大容量储能技术的现状与发展

□北京普能世纪科技有限公司俞振华

普能公司成立于2006年，专注于新型大容量储能产品———全钒液流氧化还原钒电池（VanadiumRedoxBattery，简称为钒电池）的技术研发与商业化应用，面向全球市场以安全优质的储能产品与解决方案来提高电力质量、突破可再生能源应用技术瓶颈、提升能源使用效率。目前，普能公司拥有全球钒电池领域核心发明专利的50%以上,共拥有核心专利15项，覆盖全球24个国家和地区，并已经成功突破钒电池技术的成本瓶颈。

近几十年来，储能技术的研究和发展一直受到各国能源、交通、电力、电讯等部门的重视。储能技术已被视为电网运行过程中“采—发—输—配—用—储”六大环节中的重要组成部分。电力系统中引入储能环节后，可以有效地实现需求侧管理，不仅更有效地利用电力设备，降低供电成本，还可以促进可再生能源的应用，也可作为提高系统运行稳定性、调整频率、补偿负荷波动的一种手段。

国际储能技术的现状与趋势

目前电能储存的形式可分为四类:物理储能（如抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能等）、电化学储能（如钠硫电池、液流电池、铅酸电池、镍镉电池、超级电容器等）、电磁储能（如超导电磁储能等）和相变储能（如冰蓄冷等）。

抽水储能

抽水储能技术在电力负荷低谷期将水从下池水库抽到上池水库，将电能转化成重力势能储存起来，在电网负荷高峰期释放上池水库中的水发电。抽水储能的释放时间可以从几个小时到几天，综合效率在70%～85%之间，主要用于电力系统的调峰填谷、调频、调相、紧急事故备用等。抽水蓄能电站的建设受地形制约，当电站距离用电区域较远时输电损耗较大。目前，世界范围内抽水蓄能电站总装机容量9000万千瓦，约占全

球发电装机容量的3%。我国国家电网公司规划2020年公司经营区域内抽水蓄能规模将达到2692万千瓦。

压缩空气储能

压缩空气技术在电网负荷低谷期将电能用于压缩空气，将空气高压密封在报废矿井、沉降的海底储气罐、山洞、过期油气井或新建储气井中，在电网负荷高峰期释放压缩的空气推动汽轮机发电。最早实现商业化运营的压缩空气储能系统于1978年建于德国，装机容量为290兆瓦。另一个成功案例是1991年建于美国亚拉巴马州的压缩空气储能系统，它把压缩空气储存在地下450米的废盐矿中，可以为110兆瓦的汽轮机连续提供26小时的压缩空气。压缩空气储能电站的建设受地形制约，对地质结构有特殊要求。目前随着分布式电力系统的发展，人们对于8~12兆瓦微型压缩空气储能系统（micro-CAES）开始关注。

飞轮蓄能

飞轮蓄能利用电动机带动飞轮高速旋转，将电能转化成机械能储存起来，在需要时飞轮带动发电机发电。飞轮系统运行于真空度较高的环境中，其特点是没有摩擦损耗、风阻小、寿命长、对环境没有影响，几乎不需要维护，适用于电网调频和电能质量保障；缺点是能量密度比较低，保证系统安全性方面的费用很高，在小型场合还无法体现其优势，目前主要应用于为蓄电池系统作补充。

钠硫电池

钠硫电池在300°C的高温环境下工作，其正极活性物质是液态硫（S）；负极活性物质是液态金属钠（Na），中间是多孔性陶瓷隔板。钠硫电池的主要特点是能量密度大（是铅蓄电池的3倍）、充电效率高（可达到80%）、循环寿命比铅蓄电池长等；然而钠硫电池在工作过程中需要保持高温，有一定安全隐患。东京电力公司在钠硫电池系统开发方面处于国际领先地位，2004年在Hitachi自动化系统工厂安装了当时世界上最大的钠硫电池系统，容量是9.6MW/57.6 MWh。

液流电池

液流电池的活性物质可溶解分装在两大储存槽中，溶液流经液流电池，在离子交换膜两侧的电极上分别发生还原与氧化反应。此化学反应为可逆的，因此可达到多次充放电的能力。此系统之储能容量由储存槽中的电解液容积决定，而输出功率取决于电池的反应面积。由于两者可以独立设计，因此系统设计的灵活性大而且受设置场地限制小。

液流电池已有全钒、钒溴、多硫化钠/溴等多个体系，液流电池电化学极化小，其中全钒液流电池具有能量效率高、蓄电容量大、能够100%深度放电、可实现快速充放电，且寿命长等优点，全钒液流电池已经实现商业化运作，能够有效平滑风能发电功率。在日本运营的容量为4兆瓦的全钒液流电池为当地32兆瓦的风电场提供储能，并已运行27万次循环，世界上还没有任何其他储能技术能够实现这一要求。

锂离子电池

锂离子电池的阴极材料为锂金属氧化物，具有高效率、高能量密度的特点，并具有放电电压稳定、工作温度范围宽、

自放电率低、储存寿命长、无记忆效应及无公害等优点。但目前锂离子电池在大尺寸制造方面存在一定问题，过充控制的特殊封装要求高，价格昂贵，所以尚不能普遍应用。目前世界上运行的最大锂离子储能系统是A123公司投资建设的，装机容量为2兆瓦。

