的，但仍有多个国家将天然气管网中允许的氢含量上限设定为 2%。在澳大利亚，燃气管网运营商 Jemena 曾考虑在现有管网中混入不超过 10% 的氢气。随着时间推移，世界范围内的大部分现有天然气管网设施都会逐渐转向 100% 输氢。但这需要在新建或者翻修管网方面进行巨大投入，因为根据管网所采用的钢材类型，有可能发生氢脆，继而导致管道开裂和破裂。

—
最终，大部分现有天然气管网设施都会逐渐转向 100% 输氢。

另一项担忧是氢气的单位热值要比天然气低。这意味着利用现有计量系统，相同票额所对应的输送能量会减少。也就是说，随着掺氢浓度增加，气体成分测量和气体计量系统需要相应转换，以确保公平供能以及精准开票。

鉴于这一点，ABB 将其 PGC1000 设计为一种配备热导探测器的快速反应气相色谱仪，非常适合用于监测天然气配送和传输系统中混合气体的成分，是一种理想的解决方案。该类型气体分析仪已投入应用，包括用于监测燃烧器控制系统中的天然气热值，从而确保准确的燃烧化学计量。

ABB 的其它过程气相色谱仪产品，如高精度 NGC8200 系列，可用于监测掺氢天然气管道。

02

图 02 来源：©betoon/istockphoto.com

氢气纯度至关重要

在众多应用领域中，氢气有可能改变游戏规则，利用氢气解决可再生能源发电和用电需求之间的季节性不平衡问题就是其中之一。利用电解池生产绿色氢气并予以长期储存，就是一种潜在解决方案。但是，实施这一方案的前提条件之一是符合相关国际标准，即“ISO 14687:2019 氢燃料质量 - 产品规范”，该标准对一系列应用的氢气纯度做出了规定。例如，在应用氢气的燃料电池电动汽车和其它燃料电池方面，必须将诸如 CO 和 H_2S 等杂质的含量限定在一定水平之下，从而确保氢气兼容标准现代化燃料电池，不会破坏敏感催化剂。另外，还必须对氮气含量进行管控，否则这种惰性气体将会积聚在燃料电池内部，造成发电的活性反应区域面积减小，进而导致燃料电池性能逐渐恶化。对于该标准中的多项规范要求，利用电解制氢均可轻松满足，但对于采用 SMR 或 ATR 这样需要利用灵敏设备进行谨慎气体分析的工艺制氢来说，则面临合规挑战。

—

氢气可用于解决可再生能源发电和用电需求之间的季节性不平衡问题。

数十年来，ABB 不断为氢气应用领域提供仪器和分析设备解决方案，其丰富的产品组合为这一日益重要的市场带来了众多解决方案→03。例如，用于压力、液位和流量测量的“H-shield”系列产品，该系列产品有着极为出色的抗渗氢能力。在气体分析仪方面，ABB 产品确保制氢以及下游工序的安全性、高效性和可靠性，在全球范围内已装机数百台。此外，随着氢气应用环境的不断发展，ABB 也与时俱进，提供了配套软件解决方案，充分利用测量和诊断数据的力量，用以监测设备状况，并及时提醒用户。

结论

毫无疑问，在朝向无碳未来迈进的旅程中，氢气将扮演关键角色。采用可再生电力和水电生产绿色氢气将成为解决方案的一部分。将天然气生产的蓝色氢气与 CCS 相结合也将扮演重要角色。朝向这一目标迈进的精准路径仍然未知，但全球各地区预计将沿着各自路径迈向 2050 及之后的无碳未来。在每一条通往无碳未来的路径中，都将需要用到气体分析仪和相关仪器，以确保安全、成功和合规运营。ABB 测量和分析产品事业部所提供的产品和服务将成为这一场行动的核心，而 ABB 集团的众多电力管理解决方案和工艺控制系统也将发挥核心作用。

在向前迈进的过程中，ABB 持续改进传感器技术，以满足不断变化的测量需求，并引领数字化软件解决方案的发展，充分利用数据的力量，为客户带来能效提升。•

—
03 ABB 产品组合为氢能市场提供众多解决方案。

ABB“即制即用氢能”解决方案

—
分析仪

- 连续气体分析仪
- 连续排放监测系统 (CEMS)
- ICOS 激光技术
- 过程气相色谱仪
- 标准化系统解决方案 - 集装箱式“分析室”

—
仪器仪表

- 热式质量流量计
- 变截面流量计
- 压力与温度测量仪
- 液位变送器和开关
- 符合最新通讯标准的数字化产品
- 平台概念：全系列产品外观与风格保持一致

—
服务与数字化

- 测量设备维护服务协议
- My Measurement Assistant 应用程序
- ABB Ability™ 远程洞察服务
- ABB Ability™ 测量设备状态监测
- ABB Ability™ 测量设备验证

—
主电气和自动化承包商（MEC、MAC）

- 设备控制（DCS 解决方案）
- 集装箱式模块化电气和自动化基础设施
- 压缩机/泵送站控制
- 管道远程通讯、安全和监测
- 全项目执行
- 生命周期服务

03

ABB 传感技术如何确保氢气纯度和安全

难以捉摸的分子

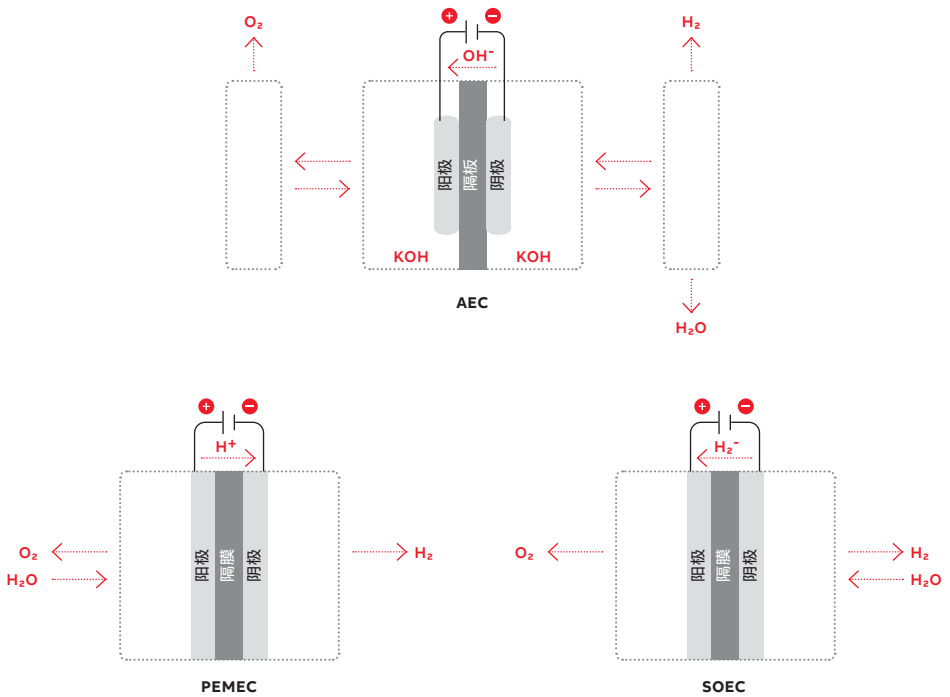
利用绿色电力制氢在深度重塑当前 的运输、电力、燃气、化工和燃料市 场方面有着不可低估的潜力。但氢作为元素周期表上最小也最难以捉摸 的分子，在生产、运输、储存和使用等方面面临很多挑战。为此，ABB 提供一系列仪器仪表和分析设备解决方案。

在实现能源系统脱碳方面，氢气注定将扮演核心角色。它可以储存，并且灵活易用，可通过管道和船舶远距离大量输送，从而确保偏远地区也能够利用可再生能源(RES)。

但氢气的作用远不止储能，它还可转化为燃料和化学品。此外，利用电力制氢也将深度重塑当前的运输、电力、燃气、化工和燃料市场[1]。简而言之，氢气是达成“清洁电子”的最佳“清洁分子”候选对象。

尽管氢气的使用过程几乎不会产生二氧化碳，但其生产所利用的能源和技术却会从不同程度上影响温室气体排放。然而，电解工艺最终将改变游戏规则，该工艺 利用电化学反应将水分解为氢和氧来制氢，不会产生任何二氧化碳排放。如果所使用的电力经认证仅来自于可再生能源，则最终

标题图片来源：© peterschreiber.media/stock.adobe.com



01

—
01 主要商用电解池中的水流和气流。

的氢气产品便可视为绿色氢气，这正是脱碳工作的终极目标所在。

虽然目前全球仅有不到 0.1% 的产氢量采用电解水工艺生产，且这部分氢气也主要用于对氢气纯度有较高要求的领域（例如电子器件和多晶硅生产）[2]，但绿色氢气正在吸引越来越多的目光和前所未有的投入。例如，欧洲议会投入了前所未有的资源来制定一项氢能战略，期望到 2030 年将欧洲氢能行业收入从目前的 20 亿欧元提升到 1,400 亿欧元，并预计因此创造逾 14 万个就业岗位[3]

从技术角度来看，目前有三种制氢技术：
- 碱性电解池 (AEC)，
- 高分子电解质膜 (PEM/PEMEC)，也称为质子交换膜，以及
- 固体氧化物电解池 (SOE/SOEC)→01.

