

对微电网的相关认识

1 微网的背景与意义

随着我国经济增长速度的加快，电力需求也越来越大，大规模联网所带来的问题逐渐显露出来，比如调度困难，安全性和可靠系数不高等。同时，能源危机的加重也使我国这样一个以煤电为主要电力结构的发展中国家在环境治理上耗费了大量人力、物力和财力。分布式发电以其灵活、环保等优势正在逐渐赢得广大市场，而大量分布式电源的并网也给电力系统的保护、实时调度和电网可靠性等各方面带来了一些问题，建立微型电网(微网)是目前解决这些问题较好的途径。

随着包括风电、光伏等可再生能源和高效清洁的化石燃料在内的新型发电技术的发展，分布式发电系统(distributed generation system, DGS)日渐成为满足负荷增长需求、减少环境污染、提高能源综合利用效率和供电可靠性的一种有效途径。DGS具有投资少、发电方式灵活、可与环境兼容等优点，在配电网中得到广泛的应用，但是DGS的大规模渗透也产生了一些负面影响，如分布式发电单机接入成本较高，控制较复杂。另外，从系统的角度来分析，DGS是不可控的发电单元，因此系统总是试图采取隔离、切机的方式来控制微型发电系统，以消除其对大系统的电压和频率的冲击。

为整合分布式发电的优势，削弱分布式发电对电网的冲击和负面影响，充分发挥DGS的效益和价值，相关电力工作人员和专家提出了微网的概念。

利用微网技术可整合多种形式的分布式电源，并考虑当地配电网的特点，在一个局部区域内直接将分布式电源、电力网络和本地用户有机地组合在一起。微网可以方便地实现(冷)热电联供，并可以结合电蓄冷(热)技术，缓解电网高峰用电压力，实现用电的移峰填谷，优化和提高能源利用效率，减轻能源动力系统对环境的影响，实现能源的梯级利用，为将来智能电网(smart grid)的实现提供必备的技术基础。

2 微网的定义与结构

目前，国际上对微网的定义没有统一的标准。美国、欧盟、日本等发达国家(地区)对微网率先进行了深入研究，在微网的运行、控制、保护、能量管理以及对电力系统的影响等方面进行了大量研究工作，建立了一些可实际应用的微网示范工程及微网测试系统。

微网基本结构：微网一般是由多条辐射状馈线和负载群组成，辐射状配电网通过固态转换开关(Static Transfer Switch)在公共耦合点(Point of common coupling)与主干配电系统相连。每条馈线具有断路器和潮流控制器。

微网通信结构：微网的通信结构是由三个基本层组成，首层是微网中央控制器(Microgrid Central Controller)，次层是负荷控制器(Load Controller)和微源控制器(Microsource Controller)，底层是可控负荷与可控微源。

2.1 美国的微网研究

美国电气可靠性技术解决方案联合会(CERTS)给出的微网定义为：微网是一种由负荷和微源共同组成的系统，它可向用户同时提供电能和热能；微网内的电源主要由电力电子器件负责能量的转换，并提供必需的控制；微网相对于外部大电网表现为单一的受控单元，并可满足用户对电能质量和供电安全等方面的要求。相应微网结构如图1所示，它采用微型燃气轮机和燃料电池作为主要的电源，储能装置连接在直流侧与分布式电源一起作为一个整体通过电力电子接口连接到微网。其控制方案相关研究重点是分布式电源的“即插即用”式控制方法。到目前为止，他们不允许微网向大电网供电。

