ABB

评论

ABB集团
技术刊物

愈来愈小型化的全封闭组合电器GIS 11
全季节应用的敞开式断路器AIS 16
专注于生态的战略布局 28
提升电压 37

特刊
高压产品

Power and productivity
for a better world™

日益增长的能源需求和对气候变化的关注，正显著地影响着发电、输电和配电。其结果是出现了更环保、灵活、交互和更智能的电网。ABB正在关注这些新的形势，然而，保证电网的可靠和有效仍然是公司根本任务中的核心。

高压产品在这里发挥了关键作用，因为其关键功能确保了安全的、可靠的、高效的电力传输。ABB高压产品为发电厂，输配电公司以及工业和商业基础设施领域提供支持，包括转换、保护和控制、提高效率并使损耗最小、确保电能质量和减轻对环境的影响等方面。

欢迎来到高压世界

6 **高压电力世界**
简史

产品组合的力量

11 **紧凑、可靠的开关**
更小，更有效和更简单的气体绝缘金属封闭开关设备

16 **加强电网可靠性**
空气绝缘开关设备和组件的演变

20 **挑战技术极限**
ABB是发电机出口断路器技术的市场领导者， 全球安装运行超过7000台

24 **协作的力量**
产品全生命周期的服务解决方案

不断发展的电网

28 **改善生态效能**
ABB以卓越高压技术迎接生态挑战

33 **优化电能质量**
用电容器和滤波器来消除无功功率和谐波

37 **提升标准**
特高压开关设备及组件

42 **移动的电力**
集成化，模块化和预装配式开关组合，并具有扩展功能的现代化高压变电站

回到未来

47 **开创性改变**
ABB如何在不断变化的高压电力世界里始终保持领先

高压产品

尤柯尔
ABB集团电力产品业务部总裁

吕伟地
ABB集团高压业务单元负责人

亲爱的读者，

ABB的高压产品可以追溯到一个多世纪之前、电网开始的时候。ASEA公司（ABB公司的前身之一）在1893年为世界上第一个商业化的三相交流电线工程交付了世界上第一台高压断路器。此工程将水电输送到瑞典的大型铁矿石矿。多年来，ABB取得众多的技术里程碑，包括率先于1965年开发出气体绝缘封闭式组合电器（GIS）。

今天，ABB的高压产品全球领先，40多个生产基地遍布全球，销售和服务网络覆盖100多个国家。基于ABB的服务本地的战略，我们在不断地调整生产布局，更贴近客户并更有效地满足客户需求。例如，ABB近日在印度和沙特阿拉伯成立了新的生产基地。

涉及到技术和创新，ABB将继续致力于与客户合作，专注于他们的需求、挑战和机遇。ABB的新技术和新产品的发布见证了这一承诺。例如，ABB大大减少了最新一代GIS产品占地面积，如最新的72.5 kV、245 kV和420 kV GIS。同时公司研制了1100 kV和1200 kV产品，以满足在新兴市场里的对长距离、大容量的特高压、低损耗输电的需求。

ABB公司的最新的发电机出口断路器系列（GCBs）将发电厂的可用性和可靠性提到了更高的水平。最近推出的72.5 kV PASS半封闭组合电器解决方案应用于风电领域，是公司在高压产品领域专注于可再生能源的例证。ABB还在进一步推动电网的智能化，推出具备即插即用、远程访问和传感器功能的解决方案，如FOCS（光电传感器）。谈到监测和控制，Switchsync和Circuit Breaker Sentinel™是ABB最新的两个产品，前者是基于微处理器的控制器，用于Circuit Breaker的暂态减少和改善电能质量，后者可为SF_6断路器提供状态监测。生态效能仍然是一个公司研发的努力推动的方向，以应对环境的挑战。最新一代的ABB产品不仅大大减少了占地面积，而且最大限度地减少对SF_6气体需求。不久前，ABB宣布SF_6气体回收的突破。最近推出的72.5 kV CO_2断路器是在一系列新的生态高效的瓷柱式断路器中的第一个，它用更加环保的气体替代了SF_6气体，这是ABB一直孜孜以求的。

高压产品是新兴电力发展趋势中不可或缺的一部分，如结构紧凑的智能变电站，高压直流和特高压直流输电，可再生能源的集成和更坚强、更智能、更灵活的电网的演变。

我们希望这期ABB评论特刊从高压产品的角度来揭示电力世界。当我们应对挑战，致力于提供安全、可靠、充足的电力的时候，我们必须铭记对环境的责任——正如老谚语所说，“我们居住的地球不是从先人那里继承的，而是从子孙那里借来的。”

阅读愉快！

尤柯尔
Bernhard Jucker

吕伟地
Giandomenico Rivetti

高压
电力世界

简史

FREDI STUCKI——现代社会最伟大的成就之一是电力网。当西屋电气公司于1895年在尼亚加拉大瀑布建立了第一个可行的AC（交流电）发电机组，电力开始由一个科学的好奇心变成为一种社会范围的有效应用。很快人们就清楚地认识到，电力只有在高电压下，才可以有效地长距离输送。这也是连接通常靠近煤矿等燃料来源的大型发电厂和乡镇、城市及当今的大都市等需要电力的负荷中心的唯一方式。高压开关设备的发展则可以使数个发电机组和多个负荷中心安全地通过同一条电力输电线连接起来，最终演变成了今天复杂但是高效的电网。

依照当地的电力行业惯例，高压通常是指从 52 kV 或 72.5 kV，到有实际应用的上限约为 1200 kV，虽然早期的研究和示范项目高达 1500 kV。高压产品从诞生之日起，就开始面对其所用材料从机械、热和介电特性方面相互制约的技术挑战。这个挑战从最初采用纸和油作绝缘，到空气、油和六氟化硫气体作为绝缘和灭弧介质来开断电流，一直没有停止。除了当时已经存在的电力变压器，其它高压元件也必须要开发出来以完善电网，这些高压元件包括电力电容器、高压电抗器、过电压保护装置，当然还有电流和电压互感器。机电式继电保护装置连接到这些高压元件上以用来控制和监测一次设备。

从早期到现在，基于对材料在电场和热应力作用下物理机理的深入理解，尤其是对占主导地位的绝缘介质如油、纸和陶瓷的了解，机电设备已经发生了显着的改进。对于开关设备，多油断路器后来被少油断路器所替代，其中的油量被减少到只需用来灭弧。后来，研究发现油可以用压缩空气吹过燃弧区域的灭弧方式所替代。再后来，随着具有优异介电性能的六氟化硫（SF_6）气体的出现，当时的 BBC 公司(ABB 的前身之一）于 1965 年研发出了第一台高压气体绝缘封闭式组合电器(GIS) → 1。 从那时起，研究的重点就是如何提高对断路器物理特性的理解，而这样的努力带来的就是更强大的灭弧室：其开断短路电流能力从 25 kA 上升到 80 kA；从多断口串联的灭弧室到单断口开断能力高达 420 kV 甚至 550 kV 的断路器。举个例子：在 1998 年，ABB 是第一个为美国市场提供电压等级 245 kV、额定短路电流 80 kA 罐式断路器（DTB）的生产厂商。→ 2

标题照片
ABB隔离断路器

1 气体绝缘封闭式组合电器开关设备（GIS），苏黎世，1967年

2 罐式断路器，美国

此外，不断增加的对气体热和介电特性的认识，辅以对热气体流动特性的计算机仿真，使得开关性能达到了一个新的高度。对于开关的可靠性，根据最新的国际大电网会议组织（CIGRE）统计，每 100 个断路器年运行故障率降低到 0.3 的水平；这比第一个双压力六氟化硫断路器优一个数量级，更不用说与早期的油技术做比较 → 5。 图 3 显示了 20 世纪 60 年代末的 420kV 柱式断路器（LTB），与之对比的是图 4 中采用两断口串联、不需要均压电容的新型断路器 LTBET2。→ 4

高压产品从诞生之日起，就开始面对其所用材料从机械、热和介电特性方面相互制约的技术挑战。

3 采用空气吹弧技术的420 kV断路器，10断口串联，1955年

4 采用两断口串联的新型420 kV SF_6 断路器

面对各国开放的电力市场，变电站的可靠性、紧凑性和占地的有效利用变得日益重要。

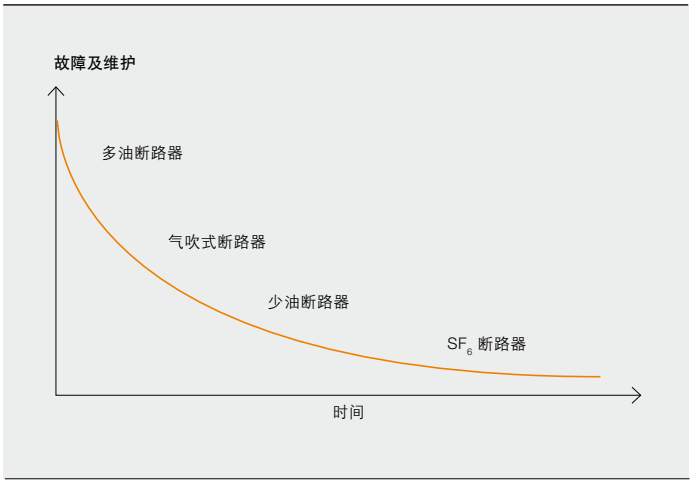
高压设备的创新

为应对全球范围的不同需求，不同类型的高压开关设备应运而生→ 6。基本上，这些高压开关设备包含：柱式断路器（LTB），其特点是利用空气绝缘，动部件处于高电位侧并连接到架空线；罐式断路器（DTB），是一种在美国被大量采用的断路器，其灭弧室被安装在处于零电位的金属加压罐体中；封闭式组合电器（GIS），则主要应用在室内或者占地很小的地方。面对各国开放的电力市场，变电站的可靠性、紧凑性和占地的有效利用变得日益重要。ABB还率先研发了附加集成化功能的产品：插接式开关系统（PASS），带领了空气绝缘开关（AIS）和气体绝缘开关（GIS）功能相结合的混合式开关技术的发展。

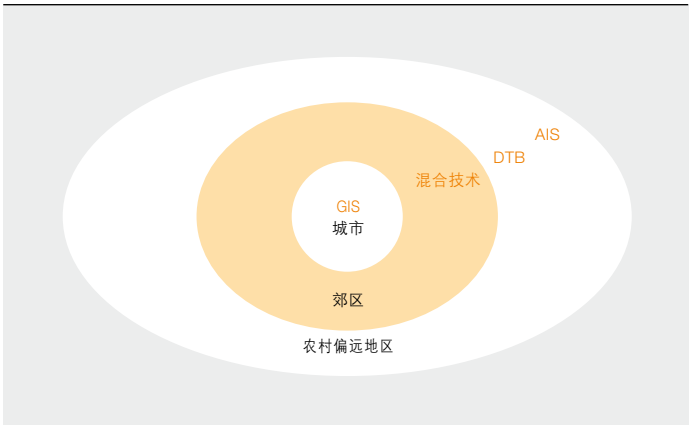
PASS 于 20 世纪 90 年代中后期发布，作为一个模块化概念，它将灭弧室安装在金属罐体里面（类似罐式断路器 DTB 的方式），并同时集成了隔离 / 接地开关和电流互感器。PASS 是一种非常灵活的高压产品。它可以被配置用来满足所有空气绝缘变电站（AIS）布局，如单母线，双母线或 H- 桥接线；可安装于新建变电站或者用于现有变电站改造以节省空间。这种新型高压开关完全在工厂完成组装和测试，这意味着可以把在现场的安装调试时间缩短到最少，也意味着可以节省招标乃至整个项目执行的时间。PASS，以及通俗上所说的混合技术开关设备的解决方案正变得越来越流行，特别是因为它们能提供变电站布局的更大的灵活性。自推出以来，ABB 已经有超过 8000 台 PASS 或是混合技术开关设备在世界各地运行→ 7。

ABB 引领高压开关概念发展的另一个例子是于 2000 年首次推出的隔离断路器（DCB）。在 AIS 变电站里面，最不可靠的设备是空气绝缘的隔离开关，主要用于隔离断路器或其它高压部件以便于维护。在 DCB 里，隔离开关被避免暴露在空气中，而是成为 SF_6 气体保护的主断路器的一部分。由于现代高压 SF_6 断路器的维护年限都在 15 年或是更久，所以仍然保留空气绝缘的、不可靠的隔离开关在很多情

5 不同断路器技术的故障率



6 根据空间和可靠性的要求，ABB可以提供全面的高压开关设备组合



7 PASS是一种灵活的和模块化的高压开关设备，可应用于新建和改造变电站

况下都没有意义。随着 2005 年 IEC 发布 DCB 的标准（IEC 62271-108），电力行业对这种技术的接受显着增长，目前超过 1500 多台 ABB 生产的 DCB 在全球范围内安装和运行，产品电压等级范围达到 550 kV。

除了紧凑，功能集成的最重要的优势是可靠性，因为更多的元件被保护在一个封闭的气体环境中。从机电式继电器到数字式保护装置的演变，取代了测量电流和电压的笨重互感器以及多个冗余机电式触发继电器。在它们原来的位置上，只有几个智能的带有本地预处理功能的传感器，以低功耗模拟信号或者光纤数字信号连接到数字化间隔和变电站控制设备。这些设备，由 ABB 首创，代表了进入数字化变电站的第一步，再后来成为广为人知的智能变电站。例如，在 20 世纪 90 年代后期 ABB 推出了一款智能 GIS 解决方案，配有电子式电流传感器及其光电式变送器、操作机构监控和集成式数字保护和控制。

数字化变电站的巨大突破是全球变电站自动化标准 IEC 61850 的出现，它解决了整合各种专利技术方案所带来的工程上的噩梦。IEC 61850 不但解决了来自不同供应商的设备之间的互操作性问题，还创建了一个面向未来的标准以有效应对快速发展和不断变化的数字化世界。

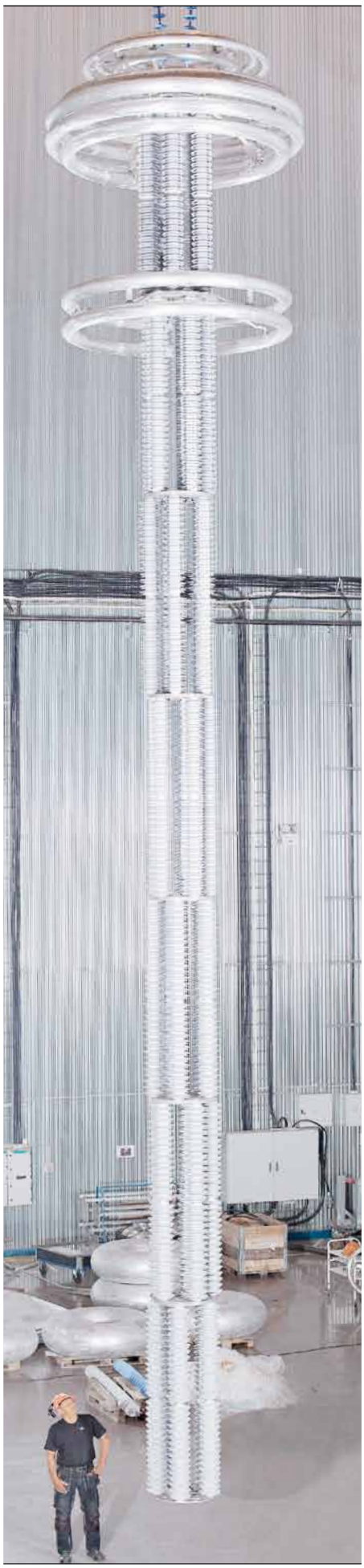
最新发展和未来展望

对提高电网可靠性和可用性的持续推动和努力，也反映在最新修订的高压开关设备标准 IEC 62271-100 中；修订版对机械（M2）和容性开断（C2）、以及电气耐受（E2）都有了新的严格要求。这些努力，结合智能电网计划，推动了在间隔和变电站层实现对所有开关基本功能进行在线监测的发展趋势。这对从固定维护计划提升到能够提前规划的修正维护计划以减少停运时间是非常必要的。新一代智能变电站将吸取过去的经验，提高高压设备的安全性、可靠性和操作灵活性，以满足交流电网的未来需要。

新一代智能变电站将吸取过去的经验，提高高压设备的安全性、可靠性和操作灵活性，以满足交流电网的未来需要。

8 ABB为中国的荆门变电站设计的1100 kV交流特高压HGIS

9 试验大厅里的1100 kV特高压直流避雷器，2012年



高压的另一个挑战是长距离、大容量电能的高效传输。近年来，在中国和印度都出现了特高压(UHV)技术示范项目。可以说，特高压技术的兴起（定义为电压在 800 kV 以上的交流输电和 800 kV 及以上的直流输电）是由能源需求旺盛的新兴国家促进的；在那里，偏远地区丰富的能源必须能够灵活地输送到大城市和快速增长的工业负荷中心。特高压交流输电线路也正在被规划为强大的骨干电网来支持快速发展的电网基础设施。其中一个例子是中国 1100 kV 特高电压交流（UHVAC）示范项目，一条从晋东南经南阳至荆门，最大传输容量超过 5000 MVA 的 650 公里输电线路。

ABB 与本地制造商共同努力，为荆门变电站设计和提供了第一台 1100 kV 混合型 GIS（HGIS，采用混合技术的 GIS），并于 2008 年 12 月成功投运→ 8。

尽管特高压输电还有争论——特别是其商业可行性——中国国家电网公司还是决定将高压直流技术提升到特高压水平。首先从 +/– 500 kV 提升至 +/-800 kV 直流，第一条商业化输电线路在 2010 年投运。ABB 近年来已经成功完成了所有 1100 kV 特高压直流（UHVDC）元件的试验，为未来的高压电网做好了准备。→ 9

作为高压产品的全球领导者，ABB 致力于发展和探索先进的高压技术，并投入示范项目以探索新技术，不断满足全球电力需求的增长。

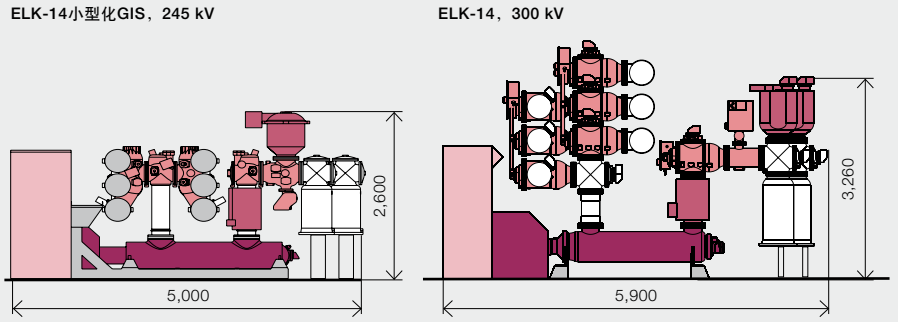
Fredi Stucki
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
瑞士，苏黎世
fredi.stucki@ch.abb.com

