

新能源时代， 半导体和储能如何演进？

《中国电子商情》编辑部

工业化离不开能源产业，我国从2008年开始大力发展新能源，优化能源体系。2012年开始我国对光伏、风电补贴。在新能源汽车领域，虽然补贴政策终止，但购置税减免政策延长至2027年。在付出巨大努力之后，我国在2020年前后获得新能源产业主动权，迎来光伏和风电平价上网、新能源汽车大爆发。

“碳达峰”和“碳中和”目标表明，新能源的基础设施建设会延续，光伏和风电等新能源具备低碳排放特点，今后将更受关注。本文介绍光伏、风电、新能源汽车（电动车、插电混动车等）等新能源领域的发展情况，并着重讲述其中半导体和储能电池的演变。

光伏发电在多国渗透率超 10%

发展新能源成为全球共识，新能源的装机容量和发电量正在快速增长，占据能源市场份额，取得了显著市场竞争力。

国际能源署组织 IEA 报告显示，全球光伏发电在 2022 年再次大幅增长，累计容量达到 1185GW（ $\approx 1.2\text{TW}$ ）。

2022 年，新装和调试的光伏系统为 240GW，光伏发电在许多国家渗透率超过 10%（西班牙超过 19%），证明光伏在能源领域具有成本效益和减排作用。

中国市场继续主导新增和累计容量。新装机容量 106GW，累计容量 414.5GW，是欧洲的两倍多。这种强劲增长延续了前几年——2021 年为 54.9GW，2020 年为 48.2GW，并在集中式和分布式系统之间达到平衡。

欧洲也表现出持续增长，装机容量为 39GW，前几位为西班牙（8.1GW）、德国（7.5GW）、波兰（4.9GW）和荷兰（3.9GW）。高电力市场价格增强了光伏的竞争力，一些国家已根据欧盟和国家能源主权承诺，采取了政策进一步加速光伏应用，而欧洲其他国家则因电网拥堵，而制定政策以减少引入。

在贸易问题和电网连接的影响下，美国市场收缩至 18.6GW，而巴西的装机容量高达 9.9GW，几乎是前一年新增装机容量的两倍。

印度再次显示出强劲增长，达到 18.1GW，主要为集中式系统中，光伏渗透率接近 10%。澳大利亚为 3.9GW。

日本稳定在 6.5GW，与 2021 年相同。

9 个国家的光伏渗透率超过 10%，西班牙、希腊和智利超过 17%，虽然电网拥堵已成为一个问题，但政策措施、技术解决方案和储能已经为提高光伏渗透率提供可行解决方案。

风电装机容量约 3.8 亿千瓦，同比增长 12.7%。1-5 月份，太阳能发电 535 小时，比上年同期减少 28 小时；风电 1081 小时，比上年同期增加 105 小时。

新能源汽车加速产业延伸

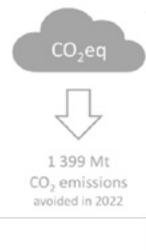
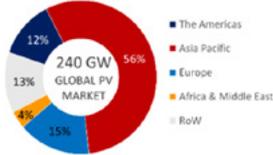
新能源汽车崛起影响了传统汽车制造业，也衍生出许多新产业。安森美 (onsemi) 应用市场工程师贾鹏介绍，据全球电动车销售数据网站 EV-Volumes 统计，2022 年全球有约 1050 万台的纯电和插电新能源汽车交付，相比 2021 年有着 55% 的涨幅。为了应对新能源汽车的快速增长，能源基础设施的建设也必然加速发展。推动新能源行业大力发展的因素主要来源于人们的环保意识的增强、政府积极推广新能源政策的逐渐渗透，以及各个国家希望减少对传统能源的依赖。



图注：安森美应用市场工程师 贾鹏

对于新能源汽车市场，消费者欣喜于更多的高科技功能应用、产品具有更低的定价以及更优越的性能。而背后全新的产业链也能为社会和企业带来更多

TOP PV MARKETS 2022



- 1185 GW were installed all over the world by the end of 2022
- China is the world's #1 PV market
- 23 countries installed at least 1 GW of PV in 2022
- 16 countries have installed at least 10GW of cumulative capacity at the end of 2022

