

不同储能组件在 UPS 中的应用

Application of Different Energy Storage Components in UPS

林鸿杰, 谢奕平

台达电子工业股份有限公司

Lin Hongjie, Xie Yiping

Delta Electronics Industry Co., Ltd

摘要: 近年来由于电子科技及半导体产业的进步发展, 精密仪器设备以及数据中心对电源质量的要求日益提高, 也带动了对不断电系统 (UPS) 的需求。而在不同使用环境下设计 UPS 时, 需考虑效率、待机时间及体积等要求, 初始设计时第一个遇见的课题即为空间限制, 如何达到散热效果好、高功率密度等都需要纳入考虑的范围, 其中尤以储能系统的选择是影响空间的关键之一, 如何选择储能系统变成一个重要的议题。本文将介绍目前常见的 4 种储能系统组件, 包括铅酸蓄电池、锂离子电池、超级电容和飞轮系统, 此外亦将介绍不同储能组件在不同场合的应用考虑。

关键词: UPS 储能 铅酸蓄电池 锂离子电池 超级电容 飞轮系统

Abstract: Recently, the requirement of precision instruments and the power quality of data center increased with the development of the industry of electronic technology and semiconductor, promoting the demand for UPS. However, when UPS is designed under different operational environments, requirements like efficiency, standby time and volume should be considered. The first problem of initial design is space limitation, requiring many considerations, such as good heat dissipation effect and high power density, among which the energy storage system is one of the key determinants. Thus, how to chose it becomes an important issue. This paper introduces 4 common energy storage system components, including lead-acid battery, lithium-ion battery, supercapacitor and flywheel system. Besides, the application consideration of different energy storage components on different occasions are presented as well.

Key words: UPS, Energy storage, Lead-acid battery, Lithium-ion battery, Supercapacitor, Flywheel system

[中图分类号] TN86 [文献标识码] A 文章编号: 1561-0349 (2014) 11-0049-07

1 前言

电源供电异常或电力质量不良时会造成负载设备的损害, 其中影响电力品质的因素包括: 电压过高或过低、突波噪声、电压闪烁、三相不平衡、谐波失真、频率异常及市电中断。UPS 主要的功能为提供高质量电源, 能够于市电异常或断电时提供能量给负载。而提供能量的大小, 以及等待恢复供电的时间长短则取决于储能系统。UPS 的工作模式可再细分为 4 种, 分别是: 在线式 (on-line)、在线交互式 (line-interactive)、脱机式 (off-line) 及电压骤降补偿器 (sag compensate)。

依照储能系统不同, UPS 大致上可分为 2 种, 分别为机械能和化学能储能。机械能系统早期发展为飞轮式不断电系统, 噪音及体积较大; 直到电池技术提升后, 开始使用化学能储能, 主要以蓄电池为储能系统组件, 但其对于环境条件

的要求较为严苛, 寿命也较差。工作原理如下: 市电正常时, 飞轮式 UPS 利用部分市电能量, 让电动机通过转子带动飞轮维持旋转动能, 市电异常时, 飞轮释放旋转动能使转子带动电动机, 此时电动机将转变为发电机, 并将旋转动能转换成电能提供给负载; 蓄电池式 UPS 则当市电正常时, 部分市电能量通过转换器转变为化学能储存于电池中, 于市电异常, 蓄电池释放能量通过转换器提供给负载, 电池储能系统组件目前常见为铅酸电池或锂电池, 此外近年来超级电容组件的快速发展, 因其具有大容量、体积小、以及快速动态响应等优点, 超级电容也逐渐被采用于 UPS 储能系统中。

本文将介绍 UPS 功能, 包含 UPS 的组成及各种不同工作模式; 目前 UPS 中常见的储能系统组件, 包含铅酸电池、锂电池、超级电容、飞轮 (Flywheel) 等; 不同的储能系统与 UPS

的设计考虑。

2 UPS 之基本架构

UPS 依工作型态分类, 可分成脱机式、在线交互式、在线式及电压骤降补偿器。电压骤降补偿器为当电压骤降 (voltage sag) 发生时, 具有修正电压震幅的能力, 此种 UPS 称为 sag compensate UPS, 此储能系统一般不需大体积, 因待机时间非常短。

脱机式 UPS 普遍应用于个人计算机与接口设备, 在市电正常时, 负载能量由市电提供, 而部分市电能量储存于电池, 市电中断时, 负载则由电池通过逆变器提供能量, 市电切换成 UPS 供电时, 负载需承受 (4-12) ms 的转换时间, 此系统架构如图 1 所示。