紧凑、可靠的开关

更小，更有效和更简单的气体绝缘金属封闭开关设备

HANS-DIETER SCHLEMPER——气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）的运行是隐蔽的——看不到设备的移动，没有动静，只有微弱的嗡嗡声，却承载和传递着大功率的电能。乍一看很简单，仔细观察会发现在一个典型的GIS安装工程中存在着各种不同配置、工程设计和现场安装的复杂性。然而现在，ABB最新的小型化GIS却使这一切变得更简单。即使在420 KA的电压等级，GIS也在工厂被组装成完整的间隔，包括二次接线和整间隔测试。 现场安装快速而简单：间隔通过支架底部的滚轮可轻松地安置到最终的安装位置，并且可以在一天内安装完成。紧凑的尺寸留出更多的空间，适合更小的建筑，并且节省SF_6气体和金属材料等资源。

1 252 kV ELK-14小型化GIS，与之前的型号相比



尺寸 5000×2600×1600毫米	外形尺寸 5900×3720×1680毫米
体积 21立方米	体积 37立方米
占地面积 8平方米	占地 10平方米
维护用吊钩 1.5吨	维护用吊钩 3吨
整间隔重量 5.5吨	整间隔重量 7.5吨
SF_6 115公斤	SF_6 147公斤

许多电气开关都是敞开式的，所以在设计的时候不得不考虑空气的电器击穿特性。其结果是，开关设备的安装需要占用大量的面积。在土地成本昂贵或有限的地方，或者在环境恶劣的地方，GIS 是一个理想的替代选择。在 GIS 设备里，开关操作是在一个充满 SF_6 气体的密闭罐体里进行。SF_6 气体的绝缘性能比空气好很多，因此设备体积可以大大减小。没有 GIS 技术，那么城市中的地下变电站、大坝里面的水电站、在地价高昂区域的变电站、以及箱式变电站等将无法实现。

GIS 适合应用在严酷的环境下，例如沙漠、高海拔地区和海上平台。它的低噪音水平和低电磁辐射可以适合在居民区和易受影响的工厂环境中运行。由于 GIS 可以在更接近城市负荷中心的位置传输更高电压水平的电能， 因此提高了电网的传输效能。

标题图片
ABB的最新GIS产品极大地缩短和简化了现场安装。这里展示的是ELK-3小型化GIS。

第一台 GIS 安装于 1965 年，使用六氟化硫（SF_6）气体作为绝缘。今天，GIS 开关的额定电压已经覆盖了 52 kV 到 1200 kV [1]。 GIS 当前的发展趋势和需求包括：

- 减少复杂性，更标准化的设计，以从根本上提高可靠性和工程设计、生产、安装和维护的易用性。购买和使用 GIS 应该变得更加简单，交付时间更短和更长的使用寿命。
- 更小的尺寸，节省资源，提供更方便的设备使用，可以安装在更小的建筑物或箱体内。
- 使用数字控制和电子测量设备，来提供更全面的监测和控制功能。
- 更高的额定电流和额定短路电流。
- 更少的 SF_6 使用量，以减少 SF_6 排放。

GIS适合应用在严酷的环境下，例如沙漠、高海拔地区和海上平台。

ABB 新型的，分别于 2010、2011 和 2012 年推出的 72.5 kV、245 kV 和 420 kV GIS 产品诠释了这些趋势。整个系列采用了通用的设计理念，许多组件都是通用的。

紧凑而高效

新产品显著减少了占地尺寸以及原材料和 SF_6 气体的使用。

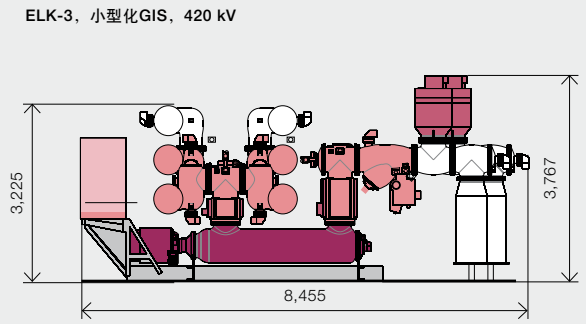
新的产品组合基于具备小体积及小操作机构的先进的断路器。 ELK-14 小型化的 245 kV GIS 采用了先进的全双动自能灭弧室。开断 50 kA 的短路电流，单相只需要少于 900 焦耳的储能。ELK-14 小型化比之前的型号少了 43%的体积和 2 吨的重量 → 1。从而实现一个小型化的间隔，可以整间隔装入集装箱运输，甚至作为一个永久性的箱体。

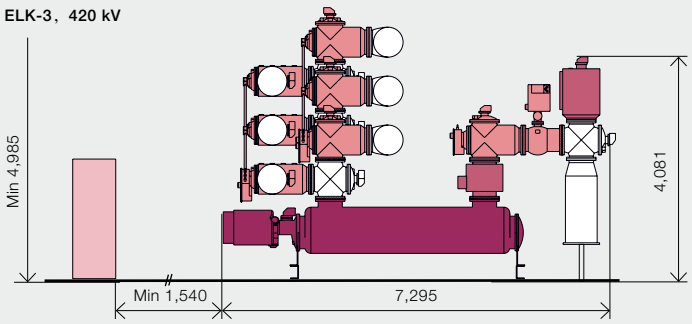
420 kV 的 ELK-3 小型化，GIS 配置了一个全新的单断口灭弧室，在 63 kA/60 Hz 下有良好的开断性能，可以确保在两个周波内开断额定短路电流，并且对近区故障和其他故障等也有很强的开断能力。ELK-3 小型化 GIS 的断路器只使用一个灭弧室，而不是象之前的型号需要两个灭弧室串联和更大的操作机构，因此显著地减小了尺寸和重量 → 2。

低压法铝件铸造工艺和三维有限元应力计算使得设计形状复杂、但仍满足高安全裕度的压力标准的外壳成为可能。其结果是很“骨感”的外壳使得容积最小化，也因此减少了 SF_6 用量。一个好的例子就是额定电压 72.5 kV GIS ENK 型，每个间隔仅仅使用 27 公斤 SF_6 气体（典型的双母线间隔，电缆出线）——比传统设计少了一半。另外一个例子就是 ELK-14 小型化 GIS，它使用了 115 公斤 SF_6 气体，比之前的型号少用了 32 公斤。

由于 GIS 可以在更接近城市负荷中心的位

2 420 kV ELK-3小型化GIS，与之前的型号相比





重量 14 吨	重量 16 吨
SF_6 308 公斤	SF_6 501 公斤
体积 66 立方米	体积 98 立方米
占地 17 平方米	占地 20 平方米

置传输更高电压水平的电能， 因此提高了电网的传输效能。

两全其美

以往的 245 kV GIS 往往采用单相封闭式设计。三相共箱设计尽管可以降低复杂性，但是 245 kV GIS 的部件会相对很大并且难以设计。ELK-14 小型化 GIS 非常创新：所有部件都是三相封闭设计，但是没有采用三相隔离绝缘子， 而是采用单相绝缘子。加上很“骨感”的外壳，ELK-14 介乎于以往的单相和三相设计之间，并结合了两种设计的优点。

简单化

ABB 最新的小型化 GIS 由一套高标准化的模块组成，可以在生产过程中的晚期再根据用户的特定需求来配置。这就减少了交货时间。即使是 420 kV 的电压等级，GIS 也在间隔本体的支撑钢架上配备整合式就地控制柜。而不是在现场把 GIS 间隔的接线连接到远方的控制屏，所有的二次接线都在配有自动化检测设备并具备可控的生产环境的工厂里完成。任何二次接线的错误都在设备离厂之前被纠正。

安装时间几乎减半

新的 GIS 设计可以将完全在工厂布线好的间隔通过集装箱或者平板车来运送。对于一个典型的 420 kV 变电站，老式的产品需要 80 个运输单元和 74 个调试步骤，现在只需要 44 个运输单元和 53 个调试步骤。

在现场，420 kV 间隔借助于托架轮由卸货平台转运到建筑物里面的最终目的地。基础平整后，只需要很少的几个小时就可以完成间隔间的连接和变电站控制系统连接。离开工厂之前，GIS 间隔预填充略高于 1 bar 的运输压力的 SF_6 气体，这大大降低了现场气体处理的时间和人力。

总的来说，安装时间减少约 40%。

便于操作

尽管还需要少量的维护，所有相关的部件，如操作机构、观察窗口，气体密度传感器、充气阀和接线端子排等，都很容易操作，从而缩短维护或维修时间。

一个独特的特点是，隔离开关和接地开关的操作机构及其位置指示器，都位于就地控制柜下方→ 3。用户可以从前面的运行人员的通道，通过手柄或者挂锁来紧急手

由于GIS可以在更接近城市负荷中心的位置传输更高电压水平的电能，因此提高了电网的传输效能。

整个系列采用了通用的设计理念，许多组件都是通用的。

3 操作机构集中布置在就地汇控柜（ELK-14小型化GIS）

4 用于420 kV的组合式电子式互感器

ABB最新的小型化GIS由一套高标准化的模块组成，可以在生产过程晚期再根据用户的特定需求来配置。

动操作或锁定。梯子或架子都不再需要。此外，操作机构是插接式设计的部件，因此可以很容易地拉出来检查或维修。

观察窗口、充气阀门和气体密度继电器可以通过平台或过道方便地接近。这是GIS的一个标准组成部分，并且不再需要定制的设计。

数字传感器和智能开关

今天测量基本的做法是使用电磁感应式的电流互感器（CT）和电压互感器（VT），这与从黑胶唱片到CD的转换有相似之处：CD可以避免模拟重制的失真从而形成高保真的音频。变电站里的电流和电压的测量正在经历一场类似的变革。一些由于瞬态性能和CT的饱和度、过载/欠载、电缆长度或横截面、以及继电器输入阻抗等等带来的老问题，由于精密的电子式电流互感器（ECT）和电子式电压互感器（EVT）的采用而被消除了。这些都是通过数字接口，就像CD播放器那样轻松地连接到保护继电器的数字输入。它们的稳定性、动态范围和精度是那么优秀，一个单一的ECT可同时提供0.2级的计量数据和千安级别精度的电流数据。

因此，目前大多数ABB的GIS设备可以配备紧凑的采用罗氏线圈和电容分压器的ECT和EVT→4。它们可以连接到任何与IEC 61850-9-2兼容的有数字光学接口的继电器，例如ABB的Relion系列。

ECT和EVT虽然还未被广泛使用，但连同智能GIS间隔控制单元，例如ABB的REC670，还有保护装置，构成了最基本的数字控制屏。代替了笨重的硬件控制和大量的原理图，数字化控制屏有一个基于IEC 61850数据模型和通信协议的网络接口。GIS间隔交付时可以提供一个可以加载、浏览并整合到变电站自动化系统的XML格式的数据描述 →5。

作为新的产品组合的一部分，ABB公司的工程师还开发了一种综合的但操作简单的气体监测系统-模块化开关监测（MSM），可以加到传统的或数字的控制屏里 →6。

MSM的主要任务是检测年泄漏率低至0.5%的气体泄漏，并带有一套线性趋势预测过滤器。该过滤器可以调谐，以区分气体泄漏和由于气室中温度不均匀分布导致的自然的密度变化。不同于传统的气体密度监测——直到5%-10%的SF_6泄漏时才报警，MSM在只有1%-2%的气体泄漏时就开始报警。

案例研究：Revsing变电站

Energinet.dk在丹麦拥有并运营输电网和

5 一个GIS间隔的数字控制系统示意图

天然气系统。该公司构建了智能化的基础设施，来整合可再生能源，并专注于向全丹麦提供绿色能源。Energinet.dk为新建的420 kV变电站选择了GIS技术，以减少占用的土地和视觉上的影响。

在现场，420 kV间隔借助于托架轮由卸货平台转运到建筑物里面的最终目的地

目前正在进行的一期工程是建设一个新的400 kV双回输电线，连接靠近Aabenraa的Kassø和Tjele。该线路被安装在管状设计的塔以融入景观，这条线路将加强并更新Jutland的电网。该线路将取代今天已经运行了约45年的单回输电线。该项目获得了来自欧盟的跨欧洲能源网络计划的资金。

Revsing变电站是该项目的一部分。它与其它420 kV连接线形成了一个节点。Energinet.dk根据公司的需求，在基于一系列综合的条件标准下，选择了ELK-3小型化GIS。决定性的特点是很少的SF_6气体含量、紧凑性（导致建筑、起重机和地基均更小）、以及很短的安装时间。Revsing变电站将于2013年调试完成。新的输电线计划于2014年开始运营。

虽然出现超过40多年，GIS技术仍在迅速发展。它在持续发展的电网里继续作为关键组成部分。GIS的安装变得更快，操作也更简单。小型化的设计使用更少的原材料和SF_6气体。由数字控制和监测功能作保障，GIS技术正稳步地改善其优异的环保相容性。

Hans-Dieter Schlemper
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
瑞士 苏黎世
Hans-dieter.schlemper@ch.abb.com

参考文献
[1] Holaus, W., Stucki, F. “Breaking news: High-voltage switchgear to power China.” *ABB Review Special Report: Dancing with the Dragon*, pp. 33–37. (2008).
[2] Schlemper H.-D et al., “Test and application of non-conventional multi-purpose voltage and current transducers” Cigré, Paris, 2004, paper A3-108.

6 气体密度监测系统，MSM

加强电网可靠性

空气绝缘开关设备和组件的演变

RICHARD THOMAS, HANS MATSES——从过去到现在超过120年里，ABB一直通过为电力的传输开发最安全、最可靠、最经济的产品、解决方案和服务，来支持社会的需要。其中一个核心要素就是公司的高压（HV）空气绝缘开关设备（AIS）。一直以来，研发的特点是：设计专注功能，根据材料特点选用最合适的材料，追求设计简洁。这些研发理念使得ABB产品与生俱来具有坚固耐用、用料最省，运行损耗最低的特点。

高压 AIS 开关设备所面对的两个主要的运行应力是电流和电压。高压设备不仅必须处理正常的电压和电流，更重要的是当电网发生故障或者运行极端情况出现时，必须满足安全的要求。断路器必须能够按照指令在故障发生的几毫秒内，来切断高达满额定值的短路电流，并且无故障出现。避雷器必须在几微秒内限制过电压。电压和电流互感器必须能够持续地提供有关负载和电力系统状态的精确的测量数据。此外，断路器等装置在长期没有操作之后，需要能够按照要求完成每天数次的开断操作。

ABB是选相合闸装置的先驱，有最多带有ABB选相合闸装置的断路器在运行（在过去的25年里有累计超过3700台安装运行）。

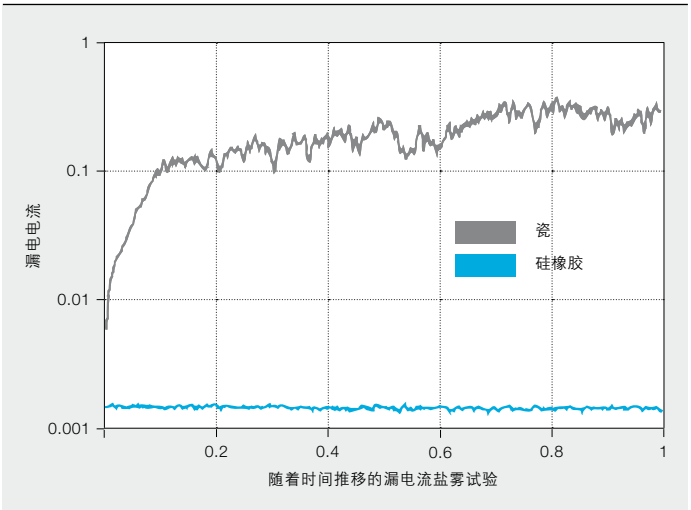
电力公司和整个社会依靠在电网中的设备来承受这些极端情况，从而使电力在最需要它的时候仍然可用。因此高压 AIS 设备也必须能承受大范围的环境压力，包括极端环境温度、湿度、空气污染（自然的，如盐，或人为的）、恶劣天气（如旋风，飓风），甚至地震事件。

用于高压 AIS 开关设备的材料必须要承受来自运行和环境的压力，选择、开发和整合最适当的材料是 ABB 高压 AIS 开关设备解决方案能够持久成功的根本。例如，使用复合硅橡胶绝缘子代替瓷绝缘子，降低了 20%至 40%设备的重量。此外，由于不易碎和提高了地震和污染的耐受特性，它们也因此增强了安全性。

与瓷绝缘子相比，硅橡胶绝缘子盐雾测试的泄漏电流低显著较低，测试结果如图所示→ 1。 这样的绝缘子减少了断路器、互感器、避雷器的重量，并显著地提高了变电站的安全性、可靠性。 ABB 已经在全球交付了超过 60000 只硅橡胶复合绝缘子→ 2。

就内绝缘来说，ABB 的 SF_6 敞开式断路器 LTB 设计环境温度可低至 -60℃，从而可以实现任何额定值下单位开断容量使

1 除了更轻，更不易碎，硅橡胶还有更低的漏电电流



2 配备复合绝缘子的高压设备

用最少量的 SF_6。将油和石英砂混合作为 IMB 电流互感器（CT）的绝缘介质，显著降低所需的绝缘油量；例如，使用这种技术，550 kV 的 IMB 电流互感器的油量能减少约 425 升。此外，石英沙给 IMB 提供更大的强度来承受电网中发生短路时的高机械应力。ABB 最近的另一项创新是干式预装电缆终端。该技术使得电缆终端无需使用油，安装更容易、更快捷。

ABB AIS 设计的优化不仅限于材料的优化选择。ABB 是第一个、也是唯一一个不需要均压电容器实现 550 kV、63 kA 额定值的高压敞开式断路器 LTB 供应商。这极大地减少了断路器的重量，也极大地减少了断口间的泄漏电流，消除了电网铁磁谐振的风险。ABB 还是唯一拥有 800 kV 敞开式断路器的供应商，ABB 的 800 kV 敞开式断路器每相只有一个弹簧操纵机构，这显著地减少了断路器控制和操作的复杂性，提高了整体的可靠性，也使其成为在最高电压等级上使用选相合闸装置的理想装置。