AEC 电解池的 CAPEX 要比另外两项技术低，也是目前最成熟的技术，这意味着大规模 AEC 电解池的可靠性已经过实际验证，但 PEM 和 SOE 工艺仍需时间检验。

PEM 系统的产能爬坡速度较快。当在不超过 30 bar 的压力下运行时（某些其它电解池技术也能够实现），这类系统的占地面积要小于常压电解池系统。

这意味着，如果计划将生产的氢气用于气体管网注入或高压储存，能够大幅降低后续高压气体压缩成本。

—
欧洲议会期望到 2030 年将欧洲氢能行业收入从目前的 20 亿欧元提升到 1,400 亿欧元。

固体氧化物电解池 (SOE) 本质上与固体氧化物燃料电池相反。大多数 SOE 设备的工作温度范围为 650 - 850 °C，这一温度范围利用水蒸汽达成，并从蒸汽热量中获取相当一部分的能量。高温电解工艺与低温工艺相比有着明显优势，包括效率更高，以及无需使用贵金属电催化剂。这意味着生产同样数量的氢气，其电力消耗 比 PEM 或 AEC 电解池要低三分之一[4]。然而，SOE 工艺在工业研发方面还有待推进。

Nunzio Bonavita
过程自动化测量和分析
事业部
意大利热那亚

nunzio.bonavita@
it.abb.com

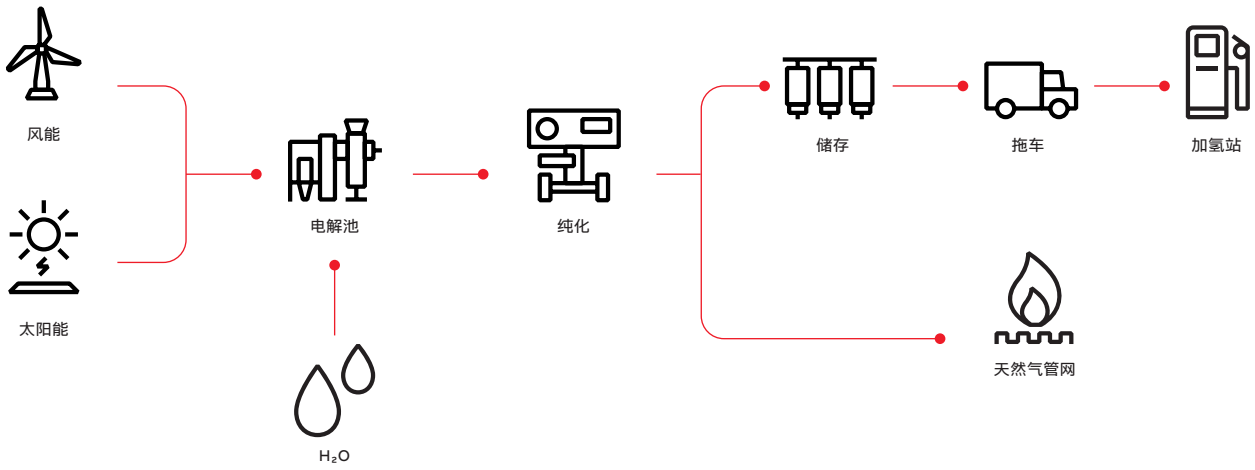
绿色氢气价值链
在氢气经济价值链中，制氢只是第一步，之后还涉及运输、储存和使用等步骤 →02。氢气所面临的大多数商业和技术问题都与其分子的化学和物理属性有关，因为它是自然界最小最轻的分子。所以，氢气在常态下的沸点 和密度都非常低。为了使氢气得到广泛运用，必须对其进行加压液化，或将其转化为其它化学能源载体。

一般情况下，使用管道、低温液氢罐车或长管拖车等陆运车辆以及铁路或驳船将氢气从产地输送到使用地点。管道输送是最经济的内陆大批量输送方式，但对于远距离输送或跨洋输送来说，为了保证经济性，必须将氢气液化或转化为其它化学能源载体（例如氨或苄基甲苯）。

绿色氢气在“减排困难户”行业（例如炼钢）中的二氧化碳减排方面有着关键作用。

根据储存时限要求，氢气可为：
- 气态：这是成本最低的选项。气态氢气可以储存在地下盐穴或枯竭气田中，或储存在加压储罐中（例如燃料电池车辆储罐）。
- 液态：将气态氢气转换为纯液态，增加其能量密度。这种储存方式比气态储存更高效，但成本也更高，因为需要经过三步处理：首先是液化，将气态氢气冷却至 -253 °C 以下，转化为液态；然后是液态储存；最后是重新气化，将氢气转换回气态。
- 化学形态：将氢气与其他原子或分子键合。在适用于液态储存的分子中，氨和液态有机氢载体 (LOHC) 是其中最有前景的两种。

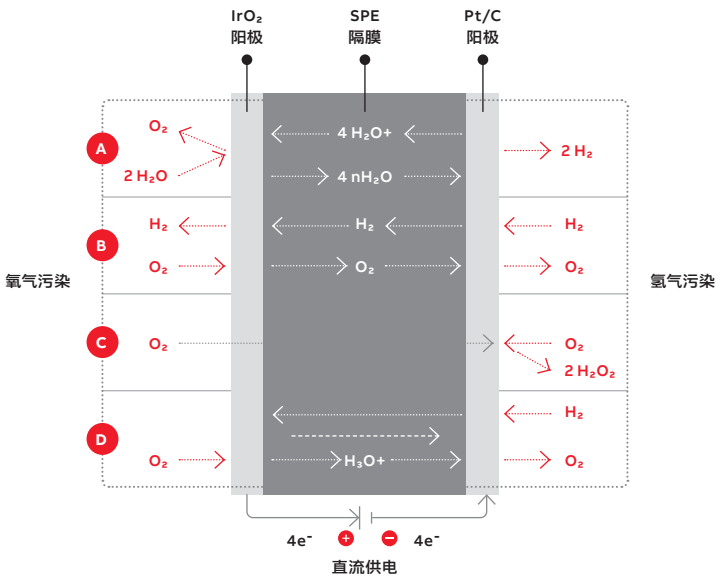
绿色氢气价值链的最后一个步骤是使用。大体来讲，我们发现主要有三个应用领域：
- 交通：交通行业正在通过燃料电池技术利用绿色氢气。以燃料电池为动力的电动汽车配备一个氢气储罐，用于为燃料电池提供氢气，进而为发动机发电。目前主要集中于公共交通领域以及机场、购物中心 等使用的特种车辆。
- 工业用途：除了替代炼油和肥料等传统领域使用的灰色氢气以外，在所谓“减排困难户”的行业（即电力不适用或不可行），例如钢材、玻璃、陶瓷生产等，绿色氢气对于减少二氧化然排放有着关键作用。
- 民用用途：与单纯使用天然气相比，将氢气混入民用天然气之中是一种更有效且碳排放更低的供暖和发电方式，目前许多燃气厂家也正在大力投入这一领域。将氢气掺入现有天然气管网之中具有技术可行性，许多国家对此设定了掺氢比例限。目前，多个国家将现有管网掺氢比例上限设定为 2%。



