

2018 年中国光伏技术发展报告 (8)

中国可再生能源学会光伏专业委员会

2.4.4 双面光伏组件技术

双面光伏组件是指应用具有双面发电特性的电池，采用双玻结构封装而成的光伏组件。具有双面发电特性的电池主要有 p 型 PERC 双面多晶硅太阳电池、p 型 PERC 双面单晶硅太阳电池、n 型 PERT 太阳电池等。据协鑫集成的报道，p 型 PERC 双面多晶硅光伏组件的双面率达到 70%，n 型 PERC 双面光伏组件的双面率达到 90%。其在实际电站应用中，根据地面反射条件的不同可增加 5%~27% 的发电量。其中，草地仅增加 5%，而地面白漆将增加 25%~27% 的发电量。虽然 p 型 PERC 双面光伏组件的双面率低，但是该产品是协鑫集成可以最快达到量产化的产品，并已于 2017 年获得了第三方测试机构 TÜV 的产品认证证书，目前该产品已经批量生产。n 型 PERT 双面光伏组件的转换效率虽然较高，但是成本也相对较高，量产化后的成本下降幅度有待进一步确认。据英利等公司的报告，双面光伏组件的双面率最高可达到 90% 以上，实际电站应用收益可增加 10%~30%。图 45 给出了双面光伏组件的结构。随着 n 型晶体硅电池的推广应用及双面电池的普及，双玻光伏组件的需求也将随之提升。与此同时，各光伏厂家持续研发多主栅、半片、叠瓦、聚光焊带技术、先进玻璃镀膜技术，以及系统水平的电站环境优化、追踪支架设计、逆变器配置优化等，都将为双面光伏组件的发电增益助力。

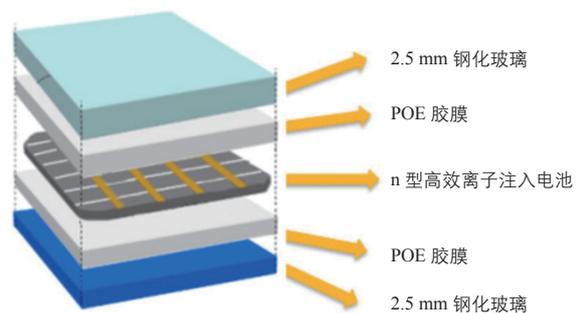


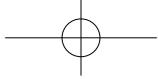
图 45 双面光伏组件的结构

双面双玻组件的背面玻璃通过使用背面镀釉技术，提高了电池的片间距和串间距部分对光线的反射率，从而提高了组件的零深度效应。协鑫集成的镀釉双面双玻组件可使双面组件的正面功率提高 1.5%~2%。

协鑫集成推出的双面双玻组件的主流功率为：1) 60 版型 p 型多主栅双面双玻多晶硅光伏组件 (6×10) 的主流功率档为 285~300 W；2) 60 版型 p 型多主栅双面双玻单晶硅光伏组件 (6×10) 的主流功率档为 295~310 W。

2.4.5 智能无热斑组件技术

智能无热斑组件技术是改变现有常规组件每 20 或 24 片电池并联 1 个二极管的连接结构，将组件中的每片电池均并联 1 个二极管。当受到遮挡时，被遮挡电池并联的二极管两点电压发生变化，二极管导通，电流自二极管流过屏蔽掉被遮挡电池，不影响其他电池正常工作，从而解决了热斑问题。图 46 为无热斑组件的图片和电池的连接方式。



a. 组件 b. 电池连接方式
图 46 无热斑组件的图片及电池的连接方式

智能无热斑组件采用此种连接设计具有以下优势：

1) 不同遮挡情况下，热斑电池温度均低于测试组件中心参考温度。低温工作的组件具有更高的安全性，使其封装材料的寿命更长。

2) 相同遮挡面积下，智能无热斑组件较常规组件功率更高。

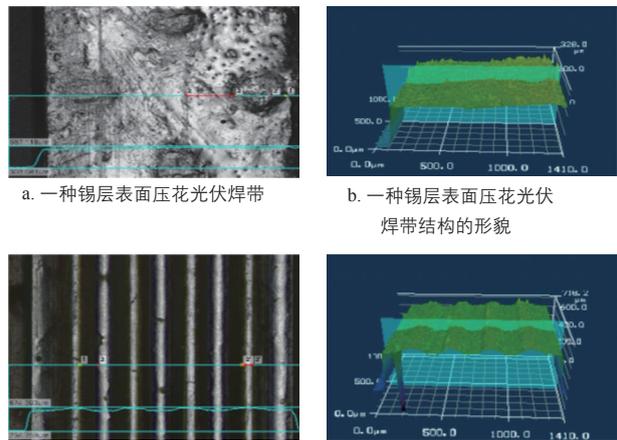
3) 可以充分利用 09:00 以前和 15:00 以后的阳光，长时间发电，提高了系统的发电效率和土地利用效率。

