

光伏组件用 EVA 胶膜的 改性技术研究进展对企业效益的影响

孙继超（江苏斯尔邦石化有限公司，江苏 连云港 222000）

摘要：本文具体研究了光伏组件用乙烯-乙酸乙烯聚合物（EVA）薄膜改性科技的研究成果。将 EVA 与交联碱性有机化合物，加上阳离子丙烯酸树脂制备等方式制备 EVA 膜，用于光伏组件的时候可以抵御电位差诱发损耗效用。采用稀土化学物质和有机化学硼改性亚克力热聚合制备的乙烯-乙酸乙烯聚合物薄膜适合于光伏组件，提升了太阳能的利用率。构成的双固态化学交联管理体系改性胶纸透光度和粘合力好。添加 EVA 色浆母粒制备暗膜封装形式的光伏组件能够满足城市规划建设的需求。文章分析了光伏组件用 EVA 胶膜改性技术研究，为企业提高经济效益具有重大意义。

关键词：经济效益；光伏；电势诱导衰减；企业效益

0 引言

现如今社会的发展关键是从生态资源中获得能源，在全球范围内能源供货中占据举足轻重的地位。一直以来，太阳能发电系统在野外环境下运行十分温度，其衰退率和设备故障率比较低，但是却容易受侵蚀和分层次等故障问题的影响。在比较常见的稳定性问题中，光伏发电器件的电位差诱发损耗效应（PID）备受关注。

主要是因为 PID 效应也会导致光电元件在野外环境下产生毁灭性常见故障。2010 年，Pingel 等给出了 PID 这一专业术语。光伏模块的 PID 效应被界定为太阳能充电电池和光伏模块的架构中间增加高电压所导致的输出功率降低。石英石光电元件的构造如下图 1 所显示。

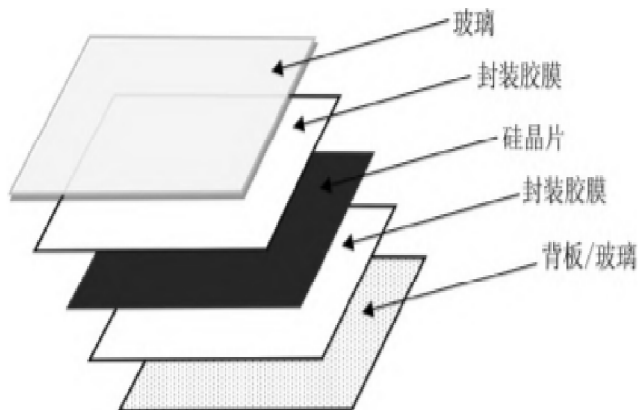


图 1 晶硅光伏组件结构图

PID 效应不但也会导致光学器件的损耗，还会造成晶体硅太阳能器件的无效，进而在具体生产与运用中导致不可避免损失，严重危害生产效率。PID 效应已经被证实两面光伏模块和系统内也会引起很严重的输出功率损耗和迅速断电，因而被称之为最严重的故障模式之一。

1 常见光伏组件封装用 EVA 胶膜的生产工艺

大家都知道，光伏发电模块使用寿命长达 25 年，这会对光伏发电模块的封装材料给出了十分高的要求。在光伏发电模块开发设计之时，专家应用有机硅树脂、环氧树脂胶、聚乙烯醇缩丁醛、聚甲基丙烯酸甲酯等高聚物作为光伏发电模块的封装材料。但是由于成本相对高、性能差、工程施工繁杂，各种材料最终没能被选用。

乙烯-乙酸乙烯共聚物的结构力学性能、耐温性、耐老化、透光度都和乙烯-乙酸乙烯共聚物的相对分子量（ M_r ）和乙酸乙烯酯（VA）含量相关。当一般 EVA 环氧树脂的 M_r 一定时，VA 含量越大，乙烯-乙酸乙烯共聚物的透光度越大，粘合性能和抗张强度越多。乙烯-乙酸乙烯共聚物中 VA 含量一定时， M_r 越小，乙烯-乙酸乙烯共聚物的流通性和工艺性能就越好，但粘接强度和抗张强度降低。