ABB 在 AIS 上的其他创新设计可以在下面的应用看到：

过电压控制

ABB 自己开发和生产的避雷器用金属氧化锌电阻阀块，能够在最低的过电压水平下触发，以提供最大的避雷器保护，满足充分的消能要求。此外，由于使用高场强的 ABB 金属氧化锌电阻阀块，避雷器的重量和大小都减少了 → 3。

电能质量的提高

模块化设计的 ABB 的电容器和电容器组可满足从功率因数校正到滤波等广泛的与电能质量相关的应用。

ABB 是选相合闸装置的先驱，有最多带有 ABB 选相合闸装置的断路器在运行（在过去的 25 年里有累计超过 3700 台安装运行）。选相合闸装置的首要的好处是可以将电力系统中由于电容器、电抗器、变压器或线路上的正常的开断而引起的电网中的暂态的水平最小化，并且 ABB 可以提供最广泛的应用。

功能注重灵活性

功能模块化是 ABB 有能力提供广泛的 AIS 产品和解决方案的一个决定性的方面。

通过与客户的沟通对话，研发出隔离断路器（DCB）就是 ABB 高压 AIS 技术的先进性的一个典范。

虽然在过去的 70 年里，断路器的技术发展使得其可靠性不断提高，维护量不断减少，然而隔离开关技术一直保持相对不变。这使得 ABB 的敞开式断路器 LTB 比任何配套的隔离开关都有更高的可靠性和

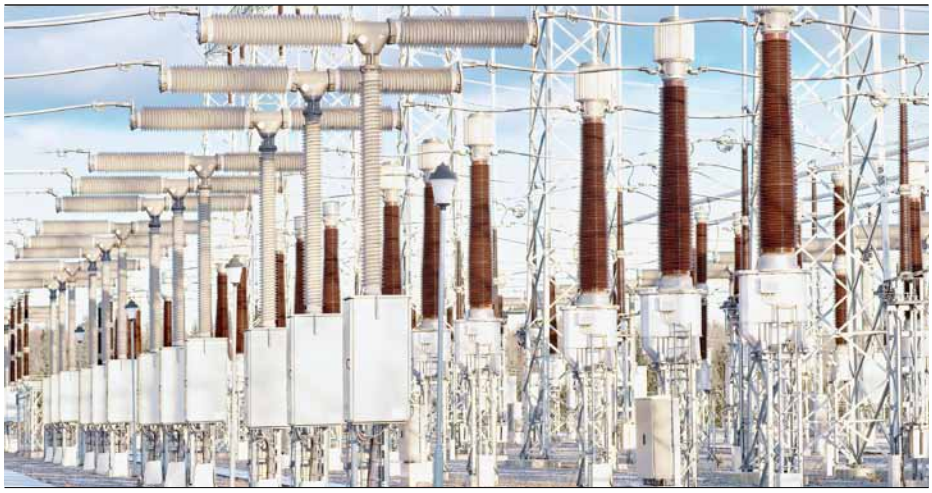
ABB的SF_6敞开式断路器LTB设计环境温度可低至-60℃，从而可以实现任何额定值下单位开断容量使用最少量的SF_6

更少的维护需要，因此促使 ABB 研发了隔离断路器 DCB。在隔离断路器 DCB 里，隔离开关的功能被整合到断路器当中，因此不再需要额外的隔离开关。ABB 的敞开式断路器 LTB 的高电寿命和绝缘强度和具有高安全性和硅橡胶复合绝缘的耐污染特性一起，使得 ABB 拥有独一无二的位置——拥有全世界最广泛的 DCB 产品，从 72.5 kV 到 550 kV, 短路开断容量可达 63 kA → 4。

DCB 解决方案使电力公司成本节约、受益良多，包括减少变电站占地面积，简化变电站的设计，更高的电网可用性和显著地降低生命周期总成本 → 5。

3 避雷器

4 隔离断路器



5 成功案例：Statnett的Grytten变电站

– 变电站空间减少30%
– 维护时间间隔从3年增加到15年

Statnett的Grytten变电站是挪威区域电网的一个重要组成部分，是Åndalsnes周围地区唯一的电力供应点。变电站建于1965年，并逐步发展为双母线带旁路母线系统——四个出线间隔和两个变压器间隔。为保证变压器和断路器维修期间的不间断供电，双母线系统是必要的。变电站总共有81台单相隔离开关，以便于维护。

隔离开关以及更旧的断路器均保持在三至五年进行维护。此外，每年都会使用热成像技术检查隔离开关的主触头，来检测任何过热的倾向。

在Statnett的维修计划里，隔离开关有效的服务使用寿命设定为35年，现在变电站的隔离开关按预定进行更换。同时需要更换的还有变电站的控制设备。

在随后的规划中，问题就来了，是否应该一次一个地更换设备？还是应该考虑全新的、全面的解决方案？Statnett研究了在Sundalsora的水电站的方案，并研究了隔离断路器的解决方案（DCB）。

可用性计算表明使用DCB可以每年减少停机时间。为了进一步减少维护需求，Statnett选择MotorDrive™作为隔离断路器的操作机构。优化的设计，同时操作机构中只有一个运动部件，把操作机构的机械应力降低到最低限度。电子控制完成的操作没有任何机械停顿，这意味着操作非常安静。

此外，ABB公司还提供了使用硅橡胶绝缘子的最新设计的的电流互感器、电压互感器和避雷器。

新的开关设备占地约为旧的开关设备占地的30%。省下来的空间可供将来可能出现的任何需求所使用。

在实践中，唯一需要维护的设备就是隔离断路器。建议的全面维修检查间隔时间为15年。每隔一年，进行一次设备目视检查，不需要移走任何设备。

Statnett已获得了基于现代技术的、需要最少维护需求的新的开关设备。这个变电站——位于电网中的一个重要位置——有很高的实用性，和友好地操作界面。

安装时间的缩短和精心计划的倒闸操作使整个项目在没有停电的情况下完成。

未来的技术

ABB 高压开关继续引领技术解决方案，进一步减少物料、增加功能和减少对环境的影响。ABB 公司的未来技术包括以下实例。

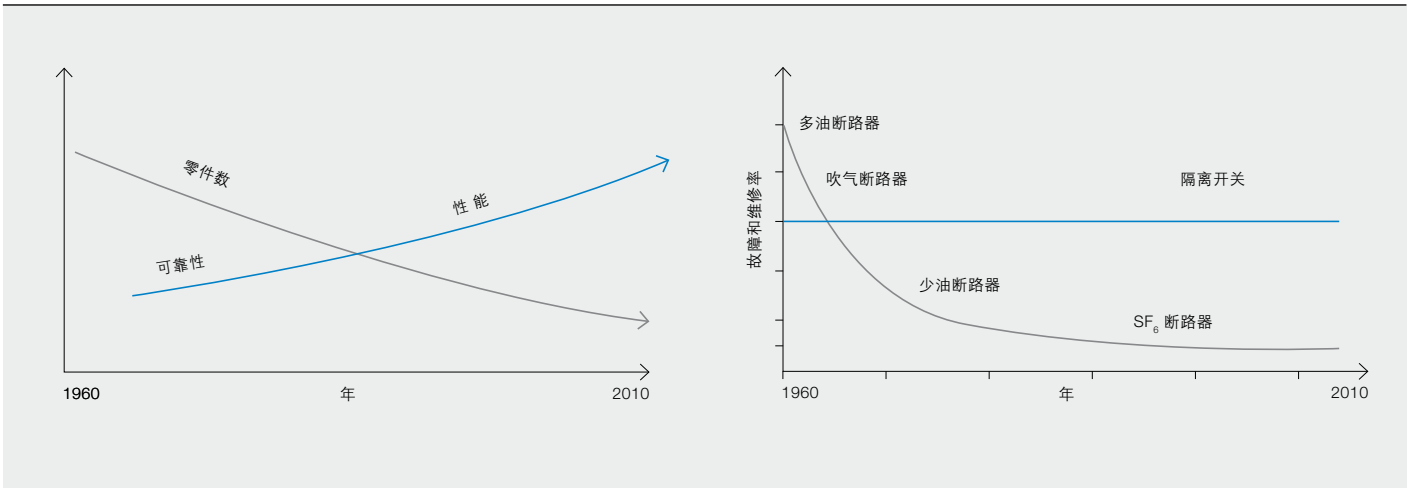
马达操作机构

马达操作机构首次发布于 2000 年，已经交付了超过 500 个马达操作机构，这些机构应用在敞开式断路器 LTB 或者基于混合型技术平台开关设备。马达操作机构为未来与 IEC 61850-9-2LE 过程总线控制的断路器提供了最佳的操作平台。

光纤电流传感器（FOCS）

当与隔离断路器集成后占地面积比传统的独立的敞开式断路器 LTB、隔离开关和电流互感器方案减少了 50% 以上→ 7。该解决方案减少了很大一部分的常规接线、传统电流互感器的二次安全风险，并具有不饱和特性。此外，它与 IEC 61850-9-2LE 兼容，从而为变电站保护配置和通过

6 开关设备的发展趋势



7 现场的配有FOCS的DCB

电流测量数据的过程总线通信的操作提供更大的灵活性。

LTA，这是第一个使用二氧化碳（CO_2）作为绝缘和灭弧介质的高压断路器，为传统的 SF_6 气体断路器提供了一个合适的替代品。在整个 30 年的产品生命周期里，LTA 减少了 18% 或者约 10 吨二氧化碳当量对全球气候变暖的影响。目前在 72.5 kV 电压等级有传统的敞开式断路器和隔离断路器产品可供应用。

众多的优势

通过利用现代的材料和设计方法，ABB 的高压空气绝缘开关帮助全球的电力公司和工业客户减少成本，同时减少对环境的影响。设备尺寸和重量的减少也降低了运输成本，并减小了地基和安装工作的要求。另外，设备的集成功能（如隔离断路器和集成光纤电流传感器），与最新设计的电容器、电压互感器、避雷器以及控制模块组合在一起，可以为变电站提供非常紧凑的设计，减少变电站空间要求，同时提高可靠性和安全性→ 6。

Richard Thomas
Hans Matses
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
路德维卡，瑞典
richard.thomas@se.abb.com
hans.matses@se.abb.com

参考文献

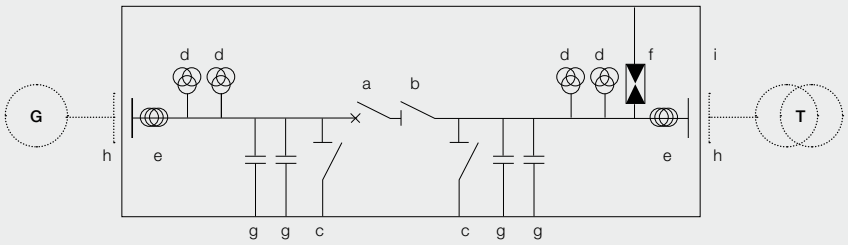
– ABB Controlled Switching Buyers and Application Guide
– ABB Live Tank Breaker Application Guide
– ABB Disconnecting Circuit Breaker Buyers & Application Guide
– www.dcbsubstations.com

挑战技术极限

ABB是发电机出口断路器技术的市场领导者， 全球安装运行超过7000台

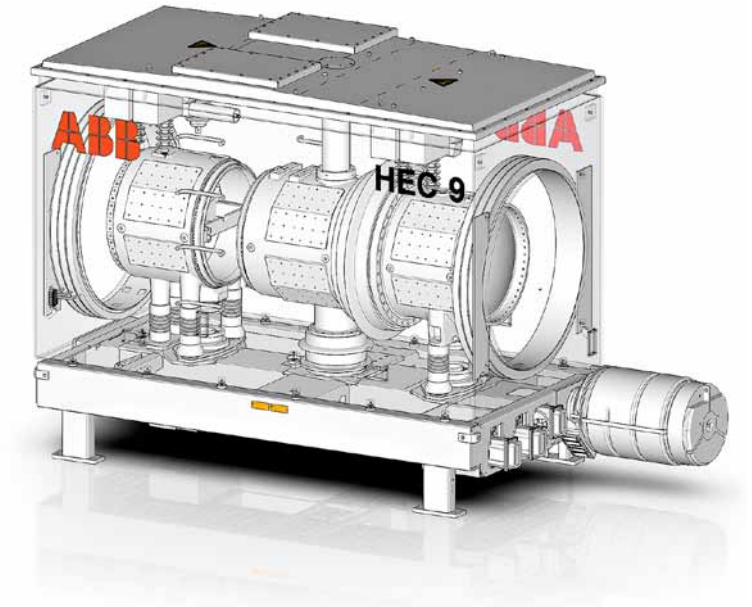
GIOSAFAT CAVALIERE, RUDIGER KREISEL——发电机出口断路器（GCBs）如今在发电厂中被广泛使用，用于发电机和主变压器之间的连接。在发生短路故障情况下，由于GCB的应用，可以减少对设备的损坏，甚至完全避免。如果故障电流没有被快速切断，变压器和发电机有可能被损坏，导致设备长达数周甚至一年无法正常运行。

1 HEC 9单线图



G 发电机
T 变压器
a 发电机出口断路器
b 隔离开关
c 接地开关
d 电压互感器
e 电流互感器
f 避雷器
g 电容器
h 连接区
i 外壳

2 单相发电机出口断路器系统HEC 9



在断路器技术的初期，传统的配电断路器被用做发电机出口断路器。然后，发电厂中的发电机越来越大，输出功率越来越大，已经超出了断路器的额定电流和额定短路电流的极限。因此，“发电机变压器组“（即发电机组和与之相关的主变压器之间没有断路器作连接）成为公认的标准的电厂布局。

BBC 公司，1988 年成立 ABB 公司的两家前身之一，在 20 世纪 50 年代开发了吹气技术的发电机出口断路器 GCB，并首先安装于欧洲和北美的发电厂。如今，发电机出口断路器与“发电机变压器组”相比，由于众多的优点而被广泛认可，如简化运行程序、更完善地保护发电机、升压变压器和厂用变压器，并使更大的发电厂装机容量成为可能。

GCB 技术的进步

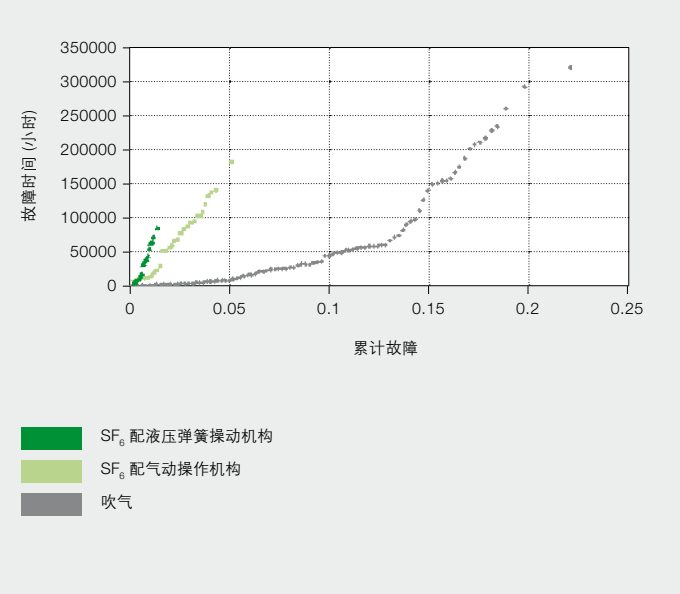
ABB 于 20 世纪 60 年代率先发展了使用相隔离母线排、具有更高额定值的断路器。在 20 世纪 80 年代，ABB 成功发布了在单相壳体使用三相系统的 SF_6 发电机出口断路器。同时，在运行的、使用吹气技术的 GCB 的全寿命周期成本由于服务和维护的成本过高，而变得过于昂贵，因此 ABB 在整个 20 世纪 90 年代继续开发先进的 SF_6 GCB 技术，淘汰吹气技术。自那时以来，ABB 不断推出各种有更多的功能的、新型的 GCB——最新的型号是 HEC9，拥有世界上最高的额定短路电流开断能力——使用 SF_6 技术下达到 250 kA，额定电压最大可达到 31.5 kV。

HEC9 的发展是在 HEC7/8 基础上设计升级而来，HEC7/8 高达 210 kA 短路电流和 50000 A 的额定电流，在强制风冷下甚至更高。不断增长的需求——主要是来自西屋电气新开发的核反应堆 AP1000 或阿海珐的EPRB－表明短路电流210 kA以上、发电机电压高达 30 kV 的是现实可行的。HEC7/8 的成功故事立即导致了新的决定——使用它的基本设计原理和相同的功能，只是更高的能量水平。因此，HEC9 的总的尺寸和质量，以及操作能量，与 HEC7/8 相比都增加了→ 1。

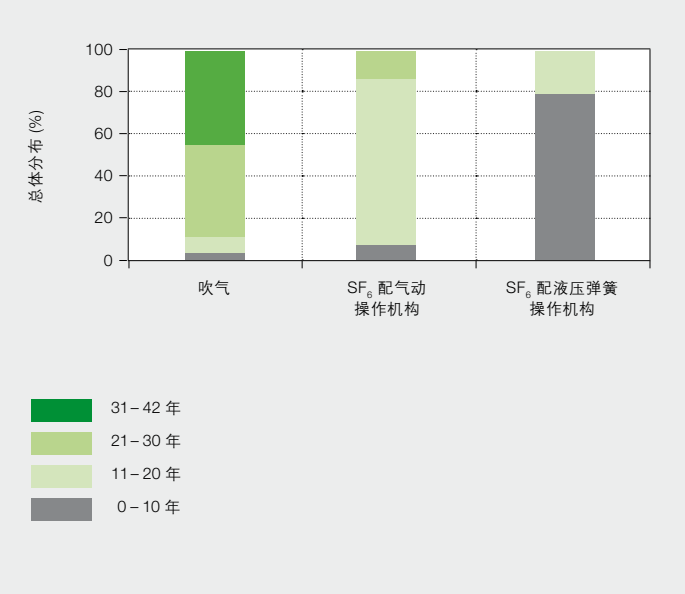
为了控制运输的重量和尺寸，以及使用久经考验的、HEC7/8 使用的操作机构 HMB8，决定设计 HEC9 为单相操作系统，即三相被安装在独立的框架上，每相都有自己的操作机构，因此与 HEC7/8 相比，可以为每一相提供 3 倍多的操作能量 → 2。

