分布式发电

分布式电源重要性与日俱增

可再生能源发电可能是目前最热门的分布式发电形式。但是，从历史上看，采用发动机和涡轮的小型发电厂能传输重要的电力，不过它们所在之处必须要保证负载要求和电网支持。由于很多原因，旋转和往复设备提供的分布式电源的角色越来越重要。

文 | Devon Manz，Burak Ozsoylu 和 David Alexander

美国公用事业行业正在经历可再生能源的增长，需要更高应急灵活性，以及对老化的基础设施进行必要升级。分布式电源被我们定义为主要通过气体发电产生的电力，能在短短 5 min 内从冷启动直到满负荷运行，它最适合满足那些小于传统中央发电站单元的多功能模块电子单元的要求。这些发电厂很快就能在负荷不稳定时启动，而且在许多节点上支持电网频率和电压。如果位置接近负载，它们还会减少输电和配电损失，可能推迟成本高昂的升级。

分布式电源并不是一个新概念。每一个电网在一开始都由许多小型互连发电机组成，然后为了实现更理想的规模经济而逐级扩大。美国大多数互联电网一开始都采用分布式发电方式，这些电网共享燃料多样性，从而实现更清洁、更便宜的电力，同时提供可靠的服务。

近年来，新兴经济体出现了各种各样的分布式电源，这些国家开始向合理互连的大型消费和供应电力系统发展。但先进的基础设施类系统，例如北美正在经历基于涡轮机和发动机而运行的分布式电源的第二次复兴。对于 21 世纪的电网来说，这种分布式电源有多重功能，不仅仅是提供电力。由于这些分布式发电项目具有灵活、可靠和模块化特点，能完美克服北美电力基础设施出现的新挑战，我们预计这一趋势在美国将继续发展。

再生能源组合应用的规模变化

最近几十年，在航空和能源部门的共同努力下，GE 已开发出一些 100 kW ~ 116 MW 往复式发动机和燃气涡轮机。今天，超过 3000 台涡轮机和 3.5 万台发动机已经投入运行，向 70 多个国家输送电力。在北美和西欧，我们看到当地基础设施网络对这些产品的需求上升，直到前几年这些基础设施还一直采用集中发电方式。

Baumer
Passion for Sensors

分布式电源的特点是灵活、高效和模块化，这些属性对于风能和太阳能的组合应用是必不可少的。仅在美国，自2000年以来，风能和太阳能产业增长已超过10倍，未来还会进一步增长。而风能和太阳能具有明显的环境效益，必须通过高效可分配的发电系统来维持电网的稳定。

图2 3套J624发动机将用于位于密歇根州的13 MW的Coldwater工厂，发电厂将提供灵活的供电

灵活的资源，包括通用电气的LMS100航改式燃气轮机和J920FleXtra燃气往复式发动机可在可再生能源产量较低时进行分配，或作为高峰期电源。燃气轮机可以实现10 min或更短的快速启动时间，在各种负载条件下连续进行自动调节器控制。LMS100可在20%的负载下以高于50 MW/min的速度进行分配，快速应对负荷或可再生能源生产的突然变化。例如，一张公开照片显示，南加州的8xLMS100发电厂的每个机组的速度达到50 MW + /min，支持与当地电网进行可再生能源集成。

通用电器的J920FleXtra发动机从0到满负载的启动时间为5 min。为了实现高可用性和灵活性，多个发动机可并行启动，这是德克萨斯州的Sky Global Partners LLC的一个项目案例。在运行时，这个发电厂包括6台J920FleXtra发动机，在效率为49%时发电量为51.2 MW。这种类型的发电厂适合设备频繁启动、停机以及负载运行，无须额外的维护费用。发动机的两级涡轮增压器技术也会确保机组能在温度高达104°F时满载运行。

Black Hills Corp.已经开发了一个2xLMS100简易循环发电厂，与原有的科罗拉多州普韦布洛的一座4xLM6000联合循环发电厂共同使用，总发电能力达380 MW。发电厂能在10 min内启动燃气轮机，它的联合循环热启动时间不到1 h，同时采用经过验证的技术来实现负载工作和循环功能。Black Hills的装置可以满足地区电力负荷的全面要求，与传统的集中式发电设施相比，分布式发电具有更大灵活性。卓越的循环和中间指标有助于根据需要整合地区风能和太阳能资源，同时提供高效的基载电力。总之，这些灵活、高效、模块化的发电厂降低了燃料成本，提高了可用性，使电网能应对各种不确定的电力需求。相比传统柴油发电，燃气分布式电源显著减少了废气排放，同时提高了发电厂的效率，并且降低了成本。

图1 6个J920FleXtra天然气发动机将用于Sky Global Partners在德州的一个51.2 MW的发电厂，这座发电厂将向San Bernard Electric Cooperative Inc.提供灵活的供电方案，5 min启动时间和49%的供电效率

T&D替代方案

分布式电源也可向电网提供必要的辅助服务，而且可以建在负荷中心附近，来减少输电损失。

几乎每一个大城市的中心地区都在经历负荷增长，但是这些地区的电线都已经老化，变压器接近过载限制。这些拥堵地带经常促使公用事业部门重新部署线路，更换变压器和/或升级变电站。与在负载附近部署分布式发电成本相比，这些升级所需时间和成本越来越多。