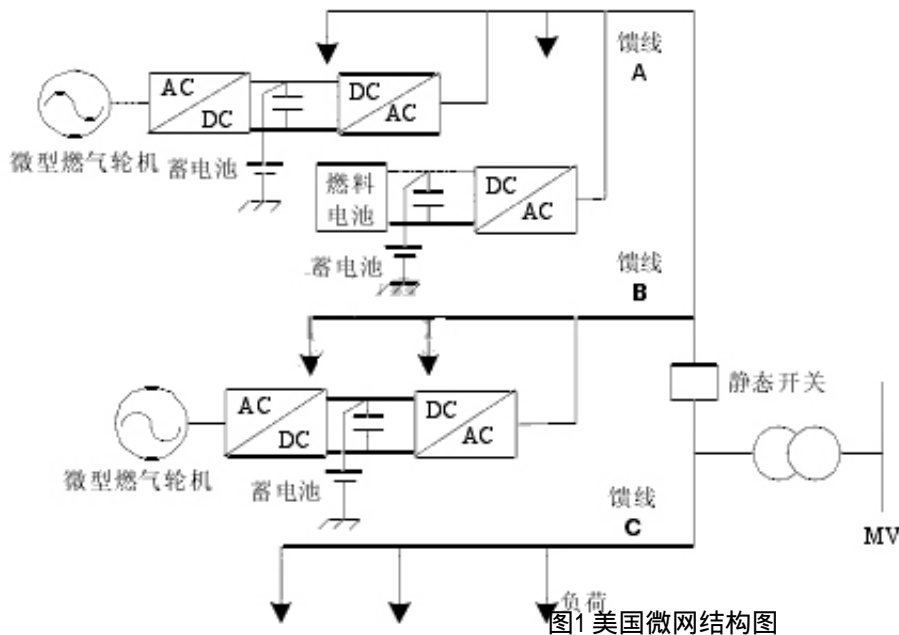


图1 美国微网结构图

2.2 欧盟的微网研究

欧盟微电网项目(European Commission Project Micro-grids)给出的定义是：微网是一种小型电力系统，它可充分利用一次能源，提供冷、热、电三联供，配有储能装置，所使用的微源分为不可控、部分可控和全控三种，使用电力电子装置进行能量调节。他们的实验室微网结构如图2所示，光伏(PV)、燃料电池和微型燃气轮机通过电力电子接口连接到微网，小的风力发电机直接连接到微网，中心储能单元被安装在交流母线侧。微网系统采用分层控制策略，并且允许微网作为电网中分布式电源的一部分向大电网供电。

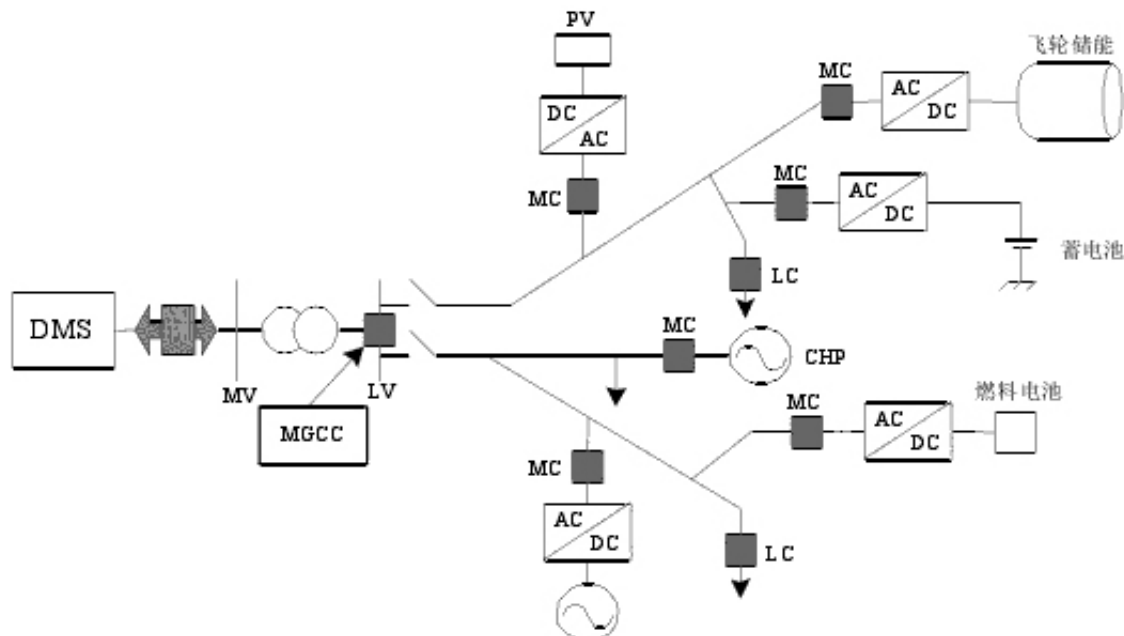


图2 欧盟微网结构图

3 微网的运行与控制

微网有2种基本的运行方式，即并网运行和独立运行。大多数情况下微网与主电网并网运行，此时微网中的负荷可以从微网或者主电网得到电力供应。当主电网发生各种故障、扰动及电能质量不满足负荷要求时，微网将快速与主电网断开并且平滑过渡到独立运行，以确保重要负荷不受影响。在这2种基本的运行方式中，包括4种运行阶段：即 微