在线交互式 UPS, 是以逆变器之市电并联运转技术为基础进行设计, 具有双向功能的逆变器会同时负责电池充电及放电之电能转换功能。此类系统由于逆变器平常即和市电并联运行, 因此可减少系统从断电到电池释能所需之转换时间, 在市电正常供电情况下, 负载能量由市电提供, 在输入电压变动时, 能通过变压器调整电压大小, 提供负载一稳定之输出, 此电压频率无法独立控制, 当市电中断或频率异常时, 则由电池储能系统通过换流器提供负载能量, 图 2 所示为具有充电器的在线交互式 UPS, 逆变器为单方向输出。

在线式不间断系统, 先将市电电压整流成直流形式, 并将直流电压与备用电池储能系统连接, 再由逆变器转换为稳定可靠之交流电源输出给负载使用, 亦称为双级转换 (Double Conversion)。使用在线式不间断系统, 负载将完全不会受到市电电源之影响, 输出电压与输入电压的振幅及频率为独立控制, 故可提供负载设备最佳之电力防护方案, 常用于保护对电源质量要求较高之仪器设备上, 如图 3 所示。

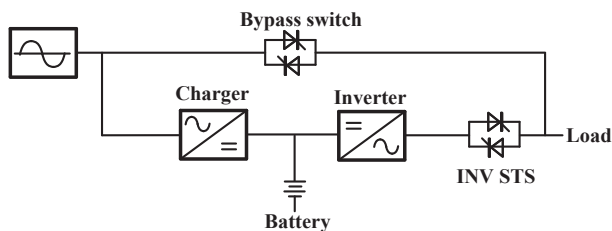


图 1 脱机式 UPS

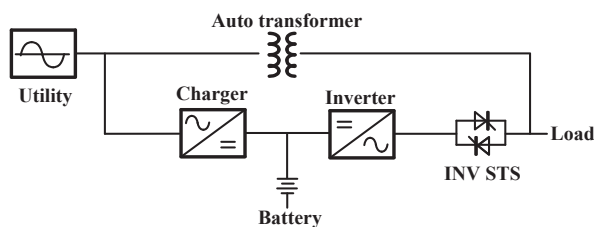


图 2 在线交互式 UPS

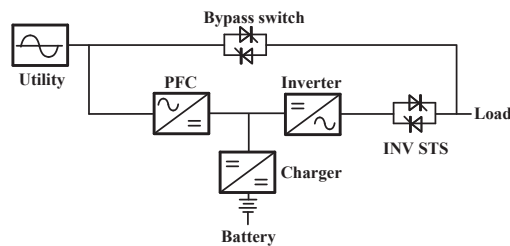


图 3 在线式 UPS

此外, 近年来能源危机及温室效应的议题, 对 UPS 效率要求也提高了, 于是在在线式 UPS 发展出经济模式 (ECO mode), 此工作模式当市电正常时, 负载由市电直接供给能量, 逆变器为空载状态; 市电异常时, 负载则由电池通过逆变器供电, 如图 4、图 5 所示。经济模式主要优点为高效率节能, 一般 Double Conversion 效率约为 92%~94%, 因此, 搭配经济模式时, 效率可提高至 98% 以上。此模式缺点为市电异常时, 旁路转换至逆变器供电的转换时间较长, 特别是电感性负载, 若转换时市电与逆变器电压震幅及相位不同, 则有转换失败及断电等风险。台达电子专利的经济模式转换控制方法, 具有快速锁相控制及侦测机制, 大幅降低转换时间。这 3 种工作型态的 UPS, 若以供应负载的电源质量区分, 则在线式 UPS > 在线交互式 UPS > 脱机式 UPS, 以切换时间长短比较则是脱机式 UPS > 在线交互式 UPS > 在线式 UPS。

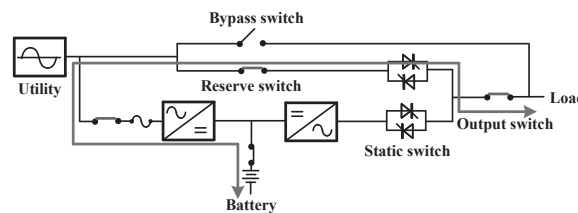


图 4 市电正常时的经济模式

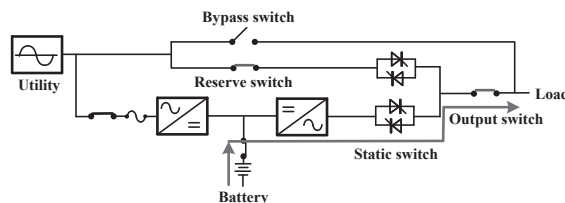


图 5 市电异常时的经济模式

3 储能系统之基本架构

在 UPS 中, 储能系统是一个重要的角色, 影响到 UPS 体积、寿命及成本。常见为铅酸电池模块, 具有便宜、稳定性高等优点, 但废弃时需要回收, 否则会造成环境污染。近年在环保议题重视下, 逐渐被锂电池取代, 但于某些场合中, 铅酸电池依旧有其便利性以及价格低等优势。此外, 在蓄电池储