02

—
02 氢气的生产方法和用途。

—
03 氢气反应和大批量输送机制。SPE: 固态聚合物电解质。Pt/C: 颗粒催化剂。



03

测量方面的挑战

氢是周期表中最小最轻的元素，具有一些特殊的物理化学性质，因此带来了一些测量方面的问题。为了使氢能经济成为现实，首先要克服传感方面的许多挑战，如下文所述。

生产

电解制氢过程控制肩负多项职责，包括确保安全运行、高效电氢转化、氢氧纯度品控等。ISO 22734:2019 明确规定了必须测量的多项参数，以确保电解制氢可靠运行[5]。其中一些参数通用于所有类型的电解池（例如测量电解池堆栈温度以避免过热、气体杂质等），其它一些参数则是本文第一节中所述电解池技术所特有的。例如，危险液体泄漏检测功能对于利用 AEC 电解池处理高浓度氢氧化钾溶液的应用比较重要，而水的纯度对于利用 PEM 系统以纯水制氢的应用来说则至关重要。对于 SOE 技术，在高温下运行时，对蒸汽供应管理方面的参数测量有着较高要求。

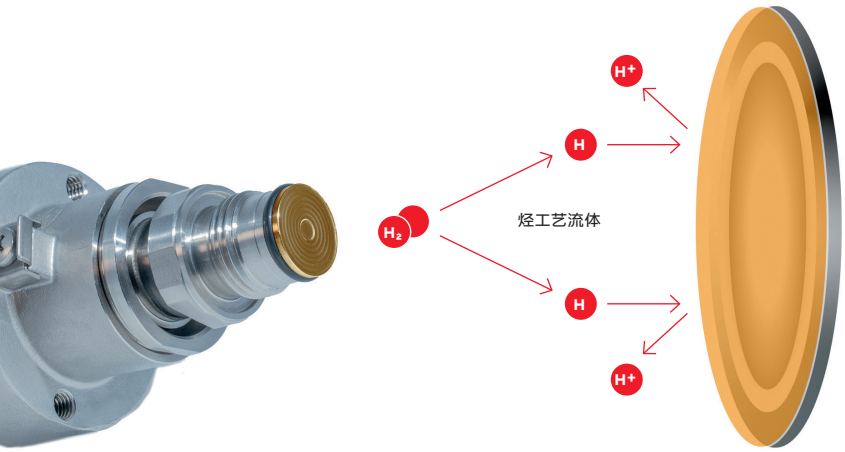
需要使用灵敏的气体分析仪来确保电解池安全运行。概括地说，电解池阳极产生氧气，阴极产生氢气。但这只是简化描述，实际上涉及非常复杂的电化学过程。电解池内发生的许多反应都会导致微量氧气聚集在氢气流中，反之亦然。此外，在电解池堆栈组件中，气体可能从电解池一侧泄漏到另一侧，导致重大安全风险→03。

—
电解池阳极产生氧气,阴极产生氢气，需要利用气体分析仪确保安全运行。

储存和运输

氢气储存和运输涉及到很安全问题，必须充分了解并予以解决，以确保安全运行。由于以下原因，氢气具有一些潜在危险：

- 其点火能量低，仅有 0.017 mJ，相比之下，烃类达到 0.25 mJ。例如，若管路法兰处发生泄漏，非常危险，因为泄漏本身所产生的摩擦便足以成为点火源。此外，即便在引燃后，氢气也不会产生可见火焰，而且发热量极低，使得更难以发现火焰。
- 氢分子小，可分解成离子。在高温条件下，会扩散并渗入金属中，导致设备和管道产生氢脆问题[6]。



04

因此，必须精确并可靠监测设施。此外，仍有众多问题待解决，例如远距离和/或地下输送管道监测[7]。除了严格的泄漏监测，还需要对储氢设施进行初步干燥以去除水分，因此也要用到氢气纯度分析仪。

使用

不同用途会带来不同的问题。在交通领域，所面临的主要挑战在于加氢站精确流量计量和燃料电池保护，需要测量出氢气中存在的极低杂质含量（例如 4 nmol/mol 的总硫）[8]。在氢气使用方面，或许最容易实现的目标就是将氢气掺入天然气输送管网。在此方面，主要测量要求包括：

- 提供精准有效的混合比例，确保氢气品质测量。
- 为混合操作扩展和定制储存交接程序；这一点十分重要，因为氢气的单位热值要比天然气低。
- 避免氢致脆裂。对于某些牌号的钢材来说，氢过量，尤其是在高温条件下，会导致氢脆现象，致使管道开裂或破裂。

ABB 解决方案和成功案例

ABB 提供一系列适用于氢气应用的成熟仪表仪器和分析设备解决方案。这些产品旨在解决绿色氢气相关挑战，其中专为压力、液位和流量测量而设计的“H-shield”系列产品具备出色的抗氢渗透性→04。例如，当应用气相沉积工艺时，H-Shield 在隔膜表面形成一层厚度均匀的保护层，但不会影响隔膜的动作灵活性，保证依然能够对压力变化做出响应[9]。

对于燃料电池驱动车辆，ABB 提供一款新型紧凑型热式质量流量计 Sensyflow FMT700-P，已被证明可用于在测试台上测量发动机进气。该产品十分适合用于燃料电池效率精调。凭借其无可匹敌的响应时间（25 毫秒），该产品被全球各大领先汽车制造商广泛应用于质量保证、测试台检测以及研发工作中的发动机进气测量[10]。

—

ABB 的 “H-shield” 适用于压力、液位和流量测量，具备出色的抗氢渗透性。

ABB 分析仪能够精确测量危险区域氧气和氢气流中的杂质，电解池安全管理贡献力量。如果客户能够接收半连续测量，还可以将这些测量产品组合为一体化设备[11]。

总而言之，如上所述，将氢气掺入天然气管网中已是一项十分成熟的工艺，可降低二氧化碳排放。ABB 的 PGC1000 非常适合用于监测天然气配送和输送系统中的气体混合物成分。它是一款快速响应型过程气相色谱仪，内置有热导探测器。该类型气体分析仪已投入应用，包括用于监测燃烧器控制系统中的天然气热值，从而确保准确的燃烧化学计量。→05.

—
04 ABB H-shield 抗氢渗透耐压隔膜。

—
05 内置有热导探测器的 ABB 气相色谱仪。

05

ABB 在开发此类气体分析仪方面的成功经验可以用于掺氢天然气管网系统监测领域。而且，市场接受度良好。在意大利，已有多家燃气配送公司正在大力投入掺氢项目，最近几个月以来，已订购 35 套以上分析仪产品。 •

—
ABB 的 PGC1000 非常适合用于监测天然气配送和输送系统中的气体混合物成分。

—
参考文献

[1] Hydrogen Council, McKinsey & Company, Nov-2021.“Hydrogen for Net-Zero.”来源：https:// hydrogencoun- cil. com/wp-content/ uploads/2021/11/ Hydro-gen-for-Net-Zero. pdf

[2] McKinsey & Company, Jan-2022.“The net-zero transition: what it would cost, what it would bring.”来源：https:// www.mckinsey.com/ business-functions/sus-tainability/our-insights/ the-net-zero-transition-what-it-would-cost-what-it-could-bring

[3] “EU aims to make green hydrogen cost-competitive within two years: leaked strategy document,” Recharge 19/6/2020 来源：https:// www. rechargenews. com/ transition/eu-aims-to-make- green-hy-drogen-cost-competi-tive-within-two- years-leaked-strategy- docu-ment/2-1-829768

[4] ABB White Paper, 2021.“Green Hydrogen, Instrumentation and analyzer solutions for a sustainable future.”来源：https:// cam- paign.abb.com/ l/501021/2021-09-28/ v9lq6p

[5] ISO22734:2019 Sep-tember 2019.“Hydrogen generators using water electrolysis – Industrial, commer- cial, and res-idential applications.” 来源：https://www.iso. org/ standard/69212. html

[6] ABB White Paper, 2022.“Hydrogen safety – Hydrogen handling and key process safety steps.”来源：https:// new.abb.com/ process-automation/ energy-industries/ hydrogen/white-pa-per-process-safe-ty-and-hydrogen

