

# 多种新型储能系统促使光伏和太阳能并网系统快速增长

## A variety of new type of energy storage systems to promote rapid growth of photovoltaic (pv) and solar grid system

叶云燕

**摘要：**本文将对在光伏与太阳能并网系统中增长最快的多结光伏能源、染料敏化太阳能电池和太阳能并网系统的电池后备电源等多种新型储能系统等相关技术与应用作研讨。

**关键词：**储能系统，离网型，电网/混合逆变器，驱动器

**Abstract:** this article will be to the fastest growing in the photovoltaic (pv) and solar power grid system photovoltaic energy, multi-junction dye-sensitised solar cells and solar battery back-up power grid system, and other new energy storage system and related technology and application research.

**Keywords:** energy storage system, Off-grid type, grid/hybrid inverter, drive

中图分类号：TN711 文献标识码：A 文章编号：1606-7517(2014)10-4-144

随着太阳能系统在家庭和企业中的安装和使用，促使了太阳能产能显著的增加。其中的因素有很多，很重要的是多结光伏能源、廉价光伏(PV)太阳能电池组件及光伏和太阳能并网系统的电池后备电源等存储系统的应用。这是为什么呢？据此，从光伏/太阳能系统可分为以下三种类型述起。应该说，如今几乎所有的住宅区、社区和轻型商用光伏/太阳能系统最常见有可分为三种类型：其一是并网型，它能够降低对设备依赖性并节约成本；其二是离网型，离网发电系统用于驱动本地负载，它们通常需要一个电池组和一个电池充电/管理系统，可以提供直流和交流两种输出电源，但不连接到公用电网，能够在不连接到电网的情况下供电；其三是电网互动型，它通常一种以电池组形式存在的连接型储能系统，使用户在享有离网独立性带来益处的同时还可获得并网的益处。需要指出的是，由于当今在国内外比以往任何时候都要关注对电网稳定性甚至可用性。故对该类电网互动型系统尤为关注并重点开发应用。因为电网互动型系统可普遍适用于以下情况：第一、因各种原因导致电网出现故障、电网电力不足或出现问题时；第二、或使用可再生方式生成的储能电能来“抵消”高昂的电网电力成本时。真因如此，促使了储能系统在光

伏和太阳能并网系统中增长最快。

为此本文将对在光伏与太阳能并网系统中增长最快的多结光伏能源、染料敏化太阳能电池和太阳能并网系统的电池后备电源等多种新型储能系统等相关技术与应用作研讨。

### 1 多结光伏能源的技术

\* 何谓多结光伏能源？

指堆叠多结太阳能电池的新方法。它是当今太阳能电池效率方面的最先进技术，是利用一种四结点结构（4个子电池）达到了44.7%的高效率。这个高效率是在聚集297束太阳光线的条件下测量得到的，电池可以转换44.7%的从紫外光一直到红外光的太阳能光谱能量（每个子电池吸收不同的波长范围）。在太阳能发电厂，使用玻璃或塑料光纤将太阳光集中到较小的堆叠电池上也会比在更大面积上使用硅材料便宜，这是电池堆叠的新方法。通过机械方式堆叠并联的电池，而不是使用不同带隙全部串联的单片结构，其总的电池堆叠将比较少地受到不断变化的光线条件影响（光线条件会不同程度地影响带隙，并将其中一些带隙转变成串联配置的负载）。事实上，这只是因为这种电池对由于白天时间变化和气候条件造成的光谱变化有较低

的敏感度。相比之下，电流匹配型单片生成的多结电池性能会因为早晨和傍晚（日出和日落时）丰富的红色光使得顶层结点性能欠佳而受到限制。

典型的是应用生成纳米线阵列的  $\text{p-n}$  材料组合的新型电池。该类多结光伏能源促进新能源进入千家万户及至平民化一个重要原因。

#### \* 染料敏化太阳能电池运行技术

它是新型高效大面积染料敏化太阳能电池。那末染料敏化太阳能电池运行技术是怎样的呢？首先是染料分子受太阳光照射后由基态跃迁至激发态；紧接着是处于激发态的染料分子将电子注入到半导体的导带中。依次将是：电子扩散至导电基底，后流入外电路中；处于氧化态的染料被还原态的电解质还原再生；氧化态的电解质在对电极接受电子后被还原，从而完成一个循环；并分别为注入到  $\text{TiO}_2$  导带中的电子和氧化态染料间的复合，及导带上的电子和氧化态的电解质间的复合。