能系统尚未成熟前，飞轮储能系统为 UPS 常使用的架构，具有无污染等优点，但效率低、体积大、以及高噪音为其最大缺点。近年来，材料改善及电力电子技术进步，飞轮 UPS 也克服了效率和体积等缺点，重新开始被重视。以下将对目前市面上 UPS 使用之铅酸电池、锂电池、超级电容及飞轮等储能组件做一介绍。

3.1 铅酸蓄电池

铅酸蓄电池 (Lead-Acid Battery) 最早于 1859 年由法国物理学家 Gaston Planté 发明，铅酸蓄电池是目前发展最成熟的电池，具有诸多优点，包含结构简单、瞬间放电率高、可循环充电使用、安全性高、高温特性良好、价格低，铅酸蓄电池 1 个单元 (cell) 标称电位约为 2.04 V，而商品化的铅酸蓄电池通常为 3 个单元串联，标称电位 6 V，或是 6 个单元串联，标称电位 12 V。目前，商品化的铅酸蓄电池主要分别是密封型与非密封型。密封型铅酸蓄电池 (Valve Regulated Lead Acid, VRLA) 的特点是不需额外补充电解液，因为其电解液在正常工作情况下不会蒸发成气体而逸散至电池外部。

铅酸蓄电池整体可分为 4 大部分：电极 (阳极板与阴极板)、电解液、隔离板与外部电解槽。目前，极板常用铅钙 (Pb-Ca) 或铅锑 (Pb-Sb) 合金，在铅锑合金方面锑的优点是改善正极与活性物质间的接合，增加抗蚀性、延长寿命，但是缺点为锑溶于电解液中，氧化成为 SbO_3^- 离子而还原在负极板上生成 Sb，将会产生氢气造成自放电；而铅钙合金优点是因为钙的添加，使得铅结晶细小而提升硬度，此外，铅钙合金不会产生自放电，普遍使用于小型密封型铅酸蓄电池，阴极板常用海绵状铅，因为其结合力较强，而阳极板为多孔状的二氧化铅 (PbSO_2)。

铅酸蓄电池电解液为硫酸，除了导电外也参与电极反应，经放电而消耗 (浓度变低、电阻值升高以及导电度变差)，需要充电再次生成，通常充满的铅酸蓄电池中硫酸浓度通常介于 (4.2-5) mol/L。隔离板放置于两电极间，防止正、负极间短路，隔离板为绝缘的多孔性隔离板，须具备良好的离子交换性、耐酸性、抗氧化性及防止活性物质从电极表面脱落，且不得溶出杂质妨碍反应进行。

电槽则包括外部的电解槽和槽盖，采用热可塑性塑料以加压射出成型，须具备耐电压、耐冲击性、耐热性、耐气压性及耐酸性等特性。然而电解槽并非完全密封，其仍然有安全阀以便于在电池内压高于正常压力时释放气体，保持内部压力正常，并阻绝外界气体进入。其简易结构如图 6 所示，此为台湾神户电池股份有限公司的电池图 (CSB battery)。此外，电池容量 (Ah)= 放电电流 (A) × 放电时间 (h)，电池容量会随着电池老化而变少，铅酸蓄电池老化乃是随着充放电次数变多，造成极板变型，逐渐丧失储电能力。对于温度的关系，一般

来说高温时放电容量会较多，低温时放电容量较小，当容量下降到 50%~80% 时，定为寿命终结。

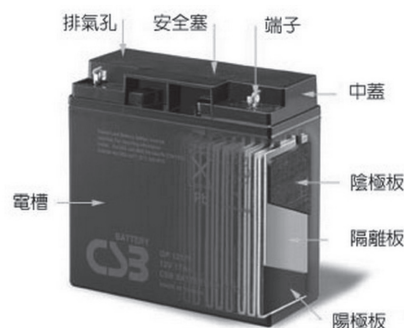


图 6 铅酸蓄电池

3.2 锂离子蓄电池

锂离子蓄电池为 UPS 使用的二次电池中的一种，锂离子是金属中最轻的元素，活性高密度小，标准电位为 -3.045V，为电位最负的元素。因锂离子蓄电池的高能量密度，自我放电率低，使用寿命长，低污染以及无记忆效应等优点，逐渐受到重视，单一锂离子蓄电池电压公认为 3.6V，充满电池约为 4.2V，高于铅酸蓄电池，此外，锂电池功率密度 (130 Wh/kg) 远大于铅酸蓄电池功率密度 (30 Wh/kg)，且铅酸蓄电池能源转换效率差 (60%)，而锂电池则可达 95%。因此，锂电池具有更小更轻等优点，以取代铅酸电池，于大功率场合使用有其体积优势，目前，研究改善方面则着重于充电次数以及正极材料的选择。