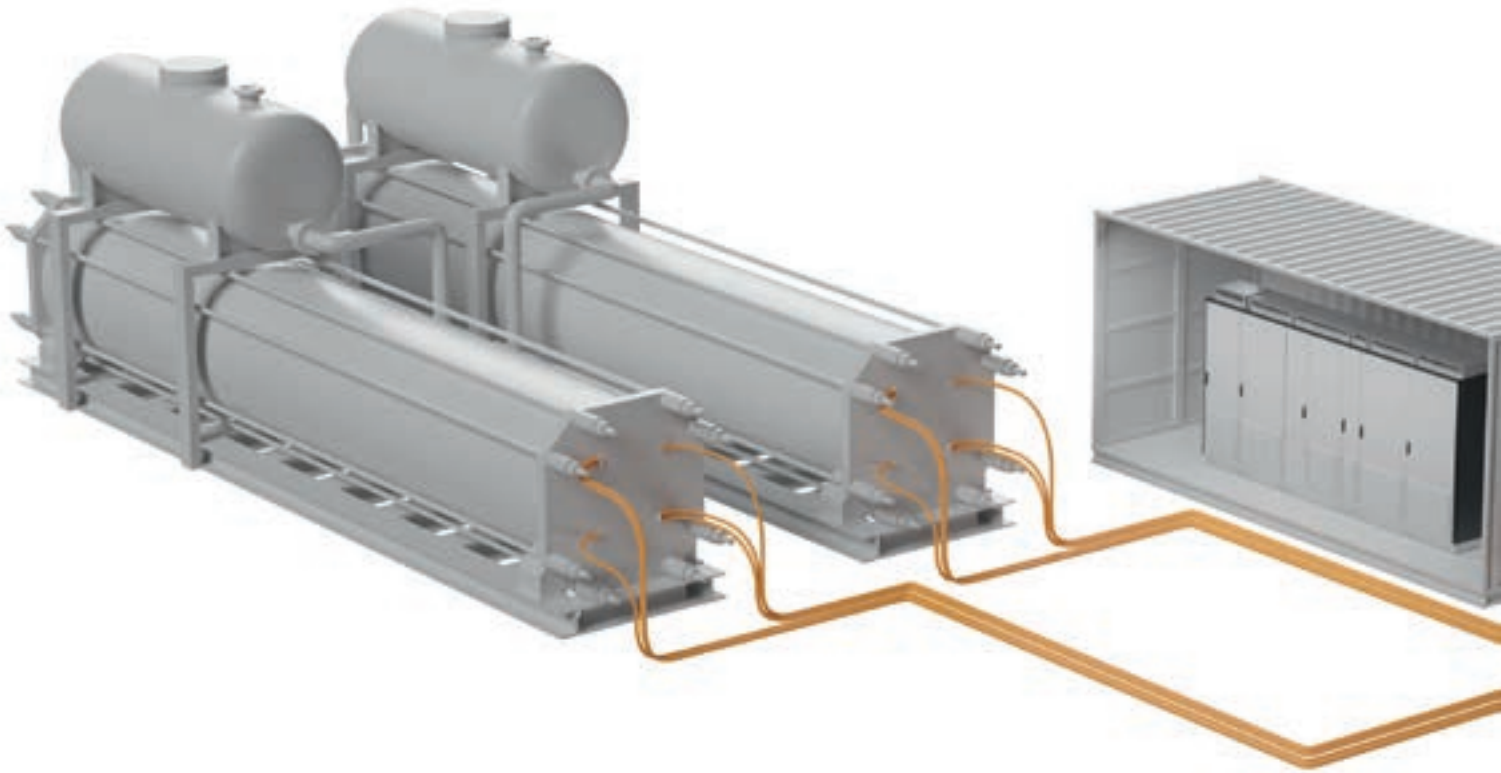
[7] Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2010.“Leak detection of hydrogen-natural gas mixtures in pipes using the characteristics method of specified time intervals.” 来源：https://www. sciencedirect.com/ science/article/pii/ S0950423010000823

[8] NPL Report, 2017. “Energy transition: Mea-surement needs within the hydrogen industry.” 来源：https://www.npl. co.uk/getattachment/ bebd3592-e413-43e7-9556-e4dc2c0533d7/ energy-transition-mea-surement-needs. pdf? lang=en-GB&ext=. pdf

[9] ABB White Paper, 2021.“Tackling the issue of hydrogen permeation in pressure transmit-ters.”来源：https:// campaign.abb. com/l/501021/2021-11-05vpy3nk

[10] Weppner, Gerrit, ABB Review.04/2021 | 2021-11-02 “Fine tuning hydrogen fuel cell research,” 来源：https:// new.abb.com/ news/detail/84262/ fine-tuning-hydro-gen-fuel-cell-research

[11] Gibbons, Stephen, Gasworld.June 2021. “The changing role of gas analysis in the circular economy.” 来源：https://www. gasworld.com/ gas-analysis-in-the-cir-cular-economy/2021176. article



适用于电解池的先进电源

制氢

鉴于氢气是世界上目前最清洁的能源，因此它注定将会在多个行业的脱碳转型中扮演关键角色。对于这一快速发展的领域来说，电解池供电技术至关重要，必须能够管理未经调节的 MW 级直流低压电源。本文概述了先进的电解池供电技术，同时审视了各种不同配置的优劣势。

—
01 尽管先进电源架构能够应对电解池设备的动态变化，但仍需要能够带来高能量密度和效率的低成本解决方案。

2015 年《巴黎协定》以及政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 的 2022 年气候变化报告将主要耗能产业的脱碳列为头等要务。制氢技术或许是最有希望解决这一问题的策略。对于众多行业，包括所谓的“减排困难户”行业，都可以利用氢气作为原料或直接用作燃料[1]。

氢气是世界上当前最清洁的能源，目前全球年产量约为 8,000 万吨[2]。此外，根据 Net Zero Scenario 估计，到 2030 年，氢气产量将超过 2 亿吨，到 2050 年超过 5 亿吨[3]。

有多种制氢工艺，但根据 Net Zero Scenario 统计，目前水电解制氢量仅占 GW 产量的 30%，预计到 2050 年占全球总产能的 60%[3]。鉴于此，预计全球电解池产能到 2030 年将达到 850 GW，到 2050 年将达到 3600 GW。

为提高电解池性能并降低成本，必须考虑众多重要因素，电源便是其中之一→01。现有多种不同的电源配置可用，但从电网和电解池角度来看，每一种配置都各有其优势和劣势。

为了厘清这些复杂状况，本文对可用于并网水电解系统的先进电源进行了整体分类和审视，同时着重指出了每一种配置的优势和劣势。

水电解技术和电解池类型
电解池和燃料电池具有相同点，但也有根本性的不同。前者使用电能打破水中氢和氧的键合以产生氢气→02，而后者则是利用氢来发电。

目前市场上有多种不同类型的电解池，其中最常用的有碱性电解池、质子交换膜 (PEM) 电解池，以及固态氧化物电解池。碱性电解池与 PEM 系统相比更为成熟，成本也更低。目前，就效率和成本而言，PEM 电解池不及 碱性电解池，因此其依赖于贵金属。但是，这一局面预计将在未来几年有所变化。另外一方面，PEM 电解池也具有其优势，例如动态性更好，功率密度更高，这意味着与碱性电解池相比，其占地面积要小 20% - 25%[1]。

与碱性电解池和 PEM 电解池相比，固态氧化物电解池的效率更高，且可逆向用作燃料电池，因而能够使用电解池容量的约 25%

—
水电解工艺制氢量预计到 2050 年占全球氢气总产能的 60%。

进行氢气发电[1]。另一方面，与仍以 kW 级运行的碱性电解池和 PEM 电解池相比，固态氧化物电解池的工作温度也更高。

电解池电源分类
电解池被归类为低压 (LV) 设备，一套常见的 5 MW 设备直至使用寿命结束所产生的最大直流电压为 1 kV。因此，如果将其连接至中压 (MV) 电网，需要采用降压变压器和交流/直流转换器。转换器可以为单级解决方案，一步将交流电转换为符合电解池要求的直流电，如→03a 所示。

另一方面，也可以采用两级解决方案，首先将交流电转换为直流电，然后将直流电转换为满足电解池要求的另外规格直流电，如→03b 所示。

这些配置中的每一种都可以利用不同的转换器，如本文强调的各项先进选项所述。除了上述交流供电系统之外，电解池也可直接连接到直流配电系统。在此情况下，只需直流/直流转换器来转换电压级。

