

“三高一智” ——看特变电工新能源电能路由器

文/特变电工西安电气科技有限公司

如果将电能看作一辆快速行驶的列车，那么电网就是列车行驶的轨道，而电能路由器就是轨道交通中的重要调度枢纽。然而，这个枢纽在电网中又有着怎样的重要作用呢？这个问题要从2015年“能源互联网”香山会议说起，会议涉及了众多国家重大需求主题，而电能路由器在此次会议中被重点讨论，此次讨论赋予了电能路由器的重要职责，其最基本的任务就是管理接入电源和负荷、寻求最优电能流和信息流路径，实现能源互联网、智能微网、分布式能源信息流和电能流的高度融合。

电能路由器的“三高一智”

对于电能路由器，特变电工新能源已有着长期的积累和探索：2013年进行了电能路由器的技术研究；2014年开始了电能路由器的样机研制；2015年进行了产品规划和技术提升；2016~2019年，经过了技术的更新迭代和产品的示范应用，形成了高效、智能、稳定且可靠的科技产品，在“能源互联网”高速建设与发展的今天，不断实现技术攻关与应用突破，站稳时代的舞台。



◎ 特变电工新能源电能路由器

特变电工新能源电能路由器有着显著的技术特征，可以概括为“三高一智”，即高效率、高可靠性、高集成度、智能路由与集群。

1) 高效率：“一代半导体技术，决定一代电力电子产品”。电能路由器心脏部分是由第三代宽禁带半导体碳化硅材料构成的，使得电能路由器有着更高的效率，再辅以先进的软开关技术，使得最大效率超越98.2%。特变电工新能源电能路由器于2017年获得“居于国际领先水平”的最高评价。

2) 高可靠性：工匠精神和经验被用来开发模块化级联的电能路由器，使得装置具有更高的延展性和扩容性；此外，“N-1”式的模块冗余设计，可实现装置的

高质量稳定运行，有效提升装置的生命值。

3) 高集成度：电能路由器功率模块高频隔离变压器的使用，使得紧凑式的高低电压一体化设计功率模块成为可能。由此带来更高的功率密度和更小的占地面积，而且可实现电能质量的有效隔离和主动补偿。

4) 智能路由与集群：电能路由器的多端口适合于不同电压等级的交直流电源、交直负荷的接入，更像灵活的四肢，实现了多种形式的电能变换与接口匹配，也造就了系统的潮流多向控制和路由功能。此外，采用多种前沿智能算法进行多机并联系统的功率在线优化分配，可以实现电能路由器的集群控制。

电能路由器助力配网网格化

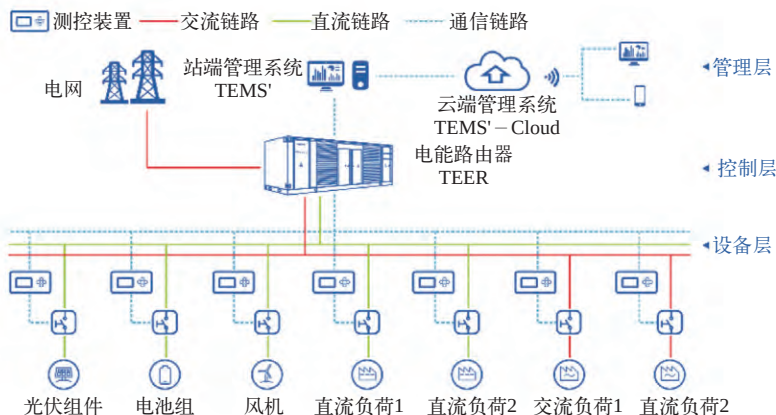
1. 电能路由器实现交直流混合微网

如果将能源互联网看作一张巨型大网，微电网则代表着大网中的众多网格，而电能路由器便是实现网格与网格之间，网格与大网之间互相连接的核心结点。因此，作为核心结点和纽带的电能路由器可通过其众多灵活配置的端口将微网系统可靠地接入中压配电网。

