

评论

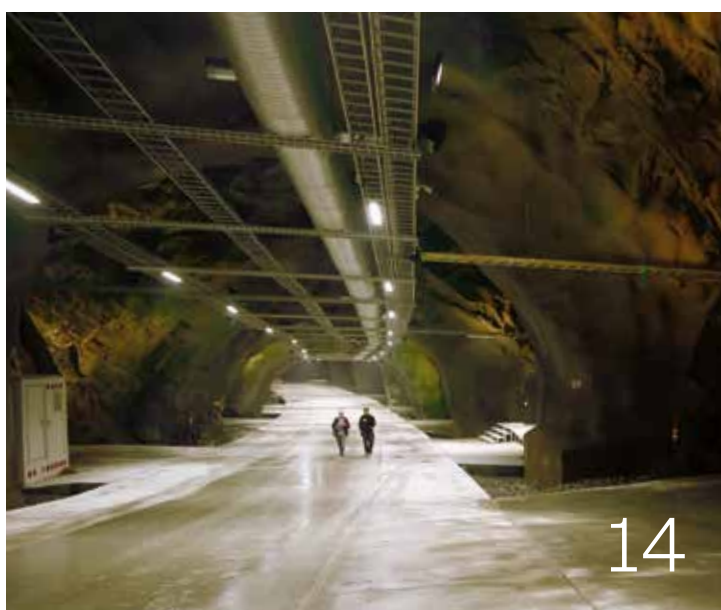
03|2020 中文版

数据中心



08

06-55 数据中心
56-77 深入云内



14

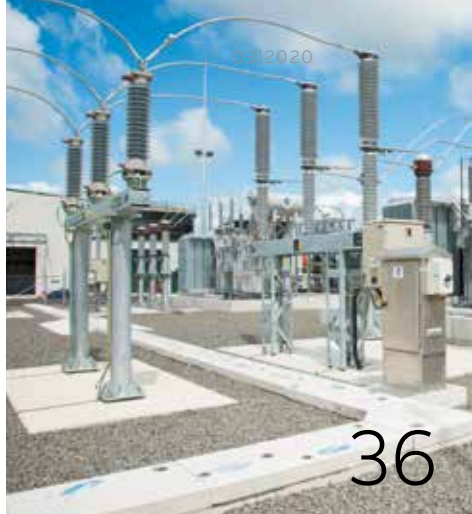


数据中心解决方案架构



数据中心自动化





专用变电站



数据中心能源消耗

05 编者按

数据中心

08 访谈: 能效
14 数据中心自动化
22 数据中心解决方案架构
30 数据中心能源消耗
36 专用变电站
40 钠离子电池
42 智慧城市之秘
45 关于数据中心的 IEC 61850 标准
50 数据中心网络安全

深入云内

58 直至末端分支的数据安全性
59 MegaFlex UPS
64 MNS-Up
66 中压 UPS
69 数据中心纳米流体制冷
72 数据中心电源转换解决方案
74 瞬态保护变压器

专业术语解释

78 5G

79 订阅

79 出版信息

—
为电力企业和民用基础设施提供所需
数字“燃料”的数据中心需要高效、
自适应、安全并且最重要的是可靠运
行,这意味着要确保不间断的电力供
应。本期《ABB 评论》将探讨作为
数字革命核心驱动力的硬件和软件解
决方案。

编者按

数据中心



亲爱的读者：

我们简直无法想象当今世界如果没有社交媒体、电子商务和其他互联网服务（包括对工业转型至关重要的物联网）该如何运转。换言之，如今需要传输、处理和存储越来越多的数据。

数据中心能耗预计占全球用电量的百分之一到百分之二之间。数据中心的迅猛发展对碳排放量意味着什么？幸运的是，趋势并不像令人恐慌的那样危言耸听：尽管数据中心输出从 2010 到 2018 年增加了六倍，但相关能耗仅上升了百分之六。这一成就归因于节能产品与更智能化运营和控制策略的精妙组合。

凭借其在能源与自动化方面的丰富经验和深厚知识，以及其在向智能、自主系统转型过程中所发挥的作用，ABB 带领开创高效、可靠的数据中心。

祝您开卷有益！

A stylized, handwritten signature in red ink, appearing to read 'Bazmi Husain'.

Bazmi Husain
ABB 集团首席技术官

数据中心





将数据转换为知识、洞察和行动是一个动态过程，需要具备与结果一样智能的能力和集成度。ABB 数据中心技术系列为客户提供完善装备，使其得以实现这些目标。

08	访谈：对能效的追求创新高
14	数据中心自动化
22	凭借数据中心解决方案架构确保盈利能力
30	数据中心如何实现能耗最小化
36	数据中心行业的专用变电站
40	钠离子电池：重塑设计与运行模式
42	智慧城市之秘
45	IEC 61850 简化数据中心电力基础设施
50	超越边界的安全性 – 数据中心网络安全



数据中心

对能效的追求创新高

据一项有关全球数据中心的近期研究 [1] 报道：“从 2010 年到 2018 年，尽管全球数据中心的计算输出翻了 6 倍，但其能耗仅增加了 6%。”在这一成就的实现方面，ABB 业界领先的控制系统平台和其嵌入式电气系统技术（例如，断路器和不间断电源）功不可没。展望未来，随着公司进入大规模储能领域并参与研发新能源并网方式，能效还有望继续提升。在本次访谈中，ABB 全球数据中心解决方案事业部负责人概述了公司在这些领域和其他领域所做的贡献。





Ciaran Flanagan

Ciaran Flanagan 是 ABB 集团副总裁兼数据中心解决方案事业部总经理。其任务是巩固 ABB 作为全球数据中心行业主要参与者的地位，并使 ABB 发展成为电气化和自动化解决方案领域的全球前三强。

我们首先从一个非常基本的问题开始：为什么我们需要数据中心？

互联网的繁荣与经济的繁荣紧密相关。经济周期强劲的国家往往掌握着先进的信息技术。诸如德国、韩国、日本和北美等强大经济体都呈现出 IT 驱动型经济。数据中心对于这种能力至关重要；其实质上是将数据和能源转化为服务和价值的数字工厂。此外，其在减少能耗方面具有抵消价值，例如，通过用通信代替差旅、

—
我认为，随着我们进入新的十年，对能效的追求甚至会更高。

帮助企业有效管理不同资源，以及为我们的社会结构提供数字化支持。我们现在的网络电话就是通过数据中心处理。我们可以共享数据、存储数据并对其进行操作以提供新的服务和功能，例如绘制人类基因组图谱和规划太空探索，从而增强我们的经济。所有这些活动都在数据中心的推动下完成。

AR 推动数据中心市场发展的主要因素是什么？这些因素如何随着时间变化？

CF 纵观 21 世纪 00 年代，数字服务的普及和数字内容的大量涌现推动了向公共云的过渡以及数据中心服务的指数级增长。最初的重点是为公众和企业提供服务，以提高其现有活动和流程的效率。在未来，将转向机对机 (M2M) 通信。例如 5G，它可能将由 M2M 通信主导。当然，ABB 也将顺应这一趋势。

鉴于我们对工业 4.0 以及诸如诊断和预测性维护等远程服务的投入，我们对数据和连接性的需求迅速增长。此外，随着 AI 的发展，我们有望看到类似的需求不断增长，而且需要重新装备企业 IT 架构并按照自然周期更新上世纪 90 年代建成的设施。

随着这些趋势的发展，数据中心的规模日益壮大，自动化程度越来越高，能耗也越来越大。在二十年前，建设的都是大约 0.5 MW 的数据中心。而如今所建设的数据中心要么规模庞大，达到 50 MW 及以上，要么规模很小，仅有 2 MW 或以下。总而言之，该行业正在寻求形成任一体量或分布方式的规模经济。

AR 能耗最小化在何种程度上成为您所在领域的驱动因素？

CF 该行业正提供大量助力。在过去几年中，机械和 IT 专业消除了大量过度浪费。现在，我们正在更加密切地关注能源分配和运营自动化领域。

总而言之，整个行业已达到相当出色的能效水平。我认为，随着我们进入新的十年，对能效的追求甚至会更高。我们正从纯粹的投资回报率思维转向增量效率文化和致力于消除浪费的“六西格玛”管理。

AR 您相信数据中心的批判者对能效方面的看法是错误的吗？

CF 我认为那些批判者将有机会评估一些新兴研究。最近发表在《科学》杂志 [2] 上的一篇文章证实了我们在该行业的见闻——即，全球数据中心的能耗占全球用电量的百分之一到百分之二之间。该文章基于西北大学、劳伦斯·伯克利国家实验室和一家独立研究公司的研究，由美国能源部资助。我认为这是我们拥有的最准确的测量数据。该文章驳斥了那些预测数据中心能源需求将呈指数增长的人，

—
01 上一期专门探讨数据中心的 ABB 评论》是 2013 年第 4 期。ABB 进入数据中心行业已有大约 25 年。



01

表达了我们所支持的立场。

节能是数据中心的关键功能，为了让您大致了解节能型数据处理方式，不妨举例说明：如果航空业达到与数据中心相同的能效水平，那么一架 747 从纽约飞往伦敦仅需大约八分钟，油耗只有 2.8 升！能效总有提升的空间。

AR 该行业的能效水平可能令人印象深刻，但我们仍然要谈谈为数众多的能源。数据中心运营商正如何减少二氧化碳排放量？

CF 在减排方面，整个行业取得了巨大进步。得益于北美、欧洲和其他地区的购电协议 (PPA)，大型数据中心运营商现在正与公用事业展开前所未有的密切合作；实际上，我认为数据中心行业有机会在公用事业行业中占到更大比重。

例如，我们正着手进入大规模储能领域，并在开发能够改善和提高此类系统效率的系统。为什么？因为那可能是绿色能源领域中真正有潜力带来变化的一个方面。当行业开发出经济型大规模储能系统时，可再生能源的采用率将会暴涨。

ABB 已经开始销售电池储能系统。我们认为，真正的魔法在于控制系统和软件。现在，我们

—
据《科学》杂志报道，数据中心的能耗占全球用电量的百分之一到百分之二之间。

已能够提供具有智能功能并可以与现有绿色能源发电厂连接的电池存储单元。

AR 哪些 ABB 技术有助于最大程度地提高数据中心的能效？

CF 自数据中心行业诞生起，ABB 就已涉足其中，迄今已有约 25 年→01。我们专注于两个重要领域：数据中心电气化和数据中心控制与自动化。我们相信，在这两个领域中，我们提供的能源分配产品和解决方案是最现代化、最具创新性和最节能的。可以举例证明。

首先，我们的不间断电源 (UPS) 系统的能效在同类产品中遥遥领先→02。例如，我们最新的 Megaflex UPS 解决方案的能效高达 97.4%，而且不受负载影响。

另一个重要领域是断路器。断路器能够保护人员和设备，但它们本身会消耗能源。我们的断路器具有同类产品中领先的能耗水平。除此之外，在数据分析方面，它们也是最先进的，为我们的客户提供出色的事件信息可访问性和可见性。这些情报

使客户能够确定何处在以何种方式消耗能源。所有这些都能得到 ABB 非常强大和成熟的网络安全能力的支持。事实上，在工业控制系统的安全性方面，ABB 是市场领导者也是最受信赖的品牌之一。

最后，我们提供了一个控制系统平台，它是许多数据中心的眼睛、耳朵和大脑。ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案实际上就是专为数据中心行业而设计的。但是，鉴于我们在其他工业应用领域数十年的经验，我们的战略是为广泛的工业市场开发解决方案，然后再将这些解决方案应用于不同行业。因此，我们的分布式控制系统能够同样有效地用于数据控制中心和核电站或超高层写字楼。

这些系统在收集数据方面非常有效，因此能帮助我们的客户做出能源相关决策。它们部署在电力基础设施之外，能够收集从制冷到电力乃至安全性的各方面信息。

就控制平台的成功而言，基础设施无疑是至关重要的一个因素。这意味着断路器和变压器等设备必须智能。因此，我们在开发新产品时，希望能够实现内嵌的连接性、智能性和可访问性，使这些要素能够通过接口与控制系统无缝连接。

AR ABB 具体是如何提升其大客户的能效的？

CF ABB 致力于为我们的数据中心客户提供支持，并已成为能效方面的领导者。例如，在位于美国北卡罗来纳州穆尔斯维尔的 GIGA 数据中心 [3]，ABB 最大限度地提高了可扩展性，同时帮助 GIGA 实现了超低电源使用效率 (PUE) 值。GIGA 每 50 kW 机柜的 PUE 为 1.15，而 2019 年行业平均水平为 1.67。

另一个很好的例子是位于澳大利亚布里斯班的 NextDC。ABB 与 NextDC 合作开发其电气基础设施和自动化技术系统，以使该公司能够监控和调整其关键数据中心基础设施。我们为他们提供了全面的解决方案，其中包括全套配电系统、关键服务监控系统 (CSMS) 以及相关实施和支持服务。CSMS 可帮助节省能源、成本和时间。

在瑞典斯德哥尔摩附近，全球最大电信网络设备供应商之一爱立信与 ABB 合作，筹建了面积达 20,000 m² 的全球信息和通信技术 (ICT) 中心 [4]。借助 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案，该中心的三大

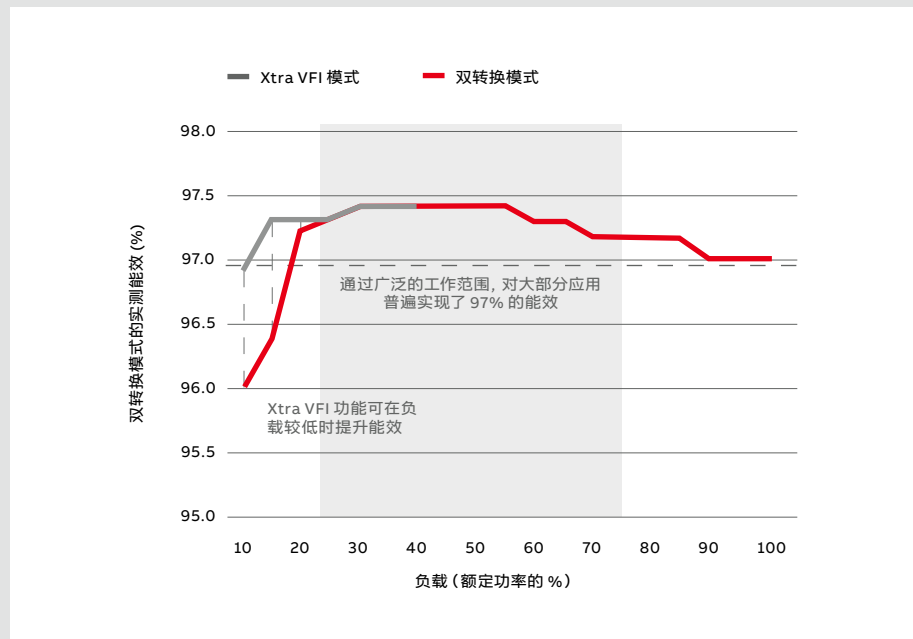
——
我们在开发新产品时，希望能够实现内嵌的连接性、智能性和可访问性。

控制系统，即楼宇管理系统 (BMS)、具有自动化功能的智能电源管理系统 (PMS) 以及能源管理系统 (EMS)，均通过单一控制点进行操作。该中心在减少运营和资本支出的同时实现了节能。此外，其还通过斯德哥尔摩的区域供暖系统为整个周边地区提供供暖和制冷服务。

AR 您预计数据中心行业在未来几年将主要以什么方式发展？

CF 如今有越来越多的客户提出了消除能源浪费的需求。数据中心运营商必然也越来越意识到能源浪费所造成的成本。随着这一

—
02 ABB 最新不间断电源解决方案 (UPS) 的能效高达 97.4%，而且不受负载影响。



02

趋势的加强，数据中心行业将越来越关注获取能源的方式，并将重点放在使用可再生能源上。此外，数据中心运营商将不断加强与电网运营商的合作。以此为切入点，我们可以发展新的商业模式，例如

—
数据中心行业将关注获取能源的方式，并将重点放在可再生能源上。

共享储能资产和共享需求响应战略。总而言之，即便对服务的需求不断增长，与公众和消费者的互动以及能源的管理也将越来越重要。

至于我们在所有这些方面所起到的作用，ABB 归根到底是一家以客户为导向的技术公司。最终推动我们前进的是客户的目标。●

参考文献

[1] S. Lohr, "Cloud computing is not the energy hog that had been feared," The New York Times, para 2, Feb. 27, 2020. 来源: <https://www.nytimes.com/2020/02/27/technology/cloud-computingenergy-usage.html>

[2] E. Masanet et al, "Recalibrating global data center energy use estimates," Science, Vol. 367, Issue 6481, pp.984986, Feb 28, 2020. 来源: <https://science.sciencemag.org/content/367/6481/984>

[3] ABB, "ABB enables smarter data center solutions for North Carolinabased GIGA Data Center". 来源: <https://new.abb.com/news/detail/39304/abb-enables-smarter-data-center-solutions-for-north-carolinabased-gigadatacenter>

[4] ABB, "ABB's all-in-one automation system means efficient, sustainable reliability for Ericsson's global data". 来源: <https://new.abb.com/news/detail/14312/abbsall-in-one-automation-system-means-efficient-sustainable-reliability-for-ericssons-global-datacenter> 或本版《ABB 评论》第 21 页。



01



Richard T. Ungar
ABB 数据中心
自动化
加拿大多伦多

richard.t.ungar@
ca.abb.com

数据中心

数据中心自动化

鲜少有技术设施像数据中心那样发展迅速。在现代数据中心，自动化系统正在逐步取代传统控制和监控解决方案。但是，推动这一变化的因素是什么？ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案如何改进既往方法？



—
01 位于挪威西海岸莫吕港的 Lefdal Mine 数据中心, 其是一个面积达 120,000 m² 的集装箱式数据存储中心, 所在地曾是全球最大的橄榄石矿场。该中心预计将容纳 1,500 个集装箱, 制冷功率预算高达 200 MW。对于此类数据中心, 数据中心自动化解决方案必不可少。

在过去六年, ABB 一直致力于探索能够取代传统数据中心控制和监控解决方案的自动化解决方案。如今, 很多领先的数据中心建造商和运营商都依赖于 ABB 的系统和专业知識来确保其设施高效、可靠运行。

但什么是 ABB Ability™ 数据中心自动化? 它是对传统方法的改进吗? 本文介绍了这两种方法之间的差异, 以及未来如何将融合、强化的工业系统概念应用于所有数据中心设施。

数据中心简史

如今的多兆瓦级定制数据中心从“计算机房”和“服务器机柜”发展而来, 而现有设施中, 只会留出一些这样的房间。这些早期“数据中心”通过专用基础设施供电,

只是在有规定时, 电气设备供应商才会提供电源监控系统 (EPMS)。通常, 这些系统与特定供应商紧密关联, 很难 (通常无法) 与其他供应商的设备混用和匹配。

要消除废热, 只需将主机设施的暖通空调 (HVAC) 以及楼宇管理系统 (BMS) 或楼宇自动化系统 (BAS) 扩展为包括数据中心制冷设备即可。

数据中心的管理和监控在很大程度上属于 IT 组织的职能范畴。如果担心存在热点, 可以部署单独的温度监测设备。虽然它们通常提供数据中心温度曲线的详细视图,

—
很多领先的数据中心建造商和运营商都依赖于 ABB 的系统来确保其设施高效、可靠运行。

但这些设备并未嵌入到 BMS/BAS 中。如果发现热点或空气分布不均, 则通常手动应对: 调高或调低计算机房空调 (CRAC) 的设定温度、移动地板通风口以改变气流或定位风扇以引导冷空气。

同样地, 如果 IT 人员担心功耗, 他们将安装适当的监测设备。如果需要详细的电气观察结果, 则使用分支电路监控 (BCM) 或机架监控方法。同样地, 这些通常也采用

— 致力于可持续性和灵活性：

莱克兰社区学院 (LAKELAND COMMUNITY COLLEGE) 数据中心

2011 年，位于美国俄亥俄州柯特兰的莱克兰社区学院将其数据中心搬迁到新校园设施，首席信息官 Rick Penny [1] 形容那里“几乎只是一个装了几台服务器和活动式制冷装置的机柜”。该学院需要一个全新的先进数据中心，不仅要有更大的空间，还要有更高的配置灵活性 [1]。另外，新数据中心还必须节能且通过 LEED 绿色建筑认证 [2]。莱克兰社区学院选择了 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案作为其数据中心基础设施管理 (DCIM) 解决方案¹→02a。Penny [1] 表示：“在 10 年后的现在，我都不知道没有它我们该怎么办。”

由于莱克兰社区学院要求所有新校园建筑都必须通过 LEED 认证，因此他们之所以选择 ABB，部分是因为 ABB 能够提供有关能耗的证明报告。在

— Penny 认为 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案将能耗减少了 53% 以上。

2006 到 2018 年期间，通过关注可持续性并重新设计校园建筑的供暖和制冷方式，莱克兰社区学院将设施规模扩大 18% 的同时减少了 40% 的用电量、49% 的天然气用量和 30% 的水量/污水排放量 [3]。

在 Penny 看来，ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案在帮助显著降低能耗和减少成本方面发挥了重要作用。例如，通过分析制冷数据，他们确定数据中心可以通过在一排排服务器之间增设围墙来减少空调需求→02b。Penny 估计，用围墙封闭的服务器区域内外温差达到 20% 至 30%。

Penny [1] 说道：“这样一来，我们可以关闭一台重达 10 吨的大型空调机，节省的费用将超出我们的预期。”到

2014 年，莱克兰社区学院的新数据中心通过了 LEED 银级认证。搬入新设施将近十年后，Penny 认为 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案帮助将能耗减少了 53% 以上。

温度适宜且成本效益高

凭借与 ABB 合作伙伴 FNT Software 的 FNT Command 相集成的 ABB 解决方案，提高了运营可见性，从而使莱克兰社区学院数据中心在运营中能够更有效地添加服务器和利用新兴超融合基础架构 (HCI) 技术。尽管融合硬件通常尺寸更小，但其运行时的温度却比传统硬件要高得多，电源额定功率一般超过 1,000 W，例如，一个装满 2U HCI 机箱的机架可能会达到 25-30 kW，而典型的 1U 服务器每台约为 350-500 W [4]。该学院以前的数据中心规模很小，无法支持 HCI 所需的额外空调。

搬迁到采用 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案的新设施后，莱克兰社区学院可以更有效地安排数据中心布局和规划制冷配置，从而在不影响正常运行时间的情况下更好地控制能源消耗→02c。该学院可以利用新兴数据中心趋势和技术，包括将众多服务器转移到云端和减少需要制冷的服务器数量，从而最终降低能源成本。

延长正常运行时间

莱克兰社区学院管理技术副总监 David Levine 认为，从运营和维护角度看，ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案与 ABB 合作伙伴 FNT Software 的集成彻底改变了学院的监控、报警能力和规划效率。

Levine [1] 表示：“我们的空调能够调节水温，在水温过高时会提醒我们。对于所有温度，我都了如指掌，包括每一排服务器、每一个机架的功耗。另外，DCIM 在机架周围还部署了水传感器，因此，如果有液体落在机架上，也会提醒我们。”

— 参考文献

[1] GrowthPoint, “Lakeland Community College data center: Built for sustainability and flexibility”, ABB report, March 2020, pp. 17.