图注：2022 年全球 PV 市场。（来源：国际能源署组织 IEA）

我国新能源发电持续改善，6 月 20 日，国家能源局发布 1-5 月份全国电力工业统计数据。截至 5 月底，全国累计发电装机容量约 26.7 亿千瓦，同比增长 10.3%。其中，太阳能发电装机容量约 4.5 亿千瓦，同比增长 38.4%；

全国电力工业统计数据一览表

| 指标名称 | 单位 | 1-5月 累计 | 同比增长 (%) |
|----------|-----|------------|-------------|
| 全国发电装机容量 | 万千瓦 | 267240 | 10.3 |
| 其中：水电 | 万千瓦 | 41700 | 5.2 |
| 火电 | 万千瓦 | 135095 | 3.7 |
| 核电 | 万千瓦 | 5676 | 4.3 |
| 风电 | 万千瓦 | 38260 | 12.7 |
| 太阳能发电 | 万千瓦 | 45392 | 38.4 |

图注：1-5 月我国电力发电的结构（来源：国家能源局）

的工作机会和利润，发展新能源汽车市场是一项双赢政策。

厂商在新能源汽车的契机中获得增长。据悉，2023年第一季度，安森美在汽车和工业终端市场的收入占总收入的79%，包括但不限于新能源汽车、光伏、储能、充电桩。贾鹏认为，新能源市场仍然会保持一个较高的发展速度，尤其是电动汽车。

贾鹏谈到，新能源领域的功率半导体主要是基于大功率的AC-DC/DC-DC变换，具体要求可能会根据不同拓扑变化，但最主要的一些参数要求比如耐压、导通压降/导通电阻、电流能力等等非常重要，汽车产品还必须满足AEC-Q101。除此之外，可靠性也是必须要关注的指标，相关测试包括HTRB、HTGB、H3TRB等。

SiC 与 IGBT 乘新能源东风

功率半导体作为新能源汽车的电池、电机、电控系统以及空调压缩机核心，将迎来量价齐升，数据统计显示，功率半导体单车价值有望从71美元提升至550美元左右。其中，SiC与IGBT在新能源的电动化和高压化趋势下备受关注。

1、SiC 性能优势明显

贾鹏指出，SiC和IGBT的目标市场都是大功率的功率变换产品，而SiC更侧重于提高功率密度、减少体积和重量的场景，是新一代宽禁带半导体材料。当下SiC功率器件的性能优势明显，但由于目前的产能和价格限制，还没有大量在除新能源车之外的应用中采用，替代IGBT仍需时日。

安森美的产品线同时包含SiC和IGBT，例如年内发布了1200V FS7系列IGBT和M3S系列的SiC MOSFET，FS7系列产品的低开关损耗可以实现更高的开关频率，提高功率密度，M3S系列产品具有更高的电流密度。未来安森美会继续拓展产品线，比如基于常见拓扑的模块，更低杂散电感的单管、更小的封装等产品。

安森美汽车主驱功率模块产品线经理陆涛介绍，针对SiC，安森美已经发展了3代的平面结构的SiC MOSFET，也拥有了丰富的设计制造经验，封装和材料上安森美针对最新的AQG324需求来设计，同时封装和材料等也针对200度的节温需求做了优化。



图注：安森美汽车主驱功率模块产品线经理 陆涛

在本地化服务上，安森美在本地有苏州和深圳两家封装厂，这样可以更加贴近中国的客户。而且，安森美陆续与中国本土各汽车和能源基础设施客户签订战略合作协议，建立伙伴关系，以携手共赢，共同打造可持续的未来。

在研发生产模式上，安森美目前采用Fab-lite模式，是一种介于Fabless和IDM之间、较为灵活的模式。安森

美曾经具有庞大的生产设施，但从2021年后，决定向 Fab-lite 模式转移。这两年安森美进行了多次收购，也进行了多次资产出售，通过这种模式，减少安森美运营费用和低毛利业务，在2022年安森美达成了破纪录的83亿美元的全年收入，同比增长24%。在未来，安森美将继续发展汽车和工业领域的高端智能电源和智能感知业务，其中智能电源聚焦于 SiC、硅电源（IGBT、FET）和功率 IC。

2、SiC 不会全面取代 IGBT

东芝电子元件（上海）有限公司半导体技术统括部 / 技术企划部高级经理黄文源认为，碳化硅（SiC）不会全部取代 IGBT，碳化硅和 IGBT 作为功率器件在竞争和融合中向前不断发展，在自身擅长的领域中取得份额。有时，这两种器件会结合成一种产品，达到最佳的性价比。总体上看，碳化硅有相当的优势，尤其在汽车领域把碳化硅的技术进行快速迭代以后，未来还有光伏、风电等更大的市场可以期待。