英利公司的智能无热斑组件在 2017 年获得了 TÜV 产品认证证书，并实现了批量化生产。江苏新源太阳能科技有限公司于 2017 年获得了“智能无热斑光伏组件” TÜV 认证证书。

2.4.6 新型焊带技术

反光焊带是应用全反射原理，通过焊带表面复合反光膜、表面涂高反射涂层、表面压花处理等方式，实现了焊带表面结构化设计，利用照射到焊带表面的光来增加光伏组件内电池的受光总量，从而提升光伏组件的功率。图 47 为不同反光焊带表面结构的形貌，图 48 为采用不同反光焊带的组件功率对比。

研究表明，优化焊带表面结构可以使组件功



a. 一种锡层表面压花光伏焊带 b. 一种锡层表面压花光伏焊带结构的形貌
c. 一种铜基压花光伏焊带 d. 一种铜基压花光伏焊带结构的形貌
图 47 不同反光焊带表面结构的形貌

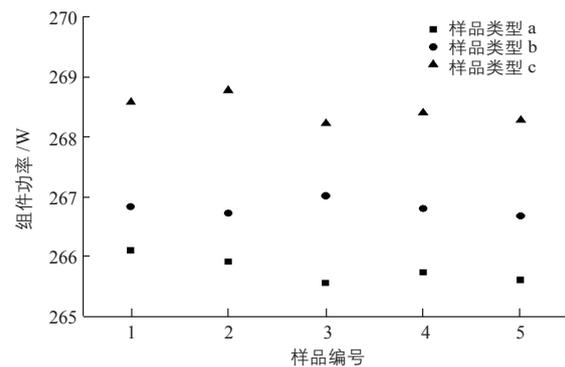


图 48 采用不同反光焊带的组件功率对比

率获得增益，并且焊带结构优化方式会影响焊带表面形貌及最终的组件功率增益量^[75]。

2.4.7 封装材料技术

目前国内外的几种背板结构如表 18 所示，其中，TPT 为双面 PVDF 膜。

背板主要的封装材料包括：

- 1) THV：四氟乙烯-六氟丙烯-偏氟乙烯三元共聚物。
- 2) PVDF：聚偏二氟乙烯。
- 3) PVF：聚氟乙烯。
- 4) 氟涂料：目前国内较多使用

表 18 各种背板的结构

背板结构层结构	TPT	KPK	TPE	BBF	TPC	CPC	CPE	APE	AAA	PPE
EVA 面	PVF	PVDF	改性 PE	EVA	四氟涂料	氟涂料	改性 PE	改性 PE	尼龙 12	EVA
粘结层	PU 胶	PU 胶	PU 胶	PU 胶	PU 胶	PU 胶	PU 胶	—	—	—
中间层	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET	改性 PO	尼龙 12	改性 PET
粘结层	PU 胶	PU 胶	PU 胶	PU 胶	PU 胶	PU 胶	PU 胶	—	—	—
空气面	PVF	PVDF	PVDF	THV	PVDF	氟涂料	氟涂料	尼龙 12	尼龙 12	改性 PET
备注	—	—	—	—	—	—	—	共挤型	共挤型	共挤型

的涂布材料有 PTFE、PVDF 和 FEVE。5) PET: 聚对苯二甲酸乙二醇酯(涤纶树脂)。6) PA: 尼龙, 即聚酰胺纤维(棉纶)。7) PO: 聚烯烃。为乙烯、丙烯或高级烯烃的高级聚合物, 主要包括聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)和 POE、EVA、MMA 等高级烯烃聚合物。

封装膜中氟的含量越高, 环境稳定性越好, 价格越贵。按照环境稳定性, 封装材料的排序依次是: THV>PVDF>PVF>氟涂料>PET。THV 是目前韧性最佳的氟聚合物。BBF 光伏组件背板具有卓越的耐候性, 以及良好的回弹性、阻燃性和低渗透性, 多层之间用化学方法粘合, 无粘合剂。美国 3M 公司在生产此类背板。