—
Ahmed Abdelhakim
ABB 集团研究中心
瑞典韦斯特罗斯

ahmed.abdelhakim@se.abb.com

Tero Viitanen
ABB 运动控制事业部
驱动产品部
芬兰赫尔辛基

tero.viitanen@fi.abb.com

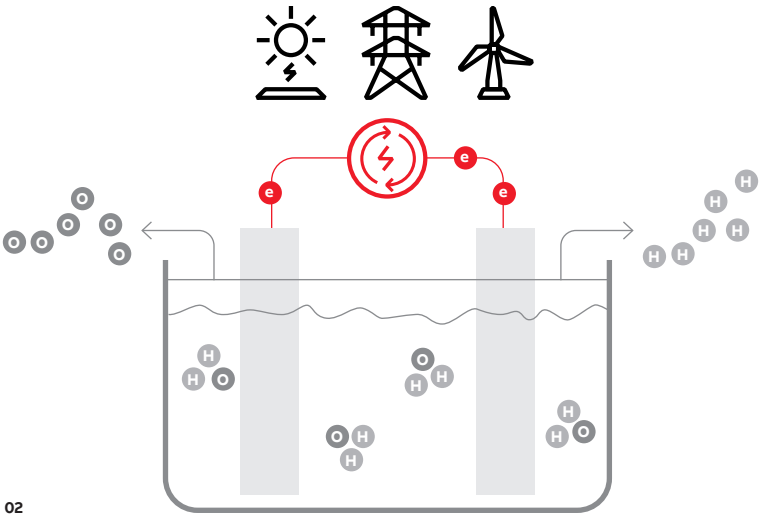
Francisco Canales
ABB 集团研究中心
瑞士巴登

francisco.canales@ch.abb.com

单级电源
如上节所述，单级解决方案一步将来自变压器的交流电转换为符合不同工况下电解池要求的直流电。

多种转换器可用于此目的，如→04 所示，其中提供了四种先进配置选项。

第一个选项是六脉冲晶闸管整流器，如→04a 所示。尽管该选项结构简单，但会在电网侧产生大谐波电流，并在电解池侧产生大纹波电流，而且无功功率要求高。可利用十二脉冲晶闸管整流器选项来降低谐波电流，如→04b 所示。此外，十二脉冲晶闸管与两个六脉冲晶闸管并联工作相比，提供更大的功率，但需要更为复杂的变压器。



02

03a

03b

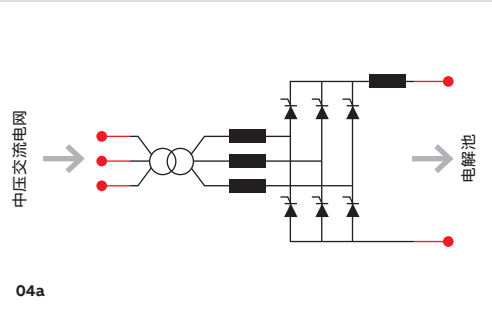
另一方面，也可以使用完全可控选项，例如利用双电平或三电平有源电压源整流器，如→04c – d 所示。无论是双电平还是三电平解决方案，都能够为电解池提供更为平顺的电流，其中前者构成电解池电流的低频分量。此外，这两种选项都能够显著改善电网侧无功功率和电流谐波性能。但是，由于半导体损耗增大，因此预计这些选项在效率方面较为低下。另外，这两种主动选项都会因拓扑结构的升压性而受到更大的电流应力。

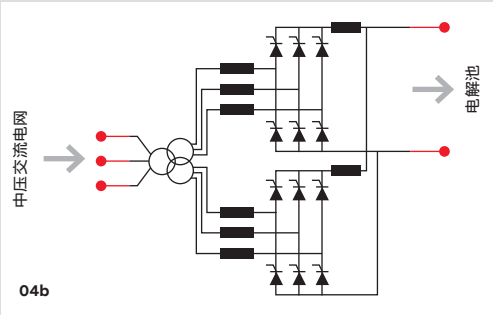
两级电源
与上文所述的单级选项相比，两级电源方案的不同之处在于首先用交流/直流转换器将来自变压器的交流电转换为直流电，然后将直流电转换为符合电解池规格要求的直流电，如→05 所示。

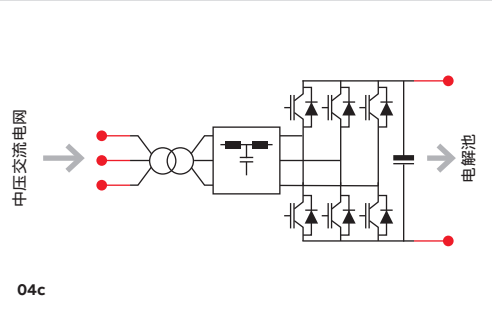
第一个选项如→05a 所示。该选项将一个十二脉冲二极管整流器用作非受控交流/直流转换器，然后再接一个交错式直流/直流降压转换器。与十二脉冲晶闸管整流器相比，该方案会在电网侧产生更大的无功功率，因此虽然可用于为电解池供电，但效率有所降低。

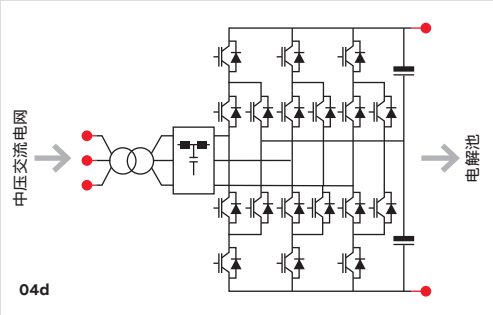
尽管有这些积极结果，但电流谐波依然是一大挑战，在弱电网中，必须大力采用附加谐波滤波器。通过将十二脉冲二极管整流器替换为双电平有源电压源整流器（如→05b 所示），可以更好地解决无功功率和谐波电流问题。相比上文所述的升压单级双电平电压源整流器能够 避免交流/直流转换级中的电流应力增加。换言之，单级双电平有源整流器与两级选项（如→05b 所述）相比，需要的交流侧电压更低。此外，在两级解决方案中，由于交流/直流级和直流/直流级共用直流链路，因此会给直流电容器带来额外电流应力。

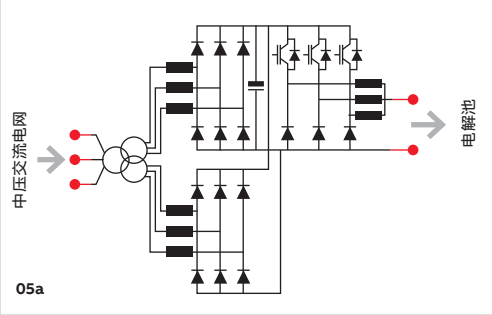
两级方案采用附加直流/直流转换器来提高系统整体性能。

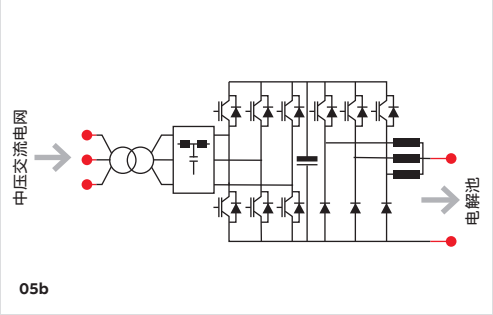












—
02 水电解工艺原理图。

—
03 电解池电源一般分类。

03a 单级解决方案。

03b 两级解决方案。

—
04 适用于电解池的先进单级电源。

04a 六脉冲晶闸管整流器。

04b 十二脉冲晶闸管整流器。

04c 双电平电压源整流器。

04d 三电平有源中性点钳位型电压源整流器。

—
05 适用于电解池的先进两级电源。

05a 十二脉冲二极管整流器供电的交错式降压转换器。

05b 双电平电压源整流器供电的交错式降压转换器。

结论

在应对和推进当前及未来制氢计划方面，电力电子设备将扮演重要角色。尽管本文所述的先进电源架构能够应 对电解池的动态性，但功率密度和效率更高且重量和成本更低的解决方案仍然具有重要意义。