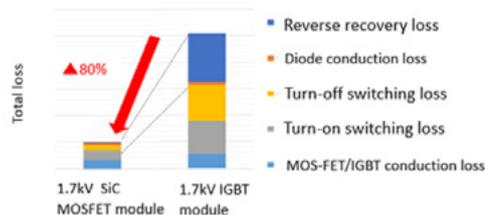


图注：东芝电子元件（上海）有限公司半导体技术统括部 / 技术企划部高级经理 黄文源

SiC 与 IGBT 具有各自特点，决定了它们各自适合的应用领域以及未来的市场趋势，黄文源进一步解释：

与硅（Si）相比，碳化硅（SiC）是一种介电击穿强度更大、饱和电子漂移速度更快且热导率更高的半导体材料。与硅器件相比，当用于半导体器件中时，碳化硅器件可以提供高耐压、高速开关和低导通电阻。鉴于该特性，其将成为有助于降低能耗和缩小系统尺寸的下一代低损耗器件。

IGBT 即绝缘栅双极型晶体管，是由双极型三极管和绝缘栅型场效应管组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件，兼有 MOSFET 的高输入阻抗和 GTR 的低导通压降两方面的优点。GTR 饱和压降低，载流密度大，但驱动电流较大；MOSFET 驱动功率很小，开关速度快，但导通压降大，载流密度小。IGBT 综合了以上两种器件的优点，驱动功率小而饱和压降低。非常适合应用于直流电压为 600V 及以上的变流系统如交流电机、变频器、开关电源、照明电路、牵引传动等领域。



图注：SiC MOSFET 的总体损耗相比 IGBT 模块降低 80%（来源：东芝）

与 IGBT 模块相比，SiC MOSFET 模块的低损耗特性可以降低总损耗（开关损耗 + 导通损耗）。高速开关和低损耗操作还有助于减小滤波器、变压器和

散热器的尺寸,实现了紧凑、轻便的系统。这降低了逆变器系统的材料成本。此外,无风扇冷却系统的实现提高了可靠性和降低维护成本。

新能源汽车、光伏风电、储能等电气设备对于半导体功率器件的要求,归根到底就是效率和成本的平衡。

SiC的采用能提高系统效率,但会提高成本,但另一方面,效率的提高又有助于系统成本的降低,所以这是一种平衡关系,随着SiC生产工艺的提高和产量的增加, SiC器件的价格也会逐渐下降,这个平衡关系也会向着有利于SiC的方向发展,但这并不意味着SiC会完全替代IGBT,至少在可预见的将来这不会发生。

目前IGBT还是最主要的功率器件,碳化硅会逐渐替代一部分IGBT。但碳化硅也不一定在每种应用上都是最佳选择。另外,IGBT本身也还在不断地被改良中。

以东芝用于大型电源的功率因数校正(PFC)电路的650V分立IGBT——“GT30J65MRB”为例,其引入了最新工艺,优化的沟槽结构确保了行业领先的0.35mJ(典型值)的低开关损耗(关断损耗)。这是东芝首款用于60kHz以下PFC的IGBT,其可通过降低开关损耗(关断损耗)来确保更高的工作频率。

东芝将继续扩大产品线,以充分适应市场趋势。东芝新推出了其第三代碳化硅(SiC)MOSFET产品,包括电压分别为650V和1200V的两款系列产品。东芝在第三代产品中内置了与SiC MOSFET内部寄生二极管并联的SiC肖特基势垒二极管(SBD),其正向电压(VF)低至1.35V(典型值),以抑制

RDS(on)波动,从而提高可靠性。

此外,与第2代产品相比,东芝先进的SiC工艺显著改善了单位面积导通电阻RonA,以及表征开关特性的性能指标Ron×Qgd。RonA降低了43%,Ron×Qgd降低了80%,开关损耗低了大约20%。东芝的碳化硅MOSFET具有高栅极阈值电压,有助于减少由于开关噪声而导致的误导通的可能性,可防止开关噪声引起的故障使得栅极驱动电路的设计变得简单。

东芝第3代SiC MOSFET拥有更低的功耗,支持各种高功率密度应用,如开关电源(数据中心服务器、通信设备等)、不间断电源(UPS)、光伏逆变器、电动汽车充电站等。