[2] 美国政府, 2011, 来源: <https://www.usgbc.org/leed>. [访问日期: 2020 年 5 月 5 日]。

[3] 俄亥俄州高等教育部, “The 2018 Efficiency Advisory Committee Report,”, 2018, 来源: <https://www.ohiohighered.org/>. [访问日期: 2020 年 5 月 5 日]。

[4] R. McFarlane, et al, “Find the right data center cooling systems for hyperconverged”, in TechTarget Blog, March 23, 2017, 来源: <https://techtartget.com>. [访问日期: 2020 年 5 月 5 日]。

— 脚注

1) 莱克兰社区学院所购买的 ABB 解决方案原名为 ABB Decathlon® for DCIM 教育版。



02a

—
02 数据中心自动化解决方案实现先进功能，在莱克兰社区学院的顺利实施即证明了这一点。

02a 系统处理海量数据，从而能够快速准确地对属性进行分析和可视化。

02b 为一排排服务器增设围墙（图中人物为 Penny）帮助减少了莱克兰社区学院数据中心的制冷需求。

02c ABB 自动化解决方案使该学院能够跟踪所有数据中心机架的情况（图中人物为 Levine）；这使他们可以轻松预测增设和更改作业将如何影响系统。



02b

Penny [1] 解释道：“最棒的是，我们的服务器正常运行时间几乎达到了 100%。数据中心内发生的事情仅仅是因为存在物理组件。但现在，我们能够收到报警通知，从而能在事情演变成

—
ABB 自动化解决方案彻底改变了莱克兰社区学院的监控、报警和规划能力。



02c

灾难之前将其解决。”此外，Levine 还指出，其操作人员可以更有效地跟踪所有数据中心机架的情况，以了解新增设备的影响。

莱克兰社区学院数据中心的下一步发展目标是什么？Penny 和 Levine 计划利用 ABB Ability™ 数据中心自动化系统和 HCI 所带来的效率，将数据中心的占地面积减少 50% 至 66%。对此，Penny [1] 表示：“我们期望节能。” ●

独立布置，而且一般也没有部署电源监控，功耗则通过计算每台服务器的估计功耗之和得出。

在所有这些过程中，IT 人员与设施管理层之间始终存在着一条鸿沟。设施团队对系统进行充分监控，以确保制冷系统正常运行并有足够的电能。IT 部门消耗电源和制冷设备，并尽最大努力优化其使用效率。

数据中心专用建筑

随着数据中心需求的增长，数据中心专用建筑开始出现。不可避免地，功耗开始激增，而且废热也相应增加，催生了对更复杂制冷设计的需求。尽管这些新数据中心与过去的服务器机房相去甚远，但三个方面未曾改变：

- 建筑物 HVAC 仍为专用独立系统，由管理其他类型建筑物中 HVAC 的 BAS/BMS 一并管理。
- 电气监控仍由电气设备供应商提供。
- IT 人员仍然忽略 BMS 和 EPMS，只在需要时安装自己的系统。

这是为何？因为这三个惯例源自建造之前设有数据中心的商业建筑时所使用的久经考验的模式。这些模式在大多数情况下涉及传统建造商与传统供应商签约，由后者为传统商业非任务关键型建筑（例如写字楼或购物中心）配备设备，而不涉及要求完全不同的现代数据中心。

权宜解决方案

现代数据中心与传统商业建筑完全不同，是非常耗电的大规模任务关键型专用基础设施，和商业设施相比，它们与工业设施更相似。由于很多数据中心仍使用传统方法建造，因此它们采用的设计策略通常会对控制系统故障做出隐含假设，但成本通常非常高。例如，在常见的复杂多层级联 BMS 设计中，上层和下层控制装置使用平行信道执行相同操作，

而且相互假定对方可能随时发生故障。同样常见还有实际上并不执行任何管理操作的管理系统，其中各个子系统进行自我管理，并且排除了任何相互协调的可能性。

这些权宜解决方案均具有相同的基本假设：控制系统不可靠，除基本可见性或最多高度协调外，完全不能依靠。

孤岛

传统数据中心结构经常导致各个子系统被分割为独立系统或“孤岛”。这些孤岛分别由单个供应商或分包商供应：电气承包商提供 EPMS，机械承包商提供 BMS 等。没有总系统供应商负责统一或合并。结果

新数据中心与过去的服务器机房相去甚远。

由于每个系统承包商都需要安装、接线、编程和调试单独的系统，而这些系统又执行相同的操作：从设备读取数据、在网络上移动数据、在屏幕上显示数据、在数据不符合期望时通知用户，以及在需要更改时将数据发送回设备，从而造成重复工作和物料成本

变革而非演进

上述数据中心控制和监控方法属于演进式方法，比较分散，可扩展性极差。数据中心不仅仅是规模更大、更耗电的写字楼。实际上，数据中心管理着全球通信、金融交易、政府服务、商业运营和娱乐领域的关键数据。如今，面积 50,000 m²（> 500,000 平方英尺）、功耗 50 MW 的数据中心已比比皆是→01。

就规模和关键性而言，相比商业建筑，现代数据中心与发电厂和炼油厂等



03

—
03 现代数据中心要想高效、可靠运行，就需要实现工业规模的自动化。

工业设施更相似。鉴于这一事实，似乎理所当然应该使用工业级自动化系统来监控和管理数据中心基础设施。工业自动化系统是经过高度强化的可靠系统，可以从小规模扩展到极大规模，从简单系统扩展到极复杂系统。它们将与使用多种不同协议的各类设备进行通信，并且即使在升级期间也可以长时间持续运行。此外，工业系统具备网络安全性，需要遵守在其所运行的各种工业环境中规定的严格标准。

简单地说，ABB Ability™ 数据中心自动化系统就是适用于数据中心的工业自动化系统。因为它们通过内置冗余确保持续可靠运行，并且具有可扩展性，所以消除了对在设施中部署权宜解决方案的需求。而且，因为它们能够执行所取代的各种孤立系统的功能，所以安装成本也较低，仅需一个系统即可覆盖所有楼宇管理和电气监控任务。

先进的功能：优化运营并减少停机

通过整合 ABB Ability™ 数据中心内的所有设施信息，数据中心自动化系统也自然而然地成为先进功能平台。由于有关功耗、制冷、性能指标和状态的所有数据

—
似乎理所当然应该使用工业级自动化系统来监控和管理数据中心。

均由一个系统实时管理，因此可以执行超前预测和优化。这种数据整合对于节能和可持续性尤为重要，这在莱克兰社区学院实施案例中得到了证明 →02。

视情监控是成本节约技术的一个良好示例。在此情况下，维护通过预测指标触发，而非基于设定时间间隔。从电气和机械系统收集运行状况信息后，进行汇总、分析与历史数据进行比较，以针对设备性能下降或迫近故障

只有整合数据中心信息，才能实现预测性维护和能源优化等。

发出预警。这种方法可优化运营、降低停机风险并消除与过早或不必要维护相关的浪费。

只有通过整合数据中心设施信息，才能实现预测性维护、能源优化、动态负载预测等，并且只有在使用稳健、可靠的工业技术时才能进行整合 →03。

智能数据中心

5G 和物联网等技术正在将数据中心设计推向更高的复杂度。IT 负载将变得更加分散、流动，而为它们提供动力的设施必须具备更高的适应性。如果 IT 负载在一天中会从 0 增大到 100% 再减小到 0，以容纳比如高峰时段自动驾驶汽车的遥测数据，那么以前的效率指标（例如电源使用效率 (PUE)）将几乎毫无意义（毕竟，一个满功率运行但没有 IT 负载的数据中心能有什么效率可言？）。为了实现真正的高效，设施本身必须“自行运转”且具有预测性，以便能够提供处理此类瞬变负载的能源和制冷能力。只有通过数据中心自动化，才能实现真正智能的精密数据中心，以完成这些任务以及其他尚未想到的任务。●

—
04 与莱克兰社区学院的小规模实施相反，爱立信在其位于瑞典的 ICT 中心充分利用了 ABB 数据中心自动化解决方案的全部功能。

04a 位于瑞典鲁瑟什里姆的爱立信全球信息和通信技术 (ICT) 中心采用了 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案。

04b ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案可以通过单点全面监测和控制广泛的数据中心设施。图中所示为爱立信全球 ICT 中心的中央控制节点。

04c 爱立信利用 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案监控从市政设施供应至该中心的服务器冷却水流量。

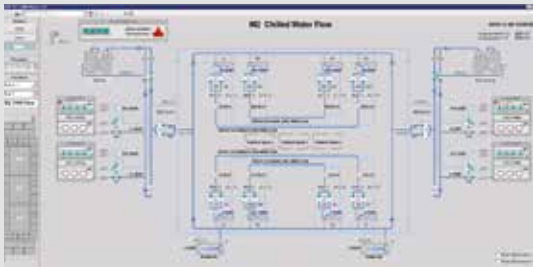
04d 爱立信 PMS 正在监控减载活动。



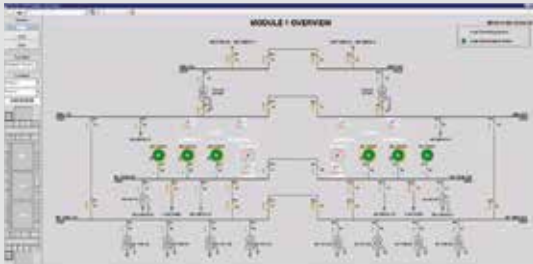
04a



04b



04c



04d



爱立信采用 ABB 数据中心自动化解决方案： 一种可实现高效、持续可靠性的全方位自动化系统

作为全球最大电信网络设备供应商之一的爱立信，在其位于瑞典鲁瑟什贝里的全球信息和通信技术 (ICT) 中心采用了 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案→04a。

该全球 ICT 中心对爱立信至关重要，因为该公司分布在全球的工程师在向客户发布产品和服务之前，会远程使用该中心来测试产品和服务。该中心的可靠性及其持续高效运行的能力对于爱立信的成功至关重要。

这一超大数据中心占地超过 20,000 m²，但是借助 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案，可以在一个房间内监测和控制中心内的所有三个控制子系统，即 BMS、智能电源管理系统 (PMS) 和能源管理系统 (EMS)→04b。因此，让爱立信得以在减少运营和资本支出的同时，将能耗降低了 40%。

在该项目中，爱立信充分利用了 ABB 在动力系统技术和自动化领域的专业知识，包括电磁流量计（用于监测冷却水流量）、变电站变压器和中压开关设备，所有这些均由自动化系统控制和监测。

能源管理是关键

ABB 的技术使爱立信不仅可以实现硬件和软件系统层面，而且可以实现电源、制冷和能源管理系统层面的操作自动化和控制。这包括整合至少六家制造商的设备提供的的数据。

BMS 负责管理通风和制冷。从全球 ICT 中心散发的热量被回收，为当地大约 20,000 户居民供暖和提供热水。作为回报，爱立信从该市获得冷水来帮助制冷中心内的服务器→04c。通过 ABB 控制系统，可以对这些热传递进行有效的管理，从而为爱立信及该地区实现更具可持续性和盈利性的运营。

PMS 可支持 15 MW IT 负载和 BMS 负载，其中包括监控不间断电源 (UPS) 电池组、辅助电源、发电机组燃料系统和自动转换

借助 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案，可以在一个房间内监测和控制所有三个控制系统。

方案，以及其他先进的故障响应功能。激活备用电源后，将触发减载功能，以使 UPS 电源可供关键负载使用→04d。可以在一个屏幕中控制所有负载，并且可以在较低需求状态下配置非关键负载。这些智能电源解决方案已设计成软件，使爱立信能够优化其基础设施，从而减少 UPS 和发电机组的数量和规模。

最后，EMS 可从设施内的所有仪表收集功率和电能测量值。这使爱立信能够了解其能耗以及可以在哪些方面提高能效。随着数据中心规模和数量的增长，所有者和客户都大受鼓舞，期望合理管理其能耗。据估计，能源成本占到了数据中心总拥有成本的 40%。如果数据中心不提升能效和创新，那么其发展可能会受到超负荷国家电网的制约。●



数据中心

凭借创新数据中心解决方案架构确保盈利能力

ABB 基于三种拓扑的全方位预设计解决方案可满足数据中心行业的电力需求：灵活性、可扩展性和成本效益，以确保及时启动、操作可靠性和可维护性。



Marty Trivette
ABB 电气化、
配电解决方案
美国北卡罗来纳州凯里
marty.trivette@us.abb.com

在过去十年中，数据中心行业经历了前所未有的增长。随着物联网 (IoT) 在各种工作和娱乐领域中的应用，对计算能力的需求持续增长，尤其是在大数据的诱惑力不断增强的情况下。IT 硬件和软件的最新发展

——
人们对数据中心的態度已发生转变：数据中心对业务运营和创收必不可少。



Harry Handlin
ABB 数据中心解决方案
美国阿拉巴马州伯明翰
harry.handlin@us.abb.com

实现了服务器虚拟化、云计算以及将一些必要的可靠性从基础结构层转移到软件层的能力。

数据中心市场曾一度以企业内部专用数据中心为主导，现在已转向非本地托管数据中心和云数据中心。到 2023 年，预计全球托管服务支出

将超过 380 亿美元，而多租户中心在 2018 年实现了 5% 的增长，这种趋势将很有可能持续 [2]。

这些日益普及的服务对企业客户带来的主要优势显而易见：

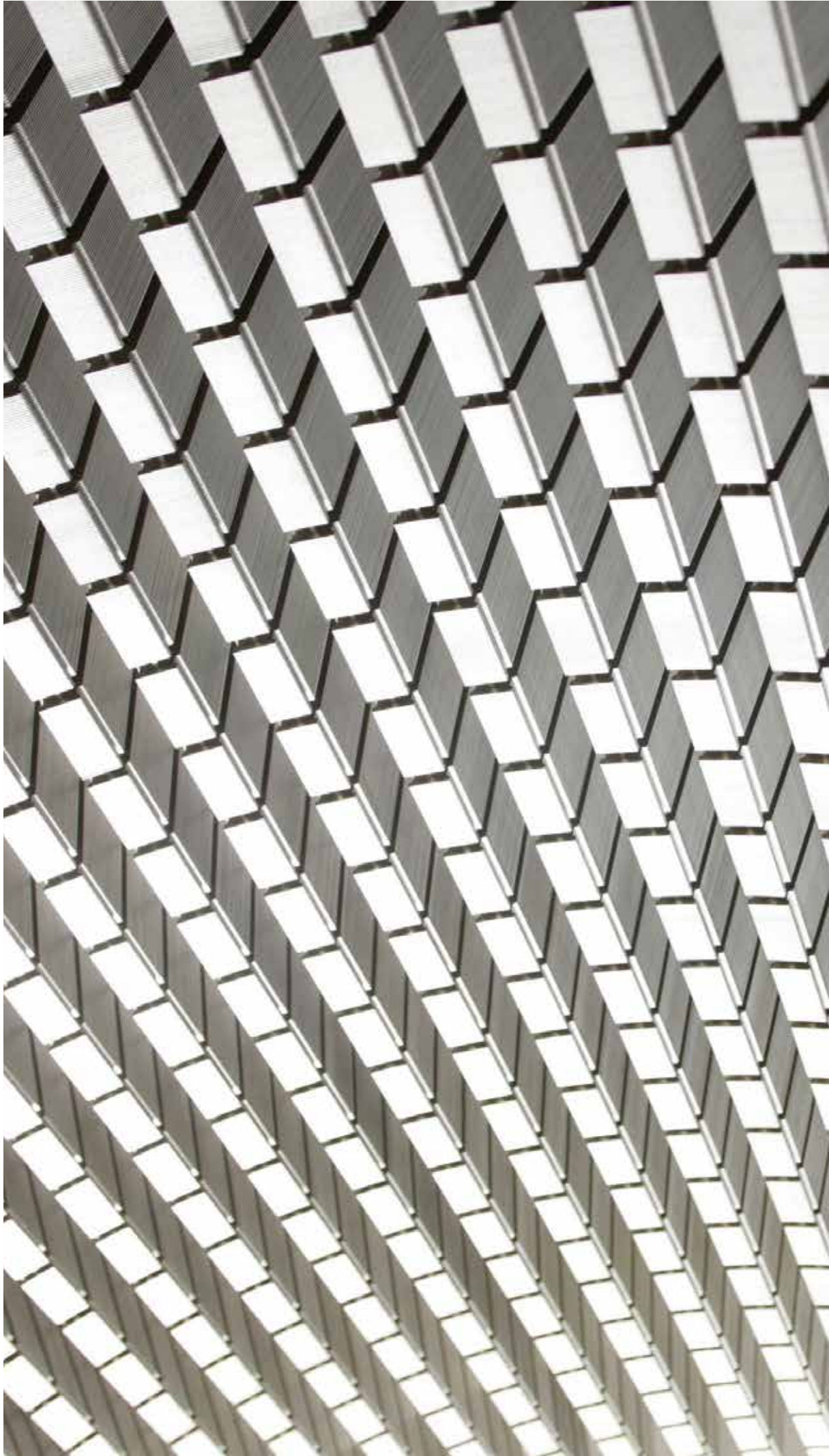
- 企业可以轻松地从第三方租用托管数据中心空间，也可以利用云数据中心，从而消除了对基础设施（如建筑物、制冷和安保）的需求。
- 企业可以消除管理 IT 组件（包括服务器、数据存储器和防火墙）的需求。

数据中心创利

预计 2019 年至 2023 年之间，数据中心建造市场的整体增长率将提升 9%。尽管如此，该市场仍在巩固中 [1]。随着技术的发展，越来越多的企业开始将合理的业务实践应用于数据中心的设计和建造 → 01。

数据中心的用途仍在不断演变：它们不再只是业务运营的

—
如今, 企业可以选择部署本地企业中心, 或者部署支持云环境中应用程序和物理组件的非本地虚拟化基础架构。



必要组成部分，而且也是创利中心 [1]。人们对企业内部数据中心的态​​度已发生转变：数据中心对业务运营和创收必不可少。因此，数据中心策略更适合企业所面临的现实情况。无论是资本成本还是运营成本都将受到严格审查。这种审查既来自公司财务部门的内部检查和制衡，也来自外部环境监管机构，因为现在比以往更加关注能耗 [1]。为了满足这些期望，该行业不得不重新审视建设数据中心的理由，并结合有关数据中心设计、建造和运营的新概念。

识别并满足行业需求

可靠性和可维护性对于数据中心的成功运营至关重要，因此企业必须保持灵活性。数据中心必须满足行业对冗余和容错的要求：电气化设计必须确保设备的更换或停用不会影响关键负载。

ABB 为包括云和托管行业在内的数据中心客户提供领先的技术来应对这些挑战。通过满足解决方案架构的模块化、灵活性和效率要求，

—
ABB 为数据中心客户提供领先的前沿技术，以应对未来挑战。

ABB 确保在快速发展的数据中心环境中安全、可靠、持续运行。

设计标准化

构建一个灵活且如堡垒般稳固的数据中心，以在各种可能情况下都能安全、可靠地存储和管理业务关键型数据和应用程序，同时适应短期和长期增长，无疑是一项艰巨的任务。总体而言，



— 01 图示为 ABB 和 GIGA 数据中心开发的低压开关设备、干式变压器和 UPS 电气化解决方案，以支持 GIGA 数据中心的 IT 服务器和网络基础设施。

— 02 图示为“系统+系统”拓扑示意图；这种拓扑结构是 GIGA 数据中心成套解决方案的设计基础。

— 03 共享冗余拓扑类似于“系统+系统”拓扑，区别在于它使用多个系统来提高利用率和降低成本。

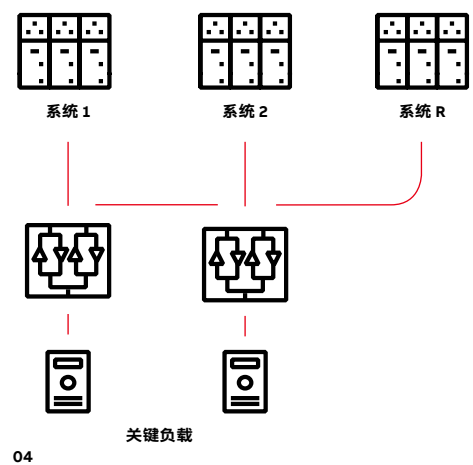
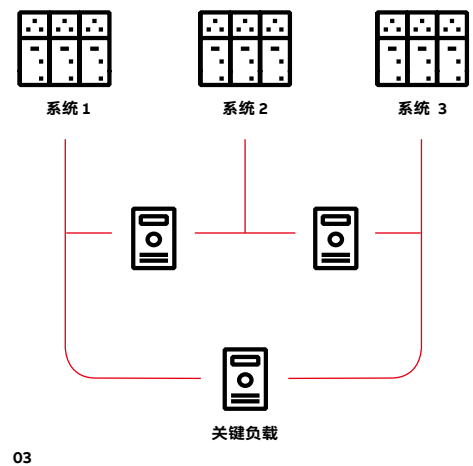
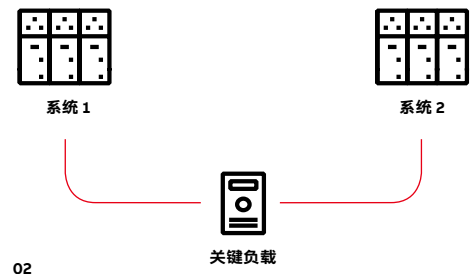
— 04 图示为模块冗余拓扑；这种拓扑结构通常用于超大规模数据中心和托管数据中心。

这要求电气化设计更灵活且可扩展性更强。这些设计应包含一个在整个设计中都应重复使用的标准电源模块，以允许将来进行任何扩展。与以往构想的数据中心设计相比，这些设计概念提供了重大改进。

设计的标准化提高了运营可靠性，但是这些设计必须足够灵活，以适应各种现场要求。ABB 的设计专家意识到了这些挑战，并考虑了现场变量，例如市电电压、数据中心的总规模以及基于当地气候条件的最佳制冷设计→01。可扩展和可重复性设计基于被视为构筑模块的标准规模 IT 负载。通过使用这一久经考验的流程，ABB 能够确保可靠性和可维护性。

周期短

快速执行项目、缩短交付周期以及高效利用资产是数据中心项目成功的关键，因为它们直接影响到资本成本。



图片: GIGA 数据中心

此外，设计标准将影响电气化拓扑结构，从而影响关键的配电和冲击成本。

项目实施时间是一个特别关键的因素 — 充满了不确定性。即使对计算能力的需求持续增加，

ABB 满足数据中心解决方案架构的模块化、灵活性和效率要求。

但也无法轻易预测增长趋势。从一开始就确定最终解决方案可能很困难，尤其是对于托管数据中心和云数据中心市场而言。矛盾的是，新数据中心项目和现有项目扩展的主要要求都是快速上市。ABB 考虑所有这些因素，创建模块化、可扩展、高效且通用的预先设计电气化解决方案，从而确保在极短时间内成功实施。

电气拓扑选择：关乎功能

数据中心常用的传统电气拓扑可以根据严格的项目要求和现场条件以数种不同的配置实施。决定实际配置的因素包括：负载功率 (kW)、可用市电电压、初始成本等。

尽管大部分数据中心电气化系统都是独特的，但实际都基于三种拓扑：“系统+系统”拓扑、共享冗余拓扑和模块冗余拓扑。

顾名思义，“系统+系统”拓扑利用两个完全独立的系统来满足关键负载需求→02。该设计基于部署具有冗余电源（有时称为双线负载）的 IT 设备。此拓扑是本地数据中心（例如，企业、财务和政府数据中心）以及托管公司的设计基础。

尽管“系统+系统”设计具有久经验证的可靠性记录，但成本可能过高：资产的最大利用率仅 50%。因此，通常采用此拓扑的一种变体来降低总成本：

“系统+市电”拓扑。其中，“系统”具有 N+1 个不间断电源 (UPS)，而“市电”没有 UPS。

托管数据中心、超大规模数据中心和云数据中心通常采用共享冗余拓扑，这种拓扑具有多种配置→03。设计通常按照系统数量与负载数量之比来指定，例如，三个系统和两个负载为 $3N/2$ ，四个系统和三个负载为 $4N/3$ 。举例来说，使用 1 MW 的 IT 负载模块时，如果使用 $3N/2$ 系统，则容量为 3 MW，IT 负载为 2 MW。

这种配置可使利用率最大提高 66%，而 $4N/3$ 配置则可使利用率最大提高 75%。因此，这种拓扑是很多托管和超大规模数据中心的设计基础以及超大规模计算的基础，因为大数据和云计算环境以最佳性能、最低成本和最高电源效率为目标。尽管使用共享冗余拓扑确实可以提高资产利用率，但仍要求操作人员监控负载。

模块冗余拓扑，也被称为 catcher 拓扑，利用静态转换

05





— 05 自相矛盾的是，数据中心需要极其灵活但又标准化的解决方案，以便能够随着需求变化而扩展或缩小。ABB提供随客户需求而发展的标准解决方案。

开关 (STS) 将关键负载从主系统或活动系统转移到备用或 catcher 系统→04。超大规模数据中心和托管数据中心都使用这种拓扑。对于具有单线负载的数据中心，这种拓扑通常是最具成本效益的设计。借助模块冗余拓扑，资产利用率

— ABB 成套解决方案确保在快速发展的数据中心环境中安全、可靠、持续运行。

可以达到 80%，而且无需为了保持冗余而持续监控负载。这种拓扑的主要缺点是依赖静态转换开关；这增加了设计成本和复杂性。模块冗余取决于 catcher 或备用 UPS 模块（或多个 UPS 模块）处理阶跃负载的能力。活动 UPS 可以加载至满负荷。备用 UPS 在正常运行时无负载。备用

系统可以比活动系统大。模块冗余拓扑可应用于单线或双线 IT 负载。如果使用单线 IT 负载，则静态转换开关就是单点故障。

预设计解决方案：仅需有限现场作业即可顺利启动

ABB 开发了标准解决方案架构 — 基于这三种拓扑的预设计集成产品，可满足从市电到机架的所有配电需求。ABB 的全面解决方案可以满足数据中心行业特定电力需求：灵活性、可扩展性和成本效益，从而确保在短时间内轻松启动，同时确保运行可靠性和可维护性。随着数据中心的发展和 IT 需求的变化，灵活性还可以帮助客户满足未来需求→05。

