

油田微电网技术发展与储能技术分析

文/中国石油集团电能有限公司供电公司 王舒平

介绍分布式发电及并网型微电网特征，研究电源储能装置作用以及北方冬季低温对电池的影响等问题，并详细论述分布式电源与分布式储能技术。随着中油电能公司今后几年以燃气为主的分布式发电的不断推进，将会形成多个以微电网为特征的供电模式。

2017年底，国家能源局主办的“推进并网型微电网建设试行办法”宣贯工作大会在北京胜利召开。大会明确了微型电网在支持能源供给侧结构性改革、提升能源战略中，将会具有非常高的地位，对国家能源建设工作会发挥巨大作用；在本次大会上，国家能源局、国家发改委也对微电网进行了定义，它是指由分布式电源、配电设施、监控、保护设备和用电负荷等组成的小型发、配、用、电的系统。微电网应能够满足不同用户接入与个性化使用的需要。今年我们国家不断推出针对新能源的很多优惠政策，同时鼓励推行新能源微电网，而中国石油集团电能有限公司将在俄罗斯天然气进入中国时，在燃气管线敷设的沿线建设大量的分布式电源，以及在海外中油电能项目开发建设燃气电站时，应以建设新能源微电网的思考模式，把燃气、太阳能、充电桩及储能业务综合到整个新能源微电网考虑，抓住国家对新能源微电网建设的政策倾斜和财政补助，并申请示范项目，这将会使这个项目得以更加快速、高效的发展。

新能源微电网中电动车及充电桩发展现状和前景研究

首先是新能源电动汽车的发展情况。制约电动

汽车发展的两个因素是充电时间和电池容量，现有交流慢充需要6~8 h，直流快充需要1 h左右，这种充电时间很难满足用户需要，如果当充电功率大于350 kW，充电时间小于10 min时，电动车的快速发展时期将很快到来。而在北方制约电动车发展的因素是低温，现有铅酸电池和磷酸锂电池在低温下将降低30%~50%的容量，这也是北方电动车发展缓慢的制约因素，而这一情况随着电池技术的发展将会破解，由中国科学院应化所以及银隆能源公司所研制的镍氢常温电池和钛酸锂电池都可以在-40℃~60℃范围内保持90%以上能量不衰减，完全解决了北方冬季电动车使用困难的技术瓶颈。如果在北方寒冷地区推行新型宽温电池，北方电动车也将迎来快速增长期。中油电能应抓住充电桩快速发展时期，立足于高起点，紧跟中油集团拥有20 000多家加油站的契机，抓住集团将在加油站内建设大量充电桩的规划，提前布局并研究加油站与充电站并行标准，集团现已与中国资源交通集团签订在840家加油站建设充电桩的协议，抢占充电桩新一轮发展机遇期，选择具有高流动性的地点，积极发展高功率直流充电桩，提前把握未来市场，并探索是否介入今后解决北方严寒的技术前端——常温电池公司，从而掌握技术制高点。而今后在市场中大型设

备投资应以租赁为主，因为在现有国际大公司中，购买固定资产已占少数，多数以租赁形式来实现企业的轻资产前行，这对企业紧抓自己核心业务具有重要意义。

并网型微电网发展现状和前景研究

并网型微电网建设是大量分散的、可再生资源利用，从而并入电网的最好的解决方案，同时它也可以自我独立运行，又极大地提高了供电侧电压、电流和频率等可靠性，因此可以说，在未来能源互联网中，将会占有非常重要的一席之地。并网型微电网的四大特征：微型、污染小、自治和和睦。具体来说包括：35 kV及以下电压接入、最大负荷2万kW的“微型”特征；可再生能源容量约51%或系统综合能效在69%~70%之间的“污染小”特征；年交换