很多研究发现，可以将化学交联环氧固化剂、光稳定剂、抗氧剂、增粘剂等添加物与 VA 含量为 28%~33% 的乙烯-乙酸乙烯共聚物匀称混和，混和熔融、流延膜挤压、制冷成形、放卷等一系列加工工艺，制取太阳能电池在常温下，用以封装形式光伏发

电模块的 EVA 塑料薄膜不粘, 是半透明的。

在太阳能组件的压层环节中, EVA 塑料薄膜遇热产生交联反应, 主要表现出高透光度、出色的粘合力和出色的耐老化, 变成太阳能组件运用最普遍的封装材料。

2 EVA 胶膜的抗电势诱导衰减性能研究进展

用 EVA 薄膜封装的形式能够使得减少太阳能发电站控制模块长期性暴露于环境中的情况, 由于容易光伏组件长期暴露在阳光之下会导致其受光、热、氧、水分等危害, 水解反应使乙烯-乙酸乙烯共聚物 (EVA) 分解出乙酸。

乙酸与夹层玻璃中醋酸盐反应也会引起钾离子的转移, 造成电位诱导衰减。EVA 膜与夹层玻璃间的泄露电流使半导体材料的输出功率持续衰减, 一般在 20% 之上, 比较严重时甚至会衰减到 50% 左右。

为了能够有效抵御 EVA 薄膜的电位诱导衰减, 常州市百佳时期薄膜科技公司用偏碱有机化合物进行化学交联在基体树脂中, 从而有效降低了电位诱导衰减效用。

公司使用 93.00phr EVA、0.30phr 甲基丙烯酸氧基丙基三甲氧基硅烷、0.80phr 叔丁基过氧化碳酸-2-乙基己酯、0.60phr 三羟甲基丙烷三丙烯酸树脂、0.40phr 丙氧化甘油二丙烯酸酯、0.20phr 4-羟基-2,2,6,6-四甲基哌啶醇、0.30phr β -(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸十八碳酸酯、0.25phr 丙烯酸二甲氨基乙酯和甲基丙烯酸二甲氨基乙酯、2.00phr 碳酸钡、4.00phr 10% (w), 通过控制原材料, 来实现照射量为 18kJ/kg 该薄膜的透光度为 91.7%, 水蒸气透过率为 7.32g/(m²24h), 表面电阻率为 7.191016cm, 光电元件的电力工程衰减为 1.68%, 在光电元件的持续使用时可以确保相对稳定的电力工程。

常州市比克光伏发电新材料有限公司研发双层共挤抗电极化 EVA 复合膜, 能抵御光伏组件的电位磁感应衰减。乙烯丙烯酸共聚物 100.0phr、0.8phr 过氧化-2-乙基己基碳酸叔丁酯、0.9phr 三丙烯基异氰脲酸酯、0.5phr γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、0.2phr 双(2,2,6,6-四甲基哌啶基)癸二酸酯、0.2phr 2-羟基-4-甲氧基-5-磺酸基二苯甲酮、0.1phr 2,6-二叔丁基对甲酚混合均匀, 熔体流动速率 25g/10min, 透光度超过 91%, 双螺杆挤出机工作中, 挤压环境温度 80~100℃, 挤压压纹成双层胶纸抗拉强度为 11.21MPa, 拉伸强度为 844.89%, 表面电阻率超过 10¹⁶

欧姆, 紫外线透射系数为 82%, 可见光透射系数超过 89%, 胶纸与夹层玻璃抗张强度为 232.17N/cm, 紫外线衰老变黄指数值低于 1。发明具备机器设备简易、生产制造高效率、生产制造低成本的优势。