1) 含氟膜背板。TPT 结构是最早的光伏组件背板结构, 现在也是双面含氟复合型背板的统称。其结构为氟膜/PET/氟膜, 含氟膜主要为 PVF 和 PVDF 等。生产厂商主要有奥地利的 Isovoltac, 意大利的 Coveme, 韩国的 SKC, 台湾的台虹, 日本的 MA, 德国的 Krempel、3M、Honeywell 等。

KPK 膜最先由德国 Krempel 公司和法国阿科玛(Arkema)公司共同开发出来, 其结构为 PVDF/PET/PVDF, 属于 TPT 结构的一种。该产品自 2008 年推向市场以来, 已被欧洲和亚洲主要的光伏组件制造商广泛采用。用 PVDF 膜代替 PVF 膜具有更好的耐候性和加工性, 所以 KPK 膜也可归为 TPT 类, 但是 PVDF 膜成型对加工技术的要求较高。PPP 和 PPE 背板的生产商主要有法国阿科玛、韩国 SKC 和日本电气。国内使

(接第 17 页)

参考文献

- [1] 王军伟. 我国光热发电关键设备及监理研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2016.
- [2] Chris. 2018 全球光热装机大爆发新建成光热装机预超 1GW[EB/OL]. <http://www.cspplaza.com/article-12868-1.html>, 2018-07-27.
- [3] 赵军, 李新国, 陈雁. 太阳能发电技术及其在我国的应用前景[J]. 太阳能, 2005, (4): 36 - 37.
- [4] 许辉, 张红, 白瞳, 等. 碟式太阳能热发电技术综述[J]. 热力发电, 2009, 38(5): 5 - 9, 17.
- [5] Benmarraze S. Status trends and cost analysis of the global

用 PVDF 和 PVF 膜制备 TPT 和 TPE 复合背板的企业主要有江西明冠能源、苏州赛伍、江苏中南通汇、乐凯胶片和湖北回天胶业等。

2) 氟涂料背板。氟涂料背板(TPC、CPC、CPE)的设计思路是使用氟碳涂料涂布到 PET 薄膜上以替代氟塑料薄膜。目前国内使用较多的涂布材料有四氟的 PTFE(聚四氟乙烯)、PVDF、FEVE(氟乙烯与乙烯基醚的共聚物)、ETFE(乙烯-四氟乙烯共聚物)、ECTFE(乙烯-三氟氯乙烯共聚物)。ETFE 是由日本旭硝子研发, 处于试用阶段, 并未量产。ECTFE 是由杜邦公司在 1946 年开发, 目前商品化的产品只由苏威公司提供。没有一种溶剂能在 120℃以下侵蚀 ECTFE 或使用应力使其开裂, 其具有很高的耐候性和阻隔性, 在商品化的光伏组件背板中, ECTFE 是最好的耐候层材料。

由于前几年光伏组件背板的需求旺盛, 国外公司均不对中国公司提供氟塑料薄膜, 所以中国公司开发了其他国家不生产的氟涂料背板, 将氟碳材料涂覆于 PET 上, 替代氟塑料薄膜。但是氟涂料因其固有的如粘结性、针孔、附着力、开裂和挥发性等问题暂不能应用于背板, 只能用于低端市场。生产此类涂料的国外厂家有美国 Madico; 国内厂家有苏州中来、乐凯胶片、北京高盟、浙江哈氟龙、苏州帆度等。 (待续)

参考文献

- [75] 郑炯, 韩帅, 孙仲刚, 等. 新型光伏焊带及其在提升光伏组件发电功率中的应用[J]. 可再生能源, 2016, (11): 1686 - 1686. 太阳能
- solar CSP sector[R]. IRENA, 2018.
- [6] 赵海军. 甘肃省玉门市 100 MW 塔式熔盐光热电站系统设计与实现[D]. 北京: 华北电力大学, 2017.
- [7] 神华科学技术研究院. 光热发电行业现状分析及发展趋势研究[Z]. 2017.
- [8] 王淑娟. 从 4 元/kWh ~ 0.31 元/kWh 中国光伏电价的发展历程[EB/OL]. <https://www.in-en.com/article/html/energy-2271459.shtml>, 2018-07-05.
- [9] 胡玉, 白玉忠. 太阳能光伏与光热发电技术概述[N]. 环球市场信息导报, 2017-10. 太阳能