用电量不大于用户年用电量50%的“自治”特征；参与电网与用户两方面的服务，满足用户对供电质量要求高的“和睦”特征。

对于并网类型小型电网的前景，从当前情况来看，大工业用户电价较高的情况，因此他们会成为很好的潜在用户。在当前全面开放售电市场的态势下，大工业用户、用电大户会成为各方售电公司争夺主要目标，各类用电大户集中区域、各类经济工业园区将会成为开展配电业务增量的主要区域。最新下发的《关于新能源微电网示范项目名单的通知》中能够看出，北京的新能源微电网项目、太原生态产业区的新能源园区等国家首批新能源微示范工程共计28个，有24个特点为并网类型的微电网，其中又有约七成位于大负荷生产区域及各类园区，如图1所示。

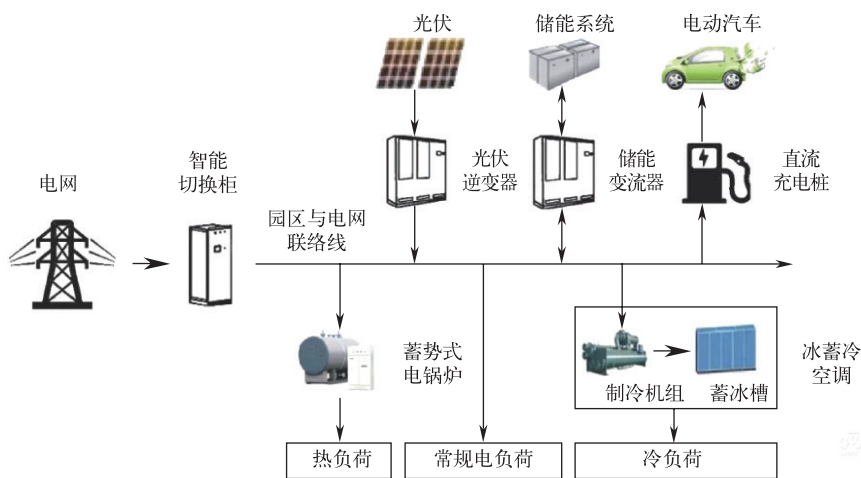


图1 园区微电网

并网类型的微电网，可以持续保证对用户供电可靠性。同时，它也可以及时地参与到电力价格交易市场和辅助电力的服务市场，满足用户对于电力的多种需求，提高两方面的应用市场价值。微电网应用的成功案例也可以分析出，微电网在城市发展的应用价值偏向于提高电网可靠性。而在相对经济不发达地区，则可作为常规电网供电的其他替代方法。国家对微电网的支持力度在不断增加，市场化环境也会越来越成熟，因此未来发展值得期待，这也为我们未来从单一的独立电网构架向微电网模式迈进带来了契机。

微电网是由众多分散的发电系统、配套储能装置以及负荷组成的小型电力网络，根据电网用户

的用电状况，可选择与现行传统电网一道并网运行，也可选择自我单独运行。相对传统的电网，微电网的结构小巧而且灵活，网内各个小电源与电力用户相连，安装在用电负荷区域，由专业技术提供所需的控制和接口，微电网系统与传统电网中间有隔离装置。由能量管理系统在一定范围内调节网内电压、潮流。当负荷有波动时，最近的微电源自动调节，正常工作模式下，微电网与公共系统并联运行。再通过合适控制，使得微电网更像是配电网的一个不变负荷，当公共系统出现问题、质量不达标的时，微电网可以断开隔离装置，并与外部电网隔离开来而独立运行。故障消除再重新并网，如图2所示。