锂电池发展于 1985 年，加拿大公司 Moli 研发出以金属锂为负极、二氧化钼 (MoS_2) 为正极的锂蓄电池。初期量产的电池由于锂金属反复电沉积与电溶解，累积成树枝状，刺穿隔离膜而导致内部短路烧毁而停产。1992 年，日本索尼公司 (SONY) 研究出锂离子和凝胶聚合物的混合物作为电解质，改善了电池的充放电次数及安全问题，锂离子二次电池才正式商业化。但于 1995 年 9 月发生锂电池召回事件，当时 SONY 公司所制造的锂离子电池发生过热而爆炸的意外，只好回收所有该型号的锂电池，而陆续也有其它锂电池发生过热，主要为环境差时电池化学反应产生的热，因为散热不佳造成热累积，一旦电池内部热累积远大于热散失时，导致电池升温，使电池内部产生一连串反应，引发火灾爆炸。

常见锂电池的负极是炭粉，正极为锂钴氧化物 (LiCoO_2)、锰酸锂 (LiMn_2O_4) 或磷酸锂铁 (LiFePO_4)，电解液则是锂盐，如 LiPF_6 、 LiAsF_6 、 LiClO_4 、 LiBF_4 或 LiCF_3SO_3 ，溶于碳酸乙烯酯或碳酸乙酯等有机溶剂。锂电池产业中商业化程度最高为 LiCoO_2 结构，锂离子蓄电池正极采用 LiCoO_2 ，负极采用石墨或焦炭，电解液采用溶解锂盐的有机溶液。在充电时，锂离子从正极脱落，通过电解液和隔膜，附着在负极板上，放电时锂离子由负极脱落，回到正极，在充放电过程中正负极

材料不会改变结构，而是藉由锂离子的脱落跟附着来产生电化学反应。与铅酸蓄电池最大的不同为电解液，锂电池使用有机溶剂作为电解液，因电解液不会产生电解反应，自我放电率低，但其具有可燃的有机溶液，可能因过度充放电或者内部电池短路造成温度过高，而快速释放能量造成电池燃烧或者爆炸等危险。随着爆炸事件发生，正极材料也转向更高安全性的材料开发，另外，该材料构成元素钴金属元素价格昂贵且具毒性。

圆柱型锂离子蓄电池为目前常见的结构，内部为卷绕式，外壳使用塑料密封，电池盖子采用刻痕防爆结构，如同电解电容，当内部产生化学反应气体膨胀时，电池内压大到一定程度时则刻痕破裂并放气，如图 7 所示。市售 18650 圆柱型 LiCoO₂ 锂电池为锂电池代表，依照容量大小不同制造成不同的 18650 电池，内部需加装电压及温度监控装置，然而该正极材料电池在过度充电时，易有自放电损失现象产生，由研究结果得知，大约在温度 117℃ 时开始产生变化，导致容量普遍不超过 140mAh/g。

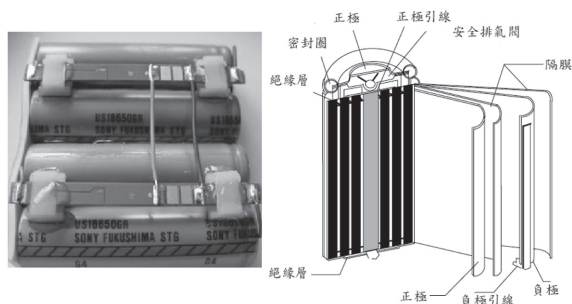


图 7 18650 锂离子蓄电池

3.3 超级电容器

超级电容器 (Supercapacitor 或 Ultracapacitor) 是近年来发展快速的储能组件，目前，已有超电容模块所建立的储能模块并且已于实际产品使用。与铅酸蓄电池和锂电池相比，具有无法超越的高功率密度及瞬间大电流输出，而且使用寿命更长，因此，能被大量使用于储能系统中，符合容量、寿命及体积等要求。一般电容器的储电量最大为 mF 数量级，而超级电容器的储电能力为 F 数量级。超级电容器的工作原理与电解电容器相同，完全不同于电池的工作原理，在某些能量需求低的应用中可取代电池作为电力来源。依照 2013 年 IDTechEx 公司的研究报告，超级电容器的工作原理分为 Symmetric Supercapacitor 及 Asymmetric Intermediate Devices 两大类：Symmetric Supercapacitor 为利用电双层作用 (Electric Double Layer) 进行物理性储电 (Non-Faradaic)，简称 EDLC (Electric Double Layer Capacitor)，最大的制造商为美国 Maxwell Technologies；另一类为 Asymmetric Intermediate Devices 藉由电化学反应产生电荷转移作用 (Faradaic)，简称

