



# 技术进步照亮光伏发电平价上网之路

浙江正泰新能源开发有限公司 ■ 周承军\* 徐庆 李春阳 罗易

1839年,法国物理学家在实验室偶然发现了光生伏特效应;1954年4月5日,贝尔实验室展示了人类第一块具有实用意义的太阳电池,这块电池只有1W,效率约为6%;而如今在实验室里已经可以制造出效率超过40%的太阳电池;全球范围内光伏产业也已经形成了非常成熟的产业链,仅2017年全球新增光伏装机量就达102GW,并且每年都保持了持续稳定的增长。从2009年开始,我国政府出台了一系列的光伏发电产业相关政策,截至2017年底,我国光伏累计装机量已达130.25GW,新增装机量已连续5年位居全球首位,累计装机量也连续3年位居全球第一。

近年来,在 market 需求的刺激下,光伏产业上游的硅片制备技术有了一系列突破性的进展,在提升产品品质、降低能耗的同时,也对光伏系统整体成本的下降起到了重要作用。比如,硅烷流化床技术对改良西门子法的更替、使用金刚线替代砂线切割。以金刚线切割为例,该工艺提高了切割效率,还减少了材料的损耗,在减少环境污染和运营成本方面都具有优势。工艺的更换、制备设备的改进是促使光伏系统整体成本下降的重要因素。

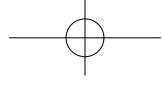
从材料角度来看,太阳电池可分为晶体硅太

阳电池、薄膜太阳电池和最近以低成本著称的钙钛矿太阳电池,其中,晶体硅太阳电池由于成本和效率上的显著进步已经成为了市场主流。从技术路线方面划分,晶体硅太阳电池可分为多晶硅和单晶硅;从工艺方面划分,晶体硅太阳电池可分为p型、n型。在追求高效的道路上,出现在了常规太阳电池基体背面添加一层“氧化铝+氮化硅”的PERC电池,在基体的背表面通过扩散或离子注入重掺杂形成背场的双面电池,将正、负两极金属接触均移至电池片背面的IBC电池,以及异质结、MWT、半片、叠片等电池技术;在组件封装方面,还出现了单玻、双玻等封装方式。目前太阳电池呈现的市场格局是“百家争鸣、百花齐放”的状态,各技术路线在成本和效率上的优势仍有待市场的进一步检验,且仍有较大的技术发展空间。在“领跑者”项目的推动下,市场对高效太阳电池的需求明显提升,从2017年“领跑者”中标项目的结果来看,大量厂家都采用了双面发电技术。

并网型逆变器是光伏发电系统正常运行的重要设备,一方面,其担任着通过调节MPPT使光伏阵列在工作条件下处于最大功率输出点的任务;另一方面,其又要通过逆变桥将光伏组件的直流电源转换为符合电网接入条件的交流电源。

收稿日期:2018-06-28

通信作者:周承军(1987—),男,浙江正泰新能源开发有限公司副总裁,职称或学历,主要从事的工作或研究。wangqiyang@126.com



目前,为适用于不同的工况,已出现了组串式、集中式、集散式和微型逆变器4种技术路线;而从直流侧系统来看,又有区别于常规1000V系统的1500V系统逆变器。各逆变器技术路线分别从减少光伏发电系统中组串的失配损失及线损,以及降低成本、增加转换效率等角度来提高光伏发电系统的系统效率,增加发电量,提升光伏电站的收益率。

在支架安装结构方面,出于降本增效的目的,在传统固定式安装结构上发展出了可调支架、柔性支架及跟踪支架等安装结构。各种支架的安装结构在特定工况下的优越性均得到了市场广泛的验证,其中,固定式支架和跟踪支架在市场中更是得到了普遍的应用。跟踪支架可划分为平单轴、斜单轴、双轴等结构形式,在光伏发电系统提升系统经济性、增加发电量的预期下,这几种结构形式均在市场中实现了有效推广。相比于固定式支架,跟踪支架能实时增加太阳光线的入射角度,减少反射损失,因此,跟踪支架在对效率和技术先进性要求比较高的“领跑者”项目中,得到了普遍的应用。

在系统层面,由于近年来补贴的下调,光伏电站在设计和建设上对技术和质量的把控更加严格,譬如间距的设计、光伏阵列最佳角度的安装、对污染的评估、对消防安全的重视等。运维方面,开始采用无人机对光伏电站进行热斑巡检,使用机器人清洗组件;光伏电站的监控系统也越来越智能化,功能上不仅有对设备的监控、告警,还实现了对数据的分析,基于气象数据的功率预测等。近年来,随着一系列行业标准的发布,比如,电站的各类检测认证方法、设计规范的完善等,光伏电站的设计和建设也逐渐摆脱了野蛮生长的发展方式,走向更加规范化的发展。

近年来,“光伏+储能”的模式在业内的呼声越来越高。两者的结合能充分弥补太阳能由于气象因素的影响而给电网带来波动性的弊

端,将太阳能产生的电力在用电低谷时储存起来,再到用电高峰时释放出来,通过“削峰填谷”实现对电网电力的稳定供应。“光伏+储能”模式除了可有效解决“弃光”问题,在增加电网供电可靠性的同时,在光伏产业“去补贴”的政策背景下,该模式还能实现售电和峰谷电价差双收益,有望提前推动光伏发电的平价上网。在此背景下,国内厂家开始推出针对“光伏+储能”的双向变流器、针对储能电站的储能电池管理系统,以及为了降低成本提出的将退役动力电池用于“光伏+储能”电站的动力电池梯度利用方案等。在储能方式方面,目前已实施的项目除了传统的抽水储能方式外,还有采用聚合物锂电池、液流电池、铅酸电池等的化学储能方式,也有一些采用如压缩空气储能的物理储能示范项目。

光伏产业早期是由于世界各国出于日益严重的环境问题的压力而扶持发展起来的,经过数十年的技术提升和产业链的成熟,随着成本下降和效率提升,光伏产业今后将逐渐摆脱对政策的依赖,在与传统能源的角逐中产生越来越强的市场竞争力。一方面,政策和环境问题催生了光伏这个清洁能源产业;另一方面,政策和环境问题又将倒逼行业技术的发展和产业的成熟,促进行业的自我生长。2018年“5·31”光伏新政的发布也正式加速了光伏产业的发展路线由政策市场向技术市场的转变。通过产业链上下游的技术提升实现降本增效,实现光伏发电的平价上网,让光伏产业在市场环境的洗礼中更加繁荣苍翠。

#### 参考文献

- [1] GB 2297-1989, 太阳光伏能源系统术语[S]. 太阳能