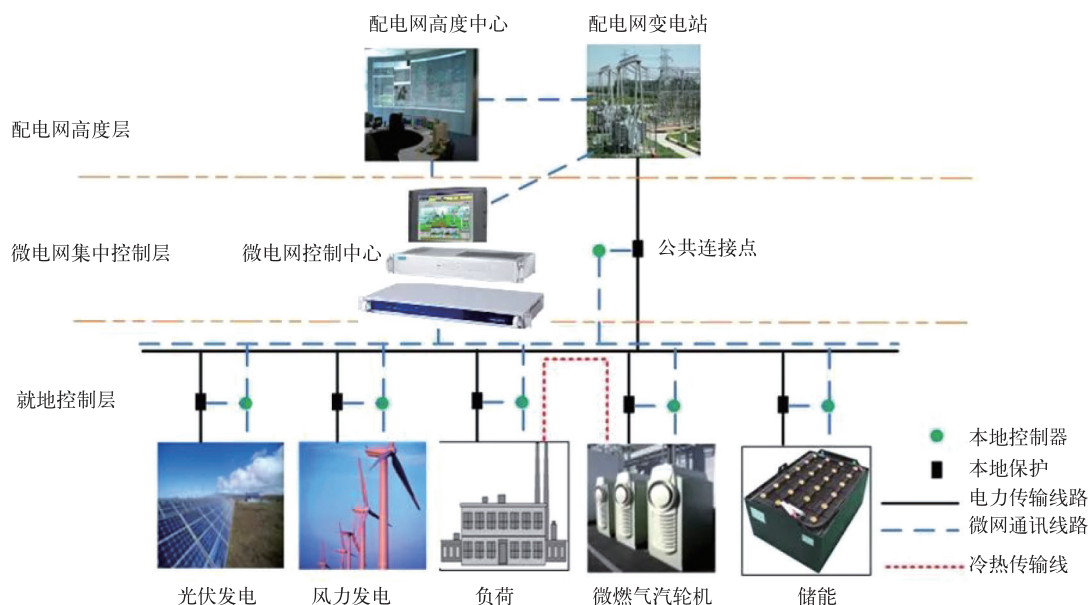


图2 微电网控制

分布式电源与分布式储能技术

分布式电源有再生能源发电装置，如光伏发电、微型燃气轮机发电、内燃机发电、风力发电和燃料电池发电等。可再生能源分布广泛、单一范围小，而且容易受到非本质因素限制，因而可使用储能元件进行储存。另外基于分布式发电装置没有大型转子的限制，不能满足瞬时功率变化，包含大量微电源的微电网系统，需要有储能装置来保证能量充足，目前主要的储能技术有超导、蓄电池和超

级电容器储能，另外还有飞轮储能。储能有多种形式，可以直接连接交流储能装置，也可以在微电源直流母线上安装储能的电池组，如超级大电容器需要根据电力系统稳定的需求，来重点选择储能方式。研究的微电网通过在每一个微电源的直流侧母线上安装直流储能装置，来保证供电可靠性，同时安装一个附加电源，从而保证任一元件故障时，微电网仍能正常运行，见下表。

电力系统常用各类储能技术特性

储能类型	典型额定功率	额定容量	全响应时间	循环寿命	循环效率 (%)
超导储能	1 ~ 100 kW	2 s ~ 5 min	毫秒级	≥ 100 000	90 ~ 95
超级电容器储能	10 kW ~ 1 MW	1 ~ 30 s	毫秒级	≥ 50 000	95
蓄电池储能（铅酸）	1 kW ~ 50 MW	1 min ~ 3 h	百毫秒级	500 ~ 1 200	75
飞轮储能	5 kW ~ 1.5 MW	15 s ~ 15 min	十毫秒级	≥ 20 000	85 ~ 90

1. 发电侧储能应用和技术特征

削峰填谷，电能价格较低时购买电能进行充电，电能价格较高时使用或销售存储的电能。从事电力的公共事业或者非公共事业的公司均可应用削峰填谷，特别是在电力市场的能量市场中，削峰填谷通过对电能的低买高卖实现经济收益。该应用中，储能放电时间主要决定于低买高卖交易产生的边际收益和储能容量的边际成本。储能的运行成本以及自身效率对削峰填谷中的经济收益至关重要。

发电容量储能可以延缓或减少对新建发电机组容量的需求，也可在批发电力市场中以租赁发电容量的形式应用。该应用中的储能运行特征包括年运行小时、每次运行的周期，由系统特有状况决定。发电容量价格会影响该应用中储能放电时间。