从发电厂效益评估看来, 双面玻璃光伏模块可让发电能力提升 10%。如何控制 EVA 较好的封装形式稳定性, 抵御隐性的诱导衰减效用是亟待解决的问题。阿特斯阳光动力投资有限公司公开了一种具备耐电位诱导衰减效应的 EVA 胶膜以及制备工艺。将 0.7phr 过氧化-2-乙基己基碳酸叔丁酯, 0.4phr N-(2-羟丙基)甲基丙烯酰胺, 0.4phr 丙氧化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯, 0.5phr 三丙烯基异氰脲酸酯, 0.4phr γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷, 0.4phr 双(2,2,6,6-四甲基哌啶基)癸二酸酯于 65℃熔融混合 30min 得到混合助剂。通过以上配方制备的 EVA 薄膜, 熔体流动速率 25g/10min、透光度 91% 之上、表面电阻率 10¹⁴ 欧姆 cm 之上、熔融温度 70℃、乙酸乙烯酯成分 28% (w) 卧式混合机在 45 下拌和 10min 后, 喷撒混和改性剂 15min 将混合物质用双螺杆挤出机挤压 80 次, 通过流延膜、压纹、制冷、拉申和缠绕, 获得具备耐电位诱导衰减功效的 EVA 薄膜。薄膜抗拉强度为 16.15MPa, 拉伸强度为 978.64%, 表面电阻率为 1.61016cm, 紫外线透射系数为 84%, 抗张强度为 184.82N/cm, 正脸输出功率衰减为 3.24%, 反面输出功率衰减为 4.21%。该胶纸制作出来的双面玻璃光伏模块输出功率衰减值太低, 耐电位磁感应衰减效果明显。

3 EVA 胶膜的太阳能利用率研究进展

自然光根据 EVA 薄膜后, 会有一定的损害, 进到太阳能发电站器件的光量少, 从而影响太阳能发电站器件的性能。因而, EVA 薄膜的光谱仪透过率是检验太阳能发电站设备性能的有力指标值之一。佛山市销电子材料有限责任公司将具备光转换的功能希土化学物质与 EVA 薄膜匀称复合型, 确保了 EVA 薄膜良好的性能, 将太阳能电池板无法直接吸收较高能紫外线转化成可以直接吸收的可见光。匀称混和根据熔融制取混合物质该薄膜, 能将光波长 300~400nm 的紫外线转换为光波长 580~700nm 的红橙光, 透光度为 91.5%, 耐紫外光变黄指数值为 1.8, 耐湿热老化变黄指数值为 2.1, 外观设计上分层次。

汽泡鞍山市电子科技有限公司开发设计了一种用以太阳能玻璃表层的 EVA 膜, 能用光伏组件的

光谱仪透射系数测量。将 EVA (乙酸乙烯含量 29%) 和二甲苯以 1g/30mL 占比添加反应釜中, 以 50 转/min 速度拌和至 60℃, 使之溶解后, 使 EVA、引发剂和丙烯酸系单个的质量比为 50.0:30.0:0.5。

以 50 转/min 速率拌和, 提温至 85℃, 反应 5 个小时制冷至室内温度, 过虑, 用工业甲醇清洗, 真空干燥机 50 钟头获得丙烯酸接枝 EVA; 在吡啶硫酮和四氢呋喃混合溶剂里加入吡啶硫酮, 拌和加温至 90℃, 添加丙烯酸接枝 EVA) 吡啶硫酮、混合溶剂和丙烯酸接枝 EVA 的质量比 25:12:10, 有机化学硼改性材料丙烯酸接枝 EVA, 抗氧化剂、有机过氧化物偶联剂、偶联剂、邻甲基苯甲醛苯酯光稳定剂、丙醇资金投入双螺杆造粒机, 流延膜化其透光度为 93.9%, 紫外线老化后为 89.45%, 寒湿老化后为 91.86%, 获得了高效的电池光电转换率, 具有较好的耐紫外线和耐湿热老化性能。