标题图片
在美国南加州的SCANA的VC Summer电厂，使用了ABB的HEC-7型 GCB

3 每种GCB技术事故图

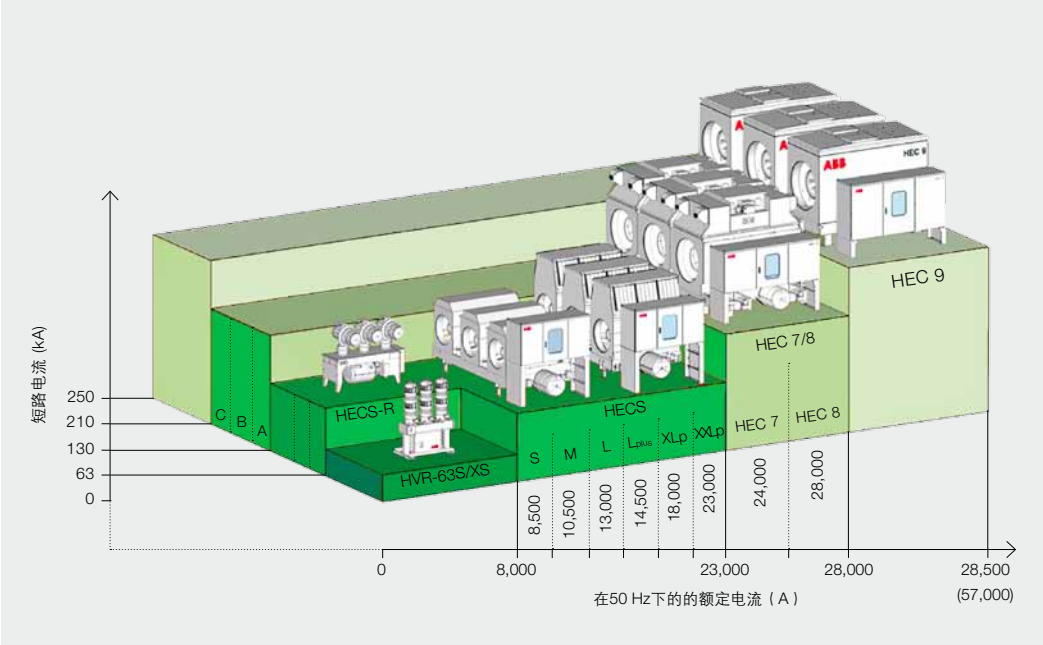


4 GCB技术和年限的总体分布



SF_6 GCB比吹气式GCB更可靠

5 ABB公司的GCB产品组合



使用详细和先进的仿真工具使得减少研发试验次数、缩短开发时间成为可能。但是，为了避免在型式试验阶段发生意外，研发试验也是非常必要的。一个努力就是一直使用稳定测量技术进行耐压、温度和机械冲击试验。另一个努力就是开展温升试验，在不同的电流和不同的冷却条件下，测量设备不同位置的最高温度。ABB 的大电流实验室可以做高达 50 kA（50 Hz 和 60 Hz）的试验。所有必要的型式试验都以高于对 GCB 的要求的标准来进行。例如，发电机源短路电流可达 200 kA，同时具有高非对称度为 120%以上，额外的试验显示出更高的绝缘和机械极限。

吹气技术与 SF_6 技术比较

SF_6 GCB 比吹气 GCB 更可靠。二者之间可靠性参数的差异，主要归结为吹气技术更高的复杂性和其组成部件的老化。与 SF_6 断路器相比，吹气式断路器需要更高的压力。

加压空气有一个相对比较长的时间恢复到其不导电状态，因此需要应用特殊手段来把瞬态恢复电压的上升值减少到断路器可以应付的值。通常的做法是在吹气式 GCB 的灭弧室并联一个电阻。

这种解决方案的缺点是需要额外的灭弧单位来切断电阻的电流。这些额外的灭弧单元增加了系统的复杂性，易导致额外的故障，从而减少 GCB 的整体可靠性。

在高压断路器中，操作机构是故障的主要来源 [1]。吹气式 GCB 与配置液压弹簧操作机构的 SF_6 GCB 相比，危险率高 5.6 倍。吹气式 GCB 都配备了气动操作机构。在这种情况下，气动操作机构比液压弹簧操作机构的故障率高 2.6 倍 ABB GCB [2] → 3。

SF_6 GCB 的机械寿命也远远高于吹气式

6 成功案例：VC summer

VC summer是SCANA拥有的一个核电站。工厂在美国南卡罗来纳州的哥伦比亚的郊外。建于1984年，装机容量为966兆瓦。传统的吹气式GCB作为原建厂的一部分保护涡轮发电机。

主要问题

2001年7月，冷却系统发生了一个本不应该发生的意外事故。这最终导致计划外的、于2009年10月份的10天的停运，来更换旧的设备。由于ABB在瑞士苏黎世的GCB工厂自1996年以来就停止生产吹气式GCB，这对电厂构成了一个重大挑战。

ABB公司在美国新泽西州普林斯顿的GCB服务团队通过利用其客户网络提供了一个迅速的解决方案。同样的GCB被从另外一个电厂搬迁过来。使用从其它的现场和瑞士ABB工厂带来的备件，ABB公司的服务人员在现场完成了维修服务。然而，该解决方案是一个权宜之计，对可靠性的担忧依然存在。

客户的工程团队必须权衡他们的选择，并找出积极的、更重要的是 - 安全的解决方案。从六个选项中-包括彻底去掉GCB，VC summer决定是时候做一个可靠的投资了——易于维护的ABB HEC-7 GCB。

实施计划

ABB获得了订单，并开始工作。尽管在工厂做了大量的准备工作，包括广泛的3-D激光测量分析和电气模拟，还是不可能为所有可能的不测分析和模拟。

当断路器到达现场后，工程团队发现它无法通过门口。由于采用模块化设计和ABB团队的支持，一些组件被移走，然后完成了更换。

该断路器于2011年5月全面投产。在ABB 2012年客户活动——自动化和电力世界——中，客户说："ABB在现场大量的测试给了我们充分的信心。迄今为止，一直处于负载状态的GCB没有任何问题。"

归功于和HEC7一起安装的GMS 600监测系统，运行和维护人员可以高枕无忧地确切洞悉GCB的运行状态。该最先进的装置可以直接与工厂监控系统通信，全面掌握设备运行状态。完整的备用相模块和操作机构，进一步确保工厂可以优化可用性。此外，ABB还有获得工厂培训和认证的人员进行必要的售后现场服务，以保障设备正常工作和安全。

7 HEC9型GCB在工厂做验收测试

GCB，从而导致较低的维护频率，更低的运营成本，可以有更高的可用性。

此外，吹气式是一个过时的技术，相比 SF_6 GCB 有几个缺点。例如，更高的噪音等级、更长的分闸时间、由于维护的持续时间更长而导致的更长的的停机时间和较低的备件可用性。在调查中发现，绝大多数的吹气式 GCB 都超过 20 年的运行。吹气式 GCB 的平均运行年龄 29.4 年；换句话说，与配备气动操作机构和液压弹簧机构的 GCB 相比，分别旧了 1.7 倍和 4.3 倍 → 4。

可靠和安全发电

ABB 的 GCB 适用于各种新电厂，如热电厂、燃气轮机电厂、核电厂、水电站和抽水蓄能电站，以及当现有电站进行维修或升级时的更换或加装→ 5 - 6。

作为 GCB 产品的市场领导者，ABB 在全球有超过 7000 台发电机出口断路器运行安装。ABB 在瑞士的 GCB 的生产工厂被评为 2010 年欧洲最佳工厂。它使用最先进的生产流程系统，与之前的需要 2 到 3 周的生产体系相比，它仅用 2 天来完成组装和测试。

保护世界上最大的电厂

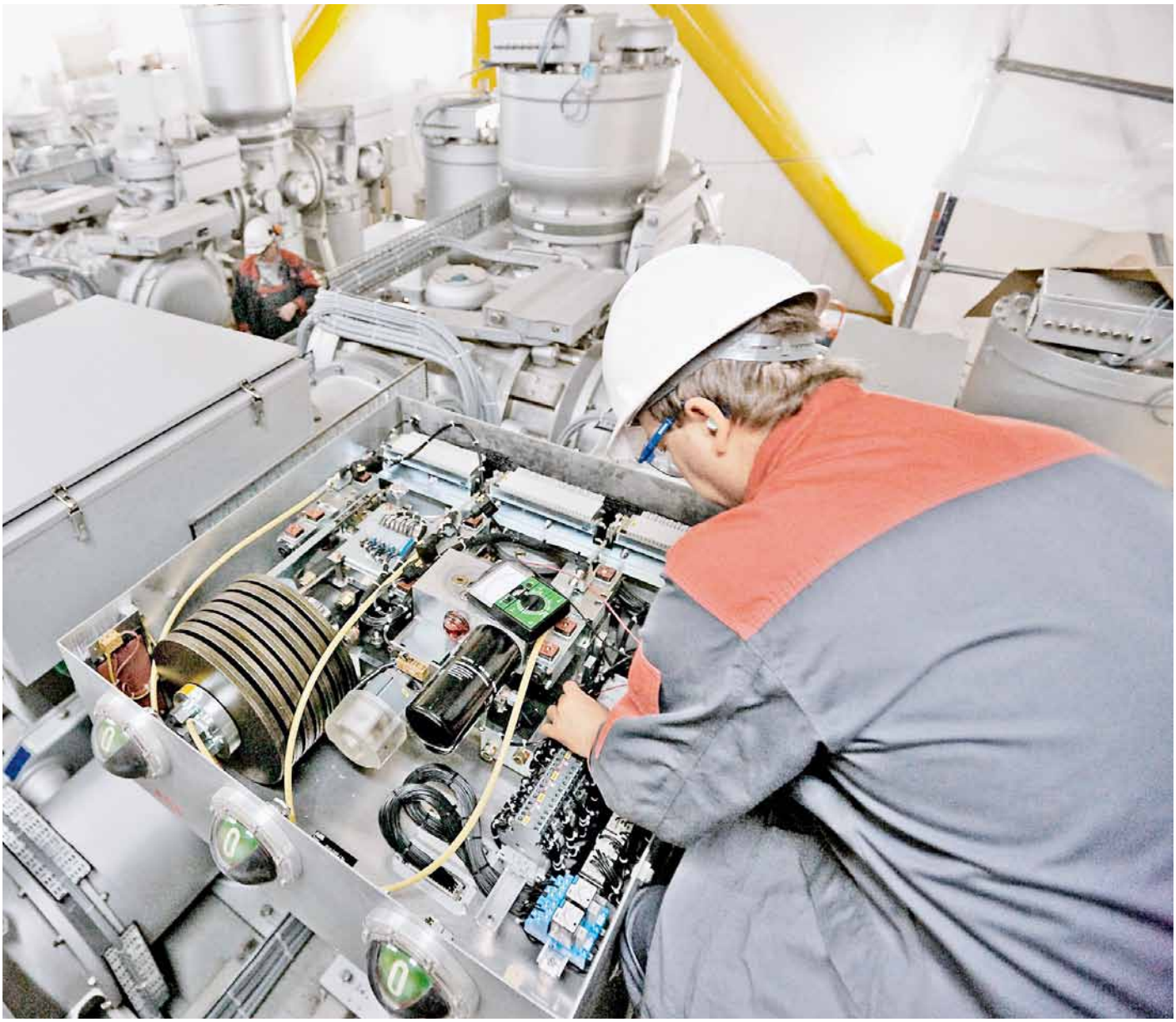
ABB 凭借超过 10 年的 HEC7/8 的计算和测试经验，来生产 HEC9。它具有结构设计紧凑，并提供一个完整的、20 年的服务解决方案，为最终用户提供一个低生命周期成本，和最大的系统可用性→ 7。

HEC 7/8 和 HEC 9 在全世界最负盛名的电厂中使用，如额定 600 到 1000 兆瓦的热电机组，额定 650 兆瓦及以上的水电机组，以及额定功率高达 1,800 兆瓦的核电机组。

Giosafat Cavaliere
Rüdiger Kreisel
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
瑞士 苏黎世
giosafat.cavaliere@ch.abb.com
ruediger.a.kreisel@ch.abb.com

参考文献

[1] "Final Report of the 2004 – 2007 International Enquiry on Reliability of High Voltage Equipment. Part 2 – Reliability of High Voltage SF_6 Circuit Breakers"
[2] M. Palazzo, et al, "Reliability Analysis of Generator Circuit-Breakers, CIGRE Session 2012."



协作的力量

产品全生命周期的服务解决方案

HERB ROGERS，SUDHAKAR KUCHIBHOTLA，MONICA LAMBE——高压断路器设备对于任何一家公司都是一笔庞大的投资。所以，当涉及到维护或更换时，必须要考虑各种选择。通常情况下，最符合成本效益的选择是与提供全方位服务的OEM专家合作，他们会在维护周期使用最新的技术，并寻求产品的生命周期的扩展，如改造或更换部件。在某些情况下，整体更换、去除过时的设备或技术可能是最好的。远程监控和先进的检验技术的引进，如X光探测，往往不再需要彻底的维修计划，或提前更换。 ABB不断发展自己的服务战略，以适应在高压断路器世界中遇到的不同的维护和更换情况。

1 瑞士LA Foretaille 的GIS变电站。老一代的SN型断路器被配置AHMA操作机构的ELK SP2-1所取代。

改造是指在保持工厂和设备原有结构的前提下，更换用坏的、或者过时的零部件。通常情况下，在一个变电站里，最初的设备，如外罩和母线，还保持在良好的状态，只是断路器的移动部分需要更换。机械设备的磨损远远早于固定资产。改造延长了使用寿命，没有高昂的成本和对设备整体的损坏以及整体更换所需的更长时间。这项工作也可以分摊成本并把损坏影响减至最低。

通常情况下，一个新的断路器将不兼容旧设备。在这种情况下，ABB 将提供特殊的改装套件能够快速安装，无需对原来的设置做结构上的修改。

标题图片
什么样的策略在改善高压断路器设备性能的同时降低成本？

ABB 的断路器和操作机构的改造，可以确保客户得到设备的长期可靠性与最新技术，同时停电时间减少到最小。所有这一切都在一个合理的成本。

改造实例

ABB 为几个客户更换了其气体绝缘断路器开关装置（GIS）的断路器，而不是整体更换。更换的断路器是一个更新的型号，但是法兰的距离和其它参数必须要被匹配。例如，在荷兰（Rijswijk 变电站）和瑞士（Katz 变电站），第一代 GIS ECKS 断路器被成功地更换为配置 AHMA 操作机构的 ELK SP 2-1 断路器。更换的动机在于减少维修所需的专业知识和采购备品备件难度的加大。在瑞士的 La Foretaille 变电站，类似的更换也在进行（在这里 ELK SN 断路器被替换为 ELK SP 2-1），这个案例的动机是避免即将到来的高额的大修费用。→ 1

并非所有老型号的断路器都有一个新的同样的替代品。因此，ABB 专门研制了几种改造用的断路器，它们可以代替型号包括 SL211、SL2-2、SN212、SL3-2 和 SN312 的旧断路器。这些型号都在最新的适用标准下完成了型式试验，并在 ABB 工厂受控的环境中制造。

瑞士 Filisur 的 EGL 380 kV 变电站第一次应用了这种专门开发的改造断路器 → 2。 客户起初考虑大修 HKA 8 操作机构，但最后决定安装新的 HMB 8 操作机构。 ABB 还建议用新开发的改造型 SP3-1 断路器取代整个 SL3-2 断路器和操作机构。这种新的断路器只有一个灭弧室 - 代表最先进的 GIS 技术 - 因此，只需要一个（更小的）HMB 4 操作机构。客户很快就接受了这个建议。 这样延长了变电站的寿命，延续了备件的可用性和更低的维护成本。断路器在现场的安装只用了两天，开关也在经过了最少的停运时间后恢复了正常运行。

更换整个断路器和操作机构的另一种选择是仅仅更换操作机构本身。在西班牙的 La Muela 抽水蓄能电站，一个只更换操作机构的解决方案被实施，来更换 SL 3-2 断路器上的 HKA 8 操作机构→ 3。该 HKA 操作机构从断路器卸下来，经过必要的阻尼调试后，安装了一个新的 HMB 8 操作机构。在现场进行了认证试验。客户 -Iberdrola 公司 - 对这个解决方案非常满意，因此决定在该变电站的其它的 GIS 执行相同的更换操作机构的解决方案。在芬兰的 Seinajoki 和 Tammisto 变电站也进行了类似的操作机构更换。

2 瑞士，Filisur变电站。配置HKA8操作机构的SL3-2断路器由配置HMB4操作机构的单灭弧室SP3-1断路器所取代。

更换的动机在于减少维修所需的专业知识和采购备品备件难度的加大

扩建

ABB 已经开发出符合成本效益的升级、扩建和改造方案，可以低风险地、分阶段升级到最新的技术。经过完整的现场评估后，ABB 将形成一个定制的实施计划，实现所安装设备的升级。

一个很好的例子是，将两台 132 kV 气体绝缘开关 ELK-04 交付给在伊拉克已运行 30 年的 Al BAKIR 变电站。由于附近的钢铁厂的建设所带来的日益增长的电力需求，使得这项投资成为当务之急。客户的主要决定因素是 ELK-04 的设计可以适合受限空间。该客户在工程阶段得到了足够的咨询支持，现在有一个安全可靠的 132 kV 变电站，保证了能源供应和人员安全性。以前的基础设施被保持，进一步的扩展也简化了。

资产优化

ABB 认识到，行业需求由于资源变得有限而改变，因此，建立了所有关键的变电站诊断的远程监测的专业知识。结合 ABB 公司全面的断路器监测，还有深厚的运营和诊断知识，这样的服务可以提供实时的资产优化和故障之前的修复。

这种方法已经被纽约电网采纳。纽约电网高度依赖 NYISO 输电公司的跨州的高压连接线的可靠性，如连接 Rochester 燃气电站（RG&E）与纽约电力管理局之间的 362 kV 线路。为了帮助提高该输电走廊的可靠性，RG&E 配备了 PMI 电容器组断路器，支持关键的东西连接线，实时远程状态监测，公司还建立了主动维修的准则。如果对输电线路断路器的首次跳闸特别感兴趣的话，可以通过获取断路器所有跳闸和合闸操作记录以及时间统计来进行分析。