EC (Electrochemical Capacitor)，其又可细分为 Supercapattery 及 Pseudocapacitor 两类，最大制造商为日本 JM Energy (JSR Micro)。

Maxwell 及 JM Energy 对自家超级电容器的应用场合有详细介绍，由公司网站得到的信息整理于表 1 及表 2。两家高能量型或高功率型超级电容器在适当的功率输出范围内，EC 可作为 EDLC 小型化及轻量化的取代品。一般根据使用的电力需求，在高功率出力及短运作时间（数 s）下，适合采用 EDLC，例如电动车瞬间加速时的高功率需求，或者刹车时能量回灌吸收；而高能量及长续航力时，则适合选用 EC 做为储能组件。超级电容器为大容量低电压组件 2.2V~2.7V，使用时为模块方式，需加上电压平衡电路。Maxwell 公司制造单颗超级电容器寿命曲线如图 8 所示，部分模块如图 9 所示，成熟地应用于 UPS 中，其寿命及功率密度皆有不错表现。

表 1 Maxwell 高功率型超级电容器应用

Applications	Products
Back up Power	UPS, Emergency Lighting
Regenerative Power	Regenerative Braking, Wind Turbine, Grid, Solar Panel
Burst Power	Consumer Electronics
Quick Charge	Power Tools, Industrial Scanning, Retail Transaction, Road Signs, Emergency Communication
Cold Starting	Starting Internal Combustion Engine (Car, Buses Truck, Boats)

表 2 JM Energy 高能量型超级电容器应用

Applications	Products
Back up Power	Voltage Sag Compensator, Large-sized Manufacture Equipment
Storage	PV/Led Lighting, Medical appliance
Leveling	PV, Wind Power Generator

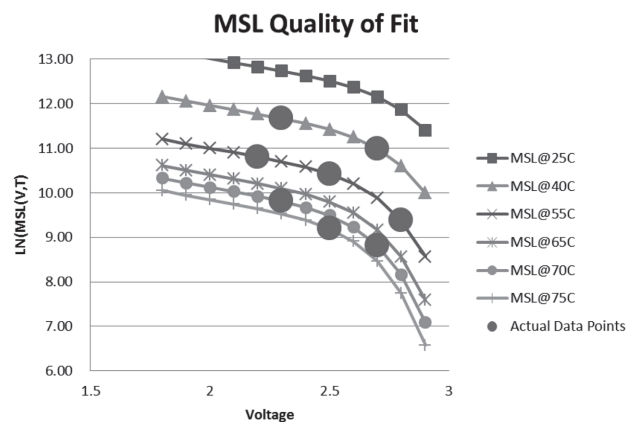


图 8 Maxwell 超级电容器寿命曲线



Specifications

	K2 Series	48 V Modules	125 V Modules
Capacitance	650 - 3,000 F	83 - 165 F	63 F
Voltage	2.70 V	48 V	125 V
ESR, DC	0.29 - 0.8 mohm	6.3 - 10 mohm	18 mohm
Leakage Current	1.5 - 5.2 mA	3.0 - 5.2 mA	10 mA
E_{max}	4.1 - 6.0 Wh/kg	2.6 - 3.9 Wh/kg	2.3 Wh/kg
P_{max}	12,000 - 14,000 W/kg	5,600 - 6,800 W/kg	3,600 W/kg

图9 Maxwell 超级电容器模块

3.4 飞轮储能

飞轮储能技术最早始于 60 年代, 当时已被应用于 UPS, 碍于体积以及噪音等缺点, 一直没有突破性的发展, 使得飞轮储能逐渐被成熟的蓄电池储能系统(铅酸蓄电池)取代。但废弃铅酸蓄电池会造成环境污染, 到 90 年代, 全世界对于能源污染等问题的重视, 此种储能组件重新被研究, 加上 3 方面的突破, 使飞轮储能重新被重视: 一是高强度碳纤维及玻璃纤维的出现, 此材料能提高飞轮转速, 使其可储存更多的能量, 增加了单位质量的动能; 二是电力电子技术发展, 使飞轮与发电机系统能量交换提供了技术基础; 三是电磁悬浮技术及超导磁悬浮技术的发展, 配合真空技术, 降低了机械摩擦与风力损失, 飞轮 UPS 的特性为高可靠性、高安全性, 工作寿命长达 20 年, 占地面积与同功率传统铅酸蓄电池式 UPS 电源系统比较, 仅约为其 1/4, 维护也较为方便、无污染, 图 10 为飞轮储能的基本架构示意图, 但目前尚存在整体 UPS 功率密度不足的现况, 与超级电容器及锂电池比较, 其储能及高效率优势, 未来发展是可以被期待的。