我们应特别关注可再生能源制氢应用。此类能源的内在波动性也要求新的电力布局。控制方法结合碳化硅 (SiC) 等新型半导体材料和创新电源转换器产品将带来既具备出色电网和电解池兼容性，同时还能够降低系统复杂性的解决方案. •

—

在推进当前及未来制氢计划方面，电力电子设备将扮演重要角色。

—
参考文献

[1] IRENA.Green hydrogen supply, a guide to policy making. May, 2021.来源：https://irena.org/-/ media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/May/IRENA_Gre en_Hydrogen_Supply_2021.pdf

[2] IEA.The future of hydrogen, seizing today's opportunities.June, 2019.来源：https://iea.blob.core. windows.net/assets/9e3a3493- b9a6-4b7d-b499-7ca48e-357561/ The_Future_of_Hydrogen.pdf

[3] IEA.Net zero by 2050, a roadmap for the global energy sector. October, 2021. 来源：https://iea. blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34- 4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoad-mapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf

美国两座新工厂将每天生产 60 吨绿色氢气

突破限制！

氢气需求自 1975 年增长了三倍以上，今后还将继续增长。根据国际能源组织统计，利用非化石燃料能源生产的绿色氢气仅占当前氢气总产量的很小一部分，但呈现出前所未有的发展势头[1]。氢能具有改变游戏规则的潜力，美国目前有两座绿色制氢厂正在建设中，均采用了多套 ABB 系统，这进一步证明了氢能的上升趋势。

Scott McKay
ABB 能源事业部
美国休斯敦

scott.mckay@
us.abb.com

绿色氢气预计将在达成全球温室气体减排目标方面扮演重要角色，这在很大程度上归功于可再生能源成本的不断下降。实际上，根据 BloombergNEF 估计，规模化生产能够“使全球大部分地区的氢气基准成本到 2030 年降至 $2/kg，到 2050 年降至 $1/kg”，如此一来，使得氢气相比天然气价格更有竞争力[2]。同时，预计 氢能经济将呈指数增长，年产量到 2050 年达到 5 到 8 亿吨[3]，占全球能源需求的 20%。

规模化生产能够使氢气基准成本到 2030 年降至 $2/kg，到 2050 年降至 $1/kg。

鉴于这些趋势，综合氢燃料电池 (HFC) 交钥匙解决方案领域的领先供应商 Plug 建立了北美首个绿色氢气供应网络。随着两座日产量总计可达 60 吨的新绿色制氢厂投产，该供应网络有望进一步扩大。在物流和运输领域，氢气将替代约 170 吨化石燃料。

虽然 Plug 是全球最大的液氢买家，但其在全球范围内建设的加氢站比任何其他公司都要多。随着该公司在纽约州阿拉巴马镇和佐治亚州桃树市新建的两座绿色制氢厂投产，将有助于该公司实现其战略计划，即向那些寻求满足可持续性目标的客户提供相比化石燃料更具有成本竞争力的绿色氢气。

其中，将坐落于纽约科技和先进制造园区 (STAMP) 的工厂将成为北美最大的绿色制氢厂，并将使用单独的变电站。该厂每天能够生产 45 公吨绿色液氢（相当于 126 吨汽油），供应给美国东北部，将采用 Plug 的 120 MW 先进质子交换膜 (PEM) 电解池，采用清洁水电，利用电化学工艺将水电解生产氢气和氧气。

该厂意在引领纽约州货运物流领域的脱碳道路，为该州达成 2050 年碳中和目标提供支持。

Plug 的第二家绿色制氢厂位于佐治亚州康登县，日产 15 吨液氢，主要面向美国东南部的客户。

纽约州和佐治亚州的这两座新工厂将与 Plug 正于美国南部和西部的其它在建工厂

以及位于纽约州罗彻斯特的 PEM 栈和电解池创新中心构成氢能供应网络，达成到 2025 年日供 500 吨以及到 2028 年日供 1000 吨绿色氢气的目标。该网络完全建成后，将为其运输燃料客户提供比柴油更具价格竞争力的能源。

扩大规模

为了支持 Plug 扩大技术规模，同时降低总体生产成本，ABB 为其位于纽约州阿拉巴马镇的工厂提供了全套电气系统，

新建工厂将加入氢能供应网络，助力达成到 2025 年日供 500 吨绿色氢气的目标。

该系统封装在 ABB eHouse 解决方案中，是一套预制步入式模块化室外配电中心，内部配备有一系列电气、自动化和辅助设备，用于为厂区和工艺生产提供供电。eHouse 经过预先测试，在设上能够降低和缩短安装和调试所需的成本和时间。

ABB 还提供气体和空气绝缘开关设备、低压电机控制中心，以及低压变速驱动器，用于辅助应用。除此之外，还提供一套中压 VSD 系统，用于以同步旁通模式驱动多台电机。该驱动器用作压缩机启动器，能够实现平顺工艺控制，还可以限制启动过程中的涌入电流和功率需求，从而减少设备以及设施负载所承受的应力。

佐治亚州工厂的工作范围相似。与纽约州工厂一样，其所生产的氢气将用于物流和运输行业，助力用户替代公路应用（例如重型货运和物流设备）所使用的化石燃料。

简而言之，纽约州和佐治亚州项目是 Plug 在全美兴建更多制氢厂的计划的重要组成部分，旨在供应比化石燃料更具价格竞争力的绿色氢气。

在这一领域，ABB 与全球范围内的客户和合作伙伴密切协作，开发和整合相关技术，使氢气成为全球低碳能源结构中的一项经济可行构件。 •

参考文献

[1] IEA.The future of hydrogen.Seizing today's opportunities. June, 2019.来源: https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen

[2] BloombergNEF. Hydrogen Economy Outlook Key messages, March 30, 2020. 来源: https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/BNEF-Hydrogen-Economy-Outlook-Key-Messages-30-Mar-2020.pdf

[3] Reuters.$15 trillion global hydrogen investment needed to 2050-research. 来源: https://www.reuters.com/business/energy/15-trillion-global-hydrogen-investment-needed-2050-research-2021-04-26/

标题图片来源：©AA+W/stock.adobe.com

2022 年读者调查结果

读者趋势

自 1914 年以来，《ABB 评论》一直在连续出版，至今已出版 899 期，使其在一定程度上成为了世界上历史最悠久的企业技术类刊物之一。在此期间，我们对本刊物进行了诸多改革。为了能够继续发展本刊物，并更好地满足读者的期望，我们在 2/2022 期刊物中开展了一次读者调查。

Andreas Moglestue
《ABB 评论》
苏黎世, 瑞士

andreas.moglestue@ch.abb.com

调查的主题包括对刊载内容的总体满意度、建议刊物提供的语言选择，以及纸质版和电子版刊物的读者占比情况。由于本次调查仅在线上开展，参与者可能大多数为电子版刊物的读者。

语言
《ABB 评论》目前提供五种语言版本（英文、中文、德文、西班牙文和法文）。除了中文仅提供电子版之外，以上所有语言均提供纸质版和电子版。

根据本次调查，超过三分之一的读者希望阅读英文版本的《ABB 评论》 →01。除了已提供的五种语言版本之外，少数读者还表示了其对阅读以下语言版本刊物的意愿（按照重要性排序）：意大利文、瑞典文、芬兰文、荷兰文、土耳其文、希腊文、日文、俄文、乌尔都文、僧伽罗文、克罗地亚文、阿拉伯文、挪威文、巴西葡萄牙文、丹麦文、波兰文、匈牙利文、罗马尼亚文、阿拉伯文、立陶宛文、波斯文、印地文和马拉地文 — 这体现了本刊物读者的全球化和多样化。

内容
77% 的读者阅读《ABB 评论》的目的是深入了解 ABB 的技术 →02。大多数读者还对文章篇幅 →03、技术内容 →04 以及出版频率 →05 感到满意。

电子版刊物和纸质版刊物
纸质版刊物的主要发行方式仍然是个人订阅 →06-09。调查显示，阅读电子版刊物的读者比纸质版刊物更多，但由于本次调查以线上形式开展，这个结果可能有所偏差。显然，还有很多读者同时使用纸质版和电子版刊物。

