

电力电池储能系统应用与展望

董晓文，何维国，蒋心泽，王佳斌，钱晨巍

(上海市电力公司技术与发展中心，上海200025)

摘要：阐述了电力电池储能系统规模化的集成技术和接入技术的研究和应用现状。分析了我国电力电池储能系统存在的主要问题，从需求、技术和经济的角度出发，指出了我国储能产业的发展前景，提出了促进大容量储能产业发展的政策建议。

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、电信等部门的重视。电池储能技术的研究与应用在国内外已经取得了较多进展，已从电池本体及小容量电池储能系统的研究与应用发展为大容量、规模化电池储能系统的研究与应用。

1 电力电池储能系统与电力系统的关系

当前，电力电池储能系统已被视为电力系统安全经济运行的重要环节(见图1)。电力电池储能系统主要应用在电力系统运行中的削峰填谷、新能源接入、电能质量改善和应急电源4个方面。

受发电设备固有惯性和运行经济性限制，传统的发电方式(水电、火电、核电)自身具有大规模、连续性的特点，而用电负荷固有的随机性和间断性造成了二者之间存在必然的矛盾。虽然可以通过加强电源和电网的建设与投资来解决，但这将导致发电、输电和变电设备的利用效率大大降低并严重影响一次能源的利用效率和电厂的运行经济性。

新型能源(风能、太阳能)的大规模开发和利用，将使这一矛盾进一步加剧和恶化。因此，亟需突破储能相关的关键技术，开发大容量、规模化电池储能系统，以提高一次能源和输变电设备的利用效率，减低碳温室气体排放^[1-3]。

电力电池储能系统主要实现能量的储存、释放或快速功率交换，一般由2个系统组成：由电池模块组成的储能电池系统(BESS)；由电力电子器件组成的能量转换系统(或称电网接入系统)。电网接入系统主要实现以下功能：充放电控制；交流-直流双向变换、直流-直流变换；功率调节和控制；运行参数检测和监控；安全防护等。

应用于电力系统中大容量、规模化电池储能系统的相关技术，主要包括规模化系统集成技术和规模化系统接入技术。

2 电力电池储能规模化系统集成技术

电力电池储能系统的规模化系统集成技术，根据其应用情况可以分为大规模集中式储能系统和大规模分布式储能系统。

2.1 大规模集中式储能系统

大规模集中式储能系统以能量转换和电力系统削峰填谷功能为主，以实现电力系统的经济运行，其储能方式有抽水蓄能、压缩空气储能等。

类储能电站一般规模较大(数兆瓦至数百兆瓦级)，经常在有核电站、大型风电场和以火电为主的电力系统中应用，以满足调峰、快速备用、辅助服务和经济运行的要求。其优点是容量大，运行成本较低；缺点是受自然条件(选址)的约束较大。以前对这类储能系统的研究主要考虑与核电和大规模火电基地的配合调度较多，与大规模太阳能发电、风力发电等的配合较少。

2.2 大规模分布式储能系统

大规模分布式储能系统以平抑电源功率随机波动、维持局部电网或微型电网安全稳定运行为主，经常与可再生能源(如太阳能、风能等)配合使用，其储能方式有蓄电池、超级电容器、超导磁储能、旋转飞轮储能等。

这类储能电站一般规模较小(千瓦至兆瓦级)，但如广泛应用，仍可占电力系统容量的相当比例并形成规模。其优点

是布局灵活, 可建在负荷中心; 缺点是容量偏小、单位容量的投资较大。学术界对大规模分布式储能的研究刚刚开始。

3 电力电池储能规模化系统接入技术

电力电池储能系统规模化系统接入技术, 目前根据其电网接入点应用情况可以分为以下4类: 新能源发电侧储能并网接入技术; 配电网储能并网接入技术; 用户侧储能并网接入技术; 电动汽车并网接入技术。