由于染料敏化太阳能电池与传统的硅太阳能电池相比有寿命长（使用寿命可达 15-20 年），原材料丰富、成本低、工艺技术相对简单等特点，并且其原材料和生产工艺都无毒、无污染，部分材料可以得到充分的回收的价值优势。真因为如此，尤其可获得了在大规模工业化生产中具有独特的优势，这对保护人类环境具有重要意义。据此新型高效大面积染料敏化太阳能电池是太阳能发电系统与风力发电系统中电池的理想选择，并可制成染料敏化太阳能电池充电器。

#### \* 高效多晶黑硅太阳能电池让太阳能电池效率超 18%

以往的硅太阳能电池的效率一般都在 17% - 17.5% 左右。如果想在原有技术上提高 0.1% 难度都很大。最近，研发出的新技术，可以将多晶硅太阳能电池效率提升至 18% 以上。该高效多晶黑硅太阳能电池。与传统的蓝色的硅太阳能电池相比，除了颜色变成了黑色，外观上似乎看不出两者的差异，但实际上，这种黑硅太阳能电池却比传统的硅太阳能电池效率高 0.3% - 0.7%，这在新产品研发出来前，是不可想象的。

高效多晶黑硅太阳能电池研发原理，就是将原有太阳能电池上较大尺寸的凹孔经过化学刻蚀的方法处理成许多细小的小孔，即“原有电池的微米结构上生成纳米尺寸小孔”，让电池表面的反射率从原来的 15% 降到 5% 左右，对太阳光的利用率提高，电池的效率自然也就提升了。通过

化学反应后得到的硅片材料在外观上呈现黑色，故得名“黑硅”，该项技术也被称之为黑硅技术。

当今由于市场对高效太阳能电池的强烈需求，这种黑硅太阳能电池目前在欧美、日本颇受欢迎，并已经在居民用电中得以应用。据了解，最新政策要求新上马多晶硅电池项目的效率须达到 18% 以上，此项技术能很好地帮助光伏企业跨过这一技术门槛。因为成本低廉、生产效率高，很快将问世于市场。

## 2 电池电网的理念及其拓宽深化

### 2.1 电池电网理念

从图 1 的太阳能并网系统构建可知，光伏发电系统配置是在光伏组件阵列中增加一个并网逆变器。该逆变器可将直流电转换成交流电，然后通过建筑物上的服务面板将电能输送到电网中。其电网的作用就如同电池，而电网上的可再生能源则用于集体消费，这反过来也减少了其他电源的使用。由此产生电池电网，只要存在一天，并网逆变器就要按照安全性标准 (ULI 741) 要求来确保电网的供电。

然而电池电网的不足之处是，当电网电力无法维持并网逆变器的运行，则可用的光伏功率只能被闲置在屋顶，这样，在电力中断期间，使用光伏发电的家庭或企业可能会和其他人一样也处于黑暗之中。面对这挑战怎么办？太阳能电池板逆变器与智能型“电网/混合”逆变技术的应用是最好的应对。