所有预先设计解决方案都可以轻松复制或稍加修改，以服务于市场上的大部分数据中心→06。全套解决方案包括：变电站、中压 (MV) 开关设备、变压器、低压 (LV) 开关设备、LV 配电盘、UPS 系统、配电单元 (PDU)、远程配电盘 (RPP) 和 IT 母线槽。

解决方案架构：协作的成果

2018 年，ABB 收购 GE Industrial Solutions 之后，开始与 GIGA 数据中心合作，为其位于美国北卡罗来纳州穆尔斯维尔的新数据中心开发

模块化数据中心技术。GIGA 之所以选择 ABB，是因为 ABB 能够凭借其过硬的专业知识在短期内提供灵活、创新的技术电气化解决方案。

2018 年，ABB 和 GIGA 数据中心携手为一托管数据中心开发了关键的配电设计。

关键的配电设计。作为一家经营托管数据中心业务的公司，GIGA 致力于以具备竞争力的成本向其所有客户（不仅仅是超大规模数据中心客户）提供灵活的

在收购一座适合改造成数据中心的长矩形建筑之后，GIGA 和 ABB 合作设计了一种可支持 60 MW IT 负载的系统。令人惊讶的是，在不到六个月的时间内就完成了数据中心改造的第一阶段。随后，ABB 的专家团队与 GIGA 的机械、电气和管道顾问合作，以“系统+系统”拓扑设计出灵活、可扩展、高效的成套解决方案。该设计具有可扩展性，并具有以 2 MW 的增量扩展 IT 负载的能力。ABB 为 GIGA 数据中心设计的电气化解决方案包括 Spectra 低压配电盘、TLE UPS 模块（用于支持

ABB 为托管数据中心提供预装式电气间和撬装模块

托管数据中心客户更青睐可扩展的电气设备，以满足其各种规模需求以及交付和调试目标。ABB 开发的撬装模块和预装式电气间 (eHouse) 成套解决方案使数据中心能够应对上述挑战。与传统构造方法相同的是，成套解决方案一般以单独组件供应，由第三方实施安装和互连。

这种解决方案是一个开架式安装的紧凑单元，与工厂安装的设备 and 互连装置集成。因为经过预设计、预安装和预测试，所以可以在开展其他施工作业的同时，在场外构建室内撬装解决方案，从而加快施工进度。

eHouse 是一种经过预设计、预安装和预测试的系统；也是一种环境受控的建筑，其中集成有工厂安装的设备 and 互连装置。通过在发运前对所有组件进行测试，ABB 确保现场风险最小化。各组成单元安装方便、性价比高，能够



布置在主负载附近。尽管通常是固定安装，但也可随着托管数据中心发展或客户 IT 设备更改而迁移。

凭借 eHouse，客户能够加快其施工进度，同时节省空间。这种一体式系统适用于必须减少现场作业的数据中心项目，例如缺少合资格专业人员或劳动力成本高昂或难以管理的偏远数据中心。通过借助模块化设计优化布局和利用撬装与 eHouse 技术，ABB 帮助客户降低了成本。



— 06 成套电气解决方案，例如撬装模块和 eHouse，帮助客户实现规模调整和调试目标。

— 07 位于美国北卡罗来纳州的 GIGA 数据中心依靠 ABB 在短期内顺利启动。

07

客户的 IT 服务器负载）、分散式并行架构 (DPA) UPS（用于站点服务器负载：设施光纤和网络）、UPS 维护旁路机柜、锂离子电池系统、照明配电盘和干式变压器。

所有项目管理和现场服务。ABB 的最终解决方案成功帮助 GIGA 建成一座紧凑高效的数据中心，不仅满足 GIGA 目前所需的配电和保护性能，而且能够在未来进一步扩展。→07。

— ABB 的最终解决方案帮助 GIGA 建成一座紧凑高效的数据中心，满足 GIGA 所需的配电和保护性能。

ABB 基于标准设计的成套电气化解决方案为数据中心客户提供了灵活性和可扩展性，使客户不仅能够当前有效地构建和运行数据中心，而且能够对市场变化做出快速反应。•

参考文献

[1] E. Olson, "Industrial automation in data centers: Growing revenue potential one server at a time", in ABB Conversations, July 2014, 来源: <https://new.abb.com/cpm/datacenter-automation/additional-offering/data-center-perspectives/industrial-automation-for-data-centers> [访问日期: 2020 年 5 月 5 日]。

[2] ABB, "Gaining a Competitive Edge: How to Make your Colocation Data Center More Competitive", 2017, pp. 1-11。

之所以选择 DPA UPS，是因为它更适用于低功率要求，并且可以随着 GIGA 扩展而调整规模。锂离子电池是合理的选择：其比铅酸电池更小、更轻，而且可以在更高温度下运行，因此无需额外制冷系统。

ABB 的成套解决方案包括从各种设备启动和调试到各种系统调试的



数据中心

数据中心如何实现能耗最小化

尽管数据中心已设法将其总电力需求保持在全球用电量的 2% 左右，但如果像视频点播、自动驾驶汽车和先进 5G 技术这样的计算密集型应用被广泛普及，其能耗预期可能会成倍增长。为了应对这些挑战，数据中心将需要实施所有可能策略，以最大化其能效。

当 ABB 在 25 年前进入数据中心领域时，驱动市场的主要因素是正常运行时间和可靠性。然而，此后不久，对能源需求的担忧迅速获得了关注。从 2007 年开始，随着美国 EPA 提交给国会的重大《数据中心能耗报告》[1] 发布，有关预计数据中心能耗 $\rightarrow 01$ 的不准确性让人觉得该行业正成为无法满足的能源“大胃王”。幸运的是，这种印象远非现实。

实际上，根据 2016 年 6 月发布的《美国数据中心能耗报告》[2]，美国所有数据中心的综合用电量在过去六年中从 2014 年的 700 亿 kWh（约占美国总用电量的 1.8%）增加到 2020 年的 730 亿 kWh（估计值），增幅微乎其微 $\rightarrow 02$ 。更重要的是，在统计学上，这种能源需求（一直稳定保持在美国整体能源消耗量的 2% 左右）的小幅增长是在智能设备数量激增和网络文化扩展到几乎无处不在的背景下发生的。



Dave Sterlace
ABB 数据中心解决方案
美国宾夕法尼亚州费城

dave.sterlace@
us.abb.com

取得这些成就的关键是利用了一些相当容易实现的成果，例如在较高温度下运行数据中心、使用虚拟化来减少未充分利用的服务器数量、提高不间断电源 (UPS) 的效率以及使用变频器而非阻尼器来控制风扇负载。

还有其他一些因素也有助于控制数据中心的电力需求。例如，服务器、存储设备和基础设施的效率稳步提升。此外，向更大规模、更高效云数据中心和超大规模数据中心发展的趋势也使行业受益。根据 IEA 的数据，与较小规模的数据中心相比，超大规模数据中心的制冷能源消耗将成比例地大幅减少，而且根据最近统计数据，其占有数据流量的比例正在稳步增长。但是，要在大型网络公司的最新数据中心中实现超高效率，

通常在技术或经济上都不可行。对于此类数据中心来说，每一瓦都很重要。那么，短期战术行动可以带来直接好处，从而节省大量电力成本吗？

测量效率

多年来，数据中心运营商一直都非常希望降低电源使用效率 (PUE)。简而言之，PUE 是设施提供的总电量与 IT 设备用电量的比值，而且公认该值越小越好。PUE 值

—
在过去六年中，美国所有数据中心的总用电量仅小幅增长，而智能设备数量激增、网络文化迅猛扩展。

为 1.0 表示设施效率为 100%。数据中心的平均 PUE 值一般约为 1.67，这意味着设施每消耗 1.67 W 的电能，仅向 IT 设备输送 1 W 的电能。

设施总功率按照专用于运营整个数据中心的功率来衡量。IT 设备的功率定义为操作用于管理、路由、存储或处理数据中心内各种数据的设备所需的功率。

这些测量指标提供了一个基准，设施经理可以使用该基准将设施的耗电量与其他数据中心的耗电量进行比较。唯一的问题是，计算 PUE 的方法不止一种，因此很难对不同设施进行比较。

综合法

在测量数据中心效率时，需要比 PUE 更全面的性能指标。PUE 的主要局限性在于它只能衡量为特定数据中心

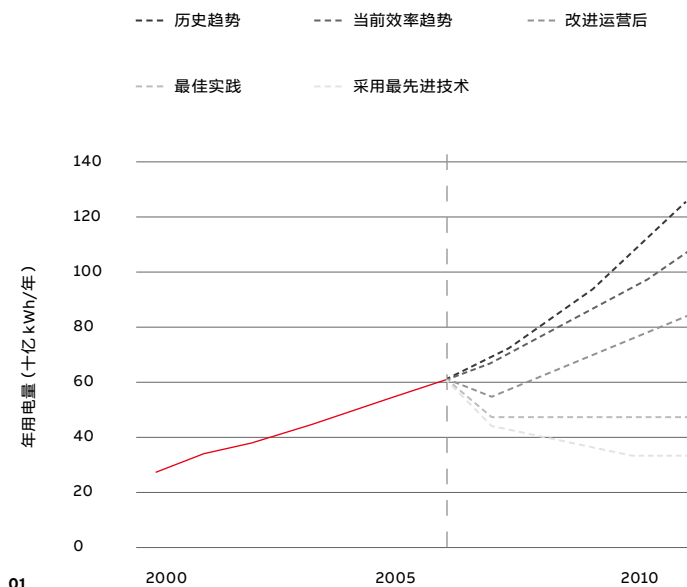
提供支持的整体建筑基础设施的总效率，而不能指示 IT 设备本身的效率。另一方面，IT 效率是数据中心 IT 总输出除以 IT 设备总输入功率的结果。

但是 IT 功耗该如何衡量呢？根据 Green Grid 的说法，在完成所有电源转换、切换和调节后，即可准确地测量 IT 效率。

因此，为了正确地测量传递到服务器机架的总功率，测量点应位于配电单元 (PDU) 的输出端。

或者，就所服务的网页数或交付的应用程序数而言，IT 输出是指数据中心的真实输出。实际上，IT 输出显示了 IT 设备在特定电源输入时如何有效地提供有用输出。站点基础设施效率指示了为实际 IT 设备提供的电量，

全球 30% 的服务器都处于闲置状态。结果：每年浪费的电量价值 300 亿美元。



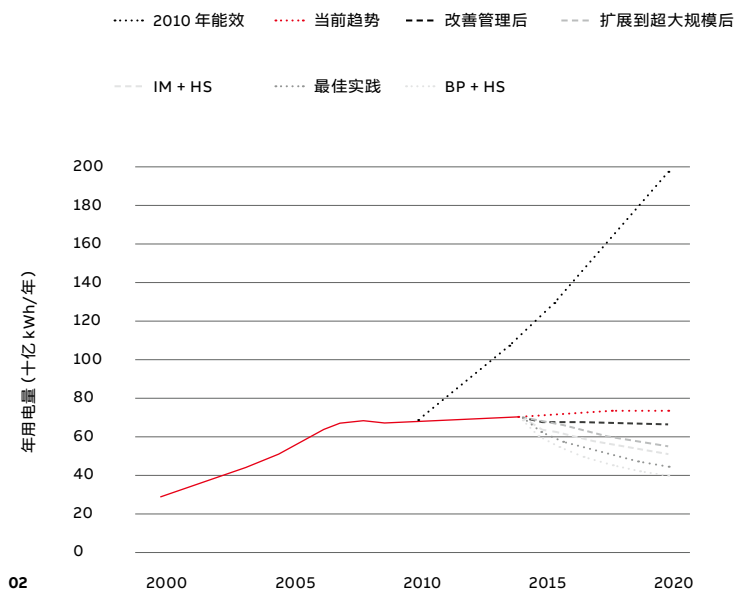
以及将分配给备用电源和制冷系统等配套系统的电量。根据这两个数据，可以追踪一段时间内的效率；而且能揭示最大程度地提高 IT 输出和通过减少配套系统的损耗和低效来降低输入功率的机会 [3]。

尽量减少闲置 IT 设备

相对于其容量而言，IT 设备通常都处于轻度使用状态。例如，服务器的利用率通常只有 5% 到 15%，处理器的利用率只有 10% 到 20%，存储设备的利用率只有 20% 到 40%，而网络设备的利用率只有 60% 到 80%。

但是，每当此类设备处于闲置状态时，它消耗的功率仍会占到最大利用率时的大部分。实际上，即使完全不工作，一台典型的服务器也会消耗最大功率的 30% 到 40%。

Uptime Institute 发现，全球 30% 的服务器都处于闲置状态。虽然这不会影响数据中心的 PUE，但会导致全球每年浪费价值 300 亿美元的电力。解决此问题的方法之一是分布式计算，即将计算机链接起来，就像一台计算机一样工作。按比例增加可协同工作的数据中心的数量可提高其处理能力，从而减少或消除为特定应用程序单独配置设施的需求。





03

与传统机架式服务器相比，刀片式服务器仅需消耗 20% 到 40% 的电能即可完成相同的工作。

整合存储则提供了另一个机会。由于磁盘驱动器越大越节能，因此整合存储可提高内存利用率，同时降低功耗。

最后但同样重要的一点是，如果可以将未充分利用的数据中心整合到一处，则运营商可以通过共享制冷和备份系统来支持负载，从而节省大量资金。

数据中心的电力需求在过去五年中一直保持在大致相当的水平，部分原因是向“超大规模”设施转变，由于组织得当、统一的计算架构可轻松扩展至数万台服务器，因此超级高效。

据说超大规模数据中心的一台服务器平均可替换传统数据中心的 3.75 台服务器。Lawrence Berkeley National Laboratory 在 2016 年发布的一份报告中估计，如果将美国小型数据中心中 80% 的服务器迁移至超大规模数据中心，则能耗将减少四分之一。

管理 CPU 功耗

服务器的中央处理单元 (CPU) 消耗运行服务器所需电量的 50% 以上 → 03 芯片制造商正在开发

— 01 美国国家环境保护局在 2007 年预测的美国数据中心未来用电量 [1]。

— 02 美国所有数据中心的实际用电量，包括服务器、存储器、网络设备和基础设施消耗的电量。实线表示 2000 年至 2014 年的历史估计值。虚线表示到 2020 年的五种场景 [2]。

— 03 ABB SMISSLINE 配电设备。服务器的中央处理单元消耗运行服务器所需电量的 50% 以上。

虚拟化服务器和存储器

在整个行业中，我们可以发现很多这样的实例：以低效方式为单一应用程序部署专用服务器和存储系统 — 只是为了维持物理界限。但是，通过虚拟化，可以将服务器和存储系统聚合到共享平台上，同时保持操作系统、应用程序、数据和用户之间的严格隔离。

大多数应用程序都可以在单独的“虚拟机”上运行，这些虚拟机在后台与其他应用程序共享硬件。虚拟化可以为大部分数据中心带来巨大好处，显著提高硬件利用率，并减少耗电的服务器和存储设备的数量。它还可以将服务器使用率从平均 10% 到 20% 提高到至少 50% 到 60% [4]。

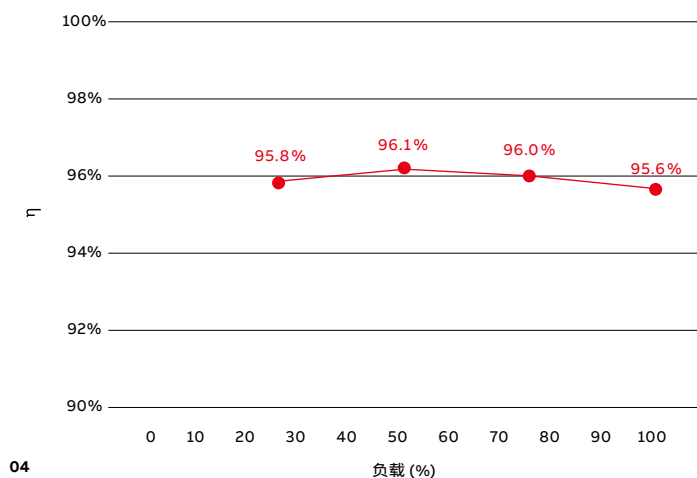
整合服务器、存储器和数据中心

在服务器层级，刀片式服务器每消耗一单位电量可以提供更高的处理输出，因此可以真正帮助推动整合。

— 虚拟化可以将服务器使用率从平均 10% 到 20% 提高到至少 50% 到 60%。

更加节能的芯片组，同时多核技术则能以更少的功耗处理更高的负载。

还可以使用其他选项来降低 CPU 功耗。大多数 CPU 都具有电源管理功能，可根据利用率在多种性能状态之间动态切换，以优化功耗。通过动态降低峰值性能任务之外的处理器电压和频率，CPU 可以最大程度地减少能源浪费。



这种自适应电源管理可在不影响处理能力的情况下降低功耗，并在 CPU 利用率可变时节省大量资金。

致力于改进电源

电源单元 (PSU) 用于将输入的交流电 (AC) 转换为直流电 (DC)，这将消耗约 25% 的服务器电力预算，仅次于 CPU。负载点稳压器是另一项耗电设备，它将 12V DC 转换为馈送到处理器和多个芯片组的各种 DC 电压。为了提高服务器组件的效率，出台了一些行业标准，例如“Class 80+”。

数据中心设施消耗的电力在到达 IT 设备之前，通常会先经过不间断电源 (UPS) 和配电单元 (PDU)。PDU 通常以 94% 至 98% 的高效率运行，因此能效主要取决于 UPS 中的功率变换。

但是，在评估 UPS 时，将重点放在峰值效率上会产生误导，因为 PDU 不太可能在满负载下运行。实际上，很多 IT 系统都使用双电源来实现冗余，从而导致利用率低至 20% 至 40%。有鉴于此，专家们依靠效率曲线→04 来描述和正确评估 UPS 系统。结果，UPS 电力电子设备的工作导致

效率曲线在负载范围内变得更平坦且不断上升。

提高配电电压

为了符合全球标准，几乎所有 IT 设备都设计成可在 100V 至 240V AC 的输入电源电压下工作。电压越高，设备效率就越高。通过以 240/415V 三相四线输出电源运行 UPS，可以直接向服务器供电，并将设施能耗降低 2% [5]。

采用最佳制冷实践

数据中心制冷系统的水电费占总水电费的 30% 至 60%。许多设施可能都有一些现成的机会，可以通过良好的实践来降低制冷成本。但展望未来，随着服务器机架密度不断提高，可能是时候考虑液体制冷技术了。当机架密度为每个机架 2-3 kW 到 25 kW 时，传统空冷系统已被证明能够非常有效地维持安全、可控的环境。但是，运营商现在渴望创造一种能够

据说超大规模数据中心的一台服务器平均可替换传统数据中心的 3.75 台服务器。

支持密度超过 30-50 kW 的环境，在这样高的密度下，空冷系统将不再有效 [4]。在该等情况下，备选制冷系统（例如后门热交换器）可以提供解决办法。

预热至更高环境温度

服务器机房的环境温度通常保持在 22°C 左右，导致空调出风口温度需设置在 15-16°C。但是，美国采暖、制冷与空调工程师学会建议将大多数新设备的温度范围和湿度范围分别保持在 15-32°C 和 8%-80%。

接入智能电网

智能电网使双向能源和信息流成为可能，从而可以创建自动化

04 UPS 效率曲线。专家们依靠该信息来评估 UPS 系统 [6]。

05 越来越多的数据中心运营商在其设施中安装可再生能源发电系统，并对外供电。

参考文献

[1] US EPA Energy Star Program, "Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency, Public Law 109-431," August 2, 2007. 来源: https://www.energystar.gov/buildings/tools-and-resources?-search=2007+Report+to+Congress&sort_bef_combine=title+ASC

[2] A. Shehabi, et al. Lawrence Berkeley National Laboratory, "United States Data Center Energy Usage Report," June, 2016. 来源: https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-1005775_v2.pdf

[3] D. Cole, No Limits Software, "Data Center Energy Efficiency – Looking Beyond PUE," 2011. 来源: https://www.missioncriticalmagazine.com/ext/resources/MC/Home/Files/PDFs/WP_LinkedIN%20DataCenterEnergy.pdf

[4] A. Mpitiopoulos, tom's Hardware, April 12, 2018. 来源: <https://www.tomshardware.com/news/what-80-plus-levelsmean,36721.html>

[5] US DOE, Federal Energy Management Program, "Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design," March, 2011. 来源: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/eedatacenterbestpractices.pdf>



05

的分布式电力输送网络。它们可以成为可再生能源与分布式发电深度整合的关键推动力。此外，借助所集成的

偶尔也能对外供电。发电机和用电设备可以进行实时交互，从而提供有效的工具来接收基于激励的供电或紧急负载降低信号。

每瓦必争

从成本和管理角度来看，每一瓦都很重要。总的来说，上述所有渐进式改进都可以带来非常显著的节能效果。 •

数据中心制冷系统的水电费占总水电费的 30% 至 60%。

监测和控制功能，智能电网可以解决可再生能源的波动性问题，从而在整个电网上保持一致且稳定的电力潮流 → 05。

数据中心运营商不仅可以从电网中获取清洁电力，还可以在设施中安装可再生能源发电机，

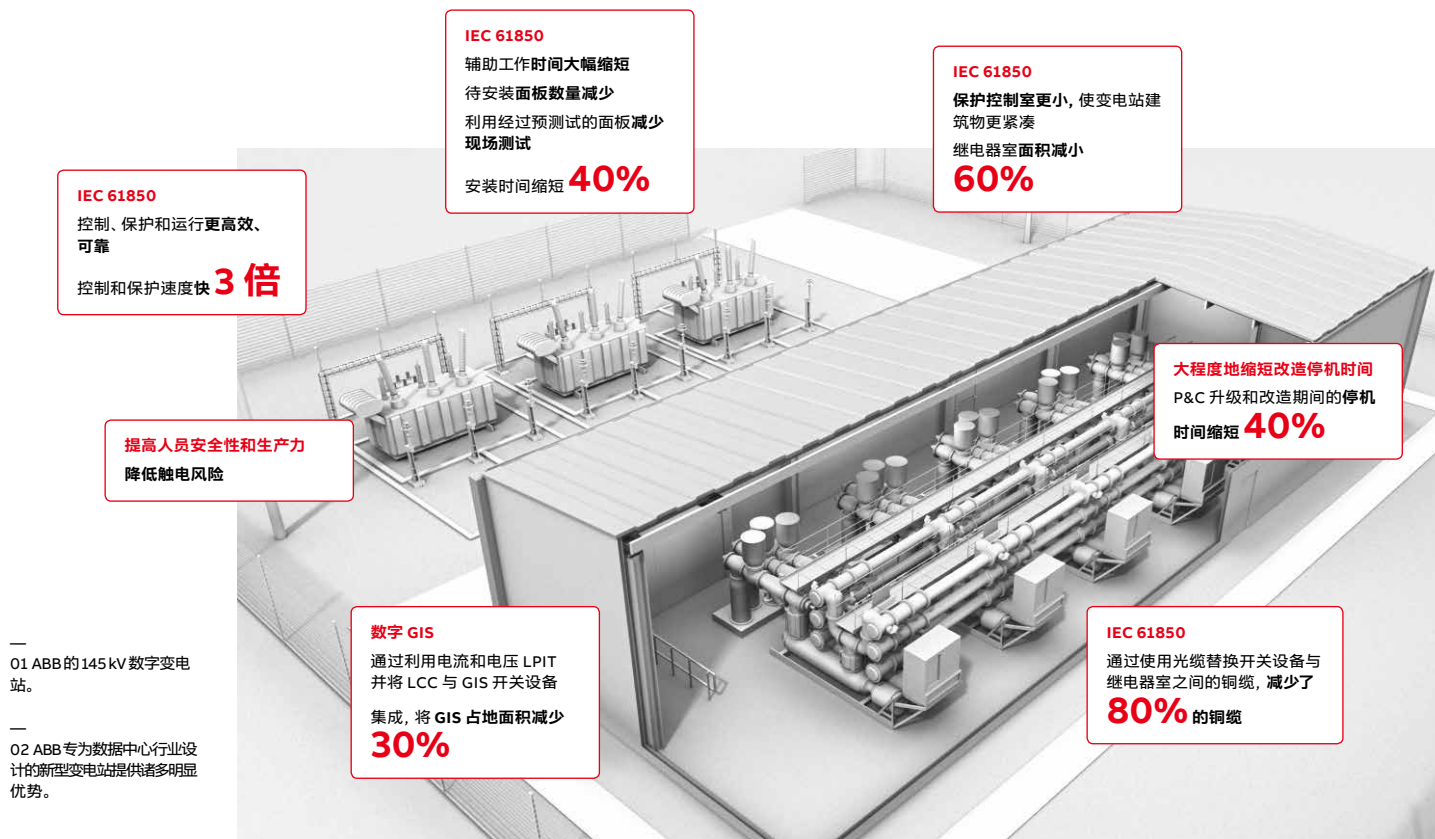
数据中心

数据中心行业的专用变电站

随着对数据中心需求的增加，ABB 电网事业部*正帮助减少这些设施的碳排放和物业占地面积。公司最新一代的智能数据中心变电站 [1] 使用智能模块化组件，同时将铜芯控制电缆的数量减少 50% 以上，以应对这些挑战。此外，ABB 智能变电站还具有高度可靠性，并且可以通过使用数字化数据和视情资产管理来简化维护工作。