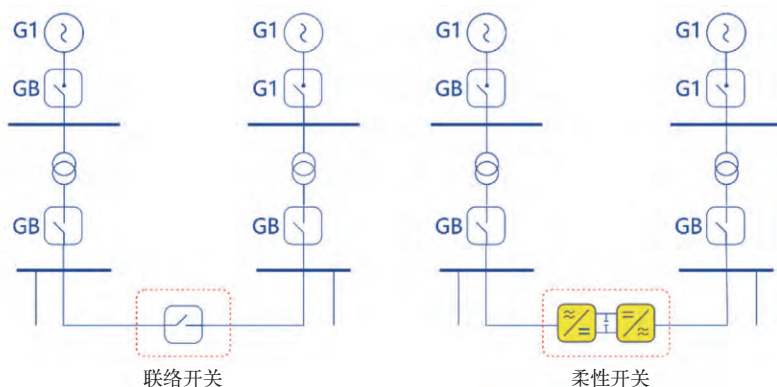
基于电能路由器的交直流混合微网系统总体可分为3层架构。第一层为设备层，主要囊括了分布式电源（风电、光伏系统等）和不同的交直流负荷；第二层控制层，以电能路由器为核心，分布式电源和负荷可通过其灵活的多端口配置实现可靠接入，并通过其中/高压接口，实现与配电网的有效连接；第三层为管理层，以“双端”能量管理系统为核心，可实现整个微网系统的功率预测、优化调度等。与传统的交流微网方案相比，该方案可减少不必要的电能变换环节，系统最大损耗降低5%，平均损耗降低2.5%，系统整体投资降低10%，内部收益率（IRR）可提升1%。

2. 电能路由器实现配网柔性合环

人类社会的快速发展离不开对电能的消耗需求。随着光伏和风电等发电技术的快速发展，分布式电源接入电网的方式也由集中式大电网接入向分散式配电网接入转变，使得配电网由传统的单端辐射状网络转变为复杂的多电源有源网络。为满足当下多分支配网的可靠供电，通常采用配网合环连接的方式来提升供电系统可靠性。特变电工新能源电能路由器不仅有着“三高一智”的特点，还有着“刚柔并济”的功



◎ 交直流混合微电网解决方案



◎ 配网柔性合环

能特性，可有效解决配网合环问题。

所谓“刚”是指电能路由器可耐受多路配网的无阻碍式接入，高频隔离技术在不同配网之间形成“隔离墙”，与传统合环联络开关相比较，可实现配网故障及配网间电能质量的有效隔离。此外，电能路由器具备毫秒级系统响应速度，在故障恢复等方面有着不可替代的优势。

所谓“柔”是指电能路由器可实现中压配电网的“手拉手”式软连接。与传统合环联络开关相比较，可保证配网不间断供电，同时也可灵活地实现不同配电网之间精确的功率交换和电能质量控制，且具备潮流双向控制和快速保护等功能。