目前, 此种储能组件应用于 UPS 中的代表性公司为美国 ActivePower, 其采用于新的 UPS 应用设计中。市电正常时, 由市电提供能量给负载, 并且使电动机带动 200kg 重的飞轮在真空中旋转; 市电异常时, 由飞轮利用惯性能量带动发电机, 此转换时间极短, 但是与蓄电池比较, 飞轮大约只能维持 15s~1min 的时间, 必须搭配柴油发电机, 于此时间内柴油机将会发动提供备用电源。由于相较于铅酸蓄电池提供较好的转换效率及减低环境污染, 受到应用端客户采用, 于 2013 年数据显示, 美国 ActivePower 公司此种 UPS 产品销售成长约 30%, 飞轮储能的另外一个优点为对环境温度要求不高, 从而节约了大量的空调制冷设备和电力消耗。

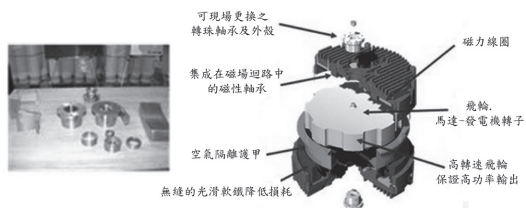


图10 飞轮储能架构

4 UPS 采用储能系统考虑

UPS 设计考虑中主要注重于空间限制、功能性及待机时间。UPS 设计高度有 1U、2U、3U (1U=1.75 英寸=4.45cm) 以及塔型; 待机时间是有 1s~1min, 10min~1h 之分别; 功能性有 Off-line、On-line、Line-Interactive、Sag Compensate 之分。空间大小和散热方式会影响到电池选用, 依照空间不同分为架式 UPS(Rack) 和独立式 UPS(Stand alone), 图 11 为架式 UPS(Rack), 在不同散热方式下, 建议搭配需要使用的 UPS 功率范围, 此储能系统由于电池和 UPS 在同一个机架内, 体积小和功率密度高, 通常使用锂电池为储能组件。而另一种独立 UPS(Stand alone) 则是电池跟 UPS 机柜分开, 空间规划时需要单独 1 个房间储存电池堆, 通常使用铅酸蓄电池, 并搭配空调系统调整环境温度。

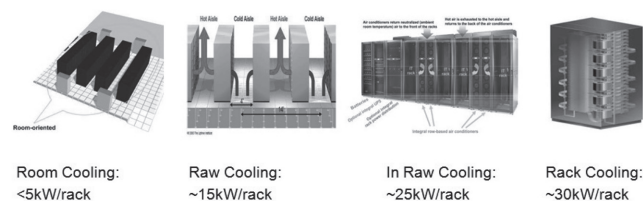


图11 架式 UPS 使用环境

图 12 为不同储能系统组件的功率密度及待机时间, 包括铅酸蓄电池、锂离子蓄电池、超级电容等。功率密度以锂电池最高, 瞬间动态电流则是超级电容较大。由图 12 可以看出, 铅酸蓄电池与锂离子电池较为相近, 都常应用于大功率、长待机时间的最佳选择。但如果空间限制, 锂离子电池具有较佳功率密度; 此外考虑瞬间动态变化, 锂离子电池远胜于铅酸蓄电池, 然而造价比铅酸蓄电池昂贵。目前, 最常使用的储能系统还是以此两种电池为主, 使用时需注意温度, 避免储能模块过热而损毁。

超级电容组件特性不同于电池模块, 其特性比较接近电解电容器。超级电容器可以多次充放电, 瞬间动态电流优于电池模块, 但超级电容器的待机时间短为其缺点。因此, 超级电容器系统很适合应用于 Sag compensate UPS, 因瞬间动态响应好可以提供补偿电压, 且其待机时间 1min 内, 可以做到 UPS 具有体积小优势, 超级电容器储能系统具有下列特性:

- (1) 宽范围温度适应 -40℃ ~85℃;
- (2) 充放电次数 500,000 以上;
- (3) 容易维护维修;
- (4) 不会有电流过放的困扰。

表 3 为各种不同储能组件比较, 在高功率密度、快速动态响应和体积考虑中, 超级电容器为介于两者之间的优良选择。

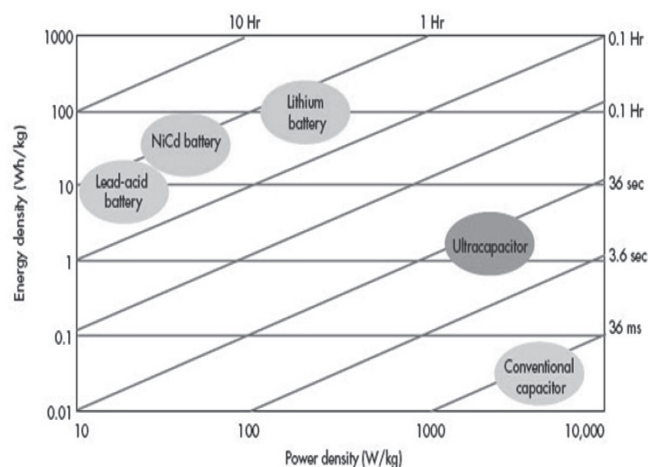


图 12 各种电池储能系统应用范围图

表 3 各种不同储能组件比较

	Electrolytic Capacitor	Supercapacitor	Battery
Voltage (V)	6.3~600	<3.3	<5
Energy Density (Wh/kg)	<0.1	1~10	10~100
Power Density (W/kg)	10,000~100,000	100~5,000	50~130
Discharge time	~0.1s	1s~1min	10min~10h

飞轮 UPS 系统为物理储能系统，不同于化学能储能系统，图 13 为飞轮 UPS 的架构图，为具有主动电力滤波技术功能 (APF) 的 UPS 系统。因其飞轮储能系统转换电路为双向电力流 (Bi-Directional Power Flow)，可以搭配主动电力滤波技术的优势，将输入端的电流谐波成分过滤，其优点为无环境污染、相较铅酸蓄电池储能的 UPS 有较小面积、较长使用寿命、可忍受环境温度变化、系统散热要求低且其切换时间为 0，但待机时间较短为其缺点，约 1min 以下。图 14(a) 和 (b) 为飞轮 UPS 的实测波形图，可以看出，电力异常时几乎没有转换时间，系统效率可以做到 98%，与台达 UPS 操作在经济模式效率相差不多。图 15 为台达三相机柜效率，最高效率 96.43%，在经济模式供电时，最高效率 99.17%。

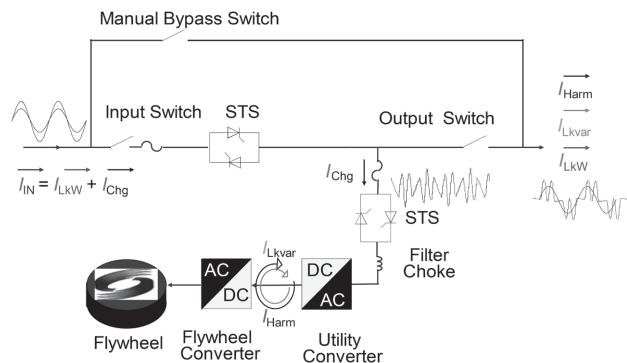
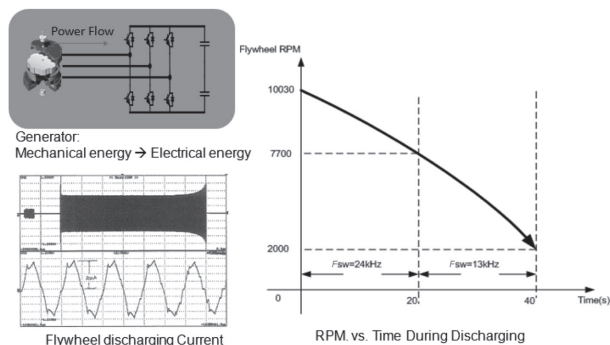
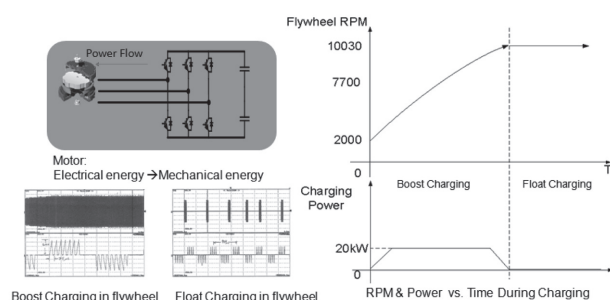


图 13 飞轮 UPS 系统



(a)



(b)

图 14 飞轮 UPS 的实测波形: (a) 飞轮 UPS 释能; (b) 飞轮 UPS 储能

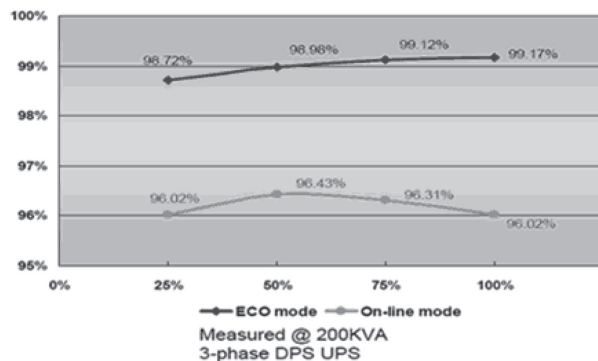


图 15 台达电子 200kW UPS 效率曲线

5 结论

本文主要介绍目前 UPS 常用的储能系统组件，包含铅酸蓄电池、锂离子电池、超级电容、飞轮等的特性，并将其最近产业发展信息一并介绍，其中各种不同储能组件应用于系统中的考虑也一一描述。各种不同的 UPS 已于机柜中量产，在诸多储能系统发展的同时，电力电子技术方面的发展也向大功率、高功率密度及高效率的方向前进。