ABB 给 RG&E 公司的 121 kV 和 362 kV PMI 断路器配备了 ABB 的资产优化（AO）系统。该系统通过无线通信监视多种断路器状态和性能参数。每个断路器的数据由 Circuit Breaker Sentinel ™（CBS）收集完成。每个 CBS 已经搭配蜂窝传播器 - 最具成本效益的数据上传方式，特别是对于缺乏网络系统的变电站。该基于 CBS 的监测方法特别吸引 RG&E 公司，这是因为该无线通信架构功能可以独立于电力公司的输电线操作和控制系统。该独立系统免除了 NERC - CIP（北美电气公司的关键基础设施的可靠性保护计划）的要求。累计的 CBS 数据在 RG&E 公司的中央处理室由 ABB 的 AO 系统处理，提供实时的、可独立访问的数据，来在故障发生前检测断路器健康状态和性能。AO 系统从而协助进行断路器问题诊断并提供整改建议。其发出的警报也多种多样，从确定某个智能设备状态的改变到确定非正常情况。该系统包括一个独立的 ABB 冗余存档系统，以确保长期数据的可靠存储。有了这个可靠性的改进，RG&E 能够从当地的电监会获得比率的增加。

射线透视

射线透视是一种 X 射线成像技术，这里采用在外部环境中，捕获断路器的关键

3 La Muela变电站，西班牙。SL3-2断路器的HKA8操作机构由HMB8操作机构替换。

的内部元件的详细的数字图像。 接着将这些图像由 OEM 专家研究，检查对原部件及组装图纸的尺寸和公差。射线透视不再需要打开被诊断设备的密封系统，从而增加设备的可靠性，使外部污染的渗透不成为问题。

Call Henry 公司是在俄亥俄克利夫兰的 NASA（美国航天局）Glenn 研究中心的高压现场支持服务商。该中心领导着美国航空航天局在航空推进方面的研发，尤其是在涡轮机械、电力、推进和通信方面，同时也进行各种微重力学科研究。

ABB的断路器和操作机构的改造，可以确保客户得到设备的长期可靠性与最新技术，同时停电时间减少到最小。所有这一切都在一个合理的成本。

很明显，电力可靠性对这样的设施是至关重要的。

在 2006 年 2 月，Call Henry 公司代表该研发中心就 ABB 的 26 台 38PM40 - 20 SF_6 断路器的健康状态联系了 ABB。在审阅了由研发中心提供的维护数据后，Call Henry 公司强调了，事实上中心的许多断路器都已经是 10 到 14 年，有一个断路器已完成超过 2700 次操作。 很明显这些断路器一直在工作，并且早该进行一次内部检查。ABB、Call Henry 公司和研发中心协调进行了一次现场考察。工作范围包括主要是通过射线透视的特点而进行的外部诊断测试。驱使使用该方法是渴望成本的降低和停电时间的减少，同时证明每个断路器的长期的完整性，更重要的 - 保证电力供应。该射线透视检查结果是，打开一个断路器修复了硬件问题，同时对 7 台断路器的 SF_6 气体的减少进行了修复。19 台断路器幸免任何打开进入类的维护工作，同时节省了超过 380 个工时高强度的内部检查工作。同时节省的还有起重机、起重机操作员、天然气车的租赁。

外部诊断测试和由此产生的维护，确保了该研发中心的持续而可靠的运行。

更换

设备可以在其使用寿命结束时，或者更好的技术已变得可用时被完全更换。在发电机出口断路器（GCBs）的案例中，涡轮机和发电机的升级也使得 GCB 的更换成为必要。GCB 也可能由于产品的老旧而找不到备品备件或没有合适的工程解决方案而被更换。

有关这方面的一个例子就是在科威特城，由科威特水电部（MEW）拥有和运营的 5 个变电所的断路器的弹簧液压操作机构。考虑到现运行的、已经近 30 年的操作机构的关键备品备件的越来越严重的形势，ABB 提议用 48 个 HMB 8 操作机构更换现运行的操作机构，并得到了 MEW 的认可。该决定的一个重要原因就是 ABB 公司的质量保证和相关的备品备件的可用性保证。其结果是，MEW 得到了可靠的备件供应、变电站较高的可用性和可靠性、更好的人员安全，简单的改装和更换，当然，还有简化的操作。

Herb Rogers
ABB电力产品业务部，高压服务
Mount Pleasant，PA，美国
herb.rogers@us.abb.com

Sudhakar Kuchibhotla
Monica Lambe
ABB电力产品业务部，高压服务
瑞士 苏黎世
sudhakar.kuchibhotla@ch.abb.com
monica.lambe@ch.abb.com

改善生态效能

ABB以卓越高压技术迎接生态挑战

NAMITA ASNANI，FREDI STUCKI——人口增长与经济繁荣不停地推高社会对以化石燃料为主体的能源需求。然而，由于负荷中心与城市往往和发电厂相距甚远，能够将电力传送至工业区和人口密集区的高效输电方案就显得尤为重要。而应用高压输电技术则能为电力输送带来最大的生态效能。作为高压输电领域的先锋，ABB一直致力于设计和生产最具环保价值的产品，并不停的提升当今电网的生态效益。与此同时，公司亦努力提升已有高压产品的可靠性、效率和全寿命周期成本。

ABB基于低温过程的专利技术实现了对受污染SF_6气体的高效完善回收

我们所熟知的一种惰性气体——六氟化硫（SF_6），在电气工程中被广泛用作于绝缘介质，或断路器、开关柜和其它高压设备中切断电流的灭弧介质 → 1。不仅如此，SF_6 气体还被应用在军事领域以及镁和半导体制造工业中。

ABB 主要在高压电器设备中使用 SF_6 气体。该气体具有极好的绝缘和灭弧特性，从而使设备的设计更加紧凑。在回收能力提高的同时，土地使用面积、能源消耗、损耗和浪费也都有显著降低。

ABB 全力确保没有任何 SF_6 气体会在设备制造、安装、维护以及报废过程中被排放到空气中；并且保证所有的有害物和分解产物都会以符合环保要求以及负责任的方式处理。与此同时，公司持续研发寻找 SF_6 的可替代物，以降低 SF_6 在产品中的使用量。

标题图片
澳大利亚的SF_6气体回收中心使得潜在有害气体可以被不断地回收利用。

高压 CO_2 断路器

二氧化碳（CO_2）很有希望成为替代 SF_6 的绝缘和灭弧介质。ABB 的高压柱式断路器 LTA72D1 是第一个使用二氧化碳的高电压断路器 → 2。

目前，LTA 72D1 断路器可以用在 72.5 kV 的配电网中，其额定短路电流高达 31.5 kA。它既可以作为一个传统断路器，也可以作为隔离断路器（DCB）。

LTA 断路器在其全寿命周期里对环境的影响依据全球变暖潜能值（GWP）进行了评估。全球变暖潜能值 GWP 描述了某一种物质在其寿命周期里对全球变暖的影响。其结果以产品寿命周期里等效的 CO_2 排放量（CO_2 当量）来表示。图 3 比较了在 30 年的全寿命周期中，ABB 公司的 LTA CO_2 断路器和 LTB SF_6 断路器对生态环境的影响。按照政府间关于气

ABB的新型LTA断路器在其30年的寿命中将减少10吨或18%的二氧化碳当量排放

2 成功案例：在欧洲电网中运行的ABB公司的LTA型 CO_2 DCB

作为欧洲最大的电能与热能生产商之一，Vattenfall公司致力于发展和应用能够以环保和可持续发展的方式促进能源生产的新技术。ABB的LTA型CO_2隔离断路器（DCB）帮助Vattenfall公司向其目标更迈进一步。

隔离断路器（DCB）概念由ABB率先于2000年提出。DCB将隔离开关和断路器集成在一起，从而摒弃了原先所需要的单独隔离开关，提高了设备的可靠性和可用性。由于使用更少的部件-即应用了更少的原材料，它也提高了整个寿命周期中的生态效能。此外，运行阶段的电力损耗也因DCB较低的电热损耗而降低。并且，DCB还可以减少高达60%的占地面积。

LTA型CO_2概念断路器于2010年首先安装于瑞典的一个132/45 kV变电站试点项目中，并正常运行至今。该变电站由Vattenfall公司运营，包括6个132 kV和9个45 kV间隔。

LTA型CO_2 DCB定位为母线断路器，它执行着双重角色：在一年当中一部分时间作为电容器组断路器，在剩余时间做为一个馈线断路器。在一年的时间里，该设备执行了近400次开断操作。

尽管LTA 72D1设计电压等级为72.5 kV，然而其在145 kV的优异性能证明了二氧化碳技术在更高电压等级的巨大潜能。

1 SF_6 气体

SF_6是一种人造气体，并且是“京都议定书”中列出的六种温室气体中的一种*。尽管当前SF_6对温室效应的影响只有0.1%，然而其对全球性变暖的潜在危害却是二氧化碳的22,800倍[1]。

关于SF_6
- 用于电气设备中的不可燃气体
- 无毒
- 不破坏臭氧层
- 使用SF_6的设备有极高的安全性
- 当一个设备或变电站需要打开时，其中的SF_6气体可以被回收和再利用
- 通过热转变过程，可以将SF_6变成天然物质萤石和石膏，进而从生态系统中去除
- 超高绝缘耐受能力
- 有效灭弧
- SF_6装置结构紧凑，并几乎勿需维护
- 在电气应用领域，SF_6气体仅用于全密封和安全系统中

脚注

* “京都议定书”是一项旨在减少温室气体排放的国际协议。参考：*Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, United Nations, 1998.

参考

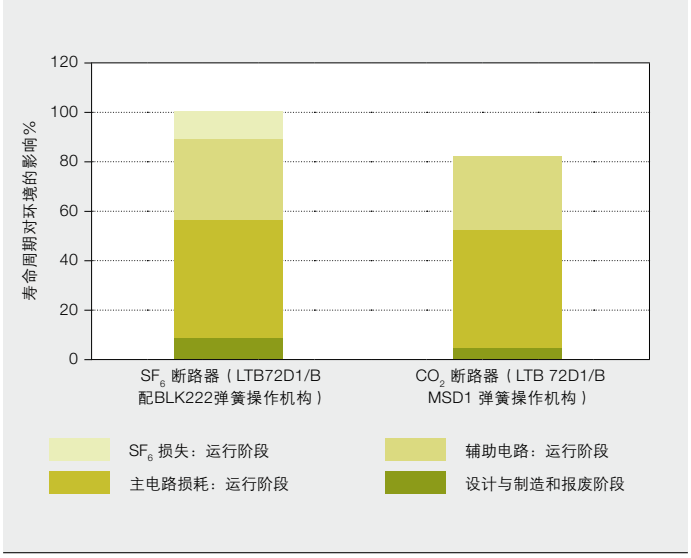
[1] Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group 1, Climate Change 2007, Chapter 2.10.2.

候变化工作小组（IPCC）建议的方法估计，通过使用二氧化碳替代 SF_6 气体，在 30 年的寿命周期里将减少 10 吨或 18% 的二氧化碳当量排放。

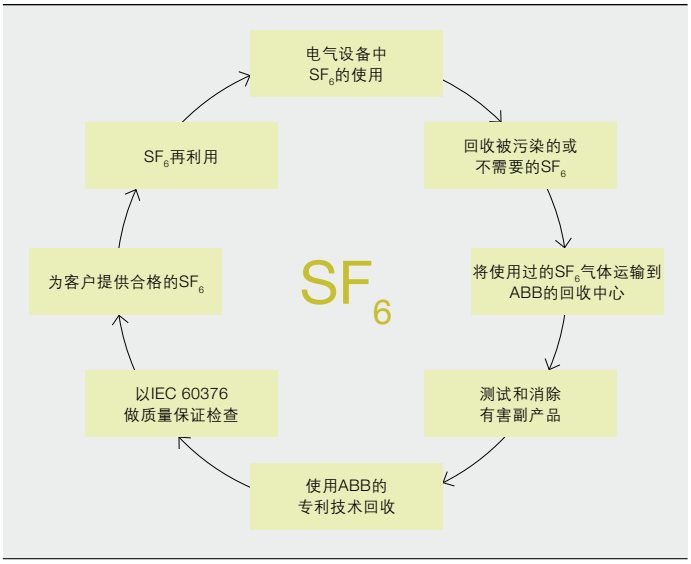
另一种减少环境影响并提高电网效能的方法是 SF_6 气体的回收→ 4。ABB 最近推出了一项基于低温过程的 SF_6 气体高效完善回收专利技术。应用新开发的技术，回收的 SF_6 气体纯度可以达到 99.9%以上，并且符合 IEC 60376 标准（新气体标准），从而实现了 SF_6 气体的多次循环利用。使用回收的SF_6气体不仅有助于减少碳排放，并且可节约高达 30%的潜在成本。

相对于早期的技术，新工艺最大的技术优点是无论 SF_6 气体污染水平怎样，它都可以进行有效地循环使用。而早期的技术无法把所有的污染物和不同污染程度的气体在一个处理步骤中解决。此外，新工艺的自动化水平也可显著提高产能。

3 ABB的LTA型CO_2断路器和LTB SF_6断路器在寿命周期内对环境影响的比较



4 低温SF_6气体回收



以上比较是基于政府间气候变化专业委员会（IPCC）和ISO标准。

5 ABB的Circuit Breaker Sentinel CBS-F_6

ABB公司最大程度地回收利用产品中易回收和可处理的材料

SF_6 气体在线监测——CBS 产品线

减少 SF_6 气体泄漏一直是关注的热点。在线监测设备可以通过对采用 SF_6 气体设备的连续监测更迅速地调度维修 SF_6 气体泄漏。ABB Circuit Breaker Sentinel™ 状态监测仪通过一个集成的电子和传感器设备——CBS-F_6 来确定 SF_6 气体绝缘单气室开关电器的温度补偿压力。基于 Windows 的软件可以实现远程在线监测和连续监测相对所需压力的偏离趋势 → 5。

光纤电流传感器

近年来，电流和电压传感器已经开始逐渐在智能开关中替代油式互感器。对于高压空气绝缘变电站，光纤电流传感器（FOCS）是替代传统电流互感器的智能化选择。FOCS 不仅提供了“即插即用”方案，同时它的数字接口满足 IEC 61850 通信规约。因为不再需要油或者 SF_6 气体作为绝缘介质，光纤传感器不仅提高了生态效能，也彻底杜绝了漏油或是 SF_6 气体泄漏的风险。并且，FOCS 还大量地减少了诸如铝、铜缆、钢材和混凝土地基等原材料的使用，大幅降低了变电站占地。ABB 的 FOCS 既可以与柱式断路器 LTB 也可以与隔离断路器 DCB 集成在一起 → 6。

干式电缆终端

ABB 干式自支撑电缆终端采用硅橡胶复合绝缘，并且在工厂生产线上完成预组装和预填充 → 7。预制杜绝了在运输过程和现场因油或其它化学物质泄露以及不当处理而导致的风险。干式技术还有另外一个显著优点：在发生故障时，它降低了损害周边设备尤其是周边人员的危险。

专注于整个寿命周期

在一个产品生命周期的各个阶段都存在诸如电力损失和废物产生等对环境的影响。ABB 公司遵循 ISO 标准衡量和评估产品

6 FOCS与ABB隔离断路器相集成

7 Kabeldon TD145：145 kV 干式电缆终端预装电缆终端

ABB利用在高压技术领域100多年的经验，不断改进产品的设计，以减少寿命周期各个阶段对环境的影响。

在整个寿命周期的各个阶段对环境的影响。大致来讲，这些阶段分为：制造、使用和报废。高压产品的寿命周期通常是30 到 40 年。ABB 利用在高压技术领域100 多年的经验，不断改进产品的设计，减少寿命周期里各个阶段对环境的影响。

*** 制造阶段**

在此阶段，ABB的目标是减少体现在产品中的物化能量。物化能量是指生产商品或提供服务所有所需的能量总和。长久以来，ABB通过提供更小巧轻便的产品来减少在每千伏和千安电能传输中所需的材料。此外，ABB的产品中使用的SF_6气体体积也在不断减少。例如，从1995年到2012年，在420 kV AIS CB中使用的SF_6气体的体积已经下降了20%；从2006至2012年，在420 kV GIS间隔中使用的SF_6气体体积已经下降了40%。至始至终，ABB一直致力于在制造阶段使用最节能高效的工艺流程。

*** 运行阶段**

由于高压产品漫长的寿命周期（一般为30到40年）以及诸如运行能耗等其他因素，运行阶段对环境的影响通常占对环境总影响的70-80%。例如，为降低断路器的操作机构消耗的能量，ABB采用了低耗能、紧凑型的弹簧操作机构以取代笨重的、高耗能液压操作机构。此外，针对电流流过设备导体产生的相关电热损失，ABB通过使用特殊设计和材料以确保较低的电阻损失。高压产品中使用的绝缘介质如SF_6气体和油，一旦泄漏也会对周围环境产生负面影响。ABB通过使用特殊的、久经考验的密封系统，确保SF_6气体泄漏率无论在室内和或低至-55℃的室外环境中一直低于0.5%。

*** 报废阶段**

除了采用最新的回收技术，ABB公司最大程度地回收利用产品中使用易回收和可处理的材料。相关文件的明确标注也促进了回收和处置。

ABB坚持不懈地提升产品和解决方案的生态效能。一方面，我们进行突破性技术的研发，另一方面我们不断评估和减少现有产品和解决方案对环境的影响。

Namita Asnani
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
Faridabad, India
namita.asnani@in.abb.com

Fredi Stucki
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
瑞士 苏黎世
fredi.stucki@ch.abb.com

参考文献

- www.iso.org
- B. Alexander et al., “SF_6 and a world first: ABB launches the first-ever SF_6 recycling center,” *ABB Review* 1/2012, pp. 22–25.