通过对比，电能路由器可100%实现多路电源的同时运行，

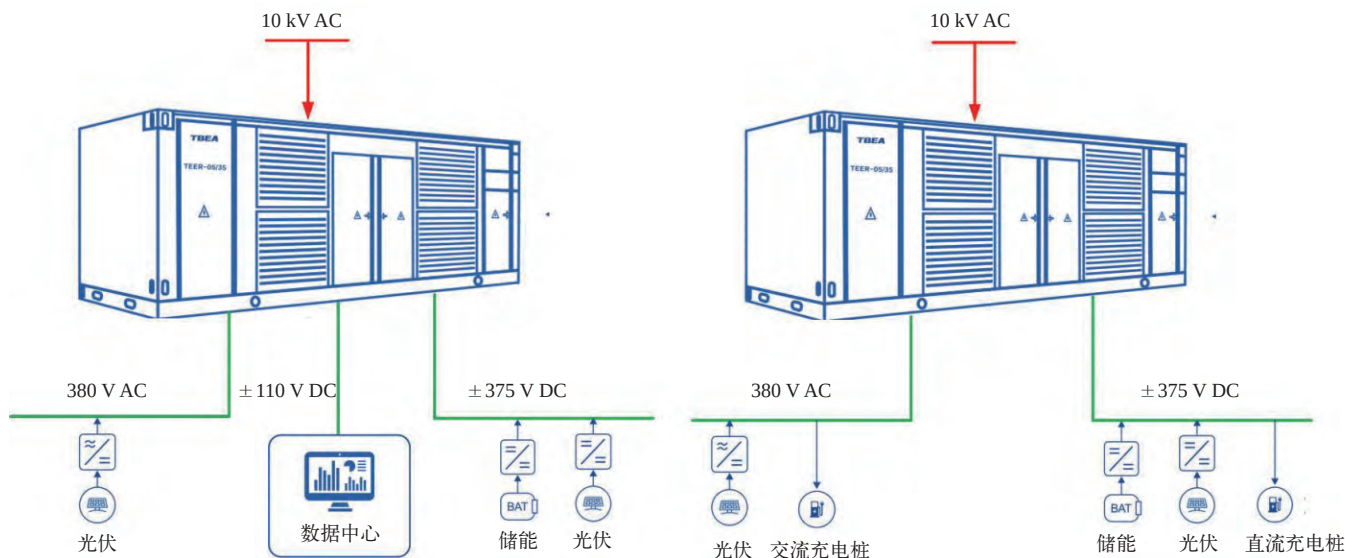
潮流完全可控，系统响应速度提升至毫秒级，为电网实现网格化建设提供了可靠支撑。

电能路由器助力能源互联网可持续发展

在能源互联网的舞台上，在网格化的电网进程中，电能路由器皆表现出了其独特的优越性。在基础设施建设中，大数据中心可靠供电、新能源汽车可靠充电皆可通过电能路由器来实现。

1. 提升供电效率

大数据中心的重要性决定了其供电的可靠性，传统供电常采用工频变压器+不控整流设备及隔离型DC/DC的方式给数据中心供电，为防止电网故障，也会采用后备不间断电源保证供电的可靠性。基于电能路由器的大数据中心供电，不需要工频变压器，可



◎ 电能路由器的应用

直接实现直流变换，减少了不必要的变换环节，体现出了更高的供电效率。与传统供电方式相比较，采用电能路由器的整体供电效率可提升4%。

2. 提升供电可靠性

传统供电方式中，配网或设备故障时，采用后备不间断电源持续给负荷供电，为电力恢复争取时间。电能路由器供电方式更加灵活，可实现大数据中心的“多路”供电，配网故障时，电能路由器可灵活调用其他端口能量持续供电，设备故障时，可切换其他电能路由器系统持续供电。与传统供电方式相比较，电能路由器供电可靠性提升1倍。

3. 促进绿色环保

相比传统供电方案，电能路由器各端口可实现分布式新能源发电系统的可靠接入，通过新能源为大数据中心、电动汽车等用电大户提供清洁能源供电。据可靠数据分析，接入新能源系统的

电能路由器在实现大数据中心供电、电动汽车充电的同时，可节省30%的用电量，有效促进了能源和经济的可持续发展。

4. 构建电动汽车充电网络

充电网是一群充电桩形成的网络，是微网的组成部分。电能路由器的众多端口可实现充电桩功能，也可作为众多充电桩的可靠接口，实现充电网与配电网、智能微网的交互，为电动汽车参与削峰填谷、改变能源结构打下牢固的基础。

电能路由器的应用实践

特变电工新能源电能路由器已经有了众多的业绩，在广东珠海“支持能源消费革命的城市—园区双级‘互联网+’智慧能源示范项目”、东莞国家重点研发计划“交直流混合的分布式可再生能源关键技术、核心装备和工程示范研究”项目中都得到了可靠使用。

前不久，位于东莞的松山湖综合能源项目也传来了喜讯，该项目是南方电网公司首批综合能源示范项目，项目以智能电网为基础、以分布式能源为支撑、以综合能源管控平台为运维手段，推进构建了国际一流综合能源示范区。其中，特变电工新能源提供了2套容量为1 MW电能路由器系统，1套500 kW DC/DC变流装置，满足10 kV交流、10 kV直流、380 V交流、750 V直流和±375 V直流5个不同交直流电压等级接入，实现了东莞易事特数据中心及相关负荷的可靠供电，同时也为我国“新基建”提供了特变电工新能源的创新解决方案。

特变电工新能源电能路由器技术可进行广泛推广，其应用场景可概括为“两园一网、一镇一站一中心”，适合于工商业园区、校园、交直流混合配网、绿色小镇、充电站及数据中心等能源互联网应用场景。EA