采用分布式电源可能会推迟或避免进行成本高昂的输电和配电（T&D）升级，而且避免大型集中式发电厂供电产生的输电损耗。

为了解决日益增长的城市负荷和老化的基础设施问题，纽约电业局建立了5座分布式发电厂，从战略上考虑，他们的位置都在纽约市负荷中心或接近中心。图3显示了史泰登岛的Pouch终端，它座落在一个住宅和购物混合区。

CHP的附加值

分布式电源也可以通过CHP服务满足当地供热需求。在这些应用中，排放的热能对于终端用户来说极其重要。余

热可用于吸收式制冷机（空调）或在工业过程中产生蒸汽。在其他应用中，排气热量可用于为建筑物供热或水加热，从而节省终端用户的大量成本。这种装置还可以提供有价值的整体能源安全。

各种发电来源包括往复式发动机和燃气涡轮机，它们能轻松配置，进行热电联合应用。通用电器的各种分布式发电技术已经提供了超过 20 GW 的热电联产应用，在全球部署了 11 500 多个机组。

电网支持

电网不仅需要电力，它还需要一个稳定可靠的电压来传输电力，分布式电源可提供必要的无功功率。此外，许多分布式发电厂可提供额外的服务，尤其是电网的特定位置。

通过使用这些额外服务的分布式电源，就可以避免其他投资。例如，那些年代久远的发电厂通常位于负荷中心附近，在建设时，城市中心往往还没有被开发。当这些工厂退役后，无功电源会短缺，不利于维持电网电压的稳定。如果突然由于负载和 / 或可更新能源的波动导致用电量波动，就会使当地电压波动。而分布式发电厂的无功功率有助于缓解这些问题。

替代方案

经过一段时间，美国较小的（40 ~ 100 MW）的电厂不断退出服务，21 世纪的公用事业面临着更加严格的环境要求和排放标准。与传统发电厂相比，分布式发电技术是为了使发电厂达到或超过空气排放标准，同时提高燃油效率和输出质量。为了提高效率，航改式燃气涡轮机经常被开发为联合循环电厂。

图 4 通用电气的 LM6000-PDSprint 航改式燃气轮机帮助世界上最大的医疗中心，休斯顿的德克萨斯州医学中心供热、制冷和供电

通过在联合循环配置中安装两个新的分布式发电厂，加州帕萨迪纳市目前正在解决这个问题。Pasadena Water and Power 选择使用通用电器专为 Glenarm 动力重估项目开发的 LM6000-PG 燃气轮机发电机组，以提供一种灵活、清洁的电源，以适应加州独立系统运营商的新要求。这座发电厂，包括燃气轮机（一种可干式（无水）运行的直流蒸汽发生器）和汽轮机，一旦投入运行，将实现 71 MW 的生产能力。

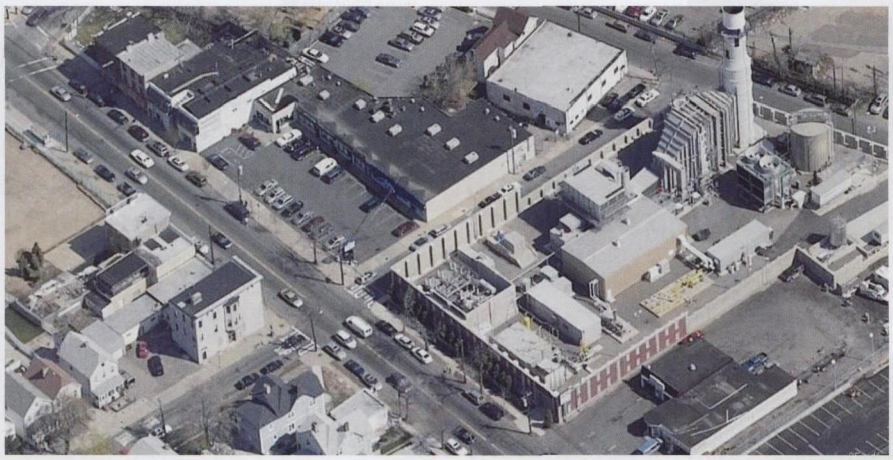

图 3 安装在纽约史泰登岛的一台 LM6000

安装灵活性和速度

分布式电源的灵活性在北美电力基础设施的重要性正在逐渐提高。对于任何电力项目，发电厂的整个服务周期会发生许多变化，包括燃料价格、供应中断和管道增加，后者会拉近天然气与已经使用液体燃料的发电厂的供应距离。自然灾害会使发电厂在燃料方面遇到更大困难，导致供应中断，甚至会中断 T&D 基础设施的运行。双重能源分布式发电厂在这些情形可以达到更好的使用效率。

分布式电源的安装速度也是优势之一。2014 年 9 月，飓风“奥迪尔”抵达墨西哥的加利福尼亚半岛。几天之内，4 套通用电气的 TM2500 + 涡轮机向该地区提供超过 100 MW 的电力。这些燃油发电厂可以快速交付和安装，迅速恢复服务。

各种 100 kW ~ 116 MW 的动力分布式产品提供了一些建筑模块，美国公用事业公司可以将其用于各种用途。因为没有两个项目是完全相同的，有机会将这些模块用于不同地点为最终用户以及当地公用事业或电网运营商提供了附加值。分布式电源的灵活性、适应性、模块化和弹性可以用来应对美国电网面临的原有和新的挑战，以及新兴经济体，特别是可再生能源产量的增长。MM