铅酸电池

铅酸蓄电池的主要特点是采用稀硫酸做电解液，是用二氧化铅和绒状铅分别做为电池的正极和负极的一种酸性蓄电池，具有成本低、技术成熟、储能容量大等优点，主要应用于电力系统的备载容量、频率控制，不断电系统；缺点是储存能量密度低、可充放电次数少、制造过程中存在一定污染等。日本DEDO曾经资助铅酸电池与光伏发电配合使用的

示范项目，铅酸电池储能系统总储能容量为4.95兆瓦。

镍镉电池

镍镉电池可重复500次以上的充放电，经济耐用，寿命比铅酸电池更长，其内阻很小，可实现快速充电，又可为负载提供大电流，而且放电时电压变化很小，是一种比较理想的直流供电电池；缺点在于其记忆效应，而且镉材料资源短缺，价格十分昂贵。目前在阿拉斯加GoldenValley运行的的镍镉储能系统配置为4兆瓦×15分钟。

超级电容器

超级电容器根据电化学双电层理论研制而成，可提供强大的脉冲功率，充电时处于理想极化状态的电极表面，电荷将吸引周围电解质溶液中的异性离子，使其附于电极表面，形成双电荷层，构成双电层电容。超级电容器历经三代及数十年的发展，已形成容量0.5～1000F、工作电压12～400V、最大放电流400～2000A系列产品，储能系统最大储能量达30MJ。但超级电容器价格较为昂贵，在电力系统中多用于短时间、大功率的负载平滑和电能质量峰值功率场合，如大功率直流电机的启动支撑、态电压恢复器等，在电压跌落和瞬态干扰期间提高供电水平。

超导电磁储能

超导磁储能系统（SMES）利用超导体制成线圈储存磁场能量，功率输送时无需能源形式的转换，具有响应速度快(ms级)，转换效率高（≥96%）、比容量（1-10Wh/kg）/比功率（104-105kW/kg）大等优点，可以实现与电力系统的实时大容量能量交换和功率补偿。目前，世界上1-5MJ/MW低温SMES装置已形成产品，100MJSMES已投入高压输电网中实际运行，5GWhSMES已通过可行性分析和技术论证。

SMES可以充分满足输配电网电压支撑、功率补偿、频率调节、提高系统稳定性和功率输送能力的要求。和其他储能技术相比，超导电磁储能仍很昂贵，除了超导本身的费用外，维持系统低温导致维修频率提高以及产生的费用也相当可观。目前，在世界范围内有许多超导磁储能工程正在进行或者处于研制阶段。

全钒液流电池的发展

全钒液流电池发展历史

早期的全钒液流电池研究主要集中在澳大利亚的新南威尔士大学。MariaSkyllas-Kazacos等提出全钒液流电池体系以后，开展了大量关于电极反应动力学的基础性研究，所发表的单电池研究结果，构成了全钒液流电池发展的基础。1988年，UNSW提出并开始建造1kW级全钒液流电池堆。该电堆由10个单电池组成，电极面积1500cm2，能量效率可达71.9%～88%。千瓦级电堆的开发和建造成功具有重大意义，标志着全钒液流电池开始走出实验室，迈向工程化研发阶段。

全钒液流电池工程发展的第二个阶段主要集中在日本。从90年代初开始，以住友电工（SEI）和Kashima-kita电力公司为首的工业企业先后开发了一系列规模不一的试验性电堆。逐步把全钒液流电池系统推向商业化试运营阶段。目前，位于日本北海道由J-power电源开发会社为30兆瓦的风电场建设的全矾液流电池，使用最大输出功率6兆瓦、储能容量6MWh的全钒电池，成为世界上最大的全钒液流电池系统。

全钒液流电池对于提高可再生能源的可预测性、可调度性的重大作用

风电和太阳能等新能源自身的不稳定性和间歇性是对电网的重大挑战，新能源并网应用的规模越大，电网就越不安全。根据国内外风光电站并网的实践，借助储能技术可以实现新能源发电功率的平滑输出，并能在电压、频率及相位控制上方便地进行控制，使大规模风电及太阳能电力方便可靠地并入常规电网。从一定意义上讲，储能技术应用的程度将决定新能源发展的水平。储能和风机匹配后，平滑了风机功率输出曲线。

全钒液流电池发展前景

由于全钒液流电池容易实现大规模蓄电，具有规模大、寿命长、效率高、造价低、

安全可靠等基本特征，并已开始步入商业化运行，有望在风能等可再生能源发展过程中发挥重要作用，存在广阔的市场空间。

从目前的市场需求与液流电池的基本特点考虑，全钒液流电池将主要应

用在以下几个技术领域，并逐渐成为蓄电储能产业的主流技术之一。

1.风电与光伏互补系统组成的局域电网，用于偏远地区供电、工厂及办公楼供电；2.通讯系统中作为不间断电源和应急电能系统；3.风能和太阳能发电系统的并网电力质量调整；4.电力公司作为大规模电力储存和负载调峰手段；5.国家重要部门作为大型后备电源。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/91660.html