2. 辅助服务领域储能应用和技术特征

负荷跟踪的调节发生在分钟级的时间尺度内，用来调节发电以及负荷的差异。相对传统负荷跟踪的机组，储能可在非额定功率运行时仍保持相对良好

的性能，而且储能在增减出力均有较快的响应速度。在电力市场中，能提供负荷跟踪服务并参与竞价的储能需要有较高的可靠性。该类应用需要集成独立系统运行商（ISO）的自动发电控制（AGC）系统。调频通过瞬时平衡负荷和发电的差异来调节频率的波动。储能非常合适于该类应用，相对于传统调频机组：非满发状态不会影响储能性能；能够提供两倍于自身额定功率用于调频；秒级的响应速度。调频从具有快速爬坡速度的储能获得的收益远高于传统机组。应用于调频的储能系统需要集成并响应区域控制偏差（ACE）信号，该类储能需具备高可靠性及高质量的电力。

备用容量应用于常规发电资源无法预期的事故。备用容量主要分为旋转备用、补充备用以及小时级别的备用。在备用容量应用中，储能需要保持在线，并且时刻准备放电。储能需要存储足够的能量以便随时输出有功。该应用中，储能需要具有高可靠性，并且能够响应合适的控制信号或独立系统运行商（ISO）的自动发电控制（AGC）系统的指令。该类储能一般要具有1~2 h的放电时间。

3. 输配电储能应用和技术特征

分时电价电费管理基于零售电价，终端用户在电价较低时给储能充电，在高电价时段使用储能的电量，从而节省总用电费用。储能放电时间主要决定于相关的电价政策。容量费用管理通过减少用户的用电功率，储能能够降低容量费用从而实现总用电费用的减少。

发生电网故障停电时，能够将储能设备储存的电能直接供给电力用户，保证提高供电可靠性。储能放电时间主要与储能设备安装地点和用电户距离相关，所以储能设备必须具备高可靠性、高电能质量的要求。

在用户用电负荷端的储能，能够在瞬时故障状况下保持电能质量，包括频率波动、电压波动和功率因数等。储能本身需要提供高质量的电能，放电的速度快、时间非常短。

电压支持电力系统一般通过对无功的控制来调整电压，由于无功无法有效地远距离输送，分布式储能会非常有助于支持本地电压。该类应用中的储能需要具有无功（VAR）支持能力，并且能够接收并迅速响应合适的控制信号。

4. 可再生能源储能应用和技术特征

可再生能源移峰根据能量价值经济性以及稀缺性的不同，储能设备将可再生能源发出的电能按能量价值低时存储；电源稀缺或电价较高时，储备的电能可自用或向电网售出。

根据不同地区的峰谷时段、电价变化等因素，储能放电时间为4~6 h。有间歇特性的可再生能源发电与电价的相关性也影响储能放电时间的长短。

可再生能源的稳定输出该类应用的目的是利用储能对可再生能源发电的间歇性提供补充，实现可再生能源和储能综合稳定输出，使风电及光伏发电成为稳定的电源。储能的功率及放电时间与可再生能源的类型以及环境状况相关。对光伏发电，0.5~2 h的放电时间较为合适；风力发电需更长的放电时间。该应用的储能需具备高可靠性以避免可再生能源的不稳定输出引起的罚款，需配套储能和可再生能源协调控制的相关软硬件，如图3所示。

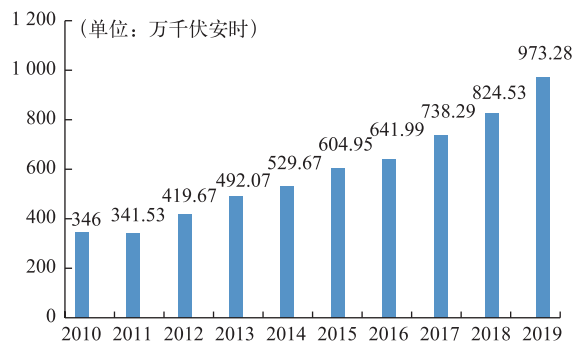


图3 风力发电储能用蓄电池需求规模

风力发电并网通过协调控制减缓风力发电的电网不友好特性，储能能够有效地协助风力发电的并网。储能主要解决风力发电并网的问题，包括减少长期短期的输出波动、改进电能质量、缓解电网阻塞及作为不可预期的风电突然跌落的备用等等。该应用的储能需具备快速爬坡能力，在用来改善电能质量时，储能需具备无功输出的能力。但储能的可靠性的要求相对较低。