3.1 新能源发电侧储能并网接入技术

将电池储能系统用于新能源发电侧, 可使新能源功率稳定, 提高电网安全性和经济性。近几年, 新能源发电发展迅猛, 根据国家能源战略, 到2020年, 风力发电和光伏发电的总装机容量将分别达到1.5亿kW和3000万kW。由于风力发电、光伏发电、地热发电等功率变动大, 发电与用电需求不同步, 因此储能系统将成为可再生能源发电设备中必不可少的辅助装备。有了储能装置的配合, 这些不稳定的、与用电需求不同步的分布式发电设备才有可能向电网和用户稳定地供电。因此, 新能源发电的快速发展对电池储能系统提出了更高的技术要求, 也提供了更多的需求。

3.2 配电侧储能并网接入技术

将电池储能系统用于城市负荷中心区域的配电侧, 可以减少用于发电、输电、变电、配电设备的投资, 提高现有电力设备的利用率, 降低发电煤耗、供电损耗以及提高供电可靠性。

随着城市电力需求的与日俱增, 城市电网面临电力需求存在巨大峰谷差的挑战。目前城市电网系统, 已从普遍缺电逐渐发展到局部地区负荷不稳定和不平衡造成的部分地区和部分时段的电力供应紧张, 特别在城市中心负荷密度高的区域, 经常有配电变压器过载的现象。然而从建设成本和资源保护的角度出发, 通过新增发、输、配电设备来满足高峰负荷的需求变得越来越困难。在目前城市负荷中心区域, 如采用大容量储能系统接入电网进行削峰填谷, 替代常规的解决办法则可有效避免上述问题, 不仅使得配电网安全、经济运行, 也减少了巨大的增容费和社会环境影响, 还提高了设备利用率、降低了线损。

3.3 用户侧储能并网接入技术

将储能电站用于用户侧, 可以提高电网的电能质量, 增强电网的供电可靠性。目前越来越多具有高度自动化生产线的工业企业和涉及信息、安全领域的用户对负荷侧电能质量提出更高的要求。例如, 对于电子企业, 1次0.1s的停电, 就将导致整条生产线上芯片的全部报废, 损失可达数千万美元。如果使用基于大容量储能技术的电能质量装置作为备用电源, 可提高这些企业用电的安全性和可靠性。

现在已经可以利用储能装置为每一个用户(家用、商用或者工业用户)提供不间断的、高质量的供电电源, 而且可以让用户自主选择何时通过配电回路从电网获取电能或向电网回馈电能。

3.4 电动汽车并网接入技术

电动汽车是解决能源供需和环境问题的重要手段。按照我国新能源汽车产业发展规划, 未来5a电动汽车将产业化和大规模推广应用, 并在2016年进入高速成长期。但大量的车辆充电将带来新一轮的电网负荷快速增长, 使得用电负荷峰谷差日益加大的城市电力系统发、输、配电压力巨增。因此, 采用电动汽车并网接入技术, 将电动汽车能量在受控状态下实现与电网之间双向互动和交换, 不仅可解决大规模电动汽车集中充电对电网冲击的影响, 而且电动汽车作为移动备用储能装置的分散储能功能, 在负荷用电高峰期对电网放电, 可减缓电网高峰负荷用电的压力^[4]。

将电动汽车和智能电网相结合的V2G技术, 可实现电网与车辆的信息和能量双向互动, 电动汽车作为电网能量系统的有机组成, 可提高电网安全性、稳定性、可靠性和经济性。V2G是一项较前瞻性的技术, 目前仅少数机构涉足, 具有代表性的研究与示范都在美国。丹麦、英国和澳大利亚正开展这方面研究, 大多数为新能源接入方面的示范应用。上海市电力公司是国内最早开展V2G技术研究的企业, 目前已在上海漕溪能源转换综合展示基地和上海世博会国家电网馆建成2座具有V2G功能的充放电装置与电网实现双向互动, 并在国内首次系统提出了电动汽车并网的研究框架体系以及系统化的充放电策略方案。