优化电能质量

用电容器和滤波器消除无功功率和谐波

KURT SCHIPMAN——电能质量正成为用户和电力供应商越来越关注的问题。导致电能质量变差的原因包括发电、输电和电能使用效率的降低，以及不断增加的系统故障。系统可靠性降低，运行成本增加。可再生能源在电网中的的引入也增加了对负荷需求管理和电压稳定性的战。ABB倡导并且提供完整的产品组合，专注于所有电压等级下的电能质量问题。

1 良好的电能质量的益处

电力公司的益处	工业用户的益处
提高资产利用率	降低电费
降低网络损耗和二氧化碳排放量	降低网络损耗和二氧化碳排放量
提升系统输送容量	符合电网要求
电压稳定	增加工厂的产能
	更高的生产率（即更少的中断，更低的运营成本）

2 ABB电能质量产品组合

1 kV 以下	1 kV 以上
用于提升功率因数的电容器单元	用于提升功率因数的电容器单元
自动投切电容器组（接触器/晶闸管）	特殊用途电容器（如涌流电容器）
可平滑调节的 无功功率补偿	固定可投切电容器组（金属封闭柜）
有源谐波滤波器	固定可投切电容器组（组架式）
功率因数控制器	无源谐波滤波器
有源电压调节器	静止无功补偿器（SVC）/串联补偿装置
工业UPS系统	STATCOM/SVC light 产品
电池能量存储系统（包括无功和谐波控制）	电池能量存储系统（包括无功和谐波控制）

理想的交流电力系统电压是有恒定的振幅和频率的正弦波。理想的交流负荷电流为同一频率的正弦波并且和电压同相位。这样的系统是最稳定的，损耗也最小，可以说是最佳的电能质量。在现实生活中，有许多因素会导致与理想情况的偏离和引起电能质量的恶化。由此会造成电力设备寿命周期和运行效率都降低，并且运行成本增加。如果生产因意外停工，例如，由于很差的供电质量，就会产生额外的成本[1]。良好的供电质量所带来的好处是多方面的→ 1。

电能质量差有许多来源：

- 无功功率，导致线损和电压的波动，并且增加电力系统的运行负担。
- 谐波，导致电网额外的压力，有可能导致设备故障，使得设备运行效率降低。
- 负载不平衡，（例如，铁路系统中的单相应用或写字楼里）。不平衡负载可能导致电压过多的不平衡，给连接在相同电网中的其他负荷造成压力，从而增加中性母线电流以及在四线系统增加中性点的对地电压。
- 电压变化（例如骤降、升高），可导致负载发生故障，并且，当多次重复时可以导致闪络的发生。电压变化可以由负载电流的变化引起，或由外部因素引起，如输电或配电线路故障（如雷击）。

标题图片
什么可以用来改善无功功率和电网的谐波？

为了保持电网良好的电能质量，电力公司不但自己投资电能质量设备，而且还制定了合适的收费规则 / 惩罚机制，旨在限制电网用户所造成的影响。电网用户安装电能质量设备以符合规章要求，并且获得最佳的系统效率。

在电能质量方面世界领先

ABB 在低压、中压和高压领域都提供了一个完整的电能质量产品组合和技术，专注于高效和环保的输电和用电环境→ 2。ABB 有超过 70 年的经验一直推动在该领域的电能质量的发展。

在现实生活中，有许多因素引起与理想情况的偏离和电能质量恶化

无功补偿

架空线的感性的串联阻抗导致无功功率的消耗。这与电流的平方成正比并引起压降，因此，线路的传输功率会降低。为避免这些影响，通常安装并联电容器组等无功补偿设备。该电容器组可以维持足够高的电压水平，防止电压变化的不良影响，从而保证电网的安全性和可靠性。此外，无功补偿还可以减少电网损耗。

电压越高，电网的传输容量越大。并联电容器补偿的使用可以增加传输的有功功率，从而减少电压骤降现象的风险。许多输配电的运营商都在使用 ABB 的电容器组。

除了无功补偿电容器，ABB 在直流领域应用的干式电容器技术也走在了前列→ 4。

提高孟加拉电网的效率

孟加拉电网公司（PGCB）选择了 ABB 的组架式高压电容器组，以改善 132 kV 输电网的性能，其中部分地区曾因电压下降和糟糕的电能质量遭受损失。

新的无功补偿设备被安装在 PGCB 的八个损耗最大、电能传输最关键的变电站。

3 安装在波兰的110 kV无源滤波器

4 ABB干式电容器在轻型高压直流输电和轻型SVC的应用

ABB一直走在干式电容器技术的前列。继很多年前率先在低压交流系统应用，ABB掌握和完善了干式电容器技术在高压直流输电（HVDC）的应用。

ABB干式电容器比传统的同样参数的产品小得多，对需要高能量密度的应用-例如轻型高压直流输电和轻型SVC应用-是理想的产品。在这些应用的核心部位有一个电压源变换器（VSC），电容作为电压/能量源。变换器的能量越高，需要的能量存储能力也越大。最新变换器技术也同样需要更高的电流密度。

除了其紧凑的结构和更高的功率密度，ABB公司应用于直流的干式电容器还有更多的优点，如自愈、优越的寿命周期的性能和低电感性，使得它们非常适合要求苛刻的应用环境。

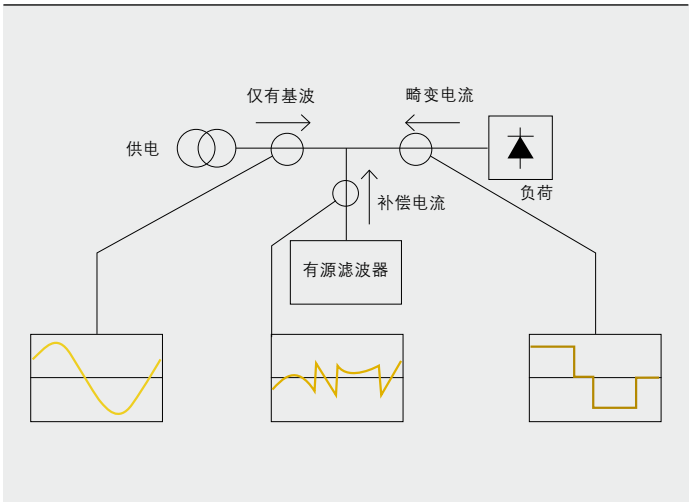
安装完毕后，功率因数从0.88提高到0.98，成就显著。与最初的情况相比，系统电压抬升了3 kV到5 kV。提高了系统的电压，降低了损耗，改善了功率传输。

功率因数和电压的同时改善，可以在不增加额外发电容量的情况下，使得电网多传输34 MW的有功功率。这也明显改善了PGCB的营业收入。

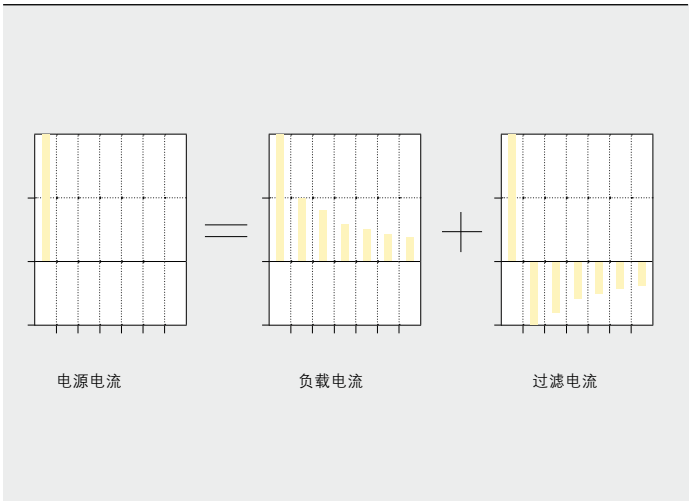
总体而言，该项目投资回收期为18个月。与新建一个相同容量的化石燃料发电厂和额外的传输线的投资相比，该成本只是一小部分。同时，由于ABB的无功补偿系统是恢复原来应用的输电容量，而不是增加新的发电容量，因此没有显着的持续运行成本，也没有额外的温室气体排放。

ABB有超过70年的经验一直推动在该领域的电能质量的发展

5 最常见的有源滤波器的接线图

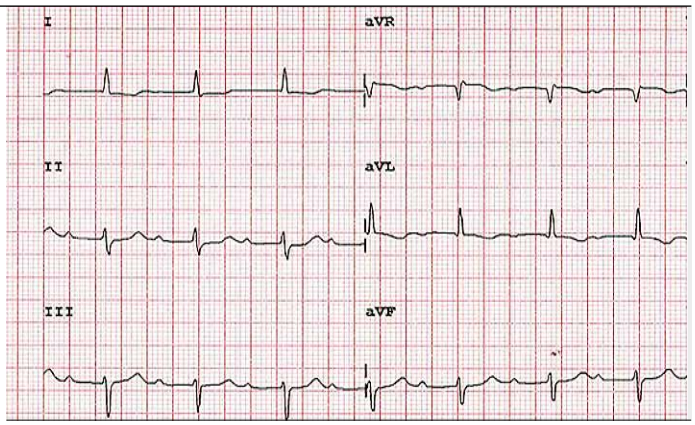


6 频域分析滤波方法的原理



7 在急诊科的心电图记录

7a ABB有源滤波器安装前



7b 安装后

除了开放组架式，ABB 还提供齐全的金属封闭电容器柜（MECBs），满足客户对占地面积有限或者需要包括保护在内的完全集成的要求。这些电容器组可以安装在室内或室外，特别是在工业领域和配网中的应用，例如，在电网或者风电场的补偿。

积极改善电能质量

工商业领域里的非线性负荷需求不断增长，导致电网中谐波电流的潜在危害不断增加。无源滤波器一直并仍在被用来减轻电网谐波的危害→ 3。在低压系统里，这些解决方案大多不太适用，例如，过负荷风险，负荷的动态变化。

ABB 模块化的有源电能质量滤波器（PQFs）避免了无源滤波器的问题，它通过使用电力电子元件件连续实时监控电流谐波，并通过注入刚好相反波形的电流来消除它们。然后得到一个干净的正弦波——最优的电流波形→ 5。

为了在整个滤波器带宽获得最佳性能，ABB 有源滤波器两个关键控制是：

- 使用一个真正的闭环控制来达到最优滤波性能。
- 通过频域来分析处理有害的谐波电流，可以使客户以最佳的方式制定治理的目标→ 6

除了有效的滤除谐波之外，ABB 的有源滤波器还可以：

- 对感性和容性负荷进行平滑的无功功率调节—对有很多计算机设备的现代建筑都是有用和必需的。
- 平衡负荷。这可确保中性点对地地电压保持在最低水平，从而保证系统的安全性和可靠性。

ABB 有源滤波器抑制心电图干扰

在澳大利亚皇家墨尔本医院的新急诊部门，医院的负荷带来谐波，产生的电磁干扰严重到足以干扰心电图（ECG）监测和记录。结果导致新的心电图设施不能使用。

包括 ABB 在内的调查显示，干扰源来自于主电缆的谐波电流。这种干扰被 ABB 有源滤波器技术抑制，然后心电图设备可以成功使用 [2] → 7。

ABB 公司是电能质量技术的先驱，可以提供大量的经验以及产品组合，以帮助客户战胜他们在所有电压领域里所面对的电能质量挑战。

Kurt Schipman
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
Jumet，比利时
kurt.schipman@be.abb.com

参考文献

[1] European Copper Institute, “European Power Quality Survey,” 2002
[2] W.J. Davie et al., “ECG interference suppressed using a harmonic generator,” Technical Paper, *Australian Physical & Engineering Sciences in Medicine*, vol. 32, no. 3, pp. 159 – 64, Sep. 2009.第一卷

提升标准

特高压开关设备和组件

WALTER HOLAUS, MICHAEL LANE, RICHARD THOMAS——可靠的电能供应是现代经济的支柱。它能够安全可靠地运行主要依赖于高压开关。对更高的传输功率和更低的损耗的需求，促进了特高压（UHV）发展。特高压是指额定电压为800 kV、1100 kV、1200 kV。

1 ABB领导空气绝缘AIS特高压开关案例

1965	世界上第一台800 kV敞开式断路器LTB（吹气式）
1989	世界第一台300 kV单断口SF_6敞开式断路器LTB
2001	世界上第一台800 kV罐式断路器DTB
2008	世界第一台800 kV SF_6敞开式断路器，配单相操作机构
2009	世界上第一台无需均压电容器的550 kV SF_6敞开式断路器LTB
2010	第一台集成了光纤电流传感器的DCB安装运行
2011	世界第一台1100 kV特高压直流输电用旁路断路器安装运行
2012	世界第一台1100 kV特高压直流输电用避雷器，耦合电容器和电容滤波器开发并通过试验

2 1100 kV特高压直流输电部件

无论是处理日益增长的电能消费，还是作为现有电网的支撑，特高压交流和特高压直流都当之必要。它们实际上是密度最高的、效率最高的电力超级高速公路。对于一个地域广大的国家，大容量、远距离输电无疑是一个很大的话题。因此，特高压工程在如中国、俄罗斯、印度、加拿大、南非和美国这样的国家中建设。然而，持续的城市化进程，以及可再生能源和海上风电的发展，使得特高压技术的话题几乎随处可见。

特高压交流电网需要电气开关设备，来应对正常运行所需要的开断、发生短路故障时的保护、以及维护和检修的要求。ABB 公司的产品组合包括：AIS LTBs（空气绝缘敞开式断路器）和 DTBs（罐式断路器），混合开关设备和 GIS（气体绝缘开关）组合，它们都有各自的具体特点，来满足客户的需求。设计和制造能满足严格的安全性、性能和可靠性要求的高压开关是特高压电网中一个重要的挑战。但在过去的 50 年里，通过技术革新和与电力公司密切的对话，ABB 一直走在前列。

金属封闭外壳和SF_6气体绝缘使发展更紧凑的高压开关设备成为可能。

ABB 领导特高压技术的一个重要方面是其对关键部件模块化设计和生产，作为标准模块组件灵活的应用到各种开关类型中，包括 LTB、DTB、混合技术开关和 GIS。ABB 拥有最强大的单元灭弧室设计，即可应用于敞开式也可应用于金属封闭式开关，同时拥有世界上最全面的断路器操作机构组装线，使得 ABB 快速开发可靠的、高性能的开关成为可能，以满足客户的需求。

ABB 在开关设计方面的领导作用还不止灭弧室和操作机构，还包括其他特高压核心部件，如使用硅橡胶绝缘的复合套管、

标题图片
印度在建的765 kV变电站

3 为中国制造的1100 kV GIS

为过电压保护的金属氧化锌电阻技术、为测量电流和电压的非传统的互感器和传感器等。

空气绝缘的特高压技术

电网和相应的变电站往往是空气绝缘的——高电位距离地面和人几十米→ 1 - 2。

ABB 先进可靠的灭弧室和操作机构保证了特高压敞开式断路器 LTB 适用于最高 1200 kV，80 kA 的应用要求（单元灭弧室最高可达 330 kV，5000 A，80 kA，满足在 -60℃ 至 +50℃ 的极端气候下运行）。结合在复合绝缘和集成先进技术——如光纤电流传感器——的知识和经验，ABB 可以为交流和直流应用提供最安全、最可靠、最紧凑的特高压 AIS 解决方案。ABB 的敞开式技术解决方案支持和保护包括中国、印度、加拿大、美国、俄罗斯、乌克兰、委内瑞拉，以及其它许多国家的特高压电网→ 4。

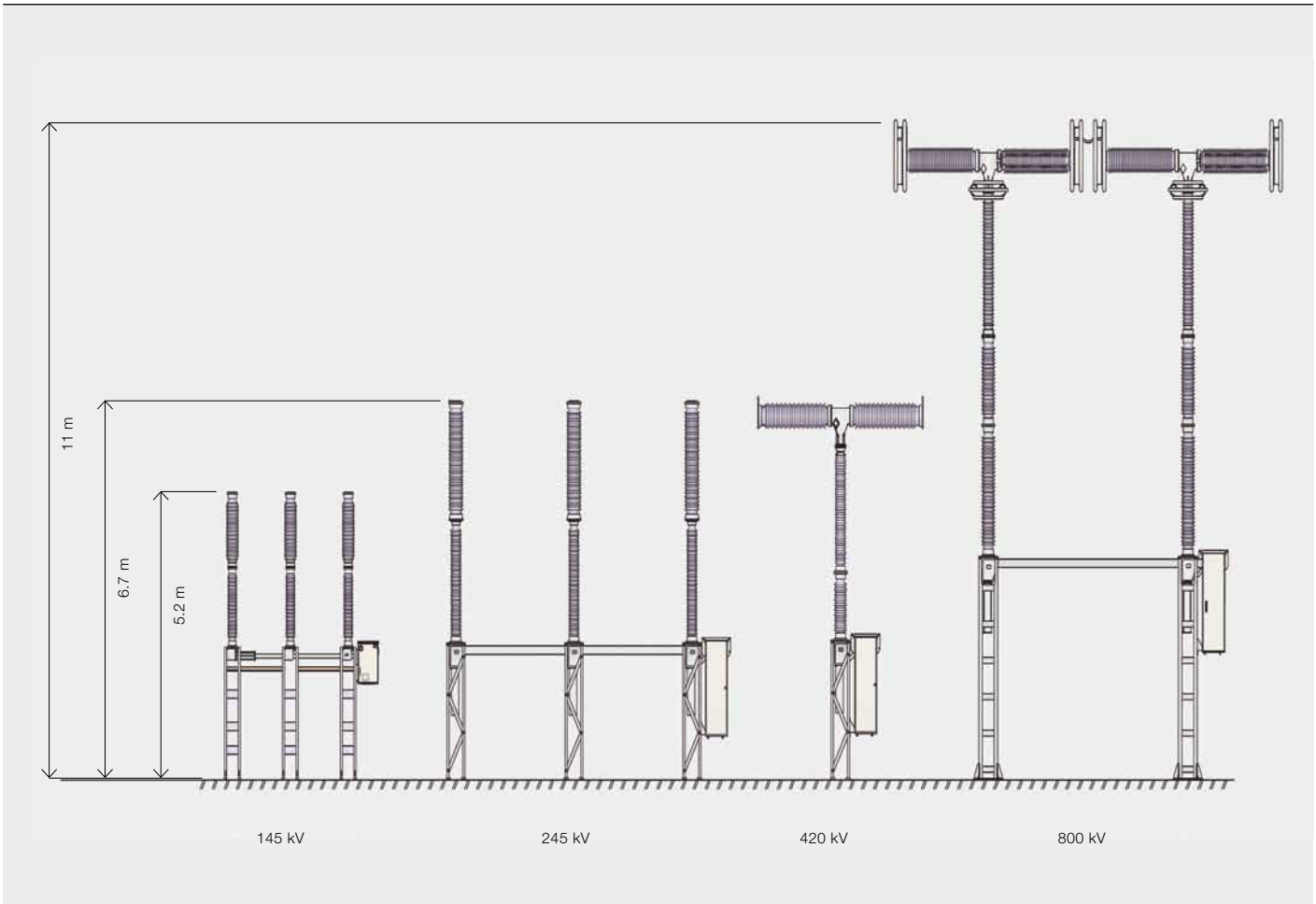
ABB 特高压罐式断路器的核心技术包含额定参数 362 kV、63 kA、5000 A 的单断口灭弧室。配合使用加热器、断路器和操作机构可以在 -50℃ 至 +40℃ 极端气候条件下运行。先进的单断口灭弧室和操作机构为高达 800 kV 的罐式断路器的广泛应用提供了基础。未来，通过在印度 Bina 变电站的 GIS 会使用类似的灭弧室和操作机构，该技术有望将罐式断路器扩展到 1200 kV。在 2000 年，ABB 首先推出并安装了 800 kV 罐式断路器。此后，800 kV 罐式断路器在全球范围内广泛应用于特高压电力系统，主要是在美国、中国和南非。