SiC肖特基势垒二极管(SBD)具有高反向电压额定值。除了提供具有较短反向恢复时间(trr)的SBD外,东芝还提供650V SBD,它具有结型肖特基势垒(JBS)结构,可提供开关电源所需的低泄漏电流(Ir)和高浪涌电流能力。这些器件有助于提高开关电源的效率。

SiC MOSFET模块,是采用新型材料碳化硅(SiC)的功率半导体组合器件,在高速开关性能方面优于目前占据主流的硅(Si)功率半导体(IGBT),以及高温环境中使用的其它硅(Si)功率半导体器件。满足了工业应用设备(如轨道车辆用逆变器和转换器以及光伏逆变器)对于更高额定电压和更大电容量需求的需求。并且适合低损耗和小型化应用的要求。

东芝采用TO-247封装的第3代碳化硅MOSFET已经在量产中,采用TO-247-4L封装的碳化硅MOSFET计



划将于 2023 年开始量产，它将提供比采用 TO-247 封装更高的的开关速度。

家用储能前景广阔

新能源推动电力结构向分布式演变，电力的传输和调度将更加灵活，储能应运而生，在新能源中扮演更加重要的角色。

深圳市斐石科技有限公司创始人兼 CEO 刘玉龙介绍，以全球各国家地区人口与家庭数量为依据，可开发屋顶光伏与家庭储能按当地居住情况以及家庭日用电量的 50% 配储，全球家用储能理论装机规模超过 1300GWh，然而截至到 2022 年全球家用储能累计装机规模仅约 35.6GWh，目前开发比例仅为 3%，未来市场空间巨大。

同时全球储能电池市场的发展也离不开各个国家政策的支持，各国对新能源和绿色环保的重视促进了储能电池市场的发展。保证电力的稳定供应市场需求也是推动该市场快速增长的重要原因，随着可再生能源如风电、太阳能等的不断普及，储能电池的需求也随之增加。

综合来看，全球的储能电池市场面



图注：深圳市斐石科技有限公司创始人兼 CEO 刘玉龙

临的机遇和挑战并存，政策和市场需求双轮驱动家庭储能市场的快速增长，而竞争格局随着新技术和新企业的参与，技术和电池的快速更新迭代形成良性循环，这些共同作用下，家庭储能市场将会持续增长。在未来的能源格局中，家庭储能扮演着至关重要的角色。

1、家用储能电池的主流产品形态

刘玉龙指出，目前，国际上主流的两种家庭储能产品形态：第一种为壁挂式逆变器+叠加电池/一体机，依赖安装商，安装需要排队预约，不但等待周期长，还需要支付高昂的安装费，扩展不便，体验感非常差。第二种为便携式储能大功率产品+线连加电包，绝大多数设计均采用线连方式，占地面积大，外观设计家电属性不强，方案整体性欠缺。



图注：斐石科技储能电池采用模块化设计

基于对市场的充分调研下，斐石科技第一代产品应运而生。

区别于竞品，斐石科技的移动电站 FT3600 整体结构比例协调，通过主机和电池包的撞色设计，带给用户强烈的高级感和时尚感，和室内环境完美融合，具有十分强烈的家电属性。

FT3600 采用乐高式模块化设计，

双向逆变智控机支持多个电池包以及多台主机并机使用，可根据用户需求实现对功率和容量分别进行灵活配置。目前1机1电额定功率和电量分别为3.6KW和2.3KWh，最多可通过智能并机达到3机18电，功率最大可扩展至10.8KW，电量最大可扩展至41.4KWh。

电池包与逆变主机采用车规级免线连接方式，支持热插拔，即插即用，同时通过专利的锁合结构实现快速可靠安装，避免了繁琐的线连过程，操作简便，产品更加简洁美观。

FT3600支持90~264V超宽压输出，根据出口国家的电压不同，产品在出厂前设定110V-240V的当地标准电压即可，整机通用物料占比超过98%，一机通用全球市场。

在软件方面，斐石科技联合国际企业进行碳积分长尾运营，拥有专利级别的绿电识别和计量方式，智能识别充电类型，可辅助申请当地家庭储能补贴政策。

2、储能电池趋于大容量、长寿命

新能源也带动了储能市场的发展，刘玉龙介绍，目前全球储能市场势如破竹，欧洲户用储能爆单，美国储能装机同比激增。据GGII调研数据显示，2023年第一季度中国储能电池出货量为42GWh。伴随整体装机规模增长，面向“更大”的项目需求，储能电池也随之呈现向大容量、低成本和长寿命的发展趋势，同时各个国家都在不断推出新的政策来扶持电池行业的发展。