*Hitachi 和 ABB 计划合资公司。





02

—
01 ABB 的 145 kV 数字变电站。

—
02 ABB 专为数据中心行业设计的新型变电站是供者多明显优势。



William K. Mao
电网事业部
美国德克萨斯州休斯顿

william.k.mao@
us.abb.com



Dave Sterlace
ABB 数据中心解决方案
美国宾夕法尼亚州费城

dave.sterlace@
us.abb.com

变电站关键资产的最新创新发展，例如气体绝缘开关设备 (GIS) [2]、电力变压器 (PT)、高压断路器 (HVB) 和光纤电流传感器 (FOCS)，如今都已实现数字化→01。例如，ABB Ability™ 电力变压器 (TXpert™)→04 是第一款原生数字 PT，它提供有关负载、温度和变压器油或流体溶解气体分析 (DGA) 的实时数据。

其中一些资产，包括高压断路器、开关设备和其他电气设备，传统上一直使用 SF₆（六氟化硫），这是一种无机、无色、无味、不可燃、无毒的气态电介质。但是，SF₆ 也是一种极强的温室气体。因此，ABB 电网事业部推出了采用新型 AirPlus™ 气体（一种突破性混合气体，其全球增温潜势 (GWP) 比 SF₆ 低 99.99%）的环保开关设备。

此外，为了向快速发展的数据中心行业提供定制解决方案，ABB 推出了专门设计的变电站→02，这种变电站具有高度可靠性和安全性，同时在整个生命周期中

均能高效运行和维护。新型智能变电站比之前的变电站小 30% 以上，并且铜芯控制电缆减少了 50%。电缆

—
新型变电站比之前的变电站小 30% 以上，并且铜芯控制电缆减少了 50%。

更少意味着电工现场剥皮、压接、测试触点等工作量更少。简而言之，新型变电站设计缩短了现场施工时间并降低了风险。

与传统变电站相比，ABB 的新型智能数据中心数字化变电站具有许多优势。包括：

- 使用非常规低功率仪表变压器 (LPIT) 进行电流和电压测量，并将本地控制柜 (LCC) 与高压开关设备相集成，令数字 GIS →03-04

所需物理空间减小 30%。

- 使用光缆取代铜缆，并通过数字化减少物理连接，

—

ABB Ability™ Ellipse® APM Edge 是改善数据中心变电站变压器资产管理的经济高效切入点。

令铜缆使用量减少 50%。配备两条高压馈线的典型数据中心变电站可节省约 4,000 磅（约 1,800 kg）铜芯控制线缆。

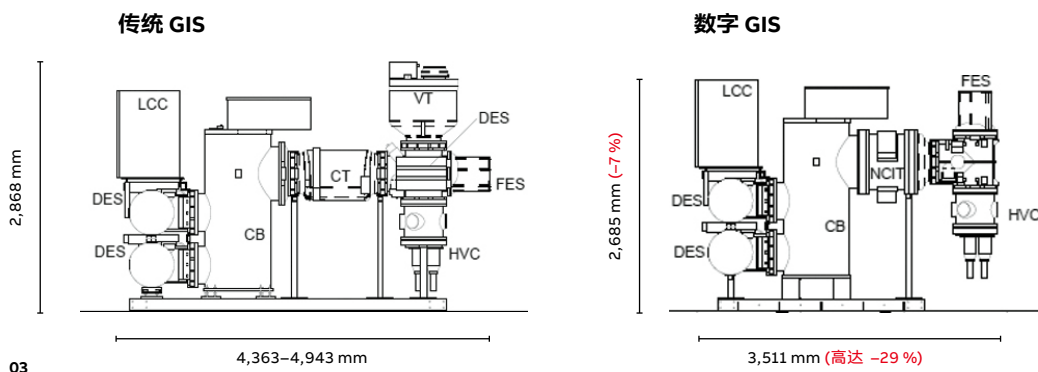
- 继电器控制室所需的物理空间减少 60%，因为：

- 使用光缆取代了铜缆
- 现代智能电子设备尺寸更小（每个机架可安装更多单元）而且多功能（使用一个单元即可取代以前的多个继电器）

- 所需组件更少、重量更轻、占地面积更小
- 由于减少了要运输的材料重量，从而减少了碳排放，而且不必再处理有害的 SF₆ 气体

可持续资产绩效管理

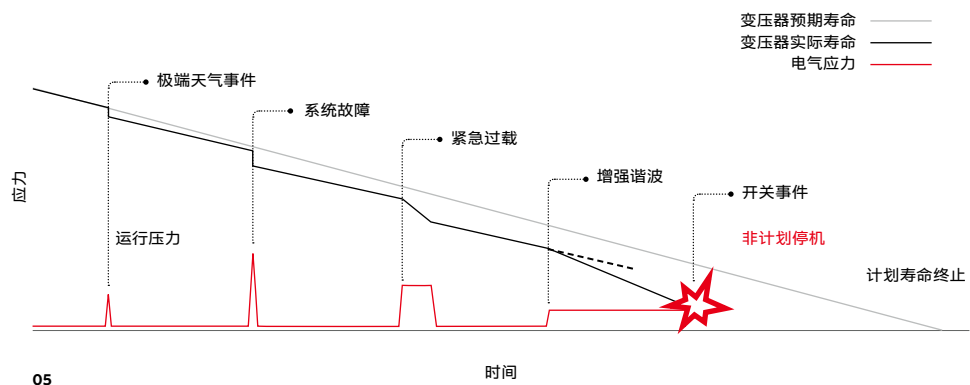
为了实现智能数据中心变电站的可持续发展前景，务必要了解视情资产绩效管理 (APM) 如何通过减少工时来节省资源，以及如何通过减少人与高压设备的交互来提高安全性。



—
03 与传统变电站中的系统相比，数字化气体绝缘开关设备 (GIS) 能为具有七条馈线的普通变电站节省超过 30 吨的物料运输。

—
04 数字化气体绝缘开关设备占用的物理空间比传统变电站中的同类系统少 30%。图示为 TXpert™ 电力变压器。

—
05 ABB 的 Ellipse APM Edge 具有经过人为训练的确定性模型，能将数据组件彼此关联并与已知故障模式关联，从而提供可执行的情报，包括维护建议。



05

时间

参考文献

[1] ABB Substation Automation Systems, "We are bridging the gap."来源: <https://new.abb.com/substation-automation/systems/digital-substation/bridging-the-gap>

[2] ABB Power Grids, "Eco-efficient switchgear with innovative insulation gases."来源: <https://new.abb.com/grid/technology/eco-efficient-gas-insulated-switchgear>

[3] ABB Smart Transformers, "Smart Transformers."来源: <https://new.abb.com/products/transformers/transformer-events/smart-transformers>

[4] Calculation is based on a typical data center HV substation with 400 hardwired connections, 12 gauge.

[5] ABB Power Grids, "ABB Ability™ Power Transformer – the world's first digitally integrated power transformer." 来源: https://www.youtube.com/watch?v=j2DL_DVZ3-E。如需了解其他信息，请访问: <https://new.abb.com/distributed-energy-microgrids>

ABB Ability™ Ellipse® APM Edge→05 [4] 是改善数据中心变电站变压器资产管理的方便快捷、经济高效切入口。它是一款紧凑型套件，结合了 ABB 业界领先的资产性能管理软件 (Ellipse® APM) 和公司久经验证的变压器专业技术，可以根据客户需求扩展 [3]。

Ellipse Edge 在客户场所运行，可通过低成本的标准硬件与大多数工业通信标准进行交互。它提供了一种快速有效的方式，可以最少的资本支出运行 Ellipse APM。例如，它可以与 ABB 传感器即插即用，而且支持传感器直连

—
Ellipse Edge 具有经过人为训练的确定性模型，能提供可执行的维护建议。

无需专用的历史记录数据库，提升了现有变压器传感器和硬件的价值。通过将在线和离线数据组合到一个通用方案中，Ellipse Edge 可使用全球公认标准 (IEEE、IEC) 将数据绘制成图并分析其趋势。仪表板可准确识别并预测风险概率，同时有助于优化资产性能。Ellipse Edge 还具有经过人为训练的确定性模型，能将数据组件彼此关联并与已知故障模式关联，从而提供可执行的情报，包括维护建议 [5]。

总而言之，Ellipse Edge 提供以下优势：

- 通过尽可能地消除计划和非计划停机，提高资产可用性，这对于任务关键型设施（例如数据中心变电站）至关重要
- 延长资产寿命 — 延长资产使用寿命而非过早更换资产，更加绿色环保
- 增强预测性维护，减少浪费和常规工作
- 预防通常伴随有环境影响的灾难性故障
- 整合可再生能源以实现自给
- 通过智能能源管理降低电网总体能耗

无论数据中心变电站是有一台还是数十台变压器，运营商都可以根据需求增长在本地或云端进行扩展，无需投入大量资金即可从 Ellipse Edge 软件获益。此外，由于该平台在独立网络或内联网上运行，因此可以通过满足 ABB 基于行业要求的严格网络安全标准来降低安全风险。

总而言之，智能数据中心变电站设计减少了设施尺寸和材料需求，从而大大减轻了重量，无论是金属外壳，还是内部绝缘气体量。此外，数字化替代产品使用光缆将 GIS 连接到独立的控制面板，从而不再需要数百条铜芯控制电缆。这减少了安装成本以及停运和回收成本。•

数据中心

钠离子电池：重塑设计与运行模式

新型钠离子电池将释放空间并增强数据中心和其他任务关键型设施的设计灵活性。这种电池能够以超高峰值功率可靠、安全地放电数万次，没有潜在的燃烧、爆炸或漏气风险，因此可以将它们部署在不适宜于铅电池和锂电池的位置。



01



Jack Pouchet
Natron Energy
美国加利福尼亚州圣克拉拉

数十年来，铅酸电池一直是任务关键型元件，无论是在医疗保健、通信应用还是在制造和数据中心的电气系统应用中。然而，尽管付出了巨大努力来改进这类电池，但是在电气寿命、功率密度和峰值功率方面仍存在一些不足。鉴于这些限制，在设计和操作基本设施时会考虑高度冗余性。

但是情况在发生变化。电池化学领域的最新进展为数据中心和其他关键设施的设计和运营开辟了新视野。因此，有必要了解哪些技术能够提供性能、可用性、生命周期和循环速率能力、能量和功率密度（两种不同特性）以及可靠性、安全性、可持续性和效率的最佳组合。



Dave Sterlace
ABB 数据中心解决方案
美国宾夕法尼亚州费城

dave.sterlace@
us.abb.com

三种电池类型

有三种类型的化学电池可适用于任务关键型电气系统：铅酸电池、锂离子电池和钠离子电池。

铅酸电池最为普遍，尽管存在一些不足，但是对于基本运行所需的短期或中期储能来说是标配。

一些基础设施运营商正在尝试结合使用锂离子电池和电池储能系统 (BESS)，但结果各不相同。随着这种电池类型被相对较快地接受，催生了新的安全规范、电气标准和准则，但难以满足这类电池的特定特性。此外，锂离子电池的回收目前还不可行，其在电动汽车和移动电话等行业中的应用也限制了供应量。

- 01 钠离子电池独特的峰值功率容量可用于实现新解决方案, 例如 ABB 的 Edge 分布式数据中心电源架构。
- 02 钠离子电池具有较大功率/能量比, 因此与铅电池或锂电池相比, 可以减小数据中心所需的空间和制冷功率。
- 03 钠离子电池的充放电循环达数万次, 远远超过铅电池和锂电池。
- 04 由于其卓越的安全特性, 钠离子电池可部署在不允许使用锂电池且铅电池预期寿命不足以承受负载的区域。

但是, 最近出现了一种新型化学电池: 钠离子电池 →01. 这类电池的正负极使用普鲁士蓝类材料。它们具有极低的内阻、高循环速率、高峰值功率容量, 不易燃, 而且在设计上无热失控的特点。这种化学物质不仅安全 (符合 UL9540A 和 NFPA855 的要求),

钠离子电池在峰值功率、循环速率、循环次数、充放电时间等方面都优于铅电池和锂电池。

而且具有可持续性, 因为它主要由铝、锰、铁、普鲁士蓝 (一种商业染料) 和钠离子组成。此类电池不会因依赖稀土金属、冲突矿物或有问题的供应链而受到不利影响。

从性能角度来看, 这种新型钠离子电池的峰值功率→02、循环速率、循环次数、充放电时间、→03 能量转换效率和安全性均超过铅电池和锂电池, 并且工作温度范围更广。这些特性, 尤其是峰值功率容量特性, 使数据中心和其他空间受限的任务关键型设施能够释放功率和空间, 因为可以在更小的空间内实现峰值功率和备用启动/桥接能力, 而且不会增加任何制冷负载。

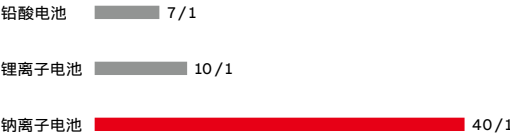
钠离子电池能够反复、可靠和安全地以超高峰值功率放电, 而在频繁重复使用的情况下没有潜在燃烧、爆炸或漏气风险, 这意味着它可以部署在其他电池类型不适用的位置和架构中 →04.

钠离子电池可以并且正被部署到 IT/电信设备机架上“空白区域”内的数据和通信中心中 — 在该区域中, 通常不允许使用锂电池, 而铅电池的性能不足以承受负载。

降低空间、功率和制冷需求

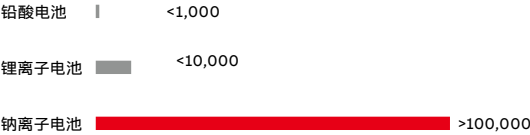
钠离子电池独特的峰值功率容量可用于实现新的电源架构。ABB 的 Edge 分布式数据中心电源架构就是可行示例之一。

4 倍最大功率/能量比



02

10 倍深度放电循环寿命



03

发生故障和滥用时不易燃

	铅酸电池	锂离子电池	钠离子电池
发热	✓	✗	✓
过度充电	✗	✗	✓
短路	✗	✗	✓
针刺	✓	✓	✓

04

使用钠离子电池时, 峰值功率容量可以达到铅电池或锂电池总系统功率的两倍以上。此外, 如果任何电池发生故障, 则剩余的一组 (n=2) 或多组电池 (n=3+) 内仍有足够的峰值功率容量, 即使在断电时也可以承受整个负载, 而无需备用电池。

这些创新的 4 kW 机架式电池可适用于数据中心、电信和工业应用。不久的将来, 在专为数据中心应用设计的 300 kW 电池柜中, 可使用 Natron 提供的更大规格钠离子电池。这些电池柜与当前的机架式电池具有相同的固有特性, 将开辟新的视野, 以降低空间、功率和制冷需求的方式设计任务关键型设施。

钠离子电池凭借其快充能力和数万次充放电循环, 为数据中心、电信/网络系统和边缘计算节点创建了一个框架, 以部署软件定义的电力创收机会, 而在传统上, 一般通过固定成本和搁浅资产创造这些机会。 •

数据中心

智慧城市之秘

为了充分利用数字服务产生的海量数据，智慧城市需要大规模数据存储和处理能力；简而言之，就是需要数据中心。但是，此类设施需要大量电力，因此必须采用节能技术。ABB 已帮助世界各地的客户实现了极高的效率水平。本文将通过两个实例具体说明。

由于全球 50% 以上的人口居住在城市中，城市地区正面临着提高基础设施效率的压力。实现这一目标的最佳途径可能是智慧城市概念——信息技术与物联网 (IoT) 相整合。这转而为交通控制、智能停车、

利用所实施的各项技术和发挥所收集数据的能力，先进的城市需要数据中心。

位于挪威的欧洲最环保数据中心

2017 年 5 月投入运营的 Lefdal Mine 数据中心[1] 建在深入山体 150 米的矿洞中，那里曾是一座橄榄石矿场→01。橄榄石是炼钢中使用的一种绿色高密度矿石。这座建在山体内的六层楼高数据中心位于挪威西海岸的莫吕港和努尔菲尤尔埃德之间，为数据中心行业设定了新标准。

该大规模数据中心（占地约 120,000 m² 或 130 万平方英尺）可以存储大约 300 亿 GB 数据，完全由本地生产的可再生能源供电，制冷用水来自于附近峡湾。其关键的电力基础设施由 ABB 供应，用于输送由四座冰川水发电站和两座风力发电站生产的清洁电力，这些电站的总容量超过 300 MW。

Lefdal Mine 数据中心非常节能，因为其冷却水来自 565 米深峡湾的冷水。这使得该数据中心制冷解决方案的

ABB 为 Lefdal 供应了电力基础设施，该基础设施用于提供由水力发电站和风电场生产的电能。

电动汽车充电和公共交通等服务、楼宇和社区能源管理以及风能和太阳能发电厂的无缝整合奠定了基础。

智慧城市服务产生的数据带来了良性循环，通过提供不断改进的分析来改善服务。但智慧城市需要大规模数据存储和处理能力，换言之，为了充分



Dave Sterlace
ABB 数据中心解决方案
美国宾夕法尼亚州费城

dave.sterlace@
us.abb.com

—
01 位于挪威的 Lefdal 数据中心占地 120,000 m²，由当地生产的可再生能源供电，采用附近峡湾的水制冷。

电源使用效率 (PUE) (数据中心行业的能效标准) 介于 1.08 到 1.15 之间，令该数据中心跻身全球最环保的数据中心之列。

为了应对向如此大规模数据中心供电的挑战，ABB 为整个数据中心建造了中压主干网。为了应对任何紧急情况，ABB 还提供了分散式 UPS

—
Lefdal Mine 数据中心能够存储约 300 亿 GB 数据，预期峰值功率达 300 MW。

(不间断电源) 系统，这意味着数据中心内的每个部分都有自己的 UPS 设备。如果电网发生故障

UPS 可确保可靠的电力供应，直到备用发电机开始工作。

从项目启动之初，ABB 就一直是重要的合作伙伴，为该项目提供定制电源解决方案以及广泛的专业知识和专业技术。ABB 提供了一套动力系统，该动力系统将随着数据中心的发展而逐步达到预期的 300 兆瓦峰功率，并将始终可靠运行。一旦达到最高容量，Lefdal 将成为欧洲最大的数据中心之一。

挪威政府的“自然之力”(Powered by Nature) 数据中心战略强调，吸引数据中心和国际投资是该国产业政策的重要部分。得益于这一战略以及全球快速增长的对更多使用可再生能源驱动型数据中心的需求，Lefdal Mine 数据中心将凭借其独特的地理位置和设计而获得优势。随着全球数字化趋势的加强，ABB 有望长期为 Lefdal 数据中心和挪威提供支持。



—
02 ABB 为 NextDC 提供全面的解决方案，其中包括全套配电系统、关键服务监控系统以及相关的实施和支持服务。

帮助澳大利亚的 NextDC 节省能源并实现不间断运行

澳大利亚布里斯班的数据中心运营商 NextDC →02 选择与 ABB 合作，为其提供电气基础设施和自动化技术，使其能够实时监控和调整关键的数据中心基础设施 [2]。所有这些对于帮助 NextDC 实现不间断运行的品牌承诺至关重要。

作为亚洲最具创新力的数据中心即服务提供商，NextDC 为本地和国际组织提供企业级托管服务。NextDC 专注于可持续性和可再生能源，正在为数字经济搭建基础设施平台。

ABB 为该公司提供全面的解决方案，其中包括全套配电系统、关键服务监控系统以及相关的实施和支持服务。

集成解决方案

随着 NextDC 的数据中心陆续投入运营，该公司制定了降低每一座新建数据中心每兆瓦总成本的目标。ABB 的集成配电和关键服务监控系统 (CSMS) 解决方案，特别是其 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案，通过提高能效、节省成本和时间，正在帮助 NextDC 实现其目标。

节约成本、能源和时间

CSMS 的一项主要功能是监控数据中心的电源使用情况、温度和相对湿度，从而确保可靠性并在每个数据中心实现节能。

CSMS 利用数据聚合和可视化功能提供实时可见性，包括数据中心基础设施的高级（聚合）视图和低级

ABB ability™ 数据中心自动化系统整合 IT、电力、制冷和楼宇系统的数据。

(粒度) 视图，其中包括企业、平面图、区域、系统和组件视图。

总而言之，ABB Ability™ 数据中心自动化系统整合了 IT、电力、制冷和楼宇系统的数据，从而消除了计算利用率指标和其他 KPI 时手动输入数据的需求，这些因素正在帮助 NextDC 实现其效率和可持续性目标。 •

参考文献

[1] ABB Solutions, "ABB solutions power Europe's greenest data center in Norway," June 28, 2018. 来源: <https://new.abb.com/news/detail/5407/abb-solutions-power-europes-greenest-data-center-in-norway>

[2] "ABB supports NEXTDC in delivering Australian businesses with 100% uptime," March 10, 2020. 来源: <https://new.abb.com/news/detail/58276/abb-supports-next-dc-in-delivering-australian-businesses-with-100-uptime>



—
01 关于数据中心电源保护和监测的 IEC 61850 标准的采用大大增强了性能和可靠性,并降低了成本。图示为某数据中心的中压开关柜。



01

数据中心

IEC 61850 简化了数据中心电力基础设施

IEC 61850 是有关变电站自动化的完善通信标准。IEC 61850 提供的高可靠性、集成诊断、优良选择性、更短故障响应时间和更佳容错能力,使其成为数据中心电源基础设施的理想选择。



Vincent Duong
ABB 数字化解决方案中心
美国佛罗里达州玛丽湖

vincent.duong@
us.abb.com

可以说,2004 年 IEC 61850 标准的发布改变了变电站自动化行业。ABB 为 IEC 61850 的制定做出了重大贡献,该标准为变电站集成提供了一种标准化框架,规定了通信要求、功能特性、设备数据结构、数据命名约定、应用程序如何交互和控制设备,以及标准符合性测试方法。

IEC 61850 适用于低压和中压设备保护和监测的能力

迅速获得了认可,现已越来越多地用于低压、中压和高压应用。如今受益于 IEC 61850 功能的设备包括保护继电器、断路器、通信网关、可编程逻辑控制器 (PLC) 以及监测控制和数据采集 (SCADA) 架构。这些设备的组合可用于设计和运行上述电压范围的完全集成式保护和监测系统。通过利用 IEC 61850 创建基于设备间通信、实时诊断和集成工程的

高级逻辑选择性等功能，使这种全面的方法成为可能。

IEC 61850 特别适用于数据中心电力基础设施的自动化 →01.