> ABB将继续加大在新产品开发、产品升级和更高电压等级的研发投资。

气体绝缘特高压技术

金属外壳和 SF_6 气体绝缘使开发更紧凑高压开关设备成为可能。ABB 公司的前身于 1965 年首次在市场上推出了 GIS 技术，并于次年为在瑞士苏黎世市中心的 170 kV 地下变电站进行了安装。在 1976 年，ABB 为加拿大 Claireville 交付了第一台 500 kV 的 GIS。

4 不同电压等级断路器的高度比较



在中国，世界上第一个1100 kV特高压交流电网在加压后成功投入商业运行

随着世界上第一台 800 kV GIS 于 1986 年在南非安装，ABB 已经证明了其在特高压技术的领先地位。这个叫做 Alpha 的变电站已运行超过 20 年，没有任何故障或意外停电。

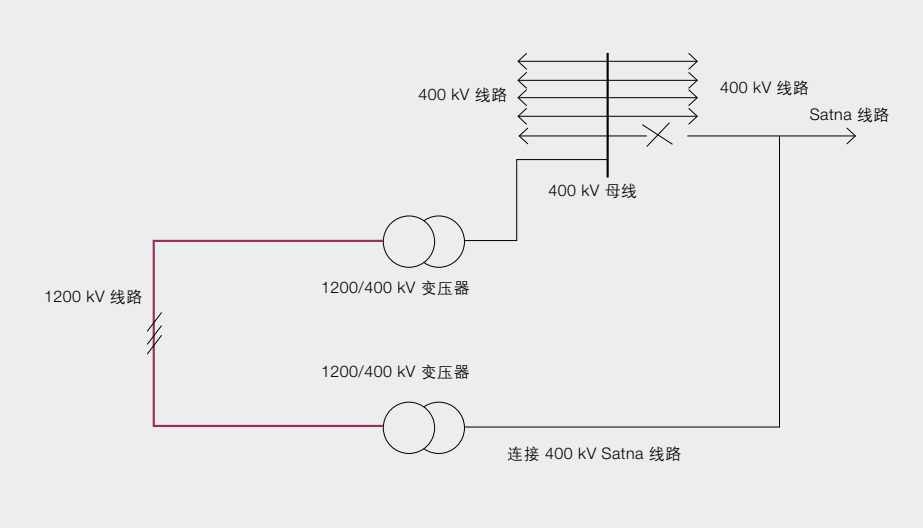
在中国，世界上第一个 1100 kV 特高压交流电网在 2009 年成功投入商业运行。对于这个电网，ABB 开发了完整的 GIS 部件组合，包括带合闸电阻的断路器、隔离开关、接地开关、电流互感器、母线、套管和绝缘子，并和合作伙伴 - 中国开关制造商西安西电 - 联合进行了试验。ABB 将 1100 kV HGIS 的核心部件交付荆门变电站，并继续为中国其他的开关设备制造商提供核心部件如盆式绝缘子、灭弧室和断路器操作机构，为 1100 kV 电网在中国的进一步发展做出贡献→ 3。

在印度，特高压电网也正在测试、规划和实施阶段。这个 800 kV 的交流输电网的实施包括几个变电站的招标，涵盖了特高压 GIS 和 AIS 开关。ABB 为适应相关标准变化包括常规试验和型式试验，采用最先进的技术重新设计了 800 kV GIS 并已运送到这个变电站。重新设计的部分将进行整套的型式试验，来满足印度电网的最新标准。

在印度，1200 kV 特高压电网现正处于测试阶段。印度电网公司在 Bina 建立了一个 1200 kV 试验站， 允许制造商安装和测试他们的特高压设备。该试验站包括一段很短的 1200 KV 架空线路，通过线路两侧的变压器由 400 kV 电网供电用来对这些特高压设备进行测试→ 5。

ABB 同意在 Bina 测试站投资一台单相混合型 GIS 进行测试。GIS 中被命名为“混合型”是指母线是空气绝缘，但所有其它设备如断路器、套管、分支母线、连接管件、手动隔离开关，电流互感器和

5 功率通过一个1200 kV试验站从Satna流向Bina.



6 ELK-5主要设备参数和Bina技术要求的比较

参数	ELK-5	Bina 技术条件
UM	1200 kV	1200 kV
系统电压	1150 kV	1150 kV
额定雷电冲击耐受水平	2400 kV	2400 kV
额定短时对地pfwv	1100 kV, 1 min	1150 kV
额定短时绝缘爬距pfwv	1100 + 635 kV	1400 kV
断口额定雷电冲击WV	2400 + 900 kV	2400 + 690 kV
对地额定操作冲击WV	1800 kV	1800 kV
断口额定操作冲击WV	1675 + 900 kV	1675+(980) kV
额定频率	50 Hz	50 Hz
馈线额定电流	5000 A	5000 A
主母线额定电流	8000 A	
额定短时耐受电流	50 kA, 3 s	50 kA
额定峰值耐受电流	135 kA	135 kA
GIS组件的局放水平	<3pC at Um/3	

印度电网公司在Bina建立了一个1200 kV试验站，允许制造商安装和测试他们的特高压设备。

PD 传感器等都是 SF_6 气体绝缘。ABB 的 ELK-5 型 GIS 组件应用于该单相测试，它已经进行的型式试验可以满足印度电网公司的要求→ 6。

ABB 的 1200 kV 混合 GIS 的测试相在印度电网公司的见证下，在 ABB 印度 Vadodara 工厂完成组装和出厂测试。在 2013 年 2 月进行了设备的安装和调试。

开关领域的领导地位

ABB 在特高压交流开关设备方面是技术和市场的领导者，并继续加大在新产品开发、产品升级和更高电压等级的研发投资，以追求 AIS 和 GIS 变电站的市场机会。

在特高压领域 AIS 技术最新的发展包括 1100 kV 敞开式旁路断路器的成功安装。在 GIS 技术方面，将 ELK-5 升级到 1200 kV 电压等级，以及在 Bina 测试站的混合型 GIS 试验项目都在印度同时进行中。

Walter Holaus
ABB电力产品部，高压产品单元
瑞士 苏黎世
walter.holaus@ch.abb.com

Michael Lane
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
Mount Pleasant，PA，美国
michael.a.lane@us.abb.com

Richard Thomas
ABB电力产品业务部，高压产品业务单元
Ludvika 瑞典
richard.thomas@se.abb.com

移动的电力

集成化，模块化和预装配式开关组合，并具有扩展功能的现代化高压变电站

PER SKARBY, KENNETH N. JABRAND, ALBERTO ZULATI——电力市场自由化迫使电力公司要反应灵活迅速。同时电力公司还面临着另外一个新的挑战，可再生能源发电快速增长，需要在不影响整体电能质量的前提下接入电网。为了帮助电力公司应对这些挑战，ABB公司在几十年高压变电站领域技术成果的基础上，将其具有紧凑性、可用性和高自动化程度的功能高度集成的预装配产品进一步发展为可快速调动部署的开关组合。ABB的集成GIS和PASS是将传统的开关技术上升到具有预装配、移动性和集成功能的两个想法。设计它们的目的是满足不断增加的可反复使用的需求，以及应对自然灾害发生后的快速安装和快速恢复供电。

基于PASS的MFM（多功能模块）是如此的运输方便和安装简单，因此它无论作为对于变电站停电的备用，还是灾难后提供电力基础设施，都是理想选择。

集成化 GIS 是因其功能的集成而得名，装入一个外罩，同时在工厂里预先安装和配置广泛的辅助设备，可以多种方式灵活地连接到电网，如电缆终端、母线排、套管或者架空线。

PASS 开关模块化的设计允许将几个组件结合在一起。这些组件包括断路器、隔离接地一体开关、户外 SF_6 / 空气套管、环形电流互感器、电压互感器，电缆接口和避雷器。PASS 所有的配置方案都在工厂组装完毕并试验。

这两类产品都体现了ABB公司的集成化、模块化和预组装可扩展功能的核心，能更好地满足现代高压变电站需要。

标题图片
摄于阿尔及利亚的基于PASS的多功能模块组合（MFM），可以在到达现场后几个小时内安装并投运。

集成化 GIS 的应用

开关的预组装和功能集成的概念在中压及中小功率领域已经趋于一致，并达到相当的标准化程度。这些产品包括 ABB 公司已经推向市场好多年的 e-house 和 CSS（紧凑型箱式变电站）等。现在，同样的概念被进一步延伸，也推广到了高达 420 kV 的高压领域。这建立在 ABB 的已经被证明了的、可靠的 GIS 产品的基础上。由于城市化的扩大，以及采矿、石油和天然气等行业日益增长的电力需求，因此需要既灵活又可在短时间实施的供电。对于城市的扩张，变电站的外观也是非常重要的。在几乎所有的案例中，电力中断，无论多么短暂，代价都非常高，可以扰乱千万人的日常生活，也会严重影响工业生产。因此，可靠性和可用性依然是电力公司的首要任务。这对 GIS 技术是一个主要的驱动力量。

集成化GIS单元可以很容易地被运送到下一个现场——这减少了传统固定安装的开关通常带来的“资产搁浅”的缺点。

世界上有若干城市，它们的城市电气基础设施已经接近寿命周期的尾声。在这些地方，架空线路经常会被转为电缆系统，以腾出土地并改善视觉景观。下一步就是要改变传统的空气绝缘变电站。在这种情况下，集成化 GIS 是一个更好的选择，可以提供更紧凑的、更不引人注意的、能够被

1 集成化GIS

2 集成化GIS – 额定参数

GIS 产品	电压等级（kV）	开断电流（kA）
ELK-04	72.5 – 145 170*	40 50* 63
ELK-14	170 – 300	63
ELK-3	420	63

* 170 kV电压等级额定电流为50 kA。

3 在阿拉斯加的安克雷奇市运行的集成化GIS

由于在ABB的工厂就完成了全方位的规划、设计、组装、测试和质量控制，因此与常规变电站相比可以大幅减少安装所需时间。

更好地保护起来的变电站→ 1。该产品的外观可以很容易地融入当地的环境。

城市电网的转变，如架空入地，通常是漫长的项目，很适合使用集成 GIS 单元作为整个施工阶段的临时供电。一旦电缆已经铺完，它甚至有可能作为开关站将旧的架空线路通过套管连接到新安装的电缆系统。如果是双母线方案等，还可以避免电力中断。这大大减少了对用户和供电公司的影响。项目一旦完成，将会是一个得到良好的保护、安全和视觉美观的安装。

由于预组装的设计和可以快速布置的特点，集成化 GIS 也是石油和天然气、采矿等行业的理想选择。现代的 GIS 开关使用寿命超过 30 年，这往往超过采矿、石油或天然气钻探等本地的工业生产过程周期。集成化 GIS 单元可以很容易地被运送到下一个现场。通过提供这种可移动性，电气设备可以被重新布置，从而减少了传统固定安装的开关通常带来的“资产搁浅”的缺点。

预先设计，并且在很大程度上的标准化配置，可确保高质量和高可靠性。对于客户来说，这意味着更加相似的安装，也就意味着降低了对员工培训和备件库存的需求。由于在 ABB 的工厂就完成了全方位的规划、设计、组装、测试和质量控制，因此与常规变电站相比可以大幅减少安装所需时间→ 2。

阿拉斯加——集成 GIS 的成功故事

2009 年，在阿拉斯加的安克雷奇市希望迅速建设一个新的变电站，以满足日益增长的电力需求。除了时间限制，客户还要求变电站要尽可能不显眼，因为会非常靠近一个购物中心。不用说，设备也不得不承受阿拉斯加冰冻天气和频繁的地震。

作为回应，ABB 提供了 ELK-04 123 kV GIS 变电站。安装到通电只需要几个星期→ 3 – 4。该变电站包括四台断路器，集成到两个 40 英尺的集装箱里。本地控制柜也完全集成在集装箱内。该集成 GIS 满足客户的所有需求，并且由于第一个项目很成功，客户为他们的下一个变电站采购了同样的设备。

PASS 系列

PASS 系列涵盖了广泛的的额定电流和电

4 外观上看的集成化GIS

5 PASS 系列

产品型号	电压等级（kV）	开断电流（kA）
PASS M00	72.5 – 100	40
PASS M0	123 – 170	50 (145 kV 63 kA 60 Hz)
PASS M0S	252	50
PASS M0S (Q1 2013)	420	63

6 预制式的、基于PASS的多功能模块MFM，是可快速布置变电站的主要元素

压 → 5。 2013 年一季度，ABB 推出了 PASS M0S 420 kV，额定短路电流高达 63 kA。尽管像 PASS M0S 的复杂的配置意味着很大的尺寸，它仍然在运输前完成了组装和试验。保持这一重要特性是在这个电压等级下的一个决定性的竞争优势。

PASS 的模块化和灵活性可以允许非常紧凑的设计方案。例如，两个双断路器 PASS 可以组合成一个 M0H，以满足任何 H 型接线的变电站布局。

基于 PASS 的 MFM（多功能模块）

电厂数量的增长快于变电站的建设，这驱动了可以快速安装的变电站解决方案 -MFM 的发展。为了满足可移动式的和需要较短安装时间的需求，ABB 开发出一种使用预制模块作为构件的解决方案 → 6。

多功能模块（MFM）包括所有的高压、中压、变压器及辅助设备，合并成一个模块。

基于 PASS 的 MFM 是预制解决方案的一种新尝试：将 PASS 与变压器集成在一起，使得 MFM 成为在移动解决方案领域里面最紧凑的设计。它的整体尺寸如此之小，甚至可以使用通常的商用卡车运输。并且由于提供了支撑系统，在现场都不需要通过起重机或其它起重工具进行卸载和定位安装。

一个 MFM 可以由三个高压馈线间隔（单母线型）组成，配置电缆终端插头。它可以放在一个 40 英尺的标准拖车上，不需要超大尺寸公路运输许可，可以自由移动。低压部分可以组装在同一个标准拖车的箱体内。整个移动解决方案可以在工厂内完成组装和试验。MFM 还可以配置站用电压互感器，直接连接到高压电网，保证获得所需的不间断的 230 V AC 电源。

基于 PASS 的 MFM 小而紧凑，并且易于运输。它是如此的运输方便和安装简单，因此它无论作为对于变电站停电检修的备用，还是灾难后提供电力基础设施，都是理想选择。

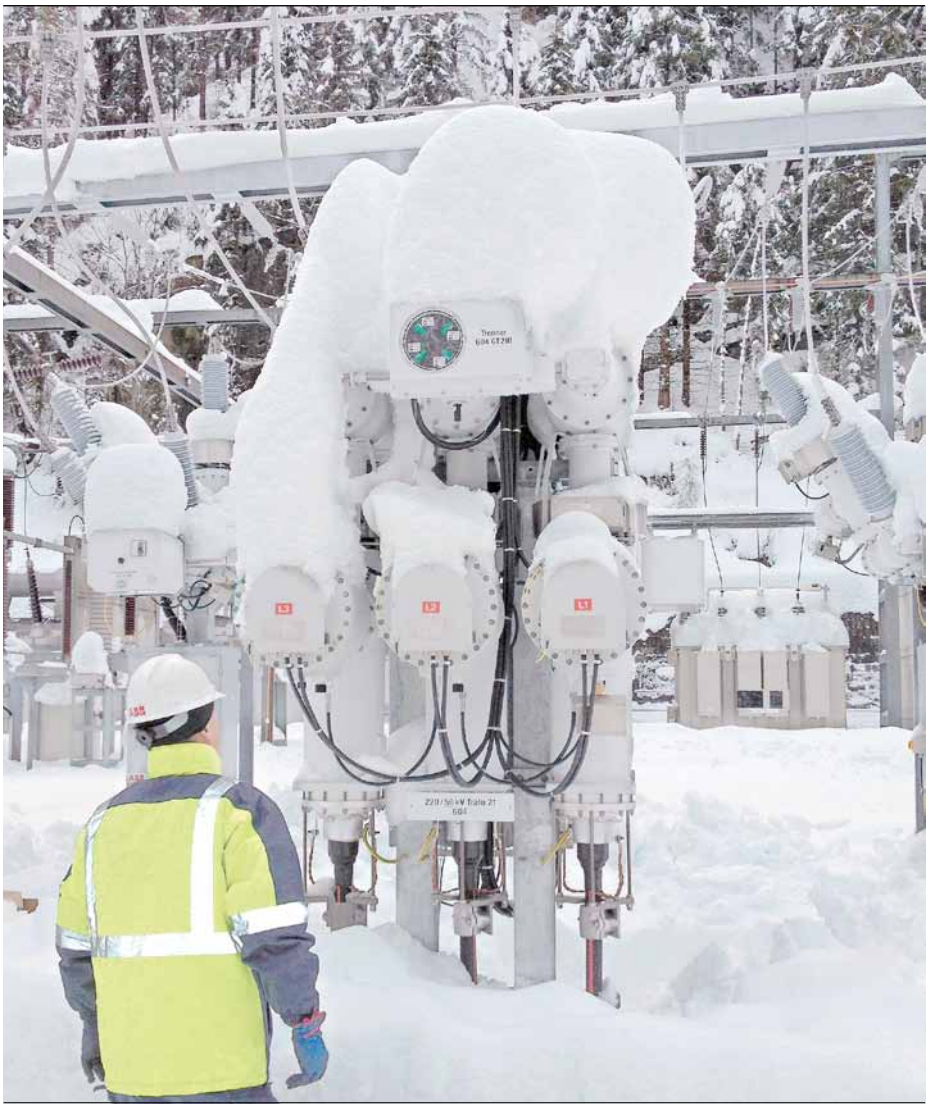
阿尔及利亚——基于 PASS 的 MFM 成功案例故事

在阿尔及利亚的不同地区，26 个 MFM

尽管像PASS M0S的复杂的配置尺寸很大，它仍然在运输前完成了组装和试验。

预先设计，并且在很大程度上的标准化配置，可确保高质量和高可靠性。

7 PASS系列可以安装在最极端的寒冷或炎热气候



将帮助能源服务公司（ESI）——普拉特和惠特尼公司的附属公司——的移动燃气涡轮发电机所提供能源的传输→ 7。ESI 从 ABB 订购了 MFM，并提供给 Sonelgaz——负责电力和天然气配送的国有公司。