纸质版刊物的主要发行方式仍然是个人订阅。

最后，我们在调查中提出了一个关于在电子版刊物中登载“互动性更强的新内容”的问题 →10，并请读者准确选择出他们希望看到的此类内容。在这个问题上，选择人数最多的选项是最新文章，其次是焦点主题和视频内容 →11。

您的参与至关重要
《ABB 评论》的全体工作人员在此感谢所有参与本次调查的读者能够献出宝贵时间来分享他们的意见。

调查结果正在进入编辑流程，我们将于明年进行调查后的首次改革，包括增加数字内容，以及精简提供的语言版本。非常遗憾的是，《ABB 评论》宣布终止法文和西班牙文版本。由于这些语言的分发数量非常低（实际上远低于本调查的反馈建议），终止已成为必要之举。从 1/2023 期起，《ABB 评论》将仅提供英文、德文和中文版本。《ABB 评论》的工作人员相信，还是有很多读者会继续阅读和支持《ABB 评论》。•

01 “您的主要工作用语是什么？除了您现在阅读的语言版本之外，您是否还希望阅读其他语言版本的《ABB评论》？”（请注意，目前提供的语言版本是英文、中文、德文、法文和西班牙文）

02 “您阅读《ABB 评论》的主要目的是什么？”（可选择多项）

03 “您对《ABB 评论》文章常规篇幅的满意程 度如何？

04 “您对《ABB 评论》文章中技术内容占比的满意程度如何？

05 “您对本刊物目前的 出版频率（每年四期） 是否满意？如果不满 意，您所期望的出版频 率是？”

06 “您以何种方式接收每期的《ABB 评 论》？”（可选择多项）

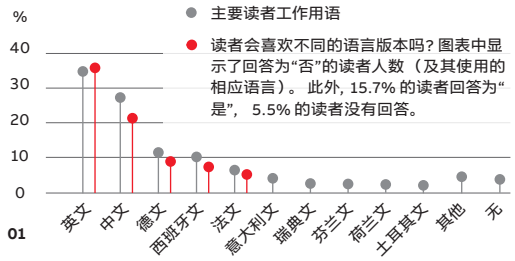
07 “您通常以何种方式得知新版本发布的消息？”（可选择多项）

08 “您以何种形式接收 《ABB 评论》？

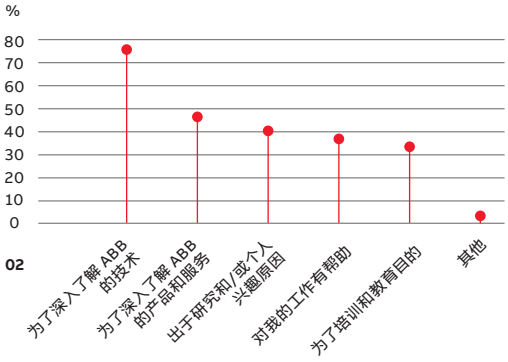
09 “您更倾向于以何种 形式阅读《ABB 评论》？”

10 “线上新内容：您是否愿意获取《ABB 评论》提供的互动性更强的线上新内容？”

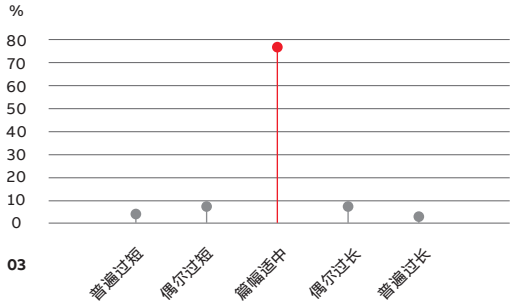
11 “线上新内容：您对哪些内容和形式比较感兴趣？”



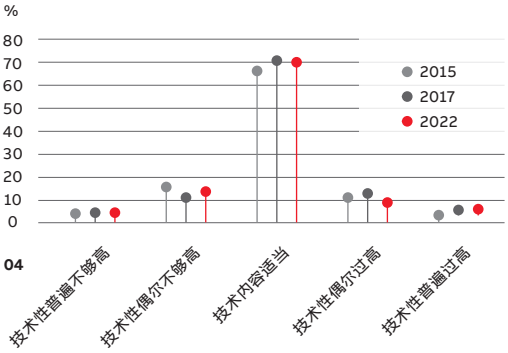
01



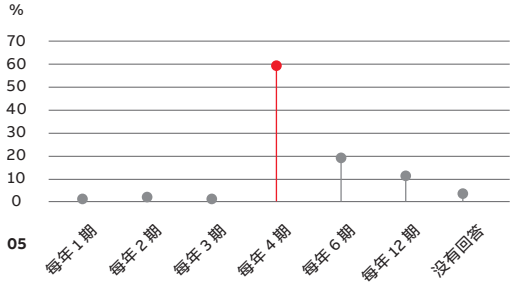
02



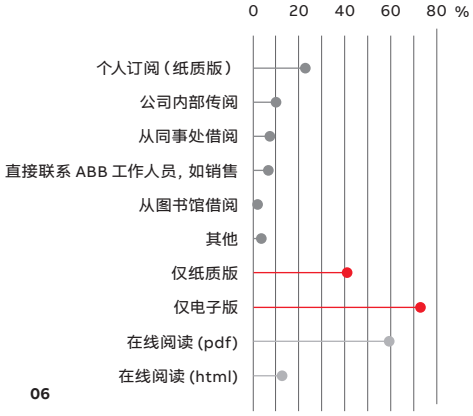
03



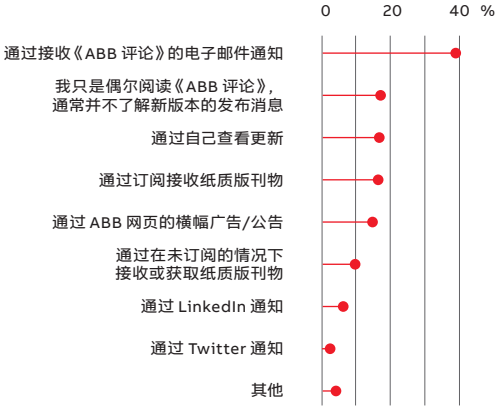
04



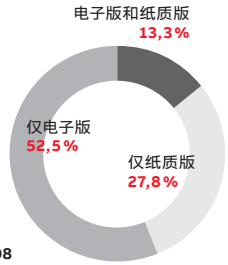
05



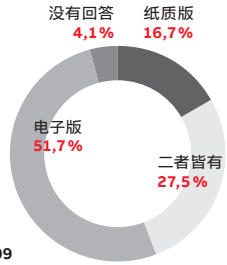
06



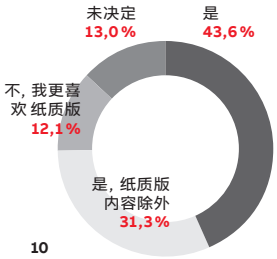
07



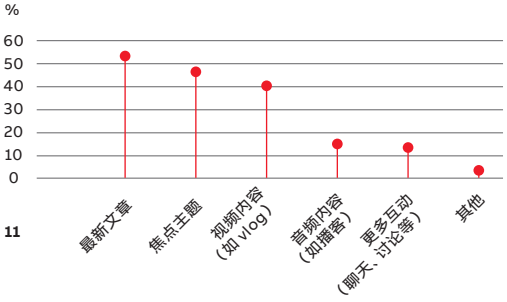
08



09



10



11

专业术语解释

6G

公共 5G 网络正如火如荼地部署中，5G 在工业方面的价值主张已广为人知。但 6G 将如何发展？在产业数字化以及 IT/OT 融合方面，6G 将扮演什么角色？

Dirk Schulz
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

dirk.schulz@de.abb.com

5G 的联网和数据交换能力改变了游戏规则，也在改变世界。可靠性超高、延迟超低且带宽超大的通讯，以及通用性、扩展性、确定性和高设备密度，只是 ABB 这样的技术企业将加以利用的其中一些 5G 特征。