4 EVA 胶膜的其他性能研究进展

EVA 薄膜的稳定是衡量太阳能组件耐用性的关键因素。太阳能光伏组件长期暴露于环境中。寒湿老化和紫外光老化也会降低 EVA 胶膜的粘接强度, 非常容易发黄, 造成胶膜的透光率减少, 也有可能造成光电元件褪色、分层、起泡。对于光伏发电薄膜的抗老化特性, 北京知淘科技有限责任公司制取了光伏发电组件封装用 EVA 薄膜, 在共混机里加入 100.00phr EVA 塑胶颗粒和 4.00phr metal-氮丙啶硅渣, 在 1,000r/min 下 5min 随后, 添加过氧化物叔丁基-2-乙基己基碳酸酯 0.90phr、2,5-二甲基-2,5-二(过氧化物叔丁基)己烷 0.45phr、3-甲基丙烯酰氧基丙基三将混合物放进双螺杆造粒机中, 挤压 0.50mm 粗厚薄膜制膜, 牵引带缠绕获得太阳能发电站模块封装用 EVA 薄膜。膜交联度达到 91.8%, 膜结构工程高密度, 抗拉强度为 16.1MPa, 拉伸强度为 96.2%, 透光率为 92.7%。

EVA 胶膜与玻璃灯罩间的剥离强度为 112.7N/cm, EVA 胶膜与半导体材料侧板间的剥离强度为 87.0N/cm, 粘合特性优质。根据寒湿老化推动实验, EVA 薄膜发黄指数值为 0.86%, 透光率为 91.1%, 薄膜与玻璃灯罩间的剥离强度为 82.5N/cm, 薄膜与光伏模块侧板间的剥离强度为 63.7N/cm。紫外线老化试验说明, EVA 薄膜发黄指数值为 1.32%, 透光率为 90.4%, 薄膜与玻璃灯罩间的剥离强度为 892.5N/cm, 薄膜与半导体材料侧板间的剥离强度为 75.3N/cm。该

薄膜具有较好的物理性能、透光率、耐湿热老化和耐紫外线老化特性。

5 结语

EVA 薄膜广泛用于光伏模块封装形式。根据生产工艺和原材料配制的不断完善, 能够进一步提高光伏组件的太阳能利用率, 提高耐电势差诱发损耗能力, 提升耐老化特性, 从而减少了因为购入胶膜造成的成本费用, 极大程度的提高了太阳能的利用为企业经济收入增加做出了巨大贡献。为了实现城市规划建设的需求, 能够制取外包装深色光伏模块的 EVA 薄膜。太阳能成为了电力能源利用不可或缺的一部分。根据再次科学研究光伏组件和封装形式膜, 可以更好的利用太阳能。

参考文献:

- [1] 刘若望, 叶和国, 周雪梅, 等. 光伏组件用改性 EVA 树脂及其胶膜的研发 [Z]. 浙江中立集团有限公司, 2013.
- [2] 向明. 高性能光伏用 EVA 封装胶膜的制备技术 [D]. 成都: 四川大学, 2012.
- [3] 江苏鹿山新材料有限公司. 封装 HJT 电池用封装胶膜及其制备方法、制得的光伏组件: 中国, CN202110194088.5 [P]. 2021-06-18.
- [4] 张众. 一种太阳能电池封装用 EVA 胶膜及其制备方法: 中国, CN201910011827.5 [P]. 2019-05-17.
- [5] 齐锴亮, 雷蕊英. 光伏组件封装用 EVA 胶膜的研究进展 [J]. 粘接, 2017(10):65-68.
- [6] 韩菲, 魏瑞平, 张亮, 等. 光伏组件 EVA 封装胶膜的抗 PID 改性研究进展 [J]. 化工时刊, 2022, 36(5):36-40.
- [7] 余鹏. 组件封装的新解决途径 [C]. // SNEC 第七届 (2013) 国际太阳能产业及光伏工程 (上海) 论坛论文集, 2013:233-234.
- [8] 佛山华销光电材料股份有限公司. 一种光伏封装胶膜及其制备方法和应用: 中国, 111662644 [P]. 2020-09-15.
- [9] 马鞍山吉祥光电科技有限公司. 一种用于太阳能光伏玻璃表面的 EVA 薄膜: 中国, 110606964 [P]. 2019-12-24.
- [10] 北京知淘科技有限责任公司. 一种太阳能光伏组件封装用 EVA 胶膜及其制备方法: 中国, 110229623 [P]. 2019-09-13.