IEC 61850 和数据中心

如今，全球正经历数据爆炸。不仅数据量以惊人速度增加，而且社会对这些数据的依赖程度也在日益增加。这些趋势使数据中心在很多国家/地区都享有关键基础架构的地位。如果某个数据中心发生故障，将会引发混乱，因此可靠的电源必不可少。数据中心一般确实有经过深思熟虑而部署的备用电源，例如不间断电源(UPS)、柴油发电机等。

通过使用支持 IEC 61850 的设备和基于 IEC 61850 的 GOOSE（面向通用对象的变电站事件）通信来自动化数据中心电力基础设施，可以带来重大改进：更高的电源

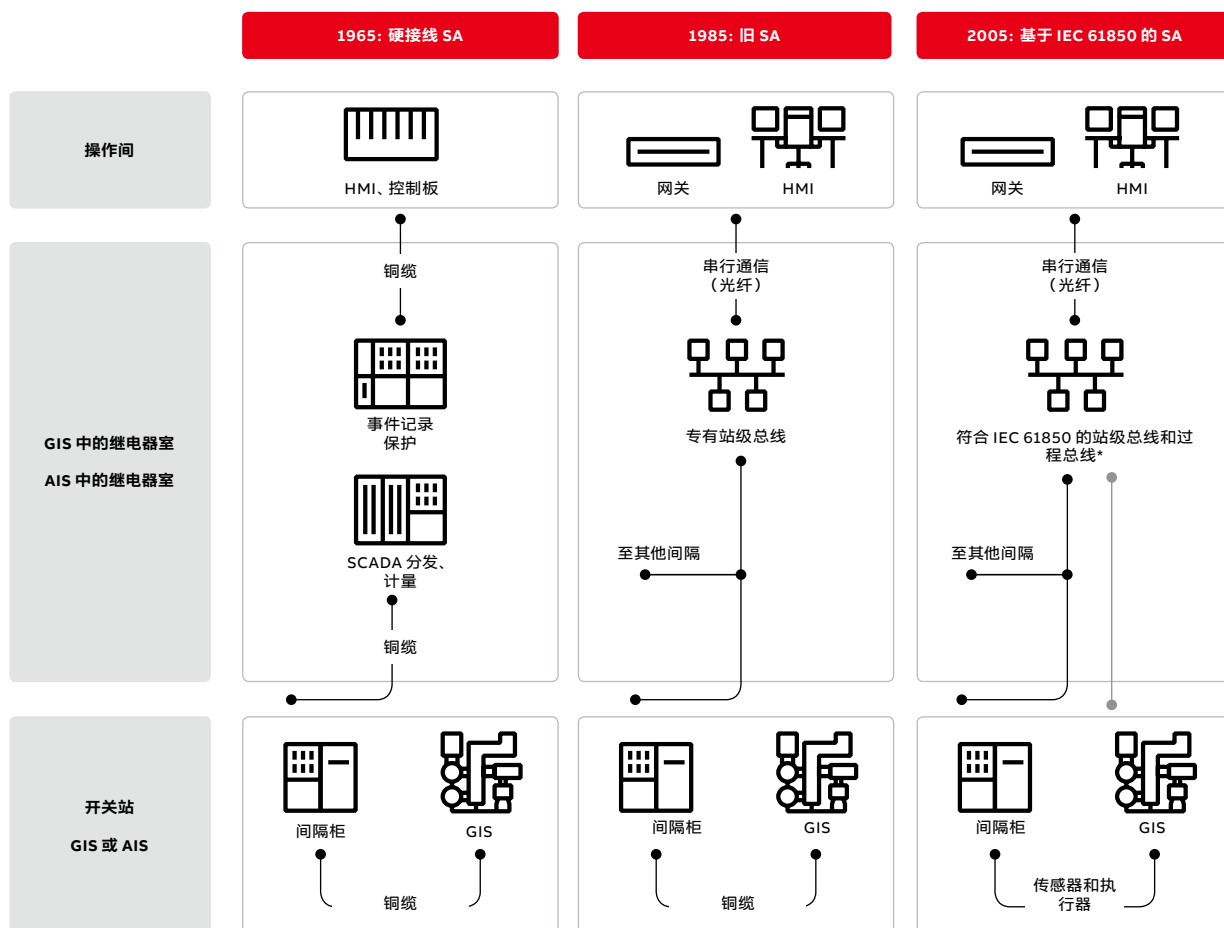
可靠性、更佳运行控制以及更低的成本等 →02。

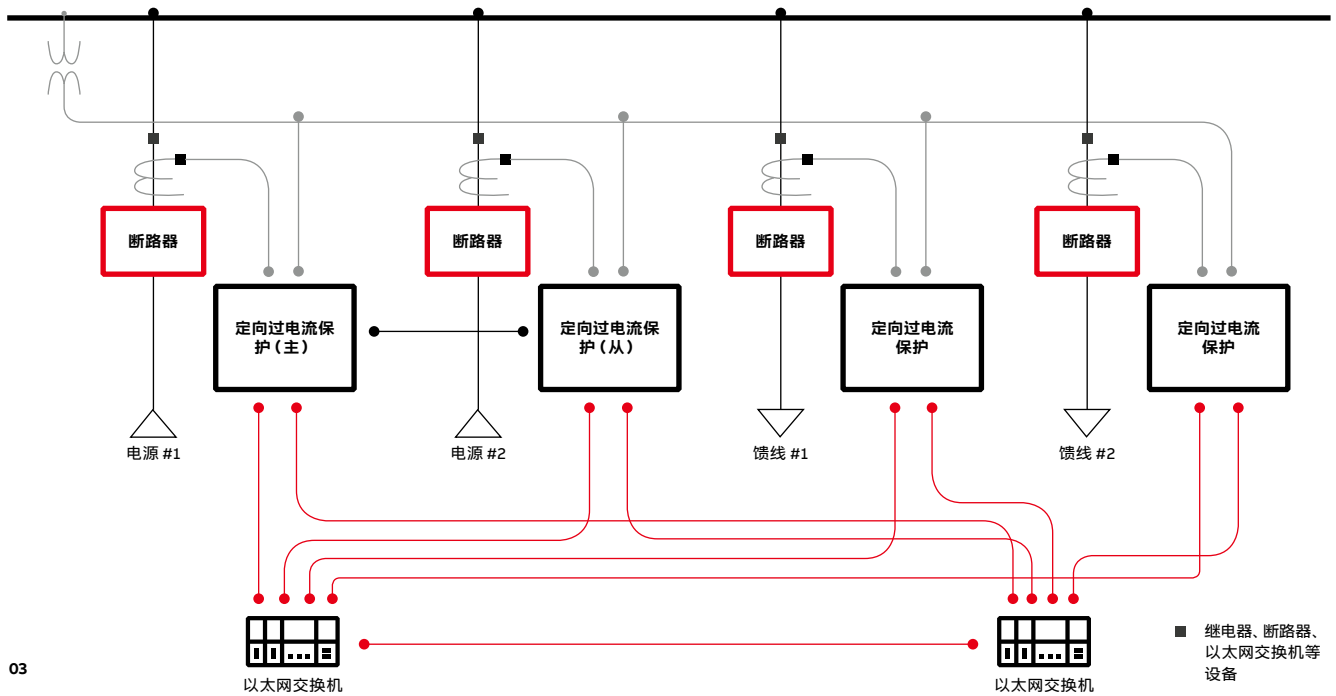
GOOSE

当数据中心的电源组件发生故障时，检测到该故障的保护设备必须尽快将故障信息传输到决定由哪个断路器跳闸的设备。以轮循机制（或其他循环方式）安排此类传输，

—
对于 GOOSE 消息，关键的工程考虑因素是延迟，而非循环时间。

要求设备轮流访问通信媒体，但这会造成不可接受的延迟。有效处理此类计划外事件通信是 IEC 61850 的独特功能之一，它使用被称为 GOOSE 消息的





— 02 变电站自动化 (SA) – 从硬接线到专有协议再到 IEC 61850。

— 03 简化单线图，显示了用以形成 GOOSE 支持型总线保护方案的现有馈线继电器。

特殊数据包来实施。对于 GOOSE 消息，关键的工程考虑因素是延迟，而非循环时间：即从事件发生到在网络上传输相关信息的延迟。

GOOSE 消息的主要特征在于，除了通常从设备到监测系统的纵向通信外，它们还可以用于设备之间的横向

GOOSE 消息还可以用于在数据中心电源保护系统中实施内置诊断机制。

（即点对点）通信。因此，可以通过相关设备之间的直接消息交换来实现两个断路器之间的逻辑选择性或互锁，无需依靠中央处理单元来管理整个流程。横向通信不仅提高了性能（缩短了总反应时间，提升了信道的使用效率），而且增强了可靠性（因为中央处理器的故障会影响整个保护方案）。

除了故障信号传送，GOOSE 消息还可用于在数据中心电源保护系统中

实施内置诊断机制。每台设备可以配置为定期（例如，每秒一次）向其他设备发送“ping”消息，以报告其状态正常。如果相关设备未能收到相应消息，则它们可能依次发送报警消息，切换到预定义的安全模式，或根据需要采取其他措施。诊断消息使用与其他数据包相同的通信媒介，因此不需要额外配备硬件。

实用 GOOSE 支持型总线保护

IEC 61850 可以消除对数据中心专用总线保护继电器的需求，转而依靠每个断路器的继电器，例如馈线保护继电器或断路器故障继电器。一个“主”继电器负责执行总线保护，另一个继电器则作为主继电器的后备。IEC 61850 支持型数据中心电源总线保护系统中涉及的所有继电器均通过 GOOSE 协议进行通信→03。

符合 IEC 61850 的继电器，例如 ABB Relion 继电器和 Emax 2，通常都配备多个采用并行冗余协议 (PRP) 的以太网端口。PRP 使用自愈环实现双星网络拓扑，可有效实现 100% 通信可用性。在这两种方法（双星和自愈）中，前一种配置在将来扩展时可降低网络干扰，加快故障排除速度，将通信延迟降至最低，而且易于维护。

与传统方法相比，基于 IEC 61850 的数据中心电源保护方案还具有其他优势：由于它使用光纤以太网，因而可以减少或消除传统数据中心电源配置中使用的价格昂贵、占用空间、复杂且易于出错的点对点铜线。减少（或消除）相关继电器的这种交叉布线还可以大幅减少工程量、安装人工，并节省时间和材料。仅铜线的减少就能产生积极的财务影响，而且还能提高可靠性并降低生命周期成本，从而带来重大优势。对于新装设施，还可以节省额外的保护继电器，从而降低成本。IEC 61850 总线还使未来改造或扩展变得更加简单。

自动转换开关 (ATS)

IEC 61850 的另一个应用实例是 ATS。电源可用性和稳定性对于数据中心的运营至关重要，因此，数据中心由两路市电输入电源供电，通常采用中压主线-系点-主线 (M-T-M) 总线配置 → 04。ATS 提供了一种有效而可靠的方法，可以自动从失去输入电源的总线转换到正常总线。为了快速找到可用备用电源并将负载从失去电源的总线转换到正常总线，继电器将交换 GOOSE 消息，消息中包含状态数据，例如电源失压事件本身、备用电源的健康状态、待处理的过电流或总线保护跳闸、主断路器和联络断路器的正常状态等。以这种方式使用 IEC 61850 具有以下优点：

- 减少布线材料和人工。
- 最大限度地缩短系统失电时间。
- 运行安全，可最大程度降低对备用发电机和 UPS 的压力。
- 继电器具有全面的 IEC 61850 数据可见性，有助于系统报告、监控和分析。

简化设计和配置

IEC 61850 还有其他一些与设计和配置有关的优点。由于典型数据中心电源系统涉及的设备复杂且数量众多，因此设计一种无结构化计算机辅助过程的保护系统会非常困难；与配置和运行有关的大量细节可能会引发严重错误。IEC 61850 依靠对象和数据类型的标准化以及正式电子描述来避免这些错误。

在 IEC 61850 中，通过将每个设备描述为一组逻辑对象来管理 IED（智能电子设备）的复杂性，

这些逻辑对象可能会在最终应用程序中发布。此类对象足够抽象，可以应用于不同类型的设备或来自不同供应商的设备，而且又足够务实，可以应用于现有设计工作。此类对象包括过电流保护、电流和电压测量以及开关控制等。

IEC 61850 数据模型的基石是具有明确含义以及适用参数和数据项的标准化逻辑对象目录。所有符合 IEC 61850 的设备都使用相同对象来实施相同功能，从而可以在最终数据中心电源实施中以通用方式组合对象。这种标准化

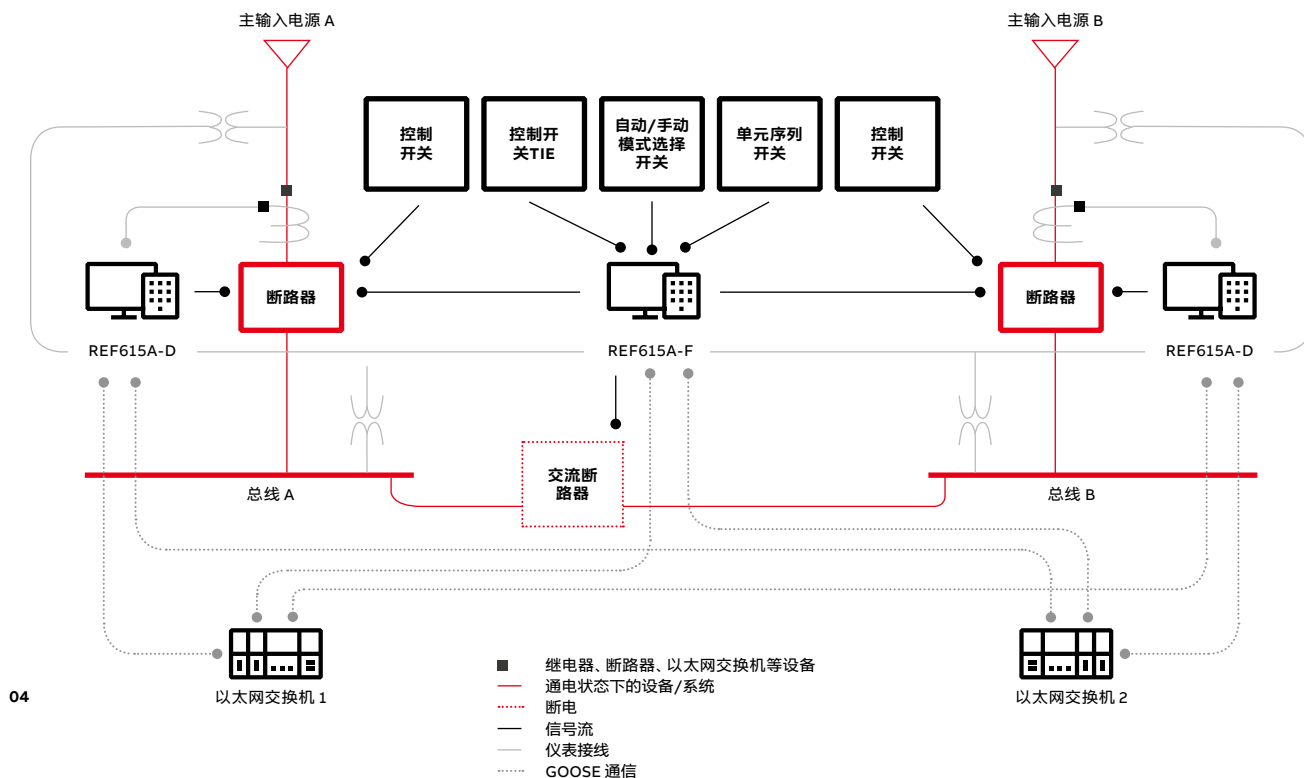
—
所有符合 IEC 61850 的设备都使用相同对象来实施相同功能。

涵盖了对象名称（例如 PTOC 始终代表过电流保护），使得它们易于被设计工程师识别和使用。IEC 61850 还规定了数据类型，因此，例如，可以将测量结果及其名称、测量单位、质量指标等一起定义，从而降低出错的可能性。

为了完善这种标准化，IEC 61850 还规定了一种用于描述设备和系统的通用电子格式。所有设备 (IED) 均由使用 SCL（变电站配置描述语言）编写的文件描述，这类文件中列出了其所有属性和逻辑对象。可以通过 IEC 61850 软件工程工具读取和处理 SCL 文件，从而可以确保流程顺畅并减少错误数量。

这种正式的电子描述语言具有重要的附带好处，即可以简化数据中心内安装的来自不同供应商的设备之间的互操作性：只要其实施的对象由 SCL 文件描述，用户就不必担心其内部工作。

实施数据中心电力基础设施自动化的理想之选
IEC 61850 非常适合于数据中心电力基础设施自动化，它可以构成一整套电气设计概念的基石，



04

—
04 M-T-M ATS 配置的典型单线图。

包括整个保护、控制和监测系统以及网络安全，仅需一个协议即可。

通过使用光纤代替铜线，减少了布线成本，大大降低了空间需求并提高了安全性。IEC 61850 还具有远程监测

通过使用光纤代替铜线，减少了布线成本，降低了空间需求并提高了安全性。

和控制 IED 的能力，而且可以方便不同制造商提供的设备相互通信，无需定制设计的网关或其他工程密集型复杂工作。

从更广泛的视角来看，IEC 61850 标准支持数据中心电源系统的数字化，可以与数据中心中的其他数字实体

（例如楼宇管理系统 (BMS)、电源管理系统 (PMS)、数据中心基础设施管理 (DCIM) 系统或 ABB Ability™ 数据中心自动化系统）进行协作。这些都是实现最终目标（建立一个能够管理整个数据中心的“单一平台”）不可或缺的要素。例如，应用于数据中心的 Decathlon (DDC) 提供电源和制冷系统可见性，而 IEC 61850 的开放协议则允许集成现有设备和系统。借助 ABB Relion 继电器和 Emax 断路器等组件的 IEC 61850 点对点通信功能，可以从 DCIM 系统控制或监测软件过渡到与子系统（例如 UPS 断路器）本身进行实时交互。

更高的可靠性、更佳的选择性、更短的故障响应时间、实施容错和集成诊断的可能性以及诸多其他优点使 IEC 61850 成为数据中心的理想标准。•



01

数据中心

超越边界的安全性 – 数据中心网络安全

网络安全贯穿于整个 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案，包括产品设计、项目执行和运营。ABB 不仅为数据中心客户保卫边界安全，而且提供网络、服务器和数据安全支持。

为了可靠、高效地运行，数据中心需要其电力基础设施以及用于管理该基础设施的楼宇自动化和工业控制系统 (ICS) 提供不间断电源 (UPS)。运营技术 (OT) 与信息技术 (IT) 的集成实现了更高的可靠性、控制能力和性能，但同时也使数据中心面临前所未有的挑战：网络威胁。恶意实体或人员访问任务关键型系统（如依赖于连接控制的数据中心）的现实可能性

十年前，数据中心仅专注于保护其物理边界以及其中存储和管理的数据。

造成了极大的焦虑，而且这可能驱动市场发展。例如，全球工业网络安全市场（包括网络安全、工业控制系统 (ICS)、硬件和软件解决方案）在 2017 年至 2023 年间预计将达到 244.1 亿美元 [1]。

十年前的数据中心仅专注于保护其物理边界以及其中存储和管理的数据（信息安全），而如今，数据中心的网络安全形势有了很大变化。当时尚未针对支持与外部网络连接的自动化系统制定开放式 IT 标准，并且企业数据中心占据主导地位。在当时合乎情理的做法现在已远远不够。如今，数据中心包括基于云的服务器和互连 ICS，它们带来了前所未有的网络风险。当前，边界和数据安全性还不足以保护数据中心免受故障和停电的影响 [2]。

ABB 针对数据中心的网络安全应用了一种全面的方案，使安全性贯穿于工业自动化和控制系统（包括所有电气化产品）的设计、开发和部署阶段。依靠国际标准和基于知识的系统方法，ABB 利用最佳实践来确保网络安全在其数据中心自动化产品中扮演重要角色。

作为全球最大的企业资产管理和分布式控制系统 (DCS) 供应商，

ABB 占有 20% 的市场份额 [3]，非常适合在提供可靠、安全的自动化和控制系统的同时，保持透明性和互操作性。ABB 通过其数据中心自动化解决方案实现了这些目标，从而支持数据中心任务关键型系统和产品的可用性和持续优化。ABB 的自动化系统为用于本地和混合云环境的 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案提供了核心技术。

因此，ABB 可以为数据中心提供实现机械控制 (BMS)、电气监测 (EPMS)、电气控制 (ECS) 和数据中心基础架构管理 (DCIM) 的工业实力以及任务关键型融合解决方案。此开放平台允许系统、设备、组件和应用程序的自动化以及相互之间的数据交换，以：

- 更快地集成数据中心工具集；这包括将资产上传到跟踪工具的能力。
- 在整个数据中心（包括多个站点）的“单一窗格”视图中可视化和管理物理资产。
- 实现制冷系统和电气化系统的自动化，以持续优化并改善正常运行时间。

网络威胁：真实的现实

在过去十年中，对现有 ICS 和相关基础架构的网络威胁无论是严重性还是复杂性都有所增加 [4]。尽管工业通信涉及很多硬件和软件产品以及用于在工业自动化设备和标准计算机平台之间建立通信的协议，但最初构建系统是为了满足性能、可靠性、安全性和灵活性等方面的需求，而并未过多地考虑通信安全性。由于仅专注于保护边界和数据，这些传统 ICS 及其基础设施很容易遭受网络攻击和安全事件的破坏。

尽管存在这种困境，但企业仍必须利用实时过程和系统信息来增强不同自动化系统之间的互连性和可预测的互操作性，并将旧系统与新系统结合起来。这种通信格局加大增加了数据中心客户所面临的安全威胁级别。

如今，电气化基础设施和工业控制设备已成为整个 ICS 系统不可或缺的组成部分，贯穿于其整个生命周期：



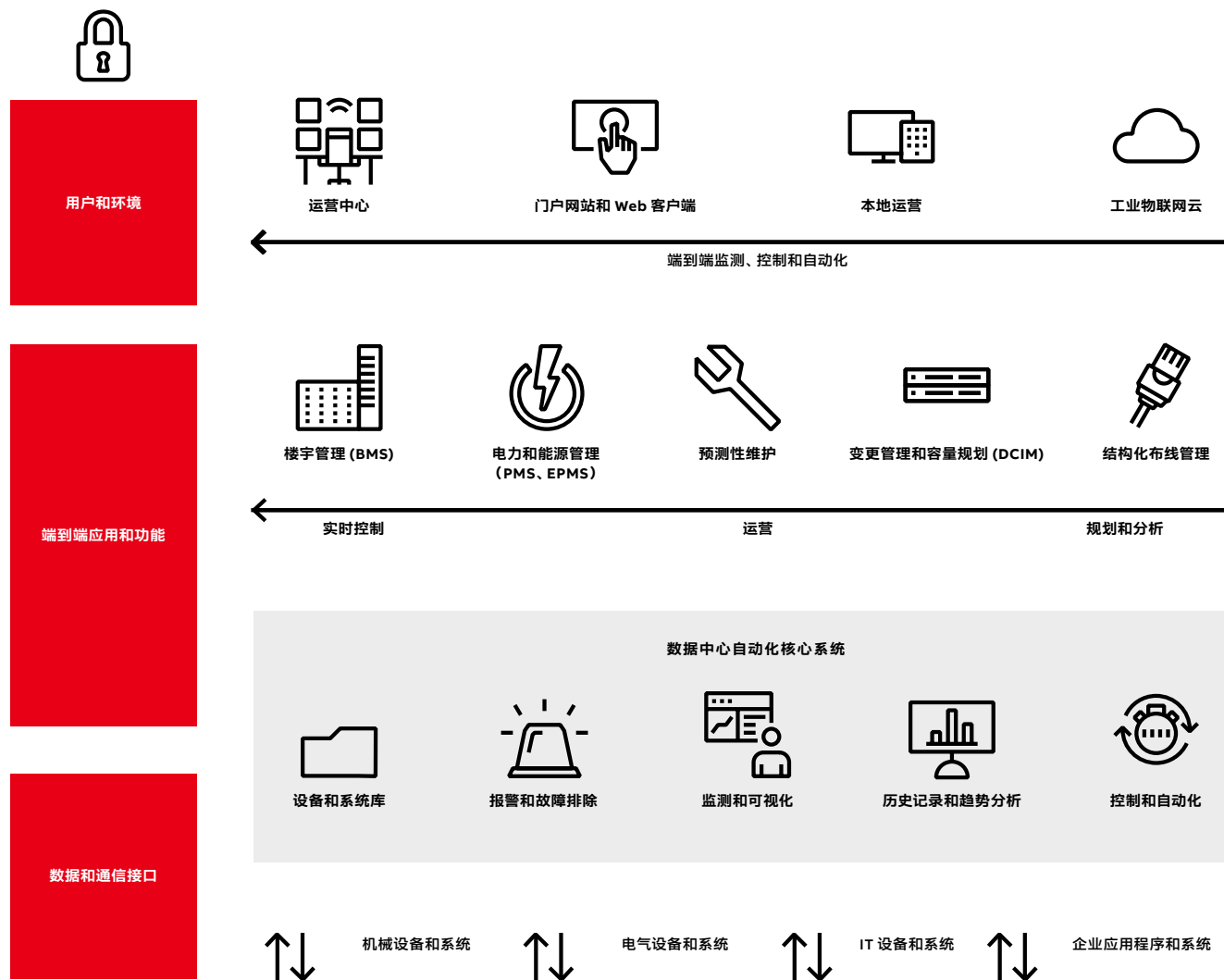
Madhav Kalia
ABB 数据中心自动化解决方案
新加坡

madhav.kalia@
sg.abb.com



Apala Ray
ABB 工业自动化事业部
印度班加罗尔

apala.ray@in.abb.com



01

从设计和开发到测试和调试，再到终生支持服务和未来的调整适应。通过提供整体网络安全解决方案，ABB 帮助客户持续识别、缓解和管理可能影响其系统的不断变化的网络风险。ABB 针对所有产品（包括数据中心）的网络安全方法着重于三个方面：产品设计、项目执行和设备运行。