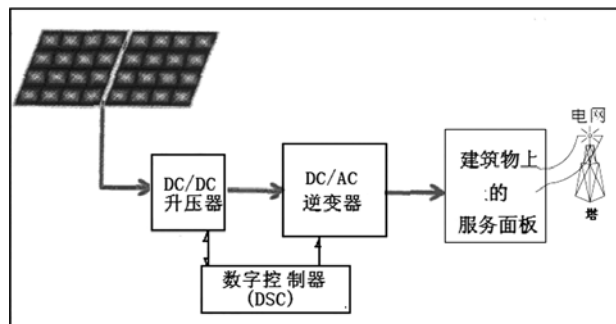


图 1 太阳能并网系统构建框图

### 2.2 太阳能电池板逆变器与智能型“电网/混合”逆变器的应用

\* 电池逆变器系统图（见图 2 虚线框内离网型太阳能电池板逆变器构建框图）。

从图 2 可知，它无需电网即可运行，主要用于使用离

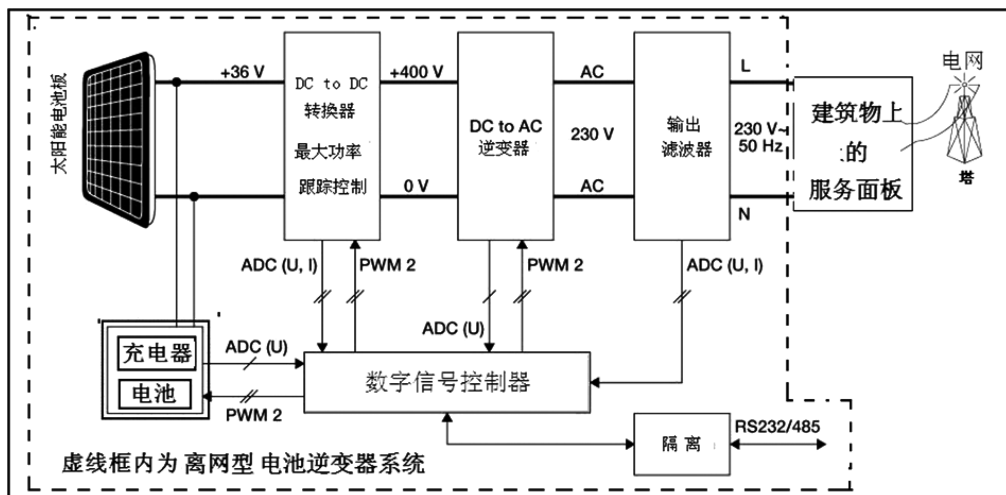


图2 智能型“电网/混合”逆变器/充电器框图

网型系统的家庭、企业和工业设施，如手机广播塔等。而离网发电系统用于驱动本地负载。它们通常需要一个电池组和一个电池充电/管理系统。它们可以提供直流和交流两种输出电源，但不连接到公用电网。其典型特性为：从太阳能电池板流入的DC输入电压额定值为36V；可串联使用一个36V或两个18V太阳能电池板；所采用的控制软件内具有最大功率点跟踪特性；包括用于3个串联在一起的12V铅酸累加器的电池充电器；Galvanic隔离输出电压230V，频率50Hz，高达400W的输出功率。与图1相比多了图2左下的电池与充电器。

\* 智能型“电网/混合”逆变器技术是理想选择

由上已知，采用电池离网技术，能够使用光伏、风能、水电等其他可再生直流电源为电池充电（见图2左下端充电器与电池），并将多余的电能出售给电网，这一点与将电网用作电池的并网装置一样。但对于那些尚未安装太阳能系统但希望拥有备用电源的用户来说，具有电池备份功能的电网/混合逆变器/充电器（见图2所示）正是最佳之选。与图1相比，电网/混合逆变器/充电器增加了电池与充电器（图2左下端）。

如果光伏可再生能源系统在停电期间可以一直供电直到电网恢复运行，那么就可以将太阳能卖回给电网。

### 2.3 为什么不直接使用发电机取代电池逆变器？

应该说这可能是个可行的选择，但有几个重要因素此方案并非为理想。其一是、在建筑物所要求的电能负荷期间，发电机都要保持运行状态，可能一天需要运行12小时

-18小时。这样带来严重的噪声影响；其二是、发电机需要频繁的维护，若一天一次或一周一次的频率加满5加仑油，则成本高况且低功率输出时效率很低。

### 3 组串型光伏逆变器技术与应用解决方案

光伏模块的成本不到光伏能源总成本的30%，因此需要注意电网连接成本和筹措资金之间的分离，如何高效存储能量是关注重点，以便消除电网基础设施的限制，今后传统电厂必须改变他们的商业模型，这些电厂只在可再生能源短缺时提供能源储量。值此以组串型光伏逆变器技术与应用方案为例作说明。

采用T型三电平实现效率98.2%。T型三电平组串型光伏逆变器采用英飞凌新的T型三电平桥臂模块和MPPT模块，模块采用highSpeed3IGBT和碳化硅二极管等高效率芯片技术。主控制器采用32位微处理器2STCI782+硬件看门狗CIC61508构架，整机效率高达98.2%。用TCI782+C，C61508构架取代传统的双处理器构架，降低成本，简化了设计复杂程度。贯串了光伏逆变器的设计理念：效率，系统成本和寿命可靠性。

由此可设计出逆变器模块与Boost电路模块。

\* 逆变器模块与优势：T型三电平相桥臂，HighSpeed 31IGBT芯片，SIC二极管，最高工作结温150度，EasyI8封装，34•48mm 24g，三相逆变器功率可达25kVA，满功率无功能力

\*Boost电路模块优势：MPPT模块，四路独立输入，HighSpeed 31IGBT芯片，SIC二极管，最高工作结温150度，

Easy2B 封装, 48\*57mm 36g, 单模块变换功率 10/20kVA。

\* 效率 : 采用 SiC 和 HighSpeed31GBT 等高效率器件优化设计, 功率器件数减少到四个模块, 能实现低寄生电感以保证高速开关器件运行在低损耗工况。