Sonelgaz 为超过 6 万家庭提供电——覆盖了全国的 98%。阿尔及利亚是非洲大陆上最大的国家，拥有超过 225,000 公里的输电线，服务人口达 37 万。它正在扩展其电网，以覆盖偏远的、与外界隔绝的地区，并支持撒哈拉大沙漠的油气开发。

ABB 的 MFM 可以在到达现场后几个小时内完成安装并投入运行，可以将发动机连接到阿尔及利亚的 60/220 kV 电网。对于 ESI 至关重要的是，所有类型的设备可以在山地和沙漠地形用卡车移动。MFM 可以通过海上、陆路和航空运输，将被用于阿尔及利亚不同地点的能源发电，显著提高了电网的供电能力。ABB 产品被选中是因为 MFM 概念有极大的灵活性，是将分布式发电连接到现有电网的理想解决方案。

Per Skarby
电力产品部，高压产品单元
瑞士 苏黎世
per.skarby@ch.abb.com

Kenneth N. Jabrand
ABB电力产品部，高压产品单元
德国 曼海姆
kenneth.n.jabrand@de.abb.com

Alberto Zulati
ABB电力产品部，高压业务单元
北京，中国
alberto.zulati@cn.abb.com

开创性改变

ABB如何在不断变化的高压电力世界里始终保持领先

RICHARD OULTON——输配电技术的市场持续发展，其发展速度因不同地区基础设施发展的不同而异。然而，无论是更新老旧资产、保障能源供应，还是新建基础设施，业务发展的根本驱动力仍然不变。这些驱动力包括非常具有挑战性的资本市场，不断涌现的新技术和激烈的竞争。它们正在重新构建如何以及在何处发电、输电、配电，并已经在世界各地产生效应。ABB依然是市场的领导者，并在许多方面帮助重新构建电力市场以实现这些令人振奋的发展。在高压（HV）电力领域ABB公司的创新和技术领先地位已经一次又一次地被证明，帮助自己成为值得信赖的合作伙伴和高压产品的供应商。

ABB 公司于 1988 年由两家欧洲电力行业巨头合并形成。他们是来自于瑞典的 ASEA 和来自于瑞士的 BBC。这两家巨头的历史可追溯到 19 世纪，他们都在世界各地拥有工厂和销售办事处。这些共同的资产也为今天 ABB 的成功奠定了基础。

ABB 的高压产品业务进入了 100 多个国家和地区，其战略核心就是贴近市场和客户。尽管最基本的技术可能是相似的，但是不同的区域和国家需要不同的发展和应用，所以靠近每个市场可以帮助 ABB 更好地了解客户，并把客户的需要转换成合适的产品、服务和解决方案。在 ABB，创新不单单是提供突破性的技术，实际上适用于公司的许多方面，包括广泛的产品组合、业务模式和人员。 这是在如今非常有竞争力的市场中 ABB 与其它公司的很明显的区别。

> ABB的高压产品业务进入了100多个国家和地区，其战略核心就是贴近市场和客户。

从供应方加强竞争力

ABB 的高压产品业务拥有大约 40 家工厂，它们遍布许多国家包括北美和南美、西欧和东欧，亚洲和澳大利亚。这一全球性的布局使 ABB 可以借助世界各地的生产和采购供应链，同时越来越多的本地组装单元可以确保客户获得包括工程设计，安装和调试支持的最大价值。

ABB 将继续投资，优化并扩大其在全球范围的布局→ 1 – 2。例如，公司目前正在沙特阿拉伯和印度建立新的设施，旨在满足当地客户需求。另一个明显的例子是我们的灵活采购。根据客户偏好和认可，ABB 可以利用其在全球的工厂提供各种产品。这对客户和 ABB 都有利，这是因为这种方式更灵活，减少了交货时间，并且可以根据客户的需求加快了进入市场的速度。

ABB 公司的现场服务团队是公司另一个非常重要的业务组成部分，立足于当地是其根本。ABB 公司的高压产品业务单元目前有 1000 多名专家，他们工作在世界各地

在由德国商业杂志《经济周刊》举办的“最佳工厂大会”评选中，ABB在瑞士苏黎世的发电机出口断路器（GCB）工厂被选为2010年欧洲年度工厂。评委会包括行业专家和来自国际领先的商业学校的学者，如欧洲工商管理学院（INSEAD）和WHU-Otto Beisheim管理学院。

评选的主要评价标准之一是能否可以最大限度地提高效率和生产力。评委对工厂的布局设计，符合人体工程学的工作站和最先进的物流系统表示了赞赏。现代化和精简的生产流程有助于提高生产力和产能。相对于旧的车间，新工厂空间减少了一半，产能却增加了一倍，交货时间也从几周缩短到几天。

在ABB，创新不单单是提供突破性的技术，实际上适用于公司的许多方面，包括广泛的产品组合、业务模式和人员

的 26 个服务中心，这也是为了满足任何全生命周期内的服务需求，对其做出迅速反应。

高压电力市场正在发生变化，ABB 早已认识到了这一点并由此调整了其产品组合和技术基础。越来越多的客户需要某种形式的远程监控，这不仅改变了 ABB 对资源的需求，对客户也是一样。公司现在已经有能力远程监控变电站所有关键的诊断指标，以确保更高的可靠性。另一个重点是提供最先进的方法实现 OEM 资产在全周期对环境影响的最小化。由于资产的处理对环境的影响降到了最小，这样的服务带给最终客户信心和安心。

另一个最近的发展实例是 ABB 公司的移动式服务站，它大大减少了环境恶劣和偏远地区作业的断电时间。 在恶劣的天气如雪、雨水或沙尘暴条件下进行高压断路器维修和翻新现场工作几乎是不可能的，并且还可能会影响修复的完整性。然而将待维修的产品运输到服务中心通常也不切实际。在这些情况下，另一解决方案就是移动式服务站→ 3，它是一个 40 英尺的集装箱，配备了所有必要的服务、维修或翻新 ABB 高压断路器的工具，完全适合陆地和海上货运。移动式服务站被广泛应用于北欧，并也在中国和阿塞拜疆使用。

通过与客户的密切联系以建立领域内的竞争力

ABB 的高压产品业务服务于很多市场、渠道和应用，其供应范围可以从单一产品或备件到一个完整的、集成的高压变电站或解决方案。ABB 的优势是它可以为客户提供完整的、全面的产品、系统和服务。

同时，ABB 也可以利用其创新、灵活的产品为客户提供定制的解决方案，应对客户的特殊要求 - 如减少变电站的占地面积和创建特殊的变电站配置。另一个例子是在靠近客户的市场建立区域电能质量中心，这些中心可以提供解决方案，以提高

2 研发——为明天投资

ABB全球研发机构有大约8000名科学家，遍布在全球7个研究中心，分别坐落在美国、瑞士、瑞典、中国、印度、德国和波兰。这些实验室与全球约70所大学开展了广泛的学科合作。公司内部的大功率实验室都配备了最新的设施。

为了始终处于产品和技术的领导地位，ABB全球每年投资超过13亿美元用于研发。在高压产品业务里，最近的创新包括新的气体绝缘开关设备（GIS）概念；使用替代绝缘气体的高压断路器以增强生态效能；为1100 kV特高电压直流技术（UHVDC）和1200 kV特高压交流（AC）提供特高压技术；为世界上最大的额定功率高达1800 MW的发电机组——服务的发电机出口断路器（GCBs），和六氟化硫（SF_6）低温回收技术。这些仅是ABB众多杰出技术中的一小部分，但已经清晰地显示出ABB高压产品业务队对创新的关注。

3 ABB公司的移动式服务站

电网的供电质量和能源效率。这些中心专注在 ABB 的电容器和滤波器产品线上，这些完整的产品组合可以帮助当地客户，按要求提供最佳应用。电能质量中心可以帮助客户，为每一个需求找到最佳的技术解决方案。中心进一步充实了 ABB 在一个区域的技术专长，使公司能够发展可靠的服务合作伙伴网络。通过向产品开发和设计中心提供宝贵的市场反馈，它们还帮助公司进行产品的微调。到目前为止，ABB 已经建立了 7 个电能质量中心，覆盖北美、南美、欧洲、南亚、中东和非洲、印度和中国。

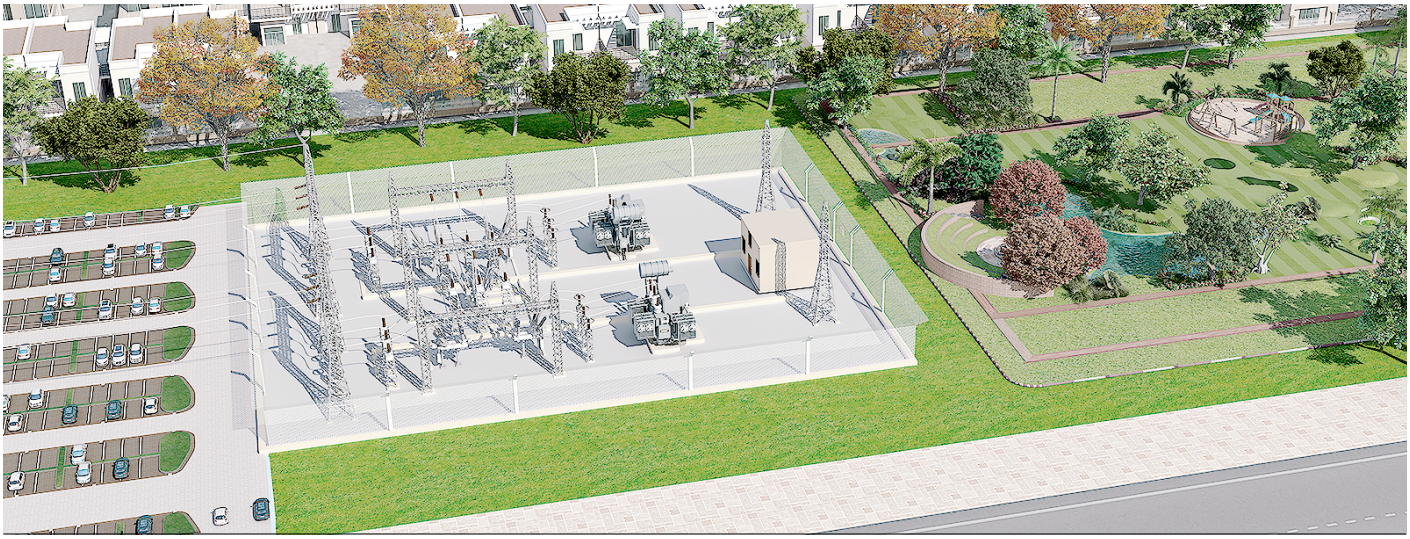
ABB 公司的营销团队与客户紧密联系，发挥着关键作用。壮大和发展本地组织和人员是进入当地市场并建立可持续发展的客户关系的最快方式。ABB 的一个工作重点就是在适当的时间作投资，以确保团队能够胜任工作，面向客户来支持和发展本地市场。

倾听客户的声音是一方面，更重要的是投入时间去真正了解他们和他们的业务。除了纯粹的业务互动，ABB 还主动投入大量资源以了解全球所有市场客户的真实想法，以更好地理解他们，甚至预见他们的需求。这一流程既能反映出 ABB 在哪些方面做得很好，同时也从客户的角度看

ABB将继续投资，优化并扩大其在全球范围的布局→1 – 2；例如，公司目前正在沙特阿拉伯和印度建立新的设施，旨在满足当地客户需求。

4 一个变电站的H5型配置方案中，空气绝缘开关AIS和PASS所需占地面积的比较

4a 空气绝缘开关AIS



4b PASS开关

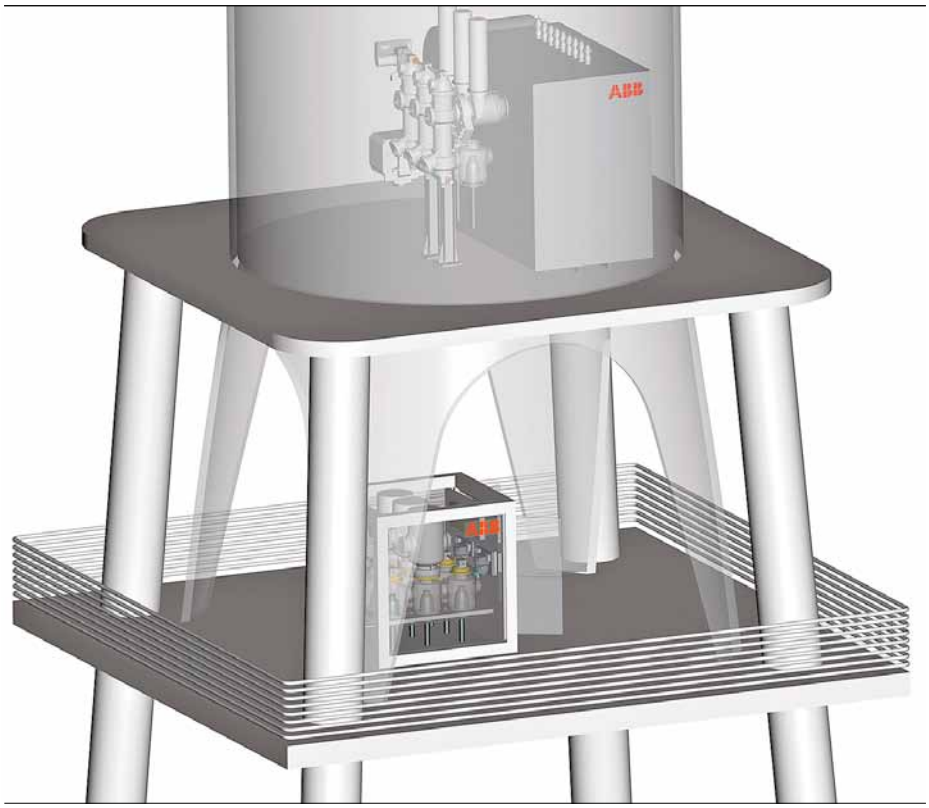
ABB 还需要在哪些方面改进。在公司内部，这个流程被称为净推荐值（NPS），其结果在业务部门公开分享，并有助于推动各职能部门和业务领域的改善。在 2012 年里有超过 15,000 个客户接受了问卷调查，初步分析表明，客户喜欢 ABB 提供的技术支持、行业和应用知识、互惠的合作关系，并从中受益。就整体而言，客户赞赏 ABB 在领域里的竞争力，但他们也希望在一些方面看到 ABB 的改进，如准时交货和改善生产周期。管理层也会根据 NPS 调查的结果作出不断改进，以提高客户的满意度。

ABB公司的高压产品业务单元目前有1000多名专家，工作在世界各地的26个服务中心，这也是为了满足任何全生命周期内的服务需求，对其作出迅速反应。

与全球趋势同步

在一个快速城市化的世界中，空间是非常宝贵的。因此 ABB 的高压开关越做越小。例如与传统的空气绝缘开关技术相比，ABB 的混合型高压开关模块可以减少 60%的空间需求 → 4。

5 在一个风场中的ABB的72.5 kV PASS



另一个快速增长的需要，是可再生能源产品。由于海上风力发电向着更高容量的发电机组发展（5 兆瓦及以上），因此除非应用更高的电压，否则在电力传输过程中的损耗将加剧。这导致在风能市场中越来越多的高压设备的应用。ABB 以新的、紧凑型的高压多功能开关模块 PASS M00 来满足这方面的需求，该产品可以被安装在风力塔狭窄的空间内部→ 5。

为了将现场工作量降到最低，以便于快速连接到电网，ABB 推出了几款即插即用型的高压产品作为解决方案。现场不再需要组装工作，因为产品在工厂可控的条件下已经完成了密封工作，这有助于减少现场安装调试时间，并确保出众的和稳定的产品质量。

未来属于智能电网。为了使电网更智能，首先必须能够做到访问和集成其众多组件的实时状态。ABB 的智能开关解决方案可以提供满足国际标准的数字信号的输出，使远程数据监控更容易。

高压领域的另一显著趋势是特高压大功率长距离输电，以满足最小的损耗和最低的环境影响。ABB 在这些领域最新的技术成果已经在本期的《ABB 评论》特刊中被突出强调。正如谚语所说：变化是唯一不变的。这就是 ABB 的指导原则。通过与客户和市场不断地共同发展，ABB 可以更好了解当前和未来的需求，并贡献最大的价值。这方面的努力遍布 ABB 的所有业务职能，从研发、制造和供应链管理到市场营销、服务和技能发展。

Richard Oulton
ABB电力产品部，高压产品单元
瑞士 苏黎世
richard.oulton@ch.abb.com

《ABB评论》
高压产品特刊
2013年3月

编委会
Prith Banerjee
ABB集团首席技术官
执行副总裁

Georg Schett
电力产品业务部
技术负责人

Fredi Stucki
技术经理
高压产品业务单元

Richard Oulton
市场和销售经理
高压产品业务单元

Harmeet Bawa
传播负责人
电力产品和电力系统业务部

Namita Asnani
传播经理
高压业务单元

Rona Victoria Gregorio
项目协调员
PG GIS/GCB，高压产品业务单元

Andreas Moglestue
《ABB评论》 主编

出版人
《ABB评论》由ABB集团R&D和technology出版。

ABB Technology Ltd.
《ABB评论》
Affolternstrasse 44
CH-8050苏黎世
瑞士
abb.review@ch.abb.com

《ABB评论》每年出版四次，以英文、法文、德文、西班牙文和中文出版。《ABB评论》免费提供给对ABB的技术和目标感兴趣的人士。欲免费订阅，请联系最近的ABB办事处，或者上网订阅：www.abb.com/abbreview

部分印刷或复印需经认可。
再版需经出版人同意。

出版人和版权 ©2013
ABB Technology Ltd.
瑞士苏黎世

印刷
Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbir/奥地利

排版
DAVILLA AG
瑞士苏黎世

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

本刊已翻译成中文，所有文档应以英文版本为准

ISSN：1013-3119

www.abb.com/abbreview

高压产品。即使在恶劣的条件下，也可以确保可靠和高效的电力供应。

ABB提供广泛的、额定最高可达1200 kV的高压产品，有助于增强电网的可靠性、效率和质量。产品范围包括如发动机出口断路器GCB，空气绝缘、气体绝缘以及混合型的开关设备，互感器，隔离开关，电力电容器，以及全面的服务。ABB高压产品旨在最大限度地减少占地和对环境的影响，能够经受恶劣的气候条件，包括温度范围从摄氏零上55度℃到摄氏零下55℃。ABB的技术和创新具有125年的悠久历史，覆盖全球100多个国家，并将一如既往地专注于未来电网的发展。欲了解更多，请登陆 www.abb.com/highvoltage

Power and productivity
for a better world™