参考文献

- [1] 工业材料杂志 323 期，材料世界网 <http://edm.itri.org.tw>。

- [2] 吴品谦, “以电化学阻抗频谱检测密封型铅酸电池的储电状态”, 国立成功大学, 民国 102 年 6 月。
- [3] 陈怡萍, “以电化学阻抗频谱检测密封型铅酸电池的储电状态”, 国立中山大学, 民国 96 年 6 月。
- [4] 官弘毅, “18650 锂离子电池之不同电压与热危害相关性研究”, 云科大实务专题, 2012 年 3 月 1 号。
- [5] 林素琴, 2009, “大好前景 - 锂电池材料发展分析”, 工研院电子报, 第 9810 期, 10 月。
- [6] 陈振崇、邱国峰、王复民、杨长荣, 2010, “高功率耐过放电锂锰氧化物阴极材料用于薄膜电池之研究”, 工业材料杂志, 第 277 期, 1 月。
- [7] 柯贤文, “锂电池”, 482 期, 科学发展 2013 年 2 月
- [8] 飞轮 UPS 数据源, <http://www.activepower.com/>
- [9] 超电容产品数据源, <http://www.maxwell.com/>

《甘肃省加快新能源汽车推广应用实施方案》出台

甘肃省人民政府办公厅日前印发《甘肃省加快新能源汽车推广应用实施方案》(以下简称《实施方案》)的通知,《实施方案》指出,对新能源汽车不实行机动车限号、限行措施。对新能源汽车独立分类注册登记,保险分类管理并给予优惠和便利。凡是在我省注册登记的新能源汽车,在省内享受停车费减半优惠。

《实施方案》指出,到 2016 年,全省推广应用新能源汽车达到 5500 辆,公交、出租、租赁、公务、环卫、物流等公共服务领域当年新增或更新车辆中,新能源汽车配备比例不低于 30%;到 2020 年,达到 7700 辆,公共服务领域新能源汽车应用规模进一步扩大。加快充电基础设施规划建设,努力形成布局科学合理、数量适度超前的充电设施服务体系。

《实施方案》鼓励购买使用新能源汽车,在财政补贴政策方面,对消费者购买纯电动汽车、插电式(含增程式)混合动力汽车、燃料电池汽车的,在国家财政补贴基础上,由省财政厅牵头制定省、市、县财政补贴办法,对我省购买符合条件新能源汽车的消费者给予适当补贴。国家和省、市、县财政补贴总额最高不超过车辆销售价格的 50%。

在税收优惠政策方面,根据国家有关规定,自 2014 年 9 月 1 日起至 2017 年 12 月 31 日,对符合条件的纯电动汽车、插电式(含增程式)混合动力汽车和燃料电池汽车免征车辆购置税。对使用新能源的车船,免征车船税。对节约能源的车船,减半征收车船税。继续落实好汽车消费税政策,对电动汽车不征收消费税。

《实施方案》明确,实行差别化的交通管理措施。对新能源汽车不实行机动车限号、限行措施。新能源汽车可共用城市公交专用车道等通行便利。对新能源汽车独立分类注册登记,保险分类管理并给予优惠和便利。凡是在我省注册登记的新能源汽车,在省内享受停车费减半优惠。

《实施方案》指出,加大党政机关和公共机构、企事业单位推广使用力度。党政机关、公共机构更新车辆时,当年购买配备新能源汽车数量不低于年度更新车辆总量的 30%,并逐年提高比例。在推行公车改革中,积极倡导公职人员购买使用纯电动汽车。各市州、各有关部门要在出租车等城市客运以及环卫、物流、机场通勤、公安巡逻、固定区域执勤执法、驾校培训考试等领域,加大新能源汽车推广应用力度,当年新增或更新配备车辆中,新能源汽车比例不低于 30%。

《实施方案》指出,按照国家有关规定,落实电动汽车充换电设施用电扶持性电价政策。对向电网经营企业直接报装接电的经营性集中式充电设施用电,执行大工业用电价格,2020 年前免收基本电费。其他充电设施按所在场所执行分类目录电价,居民家庭住宅、居民居住小区、执行居民电价的非居民用户中设置的充电设施用电,执行居民用电价格中的合表用户电价。党政机关、企事业单位和社会公共停车场中设置的充电设施用电,执行“一般工商业”类用电价格。