随着标准化的继续开展，5G 研发和部署将在近十年中进一步扩大，而电信业和相关学界已开始进行 6G 研发→01。6G 会为数字化世界打开什么样的新局面？

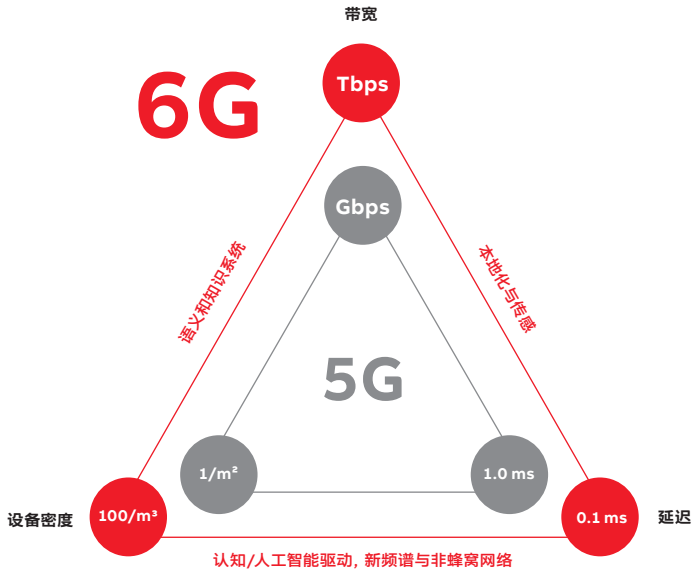
一言以蔽之，5G 的性能比 4G 高出一个量级，带来了普适的“连接和计算”设施。与之相比，6G 则可以归纳为将推动形成一个具有“感知、本地化和理解”能力的生态系统，以人工智能 (AI) 和无线电创新为动力，不再局限于蜂窝网络技术。联网和计算应无处不在、无拘无束，比以往更加以人的体验为中心。

技术上，6G 的目标是巩固并提升 5G 技术已具备的优势：以（边缘）计算实现集成（实时）联网；虚拟化软件定义网络；运营商和用户之间网络共享；无线和（外 接）有线网络集成；定位；以及机器间通讯。此外，6G 还将支持非蜂窝网络通讯，并且具备智能，而非仅仅用于传输数据。

—
6G 将支持非蜂窝网络通讯，并且具备智能，而非仅仅用于传输数据。

6G 将专门致力于以下技术和功能方面的创新，不断进化，并打破→02 中所示的“5G 三角”：

- THz 无线电和新频谱空间，带来更高的带宽 (100 Gbps - 1 Tbps）和更低的延迟 (0.1 ms)
- 极高可靠性（可量化）
- 超高设备密度 (100/m³)
- 高精度定位（室内 10 cm）和感应
- 人工智能驱动的通讯和计算协同设计
- 语义通讯和知识系统，提供智能而非仅仅数据
- 非蜂窝网络通讯（Wi-Fi 6、卫星通讯、反射表面通讯等）



01

—
01 5G 正如火如荼地部署中，但预计 6G 在本十年结束前不会实现。

—
02 6G 的进化和突破。

6G 目前仍处于初始概念阶段，其标准化工作预计将于 2025 年左右开始，商用则最早于本十年结束时实现。

从长远来看，如果实现“万物皆 6G”，那么将补足 IT/OT 融合趋势，让自动化和电信基础设施真正融为一体。因此，关注 6G 的标准化进展，并维持战略合作伙伴关系，是

—

6G 目前仍处于初始概念阶段，其商用最早于本十年结束时实现。

ABB 继开始 5G 和云计算之后的重要任务。在认同蜂窝技术的价值主张后，ABB 接下来仍需与客户携手开展试验，验证 5G 的能力和价值。必须以其作为将蜂窝技术（无论 5G 还是 6G）持续整合到 ABB 解决方案中的起点。 •

—
订阅

—
订阅方法
欲免费预订《ABB 评论》，请与您最近的 ABB 办事处联系，或者上网订阅：www.abb.com/ abbreview

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

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

您将收到一封包含确认链接的电子邮件，请确保您已确认注册。

—
出版信息

—
编委会

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

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

Daniel Smith
媒体关系主管

Adrienne Williams
可持续发展高级顾问

Reiner Schoenrock
技术与创新

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

—
出版人
《ABB 评论》由 ABB 瑞士有限公司出 版。

ABB Ltd.
《ABB 评论》
Affolternstrasse 44
CH-8050 Zürich
Switzerland
abb.review@ch.abb.com

部分印刷或复印需经认可。再版需经出版人书面同意。

出版人和版权
©2022 ABB Ltd.
瑞士苏黎世

—
印刷人
Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH
6850 Dornbirn/Austria

—
排版
Publik.Agentur für Kommunikation GmbH
Ludwigshafen/Germany

—
插图
Indicia Worldwide
London/United Kingdom

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

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

4/2022 是《ABB 评论》的第 898 期。

ISSN: 1013-3119

abb.com/abbreview

900th 创新
下期预告

01|2022

科技给我们的启示

02|2022

ABB Ability™

2022 创新亮点

06 **精选创新故事**
08 实现高效自动化的定制解决方案
09 AACOPOS 6D 开启生产力新时代
10 大电流固态断路器
11 GoFa™ CRB15000 实现轻松协作 - 更安全、更快速、更简单
12 将矿山安全提升至新水平
13 ABB Ability™ Marine Pilot 助力自主远程控制船舶操作
14 ABB Ability™ Genix Datalyzer 排放连续监测系统
15 挖掘新的数据存储库
16 ABB PixelPaint 揭开汽车定制涂装的未来
17 简化控制系统工程
18 深耕城市信息管道
19 黄金批次分析保持稳定优质生产
20 基于拓扑的场景化报警
21 大众运输储能技术

创新解决方案

24 **时机正好**
从 ABB 角度看时间敏感网络
30 **注入强大技术力量**
结合模拟工具预测断路器部件的耐久性
36 **节能触手可及确定最佳能效措施**
42 **塑造未来**
微型断路器中的磁性形状记忆合金
48 **有力协助**
GoFa™ CRB 15000
54 **超越排放监测标准**
ABB Ability™ Genix Datalyzer™
62 **顺应趋势**
多物理场涡街流量计模型
68 **简易互联**
ABB 简易安装型 Novolink™ 助力电机启动器数字化

专业术语解释

74 **ABB Ability™**

ABB Ability™

08 **ABB Ability™**
ABB Ability™ 助力数以十亿计的更优决策
10 **领航**
借助 ABB Ability™ Marine Pilot 船舶领航产品系列优化船舶操作的决策
18 **引领**
电动拖船动力的更优决策
24 **学习**
智能建筑的更优决策
28 **优化**
开辟更优决策新通道的专家系统
32 **加固**
人工智能水泥强度预测的更优决策
38 **转型**
改用数字化开关柜的更优决策
44 **攀高**
保证矿工和物料输送安全性的更优决策
50 **管理**
借助 ABB Ability™ Genix 资产绩效管理套件优化决策
56 **生产**
电动汽车自动化的更优决策
62 **智管**
借助 ABB Ability™ 能源管理器优化能源管理决策
66 **数据**
借助 OCTOPUS 优化决策
69 **基建**
优化智慧城市解决方案
70 **节能**
更好的决策是如何优化数据中心的能源高效性
71 **平衡**
迈向能源中和

连接

74 **交付**
Lug Link 为客户绑定电源连接
75 **创新**
快速安装的开关柜
76 **安全**
借助 ABB PLC 和驱动器提高安全性和生产力

专业术语解释

82 **循环性**

03|2022
知情决策

04|2022
可靠连接

知情决策

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

提高能效

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

智能交通运输

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

专业术语解释

74 **边缘计算**

供电与保护

08 **助力可持续性**
ABB 产品通过 PEP passport® 认证
14 **独树一帜**
SACE Infinitus 为未来配电带来无限可能
20 **密封保障未来**
调研 Azipod® 推进器密封系统
28 **智测温度**
智能温度监测继电器

食品与饮料

36 **节能提效**
智能计量与监测提升能效
42 **守护安全**
面向食品与饮料行业的智能安全产品

绿色氢能

48 **无碳未来**
利用氢能解决方案优化应用
54 **难以捉摸的分子**
ABB 传感技术如何确保氢气纯度和安全
60 **制氢**
适用于电解池的先进电源
64 **突破限制!**
美国两座新工厂将每天生产 60 吨绿色氢气

66 **뗍諒혈覺**
2022 쾨뗍諒딧껜써벎

专业术语解释

68 **6G**

欢迎来到循环经济社会。

地球的资源有限，但我们的潜能无限。
了解更多详情，请登录**go.abb/progress**

ABB