4 我国电力电池储能系统技术存在的问题

我国在规模化电池储能关键技术研究领域与国外相比存在以下主要问题。

4.1 电池本体工艺落后

电池本体即化学储能电池的研究、设计、工艺、制造、筛选以及组合等基础工作的任何不足或缺陷，都有可能成为整个储能系统的瓶颈。尽管我国电池的生产技术在总体上已经取得长足进展，但仍有不少技术，尤其是涉及大容量、高功率电池的研究、设计与生产技术，以及电池模块组合与电池组工程应用、运行与管理等诸多关键技术问题还有待于克服和解决。

4.2 大规模应用一直没有进展

尽管电池储能技术有很多的优点，但是由于技术、成本等原因，其在电力系统中的大规模应用一直没有进展。国内实际应用中的电池储能系统储能电站容量都很小，无法形成规模化。随着风力发电、光伏发电等可再生能源发电电源的大规模并网利用，这些电源所固有的随机性和间歇性使得电力系统的安全性和经济性面临巨大的挑战，急需大规模储能系统的支持。

4.3 电网接入技术研究落后

大规模电池储能系统接入到电网，在一定程度上会影响电网。如含有的大功率电力电子变流设备，会导致电网出现谐波、功率因数低等问题；存储设备投入和切除瞬间的过电压和电压暂降问题；存储设备的运行故障对电网的不利影响等。电网的电能质量问题和运行故障也会对存储设备产生影响，轻者缩短储能设备寿命，重者导致储能设备损坏。对此，一些国际组织制定了能量存储设备并网的标准(如IEEE Std.1547 - 2003)。我国因尚未建设大规模电池储能系统示范应用工程，导致电网接入技术的相关研究落后。

5 结语和展望

建设坚强智能电网是国家电网公司必须实现的目标，电池储能的规模化系统集成及接入关键技术是实现这一目标的有力技术支撑，符合国家能源战略，也符合公司促进发展低碳经济的基本方针。以上海为例^[5]

，电池储能系统一旦形成规模效应，将从以下几个方面产生经济效益和社会效应：有效提高现有发电、输电、配电、用电设备的利用率，改变电力建设的增长模式；降低发电企业和电网企业的运行成本，减少用户的用电费用；减少停电损失；节能减排。

随着智能电网的建设，将促进储能技术升级、推动储能需求尤其是大规模储能需求的快速增长，从而带来相应的投资机会。随着储能技术的大量应用，必将在传统的电力系统规划、设计、调度、控制等多方面带来变革。但是，目前由于国外少数企业的技术垄断，造成价格过高，电网对电力储能系统的需求被压制。因此，国家应该尽快研究储能技术的相关产业标准，加强储能技术基础研究的投入，鼓励技术创新，掌握自主知识产权，从而降低产品价格，推动电力储能系统在电网中的规模化应用。如能抓住这一发展机遇，储能技术将可能取得重要进展，形成新的储能产业。

参考文献

- [1]滕乐天.建设智能电网的实践 and 深入思考[J].供用电, 2010, 27(5): 1 - 4, 14.
- [2]张文亮, 丘明, 来小康.储能技术在电力系统中的应用[J].电网技术, 2008, 32(7): 1 - 9.
- [3]杜成刚, 李瑾, 胡超, 等.智能电网建设助推电动汽车业快速发展[J].供用电, 2010, 27(5): 5 - 9.
- [4]张宇, 俞国勤, 施明融, 等.电力储能技术应用前景分析[J].华东电力, 2008, 36(4): 9193.
- [5]袁智强, 张征, 祝达康.钠硫电池储能系统在上海电网的应用研究[J].供用电, 2010, 27(3): 1 - 4, 11.

董晓文(1980-), 博士, 从事电力电池储能系统集成及接入、电动汽车、电力能源转换相关技术研究

何维国(1964-), 教授级高工, 从事电力系统及其自动化、电能质量、电力系统无功配置、电动汽车、能源转换相关

技术研究

蒋心泽(1962-), 高级工程师, 从事电力系统及其自动化、电动汽车、能源转换相关技术研究

王佳斌(1985-), 助理工程师, 从事电力能源转换相关技术研究

钱晨巍(1985-), 助理工程师, 从事电力能源转换相关技术研究

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/90269.html>