保护数据中心：识别挑战

随着近来经历的严重而多样的网络威胁逐渐增多，需要确保网络、服务器、数据和边界的安全 [2]。

边界安全性除了保护物理边界外，还包括通过机械和/或电子系统保护电力基础设施和控制设备。由于设施内的安全管理与个人及其角色结合在一起，因此让员工具有不同的授权角色是一项重大挑战。

另外，工业和专有协议通常缺乏保护电力基础设施和控制系统数据安全的适当措施，例如身份验证或完整性校验，或加密机制支持。

保护通信网络和数据免受来自任何其他通信网络的攻击也是一项相当大的成就；

—
随着近来经历的严重而多样的网络威胁逐渐增多，需要确保网络、服务器、数据和边界的安全。

这包括加密运营管理。此外，为确保电气基础设施和控制系统的客户端和服务器的安全性，必须及时打补丁，

01 ABB Ability™ 数据中心自动化系统架构为客户提供其所有电力、电气、机械和楼宇系统的自动化策略。

02 ABB 网络安全数据中心自动化解决方案的参考架构示意图。

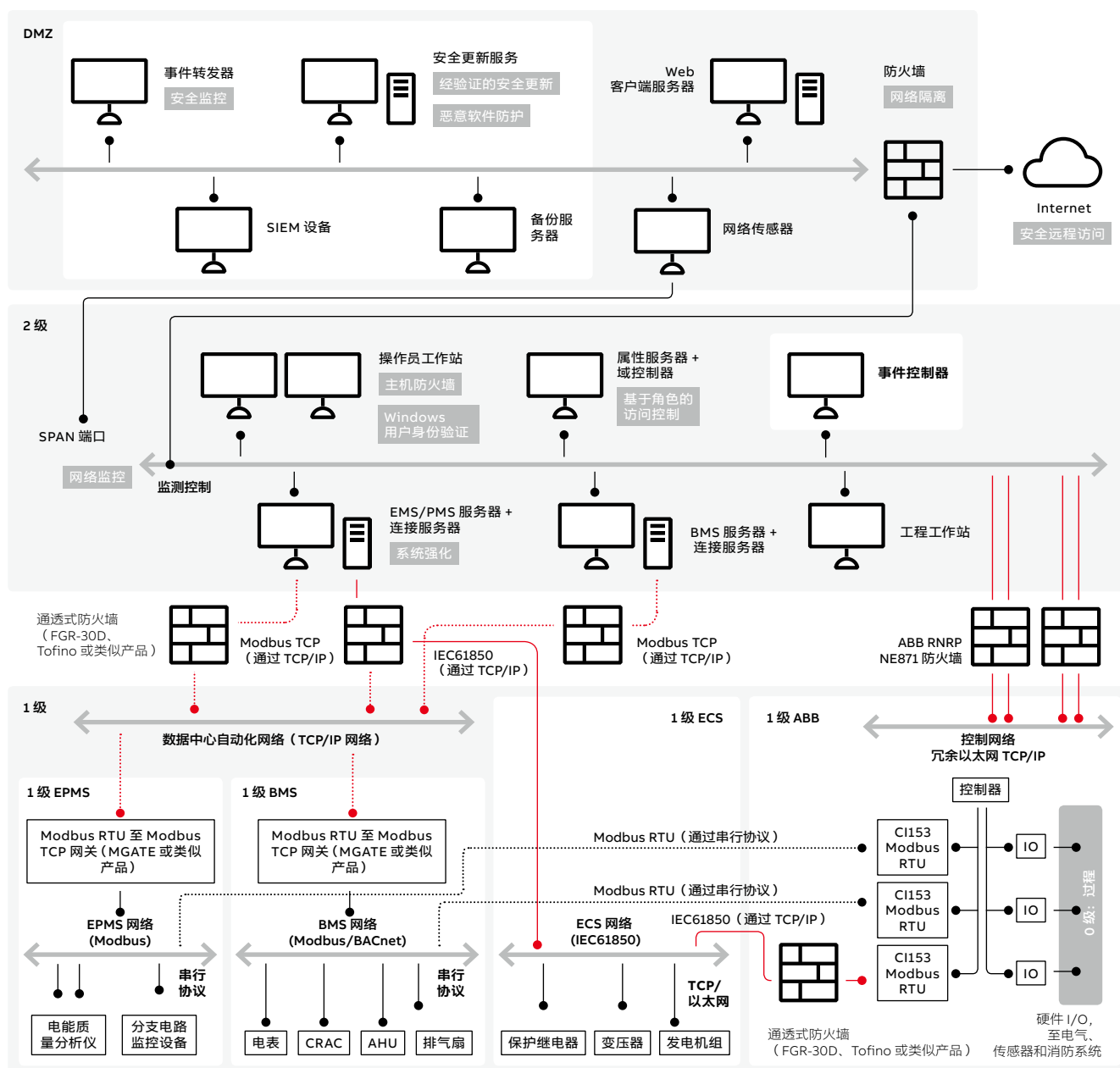
并使用恶意软件定义文件进行扫描。而且，如果发生不可预见的灾难，必须使用适当的备份机制进行恢复。虚拟环境特别具有挑战性，需要出色的监控解决方案。ABB 提供安全解决方案来帮助应对所有这些挑战。

ABB 数据中心网络安全解决方案

ABB 的 Ability™ 数据中心自动化解决方案通过提供包括能源管理系统 (EMS)、楼宇管理系统 (BMS) 和电源管理系统 (PMS) 在内的工程控制和监测系统 (ECMS), 帮助客户设计、调试、监测、控制和实施系统的自动化策略 → 01.

ECMS 将采集所有信息/数据，以进行记录、控制和报告。

显然，仅依靠技术并不能消除网络风险。通过定义部署具有适当安全控制措施的数据中心自动化系统的方法，ABB 将帮助客户确保网络安全 →02。ABB 的参考架构也可以根据具体项目要求进行定制。为此，客户应联系 ABB 项目团队。因此，人员、流程和技术是 ABB 强化网络安全方法的核心。





03

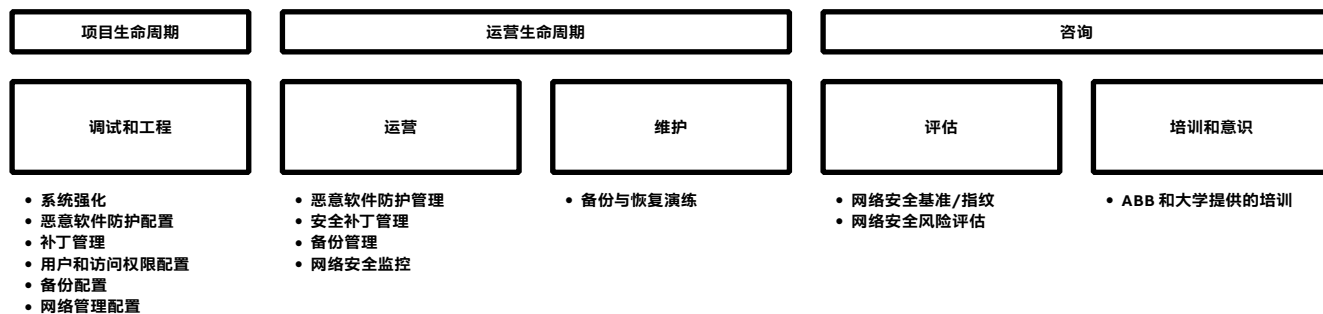
安全隔离

ABB 的参考架构将数据中心的所有组件置于特定的网络层级 → 02。这种广泛使用的安全概念通过防火墙和非管制区域 (DMZ) 将安全网络与不安全网络隔离。对于数据中心自动化系统，内部网络中的各种设备具有不同的安全级别；因此，使用强化系统进行网络分区至关重要。一个层级中的网络连接由主机防火墙（驻留在各计算机上的软件防火墙）控制；数据只能通过（硬件）防火墙传输到另一层级。ABB 数据中心架构实施用户、软件和设备身份验证、帐户管理、授权执行、恶意代码防护和网络分段以及持续的网络监控，以确保能够避免发生网络安全事件 → 02。ABB 的方案架构考虑了数据中心

自动化生命周期的运营和维护阶段，部署不同的安全控制措施 → 02。这种分层方法使用不同的网络控制措施来成功解决服务器、网络和数据层级的安全问题：

—
ABB 的网络安全方法着重于三个方面：产品设计、项目执行和设备运行。

- 补丁管理 — 通过使用来自第三方软件（例如 Microsoft、EXSi 和 Adobe 产品）的经验证服务器系统安全更新，用户可以确保控制系统始终保持更新。
- 防病毒更新 — 服务器应包含最新的更新。
- 备份管理 — 包括程序文档、备份测试以及将合格备份存储在安全脱机位置；从而确保系统故障或长时间停机不会导致数据丢失。ABB 支持用于在计算机、服务器或网络设备上定期计划、管理和执行数据备份的应用程序。这些步骤将按照组织的系统恢复计划执行。
- 强化 — 通过强化可减小攻击面、减少软件应用程序数量、禁用不必要的服务、利用主机防火墙以及更改默认密码。仅安装必要的应用程序和服务器。
- 管理用户帐户、用户访问权限和角色 — 这是一项严峻的安全性挑战。
- 通过安全信息和事件管理平台监控自动化系统：



—
03 图示为 SD3+C 安全框架。

—
04 图示为 ABB 数据中心网络安全价值链。

- 新兴威胁不断涌现，而且每天都会发生入侵事件，因此需要通过持续监控来确保控制系统安全、可靠。
- ABB 遵循 Microsoft 创建的 SD3 + C 安全框架，以确保和改善产品安全性；→03 例如，减少新软件中的安全漏洞或缺陷数量，使默认的产品安装和配置方式更能抵抗攻击，确保可以安全地安装、配置、操作和维护产品以及促进负责任的沟通。

尽可能提供最高价值

网络安全服务贯穿于 ABB Ability™ 数据中心自动化解决方案的整个生命周期，包括：项目执行周期、运营周期和咨询服务 →04。调试和工程阶段可以为网络安全设置提供一次性配置，而设备生命周期则涉及到网络安全服务的更新，以确保定期运行和维护。

这些网络安全服务可确保数据中心基础设施按照基于国际标准并依靠 ABB 丰富经验的最佳实践运行。最终目标是验证、提供、解决和支持：

- 验证更新是否会干扰数据中心基础设施系统的运行。
- 提供质量稳定的服务，并确保由熟练人员执行任务。
- 在 ABB 产品和解决方案的整个开发生命周期中解决网络安全问题。
- 在 ABB 提供的解决方案的整个运营生命周期中提供安全性支持。

客户担忧和前进方向

无论是现在还是未来，数据中心客户都需要确保电气基础设施和控制系统的网络、服务器、数据和边界安全。由于网络隔离是 ABB 参考架构 →02 的主要目标，因此使用防火墙来控制减轻不同网络层级的流量；这样可以提高网络流量的可见性。通过网络监控，还可以检测到异常事件，从而提高网络安全性。

针对 ICS 环境的网络安全管理，目前已建立一种三级模型。第一级是建立基本的技术性和组织性安全控制策略。如果这些控制策略实施和维护得当，将能够阻止大部分一般性威胁。第二级

是持续管理和维护这些控制策略，并在必要时增加更复杂的控制策略。第三级是通过 ABB 协作运营中心与托管安全服务协同操作网络安全控制策略。

ABB 的参考架构实施用户、软件和设备身份验证、帐户管理、授权执行以及恶意代码防护，以改善服务器的安全状况。定期更新安全补丁和防恶意软件定义文件也可以改善安全状况。DMZ 中的备份管理服务器可使用 ABB 推荐的平台进行数据备份，并在发生灾难事件时快速恢复。确保电力基础设施和控制系统的的核心安全与边界安全一样是重中之重。数据收集器节点和历史服务器之间安全、加密和压缩的数据传输可实现安全通信；

ABB 为数据中心客户提供创新解决方案，让其能够沉着应对最棘手的网络安全挑战。

在 ICS 中，将实施事件监控。为了确保基础设施和控制系统的边界安全，ABB 建议在将自动化系统部署到数据中心时实施物理安全措施。

ABB 在保护网络安全方面的努力并不止于这种全面的方法。ABB 意识到，随着云的普及，网络威胁将持续存在。目前，ABB 的专家们正在探索一种防篡改解决方案：这是一种受信赖的平台模块，用于存储 Rivest-Shamir-Adelman (RSA) 加密密钥。这类解决方案将为客户提供安全的云计算环境。因此，ABB 为数据中心客户提供创新解决方案，让其能够沉着应对当前和未来最棘手的网络安全挑战。 •

参考文献

[1] Market Research Future, "Industrial Cyber Security Market Worth 24.41 USD Billion By 2023 With 10.97% CAGR", Market Research Future, Sept. 28, 2017, 来源: <https://www.marketresearchfuture.com/press-release/industrial-cyber-security-market> [访问日期: 2020 年 6 月 26 日]。

[2] F. Howarth, "Architecting the security of the next-generation data center: a white paper by Bloor Research", in Bloor Research, Aug. 9, 2011, 来源: <https://www.bloorresearch.com/research/> [访问日期: 2020 年 5 月 5 日]。

[3] ABB Press, "Industry analyst ranks ABB #1 for distributed control systems globally", Nov. 6, 2018, 来源: <https://new.abb.com/news/> [访问日期: 2020 年 5 月 5 日]。

[4] W. Ashford, "Cyber threat to industrial control systems highest yet", in Computer Weekly, March 2, 2018, 来源: <https://www.computerweekly.com/news/252436129/> [访问日期: 2020 年 5 月 5 日]。

深入云内





每天，电子邮件服务商、政府机构、金融机构、私营企业和社交媒体站点等都会产生无数 TB 的数据。为了帮助应对这种海量数据，如今正在构建更多更大规模的数据中心。由于此数字数据骨干设施已经变得至关重要，因此停机是不可接受的。这使数据中心所有者有责任以最安全、最智能、最可持续和最可靠的方式提供服务。这些目标只能通过利用各种技术来实现：数据中心自动化、视情和预测性维护、可降低复杂性的标准化、智能电网和智能电气基础设施以及网络安全等。

58	直至末端分支的数据安全性
59	MegaFlex — 高效且可恢复的大功率数据中心 UPS
64	MNS-Up: 低压开关设备与模块化 UPS 组合
66	中压不间断电源
69	数据中心纳米流体制冷
72	应用实例: 数据中心电源转换解决方案
74	安全可靠的瞬态保护变压器



直至末端分支的数据安全性

与任何微型断路器 (MCB) 和 ABB SMISSLINE TP 母线系统配套使用的电路监控系统 (CMS) 是首个为数据中心的整个测量数据网络提供 SNMPv3 (SNMP 版本 3) 端到端加密的测量系统, 该系统确保直至末端分支的数据安全性。



Nico Ninov
ABB 数据中心解决方案
瑞士苏黎世
nico.ninov@ch.abb.com

虽然数据中心内的客户端数据受到谨慎保护, 但有时可能会忘记基础架构数据的重要性和关键性。此类数据可能容易受到网络攻击, 对于数据中心运营商及其客户而言, 其后果将非常严重。

现在, ABB 的 CMS 可使用端到端加密 SNMPv3 通信协议 (SNMP 代表 Simple Network Management Protocol, 即简单网络管理协议) 来保护数据中心等设施免遭针对基础设施数据的网络攻击。SNMPv3 提供商业级安全认证和隐私保护, 而且易于配置。SNMPv3 在之前版本 (SNMPv1 和 SNMPv2c) 基础上改善了安全性 (身份验证和隐私保护) 和管理。

CMS 是一种超紧凑、高性能的多通道测量系统, 用于监控 (即测量电力线路中的电流) 交流和直流分支电路。CMS 收集的电力测量值将用于优化能源使用和资产利用, 进而降低成本。

CMS 包括一个控制单元 (例如 ABB CMS-700) 和多个具有不同量程 (最高达 160 A) 的传感器 → 01。在数据中心等任务关键型应用中, CMS 通常与 ABB SMISSLINE TP 模块化母线系统配套使用, 该系统的防触摸特性可确保在运行时安全地进行维护工作,

无需断电。CMS 传感器直接安装在 SMISSLINE 微型断路器上, 而且由于内置 Modbus, 不需要价格昂贵且布线麻烦的传统电缆。

ABB 新型开放内核传感器系列有助于在现有设施中增加分支电路监控功能, 无需关闭系统电源。通用 CMS 适配器可以将设备简单地插入任何 MCB 中, 从而节省了时间和成本。与其他配电和监控系统相比, CMS 和 SMISSLINE TP 可以节省多达 50% 的空间。

由于数据使用端到端加密 SNMPv3 通信协议传输 (通常传输到数据中心基础设施管理系统 (DCIM)), 因而可以确保数据完整性和网络安全性。

通过与 SMISSLINE 组合并利用 SNMPv3 的功能, CMS 提供了一种基础设施数据收集方法, 不仅安全而且可以优化能源使用, 并尽可能充分利用数据中心资产。灵活的架构以及易于安装和维护的特点完善了这些产品的优势, 可确保数据中心运营商从其资本投资中获得最佳绩效, 并保持可恢复性和可用性。●

01 ABB CMS-700 控制单元, 可聚合来自 CMS 的电流读数和电能质量值, 以创建能耗数据并生成任何必要的报警。图中右侧为相关传感器。



—
01 ABB Megaflex DPA
UPS。图示为 1.5 MW
配置。



01

MegaFlex — 高效且可恢复的大功率数据中心 UPS

ABB 新型 MegaFlex 不间断电源 (UPS) 面向具有大功率需求的应用，例如数据中心。MegaFlex 不仅简单、紧凑、可恢复，而且提供出色的可用性、可靠性和效率，是所有 ABB 电源保护产品中的标志性产品。

全球数据中心每一天每一分钟增加的数据量十分惊人。海量数据必须得到安全、快速存储，并且必须能够全天候地以尽可能快的速度检索到，

数据中心通常无法提供某些客户所需的复制能力、数据流量、可靠性和可恢复性。

数据中心需求

数据中心运营商有很多共同需求，其中最重要的是：

- 业务连续性和零停机时间：所有系统都必须能够持续运行，无论基础设施侧发生什么，都不能降低负载。这是为了确保安全的数据事务、存储和恢复。数据中心停机造成数万至数十万美元损失的情况很常见，而造成数十万美元损失的情况亦不罕见。
- 通过提高效率来减少投资和运营成本：更高的效率不仅减少了能源损耗和运营成本，而且消除了购买高性能温度调节系统所需的资本投资。此类投资会对前期投资产生深远影响。

—
在数据中心数量和规模增长的同时，还将逐步转向云端、混合和分布式数据中心。



Diana Garcia
ABB 电源保护
瑞士巴登

diana.garcia@
ch.abb.com

以便可以在日常使用的众多应用程序之一中加以利用。这一新时代的到来是数据中心在全球范围内激增的原因。数据中心数量和规模的增长还伴随有另一种趋势：逐步转向云端、混合和分布式数据中心的复杂世界。单个独立

数据中心必须以完全安全、可靠的方式存储数据。因此，向数据中心提供不间断优质电源的能力至关重要。数据中心一旦发生停机，最常见的原因就是电源问题。

ABB 是 UPS 技术的市场领导者，这项技术可确保电源在任何情况下都能保持通畅。公司在现代 UPS 设计中率先提出了很多先进概念，例如分布式并行架构 (DPA™)。

对 ABB 来说，DPA 起到了很大作用：功率需求增加的用户只需添加模块即可达到几兆瓦的功率。但是，随着更大规模的数据中心对 UPS 的功率需求提高到 30 或 40 MW，出现了对 UPS 的新需求：基本功率至少为 1 MW 且可以扩展或配置，以适应需要最高 6 MW 的应用。五个该等设施就可以满足 30 MW 数据中心的能源需求。

此外，随着数据中心发展成为更密集、可扩展、网络化和融合程度更高的大型设施，运营成本可能会

—
客户寻求高效、可扩展、灵活且易于安装和维护的配电解决方案。

增加。合理地选择 UPS 和相关电力基础设施将有助于控制这些成本。

其他考虑因素包括从独立数据中心转向分布式设施、全局流量管理、关键数据复制、虚拟存储、云计算和其他一些复杂因素。这种演变对可恢复性提出了新要求，引发了新的思考，灵活且易于安装和维护的配电解决方案。

为了满足这些不断变化的客户需求，ABB 针对 UL 和 IEC 市场开发了 MegaFlex UPS →01。



02a



02b



02c



03



04

—
02 数据中心的空间通常有限, 因此, MegaFlex DPA UPS 的灵活性在布局时就显得格外重要。

02a 1,000 kW 系统, 带四个电源模块, 连接框架位于左侧。

02b 1,000 kW 系统, 带四个电源模块, 连接框架位于右侧。

02c 1,500 kW 系统, 带四个电源模块, 连接框架位于中间。

—
03 与 ABB DPA 500 UPS 解决方案相比, MegaFlex DPA 的占地面积缩小了约 45%。

—
04 操作员可以通过 HMI 查看整个系统的概览信息, 也可以通过网页访问这些信息。

ABB MegaFlex DPA IEC UPS

MegaFlex DPA 的设计概要包括以下基本宗旨:

- 开发、制造和销售适用于大型数据中心设施、额定功率为 1 MW、1.25 MW 或 1.5 MW 的高效 UPS。
- 依据 Uptime Institute 分类系统和 EN 50600 标准化配电架构。
- UPS 必须紧凑、高效节能、灵活、易于安装且维护需求必须可预测。

ABB 最终开发出一款无变压器式 UPS, 该 UPS 由 250 kW 电源模块、一个额定功率为 1,000 kW 或 1,500 kW 的中央静态旁路和一个额定功率为 1 MW 和 1.5 MW 的 I/O 连接框架组成。输入馈线可以为单线或双线 (选配)。MegaFlex DPA UPS 可以使用锂离子电池或阀控式铅酸 (VRLA) 电池作为外部蓄电池装置。反向馈电保护为标配功能。

—
可以选配 1,000 kW N+1 或 1250 kW N+1 的冗余电源。

此外, 还可以选配冗余电源: 1,000 kW N+1 或 1,250 kW N+1。首先发布的产品型号将配备分布式旁路开关, 可减小占用空间。

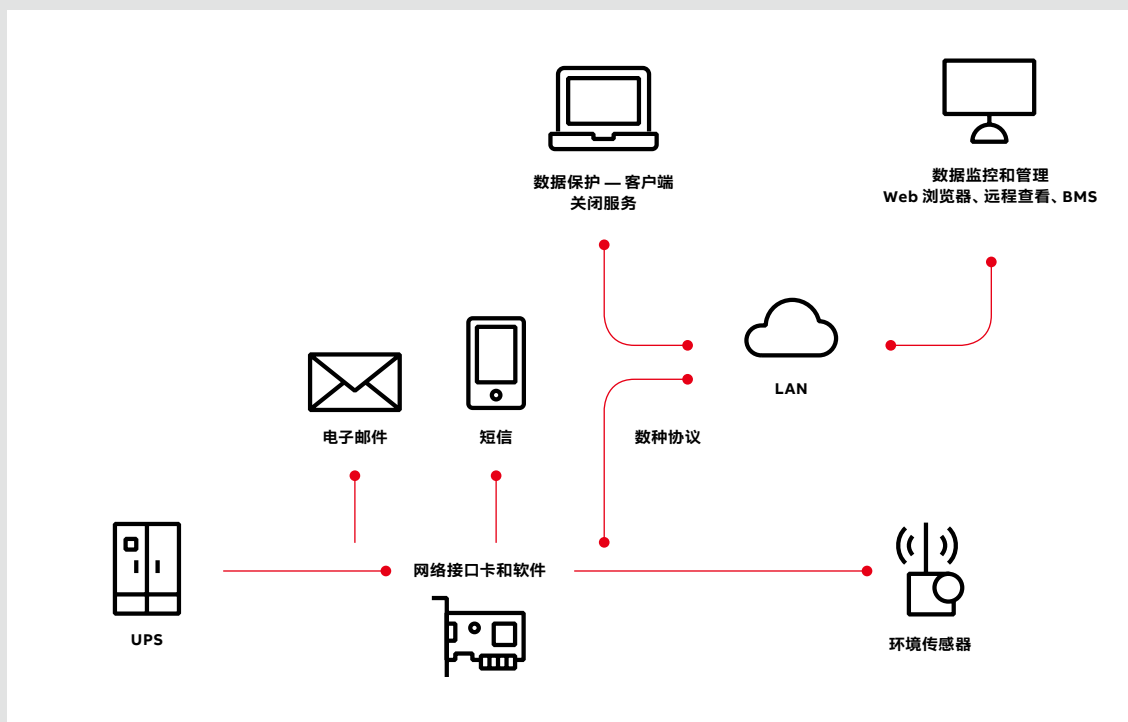
MegaFlex DPA 的其他重要特性包括:

- 高效转换器 — 在 VFI 模式 (参见下文) 下, 效率 > 97.4%。
- 优化组件布置时的占用空间和灵活性 → 02-03。
- 安装简单、安全、快速, 对建筑物基础设施具有高度适应性。
- 增强的功率测量功能, 可以为数据中心运营商提供全面信息, 从而可以跟踪能耗。
- 智能预测性维护程序, 可在整个产品生命周期内计划和减少维护。
- 增强的自诊断能力, 可最大程度减少维护和启动过程中的人为干预。
- 通过当地经过 ABB 培训的专业人员提供终生服务。

智能能源管理

由于大型数据中心会消耗大量能源, 因此能效是一个特别重要的主题。效率每提高一个百分点就可以节省大量成本。MegaFlex DPA 的默认工作模式是 VFI (电压与频率相互独立) 双重转换模式, 效率高达 97.4%。另外, 这款 UPS 产品还能以 VFD (电压与频率相关) ECO 模式运行, 实现 99% 的效率。

当 UPS 在容量不足的情况下运行时, 其能效会降低。以双转换模式运行时, ABB 的 Xtra VFI 工作模式是一种最小化损耗并



05

安全提高效率的智能方法。

当 MegaFlex DPA UPS 以 Xtra VFI 模式运行时，UPS 会根据负载功率需求自动调整活动模块的数量。不需要的模块将切换到备用就绪状态，一旦负载增加，则将转换回活动模式。当负载低于 UPS 系统

——
为了提高可靠性、延长使用寿命并均衡老化，系统会使模块轮流进入活动模式和备用模式。

全部容量的 25%（传统 UPS 系统发挥不佳时的一种工况）时，通过这种工作模式实现的效率提升尤其明显。转换方案参数可由用户执行配置。为了提高可靠性、延长使用寿命并均衡老化，系统会以固定间隔使模块轮流进入活动模式和备用模式。如果出现市电故障或其他

异常情况，所有模块将在几毫秒内恢复到活动模式。

控制和监测

MegaFlex DPA 的人机界面 (HMI) 可向操作员显示测量值、事件和报警（主要输入故障、电池状态、过热、过载、输入和输出保护状态等）以及 UPS 状态和主要组件状态 →04。测量和显示的参数还包括：

- 输入、输出以及电池电压和电流。
- 输出功率 kW/kVA。
- 主转换器和关键组件的温度监控信息。

此款产品通过用于选配通信板的两个插槽（例如 SNMP、Modbus TCP/IP 或 Modbus RS-485）实现连接。这些端口可将测量值和报警提供给电力监控系统 (EPMS)、楼宇管理系统 (BMS) 和数据中心基础设施管理 (DCIM) 系统，所有这些系统都通过局域网 (LAN) 等方式与 ABB Ability™ 数据中心自动化系统集成 →05。此款 UPS 还配备干式输入（用于远程关闭、发电机运行和外部开关设备）、I/O 干式接口、Castell 联锁功能，以及预配置（电池）温度传感器输入。

可恢复性

可恢复性是指整个电源结构防止发生故障以及从故障中快速完全恢复、甚至在设备或软件出现一定程度的故障时也能保持运行的能力。如果要保持可恢复性，就必须采用系统级方法，因为独立数据中心的概念已被新趋势所取代，例如：混合和分布式架构以及虚拟化等领域的发展；将数据从一个地理位置转移到另一个地理位置以利用更低能源价格的策略；以及在不同站点为超关键应用程序实时复制数据。

ABB 的 MegaFlex DPA UPS 和相关 ABB 配套基础设施（例如智能开关设备、智能传感器、基于云的预测维护算法、全企业和特定站点监控、变压器、智能传感器、短路隔离选择性等）可以帮助提供所需的高水平系统可恢复性。

为提升可恢复性而采取的措施还可能带来其他好处。例如，良好的监控策略可以产生预测性洞察，不仅可以发现组件更换需求（而不是在规定时间内后进行不必要的更换），而且可以在提升可用性的同时降低能耗。此外，还可以减少紧急维护并提升客户满意度。这种方法还允许对能耗和成本进行远程监控，从而可以更快、更轻松地实施能源管理策略。

可恢复性的另一个重要方面是方便维护并消除了人为失误。MegaFlex DPA UPS 在设计时重点考虑了这些因素。例如，可以使用平板车轻松地将模块柜移动到 UPS 位置，然后利用自带的滚轮轻松滑入工作位置 → 06。通过对接连接器进行连接，因此在此过程中不会发生布线故障。

预测性洞察可以发现组件更换需求，从而在降低能耗的同时提高可用性。

对于电源布线，顶部和底部都有接入口，机柜防护等级达 IP20。此外，风扇阵列安装在抽拉式抽屉中，便于检修。而且，还标配风扇故障检测和调速功能。最后，在需要更换风扇以及交流和直流滤波器等消耗件时，能够及时给出指示，因而提升了可靠性。总而言之，持续 UPS 监控、巧妙设计和智能诊断可以大大延长 UPS 的使用寿命。

MegaFlex DPA — 适用于未来数据中心的 UPS
大功率、易用性、高效率、可靠性、可用性和可恢复性是 ABB 大功率 MegaFlex DPA UPS 的几大特点。MegaFlex DPA 旨在与 ABB 的其余电力基础设施产品配套使用，以确保向数据中心持续提供清洁电力，并提供实现分布式、云或混合式方案的现代数据存储解决方案所需的全系统可恢复性。通过并联，MegaFlex DPA 可以提供高达 6 MW 的功率，因此这款 UPS 可以满足最苛刻数据中心“99.9999%”的要求。

最重要的是，MegaFlex DPA 让客户放心，利用市场上最好的电源保护技术为其电源提供保障。 •

—
05 MegaFlex DPA 连接性示例。

—
06 MegaFlex DPA。电源模块通过自带滚轮滑入，并使用对接连接器锁紧。



—

MNS-Up: 低压开关设备与模块化 UPS 组合

MNS-Up 产品将 ABB Conceptpower DPA 500 不间断电源 (UPS) 和 ABB MNS 开关柜与 Emax 2 断路器组合在一起。这种灵活的集成式产品具有诸多优势。

尽管数据中心市场在不断增长和变化，但对数据中心电气化的需求并无巨大差异。最主要的需求包括：

- 电力可用性，因为数据中心业务的性质意味着非计划停机是不可接受的。
- 减小占用空间，增大 IT 设备可用空间。
- 使电源灵活适应不断变化的需求。
- 缩短安装时间，采用“按需付费”方式，方便快速扩展电源。

为了满足这些要求，ABB 推出了 MNS-Up。MNS-Up 将 ABB MNS 低压开关设备和 ABB Conceptpower DPA 500 模块化 UPS 整合到一个产品中，这意味着电源基础设施的很大一部分

—

MNS-Up 将 ABB MNS 低压开关设备和 ABB Conceptpower DPA 500 模块化 UPS 整合到一个产品中。

可以作为一个集成单元安装 →01。

ABB 电气化业务的核心是 MNS 开关设备平台，该平台已经过 40 多年的演进。MNS 的设计充分利用了 ABB 的各种技术，包括自动化产品、断路器、开关、控制产品、连接技术、保护和接线管理。



Alberto Carini
ABB 电气化、配电解决方案
意大利达尔米内

alberto.carini@
it.abb.com





02

—
01 MNS-Up 将 ABB MNS 低压开关设备、Emax 2 断路器和 ABB Concept-power DPA 500 模块化 UPS 整合为一个集成产品。

—
02 无需断电即可拆除或添加 DPA 500 UPS 模块。

MNS-Up 集成了 UPS 和开关设备，是 MNS 系列中适用于关键电源应用的一个型号。对于 500 kW 装机容量，与传统产品相比，MNS-Up 可以节省多达 10% 的空间；对于 2 MW 或更高的装机容量，

—
对于 DPA 500，每个 100 kW UPS 模块包含整个系统运行所需的所有硬件和软件。

可节省多达 30% 的空间。MNS-Up 提供所有的开关柜馈线（例如，网络进线、发电机进线和母线联络线）以及线路起动器、电动机起动器和模块化电容器组。

DPA 500 UPS 模块位于专门区域中，但母线系统与开关柜相同。这种直接耦合是制造单一集成式产品的关键因素。MNS 标准母线系统的使用还保证了最大的布局灵活性，允许将 UPS 各部分设在整个布局的中间或两侧。

UPS 模块和母线之间的连接是 MNS-Up 的一部分，

因此已在工厂内完成并经过测试，消除了在使用电缆或母线槽连接开关柜和 UPS 时现场工作造成麻烦的可能性（传统解决方案有时可能出现这种情况）。

为了最大程度地提高可扩展性并减少所需备件数量，仅使用一种规格的 UPS 模块 (100 kW)。每个部分最多可容纳五个模块，通过并联六个部分，可实现 3 MVA 的总功率容量。

对于 DPA 500，每个 100 kW UPS 模块包含整个系统运行所需的所有硬件和软件，从而消除了潜在的单点故障。无需关闭电源即可更换模块，简化维护和更换 →02。

即使每个 UPS 模块都有自己的旁路，开关设备仍配有一个中央旁路，该旁路为维护操作期间可能接受检修的所有 UPS 部分通用。为了最大程度地提高开关设备和 UPS 的集成度，此旁路被设置在标配开关设备母线联络线中，在 UPS 模块的输入和输出母线之间建立直接连接。

即使在招标阶段，MNS-Up 单一产品方案的优势也显而易见：客户仅需一个采购程序，而不是两个（开关柜和 UPS），而且优势一直持续到测试阶段，在该阶段中，工厂验收测试合并了开关设备和 UPS 测试程序，节省了时间和成本。

MNS-Up 的优势并不止于产品交付和安装：对数据中心运营商来说，低总拥有成本所带来的好处将贯穿于产品的整个生命周期。此外，常规解决方案对于开关设备和 UPS 具有不同的预期寿命（分别为 30 年和 12-15 年），并且在 UPS 寿命终止时，还必须检查并可能需要更新两者的互连。对于 MNS-Up，这些互连是开关柜的固有部分，可以保证 30 年寿命。因此，与传统解决方案相比，使用寿命终止时的 UPS 更换不仅速度更快，而且更具成本效益。 •

—

中压不间断电源

大型数据中心需要一种能以非常可靠和高效的方式提供可观电力的电源保护方案。中压 (MV) 级电源保护和配电方式提供了理想的解决方案。

数据中心行业的持续增长，特别是在超大规模领域，导致了数据中心设施的电力需求急剧增加。这种趋势正在推动新战略的实施，

—
无论存在什么样的输入电源干扰，都能适当地调节输出电压。

以实现客户对更高效率、更高可用性和最少维护量的需求，以及对不断减少资本投资的持续需求。考虑所有因素之后，保护大型关键电力设施的下一步自然就是中压系统。

ABB PCS120 中压不间断电源 (UPS) 基于革命性阻抗 (Z) 隔离式静态转换器 (ZISC) 架构，是 ABB 中压产品组合中的最新产品，也是用于数兆瓦电源的代表性下一代 MV UPS 保护产品 →01。

此款 UPS 的高性能逆变器采用 ABB 专有电力电子技术设计，通过与 ZISC 架构相组合，可确保无论输入电源受到什么干扰，都可以调节输出电压。PCS120 MV UPS 提供持续调节、滤波的电源。

为了最大程度地提高可扩展性和减少备件，PCS120 MV UPS 系统采用 UPS 模块构建，每个模块的额定功率为 2,250 kVA。最多可将 10 个这样的模块并联成所谓的“硬并联”配置，从而提供 22.5 MVA 的功率，



Domagoj Talapko
ABB 智能电源
新西兰纳皮尔

domagoj.talapko@
hr.abb.com





02

—
01 PCS120 MV UPS。

—
02 以中压运行
时, PCS120 MV 能以较低
总成本为大型数据中心提
供电源保护。

还能以环形总线配置部署 20 个模块, 以提供 45 MVA 功率。

PCS120 MV UPS 旨在满足大型数据中心的典型要求:

最大可用性

PCS120 MV UPS 确保长正常运行时间, 这要归功于可靠的中压设计方案, 这种方案可通过单一模块、更少的开关设备以及模块化设计

—
PCS 120 MV UPS 的灵活性使其能够容纳数种常见数据中心架构。

(即便两个转换器失效也无需自动转换为旁路模式) 提供大功率水平。风扇和开关式电源的其他内部冗余进一步提高了系统可用性。

对于大型并联或环形总线系统, 如果系统设计者在系统中包括了冗余模块, 则可以在维护模块的同时保持系统连通并充分保护负载, 从而进一步提高系统可用性。

高性能

PCS120 MV UPS 提供符合 IEC62040-3 1 类的清洁输出电压, 还可以提供高故障电流 (最高可达标称电流的五倍), 以保护下游设备和清除故障。

高性能

PCS120 MV UPS 在 50% 到满载的负载范围内能达到同类产品中领先的 98% 效率, 而在 25% 至 50% 的负载下, 效率也达到 96% 以上。低空载损耗和模块化设计可确保效率曲线接近平缓, 允许在第一天就安装最大可预见的容量, 同时在初始负载较低时, 还能最大程度地减少能源浪费。

运营成本效益

由于电源保护处于中压水平, 因此在较高电压下, 电流和电气损耗较低, 而且电缆还能更细, 从而降低了设施建造和运营成本 → 02. 可以将中压 UPS 安装在价格较便宜的物业内, 例如在电气间或变电站中, 远离负载。此外, 由于中压需要的基础设施更少, 因此可靠性得到了本质上的提高。

大功率应用中的灵活性和可扩展性

PCS120 MV UPS 的灵活性使其可以容纳数种通用数据中心架构, 例如“分布式冗余”、

—
03 对电网的电源支持。

03a 正常运行模式下的电力潮流。

03b 使用电网支持功能时的电力潮流。

“共享式冗余”或“catcher”。除了上述以外，还有硬并联和环形总线配置。利用硬并联模式下的 22.5 MVA 配置组为使用已知架构提供了新的视角，而且由于该架构支持大型备用系统（例如柴油或燃气发电机），因此可以显著提高功率水平。

室内和室外 PCS120 MV 解决方案以及多种蓄能选项（从几秒钟到几分钟不等）都可实现。

电网支持功能

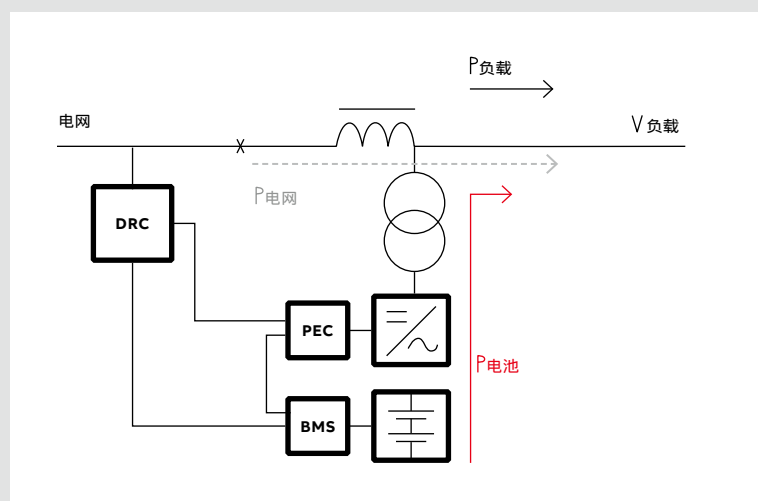
随着可再生能源发电的兴起，UPS 设备除了提供负载保护这一主要任务外，

还具有提供电网支持功能的潜力。

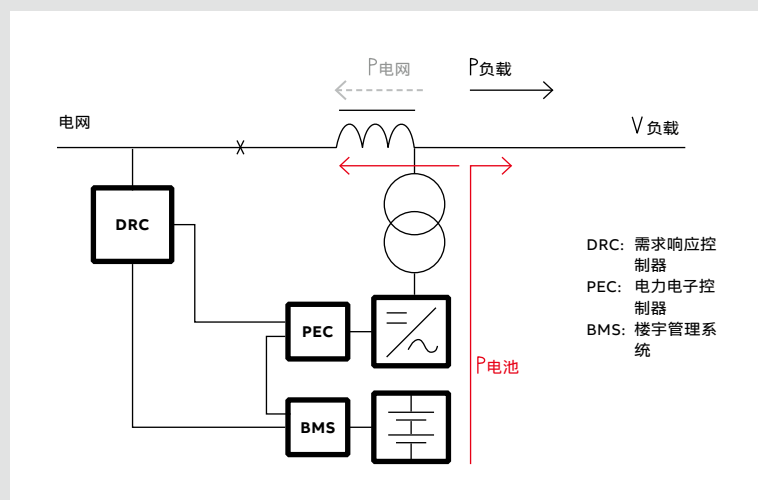
大型数据中心由于其冗余设计和电池系统而具有相当大的闲置发电能力。这类基础设施可以通过诸如需求管理和频率调节之类的电网支持服务来创造收入流，并可以通过帮助当地社区摆脱缺电困境来更好地履行企业的社会责任。

除了作为负载保护系统的核心用途之外，ABB PCS120 MV UPS ZISC 拓扑还非常适合在网络稳定性受到威胁时，根据外部电站控制器的要求将有效功率注入电网或从电网吸收功率。在需要时，

—
对于需要数兆瓦级电源保护的数据中心，PCS 120 MV UPS 是理想解决方案。



03a



03b

PCS120 MV UPS 将转为向数据中心的关键负载供电，因而减小电网负荷，使其恢复。如果所需功率释放会造成关键负载供电不足，则 UPS 将支持满载，并向电网注入任何剩余的容量，即：注入电网的最大可用功率为 PCS120 MV UPS 系统额定功率减去所需负载功率 → 03。

PCS120 的模块化设计可实现无与伦比的可维护性和冗余性，同时最大限度地延长正常运行时间。对于需要数兆瓦级电源保护的数据中心，PCS120 MV UPS 是理想解决方案，而且这款 UPS 涵盖了数据中心在产品 20 年使用寿命期间所需要的各个因素，最大限度地减少了维护，并实现了效率的最大化和总拥有成本的最佳化。•

—
01 外部协作已成为 ABB 的一项基本活动。FlexeGRAPH 就是在协作下成立的一家合资企业，其创新纳米流体将改变液体制冷方式。

01

数据中心纳米流体制冷

与有前景的初创企业合作将与 ABB 内部研发互补。位于澳大利亚的 FlexeGRAPH 就是这样一家初创企业，其创新的纳米流体将为数据中心带来全新制冷方式。

ABB 的创新增长中心 SynerLeap 帮助初创企业在全球市场上加速发展和扩张。SynerLeap 提供接触 ABB 网络、客户和技术的独一无二途径，并提供行业指导，以支持初创企业取得飞跃发展。通过 SynerLeap，

达到了目标，其中一半促成了加强合作。”位于澳大利亚的 FlexeGRAPH 就是这样一家初创企业，其创新的纳米流体将为数据中心带来全新制冷方式 →01。



Peter Löfgren
SynerLeap
ABB 技术风险投资部
瑞典韦斯特罗斯

peter.lofgren@
se.abb.com

—
FlexeGRAPH 开发出一种可用于高级制冷应用的石墨烯增强纳米流体。

ABB 合作参与了从工业概念验证项目到客户业务项目的 100 多个创业项目。SynerLeap CEO Peter Löfgren 表示：“顶尖的工业初创企业与 ABB 之间的合作在加速创新、功能扩展和新产品方面释放了很多价值。简而言之，创新、协作和速度是关键支柱，并且项目成果也非常不错：在已完成的项目中，有 95% 都

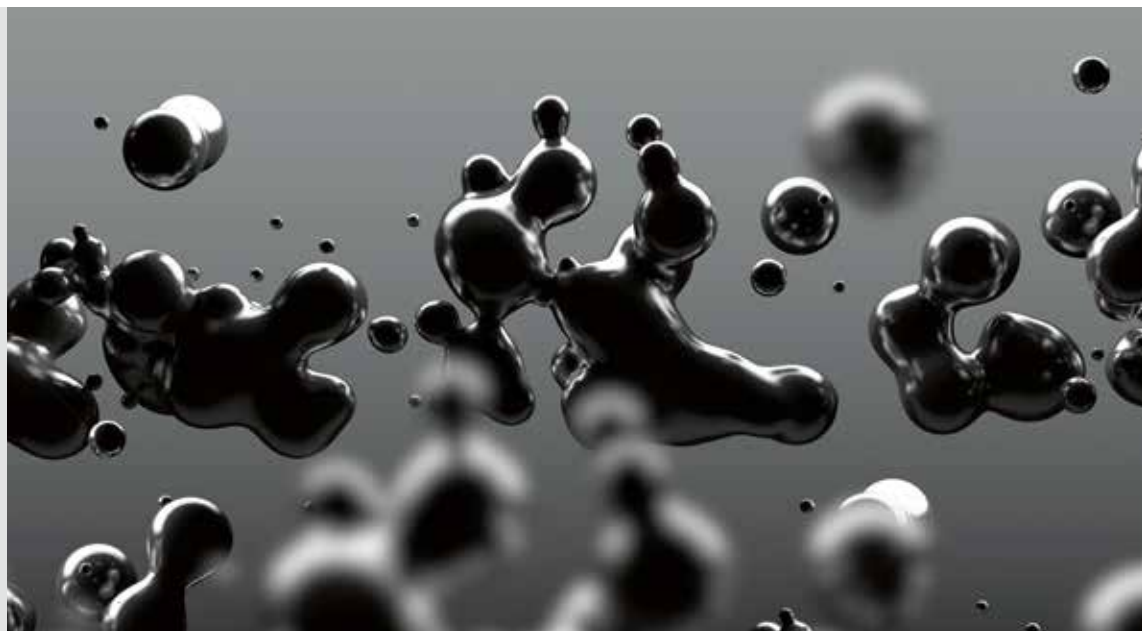
FlexeGRAPH：增强制冷的革命性材料

FlexeGRAPH 是 2015 年成立的一家衍生公司，诞生自位于澳大利亚堪培拉的澳大利亚国立大学。该公司开发出一种可用于高级制冷应用的石墨烯增强纳米流体。悬浮石墨烯颗粒所具有的导热性是水的 10,000 倍，因此，与在很多行业中应用的标准液体冷却液相比，导热性有了大幅提高。其发展聚焦于两个关键领域：

- 电动汽车及其电池和充电基础设施。
- 高温会限制性能的电气系统的制冷，包括大功率高压直流系统、5G、边缘计算应用以及数据中心的液体制冷计算应用。



Shannon Notley
FlexeGRAPH
澳大利亚堪培拉



材料性质

石墨烯以其高导热性而闻名，但以前，由于结块和沉淀原因，一直未能成功地将石墨烯在流体中分散。FlexeGRAPH 开发了一种创新技术来使石墨烯悬浮，使冷却液具有石墨烯的高热容量。

与传统冷却液相比，石墨烯冷却液在防止腐蚀和沉淀方面具有竞争优势。例如，用于汽车发动机的传统冷却液添加了十几种成分来防止腐蚀、微生物和藻类生长以及由于压力和温度变化而导致的性能退化。FlexeGRAPH 经过广泛测试，确保其冷却液也可以防止这些影响，不会降低制冷性能，而且这种冷却液对环境的影响要小得多。

测试还表明，该产品性质稳定，不会发生结块或沉淀。在静态环境下，五年后观察到 98% 的颗粒仍均匀分布。同一时期内，在泵送系统中几乎没有观察到沉淀。这种出色的性能部分归结于 FlexeGRAPH 流体中石墨烯颗粒的

微小尺寸。为了最大程度地发挥产品优势，FlexeGRAPH 面向工作温度等于或高于 35°C 的应用。

材料性质

FlexeGRAPH 还与一级方程式赛车 (F1) 和印地赛车制造商合作进行了测试。赛车制造商面临着最大程度提高发动机性能的挑战，但受到大功率发动机产热量的限制，因此赛车领域为该流体提供了理想的测试平台。在高性能发动机中，工作温度即使升高十分之几度也会

——
与传统冷却液相比，石墨烯冷却液在防止腐蚀和沉淀方面具有竞争优势。

对性能产生重大的积极影响。用 FlexeGRAPH 石墨烯纳米流体代替现有冷却液后，制冷性能得到了提升→02。通过对系统进行重新设计，

02



—
02 FlexeGRAPH 的纳米流体提升了赛车性能。

—
03 石墨烯纳米流体适用于制冷从小型到大型的数据中心。



03

例如减轻重量和减小气动型面，这种提升可实现更高的发动机输出或其他性能优势。

数据中心制冷系统

数据中心是 FlexeGRAPH 的绝佳应用领域。随着数据中心行业的持续增长，其制冷需求和能源消耗也在不断增长。在普通数据中心的能源消耗中，

—
FlexeGRAPH 纳米流体可以为建在大都市区的小型数据中心提供高制冷能力。

制冷占据 30% 以上[1] → 03。FlexeGRAPH 更高的热容量意味着数据中心所有者可以使用更少的能源和更简单的基础设施来为相同的服务器散热。

和赛车领域一样，更强的制冷能力还可以促成系统重新设计，从而带来其他好处。例如，在使用后门热交换器的制冷系统中，可以提高服务器计算密度，进而能够实现很多

新兴 AI 应用所需的高计算能力。同样地，如今 5G 的大规模扩展将在高房价的都市区推动对小规模紧凑型数据中心的需求。而 FlexeGRAPH 正好能以较小的占用空间提供高制冷能力。