在市场和政策的共同推动下，无论是新能源汽车电池还是储能系统电池的

重点都是往提高能量密度并缩短充电时间，向着更长的工作寿命的方向发展。随着科技的进步，人工智能技术的不断发展和应用，储能电池的发展也要往智能化、网络化、数字化方向靠近，通过智能控制和机器学习等技术增强其设计能力和管理能量效率，使其更加高效。

3、汽车动力电池与消费电子储能电池的区别

刘玉龙指出，无论是电动车的动力电池，还是消费电子的储能电池他们在技术原理上并无明显差异，但是在应用场景、使用寿命、性能方面等不尽相同。

从应用场景上看，动力电池主要应用在新能源汽车、电动自行车等交通工具，而储能电池，主要应用在调风、调频等电力辅助服务、绿能离并网、微电网、户外等领域。

从使用寿命上看，储能电池使用寿命一般在十年左右，家庭储能电池的循环次数目前一般采用的都是3000次左右，而新能源汽车的动力电池主要是提供动力，要求能够输出高功率，能量密度大，所以他的使用寿命保守估计在5-8年，其电池循环次数一般在2000次左右。

从性能上看，他们的差异主要体现在容量体积、使用寿命、充放电效率、热管理等方面。从充放电效率上看，新能源汽车电池比普通的储能电池有更高的性能要求，充电速度更快，放电电流更大。

从电芯上看，普遍采用磷酸铁锂电池和三元锂电池，目前磷酸铁锂电池比例持续提升，因为磷酸铁锂电池寿命更长，安全性更好，温度适应能力强，而三元锂电池的安全性还不能保证，因此



斐石科技 FT3600 使用的是中比的磷酸铁锂电芯。

4、储能电池的安全设计

安全性是一个产品的根本，储能电池如何在设计方面保障安全性？

以上述 FT3600 为例，采用了中比的 32140 大圆柱磷酸铁锂电芯，该电芯整体采用钢壳设计，并引入全极耳工艺大幅提升散热性能，同时集成了 CID 和 Vent 安全装置，可有效防止热时空观及电芯过压，大幅提升了安全性能，具有循环寿命长、安全性高、产热低、强度高、不易变形、耐冲击的优点，并且通过了穿刺实验，在安全性上保障。

电池包上装有 BMS 系统，拥有八重保护，过压、过流、低温、高温、过载、短路、过放、电池故障保护，采用的物联网智能主控方案，实现了 BMS 从单体到整机再到云端的三级管控，实时监督电池状态。同时 FT3600 外表采用 V0 级防火材料，避免火灾隐患。

FT3600 的车规级连接器采用了动力 + 控制双总线方案以及软开关控制方案，在智控机和电池包连接后先通过一个小电流建立数据连接，然后再通强电，有效防止插拔过程中直流电弧的产生，确保连接的安全性和可靠性。同时连接器结构部分采用隐藏式设计，并采用镀金接头和绝缘尼龙，避免了触电隐患，

安全性再次提升。而且，FT3600 通过了国际 Class B 消费品级电磁兼容测试标准。

此外，绿色清洁能源逐渐成为市场关注的重点，FT3600 设计上兼容了 10-60V 便携式光伏板和 120-550V 屋顶光伏板输入。

据介绍，斐石科技专注于家庭储能及新能源领域，以家庭储能作为市场切入点，采用乐高式的模块化设计，为家庭用户提供一站式储能解决方案。产品易安装、功率和电量均可按需配置，从而为全球家庭用户实现个性化用电定制。未来，斐石科技将联合国际 B 端企业，利用 Web3 区块链技术，通过专利独有的绿电识别和计量技术，实现绿电充电记录与分析，从而向用户发放 Token 同时可协助代理商申请当地绿电补贴政策。

小结

半导体和储能电池在新能源领域都具有巨大的机遇，不仅可以推动光伏、风电等可再生能源的发展和利用，提高能源转换效率，还支持智能电网和能源管理系统的建设，满足电动交通等领域的需求。随着技术的不断进步和应用场景的拓展，半导体和储能电池的机遇将继续扩大。

中国电子商情