\* 寿命 : 可以实现自然冷却, 减少逆变维护成本, 膜电容寿命保证, 无铁心变压器耦合 IGBT 驱动器。

\* 可靠性 : 实现 IEC 61508 定义的 SIL3 等初级, 相比双通道结构的设计, 成本降低, 控制复杂度降低, 磁隔离芯片去除共模干扰信号。

#### 4 应用于太阳能逆变器和 UPS 的 1200V 高压栅极驱动器

在光伏领域, 提高效率是首要目标。为了优化成本效益, 设计人员与制造商需要将太阳能更加高效地转化为电力的技术。在这一领域, 效率提升 1% 就可产生巨大的回报。

用英飞凌的 EiceDRIVER 系列采用无磁芯变压器技术, 提供适用于光伏逆变器的完善的高性能栅极驱动器的产品组合。英飞凌将 EiceDRIVER 与 CoolMOS、IGBT、碳化硅 (SiC) 功率开关和 IGBT 模块结合在一起, 使设计人员与制造商能够实现其以下目标 : 具备功能绝缘和多种保护功

能, 例如退饱和检测、有源米勒钳位、欠压锁定和关断功能 ; 具备基本绝缘性能, 能够在  $\pm 1420\text{V}$  的瞬态电压和  $\pm 1200\text{V}$  的静态电压下工作 ; 如单通道 2ED020112-F2 能在一个紧凑的封装内提供两个完整的单通道驱动器, 具有节省空间的优点。若这些产品结合直接驱动 SiC JFET (见图 3(a) 应用所示), 增强了光伏应用中逆变器的可靠性和效率, 使其效率达到 99% 以上。

\* 特性 : 1200V 无磁芯变压器隔离驱动器, 轨到轨输出及保护功能。应用于太阳能和 UPS。

\* 应用例举 : 为 1200V 高压栅极驱动器直接驱动技术 (图 3 应用所示)。

#### 5 结束语

现实与将来, 电池充电逆变器将使并网“串”逆变器黯然失色的原因, 就在于存储可再生电力的好处因其自身的优势显而易见。储能可以抵消高峰时段的用电量, 在断电和紧急情况下提供离网独立性, 有助于提高电网的稳定性, 以确保可再生电力继续维持其在能源结构中重要而积极的地位。这就是为什么储能系统在太阳能产品中增长最快的重要原因之一。

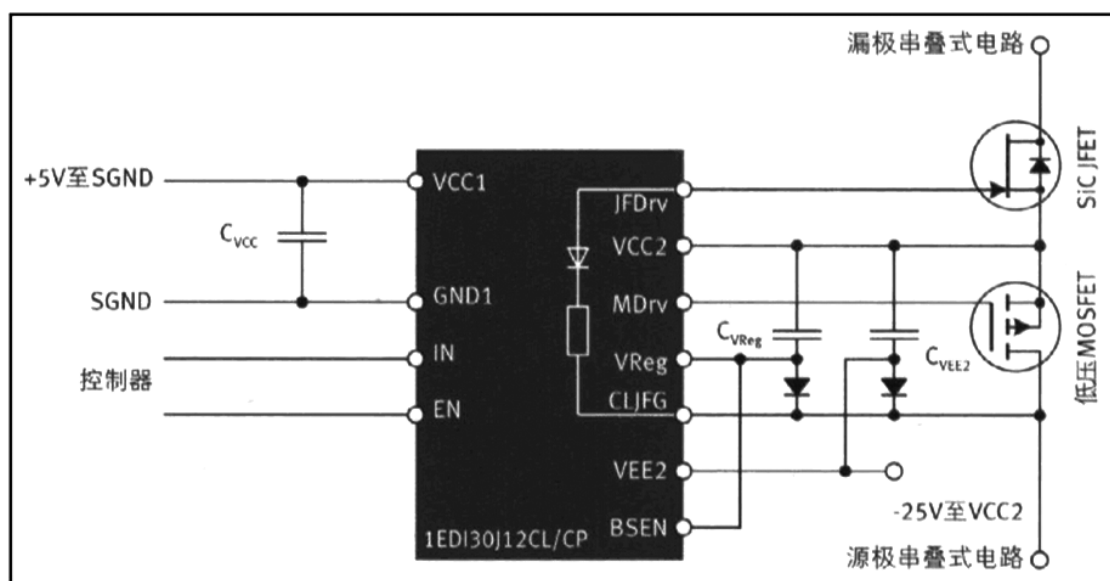


图 3 1200V 高压栅极驱动器直接驱动 SiC JFET 示意图