网并网运行的暂态阶段(并网的过渡过程); 微网并网运行的稳态阶段; 微网独立运行的暂态阶段(离网的过渡过程); 微网独立运行的稳态阶段。微网必须确保在这4种运行阶段下都稳定可靠,且必须满足相应的入网要求。IEEE标准委员会近几年来一直在进行微网标准的制定和完善工作。该标准涵盖微网及含有分布式电源的孤立系统。该标准为微网的规划设计、运行管理及微网与主电网的并网和离网运行控制提供了技术依据。微网的控制系统需要满足以下几个要求:

- 1) 并网运行方式中微网控制系统能快速检测主电网的扰动及电能质量变化,作出迅速响应;
- 2) 微网可以实现快速无冲击地并入主电网或者与主电网分离;
- 3) 有功和无功可以实现解耦控制;
- 4) 各种微电源的输出功率通过相互协调可以与负荷需求动态匹配,并可动态实现微网与主电网之间潮流的定向、定量调整。在微网中,光伏发电系统、风力发电系统等微电源受自然气候影响,输出功率具有波动性、随机性、间歇性。对此,可结合微网中的燃料电池发电系统、微燃机、储能装置等,实现微网中的功率平衡调节,大大降低间歇式分布式电源对电网的随机影响,增强功率调节的可控性。要想可靠实现网中的各个组成单元(具有各种特性的微电源、储能装置等)作为一个有机整体正常运行,必须要对其进行某种程度上的集中控制或者分散协调控制。在集中控制模式下,控制中心对微网的运行状态进行采样,并通过专门的快速通信网络向各个微电源或者是那些起主导作用的微电源发出控制信号。这意味着各个微电源都服从统一调度、集中分配。在分散协调控制模式下,微网中每个单元都根据就地运行情况各自进行响应。各个微电源及储能装置的响应速度必须能够确保微网的稳定性要求。

微网灵活的运行方式和高质量的供电服务离不开完善的稳定与控制系统。但微网中的微源个数太多,很难要求一个中心控制点对整个系统作出快速反应并进行相应控制。所以,微网的控制应该做到能够基于本地信息对电网中的事件作出自主反应,如对于电压跌落、故障和停电等,发电机能够利用本地信息自动转到独立运行方式,而不是像传统方式一样要电网调度统一协调。

微网的控制应保证任一电源的接入不对系统造成影响;自主选择运行点;平滑地实现与电网的并网、分离;对有功、无功进行独立控制;具有校正电压跌落和不平衡的能力。

目前,微电网的控制方法有以下几类:

- 1) 基于电力电子技术的“即插即用”与“对等”的控制方法,该方法简单、可靠,易于实现,但没有考虑系统电压与频率的恢复问题,在微网遭受扰动时,系统的频率质量可能无法保证,而且该方法只是针对基于电力电子技术的微电源间的控制,应用范围狭窄。
- 2) 基于功率管理系统的控制,该方法可以对有功和无功分别进行控制,而且还能够满足频率质量的要求,功率管理系统采用多种控制方法,增加了控制的灵活性并提供了控制性能,但该方法也只是讨论了基于电力电子技术的机组间的协调控制,而没有考虑它们与含有调速器的常规发电机间的协调控制。
- 3) 基于多代理技术的控制方法,该方法将传统的多代理技术应用于微网的控制系统,代理的自治性、反应能力及自发行等特点正好满足了微网分散控制的需要,但该技术目前还未深入到对微网的频率和电压控制方面。

4 微网的发展方向

- 1) 微网并网、孤网运行方式的不同以及微网与储能元件的协调控制,使微网内部存在多向、多路径能量流动与传输,因此,需要建立适合该特点的网络结构规划、设计及运行等相关方面的理论。
- 2) 针对含有风电等可再生能源的DGS,设计实时、灵活的智能化分布式电源控制器和中央管理单元,以使其具有自愈、自治和自组织等复杂功能。另外,根据负荷的要求(敏感性重要负荷和非敏感性负荷)以及电网的运行状况,对控制策略进行优化完善,尤其是不同控制策略的整合、协调和平滑过渡,探索微网合适的运行方式和管理策略。
- 3) 利用神经网络、小波分析、灰色理论以及专家系统预测技术建立微网内部随机负荷模型,根据主网的调度计划以及微网内负荷容量和用户对电能质量的要求,结合智能控制(人工神经网络、模糊控制)及现代控制理论,建立微网内部的随机潮流优化控制模型。

4)建立主网与微网的新型经济关系体系，妥善研究和制定微网并网、孤网运行技术准则，特别明细孤网情况下运营商的微型分布式电源的运行规范，进一步研究微网技术的推广对电力市场的影响。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/38126.html>