石墨烯是制冷领域的未来吗？

FlexeGRAPH 产品可应用于使用定制冷却系统的任何地方。随着 FlexeGRAPH 扩展到新应用领域中，必须进行测试和某种程度的定制，以确保兼容性、优化和符合特定地区和应用领域的法规或要求。在已经过 FlexeGRAPH 产品测试的市场中，这种定制和测试相对容易进行，从而为大量节省制冷成本创造了机会。 •

参考文献

[1] Vxchnge, "How to Improve Data Center Power Consumption & Energy Efficiency."
来源: <https://www.vxchnge.com/blog/power-hungry-the-growing-energy-demands-of-data-centers>。[访问日期: 2020 年 3 月 23 日。]



01

应用实例：数据中心电源转换解决方案

为了使数据中心保持正常运行，必须提供可靠的冗余电源。为此，最常见的数据中心设计会包括两个用于 IT 和机械负载的冗余电源。接通和关断备用电源是一项关键任务。

大约有三分之一的 N+1 架构数据中心（即在发生故障时有一个备用模块）每年至少发生一次停机，平均每次估计产生 90 万

ABB TruONE ATS 是全球首款真正意义上的 ATS，将所有必要的传感器、控制器、交换机和操作界面集成为一个易于安装的设备，不仅简化了安装并显著缩短了安装时间，而且最大限度地提高了 ATS 的可靠性 →01。

Emax 2 和 TruONE 组合的完全集成和灵活特性提供了高度可靠的 ATS。

TruONE ATS 具有与 ABB Emax 2 智能空气断路器相同的用户界面和软件环境，因此可以利用 Emax 2 的高短路性能来提供紧凑而可靠的解决方案。Emax 2 及其智能保护单元首次将保护功能和自动转换开关可编程逻辑集成到单一设备中。

Emax 2 断路器一般作为输入电源保护设备安装在主配电板上。Emax 2vs 配备了嵌入式 ATS 功能，例如，延迟转换

美元的成本。造成停机的最常见原因是数据中心内部电源故障，占到了总停机次数的三分之一。发生断电时，需要可靠的自动转换开关 (ATS) 将 IT 负载和冷却系统的电源转换到备用电源。



Aleksandar Grbic
ABB 智能电源
意大利贝加莫

aleksandar.grbic@
it.abb.com

— 01 TruONE ATS 是全球首款真正意义上的 ATS，将所有必要的传感器、控制器、交换机和操作界面集成为一个易于安装的设备，其有助于增强保护，并使安装更简单、更可靠、更快速。

— 02 嵌入式 ATS 解决方案的优势。

— 03 制冷机解决方案：将 TruONE ATS 安装在制冷控制面板内，可以在断电时保持所需的制冷能力。

— 04 此例显示了冗余数据中心典型配电设计，该设施的总输入功率为 1 MW，IT 负载为 550 kW。

TruONE ATS 是首款将所有必要传感器、控制器、交换机和操作界面集成为一个易安装设备的解决方案

（在 IEC 市场中称为“开路转换”）、Main-Gen 等，以在主电源发生故障时管理自动转换。

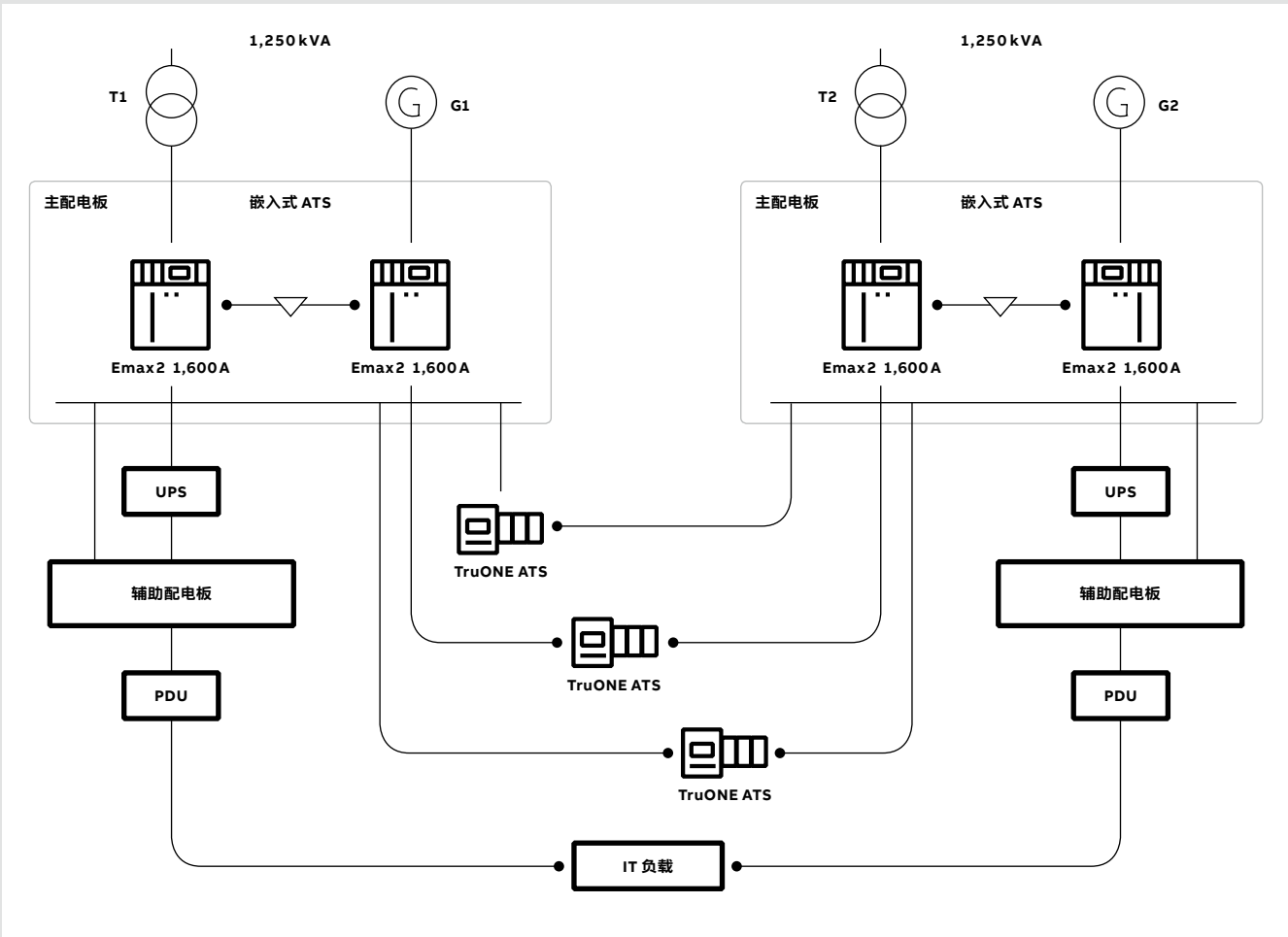
Emax 2 和 TruONE 组合的完全集成和灵活特性提供了高度可靠的 ATS，适用于要求最严苛的数据中心应用 →02-04。 •

特性	优势
完全集成式解决方案，无需外部设备	可在电源开关板上节省多达 30% 的空间
即插即用，有现成应用模板	预计可为 ATS 工程节省 95% 的时间和成本
自动诊断所有连接	潜在故障点更少，增强了可靠性

02

特性	优势
一体化解决方案，包含带可拆卸式 HMI 的控制器	安装时间缩短 80%
自动调试功能和预制配置文件	编程时间缩短 80%，降低了人为错误风险
预测性维护和可快速更换的关键模块	大幅缩短停机时间并降低检修成本

03



04

— 安全可靠的瞬态保护变压器

根据系统特性，开关中压 (MV) 速动断路器可能会产生快速瞬态过电压，从而损坏变压器。通过在变压器绕组上布置压敏电阻，可以消除此种瞬态及相关影响 →01.



01



Joel A. Kern
ABB 变压器
美国北卡罗来纳州罗利

joel.a.kern@us.abb.com

最令数据中心经理生畏的任务之一就是数据中心电气网络的开关操作。根据系统特性，中压速动断路器（真空或气体绝缘式）的开关操作会在整个系统设备中产生快速瞬态过电压，从而破坏电气绝缘，而且随着时间的流逝可能会导致故障。这些故障通常在现场无法修复，因而会导致长时间停机。

复杂问题

配电级开关瞬态的问题可以追溯到 20 世纪 90 年代初真空断路器技术出现之时。真空下中断电流的能力是电气网络设计的一大进步，

因为这样可以安全地中断更高的电流，而且比空气断路器要快得多。但是直到十年后，才发现这种新的电流截断方式会使网络电磁设备承受极高的瞬态电压。随后在配电变压器、控制和测量变压器以及电机中发现了新的故障模式。通过更深入的研究，发现开关瞬态已成为设备在典型运行期间可能遭受的最严重电压应力。

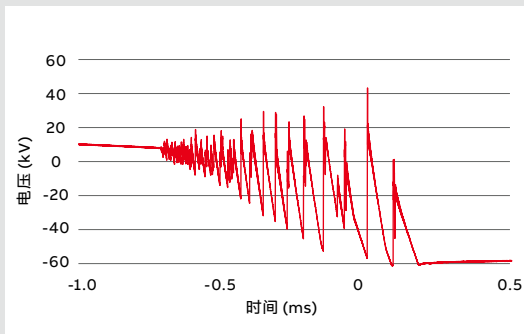
所有断路器都会在自然电流过零之前以一定的幅度中断电流，该幅度称为“电流截断

—
01 为配电变压器设计的 TVP 战略性地将压敏电阻沿变压器绕组布置, 以限制断路器内部可能发生的重燃或变压器内部谐波共振产生的放大电压所引起的瞬态过电压。

—
02 在单次开关事件中, 无保护的配电变压器会发生多次重燃, 并产生瞬态电压。如果经常经历这些瞬态, 会导致绝缘故障。

—
03 在配电变压器接线端子处捕获的谐波共振。

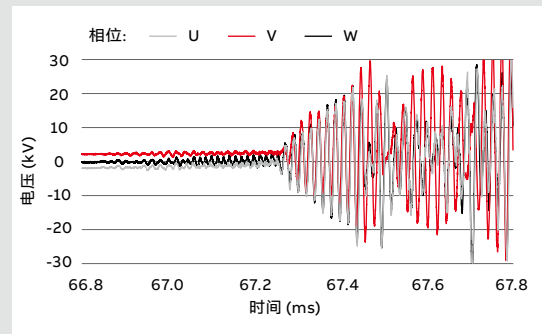
—
04 配备绕组压敏电阻 (红框部分) 和传统电涌放电器 (红色虚线部分) 的干式配电变压器。



02

电平”。当电流被截断时, 磁能将被困在断路器负载侧电感中, 并在那里产生在电容和电感之间循环的电流。这种电流会产生瞬态过电压。断路器上游的电势与这些瞬态过电压之间的差值被称为瞬态恢复电压 (TRV)。如果在截断电流时断路器触头彼此之间的距离不够远, 则 TRV 可能会导致断路器触头重燃。此外, 如果 TRV 的升高速度快于断开的断路器触点的耐升压能力, 则可能发生多次重燃 →02。

此外, 断路器的所有三极并不会同时中断, 因而使这一问题更加严重。如果第一极中的电流



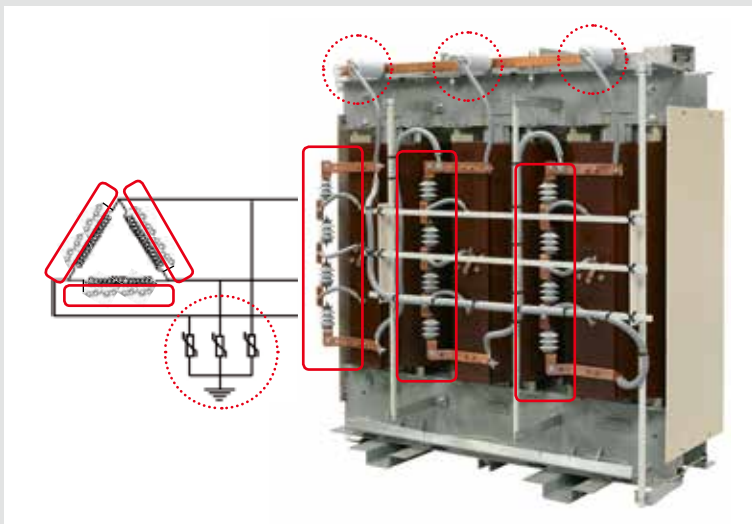
03

在其自然电流过零之前中断, 而电流会继续在其他两极中流动。如果先中断的一极发生重燃, 将产生高频振荡电流, 该电流也可能流过尚未中断的

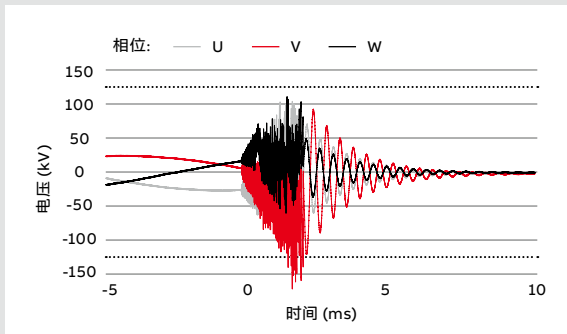
—
当电流被截断时, 磁能将被困在断路器负载侧电感中。

两极。高频电流的这种影响可能会导致其他两相中的电流过零以及灭弧。这种过零可被视为一种以比普通截断电平高很多的幅度截断电流的方式。该电平可能接近负载电流峰值, 被称为“虚拟电流截断”。出现这种情况的原因是真空断路器具有中断高频电流的独特能力, 并且可能会产生幅度高很多的过电压。

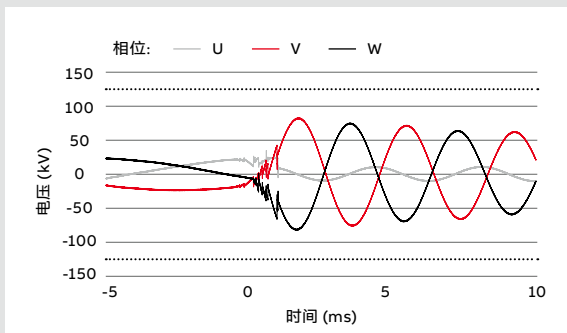
最后一项挑战是受困的电流在断路器负载侧电容和电感之间循环。这些电流会在磁性设备中以高扫频 (MHz 级) 振荡。配电变压器的典型固有频率在 30 到 40 kHz 之间。由于受困的循环电流扫过频率, 因此可能会激发设备内部的固有频率, 从而由于谐波共振而引起电压放大 →03。



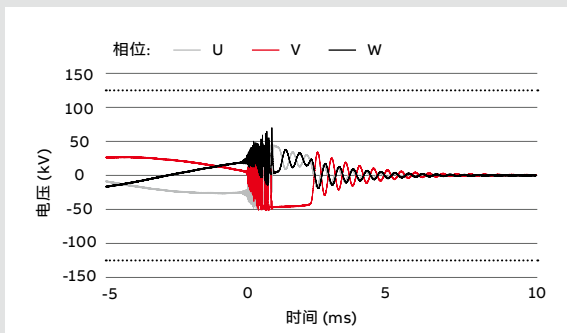
04



05a



05b



05c

简易解决方案

为了满足对可靠调试和负载组开关操作（在数据中心很常见）的需求，ABB 针对可以与速动断路器一起安全运行的变压器开发了一款解决方案。ABB 在瑞典韦斯特罗斯的 20kV 配电网络测试实验室内对很多现有解决方案进行了评估。ABB 发现所有现有解决方案（例如阻容缓冲电路、中压扼流圈、电涌放电器和变压器增强）都不足以控制开关操作期间的峰值电压和/或无法防止谐波共振引起的电压放大。有些解决方案还增加了负担，因为首先要进行系统研究才能得出正确设计。

通过 10 多年来对现有和新型解决方案进行测试所获得的深刻见解，ABB 工程师能够通过一种简单的技术（绕组压敏电阻）解决网络开关带来的电压应力。ABB 针对配电变压器的 Transient Voltage Protection™ (TVP™) 战略性地

绕组压敏电阻用作提供二次电流路径的泄压阀。

将压敏电阻沿变压器绕组布置，以限制断路器内部可能发生的重燃或变压器内部谐波共振产生的放大电压所引起的瞬态过电压 → 01, 04。

绕组压敏电阻将用作提供二次电流路径的泄压阀，防止绕组内的峰值电压达到能破坏变压器绝缘的水平 → 05。结合先进的绕组设计，TVP 技术可控制可能出现的峰值电压，无需进行昂贵的系统研究或了解所连接系统的特性。而且，由于压敏电阻为快速瞬态提供了二次路径，因此它们可以保护断路器同侧的所有其他磁性设备。

将 TVP 与干式变压器组合使用还可以消除其他潜在灾难性故障模式（例如火灾、爆炸或环境污染物泄漏），因为已不再需要用于介电绝缘和冷却的液体，这使该解决方案成为配电网络最安全的转换方式。此外，还消除了液体电容器（在阻容缓冲电路内部）发生故障的风险。由于能提供这些附加的安全功能，配备 TVP 的干式变压器不仅消除了开关故障模式，而且提供了最安全的配电变压形式 → 06。



06

—
05 变压器开关保护方式对比。

05a 网络开关期间不受保护的配电变压器。

05b 配备紧耦合阻容缓冲电路的配电变压器。

05c 配备 ABB TVP 的配电变压器。

—
06 ABB 工厂内安装在新变压器上的 TVP。

安全性之未来

提供安全网络配电的下一步不仅是保护系统免受有害事件（例如开关瞬态）的影响，而且要在潜在故障事件发生之前

—
变压器自行监控电压、电流、温度、压力和气候。

识别风险等级。数字化的进步使网络管理员能够识别潜在问题区域并采取行动，以免造成重大损失。

ABB TXpert™ 等数字变压器配备先进监控和分析功能，可针对发展缓慢或快速的网络问题向管理员提供警戒信息。变压器自行监控电压、电流、温度、压力和气候，

并将这些信号转换为电能质量评估（一种衡量变压器已消耗寿命和维护需求的手段）。所有处理均在变压器或边缘网络中完成，以实现最快、最安全的响应。

此类数字功能为分析提供了支持，使网络管理员可以对变压器进行视情维护，并提高资产寿命消耗情况的可预测性。最终目标是使网络管理员对其系统的功能充满信心，消除将来例行停机需求。 •

参考文献

[1] E. Lindell and L. Liljestrand, "Effect of different types of overvoltage protective devices against vacuum circuit-breaker-induced transients in cable systems," IEEE Xplore, volume 31, issue 4, pp. 1571-1579, 2015.



专业术语解释

5G

5G 几乎是挂在每个人嘴边的一个专业术语。这项新技术将带来众多好处，但具体是哪些方面呢？5G 是否仅仅是比 4G 快一点？不，绝对不是。实际上，很难夸大 5G 对 ABB 所涉行业的影响。



Dirk Schulz
ABB 集团研究中心
德国拉登堡

dirk.schulz@de.abb.com

随着世界越来越依赖于连接性和数据交换，通信行业正致力于提供一种全新的无线网络：5G，即第五代移动通信技术。例如，5G 具有可以几乎同时为很多设备服务的能力（甚至可以在一个物理基础设施上运行用于自动驾驶、语音和工业应用的不同逻辑网络），是各行业数字化转型的关键要素。

为了适应当前的数字化大趋势，需要这种性能提升。除了 5G 的消费者应用外，这项技术对于希望通过更深层次地整合价值网络、运营流程和生产设备来提高竞争力的垂直行业至关重要。如今比以往任何时候都期望利用自动化系统来实现灵活性、提高生产率和降低所有者的运营风险。5G 性能的三个关键因素使其能够做到这一点：

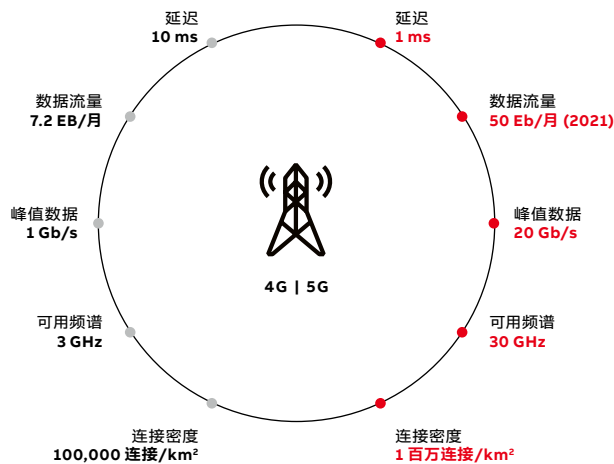
- 增强型移动宽带 (eMBB) 比 4G 带宽增加了一个数量级，非常适合高清 (HD) 视频流或增强现实 (AR)。
- 超可靠的低延迟通信 (URLLC) 减少了延迟，并增强了

通信可靠性。URLLC 针对过程和安全关键型应用，例如闭环过程和运动控制、安全通信以及使用自动导引车 (AGV) 的自动化物流。

- 海量机器类通信 (mMTC) 旨在将特定区域中的设备数量增加几个数量级。5G 的这一因素主要针对数据速率低但空间密度高的传感器应用。

实际上，各种应用需要这些性能特点的组合。例如增强现实内容的流式传输，这种应用既需要高带宽来获取内容本身，又需要低延迟以防止运动滞后 — 如果头部运动和 AR 图像之间的延迟太大，则该技术将无法在实践中使用。同样，闭环控制应用需要高密度传感器和高可靠性（但数据速率相当低）。

除了上述协议性能的改善外，5G 移动生态系统还提供了自动化工业系统的可扩展性，应用程序之间的网络共享（例如，自动驾驶和自动工厂可以共享 5G 网络）以及广域精确时间同步。5G 将整合



01

— 01 5G 的性能大约是 4G 的 10 倍。5G 可以满足垂直行业对数字生态系统的需求，从配电到通过设备、工厂、公用事业设施、道路、商业和住宅建筑实现自动化智能城市。

低功耗和低数据速率协议变型，这些变型将支持大幅提高的设备密度以及传感器、机器或生产模块的灵活定位。

5G 还有助于提高生产力。其具备可靠地添加和连接传感器而无需增加基础设施成本的能力，使人们对机器学习算法为了预测和预防系统停机和质量问题而可以使用的流程和产品有了更深入的了解。

让 5G 成为现实

5G 是一个复杂而多功能的通信生态系统，它融合了各种不同的无线技术、有线广域网、功能强大的计算机以及大量智能软件功能。5G 的性能远远超过了工业应用中的现有通信技术。

如今，移动技术已经成为众多 ABB 产品的一部分。为了率先把握 5G 带来的机遇，ABB 与世界领先的公司合作，推动 5G 的标准化、规范制定和技术发展。在这项工作中诞生的新产品将从根本上改变工业自动化。●

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》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。

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。

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

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》Segelhof-
strasse 1K
CH-5405 Baden-Daettwil
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 © 2020 ABB 瑞
士有限公司
瑞士巴登

印刷人

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
6850 Dornbirn/Austria

排版

Publik. Agentur für
Kommunikation GmbH
Ludwigshafen/Germany

插图

Konica Minolta
Marketing Services
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。

ISSN: 1013-3119

abb.com/abbreview

平板电脑版

《ABB 评论》平板电脑版（iOS 和 Android）已于 2018 年年底停止发布。建议平板电脑版读者替代使用 pdf 或网页版。
abb.com/abbreview





图片: Publik-Agentur für Kommunikation

订阅 和邮件提醒

不想错过任何一期《ABB 评论》？您可以注册电子邮件提醒服务，在线上发布新一期时提醒您，或直接将纸质版邮寄给您。

您可以在《ABB 评论》门户网站找到这些选项，也可访问最新文章选集以及当前和过去（最早到 1996 年）文章的全文检索文库（甚至可追溯至本杂志 1914 年创刊时的文章选集）。



www.abb.com/abbrevreview