5. 分布式发电和微电网储能应用和技术特征

本地式分布式储能指的是只有储能设备安装在接近负荷的位置才能实现的应用，靠近负荷端包括电压支持（注入无功）、缓解输电线路阻塞、延缓输电设备增容、负荷转移（电费管理）、电量电费管理、可靠性、电能质量、稳定分布式可再生

能源发电机输出非本地分布式储能电网内的任意位置，远离负荷端包括负荷转移、电力容量备用、调峰、调频、备用电源、可再生能源发电的移峰，如图4所示。

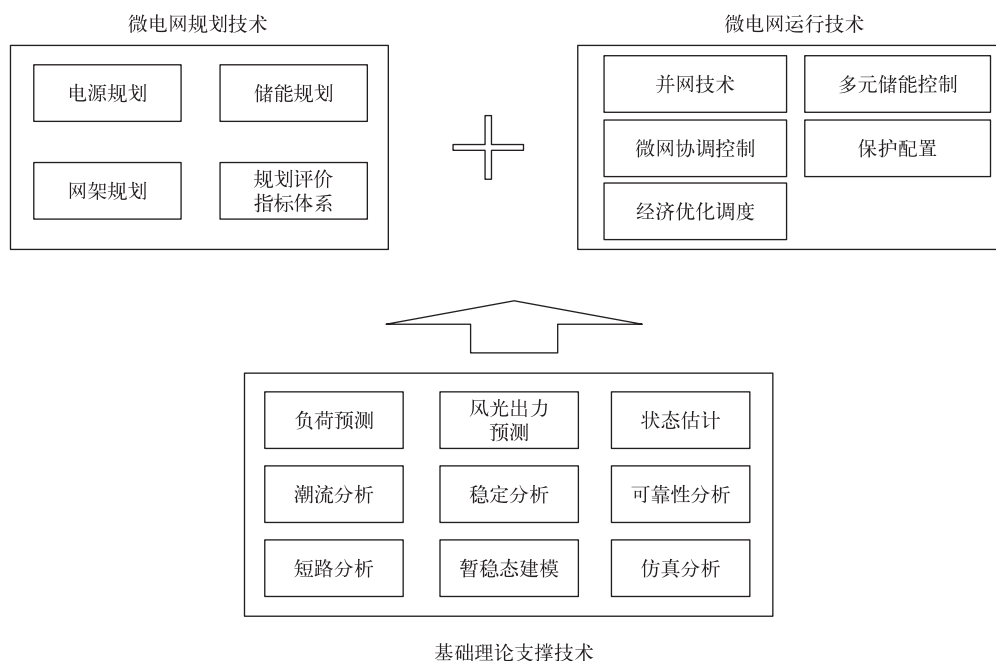


图4 微电网技术支持

新能源微电网所面临的问题

当大量新能源发电介入配电网系统中，将对原有配电网系统的稳定性构成挑战，其次就是储能在微电网系统中的应用带来的最大技术难题就是来源于不同的储能系统对于微电网外部的扰动多表现的响应特性不同，还有加入微电网系统的配电系统，

改变了原有单向流动的输电方式，而双向流动又改变了配电网系统的故障特征，新能源微电网对于中油电能毕竟是新课题，还需要我们加大力度去研究很多问题，在不断学习探索中总结经验，争取早日将新能源微电网的全产业链应用到中油电能的实际生产中。EA

声 明

《电气时代》杂志唯一投稿渠道

登录电气时代官网 www.eage.com.cn，点击“我要投稿”

咨询电话：010 - 68993981